

“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

结合引黄供水泥沙淤筑 相对地下河的研究

洪尚池 张永昌 温善章 杨文海 尚宏琦 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

结合引黄供水沉沙淤筑 相对地下河的研究

洪尚池 张永昌 温善章 杨文海 尚宏琦 等编著

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书系“八五”国家重点科技攻关项目“黄河治理与水资源开发利用”的第六课题(85-926-06)“结合引黄供水沉沙淤筑相对地下河的研究”成果之一。主要包括:黄河下游淤筑工程的实践经验;结合引黄供水沉沙淤筑相对地下河的总体布局;典型淤筑堤段的工程布置;淤筑相对地下河的可行技术;相对地下河对环境的影响及防治;经济及社会效益评价。

本书可供相关学科的科研、设计、生产部门的专业技术人员及高等院校有关专业的师生阅读、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

结合引黄供水沉沙淤筑相对地下河的研究

洪尚池 张永昌 温善章 杨文海 尚宏琦 等编著

责任编辑:张思敬

责任校对:何新华

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大楼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7月 第1版

印 次:1998年7月郑州第1次印刷

印 张:9.375

印 数:1—1000

字 数:214千字

ISBN 7-80621-157-8/TV·116

定 价:30.00 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,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“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

《结合引黄供水沉沙淤筑相对地下河的研究》是“八五”国家重点科技攻关项目(85-926)的一个专题。从1992年11月起,经过三年多的努力,黄委会勘测规划设计研究院和黄委会黄河水利科学研究院在有关单位的大力配合下,全面完成了专题研究的各项任务。

早在60年代,有的专家就提出:“在黄河下游两侧5km~20km的范围内大规模淤筑,抬高河道两侧地形,使地上河逐步转化为相对地下河”的主张[●]。此后十几年间,许多专家对淤筑相对地下河提出了种种设想方案,其目的方面是以两岸地面的淤高与河道淤高竞赛,另一方面是通过引洪放淤减缓下游河道淤积。随着下游利用黄河泥沙淤临淤背取得的巨大成效和两岸灌区处理引黄泥沙积累的丰富经验,80年代一些专家设想,若将大量引黄泥沙淤筑在堤防两侧(主要是背河一侧),逐步使之淤高淤宽,这样既能逐步改变下游“悬河”的险恶局面,又能长期妥善处理引黄泥沙,对解决下游水患和引黄泥沙处理问题将起重大作用,并提出了结合引黄供水沉沙淤筑相对地下河的主张。这是开发治理黄河下游的新举措,是寓除害于兴利之中的一项战略措施。但是要将这样一个美好的愿望付诸实施,有许多问题需要研究,其主要的技术难点是:在社会关系方面,如何在基本不打乱目前堤防走向和现有灌排渠系的前提下,安排淤筑相对地下河的工程体系;如何妥善安排新的沉沙淤筑区内土地占用和人口迁安问题,使当地人民生活水平不低于淤筑前的水平;对不能连续淤筑的堤段采取什么措施才能形成连续的人工岗岭;经济上是否合理,投资筹措能否落实,能否作为一项治黄产业长期坚持下去。在技术措施方面,淤筑工程的布置、各种淤筑技术和管理措施是否可靠;能否满足集中在堤防两侧淤筑泥沙的要求;能否满足两岸供水的要求。在环境方面,淤筑相对地下河的建设对周边环境有哪些影响,程度如何,如何防治。只有解决上述问题,才能使这项战略措施得以实施,并健康地发展。

针对专题研究的技术难点,下设了三个子专题,即“淤筑相对地下河总体布局可行性研究”、“结合现有淤筑工程进行相对地下河的试验研究”和“相对地下河对环境影响及防治研究”,在各子专题研究成果的基础上,经过归纳和提高,编写成本书。经过深入研究和多方案反复比较,所提出的淤筑相对地下河的总体布局在技术上是可能的、经济上是合理的、社会关系各方面也是可以接受的。按照这一布局全面开展淤筑相对地下河的建设,10年~20年内可使黄河下游两岸大堤60%的堤段淤高7m~11m,淤宽100m~200m;对不能连续淤筑的堤段,可采用机淤固堤等方法进行淤筑,以最终形成连续的相对地下河。根据黄河下游已有的处理泥沙的丰富经验,通过对沉、挖、输、筑沙等技术和施工组织管理的深入研究,提出了一整套切实可行的技术,均可以在今后工

● 水利电力部黄河下游查勘小组,关于黄河下游防洪查勘报告,1964年。

程建设中参考使用。淤筑相对地下河的建设对新的淤筑区土地占用人口迁安的影响是暂时的，通过对新淤土地的综合开发和一定的优惠政策，当地人民的生活水平会进一步提高；工程建设所引起的土地沙化、盐碱化等问题，用工程措施和生物措施都可以得到防治。通过对山东刘庄东干渠和马孔子两个典型淤筑堤段的工程布置深入的研究，说明淤筑相对地下河的建设可以作为治黄产业，长期坚持下去。本书的突出特点是其实用性、科学性和系统性，对生产具有重大的应用价值。

参加本书编写的有洪尚池（前言），刘继祥、周丽艳（第一章），张永昌（第二章），洪尚池（第三章），温善章、张同德、洪尚池（第四章），石春先（第五章），杨文海、王普庆、张永昌（第六章），尚宏琦（第七章），全书由洪尚池、杨文海统稿。

本专题研究工作中，曾得到中国水利水电科学研究院、山东黄河河务局、河南黄河河务局、山东省水利科学研究院、黄委会引黄灌溉局等单位的大力支持，黄委会原主任龚时旻和原总工程师吴致尧自始至终对专题研究工作进行了精心指导，在此表示深切的谢意。书中错误和不妥之处，诚望读者指正。

编者

1997 年 12 月

本研究专题承担单位及人员

专 题 名 称	结合引黄供水沉沙淤筑相对地下河研究				
承 担 单 位	水利部黄河水利委员会				
专 题 负 责 人	洪尚池	张永昌	温善章		
主要完成人员	洪尚池	温善章	张永昌	尚宏琦	杨文海
	刘继祥	王普庆	石春先	张同德	周丽艳
	彭瑞善	陈上明	陈芳林	恽华昌	杨耀卿
参 加 人 员	洪尚池	温善章	张永昌	尚宏琦	杨文海
	刘继祥	王普庆	石春先	张同德	周丽艳
	陈上明	陈芳林	彭瑞善	恽华昌	杨耀卿
	冯自环	王俊昀	丁大发	曹俊峰	宋红霞
	何予川	彭 瑜	曾 芹	王如秀	李国繁
	吕锐捷	兰华林	李中山	马胜利	张东方
	刁希全	李惠梅	刘玉忠	常炳炎	
报 告 执 笔 人	洪尚池	张永昌	温善章	尚宏琦	

本书编著人员

洪尚池	张永昌	温善章	杨文海	尚宏琦
刘继祥	王普庆	石春先	张同德	周丽艳

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 黄河下游引水引沙概况	(1)
第二节 黄河下游防洪形势	(7)
第三节 结合引黄供水沉沙淤筑相对地下河问题的提出	(12)
第二章 黄河下游淤筑工程的实践经验	(15)
第一节 淤筑工程概况	(15)
第二节 淤筑工程的布置	(16)
第三节 淤筑施工技术	(22)
第四节 淤筑工程的施工组织管理	(26)
第五节 典型淤筑经验	(27)
第三章 结合引黄供水沉沙淤筑相对地下河总体布局	(35)
第一节 目标和基本方法	(35)
第二节 黄河下游引水引沙量的预估	(37)
第三节 总体布局的研究	(43)
第四章 典型淤筑堤段工程布置	(56)
第一节 典型淤筑堤段的选择	(56)
第二节 刘庄淤筑堤段工程布置	(57)
第三节 马扎子淤筑堤段工程布置	(65)
第四节 典型淤筑堤段工程建设的综合评价	(74)
第五章 经济及社会评价	(77)
第一节 经济分析	(77)
第二节 社会评价	(78)
第六章 淤筑相对地下河的可行技术	(92)
第一节 输沙、沉沙技术	(92)
第二节 淤筑方式及淤筑技术	(106)
第七章 相对地下河对环境的影响及防治	(116)
第一节 淤筑相对地下河与环境问题	(116)
第二节 现有淤筑工程对环境的影响	(117)
第三节 相对地下河对环境的影响及防治对策	(125)

第一章 概 述

由于黄河是一条多泥沙河流,在引水灌溉的同时必将大量的泥沙也引入灌区。几十年来,黄河下游的引黄事业经历了试办、发展、停灌、复灌和再发展的过程,同时两岸灌区也创造了一些处理引黄泥沙好的经验。本章概述了黄河下游引水引沙的情况及防洪形势,并从二者相结合的观点出发,引出淤筑相对地下河的概念,说明结合引黄供水泥沙淤筑相对地下河的必要性。

第一节 黄河下游引水引沙概况

一、引黄历史及现状

(一) 引黄历史

从 1951 年决定兴建引黄济卫工程——人民胜利渠开始,就拉开了黄河下游引黄灌溉的序幕。1952 年 3 月人民胜利渠建成,当年产生效益,灌溉良田约 1.9 万公顷。次年黄河下游遇到了严重的干旱,由于灌区进行了适时灌水,仍然是一个丰收年,引黄灌溉第一次显示出了巨大的经济效益。其后在 1955 年黄河下游分别修建了花园口、黑岗口和打渔张灌区,设计引水能力达 $300\text{m}^3/\text{s}$ 。这些灌区规划合理,工程配套,发挥了经济效益,打破了“黄河百害,唯富一套”的传统局面,初步摸索了发展引黄灌溉的路子。

1957 年~1961 年期间,在“大跃进”形势的推动下,短时间内共建引黄闸 22 座,设计引水能力 $3\ 360\text{m}^3/\text{s}$,设计灌溉面积约 333 万多公顷。由于引黄工程仓促上马,发展速度过快,灌区配套跟不上,引起大面积的地下水位上升,土壤次生盐碱化不断扩大,由原来的 73 万多公顷,增加到 140 万公顷,各灌区粮棉普遍减产。鉴于引黄灌区涝碱危害严重,国务院令豫、鲁两省暂时停止引黄,仅保留人民胜利渠 1.6 万公顷作为引黄灌溉的试点。之后,平原地区开展了以除涝治碱为中心的农田基本建设,经过几年的治理,使次生盐碱化面积逐渐缩小。

1965 年黄河下游发生严重干旱,各地纷纷要求恢复引黄,本着“积极慎重”的方针,在总结以往经验的基础上,将原有不适当当地情况的大灌区,改成几个小灌区。大型引黄渠首闸有的停用,有的改成小闸。同时新建了一批中型灌区,加强了引黄科研工作,促进了引黄事业的发展。到 70 年代末,建立了 53 处万亩以上引黄灌区,实灌面积达 133 万多公顷,年引水量近 90 亿 m^3 ,引沙量达 2.2 亿 t。80 年代以后,逐渐调整充实了管理机构,完善了各项管理措施。河南、山东两省省政府拨出专款,作为引黄的周转资金,用于扩大引黄规模和灌区配套建设,使灌区的灌排系统趋于完善。各试验站对灌溉制度、灌溉技术、泥沙处理、防治盐碱等课题都进行了科学试验研究,并把各项试验成果推广至各灌区,为灌区粮食的稳产高产提供可靠的科学依据。普遍推行了征收水

费的制度,较好地克服了引水无计划、供水不定量、用水不交费的现象,下游引黄事业走上了健康发展的道路。实灌面积增至 170 万公顷(河南 35.8 万公顷,山东 142.2 万公顷)。

(二) 引水引沙现状

黄河是一条多泥沙河流,在引黄供水的同时,必然引出大量的泥沙。1980 年~1989 年黄河下游各河段引水引沙量的统计资料表明(见表 1-1),黄河下游年平均引水量 106.9 亿 m^3 ,引沙量 1.06 亿 t,其中汛期引水引沙量分别占全年的 34.8% 和 67.8%。从引水引沙量的沿程分配来看,引水量以艾山至利津河段占的比重最大为 43.8%,其次为高村至艾山段占 26.3%,二者合计引水约占黄河下游引水总量的 70%;两河段的引沙量分别为 37.9% 和 25.6%,合计引沙占 63.5%。高村以上游荡河段引水占 30%,引沙占 36.5%。相对而言,花园口至高村游荡河段汛期引水时,由于主流不稳定,河道整治工程相对较少,闸前引渠较长等原因,其汛期引沙量所占比例更大。

表 1-1 1980 年~1989 年黄河下游年平均引水引沙量统计

时段	项 目	花园口	花园口— 夹河滩	夹河滩— 高村	高村— 孙口	孙口— 艾山	艾山— 涑口	涑口— 利津	高村— 以上	高村— 艾山	艾山— 利津	全下游
汛 期	引水量($\times 10^8 m^3$)	4.305	5.786	4.188	6.221	3.577	5.208	7.887	14.279	9.798	13.095	37.172
	占 %	38.4	51.7	44.3	42.1	26.7	24.2	31.1	44.8	34.8	27.9	34.8
	引沙量($\times 10^8 t$)	0.087	0.131	0.091	0.127	0.053	0.096	0.134	0.309	0.18	0.23	0.719
	占 %	71.9	86.8	79.1	73.8	53.5	51.6	62.0	79.8	66.4	57.2	67.8
非 汛 期	引水量($\times 10^8 m^3$)	6.902	5.411	5.274	8.546	9.819	16.285	17.48	17.587	18.365	33.765	69.717
	占 %	61.6	48.3	55.7	57.9	73.3	75.8	68.9	55.2	65.2	72.1	65.2
	引沙量($\times 10^8 t$)	0.034	0.02	0.024	0.045	0.046	0.09	0.082	0.078	0.091	0.172	0.341
	占 %	28.1	13.3	20.9	26.2	46.5	48.4	38.0	20.2	33.6	42.8	32.2
全 年	引水量($\times 10^8 m^3$)	11.207	11.197	9.462	14.767	13.396	21.493	25.367	31.866	28.163	46.86	106.889
	引沙量($\times 10^8 t$)	0.121	0.151	0.115	0.172	0.099	0.186	0.216	0.387	0.271	0.402	1.06

二、引黄泥沙处理现状及存在问题

(一) 引黄泥沙处理措施

现状引黄泥沙的处理措施主要分为两种类型,一是集中处理,二是分散处理。

1. 集中处理

当引水闸后水位与大堤背河地面高程相差较大时,多采用自流沉沙,利用洼地做沉沙池,集中处理泥沙。然后将水送往灌区,以减少灌排渠系的淤积。对于引水渠道比降很小,沉沙池距引水闸又较远的灌区或为满足城市和工业用水的地方,也有采用扬水沉沙的方法。在有条件的地方也采用了结合引黄放淤改土处理泥沙。

黄河下游引黄泥沙的处理以自流沉沙的方式应用较广。在引黄初期及下游复灌后,引黄泥沙多采用集中处理的方式。黄河下游大面积盐碱低洼地需要改良,利用河道水位高于大堤两岸地面及灌区上游地势高于下游的条件,于渠首修建围堤,放宽过水断面,

降低流速,后期利用节制闸壅水沉沙,充分利用黄河水沙资源改造盐碱洼地,又为远距离输水灌溉创造条件,同时也减轻了灌区的排水负担。

2. 分散处理

引黄泥沙的分散处理是指利用各种工程措施和管理措施,将渠首闸引出的黄河水或经沉沙池淤沉一定的粗颗粒泥沙,或不经沉沙池沉沙而通过各级渠道送往田间,这种分散处理泥沙的办法可以减少上级渠道的清淤和集中处理泥沙的困难,目前人民胜利渠及山东省一些灌区都采用此种处理引黄泥沙的办法。引黄泥沙的分散处理,多是由于灌区受地形条件或其他社会经济条件限制,修建沉沙池集中处理泥沙较为困难,或原来的沉沙池已经淤废,或灌区内盐碱洼地业已改良完毕而被迫采用此种措施。这种处理泥沙的措施关键是提高各级渠道的挟沙能力以输沙入田间渠道,通常采用两种办法,一是改造灌区工程,衬砌渠道,最终提高渠道的输沙能力,将泥沙分散输往田间;二是提高渠首水位,然后将各级渠道按输沙渠道设计运用。

(二) 引黄泥沙处理效果

1. 集中处理效果

黄河下游引黄灌区沉沙池按其平面形状分为带形(或条形)沉沙池,棱形(或梭形)沉沙池和湖泊形沉沙池三种形式。不同形式的沉沙池池内水流泥沙运行情况不同,其沉沙作用和效果也不相同。带状或棱形池一般用于灌溉沉沙,只要求将粗颗粒沉下,细颗粒则送往田间,以节省沉沙占地并增加肥力;湖泊形沉沙池,多用于灌溉与淤地改土相结合或单纯淤地改土,池内粗细颗粒泥沙大部分沉淀下来,淤沉后土地具有良好的耕种条件。

带状棱形沉沙池,在出口节制闸的调节控制下,可在一定范围内调节池内水沙运行情况,使泥沙在池内落淤均匀,淤后地面平整,沉沙效果也较好,从黄河下游灌区的运用效果看,明显优于湖泊形沉沙池。人民胜利渠的实测资料表明,当条渠长5000m,宽80m~120m时,其拦沙效率(含沙量在沉沙池内的衰减与入池含沙量之比)初期运用在70%以上。湖泊形沉沙池多用于引水量大,且有充足沉沙场所的灌区,施工简易,往往利用地形地物修建围堤即可沉沙。其优越性在于施工快,投资省,在出口有节制建筑物条件下,只要运用得当,也可达到较好的沉沙目的。但湖泊形沉沙池因其宽度大,池内流速初期运用时一般在0.1m/s左右,沉沙池的使用寿命短。

2. 分散处理效果

黄河下游分散处理泥沙的灌区,多是由于灌区内限于地形条件修建沉沙池集中处理泥沙困难,或沉沙池已经淤废而另辟沉沙场地困难的情况,利用各种工程措施及管理措施,尽可能提高各级渠道的挟沙能力以使泥沙输往田间分散处理。这种处理泥沙的方式虽然可使进入田间的沙量有所增加,也加重了干支渠和排水河道的淤积,给引黄事业的持续发展造成了困难。

(三) 黄河下游典型引黄灌区的泥沙处理

据实测及调查资料统计,黄河下游8个典型灌区泥沙淤积分布如表1-2。从表1-2知,引黄灌区沉沙池沉沙占引沙量的17%~72%,一般可沉沙50%左右;总干及支干以下泥沙淤积占6%~59%;田间淤沙约占5%~35%;退排水河道淤积占6%~26%。

可见,不同灌区由于引水引沙和处理引黄泥沙的条件不同,引黄泥沙的分布差别很大。

表 1-2 黄河下游典型引黄灌区泥沙淤积分布

灌区名称	年均引水 ($\times 10^8\text{m}^3$)	年均引沙 ($\times 10^4\text{m}^3$)	泥沙淤积分布情况										资料采用年限 (a)
			沉沙地		总干分干		支渠以下		田间淤沙		排水河道		
			($\times 10^4\text{m}^2$)	占 %	($\times 10^4\text{m}^2$)	占 %	($\times 10^4\text{m}^2$)	占 %	($\times 10^4\text{m}^2$)	占 %	($\times 10^4\text{m}^2$)	占 %	
人民胜利渠		330.8	74.2	22.4	8.1	2.4	50.0	15.0	114.7	34.7	83.8	25.5	1981~1984
南小堤	1.09	65.1	35.7	54.8	7.7	11.8			17.6	27.1	4.1	6.3	1982~1985
簸箕李	4.80	428.5	73.5	17.1	89.4	20.9	163	38.0	57.4	13.4	45.2	10.6	1986~1989
潘庄	16.0	1 037.8	362.9	33.8	225.5	21.0	166.4	15.5	63.4	5.9	255.6	23.8	1986~1989
位山 ^①	6.8	610.0	186.5	30.6	182.8	30.0	114.2	18.7	30.0	4.9	109.2	17.9	
刘庄 ^②	1.89	482.6	348.1	72.1	25.1	5.2	4.4	0.9	56.8	11.8	54.9	11.3	
阎潭 ^③	3.47	738.3	505.4	68.4	177.6	15.9			115.3	15.6			

注 ①调查资料;②试验资料;③沉沙池包括淤区

人民胜利渠泥沙处理。人民胜利渠 1952 年~1981 年 30 年间共引水 192.9 亿 m^3 , 引沙 3.12 亿 t, 平均引水含沙量 $16.2 \text{kg}/\text{m}^3$ 。经过不断总结试验, 得出一套比较完善的处理引黄泥沙的措施, 即利用沉沙池集中沉沙; 淤地改土沉沙; 引黄泥沙分送田间。1952 年 9 月~1953 年 3 月, 曾用湖泊形沉沙池放水沉沙两次, 水深不足 1.0m, 粗细泥沙均有淤积, 且池水渗漏使周围地下水位抬高。1953 年~1955 年曾运用棱形沉沙池沉沙, 初期拦沙效率一般在 80% 以上, 拦粗排细效果明显。人民胜利渠 1952 年以来, 先后使用过 9 条带状沉沙池, 含沙量小于 $25 \text{kg}/\text{m}^3$ 时, 拦沙效率在 70% 以上, 含沙量为 $25 \text{kg}/\text{m}^3 \sim 50 \text{kg}/\text{m}^3$ 时, 拦沙效率 50%~70%, 是拦沙效果最好的一种沉沙池。9 条带状池共沉沙 7 409 万 m^3 , 占总引沙量的 36%。另外, 该灌区灌溉期采用大流量轮灌配水, 提高各级渠道挟沙能力, 以输沙入田。

打渔张灌区泥沙处理。打渔张灌区 1956 年动工兴建, 目前年均引水量 3.0 亿 m^3 左右, 实灌面积 5.3 万多公顷。引黄泥沙处理采用沉沙与淤地改土相结合的方式, 闸后约有 50km^2 的背河洼地, 共建 14 条沉沙条渠, 条渠为棱形, 长约 8.0km, 上接闸后衔接段, 下接总干枢纽, 现已用完还耕 12 条, 总沉沙量 2 688 万 m^3 , 沉沙量约占引沙量的 40%, 沉沙效果较好。

位山灌区泥沙处理。位山灌区是黄河下游大型灌区之一, 设计灌溉面积为 34.4 万公顷, 渠首位山闸 8 孔, 设计引水流量 $240 \text{m}^3/\text{s}$, 东三孔向东渠供水, 流量 $80 \text{m}^3/\text{s}$, 西五孔向西渠供水, 流量 $160 \text{m}^3/\text{s}$ 。年均引水 6.8 亿 m^3 , 引沙 610 万 t。该灌区泥沙处理的自然条件较差, 渠首附近无天然荒碱地, 地面坡降平缓, 因此, 沉沙池设在闸后 15km 处的洼地, 分东西两个池区, 东池由 3 个条渠组成, 负担一干渠沉沙, 西池由 4 个条渠组成, 负担 2、3 干渠沉沙。1970 年复灌后, 东西沉沙池分条轮换使用, 自流沉沙, 多年平均拦沙量为引沙量的 28%~37%。由于沉沙池规模与引水引沙规模不相适应, 引水规模过大, 沉沙效能较低, 大量泥沙泄入沟渠, 淤积在各级渠道中, 另外, 沉沙池运用中没能做好立即还耕, 增加了池区农民的生活困难, 扩新池受阻, 为解决沉沙及部分条渠还耕问题, 除西池扩用 5 号条渠外, 近 8 年来均采用在老池内以挖待沉的办

法处理泥沙。

刘庄灌区泥沙处理。刘庄灌区灌溉菏泽市 5.1 万公顷土地，其中白流灌溉 1.6 万公顷，提水灌溉 3.5 万公顷。1980 年~1990 年年均引水 4 亿 m^3 ，引沙 600 万 t。该灌区在解决渠首淤积的基础上，充分利用水沙资源，放淤改土，改造了灌区周围大片盐碱荒地，处理泥沙的方式主要有三种。一是利用沉沙池淤地改土。有计划地修建沉沙池，沉沙与改土结合，当年还耕，退水大部分可用于灌溉，减轻排水负担，1965 年复灌以来，先后修沉沙池 16 个，淤改土地 0.53 万多公顷。二是围堰放淤。在地势较高不宜作为沉沙池的地方，汛期有计划地分区放淤，已改土 0.15 万公顷。三是浑水灌溉。在无沉沙条件的地方，采取浑水灌溉的方式，实行大面积、多口门、大比降、小流量、就地入渗，不退尾水的运用方式，可起到灌溉、蓄淡压碱，淤改土地的作用。

潘庄灌区泥沙处理。潘庄灌区控制面积 486km^2 ，设计灌溉面积 33.3 万多公顷，设计引水流量 $120\text{m}^3/\text{s}$ ，年均引水 9.13 亿 m^3 。目前采用二级沉沙，据实测资料统计，渠首沉沙池沉沙 990 万 m^3 ，占引沙量的 14.4%，二级沉沙 900 万 m^3 ，占引沙量的 13.1%，进入田间泥沙约占 5%。总干渠清淤 7 次，清淤量为 1 069 万 m^3 ，占引沙量的 15.6%，各级渠道及大、小排水沟道的泥沙约 3 538 万 m^3 ，占引沙量的 51.7%，约 80% 的泥沙靠人工清除，沉沙效果较差。

（四）现状处理引黄泥沙存在的问题

目前，由于可供沉沙的低洼地越来越少，大量引黄泥沙分散淤积在各级渠道及退排水河道中，以致不得不每年耗费大量人力物力进行清淤，而清淤出的泥沙又无出路，多是堆放于渠道两岸，从而形成众多的人工沙垄，以致造成土地沙化和灌区生态环境的严重恶化，严重制约着黄河下游引黄事业的发展。

1. 各级渠道的淤积及清淤

黄河下游引黄灌区输沙总干渠及输水干渠纵比降，河南段一般为 $1/4\ 000 \sim 1/5\ 000$ ，山东段冻口以上多为 $1/6\ 000 \sim 1/8\ 000$ ，冻口以下多为 $1/8\ 000 \sim 1/10\ 000$ 。引水含沙量非汛期多在 $5\text{kg}/\text{m}^3 \sim 10\text{kg}/\text{m}^3$ ，汛期视黄河含沙量大小变化较大，一般说来在 $10\text{kg}/\text{m}^3 \sim 30\text{kg}/\text{m}^3$ 。对于设计流量条件下的引水，河南河段输沙干渠可基本保证在一个较长时期不致淤积，山东河段则因比降较缓，而渠道衬砌者为数不多，故干渠本身挟沙能力不足。由于引水期黄河流量变化较大，特别是 80 年代以来黄河下游水量持续偏枯，加之有些灌区设计引水规模过大等因素，常使多数灌区干渠引水流量小于设计流量，甚至不足设计流量的 $1/2$ ，致使干渠发生大量淤积。

据统计，山东省 1983 年~1989 年干渠以上渠道年均清淤 2 485 万 m^3 ，占引沙总量的 45%，年均清淤费达 1 亿元以上。

如山东葛家店闸，设计流量为 $15\text{m}^3/\text{s}$ ，实际运用中经常引水 $8\text{m}^3/\text{s} \sim 9\text{m}^3/\text{s}$ ，年引水量约 0.8 亿 m^3 ，干渠每年清淤一次，清淤量约 30 万 m^3 。韩墩引黄闸，设计引水流量 $60\text{m}^3/\text{s}$ ，实际引水经常为 $30\text{m}^3/\text{s} \sim 40\text{m}^3/\text{s}$ ，干渠穿过大堤后向北延伸 80 余 km，全线衬砌，每年均须清淤一次，挖沙 1m 以上，清淤长度约 20km；官家灌区，设计引水流量 $30\text{m}^3/\text{s}$ ，引水流量经常在 $10\text{m}^3/\text{s}$ 左右，引水含沙量 $8\text{kg}/\text{m}^3 \sim 10\text{kg}/\text{m}^3$ 即明显淤积，干渠淤积严重，年均清淤约 40 余万 m^3 ；马扎子灌区，年均清淤 80 万 m^3 ；德州地

区水费征收的约 60% 用于清淤。以上情况说明, 黄河下游输水干渠淤积严重, 清淤量大、费用高。

2. 灌区沙化

黄河下游引黄灌区各级渠系及退排水河(渠)道清淤出的大量泥沙, 由于灌区无堆沙场地, 多堆放在渠道两岸, 不仅压占了大量耕地, 也使土地沙化问题日趋严重。山东省位山灌区渠道弃土形成的沙化面积达 1 000 公顷。刘庄灌区东干渠清淤弃土占压耕地 40 公顷, 弃土堆高 4m~5m, 形成 60m~80m 宽的人工沙岭。马扎子灌区年清淤弃土占地 9.3 公顷, 沉沙池和输水干渠两侧堆沙高 3m~5m, 特别是位山灌区, 到 1989 年输沙渠及两侧泥沙总占地达 766.7 公顷, 其中泥沙占压 400 多公顷, 两侧清淤土以每年 20 公顷~26.7 公顷的速度发展, 输沙渠两侧堆沙达 2 500 多万 m^3 , 平均堆高 5m~6m, 两侧平均占地宽 130m~140m, 土地沙化问题严重。

3. 退排水河道大量淤积而致除涝标准严重降低

据统计, 黄河下游引黄灌区流域面积大于 500km^2 的大型排水河道共 35 条, 总长度 3 990.6km, 总流域面积达 $88\,245\text{km}^2$, 分别归属黄河、海河、淮河三大水系, 其中河南省引黄灌区大型退排水河道 12 条, 长 1 431.3km, 流域面积 $32\,779.4\text{km}^2$, 山东省引黄灌区大型退排水河道 23 条, 长 2 559.3km, 流域面积 $55\,466.1\text{km}^2$, 其中部分直接入渤海。35 条大型退排水河道承担了大部分引黄灌区的排水任务。同时, 这些退排水河道依靠节制建筑物为引黄灌区下游及滨海淡水资源缺乏区的工农业生产和人畜用水提供了一定水量。

黄河下游引黄灌区排水河道, 多数是 60 年代前后开挖疏浚的, 由于引黄灌区工程配套老化, 管理不善, 大量引黄退沙进入排水河道。据统计, 13 条骨干排水河道(其流域面积占 35 条排水河道总面积的 80%), 至 1989 年底, 共淤积泥沙约 3.1 亿 m^3 (见表 1-3), 仅贾鲁河、金堤河、红卫河、徒骇河、马颊河五条骨干排水河道的淤积量, 就占引黄退水泥沙淤积量的 77%。虽然由于近年黄河来沙较枯, 加之干渠淤积后清淤较及时, 以及有些灌区加强了泥沙处理(包括渠首防沙等), 惠济河、贾鲁河、金堤河等淤积速度有所减少, 但多数灌区退沙入排水河道的沙量仍未见减少。

黄河下游排水河道均为断面相对窄深的平原河道, 纵比降多在 1.0‰ 以下, 山东境内排水河道比降则多在 0.8‰ 以下, 一般流量下流速在 0.4m/s 以下, 仅排泄引黄退水时, 流速更低, 因此, 排水河道的挟沙能力很低, 一般 $2\text{kg}/\text{m}^3$ 含沙量的退水入排水河道即可造成淤积。黄河下游引黄灌溉时退水退沙, 包括放淤退沙、抗旱送水输沙及利用排水河道调蓄部分水量等, 是造成排水河道淤积的主要原因。目前, 黄河下游灌区引黄泥沙总的说来并未得到很好处理, 有些灌区开灌以来, 一直未建沉沙池, 1980 年调查说明, 已建灌区中未建沉沙池者占 22%, 导致退水含沙量较高, 达 $5\text{kg}/\text{m}^3 \sim 6\text{kg}/\text{m}^3$ 以上, 造成排水河道严重淤积。再者, 有些灌区虽建有沉沙池, 如潘庄灌区等, 因规模太小或运用后期沉沙效果不好, 退水含沙量也较高。

退排水河道淤积致除涝标准严重降低。如人民胜利渠、武嘉、白马泉灌区退水退沙, 使卫河淇门以上 1984 年~1990 年淤积泥沙 243 万 m^3 , 个别河段淤积厚度达 4m 以上, 影响涝水、污水排泄, 汛期严重威胁新乡市的防洪安全。金堤河 1965 年治理后,