

钢板桩封堵技术在防汛抢险中的应用初探

赵玉庆¹, 焦乐辉², 唐文超²

(1. 山东省防汛抗旱物资储备中心, 山东 济南 250014; 2. 山东省水利科学研究院, 山东 济南 250014)

【摘要】本文探讨了钢板桩在防汛抢险,尤其是堤防决口险情处理中应用的可能性,并基于此提出了一种新的口门封堵方案,对其技术原理、装备构成、组织实施及技术优势进行了探讨,分析了钢板桩在堤防决口堵口中的适用性,对堤防抢险施工有一定的参考意义。

【关键词】抢险船;钢板桩;防汛抢险;决口抢险;口门

【中图分类号】TV87

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2025)-09-0065-02

Preliminary exploration on the application of steel plate sealing technology in flood prevention and emergency response

ZHAO Yuqing¹, JIAO Lehui², TANG Wenchao²

(1. Flood Control and Drought Relief Materials Reserve Center of Shandong Province, Jinan, Shandong 250014, China;

2. Water Resources Research Institute of Shandong Province, Jinan, Shandong 250014, China)

Abstract: This paper explores the feasibility of applying steel sheet piles in flood control and emergency rescue, especially in the treatment of dyke breach hazards. Based on this, a new breach closure scheme is proposed, and its technical principle, equipment composition, organization and implementation, and technical advantages are discussed. Furthermore, the applicability of steel sheet piles in dyke breach closure is analyzed, which provides certain reference for dyke emergency rescue projects.

Key words: Emergency rescue vessel; Steel sheet pile; Flood control and emergency rescue; Breach emergency rescue; Breach opening

近年来,河道堤防经过治理,抵御风险能力显著增强。但受自然与人为因素影响,随着时间推移,河道堤防抗渗、抗冲等能力会下降,发生堤岸坍塌、决口等小概率事件是难以避免的。特别是近年来极端天气频发多发,特大暴雨致使水位超设计值,堤身受力剧增,堤防漫溢溃决的风险加大,这些决口险情对淹没区社会经济发展和人民群众生命财产构成严重威胁。因此,深入开展决口快速封堵技术研究对河道堤防险情抢护具有重要意义。

1 钢板桩决口封堵技术

目前决口封堵技术发展仍然较为滞后,研究发展新的决口封堵技术,实现决口快速封堵有重

要现实意义,在现代化抢险设备集成化应用背景下,文章提出一种新的决口险情封堵思路:利用目前工程建设中广泛应用的钢板桩作为封堵结构骨架,配合其他封堵材料形成复合封堵结构,结合现代化抢险设备,形成一种操作简便、适应性强、安全性高的新型堵口技术。

1.1 基本原理

钢板桩决口封堵技术是利用钢板桩强度、刚度大,施工便捷的优点,采用专门的抢险船作为工作平台,应用合适的沉桩设备将钢板桩按照一定布置形式快速打入决口口门处,悬臂钢板桩作为受力支撑结构,在钢板桩前吊放铅丝石笼作为

收稿日期:2025-06-02

作者简介:赵玉庆(1972—),男,主任

防水墙体,两者组合形成连续的复合封堵墙体,从而减少墙体后水流,形成作业面,便于快速修复冲毁的堤防。若受力条件允许,也可不吊放铅丝石笼,直接将钢板桩连接成整体,形成止水结构,从而加快抢险进度。

1.2 装备构成

1)抢险船:为节约时间,抢险船采用拼装式,船体各部分通过陆地运输到险情处后拼装成整体;施工过程中,抢险船需要在大流速水流中定位准确,故配置多套动力系统以便准确调整位置,配备多个船锚以便固定船体。抢险船的起重能力、起吊高度和工作半径应满足水上沉桩的要求;施工水域的条件应满足打桩机械作业或船舶吃水的要求。

2)沉桩设备:置于抢险船上,同时具备夹持吊装功能,动力应同时满足沉桩和拔桩要求,能够快速将桩体打入,并防止堤防地基土液化。

3)导向装置:采用外伸转动臂结构,放置于船体一侧,上下两层,具备旋转、调整角度及锁定等功能,起导向作用,能够保证施工时钢板桩垂直度。

4)钢板桩:作为受力支撑结构,防止铅丝石笼墙倾覆。可采用钢板桩、钢管桩、工字钢、槽钢等形式,需通过受力分析确定结构型式、规格尺寸等参数。

5)铅丝石笼:置于已打入的钢板桩前或两侧,起到缓解水流流速,降低水位的作用。为满足吊装要求,铅丝笼网箱应具有足够强度和刚度。

1.3 组织实施

决口封堵一般情况下条件较复杂,属于危险性较大的工程,实施前需制定专项施工方案,实施过程中严格控制施工质量。

1)基础资料获取:为计算确定钢板桩布置方案,需首先收集水深、流速、土层性质等参数资料,决口抢险时间紧迫,传统的探测手段效率较低,可充分利用日渐成熟的高科技手段:例如利用搭载激光雷达与倾斜摄影相机的监测无人机,实时传输现场图像和视频,快速获取堤防决口处的影像,构建出实景三维模型,为抢险决策提供直观依据;利用激光测深技术无人机,通过高频次脉冲发射激光束,精确测量水下地形,在浅水区域和复杂环境中,能够实现更高效、更准确的

地形测绘。利用集成毫米波测流雷达的测流无人机测量水体表面流速并结合断面数据计算流量等相关水流参数,为抢险方案的确定提供第一手基础资料。

2)钢板桩方案设计:钢板桩结构选择、布置方式、打入深度等参数需通过计算确定,需具有足够的承载力、刚度,并能够保证结构整体稳定和必要的止水作用。

3)钢板桩沉桩施工:沉桩方法一般采用逐根沉桩法,从一端依次推进。施工前,应对沉桩区域进行水下扫床或探摸,清除影响沉桩的障碍物。第一根桩为后续桩的基准桩,应进行准确定位,后续桩的位置、垂直度及标高通过测量设备随时进行控制。

4)铅丝石笼吊放:钢板桩施工完成后,及时在钢板桩前或两侧吊放铅丝石笼。为保证钢板桩稳定,不宜采用抛投的方式。铅丝笼应具有足够的强度,保证起吊后石笼不散落损坏。

5)铅丝石笼回收、钢板桩拔除:堤防修复完成后,铅丝石笼应吊装回收,钢板桩应拔除,拔桩阻力通过现场拔除试验确定。

2 技术优势

钢板桩决口封堵技术相较于传统堵口方法具有以下优势:

1)施工速度快:钢板桩打入速度快,各作业环节可衔接配合,交叉进行,能够快速完成施工作业。

2)防护功能多:为防止决口扩大,往往需要抢筑裹头,将抢险船布置在裹头内侧,沿一定角度布置,可起到挑流作用,大大降低水流对裹头的冲刷,钢板桩也可替代抢筑裹头中的传统木桩,提高工作效率;若河底冲刷严重,需先在河底铺设钢丝网片等防冲刷材料,此时钢板桩可起到固定网片作用,将网片一端系在钢板桩上,顺流铺垫,用块石填压,起到护底作用。

3)工作效率高:采用抢险船作为工作平台,可直接在口门处施工,相较于传统戗堤进占合龙方案,可大幅度提高工作效率。

4)场地适用性强:不受地形、作业面宽度等条件限制,抢险船可按不同方位角度灵活布置。

5)造价低:钢板桩、铅丝石笼(下转第70页)

为了更深入地验证这些观察结果,利用SPSS统计软件进行了进一步的回归分析。在将湿陷性系数与深度、孔隙比、液限、塑限等10余项关键物理指标进行综合分析后,发现湿陷性系数与孔隙比和塑性指数两个指标之间存在显著的相关性(F值为7.841,显著性水平达到0.001),回归模型如式(3)所示。

$$\delta_{si} = -0.195 + 0.169e + 0.015Ip \quad (3)$$

基于这一回归模型,可得出以下结论:随着孔隙比和塑性指数的增大,湿陷性系数也会呈现出相应的增大趋势。这一发现为深入理解沙湾翠山黄土湿陷性的物理机制提供了重要的理论依据。

2 湿陷性处理方法

针对沙湾黄土的物理力学特性及其湿陷性特征,可采纳强夯处理、预浸水法以及垫层法等手段来对地基进行有效处理。

一是强夯法。一次开挖预留一定的强夯沉降量,对基础土进行强夯。主夯夯击能为8000 kN·m,分两遍进行,加固夯击能4000 kN·m,第3遍采用原点加固布置方式,加固夯采用2000 kN·m夯能满夯一遍。强夯的有效处理深度达到6 m,在有效深度内,土的湿陷系数均应小于0.015,承载力大于200 kPa。

二是预浸水法。基础开挖成形后通过现场试

坑浸水试验确定浸水时间、耗水量和湿陷量等。基坑浸水的水深不小于50 cm,连续浸水时间以湿陷变形最后5 d的平均湿陷量小于1 mm/d控制。浸水结束后,重新评定地基土的湿陷性,并用灰土处理上部。

三是垫层法。根据湿陷性黄土场地的自重湿陷量计算,基底以下换填厚度为6 m时才能满足湿陷余量不大于200 mm的要求。换填采用3:7灰土垫层,压实系数不小于0.97。

3 结语

本研究针对新疆沙湾翠山黄土进行了详尽的工程地质特性分析,翠山黄土展现出强烈的湿陷性特征,对工程建设构成显著挑战。通过深入分析,研究发现湿陷性系数与孔隙比之间存在显著正相关关系。研究不仅深化了对沙湾翠山黄土特性的理解,为翠山及周边地区的工程建设提供了坚实的科学支撑,具有重要的实践指导意义和广泛的应用前景。

参考文献

- [1] 叶玮,桑长青,赵兴有.新疆黄土分布规律及粉尘来源[J].中国沙漠,2003(5):38-44.
- [2] 张锐,郭召杰,张志诚,等.天山北麓晚新生代独山子—安集海褶皱冲断带构造分析及其对河流改道的影响[J].新疆地质,2005(3):215-219.

(责任编辑 赵其芬)

(上接第66页)可回收再利用,抛投物料较传统封堵方式少。

3 应用探讨

根据钢板桩决口封堵技术特点,其既可以应用于堤防决口抢险,也可应用于大江大河堤防险工段防护、中大型水闸维修等水利工程。

钢板桩抗冲能力强,稳定性好,可作为黄河等大江大河堤防险工段维修加固的围堰,合理确定结构形式甚至可作为永久岸坡防护结构。

中大型水闸水深大,受力大,闸门启闭困难,操作不当甚至可能导致水力破坏,钢板桩封堵技术可作为此类水闸维修养护、除险加固等的临时防护措施。

4 结语

堤防决口封堵由于工期要求短、技术含量高、施工组织复杂、安全风险大等特点,一直是抗洪抢险的重点和难点,迅速采取应急措施实现高效封堵决口,是防汛抢险的第一任务。本文提出了采用钢板桩进行决口快速封堵的新技术,对堤防等工程抢险具有一定的参考意义。

参考文献

- [1] 张利荣,项正军,张轩庄,等.洞庭湖团洲垸堤防特大决口高效封堵关键技术[J].中国防汛抗旱,2024,34(10):20-26.
- [2] 林金良.堤防决口封堵关键技术研究[J].中国防汛抗旱,2021,31(11):56-59.
- [3] 陈启刚,张大伟,王忠祥,等.堤防溃口水流特性与封堵技术研究进展[J].中国防汛抗旱,2021,31(8):1-6.

(责任编辑 李浩)