

# 水利堤防工程防汛措施与抢险对策研究

尚明

江苏省江都水利工程管理处

DOI:10.32629/hwr.v10i1.6802

**[摘要]** 在水利工程防汛抢险工作的实施过程中,由于水流条件、周围环境以及工程施工质量等因素的影响,常出现较为严重的洪涝灾害,此类情况在汛期表现得尤为明显,需要工作人员采取相应的整治手段。在此过程中,堤防工程的防汛处理是极为关键的一环。本文聚焦堤防工程中常见的渗水险情,对堤防防汛工作出现险情的内部成因作出分析,进而对如何构建工程区域内的防汛工作体系进行多维阐述。考虑水利堤防工程中汛情的危害极为严重,且呈现出突发性、难控制等特征,经由引入全面的治理方略,能进一步提升当下堤防工程的管理成效,改善区域水环境,以切实发挥堤防工程在防汛中的积极作用。

**[关键词]** 工程险情; 内在成因; 锥探灌浆技术; 支护加固体系

中图分类号: TV543+.15 文献标识码: A

## Study on Flood Control Measures and Emergency Countermeasures of Water Conservancy Embankment Engineering

Ming Shang

Jiangu Hu Hydraulic Engineering Management Office, Jiangsu Province

**[Abstract]** Flooding poses a persistent and high-risk challenge to hydraulic dike engineering, particularly during the flood season. Such events are frequently triggered by interacting factors—including hydrodynamic conditions, geomorphological and ecological characteristics of the surrounding environment, and construction quality deficiencies. Among flood-related hazards, seepage-induced emergencies in dike structures represent one of the most prevalent and critical failure modes. This paper systematically examines the underlying mechanisms driving seepage hazards in dikes, identifies key internal causes—including soil heterogeneity, inadequate compaction, and aging of impervious elements—and proposes an integrated flood control management framework tailored to dike engineering contexts. The framework encompasses proactive risk monitoring, adaptive emergency response protocols, and structural reinforcement strategies—such as cone penetration grouting and complementary support-reinforcement systems. By adopting such a holistic, evidence-informed approach, flood control efficacy can be significantly enhanced, regional water security improved, and the multifunctional role of dikes in flood mitigation, ecological regulation, and infrastructure resilience more fully realized.

**[Key words]** Dike engineering; seepage hazards; root-cause analysis; cone penetration grouting; structural reinforcement

### 引言

堤防治理工程是防洪减灾、保障流域生态环境的关键举措,在实现水环境保护与流域规划建设等维度有着极大的助力。面对当下生产活动导致洪涝灾害加剧的现状,堤防工程建设能在最大程度上规避灾害的发生,减轻防汛任务负担,维持流域较为平稳的环境秩序。具体来看,通过搭建较为完善的堤防工程体系,利用相关水利设施防范洪水冲刷,减轻洪涝灾害带来的负面效应,控制流域生产活动受干扰的程度,保证水域环境长期处于较为稳

定的状态。针对当下水利堤防工程局部结构老化、失效,抵御水流冲刷能力减弱,各类险情频繁发生等情形,采用有针对性的工程治理措施,从堤防工程建设的初始环节便深刻融入防汛抢险意识,以进一步凸显水利工程在防汛抢险工作中的关键效用。

### 1 堤防工程险情类型

#### 1.1 渗漏

水利堤防背水坡面及坡脚附近易发生渗漏险情,土质含水量超标,不断向外渗漏,一旦洪水来临,在渗水问题的影响下,极

有可能导致溃堤等安全事故<sup>[1]</sup>。根据堤防工程实例分析,得出堤防渗漏险情产生的主要原因如下:一是异常降雨。短期降雨超过正常水平,河流水位高于防洪标准,部分地区已发生溃堤、洪水漫堤等情形。二是堤防工程的建设标准不高。在工程设计中,由于工程设计未充分考虑“百年一遇”“千年一遇”等特殊条件,致使洪峰下泄超出汛限水位,给人民群众带来巨大的经济损失。三是项目施工质量未达标。水利堤防工程施工时,存在坝基压实度不足、临水斜坡无防渗设施、堤防结构稳定性差等质量缺陷,在水流冲蚀作用下,逐步发生变形、坍塌等事故。四是堤防养护工作实施不力。由于缺少完善的长效维护机制,堤防内部的蚁穴、裂缝等病害未得到及时治理,使堤防的破坏程度进一步加重。

### 1.2 裂缝

堤防建筑物开裂后,以裂隙为渗流通道,持续向外部渗漏水,在水体的侵蚀作用下,会引起一连串连锁反应。裂缝病害种类繁多,成因复杂,主要有温度裂缝、沉降裂缝、干燥裂缝、滑坡裂缝和冰冻裂缝等类别。比如,在施工时,未事先对天然地基的承载能力进行校核,也未对各施工段的填料进行细致处理,水利工程在投入运行过程中会发生一些沉降,堤防结构物因地基沉降超标和连接处两侧地基沉降差异过大而产生沉降开裂,并继续发展,最终形成贯穿性裂缝,威胁堤防的正常服役。此外,堤防因防渗设施失效、土体含水量超标、上部地基承载力超过极限,孔压过大等原因而产生裂缝。

### 1.3 滑坡

堤防的近水处和远水处容易发生滑坡塌方事故。该事故在不同位置的成因较为相似,在长期的河流渗流作用下,堤防建筑物内的含水量不断增大,并逐渐趋向于饱水状态,导致堤脚的承载能力不足,从而发生滑坡。一方面,堤防脚滩地迎流顶冲崩塌,将使堤脚部分的稳定性下降,严重时甚至造成塌方危险;或是在汛期遇异常降雨时,受对流气流和水流侵蚀的共同作用,易发生局部滑坡灾害。另一方面,在洪水过后,堤防建筑物在洪水期持续受到水流的影响,使其容量增大,导致土体粘合力的下降。当堤坡动力增大、摩擦力减小时,易发生滑坡。

## 2 堤防工程防汛险情的内在成因

我国的防洪堤有着悠久的历史,一些重要的江河堤防都是在原来工程基础上,经过多次加高、加固而形成的。因为历史的原因,堤防内部存在着各种各样的安全隐患,部分在修建时施工质量控制不足,碾压压实度差,设计水准不高,加之人为因素和多种生物活动的干扰,使得堤防工程的防洪能力显著削弱,在洪灾中极易发生各种险情。堤防工程发生险情的原因,首先是河道水位的变动。在汛期,河道流量增加,堤防的防洪能力下降。反之,在洪水消退后,河道水位降低,堤防的承压能力降低,也易产生溃堤风险。在某些情况下,水位的改变对河床的冲刷效应也有着显著的影响。其次是水体流速。流速愈大,则冲淤愈严重,反之则冲蚀效应较小。三是水体流向变化。在河道的上游或下游,往往存在着显著的流向及涌浪状态,如出现风力增大、水位上升等现象,可能会对堤防的安全造成负面影响<sup>[2]</sup>。

## 3 堤防工程防汛措施与抢险对策的分析

在扬州市廖家沟工程项目中,计划对廖家沟右堤(文昌大桥至羊尾巴段)进行加固,涵盖堤防加固以及穿堤建筑物的除险加固工作。这一措施旨在消除该段堤防的安全隐患,并提升流域对洪潮的抵御能力。项目将达成工程加固、隐患处理、堤坡护砌等多项目标,进而构筑起淮入江水道下段流域的坚固防洪屏障。

目前,在国内众多堤防工程的抢险加固过程中,广泛采用了锥探灌浆技术、设置挡水墙、实施实时截渗措施以及支护加固体系等方法。

### 3.1 优化锥探灌浆技术

针对堤防裂缝和管涌等灾害,采用锥探灌浆技术替代以往的封堵方法,即在堤防受损部位灌注浆液,经一定时间注浆后,即可使堤防结构恢复到正常状态。现阶段,在堤防工程中,多采用灌注灌浆和劈裂注浆工艺。充填注浆技术使用频率较高,其原理是通过外加压力在锥体内产生拉应力,迫使周围土体破裂,并通过泥浆填充裂隙,在堤防内形成浆液脉。注浆完毕,注浆压力解除,经过一定的时间后,新的应力平衡条件出现,其机理有充填、挤压、湿陷和劈裂等。在锥探灌浆施工过程中,应着重掌握孔口布置、注浆准备、注浆压力控制和异常情况处理等四个关键环节<sup>[3]</sup>。

3.1.1 孔口布置。孔口密集程度与险情处置的有效性有着紧密的关系。当堤防险情等级较高时,可采用密集布孔,呈“梅花”形状布置若干个注浆孔,每个注浆孔间距为1-2m。重点堤段要加大布孔密度;注浆孔数应视堤高而定,注浆孔的深度应超出堤基范围。

3.1.2 浆液制备。选用粉质粘土、重粉质壤土为土料,粘粒含量控制在20-45%,粉粒则为30-70%,塑指数选用10-25%。注浆工作应分批配制,前期采用稀浆,施工后段逐渐增加土料比例,水土比控制在1:0.5~1:1.4范围内。

3.1.3 灌浆压力控制。通过对不同类别的泥浆泵型号、数量和间距进行分析,得出在保证堤身结构完好前提下的最优注浆压力。灌浆压力控制在偏高水平,且孔距与注浆压力呈正相关关系。一般来讲,孔口注浆压力维持在0.05-0.1MPa范围内,而结束注浆的压力则大于0.1MPa。

3.1.4 异常问题处理。针对工程现场出现串孔、冒浆、堤顶沉陷、喷浆等异常问题,需要采用相应的处置措施。例如,对于串孔现象,可采用木栓法暂时封闭冒浆孔,当串孔过多或串孔频繁时,可立即加大注浆孔间距,降低注浆压力,并持续实施注浆作业。

### 3.2 设置高效环保挡水墙

对于扬州市廖家沟工程中出现的渗漏、管涌、漫溢和决口等险情,也采用了一种环境友好型挡水墙<sup>[4]</sup>。目前国内多数堤防工程采用这种技术,即激光焊接技术,用高强度金属材料制作箱形结构,箱体内放入由重密度非织造布制成的整体式可折叠工程单元,涉及多个单元格,单元格体积为1m<sup>3</sup>,重点则维持在1.3~1.6t之间,在工地上设置一道挡水墙,用泥土、碎石等材料填充。

早期主要采用袋装方法,但这样做效果差,而且在遇到特大洪水时,无法保证沙袋的稳固性。高效环保挡水墙操作简便、工效高、可回收利用,综合运用效果非常明显。在高效环保挡水墙施工过程中,首先工程栅格材料要尽快送到水利堤防施工现场,在堤顶位置展开可折叠网箱,使堤脚与围框对齐,将厚非织造布展开后,将金属网笼转化成矩形的箱型形状,并按间距1m放置一根筋条。其次,在工地上布置多台挖掘机,完成相应的挖土作业,将土料装箱的同时,实施卸料、摊铺等工作,施工时采取多层摊铺方式,以确保各层摊铺厚度一致,且面层平整度达到既定设计要求。最后,将箱体内填料进行分层铺筑,利用挖掘机反复锤压,观察挡水墙的变形情况,适时对其进行校正和调整,若险情较大,可视情况适当加高、加长挡水墙。水利堤防形态复杂,需要预先配置不同尺寸、形状不规则的异型挡水墙,以适应弯道等特殊情况下的防洪抢险需要。

### 3.3 实时截渗措施

利用截流的方法控制水体流向,需要设置临水斜坡、背水坡等结构。

首先,在临水斜坡上,采用散抛粘土,在出水口位置,直接将散粘土抛入,并建造粘土堤台,以解决渗水问题。在堤台的建设过程中,其顶宽设计为3m,台高出水面1.0m,堤台两端每隔5m进行施工;亦可采用堆柳护坡法,在临水侧边坡脚前方0.5~1m位置插入一排木桩,两根木桩之间的距离不得大于1m,当木桩固定到位之后,设置用稻草编成的栅栏,再排入土料。

其次,在背水坡,则采用反滤导渗法,即在坡面开挖一条或多条导渗沟,然后在沟道上铺设反滤材料,使水向沟道内集中排放。导渗沟布置型式采用人字沟和纵沟两种形式,沟深0.5~1.0m,宽度控制在0.5~0.8m,沿堤长6~10m设置一条纵沟,采用无纺布作滤层材料。无纺布是一种能拦截堤防土体颗粒、排出堤内水分的反渗透材料,在实际应用中,当存在水压差时,应从堤底起铺,以排除更多的水分;无纺布对砂堤和砂质壤土堤的防渗效果较好。土堤、带粘性层堤防的渗水呈浑色,或存在较多泥浆,此时无纺布筑坝,其防渗效果差,易产生“牛皮包”凸起、润线升高、边坡开裂等问题,通过预留排水缝隙,即在砂袋每行留缝由下至上摆压<sup>[5]</sup>。

### 3.4 完善支护加固体系

为了有效控制堤防工程滑坡现象,防止对周围建筑和构筑物造成威胁,可采用外支撑系统来维持边坡结构的稳定性。锚索支护是当前水利工程防洪抢险工程中常用的一种支护方法,在工程实践中,工作人员要着重掌握钻孔、锚索安装、张拉锁固、封锚等工序的操作要点。

3.4.1 钻孔。根据施工方案,在工地上标出各个孔位,并备好15cm口径的钻头,采用合适钻角以均匀的速度进行钻孔,钻孔深度比锚索长度稍大。钻孔结束后,用低稠度循环液体或清水彻底清除钻孔内的泥沙、残余物及淤泥层。

3.4.2 锚索安放。首先要对钻孔质量进行检验,确认无误后,

将锚杆插进钻孔最深位置,然后灌入泥浆。灌浆压力控制在0.5~0.8 MPa之间,待浆液完全固化后进行锚固。在施工过程中尽量缩短清孔、下锚和灌浆等工序之间的间隔,否则容易发生塌孔现象。

3.4.3 张拉锁定。准备施工机具如千斤顶,当锚杆砂浆强度达到80%以上时,开始张拉操作,轴向力的取值范围控制在75~90%,借助千斤顶的油泵泵,分阶段完成装载工作,在此期间,以对角张拉的方式,使千斤顶与锚索保持在同一条轴线上<sup>[6]</sup>。

3.4.4 封锚。张拉完毕且坡体基本稳定后,剪去多余的钢筋,露出10cm以内的钢筋头,并将其表面清理干净,然后浇注C25、C30混凝土,以完成封锚施工。该工艺可有效阻隔钢筋与外界水汽接触,避免锈蚀引发的应力损失,同时增强锚固件的稳定性和抗拔能力,为防汛抢险工作提供稳固的基础承载界面,保障堤防长期安全运行。

## 4 结语

堤防工程是水利系统中极为关键的一环,在防汛抢险工作中表现出极为突出的作用。由于部分堤防工程的建设标准不高、缺乏质量控制措施、后期养护方案不合理,极易出现不同形式、不同程度的工程病害,一旦出现洪灾等险情,难以保证防汛抢险工作中发挥堤防工程应有的功能。对此,应在堤防工程建设阶段采用系统化控制措施,规避施工质量缺陷,消除外部环境对水利设施的影响,最大限度上凸显水利堤防工程在防汛与抢险工作中的作用。

## 参考文献

- [1]桂大洪.湖北襄阳市提升洪水防御能力工作实践与探讨——以“24·7”小清河、唐白河特大暴雨洪水防御为例[J].中国防汛抗旱,2025,35(9):1-9.
- [2]柯友华.多头小直径防渗墙技术在堤防防渗工程中的应用研究——以宣城市宣州区东门渡河养贤乡段防渗处理工程为例[J].水上安全,2025,(11):170-172.
- [3]张念强,王静,李娜.洪水动态风险分析技术对防汛应急工作的支撑——以海河“23·7”流域性特大洪水期间兰沟洼蓄滞洪区运用为例[J].中国防汛抗旱,2023,33(9):39-44.
- [4]王涵.重大突发事件报道中的应急处置与媒体应对——以中央广播电视总台河南特大暴雨防汛救灾报道为例[J].新闻前哨,2022,(7):16-18.
- [5]孙兆地,李志华,官晓琳.基于雄安新区高标准防洪工程建设模式探讨生态型堤防未来设计趋势——以雄安新区萍河左堤防洪治理工程为例[J].中国水利,2021,(20):86-89.
- [6]朱希文,黄丽霞.故障树分析法在项目风险管理中的应用——以姚江堤防加固工程鄞州段风险管理分析为例[J].中国建材科技,2020,29(2):63-65.

## 作者简介:

高明(1993—),男,汉族,江苏省淮安市人,硕士研究生,助理工程师,研究方向:从事水利工程运行管理及灌溉排水技术。