

土石围堰碾压试验常见问题及施工质​​量管控对策

武晓龙

中国水利水电建设工程咨询西北有限公司 陕西 西安 710000

摘 要: 针对土石围堰碾压试验中存在的参数偏差、工艺失控及成果落地难等问题, 本文系统分析了试验筹备、现场施工、检测整理及成果复核四个阶段的典型质量通病及其成因。基于此, 提出了涵盖室内击实标准化、现场碾压动态管控、检测数据精准校核及成果复核闭环管理的施工质量控制对策。同时, 从人员资质准入、设备器具校验、全过程监理监督及环境料场动态调控四个维度构建了配套保障体系。实践证明, 该全流程管控模式能有效提升碾压试验数据的可靠性与指导价值, 确保围堰填筑密实度与整体稳定性满足设计要求。

关键词: 土石围堰; 碾压试验; 压实度; 填筑参数; 质量管控

引言: 土石围堰作为水利工程施工期的临时挡水建筑物, 其填筑质量直接关系到基坑安全与主体工程顺利推进。碾压试验是确定填筑施工参数、验证设计指标的关键环节。然而在实际工程中, 常因取样代表性不足、含水率控制不当、检测数据失真等问题, 导致试验成果无法有效指导现场施工, 引发布设松散、沉降变形等质量隐患。为此, 本文深入剖析碾压试验各阶段的常见问题与成因, 制定针对性的质量管控对策与保障措施, 旨在建立标准化的试验管控体系, 为提升土石围堰施工整体质量提供技术支撑。

1 土石围堰碾压试验基础理论与实施流程

1.1 土石围堰填筑填料与碾压试验控制指标

土石围堰填筑填料是决定围堰整体稳定性、防渗性及抗冲刷能力的核心基础, 填料选型需优先选用级配连续、质地坚硬、含水率适宜的土石混合料, 严禁掺杂淤泥、杂草、腐殖土及超大粒径孤石等劣质物料。碾压试验核心控制指标围绕填筑质量核心要求设定, 主要包含最大干密度、最优含水率、压实度、铺料厚度、碾压遍数、碾压行驶速度六大关键指标。其中压实度为验收核心指标, 直接判定填筑体密实程度, 最大干密度与最优含水率通过室内击实试验确定, 是现场碾压施工的基准参数^[1]。铺料厚度、碾压遍数等施工参数需结合填料特性适配调整, 所有指标需符合水利围堰施工规范及项目设计要求, 从源头规避填筑松散、沉降变形、渗漏破损等质量隐患, 保障围堰填筑施工标准化。

1.2 碾压试验完整实施阶段划分

土石围堰碾压试验为系统性专项施工试验, 整体实施流程遵循“先室内后现场、先筹备后实施、先试验后

落地”的原则, 可划分为四大核心阶段有序推进。第一阶段为试验筹备与室内击实试验阶段, 主要完成填料取样、室内参数测定、试验方案编制、人员设备筹备等前期工作。第二阶段为现场试铺碾压施工阶段, 依据室内试验参数开展现场分层铺料、整平、碾压作业, 规范落实各项施工工艺参数。第三阶段为现场取样检测与数据整理阶段, 对碾压完成的填筑层多点取样检测, 汇总试验数据并开展分析校核。第四阶段为试验成果现场落地复核阶段, 验证试验参数的现场适用性, 优化确定最优施工参数, 为后续大规模围堰填筑施工提供标准化技术依据, 各阶段衔接紧密、层层递进, 保障试验结果精准有效。

2 土石围堰碾压试验各阶段常见典型问题及成因分析

2.1 试验筹备与室内击实试验阶段问题

试验筹备与室内击实试验阶段易出现参数测定偏差、方案针对性不足等典型问题, 直接影响后续现场试验的准确性。常见问题包含填料取样代表性不足, 仅选取局部料场物料检测, 未覆盖料场不同区域、不同深度填料, 导致室内试验参数与现场实际填料特性偏差较大; 室内击实试验操作不规范, 击实层数、击实次数把控不准, 含水率梯度设置不合理, 造成最大干密度、最优含水率测定数据失真。同时存在试验方案照搬通用模板, 未结合本项目围堰高度、水深、填料类型优化参数, 筹备阶段设备校验不到位、人员技术交底不细致等问题。核心成因是前期筹备工作精细化不足、试验人员专业素养参差不齐、室内试验操作标准化程度低, 忽视项目工况差异性, 为现场碾压施工埋下数据偏差隐患。

2.2 现场试铺碾压施工阶段问题

现场试铺碾压施工阶段是质量问题高发环节,主要存在铺料不规范、碾压工艺把控失衡等问题。施工中常出现铺料厚度不均匀,局部超厚或过薄,超厚区域碾压不密实、过薄区域易出现表层起皮破损;填料含水率偏离最优区间,含水率过高出现弹簧、翻浆现象,含水率过低则填料松散、难以压实达标^[2]。部分施工人员随意调整试验参数,未严格按照既定方案施工,机械作业衔接混乱。主要成因是现场施工管控松懈、工艺执行力度不足、机械操作人员作业不规范、现场含水率动态调控不及时,导致碾压施工质量参差不齐。

2.3 现场取样检测与数据整理阶段问题

现场取样检测与数据整理阶段的核心问题集中在取样不规范、检测偏差、数据整理失真等方面。现场取样存在点位随机随意,未按照规范要求均匀布设取样点,重点薄弱部位未加密取样,取样深度、试样尺寸不符合标准,导致检测样本无法真实反映整体填筑质量。检测过程中试验仪器操作不当、检测流程简化,干密度、含水率检测数据存在系统误差。数据整理阶段存在数据记录不完整、涂改补填现象,对异常数据未及时复核排查,直接纳入统计分析,同时未结合施工工况对比分析参数变化规律,数据整理流于形式。成因主要是检测人员操作专业性不足、取样检测管控标准不严格、数据管理制度不完善,缺乏全过程数据溯源机制,导致试验数据精准度不足、参考价值大幅降低。

2.4 试验成果现场落地复核阶段问题

试验成果现场落地复核阶段常见问题为成果复核流于形式、参数落地适配性差、优化调整不及时。多数项目完成试验数据整理后,未结合现场实际施工条件开展全方位复核,仅简单确认数据合规,忽视气候、料场物料变化、施工机械状态对试验参数的影响。部分最优碾压参数确定后未开展小范围试生产验证,直接投入大规模施工,出现试验参数与现场工况不匹配、压实度达标率不稳定等问题。核心成因是复核管控意识薄弱、缺乏标准化复核流程、成果落地验证机制缺失、技术衔接不到位,导致碾压试验成果实用性、指导性不足,难以保障整体填筑质量稳定。

3 针对碾压试验各阶段问题的施工质量管控对策

3.1 试验筹备与室内击实标准化管控对策

针对试验筹备与室内击实阶段的质量隐患,需建立全流程标准化管控体系,从源头把控试验基础精度。首先规范填料取样流程,采用多点、分层、全域取样方式,覆盖料场不同区域物料,确保试样具备全面代表

性,杜绝取样片面性问题。其次落实室内击实试验标准化操作,严格按照规范设定击实层数、次数及含水率梯度,试验前对所有检测仪器进行校验校准,规避设备系统误差。同时结合项目围堰工程工况、水文条件、填料特性编制专项试验方案,摒弃通用模板,细化试验参数及操作要求。开展全员专项技术交底,明确试验人员岗位职责、操作标准及质量要求,建立试验筹备台账,对物料取样、仪器校验、方案编制等环节全程记录,实现前期工作标准化、可溯源^[3]。

3.2 现场试铺碾压过程管控对策

为解决现场试铺碾压施工不规范、质量波动大的问题,需实施全过程动态工艺管控。严格把控铺料工序,采用机械配合人工整平,精准控制铺料厚度,全程采用标尺实时监测,杜绝超厚、薄铺问题,及时剔除填料中超大粒径杂物,保证填料均匀性。实时监测现场填料含水率,根据天气、晾晒情况动态调整,含水率偏差超标时及时洒水或晾晒,确保贴合最优含水率区间。规范碾压作业工艺,统一碾压行驶速度、碾压遍数及搭接宽度,采用进退错距法碾压,对边坡、边角等盲区采用小型压实设备补压,杜绝漏压、弱压。安排专业技术人员全程旁站监督,实时纠正不规范作业,严禁随意调整试验参数,做好碾压施工全过程工况记录,保障每一处填筑区域碾压质量均匀达标。

3.3 现场取样检测与数据整理精准管控对策

围绕现场取样检测与数据整理环节的偏差问题,建立精准化、规范化管控机制。严格执行取样检测规范,按照均匀布设、重点加密的原则布置取样点位,规范取样深度、试样留存及封装流程,确保样本真实反映填筑整体质量。定期对检测人员开展专业培训,规范仪器操作、试验检测流程,杜绝人为操作误差,检测完成后及时留存原始数据及试样影像资料。建立数据精细化整理制度,安排专人负责数据记录、统计与校核,严禁涂改原始数据,对检测异常数据及时复检、溯源排查,明确问题成因。同步结合施工工况、填料状态、气候条件开展数据对比分析,梳理参数变化规律,形成完整、精准、可溯源的试验数据报告,为成果分析提供可靠数据支撑。

3.4 试验成果现场落地复核与长效管控对策

为保障试验成果有效落地应用,需建立全方位复核与长效管控体系。试验数据整理完成后,组织技术、监理、施工多方人员开展专项复核,结合现场施工机械性能、气候环境、料场物料波动情况,验证试验参数的适

配性与合理性。开展小范围现场试生产验证,检验最优碾压参数的实际应用效果,针对压实度不稳定、局部密实度不足等问题及时优化调整参数。建立成果落地闭环管理机制,规范复核记录、问题整改、参数优化全流程,确保所有隐患闭环处置。同时建立长效管控机制,将最终确定的碾压施工参数纳入项目施工标准化规程,做好技术交接与现场落地监督,定期核查参数执行情况,根据施工进度及工况变化动态微调,保障试验成果长期有效指导现场大规模填筑施工。

4 碾压试验全流程配套保障管理措施

4.1 人员专项管控

人员是碾压试验质量管控的核心主体,需建立专项人员管控体系,夯实施工技术保障。严格落实人员准入制度,所有参与试验、施工、检测、复核的人员需具备对应岗位资质,无证人员严禁上岗作业。定期开展专项技能培训与技术交底,重点讲解填料特性、试验标准、碾压工艺、检测方法 & 质量管控要点,提升全员专业操作水平与质量意识。明确各岗位职责分工,细化试验操作人员、现场施工人员、检测人员、监督人员的工作内容与管控责任,建立岗位责任制与绩效考核机制。实行专人专岗、定岗定责,杜绝混岗、脱岗、违规操作等问题。

4.2 设备与器具管控

施工设备与检测器具的精准稳定是碾压试验顺利开展的基础,需实施全周期专项管控。针对碾压机、摊铺机、洒水车等施工机械,进场前开展全面检修调试,核查设备性能参数,确保机械工况良好,满足试验施工要求,作业期间定期开展日常巡检、保养与维修,及时排查故障隐患,避免设备故障导致施工参数波动。针对环刀、烘箱、天平、测厚尺等试验检测器具,建立定期校验标定制度,严格按照计量规范定期送检,确保器具精度达标。实行设备器具台账管理,详细记录进场时间、校验记录、维保情况、使用状态,规范设备操作流程,严禁设备带病作业、器具超期使用,从设备层面保障碾压试验施工与检测数据的精准可靠性。

4.3 试验全过程监理监督机制

建立全过程监理监督机制,为碾压试验质量提供刚性管控保障。监理人员需全程介入试验筹备、室内试验、现场施工、取样检测、成果复核全流程,实行全过程旁站监督,杜绝管控盲区。试验前期核查试验方案、人员资质、设备器具状态及筹备工作落实情况,不符合要求严禁开工;现场

施工阶段全程监督铺料、整平、碾压等工艺执行情况,实时核查施工参数落实情况,及时纠正违规作业^[4]。检测阶段监督取样、试验、数据记录全过程,确保检测流程规范、数据真实有效。建立监理巡查、抽检、整改闭环机制,对发现的质量问题下发整改通知,跟踪整改落实情况,验收合格后方可进入下一工序,形成全程监督、全程管控、全程溯源的监理体系。

4.4 气候与料场动态管控

土石围堰碾压试验受气候与料场工况影响显著,需建立动态管控机制适配工况变化。气候管控方面,安排专人实时监测气温、湿度、降雨、风力等气象数据,雨天严禁开展露天碾压施工,雨后及时排查填料含水率、填筑层积水情况,晾晒达标后方可复工;高温干燥天气及时补水保湿,避免填料水分快速流失影响压实效果。料场管控方面,动态监测料场填料级配、含水率、杂质含量变化,针对料场不同区域物料差异及时调整取样与施工参数,做好料场覆盖防护、排水疏导工作,避免雨水冲刷、杂物混入污染填料。建立气候与料场工况台账,实时更新工况信息,根据工况动态调整施工、试验方案,规避环境与物料波动带来的质量风险。

结束语

土石围堰碾压试验的质量管控是一项涉及多环节、多要素的系统工程。通过实施从室内试验到成果复核的全流程标准化管控,并辅以人员、设备、监理及环境的综合保障措施,能有效解决试验参数失真与现场施工脱节的难题。这不仅确保了最优施工参数的科学性与适用性,更为后续大规模围堰填筑提供了可靠的技术依据。未来施工中应持续强化动态调控与闭环管理意识,以精细化试验指导标准化施工,切实保障水利枢纽工程的围堰安全与建设品质。

参考文献

- [1] 李伟柱. 探讨传统设备上制作的高聚物在土石围堰渗漏治理上的应用 [J]. 中国设备工程, 2022(24): 133-135.
- [2] 梁海霞, 郝鹏. QBT 大坝项目围堰填筑碾压试验研究 [J]. 技术与市场, 2024, 31(9): 116-120, 126.
- [3] 杨波. 枢纽工程围堰抛填饱和粉质粘土施工的技术要点 [J]. 珠江水运, 2026(9): 150-152.
- [4] 董功华. 东庄水利枢纽胶凝人工砂石围堰碾压试验 [J]. 西北水电, 2023(4): 76-81.