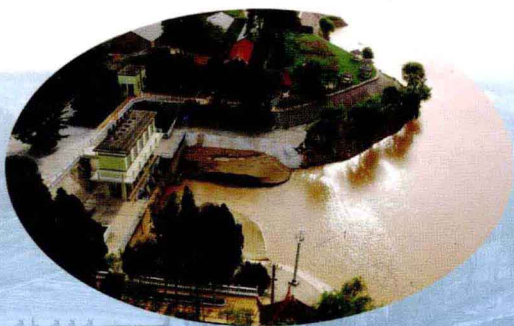


YINHUANG HANZHA DIJI CHULI JISHU

引黄涵闸 地基处理技术

胡俊玲 王学通 王保民 著



黄河水利出版社

引黄涵闸地基处理技术

胡俊玲 王学通 王保民 著

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书主要介绍了河南黄河滩区地质概况,分析了引黄涵闸工程结构特点,并阐述了常用的地基处理方法。通过对一些新材料、新技术、新工艺在引黄涵闸工程地基处理中的实践与研究进行总结分析,可为类似工程提供技术支持。本书共分六章,包括:工程地质概况、引黄涵闸工程结构分析、常用地基处理方法、工程应用实例、设计程序开发、认识与展望。

本书实用性强,内容翔实,具有较强的创新性和学术价值,可供广大工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

引黄涵闸地基处理技术/胡俊玲,王学通,王保民
著. —郑州:黄河水利出版社,2011. 10
ISBN 978 - 7 - 5509 - 0134 - 6

I. ①引… II. ①胡… ②王… ③王… III. ①黄河 -
水闸 - 地基处理 - 河南省 IV. ①TV882. 1 ②TV66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 216260 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslcbs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:850 mm × 1 168 mm 1/32

印张:8.75

字数:220 千字

印数:1—1 000

版次:2011 年 11 月第 1 版

印次:2011 年 11 月第 1 次印刷

定价:25.00 元

前 言

1952年,河南省武陟县兴建的第一座引黄涵闸——人民胜利渠渠首闸,为黄河下游引黄灌溉事业的发展开创了成功的先例。之后,沿黄各地相继建闸引水,截至2007年,河南引黄涵闸共建成36座,设计总引水能力 $1\,705\text{ m}^3/\text{s}$,为沿黄农田灌溉、工业及城市生活用水提供了水源。

人民治黄以来,黄河下游堤防共经历四次大规模培修,以增强堤防的抗洪能力。第一次为1950~1957年,第二次为1962~1965年,第三次为1973~1985年,第四次为1998~2001年。随着堤防的不断加高加固,已建涵闸的设计防洪标准已不能适应防洪的要求,因此20世纪70年代中期便开始分期分批地进行穿堤涵闸改建。

现阶段小浪底水库清水下泄,使黄河下游的水沙条件发生较大变化。小浪底水库出库水流含沙量较小,冲刷能力较强,使黄河下游河床明显下切,造成部分已建涵闸闸底板相对较高、引水困难的现象,还存在使用年限长、工程质量问题等,因此需对现有涵闸考虑进行改建或重建。

目前,河南省经济飞速发展,不仅是我国人口大省、农业大省,也是经济大省、新兴工业大省。发展的河南对黄河水资源的需求日益增大,万顷良田需要水,急速壮大的城市需要水,雨后春笋般的工矿企业需要水。随着沿黄各地农田灌溉、工业及城市生活用水、生态环境建设等需水量日益增加,引黄供水事业发展前景十分广阔。

引黄涵闸多修建于黄河滩地,土质多为粉土、细砂,其天然地

基承载力较低,且存在地震液化现象。地基基础直接关系到建筑物的安全性,是工程建设成败的关键所在,也是我们长期致力于探索的课题。笔者通过近年来对引黄涵闸工程进行地基处理的实践与研究,在一些新材料、新技术、新工艺的应用方面积累了一定的经验,加以总结阐述,可为日后的工作奠定坚实的基础,并提供可靠的技术支撑。

本书编写人员有:河南黄河勘测设计研究院王保民(前言、第一章、第三章九至十一节),河南黄河勘测设计研究院王学通(第二章、第三章一至六节、第六章),河南黄河勘测设计研究院胡俊玲(第三章七至八节、第四章、第五章)。全书由胡俊玲统稿。

由于编著水平有限,书中错误和不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

作 者

2011 年 8 月

目 录

前 言

第一章 工程地质概况	(1)
第一节 地形地貌	(1)
第二节 地质构造	(2)
第三节 地层岩性	(4)
第四节 水文地质	(5)
第五节 堤身质量评价	(6)
第二章 引黄涵闸工程结构分析	(8)
第一节 闸室结构	(11)
第二节 稳定计算	(12)
第三章 常用地基处理方法	(17)
第一节 地基处理方法分类	(18)
第二节 换填垫层法	(22)
第三节 振冲法	(45)
第四节 砂石桩法	(56)
第五节 高压喷射注浆法	(68)
第六节 水泥土搅拌法	(81)
第七节 水泥粉煤灰碎石桩(CFG 桩)法	(102)
第八节 灌注桩	(125)
第九节 预应力混凝土管桩	(143)
第十节 石灰桩法	(172)
第十一节 灰土挤密桩法和土挤密桩法	(184)

第四章 工程应用实例	(201)
第一节 濮阳市渠村引黄闸改建工程——穿堤闸	… (201)
第二节 武陟引黄供水水源工程——提水泵站	… (208)
第三节 郑州桃花峪引黄闸	… (213)
第四节 郑州市花园口东大坝引黄闸	… (232)
第五节 河南豫联引黄供水泵站	… (239)
第六节 郑州桃花峪备用引水闸	… (246)
第七节 工程应用效果分析	… (254)
第五章 设计程序开发	(257)
第一节 设计程序功能	… (257)
第二节 设计程序使用	… (260)
第三节 应用前景	… (263)
第六章 认识与展望	(265)
第一节 关于地基承载力表达形式的探论	… (265)
第二节 地基处理形式选用与优化设计思路	… (267)
第三节 地基处理与环境保护	… (270)
第四节 地基处理技术发展展望	… (272)
参考文献	(274)

第一章 工程地质概况

由于引黄涵闸工程多建于黄河两岸滩区,此处主要介绍河南黄河滩区的地质概况。

河南黄河西起灵宝杨家村,东到台前张庄,河道长 711 km。孟津县白鹤以上 247 km 为山区河道,白鹤以下 464 km 为平原河道。

黄河自灵宝至三门峡,属于三门峡库区的范围。三门峡至孟津 160 km 左右的河道,是黄河最后一段峡谷。峡谷出口的小浪底以下至郑州桃花峪,河道进入低山丘陵区,是由山地进入平原的过渡河段。桃花峪以下为黄河下游冲积大平原。

京广铁路桥以下黄河两岸均有堤防约束,堤距一般宽 6 ~ 10 km,最宽处在长垣县为 20 km,最窄处在台前县不足 2 km。河道为复式断面,黄河上游输送来的大量泥沙在河槽内堆积,塑造了河槽两侧宽广的滩地,称为滩区。由于河势游荡不定,两岸滩地常有不同程度的冲淤变化。河南黄河滩区面积广阔,为 2 200 ~ 2 600 km²,涉及洛阳、郑州、开封、焦作、新乡、濮阳 6 个市所属的 19 个县(区)。

第一节 地形地貌

河南黄河滩区为黄河近代冲积形成的河漫滩地貌单元(见图 1-1)。由于河段的游荡性,河槽在两岸大堤之间摆动,形成了宽窄不一的漫滩地。桃花峪以下,左岸滩区主要有:武陟老田庵—大三李段,滩宽 3 ~ 10 km;封丘于店—辛店段,滩宽 2 ~ 7 km;封丘

常堤—禅房段,滩宽 2~5 km;长垣大留寺—三合村段,滩宽 3~13 km;濮阳南小堤—王称固段,滩宽 3~6 km;范县彭楼—邢庙段、邢庙—于庄段,滩宽分别为 2~4 km、4~6 km;台前孙楼—影堂段,滩宽 1~6 km。右岸滩区主要有:中牟九堡—开封黑岗口段,滩宽 5~7 km;开封柳园口—夹河滩段,滩宽 3~6 km。

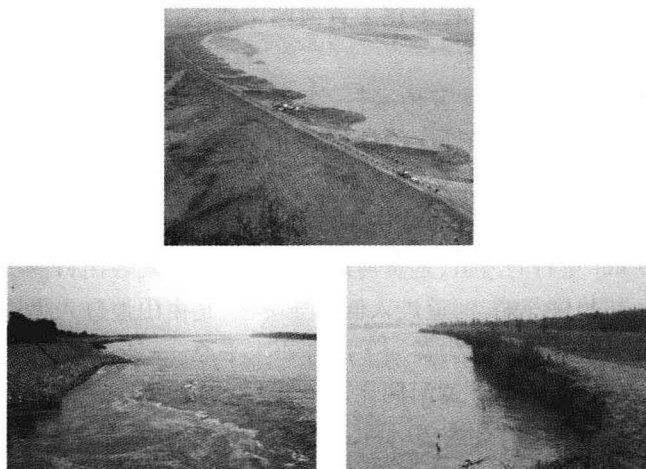


图 1-1 河南黄河滩区地貌

第二节 地质构造

河南黄河滩区及河道在大地构造上处于华北断块区内的华北平原断块拗陷亚区,根据构造特征可分为 8 个隆起和拗陷构造,与黄河演变有关的主要有济源—开封拗陷、鲁西隆起、内黄隆起、临清拗陷、济阳拗陷等。黄河下游新构造运动形式主要为断块差异升降运动、断裂错动、地震等。黄河下游断裂大体形成以 NNE、NE、NWW、NW 走向为主的构造格局。这些断裂在黄河冲积平原

皆为隐伏断裂。新构造期活动比较强的断裂有郑汴断裂、新商断裂、聊考断裂带。

根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010),河南省有关地区抗震设计主要参数见表 1-1。

表 1-1 河南省有关地区抗震设计主要参数

序号	单位及地区	抗震设防烈度(度)	设计基本地震加速度值	设计地震分组
一	豫西			
1	济源	7	0.10g	第二组
2	孟津	7	0.10g	第二组
二	郑州			
1	巩义	7	0.10g	第二组
2	荥阳	7	0.10g	第二组
3	惠金	7	0.15g	第二组
4	中牟	7	0.10g	第二组
三	开封			
1	开封	7	0.10g	第二组
2	兰考	7	0.10g	第二组
四	焦作			
1	沁阳	7	0.10g	第二组
2	博爱	7	0.10g	第一组
3	孟州	7	0.10g	第二组
4	温县	7	0.10g	第二组
5	武陟	7	0.15g	第二组

续表 1-1

序号	单位及地区	抗震设防烈度(度)	设计基本地震加速度值	设计地震分组
五	新乡			
1	原阳	8	0.20g	第一组
2	封丘	7	0.15g	第二组
3	长垣	7	0.15g	第二组
六	濮阳			
1	濮阳	7	0.15g	第二组
2	范县	8	0.20g	第一组
3	台前	7	0.15g	第一组

第三节 地层岩性

河道的游荡不定决定了沉积物的复杂多变。现将河南黄河两岸滩区分段简要描述其地层岩性。

一、左岸

武陟老田庵—大三李段:滩区内地层大致分为两层,上部厚度为 10 ~ 15 m,为一套第四纪全新统内河漫滩相沉积物,土质以黏土和壤土为主,夹有砂壤土。下部为一套第四纪全新统河床相沉积物,土质以细砂为主。揭示深度为 30 m。

封丘于店—辛店段:滩区地表下至 15 m 深度内土质以壤土为主,夹有砂壤土和黏土;15 m 以下薄层黏土和细砂交替沉积,均为第四纪全新统冲积成因。揭示深度为 26 m。

封丘常堤—禅房段:滩区内地层表现为河床相和漫滩相沉积

变化频繁的特征,土质为粉砂、细砂和壤土交替沉积。地表出露土质以砂壤土和粉砂为主。揭示深度为 28 m。

长垣大留寺—三合村段:该段地层岩性以第四纪全新统内河漫滩相的沉积物为主,土质以壤土为主。揭示深度为 30 m。地表下 3~6 m 深度内往往有砂壤土和粉砂、细砂出露。

濮城南小堤—王称固段:滩区内地层为第四纪全新统冲积物,土质以砂壤土为主,夹有壤土,往往有砂壤土出露地表,厚度约为 20 m。揭示深度为 30 m。

范县彭楼—邢庙段:区内地层为第四纪全新统的低漫滩相沉积物,土质以砂壤土、壤土为主,深度 18 m 以下以粉砂、细砂为主。揭示深度为 32 m。

范县邢庙—于庄段:区内地表土质以砂壤土为主。揭示深度为 7 m。

台前孙楼—影堂段:滩区内地表土质以砂壤土为主。揭示深度为 10 m。

二、右岸

中牟九堡—开封黑岗口段:滩区内地层表现为河床相和低漫滩相反复交替沉积的特征,土质为第四纪全新统冲积成因的砂壤土和细砂互层。揭示深度为 30 m。

开封柳园口—夹河滩段:滩区地层也表现为河床相和低漫滩相反复交替沉积的特征。深度 30 m 以上为砂壤土和细砂互层。深度 30 m 以下为壤土和细砂互层。揭示深度为 70 m。地表出露土质以砂壤土为主。

第四节 水文地质

河南黄河两岸滩区浅层(地表下 30 m 以内)含水层主要为孔

隙潜水含水层,局部有弱承压含水层及上层滞水。补给源主要为黄河水及大气降水,地下水位的高低变化与黄河丰、枯水期密切相关。受黄河水位的控制,地下水径流方向一般从临河流向背河,排泄方式主要为径流排泄和蒸发排泄及人工开采。由于黄河下游冲积平原内地形平坦,地下水水力坡降很小,地下水径流迟缓,在低洼处常形成积水,土地沼泽化、盐渍化现象时有发生。

第五节 堤身质量评价

黄河大堤堤身人工填土主要分布于堤身、前戗、后戗、淤区等处,填筑厚度一般为7~12 m,土质以壤土、砂壤土为主,夹有黏土块,总体呈灰黄色—黄褐色,不均匀。淤区吹填土以砂壤土、粉砂为主,夹黏土、壤土微薄层,总体呈灰黄色。口门填土主要分布在历史口门堤段,土质以砂壤土掺秸料为主,夹杂黏土、壤土和粉砂,秸料呈未腐烂状,总体呈软塑—流塑。其主要特点是含有大量腐殖物,与上下游堤段的地层存在明显差别,特别是腐殖物的成层性和密集程度与其他堤段明显不同;地层颜色由浅变深,特别是与下部地层交界处,地层颜色明显不同,老口门地层表现为灰色和深灰色,下部地层表现为黄灰色和棕黄色。第四系全新统冲积层有粉细砂、砂壤土、壤土、黏土,是堤基土的主要组成部分。

黄河是多泥沙河流,工程区处于黄河冲积扇或冲积平原,根据沉积地质环境,土体多呈层土层砂的多层结构,故堤基地层结构主要为多层结构和双层结构。

由于黄河大堤是在原有民埝的基础上逐步加高培厚而成的,虽经多年的加固处理,但仍存在许多险点隐患及薄弱环节。

一、堤防质量差

受当时技术、设备和社会环境等条件的限制,历史上修筑的老

堤普遍存在用料不当、压实度不够等问题。修堤土质多属砂壤土、粉细砂,渗透系数大,局部用黏土修筑的堤防,易形成干缩裂缝。多数堤身干密度小于 1.5 t/m^3 ,堤防隐患探测发现多数堤段存在裂缝、松散体和空洞。

二、险点隐患多

黄河下游堤基复杂,特别是老口门在堵口时将大量的秸料、木桩、麻料、砖石料等埋于堤身下,形成强透水层,口门背河留有潭坑和洼地;獾狐、鼠类等动物在堤防内打洞,造成堤防洞穴隐患较多;在堤身内还有人工挖的战壕、防空洞、藏物洞、墓坑、树坑等空洞,这些洞穴较为隐蔽,不易发现。

经探测,堤防堤身存在各类明显隐患,主要为松散体、空洞和裂缝,顶部埋深 $2 \sim 9 \text{ m}$,大部分埋深 $3 \sim 6 \text{ m}$ 。

第二章 引黄涵闸工程结构分析

自 2003 年以来,在黄河沿岸兴建了一批供水工程,如河南濮阳渠村引黄闸改建系列工程(见图 2-1)、长垣周营引黄闸、武陟引黄供水水源工程、温县大玉兰引黄闸、郑州桃花峪引黄闸(见图 2-2)、郑州花园口东大坝引黄闸(见图 2-3)及原阳双井引黄闸(见图 2-4)等。

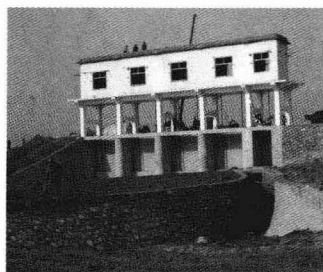


图 2-1 濮阳渠村引黄闸改建系列工程

引黄供水工程中具有代表性的涵闸是依托于河道控导工程的引水闸和依托于黄河堤防的穿堤闸。引水闸通常位于黄河主河道,其闸址地基主要持力层范围内的土层一般为新近沉积的细砂



图 2-2 郑州桃花峪引黄闸



(a)原郑州花园口东大坝引黄闸



(b)新建郑州花园口东大坝引黄闸

图 2-3 郑州花园口东大坝引黄闸



(a)原原阳双井引黄闸



(b)新建原阳双井引黄闸

图 2-4 原阳双井引黄闸

层,天然地基承载力较低,压缩性较大,并存在不同程度的液化现象。地下水类型为孔隙型潜水,且水流条件经常变化。穿堤闸往往要穿越黄河堤防,由于堤防修筑的年代较为久远,地基已经历长期压实和沉降,闸址处地层岩性主要为砂壤土、粉质黏土或粉砂,存在局部的液化现象。地下水主要受黄河水的侧渗补给。

引水闸和穿堤闸的闸室结构多为涵洞式,基础类型多为筏板和箱型基础。其闸室结构由上向下一般为机房、排架、胸墙、闸墩和闸底板;所受荷载主要包括自重、土压力、水压力、渗透压力和浮托力,传至地基的压力往往超出其天然地基承载力,并且是不均匀的。在闸室两侧一般设置较高的挡土墙和填土区,同样产生较大的、不均匀的地基压力。

根据上部结构的特点,并针对黄河滩地大部分砂壤土、粉土、砂土的地质条件,需要探索优越的地基处理方法以解决地基承载力低、不均匀沉降、液化等问题。

现以郑州桃花峪引黄闸受力稳定分析为例,说明上部结构传至地基的压力特点。闸室结构见图 2-5。