

粘土心墙坝心墙施工工艺优化与实践

强蓓蓓

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 粘土心墙坝作为一种广泛应用的土石坝类型,其核心在于心墙的施工质量和工艺优化。本文旨在探讨粘土心墙坝心墙施工工艺的优化措施,并通过实际案例分析,验证这些措施的有效性和实践价值。通过对心墙材料的选择、填筑工艺、压实技术等方面的深入研究,本文提出了一系列优化建议,以期提高粘土心墙坝的整体稳定性和安全性。

关键词: 土石坝;施工工艺优化;粘土心墙坝建设

引言

粘土心墙坝因其良好的防渗性能和适应性强的特点,在水利工程中得到了广泛应用。然而,心墙的施工质量和工艺水平直接关系到坝体的整体稳定性和安全性。因此,优化心墙施工工艺,提高施工质量,是确保粘土心墙坝长期安全运行的关键。

1 心墙材料选择与处理

心墙,作为粘土心墙坝的防渗核心,其材料的选择与处理直接关系到坝体的稳定性、防渗性能以及使用寿命。因此,在粘土心墙坝的施工过程中,心墙材料的选择与处理显得尤为重要。

1.1 材料选择

在选择心墙材料时,需综合考虑多个因素,以确保所选材料能够满足心墙的功能需求。首先,理想的粘土心墙材料应具备高含粘量,这是保证心墙具有良好防渗性能的基础。肥粘土,因其细腻的质地和较高的粘聚力,自然成为了心墙材料的优选。然而,肥粘土的含水量变化对其性能影响显著,含水量过高或过低都会导致压实效果不佳,进而影响心墙的防渗性能。因此,在施工过程中,对肥粘土的含水量控制需尤为严格。除了粘性和含水量外,心墙料的塑性指数也是评估其质量的关键指标。塑性指数适宜的土料,在压实过程中更易于形成紧密的结构,从而提高心墙的密实度和强度。此外,心墙料的颜色均匀性也不容忽视。颜色均匀意味着土料成分相对一致,无明显杂质或夹层,这有助于保证心墙的均质性和整体稳定性。同时,心墙料应无不良气味,以排除有机物污染或化学腐蚀的潜在风险。在天然状态下,心墙料的各项物理指标需满足特定要求。干密度是评估土料密实度的重要指标,一般应控制在 $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ 左右,以确保心墙具有足够的强度和稳定性。含水量则宜控制在35%-40%之间,这一范围既有利于土料的压实,

又能保证心墙的良好防渗性能。对于含砾量,也需严格控制,以避免砾石过多影响心墙的均质性和防渗效果^[1]。

1.2 材料处理

新开采的土料,往往因含水量、含砾量等不满足填筑要求而需要进行处理。调整土料的含水量至适宜范围,是材料处理的首要任务。自然蒸发是一种简单且经济的方法,但受天气条件限制较大,且耗时较长。机械翻晒则通过机械设备将土料翻松并暴露在阳光下,加速水分蒸发,适用于大规模土料处理,但需注意防止土料过干导致裂纹产生。人工掺料则是通过向土料中掺入干土或湿土,以精确调节其含水量,适用于对含水量有严格要求的场合。在实际操作中,应根据土料的初始含水量、天气条件、施工进度以及成本预算等因素,综合考虑选择最合适的处理方法。除了调整含水量外,清除土料中的超径石也是材料处理的重要环节。超径石的存在不仅会影响土料的均匀性和压实效果,还可能导致心墙出现局部薄弱区域,进而影响坝体的整体稳定性^[2]。因此,在土料开采和运输过程中,应设置筛分设备,将超径石有效剔除。同时,对于已开采的土料,也应定期进行检查和筛分,确保填筑材料的纯净度和稳定性。此外,对于含有较多细粒土的土料,还需考虑其透水性,必要时可通过添加适量粗粒料或进行化学改良等措施,以提高其透水性并满足心墙的填筑要求。

2 填筑工艺优化

2.1 填筑顺序与方法

填筑施工是粘土心墙坝建设中的核心环节,其顺序与方法的合理性对坝体的整体质量和稳定性具有决定性影响。为了确保填筑施工的高效、有序进行,并达到设计要求的压实度和防渗性能,应遵循“先砂后土法”并结合“犬齿交错”法上升施工的工艺流程。首先,“先砂后土法”是填筑施工的基本原则。这一方法要求在施

工初期,先铺设一层反滤料。反滤料通常由不同粒径的砂料组成,从粗到细依次铺设,以形成有效的排水系统,确保坝体内部的水分能够顺畅排出,避免水分积聚对坝体稳定性造成威胁。反滤料铺设完成后,再开始填筑粘土心墙料。这样的顺序不仅能够确保心墙料与反滤料之间的紧密结合,还能有效防止心墙料因含水量变化而引发的质量波动。接着,采用“犬齿交错”法上升施工,以进一步提高填筑质量和施工效率。该方法的核心在于,每层填筑时,相邻两层的接缝处应错开布置,形成犬齿状的交错结构。这种结构能够显著增强坝体的整体稳定性和均匀性,有效分散坝体内部的应力,减少因应力集中而导致的裂缝和渗漏风险。同时,犬齿交错的结构还有助于提高施工效率,因为相邻两层的填筑和压实作业可以交替进行,从而缩短工期。在填筑过程中,每层填筑厚度的控制至关重要。为了确保压实效果和施工质量,每层填筑厚度应严格控制在35cm以内。这是因为过厚的填筑层难以保证压实均匀性,容易出现局部松散或压实不足的情况,进而影响坝体的整体稳定性和防渗性能。同时,压实厚度也不应超过30cm,以确保压实设备能够充分发挥作用,达到设计的压实度要求。通过严格控制每层填筑厚度和压实厚度,可以确保坝体的密实度和稳定性,为粘土心墙坝的长期安全运行奠定坚实基础。

2.2 压实技术

压实作为粘土心墙坝填筑施工中的核心环节,其重要性不言而喻,它直接关乎心墙的密实度、强度以及防渗性能。为了切实保障心墙能够达到设计的密实度标准,必须采用一套科学且合理的压实技术体系。在压实技术的实施过程中,选择合适的压实设备是首要任务。振动压路机凭借其卓越的压实效果以及广泛的适用性,已然成为粘土心墙坝压实作业中的主力军。在选定振动压路机时,需全面考量心墙料的物理特性,诸如干密度、含水量、塑性指数等,同时还要兼顾填筑层的厚度与宽度等实际因素,从而确定最为适宜的设备型号及参数。此外,施工现场的地形、地貌以及作业环境也是不可忽视的考量点,它们将直接影响到压实设备能否安全、高效地发挥其作用。除了压实设备的选择,确定恰当的碾压次数与碾压方式同样对压实效果有着至关重要的影响。这两项参数的设定需综合考虑土料的厚度、干密度、含水量以及压实设备的性能等多重因素^[1]。一般而言,针对较厚的填筑层,应采用分层碾压的策略,且每层碾压的厚度应控制在合理范围内,以确保压实的均匀性。同时,还需根据土料的含水量灵活调整碾压

次数,避免因土料过干或过湿而导致压实效果不佳的情况出现。在碾压作业过程中,对碾压速度的控制也至关重要,过快或过慢的速度都可能对压实效果产生不利影响。在压实作业的推进过程中,对含水量的严格控制是确保压实效果的关键所在。过高的含水量会使得土料变得过于柔软,难以达到理想的压实状态;而过低的含水量则会导致土料变得坚硬,同样不利于压实作业的进行。因此,在碾压作业开始之前,必须对土料进行严格的含水量检测,并根据检测结果采取相应措施调整土料的含水量。这通常包括通过洒水湿润或翻晒等方法,将土料的含水量调整至最适宜的范围之内,从而为压实作业的顺利进行奠定坚实基础。最后,压实质量的检测与评估同样是压实技术中不可或缺的重要组成部分。在压实作业全部完成后,需对心墙的密实度、强度等核心指标进行全面的检测与评估,以验证压实效果是否真正满足设计要求。目前,常用的检测方法包括核子密度仪检测、灌砂法检测等。通过这些检测与评估手段,可以及时发现并处理压实作业中存在的潜在问题,从而确保心墙的整体质量和安全性能得到有力保障。

3 现场监测与质量控制

3.1 现场监测

在粘土心墙坝的复杂施工过程中,现场监测作为质量控制的“眼睛”,扮演着至关重要的角色。它不仅能够帮助及时发现潜在问题,还能为施工参数的调整提供科学指导,从而确保心墙料的填筑质量和坝体的整体稳定性。心墙料的取样检测是现场监测工作的核心环节。为了确保检测结果的准确性和代表性,取样工作应遵循严格的规范和流程。在施工过程中,技术人员需定期对心墙料进行取样,并送至专业实验室进行全面分析。检测指标涵盖了含水量、干密度、渗透系数等多个方面,每一项都是评估心墙料质量的关键参数。含水量的精确测定对于控制心墙料的压实效果和防渗性能至关重要,因此需采用烘干法、酒精燃烧法等高精度方法进行检测。干密度则通过灌砂法、核子密度仪等先进手段获取,以反映心墙料的密实程度。而渗透系数的测定则通过渗透试验装置,如变水头渗透仪或常水头渗透仪,来评估心墙料的防渗性能。这些详实的检测数据为施工团队提供了宝贵的参考信息,使得他们能够根据数据反馈及时调整施工参数,确保心墙料的填筑质量达到设计要求。除了心墙料的取样检测,坝体内部的变形监测也是现场监测的重要组成部分。为了实时监测坝体在施工和运营过程中的变形情况,技术人员会在坝体内部埋设测斜管、倾斜仪等高精度监测设备。测斜管通过测量管内

倾斜仪的读数,可以精确计算出坝体的水平位移和倾斜角度,从而及时发现坝体内部的变形趋势。而倾斜仪则能够实时监测坝体的倾斜情况,为施工团队提供即时的数据支持,便于他们及时作出调整和安全评估。这些监测设备的应用,如同为坝体安装了一双“透视眼”,使得坝体内部的任何微小变化都能被及时发现并处理。此外,现场监测的内容还涵盖了坝体表面沉降观测、渗流监测以及环境监测等多个方面。坝体表面沉降观测通过设置沉降观测点,并使用水准仪或GPS等高精度设备进行定期观测,以记录坝体的沉降情况,为评估坝体稳定性提供有力依据。渗流监测则通过安装渗流计等设备,实时监测坝体内部的渗流情况,一旦发现渗流异常,便能迅速采取措施进行处理^[4]。而环境监测则关注施工活动对周边环境的影响,包括水质、空气质量等,以确保施工活动在符合环保要求的前提下进行。现场监测在粘土心墙坝的施工过程中发挥着不可或缺的作用。通过全面而细致的监测措施,技术人员能够及时发现并处理潜在问题,确保工程质量和安全。同时,现场监测还为施工参数的调整提供了科学依据,使得施工过程更加精准、高效。因此,在粘土心墙坝的建设过程中,必须高度重视现场监测工作,确保其得到有效实施。

3.2 质量控制

在粘土心墙坝的施工过程中,质量控制是确保工程质量和安全的核心环节。为了全面保障工程质量,必须构建一套完善的质量控制体系,并对施工的每一个环节进行严格把控。建立健全的质量控制体系是基础工作。这包括明确质量控制的目标、流程和责任,设立专门的质量控制部门,并配备经验丰富的质量控制人员。他们负责制定详细的质量控制计划,监督施工过程中的质量控制措施的执行情况,确保每一道工序都符合设计要求和技术规范。在施工前,进行碾压试验是至关重要的一步。通过模拟实际施工条件,对心墙料进行不同含水量、铺设厚度和碾压遍数的试验,以确定最优的施工参数。这些参数为后续的施工提供了科学的依据,确保了心墙料的压实效果和防渗性能达到最佳状态。施工过程中,加强现场管理是实现质量控制的关键。现场管理人员需密切关注施工动态,对施工设备、材料、人员等进

行全面监督。他们要确保施工设备处于良好状态,操作人员具备相应的技能水平,施工材料符合质量要求。同时,现场管理人员还需定期检查施工过程中的各项操作是否符合规范要求,及时发现并纠正违规操作,确保施工质量和安全^[5]。此外,质量控制还包括对施工过程的记录 and 数据的收集与分析。通过详细记录每道工序的施工情况、质量检查结果以及处理措施,可以建立起完整的质量档案。这些数据为后续的质量评估、问题追溯和改进提供了有力的支持。为了进一步提升质量控制的效果,还可以采用先进的技术手段进行辅助。例如,利用智能化监测设备对施工过程进行实时监控,及时发现异常情况;运用大数据分析技术对收集到的数据进行深入挖掘和分析,找出潜在的质量问题和风险点,为施工调整和优化提供科学依据。质量控制是粘土心墙坝施工过程中不可或缺的一环。通过建立健全的质量控制体系、进行碾压试验确定最优施工参数、加强现场管理以及运用先进技术手段等措施,可以全面保障工程质量,确保粘土心墙坝的安全稳定运行。

结束语

本文通过对粘土心墙坝心墙施工工艺的优化与实践进行深入研究,提出了一系列有效的优化措施。实践案例表明,这些措施能够显著提高坝体的整体稳定性和安全性。未来,随着科技的不断进步和施工技术的不断创新,粘土心墙坝的施工工艺将得到进一步优化和完善,为水利工程的安全运行提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]熊磊,吕笑笑,周清勇,等.四方井粘土心墙堆石坝施工期监测资料分析[J].江西水利科技,2022,48(4):270-274.
- [2]四川省水利电力工程局有限公司.粘土心墙堆石坝结构:CN202220700372.5[P].2022-07-29.
- [3]李燕.云南省曲靖市阿岗水库工程设计中坝型选择探析[J].大科技,2022(8):77-79.
- [4]马洪琪.大型水电工程建设技术[M].北京:中同电力出版社,2018(23):205.
- [5]中国水电工程顾问集团,糯扎渡水电站枢纽工程蓄水安全鉴定报告[R].北京:中国水电工程顾问集团,2018(2):65:203.