

大跨度超高单层钢结构厂房施工安装技术

荆大伟¹, 张任杰²

(1.上海宝华国际招标有限公司, 上海市 201999; 2.宝钢工程技术集团有限公司, 上海市 201999)

摘要: 根据国内某大型钢铁集团某冷轧工程(二标段)中大跨度钢结构厂房的施工, 结合以往项目的钢结构施工安装的成功经验, 对大跨度超高单层钢结构厂房的安装与施工方法进行阐述, 在保证安全、质量的前提下, 采用科学的施工办法, 加快了工程进度, 解决了现场大跨度超高单层钢结构厂房施工中的难点, 可为同类项目的施工提供相应的参考。

关键词: 大跨度超高单层钢结构厂房; 安装平台; 吊装扁担; 垂直度

中图分类号: TU74

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)03-0130-03

0 引言

随着国内集成工业化程度的不断提高, 原多条生产线多个建筑单体的设计模式在向独立建筑多条生产线的设计模式转变, 进而导致工业建筑单体厂房的规模不断变大, 超高超宽的建筑钢结构厂房不断涌现。同时, 受车间内工艺设备基础及施工场地的影响, 厂房的施工多以跨外安装为主, 这势必大大增加了施工难度, 比如超高钢结构柱高空对接平台的设计及选择、钢柱高空对接垂直度的控制、钢柱起重吊装工具的设计及吊点的选择、超大跨屋面梁的吊装等方面^[1]。

1 工程概况

国内某大型钢铁集团某冷轧工程(二标段), 最大车间厂房跨长 390 m, 跨距 48 m, 高度 51 m。本文通过对连退车间安装为例, 对大跨度超高单层钢结构厂房安装施工技术进行阐述。连退车间实体图如图 1 所示。



图1 车间实体图

收稿日期: 2020-11-18

作者简介: 荆大伟(1984—), 男, 本科, 工程师, 长期从事技术管理工作。

2 本工程施工的难点

结合以往常规中型钢结构厂房(建筑高度 ≤ 36 m)的施工经验以及本项目的设计图纸, 对本工程涉及的大跨度超高等施工难点分析如下。

2.1 钢柱高空对接平台选择难

本工程镀锌车间钢柱柱顶标高为 +51.00 m, 连退车间钢柱柱顶标高为 +44.00 m, 钢柱只能采用高空对接的施工方法, 同时, 钢柱中部没有设计任何平台。如何选择钢柱的分段位置及采用的对接平台类型, 能够既满足施工的安全性、规范性, 又满足平台的快速周转是项目的难点。

2.2 钢柱吊装的吊具设计及吊耳位置选择难

本项目中钢柱采用上下柱分段吊装的方式, 钢柱的外形尺寸多, 需要多类别吊具。上柱上部分为单 BH 型钢柱, 下部为双肢钢管柱, 钢柱的上部形式相同, 但钢柱本身偏心, 重心不易选择。

2.3 钢柱高空对接垂直度控制难

本项目中共计有 120 根超高钢柱需要进行高空对接, 且钢柱均为圆管柱, 最大管柱的中间间距达 3.6 m, 钢管圆度、钢结构制作的质量、现场上下柱对接的质量均会影响钢柱垂直的控制。

2.4 大跨距屋面梁的安装

连退车间厂房跨度 48 m, 车间高度 44 m, 屋面梁单体重量达到 23 t, 同时受车间内设备基础的影响, 必须采用跨外吊装的方法。按照住建部 2018 年 37 号文《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》要求, 该屋面梁的吊装需要进行专家论证, 明确屋面梁吊点的选择、屋面梁的吊装、临时固定措施的设置等。

3 针对性应对技术措施

3.1 超高钢柱分段位置的选择及平台设计

3.1.1 超高钢柱分段位置的选择

由于厂房钢柱超长,分段位置的选择应从以下几方面考虑:

(1)钢柱超长整体发货受到影响,根据上海市大型货物运输管理的相关规定,确定了构件最大的长度范围为30 m以内。

(2)从经济角度考虑,分段的长度影响运输的费用,超长构件21~28 m的费用相同,大于28 m的构件运输费用则大幅增加。

(3)对于超高的单层钢结构厂房,为满足厂房整体稳定性和厂房工艺管线的要求,在厂房柱间不同的标高上会设计有水平支撑框架或管道通廊,因此分段位置还应考虑水平支撑框架的标高,在第一、二层水平支撑的上部300~500 mm选择为分段位置。

3.1.2 高空对接平台的设计

对于工业类厂房的平台设计,常规做法分为两种。第一种是采用临时角钢焊接支撑,上部铺设木制双跳板,其特点:简单、成本低、快捷,能够满足基本的施工功能,但外观简陋、不规范且存在一定的安全隐患;第二种是采用焊接固定式钢平台,其特点:作安全可靠、规范,完全满足使用要求,但成本高、周转率低^[2]。针对上述问题,本项目通过与设计联系,结合工程特点,充分利用结构本体的承载,制作安装平台,具体考虑如下:

(1)因钢柱双肢中间设置有水平缀条,通过设计优化可将构件的分段与缀条结合起来,即分段位置选择在缀条附近,设计中在缀条上部增加花纹钢板将此位置转化为临时平台。

(2)在管柱的另外三个面,设置临时钢平台卡槽。

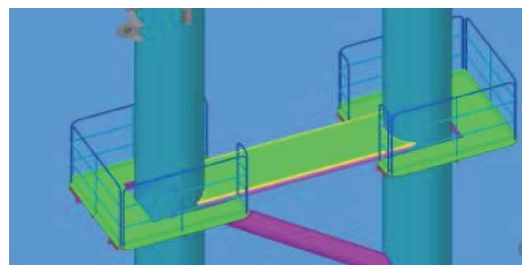
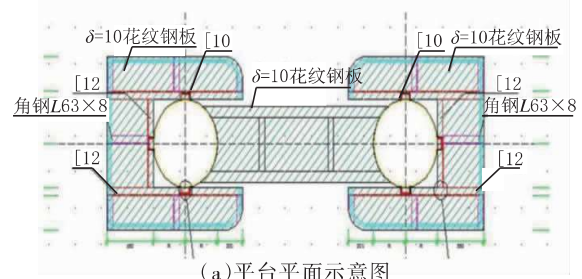
(3)同时与设计联系,将分段位置处的斜缀条取消,将斜缀条上、下部都设计为平台模式,保证整个钢柱的强度,形成一个天然的操作通道。

(4)根据钢柱尺寸的大小,设计活动式组装平台,在钢柱吊装前安装到位。

(5)在钢柱制作时用10 mm的钢板在钢柱外围分别焊接三个固定式卡槽,同时用C10的槽钢、角钢和钢板组装六块平台,在每个平台下部支撑槽钢上

焊接一块槽钢,平台上铺设花纹钢板,四周焊接栏杆。平台制作完成后,将平台底部槽钢插入钢柱预先留置的卡槽。

此平台完全克服了传统操作平台的缺点,安、拆方便,成本低、周转速度快。图2为平台示意图。



(b)平台外观示意图

图2 平台示意图

3.2 钢柱吊装吊具的设计及吊耳位置选择

3.2.1 下柱钢柱吊耳的设计

本项目中钢柱的分段位置在肩梁以下部位,故下柱是形式简单的双肢格构式双管柱,结构对称吊点选择在距离端部下方300 mm的位置,但是由于设计的关系,本项目中存在多个管径形式的钢柱,柱中心尺寸不等,常规的两个吊耳扁担施工更换频率大,不经济。鉴于此项目可设计“4”吊耳的扁担,满足下柱的安全、快捷吊装。通过计算确认“扁担”和吊耳的大小,保证钢柱吊装过程中的平衡,吊耳设计图如图3所示。

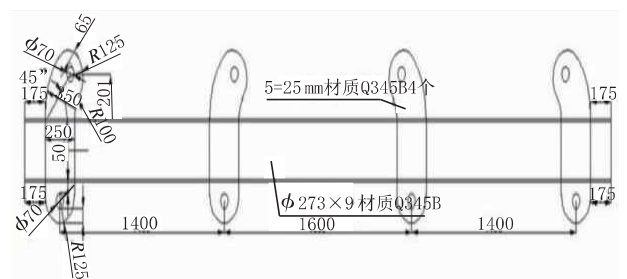


图3 下柱钢柱吊耳设计图(单位:mm)

3.2.2 上柱吊耳的设计

由于上柱与下柱要进行对接,吊装时保证构件保持水平,因此安装过程中在柱顶、肩梁部位设置两个吊点,在钢柱吊装过程中肩部部位的吊点和钢丝绳之间安装手拉葫芦,顶部吊点直接与钢丝绳进行

连接(如图4所示)。通过肩梁部位来调整钢柱的重心,确保钢柱在吊装过程中重心保持平衡。在吊装前对顶部两个吊耳焊缝进行超声波探伤检测,同时对顶部母材本身进行超声波检测,防止在吊装过程中母材出现层状撕裂,扁担吊装图如图4所示。



图4 扁担吊装图

3.3 钢柱高空对接垂直度、稳定性控制

3.3.1 钢柱垂直度控制

由于钢柱为管柱,管柱原材料圆度、钢结构制作过程中上下柱制作误差的控制、运输过程的碰撞、现场吊装对接质量的控制,都对钢柱对接垂直的控制产生很大影响,对此采取以下措施:

(1)做好圆管材料的入场验收工作,对钢管的管口圆度进行100%检查^[3],避免原材料和质量缺陷造成现场钢柱无法对接。

(2)在钢柱制作过程中,在钢柱上下柱接口部位四周分别安装辅助连接板,同时在下柱内部安装一块内置垫板,内置垫板呈圆台形状,通过圆台型内置垫板的过渡,上下钢柱进行对接,保证钢柱在对接过程中不发生错边的现象(如图5所示)。

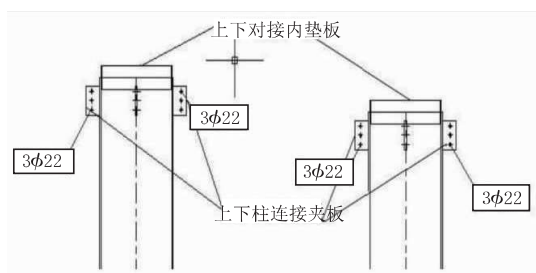


图5 柱顶连接图

(3)钢柱在工厂内分两阶段制作,下柱制作完成后,对钢柱端部管柱中线、管柱的圆度进行检测并形成书面记录^[3],为上柱制作提供依据,确保上下柱的公差一致。

3.3.2 钢柱稳定性控制

钢柱采用高空对接的方式,在上柱吊装前应对下层钢柱进行加固,确保上柱吊装完成后,单根钢柱整体的稳定性。

(1)下柱安装前复核杯口的轴线、标高方可进行

吊装^[3]。吊装前在下柱上部设置两道缆风绳的挂点,确保下柱的稳定性。

(2)下柱安装完成后及时进行杯口灌浆,充分振捣确保混凝土的密实度。

(3)上柱安装时,应缓慢吊装,特别是接近下柱连接位置处应信号明确、缓慢就位,临时连接板连接就位后,采用双人对称焊接的方式进行焊接固定,确保钢柱稳定。

3.4 大跨度屋面梁安装

3.4.1 屋面梁安装方法的选择

连退车间跨距48 m,由于构件超长、超宽,构件整体运输比较困难,运输费用极高,而且整体运输易导致屋面梁变形,因此该项目选择屋面梁分3段进场,进行现场拼接,完成后进行屋面梁安装。

对于超大跨屋面梁吊装主要应考虑屋面梁吊装过程中的平稳,因此吊耳的选择就非常重要,本工程中屋面梁设置四个吊耳,均作为主吊点,通过两根钢丝绳对穿吊装(如图6所示)。

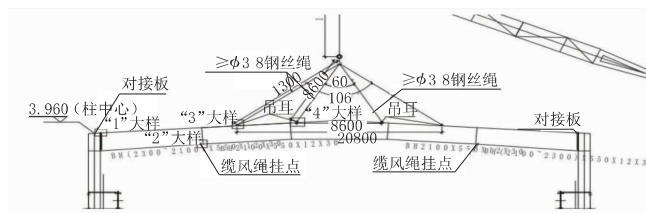


图6 屋面梁吊耳设计图(单位:mm)

3.4.2 屋面梁安装要点

(1)由于本工程车间内部同时有大量设备基础正在施工,故屋面梁吊装采用跨外吊装,且因车间跨度大,屋面梁重量大,根据吊车性能表和施工现场实际,本项目采用360 t履带吊进行屋面梁吊装。

(2)构件进场后,在地面进行屋面梁拼装、焊接、探伤,同时应将屋面支撑、屋面照明的穿线管提前安装在屋面梁上,减少屋面的小件吊装率。

(3)屋面梁的下弦两端捆绑溜绳,以便在钢梁的吊装过程中控制屋面梁的走向,避免与吊车的吊杆以及周围其他设施碰撞,发生事故。

(4)屋面梁就位后,采用普通螺栓和冲钉临时固定,冲钉找正对孔后,进行螺栓安装固定。安装完成后由焊工焊接上下翼缘接口,焊接牢靠后构件松钩。

(5)由于车间厂房高、跨度大,屋面梁高空安装易受风力造成摆动,因此安排专人对天气状况进行跟踪预报,选择合适天气对屋面梁进行安装。

(6)每跨厂房第一榀屋面梁必须拉缆风绳(采用 $\phi 12$ 钢丝绳)两道,第二榀屋面梁开始吊装前在地面

(下转第136页)

用新的防水黏结体系和层间黏结体系,改善了铺装与钢板及两层铺装间的黏结性能,避免了因黏层失效导致的各种病害。

4 结 论

本文基于病害情况、维修方案、实施效果等方面,对上海长江大桥主桥钢桥面铺装的两次较大规模的维修情况进行了梳理,通过对比分析,总结了第一次维修方案存在的问题以及第二次维修方案的成功经验,可为国内其他大桥钢桥面铺装维修方案设计与实施提供一定的参考。

基于两次维修的实施效果和技术方案对比分析可知,在国内重载交通日益严重的现状下,对钢桥面铺装材料和结构体系的选择应考虑其对重载交通的适应性,同时应严格控制黏结体系的施工精度,提高

层间及铺装与钢板间的黏结体系质量,以确保整个铺装体系的工作性能和耐久性,减少各类病害和后续的日常维修。

参考文献:

- [1] 黄卫.大跨径桥梁钢桥面铺装设计理论与方法[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [2] 陈团结.大跨径钢桥面环氧沥青混凝土铺装裂缝行为研究[D].南京:东南大学,2006.
- [3] 吉青克,黄少文,左锋.上海长江大桥桥面沥青铺装的设计与施工[J].世界桥梁,2009(S1):50-53.
- [4] 许颖.钢桥面铺装使用情况调查及病害分析[D].重庆:重庆交通大学,2014.
- [5] 池商林.高弹体改性沥青 SMA-10 在钢桥面中的应用研究[J].福建建设科技,2017(3):35-38.
- [6] 董亚平.G40 上海长江大桥钢桥面维修探索[J].城市道桥与防洪,2018(8):224-227.

(上接第 132 页)

将安全网绑在屋面梁上,由于厂房高度过高,缆风绳的位置可以选择在吊车梁上部。同时,第二榀屋面梁安装完成后,应立刻安装 3 道屋面檩条,使屋面系统形成整体,方可进行第三榀屋架的安装。

5 结 语

本工程在保证安全、质量的前提下,采用科学的施工办法,增加合理的辅助措施,进行必要的节点计

算,精心组织施工,加快了工程进度,解决了现场大跨度超高单层钢结构厂房施工中的难点,完全可以保证大跨度超高单层钢结构厂房安装的质量,本项目的成功实施可为类似工程设计和实践提供借鉴。

参考文献:

- [1] 陈禄如.建筑钢结构施工手册[K].北京:中国钢结构协会,2002.
- [2] GB 50017—2017,钢结构设计规范[S].
- [3] GB 50205—2001,钢结构工程施工质量验收规范[S].