

Analysis of Key Technologies for Filling and Construction of Clay Core Rockfill Dam Body

Yu Zhao Jiarui Zhang Hua Wang

Sichuan Ertan International Engineering Consulting Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 611200, China

Abstract

The development speed of water conservancy engineering construction is accelerating, and clay core rockfill dams, as an important dam type, have been widely used in various water conservancy hub projects such as reservoirs and hydropower stations. This type of dam plays an important role in water resource regulation, flood control and disaster reduction due to its unique structural characteristics and good anti-seepage performance. Based on this, this article analyzes the characteristics of the construction of clay core rockfill dam body filling, proposes key technical application measures, and the development trend of construction technology, providing assistance for the construction of similar projects.

Keywords

clay core rockfill dam; Dam filling; construction technique

黏土心墙堆石坝坝体填筑施工关键技术探析

赵禹 张嘉芮 汪华

四川二滩国际工程咨询有限责任公司, 中国·四川成都 611200

摘要

水利工程建设发展速度加快,黏土心墙堆石坝作为重要的坝型,在各类水库、水电站等水利枢纽工程中得到广泛应用。该类坝型以其独特的结构特性与良好的防渗性能,在水资源调控、防洪减灾等方面发挥重要作用。基于此,本文分析黏土心墙堆石坝坝体填筑施工的特点,提出关键技术应用措施、施工技术的发展趋势,为同类工程的施工提供助力。

关键词

黏土心墙堆石坝;坝体填筑;施工技术

1 引言

黏土心墙堆石坝在水利工程领域中是主要的坝型,在防洪、灌溉、发电及水资源调配等方面扮演着至关重要的角色。随着全球水利工程建设步伐的加速推进,科学技术的日新月异,黏土心墙堆石坝的施工技术正经历着前所未有的革新。从材料选择、结构设计到施工工艺,每环节都在不断优化,提升坝体的稳定性、耐久性与安全性,以满足日益增长的水利需求,保障人民生命财产安全,推动水利事业的蓬勃发展。

2 黏土心墙堆石坝坝体填筑施工的特点

黏土心墙堆石坝中黏土心墙材料的选择与性能要求非常严苛,优质的黏土材料应具备细腻的颗粒结构、良好的塑性和较低的渗透性,在水库蓄水后有效抵御巨大的水压力,防止水体渗漏,保障坝体的整体稳定,同时黏土材料还须具备一

定的强度,以在长期的荷载作用下保持结构的完整性。而堆石料须具备良好的透水性能,以便在水库蓄水时迅速排出水分,减少坝壳内部的孔隙水压力,增强坝体的稳定性。在填筑材料的选择方面需分析材料的来源、运输成本以及环境友好性等因素,施工前需进行详尽的地质勘察与材料试验,以确定最适合的填筑材料,为后续的施工奠定坚实的基础。且碾压作业的技术要求较高,需要精确控制碾压设备的选型、碾压速度、碾压遍数等参数。不同类型的碾压设备具有不同的适用范围,需按照填筑材料的特性及施工条件进行合理选择,同时碾压速度过快或过慢都可能影响碾压效果,导致坝体密实度不足或过度压实。而碾压遍数的确定则需按照试验段的数据进行综合分析,以保证坝体达到设计要求的密实度与防渗标准。每层填筑材料需均匀铺设,厚度适中,接缝处则需采取特殊处理措施,设置斜坡或预留沉降缝,预防因接缝处理不当而导致的坝体渗漏或变形。需要注意降雨会导致填筑材料含水量的增加,进而影响其压实效果和防渗性能。因此,在施工过程中需密切关注天气变化,合理安排施工进度,避免在雨天进行填筑和碾压作业,还需搭建遮雨棚、

【作者简介】赵禹(1988-),男,中国四川都江堰人,本科,工程师,从事工程设备研究。

铺设防水布,以减少降雨对填筑材料的影响;温度同样对填筑材料的性能具有重要影响,高温会导致填筑材料中的水分蒸发过快,影响压实效果;而低温则可能使填筑材料变得僵硬,难以压实,在施工过程中需按照温度变化调整施工工艺参数,以保证填筑材料达到最佳性能;大风可能导致填筑材料飞扬、散落,影响施工质量,因此在风力较大的情况下需设置挡风屏、降低填筑高度,减少风力对施工的影响^[1]。

3 黏土心墙堆石坝坝体填筑施工的关键技术应用措施

3.1 填筑材料的选择

黏土心墙堆石坝的施工过程,填筑材料的选择是构筑稳固坝体的基础,关乎坝体的物理力学性能,影响着其长期稳定性,因此需重视黏土心墙材料的选择,如图1所示,保证材料质地均匀,材料在填筑过程中形成一致且连续的防渗层,有效阻挡水分渗透;塑性指数过高或过低都可能影响材料的压实效果和防渗性能,理想中的黏土应具有一定的可塑性,以便在压实过程中形成良好的结构;渗透系数小是黏土心墙材料不可或缺的特质,直接关系到坝体的防渗能力;抗剪强度也是评估黏土心墙材料优劣的重要指标,决定材料在受力情况下的稳定性。在化学稳定性方面,黏土心墙所选材料应具有良好的化学惰性,不易与水库水发生化学反应,保持其物理力学性能的长期稳定。对于堆石料的选择,质地坚硬、不易风化的岩石在填筑过程中可保持结构的完整性,有效承受水库蓄水后的巨大水压力;良好的透水性保证堆石料在填筑过程中快速排水,减少因水分积聚而导致的坝体不稳定因素,同时堆石料的稳定性也是至关重要的,决定坝壳在长期使用过程中的安全性能。在经济性和来源可靠性方面,优先考虑当地资源丰富、开采方便的材料,降低工程成本,提高施工效率,改善材料的持续供应效果,避免因材料短缺而导致的施工延误^[2]。

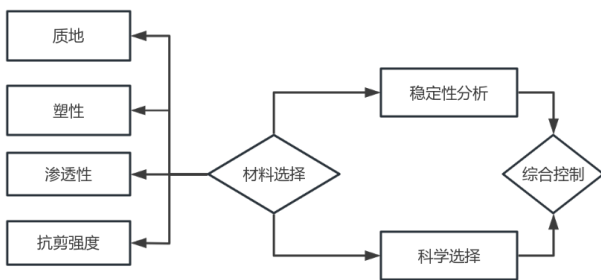


图 1. 材料的选择

3.2 现场的碾压施工

碾压施工是黏土心墙堆石坝坝体填筑过程中的核心,质量直接影响坝体的密实度与防渗性能。因此碾压设备的选择期间需按照填筑材料的性质及施工要求进行科学决策,由于黏土心墙材料质地较软且具有一定的可塑性,因此应选择

振动碾或凸块碾等可产生高频振动的设备,有效地将黏土颗粒紧密排列,提高压实效果。而对于堆石料,由于其质地坚硬且不易压实,因此应选择轮胎碾或履带碾等产生较大压实力的设备,将堆石料紧密压实,形成稳定的坝壳结构。在碾压参数的控制上,碾压速度、碾压遍数、碾压层厚度等参数的选择,应按照填筑材料的性质、碾压设备的性能以及施工要求来确定。例如:当发现碾压层厚度过大时,应增加碾压遍数或调整碾压速度,以保证压实效果,还应注意保持填筑材料的湿润状态,以提高其压实性能。一旦发现异常情况或质量问题,应立即停止施工并进行处理,还应加强对施工人员的培训指导,提高其操作技能与安全意识^[3]。

3.3 坝体的填筑施工措施

制定填筑施工计划期间需分析工程规模、施工进度、材料供应情况、气候条件等因素,按照此类因素合理安排施工进度与资源调配,制定施工方案与作业指导书,明确施工步骤、操作方法、质量要求,为施工人员提供明确的指导参考,促进施工过程中的规范性。在填筑材料方面,应定期对进场材料进行抽样检测,保证其满足设计要求,同时在填筑过程中还应加强对填筑层的检测监控。例如:可采用挖坑取样或核子密度仪等方法对填筑层的密实度进行检测;采用含水量测定仪对填筑材料的含水量进行监测,为施工人员提供实时的反馈指导,帮助其调整施工参数。在坝体填筑施工过程中,还应加强施工安全和环境保护工作,设置安全网、防护栏等必要的安全防护措施,还应加强对施工现场的管理监督,发现并处理安全隐患。在环境保护方面,应采取有效的措施减少施工对周围环境的影响。例如:可采取洒水降尘、设置隔音屏障等措施减少施工噪音和粉尘污染;采用生态恢复技术对施工区域进行绿化和植被恢复。在坝体填筑过程中,还需特别关注黏土心墙与堆石料之间的结合问题,在心墙与堆石料之间设置过渡层,采用与心墙和堆石料性质相近的材料进行填筑,以提高二者之间的粘结力。在此基础上,还可采用特殊的碾压工艺,以振动碾压或低频碾压增强心墙与堆石料之间的结合效果,增强坝体的整体稳定性与防渗性能。

3.4 填筑后的检验措施

填筑后的检验工作是保证黏土心墙堆石坝坝体质量的重要工作,关乎坝体的安全性,直接影响工程的长期运行效果。其中密实度是衡量坝体质量的重要指标,在检测过程中,挖坑取样法是人工挖掘一定深度和尺寸的坑洞,然后取出坑洞内的土壤进行密度测定,直观地反映坝体的压实情况,但操作较为繁琐且对坝体有一定的破坏性;核子密度仪则是利用放射性元素对土壤进行密度测量,具有操作简便、测量速度快等优点。但需要注意的是,在使用核子密度仪时应严格遵守相关安全规定,获取坝体不同部位的密实度数据,进而评估坝体的压实效果与防渗性能。防渗性能检测过程中,注水试验是向坝体内部注入一定量的水,然后观察并记录水的

渗透速度与渗透量,评估坝体的防渗性能,操作简便且直观地反映坝体的防渗效果;渗透试验则是模拟水库蓄水过程,观察并记录坝体的渗漏情况,真实地反映坝体在长期使用过程中的防渗性能,获取坝体的防渗性能数据,进而评估其是否满足设计要求。需要注意的是,在填筑后的检验过程中,还应对坝体的稳定性、安全性进行全面的评估。在检测坝体内部结构时,可采用地质雷达、声波探测等多种方法进行检测,穿透坝体表面探测其内部的结构与缺陷情况。对此类数据的分析处理可了解坝体内部是否存在裂缝、空洞等缺陷,进而评估其稳定性和安全性,同时在考察坝体周围地质环境时,应重点关注地质构造、岩层性质、地下水位等因素对坝体稳定性的影响,制定针对性的加固措施与应急预案,促进坝体的长期安全运行。在填筑后的检验过程中,还应加强对施工过程中的质量记录及检测数据的分析利用,此类数据和记录是评估施工质量的重要依据,也是后续维护和管理工作的重要参考。因此,在检验过程中应加强对此类数据的记录工作与管理保存工作,还应加强对此类数据的分析利用工作,提取有用的信息规律,为后续的维护及管理工作提供科学依据。

4 黏土心墙堆石坝坝体填筑施工技术发展趋势

随着材料科学的快速发展,高性能材料、环保材料以及新型复合材料将不断涌现,为坝体填筑提供更为丰富的选择。例如:改良黏土、高性能混凝土将显著提升坝体的防渗性能与整体稳定性;再生材料、生态友好型材料则能在满足工程需求的同时,降低对自然资源的消耗和环境的负面影响。凭借材料性能的优化组合,可实现坝体性能的整体提升,提高抗渗性、增强耐久性。随着物联网、大数据、人工智能等技术的不断成熟,智能碾压设备将逐渐普及,实时监测碾压速度、频率、深度等碾压参数,并按照实时监测数据自动调整工作参数,实现精准施工。与此同时,引入实时监测系统和数据分析平台,可实现对施工质量的即时反馈与持续改

进,保证坝体填筑的密实度及均匀性达到最优状态。在安全管理方面,将采用更为严格的安全标准,引入先进的安全监测技术与应急响应机制,可发现并处理潜在的安全隐患,保障施工人员和周边居民的生命财产安全。在环境保护方面,将积极采用环保施工工艺和材料,减少对周边环境的破坏,同时实施生态修复补偿措施,促进施工区域生态环境的改善。随着对坝体稳定性和耐久性研究的深入,未来黏土心墙堆石坝的长期监测与维护管理将更加注重智能化,引入无人机巡检、远程监控设备,可实现对坝体状态的实时监测,同时利用大数据分析与人工智能技术,对监测数据进行深度挖掘分析,发现并预测坝体可能存在的问题和隐患。在维护管理方面,将采用智能化的维护管理系统,实现维护任务的自动化派发和执行,提高维护效率;建立完善的维护管理体系与应急预案,坝体在遭遇极端天气或突发事件时迅速响应并恢复正常运行。

5 结语

综上所述,黏土心墙堆石坝坝体填筑施工技术涵盖填筑材料的选择、现场的碾压施工、坝体的填筑施工以及填筑后的检验等多个环节。随着科技的不断进步、水利工程建设持续发展,黏土心墙堆石坝坝体填筑施工技术将呈现出更加科学化、智能化和精细化的发展趋势,在广大水利工作者的共同努力下该类坝型的施工技术将不断取得新的突破,为水利工程建设事业做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 庄卫浩.黏土心墙堆石坝坝体填筑施工技术探析[J].东北水利水电, 2024, 42(7):13-15.
- [2] 宋宇,宁志远,刘慧,et al.分区填筑标准对高心墙堆石坝坝体变形协调及安全性影响研究[J].China Rural Water & Hydropower, 2023(3).
- [3] 张仕海,李新华.那榔水库黏土心墙堆石坝施工关键技术要点[J].云南水力发电, 2023, 39(1):172-174.