

探讨建筑工程中水泥混凝土工程施工技术的控制策略及其应用

杨长银

安徽卓誉建设工程有限公司，合肥市高新区，230088；

摘要：水泥混凝土作为建筑工程中的核心结构材料，其施工技术水平直接关系到工程质量与使用寿命。随着工程体量增大与结构形式复杂化，对混凝土施工过程的技术控制提出了更高要求。施工过程中，材料配比、工艺流程、养护条件等多因素相互作用，稍有疏忽便可能引发结构缺陷、强度不足等质量问题。本文围绕水泥混凝土工程的关键施工环节，系统梳理了常见技术要点与控制难点，提出了可操作性强的控制策略，并通过具体项目案例探讨其在实际工程中的应用效果，旨在为建筑施工管理提供实践借鉴与优化路径。

关键词：水泥混凝土；施工技术；质量控制；工程管理；应用实践

DOI：10.69979/3060-8767.25.07.077

引言

建筑工程中，混凝土结构以其良好的整体性、耐久性和适应性被广泛应用于各类建筑体与基础设施之中。其中，水泥混凝土作为主要材料，其施工质量直接决定着结构物的安全性与使用年限。随着工程规模扩大与结构形式多样化，施工现场环境不确定性加剧，传统施工方式在控制效率与技术适应性方面暴露出诸多问题。实际项目中，因混凝土材料不均、浇筑不当或养护不到位导致的开裂、蜂窝、漏筋等质量隐患屡见不鲜。在这种背景下，提升混凝土施工的全过程技术控制水平，已成为工程管理的核心课题之一。本文将聚焦水泥混凝土施工的关键技术环节，从材料选配、工艺组织到养护控制展开系统分析，并结合典型工程实践，探讨控制策略在实际操作中的有效性与适用性。

1 水泥混凝土工程施工的关键环节与技术要求

1.1 材料选配与配合比设计的技术要点

混凝土质量的根本来源于原材料的选用与配合比的合理性。在实际工程中，水泥的强度等级、稳定性以及与其他组分的适应性直接影响混凝土的后期性能。粗细骨料需严格控制颗粒级配与含泥量，过细骨料易导致需水量增大，影响工作性；而含泥量过高则可能引发强度衰减甚至离析问题。掺合料如粉煤灰、矿粉的使用必须根据工程类型与环境等级合理调整比例，以兼顾强度与耐久性。

配合比设计应在实验基础上确定，不同强度等级、

不同施工工况下的混凝土，需针对性地控制水胶比与砂率。若过分追求工作性而增加水量，将导致密实度下降、泌水加剧^[1]。为保障拌合质量，还需根据施工现场环境条件及时调整配合参数，尤其在高温、高湿或寒冷地区，应设置备用方案应对温度对水化反应的影响。

拌合水质亦不容忽视，不洁水源中若含有过多硫酸盐、有机物或氯化物，易引发混凝土开裂、锈蚀等隐患。在现场施工阶段，为确保配合比的执行落地，还需对搅拌站的计量系统与自动控制设备进行校准管理，避免因称量误差带来的系统性偏差。

1.2 浇筑工艺与振捣施工的质量保障

混凝土浇筑过程连接设计图纸与最终实体，是影响结构成型质量的核心环节。不同构件的几何形状、受力位置与钢筋布置决定了其对浇筑工艺的差异化要求。通常梁柱交接部位、密集配筋区与预留孔洞位置是浇筑控制的重点区域。施工前应制定详细的分层分段浇筑方案，明确浇筑顺序、导管布设位置与应急处理措施，避免因停工冷缝、施工缝处理不当导致结构薄弱。

振捣是确保混凝土密实度与结构强度的关键动作。在常规施工中，采用插入式振捣器时，插点间距、振捣时间与拔出速度均需符合规范要求。振捣时间过短会导致气泡未排出，强度不足；时间过长又可能引发离析与泌水^[2]。在钢筋密集或模板变形部位，应配合使用平板振捣器或附着式振动装置，以提高振实效果。

施工中需严格控制浇筑间歇时间，确保新老混凝土

形成良好粘结。若确需中断施工,应在冷缝处处理表面乳化层,增设界面剂并重新振捣。模板系统的稳定性亦不可忽视,一旦模板支撑不牢,振捣中易出现错位、漏浆甚至整体坍塌,造成结构报废与安全事故。因此在浇筑前必须对模板强度与接缝进行逐点检查,并设立现场巡视岗位动态监控。

1.3 养护过程的技术控制与成型影响

养护工作是混凝土性能发展的关键阶段,对其强度、耐久性和表观质量均具有深远影响。初期养护主要目标在于控制水化温度、防止早期失水,避免塑性开裂。常见的湿润养护方式包括覆盖麻袋、洒水、喷雾及使用湿膜布等。在高温季节或大风环境中,水分蒸发加剧,应采取遮阳布遮挡并提高洒水频率,保持混凝土表面持续湿润。

养护时间需根据水泥品种、环境温度与设计强度等级综合确定。常规条件下不应少于7天,高性能混凝土、高强混凝土养护周期需延长至14天甚至更久。在冬季施工中,为防止早期受冻影响强度发展,应采取封闭保温或电热毯加热方式维持温度在5℃以上。特别是在夜间温差较大的地区,需加强温控设备运维,防止夜间回温不足导致强度回落。

后期养护重点转向抗裂性能提升与表面防护。施工过程中若因工期压力缩短养护时间,或局部养护不均,将导致混凝土表层强度不足,出现裂缝、泛碱、剥落等病害。针对重要部位,如楼板边角、墙柱连接节点等,应单独设定加密养护方案,必要时采用养护剂增强成膜保护。

养护阶段还应设置专人巡查并记录数据,包括温度、湿度、表面状况等,以便及时发现异常情况并调整策略。在高强度等级项目中,建议同步设立混凝土试块强度曲线,作为养护成效评估的量化依据,提升养护管理的科学性与可追溯性。

2 施工技术控制策略的实施路径与管理措施

2.1 施工准备阶段的流程规范与风险预控

混凝土工程的技术控制应从施工准备阶段介入,确保各项条件满足施工要求。首先要完成施工图纸的详细审查,重点核对构造节点、配筋细节及混凝土强度等级分布,并就特殊部位召开技术交底会,明确施工难点与处理措施,避免现场作业过程中因理解偏差造成返工^[3]。

所有施工人员须签字确认技术交底内容,并进行现场复核。

原材料进场后要严格执行验收程序,水泥需检查出厂日期与批次合格证,细骨料应检测含泥量与有害杂质,粗骨料则要控制颗粒级配与针片状颗粒含量。掺合料如粉煤灰、矿粉等应按比例送样复检,确保与水泥适配性。搅拌站设备要在开工前进行调试,称量系统、供水设备及自动控制程序需校准合格后方可运行。

施工计划编排应结合工程进度与气候条件,将重点工序细化至具体作业日,并针对高温、强降雨、大风等不利天气制定应急预案。如在冬季施工,则需准备好临时加热与保温设施,防止混凝土早期受冻影响强度。对新工艺、新材料或特殊部位,还应预设试验段验证工艺稳定性。

2.2 现场施工过程的人员组织与工序衔接

施工现场的组织管理直接影响混凝土工程质量。各班组需按计划合理排班,确保作业人员、泵送人员、振捣工与养护工有序衔接。施工前必须召开当日施工任务协调会,明确任务分工、交接部位与注意事项,杜绝因指令不清引发的工序混乱。

人员管理应实行实名登记与分级管理制度。关键岗位如试验员、技术员、质检员等须具备相应资质,新进人员需接受岗前技术与安全培训,考核合格方可上岗^[4]。作业人员应明确各自职责,施工过程中严禁随意更换操作人或跳工序作业。班组之间必须实行交接班制度,交接前对成品进行外观检查与尺寸复核,确认无误后由下一道工序进场作业。

在混凝土浇筑过程中,要设立质量控制岗进行全过程巡视。坍落度、温度、运输时间、入模时间等关键参数应有记录,若超出允许偏差须及时调整。振捣过程中要控制间距与时间,避免漏振或过振导致强度降低。泵送系统需提前试压试送,避免中途停泵或管道堵塞影响连续性。

为提升工序衔接效率,可采用工序卡与电子工单方式标识完成状态。对梁柱节点、密集配筋区等特殊部位,应安排专人专岗负责,减少交叉作业,确保操作连贯。施工日志应逐日记录施工内容、人员、环境与异常情况,作为后续问题追溯与质量评估的依据。

2.3 质量控制体系的构建与动态反馈机制

混凝土施工的质量控制应建立完整闭环体系,从前端设计交底到末端成品验收,形成纵向贯通、横向覆盖的控制网络。首先在组织层面设立质量管理小组,明确岗位分工、控制范围与责任追溯机制。各工序的控制节点需设置验收标准,并形成操作手册指导现场操作。

原材料控制方面,除进场验收外,应设立原材料数据库,记录各批次来源、检验结果与使用位置,实现材料可追溯。搅拌站应每日汇总配合比执行情况,定期开展配合比调整分析。拌合水、外加剂用量要与现场条件联动调整,不得按经验盲目修改。

过程控制阶段重点在于施工参数与操作动作的标准化。应定期抽查混凝土坍落度、温度及试块强度,试验数据须上传至项目管理系统,与工序编号进行绑定。对出现坍落度偏差、试块不合格等情况,应立即启动技术核查程序,暂停浇筑并追查原因。

动态反馈机制应突出信息流通效率。现场巡查中发现的问题,应由责任人限时整改并反馈整改记录。典型问题如模板变形、振捣不密实、养护不到位等,要汇总成案例档案,组织定期质量例会进行复盘讨论。必要时可拍照建档,作为班组培训与工艺优化依据。

最终验收阶段,成品质量需按规范验收指标执行,外观质量、尺寸偏差、强度等级、养护痕迹等应一一对照。验收结果应纳入项目绩效考核,推动管理责任从项目层延伸至执行岗位。

3 技术控制在工程实践中的应用分析

3.1 高层建筑项目中的混凝土施工管理

高层建筑项目结构复杂、施工周期长,对混凝土工程提出了更高的技术与管理要求。以一座45层商住楼项目为例,主体采用框架-核心筒结构体系,主要结构混凝土强度等级为C40及以上^[6]。因楼层高、泵送距离远,常规施工过程中极易发生泵送压力不足、混凝土离析或泌水等问题,影响结构密实性与强度发展。

项目实施初期,施工单位组织技术团队对配合比进行专项优化,调整砂率、掺合料种类与水胶比,以适应高强混凝土泵送特性。采用中低塌落度控制策略,在满足施工性能前提下减少自由水含量,提升结构密实度。泵送系统则引入变频控制技术,实现流速自动调节,减少管道阻力与管道压损。

施工中,建立了楼层节点专用浇筑工艺卡,每一施工段均指定专人负责工艺执行与交接检查。柱墙混凝土

采取自上而下分层浇筑方式,确保混凝土快速充模并同步振捣,避免接缝产生冷缝。楼板采用定向布管与预埋孔边定位振捣,显著减少蜂窝麻面等表面缺陷。

由于高层结构对结构整体变形控制要求高,施工单位在养护阶段加设楼层温控传感器,实时监测混凝土内部温度变化,确保养护环境稳定。通过设置分区喷淋系统与智能控制终端,维持混凝土早期湿度与温度均衡,减少温差裂缝。技术控制的严密执行,有效保证了结构质量稳定,项目竣工后结构实体检测合格率达100%。

3.2 基础设施工程中的技术控制实践

基础设施项目通常作业面大、环境复杂,混凝土工程常面临施工周期紧、外部干扰多与工序交叉频繁等问题。以一座高速公路桥梁工程为例,主桥采用预应力混凝土连续箱梁结构,墩台基础施工位于多岩地段,施工时正值多雨季节,对混凝土浇筑与养护提出挑战。

项目在基础开挖前组织地质勘查,对岩土接触面进行加密剖面划分,明确持力层分布与软弱夹层范围。为保障基底浇筑质量,采取负压抽排与防水层隔离措施,防止渗水上浮与模板移位。混凝土入模前设立止水带预埋检查点,对预埋件位置与密封状态逐一确认,避免结构渗漏隐患。

箱梁段施工采用滑模配合分段张拉工艺,施工单位引入自动张拉与张力控制设备,提升张拉精度与同步性。混凝土浇筑时分段设置止浆带与模板限位装置,确保线型控制到位。浇筑过程安排专职质检员全程巡视,记录各段坍落度、入模温度与振捣密度指标,作为后期质量追踪依据。

养护阶段采取保湿覆盖与专人洒水相结合的方式,雨季施工采用防雨棚覆盖与养护膜同步施工,保障养护连续性。技术团队每日组织交接班会议,通报混凝土强度发展情况与表面状况,出现异常立即启动应急处置流程。该桥梁项目最终通过竣工验收,关键结构段强度评估与线型控制均优于设计值,充分体现出技术控制在大型基础设施建设中的决定作用。

3.3 技术优化对工程成本与质量的综合影响

混凝土工程的技术控制不仅影响质量安全,也直接关联项目成本结构与工期安排。在多个项目实践中发现,通过前期投入优化技术方案,可显著降低后期维修、返工与工期延误带来的间接成本。以某办公园区综合体项

目为例,该项目采用预制构件与现浇结构结合方式,施工前针对混凝土裂缝控制开展专项设计优化。

通过优化配合比设计,掺加膨胀剂与减缩剂组合使用,使结构早期应力释放更加均衡,施工完成后表面裂缝数量减少近60%。现场施工过程中,制定成品保护制度与责任到人措施,减少模板移位与钢筋外露等问题引发的修复作业。项目部引入二维码技术管理机制,每批混凝土试块与入模部位一一对应,实现从材料源头到结构成型的闭环监控。

在控制成本方面,通过调整施工节奏与混凝土供应周期,错峰安排夜间浇筑与高峰运输,减少现场等待与材料浪费。结合数据分析优化材料采购计划,避免因预测误差导致的原材料堆积或缺,提高资金流转效率。项目竣工时,相较初设阶段,混凝土工程直接成本降低约7%,工期提前12天,结构验收一次合格率达98%以上。

该案例表明,混凝土工程技术控制的效益不仅体现在质量提升方面,更通过管理精度提升实现成本压降与效率优化。随着建筑工程向工业化、绿色化方向发展,施工管理者应在控制策略中融入成本意识与系统思维,将技术手段作为推动综合效益提升的工具而非单一质量保障手段。

4 结语

水泥混凝土工程作为建筑施工的重要组成部分,其施工技术水平直接决定结构的安全性与耐久性。通过对施工各环节的深入分析与控制,不仅能够有效防范质量通病,还能提升施工效率与资源利用率。本文从材料选配、工艺组织到质量管控体系构建,系统探讨了施工技术控制策略,并结合实际工程验证了其可行性与实用性。未来在施工管理中,应继续强化标准化、精细化与智能化融合,推动混凝土工程管理水平持续提升。

参考文献

- [1] 汪洋. 建筑工程水泥混凝土工程施工技术及其管理[J]. 中国水泥, 2025, (06): 95-97.
- [2] 赵华. 浅谈建筑工程中水泥混凝土工程施工技术控制[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (15): 130-132.
- [3] 孙义浩. 水利工程施工过程中衬砌水泥混凝土技术研究[J]. 科技创新与应用, 2022, 12(17): 157-160.
- [4] 潘伟. 建筑工程中水泥混凝土工程施工技术控制[J]. 散装水泥, 2025, (02): 176-178.
- [5] 朱隆虎. 建筑项目水泥混凝土工程施工技术分析[J]. 四川水泥, 2024, (08): 137-138+141.