

沥青混凝土心墙坝施工质量缺陷探讨

陈 瑞

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要：沥青混凝土心墙坝作为重要水利工程结构，其施工质量关乎工程安全与耐久性。本文深入剖析施工关键环节，涵盖原材料选择、配合比设计、施工工艺及环境控制等方面。详细阐述常见施工质量缺陷类型，包括外观、内部及结构尺寸偏差等。系统分析缺陷产生原因，涉及原材料、配合比、施工工艺、人员及环境等因素。针对性提出预防措施，如加强原材料管理、优化配合比设计等，为保障沥青混凝土心墙坝施工质量提供参考。

关键词：沥青混凝土心墙坝；施工质量缺陷；预防措施；施工工艺；原材料管理

引言：在水利工程领域，沥青混凝土心墙坝凭借良好的防渗性能和结构稳定性，得到了广泛应用。其施工质量直接关系到工程的安全性、耐久性和运行效益。从原材料的选择与控制，到配合比的精心设计，再到施工工艺的严格把控以及施工环境的合理调控，每一个环节都对最终的心墙质量有着深远影响。然而，在实际施工过程中，由于多种因素的综合作用，常常会出现各类施工质量缺陷，给工程带来潜在风险。因此，深入探讨沥青混凝土心墙坝施工质量缺陷问题具有重要的现实意义。

1 沥青混凝土心墙坝施工关键环节与质量要求

1.1 原材料选择与质量控制

沥青需选用适配心墙防渗、抗冻及耐久性要求的品种，明确各项性能指标，控制针入度、软化点、延度等核心指标符合施工质量要求，确保沥青粘结力与稳定性达标^[1]。骨料需严格控制粒径范围，优化级配组成，保证颗粒均匀连续，严控含泥量、杂质含量，提升清洁度，保障骨料与沥青的粘结效果。填料需注重细度与活性，选用符合标准的矿物质填料，控制细度模数与比表面积，增强填料活性以提升沥青混合料整体性能。原材料存储与保管需划分专用区域，沥青采取保温、防水措施，骨料按粒径分级存放，填料做好防潮、防污染防护，定期检查原材料状态，确保存储期间质量稳定。

1.2 配合比设计

配合比设计需遵循兼顾心墙强度、抗渗性与柔韧性的原则，合理确定沥青、骨料、填料的比例，平衡各项性能指标，满足心墙防渗与结构稳定需求。配合比设计直接影响心墙综合性能，合理配比可提升心墙抗压强度与抗渗能力，增强结构柔韧性，避免心墙出现开裂、渗漏等问题。配合比设计过程中需加强质量控制，精准控制各组分用量，反复调试优化，严格检测混合料性能，确保配合比适配施工工艺与心墙设计要求，为施工质量

奠定基础。

1.3 施工工艺

1.3.1 拌和工艺

拌和工艺需选用性能达标、适配混合料类型的拌和设备，明确设备性能参数，确保拌和效率与质量。严格控制拌和温度与时间，根据沥青品种调整加热温度，控制拌和时长，保障沥青充分融化、各组分混合均匀。采取针对性措施保障拌和均匀性，定期检查拌和设备运行状态，及时调整搅拌参数，避免出现混合料离析、拌和不均等问题。

1.3.2 运输工艺

运输工艺需选用密闭性好、具备保温功能的运输设备，采取覆盖、保温措施，控制混合料运输过程中的温度损失。运输过程中需做好防离析、防污染工作，控制运输速度，避免急停急转，防止混合料分层离析，严禁杂物混入，确保运输至施工现场的混合料质量达标。

1.3.3 摊铺工艺

摊铺工艺需规范摊铺设备操作，校准设备参数，确保摊铺平稳。严格控制摊铺厚度与平整度，按设计要求精准调整摊铺厚度，采用专用设备整平，保障摊铺表面平整光滑。摊铺过程中需维持混合料适宜温度，采取保温措施，避免温度过低影响后续碾压效果。

1.3.4 碾压工艺

碾压工艺需合理组合碾压设备，明确碾压顺序，遵循先轻后重、先边后中、循序渐进的原则开展碾压作业。严格控制碾压速度、遍数与压实温度，根据混合料性能调整参数，确保压实度达标。针对心墙与坝基、岸坡衔接等特殊部位，需优化碾压方式，采用小型碾压设备补充压实，保障特殊部位压实质量。

1.4 施工环境控制

温度、湿度等气象条件直接影响施工质量，需避开

极端高温、低温及暴雨天气施工,控制施工环境温度在适宜范围,湿度超标时采取除湿措施,避免气象条件导致混合料性能下降、施工质量出现偏差。施工现场需保持清洁,及时清理杂物、散落混合料,做好排水系统布设,畅通排水通道,避免场地积水浸泡原材料与施工部位,保障施工环境符合质量控制要求。

2 沥青混凝土心墙坝常见施工质量缺陷类型

2.1 外观质量缺陷

表面不平整、波浪起伏多由摊铺工艺把控不当、碾压参数调整不及时导致,表现为心墙表面高低不平、呈现波浪状凸起或凹陷,影响心墙外观规整度,同时可能削弱表面防渗性能。裂缝分为表面裂缝与深层裂缝,表面裂缝多因温度变化、养护不及时引发,深层裂缝则可能源于配合比不合理、碾压不密实或结构受力不均,裂缝存在会破坏心墙整体性,增加渗漏隐患。麻面、蜂窝、孔洞主要是摊铺过程中混合料温度过低、振捣不充分或杂质混入造成,表面呈现局部粗糙、蜂窝状空隙及孔洞,降低心墙防渗能力与结构强度^[2]。色泽不均多与原材料质量差异、拌和不均匀或摊铺温度不一致相关,心墙表面呈现深浅不一的色泽,间接反映混合料均匀性不足,可能影响心墙综合性能。

2.2 内部质量缺陷

骨料离析是常见内部缺陷,源于拌和不均匀、运输过程中颠簸过大或摊铺工艺不当,导致骨料与沥青分离,粗骨料集中堆积、细骨料分布不均,破坏心墙内部结构连续性,降低抗渗性与强度。沥青含量不均匀与配合比控制不严、拌和参数不合理有关,部分区域沥青含量过高易出现软化、泛油,含量过低则会降低粘结力,均会影响心墙防渗与耐久性能。孔隙率过大或过小不符合设计标准,孔隙率过大源于碾压不密实,易导致水分渗透;孔隙率过小则因碾压过度,削弱心墙柔韧性,易引发开裂。层间结合不良多由摊铺衔接不当、层间清理不彻底或温度不足造成,心墙各摊铺层之间出现缝隙,无法形成整体受力结构,易产生层间滑移与渗漏。

2.3 结构尺寸偏差

心墙厚度不符合设计要求分为厚度过厚与过薄,过厚源于摊铺厚度控制不当,增加施工成本且可能影响坝体整体结构协调性;过薄则因摊铺不足或碾压过度,无法满足防渗与承载设计标准,大幅降低心墙防护效能。心墙轴线偏移多由摊铺设备校准不到位、施工放线偏差或坝基沉降不均导致,心墙实际轴线与设计轴线偏离,影响心墙与坝体其他部位的衔接,易造成局部应力集中。坝体坡度偏差源于施工放线不精准、碾压顺序不合

理或边坡防护不到位,坝体实际坡度与设计坡度不符,可能影响坝体稳定性,增加后期沉降与滑坡隐患。

3 施工质量缺陷产生的原因分析

3.1 原材料因素

原材料质量不稳定易引发各类施工质量缺陷,沥青、骨料、填料等核心原材料若未严格遵循选材标准,性能指标波动过大,会导致混合料整体性能下降,无法满足心墙施工质量要求,间接诱发外观、内部及结构尺寸类缺陷^[3]。原材料存储不当会导致性能发生改变,沥青存储未采取有效保温防水措施易出现老化、结块,骨料存储未分级隔离易产生混杂、污染,填料存储防潮不到位易受潮结块,这些变化都会破坏原材料原有性能,影响施工质量,引发相关缺陷。

3.2 配合比因素

配合比设计不合理是质量缺陷产生的重要原因,设计过程中若未充分兼顾心墙强度、抗渗性与柔韧性,比例搭配失衡,会导致混合料性能不符合设计标准,易出现裂缝、离析、孔隙率异常等缺陷。配合比执行不严格会加剧质量隐患,施工过程中未精准控制各组分量,随意调整沥青、骨料、填料比例,偏离设计要求,会导致混合料均匀性、强度、防渗性下降,无法形成合格心墙结构,诱发各类质量缺陷。

3.3 施工工艺因素

拌和、运输、摊铺、碾压等关键工艺参数控制不当,会直接产生质量缺陷。拌和温度、时间把控失衡,运输过程温度损失过大、防离析措施不足,摊铺厚度、平整度控制偏差,碾压速度、遍数、温度调整不合理,都会影响混合料成型质量与心墙结构性能。施工设备性能不佳或操作不当,拌和设备搅拌不均匀、摊铺设备运行不稳、碾压设备压实力度不足,会导致施工工艺无法有效落实。施工工序安排不合理,各工艺衔接不畅,会影响施工连续性与质量稳定性,间接诱发各类缺陷。

3.4 人员因素

施工人员技术水平不足,无法熟练掌握施工工艺要点、设备操作规范及质量控制标准,操作过程中易出现失误,导致施工质量不达标,引发各类缺陷。施工人员质量意识淡薄,存在违规操作行为,忽视施工细节管控,未严格按照规范及设计要求施工,会直接破坏施工质量,诱发各类质量隐患。管理人员监管不到位,未建立完善的现场管控机制,对施工全过程、各环节缺乏有效监督,未能及时发现并纠正施工中的违规行为与质量问题,会导致质量缺陷持续存在甚至扩大。

3.5 环境因素

恶劣的气象条件会直接影响施工质量,极端高温、低温会改变沥青混合料性能,高温易导致沥青软化泛油,低温易造成混合料硬结、摊铺困难;暴雨、大风天气会干扰施工正常开展,影响摊铺、碾压效果,诱发表面不平整、裂缝等缺陷。施工现场环境复杂,周边杂物、积水过多,施工区域干扰因素较多,会影响施工操作规范性,导致原材料污染、施工精度偏差,间接引发各类施工质量缺陷,影响心墙施工整体质量。

4 预防沥青混凝土心墙坝施工质量缺陷的措施

4.1 加强原材料管理

严格原材料采购与检验,建立规范的采购流程,优先选用性能稳定、符合设计标准的原材料供应商,明确采购质量标准^[4]。原材料进场时需开展全面检验,逐一核查沥青、骨料、填料等核心原材料的性能指标,不合格原材料严禁进场使用,从源头把控原材料质量,规避因原材料问题引发的质量缺陷。规范原材料存储与保管,划分专用存储区域,根据各类原材料特性采取针对性防护措施,沥青做好保温防水,骨料按粒径分级隔离存放,填料落实防潮防污染要求,定期检查原材料状态,及时处理变质、结块原材料,确保存储期间性能稳定。

4.2 优化配合比设计

开展科学的配合比试验,结合心墙设计性能要求,选取不同比例的沥青、骨料、填料进行试验,全面检测混合料强度、抗渗性、柔韧性等各项性能,筛选最优配合比方案,确保配合比兼顾各项性能指标。加强配合比的过程控制与调整,施工过程中严格按照设计配合比控制各组分用量,配备精准计量设备,杜绝随意调整比例。根据原材料性能变化、施工工艺调整及环境条件影响,及时微调配合比,确保混合料性能始终符合施工质量要求,预防相关质量缺陷。

4.3 完善施工工艺

制定详细的施工工艺操作规程,结合拌和、运输、摊铺、碾压等关键工艺要点,明确各环节操作标准、参数控制要求及质量管控重点,为施工人员提供明确指导,规范操作行为。加强施工设备的维护与管理,定期对拌和、摊铺、碾压等设备进行检修、校准,及时排查设备运行隐患,更换磨损部件,确保设备性能达标、运行稳定,保障施工工艺有效落实。合理安排施工工序与进度,兼顾施工连续性与合理性,优化各工艺衔接流程,避免工序混乱、进度失衡导致施工质量下降,预防各类工艺相关缺陷。

4.4 提高人员素质

加强施工人员技术培训,结合施工工艺、设备操作、质量控制等核心内容,开展针对性培训,提升施工人员技术水平,使其熟练掌握操作规范与质量要点,减少操作失误。强化质量意识教育,常态化开展质量管控宣传,明确质量缺陷危害,引导施工人员重视施工质量,自觉遵循规范要求,杜绝违规操作。建立有效的激励机制与考核制度,将施工质量与岗位绩效挂钩,表彰质量管控到位的人员,考核问责违规操作、质量不达标的行为,充分调动施工人员质量管控积极性。

4.5 强化环境应对

关注气象预报,安排专人负责跟踪气象变化,及时掌握气温、湿度、雨雪、大风等气象信息,合理安排施工时间,避开极端恶劣天气施工,避免气象条件对施工质量造成影响。采取有效的环境防护措施,高温天气对沥青混合料采取降温、保温措施,低温天气做好防冻、升温处理,雨天搭建防雨设施,大风天气加强现场防护,减少环境因素干扰^[5]。优化施工现场环境,及时清理杂物、排除积水,减少施工干扰因素,规范施工操作空间,保障施工质量稳定。

结束语

沥青混凝土心墙坝施工质量缺陷的产生是多种因素共同作用的结果,涉及原材料、配合比、施工工艺、人员以及环境等多个方面。通过加强原材料管理、优化配合比设计、完善施工工艺、提高人员素质以及强化环境应对等一系列措施,能够有效预防和减少质量缺陷的发生。在实际工程中,应高度重视施工过程中的每一个环节,严格把控质量,确保沥青混凝土心墙坝能够发挥其应有的功能,保障水利工程的安全稳定运行,为社会经济发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]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.
- [2]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.
- [3]李建勋.水利工程沥青混凝土心墙坝温度控制对沥青混凝土施工质量的影响[J].大众标准化,2023(15):34-36.
- [4]夏有能,周斌.水库大坝沥青混凝土心墙施工技术 & 效益分析[J].价值工程,2024,43(19):44-46.
- [5]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.