

## 土建施工技术在高层建筑中的运用

洪泽楠

中凌建设有限公司, 浙江 东阳 322100

**[摘要]**随着城市建设空间逐步向垂直方向发展,高层建筑成为了城市空间节约化的最主要承载者之一。而随着高层建筑的发展,土建施工技术也越来越多样化。本论文以研究土建施工技术的应用为出发点,对其中的地基基础施工技术、主体结构工程施工技术和垂直运输及施工机械配置三个方面的技术进行具体分析,在此基础上对高层建筑土建施工技术的特点进行了总结,详细介绍了深基坑支护技术、桩基础施工技术、模板工程以及混凝土泵送技术以及大体积混凝土裂缝控制技术。并在最后就塔吊的选择及如何选择合适的混凝土泵送设备等问题给出了具体意见。通过分析得出:科学地选择并优化组合各种土建施工技术对于保证高层建筑工程的质量和安安全至关重要。

**[关键词]**高层建筑; 土建施工; 深基坑支护

DOI: 10.33142/sca.v9i3.19363

中图分类号: TU974

文献标识码: A

## The Application of Civil Construction Technology in High-rise Buildings

HONG Zenan

Zhongling Construction Co., Ltd., Dongyang, Zhejiang, 322100, China

**Abstract:** With the gradual vertical development of urban construction space, high-rise buildings have become one of the main carriers of urban space conservation. With the development of high-rise buildings, civil construction techniques are becoming increasingly diverse. This paper takes the application of civil construction technology as the starting point, and conducts a specific analysis of three aspects: foundation construction technology, main structure engineering construction technology, and vertical transportation and construction machinery configuration technology. Based on this, the characteristics of high-rise building civil construction technology are summarized, and deep foundation pit support technology, pile foundation construction technology, formwork engineering, concrete pumping technology, and large volume concrete crack control technology are introduced in detail. And specific opinions were given on the selection of tower cranes and how to choose suitable concrete pumping equipment in the end. Through analysis, it is concluded that scientifically selecting and optimizing various civil construction techniques is crucial for ensuring the quality and safety of high-rise building projects.

**Keywords:** high-rise buildings; civil construction; deep foundation pit support

### 引言

伴随城市化的不断推进,城市土地资源越来越匮乏,高层建筑便成为了满足城市居民住宅以及工作空间需求的主要建筑物之一。由于高层建筑具有较高的高度、较多的层数以及复杂的结构特征,也就对土木工程的施工技术和水平提出更高的标准。相比于一般的低层建筑,高层建筑的基础埋深更深、主体结构的自重更大、竖向提升的高度也更高,在施工阶段所需要的工艺流程就更多,各个施工程序的相互配合也就更加重要。近几十年来,中国在高层建筑施工技术方面有了很大发展,如深基坑支护技术、桩基础施工技术、大体积混凝土浇筑技术、爬模及滑模施

工技术等越来越成熟了。尽管高层建筑施工存在一定难度,但是怎样合理的运用及融合各种施工技术问题仍然困扰着施工企业。本文在对高层建筑土建施工技术特点基础上,对地基基础、主体结构以及垂直运输等三项主要技术进行了详细介绍,希望能给同行业的工程项目带来技术支持。

### 1 高层建筑概述与施工技术特点

高层建筑是层数较多、高度较高的建筑物,根据我国《民用建筑设计通则》规定建筑高度大于 27m 的住宅建筑及大于 24m 的公共建筑定义为高层建筑。高层建筑多使用框架结构、剪力墙结构以及框架-核心筒结构体系,框架结构适用于高度相对较小的建筑,剪力墙结构具有良

好的抗侧刚度性能，而框架-核心筒结构广泛用于超高层建筑上，既满足了空间灵活的要求又保证了结构的整体性。高层建筑施工技术主要有以下几个特点：一是基础工程量大，由于高层建筑的基础承载能力较高，因此其基础深埋，在进行深基坑开挖时遇到复杂的地质层及地下水。其二，高空作业量大面广，主体结构施工、外立面装修都需要进行高空作业，在高空中工作存在很大的安全隐患；其三，工期长，高层建筑体量大、工序复杂，一个科学合理的施工组织设计方案对于整个项目的工期起着非常重要的作用。除此之外，高层建筑施工还遇到垂直运输距离远、周转材料多、多种工序交叉等问题的技术难题，需要有完整的施工技术体系来解决这些问题。

## 2 地基与基础施工技术

### 2.1 深基坑支护技术

高层建筑的地库施工常常需要进行较深的基础开挖，深基坑支护就成为了地基施工的第一步，常见的支护方式有排桩支护、地下连续墙、土钉墙和水泥土重力式挡墙等几种，支护的选择要取决于基坑的深度以及工程地质情况、地下水位、周围环境等多种因素的影响。高层建筑的地基和桩基工程施工是关系到整个建筑主体安全的基础性工程，施工质量好坏决定着建筑物的整体质量水平。而深基坑支护施工时对支护结构的变形控制也是至关重要的一环，在深基坑开挖时要根据观测的数据来调整施工参数。而对于临近已有建筑的深基坑来说，则常用的是地下连续墙加内支撑的形式来进行支护，从而达到有效的控制基坑变形的目的。此外，深基坑工程施工要注重土方开挖顺序及分层，坚持开槽支撑、先撑后挖、分层开挖、严禁超挖的原则，保证在基坑开挖过程中支护结构的安全。

### 2.2 桩基础施工技术

桩基础是最普遍的应用在高层建筑中的地基类型，桩的主要功能就是把建筑物上部荷载传送到深部稳定的土壤当中去。桩基按施工方法不同分为预制桩、灌注桩两种类型。

表1 常见桩基础类型及技术要点对比

桩型分类	具体类型	适用条件	技术优点	主要局限
预制桩	钢筋混凝土方桩、PHC管桩	软土、黏性土、砂土	施工速度快、质量可控、承载力高	挤土效应明显、噪音大
灌注桩	钻孔灌注桩	各类土层、地下水位以下	适用范围广、单桩承载力高	施工周期长、泥浆处理复杂
灌注桩	人工挖孔桩	无水或少量水地层	成本低、质量直观可控	安全风险高、深度受限
灌注桩	冲孔灌注桩	碎石土、卵石层	穿透能力强	施工效率较低

高层建筑桩基工程中钻孔灌注桩使用最多，在钻孔灌注桩的质量管理方面主要包括了桩位布设、泥浆配制、成孔检查验收、钢筋笼制造及吊装、灌注混凝土等内容。而在钻孔灌注桩的施工过程中泥浆比重是必须要控制好的，泥浆太浓会导致孔壁泥皮厚从而影响到桩周摩擦力；泥浆过淡的话则无法保障孔壁稳固。而对于长桩而言要严控倾斜度误差一般在桩长的百分之一以内，而预制桩施工更应该关注桩身垂直度控制和接桩情况，如有沉桩过程中的下沉量突变应当查明原因进行处理。

### 2.3 地基加固与处理技术

当自然地基不能满足高层建筑的地基承载力以及变形的要求时，要采取地基加固处理措施，主要有：水泥土搅拌桩、高压旋喷桩、振冲密实法、排水固结法等。水泥土搅拌桩适用于软土地基，用深层搅拌机械强力搅拌水泥浆及土层，使得它们之间发生物理化学变化生成一定强度的水泥土桩体，水泥土桩间土一并起着地基的作用。高压旋喷桩采用高压喷射流冲击切割搅拌土体，可以在狭小的空间内作业。近年来加芯搅拌桩技术应用于深厚软土地基得到了很好的应用，加芯搅拌桩是建立在水泥土搅拌桩的基础上新的一种施工方法，在一体式的桩机内插入芯材从而形成了复合桩体，大大提高了桩身的抗拉能力以及整体性。振冲密实法适用于砂土地基，通过振冲器振动将砂子密实，还可以用石屑填充变成碎石桩，提高地基承载力。排水固结法适用于饱和的软黏土地基，通过铺设塑料排水板或者砂井，再配以堆载预压或者真空预压等措施，使地基加速排水固结。地基处理方案的选择需结合地基土质情况，上部构造负荷大小以及施工环境等各方面因素，对于重要的工程还需进行现场试验来确定一些施工工艺参数。

## 3 主体结构施工技术

### 3.1 模板工程（爬模、滑模、铝模板）

模板工程是高层民用建筑主体结构施工过程中不可或缺的部分，也是影响着整个混凝土结构的质量以及施工速度的一项重要指标。模板工程施工技术是一项综合性的应用技术，能够有效提升建筑工程的质量水平。而常见的几种模板形式有：爬模体系、滑模体系、铝合金模板体系等。其中，爬模体系适用性较强，在建造超高建筑物时，可以用于剪力墙和筒体结构的施工，模板随着结构上升一层就提升一层，不需要经常使用塔吊进行转运，工作效率很高。滑模施工技术则是运用液压千斤顶使整个模板系统沿竖向不断地向上移动，比较适合圆形的筒体结构和高大的构筑物，能够实现混凝土的整体连续浇筑。铝合金模板

是近来推广使用的一种新型模板形式，其特点是重量轻、拼装精度高、能重复周转使用，被广泛应用于高层住宅标准层施工之中，铝合金模板系统的早拆体系的设计可以降低周转时间，在一定程度上也减少了后期的粉刷工作量。

### 3.2 混凝土工程与泵送技术

高层建筑的混凝土工程施工包括配合比的设计、拌合运输、泵送浇筑以及养护等一系列流程。高层建筑每次浇筑量大、输送高度较高使得对于混凝土工作性能有着很高的需求，泵送混凝土必须有很好的流动性和保水性、黏聚性较好，坍落度一般控制在 180~220mm 左右，还要控制好扩展度保证泵送顺利进行。混凝土施工技术和防裂措施是高层建筑工程质量控制的核心部分。合理的设计配合比可以有效地降低水化热、减小温差裂缝产生的几率。混凝土泵送技术是解决高层建筑垂直输送问题的重要方法，超高层建筑往往采用高压泵送泵管配以高强度泵管。泵送过程中要严密监控泵送速率，防止输送泵压力变化造成堵管现象；混凝土浇筑时要分层进行，每一层厚度不得超过 300~500mm，并且必须做到充分振捣，不得有漏振、过振的情况发生，浇筑完毕后要及时用草帘等材料覆盖并进行浇水保湿养护，养护期不少于 14d。

### 3.3 大体积混凝土裂缝控制技术

超高层建筑筏板基础以及转换层等地都会涉及到大体混凝土浇筑，在此过程中对混凝土裂缝控制的技术问题比较复杂。大体混凝土由于水泥水化热引起混凝土内部升温快，与此同时，混凝土表面散热快造成内外温差大，当所受温度应力大于混凝土抗拉强度的时候就会出现裂缝现象，利用优质粉煤灰、膨胀剂、超缓凝型泵送剂以减少水泥水化热，可以有效地防止大体混凝土产生裂缝。大体混凝土裂缝防治可以从材料选择和施工工艺进行分析<sup>[1]</sup>。材料上：应选用水化热较低的中低热水泥，在其中掺入一定比例的粉煤灰代替部分水泥，加入缓凝剂使水化热释放缓慢。在施工中可采取分层分块浇筑的方式，降低每层浇筑量，每次浇筑厚度建议不超过 1.5~2m，相邻层间隔 5~7d 进行降温散热。设置循环冷却管路通水冷却也是降低大体混凝土内部温度的重要方法之一，冷却管水平间距推荐 1000mm~1500mm，通水量控制在 1.5~2.0m<sup>3</sup>/h。做好温度观测工作，在前三天每两小时测一次，三到七天每四小时一次，依据观测结果随时调整养护手段，保证混凝土内外温差不大于 25℃。对厚度大于 2.5m 的大体混凝土，在浇筑之前应该开展温度场有限元分析，据此优化冷却管排布设计。另外，在砼灌注完毕以后也要做好表面覆盖以及保温保湿保养工作，保养时间一般不低于

14 天。

## 4 垂直运输与施工机械配置

### 4.1 塔吊选型与布置技术

塔式起重机是高层建筑工程施工现场的主要垂直运输机械，在整个施工当中对进度以及安全有着至关重要的影响作用，塔机的选择不仅要考虑到建筑物的高度还有单台最大起重量还有起升作业半径及场地平面布局等。

表 2 常见塔吊型号及适用条件对比

塔吊型号	起重力矩 (kN·m)	最大臂长 (m)	独立高度 (m)	附着后最大高度 (m)	适用建筑类型
QTZ63	630	50	40	140	20~30 层住宅
QTZ80	800	55	45	180	25~35 层住宅
QTZ125	1250	60	50	220	35~50 层高层
QTZ160	1600	65	55	260	50 层以上超高层

### 4.2 混凝土泵送设备配置

高层建筑用混凝土泵送机械有拖式泵、车载泵与泵车等几种形式。拖车式泵适用于超高层建筑物的混凝土输送，具有较高的泵送压力及较大的输送范围，可以达到 300m 以上的建筑泵送要求。混凝土泵送机械的选择需要对泵送压力损失以及管道摩阻进行核算保证设备的能力可以应对最极端的情况。泵送管道布置要尽量做到直线，减少拐弯处的数量，对于垂直管道部分要安装稳固支撑架<sup>[2]</sup>。使用前先用水泥浆润滑管路，在泵送过程中应不间断的工作，暂停的时间不宜超过 30min。泵送完成后要及时清洗泵管以免残留物造成堵塞。

## 5 高层建筑施工质量控制技术

高层建筑工程质量控制贯穿整个建设过程，是保证工程结构安全及使用功能的关键所在。测量放样的准确控制是最基本的质量问题，由于建筑物的高度大、层数多，轴线投测以及高程传递的积累误差要严格控制好，一般都用内控法加激光铅直仪来传递轴线竖向，使结构垂直偏差不大于建筑物高度的千分之三，总高的累计偏差在 30mm 之内。建筑工程质量监理是主体构造中的重点环节，材料需要满足规定要求，混凝土拌合物坍落度、扩展度等性能指标每车或每台班检测一次，浇注时应注意其层次厚度以及振捣情况，振捣必须做到均匀密实，浇注竖向构件时混凝土自由倾倒高度不得超过 2m。模板安装的表面平整程度、垂直偏差以及接缝紧密程度都会影响到混凝土成型的效果，两块相邻模板的高度差距不应大于 2mm，在拆模之前要保证混凝土强度达到了相应的标准。主体结构工程质

量把控主要集中在钢筋规格、间距、保护层厚度、焊接质量上，钢筋焊接必须按规定留设试件抽检，保护层垫块间隔不宜大于 1m，梁柱节点等部位钢筋较密的地方要仔细检查<sup>[3]</sup>，大体积砼裂缝管控是质量管理难题，要做好埋设测温元件检测内外温差工作，在温差大于 25℃的时候做好保温或者通水管降温工作，施工完成后的砼拆模至少要经过 14 天。在施工期间的质量检查属于动态管理环节，各个工序要做到自检、互检以及交接验合格才能进行下一个环节，隐蔽工程要在隐蔽之前先由监理单位验收后做出文字资料记录。只有实行系统的质量管理才能实现对高层建筑的质量闭环管理，从而保证高层建筑可以做到“满足设计标准、符合规范”。

## 6 结语

土木建筑工程技术应用于高层建筑是一种综合性工程，在地基处理、主体结构以及垂直运输等几项技术方面都有所体现。深基坑支护技术保证了地下工程的安全，桩基础施工技术给高层建筑提供了坚强的基础支撑，模板工程施工技术的发展大幅度提高了主体结构工程施工速度，大体积混凝土裂缝控制技术能够有效的保障地下

结构及厚板结构的质量水平，而合理选用塔吊和配置混凝土泵送设备也使整个工程有了强有力的垂直运输保障。伴随着高层建筑向着更高的、更加复杂的趋势发展，土建工程施工技术同样会不断创新，绿色环保、智慧建造等新观点新技术的应用也会促进整个高层建筑工程施工水平的提高，在具体的工程项目中要结合自身项目实际情况有选择性的采用相应的施工技术，并将不同的技术相互组合起来才能达到高层建筑工程的质量、安全和进度要求。

## 【参考文献】

- [1]李海青.高层建筑中土建施工技术的应用[J].中国住宅设施,2023(7):190-192.
- [2]洪鑫纯.高层建筑中土建施工技术的应用[J].散装水泥,2024(3):219-221.
- [3]黄建华.土建施工技术在高层建筑中的应用探讨[J].冶金管理,2023(5):69-71.

作者简介：洪泽楠（1994.9—），男，毕业院校：昆明理工大学，所学专业：工程管理，当前就职单位：中凌建设有限公司，职务：项目经理。