

防洪工程建设的堤防设计

崔红红

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 天津 300221

摘要：洪水灾害作为一种极具破坏力的自然灾害，严重威胁着人民生命与财产安全，阻碍经济社会的稳定发展。本文聚焦防洪工程建设的堤防设计。首先阐述了防洪工程建设堤防设计的基本概念。接着详细分析水利工程中防洪堤设计要点，包括堤线、堤型、断面、基础、防渗透与排水、与建筑物连接等方面。同时介绍了防洪堤施工技术，如施工准备、堤基处理、堤身填筑等。还提出了施工质量控制措施，像建立质量控制体系、加强材料控制、严格工序管理等。通过对这些方面的研究，旨在为防洪工程的堤防设计、施工及质量保障提供理论与实践参考，提升防洪工程的安全性及可靠性。

关键词：防洪工程；堤防设计

引言：在当今社会，洪水灾害对人民生命财产安全和社会经济发展构成严重威胁。防洪工程作为抵御洪水的关键基础设施，其建设至关重要。堤防作为防洪工程的核心组成部分，科学合理的设计和高质量的施工直接关系到防洪工程的成效。然而，目前在防洪堤设计与施工中仍存在一些问题，影响其防洪功能的有效发挥。本文将深入探讨防洪工程建设中堤防设计的要点、施工技术以及质量控制措施，为相关工程提供有益的借鉴，增强防洪工程的防护能力。

1 防洪工程建设堤防设计的概述

防洪工程是抵御洪水灾害的关键防线，堤防设计作为其中的核心环节，对保护人民生命财产安全，推动社会经济稳定发展起着重要作用。从历史来看，堤防修筑由来已久，随着时代的发展，其设计理念和建造技术持续革新。在现代，堤防设计已成为一项系统工程。设计时，不仅要契合流域或区域的整体防洪规划，达成防洪效益的最大化，还需综合考虑地形地貌、地质、水文等自然条件。与此同时，兼顾生态与社会经济发展的需求，通过采用生态友好型设计，在实现防洪功能的基础上，改善周边生态环境，推动经济与环境的可持续发展^[1]。

2 水利工程中防洪堤设计要点

2.1 防洪堤堤线设计

堤线设计对防洪堤的功能发挥和工程效益有着决定性影响。在设计时，首要原则是遵循流域或区域的整体防洪规划，与上下游、左右岸的防洪工程设施相互协调，形成完整的防洪体系。同时，堤线走向应尽量沿高地布置，不仅能减少土方填筑量，降低工程成本，还可借助地形优势增强堤身稳定性。此外，需综合考虑河道水流特性，尽量保持水流顺畅，避免因堤线不合理导致

水流不畅，引发壅水、冲刷等问题。为保护生态环境，堤线选择应尽量避免生态敏感区域，降低对自然生态的破坏。在实际操作中，需运用地理信息系统（GIS）、遥感（RS）等先进技术手段，对地形地貌、水文地质等信息进行分析，优化堤线方案，实现防洪功能与经济效益、生态效益的有机统一。

2.2 防洪堤堤型设计

堤型的选择直接关系到防洪堤的安全性、经济性和耐久性。在设计过程中，需综合考虑当地的地形地貌、地质条件、建筑材料来源以及施工技术水平等因素。常见的堤型有土堤、石堤、混凝土堤等。土堤具有就地取材、造价低、对地基适应性强等优点，适用于地质条件较差且当地土料丰富的地区。石堤坚固耐用、抗冲刷能力强，在石料资源丰富的山区较为常用。混凝土堤整体性好、防洪能力强，多应用于城市防洪等重要地段。此外，生态堤型近年来得到广泛关注，如植物堤、生态混凝土堤等，这些堤型在满足防洪要求的同时，能够改善生态环境，提升景观效果。

2.3 防洪堤断面设计

防洪堤断面设计是确保堤身安全稳定的关键环节。断面尺寸需根据设计洪水位、风浪爬高、安全超高以及堤身结构等因素综合确定。堤顶宽度应满足防汛抢险、交通通行等要求，一般情况下，对于重要的防洪堤，堤顶宽度不小于6米。堤坡坡度则需考虑堤身填土性质、高度以及抗滑稳定性等因素，通过抗滑稳定计算确定。为增强堤身稳定性，可设置戕台，将堤坡分成若干级。此外，堤身内部结构设计也不容忽视，合理设置排水设施，能够有效降低堤身浸润线，减少渗透压力，提高堤身稳定性。

2.4 防洪堤基础设计

基础是防洪堤稳定的根基,其设计直接影响堤身的安全。在设计前,需对地基进行详细的地质勘察,掌握地基的岩土性质、地层结构以及地下水情况等信息。对于软土地基,通常采用换填法、排水固结法、桩基础等方法进行处理,以提高地基承载力,减少沉降变形。换填法适用于浅层软土地基,通过将软土挖除,换填强度较高的材料,如砂、砾石等。排水固结法通过设置排水体,加速软土的排水固结,提高地基强度。桩基础则适用于深厚软土地基或对沉降要求较高的地段。在设计过程中,需根据地基条件、堤身结构以及工程要求等因素,选择合理的基础形式,并进行承载力、沉降和稳定性计算,确保基础满足设计要求。

2.5 防洪堤防渗与排水设计

防渗与排水设计是防止堤身渗透破坏,保证堤身安全的重要措施。在防渗设计方面,可根据堤身和地基的情况,采用垂直防渗和水平防渗相结合的方式。垂直防渗可采用混凝土防渗墙、高压喷射灌浆、帷幕灌浆等方法,截断渗流通道。水平防渗则可通过铺设土工膜、黏土铺盖等方式,延长渗径,降低渗透坡降。在排水设计方面,堤身应设置合理的排水系统,及时排除堤身内部的积水,降低浸润线。常见的排水设施有棱体排水、贴坡排水等。此外,在堤脚处设置反滤层,防止土壤颗粒被渗流带走,引发管涌、流土等渗透破坏现象。

2.6 防洪堤与建筑物连接设计

防洪堤与各类建筑物的连接部位是防洪工程的薄弱环节,其设计的合理性直接影响整个防洪体系的完整性和安全性。在连接设计时,首先要保证连接部位的整体性和稳定性,避免因不均匀沉降等原因导致连接处出现裂缝、渗漏等问题。对于与水闸的连接,通常采用翼墙、刺墙等结构,将水闸与防洪堤连接起来,并设置止水设施,防止渗流。与桥梁的连接则需考虑桥梁的结构形式和受力特点,合理处理连接部位的地基和结构,确保连接牢固。

3 水利工程中防洪堤施工技术

3.1 施工准备技术

施工准备是防洪堤顺利建设的基石。项目启动前,需搭建专业、分工明确的施工团队,并依据工程规模与工期要求,制定详细施工计划。组织技术骨干开展图纸会审,与设计方沟通,解决图纸中的矛盾与问题,精准把握设计意图。对施工现场开展全方位勘查,收集地形地貌、水文地质以及周边地下管线等信息,为施工方案的制定提供数据支撑。按施工进度,提前采购水泥、钢

材、砂石等材料,并严格检验,确保材料质量达标。对挖掘机、装载机、压路机等设备进行调试和维护,保障设备运转良好^[2]。

3.2 堤基处理技术

堤基处理的质量直接关乎防洪堤的稳定性与安全性。在处理前,需通过地质勘探明确地基类型与特性。对于浅层软土地基,通常采用换填法,挖除软土,换填砂、碎石等优质材料,并分层夯实,提升地基承载力。若软土层较厚,可运用排水固结法,在地基中设置砂井或塑料排水板,配合堆载预压,加速软土排水固结,增强地基强度。针对岩质地基,若存在裂隙、溶洞等缺陷,需实施灌浆处理,填充缝隙,提高岩体的完整性和抗渗性。施工过程中,严格把控质量,按设计要求操作,完成处理后,对堤基进行承载力和稳定性检测,确保符合设计标准。

3.3 堤身填筑技术

堤身填筑是防洪堤施工的核心。填筑前,清理并平整堤基,确保堤基表面无杂物、无积水。依据设计要求,选择合适的填筑材料,如土料、石料等。土料的含水量需控制在最优范围内,保证压实效果。采用分层填筑、分层压实工艺,每层填筑厚度不超过 30 厘米,使用振动碾、羊角碾等设备压实,确保压实度达到设计标准。填筑过程中,实时监测堤身的平整度与坡度,及时修整。不同材料的填筑应分段分层交替进行,避免界沟产生。做好堤身防护,防止填筑面受雨水冲刷。定期检测填筑质量,发现问题立即整改。

3.4 护坡与护脚施工技术

护坡与护脚施工能有效抵御水流冲刷和风浪侵蚀,保护堤身安全。施工前,平整堤坡,清除坡面杂物。浆砌石护坡是常用形式,先在坡面上铺设反滤层,防止土壤颗粒流失,再选用质地坚硬、无风化的块石进行砌筑,做到错缝搭砌,保证灰缝饱满。混凝土护坡则需支立模板,浇筑混凝土,并做好养护,确保混凝土强度达标。护脚施工多采用抛石护脚,选择粒径合适的石块,从堤脚由下往上、由内向外抛填,抛填后整理,使护脚稳定。

3.5 防渗施工技术

防渗施工是确保防洪堤抗渗性能的关键。根据堤身和地基实际情况,选择适宜的防渗方法。垂直防渗可采用混凝土防渗墙,利用专用设备成槽,浇筑混凝土形成连续墙体,截断渗流通道。高压喷射灌浆则借助高压喷射设备,将水泥浆等固化剂喷射到地基中,与土体混合形成防渗体。水平防渗常铺设土工膜,铺设前平整铺设

面,清除尖锐杂物,防止土工膜被刺破。铺设时,保证土工膜平整、无褶皱,搭接宽度符合设计要求,采用焊接等方式连接,确保连接牢固。

3.6 排水施工技术

排水施工对降低堤身浸润线、保障堤身稳定至关重要。堤身排水设施主要有棱体排水和贴坡排水。棱体排水施工时,在堤脚处分层铺设砂、砾石等排水材料,形成排水棱体,排除堤身积水。贴坡排水则在堤坡上铺设排水层,外覆反滤层和保护层。施工过程中,确保排水设施的坡度符合设计要求,排水通道畅通无阻。在堤脚处设置反滤层,防止土壤颗粒进入排水设施造成堵塞。

3.7 防洪堤与建筑物连接施工技术

防洪堤与建筑物的连接部位是防洪体系的薄弱环节,其施工质量直接影响防洪工程的整体效果。连接施工前,需详细了解建筑物的结构特点与设计要求,制定专项施工方案。对于与水闸的连接,通常设置翼墙、刺墙,将水闸与防洪堤可靠连接,并安装止水设施,防止渗流。与桥梁连接时,充分考虑桥梁的结构形式与受力特点,合理处理连接部位的地基与结构,保证连接牢固。

4 水利工程中防洪堤施工质量控制措施

4.1 建立完善的质量控制体系

建立一套覆盖施工全过程的质量控制体系,明确各部门、各岗位的质量职责,确保责任落实到人。制定详细的质量管理制度与操作规范,为施工提供明确的指导。同时,构建质量考核机制,对施工各环节进行量化考核,奖优罚劣。引入第三方质量检测机构,对工程质量进行独立评估,形成内外双重监督,全方位保障质量控制体系有效运行,提升整体施工质量。

4.2 加强施工材料质量控制

从材料采购源头把控质量,选择信誉良好的供应商,确保材料具备质量合格证明。材料进场时,严格按照标准进行抽检,对水泥、钢材、砂石等关键材料进行多批次检验,杜绝不合格材料进入现场。建立材料台账,详细记录材料的来源、使用部位、检验结果等信息,实现材料质量的可追溯。

4.3 严格控制施工工序质量

制定标准化的施工工序流程,施工人员必须按流程操作。每完成一道工序,需经质量检验人员验收合格后,方可进入下一道工序。对堤基处理、堤身填筑等关键工序,设置质量控制点,进行重点监督。运用信息化手段,如 BIM 技术模拟施工过程,提前发现工序中可能存在的问题,及时调整优化,确保施工工序科学、合理,保证整体工程质量。

4.4 加强施工人员培训与管理

定期组织施工人员参加专业技能培训,邀请专家讲解施工工艺、质量标准等知识,提升施工人员的技术水平。开展质量意识教育,让每一位施工人员认识到质量的重要性,树立“质量第一”的观念。建立人员考核机制,对施工人员的工作表现进行考核,淘汰不合格人员,打造一支专业素质高、质量意识强的施工队伍。

4.5 加强施工现场质量监督

安排专业的质量监督人员,对施工现场进行 24 小时不间断巡查,及时发现并纠正施工中的违规行为。利用先进的检测设备,如无损检测仪器,对工程质量进行实时检测,获取准确数据。建立质量问题反馈机制,对于发现的质量问题,及时反馈给施工部门,要求限期整改,并跟踪整改结果,形成质量监督闭环,确保施工质量符合标准^[3]。

结束语

综上所述,防洪工程建设中的堤防设计,兼具技术复杂性与社会重要性。从前期基于地理、水文等要素开展设计,到施工阶段对材料、工序的严格把控,每一个环节都紧密关联,共同影响着防洪工程的质量与效益。未来,随着科技的持续进步,应积极引入新技术、新方法,进一步优化堤防设计,提升其防洪能力与生态效益。

参考文献

- [1]吴培军,葛旭峰,徐继铭.基于生态理念的防洪工程优化设计分析[J].陕西水利,2017(06):93-95+107.
- [2]张家坤.堤防工程横断面设计型式比选[J].河南水利与南水北调,2017,46(10):57-58.
- [3]于琦.水利工程建设中生态堤防设计研究[J].黑龙江科学,2017,8(20):112-113.