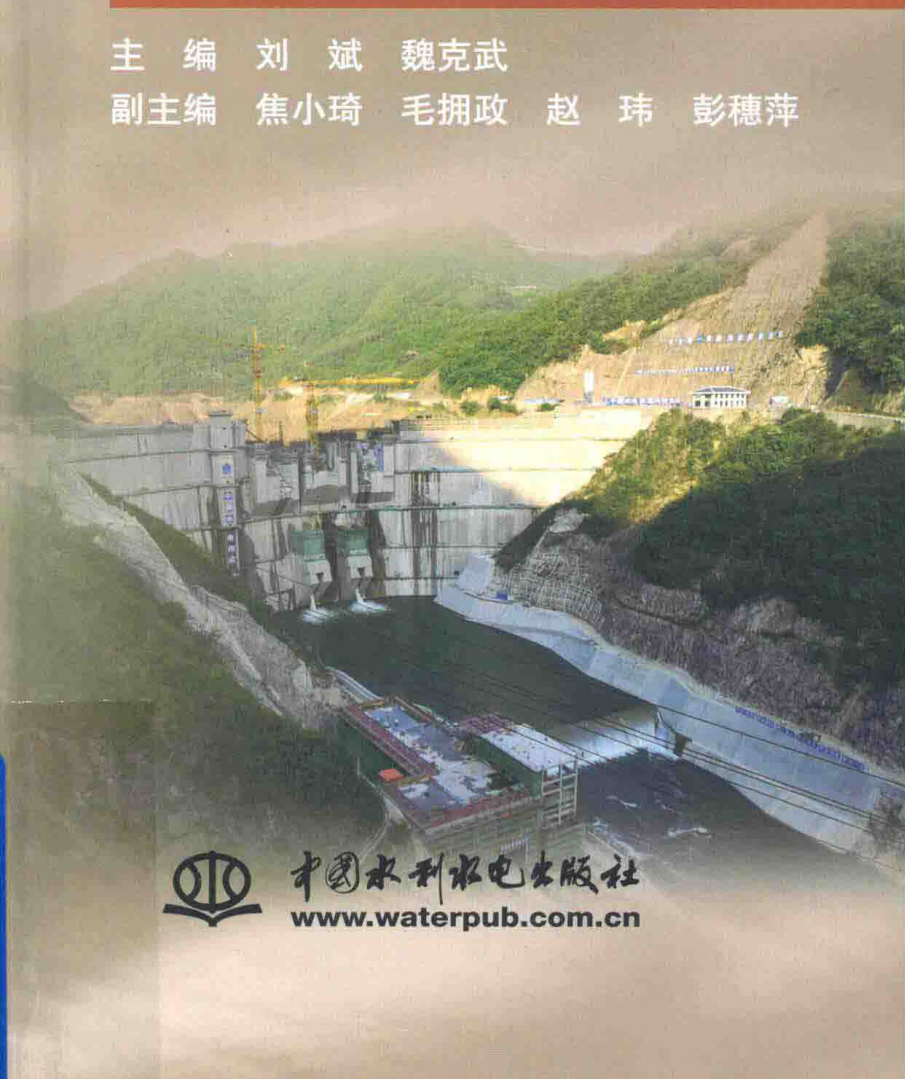




引汉济渭工程 前期关键技术研究

主 编 刘 斌 魏克武
副主编 焦小琦 毛拥政 赵 玮 彭穗萍



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

引汉济渭工程 前期关键技术研究

主 编 刘 斌 魏克武
副主编 焦小琦 毛拥政 赵 玮 彭穗萍



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

·北京·

内 容 提 要

本书从工程技术的角度,对陕西省引汉济渭工程前期研究的关键技术问题进行了系统的梳理总结。全书分为上、中、下3篇共8章,主要介绍了陕西省水资源合理配置及省内南水北调问题、引汉济渭工程总体布局方案研究、引汉济渭工程建设规模论证及调入关中水量配置、引汉济渭工程水文及地质条件、引汉济渭工程主要技术问题、引汉济渭工程施工规划等,着重论述了工程规划、项目建议书、可行性研究各阶段重要技术方案的分析论证决策历程与形成过程。此外,对引汉济渭工程移民、环境保护及水土保持、引汉济渭工程经济政策等方面的研究成果做了介绍。

本书真实地记录了引汉济渭工程前期关键技术研究的过程,具有很强的实用性和针对性,可供从事水利水电工程尤其是大型引调水工程规划设计技术人员阅读使用,也可作为水利水电工程专业教学、科研的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

引汉济渭工程前期关键技术研究 / 刘斌, 魏克武主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2022. 5
ISBN 978-7-5226-0567-8

I. ①引… II. ①刘… ②魏… III. ①跨流域引水—
调水工程—工程技术—研究—陕西、湖北 IV. ①TV68

中国版本图书馆CIP数据核字(2022)第047199号

| | |
|------|---|
| 书 名 | 引汉济渭工程前期关键技术研究 YINHAN JIWEI GONGCHENG QIANQI GUANJIAN JISHU YANJIU |
| 作 者 | 主 编 刘 斌 魏克武 副主编 焦小琦 毛拥政 赵 玮 彭穗萍 |
| 出版发行 | 中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@mwr.gov.cn 电话: (010) 68545888 (营销中心) |
| 经 售 | 北京科水图书销售有限公司 电话: (010) 68545874、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点 |
| 排 版 | 中国水利水电出版社微机排版中心 |
| 印 刷 | 北京印匠彩色印刷有限公司 |
| 规 格 | 184mm×260mm 16开本 28印张 681千字 |
| 版 次 | 2022年5月第1版 2022年5月第1次印刷 |
| 印 数 | 0001—1000册 |
| 定 价 | 198.00元 |

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

《引汉济渭工程前期关键技术研究》

编委会

顾问：王建杰

主任：魏克武

副主任：田进 焦小琦

委员：（以姓氏笔画为序）

王健 王文成 王光社 王军辉 毛拥政

闫星 刘宁哲 农晓英 邢丁家 宋文博

陈武春 张晓库 赵玮 赵宪民 胡永超

袁建鹏 董建筑 彭穗萍

秘书组：晏菲 王增强 程汉鼎 党力 解豪

杨硕

主编：刘斌 魏克武

副主编：焦小琦 毛拥政 赵玮 彭穗萍

各章编写、审定人员表

| 章 | 编写人 | 审定人 |
|------------------------------------|---|---------------------------------|
| 第 1 章 陕西省水资源合理配置 及南水北调问题 | 刘 斌 彭穗萍 金勇睿 | 魏克武 焦小琦 |
| 第 2 章 引汉济渭工程总体布局方案研究 | 彭穗萍 毛拥政 赵 玮 王文成 朱兴华 | 刘 斌 焦小琦 |
| 第 3 章 引汉济渭工程建设规模论证 及调入关中水量配置 | 彭穗萍 赵 玮 王文成 朱兴华 马永胜 | 焦小琦 彭穗萍 |
| 第 4 章 引汉济渭工程水文及地质条件 | 金勇睿 赵 云 王延生 宋文博 张兴安 蒋 锐 | 刘 斌 王延生 |
| 第 5 章 引汉济渭工程主要技术问题 | 毛拥政 赵 玮 王文成 王 瑜 郑湘文 党 力 谭迪平 王 栋 李 红 程汉鼎 赵利平 解 豪 孙铁蕾 周景华 张飞儒 张晓晗 毛 敏 蒙小朋 | 焦小琦 毛拥政 赵 玮 王文成 解新民 |
| 第 6 章 引汉济渭工程施工规划 | 宋永军 王云涛 张 荣 | 赵 玮 宋永军 |
| 第 7 章 引汉济渭工程移民、环境保护 及水土保持 | 胡永超 赵晓莉 罗文刚 宁勇华 | 张晓库 农晓英 |
| 第 8 章 引汉济渭工程移民政策 及经济研究 | 胡永超 胡西莉 马永胜 | 焦小琦 彭穗萍 赵四利 |

陕西省地处中国大陆腹地，划分为陕北、关中、陕南三个地区。陕北地区北接内蒙古的毛乌素沙漠，东隔黄河相望山西，西接宁夏与甘肃，地势较高，气候比较干旱，是黄土高原的重要组成部分。关中地区北以黄土高原为界，南以秦岭为界，西有陇山，东有黄河，属于渭河平原，为半干旱地区。陕南地区位于秦岭以南，秦岭和巴山之间。秦岭是我国南北地理分界线，地理上已属于我国的南方地区，这里山高林密，河流（汉江流域）密布，气候温润。陕北地区水资源总量 40.4 亿 m^3 ，属严重资源型缺水地区。关中地区水资源总量 82.3 亿 m^3 ，人均和耕地亩均水资源量分别为 290 m^3 和 297 m^3 ，为全省平均水平的 26% 和 29%，全国平均水平的 14% 和 17%，属严重资源型缺水地区。陕南地区水资源量 300.6 亿 m^3 ，人均和耕地亩均水资源量分别为 3568 m^3 和 3573 m^3 ，为全省平均水平的 320% 和 349%，属于陕西省水资源较为丰富地区。

早在 20 世纪 90 年代，陕西水利工作者就展开了将陕南丰富水资源调往关中地区的前期研究工作。陕西省水利厅 1993 年成立了考察组，对陕西省境内嘉陵江干流、汉江及主要支流进行了全面的查勘选点选线工作，初步选择了 9 条调水线路和 18 个引水站点，包括引嘉济渭、引褒济石、引湑济黑、引子济黑、引洵济涝、引乾入石、引金济灞、引嘉入汉和引汉济渭。1993 年年底完成了《陕西省南水北调查勘报告》，为陕西省内南水北调前期工作奠定了基础。

2001 年，陕西省水利厅主持编制完成了《陕西省南水北调总体规划》，总体规划选择了简单且易于实施的东、西、中三条调水线路组合方案，即引乾济石、引红济石和引汉济渭工程。其中引乾济石、引红济石工程目前均已建成通水，引汉济渭工程正在紧张有序地建设中。

引汉济渭工程作为陕西省内的“南水北调”工程，对陕西经济发展和水资源优化配置具有决定性的作用。引汉济渭工程同时也是一个非常复杂的水资源配置系统工程，工程难度极大，牵涉面广，影响因素多。如此超常规的工程建设必然存在一系列的技术问题。

1. 第一次从底部横穿了世界级雄峻山脉——秦岭

引汉济渭工程将是人类从底部洞穿世界高大雄峻山脉的首次尝试。在人类历史上，1985年秘鲁马杰斯—西嘎斯调水工程横穿了世界第一长山脉——安第斯山脉，但穿越点位于海拔4000m的山腰（是世界海拔第一高的跨流域调水工程），最长隧洞仅14.9km。引汉济渭工程的穿越点位于海拔510~550m的山脚，整体隧洞长达98.3km，最大埋深2012m，工程难度极大。世界单项长度第一的隧洞为芬兰赫尔辛基调水工程隧洞，总长120km，其最大埋深仅100m；世界单项埋深最大的隧洞是锦屏二级引水隧洞，最大埋深2525m，但其长度仅16.7km。

目前建成的其他输水隧洞埋深绝大多数小于1000m：辽宁大伙房调水工程隧洞埋深在60~630m，芬兰赫尔辛基调水工程隧洞埋深30~100m。

2. 高扬程、大流量泵站——居亚洲前列

黄金峡泵站总装机容量129.5MW，建成后将超过现有亚洲最大泵站——山西万家寨引黄工程总干一、二级泵站（120MW），单机配套功率也将超过万家寨引黄工程现有最大水泵的单机容量12MW。

3. 三河口水利枢纽145m高碾压混凝土拱坝

三河口水利枢纽碾压混凝土拱坝坝高145m，坝高在国内碾压混凝土拱坝中排名第二，其碾压混凝土方量超过100万 m^3 ，为国内同类坝第一。三河口水利枢纽为引汉济渭的调蓄中心，具有超高消落水深，供水、抽水、发电功能集于一身，拥有全国第一的分层取水进水口、世界第一的减压调流阀、自主研发的水泵水轮机组等高难技术。

引汉济渭工程从规划到实施历经多次现场选点、探勘、方案比较、专题讨论、技术咨询、审查，项目从初步设想到逐渐清晰一直到变成现实，经过多次优化和调整，国内众多专家、学者都曾为该工程出谋划策。引汉济渭工程的项目立项工作凝聚了我国特别是陕西省水利专家、技术人员的智慧和汗水。本书汇集了引汉济渭工程前期工作的系列成果，内容丰富、观点鲜明，是引汉济渭工程多年理论研究和技术的总结，可为类似工程建设提供重要的参考。本书的论证、研究、分析和总结，对促进我国引调水工程技术的发展一定是大有裨益的。

陕西省水利厅总工程师



2021年10月

引汉济渭工程是为解决陕西省关中地区水资源短缺，优化陕西全省水资源配置，统筹陕西经济发展和生态环境建设而兴建的具有全局性、战略性的重大水利基础建设项目。该工程是统筹陕西省三大区域（陕南、关中和陕北），连通汉江、渭河南北两大水系，构建关中地区大水网的关键性调水工程。

工程的建设任务是：向陕西省关中地区渭河沿岸重要城市、县城、工业园区供水，逐步退还挤占的农业与生态用水，促进区域经济社会可持续发展和生态环境改善。

工程的开发方式是：在汉江干流黄金峡河段及支流子午河分别修建调蓄水库、修建一条连通两个蓄水水库并穿越秦岭至渭河流域的输水隧洞，构成一个横跨长江、黄河两大流域，穿越秦岭屏障的人工输水通道，从陕南的汉江流域调水到关中地区的渭河流域。

工程的调水规模是：设计水平年调水量 10 亿 m^3 ，远期调水量 15 亿 m^3 。

引汉济渭工程由调水工程系统、受水区输配水工程系统两大部分组成。工程实施后，通过外调水与受水区当地水源联合调节与配置，不仅可以解决关中地区的渭河流域缺水问题，同时还可以为陕北能源化工基地置换黄河用水指标创造条件，充分发挥陕南地区水资源优势，缓解关中、陕北地区水资源短缺，对维护渭河生命健康、促进生态环境改善，对推动三大地区协调发展，打造陕西经济升级版，促进全省乃至西部地区经济社会可持续发展，具有极为重要而深远的意义。

陕西省水资源分布南北严重不均，全省 71% 的水资源分布在长江流域的陕南地区，而土地面积、人口、经济总量分别占全省的 65%、77% 和 90% 的关中和陕北地区，水资源量仅占全省的 29%。

为解决关中地区日益严重的缺水问题，早在 20 世纪 90 年代初，陕西就组织省内有关单位和专家，开展了从陕南地区向关中地区调水问题的研究工作，经过对陕西省境内嘉陵江干流和汉江及其主要支流进行全面的查勘，提出了引嘉济渭、引褒济石、引湑济黑、引子济黑、引洵济涝、引乾入石、引金济灞、引嘉入汉和引汉济渭等 9 条调水线路和 18 个引水站点，从水源及调水线

路的查勘、选点、选线路，以及工程的总体规划、总体布局、规模等工作，经历了二十余年方案比选与论证，认为只有实施从水资源较为丰富的陕南地区向渭河流域关中地区调水，才是解决关中地区水资源短缺问题最有效、最可行、最现实的途径，为项目的决策提供了科学依据。

引汉济渭调水工程是一个非常庞大而复杂的水资源配置系统工程，引水线路横穿秦岭山脉，连通汉江、渭河南北两大水系，工程难度极大，牵涉面广，影响因素多，需要面对和解决一系列的超常规工程建设关键技术问题。

1. 调水规模社会关注度高，水资源配置影响面广

汉江是国家南水北调中线工程的水源，下游在湖北省境内，引汉济渭调水工程的实施难免会对下游地区用水带来影响，因此，如何统筹全局，在兼顾各方利益的原则下，科学、合理地确定调水规模备受各方关注。经水行政主管部门与相关流域管理机构对接协调，并通过对调出区、调入区未来社会经济发展需要对水资源的预测分析，确定在基本不影响国家南水北调工程调水量的原则下，引汉济渭工程年调水规模为近期（2025水平年）10亿 m^3 ，远期（2035水平年）调水量15亿 m^3 。

受水区范围为关中地区渭河两岸，经对受水区域水资源条件及现状供水情况分析，确定引汉济渭工程受水对象为西安、咸阳、渭南、宝鸡、杨凌等5个重点城市，以及周至、长安等12个县（区）及部分工业园区。调入水量与受水区重要水源工程及区内地表水源、地下水源等多水源联合调节，做到优化配置。

2. 地形地质条件对引水工程总体布置影响大

汉江与渭河近乎平行展布于秦岭山脉南北两侧，秦岭山区峰高坡陡，地质地形条件复杂，给水源点和输水线路选择增加了一定的难度。在初期选定的18个引水站点和9条调水线路的工作基础上，通过对各水源点及调水线路的反复查勘、通过不同阶段多方案的工程总体规划、总体布局、规模等比选工作，最终选择了汉江黄金峡断面及支流子午河三河口断面两个水源点构成的引汉济渭线路方案。

输水方式的选择，在研究过程中提出了3个方案：①黄金峡与三河口两个水源点全部扬水，短洞穿越秦岭的高线输水方案；②两个水源点全部扬水，适当降低隧洞高程的中线输水方案；③黄金峡断面扬水，三河口断面自流，以超长隧洞从较低高程穿越秦岭的低线明流输水方案。通过技术经济综合分析比选，最终推荐采用了低线明流输水方案。

针对复杂地形地质条件下的工程总体布置问题，对水源点分布、地形地质条件、工程区环境条件、工程建设施工条件、运行调度管理、工程投资与

运行成本、节能效果、工程总体布置格局与适应性等方面进行了多方案综合分析评价，最终推荐“低线一洞穿越调水进黄池沟方案”为引汉济渭调水工程总体布局实施方案。推荐方案由黄金峡水利枢纽、三河口水利枢纽和秦岭输水隧洞三大部分组成。工程总体布置格局可概括为“两库、四站、一洞两段、一连通”。“两库”为汉江干流的黄金峡水库和支流子午河的三河口水库，“四站”为黄金峡坝后电站、泵站以及三河口坝后电站、泵站，“一洞两段”为秦岭输水隧洞由黄三段和越岭段两段组成，“一连通”指三河口水库大坝下游右岸连接洞。

3. 建筑物技术参数指标超出常规，对工程设计和施工提出了极大的挑战

引汉济渭工程的秦岭输水隧洞从秦岭底部横穿，隧洞长度 98.3km，最大埋深 2012m，属深埋超长型，其长度和埋深综合指标、技术难度突破人类现有工程极限，综合排名世界第一。

三河口水库碾压混凝土双曲拱坝最大坝高 145m，碾压混凝土工程量超过 100 万 m^3 ，其规模位列国内外同类型坝前茅。三河口水库是引汉济渭调水工程的调蓄中枢，蓄水、供水及发电综合利用功能全面，调度运行工况复杂，技术难度要求高于常规工程。

黄金峡泵站总装机容量 129.5MW，建成后其总装机容量和单机功率将创造亚洲泵站纪录，位居国内外泵站前列。

4. 工程运行调度极为复杂

黄金峡水库和三河口水库承担着重要的调蓄任务，两座水库均为大型水库，自身防洪标准高，水库地处秦岭南麓的暴雨集中区；工程建成后，其防洪调度和水资源调度任务交叉耦合，调度系统复杂，实时性要求高。同时两座水库与岭北的黑河金盆水库及地表水、地下水联合调度运行，保障关中用水过程，也是一个极为复杂的多参数、多约束、多变量求解问题。

此外，15 亿 m^3 汉江水调入岭北后，关中地区现状 55 亿 m^3 的供水系统格局将面临重大调整，水资源的优化配置问题是工程效益充分发挥的关键。

5. 移民安置、水土保持及生态保护任务繁重

引汉济渭工程区为秦岭山区，山高坡陡，土地资源条件有限，工程需安置移民 1 万余人，移民及投资规模较大，安置任务重。

项目区不仅是引汉济渭工程水源地，更是国家南水北调中线工程水源地，施工期及运行期水土保持、环境保护工作极为重要。

工程引水线路还经过国家级自然保护区，生态系统保护的压力也比较大。

从以上关键技术难题可以看出，引汉济渭工程是一项世界级的宏伟工程。此种超常规的工程建设，在一些方面已经超出了现有工程设计和施工规范，

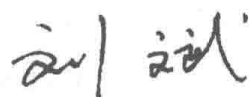
无章可循，必须针对性地展开关键技术问题的前期研究，以支撑工程设计，降低施工和运行风险。

为了解决上述技术难题，在陕西省水利厅、陕西省水利发展调查与引汉济渭工程协调中心、陕西省引汉济渭工程建设有限公司及项目所在地政府与相关部门、单位的大力支持下，在中国国际工程咨询公司、江河水利水电工程咨询中心等单位专家的指导下，陕西省水利电力勘测设计研究院牵头，中铁第一勘察设计院、中国水利水电科学研究院、西安理工大学等单位协同参与，组织众多专家、学者、科研技术人员开展了多轮次的研究和论证工作，奠定了引汉济渭工程前期关键技术工作的坚实基础。

历时两年多的努力，本书终于和读者见面了。在编撰过程中，先后有数十位工程技术人员和专家参与了技术资料的收集和整编，付出了艰辛的努力。感谢多年来对引汉济渭工程前期工作给予支持、帮助的专家、学者。感谢为引汉济渭工程前期研究论证辛勤工作、付出智慧和汗水的技术人员。感谢参加本书撰写和为本书撰写收集整编资料的全体人员。

由于引汉济渭工程前期研究工作时间跨度长，随着社会经济、技术的不断发展，规划设计理念也在不断提升，方案也在不断优化，各种方案交织组合，要从众多资料中，完整系统地把过往的工作过程和成果反映在本书中，很多地方难免会有疏漏和瑕疵，敬请广大读者和参与引汉济渭工程前期工作的同志谅解，并请指正。

陕西省工程勘察设计大师
陕西省水利电力勘测设计
研究院原副院长、总工程师



2021年10月

序 前言

上 篇

| | | |
|--------------|------------------------------------|----|
| 第 1 章 | 陕西省水资源合理配置及南水北调问题 | 3 |
| 1.1 | 陕西省水资源情况和分布特点 | 3 |
| 1.2 | 关中地区水资源开发利用现状与缺水解决方案 | 7 |
| 1.3 | 陕南地区水资源特点与水资源总量控制目标 | 13 |
| 1.4 | 陕西省南水北调工程规划 | 16 |
| 1.5 | 陕西省引汉济渭调水工程规划 | 21 |
| 第 2 章 | 引汉济渭工程总体布局方案研究 | 25 |
| 2.1 | 项目建设必要性及工程建设任务 | 25 |
| 2.2 | 项目建议书阶段调水工程总体布局方案 | 25 |
| 2.3 | 可行性研究阶段工程总体布局方案优化 | 30 |
| 2.4 | 秦岭输水隧洞输水方式选择 | 37 |
| 2.5 | 秦岭输水隧洞出口高程及隧洞比降比选 | 38 |
| 第 3 章 | 引汉济渭工程建设规模论证及调入关中水量配置 | 40 |
| 3.1 | 引汉济渭工程可调水量 | 40 |
| 3.2 | 径流调节 | 45 |
| 3.3 | 各部分工程规模论证 | 46 |
| 3.4 | 引汉济渭工程调入关中水量配置 | 60 |

中 篇

| | | |
|--------------|----------------------------|----|
| 第 4 章 | 引汉济渭工程水文及地质条件 | 71 |
| 4.1 | 工程区水文水资源情况及特点 | 71 |
| 4.2 | 黄金峡水利枢纽水文气象条件 | 77 |
| 4.3 | 三河口水利枢纽水文气象条件 | 81 |
| 4.4 | 秦岭输水隧洞水文气象条件 | 84 |
| 4.5 | 工程区区域地质条件 | 89 |

| | | |
|------------|---------------------|------------|
| 4.6 | 黄金峡水利枢纽工程地质条件 | 93 |
| 4.7 | 三河口水利枢纽工程地质条件 | 106 |
| 4.8 | 秦岭输水隧洞工程地质条件 | 119 |
| 第5章 | 引汉济渭工程主要技术问题 | 136 |
| 5.1 | 工程设计概况 | 136 |
| 5.2 | 四水源联合调度研究 | 138 |
| 5.3 | 发电自用方案研究 | 143 |
| 5.4 | 管理调度自动化研究 | 147 |
| 5.5 | 黄金峡水利枢纽技术问题研究 | 154 |
| 5.6 | 三河口水利枢纽技术问题研究 | 178 |
| 5.7 | 秦岭输水隧洞技术问题研究 | 261 |
| 5.8 | 引汉济渭工程水力过渡过程分析 | 277 |

下 篇

| | | |
|------------|---------------------------|------------|
| 第6章 | 引汉济渭工程施工规划 | 289 |
| 6.1 | 施工总体布置研究 | 289 |
| 6.2 | 总工期研究 | 297 |
| 6.3 | 三河口水利枢纽施工方案研究 | 301 |
| 6.4 | 黄金峡水利枢纽施工方案研究 | 315 |
| 6.5 | 秦岭输水隧洞施工方案研究 | 328 |
| 第7章 | 引汉济渭工程移民、环境保护及水土保持 | 345 |
| 7.1 | 移民安置规划中重点问题研究 | 345 |
| 7.2 | 环境保护问题研究 | 356 |
| 7.3 | 水土保持问题研究 | 381 |
| 第8章 | 引汉济渭工程移民政策及经济研究 | 388 |
| 8.1 | 引汉济渭工程移民工作特点及政策 | 388 |
| 8.2 | 引汉济渭工程水价分析 | 395 |
| 8.3 | 引汉济渭工程资金筹措方案研究 | 399 |
| | 后记 | 413 |
| | 附图目录 | 414 |

上 篇

第 1 章 陕西省水资源合理配置 及南水北调问题

1.1 陕西省水资源情况和分布特点

1.1.1 自然地理

陕西省位于中国西北内陆腹地，跨东经 $105^{\circ}29'$ ~ $111^{\circ}15'$ 、北纬 $31^{\circ}42'$ ~ $39^{\circ}35'$ 。东西宽 200~500km，南北长 870km，总面积 20.56 万 km^2 。周边与八省市相邻，东接山西、河南，南抵湖北、重庆、四川，西依甘肃、宁夏，北邻内蒙古。以秦岭为界，横跨长江、黄河两大水系。秦岭以南，属长江流域，面积 7.23 万 km^2 ；秦岭以北，属黄河流域，面积 13.33 万 km^2 。全省地域南北跨度大，地势南北高、中间低，西部高、东部低。地貌类型多样，以秦岭、北山为界，北部为陕北黄土高原，中部为关中断陷盆地（平原），南部为陕南褶皱断块山地（秦巴山区）。

陕西省属大陆型季风气候。春季气温不稳定，降水较少，陕北多风沙天气；夏季炎热多雨，7—9 月降水集中；秋季凉爽较湿润，关中、陕南多阴雨天气；冬季寒冷干燥，气温低，雨雪稀少。按主要气候特点，全省可以分为三个气候区：陕北温带、暖温带半干旱区，关中南温带半湿润区，陕南亚热带湿润区。全省年平均气温自南向北、自东向西逐渐降低，汉江谷地最高，秦岭高山区最低。7 月平均气温最高，极端最高气温 45.2°C 发生在西安（1934 年 7 月 14 日）。1 月平均气温最低，陕北长城沿线和秦岭山地是两个低温中心，极端最低气温 -32°C 发生在榆林（1954 年 12 月 28 日）。

全省多年平均降水量为 656.2mm。其中：陕北为 454.3mm，关中为 647.6mm，陕南为 894.7mm。总的变化规律是由南向北递减，最高值区在陕南米仓山，年降水量在 1400mm 以上；最低区在陕北风沙区西南部，年降水量在 400mm 以下。年水面蒸发量，陕北为 900~1200mm，关中为 800~1000mm，陕南为 700~800mm。蒸发量最大的地方在陕北风沙区，高达 1300mm 以上；最小的是秦巴山地，在 600mm 以下。

陕西省灾害性天气比较多，连续多月不下雨而造成的干旱是第一大灾害。此外，陕南的水涝和秋雨低温，关中的干热风，陕北的暴雨、冰雹等都对农业生产造成一定影响。

1.1.1.1 陕北黄土高原

陕北位于北山以北，海拔 900~1500m，地势西北高，东南低，总面积 10.06 万 km^2 ，是西北黄土高原的主要组成部分，是陕西省农牧结合地区。

陕北北部风沙滩地区，位于长城沿线以北，是毛乌素沙漠的东南缘，海拔 1200~1400m，面积 1.30 万 km²。以风积波状固定、半固定沙丘地貌为主，湖泊、滩地、梁岗分布其间，在沙海之中常见有碟形洼地、海子和大小不等的沙漠绿洲，绿洲是该区主要农牧基地。

长城以南，主要是塬、梁、峁与沟壑相间的黄土地貌。延安以北为波状起伏的梁峁地形，其中，无定河流域及以北地区和黄河沿岸主要为峁状地形；无定河流域以南以梁状地形为主。这里沟壑深切，沟网密布，水土流失极为严重。延安以南是以塬为主的塬梁沟壑地形，洛川塬、长武塬、宜川塬、临镇塬及姬家塬等塬面较平坦，是高原南部的的主要耕作区。在较大河流的沿岸，分布着较为开阔的河流阶地，是陕北重要的农业区；在白于山以北红柳河、芦河、大理河河源地带，黄土梁岗间发育有涧地和掌地，也是当地的主要耕作区。西南部子午岭，海拔 1400~1600m，属侵蚀剥蚀的低山丘陵。

1.1.1.2 关中断陷盆地

关中断陷盆地南倚秦岭，北界北山，西起宝鸡，东至潼关，东西长约 400km，南北宽 30~80km，面积 1.91 万 km²，海拔 325~900m，地势西高东低，自山前向盆地中心，依次分布着洪积扇裙、黄土台塬、河流阶地等地形，盆地中部地势较为平坦，素有“八百里秦川”之称。

秦岭山前洪积扇主要堆积粗粒物质，厚度较大；北山山前洪积扇颗粒较细，大部分被黄土覆盖。

黄土台塬具阶梯状台面。一级黄土台塬，海拔 540~880m，分布连续，塬面宽阔平坦，微向河谷方向倾斜，塬面上有洼地、丘岗分布。二级黄土台塬，海拔 600~950m，零星分布。临潼骊山以南，黄土梁峁地形波状起伏，沟谷发育，海拔 650~1000m。

渭河一、二级阶地较发育，阶面平坦开阔，二级以上阶地主要分布在宝鸡至眉县渭河南岸以及较大支流如千河、洛河、灞河等河流东岸。上覆不同时代的黄土，称为“黄土覆盖阶地”。在渭河、洛河汇流处的一级阶地上，分布着风成沙丘地形——大荔沙苑。

1.1.1.3 陕南褶皱断块山地

陕南褶皱断块山地北属秦岭，南为巴山，其间夹汉江谷地。秦巴山地以高、中山为主，面积 8.59 万 km²，素称“鱼米之乡”。

秦岭山脉在陕西省境内东西延绵长约 400km，海拔一般为 1500~3000m。秦岭主峰太白山为陕西省最高点，海拔 3767m，著名的西岳华山海拔 2160m。秦岭北坡陡峻，溪谷深而短促，素有“七十二峪”之称；南坡稍缓，溪谷源远流长。在太白山、玉皇山的山脉主脊不同高度上，分布有第四纪冰川遗迹及冰缘地貌。

大巴山、米仓山位于四川、重庆、陕西、湖北交界处，山势陡峻，溪谷发育，海拔一般为 1000~2500m。山岭地势南高北低，至汉江谷地南侧已成带状低山丘陵，海拔 1000m 左右。宁强、镇巴一带喀斯特地貌十分发育。

汉江穿流于秦岭巴山之间的峡谷、盆地。峡谷以黄金峡最为著名，深约 300~400m，河槽仅宽数十米，水流湍急，水力资源丰富。盆地以汉中盆地最大，海拔 450~700m，长约 100km，南北宽 5~25km。其次是安康盆地及较大支流的 山间盆地，如西乡盆地、凤县盆地、太白盆地、商丹盆地、洛南盆地等。