

防汛抢险技术系列丛书

河道工程抢险

山东黄河河务局 编



黄河水利出版社

防汛抢险技术系列丛书

河道工程抢险

山东黄河河务局 编

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书主要包括河道工程概况、河道工程出险机理分析、河道工程巡查与监测、河道工程抢险技术、河道工程抢险非工程措施、抢险料物与机械、国内河道工程抢险实例。

本书可提供战斗在防汛抢险第一线的指挥人员、防汛抢险队员使用,同时可作为各级防洪部门进行技术培训的教材,以及大专院校相关专业的师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

河道工程抢险/山东黄河河务局编. —郑州:黄河水利出版社,2015.4

(防汛抢险技术系列丛书)

ISBN 978-7-5509-1071-3

I. ①河… II. ①山… III. ①河道-堤防抢险
IV. ①TV871.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 068834 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:hhslebs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:20

字数:308 千字

印数:1—3 000

版次:2015 年 4 月第 1 版

印次:2015 年 4 月第 1 次印刷

定价:45.00 元

《防汛抢险技术系列丛书》编辑委员会

(2010 年 10 月)

主任委员 周月鲁

副主任委员 郝金之

委员 李希宁 张仰正 崔节卫 孙惠杰
赵世来 段海山 陈兆伟 许建中
赵海棠 郭 俭

《防汛抢险技术系列丛书》编辑委员会

(2014 年 6 月)

主任委员 张俊峰

副主任委员 王银山

委员 李希宁 张仰正 赵世来 孔国锋
王宗波 段海山 陈兆伟 吴家茂
何同溪 孟祥军

序 言

人类的发展史,究其本质就是人类不断创造发明的进步史,也是人与自然灾害不断抗争的历史。在各种自然灾害中,洪水灾害以其突发性强、破坏力大、影响深远,成为人类经常遭受的最严重的自然灾害之一,古往今来都是人类的心腹大患。我国是洪水灾害多发的国家,严重的洪水灾害对人民的生命财产构成严重威胁,对社会生产力造成很大破坏,深深影响着社会经济的稳定和发展,特别是大江大河的防洪,更是关系人民生命安危和国家盛衰的大事。

我国防汛抗洪历史悠久,远古时代就有大禹治水的传说。几千年来,治河名家、学说不断涌现,各族人民前仆后继,和洪水灾害进行了持续不懈的抗争,取得了许多行之有效的宝贵经验,也经历过惨痛的历史教训,经不断地探索和总结,逐步形成了较为完善的防汛抗洪综合体系。特别是新中国成立后,党和政府高度重视江河治理和防汛抗洪工作,一方面通过加高加固堤防、河道治理、修建水库、开辟蓄滞洪区等工程措施,努力提高工程的抗洪强度;另一方面,大力加强防洪非工程措施建设,搞好防汛队伍建设,落实各项防汛责任制,严格技术培训,狠抓洪水预报、查险抢险和指挥调度三个关键环节,战胜了一次又一次的大洪水,为国民经济发展奠定了坚实基础。但同时也应看到,我国江河防御洪水灾害的整体水平还不高,防洪工程存在着不同程度的安全隐患和薄弱环节,防洪非工程措施尚不完善,防洪形势依然严峻,防汛抗洪工作仍需常抓不懈。

历史经验告诉我们,防御洪水灾害,一靠工程,二靠人防。防洪工程是防御洪水的重要屏障,是防汛抗洪的基础,地位十分重要;防汛抢险则是我们对付洪水的有效手段,当江河发生大洪水时,确保防洪安全至关重要的一个环节是能否组织有效防守,认真巡堤查险,及早发现险情、及时果断抢护,做到“抢早、抢小”,是对工程措施的加强和补充。组织强大的防汛抢险队伍、掌握过硬的抢险本领和先进的抢险技术,对于夺取抗洪抢险的胜利至关重要。



前事不忘,后事之师。为全面系统地总结防汛抗洪经验,不断提高防汛抢险技术水平,山东黄河河务局于2010年10月成立了《防汛抢险技术系列丛书》编辑委员会,2013年6月、2014年6月又根据工作需要进行了两次调整和加强,期间多次召开协调会、专家咨询会,专题研究丛书编写工作,认真编写、修订、完善,历经4年多,数易其稿,终于完成编撰任务,交付印刷。丛书共分为《堤防工程抢险》《河道工程抢险》《凌汛与防凌》《防汛指挥调度》四册。各册分别从不同侧面系统地总结了防汛抗洪传统技术,借鉴了国内主要大江大河的成功经验,同时吸纳了近期抗洪抢险最新研究成果,做到了全面系统、资料翔实、图文并茂,是一套技术性、实用性、针对性、可操作性较强的防汛抗洪技术教科书、科普书、工具书。丛书的出版,必将为各级防汛部门和技术人员从事防汛抗洪工作,进行抗洪抢险技术培训、教学等,提供有价值的参考资料,为推动防汛抗洪工作的开展发挥积极作用。

2015年2月

前言

我国是洪水灾害多发的国家,自古以来,洪涝灾害就是中华民族的心腹之患。历史上,由于社会制度和科学水平的限制,江河决溢改道频繁。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,暴虐无常的洪水,令人谈之色变。长江较大洪灾平均十年一次。一旦洪水泛滥,将给广大人民生命财产造成巨大损失。新中国成立以来,我国对主要江河进行了大规模治理,已初步建成了堤防、河道整治工程、分滞洪区和干支流水库等组成的拦、蓄、分、泄相结合的防洪工程体系,洪水泛滥得到了一定控制。

防洪减灾仍是我国当前和未来的一项长期而艰巨的任务。有堤无防,等于无堤,两岸大堤、河道工程是防御洪水的屏障,抢险则是应对洪水的手段,抢险成败最终关系到江河的安危。防汛队伍掌握过硬的抢险本领和先进的抢险技术,对于取得抗洪斗争的全面胜利是非常关键的。针对从事水利管理及抗洪抢险的职工中退休和新招进的人员较多、分管防汛抗洪的行政领导履新较快的情况,学习和掌握防汛抢险技术是广大水利干部、职工和基层行政领导有效从事防汛抢险工作的迫切需要。

为了普及防汛抢险科学技术,提高防汛队伍的素质以及识险、抢险的技术能力,本书的编写以黄河防汛抢险技术为主,吸收了各大江河的技术与经验。在继承、总结前人研究成果、传统技术方法及工程抢险经验的基础上,尽可能地吸取国内外河道工程抢险的新技术、新方法和先进理念,力求做到内容丰富新颖、图文并茂,既有理论系统的完整性,又密切联系我国当前实际,突出实用性和可读性。本书注重理论联系实际,在阐述原理的同时,列举了大量工程抢险实例,旨在引导读者应用专业知识去解决工程抢险中的实际问题,提高应对现场复杂多变的情况的识险、抢险能力。本书可供战斗在防汛抢险第一线的指挥人员、防汛抢险队员使用,也可作为各级防洪部门进行技术培训的教材,以及供大专院校相关专业的师生阅读参考。



为编好本书,山东黄河河务局主要领导和分管领导多次主持召开协调会、咨询会,制订编写大纲,明确责任,落实分工,并多方面征求专家的意见。本书由李希宁担任主编,并负责修改、通稿、审定,由于晓龙、陈秀娟、李伟担任副主编。第一章由于晓龙编写;第二章由陈秀娟编写;第三章、第四章第一至第四节由李伟编写,第四章第五节由陈秀娟编写;第五章第一节由李伟编写,第五章第二、三节及第六章第一、二节由李希宁编写,第六章第三节由于晓龙编写;第七章由李希宁、于晓龙编写。耿明全、孙百启、付帮勤、杨法东、李明、李士国、李伟等提供了部分实例基本素材。

本书编撰出版过程中,得到多方支持与帮助,劳世昌、曹升乐等对本书多次提出修改意见。在编写过程中,吸取了以往的研究成果,参阅了大量的文献资料,在此谨致谢意。由于参编人员水平有限,谬误和不当之处欢迎批评指正。

编 者

2015 年 2 月



为编好本书,山东黄河河务局主要领导和分管领导多次主持召开协调会、咨询会,制订编写大纲,明确责任,落实分工,并多方面征求专家的意见。本书由李希宁担任主编,并负责修改、通稿、审定,由于晓龙、陈秀娟、李伟担任副主编。第一章由于晓龙编写;第二章由陈秀娟编写;第三章、第四章第一至第四节由李伟编写,第四章第五节由陈秀娟编写;第五章第一节由李伟编写,第五章第二、三节及第六章第一、二节由李希宁编写,第六章第三节由于晓龙编写;第七章由李希宁、于晓龙编写。耿明全、孙百启、付帮勤、杨法东、李明、李士国、李伟等提供了部分实例基本素材。

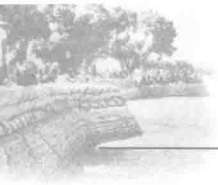
本书编撰出版过程中,得到多方支持与帮助,劳世昌、曹升乐等对本书多次提出修改意见。在编写过程中,吸取了以往的研究成果,参阅了大量的文献资料,在此谨致谢意。由于参编人员水平有限,谬误和不当之处欢迎批评指正。

编 者

2015 年 2 月

目 录

序 言	张俊峰
前 言	
第一章 河道工程概况	(1)
第一节 河道工程类型	(1)
第二节 河道工程平面布局型式	(6)
第三节 河道工程结构	(11)
第四节 黄河下游河道工程简述	(46)
第二章 河道工程出险机理分析	(53)
第一节 水力因素	(53)
第二节 泥沙因素	(71)
第三节 护坡稳定性因素	(76)
第四节 河势变化因素	(82)
第五节 地质、土壤因素	(88)
第六节 其他因素	(99)
第三章 河道工程巡查与监测	(102)
第一节 巡查责任制	(102)
第二节 工程巡查制度	(108)
第三节 河道巡查	(112)
第四节 抢险河势观测	(116)
第五节 根石探摸	(119)
第六节 河道工程险情监测	(128)
第四章 河道工程抢险技术	(137)
第一节 土石结构河道工程抢险	(137)
第二节 其他材料结构河道工程抢险	(165)
第三节 河道工程发生丛生险情的抢护	(173)
第四节 新修河道工程出险的抢护	(176)



第五节 国外河道工程的几种抢险方法简介	(179)
第五章 河道工程抢险非工程措施	(189)
第一节 河道工程抢险制度与组织	(189)
第二节 现场抢险调度指挥系统	(204)
第三节 行政首长的授权指挥	(210)
第六章 抢险料物与机械	(213)
第一节 传统抢险技术和料物的改进	(213)
第二节 大型机械和新料物在河道工程抢险中的应用	(218)
第三节 河道工程抢险料物	(224)
第七章 国内河道工程抢险实例	(242)
第一节 黄河流域河道工程抢险	(242)
第二节 其他江河河道工程抢险	(298)
参考文献	(306)

第一章 河道工程概况

河道工程是稳定或改善河势、调整水流的水工建筑物,常用的有护岸、丁坝、顺坝、锁坝、桩坝、沉排等。河道工程建筑物可用土、石、竹、木、混凝土、金属、土工织物等河工材料修筑,也可用河工材料制成的构件,如梢捆、柳石枕、石笼、杓槎、混凝土块等修筑。按照工程实现手段,河道工程可分为两类:一类是在河道上修建建筑物,以调整水流泥沙运动方向,从而控制河床的冲淤变形;另一类是疏浚或爆破,多用于航道工程中,通过直接改变河床形态,达到增加航道尺度的目的。这两类方法有时分别使用,有时结合使用。本章仅介绍河道工程的第一类。本书所讲述的河道工程主要是河道整治工程。

第一节 河道工程类型

河道工程是为稳定河槽,或缩小主槽游荡范围、改善河流边界条件及水流流态而采取的工程措施。从不同的角度出发,河道工程有不同的分类。根据建筑物的使用年限和材料、建筑物与水位的关系、建筑物对水流的干扰情况等,可将河道工程分为不同的类型。

一、按照建筑物的使用年限和材料分类

河道工程按照建筑物的使用年限和材料,可分为永久性(或重型)的、临时性(或轻型)的。

永久性建筑物是长期使用的工程,其抗冲和耐久性能较强,使用年限也长,一般多用土、石、混凝土、钢材等牢固耐久的重型材料修建。长期在水下工作的土工织物类构件也是一种永久性建筑材料。

临时性建筑物的主要功用是防止可能发生的事故或在短时间内消除事故,其抗冲和耐久性能相对较弱,使用年限也短,所用的材料多就地采取,一般用竹、木、苇、梢秸料并辅以土石料修建。这种建筑物的结构能部



分拆散或全部拆散,拆下的材料有的可在他处使用。

二、按照建筑物与水位的关系分类

河道工程按照建筑物与水位的关系,可分为淹没式和非淹没式。

在各种水位下都被淹没或中、枯水时外露,而洪水时遭受淹没的,称为淹没式河道建筑物,也称为潜坝。在各种水位下都不遭受淹没的,称为非淹没式河道建筑物。前者多用于枯水或中水控导工程;而后者则用于调整洪水流势,或调整多种水位。

三、按照建筑物对水流的干扰情况分类

河道工程按照建筑物对水流的干扰情况,可分为非透水建筑物、透水建筑物和环流建筑物。

非透水建筑物是由土、石、金属、混凝土等实体抗冲材料筑成的,它不允许水流从建筑物的内部通过,只容许水流绕流或漫溢,对水流起挑流、导流、堵塞等较大的干扰作用,多用于重型的永久性工程。例如,一般的抛石或砌石护岸、丁坝或垛、土工枕、模袋混凝土等构成的各种河道工程建筑物均属此类。由于这类建筑物前的冲刷坑深,往往存在着基础被淘刷而影响工程自身稳定的问题。

透水建筑物由竹、木、桩、树、梢秸料、铅丝等材料筑成,它不仅允许水流绕流、漫溢,而且能让一部分水流通过建筑物本身,从而引起河床过水断面流速、流量的重新分配,起到缓流落淤、消能防冲和一定的导流作用,多用于临时性工程。例如,杓槎、挂柳、钢筋混凝土框架坝垛、钢管网坝等即属此类。透水建筑物导流能力较非透水建筑物小,建筑物前冲刷坑也浅。

环流建筑物又称导流建筑物或导流装置,是在水流中人工造成环流,通过环流来调整泥沙运动方向,从而达到控制河床冲淤变化的目的,多用于引水口和护岸工程中。

四、按照建筑物对水流影响的性质分类

河道工程按照建筑物对水流影响的性质,可分为被动性建筑物和主动性建筑物。



被动性建筑物的作用是防止水流的有害作用,但不改变水流结构。被动性建筑物常做成顺坝或护岸的型式以引导水流,使其逐渐离开被冲河岸,并使水流在行近水工建筑物或桥梁时流向与其平行。

主动性建筑物对水流产生积极影响,即按所需流向改变水流结构。建筑物的结构型式为一排横向障碍物(横堤、丁坝),将全部或部分水流挑离被冲河岸,形成各相邻丁坝间发生淤积的条件。

两类建筑物对水流起不同的作用,这就形成它们不同的工作条件。被动性建筑物(如顺坝)对水流的作用发生在建筑物的全部长度上,即从开始部分(称为头部)至末尾部分都是一样的,所以在其全部长度上,受到水流淘刷的危险程度差不多是相同的。主动性建筑物(如丁坝)的情形与此相反,其作用是逐渐使水流偏向,建筑物的开始部分紧接河岸,称为根部,受其作用的是少部分的小流速水流,建筑物的另一端伸入水流中,称为头部,受水流的主力冲击。建筑物的根部(如位置适宜)受水流淘刷轻微,但建筑物的头部附近则受强烈冲刷,故形成冲刷坑。

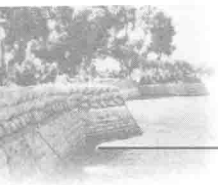
五、按照建筑物对岸坡的保护分类

按照建筑物对岸坡的保护,河道工程可分为挑流型、导流型、护岸型。

挑流型河道工程建筑物是采取工程措施或生物措施迫使水流在原来流向的基础上外移或上提,是一种用于将宽河槽水流束窄到稳定河宽的工程措施,例如丁坝;逆水式挑流坝是一种新型防冲护岸工程建筑物,适用于受冲严重、河面宽、河湾较长的中小河流防冲护岸,坝体与上游河岸形成一个夹角,使上游形成回流沉砂积泥,以回流的水力推移上游水流偏移,改变水流方向,使下游沉积泥沙,达到防冲护岸的目的,既有效地保护了该岸,又不影响对岸的安全,是解决河流两岸防冲矛盾的好措施。

导流型河道工程建筑物是将主流挑移到所规划的方向,具有引导水流的作用,例如顺坝、导流坝、导流翼板、螺旋锚潜障、防护裙台等,是近年来成为研究专题的新型导流技术。传统河道工程建筑物主要依靠材料及结构的强度来抵抗水流冲击,而新型导流型建筑物则对岸边水流因势利导,变害为利。这类建筑物既能控导水流,又能利用本身结构特点及其周围的流场结构和水力特性,降低水流对建筑物及附近床面的作用强度。

护岸型河道工程是为了保护河岸免遭水流的冲刷破坏,它也是控导



河势、固定河床的一种重要工程。护岸工程可以是平顺的护脚护坡型式,也可以是短丁坝或矶头的型式,也可采用桩墙式或其他的护岸型式。平顺护岸、桩墙式护岸属于单纯的防御性工程,对水流干扰较小;坝式护岸则是通过改变和调整水流方向间接性地保护河岸。在某些情况下,两者也可结合使用。但无论采用哪种护岸工程型式,都必须与所在河段的具体情况相适应。实践证明,对局部河段进行孤立的护岸是无益的。

六、按照建筑物的结构型式分类

河道工程按照建筑物的结构型式,可分为土石结构型、其他材料结构型。

河道工程传统的工程结构型式有以土为坝体的块石结构、沉排结构、石笼结构等。而护坡工程的传统结构型式有砌石护坡、抛石护坡等。例如黄河上的坝岸护坡一般采用散抛石或干砌石,护根采用散抛块石或柳石枕、铅丝笼等。由于传统结构具有施工机具简单、工艺要求不高、新修坝岸初始投资少、基础松散结构能较好适应河床变形、出险后易修复等优点,故现在仍被大量采用。

(一) 土石结构型

河道工程建筑物多为土石结构型,通常采用土坝体外围裹护防冲材料的型式,一般分为坝体、护坡和护根三部分。土坝体一般用壤土填筑,用黏土护表;护坡用块石砌筑;基础护根用块石、铅丝笼、柳石枕、混凝土四脚体抛筑,经多次抢险加固后逐步达到稳定。土石坝具有就地取材、便于施工、投资少等优点,是主要采用的坝型结构。

(二) 其他材料结构型

随着新结构、新材料、新技术坝的试验研究,新型筑坝及护坡、护根技术也应用于河道工程中,如混凝土透水桩坝、混凝土插板桩坝和铅丝笼沉排坝等。混凝土透水桩坝是以混凝土为主要材料的一种结构型式,其作用是通过缓流落淤控制河势,避免柳石结构被动抢险。沉排坝结构是在坝垛外侧枯水位以下受水流冲刷部位,按最大冲刷深度预先铺放一定宽度的护底材料,让这些护底材料随冲刷坑的发展逐步下沉,自行调整坡度,达到护底、护脚,防止淘刷的目的。与传统筑坝技术相比,新型筑坝及护根技术便于机械化施工,原材料供应渠道畅通,性能优越,环境效益明



显,可以减少抢险次数或不抢险,具有广阔的推广应用前景。

七、按照建筑物与堤防、河槽的相对关系分类

按照建筑物与堤防、河槽的相对关系,河道工程可分为险工、控导工程、滚河防护坝。

险工是堤防的一部分,是在经常靠水的堤段,为了防御水流冲刷堤身,依托大堤修建的防护工程。

控导工程是为约束主流摆动范围、护滩保堤,控导主流沿设计治导线下泄,在凹岸一侧的滩岸上按设计的工程位置线修建的丁坝、垛、护岸工程。黄河下游仅在治导线的一岸修筑控导工程,另一岸为滩地,以利洪水期排洪。

滚河防护坝又称为防洪坝或防滚河坝,是为了预防“滚河”后顺堤行洪,冲刷堤身、堤根,在堤根所修的丁坝。滚河防护坝一般为下挑丁坝,且坝轴线与堤线下游侧夹角较大。

(一) 黄河险工和控导工程的关系

(1)从修建的目的和方式而言,黄河险工大多数修建于新中国成立以前,多是紧急抢修情况下顺堤线平面外形修建,因为河道缺乏统一的治理规划,险工总体布局和坝岸平面布置不尽合理,仅是为了防御局部堤段被水流冲刷,控导河势能力较差。新中国成立以后,根据河势变化和河道整治的要求,按照规划的流路,本着“因势利导,上下游、左右岸统筹兼顾,以坝护湾、以湾导溜”的原则,对原有险工平面布置做了适当调整,险工布局得到改善。控导工程是为控制河势流路,减轻或根除河势游荡,经过统一的规划、设计,尽可能利用天然流路和节点,主动在河道内修建的节点工程,在平面上按治导线形成以湾导流的工程格局。

(2)从修建的作用来看,险工和控导工程都是防洪工程,险工重在防护堤防,但也起控导河势的作用;控导工程旨在控导河势,并起到保护滩地、村庄的作用,进而确保堤防的安全。

(3)从防洪标准上讲,黄河下游控导工程顶部高程陶城铺以上河段为整治流量 $4\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 相应水位加 1 m 超高,陶城铺以下河段控导工程顶部高程比附近滩面高 0.5 m 。控导工程失去抢险条件时一般要撤守。险工与堤防连为一体,顶高程比堤防低 1 m ,其防洪标准同堤防,在各个



流量级下都要防守。

(二) 黄河险工和滚河防护坝的关系

滚河防护坝与险工一样,都是依托大堤而建。滚河防护坝是 20 世纪 50 年代修建的,河道小水时不靠河,而大部分险工在河道大中小水时都靠河。

第二节 河道工程平面布局型式

河道工程在平面上的整体布置,包括治理河段上下游、左右岸各类工程线的布设情况及相对应关系,一组工程的平面位置线的型式、长度和该组工程内各坝垛平面型式及其相互关系。

河道工程建筑物的平面布置很重要,工程若布置不适当,不仅不能改良现有状况,反使其恶化;若布置适当,则可用较少的工程得到较大的效果。河道工程建筑物的平面布置,应当考虑河道的正常型式、构成河道的土壤性质以及上下游、左右岸等情况;并且须尽可能对河槽本身和两岸的变形(如浅滩的形成、汉道的淤塞、河岸的淘刷等)进行观察,做充分深入的研究,作为布置的根据。

一、河道工程建筑物的基本型式

河道工程建筑物依岸或依托大堤布设,可组成防护性工程,防止堤岸崩塌,控制河流横向变形;建筑物沿规划治导线布设,可组成控导性工程,导引水流,改善水流流态,治理河道。它的基本型式主要有丁坝、顺坝、锁坝、护岸等。

(一) 丁坝

从堤身或河岸伸出,在平面上与堤或河岸线构成丁字形的坝,称丁坝。有挑移主流,保护岸、滩的作用。丁坝一般成组布设,可以根据需要等距或不等距布置。一般不单独建一道长丁坝,因易导致上下游水流紊乱,又易受水流冲击而遭破坏,还可能影响对岸安全。按丁坝轴线与河岸或水流方向垂直、斜向上游、斜向下游而分别称为正挑丁坝、上挑丁坝、下挑丁坝。为减少丁坝间的冲刷并促淤,非淹没丁坝采用下挑式较多,淹没丁坝采用上挑式较多。受潮流和倒灌影响的丁坝须适应正逆水流方向交