

大跨度钢桁架结构屋顶快速施工技术

陈贻清 王志龙 毛厚壮 王昊 宋斌

(中建八局第一建设有限公司, 山东 济南 250000)

摘要 在建筑行业持续发展的背景下, 越来越多的大型建筑以及复杂型建筑选择应用大跨度钢结构作为建筑屋盖的结构体系。建筑工程项目中大跨度钢桁架结构屋顶快速施工技术的应用, 可大大提升建筑项目的施工质量以及施工效率。本文以屋面桁架框架结构的实验室建筑作为研究案例, 详细介绍大跨度钢桁架结构屋顶施工重难点及安装要点, 以期为大跨度钢桁架结构建筑项目施工提供参考。

关键词 大跨度 钢桁架结构 屋面施工

中图分类号: TU757

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)12-0042-03

现如今我国体育场馆、图书馆乃至主题公园等公共建筑均朝向大跨度建筑类型发展, 而钢结构本身具备的轻质高强特性让其在大跨度建筑屋面中得到广泛应用^[1-3]。传统建筑施工模式下的钢结构安装技术是“拼装+焊接”, 在小体量建筑结构中得以应用, 但在大跨度结构体系中应用这一方法既无法确保整个钢结构安装质量, 也会给建筑施工增加不必要的施工工序, 无形延长建筑项目的施工周期, 增加大型建筑的施工安全隐患^[4]。

1 工程概述

集成电路制造线项目总承包工程位于深圳市龙岗区平大路与新厦大道交叉路口东北角。合同要求建筑工程质量需要达到广东省建设工程优质结构, 建筑项目的总建筑面积约为15.75万m², 包括办公楼、实验楼、实验楼、停车库、仓库等其他厂房配套设施。

B1实验楼钢结构为屋架钢结构, 长宽度为96m×48m, 跨度为24m, 用钢量为1045t, 结构形式为桁架结构。钢结构主要构件概况如表1所示。

2 施工重难点

案例工程的钢桁架结构设计相对新颖, 一共分为16跨, 跨度较大为24m, 桁架最重为23.2t。在实际施工过程中, 需要利用200t汽车吊分段吊装, 上下弦杆则使用50t汽车吊吊装施工。

案例工程涉及的构件品种较多, 各个钢构件需要在工厂加工完成之后到施工现场拼装, 为此需要在钢板进场前对其进行无损检测, 下料前完成原材取样、送检的工作。同时需要对于各种配件按照图纸要求来分类编号, 有序开展构件打包运输工作。根据施工现场要求对于构件分类就近堆放, 尽可能地减小对于构

件的二次搬运, 与此同时也要合理应用机械装置, 提升构件搬运效率, 保障建筑项目的施工工期。

案例工程的紧固件连接关乎整个建筑项目的施工质量, 通过开展高强螺栓连接副试验, 施工现场抗滑移试验, 继而全面提升高强螺栓安装质量。

3 大跨度钢桁架结构屋顶快速施工技术

3.1 工艺流程

单榀桁架地面拼装→单榀桁架地面焊接、吊耳焊接→侧(北侧)桁架及上下弦杆吊装→螺栓紧固及杆件焊接→另一侧桁架及上下弦杆安装→螺栓紧固及杆件焊接→上部门架吊装→安装完成。

3.2 大跨度钢桁架结构吊装要点

3.2.1 吊装装置选择

吊装机械选择是根据工程实际施工情况、构件重量以及吊装半径选择吊装机械。案例工程的屋架单片为24m, 最大重量为23.2t, 现场吊装半径选取20m, 吊装高度为19.6m, 以200t汽车吊相关标准为基础选取53.03m吊车臂长取53.03m, 吊装重量设计为23.5t, 吊装钢丝绳的直径为45.5mm, 吊装用的卡环为25t标准。

3.2.2 拼装平台设计

拼装平台搭建受到运输条件以及施工现场条件制约, 构件只能在现场拼装后整体吊装施工, 因此拼装场地需要尽可能选择在吊装施工附近区域, 避免出现二次倒运情况。拼装平台的型钢需要利用水平仪超平, 而型钢下方需要利用钢板塞实, 而拼装场地也要进行平整与夯实, 避免拼装场地出现下沉现象。

3.2.3 屋架吊装要点

1. 吊装前。施工人员需要根据构件重量、施工作业半径确定施工流程, 选用200t的汽车吊开展屋架单

表1 钢结构主要构件概况

主要构件截面形式 (箱型、H型等)	主要截面尺寸 mm	板厚 mm	材质	连接节点
屋架柱	HW400×400×13×21	13mm/21mm	Q355B	地脚螺栓连接
屋架柱	HW400×400×14×28	14mm/28mm	Q355B	地脚螺栓连接
弦杆	H500×450×16×28	16mm/28mm	Q355B	焊接连接
弦杆	HW350×350×12×19	12mm/19mm	Q355B	焊接连接
斜撑杆	HW350×350×12×19	12mm/19mm	Q355B	焊接连接
斜撑杆	HW400×400×14×22	14mm/22mm	Q355B	焊接连接
CL1	HW300×300×10×15	10mm/15mm	Q355B	螺栓连接
CL2	HW350×350×12×19	12mm/19mm	Q355B	螺栓连接
CL3	H400×350×12×20	12mm/20mm	Q355B	螺栓连接
水平支撑	L90×10	/	Q235B	螺栓连接

片的吊装作业,先对实验楼北侧的屋架进行吊装施工。此外,在吊装前施工人员需要对预埋螺栓的螺母以及垫片安装状况进行检查与调整,对于操作平台的搭设情况进行检查,对于吊装设备、钢丝绳等器械设备进行安全检查,有效避免安全事件的发生。

2. 吊装中。吊装作业准备工作完成后便可进行起吊作业。第一,屋架起吊时需要保证吊装速度的缓慢,柱脚板为方形板的接触面不动,屋架缓慢性直立,而吊车吊臂可伴随其缓慢仰杆,确保吊钩与钢丝绳始终处于垂直状态。在屋架垂直立起时需要先停止起钩,确保屋架稳定后缓慢起吊,避免屋架出现较大的晃动发生安全隐患。第二,在屋架起升过程中,调度指挥人员需要观察屋架的动态并及时与吊车司机保持联系,等待屋架转过厂房混凝土达到安装区域位置上方后,可停止吊车转臂并稳定屋架桁架。安排两名施工人员在桁架基础架体上稳定屋架桁架并帮助屋架平稳下落至地脚螺栓上方50mm区域,施工人员需要从两个方面将地脚螺栓与钢柱柱脚板的孔位对准,通过缓慢落钩确保屋架钢柱能够平稳落在地脚螺栓孔位置。第三,施工人员需要垫好垫片并拧上螺母,利用线坠检查屋架钢柱垂直度,在调整好其垂直度后利用螺母拧紧,吊车便可松掉钢丝绳而施工人员经由立柱处的直爬梯在屋架上弦杆区域摘钩。第四,在1榀吊装完毕后,方法同上进行屋架后续吊装工作。屋架吊装完毕后利用50t的汽车吊来吊装上下弦杆间的连接次梁,继而形成框架式的屋架结构,确保框架式屋架结构本身的稳定性。第五,在屋架吊装作业过程中,施工人员需要在施工现场周边拉好警戒线,严令禁止与项目施工无

关的人员进入吊装施工作业现场。

3. 吊装后。屋架吊装作业完成后施工人员需要在铺设楼承板前完成屋面上门式结构安装作业,针对所应用的6m宽小门式结构可先行在地面上整体拼装,在拼装完成后进行整体吊装,而大门式结构则需要进行单根吊装,吊装方法与屋架吊装方法同样。

3.3 钢梁施工要点

案例工程所应用钢梁最重为1.2t,长度为5.5m。钢梁吊装工艺流程为固定安全扶手绳→清理钢梁摩擦面,配备安装螺栓→采用一钩一吊方式起吊→安装钢梁,利用撬棍调整,对齐螺栓孔→螺栓临时固定→高强螺栓替换安装螺栓固定,终拧高强螺栓并补涂连接板油漆。

3.4 大跨度钢桁架结构焊接要点

3.4.1 明晰焊接内容

对于案例工程钢桁架结构焊接工作,主要是针对钢梁焊接,通过利用Q355B材质的钢材对其进行焊接。本次工作所选择的焊接方法为拉弧式电弧螺柱焊以及焊条手工电弧焊,焊缝形式为平焊。

3.4.2 合理选择焊接材料与工艺参数

案例工程的主要钢构件材质为Q355B,选择的焊接材料为Φ3.2mm的E50XX焊条、Φ4mm的E50XX焊条。

在进行手工电弧焊工艺参数、CO₂气体保护焊工艺参数选择过程中,需要以钢板厚度、种类、坡口形式等为依据。

3.4.3 构件焊接要点内容

1. 做好焊接准备工作。第一,施工人员需要在焊接前清理好焊渣、飞溅等杂物,对于定位焊点以及收

弧处需要利用角向磨光机修磨成缓坡状,同时确保其没有熔合、收缩孔等缺陷。第二,手工电弧焊是不能应用于母材与组队的坡口内区域,而施工人员需要在试弧板上分别开展短弧、长弧以及正常弧长的试焊工作,并严格核对其极性。第三,CO₂气体保护焊施工前,施工人员需要在试弧板上分别进行焊接电流、收弧电流、收弧电压的对比调试工作。施工人员需要开展气体检验工作,对于气体流量、送气时间、滞后时间进行合适,同时也要确认气路不会出现阻滞、泄露的情况。第四,施工人员需要确保焊接材料与辅材均有质量合格证书且满足建筑项目的施工要求。与此同时,需要在施工现场内设置专门用于存储焊材的场所,对于焊材分类存储保管。第五,施工人员需要提前对焊接器材进行安全检查,确保焊接器材没有故障问题,焊枪口无堵塞的问题,接口处未有气体泄漏的问题。第六,施工人员需根据焊接形式以及焊接量提前配备充足的焊接人员与辅助人员。

2. 构件焊接控制要点。第一,施工人员需要在焊道两侧加上与母材同材质、同坡口的引弧板与熄弧板。第二,在外界环境温度低于焊接要求温度时,可将焊构件预热至150℃时,利用CO₂气体保护焊进行焊接操作。第三,为了避免出焊接变形问题,可采用对称施焊的手段,随时利用钢尺检验焊接尺寸并进行调整,一层焊作为打底,二层焊与三层焊可逐步提升焊接电流、电压,适当降低焊接的速度。第四,在上层焊道相对较宽时,每一层可焊接2遍到3遍,每一遍焊接完成后均需要清理干净熔渣,并密切观察焊缝的融合状况。第五,在焊缝存在局部缺陷时,可利用碳弧气刨清除,借助角向磨光机打磨焊接干净后再开展焊接工作。

3. 明晰焊接条件。第一,在下雨天气不允许开展焊接操作,倘若当天必须要开展焊接施工,需要在施工作业区域设置防雨与防风措施。同时在焊缝区的空气湿度超过85%时,需要对其进行加热除湿处理。第二,施工人员需要确保焊缝表面的干净,不可在表面存有、浮锈、油漆以及水分等。第三,风力大于5m/s采用手工电弧焊作业以及风力大于2m/s采用CO₂气体保护焊焊接作业时,需要在施工现场设置防风棚。

3.5 高强螺栓施工要点

3.5.1 节点处理要点

在钢结构安装调整完成作业后,施工人员需要对连接件进行矫正作业施工,确保连接件并未有变形、错位等问题后,对其进行高强度螺栓安装施工。先利用手动扳手进行紧固,加强二者与摩擦面的贴紧水平,

每一个节点穿入临时螺栓数量不能少于高强度螺栓总数量的三分之一,而定位销冲打穿入的数量则不能多于临时螺栓总数的3%。

3.5.2 螺栓安装要点

第一,大六角型螺栓连接副安装过程中,施工人员需要确保根部垫圈有倒角的一层与螺栓头传入方向的一致。第二,需要保证安装螺栓构件摩擦面的干燥清洁性,避免出现雨中作业的情况。第三,高度螺栓的拧紧顺序是节点板中心向边缘施拧,外露丝扣最多为3扣,在节点板上的孔超出允许偏差值导致高强螺栓不能穿通时,可利用铰刀适当进行修整,施工人员需要确保修整后的最大直径在螺栓直径1.2倍以内。此外,在铰孔过程中需要防止铁屑落入板叠缝隙当中,影响高强螺栓的安装质量。

3.5.3 高强螺栓紧固检查

第一,在高强螺栓紧固过程中,施工人员需要对其等级、规格、长度、外观以及紧固顺序等内容进行检查。第二,在高强螺栓紧固完成后,施工人员需要利用0.3Kg的小锤敲击每一个螺栓螺母的一侧,与此同时,施工人员需要用手指按住另一侧,继而检查是否存在漏拧的情况。第三,高强螺栓复检的抽查量是每一个作业班组每天终拧完毕数量的5%,复检抽查不合格的数量需要低于被抽检数量的10%。

4 结语

在建筑产业持续发展的背景下,各种大型建筑数量越来越多,大跨度钢桁架结构也愈发广泛,针对此类建筑项目的施工要求也在不断提升,在大跨度钢桁架结构屋顶快速施工过程中,需要寻找各个工序的施工关键点,合理组织项目施工,全面提升大型建筑施工质量。

参考文献:

- [1] 郝宇洋. 高层建筑裙房钢结构桁架施工技术研究[J]. 四川水泥, 2022(07):107-109.
- [2] 张艳军, 邢沛霖, 江中. 武汉某复杂造型钢结构塔冠结构设计与研究[J]. 建筑结构, 2022,52(14):59-64.
- [3] 刘会军, 孙海林. 长春市规划展览馆钢结构屋顶设计[J]. 建筑结构, 2022,52(S1):476-481.
- [4] 周耀彬, 杜小艺, 付波, 等. 罕遇地震作用下某超限钢结构建筑转换桁架复杂节点有限元分析[J]. 结构工程师, 2022,38(01):195-202.