

水利工程水库坝体护坡板混凝土施工技术

李建国

邢台市信都区水务局 河北 邢台 054000

摘要：本文聚焦于水利工程中水库坝体护坡板混凝土施工技术的关键环节，详细阐述了从施工准备、基面处理、模板安装到混凝土配制、运输与浇筑的全方位技术要点。通过精准的材料计量与配比、严格的搅拌工艺控制、合理的运输方式选择及科学的浇筑与养护措施，确保了护坡板混凝土施工的高质量完成。本文旨在为类似水利工程的护坡板混凝土施工提供技术参考和借鉴。

关键词：水利工程；水库；坝体护坡板；混凝土；施工技术

水利工程作为国民经济的重要基础设施，其建设质量直接关系到国家安全和民生福祉。在水库工程中，坝体护坡板作为重要的防护结构，其混凝土施工技术尤为关键。本文旨在深入探讨水利工程水库坝体护坡板混凝土施工技术的各个方面，包括材料选择、配合比设计、施工工艺流程以及质量控制措施等，以期为提升水利工程建设质量提供有力支持和技术指导。

1 水利工程水库坝体护坡板概述

水利工程中的水库坝体护坡板，作为保障水库安全稳定运行的关键组成部分，扮演着至关重要的角色。这些护坡板通常由高强度、耐腐蚀的材料制成，如混凝土、钢筋混凝土或新型复合材料，以应对水库水位变化、水流冲刷及自然环境侵蚀等多重挑战。它们紧密贴合于坝体边坡，形成一道坚固的防护屏障，有效防止了土壤侵蚀、滑坡及水体渗透等问题，保障坝体的整体稳定性和耐久性。护坡板的设计不仅注重其防护功能，还兼顾生态与景观的和谐统一。通过合理的结构设计，如设置排水孔、生态孔等，既保证护坡板下的水体自由流通，又促进植被的自然生长，实现了生态修复与环境保护的双重目标。护坡板的外观设计也常融入当地自然景观元素，提升了水库周边的整体美感，成为一道亮丽的风景线。

2 护坡板混凝土施工工艺流程

护坡板混凝土施工工艺流程是一个系统而精细的过程，主要包括几个关键步骤：（1）施工准备：进行场地清理和平整，确保施工区域无杂物、无积水，并根据设计图纸进行放线定位，标记出护坡板的安装位置和轮廓线。同时，准备好所需的混凝土原材料、模板、钢筋及施工机械设备等。（2）模板安装：根据护坡板的尺寸和形状，精确安装模板。模板应牢固稳定，接缝严密，以防混凝土漏浆。模板安装完成后，进行验收，确保其

符合设计要求^[1]。（3）钢筋绑扎：在模板内按照设计图纸要求进行钢筋的绑扎工作。钢筋的规格、数量、间距及位置均需严格控制，以保证护坡板的强度和稳定性。

（4）混凝土浇筑：在钢筋绑扎和模板安装验收合格后，进行混凝土的浇筑。浇筑前，应对模板进行湿润处理，以减少混凝土与模板之间的摩擦力。浇筑过程中，应控制混凝土的坍落度、振捣时间和振捣强度，确保混凝土密实无气泡。（5）养护：混凝土浇筑完成后，应及时进行养护。采用覆盖保湿材料、洒水等方法，保持混凝土表面湿润，防止其过快干燥而产生裂缝。养护时间一般不少于7天，具体根据气温、湿度等条件而定。（6）拆模与修整：待混凝土达到足够强度后，方可拆除模板。拆模后，对护坡板表面进行修整，去除多余的混凝土和毛刺，使其平整美观。（7）质量验收：最后对完成的护坡板进行质量验收，检查其尺寸、平整度、强度等是否符合设计要求和相关标准。

3 水利工程水库坝体护坡板混凝土施工的优势

水利工程水库坝体护坡板混凝土施工具有多方面的显著优势，第一、高强度与耐久性：混凝土作为护坡板的主要材料，具有极高的抗压强度和耐久性，能够有效抵御水库水流的冲刷、侵蚀以及自然环境的风化作用，确保坝体长期安全稳定。第二、良好的防水性能：混凝土护坡板经过精心设计和施工，能够形成紧密的防水层，有效阻止水体渗透，保护坝体内部结构不受水侵蚀，延长水库使用寿命。第三、施工灵活性与适应性：混凝土护坡板可根据水库坝体的具体形状、尺寸及地质条件进行定制设计，施工灵活性强，能够很好地适应各种复杂环境，确保护坡效果。第四、生态友好与景观融合：现代混凝土护坡板设计注重生态环保，通过预留生态孔、种植植被等措施，促进生态恢复，同时与周边自然景观相融合，提升水库的整体美观度。第五、经济高

效：虽然初期投资相对较高，但混凝土护坡板的使用寿命长，维护成本低，从长远来看具有显著的经济效益，其施工速度快，能够缩短工期，提高工程效率。

4 影响水库坝体混凝土施工质量的因素

4.1 施工技术因素

施工技术因素是影响水库坝体混凝土施工质量的决定性因素之一，施工方案的合理性直接关系到整个施工过程的顺利进行和最终成果的质量。一个科学合理的施工方案应当充分考虑水库坝体的具体情况、施工条件以及混凝土材料的特性，确保施工步骤的合理性、连贯性和高效性。施工工艺的先进性也是保证混凝土施工质量的关键。随着科技的进步，新的施工工艺和技术不断涌现，这些新技术往往能够显著提升混凝土的强度、耐久性和施工效率，施工人员的技能水平和施工管理的严谨性同样对混凝土施工质量产生重要影响。施工人员是施工过程的直接执行者，他们的技能水平直接决定了施工操作的准确性和规范性^[2]。

4.2 外部因素

外部因素是影响水库坝体混凝土施工质量的不可忽视的重要因素，自然环境条件对混凝土施工的影响尤为显著。气温、湿度、风速等气象因素会直接影响混凝土的凝结速度、强度发展以及表面质量。降雨、大风等极端天气条件还可能导致施工中断，进一步影响施工质量和进度。地质条件也是影响混凝土施工质量的外部因素之一，地基的稳定性、土壤的含水量和渗透性等地质条件都会对混凝土施工效果产生影响。材料供应的及时性和质量稳定性直接关系到混凝土施工的连续性和质量；设备状况的好坏则会影响施工效率和施工质量；而外部监管要求则会对施工过程进行规范和约束，确保施工活动符合相关法律法规和标准要求。

5 水利工程水库坝体护坡板混凝土施工技术的要点

5.1 施工准备

5.1.1 设计图纸与施工方案审核。首先，施工单位需组织专业技术人员对设计图纸进行深入研究，明确护坡板的结构形式、尺寸规格、材料要求及施工工艺等细节。结合现场实际情况，制定科学合理的施工方案。施工方案应包含施工流程、进度计划、质量控制措施、安全措施及应急预案等内容，确保施工过程的有序性和可控性。

5.1.2 材料准备与检验。混凝土材料的质量直接影响护坡板的强度和耐久性。施工单位需提前对所需材料进行市场调研，选择信誉良好的供应商，确保材料质量符合设计要求。在材料进场前，还需进行严格的检验和试

验，包括水泥的安定性、强度等级，骨料的粒径、级配及含泥量，以及外加剂的性能等，确保材料质量合格后方可使用。

5.1.3 施工设备与机械准备。根据施工方案的要求，施工单位需提前准备好施工所需的设备和机械，如混凝土搅拌机、运输车、振捣器、模板及支撑系统等。这些设备和机械需进行全面的检查和调试，确保其性能良好、运行稳定，还需配备足够的备用设备和机械，以应对突发情况。

5.1.4 人员组织与培训。施工队伍是施工活动的主体，其素质和能力直接影响施工质量，施工单位需组织一支技术过硬、经验丰富的施工队伍，并对其进行必要的培训和考核。培训内容应包括施工图纸解读、施工工艺流程、安全操作规程及质量控制要点等，确保施工人员熟悉施工要求，掌握施工技能。

5.1.5 安全与环保措施制定。水利工程施工涉及大量水资源和自然环境，因此安全与环保工作尤为重要。施工单位需制定详细的安全与环保措施，包括施工现场的安全管理制度、安全防护措施、应急预案及环境保护方案等。还需加强施工人员的安全教育和环保意识培养，确保施工活动在安全环保的前提下进行。

5.2 基面处理

5.2.1 清理与整平。首先需对基面进行彻底清理，去除表面的杂物、浮土、油污及松散层等，确保基面干净、坚实。随后，对不平整的基面进行整平处理，可采用人工或机械方式进行修整，确保基面平整度符合设计要求。

5.2.2 湿润处理。在混凝土浇筑前，需对基面进行湿润处理。这有助于减少混凝土与基面之间的摩擦力，提高混凝土的粘结性能。湿润处理可采用喷水或覆盖湿布等方式进行，确保基面在浇筑前保持湿润状态。

5.2.3 排水与防水处理。对于存在地下水或雨水积聚的基面，需采取有效的排水措施，确保基面干燥。还需进行防水处理，防止地下水或雨水渗透至混凝土内部，影响混凝土的强度和耐久性。防水处理可采用涂刷防水涂料、铺设防水卷材等方式进行^[3]。

5.2.4 质量控制与验收。在基面处理完成后，需进行质量控制与验收工作。检查基面的清洁度、平整度、湿润度及防水效果等是否符合设计要求。对于不符合要求的部位需进行整改直至合格后方可进行下一道工序的施工。

5.3 模板安装

5.3.1 模板选型与设计。根据设计图纸和施工方案的要求选择合适的模板材料（如木模板、钢模板等）和规

格尺寸。同时结合护坡板的形状特点和施工条件进行模板设计,确保模板具有足够的刚度、强度和稳定性以满足施工要求。

5.3.2 模板安装与定位。在模板安装前需对模板进行清洁和检查,确保模板表面平整光滑、无损伤和变形。随后按照设计图纸和施工方案的要求进行模板安装和定位工作。安装过程中需确保模板位置准确、接缝严密、支撑牢固且便于拆卸。对于复杂形状的护坡板还需进行分块拼接和加固处理以确保模板的整体稳定性和精度。

5.3.3 模板调整与校正。在模板安装完成后需进行模板调整与校正工作。通过测量和检查确保模板的垂直度、水平度和尺寸精度等符合设计要求。对于不符合要求的部位需进行及时调整和校正直至合格后方可进行下一道工序的施工。

5.3.4 模板保护与保养。在混凝土浇筑和养护过程中需对模板进行保护和保养工作。防止模板受到碰撞和损坏影响护坡板的形状尺寸和表面质量。同时定期对模板进行清洁和维护保养工作延长其使用寿命并降低施工成本。

5.4 配制混凝土

5.4.1 材料计量与配比。要精确计量各种混凝土原材料,包括水泥、水、骨料(砂、石)及可能添加的外加剂等。计量应严格按照设计配比进行,确保每种材料的用量准确无误。配比的设计应基于工程要求、材料性能及施工条件,通过试验验证后确定,以保证混凝土的强度、耐久性及其他性能满足设计要求。

5.4.2 搅拌工艺控制。搅拌是混凝土配制的关键环节。搅拌过程中应控制搅拌时间、搅拌速度和搅拌顺序,确保混凝土材料充分混合均匀,避免出现离析、泌水等现象。搅拌设备应定期维护保养,确保其性能稳定可靠,搅拌现场应设置专人监控搅拌质量,及时调整搅拌参数,保证混凝土质量的一致性。

5.4.3 性能检测与调整。在混凝土配制过程中,应定期对混凝土的性能进行检测,包括坍落度、含气量、强度等关键指标。通过检测结果分析混凝土的性能是否满足设计要求,如有偏差应及时调整配比或搅拌工艺,确保混凝土性能的稳定性和可靠性。

5.4.4 环保与节能措施。在配制混凝土时,还应注重环保与节能。采用环保型材料,减少有害物质的排放;优化搅拌工艺,降低能耗;合理回收利用废弃物,实现资源的循环利用。这些措施有助于减少对环境的影响,提升工程的可持续性。

5.5 混凝土运输与浇筑

5.5.1 运输方式选择。根据施工现场的具体情况选择合适的运输方式。对于距离较近、路况良好的工地,可采用搅拌车直接运输;对于距离较远或路况复杂的工地,则需考虑使用泵送等更为灵活的运输方式^[4]。无论采用何种方式,都应确保混凝土在运输过程中保持均匀性、不分层、不离析,且混凝土初凝时间应满足施工要求。

5.5.2 运输速度控制。在运输过程中应控制运输速度,避免混凝土在运输车内停留时间过长而导致性能下降。应采取措施防止混凝土在运输过程中受到污染或水分蒸发过多。

5.5.3 浇筑前准备。在浇筑前应对模板、钢筋等进行全面检查,确保其位置准确、尺寸符合设计要求且固定牢固。同时清理模板内的杂物和积水,保持浇筑面的干净和湿润。对于需要预热的部位还应进行预热处理以防止混凝土因温差过大而开裂。

5.5.4 浇筑工艺控制。浇筑过程中应控制浇筑速度、浇筑高度和振捣方式等工艺参数。浇筑速度应均匀适中避免过快或过慢导致混凝土内部产生缺陷;浇筑高度不宜过高以防止混凝土离析;振捣应充分均匀且避免过振或漏振以确保混凝土的密实性和均匀性。同时应注意观察混凝土的流动性和坍落度变化情况及时调整浇筑工艺参数以保证混凝土质量的稳定性和可靠性。

结束语

水利工程水库坝体护坡板混凝土施工技术的有效实施,对于保障水库工程的稳定性和安全性具有重要意义。通过严格遵循施工规范和技术要点,加强施工过程中的质量控制与安全管理,可以显著提升护坡板混凝土的质量水平,为水利工程的长期稳定运行奠定坚实基础。未来,随着施工技术的不断进步和创新,护坡板混凝土施工技术将更加完善,为水利工程建设贡献更大力量。

参考文献

- [1] 闫大杰.水利工程水库坝体护坡板混凝土施工技术[J].中国水泥,2024(05):85-87.
- [2] 折发伟.水利工程水库坝体护坡板混凝土施工技术探讨[J].建材发展导向,2024,22(04):119-121
- [3] 卢常兴.水利工程中水库坝体护坡板加固施工技术[J].水上安全,2023(12):184-186.
- [4] 陈宇.龙岩坪坑水库堆石混凝土重力坝坝段横缝间距探讨[J].水利科技,2023(2):67-70.