

高层建筑土木工程施工关键技术研究

李春来

智诚建科设计有限公司, 河北 石家庄 050071

[摘要]高层建筑属于城市空间扩容和功能集聚的主要承载者, 土木工程施工技术同工程质量、安全以及综合效益息息相关。文中主要论述了高层建筑工程结构形式、荷载传递和施工组织等方面的特点, 对深基坑支护与降水、地基基础、钢筋工程、模板工程、混凝土工程、钢结构安装和施工测量与沉降监测等七项关键技术进行了详细的分析, 从工艺要点和质量控制要求两方面入手, 提出技术优化及未来发展趋势, 供高层建筑土木工程施工实践使用。

[关键词]高层建筑; 土木工程; 施工技术; 深基坑; 钢结构安装

DOI: 10.33142/ec.v9i9.20406

中图分类号: TU974

文献标识码: A

Research on Key Technologies for Civil Engineering Construction of High-rise Buildings

LI Chunlai

Zhicheng Jianke Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050071, China

Abstract: High-rise buildings are the main carriers of urban spatial expansion and functional agglomeration, and civil engineering construction technology is closely related to engineering quality, safety, and comprehensive benefits. The article mainly discusses the characteristics of the structural form, load transmission, and construction organization of high-rise building engineering. It provides a detailed analysis of seven key technologies, including deep foundation pit support and dewatering, foundation, steel reinforcement engineering, formwork engineering, concrete engineering, steel structure installation, and construction measurement and settlement monitoring. Starting from the key points of the process and quality control requirements, it proposes technical optimization and future development trends for use in civil engineering construction practice of high-rise buildings.

Keywords: high-rise buildings; civil engineering; construction technology; deep foundation pit; steel structure installation

引言

伴随着我国城市化进程的不断推进, 高层建筑成了城市空间拓展和功能集聚的主要方式。2025 年 7 月, 中央城市工作会议提出要以建设创新、宜居、美丽、韧性、文明、智慧的现代化人民城市为目标, 城市发展正从大规模增量扩张向存量提质增效转变。高层建筑是城市天际线的主要组成, 土木工程施工技术的好坏直接影响到工程质量、施工安全和综合效益。由于高层建筑施工包含深基坑开挖、大体积混凝土浇筑、超高钢结构吊装等高难度作业环节, 技术集成度高、风险集中, 任何一个环节的技术缺陷都会造成严重的安全事故。因此, 对高层建筑土木工程施工关键技术要点进行梳理, 总结深基坑支护、地基基础、钢筋模板、混凝土浇筑、钢结构安装和施工测量等主要工艺, 对提高工程质量、保证施工安全有重大的理论和实践意义。

1 高层建筑的特点

高层建筑工程结构形式、荷载传递、施工组织等各方面都存在明显特点。第一, 高层建筑竖向高度大, 一般采

用框架-剪力墙、框架-核心筒等结构形式, 对地基承载力、基础刚度和施工精度要求很高。第二, 高层建筑施工周期长, 工序交叉多, 垂直运输量大, 施工组织协调比多层建筑难度大。高层建筑受风荷载、地震作用、环境因素的影响比较大, 施工过程中变形控制及稳定性分析十分重要。按照《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3-2010) 的要求, 高层建筑模板工程应做专项设计, 滑模、爬模等工具式模板工程的专项施工方案应进行技术论证, 模板及支架应有足够的承载力和刚度。另外高层建筑施工场地小、周边环境敏感, 基坑开挖对临近建筑物、地下管线的保护要求很高。正是由于具有上述特点, 因此高层建筑土木工程施工要实现技术可行性和经济合理性之间的平衡, 综合使用各种先进的施工技术。

2 高层建筑土木工程施工关键技术分析

2.1 深基坑支护与降水施工技术

深基坑支护与降水施工属于高层建筑施工的第一步, 它直接影响到工程的安全以及周边环境的保护。按照行业

规定,开挖深度大于 5m(含 5m)的基坑(槽)土方开挖、支护、降水工程都属于危险性较大的分部分项工程,必须编制专项施工方案并组织专家论证。常用的支护形式有排桩支护、地下连续墙、土钉墙等。排桩支护由钢筋混凝土桩组成,刚度大、稳定性好,适用于各种土层;地下连续墙整体性好、防渗性能好,适用于各种地质条件及深度较大的基坑;土钉墙施工速度快、造价低,适用于黏土、粉土等土质较好、地下水位较低的地区。基坑监测属于施工安全的关键部分,监测内容要包含坡顶水平位移和竖向位移,深层水平位移,地下水位,周边建筑沉降以及管线变形等。降水施工常用方法有轻型井点降水、管井降水和深井降水,通过合理布置降水井使地下水位降至基坑底以下 0.5~1.0m,保证干作业施工条件。

表 1 常见深基坑支护形式对比

支护形式	适用深度(m)	适用地质条件	主要优点	主要缺点
排桩支护	5~15	各类土层	刚度大、稳定性好	造价较高、施工难度大
地下连续墙	20~50+	各类地质条件	整体性好、防渗性能优	造价高、工艺复杂
土钉墙	≤10	黏土、粉土、碎石土	施工速度快、造价低	不适用于软土、高水位

2.2 地基基础施工技术

高层建筑对地基承载力、沉降控制要求高,地基基础施工技术的选择十分重要。桩基础属于高层建筑的主要承重构件,起着把上部荷载传到深层地基的作用。随着建筑高度的不断增大,桩基础施工遇到了成孔质量、泥浆护壁、沉渣控制等技术难题。高层建筑常用的有筏形基础、箱形基础、桩筏基础。当天然地基的承载力或者沉降变形不能达到设计要求时,可以采用桩基础或者复合地基。按照《高层建筑筏形与箱形基础技术规范》(JGJ 6-2011)的要求,高层建筑筏形和箱形基础要进行承载力和地基变形的计算,在轴心荷载、偏心荷载和地震作用下,基础底面压力均应满足规范对承载力的要求。抗震设防区对于基础埋置深度有明确的要求,除岩石地基外,天然地基上筏形和箱形基础的埋深不应小于建筑物高度的 1/15。灌注桩施工时,严格控制成孔垂直度、泥浆性能、沉渣厚度,预制桩施工时控制打桩顺序、桩身垂直度,保证桩端承载力满足设计要求。

2.3 钢筋工程施工技术

钢筋工程属于高层建筑混凝土结构施工的重要部分,钢筋工程质量好坏直接关系到结构整体承载能力和抗震性能。高层建筑受力构件截面尺寸大、钢筋密集,对钢筋加工、连接、绑扎提出更高的要求。钢筋加工阶段要严格按照设计图纸和施工规范进行下料、弯折、定位,保证钢

筋规格、数量、间距正确无误。按照《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3-2010)的规定,粗直径钢筋应采用机械连接,可以采用直螺纹套筒连接、套筒挤压连接等方式,焊接时可以采用电渣压力焊等方法。钢筋连接要符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 等的规定。粗钢筋机械连接首选剥肋滚轧直螺纹工艺,该工艺操作简单、连接速度快、不受气候影响、接头质量稳定,适合于直径 18mm 以上带肋钢筋对接连接。现场钢筋绑扎时,主要控制钢筋保护层厚度、梁柱节点区钢筋排布、受力钢筋间距等关键指标,用专用垫块、定位筋保证钢筋位置正确。

2.4 模板工程施工技术

模板工程属于高层建筑施工过程中,对施工进度及混凝土外观质量造成影响的关键环节。高层建筑标准层重复率高,给工具式模板的应用推广创造了条件。按照《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3-2010)的规定,墙体应采用大模板、滑模和爬模等工具式模板施工,应做配板设计。大模板适合于标准层现浇墙体,由板面、骨架、支撑系统和附件组成,用逐层分段流水施工来减少模板一次投入。液压滑动模板适合于高耸构筑物 and 筒体结构,液压滑升设备必须工作可靠、运转正常,模板应有上口小、下口大的倾斜度,单面倾斜度宜取为模板高度的 1/1000~2/1000。爬升模板适用于筒体结构、现浇外墙外模、电梯井筒内模,爬升装置可采用液压穿心千斤顶或者电动设备,爬升前要试爬,验收合格后才能使用。模板隔离剂应选用非溶剂型环保产品,拆模后墙面应平整光洁。

2.5 混凝土工程施工技术

混凝土工程是高层建筑结构安全的根本保证。混凝土配合比设计时,应按结构部位、强度等级、施工工艺要求合理选择水胶比、胶凝材料用量、骨料级配,保证混凝土有良好的泵送性及力学性能。超高层建筑的竖向结构(核心筒体、剪力墙、框架柱等)是结构质量及工期进度控制的关键,可采取滑模法或爬模法施工,尤其在进入标准层以后,结构施工工艺重复率较高,因此定型化、工具化的模板体系较为适用。大体积混凝土施工属于高层建筑基础底板及厚墙施工的常见难题,需要实施分层浇筑、控制入模温度以及合理布置冷却水管等综合温控手段,从而避免温度裂缝出现。大体积混凝土浇筑过程中最怕出现中断情况,一旦下层初凝产生冷缝,会对结构整体性、耐久性造成严重影响。在混凝土泵送上,传统的多级接力泵送方式成本高、效率低,目前超高层建筑施工中普遍使用高压泵

“一泵到底”的泵送方式，泵送压力可达 20MPa 以上。混凝土浇筑完毕后应及时用塑料薄膜覆盖，并定期洒水养护，养护时间不少于 14 天，以保证达到设计强度和耐久性要求。

2.6 钢结构安装施工技术

随着高层建筑高度不断上升，钢结构由于轻质高强、施工速度快等特点，在超高层建筑中得到越来越广泛的使用。超高层建筑钢结构施工一般包括钢构件加工制作、运输、吊装、测量校正、结构焊接、压型钢板和栓钉施工、涂装施工等工序。由于钢构件数量大、单重大、施工工序多，需要衔接合理、配合紧密。吊装施工一般用大型塔式起重机，吊装程序应先柱后梁，以一个节间柱网为一个吊装单元，按钢柱、钢梁、支撑顺序向外扩展。钢柱安装应先调整标高，后调整位移，最后调整垂直偏差，重复以上步骤直到符合规范要求为止。钢结构安装时，每节钢柱的定位轴线应从地面控制轴线直接引上，不能从下层柱的轴线引上，防止误差累积。每一节柱子范围内所有构件安装、焊接、栓接完毕并验收合格之后，才能从地面控制轴线引测上一节柱子的定位轴线。钢结构焊接质量是安装施工的重要控制点，厚板焊接要采取预热、后热和层间温度控制等工艺措施来减小焊接残余应力，焊缝应按设计要求做无损检测。

2.7 施工测量与沉降监测技术

施工测量和沉降监测属于保证高层建筑结构安全、控制施工质量的基础工作。施工测量主要包含控制网布设、轴线投测和高程传递三个方面。在场区应建立高精度平面和高程控制网，用全站仪、GPS 或者 GNSS 系统来布设和复测首级控制网，保证整个坐标系统的统一和稳定。主体结构施工阶段用激光铅垂仪做竖向轴线投测，保证各层定位准确。沉降监测属于高层建筑安全评价的关键部分，在底层四角以及框架柱这些关键之处布置沉降观测点，使用精密水准仪依照二级水准测量的要求开展观测工作。水准测量是在建筑物四周设置水准点，用定时观测的方法来测定建筑物在不同时间段内的沉降情况，此方法精度高、数据可靠。监测频率要依照施工进度来定，基础施工阶段每施工一层观测一次，结构封顶之后每三个月观测一次直到沉降稳定为止。测量工作要融合建筑信息模型技术开展三维建模及数据比对，依靠 BIM 模型引领现场放样和复核，改善施工放样的速度和精确度。随着建筑高度不断上升，卫星定位技术、三维激光扫描等新的测量方法也被越来越多地应用到超高层建筑施工监测当中。

3 高层建筑土木工程施工技术优化与发展方向

3.1 数字智能技术驱动施工管理升级

伴随着“双碳”目标不断推进以及建设品质要求不断提升，高层建筑土木工程施工技术正加快向数字化和智能化方向发展。数字化技术的应用已经由原来的辅助设计工具变成施工全过程的中心管理平台，通过碰撞检测、施工进度模拟、资源计划管理和 4D 可视化控制等手段，将现场实时数据与 BIM 模型动态融合，创建智慧工地管理体系。住建部《关于提升住房品质的意见》提出“推行以人工智能为基础的设计方法，加强全专业一体化协同设计”，推动建筑工程向更高品质发展。施工过程中，通过物联网传感器、无人机巡检、人工智能视觉识别、智能测量设备等技术，对质量、安全、进度和环境进行实时监测与预警，提高施工管理的精细化水平和决策效率。同时可以依靠云平台实现设计、施工、监理和运维等各方面的数据共享，打破信息孤岛，提高协同管理的能力，给工程全过程数字化管理提供支持。

3.2 绿色工业化建造促进可持续发展

绿色化和工业化是高层建筑施工技术未来发展的方向。绿色施工通过优化混凝土配合比、推广绿色建材、加强建筑垃圾减量化与资源化利用以及扬尘、噪声控制等措施，降低施工活动对环境的影响，实现节能减排目标。工业化建造则以装配式建筑为核心，通过预制构件工厂化生产、现场装配化施工，提高构件加工精度和施工效率，减少现场湿作业量和材料浪费，缩短建设周期。随着数字孪生技术、智能建造装备以及新一代信息技术的深度融合，施工过程将实现更加精准的资源配置和动态优化。未来还要推进机器人施工、智能装备协同作业、全过程碳排放管理体系建设，从而提升工程建设质量及资源利用率，推动高层建筑向高质量、高效率、可持续方向发展，为现代化城市建设筑牢技术根基。

4 结语

高层建筑土木工程施工技术，是保证现代城市空间扩张、质量改善的基础。本文从深基坑支护与降水、地基基础、钢筋工程、模板工程、混凝土工程、钢结构安装、施工测量与沉降监测等七个方面对高层建筑施工的关键技术要点进行梳理，对技术优化和未来发展进行了展望。2025 年中央城市工作会议提出建设现代化人民城市总目标，推动城市发展方式转变，高层建筑是城市空间的主要载体，高层建筑施工技术水平直接影响城市建设质量、人民生活品质。目前我国高层建筑建设正处在由规模扩张向

品质提升转变的重要阶段,只有不断推进施工技术革新和管理改善,在保证工程质量与施工安全的基础上,才能创造出更多的安全、舒适、绿色、智慧的“好房子”,为建设现代化人民城市贡献力量。

[参考文献]

- [1]王建林.土木工程中高层建筑结构施工技术分析[J].建材发展导向,2024,22(19):107-109.
- [2]王伟雪,柴延鲁.高层建筑工程施工关键技术与质量控

制要点研究[J].中国房地产业,2025(36):62-65.

[3]苗丽晨.建筑土木工程施工技术及控制关键点探究[J].大众标准化,2023(2):156-158.

[4]申艳鹏.建筑土木工程施工技术及控制关键点研究[J].建材与装饰,2019(33):29-30.

作者简介:李春来(1983—),男,汉族,河北唐山市古冶区人,高级工程师,中国农业大学毕业,现就职于智诚建科设计有限公司,从事结构设计工作。