

# 铁路工程高性能混凝土性能检测研究

赵恩重

中铁十局集团第七工程有限公司 陕西 西安 710065

**摘要：**铁路工程高性能混凝土性能要求涵盖力学、耐久、工作三大维度，以保障结构安全稳定与长效服役。性能检测方法包括强度、耐久性、工作性检测，需严格把控各环节。当前检测存在试样管控、设备运维、操作规范、数据处理等问题。为此需采取针对性策略：建立试样全流程标准化管控体系；从设备、人员、流程三方面优化检测操作与质量管控，构建全方位质量管控体系；完善检测数据管理体系，规范数据处理与归档流程。从而保障检测精准可靠，为铁路工程高性能混凝土质量管控提供可靠依据。

**关键词：**铁路工程；高性能混凝土；性能检测

**引言：**铁路工程高性能混凝土从性能要求到检测方法，再到解决检测中的问题，形成了一套完整且严谨的体系。性能要求为混凝土应用指明方向，检测方法确保其性能达标，而针对检测中试样、操作、数据等方面问题的优化策略，能有效提升检测准确性与可靠性。只有严格把控每个环节，才能让高性能混凝土切实保障铁路结构安全稳定与长效服役，为铁路工程的高质量发展筑牢根基。

## 1 铁路工程高性能混凝土性能要求

铁路工程高性能混凝土的性能要求，是结合铁路工程结构特殊服役场景、承载需求及长期使用目标制定的核心标准，全方位覆盖力学、耐久、工作三大核心维度，每一项性能要求均服务于铁路结构安全稳定与长效服役的核心目标，不存在冗余或无关的指标设定。力学性能是混凝土满足铁路结构承载功能的基础，直接决定结构的承重能力与抗变形能力，针对铁路线路、桥梁、路基附属等不同构件的受力特点，需明确抗压、抗折、轴心抗压等基础力学指标的合格阈值与分级管控标准，既要满足短期施工成型后的承载验收要求，也要适配长期列车动荷载、结构自重叠加的受力工况，杜绝力学性能不达标引发的结构开裂、变形乃至失效问题，同时区分不同构件的力学性能差异化标准，避免统一指标导致的性能过剩或不足，保障力学性能与结构实际受力需求高度匹配。耐久性能是铁路工程高性能混凝土区别于普通混凝土的核心特性，适配铁路工程露天服役、环境复杂多变的特点，重点围绕抗渗、抗冻、抗氯离子侵蚀、抗碳化以及体积稳定性设定硬性要求，抵御外界环境因素对混凝土内部结构的侵蚀与破坏，延缓性能衰减速度，延长结构使用寿命，减少后期运维维修频次，不同服役环境下的耐久性能底线需贴合环境侵蚀强度调整，始终以维持混

凝土内部密实度、阻断有害介质侵入为核心目标<sup>[1]</sup>。工作性能则聚焦混凝土拌合物的施工适配性，贴合铁路工程现场规模化施工、远距离运输、特殊部位浇筑的工艺特点，对拌合物的流动性、保水性、匀质性、凝结时间等指标提出明确要求，既要保证拌合物在运输与浇筑过程中不出现离析、泌水现象，保障振捣成型质量，也要控制合理的凝结时长，匹配现场施工节奏，同时兼顾工作性能与后续硬化混凝土力学、耐久性能的关联性，避免片面追求施工便捷性牺牲后续核心性能，实现施工可行性与结构长效性的双向平衡，整体性能要求兼顾施工阶段与服役全周期，形成完整的性能管控体系。

## 2 铁路工程高性能混凝土性能检测方法

### 2.1 强度检测

强度检测主要针对混凝土硬化后的力学性能开展，是判断混凝土基础承载能力的关键检测项目，检测全过程需严格把控试样制备、养护、操作、数据处理全流程，从源头规避外界因素对检测结果的干扰。检测前期需按照统一标准制备专用试样，明确试样的规格尺寸、成型工艺、振捣与脱模操作规范，保证试样内部结构均匀密实，杜绝内部孔隙、缺陷等问题影响检测精度，同时规范试样的养护环境与时长，区分标准养护与同条件养护的参数要求，严格控制养护温度、湿度，确保试样内部水化反应充分，达到与工程实际一致的性能发育状态。检测操作阶段需选用符合精度要求的专用检测设备，提前完成设备校准与调试，避免设备误差导致结果偏差，针对抗压、抗折、轴心抗压等不同强度指标，设定对应的加载速率、试样安装方式与受力控制标准，规范数据读取与记录流程，明确无效数据的判定与剔除原则，杜绝异常数据干扰最终结果。检测完成后需对平行试样的数据进行统一统计分析，遵循规范的数据核算规则，排查操

作、设备、试样自身带来的误差因素,采取针对性措施控制误差范围,保障检测结果的精准性与重复性,为力学性能判定提供可靠数据支撑<sup>[2]</sup>。

## 2.2 耐久性检测

耐久性检测围绕混凝土长期抗环境侵蚀能力开展,是保障铁路混凝土结构长效服役的核心检测环节,细分抗渗、抗氯离子侵蚀、抗冻、抗碳化、收缩与徐变多项专项检测,每一项检测均对应一项耐久性指标,操作流程与判定标准针对性极强。抗渗与抗氯离子侵蚀检测重点检测混凝土抵御液态介质与有害离子侵入的能力,明确检测设备的核心参数、试验操作流程与介质参数控制标准,规范检测终止条件与结果测定方式,通过专业流程核算混凝土的抗渗透与抗离子侵蚀能力,判定其内部密实度是否达标。抗冻与抗碳化检测针对低温冻融循环、空气碳化等常见环境侵蚀因素,设定标准化的试验循环参数、环境控制指标与检测周期,实时监测试样的质量变化、弹性模量变化与碳化深度,通过数据变化判定混凝土抗冻与抗碳化性能等级,明确性能合格底线。收缩与徐变检测聚焦混凝土体积稳定性,检测混凝土在不同时段的变形情况,设定规范的监测周期与测量精度要求,明确加载与观测流程,通过长期数据采集分析混凝土的收缩变形与徐变特性,判断其是否存在过度变形、开裂风险,全方位覆盖混凝土耐久性性能的核心考核点,每一项检测流程均统一规范,确保结果客观可比。

## 2.3 工作性检测

工作性检测针对混凝土拌合物施工性能开展,全部在施工前期现场或试验室完成,检测流程简便高效,直接反映拌合物是否适配现场施工工艺要求,核心检测内容涵盖基础工作性能、凝结时间与匀质性两大板块。基础工作性能检测主要针对拌合物的流动性、保水性、含气量等指标,规范现场检测的操作步骤、环境温度控制要求与测量方法,明确各项指标的数值核算规则,区分不同施工工艺对应的合格判定标准,快速判断拌合物是否适合运输、浇筑与振捣作业,避免因工作性不达标导致施工受阻或成型质量差。凝结时间与匀质性检测重点把控拌合物的固化节奏与整体均匀性,选用专用检测仪器规范操作流程,合理布设检测点位,精准判定拌合物初凝与终凝时间,匹配现场施工节奏要求,同时通过组分与密度检测判定拌合物匀质性,杜绝离析、分层等问题,确保拌合物整体质量稳定,工作性检测结果直接指导现场施工调整,是施工阶段混凝土质量管控的重要依据<sup>[3]</sup>。

## 3 铁路工程高性能混凝土检测中的问题与策略

### 3.1 检测过程现存核心问题

当前铁路工程高性能混凝土检测过程中存在多方面突出问题,且各类问题均直接影响检测结果的准确性,核心问题集中在试样管控、设备运维、操作规范、数据处理四大环节。试样制备与养护环节缺乏统一严格的执行标准,部分操作人员未按照规范流程完成试样成型、振捣与养护工作,养护环境温度、湿度把控不严,时长控制不到位,试样内部存在缺陷、均匀性差,导致试样无法代表工程实际混凝土性能,直接引发检测结果偏差,无法反映真实质量水平。检测设备运维管理不到位,部分设备长期未进行专业校准与维护,精度达不到检测标准要求,设备零部件老化、参数漂移等问题未及时排查,加之部分检测设备选型与检测项目不匹配,进一步加剧数据失真问题。检测操作流程缺乏统一性,不同检测人员的操作手法、参数控制、点位选取存在差异,人员操作规范性不足,专业技能水平参差不齐,未严格遵循检测流程开展作业,随意简化操作步骤,导致同一试样多次检测结果差异较大,结果可信度大幅降低<sup>[4]</sup>。检测数据处理环节严谨性不足,原始数据记录不完整、不规范,数据核算过程存在疏漏,对检测过程中的各类影响因素管控不到位,异常数据判定与剔除缺乏统一标准,数据复核机制缺失,最终导致检测结果无法真实反映混凝土性能,各类问题相互叠加,严重影响检测工作的专业性与可靠性,无法为工程质量管控提供有效支撑。

### 3.2 试样与前期管控优化策略

针对试样与前期管控环节的问题,需建立全流程标准化管控体系,从源头消除检测偏差隐患,筑牢检测工作基础。制定统一细化的试样制备、成型、养护全流程操作细则,明确每一项操作的具体标准、参数要求与执行规范,要求所有检测人员严格遵照执行,杜绝随意操作、简化流程的行为,确保试样制备工艺统一、标准一致。严格管控原材料取样与配比精度,明确原材料取样的代表性要求与称量误差控制范围,保证试样所用原材料与工程现场用料完全一致,避免原材料差异导致检测结果失真,同时强化试样成型后的振捣、脱模管理,保证试样内部结构均匀密实,无内部孔隙、开裂等先天缺陷。建立试样制备全过程质量核查机制,安排专人对试样制备、养护各环节进行监督核查,做好全程记录,实现流程可追溯,严控养护环境的温度、湿度波动,安排专人定期监测养护环境参数,确保试样在规范条件下完成水化反应,达到标准性能状态,全面保障检测试样的代表性、一致性与规范性,从源头规避前期环节对检测结果的干扰,为后续精准检测奠定坚实基础。

### 3.3 检测操作与质量管控优化策略

优化检测操作与全过程质量管控,是提升检测结果精度、规范检测流程的核心举措,需从设备、人员、流程三方面同步发力,构建全方位质量管控体系。建立检测设备全周期运维制度,明确设备定期校准、维护保养与日常核查的周期、标准与责任主体,定期对检测设备进行专业精度校准,及时更换老化零部件,排查设备故障与参数漂移问题,确保设备始终处于合格运行状态,同时严格按照检测项目要求匹配对应规格、精度的设备,杜绝设备选型不当问题。统一各类性能检测的操作流程与技术参数标准,编制标准化操作手册,细化加载速率、测点布设、试验周期、环境控制等核心操作要点,消除不同人员、不同场景下的操作差异,保证检测流程全程规范<sup>[5]</sup>。规范检测人员资质与技能要求,定期开展专业培训与考核,提升人员操作规范性与专业素养,要求所有操作人员持证上岗,熟练掌握检测流程与误差管控要点,同时建立检测数据复核与交叉验证机制,对关键检测项目开展平行检测,通过多组数据对比验证结果准确性,完善全过程质量管控节点,落实各环节责任,全面提升检测操作的规范性与检测结果的可靠性。

### 3.4 检测数据管理优化策略

完善检测数据管理体系,规范数据处理与归档流程,能够有效规避数据处理失误,保障检测数据的可追溯性与可信度。制定标准化的原始数据记录规范,明确数据记录的内容、格式与要求,全程完整记录试样信息、检测参数、环境条件、原始检测数值等核心内容,杜绝漏记、错记、随意修改数据的行为,保证原始数据真实完整。规范数据核算、分析与评定流程,统一数据计算方法与异常数据判定标准,安排专业人员对检测数据进行

逐一核算,排查计算疏漏与异常数值,建立数据异常预警机制,对偏离正常范围的数据及时启动复核流程,重新开展检测验证,确保结果准确无误。建立完善的数据归档与查阅管理制度,对所有检测原始数据、核算结果、检测报告进行分类归档,采用规范的存储方式,保障数据长期完整可查,实现检测数据全程可追溯,同时强化数据管理责任落实,安排专人负责数据审核与归档管理,杜绝数据处理失误引发的检测结论偏差,让检测数据真正成为铁路工程高性能混凝土质量管控的可靠依据。

**结束语:** 铁路工程高性能混凝土从性能要求到检测方法,再到解决检测中的问题,形成了一套完整且严谨的体系。性能要求为混凝土应用指明方向,检测方法确保其性能达标,而针对检测中试样、操作、数据等方面问题的优化策略,能有效提升检测准确性与可靠性。只有严格把控每个环节,才能让高性能混凝土切实保障铁路结构安全稳定与长效服役,为铁路工程的高质量发展筑牢根基。

### 参考文献:

- [1]郭洪伟.铁路工程高性能混凝土性能检测研究[J].佛山陶瓷,2024,34(11):87-89.
- [2]耿明阳.铁路工程高性能混凝土性能检测要点探究[J].实验室检测,2025,3(24):96-98.
- [3]郑濠金.高性能水泥混凝土配比性能的试验检测研究[J].中国水泥,2024,(12):72-74..
- [4]刘纪省.铁路耐久型高性能混凝土配合比设计及其特性论证研究[J].低碳世界,2024.02.021.
- [5]陈天艳.混凝土成本对铁路桥梁造价影响分析[J].工程机械与维修,2023(02):203-205.