

# HSS 型钢梁在高层建筑施工中的吊装与连接技术

贺伟 杜顺成

西安工业大学 陕西西安 710002

**【摘要】**本文通过建立HSS型钢梁吊装与连接技术的仿真模型,对高层建筑施工过程中涉及的关键技术进行了分析。仿真模型基于吊装力矩、梁体位移、连接处应力和安全系数四个关键指标,运用有限元分析法模拟了不同吊装条件下的结构响应。通过现场施工监测数据与仿真结果的对比,验证了所选技术措施的有效性。模拟结果表明,随着吊装力矩的增大,梁体的位移和连接处应力均有所上升,但始终保持在安全范围内。安全系数也在合理范围内,证明了施工过程中的技术方案是可行的。本文所提的吊装与连接技术方案不仅提升了施工效率,而且确保了结构的稳定性和安全性,对未来高层建筑施工具有重要的指导意义。

**【关键词】**HSS型钢梁; 吊装技术; 连接技术; 数值模拟

随着高层建筑规模的不断扩大和复杂性增加,结构材料的选择和施工技术的创新成为确保建筑安全和施工效率的关键<sup>[1]</sup>。尤其在钢结构和混合结构的建筑中,HSS型钢梁能够有效提升结构的承载力和稳定性,但如何保证吊装过程的稳定性,确保钢梁的精确安装与连接成为了施工中的难点。

## 1 HSS型钢梁概况

### 1.1 HSS型钢梁的基本特性

HSS (Hollow Structural Steel, 空心结构钢) 型钢梁是由高强度钢材制成的空心截面梁,具有优异的承载力和抗弯性能<sup>[2]</sup>。HSS型钢梁空心结构比常规实心钢梁自重更轻,可降低建筑物整体重量以减轻地基负担。HSS型钢梁封闭截面提高了抗外力能力,特别是抗扭、抗弯性能优异,可有效地改善结构耐久性与安全性。

### 1.2 HSS型钢梁在高层建筑中的应用

HSS型钢梁在高层建筑中得到了广泛应用,特别是在需要大跨度、轻量化和高强度的结构设计中。由于其优越的力学性能,HSS型钢梁常用于高层建筑的框架结构中,作为主要的承重构件之一,承担着大部分的垂直荷载和水平力。随着高层建筑向更高、更复杂的方向发展,HSS型钢梁的使用越来越普遍,能够有效提高建筑的结构效率、施工速度以及节能性能<sup>[3]</sup>。

## 2 主要影响因素及关键技术措施

### 2.1 主要影响因素

在高层建筑施工中,HSS型钢梁的吊装与连接技术

受多个因素的影响。施工环境是一个关键因素,包括风速、温度和湿度等外部气候条件,这些都会影响吊装作业的安全性和精度<sup>[4]</sup>。施工技术人员经验及操作规范对施工质量亦有很大影响。不恰当的吊装技术会造成梁体变形或者破坏,从而影响到建筑结构整体安全。

### 2.2 关键技术措施

为了克服上述影响因素,确保HSS型钢梁在高层建筑施工中的顺利吊装与连接,采取一系列关键技术措施至关重要。吊装过程中应选用合适的起重设备,并根据梁的尺寸、重量和施工现场的实际情况制定合理的吊装方案。应利用数字化技术进行吊装模拟,确保各环节无误并减少现场误差。在连接方面,可以采用高强度螺栓连接或焊接等技术,通过严格的质量控制和检测手段,确保连接部分的稳定性和强度<sup>[5]</sup>。通过合理规划、严格执行施工流程和技术规范,可以有效提高HSS型钢梁在高层建筑中的施工精度与安全性。

## 3 吊装与连接技术模拟分析

### 3.1 仿真模型的建立

在高层建筑施工中,HSS型钢梁的吊装与连接技术面临多种挑战。为了准确评估不同因素对吊装过程的影响,本文选择建立一个基于有限元分析的仿真模型,该模型可涵盖吊装过程中的力学响应、梁体变形、连接强度以及施工安全性等方面。选择的仿真模型包括以下四个关键指标:1) 吊装力矩;2) 梁体变形(位移);3) 连接应力分布;4) 施工过程中的安全系数。通过这些指标的综合分析,可以评估不同吊装方式对HSS型钢梁的影响,并为后续施工方案优化提供依据。

### 3.2 数值模拟参数的设置

在数值模拟中,所用的四个关键指标分别是吊装力矩、梁体变形、连接应力分布和安全系数。对于每个指标,相关的数值模拟参数设置如下。吊装力矩,吊装

作者简介:

1. 贺伟(1990.07——)男,汉,湖南省邵阳市,高级工程师,本科;研究方向:土木工程。

2. 杜顺成(1978.10——)男,汉,河南省驻马店市,副教授,博士,研究方向:路基路面工程。

力矩是指吊装过程中施加在钢梁上的力矩。假设吊装过程中施加的外力均匀分布，力矩公式为。

$$M = F \cdot L \quad (1)$$

(1) 中，M 为吊装力矩，F 为吊装力，L 为吊装点到钢梁支撑点的距离。梁体变形（位移），梁体的变形通常采用位移公式进行计算。对于受力后的钢梁，位移公式为。

$$\delta = \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I} \quad (2)$$

(2) 中  $\delta$  为梁体的最大位移，F 为外力，L 为梁的跨度，E 为材料的弹性模量，I 为梁的惯性矩。连接应力分布，在钢梁与其他构件连接的过程中，连接处应力分布对施工安全至关重要。连接应力的计算公式为。

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (3)$$

(3) 中  $\sigma$  为连接处的应力，F 为施加在连接处的力，A 为连接截面的面积。安全系数，安全系数是衡量施工过程中结构安全性的重要指标。假设钢梁的极限承载力为  $F_{max}$ ，实际施加的力为  $F_{act}$ ，安全系数的公式为。

$$SF = \frac{F_{max}}{F_{act}} \quad (4)$$

(4) 中 SF 为安全系数，为钢梁的最大承载力，为实际施加的力。通过这些参数设置，可以模拟吊装过程中的力学行为，并评估施工过程中各项技术措施的效果。

### 3.3 施工技术阶段划分

在高层建筑施工过程中，HSS 型钢梁的吊装与连接可分为几个技术阶段。每个阶段的施工任务不同，所涉及的技术要求和施工方法也各异。①钢梁预处理阶段，在施工前首先需要对 HSS 型钢梁进行预处理，包括表面清洁、涂装防腐层以及对钢梁尺寸的精确测量。②吊装准备阶段，吊装准备阶段包括选择适合的起重设备、制定吊装方案并进行现场布置。根据钢梁的重量和尺寸，选择合适的起重机和吊索。③吊装与安装阶段，吊装与安装阶段是施工的关键阶段，主要包括将钢梁吊至预定位置并进行固定连接。④连接与固定阶段，在吊装完成后，钢梁与其他构件的连接工作需要在此阶段完成，连接可以采用高强度螺栓连接或焊接方式，根据实际情况选择合适的连接方法。

### 3.4 数值模拟分析结果

在进行数值模拟分析后，得到了以下关键指标的数据结果。根据模拟数据如图 1，能够为实际施工提供有效的决策依据。

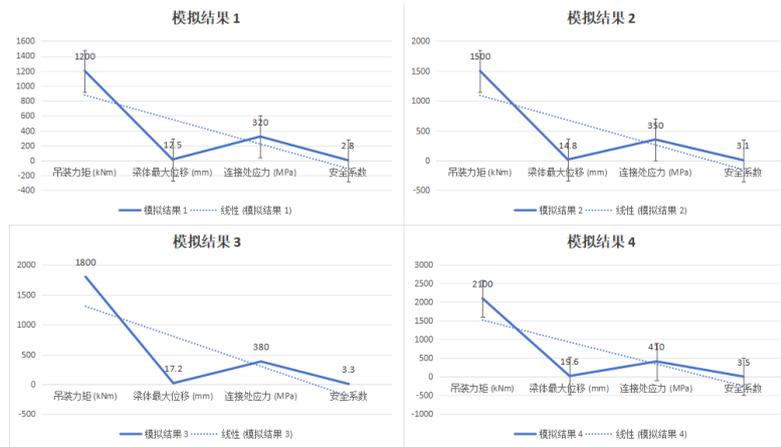


图 1：吊装与连接技术数值模拟结果趋势图

数据表中的吊装力矩、梁体最大位移、连接处应力和安全系数反映了不同条件下的模拟结果。随着吊装力矩的增加，梁体的最大位移和连接处应力均呈现上升趋势，但安全系数保持在合理范围内。这表明在吊装过程中，需要控制力矩的施加速度和吊装点的位置，以避免过大的变形和应力集中。

## 4 关键施工技术

### 4.1 吊装技术

吊装技术是高层建筑施工中至关重要的一环，尤

其在使用 HSS 型钢梁时，正确的吊装方式直接关系到施工效率和安全性。吊装过程的关键在于选择合适的起重设备与吊装方式。起重机的选择应根据钢梁的重量、尺寸以及施工现场的条件来决定。通常采用塔吊或汽车起重机，这些设备能够提供足够的起重能力，并具备良好的操作精度。吊装方式通常分为点吊和线吊两种。点吊适用于较小的梁体，而线吊则适用于大跨度或重量较大的钢梁。通过精确计算吊装力矩和选定合适的吊装方式，可以有效控制钢梁在吊装过程中的稳定性，避免过大的

位移或变形。

吊装过程的另一个关键点是吊装过程中的实时监测。吊装过程中，需要实时监控钢梁的位移、倾斜度和受力情况。通常通过安装传感器、监控仪器和摄像头等设备，监测吊装过程中的动态情况。这些实时数据为调整吊装方案、预防潜在风险提供了重要支持。通过控制吊装力矩的变化和梁体的稳定性，能够确保钢梁精准就位，减少因误差导致的后续结构问题。

#### 4.2 连接技术

高层建筑 HSS 型钢梁连接技术对保证结构稳定性及承载力至关重要。连接技术一般有螺栓连接，焊接和混合连接。螺栓连接在钢梁拼接安装上应用广泛，由于施工快捷，操作简单便于维修与检测。高强度螺栓连接作为常用的连接方式之一，采用螺栓与螺母相结合的方式能够达到高效、稳固的效果。

焊接技术一般应用于需承受更大载荷的连接部位中，焊接接头具有更高强度，能有效地改善连接处稳定性与耐久性。焊接过程对焊接设备及技术人员都有较高要求，焊接质量的好坏直接关系到结构安全。在焊接连接过程中，需要对质量严格把关，保证焊接接头强度达到设计要求。混合连接技术集螺栓连接及焊接等技术优势于一身，一般应用于需兼具快速安装及较高强度的领域。

#### 4.3 钢梁拼接与固定技术

钢梁的拼接与固定技术在施工中同样至关重要，特别是在进行大跨度、高层建筑施工时。钢梁拼接主要通过焊接和螺栓连接两种方式进行。拼接过程中，首先需要对钢梁的端部进行切割、平整和预处理，确保拼接接头的紧密性和稳定性。螺栓连接拼接方式适用于需要快速拼装的施工环境，尤其在现场空间狭小或作业面复杂时，能够提高拼接效率。

钢梁的固定技术则着重于确保钢梁在安装后能够牢固地固定在预定位置，防止其发生位移或下沉。固定钢梁时需要使用钢支架、临时支撑以及支撑垫块等设备。支架的设计需要考虑钢梁的重量、跨度以及建筑物的结构特点，确保其能够在整个施工过程中维持稳定。在固定过程中，必须考虑到温度变化、外力作用等因素对钢梁的影响，避免出现钢梁因变形导致的固定不稳。

### 5 控制措施实施效果

#### 5.1 现场施工监测数据

在高层建筑施工过程中，为验证仿真模型的准确性和吊装技术的实施效果，现场进行了实时监测，监测数据涵盖吊装力矩、梁体位移、连接处应力及安全系数四个关键指标。图 2 是施工过程中记录的一组时间序列数据，展示了施工现场在不同时间点的动态变化：

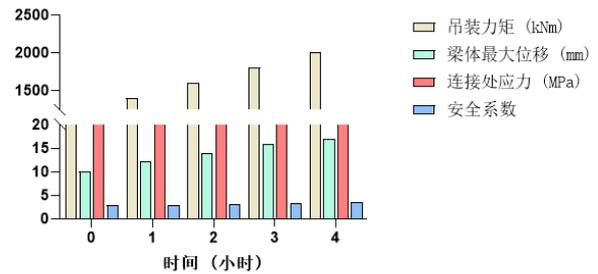


图 2: 现场施工监测数据趋势图

通过监测，可以实时掌握吊装过程中的力学响应，为后续优化施工方案提供数据支持。

#### 5.2 实施效果的综合评价

根据现场施工监测数据，可以分析吊装力矩、梁体位移、连接应力及安全系数在施工过程中的变化趋势。吊装力矩随着时间的推进逐渐增加，这与施工进度和吊装工序的要求一致。梁体最大位移呈现逐渐增大的趋势，但位移变化较小，表明在吊装过程中，钢梁保持了较为稳定的状态，未发生过大的形变。连接处应力的增加与吊装力矩的增大密切相关，但始终保持在安全范围内，未达到结构破坏的临界值。安全系数随着时间的推进保持在合理区间，表明施工过程中的安全控制措施得到了有效落实。现场施工监测数据与仿真结果相符，证明了实施的吊装与连接技术方案是可行的，确保了施工过程中的安全与稳定性。

### 6 结论

本文通过数值模拟与现场监测相结合，分析了 HSS 型钢梁在高层建筑施工中的吊装与连接技术。仿真结果显示吊装力矩、梁体位移、连接应力和安全系数四个关键指标均在合理范围内，验证了所选施工方案的可行性。在施工过程中，随着吊装力矩的增加，梁体变形和连接应力有所上升，但始终未超过设计安全范围，确保了结构的稳定性与安全性。数值模拟与现场监测数据一致，表明仿真模型的准确性和实用性。所提出的技术措施不仅提升了施工精度和效率，还为未来类似工程提供了宝贵的参考依据。

#### 参考文献

- [1] 牛江. 超高层建筑钢结构安装施工技术分析 [J]. 散装水泥, 2019, (02): 35-36.
- [2] Erma D, Bernardinus H, Andi U M, et al. Study of cold formed steel beam column joint to resist lateral load [J]. MATEC Web of Conferences, 2019, 27601040.
- [3] 姜志根. 综合体育馆大跨度型钢梁吊装施工技术 [J]. 建筑技术开发, 2016, 43(01): 35-38.
- [4] 喻明灯. 浅析医技楼重钢结构吊装施工技术 [J]. 门窗, 2014, (04): 148-149.
- [5] 吴玉全, 汪发. 梁-钢管柱节点暗螺栓连接研究概述 [J]. 低温建筑技术, 2011, 33(02): 48-50.