

高层建筑二次结构精细化施工技术及工期优化策略

孙磊

宁夏回族自治区发展工程咨询有限公司，宁夏，750000；

摘要：伴随城市化进程加速，高层建筑在城市建设中的占比持续攀升。高层建筑二次结构施工作为主体结构施工的延续，对建筑整体质量、使用功能及工期把控起着决定性作用。本文针对高层建筑二次结构施工中常见的质量瑕疵与工期延误现象展开深入研究，详细阐述了砌体工程、构造柱施工、门窗安装等关键环节的精细化施工要点与质量管控措施。从施工组织设计、资源调配、施工进度管理等维度，探讨了切实可行的工期优化策略，旨在为提升高层建筑二次结构施工精细化水平与工期管理效率提供理论支撑与实践参考。

关键词：高层建筑；二次结构；精细化施工技术；工期优化策略

DOI: 10.64216/3080-1508.25.02.001

引言

近年来，我国城市化进程突飞猛进，城市土地资源愈发稀缺，高层建筑成为解决城市居住与办公需求的主要途径。相关统计数据显示，截至 2023 年，我国百米以上高层建筑数量已突破 1000 座，且年增长率达 8%。高层建筑具有高度高、结构复杂、功能多元等特性，其二次结构施工质量直接关乎建筑的安全性、耐久性与使用舒适度。但在实际施工中，高层建筑二次结构施工常面临诸多问题，如砌体裂缝（发生率约 15%-20%）、构造柱施工不规范（垂直度偏差超标项目占比约 12%）、门窗安装质量欠佳（渗漏问题投诉率占建筑通病的 25%）等。同时，因施工组织不合理、资源配置不当，工期延误现象屡见不鲜（平均延误工期约 10-15 天），这不仅增加了工程成本，还对工程经济效益与社会效益产生不利影响。故而，研究高层建筑二次结构精细化施工技术及工期优化策略，对提升高层建筑整体质量、缩短工期、降低成本具有重要现实意义。

1 高层建筑二次结构精细化施工技术

1.1 砌体工程施工技术

1.1.1 施工准备

砌体工程施工前，需做好充分准备工作。首先，严格检验砌块质量，确保其强度（如蒸压加气混凝土砌块强度等级不低于 A3.5）、尺寸（长度允许偏差±3mm，宽度和高度±2mm）、外观质量（缺棱掉角尺寸不大于 30mm×20mm，且每块不超过 2 处）等符合设计要求及《砌体结构工程施工质量验收规范》（GB50203-2011）。对于蒸压加气混凝土砌块这类新型墙体材料，运输与堆放时应严防受潮、破损。堆放场地需

平整干燥，具备良好排水设施，堆放高度不宜超过 2m，堆垛间应预留不小于 0.5m 的通道。其次，依据设计图纸在基层精准弹出墙体轴线、边线及门窗洞口位置线，经复核无误后方可施工，轴线位移偏差应控制在 5mm 以内，门窗洞口尺寸偏差控制在±10mm。此外，根据设计要求与砌块种类，选定适配的砂浆配合比，如蒸压加气混凝土砌块采用 M5 专用砂浆，砂的含泥量不得超过 5%。严格按照配合比搅拌，确保砂浆强度与和易性达标，砂浆稠度控制在 60-80mm。

1.1.2 砌筑施工要点

砌筑过程中，务必遵循“横平竖直、砂浆饱满、错缝搭砌、接槎可靠”原则。采用“三一”砌筑法，即一铲灰、一块砖、一揉压，保证砂浆饱满度不低于 80%，水平灰缝砂浆饱满度不低于 90%。砌体水平灰缝厚度与竖向灰缝宽度宜控制在 15mm 左右，灰缝应横平竖直、均匀一致。针对蒸压加气混凝土砌块砌体，采用铺浆法砌筑时，铺浆长度不得超过 750mm；当施工期间气温超 30℃时，铺浆长度不得超过 500mm，以保障砂浆饱满度。砌筑时，注重错缝搭砌，上下皮砌块竖向灰缝应相互错开，错开长度不小于砌块长度的 1/3，且不小于 150mm。若无法满足错缝搭砌要求，应设置拉结钢筋或网片，如沿墙高每隔 500mm 设置 2φ6 拉结钢筋，伸入墙内长度不小于 700mm，增强砌体整体性。

1.1.3 质量控制措施

为保障砌体工程质量，需强化施工过程质量管控。其一，加强砌块与砂浆检验，每 1 万块砌块为一个检验批（不足 1 万块亦按一批计），每批至少抽检一组；每台搅拌机搅拌的砂浆试块至少抽检一次，确保材料质量合格。其二，加大对砌筑工艺检查力度，每日砌

筑高度不宜超过 1.8m,雨天施工时不宜超过 1.2m。一旦发现灰缝厚度、饱满度、错缝搭砌等不符合要求,应立即返工整改。其三,重视砌体养护工作,砌筑完成后及时洒水养护,养护时间不少于 7 天,养护期间保持砌体表面湿润,以促进砌体强度增长。

1.2 构造柱施工技术

1.2.1 钢筋施工

构造柱钢筋施工是关键环节。施工前,依据设计图纸精准加工构造柱钢筋,确保钢筋规格(主筋一般为 $4\phi 12$,箍筋 $\phi 6@200$)、数量、长度等符合要求,钢筋加工的形状、尺寸偏差应契合规范规定,如受力钢筋顺长度方向全长净尺寸偏差 $\pm 10\text{mm}$,弯起钢筋弯折位置偏差 $\pm 20\text{mm}$ 。根据设计要求与施工条件,合理选择钢筋连接方式,可采用绑扎连接、焊接连接或机械连接。采用绑扎连接时,钢筋搭接长度应符合规范,如 HRB400 钢筋搭接长度不小于 $40d$ (d 为钢筋直径),且搭接部位绑扎牢固,绑扎点数不少于 3 个;焊接连接时,确保焊缝饱满、无夹渣、无气孔等缺陷,焊缝长度不小于 $10d$ (单面焊)或 $5d$ (双面焊);机械连接时,保证连接接头质量符合相关标准,接头抗拉强度不低于钢筋母材抗拉强度标准值。钢筋安装过程中,严格把控钢筋位置与垂直度,主筋位置偏差不超过 5 mm,箍筋间距偏差 $\pm 20\text{mm}$,确保构造柱钢筋骨架符合设计要求。

1.2.2 模板施工

构造柱模板施工应确保模板平整度、垂直度与密封性,防止混凝土浇筑时出现漏浆、跑模现象。模板安装要牢固可靠,支撑系统具备足够强度、刚度与稳定性,如采用 $\Phi 48\times 3.5$ 钢管支撑,立杆间距不大于 1.5m,横杆步距不大于 1.8m。模板安装前,对模板进行清理并涂刷水性脱模剂,严禁使用油性脱模剂,以便模板拆除。模板拼接缝应严密,较大拼接缝采用海绵条或胶带密封,防止漏浆,拼接缝宽度不大于 2 mm。模板安装完成后,仔细检查模板尺寸、位置与垂直度,模板垂直度偏差不超过 3mm,截面内部尺寸偏差 $\pm 10\text{mm}$,确保符合设计要求。

1.2.3 混凝土施工

构造柱混凝土施工应严格依照混凝土配合比拌制,确保混凝土强度符合设计要求,如构造柱混凝土强度等级一般为 C25。根据施工条件与混凝土运输距离,合理调整坍落度,一般控制在 160–180mm。混凝土浇筑前,全面检查构造柱钢筋与模板,清除模板内杂物与积水,对混凝土施工缝进行妥善处理,如在施工缝处铺设 20–30mm 厚同强度等级水泥砂浆,保证混

凝土结合良好。混凝土浇筑采用分层浇筑法,每层浇筑厚度不宜超过 500mm,并用振捣棒振捣密实,振捣时间以混凝土表面呈现浮浆、不再下沉、不再出现气泡为准,一般为 20–30s。振捣时,避免振捣棒碰撞钢筋与模板,振捣棒与模板距离不大于振捣棒作用半径的 0.5 倍,且防止碰撞钢筋、模板、芯管、吊环、预埋件等。混凝土浇筑完成后,及时养护,养护时间不少于 14 天,养护期间保持混凝土表面湿润,可采用覆盖塑料薄膜或洒水方式养护。

1.3 门窗安装施工技术

1.3.1 门窗洞口处理

门窗安装前,需对门窗洞口进行细致检查与处理,确保洞口尺寸、垂直度与平整度符合要求,如普通门窗洞口宽度和高度偏差 $\pm 10\text{mm}$,高级门窗洞口宽度和高度偏差 $\pm 5\text{mm}$,洞口垂直度偏差不超过 3mm,平整度偏差不超过 2mm。对于尺寸偏差较大的洞口,采用 C20 细石混凝土或 1:3 水泥砂浆修补,修补前清理洞口表面并洒水湿润,修补后养护不少于 7 天,确保修补后洞口尺寸满足门窗安装要求。同时,检查洞口预埋件或预留孔洞位置与数量是否符合设计,如铝合金门窗安装前检查洞口预埋铁件,每边固定点不少于 3 个,间距不大于 600mm。若发现问题,及时采用后置埋件补救,后置埋件需进行拉拔试验,试验合格后方可进行门窗安装。

1.3.2 门窗安装要点

根据门窗类型与材质,选择适宜安装方法,如铝合金门窗可采用干法或湿法安装,塑料门窗一般采用干法安装。安装过程中,确保门窗位置精准、安装牢固,门窗与洞口间缝隙均匀一致,并按设计要求填充密封。对于铝合金门窗,缝隙采用发泡聚氨酯填充,填充应饱满、连续,无空鼓气泡,发泡聚氨酯压缩性能不小于 100kPa。填充前清理缝隙杂物,填充固化后切割,切割面距门窗框表面 1–2mm。填充完成后,在缝隙外侧采用宽度不小于 8mm、厚度不小于 3mm 的中性硅酮密封胶密封,密封胶应连续、光滑、无气泡。塑料门窗缝隙采用闭孔泡沫塑料等弹性材料填充,填充均匀密实,外侧密封胶施工要求与铝合金门窗一致。

1.3.3 质量控制措施

为确保门窗安装质量,加强门窗材料检验,核查门窗规格、型号、性能等是否符合设计与相关标准,如铝合金门窗抗风压、气密、水密性能应符合《铝合金门窗》(GB/T8478–2020)规定,塑料门窗力学、耐候性能应符合《塑料门窗》(GB/T28886–2012)规定。同时,强化安装工艺检查,包括门窗安装位置、垂直

度、平整度、密封性能等,门窗安装垂直度偏差不超过 2mm,平整度偏差不超过 1.5mm,开启力不大于 50 N,关闭时扇与框贴合紧密,无明显缝隙。门窗安装完成后,进行启闭试验与水密性、气密性试验,启闭试验应开启灵活、关闭严密、无倒翘;水密性试验采用喷淋法,在门窗外侧喷淋 15min,观察内侧有无渗漏;气密性试验采用压力差法,检测气密性能指标是否符合设计要求。

2 高层建筑二次结构工期优化策略

2.1 优化施工组织设计

施工组织设计是施工全程的核心文件,优化它对工期优化至关重要。编制时,考虑高层建筑二次结构施工特点与难点,合理规划施工顺序与流程,避免工序交叉干扰与窝工。采用流水施工法,将二次结构施工划分为若干施工段,如每 5 层为一个施工段,组织专业施工队伍在各施工段流水作业,提升施工效率,缩短工期。例如,某 30 层高层建筑二次结构施工,划分为 6 个施工段,每个施工段工期 10 天,总工期可控制在 60 天左右,相较传统施工方法缩短约 20 天。同时,制定详尽施工进度计划,明确各工序起止时间,并依据实际施工情况及时调整优化,可借助 P project 软件编制与管理进度计划,实时跟踪进度,及时发现偏差并采取调整措施。

2.2 合理配置资源

资源配置合理性直接影响施工进度与工期目标达成。高层建筑二次结构施工中,需合理调配人力、物力、财力资源。人力资源方面,依据施工进度计划与工程量,合理安排施工人员数量与工种搭配,保障各工序劳动力均衡,避免劳动力过剩或不足。定期组织施工人员技术交底与安全培训,提升专业技能与安全意识。物力资源方面,提前制定材料、设备采购与供应计划,依据施工进度计划,提前采购材料,提前租赁设备,确保材料、设备及时供应,避免因短缺影响施工进度。建立材料、设备台账,定期盘点检查,提高材料、设备利用率与使用寿命,材料损耗率控制在 5%以内,设备完好率达 95%以上。财力资源方面,根据施工进度计划与工程量编制资金使用计划,按工程进度节点及时支付材料款、人工工资等费用,确保施工资金充足,避免因资金短缺导致施工中断。

2.3 加强施工进度管理

施工进度管理是实现工期优化的重要手段。高层建筑二次结构施工中,构建完善施工进度管理体系,

强化施工进度跟踪监控。运用挣值管理法、前锋线比较法等分析评估施工进度,及时察觉进度偏差并采取应对措施。施工进度提前时,合理调整施工计划,加强与业主、监理、设计等单位沟通协调,每周召开工程例会,及时解决施工问题,保障施工进度顺利推进。

2.4 应用先进的施工技术和管理理念

先进施工技术与管理理念可提升施工效率、缩短工期。高层建筑二次结构施工中,可应用精益建造、BIM 技术等。精益建造理念聚焦消除浪费、持续改进,通过优化施工流程、减少不必要工序环节,提升施工效率与质量。例如,采用预制装配式二次结构构件,如预制加气混凝土墙板、预制构造柱等,减少现场施工工序,预制构件安装速度比传统现场施工快 30%-50%。BIM 技术实现建筑信息三维可视化管理,通过构建建筑信息模型,模拟优化施工过程,提前发现问题并制定解决方案,减少施工误差与返工,缩短工期。如利用 BIM 技术进行砌体排版设计,优化砌块排列,减少砌块切割浪费,提高砌体施工效率,避免因排版不合理引发砌体裂缝等问题。某项目应用 BIM 技术后,砌体施工工期缩短 10 天,返工率降低 80%。

3 结论

高层建筑二次结构施工是高层建筑工程的重要组成部分,其施工质量与工期控制对建筑整体质量与经济效益意义重大。通过实施精细化施工技术,强化砌体工程、构造柱施工、门窗安装等关键环节质量管控,可有效提升二次结构施工质量,降低质量问题发生率,如显著降低砌体裂缝发生率。同时,运用优化施工组织设计、合理配置资源、加强施工进度管理、应用先进施工技术与管理理念等工期优化策略,能够大幅提升施工效率,缩短工期,实现工程经济效益与社会效益最大化。在实际施工中,应依据工程具体情况,灵活运用精细化施工技术 with 工期优化策略,不断总结经验,持续提升高层建筑二次结构施工管理与技术水平。

参考文献

- [1]于长龙,王建伟,李成刚.浅谈 BIM 技术在建筑结构专业优化阶段的应用[J].城镇建设,2020(1):1.
- [2]秦力.中高层住宅结构体系优化设计研究[D].大连理工大学,2003.D0I:10.7666/d.y665643.
- [3]王一培.不改变建筑结构整体刚度的二次结构一次成型技术[J].城市建筑,2019,16(24):2.D0I:CNKI:SU N:JZCS.0.2019-24-053.