

水利工程均质壤土坝的施工技术

史建航

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 西安 710116

摘要：均质壤土坝采用当地材料，节约资源，降低成本，且施工方法简单。施工过程中需注重坝体坡度比、内坡比的设置，以及施工准备和施工工艺的规范。防渗排水是关键，可采用棱体、褥垫防渗排水沟等技术。同时，需控制土料含水率、铺地厚度等，确保碾压达到设计容量要求。还需采取防渗加固措施，如高压喷射灌浆、劈裂灌浆等，以保证坝体稳定和安全。

关键词：水利工程；均质壤土坝；施工技术

引言：均质壤土坝作为水利工程领域广泛应用的坝型，凭借其良好的不透水性、施工简便性及成本效益，在中小型水库建设中占据重要地位。本文综合探讨均质壤土坝的施工技术，涵盖施工前准备、土料开采加工、坝体填筑压实、防渗排水处理及质量控制等方面，旨在为工程实践提供科学指导，确保坝体安全稳定，推动水利工程技术进步与发展。

1 均质壤土坝概述

1.1 均质壤土坝的定义与特点

均质壤土坝是一种坝体主要由均一的壤土填筑而成的水利工程建筑物。这种坝型的特点在于其坝身材料具有良好的不透水性，通常选用塑性指数为7~17、粘粒含量为10%~30%、渗透系数不大于 $1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 的壤土作为填筑材料。均质壤土坝的施工方法相对简单，材料来源广泛，且造价较低，尤其适用于坝高小于40m且当地有足够合乎要求土料的地区。然而，均质壤土坝也存在一些局限性。由于其采用透水性较小的土料填筑，抗剪强度一般较小，因此坝坡较缓，坝的断面较大。此外，均质壤土坝对地基条件的要求也相对较高，当地基为透水地层时，需采取额外的防渗措施。

1.2 均质壤土坝的应用与发展

均质壤土坝在水利工程中应用广泛，尤其在20世纪50~60年代，中国在修建中、低坝时常用这种坝型。随着水利工程技术的不断发展，均质壤土坝在材料选择、施工技术以及防渗处理等方面都得到了不断改进和完善。当前，均质壤土坝在提高坝体稳定性、减少渗漏量以及优化施工方法等方面仍具有广阔的研究空间和发展前景。未来，随着新材料、新技术的不断涌现，均质壤土坝的性能将进一步得到提升，应用领域也将更加广泛。

2 水利工程均质壤土坝施工技术要点

2.1 施工前准备

(1) 施工现场的勘察与规划。在施工前，需要对施工现场进行详细的勘察，包括地形地貌、水文地质条件、气候特点等方面的了解。根据勘察结果，规划出合理的施工场地布局，明确各施工区域的功能划分，如料场、施工道路、生活区等。同时，还需要制定详细的施工计划，包括施工时间、进度安排、人员分工等，以确保施工工作能够有序进行。(2) 施工材料的准备与质量控制。施工材料是均质壤土坝施工的基础，因此需要确保施工材料的充足和质量可靠。在材料准备阶段，需要选择合适的壤土料场，并对壤土料进行质量检验，确保其满足施工要求。同时，还需要准备其他辅助材料，如水泥、砂石等，并对这些材料进行质量控制，以确保其性能符合施工标准。(3) 施工设备的选择与调配。施工设备的选择和调配对于提高施工效率和质量具有重要意义。在均质壤土坝施工中，需要选择适合的施工设备，如挖掘机、装载机、压路机等，并根据施工需要合理调配这些设备。同时，还需要对设备进行定期的维护和保养，以确保其性能良好，能够满足施工要求。

2.2 土料开采与加工

(1) 土料场的选择与开采方法。土料场的选择是均质壤土坝施工中的关键环节。在选择土料场时，需要考虑土料的储量、质量、开采条件等因素。同时，还需要根据施工计划制定合理的开采方法，以确保土料的供应能够满足施工需求。在开采过程中，需要注意保护环境，减少对生态环境的破坏。(2) 土料的加工与筛选过程。开采出的土料需要进行加工和筛选处理，以满足施工要求。加工过程包括调整土料的含水量、掺和料的填加等。筛选过程则是通过筛分装置将超径石和其他杂质去除，确保土料的质量。在加工和筛选过程中，需要严格控制各个环节的质量，以确保最终得到的土料符合施工标准^[1]。(3) 土料的质量检测与控制。在土料加工和

筛选完成后,还需要对土料进行质量检测与控制。这包括对土料的含水量、颗粒级配、密度等指标进行检测,并根据检测结果进行相应的调整。同时,还需要对土料进行定期抽检,以确保其质量始终符合施工要求。

2.3 坝体填筑与压实

(1) 坝体填筑的分层与厚度控制。坝体填筑是均质壤土坝施工中的核心环节。在填筑过程中,需要严格控制分层和厚度。分层填筑可以确保坝体的均匀性和稳定性;厚度控制则可以保证坝体的压实质量。在填筑过程中,需要根据设计要求逐层填筑,并在每层填筑完成后进行压实处理。(2) 压实机械的选择与压实方法。压实机械的选择和压实方法对于坝体的压实质量具有重要影响。在选择压实机械时,需要根据土料的性质、施工场地条件等因素进行选择。常用的压实机械有振动碾、羊脚碾等。压实方法则包括进退错距法、圈转套压法等。在压实过程中,需要注意控制压实速度和遍数,以确保坝体的压实质量达到设计要求。(3) 压实质量的检测与评估。在压实完成后,还需要对压实质量进行检测与评估。这包括对坝体的密度、含水量等指标进行检测,并根据检测结果进行相应的调整。同时,还需要对坝体的稳定性和安全性进行评估,以确保其满足设计要求和使用需求。

2.4 防渗排水处理

(1) 防渗体的设计与施工。均质壤土坝的防渗体设计与施工质量,直接关乎坝体抗渗性能。设计时需全面考量坝址水文地质、材料特性,选定合适的防渗结构如黏土心墙、沥青混凝土面板等。施工过程中,需严格把控工艺质量,确保防渗体连续完整,且需定期检修,以延长寿命。(2) 排水设施的设置与维护。排水设施作为坝体重要辅助,能有效排除渗流水,降低孔隙水压力,提升坝体稳定性。设置时需依据渗漏情况及设计要求,合理布局水平排水褥垫、竖井排水等设施。维护时则需定期清理堵塞,检查设施完好性,及时修缮更换。(3) 防渗排水效果的评价与改进。防渗排水效果评价是施工管理关键。通过监测渗流量、渗压等数据,可评估坝体抗渗与排水性能是否达标。评价结果若不符合要求,需即刻采取措施改进,如强化防渗体施工质量控制、优化排水设施设计等。这些举措旨在确保坝体防渗排水系统效能,保障坝体安全稳定。通过综合施策,可提升均质壤土坝的整体性能,延长使用寿命。

2.5 特殊气候条件下的施工措施

(1) 雨季的施工防雨措施。在雨季施工均质壤土坝时,必须采取防雨措施。首要任务是搭建防雨棚和设置

排水系统,以保护施工场地和土料免受雨水侵袭。同时,应合理规划施工进度,避免雨天进行关键施工操作,并确保施工设备和材料妥善存放,防止受潮。雨后,需迅速清理现场并排除积水。(2) 冬季的施工防冻措施。冬季施工则需注重防冻。需对施工设备和管道进行保温,选用合适的防冻材料和方法保护土料,如添加防冻剂或加热。施工计划应避开极端低温时段,施工结束后,需对设备和材料进行细致检查和保养。(3) 高温或低温对施工质量的影响及应对措施。高温或低温天气对施工也有显著影响。高温会使土料干燥易裂,影响压实;低温则使土料变硬,难以处理。对此,高温天气下需增加洒水次数,调整压实工艺;低温时则需采用加热和防冻措施。同时,应灵活调整施工进度和人员配置,确保施工质量和进度不受气候影响。通过这些针对性的措施,均质壤土坝的施工可在各种气候条件下顺利进行^[2]。

3 水利工程均质壤土坝施工中的质量控制

3.1 质量控制的重要性与原则

(1) 强调质量控制对均质壤土坝施工质量的影响。均质壤土坝的施工过程复杂,涉及坝基处理、坝体填筑、防渗设施施工等多个环节。任何一环的质量不达标,都可能对坝体的整体性能产生严重影响,如坝体不均匀沉降、渗漏、滑坡等安全隐患。因此,质量控制是确保均质壤土坝施工质量、保障工程安全稳定运行的基石。(2) 质量控制的基本原则和方法。质量控制应遵循全面、预防、及时和持续改进的基本原则。全面性原则要求对整个施工过程进行全面监控,不遗漏任何环节;预防性原则强调在施工前和施工过程中采取有效措施预防质量问题的发生;及时性原则要求一旦发现质量问题,应立即采取措施进行处理,防止问题扩大;持续改进原则要求不断总结经验教训,优化施工方法和质量控制手段。在质量控制方法上,可采取定期检查、随机抽查、第三方检测等多种方式。定期检查可确保施工标准的持续符合;随机抽查可捕捉潜在的质量问题;第三方检测则提供客观、公正的质量评估。

3.2 施工过程中的质量监测与检验

(1) 施工过程中的质量监测内容与频率。在施工过程中,质量监测的内容主要包括坝体材料的含水量、颗粒级配、压实度等物理指标,以及坝体的沉降、位移等变形指标。监测频率应根据施工进度和质量控制要求确定,关键部位和重要环节应适当增加监测频率。通过定期监测,可以及时发现施工中的质量隐患,为后续的质量控制提供有力支持。(2) 质量检验的标准与程序。质量检验是确保施工质量的重要手段。在均质壤土坝施

工中,质量检验应严格按照国家相关规范和设计要求进行。检验标准应明确各项指标的合格范围,检验程序应包括抽样、检测、记录、分析等多个环节。通过质量检验,可以确保施工过程中的各项操作都符合规范要求,为坝体的整体质量提供有力保障^[3]。

3.3 质量问题的发现与处理

(1) 质量问题的识别方法。质量问题的识别主要依赖于现场检查 and 监测数据。在现场检查中,应重点关注坝体的外观质量、施工操作是否规范等方面。同时,通过监测数据的分析,可以及时发现施工中的异常现象,如坝体沉降过快、位移过大等,从而识别出潜在的质量问题。(2) 质量问题的处理措施与整改要求。一旦发现质量问题,应立即采取措施进行处理。处理措施应根据质量问题的性质和严重程度确定,如返工、加固、修补等。同时,应对质量问题进行原因分析,总结经验教训,防止类似问题再次发生。在整改过程中,应严格按照整改要求进行,确保整改效果符合设计要求。对于重大质量问题,还应及时向上级部门和相关部门报告,接受监督和指导。

4 水利工程均质壤土坝施工技术的优化与创新

4.1 仿真技术在施工中的应用

(1) 仿真技术的基本原理与优势。仿真技术基于数学模型和计算机技术,通过对实际施工场景的模拟,预测和分析施工过程中的各种情况。其优势在于能够提前揭示潜在问题,减少实际施工中的不确定性和风险。通过仿真,可以优化施工方案,提高施工效率和质量。

(2) 仿真技术在均质壤土坝施工中的应用案例。在均质壤土坝施工中,仿真技术被广泛应用于坝体填筑、压实及排水系统的规划。例如,通过模拟不同填筑方案下的坝体变形和应力分布,可以优化填筑方案,确保坝体的稳定性。同时,仿真技术还能预测排水系统的效能,从而指导排水系统的设计和施工。

4.2 新材料与新技术在施工中的应用

(1) 在均质壤土坝施工中应用的新材料与新技术。近年来,随着科技的进步,高强度混凝土、纳米材料、复合材料等新材料,以及无人机、激光扫描、虚拟现实

等新技术在均质壤土坝施工中得到应用。这些新材料和新技术不仅提高了坝体的耐久性和稳定性,还提升了施工效率和精度。(2) 新材料与新技术对施工质量和效率的影响。新材料如高强度混凝土和纳米材料的应用,显著增强了坝体的抗压强度和耐久性。而新技术如无人机和激光扫描的应用,则提高了施工过程的自动化和智能化水平,降低了人力成本,提升了施工效率。

4.3 施工技术的持续改进与创新方向

(1) 探讨均质壤土坝施工技术的持续改进方法。持续改进均质壤土坝施工技术的方法包括优化施工工艺流程、提升机械化水平、加强质量监控等。通过不断优化施工工艺流程,可以减少施工过程中的浪费和误差;提升机械化水平则能降低人力成本,提高施工效率;加强质量监控则能确保施工质量符合设计要求。(2) 展望均质壤土坝施工技术的创新方向与发展前景。未来,均质壤土坝施工技术的创新方向将更加注重智能化和绿色化。智能化施工技术的应用,如无人驾驶设备和智能监控系统,将进一步提升施工效率和安全性。同时,绿色施工理念的推广,将促使施工技术在减少环境污染和资源消耗方面取得更大进展。这些创新方向将为均质壤土坝施工技术的未来发展提供有力支撑。

结束语

综上所述,水利工程均质壤土坝的施工技术涉及多方面要点,需精心组织、严格管理。通过科学的施工方法与先进的技术手段,确保坝体稳定、安全。未来,随着科技的不断进步,均质壤土坝施工技术将持续创新,为水利工程领域带来更多高效、环保的解决方案,为保障人民生命财产安全、促进经济社会发展作出更大贡献。

参考文献

- [1]李杨锦,蔡赵.水利工程施工技术措施及水利工程施工技术管理[J].大科技,2021,(03):31-32.
- [2]昌已登.某水利枢纽坝基处理设计研究[J].水利科技与经济,2021,(17):155-156.
- [3]刘宇亮.某坝段坝基固结灌浆施工探讨[J].黑龙江水利科技,2021,(04):39-40.