

“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

引黄渠系泥沙利用

蒋如琴 彭润泽 黄永健 王延贵 李会安 陈芳林 宋金山 戴青 等编著



黄河水利出版社

黄河水利

TV21

“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

引黄渠系泥沙利用

蒋如琴 彭润泽 黄永健 王延贵
李会安 陈芳林 宋金山 戴清等编著

黄河水利出版社

内 容 提 要

在调查分析研究黄河下游 96 个引黄灌区 40 年生产运行的基础上, 提出了黄河下游引黄泥沙在平面上的分布及其特性, 总结了引黄泥沙处理利用的经验, 阐述了引黄灌溉的巨大经济、社会和环境效益, 以及产生的占压土地、渠首沙化和淤积排水河道等问题。基于明渠水流泥沙数学模型, 建立了渠网水流泥沙调度数学模型; 通过簸箕李灌区同步水流泥沙观测, 并结合长期系统观测资料, 得到了灌区水流泥沙运动的规律性认识; 通过总结灌区工程改造效果, 结合渠首沙化问题, 论证了分散处理泥沙的灌区模式的可行性; 通过总结浑水淤灌、分散处理泥沙等成果, 探索了实现泥沙长距离输送的条件和措施; 在总结分析不同条件引黄灌区泥沙分布特性的基础上, 提出了引黄泥沙优化平面分布的处理和利用的不同模式; 针对引黄灌溉面临水资源短缺、灌区内沉沙池安排困难和清淤费用增长等问题, 提出了水沙综合利用, 充分利用非汛期非需水期黄河水, 对泥沙进行合理安排, 分散处理泥沙的意见以及必须深入研究的课题。

“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

引 黄 渠 系 泥 沙 利 用

蒋如琴 彭润泽 黄永健 王延贵 李会安 陈芳林 宋金山 戴 清 等编著

责任编辑: 荆东亮

责任校对: 赵宏伟

责任印制: 徐海珍

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: 黄河水利委员会印刷厂

开 本: 787mm×1092mm 1/16

版 别: 1998 年 5 月 第 1 版

印 次: 1998 年 5 月郑州第 1 次印刷

印 张: 8.375

印 数: 1-1500

字 数: 193 千字

ISBN 7-80621-156-X/TV·115

定价: 26.80 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,单位耕地面积水资源量不足全国的五分之一。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地理环境脆弱,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的“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科研试验工作,取得了新的进展和突破,科研成果为黄河的治理与开发提供了大量的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。

这次出版的项目和专题的系列专著,其目的就是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,在其发展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、河道整治工程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利坝技术试验推广。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,并广泛开展了国际交流合作。

“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、多学科联合攻关。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,8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,9个专题成果总体达到国际先进水平,3个专题成果总体达到国内领先水平、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专著,其中包括20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”系列专著编审委员会组织专人编写。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

黄河下游河南、山东两省是我国水资源比较贫乏的省份,黄河水是两省沿黄地区工农业生产的重要水源。1958年~1990年(1962年~1965年停灌除外),黄河下游引黄灌区累计引水2 333亿 m^3 ,平均每年引水80.4亿 m^3 ,其中,1981年~1990年年均引水111.2亿 m^3 。引黄灌溉自50年代开始,特别是1965年以来,得到迅速发展。截至1990年底,灌区范围涉及河南、山东两省20个地市、107个市县,总设计引水能力达3 363.5 m^3/s ;建成万亩(约667 hm^2 ,下同)以上灌区96处,总设计灌溉面积305万 hm^2 ,实灌面积186万 hm^2 ;灌区内已初步形成配套的农田灌排水利体系。

黄河含沙量之高为世界之冠,引水必引沙。1958年~1990年(1962年~1965年停灌除外),黄河下游引黄灌区已累计引沙38.65亿t,平均年引沙1.33亿t。其中,1981年~1990年年均引沙1.20亿t。引黄泥沙用于淤、稻改和淤背固堤,给黄河沿岸带来了巨大的经济、社会和环境效益,但同时也带来了很大的负面影响:清淤泥沙占压土地、渠首沙化以及清淤费用大幅度增长等,严重制约了引黄灌溉的发展;引黄泥沙淤积排水河道,降低了河道的防洪、排涝能力。因此,探索对环境的影响最小的引黄灌溉泥沙处理和利用新模式成为充分发挥黄河水沙资源的作用、引黄灌溉可持续发展的重要课题。在“八五”国家重点科技攻关项目“黄河治理与水资源开发利用(85-926)”中,将“黄河下游泥沙利用及淤筑相对地下河研究(85-926-06)”列为其中的一个课题。本专题,“引黄渠系泥沙利用及对平原排水影响研究(85-926-06-01)”为该课题的其中一个专题。

根据本专题的攻关目标,将本专题分解成三个子专题。在专题组的统一布置下,从1992年7月开始组织实施。其中,第一个子专题“引黄泥沙淤积分布现状及其发展趋势的调查研究(85-926-06-01-01)”,由黄河水利委员会引黄灌溉局、山东省水利科学研究院、河南省水利厅引黄办公室和中国水利水电科学研究院泥沙所承担。研究工作启动时,由专题负责人会同参加单位制订了工作大纲及统计细表。两省分别对万亩以上引黄灌区采取实地调查、座谈、专访等,全面系统收集了灌区的基本资料,包括泥沙处理利用的科研资料。通过对大量资料的整理、核实和分析研究,得到了覆盖河南、山东两省80%~90%灌溉面积共96个万亩以上灌区的统计成果;提出了黄河下游引黄泥沙在平面上的分布状况及其特点,引黄泥沙处理利用的经验总结,引黄灌溉淤、稻改、淤背、固堤带来的巨大经济、社会和环境效益,以及清淤泥沙占压土地、渠首沙化和引黄泥沙淤积排水河道造成防洪、排涝能力降低的负面影响等成果。第二个子专题“泥沙远距离输送和合理调度的研究(85-926-06-01-02)”、第三个子专题“典型灌区的泥沙与水资源利用对环境及排水河道的影响(85-926-06-01-03)”,由中国水利水电科学研究院泥沙研究所承担。根据这两个子专题的攻关内容和目标,由专题负责人组织两个子专题一起进行了典型灌区的选择、灌区测点的布设和现场测验工作,至半

年后典型灌区观测工作步入正常。02子专题1993年下半年起,开始渠网数学模型的研究。武汉水利电力大学河流泥沙研究室承担了子专题中干、支渠分水分沙室内试验研究工作。在山东省滨州地区水利局及所属簸箕李引黄灌溉管理局的大力支持下,03子专题主要对原有的资料和实测资料进行了分析研究。子专题还承担了专题负责单位的中英合作项目旨在建立渠道数学模型的测验工作,积累了更丰富的资料。黄委会水科院承担了该子专题中位山典型灌区的总结工作。在此期间,专题负责单位还进行了与本专题密切相关的工作:水利部水利科技重点项目“黄河小开河引黄灌区泥沙长距离输送的观测研究”、由山东滨州地区水利局委托的“小开河灌区51km输沙渠设计参数选定的室内泥沙模型试验”、中英合作项目以及根据曹店灌区提水灌溉增加局部渠段水流速度的宝贵资料开展的提水灌溉对渠道水流挟沙能力作用的理论探索等,大大拓宽了研究途径,多方面探索了泥沙长距离输送的问题。

“引黄渠系泥沙利用及对平原排水影响的研究”在调查分析96个引黄灌区的基础上,提出了全面完整的黄河下游引黄泥沙分布状况,总结了40年来引黄泥沙处理利用的经验和教训,分析了引黄灌溉对社会、经济和环境的影响;通过对典型灌区水流泥沙观测并结合长期系统的观测资料,深入研究了灌区水流泥沙运动的规律,建立了引黄灌区渠网水流泥沙调度数学模型,论述了黄河下游不同类型优化泥沙平面分布的灌区泥沙处理和利用的不同模式;采用点和面、理论和实际、现场和室内相结合的方法,研究了泥沙长距离输送的条件和多种技术措施。根据本成果编著的《黄河渠系泥沙利用》一书是一部引黄灌溉最新研究成果的专著。这本专著将为引黄灌溉泥沙处理利用、灌区改造、引黄灌溉和供水持续发展提供科学依据,对黄河下游水沙资源的综合利用有着重大的意义。

研究工作始终得到了广大引黄灌区同行们的大力支持和帮助,研究成果凝聚了他们的辛勤劳动,是集体智慧的结晶。

本专题组于1992年7月组成,专题负责人是蒋如琴、彭润泽,参加研究工作的单位和人员有:中国水利水电科学研究院泥沙所,黄永健、王延贵、戴清、段志科、毛继新、李希霞、张燕菁、王景新;黄委会引黄灌溉局,孙可振、李会安、林秀芝;山东省水利科学研究院,陈芳林、刁希全、耿敏;河南省水利厅引黄办公室,宋金山、景万林;簸箕李灌区引黄灌溉管理局,刘和祥、张炳仁、袁金海;滨州地区水利局,祖秀华、王家富;黄委会水科院,兰华林;武汉水利电力大学河流泥沙研究室,谈广鸣、姚晓明。

编者

1997年8月

本专题承担单位及人员名单

专 题 名 称 引黄渠系泥沙利用及对平原排水影响研究
承 担 单 位 中国水利水电科学研究院
专 题 负 责 人 蒋如琴 彭润泽
主要完成人员 蒋如琴 彭润泽 黄永健 王延贵 孙可振
陈芳林 宋金山 戴 清 段志科 毛继新
景万林 刁希全 李会安 张燕青 李希霞

参 加 人 员 刘和祥 谈广鸣 祖秀华 兰华林 耿 敏
林秀芝 姚晓明 张炳仁 袁金海 王家富
王景新
报 告 执 笔 人 蒋如琴 彭润泽等

本书编著人员

第一章 李会安 陈芳林 宋金山 彭润泽
第二章 李会安 陈芳林 宋金山
第三章 李会安 陈芳林 宋金山
第四章 王延贵 戴 清
第五章 黄永健
第六章 蒋如琴 戴 清 黄永健 陈芳林 宋金山
王延贵 段志科
第七章 蒋如琴

目 录

第一章 黄河下游引黄灌溉总论	(1)
第一节 区域自然地理概况	(1)
第二节 引黄发展概况	(1)
第三节 引水引沙概况	(4)
第四节 引黄灌溉效益及处理泥沙费用的估算	(6)
第二章 引黄泥沙处理利用研究与实践	(8)
第一节 引黄泥沙处理利用的主要方式	(8)
第二节 引黄泥沙处理利用的经验	(9)
第三章 引黄泥沙分布及对环境的影响	(19)
第一节 引黄泥沙分布的状况	(19)
第二节 引黄泥沙分布的特点	(23)
第三节 引黄泥沙有利的环境影响	(26)
第四节 引黄泥沙不利的环境影响	(27)
第五节 引黄泥沙对排水河道的影响	(28)
第六节 浑水灌溉、输沙入田对灌区土质的影响	(31)
第四章 簸箕李灌区水流泥沙运动规律研究	(33)
第一节 灌区概况	(33)
第二节 “八五”期间水流泥沙的观测	(36)
第三节 灌区水沙分布规律及其特点	(36)
第四节 沉沙条渠泥沙冲淤特性及其机理分析	(48)
第五节 总干渠、二千渠水流挟沙能力及粗细泥沙挟沙特性分析	(54)
第五章 引黄灌区渠网数学模型	(61)
第一节 黄河下游引黄渠系中水流泥沙运动规律	(61)
第二节 灌区渠道数学模型	(70)
第三节 灌溉渠网水流泥沙数学模型	(75)
第四节 渠网泥沙调度方案比较	(78)
第六章 引黄泥沙长距离输送的研究和实践	(84)
第一节 引黄泥沙长距离输送技术研究的历史回顾	(84)
第二节 河南省大范围浑水灌溉和输沙入田的成功经验	(88)
第三节 山东省东营市曹店灌区泥沙长距离输送的新探索	(90)
第四节 簸箕李灌区实现远距离分散处理泥沙的对策	(93)
第五节 利用渠网数学模型对引黄泥沙远距离输送有关因素的分析	(94)

第六节	引黄灌区支渠提水对干渠水流影响的特性分析	(98)
第七节	小开河灌区输沙渠泥沙长距离输送的探讨	(105)
第七章	引黄灌溉发展趋势及对策	(112)
第一节	引黄灌溉面临的形势	(112)
第二节	引黄灌溉发展的方向	(115)
第三节	引黄灌溉泥沙处理和利用的不同灌区模式	(117)

第一章 黄河下游引黄灌溉总论

第一节 区域自然地理概况

黄河下游引黄灌区范围包括河南省孟津县白坡峡谷口至黄河入渤海口之间的豫鲁两省沿黄河两岸的广大平原地区，处于黄河冲积形成的华北大平原的南北方向上的中间部位，是目前我国重要的粮棉生产基地。其总的地势由西南向东北呈缓倾斜之势。其地面坡降，位居上游地区的河南省境内多在 $1/4\,000 \sim 1/6\,000$ 之间，下游地区的山东省境内一般为 $1/5\,000 \sim 1/10\,000$ ，近河口地区多在 $1/10\,000$ 以下。受黄河历史上历次决口、改道、泛滥的影响，大平原上遍布着古河床、古漫滩和沙丘岗地等，加之现代河流作用和人类活动的影响，灌区内岗洼间续分布，形成了大平原内部错综复杂的微地形地貌特征。

黄河由西南流向东北穿越华北大平原的全境。由于长期的泥沙淤积作用，河床平均高出两侧地面 $3\text{m} \sim 5\text{m}$ ，局部在 10m 以上，因而成为世界著名的悬河。黄河两侧的地面由大堤向外倾斜，黄河河床成为该地区地表水和地下水的分水岭，使广大的平原以黄河为界将南北分别划归为淮河流域和海河流域。灌区土壤以中壤土和轻壤土为主，间有沙壤土、沙土和重壤土分布。

黄河下游引黄灌区地处暖温带半湿润季风型气候区，一年之内春暖、夏热、秋凉、冬寒，四季分明。冬春干旱多风，夏秋多雨。多年平均年降水量在 $550\text{mm} \sim 670\text{mm}$ 之间，其分布自西南向东北递增。年内降水量分布不均，一般6月份至9月份的降水量占年总降水量的 $70\% \sim 80\%$ ，且常呈现出季节间的冬春干旱少雨、夏秋多雨，先旱后涝、涝后又旱、旱涝交替的特点。降水量在年际间变化较大，丰枯年降水量相差数倍，且常呈多年间连旱或连涝的特点，自然灾害频繁，使该地区长期以来的农业生产低而不稳。黄河是该地区重要的水源，区内广大平原，尤其是近河地区还有比较丰富的地下水资源，降水和黄河水为其主要补给来源。该区农作物以小麦、棉花、玉米为主，其次还有大豆、花生等，是我国重要的粮棉生产基地。引黄灌溉工程和排水河系是该地区农业的基本水利设施，不稳定灌溉为其农业的基本特征。

第二节 引黄发展概况

一、引黄历史及现状

黄河下游地区，在北宋时期曾出现过引黄河水淤灌农田；民国年间也修建过几次虹吸工程，但其规模均很小，时间也很短。直到新中国成立后，引黄灌溉事业才真正蓬勃

发展起来,从而使这个地区的农业生产落后、人民生活贫困的面貌得到彻底改变,并且一跃成为我国主要的粮棉生产基地。然而40年来,引黄事业的发展并不是一帆风顺的,经历了初办→大办→停灌→复灌→稳固发展几个阶段。

新中国成立初期,黄河水利委员会(以下简称黄委会)在呈报华北人民政府的《治理黄河的初步意见》中提出:“治理黄河的目的,应该是变害河为利河”,具体的办法是先兴建引黄济卫工程,即现在的人民胜利渠灌溉工程。为了慎重起见,1950年3月在山东省利津县试办了蔡家咀引黄放淤闸,设计引水流量 $1\text{m}^3/\text{s}$,当年放水试办成功。1950年10月政务院批准了引黄灌溉济卫工程。1952年3月工程建成,当年浇地 1.9万 hm^2 。这是黄河下游第一个大型自流引黄灌溉工程。1955年~1957年,河南先后兴建了郑州花园口、开封黑岗口等引黄工程,两处引水能力计 $120\text{m}^3/\text{s}$,淤灌土地 4.3万 hm^2 。1956年1月,山东省人民委员会决定大力发展引黄灌溉,当年汛前完成虹吸工程24处162条管道,设计引水能力 $160\text{m}^3/\text{s}$,设计灌溉面积 37.3万 hm^2 。1956年动工兴建打渔张引黄闸和刘春家引黄灌区,打渔张闸设计引水流量 $120\text{m}^3/\text{s}$,灌区设计灌溉面积 11.3万 hm^2 。在引黄灌溉初期,由于工程建设严格按照设计要求进行,因此均取得了较好的灌溉效益和改碱效果。

1958年,在全国“大跃进”的形势下,引黄灌溉工程建设也出现了“大干快上”的局面,在短短的一两年时间内,黄河下游共兴建引黄涵闸22座,设计引水能力高达 $3\,361\text{m}^3/\text{s}$,设计灌溉面积提高到 536.5万 hm^2 。当时灌溉工程不配套,管理极为粗放,灌区实行“大引、大蓄、大灌”,引水无度,1959年引水量高达163亿 m^3 ,引沙量高达6.4亿t。在重灌轻排的情况下,致使地下水位迅速上升,广大灌区出现了大面积的内涝和土壤次生盐碱化。盐碱地面积由1957年的 54.7万 hm^2 猛增到1962年的 141.7万 hm^2 ,粮棉普遍大幅度减产。在此形势下,1962年国务院范县会议决定,除河南省人民胜利渠灌区作为试验保留 1.3万 hm^2 继续进行引黄灌溉外,其他所有的引黄灌区全部停灌。

1965年黄河下游地区干旱严重,河南省人民胜利渠灌区原保留的 1.3万 hm^2 灌溉面积在不断地扩大;此时,中共山东省省委向水电部报送了《关于恢复和发展引黄灌溉的报告》。水电部同意打渔张引黄灌区于1965年5月恢复引黄灌溉。1966年3月,水电部复函河南、山东两省省委和黄河水利委员会,同意恢复引黄灌溉工作。1980年,水利部在河南省新乡市召开了第一次黄河下游地区引黄工作会议。会议在充分讨论的基础上,全面地总结了引黄灌溉工作的经验教训,统一了大家对引黄灌溉工作的思想认识。会议认为,黄河是解决黄河下游地区抗旱的重要水源,发展引黄灌溉是促进该地区农业发展的有效措施。会议要求引黄灌区加强用水管理,实行用水计划报批制度、用水签证制度和征收水资源费办法等等计划用水措施。会议大力倡导结合生产实际积极开展引黄灌溉科研工作,加强培养基层灌区管理干部,提高业务技术水平,促进引黄灌溉事业沿着稳固、健康发展的道路不断前进。

黄河下游引黄灌溉事业经过40余年的发展,至今已成为我国规模最大的连片自流灌区。截至1990年底,灌区范围涉及豫、鲁两省20个地市(河南9个、山东11个)、107个市县(河南39个、山东68个)。已建渠首工程128处(河南45处、山东83处),

其中,引黄涵闸 70 座(河南 30 座、山东 40 座),虹吸 28 处(河南 10 处、山东 18 处),扬水站 30 座(河南 5 座、山东 25 座),总设计引水能力 $3\,363\text{m}^3/\text{s}$ (河南 $1\,229\text{m}^3/\text{s}$ 、山东 $2\,134\text{m}^3/\text{s}$)。建成万亩以上灌区 96 处(河南 26 处、山东 70 处),其中,百万亩以上灌区 12 处(河南 5 处、山东 7 处),30 万亩~100 万亩灌区 25 处(河南 5 处、山东 20 处),1 万亩~30 万亩灌区 59 处(河南 16 处、山东 43 处);总设计灌溉面积 305万 hm^2 (河南 124万 hm^2 、山东 181万 hm^2)。1990 年实灌面积 186万 hm^2 (河南 25万 hm^2 、山东 161万 hm^2)。灌区的灌排工程均已具相当规模,建成干级以上灌溉渠道 464 条、总长 $5\,288\text{km}$,支渠 3 198 条、长 $9\,225\text{km}$,斗渠 6 051 条、长 $7\,950\text{km}$;排水干沟 394 条、长 $6\,156\text{km}$,支沟 2 292 条、长 $7\,480\text{km}$,斗沟 4 308 条、长 $3\,455\text{km}$,见表 1-1。灌区有骨干排水河道 13 条(河南 5 条、山东 8 条),长 $2\,631\text{km}$,控制流域面积 $83\,422\text{km}^2$ 。黄河下游引黄灌区初步形成了旱能灌、涝能排的农田灌排水利体系。

表 1-1

黄河下游引黄灌区灌排工程统计表

省别	灌区 分类 ($\times 10^4\text{hm}^2$)	灌水工程						排水工程					
		干渠		支渠		斗渠		干沟		支沟		斗沟	
		数量 (条)	长度 (km)	数量 (条)	长度 (km)	数量 (条)	长度 (km)	数量 (条)	长度 (km)	数量 (条)	长度 (km)	数量 (条)	长度 (km)
河南	≥ 2	53	747	211	1 121	3 395	3 061	34	445	90	437	1 477	501
	< 2	52	584	317	890	1 615	1 777	62	817	84	549	592	904
山东	≥ 2	214	3 004	1 783	5 489	584	2 722	189	3 899	1 455	4 813	1 382	1551
	< 2	145	953	887	1 725	457	390	109	995	663	1 681	857	499
合计		464	5 288	3 198	9 225	6 051	7 950	394	6 156	2 292	7 480	4 308	3 455

二、引黄灌溉模式及工程特点

黄河下游引黄灌溉模式的发展与引黄事业的发展过程一样,经过从单一的自流灌溉、灌排分设型开始,以后根据各地的实际情况,逐步产生和发展适合当地灌溉需要的各种不同灌溉模式,如自流灌溉、提水灌溉、引黄补源、井渠结合等灌溉模式。

(一) 自流灌溉

这是黄河下游引黄灌区首先采用的一种引黄灌溉模式,而且至今仍为主要的引黄灌溉模式。尤其是在黄河水头相对较高、两岸地面坡度相对较大的地区,如河南省的大部分引黄灌区和山东省引黄灌区的近黄河地区等,多以自流灌溉为主。自流灌溉模式一般具有如下特点:①灌区有沉沙池,且一般多布设在灌区的渠首地区,其型式可根据具体条件而定。②从渠首引水闸到田间的各级灌溉渠系的工程配套标准要求较高,对于一般的灌区,灌溉渠系按干、支、斗、农、毛等五级标准配套。为保证农田旱能灌、涝能排,灌区应有与灌渠相配套的排水系统和退水出路,排水系统也可按干沟、支沟、斗沟、农沟等标准配套。为节水需要和便于泥沙处理,随着经济状况的改善和技术水平的

提高,近年来骨干渠系的硬化衬砌工作发展迅速。

(二) 提水灌溉

在渠首引水水头较小、地面坡度较缓的地区,普遍采用提水灌溉。如下游段的山东地区,提水灌溉面积所占比例就很大。在自流灌区的中下游地区和灌区的外延地区也较多采用提水灌溉的模式来扩大引黄灌溉面积。其主要工程特点是:①为严格限制过量的泥沙进入提水灌溉的地下渠道,沉沙池一般多布设在灌区上游段的自流灌区范围内。②根据灌区的经济、技术条件,提水灌溉站可建成集中提水的中小型提水站和分散提水的流动提灌站点。目前,面上提灌工程大多数为流动式提灌站点,其特点是小型、轻便、灵活、使用分散、便于管理。③提水灌溉渠系工程多采用灌排渠系合一,其优点是节省土地、便于用水管理、有利于节水等,但应注意加强灌排功能的综合调节作用,以利于防淤、防涝、防止地下水位过高。为提高输沙渠道的输沙能力,保证其有效作用,输沙渠道的衬砌工作随着经济水平的提高在迅速发展。

(三) 引黄补源灌溉

在距离黄河较远的地区,机井灌溉造成地下水严重超采,形成大面积的地下水位降落漏斗,恶化了环境。为改变这种状况,保证农业生产所急需的水源,必须采取补源灌溉措施。即从黄河取水,经过在上游地区的沉沙处理,通过排水河道和必需的调控工程,将黄河水送到急需的地方去,发展提水灌溉,补充当地水源,以稳定地下水位。如河南省的豫北补源区,面积 33 万多公顷,近年的灌溉效益非常好,补源效果明显,深得群众的欢迎。

(四) 井渠结合灌溉

这是通过长期的引黄灌溉实践探索总结出来的一种灌溉模式。其特点是①渠灌可补救井灌水源不足,井灌可补救渠灌的不及时,保证农业及时灌溉;②井灌可控制地下水位,渠灌可保证井灌效益的发挥。在这方面,河南省和山东省的一部分灌区总结出了一些好的经验。在发展井渠结合灌溉模式时,应特别强调资源的整体规划和综合开发利用、井渠工程统筹安排、水资源的统一调配和管理运用等工作,以充分发挥灌溉工程效益和提高水资源的综合利用率。

第三节 引水引沙概况

黄河下游段长 767.7km,流经河南、山东两省的 16 个地市。其中桃花峪至高村段长 188.6km,为游荡型河段;高村至陶城铺段长 165.4km,为游荡型向弯曲型过渡河段;陶城铺至河口段长 413.7km,为弯曲型河段。据花园口水文站 1951 年~1990 年资料,多年平均年径流量为 443.80 亿 m^3 ,多年平均输沙量 11.45 亿 t,平均含沙量为 25.84 kg/m^3 ;最大年来水量 861.37 亿 m^3 (1964 年),最小年来水量 220.50 亿 m^3 (1960 年),变幅 3.9 倍;最大年来沙量 27.29 亿 t (1958 年),最小年来沙量 2.48 亿 t (1987 年),变幅为 11 倍。花园口站历年年径流量、年输沙量变化过程如图 1-1。1951 年~1990 年各时段月平均流量、年径流量、月平均含沙量、年输沙量等特征见表 1-2、表 1-3。

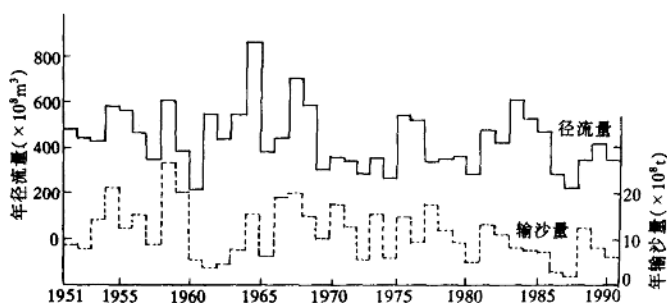


图 1-1 黄河花园口站历年年径流量、年输沙量变化过程

表 1-2 黄河花园口站 1951 年~1990 年月平均流量、年径流量统计表

时间 (年)	月平均流量 (m^3/s)												平均流量 (m^3/s)	年径流量 ($\times 10^8 \text{m}^3$)
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
1951~1960	440	533	767	947	845	1 036	2 478	3 676	2 704	1 918	1 320	657	1 456	457.2
1961~1970	580	461	1 273	1 318	1 410	1 057	2 116	2 753	3 179	2 973	1 721	959	1 658	522.8
1971~1980	559	495	923	892	852	613	1 539	2 061	2 343	2 023	1 180	654	1 183	372.9
1981~1990	608	604	993	935	988	923	1 848	2 608	2 563	2 072	1 019	767	1 333	420.4
1951~1990	547	523	989	1 023	1 024	907	1 995	2 774	2 697	2 246	1 310	759	1 406	443.3

表 1-3 黄河花园口站 1951 年~1990 年月平均含沙量、年输沙量统计表

时 间 (年)	月平均含沙量 (kg/m^3)												平均 含沙量 (kg/m^3)	年输沙量 ($\times 10^8 \text{t}$)
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
1951~1960	7.30	9.00	10.06	12.30	10.40	14.70	44.70	58.40	37.80	19.40	16.10	12.10	31.70	14.48
1961~1970	10.18	8.49	12.21	11.96	12.56	11.95	37.44	48.88	31.29	15.99	13.33	10.64	23.57	12.32
1971~1980	9.12	9.21	9.49	7.83	7.07	7.12	57.55	65.14	37.67	23.04	16.26	9.58	29.78	11.11
1981~1990	5.73	5.59	6.86	4.28	3.99	7.20	33.70	36.86	25.01	16.38	7.80	6.96	18.78	7.90
1951~1990	8.09	8.00	9.92	9.38	8.90	10.72	42.68	52.23	32.82	18.39	13.61	9.80	25.84	11.45

黄河下游自 1958 年到 1990 年的 29 年间 (1962 年~1965 年停灌), 引黄水量共计 2 333 亿 m^3 , 平均年引黄 80.4 亿 m^3 , 约占同期黄河干流来水量 (花园口站) 的 18.1%, 不同时段引水量见表 1-4。引黄水量除少部分用于沿黄大中城市、油田、贫水地区生活用水外, 绝大部分用于农田灌溉。如 1990 年全年引水 112 亿 m^3 , 其中, 农业用水约 101 亿 m^3 、占 91.2%, 工业用水约 8 亿 m^3 、占 6.8%, 人畜用水约 1 亿 m^3 、占 1% 左右, 其余约 1% 的水量用于养殖、种植等, 见表 1-5。在农业用水中, 80% 以上主要用于沿黄的引黄灌溉, 而远距离输送的水量不足 20%。