

建筑工程混凝土施工技术质量控制研究

金德腾

浙江瀚木建设集团有限公司 浙江温州 325000

摘要：本文聚焦建筑工程混凝土施工技术的质量控制关键环节。通过系统梳理胶凝材料选型、骨料级配优化、外加剂匹配等基础要素，构建全过程质量管控体系。针对搅拌运输、泵送浇筑、振捣成型等工序提出操作规范，建立分层浇筑与特殊部位处理的技术标准。结合养护制度设计与缺陷防治策略，形成涵盖检测验收、管理机制的质量闭环。研究表明，科学配置原材料参数、精准控制施工工艺、强化过程监测可显著提升混凝土结构耐久性，为建筑工程质量提供可靠保障。

关键词：混凝土施工；质量控制；技术管理；建筑工程

建筑工程施工中，混凝土作为核心结构材料，其质量直接关乎工程安全与使用寿命。当前行业存在原材料性能波动、施工工艺执行偏差、质量检测手段单一等问题，导致裂缝、渗水等质量通病频发。本研究立足工程实践需求，围绕混凝土生产全链条展开系统性分析，从原材料遴选到成品验收，构建多维度质量控制体系。通过解析各环节技术要点与风险因素，提出针对性优化措施，旨在突破传统经验型管理的局限，推动混凝土施工向精细化、标准化方向发展。

一、混凝土原材料质量控制基础

1. 胶凝材料的选型原则

水泥作为混凝土的主要胶凝物质，其性能特征直接影响着混合料的工作特性及硬化后的力学性质。硅酸盐系列水泥因其早期强度高特点适用于紧急抢修工程，而普通硅酸盐水泥则因综合性能均衡成为民用建筑的首选。矿渣掺量的调节可实现水化热的有效控制，这对大体积混凝土尤为重要。粉煤灰的火山灰效应不仅能改善新拌混合物的流动性，更能通过二次水化反应增强后期强度发展。选择特定品种的复合水泥时，需全面评估工程项目所在地的环境温湿度条件、结构荷载特征以及特殊功能需求。袋装水泥的储存期限与散装水泥仓的密封性能，均会对水泥活性产生显著影响。定期抽检水泥细度、凝结时间和安定性，可及时剔除不符合国家标准的产品。运输过程中采取防潮防雨措施，避免结块现象的发生，是保障水泥品质的基础要求。

2. 骨料级配的科学配置

粗骨料的粒径分布决定着混凝土骨架的稳定性，连续级配的设计能使颗粒间形成紧密堆积。碎石表面粗糙

的特征赋予其良好的界面粘结性能，适用于承受动载作用的结构部位。卵石虽具有更好的流动性能，但在高强混凝土中的应用受限。细骨料的细度模数影响着浆体填充效果，天然砂与人工砂按比例复配可获得理想的空隙率。含泥量超标会导致需水量异常增加，进而降低硬化体的抗渗性能。机制砂生产过程中产生的石粉含量需严格控制，过量石粉会削弱界面过渡区的强度。骨料堆场应设置防离析设施，不同规格的材料分区存放并标识清晰。装载机取料时的分层抽取作业，可有效减少级配变异。每日开盘前对骨料含水率进行快速测定，为施工配合比调整提供依据。

3. 外加剂的性能匹配

减水剂分子链的空间构型影响着吸附分散效果，聚羧酸系高分子聚合物展现出优异的减水效能。缓凝剂的作用机理在于延缓水泥矿物的水化速率，硼酸盐类物质特别适用于高温季节施工。引气剂引入的微气泡可缓解冻融循环破坏，但对耐磨性能存在负面影响。膨胀剂的水化产物能补偿收缩变形，但其掺量不当可能引发延迟性钙矾石生成。复合外加剂的使用需考虑各组份间的相容性，避免发生沉淀或失效现象。液体外加剂的浓度波动会影响计量精度，建议采用专用容器定量稀释。固体粉末状外加剂易受潮结块，储存环境应保持干燥通风。现场试验确定最佳掺量范围，既能发挥外加剂功效，又可防止过度添加带来的副作用。

二、混凝土搅拌与运输过程控制

1. 强制式搅拌机的操作规范

双卧轴搅拌机的内部螺旋叶片排列角度，决定了物料运动的轨迹特征。投料顺序遵循先骨料后胶凝材料的

基本原则,干拌时间长短影响着混合均匀度。加水阶段的水流速度需与搅拌转速协调配合,防止局部区域出现过饱和状态。单次搅拌周期内,不同时刻取样检测坍落度,可判断离析倾向。冬季施工时预热水温不得超过规定限值,避免假凝现象发生。搅拌机衬板磨损程度直接影响搅拌效率,定期更换磨损部件可维持设备性能。清洗废水经沉淀处理后回收利用,既节约资源又保护环境。操作人员需记录每次搅拌的起始时间、结束时间及异常情况,形成完整的生产日志。

2. 运输设备的保质措施

混凝土搅拌运输车的罐体转速调控至关重要,转运途中保持低速旋转可防止分层离析。夏季高温时段宜采用遮阳罩覆盖罐体,减少日光直射导致的温升。冬季低温环境下,运输车罐体可加装保温棉层,延缓热量散失。卸料前的高速反转动作能消除粘附在内壁的残余混凝土。运输路线规划需避开交通拥堵路段,缩短运送时间。到达施工现场后,严禁向车内任意加水改变稠度。残留混凝土清理工作应在指定地点进行,防止污染场地。调度系统实时监控车辆位置,确保供需平衡。

3. 泵送施工的特殊要求

混凝土泵车的输送管径选择取决于最大骨料粒径,弯管部位的曲率半径影响流动阻力。垂直向上泵送时,启动阶段应采用低速试压,逐步过渡到正常流速。水平管路布置需保持直线段长度,减少弯头数量。润滑膏涂抹要均匀,防止管壁挂浆堵塞。活塞缸行程末端的压力峰值监测,可预警堵管风险。暂停泵送时,每隔几分钟正反泵几次,防止管道沉降。清洗球放入海绵球前,先用砂浆润湿管道内壁。遇到堵管情况,立即切换备用泵管,避免长时间停机造成冷缝。

三、混凝土浇筑与成型工艺控制

1. 分层浇筑的技术要点

柱墙构件宜采用串筒导流方式下料,自由倾落高度超过两米时应设置溜槽。楼板浇筑从短边开始向长边推进,有利于排除泌水。台阶式分层法适用于大体积基础,每层厚度控制在振动棒作用半径范围内。斜坡式浇筑方案利用重力辅助排气,特别适合拱形结构。新旧混凝土结合面需凿毛处理,露出石子但不破坏下层结构。施工缝处设置止水钢板,既可阻挡地下水渗透,又能引导应力释放。夜间施工照明充足,便于观察混凝土流动状态。浇筑过程中安排专人值守模板支撑系统,发现变形立即加固。

2. 机械振捣的合理应用

插入式振动棒的作用半径与频率成正比,插点间距

不宜大于作用半径的一倍半。快插慢拔的操作手法可避免带出表层砂浆。梁柱节点等钢筋密集区,改用小型振动棒补充振捣。平板式振动器适用于楼板表面找平,行走速度均匀以保证全覆盖。附着式振动器安装在模板外侧,用于薄壁构件的辅助振捣。振动时间以混凝土不再显著下沉、表面泛浆为准,过振会导致粗骨料下沉。雨季施工时,振动设备要做好防雨措施,防止漏电事故。操作工人佩戴防护手套,避免长时间握持产生的震动伤害。

3. 特殊部位的处理措施

预留孔洞周围的钢筋加密区,需特别注意混凝土充盈度。预埋件安装位置准确,固定牢靠防止移位。后浇带两侧设置挡板,防止杂物落入。伸缩缝处的沥青木丝板隔离层,既要保证完全断开,又要便于后续封堵。悬挑构件端部负筋的保护层厚度,直接影响耐久性。钢结构表面的除锈等级达到Sa5级,涂刷界面剂增强粘结。冬期施工时,加热养护的温度梯度控制,防止温差裂缝产生。所有这些细节处理,都需要专项技术交底和过程监督。

四、混凝土养护与缺陷防治

1. 养护制度的科学制定

自然养护条件下,覆盖保湿材料的透气性能影响水分蒸发速率。塑料薄膜包裹严密,可有效锁住内部水分。草帘洒水养护适合炎热干燥气候,麻袋片吸水量大但易腐烂。蒸汽养护升温速率不宜过快,恒温阶段持续时间根据构件厚度确定。太阳能集热装置可用于道路混凝土养护,节能环保。养护期间禁止过早加载,以免干扰强度增长。测温探头埋设深度位于构件中心,监测内外温差变化。拆模时间依据同条件养护试件强度判定,不得单纯按日历天计算。突发降温天气,应及时采取保温应急措施^[1]。

2. 常见质量缺陷的根源分析

蜂窝麻面的产生源于漏振或模板漏浆,修补前清除松动颗粒。露筋现象表明保护层不足,可采用喷涂环氧砂浆封闭。裂缝分为塑性收缩裂、温度应力裂和沉降变形裂,各自成因不同。烂根问题多发于柱根部位,主要原因是模板拼缝不严。空洞缺陷需彻底清理松散物,再用高一标号细石混凝土填补。表面起砂可通过打磨平整后涂刷固化剂解决。每种缺陷的处理方案,都要经过设计单位认可。建立质量缺陷档案,追踪整改效果。

3. 预防性质量控制的实施

预控措施包括优化配合比设计、改进施工工艺、加

强人员培训。三维有限元模拟分析,可预测大体积混凝土的温度场分布。超声波检测仪定期扫描,及时发现内部空洞。回弹仪测定表面硬度,推算实际强度值。碳化深度测量仪评估钢筋锈蚀风险。氯离子含量测试判断海洋环境的侵蚀程度。这些非破损检测手段,为质量评定提供客观依据。建立质量问题追溯机制,从原材料进场到成品验收全程留痕。

五、混凝土质量检测与验收体系

1. 现场检测技术的应用

回弹法检测混凝土强度具有快速便捷的优点,但需注意测试角度和碳化深度修正。钻芯法获取芯样直观反映内部质量,取样位置避开主筋。超声-回弹综合法结合两种方法优势,提高推定精度。钢筋定位仪探测保护层厚度,防止剔凿损伤。裂缝观测仪记录宽度变化趋势,判断发展趋势。贯入阻力法测定早龄期强度,指导拆模时间。各种检测方法交叉验证,互相补充。检测报告注明仪器设备型号、检测日期和环境条件。

2. 实验室试件的管理

标准养护室的温度湿度自动控制,模拟理想养护条件。同条件养护试件放置在对对应构件附近,真实反映现场状况。试模涂脱模剂方便脱模,编号标签永久标记。抗压强度试验加载速率按规范执行,破坏形态拍照存档。抗渗试验逐级加压,观察渗水时间。冻融循环试验考核耐久性,质量损失率作为评判指标。所有试验数据录入电子档案,便于统计分析。废弃试件集中破碎处理,避免环境污染。

3. 验收标准的严格执行

《混凝土结构工程施工质量验收规范》明确了主控项目和一般项目的允许偏差。尺寸偏差测量采用钢尺量测,垂直度靠吊线坠检查。外观质量评定区分轻微瑕疵和严重缺陷。隐蔽工程验收记录完整,影像资料留存备查。分项工程验收合格后方可进入下道工序。备案制度要求所有质保资料齐全,签字盖章完备。第三方检测机构的抽样检测结果,作为竣工验收的重要依据。质量终身责任制落实到参建各方^[2]。

六、混凝土施工质量控制的管理体系

1. 质量管理体系的构建

项目经理负责制下设立专职质检员,独立行使否决权。三级交底制度确保技术要求传达到位。样板引路制度先行试点,总结经验后再全面推广。举牌验收制度明确各道工序责任人,挂牌公示。质量例会每周召开,通

报存在问题并提出整改措施。奖惩机制激励先进,鞭策落后。信息化管理系统实时采集施工数据,自动生成质量报表。BIM技术模拟施工过程,提前发现碰撞冲突。全员参与质量管理,形成齐抓共管的局面。

2. 人员素质的提升途径

特种作业人员持证上岗,定期参加继续教育。技术交底采用图文并茂的形式,直观易懂。岗位练兵活动促进技能交流,比武竞赛选拔优秀人才。师徒带徒制度传承实践经验,新人快速成长。安全教育培训涵盖职业健康防护,应急演练常态化。绩效考核挂钩质量指标,奖优罚劣。引进外部专家讲座,更新知识结构。鼓励技术创新,奖励合理化建议。团队建设增强凝聚力,培养责任感。

3. 环境因素的控制策略

扬尘治理采用喷淋降尘,裸土全覆盖。噪声监测设备实时显示分贝值,超标时调整作业时间。废水沉淀池多级过滤,清水回用。固废分类堆放,危险废物交由资质单位处置。极端天气应急预案完善,暴雨大风暂停高空作业。节能灯具照明,太阳能热水器供应生活热水。绿化带种植本土植物,减少维护成本。环保理念贯穿施工全过程,创建绿色工地^[3]。

结语

本研究形成的混凝土施工质量控制体系,通过理论与实践验证相结合,实现了从被动纠偏到主动预防的转变。在技术层面,建立了基于材料特性与环境条件的动态调控机制;在管理层面,完善了责任追溯与持续改进制度。该体系的应用有效降低了质量隐患发生率,提升了结构耐久性指标。未来需进一步融合智能监测技术,开发实时预警平台,同时加强施工人员技能培训,使质量管理真正贯穿于混凝土生产的每个环节,为建筑工程品质提升奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 罗春辉. 建筑工程大体积混凝土施工质量控制[J]. 产品可靠性报告, 2025, (07): 98-99.
- [2] 张仁彬. 装配式混凝土建筑施工技术要点与现场质量控制措施[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (21): 130-132.
- [3] 蔡则龙, 王海军. 建筑工程施工中预拌混凝土质量控制研究[J]. 房地产世界, 2025, (09): 128-130.