

“八五”国家重点科技攻关项目
“黄河治理与水资源开发利用”系列专著

黄河流域水资源 合理分配和优化调度

常炳炎 薛松贵 张会言 等编著



黄河水利出版社

“八五”国家重点科技攻关项目
“黄河治理与水资源开发利用”系列专著

黄河流域水资源合理分配 和优化调度

常炳炎 薛松贵 张会言 等编著

黄河水利出版社

内 容 提 要

“黄河流域水资源合理分配和优化调度研究”系“八五”国家重点科技攻关项目“黄河治理与水资源开发利用”第四课题第一专题的研究成果。主要内容包括:地区经济可持续发展与黄河水资源、地区经济发展趋势与水资源需求、黄河水资源规划决策支持系统(YRWRPDSS)、干流水库联合调度初步研究、水资源合理配置、黄河水资源开发利用的主要环境问题及专题研究主要成果与今后研究意见。该专题研究成果曾获1997年水利部科技进步二等奖。

本书系上述专题研究成果经深化提炼后的著述,可供从事有关区域经济发展规划和水资源开发、利用、管理、保护的科技工作者,以及从事或关心黄河治理、开发、研究的人士参考。

“八五”国家重点科技攻关项目

“黄河治理与水资源开发利用”系列专著

黄河流域水资源合理分配和优化调度

常炳炎 薛松贵 张会言 等编著

责任编辑:骆向新 陈同善

责任校对:赵宏伟

责任印制:常红昕

出版发行:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼12层

邮编:450003

印 刷:郑州文华印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

版 别:1998年12月 第1版

印 次:1998年12月郑州第1次印刷

印 张:13.875

印 数:1—2500

字 数:320千字

ISBN 7-80621-154-3/TV·113

定 价:43.00 元

**“八五”国家重点科技攻关项目
“黄河治理与水资源开发利用”系列专著
编 审 委 员 会**

主 任 严克强

副主任 董哲仁 陈效国 庄景林

顾 问 徐乾清 龚时旻 吴致尧

委 员 (以姓氏笔画为序)

龙毓骞 朱兰琴 许红波 祁建华

华绍祖 庄景林 严克强 李文学

李春敏 沈国衣 陆亚洲 陈志恺

陈效国 陈霁巍 张启舜 张良弼

府仁寿 姚传江 徐明权 席家治

董保华 董哲仁 潘贤娣 戴定忠

序

黄河流域是中华民族的发祥地,黄河哺育了中国灿烂的古代文明。黄河流域自然资源十分丰富,是我国最大的能源和重化工基地,宁蒙、汾渭河和黄淮海平原是我国主要的粮棉基地,流域经济发展前景广阔。但是,黄河流域水资源匮乏,人均水资源占有量仅为全国人均的四分之一,耕地亩均水量不足全国亩均水量的五分之一。近几年来,黄河下游在枯水季节常常出现断流,且断流时间逐年加长,断流河段逐年延伸,给下游沿黄地区的工农业生产和生态环境造成了不良影响。据有关部门的调查统计,1991年~1996年年均造成工农业产值损失30多亿元,其中1995年达70多亿元。

黄河流域降雨时空分布极不均匀,全年降雨量的60%~70%集中在6月~9月份,极易产生洪水。黄河又是世界上泥沙含量最高的大河,河道泥沙淤积形成了下游“地上悬河”,洪水灾害十分频繁。据统计,从先秦时期到民国年间的2500多年中,黄河下游决口1600多次,改道26次,基本上是三年两决口,百年一改道,每次决口和改道都给中华民族带来了极其深重的灾难。

新中国成立以来,人民治黄事业取得了举世瞩目的成就,确保了黄河的岁岁安澜,但是由于黄河流域自然环境脆弱,黄河的洪水仍是国家的心腹之患,治理开发任务仍十分艰巨。全国人大七届四次会议通过的《国民经济和社会发展“八五”计划和十年规划纲要》,把黄河治理开发和防洪列为重点,体现了中共中央和国务院对治黄的重视。

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。黄河的治理开发,事关我国经济发展的大局。为使我国经济发展实现三步走的目标,治黄作为水利工作的重要组成部分,就必须贯彻落实好“科教兴国”、“科教兴水”和可持续发展战略。黄河的出路在于科技进步。

“黄河治理与水资源开发利用”被列为“八五”国家重点科技攻关项目,既表明了国家对治黄工作的高度重视,也显示出黄河问题的高难度和复杂性。这次科技攻关中广大科研人员深入黄河两岸调查研究,收集了大量的实测资料,在认真汲取以往成果和经验的基础上开展试验研究工作,取得了新的进展和突破,其研究成果为黄河治理与开发提供了科学依据和决策支持。应该说,这些成果是集此次科技攻关之大成,是治黄几十年经验总结的集中体现,是广大治黄科技工作者智慧的结晶。

这次出版该项目和专题的系列专著,目的就是要把这些成果推荐给读者,并期望得以推广应用,以提高治黄工作的整体水平,加速流域治理和经济发展的步伐,取得更大的经济、社会和环境效益。

毋庸置疑,黄河问题是很复杂的。黄河自身因水沙的变化而处于不断的变化之中,在其变化过程中还会不断出现新情况和新问题,现已取得的成果只是人们现阶段

的认识,要彻底解决黄河问题,还有一段很长的路要走,可以说是任重而道远。我们应当继续加强现场观测、试验和研究工作,探索黄河的规律,不断提高科技水平,充分推广应用新的科技成果,使黄河的治理开发工作不断取得新成就。

严克强

1997年7月17日

总 前 言

新中国成立以来,对黄河治理开发进行了大量的科学研究工作。50年代,曾组织各方面力量对全流域进行了大规模综合考察和科学试验研究,在此基础上编制了“黄河综合利用规划技术经济报告”,为黄河的全面治理开发做出了贡献。60年代,围绕三门峡水利枢纽工程改建和改变运用方式,开展了水库淤积、河道演变规律、河道整治工作和防洪等方面的试验研究。70年代,开展了三门峡水库运用泥沙问题基本经验总结、高含沙水流特性研究和水坠坝技术试验推广。80年代,开展了黄土高原地区综合治理、黄河流域环境变迁和水沙变化、水资源利用、引黄灌区泥沙处理和黄河防洪工程技术等方面的试验研究工作。几十年来的治黄研究工作,取得了一大批具有国际先进水平的成果,形成了一支多学科、高水平的科研队伍,并广泛开展了国际合作交流。

“七五”后期,水利部和中国科学院提出的关于加强黄河综合治理与开发研究工作的建议,得到国务院主要领导的高度重视,在各方面专家充分论证的基础上,国家科委把“黄河治理与水资源开发利用”列为“八五”国家重点科技攻关项目,由水利部、中国科学院和地质矿产部作为项目主持部门,组织有关科技人员进行跨部门、多科学联合攻关。经过充分论证,项目分解为7个课题、22个专题和92个子专题分别开展工作。经过近4年的卓越工作,取得了辉煌的成绩,经专家鉴定委员会对成果的全面鉴定,22个专题中有2个专题成果总体达到国际领先水平,有17个专题成果总体达到国际先进水平、部分达到国际领先水平,有3个专题成果总体达国内领先水平、部分达到国际先进水平,项目通过了国家科委组织的验收。攻关成果应用所创造的经济、社会和环境效益是长期的和巨大的,其影响也将是深远的。

为了使已取得的成果在黄河治理和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,水利部有关部门决定编辑出版这套系列丛书,其中包括19册专题专著和1册项目综合专著。专题专著由原专题负责人组织编写,对原专题报告进行提炼和深化,其主要编写人员与专题研究人员不尽相同。综合专著由“黄河治理与水资源开发利用”(85-926)项目办公室组织专人编写。本丛书因篇幅较大,编审委员会难以逐篇审定,故责成专著主要编写人分别请部分顾问和委员审稿。

由于编辑出版整个过程时间仓促,加之水平有限,难免有不足和错误之处,敬请批评指正。

“黄河治理与水资源开发利用”

系列专著编审委员会

1997年9月

前 言

(一)

黄河是华夏民族的母亲河。黄河流域气候宜人,土地富饶,是中华民族的文化发祥地,可谓历史悠久、文化灿烂、物华天宝、人杰地灵,曾经长期是我国政治、经济、文化的中心。黄河流域土地资源、矿产资源、尤其是能源资源十分丰富,生产潜力巨大,在我国社会主义现代化建设中具有重要的战略地位。

黄河是我国的第二大河,也是我国北方的重要水源。黄河水资源像甘甜的乳汁,滋润着两岸的土地,养育着两岸的人民。富于创造精神的炎黄子孙,用自己的聪明才智和勤劳勇敢,在征服水旱灾害及开发利用黄河水资源的斗争中,创造和发展了水利工程,使荒漠变为绿洲,泽卤成为沃土,维持 5 000 年农业生产而保持地力不衰,养育了世世代代的人民而使中华民族繁衍昌盛。黄河治理和水资源开发利用,自古以来就是关系这一地区乃至全国经济发展的重大战略任务。

人民共和国成立后,生产力得到解放,水利事业得以迅速发展。40 多年来,随着人口增长和工农业生产的发展,水资源日益紧缺,供需矛盾突出,导致人口、资源、环境系统失调。在黄河流域及其邻近地区经济、社会、环境的全面可持续发展进程中,自然资源方面最缺乏的是水资源,环境方面最脆弱的是水环境及与水资源关系密切的环境因子。区域经济与社会的发展、生态环境的保护、一切优势条件的发挥,都需要水资源条件的支持、配合和保证。黄河是这一地区惟一有较大供水价值的地表水资源,也是地下水资源的补给源。就是说,黄河水资源已经成为这一地区人口—资源—环境系统中的关键因子和可持续发展的主要制约因素。由于缺水,农业难以高产,工业难以布设,矿藏难以开发,通信交通、文教卫生事业的发展也受到限制;由于缺水,部分农村人畜饮水困难,卫生条件很差,严重影响群众身体健康,生活在这种条件下的当地农民,要实现产值“翻两番”、生活奔“小康”是极其困难的;由于缺水,自 20 世纪 70 年代以来黄河几乎年年断流,1997 年黄河干流利津河段断流长达 226 天,断流河段曾上延到河南境内,造成严重影响;由于缺水,地下水超采引发地面下沉,河道水域丧失必要功能,泥沙淤积库区和河道,地表植被退化伴之以沙漠化的发展……

当前的黄河水,一方面严重紧缺,并因缺水、断流而给社会经济造成严重损失;另一方面,其开发利用又普遍存在着管理不善、效率不高、用水浪费、负效应等严重问题,两个方面形成明显反差。例如:由于水资源时空分布不均及缺乏调蓄措施,在严重缺水的同时,黄河干流、支流、乃至水库仍有部分“弃水”下泄;工业用水重复利用率不高、农田大水漫灌造成土壤次生盐渍化等现象,既浪费宝贵水资源,又形成用水负效应;水环境保护力度不够、污染严重更加剧了缺水危机等等。因此,合理配置、优化调度有限的黄河水资源,最大限度地满足国民经济各部门需求,促使资源与环境系统的良性循环,以及经济、社会、环境

协调发展,是当前国土资源配置及经济建设中急需研究而难度却很大的决策问题之一。

随着沿河地区工农业供水需求的增长,“五五”、“六五”、“七五”期间,黄河水利委员会(简称黄委会,下同)组织有关单位加强了黄河水资源开发利用问题的研究,提出了在南水北调工程生效前黄河可供水量分配方案,经国家计委审定,并以国务院国办发[1987]61号文批转有关省(区、市)遵照执行,对合理利用黄河水资源,加强水资源利用的宏观控制,促进地区经济发展起了很好的作用。“七五”后期,随着西北、华北地区水资源危机的持续发展,黄河水资源开发、管理和研究方面出现了一些新的情况和问题,更加成为本流域乃至更大范围内可持续发展进程中诸多矛盾的焦点,引起了国家领导人、有关部门和各方面人士的高度关注,要求紧密联系黄河实际与新的情况,采用更科学的理论方法,对黄河水资源合理配置、优化调度问题进行更深入系统的研究。

“黄河治理与水资源开发利用”被列为“八五”国家重点科技攻关项目,表明了国家对治黄工作的高度重视,也显示出黄河问题的高难度和复杂性。1992年,经国家科委批准,“黄河流域水资源合理分配和优化调度研究”列入“黄河治理与水资源开发利用”项目的专题之一,进一步开展有关问题的研究。

(二)

1. 专题特点

该专题研究是一项富于挑战性和开拓性的工作,研究内容涉及流域内外十几个省(区、市)的几乎所有用水部门;事关一系列资源配置、工程建设布局等国家重大决策;多属已经发生、正在发生或将要发生而又急需回答的问题和矛盾;况且,黄河又是这样一条难以治理的大河——它流经若干迥然不同的气候带和地貌单元,带着大量泥沙、脆弱的生态系统和环境系统,以及与之相伴而来的科学技术难题。所以说,该专题研究的内容既是复杂的科学技术问题,又是现实存在的生产实际问题和社会经济问题。研究工作的必要性自不待言,还具有突出的紧迫性、现实性、复杂性和艰巨性。其研究内容和成果能够经常得到上级有关部门的指导,以及黄河水资源用户的关心、批评是专题研究工作的有利条件和优势之一。

2. 专题目标

专题研究的主要目标有两个:其一,建立实用的黄河水资源规划决策支持系统,初步研究基于径流预报的干流水库管理调度方法;其二,对于2000年、2010年、2020年黄河水资源合理配置问题,进行分析论证并提出方案建议。

3. 专题分解与组织

围绕专题目标,进行了专题分解与组织分工,见附表。

4. 攻关策略与技术路线

根据研究内容的突出特点,在专题组织实施与技术路线策划方面,考虑了科学性与实用性的有机结合,研究中采用以下策略:

(1)以前人成果和最新科技理论作为专题研究的高起点。主要措施有:①将系统工程理论和方法等先进的科技成果应用到复杂的黄河系统中。②充分借鉴前人成果,如80

附表

“黄河流域水资源合理分配和优化调度研究”专题任务分解表

专题及子专题编号	名 称	负责单位	参加单位
85-926-04-01	黄河流域水资源合理分配和优化调度研究	黄委会勘测规划设计研究院	西安理工大学、黄委会水利科学研究院
85-926-04-01-01	黄河流域需水量发展趋势预测及水资源合理分配研究	黄委会勘测规划设计研究院	黄委会水文局
85-926-04-01-02	黄河干流水库联合调度初步研究	西安理工大学	成都科技大学、汕头大学、华北水电学院
85-926-04-01-03	黄河输沙用水量及引水引沙对河道冲淤的影响	黄委会水利科学研究院	

年代黄河水资源利用规划、小浪底水利枢纽设计、黄河治理开发规划等。③以“八五”期间完成的“黄河流域水资源经济模型研究”为基础,建立黄河水资源规划决策支持系统。④吸收利用“八五”国家重点科技攻关中黄河流域地下水、水环境方面的最新研究成果。

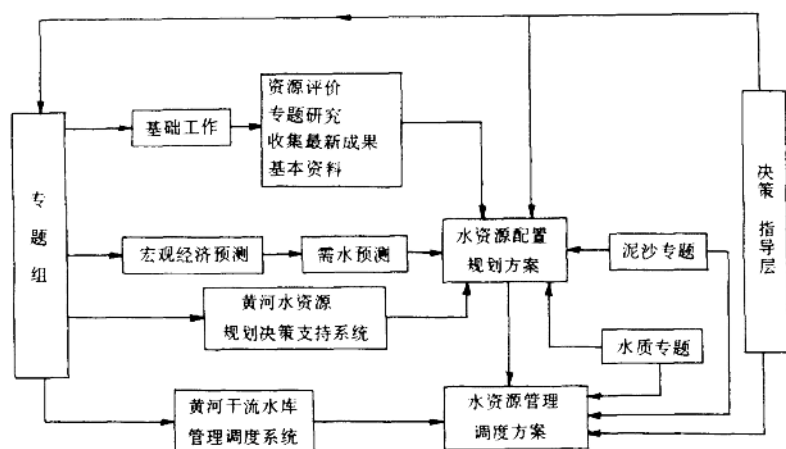
(2)“三院”(规划设计院、科学研究院、高等学院)联合,优势互补。根据专题生产实用性与科学先进性的双重要求,在力量配置方面,集中了工程设计、科学研究、大专院校以及水文测验等部门和单位的力量,有机配合,优势互补,形成了以“三院”为主、联合攻关的有利局面。以求得研究成果既科学合理,又切实可行;既有利于对尚未认识的复杂科学问题的研究和探索,又有利于现实矛盾和问题的对策研究——基于实用、稳妥、易于操作的可行方案。

(3)紧密结合黄河实际,科学方法和专家经验相结合。①进行了大量的水文基本资料复核、水源工程及用水现状调查、国民经济发展规划调查等基础工作,整理了丰富翔实的基本资料,使科学研究建立在资料扎实可靠的基础上。②模型运算及方案分析中尽量反映黄河水资源配置的复杂情况。例如:引水与回归水、地表水与地下水参与平衡问题,不同工程条件下多水源、多用户的供水顺序问题,农业灌溉定额随降雨而变动的问题,经济分析问题,以及工农业用水与河道输沙和环境用水的关系问题等等。③利用计算机模型高效运算的优势,进行了大量的方案运算。以此为基础,通过反复的验算、分析、专家咨询,广泛征求意见,力求使水资源配置方案的论证既科学合理,又切实可行。

专题组织策略及技术路线见附图。

(三)

专题研究工作在充分利用前人成果的基础上,自始至终得到了各有关方面的关心、支持和帮助。否则,要在三年时间内完成如此艰巨复杂的专题工作将是十分困难的。从这个意义上说,专题成果在很大程度上可以说是治黄科技界共同努力的结果和集体智慧的结晶。在此,专题主持单位和全体工作人员谨向有关单位、领导、专家、学者致以深深的谢意!以下致谢所及,难免遗漏,对未能提及但对专题工作作出贡献的单位和专家一并表示



附图 专题组织策略及技术路线

致歉和由衷的谢意!

1. 专题从论证立项到组织实施期间,得到了多方面的支持和帮助

国家科委对该专题的进展表示关注,水利部科技司及项目攻关办公室、中国水利水电科学院及课题攻关办公室、黄委会及所属攻关办公室以及青海、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东省(区)水利(水电)厅(局)更是为专题研究工作给予了大力支持和具体帮助。以徐乾清高级工程师为首的项目专家组,以陈志恺高级工程师为首的课题专家组以及黄委会龚时扬、吴致尧高级工程师,经常听取专题工作人员的汇报,及时解决技术上出现的种种困难和问题。参加专题工作的黄委会勘测规划设计研究院、西安理工大学、黄委会水利科学研究院、黄委会水文局、成都科技大学等单位的领导和专家学者都为专题研究付出了辛勤劳动,作出了重要贡献。通过专题全体研究人员的艰苦努力,实现了国家重点科技攻关的预期目标,取得了可喜成果。

2. 在专题研究启动前,黄委会系统已研究取得多项成果

自70年代中期以后,黄河水利委员会及其所属勘测规划设计研究院集中力量对于黄河水资源利用进行了持续不断的研究,至本专题研究工作启动以前已取得了一系列重要成果(主要集中于水资源利用规划方面)。从某种意义上说,本专题攻关成果也是上述单位以往成果的继承、发展和深化,其中影响较大的研究成果有:

(1)“黄河水资源开发利用预测”(黄河水利委员会,1984年)。该项工作由一系列具体的工作阶段所组成,从项目启动到1987年国务院批准黄河分水方案作为标志,前后历经10年。其主要成果有:黄河河川天然径流核算及56年代表系列选取;干支流主要供水河段划分;1980年用水现状及水源工程调查;规划水平年(2000年)用水预测、供需平衡及黄河水量分配方案意见。本专题(“黄河流域水资源合理分配和优化调度研究”)主要负责人当年曾作为主要工作人员参加其中工作,今日继承借鉴往日成果,倍思当年在项目负责

人白焰西高级工程师以及洪道兴、兰光元、杨宝臻、罗宝琴高级工程师等一批老同志指导下工作的日日夜夜;感谢他们当年的关心、爱护与帮助;更对他们至今仍在关心支持治黄事业,呕心沥血培育后人的无私奉献精神充满敬意。

(2)“黄河流域水资源经济模型研究”(黄委会勘测规划设计研究院,1993年7月)。该项研究系利用世界银行特别贷款,由中美技术人员合作完成的水利部重点基础研究项目。它从理论、方法到计算手段方面将黄河水资源研究提高到一个新的水平。该项研究结束后,外国专家及部分中方工作人员离开,中方项目负责人及主要业务骨干则转移到了恰好衔接的“八五”国家重点科技攻关“黄河流域水资源合理分配和优化调度研究”专题上来。今日继承、使用往日成果的时候,难忘当年项目组的同仁们。

(3)专题研究工作的其他部分,也都继承和利用了各负责单位的已有成果,不一一详述。

(四)

(1)在专题工作完成以后,为了使科技成果尽快得到推广,转化为生产力,水利部有关部门决定将专题成果进行编辑,出版本书。具体编写工作由专题负责人在原专题组中组织部分人员,分工完成。

(2)本书编写过程中,实质性成果(如资料、方案、论点、论据等)均尊重原专题成果和专题报告,文字方面适当提炼,以求符合成书要求。同时,为了独立成册的需要,在不影响专题成果原貌的情况下,部分章节进行了适当补充。主要是:①对于黄河、黄河水资源及研究工作进行了介绍性补充(第一章);②在第七章第一节——“专题成果及应用”介绍以后,对于今后工作——包括“问题与对策”(第二节)与今后研究意见(第三节),则吸收补充了“九五”期间黄委会系统新的研究成果,一并介绍给读者,希望有所裨益。

(3)本书编写分工如下:前言及第一章,常炳炎;第二章,张会言;第三章,薛松贵、侯传河;第四章,黄强;第五章,张会言;第六章,岳德军、常炳炎;第七章,常炳炎;最后由常炳炎统编完成。

(4)黄河是一条难以治理的河流,黄河水资源合理配置与调度是一项复杂、艰巨、长期的工作,难度较大,未被认识的领域还很多。由于专题工作人员及本书编者水平的局限,书中错误、疏漏及不尽如人意的地方恐难完全避免,恳望批评指正。

编 者

1998年9月

本研究专题承担单位及人员

专 题 名 称	黄河流域水资源合理分配和优化调度研究				
承 担 单 位	水利部黄委会勘测规划设计研究院				
专 题 负 责 人	常炳炎	席家治	薛松贵		
主要完成人员	常炳炎	席家治	薛松贵	王益能	范荣生
	岳德军	张会言	黄 强	侯传河	洪尚池
	邓育仁	侯素珍	王宝成	魏广修	陈红莉
参 加 人 员	沈 晋	潘贤梯	王军良	丁 晶	赵业安
	龚 华	何宏谋	解建仓	陈志远	申冠卿
	王 煜	赵红标	阮本清	晏 毅	王贵香
	张 永	张新海	赵永龙	李占斌	李红良
	王 玲	阎崇峰	沈 冰	王玉明	张晓华
	惠爱脑	陈六波	陈孝田	马光文	李景宗
	李 勇	田峰魏	赵大洲	杨振立	刘俊萍
	仝华杰	朱廷举	王玉敏	刘争胜	戴明英
报 告 执 笔 人	常炳炎	薛松贵	张会言	范荣生	岳德军

本书编著人员

常炳炎 薛松贵 张会言 黄 强 岳德军 侯传河

目 录

第一章 地区经济可持续发展与黄河水资源	(1)
第一节 黄河流域概况	(1)
第二节 人口、资源、环境系统与黄河水资源	(4)
第三节 研究工作概述	(6)
第四节 黄河水资源概况	(9)
第二章 地区经济发展趋势与水资源需求	(19)
第一节 宏观经济发展趋势	(19)
第二节 黄河水资源开发利用现状	(30)
第三节 水资源需求预测	(41)
第三章 黄河水资源(利用)决策支持系统	(54)
第一节 系统功能与结构	(54)
第二节 数据库系统开发	(57)
第三节 模型库系统开发	(58)
第四章 黄河干流水库联合调度	(71)
第一节 概述	(71)
第二节 水库联合调度模型	(73)
第三节 水库实施调度系统	(79)
第四节 径流、用水预报	(83)
第五节 应用举例	(86)
第六节 结论	(90)
第五章 黄河水资源合理配置研究	(91)
第一节 黄河水资源供需分析	(91)
第二节 黄河水资源合理分配研究	(122)
第六章 黄河水资源开发利用的主要环境问题研究	(132)
第一节 黄河下游输沙水量的研究	(132)
第二节 引水引沙对河道冲淤的影响	(152)
第三节 黄河水资源利用与水环境问题	(164)
第七章 专题成果及今后研究意见	(178)
第一节 专题成果及应用	(178)
第二节 问题与对策	(190)
第三节 今后研究意见	(202)

第一章 地区经济可持续发展与黄河水资源

黄河流域及其邻近地区是中华民族古代文化的发祥地,经济开发历史悠久,文化繁衍源远流长,曾经长期是我国政治、经济、文化的中心地区。这一地区的发展,与黄河水资源开发利用关系密切,《史记》在记载郑国渠修成后对秦朝统一中国的作用时指出:“于是关中为沃野,无凶年,秦以富强,卒并诸侯”,足见黄河水资源开发利用在中华民族发展史上的重要地位和作用。社会发展到 20 世纪 90 年代,黄河水资源日益紧缺,更成为这一地区能否进一步持续发展的重要资源保证。

本书旨在研究黄河水资源的合理配置问题,研究范围包括黄河流域(面积 79.4 万 km^2 ,其中内流区 4.2 万 km^2)和下游引黄灌区(其中流域外 7.1 万 km^2),简称研究区(下同)。

第一节 黄河流域概况

一、黄河概况

黄河发源于青藏高原巴颜喀拉山北麓的约古宗列盆地,流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东九省(区),于山东省垦利县注入渤海。干流全长 5 464km,流域面积 75.2 万 km^2 。

1. 上游

自河源至内蒙古的托克托(头道拐水文站为代表)为黄河上游。河道长 3 472km,落差 3 464m,流域面积 38.6 万 km^2 ,沿途有白河、黑河、洮河、湟水、祖厉河、清水河、大黑河等支流加入。

黄河的河源地区主要为高寒草原,平均海拔 4 000m~4 500m,年平均气温 -4.3°C ,年平均降水量 300mm~400mm。这一地区的主要经济活动是畜牧业,50 年代以前,除了逐水草而居的游牧民,没有固定的居民。现在,这里已建起了黄河上游第一城——玛多县城。

河源地区湖泊密布,灿若群星,其中最大的扎陵湖、鄂陵湖分别具有 526 km^2 和 610 km^2 的水面积。河源地区具有许多稀有品种的野生动物和植物。

甘肃省的兰州市是中国西北地区的工业重镇。由玛多到兰州,河道全长 1 849km,落差 2 704m,其间山高谷深,坡陡流急,蕴藏着丰富的水力资源。在此段中,总库容 247 亿 m^3 的龙羊峡水库已蓄水发电,李家峡水电站正在施工,刘家峡、盐锅盐、八盘峡三座大型水力发电站正在运行。

兰州以下,两岸山势渐缓,峡谷规模逐渐缩小,而沿河的川地则渐见扩大。位居甘、宁边界的黑山峡,上连高山峡谷,下临广阔平原,承上启下,位置重要。河出黑山峡,进入宁

夏回族自治区,两岸豁然开朗,呈现出一片坦荡无垠的平原耕地,一直延伸至内蒙古自治区的河口镇。这个地区土地资源丰富,降雨稀少,每年平均只有150mm~300mm。由于紧靠黄河,可以引用黄河水进行灌溉,长期以来就成为一个富庶的绿洲。所谓“黄河百害,惟富一套”,即指此而言。由兰州至河口镇,河道长约1353km,落差527m。在此河段内已建成青铜峡、三盛公两处大型水利枢纽。大峡水利枢纽正在施工。

2. 中游

托克托至河南郑州的桃花峪(以花园口水文站为代表)为黄河中游。区间河长1224km,落差895m,流域面积34.4万km²。沿途有窟野河、无定河、汾河、渭河、泾河、北洛河、洛河、沁河等支流汇入。

托克托以下,黄河受吕梁山脉阻挡,折向南流,冲切黄土高原,奔腾于晋陕峡谷之中。从托克托至禹门口,河段长735km,落差608m。天桥水电站正在运行,万家寨水利枢纽正在施工。中国最大的黄土高原之大部分即位于此晋陕两省境内。这个地区雨量分布极不均匀,经常有持续的干旱,也常有集中的暴雨。干旱引起了灌溉的需要,而暴雨则引起了严重的土壤侵蚀。两岸众多支流深切黄土高原,形成千沟万壑,加之这里土质疏松、植被稀少,每遇暴雨,洪水泥沙俱下,浊浪滚滚,成为黄河下游洪水泥沙主要来源区之一。

河出晋陕峡谷,河面开阔,水流平缓,经126km长的游荡性河段,至潼关折向东流,进入河南省境。自潼关至桃花峪,河道长355km,落差229m,是黄河干流上最后一个峡谷——晋豫峡谷。它上接晋陕峡谷,下临广阔的黄淮海大平原,在这里修建水利工程,可控制黄河90%以上的流域面积。据险而守,举足轻重,兴利除害,意义重大,著名的三门峡、小浪底水利枢纽即位于这段峡谷之中。

3. 下游

桃花峪以下至河口为黄河下游。流域面积2.2万km²,仅占全流域面积的3%。河道长768km,比降平缓,平均为1/8000。由于泥沙淤积,黄河河床高出两岸土地,形成“地上悬河”,完全依靠堤防来约束河道。临黄大堤全长1400余公里,两岸堤防已高于背河地面10m~14m,形成了堤防“越加越高,越高越险”的被动局面,这是黄河的重要特点之一,也是黄河洪水灾害特别严重的原因之一。

黄河干流主要水文站基本数据,见表1-1。

表 1-1 黄河干流主要水文站基本数据

地 名	水文站名	流域面积 (×10 ⁴ km ²)	至河源距离 (km)	高 程 (m)
玛 多	黄河沿	2.1	270	4 215
龙羊峡	龙羊峡(二)	13.1	1 711	2 280
兰 州	兰 州	22.3	2 119	1 511
黑山峡	安宁渡	24.4	2 289	1 366
托克托	头道拐	38.6	3 472	984
龙 门	禹门口	49.8	4 197	377
三门峡	三门峡	68.8	4 439	270
花园口	花园口	73.0	4 696	89
利 津	利 津	75.2	5 360	7.4
河 口	黄河口	75.2	5 464	0

4. 黄河内流区和下游引黄灌区

黄河流域以外,又与黄河水资源关系密切的地区还有黄河内流区和下游引黄灌区。

(1) 黄河内流区。位于上游宁夏、内蒙古、陕西三省(区)交界处,因干旱少雨、土地沙化,降水径流难达黄河,从而形成内流区,面积 4.2 万 km^2 。该区土地辽阔,煤藏丰富、牧业开发潜力很大,均须黄河供水。

(2) 下游引黄灌区。指花园口以下黄河沿岸以黄河为主要水源的黄淮海平原地区,北岸多属海河流域,南岸多属淮河流域(海、淮河流域面积 7.1 万 km^2)。这一地区土地平坦、人口密集、经济发达、交通便利,在我国经济建设中具有重要的战略地位。

二、自然地理概况

研究区总面积 86.5 万 km^2 ,占全国国土面积的 9%。其中大部分为山区和丘陵,分别占总面积的 37% 和 32%;平原较少,仅占总面积的 20%,集中分布于上游宁蒙河套平原、中游汾渭盆地、下游黄淮海平原。研究区还有宜于开垦的荒地约 200 万 hm^2 ,主要分布在黑山峡至河口镇区间的沿黄台地和黄河河口三角洲地区,是我国开发条件较好的后备耕地资源。

黄河流域矿产资源丰富,1990 年探明的矿产有 114 种。在全国已探明的 45 种主要矿产资源中,黄河流域有 37 种。具有全国性优势(储量占全国总储量的 32% 以上)的有稀土、铍、石膏、玻璃硅质原料、煤、铝土矿、钼、耐火黏土等 8 种;具有地区性优势(储量占全国总储量的 10%~16%)的有天然碱、硫铁矿、水泥石灰岩、钨、铜、岩金等 6 种。

黄河流域的能源资源,在全国占有极其重要的地位。已探明煤产地(或井田)685 处,保有储量 4 492 亿 t,占全国煤炭储量的 47%,预测煤炭资源总储量约 1.5 万亿 t 左右。黄河流域的煤炭资源主要分布在内蒙古、山西、陕西、宁夏四省(区),具有资源雄厚、分布集中、品种齐全、煤质优良、埋藏浅、易开发等特点。在全国已探明超过 100 亿 t 储量的 26 个煤田中,黄河流域多达 11 个。流域内已探明的石油、天然气储量分别为 41 亿 t 和 672 亿 m^3 ,分别占全国地质总储量的 26.6% 和 9%,主要分布在胜利、中原、长庆和延长 4 个油田。

黄河流域可开发的水电资源丰富,在全国江河中名列第二,仅次于长江。黄河流域的水电资源 91% 集中分布在干流上,上游的龙羊峡至青铜峡河段和中游的北干流河段,梯级水电开发条件好,淹没损失小,技术经济指标优越,综合利用效益显著,是我国近期开发的 12 个水电基地的重要组成部分。

三、社会经济概况

据 1990 年资料统计,研究区共有人口 1.42 亿,约占全国总人口的 12.4%,耕地面积约 1 586.7 万 hm^2 ,占全国的 16.6%。

研究区是我国农业经济开发最早的地区,汾渭盆地和下游平原至今仍是我国的重要农业基地,宁蒙河套平原是干旱地区建设“绿洲农业”的成功典型。区内的小麦、棉花、油料、烟叶等农产品在全国占有重要地位,棉花产量约占全国的 30.5%,粮食和油料各占全国的 11.5% 和 12.9%。由于区内大部分地区自然条件和生态环境较差,广大山丘区的坡