



“九五”国家重点科技攻关项目

“西北地区水资源合理开发利用与生态环境保护研究”系列专著

关中地区

水资源合理开发利用与生态环境保护

史 鉴 陈兆丰 邢大韦 司全印 韩天运
等编著



黄河水利出版社

“九五”国家重点科技攻关项目(96-912)
“西北地区水资源合理开发利用与生态环境保护研究”
系列专著

编辑委员会

主 任	董哲仁				
副 主 任	陈明忠	王伟中	王 浩		
顾 问	徐乾清	陈志恺	刘昌明	张宗祜	石玉林
委 员	(以姓氏笔画为序)				
	王美婷	邓湘汉	卢 琼	田二垒	田保国
	孙 洪	孙 浩	刘恩宝	吴 娟	李玉方
	陈双凤	沈建忠	陈敏建	陈霁巍	杭及钦
	殷 芳	高锦曦	韩天运		

本课题各研究专题承担单位及人员

专 题 名 称:关中地区水资源潜力及承载力研究(96-912-05-01)

承 担 单 位:陕西省水资源管理办公室

专 题 负 责 人:陈兆丰 任耀根

主 要 完 成 人:陈兆丰 任耀根 赵 静 寇宗武 王伯阳 薛惠锋
杨新民

参 加 人 员:史登武 卫建新 韩广钧 文幅英 陈芳莉 葛芬莉
刘长礼 张春玲 赵 红 赵 洁 赵耀东 赵碧波
邓家驹 杨伟楠 刘永刚 刘安强 李怀恩 张岁岐
沈 冰 贾 嵘 蒋晓辉 薛小杰

报 告 执 笔 人:陈兆丰

专 题 名 称:关中地区水资源优化配置研究(96-912-05-02)

承 担 单 位:西北水利科学研究所

专 题 负 责 人:邢大韦 席思贤

主 要 完 成 人:邢大韦 李佩成 沈 冰 席思贤 孙怀玉 马贺平
张玉芳 粟晓玲 刘明云

参 加 人 员:贾 嵘 黄 强 蒋晓辉 刘海江 蔡明科 马贞蕊
冯天源 王文科 杨宗岳 范 杰 朱 刚 白新峰
吴君丽 申 平 管海晏

报 告 执 笔 人:邢大韦

专 题 名 称:关中地区水污染控制与生态环境保护研究(96-912-05-03)

承 担 单 位:陕西省环境科学研究设计院

专 题 负 责 人:司全印 周孝德 金奇庭

主 要 完 成 人:司全印 冉新权 周孝德 金奇庭 马乃喜 林国富
张志杰 仵彦卿

参 加 人 员:王西琴 宋 策 白 丹 胡志斌 尹怀庭 马俊杰
张承中 黄庭林 韩延庆

报 告 执 笔 人:司全印

总 序

我国水资源问题十分严峻,水资源短缺越来越成为我国经济社会发展的制约因素。党中央把水资源可持续利用提高到我国经济社会发展的需要予以高度重视。江泽民总书记指出:“水是人类生存的生命线,是经济发展和社会进步的生命线,是实现可持续发展的重要物质基础。”朱镕基总理在阐述实施西部大开发,促进地区协调发展时指出:“把水资源的保护、节约和开发放在突出位置,加强规划,合理配置,努力提高水的利用效率。”

西北地区国土面积占全国的三分之一强,是我国土地最辽阔的区域,光热条件较好,矿产资源种类多、储量大,在全国具有举足轻重的地位。但是,由于自然、历史、经济、社会等诸多原因,导致西北地区经济发展缓慢,与全国的差距越拉越大。对于西北干旱、半干旱地区,社会经济最大制约因素是水资源以及因缺水造成的十分脆弱的生态环境。因此,为使西北地区能得以可持续发展,必须高度重视其水资源的承载能力问题,要把水资源的合理开发、高效利用、优化配置、全面节约、有效保护和综合治理放在突出的位置。水利在西部大开发中责任重大,必须先行。

“九五”国家重点科技攻关计划“西北地区水资源合理开发利用与生态环境保护研究”项目,从资源水利的思路出发,针对西北地区生态环境极端脆弱的特点,将水资源与经济、生态三者联系起来统一研究,探求水资源同时作为国民经济发展的物质基础和生态环境系统中最活跃因子的相互依存、相互制约的定量关系与转化规律。经过多学科联合攻关,该项目提出了内陆河流域的水资源二元演化模式及基于这一模式的水资源评价层次化体系;系统评价了西北地区地表水与地下水资源;初步揭示了干旱区水分—生态相互作用机理,建立了干旱区生态需水量的计算方法;提出了干旱区水资源承载力计算方法及重点区不同发展阶段的水资源承载力;对西北干旱区 20 世纪 70 年代以来水资源与生态系统相互演变关系进行了研究,并取得了具有新意的成果;提出了针对西北生态脆弱地区的水资源合理配置方案和水资源可持续利用的整体战略建议。经科技部组织的验收委员会验收,项目全面完成并部分超额完成考核目标及主要技术经济指标,研究成果整体上达到国际领先水平。这不仅为这一区域 21 世纪可持续发展战略的制定提供了第一手材料,还为本区域从工程水利向资源水利,从传统水利向现代水利、可持续发展水利转变,通过水资源的优化配置,满足经济社会发展的需要,以水资源的可持续利用支持经济社会的可持续发展,实行面向西北生态经济建设的资源水利发展战略,提供了强有力的科技支撑。

“西北地区水资源合理开发利用与生态环境保护研究”项目成果系列专著的出版,恰逢其时,希望能为我们的西部建设提供些理性思维。热切希望社会各界,为中国水利事业的发展献计献策,继续给予关心和支持。

汪恕诚

2002.6.16.

总 前 言

改革开放以来,国家在水资源领域的应用基础研究方面,组织大批科研力量,先后开展了“六五”、“七五”、“八五”和“九五”四期国家重点科技攻关计划项目。通过联合攻关研究,搞清了我国建设社会主义现代化进程中面临的许多影响重大的水问题,取得了一大批在国内外有影响的、具有国际先进水平的成果,大大推动了我国水资源学科的进步。国家重点科技攻关计划已成为我国水资源领域科学进步的里程碑。“六五”攻关项目确定了水资源量的评价方法,并对华北地区的地表、地下水资源量达成了共识;“七五”攻关项目的主要进展是基本摸清了华北地区大气水、地表水、土壤水和地下水的“四水”转化规律,并相应提出了地表水、地下水联合优化调度的方法并用于实际;“八五”攻关项目的主要进展是将水资源开发利用与区域宏观经济联系起来研究,提出了基于宏观经济的水资源优化配置的理论与方法,并对解决华北地区水资源短缺问题进行了具体的方案研究。

“八五”后期,水利部和中国科学院提出在西北地区开展水资源与生态环境方面的应用基础技术研究,得到科技部的大力支持和各有关方面的积极响应。经过专家充分论证,科技部把“西北地区水资源合理开发利用与生态环境保护研究”列为“九五”国家重点科技攻关计划项目,由水利部、中国科学院和国土资源部作为项目主持部门,组织跨部门、多学科联合攻关。参加攻关的有水利部、中国科学院、国土资源部等所属的研究院所、高等院校、生产管理单位等 43 个,参加攻关人员有 450 余人,其中有高级职称的 256 人。项目研究区包括西北陕、甘、宁、青、新五省(区)全部,外加内蒙古自治区西部两个盟,按重点地区划分新疆、甘肃河西走廊、青海柴达木盆地、陕西关中、宁夏各为一个课题,另外设立一个总课题,兼顾内蒙古西部。本着国家攻关项目面向国民经济主战场的宗旨,项目分为两期滚动进行,共分 6 个课题 26 个专题开展研究。

本次“九五”攻关,是国家在西北干旱半干旱地区开展的第一个水资源专项研究。针对干旱区生态环境极端脆弱的特点,在以往攻关成果的基础上,进一步将水资源与经济、生态三者联系起来统一研究,以明确水资源同时作为国民经济发展的物质基础和生态环境系统中最活跃因子的相互依存、相互制约的定量关系与转化规律,为这一区域的 21 世纪可持续发展战略的制定提供第一手的依据。

经过 4 年的多学科联合攻关,项目整体上取得了 10 个方面的突出成果:一是提出了内陆河流域的水资源二元演化模式;二是提出了基于二元模式的水资源评价层次化体系;三是提出了干旱区水分—生态相互作用机理;四是建立了干旱区生态需水量的计算方法;五是提出了针对西北生态脆弱地区的水资源合理配置方案;六是提出了干旱区水资源承载能力计算方法及重点区不同发展阶段的水资源承载力;七是第一次大规模引入遥感信息和 GIS 技术,对西北干旱区水资源与生态系统相互关系进行了研究;八是系统进行了三分之一国土面积上的水资源评价;九是在地下水方面结合近年钻孔资料填补了空白区,按潜水与承压水分别进行了重新评价,提出了地下水资源量及其分布和可开采量及其分

布;十是提出了西北地区水资源可持续利用的整体战略,包括区域发展战略、生态环境保护战略、水资源开发利用战略。上述 10 个方面的攻关成果,使水资源利用和生态环境研究的整体水平上了一个新的台阶,不仅为这一区域 21 世纪可持续发展战略的制定提供了第一手材料,还为本区域从传统水利向现代水利转变,实行面向西北生态经济建设的资源水利发展战略,提供了强有力的科技支撑。项目通过了科技部组织的验收,验收专家组认为研究成果整体上达到国际领先水平。

为了使已取得的成果在西部大开发中发挥更大作用,为西部建设提供科学依据,并在实践中不断深化,水利部与中国科学院、国土资源部等有关部门决定在攻关成果报告的基础上,进行修改和提炼,编辑出版这套系列专著,共由如下专著组成:

系列专著之一 《西北地区水资源合理配置和承载能力研究》

系列专著之二 《新疆经济发展与水资源合理配置及承载能力研究》

系列专著之三 《河西走廊水资源合理利用与生态环境保护》

系列专著之四 《柴达木盆地水资源合理利用与生态环境保护》

系列专著之五 《关中地区水资源合理利用与生态环境保护》

系列专著之六 《宁夏水资源优化配置与可持续利用战略研究》

由科技部和项目组织部门聘任的项目专家指导委员会在对项目的咨询、论证、检查、评估、验收等工作中发挥了重要作用。项目专家指导委员会成员为:主任委员徐乾清;副主任委员陈志恺、刘昌明、张宗祜;委员石玉林、于景元、许越先、许新宜、夏训诚、段永侯、李玉山、贾泽民、辛奎德、梁瑞驹。对专家们的辛勤劳动表示衷心的感谢和崇高敬意。

项目管理办公室在项目组织部门的领导下,负责项目执行的日常管理工作。先后参加项目办工作的有陈霁巍、邓湘汉、刘健、田二垒、冯仁国、王瑞江、白星碧、谢丁晓、殷芳、卢琼、吴娟、杜官印等。

科技部农村与社会发展司和中国 21 世纪议程管理中心的领导和专家对该项目的开展给予了大力的支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编辑出版时间仓促,难免有不足和错误之处,敬请读者批评指正。

**“西北地区水资源合理开发利用与生态环境保护研究”
项目管理办公室**

2002 年 4 月

序

黄河流域是中华民族的重要发祥地之一,黄河哺育了中国灿烂的古代文明。陕西省是黄河流域的重要组成部分,特别是关中地区,历史上先后有周、秦、汉、隋、唐等 13 个朝代在此建都,现在是全省政治、经济、文化最集中的地区。这里人口密集、工农业发达,旅游资源丰富,科技、教育实力雄厚。关中地区人口约占全省 60%,但国民生产总值占全省 70% 以上,工业产值占全省 80% 以上,农业产值、粮食产量、水果产量均占全省 2/3 以上,对全省有着举足轻重的作用。但是,关中地区水资源匮乏,人均占有水资源量是全国的 17%,全省的 30%;亩均水资源量是全国的 15%、全省的 34%。可以说,关中是资源性缺水的贫水地区,水资源不足严重制约着区域社会经济发展。

关中地区水资源的特点:一是时空分布不均匀。全年降雨量的 60%~70% 集中在 6~9 月。二是区域分布不均匀。渭河以南自产地表水资源占全区 70%,可耕地与人口分别是全区的 25% 与 41%;渭河以北自产地表水资源仅占全区 30%,而耕地与人口却占全区的 75% 和 59%。三是河流含沙量大,河道、水库淤积严重。所有这些,是形成旱、涝灾害频繁发生的主要原因,也加大了水资源开发与利用难度,进而使水的供需矛盾更为突出。

新中国成立后 50 年水利事业不断发展,取得了巨大的成绩。关中地区建起了十几万处水利工程,形成了蓄、引、提相结合的供水体系,由水利工程年提供的水量达 50 亿~60 亿 m^3 。但从目前情况看水利工程提供的水量还满足不了快速发展的国民经济各部门对水的需求,供水不足将长期影响关中地区的发展。

当前我国改革开放和社会主义现代化建设已进入一个新的发展阶段,江泽民总书记提出的“西部大开发”已开始实施。我们必须抓住这个难得的机遇,搞好陕西省,特别是关中地区的水利基础设施建设,贯彻“科教兴国”、“科教兴水”战略以及可持续发展战略,使水资源合理开发利用,生态环境得以治理保护,基本满足日益增长的社会经济发展对水的需求。

“西北地区水资源合理开发利用与生态环境保护研究”,被列为“九五”国家重点科技攻关项目,既表明了国家对西北地区水资源与生态环境的高度重视,也显示出西北地区水资源缺乏与生态环境脆弱的严重性。“关中地区水资源合理开发利用与生态环境保护研究”是该攻关项目的课题之一。在此课题研究中,省政府非常重视,主管领导亲自抓,各职能部门具体落实。广大科研人员深入实地调查研究,摸清情况,收集了大量的实测资料和已有的成果。在认真汲取以往成果和经验的基础上,通过实体分析和模型分析相结合、定性分析和定量分析相结合的方法,做了大量深入细致的研究工作,保证了课题按时完成,并达到了较高水平。

这次将这些科研成果以专著出版,目的在于把这些成果推荐给读者,并期望得以推广应用,以提高水资源合理开发利用的水平,保护生态环境,加速关中地区经济增长步伐,推动关中地区社会发展和生态环境改善。

陈宗兴

2000年11月28日

前 言

20 世纪 60 年代以来,水问题在世界范围越来越突出,随着经济的发展和人口的增长,水资源的开发、利用、管理和保护的研究,越来越受到各国政府和科学家的重视。从“六五”至“八五”,华北水资源的研究就列入国家科技攻关计划,前后历经 15 年,从水资源形成、转化,到宏观经济、水资源规划等进行了大量的工作。与此同时,沿海开放地区及城市水资源研究,也取得了一批重要的成果。在环境保护方面,“七五”、“八五”期间,河流水质标准及污染物控制等都列入国家科研项目。陕西省从 80 年代初就开展全省地表水与地下水的评价工作,1985 年完成全省水资源评价;80 年代末与 90 年代中,分别编制了关中地区与全省的水中长期供求计划。还完成了一些单项的规划与环境保护方面的研究工作。近 20 年来,水资源开发利用与生态环保方面的研究工作,取得了一批成果,积累了丰富的资料,锻炼了一支队伍,为进一步的研究打下了良好的基础。

1994 年 3 月,国务院通过的《中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书》指出:“缓解水资源短缺对社会、经济活动的制约问题,尤其是如何解决华北及胶东地区、辽宁省中南部、西北地区以及一些沿海城市的长期供水短缺问题,已成为中国政府急迫解决的一个战略问题。”国内外的经验表明,为了保证经济发展和环境保护及改善的需要,必须先对水资源合理开发利用与科学配置进行深入的论证。90 年代,我国提出经济建设的战略重点向中西部转移。针对西北缺水干旱和生态环境恶劣的特征,原国家科委将“西北地区水资源合理开发利用与生态环境保护研究”列入“九五”国家重点科技攻关项目。

“关中地区水资源合理开发利用与生态环境保护研究”,是上述“九五”国家重点科技攻关项目六个课题之一。本课题共三个专题,由水利部国际合作与科技司和陕西省科学技术厅共同主持。组织全省有关行政事业单位、大专院校、设计科研院所科技人员,进行跨部门、多学科联合攻关。该课题于 1997 年 7 月启动,经过近两年的努力工作,于 1999 年 4 月全面完成。经专家鉴定委员会对成果的全面鉴定,三个专题成果总体达到国际先进水平,部分成果达到国际领先水平。课题共提交研究报告 21 份。其中,课题研究报告 1 份,专题研究报告 3 份,子题研究报告 17 份。研究中,已发表论文 25 篇,其中博士论文 1 篇,专著 2 本。攻关成果应用所创造的经济、社会和环境效益是长期和巨大的,其影响也将是深远的。

为了使已取得的成果在“西部大开发”中发挥更大的作用,并在实践中不断深化,给后人留下一份宝贵的科学财富,主持部门决定编辑出版课题专著。课题专著由课题主要完成人组织编写,对原专题报告进行了提炼和深化。

由于参加专题与子题研究人员较多,在此不能一一列举,对他们的辛勤工作表示感

谢。同时,对所有检查与指导过课题研究工作的专家与领导表示感谢。

由于时间仓促,加之水平有限,难免有不足和错误之处,敬请读者批评指正。

编著者

2000年10月

目 录

第一章 关中地区概况及研究区划分	(1)
第一节 自然背景.....	(1)
第二节 社会经济.....	(4)
第三节 水资源研究分区.....	(5)
第二章 关中地区水资源评价	(7)
第一节 分区年降水量.....	(7)
第二节 地表水资源量.....	(9)
第三节 地下水资源量	(16)
第四节 水资源总量	(24)
第五节 水资源可利用量	(26)
第六节 水质和泥沙	(30)
第七节 水资源的时空变化	(35)
第三章 关中地区水资源开发利用与潜力分析	(42)
第一节 各类工程供水现状	(42)
第二节 各部门用水现状及用水趋势分析	(43)
第三节 不同水平年水资源供需平衡分析	(47)
第四节 水资源潜力分析	(51)
第四章 关中地区水资源承载力研究	(64)
第一节 水资源承载力研究的思路与步骤	(64)
第二节 水资源承载力多目标分析决策模型	(68)
第三节 关中水资源承载力评价结论	(72)
第五章 关中地区水资源的优化配置	(78)
第一节 水资源优化配置的必要性	(78)
第二节 水资源的优化配置方略	(83)
第三节 水利供水工程优化配置方案	(97)
第六章 关中地区水资源保障体系	(107)
第一节 重点水源工程联网调度.....	(107)
第二节 连续干旱时期供水保障系统.....	(114)
第三节 水利工程与可持续发展功能评估.....	(124)
第七章 关中地区水资源信息管理系统与决策支持系统	(131)
第一节 水资源信息管理系统.....	(131)
第二节 水资源决策支持系统.....	(137)
第八章 关中地区水生态环境	(146)
第一节 水生态环境.....	(146)

第二节 水环境保护准则·····	(149)
第九章 渭河水系污染控制与管理研究·····	(154)
第一节 渭河水系水污染现状·····	(154)
第二节 环境经济发展预测与产业结构调整·····	(162)
第三节 污水处理优化·····	(170)
第四节 关中地区水环境管理·····	(181)
第十章 关中地区典型水源地保护研究·····	(190)
第一节 渭河傍河集中供水水源地·····	(190)
第二节 黑河地表水源地·····	(198)
第十一章 结论与对策·····	(207)
参考文献·····	(212)
附图 1 陕西省关中地区水资源评价研究分区图	
附图 2 陕西省关中地区多年平均降水量、径流深等值线图	
附图 3 陕西省关中地区地下水资源分布图	
附图 4 陕西省关中地区水利工程现状及规划图	

第一章 关中地区概况与研究区划分

第一节 自然背景

一、地理位置

“关中”一名起于战国时期,把东部函谷关(河南灵宝)、西部大散关(陕西宝鸡)、北部萧关(甘肃环县)和南部武关(陕西丹凤)四关之间的地域称为“关中”,沿用至今。本课题研究的“关中地区”,位于陕西省中部,包括西安、宝鸡、咸阳、渭南、铜川 5 个行政市管辖区的全部。西起宝鸡,东到潼关,南依秦岭,北至黄龙山、子午岭。东部与河南、山西两省相邻,西部与甘肃省接壤,南部是陕西省汉中、安康、商洛三地市,北部是陕西省延安市。在东经 $106^{\circ}18' \sim 110^{\circ}37'$,北纬 $33^{\circ}35' \sim 35^{\circ}50'$ 之间。总面积 $55\,384\text{km}^2$,约占陕西省总面积的 26.7%。其中,黄河流域面积 $50\,123\text{km}^2$,占全区面积的 90.5%;长江流域面积 $5\,261\text{km}^2$,占 9.5%。

二、地质构造

关中地区跨两大地质构造单元:渭河平原及其以北地区,属中朝准地台南部的陕北地块;南部山区属秦岭褶皱带。该区目前的地质构造格局是喜马拉雅运动强烈改造的产物。时至今日,秦岭与渭北山地仍以缓慢上升为主,而渭河平原则相对下降。关中大部分地区被不同厚度的黄土所覆盖,仅在渭北山地及子午岭、黄龙山等地出露着寒武系、奥陶系及石炭系灰岩,另有二叠、三叠、侏罗、白垩及第三系的砂岩、页岩、泥岩等。秦岭山地出露的岩石十分复杂,以变质岩分布较广,火成岩以花岗岩为主,以规模较大的岩基出现,火山岩有零星分布,沉积岩出露在秦岭主脊以南,有石灰岩、砂岩等。

三、地貌特征

关中的地势为南北高中部低,西部高东部低。可分为三种地貌类型:渭河平原区,秦岭山地区,黄土塬梁沟壑区。中部是一个由西向东倾斜的地堑式构造盆地,渭河自西向东穿过盆地中部。渭河两侧是经黄土沉积和渭河干支流冲积而成的“关中平原”。该平原东西长约 360km ,南北宽 $30 \sim 80\text{km}$,呈现西部窄狭,而东部开阔的外形。渭河两侧依次分布的地貌类型是河漫滩—阶地—黄土台塬—山前冲洪积扇—山地。渭河平原面积 $23\,165\text{km}^2$,约占关中总面积的 41.8%。南部秦岭山地多为海拔 $2\,000\text{m}$ 以上的高山,秦岭主峰太白山,海拔 $3\,767\text{m}$ 。著名的西岳华山,标高 $2\,437\text{m}$,山势陡峻,雄伟壮观。秦岭山地总面积 $22\,029\text{km}^2$,约占关中总面积的 39.8%。关中的黄土塬梁沟壑区属于陕北黄土塬梁沟壑区的南部,包括宝鸡市、咸阳市、渭南市北部的山地和黄土塬梁以及铜川的大部分地

区。该区山地统称“北山”,如黄龙山、子午岭、桥山等,海拔高度多为1 000m左右。黄土塬梁沟壑区总面积10 190km²,约占关中总面积的18.4%。

四、气候

关中属大陆性季风气候区,暖温带半湿润半干旱气候带,冬冷夏热,四季分明,雨热同季,易发生干旱。年平均气温12~14℃,极端最高气温43℃(长安),极端最低气温-21.9℃(扶风),无霜期200~220天。年平均降水量在盆地区为500~700mm,在秦岭山区为800~900mm,具有由南部向北部递减,由西部向东部递减的地域变化规律。降水主要集中在汛期6~9月,其降水量占全年的60%左右,冬季12~2月降水量很少,约占全年降水量的4%。干旱、暴雨、霜冻等灾害性天气经常发生。其中,关中东部渭北地区干旱发生频率高达30%~46%,素有“十年九旱”之说。

五、土壤植被

关中平原的农业土壤类型以瘠土为主,是在自然褐土基础上经过人类长期耕作熟化的耕作土壤,主要分布于各级阶地及黄土台塬区。褐土又称肝泥土,是分布于渭河平原南北低山丘陵的一种自然土壤,土质粘重,但不易耕作。黄绵土主要分布于黄土台塬及黄土沟壑区,发育程度差,土质粗疏,有机质含量低。黄垆土以黄土为母质,分布于咸阳北部黄土塬梁地带。秦岭山地土壤垂直分布明显,由下而上主要有褐土带、棕土带等,渭南地区分布有盐碱土、风沙土等。

关中地区属阔叶林带,由于数千年的人类活动,原生植被已被破坏殆尽,现主要是人工栽培零星分布的阔叶树。近年,在秦岭北麓和渭北黄土台塬区栽植大面积的林果。农作物以小麦、棉花、玉米为主,渭河南部水源丰沛区部分种植水稻,渭北台塬适宜种植谷子、高粱等秋杂粮,经济作物有棉花、油菜、烟叶、花生等。

六、水文地质

关中地势平坦,堆积有巨厚的陆相堆积物,虽然岩性各异,成因不一,但分布广,富水性好,总的看,地下水较为丰富。含水介质以第四系松散层孔隙、孔隙裂隙水含水岩类为主,并常常组合成上部潜水与下部承压水双层含水结构,其他含水岩类出露与分布面积较小,仅于骊山地区有少量块状基岩裂隙水含水岩类存在。

关中的主要含水岩组有以下4类。

1. 河流阶地第四系冲积物含水岩组

潜水:含水层岩状主要为砂、砂砾石层,厚10~70m,水位埋深3~70m。一、二级阶地含水层厚度大,水位浅,水量丰富,单井涌水量400~3 000m³/d,主要分布于渭河及较大支流两岸。三级以上阶地含水层厚度小,水位深,水量较差,单井涌水量200~700m³/d,主要分布在渭河中下游的局部地带。

承压水:在地面以下40~300m间有广泛分布。含水层为砂及砂砾石,局部为第三系砂砾岩,厚20~80m,一般近渭河较厚,远渭河较薄。眉县以东、临潼以西的渭河漫滩、低阶地,承压水头一般小于5m,单井出水量1 000~2 000m³/d;泾阳、高陵、渭南、华阴等地

渭河阶地,承压水头埋深多小于 10m,单井出水量为 $500 \sim 1\,000\text{m}^3/\text{d}$ 。

2. 洪积扇第四系洪积物含水岩组

潜水:主要分布于秦岭北麓洪积扇区,含水层岩性为砂、砂卵石层,厚一般 $10 \sim 50\text{m}$,水位埋深 $5 \sim 25\text{m}$ 。富水性以洪积扇中前缘及洼地中较好,单井出水量一般 $600\text{m}^3/\text{d}$,洪积扇前部大于 $1\,000\text{m}^3/\text{d}$;华山山前地带,单井出水量一般为 $1\,000 \sim 2\,500\text{m}^3/\text{d}$ 。北山山前,岐山、蒲城一带,水位埋深一般 $20 \sim 40\text{m}$,厚 $30 \sim 80\text{m}$,单井出水量一般 $100 \sim 300\text{m}^3/\text{d}$ 。

承压水:多为层状基岩孔隙裂隙水,含水层厚 $10 \sim 50\text{m}$,埋深 $5 \sim 20\text{m}$,洪积扇前部部分地区有自流泉。凤县洪积扇区域富水性较弱,自流泉出水量一般 $2.5 \sim 15\text{m}^3/\text{h}$ 。

3. 黄土台塬第四系风积物含水岩组

潜水:主要分布在渭河断陷盆地北缘的渭北黄土高原及河谷冲积层,属黄土高原孔隙、裂隙水。含水层岩性以黄土状亚粘土为主,厚度为 $50 \sim 100\text{m}$ 。潜水位埋深一般为 $20 \sim 60\text{m}$,东部局部地区(如路井塬)大于 100m 。单井出水量多数地区小于 $100\text{m}^3/\text{d}$,合阳、贾村、白鹿塬小于 $60\text{m}^3/\text{d}$ 。塬面上一些条状洼地河谷水位埋深浅,水量较丰,可达 $300\text{m}^3/\text{d}$ 以上。最高在泾河、马莲河一带,高达 $1\,000\text{m}^3/\text{d}$ 以上。

承压水:主要分布于渭北黄土高原西部,赋存于下白垩系及洛河组砂岩中,含水层主要是砂,局部为砂砾石。厚 $10 \sim 60\text{m}$,水位埋深 $40 \sim 100\text{m}$,东部蒲城等地较浅。单井出水量小,一般 $100 \sim 700\text{m}^3/\text{d}$ 。西部水量较丰,单井出水量达 $600 \sim 3\,000\text{m}^3/\text{d}$ 。

4. 渭北山地及黄土台塬石灰岩含水岩组

渭北山地以南黄土塬区,广泛分布灰岩岩溶水,岩溶水标高由 580m 至 372m ,由西北向东南流。以赵氏河为界分为东部岩溶水及西部岩溶水。东部径流带单井涌水量大于 $2\,000\text{m}^3/\text{d}$,泉群流量达 $2\text{m}^3/\text{s}$;西部单井出水量为 $600 \sim 2\,000\text{m}^3/\text{d}$,在河谷及构造破碎带以泉群形式排泄,水质好,多为优质矿泉水。

七、河流水系

黄河干流在本区东部由北向南流过,是陕晋两省界河。黄河在本区的主要支流是渭河。

渭河发源于甘肃渭源县,流经甘肃、宁夏、陕西三省 26 个县(市),全长 818km ,总流域面积 6.24万 km^2 。渭河由陕西宝鸡凤阁岭流入陕西境内,于陕西潼关港口东汇入黄河,陕西段河长 502km ,流域面积 3.32万 km^2 ,分别占渭河全长和总流域面积的 61.4% 和 53.2% ,是关中地区的主要地表水资源。北岸支流源远流长,但数量较少,主要有金陵河、千河、漆水河、泾河、石川河和北洛河等;南岸支流均发源于秦岭北坡,比降大,流程短,流域面积小,由西向东主要有清姜河、石头河、黑河、涝河、沔河、沔河、沔河等。

泾河是渭河最大支流,发源于宁夏回族自治区泾源县,流经宁夏、甘肃、陕西三省,至陕西省高陵县的泾渭堡汇入渭河。泾河全长 455km ,流域面积 4.54万 km^2 。陕西段河长 275km ,流域面积 0.94万 km^2 ,仅占总流域面积的 21% 。省内支流有黑河、三水河和泔河等。

北洛河是渭河第二大支流,发源于陕北吴旗白于山区的草梁山,流经延安地区,穿越

渭北高原东部至大荔县朝邑入渭,全长 680.3km,区内长 145km,全流域面积 26 905km²,区内面积 3 813km²,河系不发育,仅有石堡川、白水河、大峪河等短小支流。

第二节 社会经济

关中地区是陕西省国民经济发展中心,工业集中,人口密集,农业发达,旅游资源丰富,科技、教育实力雄厚。

1995 年年底,全区人口 2 047.92 万,占全省总人口近 60%,其中农业人口 1 504.28 万,占 73.45%。人口密度为 370 人/km²,分别是全省和全国平均水平的 2.2 倍和 3 倍。详见表 1-1。

表 1-1 关中地区 1995 年人口状况

项 目	西安	宝鸡	咸阳	渭南	铜川	合计
总人口(万人)	648.18	346.18	463.65	509.49	80.42	2 047.92
占全区人口比重(%)	31.65	16.9	22.64	24.88	3.93	100
非农业人口(万人)	255.71	71.94	81.19	77.99	56.81	543.64
占总人口(%)	39.45	20.78	17.51	15.31	70.64	26.55
城镇人口(万人)	439.8	146.92	235.29	270.01	54.99	1 147.01
占总人口(%)	67.85	42.44	50.75	52.99	68.38	56.01
人口密度(人/km ²)	649	191	454	388	207	370

1995 年全区国民生产总值为 741.74 亿元,占陕西省的 72.5%,人均国民生产总值 3 622 元。关中是我国重要的工业基地之一,以西安为中心,西起宝鸡,东到潼关,是陕西的“工业走廊”,工业门类比较齐全,主要有机械、电子、纺织、化工、电力、军工等行业。电子、航空、航天、兵器、精密机械、仪表等工业在全国处于领先地位。1995 年全区工业总产值 881 亿元,占陕西省工业总产值的 82.4%。关中又是陕西省重要的灌溉农业和旱作农业区,1995 年全区耕地面积 2 637.6 万亩*,占陕西省耕地面积的 51.8%,有效灌溉面积 1 474 万亩,占陕西省的 74.5%,农业人口人均耕地约 2 亩,是陕西省粮棉油的主要产区。1995 年全区农林牧渔业总产值为 256.19 亿元,占全省的 67.1%。全区粮食总产 605.85 万 t,占陕西省粮食产量的 66.3%。近年来经济林果种植面积逐年扩大,苹果已成为关中地区一大优势产品,产量占陕西省的 2/3 以上。

无论从国民生产总值、工农业总产值及人均产值、人均消费水平、粮食占有量来衡量,关中的经济实力在陕西省乃至西北地区都是居于领先地位的。经济概况见表 1-2。

关中地区是连接我国东西部地区和南北方的交通要道。铁路、公路、航空四通八达。其中,铁路运输以陇海线、宝成线、西延线、咸铜线、宝中线为主;公路运输以西安为中心,呈“米”字形的 5 条国道及西潼、西宝、西铜等三条高速公路和 12 条省级公路构成主干网络。1995 年,区域铁路客运量和货运量分别占陕西省的 60% 和 70%。西安是我国重要的航空港,1995 年客运量 120 多万人次。

关中具有得天独厚的人文与自然旅游资源,历史上先后有周、秦、汉、隋、唐等 12 个朝

* 1 亩≈0.067hm²,下同。