

黄河堤防

堵口技术研究

黄淑阁 王震宇 王 英 王仲梅 著



黄河水利出版社

黄河堤防堵口技术研究

黄淑阁 王震宇 王 英 王仲梅 著

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书共4章,即黄河传统堵口技术分析研究,黄河堤防堵口裹头技术研究,黄河堤防堵口进占、合龙、闭气技术研究,黄河堤防堵口护底技术研究。本书提出了比较完整的黄河堤防堵口技术,不仅适用于黄河堤防决口的堵复,而且对其他江河也有很强的指导作用。

图书在版编目(CIP)数据

黄河堤防堵口技术研究/黄淑阁等著. —郑州:黄河水利出版社,2006.12

ISBN 7-80621-969-2

I. 黄… II. 黄… III. 黄河—堤防—堵口—研究
IV. TV822.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 155160 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940

传真:0371-66022620

E-mail:hhslcbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:13.5

字数:235 千字

印数:1—1 000

版次:2006 年 12 月第 1 版

印次:2006 年 12 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80621-969-2/TV·422

定 价:35.00 元

前 言

洪水泛滥是对人类危害最大的一种自然灾害。黄河是世界上含沙量最大、治理最为困难的河流。历史上,黄河以“善淤、善决、善徙”闻名于世,平均三年两决口,百年一改道。

1946年人民治黄以来,党中央、国务院对黄河治理十分重视,加强了综合防洪体系建设,基本建成了“上拦、下排、两岸分滞”的防洪工程体系,取得了60年伏秋大汛不决口的伟大成就,这是中国水利史上的伟大创举。

但目前黄河洪水还未完全得到控制,下游河道淤积萎缩,主河槽行洪能力降低,“二级悬河”继续发展,游荡性河段的河势尚未得到有效控制,堤防强度不够、隐患多、抗冲防渗能力差,基础条件复杂,一旦发生大洪水,仍有可能决口。

黄河下游堤防一旦决口,往往造成全河夺流,洪水居高临下,一泻千里。除直接造成严重的人民生命财产损失外,还会使泛区大面积土地沙化、盐碱化,造成严重的生态灾难,对国家社会经济发展造成长期的严重影响。因此,一旦决口,立即实施堵复,尽最大努力减小灾害损失,是国家政治经济发展的必然要求。

先秦时期已有黄河堤防堵口的记载,2 000多年来经过大量堵口实践,形成了完善的埽工堵口技术。埽工是使用桩、绳将树枝、秸料、石料、土料等材料绑扎连接形成整体抵挡水流冲刷的一种水工结构。埽工堵口技术是在当时生产力水平下形成的比较适合黄河堵口要求的技术。受工程材料和施工手段的限制,历史上黄河汛期决口后,只能等到汛后小流量时采用埽工堵口。随着经济的发展和科学技术水平的提高,对防洪保安全的要求也越来越高。所以,研究解决利用现代化抢险技术进行汛期黄河堤防溃口堵复具有十分重要的现实意义。

为适应江河特别是黄河防汛抢险的需要,进一步提高黄河防洪的技术水平,国家防总办公室要求黄河防总办公室开展“防汛抢险关键技术研究”,“黄河堤防堵口技术研究”是其课题之一,具体研究黄河堤防堵口技术。

本课题包括两大部分内容:一是黄河传统堵口技术分析研究,包括埽工堵口的方案,堵口材料、埽工结构及施工方法,堵口时机、人员组织、机具选择,不同决口条件下堵口方案的选择,传统埽工技术在大水期间堵口的可行性分析;二是传统堵口技术存在的问题及改进研究,其主要内容是在研究总结传统堵口技术基础上,结合现代新材料、新工艺、新技术和施工机具、施工方法,对传统堵口技术进行改进,使传统技术和现代技术有机结合,研究出可替代传统柳石进占的材料、施工机具及施工方法。

为了完成此课题的研究,由原黄委河务局、黄河抢险技术研究所、河南黄河河务局、山东黄河河务局的技术骨干组成了项目组,邀请有关高校的教授参加了项目研究,聘请多位治黄老专家担任技术顾问。

本课题在总结黄河传统堵口技术的基础上,从黄河下游汛期堵口的实际出发,充分利用新材料、新技术、新设备,对传统堵口技术进行改进研究,提出了新的堵口技术。研究工作大体经历了以下两个阶段:

第一阶段为初步研究阶段,时间为2000年4~10月。2000年4月召开了课题研究工作大纲专家咨询会,之后,项目组开始课题的研究工作,广泛收集了黄河历史堵口资料,到山东、江苏、上海、浙江、福建等省(市)水利单位和人民解放军抢险研究所、舟桥部队进行调研,2000年10月项目组提出初步研究报告。

第二阶段为综合研究阶段,时间为2000年11月~2001年10月。2000年11月国家防总办公室对课题研究情况进行了检查,提出了修改意见。为了更好地完成课题研究,12月项目组再次召开了专家咨询会。之后,项目组对一些关键问题又进行了调研,并安排进行了巨型土工包、铅丝网石笼抛掷模型试验,巨型土工包、铅丝网石笼进占现场试验,充气式土工布软体排水力学特性模型试验等试验研究,为项目的研究提供了技术支持。在课题进一步研究中,吸收了黄河决口口门区水力特性及冲淤特性模型试验、堤防溃口数学模型及口门区水流特性研究、土工织物在黄河防汛抢险中的应用研究、溃口总体对策和措施研究、黄河防汛抢险和工程施工的有关技术等成果。2001年10月项目组完成了课题的研究工作,提交了总报告“黄河堤防堵口技术研究”及4个分报告:“黄河传统堵口技术分析研究”、“黄河堤防堵口裹头技术研究”、“黄河堤防堵口护底技术研究”、“黄河堤防堵口进占、合龙、闭气技术研究”。

经过近两年时间的研究,在总结黄河传统堵口技术的基础上,提出了比较

完整的黄河堤防堵口技术,这些技术实现了当地工程材料、新型工程材料和现代施工机械的良好结合,不仅适用于黄河堤防决口的堵复,对其他江河也有很强的指导作用。

本项研究的顺利完成,得益于参加项目研究人员的共同努力和协作。参加项目工作的研究人员有:

黄淑阁 王震宇 王 英 王仲梅 翟家瑞 朱太顺 陈银太
周景芍 耿明全 李希宁 王卫红 孟祥文 余咸宁 符建铭
魏向阳 汪自力 卢杜田 苏茂荣 许雨新 王俊宽 和瑞茹
刘天才 赵湘波 田治宗

由于堤防决口堵复情况复杂,技术难度大,加之作者水平有限,书中难免有不当或错误之处,敬请读者批评指正。

作 者

2006年2月

目 录

前 言

第一章 黄河传统堵口技术分析研究	(1)
第一节 黄河历史决口概况及堵口技术的演变.....	(1)
第二节 历史堵口方案及其特点分析.....	(9)
第三节 历史堵口工程施工步骤和工艺要点	(17)
第四节 黄河堵口工程实例	(25)
第五节 传统堵口技术用于汛期堵口的适应性分析	(38)
第六节 传统堵口技术的改进建议	(39)
第二章 黄河堤防堵口裹头技术研究	(41)
第一节 裹头时机及条件分析	(41)
第二节 现有裹护技术分析	(44)
第三节 上裹头技术研究	(46)
第四节 下裹头技术研究	(56)
第五节 工程施工组织	(66)
第六节 裹头加固维护	(74)
第三章 黄河堤防堵口进占、合龙、闭气技术研究	(75)
第一节 传统进占、合龙、闭气技术的适应性及改进途径分析	(76)
第二节 进占、合龙、闭气时机研究及参数确定	(77)
第三节 进占、合龙、闭气方案研究	(80)
第四节 工程结构设计	(83)
第五节 工程材料选择	(92)
第六节 试验研究	(97)
第七节 进占、合龙、闭气工程组织实施.....	(136)
第八节 结论与认识.....	(149)
第四章 黄河堤防堵口护底技术研究	(151)
第一节 堵口工程中采取河底防冲措施的重要性.....	(151)
第二节 充气式土工合成材料软体排防冲方案.....	(152)
第三节 充气式土工合成材料软体排设计计算.....	(154)

第四节 充气式软体排水力学特性模型试验..... (165)

第五节 水力学特性试验和计算结果的综合分析..... (182)

第六节 充气式土工合成材料软体排结构设计..... (191)

第七节 充气式软体排施工技术及其组织设计..... (195)

第八节 几种情况的处理方式..... (203)

第九节 结 论..... (206)

参考文献..... (208)

第一章 黄河传统堵口技术分析研究

“黄河传统堵口技术分析研究”是“黄河堤防堵口技术研究”专题的子专题。本章在搜集、整理大量黄河历史堵口资料的基础上,对黄河传统堵口技术进行了全面的研究、总结,分析了传统堵口技术用于汛期堵口的适应性,根据目前堵口的情况,提出了有关改进建议。

第一节 黄河历史决口概况及堵口技术的演变

一、决口类型

历史上黄河决口频繁。据记载,黄河下游堤防在 1949 年以前的 2 000 多年中,决口达 1 500 多次。自西汉文帝十二年(公元前 168 年)到清道光二十年(公元 1840 年)的 2 008 年间,有 316 年黄河发生过洪水灾害,平均每 6 年半就有一个洪灾年。自清道光二十一年(公元 1841 年)至民国二十七年(1938 年)的 98 年中,黄河洪灾年有 64 年,平均不到两年就有一年发生洪水灾害。黄河决口多发生在伏秋大汛期,但凌汛决口也很频繁。据统计,自 1855 年铜瓦厢决口改道以后至 1955 年的 100 年中,发生凌汛决溢的有 29 年,平均 3 年半就有一年发生凌汛灾害。

堤防决口分为自然决口与人为决口两种。自然决口又分为漫决、冲决和溃决。人为决口又分盗决和扒决,一般统称为扒决。

(一)漫决

漫决是水流漫溢堤顶所造成的,即当发生大洪水及特大洪水时,超出河道的排洪能力,超漫过堤顶而造成的决口。如清乾隆二十六年(公元 1761 年),推估花园口发生了 $32\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 的洪水,河南武陟至山东曹县两岸堤防漫决 27 处;1933 年黄河在陕州出现 $22\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 洪水时,河南长垣大堤漫溢决口 30 余处,当时残堤顶上落淤 0.3 m 左右。

(二)冲决

冲决是指水流冲塌堤身所造成的决口,即当大溜冲击堤身,发生坍塌,因抢护不及而造成的决口。如 1803 年(清嘉庆八年)河南封丘大功决口、1841

年(清道光二十一年)开封张家湾决口、1855 年(清咸丰五年)兰阳铜瓦厢决口及 1934 年封丘贯台决口,均系冲决。

(三)溃决

溃决是水流穿越堤身所造成的决口,即堤身和堤基有隐患,当大水偎堤后,发生渗水、管涌、流土等严重渗漏现象,因抢护不及而形成漏洞,以致堤身塌陷造成的决口。如 1887 年(清光绪十三年)郑州石桥决口、1935 年山东鄆城董庄决口,均属此类。

(四)盗决

盗决多是以邻为壑或军事相争,采用以水代兵的方法,以达到防御或进攻目的而造成的决口。如 1642 年(明崇祯十五年),李自成起义军包围开封城,明守军掘朱家寨河堤,企图水淹敌方;李自成“反决马家口以陷城”,造成了开封全城覆没、几十万人陷于灭顶之灾的悲剧。1938 年国民党军队在郑州花园口扒开黄河大堤,使豫、皖、苏 3 省 5 万多 km^2 成为泽国,1 200 万人受灾,89 万人死亡。

(五)扒决

扒决是指以分洪等为目的扒堤造成的决口。

黄河下游堤防决口中,自然决口是主要的。这说明黄河河道游荡多变及堤防标准低、质量差是决口频繁的主要原因。

二、口门类型

根据决口口门过流流量与大河流量的关系,口门可分为分流口门和全河夺流口门两种。顾名思义,分流口门是口门只分出大河一部分流量,正河仍保留一部分流量,分流口门示意图见图 1-1;全河夺流口门是口门分出大河全部流量,正河已淤塞断流,全河夺流口门示意图见图 1-2。分流口门一般是在决口时水位不高、堤防临背悬差不大、口门距正河主溜较远等情况下发生的。全河夺流口门一般是在水位高、堤防临背悬差大、口门距正河主溜近,或有较大串沟使口门与正河主溜相近等情况下出现的。

口门在决口初期均是分流口门,经过一段时间后,或者发展成全河夺流口门,或者仍维持分流口门,或者成为断流口门。全河夺流口门或分流比较大的口门,口门发展都比较快,也比较充分,成灾面积大,影响也大,堵复比较困难,是研究堵口的重点。

根据堵口时口门有无水流,口门可分为水口和旱口。旱口又叫干口,是指决口时分流比不大,汛后堵口时已断流的情况。由于黄河下游为“地上悬河”,

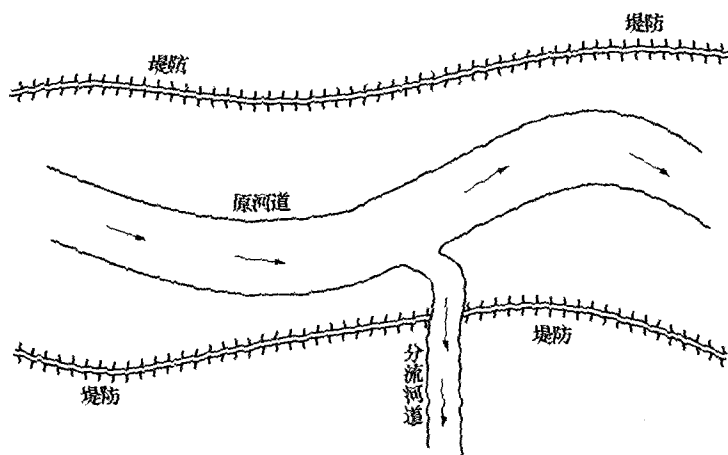


图 1-1 分流口门示意图

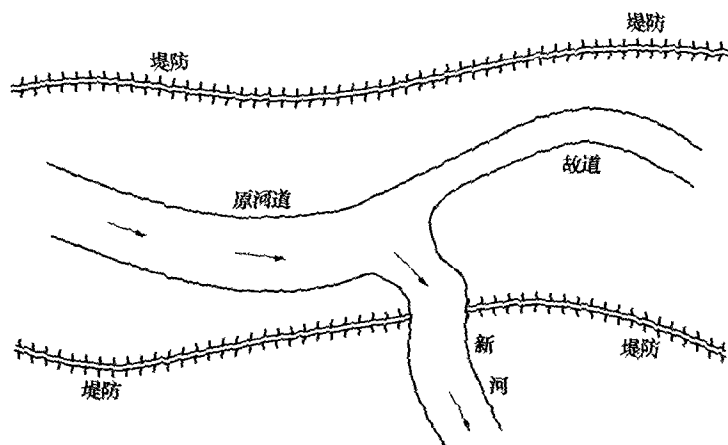


图 1-2 全河夺流口门示意图

许多决口会造成全河夺流,堵复时为水口。

三、黄河下游堤防决口及口门堵复情况

在历次堤防决口记载中,我们选择了决口口门发展情况有某些文字或数据记载的共 12 处决口进行分析(见表 1-1)。这 12 处决口中有 3 处漫决、3 处溃决(其中 1 处凌汛溃决)、4 处冲决、2 处扒决。决口的时间除 2 处扒决和 1 处凌汛决口外,其他 9 处都是在黄河主汛期的 7~9 月份。由于黄河是地上河,临背悬差大,堤防土壤多较松散,一旦决口,居高临下,水势凶猛,史书记载有“声震百里”的形容。

表 1-1 黄河下游堤防决口及堵复情况

决口地点	决口时间	决口原因	口门发展状况	堵复经过
中牟杨桥	清乾隆二十六年 (公元 1761 年)	漫决	开始口门宽 50 丈至 60 丈 (167~200 m), 后扩至 300 丈 (1 000 m), 全河夺溜	当年 11 月 1 日合龙, 历时 4 个月
兰阳仪封	清乾隆四十三年 (公元 1778 年)	溃决	开始口门宽 78 丈 (230 m), 后扩至 220 丈 (726 m)	乾隆四十五年二月堵合, 历时两年, 反复 5 次才堵合成功
开封 张家湾	清道光二十一年 (公元 1841 年)	串沟失事 (冲决)	6 月 16 日至 22 日历时 6 天, 口门扩宽至 80 余丈 (265 m) 分流 70%, 7 月正河断流, 口门刷宽 300 余丈 (1 000 m)	当年 9 月 15 日开工, 至第二年 2 月 8 日合龙, 历时近 6 个月, 龙门口刷深七八丈 (23~27 m)
中牟九堡	清道光二十三年 (公元 1843 年)	漫决	当时“浪高堤顶数尺, 堤身顿时过水”, 口门宽 100 余丈 (330 m), 全溜南走, 口门刷宽至 360 丈 (1 200 m)	从道光二十三年八月十四日开始堵口至次年十二月二十四日合龙, 历时 1 年零 4 个月, 金门口水深 12 丈 (40 m)
郑州石桥	清光绪十三年 (公元 1887 年)	溃决	8 月 14 日漏洞过水发生决口, 开始口门宽三四十丈 (100~130 m), 尚未夺溜, 至 8 月 16 日, “口门已塌宽至三百余丈, 深一丈七尺”, 全河夺流。至 9 月初, 口门已刷至“五百五十丈” (1 815 m)	当年 11 月开始堵口, 口门宽 600 丈 (2 000 m), 第二年 12 月合龙, 历时 1 年零 2 个月, 合龙金门口水深 9 丈 (30 m)
利津官家	民国十年 (1921 年)	冲决	当年 7 月决口, 决口后第三天口门已刷宽 640 m, 至 10 月下旬, 口门刷宽至 1 767 m, 全河夺流	由美商承包, 用平堵方法堵筑, 1922 年 12 月开始至 1923 年 10 月堵合
濮阳 双合岭	民国二年 (1913 年)	扒决	7 月土匪刘春明扒决, 到 1915 年堵口时口门宽 885 丈 (2 921 m)	1915 年初始堵口, 6 月 29 日堵合, 龙门口宽 7 丈 (23 m), 水深 4.5 丈 (14 m)
长垣冯楼	民国二十二年 (1933 年)	漫决	堵口前测得口门跌塘水深 10 m, 曾沉船 1 艘, 仅露尾梢	1934 年 1 月 22 日开始堵口, 3 月 17 日合龙, 金门口水深 25 m
封丘贯台	民国二十三年 (1934 年)	冲决	串沟过水, 冲决太行堤口门宽 781 m, 夺溜占全河的 80%	1934 年 11 月 12 日开始堵口, 1935 年 4 月 11 日合龙, 金门口水深 25 m

续表 1-1

决口地点	决口时间	决口原因	口门发展状况	堵复经过
鄆城董庄	民国二十四年 (1935 年)	冲决	当年 7 月 10 日决口,口门宽 834 m,分大河流量 70%~80%	1936 年 3 月 27 日采用柳石枕合龙
郑州 花园口	民国二十七年 (1938 年)	扒决	初决口门宽 10 m,至 8 月已达 400 m,1945 年冬口门宽 1 460 m,最大水深 9 m	采用立堵、平堵相结合,1946 年 3 月 1 日开工,1947 年 3 月 15 日合龙
利津五庄	1955 年	凌汛溃决	系两个口门,一个口门宽 305 m,另一口门宽 80 m,水深 6 m,分大河流量 70%	采用埽工堵口,由堵口到合龙历时 40 天

由表 1-1 可以看出黄河下游堤防决口及堵复有以下特点。

(1)口门坍塌扩宽速度各不相同:开封张家湾决口从 6 月 16 日至 22 日,历时 6 天,口门扩宽至 80 余丈(265 m),至 7 月口门扩宽 300 余丈(1 000 m)。郑州石桥 8 月 14 日决口时口门宽三四十丈(100~130 m),到 16 日,中间仅相隔两天的时间,口门就扩宽至 300 余丈(1 000 m),至 9 月初,口门又扩宽至 550 丈(1 815 m)。利津宫家 7 月决口后第三天口门宽 640 m,至 10 月下旬,口门又扩宽至 1 767 m。以上 3 处说明,堤防决口后 2~6 天的时间口门可刷宽 100~1 000 m,半月左右的时间可刷宽 1 000~1 800 m。口门经充分冲刷后的宽度:据 12 处决口的记载,口门最大宽度是 885 丈(2 921 m,濮阳双合岭);最小宽度是 385 m(系两个口,一口宽 305 m,另一口宽 80 m,利津五庄)。12 处口门的平均宽度为 1 534 m。

(2)从决口到全河夺流的时间:开封张家湾 6 月 16 日至 7 月正河断流,历时半个月。郑州石桥 8 月 14 日决口,16 日大流全掣,历时 2 天。兰阳铜瓦厢从 6 月 19 日漫溢过水,20 日使全河夺流,亦是历时 2 天。由此说明黄河一旦决口,形成全河夺流的时间是很短的。

(3)口门水深:中牟九堡记载口门中泓水深 2 丈 89 尺(9.7 m),郑州花园口最大水深 9 m,利津五庄水深 6 m。

(4)堵口时间:一般是安排在决口后的当年汛后和第二年的汛前,如果第二年的汛前堵口没有成功,则到第二年的汛后继续施工。清乾隆四十三年(公元 1778 年)兰阳仪封堵口,历时两年,反复 5 次才堵合成功。中牟九堡堵口从道光二十三年(公元 1843 年)八月十四日堵口至次年十二月二十四日合龙,历时 1 年零 4 个月。郑州石桥决口后的当年 11 月开始堵口,到第二年的 12 月

合龙,历时1年零2个月。郑州花园口从1946年3月1日开工至1947年3月15日合龙,历时1年。在堵口时,口门发展又有新的特点,与堵口历时、口门土质、口门过流量等有关。在堵口过程中,口门发展特点是口门宽度虽然不断减小,但口门水深却不断增加。口门最大冲刷深度,开封张家湾水深七八丈(23~27 m)、中牟九堡12丈(40 m)、郑州石桥9丈(30 m)、濮阳双合岭7丈(23 m)、长垣冯楼25 m、封丘贯台25 m。

四、堵口技术的历史演变

堵口工程技术是在堤防诞生以后出现的,堤防决口,而后才有堵口。先秦时期已有“治水者茨防决塞”的记载,“茨,积土填满之也”。在《淮南子·泰族训》中则有“茨其所决而高之”的记载。《史记·河渠书》所记西汉武帝元封二年(公元前109年)的瓠子堵口,是记载最早的一次著名的堵口工程。汉武帝亲临堵口现场,命令随从官员自将军以下都背薪柴参加堵口,终于把黄河改道达23年之久的口门堵复。根据史籍记载,到了汉代已开始使用埽工材料及类似埽工方法堵口。汉代以后直到唐代末年的800年中,黄河决溢仅有40个年份,堵口工程比较少见。

五代以后,河患又严重起来,到宋代更是决口频繁,埽工(其实为卷埽)成为堵口的主要方法,埽工和堵口技术的发展、成熟是这一时期黄河堤防工程建设的基本特点。北宋庆历八年(公元1408年)六月,黄河在商胡决口,堵口时合龙的难度很大,龙口屡合不上。有位叫高超的水工献上“三节下埽法”,决口很快堵塞。北宋科学家沈括在《梦溪笔谈》中介绍了“三节下埽法”,但文字过于简略,尤其对合龙时的下埽方法未述其详。后代治河者对这种方法做过种种猜测和附会,结果产生一种技术上的神秘感,使这次堵口成为历史上颇具神秘色彩的一次堵口。高超堵口的成功,反映了当时埽工堵口已有相当高的技术水平。

元代贾鲁主持的规模浩大的白茅堵口工程,又有新的创造,进一步丰富了堵口经验。就其完成的工作量、堵口的难度和参加施工人数之众看,这次堵口工程都是空前的。

明清时期的堵口工程更加频繁。至清代中期,埽工形式为卷埽。卷埽体积大,施工难,清乾隆年间逐步把卷埽改为沉厢式修埽方法。古时修埽有“柳七草三”之说,后来由于柳料不足,代之以秸料。清雍正年间秸料成为正式埽工材料,且堵口技术也日趋完善,有丁厢、顺厢等做埽方法。至清代后期,几乎年年都有决口,每年都有堵口,而且堵口规模越来越大,反复实践给后世积累

了丰富的经验。清代人根据工程的不同规模和难度,创造了单坝进堵、双坝进堵和三坝进堵3种堵口方法。

1933~1934年冯楼堵口时初次使用柳石捆厢进占法。柳石捆厢类似埽工进占,主要区别是材料不同,以柳枝石块铅丝代替秸土麻绳,做法也稍有出入。1935年4月贯台堵口时,一改过去埽合龙为柳石枣核枕合龙,取得很大成功。自此,柳石捆厢进占、柳石枕合龙成为黄河堵口的主要形式。

黄河历史堵口除填土堵复和埽工外,还采用过其他多种堵口方法,如编竹装石堵口(贾鲁)、长绳结砖堵口(粟元敬)、栈桥平堵法(山东宫家堵口和郑州花园口堵口)等,由于埽工堵口发源于黄河,并且采用的次数最多,因而一般情况下,将埽工堵口理解为黄河堵口传统技术。

所谓埽工,是古代在黄河上用来保护堤岸、堵塞决口、施工截流等的一种水工建筑物。它的每一个构件叫埽个或埽捆,简称埽,小的叫埽由或由。将若干个埽捆累积连接起来,沉入水中并加以固定,就成为埽工,埽工结构示意图如图1-3所示。

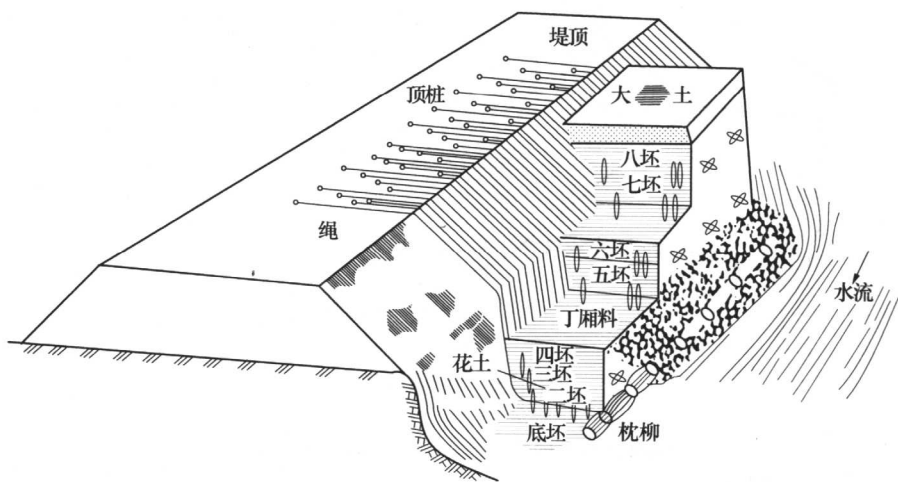


图 1-3 埽工结构示意图

历史上明代以前堵口常用的埽工为卷埽(见图1-4)。由于卷埽体积大,修做时需要很大的场地和大量的人工,所以清代对修埽方法进行了改进,即由传统的卷埽改为顺厢埽(见图1-5)。20世纪50年代以后,为了提高埽工抗御水流的能力,将秸土工改成了柳石工,即以柳枝代替秸料及苇料、以石料代替土料、以铅丝代替部分绳缆而修筑的柳石工,其主要结构形式为柳石搂厢(见图1-6)和柳石枕(见图1-7)。

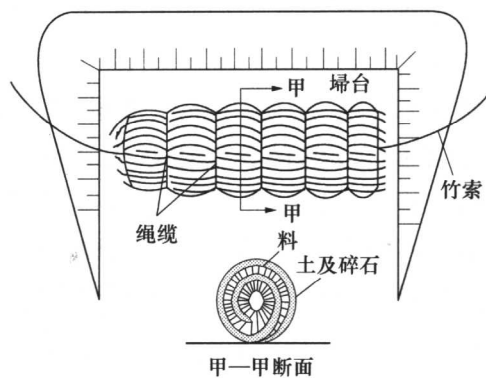


图 1-4 卷埽示意图

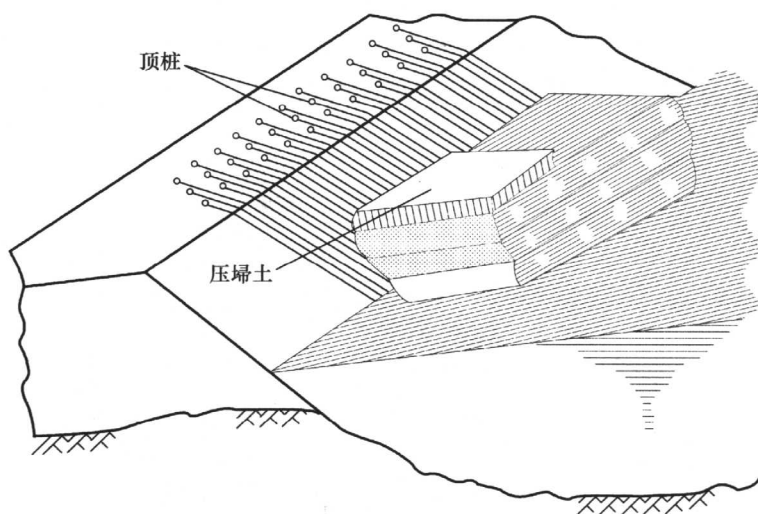


图 1-5 顺厢埽图

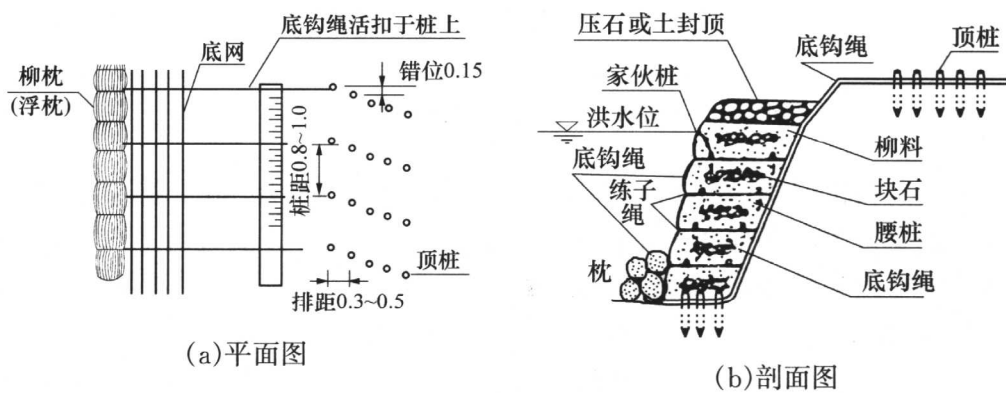


图 1-6 柳石搂厢示意图 (单位:m)

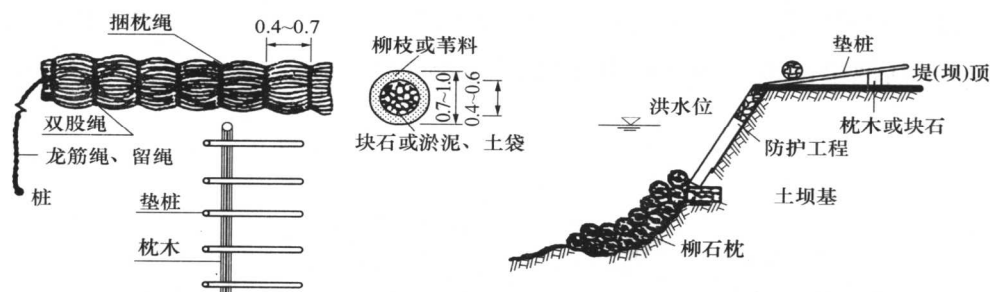


图 1-7 柳石枕示意图 (单位:m)

第二节 历史堵口方案及其特点分析

一、堵口前的准备工作

堵口是一项风险很大的工作,稍有不慎就会导致前功尽弃,水灾不能及早消除,并造成很大的人力、物力浪费。准备工作充分是堵口成功的先决条件,需要认真做好。

堵口准备工作很多,主要包括:①建立组织领导机构,统一指挥堵口工作;②做好口门附近的地形测量和土质探测;③研究制定堵口技术方案;④做好人员组织、机具调配、料物供应、后勤保障、通信交通等工作,保证堵口工作能按计划顺利进行。

二、堵口工程方案

堵口方法一般分为 3 种,即平堵法、立堵法、平立混堵法。平堵法是沿口门普遍抛投抗冲材料,直至出水,然后在上游截渗,下游修后戗,再加培堤防。抛投抗冲材料的方法一般有 3 种,一是打桩架桥,由桥上抛投;二是由船定位抛投;三是船上桥上同时抛投。立堵法是由口门两边堤头向水中进筑抗冲材料及加固戗堤,最后集中力量堵复缺口,闭气后修堤。平立混堵法即口门一部分用平堵法,另一部分用立堵法。3 种堵口方法各有其优缺点,需根据口门情况、堵口条件等综合考虑选定。一般来说,口门流速较小且河床抗冲性好,可采用平堵法;反之,多采用立堵法。埽工堵口是立堵法的典型,是在大量实践经验总结的基础上完善起来的,在今后黄河堵口中,立堵法仍是必须首先考虑的一种方法。

比较完整的黄河历史堵口工程方案(立堵法),一般包括裹头、正坝、边坝、二坝、合龙、后戗、土柜、闭气、修堤以及配合堵口修建的挑流坝、引河、月堤等