

土木建筑工程混凝土施工技术控制要点

翟 涛

中国人民解放军32510部队 福建 福州 350100

摘 要：土木建筑工程中，混凝土施工技术至关重要。控制要点包括原材料的选择与配比、模板安装与拆除的规范性、混凝土浇筑与振捣的科学性、温度控制的合理性及养护工作的及时性。确保水泥、骨料等原材料质量，优化混凝土配比；模板需支撑稳固，拆除时间恰当；浇筑要分层进行，振捣适度；通过材料替代、水管降温等手段控制温度；及时保湿养护。这些措施共同保障混凝土施工质量，提升土木工程整体品质。

关键词：土木建筑工程；混凝土施工技术；控制要点

引言：混凝土作为土木建筑工程的核心材料，其施工技术直接影响工程质量和耐久性。随着建筑技术的不断发展，对混凝土施工技术的控制要求也日益严格。本文旨在深入探讨土木建筑工程中混凝土施工的关键控制要点，从原材料选择到配合比设计，再到浇筑、振捣及养护等关键环节，以期在实际工程施工提供科学指导，确保工程质量和安全，推动土木建筑工程技术的持续进步。

1 混凝土施工技术基础理论

1.1 混凝土材料的组成

(1) 混凝土的主要原材料包括水泥、砂、碎石、外加剂和水。水泥作为胶凝材料，是混凝土强度形成的核心，常见品种有硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥等；砂多采用天然河砂或机制砂，起填充和骨架作用；碎石通常选用花岗岩、石灰岩等质地坚硬的岩石破碎而成，构成混凝土的骨架结构；外加剂则是改善混凝土性能的关键材料，如减水剂、早强剂、缓凝剂等，可根据施工需求灵活选用。(2) 各原材料对混凝土性能影响显著。水泥品种和强度等级直接决定混凝土的强度发展，水泥用量过多会导致水化热过大，易产生裂缝；砂的颗粒级配和含泥量影响混凝土的和易性，级配良好的砂能减少水泥用量，含泥量过高则降低强度；碎石的粒径和形状会改变混凝土的密实度，粒径过大可能导致施工困难，针片状颗粒过多会影响强度；外加剂可针对性调节性能，如减水剂能大幅提高混凝土流动性，缓凝剂可延长凝结时间，适应高温环境施工。

1.2 混凝土搅拌与运输

(1) 混凝土搅拌工艺需遵循“先干拌后湿拌”原则，先将水泥、砂、碎石按比例投入搅拌机干拌10-15秒，再加入水和外加剂继续搅拌，搅拌时间根据搅拌机类型确定，强制式搅拌机一般为60-90秒，自落式搅拌机需延长至90-120秒，以保证混凝土均匀性。运输要求方

面，采用混凝土搅拌运输车运输时，需保持罐筒慢速转动（2-4r/min），防止离析，运输时间应控制在混凝土初凝前，常温下不宜超过2小时，高温或低温环境需适当缩短。(2) 搅拌过程中的质量控制要点包括严格按配合比计量原材料，误差控制在水泥 $\pm 2\%$ 、砂石 $\pm 3\%$ 、外加剂 $\pm 1\%$ 以内，同时监测混凝土坍落度，确保符合设计要求。运输过程中需避免急停急转，防止混凝土离析，卸料前应快速转动罐筒1-2分钟，保证混凝土均匀性；若运输时间过长导致坍落度损失，可在专业人员指导下添加适量外加剂调整，严禁随意加水。

2 土木建筑工程混凝土施工技术控制要点

2.1 原材料质量控制

(1) 砂的质量控制需重点关注三项指标。细度模数应符合设计要求，一般结构混凝土宜选用中砂（细度模数2.3-3.0），细砂会增加水泥用量，粗砂则可能降低和易性；含泥量必须严格控制，用于结构混凝土的砂含泥量不得超过3%，强度等级C60及以上混凝土的砂含泥量需 $\leq 2\%$ ，泥块含量应 $\leq 0.5\%$ ，否则会显著削弱砂与水泥石的粘结力；含水量需动态监测，搅拌前通过含水率试验调整施工配合比，避免因砂中水分波动导致混凝土坍落度偏差。(2) 碎石的质量控制聚焦含泥量与颗粒级配。含泥量要求与砂类似，结构混凝土碎石含泥量 $\leq 1\%$ ，C60及以上混凝土 $\leq 0.5\%$ ，且严禁混入风化石等软弱颗粒；颗粒级配应采用连续级配，如5-25mm、5-31.5mm等，保证空隙率 $\leq 40\%$ ，使混凝土在相同水泥用量下获得更高密实度，单粒级碎石需与其他粒径搭配使用，避免级配间断导致离析。(3) 外加剂、水泥、粉煤灰等材料需逐批检验。外加剂进场时需核查产品合格证、出厂检验报告，重点检测减水率、凝结时间差等指标，减水剂的减水率不应低于厂家宣称值的95%；水泥需按批次检验强度、安定性、凝结时间，存放超过3个月必

须重新检验,不同品种水泥严禁混合使用;粉煤灰作为掺合料,需控制细度、烧失量和需水量比,Ⅰ级粉煤灰烧失量 $\leq 5\%$,需水量比 $\leq 95\%$,确保其改善混凝土和易性、降低水化热的效果^[1]。

2.2 施工配合比控制

(1)配合比确定需遵循强度、耐久性、经济性原则,通过试配验证:以设计强度等级为基准,考虑施工波动和强度保证率,确定配制强度;根据耐久性要求限制最大水胶比和最小水泥用量,如处于一类环境的C30混凝土,最大水胶比 ≤ 0.55 ,最小水泥用量 $\geq 280\text{kg}/\text{m}^3$;试配时需测试不同配合比的坍落度、凝结时间和抗压强度,选择最优方案。(2)配合比调整需结合现场条件:砂、石含水率变化时,及时扣除用水量并调整砂石用量;坍落度不符合要求时,可在水胶比不变的前提下,通过增减减水剂用量调整,禁止直接加水;高温环境施工需增加缓凝剂用量,延长凝结时间,低温环境则需提高水泥标号或掺加早强剂^[2]。(3)配合比执行监督需全程跟踪:搅拌站需悬挂配合比标牌,注明材料用量和施工要求;质检员每工作班至少检查2次配合比执行情况,核对材料计量记录,确保水泥、外加剂计量误差 $\leq \pm 2\%$,砂石 $\leq \pm 3\%$;定期校验计量设备,保证精度符合规范要求。

2.3 混凝土浇筑控制

(1)浇筑前准备工作包括:模板检查其尺寸、标高、刚度及支撑稳定性,接缝处做好密封处理,防止漏浆;钢筋检查规格、间距、保护层厚度,确保符合设计,绑扎或焊接质量合格;预埋件位置、数量需逐一核对,固定牢固;仓内清理干净,积水、杂物需彻底清除,木模板需提前洒水湿润,但不得有积水。(2)浇筑过程中需注意:浇筑高度超过2m时,应采用串筒、溜管等工具,防止混凝土离析;浇筑顺序遵循“分层浇筑、循序渐进”原则,每层厚度根据振捣器作用半径确定,一般为300-500mm,上下层浇筑间隔时间需控制在下层混凝土初凝前;振捣操作需“快插慢拔”,振捣棒插入下层混凝土50-100mm,每点振捣时间20-30秒,至表面泛浆、无气泡溢出为止,避免漏振或过振。(3)特殊部位浇筑需采用针对性技巧:柱子浇筑应从柱底开始,分层下料振捣,每层高度 $\leq 500\text{mm}$,振捣时振捣棒避免触碰钢筋和模板,防止位移;梁浇筑需与板同时进行,沿梁长度方向分层推进,主次梁交叉处,先浇筑主梁,后浇筑次梁;楼梯浇筑应从梯段下端向上推进,振捣时重点振捣踏步与底板交接处,确保密实。

2.4 混凝土接缝处理

(1)施工缝设置需遵循“受力最小”原则,柱宜留在基础顶面、梁或吊车梁牛腿的下面,梁、板宜留在跨中1/3范围内,单向板可留在平行于短边的任何位置;施工缝应垂直于构件轴线,严禁设置在弯矩或剪力最大处,后浇带需按设计要求设置,宽度一般为800-1000mm,保留时间不少于28天。(2)接缝处理需保证界面结合牢固:浇筑前需将接缝表面凿毛,清除浮浆和松动石子,露出新鲜混凝土面;用高压水枪冲洗干净,保持湿润但无积水;施工缝处涂刷水泥净浆或与混凝土同配比的水泥砂浆,厚度10-20mm,确保新旧混凝土粘结紧密^[3]。(3)接缝材料选用需匹配性能:一般部位可采用同强度等级的水泥砂浆作为结合层,厚度20-30mm;有防水要求的施工缝需增设止水带,如橡胶止水带、钢板止水带等,止水带应居中布置,固定牢固;后浇带混凝土强度等级需比原构件提高一级,并掺加微膨胀剂,补偿收缩。

2.5 混凝土养护管理

(1)养护对混凝土强度发展和耐久性至关重要:养护不及时会导致表面失水过快,产生干缩裂缝,影响强度和外观;养护时机需把握在混凝土初凝后、终凝前,一般在浇筑完成后12-18小时内开始,高温、大风天气应提前至浇筑完成后3-6小时。(2)养护方法需根据环境选择:常温下可采用覆盖洒水养护,用麻袋、土工布等覆盖表面,保持湿润,养护时间不少于7天,掺加缓凝型外加剂或有抗渗要求的混凝土,养护时间不少于14天;高温或干燥环境可采用薄膜覆盖养护,在混凝土表面覆盖塑料薄膜,使水分不易蒸发,形成自养护环境;冬季施工需采用保温养护,覆盖棉被或电热毯,保证混凝土表面温度不低于5℃。(3)养护监督需细化到位:建立养护台账,记录养护开始时间、持续时间和责任人;质检员每天检查养护情况,确保覆盖严密、湿度达标,发现覆盖物破损或表面干燥,及时整改;对大体积混凝土,需监测内外温差,控制在25℃以内,必要时采取内部通水降温或外部保温措施,防止温度裂缝^[4]。

3 案例分析

3.1 工程概况

某大型住宅小区项目,总建筑面积约12万平方米,由10栋18层住宅楼及配套地下车库组成,结构形式为剪力墙结构。该工程混凝土总用量约3.5万立方米,涉及C25至C40多个强度等级,其中地下车库底板为C30P6抗渗混凝土(面积约8000平方米,厚度0.8米),住宅楼剪力墙为C35混凝土。施工中应用了预拌混凝土集中搅拌技术、泵送布料技术及信息化养护管理技术,重点解决大面积

混凝土浇筑的均匀性及抗渗性能控制问题。

3.2 施工技术控制要点实施情况

原材料控制方面建立严格的进场检验制度：水泥选用P.O42.5普通硅酸盐水泥，每200吨为一检验批，检测抗压强度、安定性等指标；砂采用天然河砂，细度模数2.5，含泥量控制在2%以内，泥块含量不超过0.5%；碎石选用5-25mm连续级配的石灰岩碎石，压碎值 $\leq 16\%$ ，含泥量 $\leq 1\%$ ；抗渗混凝土中掺加聚羧酸系减水剂（减水率25%）和粉煤灰（Ⅱ级），外加剂进场前进行与水泥的相容性试验。

施工配合比通过试配确定：C30P6混凝土水胶比0.50，砂率38%，粉煤灰掺量20%，坍落度设计为 $180\pm 20\text{mm}$ ；根据现场砂石含水率，每天上午、下午各调整一次施工配合比中的用水量。浇筑阶段，地下车库底板分5个区域流水施工，采用拖泵结合布料机浇筑，分层厚度400mm，振捣棒插点间距500mm，振捣时间20-30秒，直至混凝土表面泛浆、不再下沉；住宅楼剪力墙采用分层浇筑，每层高度不超过600mm，振捣棒插入下层混凝土50-100mm，确保上下层结合紧密。

施工缝设置在车库底板与墙体交接处上方300mm处及住宅楼楼板梁底，处理时先人工凿除表面浮浆和松动石子，用钢丝刷清理干净后，浇水湿润并保持24小时，浇筑前铺设20mm厚与混凝土同配合比的水泥砂浆。养护阶段，地下车库底板采用覆盖塑料薄膜加阻燃棉被保湿养护，养护时间不少于14天；住宅楼剪力墙及楼板采用洒水养护，每天洒水次数不少于4次，保持表面湿润，养护时间不少于7天。

3.3 质量控制效果评价

3.3.1 质量控制效果显著

混凝土试块抗压强度检测合格率为100%，地下车库抗渗试块均满足抗渗要求；结构外观质量较好，墙面平整度偏差控制在8mm以内，楼板厚度符合设计要求。但也存在一些问题：一是部分楼板在浇筑过程中因布料不均，出

现局部蜂窝现象，面积约0.2平方米；二是个别部位因养护不及时，在混凝土表面出现细微干缩裂缝，长度多在50-100mm；三是砂石材料进场检验时，偶尔发现碎石含泥量接近控制上限，对混凝土和易性有一定影响。

3.3.2 改进措施及建议

一是加强混凝土浇筑过程中的布料管理，安排专人指挥布料机操作，确保布料均匀，同时增加振捣人员数量，对布料较厚区域加强振捣；二是完善养护管理制度，明确养护责任人及养护时间，配备足够的洒水设备，在高温天气适当增加洒水次数，确保混凝土表面始终处于湿润状态；三是严格控制砂石材料进场质量，增加碎石含泥量的检测频率，对接近控制上限的材料进行二次筛选处理，不合格的材料坚决不予使用；四是定期对施工人员进行技术培训和质量意识教育，提高操作技能和责任意识，确保各项质量控制措施落实到位。

结束语

综上所述，土木建筑工程混凝土施工技术的控制要点涉及多个关键环节，从原材料的质量控制到配合比的科学设计，再到浇筑、振捣及养护的精细化管理，每一步都至关重要。通过不断优化施工技术，加强质量控制，我们可以有效提升混凝土的强度和耐久性，保障土木建筑工程的整体质量和安全。未来，我们应继续探索更加高效、环保的混凝土施工技术，为建筑行业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]许广平,许宇琛.土木工程建筑中混凝土结构的施工技术及质量控制对策[J].居业,2022,(02):24-25.
- [2]开璇.土木建筑工程混凝土施工技术控制要点[J].房地产世界,2021,(10):99-100.
- [3]党黎明.土木工程施工中混凝土施工技术探析[J].价值工程,2021,(07):73-74.
- [4]蔡志伟.土木工程建筑中混凝土结构的施工技术分析[J].价值工程,2020,(13):129-130.