

国家重点基础研究发展规划(973)项目

黄河流域地下水可再生能力变化规律(G1999043606)课题

国家自然科学基金项目(40472131)

关中盆地 地下水环境演化与 可再生维持途径

王文科 王雁林 段磊 孔金玲 等著



黄河水利出版社

国家重点基础研究发展规划(973)项目

黄河流域地下水可再生能力变化规律(G1999043606)课题

国家自然科学基金项目(40472131)

关中盆地地下水环境演化与 可再生维持途径

王文科 王雁林 段 磊 孔金玲 著
田 华 杨胜科 孙 熠 王 钊

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是研究和探索关中盆地地下水环境演化与可再生维持途径的一部专著,是作者对所承担的“973”项目“黄河流域地下水可再生能力变化规律”(G1999043606)课题、国家自然科学基金项目(40472131)在这一领域的研究工作总结。主要包括地下水形成的自然条件、水文地质特征及其开发利用现状、水环境同位素及各水体间的关系、地下水动力场演化及环境效应、浅层地下水水化学场演化、地下水资源评价与解析、水文地质空间信息系统和地下水资源可再生能力及其维持途径探讨,对研究地下水和保护水资源具有一定意义。

本书可供从事地下水研究的科研人员及大专院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

关中盆地地下水环境演化与可再生维持途径/
王文科等著. —郑州:黄河水利出版社, 2006. 12

ISBN 7 - 80734 - 174 - 2

I . 关… II . 王… III . 盆地 - 地下水资源 -
研究 - 关中 IV . P641.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 165245 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940 传真:0371 - 66022620

E - mail: hhslebs@126. com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:11

插页:4

字数:254 千字

印数:1—1 000

版次:2006 年 12 月第 1 版

印次:2006 年 12 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7 - 80734 - 174 - 2/P·64

定 价:39.00 元

前 言

关中盆地位于陕西省中部,是陕西省政治、经济、文化的中心地带,在全国区域经济格局中具有重要的战略地位,被国家确定为 16 个重点建设地区之一。然而,关中盆地属于干旱半干旱地区,人均水资源占有量不到全国人均水平的 1/6。加之近年来工农业的发展和人口的增长,需水量不断增加,加剧了水资源的供需矛盾。

随着对水资源的大量开发和自然条件的变化,关中盆地正面临水资源短缺、水灾害加剧、生态环境恶化三大问题交织的严峻局面,这是关中盆地水、土、生态系统与人类社会经济系统相互作用下恶性发展的结果。渭河可能成为第二条黄河的论断,绝不是危言耸听。强烈的人类社会经济活动,引发了尖锐的水资源供需矛盾,导致一系列环境和生态方面的劣变过程,成为制约关中盆地可持续发展的瓶颈。

与地表水资源相比,地下水资源具有空间分布范围广、调节性强、水质洁净和可利用性强等优点,是人民生产生活的重要水源;同时,地下水资源又是非常敏感和重要的环境因子,对于维持水循环、保证生态环境良性发展具有重要作用。开展关中盆地地下水环境演化与可再生维持途径的研究,是实现渭河治理和关中盆地经济可持续发展的国家重大需求。

本专题是“973”项目课题“黄河流域地下水可再生能力规律研究”(G1999043606)的重要组成部分。本专题的目的是以关中盆地为典型研究区,以地下水环境演化为主线,通过对影响关中盆地地下水变化的自然因素和人为活动的分析,从量与质两个方面揭示地下水环境的演化规律;以可再生性维持理论为指导,探讨地下水可再生能力的概念、内涵与度量方法,提出区内地下水可再生维持途径与对策,为解决关中盆地水资源问题和缓解黄河流域水资源危机的研究提供科学依据。专题研究对于丰富水文水资源理论与方法、缓解关中盆地和黄河水资源危机、维持水资源与生态环境良性发展具有重要意义。

为研究和探索地下水环境演化以及地下水可再生性机理理论,本书作者先后承担了“973”项目、国家自然科学基金项目、教育部和国土资源部等部门的相关课题,开展了相关的基础性研究工作,取得了一些初步的研究成果。本书内容是近年来作者在本领域研究工作的总结。

在研究工作期间,得到了中国科学院院士林学钰教授,吉林大学廖资生教授、曹玉清教授、胡宽璐教授,长安大学李俊亭教授的指导,同时还得到了陕西省地质调查院刘方教授级高工,陕西省工程勘察研究院李稳哲总工,陕西省地矿局第二水文地质大队原总工张茂省教授级高工、齐甲林高工,陕西省国土资源厅地质环境处肖平新教授级高工等的支持和帮助。另外,在研究成果中引用了相关资料,在文中已作了注明,在此对上述专家、教授和单位表示衷心感谢。

全书共分八章,各章节的编写分工如下:第 1 章,王雁林、段磊;第 2 章,王文科、王雁林、孔金玲;第 3 章,田华、王文科、杨胜科;第 4 章,王文科、王雁林;第 5 章,孙熠、王文科、

段磊、杨胜科;第6章,王雁林、王文科、段磊、王钊;第7章,孔金玲;第8章,王文科、王雁林、孔金玲。王文科负责全书的统稿工作,研究生杨晓婷参与了野外水位统测工作,麦柳妍、郭振华、杨泽元、马雄德、梁熙枫协助完成了部分图件的清绘工作。

限于作者水平,本书还有许多不完善和欠妥之处,敬请各位专家批评指正。

作者
2005年9月

目 录

前 言

第 1 章 地下水形成的自然条件	(1)
1.1 自然地理条件	(1)
1.2 地质、地貌条件	(3)
1.2.1 地质背景	(3)
1.2.2 地貌条件	(3)
第 2 章 区域地下水分布规律及开发利用现状	(7)
2.1 地下水系统	(7)
2.2 地下水分布规律	(8)
2.2.1 渭河以南山前洪积扇与黄土台塬地下水亚系统	(8)
2.2.2 渭河以北山前洪积扇与黄土台塬地下水亚系统	(9)
2.2.3 渭河冲积平原地下水亚系统	(9)
2.3 地下水补、径、排条件	(10)
2.3.1 补给条件	(10)
2.3.2 径流条件	(11)
2.3.3 排泄条件	(12)
2.4 地下水动态特征	(12)
2.5 地下水化学特征	(13)
2.6 地下水开发利用现状及存在问题	(13)
2.6.1 开发利用现状	(13)
2.6.2 存在问题	(15)
第 3 章 水环境同位素及各水体间的关系	(18)
3.1 大气降水与河水的同位素分布特征	(18)
3.1.1 大气降水的同位素分布特征	(18)
3.1.2 河水的同位素分布特征	(22)
3.2 地下水的同位素分布特征	(23)
3.2.1 潜水同位素分布特征	(23)
3.2.2 承压水同位素分布特征	(26)
3.2.3 岩溶水同位素分布特征	(27)
3.3 水同位素分布特征的影响因素	(27)
3.3.1 雨水同位素分布特征的影响因素	(28)
3.3.2 河水同位素分布特征的影响因素	(28)
3.3.3 地下水同位素分布特征的影响因素	(28)
3.4 各水体间的关系	(29)

3.4.1	雨水与河水之间的关系	(29)
3.4.2	雨水与地下水之间的关系	(30)
3.4.3	河水与地下水之间的关系	(31)
3.4.4	地下水之间的关系	(36)
3.4.5	混合比例的计算	(36)
3.5	地下水氡年龄计算	(37)
3.5.1	经验法	(38)
3.5.2	同位素数学模型法	(38)
3.5.3	大气降水氡浓度的恢复	(41)
3.5.4	模型计算	(44)
3.6	^{14}C 年龄的校正	(47)
3.6.1	基本原理	(47)
3.6.2	模型校正	(47)
3.6.3	三种方法的比较	(49)
3.6.4	岩溶水的区域流速	(50)
第 4 章	地下水动力场演化及环境效应	(51)
4.1	地下水动力场演化	(51)
4.1.1	潜水动力场时空演化	(51)
4.1.2	承压水动力场时空演化	(58)
4.2	地下水动力场演化的环境效应	(63)
4.2.1	引起地面沉降,加剧地裂缝的活动	(63)
4.2.2	诱发滑坡崩塌	(64)
4.2.3	地下水位上升、下降,造成水质恶化	(65)
4.3	影响地下水动力场演化的因素分析	(65)
4.3.1	内在因素	(65)
4.3.2	外部因素	(66)
4.4	变异条件下地下水动力场演化预测	(67)
4.4.1	变异因子的识别	(67)
4.4.2	地下水动力场演化预测	(69)
第 5 章	浅层地下水化学场演化	(74)
5.1	天然水化学场演化特征	(74)
5.1.1	空间演化特征	(74)
5.1.2	时域演化特征	(89)
5.1.3	时空演化的影响因素分析	(104)
5.2	人类释放的环境物质	(111)
5.2.1	地下水中 NO_3^- 含量呈增高趋势	(111)
5.2.2	有毒元素检出	(113)

5.2.3	地下水中磷酸盐与 COD 普遍检出	(113)
第 6 章	地下水资源评价与解析	(115)
6.1	地下水资源评价的原则和依据	(115)
6.1.1	计算分区与原则	(115)
6.1.2	计算方法与依据	(116)
6.2	基于均衡法的地下水资源评价	(116)
6.2.1	地下水补给资源计算	(116)
6.2.2	地下水可采资源计算	(122)
6.3	基于数值模拟的地下水资源评价	(123)
6.3.1	水文地质概念模型的建立	(123)
6.3.2	地下水流数学模型及求解	(126)
6.3.3	数学模型的识别与验证	(127)
6.3.4	基于数值模型的地下水资源评价	(133)
6.4	评价可靠性分析	(135)
6.5	地下水资源解析	(136)
第 7 章	水文地质空间信息系统	(138)
7.1	系统的总体结构	(138)
7.2	系统的基本功能	(138)
7.2.1	空间数据的管理	(140)
7.2.2	空间数据的查询与检索	(141)
7.2.3	应用模型的管理	(141)
7.2.4	空间分析	(142)
7.2.5	空间数据的转换	(144)
7.2.6	系统管理	(144)
7.3	系统的应用	(145)
7.3.1	地下水环境信息的管理	(145)
7.3.2	水文地质要素的叠加分析	(149)
7.3.3	地下水水化学成分分类	(149)
第 8 章	地下水可再生能力及其维持途径	(151)
8.1	地下水可再生能力的理论探讨	(151)
8.1.1	地下水可再生能力的概念与内涵	(151)
8.1.2	地下水可再生能力的特征	(152)
8.1.3	地下水可再生能力的度量	(152)
8.2	地下水可再生能力维持的途径	(153)
8.2.1	优化水源开发利用模式	(154)
8.2.2	调整供水水源结构,实行分质供水与水的循环使用	(158)
8.2.3	实施外调水源模式,合理配置跨流域调水	(159)

8.2.4	构建集约利用的节水型社会体系	(159)
8.2.5	建立健全水资源管理体系,强化水资源管理工作	(160)
8.2.6	调整产业结构,优化区域生产力布局	(161)
8.2.7	充分发挥经济杠杆作用,促进节水	(161)
8.2.8	加强水源涵养建设,推进水资源和生态环境保护	(162)
参考文献与资料		(163)
附图		

第 1 章 地下水形成的自然条件

1.1 自然地理条件

关中盆地位于陕西省中部,东经 $107^{\circ}30'$ ~ $110^{\circ}30'$,北纬 $34^{\circ}00'$ ~ $35^{\circ}40'$ 。研究区是一个三面环山、东面敞开的盆地,西起宝鸡,东至潼关,南依秦岭,北靠北山,东西长约 360 km,南北宽窄不等,东部最宽处可达 100 km 以上,面积约 $1.9 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。海拔高度从西到东渐低,西部海拔 700 ~ 800 m,东部最低处仅 325 m。地形自山区向盆地中心呈阶梯状降落,依次为山前洪积平原、黄土台塬、河谷阶地。渭河自西向东横贯盆地中部,至潼关入黄河。区内自然条件优越,土地肥沃,文化教育事业发达,水资源条件良好,工业城镇密集,区内集中了陕西省 60% 以上的人口和 80% 的工业以及 52% 的耕地,是陕西省政治、经济、文化的中心地带,素有“八百里秦川”之称,也是我国重要的粮棉产区和国家重点建设的“一线两带”地区。同时,关中盆地在我国的交通运输结构中起着承东启西、连接南北的枢纽作用,目前已形成了以铁路为骨架、公路为网络、航空运输为补充的主体格局。由此可见,关中盆地在我国经济建设中具有重要的区位优势。

关中盆地地处中纬度地区,属于温带半干旱、半湿润、季风气候。多年平均气温 $12 \sim 13.6^{\circ}\text{C}$;年降水量 530 ~ 1 000 mm(见图 1-1-1),西部多于东部,南部多于北部;蒸发量 1 000 ~ 1 200 mm;相对湿度 61% ~ 72%,潮湿系数 0.6 左右,湿度适中。降雨空间分布特点是:秦岭山前年降水量 850 ~ 1 000 mm,渭河冲积平原 530 ~ 600 mm,渭北黄土台塬 550 ~ 750 mm。降水量年际与年内分配不均,年内降水量主要集中在 7、8、9 三个月,其降水量占全年的 45% 左右(见图 1-1-2)。关中盆地一年中的降水量多为双峰型,双峰多出现在 7 月和 9 月份。

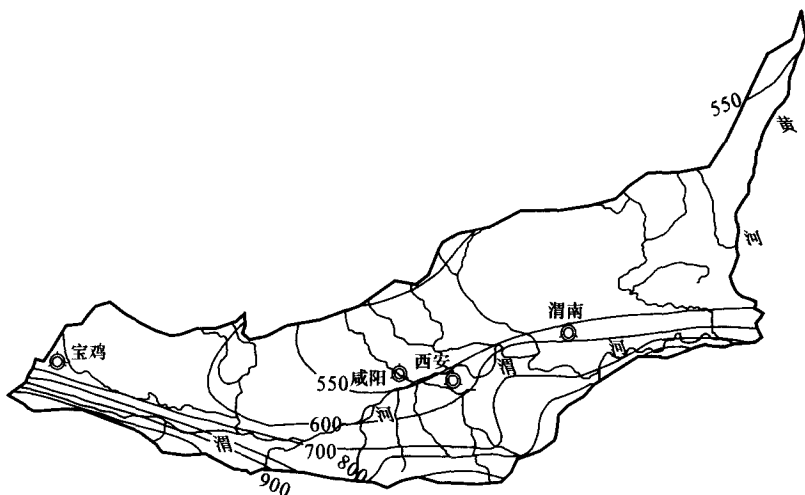


图 1-1-1 关中盆地西安站多年(1956 ~ 2003 年)平均年降水量分布图

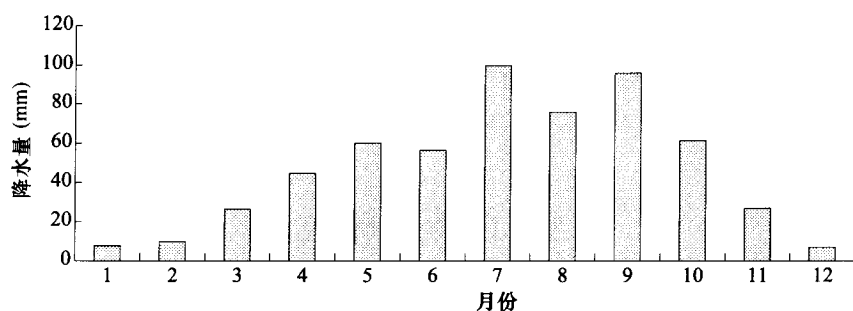


图 1-1-2 关中盆地西安站多年(1956~2003 年)平均月降水量分布图

关中盆地河流主要是渭河水系(如图 1-1-3 所示)。黄河流经盆地的东界,由北而南至潼关纳渭河后转向东流,黄河出龙门基岩峡谷后,河谷开阔,流速顿减,泥沙大量沉积,形成了大片的高低河漫滩地。黄河由龙门至潼关向东入河南段,在关中盆地境内河长 140 km,龙门站多年平均年径流量 $330 \times 10^8 \text{ m}^3$,潼关站多年平均年径流量 $419 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。渭河是本区的最大河流,流出宝鸡峡后,河谷变宽,河床蜿蜒曲折,其多年平均年径流量为 $101.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ (包括泾、洛河),渭河年径流量变化较大(见图 1-1-4),最大为 $187.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ (1964 年),最小为 $17.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ (1995 年)。渭河入境后接纳了由南、北而来的近百条大小支流,南岸源于秦岭的支流平行密布,向有“七十二峪”之称,主要有清姜河、石头河、汤峪河、黑河、涝河、沔河、赤水河、罗敷河等,这些河流径流较短、水流急,水位和流量受降水影响大,在山前洪积扇地区多渗漏补给地下水,是地下水的主要补给源。北岸支流较少,源于或穿越北山,主要有千阳河、漆水河、泾河、清峪河、石川河、洛河等,这些河流源远流长,河水具有暴涨暴落、含沙量大的特点。

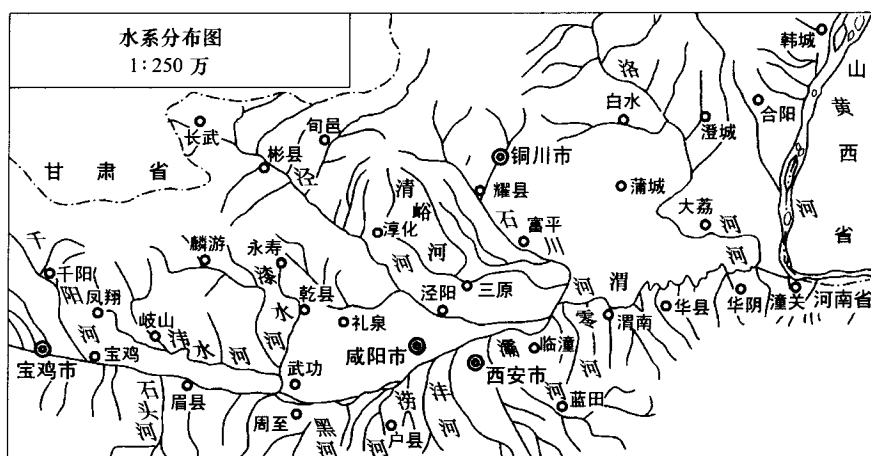


图 1-1-3 关中盆地水系图(据陕西省地矿局第一水文地质队,1979)

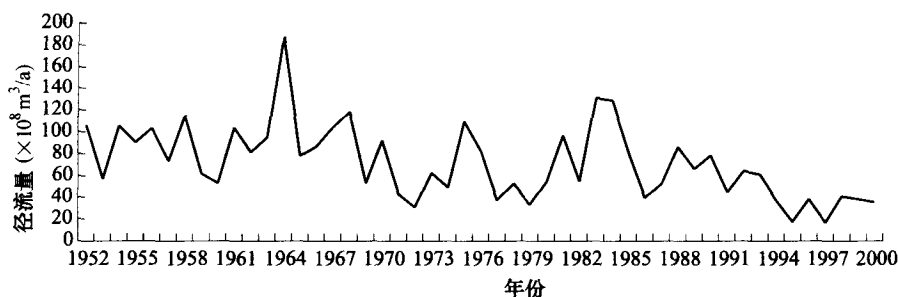


图 1-1-4 渭河华县站实测年径流量过程曲线图

1.2 地质、地貌条件

1.2.1 地质背景

关中盆地为一新生代断陷盆地。南侧边界紧邻秦岭褶皱带,北侧边界以北山为界,东端受黄河排泄,使地下水与汾河流域切断联系,成为一个独立的水文地质单元。山区与盆地两种构造单元以区域性断裂带为界,自南、北边界向盆地中心构成地堑之阶梯。晚始新世盆地开始凹陷,中新世至上新世继续沉降,堆积了巨厚的第三系河湖相碎屑岩建造。进入第四系后继续沉降,堆积了较厚的第四系松散堆积物,厚度达七八百米,下为第三系。地下水主要赋存于第四系松散岩类中。

盆地内第四系发育且分布广泛,从下更新统至全新统为一套完整的陆相沉积。盆地中部早期以湖积、冲湖积为主,晚期则以冲湖积、冲积为主;盆地边缘以冲湖积、洪积与黄土相互交替覆盖,构成多次沉积旋回。概括起来关中盆地比较明显的特点是:多数地层下部都下伏有河湖相沉积物;受新构造运动的影响,近代冲积层形成多级阶地,洪积层形成洪积物与黄土交互覆盖的洪积扇群;除现代河漫滩、一级阶地、洪积堆积区外,均覆盖了不同厚度的黄土。关中盆地地层岩性见表 1-2-1。

1.2.2 地貌条件

受地质构造控制,从南、北山前到盆地中心,呈阶梯状依次分布有山前洪积扇、黄土台塬、冲积平原等地貌类型(见图 1-2-1)。在渭河和洛河之间的阶地上,还分布有一狭长沙丘地形。具体可分为河谷阶地、黄土台塬、洪积平原和沙丘四个地貌单元。

1.2.2.1 渭河及其支流河谷阶地

渭河及其支流两岸的阶地最高为五级,阶地呈不对称分布。一、二级阶地比较发育,阶面平坦开阔,二级以上的各级阶地上均有不同时期的黄土覆盖,形成上为黄土堆积下为河流冲积的二元结构。三至五级阶地主要分布在宝鸡至眉县和西安一带及灞河东岸、千河东岸。黄土覆盖具有一定的规律,二级阶地上的黄土中含 1 层古土壤,三级阶地含 3~5 层,四级阶地含 6~8 层,五级阶地含 16~17 层。各阶地间的接触关系均为陡坎接触,只在西安以东渭河北岸呈缓坡接触。

表 1-2-1 关中盆地地层岩性表(田春声等,1995)

系	统	组	岩性主要特征
第四系	全新统 Q_4		下部为一级阶地的冲积层(alQ_4^1)和一级洪积层(plQ_4^1)。冲积层的上面是砂质黏土、黏质砂土(2~10 m),下面是砂、砂卵石夹黏土砂土(10~80 m);洪积层为砂砾石、漂石及砂质黏土互层(10~20 m) 上部为冲积层(alQ_4^2),以砂、砂砾石为主;洪积层(plQ_4^2)为砂砾石、漂石、碎石及泥砂堆积物;风沙堆积层($colQ_4^2$)主要是细砂、粉砂夹黏质砂土,分布在渭河和洛河间;沼泽化学堆积层($h+chQ_4^2$)以砂质黏土为主,分布于富平的刘集、施家镇间的卤泊滩及大荔盐池洼地(5~28 m)
	上更新统 Q_3	乾县组	冲积层(alQ_3):砂质黏土、黏质砂土、砂、砂砾石,分布在渭河及支流二级阶地底部;冲洪积层($al+IQ_3$):砂质黏土、黏土及砂砾石,其上覆盖马兰黄土;洪积层(plQ_3):砂质黏土、砂砾石及漂石;风积黄土($colQ_3$):即所谓的“马兰黄土”,淡黄色,质地疏松,夹1~2层古土壤,分布在渭河二级阶地以上各单元
	中更新统 Q_2	泄湖组	风积黄土($colQ_2$):浅黄、棕黄色黄土状砂质黏土,含钙质结核,夹8~16层古土壤,分布在黄土塬区;冲洪积层($al+IQ_2$):砂质黏土、黏质砂土、黏土与砂、砂砾卵石互层;洪积层(plQ_2):砂质黏土、黏质砂土及含泥较多的砂砾石、漂石 下部:风积层,褐红色致密黄土状砂质黏土,含8~9层古土壤,分布于灞河五级阶地;冲积层,砂砾卵石、砂砾石与黏土、砂质黏土互层,分布于千河以西渭河五级阶地、礼泉、大荔、渭河南岸的黄土塬 上部:风积层是褐黄色黄土状砂质黏土,夹3~4层古土壤;冲积层为河流相砂、砂砾卵石、砂质黏土、黏质砂土,分布在渭河及支流的三、四级阶地
	下更新统 Q_1	三门组	冲积层(alQ_1):砂砾卵石及黏土、砂质黏土,分布在宝鸡峡石河至千河之间的渭河五级阶地底部、千河至常兴之间的黄土塬底部,只在阶地或塬前陡坎处出露;冲洪积层($al+IQ_1$):下部为浅色的细砂、粉砂与黏土、砂质黏土,上部为深色的黏质砂土、砂质黏土夹细砂;洪积层(plQ_1):为砂砾石、漂石、卵石、碎石与砂质黏土、黏质砂土、黏土互层;风积层($colQ_1$):淡棕红、橘黄色黄土状砂质黏土,分布在二级黄土台地和黄土丘陵的下部
第三系	上新统 N_2	蓝田组	深红色黏土,棕红、灰白色砂砾岩,黏土含丰富的钙质结核及灰绿色团块。主要分布在宝鸡、蒲城到合阳地区与灞河两岸
		灞河组	橘黄色砾岩、砂岩和棕黄色砂质泥岩、棕红色泥岩互层,分布在泄湖镇以南灞河的左岸,灞河的右岸向东至蓝田、蔡家坡、眉县一带
	中新统 N_1	寇家村组	下部为砂岩与砂砾岩互层、橘黄色砂质泥岩,上部为淡棕红色砂质泥岩及泥岩互层。分布在沿灞河两岸
		冷水沟组	紫红色泥岩及砂岩互层,分布在临潼西南沟谷中
	始渐新统 E_{2-3}	白鹿塬组	分布在蓝田地区的灞河两侧。为灰白色厚层砂岩夹紫红色泥岩
	始新统 E_2	红河组	分布于骊山的西侧和南侧的冷水沟及支家沟上游的常家村、红河上游的吉家湾一带。为紫红色泥岩、砂质泥岩及细砂岩互层

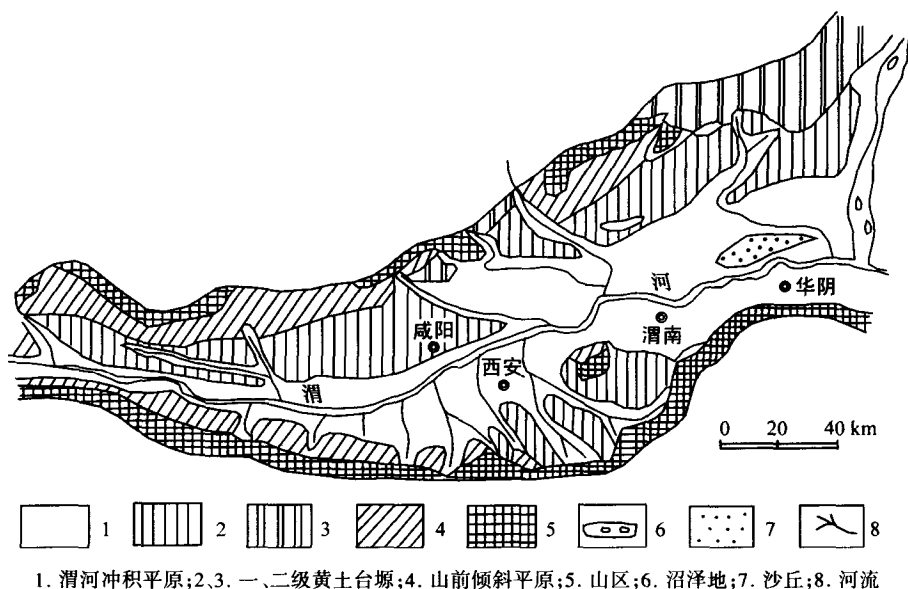


图 1-2-1 关中盆地地貌图

1.2.2.2 黄土台塬

区内黄土台塬分布面积广。按其塬面高程、形态、组成物质及下伏基底构造,可划分为一级黄土台塬和二级黄土台塬。

一级黄土台塬:塬面较低(500~900 m),面积广,分布连续。塬面平坦,多呈阶状地形,塬面上洼地发育,与河谷平原为陡坎接触。组成物质上部是 80~120 m 厚的黄土,夹有多层古土壤;下部是下更新统的冲、洪、湖相等沉积物。

二级黄土台塬:塬面较高(600~1 000 m),塬面洼地和冲沟发育,与一级黄土台塬或高阶地呈陡坎接触。组成物质上部是 60~120 m 厚的黄土,且西部厚、东部稍薄,夹有多层古土壤;下部是第三系或第三系基岩。

根据下伏地层可以分为:①下伏洪积相的黄土台塬,如扶风、蒲城—富平、渭南、潼关等黄土台塬的后部,地势高,分布广,起伏大;②下伏河湖相的黄土台塬,如乾县、礼泉、渭南等黄土台塬,地势低,塬面平坦开阔,分布有洼地;③下伏湖沼相的黄土台塬,仅分布在蒲城—富平黄土台塬的前部,地势低缓,塬面洼地发育;④下伏第三系泥岩的黄土台塬,分布在宝鸡、蓝田一带,塬面起伏大;⑤下伏第三系基岩的黄土台塬,分布在澄城、马额塬以北的黄土台塬,塬面起伏大,冲沟发育,切割强烈。总体上说,以漆水河为界,漆水河西部的黄土台塬塬面较为破碎,沟谷深切;东部的黄土台塬塬面较平整,塬内洼地密布。

1.2.2.3 洪积平原

该地貌主要分布在秦岭、北山山前一带。洪积扇互相连接成群,形成带状分布的洪积群或山前倾斜平原。秦岭山前洪积扇具有时代新、洪积物颗粒粗、厚度大的特点;北山山前洪积物粗颗粒较细,主要为砾石、砂、砂质黏土交互堆积,上面还覆盖有黄土及黄土状砂质黏土。根据地表形态、组成物质和结构特征,洪积扇结构类型可划分为埋藏型洪积扇和内迭或上迭型洪积扇。

埋藏型洪积扇:秦岭山前和北山山前洪积扇由于构造运动长期下沉,新洪积扇超覆在老洪积扇之上,形成了掩埋式或埋藏型洪积扇。组成物质自下而上由下更新统到全新统的含泥砂卵石、砂、砂质黏土层迭置而成。秦岭山前埋藏型洪积扇分布在周至到长安和华县、华阴地区。北山山前埋藏型洪积扇分布在富平县曹村镇至蒲城县美原镇、乾县、礼泉一带。组成物质为含泥的砂砾卵石及含砂砾的砂质黏土、黄土状土互层。

内迭或上迭型洪积扇:分布在眉县槐芽及岐山、扶风一带。由于哑柏—岐山断层的影响,新构造运动上升比较强烈,洪积扇被水流侵蚀切割,扇面成阶状地形,老洪积扇分布在较高部位,新洪积扇位于低处,组成内迭式洪积扇。组成物质上部为黄土及黄土状土,下部为含泥的砂卵石。

1.2.2.4 沙丘

该地貌主要分布在渭河和洛河之间的一级阶地上,东西长 30 km,南北宽 6 ~ 10 km。沙丘是由古渭河、洛河河道迁移起沙,经风吹扬而引起的。沙丘面积大约 250 km²,厚 20 ~ 30 m,主要由细沙组成。

第 2 章 区域地下水分布规律及开发利用现状

2.1 地下水系统

关中盆地是新生代断陷盆地,沉积了巨厚的陆相松散堆积物,蕴藏着丰富的地下水,尤其以第四系为重要的含水层,是储运地下水的良好场所。渭河横贯其中,地势低平,雨量适中,含水层分布广而连续,补给条件好,水资源较丰富。南北两侧山区,地下水接受补给后均向盆地中心汇集。从地质、地貌及水文地质条件来看,构成了一个完整的盆地型地下水流系统。从系统论角度出发,地下水系统是由若干具有一定独立性而又相互联系、相互影响的不同等级的亚系统或次亚系统组成,它是水文系统的一个组成部分,与降水和地表水系统存在密切联系,互相转化,地下水系统的演化,很大程度上受输入与输出系统的控制(陈梦熊、马凤山,2002)。

根据上述定义和关中盆地含水层系统水动力条件、补排关系等,将关中盆地浅层地下水系统划分为三个亚系统,即渭河以南山前洪积扇与黄土台塬地下水亚系统、渭河冲积平原地下水亚系统和渭河以北山前洪积扇与黄土台塬地下水亚系统(如图 2-1-1 所示),三个亚系统之间相互关系见图 2-1-2。上述结构主要反映了第四纪潜水与承压含水层的结构变化、不同介质含水水体地下水相互转化关系、各亚系统之间的联系,以及输入、输出系统的相互交换作用。

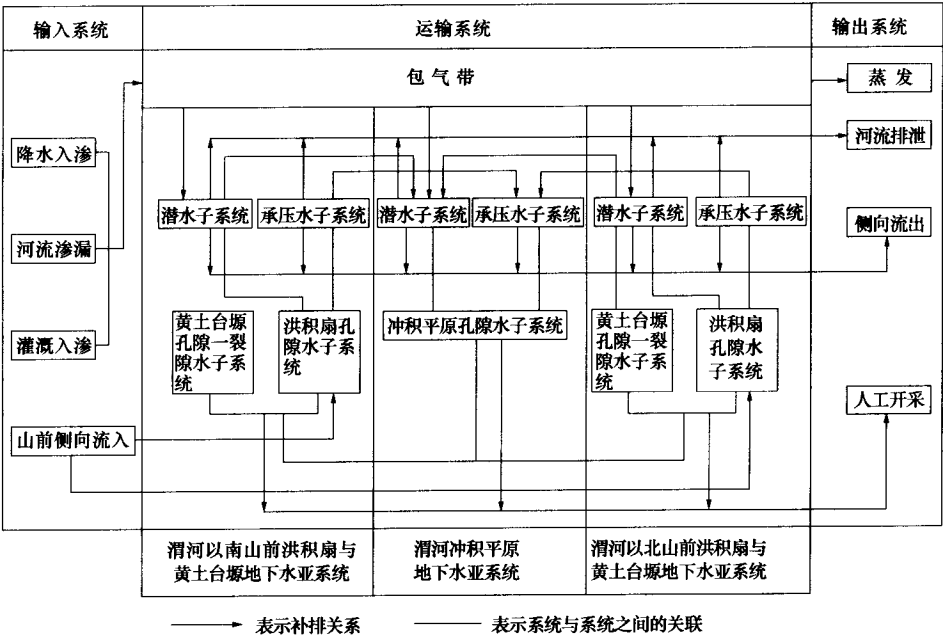
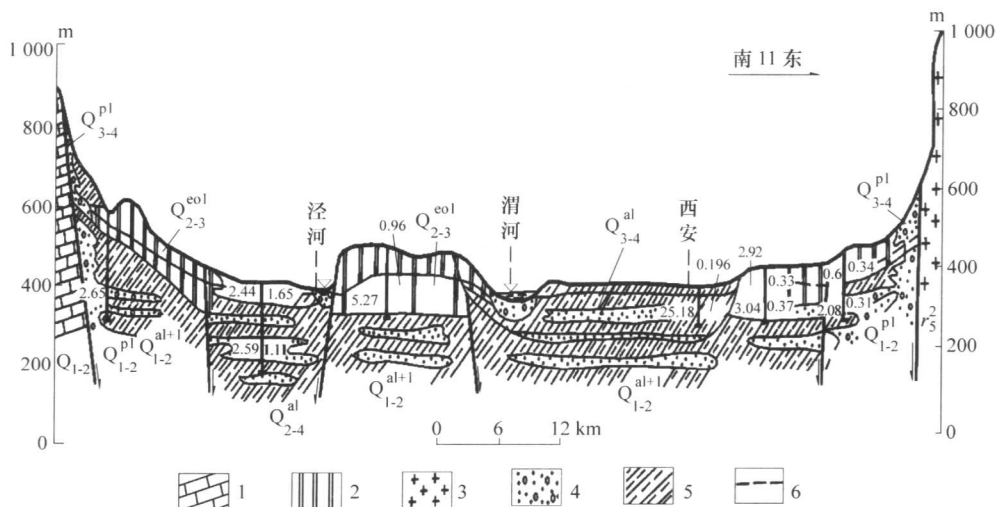


图 2-1-1 关中盆地地下水系统图



1. 灰岩; 2. 黄土; 3. 花岗岩; 4. 砂砾卵石; 5. 黏土层; 6. 地下水位
图 2-1-2 关中盆地水文地质剖面图(地质矿产部兰州水文地质工程地质中心)

2.2 地下水分布规律

2.2.1 渭河以南山前洪积扇与黄土台塬地下水亚系统

渭河以南山前洪积扇与黄土台塬地下水亚系统含水层主要为中更新统一全新统砂、砾卵石层和中更新统上部黄土及古土壤。由于秦岭断块的强烈翘起及渭河盆地的下陷,在秦岭山前形成很大的高差,尤以断凹部(周至—户县段、华县—华阴段)为剧(周宗俊,1985)。山前洪积物的堆积以快速加积作用为主,颗粒粗,含泥量小,沉积厚度大。岩性等可进一步分为中更新统洪积层($p1Q_2$)、上更新统(冲)洪积层,除上更新统坡风积层分布于山坡一带外,其余各洪积层和冲洪积层均迭置于平原之中,仅仅是老的埋藏于下,新的迭覆其上,形成上下层迭关系。岩性为砾卵石含漂石、砂砾石及亚黏土互层。亚黏土的分布范围、层次及厚度均与沉积水道变迁及水量大小有关。由于长期沉降的古环境,各时期的洪积物都是加积作用造成,进积或退积作用微弱,故粗细颗粒交互带变化不大,演化不宽。总的沉积特征是:①从山前至平原(扇顶至扇缘)沉积颗粒由粗变细,由单一砾卵石含漂石、砂砾石变为多层砂砾石、亚黏土粗细相间;②水流外泄的河道堆积以粗粒相为主,间歇性水流的沟谷堆积以细粒相为主,混杂粗粒物质,两侧沟壑扇地时长时短而沉积物以细为主,间夹杂乱无章的粗粒物质,形成含水条件较差的洪积平原;③洪流沟道的变迁受水文因素及沉积环境的控制,水道随时变迁,水道充填层序一般向上变细变薄,故在剖面上多出现透镜体或叶状体。这些特点控制了地下水的储存与分布(王文科,2001)。

秦岭北侧水系众多(俗称“七十二峪”),呈羽状平行密布,源短流急,水流清澈,河床都为砂、石质,透水性极强,一些河流出峪口不远便全部潜入地下,河床出现断流。据实测,