

Construction technology for dam and embankment closure in water conservancy construction

Liping Bai

Guoji Construction Group Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030000, China

Abstract

The construction of dam embankment closure is a key link in responding to flood disasters, and its technical application is directly related to the effectiveness of flood control and disaster reduction as well as the safety of people's lives and property. This article focuses on the core technologies of dam and embankment blocking in water conservancy construction, systematically elaborating the principles, applicable scenarios and technical key points of the main construction techniques such as vertical blocking method, horizontal blocking method and mixed blocking method. This paper focuses on analyzing the operation norms of each technology in aspects such as material selection, throwing process, and closure control, and explains the key points of technology application in combination with actual engineering cases. Research shows that scientifically choosing the plugging technology and strictly controlling the key points of construction can significantly improve the efficiency and success rate of plugging, providing technical support for emergency rescue of water conservancy projects. It is of great significance for enhancing the flood resistance capacity of DAMS and embankments and ensuring the safe operation of water conservancy projects.

Keywords

Dam embankment Sealing construction The method of immediate blocking Flat blocking method Mixed blocking method

水利施工中水坝堤防堵口施工技术

白丽萍

国基建设集团有限公司, 中国·山西太原 030000

摘要

水坝堤防堵口施工是应对洪水灾害的关键环节,其技术应用直接关系到防洪减灾成效与人民生命财产安全。本文聚焦水利施工中水坝堤防堵口核心技术,系统阐述立堵法、平堵法、混合堵法等主要施工技术的原理、适用场景及技术要点。重点剖析各技术在材料选择、抛投工艺、合龙控制等环节的操作规范,结合实际工程案例说明技术应用要点。研究表明,科学选择堵口技术并严格控制施工要点,可显著提升堵口效率与成功率,为水利工程应急抢险提供技术支撑,对增强水坝堤防抗洪能力、保障水利工程安全运行具有重要意义。

关键词

水坝堤防;堵口施工;立堵法;平堵法;混合堵法

1 引言

水坝堤防作为防洪减灾的核心设施,因极端洪水、地质灾害等影响,水坝堤防易现决口险情,倘若堤防出现崩决,洪水会急剧地四处漫延,引起严重的人员伤亡及经济上损害。掌握科学、高效的堵口施工技艺,对减少灾害损失、保障水利工程可靠运行意义重大。立堵法、平堵法、混合堵法等技术在堵口抢险时已普遍应用,但当处于复杂水文地质条件当中,仍需深入剖析各技术的施工要点,进而强化堵口抢险的针对性与有效性。

【作者简介】白丽萍(1994-),女,中国山西太原人,本科,工程师,从事公路、水利研究。

2 水坝堤防堵口核心施工技术要点

2.1 立堵法施工技术要点

2.1.1 材料选择与配比

立堵法的堵口材料需体现高强度、抗冲刷的特性,且要按照决口水流的实际条件开展粒径分级,施工刚开始那段时间,水流速度相对迟缓,可采用粒径为0.3-0.5米、重量大概50-200千克的块石,也可用装填碎石的编织袋,该类材料利于快速投掷,可初步奠定戗堤根基;当决口宽度渐渐缩窄,水流流速加快变猛,应采用0.8-1.2米、重量超出500千克的大块石,也可用由钢筋与块石打造的钢筋笼,借助自重以及整体结构抵挡水流的冲击。针对合龙的关键阶段,可采用混凝土四面体、合金钢丝网兜(填充巨石)这类特制材料,这类材料呈现出特殊的棱角结构及连锁效能,可于急流里彼此嵌合固定,有效杜绝被急流冲走,为强化戗堤

的防渗特性,抛投材料里可混入黏土袋,按照每10至15立方米块石搭配1立方米黏土袋的比例开展抛投。

2.1.2 抛投工艺与设备配置

抛投依照“先上游后下游、先外侧区域后内侧区域”的顺序进行,以自卸卡车在戗堤前端直接开展卸料,配合挖掘机做辅助推料之事,实现材料的均匀分布,处于水流较急地带,得运用起重机或装载机实施定点抛投,增进材料投放的精准水平,从设备配置相关角度,在每10米的戗堤作业面,需配置1台挖掘机及2台自卸卡车,合龙阶段需额外增设1台起重机,以进行大型构件的吊装,需于戗堤顶部铺设钢板或竹排,阻止车辆陷入堤内,进而布置警示标志,防止抛投作业期间出现安全事故^[1]。

2.1.3 合龙控制技术

若龙口宽度缩减到5-8米阶段,进入合龙的核心阶段,此时需对龙口的水位、流速及戗堤稳定性进行实时监测,采用“双戗进占”与“多戗并进”策略,也就是自决口上下游两侧一起推进戗堤,缓解水流的冲击力道,首先抛投混凝土四面体、合金网兜这类抗冲刷材料,造就骨架般的结构;接着马上跟进小块石与黏土包,填充间隙以封堵渗漏点位,不妨在戗堤前端布设梢料排,减弱水流的流动速度,降低材料流失的规模,合龙事项结束后,迅即对戗堤进行加高培厚行动,让其高度超出预期洪水位0.5-1米,然后铺设土工布做防渗的处理工作。

2.2 平堵法施工技术要点

2.2.1 垫底平台构建

平堵法得预先在决口底部把垫底平台铺设好,以此减缓水流的流速,为后续抛投创造良好契机,应优先用梢料、石笼或土工格栅作为垫底材料,进行具体施工操作之际,首先把梢料捆扎成直径0.5米、长3-5米的梢枕,借助定位船让梢枕呈“井”字形排列沉入河底,构建出柔性的底部支撑结构;还能采用规格是2×1×1米的石笼,沿着决口轴线依次铺展,用钢丝把层间进行绑扎固定,要保证垫底平台厚度达1.5-2米,两侧分别超出决口边缘2-3米,保证对整个冲刷区域实现覆盖,施工期间借助GPS定位系统与测深仪对垫底材料的位置和厚度开展实时监测,将误差约束在正负0.3米以内。

2.2.2 分层抛投与高程控制

抛投作业按“从低处到高处、分层推进”原则实施,每层厚度需控制在0.8-1.2米范畴,采用自卸船运输抛投材料,依托长臂挖掘机或吊机实现精准投放,施工开始前需在定位船上安装激光测距仪,实时对抛投高程开展测量,每一轮抛投一层结束后,采用多波束测深仪做水下地形扫描,使平整度误差维持在≤10厘米的范围,若有局部凹陷情况出现,需赶快补上抛磨材料,若抛投至距水面为1-1.5米的距离时,改用粒径为0.5-0.8米的块石或混凝土预制件开展封顶作业,构建起抗冲击的面层,于其表面铺设碎石垫层,提升整体稳固性^[2]。

2.2.3 定位船锚碇系统

作为平堵法施工的关键设施,那就是定位船,其稳定

性对抛投精度有直接影响,定位船需采用排水量≥500吨的铁驳船,上下游各布设2-3个重量在3-5吨的主锚,另外设置4-6个边锚以实现侧向固定,锚链采用直径范围50-80毫米的高强度钢缆,其长度由水深决定,一般为水深的3至5倍,处于施工实施阶段,借助锚机实时校准锚链张力,实现定位船位移偏差≤0.5米的目标,在定位船上装设全站仪与水位传感器,实时跟踪船只位置及水位的动态改变,依照水流速度和风向,即刻调整锚碇系统。

2.3 混合堵法施工技术要点

2.3.1 技术衔接工艺

混合堵法结合了平堵与立堵的长处,必须严格把握两种技术的衔接关口,待立堵阶段结束之后,应对戗堤顶部进行清扫整理,把临时施工设施拆除掉,移除松动的石块与杂物,保证表面既平整又密实,在戗堤顶端铺一层0.3米厚的碎石垫层,作为平堵施工里垫底材料的支撑平面,处于平堵施工阶段时,起始时从戗堤中间向两旁对称抛投垫底材料,杜绝因荷载分配不均引发戗堤滑移现象,在衔接区域采用“搭接式”抛投举措,使平堵材料跟立堵戗堤达成1-2米的重叠,优化结构的整体聚合性^[3]。

2.3.2 施工进度协同

需结合水文预报与现场实际情况,对混合堵法的施工进度进行动态调整,立堵阶段每天进占的长度宜控制在3-5米,防止推进速率太快引起戗堤失稳状况;平堵阶段每日抛投高度以0.5-0.8米为宜,保证每层材料充分压实效果,当处于施工操作阶段,构建多部门协同联动体系,由水文监测组实时输送水流数据,施工组凭借数据调整抛投的强度,物资供应组保证材料及时送达到位,要是预报洪峰就要过境,须暂停立堵作业进行,可优先采用平堵法快速让戗堤增高,令其高度达到安全界限。

2.3.3 质量检测与加固

完成混合堵法施工之后,应采用多种途径开展质量检测,运用探地雷达对戗堤内部密实度开展检测,保证戗堤无空洞以及松散区域;以渗压计监测戗堤的渗流情形,若渗流量突破设计标准,应借助灌浆法开展补强,对戗堤两侧坡面进行生态袋或混凝土联锁块铺设,阻挡水流的冲刷侵袭;在堤顶安置排水沟渠,引领雨水排放出去,防止积水向堤体渗透,针对关键堤防,可给堵口段添设防渗墙,采用水泥土搅拌工艺或高压旋喷工艺,墙深得穿透水层才行,切入不透水层0.5-1米深度里,保证长期安全地运行^[4]。

3 特殊工况下的施工技术优化

3.1 深水环境堵口技术

3.1.1 钢木构架阻水技术

水深逾6米的决口地带,常规抛投材料极易被水流裹挟冲走,难以形成切实有效的阻水结构,依靠搭建刚性框架体系,钢木构架技术达成快速截流目的,首先在岸上预先制作由工字钢(型号I20-I32)和15cm×15cm方木构成的桁架结构,单个构架的规格是宽高各3米、长度5米,采用螺栓与钢板焊接的方式将各构件加以固定。以浮吊把预制构架

沉入决口的预定方位,利用直径30cm的钢管定位桩,打入河床3-5米以下进行锚固操作,相邻构架靠直径20mm的钢丝绳串联,形成不间断的围挡,在构架里填充直径1.2m的钢筋笼跟大块石,形成可实现透水挡水的屏障,实现水流流速降低30%-50%这一情况,为后续抛投环节创造良好契机。

3.1.2 水下混凝土浇筑工艺

待钢木构架达成初步止水成效后,利用导管法实施水下混凝土浇筑作业,采用直径250mm的钢制导管,控制底部与浇筑面间隔距离为0.3-0.5m,利用混凝土泵车,按20-30m³/h的速率连续输送C25水下抗冲刷混凝土。处于混凝土浇筑时段,导管需徐徐提升(每次提升不超过1m),同时保持1-3m的埋深,以防泥浆混入混凝土里边,为优化结构的整体聚合性,可向混凝土掺入比例为10%-15%、粒径≤15cm的块石,完成浇筑后,形成强度达20MPa以上的刚性截水屏障,采用水下摄像机实时监测浇筑质量,保证不存在蜂窝、孔洞等样的缺陷。

3.1.3 浮箱平台作业系统

应对深水区域施工设备难以扎根立足的问题,采用模块化浮箱平台作为操作作业面,采用高分子聚乙烯材料制成浮箱,单个规格呈6m长、4m宽、1m高,借螺栓连接拼合成24m×12m的浮动平台,平台的四个角上安装锚固系统,配有4个5吨主锚,依靠电动绞盘进行位置调节,可实现±0.2m的定位精度,于平台配置50吨级履带式起重机、混凝土泵车与砂石料仓,可适应全天候不间断作业要求,于平台边缘设置1.2m高的防护围栏,还准备了救生器械,为施工人员安全保驾护航^[5]。

3.2 软土地基堵口技术

3.2.1 砂袋固基施工法

软土地基进行堵口操作,钱堤容易出现沉降或滑移,要先把地基加固工作做好,采用“砂袋跟土工织物”复合固基方案:把含泥量<3%的中粗砂装入编织袋,制作出1m长、0.5m宽、0.3m高规格砂袋,以类似梅花的排列铺设在堤基表层,层间采用错缝形式搭接20cm。待铺设完两层砂袋后,铺设一层抗拉强度≥80kN/m的高强度土工格栅,采用U型钉加以固定,造就出加筋垫层,于施工过程中控制每层加载的速率,每日沉降量一旦超过5cm,暂停抛投动作,待地基达到稳定状态后再恢复作业,保障地基承载力提升至80-100kPa数值。

3.2.2 碎石反滤层构建

为避免水流把地基土带出引发渗透破坏现象,在砂袋垫层上布置碎石反滤体,采用粒径5-40mm的级配碎石作为反滤层,采用三层铺设方式:作为接触砂袋的底层,粒径为5-10mm,厚达20厘米;中层所采用的粒径范围为10-20mm,有着30cm的厚度规格;顶层采用的级配碎石粒径为20-40mm,其厚度为30cm,每层铺设结束后,借助平板振动器进行压实,使孔隙率维持在25%-30%范围,反滤层往两侧延伸,抵达钱堤坡脚外1-2m处,且覆盖一层厚

度1.5mm的防渗土工膜,阻止侧向出现渗流现象。

3.2.3 分级加载控制技术

软土地基堵口方面,钱堤加载速率需严格掌控,采用“分级加载、间隔稳压”的手段,首次加载高度勿超过2m,经24小时静置后监测地基沉降;后续各次加载高度为1-1.5米,间隔时间延长至两日,若沉降速率连续48小时达不到5mm/d时,才准许开展下一级加载活动。在钱堤两侧按间距20m埋设沉降观测标志,采用水准仪开展实时监测,倘若两侧沉降差达到5cm以上,当即对沉降较小的那一侧进行补填和压实,杜绝钱堤出现倾斜毛病,可于钱堤底部设置按1.5m×1.5m间距排列的塑料排水板,带动地基排水迅速固结,压缩施工整体周期。

4 工程案例

4.1 案例概况

2024年,洪水漫顶造成长江某段堤防决口,出现宽度45米的决口,以4.2m/s的流速前行,令下游百万人口的安全面临威胁。

4.2 施工技术应用

采用混合堵法施工:(1)立堵来进行缩口的阶段:依靠自卸车朝决口两头投掷钢筋笼和大块石,5天内把决口缩窄成18米;(2)平堵达成高度增加阶段:凭借定位船与抛石船配合开展分层抛投,每层厚度设定成1米,三天过后达成决口合龙;(3)后续强化稳固:合龙之后采用水下灌浆工艺加固基础,在钱堤两侧敷设防渗土工膜,防止渗漏。

4.3 实施效果

该工程在8天内完成堵口事宜,成功阻截了洪水,后期实施监测表明,堵口段的沉降尺寸<5cm,渗流量低于0.5L每秒,应用该技术成效显著。

5 结论

水坝堤防堵口施工技术核心为按险情特征精准选择类型,且需严格掌握各技术施工方面的要点,立堵法需留意材料级配与精准的合龙时机,平堵法以定位精度与分层控制为关键点,技术协同是混合堵法的核心关键,就特殊工况而言,要灵活借助组合技术优化施工方案,今后应进一步挖掘智能化监测、新型堵口材料等技术,助力堵口施工技术实现创新发展。

参考文献

- [1] 陈辽.水坝堤防堵口施工技术在水利工程中的应用[J].建筑技术开发,2022,49(24):92-94.
- [2] 曾晓兰.水利施工中水坝堤防堵口施工技术分析[J].江西建材,2021,(07):219-220.
- [3] 刘磊.水利施工中水坝堤防堵口施工技术的应用对策分析[J].中国设备工程,2021,(14):189-190.
- [4] 邹华胜.水坝堤防堵口施工技术[J].河南水利与南水北调,2021,50(02):40-41.
- [5] 谷剑鸣,王善聚,张保民.水利工程施工中的水坝堤防堵口施工技术分析[J].农业开发与装备,2020,(07):79-80.