

大跨度钢结构连廊安装施工技术

张洪伟, 陶梦梦, 盛诗桥

中国能源建设集团安徽电力建设第二工程有限公司, 安徽 合肥 230000

DOI:10.61369/ETQM.2026050014

摘 要 : 在大跨度钢连廊整体安装施工无法实现的情况下, 对某工程大跨度钢结构采用分段拼装 + 跨外吊装的施工方案的可行性进行研究。本文介绍了钢连廊吊装安装施工方案、施工步骤, 采用 MIDAS/GEN 软件进行钢结构连廊施工过程数值模拟计算, 并与规范进行比较, 结果表明, 采用“分段拼装 + 跨外吊”施工方案是稳定且安全的, 验证了方案的安全性及可行性。

关 键 词 : 钢连廊; 大跨度; 钢桁架; 吊装; 力学分析

Installation and Construction Technology of Large-span Steel Structure Corridor

Zhang Hongwei, Tao Mengmeng, Sheng Shiqiao

China Energy Construction Group Anhui Electric Power Construction Second Engineering Co., Ltd. Hefei, Anhui 230000

Abstract : When full-scale installation of large-span steel corridors proves impractical, this study investigates the feasibility of a segmented assembly and external hoisting approach for a specific project. The paper details the hoisting installation methodology and construction procedures, employing MIDAS/GEN software for numerical simulations of the steel corridor construction process. Comparative analysis with industry standards demonstrates that the "segmented assembly + external hoisting" method ensures structural stability and safety, validating both the technical viability and practical applicability of this innovative solution.

Keywords : steel corridor; large span; steel truss; hoisting; mechanical analysis

一、工程概况

某工程1#钢连廊均为钢桁架结构, 主要构件截面均为焊接矩形钢管。1#钢连廊共两层, 四层和五层, 标高范围从+14.2+23.4m, 最大跨度37.8m, 最大高度9.1m。主要构件截面为焊接矩形钢管。1#钢连廊的结构材质除四层楼面拉杆为 Q235B 其他均为 Q355B。钢连廊通过成品钢支座落在主体结构悬挑的牛腿上。本工程钢结构最大跨度为1#钢连廊37.8米钢桁架, 均使用底部支承原位吊装工艺进行施工。^[3-10]

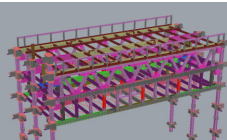


图1#钢连廊的结构轴侧图

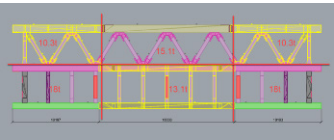


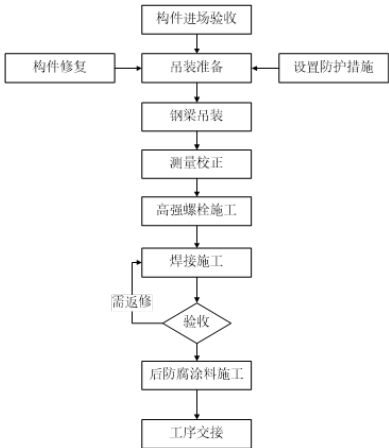
图2 1#钢连廊分段布置图

为1.5t。1#钢连廊的结构跨度达37.8m, 单侧桁架两层重量约为100t, ; 由于钢连廊跨度较长, 需对主桁架进行分段, 分段长度原则上不超过16m, 1#钢连廊分段见图1.1。1#钢连廊, 单段最重为18t。300t汽车吊, 支腿打开尺寸8.5m17m, 主臂55m, 工作半径28m, 最大起重量为21.4t > 18t, 满足工况要求。

(二) 钢梁安装流程。

①钢梁安装概述及安装流程

钢梁在劲性柱校正后进行安装。钢梁在工厂加工时预留吊装孔作为吊点。



二、钢连廊吊装安装施工方案

(一) 钢结构桁架吊装施工工况分析

1#钢连廊结构跨度达37.8m, 单侧桁架两层重量约为100t; 考虑场地和设备因素, 采用分段拼装 + 跨外吊装的方法, 使用一台25t汽车吊在场外拼装, 使用300t汽车吊进行跨外吊装。现场钢梁拼装过程, 使用25t汽车吊进行单件吊装, 单根钢梁最重构件

②钢梁安装方法

1) 钢结构预埋件设置

本项目存在大量钢结构与混凝土连接节点，以锚栓连接。钢结构与构造柱高强螺栓连接固定，或采用焊接的方式连接。对于带牛腿的钢骨柱类同，使用高强螺栓固定后焊接。为保证钢梁的安装精度，钢梁安装时采用临时托板支撑，钢梁端头连接板后安装，预埋构造柱安装的步骤和方法如下：

1、测量定位→2、在混凝土结构标高高度使用定位板预埋锚栓或预埋板→3、土建混凝土浇筑至标高高度→4、安装钢结构→5、测量校正→6、钢结构校正完毕，混凝土结构浇筑完成。

2) 钢梁吊点设置

地上钢梁最大截面为矩950x400x40x62，材质为 Q355B，为方便现场安装，确保吊装安全，钢梁在工厂加工制作时，应在钢梁上翼缘部分开吊装孔或焊接吊耳，吊点到钢梁端头的距离一般为构件总长的1/4，具体原则见下：

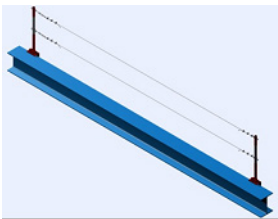
翼缘厚度	重量	重量小于4t	重量大于4t
翼缘板≤16mm		开吊装孔	设吊耳
翼缘板>16mm		设吊耳	设吊耳

3) 吊装准备

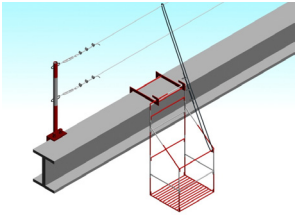
吊装前，对钢梁定位轴线、标高、钢梁的标号、长度、截面尺寸、螺孔直径及位置、节点板表面质量等进行全面复核，符合要求后，才能进行安装。用钢丝刷清除摩擦面上的浮锈保证连接面上平整，无毛刺、飞边、油污、水、泥土等杂物。

端梁节点采用栓—焊连接时，将腹板的连接板用安装螺栓连接在梁的腹板相应位置处，并与梁齐平不能伸出梁端。节点连接的螺栓，按所需数量装入帆布包内捆扎在梁端节点处，一个节点用一个帆布包。

楼层钢梁吊装前，在地面上将安全标准化防护立杆及钢丝绳安装在钢梁上，钢梁上的防护示意图如下：



安全立杆防护立面图



钢梁安装安全防护示意图

4) 吊装就位及固定

钢梁安装施工部署的顺序进行吊装，钢梁在工厂加工时预留吊装孔作为吊点。钢梁吊装到位后，按施工图进行就位，并注意钢梁的靠向。钢梁就位时，先用冲钉将梁两端孔对位，然后用安装螺栓拧紧。安装螺栓数量不得少于该节点螺栓总数的30%，且不得少于3颗。

(三) 钢结构桁架吊装施工吊装流程

钢连廊采用分段拼装+跨外吊装的方法，使用一台25t汽车吊在场外拼装，使用300t汽车吊进行跨外吊装。刚连廊吊装流程如下：

(1)连廊下部设立胎架，两端支座安装就位，使用25t汽车吊堆场拼装分段桁架结构；

(2)使用300t汽车吊，1#钢连廊依次吊装四层边跨分段桁架结构、2#钢连廊依次吊装五层边跨分段桁架结构，第一片桁架吊装就位同时安装侧向稳定杆件，临时拉结钢梁采用矩形截面3003001212杆件。同时将桁架间钢梁吊装焊接就位，形成稳定结构。

(3)1#钢连廊按照步骤2吊装四层中间段分段桁架结构、五层边跨及中间段桁架结构，主结构吊装完毕；2#钢连廊按照步骤2吊装五层边跨及中间段桁架结构，主结构吊装完毕；

(4)拆除胎架，完成体系转换主体结构成型。

三、施工过程数值模拟分析

(一) 钢结构桁架分段桁架吊装变形计算

本次施工过程计算采用有限元分析软件 Midas GEN 2022进行模拟分析钢结构施工过程，验算施工过程结构的稳定性与安全性。模拟过程中，采用的主要材料机械、力学属性见表3.2。

表3.2 主要材料机械及力学性能

序号	性能	指标 / 参数
钢材	牌号	Q355B
	容重	$7.698 \times 10^{-5} \text{N/mm}^3$
	弹性模量	206000MPa
	泊松比	0.3
	线膨胀系数	$1.2 \times 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$

1.1#钢连廊、2#钢连廊分段桁架吊装变形计算

(1) 计算模型及方法

采用 MIDAS/GEN进行施工阶段模拟分析，计算模型为一体化模型，按照施工步骤将结构构件、支座约束、荷载工况划分为组，按照施工步骤、工期进度进行施工阶段定义，程序按照控制数据进行分析。计算模型完全结构施工图建立，所有构件的截面、材质与结构施工图一致，考虑1.1倍结构自重作用。吊点位置设置见图7，主要考虑钢梁自重（DL），节点重量取1.2倍自重，荷载组合表见2；支座采用铰接支座、铰接约束，用于模拟钢丝绳约束。

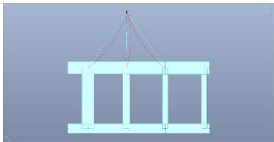


图7 吊点位置示意图

表2 荷载组合表

荷载组合	组合名称	荷载效应组合设计值	备注
承载力极限状态 (强度计算)	sLCB1	1.3D	基本组合
正常使用极限状态 (变形计算)	sLCB2	1.0D	标准组合

(2) 计算结果

1#钢连廊分段桁架吊装时最大变形为-3.3mm， $3.3 < L/250=5500/250=22\text{mm}$ 变形云图见图8，满足规范要求和设

计精度要求^[1]。

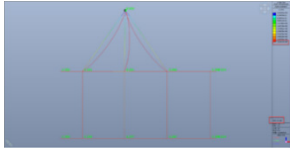


图8 分段桁架变形云图

钢连廊桁架吊装时,1#钢连廊钢丝绳最大内力分别为151kN,钢丝绳受力情况见图9。钢连廊桁架吊装时,1#钢连廊最大应力值分别为5.4MPa、,均小于295MPa,应力云图见图10,强度满足规范要求^[2]。

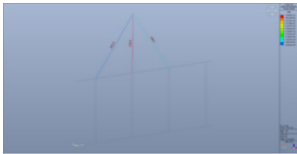


图9 钢丝绳内力

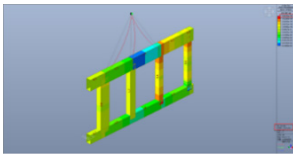


图10 分段桁架应力云图

2.主钢架吊装和组装过程临时支撑计算

(1) 计算模型

本次施工过程计算采用有限元分析软件3D3S DESIGN 2023对钢梁吊装就位受力稳定分析,计算构件的变形和应力,判断支撑位置设定是否合理。支座采用铰接支座、铰接约束,用于模拟钢丝绳约束。

计算模型完全结构施工图建立,所有构件的截面、材质与结构施工图一致。计算模型为一整体模型,按照结构构件、支座约束、荷载工况进行分析考虑1.1倍结构自重作用,荷载组合表现2。端部吊装分段及临时支撑结构及计算模型如下所示:



图11 分段桁架临时支撑图



图12 分段桁架计算模型

(2) 计算结果

吊装就位时最大竖向变形为-0.65mm,面内水平变形为0.39mm,面外有斜撑保持吊装分段桁架竖直,无水平变形,满足规范要求^[1]。支撑杆件应力比极小,最大应力比0.074,长细比约101,满足规范要求^[1]。

四、结论

本文介绍了某工程大跨度钢结构连廊施工方案,根据钢结构连廊结构特点采用分段拼装+跨外吊装施工方案。通过对其进行有限元模拟计算分析,并与现行国家规范要求和安装精度要求进行对比,得出以下结论:

- 1) 1#钢连廊18吨分段桁架分段桁架吊装时,最大变形及最大应力值小于设计强度值,满足规范要求;临时支撑杆最大竖向变形、面内水平变形、最大应力比及长细比均满足规范要求。
- 2) 利用Midas软件对桁架吊装工况进行分析,3D3S软件对临时支撑进行分析,计算结果表明,桁架吊装、吊装分段及支撑的位移、应力和稳定性均满足现行国家规范要求和安装精度要求。

参考文献

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50017-2017 钢结构设计标准 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.
[2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 55006-2021 钢结构通用规范 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2021.
[3] 包哈, 王伟, 陈永辉, 等. 大跨度钢连廊施工及监测技术 [C]//《施工技术(中英文)》杂志社, 亚太建设科技信息研究院有限公司. 2024年全国工程建设行业施工技术交流会论文集(中册). 中建八局第三建设有限公司;
[4] 何超振, 黎光军, 余勇, 等. 高空大跨度悬挑钢连廊分段提升施工技术 [J]. 建筑结构, 2023, 53(S2): 1899-1904.
[5] 常高阳. 高层建筑大跨度钢结构连廊施工技术研究 [J]. 江西建材, 2022, (06): 186-187.
[6] 段于师. 超高层大跨度钢结构连廊整体提升施工技术分析 [J]. 中国建筑金属结构, 2021, (03): 108-109.
[7] 杨飞, 郭延义. 大跨度异形桁架式钢结构液压整体提升技术的应用 [J]. 建筑施工, 2018, 40(09): 1531-1534.
[8] 王加国. 大跨度钢连廊分段吊装施工技术 [J]. 山东工业技术, 2017, (21): 105.
[9] 廖威. 钢结构连廊整体吊装的设计与施工——以长沙市中天广场钢结构连廊整体吊装工程为例 [J]. 中外建筑, 2008, (06): 168-170.
[10] 庄壮. 基于健康监测的火灾后钢连廊加固施工性能演化控制 [D]. 大连海洋大学, 2023.