

# Key Technical Analysis of One-Time Hoisting Construction of Tall Independent Columns

Weiqing Bao<sup>1</sup> Shuchen Zhu<sup>2</sup> Xiaobin Xiao<sup>2</sup> Guofeng Ying<sup>2</sup> Hailong Liu<sup>2</sup>

1. Wuxi Construction Project Management Service Center, Wuxi, Jiangsu, 214000, China

2. State Construction Steel Structure Jiangsu Co., Ltd., Jingjiang, Jiangsu, 214532, China

## Abstract

In recent years, with the continuous construction and expansion of a large number of high-speed rail stations in China, the application and development of large-span space structures in high-speed rail stations have significantly accelerated. Typically, the large-span space structures of high-speed rail stations use steel columns as the main structural support, and some steel columns need to be filled with concrete. In addition, most high-speed rail stations are affected by existing line construction and civil structures. Combined with construction period constraints, this imposes high requirements on the selection of installation schemes and key construction technologies for tall steel tube columns. This paper, based on actual engineering cases, studies and analyzes the one-time segmented hoisting construction technology for tall independent columns. The tall independent columns are hoisted in segments to the column top in a single operation, and the civil structures are constructed as a whole after the segmented steel column installation is completed. This overcomes the influence of civil structures on the hoisting of the steel columns, allowing for high-quality and efficient installation of tall independent concrete columns, reducing construction difficulty, saving construction time, and providing a reference for similar steel structure installation projects.

## Keywords

tall steel pipe columns; construction on existing lines; one-time hoisting to the top of columns; impact on civil structures; overall construction; high quality; high efficiency; reducing construction difficulty; saving construction time

# 高大独立柱一次性吊装施工关键技术分析

鲍卫庆<sup>1</sup> 朱树臣<sup>2</sup> 肖小彬<sup>2</sup> 应国峰<sup>2</sup> 刘海龙<sup>2</sup>

1. 无锡市建设工程管理服务中心, 中国·江苏 无锡 214000

2. 中建钢构江苏有限公司, 中国·江苏 靖江 214532

## 摘 要

近年来, 随着国内大量高铁站房不断新建及扩建, 而高铁站房普遍采用大跨空间结构的应用和发展显著加快。通常高铁站房大跨空间结构均采用钢柱柱作为主体结构支撑, 且部分钢柱需要内灌混凝土。另外大多数高铁站房均存在既有有线施工及土建结构影响, 加之施工工期影响, 对高大钢管柱施工在安装方案选择及施工关键技术方面提出了较高要求。本文结合实际工程案例, 对高大独立柱一次性分段吊装施工技术进行了研究和分析, 高大独立柱分段一次性吊装至柱顶, 土建结构在钢柱分段吊装完成后再进行整体施工, 克服了土建结构对钢柱吊装施工的影响, 以高质量高效率的完成高大独立混凝土柱的安装施工, 降低施工难度, 节约施工工期, 可为类似钢结构安装工程提供参考。

## 关键词

高大钢管柱; 既有有线施工; 一次性吊装至柱顶; 土建结构影响; 整体施工; 高质量; 高效率; 降低施工难度; 节约施工工期

## 1 引言

目前公共类建筑为实现大跨空间, 普遍采用下部钢管混凝土柱结构与上部钢屋盖结构的组合形式, 铁路旅客站房就属于这类典型的公共建筑。大多数高铁站房均存在既有有线施工, 同时不可避免存在土建结构施工影响, 加之施工工期影响, 对高大钢管柱施工在安装方案选择及施工关键技术方面提出了较高要求。采用传统钢柱与土建结构交替施工方法, 工期较长、既有有线及周边环境对高大独立柱施工机械选择方面影响较大。为此, 本文以某大型高铁站房项目为例, 创新采用了高大独立柱分段一次性吊装至柱顶的施工方法,

完成屋盖超重支撑钢柱的安装。阐述了钢柱安装前的仿真验算模拟分析以及钢柱安装过程中安装精度控制、安全保证措施, 为高大独立柱施工提供了更为有效的施工思路, 为站房类等高大独立柱吊装施工提供更为积极的参考。

## 2 工程概况

案例项目位于上海市松江区, 项目建设内容为高铁站房服务中心, 主体 3 层, 局部 5 层, 结构最大高度 55.75m, 东西向长度 204.8m, 南北向长度 199.4m。项目屋盖下部支撑钢柱总计 102 根, 其中 56 根直接支撑到钢屋盖,

均为管桩柱，混凝土内灌至柱顶标高，钢柱主要起始于地下2层-12.3m标高处，钢柱柱顶标高由39.63m至48.15m不等，截面类型主要为箱型及圆管型，箱型钢柱最大截面尺寸□1600x1800x50x50mm，圆管型钢柱最大截面尺寸为○1600x50mm，单根钢柱最重约51t，最长约15m，钢柱米重2.4吨，材质均为Q355B、Q345GJC。

服务中心钢柱施工时北侧站房同步进行施工，南侧松江南站高铁站及东侧地铁站正常运营，即服务中心北侧、南侧及东侧均无法设置施工道路，施工机械及构件运输车辆均无法通行，现场仅西侧道路供构件运输及转运使用，周边环境对屋盖钢结构施工影响较大，另外本工程楼层板厚150mm，如采用大型吊装设备上楼面吊装与土建交替施工将耗费大量的加固措施及人工，加之施工工期要求，经过方案比选和经济效益分析，决定采用履带吊在地下室顶板上方将高大独立钢柱分段一次性吊装至柱顶的施工方法进行施工，有效地解决了狭小场地及复杂周边作业环境下高大独立柱吊装施工安全质量关键问题。

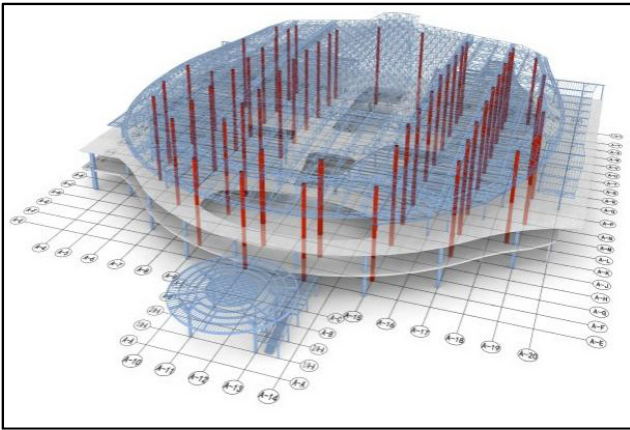


图1 钢结构整体效果图

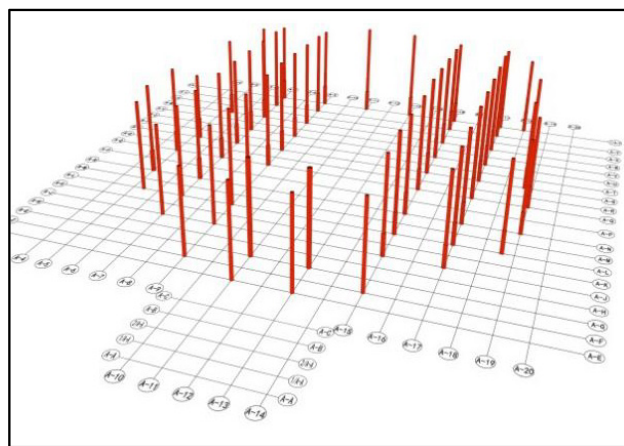


图2 屋盖下部支撑钢柱

### 3 施工措施和现状

#### 3.1 高大独立柱分段方案

本工程地上钢柱共分4节进行安装，钢柱主要采用2

台320吨履带吊进行分段安装，钢柱主要1层1节进行分段，部分钢柱1层2节进行分段，钢柱分段一次性吊装至柱顶，每段钢柱就位并焊接完成后，穿插进行内灌混凝土灌注施工。

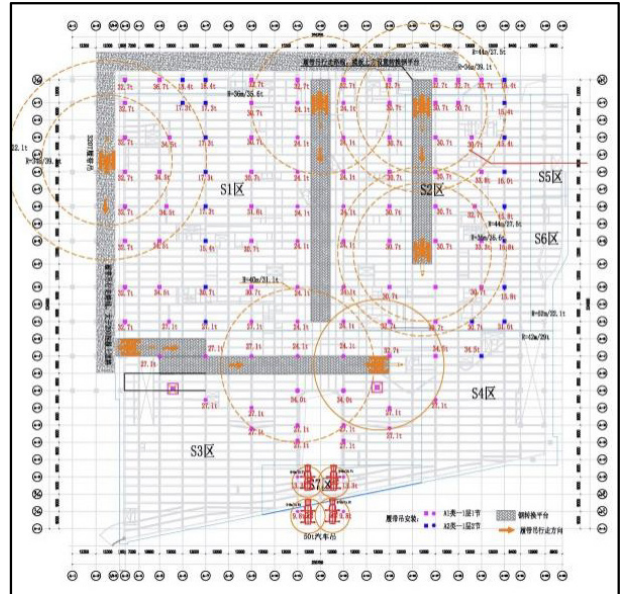


图3 钢柱分段示意图

#### 3.2 履带吊顶板作业转换平台及路基箱安装

履带吊在地下室顶板作业时，在楼板上方搭设履带吊行走钢转换平台，通过对原有楼板结构安全验算分析，钢平台采用H型钢梁、箱型钢梁拼装成9.0m\*9.8m及12.0m\*9.8m的两种规格的方形平台，钢平台主梁位于楼板混凝土梁上方，在主体结构混凝土浇筑前进行预埋钢板埋件进行找平，埋件规格为PL600\*800，单个钢平台在场外拼装场地拼装完毕后，采用80t汽车吊整体吊装于混凝土梁上方，位置无误后，将主梁与埋件焊接固定（或使用连接板等其他固定方式），钢平台与平台之间的主梁采用焊接成一整个箱体，次梁上方的履带吊履带位置平铺1.5m\*6m规格路基箱。履带吊平台主梁型号为□500\*500\*15\*30、H800\*400\*25\*35两种，次梁型号为H500\*200\*10\*16，次梁间距为1.2m，次梁跨中设置一道L70\*5的角钢连接，次梁固定于主梁上翼缘及腹板处。

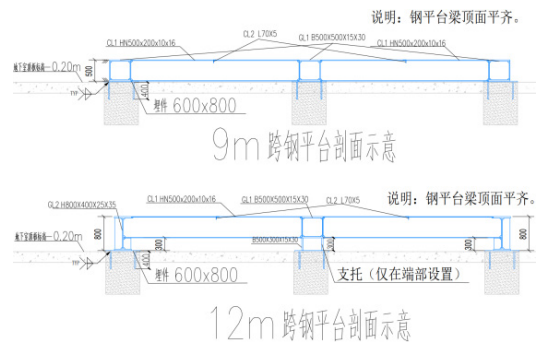


图4 钢平台剖面示意图



图 5 钢平台现场实例

考虑 320t 履带吊在钢平台上空载行走及吊装最大吊物时的地耐力要求。若履带与钢平台接触面积较小，则对钢平台局部结构强度要求高，为加强对钢平台及楼面保护，对钢平台应增铺路基箱加强钢平台承载能力。钢平台上路基箱铺设方式如下图 5 所示，履带吊履带宽度为 1.2m，两条履带间距 6.9m，在履带吊行走路线的两条履带下方竖向满铺规格 1.5m\*6m 规格路基箱。



图 6 钢平台路基箱铺设示意

### 3.3 高大独立柱安装施工仿真验算分析

本工程钢柱近 1 万吨，钢柱施工工程量大，受现场施工道路及工期因素影响，钢柱主要采用履带吊分段一次性吊装至柱顶的方法进行施工，钢柱最大柱顶标高为 48.15m，因此钢柱吊装施工钢柱整体稳定性极为重要，针对上述难点，对其侧向位移、应力比、钢柱屈曲、钢柱整体稳定、钢柱焊缝有限元节点分析等进行施工模拟验算。

同时采用有限元软件对钢柱节点有限元进行分析计算，对钢柱焊缝应力及侧壁变形进行分析计算均满足相关要求，确保了高大独立钢柱施工过程的安全。

### 3.4 高大独立柱施工安全措施

首节钢柱安装前将钢爬梯在地面固定在钢柱上，作为施工作业人员的上下垂直通道，同时将防坠器设置在钢柱顶

部，保证作业人员上下钢柱安全，钢柱操作平台在钢柱吊装就位后进行安装，操作平台做为校正及焊接等作业人员的临时操作平台，钢爬梯及操作平台在钢柱整体吊装完成后拆除。

在标准组合 sLCB8 (1.0D+1.0W) 作用下，柱顶最大侧向变形  $122\text{mm} < H/250 = 47890/250 = 191.6\text{mm}$ ，钢柱变形满足规范要求。

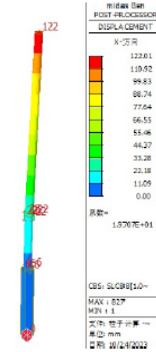


图 7 钢柱侧向位移验算示意图

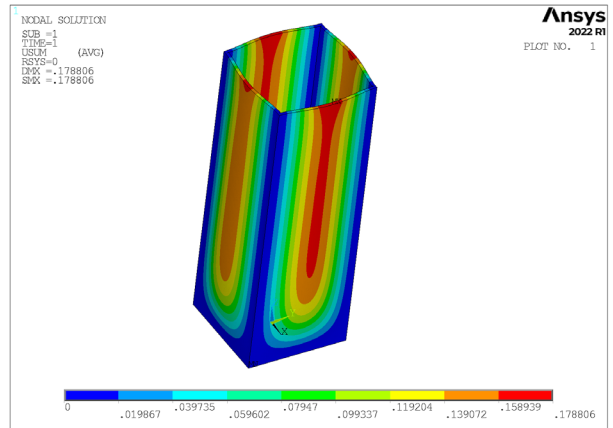


图 8 钢柱焊缝有限元节点分析示意图

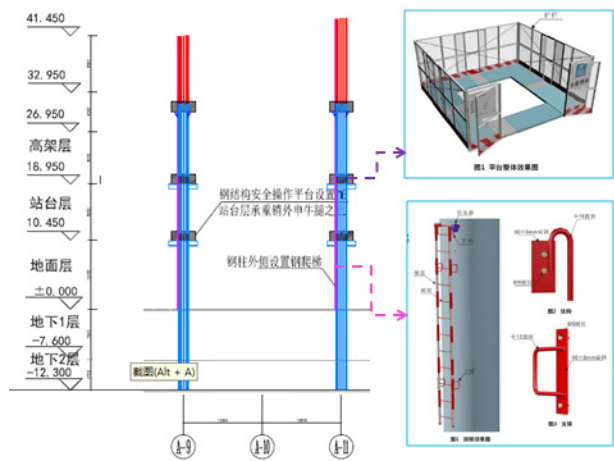


图 9 高大独立柱施工安全措施示意图

### 3.5 高大独立柱一次性吊装精度控制

高大独立柱安装前需采用全站仪从场外一级控制点引测到结构周边，对钢柱埋件进行精确测量复合，并画出定位

线,确保埋件偏差控制在 1mm 偏差范围内;钢柱吊装就位后需要再次对钢柱进行测量,根据设计坐标值校核钢柱实测坐标值,对钢柱进行微调校正,在钢柱校正完成后进行焊接;保证钢柱安装精度。

### 3.6 高大独立柱一次性吊装施工监测

钢柱分段一次性吊装施工过程中,通过钢柱柱壁上提前设置好的应力传感器监测钢柱应力变化,通过全站仪观察钢柱各个关键点的侧向位移变化。并将应力值与位移值与施工计算中的数值比对,全面把控整个施工过程的质量与安全。

## 4 结语

本文以某大型高铁站房项目为例,创新采用了高大独立柱分段一次性吊装至柱顶的施工方法,完成屋盖超重高大独立支撑钢柱的安装。针对施工关键工序做出针对性且有推广意义的处理措施,有效地解决了狭小场地及复杂周边作业环境下高大独立柱吊装施工安全质量关键问题,提高了施工效率,同时解决高大独立柱与土建交叉施工的影响,缩短了大部分施工工期,并得出以下结论:

其安装过程中的精度控制、施工过程仿真验算分析及安全保证措施成为影响安装质量及结构结构安全的关键,对于受限空间范围内较大跨度钢梁分段安装施工,通过制定针对性的施工技术措施,可以有效减小安装偏差,使结构满足施工规范要求,同时有效保证钢梁的整体安装精度和施工安全,有利于结构施工完成的受力状态与设计状态基本保持一致,本施工案例高大独立柱一次性吊装施工过程中的关键技术应用,为类似结构施工提供一定的指导作用,具有一定的工程借鉴及参考价值。

### 参考文献

- [1] 高隽,陈连健.浅谈高大混凝土独立柱施工技术[J].2020. DOI:10.12159/j.issn.2095-6630.2020.31.3692.
- [2] 申利成.高大钢混凝土独立柱施工技术研究与应[J].建筑技术, 2022, 53(4):2.
- [3] 商凯光,高刚,俞宏,等.高大空间钢结构超高独立柱施工技术[J].建筑技术, 2022, 53(8):3.
- [4] GB50205-2020, 钢结构工程施工质量验收标准 [S].
- [5] GB50755-2012, 钢结构施工规范 [S].