

土木工程建筑中混凝土结构施工工艺的解析

文 / 周芳芳 陕西睿信方略建设工程有限公司

张活波 陕西睿信方略建设工程有限公司

摘要：土木工程的建筑规模一直扩张，工程质量要求正逐渐变高，混凝土结构充当工程的主体，科学施工对保障建筑质量与安全十分关键，本文把焦点放在土木工程建筑领域，深入剖析混凝土结构施工的核心要求，分析关键影响要素与典型缺陷，全面说明混凝土原材料挑选、配合比设计、浇筑、振捣以及输送等关键施工工艺要点，提出包含对温度应力加以控制、采用高性能混凝土、增强抗裂特性和优化结构设计的工艺管理手段，为增进混凝土结构施工质量给予理论与技术保障。

关键词：土木工程建筑；混凝土结构；施工工艺

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.20.038

引言

混凝土结构是土木建筑里的核心承重单元，其性能直接牵扯到整体工程的安全性和耐久程度，就现阶段而言，混凝土施工含有原材料控制、配合比确定、浇筑、振捣、养护等多个紧密相连的环节，每个环节若出现异常，都或许会对最终结构性能造成显著影响。鉴于施工管理未达到要求或工艺执行有偏差，结构性能问题仍然会出现，因此，全方位剖析混凝土结构的施工要求，探寻常见问题产生的根源，探索并规范各施工工艺的操作关键及管理方式，在保证混凝土结构质量、增强建筑整体安全性、延长工程有效使用年限方面意义重大，本文针对该方面展开深入的分析。

一、混凝土结构施工工艺

混凝土结构施工工艺，即按照设计规定，将混凝土材料构建成特定形状和强度的建筑结构所依照的系统化操作流程，这个工艺分成三大阶段：施工准备阶段得完成设计图纸审核、原材料质量检测、施工机具调试与场地清理事宜，保证基础平整，排水设施就绪；施工操作阶段囊括模板精确安装加固工作、钢筋加工及绑扎定位操作、混凝土按配比拌制流程、运输防离析措施、分层浇筑和振捣密实工序等关键内容，其中振捣需快速插入、慢慢拔出，来排除气泡，浇筑要连续进行，防止出现冷缝；养护验收阶段经由覆盖保湿、按时喷水等方式保障混凝土水化反应，待混凝土强度达到设计要求后拆除模板，最终开展强度检测以及结构尺寸的验收，保证达到规范水准，全过程都要严格依照技术规范开展，同时顾及安全防护与环境保护要求^[1]。

二、土木工程建筑中混凝土结构施工工艺的价值

（一）保障结构安稳可靠，加大工程承载力

混凝土结构施工工艺的恰当实施，是土木工程安全性能的核心依托，其价值是借助规范的施工流程，实现混凝土构件形成均匀致密的整体结构目标，从根源上减少因材料分布不均匀、强度不足引起的安全隐患，成熟工艺能赋予结构更强的抗裂性能、耐久性能和抗荷载能力，满足不同工程项目在自重、外部荷载及自然环境作

用下的长期稳定诉求，为建筑整体安全提供坚实后盾，是保障工程安全使用的基础前提^[2]。

（二）增强施工效率，缩短项目建设周期

混凝土结构施工工艺的合理水平直接影响工程推进速度，高效工艺能削减各环节的无效时间消耗，做到工序的顺利对接，避免因工艺衔接方面的不畅造成工期滞后，其价值的体现是通过优化施工节奏，增强单位时间里的作业完成量，推动结构成型提速，由此带动项目整体进度往前赶，为后续工程阶段预留足量时间，最终实现建设周期的切实缩短，增强工程交付的效率。

（三）优化材料利用，降低工程综合成本

精准把控混凝土结构的施工工艺，能最大程度发挥出材料特性，降低资源的无谓消耗，其价值彰显于开展合理的工艺设计，让混凝土材料用量更贴合工程的实际需求，杜绝过度耗费；依靠工艺充分激发材料性能，降低因材料性能未被充分发挥而造成的成本浪费，规范的工艺还能减少后期因材料问题引发的维修成本，全面缩减工程的投入，实现综合成本的大幅降低。

三、土木工程建筑中混凝土结构施工的工艺

（一）原材料选择

（1）施工用到的水泥，依据建筑工程质量规范、现场的实际条件以及造价的控制情况，筛选适配混凝土结构的水泥种类，在建筑工程领域，把硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥视为常规建材，优先考虑水化热较低的矿渣硅酸盐水泥，采用合理的施工技术，避免大体积混凝土出现裂纹，保障成型构件整体的稳定性。

（2）合理挑选粗骨料能有效控制混凝土收缩情况，筛选粗骨料时按粒径规范进行，比如按板厚三分之一限定粒径，上限一般是4cm，骨料最大直径要小于构件整体厚度的0.75倍，目前混凝土结构施工大多采用石灰岩和砂岩这两类基础骨料，其吸水率测定值分别为0.2%和5%，这两类骨料拌制混凝土成型后，因物性参数不一样，1年收缩实验结果有0.040%和0.116%的差异，因此应结合材料收缩率参数比选骨料，防止混凝土结构出现较大幅度的收缩。

(3) 在混凝土施工里, 添加外加剂主要是为优化混凝土性能, 减少施工麻烦、提升工程质量, 要按建筑混凝土施工标准选外加剂, 找有资质的供应商供货, 且材料要附带生产许可和质检报告等证明, 因混凝土施工质量和外加剂-水泥体系匹配度关联大, 所以施工前得做兼容性检测, 验证两者兼容程度, 完成外加剂可行性验证后, 就能确定材料用量^[3]。

(二) 配合比设计

施工中添加外加剂可优化混凝土性能, 为满足强度需求、控制水化热和裂缝, 要合理设计配合比, 水泥掺入量不够会制约强度形成, 水化热释放太猛, 内外温差增加易造成构件裂缝, 所以要管控水泥配比, 保证骨料指标达标, 见图 1。

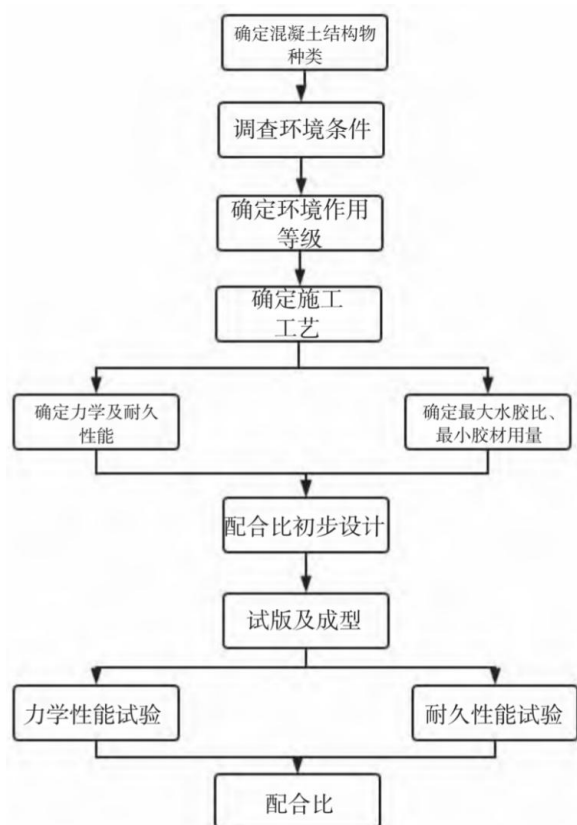


图 1 混凝土配比的优化设计方法

对施工质量、实施难度和造价控制进行综合评价后, 确定选用这些材料: 选用未过使用期、表面干燥无抱团的通用硅酸盐水泥; 采用含泥量低于 3%、细度模数在 2.6-2.8 范围的长江中砂; 采用含泥量不高于 3%、粒径 5-32mm、压碎值在 8%-9.7% 的湖州石子; 添加粉煤灰与减水剂来改善混凝土的性能。

(三) 混凝土浇筑

混凝土浇筑流程要点如下:

(1) 要避免竖向分层, 自由倾落的混凝土高度应控制在 2m 以内, 可借助串筒和溜槽来辅助下料。

(2) 采用水泥浆料在底部设立找平结构层, 厚度在 0.5-1 厘米比较恰当。

(3) 往浇筑部位灌注混凝土, 按既定顺序操作, 施工方向和原定浇筑路径相反。

(4) 针对混凝土连接地带易开裂的情况, 墙体及梁柱混凝土浇筑完毕后, 需设置 1-2 小时的静置时段, 杜绝质量毛病。

(5) 针对大体积混凝土的尺寸特点, 可选择斜面分层浇筑工艺, 也能够采用分段逐层浇筑途径, 避免大体积混凝土产生裂缝缺陷, 如果采用分层浇筑, 单层混凝土要一次性浇捣, 入模混凝土温度不能高于 28℃, 施工前需测量混凝土温度, 合格之后再入模; 浇筑阶段混凝土温升应不高于 45℃; 按照混凝土规范处理分层浇筑形成的结构接缝, 防止温度裂缝扩大化, 避免影响结构的完整与稳定性。

(四) 混凝土振捣

选取 50 标号的振捣装置实施操作, 其有效振捣半径不超过 50 公分, 按照混凝土浇注速度匹配振捣频率, 按照 300mm 的间距要求排布振捣点, 采取梅花形点位排布, 依点位次序实施振捣, 从而获得密实度良好的混凝土, 需提前查明混凝土构件内部钢筋及预埋件的准确布点, 绕开既有构件, 防范振捣作业对邻近结构的潜在损害, 动态调整各振捣点作业时长, 防止出现欠振、过振及漏振的情况。

(五) 混凝土运输

当混凝土经拌和站检验合格后, 装料车要保证清洁干净, 投料时防止组分发生离析, 装完料后匀速前进, 减少震动避免混凝土离析, 若运输路程较短且交通有序, 保证运到现场的混凝土质量符合要求, 可加快输送节奏、推动物流循环, 泵送混凝土时, 针对 0.5-1m 和 1m 以上的泵送高度, 输送管道直径与集料最大粒径比值分别为 3:1-4:1、4:1-5:1。

(六) 养护

混凝土入模振捣结束后, 用吸水性强的麻袋、草垫等覆盖, 让混凝土充分水化凝固, 整个养护周期都要保证湿润, 前期对混凝土表面喷水养护, 初步凝固后用水管系统供水养护, 养护阶段要实时检测和控制温度, 由于内部混凝土热量留存时间比表面长, 表里温差变大易造成裂缝, 需严格把温差控制在 25℃ 以内, 实测温差高于 25℃ 时要及时处理, 按照混凝土特性控制成型, 大尺寸混凝土构造体养护至少 28 天。

四、土木工程建筑中混凝土结构施工的控制

(一) 混凝土温度控制

浇筑温度是影响混凝土施工质量的关键因素, 若入模温度突变, 会扰乱内部应力场, 导致混凝土凝结成型困难, 增加开裂风险, 环境温度对浇筑温度影响大, 要根据施工现场环境合理安排作业时间, 避开温度大幅波动和极端高温, 若因工期需在高温天气浇筑, 要采取控温措施, 如给材料降温、优先用冷水拌合, 防止混凝土温度因外界高温超标^[4]。

(二) 混凝土质量控制

目前建筑工程施工质量应达到较高水平, 采用该类型混凝土构建的结构质量较好, 恰当选用原材料并精确控制

配比,实现材料性能的充分展现,配制达到工程要求的高性能混凝土,参考混凝土应用原理实施品质管理,提高混凝土活性及组分细度水平,保障混凝土的高强度及耐久性的持续发挥。外加剂对于混凝土性能的改善效果十分显著,钢纤维作为典型的混凝土改性材料,添加后能极大提升混凝土的抗拉能力,让应力分布更加均衡恰当,在高性能混凝土的制作阶段,要把控好材料的品质和掺量参数,评估各种材料性能的匹配状况,主要要点有:调整配合比,去除粗骨料里过大的颗粒,优化混凝土的孔隙结构,增强孔隙的密实性,水胶比和混凝土强度的相关性很明显;在混凝土拌合物中添加高活性减水剂,可有效减小水胶比,优化混凝土的性能,保障其质量。

(三) 提升混凝土抗裂性能

混凝土易出现裂缝问题,当进行大体量混凝土浇筑时,裂缝发生的几率明显增大,裂缝会削弱建筑结构的整体稳定性,导致建筑外观欣赏性降低,安全系数减小,为抑制建筑裂缝扩大,可采用抗裂性能突出的混凝土,增强混凝土抗裂性还可采取以下技术措施:添加外加剂以阻碍混凝土自收缩,实现防裂效果,依据试验数据筛选匹配的添加剂类型,科学管理组分添加量,所选添加剂应与混凝土原料性质匹配,不对其他成分造成性能破坏,针对抗裂混凝土的配比需求,在混合阶段加入金属纤维配合有机纤维,鉴于此类纤维搭配表现出突出的抗拉伸能力,可明显降低混凝土的开裂风险,削弱开裂趋势。

(四) 控制混凝土施工细节

在土木工程里,混凝土结构施工对细节把控要求挺高,要实现施工过程高效运作,得落实分阶段施工管控,防范干扰因素,从而提升混凝土施工整体质量,浇灌混凝土前,要全面检查模板质量,要求模板无损坏、尺寸精确、刚度达标且表面干净,核验合格后才能使用。模板定位点应精确到位,让模板邻接面紧密相连,将模板、钢筋、预埋件上的杂质全部去除,混入杂质会破坏混凝土的均一特性,要评定各类机械设备的运行质量,做好调试和定期维护工作,搅拌站配料称量误差极小,精准掌握材料用量。施工单位按照现场实际情况和建设标准拟定连续浇筑的执行方案,派专人把控施工节奏,使施工各环节高效过渡,切实落实各阶段施工任务,抑制浇筑时间的延长和工序衔接的停滞;还要保证浇筑装置与振捣器械等平稳运作,构建设备维护体系,合理安排设备每次运行周期,杜绝高负荷操作和故障期运行。针对混凝土浇筑形成的施工接缝,要考量其对结构整体质量和稳定情况的影响,强化新旧混凝土结合的表面,提高硬化混凝土的荷载支撑能力,混凝土浇捣结束后马上开展振捣,采用振捣方式提高混凝土的密实性能,改善整体结构的刚性,通过振捣让气体排出,消除混凝土拌合料中的气泡,以此增强混凝土整体质量,从施工方法分类来看,现今混凝土振捣主要分成人工振捣和机械振捣两大类,应根据实际施工情况合理选用,保证振捣不遗漏,针对配筋密集的混凝土构造,要合理布置振捣棒施工区域,以免既有构件移位或失去稳定。

(五) 合理设计框架结构

以改善建筑混凝土结构施工质量为目标,设计人员需综合考虑施工条件,根据施工简便的需求制定框架结构方案,精准把控建筑长宽比例,对方案可行性进行评判,选定实施效果佳的方案,运用最终批准的方案开展混凝土结构施工,增强结构刚性,优化传力路线,确保结构受荷后的整体稳定性,消除沉降不匀、倾侧与形变等情况。

(六) 施工缝和后浇带的处理

(1) 施工缝即分区接合处预留的缝隙,因相邻浇筑区域施工存在时滞,当首浇混凝土初凝后实施相邻段浇筑,混凝土结构分层浇筑后界面处形成黏结层,面对混凝土工程巨大规模,鉴于机械设备配置、物料运输时效、工地现状及人力安排等约束,无法实施混凝土的整区域同步浇筑,需分区实施混凝土浇筑并留设施工缝,施工缝的清洁度控制是保证混凝土接缝质量的前提,按需预留接缝空间,进而保障建筑整体施工质量。

(2) 采用后浇带技术实施混凝土结构建造,针对混凝土受温度变化及收缩不均引起的裂缝进行控制,基于混凝土工艺要求,在建筑基础底板及竖向墙体处设置过渡性施工缝,结构收缩活动停止后,执行后浇带混凝土回填,保证施工缝间隙被混凝土彻底填满压实、结构稳定,通过二次浇筑实现建筑构件的无缝衔接。

结语

于土木工程建设当中,混凝土结构施工的工艺复杂,影响十分深远,要保障相关质量,要实施全过程精细统筹:从原材料源头把控其质量,以科学方式改进材料配合比;严格让浇筑、振捣与输送作业达到规范要求,保障工艺执行不出现差错;关键借助温控手段、选取高性能材料、增强抗裂技术水平及优化结构设计等管理举措,实实在在提高施工质量及结构耐久性,伴随新的材料和技术不断涌现,混凝土结构施工工艺将朝着更高效、更出色、更可靠的方向前行,不停为高品质土木工程给予坚实支撑。

参考文献

- [1] 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, (06): 40-42.
- [2] 漆泉, 王大密, 苏伟, 张文健, 汪伟. 土木工程建筑施工中混凝土结构施工技术研究[A] 2024 精益数字化创新大会平行专场会议——冶金工业专场会议论文集(中册)[C]. 冶金工业教育资源开发中心, 冶金工业教育资源开发中心, 2024: 3.
- [3] 马龙. 土木工程建筑中混凝土结构的施工工艺[J]. 四川建材, 2024, 50(03): 103-105.
- [4] 薛婉婷. 土木工程建筑中混凝土结构的施工技术分析[J]. 产品可靠性报告, 2023, (05): 139-140.

作者简介: 周芳芳, 1987年06月, 女, 汉族, 陕西省安康市人, 本科, 一级建造师, 消防工程师, 注册监理工程师, 土木工程方向。张活波, 1986年10月, 男, 汉族, 陕西省安康市人, 大专, 一级建造师, 一级造价师, 土木工程方向。