

单跨门式刚架超大跨度钢结构厂房施工技术研究

赵士阳

中化学土木工程有限公司, 江苏 南京 210000

DOI:10.61369/ME.2026040035

摘 要 : 针对单跨门式刚架超大跨度钢结构厂房在施工中的重点及难点, 对钢结构施工从钢柱定位、钢梁运输、大跨度钢梁吊装工艺选择及临时稳定体系设置等方面进行了阐述, 并对大跨度钢梁吊装工艺进行了比选。研究表明, 该整套施工工艺技术可有效解决该类型工程施工难题。

关 键 词 : 超大跨度; 吊装工艺; 稳定系统

Research on Construction Technology of Single-span Portal Steel Frame Super-large Span Steel Structure Factory Buildings

Zhao Shiyang

China National Chemical Civil Engineering Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 210000

Abstract : In view of the key points and difficulties in the construction of single-span portal steel frame super-large-span steel structure workshops, this paper elaborates on the steel structure construction from aspects such as the positioning of steel columns, the transportation of steel beams, the selection of the hoisting technology for large-span steel beams, and the setting of the temporary stability system. Moreover, the hoisting technology for large-span steel beams is compared and selected. The research results show that this complete set of construction technology can effectively solve the construction problems of this type of project.

Keywords : ultra-large span; hoisting technology; stability system

引言

随着国内工业化的不断发展, 对工业厂房的面积及净空不断提高, 超高超宽的钢结构厂房不断涌现^[1]。厂房跨度从12米到36米是单层单跨门式刚架钢结构厂房最常见并且经济合理的跨度范围。但部分厂房因生产运营需要更大的跨度时, 相应的施工难度也会增大。本文以某物流中心48m跨度单层单跨门式钢架结构为例, 探讨超大跨度单跨门式钢架钢结构厂房施工难点及对策。

一、工程概况

某保税物流中心施工内容包括综合楼, A1 ~ A4、B1 ~ B2 仓库、集装箱堆场、2块查验场地及监管仓库、道路及其它配套附属工程。其中主要单体六座物流仓库均为单层单跨门式刚架结构, 跨度为48m, 仓库长度107.4m ~ 209m, 檐口高度7.3m ~ 10.3m, 钢结构重量3600t, 总建筑面积为47856.8m²。

二、工程重难点分析

(一) 钢柱定位和校正

钢柱安装的定位准确度往往会受到地脚螺栓埋设时的精度影响, 地脚螺栓需要在预埋时严格控制。受现场周边环境因素、材料特性、施工工序组织等多种外部因素影响, 钢柱在施工定位过程中容易发生定位偏差, 直接影响后续超大跨度钢梁安装精度。

(二) 钢梁运输及预拼装

由于48m跨度钢梁跨度大、重量重、刚度相对不足的特点, 在运输和预拼装过程中需做好策划和方案, 避免运输过程中出现构件局部受力过大导致钢梁翼缘屈曲、腹板变形、表面损伤等问题, 其保护难度远大于常规钢梁。

(三) 大跨度钢梁吊装工艺选择

大跨度钢梁在现场二次拼装完成后, 需要进行整体吊装和空中安装, 考虑48m跨度钢梁刚度相对不足、吊装过程中易变形的特点, 对钢梁构件在吊装作业中采取的吊装工艺进行比选优化。

(四) 临时稳定体系设置

钢结构厂房钢梁钢柱安装过程中, 钢结构首个稳定格构体系是保障后续安装安全、控制整体结构变形的核心, 需在钢梁吊装就位后优先完成设置, 以确保结构形成整体受力单元, 避免安装过程中钢构件失稳、倾覆风险。

三、针对施工重难点采取的措施

（一）钢柱定位和校正

地脚螺栓定位安装精度控制

1. 复核厂房钢柱的轴线及尺寸位置，检查所有地脚螺栓预埋件的位置、标高并留存记录。发现位置偏差问题要及时调整，确保钢柱吊装安装时位置准确。

2. 钢柱预埋钢板及地脚螺栓安装前进行专项验收，基础钢筋验收后进行钢柱安装。测量定位模板中心控制轴线、水平和标高后，焊接在支架上并与基础模板系统完全脱离。

3. 基础混凝土浇筑完成后需及时复核钢柱预埋钢板及地脚螺栓空间位置，若有偏差应立即调整。

（二）钢柱吊装定位

钢柱运到现场后，应对钢柱的几何尺寸进行复核验收，确保规格及质量合格；钢柱安装时采用旋转法的起吊工艺，吊车起钩后通过转向，钢柱直立后缓缓向正确位置靠近并准备就位。

吊装及定位控制措施：

1. 钢柱吊点位置应设在钢柱顶距离 $0.293L$ （ L 为钢柱长度）处；吊点绑扎处应垫木块或者麻袋，防止损坏钢柱构件表面或磨损钢丝绳。

2. 柱子起吊后呈垂直状态，吊车转向使钢柱位于预埋件正上方，通过吊车吊臂的升降吊钩及回转，使钢柱中线对准预设的校正线位置，钢柱就位后调整钢柱中心线对准预设十字线，并用全站仪从两个不同方向来校正垂直度，校正后需拧紧螺栓固定。

（三）钢梁运输及预拼装控制措施

由于钢梁跨度较大，采取梁构件工厂及现场两次试拼验收、单元散件运输的方式进行运输和组装。

钢梁构件在厂家加工完成、在工厂试拼验收合格后，按方案拆分为单元散件运输到现场。运输车辆根据钢梁尺寸设计配备专用定制承载支架，保证构件运输过程中状态稳定，并采用高强度柔性绑带（钢丝绳+橡胶垫）固定构件。绑带与钢梁接触处增设厚橡胶垫或无纺布，防止磨损钢构件表面涂装。

现场二次预拼装场地需满足平整坚实、无沉降、无障碍物的要求，确保马凳顶面水平。

钢梁较长，每榀钢梁由五段变截面 H 型钢对接而成，为缩短施工工期，减少二次运输，钢梁宜采取二次拼装。

拼装方法：

钢梁侧向刚度相对较差，地面拼装时采用立拼方式，避免钢梁翻身扶直过程构件变形过大。

钢梁拼装，可采用小块工字钢（或 H 型钢或其它符合要求的材料）焊接成矩形高度不一的稳定垫块（满足施工施工，后期也便于移动，可反复利用），每榀钢梁拼装前下面设置六个调整好高度的垫块，用千斤顶调节高度，如下图所示：

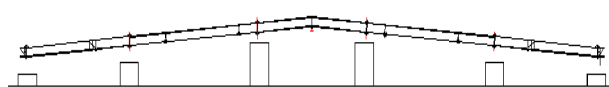


图1 分段拼装马凳设置示意图

钢梁在现场胎具上完成拼装，在正式起吊前还需二次验收钢梁构件。

（四）大跨度钢梁吊装工艺选择

大跨度钢梁吊装过程中，需同时满足保障吊装过程稳定、不发生形变、满足屋面安装高精度对接的要求。48m 跨度钢梁自重约 10t，对应常见的吊装工艺如下：

1. 单台 75t 大吊车 + 扁担梁四点起吊

75t 汽车吊搭配 1 根 12m 长高强度 H 型钢扁担梁，对称设置 4 个吊点。通过扁担梁将起吊力均匀传递至钢梁，依靠单台 75t 吊车完成起吊、转运及落位，全程控制起吊速度，避免冲击荷载导致钢梁变形。

该工艺施工效率高、对吊装精度要求适中，无需焊接吊耳，前期准备耗时较短。但其对横向作业空间和相应的地基承载力要求较高。本项目需先完成钢柱安装和预留拼装场地，空间有限；前期地表的地基承载力较差。该方案在本项目场地内实施较为困难。

2. 2 台 25t 吊车 + 焊接吊耳四点起吊

2 台同型号 25t 汽车吊需配套 4 个专用焊接吊耳，配备专业指挥人员，统一信号控制两台吊车同步起吊、同步行走、同步落位，通过吊耳将起吊力均匀传递至钢梁。

该工艺适合场地狭窄、对吊装精度要求高的场景，对地基要求不高，同时兼顾安全性与实操性。在本项目实施较为便捷。

（五）吊装工艺简述

1. 吊装采取双机抬吊、四点吊装的方法，四点吊装起吊时四点同步受力，保证钢梁在起吊过程受力均匀^[2]。

钢梁在吊装时，不应在构件的上翼缘表面焊接吊耳，避免钢梁的腹板与翼缘板之间的焊缝发生拉裂导致构件强度被破坏。若吊耳必须安装在构件上翼缘表面时，应在吊耳对应钢梁下位置进行补强，在腹板设置加劲板^[3]。

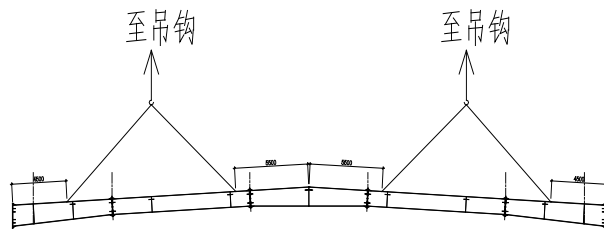


图2 钢梁吊点设置图

2. 两台吊车作业时同步缓缓起钩动作，使钢梁两端部分同时离开地面高度 0.3 ~ 0.5m 后停止起钩，待钢构件整体稳定后，检查正常后两台吊车再次同步启动使钢梁匀速同步上升。通过吊车动作使钢梁缓缓向设计位置靠近。当钢梁移至设计位置正上方时，在作业人员指挥下，缓缓同步吊钩钢梁构件至设计位置，完成钢梁的吊装工作。

为保证在吊装过程中保持钢梁构件稳定，同步用缆风绳牵引引导方向。防止过程中钢丝绳的绞力影响引发钢梁构件发生空中打转^[4]，产生构件空中变形及引发安全隐患。

（六）临时稳定体系设置

要保证钢结构体系的稳定性和安全性，首先要保证的是首两榀钢梁的安装和空间刚度体系的构成。

钢梁吊装顺序由靠近山墙部分有柱间支撑的两榀刚架钢架开始逐步向前推进,每跨钢柱安装完成后安装柱间连接系,每榀屋架吊装后立即将该梁间支撑系安装上,使之形成稳定体系。

在首两榀钢梁安装完成后,对两榀钢梁之间的系杆、檩条及屋面水平支撑的水平度及垂直度进行调整。全部调整到位后即构成完整屋面系统,提高厂房结构整体稳定性^[5]。

1. 钢柱稳定系统设置

钢柱立好后,现场从三个方向夹角互为120°拉设缆风绳。缆风绳采用不少于2根地锚固定。

2. 钢梁稳定系统设置

在钢梁吊装到位吊车松钩之前,应连接屋面钢檩条等形成一个空间框架的稳定结构。若不能在松钩之前安装屋面檩条,应增设缆风绳,防止钢梁屋架发生歪扭变形。缆风绳可预先固定到钢梁屋架上。缆风绳选用 $\varnothing 13.5\text{mm}$ 规格,现场拉设在钢梁长度的1/3位置处。

由于钢柱安装过程有一定的允许偏差值,且钢梁与钢柱采用高强度螺栓连接,因此在钢梁安装时,当吊装到位后,采取先连接一端(但不紧固),另一端如果能直接连接则直接连接到位;若偏差过大,应调整钢柱缆风绳,调整钢梁高度间距,但注意钢柱本身偏差应整体符合规范要求。

(七) 空间刚度单元形成

第一榀钢架标高、垂直度、位置调整完成、螺栓拧紧、缆风绳固定好,形成空间刚度单元并校正完毕后,及时对钢柱柱脚预留空隙采用灌浆料进行二次浇筑。

在第一榀钢梁支撑系统全部完成后,开始安装第二榀钢梁及后续钢架的钢柱、钢梁、系杆、支撑、隅撑、屋面檩条等。屋面檩条的安装顺序应在钢结构厂房结构调整完成后进行。

在安装钢梁构件时,还应同步对下部及相邻的钢柱垂直度同步进行监测。防止因钢梁连接后而发生垂直度偏移。

四、结语

本工程面对超大跨度单跨门式钢架安装难题的情况下,经过比选采用最优的施工工艺和合理的施工措施,在满足安全、质量要求的前提下有效加快了厂房施工进度,妥善解决了本项目超大跨度单层钢结构厂房施工中的重点及难点。本项目的成功实施和施工工艺的选择,为超大跨度钢结构厂房可靠使用提供保障。

参考文献

[1] 荆大伟, 张任杰. 大跨度超高单层钢结构厂房施工安装技术 [J]. 城市道桥与防洪, 2021(3): 130-136.
[2] 张建平. 建筑钢结构工程吊装施工控制方法研究 [J]. 中国建筑金属结构, 2026 25(03): 81-83.
[3] 冯国卫, 何晶. 钢结构吊装吊耳应用与设计校核探讨 [J]. 钢结构与绿色建筑技术应用, 2019(05): 632-638.
[4] 程小剑, 李玉梅, 马维新. 重庆来福士广场空中连廊铝板单元整体吊装技术 [J]. 施工技术, 2019(02): 55-58.
[5] 孙玉亮, 闫建楷, 董利文. 单层大跨钢结构厂房施工技术要点分析 [J]. 工程建设与设计 2024(23): 206-208.