

水利水电施工混凝土面板堆石坝技术

史建斌

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 西安 710116

摘要：水利水电施工中的混凝土面板堆石坝技术是一种重要的工程技术，它结合了堆石坝和混凝土面板的优势，具有结构稳定、抗渗性好、耐久性强等特点。该技术施工要求严格，涉及基础面处理、测量放线、坝体填筑、面板混凝土浇筑等多个环节。为确保坝体质量和稳定性，需严格控制坝料选择、填筑速度、混凝土配合比等关键因素，并采取有效的养护和监测措施。

关键词：水利水电施工；混凝土面板；堆石坝技术

引言：水利水电施工中的混凝土面板堆石坝技术，作为一种高效、经济的坝体构筑方式，在现代水利工程建设中占据重要地位。该技术通过合理设计坝体内部堆石体与外部混凝土面板的结合，不仅提高了坝体的抗渗性能和承载能力，还有效降低了工程造价和施工难度。本文旨在探讨混凝土面板堆石坝技术的核心要点与质量控制措施，以期为水利水电工程的实践应用提供理论指导和技术支持。

1 混凝土面板堆石坝技术概述

1.1 混凝土面板堆石坝的构成

(1) 坝体内部堆石体。坝体内部堆石体是面板堆石坝的主体结构，通常由不同粒径的石料经过严格筛选和级配后堆筑而成。这些石料经过振动碾压，形成高密实度的堆石体，具有良好的抗剪强度和承载能力。堆石体不仅作为面板的支撑结构，还能有效分散和抵抗水压力，确保坝体的整体稳定。根据坝体功能和材料特性的不同，堆石体通常分为垫层区、过渡区、主堆石区和次堆石区等多个区域，以实现最佳的堆筑效果和防渗性能。(2) 外部混凝土面板。外部混凝土面板是面板堆石坝的防渗核心，通常位于堆石体的上游表面。面板采用钢筋混凝土或沥青混凝土等材料浇筑而成，具有高度的抗渗性能和耐久性。面板的厚度和配筋设计需根据坝体高度、水压力大小以及地质条件等因素综合考虑。面板的施工通常采用滑模技术，确保浇筑过程中的连续性和均匀性。同时，面板与堆石体之间需设置止水系统，以防止水分渗透对坝体造成损害。

1.2 混凝土面板堆石坝的优点

(1) 造价低、施工期短。面板堆石坝充分利用当地石料资源，减少了对外来材料的需求和运输成本。同时，其施工工艺相对简单，所需施工机械和流程都较为简便，因此施工周期较短。这有利于降低工程造价，提

前实现工程效益。(2) 抗滑稳定性好、透水性好。面板堆石坝的堆石体结构具有良好的抗剪强度和承载能力，能够有效抵抗水压力引起的滑动变形。同时，堆石体的透水性能良好，有利于坝体内的水分排出，减小了坝体内部的渗透压力。这有助于提高坝体的整体稳定性和安全性。(3) 抗震性强、安全可靠。面板堆石坝在地震作用下表现出良好的抗震性能。由于其坝体内部堆石体的刚度和强度较大，能够吸收和分散地震波的能量，减小地震对坝体的影响。同时，面板的防渗性能和止水系统的设置也确保了坝体在地震作用下的安全可靠。

2 水利水电施工混凝土面板堆石坝技术要点

2.1 基础面处理及测量放线

(1) 坝基础表面杂质和腐殖土的清除。在基础开挖完成后，必须彻底清除坝基表面的杂质、腐殖土等不利因素。这些杂质可能影响坝体与基础的紧密结合，降低坝体的抗滑稳定性。清除工作应采用机械或人工方式进行，确保坝基表面干净、平整。同时，对于坝基上的裂隙、软弱夹层等地质缺陷，应采取有效的处理措施，如回填、灌浆等，以提高基础的承载能力。(2) 反坡问题的处理与排水设施的控制。在基础处理过程中，经常遇到反坡问题。反坡不仅影响坝体的填筑质量，还可能导致坝体内部积水，降低坝体的抗渗性能。因此，必须采取措施将反坡处理成顺坡，确保坝体内部的水分能够顺利排出。同时，应在坝基周围设置有效的排水设施，如排水沟、集水井等，以控制坝基表面的积水，防止水对坝体的侵蚀^[1]。(3) 分层浇筑施工中的测量放线操作。面板堆石坝的施工通常采用分层浇筑的方法。在每一层浇筑前，必须进行精确的测量放线工作。测量放线应确保坝体的轴线、高程、宽度等关键尺寸符合设计要求。同时，还应对坝体的水平度和垂直度进行检查，确保坝体的整体形状符合规范。测量放线工作应采用先进的测

量仪器和方法,确保测量结果的准确性和可靠性。

2.2 坝体填筑

(1) 坝基、岸坡的处理。在坝体填筑前,必须对坝基和岸坡进行妥善处理。坝基应平整、压实,并满足设计要求。岸坡应按照设计要求进行削坡、整修,确保其与坝体的紧密结合。同时,还应对岸坡上的不稳定岩体进行加固处理,防止其在填筑过程中发生滑动或坍塌。

(2) 混凝土填筑施工的流程与要求。混凝土填筑施工应遵循一定的流程和要求。首先,应确定合理的填筑层厚和碾压遍数,以确保填筑体的密实度和强度。其次,应采用合适的填筑材料,如砂砾石、碎石等,以满足设计要求。在填筑过程中,应严格控制填筑体的含水量,防止因水分过多或过少而影响填筑质量。同时,还应加强对填筑体的观测和检测工作,及时发现问题并采取处理措施。(3) 水文条件、气象环境对填筑施工的影响。水文条件和气象环境对坝体填筑施工具有重要影响。在水位较高或降雨较多的情况下,应暂停填筑施工,防止水分对填筑体的侵蚀和冲刷。在气温较低或风速较大的情况下,应采取保温、防风等措施,确保填筑体的质量和安全。

2.3 洒水及压实操作

(1) 拦河坝的引水操作与填筑、挤压边墙养护中的应用。在洒水过程中,应合理控制洒水量和洒水频率,确保填筑体的含水量适中。同时,在填筑和挤压边墙养护过程中,应充分利用拦河坝的引水功能,为填筑体提供充足的水源。在挤压边墙养护过程中,还应采取适当的保湿措施,防止边墙因干燥而产生裂缝。(2) 洒水保湿与堆石料颗粒间摩擦力的维护。洒水保湿不仅有助于提高填筑体的密实度,还能有效减小堆石料颗粒间的摩擦力,降低压实过程中的能耗。因此,在洒水过程中应严格控制洒水量和洒水均匀性,确保填筑体的整体保湿效果。同时,还应定期对洒水设备进行检查和维护,确保其正常运行和洒水效果。(3) 压实操过程中垫层料的应用与碾压方式的选择。垫层料在压实中至关重要,选择合适粒径与级配,确保其透水、承载能力。压实需选适宜碾压设备、速度及遍数,确保垫层料密实度达标。碾压方式据垫层料特性选,如振动或静碾压。压实过程应加强质量监测,及时发现问题并处理,确保垫层料均匀密实,提高坝体稳定性,预防内部裂缝,保障工程质量^[2]。

2.4 混凝土面板施工

(1) 滑模施工形式的应用与支撑轨道结构的设置。滑模施工是混凝土面板的高效建造方式,它借助模板沿

稳固支撑轨道滑动,实现连续混凝土浇筑,构建连续面板。施工期间,支撑轨道的稳定性与精确度至关重要,需选用恰当材料与结构设计,以承载施工荷载并抵御变形。此外,定期的检查与维护确保轨道的长期运行可靠性。(2) 混凝土浇筑过程中的质量控制与材料配合比。质量控制是面板品质的核心。需严格把关混凝土原料、配合比及拌合质量,确保原料达标,配合比经试验验证,拌合过程精确控制加水与拌合时长。浇筑时,有效振捣保障混凝土致密均匀,同时实施温度管理,预防裂缝。(3) 滑模提升速度的控制与止水片的安装。滑模提升速度对面板质量有显著影响。速度过快可致振捣不充分、面板表面不平;过慢则增加周期与成本。因此,应依据混凝土初凝时间与浇筑速度,设定合理提升速度。面板施工中,止水片安装至关重要,它构建连续防渗层。止水片需选用适当材料与规格,确保优异的防渗与耐久性能。安装过程严格遵循设计,保证与面板紧密结合,无渗漏风险。

3 混凝土面板堆石坝施工质量控制

3.1 混凝土的振捣与收面

(1) 振捣施工操作的要求与注意事项。混凝土的振捣是提高其密实度和强度的关键步骤。振捣应均匀、密实,避免出现漏振或过振现象。振捣时,振捣棒应垂直插入混凝土中,并遵循快插慢拔的原则,以确保混凝土内部的气泡充分排出。同时,应控制振捣棒的作用范围,避免与模板、钢筋等结构物发生碰撞,造成损伤。

(2) 振捣棒插入深度的控制。振捣棒的插入深度直接影响混凝土的振捣效果。插入深度不足,会导致振捣不均匀,混凝土内部可能存在空洞;插入过深,则可能破坏混凝土的下层结构,影响整体稳定性。因此,应根据混凝土的厚度和振捣棒的直径,合理确定振捣棒的插入深度,并在振捣过程中保持恒定。(3) 二次收面混凝土初凝前的裂缝预防措施。在混凝土初凝前进行二次收面,可以有效减少裂缝的产生。收面时,应用抹刀等工具对混凝土表面进行抹平、压实,以消除表面的微小裂缝和气泡。同时,应保持混凝土表面的湿润,避免在干燥过程中产生裂缝。此外,还可以通过添加适量的抗裂剂或纤维材料,提高混凝土的抗裂性能^[3]。

3.2 面板养护

(1) 混凝土面板的特点与养护必要性。混凝土面板作为面板堆石坝的重要组成部分,具有结构薄、面积大、易受外界环境影响等特点。因此,对面板进行养护是确保其长期稳定性和耐久性的关键。(2) 塑料薄膜覆盖处理与湿润度的保持。在面板浇筑完成后,应及时采

用塑料薄膜进行覆盖,以减少水分蒸发和外界环境对混凝土表面的侵蚀。薄膜应紧贴混凝土表面,并留有适当的排气孔,以保持内部环境的稳定。同时,应定期对薄膜进行检查和更换,确保湿润度达到养护要求。(3)养护时间的确定与主体结构表面湿润度的维护。养护时间的确定应根据混凝土的强度增长情况和环境条件进行合理调整。在养护过程中,应始终保持混凝土表面的湿润度,避免因干燥而产生裂缝。可以采用洒水、喷雾等方式进行湿润度的维护,但应避免过量水分导致混凝土表面泛白或产生水渍。

3.3 特殊天气的质量控制

(1)暴雨等突发事件下的施工应对措施。在遭遇暴雨等突发事件时,首要任务是确保施工现场的安全。应立即停止所有室外作业,将人员和设备转移到安全地带。同时,加强对施工现场的巡查,及时发现并处理可能存在的安全隐患,如积水、滑坡等。对于已浇筑的混凝土,应采取临时遮盖措施,防止雨水冲刷和浸泡。在暴雨过后,应对施工现场进行全面检查,评估损失,并制定针对性的修复方案。(2)雨天混凝土材料的运输与防雨布铺设。雨天进行混凝土材料运输时,应确保运输车辆具备良好的防雨性能,如加装防雨篷布等。在装卸过程中,应迅速完成,减少材料在雨中的暴露时间。同时,对于堆放在施工现场的混凝土原材料,也应采取防雨措施,如搭建防雨棚或覆盖防雨布。在铺设防雨布时,应确保其平整、紧密,避免雨水渗透。(3)止水结构的封堵与断面位置的沥青材料填充。在雨天施工中,应特别关注止水结构的封堵和断面位置的沥青材料填充。对于止水结构,应确保其完好无损,并在降雨前进行预检。在降雨过程中,如发现止水结构出现渗漏,应立即采取措施进行封堵。对于断面位置的沥青材料填充,应在干燥、无风的条件下进行,以确保沥青材料的粘结性和密实度。在填充过程中,应严格控制沥青材料的温度和施工速度,避免出现冷接缝或气泡等缺陷。

3.4 止水片施工质量控制

(1)止水片固定施工操作的控制。止水片的固定是确保其防渗功能的关键步骤。在固定过程中,应严格按照施工图纸和规范要求进行操作,确保止水片与混凝土

或岩石结构紧密贴合,无错位、无空隙。固定件的选择和布置应合理,既要保证止水片的稳定性,又要避免对主体结构造成损伤。同时,在固定过程中还应加强对止水片的保护,防止其在安装过程中受到损伤。(2)止水带两侧混凝土结构密实度的确保。为了确保止水带的防渗效果,必须严格控制止水带两侧混凝土的浇筑质量和振捣过程。在浇筑过程中,应采用合适的振捣设备和振捣方法,确保混凝土均匀密实,无气泡、无空洞。同时,还应加强对混凝土坍落度的控制,防止因坍落度过大或过小而影响混凝土的密实度和强度。在振捣完成后,还应针对止水带两侧的混凝土进行适当的抹面和压实处理,进一步提高其密实度和平整度^[4]。(3)止水片制作与安装过程中的质量控制。制作与安装过程对止水片质量影响显著。制作时,选用符合要求的材料,按设计图纸和规范加工制造,并进行质量检验和性能测试,确保其满足设计和使用要求。安装时,严格检查和监控安装位置和固定方式,确保止水片正确、稳定安装于预定位置。同时,检查止水片与混凝土或岩石结构的贴合度,避免错位和空隙等问题。

结束语

混凝土面板堆石坝技术在水利水电施工中展现出卓越的性能与广泛的应用前景。通过精确的施工控制和质量保证措施,该技术能够确保坝体的稳定、安全与持久运行。随着技术的不断进步和创新,未来混凝土面板堆石坝将在更高、更复杂的水利水电工程中发挥更大作用。我们应持续深入研究与实践,推动技术的优化升级,为水利水电事业的蓬勃发展贡献力量。

参考文献

- [1]张雄德.水利工程中面板堆石坝坝体填筑施工技术探析[J].黑龙江水利科技,2022,(14):168-169.
- [2]苏理智.水利水电施工混凝土面板堆石坝技术分析[J].珠江水运,2021,(09):76-77.
- [3]赵圆圆.水利水电施工混凝土面板堆石坝技术分析[J].居舍,2021,(11):47-48.
- [4]张峰华.水利水电施工混凝土面板堆石坝技术分析[J].智能城市,2020,(18):148-149.