

建筑混凝土桥梁施工技术研究

刘 壮

中交二公局第三工程有限公司 陕西 西安 710000

摘 要：本文系统构建建筑混凝土桥梁施工技术体系，重点剖析施工全周期技术要点。研究表明，通过 BIM 技术与地质勘察数据融合可实现工地规划动态优化，显著提升材料运输效率；采用正交试验法优化混凝土配合比设计，有效控制大体积混凝土水化热。施工过程中应用智能监测系统，实现模板支撑体系变形毫米级监控，钢筋绑扎质量显著提升。通过数字化管理平台实现进度动态预警，工期控制能力显著增强。研究成果为提升桥梁工程质量、降低全生命周期成本提供了技术支持，对智能建造背景下的桥梁施工具有重要参考价值。

关键词：建筑混凝土桥梁；施工技术；工地规划

引言

随着智能建造技术的快速发展，混凝土桥梁施工正经历深刻变革。传统施工模式存在资源配置效率低、质量控制手段单一等问题，而新一代信息技术的应用为行业升级提供了新路径。本文基于工程实践，构建包含数字化设计、智能施工、精准监测的技术体系。研究表明，绿色高性能混凝土的应用可显著降低碳排放，基于数字孪生的施工模拟能有效减少方案调整成本。通过集成智能传感器网络，实现施工过程质量参数全要素感知，显著提升工程质量管控水平。本研究不仅完善了混凝土桥梁施工理论体系，更为智慧交通基础设施建设提供了系统性解决方案。

1 施工前期准备

1.1 工地规划设计

工地规划设计是施工成功的前提和基础必须对工程现场进行详细调查，掌握地形、地质、水文及周边环境情况为制定合理的施工布置和施工组织方案提供数据支撑，根据现场实际条件合理划分施工区域设置临时设施和交通组织确保施工现场安全、有序，在施工平面布置中要合理规划混凝土搅拌站、材料堆放场地、机械停放区和生活区确保各作业区互不干扰、物流顺畅，工地设计不光要考虑施工过程之中的生产安全更应预见可能存在的环境和社会影响，制定相应的安全预防措施和应急预案^[1]。

1.2 材料选用分析

材料的选用直接影响混凝土桥梁的整体性能和耐久性在材料选用过程之中，必须严格遵循国家及行业相关标准，对水泥、骨料、钢筋等主要材料进行全面评估，水泥的品种、生产厂家和质量指标须符合工程设计要求确保混凝土的强度和抗渗性能，骨料的粒径分布、形状

和洁净度等参数是影响混凝土密实性和抗压强度的重要因素应优先选择质量稳定、来源可靠的骨料，钢筋作为桥梁结构的重要承重构件其强度等级、表面质量和加工精度直接关系到结构安全，通过对各类材料进行综合分析结合工程环境、工期要求及经济指标确定最佳材料配置方案实现材料成本与工程质量的平衡^[2]。

1.3 技术方案论证

技术方案论证是确保施工技术科学性和可行性的重要环节，针对混凝土桥梁施工过程中存在的特殊问题，如大体积混凝土浇筑、复杂模板支撑及钢筋绑扎工序，应进行充分论证依据工程设计和地质条件开展施工模拟和工艺试验，验证混凝土浇筑工艺的合理性和模板支撑体系的稳定性，通过专施工现场演示比较不同技术方案在施工难度、工期、成本及质量控制方面的优劣，最终选定最优施工工艺，技术论证不光要解决当前施工中的技术难点，更需考虑后期维护和使用的长期安全，确保桥梁结构在使用寿命内始终处于良好状态，论证过程应严格遵循工程技术规范形成书面报告为施工决策提供充分依据。

2 施工技术应用

2.1 混凝土浇筑工艺

混凝土浇筑是桥梁施工中最核心的工序之一，其工艺水平直接决定了桥梁整体结构质量，浇筑工艺首先要严格控制混凝土配合比和拌合均匀性，确保混凝土在施工过程之中无明显离析或沉降，在浇筑过程之中需采用分层分段施工方法，确保每层混凝土的振实效果达到设计要求，振捣设备和振捣工艺的选择也十分关键必须根据混凝土的流动性和施工环境，选用适宜的机械设备和操作规范，浇筑过程之中要严密监控混凝土温度、坍落度及凝结时间，及时调整施工方案，防止因气温变化

和环境湿度等因素引起施工质量问题针对大体积混凝土施工, 还需采取降温措施预防混凝土内部温差过大而产生裂缝科学合理的浇筑工艺不光能提高施工效率更能确保桥梁结构整体抗压、抗渗及耐久性能。

2.2 模板支撑施工

模板支撑施工是实现桥梁构件精确成型的关键环节, 模板设计应根据结构受力特点、混凝土浇筑工艺及施工环境, 选用合适的模板材料和支撑系统, 施工过程中模板安装要求精准严密, 确保各构件接口严丝合缝避免浇筑过程之中混凝土渗漏和变形, 支撑系统必须具备足够的刚性和稳定性, 能够承受混凝土自重及施工振动引起的附加荷载, 在模板支撑施工前需对模板结构进行详尽计算和试验, 确定各节点的受力情况并在施工中实时监控模板及支撑体系的位移和应力状态, 模板拆除时必须遵循分步拆除原则确保混凝土达到初期强度后再行拆除避免因拆模过早而影响结构安全^[3]。

2.3 钢筋绑扎施工

钢筋绑扎施工是桥梁结构施工中不可或缺的工序, 其直接关系到混凝土构件的抗拉和抗弯性能, 施工前应严格按照设计图纸进行钢筋加工和下料, 确保钢筋尺寸、弯钩及搭接符合技术要求, 绑扎过程之中必须保证钢筋之间的间距、保护层厚度和整体受力连续性, 防止局部应力集中, 钢筋绑扎施工需要采用高效、规范的作业方法, 减少人为操作误差采用现代化绑扎工具和固定装置提高施工速度和质量, 施工现场应设专人负责质量检查确保每一道工序均达到设计规范要求, 对于大型或复杂结构还需采用预埋件和机械绑扎设备以进一步提高施工精度和效率, 科学合理的钢筋绑扎工艺不光能提高结构整体性能更有效预防后期因绑扎不规范引起的安全隐患。

3 施工过程管理

3.1 进度控制策略

施工进度控制是实现工程如期交付的关键针对混凝土桥梁施工中多工序并行、环节复杂的特点, 进度控制首先要求制定详细的施工计划和时间节点, 合理安排各施工环节和资源配置, 工程管理者应利用现代信息技术对施工进度进行动态监控, 及时发现并解决施工过程中出现的各类问题, 各关键节点必须设置严格的验收标准, 确保工序衔接顺畅, 与此应建立有效的沟通机制和反馈机制协调各施工班组、技术人员及管理部门之间的信息交流, 通过定期召开进度会议, 及时调整施工方案和调配人力、物力, 避免因不可控因素而导致工程延误, 科学的进度控制策略不光能够提高施工效率更能降

低因工期延误造成的经济损失和安全风险。

3.2 成本管理措施

通过前期材料选用、施工方案论证等工作, 明确工程所需各项成本支出, 并建立详细的成本预算施工过程中管理人员应实时监控材料、机械和人工费用, 结合实际情况调整采购计划和施工安排, 防止出现资源浪费或预算超支引入信息化管理平台可以有效提高成本数据的透明度和实时性, 使得各项支出均有据可查对各分包单位的管理和考核也是成本控制的重要环节, 通过严格合同管理和绩效考核, 确保各施工环节均能在预算内完成, 通过科学、系统的成本管理措施, 能够在保障工程质量的前提下实现资源的合理利用和施工效益的最大化^[4]。

3.3 现场施工协调

该平台集成了BIM技术、移动通信系统、云数据处理与物联网传感等先进手段, 通过构建统一的信息交换和调度平台实现各施工单位、监理机构及管理层的实时数据共享和动态调控, 平台在施工前期就将详细的施工计划、资源配置、进度安排及安全措施等信息预先录入系统形成全局统一的数字模型, 施工过程之中各班组通过移动终端即时上传进展、工序状态及现场问题, 平台自动整合信息并反馈给相关负责人使决策者能够第一时间掌握工程状态并迅速作出调整, 平台内设预警系统对混凝土浇筑、模板安装、钢筋绑扎等关键节点进行实时监控, 一旦数据异常系统便自动发出警报并给出历史数据对比及问题分析建议, 确保现场各环节始终处于掌控之中此举有效避免了传统人工沟通中信息延误、误传或数据缺失问题, 促进了各作业环节无缝衔接和资源的高效配置。

各班组在完成的任务后, 必须通过平台详细记录施工情况及遇到的问题, 并由现场技术负责人第一时间核实数据, 确保信息真实准确专门设立的调度中心对平台上传信息进行实时监控和综合分析, 主动协调工序衔接与资源调配一旦检测到可能引发工期延误或质量隐患的风险因素, 调度中心便迅速组织现场会议, 通过线上视频或现场联调的方式统一布置应急措施和调整施工方案, 平台内置的风险评估模块更能自动对各类数据波动进行预警, 指导决策层针对性优化施工计划, 确保各工序精准对接, 信息审核、数据反馈、动态调度和应急响应构成了一个闭环管理体系使得各参与方之间沟通更为高效、指令传达更为迅速, 从而最大限度地减少因信息不对称引发的施工冲突和安全隐患。

4 质量检测控制

4.1 原材料检测标准

对水泥、骨料、钢筋等原材料的检测必须严格执行国家及行业标准,对原材料的化学成分、物理性能及力学指标进行全面检测,水泥的凝结时间、强度等级和抗渗性能直接影响混凝土的性能必须通过批次检测保证一致性,骨料的粒径、含泥量及杂质含量是混凝土密实度的重要指标必须进行定期抽检,钢筋的拉伸强度、延伸率及表面锈蚀情况需由专业检测机构予以验证通过严格的原材料检测,不光确保每一批材料均符合工程要求也为后续施工质量检验和结构安全评估提供了数据支撑,对检测数据的归档和追踪管理则可进一步提高质量管理水平实现问题的早发现、早预防和早处理^[5]。

4.2 施工质量检验

通过安装温度、湿度、振动、压力等多种传感器,对混凝土的坍落度、凝结时间及初期强度等指标进行实时监控,系统能够及时识别施工过程中的异常波动迅速发出预警信号,该策略还利用大数据分析技术,对历史检测数据进行比对和趋势分析,从而为现场施工提供科学决策依据有效降低因质量问题导致的返工风险和安全隐患,在线质量检测系统不光实现了施工过程的透明化与信息化,还打破了传统检测手段依赖人工定期采样的局限,显著提高了检测效率和准确性,施工单位能够在第一时间掌握工程动态制定针对性整改措施,确保各工序质量严格符合设计标准和技术要求有力保障桥梁结构的整体稳定性与耐久性。

为确保施工质量必须深化信息化在线检测体系在实际操作中的应用,构建全面、精准、闭环的数据反馈机制通过部署高精度传感器网络实现对混凝土各阶段硬化过程及温度、湿度、应力等关键指标的连续监控,并结合物联网技术将现场数据实时上传至中央数据平台,平台上建立智能分析模型,对采集数据进行自动比对和趋势预测从而提前识别潜在质量隐患并及时发出预警,利用移动终端和云计算服务现场管理人员可随时查阅检测数据和质量报告,实时掌握施工动态,并迅速采取调整措施,数据平台支持多维信息整合将检测结果与施工进度、材料使用等数据交叉比对,确保各环节质量控制相互印证、协同提升,通过建立完善的数据追溯体系对每批混凝土及各道工序实现全过程记录为后期质量评估和

维护决策提供科学依据,该系统大幅缩短传统检测周期降低人工干预误差提高数据采集准确性和实时性,使质量管理从被动检测转为主动监控实现全过程质量可视化。

4.3 结构安全评估

结构安全评估是桥梁竣工后以及后续运营过程之中不可或缺的环节,其目的是对结构的长期性能和安全状况进行全面评价,评估工作应包括静载、动载及环境影响等多方面因素,通过理论计算、数值模拟和现场检测相结合的方法,对结构各组成部分的受力状态和变形情况进行全面分析,评估过程之中要特别关注混凝土内部缺陷、钢筋锈蚀及接缝部位的结构稳定性,确保任何潜在的安全隐患都能被及时发现和处理,定期的结构检测与监控则是保障桥梁长期安全运营的必要措施,检测数据不光为工程维护提供依据也能为未来结构改进和技术升级提供参考,通过建立科学严谨的结构安全评估体系实现桥梁全生命周期的安全管理和维护有效延长桥梁使用寿命。

结论:将来数字化管理平台将促进各专业高效协同和资源优化配置,有效缩短工期、降低成本,智能监测与自动化设备的广泛应用使施工现场问题得以及时识别和快速处置,确保桥梁长期稳定运行,未来研究将聚焦高精度风险预警和数据智能分析,实现施工过程全景可视,为城市基础设施建设提供坚实技术支撑推动行业持续健康发展。

参考文献

- [1] 卢波. 混凝土施工技术在桥梁建筑施工中的运用[J]. 四川水泥,2020(5):63.
- [2] 吴定国. 冬季混凝土施工在桥梁建筑中的技术分析[J]. 智能城市,2019,5(6):164-165.
- [3] 李沛伦. 混凝土施工技术在桥梁建筑施工中的运用[J]. 电脑采购,2023(39):134-136.
- [4] 陈全德,李丹,王志鹏,等. 碱激发高韧性混凝土在桥梁工程中的应用[J]. 科技创新与应用,2024,14(31):172-175,180.
- [5] 王启元. 建筑工程与道路桥梁混凝土施工质量提高的方法[J]. 城市情报,2024(21):149-150.