

超高层建筑钢结构施工关键技术研究

庄敏¹ 陈一乔²

广东省建筑工程集团有限公司

摘要：随着城市的发展，城市用地空间紧张，超高层建筑成为建筑工程行业的重点发展内容，超高层建筑钢结构施工技术也逐渐成为提升超高层建筑整体水平和成效的关键性技术。因此，需要根据超高层建筑钢结构施工的主要特征以及影响因素，对超高层建筑钢结构施工关键技术进行研究。

关键词：超高层建筑；钢结构；关键技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.10.019

引言：超高层建筑钢结构施工技术性较强，是超高层建筑施工中的重点环节，具备自重轻、可用空间大，强度高、施工周期相对较短，节能环保等特点。本文通过分析超高层建筑钢结构施工的主要特征、钢结构施工的影响因素，研究了超高层建筑钢结构施工关键技术。

一、超高层建筑钢结构施工的主要特征

（一）钢结构自身重量较轻，建筑可用空间大

超高层建筑钢结构施工，在钢结构重量方面具有较强优势。与传统的钢筋混凝土相比，在相同承重条件下，利用钢结构进行超高层建筑施工所需的材料重量较轻，可以有效减少占地面积。从而在扩大超高层建筑的内部空间的同时，提升超高层建筑的整体质量。

（二）钢结构自身强度较高、施工周期较短

超高层建筑将钢结构作为主体结构，可以充分发挥出钢结构高强度的优势，可以承载更大的重量，使高层建筑的层数可以延伸至更高的空间。超高层建筑钢结构施工，可以在实现建筑高层发展的同时，保证高层建筑低层建筑的稳定性。而且钢结构的延展性较强，在超高层建筑中进行钢结构施工，可以有效提升超高层建筑整体的抗震能力。在超高层建筑钢结构施工过程中，施工材料普遍为现有的、成型的钢结构材料，从施工材料方面可以减少材料制作时间，缩短了超高层建筑钢结构的施工周期、提高了超高层建筑钢结构的施工效率。

（三）钢结构材料节能环保

超高层建筑钢结构施工，与传统的钢筋混凝土施工相比，钢结构施工所产生的粉尘较少，而且超高层建筑钢结构施工在浇筑以及压实等方面的需求较低，噪声污染较小。同时，超高层建筑钢结构施工中的部分材料，可以进行循环利用，在实现资源优化配置的基础上，进一步降低建筑施工造成的环境污染^[1]。

二、超高层建筑钢结构施工的影响因素

（一）施工环境因素

施工环境是影响超高层建筑钢结构施工的重要因素，不同地区、不同季节气候环境、温度条件等因素的变化会对超高层建筑钢结构的施工造成不同的影响。因此，在超高层建筑钢结构实际施工过程中，必须充分考虑施工环境对钢结构材料的影响，提前做好相应的准备，避免影响超高层建筑的整体施工质量。比如，在昼

夜温差较大的地区，钢结构材料可能出现热胀冷缩现象，导致钢结构形变。在这种情况下，超高层建筑钢结构施工设计时，需要为钢结构预留较大的形变空间，避免环境因素对钢结构施工质量的负面影响。

（二）施工流程因素

超高层建筑建设施工过程中，由于施工具体项目较多、施工周期较短，交叉施工现象相对频繁。在超高层建筑钢结构施工过程中，交叉施工主要体现在，搭建高层钢结构时，低层开始进行内部结构施工或高层建筑外墙施工。超高层建筑的交叉施工现象，为钢结构施工质量和施工安全带来了极大的挑战。因此，在超高层建筑钢结构实际施工时，必须合理安排施工流程，在追求速度的同时，也要重点关注施工安全。

（三）施工材料因素

超高层建筑钢结构施工也会受到施工材料的直接影响，质量优良的施工材料，能够让施工作业获得更好的效果。此外，施工材料调度的效率也会影响钢结构施工的效率。在超高层建筑钢结构实际施工过程中，施工材料入场前，需要经过专业检测人员进行现场验收，验收合格后才能进入仓库保存。如果施工材料不能及时进入施工现场，相关的施工环节就无法正常进行，从而影响超高层建筑钢结构整体的施工进度。因此，在超高层建筑钢结构施工过程中，需要做好施工材料管理工作，保证各项施工材料可以按照施工流程按顺序运至施工现场，切实提升钢结构施工的工作效率^[2]。

三、超高层建筑钢结构施工关键技术

（一）施工基本流程

1. 构件验收

在超高层建筑钢结构施工开始前，必须做好钢构件验收工作，钢构件验收是保证钢结构施工质量的基础。因此，在超高层建筑钢结构施工所需的钢构件进入施工现场前，应该先进行专业性的验收工作，在验收合格后才能将钢结构运至施工现场，从而保证钢构件的质量符合超高层建筑钢结构施工的需要。在钢构件验收过程中，可以在同一批钢构件材料中随机选取一部分进行抽检，通过部分钢构件的质量判断整体钢构件的质量；如果技术条件允许，也可以利用更加先进的检测设备，对所有钢构件材料进行全面的检测和验收。比如，利用激光扫描设备，检测人员可以对超高层建筑钢结构施工中的钢构件材料进行全面检测和验收。这种检测方式具备时间短、速度快、精确性高等优势，可以有效避免钢构件质量问题对超高层建筑钢结构施工质量的不利影响，从而减少安全隐患、降低安全风险。

2. 操作吊装

超高层建筑钢结构施工中的吊装操作，主要是根据钢结构施工图纸和施工方案，利用吊装的方式组装超高层建筑钢结构的各个构件。在超高层建筑钢结构操作吊

装过程中，相关技术人员应该严格按照施工图纸进行吊装作业，保证钢结构的位置以及角度等符合实际需要。目前，超高层建筑钢结构的操作吊装普遍采用吊车进行，如图1，可以在提升吊装工作效率和吊装精准性的同时，推进施工进度、实现成本节约。



图1 吊车图

3. 螺栓调节

超高层建筑钢结构施工中的螺栓调节，可以有效增强钢结构的稳定性和安全性，让钢结构在超高层建筑中发挥更好的性能。在超高层建筑钢结构施工过程中，受到相关因素的影响，可能出现螺栓安装不符合钢结构施工需要的现象。因此，需要相关技术人员根据施工实际情况，对螺栓进行调节，从而保证超高层建筑中钢结构的稳定性。

4. 焊接检验

超高层建筑钢结构施工过程中，钢结构焊接的技术水平和实际效果也会对钢结构的稳定性和安全性造成直接性的影响。钢结构施工时，应该在钢构件组装以及螺栓调节后进行钢结构焊接与检验。对于超高层建筑钢结构焊接的检验，可以利用超声无损技术检测钢结构表面的缺陷以及钢结构内部的缺陷，并及时加以处理，从而保证钢结构焊接的质量满足钢结构施工要求^[3]。

（二）施工技术准备

1. 全面核查施工图纸

为了保证超高层建筑钢结构施工的质量和效果，必须在施工开始之前全面核查施工图纸，保证施工图纸符合超高层建筑钢结构施工的具体要求。超高层建筑钢结构施工过程中，施工图纸是钢结构建设的施工流程、施工环节、施工安排提供科学性的参考资料，是超高层建筑钢结构施工的重要依据。因此，在超高层建筑钢结构施工开始之前，应该了解和分析钢结构的施工流程和施工进度，将分析结果与钢结构施工图纸进行对比研究，判断施工图纸的内容信息是否完整、图纸数量是否合理、图纸是否具有切实可行性。通过对超高层建筑钢结构施工图纸的全面核查，及时发现其中可能存在的技术问题与安全隐患等。在此过程中，也要积极沟通与联系钢结构施工图纸的设计人员，针对相应的问题和隐患对施工图纸进行调整和改进，从而保证施工图纸的质量。

2. 严格控制钢结构材料

超高层建筑建设过程中，钢结构作为建筑的主体结

构，对于工程项目的整体施工质量和效果具有直接性的影响。因此，在超高层建筑钢结构施工时，必须严格控制钢结构材料，保证材料质量和性能等都符合超高层建筑的建设要求。钢结构作为超高层建筑的主体结构，对于钢结构材料的抗压强度和承载力度具有较高要求，需要在不同作用条件下实现结构性的延展和流通。同时，在超高层建筑钢结构施工过程中，应该提升钢结构材料的耐热性、耐火性。目前，受材质所限，钢结构材料的导热性能相对较弱，不能承载过高的温度。因此，需要通过技术手段进行弥补，让钢结构材料在超高层建筑建设过程中发挥更好的效果。在超高层建筑钢结构施工时，为了降低钢结构耐火性不足对施工质量和施工安全的影响，可以尽量选择耐火性较强的钢结构材料；也可以通过喷涂防火材料增强钢结构的耐火性。

3. 制定合理的施工计划

超高层建筑钢结构施工过程中，制定合理的施工计划可以合理分配各项施工内容和施工环节，从而保证钢结构施工的顺利进行，为超高层建筑钢结构施工在规定时间内完成提供重要保障。通过制定合理的施工计划，可以在超高层建筑钢结构实际施工之前，实现施工情况的全面部署，将超高层建筑钢结构的施工内容、施工时间、施工工作量进行根本性分配，从而保证超高层建筑钢结构施工的质量和安^[4]。

（三）施工关键技术

1. 钢结构柱施工

超高层建筑钢结构施工中的柱体结构施工，是钢结构的主体支撑结构，对于超高层建筑整体的安全性、稳定性具有关键性作用。超高层建筑钢结构中柱体结构施工技术的高低会直接影响钢结构的稳定和安全，从而影响超高层建筑整体施工的水平 and 成效。因此，在超高层建筑钢结构柱的施工过程中，相关工作人员应该严格按照施工计划方案以及施工具体流程进行现场作业，做好对施工技术和施工管理方面的细节控制，从而有效提升超高层建筑钢结构柱施工的质量和水平。钢结构柱的施工，需要根据超高层建筑钢结构施工的基本流程和计划方案进行合理安排和分配，在钢构件验收完成后采用吊装的方式进行钢结构柱施工。在超高层建筑钢结构柱吊装施工过程中，需要做好钢结构柱以及轴线的定位工作。柱体和轴线的定位应该根据超高层建筑钢结构的实际运行情况确定施工位置；然后，以地面控制网为基点进行选择放样。需要注意的是，在超高层建筑钢结构柱吊装施工过程中，应该保证钢结构柱体不拖地。为了避免钢结构柱出现拖地现象，在超高层建筑钢结构柱吊装施工时需要保持先垂直操作后水平操作的作业顺序，从而保证钢结构柱可以在定位范围内，进行灵活性的调整与位移。在超高层建筑钢结构柱吊装施工后，需要观测钢结构柱的垂直度，并根据实际施工需要进行调整和修^[5]。

2. 钢结构梁施工

在超高层建筑钢结构的梁体结构施工过程中，需要根据钢结构柱的实际施工情况进行实际操作。超高层建筑钢结构梁的主要作用是^[6]与钢结构柱进行连接，因此在

钢结构梁施工开始前，必须对钢结构柱的间距、钢结构梁的规格等信息进行分析和整理。通过分析超高层建筑钢结构柱间距的相关数据，确定钢结构柱的实际高度，从而判断钢结构柱的各项数据是否处于钢结构梁施工计划范围之内，为钢结构梁吊装施工过程中施工位置的确定以及施工空间的利用提供精准的数据支持。在超高层建筑钢结构梁吊装施工时，可以利用扶手进行钢结构梁和钢结构柱之间的固定操作，增强钢结构梁施工的安全性和稳定性。

3. 钢结构焊接施工

钢结构焊接是超高层建筑钢结构施工关键技术之一，如图2，可以选择全方位内腔同步模式、焊接对称协调模式，或者焊接跳焊操作模式进行钢结构焊接。不同类型的钢结构焊接技术具有较大的差异性，无论是钢结构焊接设备还是钢结构焊接操作都具有不同的特点。因此，在超高层建筑钢结构实际施工时，应该根据超高层建筑的施工现状、施工现场的环境特点、施工焊接设备的准备情况等因素，通过钢结构施工的技术人员和管理人员协商，选用科学、合理的焊接技术进行钢结构施工，从而保证超高层建筑钢结构施工的效果和水平。在进行超高层建筑钢结构内腔竖向焊接操作时，需要5名以上专业的施工技术人员同步进行，对钢结构内部的整体衔接面进行同步焊接。在超高层建筑钢结构的内腔竖向模式焊接作业过程中，应该保证钢结构内外的空气净化程度符合施工需要。如果焊接施工时钢结构内外空气中掺杂了其他杂质，会对钢结构内腔竖向焊接的排气设施，以及运行时的内在输出造成严重影响。超高层建筑钢结构对称协调模式焊接技术，主要被应用于钢结构外墙横截面承载范围超长的状况下。在超高层建筑钢结构对称协调模式焊接作业过程中，需要8名以上专业的施工技术人员进行对称焊接，其中6人在长边进行钢结构焊接，另外2人在短边进行钢结构焊接。钢结构焊接技术跳焊操作模式，通常被应用于超高层建筑的分段式钢结构施工过程中。在超高层建筑分段式钢结构施工时，为了提升钢结构焊接的精准度和衔接效果，可以利用反变形特殊约束装备保证施工质量^[5]。



图2 钢结构焊接图

4. 钢结构材料处理

超高层建筑钢结构施工过程中，钢结构材料的处理，对于超高层建筑的整体施工质量和施工效果具有重要影响。超高层建筑作为质量要求较高的建筑工程项目，在施工材料的选择和应用方面也具有较高的技术性。因此，在超高层建筑钢结构施工时，需要采用相关措施和技术手段对钢结构材料进行相应的处理，从而保证超高层建筑总体质量和成效。超高层建筑钢结构施工过程中，对于钢结构材料的选择和处理主要分为施工开始前、施工完成后、后期检查时几个阶段。在超高层建筑钢结构施工开始之前，需要通过除锈和涂装的技术手段对钢结构材料进行全方位的维护，保证钢结构材料的质量符合施工计划和方案的需要。在超高层建筑钢结构施工完成之后，需要通过对钢结构的焊接部位、钢结构螺栓焊接连接部位，进行二次防锈以及涂装，对超高层建筑钢结构进行针对性维护。在超高层建筑钢结构施工结束后的后期检查过程中，可以发现在钢结构操作吊装过程中，钢结构材料会出现不同程度的磨损。针对钢结构吊装作用时出现的磨损现象，可以再次进行除锈处理。需要注意的是，在除锈和涂装完成后，应该将超高层建筑钢结构的表面部位进行防火处理。钢结构防火处理，需要将钢结构表面的所有部位清洗干净，并在表面涂抹防火材料，从而有效防控钢结构材料的自燃，为超高层建筑钢结构施工过程中关键性技术材料的正常使用提供重要保障。

结语

综上所述，超高层建筑钢结构的施工流程，主要包括构件验收、操作吊装、螺栓调节、焊接检验等环节。在超高层建筑钢结构施工前，应该通过全面核查施工图纸、严格控制钢结构材料、制定合理的施工计划等方式做好施工技术准备工作。在超高层建筑钢结构施工时，应该注意钢结构柱施工、钢结构梁施工、钢结构焊接施工、钢结构材料处理等关键技术的实际施工水平。

参考文献

- [1] 赵雷. 超高层建筑钢结构吊装施工技术——以西安绿地丝路全球文化中心项目为例[J]. 工程技术研究, 2022, 7(04): 29-31.
- [2] 韩阳, 张义, 李珊. 超高层建筑钢结构全逆作法施工关键技术分析[J]. 安徽建筑, 2022, 29(01): 54+69.
- [3] 郑丽华. 超高层建筑钢结构施工处理技术分析[J]. 四川水泥, 2021, (12): 133-134.
- [4] 吴志鑫. 超高层建筑钢结构施工技术思考[J]. 中国建筑金属结构, 2021, (09): 122-123.
- [5] 袁陶慧敏. 超高层建筑钢结构施工安全技术分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2021, (08): 142-143.