

土木工程建筑中混凝土结构的施工工艺分析

杨军锋

四川二滩建设咨询有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i6.4863

[摘要] 聚焦土木工程混凝土结构施工,梳理“材料适配—工艺匹配—质量管控”核心逻辑,解析模板支护、拌制运输、浇筑振捣及养护等核心工艺环节,探讨绿色施工、智能化技术应用及特殊环境适配等工艺优化路径,阐述全流程质量控制要点及常见问题应对策略,为提升混凝土结构施工质量与效率提供支撑。

[关键词] 土木工程; 混凝土结构; 施工工艺; 质量控制; 材料适配

中图分类号: TU755 **文献标识码:** A

Construction Process Analysis of Concrete Structures in Civil Engineering Buildings

Junfeng Yang

Sichuan Ertan Construction Consulting Co., Ltd.

[Abstract] Focusing on concrete structure construction in civil engineering, this paper organizes the core logic of "material compatibility - process matching - quality control". It analyzes key process steps including formwork support, mixing and transportation, pouring and vibration, and curing. It explores process optimization pathways such as green construction, application of intelligent technologies, and adaptation to special environments. It elaborates on full-process quality control points and strategies for addressing common issues, providing support for improving the quality and efficiency of concrete structure construction.

[Key words] Civil engineering; Concrete structure; Construction process; Quality control; Material compatibility

引言

混凝土结构因承载能力强、耐久性好等优势,在土木工程中应用广泛,其施工工艺合理性直接关乎工程质量与安全。当前施工环境日趋复杂,绿色化、智能化发展需求凸显,对施工工艺提出更高要求。基于此,需系统解析核心工艺环节,探索优化方向与质量控制方法,助力解决施工中的技术难题,推动混凝土结构施工技术升级。

1 土木工程建筑中混凝土结构施工工艺的核心逻辑与前期准备

混凝土结构施工是一项系统性工程,需遵循“材料适配—工艺匹配—质量管控”的核心逻辑,前期准备工作的完备性直接奠定施工质量基础。前期准备涵盖材料选型与配比设计、施工设备调试、技术参数确定三大核心模块。材料选型需聚焦水泥强度等级、骨料级配、外加剂类型的适配性,结合结构承载要求与使用环境筛选优质原材料,避免因材料性能不达标引发结构缺陷。配比设计需综合考虑强度等级、工作性、耐久性等指标,通过试验优化胶凝材料用量、水胶比、骨料掺量等参数,确保混凝土拌合物具备良好的流动性、黏聚性与保水性。施工设备需提前调试,重点检查搅拌设备的计量精度、振捣设备的振动频

率、运输设备的密闭性,保障施工过程连续稳定。技术参数确定需结合结构设计图纸,明确模板支护的承载力要求、浇筑顺序、养护周期等关键参数,制定针对性施工方案,为后续施工环节提供技术依据^[1]。

2 土木工程建筑中混凝土结构施工核心工艺环节解析

2.1 模板支护工艺

模板支护的核心要求是具备足够的承载力、刚度与稳定性,能有效抵抗混凝土浇筑过程中的侧压力与施工荷载,避免出现变形、漏浆等问题。模板材料选择需结合施工需求,常见的钢模板具有强度高、周转次数多、表面平整等优势,适用于大面积、标准化结构施工;木模板则具备加工灵活、适配性强等特点,适用于异形结构或小范围施工。模板安装需遵循“先支后拆、先非承重后承重”的原则,安装前需精准放线,确保模板定位偏差控制在允许范围之内。模板拼接处需采用密封措施,可铺设密封胶条或粘贴海绵条,防止浇筑过程中出现漏浆现象。支撑体系需采用满堂支架、斜撑、对拉螺栓等组合形式,支架立杆底部需设置垫板,增强受力稳定性,对拉螺栓间距需结合侧压力计算确定,确保模板受力均匀。模板安装完成后需进行验收,重点检查模板

标高、截面尺寸、支撑牢固性等指标,验收合格后方可进入下道工序。

2.2 混凝土拌制与运输工艺

混凝土拌制需严格控制搅拌参数,确保拌合物质量均匀稳定。拌制前需对原材料进行计量,水泥、骨料、外加剂等原材料的计量偏差需控制在规范允许范围之内,尤其需精准控制水胶比,避免因水量过多或过少影响混凝土强度。搅拌顺序需遵循“骨料—水泥—外加剂—水”的原则,先将骨料与水泥干拌均匀,再加入外加剂与水进行湿拌,搅拌时间需根据搅拌设备类型与拌合物稠度确定,一般不少于90秒,确保拌合物无离析、泌水现象。混凝土运输需保障拌合物的工作性,运输过程中需避免出现离析、分层等问题。运输设备需采用密闭式搅拌运输车,运输过程中需保持低速搅拌,运输时间需严格控制,常温环境下不宜超过2小时,高温或低温环境下需缩短运输时间,必要时采取保温或降温措施。运输至施工现场后,需对混凝土拌合物的坍落度进行检测,若坍落度不符合要求,需在专业技术人员指导下调整,严禁擅自加水^[2]。

2.3 混凝土浇筑与振捣工艺

浇筑与振捣直接影响结构的密实度与力学性能,浇筑前需对模板、钢筋、预埋件等进行再次检查,确保无杂物、钢筋保护层厚度符合要求。浇筑顺序需结合结构特点确定,一般采用“由低向高、分层浇筑”的原则,分层厚度需根据振捣设备性能与混凝土坍落度确定,插入式振捣器的分层厚度不宜超过500mm,表面振动器的分层厚度不宜超过200mm。浇筑过程中需保持连续作业,若因特殊情况出现施工缝,需在规范允许位置设置,施工缝处需进行凿毛处理,清除浮浆与杂物,浇筑前铺设一层同配合比的水泥砂浆,增强新旧混凝土的粘结力。振捣工艺需遵循“快插慢拔、分层振捣”的原则,插入式振捣器的振捣点需均匀布置,间距不宜超过振捣器作用半径的1.5倍,振捣时间需控制在20-30秒,以混凝土表面呈现浮浆、不再下沉、无气泡冒出为宜,避免振捣不足导致结构密实度不够,或振捣过度引发骨料离析。对于钢筋密集区域、预埋件周边等振捣难点部位,需采用小型振捣器精准振捣,确保振捣到位。

2.4 混凝土养护工艺

养护的核心是维持混凝土表面湿润,控制温度变化,避免因水分蒸发过快或温差过大引发裂缝。养护时间需根据混凝土强度等级与使用环境确定,普通硅酸盐水泥拌制的混凝土养护时间不少于7天,掺加缓凝剂或有抗渗要求的混凝土养护时间不少于14天。养护方式需结合施工条件选择,常见的洒水养护适用于常温环境,需定时对混凝土表面洒水,保持表面持续湿润;覆盖养护可采用土工布、麻袋、塑料薄膜等覆盖材料,减少水分蒸发,塑料薄膜覆盖需确保密封严密,形成保湿环境;蒸汽养护适用于低温环境或对强度增长有特殊要求的混凝土,需控制蒸汽温度与升温、降温速率,避免温差过大引发裂缝。养护过程中需加强温度监测,尤其是大体积混凝土,需采取分层养护、埋设测温元件等措施,控制内外温差不超过25℃,及时调整养护方案。

3 土木工程建筑中混凝土结构施工工艺优化与质量控制要点

3.1 绿色施工导向下的工艺优化

在绿色建筑理念推广背景下,混凝土结构施工工艺需朝着节能、降耗、环保方向优化。材料层面,推广再生骨料混凝土、高性能混凝土等绿色材料,再生骨料需经过破碎、筛分、清洗等处理,确保性能达标,替代部分天然骨料,减少资源消耗;高性能混凝土通过优化配比、掺加矿物掺合料(如粉煤灰、矿渣粉),提升混凝土强度与耐久性,减少水泥用量,降低碳排放。施工环节,优化混凝土拌制工艺,采用精准计量搅拌设备,减少原材料浪费;推广清水混凝土施工工艺,减少后续装饰装修环节,降低材料消耗与环境污染;采用移动式搅拌站,缩短运输距离,减少运输过程中的能耗与尾气排放。废弃物处理方面,对施工过程中产生的混凝土废渣进行回收利用,加工成再生骨料,实现资源循环利用;妥善处理外加剂包装、模板废料等,避免环境污染^[3]。

3.2 智能化技术在施工工艺中的融合应用

智能化技术的融合应用的是提升混凝土结构施工精准度与效率的重要路径。在混凝土拌制环节,采用智能搅拌控制系统,结合传感器与物联网技术,实时监测原材料计量、搅拌时间、拌合物性能等参数,自动调整搅拌参数,确保拌合物质量稳定;在运输环节,通过GPS定位与实时监控,跟踪运输车辆位置与行驶状态,优化运输路线,控制运输时间,同时监测拌合物温度与坍落度变化,及时反馈信息。在浇筑与振捣环节,推广智能振捣机器人,结合BIM技术建模,精准规划振捣路径与振捣时间,避免振捣不足或过度;采用混凝土浇筑厚度监测系统,通过超声波传感器实时监测浇筑厚度,确保分层浇筑符合要求。在养护环节,应用智能养护系统,结合温湿度传感器,自动控制洒水频率、蒸汽温度等养护参数,实现养护过程的自动化与精准化。此外,BIM技术可贯穿施工全流程,通过三维建模模拟施工过程,提前预判施工难点与风险点,优化施工方案,减少施工失误。

3.3 特殊环境下的施工工艺适配优化

土木工程施工环境复杂多样,高温、低温、高原、滨海等特殊环境对混凝土结构施工工艺提出特殊要求,需针对性优化适配。高温环境下,混凝土施工易出现水分蒸发过快、坍落度损失大、裂缝风险高等问题,需优化材料配比,选用缓凝型外加剂,降低水化热;合理安排施工时间,避开中午高温时段,选择清晨或傍晚施工;运输设备与浇筑现场需采取遮阳降温措施,在混凝土表面覆盖保湿材料,加快洒水养护频率。低温环境下,混凝土强度增长缓慢,易出现受冻破坏,需采用保温养护措施,选用早强型水泥或掺加防冻剂,确保混凝土在受冻前达到临界强度;搅拌过程中可对水或骨料进行加热,提升拌合物初始温度;浇筑完成后及时覆盖保温材料,必要时采用蒸汽养护或电加热养护。高原环境下,因气压低、氧气不足,混凝土水化反应缓慢,需优化配比,增加水泥用量或掺加高效外加剂,提升水化反应速率;加强养护保温,减少温度散失;必要时采用机械通风,改善施工环境。滨海环境下,混凝土易受氯离子侵蚀,需选用抗渗、抗冻、耐腐

蚀的高性能混凝土, 掺加阻锈剂; 加强保护层厚度控制, 采用防腐涂层或阴极保护技术; 养护过程中避免海水直接接触混凝土表面^[4]。

3.4 施工全流程质量控制要点

混凝土结构施工质量控制需贯穿原材料进场、施工过程、成品验收全流程。事前预防阶段, 严格原材料进场检验, 对水泥、骨料、外加剂等原材料进行抽样检测, 核查质量证明文件, 不合格材料严禁进场; 优化施工方案, 结合工程特点与施工环境, 制定针对性的质量控制措施, 明确各环节质量标准与责任人; 加强施工人员技术培训, 提升施工人员的专业素养与操作技能, 确保施工工艺规范实施。事中控制阶段, 强化各工艺环节的过程监测, 原材料计量需实时监控, 确保配比精准; 模板安装后需进行专项验收, 重点检查刚度、稳定性与密封性; 混凝土浇筑过程中, 监测坍落度、浇筑厚度、振捣质量等参数, 及时调整施工操作; 养护过程中, 定时监测温湿度, 确保养护条件达标。对于大体积混凝土、异形结构等重点部位, 需设置专项质量控制点, 加强全过程跟踪监测, 及时发现并解决质量问题。事后验收阶段, 严格按照规范要求对成品检测, 采用回弹法、超声回弹综合法等检测混凝土强度, 采用超声波检测法检测结构内部缺陷, 采用尺量法检测结构尺寸与位置偏差; 对检测不合格的部位, 制定专项整改方案, 整改完成后重新检测, 确保结构质量符合要求。

3.5 施工工艺常见问题及应对策略

混凝土结构施工过程中, 受材料性能、施工操作、环境因素等影响, 易出现裂缝、蜂窝、麻面、露筋等质量问题, 需结合问题成因制定针对性应对策略。裂缝是最常见的质量问题, 成因包括水化热过高、养护不当、温差过大、施工缝处理不到位等, 应对策略需结合裂缝类型与大小, 表面裂缝可采用密封胶封堵或水泥砂浆修补, 深层裂缝需采用压力注浆法修补, 同时优化施工工艺, 控制水化热, 加强养护, 减少裂缝产生。蜂窝与麻面多因

模板表面不洁、漏浆、振捣不足、混凝土拌合物离析等导致, 应对策略需清理模板表面杂物, 加强模板密封, 确保振捣到位, 优化混凝土配比, 避免拌合物离析, 出现蜂窝麻面后, 需凿除缺陷部位, 采用高一等级的水泥砂浆或细石混凝土修补。露筋主要因钢筋保护层厚度不足、模板漏浆、混凝土振捣不密实等导致, 应对策略需精准控制钢筋保护层厚度, 设置垫块, 加强模板密封与振捣质量, 露筋部位需清理钢筋表面铁锈, 凿除周边松散混凝土, 采用高一等级的细石混凝土修补。此外, 还需防范混凝土强度不足、结构尺寸偏差过大等问题, 通过强化质量控制、优化施工工艺, 提升结构施工质量^[5]。

4 结语

混凝土结构施工工艺涉及多环节协同, 核心在于把控材料适配、工艺规范及质量管控关键点。通过绿色化优化、智能化融合及特殊环境适配, 可有效提升施工科学性与安全性。全流程质量控制与常见问题精准应对, 是保障结构性能的核心。未来需持续推动施工工艺创新, 结合新技术、新理念, 进一步提升土木工程混凝土结构施工水平。

[参考文献]

- [1] 尚同悦. 土木工程建筑中混凝土结构的施工工艺分析[J]. 价值工程, 2025, 44(21): 24-26.
- [2] 潘腾飞. 土木工程建筑中混凝土结构的施工工艺[J]. 建材发展导向, 2025, 23(6): 40-42.
- [3] 曹乾洲, 王秀红. 土木工程建筑中混凝土结构的施工技术分析[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(21): 82-84.
- [4] 黄俊杰, 赵美玖. 土木工程建筑中混凝土结构施工技术探讨[J]. 散装水泥, 2025(5): 34-36.
- [5] 南建平. 土木工程建筑中钢筋混凝土结构施工技术和质量控制探讨[J]. 产品可靠性报告, 2025(7): 199-200.