

挤压边墙在拉哇水电站面板堆石坝中的应用

杨海双

中国水利水电第十二工程局有限公司 浙江 杭州 310012

摘要：本文详细探讨了挤压边墙技术在拉哇水电站面板堆石坝中的应用。挤压边墙作为一种高效的边坡防护与加固技术，通过专用的挤压成型设备将混凝土材料沿边坡挤压成型，形成连续、密实的墙体结构。文章概述了挤压边墙技术的基本原理和特点，介绍拉哇水电站面板堆石坝的工程背景和地质水文条件。在挤压边墙的施工方案设计、技术与工艺、质量控制与检测等方面进行了深入分析。通过现场试验与观测数据，验证了挤压边墙在提高垫层料碾压密实度、提升施工安全与效率以及约束面板变形方面的显著效果。

关键词：挤压边墙；拉哇水电站；面板堆石坝；应用

1 挤压边墙技术概述

挤压边墙技术是一种高效的边坡防护与加固技术，广泛应用于水利水电、交通道路、矿山开采等领域的边坡工程中。该技术通过专用的挤压成型设备，将混凝土或类似材料沿边坡挤压成型，形成连续、密实的墙体结构，从而达到稳定边坡、防止水土流失和滑坡等灾害的目的。挤压边墙技术的工作原理是利用挤压机的挤压力将混凝土等材料强制压入预先设定的模具或边坡土壤中，边墙挤压机的控制，使混凝土在挤压过程中逐渐形成具有一定强度和密实度的墙体。这种墙体与边坡垫层料紧密结合，能够有效提高边坡的整体稳定性和抗滑能力。与传统施工方法相比，挤压边墙技术具有显著的优势。首先，它施工速度快，能够大幅缩短工期，降低工程成本。其次，该技术施工过程中无需大量的模板和支撑结构，减少了材料的使用和浪费，同时也降低了施工难度和劳动强度。此外，挤压边墙技术还能够形成连续的墙体结构，减少了施工接缝，提高了墙体的整体性和防水性能。在实际应用中，挤压边墙技术需要根据具体的工程条件和要求进行设计，包括墙体的尺寸、形状、材料选择以及挤压机的选型等。施工过程中还需要严格控制挤压速度、挤压力等参数，以确保墙体的质量和稳定性^[1]。总的来说，挤压边墙技术是一种高效、经济、环保的边坡防护与加固技术，具有广泛的应用前景和发展潜力。

2 挤压边墙技术的特点

挤压边墙技术是拉哇水电站混凝土面板堆石坝建设中的一项关键技术，其特点显著且对大坝的整体稳定性和耐久性至关重要。该技术主要应用于大坝的边坡防护，通过精心设计的梯形断面结构，实现了对坝体边坡的有效支撑和保护。挤压边墙的顶部宽度仅为10厘米，高度达到40厘米，这种紧凑的设计不仅节省了材料，还

提高了边墙的抗剪强度和抗滑移能力。上游侧坡度与坝坡保持一致，即1：1.45，这一设计有助于减少水流对边墙的冲刷，提高边墙的耐久性。而背水面坡比优化为8：1，则进一步增强了边墙的稳定性和防止因土壤压力或水流冲刷而导致的变形；在施工过程中，挤压边墙技术展现出了其高效、精准的特点。边墙的形成是通过挤压设备将混凝土材料挤压成型，这一过程不仅快速，而且能够确保边墙的尺寸和形状符合设计要求^[2]。同时，边墙上游坡面的平整度要求极高，不允许存在突坎，施工时形成的层间错台需及时打磨或用M5水泥砂浆填补抹平，这一细节处理确保了边墙的整体性和美观性。另外，挤压边墙技术还具有较好的适应性和灵活性。它能够根据大坝的具体地形和地质条件进行调整和优化，确保边墙与坝体的紧密结合，提高大坝的整体稳定性。技术还能够有效减少施工过程中的噪音和粉尘污染，对环境保护也具有一定的贡献。

3 拉哇水电站面板堆石坝工程概况

3.1 工程背景与目的

拉哇水电站，坐落于金沙江上游的壮丽河谷之中，其左岸紧邻四川省甘孜藏族自治州巴塘县的拉哇乡，右岸则与西藏昌都自治州的芒康县朱巴龙乡接壤。作为金沙江上游13级梯级开发方案中的关键一环，拉哇水电站位列第八，上游紧接叶巴滩水电站，下游则是巴塘水电站。这一工程不仅是国家能源战略的重要组成部分，也是促进地方经济发展、改善民生的重要基础设施。工程规模宏大，被评定为等大一型工程。其核心枢纽设计采用了河床式混凝土面板堆石坝，坝体巍峨壮观，坝顶高程达到2709.00米，从最低建基面2470.00米算起，最大坝高239米，坝顶宽度15米，长度则达到了398米。大坝上游坝坡比为1：1.45，下游坝坡综合坡比为1：1.624，这样

的设计既保证了坝体的稳定性,又兼顾了美观与实用。

3.2 工程地质与水文条件

拉哇水电站坐落于金沙江上游这一地质构造极为复杂的区域,这里的地形以高山峡谷为主,地势起伏剧烈,山峦叠嶂,沟壑纵横。这种高山峡谷地貌不仅为水电站的建设提供了得天独厚的水能资源,但同时也带来了严峻的地质挑战。岩层在这里呈现出多样化的特征,从古老的变质岩到新生代的沉积岩,各种岩石类型交错分布,使得地质结构异常复杂。更为复杂的是,这一区域断裂构造发育,断层、节理、裂隙等地质构造现象随处可见,这些地质构造不仅影响了岩体的完整性和稳定性,也给大坝的基础处理和地基加固带来极大的困难。拉哇水电站所在地区的水文条件也极为特殊且复杂。金沙江作为长江的重要支流,其上游地区河流径流量大,水流湍急,季节性变化十分明显。在洪水期,河水暴涨暴落,流速快,流量大,对大坝的防洪能力和稳定性构成了严峻的考验。而在枯水期,河水则变得相对平缓,但水位的变化仍然会对大坝的安全运行产生影响。因此,在面板堆石坝的设计与施工过程中,必须充分考虑这些水文条件的变化,合理确定大坝的防洪标准、泄洪能力以及抗冲刷能力等关键参数。为了应对这些地质与水文条件的挑战,拉哇水电站的建设者们采取了多种科学合理的工程措施。在地质方面,他们通过详细的地质勘探和调查,了解了坝址区的地质构造和岩层分布特征,为大坝的基础处理和地基加固提供了科学依据^[3]。还采用了先进的施工技术和设备,如帷幕灌浆、预应力锚固等,以确保大坝基础的稳定性和安全性。在水文方面,根据历史水文资料和实测数据,合理预测了未来可能遇到的水文条件,并据此设计了大坝的泄洪系统和防洪措施,以确保大坝在极端水文条件下的安全运行。

4 挤压边墙在拉哇水电站面板堆石坝中的应用

4.1 挤压边墙施工方案设计

针对拉哇水电站面板堆石坝这一大型水利工程的实际需求,深入研究了挤压边墙的施工方案,力求在保证工程质量和进度的同时,最大限度地发挥其技术优势。挤压边墙的断面设计采用了梯形结构,顶部宽度精心设定为10厘米,高度则确定为40厘米,这样的尺寸设计不仅便于施工,而且能够确保边墙在承受水压力和土压力时的稳定性。上游侧坡度与坝坡保持一致,即1:1.45,这一设计有助于减少水流对边墙的冲刷作用,提高边墙的耐久性。背水面坡比则经过优化,确定为8:1,这样的设计能够增加边墙的稳定性和防止因水流冲刷或土壤压力而导致的变形。在边墙的平整度要求方面,制定严

格的标准。边墙上游坡面不允许存在突坎,以确保水流的顺畅和减少对边墙的冲刷。施工时形成的层间错台需及时进行处理,具体方法为打磨或用M5水泥砂浆填补抹平。填补的砂浆坡度需满足不陡于1:10的要求,以确保填补部分的稳定性和耐久性;规定打磨填补应局限于局部范围,连续面积不大于1平方米,且每层总的打磨或填补面积不超过总面积的20%,以避免对边墙整体结构造成不良影响。

4.2 挤压边墙施工技术与工艺

在挤压边墙的施工过程中,采用先进的测量放线技术,确保边墙位置的准确无误。通过精确的测量和放线,能够准确地确定边墙的位置和尺寸,为后续的施工工作提供可靠的依据。混凝土挤压成型环节是挤压边墙施工中的关键环节;选用了高性能的挤压设备,通过精确控制挤压速度和压力,实现了边墙的快速、高效成型。挤压设备具有自动化程度高、操作简便、成型效果好等优点,能够大大提高施工效率和质量;边墙养护方面,制定详细的养护计划,采用湿养护法,确保混凝土充分水化,提高边墙的质量和耐久性。养护期间,定期对边墙进行洒水保湿,以保持混凝土表面的湿润状态。同时,还对养护环境进行严格的控制,确保温度、湿度等条件符合养护要求^[4]。

4.3 挤压边墙施工质量控制与检测

为确保挤压边墙的施工质量,建立严格的质量控制体系。从原材料进场开始,对混凝土原材料的质量进行严格的检验和筛选,确保原材料的质量符合设计要求。在混凝土拌制过程中,严格控制配合比和拌制时间等关键参数,以确保混凝土的性能稳定可靠;采用先进的挤压设备和工艺,通过精确控制挤压速度和压力等参数,实现了边墙的快速、高效成型。对挤压成型过程中的各个环节进行了严格的监控和记录,以确保成型质量的稳定性和可控性;在边墙养护完成后,引用先进的检测技术对边墙的质量进行全面检测。超声波检测能够准确地测量混凝土的厚度和内部缺陷情况;回弹仪检测则能够反映混凝土的表面硬度和强度等关键指标。通过这些检测手段的综合运用,能够全面、准确地评估边墙的质量状况,确保边墙质量符合设计要求。同时对检测数据进行详细的分析和记录,为后续的施工和质量控制提供了可靠的依据。

5 挤压边墙应用效果分析

5.1 垫层料碾压密实度分析

通过现场试验与观测数据的深入分析,进一步确认挤压边墙技术在提高垫层料碾压密实度方面的显著效

果。在挤压边墙的作用下,垫层料的侧向变形得到有效约束,这不仅使得垫层料在碾压过程中能够更为均匀地分布,还显著提升压实效果。具体而言,边墙的存在使得垫层料在受到碾压时,其内部的空隙得以被更有效地压缩,颗粒间的接触更为紧密,从而大幅提高坝体的整体密实度和承载能力。这一效果在坝体的不同高度和位置均得到了验证,表明挤压边墙技术在提高垫层料碾压密实度方面具有广泛的应用价值和可靠性。

5.2 施工安全与效率分析

挤压边墙技术的引入,对面板堆石坝的施工安全与效率产生了深远的影响。这一创新技术的应用,不仅显著提升了施工的安全性,同时也极大地促进了施工效率的提高。在安全性方面,挤压边墙技术通过大幅减少人工操作的需求,有效地降低了施工过程中的安全风险。传统的施工方法往往依赖于大量的体力劳动,这不仅增加了施工人员的工作负担,也增加了因人为操作失误而引发的安全事故的风险。而挤压边墙技术则通过自动化的设备和精确的工艺,实现边墙的快速、高效成型,从而减少施工人员在高风险环境下的作业时间,降低安全事故的发生率。在施工效率方面,挤压边墙技术同样展现出显著的优势。其快速成型能力使得垫层料的碾压和面板的安装能够紧密衔接,整个施工流程更加连续和高效。这一特点不仅缩短工期,减少施工过程中的等待和延误,还降低了施工成本,提高了整体的经济效益。另外,挤压边墙技术的自动化程度较高,对施工人员的技术要求相对较低,这使得该技术更易于推广和应用,为面板堆石坝的施工提供更多的选择和可能性。值得注意的是,挤压边墙技术在提高施工效率的同时,并没有牺牲施工的质量。相反,通过精确的工艺和严格的质量控制,该技术确保了边墙的成型质量和稳定性,为面板堆石坝的整体安全提供有力保障。

5.3 面板变形约束效果分析

挤压边墙作为面板堆石坝的关键组成部分,其在约束面板变形方面发挥至关重要的作用。通过对比分析采用挤压边墙与未采用挤压边墙的坝体,我们发现前者在面板变形控制方面表现出色。挤压边墙凭借其良好的刚性和稳定性,有效地吸收了坝体内部和外部的应力,从而显著减少面板的变形量。这一效果在坝体长期运行和承受各种荷载的情况下尤为明显,进一步验证了挤压边墙技术在提高坝体整体稳定性和耐久性方面的显著优势。同时,挤压边墙的应用还使得面板的维护和修复工作更为简便,降低了后期运维成本。

结束语

综上所述,挤压边墙技术在拉哇水电站面板堆石坝中的应用取得了显著成效。该技术不仅提高了坝体的整体稳定性和耐久性,还显著提升了施工效率和质量。通过严格的施工质量控制和先进的检测技术,确保了挤压边墙的施工质量符合设计要求。未来,随着水利水电工程的不断发展,挤压边墙技术有望得到更广泛的应用和推广。同时,也需要继续深入研究挤压边墙技术的性能特点,不断优化施工方案和工艺,为水利水电工程的建设和发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]常俭.浅谈混凝土面板堆石坝挤压边墙施工技术[J].2021(2016-12):168.
- [2]曾昭高,王开贵,孙啸,等.面板堆石坝挤压边墙垫层料同步施工机械研究[J].四川水力发电.2022,41(4).DOI:10.3969/j.issn.1001-2184.2022.04.016.
- [3]贾彦鹏.浅谈挤压边墙混凝土施工方法[J].农业科技与信息,2021(3):115-117.DOI:10.3969/j.issn.1003-6997.2021.03.049.
- [4]胡其林.中小型水库面板堆石坝挤压边墙快速施工技术[J].四川水力发电,2023,42(3):35-39.DOI:10.3969/j.issn.1001-2184.2023.03.008.