

高层建筑施工质量通病及防治措施探究

周智杰

上海建工二建集团有限公司 上海 200080

【摘要】：随着城市化进程的加速推进，城市可利用土地资源日益紧张，高层及超高层建筑已成为现代城市建设的主流形态。高层建筑具有结构体量庞大、基础埋深大、施工周期长、垂直运输量高以及受自然环境影响显著等固有特征，这使得其施工技术难度与质量控制的复杂性远超普通多层建筑。在实际施工作业中，受材料性能变化、工艺流转不当、环境荷载交变以及人为操作误差等多重因素的交织影响，高层建筑极易发生混凝土裂缝、外墙和窗台渗漏水、垂直度超标以及轴线位移等质量通病，严重威胁到建筑的本质安全、使用功能与整体寿命。本文针对这些常见的施工质量通病展开系统性的文字综述与深度的成因剖析。在此基础上，从优化材料配合比、改善剪切变形刚度、完善多道防水构造网络以及构建精密数字化测量控制体系等关键维度，提出了覆盖全流程的多元化防治措施，旨在为提升高层建筑工程质量控制水平提供严密的理论指导与技术借鉴。

【关键词】：高层建筑；施工质量；质量通病；混凝土裂缝；防水构造

DOI:10.12417/2811-0528.26.15.086

1 引言

高层建筑属于现代建筑工程技术的集大成者，它的建设水平是体现城市综合基础设施建造能力的重要指标。与普通多层或者低层建筑相比，高层建筑所承受的垂直重力荷载是巨大的，而且还会遇到较大的水平风荷载和地震剪切力，对它的主体结构整体性、稳定性以及耐久性有着非常高的要求^[1]。由于高层建筑施工作业大多处在高空、露天环境下，高空交叉作业频繁，各个工序之间相互制约、互相影响的程度非常高，因此任何一个技术上的小错误或者管理上的疏忽，在多层叠加和时间周期的共同作用下，都会被无限地放大，最终形成无法克服的质量缺陷，造成施工成本上升甚至安全事故的发生^[2]。

2 高层建筑施工质量常见通病及其成因分析

2.1 混凝土结构裂缝与蜂窝麻面通病

主体结构施工阶段混凝土开裂、表面蜂窝麻面等质量通病的发生率很高。分析其底层原因，高层建筑的主体剪力墙、核心筒、大体积基础等常常要耗费大量混凝土，因为单次浇筑量大，水泥在凝结硬化时会产生大量的内部水泥水化热。由于混凝土外表面散热快，内部热量积聚，造成结构内外存在较大的温度梯度差，温度不均匀分布会引起明显的温度应力^[3]。当温差产生的拉应力大于混凝土早期的抗拉强度极限时，就会沿着应力集中区内自内向外开裂，形成致命的贯穿性或者表面温度裂缝。同时施工期间商品混凝土泵送塌落度不稳定，水分迅速蒸发后，混凝土产生的塑性收缩和干燥收缩也会使微观裂缝迅速扩大^[4]。

表面蜂窝麻面通病的产生主要是由于现场浇筑、振捣工艺的粗放。当高层建筑密集的钢筋骨架、深深的墙体模板遇上混

凝土骨料级配不合理、粗骨料粒径过大、浆骨比失调的时候，很容易在下料过程中出现钢筋阻拦造成严重的离析现象。现场操作人员若不进行分层连续浇筑，在振捣过程中出现漏振、欠振或者过振的情况，就会造成气泡不能及时随振捣波向表面排出并逸出，从而积聚在模板内侧的界面。另外，模板拼缝太严密造成严重局部漏浆，模板表面未清理干净、隔离剂涂刷不均匀，拆模时混凝土表层就会和模板一起粘连剥落，造成结构表面凹凸不平的孔洞、蜂窝、麻面缺陷，不但影响建筑观感质量，而且使内部钢筋过早暴露在空气中，埋下锈蚀的安全隐患^[5]。

2.2 外墙及窗台渗漏水通病

外墙和窗台渗漏水是高层建筑使用阶段质量通病中受关注最多的，成因复杂多样，牵涉到材料交界界面裂隙、多道防护脱节、细部节点防水设计不合理等诸多方面。高层建筑由于高度巨大，其外墙面所受的风压随着高度的增加而呈指数级增长，风荷载和大雨的共同作用会造成非常强的毛细渗透压力，使水分寻找任何一个微小的通道向内入渗。从构造上来说，现代高层建筑大多采用钢筋混凝土框架或者剪力墙结构，外围护填充墙一般用轻质加气混凝土砌块。

外窗台和周边区域的渗漏大多是由抹灰找平层倒坡、密封节点失效造成的。在窗洞口四周抹灰施工中，如果没有按照规范做好向外的排水坡度，或者出现严重的雨水倒泛水现象，就会造成聚集的雨水不能顺利排出。在外窗框与外墙砌体、抹灰层交接的阴角处，若现场填塞的保温或发泡胶不密实，外部密封胶粘结面基面清理不到位，或者使用了低劣、抗老化性差的硅酮密封胶，在长时间的紫外线照射和窗体高空风振疲劳的作用下，密封胶会提前出现开裂、脱胶、粉化等现象。水分在微小的毛细作用下穿透外墙保温层、装饰面层，一层层地漫延渗

透到建筑室内，破坏室内装修，造成墙面霉变。

2.3 垂直度偏差与轴线位移通病

高层建筑的几何线形控制是保证整个结构受力满足设计要求的前提条件，垂直度偏差超限、轴线位移超标都是高层施工过程中容易出现的几何质量问题。工程逻辑表明，高层建筑由于体积巨大，每一层微小的几何偏差如果在底层没有得到及时的校正和消化，就会随着楼层的逐层增高而产生严重的线性累积叠加效应。高层建筑核心筒和外框架支撑体系承受着巨大的侧向混凝土浇筑挤压力，模板支撑系统整体刚度不够、紧固件滑移或者周转使用模板自身挠曲变形，在混凝土强力振捣下模板系统很容易产生局部胀模和外移，造成浇筑成型的构件轴线偏移。

从测量控制的角度来说，垂直度和轴线的控制受施工工艺的限制，也受到自然环境以及测量器具的多种干扰。高层建筑在建设期间，长时间处在高空大风荷载、太阳单侧不均匀日照辐射的环境中。不均匀的日照会造成结构产生比较明显的温度侧向弯曲应力，核心筒、框架柱在白天测量时会向背光侧产生微小的弯曲形变。如果测量技术人员没有在温度恒定的清晨测量或者采取有效的日照修正计算，直接用传统的全站仪或者垂准仪进行轴线投测，所引测的基准点本身就已经包含了环境形变误差。初始基准点误差会逐层传递到高层建筑主体结构的实际受力中心线上，造成高层建筑主体结构实际受力中心线与理论轴线偏移，产生扭曲或者倾斜，给结构内部带来非预期的附加弯矩，对高层建筑整体抗倾覆稳定性构成严重威胁。

3 高层建筑施工质量通病的多元防治措施

3.1 优化材料配合比与强化浇筑养护工艺

对于混凝土结构裂缝和表面缺陷的通病，必须把防治关口前移到材料改性和硬化机理阶段，采用优化配合比和精细化温控养护相结合的方式进行综合防治。在材料选择上应尽量使用低热或者中热的硅酸盐水泥，合理利用优质粉煤灰、矿渣粉等微粉材料进行等量替换，从而大大减少混凝土内部绝对水化热释放总量。采用高性能减水剂和引气剂，在保证混凝土高流动性泵送性能的同时，大幅度减少单位用水量，有效减少硬化过程中自由水蒸发的空间，从根本上杜绝干燥收缩裂缝的产生。

施工工艺控制端必须严格执行分层分段逐步连续浇筑程序，严格控制每层混凝土的投料厚度和浇筑间歇时间，保证新老混凝土面初凝前完全结合。振捣作业时应实行快插慢拔的标准化操作，振捣棒的移动间距要处在合适的应力传导区间之内，防止漏振和过振，依靠二次振捣技术促使内部气泡彻底排出，改善混凝土同模板之间的密实状况。浇筑完成后要立即开始全方位的温控跟踪监测，根据内外温差的变化来调节覆盖保

温棉或者喷淋养护的频率。严禁为了赶工期而过早拆除承重模板，养护时间要足够长，使混凝土在恒温湿气中平稳地度过早期强度硬化期，保证结构本质安全。

3.2 完善多道防水构造与细部节点防渗

外墙、窗台等围护结构的防渗漏系统构造，要求防治措施要符合防排结合、多道设防、刚柔并济的系统控制原则。对于钢筋混凝土结构和加气块围护墙体交接缝这个高危开裂部位，在外墙抹灰施工前，必须在交接面两边对称铺设高强耐碱纤维网格布或者钢丝网，给界面提供充足的抗剪、抗拉能力，防止由于热应力差引起的接触面开裂。抹灰砂浆中适当掺入聚丙烯纤维，依靠纤维微观错综复杂的立体网络结构来提升砂浆层的整体抗裂防渗性能。

外窗台处的防渗细部节点设计必须强制执行结构外窗台低于内窗台的错位设计，在外窗台抹灰时应做明显的向外排水坡度，窗眉下口应同步设置标准的滴水槽或滴水线，依靠重力原理阻止雨水沿墙面内卷。窗框安装就位后，洞口周边微小缝隙用高性能聚氨酯发泡材料饱和、均匀地填充，不得用水泥砂浆强行硬性填塞。窗框四周外侧交接处，在基面彻底清扫并涂刷界面剂之后，采用耐候性好、伸缩率高的硅酮改性聚氨酯或者高弹性密封胶进行连续、饱满的无缝嵌缝密封。在外墙面层施工时，可以增设一层高聚合物改性沥青或者聚氨酯防水涂膜阻水层，形成由表及里的多层次防水构造防线，达到高空风压暴雨环境下全面阻水防渗的目的。

3.3 引入精密测量体系与实施动态几何控制

消除高层建筑垂直度偏差、轴线位移等通病，需要依靠创建一个可以抵御环境干扰的高精度测量控制网和一个刚度大的硬件保证体系。高层建筑测量控制网建立时，必须实行内控法辅以外控法联动复核的双轨制。底层建立稳固、永久的平面控制基准网，用激光垂准仪通过留设在各层楼板上的标准传递孔，把基准点垂直向上精确地投射出来。为了完全消除太阳单侧暴晒造成的热剪切非对称形变误差，技术人员应该把关键的轴线引测和复核工作安排在清晨日出前、结构形变最小的黄金温度窗口期里进行，并且使用高精度全站仪和三维激光扫描仪对空间几何形态进行三维逆向重建，用软件对采集到的高空坐标进行温度和风载偏摆修正，实现闭环反馈控制。

在现场施工过程中，要大幅度提高模板支撑系统结构刚度，增大抗变形富余量。高层剪力墙和核心筒模板优先使用大模板、爬模或者铝合金模板体系，背楞和对拉螺栓的加宽间距要经过严格的刚度极限受力计算来确定。在模板拼缝处要设置专用的柔性密封垫条，并用机械压紧的方式消除胀模、漏浆造成的几何形变。每次混凝土浇筑前、浇筑中和浇筑后，测量人

员都必须配置全天候的几何监控点,实行动态跟踪测量,一旦发现模板支架出现微小的位移趋势,就要立刻用倒链或者对拉加固系统开展动态微调矫正,把几何累积误差牢牢控制在最小的允许范围之内。

4 结论

高层建筑施工质量通病防治属于涉及设计构造、材料科学、施工工艺、精密测量等诸多学科的交叉型控制工程。不管是混凝土结构开裂、外墙窗台雨水渗漏,还是几何线形轴线垂直度偏差,本质上都是由于高层建筑复杂的受力环境、巨大的

物理体量和施工细节管理不到位三者相互交织的结果。

实践表明,过去那种只停留在表面、事后修补的被动修补方式,并不能从根本上消除质量通病,反而会使生命周期建筑的维护成本大大增加。要从根本上解决高层建筑施工质量通病问题,就必须坚持全面预防、全过程控制的技术路线。通过将材料改性、构造设防、精密测量等许多项标准化、数字化的防治手段有机地融入日常施工流转的每一个环节之中,不但可以有效地遏制结构病害的发生,而且可以大幅度地延长高层建筑的使用寿命,为创建本质安全、长寿耐久的现代城市高空空间建筑资产提供坚实的科技基础。

参考文献:

- [1] 李骞,刘燕.高层房建外墙保温层施工质量通病防治技术[J].科海故事博览,2025(31):48-50.
- [2] 张恒.高层建筑混凝土质量通病及防治措施[J].数字化用户,2025(19).
- [3] 都浩,张展硕,安南,等.三维激光扫描技术在高层建筑施工质量监测中的应用[J].工程勘察,2024(004):052.
- [4] 支金旭.基于熵值和模糊综合评价的高层建筑施工质量管理体系研究[J].工程技术研究,2025(12).
- [5] 张艳峰.高层建筑施工质量管理综合评价及应用分析[J].四川水泥,2025(6):163-165.