

建筑施工模板拆除时间控制对混凝土强度影响的实验研究

史 伟

湖北宜翔建设有限公司 湖北 宜昌 443000

【摘 要】：模板拆除时间是建筑施工中影响混凝土强度发展的关键因素，过早或过晚拆除均可能对结构安全与施工效率产生不利影响。通过设计不同养护条件下的模板拆除时间梯度实验，分析混凝土抗压强度、抗折强度随拆除时间的变化规律，可明确不同结构部位模板拆除的临界强度节点。实验结果表明，模板拆除时间需与混凝土强度增长特性相匹配，合理控制拆除时间能减少表面损伤与结构变形风险，同时保障后续施工衔接。这为制定科学的模板拆除方案、提升混凝土结构施工质量提供了实验依据。

【关键词】：模板拆除时间；混凝土强度；实验研究；施工控制；结构安全

DOI:10.12417/2811-0722.25.10.054

引言

模板拆除作为混凝土施工的关键工序，其时间控制直接关系到混凝土强度的正常发展与结构稳定性。实际施工中，因拆除时间不合理导致的混凝土表面开裂、构件变形等问题时有发生，既影响工程质量，又可能增加修复成本。基于此，开展模板拆除时间对混凝土强度影响的实验研究，探索二者间的内在关联，可为优化拆除工艺、制定针对性控制措施提供科学支撑，对推动建筑施工技术规范化的重要意义。

1 模板拆除时间控制对混凝土强度影响的实验设计

1.1 实验目的与变量设计

实验核心目的是明确不同模板拆除时间下混凝土强度的发展特征，为制定分部位拆除标准提供依据。变量设计采用“主变量+次变量”嵌套模式，主变量为模板拆除时间，依据混凝土强度增长曲线与施工规范要求，设置多个时间梯度，如12小时、24小时、36小时、48小时、72小时，覆盖早拆、适拆与晚拆区间，以捕捉强度突变节点。次变量包括混凝土强度等级，选取建筑施工中常用等级，如C30、C40、C50，分别对应不同强度发展速率；结构类型模拟，通过试件形态区分梁、板、柱等构件受力特征，如梁式试件侧重抗折强度测试，板式试件关注表面抗压性能。环境变量需严格控制，设置温度20℃的养护舱，同时增设自然环境对照组，分析环境波动对实验结果的干扰程度。模板拆除时间控制对混凝土强度影响的实验设计，需围绕“时间梯度—强度响应—条件适配”构建多变量协同研究框架，通过科学设定实验参数、规范操作流程与精准测试方法，揭示二者间的量化关系。实验设计需兼顾结构类型差异与环境因素干扰，确保结果对实际施工具有直接指导意义。

1.2 试件制备与养护方案

试件制备需严格遵循结构比例缩放原则，确保力学性能与实际构件一致。按不同结构类型制作标准试件，梁类试件采用100mm×100mm×400mm矩形截面，两端设置支座模拟受力状态；板类试件为100mm×100mm×50mm薄板结构，边缘预留模板固定装置；柱类试件为150mm×300mm圆柱体，高度

与直径比符合规范要求。混凝土拌合过程采用强制式搅拌机，严格控制水灰比、砂率与外加剂掺量，拌合完成后通过坍落度试验验证工作性，确保各组试件材料性能均匀一致。浇筑时采用分层振捣工艺，振捣时间以表面泛浆无气泡为准，避免因密实度差异影响强度测试结果。养护阶段实行“模板约束+环境养护”双控制，模板安装时确保拼接严密，避免漏浆导致试件尺寸偏差；养护舱内维持恒温恒湿，自然环境组则暴露于室外，同步记录温湿度变化数据。测试指标与方法设计：测试指标需覆盖混凝土强度的关键维度，包括抗压强度、抗折强度与表面硬度。抗压强度测试采用压力试验机，按结构类型选择加载方式，柱类试件采用轴心受压，板类试件采用面受压，加载速率控制在0.5MPa/s至1.0MPa/s范围内，记录试件破坏时的最大荷载。表面硬度测试采用回弹仪，在试件拆模后不同时间点进行多点检测，每个试件选取5个检测点，建立表面硬度与内部强度的关联模型，为非破损检测提供校准依据。

1.3 数据采集与误差控制

数据采集系统需实现自动化与人工记录双备份，压力试验机与弯曲试验机连接数据采集软件，实时传输荷载、位移等参数，生成电子数据表；同时人工记录试件破坏形态、表面裂缝分布等定性特征，补充量化数据的不足。误差控制贯穿实验全程，试件制作阶段采用同一批次材料，由同一组人员操作，减少人为差异；测试阶段对设备进行定期校准，每批次试件插入3个标准试块进行对比测试，确保仪器精度。针对环境变量干扰，采用方差分析法分离温度、湿度对强度的影响权重，通过数据修正消除非受控因素的干扰。实验重复设置3组平行试件，每组包含6个相同类型试件，取测试结果平均值作为最终数据，降低偶然误差对结论的影响。该实验设计通过多维度变量控制与系统化测试方案，可精准捕捉模板拆除时间与混凝土强度的动态关联，为后续规律分析与施工策略制定提供可靠的实验数据支撑，确保研究结论的科学性与工程适用性。

2 不同模板拆除时间下混凝土强度的变化规律分析

2.1 不同结构类型的强度变化特征

结构类型差异导致混凝土受力状态不同,其强度随拆除时间的变化呈现显著分化。梁式构件的抗折强度在早期增长较快,12小时拆除试件的抗折强度较低,加载过程中易在跨中出现贯通裂缝;24小时拆除试件的抗折强度有明显提升,裂缝多集中在受拉区且扩展速度减缓;48小时后拆除的试件,抗折强度趋于稳定,破坏形态呈现延性特征,裂缝分布均匀。板类构件的表面抗压强度对拆除时间更为敏感,12小时拆除的试件表面易因模板约束解除过早产生微裂纹,抗压测试时表面剥落现象明显;24小时拆除试件的表面抗压强度提升显著,表面完整性较好;72小时拆除的试件表面抗压强度增长趋缓,但内部密实度更高,加载时整体受压性能更优。柱类构件的轴心抗压强度随拆除时间呈阶梯式增长,12小时至24小时期间增长幅度较大,24小时至48小时增长速率放缓,48小时后进入平缓增长阶段,其强度发展与模板约束解除后的侧向变形控制密切相关,过早拆除会因侧向失稳影响强度测试结果。

2.2 不同混凝土强度等级的强度发展差异

混凝土强度等级决定了水泥水化反应速率,进而影响强度随拆除时间的变化节奏。C30混凝土早期强度增长较慢,12小时拆除试件的抗压强度较低,无法满足基本承载要求;24小时拆除试件的强度虽有提升,但仍存在因水化不充分导致的内部孔隙较多问题;72小时拆除时,强度可达到设计值的较高比例,且后期强度增长稳定。C40混凝土的强度增长速率快于C30,24小时拆除试件的抗压强度已能满足部分非承重结构的拆除要求,48小时拆除时强度增长曲线斜率放缓,内部水化产物分布更均匀。C50混凝土因水泥用量增加,早期强度发展迅速,12小时拆除试件的强度高于C30同期水平,但与C40相比仍有差距;24小时拆除时,其抗压强度已接近C30混凝土48小时的强度值,48小时后拆除的试件强度增长趋于平缓,水化反应基本完成。环境温湿度通过影响水泥水化速度,改变强度随拆除时间的变化轨迹。养护舱内恒温恒湿环境下,混凝土强度增长稳定,12小时至24小时期间,各类型试件的强度增长幅度均大于自然环境组;48小时后,恒温恒湿环境下的试件强度普遍高于自然环境组,且数据离散性小。自然环境组受温湿度波动影响显著,高温低湿条件下,12小时拆除试件的表面强度因水分蒸发过快增长受限,内部与表面强度差异较大;低温高湿环境则延缓强度发展,24小时拆除试件的强度与恒温恒湿环境下12小时拆除试件的强度接近。昼夜温差较大时,自然环境组试件的强度增长曲线出现波动。

2.3 强度与表面硬度的关联规律

表面硬度可通过回弹值间接反映混凝土内部强度,其与拆除时间的关联规律为非破损检测提供参考。12小时拆除的试

件,表面回弹值较低且波动较大,与内部抗压强度的相关性较弱;24小时拆除试件的表面回弹值与内部抗压强度的相关性提升,回弹值每增加一定数值,抗压强度对应提升一定幅度;48小时后拆除的试件,表面回弹值趋于稳定,与内部抗压强度的线性关系显著,可通过回弹值较准确推算内部强度。不同结构类型中,板类构件的表面硬度与内部强度相关性最高,因表面受力均匀且受环境影响直接;梁式构件因截面受力不均,表面硬度与抗折强度的相关性略低,但仍可作为初步判断依据。通过上述规律分析可见,混凝土强度随模板拆除时间的变化并非简单的线性关系,而是受结构类型、强度等级与环境条件共同影响的复杂过程。

3 基于实验结果的模板拆除时间优化与施工控制策略

3.1 分结构类型的拆除时间优化

不同结构类型的受力特性决定了其模板拆除时间的差异化需求,需根据实验揭示的强度变化特征精准设定节点。梁式构件应优先以抗折强度为控制指标,非承重梁可在24小时后拆除模板,此时抗折强度已能满足自重承载要求,且裂缝控制效果较好;承重梁需推迟至48小时后拆除,确保抗折强度达到稳定状态,拆除前需验算跨中挠度,必要时保留部分支撑以分散荷载。板类构件以表面抗压强度与完整性为核心控制要素,跨度较小的楼板可在24小时后拆除,拆除后及时覆盖养护布防止表面开裂;大跨度楼板需延长至72小时后拆除,拆除过程中避免集中堆放材料,减少表面附加荷载。柱类构件的拆除时间需结合轴心抗压强度与侧向稳定性,边柱与角柱因约束条件较弱,拆除时间不早于48小时,拆除后采用钢管临时支护直至强度完全发展;中柱可在36小时后拆除,拆除顺序遵循“对称拆除、由上至下”原则,避免因受力失衡引发变形。基于实验结果的模板拆除时间优化与施工控制策略,需以强度变化规律为依据,结合结构类型、混凝土等级与环境条件制定差异化方案,通过技术措施与管理手段的协同,实现模板拆除时间与混凝土强度的精准匹配,既保障结构安全,又提升施工效率。

3.2 分强度等级的拆除工艺适配

混凝土强度等级的差异要求拆除工艺与之动态适配,通过调整拆除节奏与辅助措施实现强度与工期的平衡。C30混凝土早期强度发展较慢,模板拆除需预留充足养护时间,非承重结构拆除时间不早于36小时,拆除前需通过回弹仪检测表面硬度,确认强度达标后方可作业;承重结构拆除时间延至72小时后,拆除过程中对构件边角进行包裹保护,防止碰撞损伤。C40混凝土可适当缩短拆除周期,非承重结构在24小时后即可拆除,拆除后及时进行洒水养护,延续水泥水化反应;承重结构拆除时间控制在48小时左右,拆除时同步记录构件外观质量,发现裂缝立即暂停并评估处理。C50混凝土早期强度增

长迅速,非承重结构拆除时间可提前至18小时,但需在拆除后4小时内完成覆盖养护;承重结构拆除时间不早于36小时,拆除后对节点区域进行重点养护,确保强度持续增长。

3.3 环境条件适配的动态控制措施

环境条件的波动需通过动态调整措施保障拆除质量,根据实验揭示的温湿度影响规律制定应对方案。恒温恒湿环境下,可按标准拆除时间执行,拆除后延续原有养护条件至少3天,维持强度稳定增长;自然环境下需根据实时温湿度调整拆除计划,高温低湿天气适当延长拆除时间,拆除前2小时对模板表面喷水保湿,减少混凝土表面失水;低温高湿天气则通过覆盖保温被提升养护温度,确保拆除时强度达到预期值,必要时采用蒸汽养护加速强度发展。昼夜温差较大时,选择午后气温较高时段拆除,此时混凝土强度增长处于相对活跃期,拆除后立即覆盖保温材料,减少温度应力导致的裂缝。遇降雨天气需推迟拆除,雨后待模板表面干燥后再作业,避免水分渗入混凝土表层影响强度。全过程管理是确保策略落地的关键,需建立“检测—审批—实施—验收”的闭环体系。拆除前由技术人员结合

实验数据与现场条件编制专项方案,明确拆除时间、顺序与保护措施,经审批后方可实施;拆除过程中安排专人监测构件状态,采用全站仪实时测量挠度变化,发现异常立即停止作业。建立强度快速检测机制,拆除前通过回弹法与钻芯法结合的方式验证强度,回弹值需与实验数据中的关联规律比对,钻芯样本数量按构件数量的一定比例抽取,确保检测结果代表性。应急保障方面,配备临时支撑、加固钢板等物资,若拆除后发现构件变形超标,立即架设临时支撑并分析原因;对出现裂缝的构件,根据裂缝宽度采取表面封闭或压力注浆处理,防止裂缝扩展影响结构安全。

4 结语

建筑施工模板拆除时间控制对混凝土强度影响的实验研究,揭示了二者间的动态关联规律。通过科学实验明确了合理的拆除时间节点,为制定针对性施工控制策略提供了依据。实践中需结合结构类型与养护条件,精准把控模板拆除时间,以平衡混凝土强度发展与施工进度,为保障建筑结构安全与质量奠定坚实基础,推动施工技术向精细化方向发展。

参考文献:

- [1] 王强,李明.混凝土结构拆模时间对强度及耐久性影响研究[J].建筑技术开发,2023,50(10):45-48.
- [2] 张悦,赵宏.基于不同强度等级混凝土的模板拆除时间优化策略[J].施工技术前沿,2024,12(3):67-72.
- [3] 刘辉,孙晓.环境因素对混凝土模板拆除时间与强度关系的影响分析[J].建筑材料学报,2023,26(4):98-103.
- [4] 陈晨,周宇.不同结构类型下混凝土模板拆除时间的精准控制研究[J].土木工程学报,2024,57(5):89-95.
- [5] 郭峰,吴琳.混凝土模板拆除时间与强度关联规律的实验验证及应用[J].建筑科学研究,2023,30(6):56-62.