

试析水利工程施工中堤防及护岸工程施工技术

文 / 刘永刚 栖霞市综合行政执法大队

摘要：水利工程是社会经济稳定发展的重要基础保障措施，在水利工程建设过程中，堤坝与护岸施工质量及安全性直接关系到水利工程调节水资源作用的发挥，同时也关系到水利工程的使用寿命。因此，应根据水利工程堤防及护岸施工规模以及质量控制要求，合理地选择施工技术方法，掌握施工技术要点，达到水利工程堤坝护岸施工质量标准，满足水利工程效用的发挥。

关键词：水利工程；施工；堤防及护岸；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.09.075

引言

水利工程堤坝及护岸工程建设是保证水利工程结构稳定性的重要措施，水利工程建设规模的不断扩大，对水利工程结构稳定性以及使用寿命也提出了更高的要求。当前堤坝及护岸施工技术有很多种，在具体施工过程中，应根据水利工程所处的地理位置和地质环境条件以及河道水流速度等选择合理的施工技术方式，严格按照施工技术要点以及质量控制规范开展施工。

一、水利工程堤防及护岸工程技术

（一）坝式护岸施工技术

坝式护岸是水利工程建设过程中常见的一种技术方式，主要利用滩岸修筑的顺坝和丁坝进行有效结合构成护岸坝，对水流的方向进行引导，降低水流对堤岸产生的侵蚀和冲刷，达到堤岸安全性的保护需求（如图1）。当前大部分坝式护岸采用丁坝结构，采用具有特殊功能的防水材料，达到堤岸侵蚀保护的效果。在丁坝护岸施工期间，基本选择五绞格网网箱结构，辅助利用具有较强抗腐蚀性和耐磨程度以及强度较高的低碳高镀锌丝对网箱进行制作，并将特定规格的石料填入到网箱内部，达到堤坝滩岸固定的效果，实现挡水和降低侵蚀的作用。



图1 坝式护岸结构图

（二）坡式护岸施工技术

坡式护岸施工技术在水利工程建设中的应用，有效

发挥出其施工流程简单和抗冲刷效果好的应用优势，在小型水利工程建设中获得了普遍应用。为了有效提升水利工程的抗冲刷能力，应重视岸脚及岸坡位置施工所选择的材料性能，确保护岸施工效果的同时，也能够满足护岸施工进度要求。在坡式护岸施工技术应用过程中，应做好护脚环节的施工质量控制，确保达到护岸施工稳定性的要求，这样才能有效提高护岸在长期水流冲刷过程中的抗冲刷能力^[1]。一般情况下，河道中的水流会夹杂着大小不同的碎石和泥沙以及杂物等，在河道地势作用的情况下，会使其保持特定的速度流动，这样便会对河道边坡堤防产生不断的冲击，加之河流自身所具有的酸性特点，也会对河道堤防产生一定的侵蚀，从而导致河堤护脚在长期冲刷和腐蚀的过程中出现不同程度的损坏。所以，在护岸施工过程中，应对施工原料的性能和质量严格的筛选，并根据河道水流速度以及土壤稳定性以及水中含沙量等情况，寻找最佳的河道坡脚施工材料，通常情况下钢丝石笼是大部分水利工程堤防护岸工程常用的方式。

（三）高压喷射防渗墙施工技术

高压喷射防渗墙施工技术也是水利工程堤防护岸工程施工常用的技术方式，主要是将准备好的石子利用搅拌机进行搅拌，在特定压力作用下通过泥浆对土壤进行射击，达到破坏土层的效果，同时还能够有效提高土层间的黏度，当混凝土施工结束，达到冷却凝固状态后，就形成了一道防渗墙，有效发挥了地基防渗的作用。此种堤坝护岸施工技术应用较为广泛，并且施工步骤并不复杂，投入的施工成本较低，施工质量和施工效率较高。大部分水利堤坝护岸工程建设采用的高压喷射技术有定向喷射和旋转喷射以及摆动喷射等三种类型，在实际施工过程中，应结合河道的水流速度以及堤坝地质条件等情况来选择。利用高压喷射技术，能够有效提升水利工程堤防护岸的抗变形性能，达到加固地基稳定性的目的，同时也能够减少堤防地基变形而导致的渗漏情况发生，对于降低堤防护岸地基的漏水以及提高堤坝地基抗渗效果提供了可靠的技术保障。

（四）干砌石护坡施工技术

干砌石护坡施工技术的应用需要考虑河道边坡结构

设计的整体性,一般情况下能够抵御八级大风和快速的水流冲刷,主要应用在河滩变形程度不大的区域。在采用干砌石堤坝护岸施工技术的过程中,应根据河道边坡土质特点以及河滩形式,合理设置砌石坡度与高度等数据。同时应将护坡的坡度进行有效控制,通常坡度设置在枯水位的0.5-1m,同时应保证坡脚位置砌石设计成 1m^2 的断面,进一步提高砌石护坡的稳定性^[2]。堤坝护坡砌石的厚度通常选择30cm的单层石块,上砌厚度保持在23-30cm,下铺碎石厚度控制在7cm左右。

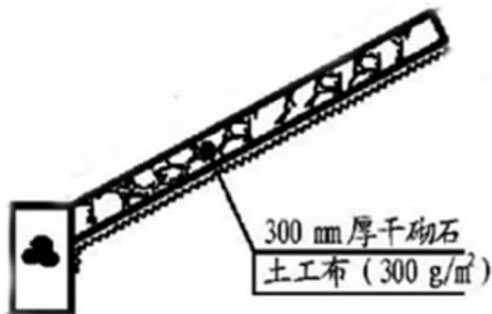


图2 干砌石护坡示意图

二、水利工程堤防护岸工程规划设计

(一) 选址和测量

水利堤防护岸工程在规划设计阶段,合理的选择坝址是非常关键的步骤,工程设计人员需要根据实地勘察结果,对堤防护岸位置进行科学的选择,这样才能达到降低洪水对坝址的冲击,同时也能够有效保护水利工程项目周围的生态系统和社区环境。通过对选址产生的重要影响的因素分析发现,水文和地形以及土地资源利用情况等对选址的影响较大。对区域水体流动模式深入分析及预测洪水发生的频率和强度应做好选址过程中重点进行的工作。同时还应科学的确定河道不同区段极易受到洪水侵蚀的区域,这样可以提高堤坝护岸工程建设的有效性,达到防洪保护的基本要求。另外,通过开展实地调查,有利于确定在堤坝护岸工程建设过程中,对周围生态环境以及动物栖息地产生的影响,并通过科学的堤坝工程选址设计,降低对重点生态保护区域产生的影响,实现良好的社会效益和生态效益。

(二) 岩土工程调查

岩体工程调查是堤坝工程建设的关键环节,对于科学的评估分析施工现场的土壤特性以及地质条件具有关键作用,岩土工程调查应包括土壤测试和实验室分析等方面,准确地掌握施工区域的土壤结构和成分,明确土壤的渗透性和结构稳定性指标。通过土壤测试还能够为堤坝工程建设材料的选择提供参考,同时也作为评估基础沉降以及工程稳定性的关键因素。另外,通过钻孔可以掌握地下条件中信息,包括地下水位和岩层深度以及土壤特点等。参考岩体工程调查数据,堤坝护岸工程设计人员可以进行基础设计,并且对土方工程施工方案进行科学的规划,确保堤坝护岸工程的稳定性,为水利工

程项目结构的稳定性提供保障,同时也能够有效延长水利堤坝工程的使用寿命。此外,应进行严格的渗漏分析,对堤坝护岸工程建设后渗水的可能性进行评估,通过采取专业性和针对性的防渗措施,保证堤坝护岸结构的完整性。

(三) 堤防及护岸工程结构设计

堤防护岸工程在结构设计过程中需要考虑多方面内容,具体包括横截面形状和施工材料性能以及加固措施以及施工工艺等方面。结构设计过程中应达到坚固性兼具弹性的结构特点,可以承受最大水力的荷载和侵蚀。堤坝横截面形状的设计,需要结合工程选址区域的水文条件以及设计标准和要求进行规划,对斜坡高度和护堤以及高程等参数精准的计算和设定,通过各项指标的有效组合,达到堤坝护岸工程的建设效果。土工合成材料的应用,能够有效提升堤坝结构的稳定性,通常选择土工织物和土工膜,达到减少结构渗漏的同时也实现了堤坝结构的加固效果,对于提升堤坝工程结构的完整性发挥关键效用。施工工艺的选择需要结合工程建设区域的地质条件情况和资源现状,不同的地质条件和施工环境所选择的施工工艺也存在差异,应提出科学有效的土方工程和岩土工程施工技术方案。

三、水利工程堤防施工技术应用要点

(一) 基础开挖施工

在基础开挖施工前,施工技术人员需要对水利工程建设区域存在的地下管线以及电缆等公共基础设施进行详细的排查,并做好施工过程中的安全防护工作,避免施工操作失误影响管道的运行安全,同时也对水利工程施工项目的顺利施工产生影响。根据护坡地质结构的勘察情况,确定是否需要基坑支护施工。地基开挖深度应实施科学的设计,避免开挖过深的情况,遇到不良地层而影响施工进度,针对超过挖掘深度的区域,应选择与水利工程建设相同的材料做好回填处理。在开挖施工过程中,采用机械与人工开挖相结合的施工方式,按照特定的开挖施工顺序和步骤进行。同时考虑到开挖区域的地质条件和施工环境情况,对基坑开挖支护方案进行选择,保证基坑开挖施工的安全性。

(二) 混凝土挡土墙施工

在挖槽施工前,施工技术人员应实现对管道状态进行观察分析,并由物理勘探人员对管道标高进行精准测量,并实施现场开挖施工,在管道上做好明确的标记。在开槽过程中,针对存在地下管道的区域应采用人工开挖施工方式,开挖施工深度与步骤应根据土壤条件进行确定。针对开挖施工未达到4m的区域应设置放坡坡度比例为1:0.5;如果开挖深度大于4m的区域,则放坡坡度设置比例为1:0.75。在挖槽过程中,在距离槽底高度接近20cm处,应由专业技术人员做好底部清理工作,并尽量控制开挖深度,降低对槽底原状土结构产生的干扰,待到混凝土达到堤坝施工质量及安全性控制要求后,将

墙体中设置的模板拆除^[3]。当混凝土强度达到特定指标后,则进入到墙厚土方回填操作环节。挡墙基础长度应根据水利工程堤坝的长度进行确定,错台位置应预留适当宽度的沉降缝,并严格按照水利工程施工质量控制要求对防渗性能以及沉降缝进行科学的设计。

(三) 土方回填

在挡墙土方回填施工环节中,应采用专业的机械设备对回填后的土方进行压实,并对夯实程度开展试验,确保土方敷设的厚度以及碾压次数等符合施工要求,并通过含水量测试等试验,达到水利堤坝设计的压实要求。在回填施工期间,应对施工区域存在的垃圾和杂物等进行彻底的清除,并将工作区域范围内表层积水抽干,然后利用专业的设备对回填基面进行压实处理,达到工程监理部门严格的试验检测,检测结果达到质量控制标准后,进入土壤回填施工环节。在进入开采环节前,施工技术人员应对土料的性能和质量等进行检查,保证土料总量满足施工需求。在土方填筑施工期间,应利用分层的方式进行敷设,并保证每层敷设的均匀性。在摊铺操作时,可以采用大面积铺筑施工方式,降低接缝的数量。利用专业的机械设备实施碾压,达到土壤夯实的要求。

(四) 返滤土工布敷设

在敷设前应检查基层处理的平滑程度以及牢固性,避免由于存在异物导致敷设的平整度受到影响。根据施工现场的敷设面积以确定土工布的尺寸。采用小型运输工具,将各种施工材料运输到施工现场。根据测量的尺寸,对土工布的规格进行剪裁,并在正式敷设前做好试铺工作,保证剪裁尺寸达到精确性要求。针对坡面区域的敷设来说,应确保接缝排列的方向与最大坡度线垂直,并遵循由上到下的顺序进行敷设^[4]。土工布敷设过程中,可以利用特定重量的沙袋放置在每个角落,达到土工布夯实效果。在重叠操作期间,应确保土工布的厚度满足质量控制要求,避免由于敷设厚度不足产生渗漏的情况。在敷设完成后,应对土工布片和缝进行详细的检查,针对未达到缝合标准的情况,应及时进行维修。

(五) 石笼砌筑

如果选择干砌石护坡施工技术,则需要重视石笼砌筑施工质量控制,尽量利用手工清洁方式并对基础表面进行整平处理。在完成堤坝测量放样后,选择符合工程实际需求的石块规格,并对网片的位置进行调整,并将相邻网箱进行连接,并、利用扎线将相邻箱体连接固定,构建完整的结构体系。工作人员应将石笼进行错开排列,避免产生纵向贯通缝而无法达到堤坝防护效果。在网片中填满石块后,应将顶部盖好,并利用绑线将重叠的车框线采用螺旋式紧固。石笼在制作过程中,应利用以下方式,采用格网石笼实施错缝砌筑,根据河道水流方向,将上下两层石笼进行紧密连接,在已经建立好的钢丝网

石笼上,可以适当地敷设回填土,为植物的生长提供适宜的环境。

四、水利工程堤防护岸施工安全保障措施

水利工程堤防护岸工程建设质量直接关系到水利工效用发挥以及工程的使用寿命,因此,为了保证边坡堤防护岸工程建设达到预期的效果,应做好以下方面的工作:首先,制定完善的安全施工管理方案。针对水利工程所处的地理位置、工程规模以及质量标准等因素,细致地确定施工技术的选择和应用流程,并制定完善的施工安全管理制度体系。在施工现场设置醒目的标语,并通过组织开展技能培训,增强施工人员的安全意识和自我防护能力。严格按照堤坝工程施工技术标准和要求进行施工,达到堤防护岸工程建设的质量及安全性要求。其次,施工环境的保护。为了避免对施工区域周边环境造成破坏,应制定完善的环境保护方案。针对堤坝护岸施工期间产生的扬尘和噪声以及水污染等情况进行综合控制与防护^[5]。对具有二次利用价值的废物进行合理利用,降低对周围环境产生的干扰和影响。同时与当地政府和相关部门构建良好的沟通关系,合理治理河道及周边区域污染。最后,施工监测与质量评估。构建科学的监测与评估体系。实时监测与评估施工过程中技术性指标和参数,及时发现堤坝施工存在的问题,并提出具体的优化解决方案。根据施工期间潜在的风险,制定紧急预案,有效应对突发状况的发生。

结语

水利工程建设过程中,只有确保堤坝及护岸结构的稳定性才能确保水利工程调节水资源作用的发挥,并且有效延长水利工程的使用年限。当前具有多种类型的堤坝及护岸施工技术方式,为了达到堤坝及护岸施工质量及安全效果,应结合水利工程建设实际情况,选择合适的施工技术方式,确保水利工程建设质量及安全。

参考文献

- [1] 丁志良,孙凌凯,陈帆,等.MIKE11模型在山区中小河流生态护岸工程中的应用研究——以浏阳市南川河为例[J].中国农村水利水电,2022(009):000.
- [2] 陈忠,付建利,陈怡宁.某河道堤防及护岸加固中施工导流设计技术研究[J].地下水,2022,44(6):266-268.
- [3] 火庆昌.黄河兰州段堤防及护岸加固断面型式与材料分析[J].甘肃科技,2022,38(16):24-28.
- [4] 尼加提·图尔荪.塔里木河防洪堤防及护岸工程稳定性分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021(11):3.
- [5] 李敏.堤防工程中护坡护岸设计存在的问题及常见形式研究[J].冶金丛刊,2022(014):007.

作者简介:刘永刚(1975.08-),男,汉族,山东省栖霞市人,大专,中级工程师,研究方向:水利工程。