

中华人民共和国地方志丛书

陕西省志

陕西省地方志编纂委员会 编



第四卷

地质矿产志

陕西人民出版社

1993·西安

陕西省志

陕西省地方志编纂委员会 编

第四卷

地质矿产志

陕西人民出版社

1993·西安

中华人民共和国地方志丛书

陕西省志

陕西省地方志编纂委员会 编

第四卷

地质矿产志

陕西人民出版社

1993·西安

《陕西省志·地质矿产志》编纂委员会

主任: 尚瑞钧

副主任: 胡信姬 方永安

委员: (以姓氏笔画为序)

马贵增 王永瑞 王德潜 方永安 关丰宗

刘思进 刘祖植 李耀成 陈如意 尚瑞钧

胡信姬

总编: 尚瑞钧

副总编: 方永安

编纂人员

主编: 李耀成(总纂)

副主编: 孔繁宗(地质构造) 徐继刚(水文、工程、环境地质)

编者: 鲜于开梅 徐玉武 孙嘉春 常桂琴 段文

李英焕 李福祥 赵铁柱

审定单位

初审: 陕西省地质矿产局

定稿: 陕西省地方志编纂委员会

说 明

1.本书是新编陕西省志的一部专业志书，真实而简要地记述陕西地矿事业的历史和现状及目前所认识的地质、地下资源的基本情况。断限年代上自事件发端，除大事记至1988年底外，均下至1990年。

2.本书篇目据地质专业特点和志书惯例设置，层次上采用篇、章、节、目。以横排纵写为主，重在记述专业主体内容，与有关专业志的重叠部分尽量从简。

3.文体采用语体文、记述体，行文遵从陕西省地方志编纂委员会制定的《陕西省地方志编写行文通则》。

4.中华人民共和国成立前资料取自历代正史和志书中有关矿产的记述及民国时期地矿期刊和档案。中华人民共和国成立后的资料取自文书档案、科技档案、科研专著、勘查报告及调查材料。

5.书中所用专业术语和名词的释义参阅地质出版社出版的《地质辞典》。

序

抗日战争初期，平津一些高校内迁西安，合称西安临时大学；不久继迁陕南，正式成立西北联大；由于联大组合松散、内涵庞杂，持续时间不长即告解体，而又为西大、西工和西农等新的独立体制所取代。我于1937年随北洋工学院由天津内迁来陕，经历了这段院校间聚散离合的过程。西大在城固县城，西工在城固古路坝，我身兼二校教授，暑期常带学生们在附近的秦巴山区实习，时山河破碎，师生们常忧民族之危亡，所幸实习中偶有新见而聊以自慰。原北师大文学院院长、当时任西大文理学院国文系主任的黎锦熙先生，虽逢国难而鸿志未减，紧紧抓住区区域固小县竟人才荟萃于一时之良机，倡修城固县志，思“开文教更新之运”，此亦黎老一大功德也。我当时应约为《城固县志》撰写了《城固地质志》，删节后曾刊于《西北工学院季刊》（1939年第1期）上，题为《城固地质略志》（后又经删改称《陕南城固地质略志》于1948年刊于国立西北大学地质学会主编的《地质通讯》创刊号上。以上二文之署名均为“张迺骏”）。据称这还是我国在县地方志中设置地质专业志的首例。此以前历代修志，均将地质和矿产列入《地理篇》与《物产卷》中（史书则多列入《食货志》）。《城固县志》设地质志之例一开，遂有白士侗等人撰写的同官（即铜川）等七县地质志问世。黎老在此后总纂的《洛川县志》等均专设有地质志和矿产志。今逢盛世修志，闻全国各省、市、县志均将设地质矿产专志，喜不自胜。这同半个世纪前少数文人学子于困难中发愤修志自然无法同日而语。

今日喜看《陕西省志·地质矿产志》交付出版前之文稿，眼见在一省的志书中将地质矿产作为专业志单列已成千真万确的事实。它把陕西自具特色的地质和矿产以及这里的人民对其研究和开发的史实予以单独记述，这于无形之中也就提高了我们地质矿产工作者在国家和社会中的地位。作为大半生都在陕西从事地质研究和地质教育事业的我，其激动之情实难言表。

经通篇浏览本志书，觉得其特色显而易见：

首先，本志书彰明昭著了陕西的地质矿产资源优势，其地域特色跃然纸

上。陕西复杂的地质构造环境和多种多样的地史发展历程造就了本省独具特色的多种地质环境和成矿条件，使煤、金、钼等资源闻名全国，铅锌、汞锑及其它一些非金属矿产也储藏颇丰；千姿百态的地质景观胜迹，自然都各有其形成的地质构造背景条件，它们为人们在久已熟知的周秦汉唐胜地凭吊帝王将相、寻古觅踪之外，更增添了新的山川地质胜迹旅游新天地。

再者，每部志书都理所当然地应反映出其编纂的时代特色，本志书则由于遵从了多数中华史志类典籍“详今略古”的优良传统而突出地表现了新中国成立40多年来、尤其是改革开放10余年来陕西地质矿产工作的突出成就；成千上万的地质工作者在秦巴山区和关中、陕北这片古老的黄土地上数十年如一日含辛茹苦的工作业绩，终于在本志书中得到了一定的体现。

此外，本志书也实现了其“资治存史”的固有价值。它以事系人，较客观地记叙了建国前后地质工作者所取得的累累硕果和对国家、对人类做出的贡献，这无论对时下的青年或对后人都将起到激励作用。志书从来都以弘扬文化、教化人民为己任，本志书寓教于地质事业史的叙述，既具专业特色，又体现了思想性与人民性。

统览《陕西省志·地质矿产志》全书，可以说是一部体例得当、资料翔实、文风简朴、图文并茂之作，其资料性、科学性、思想性乃至可读性均较强，作为一部在新的历史时期编撰的、统合古今的陕西省地质矿产专业通志是完全合格的。

如要对本书吹毛求疵，我也是三句话不离本行，那就是构造观记述得过于单薄。我的学生王战教授在撰文论述“地壳波浪状镶嵌构造学说”形成、发展及其前景时曾这样写道：“纵观全国各省、区，直接跨越华南、华北两大地质构造单元者，惟安徽与陕西耳！而前者在地层出露及构造复杂程度方面，却远远无法同陕西相比拟。难怪当今全世界的著名地质学家们都把眼睛瞪得大大的望着位于中国大陆腹心地区的秦岭，……李四光生前曾说过，由于中国地质构造的复杂性，……这块地方是出构造观点的地方。……我们还可以进一步推进地说，……秦岭是锻炼地质学家、生长和考验学说的最佳地域之一。”王战对陕西和秦岭的誉美之词我看并不过分，各个地质构造学派都无法回避复杂的秦岭，而且也都确乎有独到见解。本志书对此虽有述及，惜只限于蜻蜓点水；尤其各家通过对构造特征与构造演化之论述，如何指导地质找矿实践，似更为重要，然几乎未曾涉及。另据编撰者云，由于受某些因素制约，而不得不舍弃了某些矿产的记述，从而使志书的完整性受到一定程度的

影响，此亦不无遗憾。然《礼记》上有句名言，叫做“瑕不掩瑜”，我想用在这里是合适的。

据我所知，陕西省地质矿产局领导非常重视本志书的编写工作，为此专门成立了“陕西省地质矿产志编纂委员会”，负责统一计划和指导编写工作，拟定了篇目体例和质量要求，并抽调有相当水平的专业人员组成编写班子。华夏神州自古就有盛世修志之风，先人为我们留下了难以尽数的各类方志与史志。这些均已成为浩瀚中华文化宝库中的重要组成部分。本志书的编撰与出版，无论对当代还是对后世都是一项可贵的奉献。作为方志中的专业志书，它不但会受到地质同行们的爱戴，而且由于起着“资治、教化、存史”的功能，也必定会受到各科研究者、社会学者和广大人民群众欢迎。本志书副总编方永安高级工程师约我为之作序，我欣然从命，写了如上的话，不知妥否？

Handwritten signature in black ink, reading '张伯声' (Zhang Baosheng).

写于 1992 年夏至后二日，恰值九十诞辰。

目 录

概 述	(1)	九、地质矿产部第二综 合物探大队	(10)
第一篇 地质矿产勘查	(5)	十、地质矿产部 908 水文地质工程地质大队	(10)
第一章 勘查机构	(5)	十一、地质矿产部西安地 质矿产研究所	(11)
第一节 陕西省建设厅与所属 勘查机构	(5)	十二、煤炭科学研究总院 西安分院	(11)
一、省建设厅矿冶股	(5)	十三、煤炭工业部航测遥 感公司	(11)
二、省探矿处	(6)	十四、西安地质学院	(11)
三、省矿产测勘队	(6)	十五、西北大学地质学	(11)
第二节 资源勘测处和资源勘 测局	(6)	十六、西安矿业学院地质系	(11)
第三节 地质部西北地质局	(7)	十七、西安石油学院油田开发系	(11)
第四节 地质部陕西办事处	(8)	十八、西安地质技术工人学校	(11)
第五节 陕西省地质局	(8)	十九、陕西省地质学会	(11)
第六节 地质部西北地质局	(9)	二十、陕西地质博物馆	(12)
第七节 陕西省地质矿产局	(9)	二十一、西安金属矿产地质 陈列馆	(12)
第八节 其他地质机构	(10)	第二章 地质调查	(12)
一、冶金工业部西北地质 勘查局	(10)	第一节 区域地质调查	(12)
二、中国有色金属工业总 公司西北地质勘查局	(10)	一、早期外国地质学者的 路线考察	(12)
三、省煤田地质勘探公司	(10)	二、民国时期中国地质学 家的调查	(21)
四、国家建筑材料工业局 西北地质公司	(10)	三、建国后的区域地质调查	(25)
五、中国核工业总公司西 北地质勘探局	(10)	第二节 水文地质工程地质 勘查	(26)
六、化学工业部地勘公司 陕西地勘大队	(10)	一、水文地质勘查	(26)
七、中国人民武装警察部 队黄金第 14 支队	(10)	二、工程地质勘查	(34)
八、地质矿产部第三石油 普查勘探大队	(10)	第三节 区域地球物理与地球	

化学勘查	(35)	二、铁铜矿	(65)
一、区域物探	(37)	三、铅锡矿	(67)
二、区域化探	(38)	四、汞矿	(67)
第三章 科学研究	(38)	五、煤炭	(67)
第一节 区域地质图编制	(39)	六、陕北石油与天然气	(68)
一、1:50万陕西省地质图		七、蓝田玉	(69)
(1961)	(39)	第二节 近代矿产调查	(69)
二、1:50万东、西秦岭地质图	(39)	一、清末至抗日战争前夕	
三、1:200万陕西省地质图		(1905—1936)	(70)
(1973)	(39)	二、抗日战争至建国前夕	
四、1:50万陕西省地质图		(1937—1949)	(72)
(1980)	(39)	三、陕甘宁边区时期	
五、陕西省区域地质志	(40)	(1936—1949)	(74)
第二节 地质专题研究	(40)	第三节 建国后的矿产勘查	(76)
一、地层研究	(40)	一、国民经济恢复与“一五”计划	
二、矿物岩石研究	(41)	时期 1950—1957)	(76)
三、地质构造研究	(41)	二、“大跃进”与三年调整时期	
四、矿产研究	(42)	(1958—1965)	(77)
五、水文地质工程地质研究	(43)	三、国家“三五”至“五五”计划	
六、地球物理地球化学研究	(44)	后期 1966—1978)	(78)
第三节 物探技术	(44)	四、中共十一届三中全会至“七五”	
一、测地技术	(44)	计划时期 1979—1990)	(80)
二、仪器研制	(45)	第四节 矿产资源管理	(82)
三、方法试验	(45)	一、概况	(82)
第四节 航空遥感技术	(45)	二、勘查与采矿登记	(82)
一、航卫片解译	(45)	第二篇 区域地质	(84)
二、轻型飞机试验	(45)	第五章 地层	(84)
第五节 探矿工程技术	(46)	第一节 地层区划	(84)
一、金刚石小口径钻进	(46)	一、太古代—三叠纪地层区划	(86)
二、钻井仪表与地质		二、侏罗纪—第四纪地层区划	(86)
专用车	(46)	第二节 各时代地层	(86)
三、坑探设备与工艺	(47)	一、太古界	(86)
第六节 实验测试技术	(47)	二、元古界	(87)
一、矿石综合利用研究	(47)	三、古生界	(92)
二、定量分析技术	(47)	四、中生界	(107)
第七节 获奖科技成果	(48)	五、新生界	(112)
第四章 资源勘查	(64)	第六章 火成岩	(115)
第一节 古代矿业开发	(64)	第一节 火山岩	(115)
一、金银矿	(64)	一、太古代火山岩	(115)

二、元古代火山岩	(115)	九、汞锑矿	(148)
三、古生代火山岩	(116)	十、金矿	(148)
第二节 侵入岩	(117)	十一、银矿	(150)
一、基性超基性岩类	(117)	十二、铂族金属矿产	(150)
二、闪长岩正长岩类	(121)	第三节 稀有金属、分散元素及	
三、花岗岩类	(128)	稀土金属矿产	(151)
第七章 地质构造	(129)	一、稀有金属矿产	(151)
第一节 简述	(129)	二、分散元素矿产	(151)
第二节 地质构造类型	(132)	三、稀土金属矿产	(151)
一、褶皱构造	(132)	第九章 非金属矿产	(158)
二、断裂构造	(135)	第一节 冶金辅助原料	(158)
第三节 新构造活动	(136)	一、耐火粘土	(158)
一、陕南山间构造盆地	(136)	二、矽线石、红柱石、蓝晶石	(159)
二、新生代地块拱起、		三、冶金用白云岩	(159)
隆起及凹陷	(136)	四、冶金用脉石英	(159)
三、夷平面	(136)	五、熔剂用石灰岩	(159)
四、阶地	(137)	六、萤石	(159)
第四节 地震地质	(137)	七、冶金用石英岩和铸型用砂	(160)
一、历史地震特征	(137)	八、镁橄榄石	(160)
二、活动构造带与地震	(137)	九、菱镁矿	(160)
三、地震危险区预测	(138)	第二节 化工原料	(160)
第三篇 矿产资源	(139)	一、磷矿	(160)
第八章 金属矿产	(140)	二、硫铁矿及伴生硫	(161)
第一节 黑色金属矿产	(141)	三、盐和芒硝	(162)
一、铁矿	(141)	四、钾长石	(162)
二、锰矿	(142)	五、重晶石及毒重石	(163)
三、铬铁矿	(143)	六、化肥用蛇纹岩	(163)
四、钛矿	(143)	七、化工用石灰岩	(163)
五、钒矿	(144)	八、泥炭和腐植酸肥料煤	(163)
第二节 有色金属和贵金属		九、砷矿	(164)
矿产	(144)	第三节 建筑材料及其它非金属	
一、铜矿	(144)	矿产	(164)
二、铅锌矿	(145)	一、石棉	(164)
三、铝土矿	(146)	二、蓝石棉	(164)
四、镍矿	(146)	三、石墨	(164)
五、钴矿	(147)	四、石膏	(165)
六、钨矿	(147)	五、滑石	(165)
七、铋矿	(147)	六、水泥用灰岩	(165)
八、钼矿	(147)	七、水泥配料	(166)

八、玻璃用石英岩和石英砂岩·····	(167)	二、关中盆地松散岩类孔隙水 分布特征·····	(198)
九、玻璃用白云岩·····	(167)	三、陕南山区地下水分布特征·····	(199)
十、长石·····	(167)	第二节 地下水资源·····	(201)
十一、陶瓷粘土·····	(168)	一、地下水天然资源·····	(201)
十二、砖瓦粘土·····	(168)	二、地下水开采资源·····	(203)
十三、饰面用大理岩与瓦板岩·····	(168)	第三节 地下热水和矿泉水 资源·····	(205)
十四、饰面用花岗岩与混合岩·····	(169)	一、地下热水·····	(205)
十五、片麻岩·····	(169)	二、矿泉水·····	(206)
十六、钠长阳起片岩·····	(169)	第四节 城市工矿及能源基地 供水·····	(208)
十七、高岭土·····	(169)	一、城市工矿供水·····	(208)
十八、膨润土·····	(170)	二、能源基地供水·····	(212)
十九、海泡石·····	(170)	第五节 农田供水·····	(215)
二十、石榴子石·····	(170)	一、临潼、渭南、华县 黄土台塬区·····	(216)
二十一、云母·····	(170)	二、白水、蒲城、澄城、合阳、 韩城黄土台塬区·····	(216)
二十二、压电水晶和熔炼水晶·····	(170)	三、乾县、礼泉、武功、兴平、 咸阳黄土台塬区·····	(217)
二十三、透辉石和透闪石·····	(171)	四、洛川黄土塬·····	(217)
二十四、硅灰石·····	(171)	第十二章 工程地质·····	(218)
二十五、刚玉·····	(171)	第一节 岩、土体工程地质 类型·····	(218)
二十六、蛭石·····	(171)	一、岩体工程地质类型·····	(218)
二十七、沸石·····	(171)	二、土体工程地质类型·····	(218)
二十八、叶腊石·····	(171)	第二节 工程地质问题·····	(218)
二十九、辉绿岩·····	(171)	一、土壤侵蚀与风沙侵害·····	(218)
三十、硅藻土·····	(171)	二、滑坡、崩塌与泥石流·····	(223)
三十一、冰洲石·····	(171)	三、黄土地基湿陷·····	(226)
三十二、宝玉石矿·····	(171)	四、区域稳定性·····	(228)
三十三、药用矿物原料·····	(172)	第三节 铁路工程地质·····	(229)
第十章 燃料矿产·····	(184)	一、选线阶段的工程地质问题 及勘查·····	(230)
第一节 煤和石煤·····	(184)	二、铁路建筑物的工程地质 问题·····	(230)
一、煤·····	(184)	第四节 水库工程地质·····	(231)
二、石煤·····	(187)	一、工程地质问题简述·····	(232)
第二节 油页岩·····	(188)		
第三节 石油和天然气·····	(188)		
一、石油·····	(188)		
二、天然气·····	(189)		
第四篇 水文地质、工程地质 和环境地质·····	(195)		
第十一章 水文地质·····	(195)		
第一节 地下水分布特征·····	(195)		
一、陕北及渭北地下水分布特征··	(196)		

二、工程地质问题	(232)	一、华清池	(258)
第十三章 环境地质	(234)	二、石门汤	(258)
第一节 城市水质污染	(234)	三、凤泉汤	(258)
一、西安市	(234)	四、夏阳濮	(259)
二、咸阳市	(235)	五、龙崖寺温泉	(259)
三、宝鸡市	(236)	第五节 水色	(259)
四、铜川市	(236)	一、大岭瀑布	(259)
五、延安市	(236)	二、黑峪口	(259)
六、汉中市	(236)	三、宝鸡峡	(259)
第二节 地面沉降	(236)	四、龙门峡	(259)
一、沉降现状	(237)	五、泾河口	(260)
二、沉降原因	(238)	第十五章 陕南山水地质	(260)
第三节 地裂缝	(239)	第一节 名山	(260)
一、分布	(239)	一、紫柏山	(260)
二、成因	(241)	二、梁山	(261)
第四节 渍水灾害	(241)	三、定军山	(261)
一、状况及危害	(241)	四、天台山	(261)
二、原因及防治	(242)	五、蟠冢山	(261)
第五节 地方病	(243)	第二节 峡谷瀑布温泉溶洞	(261)
一、克山病	(243)	一、黄金峡	(261)
二、大骨节病	(245)	二、车箱峡	(261)
三、地方性氟病	(247)	三、葫芦颈瀑布	(262)
四、地方性甲状腺肿和地方性		四、郭家湾温泉	(262)
克汀病	(248)	五、佛爷洞(柞水溶洞)	(262)
第五篇 胜迹地质	(250)	六、灵崖寺	(262)
第十四章 关中名胜地质	(250)	第十六章 陕北旅游地质	(263)
第一节 古人类遗址	(250)	第一节 黄土景观	(263)
一、蓝田猿人遗址	(250)	一、分布	(263)
二、大荔人遗址	(251)	二、洛川塬	(263)
三、新石器时代文化遗址	(251)	第二节 名胜古迹	(264)
第二节 名山	(252)	一、黄帝陵	(264)
一、华山	(252)	二、壶口瀑布	(264)
二、骊山	(253)	三、宝塔山、清凉山、凤凰山	(264)
三、终南山	(254)	四、长城、红石峡、镇北台	(264)
四、太白山	(255)	五、统万城	(265)
五、鸡峰山、天台山、吴山	(256)	六、石窟	(265)
六、北山	(256)	第六篇 大事记	(266)
第三节 陵山	(257)	后记	(277)
第四节 温泉	(258)		

概 述

陕西省位于中国大陆的腹心，地质上是中国南北衔接、东西过渡的地带，在中国地质学上占有重要地位。

本省矿业开发有着悠久的历史。新石器时代中期，已经用铁锰矿物作为烧制陶器的彩料，用自然铜和玉石制成装饰品。西汉时发现了陕北石油。现今一些重要矿区如潼关金矿、陕南砂金矿、旬阳汞矿、渭北煤矿等，均为古代采矿场所。据《陕西通志稿·物产卷》载，清代末年本省发现的有用矿石约 60 多种。

本省近代地质调查始于 19 世纪末叶。李希霍芬（德国人）等少数外国人曾作过路线地质考察。20 世纪 20 至 40 年代，中国地质学者先后在本省调查地质矿产，并多有建树。1907 年，延长油矿用辘轳凿成中国陆上第一口石油钻井。中国共产党领导的工农红军长征到达陕北后，陕甘宁边区政府大力恢复和发展油田生产，打出高产井。与此同时，1936 年，中华民国（以下简称民国）陕西省政府成立第一个地质矿产调查机构——陕西省探矿处，1939 年改为矿产测勘队，先后进行了铜川煤矿勘探和关中、陕南矿产的一般性调查。中华人民共和国成立前（本志后文简称建国前），本省从事地质工作的仅 10 余人，钻机 2 台，地质调查程度很低，许多地方是未经调查的空白区。全省仅对石油、煤炭、铁、铜、砂金、锰、石墨和粘土等 8 种矿产粗略地估计了储藏量。除延长油矿和铜川煤矿外，其余矿产均为民间土法开采。

中华人民共和国成立后（本志后文简称

建国后），本省地质工作进入新的发展时期。50 年代，各系统的地质机构相继成立，随之展开大规模的区域地质调查、固体矿产勘查、石油与天然气勘查、地球物理地球化学探矿、水文与工程地质勘查及地质科学研究。80 年代以来，开展航空遥感地质、同位素地质、数学地质、环境地质、城市地质和旅游地质工作，从而为本省经济建设规划和国土整治提供了丰富的矿产资源和地质资料。

截止 1988 年，在本省从事固体矿产勘查的有地矿、有色、冶金、煤炭、核工业、建材、化工、武警黄金部队 8 部门约 36300 人，其中科技人员 12416 人，占职工总数的 34%，其中高级专业技术人员 1100 多人；有野外地质队 38 个；各类勘查设备、仪器 9997 台套，其中机械岩心钻机 419 台。建国 39 年来累计投入地质勘查费约 15 亿元，完成矿产普查面积约 12 万平方公里，钻探进尺 600 多万米，提交正式勘查报告 730 多份。

本省地层除个别层位缺失外，出露基本齐全。关中和陕北广泛分布中生界和新生界，秦岭及其以南以发育古生界为特征。省内最古老的地层为太古界太华群和涑水群，主要由片麻岩、混合岩、斜长角闪岩等组成。其上出露的地层单位为元古界，主要分布在三个区域：一为小秦岭区域，自下而上依次称为铁铜沟组、熊耳群、高山河组、龙家园组、巡检司组、杜关组、冯家湾组、石北沟组和罗圈组，主要由火山岩、石英砂岩、白云岩组成，顶部为冰成岩；二为秦岭区域，北秦

岭有中元古界宽坪群、陶湾群^①(?)和秦岭群,主要由各种深变质岩组成。南秦岭有中上元古界碧口群,为变质火山岩和沉积岩。上元古界下部有陡岭群和刘家坪组,分布局限,上部为震旦系,由变质火山岩、白云岩和碳硅质岩组成;其三为米仓山区域,中元古界有火地垭群和三花石群,上元古界下部有铁船山组和西乡群,均为变质火山—沉积岩系,上部为震旦系,由碎屑岩夹冰成岩和白云岩组成。古生界在南秦岭出露较齐全,渭北及陕北缺失志留系、泥盆系和石炭系下统,米仓山区大部分缺失泥盆系和石炭系。古生界主要由沉积岩组成,局部夹有火山岩,除渭河以北的石炭二叠系主要为陆相沉积外,其余主要为海相沉积。中生界以陕北出露较齐全,由陆相碎屑岩所组成。秦岭及其以南普遍缺失侏罗系上统和白垩系上统,除三叠系下中统为海相碳酸盐岩、碎屑岩沉积外,其余为陆相沉积。新生界主要发育在秦岭以北,构成著名的八百里秦川和陕北黄土高原,主要由陆相碎屑岩和砂砾层、黄土层所组成。其中产有蓝田人、大荔人及汉江中国乳齿象等重要化石和众多的古人类文化遗址。在上述各时代地层中,赋存有丰富的矿产,重要者如太华群、秦岭群中的金;碧口群中的铁、锰和金银多金属;震旦系和下古生界中的磷块岩、锰、钒、重晶石和硫铁矿;泥盆系中的铁、铅、锌、汞、铋和金银;石炭二叠系中的煤、粘土和铝土矿;三叠系和侏罗系中的煤、石油和石膏;第四系中的砂金和膨润土等,都具有重要的工业价值。

陕西岩石包括沉积岩、火成岩和区域变质岩三大类。沉积岩出露面积约占全省面积的56%,组成本省古生代以来地层的主体,主要岩石有砂岩、页岩、石灰岩、白云岩等。火成岩分为火山岩和侵入岩,约占全省面积的13.5%,集中分布于陕南,渭河以北未见出露。其中火山岩为相应地质时代地层的组成

部分。主要岩石有玄武岩、安山岩、英安岩、流纹岩等。省内元古代火山岩中矿产较多,碧口群是已知最重要的成矿火山岩系。侵入岩包括超基性岩、基性岩、中性岩和酸性岩,其中以花岗岩分布最广,如著名的华山、太白山均为花岗岩所构成。基性超基性岩有橄榄岩、辉石岩、角闪石岩、辉长岩等,与之有关的矿产有铬铁矿、钒钛磁铁矿、磷灰石、透辉石、蛇纹岩和石棉。中性岩有闪长岩、石英闪长岩、石英二长岩和正长斑岩等。酸性岩有花岗岩、二长花岗岩、斜长花岗岩和闪长花岗岩等,与矿产关系密切的是中生代小花岗岩斑岩群,是本省重要矿产——钼、铀矿的成矿母岩。区域变质岩约占全省面积的30.5%,主要分布在陕南。岩石类型有板岩、千枚岩、片岩、片麻岩、斜长角闪岩、大理岩、麻粒岩及混合岩等。根据地质构造位置和变质程度可划分为华北、秦岭和扬子三个变质地区,华北变质地区主要是太古界和下中元古界的基底变质,秦岭变质地区侏罗纪以前的地层均发生不同程度的变质,扬子变质地区为震旦纪以前的基底变质。省内经变质作用形成的矿产主要有石墨、大理岩和高铝矿物原料。

陕西区域地质构造单元为两个稳定区夹一个活动带。北部稳定区位于宝鸡—铁炉子—栾川断层以北,由太古界和下中元古界构成结晶基底,中元古界以后为沉积盖层,地壳发展总的比较稳定,传统上属于中朝准地台的一部分。构造形态陕北为一向西缓倾的单斜构造,关中自新生代以来缓慢下沉为断陷盆地,活动断层发育,是地震活跃的场所。南部稳定区位于宽川铺—洋县—饶峰—房县断层以南,由前震旦系构成结晶基底,震旦系至第四系为沉积盖层,传统上属于扬子准地台西北部边缘。区内构造线方向随地台边缘变化而变化,主要有北东向和北北西向,

^①陶湾群据“七五”秦巴科研成果认为属晚震旦世。但对该群时代及地层划分仍有争议。

勉县与洋县之间为新生界组成的汉中盆地。夹持于上述二断层之间的为中部活动带,包括秦岭和北大巴山的广大地带,区内地壳不稳定,沉积厚度巨大,火成活动频繁,岩石普遍变质,传统上称为秦岭褶皱系,它历经前震旦纪、震旦纪、古生代—三叠纪、晚三叠纪以后4个地质演化阶段,经印支运动褶皱成山。构造线方向总体近东西向,发育有一系列向西倾伏的复背斜、复向斜及复单斜,一系列大走向断层和韧性剪切带,沿大断层分布有中、新生界断陷盆地。全省上述地质构造格局,对岩石生成、火成活动及矿产分布起着控制作用。

陕西地壳从形成至今已有近30亿年的历史。震旦纪前,北、南二区先后由活动型地壳转化为稳定型地壳,分别成为华北古陆与扬子古陆的一部分。中部活动带的沉积自古陆边缘开始,逐渐向中心扩展,至晚震旦世转为稳定,并与南、北二区组成统一的大陆壳。自晚奥陶世,北区结束海侵,上升成陆,南区仍为稳定型沉积;早古生代以来,中区则在陆壳基础上发生裂隙,成为新生的活动带,沉积范围逐渐由边缘向中心迁移。中三叠世末期的印支运动是省内一次重要的地质事件,经过此次地壳运动,中区褶皱成山,南区结束海侵,全省统一成为陆地。新生代以来,由于新构造运动的影响,陕北逐渐抬起,秦岭不断上升,关中盆地、汉中盆地等相继形成,成为本省今日地貌的基础。

本省矿产资源丰富,截止1990年底,已发现矿产种类134种,探明储量的矿产地496处。探明储量居全国前3位的有钼、铀、汞、煤、毒重石、石棉、钾长石、水泥灰岩、饰面用板岩和大理岩等24种矿产。此外,金、铅、锌、磷、硫铁矿、铝土矿等在西北地区也占有一定优势。据统计29种主要矿产储量,潜在经济价值约25000亿元,全省人均占有约7.6万元,高出全国水平。

按探明储量对建设的保证程度,本省主

要矿产可分为4类:(1)资源丰富,能够满足经济建设长远需要的有煤、钼、铅锌、汞、铀、金银、伴生硫、钾长石、重晶石、石棉、石灰岩、白云岩、石英岩、透辉石、石膏等;(2)资源基本自给的有铁、磷、石墨、萤石等,但前2种贫矿居多;(3)资源短缺的主要有铜、铬、钾盐、天然碱、光学水晶、金刚石等;(4)应用前景广阔,但资源远景不明或急需开发试验的某些非金属矿产有菱镁矿、海泡石、沸石、蓝晶石、红柱石、矽线石、透闪石、伊利石粘土、宝石、玉石等。

本省矿产资源在地理分布上陕北、关中、陕南各具特色。陕北及渭北以煤、石油、天然气、铝土矿、水泥灰岩、粘土类矿产为主,重要产地有神府煤田、府谷铝土矿、延长—吴旗石油和靖边—榆林天然气、渭北煤田和水泥灰岩等。关中以金、钼、建材矿产和地热、矿泉水为主,重要产地有小秦岭金矿、金堆城钼矿、凤翔川口河化工用石灰岩及秦岭山前地热田、临潼、大荔矿泉水等。陕南以有色金属、贵金属、黑色金属和非金属矿产为主,集中分布在汉中、凤县—太白及柞水—旬阳3个矿产聚集区,重要产地有略阳鱼洞子铁矿、略阳杨家坝铁矿、嘉陵江上游砂金矿、汉中天台山磷锰矿、勉县茶店磷矿、洋县膨润土矿、凤太铅锌矿、太白双王金矿、柞水大西沟铁矿和银洞子银矿、山阳银花钒矿、旬阳公馆汞铋矿、安康石梯重晶石矿、恒口砂金矿等。

全省到1990年已开采利用的矿产有62种,有国营矿山企业351个,集体矿山企业和个体采矿5700个,全省矿业从业人员约34万人,1990年矿产品产值约20亿元,占全省工业总产值的4.4%,矿产品出口创汇2098万美元。但矿产开发利用程度较低,在探明的矿产地中,已开采的约1/3,尚有30多种矿产品部分或全部从省外购进。此外,矿产品的深加工和综合利用程度也较低。

本省地下水分为4种类型,即松散岩类

孔隙水、碎屑岩类孔隙裂隙水、石灰岩溶洞水及基岩裂隙水。水质除部分地区外，多数为重碳酸型水，矿化度小于每升1克。全省地下水的分布不均衡，关中和陕南山间盆地富水区，渭北黄土塬和陕北黄土梁峁区为贫水区。经计算，全省地下水天然资源量147.33亿吨/年，开采资源量52.27亿吨/年，预计本世纪末可开采的地下水仅能满足需要量的1/3，目前一些大中城市的地下水已呈现紧张状态。全省现知温泉20处，钻探热水井39处，主要分布在关中和汉中盆地，多属中低温热水，水质以硫酸重碳酸钠质水为主，矿化度低，含氟、氯离子高，适于医疗洗浴。

全省岩土体工程地质类型划分为22类，总的特点是陕南山区以岩体为主，关中和陕北以土体为主。依区域稳定程度全省可分为不稳定区、次不稳定区、次稳定区和稳定区4种类型，以关中一带地震烈度高，松散沉积

物厚度大，湿陷性黄土分布广，因而区域稳定性较差。随着经济建设的发展，本省与环境有关的地质问题也日益突出，如陕北土壤侵蚀水土流失、大型水库的淤积渗漏、西安市地面沉降与地裂缝、陕南和关中滑坡与泥石流及与水土有关的地方病等，已成为亟待解决的工程和环境地质问题，对这些问题的研究已获得重要成果。

本省旅游地质资源丰富，以关中地区最负盛名，如华山、翠华山、太白山、柞水溶洞等，由地质内外营力所形成的地貌景观，千姿百态，妙趣横生，为中外游人所向往。

本省地质条件较优越，矿产资源较丰富，但有的矿种尚是缺口，有的探明储量尚不能满足需要，某些重要的环境地质和城市地质问题也亟待解决。因此，加强地质勘查工作，超前准备矿产资源和地质资料，无疑是十分必要的。

第一篇 地质矿产勘查

地质工作主要包括区域地质调查、矿产普查勘探、地球物理地球化学勘查、水文地质与工程地质勘查及地质科学研究等方面。

民国时期本省已设有地质勘查机构，但开展工作不多。建国后地质勘查机构和地质工作始得到前所未有的发展。

第一章 勘查机构

第一节 陕西省建设厅与所属勘查机构

(1927—1949年)

一、省建设厅矿冶股

清末本省设有矿务调查局，辛亥革命后，1912年成立省实业厅，主管农商工矿各业。1927年4月经国民革命军第二集团军驻陕总司令部批准成立省建设厅，规定该厅“掌理全省水利、交通、都市建设、矿产及发展农工商业等事宜。”下设4科，其中第四科负责全省矿产管理。由于当时战争不断，灾荒连年，矿产调查工作未能进行。1930年冬建设厅改组，仍设4科，其中第四科下设工商、矿冶、注册3股。矿冶股负责全省矿业监督与管理、探矿与采矿工程设计及地质矿产调查等。股主任为张世忠（广石）。先后在建设厅供职的地质技正（相当今工程师职称）有包恩驂（仲良）、赵国宾（次庭）、高冠杰（伟伯）、白士侗（超然）、马进（晓钟）、吕翕声（乐初）等。

矿业股实际开展的工作有矿产调查和矿政管理。矿产调查方面有张世忠、高冠杰、白

士侗分别概略调查户县石墨矿、临潼石膏矿、铜川、白水、韩城县煤矿及陇县娘娘庙煤矿，写有调查报告。

矿政管理除延长油矿、神木碱厂、同官（今铜川，下同）煤矿由建设厅直接派员监督管理外，民办土窑、小矿尚处于自流状态，私采严重。1931年厅据《中华民国矿业法》规定，汇总各县上报材料，编成《陕西矿产一览表》（载《陕西建设概况》第一辑，1931）。同年5月民国省政府公布《矿业监察员规程》，规定在重要矿场设监察员，监察矿业法执行情况。1937年12月公布《陕西省管理煤矿暂行办法》，规定煤矿管理由建设厅负责。1939年3月厅“训令各县凡有矿产地方，应出示劝喻民众自动兴办矿业，请领矿照，严禁违法私采”，并规定小矿开采的立案程序为呈交矿图、说明书、矿样及呈请费，然后由厅核办矿照。因各县行动迟缓，厅又于1940年2月和1942年6月两次发出“训令”，指

出“各县多有不遵矿业法规办理划区设权领照手续，任意私采，此情形实为法律所不许。应由各县政府严厉督促，依法补办立案领照手续，以期纳于正轨，而重矿政”，并派技正马进、吕翥声分赴同官、白水等县调查私采情形。查出同官私采煤矿 16 家，限期办理立案手续，逾期则予以查封。据《陕西省政述要》1947 年统计，至 1946 年底，全省立案领照矿家由原来的 48 家增至 119 家，其中煤矿 92 家，铁矿 13 家，粘土矿 9 家，石墨矿 3 家，硫磺矿和锰矿各 1 家。

二、省探矿处

1936 年 10 月，民国省政府为探采同官煤炭，成立省探矿处，隶属于省建设厅。该处正式职员 12 人，其中工程技术人员 7 人。处长高冠杰，下设地质调查和钻探 2 组，组长分别由白士倜和马进担任。另于同官钻探工地设立工务所，负责钻机施工。该处进行的工作除勘探同官煤矿（见第四章第二节）外，还开展矿产调查及煤矿生产的技术指导。先后有高冠杰、白士倜、吕翥声分别概略调查白水、韩城、陇县煤矿、安康砂金及陕南铁矿，写有调查报告。与此同时，以同官、白水 2 县为重点，采取派员指导、设计工程等方法使原有煤矿的生产条件有所改善，产量增加。该处在完成同官煤矿勘探任务后于 1939 年初撤销，钻探机械和地质资料移交矿产测勘队。

三、省矿产测勘队

1939 年 3 月，民国省政府委员会第 73 次会议决议成立省矿产测勘队，隶属于省建设厅。该队工作大纲照录如下：

“一、本厅为应时势需要，筹备开发本省矿产，以期增加生产，巩固后方基础，特设矿产测勘队。

二、本队工作事项如左：

甲、调查全省地质；

乙、探测全省矿藏；

丙、计划矿区之钻探及矿产之采冶；

丁、编制全省地质矿产图表；

戊、办理奉命调查计划等事项。

三、本队设队长 1 人（由工程师兼任），综理全队一切事务。工程师 1 人，协助队长办理本队职掌事项。技士、技佐各 2 人，承队长及工程师之指挥，分办本队各项技术事务。事务员 1 人，书记 2 人。

四、本队在调查或施钻区域必要时得在其所在地之各城镇设立工务所。

五、本大纲自呈准备案之日施行，修正时亦同。”

队长王恭睦，1939 年 3 月至 1947 年 10 月在职，1947 年 11 月白士倜接任。实有职员 5—8 人，其中地质人员 3—5 人。先后在队供职的地质人员有王联庆、李钧衡、胡昌来、张大贞、谢恩泽、赵志新、袁敬亭、朱瑞申、胡炳如、刘多干等。该队成立初期，制定了《调查规则》，对野外调查的内容和资料整理作了具体规定。此外还制定了全省地质调查计划，但因经费拮据，人员短缺，终未能实现，仅在关中和陕南部分地区进行了矿产概略调查，写有调查报告近 20 份（见第四章第二节）。1949 年 5 月西安解放后，该队自行解散。

第二节 资源勘测处和资源勘测局

（1950—1952 年）

建国初期，西北军政委员会财政经济委员会（以下简称西北财委）接管民国中央地

质调查所西北分所（所址在兰州）和新疆地质调查所，及省陆地测量局、兰州和西安工

业试验所等机构,在经费和技术人才十分缺乏的情况下,着手开展西北矿产资源勘查工作。1950年6月,西北财委计划局组织西北分所地质人员23人,陆地测量局地形测量队测量人员18人,组成8个地质调查队,分赴西北工作。8个队是:渭北煤田调查队,天兰、天成、兰肃(新)3个铁路工程地质调查队,甘北煤田调查队,宁夏铁矿调查队,青海朱喇嘛峡坝基地质勘查队和兰州高家湾水泥灰岩勘测队。其中渭北煤田调查队(刘乃隆等8人组成)在本省工作,是为建国后本省固体矿产普查的第一支地质队。同时成立的还有燃料工业部石油管理总局陕北勘探大队,在陕北普查石油。

为了有计划、有重点地勘查全国矿产资源,迎接经济建设高潮,1950年11月,国家成立中国地质工作计划指导委员会(以下简称中地指),统一管理全国地质工作计划和人员调配。1951年1月11日,西北财委第35次委务会议听取王恭睦关于出席中地指扩大会议的情况汇报,并初步决定设立西北区资源勘测处。后经西北财委计划局副局长陈广竹和王恭睦筹备,于同年6月正式成立。王恭睦任处长,处机关连同下属机构约200人。初期由计划局代管,勘查项目由中地指确定,经费由西北地方资源勘测费下列支,1951年地勘费预算相当现在22万元。9月18日,西北财委以财经计字第3900号函通报中地

指:“本委资源勘测处已成立,包括地质、测绘、化验、钻探各部门,在西安大差市九道巷3号办公。”1951年,资源勘测处仍以西北分所地质人员为主,组成6个野外勘查队,即渭北煤田、秦岭铁矿和陇东阿干镇煤田3个普查大队,青海朱喇嘛峡和天成铁路2个工程地质队及甘肃白银厂有色金属勘查队。在本省工作的是李春昱领导的渭北煤田普查大队和赵家骧领导的秦岭铁矿普查大队。

1952年4月4日,西北财委以财经计秘字第5279号文通知资源勘测处:“经中财委(中央财政经济委员会的简称)原则同意,决定将你处扩充为勘测局,全称‘西北军政委员会财政经济委员会资源勘测局’,辖本区各地质调查所、地形测量队和科学试验所。”勘测局局长陈广竹,副局长王恭睦、康卜、李云龙。本年度组成野外勘测队7个,并按中地指通知规定了各队队号,即渭北煤田队(642队)、秦岭铁矿队(611队)、甘肃白银厂队(641队)、甘肃阿干镇钻探队(643队)、甘肃武山石灰岩队(623队)、宁夏小松山铬铁矿队(621队)和宁夏平罗煤矿队(622队)。其中641、642队为中地指直属队。1952年8月,资源勘测局根据中地指意见,从社会上招收一批工人,举办了一期钻工训练班,学员先后分配到641队、642队、地形测量队、延长油矿和铜川煤矿工作。

第三节 地质部西北地质局

(1953—1956年9月)

1952年8月7日,中央人民政府通过成立中华人民共和国地质部的决议。8月25日,中地指撤销,9月1日,地质部成立,并在各大区设立地质局。1953年1月,在资源勘测局的基础上成立地质部西北地质局,2月13日,西北行政委员会任命白耀明为局

长,王恭睦、康卜、李云龙为副局长。1955年3月增补丛健为副局长。同年6月7日中共中央组织部(以下简称中组部)决定,并经8月5日国务院全体会议第17次会议通过,任命白耀明为地质部西北地质局局长,王恭睦任第一副局长,丛健、康卜、李云龙分

别任第二、三、四副局长。局总工程师王恒升，副总工程师宋叔和。西北地质局在本省的勘查单位有12个：渭北煤田队、安康牛山队、宝成线北段普查队、略阳留坝铁矿普查队、韩城普查队、秦岭东段队、秦岭钼矿队、

磷矿队、铜川队、翠华山队、测绘队和西安化验室，主要从事煤、铁、钼、铜、磷、粘土、长石和石英等矿产勘查工作。1956年9月西北地质局撤销。

第四节 地质部陕西办事处

(1956年9月—1958年5月)

1956年西北地质局以西地办字第167号文通知成立陕西省地质局筹备处，高照钧负责筹备处工作，9月20日起在西安市端履门办公。次年2月筹备处改为河南省地质局陕西办事处，7月又改为地质部陕西办事处，处主任梁瑞亭，1958年2月21日省委工业

部批准惠北海接任主任。陕西办事处下辖勘查单位7个：华县金堆城队、铜川队、磷矿队、秦岭中段队、秦岭北坡队、测绘队和西安实验室，主要从事钼、铅、锌、煤、磷、粘土等矿产勘查工作。

第五节 陕西省地质局^①

(1958年5月—1962年9月)

1958年5月2日，省人民政府决定改地质部陕西办事处为陕西省地质局，局长白耀明（8月1日接任，10月3日中组部批准）。6月14日省委常委会议决定惠北海、梁瑞亭、李笃信任副局长。局总工程师为戴天富。1962年4月9日，增补高汉瑾为副局长。

1958—1960年“大跃进”期间，地质队伍剧增，新组建20多个地质队：宁强大安队、渭北油页岩队、山阳钒矿队、澄城黄铁矿队、潼关铁矿队、关中队、商洛队、宁陕沙沟黄花岭队、汉江金矿普查队、汉南铁矿队、汉北队、西乡队、凤县队、旬阳汞矿队、水晶队、磷矿队、陕北石油队、物探队、地质研究所及汉中、安康、商洛、榆林、延安5个专区地质队。此时尚有水文地质队（今第一水文地质工程地质队前身，原为地质部961

队，1955年建队，1958年划归陕西省地质局领导。本志后文简称第一水文队）、秦岭区域地质测量队（今陕西省地质矿产局区域地质调查队前身，原为中南地质局437队，1956年建于郑州，1958年2月来陕划归陕西省地质局领导。1962—1979年称陕西区域地质测量队。本志后文简称陕西区调队）。

1961年贯彻“调整、巩固、充实、提高”的方针，精简机构，下放人员，至1962年底全局精简职工1855人，勘查单位压缩为12个，除保留区测、水文、测绘、磷矿四个专业队外，撤销或合并了石油队、物探队和西安实验室。将众多的普查队按地区重新组成8个综合地质队，其中第一、二、三综合队在陕南，第四、五、六综合队在关中，第七、八综合队在陕北。

^① 本节及第七节参考赵云侠编《陕西省地矿局机构沿革》及黄钊等编《陕西省地矿局组织史资料》（1958—1986），内部。

第六节 地质部西北地质局

(1962年9月—1965年4月)

1962年9月5日国务院批准成立西北地质局，局机关设在西安市，辖陕、甘、宁、青四省(区)地质队伍，新疆设地质分局。次年2月经中组部批准，白耀明任西北地质局局长、惠北海、李笃信、李云龙、高汉瑾任副局长。副总工程师有杨登华、戴天

富、关佐蜀、阎廉泉。西北地质局成立后，原陕西省地质局的地质队伍整编为15个勘查单位，其中普查队9个(陕一队—陕八队及水晶队)、专业队5个(区测、物探、水文、测绘、综合研究)，另有西安实验室。

第七节 陕西省地质矿产局

(1965年5月—1993年)

1965年5月陕西省地质局恢复，与地质部区测局合署办公，局长朱效成，副局长惠北海、高汉瑾、吕志贵，局总工程师李春昱，副总工程师杨登华、阎廉泉。

1966年“文化大革命”开始，局机关一度瘫痪，次年3月成立“抓革命，促生产第一线指挥部”，1968年9月29日成立陕西省地质局革命委员会，主任惠北海，副主任仝玉山，省革委会派驻有军代表。1971年1月至1973年12月先后增加吕志贵、卢仁槐、李饶、毕传元为副主任。1974—1978年局技术负责人先后有张有正、张思纯、苏贵忱。1978年5月取消“革命委员会”名称，1978—1982年局长先后由杨润贵、李世臣(代理)、石磊担任，副局长先后有惠北海、李饶、吕志贵、卢仁槐、仝玉山、高汉瑾、毕传元、田克勤、张如峰、郑延力、尚瑞钧、杜志乐等，政治部主任高步升。1979年恢复总工程师负责制后，至1982年，局总工程师阎廉泉，副总工程师胡信姬、张思纯、苏贵忱。

1983年4月，陕西省地质局更名为陕西省地质矿产局，增加了矿产资源管理、监督方面的职能。同时，局领导班子按照干部

队伍革命化、年轻化、知识化、专业化的要求进行了调整，局党组书记杜志乐，局长陈西京，副局长郑延力、毕传元，总工程师尚瑞钧，副总工程师胡信姬、张思纯、苏贵忱。1984年局长陈西京兼党组书记，副局长张德新、毛建华、毕传元。1985年增加乔僊为副总工程师、李绍朴为副总经济师。1986年增加陈志勤为副局长，毕传元改任局级调研员，谢龙长任政治部主任。1989年局党组书记杜志乐，局长陈西京(下半年调离)，副局长张德新(主持工作)、毛建华、陈志勤。1990年增加陈如意为副总工程师，王永瑞、张兴业为副总经济师。1992—1993年，局党组书记杜志乐，局长张德新，副局长毛建华、陈志勤，政治部主任谢龙长，总工程师乔僊、副总工程师郑延力、陈如意、王龙镶，副总经济师翟毅、李玉宏；局长助理关丰宗、苏剑咏。

从1965年后，省地质局对矿产普查地质队按顺序命名，分地区开展矿产勘查工作，几经调整，到1990年局辖勘查单位15个，职工12000多人。自1953年以来省地矿系统累计完成机械岩心钻探进尺220多万米，为国家和地方探明了一批重要的矿产地

和地下水资源。

主办学术刊物有《陕西地质》。

第八节 其他地质机构

一、冶金工业部西北地质勘查局

系在西北地区从事黑色金属矿产和黄金勘查的队伍，1986年从有色金属矿产勘查队伍划出后重新组建。截止1988年完成钻探进尺2.7万米，提交详查和勘探报告4份。

二、中国有色金属工业总公司西北地质勘查局

系在西北地区从事有色金属和贵金属矿产勘查的队伍。该局前身是冶金部鞍山地质分局407队，1957年由东北来陕，1958年组建陕西省冶金局矿山地质公司，1962年更名为西北冶金地质勘探公司，1983年从冶金工业部划出。至1988年累计完成钻探进尺130多万米，提交各类地质报告570份，探明一批国家急需的矿产资源。

三、省煤田地质勘探公司

1953年组建，原为燃料工业部西北煤田地质勘探局，后名称与隶属关系多次变动。主要承担煤田地质勘查任务，至1988年累计完成钻探进尺220多万米，提交地质报告120多份，近年为开发勘探神府煤田做出了贡献。

四、国家建筑材料工业局西北地质公司

组建于1960年，初在西北地区及山西省工作，1971年划归本省，先后称省综合勘察院五队、省建材局205地质队，1980年收归国家建材局主管。主要承担建材非金属矿产勘查任务，至1988年累计完成钻探进尺5万多米，提交地质报告150份。

五、中国核工业总公司西北地质勘探局

1954年组建（原称182队），主要勘查放射性矿产，80年代后也从事金矿勘查。

六、化学工业部地勘公司陕西地勘大队

系化工部在西北地区从事化工矿产勘查

的队伍，组建于1973年，至1988年完成钻探进尺1.9万米，先后探明澄城三眼桥、平利凤凰尖和西乡五里坝黄铁矿床。

七、中国人民武装警察部队黄金第14支队

在陕西、甘肃、青海、河南西部和湖北西北部从事金矿勘查。1980年由西北冶金地勘公司714队整编为基建工程兵00534部队，1985年改为现名。至1988年完成钻探进尺3万米，地质报告11份。先后探明山阳西坡岭汞锑矿、柞水大西沟菱铁矿和银洞子银铅多金属矿床、镇安二台子金矿床、略阳郭镇砂金矿等。

八、地质矿产部第三石油普查勘探大队

系地矿部华北石油地质局的一支油气勘查队伍，1955年组建，初在宁夏固原和内蒙古东胜工作，1959年入陕，在陕北和关中开展石油普查，1970年发现长庆油田和吴旗油区。80年代以来，在陕北和内蒙古从事油气普查和开发。至1988年累计完成钻井进尺27万多米，地质报告700多份。

九、地质矿产部第二综合物探大队

系地矿部直属的综合物化探队伍，原名西北石油物探大队，1959年组建，1971—1978年下放省地矿局管理，1983年6月在该队成立“区域重力调查方法技术中心”。组建以来主要担负陕北、关中石油物探及西北地区金属矿产的综合物化探勘查。70年代与有关单位一起发现和评价了新疆磁海大型富铁矿床，获地矿部找矿一等奖。近年来完成区域重力测量及区域化探开发性试验等多项研究成果。

十、地质矿产部908水文地质工程地质大队

地矿部水文地质局直属队，原为兰州军

区空军工程兵 12 团, 1974 年为加强陕北水文地质普查工作组建为基建工程兵 724 部队, 1978 年改为 00928 部队, 担负延安以北区域水文地质普查和供水勘查, 1984 年 4 月集体转业。主要承担神府—东胜煤田供水水文地质勘查。至 1988 年累计完成钻探进尺 9.5 万米, 提交勘查报告 24 份, 探明多处水源。

十一、地质矿产部西安地质矿产研究所

原名西北地质科学研究所, 系地矿部在西北地区的直属大区研究所, 1962 年 8 月建立。设有矿物岩石、古生物地层、区域地质构造、地质矿产、环境地质、情报资料、化学分析和岩矿测试 8 个研究室, 以研究基础性、超基性岩、花岗岩、海相火山岩及有关矿产为特色。30 年来完成科研课题 300 多项, 其中 60 多项获国家和省部级奖励。所办刊物有《西北地质》、《西安地质矿产研究所所刊》、《国外地质》(译文)。

十二、煤炭科学研究总院西安分院

原为煤炭科学院地质勘探分院, 建于 1956 年。是面向全国煤炭行业的地质勘探科研机构, 设煤田地质、水文地质、物探和钻探 4 个研究所。累计完成研究成果 190 多项, 其中获省部级奖励的 30 多项。院办学术刊物有《煤田地质与勘探》、《国外煤田地质》等。

十三、煤炭工业部航测遥感公司

系煤炭地质系统从事航空摄影测量和遥感技术应用的专业机构, 亦是陕西省遥感中心的挂靠单位。1956 年组建, 至 1988 年完成全国煤炭矿区大比例尺航摄 21 万多平方公里, 大比例尺地形图 16 万平方公里; 应用遥感技术普查煤田、防治煤矿水灾害、调查环境污染和探测古墓等方面取得多项重要成果。

十四、西安地质学院

地矿部主管的工科地质类专业高等学校, 前身是西安地质学校, 建于 1953 年。

设地质矿产勘查、地球物理勘查、水文地质与工程地质、测量 4 个系, 4 个本科专业和 3 个专科专业。此外, 曾设有地质构造和工程地质两个研究室, 分别由著名地质学家张伯声、刘国昌教授主持。出版有《西安地质学院学报》。

十五、西北大学地质系

创设于 1939 年, 半个世纪以来毕业生 3200 多人, 为地质战线培养了大批人才。现设地质、矿物岩石、石油与天然气 3 个专业。1985 年成立西北大学地质研究所, 设古生物地层、石油地质、前寒武纪地质、矿物岩石与地球化学、黄土与第四纪地质 5 个研究室, 在古生物、黄土地质及油气盆地研究方面居国内前列, 1978 年以来有 35 项研究成果获国家和省部级奖励。

十六、西安矿业学院地质系

1957 年成立于西安交通大学, 次年与采矿系自交大分出组建西安矿业学院。该系现设煤田地质勘查、矿山测量、水文地质与工程地质 3 个专业。建系以来完成科研成果 44 项。

十七、西安石油学院油田开发系

该院系中国石油天然气总公司直属的一所工科大学, 初建于 1958 年, “文化大革命”中解散, 1980 年恢复。现设 6 个系, 其中油田开发系主要从事石油地质勘查和开发方法的教学和研究工作。

十八、西安地质技术工人学校

系地矿部门培养中级地质技工的专业学校, 前身为省地质局培训班, 1983 年恢复重建。现设钻探、坑探、汽车驾驶、机修、烹调 5 个专业, 截止 1991 年, 累计完成职工培训 2030 人次, 毕业学生 6 届 1017 人。

十九、陕西省地质学会

系本省地质工作者自愿组成的学术性群众团体, 挂靠在省地矿局, 业务上受省科学技术协会和中国地质学会指导。前身为中国地质学会西安分会, 1951 年 1 月 18 日由张

伯声、王恭睦、郁士元发起成立，挂靠在西北大学，首届会员 40 余人。1953 年 5 月 16 日经省政府民政厅审查批准备案，1959 年更为今名。1963—1978 年期间停止活动，1979 年 4 月恢复活动。1980 年 3 月召开第四次会员代表大会，成立了 11 个专业委员会和工作委员会。学会在学术交流和地学普及方面做了大量工作，近年来还开展了国外学术交流及科技咨询、培训工作。学会历届理事会成员见表 4。

二十、陕西地质博物馆

本省第一个对外开放的自然科学博物馆，隶属省地矿局，1981 年 10 月 1 日开馆。馆内设地层、岩石、矿物、矿产、古脊椎动物 5 个展室，展品 2500 件，一级展品

有汉江中国乳齿象化石和狗头金（重 744 克）。开馆至今接待中外观众 10 多万人次，为宣传地质职工的劳动成果、普及地学知识做出了贡献。

二十一、西安金属矿产地质陈列馆

系对社会开放的有色金属矿床地质陈列馆，隶属西北有色地勘局，1986 年 4 月开馆。展品有全国 157 个大中型矿床的图件和实物标本，如甘肃金川铜镍矿、内蒙古白云鄂博铁矿、贵州万山汞矿、云南个旧锡矿、东川铜矿、陕西金堆城钼矿等，矿床模型逼真，观之如身临其境。

陕西省地勘行业勘查部门及地矿部直属单位、陕西省地勘行业地质队、陕西省地勘行业勘查部门主要设备、仪器详见表 1、2、3。

第二章 地 质 调 查

第一节 区域地质调查

中华人民共和国成立前，中外地质学者在本省多系路线地质调查，划分了十几个地层单位和 20 多个火成岩体，给后人工作打下初步基础。建国后，随着国民经济建设的发展，对矿产资源的需求日益迫切，区域矿产地质成矿条件的研究被提到重要位置。50 年代中期，首先在秦岭开展正规分幅的 1:20 万区域地质调查；到 1967 年渭河以南地区基本完成并分幅出版，为普查找矿、地质科研、教学提供了基础地质资料。从 1961 年起，又在找矿远景区内开展 1:5 万区域地质调查。80 年代以来，在进行 1:20 万区调修测的同时，为更好地为国民经济建设和城市规划服务，区域调查的重点正逐步转向成矿远景区和大中城市。

一、早期外国地质学者的路线考察

(一) 德国人李希霍芬的秦岭考察

1868 年，德国地质地理学家费迪南·

冯·李希霍芬（F·V·Richthofen）受上海商总会资助，以 4 年时间在中国进行地质考察，范围涉及 10 余省。其中 1870—1872 年两次自商州和宝鸡穿越秦岭，此为本省近代地质考察之发端。1870 年春，李希霍芬自汉口出发，经荆紫关、商南、商州、蓝桥抵西安，后由天水南行，经娘娘坝、徽县、白水江入陕，过略阳、阳平关去四川。1872 年，由宝鸡入山，沿故道、北栈道经汉中入川。其著作详记了沿途地质情形，将商丹一带和宝鸡至黄牛铺间变质岩确定为太古代，凤州北绿色片岩为五台系，凤县南为志留系，留坝、褒城及略阳城附近为石炭系，并叙述了商州牧护关、蓝田张家坪的花岗岩。李希霍芬推测陕北地层为石炭系并认为该处黄土系风力成因，“大量沙土由亚洲中心的广漠吹来，停积于河谷或盆地，愈

陕西省地勘行业勘查部门及地矿部直属单位简表

(1988年)

表 1

序号	单位名称	地址	局长、 经理或 负责人	总工 程师	职 工 人 数							备 注
					总数	工 人	党政 干部	科 技 干 部				
								总数	高级	中级	初级	
1	陕西省地质矿产局	西安市 和平门外	陈西京	尚瑞钧	12586	7159	958	4469	412	1763	2294	1993年张德新任局长 乔僖任总工程师
2	冶金工业部西北冶 金地质勘探公司	西安市 吴家坟	章金良	陈炳弼	1076	667	75	334	22	100	212	1990年更名为冶金 工业部西北地质勘查局
3	中国有色金属工业总 公司西北地质勘探公司	西安市 雁塔路	邓宝柱	何伯墀	5398	3339	323	1736	100	530	940	1989年更名为有色 总公司西北地质勘查局
4	陕西省煤田地质勘探 公司	西安市 太乙路	刘文忠	吕道生	4131	2882	206	1043	43	342	530	1991年更名为陕西 煤田地质局
5	国家建筑材料工业局 西北地质公司	西安市 北大街	阳名建	罗兴国	474	290	37	147	23	52	72	1989年更名为中国 建筑材料工业地质勘查 中心陕西总队
6	中国核工业总公司西 北地质勘探局	西安市 西影路	狄永强	孙圭	4700			1410				
7	化工部陕西地勘大队	汉中褒河	王云飞	肖意泉	384	266	32	86	3	26	48	
8	武警部队黄金第 14 支队	山阳县	姜大明	王世忠	715	483	40	192	7	34	128	
9	地矿部第三石油普查 勘探大队	咸阳市 塔儿坡	李龙云	周唤民	2305	1610	179	516	36	162	318	

续表 1

序号	单位名称	地址	局长、 经理或 负责人	总工 程师	职 工 人 数							备 注
					总 数	工 人	党政 干部	科 技 干 部				
								总数	高级	中级	初级	
10	地矿部第二综合物探大队	西安市 龙首北路	黄兴汉	左愚	987			406	28	146	207	即地矿部区域重力调查方法技术中心
11	地矿部 908 水文地质工程地质大队	临潼县	刘宗然	高连荣	249	137	3	109	5	32	55	
12	地矿部西安地质矿产研究所	西安市 友谊东路	吴保禄		338			250	69	119	41	
13	煤炭科学研究总院西安分院	西安市 雁塔路	叶春时		958			551	103	290	212	
14	煤炭工业部航测遥感公司	西安市 雁塔路	石玉臣	陈光裕	894			367	37			1993 年更名为煤炭部煤田航测遥感局
15	西安地质学院	西安市 雁塔路	朱自尊		921	187	143	591	106	278	203	
16	西北大学地质系	西安市 环城南路	张国伟		128			94	30	54	10	
17	西安矿业学院地质系	西安市 雁塔路	黄作华		98			98	21	34		
18	西安石油学院油田开发系	西安市 陵园路	王觉民		17			17	2	7	8	
合 计					36359			12416				

陕西省地勘行业野外地质队简表(不含部直属独立勘查单位)

表 2

(1988 年)

序号	单位名称	驻地	职工人数	勘查任务
1	省地矿局第一地质队	安康张滩	731	安康地区矿产勘查
2	省地矿局第二地质队*	汉中铺镇	845	汉中地区矿产勘查
3	省地矿局第三地质队	宝鸡虢镇	637	宝鸡地区矿产勘查
4	省地矿局第四地质队*	勉县老道寺	793	钻探工程专业队
5	省地矿局第六地质队	临潼代王	1354	渭南地区矿产勘查
6	省地矿局第七地质队	石泉古堰	792	安康地区矿产勘查
7	省地矿局第八地质队	户县太平口	938	陕北和咸阳地区矿产勘查
8	省地矿局第十三地质队	商州市东龙山	1022	商洛地区矿产勘查
9	省地矿局区域地质调查队	咸阳市	675	全省区域地质调查研究
10	省地矿局物化探队	周至县	610	全省地球物理、地球化学勘查
11	省地矿局第一水文地质工程地质队	西安市	1015	水文、工程和环境地质勘查
12	省地矿局第二水文地质工程地质队	渭南市	918	水文、工程和环境地质勘查
13	省地矿局综合研究队	高陵县耿镇	376	地质矿产与方法技术研究
14	省地矿局测绘队	西安市和平门外	400	地形测绘、出版印刷
15	西北冶金地勘公司五队	甘肃酒泉市	618	甘肃、新疆境内矿产勘查
16	西北冶金地勘公司六队	汉中市	360	陕南黄金、铁、锰矿勘查
17	西北冶金地勘公司地质调查所	西安市吴家坟	61	冶金地质科学研究
18	西北有色地勘公司 711 队	勉县武侯镇	797	铜、金矿勘查
19	西北有色地勘公司 712 队	咸阳市渭阳西路	339	金、多金属矿勘查

*1991 年省地矿局第二、四地质队合并为汉中地质大队, 地址在汉中市东塔北路

续表 2

序号	单位名称	驻地	职工人数	勘查任务
20	西北有色地勘公司 713 队	商州市	733	铜、金矿勘查
21	西北有色地勘公司 715 队	临潼零口	282	石油钻井
22	西北有色地勘公司 717 队	宝鸡市	1038	金、铅锌矿勘查
23	西北有色地勘公司宁夏队	宁夏贺兰	365	铝土矿勘查
24	西北有色地勘公司物探队	西安市	346	地球物理、地球化学勘查
25	西北有色地勘公司水文队	西安市	77	水文地质工程地质勘查
26	西北有色地勘公司测绘队	西安市灞桥	203	地形、工程测绘
27	西北有色地勘公司地质研究所	西安市	357	地质科研、实验测试
28	省煤田地勘公司 131 队	韩城市	660	煤田地质勘探
29	省煤田地勘公司 139 队	澄城	457	煤田地质勘探
30	省煤田地勘公司 185 队	咸阳市	796	煤田地质勘探
31	省煤田地勘公司 186 队	西安市	650	煤田地质勘探
32	省煤田地勘公司 194 队	铜川市	710	煤田地质勘探
33	省煤田地勘公司水文队	富平	355	煤田水文地质勘查
34	省煤田地勘公司物探测量队	西安市	350	煤田物探及地形测绘
35	核工业西北地勘局 211 大队	西安市灞桥	1470	放射性矿产勘查
36	核工业西北地勘局 214 大队	城固	906	放射性矿产勘查
37	核工业西北地勘局 224 大队	西安市灞桥	1170	放射性矿产勘查
38	核工业西北地勘局 203 研究所	咸阳市	290	地质矿产研究

陕西省地勘行业勘查部门主要设备、仪器简表

表 3

(1988 年)

单位:台、辆

单位名称	钻探设备		坑探设备		运输车辆		物探 仪器	实验测 试仪器	特种设备		测绘仪 器与遥 感设备
	总 数	其中机械 岩心钻机	总 数	其 中 凿岩机	总 数	其中载 重汽车			总 数	其 中 计算机	
省地质矿产局	728	149	386	104	562	227	590	1087	387	87	486
西北冶金地勘公司	13	3			14	8	3	14			8
西北有色地勘公司	307	82	128	15	152	89	165	307	13	13	313
省煤田地勘公司	348	107			237	11	111	42	130	46	92
建材西北地质公司	26	14	12	7	18	8	17	9	20	10	16
核工业西北地勘局		35			156	92					
化工部陕西地勘大队	8	5			13	6	9	20	6	2	6
武警黄金第 14 支队	29	9	19		27	21	17	48	3	3	17
地矿部第三石油普勘大队	171	12			128	66	77	179	243	16	27
地矿部第二综合物探大队	3	3			86	40	58	15	6	6	47
地矿部西安地矿所					24	7		550	2	2	
西安地质学院					22	10	226	756	58	40	200
合 计	1633	419	545	126	1439	685	1273	3027	868	225	1212

表 4

陕西省地质学会理事会组织成员简表

理事会	年 度	理事长	副理事长	秘书长	理事人数	说 明
第一届	1951	张 更		郁士元	7	1. 第一届至第八届称书记，第九届起改称秘书长。 2. 第十届至第十二届缺。 3. 第十四届理事会设名誉理事，有张伯声等 5 人。
第二届	1952	张伯声		郁士元	7	
第三届	1953	王恭睦		郁士元	7	
第四届	1954	王恭睦		郁士元	7	
第五届	1955	张伯声		郁士元	9	
第六届	1956	张伯声		郁士元	11	
第七届	1957	张伯声		郁士元	7	
第八届	1958	张伯声		郁士元	7	
第九届	1959	白耀明	张伯声	张 振	20	
第十三届	1980~1984	高汉瑾	张伯声、袁耀庭、 刘 涛、阎廉泉	张思纯	38	
第十四届	1985~1992	陈西京	袁耀庭、何伯墀、 邵友程、林在贯、 尚瑞钧	乔 僖	44	
第十五届	1993	张德新	叶春时、乔僖(常务)、 杜东菊、林在贯、 张国伟、管海晏	席家骅	51	

积愈厚,地面全部为之掩盖。”推测陕甘黄土厚度400米^①。其著作有《中国旅行及研究》(1877—1912年出版),附《中国地图集》。

(二) 匈牙利人洛采的考察

1877—1880年,洛采(L·Loczy)随斯欣义(Szechenyi)来华旅行,1879年自天水经娘娘坝、徽县、白水江、略阳去四川和云南。在其报告中将本省白水江至略阳一带地层确定为五台系,略阳以南依次定为古生界及中生界。著有《斯欣义公爵东亚旅行之科学结果》,1893年出版。

(三) 俄人奥勃鲁契夫的考察

1893—1894年,奥勃鲁契夫(B·A·obmtschev)在中国西北旅行考察,首次描述了陕北延长群及侏罗纪煤系,认为地层排列东老西新,并在绥德三十里铺绿色砂岩中采得延长群植物化石(休兹原始乌毛蕨和陕西舌羊齿),经克拉梭(F·krasser)鉴定,时代定为二叠纪至三叠纪^②。认为秦岭主体为

太古代花岗岩和片麻岩及五台系片岩组成,略阳以南出露早古生代地层。著有《秦岭山志》,1901年出版。

(四) 美国人维理士和勃拉克维德的秦岭巴山考察

1903年,维理士(B·willis)、勃拉克维德(E·Blackwelder)和沙根特(R·H·Sargent,地形测量师)等人,受美国加尼基研究院派遣来华,先在山东、辽东、北京、河北考察。次年春由山西经风陵渡抵西安,从周至入黑河,经柳叶河、小王涧、岔口石越秦岭,过柴家关、两河口至石泉。由此乘船沿汉江抵安康,再南行经平利、曾家坝、镇坪、鸡心岭入川,沿大宁河经长江去宜昌,在本省境内历时约1个月。

维理士等将秦巴地层划分为变质的汉江区(秦岭区)和未变质的扬子区,二者界线在镇坪附近。地层划分如下:

时 代	秦 岭 区	扬 子 区
石泉砂岩 (侏罗纪)	浅红色交错层砂岩和砾岩。	可能存在。
归州片岩 (二叠纪—中生代)	银灰色云母片岩,偶夹煤层,薄层大理岩、千枚岩、片麻岩等。	红色页岩、砂岩夹灰岩,顶部夹煤层。
巫山泥岩、灰岩 (石炭纪)	灰岩、板岩局部夹无烟煤,汉江北为片岩	厚层灰岩,局部有薄层页岩和石英岩,下部富含燧石结核,局部夹煤层。
新滩泥岩、页岩 (古生代中期)	绿色板岩、硅质板岩,汉江北为灰绿色千枚岩,相当于黑水系。	绿色页岩夹薄层石英岩。
鸡心岭灰岩 (寒武—奥陶纪)	灰白色灰岩,仅见于汉王城北,再北为黑水系。	块状灰岩,少燧石,产化石。
秦岭片岩 (甘峪湾片岩,元古代)	绿泥石片岩、黑云母片岩等夹薄层灰岩、石英岩。	阿尔冈纪岩石,含铁灰岩、石英岩等。黄陵花岗岩。

① 参见斯文赫定,1934:《李希霍芬小传》,《方志月刊》,第七卷,第四期。翁文灏,1933:《李希霍芬与中国之地质工作》,《国风》半月刊,第三卷第十二期。

② 参见斯行健,1956:《陕北中生代延长层植物群》,《中国古生物志》新甲种第5号,科学出版社。

维理士认为：黑河口至柳叶河出露甘峪湾片岩，变质十分强烈，其北界为断层，南界与上覆黑水系不整合接触，甘峪湾片岩时代可能相当于李希霍芬的五台片岩。柳叶河至双庙北出露一套杂色砾岩、云母片岩、石英岩及块状灰岩，可能为寒武奥陶纪。小王涧一带为石炭系组成的复向斜，含煤层。由此到近秦岭顶岔口石出露古生代黑水系，其特征是大量单调的板岩，大量的褶皱，未采到化石，其时代是与汉江流域对比作出的。秦岭顶至柴家关出露中粗粒斑状花岗岩，其时代可能为石炭纪。柴家关以南至三河口，岩石较复杂，有花岗岩、片麻岩、大理岩和石英岩等。三河口至石泉，岩石变质强烈，交替出现巫山组和归州片岩，石泉县城附近为侏罗纪砂岩。至汉王城依次出露归州片岩、巫山组、新滩系变质岩和鸡心岭灰岩，为一古生界连续剖面。紫阳、安康、平利至曾家坝，为变质的巫山组和归州片岩，见到多处开采的小煤矿。曾家坝至镇坪为新滩页岩和巫山灰岩，有众多的规模很大的辉长岩脉。镇坪之南为未变质的鸡心岭灰岩。此外，维理士还认为终南山、太华山北麓为一大断层，南升北降。（参见《中国考察志》，英文本第1卷第1册第14章《陕西中部地质》，1907年出版）。

（五）美国人马栋臣等的陕北调查

清光绪三十三年（1907）延长第一口油井试凿成功后，陕北石油即引起外人窥测。1914年美孚石油会社诱使袁世凯政府与之签订所谓“中美合办石油契约”，由美孚石油会社派员勘查。同年春，马栋臣（F·G·Clapp）、王国栋（M·L·Fuller）率领的地质测量队自山西省入本省，在延安设立“中美油矿事务所”，在陕北的路线调查面积约5万平方英里，凿井7口，测有1:100万陕北地质图。地层划分系统与维理士山西调查结果对比而得，具体划分如下：

6. 二叠三叠纪中部（黄陵）

红色砂岩	0—15米
5. 二叠纪红色页岩、砂岩及薄层灰岩	>610米
4. 石炭纪陕西系灰色砂岩、页岩、薄层煤及石油	1920—2010米
3. 石炭纪汾河系，红色砂岩及页岩	910—1060米
2. 石炭纪山西系，灰色砂岩、页岩、灰岩及煤层	180—460米
1. 寒武纪西宁系	1520米

（参见阿世德（E·L·Estabrook），1916：《陕西地质最后报告》；王竹泉，1925：《陕北地层》，英文，载《中国地质学会志》第4卷第1期。）

1926—1927年，王国栋、马栋臣二氏多次发表论文，涉及陕北地层系统，重要者如《陕北盆地地质》（英文，载《美国地质学会志》第38卷），在此文中对陕北地层时代作了较大改动，其地层表如下：

9. 近代河流沉积	厚百余米
8. 更新世黄土	460米
7. 第三纪砂质黄土	460米
6. 晚白垩世砂岩及粘土岩	305米
5. 侏罗纪：	
⑦天池层（？）	
⑧环河层页岩及红色砂岩	915米
⑤华池砂岩	305米
④洛河砂岩，块状交错层砂岩	610米
③安定石灰岩	60米
②宜君砾岩	150米
①陕西系	总厚约2000米

自上而下分为店头砂岩及页岩，厚240—460米；延安层砂页岩夹煤层，厚305米；延长层砂岩，厚1220米。

4. 二叠三叠纪蒲县系，砂岩及红色页岩	厚610米
3. 石炭二叠纪山西系，上煤层为二叠纪，厚180米；下煤层为早中石炭世	

厚 120 米。

2. 寒武奥陶纪灰岩、页岩及

石英岩 厚 1770 米

1. 元古代及太古代片岩、片麻岩

文中附有陕北盆地地质图，比例尺约为 1:250 万。

二、民国时期中国地质学家的调查

(一) 王竹泉等陕北调查

中央地质调查所技师王竹泉等自 1923 至 1932 年间数次赴陕北调查地质，正确地解决了延长石油的地层时代，为陕北中生界的划分奠定了基础。

1923 年春，王竹泉由内蒙古托克托县渡黄河经准格尔旗到达府谷，开始为期两个月的陕北北部调查。复由府谷沿长城经神木、榆林、横山抵靖边，次折而东行沿大理河经绥德至吴堡。在府谷县西部及横山、绥德等地采得大量植物化石（拜拉、侧羽叶、苏铁杉、茨康诺司基叶等），据此将美国人马栋臣的石炭纪陕西系修改为早侏罗世。在横山县南部大理河北岸采得鱼类化石，据此将马栋臣的二叠纪安定石灰岩修改为晚侏罗世。又在靖边、绥德分别发现哺乳动物化石和新石器时期石斧、石刀等器物。王竹泉认为陕北与山西大同情况类似，即存在两个不同时期的煤系，一为石炭二叠系，一为侏罗系。侏罗纪煤系主要分布在神木、府谷、榆林、横山一带，煤层北厚南薄，预测储量为 904 亿吨。对调查区的地层划分为：二叠三叠纪及三叠纪红色岩系，早侏罗世煤系含石油，中晚侏罗世红色页岩及砂岩，晚侏罗世薄层含石鱼灰岩，晚侏罗世上部至白垩纪红色斜层砂岩，晚白垩世红色砾岩、砂岩（见王竹泉，1925：《陕北地层》，英文，《中国地质学会志》第 4 卷第 1 期；1926：《太原榆林幅 1:100 万地质图说明书》，商务印书馆）。

1932 年夏，王竹泉、潘钟祥受民国政府国防设计委员会（资源委员会前身）委托调查陕北，自山西离石军渡渡黄河至吴堡，经

清涧、永坪镇、瓦窑堡、延安、延长达延水关。据植物化石将 1923 年划分的下侏罗统下部含石油层位修改为上三叠统，将含油层分为延长、永坪和肤施（延安）3 个组，分属晚三叠世和早侏罗世两个时代。首次发现陕北油页岩。地层划分自上而下为：

5. 早白垩世红色斜层砂岩，厚度不详。

4. 晚侏罗世或中侏罗世红色砂岩、页岩及薄层灰岩，含鱼类化石，厚约 100 米。

3. 早中侏罗世灰色砂岩、页岩，含可采煤层 4 层，油页岩及肤施（延安）组含油层，厚约 800 米。于延安李家渠采有枝脉蕨、拜拉、鱼网叶、宽叶松型叶等植物化石，似为下侏罗统或下侏罗统与三叠系的过渡层。

2. 晚三叠世或中三叠世灰色砂岩与页岩互层，厚约 1000 米。赋存有永坪组和延长组含油层。于延长县槐林坪采有似木贼植物化石，清涧县城附近采有贝尔璠蕨属、伏脂杉等植物化石。

1. 早三叠世红色砂岩及页岩，整合覆于石炭二叠纪煤系之上，厚 600—800 米（见王竹泉、潘钟祥，1933：《陕北油田地质》，《地质汇报》20 号）。

在这次调查的基础上，1936 年潘钟祥发表《陕北中生代植物化石》（《中国古生物志》甲种第 4 号第 2 册）一文，对陕北中生代地层作了系统总结，自上而下划分如下：

5. 保安系（相当于马栋臣安定石灰岩以上层位和王竹泉的红色斜层砂岩），厚 2000 米，时代属白垩纪。

4. 安定层（相当于马栋臣的安定石灰岩和王竹泉的薄层含石鱼灰岩），厚度不到 100 米，时代为晚侏罗世。

3. 瓦窑堡煤系（相当于马栋臣陕西系上部和王竹泉的早中侏罗世煤系及其以上部分），厚 800 米，含石油，下部含煤层及油页岩，时代为早侏罗世。

2. 延长层（相当于马栋臣陕西系下部和王竹泉的上中三叠统含石油层位），厚约

1000米，时代为晚三叠世。

1. 石千峰系（相当于马栋臣的汾河系和蒲县系，王竹泉的二叠三叠纪红色岩系），厚750—1000米，时代为二叠三叠纪。

（二）赵国宾的渭北调查

最早调查渭北地质矿产的是民国中央研究院地质研究所赵国宾。1928年11月赵国宾调查淳化、旬邑、耀县、铜川、白水、澄城、蒲城、富平等县，测有1:40万地质图，著有《陕西泾洛两河下游间之地质》（载《中央研究院地质研究所丛刊》第2号，1931）。1932年10月调查合阳和韩城，重点是煤田地质，测有1:50万地质图，著有《陕西梁山尾间地质矿产及启发龙门山煤矿与石灰之设计》（陕西省建设厅内部出版，1933）。

对渭北地层自下而上划分如下：

1. 寒武奥陶纪石灰岩（在韩城称龙门石灰岩），厚约2500米，在铜川雷家坡、北嘴梁等地采得达尔曼虫、脊旋螺、正嘴贝、舌形贝、褶正形贝、正形贝、瑞芬贝等动物化石，时代大部分属奥陶纪。

2. 石炭纪煤系，砂岩、页岩夹煤层4至7层，底部为夹铁矿之砾岩层，总厚300至400米。在铜川福兴沟、椿树沟、白水虎头沟、灵角及韩城柳儿沟采得芦木、楔叶、鳞木、带科达、栉羊齿、轮叶、延羊齿、脉羊齿等多种植物化石。

3. 石炭二叠纪煤系（淳化煤系），厚约700米，在宜君衣食村（今属耀县）、淳化等地采得带科达、带羊齿、栉羊齿植物化石。

4. 二叠三叠纪蒲县系（在韩城称王峰桥红色岩层），厚700—1000米。

5. 早侏罗世陕西系含油层。

6. 中晚侏罗世红色砂岩及页岩。

7. 白垩纪砾岩层。

8. 第三纪红土及盐湖层。

赵国宾认为区内主要断层为北东东走向的龙门—尧山—嵯峨山正断层，“断距当在三百至五百米，基于断层活动时之大震动，结

果使黄渭流域关中区内地盘陷落”。“洛河流域之断层以南北走向与龙门断层正交，造成合阳、澄城县境内石灰岩埋于黄土下之事实，此种断层之切交使地下潜水沿裂缝冒出，经过石炭纪含黄铁矿层，于是蒲城东界之硫磺温泉星罗棋布”。

（三）杨钟键等中、新生界调查

民国地质调查所新生代研究室德日进、杨钟键1929年夏由山西进入陕北府谷、神木、榆林、绥德调查中新生代地质，著有《陕西山西侏罗三叠纪脊椎动物遗迹》（载《中国地质学会志》第8卷）、《山西西部陕西北部蓬蒂纪后黄土期前之地层观察》（《地质专报》甲种第8号，地质调查所印行，1930）。1933年，杨钟键、裴文中调查渭河地堑，著有《西安洛阳间新生代地质》（《中国地质学会志》第13卷）。1941年秋，杨钟键、卞美年、米泰恒自四川至汉中、凤县、徽县、宝鸡、陇县调查，著有《关于秦岭地质的几个问题》（《中国地质学会志》第23卷，摘要载《地质论评》第8卷）。

上述调查的重要结论有二，一是将蓬蒂阶三趾马红土层与马兰黄土间的上新世晚期至中更新世地层确定为红色土系A、B、C带，其时代分别相当于静乐期、三门期、周口店期。认为“红色土当为山西西部陕西北部（甚或中国北部）新生代一最重要地层”，“代表一大盆地之边缘相或古平原，为半干旱气候下之堆积，其成因一部分系风成（如陕北榆林一带），一部分与红土层成因相同。”这一地层的发现奠定了新生代研究的基础，是第四纪地层研究上的重要建树。同时还认为山陕间黄河谷道为1200万年前（早上新世）形成的流水侵蚀河谷。从三趾马红土层底砾岩的分布与现代河流相近，足证河流盆地的基本形态在上新世以前已经造成，迄今所经变化甚少。旧石器遗物的分布表明，山陕间

黄河流域也是古人类生活的地区之一。结论之二是据在甘肃成县发现的脊椎动物牙齿化石(荣县峨嵋龙相似种)及此化石之下的植物化石(伸长拟金粉蕨),将分布于陇南及陕西凤县一带的东河群(即赵亚曾、黄汲清的白垩纪东河砾岩)解体,其下部含骨化石层位时代属晚侏罗世,其上部可能为白垩纪。这是东河群时代研究上的一个重要贡献。

(四) 赵亚曾、黄汲清的秦岭调查

1929年3月,民国政府中央地质调查所赵亚曾、黄汲清赴秦岭及四川调查地质,在本省历时两个半月(3月中旬至5月底),穿越西安—镇安—宝鸡—凤州—留坝—汉中、华阳—洋县—西乡—镇巴、徽县—略阳—阳平关及略阳—大安—宁强—广元等数条路线,编制有百万分之一秦岭地质图,首次建立了秦巴地区地层系统,展现了秦岭地质构造概貌,给后来的研究工作和区域地质调查打下了基础。地层自下而上划分如下:

1. 旧寒武前纪(旧元古代)秦岭系

构成秦岭山脉主脊,呈近东西向带状分布,西起青海,东抵皖中,名之为“秦岭地轴”。时代可能与泰山系或五台系相当,与维理士的甘峪湾片岩为同一层位。

2. 震旦纪及寒武奥陶纪

柞水系,分布秦岭系之南,在柞水县乾佑河上游最为清晰,由石英岩、板岩、千枚岩组成,厚3000米以上。时代新于秦岭系,老于志留纪,与维理士的黑水系相当,暂定为震旦纪至奥陶纪。

宜昌石灰岩,厚层灰岩,见于汉中梁山,为寒武奥陶纪。

艾家页岩及直角石灰岩,亦见于梁山,含大量腕足类化石,以石燕著名,时代属中奥陶世。艾家页岩之上为厚百米薄层直角石灰岩。

3. 志留纪

石瓮子石灰岩,柞水系之上厚约700米之块状石灰岩,见于柞水县石瓮村,灰岩中含复体珊瑚化石,属志留纪。

新滩页岩,发育于大巴山,为绿色页岩夹薄层灰岩,汉中梁山亦有分布,中产笔石化石。

4. 泥盆纪

古道岭石灰岩,命名于柞水县古道岭村,以厚层灰岩为主,产珊瑚化石,厚约500米。底部有一层砾岩与石瓮子灰岩相接触。

疙瘩寺板岩,命名于镇安县疙瘩寺,在古道岭灰岩之上,为厚达数千米之层纹状灰绿色板岩,暂定为泥盆石炭纪。

5. 石炭纪

略阳石灰岩,分布略阳县南灵岩寺,为灰黑色块状灰岩,厚1000—1500米,产珊瑚及腕足类化石。

镇安系,厚3000米以上的灰色页岩及薄层灰岩,夹劣质煤。

6. 二叠纪

巫山石灰岩,分布大巴山及川北。

草凉驿系,分布凤县草凉驿,为砾岩、砂页岩夹煤层。

7. 秦岭之古生代变质地层

岷江系,指大巴山区变质的志留泥盆系。

白水系,指分布秦岭南部广大范围内以片岩、结晶灰岩夹黑色页岩及劣质煤为主的一套变质岩系,因在白水流域(今川北之白龙江)发育,故名之,时代暂定为晚古生代。

8. 三叠纪

指分布大巴山的飞仙关页岩和嘉陵江石灰岩。

9. 侏罗纪

香溪煤系,砂岩、页岩夹煤层,厚400—1000米,产植物化石。

滴水铺系,指宁强县北部出露的绿色砂页岩夹灰岩,相当于维理士的归州片岩,暂

定为三叠侏罗纪。

10. 白垩纪及第三纪始新统

四川系，自下而上分为千佛岩层、广元层、城墙岩层。

东河砾岩，出露凤县附近，为红色碎屑岩，暂定为白垩纪。

11. 第三纪上新统及第四纪洪积层。

火成岩部分简述了汉南岩基、太白岩基、宁陕、营盘及柞水等花岗岩体，时代均归为燕山期。叙述了蓝田—眉县、华阴—临潼、阳平关、宽川铺等地的大断层。认为秦岭大地构造为一大复背斜，或称秦岭地槽。（见《秦岭山及四川之地质研究》，《地质专报》甲种第9号，1931；《秦岭地槽之迁移》，《中国地质学会志》第10卷，1931）

（五）李捷、朱森的鄂西北调查

1928年10月至1929年3月，民国政府中央研究院地质研究所李捷、朱森赴鄂西北武当山调查地质，首次建立该区地层系统和地质构造轮廓，著有《秦岭中段南部地质》（《中央研究院地质研究所集刊》第9号，1930）。其在本省的调查为沿厚子河的白河县城至得胜铺路线，地层自下而上划分如下：

震旦灰岩，出露白河县城附近，为片岩、千枚岩、薄层灰岩及碳质页岩。

志留纪平西沟系，出露得胜铺至竹溪，为变质页岩夹灰岩，产海百合茎及多种珊瑚化石。

石炭二叠纪竹山系，出露白河木瓜园至得胜铺间，为灰岩、千枚岩、碳质页岩夹劣质煤。

三叠纪猴河系，见于白河南厚子河口至木瓜园，为千枚岩及页状灰岩，间夹碳质页岩。

认为区内总体构造为东西向的武当山背斜，轴部由元古代武当片岩及震旦片岩组成。横亘东西的襄阳—房县大断层（蒋家坡逆掩断层）将该区分为南部未变质地带及北部变质地带。该断层断面北倾，使武当片岩逆冲于震旦系之上，断层西延至川北城口九龙山，长度近400公里，似为扬子区与汉江区之分界线。

（六）张伯声的汉南调查

1939—1940年，西北大学（校址在城固）张伯声调查汉中、城固、西乡一带地质，著有《城固地质略志》（载西北大学地质通讯创刊号）及《陕西汉中之前震旦纪地质》（载《中国地质学会志》第25卷，译文载《张伯声地质文集》，陕西科学技术出版社，1984）。城固地质志系《城固县志》^①专业志之一，全志分7章，附有1:20万地质图。作者通过实地调查划分了地层系统，论述了火成岩、地质构造及矿产。在城固黑龙洞发现震旦系不整合于汉南杂岩体之上，据此确定后者的时代为前震旦纪。杜恒俭曾对城固地质志有较高评语（见《评城固地质志》，《地质论评》第8卷1—6合期，1943）。城固地质志开创了县志设置地质专业志的体例。

（七）其他

20世纪40年代初，卢衍豪、郭宗山、杜恒俭、黄懿、杨敬之、谷德振及西北大学地质地理系等先后在汉中及川陕边界调查，对此区地质多有创见。卢衍豪对南郑、勉县、宁强一带的古生代地层，尤其是梁山的奥陶系、志留系作了详细研究（《大巴山西段几个地质问题》、《陕西南郑之奥陶纪及志留纪地层》，《地质论评》第8卷，1943），论述了略

^① 《城固县志》为西北大学黎锦熙主持编纂，黎著有《方志今议》（载《方志学两种》，岳麓书社，1983），为近代方志学名著。1944年，黎锦熙核校的《同官（铜川）县志》、《洛川县志》均设有地质志和矿业志，地质志系分县割取白士侗1942年所撰同官等7县地质志有关部分而成。

阳、留坝一带的区域变质与接触变质现象(《秦岭西段之变质岩》、《地质论评》第10卷)。杜恒俭通过对南郑梁山二叠系剖面的研究,首次提出该区地层系统,认为本省境内二叠系发育之好首推梁山。梁山二叠系厚400米,以灰岩为主,底部夹劣质煤,下与志留系、上与三叠系均呈假整合接触(《陕南梁山二叠纪地层之初步观察》、《地质论评》第13卷)。杨敬之发表了《大巴山寒武系及奥陶系剖面》(节要载《地质论评》第8卷),认为大巴山东段南坡的寒武奥陶系可与长江三峡对比。杨敬之、谷德振的《四川南江旺苍间火成岩体之侵入时代》(《地质论评》第10卷,1—2合期),将川陕交界米仓山区的一套变质岩命名为“火地垭变质岩系”,时代定为早震旦世。黄懿对汉南岩体进行了岩石学研究,发表有《陕南牟家坝新集一带之震旦纪前结晶岩》(《地质论评》13卷)。当时校址在城固的西北大学地质地理系师生,利用春假调查汉中盆地,著有《汉中盆地地质》、《城固洋县区地质调查》等(载《陕行汇刊》第9卷,第2期)。此外,民国政府中央地质调查所林文英在调查宝(鸡)天(水)铁路工程地质时,对凤县、略阳一带地层有过描述,著有《凤县两当、徽县、成县间地形地质概况》(《甘肃建设季刊》,汇刊12,1935)。

三、建国后的区域地质调查

(一) 1:20万区域地质调查

1956年5月,地质部中南地质局437队于郑州组建5个区测分队,在苏联专家指导下,在河南省西部和本省与河南省交界一带开展1:20万区域地质测量(1974年地质部湘潭会议决定将区测改为区域地质调查简称区调),至1958年完成5个图幅。通过这一阶段工作,掌握了苏联区测工作的先进技术和方法,培养了人才,为秦岭地区大规模区

调打下基础。1958—1961年,以14个分队工作,完成陕南及鄂西北14个图幅,并向河南、湖北、青海等省输送了区测队伍。1963—1964年,在地质部西北区测清理核实工作组和西北地质局领导下,进行区测图幅清理和补课工作,随后完成陕、甘两省交界一带的4个图幅。到1967年止,北纬34°40′以南的省内图幅全部完成。70年代后,内蒙古、山西、湖北、四川、甘肃等省(区)地质局相继测制了与本省接壤的图幅。至此,全省共测制出版1:20万图幅35幅半,面积13.74万平方公里,占全省面积的66.8%(见表5、图1)。

基岩地区1:20万区调的完成是本省地质调查史上的一件大事,它不仅提高了本省地质研究程度,而且直接发现各种矿点近千处,矿物和元素异常700多处。经后来工作证实成为工业矿床的98处,重要者如河南栾川三道撞钨钼矿、湖北竹山庙垭铌稀土矿、旬阳公馆汞锑矿、凤县铅碛山铅锌矿、山阳中村钒矿、洋县毕机沟钒钛磁铁矿、商州市玉石坡萤石矿等。

为补充1:20万区调结束以来近20年的新成果及重点解决某些基础地质问题,1984年始,省地矿局区调队相继开展洛南、商县、商南、安康、紫阳、略阳等图幅的修测工作。

(二) 1:5万区域地质矿产调查

本省共有1:5万地形图国际分幅558幅(含完整的及与外省毗邻的)。1961年,省地质局区测队首先在勉县茶店地区开展试点。70年代,一些综合地质队也先后参与调查工作。至1990年,共完成实测面积11125平方公里,折合26个1:5万完整图幅(表6、图1)。

1:5万区调在基础地质方面的主要成果是对图幅内“老大难”地层的层序、时代

等进行了研究,取得了重要进展。如小秦岭地区的前寒武系,碑坝地区的火地垭群,户县和商洛一带的秦岭群、宽坪群和陶湾群,山阳、柞水、凤县地区的泥盆系及蟒岭南侧的古生界等。在矿产方面,发现各类物化探、重

砂异常 2890 处,圈定成矿有利地段 80 余处,矿点 170 余处,其中有 16 处成为有价值的工业矿床。80 年代以来,1:5 万区调得到加强,到 1990 年在陕南、小秦岭和渭北一带有 30 多个图幅先后开展了区调工作。

第二节 水文地质工程地质勘查

一、水文地质勘查

(一) 地下水早期的开发利用 (清代以前)

本省开发利用地下水历史悠久。4000 多年前的新石器时代晚期 (龙山文化),居住在渭河流域的先民就发明了凿井技术 (《新中国考古发现与研究》,中国科学院考古研究所,1984)。到西周,凿井在关中地区已很普遍,据考古发现,在长安县张家村发掘出西周古井 8 口。战国时,发展到凿井用以灌溉农田。随着大量凿井,对地下水的埋深和性质已有所认识,《管子·地员》篇讲到“黄唐”(即黄壤)中地下水埋深 21 尺 (约折合公制 4.8 米),“泉黄两糗,水流徙”。

引用泉水是利用地下水的方面,随之对泉的认识也有提高。战国时汇集成中国最早的一部词典《尔雅·释水》篇中,将泉分为 4 类,“泉一见一否为濺;濺泉正出正出涌出也;沃泉悬出悬出下出也;酒泉穴出穴出仄出也。”按现在的称法,第一类为季节性泉,濺泉为上升泉,后两类为下降泉中的悬挂泉和侧泉。

战国时人们还认识到土壤盐碱化的产生与地下水的埋深有关,于是采用含沙量大的

河水淤灌,以改良土壤。秦始皇元年 (前 246) 开凿的郑国渠和汉武帝太始二年 (前 95) 开凿的白渠^①,都是用淤灌来改良盐碱地。郑国渠建成后,使关中 200 多万亩盐碱地变成良田。此后,渠水渐减,至唐高宗永徽年间,两渠灌溉面积不过万顷,晚唐时不得不扩大井灌,并且使用了水车。《旧唐书·文宗纪》载,大和二年 (828),文宗“令京兆府造水车,散给沿郑、白渠百姓,以溉水田”。唐代还用大泉水补充渠水,以解决灌溉水源的不足。明、清时引泉水灌溉有大的发展。泾阳县仲山谷口的古泾渠上源,是石灰岩区,大泉众多,明代是泾水和泉水并用,到清乾隆二年 (1737),就完全用泉水注渠。渠出仲山之腹,收龙洞泉水,东南流会筛珠、琼珠 2 泉,自此出山,灌溉泾阳、礼泉、三原、高陵 4 县 7 万余亩土地。

古代还注重优质饮用泉水和药用泉水的开发利用。《关中胜迹图志》载,蓝田县白鹿原谷中有涌泉,味甘冽,唐时有驻军守护,用骆驼运至大明宫酿造御酒。此外,澄城县酒泉和澄泉、铜川县芹泉、甘泉县甘泉、榆林县普惠泉、留坝县药水洞泉、淳化县金泉、兴平县礼泉、周至县玉女洞飞泉,

^① 郑国渠从今泾阳县引泾水向东注入洛河,全长约 110 余公里。白渠在郑国渠下方,引泾水东南流入渭水。汉武帝时,水利灌溉工程修建有增无减。据《史记·河渠书》、《前汉书·沟洫志》载,关中平原这时兴建的还有灵轺渠、成国渠、韦渠、六辅渠等,至于各地兴建的小型渠道和蓄水陂塘,为数更多。这些水利工程对地下水起到调蓄和均衡的作用。

表5

陕西省1:20万区域地质图测制情况表

序号	图幅名称及编号	图幅范围及面积(km ²)	测制单位	技术负责人	工作时间	出版时间	附注
1	清水河幅 J—49—4	东经 110° 00' —112° 00' 北纬 39° 20' —40° 00' 6320	内蒙古自治区 区测队	沈鸿章 胡宝全	1971—1973		省内面积 250km ²
2	五寨幅 J—49—10	东经 111° 00' —112° 00' 北纬 38° 40' —39° 20' 6410	山西省地 质局区测 队 2 分队	刘德佑	1977—1979	1980	省内面积 550km ²
3	洪德城幅 J—48—30	东经 107° 00' —108° 00' 北纬 36° 40' —37° 20' 6586	甘肃省地 质局区测 队 2 分队	斯伟民	1978—1980 (2 幅联测)	1981	省内面积 3550km ²
4	老合水幅 J—49—31	东经 108° 00' —109° 00' 北纬 36° 00' —36° 40' 6642					省内面积 3160km ²
5	正宁幅 I—49—1	东经 108° 00' —109° 00' 北纬 35° 20' —36° 00' 6700	甘肃省地 质局区测 队 4 分队	李林曾	1977—1979 (2 幅联测)	1979	省内面积 2930km ²
6	泾川幅 I—48—12	东经 107° 00' —108° 00' 北纬 34° 40' —35° 20' 6750					省内面积 3790km ²
7	洛川幅 I—49—2	东经 109° 00' —110° 00' 北纬 35° 20' —36° 00' 6700	陕西省地 质局秦岭 区测队石 油分队	熊润清	1960—1962 (联测)	韩城 西 半幅 1978 年出版	韩城幅于 1975年由 山西区测 队重测
8	韩城幅 (西半幅) I—49—3	东经 110° 00' —110° 30' 北纬 35° 20' —36° 00' 3350					
9	铜川幅 (北半幅) I—49—8	东经 109° 00' —110° 00' 北纬 35° 00' —35° 20' 3376					
10	铜川幅 I—49—8	东经 109° 00' —110° 00' 北纬 34° 40' —35° 20' 6752	陕西省地质 局水文队	谢大初 熊继祖	1962—1964		为区域地质 水文地质综 合调查
11	临猗幅 I—49—9	东经 110° 00' —111° 00' 北纬 34° 40' —35° 20' 6752	山西省地质 局区测队		1968—1972	1972	省内面积 2430km ²
12	陇县幅 I—48—11	东经 106° 00' —107° 00' 北纬 34° 40' —35° 20' 6700	陕西省地质局 区测队 25 分 队	翟永昌	1960—1966	1967	省内面积 2160km ²
13	香泉幅 I—48—17	东经 106° 00' —107° 00' 北纬 34° 00' —34° 40' 6805	陕西省地质局 区测队 21 分 队	温恒禄	1960—1966	1968	省内面积 3240km ²

续表 5

序号	图幅名称及编号	图幅范围及面积(km ²)	测制单位	技术负责人	工作时间	出版时间	附注
14	宝鸡幅 I-48-18	东经 107° 00' —108° 00' 北纬 34° 00' —34° 40' 6825	陕西省地质局 秦岭区测队 14 分队	费一仙	1959—1960	1966	
15	西安幅 I-49-13	东经 108° 00' —109° 00' 北纬 34° 00' —34° 40' 6825	陕西省地质局 秦岭区测队 13 分队	纪尚文	1958—1959	1971	
16	渭南幅 I-49-14	东经 109° 00' —110° 00' 北纬 34° 00' —34° 40' 6825	陕西省地质局 秦岭区测队 6 分队	费一仙	1958—1959	1966	
17	洛南幅 I-49-15	东经 110° 00' —111° 00' 北纬 34° 00' —34° 40' 6840	河南省地质局 秦岭地质队 1 分队	贺水清	1956—1957	1965	省内面积 3400km ²
18	成县幅 I-48-22	东经 105° 00' —106° 00' 北纬 33° 20' —34° 00' 6980	陕西省地质局 区测队 22 分队	贺水清	1965—1967	1967	省内面积 460km ²
19	凤县幅 I-48-23	东经 106° 00' —107° 00' 北纬 33° 20' —34° 00' 6875	陕西省地质局 秦岭区测队 15 分队	杨翊耕	1959—1963	1969	省内面积 4820km ²
20	佛坪幅 I-48-24	东经 107° 00' —108° 00' 北纬 33° 20' —34° 00' 6875	陕西省地质局 秦岭区测队 16 分队	符征信	1959—1964	1966	
21	东江口幅 I-49-19	东经 108° 00' —109° 00' 北纬 33° 20' —34° 00' 6875	陕西省地质局 秦岭区测队 7 分队	黄致远	1958—1959	1966	
22	商县幅 I-49-20	东经 109° 00' —110° 00' 北纬 33° 20' —34° 00' 6875	陕西省地质局 秦岭区测队 8 分队	熊润清	1958—1959	1966	
23	商南幅 I-49-21	东经 110° 00' —111° 00' 北纬 33° 20' —34° 00' 6875	河南省地质局 秦岭地质队 3 分队	卢一伦	1956—1958	1961	省内面积 5840km ²
24	栾川幅 I-49-22	东经 111° 00' —112° 00' 北纬 33° 20' —34° 00' 6882	河南省地质局 秦岭地质队 4 分队	张思纯	1956—1958	1965	省内面积 100km ²
25	碧口幅 I-48-28	东经 105° 00' —106° 00' 北纬 32° 40' —33° 20' 6975	陕西省地质局 区测队 23 分队	张二朋	1965—1967	1967	省内面积 1190km ²
26	略阳幅 I-48-29	东经 106° 00' —107° 00' 北纬 32° 40' —33° 20' 6925	陕西省地质局 秦岭区测队 17 分队	熊润清	1959—1960	1961	省内面积 6400km ²

续表 5

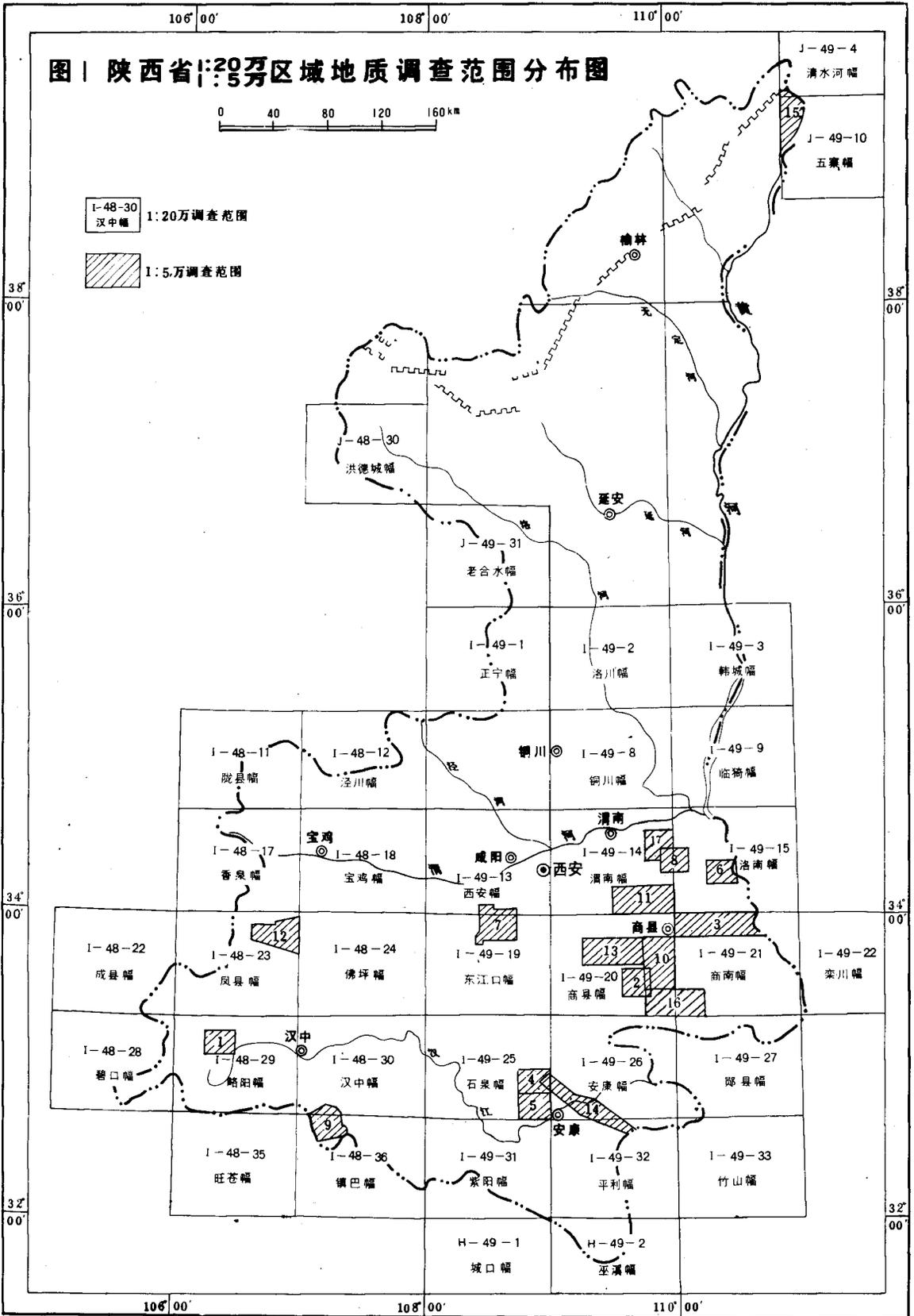
序号	图幅名称及编号	图幅范围及面积(km ²)	测制单位	技术负责人	工作时间	出版时间	附注
27	汉中幅 I—48—30	东经 107° 00' —108° 00' 北纬 32° 40' —33° 20' 6925	陕西省地质局 秦岭区测队 18 分队	杨尊西	1959—1960	1965	
28	石泉幅 I—49—25	东经 108° 00' —109° 00' 北纬 32° 40' —33° 20' 6925	陕西省地质局 秦岭区测队 9 分队	翟云山 李宝琴	1958—1960	1966	
29	安康幅 I—49—26	东经 109° 00' —110° 00' 北纬 32° 40' —33° 20' 6925	陕西省地质局 秦岭区测队 10 分队	曲衍绪	1958—1964	1966	省内面积 5830km ²
30	郧县幅 I—49—27	东经 110° 00' —111° 00' 北纬 32° 40' —33° 20' 6925	陕西省地质局 秦岭区测队 11 分队	阎久祥	1958—1960	1966	省内面积 1670km ²
31	旺苍幅 I—48—35	东经 106° 00' —107° 00' 北纬 32° 00' —32° 40' 6960	四川省地质局 第二区测队	蔡远松 侯立玮	1963—1965		省内面积 50km ²
32	镇巴幅 I—48—36	东经 107° 00' —108° 00' 北纬 32° 00' —32° 40' 6960	四川省地质局 第二区测队		1966—1970	1970	省内面积 2700km ²
33	紫阳幅 I—49—31	东经 108° 00' —109° 00' 北纬 32° 00' —32° 40' 6975	陕西省地质局 秦岭区测队 12 分队	张二朋	1958—1959	1966	省内面积 5200km ²
34	平利幅 I—49—32	东经 109° 00' —110° 00' 北纬 32° 00' —32° 40' 6975	陕西省地质局 秦岭区测队 20 分队	张二朋	1960—1961	1966	省内面积 4350km ²
35	竹山幅 I—49—33	东经 110° 00' —111° 00' 北纬 32° 00' —32° 40' 6960	湖北省地矿局 区调队	万义文	1981—1985		省内面积 160km ²
36	城口幅 H—49—1	东经 108° 00' —109° 00' 北纬 31° 20' —32° 00' 7010	四川省地质局 第二区测队 四分队	郝子文	1970—1973 (2 幅联测)	1973	省内面积 50km ²
37	巫溪幅 H—49—2	东经 109° 00' —110° 00' 北纬 31° 20' —32° 00' 7010					省内面积 1400km ²

表 6

陕西省 1:5 万区域地质图测制情况表

序号	名称	范围及面积(km ²)	测制单位	技术负责人	工作时间	出版时间
1	勉县茶店地区	何家岩南半幅与大安驿北半幅 430	陕西省地质局区测队 501 分队	陈书铭	1961— 1966	1980
2	山阳小河口地区	与小河口幅范围接近 430	陕西省地质局区测队 502 分队	万义文 李炳衡	1966— 1974	
3	蟒岭地区	北宽坪幅、三要幅与官坡西半幅 1065	陕西省地质局区测队 503 分队	符征信	1973— 1979	1983
4	大河口幅	安康县大河 430	陕西省地质局区测队 504 分队	黄建坤 刘建华	1973— 1975	1979
5	恒口镇幅	安康县恒口 430	陕西省地质局区测队 505 分队	熊润清 贺水清	1973— 1975	1977
6	石坡幅	洛南县石坡 430	陕西省地质局区测队 506 分队	谢祖齐 马步民	1976— 1978	1981
7	户县纸房地区	以纸房幅、吉梨沟幅为主 720	陕西省地质局第八地 质队二分队	翟永昌 弥建勇	1974— 1978	
8	金堆城— 黄龙铺地区	跨翁岔铺、华山、洛源、石门 4 个图幅 425	陕西省地质局第六地 质队三分队	何大涵 张维刚	1974— 1978	1979
9	南郑碑坝 地区	跨回军坝、骆家坝、碑坝、大 河坝 4 个图幅 670	陕西省地质局第二地 质队四分队	谈炳根 任明哲	1975— 1979	1982
10	黑山幅与 山阳幅	山阳县北部 860	陕西省地质局区测队 507 分队	刘建华 陈榕	1976— 1980	1984
11	黑龙口幅 与大荆镇幅	商县西北部 860	陕西省地质局区调队 508 分队	马步民 高洪学	1978— 1982	1982
12	凤县铅硐山 —西河地区	跨凤县、河口、南星、枣木栏 4 个图幅 600	陕西省地矿局区调队 510 分队	肖新元 刘生辉	1980— 1985	1985
13	曹家坪幅与 红岩寺幅	柞水县东部 860	陕西省地矿局区调队 509 分队	赵峰 刘伯仙	1981— 1984	1984
14	安康茨沟—旬 阳赤岩地区	安康县与旬阳县交界处 805	陕西省地矿局第七地 质队六分队	李仲渊	1981— 1985	
15	府谷地区	皇甫幅、河曲南半幅、府谷幅 黄河以西 820	陕西省地矿局第八地 质队区调分队	胡启程	1983— 1985	1987
16	板岩镇幅 与中村幅	山阳县南板岩镇—中村 860	陕西省地矿局第十三地 质队九分队	向文学 马合川	1984— 1988	1989
17	石门幅	洛南县北石门 430	陕西省地矿局第六地质 队三分队	左志东 齐文	1985— 1988	1989

图1 陕西省1:20万区域地质调查范围分布图



亦有酿酒、饮用或洗浴疗疾的功用。

清代井灌已具有一定规模,初在富平、蒲城县颇收成效。康熙中,关中大旱,户县王丰川著《井利说》一书,力主打井抗旱。乾隆二年(1737)崔纪任陕西巡抚,奏请兴修井利,令各县勘定宜井面积凿井。是年11月,全省共凿大小水井6万余口,可灌田20万亩。此后,大荔县沙苑新开井千余口,每井可灌田数亩。光绪年间,陕西奇荒,大荔复开新井3000余口(《续修陕西通志稿》卷六十一)。

(二) 民国时地下水调查

民国时对温泉的研究愈来愈多,1926年中国地质学先驱章鸿钊的《中国温泉辑要》、1936年陈炎冰的《中国温泉考》都涉及本省温泉。章鸿钊分析了秦岭北麓温泉的性质、成因及与地震活动的关系。然而本省水文地质工作这时还几乎是空白,仅有省建设厅凿井队在西安市为政府部门和工厂打了一些自备深井。1935年前后,一些有识之士致力于西安城市供水工作,如何幼良主张创办自来水厂,于西门外凿深井取地下水,并建议将泔河水作为水源之一;傅健发表《西安市地下水》一文(何、傅二文均刊《陕西省水利月刊》3卷5期,1935),涉及市区地形性质、地下水流向和水质等问题,认为西门及城西南一带水质最佳,城东北水味苦燥不宜饮用。傅健在调查时运用地形与浅井水位测量等手段,掌握了潜水流向,此为本省最早的一次水文地质调查活动。

(三) 建国后水文地质勘查

建国后本省水文地质工作有很大发展。为适应经济建设需要,合理开发利用地下水资源,相继开展了区域水文地质普查和不同目的的水文地质勘查。

1956年开始,以地质部系统为主,先后在关中和陕北普查区域水文地质。至60年代初,完成临潼、西安、宝鸡3个国际图幅和铜川幅及陕北毛乌素沙漠区水文地质普查任

务。1970至1972年,省地质局水文队完成老合水、延安、宜川3幅水文地质普查。但全省尚有相当地区未进行此项工作。1973年6月,国务院总理周恩来关于加强全国水文地质工作的重要指示发表后,成立了建设工程兵水文地质部队,使普查力量得以加强。同时,国家地质总局也要求1980年前完成全国水文地质普查工作。根据这一部署,1974年开始,本省全面展开此项工作,到1980年,建字工程兵724水文地质普查部队先后完成志丹、子长、洪德、盐池、靖边、石楼、绥德、横山、榆林、佳县、神木、老合水、正宁等13个图幅;省地质局第一、第二水文队完成洛川、韩城、彬县、宝鸡(北部山区)、长武等5个图幅;建字730部和湖北省地质局水文地质队完成川鄂陕接壤的南江、镇巴、巫溪、竹山、郧县等5个图幅。陕南秦巴山区区域水文地质普查也于1978—1980年由省地质局第一、二水文队完成。至此,到1980年,前后经过20多年工作,全省区域水文地质普查全部完成,计有24个国际图幅(地区),普查面积20.54万平方公里(图2)。通过这一工作,划分了全省含水岩类、含水岩组及富水性,系统论述了地下水形成条件、分布规律和水化学特征,对地下水资源做了概算,指出地下水开发利用的前景和方向。本省区域水文地质普查的完成,既为制定全省经济建设规划提供了科学依据,又是各项专门性水文地质勘查工作的基础。

此外,城建、冶金、水电等部门的专业队伍,还为农田、城镇、矿山、道路、军工和能源基地供水开展了大量的专门性水文地质勘查工作。

70年代中期后,本省水文地质工作进入蓬勃发展时期。其特点是由大面积的普查转向多领域的综合研究和专题调查。相继开展了渭北旱塬和洛川塬黄土层地下水赋存运移规律和形成理论的研究,全省和地区性多

图2 陕西省水文地质研究程度图

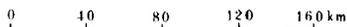
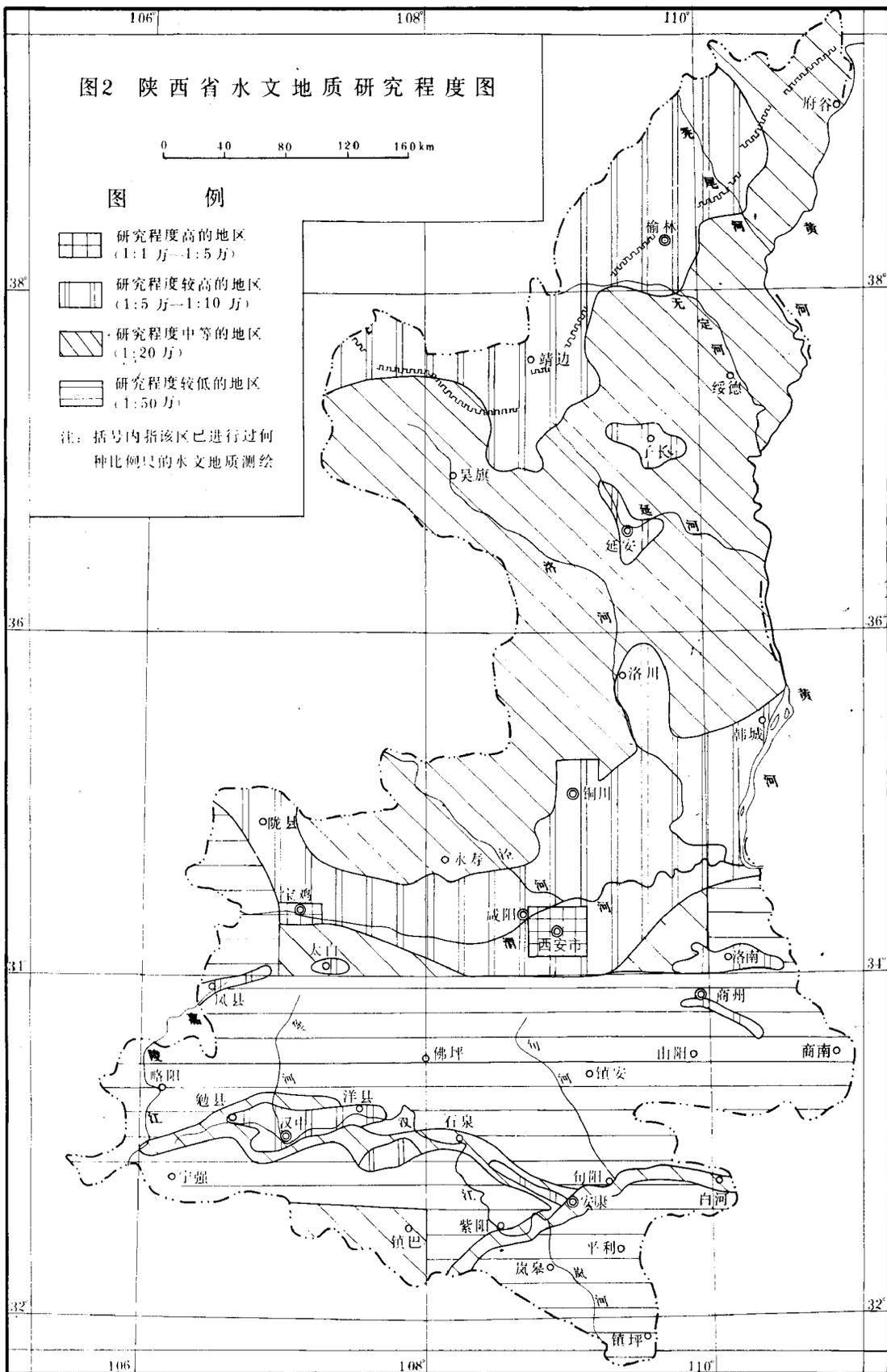


图 例

-  研究程度高的地区
(1:1万—1:5万)
-  研究程度较高的地区
(1:5万—1:10万)
-  研究程度中等的地区
(1:20万)
-  研究程度较低的地区
(1:50万)

注：括号内指该区已进行过何种比例尺的水文地质测绘



种比例尺水文地质编图,西安东郊纺织城工业区人工回灌低温地下水储冷效能试验,富平石川河谷地下水库回灌条件与回灌效果试验,地下热水、矿泉水调查,地下水资源评价,地方病调查和防病改水试验,土壤盐渍化调查等。还开展了西安市、宝鸡市和关中平原地下水动态长期观测,西安市污染监测、地面沉降与地面裂缝调查,全省水文地质远景区划,出版了西安市地下水年鉴。近年来还为用户做了环境质量评价工作,及跨省(区)的黄河流域、黄土高原地下水资源评价,鄂尔多斯高原白垩系自流水盆地地下水开发利用方向研究等。通过以上工作,取得一批重要的研究成果,同时推广应用了遥感技术,同位素测试、电算、电模拟、电子显微镜扫描、井下电视等新技术、新方法。

二、工程地质勘查

(一) 古代筑路、水利建设和城市规划

秦始皇统一六国后,下令修驰道^①,以秦都咸阳为中心有东方大道,由咸阳出函谷关,沿黄河经山东定陶至成山角;西北大道,由咸阳至甘肃临洮;秦楚大道,经陕南武关至湖北江陵;川陕大道,由咸阳到巴蜀;北方大道,从云阳(今淳化,为秦甘泉宫所在地)经子午岭到九原(今内蒙古包头)。驰道的修筑,因地制宜地采用不同的工程措施,或凿山为道,或架桥渡水,表现了在筑路工程中适应十分复杂的地形地质条件的出色能力。汉代在关中建成许多灌区,西汉初年,汉武帝“发卒万人”开凿龙首渠,渠经商颜山(今大荔县铁镰黄土塬)坡脚时,因挖明渠岸易崩塌,于是先掘竖井,“深者四十余丈”,后在井下横向开凿长3公里多的过水隧道,使“井下相通行水,井渠之生自此始”(《史记·河渠书》)。这一黄土地层中的隧道施工技

术,在2000多年以前是为创举。汉、隋为解决粮食西运的困难,曾沿渭水开凿两条大的漕运渠道^②:一条是汉武帝元光六年(前129)开凿的漕渠,渠“起长安,并南山下,至(黄)河三百余里”(《史记·河渠书》);另一条是隋开皇四年(584)开凿的广通渠,渠引渭水“经大兴城北(今西安市),东至潼关,漕运四百余里”(嘉靖《陕西通志》)。这两条渠均需跨越灞、泾河及许多秦岭山前河流。漕渠开凿的成功,表明当时在复杂地形选线、测量及处理土石工程条件方面的巨大成就。

汉唐时,长安宫殿、楼台栉比鳞次,建筑物座落在阶梯形的夯土台基上,十分稳固。汉未央宫至今保留有10多米高的夯土台基。《前汉书·郊祀志》载,汉建章宫南建有“神明台”和“井干楼”,各高五十丈(合今115米^③),为“积木而高”的木结构,东汉科学家张衡《西京赋》:“井干叠而百层”即指此楼。唐大明宫有宫殿30多处,为一庞大的宫殿建筑群,其中麟德殿规模最大,据遗址测定,夯土台基南北长130米,东西宽77米,分上下两层,高5.7米。

在城市规划上,隋、唐时的长安城在我国城市规划和建设史上有重要地位。隋大兴城(即唐长安城,唐长安城是在隋大兴城的基础上改建而成的)是开皇二年(582)始建的。隋文帝嫌“长安故城,汉末旧邑,年代既久,凋弊实多,水皆咸卤,不甚宜人。又素嫌宫城制度狭小”(《北周地理志》),不能体现统一王朝的气派,遂在汉长安城东南龙首塬南坡兴建大兴城。大兴城很好地利用了终南山前川塬秀丽、弃物滋阜的优越地理条件,据山前河道情况开凿永安渠、清明渠和龙首渠入城,解决了城市供水和环境美化问

① 《史记·秦始皇本纪》载:“驰道,天子之道也。道广五十步,三丈而树,厚筑其外,树以青松。”

② 汉代漕渠未开之前,从潼关运粮到长安,沿渭水上溯,所需时间为漕运的二倍(《史记·河渠书》)。

③ 据同济大学编《中国城市建设史》,西汉1尺折合公制0.23米。

题。隋、唐长安城规模之大，为当时世界上所仅有。街衢纵横，宽敞平直，整个城市规划布局严谨，犹如“百千家似围棋盘，十二街如种菜畦”，是我国历史上富有规范性的城市。

(二) 民国时工程地质工作

1935年邓海容在《华北的黄土》一文(《方志月刊》8卷3期)中论述了陕北黄土的工程物理性质，该文是涉及本省黄土力学性质研究方面的先导。民国时，我国一些地质学家在本省的地质考察对后来的工程地质工作打下基础。但此时本省尚无专门的工程地质调查机构。仅1940年6月，民国中央水利实验处设立一个土工实验室，研究黄土物理力学性质。民国期间，关中原建成渭惠渠、泾惠渠和洛惠渠大型灌溉工程，陇海铁路已达甘肃天水，但工程地质工作十分薄弱，仅林文英对宝鸡至天水段做了线路定线工程地质调查。因此这些工程施工中病害较多，如渭惠渠引水隧道遇地下水患、陇海铁路11号隧道出现坍塌、宝天铁路沿线大量塌方等，至今未能根除灾患。

(三) 建国后工程地质勘查

建国后，本省工程地质工作有很大发展。50年代初至70年代，水电部黄河水利委员会、长江流域规划办公室和省水电勘察设计院，完成黄河河曲至禹门口段及主要支流无定河、石砭河、石川河、泾河、灞河和汉江流域规划阶段工程地质勘测。60年代中期，原地质部第五大队和水文地质研究所在绥德、米脂黄土梁峁区完成1:5万综合工程地质测绘，对该区水土流失提出区域治理措施。

水土流失是本省黄土区主要工程地质问题，引起有关部门关注，60年代中期以来，省水保、地质、大专院校与科研部门做了大量专题调查及区域规律研究。1974—1977年，省地质局第二水文队完成延河、无定河、佳芦河、秃尾河、窟野河、皇甫川等流域水土流失与水土保持工程地质调查，尔后又在延安和子洲选择两个小流域进行治理研究。1982年该队编写《黄河中游区域工程地质研究报告》，系统论证了黄河中游区域工程地质环境及主要工程地质问题，指出了今后工程地质工作的方向与途径。此外，1969—1975年，省地质局第二水文队先后对月河盆地、西乡盆地、阳安铁路沿线和襄渝铁路本省段沿线进行1:5万—1:20万水文地质工程地质综合测绘，查明了工程地质条件和主要工程地质问题(图3)。

建国40年来，本省地质、冶金、煤炭、铁路、公路和城建等部门在一系列水利、水电工程建设、道路建设、工民建与城市规划、国防、矿山等建设的勘测、设计和施工中，及自然灾害、三门峡库区环境地质问题调查与研究中，做了大量的工程地质工作。

中共十一届三中全会后，推行改革开放政策，本省水文地质、工程地质工作为适应新形势，由原先的封闭型工作模式逐步走向开放型，而向社会需求，使勘查技术进入竞争市场。如省地矿局第一水文队承包的渭河电厂供水勘查，自1987年3月开始，仅用4个月时间便提交了勘查报告，工作周期短，质量好。

第三节 区域地球物理与地球化学勘查

地球物理与地球化学勘查是探测地下情况的有效的的方法技术，简称物化探。建国前，本省未开展此项工作。建国后，1951年，燃料工业部石油总局陕北勘探大队首先在延长

和水坪采用地震、重力和测井技术，探测储油构造和油层结构。1953年，西北地质局624队也在评价安康牛山铜矿时应用物化探技术。此后，为配合1:20万和1:5万区调，

图3 陕西省工程地质研究程度图

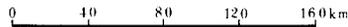
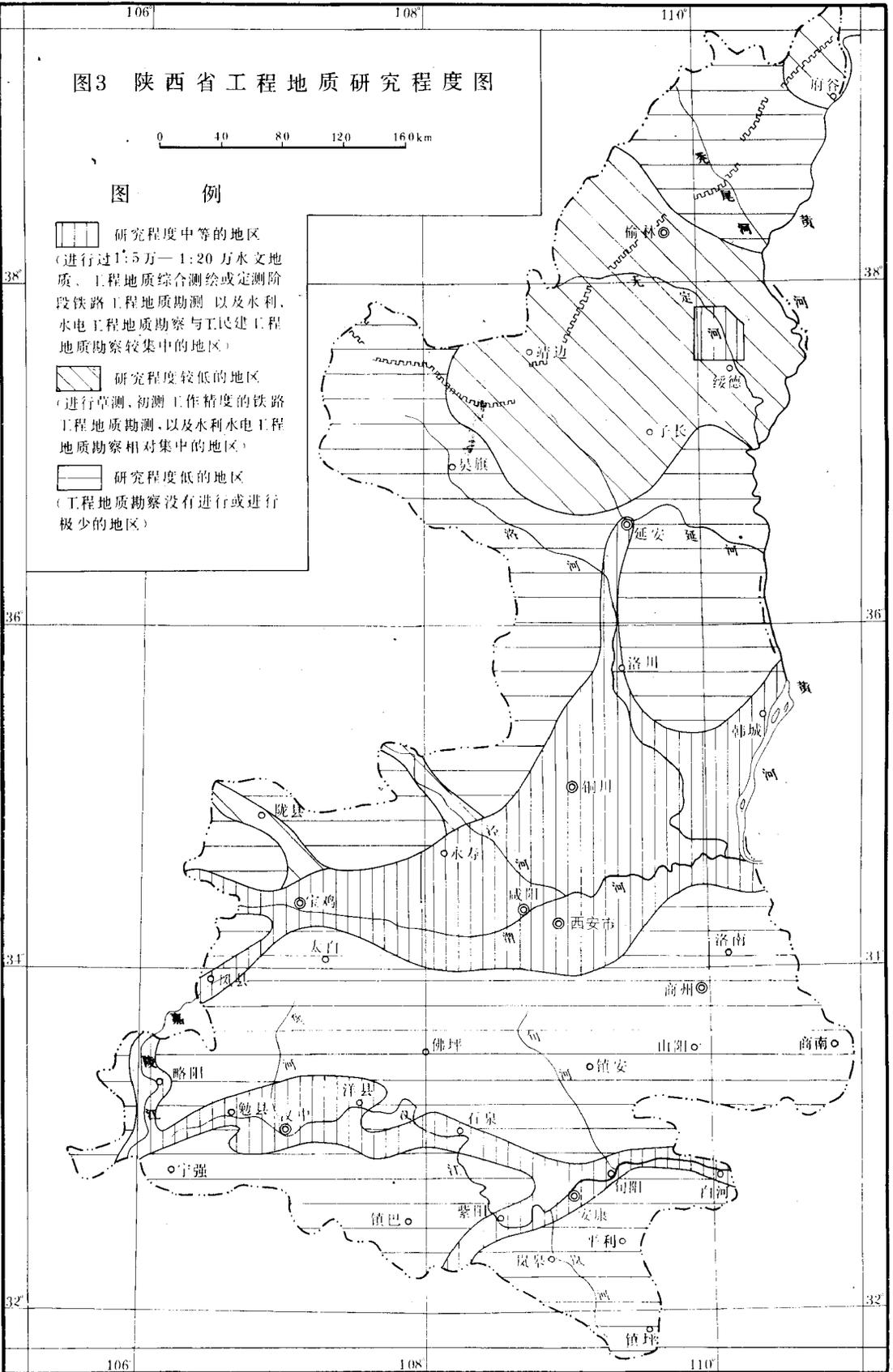


图 例

- 研究程度中等的地区
 (进行过1:5万—1:20万水文地质、工程地质综合测绘或定测阶段铁路工程地质勘测,以及水利、水电工程地质勘察与工民建工程地质勘察较集中的地区)
- 研究程度较低的地区
 (进行草测、初测工作精度的铁路工程地质勘测,以及水利水电工程地质勘察相对集中的地区)
- 研究程度低的地区
 (工程地质勘察没有进行或进行极少的地区)



万区调,同步开展了大面积土壤测量(称金属量测量)、自然重砂、地面放射性测量及地面磁法和水系沉积物测量。这些物化探手段所发现的异常,为矿产普查和成矿远景预测提供了宝贵资料。60年代后,随着矿产普查勘探工作的大规模开展,本省物化探队伍、技术手段与仪器装备发展较快。物化探技术在陕北、关中能源矿产和地下水勘查及秦巴山区金属矿产普查和1:5万成矿区带普查中得到广泛应用。70年代末,地矿部门又开始新一轮区域化探扫面和全省1:50万区域重力测量。目前本省直接从事物化探的职工已发展到3000多人,拥有各种仪器800多台件,工作手段有磁法、电法、重力、地震、放射性、测井、遥感、化探等。建国40年来累计提交各类技术成果报告近700份,发现异常数千处、矿床(点)数十处,特别是在评价陕北石油、关中地热、陕南铁、铜、金、铀等矿产及探测渭河盆地基底构造方面,发挥了常规地质手段难以达到的作用。80年代以来,物化探技术应用范围不断扩大,在研究地壳深部构造、城市地质、航空遥感地质及工程勘查等方面正在发挥着日益重要的作用。

一、区域物探

(一) 航空物探

1956年开始,地质部航空物探大队、冶金部航测大队在本省进行航空磁力测量,核工业部航测队在秦巴山区进行航空放射性测量。至1982年,航磁实测面积1871万平方公里,占全省面积的91%。除秦岭北坡山前和太白山、镇巴、镇坪等地外,全省绝大部分地区均被覆盖。航磁比例尺关中、陕北为1:20万至1:100万,陕南为1:5万至1:20万。

通过航空磁测,全省发现航磁异常732处。1979年,省地质局物化探队与地质部第二综合物探大队编制成《陕西省1:50万航磁(ΔT)等值线平面图及说明书》,反

映了全省地磁场的分布特征及其与地质构造的关系。航磁异常地面查证从1959年开始,70年代寻找铁铜矿时达到高潮。省地矿系统、省冶金地勘系统通过在陕南和渭北大规模的查证工作,证实大西沟、黄龙铺、鱼洞子、毕机沟、楼房沟、板房子、太要等一批重要异常,后经勘探发展成为工业矿床。

(二) 石油物探

长庆油田地质指挥部、地矿部第三普查大队、第二综合物探大队、省地矿局物化探队等单位在陕北和渭河盆地,为普查储油构造开展了大量的石油物探工作。50年代以重力和磁法为主,工作比例尺大多为1:10万。60年代投入大极距($\frac{1}{2}AB=3000$ 米)垂向电测深方法,在志丹县一带测制6条长剖面。70年代地震勘探技术和解释推断水平提高,为准确设计井位提供了依据。

(三) 煤田物探

主要在陕北和渭北进行,1954年,地质部642队首次在蒲城、合阳一带开展此项工作。此后,省煤田地勘公司、省地质局物探队在煤田勘查中广泛应用,工作比例尺1:5万至1:10万,投入方法有放射性、磁法、电测深、地震、重力、频率测深等,在合阳应用地震折射波勘探发现3个含煤远景区。80年代在神府煤田勘查中还采用 γ 法、 $\gamma-\gamma$ 法和声波测井技术,对确定煤层深度和厚度有重要作用,同时应用磁力勘探技术较准确地圈出地下煤层的自燃范围。

(四) 水文与工程物探

为农田和城市供水及地下热水勘查开展的水文物探始于60年代初,投入方法有垂向电测深、激发极化测深及联合剖面装置。1971年,省地质局物探队在黄龙县开始试验激发极化衰变场法,成功地划分出地下富水地段。此外,水文钻井中还应用多参数物探测井方法,有效地查清了含水层深度及咸

水与淡水界面。工程物探 50 年代末首先应用于宝鸡峡引渭工程,此后广泛应用于水库坝址、大型建筑基础勘查等方面。地热物探主要在关中进行,投入方法由过去单一的电法发展为地温、水温、水化学、 α -卡等综合手段,已初步掌握了关中和秦岭山前地热异常带的分布,打出多口热水井。

二、区域化探

(一) 土壤测量

又称金属量测量,50 至 60 年代与 1:20 万区调同步进行,取样面积覆盖了省内渭河以南地区。70 年代省地矿部门采用移动平均方法重新整理测试结果,编制成主要元素地球化学图及说明书。

(二) 水系沉积物测量

又称分散流测量,是本省目前采用的主要化探方法,工作比例尺有 1:5 万和 1:20 万两种。1:5 万化探始于 60 年代初,是为配合区调和矿产普查而开展的,同时辅以自然重砂、磁法和放射性测量,目前已完成 60 多个图幅,面积近 3 万平方公里。1:20 万化探始于 1978 年,是按照全国统一的取样、样品加工、分析监控和资料整理要求,在陕南开展的一项区域化探工作。截止 1988 年底,

共完成 23 个 1:20 万图幅,约 9 万平方公里,采集样品 116862 件,平均每平方公里 1.25 个样点。省地矿局西安测试中心和物化探队已研制出定量分析、质量监控和数据处理方法,分幅编制地球化学图和综合异常图。近年随着金元素测定技术的提高,化探由过去间接找金变为直接找金,能较快地发现黄金异常,因而在金矿普查中发挥了明显作用。

(三) 岩石测量

普遍应用于寻找矿床内的隐伏矿体,区域岩石测量尚处于试验阶段。1983 年省地矿局第三地质队完成太白花岗岩体低密度(每 100 平方公里 4—8 个样)岩石测量,取样面积 1.5 万平方公里。1984—1986 年,武汉地质学院与省地矿局区调队在山阳—柞水成矿带上开展 1:5 万区域地球化学研究,总结出该区成矿元素分布特征和异常评价准则。

(四) 重砂测量

一种古老的找矿方法,50 年代在区调工作中广泛使用,直接发现了如公馆、铅矾山等重要矿床。此后仍用于区调和矿产普查,且引入数理统计方法进行资料整理,编制自然重砂成果图件。从 1979 年开始,陕南 1:20 万溪流重砂重新扫面陆续进行。

第三章 科学研究

本省地质科学技术研究历经不断深入发展的过程。建国前,研究工作是结合路线地质考察进行,在中外学者考察成果的基础上,1938 年民国中央地质调查所阮维周编制了陕西省地质图。建国后,1950 年,姚瑞开、陈梦熊分别编制 1:100 万西安幅和天水幅地质图。限于资料,这些图件所反映的地质内容比较简单。此后,随着 1:20 万区调和陕北石油、煤炭勘查工作的进行,相继开展综合编图工作,深化了对陕西地质的认识,主

要成果有中国科学院地质研究所等单位的《秦岭地质志》、陕西省地质局及所属陕西省地质研究所、西北地质科学研究所等单位编制的不同比例尺的全省和秦岭地区的地质图和矿产图。秦岭区域地质测量队于 1960 年编写了陕西的《秦岭矿产志》,这是对秦岭地质矿产的初步总结。80 年代以来科学研究工作蓬勃发展,涉及地质工作的各个领域,在广度和深度上都有长足的进展。

第一节 区域地质图编制

一、1:50万陕西省地质图(1961)

陕西省地质研究所编制,总编辑张伯声、戴天富,编图指导阎廉泉、李振、高焕章、郭勇岭、王俊发,编图员田玉莹、姚欧春、李金铭、王吉瑞等15人。1959年完成初稿,1961年6月经省临时审图委员会批准出版。地理底图由省地质局测量大队编制,地质资料陕北主要利用石油、煤炭和水文勘查成果,陕南利用1:20万区调成果。

该图首次统一划分全省地层系统,将全省划为陕北—关中、秦岭、巴山3个地层区,古生代以后一般分到统,部分到组。将火成岩分为太古代、元古代、古生代和中生代4个时期。按照地槽—地台说划分全省地质构造单元,一级4个:凤县—山阳—商县以北,包括秦岭峰脊、关中和陕北属于华北块断地台;巴山及其以南属于华南块断地台;二地台之间为中秦岭海西褶皱带和南秦岭加里东褶皱带;二级单元6个,三级单元12个。评审会决议认为,图件编制原则基本符合地质部1960年颁发的1:50万—1:100万地质图编图规范和全国地层会议地层规范草案的要求,反映了全省地质构造的基本特征。

二、1:50万东、西秦岭地质图

在1:20万区调成果基础上编制,主编卢一伦,编辑李世和、刘世仰等。地理底图采用航空照片编制的1:20万水系图。编图范围西起甘肃岷县,东至河南鲁山,北达渭河,南抵川陕交界,包括秦岭、大巴山、伏牛山地域,涉及1:20万地形图28.5个图幅,该图分别于1969、1973年出版。

东秦岭地质图将区内地层划为3个地层区:商南—商县—户县—纸房—宝鸡—一线以北为华北区,紫阳—蒿滩—石泉—城固—勉县—阳平关—一线以南为扬子区,二区之间为昆仑秦岭区。地层区内进一步划为7个分区和9

个小区,由老至新叙述岩石特征、古生物、沉积矿产和时代依据。将火成岩划为太古代、元古代、早古生代、晚古生代、中生代和新生代6个时期。西秦岭地质图将地层分为8个地区,列出了各自的地层表。东、西秦岭地质图是1:20万区调成果的系统总结,代表60年代末、70年代初本省区域地质研究水平。

三、1:200万陕西省地质图(1973)

《中华人民共和国地质图集》分省图之一,省地质局和西北地质科学研究所编制,主编任海波,参加人员王六合、田玉莹、孔繁宗、刘仿韩、俞良凯等,资料截止1971年底。该图按陕北区、秦巴区和米仓区叙述了地层特征,将侵入岩划为6个时代,以地质力学观点划分省内构造体系。此图已被收入《陕西省地图集》(1976)和《陕西国土资源》(1986)。

四、1:50万陕西省地质图(1980)

以省地质局区调队为主,省煤田地质勘探公司参加编制,区调队负责渭河以南,煤田地勘公司负责渭河以北,由贺水清、张兆廉等南北对接定稿,贺水清等撰写地层部分说明书。地理底图由省地质局测绘队据1974年出版的陕西省地图简化而成,资料截止1978年6月。

该图是在1:20万区调、东秦岭地质图和陕西省区域地层表基础上,补充70年代的新资料编制的,工作过程中对某些疑难地层问题进行了野外调研。火成岩时代划分主要依据《陕西省岩浆岩分布图及花岗岩类岩石说明书》及《陕西省秦巴地区基性超基性岩及有关矿产研究总结报告》。

该图根据第一届全国地层会议《关于中国地层区划的建议》所提原则,结合具体情况,将本省地层区划为3个大区,12个分区

和 17 个小区,详细记述和划分对比各时代地层的特征和变化,对寒武纪以前地层作了时代归属处理。火成岩方面把某些大花岗岩体解体为复式岩体或岩体群,划分了基性超基性岩类型和时代。代表 70 年代末本省区域地质研究水平。

该图虽提供使用,但未单独出版,1989 年作为区域地质志的附图,经过修改补充,正式印刷成彩图公开出版。

五、陕西省区域地质志

根据地质矿产部关于编制并公开出版各省市、自治区区域地质志及地质图件的要求,在省地矿局尚瑞钧总工程师、方永安主任工程师具体指导下由区调队编著,主编张二朋,副主编陈书铭、陈榕。1982 年 4 月开始工作,1984 年完成初稿,次年 5 月由地矿部区域地质矿产地质司和省地矿局主持,在西安通过评审,同意公开出版。该志附有 1:50 万陕西省地质图、1:100 万陕西省大地构造图和变质地质图,地理底图由省地矿局测绘队采用双标准纬线等角割圆锥投影方法编制。

该志已于 1989 年 8 月由地质出版社出版。

该志内容分地层、沉积岩、岩浆岩、区

域变质岩、区域地质构造及区域地质发展史 6 篇 33 章。地层篇建立了本省自太古界至新生界统一的地层系统,重新厘定的地层单位 275 个,详细叙述各时代地层基本特征及代表性剖面,进行时代对比;沉积岩篇论述了主要岩石类型及震旦纪以来本省海陆变迁和古地理环境;岩浆岩篇总结火山岩和侵入岩分布、活动期次和成因,对花岗岩类岩石的研究为详;变质岩篇依据 1983 年全国 1:400 万变质图所提观点,首次对省内变质岩进行变质相、相系、变质期和变质单元划分,从区域变质作用方面探讨了陕西地质发展历史;地质构造篇应用著名地质学家黄汲清的多旋回构造说,详细划分陕西构造单元,对一级单元的构造发展演化作了分析;地质发展史篇在总结升华实际材料的基础上,条理分明地追溯近 30 亿年来陕西地壳发展的历史,总结了 6 个发展阶段,3 次重要地质事件和 2 个重要转折时期,指出地壳发展“分久必合,合久必分”,活动与稳定不断转化的总趋势。总之,该志是代表 80 年代本省区域地质研究水平的学术专著,具有较高的理论水平和实用价值。

第二节 地质专题研究

一、地层研究

始于本世纪 60 年代,70 年代中期西安地质矿产研究所、省地质局区调队等单位系统总结前人的成果,先后编撰成《西北地区古生物图册》、《陕西省地层表》等专著,是为本省地层古生物方面实用性较强的两部工具书。80 年代,陕西区调队对本省地层进行了系统研究,分别编写了各系断代总结。省内外地质工作者以秦巴地区为重点,研究地层层序、时代及含矿性,为揭示陕西地质发展历史和矿产预测做出了贡献。

在前寒武系方面,省地矿局区调队、西

安地质学院、中国地质科学院地质研究所、西北大学地质系等单位先后长期研究秦岭群、宽坪群、陶湾群、西乡群及华北地台南缘和小秦岭地区的中上元古界。区调队从秦岭群和宽坪群中解体,分别建立了丹凤群和斜峪关群。证明北秦岭在早古生代发育有岛弧蛇绿岩建造;大面积分布汉南岩体周围的西乡群为扬子板块北缘岛弧环境的产物;洛南—华县公路元古界剖面顶底面清晰、化石丰富,是我国南北方上前寒武系对比衔接的重要剖面,被省政府列为省级自然保护点。在古生界方面,省地矿局第二地质队在汉中、西乡、

宁强、紫阳等地寒武系底部首次发现大量小壳动物化石,计有 53 属 71 种,特别是汉中天台山原划泥盆纪的磷矿地层,张运芬发现了属于早寒武世或晚震旦世小壳化石,从而给确定略阳—勉县—汉中磷矿带长期争论的时代问题提供了新的依据;西安地矿所在紫阳县志留纪笔石相地层中确定下,中志留纪 18 个笔石带,其中萨克马尔弓笔石是世界上第 5 个发现点,据此建立的巴蕉口剖面可作为秦岭地区同时代地层的标准剖面;省地矿局区调队长期研究秦巴地区泥盆系,在秦岭中部凤县—旬阳地层小区划分 3 个统 9 个组,通过对比重新建立全区地层系统,分析了泥盆纪时期古地理环境和矿产分布规律。在中、新生界方面,石油和煤炭部门对陕北进行长期深入研究,使这一地区成为我国内陆盆地沉积的代表性地区之一;中国科学院古脊椎动物与古人类研究所、省地质博物馆在汉中盆地首次发现新第三纪地层及大量古脊椎动物化石,其中“汉江中国乳齿象”化石已复原装架展出,这在本省古脊椎动物研究上是一个重要突破;西北大学地质系在渭南—河下游发现早更新世哺乳动物群—沈河动物群,首次在洛南石门发现省内唯一出露的古新统;中科院古脊椎动物与古人类研究所等单位全面研究蓝田一带新生界,在公王岭和陈家窝子发现猿人头盖骨和下颌骨,古地磁年代分别为距今 75—80 万年和 65 万年,定名为“蓝田人”,这是继 1929 年发现周口店北京猿人头盖骨之后发现的另一种猿人的头盖骨,在人类进化学研究上具有重要价值;西北大学等对发现于大荔县段家乡的“大荔人”头骨化石进行研究,认为是生活在距今 15—20 万年的直立人向智人过渡的一种人类;陕西秦岭以北是黄土高原的主要组成部分,黄土厚 50—200 米,塬、梁、峁及各种奇特的黄土地形构成特殊的地貌景观,西北大学黄土与第四纪地质研究室通过近 20 年研究,对黄土地层划分、物质来源、古

气候变化、古生物与古文化及黄土成因等有独到见解,研究成果居世界先进水平。在此期间第一水文队于 1983 年完成了《东秦岭地区第四纪冰川与第四系研究报告》。

80 年代以来基础地质特别是地层学研究方面公开出版了《北秦岭变质地层》、《陕西秦巴地区泥盆系研究》、《华北地台南缘(陕西部分)晚前寒武纪地层研究》等专著。

二、矿物岩石研究

70 年代以来,省地矿局区调队、西安测试中心、第二地质队及国家建材局西北地质公司等单位先后在省内外发现新矿物 10 种,丰富了中国矿物种类。产于本省内的有钒酸铀铜矿、自然砷、钙钛矿、饼状独居石、虎睛石、兰西锰矿和绿纤石;产于省外的有铝坡缕石、硅灰石膏和水滑石。1985 年西安测试中心编著成《陕西矿物》一书,收录全省矿物 446 种。本省花岗岩、基性超基性岩及变质岩研究居国内较前行列,80 年代以来公开或内部出版的岩石专著主要有《秦巴花岗岩》、《陕西省花岗岩》、《陕西省变质地质图》、《陕西省矿石结构构造图册》、《扬子地块北缘中上元古界变质作用(陕西部分)》等。

三、地质构造研究

60 年代前,地质工作者多采用多旋回说研究本省大地构造,阐述秦岭地区基本构造特征,编制出不同比例尺的全省大地构造图。70 年代,地质力学得以普及,先后有国家地震局兰州地震大队、核工业部 203 所、西北大学地质系、西安地质矿产研究所、省煤田地勘公司、省地质局综合研究队、区调队及地质部第三石油普查大队等 10 余个单位,采用该观点研究全省或秦岭地区地质构造,编制图件。1978 年全国科学大会后,构造地质科学出现各种学派并相发展、百家争鸣的局面,取得多项重要成果,在找矿、地震分布及水文地质、工程地质方面得到广泛应用。

在目前 6 种大地构造学派中,本省以多旋回说、地质力学说、波浪状镶嵌构造说、板

块构造说应用较多。

多旋回说认为秦岭山脉是古生代以来在陆壳基础上分裂的再生地槽，经过多旋回发展，最终在三叠纪封闭的褶皱山系。

地质力学说在本省划分7种构造体系，认为它们的复合和联合控制了沉积盆地、火成岩和矿产的分布。先后有两份《陕西省1:50万构造体系图及说明书》成果问世。

波浪状镶嵌构造说为著名地质学家张伯声所创立，经过30年不断完善，在阐述地壳构造、矿产分布和地震活动规律等方面日益起到重要作用，已为国内外不少地质工作者所接受。其主要成果有《地壳波浪状镶嵌构造及其应用》(1979)、《中国地壳的波浪状镶嵌构造》(1980)、《张伯声地质文集》(1984)、《地壳波浪与镶嵌构造研究》(第一、二集)等。该学说认为地壳是由一系列大小不等、级级相套的地块被夹持在其间的活动带镶嵌而成，活动带与相邻地块间不停地作波浪运动。陕西处于古地中海波系的秦岭—大别波峰带与外太平洋波系的四川波谷带、龙门波峰带、鄂尔多斯波谷带斜向交织部位，秦岭处于波峰套合区，陕北处于波谷套合区，因而它们的地壳稳定程度有较大差异。镶嵌构造的等间距性决定了矿产的等间距分布，给普查找矿指出了方向。认为关中处于北西向秦岭波峰带与北东向龙门波峰带交汇处，因而地震活动频繁，据历史资料分析，强震周期约700年左右，强震只有在这两个波峰带同时活动时才有可能发生。

板块构造说是60年代兴起的全球构造学说，70年代初，著名地质学家李春昱首先向本省地学界介绍这一学说，率先研究秦岭及祁连山的构造发展史，认为秦岭是古生代以来多次板块俯冲形成的褶皱带。近年来，王鸿祯提出以山阳断层为界，秦岭南、北分别属于华北和扬子二板块边缘，板块碰撞对接发生在印支期；许志琴、卢一伦等以山链观点研究秦岭地壳变形，认为秦岭存在有大推

覆、大平移、大滑脱构造。以丹凤断层为界将秦岭分为北部古生代褶皱带和南部华力西—印支褶皱带。北部在早古生代时为一向北俯冲的大洋盆地的闭合，泥盆纪时板块碰撞，随之产生一系列推覆构造和走向平移断层；南部在印支期由于扬子板块向北俯冲，发生大规模的滑脱构造和浅部地壳变形。1983年，尚瑞钧提出川陕圆形地块联合旋扭构造模式，认为双圆形相对旋扭运动所产生的构造三角区对金属矿产形成和地震活动有控制作用。近年来，深部构造研究受到重视，省地矿局物化探队、综合研究队利用航磁和区域重力资料进行数学处理，计算陕西莫霍面深度，探讨古板块骨架及前寒武系基底的起伏变化，对分析本省壳层构造有一定意义。

四、矿产研究

建国后，地质工作者结合勘查实践，对矿产资源分布规律和找矿方向进行长期研究，基本查清了本省特色矿种、藏量及其地理分布。70年代前后，研究工作偏重于铁、铜矿产，省地质局各地质队及西安地矿所等单位陆续完成《陕西省铁、铜矿汇编及分布图》、《陕西省铁矿成因类型及找矿方向研究》、《眉户地区铜矿研究》、《陕西省铁矿分布与找矿远景图(1:50万)及说明书》、《陕西省铜矿分布与找矿远景图(1:50万)及说明书》、《勉略宁一带铁铜矿找矿方向》、《陕南构造体系与侵入岩有关铁铜铅矿分布规律与找矿远景》、《陕西省铁、铜、硫、磷矿分布与找矿远景》等多项成果。1979—1981年省地质局在总结研究以往资料的基础上，开展18个矿种的成矿区划工作，经过汇总，划分了24个成矿区和43个找矿远景区，在远景区内部署第二轮矿产普查。1985年开始，省地矿局总结省内典型大型矿床的控矿条件和找矿标志，用以指导新一轮矿产普查。

80年代，研究重点转向能源、有色金属、贵金属及新型非金属矿产资源，效果显著。省地矿局、省煤田地勘公司、地矿部第三石油

普查大队等通过研究,基本查明陕北侏罗系煤田聚煤规律和分布特征及煤成气的生储盖条件和蕴藏远景,为神府煤田开发提供了可靠依据,并在吴堡打出工业气井。长庆石油勘探局和地矿部第三石油普查大队对榆林、子洲一带天然气进行勘查,初步探明的天然气量仅次于四川省,特别是靖边—榆林天然气新发现为巨型气田,从而使本省在全国有“气老二”之称。西北有色地勘公司在凤县、太白铅锌矿田探明多处大、中型矿床,矿带西延进入甘肃,长数百公里,是我国未来重要的有色金属基地;认为它们是古生代海底火山喷流成因层控矿床。

金矿地质研究取得丰富成果,省地矿局第二、三、六、七地质队和综合研究队相继完成勉略地区、安康北部、小秦岭、山柞甸地区及典型金矿床(如双王)的研究,进行了金矿资源总量预测。在小秦岭地区建立了评价金矿脉的13条标志,筛选出有价值的矿脉29条进行工作。同时应用数学地质方法建立找金标志模型和矿化富集模型,对潜在资源量作出预测,为在老矿床周围找矿提供了依据。太白双王低品位金矿利用研究取得重大突破,平均品位1.92克/吨的万吨金矿石经氰化物堆淋32天,金浸出率达66.15%,这一新的堆浸工艺达到国内领先水平,对同类型矿床的开发利用有重要指导意义。1990年完成的《秦巴金矿成因类型及富集规律找矿方向研究》是地矿部的秦巴攻关项目,涉及陕、甘、川、豫、鄂5省,对秦巴岩金和砂金进行了系统研究,其成果以《秦巴金矿地质》专著公开出版。国家攻关项目《东秦岭微细金成矿条件研究》也公开出版。

非金属矿产方面,省地矿局、国家建材局西北地质公司等单位开展了大量勘查工作,找到数十处石灰岩、大理岩、花岗岩、石墨、重晶石、粘土、玉石等矿产地。新型节能陶瓷原料和膨润土应用研究取得较好的经济效益,其中凤县透辉石、洛南透闪石和绢

英岩及太白双王钠长石制陶可行性研究已成功,批量生产陶瓷制品,填补了省内空白。以洋县、西乡膨润土为原料研制的防水建筑涂料已获国家专利,产品已打入建筑市场。此外,高岭土造纸涂料和制陶研究、海泡石制低度白酒澄清剂、新型硅酸盐岩棉及麦饭石应用研究,均获成功(详见第九章)。

1990年省地矿局完成的《陕西省区域矿产总结》,对全省各类矿产的分布、类型、成矿规律作了全面的阐述,并附有最新的陕西省1:50万金属及非金属矿产图,是省内目前最为完整的一份区域矿产成果。

近年来,为省政府掌握本省矿产资源开发利用现状,制定经济发展长远规划提供依据,省地矿局完成了全省有色金属、非金属矿产中期利用可能性、陕西矿产资源开发需求及汉中、凤太、小秦岭、山柞镇甸4个矿产资源集中区的开发利用等项调查研究,通过调查全省318个工厂、1433个矿山(采矿场),掌握了51种矿物原料的产销和利用状况,提出了合理开发全省矿产资源的建议,受到省政府重视。

五、水文地质工程地质研究

水文地质工程地质研究多与勘查工作同时进行。建国之初主要是对铁路沿线(如宝成线)、西安市进行工程地质勘查与研究。省地质局60年代对关中和陕北黄土高原地区开展了研究工作,如对宝鸡峡引渭工程地质条件、陕北黄土地区水土流失规律及防治措施、西安市地下水资源研究等;在70年代编制了《陕西省1:50万水文地质图》、《陕西省关中盆地1:20万水文地质图系》,这两份成果对全省地下水资源的开发利用起到了指导作用。省地质局70年代还对西安地下热水、铜川基岩裂隙水赋存规律及资源进行了评价和研究,对石川河地下水库试验工程水文地质的研究,提出了石川河口为一滞水地带起到人工坝的阻水作用,不急于修建耗资巨大的地下坝,而应开展回灌试验。这一研

究成果引起了专家们的重视并开展了有益的讨论。

进入 80 年代和 90 年代初,省地矿局除继续进行水文地质、工程地质研究外,又开展了环境地质(包括灾害地质)的研究;对西安市的环境地质问题设立了专题,开展了西安地区地壳稳定性、地裂缝及地面沉降的研究,编制了有关图件,为城市建设规划和地质灾害防治提供了基础资料和建设性意见。还对陕西省水文地质和工程地质进行了远景区划,编写了陕西省和黄土高原区地下水资源评价研究报告,编制了黄河流域、秦巴山区地下水资源地质图;开展了永寿、定边和关中地区地方病(大骨节病)和高氟地下水关系和关中供水水源地、主要城市地下水资源、水质和污染等环境地质问题的研究,以及旅游地质资源(如柞水岩溶、太白山、华山、翠华山、终南山等地)的调研;对渭北岩溶地下水和渭北煤田的澄合矿区水文地质进行了调查。特别是渭北黄土旱塬地下水资源及开发利用研究是在陕西省科学技术委员会和陕西省地矿局的共同领导下进行的(设立了洛川、乾县、武功、富平、礼泉及区域研究等 8 个专题),基本查明了渭北黄土台塬地下水的分布规律、天然资源量和可开采量,提出了综合利用的意见;对黄河中游区域工程地质和三门峡水库工程地质的研究卓有成效,并已有专著出版。

六、地球物理地球化学研究

运用地球物理和地球化学方法进行地质勘查和研究(简称物化探)是地质找矿工作中强有力的技术方法手段。这项工作陕西省始于 50 年代,当时主要是在面上或配合矿

区从事勘查与研究,在区域地质测量过程中同时进行 1:20 万金属量(土壤)测量和溪流重砂取样,顺便放射性普查。根据取得的数据分析研究,圈定出有益元素异常,进而在异常区找矿。60—70 年代随着全省航空磁测的开展,取得了大量资料,为进行地面磁测和研究打下了基础。石油物探对陕北和关中的综合性研究,均取得大量成果,对关中基底构造和表层构造进行了划分,测出了一些深部隐伏断裂。地质部第二物探大队在省内首创井中三分量磁测。陕西省地质局开展了本省航磁异常分布特征及地质背景的分析研究,对异常进行了分类,指出了异常找矿远景区,编制了 1:50 万航磁异常分布图;编写了航磁异常查证手册和化探工作手册;编制了 1:50 万陕西南部重砂异常图。80 年代物化探研究工作进入高潮,陕西省地矿局编制了 1:50 万全省航磁(ΔT)等值线图及说明书,区域地球物理(磁、重)场特征及找矿远景研究、秦巴地区化探异常分布图及说明书。西北有色地勘公司也开展了区域化探编图及成矿预测研究。陕西地矿局物化探队在 1:20 万区域化探扫面时,开展了数据处理成图方法程序试验(石泉幅),取得明显成效,根据 28 个元素组合划分出地球化学区,圈出了异常和找矿预测区。80 年代和 90 年代初陕西省地矿局物化探队全面开展重、磁及化探的研究,取得了重要进展。尤其是“七五”期间,地矿部组织对秦巴地区开展区域地球物理、地球化学的研究,对了解深部构造与成矿又更加深入一步。物化探科研成果在地质找矿和其它领域的作用越来越引起人们的重视,具有广阔的前景。

第三节 物探技术

一、测地技术

70 年代后期,省地质局物化探队着手“航测技术敷设物化探测网”研究,过去大比

例尺物化探工作是利用经纬仪实地确定测网,效率低,劳动强度大。后采用视差测图仪在航空照片上穿刺测点,实地判读定点,从

而取代了人工测地工作。省地质局综合研究队应用激光测距技术解决大、中比例尺重力详查测网敷设问题,较常规方法提高效率两倍以上。为解决中、小比例尺重力测量中繁重的野外测地问题,该队研究成功数据处理成图自动化工艺,即先在航片上进行全野外布点,再通过电子计算机得出各测点的平面坐标、高程及各种改正值等测地数据并自动成图,1981—1983年经在吉林和内蒙古野外队试验,证明精度达到规范要求,这一工艺居国内同行业先进水平。

二、仪器研制

1974—1976年地矿部第二综合物探大队进行钻井中三分量磁测研究,试制成功小口径井中三分量磁力仪,解决了金刚石钻进磁测井问题,为省内首创。1979年省煤田地勘公司研制成声速测井仪,利用岩石对声波传播速度的不同,来区分地下煤层的深度和厚度。1983年省地矿局科技处研制成功国内先进第二代激电仪—长曲线激发极化仪,采用可关断可控硅接点采样技术,在野外条件下进行延时始于100微秒至10秒的记忆式宽时域观测,与国外专用仪器相比,可获得

宝贵的微秒级测量早期资料。这一仪器既可用于寻找地下水和地热资源,又能区分矿与非矿激电异常。

三、方法试验

1983年西安地质学院研究成功具有实用价值的地震勘探弯曲测线方法。地震勘探一般要求直线观测,但当遇到高山、河网、村镇等障碍物时,往往无法进行。这一成果采用弯线多次叠加技术,既避开了障碍物,又保证了观测质量,获得地矿部科技成果二等奖。

省地矿局综合研究队在重、磁资料整理中,提出位场由曲面化到水平面的一种新方法—带修改边值的有限差分法。一般磁法勘探的理论计算需将起伏地形上的异常换算到同一水平面上,即进行地形改正。这一方法根据有限差分原理,通过计算机依次迭代修改边值,最终达到曲化平的结果。该方法在各种地形条件下均可使用,对区分矿与非矿异常也有明显效果。近年来,该队还采用物探及航空遥感技术探测先秦古墓遗址和墓室结构,在周原和雍城遗址发掘中发挥了重要作用。

第四节 航空遥感技术

一、航卫片解译

始于1956年,当时1:20万区调普遍使用1:5万—1:7万比例尺黑白航空照片,进行目视地质解译和野外定点。1978—1980年,省地质局区调队在大荆、黑龙口幅1:5万区调中进行航空地质方法试点,采用1:2万黑白照片填图,与常规方法比较,工作周期缩短1年半,节约资金10万元。80年代以来,许多单位利用美国地球资源卫星所摄多波段图像进行地质解译和编图,取得较好效果。西安地矿所完成秦岭地区线性和环形构造解译,分析了这些构造与矿产分布和地震活动的关系。西北有色地勘公司完成《中国

重点金属矿区卫星像片地质判译图册》。省地矿局综合研究队编制成全省1:50万卫星像片断裂构造、环状构造解译图,还通过收集全省5万余张航卫照片,用光学相干掩模法和实测地面波谱等图像处理方法,突出显示植被、土壤及隐伏构造,编制成《陕西省航卫像片典型地质影象图册》及陕西省地貌图、土壤分布图、植被类型分区图等;1987年,该队与第六地质队合作完成小秦岭遥感找金试验,发现含金蚀变带20多条,这是近年来地质行业应用遥感技术找矿的突破性进展。

二、轻型飞机试验

过去小面积航测工作由大型民航飞机完

成,工作周期较长,耗资较高。70年代,省地质局科技处提出研制遥控飞机用于航测和航磁工作的设想,得到省科委支持,设立了研究课题。1980年,省地质局综合研究队与西北工业大学合作,采用小型无人驾驶飞机(航空靶机)作为运载工具,机重分别为62和130公斤,时速220和160公里,最低飞行高度80米,机上载有自动驾驶仪,在地面定位导航装置引导下作定高定向飞行。若安置铯光泵磁力仪探头或高空摄影机,可分别进行航空磁测,航空摄影及航空遥感。其中轻型飞机航线定位与控制导航是技术关键,他们经过反复研究,采用人工光学跟踪、激光测距及球形坐标系解译等方法,绘制出飞机航迹图,经检验,平行测线飞行定位度为士

30米,达到万分之一航靖边县杨家渠乡利用遥控飞机摄影进行水土流失定量分析试验,将所摄像片与6年前航片对比,以仪器求出各监测点上冲沟高差的变化值,得出黄土冲沟的侵蚀模数和侵蚀强度,为水土流失监控提供了快速有效的新途径。1987年,省地矿局测绘队对海燕动力滑翔机和国产航摄影改装,制成航摄影自动置平装置,在临潼、户县等地进行大、中比例尺航空遥感试验,所摄影红外航片对城市地质和城市环境研究有重要参考价值,与常规方法比较,作业效率高,费用仅为大型飞机的一半;这一成果填补了国内应用轻型飞机进行小面积大比例尺摄影方面的空白;1992年又完成了轻型飞机在山区开展1:5万航空磁测论证性研究。

第五节 探矿工程技术

一、金刚石小口径钻进

60年代前,岩心钻探主要采用大口径(钻头直径91—150毫米)硬质合金或铁砂钻进,由于口径大且钻杆与孔壁间环状间隙大,易发生事故,所以钻进效率低。70年代以金刚石为研磨材料,钻头直径在76毫米以下的小口径钻进技术在探矿工作中逐步普及,80年代基本实现“小口径化”。1977年,省地质局综合研究队等单位陆续研制成电镀法制造人造金刚石单晶孕镶钻头技术,并在各地质队推广,金刚石钻头可在野外现场加工。金刚石小口径钻进技术由于钻头硬度大,寿命长(一般单只可钻进数百米,最高达1034米),口径小,井内环状间隙小,因而能够提高钻进效率和岩心采取率,减少事故发生。在此基础上,近年来又推广绳索取心技术,即在不提升钻具的情况下,用钢丝绳从钻杆内将装有岩心的内岩心管取出,从而进一步增加了纯钻时间,减轻了工人的劳动强度,省地矿部门在金属矿和煤矿勘查中已普遍采用,一般可提高钻进效率30—40%。为在复

杂地层中顺利钻进,保护井壁,省地矿局还普遍推广低固相泥浆和塑料护孔技术,即向泥浆中加入聚丙烯酰胺等高分子有机物质作为絮凝剂,或采用脲醛树脂、氰凝浆液等进行堵漏,都收到良好的效果。1987年省地矿局综合研究队与省化工研究所共同研制成功一种新型钻孔冲洗液处理剂—WHP乳液(无固相冲洗液),经在府谷等3个矿区试验,证明对保护孔壁和提高钻进效率有显著作用,与其它冲洗液比较,效率提高30%以上,单位成本降低35%左右。

二、钻井仪表与地质专用车

1978—1982年,西北有色地勘公司物探队、省地质局综合研究队、省煤田公司139地质队等先后研制成功一批小口径测斜仪器和钻进参数测试仪表,有WF—I型五分量磁测井仪、JXG—I型感光测斜仪、SZT型钻进参数仪及8参数测试仪表等,可测定立轴转速、钻压、泵压等参数,便于科学地选择钻进规程,减少井内事故,提高效率,这些仪表已批量生产。地矿部探矿工艺研究所与省地矿局西

安探矿机械厂合作,研制成 DNX—I 型泥浆测试箱、DNZ—I 型泥饼粘滞系数测定仪、DNR—I 型泥浆润滑系数测定仪等仪器,达到国外同类型仪器 80 年代水平。仪表测制采用国际标准,所测数据可用于国际对比和交流。该厂自 1979 年开始研制改装地质专用车辆,现已研制出 27 个品种,年改装能力 200 辆,主要有地质调查车、唐都牌客车、野外运输车、野外冷藏车等。这些专用车既可供野外作业使用,又可提供野外食宿和食品贮藏,具有较大的爬坡和涉水能力,可在状况

不佳的路面上行驶,受到野外地质工作者欢迎。

三、坑探设备与工艺

省地矿等部门在机掘坑探中使用电瓶车、自动道岔、双机液压凿岩台车及装岩机等设备,提高了掘进效率。此外,省地矿局地质三队在软弱岩石坑道掘进中采用浅部注浆加固工艺,地质六队等在小断面独头坑道中采用单机抽出式通风工艺,通风长度 1410 米,居国内先进水平。

第六节 实验测试技术

一、矿石综合利用研究

本省一些重要矿床含多种有用组分,为了综合回收,地质部门开展了选矿工艺研究。省地矿局西安测试中心对洛南黄龙铺矿区矿石采用浮选法分离钼铅,获得合格的钼精矿后,再用氧化钙焙烧、稀硫酸浸出、离子交换等新工艺使钼铀分离,获得铀精矿,铀的总回收率达 91%,该成果提高了黄龙铺矿床的经济价值,获省科技成果二等奖。60 年代以来,该单位对本省 10 余个低品位磷矿进行选矿和烧结磷肥试验,采用煅烧消化和焙烧浮选新工艺,使精矿中五氧化二磷含量提高到 28% 以上,回收率 80% 以上,居国内先进水平。此外还采用细菌氧化黄铁矿产生硫酸浸出锰的工艺,使磷锰分离,以解决汉中天台山矿区微细锰的利用问题。西北冶金地质研究所对柞水大西沟菱铁矿采用 3 种流程处理,获得含铁 44% 以上的精矿;对华县金堆城钼矿采用浮选工艺综合回收铜,得到含铜 16% 的铜精矿,为这两个重要矿床的矿山建设提供了依据。

二、定量分析技术

过去测定岩矿中元素含量多用半定量方法,灵敏度低,重现性差。70 年代中期后,随着寻找隐伏矿和开展区域地球化学勘查,对

元素测定提出高灵敏度、高准确度的要求。本省地矿、有色等部门以较大力量投入仪器、方法和质量监控方面的攻关研究,取得显著成绩,使本省岩矿定量分析技术进入国内先进水平。1979 年,地质部西安地矿所、省地质局西安测试中心等 17 个单位共同完成铬铁矿和超基性岩标准样品研制及测试方法研究,制成 4 个标样,提出 23 个项目的最佳测定值,已提供国内外 160 多个单位使用,并作为中国外贸部门进口铬矿的商检标样。同年,西北有色地勘公司物探队研制成测砷仪,在地矿、冶金、环保等分析中有较大的实用价值。70 年代,地质部西安地矿所在省内首次将电感耦合高频等离子光源应用于光谱分析,提高了灵敏度。

1980 年,辽宁、陕西、甘肃地质局实验室合作研制成 AFS—I 型原子荧光分析仪,主要部件氢化物发生器系自行设计,能自动控制操作程序,在开发原子荧光分析上发挥了重要作用。与此同时,西北有色地质研究所研制成溴化物无电极灯,解决了国外碘化物无电极灯的光谱干扰问题;接着制成氢化物无色散原子荧光分析仪,其关键部件——光源和原子化器系首创,可定量测定砷、锑、铋、汞、锡等元素,已用于岩石、土壤中微

量元素定量测定,满足了地球化学勘查的需要。1982年,该所与地矿部物探研究所合作研制成国内第一台双道原子荧光分析仪,已批量生产。1978年,地质部系统西安、兰州、沈阳、江苏、武汉等5所实验室协作开展地质部重点攻关项目——区域化探样品分析方法研究,经70多名科技人员两年多辛勤努

力,采用多种测试手段提出30多种元素的最佳测定方案,研制出用于分析质量监控的Ⅱ级标样。这项成果获地矿部科技成果一等奖,对推动中国1:20万区域化探扫面起到重要作用,并在地质找矿、土壤调查及国土整治等方面有着重要的应用价值。

第七节 获奖科技成果

据不完全统计,至1990年本省地勘行业获奖科技成果202项,其中获全国和省科学

大会奖及省部级二等以上奖励的79项,获省部级三、四等奖励的123项(见表7)。

陕西省地勘行业获奖科技成果简表

表7

序号	成果名称	完成单位和主要人员	完成时间	科技水平	何时获何种奖励
1	1:100万西安幅综合地质图件	西北大学地质系、西安地矿所、陕西省地质局高焕章、李世和等	1964	国内先进	1978年全国科学大会奖
2	西北黄土研究	西北大学王永焱	1966	同上	同上
3	秦岭地区28个1:20万地质图、矿产图和说明书	陕西省地质局区测队	1967	同上	1977年省科学大会奖
4	中华人民共和国地质矿产图集1:200万陕西省地质图和矿产图	西安地矿所、陕西省地质局任海波、王六合、田玉莹等	1973	同上	总项目1978年获全国科学大会奖
5	1:50万秦岭地质图,金属及非金属矿产图	陕西省地质局区测队卢一伦、李世和、刘世仰、李宝琴等	1973	同上	1977年省科学大会奖
6	延安地区城市供水水文地质工作成果	陕西省地质局第一水文队	1973	省内先进	同上
7	西安地区地下热水初步研究	陕西省地质局第一水文队谢大初等	1974	国内先进	1978年全国科学大会奖
8	井中三分量磁测	地质部第二综合物探大队黄衡远、刘天成等	1974	省内首创	同上
9	铜川地区城市供水基岩裂隙水赋存规律及资源评价	陕西省地质局第二水文队	1974	省内先进	1977年省科学大会奖
10	地形测量示差表	陕西省地质局测绘队	1974	国内先进	同上
11	视距计算表	陕西省地质局测绘队等	1974	同上	同上
12	山区铁路工程地质	陕西省地质局第二水文队刘广润等	1975	同上	1978年全国科学大会奖

续表 7

序号	成果名称	完成单位和主要人员	完成时间	科技水平	何时获何种奖励
13	秦岭及祁连山构造发展史	西安地矿所李春昱等	1975	国内先进	1977年省科学大会奖
14	黄河中游地区黄土水文地质问题	陕、甘、宁、青、豫5省(区)地质局	1976	同上	1978年全国科学大会奖
15	陕西省构造体系图(1:50万)	陕西省地质局阎廉泉等	1976	同上	1977年省科学大会奖
16	大巴山西段西乡地区大隆组的发现	西安地质学院成汉钧等	1976	重要发现	同上
17	不透明矿物晶体光学	陕西省地质局区测队王曙	1976	国内先进	同上
18	钒钼铜矿物学及晶体结构	陕西省地质局实验室、地质科学院地质所何瑞林等	1976	重要发现	同上
19	西北地区古生物图册·陕甘宁分册	西安地矿所	1977	国内先进	1978年全国科学大会奖
20	西安地区城市供水水文地质工作成果	陕西省地质局第一水文队	1977	省内先进	同上
21	西北地区区域地层表·陕西省分册	陕西省地质局区测队、地质部第三石油普查勘探大队马润华、李龙云等	1977	同上	1977年省科学大会奖
22	关中盆地水文地质图系	陕西省地质局第一水文队张茂增、徐继刚等	1977	同上	同上
23	高频等离子光源在光谱分析中的应用	西安地矿所陈隆懋等	1977	省内首创	同上
24	电镀法制造人造金刚石单晶孕镶钻头	陕西省地质局综合研究队、临潼东风电热元件厂	1977	同上	同上
25	中国地壳的镶嵌构造和波浪运动	西北大学张伯声等	1978	国内先进	1978年全国科学大会奖
26	地质力学在煤田预测中的应用	西安矿业学院黄克兴等	1978	同上	同上

续表 7

序号	成果名称	完成单位和主要人员	完成时间	科技水平	何时获何种奖励
27	陕西紫阳弓笔石的发现	西安矿业学院邓宝	1978	重要发现	1978年省科技成果一等奖
28	洛南黄龙铺铝矿选冶和综合利用研究	陕西省地质局实验室、陕西师范大学惠来善、杨子超等	1978	省内先进	1979年省科技成果二等奖
29	航测技术在物化探测量中的应用	陕西省地质局物化探队毛秋阳等	1978	同上	1981年省科技成果三等奖
30	地壳波浪状镶嵌构造及其应用	西北大学张伯声等	1979	国内先进	1979年省科技成果一等奖
31	陕西渭南早更新世哺乳动物群及其层位	西北大学薛祥煦	1979	重要发现	同上
32	非色散原子荧光计(测砷仪)	西北有色地勘公司物探队何幼雪、夏璐秀	1979	国内先进	1980年省科技成果一等奖
33	铬铁矿和超基性岩标准样品研制及测试方法	西安地矿所、省地质局西安测试中心等17个单位	1979	国际先进	1985年地矿部科技成果一等奖
34	中国煤田预测	西安矿业学院赵德政、黄克兴、阎文英、梁超耀	1979	国内先进	1983年煤炭部科技进步特等奖
35	陕西震旦纪地层研究	西北大学翦万筹等	1979	重要进展	1979年省科技成果二等奖
36	华北南部前震旦系研究	西北大学张国伟等	1979	同上	同上
37	南郑梁山早寒武世三叶虫	西北大学陈润业	1979	同上	同上
38	催化极谱法测定铍	陕西省地质局西安测试中心张霞云、于树芬	1979	省内先进	同上
39	航测技术确定物探测点高程和平面坐标研究	陕西省地质局综合研究队、地质部勘探设计院辛俊民、刘文锦等	1979	重要进展	1981年省科技成果三等奖
40	氢化物无色散原子荧光分析仪	西北有色地质研究所郭小伟等	1979	同上	同上

续表 7

序号	成果名称	完成单位和主要人员	完成时间	科技水平	何时获何种奖励
41	溴化物系统无电极放电灯	西北有色地质研究所杨密云等	1979	重要进展	1981年省科技成果三等奖
42	1:50万陕西省航磁(△T)等值线平面图及说明书	陕西省地质局物化探队、地质部第二综合物探大队杨家驹、蒙长荣、邱永勤等	1979	同上	1985年地矿部科技成果三等奖
43	富平石川河地下水库试验工程水文地质研究	陕西省地质局第一水文队汪东云、刘秀娟、屈振林	1979	同上	同上
44	周至板房子—山阳桐木沟泥盆系沉积变质铁矿初步预测	西安地矿所、陕西省地质局八队、十三队、冶金714队	1979	同上	1985年地矿部科技成果四等奖
45	五分量磁测井仪	西北有色地勘公司物探队吴鲁圻	1979	同上	1980年冶金部科技成果四等奖
46	中国黄土图册	西北大学、中国地质科学院水文地质所王永焱、张宗祜	1980	国内先进	1983年国家教委科技进步一等奖
47	陕西大荔人头骨化石的发现与研究	西北大学王永焱等	1980	重要发现	1980年省科技成果一等奖
48	遥控飞机测网航路定位与控制导航	陕西省地质局综合研究队、西北工业大学906室刘秉华、张玉琢等	1980	国内首创	1981年省科技成果一等奖
49	萨克马尔谱系弓笔石的数学研究	西北大学霍世诚	1980	重要进展	1981年省科协二等奖
50	1:50万陕西省构造体系图	陕西省地质局区调队赵峰等	1980	国内先进	1985年地矿部科技成果二等奖
51	陕西省构造体系与地震分布规律研究	陕西省地质局方永安等	1980	同上	同上
52	陕南构造体系与侵入岩有关铁铜铅矿分布规律与成矿远景	陕西省地质局区调队陈家义等	1980	同上	同上

续表 7

序号	成果名称	完成单位和主要人员	完成时间	科技水平	何时获何种奖励
53	地质力学在水文地质工程地质方面的应用	西安地质学院刘国昌	1980	国内先进	1985年地矿部科技成果二等奖
54	重力测地资料处理和成图自动化	地质部第二综合物探大队任文朗、许殿德	1980	同上	同上
55	区域化探编图及成矿预测研究	西北有色地勘公司物探队宋国梁等	1980	重要进展	1980年冶金部科技成果三等奖
56	柞水大西沟菱铁矿半工业实验	西北有色地质研究所王焕臣等	1980	同上	1981年省科技成果三等奖
57	金堆城钼矿综合回收铜的工业试验研究	西北有色地质研究所马光荣等	1980	同上	同上
58	ZD175—78型化探样品自动粉碎机	陕西省地质局物化探队刘志清等	1980	同上	同上
59	1:50万陕西省地质图	陕西省地质局区调队、省煤田地勘公司贺水清等	1980	同上	1985年地矿部科技成果三等奖
60	陕西省秦巴地区基性超基性岩及有关矿产研究	西安地矿所、省地质局二队、七队巩志超、席星亮等	1980	同上	同上
61	橄榄石有序—无序的研究及其地质意义	西安地矿所徐培苍等	1980	同上	同上
62	电感耦合高频等离子体光谱分析	西安地矿所陈隆懋等	1980	同上	同上
63	遥控飞机摄影及无线电进入式导引试验	陕西省地质局测绘队胡文博、郭航等	1980	省内首创	同上
64	陕西省铁矿分布与找矿远景图及说明书(1:50万)	陕西省地质局区调队曹玉锁、鲜于开梅、徐怀艾等	1980	重要进展	1985年地矿部科技成果四等奖
65	陕西省铜矿分布与找矿远景图及说明书(1:50万)	陕西省地质局区调队陈书铭、余国贞等	1980	同上	同上
66	陕西省硫磷矿分布与找矿远景图及说明书	陕西省地质局区调队张兆廉等	1980	同上	同上

续表 7

序号	成果名称	完成单位和主要人员	完成时间	科技水平	何时获何种奖励
67	陕西洞河群划分及含矿性研究	陕西省地质局区调队杨应章、郭丕康等	1980	重要进展	1985年地矿部科技成果四等奖
68	眉户地区秦岭群变质火山岩铜矿富集规律	陕西省地质局八队李兴柱、汪照祥等	1980	同上	同上
69	勉略宁地区铁铜矿产成矿地质特征及找矿方向	陕西省地质局二队王明加、吴国兴等	1980	同上	同上
70	陕西小秦岭洛南石门石坡一带构造体系对中酸性小岩体控制作用	陕西省地质局综合队张保增、叶兴龙、李瑞贞等	1981	同上	同上
71	秦岭线性构造环形构造及其与矿产、地震分布关系研究	西安地矿所陈硕彦等	1980	同上	同上
72	区域化探样品分析方法研究	陕西、甘肃、辽宁、湖北、江苏省地质局实验室	1981	国际先进	1985年地矿部科技成果一等奖、国家科技进步三等奖
73	螺旋笔石形态特征、亲缘关系及其地层意义	西安矿业学院邓宝	1981	国内先进	1983年煤炭部科技进步一等奖
74	铁矿石化学物相分析方法	西北有色地质研究所等10单位龚美菱、唐肖玖、黄宝贵等	1981	国内首创	1982年冶金部科技成果二等奖
75	大比例尺航测成图试验研究	陕西、湖北等6省地质局测绘队，陕西杨永安	1981	国内先进	1985年地矿部科技成果二等奖
76	陕西胶磷矿选矿及烧结磷肥试验	陕西省地质局西安测试中心王存志、许平波等	1981	同上	同上
77	西安市地下水污染及水源保护研究	陕西省地质局第一水文队董发开等	1981	重要进展	1985年地矿部科技成果三等奖
78	位场由曲面化到水平面的一种方法—带修改边值有限差分法	陕西省地质局综合研究队周绵远等	1981	同上	同上
79	SZT型钻探参数仪研制	陕西省地质局综合队刘学家、王淑琴等	1981	同上	同上
80	商南松树沟超镁铁质岩体地质特征及其成因	西安地质学院安三元等	1981	同上	1985年地矿部科技成果四等奖

续表 7

序号	成果名称	完成单位和主要人员	完成时间	科技水平	何时获何种奖励
81	剧动式坡基滑坡的功能均衡与超稳性	西安地质学院胡广韬	1981	重要进展	1985年地矿部科技成果四等奖
82	周至板房子富铁矿成矿条件研究	陕西省地质局综合队赵树肃等	1981	同上	同上
83	陕西省区域地球物理(磁、重)场特征及找矿远景研究	陕西省地质局物化探队刘士宏等	1982	同上	同上
84	黄土与第四纪地质	西北大学王永焱等	1982	国内先进	1982年国家教委科技进步一等奖
85	陕西省有色金属贵金属及非金属矿产资源中期利用可能性调查	陕西省地质局董映碧、王化文等	1982	同上	1985年地矿部科技成果二等奖
86	府谷县城供水水文地质勘察成果	基建工程兵 00928 部队武印同、刘宗然等	1982	省内先进	同上
87	煤田测井方法与数字处理	西安矿业学院黄作华	1982	国内先进	1986年省科技成果二等奖
88	WYD-2型双道原子荧光分析仪	西北有色地质研究所、地矿部物探研究所郭小伟、张锦茂等	1982	同上	1988年地矿部科技成果二等奖
89	鄂尔多斯盆地北部晚古生代岩相古地理	地矿部第三石油普查勘探大队黄舜兴等	1982	重要进展	1985年地矿部科技成果三等奖
90	秦岭地区第四纪冰川地质研究	地矿部天津地矿所、省地质局第一水文队刘有民、王桂增等	1982	同上	同上
91	汉南西乡群划分及扬子北缘中晚元古代岛弧体系的建立	西安地质学院陶洪祥等	1982	同上	1985年地矿部科技成果四等奖
92	略阳白水江高岭石应用研究	建材西北地质公司郭奕清等	1982	同上	1984年国家建材局科技成果四等奖

续表 7

序号	成果名称	完成单位和主要人员	完成时间	科技水平	何时获何种奖励
93	陕西省矿产资源优势分析	陕西省地矿局董映碧、王化文等	1984	重要进展	1985年地矿部科技成果四等奖
94	陕西商洛地区北部主要金属矿产成矿条件和控矿因素研究	陕西省地质局十三队解振东、汪仁勇等	1982	同上	同上
95	洛南石坡—黄龙铺一带中酸性小岩体含矿性研究	陕西省地质局综合队薛祖雷等	1982	同上	同上
96	1:50万陕西省地质地理底图	陕西省地质局测绘队雷恒安、胡英模等	1982	同上	同上
97	地震勘探中的弯曲测线法	西安地质学院、成都地质学院朱光明、包吉山等	1983	国内先进	1985年地矿部科技成果二等奖
98	地壳波浪状镶嵌构造研究及在能源资源和地震方面的应用	西安地质学院张伯声、王战等	1983	同上	同上
99 102	渭北旱原地下水资源评价及开发利用研究(含洛川基点县、乾县东风、武功贞元、富平南社等4份成果)	陕西省地矿局第二、第一水文队王德潜、李葆元等	1983	同上	4份成果获1985年地矿部科技成果二等奖
103	黄河三门峡水库运用阶段工程地质问题研究	陕西省地矿局第二水文队瞿兴中、徐汝舟、戴英生等	1983	同上	1987年地矿部科技成果二等奖
104	黄河中游区域工程地质问题研究	陕西省地矿局第二水文队戴英生、朱钧、阎太白等	1983	同上	同上
105	中国重点金属成矿区卫星像片地质判译图册	西北有色地质研究所、天津地质所任桂荣等	1983	重要进展	1984年中国有色金属工业总公司科技成果三等奖
106	陕西秦巴地区泥盆系研究	陕西省地矿局区调队杜定汉等	1983	同上	1985年地矿部科技成果三等奖
107	汉中天台山含磷岩系中首次发现小壳动物化石	陕西省地矿局二队张运芬等	1983	同上	同上

续表 7

序号	成果名称	完成单位和主要人员	完成时间	科技水平	何时获何种奖励
108	1:200万陕西省变质地质图及说明书	陕西省地矿局区调队高洪学、谢茂祥等	1983	重要进展	1985年地矿部科技成果三等奖
109	秦岭铅锌汞锑成矿带远景区划	陕西、甘肃、青海省地矿局、陕西张思纯、陈如意、李书乐等	1983	同上	同上
110	陕西省航空卫星像片典型地质影像图册及解译	陕西省地矿局王友文、奥和会、邢天祥等	1983	同上	同上
111 114	渭北旱塬地下水资源评价及开发利用研究(含区域研究、富平县、乾县山区、乾县礼泉台塬等4份成果)	陕西省地矿局第一水文队李鸿林、洪乃静、代殿隆等	1983	同上	4份成果获1985年地矿部科技成果三等奖
115	陕西省1:50万水文地质远景区划图及区划报告	陕西省地矿局第一水文队徐继刚、廖曾禧、周宗俊	1983	同上	1985年地矿部科技成果三等奖
116	陕西省地下水资源评价报告	陕西省地矿局第一水文队罗宗明、梁金华、刘秀娟	1983	同上	同上
117	1:50万陕西省秦巴地区综合水文地质图及说明书	陕西省地矿局第一、第二水文队许仁朝、王金牛等	1983	同上	同上
118	长曲线激发极化仪	陕西省地矿局刘显耀、刘艾堂	1983	省内先进	同上
119	电弧蒸发回收装置	地矿部第二综合物探大队杨泗麟等	1983	同上	同上
120	陕西黄土工程地质性质研究	陕西省地矿局第二水文队陈云、阎永定等	1983	重要进展	1988年地矿部科技成果三等奖
121	SDS8301型高压静电分离仪研制	陕西省地矿局西安测试中心黄芬娥、王金山	1983	省内先进	同上
122	西乡河西地区早寒武世早期小壳化石的发现及其意义	陕西省地矿局二队李中平、陶崇英等	1983	重要发现	1985年地矿部科技成果四等奖

续表 7

序号	成果名称	完成单位和主要人员	完成时间	科技水平	何时获何种奖励
123	镇巴发现晚奥陶世涧草沟组、五峰组标准化石	陕西省地矿局二队	1983	重要发现	1985年地矿部科技成果四等
124	陕西小秦岭钼矿成矿规律及找矿方向研究	西北有色地质研究所黄健军等	1983	重要进展	1987年中国有色金属工业总公司科技进步四等奖
125	1:20万区域化探(石泉幅)资料整理、数据处理、成图方法程序试验研究	陕西省地矿局物化探队邹显权、杨柯、程振毅等	1984	同上	1985年地矿部科技成果三等奖
126	渭北煤田澄合矿山水文地质调查及渭北岩溶水赋存规律与综合利用	陕西省地矿局张治平、刘文斋等	1984	同上	同上
127	宁强二里坝—勉县方家坝多金属矿成矿条件及控矿因素研究	陕西省地矿局二队吴国兴、唐海清等	1984	同上	1986年地矿部科技成果三等奖
128	宁强宽川铺震旦系、寒武系界线研究	陕西省地矿局二队骆凤恒、张运芬等	1984	同上	同上
129	利用遥控飞机摄影进行水土流失定量分析试验	地矿部水文地质所、陕西省地矿局综合队张宗祐、刘锦辉、陆云飞等	1984	省内先进	1986年省科技进步三等奖、1987年地矿部科技成果三等奖
130	鄂尔多斯地区下古生界石油普查选区评价	地矿部第三石油普查勘探大队陈万川等	1984	重要进展	1987年地矿部科技成果三等奖
131	陕西矿物	陕西省地矿局西安测试中心叶芳、曹恩魁、雷宗荣等	1984	同上	同上
132	陕西省矿石结构构造图册	陕西省地矿局西安测试中心张文宣、金钰铭	1984	同上	同上
133	西安市地下水质量及地下水污染数学模型	陕西省地矿局第一水文队、山东大学数学系、孙纳正、董发开、梁文康等	1984	国内先进	1988年地矿部科技成果三等奖
134	永寿县大骨节病区环境水文地质因素与换水防病研究	陕西省地矿局第一水文队黄克贤、畅克谋、肖平新等	1984	重要进展	1989年地矿部科技成果四等奖

续表 7

序号	成果名称	完成单位和主要人员	完成时间	科技水平	何时获何种奖励
135	洛南黄坪绢英岩应用研究	建材西北地质公司郭奕清等	1984	重要进展	1984年国家建材局科技成果四等奖
136	中国黄土的地层划分、物质来源及古气候变化	西北大学王永焱等	1985	国内先进	1986年省科技进步一等奖
137	中国南部寒武纪高肌虫	西北大学霍世诚等	1985	同上	1986年国家教委科技进步二等奖
138	鄂尔多斯盆地东部上古生界煤成气形成条件及远景评价	陕西省地矿局八队、山西地矿局215队翟永昌、李权等	1985	同上	1987年地矿部科技成果二等奖
139	鄂尔多斯盆地北部上古生界煤成气分布规律及远景评价	地矿部第三石油普查勘探大队黄舜兴、杨昌贵、谢秋元等	1985	同上	同上
140	区域重力数据库	地矿部计算中心、第二综合物探大队李东汉、刘立言等	1985	同上	同上
141	华北地台南缘(陕西部分)晚前寒武纪地层研究	陕西省地矿局区调队李钦仲、杨应章、贾金昌等	1985	重要进展	1985年地矿部科技成果三等奖
142	陕西省花岗岩	陕西省地矿局区调队严阵、孙家齐、张海军等	1985	同上	同上
143	岩石、土壤中微量元素定量分析方法研究	西北有色地质研究所郭小伟等	1985	同上	1985年冶金部科技成果三等奖
144	KDJ—1500型钻头研制	陕西省地矿局第二水文队张建军、武青海、刘文光等	1985	同上	1986年地矿部科技成果三等奖
145	独头长巷通风方法	陕西省地矿局六队、综合队、武汉地质学院温孝勤、袁定华、张国屏	1985	同上	同上
146	金堆城黄龙铺钼矿田地球化学异常模式研究	西北有色地勘公司物探队李遐昌等	1985	同上	1986年有色总公司科技进步三等奖

续表 7

序号	成果名称	完成单位和主要人员	完成时间	科技水平	何时获何种奖励
147	1:50万陕西省金属及非金属矿产图和说明书	陕西省地矿局综合队栾航、叶兴龙、李林等	1985	重要进展	1987年地矿部科技成果三等奖
148	陕西小秦岭金矿脉体评价标志及找矿方向研究	陕西省地矿局六队晁援、卫旭辰、徐克勇	1985	同上	1988年地矿部科技成果三等奖
149	陕西月河砂金矿控矿条件及富集规律研究	陕西省地矿局七队张德常、王康文、陈启光	1985	同上	同上
150	应用红外遥感对洛阳市进行区域环境研究	陕西省地矿局综合队邵访、袁万钟等	1985	同上	1986年地矿部科技成果四等奖
151	1:100万陕西省地质地理底图	陕西省地矿局测绘队胡英模、李冬莲、权月英等	1985	同上	同上
152	旬阳公馆汞锑矿床地质研究报告	陕西省地矿局第一地质队白洪生、朱经祥	1985	同上	1987年地矿部科技成果四等奖
153	陕西省地热能资源区划	陕西省地矿局第一水文队徐继刚、陶书华等	1985	同上	1988年地矿部科技成果四等奖
154	华北地块南部早前寒武纪地壳组成及演化	西北大学张国伟等	1986	国内先进	1986年国家教委科技进步二等奖
155	陕西省金矿资源总量预测	陕西省地矿局综合研究队、六队、三队徐士宏、于多武、何昌荣、李伯平、王永超等	1986	同上	1988年地矿部科技成果二等奖
156	东秦岭复合山链的形成演化及板块动力学	地质科学院地质所、陕西区调队、西安地矿所许志琴、卢一伦、汤耀庆等	1986	同上	同上
157	超基性岩标准物质中痕量元素分析定值	西安地矿所、甘肃省地矿局实验室、陕西省地矿局测试中心凌进中、沈慧君、陈永兴、王曼雪等	1986	同上	同上
158	太白山集锦(图册)	陕西省地矿局第一水文队方东汉、郑耀祖、郭溥海等	1986	重要进展	1986年地矿部科技成果三等奖

续表 7

序号	成果名称	完成单位和主要人员	完成时间	科技水平	何时获何种奖励
159	陕西省矿产资源开发需求调研报告	陕西省地矿局科技情报室 王振隆、姚鸥春、孙笃奋等	1986	重要进展	1986年省科技进步三等奖、1987年地矿部科技成果三等奖
160	WDJ 微机多功能颗粒计数器	陕西省地矿局八队涂福申、刘可英	1986	省内首创	1987年地矿部科技成果三等奖
161	坑道钻调研报告	陕西省地矿局综合队、六队姜存壁、冯口治等	1986	重要进展	同上
162	柞水岩溶旅游资源调查报告	陕西省地矿局第一水文队 郭溥海、高世亮、常八明等	1986	同上	1988年地矿部科技成果三等奖、陕西省科技进步三等奖
163	自升式砂矿钻探平台	陕西省地矿局二队崔育平、张乐民、黄全民等	1986	同上	同上
164	陕西省 1:50 万成矿远景区划成果汇总	陕西省地矿局综合队叶振宇、姬兆荣等	1986	同上	1987年地矿部科技成果四等奖
165	微机在探矿工程中应用调研	陕西省地矿局综合队姜存壁、樊冀安	1986	同上	同上
166	SYT—18 型双机液压凿岩台车改进	陕西省地矿局综合队袁定华、王景全	1986	同上	同上
167	陕西省铁矿资源总量预测	陕西省地矿局二队、综合队、物化探队张德邦、陶崇英等	1986	同上	1988年地矿部科技成果四等奖
168	陕西省铜矿资源总量预测	陕西省地矿局八队、二队、十三队秦沛、燕明鼎、曹瑞山等	1986	同上	同上
169	论多级冲程刷动式高速滑坡	西安地质学院胡广韬	1987	国内先进	1987年地矿部科技成果二等奖

续表 7

序号	成果名称	完成单位和主要人员	完成时间	科技水平	何时获何种奖励
170	陕西双王金矿床地质特征及其成因类型研究	陕西省地矿局三队、西安测试中心、武汉地院北京研究生院石准立、樊硕诚、张文宣等	1987	国内先进	1987年陕西省科技进步三等奖
171	陕西洋县—西乡膨润土矿床物质组成特征及其在建筑涂料中的应用研究	陕西省地矿局二队、西安冶金学院矿资系唐子林、陈代忠、周国华	1987	省内先进	1987年陕西省科技进步三等奖、1988年地矿部科技成果三等奖
172	应用轻型飞机进行大中比例尺航空遥感摄影试验研究	陕西省地矿局测绘队周祺宏、段毅、李阳贵	1987	重要进展	1988年地矿部科技成果三等奖
173	陕西岩石可钻性分级及复杂地层分类	陕西省地矿局综合队沈世雄、樊冀安、王景全	1987	同上	同上
174	陕南以矿业为先导四个经济区发展设想调研报告	陕西省地矿局王振隆、王清廉、梁彦辉、梁锡峰、刘德惠	1988	省内先进	1989年省科技进步二等奖
175	垂直地震剖面微机处理系统	西安地质学院朱光明、胡建平	1988	国内先进	1989年地矿部科技成果二等奖
176	汉中盆地晚新生代地层及哺乳类化石汉江中国乳齿象	中国科学院古脊椎动物与古人类研究所、陕西地质博物馆汤英俊、宗冠福、雷遇鲁等	1988	同上	1990年省科技进步一等奖
177	第二代1:20万化探样品分析方法和计算机数据采集系统	湖北、陕西等4省地矿局实验室储亮济、赵家仁、许大兴等	1988	同上	1990年地矿部科技成果二等奖
178	小秦岭金矿地质勘查科学研究的重大突破与发展	河南地矿局、陕西地矿局六队、陕西常建国、郑延力、李和详、陈子良	1988	重大突破	1989年国家科技进步一等奖
179	鄂尔多斯沉降带中西部及陕北榆、神、府区找煤成矿规律及勘探	宁夏、陕西地矿局、陕西煤田地勘公司、陕西地矿局方春华、李智民、樊钧	1985	同上	1989年国家科技进步二等奖
180	区域化探样品分析研究	陕西、甘肃、辽宁、湖北、江苏地矿局实验室，陕西许嘉绩等	1981	同上	1985年地矿部科技成果一等奖

续表 7

序号	成果名称	完成单位和主要人员	完成时间	科技水平	何时获何种奖励
181	陕西省山柞旬泥盆系分布区主要矿产控矿地质条件研究	陕西地矿局综合研究队杨志华、马建伦、翟刚毅等	1988	国内先进	1989年地矿部科技成果三等奖
182	秦巴花岗岩	陕西地矿局、区调队尚瑞钧、严阵、黄云玉等	1987	同上	同上
183	陕北侏罗纪煤田一定边地区煤田资源预测报告	陕西地矿局第八地质队陈磊、李俊海、李英祥	1988	重要进展	同上
184	陕西工程地质远景区划报告	陕西地矿局第二水文队刘克俭等	1984	同上	同上
185	陕西省宽坪群、陶湾群层序划分及含矿性研究	陕西地矿局区调队张维吉、宋子季、袁进前等	1985	同上	同上
186	陕西省秦岭群划分及含矿性研究	陕西地矿局区调队肖思云、陈家义、余国贞等	1985	同上	同上
187	陕西省渭北黄土台塬区黄土地下水赋存条件与运移特征研究	陕西地矿局第一水文队李春明、郭祥礼、李戊巳等	1986	同上	同上
188	遥感技术在小秦岭金矿田找矿中的应用研究	陕西地矿局综合研究队、六队奥和会、常建国、薛煜州	1986	同上	同上
189	陕西省现代大气降水氢氧同位素组成分布规律研究报告	陕西地矿局综合研究队张生春、史高让、贾年祚	1989	国内先进	同上
190	利用洋县膨润土矿研制活性白土	陕西地矿局第二地质队汪风钊、翁信贤、陈玉林	1988	同上	同上
191	大荔县饮用天然矿泉水勘查与评价	大荔县人民政府、陕西地矿局第一水文队、大荔县农村改水项目办公室、陕西煤田地质 131 队赵独晓、肖平新、葛承春、张让欣、张肖国等	1988	重大效益	1988年省科技进步二等奖
192	陕西省秦岭地区麦饭石调查及应用试验研究	陕西地矿局综合研究队、西安市第四酿造厂、西安医科大学、陕西地矿局测试中心叶震宇等	1988	填补省内空白	1989年省科技进步三等奖

续表 7

序号	成果名称	完成单位和主要人员	完成时间	科技水平	何时获何种奖励
193	SX—865 澄清剂的研制及其在低度白酒上的应用研究	陕西地矿局测试中心、陕西省轻工业研究所刘元生等	1988	省内先进	1989 年省科技进步三等奖
194	陕西省渭北东部地区岩溶水赋存规律初步研究报告	陕西地矿局第二水文队辛海根、高云典等	1985	重要进展	1989 年地矿部科技成果四等奖
195	关中及渭北地区粘土矿探寻和应用研究报告	陕西地矿局八队、测试中心姚成宝、金亚民等	1988	同上	同上
196	石家湾铅矿床中辉钼矿初步研究	陕西地矿局测试中心、第十三地质队陈福根、王鼎夏等	1986	同上	同上
197	软弱围岩掘进工艺的研究	陕西地矿局三队、综合研究队黄鸣春、袁定华等	1988	同上	同上
198	陕西凤县—山阳一带矿化角砾岩含金性研究报告	陕西地矿局三队、中国地质大学(北京)樊硕诚、王文贤等	1988	同上	同上
199	陕北黄土高原典型小流域土壤侵蚀速率研究	陕西地矿局综合研究队陆云飞、奚奇等	1989	同上	同上
200	X—3 视差测图仪的自动记录、数据处理装置的研制	陕西地矿局综合研究队卢玲等	1989	同上	同上
201	区域重力资料处理成图自动化及其应用推广	地矿部化探研究所、陕西地矿局综合研究队张宗祜、陆云飞(陕西)	1985	国内先进	1986 年地矿部科技成果二等奖
202	黄河流域地质图系(1:200 万)	地矿部环境司、兰州水文地质中心、陕西地矿局第二水文队, 陕西吴永法	1986	同上	同上

第四章 资源勘查

第一节 古代矿业开发

陕西矿业开发历史悠久。西安半坡遗址出土的新石器时期彩陶器就是用粘土和次生铁锰矿物作为彩料而烧制的；临潼姜寨遗址发现了自然铜和玉石制作的装饰品；关中一带先秦古墓中出土了大量金、银、铜、铁、锡制品及烧煤后的灰坑。文字记载最早见于成书为战国初年的《山海经》，记载陕西产矿之山有20多处。西汉时发现陕北石油，南北朝时韩城铁矿、汉中和安康砂金得以大量开采，继北宋沈括考察延州石油之后，元代在宜君和富县发现新的石油产地，明代中期至清代前期小秦岭一带的金银、铅矿、旬阳公馆汞矿、陕南铁矿和渭北煤炭等相继开采，有的长达数百年。

一、金银矿

该矿的利用始于先秦。《山海经》载产地9处：英山（华县与洛南交界处，亦称阳虚、盍尾、元扈山）阳多赤金。阳华山（华阴华阳山）阳多金。少华山（华县）阳多赤金。龙首山（长安）阳多金。秦冒山（延安）阳多金。岐山上多白金（指银）。大时山（眉县）阴多银。数历山（千阳）上多黄金下多银。申山（安塞）阳多金。古时以山南水为阳。上述记载指出山的南侧多金，且金银分布有上下的关系。秦汉以后，汉江砂金成为主要产地。明代中期始，小秦岭西部一带原生银铅矿采炼极盛，数百年不衰。潼关金矿，据县志载，清代曾采，然《陕西通志》未见记载。

（一）汉中砂金

先秦时称“汝汉之金”。《汉书·地理志》：“金产汉中”。《魏书·食货志》：“汉中旧有金

户千余家，常于汉水沙淘金，年终总输。”宋初设兴元务，负责矿产品收购。

（二）安康砂金

西魏（535—556）时以其地产金而置金州。《新唐书·地理志》：“金州土贡麸金。西城汉水有金，汉阴月川水有金。”《清一统志》引唐《元和郡县志》：“汉水去州城（安康）百步，水出麸金，其色稍白，不任贡献。”北宋《元丰九域志》：“金州土贡麸金二两。”明万历《陕西通志》附录：“徽宗宣和元年（1119），石泉江溪沙磧麸金，许民随金脉淘采，立课额或以份数取之。”《明一统志》：“西乡县及兴安州（安康）出金。”由上可知南北朝时即淘采安康一带汉江及其支流月河砂金，盛于唐宋，明代衰微。

（三）骊山金银矿

《汉书·地理志》：“银产长安”。《水经注》：“丽戎之山，一名蓝田，其阴多金，其阳多玉。”《魏书·食货志》：“世宗延昌三年（514）春，有司奏长安骊山有银矿，二石得银七两。诏置银官，常令采铸。”《清一统志》：“旧传骊山出金银，明万历二十五年（1597）遣内侍开采，终年所获不足夫匠之费，至四十三年（1615）始罢。”《清通典》：“康熙十九年（1680）试采陕西临潼等处银矿，康熙二十二年（1683）停采。”以上表明汉代即知骊山金银矿，北魏、明清时断续采过。“二石得银七两”，以每石合60斤折算，原矿石含银品位为0.182%，相当今单一银矿床工业品位的15倍，表明所采矿石极富。

(四) 商洛金银矿

《新唐书·地理志》：“雒南（今洛南）有金。”《太平寰宇记》：“雒南县大峪龙龕山在县东北八十里，其山北接秦岭，多出麸金。”《元丰九域志》：“商州上雒县（今商州市）龙涡镇北二银场，雒南县麻地棱冶一银场。”康熙《续修商志》：“宋皇祐（1049—1054）中，中书备对矿冶之数，商州岁贡金三十九两。至熙宁元年（1068）诏天下坑冶不发，而负发课者蠲之。四年（1071）以商州所产微薄，诏罢贡金。”《宋史·食货志》：“英宗治平（1064—1067）中，增复商州金冶、银冶、锡冶。”《新元史·食货志》：“商州产银。”《明史·食货志》：“永乐间（当为1414）开商州凤凰山（今铁炉子西北）银坑八所。”康熙《续修商志·物产》载商州银产地30处：猪牙石、南阳洞、小叠（以上近商南）、银厂沟、蒲峪沟（以上商州北）、原斜沟、琴池沟、渭坡、韩峪川、松桥子、南崖、白沟、砂仁沟（俱在铁炉子矿带内）、汪沟、南牧护、东牧护、秦岭（俱在牧护关一带）、蒲岔沟、野猪坪、柘茨林、土门川、麻池沟、街阪沟（后二处近蓝田）、石道峪、狐洞、蒋家阴、黄柏岔（以上近镇安）、小鸾川、李家沟（以上近山阳）、岔口铺东官道一眼。由上表明唐宋时已采商洛金银矿，金为石坡一带洛河上游之砂金，后因产量微薄而停采。明清时主采银，自铅锌矿石中提炼，采地主要在商州市西北大荆至铁炉子多金属矿带范围内。

(五) 小秦岭西部金银矿

始载于《山海经》，唐代知“华山有金矿，采之可以富国”（明万历《陕西通志》卷三五附录）。然大规模开采在明代正德至万历年间，采地金堆城、白花岭、黄龙铺和王家庵（巡检司北）等，冶炼场所华阳川一带。乾隆《雒南县志》：“嘉靖八年（1529）黄龙山矿盗发。嘉靖二十九年（1550）王家庵矿盗猖獗，潼关指挥使盛得往剿捕，为所戕。嘉靖末年，土人何恕等聚众白花岭盗矿，至万

余人，十年不可得围制，后会兵剿平。隆庆（1567—1572）间白花岭矿盗大开。万历中（约1596前后）采榷四出，几遍邑境，卢灵（卢氏、灵宝）悍徒日事攻夺。万历末年，金堆城矿寇横起，邑令往视被围。”乾隆《商州总志·坑冶论》：“雒南松朵山（华阳川附近）、王家庵去县北百五十里，嵩卢窃矿之徒密迹其界，一呼而众一二百人，正德（1506—1521）以来三次攻破州县。”隆庆《华州初志》：“南山川麓，立数百炉场，炼铜砂、银砂、锡砂，啸聚千余人。”咸丰《同州府志》引《华州志》：“下阳川（华阴瓮岔铺）民聚数百家，立炉烧银铜锡砂石。自下阳川又南十五里至秦岭，土人云，‘秦岭左右峪中多锡砂’。又南四十里至白桦岭，其地矿穴百出阳俱产银。”《清一统志》：“白花岭在县西北一百里，岭西为和尚沟，又西为阶峪，和尚沟之下为金堆城，其西为东西桃坪，旧皆产矿。”上述记载称采矿者为“矿盗”、“矿寇”，间接反映出当年采掘规模之大。掘矿者来自陕豫两省，多时万余人，以至攻州破县，杀死官吏。推测当年采掘的是一种含有银、铅、铜、锡的多金属矿石。

二、铁铜矿

自先秦至明清均有记载，产地主要分布陕南和渭北，重要矿区有韩城龙门、凤县留坝交界一带及泾阳口镇的铁矿，洛南、丹凤、安康等地的铜矿。所采多为褐铁矿、孔雀石、蓝铜矿等氧化矿石，与其颜色特殊，易于辨认，易于采掘有关。

《山海经·西山经》载陕西产矿之山12处：“符禺之山（华县南），其阳多铜，其阴多铁。英山，其阴多铁。竹山（箭峪岭），其阴多铁。石脆之山（华县南），其阴多铜，灌水出焉，西北流注于禹水（今遇仙河），其中有流赭。松果山（华阳川），其中多铜。秦冒山（延安），其阴多铁。龙首山（长安），其阴多铁。岐山下多铁。孟山（靖边白于山），其阴多铜。其阳多铁。翰次之山（长安），其

阳多赤铜。鸟山(子长县),其阴多铁。女床之山(岐山),其阳多赤铜。”以上产矿之山主要分布关中,次为陕北,陕南不载,这可能与作者亲身见闻有关,据石脆山水中有“流赭”,推测当时利用的是褐铁矿石。

《汉书·东方朔传》、《续汉书·郡国志》注引《三秦记》分别记载终南山和蓝田出玉石金银铜铁。《汉书·地理志》载汉代陕西产铁并设铁官的县有韩城、华县、蓝田、彬县、凤翔、沔(勉)县6处,其中韩城龙门山冶户川自汉至宋一直是重要的冶铁场所。《周书·薛善传》:北周(557—589)“于夏阳(韩城)置铁冶,令善监之。每月役八千人,营造运器,善自督课。”雍正《陕西通志·物产》:“韩城有铁,后周置铁冶设官,相沿以至于宋,犹有冶务七百户。”万历《韩城县志》:“宋时有冶户,包孝肃(包拯)有请置同州韩城县铁冶务,疏铁之利。今则微矣。”可见北周时韩城铁矿采冶规模甚大,民工达8000人。宋代后,逐渐衰微,所采矿石,据赵国宾考察“乃石炭系底部之赤铁矿及褐铁矿。”(《启发韩城县龙门山煤矿与石灰之设计》,1933)。

商洛一带铜矿可能在汉代即采,中经南北朝、唐至北宋、断续采铜铸钱,以唐为盛,一度取代江南钱。《魏书·食货志》载,北魏孝明帝熙平二年(517),尚书崔亮奏:“商州并是往昔铜官,旧迹现在。谨案铸钱方兴,用铜处广,既有冶利,并宜开铸。诏从之。”乾隆《商州总志》引《旧唐书·食货志》:“建中元年(780)九月,户部侍郎韩洄上言,今商州有红崖冶,出铜益多,又有洛源钱监,久废不理。请增工凿山以取铜,兴洛源钱监,置十炉铸之。发计出钱七万二千贯,度功转运之费,贯计钱九百,则利浮本也,其江淮七监请罢。从之。”《宋史·食货志》:“庆历(1041—1048)中,军兴,陕西移用不足,始采雒南县红崖山青铜。”“绍圣元年(1094)户部尚书蔡京奏,岑水场(在广东翁源县)铜

额寝亏,而商虢间苗脉多,陕民不习烹采,久废不发。请募南方善工诣陕西经画,择地兴冶。”据《清一统志》红崖山当在洛南县古城、三要一带,一说在商州东南,现知这一带有热液型脉状小铜矿分布。

《新唐书·地理志》、《元和郡县志》载唐代产铁之县有韩城、宜君、黄陵、陇县、凤县、沔(勉)县、略阳、城固、雒(洛)南9处,产铜之县有雒南、安康2处。安康天柱山在州西五十里,“下有碧钿(硅孔雀石)、青碌(孔雀石)诸洞二十余处,唐宋俱采取入贡,明始停闭。”(《读史方輿纪要》)。孔雀石是铜的氧化矿物,呈鲜艳之绿色,在古代既是炼铜的主要原料,又可用作绘画颜料。

宋代除上述韩城铁、雒南、安康铜继续开采外,铁产地尚有泾阳、凤翔、耀县、黄陵、郿(眉)县、郿(户)县、凤县、略阳、沔(勉)县等处,铜产地有陇县、凤县和略阳(《宋史·食货志》、《宋会要辑稿·食货》等)。这些产矿县中仅泾阳一处有具体地点可考,《太平寰宇记》:“冶谷去云阳宫八十里,其山出铁,冶铸之所,因以为名。”冶峪亦称东峪口,在泾阳县口镇,所产铁矿为奥陶系石灰岩古侵蚀面之上石炭系底部的赤铁矿和褐铁矿石。

元代铁铜矿产地记载不多,《新元史·食货志》载南郑产铁。

《明一统志》、《明史·食货志》载明代铁产蓝田、长安、盩厔(周至)、沔(勉)县、城固,铜产蓝田、长安、盩厔(周至)、宁羌(强)、略阳、兴安州(安康)、镇安、雒南。雒南页山旧产石青(蓝铜矿),明初于页山麓开采,溺死数百人,清初尚采,后停(乾隆《商州总志》)。

《清一统志》、《清史稿·食货志》载清代前期铁产泾阳口镇、凤县、略阳、汉中、城固、丹凤铁洞岭和铁峪铺,铜产略阳、雒南、丹凤、镇安二台子、安康青碌山、旬阳青山、碧填山和铜洞、白河高填子等地。其中凤县

留坝交界处光华山一带铁矿是主要采炼场所，嘉庆时极盛，民工数千人，聚于铁炉川（今留坝闸口石）。此外，乾隆十四年（1749）六月曾采雒南县仰天池、七宝山（今丹凤蔡川北）铜矿。乾隆十七年（1752）二月再次招商开采，至十月底得皮砂 109600 斤，炼净铜 3290 斤（乾隆《续商州志》）。据此折算入炉矿石品位为 3%，采的是富矿。

三、铅锡矿

古代有时锡铅不分，称铅为“黑锡”。铅矿与锡矿先秦时即知（《管子·地数》），然陕西产地记载不多，锡矿更少。《新唐书·地理志》“勉县有锡”，《宋史·食货志》“商州有锡”，所指可能为铅。明隆庆《华州初志》载华阴下阳川立炉炼锡砂；秦岭岭中多锡砂，则指的是河流中的锡石砂矿，是寻找原生矿的线索。在铅矿方面，北宋时铅产商州、雒南、凤翔、陇县（《宋会要辑稿·食货》）。清代铅产华阴、商州、雒南、洵（旬）阳（《清一统志》等）。主要产地一为华阴华阳川，一为商州铁炉子。明代于华阳川采铅以炼银，清代继续开采。《清文献通考·征榷》：“陕西华阴县之华阳川地方产黑铅，自乾隆十三年（1748）题准开采，每年得铅六万至十万斤不等，自二十三年（1758）以后得铅日以减少，至二十八年仅得四百斤。陕西抚臣奏请停止，从之。”前后共采 15 年，现知该地为一大型铀铋铅矿床。商州铅矿产地，据清康熙《续修商志·物产》载有打熊沟、庙沟、古峰寺、锡家河、古洞、文家洞、湘子洞、烂嘴、椒源沟、灵峪岔、秦王山等 11 处，大都分布铁炉子多金属矿带范围内。此外，乾隆十九年（1754）在雒南黑山一带采铅，所得有限而停办（《续陕西通志稿·物产》），现知该处为一铁铜金矿床。

四、汞矿

古称水银、朱砂、丹砂，《山海经》载产南山，泛指秦岭。古代陕西主要产地有二，其一为洵（旬）阳公馆至双河水银山。《明史·

地理志》：“兴安州洵阳县东北有水银山，产水银、朱砂。”《明一统志》：“洵阳县水银山在县东北一百四十里，山出水银，朱砂，有洞。”《清一统志》：兴安府洵阳县水银山“南临蜀河，北连鹤岭，有朱砂、水银洞三处。”雍正《陕西通志·物产》引《洵阳县志》：朱砂“朱砂洞出，今封闭。”可知公馆一带汞矿明代即发现，清代前期还在开采，建国后地质工作者根据汞矿转石和老硐发现并探明 2 处大型矿床。其二为凤州水银场，凤州辖今凤县、略阳、宁强等县。《新唐书·地理志》载略阳“土贡丹砂。”《元和郡县志》略阳接溪山（县西北，近今甘肃省徽县境）“出朱砂，百姓采之。”《宋史·食货志》凤州有水银场。《续文献通考》：“明洪武（1368—1398）中，水银场有陕西宁羌、略阳等处，皆采水银、青碌。”《清一统志》：“思宜山在长举废县（今略阳西北 120 里）东八十里，高秀出群，山中产水银、朱砂。”《续陕西通志稿·物产》载略阳麻柳铺产辰砂，大黄院、接官亭有水银。以上表明凤县、略阳、徽县交界一带及宁强等地自唐至清开采汞矿，唐代作为贡物，宋与明均设有采矿场。

五、煤炭

章鸿钊：“《山海经》有石涅，知由来久远。然古罕有用为薪者。《史记》、《后汉书》始称炭，《郡国志》注引《豫章记》亦称石炭、故以石炭为薪者始于汉，至宋用愈著。自宋以降开采尤盛。”（《石雅·中编》）。陕西煤炭最早记载亦出自《山海经·西山经》：“女床之山（岐山县北），其阴多石涅。”现知该处有侏罗纪煤，系黄陇煤田的一部分。康熙《续修商志》引《水经注》：“商州黄水地有墨，山石悉黑，纁彩奋发，黝焉若墨。”黄水即今黄川，在商州大荆镇东，汉魏时称煤炭为石墨，此处所指当为二叠纪煤炭，在南北朝时已经开采。明代中期后，本省采炭日盛，方志记载较多，现分区述之：

渭北煤区。明嘉靖《陕西通志》：“石炭

出同官(今铜川)北山下,可以代薪。”嘉靖《邠州志》,载邠州(彬县)出石炭,“嘉靖甲辰(1544)六月民始凿石取之。三水县(今旬邑)正德七年(1512)开窑出煤,民至今惠之。”天启《同州志》,澄城瑶头产炭,白水亦有,韩城龙门山煤炭极多,供秦晋两省之需。乾隆《同州府志》,石炭产龙门上峪口,澄城瑶头镇炭井深“三百尺”,蒲城炭谷在县西北,白水亦有。王志沂在《秦疆治略》中记载清后期铜川有炭窑4座,白水西南有煤井40眼,煤工约三五百人。永寿西北亦有炭井,彬县拜家河产煤炭,有炭井数眼,所雇人夫多系外来客民,并有诱逼幼童下井挖炭之事,斃者甚多。陇县东乡有煤窑7座。由上可知渭北煤炭明清时已普遍开掘,有的炭井深度达100米,所采之炭除供当地作燃料外,还销往山西。

陕北煤区。康熙《延安府志》、《安塞县志》、雍正《安定县志》(今子长县)、乾隆《绥德州志》、道光《榆林府志》、《神木县志》均记产炭,然详情未载。

陕南煤区。康熙《续修商志》:熊耳山“西南三十里凿山取炭,可以铸铁。黄川寇家村北七十里(疑为十七里之误),于崇祯十六年(1643)亦产炭。”康熙《雒南县志》:“东南诸山皆产煤。”嘉庆《汉阴厅志》:“石煤出赵家河、关家沟。”以上分别指的是商州市熊耳山、大荆镇和洛南景村一带的二叠纪煤系及汉阴志留纪石煤(高碳质页岩)。

六、陕北石油与天然气^①

陕北石油汉代已发现,《汉书·地理志》上郡高奴县条下,斑固自注“有洧水可燃”。汉高奴在今延安一带,洧水即今延河,这是我国石油的最早记载。《水经注》:“清水又东经高奴县,合丰林水,地理志谓之洧水也。故言高奴县有洧水,肥可燃。水上有肥,可接取用之。”《酉阳杂俎》:“高奴县石脂水,水

腻浮上如漆,采以膏车及燃灯极明。”“石油”一词出于沈括《梦溪笔谈·卷二四》:“鄜延境内有石油,旧说高奴县出脂水,即此也。生于水际沙石,与泉水相杂,惘惘而出。土人以雉尾挹之,乃采入缶中,颇似淳漆,燃之如麻。但烟甚浓,所沾帷幕皆黑。予疑其烟可用,试扫其煤以为墨,黑光如漆,松墨不及也。遂大为之。其识文为‘延川石液’者是也。此物后必大行于世。自予始为之。盖石油至多,生于地中无穷,不若松木有时而竭。今齐、鲁间松林尽矣,渐至太行、京西、江南,松山大半皆童矣,造煤人盖未知石烟之利也。石炭烟亦大墨人衣。予戏为延州诗云:‘二郎山下雪纷纷,旋卓穹庐学塞人;化尽素衣冬未老,石烟多似洛阳尘。’”沈括于北宋元丰三至五年(1080—1082)任鄜延路(相当今延安地区)经略使,他形象地描述了油苗产出情形,亲自用石油燃烧后的炭黑制墨,并推论“石油至多,生于地中无穷”,九百年前就有这一认识,确实难能可贵。《元一统志》新增3条史料:(1)“在延长县南迎河有凿开石油一井,其油可燃,兼治六畜疥癣,发纳一百一十斤。又延川县西北八十里永平村有一井,发办四百斤,入路之延丰库。”(2)“在鄜州(今富县)东十五里采铜川,有一石窟,其中出此。就窟可灌成烛,一枝敌蜡烛之三。至元七年(1270)上司移文封窟,至今不采。”(3)“在宜君县西二十里姚曲村石井中,汲水澄而取之。气虽臭,而味可疗驼马羊牛疥癣。”上述记载表明,元代发现的石油产地有所扩大,除延长外,增加了延川永平、富县和宜君,采油方法由收集水面上的油苗发展到人工凿井。用途除燃灯、膏车、制墨外,增加了制蜡烛和治疗牲畜疾病,同时还要上交纳贡。《新增格古要论》:“石脑油出陕西延安府。陕西客人云:此油出石岩下水中,作气息。以草拖引,煎过,土人多用

^① 参见夏湘蓉等,《中国古代矿业开发史》第402—406页,地质出版社,1980年。

以点灯。”说明明代可能已经对原油进行过某种程度的提炼，加工成灯油使用。此外，《明一统志》、《延安府志》、《延川县志》均有记载，内容大同小异。古籍记载的油苗产地给后来的石油普查工作提供了线索。

《汉书·地理志》西河郡鸿门条下，班固自注：“有天封苑火井祠，火从地中出也。”《水经注》指出鸿门火井的位置在汉代囿（音银）阴县（今神木县南秃尾河畔）西五十里。一般认为“火从地中出”是指地下冒出一种可燃气体，也可能是地下煤层自燃现象。

七、蓝田玉

章鸿钊：“蓝田出美玉由来已远，而两汉为尤盛，故史家著述，文人词赋，均盛称焉”（《石雅·上编》）。古籍要者如《周礼》贾疏：“蓝田见有玉，山出玉石。”《汉书·地理志》：“蓝田，山出美玉。”《续汉书·郡国志》注引《三秦记》：蓝田“有川方三十里，其水北流，出玉铜铁石。”梁陶弘章《本草经集注》：“蓝田旧出美玉，此当是玉之精华，白者质色明澈，可消之为水，故名玉泉。”《元和郡县志》：“蓝田县，按周礼玉之美者曰球，其次为蓝，以县出美玉，故曰蓝田。蓝田山一名玉山，一名覆车山，在县东二十八里。”自宋后很少记载，宋苏颂、寇宗奭、明宋应星等均对“玉生蓝田”一说提出怀疑。章鸿钊亦持此态度，认为蓝田玉当产自昆仑山之蓝田（今新疆和田一带），而聚散于陕西之蓝田，后者产的则是一种色似青金石的玉石，即

色白微绿之大理石，并非真玉。“大理石俗称玉，则与贾疏所云玉石正合，或谓蓝田亦出菜玉，色如菜叶，则其类实繁”（《石雅·上编》）。

由于本省蓝田至今尚未发现软玉或硬玉之类的高档玉石，所以汉蓝田玉的产地问题尚难定论。现知蓝田县玉川一带宽坪群中产有蛇纹石化、透闪石化大理岩，单层厚度不及半米，玉石分类上为彩石类的低档玉料，当地用以琢制工艺品。另据报载蓝田草坪榨菜沟超基性岩蚀变的蛇纹石质地似玉，亦有认为此即“蓝田玉”，但尚未见开采。

此类玉石分布秦岭北坡者不只蓝田一处。《山海经》载产玉之山有华阳山（华阴）、少华山（华县）、石脆山（华县）、竹山（箭峪岭）、鞬次山（长安）、时山（户县）、大时山（眉县）等，皆为各种蚀变之大理岩。《重修华县志稿·卷七》载华县高塘处仁峪，“遍山有黑黄白绿各色石，形似玉而质较粗松，琢磨为图章、手镯、睡枕。”此外，潼关玉石峪、长安太乙宫亦有产出。

有时把致密润滑的石灰岩也称为玉。清雍正《陕西通志·物产》：“北山青石坚润，可镌字、琢磬、砌堂阶，人号墨玉。”明嘉靖《陕西通志》云出富平北山下，又“耀州磬玉山（今宝鉴山）、五台山之东，山出青石，唐天宝中取为磬，遂废泗水磬。”白居易称之为华原磬。其原料当取自耀县东、富平北一带的奥陶系石灰岩。

第二节 近代矿产调查

本省近代矿产调查始于20世纪初叶，先后有省实业厅、建设厅、陕北油矿探勘处等对延长石油边探边采。民国中央地质调查所等对煤炭、油页岩、盐、石墨等矿产作了一般调查。30年代后期，省探矿处对铜川煤矿进行局部勘探，首次获得工业储量。省矿产测勘队、西北大学地质地理系、经济部矿冶

研究所、采金局等调查了陕南煤炭、铁铜、砂金、石棉、黄铁矿等矿产。红军长征到达陕北后，陕甘宁边区政府的地质工作者积极投入边区地质普查，同时勘查石油、煤、铁、盐、锰等矿产，为边区经济建设做出贡献。截止1949年，本省估算地质储量的矿产有石油、煤、铁、锰、铜、砂金、石墨和粘土8种，年

产原油 815 吨, 煤炭 96 万吨, 砂金 6090 两 (陕甘宁边区政府秘书处:《西北统计资料汇编》, 1949 年 12 月)。

一、清末至抗日战争前夕 (1905—1936)

(一) 探采陕北石油

据省建设厅 1929 年编《延长石油矿略史》, 延长石油于清光绪二十九年 (1903) 请准官办后, 1905 年聘日人阿部正治郎同知县沈锡荣赴延长查勘, 在延长城附近试凿甚佳, 力主兴办。1907 年陕西矿务调查局设立延长石油厂, 委知县洪寅兼油厂提调, 聘日人佐藤弥市郎为技师, 探采延长石油。是年初, 佐藤等 7 人及辘钻 2 台经西安、铜川、延安抵延长, 于西门外油苗处凿第一井 (延长 1 号), 8 月井成, 深 226 尺, 日产原油一二百公斤, 首钻成功使延长石油名扬海内外。此井由凿成至 1934 年一直是油厂主要产油井, 28 年产原油 2842 吨。清宣统二年 (1910) 又聘日理学博士大塚在延长县城至烟雾沟一带测图, 设计油井位置 35 口。次年在延长 1 号井附近连凿二井 (延长 2、3 号), 仅 2 号井见少量原油。民国元年 (1912) 在城东雷家滩凿 4 号井, 未发现原油。

1914 年, 按袁世凯政府与美国美孚石油会社签订的所谓《中美合办石油契约》^① 规定, 美孚派以马栋臣、王国栋、阿世德为首的地质测量队 (其中地质师 6 人, 测量师 4 人, 绘图师 1 人) 自晋北入陕, 在陕北进行路线地质调查和局部细测。在延长、延安、黄陵、宜君等地以辘钻凿井 7 口: 即延长 5 井, 位于延长城西延河旁, 深 2770 英尺 (844. 米); 延长 6 井位于延长城东烟雾沟, 深 2000

英尺 (610 米); 延安 1 井位于城东北桥儿沟, 深 3000 英尺 (914 米); 延安 2 井位于甘泉县西北石门子 (今王坪), 深 3000 英尺 (914 米); 中部 (黄陵) 1 井, 位于店头红石崖, 深 3545 英尺 (1081 米); 中部 2 井位于店头西南段家湾, 深 2500 英尺 (762 米); 中部 3 井位于宜君西南金牛庄, 深 3900 英尺 (1189 米)。7 井耗资 270 万元, 仅延长 6 井见一油层, 日产原油 100 多公斤, 其余为干井或仅有油迹显示。1916 年 3 月, 油矿事务所撤销, 美人离去, 机器遗弃原地。美总技师阿世德在其《陕西地质最后报告》中说: “陕西经一年半之详细考察, 凿井七处, 既未能证明其为有价值之油田, 亦未能证明其为无价值之油田。陕北有少量石油是肯定的, 也可能有中量, 但是不可能有大量石油。” 对陕西找油提出最有希望之区域为宜君—宜川一线以北, 子长—延川一线以南, 可能有希望之区域为绥德以北和旬邑、长武一带, 关中及陕南则列为无希望之区域 (马栋臣等:《陕西石油报告》、《陕西石油特别报告》, 阿世德:《陕西地质最后报告》, 英文本, 1914—1916)。

1923 年 9 月, 省实业厅委赵国宾任油厂总理, 将油厂正式定名“陕西延长石油官厂”。赵于 1924—1925 年在县城附近凿井 3 口 (延长 7、8、9 号), 各深 30 丈左右, 均未见油。他认为陕北地层构造简单, 石油不易富集, 油井寿命亦短, 故开发策略应以多凿井眼为宜, 以增加产量 (赵国宾:《开发陕北油田之意见》,《矿业周报》160 期, 1931)。

1928 年, 省建设厅委包恩馥任油厂监督, 包于 1929—1931 年在延长 1 号井西北连

^①《中美合办石油契约》是 1914 年 2 月筹办石油事务局督办熊希龄与美孚石油会社签订的一项不平等契约。主要内容是由美孚派员在陕北调查石油, 如确有希望即由中美合资组织会社开采, 会社株数美孚占 55%, 中国占 45%, 会社管理权属董事部, 董事各额以中美投资多寡分配。中国须将陕北石油产地全部付与会社, 不许中美以外之外国人经营, 开采时间以 60 年为限。签约后大招商间反对, 英国政府亦提出抗议。后美孚以 1000 万元贷款诱使袁世凯政府同意, 获得油矿采掘权 (见王金瓒《西北地理》, 北平立达书局出版, 1932)。

凿5井(延长10—14号),各深120—180米,仅延长10井(即新1井)见油流,初日产1万余公斤,半年后减至一二百公斤,其余各井油量甚微。至此,延长共凿井14口,成功2口(1号与10号)。据《第四次矿业纪要》(侯德封编,《地质调查所地质专报》丙种第4号)载,自1907至1933年共产原油3358吨。

1934年,国民政府国防设计委员会(资源委员会前身)与陕西省政府联合成立陕北油矿探勘处,处长孙越崎。孙同张心田赴延长和延川考察运送钻机的路线,同时中央地质调查所王竹泉、潘钟祥、周宗浚、颜惠敏等赴延长勘定钻井位置,在延长确定井位14口,永坪6口。1934年4月,孙越崎组织自上海经山西离石向延长运送冲击式钻机5部,9月抵达,即行凿井。至1935年5月完工7口,各深95—150米,其中延长4口(井号101—104),仅1口产油较丰,日产750公斤。永坪3口(井号201—203),以201井原油较丰,初日产2950公斤,2年后减至150公斤。1935年5月红军进驻延长,油矿探勘处旋告撤销(孙越崎、严爽:《陕北油田钻探工作纪要》,《资源委员会月刊》第1卷第2期,1939)。

(二) 概略调查煤矿等矿产

主要是中央地质调查所和地质研究所在调查区域地质时一并进行,省建设厅也开展了一些工作。1918年成吉皆调查渭北煤矿业,写有《同官宜君店头矿业调查》(载《矿业杂志》2卷2期)。1924年严庄倡办耀县煤矿,调查渭北煤炭,写有《整理渭北煤矿刍议》,这些都侧重于采矿方面。1923年王竹泉

调查陕北北部地质时,预测陕北侏罗纪煤远景储量904亿吨,以神木、府谷一带煤层甚厚(《太原榆林幅1:100万地质图说明书》,商务印书馆,1926)。1932年夏,王竹泉、潘钟祥调查三延地区时首次发现油页岩,次年潘复往详查,写有《陕北油母页岩地质》(《地质汇报》24号)。1933年秋,王竹泉、潘钟祥、周宗浚乘赴延长勘定油井钻探位置之便,顺道去韩城考察煤矿,测得该处石炭二叠纪煤系总厚200多米,含煤5层,自上而下称为浮线煤、二线煤、底线煤、上窑炭和青石炭,推测蕴藏量1.24亿吨(《陕西韩城煤田地质》,《地质汇报》23号,1937)。1928与1932年,赵国宾两次赴渭北“黑腰带”^①东段调查煤、石灰岩和粘土矿,著有《陕西泾洛两河下游间之地质》(《地质研究所丛刊》第2号,1931)、《陕西梁山尾间地质矿产及启发龙门山煤矿与石灰之设计》(省建设厅内部出版)。将该地煤田分为旬淳耀宜、铜川、白澄、韩城四大煤区,推测总藏量25亿吨。赵国宾极力主张新法开采韩城煤炭和石灰石,开辟黄河航运,建设韩城工业区,并提出设计方案,实业救国之情跃然纸上,然而未得到当时政府重视。1932年李毓尧、许杰调查关中盐滩,写有《韩城蒲城富平三县之盐》(《矿业周报》195号)。省建设厅这一时期的调查成果有张世忠的《户县涝峪释战沟石墨矿调查》(《矿冶》第4卷第14期,1930)和《临潼岳泉村石膏矿之调查》(《陕西建设周报》4卷10期,1932),高冠杰的《调查同官白水韩城三县煤田报告书》,白士周的《陇县娘娘庙煤田调查报告》(《矿业周报》358号,1935)和《同官煤田地质》

^①“黑腰带”是对渭北煤田在全省所处位置的形象比喻,后人每每提及。现查此说见于文字较早者出自赵国宾、张世忠二氏。赵氏在《陕西泾洛两河下游间之地质》中说:“查渭北煤田系与山西大煤区隔黄河而相望,东起龙门,西抵陇山,南起耀县,北止中宜。东西曲径八百余里,南北阔超二百余里,说者谓关中地形,称之为襟山带河束黑布,盖以煤田横缠陕西腹地,稽其采煤历史已千百年于兹也。”张氏文曰:“陕西煤田以关中区为最富,其形象之比喻,若以全省地图作偶像观之,则俨然一黑布腰带耳。”(《陕西之煤矿》,《矿业周报》164、166号,1931)。

(《陕西建设月刊》29期, 1936)。此外, 冯景兰和胡博渊参加了陕西实业考察团^①的陕北考察, 写有《陕北实业考察团矿产报告》(《矿冶》第6卷第19期)。

(三) 矿业情形

20世纪前叶本省矿业十分落后, 除延长石油厂外, 余皆为土法生产, 时作时辍。工人生产条件异常恶劣, 如铜川陈家河等炭窑, 童工居多, “每日即在井底起卧, 半月工满, 始得出井。”(成吉皆:《同官宜君店头矿业调查》)。“渭北炭工不如牛马, 若死于井内, 尸属果尚强梁亦不过索得一二百串铜钱之命价; 其弱者葬身井底废洞, 永无再见天日之时。”(赵国宾:《陕西泾洛两河下游间之地质》)。当时煤炭产自渭北和陕北土窑, 以铜川、韩城、白水、淳化、宜君为主, 全省年产量20万吨左右。铁主产凤县、洛南、镇安等地, 年产生铁1000多吨, 用于制锅及农具。盐分池盐和滩盐, 池盐产定边西北苟池、花马池、烂泥池。滩盐产自朝邑、蒲城、富平等地。朝邑滩盐系汉代通灵陂, 唐时水涸遂成盐滩, 面积50方里, 历代晒盐熬盐不绝, 民初一度商办, 1931年改官办。据统计全省年产盐1万多吨。碱产神木瑶镇, 原料取自内蒙古伊克昭盟加萨、乌审2旗, 民国初设神木官碱局, 生产红、白碱锭, 年产500—850吨。石墨矿产自眉、户二县, 年产数百吨, 销往上海制造铅笔。瓷土系石炭纪煤系上部之鸽青色页岩, 产自铜川陈炉、白水西河及澄城长润镇(今尧头), 用以烧制粗瓷。硫磺和绿矾原料皆取自煤层中黄铁矿, 炼地集中在蒲、澄二县交界的蔡邓、长润镇一带, 有炼

炉40余座, 年产硫磺10余吨, 绿矾50吨以上。此外, 汉江、丹江、嘉陵江沿岸居民农闲时淘取砂金, 产量不详。

二、抗日战争至建国前夕(1937—1949)

(一) 勘探铜川煤矿和调查陕南煤炭

1934年陇海铁路延抵西安后, 民国省政府拟修咸(阳)铜(川)支线以大量开采铜川煤炭。为此要求省探矿处实施钻探, 以求得确切储量。1936年白士侗带领地质测量组在矿区测制1:5000地质图, 并确定了钻孔位置。高冠杰从天津德商吉昌公司新民洋行购回300型瑞士式金刚石回转钻机2台, 9、12、15马力柴油机各1台, 水泵4台, 32和40毫米钻杆共251根, 及套管和工具若干^②。探矿处又从河南郑州、开封、焦作、观音堂等地招聘钻探工人20名, 组成工务所。工务所有钻工、测工、小工及工务员、事务员共54人, 钻探主任杨植, 两台钻机的工头张汉泉、姜国勋。1937年开始钻探, 范围在今铜川市北郊和东北郊灰堆坡、十里铺、肖家嘴、史家河一带。至1938年底施工钻孔13个, 深度40—250米, 总进尺2500多米。钻探结果孔孔见煤, 煤层五六层, 单层均厚1.5米, 计算可采储量3840万吨, 地质储量2.84亿吨, 此为本省首次采用回转式钻机进行地质探矿工作。在此次勘探的基础上, 1939年省政府与陇海路局合办新式同官(铜川)煤矿, 下设3个分厂, 有6座竖井, 矿工近2000人。1941年该矿原煤产量从过去的2万吨增至8.5万吨, 1942年咸铜支线通车后, 年产原煤13.2万吨, 占当时全省煤炭产量的1/4。

^① 为解决陇海铁路西安至潼关段筹款问题, 1932年8月由陇海路局、实业部、铁道部、陕西省政府联合发起组成陕西实业考察团赴陕考察, 考察内容包括矿产、特产、农林、水电等方面。考察团分南北二组, 南组赴汉中、安康, 参加的地矿学家有胡庶华、孙延中、孙云铸、赵国宾。北组赴渭北东部和陕北延安、延长, 地矿学家有胡博渊、冯景兰、马进。考察时间40天, 于9月底结束(《矿业周报》195、201—205、208号, 1932)。

^② 这些钻探机械1944年曾由泾洛工程局用来钻探洛惠渠五号涵洞地基, 1945年自大荔运至宝鸡, 1948年在宝鸡报废。

这一期间省探矿处、矿产测勘队、西北大学地质地理系、经济部矿冶研究所及兰州西北地质调查所等单位,还调查了陕南煤炭。其成果有吕翕声《永彬陇三县煤田调查报告》和《陇县娘娘庙煤田调查报告》(1938)、郁士元《勉县煤矿地质》(1939)、张迺骏(张伯声)与魏寿昆《陕西凤县地质矿产初勘报告》(1939)、李钧衡《宜君七里镇煤矿调查报告》(1940)、谭锡畴《中部(黄陵)煤田地质概况》和《同官白水蒲城耀县宜君煤矿简报》(1942)、张大贞《临潼铁炉镇炭矿调查报告》(1942)、任绩与苏文儒《南郑黄洋河城固大盘坝煤矿简报》(1943)、张尔道与何春荪《中部煤田矿床及矿业》(1945)和《宜君焦坪煤田地质》(1946)、胡炳如《凤翔麟游煤田地质》等。

(二) 勘查陕南铁矿

1938年吕翕声首次调查陕南铁矿,范围涉及7县,检查铁矿产地18处,编有1:10万分区地质矿产图,推测储量2800万吨,主要分布凤县、留坝交界的光华山、九子沟及闸口石一带,写有《凤县留坝镇安洛南西乡铁矿调查报告》和《陕西铁矿》。1939年,李钧衡、王联庆调查凤县老厂和酒奠沟西南铁矿,写有《凤县留坝铁矿调查报告》。1942年,李钧衡调查镇巴西南一带铁矿,写有《镇巴县地质矿产调查报告》。1942—1943年,国民政府经济部矿冶研究所任绩、苏文儒、李维钧、支鸣岐、马濬之等在陕南调查,写有《镇安铁厂铺铁矿简报》、《南郑庙坝铁矿简报》、《宁陕石泉交界铜钱峡铁矿简报》、《略阳紫竹乡铁矿简报》、《凤县留坝褒城铁矿简报》及《陕南陇南开发煤铁矿及发展冶铁事业之刍议》等,推测上述产地铁矿储量5640

万吨,认为凤县、留坝、略阳交界一带东起光华山、西至白水江构成一个东西方向的矿带,内中矿点甚多,闸口石、铁炉川等古代就是采冶胜地,有开发价值。

这一时期对渭北沉积型铁矿进行调查的有1941年吕翕声的宜君张家坡铁矿调查和1942年张大贞的同官立地镇铁矿调查,编有调查简报。抗日战争时期铁业生产有所发展,陕南渭北有10余个县采矿炼铁,主要产区凤县、留坝、洛南、镇巴、镇安等县,皆为土法生产。规模较大者有留坝铁厂,由西北制造厂炼铁部经办,产品用以制造手榴弹。耀县钢铁厂为第二战区经济建设委员会经办,有炼铁炉5座。据统计,1949年全省产生铁3350吨。

(三) 采淘陕南砂金

陕南淘金历史悠久,抗战初期随着敌占区难民来陕,兴起一个为期五六年的淘金自救热潮。1938年,中国工业合作协会西北办事处(简称中工合)在勉县设立采金工程处,招募难民和当地群众淘金。1939年,中工合与陕西省企业公司在南郑联合成立陕南采金管理处,于勉县、略阳、宁强、安康等地设事务所或指导站,共组织采金合作社近200个,4000多人,淘金床^①400架,在嘉陵江、汉江及其支流、丹江沿岸采淘砂金,年产金七八千两,据中工合估计,未入社的个体淘金者尚有数万人之多,1943年采金管理处撤销。1940年,按经济部《非常时期采金暂行办法》和《采金局组织规程》,河南金矿探采队改为经济部采金局豫陕鄂边区采金处(驻地河南浙川荆紫关),负责探采洛南、商南、安康、旬阳、白河一带砂金,采区商南梁家湾至过风楼丹江沿岸及旬河与汉江交汇处的

^①淘金床系木质,长2米多,宽1米多,表面刻以平行横沟。操作时斜立水边,上置一盛砂砾之竹篓,边摇动边以水冲洗,使篓中细砂漏至床上,粗砾倒弃。后将横沟中细砂冲入淘金盘中,淘至灰色,再置瓷钵中加水银研磨,使粒金与水银合成白色物,以火烧之即得纯金。一般每床需8人,日淘砂12吨,获金多者数分,少则数厘。

旬阳草坪铺,产量不详(黎小苏:《陕西金矿》,《陕行汇刊》第9卷第1期,1945;白家驹:《第七次中国矿业纪要》,《地质专报》丙种第7号,1945)。

这一时期有关砂金地质调查成果有白士侗《安康区砂金简报》(《地质论评》3卷2期)、王联庆《安康旬阳平利白河矿产调查报告》(1940)、李钧衡《略阳县地质矿产调查报告》(1941)和《蓝田商县洛南商南山阳地质矿产调查报告》(1940)、胡昌来《华县金堆城砂金矿调查报告》、魏寿昆、雷柞雯、张通骏(张伯声)《勘察安康砂金矿简报》(1939)、王恭睦《陕西汉阴县矿藏》(1947)、刘祖彝《陕西金矿》(1940)、曹士禄、韩影山《安康旬阳石泉紫阳砂金矿》(1940)等。通过调查确定的砂金产地有月河、饶峰河、旬河、丹江茶房至龙驹寨段和梁家湾至过风楼段、洛南洛河上游麻坪、栗峪、大文峪(白花岭至金堆城)、略阳境内嘉陵江及汉江上游等,以茶店北黑河产金最丰,当地群众在大黄陶淘得重9两的块金,半两1两之豆瓣金常见,月产近百两。

(四) 其他矿产调查

主要有吕翕声眉县井索峪黄铁矿调查(1939)和蓝田姜刘沟、临潼新开山锰矿调查(1939)、胡昌来山阳小河口铜矿调查(1941)和洛南齐家河(今丹凤蔡川)石棉矿、黄坪滑石矿调查(1941)、李学清和杨庆如紫阳县盐矿调查(1941)、王恭睦褒城钟山(今南郑黎坪)油页岩调查(1942)和彬县永寿油页岩调查(1946)、卢衍豪和郭宗山略阳阁老岭、宁强代家坝石棉矿调查(1943)、任绩和苏文儒镇安青铜大坪铜矿调查(1942)、张卯均镇安二台子、柞水冷水沟等地铜矿调查(1944)、田在艺彬县油页岩调查(1948)。此外,白士侗在调查安康砂金的同时,调查了

平利、岚皋石棉矿和石泉银屏山银矿;王联庆在调查安康、旬阳砂金的同时,调查了白河圣母山黄铁矿和月儿潭绿松石;李钧衡在调查略阳砂金的同时,调查了四季坝的“鸠粪石”——一种色泽艳丽的蛇纹石化大理岩。

矿业方面除盐、碱、硫磺、石墨、瓷土等继续生产外,山阳小河口和镇安二台子铜矿、平利狮子坪石棉矿、白河黄铁矿和绿松石、洛南黄坪滑石矿及临潼锰矿等都进行过土法开采。

三、陕甘宁边区时期^①(1936—1949)

(一) 地质机构

这一时期与地矿工作有关的机构有边区政府建设厅工矿科、军委军工局第一科及地质矿冶学会。边区政府建设厅工矿科亦称第二科,主要负责矿产调查和采矿指导,科长为采矿工程师孙霁东,地质技术干部有留学德国的工程师胡科和范慕韩(莫汗)。军委军事工业局第一科,又称工厂管理科,负责管理与军事工业有关的工厂,科长为1937年毕业于清华大学地质系的工程师汪鹏(汪家宝)。地质矿冶学会是边区自然科学研究会的团体会员之一,1941年创建,由边区政府、自然科学学院和军委军工局3个系统的地矿干部组成,武衡(武鉴之,1938年毕业于清华大学地质系)任会长,会员有范慕韩、胡科、孙霁东、汪鹏、张朝俊、佟城等人。会员平时在各自单位工作,遇有地质矿产调查任务时则集中活动。

(二) 地质调查

边区地矿调查工作从1940年开始,地矿学会按照边区政府关于建设炼铁厂、扩大采煤业和石油产量的要求,积极参加边区生产建设,开展地质普查和矿产勘查。

1. 石油地质调查 在边区地矿工作中石油探采一直处于重要位置,1937年边区政府

^① 参见张以诚:《抗日战争时期陕甘宁边区的地质矿产工作》,《中国科技史料》,第6卷第4期,1985。武衡:《陕甘宁边区的自然资源调查工作》,《中国科技史料》,第8卷第5期,1987。

成立不久,建设厅先后派出刘鼎、钱维人、付江及陈振夏等去延长和永坪调查石油厂情形,提出整理和恢复生产的计划。1938年,油厂职工经过紧张的处理井内堵物和抽水,使永坪和延长烟雾沟两口旧油井恢复生产,月产原油3600公斤。后油厂职工在模范厂长陈振夏带领下,搜集美国人和陕北油矿勘探处遗弃的机器和工具,凑成一台钻机,于1939年12月凿成边区第一口新井。1940年冬,军工局地质工程师汪鹏到延长调查,通过路线测量、绘制构造等高线图,在延长西部七里村发现一个有利储油的鼻状构造,建议在七里村打井,1941—1943年,汪鹏在鼻状构造上布置的4口井有3口见油,其中2口(t_1 和 t_3 井)自喷,油柱高达钻台。从而使原油产量从过去每年数十吨猛增到1279吨(1943),解决了工厂、运输、电台及照明用油的急需。1945年,佟城调往油厂工作,他为了准确确定井位,以砂岩层中的薄煤线、油页岩和粘土页岩作标志层,在东起呼家川、西至曹家疙瘩范围内沿延河进行标志层测量,得出含油层是一个倾斜极平缓的南高北低、东高西低的单斜层的认识,建议在西部地层倾角局部变化的部位上凿井。据此,他布置了4口井,结果3口产旺油。他还撰写了《延长石油地质概论》、《确定井口位置的说明》等论文。通过地质工作者的努力,1936—1949年10年间边区打的27口油井(其中永坪1口、延长5口、七里村21口)共产原油3198吨,比中共中央到达陕北前28年(1907—1934)的总产量(2842吨)还要多。1938年,边区政府在探油机械十分缺乏的情况下,把2台钻机和10余名熟练工人调给资源委员会甘肃油矿筹备处,这些工人在玉门打出第一批石油发现井,为玉门油矿的早期开发做出贡献(合岩、永生:《陕甘宁边区政府在玉门油矿勘探开发初期的贡献》,《石油与天然气地质》第6卷第1期)。

2. 煤矿和铁矿调查 1941—1945年地

矿学会开展北自绥德、米脂,南抵淳化、耀县的普查工作,为扩大采煤和建立炼铁厂提供了原料。1941年9月,地矿学会组织地质考察团分2路由延安出发,一路由武衡带队赴子长、绥德小理河和米脂龙镇调查煤矿,一路由汪鹏带队赴延长、延川调查石油。通过1个多月普查,对边区地质情况有了概略了解。同年11月至次年2月,由武衡、汪鹏、范慕韩组成关中地矿考察团,赴甘泉、富县、耀县和淳化调查煤、铁和耐火粘土矿。此次调查发现耀县衣食村一带煤、铁、石灰石均较丰富,是建设炼铁厂的理想地方,但因毗邻国民党统治区,对岸武王山上碉堡林立,只得放弃,改于甘泉富顺川创办了贺龙第一铁厂(复兴铁厂)。1942年11月,武衡在解放日报上发表《关中分区的地质及矿产》,记述了调查成果。1944年春,边区政府制订了两年内主要工业品全部自给的奋斗目标,决定组织调查团去瓦窑堡调查地质及建厂条件,调查团由西北财办工业处长陈郁带领,团员有佟城、汪鹏、范慕韩和王惠德。八月赴蟠龙考察铁矿,再到瓦窑堡考察煤矿,发现了赤铁矿和耐火粘土。不久,日产1吨灰生铁的炼铁厂——西北铁厂建成投产,1945年因国民党进攻边区而停产。

3. 盐矿和锰矿调查

抗日战争时期,晋盐沦入敌手,加上国民党的经济封锁,边区军民食盐发生极大困难,开发“三边”(靖边、定边、安边)池盐成为当务之急。“三边”盐池有苟池、老池、烂泥池、莲花池等,1938年前当地土法晒制,年产仅数万驮(1驮等于75公斤)。1940年边区自然科学院陈康白和边区工业局华寿俊赴三边勘查,开凿探盐浅井,总结出一套新法制盐的方法。次年,八路军战士数千人开赴盐池参加生产,使盐田面积大大增加,1942年产60万驮(合4.5万吨),满足了边区军民的需要,还销往晋西北和甘肃庆阳、平凉等地。1945年,边区丰足火柴厂生产安全火柴需锰作氧化剂,这时安

塞县农民张金明送来一包黑矿粉，经化验为软锰矿，产于侏罗系砂岩孔隙中。工矿科范慕韩等人即赴实地勘察和采掘，几个月时间采矿粉5000公斤，满足了火柴厂的需要（莫汗：《安塞锰矿采掘报告》，1945）。为表扬张金明积极报矿的行动，安塞县政府奖给他白布13尺，边区建设厅奖给毛衣一套和边币4万元。此讯传开，边区农民报矿的积极性大为高涨。

4. 地学知识普及 地矿学会利用外出考察的机会广泛搜集矿物、化石标本，于1941年8月在延安大边沟筹建了地质矿产陈列

馆，供边区军民参观，并多次选送矿产标本参加边区工业展览会展出。1943年边区工农业展览和劳模大会，毛泽东、陈云等中央领导同志都去参观。毛泽东对地矿馆的一件鱼化石很感兴趣，问讲解人：“鱼化石？多少年了？”讲解人回答后，毛泽东诙谐地说：“哦！老祖宗了。我们可不敢忘掉老祖宗呀！”延安《解放日报》的《科学园地》副刊，自1941年10月创刊，至1943年3月停刊，共发表地学科普文章33篇，内容涉及矿物岩石、地史古生物、水文、土壤等，在当时地学知识宣传普及方面起到重要作用。

第三节 建国后的矿产勘查

建国后，本省矿产资源勘查历经一条曲折发展的道路。建国初和“一五”计划期间，为满足经济建设高潮对矿产资源的急需，在勘探重点矿区的同时，加强面上普查，发现了一批矿产地。此后一段时期，受“大跃进”、“钻探为纲”及“文化大革命”等“左”的影响，勘查工作存在脱离实际，忽视成矿地质条件及重数量、轻质量的现象，造成浪费和损失。由于广大地质职工的努力，才发现和探明了一批重要矿床。中共十一届三中全会后，经过调整和改革，从本省成矿条件的实际出发，重点加强金银、煤炭、有色金属和非金属矿产的勘查和开发利用研究，取得了较好的社会效益，使矿产资源成为振兴本省经济的重要支柱之一。

一、国民经济恢复与“一五”计划时期（1950—1957）

1950年6月，在西北财委计划局领导下，主要由西北地质调查所人员组成的渭北煤田调查队一行8人，由刘乃隆带领，在白水煤田西、中、东梁3区及蒲城高阳开展调查，当年测制1:1万地质图170平方公里，并踏勘了韩城煤田。11月，黄劭显带领一个小队调查了宜君焦坪和衣食村矿区。同年，戴

天富带领的天成铁路工程地质调查队顺便调查了略阳西北区铁矿。

1950年11月，中国地质工作计划指导委员会在北京举行第一次扩大会议，会议决定全国地质工作者集中力量，在3年内有计划、有重点地搞清煤、铁、石油和有色金属资源，迎接经济建设高潮，并决定全国地质工作计划、人员调配由中地指统一办理，地方地质机构暂维其旧，仍在本区工作。本省列入1951年度全国地质工作计划项目的有渭北煤田详测和秦岭铁矿普查2项。

1951年，在中地指和西北财委资源勘测处领导下，以西北地质调查所为主，有南京地质调查所、西北大学地质系、西北工学院矿冶系及南京矿专师生参加，组成渭北煤田和秦岭铁矿两个普查大队。渭北煤田普查大队（29人）由李春昱任队长，下设3个分队和1个小队，在东自白水、西至千阳的渭北“黑腰带”上开展工作，完成白水—铜川间1:1万详测318平方公里，宜君焦坪1:5000详测60平方公里，铜川以西为路线普查。此次工作得出蒲白和焦坪两煤田有大规模开采价值的结论。由赵家骧任队长的秦岭铁矿普查大队（8人），1951年5月分四路从宝鸡入

山,调查陕南西部铁矿点40多处。

1952年,中地指确定渭北煤田队为全国六个直属综合勘探队之一,承担蒲城高阳矿区勘探任务。秦岭铁矿队则在陕南东部继续检查矿点,发现了安康牛山铜矿。

建国初,陕北为全国重点油区之一,1950—1953年西北石油管理局延长油矿在七里村、胡家村大规模探采,年产原油千吨。1950年6月,燃料工业部石油管理总局陕北勘探大队成立后,以8个分队的力量在志丹、吴旗和“三延”地区(延安、延长和延川)开展大面积普查,并贯彻中央领导陈云、李富春1952年7月关于开采西北石油问题的指示,先后在宜君四郎庙、延安枣园、延川永坪、黄陵七里镇及旬邑马栏钻探。50年代中期后,石油部门勘探队伍逐渐西移,进入陕甘宁交界地区。

在1953年开始的经济建设第一个五年计划期间(简称“一五”计划),地质系统先后在韩城—白水、略阳—留坝、洛南、宁强及秦岭东段普查找矿。1955年西北地质局647队以郭伯珠为组长的普查小组,发现华县金堆城钼矿,后由金堆城地质队探明其为一大型矿床,1959年提交最终勘探报告,该报告由队技术负责人任海波主编。矿床每吨金属钼勘探成本仅3元,经济效益良好。1980年4月全国地质系统评功授奖大会上,金堆城队被地质部命名为功勋地质队。1956年随着勘查工作大发展,西北地质局在本省新组5个地质队,评价了大安石棉矿、银花钒矿、宁强宽川铺和阳平关磷矿、黄龙铺和华阳川银铅矿、铜川上店和黄堡粘土矿及翠华山长石石英矿,探明了一定储量。

“一五”计划期间,工业部门的地质队也先后开展矿产勘查。西北煤田地质勘探局131、132队精查了铜川王石凹、王家河、黄堡等地煤矿;重工业部非金属矿勘探公司707队勘查了耀县宝鉴山水泥灰岩和药王山黄土矿;省工业厅勘测队评价了榆林、横山

泥炭、略阳麻柳铺石棉和留坝偏桥沟铁矿等。

二、“大跃进”与三年调整时期(1958—1965)

省地质局所属地质队先后普查铁铜、铬、铅锌、汞、稀有金属、煤炭和磷肥资源,完成陕北二叠纪和中生代菱铁矿、太白、眉县齐镇、周至板房子、宁陕沙沟铁铜矿及西乡、镇巴一带“宁乡式铁矿”普查,面积1.3万平方公里;凤县、宝鸡、略阳、留坝一带铬铁矿普查,面积1.2万平方公里;本省凤县至甘肃成县及旬阳公馆、镇安米粮川汞矿普查;商洛和凤县铅锌矿普查;宝鸡益门、华山北坡、洋县、西乡、平利及河南官坡稀有金属矿普查;安康大河一带水晶矿普查;汉江中上游砂金普查;延安地区煤矿普查;渭北、秦岭北坡和陕南磷矿普查等,发现宁强黎家营锰矿,二里坝黄铁矿、太白双王含金角砾岩、河南官坡铀钼矿、略阳何家岩和金家河磷矿等一批新的矿产地,探明大中型矿床6处。

这一时期对陕北石油采取面上展开、重点勘探的方针,进行了大量工作。1955年,地质部第一次石油普查会议后,成立了633石油普查大队,先在宁夏六盘山和内蒙古伊克昭盟普查,后进入陕北,主要在志丹、清涧、榆林大理河及无定河流域详查,在渭北进行1:20万概查。1959—1960年,西北大学地质系和成都地质学院陕北石油队也分别普查吴旗、志丹和甘泉、富县一带的储油构造。1959年,省地质局石油普查队成立,在黄陵至绥德及神木窟野河地区概查,在甘泉至富县和延安至子长详查。1960年,省地质局石油队与633队合并成立第三石油普查大队,先后对延安沟门、甘泉石门子、富县牛武和直罗镇、吴旗等构造钻探,获少量工业油流。据统计,1959—1964年陕北1:20万石油普查面积2.6万平方公里,1:5万详查1.98万平方公里,钻井88口,总进尺5.87万米。

油田开发勘探仍在“三延”地区进行,

1958年,省石油工业局成立601勘探队,次年7月,601队、延长油矿与省地质局石油队联合组成“三延地区石油勘探指挥部”,勘探青化砭、七里村、永坪、甘谷驿、桥儿沟等油区,没有重大突破。此外,1958—1961年省石油工业局勘探队还评价陕北和渭北三叠纪油页岩,探明一定储量。

1958—1965年,省冶金地勘公司在全省开展大规模的矿产勘查,探明了略阳鱼洞子铁矿、丹凤蔡凹锑矿、宁陕平和梁熔剂白云岩和白水三眼桥耐火粘土等多处大中型矿床。省煤田地勘公司概况查陕北三叠纪和侏罗纪煤田及紫阳、安康一带的石煤,调查面积1.2万平方公里;精查渭北煤田蒲白矿区徐家沟、鸭口、东坡、南井头、白堤等井田及韩城矿区南部,探明了储量。建材部门地质队探明了略阳横现河水泥灰岩和宝鸡虢镇砖瓦粘土等矿床。

三、国家“三五”至“五五”计划后期(1966—1978)

省地矿系统开展铁铜、铬、金、汞、稀有、磷硫、煤炭和石油等矿产勘查,探明大中型矿床15处。70年代为寻找铁铜矿先后在洛南石坡、周至板房子、宁陕沙沟、凤县唐藏、勉略宁及紫阳襄渝铁路沿线进行区域普查,面积约5000平方公里,未找到有价值的铁铜矿,但发现一批贵金属和有色金属矿点。与此同时,详查或勘探泾阳口镇、留坝偏桥沟、太白铁厂和王家楞、眉县铜峪、周至板房子和西骆峪、户县东流水、华阴铁岔沟、潼关太要、洛南黑山和木龙沟、山阳黑沟和小河口、园子街、岚皋铁佛、宁强白崖沟和燕子砭等30多处铁铜矿点,投入钻探26万米,探明中小型矿床6处。

潼关金矿,县志早有记载。1965年,省地质局第九普查队在河南找金的启示下,首先发现金矿脉。后省地质局第六地质队在460平方公里范围内开展普查找矿,找到大小石英脉675条,接着对潼峪505号脉、蒿

岔峪401号脉、东桐峪1号脉和善车峪8号脉西段详查和勘探,投入钻探2.9万米,机掘坑探8662米,于1970年探明505号脉、401号脉2处中型金矿床,每公斤黄金勘探成本320元。1973年省地质局第二地质队勘查汉江上游砂金,在勉县探明中型矿床1处。

汞锑矿勘查工作在详查旬阳公馆南含矿带的同时,1965年在东部发现青铜沟矿床,1972年对公馆南带转入勘探,至1976年共投入钻探4.3万米,坑探1万米,探明为一大型汞锑矿床,每吨金属汞勘探成本1896元。发现和承担普查勘探工作的省地矿局秦岭区测队、省地矿局第一地质队1985年被地矿部授予地质找矿成果一等奖。

稀有稀土矿勘查,先后探明河南卢氏官坡铋钽矿和华阴华阳川铀铍铅矿。后者为古代炼银遗址,1970年省地质局第六地质队发现矿石中含有放射性和稀土金属,随之转入勘探,1974年探明为含铀、铍、铅、银、稀土等多种金属的新类型的大型矿床,每吨金属铀勘探成本150元。

磷硫矿勘查,先后发现和探明勉县茶店、汉中天台山、凤县九子沟、西乡沈家坪、紫阳麻柳坝、商州市腰市等一批矿床。探明的其他非金属矿有洛南长麻地水晶矿、商南湘河大苇园和赵川冯家岭蓝石棉矿。

70年代后期,省地质局第十四地质队勘查子洲、佳县一带三叠纪煤田,解决了地方工业用煤问题,并探明吴堡一带石炭二叠纪煤田远景储量。

60年代末至70年代,石油普查在渭河盆地、渭北西部及定边、吴旗、志丹一带进行。1964年前后,地质部第三石油普查大队从陕北进入渭河盆地找油,至1976年,断续历经10年,钻探西安凹陷和固市凹陷的第三系,共钻井28口,进尺6.3万米,其中最深一口位于户县祖庵(渭深10井,深5202.12米)。1977年12月编有《汾渭盆地石油普查地质成果报告》。通过工作查清了盆地构造和

沉积特征,在3000米以上的上第三系未发现油气田,3000米以下的老第三系和中生界仍有一定希望。此外,在周至县城关渭深13井中发现富氮可燃性气体,含量2—3%。在渭河盆地工作的同时,该队还普查了陕南山间盆地和宁强、镇巴古生代地层的含油性。

60年代后期,石油部门勘查队伍逐渐由内蒙古向灵(武)盐(池)定(边)一带转移,相继找到马家滩、马坊、彭滩等小油区,但未能取得重大突破。1968年,地质部第三石油普查大队展开“向何处找油”的大讨论,通过总结以往找油的经验教训,主张重返陇东。同年12月23日向地质部长、著名地质学家李四光汇报后,立获支持。次年初,三普的地震队和钻井队开赴陇东普查,1969年6月9日,在甘肃庆阳施工的庆参井开钻,11月16日完钻,12月21日于延长组出油,1970年8月23日12时该井原油间歇自喷,油柱高达40多米,是为陕甘宁盆地石油史上首次。同年5月16日,三普施工的华参2井开钻,7月20日完钻,在井深1080—1088米处首次于侏罗系延安组打出油砂层,8月28日试出工业油流。在地质普查首战告捷的基础上,1970年石油部银川石油勘探局的地质队伍南下陇东,4月5日于华池施工庆3井,8月4日完钻,在延安组打出油砂层,后经70多天测试,于9月以后试出工业油流,9月26日,在庆阳施工的庆1井也出油。根据国务院、中央军委的指示,1970年11月兰州军区主持召开陕甘宁盆地石油会战协作会议,成立由兰州军区领导的长庆(当地有长庆桥,故名)油田会战指挥部。第三石油普查大队暂编为一分部第三团,负责长庆油田外围普查。11月下旬,该队1501钻井队从大雪封山的四郎庙长途搬迁奔赴吴旗,工人们冒着零下26度的严寒施工,56天打完一口中深井——吴1井,于1971年2月26日在侏罗系砂岩中获工业油流,日产原油14.2方,接着吴8、吴2井也出油,从而为陕北找油开辟了一个

新领域。第三石油普查大队在重返陕甘宁盆地工作期间,完成普查面积5600平方公里,钻探4.5万米,1974年编有《陕甘宁盆地石油普查地质成果总结报告》。1976年后,该队撤离本省,转赴内蒙古工作。1984年队部迁回咸阳,一部分队伍在内蒙古普查古生界油气,一部分在陕北榆林地区普查天然气和开展延安地区中生界浅层油田开发,油气兼探,探采结合,为支援陕北老区建设做出了新贡献。

1966—1978年间,省冶金地质系统共探明大中型矿床11处。为寻找铁铜矿,先后勘查柞水大西沟、韩城阳山庄、洋县毕机沟、太白王家楞等16处铁矿,及宁强刘家坪、丹凤皇台、山阳下官坊、镇安二台子、柞水冷水沟等8处铜矿,投入钻探19万米,探明工业矿床5处。其中柞水大西沟原为M87—1航磁异常,50年代末省地质局秦岭中段队、省冶金局安康队、商洛队作过地面评价,1966—1968年,西冶714队、713队、物探队通过工作发现银洞沟铜矿和磁异常,认为铁与铜均有成矿远景。1969年7月,经钻探发现菱铁矿体,1975年经西冶714队勘探证明为大型菱铁矿床。镍矿勘查,1975年711队探明略阳煎茶岭大型镍矿。铬铁矿勘查断续历经10余年,投入钻探11万米,坑探2万米,探明商南松树沟、留坝楼房沟、勉县舒坪3处矿床。60年代后期对渭北石炭系铝土矿进行大面积普查,1974年716队在府谷天桥则进行补充勘探,探明为一中型铝土矿床。汞锑矿勘查集中于山阳杨地至镇安米粮一带,714队探明山阳西坡岭中型矿床1处。在非金属矿方面,先后探明勉县阜川、定军山熔剂白云岩、洛南长岭钾长石及铜川上店耐火粘土等矿床。

70年代省煤田地勘公司先后在延安地区和黄陵至陇县一带进行煤炭概查,同时精查黄陵店头、宜君焦坪、麟游北马坊、千阳寇家河、陇县戚家坡等矿区,及渭北煤田蒲

白、澄合、韩城矿区的9个井田,从而基本查清渭北煤田的煤炭储量。此外,还评价了陕南二叠纪煤及安康地区石煤,精查商州市、洛南、勉县等处煤矿,部分地解决了陕南用煤问题。

1966—1978年,省建材系统共探明大中型建材和非金属矿床23处,其中水泥灰岩和水泥配料19处,主要分布铜川、泾阳、韩城、宝鸡、略阳、西乡等地。

四、中共十一届三中全会至“七五”计划时期(1979—1990)

省地矿系统1979年开始贯彻地矿部《地质工作三年调整纲要》,结合成矿远景区划成果,调整矿产勘查工作布局和内部比例,压缩铁铜项目和勘探项目,重点在“三江四区一带”^①加强优势矿种的勘查,发现和探明大中型矿床30多处。

金矿勘查贯彻岩金和砂金并重的方针,“六五”计划期间探明大中型矿床9处,加上工程控制的可计算储量在内,总储量可达 $\times\times$ 吨,从而使本省成为全国重要产金省之一。岩金方面,1980年第六地质队探明潼关桐峪口1号脉,每公斤黄金勘探成本672元,1986年地矿部授予该队地质找矿成果二等奖。1983年以来,该队在勘探东桐峪—善车峪8号脉西段的同时,加强洛南北部、蓝田东部的普查,新发现蓝田坝源湘子岔蚀变岩型金矿。该队提交的潼关县桐峪金矿区Q8号脉西段详勘报告获1990年度地矿部地质找矿成果三等奖。潼关小秦岭金矿勘查工作从1965年开始至1985年20年时间,投入地勘费2183万元,钻探13.4千米,机掘坑探2.4千米,探明中型矿床4处,小型矿床15处,向国家提交黄金工业储量 $\times\times$ 吨,每公斤黄金平均勘探成本590元,取得了较好的社会效益。此外,第三地质队勘查的太白双

王角砾岩型低品位金矿,规模已达大型,所含微细金可通过堆浸法回收,并获地矿部1992年度地质找矿成果一等奖。1983年第二地质队详查略阳东沟坝锌矿时发现伴生的金银矿,金达中型规模,锌和银为小型,为在碧口群中找金提供了重要借鉴。除此之外,地质系统还在宁强代家坝、华县白花岭、白河大兴等地找到多处金、银矿。

“六五”计划期间金矿勘查中推广痕量金的测试方法,可以发现 10^{-6} 以下的含量,从而使以往的间接找金变为直接找金,提高了找矿效果。

砂金方面,1982年第七地质队探明安康恒口大型砂金矿(含大同一付家河段),投入砂钻1.4千米,每公斤砂金勘探成本143元,1985年地矿部授予该队地质找矿成果一等奖。1986年初安康金矿采金船已下水采金,年生产能力4000两。近年来,该队还在月河上游汉阴城至梅子铺段勘探了一中型砂金矿,并获地矿部1987年度地质找矿成果三等奖。第二地质队通过勘查略阳白水江至宁强丁家坝间嘉陵江及其支流,发现中型砂金矿3处。此外,在汉江、丹江也发现多处砂金矿。

这一时期有色金属矿产勘查成绩巨大,共探明大中型矿床5处,有旬阳青铜沟汞锑矿、商州市高岭沟锑矿、山阳桐木沟锌镉矿、洛南黄龙铺钼矿。黄龙铺钼矿与金堆城钼矿相邻,从而使小秦岭地区成为本省重要的钼矿成矿带。青铜沟汞锑矿在公馆汞锑矿外围,两个大矿,东西成带,使本省已探明的汞矿储量在全国仅次于贵州省而居第2位。

非金属矿方面,先后探明汉中天台山塔南坡南翼磷锰矿,安康石梯和旬阳神河重晶石、宁陕东平沟滑石、洛南瓮山粘土、天台山石英岩及凤翔川口河、蓝田小寨、乾县五峰山、山阳馒头山、城固文川、白河松树石

^①“三江”指嘉陵江、汉江和丹江,“四区”即小秦岭、勉略宁、安康地区南部和榆横神府地区,“一带”指山阳至凤县泥盆系成矿带。

石灰岩等一批大中型矿床,同时找到一批建材大理岩和晶质石墨矿及蓝晶石、红柱石、矽线石、透辉石、膨润土、海泡石、毒重石、蛭石矿产地,以及宝玉石的矿物原料。其中,宁陕东平沟滑石矿床、安康石梯重晶石矿床、凤翔川口河化工用石灰岩矿床、洋县膨润土矿床等勘查成果获地矿部地质找矿成果三等奖。

地矿系统的煤炭勘查,主要在陕北进行,1982年以来,第八地质队对府谷石炭二叠纪煤田和煤成气进行评价,对榆林、横山侏罗纪煤田进行详查,探明储量664亿吨,提交的《陕北侏罗纪煤田榆林—横山地区远景调查报告》获地矿部1987年度地质找矿成果二等奖。

1980年省煤田系统勘查队伍逐步转向陕北,1982—1985年185队勘查榆林、神木、府谷侏罗纪煤田,探明储量735亿吨,获煤炭工业部嘉奖。

“六五”计划期间省冶金地质系统重点加强贵金属和有色金属矿勘查,先后探明略阳家坝铁矿、紫阳屈家山和宁强黎家营锰矿、凤县铅硐山和峰崖铅锌矿、华县桃园铅矿、勉县李家沟金矿、柞水银洞子银铅矿、城固李家河硅石矿等大中型矿床9处。其中柞水银洞子银铅矿与大西沟铁矿毗邻,1970年勘查铁矿时发现银铅矿,1981年由武警黄金第14支队勘探结束,证明为一大型银矿。

“六五”计划期间建材系统探明大中型矿床8处,其中水泥灰岩6处,即耀县宝鉴山、桃曲坡、泾阳九倾原、礼泉庄河、韩城阳山庄、南郑下梁山,其余2处为耀县五台山水泥配料和西乡左溪瓦刀子石膏矿,后者产于早三叠世嘉陵江组白云岩中,在本省系首次探明储量的矿种。与此同时,陕西化工地勘大队先后探明澄城三眼桥、平利凤凰尖和西乡五里坝3处中型黄铁矿床。

“七五”计划时期,省地勘行业各部门继续加强贵金属、有色金属、能源矿产勘查及

非金属矿产开发应用研究。1986—1990年共提交储量报告40多份,被开发利用的20多份,利用率在50%以上。

省地矿局在重点勘查潼关金矿区8、12、101号脉、太白双王、略阳铍厂沟及蓝田湘子岔等原生金矿的同时,还探明砂金矿12处,其中4处位于嘉陵江上游略阳白水江至宁强阳平关区段。此外,新发现矿产地24处,主要有周至马鞍桥和骊山金矿、白河大兴银矿、商南青山金红石、商县龙庙铅锌矿、紫阳黄柏树湾毒重石、宁陕新建雄黄矿、太白四沟红柱石、商县寺沟和凤县九子沟透辉石、陕北及渭北高岭土、潼关立峪蛭石等,它们有的是在本省首次探明储量的矿种(毒重石、雄黄、红柱石、蛭石、透辉石和透闪石);有的远景较好,当地已开发,为山区群从脱贫致富做出了贡献。其中紫阳黄柏树湾毒重石、潼关立峪蛭石等矿床勘查获地矿部地质找矿成果三等奖。这一时期,地矿部门在有关单位协作下,还完成高岭土、海泡石、透辉石、透闪石、钠长阳起片岩、麦饭石等开发应用可行性研究,均获成功(见第九章第三节)。

“七五”时期,省煤田地勘公司先后普查旬邑东部和府谷新民煤区,共获煤炭储量93亿吨;详查神木北部矿区和彬县煤田,分别获储量140亿和62亿吨;精查勘探神木榆家梁、活鸡兔、黄陵双龙和韩城象山等煤矿,探明了矿山近期建设的工业储量。

西北有色地勘公司在勘探镇安锡洞沟铅锌矿和补充勘探府谷铝土矿的同时,重点勘查凤(县)太(白)铅锌矿田,其中银母寺锌矿远景扩大,八方山矿区东延部分钻孔连续见矿,储量大增,银洞梁一手搬岩矿区也达中型规模,加上以前勘探的铅硐山、峰崖等矿区,使该矿田铅锌远景储量达数百万吨,成为本省有色金属工业的重要原料基地。在略阳铜厂还发现一具中型规模的铜矿。1987年,在勘查中做出突出贡献的717地质队获中国有色金属工业总公司找矿二等奖。

在此期间,武警黄金第14支队和核工业西北地勘局还分别在镇安米粮、凤县庞家河发现具大中型规模的岩金矿产地。

80年代,陕北石油勘探开发由长庆石油勘探局和延长油矿管理局承担,截止1988年底,探明原油产区11处,年产原油43.10万吨。其中延长油矿管理局在延长、永坪、甘

谷驿、青化砭和子长5个油区开发,年产原油29.02万吨。长庆油田勘探开发公司在吴旗、安塞、下寺湾、直罗、马坊和东红庄6个油区试采,年产原油约14.08万吨。该公司还在直罗油田探明天然气储量9.8亿立方米,并在靖边一横山一带发现大型天然气田。

第四节 矿产资源管理

一、概况

矿产资源属于国家所有。1986年3月19日第六届全国人大常委会第15次会议通过的《中华人民共和国矿产资源法》,对勘查登记、采矿登记、合理开发和保护矿产资源作了法律性规定,明确各省区人民政府地质矿产主管部门主管本行政区域内矿产资源勘查、开采的监督管理工作。

本省矿管工作是从1983年开展起来的。此年省地矿局设置专门矿管机构,同时调查了全省矿山的开采利用现状。1984年10月29日,省矿产资源管理委员会(以下简称省矿管委)成立,同年12月召开第一次会议,制定了《陕西省矿产资源开发管理暂行条例》。次年1月省政府发布《关于扶持农民开发矿产资源的通知》,下放农民开矿的审批权限,省矿管委先后分两批向全省68个县提供允许农民开采的矿产地540处。1985年省地矿局完成全省地质工作程度图的编制及国营矿山和乡镇大中型矿山普查工作,掌握了矿产勘查的历史资料和矿山开采现状,为开展勘查和采矿登记做了准备。

1986年10月,本省矿管工作首次会议“省矿产资源开发管理会议”在西安召开,讨论实施矿产资源法的具体措施,明确省地矿局是全省矿产勘查开发的主管部门。会后各级矿管机构逐步建立,至1990年底,全省10个地市都先后建立了机构;全省104个有矿产资源的县(市、区)有95个建立了独立的

矿管机构,另外9个也明确由计、经委代表政府行使矿产资源管理职责;全省矿管干部共计近600名,省内矿产资源管理网络基本形成。

1987年8月,省矿管委召开第四次会议,学习国务院发布的矿产资源勘查登记、全民所有制矿山企业采矿登记和矿产资源监督管理3个暂行办法,制定了贯彻意见和《陕西省征收部分矿产资源补偿费的暂行规定》。1988年9月,省七届人大常委会第二次会议通过《陕西省集体矿山企业和个体采矿管理条例》并公布施行。同月,省政府召开全省采矿登记工作会议,针对采矿登记进展缓慢的状况,采取了相应措施,同时部署了乡镇矿山整顿工作。1989年2月,省政府发布“关于贯彻《国务院关于对黄金生产实行保护性开采的通知》的实施办法”,停止个体采金。5月,全省矿管工作会议召开,表彰矿管工作先进集体和个人,要求采取有力措施,尽快完成采矿登记发证和矿业秩序整顿。

二、勘查与采矿登记

本省矿产勘查登记发证工作始于1987年,该年颁发勘查许可证266个,对重复交叉的申请项目,经省矿管委协调减少重复勘查面积2000多平方公里,节约勘查费用1000多万元。至1990年底,给全省8个部门33个地勘单位累计颁发勘查许可证553个,经审查和协调,避免了149个项目同水平重

上,全省勘查工作已走上法制轨道。

采矿登记工作也取得较大成绩,全省矿业开发秩序经过治理整顿明显好转。至1990年底,全省351个国营矿山企业有345个领取了采矿许可证,占应登记数的98.3%;全省5700多个集体矿山企业和个体采矿有近80%领取了采矿许可证。在整顿矿业秩序中,共调处各类矿业纠纷500多起,解决了80多个国营矿山与乡镇矿山的采矿纠纷,依法处理犯罪分子100多人,取缔、关闭无证采矿和不具备办矿条件的500多家,吊销采矿许可证300多个,矿业秩序明显好转,乱采滥挖的现象基本得到控制。

为加强矿产资源监督管理,合理开发利用矿产资源,从1986年起,本省已将开采回采率、采矿贫化率和选矿回收率列为矿山企业的考核指标。1990年12月陕西省体改委、

经委、矿管委、地矿局联合下发了《关于认真落实矿山“三率”考核指标,完善矿山企业承包经济责任制的通知》,1991年初省矿管委、经委、地矿局又联合下发了《关于开展矿山资源开发利用年检工作的通知》,使矿产资源监督管理工作也逐步走上正轨。从1987年开始执行的“矿山企业矿产资源开发利用情况统计年报”,上报率逐年提高,至1991年达100%,其准确性、全面性也不断提高。省内国营矿山已有80%制定了“三率”指标,资源回收利用率接近设计指标;乡镇矿山因管理水平低下,技术和设备条件差,资源利用程度普遍偏低。全省矿产资源的综合回收利用水平总的不高,合理开发利用矿产资源,提高资源利用率仍是全省矿产资源监督管理的重要任务。

第二篇 区域地质

中国地质学奠基人之一章鸿钊曾说过：“中文地质两个字原是最近从西文译出来的，但是古人早有地质的观念，不过没有立出一个专名来，并且未曾做过有系统的研究。”（《中国地质学发展小史》，1937）。本省古代有关地质的朴素认识多见于化石记载，汉武帝时于今大荔县境修龙首渠，“穿渠得龙骨”（《史记·河渠书》），指的是一种古脊椎动物化石。北宋沈括《梦溪笔谈·卷二一》描述了延川永宁关（今延水关）的“石筍（笋）”化石（系中生代三叠纪地层中的新芦木化石），并推测当地“旷古以前，地卑气湿”，是

用化石推论古地理环境的最早创见。明嘉靖《陕西通志·物产》和清嘉庆《延安府志·物产》分别记载千阳石鱼和安塞石鱼，指的是产于中生代地层中的狼鳍鱼、方鳞鱼等鱼类化石。闻名陕南的梁山石燕，则是指产于下奥陶统西梁寺组黄绿色页岩中的腕足类化石，主要属种有波罗扬子贝、丝绸正形贝等。

经过一个世纪以来的地质调查，特别是建国后的调查，地质工作者对本省地层、岩石和地质构造取得崭新的认识，并用来指导矿产普查和地震研究。

第五章 地 层

第一节 地层区划

本省地层除上白垩统缺失、上侏罗统具有争议和下元古界尚不清楚外，各时代地层发育较全，已建立 263 个地层单位（图 4、表 8），沉积类型复杂，生物化石和沉积矿产丰富，是研究中国地层学及相关学科的重要地区之一。

本省地层区划研究始于 20 世纪 50 年代。1959 年，陕西地质研究所主编 1:50 万全省地质图及说明书，将本省地层区划为陕北—关中、秦岭、巴山 3 个地层区，其范围

与本志划分近似，但其一级地质构造单元（华北块断地台）的界线却向南移至凤县—佛坪—柞水—商南湘河一线，与地层区不同。1977 年，省区域地层表编写组据西北五省（区）统一地层区划，将省内划分为华北、祁连、巴颜喀拉—秦岭和扬子 4 个一级地层区，9 个地层分区，20 个地层小区。1985 年，《陕西省区域地质志》将太古代至三叠纪地层划分为华北、秦岭和扬子 3 个一级地层区，14 个二级地层区（分区），17 个三级地层区（小

区)(图5);将侏罗纪至第四纪地层划分为2个一级地层区,5个二级地层区。本章叙述采用此方案。

一、太古代—三叠纪地层区划

(一) 华北区

陕北和关中属华北地层区,其南界大致在陇县八渡—虢镇—眉县—户县—洛南—一线,向北和东西两侧延出省外。本区除志留系、泥盆系和下石炭统缺失外,其余地层出露齐全,有太古界变质岩系,下一中元古界碎屑岩,中、上元古界碎屑岩、碳酸盐岩和部分火山岩、冰碛岩,寒武系和奥陶系碳酸盐岩,石炭系及二叠系含煤沉积,中、新生界主要为陆相红层及含煤沉积。在太华群、铁铜沟组、熊耳群、高山河组之间,中、上元古界与寒武系之间,奥陶系与石炭系或二叠系之间,白垩系与第三系之间,均为区域性不整合或平行不整合,代表地壳发生的重要构造运动或升降活动。

该区在省内划分为4个地层分区和4个地层小区。

(二) 秦岭区

位于华北区之南,南界大致在宁强双河寺—勉县—洋县—石泉—饶丰—紫阳麻柳坝—镇坪钟宝—一线,东西两侧延出省外。本区自元古界至第四系均有分布,以古生界发育较全为特征,元古代至中三叠世为海相地层,晚三叠世至第四纪为陆相地层。中、上元古界为变质碎屑岩、火山岩和碳酸盐岩,下古生界北部以火山岩为主,南部以碎屑岩、碳酸盐岩和笔石页岩为主,上古生界为变质碎屑岩、碳酸盐岩夹火山碎屑岩,三叠系为碎屑岩、泥质岩夹劣质煤,侏罗系为含煤碎屑岩和泥质岩,白垩系至第四系主要为碎屑岩

和松散堆积。

该区在本省划分为8个地层分区和8个地层小区。

(三) 扬子区

位于本省南侧,其南和东南延入四川省和湖北省。本区以古生界为主,次为中生界、新生界和中、上元古界。中、上元古界(不含震旦系)主要为变质碎屑岩、火山岩,震旦系至中三叠统以海相碳酸盐岩、碎屑岩为主,上三叠统至第四系为陆相碎屑岩、泥质岩及松散堆积。

该区在省内划分为2个地层分区和4个地层小区。

二、侏罗纪—第四纪地层区划

(一) 西北区

范围包括图5华北区和秦岭区,以第四系和侏罗系为主,第三系和下白垩统次之,上白垩统缺失。侏罗系发育齐全,为碎屑岩含煤及石油,下白垩统和第三系均为陆相红层,第四系为松散堆积,含哺乳类动物化石。

本区分为4个地层分区:(1)陕甘宁分区,范围包括图5所划陕甘宁盆地分区和盆缘分区;(2)六盘山分区,相当于秦岭区宝鸡—洛南分区的宝鸡以西地段;(3)渭河分区,范围同华北区渭河小区;(4)秦岭分区,包括秦岭区和华北区金堆城小区。

(二) 西南区

该区在省内的部分称为大巴山分区,范围与图5扬子区相同,为陆相地层,以第四系和下、中侏罗统为主,上侏罗统和白垩系缺失。下、中侏罗统为碎屑岩和泥岩,局部夹煤层,第三系为红层,第四系为河湖相松散堆积。

第二节 各时代地层

一、太古界

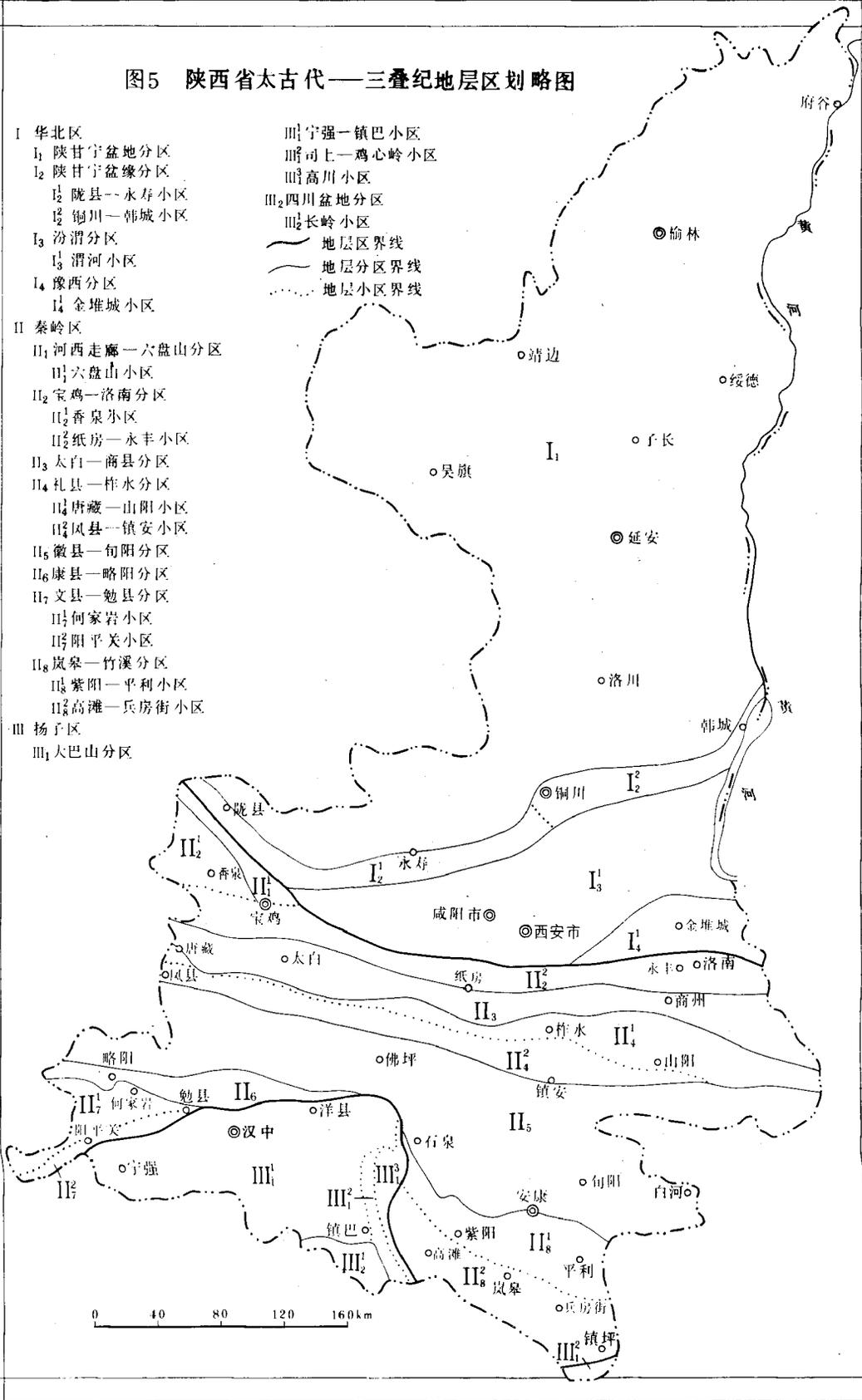
是指距今4600—2500百万年间太古代

地史时期所形成的地层。本省太古界称太华群和涑水群,太华群是目前发现的最老的地

图5 陕西省太古代—三叠纪地层区划略图

- I 华北区
 - I₁ 陕甘宁盆地分区
 - I₂ 陕甘宁盆缘分区
 - I₂¹ 陇县—永寿小区
 - I₂² 铜川—韩城小区
 - I₃ 汾渭分区
 - I₃¹ 渭河小区
 - I₄ 豫西分区
 - I₄¹ 金堆城小区
- II 秦岭区
 - II₁ 河西走廊—六盘山分区
 - II₁¹ 六盘山小区
 - II₂ 宝鸡—洛南分区
 - II₂¹ 香泉小区
 - II₂² 纸房—永丰小区
 - II₃ 太白—商县分区
 - II₄ 礼县—柞水分区
 - II₄¹ 唐藏—山阳小区
 - II₄² 凤县—镇安小区
 - II₅ 徽县—旬阳分区
 - II₆ 康县—略阳分区
 - II₇ 文县—勉县分区
 - II₇¹ 何家岩小区
 - II₇² 阳平关小区
 - II₈ 岚皋—竹溪分区
 - II₈¹ 紫阳—平利小区
 - II₈² 高滩—兵房街小区
- III 扬子区
 - III₁ 大巴山分区
 - III₁¹ 宁强—镇巴小区
 - III₁² 司上一—鸡心岭小区
 - III₁³ 高川小区
 - III₂ 四川盆地分区
 - III₂¹ 长岭小区

—— 地层区界线
 —— 地层分区界线
 地层小区界线



层,因在太华山一带发育而得名,由秦岭区测大队1959年创建,分布潼关、华阴、华县、蓝田一带的小秦岭地区,骊山也有少量出露,向东延入河南省。

本群为一套变质火山—沉积岩系,分为下、中、上3个亚群,可见总厚3674—5575米,代表剖面在潼关县李家乡东桐峪和华阴市孟塬乡蒲峪。下亚群主要为片麻岩、混合岩夹斜长角闪岩等,可见厚1088—1500米,为重要含金层位;中亚群为变质长石石英砂岩、片麻岩夹大理岩、斜长角闪岩、石墨片岩等,厚200—650米,赋存蛭石等矿产;上亚群以片麻岩和斜长角闪岩为主,夹变粒岩、麻粒岩和磁铁石英岩,厚880—3870米,赋存铁、稀土稀有金属矿产。经对太华群原岩性质研究,角闪质岩类原岩多为中基性火山岩,云(长)英质岩石部分为酸性火山碎屑岩,部分属陆源碎屑岩、亚粘土岩类。据测定,中亚群同位素铀—铅法年龄值2411和2301百万年,下中亚群同位素铷—锶法年龄值 2543 ± 169 百万年,时代属晚太古代。

涑水群:命名于山西省闻喜县涑水河,省内见于韩城禹门口,出露层序不完整,研究程度低。1959年以来,研究者多认为属山西中条山区涑水群的西延部分,将其时代暂置于太古代。岩石以各种片麻岩为主,夹磁铁石英岩,厚度不详,为省内含铁层位之一。

本省太古界研究始于19世纪后期,1872和1893年,李希霍芬、奥勃鲁契夫考察时都认为秦岭山脉的主体由太古代和元古代地层组成。1959年,秦岭区测大队在渭南幅1:20万区调中,将华县太华山一带的中高级变质岩系命名为太华群,划为太古界;1972年,中国地质科学院和省地质局第六地质队将太华群划分为6个组;1977年,陕西区域地层表编写组(以下简称编表组)根据岩性组合和含矿性,划分为下、中、上三个亚群,一直沿用至今。1986年,地矿部沈阳地矿所据同位素资料将时代归于晚太古代。

二、元古界

是指距今2500—600百万年间元古代地史时期所形成的地层,划分为下、中、上3个亚界。本省元古界在3个地层区均有出露,以中、上元古界为主。小秦岭一带地层发育较全,层序清楚,叠层石丰富,是研究我国华北区晚前寒武纪地层较理想的地区之一。

(一) 华北区

元古界分布小秦岭、陇县及韩城一带,地层自下而上分为:

铁铜沟组:系秦岭区测大队1959年在蓝田县灞源铁铜沟所建,代表剖面在灞源乡北川沟,由石英砂岩和石英岩组成,厚315—1060米,不整合于太华群之上,时代处理为早—中元古代。

熊耳群:系秦岭区测大队1958年在河南省熊耳山所建,代表剖面在蓝田县灞源乡红土坡至麻村,为变质安山岩、玄武岩、流纹岩、夹云母石英片岩、板岩等,厚1129—4376米,不整合于铁铜沟组或太华群之上,同位素铀—铅法年龄值1425百万年,属中元古代。

高山河组:系秦岭区测大队1959年在洛南县高山河所建,代表剖面在洛南县黄龙铺乡宋家沟口至石门(下述龙家园组至冯家湾组的代表剖面位置亦同此),为石英砂岩、粉砂质板岩夹白云岩等,厚100—3920米,平行不整合于铁铜沟组或不整合于太华群之上,产铁矿,含层叠层石、下营叠层石等,同位素铷—锶法年龄值1394百万年,属中元古代。

龙家园组:系秦岭区测大队1958年在洛南县龙家园所建,主要为白云岩,厚185—1203米,平行不整合于高山河组之上,含假裸枝叠层石、长柱叠层石、小秦岭叠层石等,为中元古代。

巡检司组:系秦岭区测大队1958年在洛南县巡检司所建,为厚层白云岩,厚44—708米,整合于龙家园组之上,含锥叠层石等,属

中元古代。

杜关组：系秦岭区测大队 1958 年在河南省卢氏县杜关所建，以紫红、灰绿等杂色白云岩为主，厚 43—265 米，整合或平行不整合于巡检司组之上，含蓊县蓊县叠层石、贝加尔贝加尔叠层石、蓊县铁岭叠层石等，属中元古代。

冯家湾组：系秦岭区测大队 1958 年在河南省卢氏县杜关冯家湾所建，为硅质条带白云岩夹板岩、砂岩等，厚 24—285 米，整合于杜关组之上，含锥叠层石、园柱叠层石等，侵入于本组的花岗岩同位素铀—铅法年龄值 999 百万年，地层时代属中元古代。

石北沟组：系陕西区调队 1976 年在洛南县石坡乡石北沟所建，主要为碳质硅质板岩等，厚 0—大于 300 米，不整合于冯家湾组之上，同位素铀—铷法年龄值 902 百万年，为晚元古代早期。

罗圈组：命名于河南省临汝县罗圈。本区代表剖面在洛南县黄龙铺南时家沟，下段为冰碛砾岩和含砾板岩，上段为粉砂岩和粉砂质板岩，具磷矿化，总厚 20—800 米，平行不整合于下寒武统之下，不整合于杜关组、冯家湾组不同层位之上。上段同位素铀—铷法年龄值 772.3 百万年，属晚元古代晚期。

此外，韩城禹门口一带分布有“霍山砂岩”，为石英砂岩和砾岩，厚 2—20 米，不整合于太古界涑水群之上，时代有争议，有人主张为早寒武世，也有主张与高山河组对比，划归中元古代。

华北区元古界的研究主要在建国后，50 年代秦岭区测大队建立小秦岭地区地层单位，划分为下元古界铁铜沟组和熊耳群、下震旦统高山河组、龙家园组、巡检司组、上震旦统杜关组和冯家湾组，该地层系统广为地学界采用，但对时代归属有不同认识。1975 年，西北大学地质系等将洛南地区原划下寒武统三道撞组解体为青白口系大庄组和震旦系罗圈组。嗣后，陕西区调队（1976）将大

庄组中上部单独划出，命名石北沟组，归于青白口系，下部划归蓊县系冯家湾组。1985 年，李钦仲等将铁铜沟组至高山河组划归长城系，龙家园组至冯家湾组划归蓊县系，石北沟组归青白口系，罗圈组置于下震旦统。

（二）秦岭区

元古界习称“六大群”（秦岭群、宽坪群、陶湾群、碧口群、郧西群和耀岭河群），经多年研究，有不少重要进展，目前在时代和层序划分上仍有争议。

宽坪群：系秦岭区测大队 1958 年在商县（今商州市，下同）北宽坪所建，分布秦岭山脉北坡，西起宝鸡，东至商南，东西两端延入邻省，由变质碎屑岩、火山岩和碳酸盐岩组成，分为下、中、上 3 亚群，总厚 3500—6000 米，代表剖面在商县葫芦堤至洛南史家村、周至黑河及眉县汤峪。

下亚群为云母石英片岩夹大理岩和绿色片岩，产铁铜矿，为省内重要含铜层位之一，厚 700—3000 米；中亚群为绿色片岩、大理岩和石英岩，厚 900—3000 米，产大包心叠层石，大型叠层石；上亚群以云母石英片岩为主，厚 700—2000 米，产铁和硫铁矿。据研究，绿色片岩和角闪岩类原岩主要为基性火山岩，云母石英片岩原岩主要为泥质碎屑岩和中酸性火山岩，大理岩由泥砂质灰岩变质而成。本群的构造层序和时代争议较大，一些研究者据同位素铀—铅法和铀—铷法年龄值 1516—1973 百万年认为属早一中或中元古代，1989 年，地矿部地质研究所张宗清据同位素结果认为属晚元古代早期。

1958 年，秦岭区测大队从原“秦岭系”中剔出部分地层，因在商县北宽坪发育而定名为“宽坪组”，时代归早元古代。1977 年，河南地质三队改称宽坪群。1979 年，陕西区调队将蟒岭西侧的宽坪群细分为五峰山组、广东坪组、四岔口组，置于中元古界长城系，将蟒岭南侧原宽坪组划为古生界。1980 年，1：50 万陕西省地质图划分为下、中、上 3 个亚

群,时代归长城纪。次年,陕西区调队将铁炉子断裂南侧原陶湾组划归宽坪群,命名为谢湾组,认为宽坪群的层序自下而上为谢湾组、四岔口组、广东坪组。1983年,省地质局第八地质队将眉县至长安间的宽坪群划分为汤峪组、大镇沟组、甘峪湾组、教场组、干岔沟组,置于震旦亚界。1985年,陕西区调队“三群”(宽坪群、陶湾群、秦岭群)专题组对蟒岭地区宽坪群的划分沿用该队(1981)使用的组名,但上下排列次序相反,将眉县至蓝田间的宽坪群解体,分别划归下一中元古界宽坪群甘峪湾组、大镇沟组、汤峪组、下古生界斜峪关群文家山组、干岔沟组、上古生界甘峪组。

陶湾群:系秦岭区测大队1958年在河南省栾川县陶湾北沟所建,本区分布铁炉子—三要断层北侧,代表剖面在商县辋峪沟和洛南县页山河,主要为千枚岩、片状大理岩和钙质砾岩等,厚1154—2490米,赋存铁铜矿产,含粗面球形藻、古片藻等微古植物化石,同位素铷—锶法年龄值458.7、548百万年,地层时代及洛南以西下部层序划分均有争议,暂处理为中元古代。

1958—1959年,秦岭区测大队将蓝田蓝桥镇至洛南河口以南、商县至洛南永坪以北的变质泥质岩—碳酸盐岩系划为下元古界陶湾组。1979年,陕西区调队503分队改为陶湾群,并据生物化石将蟒岭南侧原陶湾组划归古生界。陕西区调队508分队(1981)将铁炉子—三要断层北侧原陶湾组划分为上寒武统和陶湾群,认为二者为不整合,并将陶湾群细分为庙湾组、屈垌组、石板河组、垢神庙组,时代归于奥陶—志留纪,这一划分意见为“三群”专题组(1985)所确认,时代则置于奥陶纪。1988年,陕西区调队201分队将洛南以西原庙湾组部分解体,据生物化石和地层富磷等特点,分别划为下寒武统韩村组(新建)、震旦系罗圈组、中元古界大庄组,并认为陶湾群局部平行不整合于大庄

组之上,时代暂归震旦到奥陶纪。地矿部地质研究所则置于晚震旦世。

秦岭群:原名“秦岭系”,赵亚曾和黄汲清1931年命名。分布秦岭主脊及陇县至宝鸡一带,由一套变质碎屑岩、碳酸盐岩及火山岩组成,分为下、中、上3亚群,总厚大于9000米。顶、底界几乎全为断裂破坏,偶见不整合于奥陶系草滩沟群之下,代表剖面在太白县白云乡下黑湾至秦岭梁。下亚群主要为黑云斜长片麻岩、混合岩夹斜长角闪岩和透辉大理岩等,厚大于1793米;中亚群为石墨大理岩、白云质大理岩夹斜长角闪岩,厚740—3147米;上亚群以黑云石英片岩或混合片麻岩、混合岩为主,厚1200—8188米。本群赋存铁、铜、锌、硫铁矿、金、白云岩、高铝矿物原料等矿产。中亚群含厚壁粗面球形藻模糊多孔体等微古植物化石。同位素年龄数据有7组,最大一组值(铷—锶法)1714—1816百万年,最小一组值(铀—铅法)430—470百万年。地层划分和时代归属长期争议较大,一些研究者据同位素最大年龄值归中元古代,1989年,地矿部地质研究所张宗清据同位素结果认为属早元古代晚期(22.5—19亿年)。

1931年,赵亚曾等将出露长安大峪口及宝鸡益门镇的变质地层命名为秦岭系,时代划归寒武前纪。嗣后,杨钟健等(1943)对其时代提出质疑。赵家骧(1951)、张伯声(1957)等划为下古生界。1959—1965年,秦岭区测大队将秦岭系解体,把展布于北部的变质火山—碎屑岩系划归下元古界宽坪组,解体后的秦岭系改称秦岭群,时代置于太古代。1969年,区测队将商县以西的秦岭群划为古生界。1977年,编表组划分为下、中、上3个亚群,时代归前寒武纪,1980年,陕西区调队改为前奥陶系。1985年,“三群”专题组将秦岭群南部的变质火山岩系别出,建立下古生界丹凤群,主体部分仍称“秦岭群”,分为3段,时代归中元古代。《陕西省区域地

质志》将秦岭群分为上、中、下3个亚群(上亚群包含丹凤群),时代仍归中元古代。本志采用此划分意见。

碧口群:原称“碧口系”,叶连俊和关仕聪1944年命名于甘肃文县碧口。本区分布勉略宁地区,为一套变质火山—沉积地层,不整合或平行不整合于震旦系断头崖组至泥盆系不同层位之下,底界未出露。分为4个亚群,省内仅出露第二至第四亚群,总厚大于1万米,代表剖面在康县两河口至宁强县太阳岭及宁强县黑水乡范家营。

第二亚群出露不全,为变质砂岩、板岩、酸性火山岩夹安山岩,厚大于7753米,产铜、铁矿。第三亚群为基性、酸性火山岩,厚1534—3902米。第四亚群为中基性和酸性火山岩夹变质砂岩、板岩,厚349—大于1828米,产铁、多金属和金矿,为本省重要含矿层位之一;含锥叠层石、喀什叠层石,产小粗面球形藻化石。层序和时代长期争论较大,有待进一步研究,暂按中—晚元古代处理。

1944年,叶连俊等命名的碧口系时代为志留—震旦纪。1961年,陕西区调队划分为曾家河组、下部火山岩、上部火山岩、东房沟组,置于早元古代。1967年该队在1:20万碧口幅内改碧口系为碧口群,分3个亚群,归早古生代。1977年,编表组划分为4个亚群,归震旦亚界。1985年,《陕西省区域地质志》划为中—上元古界,同年省地矿局第二地质队划分为3个岩组,置于晚元古代。1988年,陕西区调队碧口群专题组则置于下震旦统一蓟县系。

刘家坪组:系陕西区调队1967年1:20万碧口幅区调时于宁强县刘家坪所建,分布刘家坪至沈家院一带,岩石以火山岩为主,厚大于3000米,产铜、锌矿。同位素钾—氩法年龄值1331、853、943百万年,地层时代有争议,暂按晚元古代处理。

陡岭群瓦屋场组和大沟组:分布商南县湘河南,陡岭群为河南区调队1976年命名于

河南淅川县陡岭,瓦屋场组系同年在西峡县西坪瓦屋场所建,为片麻岩和大理岩,厚约2000米。大沟组系同年在淅川县荆紫关大沟所建,为斜长角闪片麻岩夹石墨片岩和大理岩,厚1676—1829米。据河南资料,侵入于本群的火成岩同位素年龄值797—884百万年,地层时代处理为晚元古代。

秦岭区的震旦系主要有下统郧西群和耀岭河群,上统陡山沱组和灯影组。此外,紫阳平利一带的上震旦统(相当原洞河群下部)为碳硅质岩,产重晶石和硫、磷矿。勉略地带的震旦系分为断头岩组、九道拐组和望天坪组。

郧西群:系秦岭区测大队1961年在湖北省郧西县城所建,本区代表剖面在安康县牛山,为酸性火山碎屑岩,火山熔岩夹凝灰质千枚岩,厚大于3462米,产铁矿,时代有争议,暂归早震旦世。1985年,湖北区调队认为郧西群与武当山群相当,时代为中元古代。

耀岭河群:系秦岭区测大队1958年在商南县耀岭河所建,相当于李捷创立的震旦片岩。代表剖面在商南县双庙乡楼房沟及安康县牛山南青木沟、小李沟至槽沟,为变质基性火山碎屑岩及中基性熔岩夹千枚岩,厚200—3000米,整合或平行不整合于郧西群之上,赋存铜、铁、刚玉矿产。同位素铷—锶法年龄值888百万年,时代有争议,暂归早震旦世,湖北区调队认为属青白口纪。

陡山沱组:李四光1925年命名于湖北省宜昌市陡山沱。本区代表剖面在商南县耀岭河大木岩沟及宁强县阳平关乡中槽,岩石有页岩、硅质灰岩和白云岩,厚10—875米,产磷块岩、锰、铁矿,含古刺球藻、简单刺球藻等微古植物化石。

灯影组:李四光1925年命名于湖北省宜昌市灯影峡,本区代表剖面位置同陡山沱组。阳平关地区分下、上两段,下段为藻白云岩夹页岩和灰岩,含古藻(斑点藻、粘液藻),蠕形动物(维管虫、高家山虫)、遗迹(新砂

蚕迹)等化石;上段主要为硅质白云岩,总厚 926—975 米,产磷矿和白云岩。

断头崖组:系陕西区调队 1965 年在略阳县何家岩乡断头崖所建,为灰质白云岩、凝灰质砂砾岩夹磷块岩及锰矿层,厚 221—1110 米,不整合于碧口群之上,为本省重要含磷层位之一。含小穴面球形藻、郝台达穴面球形藻等化石,同位素铷—锶法年龄值 761、660 百万年。

九道拐组:系陕西区调队 1965 年在略阳县陈家坝九道拐所建,为白云岩夹板岩和灰岩等,厚 520—1150 米,含加尔加诺叠层石、圆柱叠层石及微古植物(小孔多孔体等)。

望天坪组:系陕西区调队 1965 年在勉县茶店乡望天坪所建,为碳硅质板岩和硅质白云岩,厚大于 300—390 米。

(三) 扬子区

本区元古界有火地垭群、三花石群、西乡群和震旦系,目前对前 3 者的时代和层序有争议。

三花石群:系秦岭区测大队 1960 年命名于西乡县汉江乡三花石,分布南郑—洋县—佛坪大河坝一线以南,为变质中基性火山岩、火山碎屑岩、云母石英片岩和千枚岩,厚约 4000 米,产铁矿。侵入于本群的火成岩同位素铷—锶法年龄值 773、868 百万年,地层时代暂归中元古代。

西乡群:因发育于西乡地区而得名,系陕西区调队 1965 年创立。分布西乡五里坝—青龙—茶镇一线以南,为中酸性火山岩,厚大于 1800 米,不整合于震旦系之下,与下伏三花石群为断层接触,时代暂处理为晚元古代。

1960 年,秦岭区测大队将西乡县三花石一带变质碎屑岩—泥质岩系命名为三花石群,置于太古界,1965 年,将其与南部变质火山—沉积地层合并称西乡群,置于下元古界。1976—1982 年,西安地质学院在西乡地区开展 1:5 万区调和专题研究,将西乡—白

勉峡断裂以北原西乡群仍称西乡群,分为白勉峡组、三湾组和三花石组,置于中元古界;把断裂以南的原西乡群划分为青白口系孙家河组、下震旦统大石沟组和三郎铺组。1985 年,《陕西省区域地质志》划分为中元古界三花石群(即西安地院所划西乡群)、上元古界西乡群(相当于孙家河组和大石沟组)及下震旦统(相当于三郎铺组)。

火地垭群:旧称火地垭系,杨敬之和谷德振 1943 年命名于四川南江县火地垭,省内分布南郑县碑坝地区。1970 年四川第二区测队将其时代置于元古代,1978 年,省地质局第二地质队开展碑坝地区区调时,划分为后河组、麻窝子组、上两组、铁船山组。

后河组:系省地质局第二地质队 1978 年在南郑县福成乡后河所建,建组剖面在福成乡范泉湾至老松树,为混合岩夹变质火山岩,可见厚 1592—1963 米。

麻窝子组,系四川第二区测队 1965 年在四川南江县麻窝子所建,本区代表剖面在南郑县碑坝乡院坝坪,为白云质大理岩、白云岩夹变质中基性火山岩,厚 1033—2345 米,平行不整合或不整合于后河组之上,产赤铁矿。

上两组:系四川第二区测队 1965 年在四川南江县上两所建,本区代表剖面在南郑县碑坝乡西沟,为堇青石角岩,黑云长英角岩和变质砂砾岩,厚 2—306 米,整合于麻窝子组之上。

铁船山组:四川第二区测队 1970 年命名于南郑县碑坝铁船山,代表剖面在碑坝马炉沟,为流纹岩、英安质凝灰岩、红柱石片岩和斑点板岩等,厚 380—2331 米,平行不整合于上两组之上。

侵入于火地垭群的火成岩同位素钾—氩法年龄值 956、1050、717 百万年(四川资料),据此暂将后河组至上两组划归中元古代,铁船山组处理为晚元古代。近年又有将后河组与四川南部康定群对比,置于早元古

至晚太古代。

震旦系：分布宁强、南郑、西乡等地，划分为下统及上统陡山沱组和灯影组。

下统：为砂砾岩夹页岩，厚 153—大于 1000 米，代表剖面在西乡县司上罗家湾至烧房沟及南郑县钢厂。

陡山沱组：为砂页岩、白云岩夹磷块岩，厚 68—800 米，代表剖面在南郑县钢厂和西乡县司上，产磷、锰矿。

灯影组：分下、上两段，下段为藻白云岩和白云质灰岩，富含粘液藻、针刺藻、斑点藻、裹球孢、宽松孢等化石；上段为硅质白云岩夹砂页岩，总厚 24—800 米，代表剖面在南郑县钢厂，赋存铅锌、磷矿和白云岩。

1939 年，张伯声在城固县大盘坝创立黑龙洞层，划归震旦系。建国后，郁士元等（1954）在南郑县梁山划出灯影组，秦岭区测大队 1：20 万区调时初步建立本区震旦纪地层系统。70 年代以来，随着专题研究和基楚地质成果总结的开展，本区震旦系的研究程度不断提高。1970 年，四川石油管理局划分为下统莲沱砂岩组、冰碛层组、上统陡山沱组、灯影组下段和上段。1975 年，南京地质古生物研究所（以下简称南古所）发表有关本区晚震旦世某些微古植物、古藻化石的研究成果，同年，曹瑞骥等将灯影组下段划分为下贫藻层、中富藻层、上贫藻层。1977 年，编表组将莲沱砂岩组和冰碛层组归并，合称“南沱组”，《陕西省区域地质志》改“南沱组”为震旦系下统。

三、古生界

是指距今 600—230 百万年间古生代地史时期所形成的地层，自下而上划分为下古生界寒武系、奥陶系、志留系，上古生界泥盆系、石炭系、二叠系共 6 个地层单位。

（一）寒武系（形成时间距今 600—500 百万年）

分布华北、秦岭和扬子 3 个地层区，地层发育较全，以碳酸盐岩为主，下部多见碎

屑岩，厚 100—1500 米，最厚 4400 米。含三叶虫、古杯、海绵、腕足类、介形虫等化石，产磷块岩、钒钼铀矿、重晶石和白云岩等，下统为本省重要含矿层位之一。

1. 华北区 分布陇县—岐山—韩城一带及洛南以北等地。

辛集组：命名于河南鲁山县辛集镇，本区代表剖面在陇县景福山牛心山和洛南石门乡马家沟，为白云岩、粉砂岩和磷块岩，厚 21—83 米，平行不整合于罗圈组或元古界之上，为重要含磷层位，含许氏盾壳虫、陇县虫、莱得利基虫、圆货贝等化石。

朱砂洞组：张伯声和冯景兰 1950 年在河南登封县朱砂洞所建，本区代表剖面在洛南县台峪西庙沟和陇县景福山牛心山，为白云岩、白云质灰岩夹页岩和石英砂岩，厚 24—200 米。

馒头组：命名于山东省长清县张夏镇馒头山，本区代表剖面在韩城市华子山，为钙质泥岩、泥灰岩等，厚 26—100 米，含中华莱得利基虫等化石。以上 3 组均为早寒武世。

毛庄组：命名于山东省长清县张夏镇毛庄，本区代表剖面在陇县景福山水眼沟和韩城华子山，为页岩和灰岩，厚 31—179 米，含山东盾壳虫、腕足类、软舌螺等化石。

徐庄组：命名于山东省长清县馒头山徐庄，本区代表剖面在陇县景福山牛心山和韩城华子山，为泥质灰岩和粉砂质页岩，厚 65—560 米，含柯赫氏虫、毕利氏虫、小帽贝等化石。

张夏组：命名于山东省长清县张夏镇，本区代表剖面位置同徐庄组，为竹叶状、鲕状灰岩和白云岩，厚 110—350 米，含辽阳虫、德氏虫等化石，以上 3 组均为中寒武世。

崮山组：命名于山东省长清县崮山，本区代表剖面位置同徐庄组，为竹叶状、鲕状灰岩和白云岩或以泥灰岩为主，厚 52—172 米，含蝴蝶虫、圆劳伦斯虫等化石。

长山组：命名于河北唐山市赵各庄长山

沟, 本区代表剖面在陇县景福山牛心山及洛南县陈耳乡思念沟, 为白云岩夹竹叶状灰岩, 厚 30—137 米。

凤山组: 命名于河北省冶里镇马家沟凤山, 本区代表剖面在韩城华子山和洛南县寺耳乡瓦窑沟, 为泥质白云岩夹竹叶状白云岩, 厚 67—110 米, 含魏斯顿贝、圆货贝等化石。以上 3 组为晚寒武世。辛集组至凤山组各层间皆系整合接触。

“三川组”^①: 系秦岭区测大队 1958 年在河南栾川县三川镇所建, 本区代表剖面在洛南县黄坪乡长沟至桥沟脑, 为灰岩、砾状灰岩夹板岩, 局部夹磷块岩, 厚 600—1200 米, 平行不整合于罗圈组之上。含鲍格郎氏虫、陇县虫及小壳类(耳螺、巴氏螺、阿纳巴管等)化石, 时代为早寒武世。

下、上楼村组: 系区测队 1965 年在洛南县石门乡所建, 时代为中寒武世, 下楼村组为灰岩和钙质页岩, 厚 30—150 米, 整合于“三川组”之上。上楼村组为鲕状灰岩夹千枚岩, 厚 60—650 米, 整合于下楼村组之上, 含贾氏复州虫、圆货贝等化石。

鞞峪组: 系陕西区调队 1965 年在商县腰市乡鞞峪村所建, 为白云岩夹同生灰质角砾岩, 厚 409—1200 米, 整合于上楼村组之上, 时代处理为晚寒武世。

此外, 在陕北石油钻井中见有以白云岩为主的一段地层, 厚一二百米, 时代暂定为寒武纪。

2. 秦岭区 紫阳、镇坪一带发育较全, 化石丰富, 地层间皆整合接触, 划分为:

鲁家坪组: 系陕西区调队 1966 年在紫阳县瓦庙乡鲁家坪所建, 为碳硅质板岩、白云岩, 局部夹磷块岩, 厚 130—704 米, 整合于震旦系之上, 含圆管螺、齿形壳类等小壳动物化石。

箭竹坝组: 系陕西区调队 1966 年在四川

城口县箭竹坝所建, 本区代表剖面在紫阳县任河及镇坪县双坪乡大雄溪, 为灰岩, 厚 110—290 米。以上 2 组为早寒武世。

毛坝关组: 系陕西区调队 1966 年在紫阳县毛坝关所建, 为灰岩夹碳质板岩, 厚 120—881 米, 含中华小无肩虫、胸针形球接子等化石。

八卦庙组: 系陕西区调队 1966 年在紫阳县斑鸠关八卦庙所建, 为灰岩夹泥灰岩, 厚 102—300 米, 含舌球接子、原赫定虫、小李三虫、中肋虫等化石。以上 2 组为中寒武世。

上统: 为角砾状灰岩夹碳质板岩, 厚 192—947 米, 代表剖面在紫阳县六合乡六道河, 含雕球接子等化石, 时代为晚寒武世。

在宁强宽川铺一带划分为:

宽川铺组: 系西北地质局磷矿队 1959 年在宁强县宽川铺所建, 为碳酸盐岩、页岩、硅质岩夹磷块岩, 厚 60—380 米, 整合于灯影组之上, 为重要含磷层位之一, 含软舌螺、似软舌螺、管孔类、单板类等小壳动物化石。

选将坪组: 系陕西区调队 1965 年在宁强县宽川铺选将坪所建, 为粉砂岩和碳质板岩, 厚 55—751 米, 整合或平行不整合于宽川铺组之上, 含软舌螺、海绵骨针等化石。以上 2 组为早寒武世。

在商南新开岭一带划分为以下 3 组, 之间为整合接触:

水沟口组: 系陕西区调队 1961 年在商南县湘河乡水沟口所建, 为灰岩和碳质板岩, 厚 15—1506 米, 平行不整合于灯影组之上, 为钒钼铀矿、磷块岩和重晶石含矿层位, 含中华莱得利基虫、凤阳大古油栉虫等化石, 时代为早寒武世。

岳家坪组: 系陕西区调队 1965 年在商南县汪家店乡岳家坪所建, 为白云质灰岩和粉砂岩, 厚 100—900 米, 含德氏虫、小无肩虫等化石, 时代为中寒武世。

^①1977 年河南省地质三队根据叠层石将三川组改划为元古代, 本区此套地层仍为寒武纪, 故加引号。

蜈蚣丫组:系陕西区调队1961年在商南县太子坪蜈蚣丫所建,为白云质灰岩和白云岩,厚141—500米,含庄氏虫、蝙蝠虫等化石,时代为晚寒武世。

此外,佛坪及镇安西南分布有寒武—奥陶系,为大理岩、灰岩和白云岩,含马氏螺、冬纳氏螺等化石,厚大于1000米。

3. 扬子区 宁强、南郑、西乡一带上统缺失,下中统划分如下,之间多为整合接触:

宽川铺组:同秦岭区。

郭家坝组和双河口组:二者为同期异相沉积。前者旧称“郭家坝系”,侯德封1939年命名于四川南江县郭家坝,本区代表剖面在勉县大河坝,为碳质页岩和粉砂岩,厚330—502米,产磷矿、硫铁矿和铝土矿,含古莱得利基虫、云南头虫、汉江古介形虫、原古杯等化石。双河口组系四川石油管理局地质调查队1969年在宁强县双河口所建,为泥岩、页岩夹粉砂岩,厚597米,产磷锰和钴土矿。

仙女洞组:系刘弟庸等1964年在四川南江县仙女洞所建,本区代表剖面在南郑县福成乡挂宝岩和宁强县郭家坝至双河口,为灰岩、白云岩或砂岩夹页岩,厚30—168米,含宜良虫、云南盾壳虫、筛古杯等化石。

阎王庙组:系叶少华等1962年在四川南江县阎王庙所建,本区代表剖面在西乡县三郎铺乡盛家沟,为砂砾岩和页岩,厚78—283米,含宜良虫、拟蝙蝠虫、兰氏古油栉虫、圆货贝等化石。

孔明洞组和龙王沟组:二者为同期异相沉积。前者系叶少华等1962年在四川南江县孔明洞所建,本区代表剖面位置同阎王庙组,主要为块状白云岩和白云质灰岩,厚10—218米。龙王沟组系李耀西等1975年在南郑县五郎坝龙王沟所建,为石英砂岩、白云质砂岩夹页岩,厚0—59米,含西乡大古油栉虫、大型小霍福特虫及古杯类等化石。以上

各组时代为早寒武世。

陡坡寺组:命名于云南宜良县陡坡寺,本区代表剖面在南郑县福成乡挂宝岩,为紫色白云质粉砂岩和白云岩,厚9.7—239米,含奇蒂特虫、昆明盾壳虫等化石,时代为中寒武世。

在西乡高川、镇巴兴隆、紫阳麻柳及镇坪鸡心岭等地划分如下,各地层间为整合接触:

“水井沱组”^①:系张文堂1957年在湖北宜昌县石碑村水井沱所建,同位素年龄值570百万年,本区代表剖面在镇巴县高桥乡水河沟,为灰岩,或砂质页岩、粉砂岩和灰岩,厚30—80米,含始莱得利基虫、云南头虫及古杯类等化石。

石碑组:旧称“石碑页岩”,系李四光1925年在湖北宜昌县石碑村所创立,本区代表剖面位置同“水井沱组”,为细砂岩、页岩和灰岩,厚180—450米,含莱得利基虫、兰氏古油栉虫、后莱得利基虫、始筒古杯等化石。

天河板组:系张文堂1957年在湖北宜昌县天河板所建,本区代表剖面在紫阳县紫黄乡落人洞,为页岩、泥质灰岩夹砂岩,厚57—150米,含库廷虫、湖北莱得利基虫、大古油栉虫、网格古杯等化石。

石龙洞组:旧称“石龙洞石灰岩”,系计荣森等1940年在湖北宜昌石龙洞所建,本区代表剖面位置同“水井沱组”,为灰岩和白云岩,厚70—180米,含村上氏莱得利基虫、霍夫特虫、竹溪壳虫等化石。以上各组时代为早寒武世。

覃家庙群:旧称“覃家庙石灰岩”,系计荣森等1940年在湖北宜昌县平善坝覃家庙村所建,本区代表剖面在紫阳县紫黄乡落人洞,为泥岩、粉砂岩和白云岩,厚169—245米,时代暂置中寒武世。

① 本区水井沱组底界比命名地该组底界要低,故加引号。

三游洞群：旧称“三游洞石灰岩”，计荣森等1940年命名于湖北宜昌市三游洞，本区代表剖面位置同覃家庙群，为厚层白云岩和白云质灰岩，厚110—254米，时代暂归晚寒武世。

本省寒武系的研究始于20世纪初叶。建国前，维理士（1903）在镇坪创立鸡心岭石灰岩，张伯声（1939）在城固创立胡家沟系等地方性地层单位。1931年，赵亚曾等在南郑县梁山划出寒武奥陶系宜昌石灰岩。1943年，卢衍豪调查南郑、宁强等地地质，认为中、上寒武统在此地缺失。建国后本省寒武系研究逐步深入，1954年，郁士元等据生物化石认为梁山下寒武统可与鄂西石牌页岩及古杯灰岩层对比。1956年，《中国区域地层表》将韩城禹门口附近的寒武系划为中统张夏组、上统崮山组和凤山组。1957年，李振在洛南石门北首次采得圆货贝化石，将该区含磷岩系划为寒武系，1959年，王曰伦、项礼文等又进一步细分为下统猴家山组、馒头组，中统毛庄组、张夏组。1959年，刘长安等首次在石门南上楼村石灰岩中发现复州虫、圆货贝化石，将该区地层命名为孤山系（寒武系）。1958—1967年，秦岭区测大队通过1:20万区调，在华北地层区将猴家山组分为下统早期沉积和朱砂洞组，将孤山系分为下统三道撞组、三川组，中统下楼村组、上楼村组，上统鞞峪组；在秦岭地层区，在商南建立下统水沟口组、中统岳家坪组和上统蜈蚣丫组，在紫阳等地建立下统鲁家坪组、箭竹坝组，中统毛坝关组、八卦庙组，及寒武—奥陶系洞河群；在扬子地层区划出下统石牌组、石龙洞组，中—上统大寨沟组。1962年，卢衍豪系统总结生物地层成果，建立了大巴山地区寒武纪地层系统，即：下统水井沱组、石牌组、天河板组、石龙洞组，中统

覃家庙群，上统三游洞群。1964年，张伟在韩城地区建立下统馒头组、毛庄组，中统徐庄组、张夏组及上统。1976年，西北大学地质系将该地上统进一步分为崮山组、长山组和凤山组。1970年，四川石油管理局详细划出了宁强、南郑一带的寒武系。1976年，陕西区调队506分队在洛南馒头组之下划出辛集组，在张夏组之上划出上寒武统。1977年，编表组将辛集组二分，上部称朱砂洞组，下部称辛集组，并将上统细分为崮山组、长山组和凤山组。1985年，西安地质学院等在镇巴小洋坝原划灯影组顶部发现三叶虫和小壳类化石，将含化石地层命名为火烧店组，划归早寒武世早期。1987年，陕西区调队全面系统地总结全省寒武系，编有《陕西的寒武系》一书，书中采用的地层单位已收入本章。

（二）奥陶系^①（形成时间距今500—440百万年）

广泛分布3个地层区，地层发育较全，全为海相地层，以页岩和碳酸盐岩为主，局部为火山岩—碎屑岩，厚400—4000米，含笔石、三叶虫、头足类、珊瑚、腕足类、介形虫、牙形刺等化石，产水泥石灰岩、建筑石材、黄铁矿、钴锰和钴镍等矿产。

1. 华北区 分布渭北地区，陕北部分钻井中亦有见及。

冶里组：旧称“冶里石灰岩”，最初命名于河北开平冶里镇，本区代表剖面在韩城禹门口（以下3组的代表剖面位置亦在此），为泥质白云岩、灰岩和页岩，厚50—112米，整合于凤山组之上，含爱丽斯木角石、朝鲜虫等化石。

亮甲山组：旧称“亮甲山石灰岩”，最初命名于河北秦皇岛市石门寨亮甲山，为灰岩和白云岩，厚26—113米，整合于冶里组之上，邻区内蒙古、山西本组产满洲角石等化

^① 奥陶系过去划分为下、中、上三统，1979年第二次全国地层会议主张划为下、上两统，本志采用这一意见，现上统含原中统。

石。

下马家沟组：旧称“马家沟石灰岩”，最初命名于河北省开平冶里镇马家沟，主要为灰岩和白云岩，厚28—140米，平行不整合于亮甲山组或凤山组之上，邻区山西本组含多泡角石、古等称虫等化石。

上马家沟组：命名地与下马家沟组同，以白云岩或豹皮状灰岩为主，厚一二百米，整合于下马家沟组之上，为渭北水泥石灰岩重要层位，邻区山西柳林等地本组含阿门角石、链角石等化石。

水泉岭组：系甘肃第二区调队1972年在甘肃平凉县水泉岭所建，本区代表剖面在陇县温水乡马曲岭，主要为白云质灰岩，厚60—178米，平行不整合于亮甲山组或崮山组之上，含五顶角石、小帝王虫及腹足类等化石。

三道沟组：系甘肃第二区调队1972年在甘肃平凉县三道沟所建，本区代表剖面位置同水泉岭组，为豹皮状灰岩，厚255—715米，整合于水泉岭组之上，含算盘形链角石、小灰角石、地衣珊瑚、瘤肋虫、矛头虫等化石。以上各组时代为早奥陶世。

龙门洞组和泾河组：二者为同期异相沉积。前者系张文堂1979年在陇县新集川龙门洞所建，为笔石页岩夹碳酸盐岩和火山碎屑岩，可见厚134—879米，平行不整合于三道沟组之上，含圆滑雕笔石、小盾栅笔石、刺栅笔石、远瞩虫、线形头虫、纤细潘德尔刺等化石。泾河组系付力浦1981年在礼泉县泾河所建，为灰岩和生物碎屑灰岩，厚200—2285米，平行不整合于三道沟组之上，含偏心中国震旦角石、陕西豆腐沟角石、横板对板贝、勉县斜视虫、高球虫等化石。

桃曲坡组^①：系林宝玉1976年在耀县桃曲坡所建，为灰岩夹泥灰岩和页岩，厚100—

360米，平行不整合于泾河组之上，含圣主贝、褶无洞贝、桃曲坡蜂房星珊瑚、桃曲坡似网膜珊瑚、小多股虫、马氏螺、脊旋螺等化石。

背锅山组：系车福鑫1963年在陇县新集川李家坡背锅山所建，为浅红色灰岩和角砾状灰岩，厚125—325米，整合于桃曲坡组之上，为渭北建筑石材层位，含尖锐双笔石、群居截切直笔石、耀县沃烟斯珊瑚、雕正形贝、高球虫、始切口螺等化石。以上各组时代为晚奥陶世。

段家峡群和唐陵群：二者为同期异相沉积。前者系孙肇才1975年在陇县段家峡所建，为页岩、粉砂岩夹灰岩和火山凝灰岩，厚度大于400米，整合于龙门洞组之上，含阿盖特珊瑚、蜂巢星珊瑚、双孔珊瑚、微小细弱纤笔石、直笔石等化石，时代为晚奥陶世。唐陵群系陕西区调队1983年在礼泉县庄河沟至唐王陵所建，为杂色碎屑岩、页岩和白云岩，厚624米，整合于泾河组之上，含潘德尔刺、介形虫、海绵骨针等化石，时代有争议，暂置晚奥陶世。

2. 秦岭区 在紫阳、平利一带划分为：

任河组^②：系陕西区调队1977年在紫阳县高桥至观音坝所建，为粉砂质板岩和泥质灰岩，厚500—148米，整合于上寒武统之上，含枝笔石、方形网格笔石、劳伦笔石、后油栉虫等化石。

杈河口组：建组单位及标准剖面位置同任河组，为碳质板岩、板岩和粉砂岩，厚90—237米，整合于任河组之上，含近似工笔石、不规则对笔石、四笔石、大洪山虫、梁山似等称虫等化石。

焕古滩群：系陕西区调队1983年在紫阳县焕古滩乡高坝子所建，为碳质板岩和千枚状板岩，厚120—1000米，整合于寒武系之

① 本组含义仅限于林宝玉所划桃曲坡组含偏心中国震旦角石以上的地层。

② 原名高桥组，因命名前国内已有同名，故《陕西省区域地质志》改为任河组。

上。以上各组为早奥陶世。

在商南新开岭一带划分为以下3组，之间为整合接触：

水田河组：系陕西区调队1965年在商南县梁家坟水田河所建，为白云质灰岩、白云岩夹千枚岩，厚260—522米，含平滑小栉虫、湖北房角石、东北角石等化石。

吊床沟组：系陕西区调队1965年在商南县梁家坟乡吊床沟所建，为燧石条带白云质灰岩，厚145—1061米，含阿门角石、谢氏房角石、始切口螺等化石。以上2组为早奥陶世。

两岔口组：系陕西区调队1977年在山阳县两岔口所建，为千枚岩夹泥质灰岩，厚202—2027米，含古槽珊瑚、全镣珊瑚、中华震旦角石、丁氏隐头形虫、小达尔曼虫、中华正形贝等化石，时代为晚奥陶世。

草滩沟群：编表组1977年命名于凤县唐藏草滩沟，分布凤县北部和宝鸡西部，代表剖面在凤县草凉驿，为变质火山岩、变质粉砂岩夹碳酸盐岩，厚约1000—2400米，含标准中华正形贝、丝绸正形贝、小帝王虫、阿姆塞氏珊瑚、劳氏珊瑚等化石，时代为奥陶纪。

此外，阳平关一带有早奥陶世陈家坝群，为千枚岩夹灰岩，厚千余米。

3. 扬子区 分布宁强北部、南郑西南及镇巴青狮等地，划分如下：

赵家坝组：原称“赵家坝统”，系卢衍豪1959年在宁强县滴水铺乡赵家坝村所建，为页岩夹砂岩，厚21—85米，平行不整合于陡坡寺组之上，含下曲对笔石、燕形对笔石、舒氏大洪山虫、陕西岛头虫、凹形花角石、爱丽斯木角石等化石。

西梁寺组：旧称“西梁寺页岩”，卢衍豪1959年命名于南郑县梁山上梁村西梁寺，为页岩夹少量泥质灰岩，厚7—70米，整合于赵家坝组之上，代表剖面在宁强县滴水铺乡赵家坝村南，含紧缩围笔石、澳洲齿状雕笔

石、宁强三瘤虫、假栉虫、褶尾虫、扬子贝、四齿贝等化石。

金鸡湾组：系陕西区调队1982年在紫阳紫黄乡赵里溪金鸡湾所建，为页岩、泥岩夹灰岩，厚12—21米，平行不整合于三游洞群之上，含尼氏对笔石、断笔石、褶尾虫、小帝王虫、波罗扬子贝、宜昌马特贝、三角镰刺等化石。

牯牛潭组：最初命名于湖北宜昌县分乡牯牛潭，本区代表剖面在镇巴县青狮马家湾，为灰岩和泥质灰岩，厚4—8米，整合于金鸡湾组之上，含直笔石、线头虫、宝石虫、春塘拉芬贝、雕正形贝、平坦脊刺等化石。以上4组时代为早奥陶世。

大田坝组：最初命名于湖北宜昌县分乡大田坝，本区代表剖面位置同牯牛潭组，为页岩、粉砂岩和灰岩，厚3—20米，整合于牯牛潭组或西梁寺组之上，含圆滑雕笔石、纤细丝笔石、微角石、易氏线头虫、贵州大头虫等化石。

宝塔组：旧称“宝塔石灰岩”或“宝塔层”，李四光1925年命名于湖北秭归县新滩龙马溪艾家山，因含中华震旦角石等形似宝塔的化石而得名。本区代表剖面在南郑县下梁山和镇巴县青狮马家湾，为龟裂纹灰岩夹瘤状灰岩，厚7—27米，整合于大田坝组或平行不整合于寒武系不同层位之上，含中华震旦角石、直角石、瘤肋虫、宝石虫、小苏维伯贝等化石。

涧草沟组和临湘组：二者为同期异相沉积。前者命名于贵州遵义县董公寺涧草沟，本区代表剖面在南郑福成乡挂宝岩，为页岩夹碳质页岩和透镜状灰岩，偶夹钴锰矿层，厚0—6米，平行不整合于宝塔组之上，含南京三瘤虫、瘤肋虫、圣主贝等化石。临湘组最初命名于湖南省临湘县五里牌，本区代表剖面位置同牯牛潭组，为泥质灰岩夹页岩，厚5—9米，整合于宝塔组之上，含南京三瘤虫、四齿贝等化石。

五峰组：旧称“五峰页岩”，孙云铸 1931 年命名于湖北五峰县渔洋关，本区代表剖面在南郑福成乡挂宝岩和镇巴青狮马家湾，为黑色页岩或碳质页岩和硅质岩，厚 0.05—6 米，整合于临湘组或平行不整合于涧草沟组之上，含四川叉笔石、标准棠亚笔石、标准拟直笔石、四川三分节虫、不净圆腔贝、陕西拟丝线贝等化石。

南郑组和观音桥组^①：二者属同期异相沉积。前者旧称“南郑页岩”，系卢衍豪 1959 年在南郑县梁山中梁寺所建，代表剖面在南郑上梁山朱家坡和福成乡挂宝岩，为页岩、粉砂岩和含砾砂岩，厚 0.05—大于 6 米，平行不整合于五峰组之上（梁山地区除外），含南郑小达尔曼虫、狮头虫、栅笔石、赫兰特贝、德姆贝等化石。观音桥组最初命名于四川綦江县观音桥，本区代表剖面位置同牯牛潭组，为含砾砂岩或砂岩，厚 0.2—0.3 米，整合于五峰组之上，含分乡小达尔曼虫、赫兰特贝、陕西拟丝线贝、始齿贝等化石。以上各组时代为晚奥陶世。

本省奥陶系研究始于本世纪初叶。1928 年赵国宾在韩城创立龙门石灰岩，据所采正形贝、正嘴贝等化石划为奥陶系。1931 年，赵亚曾等在南郑县梁山划出寒武—奥陶系宜昌石灰岩、奥陶系艾家山页岩和直角石灰岩，在柞水创立石瓮子灰岩。1939 年，张伯声在城固大盘坝划分出奥陶系艾家山层、砂岩和直角石灰岩。1947 年，田在艺等在陇县龙门洞发现奥陶系笔石页岩层。

1954 年西北大学地质系将梁山奥陶系划分为下统上部和中统。1958—1966 年，秦岭区测大队从区域上建立本省奥陶纪地层系统，即下统水田河组、吊床沟组及“统”、“系”和跨“系”的不同级别的地层单位。1959 年，卢衍豪建立宁强、镇巴地区奥陶纪地层

系统，即赵家坝统、西梁寺页岩、扬子贝层、宝塔石灰岩，并建立六个笔石带，在南郑县梁山建立南郑页岩。1973 年，省地质局第三地质队和区调队马润华等在凤县红花铺杨家岭、甘肃两当县张家庄秦岭群中，采得奥陶纪珊瑚和腕足类化石，遂将该套地层划为奥陶系，后编表组将其命为草滩沟群。1975 年，李耀西等将宁强、镇巴一带的奥陶系划分为下统赵家坝组，下一中统西梁寺组、宝塔组，上统涧草沟组、五峰组；将司上至鸡心岭一带奥陶系划分为下一中统西梁寺组、宝塔组，上统临湘组和五峰组。同年林宝玉等将陇县一带奥陶系划分为下统麻川组，中统水泉岭组、三道沟组、平凉组，上统背锅山组；在铜川一带划分三道沟、桃曲坡、背锅山 3 组。1977 年，陕西区调队徐宝政等在紫阳高桥一带建立下奥陶统高桥组和权河口组，在商南县于吊床沟组之上建立上统两岔口组。1979 年，穆恩之等详细研究大巴山西段奥陶纪生物化石后，将地层划分为下统赵家坝组、西梁寺组，中统大田坝组、宝塔组，上统涧草沟组、五峰组。1981 年，付力浦将陇县至铜川一带奥陶系划分为下统三道沟组，中统平凉组（陇县）和泾河组（礼泉—富平），上统下、上背锅山组。1983 年，付力浦又在紫阳巴蕉口原下志留统斑鸠关组下部发现晚奥陶世笔石化石，建立了上奥陶统“任河组”^②和巴蕉口组。区调队在所编《陕西的奥陶系》（1982）和《陕西省区域地质志》（1985）中，对全省奥陶系采用二分方案，作了系统划分与对比，所采用的地层单位均反映在本章中。1988 年，李积金和成汉钧根据丰富的生物化石资料，论证梁山地区的“南郑页岩”为五峰组的同期异相沉积，建立了 3 个笔石带，上与龙马溪组、下与临湘组均为连续沉积，时代划为晚奥陶世晚期。

① 两个组的层位及与五峰组的相互关系均存在疑问，有待今后研究。

② 因与紫阳高桥下奥陶统任河组重名，故加引号。

(三)志留系(形成时间距今440—400百万年)

分布秦岭区及扬子区,华北区缺失。地层发育较全,全为海相沉积。以碎屑岩和泥质岩为主,夹少量硅质岩和碳酸盐岩,局部夹火山岩,厚200—1200米,最厚7996米。生物化石以笔石为主,次为珊瑚、腕足类、三叶虫等,产硫铁矿、重晶石、石煤、钴、钒和磷等矿。紫阳县高滩一带下、中志留统发育齐全,笔石化石丰富,是研究中国早、中志留世地层及笔石演化趋势的理想地区。

1. 秦岭区 分布秦岭中南部地区,划分如下:

斑鸠关组:系中国地质科学院1968年在紫阳县斑桃乡斑鸠关所建,为碳质页岩、板岩夹砂岩和硅质岩,局部夹火山岩,厚235—570米,自下而上已建立雕刻笔石至赛氏单笔石7个笔石化石带,时代为早志留世早期。

陡山沟组:系中国地质科学院1963年在紫阳县目莲乡陡山沟所建,为粉砂岩、砂岩夹板岩,厚130—590米,自下而上已建立林氏耙笔石带和塔形螺旋笔石带,时代为早志留世中期。

吴家河组:系中国地质科学院1963年在岚皋县明珠坝乡吴家河(原称五峡河,系音误)所建,为砂质板岩夹粉砂岩和砂岩,厚155—1251米,自下而上建立格雷斯顿笔石至拉氏单笔石4个笔石带,时代为早志留世中—晚期。

安坪梁组和白崖垭组:二者为同期异相沉积。前者系陕西省185煤田勘探队和南古所1980年在紫阳县瓦房店南安坪梁所建,为泥岩、板岩夹粉砂岩,厚大于164米,建立了由萨克马尔弓笔石至伦德格利弓笔石6个笔石带,时代为中志留世。白崖垭组系中国地质科学院1963年在岚皋县小镇乡白崖垭所建,为灰岩夹钙质砂岩和页岩,可见厚72—432米,未见顶,含脑纹状多管珊瑚、斜

壁中巢珊瑚、五房贝、泡沫网格层孔虫等化石,时代为中志留世。

以上斑鸠关组至安坪梁组的连续代表剖面在紫阳县芭蕉口北。

大贵坪组:系陕西区调队1966年在平利县大贵坪乡观音堂所建,为碳硅质板岩夹石煤、碳质粉砂岩和火山岩,厚190—550米,平行不整合于焕古滩群之上,产钒钼铀矿、硫铁矿和石煤,含雕刻笔石、李氏巨笔石、赛氏单笔石等化石。

梅子垭组:系陕西区调队1965年在湖北竹溪县梅子垭所建,本区代表剖面在平利县兴隆乡坝河,为板岩夹砂岩和灰岩,厚450—2420米,整合于大贵坪组之上,含塔形螺旋笔石、螺旋奥氏笔石、中巢珊瑚等化石。以上2组时代为早志留世。

竹溪群:系陕西区调队1965年在湖北竹溪县杨家山所建,本区代表剖面位置同梅子垭组,为板岩夹砂岩和灰岩,厚186—880米,整合于梅子垭组之上,含南山珊瑚、美丽多管珊瑚、斜壁中巢珊瑚、网格笔石、霸王王冠虫等化石,时代暂置中志留世。

下统:分布白河至旬阳赤岩及石泉至汉阴北部等地,为碳质泥质岩和碎屑岩等,厚1375—5414米,赋存金、金红石、钒铀、重晶石、硫铁矿、石煤和磷等矿产,代表剖面在山阳两岔至柳树沟、安康大河乡久东沟和茨沟乡柴家河及略阳秦家坝,含赛氏单笔石、塔形螺旋笔石、锯形单笔石、板状珊瑚、链珊瑚等化石,时代为早志留世。

中—上统:分布略阳北部及留坝南部,为变质泥质岩、碎屑岩夹碳酸盐岩和硅质岩,厚2100—5171米,产金、褐铁矿和硫铁矿。代表剖面在略阳药木院至东淮沟、铁佛寺至甘肃徽县大地坝及旬阳双河乡水洞沟,含链珊瑚、拟包珊瑚、单笔石、假直角石、腕足类等化石,时代暂置中—晚志留世。

2. 扬子区 分布宁强、镇巴、南郑和西乡等地,划分如下,其间为整合接触:

龙马溪组：旧称“龙马页岩”，李四光1925年命名于湖北秭归县龙马溪，本区代表剖面在宁强大竹坝杨坡湾，为灰质页岩，厚14—62米，含雕刻笔石、尖笔石、李氏巨笔石、赛氏单笔石等化石。

崔家沟组：系南古所1974年在宁强县大竹坝崔家沟所建，代表剖面位置同龙马溪组，为黄绿色页岩夹砂岩，或黑色页岩，厚43—78米，含林氏耙笔石、塔形螺旋笔石等化石。

王家湾组：系南古所1974年在宁强县大竹坝杨坡湾所建，为杂色页岩、粉砂质页岩夹粉砂岩，厚80—570米，含中华卷笔石、螺旋奥氏笔石等化石。以上3组时代为早志留世。

宁强群：南古所1974年将宁强大竹坝中志留统划分为杨坡湾组和宁强组，李耀西等1975年将2组归并为宁强群，代表剖面位置同龙马溪组，为页岩、粉砂岩夹砂岩和灰岩，厚106—556米，含多隔壁南山珊瑚、曲壁珊瑚、舌形纳氏贝、宁强扬子角石、秦岭四川角石、王冠虫等化石，时代为中志留世。

本省志留系研究始于本世纪30年代。李捷等在郧西县创立上津系(1930)，赵亚曾等在南郑县梁山划分出龙马页岩(1931)。1943年，卢衍豪调查大巴山西段地质，将梁山志留系划归下统，建立了5个笔石带。60年代，秦岭区测大队通过1:20万区调在陕南建立大贵坪组、梅子垭组和竹溪群及“统”或跨“统”的地层单位。1959年，中国地质科学院秦岭地层队首次在紫阳双河镇发现早志留世弓笔石化石，后于1963年公开发表紫阳高滩地区志留纪地层系统：下统斑鸠关组、陡山沟组、五峡河组，中统白崖垭群，上统方家垭群。1970年，西北地质研究所将旬阳地区志留系划为下统，中统双河口组，上统水洞沟组。1974年，南古所在宁强大竹坝杨坡湾建立扬子区志留纪地层系统：下统龙马溪组(含南郑页岩)、崔家沟组、王家湾组，中统杨坡湾组、宁强组。次年，李耀西等划分为

下统南郑页岩、龙马溪群，将中统合并称宁强群。1976年，陕西区调队徐宝政等研究紫阳高滩一带志留纪生物地层，建立14个笔石化石带，将五峡河组更名为吴家河组，划归中志留统。1978—1983年，付力浦等研究紫阳芭蕉口地区志留纪生物地层，划分为下统下斑鸠关组、上斑鸠关组、陡山沟组、吴家河组，中统仙中沟组，建立了18个笔石带。1980年，南古所葛梅玉和省185煤田勘探队李崇楼建立12个笔石带和亚带，并建立安坪梁组。1979—1984年，邓宝在紫阳瓦房店一带中志留统发现大型弓笔石化石，同时研究蒿坪煤矿大贵坪组古生物及石煤生成条件。区调队编著的《陕西的志留系》(1982)、《陕西省区域地质志》(1985)对全省志留系进行了系统划分和对比，所采用的地层单位基本反映在本章中。

(四)泥盆系(形成时间距今400—350百万年)

分布于秦岭区和扬子区，华北区缺失。地层发育程度不一，秦岭区以中、上统为主，下统展布局限，岩石有碎屑岩和泥质岩及少量碳酸盐岩。该系最厚大于1万米，含珊瑚、腕足类、双壳类、腹足类、层孔虫、介形虫、海百合、牙形刺、鱼类、三叶虫及植物、孢粉等化石，产铁、多金属、贵金属、铅锌和汞矿，是本省重要的含矿地层之一。山阳、柞水一带的泥盆系及古道岭组是研究历史悠久且含有丰富矿产的地层单位。扬子区仅有中、上统，以碳酸盐岩为主，厚73—280米，含腕足类、珊瑚、植物等化石，产铁和硫铁矿。

1. 秦岭区 在山阳、柞水一带划分如下，其间为整合接触：

牛耳川组：陕西区调队1968年命名于山阳牛耳川，建组剖面位于牛耳川武王沟姜家大院至五龙寨，为变质细砂岩、板岩夹泥质灰岩，可见厚836—4879米，平行不整合于寒武—奥陶系之上或二者呈断层接触，产铁和硫铁矿。含波状后直蛭、奇特血石蛤、双

沟绘纹蛤、鳞巢珊瑚、切珊瑚、穴面球形藻等化石,据双壳类和珊瑚化石时代可置中泥盆世,据孢粉组合可置晚志留世。

池沟组:陕西区调队1968年命名于山阳牛耳川池沟,建组剖面位于山阳娘娘庙至牛耳川大水晶沟,为变质石英砂岩、粉砂岩和板岩,厚1578—2866米,赋存铅锌和铁矿。含通孔珊瑚及孢粉(弓脊孢、具饰弓脊孢等)化石,据其层位,时代为中泥盆世,据孢粉组合可置早泥盆世。

青石垭组:陕西区调队1968年命名于山阳小河口青石垭,建组剖面分段测于小河口青石垭、黑沟和铜厂,为板岩、角岩夹粉砂岩及泥质灰岩,厚570—3829米,中上部为菱铁矿和多金属矿重要层位。含爱曼纽贝、中华伊孟贝、李希霍芬无洞贝及孢粉(弓脊孢、厚缘三缝孢等)化石,同位素钾—铷法年龄值 342 ± 32 百万年,时代暂归中泥盆世。

上统:代表剖面在柞水霍台至红岩寺、砚池河徐家大院至石门沟脑,为石英砂岩、粉砂岩夹板岩和泥质灰岩,可见厚970—2050米,含斜方薄皮木、亚鳞木等化石,时代为晚泥盆世。

在凤县至镇安一带划分如下,其间为整合接触:

王家楞组:秦岭区测大队1960年命名于太白县王家楞,建组剖面在王家楞夹山沟,为变质粉砂岩、空晶石碳质片岩夹灰岩,可见厚955—大于1900米,含阔石燕、分珊瑚、弯孔珊瑚等化石。

古道岭组^①:旧称:“古道岭石灰岩”,赵亚曾、黄汲清1931年命名于柞水县古道岭。代表剖面在凤县平坎乡殷家沟,分下、上两段,下段为细砂岩夹板岩和灰岩,上段为灰岩,总厚700—2380米,顶部为铅锌和多金属矿重要层位,含鸮头贝、冯氏假小泡沫珊

瑚、李氏切珊瑚等化石。

星红铺组:系秦岭区测大队1960年在凤县三岔乡星红铺所建,代表剖面在三岔乡星红峡高坡子至乱石滩,为千枚岩夹灰岩,厚29—2620米,含小槽珊瑚、分珊瑚、李氏切珊瑚、无洞贝、爱曼纽贝等化石。以上3组时代暂置中泥盆世。

九里坪组:系陕西区调队1966年在山阳九里坪所建,代表剖面在山阳北沟寺三岔,为变质砂岩、千枚岩夹灰岩,厚684—2124米,含圆叶锚刺、多颚刺、掌鳞刺、滑板珊瑚、分珊瑚、弓石燕、帐幕石燕等化石,时代为晚泥盆世。

在旬阳至宁陕一带划分如下,其间为整合接触:

西岔河组:陕西区调队等1976年命名于旬阳县西岔河,代表剖面在旬阳潘家乡竹桶沟,为砾岩、砂岩、白云质灰岩夹板岩,厚20—708米,平行不整合或不整合于志留系之上,产铜和金矿,含刺隔壁珊瑚、假小泡沫珊瑚、美铎蛤、同心舌形蛤等化石。

公馆组:系西北地质局陕一队现陕西地矿局第一地质队1964年在旬阳县公馆徐家槽所建,为白云岩和白云质灰岩,厚40—1125米,为本省汞锑矿重要层位,含似默勒介、豆石介、水泡珊瑚、弦壁珊瑚、楔壁珊瑚、阔石燕、巛石燕等化石。以上2组时代为早泥盆世。

石家沟组:系西北地质局陕一队1964年在旬阳洛河乡石家沟所建,建组剖面在石家沟南蜂子沟,为灰岩夹泥质岩,厚100—400米,含准无窗贝、拟卡宾斯克贝、乌搭拉图珊瑚、短板珊瑚、伴侣珊瑚及苔藓虫等化石。

大枫沟组:系西北地质局陕一队1964年在旬阳县洛河乡大枫沟所建,为含铁石英砂岩、泥质灰岩夹板岩,厚124—780米,含绳

^①命名地点的古道岭石灰岩,后经查明主要为上泥盆统九里坪组的相变产物,今借用其名称,指的是中泥盆世的另外一套地层。

珊瑚、伴侣珊瑚、鸮头贝及盾皮鱼类化石。

杨岭沟组：系西北地质局陕一队1964年在旬阳县洛河乡杨岭沟所建，以灰岩为主，厚300—1300米，含冯氏假小泡沫珊瑚、李氏切珊瑚、鸮头贝、双层孔虫、赵氏笛苔藓虫等化石。以上3组时代为中泥盆世。

铁山群：旧称“铁山层”，叶连俊等1943年命名于甘肃徽县虞关铁山，1976年，陕西区调队划分为冷水河组和南羊山组，建组剖面在旬阳冷水河上场至送驾园，时代为晚泥盆世。

冷水河组：为砂质灰岩夹砂岩，厚91—1092米，整合于杨岭沟组之上，含中华分珊瑚、六方珊瑚、弓石燕、帐幕石燕、刺无洞贝、似欣德刺、前沟掌鳞刺、全口螺、盾形虫等化石。

南羊山组：为砂质灰岩夹砂岩，或千枚岩夹砂岩和碳酸盐岩，厚180—557米，整合于冷水河组之上，含云南贝、准云南贝、光秃掌鳞刺梳状亚种、泉宰颞齿刺等化石。

在略阳及汉中天台山一带划分为：

三河口群：甘肃西秦岭地质队1963年命名于武都三河口，本区代表剖面在略阳郭镇、苇子沟至灵岩寺，郭镇以南为杂色砾岩和千枚岩等，以北及天台山一带为千枚岩和片岩，局部夹硅质岩和磷、锰矿层。厚642—4616米，不整合于碧口群之上，地层时代暂处理为中泥盆世。1986年省地矿局第二地质队据小壳动物化石将略阳北及天台山一带三河口群划为下寒武统^①。

略阳群：见石炭系。

2. 扬子区 分布石泉老渔坝至镇巴观音堂，划分为：

三岔沟组：陕西区调队1961年命名于镇巴大市川三岔沟，代表剖面在镇巴兴隆乡火焰溪，为石英砂岩、石英岩夹粉砂岩及黄铁

矿层，含夏丽安原始鳞木(?)、始鳞木等化石，时代暂置中泥盆世。

蟠龙山组：陕西区调队1961年命名于镇巴县兴隆乡蟠龙山，代表剖面位置同三岔沟组，为灰岩夹页岩及赤铁矿层，厚29—250米，含花状顿河珊瑚，潘涅克珊瑚、中华弓石燕、龙口冲似刺无洞贝、云南贝、准云南贝等化石，时代为晚泥盆世。

本省泥盆系研究始于本世纪30年代。1931年赵亚曾、黄汲清建立柞水系、古道岭石灰岩和疙瘩寺板岩，1943年，叶连俊等建立铁山层。建国后，泥盆系研究有长足进展，60年代秦岭区测大队在陕南初步建立该系地层系统，1:20万商县幅据李世和等(1964)首次所采腕足类化石，将柞水系划为上泥盆统刘岭组、下石炭统下东沟组；该队在凤县、镇安、山阳一带建立中泥盆统王家楞组、古道岭组、星红铺组和上统九里坪组；在旬阳等地建立中统韩城沟组、公馆组，上统铁山组；在略阳划出泥盆系踏坡群；在镇巴兴隆一带建立中统三岔沟组和上统蟠龙山组。1964年，西北地质局陕一队将旬阳地区泥盆系划为中统下组川家沟段、庙沟段，中组公馆段、石家沟段，上组大枫沟段、杨岭沟段，上统下组天星河段、腰庄河段及上统(未分)。1965年，西北地质研究所首次在旬阳庙坪乡龙家河采得阔石燕等早泥盆世化石，遂将该区泥盆系划为下统水洞沟群、中统下组和上组。1976年，陕西区调队、第一地质队和长春地质学院联合考察旬阳地区泥盆系，在前人的研究成果基础上，建立下统西岔河组、公馆组，中统石家沟组、大枫沟组、杨岭沟组，上统铁山群冷水河组和南羊山组。1968年陕西区调队502分队将柞水系划为中泥盆统牛耳川组、池沟组、青石垭组 and 上统下东沟组。1974—1980年，陕西区调

^①天台山磷矿张运芬等发现小壳化石，曾将这层地层与下寒武统梅树村阶对比，经何庭贵、张运芬进一步研究，认为小壳化石所处地层时代应为晚震旦世。

队 507 分队将下东沟组以上、“二峪河煤系”以下层位单独划出,建立上泥盆统桐峪寺组。西北地质研究所(1978)及胡云绪和叶晓荣(1980)据孢粉化石组合,将牛耳川组划归上志留统,池沟组归于下泥盆统,青石垭组置于下一中泥盆统,下东沟组划归上泥盆统。1980 年以来,陕西区调队编著的《陕西的泥盆系》和《陕西省区域地质志》对该系进行了系统划分与对比,所采用的地层单位均反映在本章中。1984 年,该队泥盆系专题组将秦巴地区泥盆系划分为下、中、上 3 统、17 个组、1 个群,将凤县至镇安和徽县至旬阳地区的泥盆纪地层单位归并,在公馆组之上划出下统龙家河组,将红星铺组划归上统;在唐藏至山阳地区的牛耳川组之下新划下统龙家河组,将原划上统分为下东沟组和桐峪寺组;在安康略阳地区将三河口群划分为下、中、上 3 统,下至中统采用西秦岭地区通用的地层单位名称;在西乡高川地区将三岔沟组划归上统,将蟠龙山组上段命名为火焰溪组,下段仍称蟠龙山组。

(五)石炭系(形成时间距今 350—285 百万年)

分布 3 个地层区,华北区仅有中、上统,为海陆交替相含煤地层,总厚小于 100 米,含植物、腕足类、筴类、昆虫等化石,为本省煤、铝土矿和粘土矿重要层位。秦岭区和扬子区地层发育较全,以海相碳酸盐岩为主,局部夹陆相碎屑岩和泥质岩,总厚 550—2710 米,含丰富的珊瑚、腕足类、筴类、植物等化石,赋存汞锑矿、石灰岩和劣质煤。

1. 华北区 分布泾阳泾河口至韩城一带,陕北部分钻井中亦有见及。

本溪组:最初命名于辽宁本溪市牛毛岭,本区代表剖面在韩城市沮水河,为泥岩、粉砂岩夹灰岩和煤线,厚 4—36 米,平行不整合于奥陶系之上,产铝土矿、粘土和铁矿,含盔鳞木、大脉羊齿、开平脉羊齿、纺锤筴、小纺锤筴、假史塔夫筴、分喙石燕、龙潭刺毛

珊瑚、宗族蜚蠊、血蠊等化石,时代为中石炭世。

太原组:最初命名于山西太原市月门沟,本区代表剖面位置同本溪组,为泥岩、石英砂岩夹煤层和灰岩,厚 12—62 米,整合于本溪组之上,为重要含煤层位之一,含卵脉羊齿、斜方鳞木、皱壁筴、假纺锤筴、太原府网格长身贝、顶柱脊板珊瑚、宗族蜚蠊等化石,时代为晚石炭世。

2. 秦岭区 在旬阳、镇安一带划分如下,其间为整合接触:

袁家沟组:陕西区调队 1965 年命名于旬阳县西岔河袁家沟,代表剖面在旬阳公馆三里峡,为灰岩夹页岩和钙质砂岩,厚 195—975 米,含角状犬齿珊瑚、托米似犬齿珊瑚、混生纵板层孔虫、超嘴贝、假管贝等化石。

四峡口组:陕西区调队 1965 年命名于湖北郧西县四峡口,本区代表剖面位置同袁家沟组,为燧石结核灰岩和页岩,厚 258 米,含长隔壁泡沫柱珊瑚、不规则康宁珊瑚、头足类(*Nomismocers* SP.)、始史塔夫筴、细线细线贝、多形铲羊齿等化石。以上 2 组时代为早石炭世。

逍遥子组:系王国莲 1973 年在镇安县西口区三里冲至逍遥子所建,为页岩、泥岩和灰岩,厚 216—439 米,产大脉羊齿、畸形分喙石燕、东方新石燕、纺锤筴、小纺锤筴、原小纺锤筴等化石,时代为中石炭世。

羊山组:陕西区调队 1965 年命名于镇安县羊山,代表剖面位置同逍遥子组,为厚层块状灰岩,厚 200 米,含麦筴、假希瓦格筴、马平背孔贝、网格长身贝等化石,时代为晚石炭世。

在凤县至镇安一带划分如下,其间为整合接触:

界河街组:系陕西区调队 1966 年在镇安县界河街所建,为灰岩夹板岩,厚 112—450 米,含中国似棚珊瑚、新蛛网珊瑚、始分喙石燕等化石,时代为早石炭世。

铁厂铺组:系陕西区调队 1966 年在镇安县铁厂铺所建,代表剖面在山阳黄龙铺乡萝卜沟,为千枚岩、灰岩夹砂岩和火山集块岩,厚 956 米,含纺锤筴、小纺锤筴、小石柱珊瑚、棚珊瑚等化石,暂归中石炭世。

武王沟组:陕西区调队 1966 年命名于山阳县武王沟,为含钙板岩夹泥质灰岩和砂岩,厚 1642—1838 米,时代处理为晚石炭世。

略阳群:旧称“略阳灰岩”,赵亚曾等 1931 年命名于略阳县城南,分布略阳至洋县,时代置于早石炭世。《陕西省区域地质志》建略阳群,建群剖面在略阳云灵山至灵岩寺,为灰岩、白云岩夹千枚岩和碳质页岩,总厚大于 2000 米,含不规则分珊瑚、双形珊瑚、上寨棚珊瑚、麦筴、似纺锤筴等化石,时代定为晚泥盆世—石炭纪。

二峪河组:陕西区调队 1966 年命名于山阳县二峪河,分布山阳北部,为碳质板岩、粉砂岩夹劣质煤,可见厚 990—1400 米,含铲羊齿、三裂羊齿、窝孔芦木、畸形微缘介等化石,时代为早石炭世。

草凉驿群:旧称“草凉驿煤系”,赵亚曾等命名于凤县草凉驿,代表剖面在凤县红花铺萝卜庵,为砾岩、泥岩、细砂岩夹煤层,厚 250—750 米,含窝孔芦木、枝中芦木、大脉羊齿等植物化石,时代为早—中石炭世。

3. 扬子区 分布西乡木竹坝至镇巴兴隆一带,划分为:

岩关组:最初命名于贵州独山县岩关村,本区代表剖面在镇巴兴隆乡火焰溪,为灰岩与泥岩或粉砂岩互层,厚 45—286 米,含泡沫内沟珊瑚、不规则假乌拉珊瑚、始分喙石燕、邵阳纺锤贝、石燕等化石。

大塘组:最初命名于贵州平塘县大塘,本区代表剖面在西乡县木竹坝,为灰岩、石英砂岩夹泥岩,厚 30—347 米,含中国贵州珊瑚、葛利普泡沫珊瑚、湖南狮鼻长身贝、爱德堡大长身贝、古芦木、亚鳞木等化石。以上 2 组时代为早石炭世。

黄龙组:旧称“黄龙石灰岩”,最初命名于江苏镇江市石马庙船山西端,因其构成黄龙的主体,故名。本区代表剖面在西乡县下高川,为白云岩和白云质灰岩,厚 20—156 米,含小纺锤筴、纺锤筴及珊瑚等化石,时代为中石炭世。

马坪组:旧称“马平石灰岩”,最初命名于广西柳州市(旧马平县)楼梯山和百子溢,本区代表剖面位置同黄龙组,为灰岩夹砂岩和泥岩,厚 50—113 米,含麦筴、假希瓦格筴、网格长身贝等化石,时代为晚石炭世。

本省石炭系研究始于本世纪 30 年代,1931 年赵亚曾等建立镇安系、略阳石灰岩和草凉驿系等,1933 年赵国宾将渭北含煤地层划为石炭纪。50 年代初,张更将太原系解体,上部划归下二叠统,下部称太原系,后霍仕诚等划为本溪统和太原统。斯行健、王德文研究草凉驿煤系植物化石,将其划为中石炭世,后李星学划为早—中石炭世。60 年代,秦岭区测大队通过 1:20 万区调建立了秦巴地区石炭系地层单位。中国地质科学院三室在镇安西口划出下统略阳群、中统岷山群和上统马平组,后西北地质研究所和兰州地质研究所据所采化石将略阳群划为晚泥盆世至晚石炭世。1973 年,王国莲等将原羊山组中、下部和四峡口组上部合并建立逍遥子组,划归中石炭统。1974 年,省 185 煤田勘探队将西乡高川一带石炭系划为下统岩关组、大塘组,中统黄龙组和上统马平组。1979 年,邓宝和 185 队据丰富的植物化石,将二峪河组划为早石炭世维宪期,将草凉驿群划为早—中石炭世(维宪期—威斯发期)。区调队编著的《陕西的石炭系》及《陕西省区域地质志》,对全省石炭系作了系统划分与对比,所采用的地层单位均反映在本章中。1985 年,该队杜定汉和郭洪祥在凤县瓦房坝乡熊家山等地,据丰富的化石资料,从原铁山群和九里坪组上部划分出早石炭世杜内期地层,命为熊家山组。

(六)二叠系(形成时间距今 285—230 百万年)

3 个地层区均有分布,地层发育较全。华北区及秦岭区宝鸡—洛南分区属陆相地层,为碎屑岩、泥质岩夹煤层,厚 196—713 米,富含植物及少量昆虫化石,蕴藏煤和铁矿。秦岭区的其余分区和扬子区主要为海相地层,以碳酸盐岩为主,厚 169—2792 米,含筳类、珊瑚、腕足类、头足类、苔藓虫、牙形刺等化石,产铝土矿、铁、海泡石、菊花石(天青石)、建筑石材原料和石灰岩,镇安西口一带地层发育齐全,剖面层序完整,化石丰富,是研究我国二叠纪生物地层理想的地区之一。

1. 华北区及宝鸡—洛南分区 出露于岐山至韩城及府谷、商县、洛南等地,陕西北部分钻井亦有见及。

山西组:最初命名于山西太原,本区代表剖面在澄城县洛河,为粉砂岩、砂岩夹泥岩和煤层,厚 32—81 米,为本省重要含煤层位之一,含翅编羊齿、三角织羊齿、朝鲜丽羊齿等植物化石。

下石盒子组:最初命名于山西太原市东石盒子沟,本区代表剖面位置同山西组,为粉砂岩夹泥岩,厚 20—120 米,含怀特华夏羊齿、华北焦羽叶、中国瓣轮叶、异瓣、宗族蜚螈等化石。以上 2 组时代为早二叠世。

上石盒子组:命名地同下石盒子组,本区代表剖面在澄城县洛河,为杂色粉砂岩与砂岩、杂色泥岩互层,厚 78—275 米,含栗叶单网羊齿、平安瓣轮叶、束羊齿等化石。

石千峰群孙家沟组:石千峰群旧称“石千峰系”,诺林 1922 年创于山西太原市石千峰山,1959 年,全国地层会议改名石千峰群。孙家沟组系中国科学院山西地层队 1959 年在山西宁武县孙家沟所建,本区代表剖面在澄城县洛河,为中、粗粒砂岩夹泥岩和粉砂岩,厚 156—341 米,含舌羊齿、匙叶及孢粉等化石。以上 2 组时代为晚二叠世。

2. 秦岭区 分布凤县酒奠梁至留坝江口以南及镇安西口等地。

埡子组:系王国莲等 1973 年在镇安县西口五里坡埡子所建,为灰岩夹碎屑灰岩和纺锤虫灰岩,厚 172 米,含帕米尔筳、琵琶筳、喀劳德氏米斯筳、贵州似文采尔珊瑚、早板珊瑚等化石。

五里坡组:系西北地质研究所 1965 年在镇安县西口五里坡所建,为灰岩和泥质灰岩,厚 175 米,含格子筳、假桶筳、新希瓦格筳、南京瘤褶贝、镇安乌鲁希腾贝、不规则伊泼雪珊瑚、文采尔珊瑚等化石。

水峡口组:系中国地质科学院 1961 年在镇安县熨斗乡水峡口所建,代表剖面在西口南阳坡,为灰岩夹页岩和砂岩,厚 397 米,含紧卷新米氏筳、精致新米氏筳、白岩矢部筳、顾白勒氏矢部筳、中华群山贝、黄氏新轮褶贝等化石。以上 3 组时代为早二叠世。

西口组:系西北地质研究所 1965 年在镇安县西口所建,为灰岩、泥质灰岩夹泥质岩和砂岩,厚 383 米,含古纺锤筳状顿巴斯筳、奇异喇叭筳、巨大鱼鳞贝、黄氏古勃贝、中国梁山珊瑚等化石。

熨斗滩组:原称“熨斗滩石灰岩”,系中国地质科学院 1961 年在镇安县熨斗滩所建,代表剖面在镇安西口,为块状灰岩和泥质灰岩,厚 875 米,含柯兰尼氏虫、美丽拉且尔筳、古纺锤筳、鄱阳椅腔贝、平乐脊刺长身贝、镇安半准腕孔贝、瓮城梁山珊瑚等化石。

龙洞川组:系陕西区调队 1959 年在镇安西口龙洞川聂家沟所建,为灰岩和泥质灰岩,厚 789 米,含中国古纺锤筳、中拉且尔筳、贵州喇叭筳、膨胀拟阿兰尼氏虫等化石。以上 3 组时代为晚二叠世。

以上各组间为整合接触。

十里墩群:叶连俊等 1942 年命名于甘肃徽县十里墩,本区为长石石英砂岩、石英砂岩、碳质板岩和角砾状灰岩,厚 221—大于 680 米,平行不整合于石炭系之上,含大型厚

壁珊瑚、梁山珊瑚、瓦斯背孔贝、新希瓦格蜓等化石，时代为二叠纪。

3. 扬子区 分布宁强至镇巴及西乡高川等地。

梁山组：旧称“梁山层”，赵亚曾等 1931 年命名于南郑县梁山。代表剖面在梁山吴家坪至孙家村及西乡木竹坝，为页岩、碳质页岩、粘土岩夹劣质煤，厚 3—26 米，平行不整合于志留系或上石炭统之上，西乡木竹坝剖面含李希霍芬瘤褶贝、浙江直房贝，梁山地区含克比介、卵石蛤、燕海扇等化石。

栖霞组：旧称“栖霞石灰岩”，命名于南京栖霞山。本区代表剖面位置同梁山组，为灰岩和燧石结核灰岩，厚 25—116 米，含南京早板珊瑚、中国多壁珊瑚、喀劳德氏米斯筴、圆形南京筴、李希霍芬瘤褶贝、浙江直房贝、杭州窗格苔藓虫等化石。

茅口组和龙池组：二者为同期异相沉积。前者旧称“茅口石灰岩”，初命名于贵州朗岱县茅口河，本区代表剖面在梁山吴家坪至孙家村，为燧石结核灰岩、生物碎屑灰岩夹页岩或碳质页岩，厚 70—218 米，含新希瓦格筴、费伯克筴、陶维利氏朱森筴、矢部筴、亚帝文采尔珊瑚、中国拟犬齿珊瑚、中华群山贝、南京瘤褶贝、舟刺等化石。龙池组系省 185 煤田勘探队 1979 年在西乡县木竹坝龙池所建，为硅质泥岩和石煤，厚 48—134 米，含阿尔图菊石、寿昌菊石、新希瓦格筴、费伯克筴等化石。以上 4 组时代为早二叠世。

吴家坪组和郭家垭组：二者为同期异相沉积。前者系卢衍豪 1956 年在南郑县梁山吴家坪所建，标准剖面位置同茅口组，划分为王坡页岩段和灰岩段，含燧石结核灰岩和燧石层，底部为铝土质页岩夹铝土矿和煤线，总厚 68—568 米，含中国梁山珊瑚、卢氏梁山珊瑚、卢氏喇叭筴、奇异喇叭筴、扬子瘤褶贝、鄱阳椅腔贝、反颚刺等化石。郭家垭组系省 185 煤田勘探队 1979 年在西乡木竹坝郭家垭所建，为泥岩、粉砂岩夹细砂岩和泥

岩，厚 120—288 米，含安德生菊石、孔岭菊石、阿拉斯菊石、戟贝型华夏贝、优美鱼鳞贝等化石。

长兴组和大隆组：二者为同期异相沉积。前者旧称“长兴石灰岩”，初命名于浙江长兴县大煤山，本区代表剖面位置同茅口组，为灰岩，厚 120—180 米，含梅田加罗威筴、小古纺锤筴、朗岱米克贝、欧姆贝等化石。大隆组初命名于广西来宾县大隆煤田，本区代表剖面在西乡县三郎铺，为钙质页岩夹碳质页岩，厚 20—40 米，含伊朗菊石、假提罗菊石、轮盘菊石、戟贝型华夏贝、直形贝、乌尔曼杉等化石。以上 4 组时代为晚二叠世。

以上各组间为整合接触。

本省二叠系研究始于本世纪 30 年代。1931 年，赵亚曾等在南郑县梁山建立梁山层并分出阳新石灰岩，同年，赵国宾在渭北划出二叠—三叠系。1943 年，卢衍豪将宁强、南郑等地二叠系划为下统栖霞层、茅口层，认为上统乐平层缺失。1948 年，杜恒俭将梁山二叠系划为石炭—二叠系梁山层，下统栖霞灰岩、茅口灰岩及上统。1950 年，侯世军将渭北二叠系划为石盒子系 1—4 段及二叠—三叠系石千峰系，后霍仕诚划为下统山西系，上统石盒子系，将石千峰系划归三叠系。1956 年，卢衍豪将梁山二叠系划为阳新统梁山层、栖霞灰岩、茅口灰岩，乐平统王坡页岩、吴家坪灰岩。1958—1966 年，秦岭区测大队在陕南从区域上划分出二叠系，建立“统”一级地层单位。中国地质科学院和西北地质研究所对镇安西口一带的二叠系作了划分，1973 年，王国莲和孙秀芳加以完善，划为下统垭子组、五里坡组、水峡口组，上统西口组、熨斗滩组、龙洞川组。在渭北，省 185 煤田勘探队划为下统山西组、下石盒子组，上统上石盒子组及石千峰组岭底段、薛峰段、牛心段、景峰段，嗣后，131 煤田勘探队（1977）将牛心段和景峰段改名为刘家沟组和尚沟组，划归下三叠统。1976 年，西安地

质学校在西乡地区发现了大隆组。1985年陕西区调队编著的《陕西的二叠系》和《陕西省区域地质志》，对全省二叠系作了系统划分与对比，所采用的地层单位反映在本章中。

四、中生界

是指距今230至65百万年间中生代地史时期所形成的地层，自下而上分为三叠系、侏罗系、白垩系3个地层单位。

(一)三叠系(形成时间距今230—195百万年)

分布3个地层区，地层发育较全。华北区除渭北下统局部为海相地层外，余均为陆相地层，以碎屑岩和泥质岩为主，厚2408米，含植物、介形虫、叶肢介、双壳类、腹足类、脊椎动物、孢粉、腕足类、海蛇尾等化石，蕴藏石油和煤矿。秦岭区和扬子区下、中统以海相碳酸盐岩为主，含双壳类、头足类、腕足类、海蛇尾等化石，产石膏和含钾页岩矿；上统为陆相或海陆交互相地层，以碎屑岩和泥质岩为主，含植物、双壳类等化石，产煤、菱铁矿等矿产。全系最大厚度秦岭区大于5650米，扬子区1599米。陕北延长群含煤炭、石油和天然气，研究历史悠久，凤县留凤关群是研究“浊积岩”的典型地层单位之一。

1. 华北区 广泛分布陕北、渭北地表及钻井中。

石千峰群刘家沟组：中国科学院山西地层队1959年命名，标准剖面在山西宁武县孙家沟，本区具陆相和海相两种沉积，代表剖面在韩城薛峰川和岐山周公庙。陆相地层由杂色细砂岩夹粉砂岩、砂质泥岩和砾岩组成，厚94—408米，整合于孙家沟组之上；海相地层^①由长石石英砂岩、粉砂岩夹泥岩、砾石和泥灰岩组成，厚319—510米，平行不整合于石盒子组之上或与孙家沟组呈断层接触，含多饰正海扇、维加弱海扇、门策贝、陕

西鳞蛇尾等化石，二者时代均为早三叠世。

石千峰群和尚沟组：命名单位和剖面位置同刘家沟组，本区代表剖面在耀县石川河，为含灰质结核泥岩等，厚65—128米，整合于刘家沟组之上，含北方雕饰叶肢介、锥顶叶肢介、小达尔文虫、古老陕西蚌、贺家畔府谷鳄等化石，时代为早三叠世。

纸坊组：原称“纸坊统”，系甘克文等1959年在铜川纸坊镇所建，代表剖面在铜川漆水河，为细砂岩和砂质泥岩等，厚330—1000米，平行不整合于和尚沟组之上。含窟野河山西鳄、戏楼沟陕北肯氏兽、坚齿似木赋、瓦家松型伏脂杉、斜达尔文介、独特小陕西介、多雕饰叶肢介、短臂叶肢介、石川河似河蚌、近卵形陕西蚌等化石，时代为中三叠世。

延长群：旧称“延长组”（王竹泉、1932）或“延长层”（潘钟祥、1936），分为铜川组、胡家村组、永坪组、瓦窑堡组，各组间为整合接触。

铜川组：系中国地质科学院地质研究所1965年在铜川漆水河所建，为砂页岩夹油页岩，厚100—580米，上部产石油及天然气，含铜川叶、大叶拟丹尼蕨、肋木、舌羊齿、脆弱陕西蚌、黄伯沟珠蚌、长陕西蚌、铜川真叶肢介、侯氏铜川介、雍氏弓鲛鱼等化石，时代暂归中三叠世。

胡家村组：西北地区中、新生代地层会议1976年命名于延长县胡家村，代表剖面在铜川漆水河，为砂岩与泥岩互层夹油页岩，厚210—547米，为本省石油、天然气和油页岩重要层位，含多实拟丹尼蕨、陕西似托第蕨、粗脉楔拜拉、椭圆陕西蚌、薛峰川珠蚌、斜达尔文介、短脊柳氏介、粗笨铜川介、陕西真叶肢介等化石。

永坪组：西北地区中、新生代地层会议1976年命名于延川县永坪镇，代表剖面在铜

^① 杨遵仪、李子舜等（1982）命为岐山组，为刘家沟组的同期异相沉积。

川漆水河和神木窟野河,为砂岩夹泥岩,厚95—188米,产石油、天然气、铁和油页岩等矿产,含多实拟丹尼蕨、陕西(?)舌叶、陕西似托第蕨、三角陕西蚌、膨凸陕西蚌、柳林川达尔文介、侯氏铜川介、布氏真叶肢介、多网真叶肢介等化石。

瓦窑堡组:由潘钟祥1936年建立的瓦窑堡煤系演变而来,建组剖面在子长县瓦窑堡,代表剖面在子长县清涧河,为砂泥岩互层夹煤层,厚0—228米,含采耶贝尔璠蕨、多实拟丹尼蕨、横山龙鱼、伍氏裂齿鱼、畸形真叶肢介、陕西真叶肢介、柳林川达尔文介、捷尔达达尔文介、美丽棒神介(?)、网状柳氏介(?)、瓦窑堡珠蚌、宁夏珠蚌、延川陕西蚌等化石。以上3组时代为晚三叠世。

2. 秦岭区

留凤关群:分布凤县之南,陕西区调队1959年命名于凤县留凤关,分为西坡组和任家沟组,二者整合接触,时代为早三叠世。

西坡组:姜春发等1965年命名于甘肃两当县西坡,建组剖面在宝成铁路聂家湾至琵琶峡,为钙质粉砂岩、钙质板岩和薄层灰岩构成的韵律层,具递变层理、象型印模、均分潜迹、平管迹等沉积构造,厚1373米,含蛇菊石、驰蛇菊石化石。

任家沟组:姜春发等1965年命名于甘肃两当县宝成铁路任家沟,建组位置同西坡组,岩石组合及沉积构造亦与之类似,但灰岩大为减少,厚大于3194米,含半碟菊石。

镇安西口一带划分如下,其间为整合接触:

金鸡岭组:系姜春发等1963年在镇安县程家川金鸡岭所建,为鲕状灰岩和页岩,厚113—663米,含王氏克氏蛤、多饰正海扇、蛇菊石及腕足类等化石,时代为早三叠世。

岭沟组:系陕西区调队1965年在镇安县程家川岭沟所建,为灰岩、泥岩夹钙质砂岩,厚698米,含琴氏正海扇(麻生海扇)等化石,时代为中三叠世。

3. 扬子区 分布宁强、西乡及镇巴等地。

大冶组:旧称“大冶石灰岩”,谢家荣1924年命名于湖北大冶,本区代表剖面在镇巴县简池坝,为白云质灰岩和泥质白云岩等,厚70—103米,含王氏克氏蛤、多饰正海扇、驰蛇菊石、牙形刺等化石。

嘉陵江组:旧称“嘉陵江石灰岩”,赵亚曾等1931年命名于四川广元县城北嘉陵江岸,本区代表剖面在镇巴简池坝和西乡白勉峡乡十字路,为灰岩、白云岩和盐溶角砾岩,厚430—820米,为本省石膏矿重要层位,含多饰正海扇、阿斯本菊石、米克菊石及有孔虫等化石。以上2组为早三叠世。

雷口坡组:许德佑1939年命名于四川威远新场雷口坡,本区代表剖面位置同嘉陵江组,为含泥质灰岩、白云岩和盐溶角砾岩,厚172—475米,产石膏和粘土矿,含强烈前角石、琴氏麻生海扇、放射褶翅蛤(脊褶蛤)等化石,时代为中三叠世。以上各组间为整合关系。

须家河组:旧称“须家河(徐家河)煤系”,赵亚曾等1931年命名于四川广元县须家河,本区代表剖面在镇巴县响洞子,为碎屑岩夹碳质页岩及煤层,厚11—287米,平行不整合于雷口坡组之上,产煤、铁和陶瓷用石英砂岩,含拉托斯特网叶蕨、披针苏铁杉、可凝蚌形哈等化石,时代为晚三叠世。

本省三叠系研究始于19世纪末,先后有奥勃鲁契夫、索威皮、富勒、克里普等人在陕北作过调查。然贡献最大者为王竹泉和潘钟祥,他们在20世纪30年代即正确地解决了延长和永坪含油层位的时代和层序。建国后三叠系的研究有显著进展,1950年王尚文等将原瓦窑堡煤系解体,提出以煤系中部的平行不整合面为界,其上命名为延安系,归早侏罗系,其下与延长层合并称延长系,置于晚三叠世。1954年潘钟祥将瓦窑堡煤系二分,下部称瓦窑堡含煤层,归晚三叠世晚期,中上部称延安系,归早侏罗世。同年谢庆辉

将延长层分为四段,并与瓦窑堡含煤层合称延长组,仍置于晚三叠世。1956年斯行健认为延长层为晚三叠世,瓦窑堡煤系应属早侏罗世。1959年甘克文将原石千峰系划为石千峰统和纸坊统,时代置于晚二叠世及早一中三叠世,将瓦窑堡含煤层与延长层合并称延长统,分为五段,置于晚三叠世,同年,全国地层会议改延长统为延长群。1965年,中国地质科学院地质研究所于铜川漆水河将延长群第一、二段分出,建立铜川组。1976年西北地区中、新生代地层会议除确认铜川组外,还将延长群第三段命名为胡家村组,第四、五段分别命名为永坪组和瓦窑堡组,时代均为晚三叠世。1974年省地质局石油队将原石千峰群划为上二叠统孙家沟组,下三叠统刘家沟组和和尚沟组,将纸坊统更为纸坊组。1980年中国地质科学院地质所将关中以北的三叠系划为下统刘家沟组、和尚沟组,中统二马营组、铜川组,上统延长组。此外在岐山、麟游一带张文绍等(1957)、林和茂(1965)先后发现早三叠世海相地层及生物群,系刘家沟组的同时异相沉积,杨遵仪等命名为岐山组。

20世纪50和60年代,陕西区调队在陕南陆续建立留凤关群、岭沟组及“统”一级或跨“统”的地层单位。中国地质科学院姜春发等在凤县、镇安等地二叠系之上地层中采得蛇菊石、王氏克氏蛤等早三叠世标准化石,据此建立西坡组、任家沟组和金鸡岭组,并且肯定了留凤关群为浊流沉积。四川地质局210队将西乡、镇巴一带海相三叠系划为下统飞仙关组、嘉陵江组,中统雷口坡组,四川第二区测队将镇巴一带陆相三叠系划为上统须家河组。80年代,陕西区调队编著的《陕西省区域地质志》和《陕西的三叠系》,对全省三叠系作了系统划分与对比,所采用的地层单位均反映在本章中。

(二)侏罗系(形成时间距今195—135百万年)

分布西北和西南两个地层区,全为陆相地层。西北区发育下、中统,上统分布局限,以碎屑岩和泥质岩为主,厚394—1967米,含植物、孢粉、双壳类、介形虫、叶肢介、鱼类等化石,产煤、石油、天然气、油页岩、石膏和铁矿。西南区仅出露下、中统,且发育不全,以碎屑岩为主,可见厚300—3147米,含植物、双壳类、叶肢介等化石。

1. 西北区 广泛见于陕北和渭北,陕南有零星出露。

富县组:系李德生1951年在富县所建,标准剖面在富县大申号沟和延安南泥湾之金盆湾,为粉砂质泥岩和粉砂岩,或以碎屑岩为主,厚2—142米,平行不整合或不整合于延长群之上,产煤、石油和油页岩,含怀特似托第蕨、指状异脉蕨、膜蕨型锥叶蕨、费尔干蚌、叶肢介、孢粉(三角孢、拟桫椤孢占优势)等化石,时代为早侏罗世。

延安组:原名“延安系”,王尚文等1950年命名,标准剖面在延安西杏子河,为砂岩、黑色页岩及泥岩,厚二三百米,平行不整合或不整合于富县组之上,为本省煤和石油重要层位之一,含膜蕨型锥叶蕨、大同锥叶蕨、似托第蕨、石松孢、三角孢、拟桫椤孢、新叉瘤孢、珍珠蚌、费尔干蚌、西北利亚蚌等化石,时代暂归中侏罗世。

直罗组:旧称“直罗统”,李德生1951年命名于富县直罗镇,代表剖面在延安杏子河,为砂岩和杂色砾岩,厚101—315米,平行不整合于延安组之上,产煤、石油、天然气和石膏,含布列亚锥叶蕨、中国尼尔桑、似银杏、拜拉、假铰蚌、西北利亚蚌等化石,时代为中侏罗世。

安定组:旧称“安定层”,王竹泉等1933年命名于子长县安定,代表剖面在富县葫芦河,为页岩、油页岩和泥灰岩,厚36—243米,整合于直罗组之上,产石油、油页岩和铁矿,含达尔文介、季米利亚介、孙氏裸珠蚌、安定弓铰、贝莱鱼及孢粉等化石,时代暂归中

侏罗世。

芬芳河组：系省186煤田勘探队1973年在千阳县芬芳河所建，为砾岩、砂岩和粉砂岩，厚1174米，平行不整合于安定组之上，时代暂归晚侏罗世。

龙家沟组：初命名于甘肃武都县龙家沟，本区代表剖面在凤县户家窑小学附近，为泥岩、粉砂岩夹砂砾岩和煤层，厚36—405米，不整合于下三叠统或石炭系之上，为陕南重要含煤层位之一。含光滑锥叶蕨、狭叶拟刺葵、中华篦羽叶、似银杏、拜拉、假铍蚌、费尔干蚌、图土蚬、萨雷提缅甸达尔文介、阿波罗达尔文介等化石，时代为中侏罗世。

勉县群：旧称“勉县煤系”，系赵亚曾等1931年在勉县堰河所建，为砂页岩夹煤层，厚254—891米，不整合于三河口群或志留系之上，为陕南重要含煤层位之一。含细齿枝脉蕨、中华篦羽叶、膜蕨型锥叶蕨等植物化石，时代为早—中侏罗世。

2. 西南区 分布西乡和镇巴一带。

白田坝组：系包茨和王国宁1954年在四川广元县宝轮院白田坝所建，本区代表剖面在镇巴县长岭，为泥岩、粉砂岩、长石石英砂岩夹薄煤层，厚270—423米，不整合于须家河组之上，含齿状斯科勒斯比叶、布列亚锥叶蕨、归州假铍蚌等化石，时代为早—中侏罗世。

千佛岩组：旧称“千佛岩层”，赵亚曾等1931年命名于广元县千佛岩，本区代表剖面在镇巴秦家坝至长滩，为粉砂岩夹泥岩，厚194—569米，平行不整合于白田坝组之上，含膜蕨型锥叶蕨、毛羽叶、拜拉、假铍蚌、图土蚬、裸珠蚌、丽蚌（始丽蚌）等化石。

沙溪庙组：系杨博泉和孙万铨1966年在四川合川县沙溪庙所建，本区代表剖面在镇巴简池坝，以块状泥岩为主，夹细砂岩和薄煤层，厚961—2095米，整合于千佛岩组之上，含假铍蚌、丽蚌（始丽蚌）及植物化石。

遂宁组：旧称“遂宁页岩层”，李悦言、

陈秉范1941年命名于四川遂宁，本区代表剖面在镇巴县简池坝老洞岩，为钙质泥岩夹细砂岩，厚486米，整合于沙溪庙组之上。以上3组时代为中侏罗世。

本省侏罗系研究始于20世纪20年代。1925年，王竹泉将陕北含煤地层划为早侏罗世（里阿斯期）煤系。1931年，赵亚曾等在勉县建立勉县煤系（1959年全国地层会议改为勉县群）。王竹泉等（1933）、潘钟祥（1936）将陕北侏罗系划分为下统瓦窑堡煤系及上统安定层。1939年，张迺骏（伯声）等将凤县南含煤地层命为后窑沟煤系。1950年，王尚文等将瓦窑堡煤系上部剔出，命为延安系，次年，李德生建立富县层和直罗统，归早侏罗世。1960年，银川石油勘探局将陕北侏罗系划为下统延安组、中统直罗组和上统安定组。1964年，地质部第三普查勘探大队划为下统富县组，中统延安组、直罗组和安定组。60年代，秦岭区测大队在陕南从区域上划出侏罗系，建立“统”或跨“统”等级别的地层单位。1966年，四川第二区测队将镇巴一带侏罗系划为下统白田坝组，中统千佛岩组、沙溪庙组和遂宁组。1970年，省186煤田勘探队将勉县群划为洪水沟组、勉县组和堰河组。1974年，西北地质研究所据所采化石将后窑沟煤系划归中侏罗世，1977年编表组改后窑沟煤系为龙家沟组，将白田坝组、延安组的时代划为早—中侏罗世。陕西区调队编著的《陕西的侏罗系》和《陕西省区域地质志》，对全省侏罗系作了系统划分与对比，所采用的地层单位反映在本章中。

（三）白垩系（形成时间距今135—65百万年）

全省缺失上统，仅有下统，分布西北地层区的陕甘宁、六盘山和秦岭三个分区，分别称之为志丹群、六盘山群和东河群，为红色碎屑岩为主的陆相沉积，厚1020—1890米，含双壳类、介形虫、腹足类、鱼类及植物、孢粉等化石，产铜、铁矿和劣质煤。

1. 陕甘宁分区 分布陕北和渭北西部。

志丹群：旧称“保安系”，系潘钟祥 1934 年在保安县（今志丹县）所创立，分为 6 个组，各组间为整合接触，时代均为早白垩世。

宜君组：旧称“宜君砾岩”，富勒等 1927 年命名，标准剖面在宜君高楼抓老虎塔，为砾岩夹砂岩等，厚 30—84 米，不整合于芬芳河组之上。

洛河组：旧称“洛河砂岩”，富勒等 1927 年命名，标准剖面在志丹县北洛河，为粗—中粒长石石英砂岩，厚 71—348 米，含狼鳍鱼、达尔文虫等化石。

环河组和华池组：旧称“环河层”和“华池砂岩”，富勒等 1927 年命名于甘肃环县环江和华池县，本区代表剖面在吴旗白豹川至志丹白业沟，为长石砂岩、泥岩夹少量层凝灰岩，厚 225—538 米，含中华弓鳍鱼、狼鳍鱼、原始星介、女星介等化石。

罗汉洞组：旧称“罗汉洞层”，田在艺等 1948 年命名于甘肃泾川县罗汉洞，本区代表剖面在黄陵上畛子至艾蒿店，为细砂岩和粉砂质泥岩，厚 93—320 米，北邻区内蒙古该组含鹦鹉嘴龙化石。

泾川组：旧称“泾川层”，田在艺等 1948 年命名于甘肃泾川县，本区代表剖面在陇县石嘴子至大杜阳沟，为泥岩和泥灰岩，厚 148—446 米，含青山中村蚌、手取日本蚌、热河球蚬等化石。

2. 六盘山分区 分布陇县、宝鸡一带。

六盘山群：旧称“六盘山系”，安特生和袁复礼 1925 年命名于陇东六盘山。分为三桥组、和尚铺组、李洼峡组、马东山组、乃家河组，本省仅有前 3 组，其间为整合接触，时代均为早白垩世。

三桥组：旧称“三桥层”，银川石油勘探局 125 队刘星利命名于陇县固关镇三桥，代表剖面在固关，为块状砾岩，厚 1.8—422 米，不整合于秦岭群之上。

和尚铺组：旧称“和尚铺层”，刘星利命

名于宁夏固原县和尚铺，本区代表剖面在陇县固关，为砂岩夹砾岩和砂质泥岩，产铜矿，厚 489—2568 米，含土螺、假河螺等化石。

李洼峡组：刘星利 1959 年命名于宁夏固原县李洼峡，本区代表剖面在陇县固关，为砂岩与泥岩互层，厚 350—618 米，含千石日本蚌、拟金粉蕨等化石。

3. 秦岭分区 零星分布北秦岭一带。

东河群：旧称“东河砾岩”，赵亚曾等 1931 年命名于凤县东河，分为 3 个组，其间为整合接触，时代均为早白垩世。

田家坝组：系西北地质研究所 1974 年在甘肃康县田家坝所建，本区代表剖面在甘肃两当县西坡至陕西凤县徐家沟，以砾岩为主，厚 140—1074 米，不整合于不同时代老地层之上。

周家湾组：系西北地质研究所 1974 年在甘肃康县周家湾所建，本区代表剖面位置同田家坝组，为砂砾岩、粉砂岩夹劣质煤，厚 180—851 米，含青山中村蚌、球蚬、女星介、狼星介、拟金粉蕨型锥叶蕨、似银杏等化石。

化垭组：系西北地质研究所 1974 年在甘肃成县化垭所建，本区代表剖面位置同田家坝组，为泥岩、粉砂岩等，厚 473—908 米，含拟金粉蕨型锥叶蕨、球蚬、手取蚬、女星介、狼星介、枣星介等化石。

本省白垩系研究始于 20 世纪 20 年代，先后有安特生和袁复礼、富勒、赵亚曾、潘钟祥等建立地区性的地层单位。50 年代，田在艺、张传淦、张更将陇东和陕北白垩系划为宜君层、洛河层、华池层、环河层、罗汉洞层和泾川层。西北地质局鄂尔多斯石油普查队将六盘山系划为 6 层，即底砾岩层、砂岩层、下杂色层、泥岩夹灰岩层、灰质层、上杂色层，时代归早白垩世，1959 年全国地层会议改六盘山系为六盘山群。同年，银川石油勘探局刘星利将六盘山群各层命为三桥层、和尚铺层、李洼峡层、马东山区、乃家河层（即石油队划的灰质层和上杂色层），

1965年,甘肃区调队改“层”为“组”,沿用至今。1974年,陕西省地质局石油普查队改保安系为志丹群,同年,西北地质研究所将东河群划为田家坝组、周家湾组和化埡组,据多门类化石将时代归早白垩世。1977年,编表组将志丹群各层改称组,沿用至今。80年代,陕西区调队编著的《陕西的白垩系》和《陕西省区域地质志》,对全省白垩系作了系统划分与对比,所采用的地层单位反映在本章中。

五、新生界

是指距今6500万年以来新生代时期所形成的地层,是地史中最新的一个阶段,分为第三系和第四系两个地层单位。第三系又分为下、上两个亚系。

(一)第三系(形成时间距今65—3.5百万年)

西北和西南两个地层区均有分布,以关中地区地层发育较全。下第三系为红色砂岩与泥岩互层,厚1200—2000米;上第三系为杂色砂质粘土、粘土夹砂砾石层,厚18—1200米。全系含哺乳动物、介形虫、植物及孢粉化石,产石膏和建筑石料矿产。

1. 西北区 主要分布关中及其以北地区,洛南、商丹、山阳、安康等盆地亦有零星出露。

清水营组:石油部西安地质调查处第一地质大队1955年命名于宁夏灵武县清水营。本区为砂岩夹粘土及石膏透镜体,厚数米至25米,命名地产有丰富的哺乳动物化石,时代为渐新世。

保德组:旧称“保德红土层”,师丹斯基1923年命名于山西保德县,本区代表剖面在吴旗县金佛坪,为粘土岩夹石膏层,总厚19—70米,不整合于下白垩统或石千峰群之上,含三趾马哺乳动物化石群,时代为上新世。

红河组:贾兰坡等1964年命名于蓝田县红河,标准剖面在蓝田县支家沟常家村,为

泥岩与细砂岩互层,厚166—820米,不整合于太华群或二叠系之上,含熊雷兽、短齿兽、金星介、真星介及植物孢粉等化石,时代为始新世。

白鹿塬组:刘东生1959年命名于蓝田县白鹿塬,标准剖面在蓝田支家沟,为砂岩夹泥岩或二者互层,厚43—785米,平行不整合于红河组之上,含西安两栖犀、中国两栖犀、蓝田猴、羽叶旱梅、小叶旱梅等化石,时代为渐新世。

甘河组:国家地质总局第三普查勘探大队1977年命名于户县甘河钻井,为砂砾岩与含砾泥岩互层,厚401米,与白鹿塬组接触关系不清,含盖轮藻、孢粉等化石,时代为渐新世。

冷水沟组:贾兰坡等1965年建于临潼冷水沟,为砂质泥岩与砂岩互层,厚10—81米,不整合于白鹿塬组之上,含利齿猪、狐羊、小跳兔、河星介、土星介、小玻璃介及孢粉等化石,时代为中新世。

寇家村组:刘东生1960年命名于蓝田县灞河左岸寇家村,标准剖面在灞河十里河高坡村,为泥岩和砂岩,厚29—142米,平行不整合于冷水沟之上,含复角柄杯鹿、三棱齿象、利齿猪及孢粉等化石,时代为中新世。

灞河组:刘东生1960年命名于蓝田县灞河,标准剖面在蓝田泄湖镇灞河南岸武家坡至水家嘴,为泥岩与砂砾岩互层,厚21—123米,平行不整合于寇家村组之上,含三趾马哺乳动物化石群,时代为上新世。

蓝田组:刘东生1960年命名于蓝田地区,标准剖面在蓝田泄湖镇灞河南岸水家嘴至九老坡,为钙质结核粘土岩,厚15—63米,不整合于灞河组之上,含三趾马哺乳动物化石群,时代为上新世。

樊沟组:系薛祥煦1978年在洛南县石门乡樊沟所建,为砂质泥岩和砂砾岩,厚大于170米,不整合于高山河组之上,含阶齿兽、湖口兽、獬兽等哺乳动物化石,时代为古新

世。

疙瘩庙组：系薛祥煦 1978 年在洛南石门乡疙瘩庙所建，为砾岩和粘土岩，厚 70 米，不整合于樊沟组之上，含三趾马、奇鲁兽等化石，时代为上新世。

红土岭组：系省地质局石油普查队 1974 年在洛南县红土岭所建，为砂质泥岩夹砾岩，厚 1044 米，不整合于高山河组之上，时代处理为始新世。

葡萄岭组：系省地质局石油普查队 1974 年在洛南县葡萄岭所建，为砂砾岩与砂质泥岩互层，厚 220—585 米，不整合于红土岭组之上，时代处理为渐新世。

囫囵山组：系省地质局石油普查队 1974 年在洛南县囫囵山所建，为砂砾岩，厚 48—386 米，平行不整合于葡萄岭组之上，时代处理为中新世。

李家庙组：系省地质局石油普查队 1974 年在洛南县李家庙所建，为砂质泥岩夹砾岩，厚 881 米，平行不整合于囫囵山组之上，时代处理为上新世。

山顷村组：省地质局石油普查队 1974 年命名于商县山顷村，为砂质泥岩与砂砾岩互层，厚 784 米，不整合于秦岭群之上，时代处理为渐新世。

老庄组：省地质局石油普查队 1974 年命名于商县老庄，为砾岩夹砂岩等，厚 885 米，平行不整合于山顷村组之上，时代处理为中新世。

陈家营组：陕西区调队 1984 年命名，标准剖面在安康县八里庙乡陈家营，为粉砂岩和砂砾岩，厚 11—180 米，不整合于下第三系之上，含额鼻角犀、双角犀、鼬鬣狗等化石，时代为上新世。

2. 西南区 分布勉县、汉中、洋县及西乡七星坝等地。

下第三系：砾岩和砂砾岩，厚 150—200 米，不整合于西乡群或元古代侵入岩之上，时代暂归早第三纪。

上第三系：赋存于第四系之下，为杂色粘土和粉砂层，含乳齿象、剑齿象、三趾马等化石，时代为上新世。

本省第三系研究始于 20 世纪 30 年代。1930 年，德日进和杨钟健将榆林至府谷的红色土系划为 A、B、C 3 层，据所采化石将 A 层划为上新统。1934 年，杨钟健和裴文中将华县瓜坡和渭南二郎庙新生界下部红土层划归下上新统(?)。1956 年，中国地质科学院地质研究所将泾河、洛河流域第三系划为上新统保德组。1958 年，张传淦将陇东六盘山地区第三系称甘肃统，时代归始新世—上新世。1958—1966 年，秦岭区测大队在陕南从区域上划出下、上第三系。1959 年，该队曾河清研究蓝田泄湖镇新生界剖面，采得三趾马等化石，首次肯定该区有上新世地层。60 年代刘东生、贾兰坡系统研究蓝田地区第三系，70 年代省地质局石油普查队研究洛南和商县盆地第三系，分别建立和完善了相应的地层系统。西北大学薛祥煦等首次在洛南石门发现省内唯一出露的古新统。1985 年，《陕西省区域地质志》对全省第三系作了全面划分与对比，所采用的地层单位反映在本章中。同年，陕西地质博物馆等首次在汉中盆地发现中国汉江乳齿象等化石，从原划第四系下一中更新统底部分出上新世地层。

(二) 第四系(形成时间距今 3.5 百万年至现代)

分布西北和西南地层区，为人类物质文明建设的主要活动领域。地层发育完整，以河湖和风成相沉积为主，为黄土、砂砾石层、砂层和泥质层等，厚达千余米。本省秦岭以北广布的更新世黄土构成独特的地貌景观，是研究中国黄土的重要区域。本系生物化石丰富，有脊椎动物、介形虫、腹足类、植物、孢粉等。蕴藏有地下(热)水、建筑原料、砂金和陶土等矿产。

1. 西北区 分布关中及其以北地区，洛南、商州、商南、山阳、安康等山间盆地和

河谷中亦有分布。

三门组：旧称“三门系”，丁文江1918年创立于河南省三门峡。本区分下、上两部，代表剖面在渭南沈河张家坡及宋家村水文八号井，下部为湖相粉砂与砂质粘土互层，局部为冰碛层，厚40—221米，不整合于第三系之上，含贺凤三趾马、沈河獾鼠、沈河象、中国貉等化石，时代暂置早更新世早期；上部为河流及湖泊相粘土和砂土互层，夹砂砾石层，厚4—88米，平行不整合于下部之上，含三门马、剑齿象、古中华野牛、轴鹿、中国长鼻三趾马、鬣狗等化石，时代为早更新世晚期。

午城组和阳郭组：二者为同期异相沉积，时代为早更新世，前者又名午城黄土，系刘东生和张宗祜1961年在山西隰县午城镇所建，本区代表剖面在洛川县黑木沟，为石质黄土夹多层古土壤和钙质结核层，厚2—84米，整合或平行不整合于三门组之上，含中国长鼻三趾马、三门马、李氏野猪等化石。阳郭组系贾兰坡等1965年在渭南阳县阳郭镇所建。标准剖面在该镇西岔湾，为石质黄土或黄土状砂质土夹古土壤及钙质结核层，局部为冰碛层。厚4—25米，整合或平行不整合于三门组之上，含中华长鼻三趾马、桑氏鬣狗、鼯鼠、仓鼠、丽牛、四不象鹿、古中国豹等化石。

离石组和泄湖组：二者为同期异相沉积。前者又名离石黄土，系刘东生和张宗祜1961年在山西离石县所建，本区代表剖面在彬县大佛寺沟，为黄土夹古土壤及钙质结核层，厚14—220米，平行不整合于午城组之上，含肿骨大角鹿、丁氏鼯鼠、中国鬣狗等化石，时代为中更新世。泄湖组系贾兰坡等1964年在蓝田县泄湖镇所建，标准剖面在蓝田县公王岭和泄湖镇陈家窝子。划分为两个亚组，主要为黄土，次为粘土、砂砾石层及冰碛层，厚12—86米，平行不整合于阳郭组或不整合于第三系之上。公王岭亚组含有著名的蓝田人

及小黑熊、大熊猫、中国鬣狗、中国爪蹄兽等化石；陈家窝子亚组含有蓝田人及亚洲象、北豺、方氏鼯鼠、李氏野猪、翁氏野兔等化石。前者时代属中更新世早期，后者为晚期。

萨拉乌苏组和乾县组：二者为同期异相沉积，时代为晚更新世，前者命名于内蒙古萨拉乌苏河，本区为砂质粘土和砂砾层，厚5—90米，平行不整合于中更新统之上，含河套大角鹿、原始牛、纳玛象、野驴等化石。乾县组系刘东生1960年在乾县大北沟所建，代表剖面在蓝田县涝池河，为砂土、砂粘土、砂及砂砾层，厚5—60米，不整合于泄湖组之上，含双峰骆驼、纳玛象、方氏鼯鼠、狼、鄂尔多斯大角鹿等化石。

马兰组：又名马兰黄土，安特生1923年命名于北京西郊门头沟马兰（栏）村，为黄土夹古土壤层，厚10—20米，整合或平行不整合于萨拉乌苏组或乾县组之上，局部含有孢粉和蜗牛化石，时代为晚更新世。

半坡组：张玉萍等1978年命名于西安半坡遗址，为灰褐色砂土、砂质粘土，或为砂质土和砂砾层，厚1—14米，含有仰韶至西周时期的文化遗物（石器、陶器、骨器等）和遗址（墓葬、灰坑等），时代为全新世早期。

现代沉积：以现代冲洪积亚砂土、砂和砂砾石为主，厚2—40米。

龙骨岭组：陕西区调队1984年命名，标准剖面在安康县恒口龙骨岭，为粉砂和砂砾层，厚35米，含野兔、轴鹿、猓獾等化石，时代为早更新世。

太白组：系秦岭区调大队1960年在太白山所建，为冰川漂砾、块砾和泥砾，上部为黄土或砂粘土，时代为晚更新世。

五里铺组：陕西区调队1984年命名，标准剖面在安康县五里铺车站，为粉砂、灰土、砂砾层及冰碛块砾等，厚2—21米，含新石器时代仰韶文化遗物，时代为全新世早期。

2. 西南区 分布汉中、西乡盆地及河谷。

下更新统：为粘土、亚粘土夹砂砾层，厚

97米。

中更新统：为亚粘土、粉砂和砂砾层等，厚4—104米，含大熊猫等化石。

上更新统：为亚粘土和砂卵石层，厚20—45米，含象、鹿、牛等化石。

全新统：为砂砾石和亚粘土等，厚1—40米，含小鹿、牛等化石。

本省第四系研究以关中及其以北较详。1911年，奥勃鲁契夫对陕北第四系作了概略划分。1930年，德日进和杨钟健将榆林至府谷第四系划为红色土系B层和C层、马兰黄土、次生黄土，时代分别为三门期和周口店期、晚更新世、全新世。1934年，杨钟健等将华县和渭南第四系划为三门期、周口店期及马兰期。1959年曾河清在蓝田泄湖镇划出三门系等。1960年，刘东生建立乾县组，次年与张宗祜一道对关中以北第四系作了划分。1961年，王永焱划为下更新统粗粒沉积和午城黄土、中更新统大佛寺组粗粒沉积和离石黄土、上更新统乾县组粗粒沉积和马兰

黄土及全新统。1963年，中国科学院古脊椎动物与古人类研究室与有关单位合作，对蓝田地区新生界作多学科专题研究，于1964年11月在西安召开现场会议，其中贾兰坡等将第四系划为下更新统三门组河湖相和似午城黄土、中更新统泄湖组下部和上部、上更新统乾县组下部和上部、全新统新石器时代文化层。1982年，王永焱等采用古地磁方法，将关中以北的黄土划分1—4组，时代分别归为早更新世早、中、晚期，中更新世早、晚期，晚更新世早、晚期及全新世。秦巴地区第四系的研究主要在建国后进行，1958—1966年，秦岭区测大队在陕南建立“统”一级地层单位和太白组。1962年，李有恒报导城固、洋县等地更新世大熊猫—剑齿象动物群的某些化石名单。1984年，陕西区调队在安康月河盆地建立龙骨岭组和五里铺组。1986年，汤英俊、雷遇鲁等将汉中盆地第四系划为下更新统“周家湾组”、中更新统、上更新统和全新统。

第六章 火 成 岩

本省火成岩（又名岩浆岩）包括火山岩和侵入岩，出露面积26485平方公里，占全省面积的13.5%，主要分布秦岭、巴山及陇山一带。其中火山岩8548平方公里，以基性和酸性为主，次为中性及少量基性和碱性次火山岩，赋存铁铜、多金属、硫铁矿和金等

多种矿产。侵入岩面积17937平方公里，以花岗岩类为主，闪长岩和正长岩类、超基性岩和基性岩类少量，与之有关的矿产主要有钼、铜、多金属、铁、镍、铬铁矿、石棉及稀有稀土金属等。

第一节 火 山 岩

一、太古代火山岩

指太华群中的变质火山岩，分布小秦岭一带。原岩种类有玄武岩类、粗面岩和英安岩类及流纹岩类，变质程度较高，赋存金、铁、稀有金属和稀土元素矿产。

二、元古代火山岩

（一）三花石群火山岩

指该群中、下部变质火山—沉积岩系，分布西乡至南郑喜神坝以北，出露面积250平方公里。原岩种类有玄武岩、安山岩和安山

质凝灰岩等, 赋存铁、铜矿产, 为大陆边缘海底火山喷发产物。

(二) 宽坪群火山岩

指该群中亚群变质基性火山岩, 分布秦岭北坡, 出露面积 650 平方公里, 原岩种类主要为玄武岩。此外, 在眉县铜峪一带为变质程度较低的火山熔岩和火山碎屑岩, 古火山构造完整, 火山喷发中心大致位于响水石至洛峪。该群火山岩与铜、锌、铁、硫铁等矿产关系密切, 为活动大陆边缘近海洋一侧火山喷发的产物。

(三) 秦岭群火山岩

该群总体变质程度较高, 其上部有较多的变质火山岩, 主要分布秦岭主脊一带, 面积 1550 平方公里, 原岩为玄武岩类、流纹岩、中酸性熔岩和中—基性火山碎屑岩等, 赋存铁、铜、锌、黄铁矿和金等矿产, 为活动大陆边缘岛弧环境中火山喷发的产物。

(四) 熊耳群火山岩

分布小秦岭一带, 面积 200 平方公里, 岩石有玄武岩、安山岩和流纹岩等, 为活动大陆边缘近陆一侧海底火山喷发的产物。

(五) 碧口群火山岩

分布勉略宁一带, 面积 1500 平方公里。该群为一套巨厚的火山—沉积岩系, 火山岩主要在下部, 岩石有玄武岩、安山岩、流纹岩及火山碎屑岩, 火山喷中心大致在宁强二里坝至略阳刘家沟一带, 产铁、铜、多金属和金等矿产, 为大陆边缘海底火山喷发产物。

(六) 铁船山组火山岩

分布南郑碑坝一带, 省内出露面积约 17 平方公里。岩石有流纹岩、流纹质火山碎屑岩和玄武岩, 含放射性元素。古火山口呈北东至南西向展布, 较大者位于南郑松树梁和母猪塘, 为陆相火山喷发产物。

(七) 西乡群火山岩

分布西乡峡口至三郎铺一带, 面积 200 平方公里。岩石有流纹岩、英安岩、玄武岩

和凝灰岩, 具铜矿化, 在西乡大石沟和龙王寨等地有古火山口遗迹三处。

(八) 刘家坪组火山岩

分布宁强燕子砭南侧, 面积 30 平方公里。岩石有凝灰岩、火山角砾岩、英安岩和统纹岩, 产铜锌矿, 火山喷发中心在宁强刘家坪、瓜里湾和沈家院等地。以上铁船山组、西乡群和刘家坪组的火山岩均形成于成熟岛弧至造山带环境。

(九) 郿西群和耀岭河群火山岩

分布安康、平利、商南等地, 面积 2000 平方公里。前者以流纹岩和火山碎屑岩为主, 后者以玄武岩和火山碎屑岩为主, 产铁、铜矿。火山活动中心有多处, 省内如安康牛山和恒口东南侧, 为大陆边缘海底火山喷发产物。

三、古生代火山岩

(一) 奥陶纪火山岩 (草滩沟群)

分布凤县草凉驿和宝鸡吴家坡, 面积 360 平方公里, 前者以变质玄武岩 (细碧岩), 流纹岩和英安岩 (角斑岩) 为主, 后者变质程度较高, 原岩为玄武岩和流纹岩类, 产黄铁矿和铁矿, 为海底火山喷发产物。

(二) 志留纪火山岩及次火山岩

分布安康将军山至旬阳神河及岚皋至平利等地, 面积 630 平方公里, 前者以基性和中酸性火山碎屑岩为主, 后者为辉石玢岩类和粗面岩类等次火山岩, 均为大陆裂谷火山作用产物。

(三) 古生界火山岩 (安坪组)

分布蟒岭南侧, 省内面积 200 平方公里, 为变质安山岩、英安岩、流纹岩和凝灰岩等, 系弧后盆地海底火山喷发产物。

(四) 晚古生代火山岩和次火山岩

分布凤县唐藏至周至四方台一带, 面积 130 平方公里, 岩石有玄武玢岩、拉斑玄武岩和石英粗安岩, 为海底火山作用产物。

第二节 侵入岩

一、基性超基性岩类

(一) 分布

本省该岩类已知岩体 1467 个, 出露面积 1011 平方公里, 占侵入岩总面积的 5.7%, 主要分布秦岭、勉县至略阳、汉南和北大山等地。岩体时代以早古生代为主, 次为晚古生代和晚元古代。组成基性岩体的岩石有辉长(辉绿)岩类和苏长岩类, 产钛磁铁矿、磁铁矿、磷灰石、镍和铜等矿产; 组成超基性岩体的有橄榄岩、纯橄榄岩、蛇纹岩、二辉(或斜辉)橄榄岩、辉石岩和角闪石岩等, 产石棉、铬铁矿、硫化镍矿和蛇纹岩等矿产。据岩体空间展布分为 7 个岩带和 1 个岩区(图 6), 主要岩体列于表 9。

建国前, 维理士、赵亚曾、卢衍豪等对陕南基性和超基性岩作过一般性调查。建国后, 陕西省地质局、西北冶金地质勘探公司、西北地质研究所、西北大学地质系等单位对本省该岩类的分布、性质和含矿性等做了大量工作, 提供调查和科研报告 137 份。其中 1:50 万东秦岭地质图在区调成果基础上, 统一划分为辉长岩、辉绿岩、角闪石岩、蛇纹石化橄榄岩等 7 类, 时代划归元古代、早古生代、晚古生代和中生代。1981 年, 西安地质矿产研究所与省地质局第二、第七地质队合作, 对全省基性和超基性岩类进行专题研究, 划分为 7 个岩带(区)和 10 个岩体类型, 时代归为晚元古代、早古生代和晚古生代。

(二) 代表性岩体

1. 毕机沟基性岩体 呈岩墙状产出, 出露面积 4.5 平方公里, 侵入于三花石群中, 岩石主要为辉长岩和苏长岩, 产钽钛磁铁矿, 时代为晚元古代。

2. 松树沟超基性岩体 平面呈豆荚状, 露面积 20 平方公里, 侵入于秦岭群中, 岩石有纯橄岩、斜辉辉橄岩和橄榄岩等, 产铬铁矿, 时代为早古生代。

3. 金盆基性超基性岩体 平面呈带状, 出露面积 1.2 平方公里, 侵入于秦岭群内, 岩石为辉石岩和辉长岩, 产镍铜矿, 时代为早古生代。

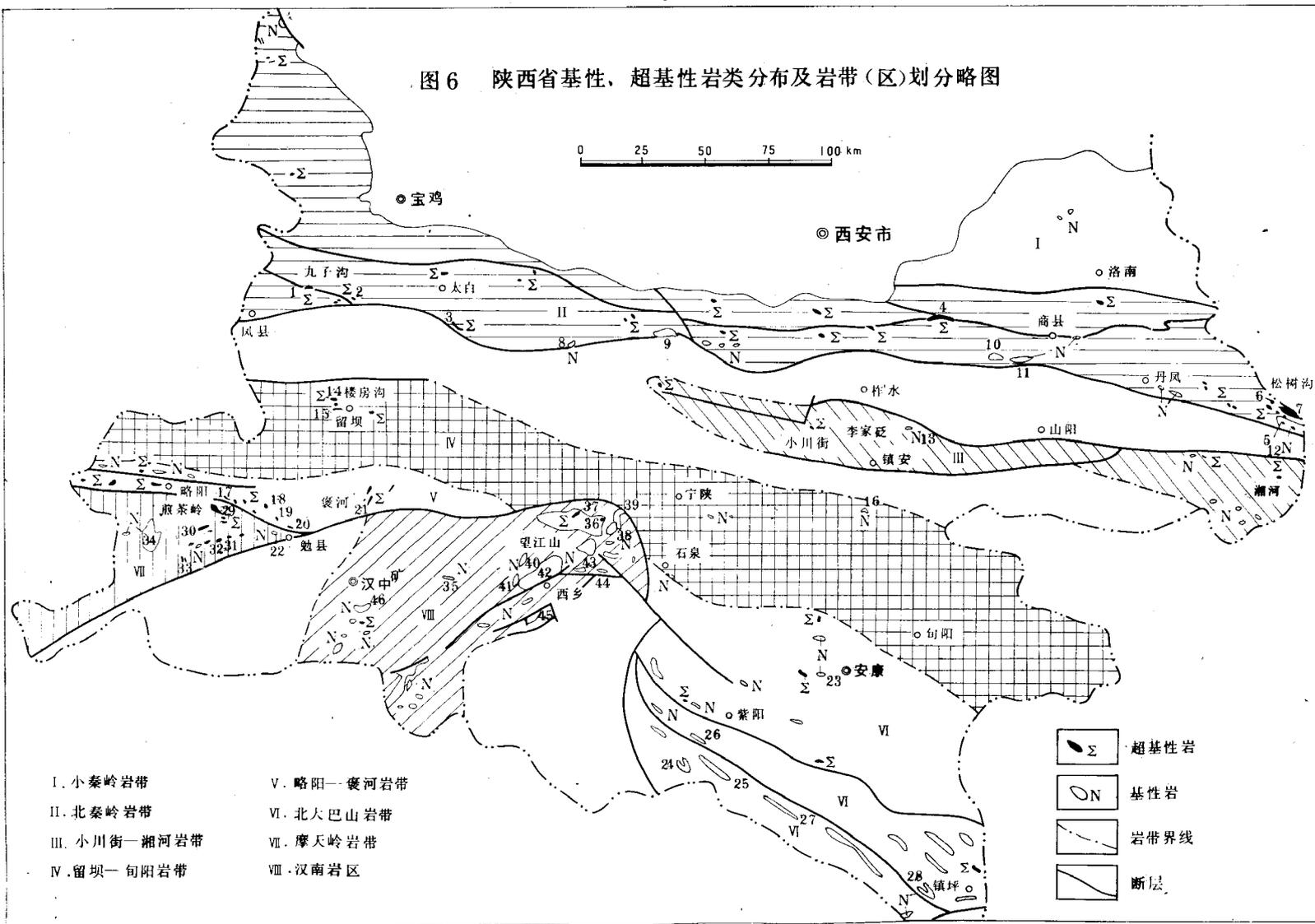
4. 黑木林超基性岩体 平面呈长条形, 出露面积 6 平方公里, 侵入碧口群中, 为蛇纹岩(原岩为纯橄岩和辉橄岩), 产石棉和铬铁矿, 时代为早古生代。

5. 楼房沟超基性岩体 平面呈不规则长条形, 出露面积 1.42 平方公里, 侵入于志留系中, 岩石为蛇纹岩和滑石菱镁岩(原岩为纯橄岩和斜辉辉橄岩), 产铬铁矿, 时代为晚古生代。

6. 九子沟超基性岩体 呈盆状产出, 出露面积 4 平方公里, 侵入秦岭群中, 岩石为黑云母透辉石岩和橄榄岩等, 产磷灰石和透辉石, 同位素年龄 145 和 204 百万年, 时代为侏罗—三叠纪。

7. 四方台基性岩体 平面呈椭圆形, 出露面积 20 平方公里, 侵入于丹凤群中, 为辉长苏长岩和辉长岩等, 时代为晚古生代。

图6 陕西省基性、超基性岩类分布及岩带(区)划分略图



- | | |
|---------------|------------|
| I. 小秦岭岩带 | V. 略阳—褒河岩带 |
| II. 北秦岭岩带 | VI. 北大巴山岩带 |
| III. 小川街—湘河岩带 | VII. 摩天岭岩带 |
| IV. 留坝—旬阳岩带 | VIII. 汉南岩区 |

- | | |
|---|------|
|  | 超基性岩 |
|  | 基性岩 |
|  | 岩带界线 |
|  | 断层 |

表 9

陕西省基性和超基性岩类主要岩体简表

序号	岩体名称	位置	岩石种类	含矿性
1	九子沟超基性岩体	凤县草凉驿	黑云母透辉石岩、 橄榄岩	磷灰石、 透辉石
2	岩湾超基性岩体群 (岩 体 15 个)	凤县岩湾	橄榄岩、辉橄岩	
3	苏家沟超基性岩体群 (岩体 1 个)	太白县太白河	蛇纹岩、纯橄岩、 橄榄岩	
4	草坪超基性岩体群 (岩 体 5 个)	蓝田县草坪乡	纯橄岩、橄榄辉 石岩	铬铁矿
5	金盆基性超基性岩体群 (岩体 7 个)	商南县金盆	辉石岩、辉长岩	镍铜矿
6	泥鳅凹超基性岩体群 (岩体 1 个)	商南县庙堂沟	纯橄岩、斜辉辉橄岩	铬铁矿
7	松树沟超基性岩体	商南县梅家沟	纯橄岩、斜辉辉 橄岩	铬铁矿
8	夫子岭基性岩体	周至县厚畛子	辉长岩、辉石岩	
9	四方台基性岩体	周至县双庙乡	辉长苏长岩、辉长岩	
10	秦王山基性岩体	商州市秦王山	次闪辉长岩	
11	拉鸡庙基性岩体	商州市三十里铺	辉长岩、苏长岩	
12	富水中基性杂岩体	商南县富水关	辉长岩、闪长岩	
13	李家砭基性岩体	柞水县黄金乡	辉长岩、闪长岩	钛磁铁矿
14	楼房沟超基性岩体	留坝县楼房沟	蛇纹岩、滑石菱镁岩	铬铁矿、蛇纹 岩
15	荒草坪超基性岩体	留坝县城郊	蛇纹岩	
16	王家岭超基性岩体群 (岩体 13 个)	镇安县青铜区铜关	斜辉辉橄岩	铬铁矿
17	大茅台超基性岩体群 (岩体 10 个)	略阳县鱼洞子	蛇纹岩	铬铁矿
18	关帝坪超基性岩体	勉县朱家河乡	角闪石岩、辉石岩	
19	鞍子山超基性岩体	勉县两河口乡	蛇纹岩	铬铁矿、蛇纹 岩

续表 9

序号	岩体名称	位置	岩石种类	含矿性
20	舒坪超基性岩体群 (岩体 41 个)	勉县两河口乡	蛇纹岩	铬铁矿
21	老杖沟超基性岩体群 (岩体 3 个)	汉中褒河区	橄榄岩、辉橄岩	铬铁矿
22	勉县北基性岩体群 (岩体 13 个)	勉县武侯北、 两河口南	辉长岩、斜长阳起岩	
23	鲤鱼山基性和超基性 岩体群 (岩体 17 个)	安康市青峰乡	闪长岩、辉石角闪 石岩、辉石岩	钛磁铁矿
24	桃园基性岩体	紫阳县桃园乡	辉绿岩	钛磁铁矿
25	高峰寨至朱溪河基性 岩体群 (岩体 46 个)	紫阳县六合乡	辉绿岩	钛磁铁矿
26	刘家山至马家山 基性岩体群	紫阳县高桥乡	辉绿岩	钛磁铁矿
27	官元基性岩体群 (岩体 9 个)	紫阳县官元	辉绿岩	钛磁铁矿
28	妖魔岩基性岩体群 (岩体 4 个)	镇坪县双坪乡	辉绿岩	磷灰石
29	煎茶岭超基性岩体	略阳县何家岩乡	蛇纹岩、滑石菱镁岩	含钴硫化镍 矿、铁矿、石 棉、金矿、蛇纹 岩
30	黑木林超基性岩体	宁强县庙坝乡	蛇纹岩	石棉、铬铁矿、 蛇纹岩
31	峡口驿超基性岩体群 (岩体 6 个)	略阳县何家岩乡	纯橄岩、斜辉 辉橄岩	铬铁矿、蛇纹 岩
32	杨家山超基性岩体群 (岩体 7 个)	宁强县东皇沟乡	蛇纹岩	石棉、蛇纹岩
33	龙王塘超基性岩体群 (岩体 4 个)	宁强县庙坝乡	角砾状含云母斜 辉橄榄岩	钴矿
34	白雀寺中基性岩体	略阳县白雀寺至 石瓮子	闪长岩、辉长岩	钛磁铁矿
35	盐井坝基性岩体	城固县盐井坝	辉长岩	

续表 9

序号	岩体名称	位置	岩石种类	含矿性
36	金水至酉水基性岩体	洋县金水及酉水	辉长苏长岩、辉长岩	
37	八宝台基超基性岩体	洋县八宝台 至高家山	辉长岩、辉石岩、 辉橄岩	含铬磁铁矿
38	童家山基性岩体	洋县桑溪乡	辉长岩、含辉橄长岩	
39	毕机沟基性岩体	洋县桑溪乡	异剥辉长岩、 苏长岩	钒钛磁铁矿
40	桑园铺基性岩体	西乡县桑园铺	辉长岩	
41	刘家桥基性岩体	西乡县桐车坝	辉长岩、 石英辉长岩	
42	望江山基性岩体	西乡县城北	辉长岩、苏长岩、 橄长岩	硫化铜镍矿、 磷灰石
43	二郎坝基性岩体群 (岩体 4 个)	西乡县二郎坝 至桃儿山	辉长岩	
44	白勉峡基性岩体群 (岩体 3 个)	西乡县白勉峡	辉长岩	
45	胡家沟基性岩华	西乡县柳树乡	辉长岩	
46	西河口基性岩体	南郑县碑坝区	异剥辉长岩、 二辉辉长岩	磁铁矿、钛磁 铁矿

二、闪长岩正长岩类

(一) 分布

本省该岩类出露面积 2123 平方公里, 占侵入岩总面积的 11.9%, 分布于陇县至宝鸡、秦岭(含小秦岭)、汉南和北大巴山等地(图 7)。岩体时代有元古代、早古生代、晚古生代和三叠纪。闪长岩类主要为石英闪长岩和闪长岩, 与之有关的矿产有铜和铁。正长岩类主要为正长岩和正长斑岩, 产稀有金属、稀土元素和钾长石等矿产。主要岩体列于表 10。

此岩类研究程度较低。建国前, 赵亚曾等调查陕南地质时划出一些闪长岩类。建国后, 陕西省地质局、西北冶金地质勘探公司等单位陆续作了一些工作, 其中 1:50 万东秦岭

地质图划为闪长岩、石英闪长岩、正长岩、正长斑岩等 10 种, 时代归于元古代、早古生代、晚古生代、三叠纪和侏罗纪。1985 年, 《陕西省区域地质志》按岩性归并为 6 种, 并将前人所划侏罗纪和部分三叠纪岩体改为元古代或早古生代。

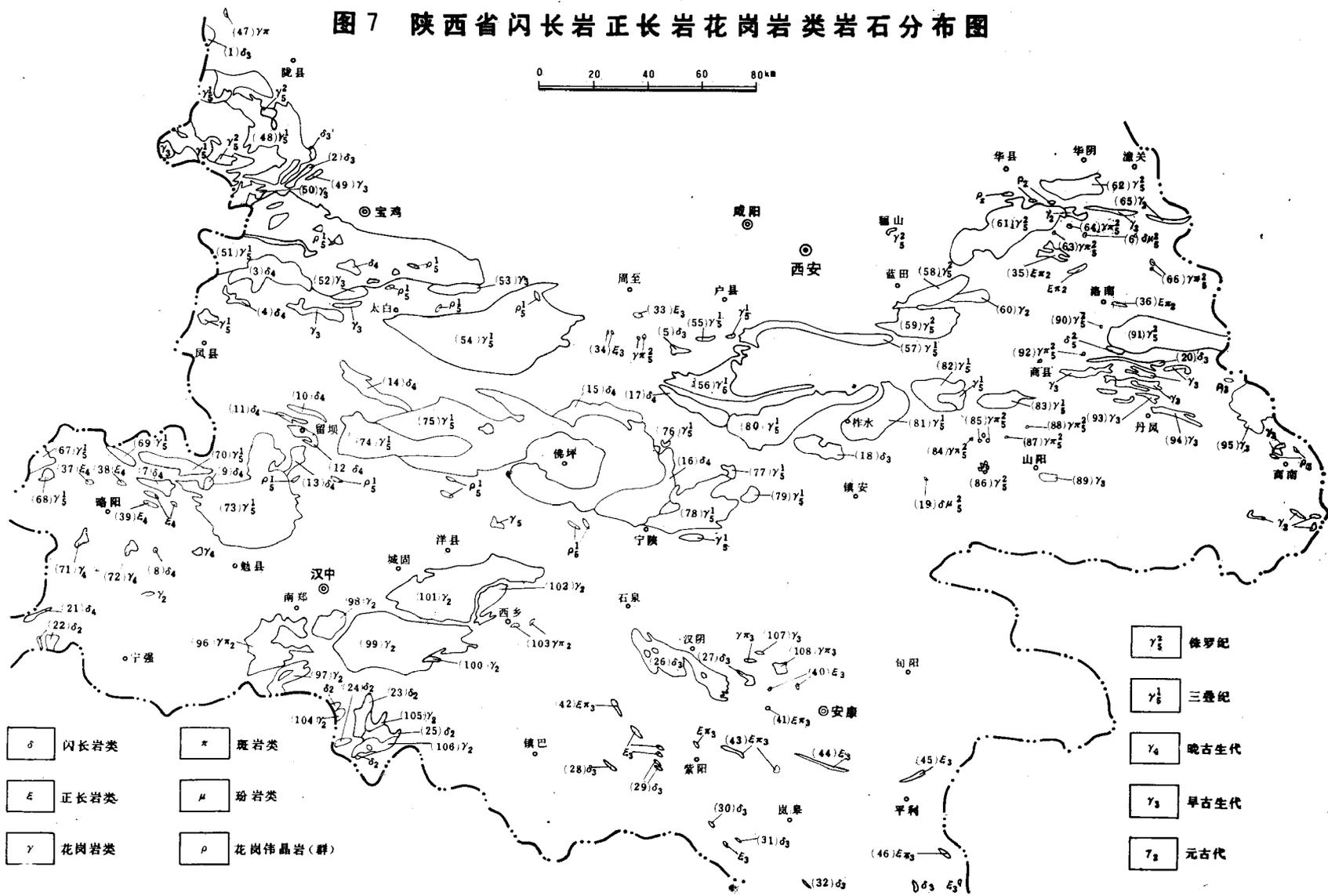
(二) 代表性岩体

1. 天坪河石英闪长岩体(序号 23) 呈不规则状, 出露面积 68 平方公里, 侵入于火地垭群, 岩石以石英闪长岩为主, 接触带有铜矿化, 时代为元古代。

2. 荞麦山石英正长斑岩群(35) 出露面积 23.7 平方公里, 顺层侵入于高山河组, 接触带有铜矿化, 时代为元古代。

3. 东流水闪长岩体(5) 呈喇叭形, 出

图7 陕西省闪长岩正长岩花岗岩类岩石分布图



- | | | | |
|---|------|---|----------|
| δ | 闪长岩类 | π | 斑岩类 |
| ε | 正长岩类 | μ | 玢岩类 |
| γ | 花岗岩类 | ρ | 花岗伟晶岩(群) |

- | | |
|----------------|------|
| Y ₂ | 侏罗纪 |
| Y ₃ | 三叠纪 |
| Y ₄ | 晚古生代 |
| Y ₃ | 早古生代 |
| Y ₂ | 元古代 |

表 10 陕西省闪长岩、正长岩和花岗岩类主要岩体简表

序号	岩体名称	位置	岩石种类	含矿性
1	龙口峪石英闪长岩体	陇县固关黑沟	石英闪长岩、闪长岩	
2	车辙镇石英闪长岩体	宝鸡市车辙镇	石英闪长岩、 黑云角闪闪长岩	
3	红花铺石英闪长岩体	凤县红花铺至中庄	石英闪长岩	磁铁矿
4	唐藏石英闪长岩体	凤县唐藏至白家店	石英闪长岩	
5	东流水闪长岩体	户县涝峪	闪长岩、石英闪长岩	
6	石沟石英闪长岩体	洛南县陈家涧	石英闪长岩	铁、铜
7	张家坝石英闪长岩体	略阳县张家坝	石英闪长岩等	
8	铜厂石英闪长岩体	略阳县陈家坝	石英闪长岩、 闪长岩	铁、铜
9	张家河石英闪长岩体	勉县张家河	石英闪长岩	
10	柳川石英闪长岩体	留坝县柳川河	石英闪长岩	
11	庙台子石英闪长岩体	留坝县庙台子	石英闪长岩	
12	留坝石英闪长岩体	留坝城关	石英闪长岩	
13	火烧店石英闪长岩体	留坝县火烧店	石英闪长岩	
14	西坝石英闪长岩体	太白县王家楞	石英闪长岩、 花岗闪长岩	
15	东河台子石英闪长岩体	佛坪县东河台子至 宁陕光头山	石英闪长岩	
16	老城石英闪长岩体	宁陕县老城	石英闪长岩	
17	高桥街石英闪长岩体	宁陕县东江河	黑云石英闪长岩等	
18	迷魂阵石英闪长岩体	柞水县迷魂阵	石英闪长岩、 细粒闪长岩	
19	冷水沟石英闪长岩体	柞水县云蒙乡	石英闪长岩	铜、钼
20	蔡川石英闪长岩体	丹凤县蔡川	石英闪长岩	
21	关口垭石英闪长岩体	宁强县燕子砭	石英闪长岩、角闪 石英闪长岩	
22	刘家坪石英闪长岩体	宁强县燕子砭	石英闪长岩	
23	天坪河石英闪长岩体	南郑县碑坝	石英闪长岩	铜
24	重面子石英闪长岩体	南郑县碑坝	石英闪长岩	
25	白玉石英闪长岩体	南郑县高桥	闪长岩、石英闪长岩	

续表 10

序号	岩体名称	位置	岩石种类	含矿性
26	铁瓦殿石英闪长岩体	汉阴县池河至蒲溪	石英闪长岩	铜
27	龙王庙闪长岩体	安康市铁路乡	闪长岩	
28	田坝闪长岩体群 (岩体 4 个)	镇巴县田坝	闪长岩	
29	四季河闪长岩体群 (岩体 3 个)	紫阳县深阳乡	闪长岩	
30	洄水闪长岩体群 (岩体 8 个)	紫阳县洄水至 斑鸠关	闪长岩	
31	得胜寨闪长岩体	岚皋县得胜寨	闪长岩	
32	漳河闪长岩体群 (岩体 3 个)	岚皋县漳河	闪长岩	
33	团标沟正长岩体	周至县陈河乡	正长岩、辉石 正长岩	稀有金属、 稀土元素、铅
34	齐家正长岩体	周至县陈河乡	角闪正长岩	
35	荞麦山石英正长斑岩群 (岩体 4 个)	华县金堆乡瓦房沟	石英正长斑岩	铜
36	洛南正长斑岩体	洛南县城东	正长斑岩	
37	徐家坪正长斑岩体	略阳县徐家坪	正长斑岩	铌
38	安林沟正长岩体	略阳县安林沟	黑云正长岩、 正长斑岩	铌
39	官房坝正长岩体	略阳县两河口	黑云正长岩	铌
40	沙坝正长岩体	安康市沙坝	正长岩	
41	磨沟正长斑岩体	安康市四合乡	正长斑岩	
42	双坪正长斑岩体	汉阴县双坪	正长斑岩	
43	蒿坪正长斑岩体	紫阳县蒿坪	正长斑岩	
44	大贵正长岩体群 (岩体 6 个)	平利县大贵	正长岩	铀、铌、 镧、钽
45	广木洞正长岩体群 (岩体 9 个)	平利县普济	正长岩、正长斑岩	铀
46	猴岩寨正长斑岩体	平利县松鹤乡	正长斑岩、正长岩	
47	二线子花岗斑岩体	陇县新集川	花斑岩、花岗斑岩	

续表 10

序号	岩体名称	位置	岩石种类	含矿性
48	关山二长花岗岩体	陇山	似斑状花岗岩、二长花岗岩	铁、铀
49	高石岩二长花岗岩体	宝鸡车辘镇南	混合二长花岗岩	
50	方山源二长花岗岩体	宝鸡胡店乡	黑云二长花岗岩	
51	宝鸡二长花岗岩体	宝鸡市南部	石英二长岩、二长花岗岩	铌、钽
52	铁道坪二长花岗岩体	太白县靖口乡	混合二长花岗岩	
53	毕家山二长花岗岩体	太白县高码头	混合二长花岗岩	
54	太白二长花岗岩体	太白山	北部混合岩、南部闪长花岗岩、二长花岗岩	铜、钼
55	纸坊花岗岩体	户县涝峪	黑云母花岗岩、黑云二长花岗岩	
56	八里坪二长花岗岩体	户县涝峪至柞水老林	黑云二长花岗岩	铜、钼
57	翠华山二长花岗岩体	户县管坪口至蓝田汤峪	二长花岗岩	
58	蓝田花岗岩体	蓝田道沟峪至蓝桥	二长花岗岩、花岗岩	铀
59	牧护关二长花岗岩体	商州市牧护关	二长花岗岩	铀
60	张家坪花岗岩体	蓝田县张家坪	斜长花岗岩、二长花岗岩、混合花岗岩	铀、钍、铌、钽
61	老牛山闪长花岗岩体	华阴市大夫峪	角闪二长岩、闪长花岗岩	钨、多金属
62	华山二长花岗岩体	华阴市华山	二长花岗岩、闪长花岗岩	铁、钼
63	金堆城花岗斑岩体	华县金堆城	蚀变花岗斑岩	钼、铼
64	石家湾花岗斑岩体	洛南县黄龙铺	二长花岗斑岩、钾长花岗斑岩	钼、铼
65	小河二长花岗岩体	洛南县寺耳乡	二长花岗岩	

续表 10

序号	岩体名称	位置	岩石种类	含矿性
66	木龙沟闪长花岗斑岩群(岩体4个)	洛南县桑坪乡	石英二长斑岩、花岗闪长斑岩	铁、多金属
67	迷坝二长花岗岩体	略阳县西淮坝	二长花岗岩、闪长花岗岩	含铜黄铁矿
68	罗家坝二长花岗岩体	略阳县西淮坝	二长花岗岩	
69	新院闪长花岗岩体	略阳县新院	黑云角闪闪长花岗岩	
70	姜家坪花岗岩体	略阳县大沟	黑云母花岗岩	
71	白雀寺斜长花岗岩体	略阳县白雀寺	斜长花岗岩	
72	白果树斜长花岗岩体	略阳县麻柳铺	斜长花岗岩	
73	光头闪长花岗岩体	留坝县西南、勉县北	黑云闪长花岗岩、黑云斜长花岗岩	
74	华阳二长花岗岩体	洋县华阳	二长花岗岩	独居石 磷钇矿
75	五龙混合花岗杂岩体	宁陕县五龙	混合花岗岩类、混合岩	
76	韭菜坪二长花岗岩体	宁陕县新场乡	二长花岗岩	
77	懒板凳二长花岗岩体	宁陕县旬阳坝	二长花岗岩	
78	胭脂坝二长花岗岩体	宁陕县胭脂坝	二长花岗岩	钼、钨
79	四海坪二长花岗岩体	镇安县杨泗	二长花岗岩	
80	东江口石英二长岩体	宁陕县东江口	石英二长岩、二长花岗岩	
81	柞水闪长花岗岩体	柞水县丰北河至石咀子	闪长花岗岩、二长花岗岩	
82	曹坪石英二长岩体	柞水县曹坪至九间房	石英二长岩、二长花岗岩	
83	沙河湾石英二长岩体	商州市牛槽至三十里铺	黑云角闪二长岩、二长花岗岩、闪长花岗岩	
84	袁家沟石英二长斑岩体	山阳县袁家沟	石英二长斑岩、闪长花岗斑岩	钼、铜

续表 10

序号	岩体名称	位置	岩石种类	含矿性
85	小河口花岗岩 岩群(岩体 6 个)	山阳县小河口	二长花岗斑岩、 闪长花岗斑岩	铜(金)
86	池沟石英二长岩群 (岩体 5 个)	山阳县牛耳川	石英二长岩等	铜、钼
87	园子街闪长花岗斑 岩群(岩体 7 个)	山阳县园子街	闪长花岗斑岩、 石英闪长玢岩	铜、铁
88	下官坊闪长花岗斑岩体	山阳县伍竹乡	斜长花岗斑岩等	铁、铜
89	板板山二长白岗岩体	山阳县城东南	二长白岗岩、 斜长白岗岩	
90	桃官坪二长花岗岩体	洛南县马河	二长花岗岩等	钼、多金属
91	蟒岭二长花岗 岩体	洛南县、丹凤县与 河南卢氏县交界处	二长花岗岩	
92	南台花岗斑岩体	商州市龙王庙	花岗斑岩等	钨、钼、 铁
93	枣园二长花岗岩体	丹凤县城北	二长花岗岩	铀
94	宽坪花岗岩体	丹凤县宽坪至 武关	斑状花岗岩、 混合花岗岩	
95	灰池子花岗岩体	丹凤县桃坪乡	斜长花岗岩、 混合花岗岩	
96	黄官岭花岗斑 岩体	南郑县钢厂	钾长花岗岩、 二长花岗岩、 花岗斑岩等	
97	喜神坝斜长花岗岩体	南郑县喜神坝	斜长花岗岩	
98	祖师殿斜长花岗岩体	南郑县歇马乡	斜长花岗岩	
99	二里坝斜长花岗 岩体	南郑县牟家坝 至城固五里坝	斜长花岗岩	
100	骆家坝二长花岗岩体	城固县骆家坝	二长花岗岩	
101	五堵门斜长花岗岩体	城固县五堵门	斜长花岗岩	
102	黄家营斜长花岗岩体	西乡县桑园	斜长花岗岩	
103	西乡花岗斑岩体	西乡县城东	花岗斑岩	
104	铁船山碱性花岗岩体	南郑县碑坝	霓石花岗岩、花岗 岩	磁铁矿

续表 10

序号	岩体名称	位置	岩石种类	含矿性
105	两扇门花岗岩体	南郑县碑坝	黑云母花岗岩	
106	猫儿寨花岗岩体	南郑县碑坝区马元	黑云母花岗岩	
107	双溪斜长花岗岩体	安康市双溪	斜长花岗岩	
108	牛山花岗斑岩体	安康市牛山	花斑岩、花岗斑岩	

露面积 25 平方公里,侵入于秦岭群,岩石有闪长岩和石英闪长岩,时代为早古生代。

4. 迷魂阵石英闪长岩体 (18) 呈不规则形,出露面积 131 平方公里,侵入于耀岭河群,岩石有石英闪长岩和细粒闪长岩等,时代为早古生代。

5. 铁瓦殿石英闪长岩体 (26) 呈不规则形,出露面积 269 平方公里,侵入于下古生界,岩石以石英闪长岩为主,局部有铜矿化,时代为早古生代。

6. 西坝石英闪长岩体 (14) 呈不规则形,出露面积 103 平方公里,侵入于泥盆系,岩石有石英闪长岩和花岗闪长岩,同位素铷—锶法年龄 285 百万年,时代属晚古生代。

7. 官房坝正长岩体 (39) 呈带状,出露面积 3.5 平方公里,侵入于志留系,岩石为黑云正长岩,有铀矿化,时代为晚古生代。

8. 大贵正长岩体群 (44) 平面呈带状,侵入于下志留统和奥陶系,岩石为正长岩和斑状正长岩,有铀、铌、钽、铈矿化,时代为早古生代。

三、花岗岩类

(一) 分布

本省该岩类出露面积 14803 平方公里,占侵入岩总面积的 82.5%,分布于陇县至宝鸡、小秦岭和汉南等地(图 7)。岩体时代有元古代、早古生代、晚古生代、三叠纪和侏罗纪。岩石种类有二长花岗岩、斜长花岗岩、花岗斑岩等,与之有关的矿产有钨、铜、铁、铀、钍、金、白云母等,花岗岩本身亦用作建筑石材。主要岩体列于表 10。

建国前,维理士、赵亚曾、张伯声、黄懿等人对陕南花岗岩有所记述。建国后,省地质局、省第二机械工业局、省 203 研究所、西北冶金地质勘探公司等对本省花岗岩类的分布、性质和含矿性作了大量研究,其中 1:50 万东秦岭地质图划为 8 个岩石类型。《陕西省花岗岩》(严阵等著,1985)据大量同位素资料,将时代划为中元古代、晚元古代、寒武纪—奥陶纪、志留纪、晚古生代、三叠纪和侏罗纪。《秦巴花岗岩》(尚瑞钧、严阵等著,1988)划为二长花岗岩、斜长花岗岩等 12 种,对岩体时代重新划分,进一步提高了本省花岗岩的研究程度。

(二) 代表性岩体

1. 张家坪花岗岩体(序号 60) 呈扁豆状,出露面积 46 平方公里,侵入于太华群,被铁铜沟组不整合覆盖。岩石有斜长花岗岩等,与之有关的矿产有铀钍和铀钼铁矿。同位素铷—锶等时年龄 1532 百万年,钾—氩等时年龄 1307 百万年,时代为中元古代。

2. 汉南杂岩群(96—102) 出露面积 2123 平方公里,侵入于三花石群,被震旦系不整合覆盖,岩石以斜长花岗岩为主,与之有关的矿产有铜和金。同位素铷—锶等时年龄 800 百万年,铀—铅法 3 对比值一致年龄 868 百万年,时代属晚元古代。

3. 灰池子混合花岗岩体(95) 出露面积 339 平方公里,侵入于秦岭群,岩石有斜长花岗岩等,同位素铷—锶等时年龄 382 百万年,钾—氩等时年龄 284 百万年,时代处理为志留纪。

4. 太白二长花岗岩体(54) 近椭圆形, 出露面积1400平方公里, 侵入于泥盆系, 被东河群不整合覆盖。岩体北部为混合岩, 同位素铀—铅等时年龄231百万年, 南部为二长花岗岩和闪长花岗岩, 时代应早于早白垩世。

5. 宁陕花岗岩体群(73—78) 总体呈新月形, 出露面积约5000余平方公里, 侵入于泥盆纪及以前地层, 岩石以二长花岗岩为主, 与之有关的矿产有钼、钨及残积独居石和磷钇矿。同位素铀—铅等时年龄202百万年, 时代暂归三叠纪。

6. 华山二长花岗岩体(62) 出露面积130平方公里, 侵入于太华群, 岩石有似斑状二长花岗岩和闪长花岗岩, 与之有关的矿产有铁、钼等。同位素铷—锶等时年龄166百万年, 氩⁴⁰/氩³⁹主坪年龄281百万年, 时代暂归侏罗纪, 属燕山早期^①。

7. 金堆城花岗斑岩体(63) 出露面积0.04平方公里, 侵入于熊耳群, 由蚀变花岗斑岩组成, 产大型钼矿。同位素钾—氩等时年龄148百万年, 铷—锶等时年龄132百万年, 时代为侏罗纪。

8. 小河口闪长花岗斑岩群(85) 出露面积不足1平方公里, 侵入于泥盆系, 岩石有闪长花岗斑岩和二长花岗斑岩等, 与之有关的矿产有铜(金)。同位素铀—铅法年龄143和148百万年, 时代为侏罗纪。

(三) 花岗伟晶岩

分布于宝鸡至太白、小秦岭、丹凤至商南和勉县至宁陕等地, 呈长条状、透镜状成群成带出现, 单脉长5—200米, 宽0.5—5米, 产白云母和稀有金属等矿产。同位素年龄数据各地不一, 有184—196、251—504和848百万年, 时代主要为三叠纪、早古生代和晚元古代。

第七章 地质构造

第一节 简 述

陕西地处我国腹部, 是中国南北、东西方向地质衔接和转化的枢纽地区, 地壳分异明显, 地质构造复杂, 新构造活动显著, 因而历来为中外地质工作者所瞩目。数十年来, 先后有多种大地构造学派对本省地质构造进行长期深入的研究, 取得丰富的成果。

多旋回构造说。系黄汲清创立, 将本省分别划归中朝准地台、秦岭褶皱系和扬子准地台3大构造单元, 其内地层较齐全, 隆起、拗陷和断裂反复转换, 历经多期挤压变形、多期岩浆活动、多期变质作用及多期成矿作用

(黄汲清等: 《中国大地构造及其演化》, 1980), 在秦巴山区还出现大型推复构造和密集的区域性大断裂。《陕西省区域地质志》运用这一学说详细划分本省地质构造单元, 论述本省近30亿年的地质历史发展过程, 在时间上划分为6个阶段, 根据地壳从活动向稳定转化有3次重要地质事件, 依稳定区的解体, 活动带的新生有两次重要转折时期。

八渡—驷镇—铁炉子断裂以北称中朝准地台, 主要由太华群、涑水群组成结晶基底, 元古代至奥陶纪海相沉积组成盖层, 志留纪

^①《秦巴花岗岩》将华山岩体划归晚加里东—海西期。

表 11

陕西省地质年代简表

代(界)	纪(系)	同位素年龄(百万年)		构造运动名称	
		持续时间	开始时间		
新生代 K ₂	第四纪 Q	3.5	3.5±	喜马拉雅运动 II 幕 喜马拉雅运动 I 幕	
	第三纪 R	晚第三纪 N	21.5		25±
		早第三纪 E	40		65±
中生代 M ₂	白垩纪 K	70	135±	燕山运动 II 幕	
	侏罗纪 J	60	195±	燕山运动 I 幕	
	三叠纪 T	35	230±	印支运动	
古生代 P ₂	晚古生代 P ₂₂	二叠纪 P	55	285±	海西运动 III 幕
		石炭纪 C	65	350±	海西运动 II 幕
		泥盆纪 D	50	400±	海西运动 I 幕
	早古生代 P ₂₁	志留纪 S	40	440±	加里东运动 III 幕
		奥陶纪 O	60	500±	加里东运动 II 幕
		寒武纪 C	100	600±	加里东运动 I 幕
元古代 Pt	晚元古代 Pt ₃	震旦纪 Z	200	800±	晋宁运动
		青白口纪 Qn	200	1000±	“芹峪运动”
	中元古代 Pt ₂	蓟县纪 Jx	400	1400±	武陵运动
		长城纪 Ch	500	1900±	中条运动
	早元古代 Pt ₁	600	2500±		
	太古代 Ar			阜平运动	

至早石炭世历经剥蚀,中石炭世以后形成海陆交互到陆相沉积,构成大型内陆拗陷盆地。从基底到盖层历经性质不同的 11 次构造运动,中条运动(距今约 17 亿年前)使基底最终固结,加里东运动向后地台转化,印支运动使内陆拗陷分异,燕山运动拗陷隆起,喜山运动进入断陷发生的新时期(表 11)。褶皱断裂在台缘复杂,有同斜线状褶皱、逆断层及平推断层等。隆起区为对称背、向斜及较多的正断层,后地台阶段有箱状、长、短轴背斜及平缓拱起,新生代断陷呈不对称箕状。

上述铁炉子断裂之南的秦巴山区称秦岭褶皱系,是古生代新生的地槽系,由北秦岭优地槽和南秦岭冒地槽组成,二者以唐藏—商南断裂为界。前者是在元古代褶皱带基础上,于早古生代裂陷再生的突变式地槽带,经加里东运动,形成北秦岭加里东褶皱带;后者是在晚元古代地台基础上演化而来的渐变式地槽带,历经加里东、海西和印支三个旋回的发展,于中三叠世末印支运动褶皱成山,形成一系列紧密褶皱和断裂。燕山运动进一步形成滑脱、倒转、平卧、叠瓦推复和断块

等构造型式，侏罗纪以来在上升背景上形成不同规模的断陷盆地。

宽川铺和饶峰—麻柳坝—钟宝断裂之南扬子准地台，由元古代变质岩组成基底，震旦纪至中三叠世浅海沉积组成盖层，泥盆纪和石炭纪大部分地区遭受剥蚀，晚三叠世至侏罗纪为内陆拗陷盆地，新生代整体隆起，台缘形成陆相断陷盆地。共历经9次构造运动，晋宁运动使基底最终固结，印支运动地台整体隆起，燕山运动向后地台演化。扬子准地台褶皱形态较复杂，开阔与紧密、长轴与短轴褶皱成群成束出现。

地洼说。其对陕西大地构造的研究始于20世纪50年代。1958年，陈国达发表《从地台活化谈到西安附近地质》，70年代后先后主编1:400万中国大地构造图(1977)，出版《中国大地构造概要》(1977)、《成矿构造研究法》(1978)、《论汾渭地堑的大地构造性质——一个裂谷型地洼系》(1984)等著作。认为陕西在中国巨级构造分区中位于中国东部壳体的西缘，其西以南北向的银川—昆明大断裂同中国西部壳体邻接。省境范围内依地壳发展的差异，可划分为5部分，分属于5个基本构造区：陕北和渭北属伊陕地台区的一部分(陕北台陷)，关中属华北地洼区西南端的汾渭地洼，陕南属华中地洼区西段(秦淮地穹系)，汉中以南属四川地台区的北缘(米仓台隆)，此外，省界西部边缘属南北地洼区北段(贺兰地洼系)。本省太古代时处于前地槽阶段，元古代初进入地槽阶段，经吕梁运动(中元古代早期)宝鸡至商县一线以北转入地台阶段，成为当时广大的华北地台区的一部分。震旦纪初的晋宁运动后，阳平关、石泉、镇巴一线以南也出现地台体制，属于当时扬子地台区的北缘。在此二地台间发育着秦岭地槽区，它历经加里东和海西运动，范围渐次缩小，两侧渐转化为地台区。晚三叠世后，本省不再存在地槽体制，原先的秦岭地槽褶皱带被夷平并转化为地台，与华

北及扬子两地台结合成为统一的中国东部地台区。侏罗纪时，中国东部地台中北部开始活化，断裂褶皱发育，广泛出现地洼盆地和地穹山脉，此时，本省关中和秦岭巴山也转化成为地洼区，原属华地台区一部分的渭河地区断陷形成地堑系，为汾渭裂谷型地洼系的南段。陕南古生代和中生代初的地槽褶皱带，在历经地台阶段之后再度强烈上升，成为秦淮地穹系的西段——即今日所见的秦岭山脉，其间发育的山间盆地中的陆相中、新生代沉积则是用以鉴别地洼体制的构造层。至于陕北、渭北及米仓区，仍保持地台体制，成为略受过地洼活动影响的残留地台区。

断块构造说。张文佑创立，认为本省境内全属大陆型地壳构造域，北部为中朝断块区的晋陕断块，阜平运动太华群形成古陆核，吕梁运动固结，进入地台发展阶段，中元古代形成拗拉谷，沉积一套陆源碎屑岩—中基性火山岩—碳酸盐岩，至青白口纪拗拉谷逐渐消失，转入古生代地台演化阶段，中、新生代形成大型盆地和断陷盆地。中南部为昆祁秦断褶系的秦岭大别山断褶带，中元古代部分地段被拉开成地堑式海盆，晋宁运动闭合隆起，与中朝、扬子断块连成震旦古陆，加里东、海西旋回先后在北秦岭和中秦岭拉开成洋，中生代为海槽，印支运动褶皱抬升。此外，本省南部边缘形成扬子断块区(张文佑，《断块构造导论》，1984)。

地壳波浪状镶嵌构造说。张伯声创立，提出地壳由不同级别的活动带与相对稳定的块体结合形成级级相套的镶嵌构造，此种构造由若干个系统的波浪相互编织而成，两个系统的波谷带形成洼陷，波峰带形成隆起。通过本省境内的有大兴安岭—龙门构造带与天山—秦岭—大别构造带相交织，由于其天平式摆动，引起古秦岭发生一系列地背斜和地向斜，此两组斜向交织的构造带控制着矿产和地震的分布。

板块构造说。70年代李春昱应用该学说

研究中国及亚洲地质构造,认为本省跨及塔里木—中朝板块和华南—东南亚板块,二者以唐藏—沙沟街断裂为缝合线。华北板块南侧为具岛弧体系的活动性大陆边缘,形成洋壳型秦祁昆古生代地槽(北秦岭),古生代晚期,地槽南迁;华南板块以扬子准地台为大陆核心,北侧形成古生代及中生代陆壳型南秦岭冒地槽。古生代早期南北两区分属两个板块,其间有较大距离,三叠纪时二板块碰撞合并(李春昱等:《亚洲大地构造图说明书》,1982)。

70年代本省地质工作者广泛运用李四光创立的地质力学研究区域构造和成矿构造,编制多种比例尺的构造体系图。70年代末和80年代初,陕西省地质局阎廉泉和区调队应用地质力学观点在本省划分出秦岭纬向、经向、新华夏、山字型、帚状等构造体系及次一级构造带,其中秦岭纬向体系是本

省地壳构造的骨架。

据密度和磁化率测定结果,本省地壳大致划分为以下圈层结构:①松散沉积层(第三系及第四系);②沉积层(陕北石炭系—白垩系,秦岭侏罗、白垩系和扬子区的震旦系—白垩系);③沉积变质层(华北区南缘上元古界—奥陶系,秦岭震旦系—三叠系);④太古界、元古界基底层;⑤花岗质层;⑥硅镁层;⑦上地幔橄榄质层。第3、4层差异明显,存在一个热变质界面。第5、6层间界面相当于康氏面,第6、7层间相当于莫霍面。

本省莫霍面深度东浅西深、南北浅而中部深,地壳厚度40—48公里,西安42公里左右,陕北42—46.5公里,秦岭40—48公里,大巴山42公里。地壳总的是东薄西厚,大致水平距每增加60公里,地壳增厚1公里,形成陕北、关中和大巴山为幔台区,秦岭为幔槽区,符合岩石圈相均衡调整原理。

第二节 地质构造类型

本省地质构造类型有褶皱构造和断裂构造,其分布见构造纲要图(图8)。

一、褶皱构造

(一) 陕甘宁盆地(I)

亦称鄂尔多斯盆地,本省涉及的范围在陇县、永寿、铜川、韩城一线以北,包括渭北和陕北。盆地深部太古界基底顶面在地面以下4000—9400米,主要呈近南北方向的隆拗起伏,下古生界出露于盆地南缘及东南缘,上古生界和中生界为盆地主体,是我国北方含煤和油气大型内陆盆地之一。总体为向西缓倾的单斜,次级褶皱有短轴背斜和鼻状构造等,断裂不多。新生代以来为拱起的地块,成为今日所见之黄土高原。

(二) 渭河断陷(II)

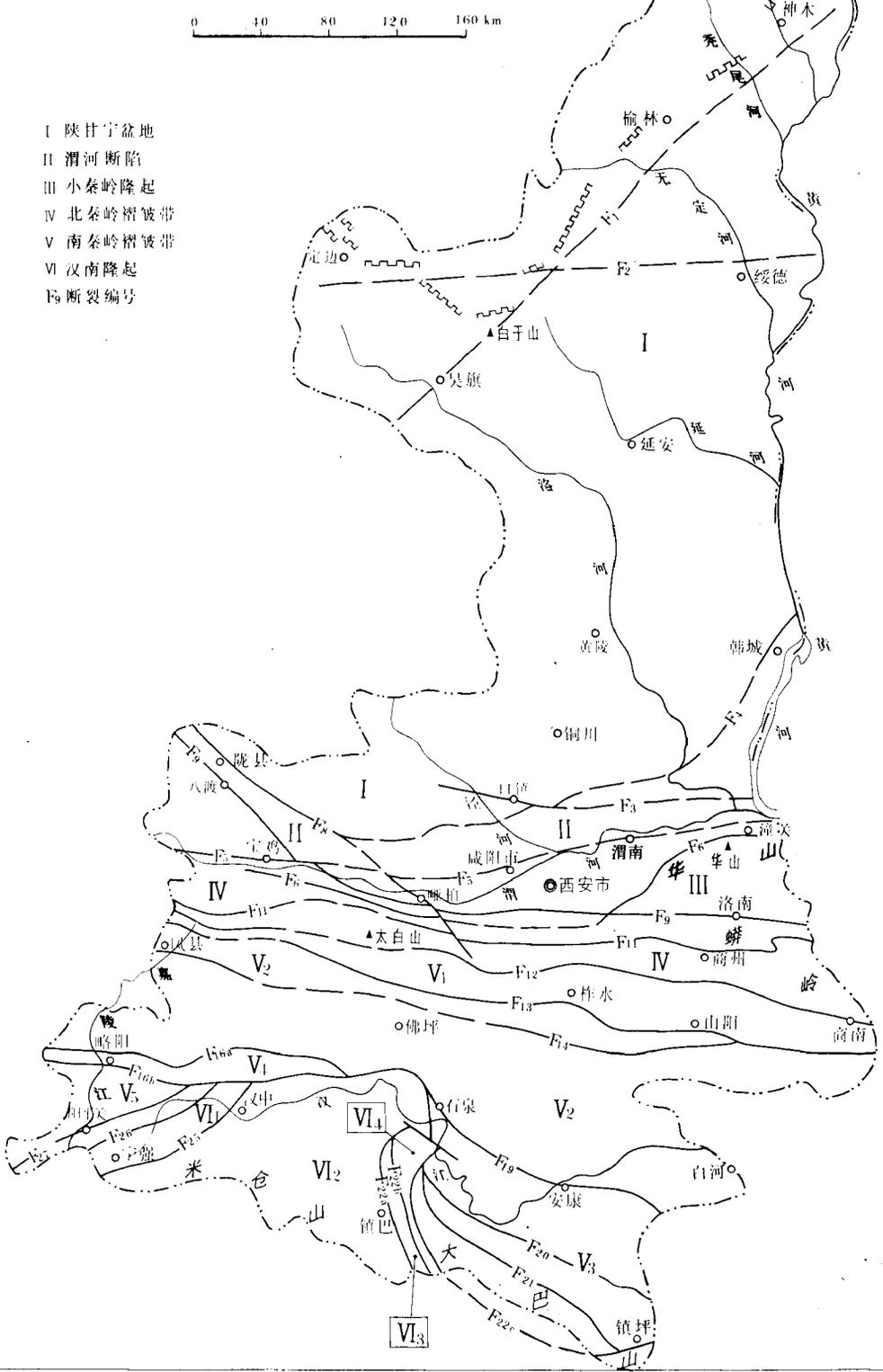
指北山山前断裂与秦岭北麓间的关中平原。断陷基底在渭河以北为元古界和古生界,以南为太古界、元古界和花岗岩。基底以上

除有一定范围的中生界外,主要为厚达六七千米的陆相新生界沉积,其中第三系厚四五千米,第四系厚200—1200米。断陷内部为复杂的阶梯状地堑,分为西部隆起区、北部断块区、南部拗陷区和骊山隆起区。渭河断陷是省内新构造活动十分强烈的地区,新生代以来与秦岭相比总断距达万米,平均以每年3毫米的速度下沉,构造地裂缝普遍,地热异常成带出现。断陷盆地内活动断裂带发育,历史上5级以上地震28次,最大8级。

(三) 小秦岭隆起(III)

位于华阴市南部和洛南县北部,为长期隆起的断块,至今仍在上升,形成与渭河盆地高差悬殊的陡峻地形。如华山西北侧的下更新统海拔700米,而华县的同一层位却埋深千余米,二者相对高差达2000米。此单元包含太华复背斜和金堆城复向斜,前者主要由太古界太华群和元古界铁铜沟组组成,为

图8 陕西省地质构造纲要图



岩金主要产区；后者较宽缓，有两个复向斜和一个复背斜，即由寒武、奥陶系组成的路家街复向斜、由中上元古界组成的石门复背斜和由寒武系组成的孤山村向斜。

(四) 北秦岭褶皱带 (N)

夹持在骠镇—铁炉子—三要断裂与唐藏—商南断裂间，包括陇山复向斜带、纸房—永丰复背斜带和太白—商县（现商州市）复背斜带。陇山复向斜带位于宝鸡以西陇山一带，为走向北西的线状褶皱，自北而南由2个向斜夹1个背斜组成，向斜轴部为草滩沟群火山岩，翼部为秦岭群；纸房—永丰复背斜带位于油房沟—皇台断裂之北，主体为宽坪群，对其构造有复单斜、简单单斜、叠加平卧向斜和叠加复背斜等多种认识；太白—商县（现商州市）复背斜带即原“秦岭地轴”的主体部分，由秦岭群组成，近年来，陕西区调队研究认为其构造为多期变形的复背斜，商州市以西为向西倾伏的近等轴背斜，以东为残留复向斜，该带北侧断续分布着古生界草滩沟群和云架山群火山岩，南侧为丹凤群火山岩，这些火山岩被认为是岛弧环境形成的蛇绿岩。此外，陇山复向斜带东北侧尚有六盘山断陷，为断裂控制的中生代地堑式断陷，总体呈单斜构造，为省内地震区之一。

(五) 南秦岭褶皱带 (V)

位于唐藏—商南断裂之南，宽川铺—饶峰—钟宝断裂之北，涉及秦巴山区广大地域，自北而南由5个构造带组成。

1. 唐藏—柞水复向斜带 (V₁) 位于唐藏—商南断裂与凤镇—山阳断裂间，主体由中、上泥盆统构成，西段板房子一带为复单斜，中段和东段为复向斜，该带赋存有菱铁矿和多金属矿产。

2. 南秦岭复向斜带 (V₂) 位于凤镇—山阳断裂与状元碑—马道断裂和月河断裂 (F19) 之间，进一步区分为北、中、南3带：北带（凤县—镇安）为一复杂背斜，次级紧密倒转褶皱较多，其对成矿物质的活化转移

有利，因而北带是本省重要的铅锌和金成矿带；中带（留凤关—金鸡岭）东西端为复向斜，中部佛坪一带长期处于南北挤压最强的“蜂腰”部位，形成一混合岩穹窿，留凤关一带由5个褶皱组成一马蹄形构造，核部为留凤关群，中带为重要的汞锑成矿带；南带（白水江—白河）由下古生界组成若干复背斜和复向斜，早期以扇形和马蹄形协调出现，晚期多为叠瓦、平卧、逆掩和滑脱等形式。

3. 北大巴山复背斜带 (V₃) 位于月河断裂与饶峰—麻柳坝—钟宝断裂间，紫阳、平利一带为复背斜，由中山复背斜、蒿坪—老县复向斜和平利复背斜组成，复背斜核部为郧西群和耀岭河群，翼部为下古生界，呈向四周倾伏的穹窿状；高滩、镇坪一带为复向斜，由9个次级紧密的背斜和向斜所组成。

4. 略阳复杂单斜带 (V₄) 位于状元碑—马道断裂与略阳断裂间，由泥盆、石炭系组成，总的为复杂单斜，部分地段有同斜和扇形褶皱。

5. 勉县—阳平关复背斜带 (V₅) 位于略阳断裂与宽川铺断裂间阳平关以北主体为碧口群组成之倾伏复背斜，上覆震旦系构造层组成较开阔的向斜，多分布于碧口群背斜之两翼；阳平关之南由震旦系与下古生界组成复杂向斜，核部在代家坝至新铺一线。

(六) 汉南隆起 (VI)

位于宽川铺—饶峰—钟宝断裂以南，陕川交界的米仓山一带，为四川盆地与秦岭的过渡地带，进一步区分为4个构造带。

1. 宁强复背斜带 (VI₁) 介于宽川铺、新集 (F25) 两断裂间，为陡立的北东向褶皱群，自南而北有小河庙背斜、一道河向斜、宁强背斜、二郎坝向斜和苍耳山背斜，核部地层多为下古生界。

2. 汉南—米仓复背斜带 (VI₂) 位于汉中、西乡和镇巴一带。北部大部为汉南岩体占据，碑坝一带为东西向的倾伏背斜。大竹坝—镇巴一带为复向斜，西段大竹坝东西向

束状复向斜内次级褶皱很多,翼部为震旦系和下古生界,核部为二叠、三叠系;东段镇巴近南北向的梳状褶皱群由10余个平行褶皱组成,背斜核部为奥陶、志留系或二叠系,向斜核部为二叠、三叠系或侏罗系。

3. 司上一鸡心岭羽状复向斜带(VI₃)

司上一带由两个倒转背斜夹1个向斜组成,核部分别为震旦系和寒武—志留系,紫黄、高桥以东为古生界组成之单斜,鸡心岭一带由震旦系、寒武系组成背斜构造。

4. 高川花瓣状复向斜带(VI₄) 核部为二叠、三叠系,翼部泥盆、石炭系,褶皱形态似扇状或花瓣状。

此外,镇巴南部长岭一带属四川盆地东北边缘,分布有中生界组成的南北向梳状褶皱群。

二、断裂构造

本省大断裂以近东西方向为主,常为地质单元和地理单元的分界线,主要有:

(一) 八渡—魏镇—铁炉子—三要断裂(编号:F9)

展布于秦岭北麓,呈东西向略向南突出的弧形,总体倾向北,倾角60度以上,为逆断层。八渡至魏镇间为半隐伏,切割元古代至古生代地层,控制白垩纪盆地的分布,魏镇至蓝桥间地面迹象不清,铁炉子至三要间破碎带宽200米,伴有次级平行断裂。该断裂形成时间较长,新生代时对河流阶地、温泉和地震有控制作用,表明为一活动性断裂。

(二) 油房沟—皇台断裂(F11)

展布于北秦岭一带,为若干断裂组成的多期活动性断裂带,产状变化较大,除蟒岭一带外,倾角一般较陡。此断裂在元古代已有活动,晚古代至中生代反复拉张,控制一系列断陷盆地的分布。白垩纪时在蟒岭一带发生逆掩作用,将宽坪群推复于三叠系之上,形成飞来峰和构造窗。

(三) 唐藏—高南断裂(F12)

展布于秦岭主峰之南,断裂带宽0.5—

1公里,地表断面北倾,倾角60—80度,具多期活动特点,控制断陷盆地的分布,新生代仍有活动,表现为早第三纪小型断陷沿断裂发生并被之切割。

(四) 凤镇—山阳断裂(F13)

展布于山阳和柞水县南,向西地面形迹不清,破碎带宽数十至数百米,断面倾向北,倾角60—80度,为逆断层,晚元古代有所活动,中生代控制断陷盆地分布,新生代有早第三纪断陷发生并被之切割。

(五) 略阳—马道断裂(F16)

展布于略阳、勉县一带,由状元碑—马道断裂(F16a)和略阳—勉县断裂(F16b)组成。前者宽50—200米,断面北倾,倾角70—80度;后者宽300—400米,断面南倾,倾角陡直,沿断裂带有基性和超基性岩分布。

(六) 阳平关—洋县断裂(F27)

展布于阳平关、勉县至洋县,破碎带宽650米,倾向变化较大,倾角陡,为逆断层兼具水平扭动性质,活动历史较长,新生代以来切割侏罗系及第四纪夷平面,有4级地震发生。

(七) 饶峰—麻柳坝—钟宝断裂(F22)

展布于北大巴山一带,由一系列平行断裂组成,自西而东依次有:司上一小洋坝断裂(F22a),为前震旦纪秦岭与扬子二单元的分界断裂,破碎带宽数十至数百米,主要倾向东,倾角60度,为逆断层;兴隆场断裂(F22b),断面清晰,倾向东,倾角陡,为逆断层,北端交汇于司上断裂之上;饶峰—麻柳坝—钟宝断裂(F22c),为古生代以来秦岭与扬子两块体的分界断裂,破碎带宽数百米,倾向多变,为逆断层。上述3断裂的活动性由西南向东北迁移,早期以逆冲为主,新生代以来挤压加剧,形成独特的反“S”形构造。

(八) 新集川—哑柏断裂(F8)

走向北西,倾向北东,倾角较陡,向南插入秦岭,具扭动性质,陇县附近沿断裂有温泉出露;发生过4级地震,说明新生代以

来仍有活动。

(九) 渭河断裂 (F5)

大致展布于拓石—宝鸡—渭南一线。宝鸡以西北倾,倾角较陡,以东地面未出露,据物探资料,宝鸡至临潼段断面南倾,临潼以东又北倾,可能是被北西向断裂斜切所致。断裂历史较长,主要活动在新生代,例如渭河滩地与阶地之界线大致沿断裂展布,同时有温泉出露,发生过4级以上地震。

(十) 关中北山山前断裂 (F4)

展布于北山南缘,因第四系覆盖而时隐时现,为一系列平行排列的台阶式断层组,倾向南东,倾角50—80度,为正断层。沿断裂有温泉分布,愈往北东段泉水温度愈高,说明该段断裂切割较深。主要活动期在新生代,

对渭河盆地形成有控制作用。

(十一) 秦岭北麓山前断裂 (F6)

展布于秦岭及华山北麓,由平行排列的台阶式断层组组成,总体显示正断层性质。其中宝鸡至东汤峪段为近东西向的弧形,断面北倾,倾角60—70度;东汤峪至金惠段为北东向,斜切小秦岭一带地层与花岗岩;金惠至太要段转为近东西向,倾向北,倾角50—70度。断层地貌(断层崖、三角面)清晰,破碎带宽一二百米,主要活动期在新生代,对渭河盆地形成有控制作用。

(十二) 宽川铺断裂 (F26)

展布于宁强宽川铺一带,两旁平行的小断裂很多,主体倾向北西,倾角70度,为逆断层,对早古生代沉积有所控制。

第三节 新构造活动

本省新构造活动十分显著,例如构造盆地、地块的拱起和隆起、凹陷和活动断裂及多级夷平面和阶地地貌等,都是新生代地壳活动的表现。

一、陕南山间构造盆地

在陕南,沿长期活动的断裂带展布着一系列大小不等的构造盆地,一般长十余至近百公里,宽数公里,它们大致沿北东东或北西西方向排列,前者如凤县至太白、汉中至洋县等盆地;后者如洛南、商县至丹凤、山阳、石泉至安康等盆地。在北东方向上,这些盆地与盆地间的隆起又构成波浪状起伏的图景。盆地内沉积层的时代互有差异,表明盆地形成时间有早有晚,一般为中、新生代构造活动的产物,位于地壳脆弱之处,是地震易发场所。

二、新生代地块拱起、隆起及凹陷

新生代以来,陕北缓慢上升,秦岭山脉强烈上升,最显著者为新构造运动形成的关中(渭河)断陷盆地。陕北黄土高原差异性拱起,致使第三系大部缺失,第四纪时期由

西南向东北逐渐掀斜,北部一些河流南岸侵蚀,北岸多阶地。黄河亦发生改道现象,黄河故道本在今渭河,由于西秦岭乌鼠山一带发生长垣状隆起,迫使黄河北流,绕经河套地区和晋陕峡谷,在潼关重归故道。此外,还出现较多的第四纪穹隆状隆起,导致山水变迁。主要有眉县至周至隆起、骊山隆起、太白山与五里坡隆起、洛南腰市与永丰隆起、略阳何家岩至宁强牢固关隆起、汉阴与炮台子隆起等,造成诸如秦岭主峰的迁移和河流袭夺现象。

三、夷平面

是远古起伏不平的地面被长期剥蚀形成的平坦地面,后来被抬升残留在不同海拔高度的山顶之上。本省秦巴山区第三纪夷平面发育,分为4级:Ⅰ级夷平面位于海拔3000米以上,如太白山之鳌山一带,构成山岳冰川侵蚀地形,形成于古新世;Ⅱ级夷平面位于海拔3000米至2000米,广泛分布秦岭、巴山分水岭上,构成中山地形,形成于始新世;Ⅲ级夷平面位于海拔2000至1600米,主要

分布秦巴分水岭两侧,形成于渐新世;Ⅳ级夷平面位于海拔1600至600米,主要分布在大的河流和盆地附近,构成中低山丘陵和梁源地形,形成于中新世至上新世。

四、阶地

是第四纪时地块上升,河流下切侵蚀的产物。本省大的河流均发育有多级阶地,如

渭河上、中、下游分别形成5、4、3级阶地,各高出现代河床150—200米、100—180米、30—90米、20—30米、5—20米。汉中盆地有阶地4级,分布在海拔470—600米范围内。安康盆地有阶地4级,海拔高度255—540米。

第四节 地震地质

地震地质工作是为中长期地震预报服务的。50年代省地质局1:20万区域地质调查中关于大断裂的定位和性质研究,奠定了地震地质工作的宏观基础。70年代始,该局于汉中、宝鸡、武功等地设立地震长期观测站,1980年方永安在完成全国科学技术发展规划第85项课题陕西省构造体系与地震分布规律研究时,编制出本省首份“构造体系与地震分布规律图”(1:50万),对地震与活动构造带的关系及未来地震危险区作了科学预测,在地震地质研究上具有较高水平;1986年以来,又开展了西安地区微震长期监测和地壳稳定性研究,提出了防治对策和城建规划意见,其研究成果达国内先进水平。

一、历史地震特征

本省跨我国南北向和北东向两大地震带,属于地震活动较强的省份,历史上地震多发生在关中地区,次为汉中和安康盆地。

(一) 陕北

地层基底较稳固,新生代为整体抬升,线状变形不显著,断裂不多,地震活动弱。史料记载4级以上地震8次,未发生过6级以上强震。已发地震分布在府谷、榆林、横山、延长、洛川、黄陵及宜川等地,可能与北东向隐伏断裂有关。

(二) 关中

本省多地震区,这里莫霍面上拱,地壳变薄,新生代为一地堑式断陷盆地,长期处在沉降状态,年沉降率2—4毫米。盆地内凹

陷与隆起相间,断裂发育且相互交切,新构造活动特征明显。据史料记载,自公元前1177年至公元1980年间,共发生4级以上地震46次,其中6级以上强震8次,主要分布西安至潼关(6级以上强震5次,5—5.9级11次)、大荔至朝邑、陇县至宝鸡等地。

关中地震具有周期性发生的特点,历史上有三个活跃期:第一活跃期(前131—8),多发生在西安附近,4级以上5次,最大震级6级。第二活跃期(280—880),发生在西安、永寿等地,4级以上8次,最大震级6—7级。第三活跃期(1481—1569),发生在关中东部,4级以上13次,最大为1556年华县8级大地震。活跃期内以强震为主,伴有小震群,活跃期间隔大致为600—800年。此外,关中地震还有重复发生的特点,即于强震震中附近多次发震,如西安、华县、朝邑、岐山等地历史上地震重复发生达三四次之多。

(三) 陕南

新生代以来除山间盆地外总体属上升区,地壳增厚,断裂发育,然而地震强度不高且分布零散。据史料记载共发生4级以上地震16次,主要分布汉中和安康盆地,此与盆地附近的活动性断裂有关。

二、活动构造带与地震

据研究,本省自第三纪以来的活动构造带主要有横亘秦岭的东西向构造带,通过关中的祁吕贺“山字型”构造带,陇宝地区的北西向构造带,以及存在于本省东部和勉略

地区的北北东向和北东向构造带和本省东部的北西向构造带等。这些构造带分别由若干条长期活动的大型断裂所组成，后者往往具有切割新地层、控制山系、盆地、水系和温泉分布、引起地面裂缝等晚近时期以来活动的标志。上述活动构造带的复合、交切和转折部位往往是地震易发生的场所，这已为历史地震的分布所证明。

本省活动构造带与地震关系最为密切的是关中地区。其处于祁吕贺“山字型”和秦岭东西向构造带的复合部位，东西两端分别又有北西向和北北东向构造带插入，因而此区地应力相对集中，历史上大震较多，形成一个略呈弧形展布的地震活动带。据初步研究，明嘉靖三十四年（1556）的华县大地震就是上述几个构造带同时活动的结果。汉中、安康一带的历史地震则同东西向、北东向、北

西向活动构造带有关。

就活动构造带的展布而言，本省范围内存在3个地震带（区）：汾渭地震带，自山西延入本省关中；陇宝地震带，自甘肃延入本省西部；秦岭巴山地震区，指本省南部，主要是汉中、安康、商洛一带的山间小盆地。

三、地震危险区预测

据深部构造和活动构造带特征及历史地震的分布，预测本省有地震危险的地区首推关中东部，包括西安至临潼、渭南至潼关及大荔和韩城等地；次为关中西部陇县、宝鸡、千阳、眉县、岐山一带；陕南主要是汉中和安康盆地；陕北主要是延川至延长和横山至榆林洛川至黄陵北东后构造带上。由此可见，今后本省地震地质研究及防震和抗震应以关中为重点。

第三篇 矿产资源

本省地跨不同的地质构造单元，成矿条件有利，矿产资源较丰富，且地理分布各具特色。陕北、关中以煤炭、石油、天然气为主，陕南以金属和非金属矿产为主。

截止 1990 年底，全省发现各类矿产 134 种（表 12），其中经评价并探明储量的 90 种，正式列入陕西省矿产储量表的 76 种（未含放射性矿产、油气、地下水、地热和矿泉水）。按实际产地统计，探明矿区 496 处，其中大、

中型矿床 246 处；曾经开采和正在开采的产地有 270 多处。全省探明矿产保有储量居全国前 10 位的有 54 种，其中汞、钨、铍、煤炭、钾长石、水泥灰岩、毒重石、石棉、海泡石粘土、饰面用板岩、饰面用大理岩等 24 种矿产的探明储量居全国前 3 位。此外磷、铅、锌、金、银、锑和铝土矿在西北地区也有一定优势。

陕西省矿产资源种类表

（截止 1990 年底）

表 12

类 别		有探明储量的矿种		已发现、尚无探明储量的矿种		合 计
		名 称	小 计	合 计	小 计	
金 属 矿 产	黑色金属矿产	铁、锰、铬、钛、钒	5			5
	有色金属矿产	铜、铅、锌、铝、镍、钴、*钨、钼、汞、锑	10	铋、锡	2	12
	贵金属矿产	金、银	2	铂、钨、铀、铯、钼	5	7
	稀有金属、稀散元素矿产	铌、铍、铟、铍、镉、镉、硒、碲、铈	8	锂、钽、锆、镓、锗、铊、铋	7	15
	稀土金属矿产			铈、镧、铈、钇	4	4
	放射性矿产	*铀、*钍	2			2

续表 12

类 别		有探明储量的矿种		已发现、尚无探明储量的矿种		合 计
		名 称	小计	合 计	小计	
非 金 属 矿 产	冶 金 辅助原料 矿 产	耐火粘土、矽线石、红柱石、冶金用白云岩、冶金用脉石英、熔剂用石灰岩、萤石、冶金用石英岩、铸型用砂	9	镁橄榄石、菱镁矿、蓝晶石、铁矾土	4	13
	化工原料 非金属矿产	磷、硫铁矿、*钾长石、重晶石、毒重石、化肥用蛇纹岩、电石用灰岩、制碱用灰岩、泥炭、砷、芒硝、盐矿、镁盐	13	钾盐、天然碱、橄榄岩、地腊、腐植酸肥料煤	5	18
	建 筑 材 料 及 其 他 非 金 属 矿 产	石棉、蓝石棉、石墨、石膏、滑石、水泥用灰岩、水泥用大理岩、水泥配料用粘土、水泥配料用黄土、水泥配料用页岩、玻璃用石英岩、玻璃用砂岩、玻璃用白云岩、玻璃用大理岩、长石、陶瓷粘土、砖瓦用粘土、饰面用大理岩、饰面用花岗岩、饰面用板岩、陶粒粘土、片麻岩、*高岭土、*钠长阳起片岩、膨润土、海泡石粘土、石榴子石、白云母、压电水晶、熔炼水晶、*透辉石、*透闪石、蛭石	33	黑云母、石英砂、硅灰石、伊利石粘土、刚玉、凹凸棒石、沸石、叶腊石、辉绿岩、紫砂陶土、白垩、冰洲石、麦饭石、明矾石、宝石、玉石、雕刻石	17	50
燃 料 矿 产		煤、石煤、油页岩、*石油、*天然气	5			5
其它水气矿产		地下水、矿泉水、地热	3			3
合 计			90		44	134

注：有*者的探明储量暂未列入矿产储量表。

第八章 金属矿产

本省金属矿产有黑色金属、有色金属、贵金属、稀有金属、分散元素、稀土金属和放射性矿产^①共 45 种，截止 1990 年底探明储量者 27 种，产地 184 处（含共生、伴生

产地 63 处），其中大中型矿床 55 处（表 13、图 9），铀、汞、钼的探明储量在全国有明显优势。

^①放射性矿产叙述从略。

第一节 黑色金属矿产

有铁、锰、铬、钛、钒矿，探明储量产地 37 处，主要分布汉中和商洛地区。

一、铁矿

有产地 204 处，分布全省 10 个地、市的 51 个县，成因类型有沉积、沉积变质、火山沉积变质、岩浆、热液、接触交代和风化淋滤等。探明储量产地 25 处，储量 6.5 亿吨，多为磁铁贫矿，富矿仅占 0.2% 左右。工业价值较大者有柞水大西沟、略阳鱼洞子、黑山沟和杨家坝等矿床。本省铁矿开采程度较低，至 1990 年底开采的产地仅占探明储量产地的 28%。

西安地区有铁矿 7 处，分布周至、户县、蓝田诸县南部山区，以周至县境内中泥盆统牛耳川组的 3 处沉积变质型铁矿矿石较富，全铁品位在 57% 以上，余为产于元古代变质火山沉积岩系中的低品位铁矿。

铜川地区宜君县、耀县和铜川市区有铁矿点 5 处，均为石炭二叠系和三叠系砂岩中的褐铁矿和赤铁矿，矿层薄而不稳定，难以开采利用。

宝鸡地区有铁矿 19 处，除眉县外各县均有分布，以凤县、太白县较多。凤县、太白县一带铁矿多属热液、风化淋滤和火山沉积变质型，产于草滩沟群、中泥盆统王家楞组和星红铺组，凤县红山梁矿点探明有少量储量。陇县—麟游一带主要为二叠三叠系的沉积、残积赤铁矿和褐铁矿，未探明储量。

咸阳地区铁矿有礼泉蔡窑和泾阳口镇两处，均属太原组残积沉积铁矿，其中口镇探明储量 60 万吨，泾阳县铁厂 1970—1980 年开采。

渭南地区有铁矿 9 处，分布韩城、澄城、阳、华阴、华县和潼关等县（市）。韩城阳庄、华阴铁岔沟及潼关太要 3 处矿床均产太古界变质岩系中，共探明储量 3360 万

吨，主要为磁铁贫矿，其余矿点产于太原组和石盒子组，无工业价值。

阳山庄铁矿位于韩城市城东北 19 公里，距西（安）韩（城）铁路下峪口车站 4 公里；1969—1978 年，经省冶金地勘公司 712 队评价和初勘，探明储量 3000 万吨。矿床产于太古界涑水群变质岩系中，有矿体 5 个，呈透镜状，长 235—586 米，平均宽 10—23 米，主要为磁铁矿石，全铁平均含量 21%，渭南地区钢铁厂 1978—1980 年曾开采。

延安地区有铁矿点 7 处，分布子长、安塞、延安、富县等县，为产于中侏罗统延安组、安定组及上三叠统永坪组中的沉积菱铁矿，矿体薄而品位低，难以利用。

榆林地区有府谷清水河、神木西沟及榆林韩岔 3 处铁矿点，为产于太原组及延安组中的菱铁矿。

汉中地区铁矿产地 67 处，除汉中市和佛坪县外皆有分布，尤以略阳县为多。探明产地 15 处，储量 2.9 亿吨（占全省的 44.6%）。有 5 种成因类型：沉积型，多产于泥盆系中、上统，次见于震旦系断头崖组、寒武系和石炭二叠系，为小型矿床，一般难利用；风化淋滤型，大部分产于志留系，以褐铁矿石为主，小而富，宜地方开采，已探明的留坝县偏桥沟矿床即属此类型；岩浆分凝型，主要产于基性岩中，伴生铬、钛、钒、钴、铜等有用组分，如洋县毕机沟钒钛磁铁矿床；接触交代型，有略阳柳树坪、白果树和宁强白崖沟矿床，多产于中酸性侵入岩与碧口群的接触带；火山沉积变质型，为省内重要铁矿类型之一，该地区探明的 15 处铁矿中有 10 处即属此类型，探明储量约占全省的 37.6%，代表性矿床有略阳县鱼洞子、黑山沟和杨家坝（铜厂）等处。

洋县毕机沟钒钛磁铁矿床是省内最大的以铁为主伴生钒、钛的综合矿产地，位于洋

县、佛坪、石泉3县交界处,主矿体在洋县桑溪乡。1959—1973年,先后有省地质局第二综合队,省冶金地勘公司711队等对此评价,1974年10月省冶金715队提交矿区工作总结。矿体产于基性杂岩体中,有144个,主矿体长510—1200米,厚0.7—47.8米,延深250—500米。矿石含全铁22—38%、二氧化钛3.5—8.5%、五氧化二钒0.27—0.35%,属钒钛磁铁贫矿。探明铁储量4280.9万吨,五氧化二钒12.9万吨,二氧化钛213.4万吨,均达中型规模,尚未开采。

略阳县鱼洞子和黑山沟铁矿属同一矿区的两个矿段,系省内规模最大的火山沉积变质型铁矿床。1958年西北冶金地勘公司第一地质队通过群众报矿发现,1965年10月结束勘探,探明储量1.49亿吨,远景可达2亿吨,在省内仅次于柞水大西沟铁矿。矿体赋存于碧口群第四亚群中,有较大矿体49个,其中工业储量千万吨以上的矿体4个,长1078—2680米,厚3.8—10米,最大斜深617米,矿石以磁铁矿石为主,全铁含量31.6%、二氧化硅47%,属酸性磁铁贫矿。省属略阳钢铁厂1984年建成黑山沟铁矿,设计年采矿石50万吨。略阳县杨家坝(铜厂)铁矿,60年代由西北冶金711队勘查,矿体呈东西向产于碧口群中,主矿体长1100米,厚32米,为磁铁矿石,储量7500万吨,自1971年始采至今。

安康地区有铁矿点39处,除汉阴县外各县均有分布。沉积变质型产于中泥盆统,矿石贫富变化较大,其中宁陕县沙沟铁矿为区内唯一达矿床规模之铁矿。火山沉积变质型产于郧西群,矿石较贫难利用。风化淋滤型分布紫阳、白河一带震旦系和寒武—奥陶系中,其中旬阳县仁河、阳坡两处有少许储量。岩浆分凝型分布紫阳县境内,为基性岩中的钛磁铁矿,矿体规模大,品位低,工业利用问题尚未解决。

商洛地区各县均有铁矿分布,有产地46

处,探明4处,储量3.25亿吨,占全省的一半。铁矿类型以中泥盆统青石垭组和池沟组沉积变质型菱铁矿最有价值,柞水大西沟矿床即属此类型。次为接触交代型,如洛南木龙沟和丹凤皇台,伴有铜、硫,可综合利用。其余类型规模小,品位低,为矿点。皇台铜铁矿1989年始丹凤县办矿山开采。

大西沟铁矿是省内探明储量最多的铁矿产地,探明储量占全省的46%。矿区位于柞水县城东南16公里,原有航磁异常,50年代末曾做过地面检查,1966—1968年西北冶金地勘公司714队通过工作发现铜矿,1969年钻探,发现菱铁矿层,1975年完成勘探。铁矿赋存于青石垭组,含矿岩系由磁铁重晶石绢云千枚岩、菱铁绢云千枚岩、磁铁重晶石岩夹菱铁矿层组成,有铁矿体18个,铜矿体2个,重晶石矿体5个。主要铁矿体长1850—2000米,厚27—51米,最大斜深1375米,矿石以菱铁矿为主,全铁平均含量28.4%,探明铁矿储量3亿吨,铜1.4万吨,重晶石986万吨。

木龙沟铁矿位于洛南县城东北25公里,50年代末省地质局商洛队普查,1967—1974年省地质局第十三地质队勘探,1975年5月提交勘探报告。矿体产于花岗闪长斑岩与镁质碳酸盐岩的接触带,有铁矿体121个,钼、铜、锌和硫铁矿体若干个,主矿体长42—242米,厚0.85—54.4米。矿石含全铁30%、钼0.06%、铜0.26—1.6%、锌0.51—0.84%、硫8—20%,探明铁矿储量1295万吨,同时获得钼、铜、锌、镓和硫铁矿远景储量。经磁选—浮选,精矿全铁含量可提高到60.6%,回收率81%,洛南县铁厂1971年起开采。

二、锰矿

产地35处,分布西安、汉中、安康、商洛等地区,以沉积型和火山沉积变质型为主,探明储量产地5处,储量1500万吨,矿石多为氧化锰贫矿,部分为碳酸锰贫矿。

西安地区周至、户县、临潼3县各有锰矿点1处,产于太华群和宽坪群,属火山沉积变质成因。其中临潼新凯山百神洞矿点,部分矿石品位较高,曾一度开采。

汉中地区锰矿产地14处,分布略阳、宁强、勉县、汉中、西乡、镇巴等县。类型一为沉积型,产于灯影组和断头崖组,以碳酸锰矿石为主,含磷高,如汉中天台山磷锰矿规模达中型,是省内最大的锰矿床,此外尚有镇巴县石堡山矿点;一为火山沉积变质型,多产于碧口群第四亚群,为省内锰矿重要类型,代表性矿床为宁强县黎家营锰矿。该矿位于宁强县城北28公里,1961年省地质局磷矿队发现,后经西北地质局陕二队初查,1967—1972年西北冶金地勘公司711队评价,1978—1982年勘探。锰矿产于碧口群火山沉积岩系中,近矿围岩为含锰硅质灰岩,有矿体10个,主矿体长大于887米,平均厚2.8米,延深大于553米,探明储量达中型规模;矿石平均品位22%,为氧化锰贫矿,重、浮选后精矿品位达31%,回收率80%。1982年6月宁强县锰矿露天开采,年采矿石2万吨。

安康地区石泉、紫阳、旬阳等县有沉积型锰矿7处,产于震旦系陡山沱组、寒武系和下志留统中,其中紫阳县屈家山锰矿探明为一小型矿床,由该县紫黄乡锰矿开采。此外,该县麻柳坝锰矿尚有一定地质储量,为高磷低铁贫锰矿石。

商洛地区商州市和商南县有锰矿4处,产于宽坪群和秦岭群中,一般不具有工业价值。

三、铬铁矿

为本省急缺矿种,有产地9处,分布汉中和商洛两地区,其中探明3处,储量11.1万吨。铬铁矿产于古生代超基性岩体中,属岩浆熔离型矿床。矿石较贫,三氧化二铬含量8.23—39.6%,铬铁比1—2.39。省内有工业价值的铬铁矿仅松树沟正式开采。留坝

县楼房沟铬铁矿自1980年以来由该县建材厂开采蛇纹岩,商南县松树沟铬铁矿已采完闭坑。

四、钛矿

产地24处,分布西安、汉中、安康和商洛地区,探明储量者有洋县毕机沟钒钛磁铁矿床(伴生)、安康恒口钛铁砂矿(伴生)和大河熊山沟金红石矿床,共探明二氧化钛储量约220万吨,钛铁砂矿34万吨。其中产于基性岩体中的岩浆分凝型钛磁铁矿品位偏低,多与铁、钒伴生,有综合利用价值。产于宽坪群、熊耳群和志留泥盆系变质型金红石粒径细小,选矿困难。

西安地区有金红石矿2处,户县大石沟金红石产于侵入宽坪群的碳酸岩中,有一定规模,但品位低、粒度小、难分选。蓝田古庄沟金红石矿产于熊耳群,量少矿贫,目前难以利用。

汉中地区有钛矿3处,略阳秦家砭和宁强白崖沟金红石矿点规模不大,矿石较富(二氧化钛3—10%),但粒度细,目前难以利用。洋县毕机沟钒钛磁铁矿床中伴生二氧化钛储量达中型规模,可综合利用。

安康地区钛矿产地较多,共17处,分布安康、紫阳、镇坪等县,其中多数为基性岩中的岩浆分凝型钛铁矿床,二氧化钛含量在边界品位附近,矿石难以利用,但规模大,有一定潜在远景。4处变质型金红石矿皆产于安康境内大贵坪组中,大河熊山沟矿床即属之。恒口砂金矿床中的伴生钛铁矿可在开采砂金时与石榴石矿一并回收。

大河熊山沟金红石矿床位于安康县恒口北42公里,系陕西区调队504分队1973年1:5万填图时发现,1975—1978年省地质局第七地质队四分队详查为中型矿床。金红石赋存于下志留统变质含碳碎屑岩夹火山岩系中,有大小矿体近百个,较大的16个矿体一般长66—620米,厚1—7米,矿石平均含二氧化钛2—3.7%,因矿石难选,尚未开采利

用。

商洛地区柞水县李家砭钛铁矿床(未勘),产于早古生代基性杂岩中,属岩浆分凝型,矿石平均含二氧化钛 9.43%,全铁 25.8%。钛矿与铁矿均达中型,具有开发前景。此外,1988年省地矿局第十三地质队在商南青山至新庙泥盆系中发现金红石矿,矿体长 9.6 公里,累计厚 24.7 米,二氧化钛含量 2% 左右,达大型规模。初步可选性试验采用重选—磁选—重选—酸浸—焙烧选冶联合流程,精矿金红石含量达 88.86%,回收率 49.73%。1992 年当地小规模试采。

五、钒矿

产地 40 处,主要分布安康、汉中和商洛地区,探明 4 处,探明五氧化二钒储量居全国第 10 位。除毕机沟钒钛磁铁矿外,多为寒武系及志留系的沉积型钒矿,普遍伴生钼和金,个别产地伴生有铜和稀土金属,五氧化二钒含量多在工业品位附近,属难利用贫矿。

汉中地区有钒矿 11 处,分布略阳、西乡、城固、洋县、镇巴等县,洋县毕机沟钒钛磁铁矿床伴生五氧化二钒储量达中型规模,其余产地规模小,品位低。

安康地区钒矿 24 处,分布宁陕、石泉、安康、紫阳、平利和镇坪等县,安康马尿坑矿床探明五氧化二钒储量为小型,矿石主

要为含钒碳质板岩,五氧化二钒平均含量 0.567%。未勘的岚皋佐龙钒矿系 1979 年省地质局物化探队通过化探工作发现,矿体产于寒武系底部碳硅质岩中,达大型,且伴有钼、银和磷矿;安康欢喜岭一大湾钒矿为中型,矿石较贫,其余产地皆为矿点。

商洛地区有钒矿 5 处,产于山阳、镇安和商南县境内,以山阳中村和过凤楼两处规模较大。中村钒矿位于山阳县城东南 33 公里,为省内探明的最大钒矿产地,五氧化二钒储量达中型矿床。该矿由秦岭区测大队 1:20 万区调发现,1959 年 4 月秦岭中段地质队二分队地面评价,同年 5 月二机部 182 队曾钻探,后一直搁置。1985 年 11 月省地矿局第十三地质队提交了该矿金狮剑—烟家沟矿段详查报告。钒矿体产于下寒武统水沟口组黑色碳质板岩及薄层硅质板岩中,属沉积矿床,主矿体长 3200 米,宽 338 米,厚 7.3 米,最大埋深 375 米。有用组分五氧化二钒 0.86%、金 0.125 克/吨、银 10.35 克/吨、五氧化二磷 5%。经钠法焙烧—水浸—水解脱矿试验。精矿五氧化二钒含量可提高到 84.4—88.3%,回收率 72% 左右。过凤楼钒矿为一未勘小型矿床,主矿体平均含五氧化二钒 0.83%。

第二节 有色金属和贵金属矿产

包括铜、铅、锌、铝、镍、钴、钨、铋、钼、汞、锑、金、银和铂族金属矿产,探明储量产地 117 处(含共、伴生矿产地 46 处)。其中钼和汞探明储量在全国占有资源优势,金、锑、镍、铅储量亦占重要地位。

一、铜矿

分布西安、宝鸡、渭南、汉中、安康和

商洛等地区,有产地 94 处,探明产地 16 处(含共、伴生矿产地 7 处),探明储量居全国第 17 位。本省铜矿伴生矿和贫矿多,探明储量中约有一半为伴生铜,主要赋存于华县金堆城钼矿床内。品位大于 1% 的富铜矿储量仅占探明储量的 18% 左右。成因类型有沉积变质、火山沉积变质、火山热液、热液、岩浆熔离、接触交代等。本省铜矿开采

利用程度较低,探明储量产地中曾开采的 2 处,正在开采的 6 处。

西安地区铜矿 3 处,位于周至、户县山区,产于秦岭群、宽坪群斜长角闪岩中,属火山沉积变质型。矿石含铜 0.33—2.91%,伴生锌、钴、金、银、镉、硒、硫等有益组分,具有综合利用价值。其中周至西骆峪和户县东流水探明铜储量为小型矿床,周至杏树梁有少许地质储量。西骆峪铜矿 1990 年始周至县矿产资源军民联合开发公司开采。

宝鸡地区有铜矿 15 处,分布陇县、宝鸡、眉县、凤县和太白县境内,其中眉县铜峪铜矿和凤县八方山多金属矿中的共生铜矿,探明铜储量为小型矿床。前者为火山岩型,产于宽坪群,后者为海底火山喷流层控矿床,产于中泥盆统古道岭组,与铅锌矿共生,含铜较贫,伴生银、钴、镓、硫等多种矿产,有综合利用价值。此外,区内宽坪群和草滩沟群中的铜矿点多无工业价值。

渭南地区华县金堆城钼矿床中的伴生铜矿探明储量达中型,占全省探明储量的 44%,已随钼矿一起开采利用。

汉中地区有铜矿 29 处,分布宁强、略阳、勉县、南郑、洋县、西乡等县。宁强刘家坪铜矿和二里坝硫铁矿床中的伴生铜矿,前者产于刘家坪组火山岩系中,属火山热液型,矿石富,伴生锌、硫均具有工业价值,省八一铜矿 1971 年 5 月始采并综合回收锌、硫、金、银,目前已采去铜储量的 77%,资源趋于衰竭。此外,略阳杨家坝铜厂新探明铜矿达中型规模,其中一小部分被杨家坝铁矿在开采铁矿的同时已开发利用。

安康地区有铜矿点 7 处,均未探明储量,主要分布安康县境内郧西群火山岩系中,此外,宁陕、岚皋、旬阳等县亦有少量矿点分布。

商洛地区有铜矿 37 处,各县均有分布,以山阳县境内较多。探明产地 9 处,探

明储量 13.4 万吨。有 4 种类型:(1) 沉积变质型,产于中泥盆统青石垭组,为铁、银、铅锌矿中的共生和伴生铜矿,如柞水大西沟、银洞子及山阳黑沟等;(2) 接触交代型,产于中上泥盆统、下石炭统或宽坪群与中酸性火成岩接触带附近,如丹凤皇台、山阳小河口和下官坊及柞水凤镇冷水沟等处;其中小河口铜矿略富,伴生有钼、银,1970 年 8 月始采,皇台铜矿 1989 年由县办矿开采;(3) 热液型,产于泥盆、石炭系和中酸性火成岩中,如商州市三十里铺和两水寺庙坪;(4) 岩浆熔离型,如商南金盆镍铜矿。

二、铅锌矿

属本省重要矿产资源,有产地 75 处,分布西安、宝鸡、渭南、汉中、安康、商洛等地市,以宝鸡和商洛地区为多。探明储量的单独产地 18 处,正在开采的 6 处。探明铅、锌储量分别为居全国第 9 和第 13 位。

西安地区产地 5 处,其中周至西骆峪和户县东流水铜矿中伴生锌 1.4 万吨,户县五里坡铅锌矿点伴有金银组分。

宝鸡地区铅锌产地 33 处,分布凤县、宝鸡、眉县、太白等县,以凤太地区为集中,探明产地 9 处,8 处在凤县境内。探明铅储量 41 万吨,锌 154 万吨,矿体主要产于中泥盆统古道岭组和星红铺组界面附近,属海底火山喷流成因的层控矿床。凤县铅硐山大型铅锌矿床古代曾采,现可见古矿硐 20 余处,1959 年秦岭区测队重砂测量发现,同年至 1963 年省地质局凤县队、第四地质队评价,1979 至 1984 年西北冶金地勘公司 717 队对 I、II 号矿体详勘。该矿有矿体 10 个,主矿体长 450—1070 米,厚 8.7—12 米,平均含铅 1.73%,锌 7.68%。硫化矿石浮选后锌精矿达 I 级品、铅精矿达 IV 级品。该矿床铅锌、镉达大型,银、汞达中型,开采条件好。在凤县境内同一类型的还有峰崖、八方山、银母寺、手搬崖—银硐梁等矿床,均具较大利用价值,这些矿床均已

不同程度地开发利用,已有国营矿山3个。

渭南地区有铅矿3处,主要为华阴市华阳川铀铋铅矿床(见本章第三节稀有金属矿产)。

汉中地区铅锌产地8处,分布略阳、宁强、勉县、南郑和西乡等县,已探明宁强刘家坪铜矿中伴生锌5.9万吨,略阳东沟坝金银矿床中共生有铅锌,此外,略阳九道拐和南郑南岸山铅锌矿亦有一定利用价值。

安康地区铅锌产地9处,分布宁陕、紫阳、旬阳、白河、镇坪等县,探明储量者有旬阳大岭和赵家庄两处,产于中泥盆统碳酸盐岩中。近年经普查在旬阳泗人沟至南沙沟一带尚发现具有工业价值的铅锌矿。

商洛地区产地16处,探明7处,分布商州市、山阳、镇安等县,探明铅储量31万吨,锌60万吨。柞水银洞子银铅多金属矿床,探明铅达中型,铅含量2.29%,伴有铜、锌,综合利用价值较大,柞水县办矿已开采。山阳桐木沟为单独锌矿产地,1957年秦岭中段队发现,山阳地质队、陕西区队等先后检查,1970—1979年省地质局第十三地质队详查,80年代又进行勘探,并于1984年和1989年先后提高了勘探和补充勘探地质报告。矿体赋存于中泥盆统青石垭组,受层位控制,有铅锌矿体17个,长数百米,厚0.6—3.8米,有用组分以锌为主,主矿体锌含量平均高达21.70%,伴生铅、镉、铊、银,探明锌为中型矿床。1986年11月山阳县矿业开发公司始采。商州市黑龙口龙庙铅锌矿系1986年发现,产于宽坪群断裂带内,经省地矿局第十三地质队勘查,规模达中型,伴生有金银。镇安县锡洞沟铅锌矿系西北有色713队评价,经详查规模达中型,80年代后期地方始采,1990年县正式筹建地方国营矿山开采。

三、铝土矿

产地14处,分布铜川、渭南、榆林、汉中地区,探明6处,探明储量居西北之

首,均为沉积型铝土矿,含矿层位在关中和陕北为中石炭统本溪组,陕南为上二叠统。

铜川地区有产地3处,即铜川上店、立地坡和育寨,与耐火粘土矿共生,矿层厚1—2.5米,矿物以一水硬铝石和高岭石为主。矿石含三氧化二铝37—65%,二氧化硅5—25%,上店矿区探明储量属小型,立地坡和育寨也有一定地质储量。

渭南地区有韩城溢家峪和澄城三眼桥两处产地,均为小型矿床,矿石含三氧化二铝55—80%,与耐火粘土矿共生,可综合利用。

榆林地区府谷县境内有铝土矿3处,即天桥则、海则庙浪湾和大沟村,其中天桥则是省内探明的最大铝土矿床,达中型规模。该矿位于府谷县城东北14公里,1958年初省冶金工业局地质组在调查菱铁矿的总结中提及铝土矿线索,同年6月省冶金渭北地质队发现矿体,并进行勘探,1960年提交地质勘探中间总结报告,1973—1975年省冶金地勘公司716队详勘。铝土矿呈似层状和透镜状,产于中石炭统本溪组底部与奥陶系灰岩侵蚀面附近的粘土岩或粘土页岩中,长3100米,平均厚4.89米,矿石主要由一水硬铝石、高岭石和含铁矿物组成,三氧化二铝平均含量57.6%,二氧化硅0.9—24.9%,铝硅比2.1—5.6;该矿床大部分可露天开采。矿层上部产有煤和粘土矿,可综合利用。

汉中地区有铝土矿产地6处,分布西乡、镇巴2县,探明储量者均为小型,矿石含三氧化二铝47.7—53.3%,二氧化硅16.6%,尚未利用。

四、镍矿

已知产地4处,分布汉中和商洛地区,属基性、超基性岩岩浆熔离类型,伴生有钴、铜,探明储量者有略阳煎茶岭和商南金盆。煎茶岭系省内探明的最大镍矿产地,探明储量占全省的99.8%,矿区位于略阳县

城东南 20 公里勉略公路附近, 1970 年发现后由省冶金地勘公司 711 队评价, 1975 年结束。矿体产于早古生代超基性岩体的叶蛇纹岩、滑石菱镁岩和透闪石岩内, 工业矿体 15 个, 大者长 500—1100 米, 厚 5—45 米, 镍主要含于金属硫化物中, 矿石含全镍 0.547%、硫化镍 0.479%、钴 0.025%、铜 0.029%, 探明镍储量达大型, 伴生钴、铁、铜可综合利用。

五、钴矿

为省内紧缺矿产, 产地 7 处, 大部分伴生在多金属矿或镍矿中, 探明 2 处, 储量仅数百吨, 另有地质储量约 1.5 万吨。

西安地区户县东流水铜矿中探明伴生钴数十吨, 炼铜时可顺便回收。

汉中地区有钴矿 4 处, 多产于基性、超基性岩中, 个别为灯影组风化面上的淋滤型钴土矿。前一类与煎茶岭镍矿伴生, 钴含量 0.025—0.064%, 后一类位于南郑县九岭, 系单独钴矿点, 含量低于 0.3%。

商洛地区有伴生产地 2 处, 柞水银洞子银铅多金属矿床探明钴储量数百吨, 商南金盆镍矿有钴地质储量数十吨, 均可综合利用。

六、钨矿

已知 3 处, 产于蓝田清峪上长、商州市南台和杨斜。前一处花岗岩裂隙中, 有含钨(以白钨矿为主)石英脉 95 条, 三氧化钨含量 0.1—0.3%。商州市南台为钨多金属矿中共生的白钨矿, 产于浅成酸性火成岩与宽坪群接触带, 属接触交代类型, 三氧化钨储量达中型, 具综合利用价值。商州市杨斜石道峪、大蛇沟钨矿系 1981 年陕西区调队 509 分队发现, 后经陕西地矿局第十三地质队勘查, 规模达中型矿床, 含钨石英脉产于秦岭群中, 三氧化钨 1.2% 左右。

七、铋矿

仅在华阴华阳川铀铋铅矿中伴有铋, 其储量为小型, 可综合回收。

八、钼矿

本省钼矿资源丰富, 主要分布渭南和商洛地区, 有产地 25 处, 探明 4 处, 探明储量居全国第 3 位。

西安地区蓝田县境内有钼矿点 2 处, 为热液型含钼石英脉。

渭南地区有钼矿 5 处, 产于华县及华阴市, 其中华县金堆城和桃园两处属大中型矿床, 且伴生有铜、铀、铅、银、稀土元素及硫等矿产, 其中铜和铀具有较大的工业价值。

金堆城钼矿驰名省内外, 探明储量列全国钼矿床之首, 矿区位于华县城东南 27 公里, 洛(南)华(县)公路附近。西北地质局 647 队 1955 年发现, 次年金堆城地质队转入勘探, 1959 年提交最终勘探报告。矿床赋存于燕山期花岗岩斑岩及与其接触的熊耳群变安山玢岩中, 矿体长约 2000 米, 最宽 800 米, 垂直厚 200—600 米, 主要为硫化物矿石, 平均含钼 0.093%, 铜 0.028%, 伴生有铀、硒、碲, 探明钼储量属特大型, 铜达中型, 硫为大型。矿石易选, 浮选后钼精矿品位 46.25%, 回收率 77%, 矿体大部分裸露地表, 适于露天开采。1970 年 12 月以来, 金堆城钼业公司一直开采, 年采矿石数百万吨, 钼精矿生产能力 1.2 万吨, 是我国最大的铝业生产矿山。

安康地区有钼矿点 8 处, 分布宁陕县的 3 处, 为花岗岩与围岩接触带上的接触交代型钼矿, 如月河坪和大西沟等地。分布汉阴、紫阳、平利等县的 5 处为沉积型, 多产于下志留统大贵坪组碳硅质岩中, 钼、钒均接近边界品位, 目前尚难利用。

商洛地区有钼矿 8 处, 多分布洛南县境内, 余在商州市和柞水县。钼矿大部产于熊耳群及高山河组, 与中酸性小岩体有关, 属细脉浸染和密集脉群类型。其中洛南黄龙铺大石沟和石家湾钼矿均为大型矿床, 洛南寺沟和桃官坪及商州市南台钼钨矿床也有一定

地质储量。

黄龙铺大石沟矿床位于洛南县城北 26 公里，北距金堆城钼矿 10 公里。金堆城地质队、182 地质队等先后于 1957—1961 年普查，1975—1978 年省地质局第六地质队、1979—1989 年省地矿局第十三地质队进行详查。矿体由含铅钼石英碳酸盐密集脉群构成，产于熊耳群变质火山岩系中，长 1900 米，宽 800 米，厚 2.4—254 米，平均含钼 0.086%，伴生有硒、碲、铼和稀土金属，尤以含铼高为特征。探明钼为大型矿床，矿石经选矿后钼精矿品位达 50—53%，回收率 86—90%，伴生的有用组分皆可综合利用，系一很有远景的以钼为主的综合性矿床。石家湾钼矿位于大石沟之南，成矿与燕山期二长花岗岩有关，为大型斑岩钼矿床。

九、汞锑矿

系本省优势矿产，产地 18 处，主要分布安康和商洛地区，探明 7 处，探明汞储量居全国第 2 位，锑居第 6 位，主要产于下泥盆统碳酸盐岩层中，与断裂关系密切，属层控热液改造型。

宝鸡地区凤县有汞矿 2 处，其中铅铜山铅锌矿床伴生汞达中型规模，另有周家湾汞矿点。

安康地区产地 4 处，集中分布旬阳公馆至回龙矿带上。公馆系省内著名汞锑矿床，明代已采，1956 年秦岭中段队在此普查，次年秦岭区测队十分队发现大量古代采汞，遂作出具有远景价值的结论。70 年代，省地质局第一地质队勘查，探明汞储量为大型，锑为中型。矿体产于下泥盆统公馆组白云岩中，受断裂和岩石性质双重控制。分南北二带，南带有含矿体 17 个，以汞和汞锑矿石为主，北带含矿体 35 个，为单汞矿石。含矿体内的矿体呈透镜状，长数十米，厚 0.5—5 米。矿区汞含量 0.3—0.4%、锑 1.44—1.62%、砷 0.05%，经选矿可获高品

位汞锑精矿和辰砂一级品。青铜沟矿床位于公馆东 15 公里，含矿层位同公馆，已探明汞、锑储量系一大型矿床。此外，1988 年省地矿局第一地质队在旬阳张坪乡东干沟上泥盆统灰岩中发现锑矿，有一定远景。

商洛地区产地 12 处，探明 5 处，分布商州市、山阳、丹凤等县，探明储量者多属小型矿床。该区商州市、丹凤一带为单一锑矿，产于秦岭群中，如商州市高岭沟和丹凤蔡凹两处。高岭沟系热液充填型锑矿，含锑 5.9—11.6%，储量达中型，矿石易选，1965 年至今当地小规模开采。蔡凹锑矿含量富，由于滥采，资源浪费严重，已于 1982 年闭坑。山阳、镇安一带汞锑矿线索系 1958 年秦岭区测队十七分队重砂测量所发现，后经有关单位勘查，证实山阳西坡岭为中型。近年来，地质部门在山阳马鹿坪大兴沟和中村洛峪护洞沟中泥盆统蚀变角砾岩带中发现锑矿，正在勘查中。

十、金矿

为省内重要矿产。本省采金历史悠久，20 世纪 80 年代以来由于加强了黄金地质工作，实行岩金与砂金并重的方针，发现不少新的矿产地，探明的黄金储量大幅度增长，使本省成为全国重要产金省份之一。

本省金矿产地 105 处，其中岩金 62 处，砂金 41 处，多金属矿床中的伴生金 2 处，已探明储量产地 49 处，其中有大中型矿床 13 处。岩金主要分布潼关县南部与洛南县北部的小秦岭地区，其类型以石英脉型为主；凤县、太白、镇安、周至、略阳等地也相继发现了一些新类型岩金矿床。砂金主要分布汉江及其支流和嘉陵江上游。伴生金有户县东流水和商州市道岔沟。在探明产地中，目前正在开采的有 26 处。1991 年全省黄金产量居全国第 5 位。

西安地区有岩金 6 处和伴生金 1 处，分布周至、户县、蓝田、临潼等县，探明储量者为户县金洞沟和东流水铜矿中的伴生金。

近年在骊山和蓝田坝源湘子岔及周至板房子马鞍桥发现与断裂带有关的蚀变岩型金矿均具一定规模,后者正在勘查。

宝鸡地区有岩金4处,砂金1处,岩金集中于太白县境内,产于中泥盆统古道岭组,属“角砾岩型”金矿,其中双王(王家楞—王家庄)金矿位于太白县城西南30公里,矿化带东段8号矿体处于太白河乡庙沟北坡。矿化带系省地质局第三普查队1965年据区测重砂增高点发现,1975年省地质局第三地质队四分队首次在矿化带西段发现金富集地段,即开始进行东段勘查。含金角砾岩带断续延长12公里,宽10—340米,延深大于500米,共圈出矿体20多个。8号矿体1990年勘探结束,达大型,矿石平均含金2.43克/吨,品位虽低,但易采易选,通过堆浸方法提取金的试验已获成功。1988年始县办太白金矿正式开采8号矿体,开采规模700吨矿石/日。实践证明这一低品位金矿的开发具有较高的经济效益。此外,该矿床伴生的钠长石亦为大型,钠长石制陶试验已获成功。矿区其他矿体的勘查工作正在进行,远景正在扩大。

渭南地区金矿集中于潼关县境内,有产地14处,全为岩金,探明产地8处,其中中型矿床3处。含金石英脉产于太华群变质岩中,属石英脉型金矿。金矿脉一般长数十至数百米,最厚2.6米,矿石含金较富,一般为7.6—15.9克/吨。

潼关金矿属陕豫小秦岭金矿带西段,范围东起桐峪,西至西潼峪,有含金石英脉600余条。《潼关县志》记载,金矿早在清代即采,矿区今有古采洞多处。1965年以来,先后有省地质局第九普查队、第五、第六地质队及省冶金地勘公司712、715队等在区内勘查。近年采金业发展迅速,黄金产量猛增,潼关县已成为本省第一个年产万两黄金的县,1990年产量已超过1吨(不含部属矿山)。目前有冶金部东桐峪金矿、潼

关金矿及县黄金公司小口金矿、李家金矿等20多个国营和乡镇矿山正在开采。此外,在华县桃园、华阴市蒲峪等地近年也相继发现岩金产地,有一定远景。

汉中地区有金矿29处,其中岩金13处,砂金16处,岩金产于略阳、宁强、勉县、城固等县,有细脉浸染、蚀变岩和火山沉积变质等类型。探明储量者4处,即勉县李家沟、南郑五里浸、略阳东沟坝和铔厂沟。李家沟属细脉浸染型,矿体产于震旦系断头崖组硅质白云岩段,平均含金8.9克/吨,县黄金公司小规模开采。铔厂沟金矿产于碧口群火山岩破碎带中,含金4.3—4.9克/吨,储量已达中型规模。东沟坝是省地矿局第二地质队1990年结束勘探的火山岩型金银矿,有矿体10余个,主矿体为隐伏矿,长500米,金品位1—7克/吨,银29—380克/吨,共生有铅锌。

砂金分布嘉陵江上游和汉江第四系全新统冲积砂砾层中,每立方米含金0.157—0.53克。已探明中型矿床有略阳徐家坪至白水江、横现河、巨亭至白雀寺,宁强阳平关至燕子砭和勉县汉江5处,小型3处,即略阳金家河、郭镇及留坝西河,另有宁强大安、广坪、庙坝等矿点。勉县汉江砂金矿位于左营—板桥间汉江河床,1959年秦岭区测队发现,1970—1978年省地质局第二地质队勘查。砂金产于河床、河漫滩及阶地砂砾层中,每立方米含金0.16—0.19克,以自然金为主,伴有铂族元素矿物砂矿。1985年以来勉县金矿和汉中地区阳平关金矿及宁强县黄金矿山公司的采金船先后下水开采。

安康地区淘金历史悠久,史称金州,区内有岩金9处,砂金13处,共计22处,分布石泉、汉阴、安康、旬阳等县。岩金有汉阴鹿鸣乡茅垭子和旬阳公馆惠家沟,为石英细脉型和微细粒浸染型,产于志留系、泥盆系浅变质岩石中,因矿石金品位低和含砷等原因,暂时难以利用。砂金产于第四系全新

统冲积层中, 探明 7 处, 以恒口砂金矿为大, 矿区位于安康市城西 24 公里恒口至五里铺月河中, 40 年代白士侗等先后在此调查。1957—1959 年, 省地质局汉江队普查, 1975—1983 年省地质局第七地质队对矿区三个矿段全面勘查。砂金产于月河 I 级阶地下部及河漫滩砂砾层中, 分恒口、大同和付家河 3 矿段, 有工业矿体 8 个, 长 1487—6888 米, 宽 152—593 米, 埋深 0—11 米, 厚 3.8—5 米。每立方米砂砾石平均含金 0.143 克、钛铁矿 3.26 公斤、石榴子石 3.25 公斤。探明砂金为大型, 伴生石榴子石 36.7 万吨、钛铁矿 34 万吨, 1986 年冶金部安康金矿采金船下水开采, 现有 3 条采金船; 1987 年以来县办金矿又有 4 条采金船先后下水开采该矿床其它矿段。

商洛地区有金矿 20 处, 其中岩金 9 处, 砂金 9 处, 伴生金 2 处, 分布洛南、商州市、镇安和丹凤等县。探明产地 5 处, 即镇安二台子、洛南王排沟、大王西峪、黄坪和商州市铁炉子 (伴生金)。岩金产于变质地层中, 主要为石英脉、蚀变岩和微细金角砾岩类型。此外, 在镇安泥盆系中还发现破碎带型和微细粒型金矿, 具有工业远景。该区砂金主要在洛南县洛河上游主河道及支流中, 如栗峪和黄坪 2 处可达工业矿床要求, 而丹江及其支流砂金含量低, 规模小。

十一、银矿

产地 15 处, 除柞水银洞子和白河大兴银矿外皆为伴生产地, 分布西安、宝鸡、渭南、汉中、安康和商洛地区, 探明产地 9 处, 探明储量的 85% 集中于银洞子矿区。

西安地区户县吊崖沟和东流水铜矿中伴生银矿, 属秦岭群火山沉积变质类型, 含银 3—12 克/吨, 规模较小。

宝鸡地区凤县铅铜山等铅锌矿床和眉县铜峪铜矿床中均伴生银矿, 可随主矿一起综合利用。

渭南地区 3 处银矿, 伴生于华阴华阳川

铀铋铅矿床和潼关蒿岔峪 401 号、潼峪 505 号金矿脉中, 前者伴生银达中型。

汉中地区银矿 2 处, 宁强沈家院产于刘家坪组火山岩系中, 属火山热液型银矿点。略阳东沟坝锌金银矿床银为中型。

安康地区白河圣母山大兴银矿, 为湖北竹山县银洞沟银矿的西延部分, 产于郧西群火山岩中, 含银 110—165 克/吨, 金 1—1.3 克/吨, 经 1987 年勘查, 银为小型矿床。

商洛地区银矿 5 处, 柞水银洞子为以银为主的大型矿床, 洛南铁塬、商州市铁炉子道岔沟、山阳黑沟及镇安月西为铅锌矿中的伴生银产地。银洞子银铅多金属矿位于柞水县城东南 16 公里, 与大西沟菱铁矿毗邻, 该矿古代曾采。1970 年西北冶金地勘公司 714 队在勘探大西沟菱铁矿过程中, 为研究大西沟异常侧伏问题, 在银洞沟钻探到铜矿体, 次年验证洞子沟磁异常时又钻到铅矿体, 西冶物探队同时发现银化探异常, 这种铜铅银多种金属的伴生现象引起人们的重视, 随之于 1976 年转入勘探。1980 年西冶 714 队改编为解放军 00534 部队继续勘探, 1981 年 3 月勘探结束。矿体赋存于中泥盆统青石埡组中下部, 为沉积变质类型。有银铜铅锌矿体 1 个, 铅矿体 8 个, 长 110—1900 米, 厚 0.89—6 米, 斜深 100—1143 米。矿石平均含银 107 克/吨, 铅 2.29%, 铜 0.56%, 锌 0.81%, 探明银为大型, 铅达中型, 伴生铜、锌、钴, 硫可综合利用, 为一较理想的贵金属和有色金属矿山基地, 现由陕西银矿和柞水县银铅矿开采。此外, 近年在柞水曹坪雪花岭花岗岩破碎带内发现有银矿点。

十二、铂族金属矿产

主要伴生于勉县汉江砂金矿、宁陕县双庙铂铜镍钴矿及洛南县黄龙铺大石沟钼矿中, 包括铂和钨, 最高含量 0.6 克/吨, 可综合回收利用。

第三节 稀有金属、分散元素及稀土金属矿产

有产地 35 处，其中共、伴生矿产地 30 处，探明储量产地 13 处。

一、稀有金属矿产

有锂、铍、铌、钽和锶等 7 种，产地 15 处，主要分布宝鸡、渭南和商洛地区。其中铍和铌各有探明产地 1 处，铌达中型规模，即华阴市华阳川铀铌铅矿床。清代在此采铅炼银，1955 年西北地质局 647 队发现铅矿后，先后有金堆城地质队、二机部 182 队、中国科学院川陕队、省地质局第六综合队、第三、第七、第十一地质队等在此工作，1970—1974 年勘探由省地质局第六地质队提交报告。矿床处于华山和老牛山二花岗岩体间太华群混合岩中，有矿体 86 个，长 150—900 米，宽 3—20 米。矿石平均含五氧化二铌 0.021%、铅 0.5%、稀土总量 0.114%，探明五氧化二铌达中型，铀、钍为大型，银、稀土矿中型，矿石可选性好，精矿回收率 60—70%。该矿伴生矿产丰富，又适宜露天开采，是一处有价值的有色、稀有、稀土矿产基地。洛南黄龙铺大石沟钼矿伴生锶达大型。

宝鸡地区太白安沟梁伟晶岩型铍铌钽矿点，有少许难利用储量。

商洛地区商南野猪沟伟晶岩型铍（绿柱石）矿点探明有绿柱石储量，每吨矿石可手选出绿柱石 4—12 公斤，当地曾土法开采。此外，商南凤凰寨和丹凤峦庄伟晶岩型稀有金属矿点铍、铌、钽均有地质储量，现丹凤县回龙乡开采云母，同时回收铌、钽。商南曹营大苇园锂辉石矿点求得少许锂辉石储量，已群采过半。

二、分散元素矿产

有镓、铟、铊、镉、硒、碲等 8 种，均属伴生矿产，除镓和铊外均有探明储量。产地 19 处，主要分布西安、宝鸡、渭南、榆林和商洛等地区，其中铊的探明储量居全国第 1 位。

西安地区户县东流水铜矿探明有少许镉、硒储量。

宝鸡地区眉县铜峪铜矿伴生有镓地质储量。凤县铅洞山铅锌矿探明镉储量已构成大型矿床。

渭南地区华阴华阳川铀铌铅矿床中，铟、铊、镉、硒，碲有一定地质储量。华县金堆城钼矿床探明铊储量达大型，硒储量达中型规模，金堆城钼业公司在采选钼矿过程中铊已得到回收，硒未做技术加工试验。

榆林地区府谷天桥则铝土矿中伴生镓，地质储量达中型规模。

商洛地区铊、碲、硒、镉、铟均有探明储量，分别伴生在有关矿床中，其中洛南黄龙铺大石沟钼矿床探明铊储量达大型，硒为小型，碲达中型。商州市铁炉子道岔沟铅锌矿床探明有少许铟、镉。镇安月西铅锌矿床探明镉储量达中型。山阳桐木沟多金属矿床伴生有少许铊、镉地质储量。

三、稀土金属矿产

省内产地较多，但勘查程度不够，较大者为华阴华阳川铀铌铅矿伴生的稀土矿，达中型，可综合利用。此外，洛南驾鹿有石英碳酸盐脉型稀土矿点，规模较小。宁强阳平关磷矿伴生有钇。洋县华阳花岗岩风化壳型稀土矿，稀土总量 0.035—0.05%，有用矿物独居石、磷钇矿含量低，目前尚难利用。

表 13

陕西省金属矿产资源简表

矿种	所在地市	矿床名称	位 置	规模	利用状况	备 注
铁	西安市	板房子南沟铁矿	周至县城西南 49 公里	小型	曾开采	
	咸阳市	口镇铁矿	泾阳县城西北 25 公里	矿点	曾开采	
	渭南地区	阳山庄铁矿	韩城县城东北 19 公里	中型	曾开采	
		铁岔沟铁矿	华阴县城西南 17 公里	小型	曾开采	
		太要铁矿	潼关县太要镇南	小型		
	汉中地区	偏桥沟铁矿	留坝县光华山	小型	曾开采	
		鱼洞子铁矿	略阳县城东南 15 公里	中型		
		黑山沟铁矿	略阳县城东南 8 公里	中型	正在开采	
		杨家坝(铜厂)铁矿	略阳县城东南 23 公里	中型	正在开采	伴有中型铜矿
		阁老岭铁矿	略阳县城东南 6 公里	小型	正在开采	
		高家湾铁矿	略阳县城东南 18 公里	小型		
		水林树铁矿	略阳县城东南 16 公里	小型	正在开采	
		白果树马厂铁矿	略阳县城东南 13 公里	小型		
		柳树坪铁矿	略阳县城东南 20 公里	小型	正在开采	
		白崖沟铁矿	宁强县城北 43 公里	小型	正在开采	
		两河口菱铁矿	宁强县城东北 60 公里	小型		
		毕机沟钒钛磁铁矿	洋县城东 45 公里	中型		伴生钒、钛矿均为中型
		安康地区	沙沟铁矿	宁陕县沙沟乡	小型	
商洛地区	木龙沟铁矿	洛南县城东北 25 公里	中型	正在开采		
	大西沟菱铁矿	柞水县城东南 16 公里	大型		共生有铜矿和中型重晶石矿	

续表 13

矿种	所在地市	矿床名称	位置	规模	利用状况	备注
锰矿	汉中地区	黎家营锰矿	宁强县城北 28 公里	中型	正在开采	
		石堡山锰矿	镇巴县城东南 38 公里	矿点		
	安康地区	屈家山锰矿	紫阳县城西南 44 公里	小型	正在开采	
铬铁矿	汉中地区	楼房沟铬铁矿	留坝县城西北 4 公里	小型		共生蛇纹岩为中型
		舒坪铬铁矿	勉县城北 5 公里	小型		共生蛇纹岩为小型
	商洛地区	松树沟铬铁矿	商南县城东北 10 公里	小型	已开采闭坑	共生镁橄榄石为大型
钛矿	安康地区	熊山沟金红石矿	安康县恒口区大河乡	中型		
	商洛地区	青山-新店金红石矿	商南县城东南 15 公里	大型	地方试采	
钒矿	安康地区	马尿坑钒矿	安康县城西南 60 公里	小型		
	商洛地区	中村钒矿	山阳县城东南 33 公里	中型		
铜矿	西安市	西骆峪铜矿	周至县城西南 22 公里	小型	正在开采	伴生有锌
		东流水铜矿	户县城南 25 公里	小型		伴生有锌、钴、金、银、镉、硒
	宝鸡市	铜峪铜矿	眉县城南 9 公里	小型		伴有银、钴、镓
	汉中地区	刘家坪铜矿	宁强县城西北 27 公里	小型	正在开采	伴生锌矿和硫矿均为小型
	商洛地区	庙坪铜矿	商州市两水寺	矿点		
三十里铺铜矿		商州市城南 10 公里	矿点			
皇台铜铁矿		丹凤县城北 24 公里	小型	正在开采	共生铁矿为小型	
小河口铜矿		山阳县城西北 22 公里	小型	正在开采		
下官坊铜矿		山阳县城北 15 公里	矿点			

续表 13

矿种	所在地市	矿床名称	位置	规模	利用状况	备注
铅 锌 矿	宝鸡市	铅硐山铅锌矿	凤县城东南 14 公里	大型	正在开采	伴生汞矿、银矿中型、镉矿大型
		八方山多金属矿	凤县城东 25 公里	中型	正在开采	共生有铜矿
		手搬岩—银硐梁铅锌矿	凤县城东南 13 公里	中型	正在开采	
		峰崖铅锌矿	凤县城东南 11 公里	锌中型 铅小型	乡镇小规模开采	
		银母寺铅锌矿	凤县城东 39 公里	锌中型 铅小型	正在开采	
		波罗寨多金属矿	凤县红花铺	矿点	正在开采	
		核桃坝多金属矿	凤县城东 31 公里	矿点		
		洞沟多金属矿	凤县城东 33 公里	矿点	曾开采	
		崖房湾铅锌矿	太白县王家楞	矿点		
	安康地区	大岭铅锌矿	旬阳县城西北 12 公里	矿点		
		赵家庄铅锌矿	旬阳县城西北 9 公里	矿点	曾开采	
	商洛地区	龙庙铅锌矿	商州市西北 30 公里	中型		
		道岔沟铅锌矿	商州市铁炉子	小型	正在开采	伴生有金、银、镉、镉
		铁源铅银矿	洛南县城西北 13 公里	矿点		
		桐木沟锌矿	山阳县城东北 20 公里	中型	正在开采	
		黑沟菱铁多金属矿	山阳县城西北 18 公里	小型		共生有铜矿
		月西铅锌矿	镇安县城东南 31 公里	小型		伴生镉为中型
	锡洞沟铅锌矿	镇安县城西南 9 公里	中型	正在开采		

续表 13

矿种	所在地区	矿床名称	位置	规模	利用状况	备注
铝 土 矿	渭南地区	溢家峪铝土矿	韩城县庄镇	矿点		
		三眼桥铝土矿	澄县城城西 20 公里	矿点		共生耐火粘土矿为中型
	榆林地区	天桥则铝土矿	府谷县城东北 11 公里	中型	曾开采	
	汉中地区	西乡铝土矿	西乡县城西南 21 公里	矿点		
		镇巴铝土矿	镇巴县城西南 8 公里	矿点		
镍 矿	汉中地区	煎茶岭镍矿	略阳县城东南 20 公里	大型		共生蛇纹岩为大型
	商洛地区	金盆镍铜矿	商南县城东北 4 公里	矿点	曾开采	伴生有铜
铝 矿	渭南地区	桃园铝矿	华县城东南 30 公里	中型		
		金堆城铝矿	华县城东南 27 公里	大型	正在开采	伴生铜、硒均为中型、铼、硫为大型
	安康地区	月河坪铝矿	宁强县旬阳坝	矿点		
	商洛地区	黄龙铺大石沟铝矿	洛南县城北 26 公里	大型		伴生铼、锶为大型、磷、硫为中型
		黄龙铺石家湾铝矿	洛南县城北 23 公里	大型		
汞 锑 矿	安康地区	公馆汞锑矿	旬阳县城北 30 公里	汞大型 锑中型	小规模 开采	
		青铜沟汞锑矿	旬阳县竹筒乡	汞大型 锑中型		
	商洛地区	高岭沟锑矿	商州市城东北 17 公里	中型	正在开采	
		西坡岭汞锑矿	山阳县城西南 36 公里	中型	正在开采	
		丁家山汞锑矿	山阳县杨地乡	小型	正在开采	

续表 13

矿种	所在地市	矿床名称	位 置	规模	利用状况	备 注
砂 金	宝鸡市	凤州砂金矿	凤县七里坪	小型		
	汉 中 地 区	徐家坪—白水江砂金矿	略阳县城西北嘉陵江上游	中型		
		巨亭—白雀寺砂金矿	略阳县城西南嘉陵江上游	中型		
		横现河砂金矿	略阳县城西北 5 公里	中型		
		燕子砭—阳平关砂金矿	宁强县西北 24 公里	中型		
		汉江砂金矿	勉县城东 12 公里	中型	正在开采	
		郭镇砂金矿	略阳县城西 30 公里	小型	正在开采	
		西河砂金矿	留坝县城东北 16 公里	小型		
		白龙塘砂金矿	西乡县东北 12 公里	小型		
		大安砂金矿	宁强县城北 25 公里	小型	正在开采	
	安 康 地 区	恒口砂金矿	安康市恒口	大型	正在开采	伴生钛铁砂 矿为中型、石榴 子石为小型
		汉阴砂金矿	县城东南 10 公里	中型	正在开采	
		菜湾砂金矿	旬阳县城西北 1 公里	小型		
		蜀河砂金矿	旬阳县城东北 32 公里	小型		
商洛地区	黄坪砂金矿	洛南县城东 30 公里	小型			
银 矿	安康地区	大兴银矿	白河县圣母山	小型		
	商洛地区	银洞子银 铅多金属矿	柞水县城东南 16 公里	银大型 铅中型	正在开采	伴生有铜、 锌、钴矿；硫为 小型
铌 矿	渭南地区	华阳川铌钽铅矿	华阴市城西南 19 公里	铌中型 铅大型		伴生银、稀土 矿为中型，伴生 钼矿为小型
钼 矿	商洛地区	野猪沟绿柱石矿	商南县城东北 7 公里	矿点	曾开采	

说明：矿床规模划分标准据《矿产工业要求参考手册》(修订版)，全国矿产储量委员会办公室主编，地质出版社，1987年。

第九章 非金属矿产

本省非金属矿产按用途分为冶金辅助原料、化工原料、建筑材料及其它非金属矿产, 共计 86 种, 其中探明储量者 60 种, 探

明产地 277 处, 其中大中型矿床 123 处 (表 15)。

第一节 冶金辅助原料

本省冶金辅助原料矿产有耐火粘土、矽线石、红柱石、蓝晶石、白云岩、冶金用脉石英、熔剂用石灰岩、冶金用石英岩和型砂、萤石、镁橄榄石、菱镁矿、铁矾土共 13 种, 除蓝晶石、镁橄榄石和菱镁矿、铁矾土外, 均有探明储量。已知产地 66 处, 探明 25 处, 其中大中型矿床 16 处 (图 10-1)。

一、耐火粘土

已知产地 10 处, 分布铜川、宝鸡、咸阳、渭南、榆林、商洛、汉中等地区, 探明 4 处, 探明储量约 4000 万吨。

铜川地区耐火粘土矿 3 处, 均产于铜川市, 矿层赋存于上石炭统太原组、中石炭统本溪组及下二叠统下石盒子组, 矿石以硬质粘土为主, 半硬质、半软质和软质粘土不到 30%。上店粘土矿为省内最大的耐火粘土矿床, 位于铜川市东南 10 公里。1958—1973 年, 地质部铜川队、省冶金局渭北队和西北冶金地勘公司第九地质队先后勘探, 1974—1976 年冶金 712 队等补充勘探。粘土矿赋存于上石炭统和下二叠统, 长 1200—3000 米, 厚 5—6 米。矿石类型有硬质、半软质、软质和高铝粘土, 主要矿物为一水硬铝石和高岭石。探明储量 3243 万吨, 其中硬质粘土占 78%, 含三氧化二铝 35—43%, 三氧化二铁低于 3%, 耐火度大于 1770℃, 合乎高铝砖和粘土砖的要求。渭北

耐火材料厂上店粘土矿 1970 年 12 月开采, 1981 年移交铜川市坭土矿, 累计已采 62.5 万吨。

宝鸡地区有千阳尚家庄 1 处, 赋存于中三叠统铜川组下部, 规模小, 价值不大。

咸阳地区有泾阳口镇 1 处, 产于上石炭统太原组和山西组, 矿体长 70—1160 米, 厚 1—3.90 米, 含三氧化二铝 32—35%, 规模较小。

渭南地区澄城、蒲城两县各有耐火粘土矿 1 处, 产于太原组下部, 其中澄城三眼桥粘土矿与铝土矿共生, 探明储量 340 万吨, 以半硬质粘土为主, 矿石含三氧化二铝 40—50%, 三氧化二铁 1.5—1.8%, 耐火度 1675—1770℃, 可与铝土矿一起开采。

榆林地区耐火粘土矿共生于府谷天桥则铝土矿床中, 有粘土矿 5 层, 以硬质粘土为主, 未计算储量。

商洛地区有洛南兑山耐火粘土矿 1 处, 位于县城东八里桥至景村。1971 年起, 省煤田地勘公司 186、188 队普查煤田的同时, 顺便勘查该矿, 1978—1980 年省地质局第十三地质队初勘。粘土矿赋存于下石盒子组, 有硬质粘土和陶瓷粘土矿体各 6 个, 软质粘土矿体 5 个, 长 100—3400 米, 厚 0.5—2 米, 含三氧化二铝加三氧化二铁 31—43%, 三氧化二铁 1.2—1.8%, 硬质粘土为 I、II 级品, 软质和陶瓷粘土为 III、IV 级

品, 探明耐火粘土储量 265 万吨, 陶瓷粘土储量 319 万吨。洛南县陶瓷厂小规模开采, 利用其中的陶瓷粘土。

二、矽线石、红柱石、蓝晶石

有产地 7 处, 分布宝鸡、汉中和商洛地区。矽线石和红柱石主要赋存于秦岭群(石榴子石、石墨)矽线石片岩、黑云斜长片麻岩及绢云片岩中, 蓝晶石赋存于下石炭统含碳绢云片岩中, 均属变成矿床。

宝鸡地区太白县和凤县有矽线石、红柱石产地 4 处, 其中太白四沟红柱石矿系省地质局八队 1981 年发现, 矿体产于秦岭群变质砂岩中, 有 14 个, 长 42—309 米, 厚 1.3—7.8 米, 含红柱石 24—47%, 三氧化二铝 59.8%, 耐火度 1790 C, 储量 29.36 万吨(矿物), 有开发前景。

汉中地区有城固毕家河蓝晶石矿点 1 处, 矿化体长 1000 米, 厚 20—30 米, 蓝晶石含量 5.6—28%, 最大粒径 7 毫米。

商洛地区丹凤县有矽线石矿 2 处, 其中大西沟至蔡凹石墨矿床中共生的矽线石探明矿物量 28 万吨, 含矽线石 15.4%, 经选矿后可与石墨和石榴子石一并回收。

三、冶金用白云岩

全省已评价 26 处, 分布宝鸡、咸阳、渭南、汉中、安康和商洛等地区, 以汉中地区最丰。省内已探明的 11 处, 储量约 5.08 亿吨。

宝鸡地区陇县、凤县和太白县共有白云岩 5 处, 多数产于秦岭群, 以陇县关山沟规模较大。

渭南地区有 2 处, 均产于奥陶系, 一处为蒲城尧山, 探明储量 434 万吨, 矿石含氧化镁 16.6—19.7%, 另一处为韩城阳山庄, 有白云岩地质储量约 1000 万吨。

汉中地区白云岩 11 处, 分布略阳、勉县、汉中、南郑、西乡、镇巴等县, 探明 6 处, 储量约 3.6 亿吨。白云岩主要赋存于上震旦统灯影组和陡山沱组, 以勉县阜川唐家

湾规模最大, 该矿在勉县城南 14 公里, 1969 年西北冶金 711 队评价。有白云岩矿体 13 个, 主矿体长 1200 米, 平均厚 233 米, 矿石含氧化镁 21%, 氧化钙 30%, 储量 1.07 亿吨, 矿石质优, 以 I 级品为主, 可露天开采。

安康地区 3 处, 分布宁陕、旬阳两县。宁陕平和梁和古桑墩两处大型矿床均产于寒武—奥陶系; 前者探明储量 8000 万吨, 矿石为特级品, 后者有远景储量约 2 亿吨。另外, 旬阳公馆白云岩矿规模甚大, 亦颇具远景。

商洛地区 4 处分布商州市、洛南、丹凤等县, 其中商州市两峡矿石质量较好, 曾小量开采。产于陶湾群的洛南尖角白云岩有地质储量约 3.9 亿吨, 远景较大。

四、冶金用脉石英

是冶炼硅铁和生铁的辅助原料, 主要分布西安、宝鸡和安康地区, 有产地 7 处, 探明 2 处均在宝鸡地区, 探明储量 212 万吨。宝鸡凤阁岭大岭山矿位于凤阁岭西北 3 公里, 系石母梁脉石英矿东段, 1966 年陕西区测队发现, 后经宝鸡市地质队、省建材 205 队和冶金 717 队评价。石英脉产于奥陶系草滩沟群裂隙中, 有矿体 4 个, 长百余米至千余米, 厚 1.9 米至 20 米, 矿石含二氧化硅 90—98.6%, 可露天开采。

五、熔剂用石灰岩

主要产于汉中地区略阳和勉县的石炭系和下二叠统, 有产地 4 处, 探明储量近 3.4 亿吨, 其中勉县阜川规模最大, 探明储量占全省的 73%, 该矿产于栖霞组下部, 有 6 层, 长 2520 米, 厚 205 米, 矿石质优, 平均含氧化钙 54.2%, 可露天开采。

六、萤石

已知产地 8 处, 皆在商洛地区, 探明 2 处, 储量 42 万吨。萤石产于花岗岩断裂破碎带中, 属热液充填型。商州市玉石坡是省内最大的萤石产地, 探明储量 41 万吨。该

矿 1958 年秦岭区测队发现, 1971 年省地质局第十三地质队勘探。有矿体 12 个, 较大者长数百米, 厚 2—3 米, 矿石含氟化钙 33.7—54.8%, 二氧化硅 34.8—56.3%, 较大者可直接手选, 供冶金及制水泥用, 石英萤石型矿石需浮选分离, 产品可满足化工、玻璃等部门要求, 1972 年以来商州市萤石矿已累计开采矿石 15 万吨。

七、冶金用石英岩和铸型用砂

产地 3 处, 即汉中娅姑山和利水沟石英岩及西安毛西型砂矿。石英岩探明储量 4520 万吨。娅姑山和利水沟系同一矿层的两矿段, 前者量多质优, 50 年代即用作炼铁辅助原料, 1960 年省地质局西乡队完成勘探。石英岩产于三河口群, 层位在天台山磷矿层之上, 有石英岩一二层, 长 1000 余米, 厚数十米, 矿石为 I 级品, 含二氧化硅大于 98.2%, 三氧化二铁小于 1%, 粒度在 0.8 毫米以下, 型砂牌号为 40/70、

70/140, 符合铸铁、铸钢及精密铸造用砂要求。

毛西型砂矿产于上第三系中新统砂砾层中, 厚数米, 型砂为石英、长石, 探明储量 1.2 万吨。

八、镁橄榄石*

产于商南松树沟超基性岩中, 有矿体 38 个, 估算地质储量 5 亿吨, 镁橄榄石砂含氧化镁 44.3%, 二氧化硅 39.6%, 耐火度 1690—1710℃, 粒度 0.2—1.2 毫米, 系高级耐火材料和优质型砂原料, 现商南造型材料厂开采。

九、菱镁矿

有矿点 1 处, 位于商南富水乡松树沟干沟, 矿体产于蛇纹石化纯橄岩中, 长数米至 100 米, 厚 0.5 米至 1 米, 矿石中菱镁矿占 95% 以上, 含氧化镁 40.2%、二氧化硅 5.7%、氧化钙 5.3%, 1977—1980 年当地曾开采用以生产菱苦土。

第二节 化工原料

本省化工原料矿产有磷、硫铁矿(含伴生硫)、盐矿、镁盐、芒硝、钾长石、重晶石、毒重石、蛇纹岩、泥炭、化工用石灰岩和砷等计 18 种, 已列出的 13 种均有探明储量。产地 149 处, 探明 49 处, 其中大、中型矿床 24 处。毒重石、钾长石和化工用石灰岩的探明储量居全国前列, 重晶石、蛇纹岩和磷矿亦有一定资源优势(图 10—1)。

一、磷矿

系本省重要矿产, 有产地 33 处, 分布宝鸡、汉中、安康、商洛等地区, 探明 15 处, 探明储量约 5.78 亿吨(折合标准矿石储量 1.24 亿吨)。大部分为低品位品质磷灰石, 磷块岩型胶磷矿储量仅占 14%, 由于含磷量低, 选矿成本高, 近年本省磷矿山多

数只采矿未选矿, 并从云南、四川购进富磷矿石。

宝鸡地区有产地 4 处, 探明 3 处, 探明储量 4.65 亿吨, 集中在九子沟矿区。陇县、岐山的 2 处磷块岩产于下寒武统, 规模小, 矿石贫, 探明的储量尚难利用。凤县九子沟磷灰石矿位于草凉驿南 2 公里, 距宝成铁路红花铺站 7 公里。1972 年省地质局第三地质队检查航磁异常时发现, 1977 年结束勘探。磷灰石产于黑云母透辉石岩中, 属岩浆型矿床, 有矿体 10 个, 长 558—1200 米, 宽 360—1400 米。矿石平均含五氧化二磷 3—4%, 探明储量 4.64 亿吨, 折合标准矿石储量 5690 万吨。该矿床含磷虽低, 但通过选矿可达到工业利用要求, 共生的透辉

* 据 1987 年 4 月 30 日《陕西地质报》。

石和黑云母均为大型，透辉石可作为新型节能陶瓷原料回收利用。1973年以来凤县磷矿露天开采，1984年扩建为10万吨选厂并试产磷肥。80年代后期因矿石品位低、综合利用问题尚未解决，暂停产。

汉中地区是省内磷块岩型磷矿的重要分布区，有产地14处，主要分布略阳、宁强、汉中和勉县，探明11处，探明储量1.12亿吨（折合标准矿石6636万吨，）。磷矿主要产于震旦系断头崖组和陡山沱组、下寒武统及下泥盆统三河口群（也可能为下寒武统），代表性矿床有勉县茶店、汉中天台山、略阳金家河和宁强阳平关磷矿。

勉县茶店磷矿开采较早，利用程度较高。矿区位于县城西北20公里，有勉（县）略（阳）公路通过，1967—1974年省地质局第四地质队勘探。矿层为白云质磷块岩，断续长近2000米，厚3—18米，含五氧化二磷20.7%；为中等品位。探明储量2222万吨，折合标准矿石1530万吨。矿石可选性较好，浮选精矿品位32.5%，回收率91.9%，1965年始汉中地区磷矿小规模开采，1977年建成第一期工程，1985年完成一期工程挖潜改造，提高了生产能力。

汉中天台山是省内已探明最大的磷块岩与锰矿共生的矿床，位于汉中城北20公里，交通方便。1965—1967年，省地质局第四地质队普查，1975—1978年对塔南坡北翼勘探，1981年后由省地质局第二地质队工作。磷块岩产于上震旦统陡山沱组，塔南坡矿区为单层矿，长3450米，厚5—6米，矿石平均含五氧化二磷18.5%，氧化钙27.6%，氧化镁2.8%，探明储量6516万吨，折合标准矿石4000万吨。浮选后磷精矿品位31%，回收率81—89%。磷矿顶板有碳酸锰矿层，储量860万吨，采用细菌氧化黄铁矿产生硫酸浸出锰的新工艺，已使磷锰分离，锰可与磷矿同时开采利用。天台山磷矿筹建处1974年始采，年采矿石约2万吨。

80年代后期始群采较盛。

安康地区有磷矿4处，分布安康、紫阳和镇坪县，其中紫阳麻柳坝和镇坪妖魔崖具一定规模，前者为陡山沱组沉积磷块岩，有地质储量377万吨。后者产辉绿岩中，为岩浆型磷灰石矿，有地质储量4706万吨，矿石品位低，尚难利用。

商洛地区磷矿产于山阳胡家沟和丹凤竹林关双水磨，均为沉积磷块岩，其中胡家沟磷矿产于下寒武统，探明储量141万吨，当地曾小规模开采地表富矿。

二、硫铁矿及伴生硫

本省硫铁矿产地44处，除铜川、延安两地区外皆有分布，以汉中地区为多。探明产地10处，探明储量约2970万吨（按硫35%折合标准矿石为1363万吨），其中火山热液型居重要地位。

西安地区硫铁矿有周至东林沟矿点一处，品位虽高（含硫27.3%），但规模小。

宝鸡地区3处，分布宝鸡县和眉县，其中宝鸡望家坡硫铁矿探明储量147万吨，产于奥陶系草滩沟群，属火山沉积变质矿床，矿石平均含硫9.8%，当地曾开采。

咸阳地区2处硫铁矿点分布彬县境内，系中侏罗统延安组碳质页岩中的“鸡窝”矿，矿石富而规模小，宜地方开采。

渭南地区澄城三眼桥硫铁矿床经1980年陕西化工地勘大队补充详查，探明储量277万吨（折合标准矿石158万吨），矿体产于本溪组铝土页岩中，平均含硫20%，主要为Ⅱ级品，易选易炼。据《澄城县志》记载，明、清时有土法开采，用于冶炼硫磺。1956和1958年，澄城、蒲城2县硫磺矿分别建成投产，目前转为井下开采。

榆林地区硫铁矿有府谷西山和吴堡宋家川，前者产于本溪组底部，后者产于断裂带中，规模都很小。

汉中地区有产地8处，分布略阳、宁强、勉县、西乡、洋县和镇巴等县，属碧口

群火山热液型硫铁矿，其中宁强二里坝和西乡五里坝矿床共探明储量 1240 万吨，折合标准矿石 602 万吨。

二里坝矿位于宁强县城北 41 公里，1958—1960 年省地质局大安队据当地开采线索初步勘查，1963—1964 年西北地质局陕二队补充勘探。硫铁矿产于碧口群火山岩破碎带中，有主矿体 9 个，长数百米，厚 0.5 至 9 米，矿石含硫 8.5—31%，伴生铜和锌，选矿后铜可回收。探明硫铁矿 661 万吨（折合标准矿石 321 万吨），现当地开采。此外，产于上泥盆统蟠龙山组的镇巴兴隆场硫铁矿有地质储量 1728 万吨，规模较大。

安康地区有产地 14 处，分布宁陕、石泉、紫阳、旬阳、白河、平利等县，探明 4 处，探明储量 1175 万吨（折合标准矿石 537 万吨）。其中白河圣母山和里端沟属产于耀岭河群的火山沉积变质矿床，矿石含硫 8—15%，白河县矿产联合公司开采。宁陕东沟硫铁矿产于中泥盆统牛耳川组上部，尚未开采。平利凤凰尖硫铁矿 1984 年探明储量 972 万吨，达中等规模。

商洛地区产地 4 处，分布商州市、洛南和柞水等县，探明 2 处，探明储量 132 万吨（折合标准矿石 45 万吨），全在商州市腰市东沟矿区。该矿床产于宽坪群，属火山沉积变质类型。此外，柞水茨沟矿床尚有难利用储量 220 万吨。近年来，在镇安月西发现了省内唯一的硫铁富矿，硫品位超过 30%，储量达中型，很有工业价值。

本省伴生硫资源丰富，主要伴生于钼、铜、铅锌、金银硫化物矿床中。探明产地 11 处，探明储量 2659 万吨，其中金堆城钼矿伴生硫 2264 万吨，占全省的 85%。黄龙铺大石沟钼矿伴生硫 286 万吨，占全省的 11% 左右。多数可随主矿产一起开采，金堆城和宁强刘家坪铜矿中的伴生硫已回收利用。

三、盐和芒硝

二者相伴产出，系现代内陆盐湖沉积，以石盐、芒硝为主，兼有硼酸盐、石膏及钾、镁、锂等有用元素。有产地 9 处，分布渭南和榆林地区。

渭南地区富平卤泊滩和大荔朝邑盐池洼系盐碱坑或盐沼地，面积约 306 平方公里，盐碱坑水深 0—1 米，含硫酸镁、硫酸钠、氯化钠和微量氯化钾，卤水之下为固体盐层，含硫酸钠 24.4%、氯化钠 17.4%。盐沼地土盐厚数厘米，由芒硝和石盐组成，含硫酸钠 13.9—51.8%、氯化钠 0.5—11.8%。富平华阳和蒲城原任有国营企业（省劳改局办）开采，1992 年产芒硝 0.86 万吨。

榆林地区有盐和芒硝矿 7 处，皆分布在定边盐湖区，加上周围盐沼地，面积约 1600 平方公里。单个盐湖面积 4—35 平方公里，水深 0.1—0.54 米，矿层产于第四系上更新统、全新统湖泊沉积物中，芒硝层在下，厚一二米，石盐层在上，包括新盐、老盐和盐根，厚 1 米左右。表层为卤水，厚 10—30 厘米，含石盐大于 379 克/升、三氧化二硼 178—700 毫克/升，部分盐湖卤水中锂含量 50—92 毫克/升。整个盐湖区有固体石盐储量 351 万吨，可利用的氯化钠卤水储量 452 万吨，所含氯化镁、硫酸镁和少量钾盐可综合利用。定边盐在陕甘宁边区时期曾大量开采，现由定边县盐化厂开采，年产原盐 8 万吨、精盐 3 万吨、芒硝 6—7 万吨、元明粉 1 万吨。另外，在榆林地区的奥陶系中有数十米厚的岩盐层，埋深在 2000 米左右，远景很大。

四、钾长石

为本省 70 年代末新增探明矿种，有产地两处，即洛南长岭和瓦子坪，前者系 1975 年西北大学地质系和冶金 712 队通过 1:5 万填图发现，712 队勘探。钾长石产于中生代富钾杂岩体中，矿体为正长岩脉，有

77个,长150—400米,厚16—60米,含钾长石85%以上。计算储量的22个矿体平均含氧化钾12.37%,氧化钠1.13%,氧化钙和氧化镁1.44%,探明储量8700万吨。矿石经试验可作陶瓷、电瓷及电焊条原料,现当地露天开采,供应西安火电厂和洛南陶瓷厂。瓦子坪含钾岩石产于熊耳群顶部粗面凝灰熔岩中,含氧化钾9.7—11.3%,有地质储量7000多万吨。

五、重晶石及毒重石

为本省优势矿产之一,重晶石有产地17处,探明6处,分布汉中、安康和商洛地区,以安康地区为多。探明储量2694万吨,重晶石矿均未利用。毒重石产地2处均在紫阳县,黄柏树湾小型矿床,产于下寒武统碳酸盐岩层中,长约4公里,厚5—8米,碳酸钡含量37—65%。1990年县办毒重石矿始采。此外在安康、旬阳一带重晶石矿床中亦伴有毒重石,在镇巴一带亦有发现。

汉中地区重晶石产地5处,产于略阳、宁强和勉县碧口群及西乡五里坝、镇巴观音等地,规模小。

安康地区11处,分布安康、旬阳、平利和镇坪等县,探明4处,储量1707万吨,重晶石主要产于下古生界碳质硅质岩和碳质板岩中,属火山喷气浅海沉积成因,代表性矿床有安康石梯、茨沟和平利水坪等。石梯是省内探明储量最多的重晶石矿床,1961年安康专区地质队发现,1981—1983年省地质局第七地质队勘探。矿体产于志留系大贵坪组中下部含碳碎屑岩中,主矿体长295—1370米,厚1.7—5.2米,矿石含硫酸钡76.1%,碳酸钡5.6%,氧化钙4.2%,二氧化硅10.2%。探明储量1081万吨。

商洛地区探明产地1处,即柞水大西沟铁矿中共生重晶石986万吨,可与铁矿同时开采。

六、化肥用蛇纹岩

已评价者6处,分布留坝、略阳、宁强、勉县等县,探明4处,储量约4.3亿吨,皆与石棉和铬铁矿共生,属超基性岩热液蚀变而成。含氧化镁35%以上,适于制钙镁磷肥。宁强黑木林和略阳煎茶岭蛇纹岩正随石棉矿一起开采,留坝楼房沟蛇纹岩被采作建筑饰面材料。

七、化工用石灰岩

本省该矿具有一定优势,主要用作制电石和制碱原料,分布铜川和宝鸡地区,有产地6处,探明3处,探明储量约4.5亿吨。

铜川李家沟电石灰岩,探明储量1755万吨,产于下奥陶统马家沟组中,矿石平均含氧化钙55%,现当地小量开采。

宝鸡地区有陇县阎家山和风翔川口河化工灰岩,前者产于中下奥陶统,伴有优质大理岩。后者系省内探明的最大产地,有储量3.36亿吨。该矿位于凤翔县城东北11公里,省地矿局第三地质队80年代初发现并勘探。矿层产于上奥陶统,长1400米,宽1600米,厚55米,平均含氧化钙55%,氧化镁0.54%,二氧化硅和三氧化二铁0.49%,为制电石和制碱原料,其规模之大,质量之优为西北地区所罕见。目前凤翔县水泥厂及宝鸡数家电石厂正在开采,生产的水泥和电石均为优质品,矿体盖层黄土还可做水泥配料。

安康地区紫阳县有产地3处,产于下三叠统上部,其中黄家坪电石灰岩属I级品,有储量125万吨。

本省化工灰岩除上述产地外,渭北和陕南其它地区亦多有产出。另外,不少水泥灰岩也符合化工灰岩的工业要求。

八、泥炭和腐植酸肥料煤

泥炭产地有11处,分布西安、渭南、榆林等地区,产于第四系砂层或湖沼沉积层中。矿体多呈近水平的透镜状,长数十至数百米,宽数十米,厚0.25—4米,上覆物厚

不及1米。探明榆林大营盘1处,储量9.5万吨,矿层含灰分50%,有机物42%,五氧化二磷和氧化钾各0.2%,氮1.34%,当地居民曾用作燃料。此外,蓝田汤峪赵家沟脑和渭南阳郭镇稠水河亦产有泥炭。

本省铜川、咸阳、渭南、延安等地风化煤可用作腐植酸肥料,已知产地19处,探明1处,即蒲城蔡邓,该处风化煤含腐植酸41%,氧化钙加氧化镁4%,储量211万

吨。此外,宜君、旬邑、淳化、子长、富县和黄龙等县煤层中亦有之,一般含腐植酸30—50%,水分12—18%,有地质储量100多万吨。

九、砷矿

已知有宁陕凤凰沟雄黄矿及山阳盘道河毒砂矿,前者已探明为小型,自1956年以来民间断续开采。

第三节 建筑材料及其它非金属矿产

本省此类矿产有50种(见表12),探明储量者33种,有产地300余处,其中探明148处,大中型矿床75处。探明储量居全国前3位的主要有水泥用灰岩、饰面用板岩、饰面用大理岩、海泡石粘土、蓝石棉、石棉和石榴子石等(图10—2)。

一、石棉

系本省重要矿产之一,有产地6处,分布宁强和略阳等县。宁强黑木林和略阳煎茶岭2处共探明储量1079万吨。石棉产于蛇纹岩中,属热液交代成因,有水镁石石棉和蛇纹石石棉两种类型,后者质量较佳。本省石棉矿建国前已开采,50年代,黑木林、煎茶岭2处国营矿山建成投产,近年又新增数处乡镇矿山和群采点。黑木林矿系1959年省地质局大安队勘探,有石棉矿体8个,长40—2400米,厚8—171米,蛇纹石石棉矿石平均含棉率3.5%,石棉纤维长0.7—5毫米,水镁石石棉矿石平均含棉率4.3%,纤维长5—30毫米,全矿区石棉以Ⅵ、Ⅶ级品为主,探明储量985万吨。水镁石石棉以往被当作劣质石棉,实际上它是一种纤维状的水镁石,在冶金、化工、建材等工业中有广泛用途。

二、蓝石棉

主要分布商南赵川至湘河一带,有产地5处,大苇园和冯家岭2处探明储量1986

吨,居全国第2位。矿层产于耀岭河群与陡山沱组的不整合面上,或层间破碎带中,属区域变质成因,冯家岭矿清光绪年间被当地居民发现,建国后,50年代数个地质队普查,70年代省地质局第十三地质队勘探。蓝石棉产于黑云斜长片麻岩、石英斜长片岩和钠长阳起片岩的蚀变带中,有矿体31个,主矿体长68—134米,厚1.2—7.2米,平均每立方米矿石含蓝石棉3.6—10.9公斤,多为劈分性、柔软性较好的纤铁蓝闪石石棉,探明储量478吨。1972年至1979年当地群众和商南县615矿共采12.4吨,已停采。

三、石墨

有产地21处,其中晶质石墨15处,非晶质(隐晶质)石墨6处。探明产地7处,储量约600万吨。

(一) 晶质石墨

分布西安、宝鸡、渭南、汉中和商洛地区,探明储量900万吨。

西安地区长安县大峪五里庙晶质石墨矿产于宽坪群,属小型矿床,正在开采。近年在临潼县与灞桥区交界处崇阳沟发现一大型晶质石墨矿产地,很有开发前景。

宝鸡地区陇县和太白县境内有4处,矿体产于秦岭群石墨大理岩中,以陇县六桥质量较好,固定碳含量5—9.1%,有地质储

量 138 万吨，具有开发利用价值。

汉中地区 6 处，其中佛坪 4 处产于下志留统片岩和石英岩中，含固定碳 4% 左右，石墨晶片较小，有地质储量 521 万吨。留坝、洋县 2 处，分别产于印支期花岗岩与三河口群的接触带附近或中上志留统，其中洋县铁佛寺晶质石墨具一定规模，远景较好。

商洛地区 3 处产于丹凤和商南境内秦岭群，耀岭河群含石墨变质岩中，其中丹凤庾家河和大西沟碾子坪蔡凹共探明储量 887 万吨，石墨矿物量 43 万吨。庾家河石墨矿系 1984 年国家建材局陕西地质大队评价，有大理岩型、片麻岩型、石墨片岩型和脉丛型 4 种矿石类型，固定碳 8—9%（最高 16%），探明储量 384 万吨。商南湘河双庙岭晶质石墨矿产于耀岭河群，规模达中型，石墨鳞片较细小。

渭南地区潼关太华群中，也有石墨矿，正在勘查之中，当地有小规模开采。

（二）隐晶质石墨

分布西安、宝鸡和汉中地区，探明 2 处，储量 292 万吨。

西安地区户县银洞沟矿质纯量小，县石墨矿曾开采。

宝鸡地区 3 处，分别产于凤县、太白和眉县境内，其中眉县铜峪石墨矿位于县城南 14 公里营头乡，30 年代民国省建设厅作为笔铅原料开采销往外地。60 年代经省地质局勘查，获储量 284 万吨。该地石墨产于宽坪群中，矿石为Ⅲ级品，选矿后固定碳可达 65% 左右，县石墨矿开采，销路较好。

四、石膏

有产地 9 处，分布渭南、汉中、安康和商洛地区，探明产地 1 处。

渭南地区白水县方山石膏矿点产于二叠—三叠系石千峰群紫红色砂质页岩中，含膏层厚 10 米，单层厚数厘米，有地质储量 37 万吨。

汉中地区产地 6 处，西乡、镇巴的 4 处

产于中下三叠统，矿石为Ⅰ级品，可医用或食用；洋县境内 2 处产于中更新统粘土层的底部，可作建材原料。探明 1 处即西乡瓦刀子石膏矿，70 年代建材 205 队多次工作，1983 年国家建材局陕西地质大队勘探结束，证明为大型矿床。石膏产于下三叠统嘉陵江组白云岩中，矿体长 1200 米以上，最厚 428 米，矿石有石膏、硬石膏和混合膏 3 种类型，分别含石膏 80—92%、78—91%、47—92%，探明储量 4.55 亿吨，目前县办矿山正在小规模开采，该矿床已列入国家建设规划，有较大开发远景。

安康地区旬阳李家沟和汉阴蒲溪一带亦产石膏，规模很小。

商洛地区有热液型石膏矿点 2 处，一为商州市阎村，产在下石炭统二峪河组，矿体小而不规则，当地一度开采；一为丹凤长里沟，系秦岭群大理岩中的硬石膏。

五、滑石

有产地 3 处，探明者为宁陕东平沟滑石矿，1975 年省地质局第七地质队发现，1981 年初勘证明为中型矿床。滑石产于印支期花岗岩与寒武奥陶系接触处的白云石大理岩和透闪石岩中，属接触交代类型。有矿体 3 个，长 168—538 米，厚 2—10 米，矿石属Ⅰ、Ⅱ级品，含二氧化硅 49—58%，氧化镁 29—32%，三氧化二铁 0.55—1.7%，白度 61.3—87.1。探明储量 181 万吨，共生白云岩地质储量 8000 多万吨，伴生的透闪石经咸阳陶瓷厂试验可作为新型制陶原料。

此外，商洛地区镇安长坪有滑石矿点一处，规模很小。汉中地区勉县青羊驿红崖沟亦有滑石矿点一处，当地开采。

六、水泥用灰岩

本省该矿资源十分丰富，据不完全统计，产地有 100 余处，遍布全省 10 个地（市）的 40 多个县，探明 71 处，探明储量 45 亿吨，居全国首位，其中 1/3 在渭北北

山, 2/3 在陕南, 陕北则很少。在探明产地中, 大中型矿床占一半, 正在开采的占 45%。

西安地区有 7 处, 分布周至、户县、蓝田等县南部山区, 探明 4 处, 储量 6700 万吨。蓝田小寨石灰岩产于陶湾群, 系 1985 年省地矿局第六地质队详查, 矿石主要为结晶灰岩和大理岩, 含氧化钙 50—54%, 其它组分符合水泥原料要求, 部分矿段达到电石灰岩要求。有储量 6000 万吨, 现蓝田县小寨乡水泥厂露天开采。

铜川地区探明产地 7 处, 产于耀县和铜川市南部的奥陶系石灰岩中, 探明储量 4.5 亿吨。矿石平均含氧化钙 48—56%, 其它组分符合要求, 部分水泥灰岩亦可用作冶金熔剂、制碱和电石原料。耀县宝鉴山系 50 年代重工业部非金属矿勘探公司 707 队勘探的大型矿床, 矿层为下奥陶统马家沟组中厚层致密块状灰岩, 矿石有特级、I 级及 II 级品, 平均含氧化钙 48—54%, 氧化镁低于 2.5%, 二氧化硅、三氧化二铝和三氧化二铁低于 9%, 可作高标号水泥、电石及高铝水泥原料, 特级品可作尼龙原料。探明储量 1.67 亿吨, 省耀县水泥厂自 1960 年以来一直露天开采。

宝鸡地区产地 11 处, 陇县、宝鸡、千阳境内者产于寒武奥陶系, 凤县境内者产于草滩沟群和中泥盆统, 眉县境内者产于宽坪群。探明 7 处, 储量 8.48 亿吨。其中凤县河口黄牛沟系省内已探明储量的最大产地, 探明储量 7.7 亿吨, 1966 年建材 205 队完成评价。矿层为中泥盆统块状石灰岩, 含氧化钙 47—54.6%, 属 I 级品。矿体裸露地表, 凤县水泥厂正在露天开采。

咸阳地区有产地 8 处, 探明 7 处, 全为大中型矿床, 分布乾县、礼泉、淳化、泾阳等县北部山区, 探明储量 14.8 亿吨, 水泥灰岩皆产于奥陶系, 矿石质量一般较好。

渭南地区探明产地 10 处, 分布富平、

蒲城、白水、韩城等县北部山区, 探明储量 8400 万吨, 水泥灰岩主要产于中上寒武统和奥陶系, 以灰色隐晶质灰岩为主, 个别产地为石灰华。

延安地区仅有水泥用钙质结核(即料姜石)矿点 2 处, 分别产于延安刘庄至中庄和黄陵店头北沟, 有地质储量 113 万吨。

榆林地区 3 处, 分布府谷和榆林两县, 府谷境内 2 处产于上奥陶统, 探明储量 417 万吨, 矿石为致密块状灰岩, 含氧化钙 51—53%、氧化镁 1.2—2.9%, 县水泥厂正在开采。

汉中地区 26 处, 几乎各县都有分布, 探明 16 处, 11 处为大中型矿床, 储量 8.6 亿吨, 主要产于下石炭统、下二叠统和下三叠统。西乡盖仙寺灰岩 1974 年建材 205 地质队勘探, 矿层为下三叠统中厚层状灰岩, 含氧化钙 48—55%, 氧化镁 0.2—2.9%, 质佳易采, 探明储量 1.38 亿吨。

安康地区 15 处, 规模较小, 探明 9 处, 石灰岩产于不同时代地层中: 产于寒武系者为致密至微粒灰岩, 下志留统和中泥盆统者为结晶灰岩, 上石炭统者为薄层灰岩, 共探明储量 1.1 亿吨。

商洛地区 10 处, 探明 9 处, 除丹凤县外各县皆有分布, 共探明储量 6.15 亿吨。石灰岩产于古生代地层中, 以泥盆系和石炭系中质量较佳, 含氧化钙 53—55%, 氧化镁 0.16—1.31%, 其中山阳馒头山和镇安海棠山均系大型矿床, 当地正在开采。

七、水泥配料

(一) 水泥配料粘土矿

已知产地 10 处, 探明 8 处, 储量 3905 万吨, 粘土主要产于第四系, 属冲积和残积成因, 矿石以 I 级品为主。

宝鸡地区凤县河口黄牛沟粘土矿探明储量 662 万吨。

渭南地区华县启圣宫粘土矿点可供地方小型水泥厂利用。

汉中地区探明产地 5 处，储量 3201 万吨，代表性矿床为西乡庄坊，该矿 1974 年由建材 205 队完成勘查，矿层赋存于第四系上更新统冲积层中，为褐色粘土 I 级品，含二氧化硅 65%，三氧化二铝 16%，三氧化二铁 6%，可塑性指数 17.6—19.9，硅酸系数 2.77—3.06，铝氧系数 2.62—2.55，探明储量 848 万吨。

安康地区宁陕、紫阳境内有粘土矿产地 2 处，规模较小。

(二) 水泥配料黄土矿

已知产地 11 处，主要分布铜川、汉中和榆林地区，探明 8 处，7 处为大中型矿床，共探明储量 12814 万吨。黄土系第四系上更新统马兰黄土，目前开采的有 3 处。

铜川地区产地 5 处，储量 9024 万吨，其中耀县五台山系 1983 年建材陕西地质大队在前人工作基础上完成勘探，黄土裸露地表，长 2 公里，宽 1 公里，平均厚 57 米，为黄色微细粒亚粘土和粉砂，质优量丰，耀县水泥厂开采药王山和五台山两处。

汉中地区略阳县产地 3 处，其中徐家坪探明储量 770 万吨。

榆林地区有府谷黑山黄土矿，县水泥厂开采。

(三) 水泥配料页岩矿

已知产地 2 处，产于西乡峰坦和南郑梁山，系下志留统粘土页岩，其中峰坦探明储量 1262 万吨。

八、玻璃用石英岩和石英砂岩

全省有玻璃用石英岩 9 处、石英砂岩 1 处。分布宝鸡、渭南、榆林、汉中和商洛地区，探明 7 处，储量 18519 万吨。石英岩主要产于太华群、宽坪群和三河口群，系火山沉积变质或沉积变质成因。石英砂岩产于上三叠统永坪组和瓦窑堡组，系沉积矿床。

宝鸡地区眉县砂坡寺石英岩产于宽坪群，储量 90 万吨，矿石含二氧化硅 98%，三氧化二铁 1.1%，因含铁高暂时难利用。

渭南地区石英岩产于华县高塘太华群，质量尚可，有地质储量 1309 万吨。

榆林地区神木县三塘系省内唯一的玻璃用石英砂岩产地，探明储量 117 万吨，产于上三叠统，含二氧化硅 98%，三氧化二铝 0.79%，三氧化二铁 0.41%，县玻璃厂开采。

汉中地区产地 4 处，其中利水沟和娅姑山 2 处与冶金用石英岩伴生，皆为大中型矿床，集中分布汉中市北部山区，探明储量 7512 万吨，主要产于泥盆系三河口群，矿床规模大，矿石质量好（I、II 级品为主），正在开采者 2 处。此外，汉中天台山亦产有石英岩。

安康地区石英岩矿产于安康市早阳下古生界，有地质储量 625 万吨。

商洛地区商州市境内产地 2 处，产于宽坪群，其中韩子坪分水岭石英岩规模较大，有地质储量 4350 万吨。

九、玻璃用白云岩

仅有洛南黑山 1 处，白云岩产于中元古界龙家园组，长 5 公里，厚 45—64 米，矿石含氧化镁 21%，氧化钙 30%，探明储量 474 万吨。

十、长石

省内重要矿产之一，有产地 8 处，分布西安、宝鸡、汉中、安康和商洛等地(市)，探明 4 处，探明储量 335 万吨。

西安地区 2 处，即长安大崖沟和临潼新凯山碾子沟，前者矿石含铁和钙高，钾钠比值低，暂难利用。后者探明储量少，矿石含钾长石 51%，石英 16%，可作陶瓷原料。

宝鸡地区产地 2 处，太白双王金矿 8 号矿体中伴生钠长石有探明储量 332 万吨（大型），初步试验精矿可用于日用、卫生、建筑陶瓷坯体和釉料。另一处为宝鸡观音山长石矿点，亦符合卫生陶瓷工业要求。

汉中地区产地 1 处，即城固毕家河空山，有地质储量近 2 万吨，另含有少许白云

母。

安康地区产地2处，即宁陕瓦房子和石泉安沟，长石含量20—40%，规模很小。

商洛地区商南曹营大河长石矿点有少许探明储量，矿物为微斜长石，含矿率25—90%。另外，近年在商南太吉河发现的钠长石也是较好的制陶原料。

十一、陶瓷粘土

有产地10处，分布铜川、宝鸡、榆林、延安和商洛地区，探明4处，储量391万吨。

铜川市产地5处，探明2处，储量40万吨，产于下石盒子组，矿石含三氧化二铝21.5—50%，二氧化硅40—69.5%，三氧化二铁1.2—3.2%，狼沟粘土矿可作日用卫生陶瓷及耐火原料，土黄沟粘土矿属Ⅰ、Ⅱ级品，Ⅰ级品符合电瓷原料要求。

榆林地区产地2处，分布神木和子洲两县，产于中侏罗统和上三叠统，其中神木磁窑沟陶瓷用粘土页岩有地质储量365万吨。

延安地区1处，产于甘泉县道镇侏罗系，有地质储量32万吨。

商洛地区洛南兑山陶瓷粘土与耐火粘土共生，探明储量319万吨，矿石质优，以Ⅰ、Ⅱ级品为主，含三氧化二铝23—38%，三氧化二铁0.8—1.7%，二氧化硅45—57%，县陶瓷厂开采。建材西北地质公司在洛南黄坪发现一种新型陶瓷原料—绢英岩，矿石分绢英岩和绢英岩化花岗斑岩两种类型，系热液蚀变成因，绢英岩含二氧化硅78.2%，三氧化二铝12.6%，其他指标符合制陶要求。1981年咸阳陶瓷厂以此作原料制成釉面砖，获省科技进步三等奖。

十二、砖瓦粘土

产地众多，大凡砖瓦窑处皆属之，然经地质勘查探明储量者仅3处，储量647万立方米，皆产于第四系更新统。

西安市和周至县境内有砖瓦粘土多处，达大中型规模，已开采多年，其中灞桥西渠

村一带的“红垆土”（亦称“红胶泥”）系优质砖瓦粘土，赋存于河流二级阶地顶部，出露范围长10公里，最宽1公里。

宝鸡老王沟砖瓦粘土经勘查探明储量395万立方米，有黄色亚粘土6层，含氧化钙和氧化镁3.4—16.5%，三氧化二铝11.2—15.9%，二氧化硅47.7—66%，三氧化二铁3.6—6.3%，可塑性指数8.7—16.1，现宝鸡虢镇机瓦厂开采。

关中其余各县均有未经地质评价而为当地利用的砖瓦粘土矿多处，按实际开采量计算均达大中型矿床规模。汉中市韩家湾和柞水石镇粘土矿也有少许储量，当地开采。

十三、饰面用大理岩与瓦板岩

70年代后期以来，本省饰面用大理岩探明产地和储量增长较快，现有产地20处，探明14处，探明储量9258万立方米，分布西安、宝鸡、渭南、汉中、安康和商洛等地区，多为大中型矿床。

西安地区有长安太乙宫1处，系宽坪群蛇纹石化大理岩，有各种天然花纹，可作建筑装饰材料。

宝鸡地区产地2处，宝鸡坪头大理岩已采作铁路建筑工程石料，太白牛家沟门大理岩探明储量911万立方米，矿石质佳，工艺上称作“雪花白”及“乌云飞”，视理论成荒率68%，可露天开采。

咸阳地区有泾阳黑云沟1处，系上奥陶统黑色大理岩和彩色角砾状大理岩，探明储量52万立方米。

渭南地区有产地3处，探明2处，储量538万立方米，一处为潼关玉石峪，产于太华群，矿石为蛇纹石化、金云母化、透辉石化和叶腊石化大理岩，在浅黄、灰白的底色上嵌有各种鲜艳夺目的斑点和花纹，现潼关大理石矿开采制作饰面板材；另一处为富平老庙蓝山，为奥陶系石灰岩中的大理岩，工艺上有墨玉、隐花墨玉和花斑墨晶3个品种，清雍正《陕西通志·物产》所谓之富平墨

玉即出于此。此外，韩城独子山至城河口寒武奥陶系灰岩中亦产有大理岩，当地开采。

汉中地区探明产地 4 处，即勉县牛头山、城固文川猫儿山、西乡马鞍山和留坝青桥铺，探明储量约 5000 万立方米。矿体分别赋存于中泥盆统、下石炭统和下三叠统，工艺品种有灰条花、云花浮浪花、珍珠米、牛头红等。其中牛头山矿为白云石大理岩，工艺品种有汉脂奶油石、汉白玉、稻香黄、牛头红等，成荒率 55.7%，每立方米荒料可制成品板材 20 平方米，现当地开采。留坝青桥铺大理岩现由省地矿局秦地石材公司开采加工，产品外销美国、意大利、印度和香港等国家和地区。

安康地区石泉杨家沟大理岩探明储量 834 万立方米，工艺品种有黑斑、长水黑、灰斑和墨香等。紫阳毛坝大理岩为大型优质墨玉矿床。

商洛地区近年来由省地矿局第十三地质队探明商州市韩子坪、丹凤十里吊、商南汪家店、山阳丁家山、洛南黑山和镇安程庄 6 处大理岩矿床，交当地开采。

天然板材瓦板岩是本省重要创汇矿产品，为产于寒武奥陶系和下志留统的各种板岩和千枚岩，呈薄板状，层面光滑平整，可作建筑饰面材料，因主要产于紫阳县境内，故名“紫阳板石”。近年紫阳县一直开采加工成厚 1—2.5 厘米，面积 $2 \times 1 - 1 \times 0.5$ 平方米的石板销往国外，在国际市场上颇具盛名。镇巴观音区瓦板岩探明储量 750 万立方米，预测荒料 2000 万立方米，现乡镇矿山开采。此外，岚皋四季乡竹园湾石料板材及清涧优秀天然石板也已开采多年。

十四、饰面用花岗岩与混合岩

省内花岗岩硬质石材产地有数十处，探明 3 处，储量 1786 万立方米。丹凤枣园规模最大，储量 1302 万立方米，系肉红色花岗岩，工艺上称作虎皮红，耐酸和耐碱度均达 97%，抗折强度 377 公斤/平方厘米，

光洁度 60—70，质量符合硬质石料板材标准，成荒率 34%，现由县石料厂开采。此外，华山和老牛山花岗岩，俗称“华山石”，当地亦采作建筑饰面材料。

混合岩探明者有太白凤斗桥 1 处，储量 247 万立方米，系鳞片状混合花岗岩，视理论成荒率大于 66%，光洁度大于 90，抗压和抗折强度分别为 122、171 公斤/平方厘米，耐磨度大于 6.5 度，符合建筑饰面材料要求。

十五、片麻岩

产于华县太华群中，探明产地 2 处，储量 9950 万立方米，岩石抗压强度 600—2397 公斤/平方厘米，吸水率低于 1%，华县莲花寺半截山片麻岩用于铁路建筑石碴，已开采多年。

十六、钠长阳起片岩

产于户县粟峪河宽坪群中，岩石由钠长石、绿帘石、阳起石等组成，厚度巨大，适于露天开采。1987 年省地矿局综合研究队利用其中主要矿物具有速融且融浆粘度小、流动性好的特点，试制成功优质岩棉，填补了省内建材工业一项空白。按一定比例将此种岩石与白云石混合，在 1350℃ 下融熔，即获酸度系数 2 的岩棉短纤维，其性能优于玄武岩岩棉，适宜在 300—600℃ 条件下用作保温隔热材料，该项研究成果已获国家专利。

十七、高岭土

产于渭北和陕北石炭二叠纪煤层底板，已发现大型矿床 3 处：府谷阎家渠高岭土产于太原组中下部，主矿体有 3—4 层，厚 1—3 米，高岭石含量高，结晶好，分布较稳定，远景储量 2.78 亿吨，属大型矿床；韩城象山高岭土主矿体在太原组 11 号煤层底板，长 5 公里，厚 1—4 米，上部为深色矿，含高岭石 90—98%、三氧化二铝 36.7%，下部为浅色矿，含高岭石 55—93%、三氧化二铝 31.7%，已探明属大型矿床；铜川陈炉高岭土主矿体长 1200—2000 米，厚 2—3 米，含高岭石大于 90%、

三氧化二铝 30—36%，经勘查属大型矿床。以上 3 处均系优质高岭土矿床，质量能满足高档陶瓷和造纸涂布级原料要求。此外，建材西北地质公司在略阳白水江志留系古岩溶中，发现有洞穴充填型高岭石，系优质陶瓷原料和工艺雕刻石料。

十八、膨润土

系本省近年新增探明矿种，分布洋县和西乡境内，探明产地 2 处，储量 6320 万吨。膨润土产于第四系中更新统粘土层中，其中洋县西郎探明储量占全省的 90%，属钙基膨润土，吸蓝量 52—54 毫克/100 克样，膨胀率 4.5—7 倍，胶质价 45—55 毫克/15 克样，造浆率 4.2—6.4 立方米/吨，脱色力 110.7—161.5%，省地矿局第二地质队及当地已开采，用以制作新型防水建筑涂料和钻探泥浆材料，其中 XB—808 建筑涂料已通过省级鉴定，并向 30 多家企业转让技术。经酸处理后的活性白土也已研制成功，是良好的漂白和脱色剂。非凡胶质量亦达到国外同类产品标准。膨润土中蒙脱石含量较高，可用于吸附水氟，对预防氟病有一定作用。此外，府谷海则庙上二叠统亦产有膨润土。

十九、海泡石

系本省 1983 年新发现的矿种，产地 4 处，其中宁强关口坝探明储量 74 万吨，居全国第 3 位。海泡石赋存于下二叠统茅口组中部，属沉积成因，平均含量 20% 左右，原矿造浆率 3—5 立方米/吨，脱色力 40—60，工业利用问题尚需研究。1988 年省地矿局十三队与宝鸡卷烟厂合作，利用商南、丹凤一带元古代大理岩中热液型脉状海泡石作原料，经活化提纯制成卷烟焦油吸附剂，可使卷烟焦油量降低 36—72%，吸附焦油的能力优于国外常用手段。同年，省地矿局西安测试中心与省轻工业研究所合作，用秦岭群中热液型海泡石制成 SX—865 低度白酒澄清剂，能快速除去白酒因降度产生的混

浊现象，与常规除浊方法比较，具有澄清快，工艺简单，成本低的特点，处理后酒中有效成分回收率在 95% 以上，该产品已提供 10 余家酒厂试用。

二十、石榴子石

有产地 8 处，5 处与砂金伴生，其中安康恒口砂金矿中的石榴子石每立方米含 5.4 公斤，粒径 0.25 毫米以上者占 75%，探明储量 36.7 万吨（小型）。此外，丹凤蔡凹碾子坪石榴子石与石墨、矽线石共生，长安县大峪和商南湘河亦见有产地，后者具有一定规模。

二十一、云母

产地 15 处，分布宝鸡、汉中、安康和商洛等地区，探明 7 处，储量 702 吨，以白云母为主，多产于花岗伟晶岩中。

宝鸡地区白云母分布宝鸡赤沙至固川一带花岗伟晶岩脉中，有 3 处，每立方米矿石含白云母 4—181 公斤，估算储量 160 吨。

汉中地区城固、西乡、佛坪等县有 4 处，探明 2 处，储量 97.5 吨，含白云母花岗伟晶岩产于下志留统变质岩中，每立方米矿石含白云母 5—175 公斤，有效片径 2—10 平方厘米，以佛坪大河坝所产较佳。

安康地区有石泉肖家沟 1 处，探明储量 81 吨，含白云母伟晶岩脉产于志留系片岩中，每立方米矿石含白云母 18—26 公斤，云母片剥分性差，有裂纹，伴生有绿柱石。

商洛地区产地 7 处，分布丹凤峦庄一带，探明 4 处，储量 525 吨，含白云母花岗岩脉产于秦岭群变质岩中，每立方米矿石含白云母 5—84 公斤，有效片径 4—20 平方厘米，弹性、挠性和电气性能较好；峦庄八岔一带的 3 处白云母矿，丹凤县开采。

二十二、压电水晶和熔炼水晶

有产地 31 处，系热液石英脉型，分布渭南、汉中、安康和商洛地区，探明储量集中在安康蔡坝和洛南长麻地 2 矿区，探明压电水晶 949 公斤，熔炼水晶 121.5 吨。

渭南地区有矿点 3 处，分布华县和潼关

南部山区，其中华县金堆城崖角沟有压电水晶和熔炼水晶，分别为 16 公斤和 5.5 吨。

安康地区有产地 6 处，探明蔡坝 1 处，有压电水晶 222 公斤，熔炼水晶 39.6 吨，每立方米矿石含压电水晶 0.26—7.23 克，熔炼水晶 400 克，地质部水晶公司 705 矿和省地质局第十二地质队一度开采，采得压电水晶 147.8 公斤，熔炼水晶 32.2 吨，1972 年停采。

商洛地区有产地 19 处，探明储量者在洛南长麻地矿区，包括 9 (B)、4 (B)、8 (B) 和 19 (B) 等矿脉，探明压电水晶 728.3 公斤，熔炼石英 81.9 吨，每立方米矿石含压电水晶 0.68—11.7 克，熔炼石英 8.24—1204 克。商南县梁家湾、敏家沟等地亦有熔炼水晶，具有一定规模，地质工作程度低，当地开采，部分用作县人造水晶厂原料。

二十三、透辉石和透闪石

有产地 6 处，其中透辉石 4 处，透闪石 2 处，分布宝鸡、安康和商洛地区。

宝鸡地区凤县九子沟磷灰石矿床中，共生透辉石储量 1.86 亿吨，可作为釉面砖陶瓷原料，具有缩短烧成时间，降低炉温以节省燃料等优点，可行性研究已获成功。

安康地区宁陕东平沟滑石矿床中共生透闪石含矿率 40—75%，经咸阳陶瓷厂试验，为优质陶瓷原料。

商洛地区商州市寺沟透辉石为中型，分水岭透闪石产于火成岩外接触带大理岩中，透闪石含量 60—80%，制釉面砖试验已获成功。此外，丹凤皇台河疙瘩亦产有透辉石和透闪石。

二十四、硅灰石

有矿化点多处，宁陕朝阳庙和山阳园子街硅灰石产于花岗岩与大理岩或石灰岩的接触带，硅灰石呈板状、纤维状和放射状集合体，规模小而分布不均。此外，蓝田石堤峪、宝鸡宪盖寺、周至杏树梁及洛南、丹凤等地亦有硅灰石线索。

二十五、刚玉

有产地 1 处，即佛坪东岳庙刚玉矿点，产于耀岭河群片麻岩及伟晶岩脉内，刚玉呈柱状或桶状，长数厘米，可作研磨材料。

二十六、蛭石

有产地 4 处，分布渭南和商洛地区，蛭石产于伟晶岩与太华群、秦岭群片麻岩和大理岩的接触处。有蛭石辉石岩、蛭石大理岩和蛭石伟晶岩 3 种类型，含矿率 38—52%，目前有群采点 27 处。其中潼关立峪蛭石矿产于太华群中，长 100—570 米，宽 76—210 米，矿石中蛭石平均含量 51.4%，膨胀倍数 2.2—5.1，蛭石矿物量 240 万吨（大型），目前潼关太要矿正在开采，矿山处在产销两旺时期。

二十七、沸石

产于吴堡张家塬和洛南黑山，前者系浊沸石，赋存于中三叠统长石砂岩的胶结物中，一般含量 20—30%，利用问题尚待试验。

二十八、叶腊石

产于安康余姐河钠长石英片岩中，矿石类型有蓝晶石叶腊石石英片岩、叶腊石石英片岩和叶腊石岩，叶腊石含量 10—90% 不等，历年民间小量开采。

二十九、辉绿岩

产于略阳三岔子，系辉绿岩脉，质量符合铸石原料工业要求，现当地开采。

三十、硅藻土

产于大荔段家第四系中，现当地开采，年采约 7000 吨。

三十一、冰洲石

产于旬阳麻坪亮石洞下志留统灰岩裂隙溶洞中，冰洲石呈集合体附于洞壁或呈细脉产于裂隙中，单晶棱长 1 至 2 厘米，无色透明，多裂隙和气泡，达不到光学原料要求。

三十二、宝玉石矿

(一) 丁香紫玉

系锂云母集合体，产于商南凤凰寨花岗伟晶岩的钠锂型结构带中，其玉质地致密细

腻，具有丁香花的淡紫色，半透明，富集地段每立方米矿石可获玉料 49 公斤，是一种中档玉石。

(二) 绿松石

产于白河月儿潭和白龙洞、安康八里及镇坪洪石等地，赋存于寒武系和志留系碳质石英绢云片岩和硅质岩裂隙中，以月儿潭开采历史较长，曾销往汉口。绿松石呈黄、绿、蓝及各种过渡色调的葡萄状或团块状，硬度适中，质地细腻，可加工成珠宝项链等装饰品，每立方米矿石中含绿松石 0.41—0.75 公斤。

(三) 蛋白石

产于洋县八宝台辉石橄榄岩风化壳中，范围 0.12 平方公里，呈细脉状或结核状，单脉长不及 1 米，宽数厘米，蛋白石不透明，不具宝石价值，个别半透明微带蓝色者，可制低档装饰品。

(四) 蓝田玉

蓝田出玉，汉代即知，称作“蓝田美玉”。今蓝田玉川一带宽坪群中夹有蛇纹石化和透闪石化大理岩，呈透镜状，厚数米，玉料具白、绿、黄、黑各种色调及美丽花纹，现玉川玉石厂开采，琢制各种工艺品。

(五) 洛玉

即色泽艳丽的蛇纹石，亦称作“洛南翠”，产于洛南黄花丈龙家园组大理岩中，主要矿物为纤蛇纹石。其玉呈美丽的孔雀绿或蓝绿色，质地细腻，可作工艺美术雕刻原

料，当地一度开采。

(六) 商洛翠玉

系震旦系灯影组结晶灰岩断裂带中的致密块状白云母岩，因色绿如翡翠，故名。产于商南赵川，单脉长不及一米，厚数厘米，质纯细腻，微透明，可制装饰品。古代曾开采，留有老硐。

(七) 虎睛石

产于商南冯家岭石棉矿中，系蓝石棉的硅化产物，呈蓝灰、灰紫、紫红等色，纤维状结构，丝绸和腊状光泽，可雕刻各种工艺品或装饰品。

(八) 粉翠(桃花玉)

产于商州市宽坪群含锰石英白云石大理岩、含锰石英岩等含锰岩中，由蔷薇辉石矿物组成；多呈紫红、粉红色，色泽鲜艳，柔和悦目，微透明—不透明，为致密块状，质地细腻。矿体呈透镜状、似层状产出。粉翠在矿体内呈团块状、条带状产出，以前者为主；工艺块度 1—3 公斤，最大可达 17 公斤，经工艺美术部门试雕，既可雕琢玉器又可加工成首饰品，其中玉杯颇受外商青睐。

在商南、丹凤县秦岭群之伟晶岩脉中见有绿帘石，但达到宝石级的稀少。

三十三、药用矿物原料

据不完全统计，本省已知药用矿物有 46 种，其中非金属矿物 34 种，金属矿物 9 种，化石 3 种，分列于表 14：

表 14

陕西省药用矿物原料简表

序号	名称	成份	产地	功能与用途
(一) 非金属矿物				
1	麦饭石*	风化或半风化的浅成花岗岩类	秦岭 华山	消炎解毒、助消化。可制饮料、酒类澄清剂、化妆品、饲料添加剂等
2	禹粮石 (禹余粮、太乙余粮等)	褐铁矿或其与粘土的混合物	陕北	涩肠止泻、清热收敛。主治久泻、久痢、便血、崩漏等症

*1988 年省地矿局综合队和六队分别完成秦岭和华山麦饭石调查及应用试验研究，所开发的麦饭石产品对净化水质、冰箱除臭及制作饮料等有特殊作用，已投入市场。

续表 14

序号	名称	成份	产地	功能与用途
3	寒水石(凝水石、盐精石)	石膏或碳酸盐类矿物	秦岭	清热泻火, 治腹痛、牙痛等
4	石膏	硫酸钠	西乡瓦刀子、镇巴、洋县、白水、商州市等地	清热泻火、除烦止渴。主治高热、肺热、喘咳、胃火牙痛。加热脱水后成“煅石膏”, 供外用, 可生肌敛疮
5	玄精石(阴精石、玄英石)	片状石膏	横山县	除风益精, 治头痛目赤
6	胆矾	硫酸铜的水合物	凤县、镇安、丹凤	催吐、主治食物中毒、外用治目赤、痔疮, 农业上用作杀虫剂
7	礞石	云英片岩、滑石片岩、绿泥片岩等	洛南、城固等地	祛痰镇惊、降气行滞。主治咳嗽多痰、大便秘结等症
8	砒石(砒霜、砒华)	三氧化二砷, 亦可从含砷矿物毒砂、雄黄制取	宁陕新建、山阳盘道河、镇安、凤县、旬阳等地	平喘解毒, 性热, 有大毒, 宜慎用。主治寒哮、疟疾等症, 农业上用作杀虫剂
9	雄黄(鸡冠石)	硫化砷	同砒石	解毒杀虫药、有毒。治蛇虫咬伤、疥癣、恶疮等症
10	雌黄	三硫化二砷	同砒石	解毒杀虫药、有毒。治蛇虫咬伤、疥癣、恶疮等症
11	阳起石	钙镁铁硅酸盐矿物	汉中、略阳、洛南	补肾壮阳。治肾虚、阳痿、腰膝酸痛等症
12	大青盐(石盐)	氯化钠	定边	凉血益气明目。治喉炎、虚汗、牙痛等症
13	白云母	铝硅酸盐矿物	丹凤、石泉、城固、潼关等地	明目止痢平喘。治咳嗽、咯血
14	绿矾	含水硫酸亚铁	韩城、蒲城等地	除燥清热、消积解毒。治疮止痒
15	明矾(白矾、矾石)	含钾、铝硫酸盐类	陕北	性寒味酸涩。主治癫痫、痰阻等症, 外用治疥癣、湿疹等

续表 14

序号	名称	成份	产地	功能与用途
16	硼砂	硼酸钠	定边、靖边、神木等地盐湖中	消肿止痛、清热解毒。外用治咽炎、口疮、眼疾等症
17	芒硝(朴硝、玄明粉等)	硫酸钠	定边盐湖和蒲城、富平、大荔朝邑盐池滩中	性寒味咸,清热消肿,润燥软坚。主治肠胃实热、便秘、口疮等症
18	银硝(硝石、钾硝石等)	硝酸钾	陕北及关中东部盐碱土壤中	泻下、破积软坚。治黄疸、水肿、便秘、泻痢等症
19	赤石脂(石脂)	硅酸盐类含铁陶土,以含水硅酸铝为主	延安、三原、富平、南郑等地	涩肠止泻止血。治久泻久痢、崩漏等症
20	滑石	镁硅酸盐类	宁陕东平沟、宁强青羊驿、汉中等地	清热利湿。主治小便淋沥热痛、暑热烦渴等症,外用治湿疹、痱子
21	紫石英	氟化钙	商州市玉石坡、洛南等	镇心定神、温肺养肝。治胃寒、腹痛、气喘等症
22	白石英	二氧化硅	陕南	温肺镇咳。治咳嗽等症
23	钟乳石(鹅管石、石钟乳等)	碳酸钙	陕南石灰岩溶洞中	温肺助阳,化痰平喘。治咳嗽哮喘等症
24	海浮石	多孔火山岩	陕南	清肺化痰。治咳嗽、小便涩痛
25	黄铁矿(蛇含石、蛇黄等)	二硫化铁	宁强二里坝、澄城三眼桥、白河圣母山等	散瘀止痛消肿。治跌打损伤、关节酸痛等症
26	硫黄(石硫黄、黄硫砂等)	硫	宁强二里坝、澄城三眼桥、白河圣母山等,自硫铁矿提炼硫黄	温阳祛寒、有毒。治虚寒腹痛、阳虚便秘等症,外用治湿疮、疥癣,可杀虫

续表 14

序号	名称	成份	产地	功能与用途
27	卤碱	从卤水中提取的卤化物粉剂	榆林	消炎利尿、消渴助消化
28	花蕊石	含镁、钙的碳酸盐类	商南、丹凤、洛南、勉县、略阳等地	收敛止血。治咯血及外出血等症
29	蛇纹石	镁硅酸盐类	留坝楼房沟、略阳煎茶岭、宁强黑木林等地	收敛止血。治咯血及外出血等症
30	无名异 (土子)	锰质粘土结核	蓝田、勉县、洋县等地	止痛活血、消肿散瘀
31	金精石 (金星石)	即蛭石、镁铁铝硅酸盐类	潼关立峪、华山瓮峪、洛南金子沟等地	镇静安神、解毒止血
32	料姜石	黄土中的钙质结核	关中、陕北	外用消肿治疮
33	白垩	碳酸钙、藻类等土状沉积物	陕北	收敛止血。治痢疾、呕吐等，能中和胃酸，保护溃疡面
34	玛瑙	同心环状的玉髓、二氧化硅胶体	小秦岭、柞水、镇安等地	清热明目
(二) 金属矿物				
35	朱砂 (丹砂、辰砂)	硫化汞	旬阳公馆、山阳、镇安等地	安神镇惊。主治癫狂、惊悸、不寐等症，外用治疮毒肿痛
36	水银	自然汞	旬阳公馆、山阳、镇安等地	有剧毒，可安神、杀虫，外用消炎(红汞水)

续表 14

序号	名称	成份	产地	功能与用途
37	磁石 (慈石、吸铁石)	四氧化三铁	略阳铜厂、鱼洞子, 洛南木龙沟、潼关太要等地	镇静安神、益肾补血。主治肾虚头晕、耳鸣、失眠等症
38	赭石 (赤铁矿)	三氧化二铁	铜川、陇县、韩城、洛南等地	平肝凉血。治呕吐、清肝火
39	密陀僧 (铅黄)	氧化铅	凤县、旬阳等地	有毒, 可敛疮止血杀虫
40	铅丹	四氧化三铅即方铅矿和白铅矿的氧化物	凤县、旬阳等地	镇静安神、敛疮杀菌。有毒, 供外用(制膏药)
41	炉甘石	碳酸锌即菱锌矿	凤县、旬阳等地	燥湿除腐、生肌明目。主治目赤翳障、湿疮等症。
42	铜绿	碱式碳酸铜即孔雀石	眉县、周至、户县、商州市、山阳、宁强等铜矿区均产	解毒、杀虫
43	赤铜屑 (红铜)	氧化铜	眉县、周至、户县、商州市、山阳、宁强等铜矿区均产	其粉末可治腋臭、风眼及接骨焊齿
(三) 化石				
44	龙骨	哺乳动物骨骼化石	蓝田公王岭、勉县杨家湾、洛南石门等地	镇惊安神、敛疮生肌。治失眠、盗汗、头晕等症
45	石燕	腕足类化石	汉中梁山	清热、利便、明目
46	琥珀	碳、氢、氧组成的树脂状有机物	铜川煤层中偶见	镇惊安神、化痰利尿。治小便涩痛、尿血、失眠等症

表 15

陕西省非金属矿产资源简表

矿种	所在地市	矿床名称	位 置	规模	利用状况	备 注
耐火粘土	铜川市	上店粘土矿	铜川市陈炉上店	大型	正在开采	共生有铝土矿
		立地坡粘土矿	铜川市陈炉南	小型		
	商洛地区	兑山粘土矿	洛南县城东 8 公里	中型	正在开采	共生中型陶瓷粘土矿
砂线石	商洛地区	大西沟—蔡凹砂线石矿	丹凤县庾家河	小型		共生中型晶质石墨和石榴子石
红柱石	宝鸡市	四沟红柱石矿	太白县鹦鸽乡	小型	当地小规模开采	
冶金用白云岩	渭南地区	尧山白云岩	蒲城县城北 15 公里	小型		共生有水泥灰岩
	汉中地区	唐家湾白云岩	勉县阜川	大型		
		茶店子白云岩	勉县城西 19 公里	中型		
		定军山白云岩	勉县城南 4 公里	中型		
	安康地区	平和梁白云岩	宁陕县城东北 25 公里	大型		
	商洛地区	西峡白云岩	商州市西南 47 公里	小型	曾开采	
冶金用脉石英	宝鸡市	王家沟脉石英矿	宝鸡市益门	矿点		
		大岭山脉石英矿	宝鸡县凤阁岭	中型		
熔剂用石灰岩	汉中地区	蹇家坝石灰岩	略阳县城东南 8 公里	小型	正在开采	
		白石崖石灰岩	略阳县城北 4 公里	小型		
		阜川石灰岩	勉县城南 17 公里	大型		
		混家沟石灰岩	勉县黄沙铺	大型		
萤石	商洛地区	李塬萤石矿	洛南县三要区	矿点	曾开采	
		玉石坡萤石矿	商州市西南 20 公里	中型	正在开采	
冶金用石英岩及铸型用砂	西安市	毛西型砂矿	西安市东 16 公里	矿点		
	汉中地区	娅姑山石英岩	汉中褒河东北 4 公里	大型		亦用作玻璃原料
		利水沟石英岩	汉中褒河东北 2 公里	大型	正在开采	亦用作玻璃原料

续表 15

矿种	所在地市	矿床名称	位 置	规模	利用状况	备 注
磷 矿	宝 鸡 市	九子沟磷灰石矿	凤县草凉驿	大型	曾开采	共生透辉石、黑云母矿均为大型
		景福山磷矿	陇县城西北 25 公里	小型	曾开采	
		涝川磷矿	岐山县城东北 7 公里	小型	曾开采	
	汉 中 地 区	天台山磷锰矿	汉中市北 20 公里	大型	正在开采	伴生中型锰矿
		茶店磷矿	勉县城西 20 公里	中型	正在开采	
		金家河磷矿	略阳县城西北 17 公里	中型	正在开采	共生大型白云岩
		阳平关磷矿	宁强县城西北 28 公里	中型	正在开采	
		何家岩磷矿	略阳县城东南 16 公里	小型	正在开采	共生大型白云岩
		宽川铺磷矿	宁强县城北 13 公里	小型	正在开采	
		徐家沟磷矿	略阳县金家河西	小型		
		观山磷矿	勉县城西南 16 公里	小型	曾开采	
		陈家沟磷矿	宁强县胡家坝	小型		
		朱家坝磷矿	南郑县碑坝前进乡	矿点	曾开采	
		渔渡坝磷矿	镇巴县城东南 20 公里	小型	曾开采	
		商洛地区	胡家沟磷矿	山阳县照川	小型	曾开采
硫 铁 矿	宝鸡市	望家坡硫铁矿	宝鸡县拓石北 10 公里	小型	曾开采	
	渭南地区	三眼桥硫铁矿	澄城县城西 20 公里	中型	正在开采	
	汉 中 地 区	兴隆场硫铁矿	镇巴县城东 16 公里	大型		
		五里坝硫铁矿	西乡县高川	中型		
		二里坝硫铁矿	宁强县巩家河北	中型	正在开采	伴生有铜矿
	安 康 地 区	凤凰尖硫铁矿	平利县城西南 20 公里	中型		
		圣母山硫铁矿	白河县城南 20 公里	小型	正在开采	
		里端沟硫铁矿	白河县城南 15 公里	小型	正在开采	
		东沟硫铁矿	宁陕县新场大桥沟	小型		

续表 15

矿种	所在地市	矿床名称	位 置	规模	利用状况	备 注
硫 铁 矿	商洛地区	东沟硫铁矿	商州市腰市	小型	曾开采	
		茨沟黄铁矿	柞水县城西南 7 公里	中型	曾开采	
		月西硫铁矿	镇安县城东南 31 公里	中型	正在开采	
盐 矿	榆林地区	定边县盐矿	县城北 12 公里(含苟池 等 14 个盐湖)	小型	正在开采	共生芒硝、 镁盐、伴生 少量钾盐
钾长石	商洛地区	长岭钾长石矿	洛南县庙台窑沟	大型	正在开采	
重晶石及毒重石	安 康 地 区	石梯重晶石矿	安康县城东北	中型		
		水坪重晶石矿	平利县洛河区	中型		
		茨沟重晶石矿	安康市茨沟区	小型		
		黄柏树湾毒重石矿	紫阳县毛坝区瓦庙	小型	正在开采	
		良田垭重晶石矿	安康县城西南 28 公里	小型		
化 工 用 石 灰 岩	铜川市	李家沟化工灰岩	铜川市黄堡	中型	正在开采	
	宝 鸡 市	川口河化工灰岩	凤翔县东北 11 公里	大型	正在开采	
		阎家山化工灰岩	陇县东风镇	大型		
泥炭	榆林地区	大营盘泥炭矿	榆林县孟家湾	小型		
砷	安康地区	新建雄黄矿	宁陕县新建凤凰沟	小型		
石 棉	汉 中 地 区	黑木林石棉矿	宁强县大安东北 16 公里	大型	正在开采	共生大型蛇 纹岩
		煎茶岭石棉矿	略阳县城东南 18 公里	中型	正在开采	
蓝 石 棉	商 洛 地 区	大苇园蓝石棉矿	商南县湘河汪家店	大型	曾开采	
		冯家岭蓝石棉矿	商南县赵川十里坪	中型	曾开采	
石 墨	西 安 市	五里庙晶质石墨矿	长安县引镇大峪	小型	正在开采	
		银洞沟隐晶质石墨矿	户县涝峪	矿点	曾开采	
	宝 鸡 市	铜峪隐晶质石墨矿	眉县城南 14 公里	中型	正在开采	
	商 洛 地 区	庾家河晶质石墨矿	丹凤县城北 30 公里	大型		

续表 15

矿种	所在地市	矿床名称	位置	规模	利用状况	备注
石膏	汉中地区	瓦刀子石膏矿	西乡县峡口左溪	大型	正在开采	
滑石	安康地区	东平沟滑石矿	宁陕县泰山庙庙梁	中型	曾开采	共生透闪石矿
水 泥 用 灰 岩	西安市	小寨灰岩	蓝田县城西南 15 公里	中型	正在开采	
		千岔沟灰岩	户县城西南 19 公里	小型	正在开采	共生中型水泥用大理岩
	铜川市	宝鉴山灰岩	耀县城东 8 公里	大型	正在开采	
		桃曲坡灰岩	耀县寺沟苏家店	大型		共生中型黄土矿
		崖窑沟灰岩	铜川市东南 7 公里	大型	正在开采	
		银洞沟灰岩	铜川市黄堡	中型		
		丁家山灰岩	耀县城东 7 公里	中型		
		石坡灰岩	铜川市黄堡	小型		
		赵家山灰岩	铜川市西南 6 公里	小型	正在开采	
	宝鸡市	黄牛沟灰岩	凤县河口	大型	正在开采	
		大山灰岩	宝鸡县县功镇	中型	正在开采	
		阴弯灰岩	宝鸡县县功镇北	小型	正在开采	
		任家山灰岩	千阳县城西北 12 公里	小型		
		南旗山灰岩	凤县凤州	小型		
		钻天峰灰岩	眉县城南 14 公里	小型	正在开采	
	咸阳市	任池灰岩	礼泉县城东北 14 公里	大型		
		五峰山灰岩	乾县城东北 23 公里	大型		
		蔡家沟灰岩	泾阳县白王白马场	大型		
		九顷塬灰岩	泾阳县口镇东	中型		
		阳坡灰岩	泾阳县口镇	中型	正在开采	
庄河灰岩		礼泉县昭陵	中型	正在开采		
铁瓦殿灰岩		淳化县城南 9 公里	中型			
渭南地区	华子山灰岩	韩城市东北 18 公里	中型			
	阳山庄灰岩	韩城市东北 19 公里	中型			
	西塬灰岩	韩城市东北 14 公里	中型			
	庄里灰岩	富平县庄里镇北	小型			

续表 15

矿种	所在地市	矿床名称	位置	规模	利用状况	备注
水 泥 用 灰 岩	榆林地区	上天桥灰岩	府谷县城东北 12 公里	小型		
	汉 中 地 区	盖仙寺灰岩	西乡县城南 7 公里	大型		
		七家山灰岩	西乡县茶镇	大型		
		石堰寺灰岩	汉中市北 25 公里	大型		共生中型白云岩
		堰口灰岩	西乡县城东南 9 公里	中型	正在开采	
		庙台子灰岩	留坝县庙台子	中型		共生大型大理岩
		横现河灰岩	略阳县城西北 6 公里	中型		
		吴家营灰岩	略阳县城东北 7 公里	中型		
		毛坝灰岩	略阳县城西北 10 公里	中型		
		牛圈沟灰岩	勉县城东南 18 公里	中型		
		猫儿山灰岩	城固县文川	中型	正在开采	共生大型大理岩
		上梁山灰岩	南郑县梁山	中型		
		下梁山灰岩	南郑县梁山	小型	正在开采	
		鲁光坪灰岩	略阳县城南 2 公里	小型	正在开采	
		安 康 地 区	太白洞灰岩	宁陕县城南 4 公里	中型	
	大堰沟灰岩		石泉县城西北 12 公里	中型	正在开采	
	三里峡灰岩		旬阳县城西北	中型		
	黄家坪灰岩		紫阳县毛坝	小型		
	万家梁灰岩		平利县东河	小型		
	商 洛 地 区	馒头山灰岩	山阳县三里	大型	正在开采	
		海棠山灰岩	镇安县城东 4 公里	大型	正在开采	
		龙洞沟灰岩	柞水县石坪	中型		
		孤山灰岩	洛南县城北 8 公里	小型	正在开采	

续表 15

矿种	所在地市	矿床名称	位 置	规模	利用状况	备 注
水 泥 配 料	铜 川 市	五台山黄土矿	耀县城东北 5 公里	大型	正在开采	
		药王山黄土矿	耀县城东	中型	正在开采	
		裤裆沟黄土矿	铜川市西南 5 公里	中型		
		文昌阁黄土矿	耀县城南 2 公里	小型		
	宝鸡市	黄牛沟粘土矿	凤县河口	中型		
	汉 中 地 区	峰坦页岩矿	西乡县杨河坝	中型		
		徐家坪黄土矿	略阳县城西北 14 公里	中型		
		杨家山粘土矿	汉中市沙沿乡	小型	正在开采	
		庄坊粘土矿	西乡县城西 3 公里	中型		
		冬青树梁粘土矿	西乡县城南 4 公里	小型		
玻 璃 用 石 英 岩 及 石 英 砂 岩	宝鸡市	砂坡寺石英岩	眉县城南 18 公里	小型	曾开采	
	榆林地区	三塘石英砂岩	神木县城东北 14 公里	小型	正在开采	
	汉 中 地 区	老鹰崖石英岩	汉中市河东店	中型	正在开采	
		夏家沟石英岩	汉中市北 17 公里	中型		
玻 璃 用 白 云 岩	商洛地区	黑山白云岩	洛南县城北 22 公里	小型		共生中型大理岩
长 石	西 安 市	大崖沟长石矿	长安县城南 16 公里	大型		
		碾子沟长石矿	临潼县新凯山	小型		
陶 瓷 粘 土	铜 川 市	狼沟粘土矿	铜川市十里铺	小型	曾开采	
		土黄沟粘土矿	铜川市黄堡	小型		
砖瓦粘土	宝鸡市	老王沟粘土矿	宝鸡县虢镇	中型	正在开采	
饰 面 用 大 理 岩	宝鸡市	牛家沟门大理岩	太白县城东北 3 公里	中型		
	咸阳市	黑云沟大理岩	泾阳县口镇	小型		
	渭 南 地 区	蓝山大理岩	富平县峪岭	中型		
		玉石峪大理岩	潼关县善车峪	中型	正在开采	
	汉 中 地 区	牛头山大理岩	勉县城东北 23 公里	大型	正在开采	
		青桥铺大理岩	留坝县城南 30 公里	大型	正在开采	
		马鞍山大理岩	西乡县城西南 21 公里	中型		
	安康地区	杨家沟大理岩	石泉县长水	中型		

续表 15

矿种	所在地市	矿床名称	位置	规模	利用状况	备注
饰面用花岗岩与混合岩	宝鸡市	凤斗桥混合岩	太白县城东 6 公里	小型		
	商洛地区	枣园花岗岩	丹凤县涌峪	大型	正在开采	
饰面用板岩	汉中地区	镇巴观音板石矿	镇巴观音区	小型	正在开采	
	安康地区	三胜寨瓦板岩矿	紫阳县城西南 16 公里	小型	正在开采	
		大南河瓦板岩矿	紫阳县城南 26 公里	小型	正在开采	
		四季板材矿	岚皋县城南 10 公里	小型	正在开采	
片麻岩	渭南地区	石榴沟片麻岩	华县莲花寺	中型		
		半截山片麻岩	华县莲花寺	大型	正在开采	
钠长阳起片岩	西安市	粟峪河钠长阳起片岩	户县城南 11 公里	大型		
高岭土	铜川市	陈炉高岭土	铜川市陈炉镇	大型		
	渭南地区	象山高岭土	韩城市西 4 公里	大型		
	榆林地区	阎家渠高岭土	府谷县城北 5 公里	大型		
膨润土	汉中地区	四郎膨润土	洋县城北 8 公里	大型	正在开采	
		杨河坝膨润土	西乡县城南 7 公里	中型		
海泡石	汉中地区	关口坝海泡石	宁强县城南 14 公里	小型		
云母	汉中地区	大河坝云母矿	佛坪县城南 25 公里	小型		
	安康地区	肖家沟云母矿	石泉县城北 19 公里	小型		
	商洛地区	街子沟云母矿	丹凤县峦庄峡河至马家坪	小型		
		朱家屋场云母矿	丹凤县峦庄峡河至马家坪	小型	正在开采	
		大麻窖云母矿	丹凤县峦庄峡河至马家坪	小型	正在开采	
		峡河塬云母矿	丹凤县峦庄峡河至马家坪	小型	正在开采	
压电水晶和熔炼水晶	安康地区	蔡坝压电水晶矿	安康市大河	中型	曾开采	共生中型熔炼水晶矿
	商洛地区	长麻地压电水晶矿	洛南县油房	中型		共生中型熔炼水晶矿
透辉石和透闪石	商洛地区	寺沟透辉石	商州市北宽坪	中型		
		分水岭透闪石	商州市韩子坪	小型		共生有石英岩矿
蛭石	渭南地区	立峪蛭石矿	潼关县立峪口	大型	正在开采	

第十章 燃料矿产

本省燃料矿产有煤、石煤、油页岩、石油和天然气，均探明有工业储量。共有产地 152 处，探明 142 处，有 68 处具大中型规

模（图 11、表 16）。本省煤炭探明储量仅次于山西和内蒙古，居全国第 3 位，有明显的资源优势。

第一节 煤和石煤

一、煤

本省煤炭资源十分丰富，有产地 *119 处，其中大中型产地 57 处，探明储量 1559 亿吨，主要分布陕北和渭北地区，包括陕北石炭二叠纪煤田、渭北石炭二叠纪煤田、陕北三叠纪煤田、陕北侏罗纪煤田和黄（陵）陇（县）侏罗纪煤田等 5 大煤田。汉中和商洛地区及宝鸡地区西南部也有零星分布，包括镇巴侏罗纪煤田、勉县偃河侏罗纪煤产地、商洛二叠纪煤田、山阳二峪河石炭纪煤产地、凤县红花铺、草凉驿石炭纪煤田及凤县户家窑侏罗纪煤产地等。本省煤种较齐全，以长焰煤、不粘结煤、弱粘结煤为主，瘦煤、贫煤次之，气煤仅分布陕北三叠纪煤田和黄陵侏罗纪煤田的黄陵矿区。本省煤炭资源利用程度除渭北地区较高外，总的看较低，按目前全省煤矿开采能力，保有储量可供开采近千年之久。

（一）铜川地区

本区煤炭开发较早，利用程度较高，有产地 26 处，其中 17 处属渭北石炭二叠纪煤田铜川矿区，9 处属黄陵侏罗纪煤田焦坪矿区和彬长矿区，探明储量 25.6 亿吨，目前正在开采的有 15 处。

石炭二叠纪煤赋存上石炭统太原组和下

二叠统山西组，太原组含煤 2—4 层，可采 3 层，分别厚 0.4—4.2 米、0.1—1.5 米、0.5—3.0 米，间距 4—12 米；山西组有局部可采煤层 2 层，厚 0.1—1.5 米。煤种有贫煤、瘦煤、无烟煤和焦煤，以前两种为主。本区石炭二叠纪煤探明储量 14 亿吨，以王石凹煤矿规模较大，该矿由西北煤田地勘局第一钻探区队 1954 年精查，有煤层 9 层，可采 3 层，以太原组为主，厚 1.5—3.5 米，为主焦煤（瘦煤），硫和灰分较高，可作动力及民用燃料，探明 1.53 亿吨，1957 年建井，目前仍在开采。

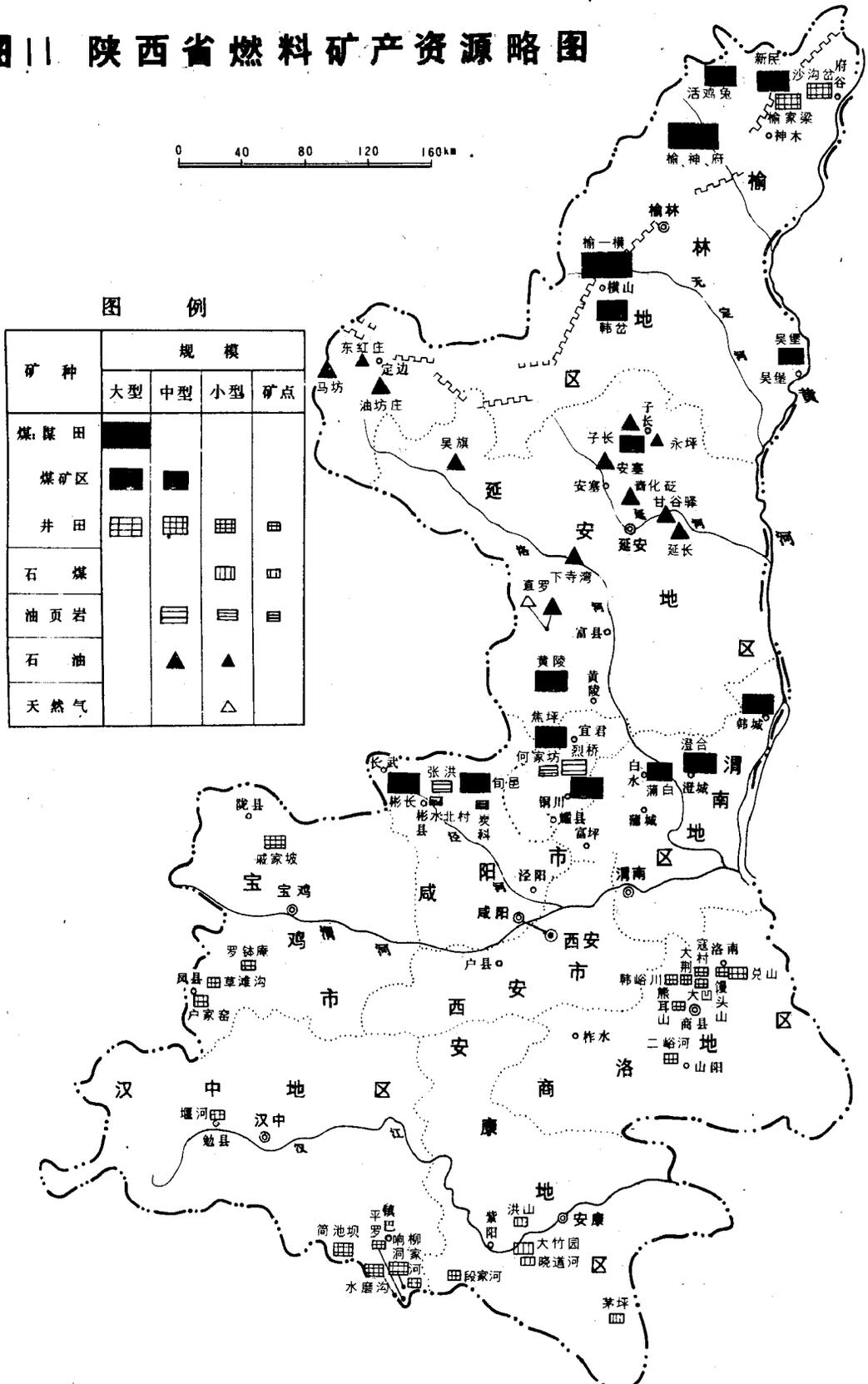
本区侏罗纪煤主要赋存中侏罗统延安组，有可采和局部可采煤层 1—2 层，厚度变化较大，总厚 0.4—34 米，一般 1—10 米。煤种有长焰煤、不粘结煤、弱粘结煤和气煤，以弱粘结煤为主。探明储量 11.6 亿吨，较大者为龙王一玉华井田，主体位于铜川市金锁乡，1957—1970 年西北煤田地质局勘探，1979 年 194 队补充精查，该井田有 4 个含煤组，第 4 煤组全区可采，主可采煤层 1 层，厚 10 米，主要为弱粘结煤，探明储量 4.08 亿吨。

（二）宝鸡地区

产地 6 处，多数为矿点，共探明储量

* 由于煤炭勘查和开采的程度不一。“产地”一词的含义相差悬殊，其范围由不足 1 平方公里至 1 万多平方公里。本节所指“产地”包括煤矿、井田、开采井、普查区、勘探区、找煤区及矿点等。

图11 陕西省燃料矿产资源略图



6800万吨,正在开采的有5处。凤县草凉驿为中石炭统草凉驿群中的“鸡窝”煤,有3层,极不稳定,一般厚1—3米,为无烟煤,探明230万吨,现乡镇开采。属于彬长矿区的陇县戚家坡、娘娘庙和麟游北马坊煤矿均为侏罗纪煤,含煤5层以上,可采1—3层,厚0.2—6米,均为长焰煤,探明6400万吨,现乡镇开采。凤县户家窑侏罗纪煤产地有可采煤层6层,总厚1—9.5米,为长焰煤,探明178万吨,现乡办煤矿开采。

(三) 咸阳地区

产地7处,探明储量100亿吨,一般含煤1—6层,可采者1—4层,可采煤层单层厚度最大为28.9米,各地煤层层数及厚度变化较大。主要为弱粘结煤、不粘结煤和长焰煤,多数产地正在开采。本区煤炭主要分布彬县、长武、旬邑3县交界一带,70年代省煤田地勘公司186队完成普查,1987年10月提交彬长矿区详查,勘探地质报告,探明储量62.8亿吨;其含煤地层为中侏罗统延安组,有煤1—5层,主可采1层,厚一般为5.9—10.2米,另有局部可采4层。煤层结构复杂,不稳定,煤种为弱粘结煤,地方县办煤矿和乡办小窑开采。

(四) 渭南地区

产地33处,正在开采的23处,多为大中型井田,分属渭北石炭二叠纪煤田的韩城矿区、澄合矿区、蒲白矿区及铜川矿区的一部分,共探明储量52亿吨。上石炭统太原组为灰黑色泥岩夹砂岩和煤层,下部有薄层灰岩,底部为铝土质页岩。该组含煤2—9层,可采和局部可采2—5层,主可采2层厚1.0—6.7米;山西组由灰黑色砂岩、泥岩及煤层构成,含煤3层,2层局部可采,主煤层厚1.0—7.0米。煤种以贫煤、瘦煤为主,亦有烟煤和焦煤。

韩城矿区在本区探明储量最多。该矿区位于韩城市以北,面积约500平方公里,有

大中型井田9处,探明储量23亿吨。北周时韩城煤即被采掘用于冶铁,至今有1400年历史。本世纪30年代初赵国宾、王竹泉等及建国初霍世诚等曾先后前往调查。大规模的地质勘探始于1958年,1970年省131煤田勘探队完成矿区南区详查及北区普查勘探,后相继提交各井田精查及普查区的地质报告。矿区含煤10多层,可采和局部可采4层(太原组和山西组各2层),厚0—12.3米,间距15—30米;以贫煤为主,无烟煤、瘦煤次之,瘦煤多在浅部,无烟煤在深部。原煤发热量高,为良好的动力用煤。其中桑树坪井田系该矿区的主要井田,储量7.5亿吨,韩城矿务局桑树坪煤矿开采,年产原煤300多万吨。

(五) 延安地区

产地18处,其中大中型产地9处,分布子长、安塞、延川、延安、富县和黄陵等县(市),包括陕北三叠纪煤田和黄陇侏罗纪煤田的黄陵矿区,共探明储量33亿吨。

陕北三叠纪煤田即著名的“瓦窑堡煤系”,北起佳县,南至富县,探明产地8处,储量8.3亿吨。含煤地层为上三叠统瓦窑堡组,系砂岩夹泥岩、煤层及油页岩。煤层多而薄,聚煤中心在子长县周围,煤层多达32层,总厚11.5米,可采仅一二层,厚0.5—2.9米。以气煤和焦煤为主,肥煤、瘦煤次之,为动力用煤和民用煤。原煤含油率一般12%左右,可作为配焦和高温干馏利用。黄陇侏罗纪煤田黄陵矿区位于黄陵县西部,面积1600平方公里,有产地10处,探明储量24.8亿吨,含煤地层为延安组,含煤3层以弱粘结煤为主,气煤次之。

(六) 榆林地区

该区煤炭资源极丰,含煤时代为侏罗纪和石炭二叠纪,探明储量1358亿吨。

该地区石炭二叠纪煤已勘查的主要分布在府谷和吴堡县境内,面积百余平方公里,80年代经省地矿局第八地质队评价,已探

明储量 15 亿吨, 内含府谷沙川沟小区和吴堡普查区; 有煤 16 层, 可采 10 层, 以 4、8、10 号厚度大, 分布广, 含碳量 63—85%, 中高发热量。在府谷县为中灰、中硫气煤—长焰煤, 有县五一煤矿和数十个小矿开采。在吴堡县以焦煤、肥煤为主, 瘦煤次之。府谷石炭二叠纪煤还正在勘查, 储量有较大增长。

本区侏罗纪煤田系省内新近探明的大煤田, 分布神木、榆林、横山、府谷、靖边、定边等县(市), 探明储量 1337 亿吨, 占全省总储量的 85%, 该地区煤种以不粘结煤和长焰煤为主, 次为弱粘结煤、气煤, 主要为特低—低硫、特低—低灰、特低磷、中高发热量的富油煤, 是世界上少有的优质动力用煤和化工用煤。整个煤田在榆神府地区划分为榆(林)神(木)、榆(林)横(山)和新民 3 个勘探区。

榆神勘探区系 80 年代省煤田 185 队勘查的大型煤田, 已详查的神木北部矿区控制面积 6767 平方公里, 储量 617 亿吨, 正在勘查的还有大保当和孟家湾普查区。含煤地层为中侏罗统延安组, 见煤 27 层, 可采 3—9 层, 最大累计厚度 18 米。其中神木北部矿区已列为国家能源开发的重点地区, 已规划建设 16 个井田, 地质勘探、水、电、路等前期准备工作正在紧张地进行。华能精煤公司已在大柳塔等 6 个井田建设矿井, 其他井田中也有地方兴办的中小型矿山。

榆横勘探区跨榆林、横山、靖边 3 县, 1985 年省地矿局第八地质队完成远景调查, 控制面积 8900 平方公里, 储量 483 亿吨, 含煤地层亦为延安组, 有煤 8 层, 主要可采 4 层, 单层厚 0.8—17.8 米, 煤质优良, 是本地区又一煤炭开发规划区, 区内已有 6 个井田进行了勘探, 当地正在开采。

新民勘探区跨府谷、神木 2 县, 80 年代中后期省煤田 131 队勘查, 控制面积 1300 平方公里, 储量 80 亿吨, 可采煤 3—6

层, 累计厚度 7.79—12.35 米, 区内已有 4 个井田进行了勘探, 当地在 2 个井田办矿开采。

(七) 汉中地区

产地 6 处, 规模较小, 分布勉县和镇巴, 包括镇巴侏罗纪煤田和勉县偃河侏罗纪煤产地, 共探明储量 9000 万吨。镇巴侏罗纪煤田位于镇巴县南部陕川 2 省交界处, 有产地 5 处, 含煤地层为下中侏罗统, 含煤 1—4 层, 单层厚 0—4.2 米, 以贫煤为主, 瘦煤次之, 肥煤少量, 探明储量 8400 万吨。勉县偃河侏罗纪煤产地位于勉县城北 3 公里, 含煤地层为下中侏罗统, 含煤 3 层, 厚 2 米左右, 主要为肥煤, 探明 850 万吨。

(八) 安康地区

仅分布紫阳县段家沟, 煤层系中上寒武统透镜状无烟煤, 规模很小, 已近采空。

(九) 商洛地区

产地 8 处, 规模均很小, 分布洛南、商州、山阳等县(市), 其中 7 处为二叠纪煤, 1 处为石炭纪煤(二峪河), 探明储量 4000 万吨。该区二叠纪煤西起商州市韩峪川, 东至洛南县古城, 长五六十公里, 有煤矿或井田 7 处, 可采或局部可采煤层 1—3 层, 厚 1.7—3.3 米。主要为焦煤, 有少量肥煤和无烟煤, 原煤含硫和灰分较高, 储量 3920 万吨。山阳二峪河煤矿产于下石炭统, 有不稳定煤层 1—2 层, 为高硫无烟煤, 储量 41 万吨。上述产地大都由地方开采。

二、石煤

又称“石炭”、“砂炭”、“银炭”, 分布安康地区石泉、安康、汉阴、岚皋、平利、白河和镇坪等县, 共有产地 14 处, 探明 4 处, 探明储量 1965 万吨。石煤主要产于寒武系、寒武—奥陶系和下志留统, 呈透镜状或鸡窝状, 其中“石炭”含灰分 28.2—86%, 发热量 964—5530 卡/克; “砂炭”含灰分 25.9—50%, 发热量 3000—5794 卡/克;

“银炭”（类似无烟煤）含灰分 26.2—48%，发热量 3800 卡/克。寒武系石煤发热量稍高，伴生有钒矿，个别地段尚有金。

本区大部分石煤目前正在开采，今后需加强陕南石煤勘查和综合利用研究。

第二节 油页岩

主要分布在铜川和咸阳两地区，探明产地 6 处，储量 6.42 亿吨。油页岩主要产于中三叠统铜川组顶部，厚 0.52—24 米，含油率 5.8—9%，半焦 85—90%，硫 0.6—4%，均未开采。

铜川地区油页岩分布铜川市西北部和耀县瑶曲镇，以铜川市烈桥塔尼河规模较大，储量 4.64 亿吨。咸阳地区油页岩分布彬县

水北村、张洪和淳化县炭科，储量 1.52 亿吨，有油页岩 1—3 层，含油率 6—9%，挥发分 16.7—89%，硫 0.68—3.9%。此外，在勉县阜川下志留统及延安蟠龙至子长上三叠统和直罗黑水寺至子长清涧河中侏罗统，亦有油页岩层，一般厚数米，含油率低于 4%，不具工业价值。

第三节 石油和天然气

一、石油

陕北是中国最早发现石油的地方。建国后，通过大规模的地质勘查，发现许多新的油区。截止 1988 年底，在延安和榆林 2 地区已找到 11 个油区，其中 6 个属长庆油田陕西部分，5 个属延长油矿范围。总探明储油面积 670.3 平方公里，储量 2.9 亿吨，居全国第 9 位。勘探开发的主要含油地层为上三叠统延长群（主要是胡家村组和永坪组）和中侏罗统延安组。

（一）延安地区

该地区石油资源丰富，分布延长、延川、延安、吴旗、安塞、甘泉和富县等县（市），包括延长油矿的 5 个油区及长庆油田（陕西部分）的吴旗、安塞、下寺湾和直罗共 9 个油区，油田面积 500 多平方公里，至 1988 年累计开采原油 180 多万吨。

延长油矿包括延长、甘谷驿、子长、永坪和青化砭 5 个油区，面积约 300 平方公里。油层产于延长群，以长 2 和长 6 油层为主，厚 10—30 米，埋深 70—1000 米。油砂层数量多，但连通性差，构造简单，压力

低，单井产量小，为岩性油藏或构造—岩性油藏。原油质量较好，含硫低，粘度低，轻油比高。至 1988 年底累计采原油 169.3 万吨。

延长油区以长 6 油层为主，面积 66 平方公里，油层厚 20—30 米，埋深 70—350 米。1907 至 1988 年共钻井 1702 口，平均单井日产原油 0.35 吨，累计采原油 60.08 万吨。

甘谷驿油区以长 6 油层为主，面积 64 平方公里，油层厚 10—13 米，埋深 200—350 米。1960 年开始钻探，累计钻井 919 口，1974 年投产，平均单井日产原油 0.5 吨，至 1988 年累计采原油 44.87 万吨。

子长油区以长 6 油层为主，面积 51 平方公里，油层厚 20—30 米，埋深 600—1000 米。1961 年开始钻探，至 1988 年共钻井 261 口，平均单井日产原油 1.3 吨，累计采原油 22.26 万吨。

永坪油区以长 2 油层为主，面积 10 平方公里，油层厚 15—20 米，埋深 80—200 米。1934 年开始钻探，共钻井 866 口，

1954年正式开采，平均单井日产原油0.1吨，至1988年累计开采原油19.78万吨。

青化砭油区以长2油层为主，面积109平方公里，埋深170—300米。1957年开始钻探，共钻井508口，平均单井日产原油0.75吨，1967年开发，至1988年累计开采原油19.81万吨。

长庆油田（陕西部分）在延安地区有吴旗、安塞、下寺湾和直罗4个油区，含油面积269平方公里，油层主要产于延长群和延安组，埋深600米以下，最深1500米，至1988年累计采原油约77万吨。

吴旗油区以延安组油层为主，面积27平方公里，油层厚10—20米，埋深1200—1400米。1971年开始钻探，1972年投产，至1988年累计投产油井65口、采原油62.39万吨。

安塞油区以长6和长4+5油层为主，面积131平方公里，埋深1000—1500米。1983年7月开始钻探，至1988共钻井217口，投产油井38口，试采油井59口，平均单井日产原油4吨，累计采出原油8.42万吨。

下寺湾油区以长2油层为主，面积84平方公里，1971年试钻，至1985年共钻井133口，获工业油流井92口。至1988年累计开采原油1.58万吨。

直罗油区为长2油层，面积27平方公里，油层厚10—15米，埋深600—800米。1971年开始钻探，到1978年钻井120口，有油井45口，年产能力5万吨，1987年移交富县管理，至1988年累计开采原油4.8万吨。

此外，延安地区还有沟门和枣园两油区及姚店和牛武—英旺两探区。沟门油区位于延安市南约12公里，面积11平方公里，油层属延安组，厚1—13米，埋深不足300米，有生产井30口，单井最高日产原油4吨，1962年停采。枣园油区位于延安市西北约16公里，面积30平方公里，油层属延

安组，厚15—37米，埋深小于500米，1956年试采，单井最高日产原油6.5吨，1960年停采。姚店探区位于姚店子北约4公里，油层属延长群，已控制含油面积30平方公里，油层埋深500—800米，单井日产原油1吨。牛武—英旺探区位于宜川县西北约30公里，目的层为延长群，埋深700—800米，初步控制面积约500平方公里。

（二）榆林地区

该地区有油区2处，属长庆油田（陕西部分）范围，面积46平方公里，主要分布定边县境内。油层赋存延安组，有延5、延6、延8、延9、延10等，以延5、延10为主，埋深1500—2000米。该区属古河道砂岩储油，因而油砂体渗透性好，油井产量高，单井日产原油几吨甚至几十吨，至1985年共采原油133.2万吨。该区之马坊油区以延5油层为主，面积14平方公里，1968年开始钻井并试采，至1985年累计采原油133.2万吨。东红庄油区以延6、延10两油层为主，面积5平方公里，1969—1985年共钻井19口，9口获工业油流，尚未开采。此外子洲探区位于子洲县城西约30公里，以延长群为目的层，目前初步控制的含油面积约1200平方公里。近年在横山县天赐湾亦发现有石油，正在勘查。

本省石油开发较早，自延长县城打出中国陆上第一口石油井至今已有80多年开发史。建国前生产能力很低，累计产原油约7000吨。建国后原油产量大幅度增长，至1988年底，全省累计产原油377.19万吨，其中55%产自长庆油田（陕西部分），45%产自延长油矿。现延长油矿（1986年改名延长油矿管理局）和延长等县石油钻井公司主要开采延长、甘谷驿、子长、永坪和青化砭等油区，并试采安塞、下寺湾和直罗油区。

二、天然气

天然气在陕北西部发现较多，产于延长

组的天然气与石油共生。探明储量者有富县直罗镇，含气面积 15.1 平方公里，天然气储量 9.8 亿立方米。80 年代末至 90 年代初期，长庆石油勘探局在靖边、横山、榆林、安塞、志丹县及延安市境内先后打出天然气

井；在靖边—横山县，经勘探基本探明储量属大型气田，很有远景。80 年代地矿部门还完成了陕北上古生界煤成气的远景评价，在吴堡打出工业气井。现本省天然气储量跃居全国第 2 位。

表 16

陕西省燃料矿产资源简表

矿种	所在地市	产地名称		位置	规模	利用状况
煤	铜川市	铜川矿区	耀西区	耀县、淳化一带	大型	
			铜川深部区	铜川、宜君深部	大型	
			桃园煤矿	铜川市南 1 公里	中型	正在开采
			王石凹煤矿	铜川市东 10 公里	中型	正在开采
			金华山煤矿	铜川市东 15 公里	中型	正在开采
			三里洞煤矿	铜川市北 2 公里	中型	正在开采
			史家河煤矿	铜川市东北 3 公里	小型	正在开采
			李家塔煤矿	铜川市东 9 公里	小型	正在开采
		焦坪矿区	玉华井田	铜川市玉华	大型	
			崔家沟煤矿	铜川市崔家沟	大型	正在开采
			陈家山煤矿	铜川市陈家山	大型	正在开采
			下石节井田	耀县瑶曲北 5 公里	中型	正在开采
			东背塔井田	铜川市背塔	小型	正在开采
		彬长矿区	照金煤矿	耀县照金镇	小型	正在开采
	宝鸡市	彬长矿区	戚家坡煤矿	陇县东风镇南	小型	正在开采
草凉驿煤田		罗钵庵煤矿	凤县红花铺	矿点	正在开采	
		草滩沟煤矿	凤县凤州	矿点	正在开采	
户家窑煤矿		凤县城南 7 公里	矿点	正在开采		
咸阳市		彬长矿区	彬长详查区	彬县、长武、旬邑交界	大型	
	旬邑东部普查区		旬邑、淳化、耀县交界	大型		
	百子沟煤矿		彬县城东 7 公里	小型	正在开采	
	黑沟煤矿		旬邑县城西北 13 公里	小型	正在开采	
	黑田峪煤矿		淳化县城东北 10 公里	小型		

续表 16

矿种	所在地市	产地名称		位置	规模	利用状况
煤	渭南地区	韩城矿区	桑树坪井田	韩城市城东北 30 公里	大型	正在开采
			西高渠井田	韩城市城北 27 公里	大型	正在开采
			韩城普查区	韩城市北部	大型	
			象山井田	韩城市城西 3 公里	中型	正在开采
			下峪口井田	韩城市城东北 22 公里	中型	正在开采
			燎原煤矿	韩城市城北 25 公里	中型	正在开采
			马沟渠煤矿	韩城市城西北 8 公里	中型	正在开采
		澄合矿区	安阳井田	合阳县城东南 6 公里	大型	
			王村井田	合阳县王村	大型	正在开采
			文革井田	合阳县金小沟	中型	正在开采
			澄城二矿	澄城县城西南 10 公里	中型	正在开采
			权家河煤矿	澄城县城西南 6 公里	中型	正在开采
			董家河煤矿	澄城县城西 2 公里	中型	正在开采
		蒲白矿区	马村煤矿	蒲城县城东北 21 公里	中型	正在开采
	南桥煤矿		蒲城县城北 17 公里	中型	正在开采	
	朱家河井田		白水县城西南 10 公里	中型		
	西固详查区		白水县城东 10 公里	中型		
	白水立井		白水县城东南 4 公里	中型	正在开采	
	官路斜井		白水县城东南 6 公里	中型	正在开采	
	凉水泉煤矿		白水县城西 6 公里	小型	正在开采	
	北井头井田		白水县城北 2 公里	小型		
	南井头煤矿		白水县城西门外	小型	正在开采	
	铜川矿区	鸭口煤矿	蒲城县城西北 30 公里	中型	正在开采	
		东坡煤矿	蒲城县城西北 25 公里	中型	正在开采	
		高楼河井田	蒲城县城西北 27 公里	中型		
		徐家沟煤矿	蒲城县城西北 31 公里	小型	正在开采	
	延安地区	子长矿区	子长普查区	子长县西部	大型	正在开采
			羊马河普查区	子长县南部	大型	零星开采
安定普查区			子长县安定	小型	零星开采	
永坪普查区			延川县永坪	小型		
贯屯井田			延安市蟠龙北	小型	正在开采	

续表 16

矿种	所在地市	产地名称		位置	规模	利用状况		
煤	延安地区	黄陵矿区	李章河井田	黄陵县店头西北	大型			
			店头普查区	黄陵县西部	大型			
			建庄详查区	黄陵县建庄	大型			
			双龙井田	黄陵县双龙	大型			
			店头详查区	黄陵县店头	中型			
			仓村井田	黄陵县店头东北 4 公里	中型	正在开采		
			南川井田	黄陵县店头与建庄间	中型			
			芋园井田	黄陵县店头南 1 公里	小型	正在开采		
			红石崖井田	黄陵县店头西北	小型	正在开采		
	炭	榆林地区	石炭—叠纪煤田	府谷沙川沟小区	府谷县北部	大型	浅部有地方小煤矿开采	
				吴堡普查区	吴堡县城周围	大型		
		榆林地区	侏罗纪煤田	榆神勘探区	神木北部矿区 (内分大柳塔等 16 个井田)	神木县北部	特大型	华能精煤公司已在大柳塔等 6 个井田建井开采。还有数十个地方煤矿和乡镇煤矿正在开采
					大保当普查区	榆林市北部	大型	地方小规模开采
					孟家湾普查区	榆林市北部	大型	
			榆林地区	侏罗纪煤田	榆横勘探区	波罗井田	横山县东北 25 公里	中型
金刚寺井田						榆林市东南 1 公里	小型	地方正在开采
归德堡勘探区						榆林市东南 5 公里	小型	地方正在开采
樊家河煤矿						横山县东北 18 公里	小型	地方正在开采
常乐堡煤矿						榆林市东北 14 公里	大型	地方正在开采
金鸡滩煤矿						榆林市北 16 公里	中型	地方正在开采
榆林地区						侏罗纪煤田	新民勘探区	榆家梁井田
	杨伙盘井田	神木县北 24 公里	中型					
	沙沟岔井田	神木县北 25 公里	中型					
	神树塔井田	神木县北 27 公里	中型	地方正在开采。				

续表 16

矿种	所在地市	产地名称	位置	规模	利用状况
煤	汉中地区	偃河煤矿	勉县城北 3 公里	小型	正在开采
		水磨沟井田	镇巴县城南 40 公里	小型	
		简池坝煤矿	镇巴县城西 35 公里	小型	
		响洞子煤矿	镇巴县城南 35 公里	小型	正在开采
		平罗井田	镇巴县城南 45 公里	小型	
		柳家河井田	镇巴县城南 40 公里	小型	
	商洛地区	兑山井田	洛南县城东南 7 公里	小型	地方开采
		馒头山井田	洛南县城南 2 公里	小型	地方开采
		寇村煤矿	商州市城西北 23 公里	小型	地方开采
		大荆煤矿	商州市城西北 22 公里	小型	地方开采
		大凹煤矿	商州市北 22 公里	小型	
		熊耳山煤矿	商州市城西北 16 公里	小型	地方开采
		韩峪川至古城普查区	商州市与洛南间	小型	
		二峪河煤矿	山阳县二峪河	小型	正在开采
石煤	安康地区	大竹园煤矿	安康市城西南 33 公里	小型	地方开采
		晓道河矿黄泥砂炭区	安康市城西南 35 公里	小型	地方开采
		洪山红旗煤矿	安康市城西 35 公里	小型	
		茅坪普查区	镇坪县城北 30 公里	小型	地方开采
油页岩	铜川市	烈桥油页岩	铜川市西北 22 公里	中型	曾开采
		何家坊油页岩	铜川市西北 15 公里	小型	
	咸阳市	张洪油页岩	彬县城东北 10 公里	小型	曾开采
		水北村油页岩	彬县城东 3 公里	小型	
		炭科油页岩	淳化县城北 20 公里	小型	

续表 16

矿种	所在地市	产地名称		位置	规模	利用状况
石油	延安地区	延长油田	延长油区	延长县城附近	中型	正在开采
			甘谷驿油区	延安市姚店东	中型	正在开采
			子长油区	县城附近	中型	正在开采
			永坪油区	延川县永坪	小型	正在开采
			青化砭油区	延安市青化砭	中型	正在开采
		长庆油田	吴旗油区	吴旗县城北	中型	正在开采
			安塞油区	安塞县城北	中型	正在开采
			下寺湾油区	甘泉县西北	中型	正在开采
			直罗油区	富县城西	中型	正在开采
		榆林地区	长庆油田	东红庄油区	定边县城西	小型
马坊油区	定边县城西南			中型	正在开采	
天然气	延安地区	直罗气区		富县城西	小型	
	榆林地区	陕甘宁气田中部中区		靖边县—横山县	大型	

第四篇 水文地质、工程地质和环境地质

研究地下水资源的分布和合理利用,以及
与经济建设、人民生命财产密切相关的工程地
质、环境地质问题有重要的现实意义。建国前

本省这方面的工作很少,建国以来,特别是中
共十一届三中全会以来,勘查和研究有长足进
展,许多成果已为有关部门所采用。

第十一章 水文地质

第一节 地下水分布特征

本省地下水划分为松散岩类孔隙水、碎
屑岩类孔隙裂隙水、碳酸盐岩裂隙溶洞水和
基岩裂隙水4种类型。松散岩类孔隙水赋存
于第四系不同成因的松散岩层中,后3类赋
存于前第四系不同岩层中。松散岩类孔隙水
中的黄土层地下水,是本省有特色的一种地
下水类型(图12)。

黄土分布于秦岭以北大部分地区,占全
省面积近45%,黄土区土厚水深,自古以
来视水如油。古人说,并以数十丈方得水
脉,居民用水每苦地高水乏,往往以窖聚水
供饮用。建国以来,在黄土地区做了许多调
查研究工作,对黄土层地下水的形成和分布
规律有了认识。在黄土塬中部尤其是塬面洼
地,地下水较丰富,具有开采价值。在这些
地方,群众创造的打辐射井^①的方法,成倍

乃至10余倍地扩大了单井出水量,最大每
日逾千余立方米。

研究表明,黄土含水层是一种各向异性
垂向非均质含水层。在黄土层的大口径井
中,可以直接看到地下水从井壁裂缝和孔洞
中流出的现象。省地矿局第二水文地质工
程地质队研究洛川塬黄土含水特征时,认为
黄土垂向有4种不同富水性层位:(1)粗黄
土层,多属粉土质亚砂土—粉土质轻亚粘
土,结构疏松,裂隙发育,时见孔洞,储水
导水性较好,渗透系数0.01—0.1米/日,
为黄土主要含水层,以中更新统底部黄土
为典型;(2)细黄土层,多数属中至重亚
粘土,渗透系数小于0.01米/日,为黄土
弱含水层;(3)古土壤粘化层,渗透系数
多小于0.01米/日,一般不构成含水层,
仅起沟

^① 辐射井,井口直径1—2米,深三四十米,沿井中黄土含水层横向打一二层不同高度的辐射状的水平管道,使井周地下水沿管道流入井中,以扩大出水量。

通上、下含水层的作用；(4) 古土壤淀积层，中更新统淀积层除钙质结核本身有溶蚀孔洞外，结核间孔隙、孔洞较多，含水性较好。而下更新统淀积层钙质结核密集排列，含水性较差。洛川黄土厚 120—140 米。导水空间为裂隙孔洞，属双重介质孔隙裂隙含水层，而大气降水通过包气带水分非饱和运移，连续补给地下水则是黄土潜水的主要补给方式。洛川塬降水量与黄土层地下水位相关分析表明，当水位埋深 50 至 80 米时，每次降水量需在 10 毫米以上才能渗达地下水水面，这样每年多雨的 7 至 10 月份，降水对黄土地下水才有补给意义。渭北西部台塬区的野外观测资料也表明，随着水位埋深增大，降水渗入系数减小。

本省南北自然条件相差很大，陕北、关中、陕南具有不同的地下水分布特征。

一、陕北及渭北地下水分布特征

(一) 松散岩类孔隙水

1. 沙漠滩地冲湖积层孔隙潜水 长城以北毛乌素沙漠滩地蓄存有较丰富的孔隙潜水，含水层为上更新统冲湖积粉细砂层，厚 40—80 米，水位埋深 2—10 米，主要受大气降水和凝结水补给。单井出水量 100—1000 立方米/日，古河槽地段含水层厚、水量大，单井出水量可达 2000 立方米/日。水质在红柳河以东多为重碳酸钙型、矿化度小于 0.5 克/升的淡水，以西水质复杂，多为微咸水或咸水。

2. 河谷区冲积层孔隙潜水 有供水意义者断续分布在洛河、延河、无定河、泾河等较大河流宽谷段的河漫滩和低阶地处。含水层为全新统冲积砂卵石层，厚 10 米左右，单井出水量 100—500 立方米/日，在补给和储水条件较差地段，单井出水量 10—70 立方米/日。此类地下水水质良好，一般属重碳酸钠型或重碳酸硫酸镁钠型水，矿化度多小于 1 克/升。

3. 黄土层潜水 黄土塬区地下水较丰

富，洛川塬（分布洛河中游的富县、洛川和黄陵一带）塬面较完整，是陕北保存较好的黄土塬。基底由中生代砂页岩和厚 10 余米的第三系红色粘土层构成，其西为黄土层厚 120—150 米的长武塬。这两个黄土塬普遍含水，但地下水主要分布在塬面较广，相对切割较弱的地带，如洛川县城附近黄土塬单井出水量一般大于 100 立方米/日，塬面洼地的机井出水量最大可达 1000 立方米/日以上，长武黄土塬单井出水量 250—600 立方米/日。由于塬面四周沟谷切割深达 80—200 米，因此，塬面中央地下水埋深在 20—50 米，至边缘逐渐加深至 50 米乃至百米以上，富水性也随之减弱，单井出水量每日数十立方米。黄土塬地下水水质良好，属重碳酸型水，矿化度小于 1 克/升。富县以北和黄土塬以外的广大地区属黄土梁峁区，因沟谷切割强烈，地形起伏大，除梁的鞍部蓄存有少量潜水外，大多数地区缺水，所见泉流量一般 0.01—0.05 升/秒，个别大于 0.1 升/秒，因此，当地居民生活用水较困难。白于山外围的黄土塬地和黄土坎地普遍蓄存有潜水，单井出水量大者近 200 立方米/日，小的每日仅数立方米，水质良好。

(二) 碎屑岩类孔隙裂隙水

指陕北中生代陆相盆地内分布较稳定的孔隙裂隙层间水。该盆地由东向西依次出露三叠系、侏罗系和白垩系，构成一个向西缓倾的自流水斜地。地下水赋存于砂页岩裂隙、孔隙中，具多层含水结构，一般来说，富水性较弱甚至贫水。有开采意义的含水层是延安到南泥湾一带侏罗系中统延安组宝塔山段中粗粒厚层砂岩和榆林、横山、志丹、旬邑以西地区的白垩系下统志丹群洛河组大交错层理的中粗粒砂岩，单井出水量一般 300—500 立方米/日。榆林、靖边以北的沙漠滩地下伏的洛河组砂岩含水层，单井出水量达 600 立方米/日以上，地方用的大口径生产井，大都在每日千立方米以上。河谷

部分地区,这两个含水层的水位往往高出地表,如宝塔山段砂岩含水层,水位在延河河谷部分地区高出地面2至7米多,洛河组含水层水位在彬县四郎河、后子河一带高出地面10米左右,钻孔自流量每日400余立方米。除此以外,其它地区的碎屑岩孔隙裂隙水富水性大都较差,单井出水量一般为80—300立方米/日,横山、子洲、宜川和富县一带的三叠系上统瓦窑堡组砂岩含水层,单井出水量每日仅10余立方米。

碎屑岩类孔隙裂隙水水化学特征较复杂,总的说,在排泄基准面以下、150米深度以上的强循环带内,水质良好,为重碳酸型水,矿化度一般小于0.5克/升,局部河谷区出现氯化物硫酸型、矿化度5—30克/升的高矿化水,150米以下的弱循环带水质差。在神木一带侏罗纪煤系地层中还分布有油田型水,硫酸根离子含量很低(2.2毫克当量%),为还原环境,矿化度高达80.38克/升,且含有较高的氟、溴、碘组分。

陕北沙漠滩地与黄土梁峁的分界部位,出露一系列流量大、水质优良的大泉,这些泉水大多出自延安组煤层自燃引起顶板塌落造成的破碎带和裂隙密集带。如榆林城内的普惠泉,流量1468.8立方米/日(17升/秒),是榆林城6万人口的主要饮用水源。又如神木县大柳塔、府家塔和瑶镇一带有大泉8处,总流量达62385.13立方米/日,最大的青草界泉流量22356立方米/日,这些泉目前尚未得到利用。

(三) 碳酸盐岩裂隙溶洞水(岩溶水)

岩溶水分布在渭河以北北山地区,主要赋存于奥陶系灰岩裂隙、溶孔和溶洞中,其富水性不均一,地域差别较大。西部地区富水性较弱,埋藏深、开采条件差;东部地区从采煤矿井大量涌水来看,岩溶水很丰富。如韩城桑树坪矿、象山矿矿井涌水达5万立方米/日左右,马沟渠矿井瞬时突水量则高达1万立方米/小时。丰富的岩溶水资源赋存规律和开发

利用前景的研究工作正在进行。

北山地区寒武系下统为页岩或千枚岩夹白云岩,具有一定的隔水作用。寒武系中、上统为白云岩、灰岩,分布面积小,不具有重要意义。奥陶系灰岩是北山地区储水岩层的主体,大致以泾河为界,以西为滨海相厚层灰岩夹砂页岩沉积,以东为浅海相厚层灰岩沉积。碳酸盐岩岩层,泾河以西占该系总厚度的70—90%,以东占90%以上,因此,无论岩溶发育程度或富水程度,泾河以东比泾河以西好。

北山地区岩溶化具有北方型特征,即地表弱而地下较强。岩溶化经历多期发育阶段,形成现代地下水位以下60—100米的岩溶发育带。在裂隙、断裂沟通下,岩溶水具有区域性统一水位,西部最高水位约在标高830米,中部乾县一带500—550米。东部韩城一带降至377—386米(统称380米水位),岩溶水总的径流方向是自西北而东南。

岩溶水主要受大气降水、河流渗漏和水库渗漏补给,河流渗漏补给量与大气降水补给量相差不多。当河流进入灰岩裸露区后,流量顿减,漏失量16—33%,最大达90%,如泾河以东有大小河流10条,除黄河外,洛河等9条河流年渗漏量近0.7亿立方米。同时,修建在灰岩地区的许多水库,渗漏量也很大,如雷村水库渗漏量0.1亿立方米/年,羊毛湾水库虽经几次堵漏处理,漏失量仍达0.27亿立方米/年。

岩溶水以岩溶大泉或群泉方式排泄于渭北山前深切河谷与断裂交汇部位,这里汇集有许多著名的岩溶大泉,如泾阳县泾惠渠首的筛珠洞泉、合阳县东王乡黄河滩上的灋泉、蒲城县洛河河谷的袁家坡泉等,泉水流量一般每小时数千立方米。

省地矿局第一水文地质工程地质队估算北山地区岩溶地下水的排泄量(包括岩溶大泉和人工排泄量)为7.5立方米/秒。目前,岩溶水开发利用程度较低,仅为一些工

业和城镇居民生活所用,农业用水所占比例很小。蒲城电厂供水,近期将开采温汤岩溶水。韩城电厂日抽取岩溶水约 2.17 万立方米。大荔县育红村凿井 4 眼,岩溶水自流量 5.56 万立方米/日,供该县部分生活用水。岐山县周公庙泉附近凿井 2 眼,岩溶水自流量 0.3 万立方米/日,供农灌用。岩溶大泉水部分用于农灌,合阳县灊泉还含有氮、钾、磷成分,既是水,又是肥。

二、关中盆地松散岩类孔隙水分布特征

(一) 河谷冲积层孔隙潜水

主要分布渭河两岸河漫滩及低阶地区,尤以眉县—西安和西安—华阴段的渭河南岸水量更为丰沛。含水层由砂砾石组成,厚 10—80 米,水位埋深 1—20 米,开采简易,是傍河城镇和工农业供水的主要开采层位。单井出水量 1000—5000 立方米/日,水质良好,为重碳酸型水,矿化度多小于 1 克/升。

泾河以东,三原—大荔一带广阔的渭河低阶地区,含水层由亚砂土、亚粘土夹薄层细粉砂构成,厚 5—30 米,水位埋深 5—40 米,单井出水量 500—1000 立方米/日。水质较复杂,低阶地中后部一般为硫酸氯化物型水,矿化度 3—10 克/升,前缘地区为重碳酸硫酸或重碳酸型水,矿化度 0.5—1.5 克/升。

呈条块状分布的洛河、渭河及其支流的高阶地区,含水层多为含泥砂卵石层,厚 5—25 米,水位埋深 17—64 米,单井出水量一般 100—500 立方米/日,水质良好。

(二) 山前冲洪积层孔隙潜水

含水层主要由上更新统至全新统冲洪积砂卵石与亚粘土构成。眉县—户县和华县—华阴秦岭山前冲洪积平原区,含水层颗粒粗,厚度大,水位埋深 1—20 米,潜水十分丰富,单井出水量可达 1000—5000 立方米/日,水质优良。

北山山前冲洪积潜水,含水层主要为含泥

砂砾层,在东西方向上多呈透镜状断续分布,富水性稍差,单井出水量 200—300 立方米/日。山前一带水位深达百余米,单井出水量每日仅数十立方米,有的地方下部是岩溶漏失带,冲洪积层实际不含水。冲洪积平原前缘地带富水性稍好,单井出水量多大于 300 立方米/日,局部可逾每日千立方米。水质良好,为重碳酸或重碳酸硫酸型水,矿化度一般小于 1 克/升,局部 1—3 克/升。

(三) 风积黄土层潜水

分布黄土台塬区,以渭河以北台塬面积广阔连续,以南面积较小。台塬主要由第四系中、上更新统黄土构成,厚 120 米左右,下伏第四系冲湖积层,蓝田、宝鸡一带下伏第三系。含水层主要为中更新统黄土,塬中央水位埋深 8—30 米,边缘 50—80 米,补给条件良好,除大气降水补给外,与冲洪积平原接壤处尚有潜水侧向补给。

富水性以渭河以北宝鸡—咸阳、渭河以南华县—临潼较好,单井出水量 100—500 立方米/日,塬面洼地每日可达 500 立方米以上,大口井或辐射井则在 1000 立方米以上。泾河以东渭北黄土台塬区,单井出水量一般小于 100 立方米/日,唯富平、蒲城县城一带黄土台塬和长安县少陵塬,单井出水量可达 300—700 立方米/日。蒲城、白水近北山一带(如白水罕井),下伏岩溶漏水带,这里的黄土层实际上是透水的含水层。潼关塬和宝鸡—眉县台塬,塬面分割破碎,含水层被沟谷切穿,水位深达百米,为贫水区,单井出水量每日仅数至 20 立方米。下伏第三系的蓝田白鹿塬和临潼横岭塬(黄土丘陵)情况亦如此。黄土台塬区地下水水质良好,一般为重碳酸型水,矿化度小于 1 克/升,局部地方如富平芦阳洼地水质较差,矿化度 1—3 克/升。

(四) 关中盆地承压水

含水层主要由第四系中、下更新统冲湖积砂和砂砾石层构成,宝鸡和蓝田一带为上

第三系疏松砾岩,与第四系共同组成承压含水层。承压水是目前傍河大中城市及工厂企业的主要开采水源,开采深度一般在300米内,此深度内的含水层厚30—100米。富水程度以渭河漫滩及低阶地区下部承压水最好,单井出水量1000—5000立方米/日,向渭河两侧出水量逐渐变小。秦岭山前冲洪积平原区下部的承压水富水性亦较好,如户县城南一钻孔自流量200—500立方米/日。干河与泾河间的黄土台塬和临潼—华县以南的黄土台塬下部承压水亦较丰富,单井出水量500立方米/日左右。富平—蒲城黄土台塬和长安少陵塬下部承压水富水性略差,单井出水量150—500立方米/日。宝鸡贾村塬、蓝田白鹿塬、临潼横岭塬及潼关塬,下部承压水较贫乏,单井出水量一般每日数至数十立方米。关中盆地承压水水质较好,一般为重碳酸型水,矿化度小于1克/升,泾河以东部分地区为氯化物硫酸型水,矿化度3—5克/升。

三、陕南山区地下水分布特征

(一) 松散岩类孔隙水

主要分布汉中、安康、西乡、商丹、洛南、太白、凤县等7个山间盆地内,含水层为第四系冲积砂卵石层,厚10—50米,水位埋深1—10米。以汉中盆地面积大、富水性最好,汉江漫滩和低阶地区,单井出水量达2000—5000立方米/日,为城镇供水的主要目的层。西乡、凤县、商丹盆地中心部位富水性亦较好,单井出水量1000—5000立方米/日。安康、太白和洛南盆地略差。在各盆地的边缘部位,单井出水量一般小于100立方米/日。

汉中、安康、西乡、太白、洛南5个盆地内还分布有承压水,含水层为中、下更新统冲湖积砂砾石层,安康盆地为第三系砂卵石层。含水层顶板埋深50—90米,厚15—50米,水位埋深2—20米,亦为城镇供水主要目的层。汉中、安康盆地单井出水量一

般每日在1000立方米左右,西乡、太白、洛南盆地在100—500立方米/日。潜水和承压水水质均良好,为重碳酸钙型,矿化度小于0.3克/升。

(二) 碎屑岩类孔隙裂隙水

分布镇巴—筒池以南和香泉、凤县、洛南、商丹、山阳等山间盆地的边缘部位。镇巴—筒池以南,含水层为三叠系、侏罗系砂岩和砂砾岩,为层间承压水,局部自流,单井出水量100—200立方米/日;其它盆地的边缘,含水层为白垩系及下第三系砂岩和砂砾岩,单井出水量每日仅数至数十立方米,泉流量小于0.1升/秒。此类型水水质较好,为低矿化的淡水。

(三) 碳酸盐岩裂隙溶洞水(岩溶水)

分布较广,约占陕南山区面积的1/3,以西乡、宁强以南、镇巴以西的米仓山区富水性最好,东部南、北羊山一带次之,洛南以北富水性略差。

米仓山区含水层主要由质纯层厚的二叠系、三叠系、寒武—奥陶系灰岩、结晶灰岩和大理岩构成,岩溶漏斗、落水洞、溶洞、岩溶裂隙极为发育,地形上常为向斜谷地,向斜核部通常由志留系泥岩构成隔水垫层。当地雨量充沛,形成丰富的储水构造,常见流量大于100升/秒的岩溶大泉和地下暗河。仅宁强、镇巴一带就有地下暗河15条、岩溶大泉10个。主要有:

小南海地下暗河:在南郑县东南约14公里冷水河右岸,为向斜汇水部位,核部为三叠系厚层灰岩。在暗河出口以上地带几乎全被岩溶洼地、落水洞占据,地表形成5公里干沟,暗河出口处流量达1万升/秒(86.4万立方米/日)。现已辟为工厂供水水源,并装发电机组0.1万千瓦。

曲江洞地下暗河:在西乡县大河乡曲江洞,出口为二叠系下统栖霞组厚层块状灰岩。汇水面积108平方公里,丰水期出口流量3008升/秒(25.99万立方米/日),枯

水期 739 升/秒 (6.4 万立方米/日)。已装发电机组 0.2—0.3 万千瓦。

渔洞河地下暗河: 位于镇巴县大池逍遥湾, 含水层为二叠系上统中厚层灰岩。暗河沿向斜轴呈北北西向发育, 长 30 公里, 汇水面积 85 平方公里。丰水期洞口流量 1234.1 升/秒 (10.66 万立方米/日), 镇巴县已规划用于水力发电。

红鱼洞地下暗河: 在镇巴县红鱼乡田坪, 含水层为二叠系下统厚层块状灰岩。暗河呈北北西向发育, 汇水面积 40 平方公里。丰水期洞口流量 1441 升/秒 (12.45 万立方米/日), 连雨数天流量达 2520 升/秒 (21.77 万立方米/日)。

镇巴县标水洞岩溶大泉: 含水层为寒武系下统厚层灰岩, 位于压性断裂下盘, 流量 875 升/秒 (7.56 万立方米/日), 已规划装机 0.1 万千瓦。

镇安、山阳北羊山一带复背斜翼部, 张裂隙密集, 岩溶发育, 著名的镇安县黑龙洞地下河出于此, 出口流量 718.8 升/秒 (6.2 万立方米/日)。山阳县七里峡岩溶泉在一场暴雨后, 流量剧增, 泉水喷射而出, 直达彼岸, 蔚为壮观。

断裂部位是岩溶水集中径流带, 岩溶大泉、地下暗河很发育。镇巴县灵济乡黑龙洞地下暗河沿马元坝断裂发育, 洞口流量 69.3 升/秒 (5987.52 立方米/日)。在断裂带打钻, 于深部岩溶发育带可见大流量承压水, 有时水温很高。如西乡县峡口三泉村一钻孔, 水头高出地面 2 米, 降深 5.51 米, 单井出水量 1337.6 立方米/日, 已成为 173 厂的供水水源。勉县郭家湾一钻孔也位于断裂带上, 水头高出地面 2.55 米, 降深 5.86 米, 单井出水量 3169.7 立方米/日, 水温高达 58℃, 是陕南最大的中温热水自流井, 当地已用于洗浴和养鱼。

洛南之北、商州市之东、镇安—山阳之

南及太白县之东, 灰岩中多夹有碎屑岩或以碎屑岩为主, 岩溶不发育, 富水性略差。常见泉流量 10—40 升/秒, 单井日出水量一般百立方米左右至千立方米以下, 个别地带如洛南县武家村一钻孔出水量达 2065.4 立方米/日。

据统计, 碳酸盐岩分布区, 在向斜轴部共发现地下暗河 22 条, 总流量 5.759 亿立方米/年; 与背斜构造有关的岩溶大泉和地下暗河 10 处, 总流量 0.987 亿立方米/年; 沿断裂带分布的岩溶大泉和地下暗河 18 处, 总流量 1.12 亿立方米/年。

岩溶水水质优良, 为重碳酸钙型水, 矿化度小于 0.3 克/升。

(四) 基岩裂隙水

是指元古界至古生界变质岩及沉积岩层状岩类裂隙水, 及元古代到中生代各类岩浆岩和太古界变质岩块状岩类裂隙水。基岩裂隙水分布最广, 约占陕南山区面积的 2/3, 但水量贫乏。

层状岩类裂隙水, 分布勉县、略阳、宁强、洋县、镇安、山阳、宁陕、旬阳、商州、石泉、白河、紫阳和平利一带, 含水层岩性复杂, 变化大, 以片岩、千枚岩和泥岩为主。常见泉流量小于 0.1—1 升/秒, 大者 20—50 升/秒, 如洋县铁冶河、商州市砚池河等地。断裂部位钻孔出水量每日可达数百立方米, 如勉县茶店和洋县双溪分别为 796 和 554 立方米/日。南郑县 76 号信箱一钻孔出水量达 855.7 立方米/日。

块状岩类裂隙水, 分布范围包括小秦岭一带的太华群、汉中汉南杂岩体和宝鸡、太白、宁陕等花岗岩体。泉水多浸润出露, 流量小于 0.1—1 升/秒, 商州市以西秦岭群断裂带上泉水流量 1—3 升/秒, 华山一带太华群中有流量 30 升/秒的泉。一般钻孔出水量都很小, 每日仅数十立方米。此类地下水水质良好, 均为低矿化的淡水。

第二节 地下水资源

50年代至70年代初期,计算地下水储量广泛采用苏联普洛特尼柯夫的储量分类,即:静储量、动储量、调节储量和开采储量。尔后,在地下水资源计算工作中,逐渐采用地下水天然资源和开采资源的新概念。

1982—1983年,省地质局第一水文队根据地矿部水文司1982年制定的《全国地下水资源调查和评价工作要点》,评价了本省地下水资源。评价是以大面积分布的地下水天然资源和开采资源(主要是淡水地区,包括矿化度小于3克/升的微咸水地区)作为对象,根据本省水文地质条件南北差异大的特点,分作陕北、关中、陕南3个大的计算区,又细分为26个计算亚区(表17)。分区计算了多年平均值和降水频率分别为20%、50%、75%、95%的地下水天然资源;在适宜开采地下水的地区,以多年平均值或以50%降水频率的地下水天然资源为依据,计算了地下水开采资源。在具备河水补给条件下的沿河岸边及工业供水、生活用水的城镇,计算了集中供水地区的开采资源。

一、地下水天然资源

地下水天然资源的计算方法,关中盆地采用水均衡法。陕北黄土塬和陕南山间盆地因缺乏地下水动态多年资料,采用渗入系数法。陕北、陕南丘陵山区采用径流模数法。

计算结果,本省地下水补给量155.13亿立方米/年^①,其中平原区80.5亿,占全省补给量的52%,丘陵山区74.63亿,占48%。在补给量中,降水入渗补给量48.52亿,占全省补给量的31%,占平原区补给量的60%。以地下水类型考虑,松散岩类孔隙水补给量80.5亿,碳酸盐岩裂隙溶洞水46.84亿,基岩裂隙水18.39亿,碎

屑岩类孔隙裂隙水9.39亿。

本省地下水补给量中,包括井灌回归量5.56亿和丘陵山区对平原区的地下水转化量2.14亿,扣除这部分重复计算量后,本省地下水天然资源多年平均值147.33亿,其中陕北黄土高原37.13亿,关中盆地36.57亿,陕南秦巴山区73.63亿。

地下水天然资源年际变化大,丰水年的天然资源几乎等于枯水年的2倍。全省丰水年(20%降水频率)天然资源188.42亿,平水年(50%降水频率)142.74亿,偏枯年(75%降水频率)119.65亿,枯水年(95%降水频率)99.54亿。

从地下水资源地域分配看,陕北黄土高原地下水资源贫乏,其面积占本省面积的将近一半,但地下水补给量(37.38亿)仅占本省地下水补给量的24%,且绝大部分分布在沙漠滩地、洛川塬、长武塬和较大的河谷川道区。而占陕北面积71%的黄土梁峁区,地下水补给量仅8.69亿,占陕北总补给量的23%。平均补给模数:沙漠滩地16.55万立方米/年·平方公里(以下单位略),黄土塬区2.67—4.52,黄土梁峁区0.39。关中盆地地下水资源较丰富,面积仅占本省面积的9%,地下水补给量43.64亿,占本省地下水补给量的28%,补给模数:河谷低阶地23.15—62.11,黄土台塬7.85—22.39。陕南秦巴山区地下水资源也较丰富,地下水补给量74.11亿,占本省地下水补给量的48%,但分配不均,其中碳酸盐岩裂隙溶洞水45.15亿,占陕南山区地下水补给量的61%,而大面积分布的基岩裂隙水和碎屑岩类孔隙裂隙水的补给量19.09亿,仅占陕南地下水补给量的26%,

^①本节地下水资源量单位均采用立方米/年,以下略。

表 17

陕西省地下水资源汇总表

区	亚 区	面 积 (平方公里)	地下水资源(万立方米/年)							
			补 给 总 量	不同降水频率天然资源					开 采 资 源	
				20%	50%	75%	95%	均 值	大面积开 采 资 源	集中供水 开采资源
陕 北 黄 土 高 原	定边、榆林沙漠滩地	12869.72	212981	261625	203814	164551	119780	210932	17137	1200
	长武、洛川黄土塬	9581.66	40667	47996	39699	33757	25753	40455	4549	2312
	宜 川 黄 土 塬	1556.52	7033	8454	6888	5765	4571	7028	367	200
	姬 家 黄 土 塬	1522.42	4072	5048	3950	3176	2280	4071		
	千 阳、 陇 县 盆 地	564.68	5263	5874	4886	4272	3453	4994	3472	600
	黄 土 梁 峁 区	71486	86965	109745	83567	71477	53297	86965	1903	4473
	北 山 山 区	3018	16891	18836	15594	14246	12122	16891		8095
	合 计	100599	373872	457578	358398	297244	221256	371336	44308	
关 中 盆 地	凤翔至礼泉黄土台塬	4166.6	51465	63739	48287	42010	39113	48287	32879	4200
	宝鸡至咸阳低阶地	785.4	29243	28057	21255	18492	17216	21255	18492	20457
	宝鸡至户县低阶地	1659.6	103080	111586	84535	73545	68473	84535	67859	18763
	宝鸡至周至黄土台塬	475.2	10642	12061	9137	7949	7401	9137	2063	1400
	三原至合阳黄土台塬	3642.6	28577	33213	25161	21890	20380	25161	15004	2600
	泾阳至大荔低阶地	3999.2	92589	112148	84961	73916	68818	84961	52491	10185
	西安至华阴低阶地	1701.6	80774	76893	58252	50679	47184	58252	59664	46579
	长安至潼关黄土台塬	2609.4	40044	45040	34121	29685	27638	34121	22287	760
合 计	19040.2	436414	482737	365709	318166	296223	365709	375683		

续表 17

区	亚 区	面 积 (平方公里)	地下水资源(万立方米/年)							
			补 给 总 量	不同降水频率天然资源					开 采 资 源	
				20%	50%	75%	95%	均 值	大面积开 采 资源	集中供水 开采资源
陕 南 秦 巴 山 区	汉 中 盆 地	1392.8	70657	72184	69105	64143	62837	69104	33129	17674
	西 乡 盆 地	132.2	4654	4733	4524	4346	4114	4524	1712	8850
	安 康 盆 地	194.0	10728	10644	9628	8903	7988	9788	3259	1538
	商 丹 盆 地	232.0	5915	60006	4684	3776	2752	4865	2503	
	洛 南 盆 地	193.0	4188	4227	3430	2937	2466	3652	1106	1076
	太 白 盆 地	45.79	1537	1703	1367	1132	807	1259	384	656
	凤 县 盆 地	24.90	904	848	653	530	340	678	456	4801
	宝 陇 盆 地	2312.00	2261	2845	2087	1571	1185	2261		
	洛 南 山 区	3619.00	22351	26374	21524	19825	15489	22350		
	秦 岭 山 区	58657.0	348049	458728	330298	266954	214050	348049		
	巴 山 山 区	19124.0	269814	355615	256053	206947	165936	269814		
	合 计	85926.69	741058	943907	703353	581064	477964	736344		102715
	总 计	205565.89	1551344	1884222	1427460	1196474	995443	1473389		522706

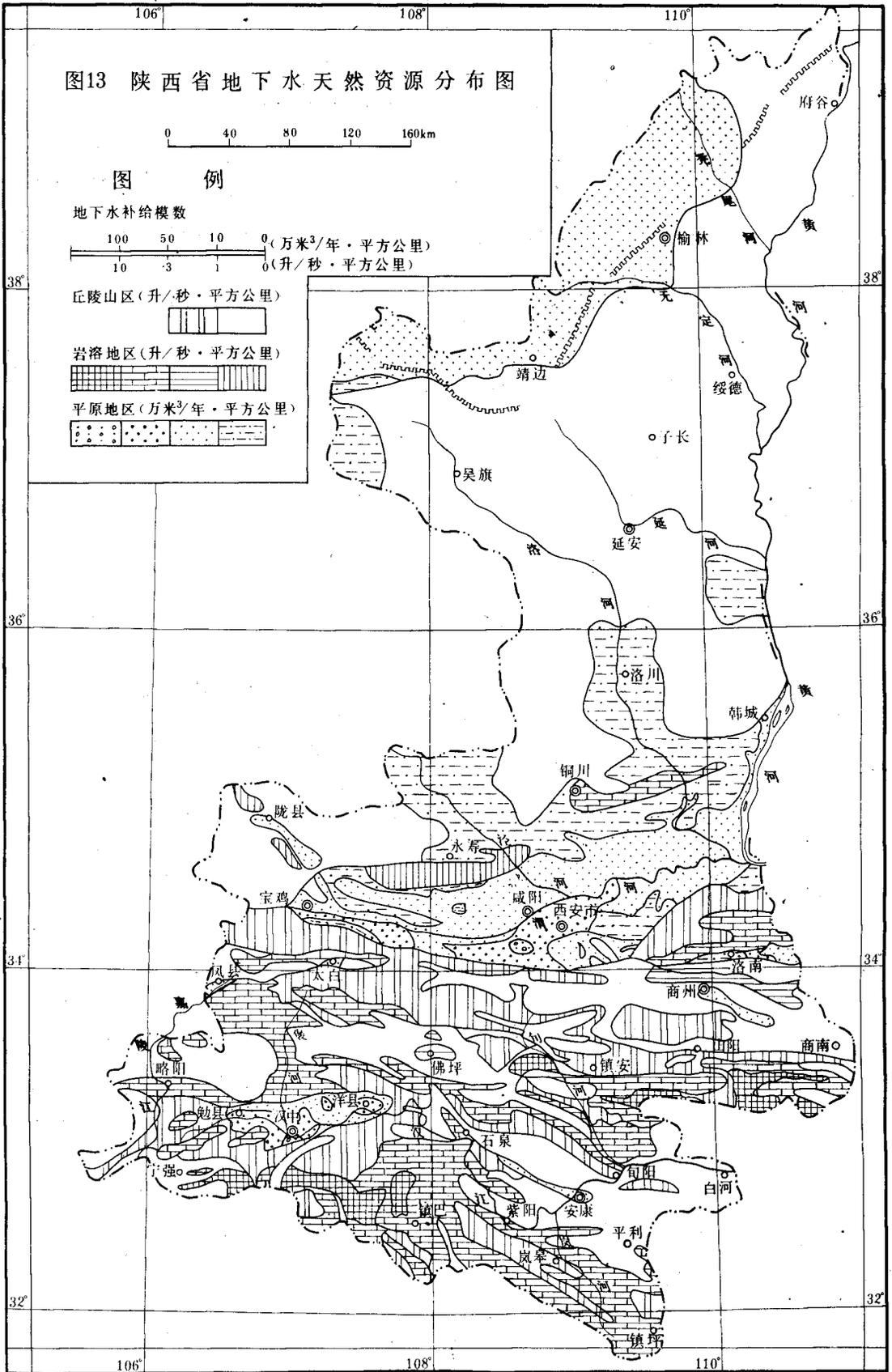
补给模数一般 21.7—55.30 (图 13)。

二、地下水开采资源

分大面积开采资源和集中供水开采资源两部分,前者指农田供水,后者指工业和城镇供水。计算方法,平原区采用水均衡法(仅在关中盆地采用)、开采系数比拟法和岸边布井法,丘陵山区用大泉流量统计法。

经计算,本省地下水开采资源 52.27 亿,其中大面积开采资源 34.07 亿,集中供水开采资源 14.88 亿。岩溶水开采资源 3.32 亿。开采资源模数,河漫滩和低阶地 20—50 (单位万立方米/年·平方公里,下略),局部大于 50,关中盆地黄土台塬 5—12,陕北黄土塬 2.7—3.7。

图13 陕西省地下水天然资源分布图



本省工农业及城乡生活用水量,经1978年调查,在平水年情况下,年需水量100.98亿立方米,本省地下水开采资源每年52.27亿立方米,能满足总需水量的52%。

第三节 地下热水和矿泉水资源

本省是中华民族古老文化发祥地之一,这里有较丰富的中低温地热资源,矿泉的利用历史悠久。2200多年前,临潼华清池热矿泉已被用来沐浴疗疾,从古至今一直闻名遐迩。

相传周幽王时华清池就建有“骊山宫”,史书上有“骊山汤,初始皇砌石起宇”,汉、北周、隋相继修饰,秦始皇曾在此沐浴。唐贞观十八年(644),太宗李世民修温泉宫。天宝六年(747),玄宗李隆基扩建,改名华清宫。如今华清池内的“贵妃池”相传就是当年杨贵妃洗澡的“芙蓉池”。蓝田汤峪温泉始建于唐初,至今有1300多年历史。眉县汤峪温泉也很早就为人们所利用。

陕西温(矿)泉,古籍多有记载。地方志及章鸿钊著《中国温泉辑要》共录本省温泉41处,其中陕北15、关中19、陕南7。如今有的或已湮废,或古是而今非。古人对温泉的记述可分两类,温度较高,如言“沸涌如汤”、“灼人形体”或名之“汤泉”者4处;温度较低,如言“虽寒不冻”、“亘寒不冰”、“四时温暖”、“冬温夏凉”者25处,温度无考者12处。

建国后,本省70年代初开展地热地质工作。省地质局第一水文队1971年在蓝田汤峪钻出第一眼井口水温57℃的中温自流水井,嗣后,开展关中温泉调查和西安地区地下热水普查。1973年在省地质局石油普查队配合下,在西安市南郊钻出井口水温63.9℃的中高温热水井。为满足疗养事业发展的需要,临潼骊山北麓的空军疗养院、陆军疗养院和417医院先后钻成3眼中温热水井。80年代以来,省综合勘察院在长安县东大乡北大村钻成4眼中温或中高温热水

井。省地矿局第一水文地质工程地质队在西安及其附近地区1500平方公里面积内,相继发现地热异常近500平方公里,并对局部地热异常勘探验证,在长安县子午镇和滦镇西留堡村钻出3眼中温和中高温热水井,在眉县汤峪河谷打成1眼井口水温70℃的中高温热水井,同时开展陕西热能区划工作,初步概算了热能资源,为进一步勘探与开发地下热水提供了依据。1988年以来,省煤田地勘公司186队在西安市工人疗养院、丈八沟陕西宾馆钻成2眼中温热水井。1987—1990年,第一水文地质工程地质队调查关中和全省饮用天然矿泉水,已有78处达到国家标准,部分已批量生产。

一、地下热水

(一) 分布

目前本省有地下热水点59处,其中温泉20处(水温20℃以上),钻孔揭露的热水井39处(至1990年)。地下热水以中低温为主,温泉水温高者63℃,钻孔揭露的井口水温最高者70℃。按温度分级,60℃以上的中高温热水点5处(温泉1处、热水井4处),40—60℃的中温热水点21处(温泉4处、热水井17处),20—40℃的低温热水点33处(温泉15处、热水井18处)。据各热水点可测流量统计,全省温泉天然流量23616立方米/时,热水井流量3745立方米/时,合计27361立方米/时。

本省地热点多集中分布于关中盆地,有温泉14处,热水井31处。汉中地区温泉6处,地热井3处。陕北尚未发现温泉和地热异常。

(二) 类型和水质

省内地下热水可分为褶皱山区断裂带地

下热水和断陷盆地地下热水两类。

褶皱山区断裂带地下热水主要赋存于变质结晶岩、花岗岩和碳酸盐岩分布的山区或山前地带，这里构造活动频繁，断裂发育，有利于地下热水的储存和运移。按热储含水层可分为变质结晶岩类构造裂隙热储层和碳酸盐岩岩溶裂隙热储层。前者多分布于秦岭北麓山前与盆地交接地带的近东西向断裂带上或两组断裂交汇处，如眉县汤峪、蓝田汤峪及临潼华清池等温泉，具典型的脉状裂隙水特征。泉水温度一般都在 40℃ 以上，矿化度小于 1 克/升，水化学类型为重碳酸和硫酸钠质水，氟离子含量较高，一般 5—7 毫克/升，个别达 19.5 毫克/升，可溶性二氧化硅 51.4—74 毫克/升，为氟水和硅酸水。含有多种微量元素，适合洗浴疗养。碳酸盐岩岩溶裂隙热储层分布在北山山前一带，这里的岩洞裂隙往往构成地下热水运移赋存的良好场所，渭北一些大流量温泉多属这种类型，如泾阳县筛珠洞泉、蒲城县袁家坡泉、合阳县灤泉等。泉温 22—34℃，矿化度小于 1 克/升，水化学类型为重碳酸或硫酸重碳酸钙镁水。氟离子含量 0.5—1.8 毫克/升，可溶性二氧化硅 18—25 毫克/升，适宜灌溉和农副业综合利用。

断陷盆地地下热水的热源来自地下深处的地温增高区，热水赋存于新生代断陷盆地内，其上为巨厚的松散沉积物所覆盖，边缘为大断裂控制。热异常区地面以下 1000 米处的地温一般大于 45℃，最高达 80℃ 以上，1000 米以浅的地温梯度约 3.3—4.5℃/百米，秦岭北坡山前一带地温较高，梯度大于 5℃/百米。热储含水层主要为第四系中下更新统和第三系孔隙热储层，其埋深受基底构造控制，在基底隆起、盆地边缘或凹陷边缘埋藏较浅（小于 1000 米），在基底凹陷处埋藏较深（1500—2000 米）。已在部分热异常区内钻出地下热水，矿化度小于 1 克/升至 1—3 克/升，pH 值 7.2—

8.0，为重碳酸硫酸或硫酸重碳酸钠质水，含氟、硅酸及某些微量元素，综合利用条件较佳。

（三）开发和利用

本省地下热水资源利用得不多，现有的中高温热泉（井）主要用于洗浴，已建疗养院 6 处，民办浴池 4 处。据蓝田汤峪疗养院有关资料记载，该温泉对 30 多种慢性疾病有较好疗效，尤对皮肤病、风湿、关节炎等疗效显著。中低温泉水（井）用于灌溉 7 处，工业供水 3 处，温水养鱼和地震观测各 5 处（表 18）。

二、矿泉水

天然矿泉水含有人体所需的较丰富的微量元素。至 1990 年，省地矿局第一水文地质工程地质队已对陕西省内符合饮用标准的 30 余处天然矿泉水（井）按 51 项进行了水质全分析；全省共有 25 处通过了省级以上鉴定。

据现有调查资料，饮用矿泉水除分布于陕北甘泉县和榆林市外，多集中在关中地区，主要赋存于寒武奥陶系灰岩、第三系砂砾岩、第四系砂卵石及黄土与其下伏的侏罗系延安组煤系地层中。本省饮用天然矿泉水普遍特点是偏硅酸、锶含量较高，个别矿泉水溴、锌、碘也达到国家规定标准。在已确定的 78 处饮用矿泉水中，锶矿泉水 39 处，锶、偏硅酸矿泉水 31 处；尚发现 4 处含溴（或硒）、锶、偏硅酸和含溴、碘、锶的珍稀矿泉水。其中蓝田县金龙泉、华县高塘和榆林泉为低钠含锶和偏硅酸重碳酸钙型优质矿泉水或低钠含锶的重碳酸钙镁型淡矿泉水，甘泉县美水沟为含偏硅酸低矿化度重碳酸盐型，华阴市华山为含锌、锶的硅质重碳酸钙镁型，大荔矿泉水为含偏硅酸、锶和溴的硫酸氯化物重碳酸钠钙镁型，适宜医、饮兼用。上述矿泉水中还含有锂、铝、硒等微量元素，水中毒理指标、放射性指标、微生物指标等均符合国家饮用水卫生标准。泉水洁

表 18

陕西省温泉及地热井利用现状简表

编号	名称	位置	井深 (米)	温度 (°C)	流量 (吨/时)	水化学类型	矿化度 (毫克/升)	利用 现状
21	西热 1 井	西安东郊石家道	1001	54	10.8	SO ₄ -Na	299	地震观测
23	西热 6 井	西安电影制片厂	2000.41	63.9	25.13	SO ₄ -Na	2800	地震观测
1	华清池	临潼华清池		42—44	113.74	SO ₄ ·Cl·HCO ₃ -Na	784	建有疗养院、浴池、温水游泳池及地震观测
24	417 井	临潼 417 医院	1160	51	53.23	HCO ₃ ·Cl·SO ₄ -Na	950	疗养院、水疗
25	空疗井	临潼空军疗养院	732	47—49		Cl·SO ₄ ·HCO ₃ - Na	1280	疗养院、水疗
26	陆疗井	临潼陆军疗养院	870	52		SO ₄ ·HCO ₃ ·Cl -Na	626	疗养院、水疗
2	石门温汤	蓝田县汤峪镇		49—59		SO ₄ -Na	620	疗养院、浴池
27	汤 2 井	蓝田县汤峪镇	627.15	57	52.31	SO ₄ -Na	620	洗浴
28	东大 1 井	长安县东大乡北大村	250	43	33.79	HCO ₃ ·SO ₄ -Na	352	洗浴、温水养鱼
30	东大 3 井	长安县东大乡北大村	276	43.4	113.47	HCO ₃ ·SO ₄ -Na	352	洗浴、温水养鱼
3	灋泉	合阳县东王村		29	3600	SO ₄ ·HCO ₃ ·Cl -Na·Ca	954	灌溉
4	袁家坡泉	蒲城县袁家坡		27—31	7128	SO ₄ ·HCO ₃ ·Cl -Na·Ca·Mg	808	灌溉及工业用水
5	汤里温泉	蒲城县永丰汤里村		26—34	797.15	SO ₄ ·HCO ₃ ·Cl -Na·Mg	766	灌溉及工业用水
7	常乐温泉	蒲城县平路庙常乐村		43	14.4	Cl·SO ₄ ·HCO ₃ -Na·Ca	1054	灌溉、育苗
8	筛珠洞泉	泾阳县王桥张家山		21	2780	HCO ₃ -Ca·Na· Mg	388	灌溉
9	龙岩寺泉	乾县临平龙岩寺		32	2520	HCO ₃ ·Cl-Na· Ca	610	温水养鱼
34— 42		咸阳市马跑泉至大泉	100— 300	18—26	191	HCO ₃ ·Cl·SO ₄ -Na	666	灌溉、养鱼

续表 18

编号	名称	位置	井深 (米)	温度 (℃)	流量 (吨/时)	水化学类型	矿化度 (毫克/升)	利用 现状
10	东风镇泉	陇县东风镇		22				洗浴
11	水沟泉	千阳县水沟乡		22	220			洗浴
12	米家山泉	宝鸡县上王乡米家山		30	4.4	SO ₄ -Na	714	地震观测
13	温水沟	宝鸡县马营温水沟		30	18	HCO ₃ -Na·Ca		温水养鱼、灌溉
14	凤泉汤	眉县西汤峪		63	18	SO ₄ -Na	584	建有疗养院、浴池及地震观测
46	郭家湾井	勉县郭家湾	250.27	58	50.81	HCO ₃ ·SO ₄ -Ca·Mg	462	建有浴池
16	杨家湾泉	勉县团庄杨家湾		22	18	HCO ₃ -Ca·Mg	462	
17	臭泉	南郑县牟家坝上河坝		24.5	3.92	HCO ₃ ·SO ₄ -Ca·Mg	172	
18	三泉	西乡县峡口三泉村		20	15.94	HCO ₃ -Ca·Mg	298	工业供水
19	桃园河泉	洋县洋平桃园河口		21.2	127.87	SO ₄ ·HCO ₃ -Ca·Mg	1236	
20	庙沟泉	佛坪县龙草坪庙沟		30.5	632	SO ₄ ·HCO ₃ -Na	244	

净晶莹，口味纯正，适于做瓶装、罐装天然矿泉水和矿泉水系列饮料，部分已投产，获得较好的经济效益。大荔县饮用天然矿泉水勘

查与评价获 1988 年陕西省科技进步二等奖。

第四节 城市工矿及能源基地供水

一、城市工矿供水

本省大中城市和工厂矿山的工业及生活用水主要靠开采地下水。城市供水水文地质勘察除由省地矿局第一、二水文地质工程地质队进行外，煤炭、冶金、城建等系统的水文地质队也做了不少工作。

大规模的城市供水勘查始于 50 年代中期，为适应城市建设的需要，相继对一些大中城市进行供水水源地初步设计阶段的水文地质勘察，并对重点工矿区开展供水水文地质工作。60 年代中期至 80 年代，围绕城市开发利用地下水后出现的水文地质问题，开

展专门性或综合性的水文地质勘查。

供水勘查工作多集中在渭河沿岸和陕南秦巴山区的河谷盆地及渭北煤炭基地。勘探深度一般在二三百米以内，勘探多以第四系松散层为主要目的层。经过 30 余年工作，完成供水勘查工程（点）200 余项，其中县级以上（包括县级）及重点工矿区供水工程项目 42 个，对西安、宝鸡、咸阳、铜川、延安和汉中 6 个大中城市重点进行了供水水文地质勘查，为城市建设规划提供了水文地质资料。

（一）西安市

1. 供水沿革 西安是中国 6 大古都之一，历史上先后有 12 个王朝在此建都，其供水问题随朝代的变革有过几次大的变更。汉唐时代的京都长安规模宏大，为解决生活、园林和宫廷用水，先后从发源于秦岭北麓的漓、漓、灃诸河开渠引水，挖池调蓄，构成完备的城市供水系统。唐以后，长安失去都城地位，原有城市范围缩小，人口减少，昔日的供水渠屡遭破坏。到宋、元、明、清时代，居民生活用水一方面利用浅层地下水，另一方面又继续疏通渠网引用地表水，如龙首渠仍为当时居民用水的一条主要渠道。直到清末，由于旧有引渠上游截水灌溉，入城之水愈来愈少，才结束对地表水的依赖，城市供水完全转向开采地下水。

民国年间，西安市公用饮水设施近于空白，居民用水全仰于开采浅层地下水。饮用水井约在 1 万口左右，水井与渗井相互交织，地下水污染严重，味道苦涩，不堪饮用。当时政府机关部门和一些工厂的自备井，由省建设厅凿井队承担打掘，开采深百米左右的砂层中水。1936 年，省政府在西关南侧打井，拟建自来水工程，抗日战争爆发后，工程中断。

建国后，西安市自来水公司着手筹建城市供水工作，1951 年 6 月开始恢复建国前遗留的自来水工程，仍在西关南侧打深井 3

眼，日供水能力 0.5 万立方米，1952 年国庆节投产，建成市第一个自来水厂。此后，至 1985 年西安先后完成 4 期较大规模的城市供水建设。

一期城市供水工作：1954 年，市自来水公司分别在东郊田家湾、西郊沣镐路建立供水水源地。1955 年地质部 961 队在苏联专家帮助下，首次开展西安供水水文地质勘查，提出灃、灃、浣河沿岸傍河开采地下水的供水方案，次年对上述地段开展地下水动态观测。一期供水工程建设主要开辟灃河、浣河水源地及扩建浃河田家湾、沣镐路和西关一厂井群，截止 1959 年底，供水能力 16.6 万立方米/日，连同调节水源，最大供水量 19.1 万立方米/日。1964 年又建成沣河水源地。

二、三期城市供水工作：1966 年，省地质局第一水文队通过第二次补充勘探，重新计算灃河、沣河两水源地的地下水资源，并提出渭滨和西北郊两个后备水源地，勘探成果基本满足二、三期供水建设的要求。二期供水工程主要是扩建灃河和沣河两个水源地，到 1972 年建成后，全市实际供水能力 33 万立方米/日，形成东、西郊两大地下水体系和多水厂、分区分压的供水系统。三期供水工程建设 1973 年开工，1978 年投产，新建项目有渭滨水源地及北郊配水厂，扩建沣、浣河水源地和灃河水源地等，形成从东、西、北 3 个方向供水的水源布局，日供水量 48 万立方米。

四期城市供水工作：1981—1984 年，省地矿局第一水文队完成西安市 1:5 万综合水文地质勘查，先后提交西北郊与东北郊供水水文地质勘查报告，首次用非稳定流的解析解及数值解—有限单元法评价地下水资源，为四期供水工程建设提供了水文地质依据。四期供水工程 1983 年开工，计划在西北郊沣河入渭河口开辟日供水能力 15 万立方米的水源地，1985 年已建成日供水能力 5

万立方米供水设施。截止 1985 年底, 市区内配水厂、加压站及管道等工程也相继投产, 全市各水源地的日供水能力已达 53 万立方米。

1952 至 1985 年 33 年间, 西安市城市供水、排水设施从无到有, 从小到大, 共建供水水源地 7 处, 水源井 181 眼, 地下水日开采量 53 万立方米, 加上市区内各企事业

单位自备生产井 410 眼 (不包括六县和阎良区), 日开采量 31 万立方米, 总计西安市实际日开采地下水总量 84 万立方米 (表 19)。

2. 各水源地开采现状 西安市城市供水主要以涝河取水为主, 水源地主要分布在渭河及其支流沔、浣、产、灞河岸边地带。

沔河水源地在城区以西 15 公里处, 生

表 19 西安市各水源地地下水开采量(1985 年) 统计表

水源地名称	天然补给量 (万立方米/日)	实际开采量		投产时间 (年)	备注
		生产井数 (眼)	开采量 (万立方米/日)		
沔河水源地	15.24	32	13	1964	沔河天然补给量据 1966 年《西安地下水形成条件和地下水资源报告》
浣河水源地	7.59	22	5	1957	
灞河水源地	20.68	57	17	1958	
产河水源地	2.30	10	1.8	1954	
渭滨水源地	13.71	31	10	1978	
沔镐路水源地	/	14	1.2	1952	
西北郊水源地	18.96	15	5	1985	西北郊水源地天然补给量据 1985 年《西安市城市供水西北郊水源地水文地质勘察报告》
合计	78.48	181	53		
城市自备井		410	31		
总计			84		

产井沿沔河东岸分布, 1973 年以前有 17 眼, 主要开采 80 米以上潜水及浅部承压水。至 1985 年又陆续扩建生产井 15 眼, 开采深度加深至 230 米。含水层为第四系砂及砂砾石, 沔河水侧渗为主要补给来源。浣河

水源地位于沔河水源地东侧, 22 眼生产井呈棋盘格式分布于渭河一级阶地后缘, 主要开采 44—130 米浅部承压水, 含水层由中粗砂、砂砾石间夹薄层亚粘土组成, 地下径流与上部潜水下渗为其主要补给来源。

灞河水源地在城区以东 15 公里处, 有生产井 57 眼, 分布灞桥镇—惠家庄的沿河两岸, 其中灞东 34 眼, 棋盘格式排列, 灞西 23 眼, 平行河流排列。主要开采 100 米深度内的潜水或浅层承压水, 局部开采 100—250 米深度的承压水。浐河水源地有生产井 10 眼, 加上纺织系统、热电厂等单位自备水井共 60 余眼, 集中分布于浐河下游的田家湾、十里铺、纺织城、热电厂 4 个地段, 实际开采面积已达 15 平方公里。市自来水公司水源地 60 年代以开采 100 米深度内的浅层承压水为主, 60 年代后陆续开采 100—300 米的深层承压水, 开采量 60 年代中期 4—5 万立方米/日, 70 年代后期 3 万立方米/日, 80 年代减至 1.8 万立方米/日, 其原因系纺织厂和热电厂过量开采(如灞桥热电厂装机 7.2 万千瓦, 日开采量近 1 万立方米), 地下水位普遍比采前下降 20—30 米。

渭滨水源地位于市区北 15 公里的渭河漫滩上, 东西长 4 公里, 南北宽约 1.5 公里, 生产井群南北两排条带状布置, 以 2—3 个不同深度的母子井, 分别开采 50—150 米深的潜水和浅层承压水及 140—200 米的深层承压水。含水层为第四系砂砾石层, 地下水受降水及渭河河水侧渗补给。

西北郊水源地位于沔河与渭河交汇地带的渭河一级阶地和渭、沔河漫滩处, 主要开采 60 米以上和 60—140 米深度的潜水与浅层承压水, 含水层为中粗砂和砂卵石间夹亚粘土层。该水源地总开采资源 15.41 万立方米/日, 全部投产后可使西安市日供水能力增加 15 万立方米。1988 年, 西安市城市供水西北郊水源地勘察获地矿部地质找矿成果二等奖。

根据对水源地地下水开采量和水位动态多年观测资料分析, 5 个水源地(灞、浐、沔、浐、渭滨)自投产以来水位普遍下降, 都已形成下降漏斗, 且有向纵深发展的趋

势, 特别是浐河、浐河、灞东水源地不宜再扩大开采。另外城区自备生产井(主要开采承压水)由于过量开采, 地下水位亦大幅度下降, 导致地面沉降, 对城市建设带来危害。

(二) 宝鸡市

城区供水水文地质勘查始于 60 年代初期, 由建工部给排水设计院西北分院进行初步设计阶段水文地质勘查(比例尺 1:2.5 万), 对 150 米以上第四系潜水和第三系承压水的埋藏条件和富水性作了初步了解。1961 年以来该市建立以地下水为主要水源的供水系统, 均属傍河分散开采。现已建成姜潭、福临堡、石坝河、市区和十里铺 5 个水源地, 拥有机井 240 余眼, 其中经常启用开采的 150—180 眼, 以开采 50—150 米第三系浅层承压水为主, 日平均开采总量 16—18 万立方米。150—300 米由于含水层埋藏深, 补给条件差, 且氟离子含量普遍超标, 目前已采取控制开采的措施。另外, 下马营水源地设计日开采量 3.2 万立方米, 尚未投入使用, 70 年代, 省地质局第一水文队进行补充水文地质勘探(比例尺 1:2.5 万), 较全面地计算和评价了地下水资源, 采用非稳定流开采强度法对姜潭水源地进行不同开采量的水位预报, 1975 年该队在宝鸡市建立地下水动态监测网。80 年代中期, 省地矿局水文地质观测总站受宝鸡市水资源管理处委托, 对该市现有 5 个水源地地下水资源进行评价。目前该市地下水已超量开采, 一些水源地单井出水量衰减, 地下水位连续下降。据有关资料论证, 该市现有水源地开采总量应控制在 14.46—15.15 万立方米/日, 方能保证水源地的正常开采。

(三) 咸阳市

咸阳市自来水事业始于 1951 年, 30 余年来已有生活和生产供水井 322 眼, 多数为企事业单位自备井, 日开采量 24—27 万立方米, 其中自来水厂生产井 16 眼, 日开采量 4.62 万立方米。另外, 市郊茂陵第六针

织厂、北里村西北橡胶厂、西阳村省彩色显像管厂等均建有集中开采的自备水源地，每个水源地的日开采量 1.4—2.2 万立方米。主要开采 50—150 米浅层承压水及 150—250 米深部承压水，次为 50 米以上的潜水。

咸阳市区除 50 年代末期省地质局第一水文队进行过供水水文地质勘查外，再很少开展此类工作，因而对地下水资源及其分布缺乏详尽了解。开采过程中又缺乏统一管理，井群过于集中（市区 14 平方公里范围内平均每平方公里生产井数达 8.6 眼），致使市区内地下水位大幅度下降，局部地面沉降，水质开始恶化。1986 年咸阳市成立地下水资源管理办公室，对全市现有生产井实行统一管理。省地矿局水文地质观测总站也在该市建立分站，全面监测地下水动态。近年来，省地矿局第一水文地质工程地质队开展该市河谷平原区水文地质工程地质勘查，目前尚在进行中。

（四）铜川市

铜川市供水水文地质工作始于 50 年代中期，省煤炭局水文地质队对耀县附近沮水河河谷 11 平方公里范围进行过详细勘探，对 50 米以上浅层水作了资源评价。70 年代初期，省地质局第二水文队为解决该市供水，在漆水河黄堡镇以北进行 1:5 万水文地质勘查，初步查明 8 个相对富水地段，并在柳湾兴建小型水源地。80 年代初该队又对耀县河谷区进行供水水文地质勘查。此外，四机部勘探公司、铁道部建厂局和铜川矿务局钻井队分别在雷家沟、黄堡和市区施工完成数个钻孔。

由于受自然地理及地质条件限制，区内地表水和地下水资源均较贫乏，城镇供水水源较分散。50 年代后期至 1985 年共建三里洞、柳湾、耀县供水站和王家河 4 个水厂。柳湾水厂有 3 口生产井，开采二叠—三叠系碎屑岩孔隙裂隙水。耀县供水站全部开采沮

水河河谷冲积层地下水。

铜川矿务局所属 13 个矿区和 1 个工厂，除 3 个矿区由自来水公司供水外，其余矿区各有自备水源。矿务局修建了红土、上马、东王和建庄等水厂及玉华川供水站，总供水能力 1.90 万立方米/日，1985 年总开采量 1.47 万立方米/日，主要开采玉华川、庙湾第四系冲积层孔隙潜水和二叠系孔隙裂隙水。此外，耀县水泥厂、西北耐火材料厂都有自备生产井，开采量约 1.26 万立方米/日，全市 1985 年供水量 6.43 万立方米/日（表 20）。

（五）延安市

城市供水水文地质勘查始于 60 年代初期，由省地质局第一水文队完成供水水源初步设计阶段勘查。60 年代末该队二次勘查，将地球物理勘探用于基岩找水，基本查明水文地质条件，首次在延安组宝塔山段厚层砂岩中找出几处富水地段。70 年代初期该队又计算了市区内地下水开采资源。

该市现在七里铺、王家坪和北关等地建有分散水源地，地下水日开采量 0.9 万立方米，各单位自备井日开采量 0.3 万立方米，主要开采宝塔山段砂岩孔隙裂隙水，次为河谷区潜水。1982 年，延安市城建部门为改善城市供水现状，在王家坪引延河水修建一座地表蓄水池，日供水量约 1 万立方米，初步缓解了城市供水紧张局面。

（六）汉中市

汉中市 60 年代初由省地质局第一水文队进行供水水文地质勘查，70 年代又对该市供水水源进行了开采资源计算。该市水源地位于汉江一级阶地上，主要开采冲积层潜水，日开采量 1.18 万立方米，另外各厂矿企业自备井日开采量 2.9 万立方米，全市日开采总量 4.08 万立方米。

二、能源基地供水

（一）骨干火电厂供水勘查

1949 年本省火电装机容量仅 1.3 万千

表 20

铜川市各水厂供水量统计表

项 目 类 别		设计能力 (万立方米/日)	1985 年供水量(万立方米/日)		
			河 水	地 下 水	小 计
城 区	三里洞水厂	1.00	1.10	/	1.10
	柳湾水厂	0.90	0.66	0.30	0.96
	耀县供水站	1.20		0.47	0.47
	王家河水厂	0.40	0.37	/	0.37
	各单位自备水源	0.80	0.36	0.44	0.80
	小 计	4.30	2.49	1.21	3.70
矿 务 局	红土水厂	0.50		0.72	0.72
	上马水厂	0.50		0.36	0.36
	东王水厂	0.10		0.10	0.10
	玉华川供水站	0.30		0.30	0.30
	建庄水厂	0.50			
	小 计	1.90		1.48	1.48
耀县水泥厂		1.10		1.10	1.10
西北耐火材料厂				0.16	0.16
全市合计			2.49	3.94	6.43

瓦, 至 1986 年, 先后建成灞桥、户县、宝鸡、渭河、秦岭、韩城 6 个骨干火电厂, 总装机容量 197.2 万千瓦。灞桥热电厂是新中国第一个五年计划期间 156 项重点建设项目之一, 装机 7.2 万千瓦, 1953 年 10 月建成发电。电厂水源勘查由北京电力设计院进行, 水源地选在泾河岸边。1965 年西北电力设计院对电厂又做补充供水勘查, 扩大了原水源地开采量。户县热电厂(户县余下镇)和宝鸡火电厂(宝鸡姜城堡)分别于 1954 年和 1956 年开工兴建。前者 1957 年 12 月有两台 2.5 万千瓦机组发电, 到 1970 年装机容量扩至 20 万千瓦; 后者装机 15 万千瓦, 1961 年 1 月开始发电。两电厂供水均开采地下水。户县电厂供水最初由北京电力设计院对山前冲洪积平原和涝河沿岸地带做了水源地勘查, 后期扩建工程由西北电力设计院在上述地段进一步做了勘查。宝鸡电厂供水采用傍河取水方案, 在清姜河河谷凿井供电厂用水。

渭河电厂(咸阳市肖家村)装机 10 万千瓦, 1971 年 5 月建成发电, 1966 年西北电力设计院完成水源地供水水文地质勘查, 采用达西和影响半径公式计算了 200 米深度以上第四系潜水和承压水开采储量, 提供日可采 4.2—5.2 万立方米水量。秦岭电厂(华阴罗夫镇)是目前本省最大的火力发电厂, 一期工程装机 25 万千瓦, 于 1973 年 8 月首次发电。二、三期扩建工程各增加装机容量 40 万千瓦, 到 1986 年, 总装机容量 105 万千瓦。围绕三期工程, 西北电力设计院做了 3 次供水勘查: 1967 年电厂厂址确定后, 该院在华阴市老铁路以南罗夫河东、西侧 4 平方公里范围内做供水勘查, 满足了电厂装机 25 万千瓦循环用水 1500 立方米/时的要求。后因协调工农业用水矛盾, 电厂水源地迁至老铁路以北 88 号信箱以南罗夫河以西带状地段内, 但未专门勘查, 而是采用探采结合的一次成井法, 概算了开采储量 2.6 万立方米/日, 基本满足电厂需水要

求。1974年该院在一期工程水源地之西至方山河间的渭河一级阶地后缘再次进行供水勘查,将60米深度以上划作第一含水岩组,60—150米为第二含水岩组,分别概算了开采储量,第一含水岩组2.07万立方米/日,第二含水岩组5.37万立方米/日,总计7.44万立方米/日,满足二期扩建工程日需水6万立方米的要求。1982年在原水源地基础上做第三期供水勘探,增凿14眼生产井,扩大了地下水开采量。韩城火电厂于1977年6月建成发电,装机40万千瓦。供水水源一是开采芝川黄河滩地60—200米深度内第四系潜水和浅层承压水,凿井14眼,单井出水量日千余立方米;二是开采380米高程以下的奥陶系灰岩岩溶水,凿井8眼,单井出水量日约2000余立方米。

随着对电力需求的增加,充分利用渭北丰富的煤炭资源,使其尽快地转换成电力,国家拟建韩城第二火电厂(装机120万千瓦)、蒲城火电厂(装机240万千瓦)和扩建渭河火电厂(装机120万千瓦)。韩城二电厂循环用水日需15.55万立方米,1976年,西北电力设计院在黄河漫滩和一级阶地30平方公里范围内做水源地勘查,对300米深度以上第四系松散含水层划分3个含水岩组,采取傍河开采方式对第一、二含水岩组计算地下水开采量9.37万立方米/日,按要求尚缺6.18万立方米/日。西北电力设计院建议通过开发第三含水岩组,或据同期省综合勘察院在下峪口进行的城镇供水勘查资料,扩大水源地开采范围,以弥补缺额部分。

1980年西北电力设计院对蒲城火电厂拟选的袁家坡水源地做了供水勘查,水源地是利用全排型袁家坡岩溶大泉稳定排泄量1980升/秒(17.1万立方米/日)作为供水保证量,提出岩溶泉水可采资源12.96万立方米/日,满足了电厂先期设计装机120

万千瓦的需水要求。尔后,决定扩大电厂规模,装机容量增至240万千瓦,尚需增加水量12万立方米/日,选袁家坡水源地南约10余公里的温汤一带作为第二水源地。1985—1987年省地矿局第二水文地质工程地质队受蒲城电厂筹备处委托,对温汤10平方公里范围进行供水水文地质勘查。该水源地处洛河河谷区,供水目的层为中奥陶统碳酸盐岩,该队以大落程长时间(119天)试验性开采抽水试验为依据,采用稳定流相关分析法及有限元数值解法评价岩溶水开采资源量,经省矿产储量委员会批准开采资源量12.9万立方米/日,满足了电厂扩大装机的需水要求。

渭河电厂扩建工程将新增装机120万千瓦,日需水量12万立方米,“七五”期间完成60万千瓦装机扩建任务。1985年省综合勘察院,省地矿局第一水文地质工程地质队在泾渭交汇地带的漫滩、低阶地区为电厂一期扩建工程水源地做了水文地质勘查。将70米以上、70—120米及120—300米3个深度内含水层依次划分为潜水、浅层承压水和深层承压水含水岩组,其开采资源分别为6.3万、1万、1.6万立方米/日,总计8.9万立方米/日。电厂二期扩建工程日需水6万立方米,1987年7月省地矿局第一水文地质工程地质队在一期扩建工程水源地(称东部水源地)之西,咸阳市窑店正阳乡渭河北岸河漫滩及一级阶地15平方公里范围(称西部水源地)进行供水勘查,分别计算了潜水、浅层和深层承压水开采资源量为每日6.45万立方米。至此,东、西两水源地潜水开采资源11.55万立方米/日,承压水(浅层和深层)3.8万立方米/日,共计15.35万立方米/日,可满足电厂扩建的用水需要。

(二) 神府煤田供水勘查

神府煤田是80年代中期探明的大型煤田,现已进入煤、电早期开发阶段,规划公

元 2000—2015 年年产原煤 0.8—1 亿吨, 火电装机容量 400 万千瓦。拟建的府谷电厂(装机容量 120 万千瓦)为“七五”期间国家重点建设项目之一。预计公元 2000 年, 神府煤田仅煤、电日需水量约 73 万立方米(发电日需水 40 万立方米)。1982 和 1988 年, 基建工程兵 00928 部队(地矿部 908 水文地质工程地质队)在府谷黄河滩地及孤山川川地 23 平方公里范围内先后进行供水水文地质初勘和详勘, 探明潜水开采资源 9.5 万立方米/日, 提出优先开采黄河桥至府谷水文站之间黄河漫滩潜水。另外, 在林会川北岸黄河岸边探明奥陶系岩溶水开采资源 8 万立方米/日, 两者合计 17.5 万立方米/日, 除可满足府谷县日需水 5 万立方米外, 余量可供府谷电厂和采煤及建立洗煤厂之用。1984 至 1988 年, 地矿部 908 水文地质工程地质队为神府煤田的开发提出以下水源地:

1. 官泊沟、尔林兔地段 官泊沟位于神木县秃尾河上游的沙漠滩地中, 面积 173 平方公里, 含水层为第四系上更新统萨拉乌苏组中细砂层, 厚 20—90 米, 水位埋深 0.3—1.2 米, 富水性好, 单井出水量 1000 立方米/日。该地段距大柳塔、活鸡兔、柠条塔矿区仅 20—40 公里, 初步计算地下水开采资源 5 万立方米/日。

尔林兔位于红碱淖东南, 面积 80 平方公里, 距大柳塔矿区二三十公里。含水层与官泊沟相同, 厚 10—70 米, 水位埋深 0.4—1.3 米, 单井出水量 1000 立方米/日,

开采资源 3 万立方米/日。官泊沟、尔林兔 2 地段地下水水质良好, 可建分散的中小型水源地。

2. 官泊沟和圪丑沟交汇处的沟岔地段 河水最枯流量 22.1 万立方米/日, 95% 降水频率的流量 24.5 万立方米/日, 河水流量主要为沙漠滩地地下水排泄量, 待论证后, 可建立中小型水源地。

3. 巴吓采当滩地 在圪丑沟上游沙漠中, 面积 300 余平方公里, 距大柳塔矿区 40 公里, 水资源量大于官泊沟地段。水质好, 第四系孔隙潜水开采资源 4 万立方米/日。

4. 长胜采当滩地 在神木县瑶镇乡东北 6 公里, 距柠条塔矿区 22 公里, 含水层为萨拉乌苏组中细砂层, 可作为分散小型水源地。

5. 青草界泉水源地 榆林至神木间的黄土梁峁与沙漠滩地接壤处分布许多流量很大的泉, 大于 100 升/秒的大泉有 10 个, 泉水总排泄量 1.07 亿立方米/年, 有的泉水已用于农灌和小型水电。能源基地供水先可利用青草界呼家疙堵和白家湾两个大泉, 日开采资源 4.48 万立方米。

6. 红碱淖水源地 红碱淖是陕北最大的一处内陆湖泊, 距大柳塔矿区 40 公里, 湖水面积 54 平方公里, 水深 5—8 米, 蓄水 3.61 亿立方米, 年径流量 6000 万立方米, 唯矿化度稍高 (2.26 克/升), 处理后可做供水水源。

第五节 农田供水

本省黄土塬区干旱缺水, 对粮食生产影响极大。建国前洛川塬粮食平均亩产 41.5 公斤, 70 年代仍不足 100 公斤。渭北西部的乾县、礼泉历史上常遭干旱威胁, 乾县古有“干县”之称。民国 18 年 (1929) 关中干旱, 当时 129000 人的礼泉县竟饿死 66000

人。因此, 开发利用地下水资源已成为旱塬农业发展的一个重要方面。

旱塬区农田供水水文地质勘查始于 1961 年。20 多年来, 先后有省地矿局第一、二水文队、基建工程兵 00928 部队等对关中、渭北旱塬、陕北黄土塬及沙漠滩地进

行了1:5万和1:10万农田供水勘查,累计勘查面积25104平方公里,勘探钻孔648眼,其中结合成井366眼,提交勘查报告23份,为解决大面积农灌用水及合理开发地下水提供了资料。至1985年,全省有效灌溉面积1768.6万亩,占耕地总面积的1/3,其中井灌面积386万亩。

一、临潼、渭南、华县黄土台塬区

位于关中盆地东部,渭河南岸。省地质局第一水文队于1972年完成农田供水勘查,面积702平方公里。区内从东到西,黄土台塬与山前洪积扇交替分布。由南而北,黄土台塬可分3级,陡坎相接。台塬下部为下更新统冲湖积层,近山一带为洪积层,北部一级台塬陡坎之下为渭河三级阶地。含水层为中更新统风积黄土及古土壤层,潜水赋存于孔隙、裂隙中,单井出水量100—500立方米/日,渭南丰塬、长丰等塬间洼地可达500立方米/日。山前洪积扇孔隙潜水在华县县城以南水量丰富,单井出水量大于500立方米/日,高塘、瓜坡及骊山山前次之,渭河三级阶地富水性则较弱。

台塬下部的承压水较丰富,单井日出水量100—500立方米,华县一带达500立方米以上。东部塬区下伏的上第三系承压水水量贫乏。

区内潜水由大气降水、河水渗漏及山区基岩裂隙水补给,径流方向由南而北,最终泄入渭河。潜水和承压水水质均较好,矿化度多数小于1克/升。本区地下水资源采用普洛特尼柯夫的4大储量进行概算,即静储量80亿立方米,调节储量7536万立方米/年,动储量2645万立方米/年,用平均布井法开采储量12647万立方米/年,按动储量与调节储量之和为10181万立方米/年。

二、白水、蒲城、澄城、合阳、韩城黄土台塬区

台塬区位于渭北旱塬东部黄河西岸。省地质局第二水文队于1971—1977年完

成农田供水勘查,面积5559平方公里。区内河流将台塬切割成若干独立的塬块,大致以尧山、露井—百良断层为界,分为两级:南部一级台塬塬面宽坦,上覆百余米厚黄土,下伏下更新统冲湖积层;蒲城塬前缘为全新统湖沼相沉积;北部二级台塬坐落在古生界灰岩和砂页岩之上,部分地段下伏冲洪积层。

台塬区黄土层潜水分布广,但富水性较弱,单井出水量100立方米/日以下。蒲城塬潜水最丰,单井出水量局部达500立方米/日以上。澄城—合阳塬部分洼地(露井、平政、赵庄、刘家洼等)富水性尚好。黄河、洛河、大浴河河谷塬边地区,黄土层潜水多呈疏干状态。

南部一级台塬承压水亦以蒲城塬为丰,交道塬中等。北部二级台塬仅在局部地段(大杨塬、平政洼地等)下部赋存较弱的承压水。二级台塬中后部下伏石炭—三叠系碎屑岩孔隙裂隙水,富水性仅纸坊组较好,余者贫乏。二级台塬前部下伏奥陶系灰岩岩溶水,区域性水位380米,水量不均一,开采困难。

塬区黄土层潜水补给源有大气降水、山前地下径流及灌溉水回渗等,承压水主要接受潜水下渗补给。潜水及承压水径流方向总趋势自西北而东南,泄入河流阶地,同时还就地向塬边深切河谷排泄。水化学特征沿地下水流向具有明显水平分带,北部二级台塬潜水及浅层承压水水质良好,唯塬间洼地承压水局部矿化度稍高,古生界煤系地层水化学类型复杂。南部一级台塬径流变缓,潜水由重碳酸硫酸型渐变为硫酸氯化物型,矿化度从1—3克/升增至3—5克/升。冲湖积层承压水水质普遍不好,多为氯化物硫酸型水,矿化度3—5克/升。卤泊滩为塬区水质最差地段,潜水矿化度高达5—15克/升,造成土壤盐碱化,在目前勘探深度内无淡水。

纵观全区，南部一级台塬水量较丰富，为地下水资源计算的重点地段。北部二级台塬水量较贫乏，地下水资源计算的重点在局

部洼地富水地段。此外，对二级台塬及其以北的碎屑岩孔隙裂隙水也进行了天然资源概算（表 21）。

白水—韩城黄土台塬地下水资源简表

表 21

单位：万立方米/年

县(市)名	白 水	蒲 城	澄 城	合 阳	韩 城
天然资源	2269	12414.02	4093.4	5185.07	2458.57
开采资源	1083	12414.02	2234.7	3263.69	2268.8

三、乾县、礼泉、武功、兴平、咸阳黄土台塬区

位于关中盆地西部，渭河北岸。省地质局第一水文队 1974—1977 年完成农田供水勘查，面积 1818 平方公里。台塬自北而南呈阶梯状下降，依次为黄土丘陵、山前洪积扇、黄土台塬及渭河阶地。台塬上发育百余米厚的黄土，下伏一套洪积、冲湖积相堆积。

潜水含水层主要为中更新统黄土及古土壤层，单井出水量 100—500 立方米/日。店张、新时、底张等塬面洼地富水性较好，水位埋深小于 20 米。塬区承压含水层为中下更新统洪积、冲湖积砂、砂砾石与亚粘土互层，深 110—250 米，水量丰富，多数地段单井出水量 500—1000 立方米/日。

潜水主要靠大气降水、渠道渗漏及灌溉回归补给，自西北向东南或南流动，排泄于泾、渭两河阶地，水质良好，宜于灌溉。承压水受潜水越流补给，径流排泄方式与潜水一致，台塬西部水质良好，向东出现重碳酸硫酸及氯化物复杂型水。

本区潜水补给量为调节量与径流量之和，计 15140 万立方米/年，承压水补给量 41050 万立方米/年，全区地下水天然补给量合计 56190 万立方米/年。开采资源潜水 7920 万立方米/年，承压水 39850 万立方

米/年，合计 47770 万立方米/年。

四、洛川黄土塬

位于陕北黄土高原南部，洛河东侧。省地质局第二水文队于 1976—1979 年完成农田供水勘查，面积 1330 平方公里。塬区存在两类地下水，即赋存于黄土中的孔隙潜水和赋存于下伏碎屑岩中的孔隙裂隙水，此 2 含水岩层间为上新统泥岩（三趾马红土）构成的相对隔水层。潜水含水层为中更新统黄土，厚 70—100 米，水位埋深 30—60 米，单井出水量 100 立方米/日以上，水质良好。碎屑岩孔隙裂隙水具有多层含水结构，由浅至深承压性增强，水量减小，水质变差，仅在塬区南部铜川组下段、纸坊组上段含水较丰，余皆贫水。

对本区地下水天然资源用不同方法进行了计算。计算结果：黄土层潜水 1997 万立方米/年，碎屑岩孔隙裂隙水 1611 万立方米/年，全区天然资源总量 3608 万立方米/年。本区富水地段开采资源，是对单井出水量超过 5 立方米/时的 10 个富水地段（面积 65.9 平方公里）进行计算，其结果天然资源合计 413.0 万立方米/年，开采资源合计 315.7 万立方米/年。1988 年，洛川县黄土塬区农田供水水文地质勘查报告获地矿部地质勘查成果三等奖。

第十二章 工程地质

第一节 岩、土体工程地质类型

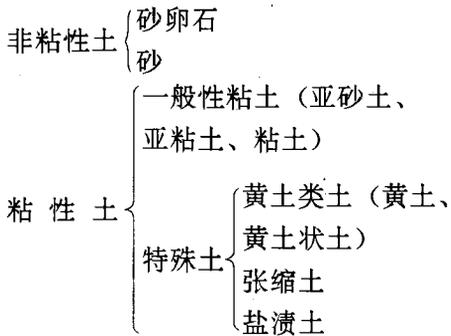
本省岩、土体工程地质类型划分是在综合分析以往工作成果基础上,由省地矿局第二水文队 1984 年提出的。总的特点是陕南山区基岩裸露,以岩体为主。关中和陕北第四系广布,以土体为主(图 14)。

一、岩体工程地质类型

按岩石建造、岩石强度及岩体结构类型,将本省划分 18 个工程地质岩类(表 22)。

二、土体工程地质类型

按粒度成分和性质划分为:



各类土体又可根据岩性在垂直方向的变化划分为均一结构、双层结构、多层结构等。就

全省而言,分布广或性质特殊、对工程建设影响显著的为黄土类土和张缩土。

黄土类土广布秦岭以北,岩性较稳定,厚度大,塬区一般在百米以上,定边姬塬最厚 311 米;具湿陷性,对工程建筑影响较大,但各时期黄土的湿陷性有差异。上更新统黄土大孔隙发育,结构疏松,碳酸盐含量较高,湿陷系数平均 0.02—0.07,上部一般大于 0.07,属强湿陷性黄土,一般具自重湿陷性。中更新统黄土及全新统与上更新统黄土状土为弱湿陷—非湿陷性土。下更新统黄土为非湿陷性黄土。

张缩土分布在汉中、安康及西乡等山间盆地,出露于河流二级阶地及其以上部位,为棕黄色粘土和亚粘土,厚数米至 20 余米,具有双层或多层结构,粘土矿物以伊利石、高岭土和蒙脱石为主。自由膨胀率 34—123% 张缩强度不一,以安康盆地高阶地及汉中盆地一、二级阶地较强。

第二节 工程地质问题

本省工程地质条件复杂,工程地质问题广泛,主要有:土壤侵蚀与风沙侵害,滑坡崩塌与泥石流。黄土地基湿陷和区域稳定性等。

一、土壤侵蚀与风沙侵害

(一) 黄土区土壤侵蚀

黄土区土壤侵蚀由来已久,是一种地质作用过程,在黄土形成的第四纪时期内,至少历经 3 个大的侵蚀周期^①。进入人类历史以来,特别是隋唐以后,人类活动又加速这一侵蚀过程。从黄土区侵蚀掉的泥砂流入黄

^① 据省地矿局第二水文队 1983 年编著的《黄河中游区域工程地质研究报告》,第四纪黄土区土壤侵蚀至少历经 3 个大的侵蚀周期,前 3 个周期分别延续 10 万年、5 万年和 3 万年,近 1 万年来进入第四个周期。

河。《物理论》：“河色黄者，众川之流，盖浊之也”。汉大司马张仲仪：“河水浊，淀澄一石水，六斗泥”。清代有记载“黄河斗水，沙居其七”。历史上土壤侵蚀愈演愈烈，使黄土地表形态起了很多变化。以“塬”为例，现今富县、洛川县洛河与葫芦河间的晋浩塬，原称长城塬，因秦国在此修筑过一条叫“上郡塞”的长城而得名。十六国时期，该塬设过以长城为名的郡和县。而现在这个塬已被侵蚀成支离破碎的许多小塬，其中可指出名称的就有 28 个之多，由此可见侵蚀破坏之一斑。元代始建的洛川故城，在今洛川县城东北 20 公里的旧县村，也是在一个塬上。由于故城中间稍稍高起，就引起了侵蚀，一些沟头伸进城内，尤其是县城和西关间的一条沟上伸更快。到明代，县城与西关侧以壑为邻，且要筑一条长垣以阻遏沟头继续上伸。洛川城的迁移是清乾隆三十二年（1767）的事，城迁后，沟继续上延，修筑的长垣被冲塌。淳化县北梁武帝村，秦汉时为甘泉宫所在地，宫外的云阳县城处于宽阔的塬上，北宋时犹林木遍地，如今是条条沟壑。梁武帝村东西濒临两条深六七十米的大沟。著名的周原包括今凤翔、岐山、扶风、武功 4 县的大部分和宝鸡、眉县、乾县、永寿 4 县的小部分，东西长 70 余公里，南北宽 20 余公里，现今亦被沟壑切割成南北向的长条块，最宽的塬面不过 13 公里，与周人初到此的情形迥然不同（史念海，《河山集》二集，1981）。

本省秦岭以北黄土分布区（以陕北为主）是全国土壤侵蚀最严重的地区之一，每年输入黄河的泥沙有 8 亿吨，占输黄总泥沙的一半。黄河中游 138 个水土保持重点县中，区内就占 48 个。严重的土壤侵蚀带来许多危害。据调查，延安地区长半公里以上的冲沟有 44000 多条，沟壑密度在子长县可达 6—8 公里/平方公里，洛川塬 1—3 公里/平方公里。每逢暴雨，黄土沟谷不断加深

加长，甚至一次暴雨就可形成一二米深的冲沟，沟头溯源侵蚀达数米以上。由于沟壑呈树枝状发展，将地面分割得支离破碎，农田由大变小。

土壤侵蚀通常受到自然因素和人为因素的综合影响，但就短期内能造成严重侵蚀这一点来说，人为的影响更为重要。据调查，安塞县杏子河下游，30 多年前还广布次生梢林，由于毁林开荒，梢林绝迹，使土壤严重侵蚀。建国以来富县境内子午岭以东毁林 28 万亩，林线后退 15 公里，昔日“树木参天碧水流，山村庄户林里头”的山乡变成“近山低岭和尚头，洪水泥流穿山沟”的荒秃景象。

土壤侵蚀的方式主要是流水侵蚀，次为重力侵蚀。流水侵蚀包括面蚀、沟蚀、潜蚀和冲蚀，重力侵蚀有滑坡、崩塌和泻溜等。实际上往往是几个营力交织在一起，且受许多因素的综合影响。土壤侵蚀强度因地域不同有很大差别。以土壤侵蚀模数（单位：万吨/年·平方公里）来表示侵蚀强度，府谷、神木、佳县至子洲及白于山河源区，土壤侵蚀模数大于 2，是本省土壤侵蚀最强烈的地区。由此向南至延川、志丹一带为 2—1，属强侵蚀区。再向南至洛川塬区为 0.1—0.5，属中等侵蚀区，洛川以南属中等—弱侵蚀区。关中盆地侵蚀轻微，土壤侵蚀模数一般小于 0.1，局部台塬区 0.1—0.5（图 15）。经统计分析，土壤侵蚀模数大于 1，且年产泥砂量大于 560 万吨的流域或区段和土壤侵蚀模数大于 2 的地区，是泥砂主要来源区，其范围为毗连沙漠的黄土高原边缘带以南至志丹、延川、佳县一线以北的黄土梁峁沟壑区，面积 3.3 万平方公里（占陕西省黄河流域面积的 29.3%），年产泥砂量 6.3 亿吨，占本省黄河流域年产泥砂量的 78.2%。

土壤侵蚀形成的泥砂经水系网输入黄河，其中粒径大于 0.05 毫米的粗泥砂大多淤积在黄河下游，成为河床不断淤高的根

表 22

陕西省岩体工程

建 造		岩体工程地质类型	分 布 范 围
岩 浆 岩 建 造	侵入岩建造	1、坚硬块状侵入岩类	秦巴及陇山
	火山岩建造	2、坚硬—较坚硬块状火山岩类	洛南、西乡、汉阴、平利、商南及陇山等
沉 积 岩 建 造	碳酸盐岩建造	3、坚硬中厚—厚层状碳酸盐岩类	大巴山北坡、羊山、洛南、渭北
	碳酸盐岩— 碎屑岩建造	4、坚硬—较坚硬，中厚—厚层状碳酸盐岩—碎屑岩类	镇安—山阳以南、佛坪、西乡、镇巴、镇坪、勉县—汉中等
		5、坚硬—较坚硬薄层状碳酸盐岩—碎屑岩类	洛南、凤县
		6、软硬相间薄层状碳酸盐岩—碎屑岩类	同 4
	含煤碎屑岩建造	7、软硬相间中厚—厚层状含煤碎屑岩类	陕北、镇巴以南
	碎 屑 岩 建 造	8、较坚硬块状碎屑岩类	陇县、宝鸡、凤县
		9、软弱块状碎屑岩类	陕北、陇县、西乡—镇巴
		10、软硬相间中厚—厚层状碎屑岩类	陕北
		11、软弱中厚—厚层状碎屑岩类	关中及陕南山间盆地
		12、软硬相间薄层状碎屑岩类	宁强
		13、坚硬—较坚硬块状中深变质岩类	秦岭北侧及陇山
	变 质 岩 建 造	浅变质岩建造	14、坚硬中厚—厚层状浅变质岩类
15、坚硬—较坚硬、中厚—厚层状浅变质岩类			洛南以北
16、坚硬—较坚硬薄层状浅变质岩类			秦岭北坡
17、较坚硬薄层状浅变质岩类			秦岭中南部、汉中—西乡以南
		18、软弱碎裂状构造岩类	断裂带旁

地质类型表

地层单位	主要岩石	干抗压强度(MPa)	软化系数
	以花岗岩类岩石为主	(1—2)×98.0665	0.75
熊耳群、西乡群、郟西群、耀岭河群、草滩沟群	火山熔岩夹火山碎屑岩	(7—16)×9.80665	
蓟县系、上震旦统、寒武系、奥陶、石炭、二叠系, 秦岭群中部等	白云岩、灰岩、大理岩	(8—22)×9.80665	0.75
泥盆系、寒武系、奥陶系	灰岩、白云岩、大理岩、片岩、砂岩		
陶湾群、下三叠统	灰岩、大理岩、砂岩、板岩、片岩		
下古生界、泥盆系	灰岩、大理岩、砂页岩、片岩	(8—29)×9.80665	0.32—0.88
石炭、二叠系, 上三叠统, 下—中侏罗统	砂页岩、泥岩夹煤层及油页岩	(6—12)×9.80665	0.38—0.78
六盘山群、东河群	砂岩、砾岩		
志丹群洛河组, 中侏罗统	泥质砂岩、泥岩、粘土岩	(1—4)×9.80665	0.27—0.54
中生界	砂页岩、泥岩	(1—2)×98.0665	0.4—0.68
第三系	泥岩、粘土岩、泥质砂岩、含石膏	(16—20)×9.80665	0.14—0.56
下古生界、下三叠统	砂页岩夹泥岩		
太华群、秦岭群、陡岭群、寒武、奥陶系	片麻岩、混合岩为主	>196.133	
铁铜沟组	石英岩夹片岩		
高山河组	砂岩、板岩		
宽坪群	片岩夹大理岩、石英岩	(12—20)×9.80665	0.75—0.89
以下古生界和泥盆系为主	砂岩、片岩、千枚岩、板岩夹火山岩、硅质岩	(6—23)×9.80665	0.39—0.74
	糜棱岩、角砾岩、碎裂岩		

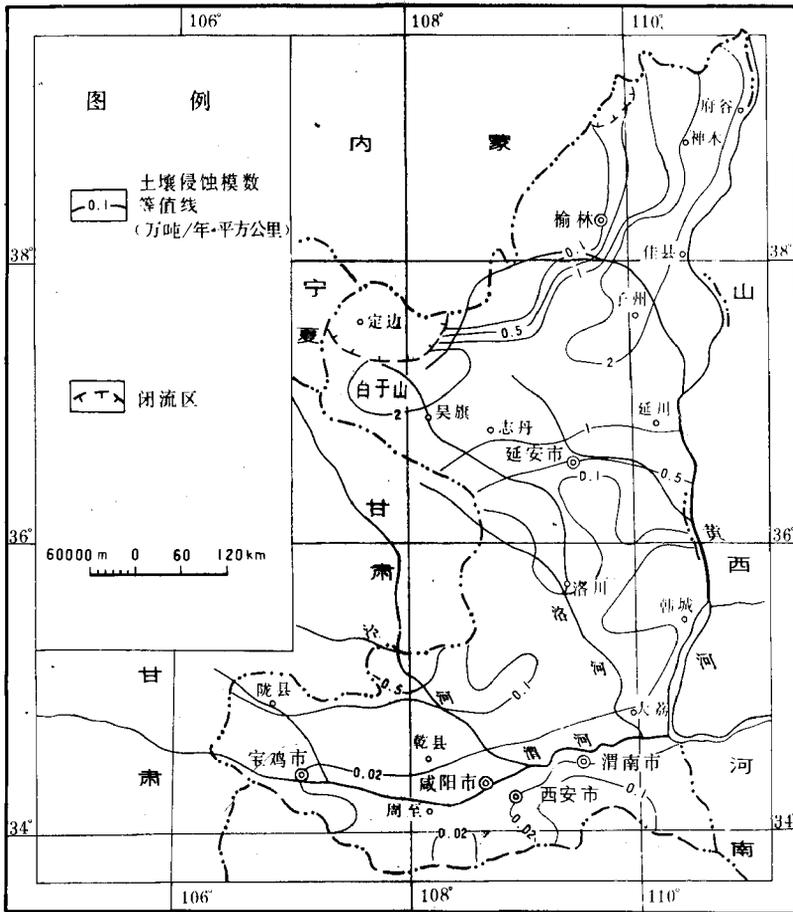


图 15 陕西省黄土地区土壤侵蚀模数图

源。查明粗泥砂的产地对治理黄河意义重大。考察认为，粗泥砂产地亦在泥砂主要来源区。一是府谷、神木、佳县一带，面积 0.9 万平方公里，年产粗泥砂 1.63 亿吨；二是白于山河源区，面积 1.6 万平方公里，年产粗泥砂 1.15 亿吨，2 区合计 2.78 亿吨。这些地区是土壤侵蚀治理的重点区域。

建国以来，开展了大规模的水土保持工作，群众在长期同水土流失斗争中，创造了不少有效措施，如水平梯田、打坝淤地、引洪漫地、修库建站、发展水地和造林种草

等，均获很好的效果，在坚持以小流域为单元综合治理方针的基础上，当前已发展为小流域包户治理，从而使水土保持工作由防护性治理转向经营开发性治理，保证了治理质量。目前，黄河一些较大支流的输砂量已有下降，生态环境和农业生产条件有所改善。

(二) 沙漠高原风沙侵害

长城以北的毛乌素沙漠，如今地表是一片移动的沙丘，然而在茫茫沙海中，却留有 不少名城古迹。《水经注》载，汉时在无定河上游红柳河一带设立“上郡奢延县”。公元

413年,大夏王赫连勃勃在无定河北岸兴建统万城(今靖边县白城子),“蒸土加工,雉堞虽久,崇墉若新”,十分坚固。赫连勃勃赞美统万城周围的大好河山时说:“美哉斯阜,临广泽而带清流,自马岭以北,大河以南,未有若斯之壮丽者”。可见这里当时是山青水碧、草木茂盛的好地方。然而随着草原被破坏,沙漠南移,到唐代,统万城几被沙漠覆盖。《新唐书·五行志》:“唐穆宗长庆二年(822)十月,夏州(即统万城)大风,飞沙为堆,高及城堞”,宋时,夏州已“深在沙漠”之中。

随着草原的破坏,沙化进一步扩展,到明代,“榆林界(已)在沙漠”之中,“四望黄沙不产五谷”。定边、安边两地“俱系平漫沙漠去处”。清政府的垦植政策则更使草地进一步破坏,加速了沙化的发展^①。民国《横山县志》记述光绪十五年(1889)四月的一次风沙袭击:“大风暴烈,飞沙卷面县境,人畜被吹数日,不见村庄,房舍多遭损害”。该县民国18年(1929)春旱无雨,烈风怒号百日,田禾尽被沙壅。

现今,毛乌素沙漠仍风沙盛行。据统计,全年91.7%的大风是西北风,最大风速12—23米/秒,起沙风(5米/秒)每年出现220次以上,沙暴日10—21天,表土每年风蚀深度1—3厘米。由于风沙流次数多,持续时间长,输沙断面不断扩大,已使本省长城沙埋段占总长度的84%。据观测,沙丘平均每年向东南移动2.4—5.6米,沙漠南侵范围已越过长城,深入黄土高原5—40公里,其中杨桥畔、鱼河堡、佳芦河、秃尾河和西山是沙漠南侵的5个风口,南侵速度每年达7—15米。这5个舌状沙漠南侵带现正逼近黄河,目前距黄河仅20多公里。最近10余年来,由于培植防护林

带,沙漠南侵有所遏制。

据分析论证,风沙的颗粒成分与当地广布的第四系上更新统萨拉乌苏组砂和白垩系志丹群洛河组砂岩成分极为相近,因此认为风沙颗粒来自当地,系就地起砂形成风沙流。

二、滑坡、崩塌与泥石流

(一) 历史记载

1. 《水经·河水注》:“《春秋梁穀传》曰,成五年(鲁成公五年,前586)梁山崩,遏河水三日不流”。《括地志辑校》:“梁山原在同州韩城县东南十九里,其山东南临河,东南崩迹有焉”。其时黄河主河道在今之西,因侧蚀发生了岸崩。

2. 西汉建昭四年六月(前35年7月),蓝田石崩,壅灞水;安陵(今咸阳市东北)岸崩,壅泾水逆流(嘉靖《陕西通志》)。

3. 东汉桓帝延熹三年(160)五月戊申,汉中山崩(《后汉书·五行志》)。

4. 武则天永昌中(689)“赤水南岸大山(华县赤水镇南黄土塬),昼夜忽风昏,有声隐隐如雷,倾之渐移东数百步,壅赤水(赤水河),压张村民三十余家。山高二百余丈,水深三十丈,坡之草木宛然”(《新唐书·五行志》)。

5. 唐代宗大历九年(774)十一月戊戌,同州夏阳(今韩城)有山徙于河中,声如雷(《新唐书·五行志》)。

6. 唐代宗大历十三年(778),郴州黄苓山崩,压杀数百人(《旧唐书·五行志》)。

7. 北宋神宗熙宁五年九月丙寅(1072年11月3日),秦岭少华山崩。《宋史》卷六十七:“少华山前阜头峰越八盘岭及谷,摧陷于石子坡。东西五里,南北十里,溃散坟

^① 道光《榆林府志》卷三:康熙二十一年,贝勒达尔奏乞,近边四十里之外,准内地人民游牧。三十六年贝勒松拉奏请与内地人民合伙种地,准行。此即开垦之始也。

裂，涌起堆阜，各高数丈，长若堤岸。至陷民六社，凡数百户，林木庐舍亦无存者。并山之民言，数年以来，峰上常有云气，每遇风雨，即隐隐有声。是夜初昏，略无风雨，山上忽雾起，有声渐大，地遂震动，不及食顷而山摧”。据今调查，崩塌体逾亿方，即今之华县莲花寺采石场。

8. 元世祖至元二十六年十一月（1289），华州蒲城洛岸崩，壅水绝流三日（嘉靖《陕西通志》）。

9. 明英宗正统十四年己巳（1449），陕西二处山崩，压杀人家数十户，山移有声，三日不绝，移三里（《明末纪事本末》卷九）。

10. 明武宗正德二年（1507）五月，略阳大雨，高家山崩，压死百九十人。三年旬阳大雨、山崩（嘉靖《陕西通志》）。

11. 明穆宗隆庆三年（1569），延安黄土窟二山崩裂成湫（嘉庆《延安府志》）。

12. 清同治八年（1869）秋，旬阳大水、山崩。光绪二十一、二十三年（1895、1897），旬阳雨多，山崩（光绪《旬阳县志》）。

13. 重达万余吨的华山一景华山峪“鱼石”，据其镌刻记载，曾于光绪十年（1884）被泥石流搬运 1.5 公里。现存华山玉泉院内的 8 块巨石，人称“八大怪”，据史载也系泥石流产物。

14. 宝鸡卧龙寺滑坡是发生在关中西部黄土塬边的大型黄土滑坡。清咸丰年间，居民窑洞后的耕地有裂缝产生，窑洞后部下陷，窑口上升。民国 17 年（1928）7 月一次暴雨后，窑后耕地出现宽 5 厘米、长约 10 米的弧形裂缝。建国后，1955 年 8 月 13 日晨大雨，裂缝逐渐扩大，雨水流入窑内，继而滑体由缓到快滑动，历时近 1 小时，居民所住平台向前推动 50 米，滑坡前舌将陇海铁路路轨向前推移 110 米，滑体达 2000 万方。

15. 1979 年 7 月 14 日，暴雨，紫阳县燎源乡安寺沟暴发泥石流，顺沟而下，将 70 余米长的街道建筑全部摧毁，这是安康地区最严重的一次泥石流灾害。

16. 1981 年夏秋季节，陕南西部连降暴雨，发生滑坡、崩塌、泥石流灾害 2 万余起，摧毁铁路、公路和桥梁，堵塞江河，淹没大片农田，给人民生命财产造成巨大损失。据凤县、略阳、留坝、宁强、勉县和南郑 6 县统计，共毁房 16000 余间，死 209 人。典型灾害性滑坡、泥石流列举如下：

（1）勉县长沟河关家院子滑坡：为高速岩质滑坡，滑体 200 万方，顺花岗岩节理面向河谷滑动，滑动中遇到相对高差 130 米的河谷陡壁，滑体以迅雷不及掩耳之势冲向河谷，并伴有声浪和气浪，群众称之为“走龙过蛟”。滑体堵塞河道，形成积水 10 万立方米的堰塞湖，毁房 49 间，死 30 人，是 1981 年本省造成死亡人数最多的一次滑坡。

（2）宁强县桑树湾乡冷水沟石家坡滑坡：是一个具有方向转换的“Z”形 5 级冲程剧动式高速滑坡。滑体 48 万方，仅数分钟，滑程 1000 余米。其破坏性罕见，在距滑坡起点 600 米外的下游左岸，一个小山头后的一户农家 13 人全被滑体埋没。该滑坡还具有“超前溅泥气浪”现象，滑体未到之前的气浪就将山坡冲秃，树皮剥落，林木折断。

（3）凤县红花铺泥石流：8 月 21 日，暴雨，庙沟泥石流暴发涌进红花铺车站，覆盖股道，埋没货车，泥石流堆积厚四五米。

（4）宁强县毛坝河小垭子泥石流：8 月 22 日至 23 日，暴雨，山体后缘开裂，骤然坠落，响声大作，尘烟翻滚。崩坠的大量土石向下游漂移，4 小时后 1500 米长的河谷被土石填塞，谷坡上 180 亩耕地、29 间房屋和大量树木被摧毁，谷坡刷深 5—7 米，泥石流历时两天，推移固体物质七八十万方。

17. 1982年7月28至31日,暴雨,华阴市秦岭山坡发生溜坍20余处,泥石流5处,其中华山车站南沟泥石流摧毁站内4股铁道,并漫过站台,中断行车两天。

18. 铜川市川口滑坡。原为老滑坡,由于滑坡后缘大量引水浇地,引起地下水位上升,滑体大量聚水,土质软化,加之在滑体上大量修建楼房,加大了滑体载荷。1976年老滑坡开始复活变形,1982年11月8日整体滑动。滑体长600米,宽300米,厚逾25米,使15幢楼房成为废墟,死4人,伤15人,威胁附近变电所、油库、医院和建材厂。

19. 韩城电厂滑坡。为岩质滑坡,因山体下方系煤矿采空区及红旗渠渗漏,1982年以来,象山山坡、厂区地面和建筑物明显变异。象山山坡出现10余条裂缝,厂房地面隆起57—200毫米,最大水平位移740毫米,且以每月10毫米的速度发展。烟囱最大偏心值133毫米,主厂房和三号发电机组楼板断裂,墙壁错裂,对电厂构成巨大威胁。根据勘探钻孔中测斜管和声发射等资料,山坡一带滑层深达80米,厂区20米左右,估算滑体近500万方,滑坡处于整体下滑前的蠕变微动阶段。1985年5月采取治理措施后,减缓了变形速率。

20. 1983年10月上旬连降大雨,7至8日镇安县城西甘岔河乡梁家庄发生一起迄今为止陕南最大的堆积层滑坡。经两次滑动,滑动土体412万方,落入甘岔河谷,堵塞河流成为天然水库。坝高68米,蓄水量150万立方米,回水长度1500米,库水深45

米,损失土地140亩,坝体上下游水位相差59米,对下游造成威胁。

据统计,1983至1985年,本省共发生滑坡、崩塌灾害300余起,毁坏房屋、窑洞数千间(孔),死亡200余人,累计中断铁路行车157小时。一些大的城镇和水利设施如宝鸡市簸箕山、汉阴县观音河水库,受到滑坡的威胁和困扰^①。

(二) 分布与成因

本省除毛乌素沙漠外,均有滑坡和泥石流分布。泥石流主要分布陕南山区;陕北和关中多为泥流,规模不大,危害亦小。受自然地质条件及人为因素制约,分布上具有下列特征:

1. 地域相对集中性 据有关资料^②,本省可划分滑坡泥石流集中发育区12个:白于山河塬区、吴旗南—子洲区、延安—洛川—铜川区、宝鸡—常兴区、蓝田—沈河区、孟塬—华县秦岭北坡区、宝成和宝天铁路沿线区、勉略宁区、凤县区、白河—紫阳区、镇安—山阳区和西乡区,总面积约4万平方公里,占全省面积的20%。

2. 线状、带状展布性 受断裂构造、易滑岩组带、主干水系及铁路、公路、渠道线状工程制约,具有线状或带状展布特性。

3. 人类经济活动的伴生性 在工程活动频繁的地区,由于忽视环境保护,滑坡、崩塌和泥石流灾害明显增多,如陕南滑坡大多发生在梯田部位或童山濯濯之处,而宁陕、佛坪、太白等森林区较少发生。

本省滑坡和泥石流致发原因有自然因素

^① 宝鸡市簸箕山黄土老滑坡,因塬面引水灌溉引起地下水位上升,老滑坡复活,出现滑动裂缝,威胁市中山大街。汉阴县观音河水库(库容1640万立方米)右坝肩山体出现数条裂缝,溢洪道错断,如发展为滑坡,则有溃坝可能,危及汉阴县城以下数十万人的生命财产安全。

^② 省科委,1984,《1981年陕西嘉陵江汉江流域洪涝灾害考察资料选编》;省地矿局第二水文地质队,1984,《陕西省工程地质远景区划报告》;省地矿局《陕西省近年来滑坡情况简报》;省地矿局第二水文地质工程地质队、地科院地质力学所等,1986,《陕南山区斜坡稳定性研究报告》。

和人为因素。自然因素主要包括地质因素和气象因素^①，它们是导致滑坡和泥石流发生的基本因素；人为因素主要指人类不合理的经济工程活动，它加速了滑坡和泥石流的发生和发展。

滑坡按滑动岩体的性质和滑动物质的组成，分为黄土滑坡、胀缩土滑坡、堆积层滑坡和岩质滑坡4类。陕南泥石流多以暴雨为致发条件，称为暴雨型泥石流或“崩滑型泥石流”，分为泥流、泥石流和水石流3类。

秦岭以北以黄土滑坡为主。延安以北、白于山河源区、子洲县和吴旗县以南的黄土梁峁区，多为浅层顺层黄土滑坡；陕北黄土塬和关中台塬区陡峻的谷坡上，常发育厚层推移式黄土大滑坡，具有较典型的弧形滑动面，滑动原因主要是地下水浸润土体所致，斜坡变形为蠕变滑移方式。陕南山区为岩质滑坡、堆积层滑坡和胀缩土滑坡，斜坡变形较复杂。据省地矿局第二水文队等单位研究，以连贯性滑动是否出现，是否发生显著位移作为划分斜坡变形与斜坡破坏的标志，归纳出6种斜坡变形方式：滑移—压致拉裂、蠕滑—拉裂、滑移—拉裂、滑移—弯曲、弯曲—拉裂、松动—倾倒。

新中国成立以来，开展了一系列的滑坡整治工作，铁路部门对宝天、宝成路沿线滑坡采取因地制宜的综合治理措施。公路部门对公路沿线黄土滑坡采取的整治措施是：浅层滑坡用抗滑支挡工程，深层滑坡采用抗滑桩、疏排地下水和防止地表水入渗等综合方法。如兰（州）—宜（川）公路上富县牛武水库旁的柳湾大滑坡，是本省公路建设史上罕见的黄土大滑坡，滑体达40万方，经综

合治理后，现已趋于稳定。对困扰韩城电厂的岩质滑坡，已采取减轻载荷、压实地面防止雨水下渗及滑体前缘设置抗滑桩等综合治理措施。

三、黄土地基湿陷

建国初，中国引进苏联的黄土湿陷性评价理论和标准，并在生产实践中不断予以完善。30年来，本省城建、地质、铁路、水电、冶金等系统，在完成数以千计的工业与民用建筑和城市总体规划工程地质勘查项目中，对黄土湿陷性问题做了大量的工作，积累了丰富的资料。1966年中国首次颁布《湿陷性黄土地区建筑规范（BJG20—66）》，1979年又颁发《湿陷性黄土地区建筑规范（TJ25—78）》，建立起适合中国国情的一套湿陷性黄土地区工程建筑勘查、设计、施工原则和标准，提出了关于黄土湿陷性评价的理论和方法^②

本省秦岭以北广布着厚约百米的第四系更新统黄土类土，上部为8—30米厚的上更新统黄土，这部分黄土具有很强的湿陷性，人类的经济工程活动也多与此层有关，常因地基湿陷给工程建设带来危害。1977年城建部门对西安市373幢建筑物调查统计，由于黄土地基湿陷而遭损坏的有55幢，占调查总数的14.7%。本省黄土湿陷性有由北向南逐渐减小的趋势，陕北黄土塬峁区工民建地基实测自重湿陷量一般33.79—35.65厘米，湿陷系数0.07—0.084，湿陷带厚度大于16米，为较强烈自重湿陷性黄土地基；河谷一、二级阶地区，湿陷系数0.02—0.06，湿陷带厚度3—9.8米，为较弱非自重湿陷黄土地基。关中盆地湿陷性黄土地区资料丰富，1984年省地矿局第二水文队进行本省工程

^① 近30年来，陕南山区滑坡和泥石流有1958、1963、1975、1979、1981年等几个活跃期，自1972年以来，活跃期频度有增加趋势，此与当年夏秋季节暴雨直接有关。

^② 1966年颁布的规范把湿陷系数0.02作为湿陷标准，即黄土在2.0公斤/厘米²压力下，浸水饱和后测定湿陷系数大于或等于0.02定为湿陷性黄土，小于0.02定为非湿陷性黄土。1979年颁布的规范规定了两个标准：0.015和0.02，并将湿陷系数试验压力修定为3个：1.5、2.0、3.0公斤/厘米²。

地质远景区划时,对这些资料作了系统分析,根据 TJ25—78 标准,分为自重湿陷性黄土地基与非自重湿陷性黄土地基两大类和 6 个不同的类型区(图 16)。

(一) 自重湿陷性黄土地基

1. 较强自重湿陷黄土地基区 分布在东部渭河以北黄土台塬及部分河流三级阶地,平均地基分级湿陷量 46.1 厘米,湿

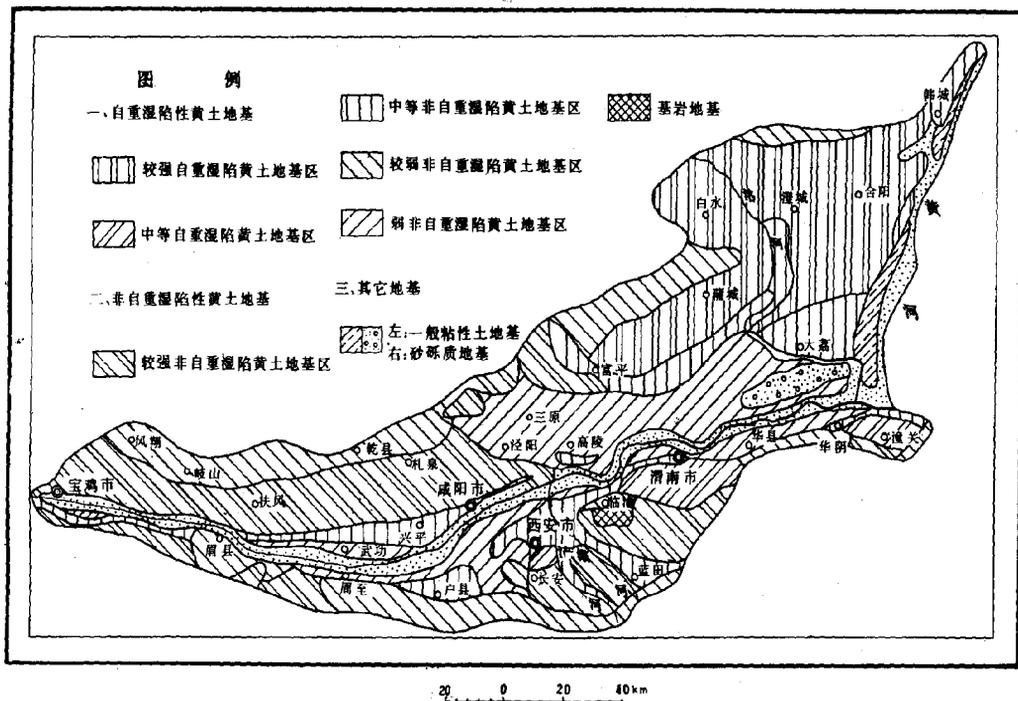


图16 关中盆地黄土地基湿陷类型分布略图

陷带厚度平均 11.3 米,为 I—II 级自重湿陷地基。

2. 中等自重湿陷黄土地基区 分布在潼关、渭南、西安等地黄土台塬及河流三级阶地地区,平均地基分级湿陷量 32.8 厘米,湿陷带厚度平均 10.9 米,大多为 II 级自重湿陷地基,部分为 III 级。

(二) 非自重湿陷性黄土地基

1. 较强非自重湿陷黄土地基区 分布在西部渭河以北黄土台塬和渭河以南白鹿塬及部分高阶地区,平均地基分级湿陷量 25.9 厘米,湿陷带厚度平均 7.8 米,以 II 级

非自重湿陷地基为主,部分为 III 级。

2. 中等非自重湿陷黄土地基区 分布在大荔、西安、咸阳以西等地黄河及渭河二级阶地与部分三级阶地地区,平均地基分级湿陷量 20 厘米,湿陷带厚度平均 7.1 米,以 I 级非自重湿陷地基为主,部分为 II 级。

3. 较弱非自重湿陷黄土地基区 分布在秦岭北麓及北山南麓冲洪积平原区,平均地基分级湿陷量 15.3 厘米,湿陷带厚度平均 5.8 米,以 I—II 级非自重湿陷地基为主。

4. 弱非自重湿陷黄土地基区 分布在渭河及其主要支流的一级阶地地区和泾河、洛

河下游间的二级阶地区，地基分级湿陷量一般小于 15 厘米，湿陷带厚度平均 6.1 米，以 I 级非自重湿陷地基为主。

关中盆地黄土地基湿陷类型的划分，为规划阶段的工程建设提供了科学依据。

四、区域稳定性

从地质构造、地震活动程度、岩土体工程地质性质、水文地质与环境因素等宏观方面对一个大区域进行稳定性研究，以作为经济建设布局的参考，这一工作本省刚刚开始，现简述如后（图 17）。

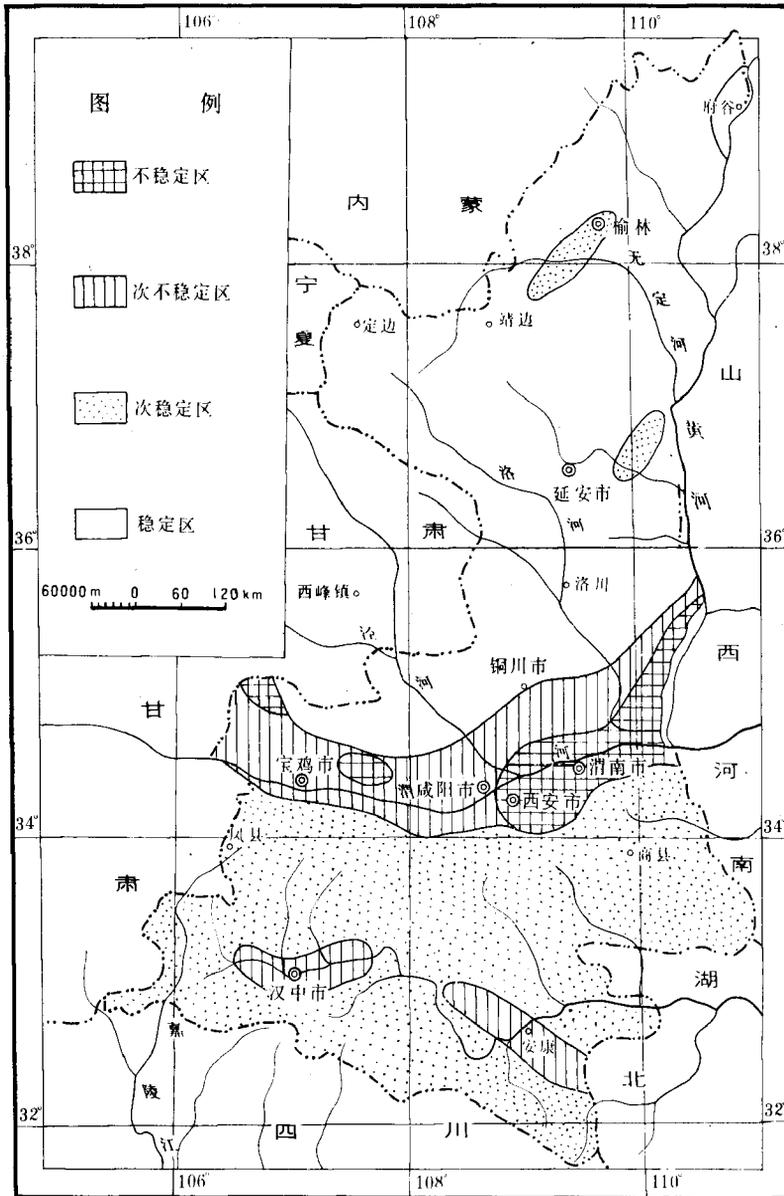


图17 陕西省区域稳定性略图

(一) 陕北黄土高原
中生代是一个稳定沉降区，断层不发

育，地震频率低，烈度小于 VI 度，2000 多年来几乎未发生大于 6 级的地震。区内地下

水位埋藏深,不易出现地基湿陷,在区域上属于稳定区。府谷、榆林、延安至延川等地受邻区地震波及,地震烈度为Ⅵ度,稳定性稍差。第三纪以来,陕北大面积缓慢上升,据水准测量资料地形上升率为每年0.1—0.5毫米,渭河盆地不断下沉,致使高原侵蚀基准面下降,利于侵蚀。加之黄土性质疏松,冲沟发育,为崩塌和滑坡创造了条件,对区域工程稳定性有所影响。

(二) 关中盆地

属新生代汾渭盆地西段渭河断陷部分,构造运动以垂直差异沉降为主。1972年以来水准测量资料表明,盆地以0.5—2.0毫米/年速率下沉,水平变速率1—3毫米/年,长安至摩托岭垂直变速率10毫米/年,近秦岭北麓大断层附近达50—60毫米/年。华县至华阴一带差异运动幅度最大,明嘉靖三十四年(1556)的华县大地震就发生在这一差异运动幅度最大的部位。

区内地震频繁,震级高,破坏性大,历史大震多发生在西安、渭南、华县、朝邑一带。省地震综合队根据地应力场特点分析认为,关中西部除陇县附近的北西向构造有小震外,近期大震危险性小,中部只产生小震,东部近期地震围空,仍是地震主要危险带,地震烈度Ⅷ度,其余地区Ⅵ度。关中第四系松散层厚,广覆湿陷性黄土,加之低阶地区地下水埋藏浅,地震时易发生砂土液化和地基失效事故,因此区域稳定性差。户县至咸阳以东属不稳定区,其余属次不稳定区。

(三) 陕南秦巴山区

褶皱强烈,断层发育,浅源地震活跃,破坏性地震少。地震基本烈度小于Ⅵ度,属次稳定区。汉中、安康、平利、商州市等山间盆地可到Ⅵ度,属次不稳定区。陕南山区岩石多样,风化强烈,河流千回百转,悬崖峭壁林立,雨期集中,因而易发生崩塌、滑坡和泥石流,影响区域工程稳定性。

第三节 铁路工程地质

本省铁路建设始于30年代,至建国前,只有过境的陇海线和咸铜支线两条铁路,通车里程447公里。建国后,截止1989年,全省有陇海、宝成、阳安、襄渝、侯西、咸铜、西延、包神等13条营业铁路,通车里程2372.8公里,比建国初增长了4倍多。其中复线336.8公里,电气化线路1282.7公里。在建线路有神木—朔县、神木—榆林、宝鸡—中卫等干线。拟建线路有西安—安康等干线。

50年代本省完成宝成线、侯西线的工程地质勘察,同时进行包西线、宝中线等部分规划线路的勘测,并对西北铁路的盲肠—宝天线进行线路改建的工程地质勘察。60年代勘察重点转向陕南大巴山区的襄渝、阳安铁路。70年代以来,相继完成梅七线、西延线勘察,宝鸡—中卫、西安—包头铁路

新线勘察重新起步,新丰—旬阳铁路勘察也在加速进行。目前,铁道部门已拥有自己的地质勘察队伍和科研力量,完成不少勘察科研成果。

地质部门参与了宝成、襄渝2线的工程地质勘察。秦岭号称天下之名阻,唐李白曾以“黄鹤之飞尚不过,猿猴欲度愁攀援”比喻道路之艰。1951年,地质部门受铁道部委托,先期进行天成线工程地质勘测,后发现沿线地质条件恶劣,方确定采用宝成线方案。1952年,宝成线北段初测工作开始,1954年全线展开定测,次年勘测结束进入施工阶段,1958年元月全线通车。宝成线是建国以来勘察的第一条地形地质条件极为复杂的山区铁路线,地质部陈梦熊、乔作枏、赵力田等对确定线路方案与解决若干复杂的工程地质问题做出了贡献。1967年原

地质部第八水文地质工程地质大队配合铁道部第二设计院开展襄渝线安康一大巴山隧道进口段的工程地质勘察。70年代省地质局第二水文队又在襄渝、阳安2线开展1:20万水文地质工程地质测绘,为铁路沿线工农业及军工建设提供了区域性资料。

一、选线阶段的工程地质问题及勘察

本省山区铁路沿线水文地质工程地质条件复杂,对线路选择影响较大,主要的工程地质问题有:

阳安线由阳平关至安康,全长357公里。沿线通过河谷盆地和山间谷地较多,盆地内松软层发育,含水性好,漫滩地段易受洪水侵袭,产生基坑涌水和坍塌,阶地上的砂粘土具胀缩土性质,遇水易产生坍塌变形。该线通过的基岩山区除花岗岩外,其余岩石裂隙发育,强度较低,尤以断层带对线路影响最大。

襄渝线省内长264公里,通过安康盆地及山间谷地,盆地内第四系松散层中地下水丰富,阶地胀缩土坍塌严重,常形成“劣土边坡”。该线基岩山区物理地质现象较多,河谷斜坡易发生崩塌、滑坡与泥石流等。

省内宝成线长239公里,通过的山间谷地松散层发育,边坡稳定性差。基岩山区地形强烈切割,悬崖峭壁屡见,尤以宝秦段为全线最险地段,线路在6公里直线距离内爬高680米。宝成线自然灾害闻名全国,全线仅堆积层滑坡就多达96处,泥石流破坏力强,坍塌落石多处可见。

铁路沿线的工程地质问题除上述外,还有岩溶灾害和水库回水等。如襄渝、阳安线多处通过灰岩地区,岩溶造成隧道涌水和路基塌陷。襄渝线越岭隧道施工中出现岩溶水大量涌入坑道,白岩、赵里溪两隧道均发现岩溶洞穴,为路基塌陷的隐患。大型水库也会给铁路线路带来影响,如三门峡水库蓄水后,陇海铁路大营—零口段187公里线路处于回水范围之内,60年代已将该段线路南

移。阳安铁路有34公里线路位于石泉水库边缘,局部库岸已发现片状坍塌。拟建的宝(鸡)中(卫)线在60年代初勘时,适逢冯家山水库规划,迫使线路选择在千阳河谷以连续隧道方式通过。

建国前本省未系统进行铁路工程地质勘察,如沿渭河峡谷修建的宝(鸡)天(水)线,由于未注意沿线复杂的地质条件,因此常发生塌方、滑坡和泥石流,后虽多次修复,但始终处于被动。建国后,铁路工程地质勘察受到重视。现以襄渝线为例说明工程地质勘察在初测选线阶段的重要性。

襄渝线老岭沟至权河口段,初测选段时拟有6个方案,经比较后选择其中一条线路短,地形施工条件好,且属低桥站场适宜方案为采用方案。泉河湾段初测时定为路基方案,后勘察证实该段有一大错落体,沿线岩石破碎严重,遂改为隧道通过方案。

初测工作还对不良地质地段进行重点勘察,如长滩沟—楠木沟的牛坡活滑坡地段,山坡不稳定,采取绕避措施,改以隧道通过。对新滩车站大店子古滑坡、阴坡隧道进口处错落体及白岩隧道出口峭壁的灰岩崩塌等不良地质地段,也都选择了合理的方案通过。

二、铁路建筑物的工程地质问题

本省襄渝铁路蜿蜒展布在峰峦峡谷之间,地质条件复杂,路基、隧道、桥涵等铁路建筑物施工中产生的工程地质问题多种多样,常见的有路基边坡坍塌和滑动,隧道塌方、漏水和衬砌变形,涵洞阻塞及桥墩位移等。

(一) 路基

挖方路基(路堑)易产生边坡变形,主要表现为滑坡。如闽河车站曹家河滑坡即为开挖堆积层陡坡坡脚引起的新滑坡。1972年1月27日当挖深8米时,突然巨大土体上翻,尘烟冲天而起,宽100米、高90多米的20余万方土体骤然滑下,填满路堑。

填方路基(路堤)易产生基底变形,表现形式为滑移、挤出和塌陷,大巴塘和水田沟两处路堤,皆因底部淤泥处理不善而产生滑移变形。

(二) 桥梁

易产生基坑边坡变形和涌水,如竹园车站二号大桥二号墩设计墩基穿过一滑坡体,置于基岩中,施工时滑坡体破碎岩石塌落,挖至基岩时又沿裂隙面产生坍塌,造成高达20余米的不稳定边坡,并危及一号台基的安全。赵里溪一号大桥三号墩台地基强度不均一,有1/3为塑性粘土层,稳定性差,只得改跨另设墩位。谭山庙四线大桥四号墩和朱溪河大桥四号墩,皆因水文地质资料不确切,施工时基坑大量涌水。

(三) 涵洞

易被堵塞,无法排水,如权河车站一涵洞雨后为泥石流堵死,随之被推入河中,权家河车站黄沟路堤坍塌,堵塞涵洞出口。

(四) 隧道

襄渝铁路施工中出现的病害工点以隧道居多,且因场地狭窄,处理困难。洞口病害主要是边仰坡变形,如七里沟隧道出口为土质仰坡,胀缩土在起拱线处挤出坍塌,堵死

洞口。罗家塄隧道出口为岩土质仰坡,坡积层顺片岩层面滑塌,导致3米明拱被挤裂和外推扭转。石庙沟二号隧道进口为基岩仰坡,震旦系变形岩体沿层面下滑,堵塞洞口。

洞身常见的工程地质问题为岩体变形,如土垭子隧道洞内遇一断层破碎带,开挖时大量碎石下塌,堵塞导坑。西沟梁隧道内大量岩石碎屑随地下水涌入导坑,使洞壁形成空洞,引起塌方。长枪岭隧道进口端300米洞段置于第四系冲积砂卵石层中,隧道在饱水堆积层内施工,钻孔附近发生大塌方冒顶,洞顶均被塌穿。

隧道突然涌水常给洞身施工造成困难,如大巴山越岭隧道施工中突遇岩溶水,涌水量在每日千立方米以上的溶洞有五六处,总涌水量最大达17万立方米/日,淹没坑道,造成停工。此外,本省襄渝线所经寒武—奥陶系碳硅质岩石放射性强度一般为20—30伽玛,局部达300—400伽玛。由于岩层褶皱强烈,岩体中残余构造应力较大,应力释放产生岩爆,如朱溪河二号隧道掘进中发生岩爆,初时拳头状石块飞速进出,尔后蚕豆状碎石四散喷射,持续1小时之久。

第四节 水库工程地质

建国以来本省水利水电建设发展迅速,截止1983年底建成水库1450座,总库容44.29亿立方米,有效库容30.02亿立方米;大小渠道近4.29万条,抽水站1.4万处;陂塘涝池近3.7万个,容积189亿立方米。1984年全省水电装机容量34万千瓦。

水库工程地质勘察始于50年代中期。30多年来,省水利厅勘测设计院、水利部黄河水利委员会设计院等单位完成的水库勘察项目数以百计,其中王窑、羊毛湾、冯家山、石头河、石门和石泉等库容大于1亿立

方米的大型水库均按不同设计阶段进行了工程地质勘察。中小型水库一般勘察程度较低,造成为数不少的险坝病库,致使水利工程遗留问题很多。

省地质局第一水文队是开展水库工程地质勘察最早的单位之一。该队1954年开展辋川、涝河水库工程地质勘察,至1961年,先后进行了羊毛湾、褒河、石泉、黑河、太平峪和圣山等水库及宝鸡峡引渭工程塬边渠道及渠库结合工程的工程地质勘察。原地质部第五水文地质工程地质大队

自 60 年代始进行三门峡库区灞河至潼关段水库淤积、浸没和坍岸的工程地质调查,在陕北黄土高原部分地区进行水土流失及综合治理调查,还完成陕南勉县陈家湾水库的工程地质勘查。

一、工程地质问题简述

(一) 陕北高原区

本区现有大中型水库 43 座,其中库容 1 亿立方米以上的大型水库 3 座,即延河上游杏子河王窑水库,库容 2.03 亿立方米,千河冯家山水库,库容 3.89 亿立方米,漆水河羊毛湾水库,库容 1.07 亿立方米。区内水库坝体多为黄土均质坝,本区存在沙漠南侵、洪水灾害、土壤侵蚀、水库淤积与灰岩区水库渗漏等工程地质问题。

长城以北沙漠高原地带,沙丘以每年平均 2.4—5.6 米的速度向东南方向移动,且顺河道侵入,成为河流粗泥砂的主要来源。延安以北是全国土壤侵蚀最严重的地区之一,土壤侵蚀模数大于 1 万吨/年·平方公里。由于水土流失强烈,河流含砂量高,导致水库淤积严重,如黄土塬地区,至 1982 年已建百万立方米以上水库 35 座,淤积泥砂 5.67 亿吨,占总库容的 54%。渭北地区岩溶发育,羊毛湾、桃曲坡等大中型水库均坐落于灰岩之上,渗漏严重。

(二) 关中盆地

本区水利化程度较高,泾惠、洛惠、东方红、宝鸡峡及冯家山等五大灌区灌溉面积近 800 万亩。区内现有中型水库 10 座,其中王家崖、泔河水库库容在均 5000 万立方米以上,但供水蓄水设施较少,地表水资源未能充分利用。本区与建库及渠系有关的工程地质问题有:黄土台塬边坡稳定、水库淤积和浸没等。渭河南岸支流纵坡比降大,输沙能力强,水库淤积较严重,如沈河水库 1960 年蓄水,至 1981 年淤积泥砂 1050.7 万吨,淤积速度每年 50 万吨。泾河以西冯家山和宝鸡峡灌区,因灌溉水下渗,潜水位上

升,致使扶风、武功、乾县、礼泉等县部分土地产生沼泽化现象。三门峡水库蓄水后,渭、洛河下游泥砂淤积严重,加剧两岸洪涝和浸没危害。咸阳以西渭河洪灾、古滑坡复活、河岸坍塌及人工边坡失稳等,均对水利设施产生影响。

(三) 陕南山地区

本区现有大中型水库 11 座,灌溉渠道纵横,小型库塘如星。水利建设以秦岭南北麓和沿山地带发展水平较高,山区内部较低。截流汉江和牧马河的石泉水库库容 4.9 亿立方米,褒河石门水库库容 1.05 亿立方米,秦岭北麓石头河水库库容 1.25 亿立方米。

本区主要的工程地质问题是洪水灾害、水库渗漏和淤积。陕南地区多洪水,区内不少水库的洪水设计标准偏低。水库渗漏普遍,如渭南地区南山一带水库几乎库库存在渗漏,柞水老安寺水库、镇安桃园沟水库也都出现漏水现象。秦岭北坡水库则淤积严重,如蟒岭北侧栲树沟水库,使用两年即被淤废。

二、工程地质问题

(一) 淤积

本省水土流失总面积 70 年代末期达 13.75 万平方公里,占全省总面积的 70%,土壤侵蚀强烈,大量泥砂使水库、渠道和河道淤积,增加了水资源开发利用的困难。截止 1979 年底,全省水库淤积泥砂 8.72 亿吨,占总库容的 20%。1970 年前兴修的库容百万立方米以上的水库,到 1980 年已淤满的占 31.7%,尚在运用的水库中有 23.1%泥砂淤积占库容的 40%以上,全省平均每年因淤积损失库容 1.13 亿立方米。

陕北水库淤积最严重,如王窑水库自 1972 年汛期蓄水运用至 1981 年底,库容淤积 6400 万吨,仅 1977 年即淤积 2384 万吨,坝前淤高 32.6 米,损失库容的 42.7%。无定河上 1958 年建成的新桥水库

和旧城水库,到1978年已淤积1.56亿吨和0.65亿吨,分别占其库容的78%和85%。绥德后街水库总库容980万立方米,建成后仅两年即被淤平。关中淤积较严重的水库多分布在渭河南岸,如临潼戏河水库总库容580万立方米,运用7年被淤满。陕南大部分水库淤积较轻微,仅丹凤鱼岭子,洋县芋溪和旬阳平定河等水库稍严重。

(二) 渗漏

主要发生在渭北、关中及秦岭北麓地区。渗漏通道有岩溶溶洞、断裂裂隙、古河道(或阶地)砂卵石层和黄土垂直节理及其潜蚀洞穴等。

渭北水库漏水较突出,由于库盘多位于碳酸盐岩岩层上,且库区地下水位低于河床80米,故形成悬库。库水通过岩溶通道渗漏,特别是垂直渗漏严重,如沮水河桃曲坡水库坝址区半平方公里内有溶洞149个,水库总库容4300万立方米,库水日漏失量16—240万立方米。漆水河羊毛湾水库总库容1.07亿立方米,1971—1977年年平均渗漏量2800万立方米。

秦岭北坡岩体完整性差,断裂发育,河谷大部为砂卵石覆盖,水库绕坝渗漏较严重,如周至西骆峪水库建于1958年,坝基及左岸有透水性很强的砂卵石层,造成水库严重渗漏。

陕北及陕南水库渗漏现象较轻。洛川拓家河水库坝区河床和一级阶地下部有厚数米的砂卵石层,发生绕坝渗漏现象。镇安桃园沟水库坝后为石灰岩区,水库建成后出现漏水。

(三) 宝鸡峡边渠道高边坡稳定性

宝鸡峡边渠道自宝鸡峡口至眉县常兴,长98公里,沿渠附近有老滑坡体170多个,各类隐患1600多处,大小河沟200多条,为工程地质条件最复杂的渠段。渠道工程地质问题主要为滑坡体及高边坡稳定性,其中魏家堡至常兴11公里渠段内,挖

方边坡高30—74米,土体为黄土类土,外倾裂隙发育,加之开挖边坡过陡和施工中爆破震动,先后发生10多次边坡滑塌,塌方量近百万方。魏家堡西边坡,1970年5月4日雨后发现裂缝长163米,呈弧形伸向坝坎下,尔后裂缝逐渐增大,7月7日坝顶地面下沉,坡脚处土体强烈鼓起,下午5时38分,坝下两列火车对开通过,先是坡脚大量掉土,继之边坡大片崩塌,随后坝头下倾,尘土飞扬,呼呼作响,持续二三分钟,滑塌长度254米,塌高76米,土方量约30万方。

渠道人工边坡高度一般10—25米,由于滑坡体土体破碎,断裂裂隙发育,部分渠段地下水位高,因而左岸人工边坡崩塌及滑动较频繁,施工中共发生边坡破坏事故44次,塌方量30.2万方,最大一次5万方。

(四) 三门峡库区冲淤

三门峡水库自1960年9月蓄水运用以来,库区淤积、浸没和坍岸问题严重,其中淤积是造成浸没和坍岸的重要因素。1960年9月至1979年10月,库区泥砂淤积总量52.8亿吨,水库运用初期的1年半时间,入库泥砂淤积量竟达15.34亿吨。渭河潼关以上淤积不断发展的原因除严重的水土流失外,主要是由于水库建成后使潼关侵蚀基准面迅速抬高,引起渭河径流条件变坏,洪水排泄不畅,挟砂能力降低的结果。

水库自两次改建以来,采取大规模的泄流排砂措施,使冲淤条件发生明显变化,库容恢复显著。尤以水库采取全年控制运用后,在发挥综合利用效益的同时,进行合理的水砂调节,不但保持了库容,而且对淤积末端的发展有所控制。目前,就全库而言问题已基本解决,但部分库段仍有淤积,截止1984年10月,库区累计淤积48.17亿吨,其中潼关以上淤积33.49亿吨,占总淤积量的69.5%;潼关以下淤积14.68亿吨,占30.5%,1984年属平水枯砂年份,在有利

的水砂条件下,整个库区仍淤积 0.1 亿吨。在冲淤部位上,潼关以下库段为冲刷,以上为淤积。此种状况主要与水库运用有关,由于非汛期长时间高位蓄水,加之汛期泄流设

施未能充分发挥作用,致使该年度潼关高程仍上升 0.1 米,故潼关以上库段的淤积状况尚未彻底改善。

第十三章 环境地质

陕西省专门性环境地质工作始于 20 世纪 70 年代,主要有:大中城市水质污染及水源保护研究,地面沉降及其防治研究、地

裂缝、农灌区溃水灾害及与水文地质环境有关的地方病的调查等。

第一节 城市水质污染

本省大中城市人口密集,工业集中,污水和废渣排放量多,致使地下水和附近河流遭受不同程度的污染,尤以西安市为重。

一、西安市

(一) 污染史

据史料记载,西安水质污染始于西汉。汉长安城位于今西安市西北郊,汉兴平元年(前 194)兴建,到隋开皇二年(582)约 800 年间,由于生活污水长期渗入,地下水受严重污染。《隋书·庚季才传》载:“汉营此城,经今将八百岁,水皆咸卤,不甚宜人”。唐长安在唐初水质尚好,天宝十四年(755)后,即有地下水咸苦的记载,到大中十四年(860)左右污染较严重。《通鉴》说:“京都地大人众,加之岁久壅底垫隘,秽恶聚而不泄,则水多咸苦”。《宋史》说:“长安斤卤无甘泉”,“凡厥膳羞烹饪皆失其味”。《明史》说:“西安城中水苦咸,不可饮,请凿地引龙首渠入城以便汲”,但“水仅一脉,城中居民多于晨昏争汲,汰清然后可用”,说明当时用水的紧张状况。建国前,城区居民一直饮用咸苦水,仅城西南有一甜水井。

(二) 污染现状

西安城区和近郊区潜水污染较严重,承

压水污染较轻。城市集中供水的 6 个水源地虽有污染迹象,但水质尚好。

潜水受到酚、氰、六价铬、氟和三氮(氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮)的污染。据 1983 年水质监测资料,潜水总硬度和矿化度明显增高,超标面积 344 和 209 平方公里,最高检出值分别为 706 毫克/升和 3.1 克/升;三氮污染严重,硝酸根平均含量 189 毫克/升,最高检出值 720 毫克/升,超标面积 470 平方公里,其中城区和北郊污灌区平均每年增高值大于 2 毫克/升,污水库附近每年平均增高 20 毫克/升;六价铬污染严重,超标面积 45 平方公里,主要分布东郊工业区、北郊污灌区和南郊吉祥村一带,最高检出值 0.16 毫克/升;高氟区面积 109 平方公里,主要分布北郊和南郊污灌区,最高检出值 3.04 毫克/升;酚、氰都有超标检出,但面积较小。潜水污染具有明显的水平分带,形成以城区和近北郊污水灌区为中心,向外围过渡,污染程度逐渐减轻的污染晕。有 3 项以上污染指标超标的重污染区面积约 120 平方公里,有 1—3 项污染指标超标的轻污染和污染趋势区面积 296 平方公里。

承压水受到六价铬、氟和砷的污染,属局部点块状污染。六价铬超标面积约3平方公里,主要分布东郊工业区和北郊太华污灌区,最高检出值0.192毫克/升;氟污染区零星分布于近郊区,面积约17平方公里,最高检出值3.12毫克/升;砷超标主要见于北郊、西郊和南郊局部地方的深井。

城市集中供水水源地的少数井轻微污染,个别井有超过饮用水标准的检出物,主要是酚、砷和六价铬等。如灞河、浐河水源地各有2—3眼井六价铬含量经常超标,最高检出值0.12毫克/升,超标1.4倍,浐河水源地六价铬亦有增高趋势。渭滨水源地和洩河水源地个别井受酚污染,超标1.5倍。

西安城区自备水源井,砷的检出值较高。据1982年对106个点取样分析,检出率43.4%,超标率24.5%,最高检出值0.184毫克/升,超标率随承压水的取样深度增加而增加,而地表有砷污染源的工业区,取样结果反而没有超标检出,故其原因与沉积地层的岩石性质有关。

(三) 污染源

西安市地下水污染,主要是城市“三废”引起的。全市每天废水排放量50—65万立方米,废水中含有60多种有毒和有害物质,大部分废水通过下水管道汇流到污水渠系,用于农田灌溉或向河流及人工河湖排放,城区生活污水有一部分通过渗井直接渗入地下。其次,全市废弃物(工业废渣、生活垃圾和污泥)年总量约173万吨,主要堆放在市郊各处。有的单位将有毒工业废渣埋入地下,造成地下水严重污染。再次,全市(含长安、临潼和蓝田县)农田每年施化肥约17万吨和大量农药。化肥中的氮素、农药中的汞和砷等有毒物质仅有少部分被作物吸收,大部分残留于土壤中并渗入地下,污染地下水。此外,西安北郊1953年起一直引污水浇地,日灌水量36万立方米,面积

27万亩,污水长久入渗,直接污染了潜水。

(四) 地表水污染

西安地区天然河流均遭到不同程度的污染,尤以硫化物和酚的污染较突出。其中渭河水质污染以硫化物、氨氮、生化需氧量、化学耗氧量、酚为主;浐河以硫化物、氨氮、化学耗氧量、亚硝氮、酚为主;灞河以硫化物、氨氮、酚为主;沣河以硫化物、化学耗氧量为主;沔河以硫化物为主。

西安地区人工河湖受有机物污染较严重。其中洩河水质污染以三氧(溶解氧、生化需氧量、化学耗氧量)和氨氮、亚硝氮为主,有毒物质氰、酚、汞、铅的浓度均较高;兴庆湖以三氧和氨氮为主;护城河以化学耗氧量、氨氮、亚硝氮为主,酚、汞含量有超标检出;大环河以生化需氧量、化学耗氧量、亚硝氮为主,氰、汞在个别断面有超标检出。

二、咸阳市

该市供水主要开采中深部承压水。据1981年监测资料,城区及近郊地下水受到三氮、氟、六价铬、酚的污染,潜水污染物主要是三氮,污染范围为老城区。潜水氟污染面积56.8平方公里,分布在东部污灌区和西部渭惠渠两岸,最高检出值2.1毫克/升;承压水氟污染面积27平方公里,最高检出值2.8毫克/升。六价铬污染呈块状,潜水污染面积13.8平方公里,分布铁路以北靠黄土塬一带,最高检出值0.191毫克/升;承压水污染面积3平方公里,最高检出值0.1585毫克/升。承压水还受到酚的污染,面积4平方公里,最高检出值0.09毫克/升。

近年来咸阳市水质污染日益严重,范围不断扩大。据省地矿局水文地质总站1985年监测资料,地下水中有毒元素超标的主要有氟、砷和六价铬。氰化物、酚、铅和汞亦有检出。潜水中氟、砷和六价铬的最高检出

值与 1981 年相比均有明显增高, 一些地段水的矿化度、硝酸根和总硬度含量也不断增高。

地下水污染主要是人为所致。据有关资料, 咸阳市每年废、污水排放量约 7600 万立方米, 绝大多数未经处理直接排入渭河、胭脂河或就地排入地下及引污灌溉等。承压水氟的超标则是由原生环境所造成的。

三、宝鸡市

该市供水主要开采承压水。由于市区和近郊的工业废水和生活污水绝大部分未经处理直接排入渭河、金陵河和清姜河, 加之引污灌溉, 致使潜水普遍遭到污染, 承压水局部污染。主要污染物有三氮、氟、酚和汞等。据 1981 年监测资料, 三氮最高检出值分别为 0.78、0.73 和 40.65 毫克/升, 超标率分别为 1.4、2.8 和 23.6%。污染面积 4.2 平方公里, 主要在旧城区南部和姜潭区及石灞河区一带的工厂家属区。承压水大部分水质较好, 唯渭河北岸含氟量普遍较高, 最高检出值 8.6 毫克/升, 系受基底断裂影响, 沿构造线呈带状分布。

四、铜川市

该市供水为地下水和地表水综合水源, 地下水水质较好, 部分地区有污染。据 1981 年监测结果, 浅层水受到酚、六价铬和汞污染。酚在 14 眼井中有超标检出, 最高值 0.008 毫克/升, 超标率 22.6%, 主要

分布王家河, 史家河至川口; 六价铬在 3 眼井有超标检出, 最高值 0.15 毫克/升, 超标率 4.8%, 主要分布北关和王家河两井区; 汞最高检出值 0.0025 毫克/升, 超标率 8.1%。深层水主要受酚和汞污染, 超标率分别为 18.2% 和 13.6%。此外, 总硬度多超标, 最高检出值 655 毫克/升。

五、延安市

该市供水系开采基岩裂隙水和取用延河水。据市红旗化肥厂附近地下水监测资料, 局部有三氮、砷超标检出。氨氮一般检出值 0.048—0.568 毫克/升, 最高 0.696 毫克/升, 超标 33.8 倍; 砷一般检出值 0.007—0.034 毫克/升, 最高 0.128 毫克/升, 超标 2.3 倍。

六、汉中市

该市以地下水为主要供水水源。据 1980 年城区、褒河区和铺镇区重点监测资料, 潜水受三氮和酚污染, 三氮在枯水期最高检出值分别为 0.08、0.15、16.4 毫克/升, 超标率 23.9%、23.9%、5.6%, 氨氮和亚硝酸盐氮污染面积分别为 12.5 和 34.5 平方公里。酚有 5 眼井超标, 检出值 0.002—0.006 毫克/升, 丰水期和枯水期最高检出值分别为 0.038 和 0.029 毫克/升, 分别超标 18 倍和 13.5 倍, 污染面积分别达 100 和 82 平方公里。

第二节 地面沉降

地面沉降给工农业生产和人民生活带来危害, 是城市建设规划中一个重大的环境地质问题。本节叙述以西安市为主。

西安市地面沉降研究始于 70 年代。1966 年市测量队在南郊沙坡洼地测量抽水井高程时, 发现联测的水准点明显下沉。经 1973 年重测, 确定沙坡洼地 6 号水准点自 1960 年以来下沉 109 毫米。1970 年起, 国

家地震局第二测量大队对西安环和长安环进行精密水准测量, 结果表明西安城区和近郊区的地面高程有逐年下降趋势。1976—1978 年和 1982—1983 年, 市勘测院对西安市近千平方公里范围内的数百个水准点高程复测, 编制了 1960—1978 年和 1960—1983 年地面沉降图。

1980 年起, 省地矿局测绘队在西安地

面沉降区进行了精密水准测量。同期,省地矿局第一水文地质工程地质队开展地下水位监测、地下水开采量统计和地面沉降专题调查,于1986年11月提交了专门勘查报告。

咸阳市地面沉降调查始于1987年,据初步监测资料,年沉降率5—25毫米。

一、沉降现状

西安市1970年前地面沉降量较小,1970年后明显增大,且逐年增加,至1985年最大累计沉降量达1034.85毫米,最大年沉降幅度136毫米。目前累计地面沉降量超过50毫米的面积约200平方公里,主要分布在城区和近郊区,其范围东至纺织城,西至汉城路,南至三爻村。累计沉降量超过100毫米的地面沉降区面积已达100余平方公里,有7个沉降中心:东北郊的辛家庙、八府庄和胡家庙,南郊的西北工业大学、3513厂、小寨和沙坡村。其中以南郊最严重,在小寨十字路口南侧长安环1号水准点1970—1985年累计沉降1014.18毫米。一些名胜古迹亦开始下沉,如钟楼下沉110毫米,大雁塔向西北方向倾斜998毫米。

西安市地面沉降的发生、发展与地下水开采关系密切。根据地下水开采史、水位变化和地面沉降速率的变化分为4个阶段。

1959—1970年,是地下水开采和地面沉降的初期。此阶段西安城区和近郊区自备承压水井数量少,开采量也小,由1951年的两口井,年开采量77万立方米,至1970年底增至96口井,年开采量3705万立方米,平均每年增加4.8口井,每年增加开采量185万立方米。这一期间承压水头下降幅度较小,在主要开采区每年下降0.5—0.8米,全区平均地面沉降速率仅1—2毫米/年。沉降较严重的西北工业大学、黄雁村和胡家庙地区,累计沉降量45—68毫米,沉降速率3.5—5.4毫米/年。

1971—1978年,是地下水开采量剧增和地面沉降发展的时期。从1971年始,西

安市自备井成倍增加,平均每年递增32.8口,至1975年底,已有承压水井259口,年开采量近1亿立方米,平均每年增加1258万立方米。承压水头开始迅速下降,开采区中心以每年大于5米的速率下降,全区承压水头下降漏斗形成并逐年扩大和加深。这一时期沉降速率较前一阶段加快,沉降区面积逐年增大。1978年累计沉降量大于50毫米的地面沉降区面积约100平方公里,最大累计沉降量395毫米,在西北工业大学、小寨、沙坡和胡家庙地区已形成4个地面沉降中心区,1971至1978年它们的年沉降速率分别为13.9、30.8、41.5和46.7毫米。

1978—1983年,是地下水开采量缓增和地面沉降加剧发展的时期。由于市政府加强对自备井的管理,严格控制打井,1975年后,西安城区和近郊区新凿井数量渐减,平均每年增加8.9口,深层承压水的开采量由1971—1978年平均每年增加1258万立方米减为343万立方米。承压水头的下降速度差异较大,下降漏斗中心仍以3—5米/年的高速率下降,其边缘地区以1.5—2米的速率下降,造成旧漏斗中心的不断加深和新漏斗中心的出现。这一时期地面沉降影响范围进一步扩展,1983年累计沉降量大于100毫米的沉降区面积90平方公里,最大累计沉降量846毫米。同时,在已形成沉降中心地段,地面沉降速率急剧增加,1978—1983年,小寨沉降中心区沉降速率达到110.2毫米/年,并在大雁塔、吉祥村附近形成新的沉降中心;在沙坡和胡家庙沉降中心区,沉降速率59—76.4毫米/年,西北工业大学沉降中心区,沉降速率60.4毫米/年。

1983—1985年,是地面沉降趋向稳定发展的时期。1983年4月后,各个地面沉降中心的沉降速度保持在1982—1983年的水平,部分地区沉降幅度减缓,边缘地区沉降幅度也趋于稳定(表23)。

表 23

西安市地面沉降量统计表 (1980.4—1985.4)

沉 降 量 (毫米)		时 段				
		1980.4— 1981.4	1981.4— 1982.4	1982.4— 1983.4	1983.4— 1984.4	1984.4— 1985.4
位 置						
地 面 沉 降 中 心	辛家庙			12	27	18
	八府庄	63	77	83	107	105
	胡家庙	72	100	99	113	110
	金花饭店	30	64	77	84	86
	沙坡	47	82	92	135	110
	小寨	96	135	123	102	94
	西工大	41	96	98	93	97
沉 降 区 边 缘	吴家坟 (南郊)	16	4	18	17	9
	王家巷 (西郊)	+2	+1	+4	7	+12
	北 门	4	2	4	12	6
	十里铺 (东郊)	0	1	5	14	5
	草场坡	9	23	29	37	35

注：+号表示地面上的升。

二、沉降原因

自第三纪以来，随着骊山断块不断上升掀起，西安城区和近郊为一个长期下沉区，堆积了巨厚的新生界，仅第四系在西安厚达600—1000米，且至今仍继续下沉。据国家地震测量队1971—1980年间重复大地水准测量资料，以咸阳市、长安和临潼县为顶点，出现一个三角形的下沉区，在600多平方公里沉降区里，分布有临潼和西安两个沉降中心，1971年前区域地面沉降量为1—3毫米/年，这种区域性下沉，是西安地区1971年以来大幅度沉降的基础。

过量集中开采承压水是引起西安地面沉降的主要原因，据省地矿局第一水文地质工程地质队资料，西安城区承压水头埋深在50年代初期约15—30米。后由于深井集中、长期地过量开采，使地下水位急剧下降，形成区域下降漏斗。自1972年以来，承压水位累计下降50—60米，目前水位埋深最大达110米。过量开采深部承压水，含水层水头不断降低，造成孔隙承压含水系统中粘性土释水固结，土和砂层压密，特别是压缩土层土体内附加地应力的集中，导致了地面沉降。

第三节 地 裂 缝

地裂缝是一种缓慢蠕变型的灾害地质现象。从1959年起,西安即有现代地裂缝活动显示,因量微数少而未引起注意。1976年唐山地震后,特别是1977年8月23日和9月5日西安北郊草滩连续发生两次有感小震(震级2.2、2.9),使地裂缝进入活动高潮期。市区和近郊地裂缝数量逐年增多,发展迅速,引起各方面的关注。西安市地震办公室于1977、1978年组织有关单位对东北郊辛家庙和南郊铁炉庙—吉祥村地裂缝进行了考察,写有《西安市南郊地裂调查报告》,是西安地区地裂缝的第一份较详细的资料。省地震局地裂缝研究组深入现场考察,对地裂缝产生的背景、分布形态和力学特征进行分析和探讨,于1986年出版了《西安地裂缝》一书。省地矿局第一水文地质工程地质队于1980至1986年,通过对西安地裂缝的长期监测与勘查研究,确定了城区和近郊发育有10条地裂缝带,并在关中盆地17个县(市)也发现有地裂缝活动。1987年6月,该队提交了《西安地裂缝与地面沉降研究报告》,并在此报告基础上,1990年出版了《西安地裂缝研究》一书。1986至1991年,陕西地矿局还开展了《西安地区区域地壳稳定性与地质灾害的评价和研究》,其研究内容也含地裂缝。

一、分布

西安及关中地裂缝活动,历史上曾多次出现。明《陕西通志》载:明成化二十二年(1486)“咸宁(今西安)地裂,倾陷民房墙垣无数”,明嘉靖三十四年(1556)华县8级大地震时,“地裂陷,水涌成渠”,西安“地裂横竖如画”。历史上地裂缝有记录可考者达18次。

近年来,地质工作者在西安、咸阳和渭南等地相继发现汉、唐、明代地裂缝遗迹,

其中西安古地裂缝在今西北工业大学、陕西重型机械厂、北郊唐含元殿遗址附近的毛毯厂和西北建筑工程学院等地,这些古地裂缝埋深1—3米,缝内充实砂土。而现今地裂缝则直接出露地面,无充填物。据高龄老人回忆,1958年以前的30多年间,在现今地裂缝带附近曾有多次地裂缝突然显现,多发生在大雨之后,当地居民称之为“地峡”或“流海缝”。

1984和1985年调查发现,关中的周至、武功、兴平、礼泉、泾阳、高陵、临潼、长安、蓝田、渭南、华阴、富平、蒲城、合阳、澄城和韩城等县(市)也有地裂缝活动,由于其多发生在旷郊田野或偏僻村庄,一直未引起足够重视。从礼泉县昭陵乡、泾阳县龙泉乡和韩城市几条典型地裂缝发育情况看,地裂缝都发育在区域性活动断层的上盘或断裂带上,近似平行于断层断续出露,常分布在狭长的槽形洼地中;地裂缝都显示张性或张扭性特征,常由数条组成地裂缝带。地裂缝在1976年唐山地震前后都有较明显的活动。早在20或30年代多以“地峡”或“流海缝”的形式出现过,50年代也有活动迹象。

在西安城区和近郊150平方公里范围内已发现的10条地裂缝带,自北而南分别为 F_1 辛家庙地裂缝、 F_2 八府庄地裂缝、 F_3 劳动公园地裂缝、 F_4 西北大学地裂缝、 F_5 和平门地裂缝、 F_6 秦川厂地裂缝、 F_7 小寨地裂缝、 F_8 北池头地裂缝、 F_9 师范大学地裂缝、 F_{10} 新开门地裂缝带(图18),出露总长度达40余公里。据1986年调查,西安地裂缝穿过了91个机关、学校、工厂和7个村庄,损坏楼房70余幢,车间20座,平房486间,大型路面58处,礼堂2所,此外一些地下管道和文物古迹也遭受不同程度的

破坏,造成数千万元的损失。

西安地裂缝有明显的方向性,10条地裂

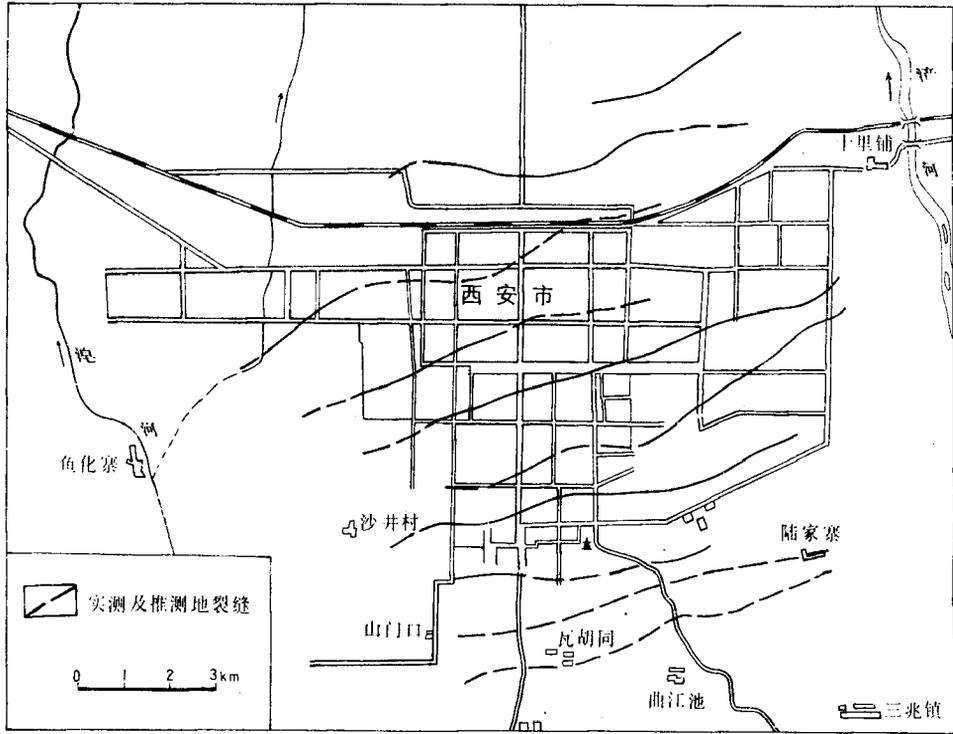


图18 西安地裂缝分布略图

缝带都呈北东 70° — 85° 方向展布,倾向南或南东,倾角陡,都分布在黄土梁南侧的狭长槽形洼地中。地裂缝带以 1.0—1.5 公里的间隔平行等间距排列,每条带由数条地裂缝组成,每条地裂缝平面形态多呈锯齿状;破裂带宽度 8—10 米,最宽达 40 多米。平面上主地裂缝两侧发育一系列分枝裂缝,剖面上呈“Y”字形。具有相同的运动形式,都显示南侧(上盘)下降,北侧(下盘)上升,水平引张和反时针扭动的活动趋势。地裂缝三维空间的位移量以南侧下降量最大,水平引张次之,左旋扭动量最小,运动方式主要为趋势性蠕动,力学性质显示张性或张扭性。

西安地裂缝是历史上地裂缝重新活动在地面的显露。现今西安地裂缝活动发生于

1959 年,在其发展过程中,由地面向地下,上宽下窄,由一点向两侧扩展,随着活动程度加强,地面裂口不断扩大,切穿深度增加,并不断向两侧延伸,形成长达几公里的地裂缝带。西安地裂缝经过近 30 年活动,在一些建筑物上留下大量活动痕迹,以西北大学留学生楼地基裂缝最为典型。地裂缝的累积位移及活动速率见表 24。

西安现今地裂缝发展过程大致有 3 个阶段,即锥形阶段(1959—1970),成形阶段(1971—1976)和扩展阶段(1977—1986)。目前地裂缝还在活动,如东郊韩森路西北电管局干休所 1984 年新建楼房,地面已出现近东西向的地裂缝(表 25),附近地下水管断裂,其东边邻近的黄河中游治理局探槽中亦发现地裂缝错断地基土的现象。

表 24

西北大学留学生楼地基裂缝活动情况表

水泥地面	南侧下降	水平引张	左旋扭动
累计位移(毫米)	200	50—80	5—10
活动速率(毫米/年)	7.7	2—3	0.2—0.4
累计时间	1958—1984年共26年		

表 25

西北电管局干休所楼房地裂缝活动情况表

楼房地面	南侧下降	水平引张	左旋扭动
累计位移(毫米)	40	28	17
活动速率(毫米/年)	20	14	8.5
累计时间	1984—1986年		

二、成因

对西安地裂缝的成因,目前认识不一致,主要有4种观点:一是地质构造成因,认为地裂缝活动的主要原因是构造活动,鉴于地裂缝总体走向与西安地区发育有北东东走向的隐伏基底断裂相重合,且西安地裂缝活动十分强烈的70年代前后,渭河盆地也出现大面积的地裂缝,它们与区域构造方向及大范围应力场的分布有很好的一致性,同时,渭河盆地历史上地裂缝的显著活动期与该盆地地震活动周期相吻合;二是地面沉降

导致地裂缝的生成,认为西安地裂缝出现与地面沉降在时间上大体相应,分布受地面沉降范围所制约,其下降盘位于地面沉降中心一侧,且地裂缝向下延伸的深度是有限的,一般在地面以下20米范围内,因而地裂缝是地面差异沉降的产物;三是地质构造—地下水综合作用的结果,认为西安地裂缝的展布特征和力学性质与区域构造一致,是深部断层蠕动在地面上的反映,而过度开采地下水又加剧了它的扩张和延伸;四是构造—重力同生机制成因,构造为主,加重力作用。

第四节 渍水灾害

陕西省关中地区的泾惠渠、洛惠渠、东方红、宝鸡峡和冯家山灌区,灌溉着渭北28个县(市)的近800万亩耕地。由于局部灌排失调,致使部分地区地下水位上升,地面渍水成灾,成为环境水文地质问题之一。

一、状况及危害

宝鸡峡灌区分别由宝鸡市西林家村和眉县槐家堡引水,灌溉面积299万亩,其中塬上灌区210万亩。1971年开灌后,地下水

位普遍上升,台塬区年均上升0.92米,台塬洼地区年均上升1.1—3.4米,扶风县段家乡谷家寨至1980年水位上升26米,年均3.8米。

冯家山灌区由千河冯家山建坝蓄水,灌溉面积136万亩,1975年开灌后地下水位上升,至1981年,岐山县青化乡南武村年均上升3.8米,扶风县法门年均上升2.9米。

泾惠渠的泾、渭河阶地灌区地下水位年均上升 0.7—1.5 米，东方红灌区的渭河阶地区和洛惠渠灌区年均上升 0.4—1.3 米，后者已出现 1 万多亩的明水区。

不论黄土台塬或阶地灌区，在引用渠水灌溉后，地下水位都迅速上升。一般台塬洼地水位上升最快，台塬和洪积扇次之，河流阶地升幅最小。地下水位上升导致地面渍水和土壤盐渍化，农田受淹，作物减产，农舍倒塌，水质变差。宝鸡峡管理局渭北塬上灌区自 1974 年起，发现零星小面积明水，最早出现在乾县周城乡王家村，1975 年出现较大面积明水 300 亩。1980 年 5 月调查，扶风县段家、召公，武功县芋村，乾县周城和礼泉县肖河滩等洼地有 55 处明水，面积 984 亩，水深 0.5—5 米，群众因房屋陷裂、倒塌被迫搬迁的 469 户。1981 年为丰水年，降雨量比多年平均值多 20—40%，明水面积增至 96 处 4626 亩，群众搬迁 1925 户。尤以扶风县为突出，全县有召公、段家、建和、皇甫和太白 5 乡 32 村 40 多处土壤洼地渍水，淹没耕地 1621 亩，1177 户住房倒塌，5 个村庄被迫迁移。1983 年为降水偏丰年份，同年 10 月调查，明水面积达 2.85 万亩，涉及 6 县 93 个村庄，10411 间房屋倒塌（表 26）。咸阳地区 1983 年有 9 个县汛期明水面积达 42.75 万亩。东方红灌区 1981 年 8 月中下旬暴雨后，出现 15 万亩明水。蒲城党睦—渭南油槐一带，农田被淹，房屋倒塌。

地面渍水致使农作物单位面积产量下降，如宝鸡峡灌区 1983 年 40 万亩棉花减产，占塬上灌溉面积的近 1/4。此外，在台塬洼地区水质变差，水味变苦。咸阳地区台塬洼地灌区地下水咸度变大，北部洪积扇

和台塬区形成硬水—极硬水，氟含量 1—2 毫克/升，属较差水。

据统计，宝鸡峡灌区 1981 年盐渍化面积达 43.5 万亩。关中东部一些低洼地带，由于地下水升至 2 米的临界水位，产生大面积次生盐渍化，盐碱地面积约 100 万亩（含原生），主要分布在蒲城、富平、渭南、大荔等县。东方红灌区 1966 年开灌至 1977 年，盐碱地面积达 40 万亩。洛惠渠灌区开灌前的 1950 年仅有盐碱地 0.42 万亩，1974 年增至 11 万亩，尽管后来采取了一些排水措施，1982 年仍有 8.6 万亩。

二、原因及防治

由于灌溉回归量和渠系渗漏量剧增，地下水开采量逐年减少，采补失调，导致地下水位大面积上升。宝鸡峡灌区的台塬洼地区，1972 年前多为井灌，后被渠灌代替，入渗量骤增，地下水位急剧上升。武功县芋村原有机井 159 眼，渠灌后机井被废弃，地下水位由 12.5 米升至距地面仅 2 米左右。礼泉黄土塬洼地区 1980 年灌溉入渗、渠系渗漏及降雨入渗等项补给量约 140 万立方米，而机井开采、人畜用水、明水及潜水蒸发等项消耗量仅 85 万立方米，年地下水补给量远大于消耗量，理论水位升值 1.14 米，与实际观测值 1.18 米相近，说明地表水灌溉回归和渠系入渗是地下水的主要补给来源。

合理发展井排井灌并与明沟排水相结合，可以有效地控制地下水位的上升。武功县代家村近年来用明沟排水，地面已无积水，小麦亩产增加 1 倍以上。宝鸡峡灌区自 1982 年以来采用明渠排水，基本上消除了渍水灾害，促进了农业生产的发展。

表 26

宝鸡峡管理局黄土台塬区明水面积统计表

年 月	明水面积 (亩)	处	县	乡	村	倒 房	累计迁户
1980.5	984	55	4	8	23		469
1981.5	1291	87	4	8	23		1090
10	4626	96	5	9			1925
1982.5	4206	185	6	10			2161
1983.7	4753	214	6	11			
10	28512		6	11	93	10411	
1984.6	5725	197	6	11			5287
10	13719	380	6	18			7561
1985.6	12003	391	6	17	95		8448
10	13702	406	6	17	95		8448
1986.6	9276	314	6	17			8448
10	4031	200	6	14			8448

第五节 地方病

陕西省地方病主要有克山病、大骨节病、地方性氟病和地方性甲状腺肿等。由于发病范围有明显的地区性，病因与当地环境因素密切，因而被称为“地方病”或“水土病”。现有各种地方病患者 250 多万人，分布 102 个县(市)(图 19)。

一、克山病

(一) 流行简史

群众称该病为“吐黄水病”，是一种病因未明的地方性心肌病。1935 年首先在黑龙江省克山县暴发流行，遂命名为克山病。该病在本省流行的最早年代尚无文字可考，据黄龙县小寺庄乡金灵寺碑文记载：“丁巳春，土人有患伤寒者，病甚危急”，文中所载发病情形与克山病颇似，至今已有 100 多年历史。

建国前，延安地区就有多次暴发流行。建国后，全省急性克山病出现过 3 次高峰，即 1957—1959 年、1965 及 1971 年。1957—1973 年全省共急发 15802 人，平均年发病率最高的是黄龙县，为 517.7 人/10 万人。1977 年后急发病逐年减少，1981 年全省发病 103 人，1985 年全省急发 19 人，发病率降至 0.3 人/10 万人。

(二) 分布与危害

1958 年，省地方病防治研究所对疑似病区调查发现，早期发病地区在延安以南、渭河以北的黄土高原区。1960 年，全省已确定 9 个发病县。1961 年后，商县、洛南、凤县、耀县、礼泉、岐山和千阳等地先后发现小儿克山病，至 1973 年全省共确定病区 7 个地(市)28 个县(表 27)。

图19 陕西省地方病分布略图

0 10 80 120 160km

图 例

-  大骨节病区
-  克山病区
-  氟中毒病区
-  地甲病区
-  非病区或零星分布病区

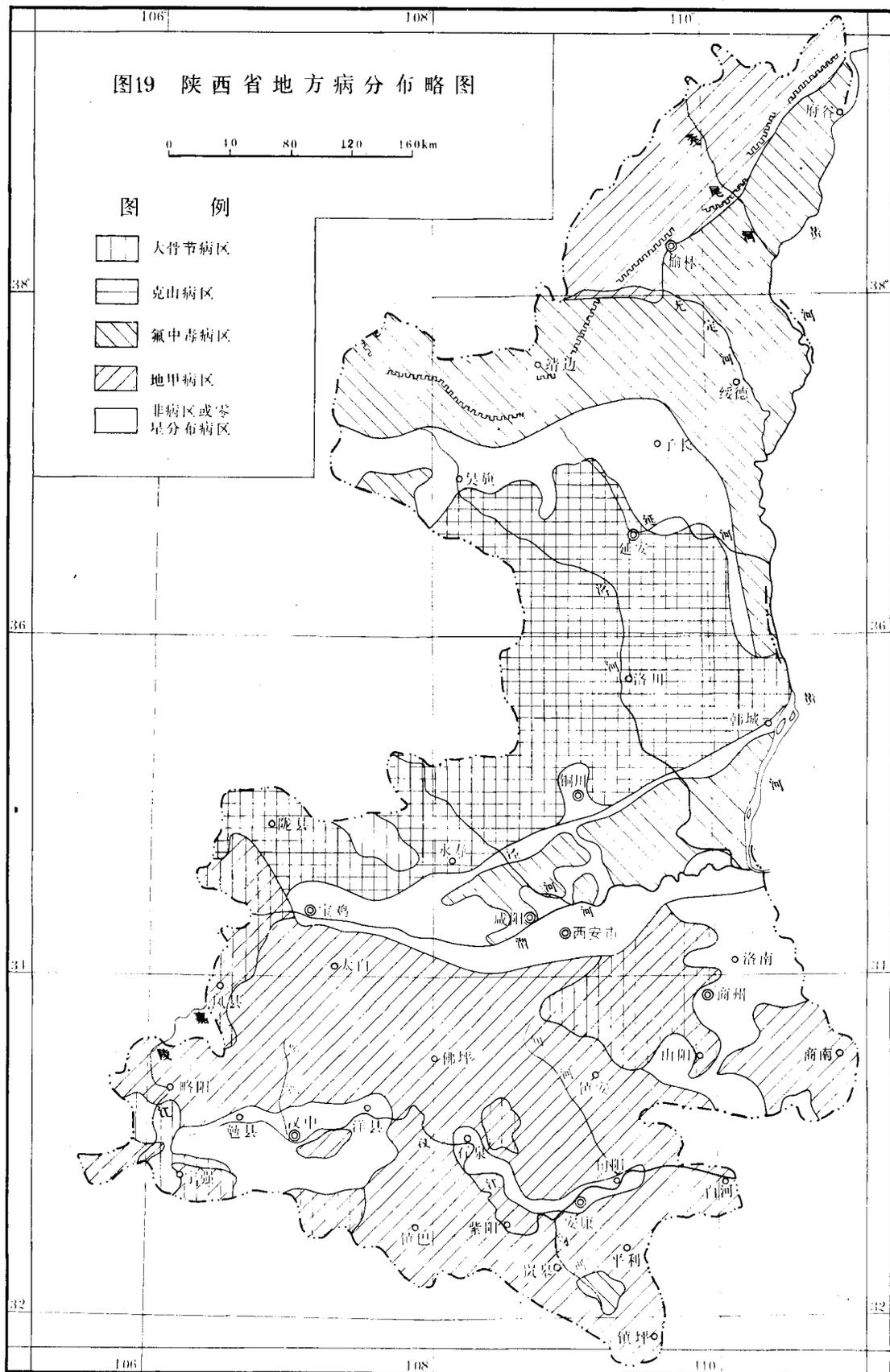


表 27

陕西省克山病发病县分布表 (1973 年)

地 区	发病县名称	疑似病区县
延安地区	延安市、安塞、志丹、宜川、甘泉、富县、洛川、黄陵、黄龙	延 长
宝 鸡 市	麟游、千阳、陇县、岐山、凤翔、凤县	
咸 阳 市	长武、彬县、永寿、乾县、礼泉、淳化、旬邑	
铜 川 市	铜川市、耀县、宜君	
商洛地区	商县、洛南	
渭南地区	华县	白水、澄城、蒲城、渭南
西 安 市		临潼、蓝田

陕西省克山病区主要分布在延安以南。以黄土梁峁、沟壑和河流上游及其支沟地带发病早，病情重。重病区在黄龙、宜川、黄陵、富县境内的黄龙山、子午岭山区及延安南泥湾；中等和轻病区在其周围各县和渭北西部地区。秦岭山地发病时间较晚，病情较轻。

克山病发病急，死亡快，慢性患者由于心力衰竭而丧失劳动能力。1960年前全省急性克山病死亡率61%，永寿县高达90%以上。1960年后，全省死亡率降至20—30%，1966年后，由于建立健全防治网，采用综合性预防措施及补硒方法预防急发，死亡率降至13—15%。

(三) 病区水文地质环境

克山病发病有明显的地区性，与当地自然地理环境和水土条件有密切关系。黄龙、宜川、黄陵、富县、延安和甘泉等县多在植被覆盖良好、水土流失甚微的梢林区，主要饮用松散层孔隙潜水，病情随饮用水源的不同而有差异。基岩裂隙水和第四系中更新统黄土层水较好，上更新统黄土层水和全新统冲积层水较差。病区地下水具有山地型—水交替作用强烈的特点，矿化度较低，为0.2—0.5克/升，水化学类型以重碳酸钙型为主，低硫低镁，硫酸根离子含量小于20毫

克/升，镁离子一般为20—27毫克/升。

中国科学院西北水土保持研究所于60至70年代，采集全省80多个县(市)近300个地点饮水、农田土壤、各类粮食样品及能反映人体元素含量水平的数千人的头发样品进行分析研究，发现病区和非病区水、土、粮及人发中的元素含量以硒差异最大，病区硒显著低于非病区，其中95%的病点饮水含硒量在 0.2×10^{-9} 以下，粮食含硒(小麦和玉米平均值)在 10×10^{-9} 以下，人发含硒在 110×10^{-9} 以下。非病区的含量都明显高于这些数值。

广大医务及地学工作者对病区环境做了大量调查研究工作，至今还在探索病因。目前对病因的看法有：水土病即生物地球化学病因说，认为克山病发病与某些微量元素如硒、钼的缺乏有关；有机物中毒说，认为病区水土中腐植酸高于非病区；生物病因说，认为克山病是病毒性疾病；营养缺乏说，认为本病与缺乏某种特殊营养有关；及真菌中毒说等。

二、大骨节病

(一) 流行简史

群众称该病为“柳拐子病”，是一种病因未明的地方性骨关节畸形病，在本省流行已有百年以上的历史。

(二) 分布与危害

本省最早记载大骨节病分布的是民国33年(1944)陕西省西北防疫处李敏强对麟游县侏儒病的调查报告书。当时该县人口25715人,有患者4123人,患病率16.03%。建国后,1956年5月省卫生厅报道本病分布耀县、麟游、黄龙、淳化等19县,有患者3万多人。1957—1960年,省卫生厅进行全省首次大骨节病普查,发现

62个发病县,患者6.5万余人。1970年全省第二次普查,有67个发病县(市),患者21.5万余人。1977年第三次普查,有65个发病县(市),患者30.8万余人。1985年经多次复查,确定有10个地(市)、62个发病县(市)(表28)、530个乡,共有患者30.9万余人,全省受大骨节病威胁的病区总人口440万人。

表 28

陕西省大骨节病发病县(市)分布表(1985年)

地 区	发 病 县 (市) 名 称
咸 阳 市	乾县、三原、礼泉、泾阳、永寿、淳化、长武、彬县、旬邑
延安地区	黄龙、宜君、黄陵、富县、洛川、宜川、延安、子长、志丹、安塞、甘泉、延川
渭南地区	富平、白水、澄城、蒲城、合阳、韩城、潼关、华县、渭南
宝 鸡 市	凤县、太白、扶风、麟游、岐山、千阳、凤翔、陇县、宝鸡、渭滨区、眉县
安康地区	宁陕、石泉、安康
汉中地区	南郑、勉县、宁强、略阳、西乡
商洛地区	商县、洛南、柞水、镇安
榆林地区	横山、神木、榆林
西 安 市	西安、蓝田、临潼、周至
铜 川 市	铜川、耀县

该病主要分布延安以南渭北黄土残塬、梁靠沟壑区及低中山丘陵区,病区基本连成一片,而黄土塬中心及河谷阶地多为无病或轻病区。发病最重的是麟游县,1978年普查时患病率为28.9%,次是永寿县,患病率26.4%,余皆属中等病区或轻病区。

本省大骨节病分布之广,病情之重居全国之首。轻患者骨关节增粗、疼痛;重患者肌肉萎缩,四肢畸形,体型矮小,甚至残废。1964—1981年永寿县病区患者明显增加,逐渐蔓及各乡镇,危及全县1/4群众的健康。榆林市奔滩和波罗滩1968年发病,是全省最新的病区,近年来发病率有所

上升,患者多为青少年。

(三) 病区水文地质环境

该病的高发区也在延安以南黄土丘陵和渭北黄土高原,与克山病有一定的共生关系及相似的水文地质特征。

关于病因,近期多数学者认为是一种水土病,致病因子主要存在于当地的水和食物之中,省地矿局第一水文队在永寿重病区多年调查研究表明,凡饮用深机井水和基岩泉水者基本无病,饮用土井水患病率20%左右,饮用窖水和渗泉水者发病率高达60—77%。水质常量元素对比,病区饮用水中镁离子、硫酸根和矿化度一般都低于非病

区,总结出大骨节病区致病水具有矿化度小于 0.3 克/升、硫酸根小于 15 毫克/升、镁离子小于 20 毫克/升等标志。认为以镁、钠离子、硒和锶为标志的多种易溶元素贫乏和组分比例失调的饮用水,是导致大骨节病的主要因素。此外,还有营养说、食物性真菌中毒说及有机物中毒说等。

实践证明,在病因不清的情况下,打深井改水是可行的。如永寿县许许沟村居民 1960 年前饮用河沟水,大骨节病严重;1960 年改用砂岩深井水,20 多年未见新发病人。麟游县天堂病区群众饮深井水后,亦有明显效果。1980 至 1986 年永寿县病区采用“服硒、换粮、改水、讲卫生”的综合措施,患病率和新发病率均明显下降。

三、地方性氟病

(一) 流行简史

该病在本省流行历史久,病区广,受害人口多。最早记载的是 1954 年汉奉岩在《中华口腔科》杂志上发表的《由西安市学校口腔检查谈及斑釉症》一文,指出“斑釉症流行地区,陕西省以关中平原沿陇海线地区及陕北之绥德、榆林、米脂等处最多”。1975 年西安医学院第二附属医院等在《新医学》上发表《陕西大荔地区发现氟骨症流行》一文,介绍 32 例典型氟骨症的临床情况。与此同时,榆林地区防疫站和定边县防疫站也发现本病在当地流行,并在病情最重的定边县开展流行病学调查,采用药物对氟骨症患者试治。1976 年 8 月,卫生部组成的氟病防治工作组,通过考察认为定边县是全国地方性氟病最严重的县之一。

(二) 分布与危害

据省地方病防治研究所 1980 年普查资料,全省患病县(市)66 个,氟斑牙患者 194.5 万多人,患病率 71.7%;氟骨症患者 10.8 万多人,患病率 4.04%,以榆林和渭南两地区为多。

该病主要分布陕北北部和黄河沿岸黄土

梁峁沟壑区,及毛乌素沙漠南缘草滩平原区,关中渭河北岸漆水河以东黄土台塬和渭河阶地部分地区,以定边、靖边、横山及大荔、蒲城、富平和渭南等县(市)病情较重。发病类型和病情各地不尽相同,陕北和关中主要是饮用水中氟含量超过标准所致,称“饮水型”地方性氟病;陕南一些县局部石煤含氟量高,当地居民以其为燃料,造成环境污染而致病,称“石煤污染型”地方性氟病。

定边县 90% 以上的居民饮水中含氟量超过国家标准,40% 以上的水源含氟量超过 4 毫克/升,白泥井乡红石渠村水氟含量高达 28 毫克/升,居全省之首。县内病情十分严重,氟骨症患者率高达 17%。大荔和蒲城两县境内的病区,大部分水氟含量 2—4 毫克/升,部分 4—7 毫克/升,大荔县安仁乡皇都村水氟高达 11.19 毫克/升。氟骨症患者率大荔县为 6%,蒲城县为 9.4%,两县境内氟斑牙患者到处可见。

咸阳市地方性氟病轻于渭南地区,全市以氟斑牙为主,7 个病区县中,泾阳县病情较重。宝鸡市病情轻于关中其他地(市),4 个病区县中,宝鸡县病情较重,县内马营地处温泉下游,温泉含氟量 8 毫克/升,当地居民饮水含氟量 3—4 毫克/升,全县 93% 的氟骨症患者分布在温泉周围。西安市临潼县行者乡有 6 个病区村,其中 4 个为重病区,水氟含量在 1.1—5.6 毫克/升。高氟水源为骊山华清池温泉。

汉中和安康地区地方性氟病以石煤污染型为主,病区与石煤带相伴随,波及 9 县,受害人口约 13.9 万人,以紫阳、安康和镇巴县病情较重,多为中等病区。

建国后,党和政府在病区改水除氟,成绩显著。到 1985 年底,全省改水受益人口达 58 万多人,采用其他方法防氟受益人口 3.5 万多人,病情已得到基本控制的有 17 县 22.5 万多人。榆林、渭南等地一些改水受益较早的乡村,不少氟骨症患者病情好

转,恢复了劳动能力。

(三) 病区水文地质环境

氟是人体必需的元素之一,正常人每天从饮食中摄取 2.5—5.0 毫克的氟,其中 60—70% 来自饮水。若超过正常需要,会引起全身慢性中毒性疾病。全省地方性氟病主要是饮用高氟水所致(占 96.7%),石煤污染型致病的仅占 3.3%。高氟水的形成主要受环境水文地质条件控制,与区域氟物质来源的地质背景有关。从本省情况看,陕北、关中和陕南各个氟病区的地质地貌及水文地质环境差异悬殊,高氟水的成因也迥然不同,大致可划分为蒸发浓缩型、富氟母岩溶释型、断裂构造型和人为污染型 4 种类型。

蒸发浓缩型:主要分布陕北定边、靖边平原,关中泾河以东渭河北岸冲湖积平原上,是全省氟病患病率最高的地区。一般为封闭式地形,地下水埋藏浅,径流滞缓,水交替条件差,以垂直蒸发为主要排泄方式。加之气候干旱,强烈的浓缩作用使水中化学元素在地表积聚,形成高矿化、弱碱性水,钙离子少,有利于氟的富集。

富氟母岩溶释型:分布陕北东部和中部的广大地区及陕南镇巴、汉阴、紫阳、岚皋和平利等县的一些地方。地貌上前者为黄土残塬和梁峁,后者是基岩山区。黄土中含有云母、电气石、角闪石及磷灰石等多种含氟矿物,为少钙、偏碱性环境,氟离子活性大,利于进入水中富集,形成较高氟水和中等氟水。陕南病区石煤平均含氟量 2158 毫克/公斤,约为普通煤炭含氟量的 10 倍,燃烧石煤生成的氟元素主要通过空气、饮水及食品进入人体产生危害。

断裂构造型:是地下水沿构造断裂深循环溶解酸性火成岩或其它含氟盐类上升而使含氟量增高,如沿秦岭北坡大断裂和北山山前断裂出露的一系列温泉属此类型。

人为污染型:主要分布西安、宝鸡和咸阳等城市及商洛萤石矿区。西安北郊污水灌

区潜水中氟含量一般大于 1 毫克/升,其形成主要是在酸性污水及其物质诱发下,土壤中固有的氟化钙转化为可溶性氟化物,污灌时渗入地下水所致。商州市萤石矿采矿污染周围地下水,成为高氟水区。

四、地方性甲状腺肿和地方性克汀病

(一) 流行简史

本省属地方性甲状腺肿(简称地甲病)和地方性克汀病(简称地克病)发病较重的地区。地甲病俗称“瘦瓜瓜”、“粗脖子病”。地克病是甲状腺功能低下,群众称为“傻子病”。

两病在中国有几千年的流行史。公元前 3 世纪,史书上即有瘦病的记载。晋时,葛洪首先用海藻治疗瘦病。隋代巢元方著《诸病源候论》有“诸山黑土中,出泉流者,不可久居,常食令人作瘦病”的论述,已认识到该病多发生在山区,与水、土、粮、菜中缺碘有关。本省地甲病和地克病主要分布秦巴山区,当地流传“一代瓜,二代傻,断子绝孙没娃娃”的顺口溜,说明病情之严重。建国前医疗条件落后,致使此病长期蔓延,太白县 1956 年调查时发现患病率达 34%,1965 年对秦巴山区 10 县典型调查,被查 18661 人,患病 10225 人,患病率 54.8%,50 年代末以来,全省地甲病重病区坚持食用五万分之一碘盐,并逐渐发展到全面防治,目前绝大多数现症病人已治愈,病情基本得到控制。

(二) 分布与危害

据省地方病防治研究所 1975 年普查资料,全省地甲病发病县(市) 87 个,患者 97 万多人,病区主要分布陕南秦巴山区、陕北毛乌素沙漠及黄龙山、子午岭一带。

轻度病人颈部有异物感,出气不畅,重者甲状腺肿大超过本人拳头,个别的如葫芦,造成呼吸困难,丧失劳动能力。1975 年在全省全面推广食用碘盐,结合综合治疗,至 1979 年底共治愈现症患者 80 多万

人，治愈率 83%，并且基本控制了新发病，使本省成为全国第一个实现基本控制地甲病的省份。1980 年 5 月有关部门宣布了这一结果。1981 年全省相继建立 169 个地甲病防治效果动态观察点，通过 5 年监测，地甲病平均患病率由 1981 年的 2.02% 降至 1985 年的 1.07%。

地克病在陕南分布较广。1982 年全省发现患者 26411 人，其中陕南山区 21147 人，占 80.1%，以紫阳、岚皋和镇坪等县为重。关中主要发生在眉县、周至、户县、长安和蓝田等县沿山地带，患者 4861 人，占 18.4%。陕北较少，仅在宜君、黄陵和宜川等县的部分乡村发现 403 人，占 1.5%。该病患者中，男性多于女性，年龄

以 20—39 岁居多，均系农业人口。主要症状是智力低下、聋哑和神经功能障碍。食用碘盐后，发病率明显下降，并且控制了新发。

(三) 病区水文地质环境

地甲病和地克病病因清楚，主要是长期饮用含碘量过低的水所致。本省病区饮水含碘量平均值在 5 微克/升以下，秦巴山区在 3 微克/升以下，而非病区多在 15 微克/升以上。资料表明，该病分布在特定的地貌部位和自然地理环境，主要流行在秦岭与巴山山脉，尤其秦岭中高山区最重。病区潜水在强烈循环交替条件下，形成单一的重碳酸钙型水，严重缺碘，长期饮用致病。

第五篇 胜迹地质

陕西境内山光水色幽奇壮美,古朴雄浑,曾引得历代无数游人墨客纷至沓来,为之倾倒。其中名山、温泉、溶洞、瀑布等胜迹是不同时代地质作用的产物。关中平原、

陕北高原和陕南山地独特的地质地理条件决定了不同的胜迹分区和千姿百态的胜迹类型。

第十四章 关中名胜地质

关中胜迹区位于关中平原,涉及西安、宝鸡、咸阳、渭南和铜川5地市。潼关、陇关扼据东西,秦岭、北山雄峙南北,渭河水

系纵横交错,名胜古迹类型众多,兼具山川形胜之美和文物古迹之盛,有“天然历史博物馆”之称。

第一节 古人类遗址

关中是人类文明的发祥地之一,分布着众多的远古文化遗址,蓝田猿人是本省境内最早的原始人类(属直立人类型),与之同期的旧石器时代遗址有20多处。大荔人是我国境内目前发现的最完整的古人早期类型(早期智人)。新石器时代文化遗址在渭河流域星罗棋布,西安半坡、宝鸡北首岭和西安客省庄、米家崖等遗址分别是仰韶文化和龙山文化的典型代表。

一、蓝田猿人遗址

1963年7月,中国科学院古脊椎动物与古人类研究所在蓝田县泄湖镇北陈家窝子发现一具完好的猿人下颌骨化石。1964年5月,又在蓝田县公王岭发掘出猿人牙齿化石。同年10月,清理出一具较完整的猿人头盖骨化石,定名为“蓝田中国猿人”,简称“蓝田人”。两化石产地相距约25公里,均

在灞河河谷阶地沉积层内。两地还伴生有剑齿虎、剑齿象、丽牛、大角鹿、大熊猫、三门马等40余种古脊椎动物化石及50多件粗石器。

“蓝田人”下颌骨化石产于陈家窝子剖面第4层厚0.3米的淡红色古土壤中,头盖骨化石产于公王岭剖面第9层厚二三米的含钙质结核粉砂质土中,二者层位均属中更新统泄湖组。陈家窝子猿人为一老年女性,公王岭猿人为一中年女性,其形态特征:头骨骨壁极厚,额骨低平而且宽,眉嵴粗壮隆起,嘴巴前突,脑容量778.4毫升(大于猿类脑容量415毫升,小于北京猿人的脑容量850—1300毫升),表明蓝田猿人较北京猿人和爪哇直立猿人更为原始。中国科学院古脊椎动物与古人类研究所认为公王岭和陈家窝子猿人年代分别为距今75—80万年和65万

年,地质年代属早更新世晚期至中更新世早期。近年中国科学院西安黄土与第四纪地质研究室安芷生等认为,陈家窝子猿人古地磁年龄距今约65万年,公王岭猿人古地磁年龄距今约110—115万年。

从伴生的动物化石推测得知,在早更新世晚期至中更新世早期,蓝田地区秦岭北麓一带气候温暖湿润,森林茂密,水源充足,适于猿人生长繁衍。猿人过着艰苦的原始群居生活。

“蓝田人”文化遗存主要是旧石器时代初期的打制石器,如刮削器、砍砸器、石片和石核等,其原料多是石英岩、脉石英、石英砂岩和砾石等坚硬的岩石,为就地取材打制而成。

1982年,国务院公布蓝田猿人遗址为全国重点文物保护单位之一,现公王岭建有陈列馆和纪念亭。这里已成为人们认识自身发展历史和地质、考古学家的科研场所。

二、大荔人遗址

大荔人遗址,位于大荔县段家乡解放村附近的甜水沟。1978年3月在此处发现一具完整的男性青年头骨化石,其特征是颅顶低矮,骨壁厚,眉脊粗壮,具矢状脊及大的鼻颧角,脑容量1120毫升,比北京猿人稍大。在人类分类学上,一般认为大荔人属古人的早期类型(早期智人),为现代蒙古人种的祖先;也有人认为是晚期猿人向智人过渡的一种人类。

化石产于铁镰山黄土台塬与洛河谷地交接地带的三级阶地下部砾石层中,高出现代河床40多米。阶地剖面分为13层,含化石层位为第3层棕灰色砾石层,地质年代属中更新世晚期。化石层位较稳定,由曲家崖下,经后河村、圣母洞至解放村连续分布,沿层有脊椎动物和软体动物化石,反映当时气候温湿,适于古人类生存。化石点文化遗存有石核、石片等,多为刮削器,原料以石

英岩居多,燧石、脉石英次之,亦系就地打制而成。

三、新石器时代文化遗址

第四纪全新世以来,关中气候温暖湿润,宜于人类生存和发展。在渭河及其支流阶地上遍布新石器时代文化层,厚数米,主要由灰色粉土、碎石和灰烬组成,遗物有打磨的石器、陶片、人骨和动物骨骼等。仰韶文化的代表,有西安半坡、宝鸡北首岭、临潼姜寨、渭南北刘和史家等遗址。龙山文化的代表,有西安沔西客省庄、米家崖、华阴横阵村和临潼康家等遗址。

半坡遗址在西安市东郊半坡村,1954年开始发掘,现存面积约5万平方米,呈椭圆形,北部为墓葬区(约6000平方米),南面为居住区(约3万平方米),东北为制造陶器的窑场。出土文物有石器、木器、骨器和陶器等2万多件生产、生活用具。陶器中,典型者如人面鱼纹彩陶盆、尖底瓶和陶甗等,系粘土和铁锰矿物原料烧制而成,足见陕西先民利用矿物历史之悠久。据碳14测定,遗址距今约六七千年,1958年在遗址上建有我国第一个原始社会遗址—半坡博物馆。

半坡遗址地质上属全新世早期半坡组,遗址附近该组厚3.05米,覆于上更新统黄土层之上。自上而下分为3段,上段为厚0.8米的耕土层和0.3米灰色砂土层,即第一堆积层;中段为厚0.4米的砂质粘土层,即第二堆积层;下段为厚1.85米的灰色砂质土夹砾石层,该段上部0.8米为第三堆积层,中部0.25米为第四堆积层—即主要堆积层,产有螺、兽骨、人骨及陶片。四期堆积层共厚1.75米。

宝鸡北首岭新石器时代遗址在宝鸡市龙泉中学内。这一文化堆积分为上、中、下3层,上层属仰韶文化晚期,中层与半坡遗址相当,下层距今约7000年,早于半坡遗址。

第二节 名山

关中名山，以渭河和千河为界，分属于秦陇山系和北山山系。秦陇山系有西岳华山、骊山、终南诸山、太白山、西镇吴山等。北山山系包括梁山、药王山、景福山等，构成遥相对峙、争奇竞秀的南北两游览区。

一、华山

(一) 景区简况

华山，又称太华山，属秦岭北坡支脉，为中国五岳之西岳，耸立于关中平原东南部的华阴市之南，主峰落雁峰海拔 2160.5 米。《水经注》谓其“远而望之，又若花状”，因以得名。华山以“奇险天下第一山”著称于世，华岳仙掌为关中八景之首。

主景区广袤各约 5 公里，由五峰三峪组成，即落雁（南峰）、朝阳（东峰）、莲花（西峰）、云台（北峰）、玉女（中峰）等峰及五峰东侧的黄甫峪，西侧的仙峪和北侧的华山峪等。此外，主景区内还分布有众多的名潭和瀑布。落雁、朝阳、莲花三峰鼎峙云表，《山海经》谓其“削成而四方”，三面绝壁，独留北侧一径，与北峰和华山峪相连，故有“华山自古一条路”之说。

在地质上，华山地处侵入于太古界太华群的一个巨大的中生代花岗岩基，即华山花岗岩体的东部，是我国花岗岩地貌的典型发育地区。山北麓的玉泉院海拔 425 米，与主峰相对高差达 1700 多米，平均坡度 20 度，青柯坪以上达 40 度，故华山的绝对、相对高程及坡度均居五岳之首。华山属暖温带气候，冬季寒冷，夏季凉爽，7 月份平均气温 17.6℃，是良好的避暑胜地。

有关华山的文字记载卷帙浩繁，从经、子、史、集，到诗歌、散文、戏剧和小说，从不同的角度刻画描绘了华山的高大雄险和奇秀古幽。历代帝王的封禅活动，骚人墨客

的传世诗文，状物言志的摩崖题刻，动人心弦的神话故事等大大增加了华山的知名度。

郦道元《水经注》：“华岳本一山挡河，河水过而曲行。河神巨灵手荡脚踏，开而为两，今掌足之迹仍存华崖。”李白《西岳云台歌送丹丘子》诗：“巨灵咆哮擘两山，洪波喷流射东海。三峰却立如欲摧，翠崖丹谷高掌开。”古人观察到东峰状似巨掌的仙掌崖，想象出河神巨灵推开中条、华岳两山，黄河因此折而东去的神话故事。

其实，华山是约 3 亿年以来漫长的地质历史中地球内外营力交替作用的综合产物。内外营力因素主要有三：一是新生代以来的新构造活动使华山不断抬升，山前又有大断层通过，使华山成为如同刀削般的千米绝壁。华山花岗岩在晚古生代已开始形成，二叠纪初强烈升起露出地面（洛南大荆下二叠统中有花岗岩砾石存在即为证据），中、新生代持续上升，幅度达数千米。第四纪时期，华山山前沉积物厚 1000 多米，而西安、潼关一带仅厚数百米，一般说来，山前沉积物越厚，表示山体上升的幅度越大，也说明秦岭山前大断层最活跃的地段在华山山前；二是华山花岗岩岩石抗风化能力强，垂直节理和裂隙非常发育，华山花岗岩东起杜峪，西达枸峪，长约 21 公里，面积 130 平方公里。华山所在为中粒似斑状二长花岗岩和闪长花岗岩，岩石致密坚硬，最大抗压强度达每平方米 1000 公斤以上，岩石中走向近南北和北西、倾角近直立的垂直节理和一组水平节理十分发育，许多奇特的景观都与这些节理有关；三是经历了长期的风化作用、流水、冰川侵蚀和重力崩塌等自然力的“雕琢”，岩石沿断裂和节理剥落，形成峡谷绝壁。

(二) 景观特色

1. 山麓景观

华山北麓为三峪出口和登山门户。山前

大断层将山体与渭河平原截然分开，峪谷溪流沿近南北向节理长期下切侵蚀，形成陡峻高险、排列有序的断层三角面。

华山山前断层倾向北，倾角 70 度，为正断层，断距近万米。黄甫峪外的西岳庙和华山峪口的玉泉院，布局精巧，建筑宏丽，是中国北方著名的古典园林之一。

2. 峪谷景观

华山峪长约 5 公里，两侧的黄甫峪和仙峪长 10 公里，它们是流水沿花岗岩垂直节理切蚀形成的“V”字型峡谷。谷底宽数十至一二百米，局部称一线天。华山峪中分布着许多名潭和瀑布，其中水帘洞瀑布落差 500 米，丰水时节尤为壮观。

3. 山径景观

华山主峰区三面悬空，仅留北侧苍龙岭一径。入华山峪至青柯坪，道路骤然变陡，主要险道如千尺幢、百尺峡、老君犁沟、苍龙岭和长空栈道等，均需手攀铁索上下，险象环生。千尺幢开凿在南北向垂直裂隙发育而成的小冲沟内，坡度 58 度，由仅容一人之宽的 265 级石阶构成。再上为 102 级石阶构成的坡度 62 度的百尺峡和由 453 级石阶构成的老君犁沟。传说老君犁沟为太上老君驾青牛铁犁开劈而成，实为降水沿南北向垂直节理切蚀形成的槽沟，再经人工开凿而成磴道。自北峰西侧经擦耳崖和上天梯，再上为通向五云峰和其他 4 峰间的岭脊，其状似苍龙腾飞，故名苍龙岭。在“骑岭抽身，渐以就近”的背脊上凿有 384 级石阶，两侧壁立千仞，登者如骑龙背。据考察，苍龙岭是第四纪山谷冰川谷坡后退所形成的刃脊。长空栈道则是在花岗岩悬崖上开凿的悬空栈道，凌空驾于主峰之上。

4. 主峰景观

南峰为华山主峰，一峰二顶，东曰松桧峰，西曰落雁峰。顶端一人工石窝，终年积水，名曰仰天池，山上古木森天，环视四周有登峰造极之感。东峰峰顶斜峭，其东崖一

处花岗岩垂直节理断面上，因流水侵蚀形成一巨大的掌状印痕，即名闻遐迩的华岳仙人掌。东下 200 多米有花岗岩球状风化平台一处，名曰博台，相传系秦昭王与天神及陈搏与赵匡胤对奕之处。东峰亦为观日出的佳处，又名朝阳峰。西峰有花岗岩球状风化作用所形成的舍身崖、摘星石、斧劈石等浑圆状巨石，状似莲花初绽，因名莲花峰。峰顶凌空高耸，绝壁高数百米，如削如切。三峰环抱的中峰和孤峰独秀的北峰亦各具神态。

5. 人文景观

华山现存道教宫观 20 余座，其中黄甫峪口的西岳庙始建于东汉永兴元年（153），为历代帝王封禅西岳的神庙。华山峪口的玉泉院内有希夷洞、山谿亭等名胜。青柯坪上的青柯馆，北峰附近的群仙观和聚仙台，三峰之上的镇岳宫、翠云宫、玉女祠等均因山借势，各具特色。华山现存 500 多处摩崖题刻，有一定的书法艺术价值。

二、骊山

位于临潼县城南，峰顶仁宗庙海拔 1302 米。古代因其山突兀于渭水之南，林木苍郁，似匹黑马，又处于丽戎之国，故名骊山。“骊山晚照”为关中八景之一。传说中的女娲炼石补天，历史上的周幽王烽火戏诸侯、楚汉鸿门宴、唐明皇赐浴杨贵妃、民国西安事变兵谏华清池等事件，均发生在骊山北麓一带。此外尚有被称为“古代东方金字塔”的秦始皇陵和世界第八奇迹秦兵马俑，使骊山增添了不少奇神异彩。

骊山在地质上是渭河地堑东部的一座典型的地垒式断块山。山主体由太古界和元古界变质岩及侵入其中的花岗岩所组成，四周为新生界碎屑岩和坡积、冲积层。骊山四周各有一条向山外倾斜的正断层，南面的王家坪断层和北面的凤凰口断层近东西向，东侧的赵家坡断层和西侧的骆驼岭断层近南北向，从而构成一个较规整的菱形图案，骊山恰好处于菱形中央。由于这 4 条断层外降内

升的运动；使骊山不断升起，耸立于关中原之上。现代大地测量表明，骊山断层仍在活动，山体仍处在缓慢上升中，因而是地学界研究新构造运动的良好场所。

三、终南山

又名南山、中南山、周南山，指秦岭中段蓝田一周至间的一段山系。终南一名最早见于《诗经》，其山处于西周丰、镐二京之南，因以得名。广约 120 公里，袤 30—50 公里，主峰静称海拔 3015 米。在地质上处于北秦岭褶皱带，由元古界各种变质岩所组成。新生代以来，由于秦岭北麓山前断层加剧活动，使山体不断上升，在流水长期侵蚀下形成许多景色奇绝的名峰。

(一) 王顺山

又名蓝田山或玉山，在蓝田县城东南 30 公里，海拔 2311 米。山体由中生代二长花岗岩构成，亦称蓝田花岗岩。花岗岩地貌发育，山势陡峻，奇峰竞起，有猴子观日、飞来石等 32 处怪石、7 处清潭和 21 座山峰。峪内峡谷窄险，为古代通往楚、豫等州的蓝（关）武（关）道北口。蓝桥河口东有玉山 3 级瀑布，落差百余米。明刘玘诗：“天下名山此独奇，望中风景画中诗”，道尽此山雄奇美景。

(二) 太兴山

在长安县东南杨庄乡境，海拔 2320 米，主景区地处翠华山花岗岩东端的库峪和大峪间，岩体南北两侧为变质岩。山势峻拔险要，山顶有两座明建铁庙，有铁顶武当之称。

沟内小关坪南有一落差 50 米的瀑布，脊岭处有一沿东西向断层发育的高 30 米的南天门一线天，沿峡谷攀登直上五龙宫，崖壁下有泉水沿裂隙流出，清澈甘美。片状岩层为垂直节理分割，形似万卷书相叠。大顶岭背呈刃状，倒石堆中怪石小景千姿百态。

(三) 嘉午台

位于长安县大、小峪河间，为南北向蛇状脊岭，北部为变质岩，南部主景区由花岗岩构成，奇特地貌多与花岗岩的节理裂隙有关，有小华山之称。诸如游龙走蛇般的脊岭、直上云天的磴道、深不见底的斩龙涧及巨石悬空的樵夫石等，皆为自然营力沿花岗岩垂直节理和裂隙长期风化侵蚀的结果。近山顶的五华峰与雪瓦山间为一宽六七十米的“U”形槽地，则是第四纪冰川活动的遗迹。

(四) 翠华山

位于西安市南 30 公里太乙峪内，主景区由翠华峰、玉案峰、甘湫峰和天池构成。出露强混合岩化的各种片麻岩、片岩及二长花岗岩，后者称翠华山花岗岩。受新构造运动影响，形成残山断崖、石海、堰塞湖等重力地貌典型景观。

峪内 3 公里处为由崩塌巨石堵塞支谷形成的堰塞湖，亦称天池或水湫池，湖面 13.8 万平方米。天然堤坝由 3700 万立方米崩塌乱石构成，高 200 米，长近千米，宽 300 米，巨石大者如楼房。大坝山径盘旋而上，人称十八盘。堰塞湖四山环抱，湖水澄碧，湖尾有一“八”字形龙涎窝瀑布，水帘高悬，山水相映成趣。

湖西北侧崩塌石海里，有巨石擎天、中开一线的鬼门关，两石相撑深 30 米的风洞和寒气袭人的冰洞。石海侧畔的残山上有惟妙惟肖的圣人崖、卧虎石等山崩地貌景观。天池之南 3 公里，尚有崩落石方 1.7 亿立方米、高 400 米的甘湫池大坝，因水源不足常年干涸。该山在地学界有“山崩地貌博物馆”之称。亦有人认为甘湫池和天池大坝是第四纪冰川作用形成的冰碛堤。

(五) 南五台

地处西安市南 25 公里，属终南山北坡支脉，古名太乙山，海拔 1688 米。主景区由笔架状五台峰岭及南北向 4 梁 3 峪组成，东临太乙峪，西濒石砭峪，南接终南主脊，北连第四系黄土台塬—神禾塬和御宿川。山

上原有隋唐以来修建的 72 座古寺，为中国北方重要的佛教圣地。唐代宗大历六年（771）因别于山西五台山，易名南五台。

区内出露变质岩和二长花岗岩，主峰区坐落在花岗岩垂直节理发育的峰岭之上，由观音台、清凉台、文殊台、灵应台和舍身台 5 台组成。受新构造运动影响，主峰区南侧曾发生山体崩塌，形成高数百米的断崖和石海，灵应台北有白蛇瀑布。此外，南五台还有较丰富的植物种属，现存植物 100 多科，400 余属，1000 多种，有“植物活标本库”之称。

（六）主峰山

位于户县太平峪口左侧，亦名尖山。东有高冠潭瀑布，山下有草堂寺，山前有地热异常带通过，在活动断层影响下形成地温对流，在冬春季节地面上下温差增大，便出现烟雾蒸腾的景象一所谓关中八景之一的“草堂烟雾”。

四、太白山

地处周至、眉县和太白 3 县接壤地带，东西绵延 60 公里，南北宽 40 公里。主峰拔仙台海拔 3767.2 米，遥居秦岭群峰之冠，是东秦岭第一高峰。主峰地段近 20 平方公里范围内分布着文公庙、跑马梁等众多胜迹，自古以来即为游览胜地。

太白山是进行多学科综合研究的天然实验室。自山麓至顶峰，植物、土壤、地貌及冰川活动都有十分清晰的垂直变化规律，形成不同的自然景观。俗谓“太白无闲草”，这里已知有药用植物 510 多种，还有各种鸟、兽和昆虫，其中大熊猫、金丝猴、羚羊等是国家保护的珍稀动物。

太白山主峰发育有第四纪末次冰川，据地矿部天津地矿所和陕西省地矿局第一水文队 1985 年研究认为，时代约距今 6 万年至 8000 余年，属晚更新世太白冰期。古冰川遗迹以其清晰完好的从角峰至终碛系列而独树一帜，现代冰缘现象十分发育，终年冰雪

覆盖，“太白积雪六月天”列为关中八景之一。古冰川以拔仙台为中心，北起文公庙，南到三清池，西止跑马梁，在海拔 3000 米以上地带保存着一次冰期的完整遗迹，主要有：

角峰与刃脊。文公庙北、东跑马梁及大爷海附近共有 7 座角峰，它们呈棱角锥体，巉岩毕露，高峻挺拔，陡峭的坡面上布满深浅不一、近乎平行的雪蚀槽。拔仙台至文公庙及二爷海东西两侧，顺势伸展出 3 条刃脊，锐利高耸，其间为冰川槽谷。

槽谷。为冰层下滑时刨蚀地面形成的平直开阔的谷地。以拔仙台为中心，北为大爷海槽谷，东西为红水河和三官殿槽谷，西南和东南为佛爷池槽谷和二爷海—三清池槽谷。谷长 0.5—2.5 公里，宽数十至 700 米，分布在海拔 3060—3600 米之间。多数槽谷有谷肩高出谷底，构成两级套谷，尾部出现终碛，由全棱角的花岗岩块砾和碎石组成，终碛之下变为“V”字形谷。槽谷内冰阶突起，岩石裸露，寒冻风化而剥落的块砾和碎石充塞其间。

冰斗。槽谷上部排列着大爷海、二爷海、三爷海和玉皇池 4 个冰斗，呈圈椅状，于冰退后积水成湖，有“四湖联珠”之称。湖面积以玉皇池最大，为 2.6 万平方米，二爷海最小，仅 4700 平方米。水深 7—17 米，常年不涸。这 4 个冰斗分别位于海拔 3570、3630、3480 和 3330 米处，冰斗前有一冰坝，且有水口，下接槽谷。

冰窖与雪坑。三爷海西以刃脊相隔有佛爷池冰窖，窖底呈椭圆形，直径约 1 公里。三官殿为一雪坑，呈四周向中心缓倾的浅盘形，坑中满布块砾。

冰帽。分布在光秃平坦的西跑马梁上，为一片石海，其上满布块砾和小雪坑，为冰川作用初期在地形平缓的古夷平面上寒冻风化的产物。

石环与石多边形。为冰后期现代冰缘气

候下，在地形平坦的西跑马梁及冰斗中所形成。石环直径 1—3 米，环内充填砂土。石多边形，状如蜂巢，群体出现，在西跑马梁上每隔数步即有一个，登山群众称之为“马蹄坑”。

登太白山，东有厚畛子，南有黄柏塬，西有嘴头镇，北有营头、远门沟和鸚鵡嘴诸条路线，其中营头一线道路较缓，远门沟一线最险，各线景色不尽相同，游人可随意选择。

五、鸡峰山、天台山、吴山

(一) 鸡峰山

古名陈仓山，在宝鸡市南 15 公里，海拔 2014 米，为道教名山。山体由花岗岩构成，节理发育。典型的花岗岩地貌有状如鸡冠的元始天顶、老母顶和庙王崖 3 峰，进玉溅珠的黑虎桥瀑布及沿水平节理发育的 3 面凌空的平台等景观。

(二) 天台山

在宝鸡市南 20 公里，海拔 2198 米。东隔茵香河与鸡峰山相望，西濒清姜河支流与大散关相接。主峰花柱峰状如莲花，峰前一较低冈峦形似莲座，莲花顶即为花岗岩沿垂直节理发生崩塌而形成。此外，如烧香台斧劈石的一线天，八景宫三石相叠的道帽石，沿垂直节理发育的千尺瀑布崖，均为花岗岩区典型的地貌景观。相传炎帝神农氏曾三临天台山，制水患、尝百草、觅五谷，最终殒于此，后人建有三清宫，以作纪念。

(三) 吴山

古称岳山或吴岳，在宝鸡市西北 40 公里的陇山山脉南部，海拔 1808.4 米，为渭河支流八渡河、香泉河和金陵河的分水岭。西周和秦代因其位于丰、镐及咸阳西部，曾称西岳。《杜氏通典》称该山为西镇吴山，并与东镇（山东）沂山，南镇（浙江）会稽山，北镇（辽宁）医巫闾山，中镇（山西）霍山并称五镇。

吴山由细粒二长花岗岩构成，为关山花

岗岩基的一部分。其山次级断层节理十分发育，在风化剥蚀和流水侵蚀下形成镇西、大贤、灵应、会仙、望辇等 5 座高耸的山峰。山东麓有吴岳庙，始建于隋代，现存明代复修的殿宇 2 座，庙内原存唐、宋以来历代致祭碑石百余通，有小碑林之称，惜已于“文化大革命”动乱中被毁作铺路石。

六、北山

是指关中平原北部东起韩城龙门山，西至陇县景福山间的一系列中低山系，海拔在 1000—1600 米之间，延长约 300 公里，南北宽约二三十公里，主体由寒武、奥陶系石灰岩组成，其北为石炭、二叠纪煤田构成的渭北“黑腰带”。由于山前断层的影响，北山长期处于上升中，与渭河平原形成显著的地貌差异。其中梁山、小华山、元鹤山、尧山、药王山、嵯峨山、五峰山、岐山、景福山等各具特色，有地下水溶蚀石灰岩形成的溶洞群，也有利用砂岩的均一性雕刻而成的摩崖造像。

(一) 梁山

在合阳县北 15 公里的甘井乡。由中三叠统砂岩、页岩及泥灰岩组成。有东西 2 峰，东峰旧有梁山寺，已废，现留千佛洞一窟，于砂岩中雕有摩崖造像 700 多尊。

(二) 药王山

即北五台，为纪念唐代著名医学家、药王孙思邈改称药王山。位于耀县城东 1.5 公里，为将军山西部支阜，海拔 812 米，山体为奥陶系石灰岩。名胜古迹有凿于石灰岩中隋、唐以来的摩崖造像石窟群和北洞药王大殿建筑群等。北洞为一发育较浅的石灰岩溶洞，洞外塑有孙思邈坐像。南庵现存北魏以来历代石刻 82 件，有耀州碑林之称。

(三) 岐山

位于岐山、扶风两县之北，为千山余脉，最高峰海拔 1675 米。山南坡由前寒武系白云岩、砂岩及寒武系石灰岩组成，山脊及北坡为奥陶系砾岩、板岩和白云岩。岐山

之阳系周、秦两代的发祥地，周原一带有著名的周岐邑遗址，为中国著名的青铜器之乡。岐山西南麓周公庙及周原东南佛教圣地法门寺，均为名闻遐迩的西府名胜。

(四) 景福山

在陇县西北 20 公里，为六盘山东南余脉，海拔 1924 米，山体由中元古界白云岩

夹粉砂岩、板岩及寒武奥陶系石灰岩组成。主要景点为主峰西北约 6 公里处的龙门洞溶洞群，有太玄洞、黑虎洞、青霞洞、早阳洞等 36 洞和黑龙潭、八龙潭、黄龙潭等 24 潭，及北泉、上泉、鹿跑泉和太乙泉等景观。山青洞幽，水深潭碧，是渭北罕见的石灰岩岩溶景观。

第三节 陵 山

杜甫《秋兴》诗称：“秦中自古帝王州”。在关中黄土台塬和北山山峦上，分布着 72 座帝王陵，葬有自西周至唐代的 73 位帝王，其中有些陵址的选择考虑了自然地理因素。

秦始皇陵，位于西安市东 30 公里骊山北麓。古代骊山以产金、玉闻名，《水经注》载：“秦始皇大兴厚葬，营建冢圻于郾戎之山。其阴多金，其阳多玉”。秦始皇陵选在骊山，与此不无关系。据考察，陵地处新丰—马额中上更新统黄土台塬西部，陵区附近塬面平坦开阔，当为陵冢封土之来源。筑陵工程“穿三泉”即穿过 3 层地下水。为减少地下水的补给，当时曾在陵区东南筑有五岭大堤，迫使沙河西支流汇入东支流。陵区北部有沙河潜水的渗出口，海拔标高约 430 米，今陵区潜水水位埋深约 16 米，据推断，秦陵地宫海拔约 440 米。1982 年，中国地质科学院地球物理勘探研究所在陵区进行汞气测量，发现封土堆周围有汞异常存在，表明地宫中确有水银。

1974 年以来，在陵区东部焦家村附近发掘出总面积 2 万多平方米的 3 个大型兵马俑坑，由 7000 多件陶俑组成庞大军阵，1980 年又于陵西侧发掘出两组大型铜车马。秦俑和铜车马为雕塑艺术精品，被誉为“世界第八奇迹”。

汉武帝茂陵位于咸阳市西 8 公里处，封土高 46.5 米，1981 年在陵东侧出土西汉珍贵文物 200 余件。霍去病墓为茂陵陪葬墓，墓前石雕原料多为花岗岩或石英闪长岩，源于秦岭山中，系选取初具各类动物轮廓的天然石材，稍事雕琢而成。

唐昭陵在礼泉县东北 23 公里的九峻山上，系唐太宗李世民墓地。九峻山自山麓至山顶出露上奥陶统石灰岩、白云质灰岩、页岩及砾岩，地学界称砾岩层为唐王陵砾岩。地宫凿于深 100 多米之石灰岩层中，墓道南有 5 道重门。著名的昭陵六骏浮雕原料为石灰岩，系就地取材制成。

乾陵系唐高宗李治与武则天的合葬墓，在乾县城北 6 公里之梁山上。梁山属中寒武统石灰岩组成的风化残山，三峰鼎立，以北峰较高，为墓道及地宫所在地。陵园南有取材于当地的石灰岩大型石雕群，甚为壮观。

第四节 温泉

关中温泉多与断层有关,可分为北、中、南三带。北带即北山南麓带,有宝鸡米家山、乾县龙崖寺、泾阳筛珠洞及蒲城袁家坡、汤里、温汤、常乐等温泉,水温一般 22—34℃;中带即盆地中心带,有岐山蔡家坡龙泉、老爷泉、珍珠泉、永乐庵泉、二郎泉及咸阳马跑泉、牛家泉、大泉、魏家泉、老鸦泉和兴平马嵬泉等,水温一般 20℃ 上下;南带即秦岭北麓带,有华清池、石门汤、凤泉汤及长安沔峪口和子午镇的地热井。

一、华清池

位于临潼县城南骊山北麓。相传西周时在此建有骊宫,秦时名骊山汤,唐建温泉宫、华清宫,后更名华清池至今。泉水温度 41.7—44.1℃,4 个泉总流量每小时约 110 吨,水中含碳酸钙 0.9%,硫酸钠 0.39%,氯化钠 2.61%,碳酸锰 0.16%,碳酸钠 0.33%,氧化铝 0.02%,矿化度每升 784 毫克,水化学类型为重碳酸硫酸钠质水,还富含硅、氟、氦、锂、钡、锶、硼和碘等微量有益元素,可医治多种疾病。

华清池地处骊山北麓几条活动断层的交汇部位,有利于地下热水的形成和聚集,地下热水存在于变质岩构造裂隙中,自周围岩石溶解了许多有益元素,以承压水形式沿断层涌出地面形成温泉。白居易诗《长恨歌》中“春寒赐浴华清池,温泉水滑洗凝脂”即指此泉,近代著名的“西安事变”兵谏骊山亦发生在这里。近年来在九龙汤南侧发掘出唐代华清宫和贵妃池遗址。华清池畔,楼台参差,亭阁错落,回廊曲径间名花异木扶疏,构成具有北方特色的园林风光区。

二、石门汤

位于西安市东南 35 公里的蓝田县汤峪口,因峪内两山壁立若门而得名,为别于眉

县汤峪,亦称东汤峪。该泉《水经注》有记载,唐玄宗时赐名“大兴汤院”,并辟汤池凡五:“曰玉女、曰融雪、曰联珠、曰漱玉、曰濯缨,热以次减”(宋敏求:《长安志》)。唐代大兴汤院为京师各界人士沐浴、进香和观览的胜地。五代以后,温泉为河水淹没,日趋荒废。明英宗天顺三年(1459)重修,除一池没于河床外,其余 4 池改名女塘、官塘、五花塘、澡塘至今。

温泉处于秦岭北坡山前断层与北东向断层交汇部位,含水岩石为宽坪群片岩、大理岩和石英岩等。水温 49—59℃,流量每秒 3—4 升,氟离子含量每升 12 毫克,二氧化硅每升 60 毫克,矿化度每升 620 毫克,pH 值 8.4,水化学类型为弱碱性硫酸钠质水。汤峪温泉已建疗养院 1 处,附近一坝横截汤峪河,形成一人工湖泊—汤泉湖,碧波荡漾,游船如织,湖光山色,十分宜人。

三、凤泉汤

亦称凤凰泉,在眉县城东南太白山北麓之汤峪口,俗称西汤峪。《眉县志》载:“相传周文王时凤鸣于此,故名凤栖乡,乡有泉,热如沸,浴之能祛风寒痼疾。”《水经注》:“距渭河南十三里处之汤峪温泉,沸涌如汤,可医百病。”隋文帝在此建凤泉宫,唐高宗永徽五年(654)改为凤泉汤。

温泉处于变质岩和花岗岩接触的断层带上,属基岩裂隙型热水,穿过上覆的河流冲积层溢出地面,共有泉眼 10 处,均在汤峪河口东侧,沿北东向断层呈带状排列。各泉水温不等,河流上游 2 泉因河水混入水温仅 20—34℃,其余 8 眼温度 48.5—59.8℃,单泉流量都在每秒 1 升左右。氟离子含量每升 3 毫克,二氧化硅每升 84 毫克,矿化度每升 584 毫克,pH 值 8.7,水化学类型为弱碱性硫酸钠质水。

凤泉汤建有疗养院，每日可供 2000 人沐浴水疗，自然环境安静优美，为关中西部重要的疗养胜地。

四、夏阳灋

在合阳县东王乡夏阳川，由王村灋、渤池灋、西鲤灋、熨斗灋和小灋等 5 个灋泉组成。王村灋水面约 20 亩，小灋周长仅二三十步。

《尔雅·释水》：“灋，大出尾下。”邢昺疏：“尾犹底也，言源深大出于底下者名灋；灋犹洒散也。”灋即由地下喷出的泉水，其中含有氮、磷、钾等成分，肥效显著。夏阳灋位于黄河西岸第四系全新统冲积砂砾石和砂

质粘土层中，地面水温 21.5—25.2℃，总流量每秒 1 立方米以上，为一受隐伏断裂控制的低温温泉，泉眼大者如车轮，终年水流不冻。

五、龙崖寺温泉

位于乾县临平镇西 3 公里的漆水河畔，北距羊毛湾水库 4 公里。温泉成群出露山麓断层附近的奥陶系石灰岩裂隙中，有 30 余处泉眼，水温 27—34℃，流量每小时 2520 立方米，矿化度每升 610 毫克，为重碳酸钠钙质水。《乾州志》载，明时此处即有温泉出现，清代一度消失，1976 年复现，目前当地引温水用以养鱼。

第五节 水 色

关中水色与地质地理关系密切者多近南山与北山山麓，悬谷瀑布，叠谷峡口，各具特色，尤以龙门、宝鸡二峡著名。

一、大岭瀑布

位于长安县沔峪源头的王小二崖下，为冰川作用所形成。第四纪大理冰期时，秦岭主脊一带遍布山谷冰川，沔峪河源主谷两侧也形成一系列冰川悬谷，高差悬殊，大岭瀑布即为在靠近主脊附近的第一个冰川悬谷上发育而成。其两侧峰岭上尚有冰劈石、角峰等冰川遗迹多处。瀑布落差达百米以上，如白练悬空，雨季尤显壮观，号称“终南第一瀑”。

二、黑峪口

即周至县南约 13 公里的黑水峪口，（黑河口），为古代通往汉中的傥骆道和黑水蒲河道的北口。峪内有仙游寺和仙游潭，隋时于此建仙游宫，唐代诗人白居易在此写成脍炙人口的叙事长诗《长恨歌》。黑峪口左岸金盆湾为一高出水面 30 余米的牛轭状古河床，今仙游潭河床是在古河床的基础上，经流水底蚀形成的“V”字形河床，二者组成叠谷，这是秦岭山体上升，侵蚀基准面下降的

结果，也是判断新构造活动的重要标志之一。

三、宝鸡峡

地处宝鸡市西约 10 公里，是渭河自甘、陕省界切蚀陇山与秦岭形成的百里峡谷，与龙门峡、黄金峡、红石峡并称陕西四大名峡。

峡谷南岸系中生代二长花岗岩组成的高 2000 米的秦岭中山，花岗岩地貌发育。峡谷北除有花岗岩出露外，在山间断陷盆地中还有由白垩系砂岩、砂砾岩和页岩形成的丹霞地貌。谷底宽 200 米左右，两岸重山逶迤，形势极为险峻，陇海铁路穿越北岸，使天险变为通途。河水比降为 2.6‰，平均流量每秒约 80 立方米，最大达 5000 多立方米，水流急湍，暴涨暴跌，至峡口进入豁然开阔的关中盆地，水势遂趋平缓。峡口建有滚水大坝，为宝鸡峡引渭总干渠渠首，常有游人光临。

四、龙门峡

黄河中游著名峡谷之一，在陕西韩城市和山西河津县之间，西南距韩城市 30 公里。《禹贡》载：“导河积石，至于龙门。”相

传大禹治水时疏浚了龙门峡谷，故又称禹门峡。

龙门峡地处秦晋要津，恰似黄河咽喉，两岸出露古生界灰岩、白云质灰岩、砂页岩和煤系地层。河水从近百米宽的峡谷口骤然跌落宽达数公里的广阔河床里，出现“龙门三级浪，平地一声雷”的磅礴气势，蔚为天下奇观。龙门峡两岸原建有禹王庙2座，抗日战争时毁于日军炮火。龙门峡附近的韩城市为中国历史文化名城之一，保存有唐至清代古建筑146处，尤以伟大史学家司马迁祠和墓闻名。

五、泾河口

位于泾阳县西北25公里仲山与九峻山间，为泾河出北山入关中盆地的峪口，也是著名的郑国渠渠首所在地。峪口两山高耸，

峡谷深峻，石灰岩岩溶地貌、流水侵蚀地貌及山前断层构造地貌均较发育。

郑国渠系秦代三大水利工程之一，为秦国富强发挥了重要作用。秦后，随着河水下切侵蚀能力加强，渠首不断向上游迁移，从而在泾河口留下各代渠首的水利工程遗迹。今泾惠渠为建国后所建，高约15米的滚水拦河大坝，将河水导入长2公里的涵洞或渠堤内，再引入纵横交错的主、干、支渠灌溉系统。众多山泉自山前近东西向断层和裂隙流出，以筛珠洞泉著名，水温21℃，流量每小时2780立方米，为重碳酸钙钠水质。河谷中流水侵蚀“雕塑”的灰岩，滩石或如卧牛，或似奔马，或状若莲花，或形同龟鳖，别具风光。

第十五章 陕南山水地质

陕西南部地处秦巴山区，地质构造复杂，岩石种类繁多，河流水系发育，气候温暖潮湿。在这些因素的综合作用下，形成了许多景色各异的名山奇峰、峡谷瀑布、溶洞温泉等自然景观。名山有张良庙所在地留坝紫柏山，盛产石燕的南郑县梁山，建有武侯墓的勉县定军山，发育石灰岩峰岭地貌的汉中天台山和宁强蟠冢山及流水侵蚀地貌的西乡午子山等。峡谷瀑布有险滩丛生的洋县黄金峡，怪石林立的平利车箱峡及镇坪黄龙洞

间歇性喷泉瀑布，紫阳葫芦颈人工瀑布等。溶洞有新近开发的柞水石瓮子佛爷洞，有“汉南碑林”之称的略阳灵崖寺洞及南郑牟家坝小南海溶洞群。此外，还有颇具盛名的人文景观，如陕南现存最大的佛教石窟旬阳千佛洞，道教石窟安康香溪洞及开凿于东汉初年的大型交通工程—汉中石门隧道及其摩崖刻石。久负盛名的“石门十三品”中，汉《石门颂》和北魏《石门铭》二品为中国古代书法之珍品。

第一节 名山

一、紫柏山

位于留坝县城西北约10公里，海拔2610米，因山多紫柏而得名，又称龙如山。山体由泥盆石炭系石灰岩夹砂岩和板岩组成。中生代初期，紫柏山为古秦岭山脉主脊的一部分，后来北秦岭不断上升，主脊北

移，褒河水系不断溯源侵蚀，袭夺了原流向渭河的支流，始演变成今日之地貌态势。

东汉末，张良十世孙张鲁据汉中为王，在紫柏山建祠以祭先祖，历代均增修。明末清初重建汉张留侯祠，俗称张良庙。建筑群占地1.4万平方米，现存殿、阁、楼、亭

156 间，其规模和气势堪称陕南现存古建筑群之最。祠后一高 60 米的石灰岩冈峦上建有授书楼，处于群山环抱之中，为白云质大理岩天然露头。《留坝厅志》载：紫柏山有七十二洞，八十二坦之谓。其洞多为石灰岩天然溶洞，“坦”是指分布于山间的谷地和台地。授书楼侧“第三洞天”旁的“躍来石鱼”和五云楼后的石牛，分别是人工在大理岩露头和转石上雕刻的艺术品。

二、梁山

位于汉中市西南 8 公里的汉江南岸，为米仓山北坡余脉，由马蹄状山地及丘陵谷地组成，海拔 1005 米。山体自下而上出露有震旦系、下寒武统、奥陶系、下志留统、二叠系、下三叠统及下第三系和第四系，岩石以石灰岩为主，次为砂页岩和砂砾岩等，其中震旦系灯影组和二叠系剖面为区域代表性剖面。地层中古生物化石丰富，尤以梁山石燕著名，为汉中八景之一；石燕是产于下奥陶统的腕足类化石。

近年来，在梁山东麓龙岗寺第四系阶地上发掘出大量旧石器时代古人类生产工具，有砍砸器、刮削器和石球等，又在龙岗寺东挖掘出新石器时代墓葬近 500 座，出土器物 6000 多件。

三、定军山

位于勉县城南 4 公里，为米仓山余脉，由 12 个丘状冈峦组成，又称十二连珠山，

主峰海拔 833 米。山体由震旦寒武系白云岩、石灰岩和砂页岩组成，经长期风化作用，为串珠状侵蚀残山。其山因武侯墓所在而驰名，后主建兴十二年（234），蜀汉丞相诸葛亮第五次伐魏时，病殁于岐山五丈原，葬于定军山，今在与定军山南北相望的汉江北岸建有武侯祠。

四、天台山

位于汉中市北 25 公里，海拔 1932 米，因“山顶平坦如台”而得名。山体由千枚岩、石灰岩和白云岩夹磷块岩组成，天台山磷矿即产于其中。山势高险，林木茂盛，石灰岩峰岭地貌发育，如金炉峰、蜡烛台等。又有佛子潭瀑布、老龙泉流水和天台寺古刹，风光优美，为汉中远郊一游览胜地。

五、蟠冢山

为秦岭南坡余脉，位于宁强县烈金坝西北 5 公里，主峰海拔 1701 米，为汉江与嘉陵江的分水岭之一。《禹贡》载：“蟠冢导漾，东流为汉。”史志文献多将蟠冢山当作汉江正源，其实，源于凤县西紫柏山的沮水、宁强箭竹岭的玉带河和大安驿的大林河均较源于蟠冢山的漾水为长，是名符其实的汉江北、中、南三源。

蟠冢山主要由震旦系白云质灰岩组成，岩溶地貌发育，于漾水源头有一深 40 米的溶洞，洞内有一长 3 米的石灰华质卧牛石，遍体绿苔水渍，妙趣横生，洞曰石牛洞。

第二节 峡谷瀑布温泉溶洞

一、黄金峡

即汉江在洋县龙河口与渭门间的一段长 53 公里的峡谷。汉江流经宽阔的汉中盆地，入龙河口后，河床骤然变窄，谷中出现 20 多处险滩，以鳖滩、笼滩和金溜子 3 处为险奇，自古以来为汉江天堑。整个峡谷分布在一辉长苏长岩体之中，岩体节理发育，易于下切刻蚀，加之两岸地形陡峻，从而使

河谷发育成为曲流深切的大峡谷。

二、车箱峡

该峡为平利县西北 35 公里之关垭子、鸡狗关一带县河中游的一段峡谷，长 20 公里，全境出露下志留统千枚岩、板岩和石灰岩等。峡宽数至数十米，局部形成一线天，两岸奇峰竞起，怪石林立，极为险要。明崇祯七年（1634），明廷调集 5 省大军围剿李

自成农民起义军，李自成兵陷车箱峡，遇大雨两月，难以自拔，遂而诈降，出南棧后重举义旗，转战陇东及关中，节节得胜，车箱峡因之成为一处著名的古战场。

三、葫芦颈瀑布

为一人工瀑布，在紫阳县城南7公里的汝河中游。源于陕川界岭的汝河自南向北流至下阳坡附近向西环绕，出现一“金线吊葫芦”状蛇曲。1970年为修水电站凿开葫芦颈，建成泄洪滚水坝，即为落差30多米的人工瀑布，瀑布上空建一铁索桥，上桥下瀑，别有一番情趣。

紫阳县境内汉江支流比降较大，流水切割强，瀑布多达10余处，如和平乡飘水洞瀑布落差84米，新房坝洞口瀑布落差25米，蒿堰乡滴水崖瀑布落差50米，小石河对观沟瀑布落差达百余米。在葫芦颈西北3公里处的九道拐响洞子，有三层瀑布相叠，总落差120米，十分壮观，如今自县城经响洞子至葫芦颈辟有观瀑山道。

四、郭家湾温泉

位于勉县县城东南7公里的温泉乡。水温43—45℃，自流量每秒2.7升，近处一地热井，深250米，井口水温58℃，流量每小时50立方米。每升热水中含氟4毫克，矿化度462毫升，pH值6.9—7.3，为重碳酸硫酸钙镁质水。温泉出露在汉江支流漾家河一级阶地上，其南为震旦系硅质灰岩构成的低山，山前有东西向断层通过，并与第四系沉积物下隐伏的两组断层相交，灰岩溶洞裂隙热水沿断层上升露出地面，形成温泉。此泉量丰质佳，水温高，目前仅用以洗浴。

五、佛爷洞（柞水溶洞）

位于柞水县石瓮子乾佑河东，北距西安164公里，是一个以佛爷洞为代表的包括天洞、风洞、百神洞、云雾洞和云霞洞的溶洞

群。溶洞主要发育在下奥陶统石灰岩中，高出现代河床130米，其形成历经以机械侵蚀为主和以化学堆积为主的两个过程。起初，地下水沿断层、裂隙侵蚀和溶蚀灰岩形成地下暗河，后由于当地侵蚀基准面下降，地下暗河逐渐抬升，发生一系列石灰华质化学堆积，成为千姿百态的岩溶景观。

目前发现较大溶洞15个，洞穴系统总长1600米，以佛爷洞与天洞为奇特。佛爷洞洞口海拔812米，长240米，面积7000多平方米。洞中有上、下两个重叠交叉的洞室，景观居群洞之首，有滴水形成的钟乳石、石笋和石柱，流水形成的石瀑布和石幔，溅水形成的石葡萄和渗水形成的石龙，毛细水形成的石针、石花和石珊瑚，著名景点有转角楼、天楼、龙宫和二重天等。天洞长130米，面积1500平方米，为一回廊通畅的斜坡洞室，上洞玉皇殿，颇多石笋，下洞由边石和流石坝形成二龙戏珠景观。现佛爷洞与天洞已正式开放，接待游人参观。

六、灵崖寺

又名白鹿洞，在略阳县城南3公里处嘉陵江左岸一石灰岩绝壁下，为利用两孔石灰岩溶洞扩建的佛教寺院，面江倚山，高山流水，奇洞古刹，如临仙境。

寺有前后二洞，皆在厚层灰岩中。前洞洞口高25米，宽50米，深60米，后洞在前洞之南近百米处，又名罗汉洞。另在登山约2公里处又有一洞，内钟乳林立，泉水长流，大厅中可容千人以上。寺始建于唐开元年间，前洞洞口有明、清代雕塑的佛像数十尊，佛像后有泉华堆积的“金龟”。由前洞南行，经奈河桥棧道即为后洞，亦有佛像数尊。寺内现存汉唐以来碑石及摩崖刻石约130方，素有“汉南碑林”之称，尤以东汉《郾阁颂》历来为金石书法界所珍重。

第十六章 陕北旅游地质

陕西北部地势为西北高而东南低，广泛分布着第四系黄土，形成塬、梁、峁、沟地形和奇特的墙、柱、桥、洞等微地貌景观，是本省得天独厚的一种旅游资源。陕北名胜

古迹可概括为“红、黄、万、千”四字，“红”乃革命历史遗址和榆林红石峡，“黄”是黄帝陵和黄河壶口瀑布，“万、千”则指万里长城和凿于中生界砂岩中的众多石窟。

第一节 黄土景观

一、分 布

本省秦岭以北分布着大片黄土，面积约9.5万平方公里，以陕北为广。东自黄河，西至子午岭，南起北山，北抵长城，除小部分基岩山区和河流谷地外，皆为黄土所占据，面积约8.4万平方公里。厚度各处不一，绥德以北厚100—150米，延安一带150—200米，白于山以西厚达二三百米。一般在古侵蚀盆地中较厚，地层层序较完整，而山前地带厚度较小。陕北黄土形成于第四纪的各个时期，划分为早更新统午城黄土、中更新统离石黄土、晚更新统马兰黄土和全新统黄土。

陕北黄土宏观地貌有黄土塬和黄土梁峁。黄土塬较大者有洛川塬和长武塬，二者总面积9500平方公里，塬面平坦如桌，中心稍凹，四周支离破碎，沟壑纵横。黄土梁峁分布富县以北，面积7.15万平方公里，以榆林地区最发育。梁指呈条状延伸的黄土岭岗，顶面平缓，有各种形态，如平顶形、弯曲形、“之”字形、梳形等，两侧沟谷发育。峁系顶部浑圆、四周较陡的穹窿状黄土丘陵，起伏错落，一望无际。黄土宏观地貌与古地形和堆积后的流水侵蚀切割有关。一

般黄土塬是在古盆地或原始平坦地形上堆积形成；黄土梁峁有的古地形就是条状岭岗或丘陵，也有的是后来由黄土塬侵蚀切割所形成。黄土微地貌则是流水沿垂直节理缝隙侵蚀和潜蚀的结果。

二、洛川塬

是陕北保存得最好，黄土地层齐全、微地貌发育的黄土塬。分布于洛河中游洛川、富县和黄陵县境，海拔900—1200米，面积约4000平方公里。塬面平坦，坡度仅一二度，受洛河支流侵蚀切割成许多大小不等的条形塬块，较大者有洛川县城、永乡、王家村、老庙、百益和富县交道塬等。

洛川塬基底为中生界砂页岩和第三系，是在古侵蚀盆地基础上接受了厚百余米的黄土堆积而形成。县城南黑木沟黄土地层齐全，交通方便，是研究黄土的理想地区，为国内外学者所注目。由于黄土层孔隙、裂隙和垂直节理发育，所以在流水侵蚀作用强烈的沟壑地带常形成奇特的中小型地貌景观，如黄土峡谷、黄土墙、黄土柱、黄土桥、黄土洞、黄土漏斗和土林等，奇形怪状，令人惊叹。

第二节 名胜古迹

一、黄帝陵

简称黄陵，是中华民族的人文始祖轩辕黄帝的陵园，位于黄陵县城北的桥山上，故又称桥陵，陵区范围约4平方公里。桥山古柏苍郁，卑而不夷，三面沮水环流，四方群山拱卫，山顶有黄帝陵，东麓为黄帝庙，西侧青河与沮水交汇处的河谷中出露三叠系延长群砂岩及泥岩，桥山及其周围覆盖着第四系黄土。相传黄帝“有土德之瑞，土色黄，故号黄帝”（司马贞：《史记·五帝本纪·索隐》）。可见黄帝的业绩与黄土高原有着密切的关系。

黄帝庙是历代祭祀黄帝的庙堂，创建于汉，现存北宋以来祭祀碑文刻石50余通。庙内现有古柏数十株，以“黄帝手植柏”和汉武帝“挂甲柏”为珍贵。从黄帝庙沿古柏夹道的公路及磴道直上山巅，通过“汉武仙台”和郭沫若手书的陵碑，即达黄帝陵。陵冢高3.6米，周长48米，四周古柏环绕。黄帝陵是中华民族历史的象征，是民族凝聚力之所在。

二、壶口瀑布

在陕西宜川县与山西吉县之间黄河龙王辿段附近。黄河流经秦晋峡谷，至龙王辿，骤然从宽二三百米的河床里飞流直泻于深30多米、宽三五十米的十里龙槽中，形成惊涛拍岸、吼声如雷的瀑布。《宜川县志》载：“因上流宽广，至此收束归槽，如壶口然。”因以得名。壶口瀑布与下游5公里的孟门和70公里的龙门并称“黄河三绝”。

相传大禹治水自壶口始，凿孟门，辟龙门，使黄河洪流归道入海。其实，壶口瀑布是黄河上一处典型的流水侵蚀地貌景观。秦晋峡谷中，黄河平均比降为1%左右，龙王辿段达2%，河床为三叠系砂页岩所组成，

岩石软硬相间，易于侵蚀，在河床比降增大，水势急湍的情况下，流水底蚀能力加强，使河床不断加深，形成瀑布。同时瀑布处跌水有较强的上溯侵蚀能力，从而使瀑布位置不断向上游推移，造成壶口与孟门间狭窄的十里长槽。据史念海《河山集》考证，北魏时瀑布位置在孟门之下，1500多年后上移至壶口，平均每年溯源侵蚀3.3米。

黄河在壶口段平均流量每秒700多立方米，洪水期达1万立方米以上，瀑布落差变化较大，枯水期达34米，洪水期成为槽状瀑流，落差仅数米。壶口瀑布为一马蹄形瀑布群，龙槽两侧还有多处次级瀑布，规模不一。

三、宝塔山、清凉山、凤凰山

3山在延安市近郊，隔延河和南川河鼎足相望，这里除有众多的革命历史遗址外，自然景观多与侏罗系砂岩有关。延安市区为黄土梁峁地形，相对高差仅一二百米，由于河流侧向侵蚀，在山体陡崖上暴露出中侏罗统延安组宝塔山段厚层砂岩，砂岩中反映沉积环境的斜层理十分发育，有的构成自然景观。如清凉山一处崖面上呈现出彩霞般的图案，旁有“宛然云霞”刻石，实际上是风化后凹凸不平的斜层理所致，清凉山麓的万佛洞石窟也是凿于厚层砂岩之中。此外，月儿井、定痲泉皆为砂岩裂隙水露出地面成泉。宝塔山上的八角九层楼阁式宝塔是延安市的标志建筑物。

四、长城、红石峡、镇北台

陕北现存长城最早者为公元前3世纪秦昭襄王为防御匈奴进攻时所建，后经秦始皇时代补筑的秦长城，仅在定边、吴旗间保留有一段残迹。隋文帝时两次筑长城，遗迹多已无存。现存较完整的长城建于明宪宗成化

十年(1474),东起府谷清水营,西至宁夏盐池,全长885公里。横贯今府谷、神木、榆林、横山、靖边和定边间的长城,即为明长城遗存。

明长城建于毛乌素沙漠与黄土高原过渡区的第四系沙丘或梁峁之上,多为用黄土板筑而成,以榆林一段保存最好,此段长100多公里,大部分墩、台、堡、塞尚存,仅烽火台即有210座。位于榆林城北5公里的红石峡是长城边上最大的摩崖刻石宝库,该处出露侏罗系延安组砂岩,砂岩中黄铁矿风化后的铁锈使岩石染呈赭红色,故称红石峡。峡分南北二峡,北峡筑有水库,南峡窄陡,长300多米,高10余米,两壁砂岩中有石窟44个,明清及近代刻石160余处。石刻字大者5米见方,小者不盈一寸,楷、草、隶、行、篆各体兼备,古朴苍劲。峡东附近红山上有长城重要观察哨所镇北台,建于明神宗万历三十五年(1607),台呈方形,共4层,高30米,为长城现存的名台要塞之一。

五、统万城

为4世纪初匈奴族赫连勃勃建立的大夏国都城,在今靖边县城东北80公里无定河北岸的白城子。城筑于赫连勃勃凤翔元年(413),原分为外郭城、东城和西城,城墙以蒸土筑成,十分坚固,至今还可看到内城和二道城的遗迹,是我国保存得最完整的古城遗址之一。尤以城西北角高24米的敌楼巍然耸立在莽莽沙海之中,蔚为壮观。当时的统万城周围,山青水碧,草木茂盛,一派原野风光。由于历代过量垦殖,植被严重破

坏,风沙不断南侵,宋代以后,统万城即被沙漠覆盖,成为一片废墟。1949年前,流沙以每年移动三五米的速度越过长城。1949年后,陆续采取退耕还牧、兴建防护林带等固沙措施,沙漠南侵基本上得以控制。

六、石窟

陕北自北魏初期后,历代群众利用当地中生界砂岩厚度较大,结构均匀,裂隙较少,岩石完整的特点,在其中开凿了大量石窟,倚山面河而立,为我国石刻艺术的一大宝库。

陕北石窟的分布大致以宜君、延安、神木一线为界,其东凿于三叠系延长群砂岩中,有府谷千佛洞、佳县云崖寺、米脂万佛洞、延长七里村、黄龙寿圣寺、宜君李家河和富县福地石窟等;其西凿于侏罗系延安组砂岩中,有子长石宫寺和延安清凉山。此外,黄陵石空寺和富县石泓寺则分别凿于侏罗系安定组和白垩系志丹群砂岩中。这些石窟以石宫寺、石空寺、石泓寺和清凉山4处规模宏伟,号称陕北四大名窟。

陕北现存时代最早的石窟为雕凿于北魏初年的富县福地石窟,为研究北魏的历史和雕刻艺术提供了实物资料。富县石泓寺石窟始建于隋,后历代均有扩建,对研究古代雕刻艺术的发展史有重要价值。黄陵石空寺石窟与石泓寺仅一山之隔,但前者在窟室布局上有独到之处。子长石宫寺石窟雕凿于北宋时期,有造像近万尊,基坛圆雕、顶板浮雕及窟壁群雕图案精美,线条流畅,是陕北规模较大、保存也较完好的一处石窟。

第六篇 大事记

清代以前

旧石器时代生活在关中一带的蓝田猿人、大荔人用当地坚硬岩石制作砍砸器和刮削工具。

新石器时代陕西先民用粘土和次生铁锰矿物烧制彩陶器，用自然铜和玉石制作装饰品。

《山海经》载，春秋战国时陕西产矿之山 20 多处，有金、银、铜、铁、汞矿和煤炭。

汉代在延安发现石油，在神木记载有“火从地中出”，反映有可燃气体或是地下煤层自燃。

南北朝时采汉江砂金、骊山金银矿、韩城龙门铁矿和商洛铜矿等。

唐代采安康砂金和略阳水银矿入贡，采商州红崖冶铜矿以铸钱。

北宋时采商州铁炉子银铅矿和洛南洛河砂金等。

北宋科学家沈括用延川县延水关出产的植物化石推论当地古地理和古气候。

元代在富县和宜君发现石油新产地。

明代始采旬阳公馆汞矿和渭北煤炭。大规模开采小秦岭银铅矿，历时 100 多年，多时万余人，有炼炉数百座。

清代乾隆、嘉庆年间，采华阴华阳川铅矿、留坝光华山铁矿及洛南仰天池铜矿。

同治九年（1870），德国人李希霍芬调查秦岭地质。

光绪十九年（1893），俄国人奥勃鲁契夫调查陕北和秦岭地质。

光绪二十九年（1903），美国人维理士等调查秦岭巴山地质。

光绪三十三年（1907）八月，陕西矿务调查局延长石油厂于延长县城西门外凿成中国陆上第一口油井，深 75 米。

中华民国

民国 12 年（1923）

春，王竹泉调查榆林地质，首次预测了神木、府谷一带侏罗纪煤炭的储藏量。

民国 17 年（1928）

10 月，李捷、朱森首次调查陕鄂交界一带前震旦纪变质火山岩系，命名为武当片岩。

11 月，赵国宾首次调查渭北地质矿产，预测了煤炭和石灰岩的储藏量。

民国 18 年（1929）

3 月，赵亚曾、黄汲清调查秦岭地质，首次建立秦岭地层系统和地质构造轮廓，给后来的研究工作打下了基础。

民国 21 年（1932）

夏，王竹泉、潘钟祥调查延安、延长和延川石油地质，确定了陕北石油层位和时代，为陕北中生界的划分奠定了基础，并首次发现陕北油页岩。

民国 23 年 (1934)

10 月, 孙越崎主持的陕北油矿探勘处首次在延川永坪实施钻探。

民国 25 年 (1936)

10 月, 民国省政府成立本省第一个地矿调查机构—省建设厅探矿处, 在铜川勘探煤矿, 首次求得工业储量。

民国 27 年 (1938)

9 月, 吕翕声调查陕南铁矿, 踏勘铁矿产地 18 处。

民国 28 年 (1939)

3 月, 陕西省建设厅矿产测勘队成立, 对陕南铁铜和砂金矿产作概略调查。

是年, 西北大学设地质地理系, 首任系主任黄国璋。1947 年地质系分设, 首任系主任王恭睦。

是年, 张迺骏(张伯声)撰写《城固县志·地质志》, 创县志设地矿专志的新体

例。

民国 29 年 (1940)

是年, 民国政府经济部采金局豫陕鄂边区采金处探采商南、安康和旬阳一带砂金。

民国 30 年 (1941)

9 月, 陕甘宁边区石油厂根据地质工程师汪鹏的建议, 首次于延长县七里村打出自喷油井。

11 月, 陕甘宁边区地质矿冶学会会长武衡率领关中地矿考察团调查甘泉、富县、耀县和淳化地质矿产。

民国 31—32 年 (1942~1943)

民国政府经济部矿冶研究所任绩、苏文儒、李维均等调查凤县、留坝、略阳、南郑和镇安等地铁矿。

国民 34 年 (1945)

冬, 王恭睦调查彬县、永寿一带油页岩。

中华人民共和国**1950 年**

6 月, 西北军政委员会财政经济委员会将中央地质调查所西北分所等单位技术人员, 组成 8 个矿产和铁路工程地质调查队, 分赴陕、甘、宁、青开展地质调查工作, 其中刘乃隆带领的渭北煤田调查队是建国后本省固体矿产普查的第一支地质队。

1951 年

1 月 18 日, 中国地质学会西安分会成立, 1959 年更名为陕西省地质学会。

6 月, 西北财政经济委员会资源勘测处成立, 次年扩充为资源勘测局。

1952 年

10 月, 胡冰、李振、李春昱等赴铜川调查原探矿处钻孔分布情形, 编有矿区地质图。

是年, 地质部渭北煤田队始勘蒲城高阳煤矿区。

1953 年

1 月, 地质部西北地质局成立, 局长白

耀明, 总工程师王恒升。

9 月, 支援陕西的辽宁鹤岗、营城子钻探公司部分钻机和工人与西北煤矿管理局铜川钻探队共同组成西北第一钻探区队, 在铜川王石凹进行精查勘探会战。

是年, 地质部西安地质学校成立。

1954 年

3 月, 西北煤田地质勘探局成立, 首任局长于占彪。总工程师吕翕声。1972 年更名为陕西省煤田地质勘探公司。

1955 年

2 月, 地质部为加强陕甘宁地区石油普查, 于宁夏固原成立西北地质局 633 队, 1960 年更名为地质部第三石油普查勘探大队, 在陕北从事油气普查。

是年, 西北地质局 647 队发现华县金堆城钼矿, 1959 年经金堆城地质队探明当时为中国最大的钼矿床, 现金堆城钼业公司开采。

1956年

3月18日,中苏地质技术合作队之一—中南地质局437队,后名秦岭区域地质测量队(陕西省地矿局区域地质调查队前身)在河南郑州成立,按国际地形图分幅系统开展秦岭地区1:20万区域地质调查。

7月13日,437队在河南卢氏杜关执行航空地质测量中飞机失事,工程师钱仲美、苏联专家切尔明基诺夫及机组人员以身殉职。

9月,西北地质局撤销,成立陕西省地质局筹备处,次年更名为地质部陕西办事处。

1957年

是年,冶金部鞍山地质分局407队奉调入陕,次年陕西省冶金局矿山地质公司成立,1962年更名为西北冶金地质勘探公司。1983年有色部分划出,成立中国有色金属工业总公司西北地勘公司。

是年,西安交通大学设地质系,系主任袁耀庭,次年9月并入西安矿业学院。

是年,因反右派斗争扩大化,地矿行业一批技术和行政干部被错定为“右派分子”,60年代相继摘掉“帽子”,中共十一届三中全会后全部平反改正。

1958年

1—5月,根据中苏技术合作协定,地质部专家组贝卜奇金、斯拉斯杜辛斯基、H·赫鲁晓夫、马丁诺夫等苏联专家,先后在陕西省金堆城、黄龙铺钼矿区、山阳银花钒矿区及澄城和宁强大安等地合作并指导地质工作。

4月10日,中共陕西省委全委扩大会议通过《关于各专区和关中地区建立地质勘探队的决定》。9、10月间,汉中、安康、商洛、延安、榆林等5个专区地质队相继成立;有的县、市也组建了地质队或地质组。至1960年5月,全省52个县、市中有39个成立了地质队(组),共有职工477人。

1961年在贯彻调整、精简方针下,有些专区地质队并入省地质局所属综合地质队,县地质队撤销。

5月2日,陕西省地质局成立。

是年,地质工作贯彻“全党全民办地质”和“大办钢铁”方针,陕西全省形成轰轰烈烈的群众报矿高潮,有数十万人上山找矿,报矿点1.2万处。群众报矿发现了不少矿化线索,人力、物力上的浪费也显而易见。找到的多是贫铁矿,“小土炉”无法利用。在当年和1959年的“大跃进”中,因地质工作中的瞎指挥、高指标、盲目勘探、放“卫星”,工程质量低劣,致使提交的相当数量的勘查报告储量不落实,矿山建设部门无法使用。

1959年

5月,陕西省地质研究所等单位编成建国后第一代陕西省地质图和矿产图。

8月,地质部西北石油物探大队成立。

10月7日,经中共陕西省委批准,陕西省矿产储量委员会成立,办公室设在省地质局。在“文化大革命”中该机构停止活动,1984年3月恢复职能。

是年,陕西省地质局出席全省工交财贸基本建设群英会的劳动模范有毕传元、陈祥、卜国光、廖美枝、王延令、毛高甫、徐金元、周炳新和罗天有共9人。

是年,张伯声在《西北大学学报》第2期上发表《从陕西大地构造单位的划分提出一种有关大地构造发展的看法》,1962和1965年先后发表《镶嵌的地壳》、《从镶嵌构造观点说明中国大地构造的基本特征》等论文,从而创立了“波浪状镶嵌构造说”,在1979年第二届全国构造地质学术会议上,被公认为是中国地质界大地构造五大学派之一。

1960年

建工部非金属矿西北地勘大队成立,1985年更名为国家建材局西北地质公司。

1961年

春,陕西省首幅1:5万区域地质矿产

调查的野外工作在勉县茶店地区进行。

12月25日，陕西省煤炭工业学会煤田地质分会在西安成立。

是年，根据地质部、煤炭部等5个部联合发出的《关于复审核实储量的通知》，本省地矿行业各部门组织力量对1958—1961年提交的各类地质报告和矿产储量进行清理核实，对不符合质量要求的予以降级或注销。据省储委对110份金属矿地质报告核实结果，共注销铁矿产地46处，储量减少76%，铅、锌矿储量分别减少60%和72%。

是年，地质工作贯彻国家“调整、巩固、充实、提高”方针，开始精简下放职工，至次年底，地矿、煤田部门下放2595人，绝大部分回农村安置。为渡过国民经济严重困难时期，地矿行业职工垦荒养殖，搞农副业生产。省地质局系统本年垦荒种地1574亩，收获粮食近6万公斤，养猪、羊673头。

1962年

8月25日，地质部西北地质科学研究所所在西安成立，1982年更名为地矿部西安地质矿产研究所。

9月，陕西省地质局撤销，再次成立西北地质局。

10月18日，凤县地质队运输压风机时，牵引挂钩突然歪斜，风机倒向人群，在此危急时刻，运输工刘大银拨开众人，用平生之力将挂钩导正，不幸被风机压成重伤，为保护同志而光荣牺牲。

是年，地矿行业贯彻《中国共产党国营工业企业基层组织工作条例（试行草案）》（即工业七十条）及《地质队工作条例（草案）》，开始试行党委领导下的地质队长负责制和技术负责制。

1963年

西北地质局驻陕单位的毕传元、谷志坚、吴载钧、李士堂、李世英、李文东、肖

向聪、杨生珍等8名劳动模范出席了全省群英会。

1964年

1月，地质部第三石油普查大队开始关中地区石油普查，至1976年结束。证明3000米以上的上第三系生油层转化程度不够，无油气显示，3000米以下的下第三系和部分中生界有一定希望。

是年，地矿行业开展学习毛泽东著作、学解放军和大庆油田活动；加强思想政治工作，在局和公司一级设政治部，地质队设政治处。

1965年

5月，西北地质局撤销，恢复陕西省地质局。

1966年

下半年，“文化大革命”开始，地质队纷纷成立群众组织，继而分成两派，一些领导干部和技术人员遭揪斗。次年，造反派组织夺权，局机关受冲击陷于瘫痪状态，一些地质队发生武斗和停工停产。“革命委员会”成立前后及“清理阶级队伍”中，许多领导干部和技术人员遭批斗和毒打，有的含冤而死，有的被下放农村。据统计，陕西省地质局系统“文化大革命”中受审查1143人，占职工总数的9.6%，有98人被定为“敌我矛盾”，63名队级以上领导干部受到批判和审查。

1967年

7月，陕西省地质局区测队卢一伦主编的1:50万东秦岭地质图和矿产图完稿。

9月8日，陕西省地质局区测队27分队技术负责人、中共党员李世和率领区测小组，翻越甘肃宕昌县境内之擂鼓山，午后落雨，仍继续工作。至山顶近黄昏，突降大雪，气温骤降，方向难辨，李世和保护携带的航空照片等地质资料及其他公物，负重艰难爬行，终因体力衰竭而冻死深山，同时遇难的有工人朱永林和当地2民工。小组其

余同志被当地林业工人抢救脱险。

是年，经区调工作者 11 年艰苦奋斗，陕西省渭河以南基岩山区 1:20 万区域地质调查完成，按国际地形图分幅出版了地质图和矿产图。

是年，地质部第三石油普查大队 3204 井队在渭南市信义乡南焦村钻成渭参 5 井，深 3374 米，是全国地质系统第一口超深井。

1969 年

7 月，西北冶金地勘公司 714 队通过航磁异常查证发现了柞水县大西沟大型菱铁矿床。

1970 年

8 月 23 日，地质部第三石油普查大队在甘肃庆阳施工的庆参井，于三叠系中原油间歇自喷；28 日该队施工的华池华参 2 井首次于侏罗系中试出工业油流，从而发现了长庆油田。

是年，西北冶金地勘公司 714 队在勘探柞水县大西沟铁矿的同时，通过综合找矿发现了毗邻的银洞子大型银铅矿床。

1971 年

2 月，第三石油普查大队在吴旗县吴 1 井试出工业油流，开辟了陕北找油的新领域。

是年，地矿行业贯彻中共中央批转的《国家计委地质局抓革命促生产会议纪要》（即中共中央〔1970〕75 号文件），批判“地质业务技术中心论”，片面提倡所谓“革命化的地质报告”，一度对地质工作质量有较大影响。

1972 年

5 月 13 日，陕西省地质工作会议在西安召开，省地矿、冶金、煤田等地勘单位介绍学大庆的经验。

是年，地质系统开始落实干部政策和知识分子政策，绝大部分技术人员和队级以上干部重新安排工作。

当年，地质院校（系）招收第一届工农兵学员，任务是“上大学、管大学、改造大学”。后连续招收 4 届，至 1977 年恢复高考制度后停招。

1973 年

2 月，化工部地勘公司陕西地勘大队成立。

6 月，陕西省地质局召开区测普查工作会议，决定加强区测普查工作，改变勘探基地不足的局面。

是年，地质专家李春昱在《西北地质科技情报》上连续载文，向地学界介绍国外新大地构造学派—板块构造说，并运用该理论研究秦岭地质构造。

1974 年

2 月，陕西省地质局援助赞比亚打井供水专家组开始执行援赞协定，至 1975 年 5 月为该国打井 31 眼，总出水量 104 公升/秒。

12 月 18 日，地质部第三石油普查大队 5007 井队于户县祖庵施工的渭深 10 井完工，深 5202.12 米，其中裸眼井段长 4913 米，创中国石油普查裸眼井新纪录，国家计委地质局为此通报全国地质系统。

是年，根据国务院总理周恩来的建议，为加强陕北水文地质普查，组建基建工程兵 724 部队，1978 年更名为 00928 部队，1984 年转业后称地矿部 908 水文地质工程地质大队。

1975 年

3 月 16 日，国家计委地质局在西安召开工业学大庆石油钻井经验交流会。

9 月，陕西省煤田预测工作会议在西安举行，决定对全省煤炭资源总量进行预测。工作历时 4 年，预测本省煤炭总藏量为 2658 亿吨。

1976 年

1 月，陕西省地质局水文地质考察组在尼日尔考察民用水井成井条件。

3月,陕西省地质局召开秦巴地区铁矿战略侦察工作座谈会,会后展开大规模的航磁异常查证和铁矿普查。

12月,陕西省地质系统地质力学经验交流会在蓝田县举行,交流了应用地质力学找矿的成果。

是年,陕西省地质局阎廉泉、省地质局第二水文地质队分别主编成本省第一份1:50万构造体系图和水文地质图。

1977年

12月12日,陕西省地质局科学技术大会在西安举行。大会对区域地质调查队等20个科技先进单位、李春昱等73名先进科技工作者及65项重大科技成果进行表彰奖励。

1978年

3月18日,陕西省地质局有14个单位、30项科技成果受全国科学大会表彰奖励。

5月29日,加拿大铁矿地质考察组来陕考察。

6月,按照陕西省计委要求,以185煤田勘探队为主组成陕南石煤综合考察队,对石煤资源的分布和利用状况进行综合考察,1980年提交了考察报告。

12月,西安煤田地质勘探技工学校成立。

是年,以原西安地质学校为基础,成立西安地质学院,学院设有地勘、物探、水工、测量4个系。

是年,地矿行业贯彻《工业三十条》和《地质工作二十条》,开展整顿,建立健全规章制度,深入开展学大庆,普及大庆式地质队。

1979年

春,陕西省地矿部门在陕南开展新一轮区域化探扫面(1:20万水系沉积物测量),历时10年,至1989年完成野外采样、定量分析和地球化学编图工作,为经济

建设提供了一套系统完整的地球化学勘查成果。

2月19日,中共陕西省委第一书记马文瑞对陕西日报发表的《省地质局揭批查运动应认真补课》一文作了批示。在省委工交部工作组的帮助下,省地质局深入发动群众,认真清查与“四人帮”阴谋活动有牵连的人和事,处理了闹派人物,平反了历次政治运动中的冤假错案。省地质部门“文化大革命”中发生“三案”310起,涉及390人,其中致死22人,全部平反昭雪。

是年,陕西省地矿行业开始贯彻中央关于调整、改革、整顿、提高的方针,逐步把工作重点转向地质找矿,按成矿区带调整队伍布局,加强普查,尤其是贵金属、有色金属、非金属及能源矿产资源的勘查。

是年,地矿部门开始试行地勘费预算包干、节约留成、超支不补的经济责任制。此后几年陆续对计划内地质项目实行公开招标或委托承包。

1980年

4月10日,全国地质系统评功授奖大会在北京举行,陕西省地质局有15人出席会议。大会授予金堆城地质队“功勋地质队”称号;省地质局区调队和第一、第二水文地质队、地质部第三石油普查大队“地质找矿重大贡献单位”称号;授予严阵、马良智“地质找矿重大贡献地质工作者”称号;授予刘民孝、刘文清、顾国荣、黄孔志、许大兴部级劳动模范称号。

4月,西北冶金地勘公司714队整编为解放军基建工程兵00534部队,1985年更名为武警黄金部队第14支队,担负陕、甘、青、豫西和鄂西北地区黄金找矿任务。

4月和9月,联合国技术合作发展部及联合国地下水开发署的有关专家,先后考察洛川黄土剖面和黄土区地下水开发情况。

6月,经省无线电管理委员会批准,陕西省地质局在各地质队和大型工区、分队

(组)建三级无线电专用通信网,以改善野外地质工作通信条件。

7月7日,地质部部长孙大光来陕视察。

10月,对地矿系统专业技术职称进行复查、套改和评定工作,晋升了一批科技干部的技术职称,并按政策分批解决科技干部家属“农转非”的问题。

是年,经过水文地质工作者20多年艰苦奋斗,本省区域水文地质普查全面完成,普查面积20万平方公里,为合理开发利用地下水资源提供了科学依据。

是年,西北大学王永焱等关于大荔人头骨化石的研究及西北有色地勘公司何幼雪等研制的非色散原子荧光计获省科技成果一等奖。

是年,陕西省地质局科学技术委员会成立,负责科技成果审查鉴定工作。

1981年

4月4日,阿塔努部长率领的尼日利亚访华团在西安、临潼、乾县参观考察旱塬地区地下水勘察与开发利用情况。

5月28日,陕西省地质局职工医院在西安成立。

7—9月,陕南和关中地区连降暴雨40余天,省地质部门有14个野外作业单位受山洪袭击,35台钻机停产,直接经济损失95.8万元。

10月1日,陕西省第一个对社会开放的自然科学博物馆—陕西地质博物馆开馆。

12月8日,地质部西北地区及西藏地质局野外地质队生活装备会议在西安召开,拟定了《野外地质队生活装备配备标准(草案)》。

12月28日,经地质部批准,陕西省地质局环境水文地质总站在西安成立,下设宝鸡、汉中、渭南、铜川、延安5个分站。

12月,陕西省地质局与西北工业大学共同研制的《遥控飞机测网航路定位与控制

导航系统》获省科技成果一等奖。

是年,经地质部批准,省地质局系统首批取得高级工程师职称的有12人:地质专业杨登华、阎廉泉、尚瑞钧、胡信姬、王琨、王曙、卢一伦、李和详;水文地质专业张治平;分析测试专业许嘉绩、许大兴;选矿专业葛树宣。

1982年

4月,地质部授予省地质局第一地质队青年风钻工张军全国地质系统劳动模范称号,同时陕西省政府授予省劳动模范和省新长征突击手标兵称号。张军在炸药加工房起火,随时可能引起爆炸的危急时刻,四次冲入大火,抢出炸药包86个,避免了一场重大事故。

5月10日,陕西省地质学会纪念中国地质学会成立60周年庆祝大会暨第14届学术年会在西安举行。

1983年

1月7日,陕西省地质局召开劳动模范、优秀政治工作者表彰大会,对7名劳模、21名优秀政工人员和13个政工先进集体进行表彰奖励。

2月2日,南郑县里八沟武学桥村民王伯禹在责任田里挖到狗头金一块,重810克。

3月,贯彻中共中央关于干部制度改革精神,省地质局新领导班子组成,一批老同志退居二线。8月,局属18个队(厂)级领导班子调整完毕。调整后的班子平均年龄44岁,大专以上文化程度占86%。

3月下旬,地矿部副部长朱训来陕视察,就开创秦岭地质工作新局面作了讲话。

4月1日,根据地矿部与日本国石油兵团签订的《关于在中国鄂尔多斯盆地北部合作勘查石油、天然气协议书》的规定,中日石油合作队开始野外地震地质勘查,至1984年10月完成地震剖面2500公里。1986年4月15日由地矿部第三石油普查大

队 6011 井队实施钻探，井深 3510 米，于下二叠统获日产 20 万方天然气和 0.397 方凝析油，1988 年 2 月中日双方举行了最终勘查成果交换仪式。

4 月，陕西省地质局更名为地质矿产局，增加了矿产资源管理，监督方面的政府职能。

5 月 16 日，美国地质调查局局长佩克率美国地质代表团来陕西省地矿局考察访问，双方就技术合作项目进行了洽谈。

7 月 23 日，西安地质技术工人学校恢复。

9 月，由中国地质科学院、陕西省地矿局与法国国家科研中心承担的中法技术合作项目“中国东秦岭造山带变形特征构造演化及对比研究”野外考察工作开始。10 月 4 日，中法联合考察组在山阳遭到特大洪水围困，经山阳、商县人民政府和当地群众大力营救脱险。次年 4 月，省政府与地矿部联合召开表彰大会，对营救考察组的有功单位和人员进行表彰奖励。

10 月，陕西省地矿局主办、公开发行的学术刊物《陕西地质》创刊。

11 月 1 日，全国首届地壳波浪运动与镶嵌构造学术讨论会在西安地质学院举行。

12 月 29 日，新华社播发消息，报道陕北神木煤田初步探明煤炭储量 1021 亿吨。

1984 年

2 月 13 日，为统一组织陕西、河南、湖北、甘肃、四川 5 省地矿局和有关院校、科研单位对秦巴重大地质矿产问题进行攻关研究，地矿部秦岭巴山地区地质工作协调领导小组在西安成立，并设立相应的办事机构——秦巴办公室。

4 月，《张伯声地质文集》由陕西科学技术出版社出版。

7 月 3 日，陕西省地矿局颁布《关于改革经济管理和扩大地质队自主权的暂行规定》，主要内容有：地质队普遍推行队长负

责任制；继续完善以预算包干、节约分成为主要形式的经济责任制，试行工资和野外津贴浮动，奖金上不封顶下不保底；地质队可按项目在基层班组试行有领导的优化组合，有权自行确定机构设置等。

9 月，根据陕西省地矿局四队提供的线索，陕西省地质博物馆、中国科学院古脊椎动物与古人类研究所联合在勉县杨家湾发掘出一副完整的古象化石，定名为“汉江中国乳齿象”，时代属晚第三纪。现在陕西地质博物馆存展。

9 月底，国家建材局陕西地勘大队在西乡左溪瓦刀子探明一处大型石膏矿床。

10 月 22 日，陕西省矿物岩石地球化学学会成立，张伯声为名誉理事长，袁耀庭为理事长，安三元为副理事长兼秘书长。

10 月 29 日，陕西省矿产资源管理委员会成立，办事机构设省地矿局。

11 月 26 日，朝鲜化探考察组来省地矿局考察区域化探工作方法。

12 月 24 日，陕西省矿管委制定《陕西省矿产资源开发管理暂行条例》。

是年，地矿部第三石油普查大队引进美国产 DFS—V 型 120 道数字地震仪和 18 型可控震源，实现了地震勘探自动化。

1985 年

1 月，陕西省政府发布《关于扶持农民开发矿产资源的通知》，下放农民采矿审批权限。省地矿局先后两批向 68 个县提供可供农民开采的小型矿产地 540 处。

3 月，面向全国矿山企业、地勘单位及各级矿管部门的专业报纸《矿产开发报》在西安公开发行。

3 月 4 日，陕西省地矿局驻周至县物化探队发生一起重大报复杀人案。罪犯阎某因婚姻纠纷以自制炸药在公共电视机室起爆，当场炸死群众 8 人，本人自毙。

4 月 1 日，陕西省地矿局与省乡镇企业局联合举办“陕西省地质矿产开发咨询服务

展览洽谈会”，国内6省（区）170多个单位及港商、外商共320人出席，成交、签订矿产开发、矿产品加工合同70多项，吸收社会资金450万元。

5月25日，陕西省地矿局区调队编著的《陕西省区域地质志》通过评审，这是一部全面总结本省基础地质成果的学术专著。

5月，在全国首届技术成果交易会上，陕西省地矿局研制的高压静电分离仪和钻井参数仪成交。

6月，李钦仲等编著的《华北地台南缘晚前寒武纪地层研究》及严阵等编著的《陕西省花岗岩》先后公开出版。

7月20日，陕西省建材局和省地矿局联合颁发《陕西省石材地质工作暂行规定》，对石材商品质量、评价标准等做出规定。

8月7日，陕西省副省长张勃兴来地矿局视察并听取汇报。他在视察中充分肯定建国以来地矿工作所取得的成绩，对陕西经济的重要作用。

9月11日，陕西省地矿局组团参加全省首届技术成果交易会，成交25项。

10月5日，地矿部文书档案现场会议在西安召开，总结推广陕西省地矿局机关档案管理工作经验。

10月，陕西省地矿局采用遥感和物化探技术探测古墓取得成功，探测的凤翔秦公一号大墓的墓室和棺椁位置与发掘结果一致。

是年，西北大学地质研究所成立，设地层古生物、石油地质、前寒武纪地质、矿物岩石、黄土与第四纪地质五个研究室。

当年，由秦岭区测队四分队发现、河南地质一队勘探的河南栾川三道撞钨钼矿床获地矿部找矿特等奖，陕西省地矿局张思纯荣立一等功。秦岭区测队发现、并由湖北和陕西地质队勘探的湖北竹山庙垭铌稀土矿床、旬阳公馆汞锑矿床以及安康恒口砂金矿床，

分别获地矿部找矿一等奖，马良智、许部章、董邦兴荣立一等功。

是年，185煤田勘探队完成陕北侏罗纪煤田榆神府区勘查工作，探明煤炭储量巨大，煤质优良，是世界上少有的优质动力和化工用煤。

是年，由陕西省地矿局牵头，有关单位合作完成的《区域化探样品分析方法研究》、《铬铁矿和超基性岩标准样品及测试方法研究》获地矿部科技成果一等奖。

是年，地矿行业为弥补地勘费用不足，开始调整产业结构和队伍结构，实行“一业为主，多种经营”，部分职工转向矿产品开采加工、工程地质勘查、测绘印刷和商业服务等产业。据不完全统计，1988年全行业从事多种经营的职工有4500多人，占职工总数的14%左右。

1986年

1月，冶金工业部西北冶金地质勘探公司在西安重新组建，在陕主要从事陕南黄金、铁锰矿产勘查。

3月，陕西省地矿局贯彻地矿部《关于为老少边穷地区人民脱贫致富服务的决定》，积极在贫困地区安排对口服务的矿产勘查项目。

4月11日，中国有色金属工业总公司西安金属矿产地质陈列馆开馆，展出全国157个大中型有色金属、贵金属矿床的实物标本和文图资料。

4月24日，西安地区地学界的社团组织西安地质学会成立，挂靠在陕西省综合勘察院，学会设水文地质、工程地质、城市环境地质、旅游地质等11个专业委员会。

6月30日，第三石油普查大队施工的伊24井（位于榆林县北小壕兔乡），首次于奥陶系石灰岩中发现天然气，初产每日267方。

7月23日，陕西省省长李庆伟视察太白双王金矿，就进一步开发利用矿产资源作

了讲话。

8月29日,陕西省地矿局制定《地质科技发展基金暂行条例》、《科技项目管理、科技成果管理实施细则》等,规定采取立项申请、同行评议、局科技发展基金会审查批准、签订合同的程序确立科研项目及其经费,实行项目管理。科技基金来源为当年地勘费的6%及上级划拨的专项费用和科研补助费。

10月28日,陕西省矿产资源开发管理会议在西安举行,会议明确省地矿局是全省矿产勘查、开发的主管部门,决定在商洛地区进行矿产勘查登记与采矿登记发证试点工作。

10月,杜定汉等编著的《陕西秦巴地区泥盆系研究》公开出版。

12月2日,陕西省计委、省经委、省地矿局联合召开全省地质资料工作会议,贯彻落实《全国地质资料汇交办法》。

是年,为帮助山区脱贫致富,在矿产资源勘查、开发中互相协作,共同发展,陕西省地矿局先后与蓝田、太白、长安、周至、白河、旬阳等县及商洛地区结为友好单位,并分别举行了签字仪式。

是年,陕西省地矿局成立城市地质工作协调领导小组,加强城市地质工作的领导,开展西安城市地质工作。

是年,由陕西省地矿局六队勘探的潼关桐峪口1号金矿脉获地矿部找矿二等奖。由西北大学王永焱等编著的《中国黄土地层划分、物质来源及古气候变化》专著获省科技进步一等奖。

是年,陕西省地矿局与甘、宁、青、新4省(区)地矿局、西安地质学院及西安地矿所组成7方横向协作网。同年,陕西省地矿局与中国地质大学建立了科技攻关双边合作关系。

是年,根据国家的统一部署,陕西省地勘行业全面恢复自1983年9月暂停的技术

职称评定工作,至1988年底,全行业(含科研和教学单位)共评聘高级职称1034人,中级职称4145人,分别占行业科技干部总数的9.4%和37.5%。

1987年

3月,地壳波浪状镶嵌构造研究会是在西安地质学院成立。

5月10日,陕西省地矿局与国务院黄金地质工作领导小组签订承包协议书,规定国家按承包的黄金储量拨给相应的地勘费用,陕西省将按期提交规定的黄金储量。

8月26日,陕西省矿管委举行第四次会议,制定贯彻国务院4月29日发布的三个暂行办法(即《矿产资源勘查登记管理暂行办法》、《全民所有制矿山企业采矿登记管理暂行办法》、《矿产资源监督管理暂行办法》)的实施方案。

8月,西安矿业学院地质系举行建系30年庆祝会,出版《地质系三十年》和学术论文汇编。

9月,陕西省自然保护区管理委员会批准位于洛华公路的“小秦岭元古界剖面”为省级自然保护点,并于现场举行了揭牌典礼。

9月始,煤炭部西安航测遥感公司进行古墓群遗址遥感解译和定位研究,经试验准确地测出2座唐代陵园陪葬墓的位置。

10月28日,陕西省地矿局召开陕西秦岭地质研讨会,国内知名地质专家与本局系统地质工作者共同研讨加快秦岭巴山找矿步伐、实现地质找矿重大突破的方向和途径。

是年,由西北有色地勘公司717队勘探的凤县—太白铅锌矿田(含铅铜山、峰崖、八方山、银母寺等矿床)获中国有色金属工业总公司找矿二等奖;由省地矿局八队完成的陕北侏罗纪煤田榆横煤区勘查成果获地矿部找矿二等奖。

1988年

3月,陕西省青年地质经济学会在西安成立。

4月，陕西省矿管委与省财政厅等6部门联合发出《陕西省征收部分矿产资源补偿费的暂行规定》。

6月，陕西省地矿局对外开放工作会议在汉中铺镇举行，中心议题是进一步解放思想，深化改革，推动多种经营和外向型经济的更大发展。

8—9月，尚瑞钧、严阵等编著的《秦巴花岗岩》，肖思云、张维吉、宋子季等编著的《北秦岭变质地层》公开出版。

9月5日，陕西省采矿登记工作会议在西安举行。会议着重研究如何加快采矿登记工作步伐问题。

9月28日，陕西省七届人大常委会第二次会议通过《陕西省集体矿山企业和个体采矿管理条例》，并公布施行。

是年，陕西省地矿局陆续在各地质队推行集团经营承包经济责任制，地质队实行两权分离，自主经营，确保完成提交国家的矿产储量及其他指令性计划。地勘费包死基数，超收全留，欠收自补。承包期3年（1988—1990年），承包与地质队长任期目标责任制挂钩。地勘行业其他部门也相继推行矿产储量承包及经理、队长任期目标责任制。

后 记

《陕西省志·地质矿产志》编纂工作自1985年着手准备，次年组成编辑室开展工作，1987年11月完成初稿，1989年2月完成送审稿。1989年9月26日由本志编委会主持初审并通过志稿。后增补了大事记和下限延长后的新资料，于1990年底完成终审稿。1991年7月11日，经陕西省地方志编纂委员会终审，批准定稿（批准文号：陕方志发〔1991〕23号）。

编纂工作自始至终是在陕西省地方志编委会省志处和陕西省地矿志编委会的指导下以及省地矿局区调队和第一水文地质工程地质队的大力支持下进行的。陕西省地矿局和有关处室及全省地勘行业各部门也给予了热情的支持和帮助。尚瑞钧总工程师、胡信姬副总工程师、方永安主任工程师以及阎久祥、关丰宗、陈如意、王德潜、张二朋、董映碧、姚鸥春、王桂增、陈书铭、陈榕等同志对志稿提出了许多指导性意见。地矿部西安地矿所、第三石油普查勘探大队、陕西地质博物馆、省地矿局科技处、矿管处、区调队、第一水文地质工程地质队、测绘队等单位提供了化石图版和彩色照片，在此一并致以谢意。

各篇撰稿人是：概述及第一篇李耀成、段文、李炳华；第二篇鲜于开梅、孔繁宗；第三篇徐玉武；第四篇徐继刚、段文、李英焕、赵铁柱、李福祥；第五篇孙嘉春；大事记李耀成、赵云侠；化石图版编辑鲜于开梅；图件编辑常桂琴、李英焕、赵铁柱。全志由李耀成总纂。此外，胡雪生、方继安、沙亚洲、刘华等参加了部分工作。

由于种种原因，人物篇和重要矿床的发现史未能编写，只是在志稿中以事系人；对地勘行业的改革开放也着墨不够，望再次编修时能给予重视。

本志书终审主要审定者：朱星联、冀东山、鲍澜、杨文学。通审杨文学。分审鲍澜。

陕西省地质矿产局地质成果编辑室负责组织本志书的出版，方永安、刘生辉对本志进行了编辑加工，并与主编商讨后，作了一些必要的修改和补充。

对陕西人民出版社总编贾象实编审为本志的出版所作的努力，深表谢意。

编 者
1992年12月

(陕)新登字 001 号

中华人民共和国地方志丛书

陕西省志

陕西省地方志编纂委员会编

第四卷

地质矿产志

陕西人民出版社 发行

(西安北大街 131 号)

陕西省地矿局测绘印刷厂印刷

787×1092 毫米 1/16 开本 18.75 印张 22 插页 437 千字

1993 年 9 月第 1 版 1993 年 9 月第 1 次印刷

印数：1—2000

ISBN 7-224-03234-4/k·430

定价：42.00 元



ISBN 7-224-03234-4/K·430
定价:42.00元