

高层建筑工程施工中的技术难点与解决方案

康金生

362330*****0314

摘要:城市化进程的持续推进,使高层建筑成为城市空间开发的核心选择。这类建筑施工受高度、体量及周边环境等多重因素制约,技术复杂程度远超普通建筑工程,各类技术难点直接决定工程质量优劣、施工安全与否及建设效率高低。本文以高层建筑工程施工全流程为研究对象,系统梳理施工各阶段存在的核心技术难题,结合当前建筑行业技术发展趋势与实际施工经验,针对性提出科学可行的解决方案。研究成果可为提升高层建筑施工技术水平提供实践指导,对保障工程建设顺利推进、推动建筑业高质量发展具有重要意义。

关键词:高层建筑;施工技术;深基坑施工;混凝土浇筑

DOI: 10.64216/3104-9680.25.02.028

引言

高层建筑凭借土地利用率高、空间功能丰富等突出优势,成为缓解城市用地紧张、塑造城市风貌的重要载体。在城市建设快速发展的背景下,高层建筑的高度不断突破,结构形式也愈发多样化,这使得施工过程中的技术挑战日益突出。从基础阶段的深基坑支护,到主体施工的超高空作业,再到混凝土浇筑、钢结构安装等关键环节,任何一处技术问题都可能引发质量隐患或安全事故。

1 深基坑施工技术难点与解决方案

1.1 支护结构稳定性不足

高层建筑深基坑开挖深度普遍较大,多数工程开挖深度超过10米,部分复杂项目甚至达到20米以上。地质勘察结果显示,城市建筑区域地质条件往往复杂多变,常见砂土、黏土、卵石层等多种土层交互分布的情况。支护结构在施工及使用过程中,需持续承受土层侧压力、地下水渗透压力等多重荷载,容易出现结构变形、接缝渗漏等问题,严重时可能引发基坑坍塌。同时,高层建筑多位于城市核心区域,基坑周边往往分布有既有建筑物、地下管线及交通干道,这些敏感环境对支护结构的位移控制提出极高要求,通常需将位移量控制在毫米级,进一步增加了施工难度。

1.2 降水与抗浮难题

在地下水位较高的城市区域,深基坑施工中的降水工作至关重要。若降水不及时或降水方案与实际地质条件不符,会导致基坑内部积水严重,影响土方开挖作业的正常开展。积水还会软化基坑周边土层,降低土体承载力,可能引发土层隆起、边坡失稳等问题。同时,部分沿海或地下水丰富区域,地下水产生的浮

力较大,若抗浮措施设计或施工不到位,会对基坑底板及下部结构产生向上的顶托力。这种顶托力可能导致基坑底板开裂,影响结构防水性能,严重时会造成整个基础结构上浮,破坏结构整体受力体系,给工程带来不可挽回的损失,增加后期修复成本与难度。

1.3 施工解决方案

针对支护结构稳定性问题,需以详细的地质勘察报告为依据,结合基坑深度及周边环境特点优化支护方案。对于地质条件复杂区域,优先采用地下连续墙、排桩等刚性支护结构,这类结构整体性强、抗变形能力突出。同时配合锚杆、内支撑系统形成复合支护体系,进一步增强整体稳定性。施工过程中,需布设专业监测点,采用自动化监测设备实时跟踪支护结构的位移、沉降数据,根据监测结果及时调整施工参数。对于降水与抗浮问题,采用分层降水工艺,通过多级井点降水控制地下水位,避免水位骤降引发周边土体沉降。结合抗浮锚杆、压顶梁等措施平衡地下水浮力,确保基坑施工全过程安全稳定。

2 超高层混凝土施工技术难点与解决方案

2.1 混凝土超高泵送瓶颈

高层建筑混凝土浇筑高度通常超过100米,部分超高层建筑甚至达到500米以上,超高泵送过程中管道内混凝土受到的摩擦阻力和重力显著增加。这一过程中,混凝土易出现堵管、离析等问题,不仅影响施工进度,还会降低混凝土密实度,留下质量隐患。同时,超高泵送对混凝土的工作性能提出严苛要求,常规混凝土配比下,混凝土的和易性、流动性及保水性难以满足长距离、高扬程输送需求。混凝土在管道内流动时,浆体与骨料易分离,导致管道堵塞。

2.2 混凝土裂缝控制难题

高层建筑混凝土结构体量庞大，单块筏板基础混凝土用量常达数千立方米，水泥水化过程中会释放大量热量。由于混凝土导热性能较差，内部热量难以快速散发，导致结构内部与表面形成较大温差，当温差应力超过混凝土抗拉强度时，就会引发温度裂缝。施工过程中结构受到的约束应力也是裂缝产生的重要原因，模板支撑体系的刚度不足或拆除时间不当，都会使混凝土结构在收缩过程中受到阻碍，产生裂缝。混凝土硬化过程中的干燥收缩也会导致表面出现细小裂缝，这些裂缝若不及时控制，会逐渐扩展，降低结构的耐久性和防水性能。

2.3 施工解决方案

为解决混凝土超高泵送问题，需从配合比优化入手，在混凝土中掺入高性能减水剂、粉煤灰、矿粉等矿物掺合料。这些掺合料不仅能改善混凝土的和易性与流动性，还能降低水泥用量，减少水化热产生。同时选用大排量高压泵车，结合工程实际合理布置泵送管道，尽量减少管道弯头数量，降低输送阻力。施工前进行泵送试验，根据试验结果调整施工参数。针对裂缝控制，采用分层浇筑、二次振捣工艺，延长混凝土散热时间。浇筑完成后及时覆盖保温棉被或麻袋，配合蓄水养护措施，有效控制混凝土内外温差。在混凝土中添加适量膨胀剂，补偿混凝土收缩变形，从根本上减少裂缝产生的可能性。

3 高层建筑钢结构施工技术难点与解决方案

3.1 吊装精度控制难题

高层建筑钢结构构件尺寸大、重量重，单根钢柱重量常达数十吨，大型钢梁长度也超过20米。在吊装过程中，构件受到风力、吊装机械振动等外界因素影响较大，尤其是在高空作业时，风力变化会直接导致构件产生摆动，增加安装定位难度。吊装机械的精度不足或操作不当，也会使构件安装位置出现偏差。钢结构安装对精度要求极高，若构件安装偏差超过允许范围，会导致节点连接不紧密，影响结构整体受力性能。严重时还需对构件进行二次调整，不仅延误施工进度，还可能对构件造成损伤，增加施工成本。此外，多榀钢结构构件之间的连接协调性要求高，单一构件的精度偏差可能引发连锁反应。

3.2 焊接质量保障难题

钢结构节点焊接是高层建筑施工的关键环节，单个工程的焊接接头数量常达数万个，焊接工作量极大。

部分节点位于高空作业区域，作业空间狭窄，焊接操作难度大，焊工难以保证稳定的焊接姿势，易出现夹渣、气孔、未熔合等焊接缺陷。焊接过程中，高温使钢材产生热胀冷缩，形成的残余应力会导致构件变形，影响结构稳定性。此外，外界环境因素也会影响焊接质量，高温、低温、大风、雨雪等天气条件，都会改变焊接过程中的热传递规律，导致焊缝性能下降。焊接质量直接决定钢结构的承载能力，缺陷焊缝在受力过程中易成为薄弱环节，引发结构安全事故。

3.3 施工解决方案

为提高钢结构吊装精度，采用BIM技术构建三维钢结构模型，在模型中模拟吊装流程，提前规划吊装顺序、机械站位及构件运输路径，优化吊装方案。选用具有自动定位功能的高精度吊装机械，配备激光定位仪、全站仪等先进测量设备，实时监测构件吊装位置，确保安装精度控制在规范允许范围内。针对焊接质量问题，焊接前对焊工进行专业培训和考核，只有持证人员才能上岗操作。根据构件材质与焊接要求选择匹配的焊接工艺和焊条，在高空作业区域搭设标准化焊接操作平台。采用分段焊接、对称焊接工艺减少残余应力，焊后对焊缝进行保温处理。加强焊接质量检测，采用超声波探伤等无损检测方法，全面排查焊接缺陷，确保焊接质量。

4 高层建筑机电安装技术难点与解决方案

4.1 管线综合布置冲突

高层建筑机电系统包含给排水、采暖通风、电气、消防等多个专业，每个专业都有大量管线需要布置。这些管线通常集中在吊顶、管井、设备层等有限空间内，布置难度较大。由于各专业管线设计由不同团队完成，设计过程中缺乏充分沟通协调，易出现管线交叉冲突问题。例如，给排水管道与电气桥架在同一平面交叉，暖通风管与消防水管空间位置重叠等。管线冲突会导致施工过程中频繁返工，不仅延误施工进度，增加人工和材料成本，还会破坏建筑结构的完整性。同时，不合理的管线布置会降低空间利用率，影响后续装修施工和使用功能的发挥，给建筑后期维护带来不便。

4.2 设备安装与调试难题

电梯、暖通机组、水泵等大型机电设备是高层建筑正常运行的核心保障，这些设备体积大、重量重，部分电梯轿厢重量超过10吨，暖通机组尺寸可达数米。超高层运输过程中，电梯井道空间有限，普通施工电

梯难以满足大型设备的运输需求,增加了设备运输难度。设备安装过程中,对安装精度要求高,若设备基础平整度不足或安装位置偏差,会导致设备运行时产生振动和噪音,影响设备使用寿命。机电系统各专业设备联动性强,调试过程中需要各专业密切配合,若协调不当,易出现设备运行参数不匹配、系统联动故障等问题,影响机电系统整体运行效果。

4.3 施工解决方案

解决机电管线布置冲突问题,需运用BIM技术进行机电管线综合深化设计。将各专业管线设计图纸整合到同一BIM模型中,通过碰撞检测功能提前排查管线交叉冲突点,根据“小管让大管、有压管让无压管”的原则优化管线走向与空间布局。对于管线密集区域,采用综合管廊或管线支架集中布置,提高空间利用率。针对大型机电设备安装与调试,制定专项运输与安装方案,对于超大型设备,采用液压提升、整体吊装等专业技术完成安装。设备安装前对基础进行平整度检测和处理,确保安装精度。调试阶段建立多专业协同调试机制,制定详细的调试方案,分系统、分阶段进行调试,记录设备运行参数,及时调整优化,确保机电系统稳定运行。

5 高层建筑施工安全与信息化管理难点与解决方案

5.1 高空作业安全防护难题

高层建筑施工中,超高空作业场景普遍存在,作业高度常超过50米,部分作业点甚至位于数百米高空。此类作业面临的首要风险是人员坠落和物体打击,这两类事故在高层建筑施工安全事故中占比极高。作业平台的稳定性直接关乎施工人员生命安全,传统脚手架平台在高空易受风力影响产生晃动,存在安全隐患。安全防护设施的可靠性也至关重要,防护栏杆高度不足、安全网破损等问题,都会降低防护效果。此外,恶劣天气条件会进一步加剧安全风险,大风、暴雨、高温、严寒等天气,不仅影响施工人员操作稳定性,还会降低施工机械和防护设施的性能,增加安全事故发生的概率,给施工安全管理带来巨大挑战。

5.2 信息化管控不足

高层建筑施工周期通常较长,多数项目施工周期超过2年,参与施工的单位包括建设单位、施工单位、监理单位、设计单位等,涉及人员众多。施工过程中

产生的信息量巨大,涵盖施工进度、质量检测、安全隐患、材料供应等多个方面,这些信息分散在各参与方手中,传递过程中易出现延迟、失真等问题。传统的纸质文档和线下沟通管理模式,难以实现对施工信息的高效整合与利用,导致管理人员无法及时掌握施工动态,难以做出精准决策。当施工出现问题时,也无法快速追溯问题根源,影响问题解决效率。

5.3 安全与信息化方案

加强超高空作业安全防护,优先采用附着式升降脚手架等标准化作业平台,这类平台稳定性好,能随施工进度同步升降。在作业平台周边搭设符合规范的防护栏杆,铺设防滑脚手板,悬挂安全平网和密目安全网。配备风速仪、倾角传感器等智能安全监测设备,实时监测作业环境与防护设施状态。为施工人员配备集成定位、预警功能的智能安全帽,当人员接近危险区域或防护设施异常时,及时发出安全预警。

6 结论

高层建筑工程施工技术的复杂性和系统性,决定了其施工过程中面临的技术难点具有多样性和关联性,深基坑施工、混凝土浇筑、钢结构安装、机电安装及施工安全管理等环节的技术问题,相互影响、相互制约,共同决定工程建设的质量与效率。本文通过对各环节核心技术难点的系统分析,结合行业实践经验提出了针对性解决方案,这些方案强调以先进技术为支撑,如BIM技术的全面应用、智能监测设备的配备等,同时注重施工全过程的精细化管理。

参考文献

- [1]董春莉,何宁芬,董亚飞.高层建筑给排水施工及管道安装技术要点分析[J].建材发展导向,2025,23(22):55-57.
- [2]戴粟涵,平晓雷,刘铁龙,等.超高层建筑单元式玻璃幕墙多段同步施工技术[J].工程建设与设计,2025,(21):157-159.
- [3]黄文,王喜弘.高层建筑铝模外墙全现浇施工技术研究与应用[J].建筑机械,2025,(11):114-119.
- [4]张鹏.高层建筑大体积混凝土施工技术及其质量管控研究[J].价值工程,2025,44(31):26-28.
- [5]廖鉴泉,申诗文,谢维峰,等.高层钢结构装配式住宅建筑施工技术分析[J].工程建设与设计,2025,(20):218-220.