

沥青混凝土心墙坝施工关键技术及质量控制

曾智斌

新疆华瑞工程管理咨询有限公司 新疆 北屯 836099

摘要: 本文聚焦沥青混凝土心墙坝施工, 阐述其材料特性与配合比设计, 包括防渗机理、原材料要求。详细介绍基础处理、混合料制备、运输入仓、摊铺碾压等关键施工技术。构建施工质量控制体系, 涵盖质量控制依据、原材料把控、生产过程监管、摊铺碾压管控及质量检测评定。旨在为沥青混凝土心墙坝施工提供全面技术指导与质量控制参考, 保障工程安全稳定运行。

关键词: 沥青混凝土心墙坝; 施工技术; 质量控制

引言: 土石坝作为常见水利工程坝型, 防渗是关键。沥青混凝土心墙坝凭借良好防渗性能, 应用广泛。其施工质量直接影响土石坝安全与运行。然而, 沥青混凝土心墙坝施工涉及环节多、技术复杂, 质量控制难度大。本文深入探讨沥青混凝土心墙坝施工关键技术及质量控制, 分析材料特性, 明确施工要点, 构建质量控制体系, 对提升工程质量、保障水利设施安全意义重大。

1 沥青混凝土心墙材料特性与配合比设计

1.1 沥青混凝土防渗机理

沥青混凝土心墙作为土石坝的核心防渗结构, 其防渗机理主要依赖沥青本身的憎水性、混合料的致密性及结构整体性实现。沥青具有良好的不透水性和黏结性, 能在混合料内部形成连续的憎水膜, 阻断水分渗透通道; 同时, 沥青与骨料经合理配比、充分拌和后, 形成密实的骨架-密实结构, 骨料颗粒紧密堆积, 沥青填充颗粒间隙, 减少孔隙率, 进一步提升防渗性能^[1]。沥青混凝土具有一定的柔韧性和塑性, 能适应坝体的沉降变形, 避免因结构开裂导致防渗失效, 确保心墙在长期水压力作用下, 始终保持良好的防渗效果, 有效阻挡库水渗透, 保障土石坝的结构安全与正常运行, 是土石坝防渗体系中可靠性极高的核心构件。

1.2 原材料技术要求与选择

沥青混凝土心墙原材料的质量直接决定心墙性能, 需严格遵循相关技术标准选择符合要求的原材料, 主要包括沥青、骨料、填料及外加剂。沥青优先选用针入度适中、延度大、软化点高的道路石油沥青或改性沥青, 确保其具有良好的黏结性、柔韧性和抗老化性, 针入度宜控制在20-50(0.1mm), 延度(15℃)不小于100cm。骨料选用质地坚硬、洁净、级配良好的玄武岩、花岗岩等, 粗骨料粒径不宜大于20mm, 含泥量不超过1%, 细骨料需具有良好的级配曲线, 确保与沥青的黏结性。填料采用

磨细的石灰石粉, 细度需满足筛孔0.075mm通过率不小于70%, 以填充骨料间隙、提升混合料密实度。外加剂根据施工需求选用, 主要用于改善沥青与骨料的黏结性、降低拌和温度, 所有原材料进场前需进行严格检测, 不合格材料严禁使用。

2 沥青混凝土心墙施工关键技术

2.1 基础处理与结合面施工

基础处理与结合面施工是沥青混凝土心墙施工的前提, 直接影响心墙与基础、坝体的结合质量, 避免出现渗漏通道。基础处理需先清除基底的浮土、杂物、软弱土层及积水, 对基底进行压实处理, 压实度不小于95%, 确保基底承载力满足设计要求; 若基底存在裂隙或透土层, 需采用灌浆等措施进行封堵, 阻断地下水渗透。结合面施工重点针对心墙与坝体土料、混凝土基座的连接部位, 施工前需将结合面清理干净, 去除松动颗粒和杂物, 喷洒沥青黏层, 黏层厚度控制在0.5-1.0mm, 确保结合面黏结牢固。对于混凝土基座结合面, 需进行凿毛处理, 增加表面粗糙度, 再喷洒黏层沥青, 避免心墙与基座之间出现缝隙, 确保心墙与基础、坝体形成整体, 保障防渗连续性。

2.2 沥青混合料的制备

沥青混合料的制备是保证心墙质量的核心环节。首先对进场原材料进行预处理, 骨料进行烘干、筛分, 控制含水率不超过0.5%, 填料进行干燥存放, 避免受潮结块。拌和时, 先将骨料和填料投入拌和机干拌10-15s, 再加入加热至150-170℃的沥青, 继续拌和30-45s, 确保混合料拌和均匀, 无花白料、离析现象。沥青混合料的拌和温度需严格控制, 出料温度宜在140-160℃, 严禁出现超温或低温拌和情况。拌和完成后, 需对混合料的级配、沥青用量、马歇尔稳定度等指标进行抽样检测, 合格后方可出料, 确保每一批次混合料质量均符合设计标准, 为后

续施工奠定基础。

2.3 沥青混合料的运输与入仓

沥青混合料的运输与入仓环节,对于保障最终工程质量至关重要,必须严格把控温度以及运输流程,防止混合料出现离析、降温过快等问题,以此确保入仓质量达到高标准。运输时,要使用专用保温运输罐车,罐车内壁需均匀涂刷防黏剂,并且在运输前对罐车进行充分预热,防止混合料黏结在罐壁上,影响混合料的质量与后续施工。在运输途中,罐车必须加盖保温篷布,最大程度减少热量散失。同时要合理规划运输路线与时间,确保运输时间不宜超过2小时,保证混合料入仓温度不低于130℃。入仓前,要仔细清理仓面的杂物和积水,认真检查仓面平整度^[2]。若仓面温度过低,需提前进行预热处理。入仓采用布料机均匀布料,布料时应分层进行,每层摊铺厚度严格控制在20-30厘米,布料宽度要与心墙设计宽度一致,保证仓面混合料分布均匀,无堆积、空缺情况。

2.4 摊铺施工技术

摊铺施工需遵循“均匀、连续、平整”的原则,采用专用沥青混凝土心墙摊铺机进行施工,确保摊铺质量符合设计要求。摊铺前,需调整摊铺机的摊铺速度、摊铺厚度和振捣频率,摊铺速度控制在1-2m/min,保持匀速行驶,避免速度波动导致摊铺厚度不均。摊铺机振捣器频率调整至合适范围,确保混合料振捣密实,减少孔隙率。摊铺过程中,安排专人跟踪检查,及时清除混合料中的杂物,调整摊铺平整度,若出现离析、起皱等现象,需及时进行处理。摊铺厚度需严格按照设计要求控制,每层摊铺厚度经检测合格后,方可进行下一层摊铺。摊铺过程中需保持仓面清洁,避免泥土、杂物混入混合料,影响心墙的防渗性能和结构强度。

2.5 碾压施工技术

碾压施工作为提升沥青混凝土心墙密实度、保障其防渗性能的核心环节,对工程质量起着决定性作用。在施工前,必须依据混合料的独特特性,精心挑选适配的碾压设备,并科学规划碾压工艺。碾压选用小型振动压路机,严格将碾压速度把控在2-3km/h。碾压顺序遵循“先轻后重、先慢后快、先边后中”的科学原则,如此可有效避免在碾压过程中出现混合料推移、起拱等不良状况。碾压过程分为初压、复压和终压三个阶段。初压采用静压方式,碾压2遍,主要目的是稳定混合料;复压运用振动碾压,碾压4-6遍,确保混合料密实度达到设计要求,压实度不得小于98%;终压再次采用静压方式,碾压2遍,以消除碾压痕迹,保证仓面平整。另外,碾压过程

中要密切关注碾压温度,初压温度不得低于130℃,终压温度不能低于110℃,同时持续跟踪检测密实度,若密实度未达标,需及时增加碾压遍数,直至符合质量标准。

2.6 施工缝处理技术

施工缝是沥青混凝土心墙的薄弱环节,若处理不当易形成渗漏通道,需严格按照规范要求进行施工缝处理。施工缝分为水平施工缝和垂直施工缝,水平施工缝需在摊铺层压实后,及时采用人工或机械方式将表面刨毛,清除浮料和松散颗粒,清理干净后喷洒沥青黏层,黏层厚度控制在0.5-1.0mm,待黏层沥青破乳后,再摊铺下一层混合料,碾压时重点压实施工缝部位,确保结合紧密。垂直施工缝需在施工中断前,将混合料切成垂直面,清理干净后,在接触面喷洒黏层沥青,后续施工时,摊铺机紧贴施工缝摊铺,碾压时加大施工缝部位的碾压力度,确保施工缝处无空隙、无离析。施工缝处理完成后,需进行密实度和渗透系数检测,合格后方可继续施工,杜绝施工缝渗漏隐患。

3 沥青混凝土心墙施工质量控制体系

3.1 质量控制依据与标准

沥青混凝土心墙施工的质量控制工作,必须遵循明确且严格的依据与标准,以此保障质量控制工作能够有序、规范地开展。质量控制依据涵盖多个方面,主要包括国家及行业相关规范、设计文件、施工组织设计以及专项施工方案。其中,核心规范起着关键指导作用,像《土石坝沥青混凝土心墙施工规范》《沥青路面施工及验收规范》等,为施工提供了具体且详细的技术准则。质量控制标准则需严格依照设计要求来执行,重点明确一系列关键标准。原材料质量标准是基础,只有符合相关规范和设计要求的原材料,才能进入施工环节^[3]。混合料配合比标准至关重要,混合料的级配、沥青用量、马歇尔稳定度等指标都必须达标。施工过程控制标准涵盖摊铺厚度、碾压密实度、施工缝处理等环节,需严格符合规范规定。质量检测评定标准要求检测数据真实、准确,通过这些严格标准,确保心墙的防渗性能、结构强度等各项指标均能满足设计要求,进而保障土石坝能够长期安全稳定地运行。

3.2 原材料的质量控制

原材料质量控制是沥青混凝土心墙质量控制的源头所在,必须建立全流程的质量控制机制,对原材料从进场、存放、预处理到使用的全过程进行严格管控。在原材料进场环节,供应商需提供厂家质量合格证、检验报告等资料,同时现场要抽样进行全面检测。对于沥青,要检测针入度、延度、软化点等关键指标;骨料则需检

测级配、含泥量、压碎值等；填料要检测细度、含水量等。只有检测合格的原材料才能进场，不合格的一律严禁进入。原材料存放时，要进行分类堆放。沥青采用专用储罐存放，并做好保温、防水措施，防止沥青性能改变。骨料要分类堆放整齐，避免混料和受到污染。填料应存放于干燥通风的库房，防止受潮结块影响使用。在原材料使用前，还需再次进行抽检，确保其质量稳定。同时，根据原材料检测结果，及时调整配合比，保证混合料质量符合设计要求，从源头上杜绝质量隐患，为后续施工奠定坚实基础。

3.3 生产过程的质量控制

生产过程质量控制主要聚焦于沥青混合料的制备环节，需建立标准化生产管控体系，确保每一批次混合料质量都能达标。首先，要严格按照配合比设计要求，精准控制各原材料的用量。采用先进的电子计量设备，将计量精度控制在 $\pm 1\%$ 以内，避免因计量偏差导致混合料级配和沥青用量不合格，影响混合料质量。在拌和过程中，要严格控制拌和温度和拌和时间这两个关键参数。定期检查拌和机的运行状态，确保拌和机正常运转，使混合料能够拌和均匀，避免出现花白料、离析现象，保证混合料质量的一致性。拌和完成后，每一批次混合料均需进行抽样检测，检测级配、沥青用量、马歇尔稳定度、密度等重要指标。只有检测合格后方可出料，若检测不合格，需及时调整拌和参数，重新拌和，直至合格为止。要做好详细的生产记录，记录原材料用量、拌和温度、拌和时间、检测结果等信息，实现生产过程的可追溯性，便于后续质量追溯和问题排查。

3.4 摊铺与碾压过程的质量控制

摊铺与碾压过程是沥青混凝土心墙施工质量控制的关键环节，需全程跟踪管控，确保施工参数符合设计和规范要求。摊铺前，检查摊铺机的调试情况，确保摊铺速度、摊铺厚度、振捣频率等参数设置合理，仓面清理干净、平整，结合面处理符合要求。摊铺过程中，跟踪检查摊铺厚度、平整度、混合料温度，及时调整摊铺机运行参数，避免出现离析、起皱、厚度不均等问题^[4]。碾压过程中，严格控制碾压设备、碾压顺序、碾压速度和

碾压温度，分阶段完成初压、复压、终压，跟踪检测碾压压实度，每碾压完成一层，需进行压实度检测，不合格则增加碾压遍数。同时检查仓面有无裂缝、推移、松散等现象，及时进行处理，确保摊铺与碾压质量符合设计标准。

3.5 质量检测与评定方法

质量检测与评定是沥青混凝土心墙施工质量控制的重要手段，需建立全面、系统的检测体系，确保检测数据真实、准确，评定结果科学、合理。质量检测分为原材料检测、混合料检测、施工过程检测和竣工检测，原材料和混合料检测采用抽样检测方式，施工过程检测采用跟踪检测、随机抽样检测相结合的方式，竣工检测全面覆盖心墙各部位。检测项目主要包括原材料各项指标、混合料级配、沥青用量、压实度、渗透系数、平整度等，检测方法严格遵循相关规范要求。质量评定按照“分部分项工程评定、单位工程评定”的流程进行，根据检测数据，对照质量评定标准，对各工序、各分项工程进行质量等级评定，合格后方可进入下一道工序，确保心墙施工质量符合设计和规范要求，保障工程质量达标。

结束语

沥青混凝土心墙坝施工关键技术与质量控制是保障工程安全稳定运行的核心。从材料特性把握、配合比设计，到各施工环节精准操作，再到建立完善质量控制体系，每个步骤都紧密相连、缺一不可。通过严格遵循规范标准，加强全流程质量管控，可有效提升沥青混凝土心墙坝施工质量。未来，随着技术发展，需持续优化施工工艺与质量控制手段，推动水利工程高质量发展。

参考文献

- [1]王智,史云吏.碾压式沥青混凝土心墙施工质量控制[J].建设监理,2025(2):93-98.
- [2]徐聿之.温度控制对沥青混凝土心墙坝施工质量影响[J].水电水利,2022,6(4):22-24.
- [3]林辉.碾压式沥青混凝土心墙坝施工质量控制策略探析[J].装饰装修天地,2023(18):196-198.
- [4]欧阳浩.土石坝沥青混凝土防渗心墙的施工技术及质量控制[J].标准生活,2025(7):117-119.