

道路桥梁施工中混凝土原材料的质量控制

袁鹏坤

河南中州路桥建设有限公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i1.8658

[摘要] 道路桥梁工程质量与混凝土性能密切相关，而原材料质量是决定混凝土性能的核心因素。围绕道路桥梁施工中混凝土原材料质量控制展开研究，首先阐述了原材料质量控制对确保施工安全、减少返工成本的重要意义；随后分析了实际施工中存在的水泥质量不达标、粗细集料级配不合理、混凝土配比不科学等核心问题；最后针对性提出水泥、集料、砂料、外加剂及水的全流程质量控制措施。研究旨在从源头提升混凝土质量，保障道路桥梁结构安全稳定，降低工程成本，为道路桥梁施工中混凝土原材料质量管控提供实践参考。

[关键词] 道路桥梁施工；混凝土原材料；质量控制

Quality Control of Concrete Raw Materials in Road and Bridge Construction

Yuan Pengkun

Henan Zhongzhou Road and Bridge Construction Co., Ltd.

[Abstract] The quality of road and bridge engineering is closely related to the performance of concrete, and the quality of raw materials is the core factor determining the performance of concrete. Research is conducted on the quality control of concrete raw materials in road and bridge construction. Firstly, the importance of raw material quality control in ensuring construction safety and reducing rework costs is elaborated; Subsequently, core issues such as substandard cement quality, unreasonable gradation of coarse and fine aggregates, and unscientific concrete mix ratio in actual construction were analyzed; Finally, targeted quality control measures for the entire process of cement, aggregate, sand, additives, and water are proposed. The research aims to improve the quality of concrete from the source, ensure the safety and stability of road and bridge structures, reduce engineering costs, and provide practical reference for the quality control of concrete raw materials in road and bridge construction.

[Key words] road and bridge construction; Concrete raw materials; quality control

引言

道路桥梁作为交通基础设施的核心组成部分，其工程质量直接关系到公众出行安全和区域经济发展。混凝土凭借优异的承载性能和耐久性，成为道路桥梁施工的核心材料，而混凝土原材料的质量直接决定了混凝土最终性能，从而对整个工程的结构稳定性及使用时间造成影响。当前，某些道路桥梁的建设施工存在原材料质量管控不到位现象，引发混凝土强度不足、裂缝不断出现等质量毛病，还造成工程返工成本的上升，还埋下了潜在的安全隐患。因此，加强道路桥梁施工中混凝土原材料的质量控制研究，精准识别原材料质量问题，制定科学有效的管控措施，对于提升工程质量、保障结构安全、提高投资效

益具有重要的现实意义。本文以此为出发点，系统探讨混凝土原材料质量控制的相关内容，为工程实践提供理论支撑和技术指导。

1 混凝土原材料质量控制的研究意义

1.1 确保混凝土施工的安全性

混凝土作为道路桥梁结构的核心承重材料，其性能优劣直接决定工程结构的安全稳定性。原材料作为混凝土性能形成的物质基础，其质量波动会通过混凝土配合比传导至最终结构性能中。水泥相关的强度等级、安定性，骨料的级配分布、含泥量，外加剂适配性等关键指标若不符合规范要求，会引起混凝土出现强度低下、开裂情况、耐久性下降等问题，进而产生桥

梁结构承载能力衰减、路面损坏坍塌等安全问题。道路桥梁工程多处于露天环境,长期承受车辆荷载、环境侵蚀等复杂作用,原材料质量控制可从源头保障混凝土具备设计要求的强度、刚度和耐久性,确保结构在设计使用年限内稳定承载,有效规避施工过程中及运营阶段的结构失稳、坍塌等安全事故,保障施工人员生命安全和公众出行安全,是工程安全管理体系中不可或缺的核心环节。

1.2 减少道路桥梁工程返工成本

道路桥梁工程施工流程复杂、工期跨度大,混凝土施工涉及多个工序的协同推进,原材料质量缺陷极易导致后续施工环节出现质量问题,进而产生高额返工成本。设若原材料质量未达标,混凝土浇筑完成后或许会出现强度未达规定、表面有缺陷、结构有裂缝等质量状况,这时得把不合格构件拆除,接着重新浇筑,而且会额外消耗掉原材料、人工与机械设备资源,还会引起工期的延误,引出工期延误违约金等间接成本费用。此外,返工过程中还可能对周边已完成的施工部位造成损坏,进一步扩大经济损失。通过严格的原材料质量控制,可从源头避免因材料问题引发的混凝土质量缺陷,确保施工工序一次合格,减少返工修复的直接费用,同时保障工程按计划推进,降低工期延误带来的间接成本,提升工程整体经济效益。

2 道路桥梁施工中混凝土原材料存在的质量问题

2.1 水泥作用导致的质量问题

水泥作为混凝土胶凝材料的核心组分,其质量优劣直接主导混凝土的强度发展和结构稳定性,由水泥作用引发的质量问题在道路桥梁施工中较为常见。部分施工环节存在水泥强度等级与工程设计要求不匹配的情况,把低强度等级水泥应用到重载桥梁等高强度需求部位,会引起混凝土后期强度增长较缓慢,难以承担设计所定的荷载;把高强度等级水泥用到普通路面的时候,还易因水化热过高引起内应力产生,诱发早期裂缝生成,水泥安定性未能合格是关键质量隐患,主要源于水泥中游离氧化钙氧化镁含量超标或石膏掺量不当,这类水泥制成的混凝土在硬化过程中会因内部体积膨胀产生巨大内应力,导致结构出现不规则裂缝,严重时引发构件破坏。此外,水泥储存不当导致的受潮结块、过期变质等问题,会降低其活性,使混凝土水化反应不充分,进而导致强度下降、耐久性变差,无法满足道路桥梁长期服役的环境抗性要求。

2.2 粗细集料级配不合理

粗细集料作为混凝土的骨架支撑材料,其级配合理性直接影响混凝土的密实度、和易性及强度性能,级配不合理是道路桥梁施工中混凝土原材料常见的质量问题之一。粗集料方面,存在颗粒级配不连续、最大粒径选择不当等问题,若粗集料颗粒超出正常粗细且级配少了中间粒径,会引起混凝土内部空隙

率增大,要更多胶凝材料去填充,而且会增加成本支出,还会使混凝土的抗渗性以及密实度降低;若最大粒径过大,就容易与钢筋形成间隙,导致结构整体性有所下降,受力期间产生应力集中现象,诱发裂缝。细集料方面,常见砂的级配曲线偏离规范范围,过细砂会增大混凝土需水量,导致水胶比上升,降低强度和耐久性;过粗砂则会使混凝土和易性变差,浇筑过程中易出现离析、蜂窝等缺陷。此外,粗细集料比例失衡也会引发质量问题,粗集料过多会导致混凝土流动性不足,施工振捣困难;细集料过多则会增加混凝土收缩量,加剧裂缝产生,均会对道路桥梁结构的承载能力和使用寿命造成不利影响。

2.3 混凝土配比不科学

混凝土配比是决定其性能的核心技术参数,配比不科学是导致道路桥梁施工中混凝土质量问题的重要诱因,主要体现在配比设计脱离工程实际需求、关键参数控制不当等方面。部分施工单位未结合道路桥梁的受力特点、服役环境等因素进行针对性配比设计,采用通用配比造成混凝土性能与实际要求不一致,仿若在严寒地区未实施抗冻配比优化,极易引发混凝土冬季冻融破坏现象;处于沿海地区而未强化抗氯盐的配比,会推动钢筋加速锈蚀,关键参数把控方面,水胶比控制失误的现象最为多见,水胶比过大容易引起混凝土强度不足、干缩裂缝数量增加、耐久性变差;水胶比过小则会使混凝土流动性差,施工振捣不密实,形成内部孔隙和缺陷。此外,胶凝材料用量不足或过量、外加剂掺量不准确等问题也较为突出,胶凝材料不足会降低混凝土胶结能力,过量则会增大水化热和收缩量;外加剂掺量不当会导致其功能失效,如减水剂掺量不足无法达到预期减水效果,掺量过高则可能引发混凝土离析、缓凝等问题,严重影响混凝土质量。

3 道路桥梁施工中混凝土原材料质量控制有效措施

3.1 水泥质量控制

水泥质量控制需贯穿采购、储存、使用全流程,确保其性能符合工程设计要求。采购环节应严格筛选供应商,优先选择具有生产资质、信誉良好的厂家,进场时需要的水泥出厂合格证、质量检验报告进行核查,还要按规范的要求抽样送去检验,着重检测强度等级、安定性、凝结时间等主要参数,不合格的水泥坚决不许进场,在储存阶段要搭建专用的防雨又防潮的库房,水泥堆放的高度以不超10袋为宜,需要按出厂日期对其分批堆放,遵循原则规定,避免受潮结块或过期变质,做好库房通风散热,减少环境因素对水泥性能的影响。使用前需再次核查水泥外观状态与储存条件,若结块粒径超过规定限值需及时进行机械粉碎并采用指定孔径筛网过筛处理,经检测各项性能指标满足设计与规范要求后方可使用,施工过程需严格依据工程部位受力特性,服役环境湿度温度等条件及设计文件要

求，坚决避免错用或混用情况，确保水泥充分发挥胶凝作用，保障混凝土抗压抗拉等基础性能达标。

3.2 集料质量控制

集料质量控制需聚焦级配、杂质含量、物理性能等核心指标，构建全链条管控体系。进场检验时，需对粗细集料分别进行抽样检测，粗集料重点核查颗粒级配、最大粒径、针片状颗粒含量、含泥量等指标，确保级配连续均匀，最大粒径符合设计要求，保证针片状颗粒含量和含泥量控制在规范准许的范围之内；细集料应检测级配曲线、细度模数、含泥量、泥块含量这些项目，防止采用级配不良或杂质超标的砂料，对于级配未符合合理要求的集料，需实施人工调配，借助掺进不同粒径的集料调整级配曲线，让其符合规范准则；对于含泥量超标的集料，需进行冲洗处理，待杂质清除后重新检测，合格后方可使用。储存时需将粗细集料分仓堆放，设置隔离设施避免混杂，同时做好防雨防尘措施，防止集料受潮结块或被污染，使用前需检测集料含水率，及时调整混凝土拌合用水量，确保混凝土和易性稳定。

3.3 粗细集料砂质量控制

粗细集料中砂的质量控制需兼顾级配合理性与洁净度，保障其对混凝土骨架支撑和和易性调节的关键作用。砂料进场时需严格执行抽样送检制度，重点检测级配曲线、细度模数、含泥量、泥块含量及有害物质含量，要让级配曲线处在规范规定的连续级配范围中，细度模数满足工程设计既定要求，含泥量以及泥块含量不突破限值，防止云母、轻物质等有害物质影响到混凝土强度及耐久性，当碰到级配不良的砂料，可采用不同细度模数的砂料相互混合调配，让其级配合乎设计标准；若砂料含泥量超标，需进行冲洗处理，冲洗后再次检测合格方可投入使用。储存过程中需单独设置砂料仓，与粗集料分区隔离，防止混杂，同时做好防雨防潮措施，避免砂料受潮结块或被污染。使用前需准确检测砂料含水率，根据检测结果实时调整混凝土拌合用水量，确保混凝土配合比精准，避免因砂料含水率波动导致混凝土性能偏差。

3.4 外加剂质量控制

外加剂质量控制需围绕选型适配、掺量精准、性能稳定三大核心要点，保障其对混凝土性能的优化作用。选型阶段需结合混凝土的性能需求、工程环境及胶凝材料特性，进行针对性筛选，如高温环境施工优先选用缓凝型外加剂，若在严寒地区，优先选用抗冻型外加剂，同时要开展相容性试验以验证外加剂与水泥、集料的适配性，防止出现不相容引起的混凝土离析、缓凝异常等现象，开展进场检验时，需核对外加剂出厂合格证、性能检测报告，抽样检测减水率、凝结时间、抗压强度比等关键指标，确保符合规范要求。使用过程中需采用精准计量设备

控制外加剂掺量，严禁超量或不足掺加，掺加时需遵循分次投料原则，确保外加剂与水泥、集料充分混合均匀。储存时需按外加剂类型分仓存放，做好标识管理，避免混杂，同时严格遵循储存要求，防止外加剂因日晒、雨淋或温度变化导致性能变质，确保其使用效果稳定可靠。

3.5 水质量控制

水作为混凝土拌合的关键组分，其质量控制需重点管控杂质含量和水质指标，避免对混凝土性能产生不利影响。混凝土拌合用水优先选用饮用水，若采用非饮用水需进行严格检测，重点检测 pH 值、氯离子含量、硫酸盐含量、杂质总量等指标，保证 pH 值达到规范所定要求，氯离子含量不超过既定的限值，防止氯离子加速钢筋的锈蚀；若硫酸盐含量太高，会造成混凝土内部出现膨胀性产物，引起结构出现裂痕，面对水质不合格的那部分水源，应实施净化处理，如采用过滤去除悬浮杂质、采用中和处理调节 pH 值、采用离子交换去除有害离子等，经处理后检测合格方可使用。使用过程中需建立用水管理制度，定期对水源水质进行抽样复检，确保水质稳定。同时需精准控制拌合用水量，严格按照混凝土配合比要求计量加水，避免因用水量波动导致水胶比偏差，进而影响混凝土强度和耐久性。储存和输送过程中需确保供水设施洁净，避免管道锈蚀、污染导致水质下降，保障拌合用水质量始终符合规范标准。

结束语

综上所述，道路桥梁施工中混凝土原材料质量控制是保障工程质量与安全的关键环节，直接关系到工程的使用寿命和经济效益。本文通过分析原材料质量控制的研究意义，梳理了水泥、集料、配比等方面存在的核心质量问题，并针对性提出了各原材料全流程管控措施。在实际施工中，需严格落实各项质量控制要求，构建常态化管控机制，从源头规避质量隐患。未来，随着施工技术的发展，应进一步探索智能化、精细化的质量管控手段，持续提升混凝土原材料质量控制水平，为道路桥梁工程的高质量建设提供坚实保障。

[参考文献]

- [1]王正存.桥梁施工中混凝土原材料质量控制研究[J].运输经理世界, 2024, (27): 139-141.
- [2]葛延硕.道路桥梁施工中混凝土原材料的质量控制[J].工程建设与设计, 2023, (06): 204-206.
- [3]王浩.道路桥梁施工过程中混凝土原材料的质量控制探析[J].中国建筑装饰装修, 2022, (06): 42-44.
- [4]唐娱瑛, 常昇宏, 杨明华.道路桥梁施工中混凝土原材料的质量控制探讨[J].建材发展导向, 2021, 19(04): 16-17.
- [5]郑敏楠.道路桥梁施工过程中混凝土原材料的质量控制探析[J].居舍, 2020, (25): 33-34.