

大跨度钢结构施工重点要点技术探究

王 卿 王淑颖

中冶京诚工程技术有限公司, 北京 100176

[摘要]在建筑行业快速发展下,工程规模日益扩大,大跨度钢结构在建筑中的应用愈发广泛。此类结构具有颇多优点,诸如自重轻、跨度大、强度高等,可以使功能以及空间得到优化,满足现代建筑工程发展需求。但是,大跨度钢结构在施工期间难度大,需要对施工各个环节严格把控,以确保施工质量达到既定要求。

[关键词]大跨度钢结构;拼装;吊装

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15241

中图分类号: TU2

文献标识码: A

Exploration on Key Technical Points in the Construction of Large-span Steel Structures

WANG Qing, WANG Shuying

MCC Jingcheng Engineering Technology Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: With the rapid development of the construction industry, the scale of engineering is expanding day by day, and the application of large-span steel structures in buildings is becoming increasingly widespread. This type of structure has many advantages, such as light weight, large span, and high strength, which can optimize functionality and space and meet the development needs of modern construction engineering. However, large-span steel structures are difficult to construct during the construction period and require strict control over all aspects of the construction process to ensure that the construction quality meets the established requirements.

Keywords: large-span steel structures; assembly; hoisting

引言

近年来,建筑工程规模的不断扩大,对大跨度钢结构的应用逐渐增多,不仅可以增强结构稳定性、安全性,还能有效节约成本。但是,大跨度钢结构施工难度大,对技术要求高,倘若施工期间操作不规范或对细节考虑不到位,可能导致施工质量下降,一旦情况严重,会增大安全风险,致使工程效益受到影响。因此,在工程项目实施期间,相关人员应该对大跨度钢结构重点要点技术深入分析,合理制定技术应用方案。鉴于此,本文主要以某钢厂干燥棚项目为例,深入分析大跨度钢结构施工重点要点技术。并通

过对项目的密切监测,了解施工效果。结合最终的结果来看,合理应用施工技术,强化施工过程的管控,有助于施工质量和效率的提高。

1 工程概况

以某钢厂干燥棚项目为例,本工程为B型料场钢结构网架,长度180m,跨度60m,高度30m。建筑面积10800m²,安全等级为二级。具体参数信息如表1所示。为保证工程质量能达到设计要求,项目在实施期间,对大跨度钢结构施工重点要点深入分析,合理制定施工方案,强化施工各个环节的控制。

表1 项目参数信息

序号	名称	参数
1	设计正常使用年限	50年
2	场地类别	II类
3	地下结构设计	旋挖灌注桩,基础采用承台+地梁
4	柱间距	9m
5	柱顶预埋件标高	1.5m
6	混凝土柱尺寸	长1.5m,宽1.0m
7	小短柱尺寸	0.8×1.0m
8	山墙端立柱尺寸	1.2×1.2×1.5m
9	屋面活荷载	0.5kN/m ²
10	50年一遇的基本风压	0.8kN/m ²
11	100年一遇的基本风压	0.95kN/m ²
12	抗震设防烈度	7度
13	设计基本地震加速度	0.10g

2 大跨度钢结构施工重点要点技术分析

在开展大跨度钢结构施工期间,把控好施工的重点要点,依照施工工序规范施工,有助于施工效率和质量的提升。在本项目施工中,大跨度钢结构施工流程具体如图1所示。

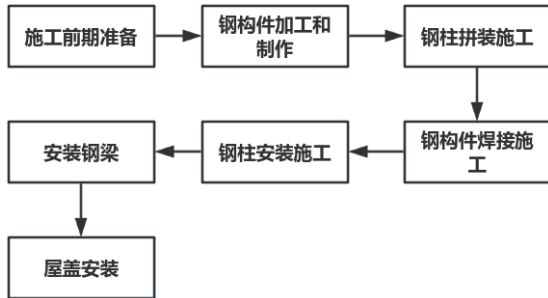


图1 大跨度钢结构施工流程

2.1 施工前期准备

工程项目在实施期间,前期准备工作尤为重要,只有将前期工作做好,后续工作才能顺利实施,从而将施工技术的作用充分发挥出来。因此,在大跨度钢结构施工前期,相关人员应该认识到准备工作的重要性,突出合理性、规范性。在准备阶段,需要从项目实际出发,全面、灵活掌握施工图纸及设计要求,在深化设计中优化节点连接设计,确保高空对接端口的精度以及如何充分考虑结构预拱变形问题是设计重点,了解施工技术标准、施工期间应用的施工工艺及方法等,针对性地制定施工措施,以便后续施工能有条不紊地展开。同时,明确施工设计意图,熟练掌握大跨度钢结构施工重点要点,并注重施工各个环节的管控。在施工前,组织专业技术人员会审施工图纸,找出图纸中存在的问题,仔细检查和研究,灵活制定应对之策,保证问题能从源头遏制,确保施工时不会出现设计变更等问题,使施工进度、质量、安全均达到设计标准^[1]。同时,将设计图的交底工作落实好,以施工流程、方案为基准,准备好施工所需的材料和设备,并围绕施工现场情况,做好细节的把控,将各个细节直观体现在施工图纸上,以便后续施工能做到有据可依。对于施工期间应用的钢梁、地脚螺栓等,需要对厂家、品质、规格、编号等逐一核对,质量需要与相关标准吻合。针对检查过程中出现的不合格材料,禁止出现在施工现场。

2.2 钢构件加工和制作

在大跨度钢结构施工过程中,钢构件的制作是关键,钢构件制作质量的高低关系到工程整体质量,所以应该给予此项工作高度重视。在对钢板制作前,需要进行矫平处理操作,借助专业设备对钢板矫平,将钢板生产期间形成的应力消除,使钢板表面有良好的致密性。钢板处理完毕后,应该以施工规范、要求为基准,将腹板位置的拼接缝错开距离控制在合理范围内。拼接缝需要避开钢梁1/3部位,且把控好与筋板的距离,具体在200mm左右^[2]。同

时,借助切割机将H型钢下料工作完成,腹板坡口位置同样要利用此设备切割。加工工作完成后,做好打磨工作,保证后续型钢的组装能更为便利。在型钢拼装工作开展前,相关人员需要明确施工图纸的设计意图,检查钢板的尺寸、规格等,在一定间隔内对临时支撑规范设置,通常为30cm。此外,运用智能化数控设备钻孔,螺栓孔两侧位置借助锁扣机切割,保证此部位的光滑度、平整度满足设计标准。为确保后续施工期间不会出现锈蚀问题,还要加强防腐,运用喷丸设备处理钢梁表面,并涂刷油漆,促进防腐效果的提高。

2.3 钢柱拼装施工

在组织开展钢柱拼装施工作业期间,相关人员需要将拼接的精度控制好,偏差不能超过既定值。如果出现偏差过大的情况,需要第一时间修正。

(1) 桁架安装。以施工设计标准和要求为依据,将桁架的地线标记好,并和小钢板一同焊接,增强二者的连接紧密性和牢固性,以免施工期间出现桁架松动等问题。在施工过程中,利用吊装的方式在桁架上部位置放置钢柱型钢,保证其定位的准确性。本项目在实施过程中,因为涉及的构件较多,且类型多样,所以针对直段桁架与弧形桁架,在设计过程中,全部采用专用式的拼架桁架,使施工保持统一,为不同桁架之间的相互转换提供便利。在桁架拼架时,可以将一个吊装单元看成一个整体,以单元的实际现状为依据,依照流程和工序将桁架拼架工作完成^[3]。同时,在杆件选取方面,应该依照设计图纸而定,杆件的刚度、稳定性等各项指标均要与设计相符。桁架上口的水平度应该严格控制,偏差为 $\pm 1\text{ mm}$ 。为避免立柱出现不稳定的问题,可以将钢槽布设在立柱之间,使之形成整体。

(2) 钢柱拼装质量把控。在钢柱拼装过程中,其质量与后续的吊装作业有直接联系,相关人员应该做好监测工作,对整个拼装过程,严格监督与管理动态化跟踪和监测保证潜在的隐患和问题,能够及时发现品种质量,满足设计标准。

2.4 钢构件焊接施工

在对钢构件焊接过程中,需要严格按照规范和流程操作,把控好细节,保证焊接质量能够满足施工标准。

(1) 在对母材切割期间,借助切割设备辅助。现阶段,主要有自动化、半自动化两种切割形式,具体要根据实际要求选择合适的切割方法,使母材边缘的光滑度提高。在切割过程中,缺口不能受到损伤,需要保证粗糙度与设计要求一致^[4]。

(2) 在对钢构件焊接过程中,如果利用定位焊接方法,焊接材料、施工工艺应该与施工期间的焊缝要求吻合。在定位焊缝操作期间,起始位置、完成部位以及转角,均不能进行焊接,坑弧需要全部填满。在焊接作业范围以外,禁止引、熄弧。定位焊接过程中,应该将尺寸控制好,具体如表2所示。

表 2 定位焊尺寸要求 (单位: mm)

母材厚度	定位焊缝长度		焊缝间隙
	手工焊	自动/半自动	
$1 \leq 20$	40~50	50~60	300~400
$20 < 1 \leq 40$	50~60	50~60	300~400
$1 > 40$	50~60	60~70	300~400

为保证焊接效果和质量能达到预期,相关人员在焊接期间,需要先焊接大坡口一侧,如果焊接的深度达到 25mm,可以采取对钢构架翻面焊接的方式,将另一侧焊接好。翻面完成后,应该立即清根处理,深度控制在 5mm 左右。同时,运用砂轮机打磨构件表面,对坡口内的焊渣全部清除,将金属光泽露出,且与设计标准一致。焊接工作完成后,应该将飞溅物、熔渣等清理干净,焊接外观质量要满足标准。倘若在焊接过程中发现质量无法达到标准,需要第一时间进行修补。

高空焊接作业主要是屋盖桁架对接焊接,所以高空焊接质量控制是工程的重点。本项目靠近海边,焊接区域风力达到四级,焊接时必须采取防风措施;当焊件表面潮湿时,应采取加热去湿除潮措施,且焊接作业区相对湿度不应大于 90%;雨天不得露天焊接,必须有防护措施。

2.5 钢柱安装施工

在安装钢柱过程中,应该以项目的实际情况为基础,严格按照规范作业,以提升施工效率质量。

(1) 本项目施工期间,钢柱全部利用起重设备吊装到指定位置。为确保钢柱吊装期间能始终保持平稳,降低安全事故出现概率,在牛腿上下 3m 范围内焊接吊耳。在正式吊装前,加固脚手架,保证稳定性,并将中心标高标记清楚。

(2) 倘若钢柱吊装到基础位置,应将其插到螺栓孔,使钢柱中心点和基础中心吻合,而后利用缆风绳调整钢柱的垂直度,在达到设计标准后,应用地脚螺栓加固^[5]。

(3) 钢柱安装过程中,可以细化为多个单元,以提高吊装的便利性。各个单元钢柱吊装就位后,应该第一时间进行钢梁与屋架安装。在安装期间,沿着钢柱支撑体系吊装,在保证前两根钢柱吊装稳定、可靠的前提下,组织开展后续工作,增强单元的整体牢固性。

2.6 安装钢梁

在钢梁吊装施工过程中,相关人员要从工程实际着手,以施工现场情况为依据,规范操作,保证吊装期间不会出现安全事故。

(1) 在对钢梁吊装前,对施工现场全面、仔细检查,验收所有钢梁的质量,一旦在检查过程中发现质量问题,应该及时处理,避免劣质钢梁出现在施工中。钢梁在运输期间,需要密切观察和检验,明确是否有变形等问题发生。如果在检查期间发现钢梁有损坏等情况,需要及时修复。若钢梁大破损较为严重,可以采取更换处理的方式,以免

对施工质量造成影响。

(2) 在对钢梁吊装前,相关人员应全方位检查钢梁的各项参数,尤其是拱度,应与设计要求一致。在对钢梁检查过程中,需要先将钢梁摆正,两侧作为支点,倘若拱度超过既定值,立即采取措施修正。在对钢梁修正过程中,火焰法是比较常见的方法。当全部达到标准后,可以开展后续吊装操作。

(3) 在钢梁吊装就位后,需要临时加固。当屋架吊装完毕后,根据实际情况调整钢梁,精度必须达到要求,保证后续不会出现变形问题。在校正钢梁时,将重点放在钢梁垂直度、标高上。

(4) 在对钢梁吊装期间,临时加固钢柱,确保标高与设计相符。针对肩梁位置,应该控制好垫板的厚度,根据要求调整。同时,对梁体标高仔细检查,借助水平仪逐一核对。梁体两侧位置的目标要与设计一致。此外,检查梁体垂直度以及中间位置,如果发现偏差过大的情况,可以适当调整垫板厚度。

2.7 屋盖安装

针对本项目而言,屋盖方面的节点重量,具体设置为 25t。主桁架的重心与端部之间的距离需要严格控制,具体为 30.1m。同时,以施工现场情况和条件为依据,选择使用 2 台履带吊开展施工作业。在施工期间,将屋架加工成整体,现场搭设作业平台,提升施工的便利性和质量。在开展吊装作业期间,相关人员应该重点关注钢梁的起拱度,满足设计标准。当屋架吊装工作结束后,利用螺栓对屋架两端固定处理,增强屋架的稳定性。此外,前两片屋架安装完毕且合格的基础上,采用设置安全防护网的方式,提高安全性和可靠性,以免后续出现安全隐患。

2.8 测量与监控

测量控制网建立:在施工现场建立高精度测量控制网,作为钢结构施工测量基准。采用全站仪、水准仪等测量仪器,定期对控制网进行复核,确保测量精度。

施工过程测量:在构件安装过程中,实时测量构件位置、垂直度、标高,与设计值进行对比。发现偏差及时调整,保证钢结构安装质量。对大跨度钢结构,考虑温度变化对结构变形的影响,选择合适时间进行测量,或采取温度修正措施。

变形监测:施工过程中,对关键部位设置变形监测点,使用高精度测量仪器进行定期监测。通过数据分析,掌握结构变形情况,及时发现异常变形,采取相应措施,确保施工安全与结构质量。

3 大跨度钢结构施工技术应用成效

以本项目为例,为了解大跨度钢结构施工技术的应用效果,明确施工重点要点是否把控到位,本次采用施工无线监测系统,动态了解工程的应用情况。其中,针对大跨度钢结构施工结构方面,以主拱肋施工为研究对象,其应力变化时程曲线如图 2 所示。结合图 2 的变化情况来看,

在时间的不断变化下,主拱肋的应力也发生较大改变,其变化幅度大,具体的趋势为先升高后下降,最后趋于平稳。在 500min 内,主拱肋施工期间,主要开展的是安装和焊接工作,此时的主拱肋上会有各个荷载加载,所以应力在短时间内迅速增大,但应力最大值比钢结构的屈服应力小,因此其应力与施工要求吻合。在 500min 后,焊接工作完成后,整个环节为卸载施工,故而应力持续下降。

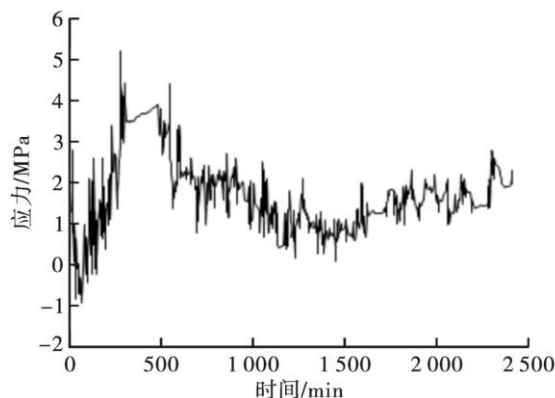


图2 应力变化时程曲线

结合图3的变化情况来看,在时间的不断延长下,主拱肋的位移发生较大变化,先升高后趋于稳定。在主拱肋加载期间,即 500min 以内,其位移的变化最大,增加的速度较快,最高达到 9.2mm,比限值要求的 10mm 小,因此可以达到标准。同时,在进入卸载阶段后,即 500min 后,位移处在平稳状态,平均为 7.6mm,同样比限值小。

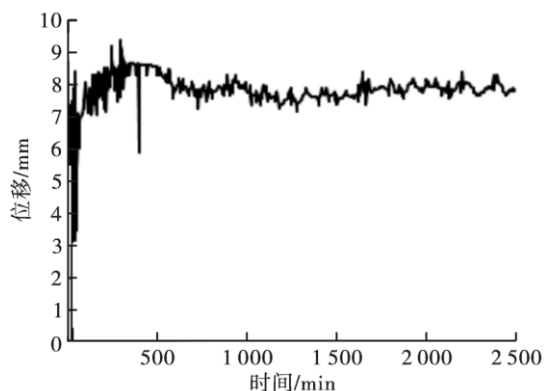


图3 位移变化时程曲线

在大震动力弹塑性方面, X 向、Y 向为主方向整体计算结果具体如表 3 所示。结合表中的数据来看, X 向最大层间位移角为 1/285, Y 向为 1/194, 均远小于规范限制 1/50, 满足“大震不倒”要求。

表3 X向、Y向为主方向整体计算结果

波组	最大层间位移角 (X 向)		最大层间位移角 (Y 向)	
	A 区	B 区	A 区	B 区
人工波 1	1/285	1/285	1/194	1/239
天然波 1	1/505	1/409	1/574	1/249
天然波 2	1/303	1/394	1/299	1/365

通过监测结果来看,本工程项目在建设期间,通过利用大跨度钢结构施工技术,强化施工各个环节的把控,建筑各方面性能均能达到既定要求,稳定性强、安全系数高。

4 结束语

综合而言,在建筑工程施工过程中,大跨度钢结构施工是关键组成。因此,应该加强各个环节的控制,明确施工重点要点,并以施工具体情况为基准,灵活运用施工技术,保证施工质量在提高的同时,安全性、可靠性能达到设计要求。同时,在施工期间,注重新技术、新工艺的应用,合理制定施工措施,建立完善的质量管理机制,确保施工作业顺利实施。

【参考文献】

- [1] 韩海亮, 谭亮, 高世昌. 大跨度钢结构张弦梁结构施工技术研究[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(12): 28-30.
 - [2] 黄永聪. 大跨度钢结构施工重点要点技术探究[J]. 建设机械技术与管理, 2024, 37(6): 136-138.
 - [3] 刘宇, 张鹏辉, 史明伟. 大跨度钢结构施工技术要点[J]. 四川建材, 2024, 50(2): 115-117.
 - [4] 邢济岐, 杨贺, 李浩楠, 等. 大跨度钢结构连廊的设计要点和施工技术[J]. 工程机械与维修, 2022(6): 231-233.
 - [5] 胡浩. 大跨度复杂钢结构施工过程中的技术要点研究[J]. 住宅与房地产, 2021(27): 70-71.
- 作者简介: 王卿 (1985.4—), 男, 北京工业大学, 结构工程, 中冶京诚工程技术有限公司, 高级工程师; 王淑颖 (1985.10—), 女, 北京工业大学, 道路与铁道工程, 中冶京诚工程技术有限公司, 高级工程师。