

钢结构吊装施工技术探讨

陈 燮

广州工程总承包集团有限公司 广东 广州 510310

摘要: 随着经济建设的推进, 建筑工程中使用钢结构越来越普遍, 钢结构安装质量的高低, 关系到工程的安全性和质量, 而钢结构吊装施工正是关键的一步, 因此钢结构吊装施工技术的研究具有重要意义。钢结构吊装施工是一项强技术性的工程, 需要严格的前期准备、合理的结构选型和安装方案、专业的吊装技术和严密的安全措施。

关键词: 钢结构; 吊装施工; 技术分析

1 钢结构的优点及其应用的必然性

钢结构是指应用钢材作为主要构造材料的建筑结构, 具有重量轻、强度高、抗震性能好、施工周期短、外观美观等优点, 使其目前已广泛应用于各种建筑工程中。由于钢结构具有重量轻、强度高、抗震性好、施工周期短等优点, 其应用已成为必然趋势。(1) 抗震性: 钢结构比其他材料更加坚固和可靠, 因而具有良好的抗震性能。在地震等自然灾害中, 钢结构的抗震能力远超过一般混凝土建筑物, 因此, 钢结构在 earthquake 灾害区的建筑物中应用越来越广泛。(2) 灵活性: 钢材可以任意切割, 可以根据建筑各种不同的形状、大小进行制造。简单来说, 钢结构可以灵活地组合, 以适应不同的建筑需求, 提供了更多的设计空间。另外, 钢结构可以在预制工厂进行制造, 这在建筑过程中大大缩短了施工时间^[1]。(3) 环保性能: 钢结构的材料是可再生的, 是一种绿色建筑材料。其常见的构造材料钢材本身具有高的回收利用价值, 可以充分利用旧的钢材产品来制造新的钢结构产品, 在一定程度上减少了原材料的浪费。

2 钢结构吊装施工技术的重点

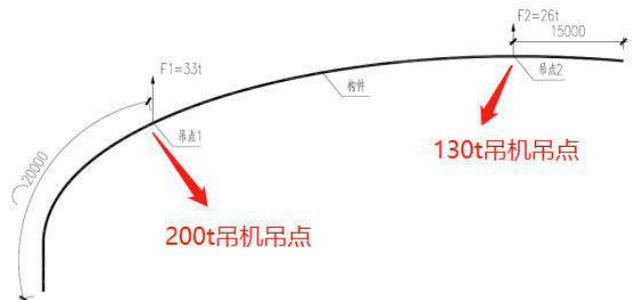
随着经济建设和城市化进程的不断推进, 钢结构建筑在建筑领域中应用越来越广泛。相比传统建筑, 钢结构建筑具有施工周期短、安装便捷、抗震性能强等优点。钢结构吊装施工技术是钢结构建筑安装体系中最具挑战性和风险性的一环。加强钢结构吊装施工技术的研究和应用, 提升其质量和安全性, 对于钢结构建筑的推广和应用发展至关重要。施工单位在钢结构吊装方面普遍采用各种吊装设备, 如塔吊、移动起重机、千斤顶、汽车吊臂等, 以及使用各种钢丝绳、扣具等吊装工具来完成钢结构的安装作业。移动起重机是应用最广泛的吊装设备, 具有起重量大、作用范围广、位置移动灵活等优点^[2]。

结合笔者在广州白云机场综合保税区中区(二期)查验平台及配套设施项目钢结构卡口施工过程中的经

验, 为保证钢结构吊装过程的安全性, 重点要做好以下几个方面:

2.1 吊装工况分析及机械选型

本项目最重吊装构件为59t的拱形钢梁, 总弧长为65m, 构件从厂家运到现场后, 在现场卧拼焊接后, 采用两台汽车吊一起抬吊的方式吊装。根据初步的验算, 吊点位置如图所示, 拟采用130t与200t双机抬吊^[3]。



图一

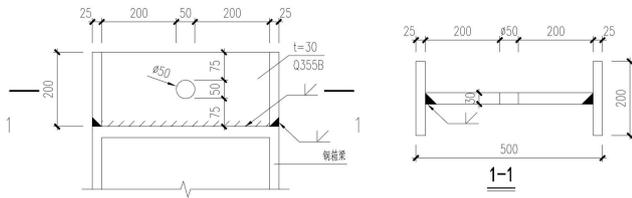
以起吊最重构件59t分析, 吊点位置如图所示, 拟采用130t与200t双机抬吊。200t吊机吊点1距构件端部弧长20米, 起吊高度21米, 起吊半径10米, 受力33t, 吊具按0.5t计, 吊点总受力 $33.5t$, 吊点受力取1.1倍安全系数, 则吊点1受力 $33.5 \times 1.1 = 36.85t$, 依据起吊幅度和吊机臂长, 查表可知200t吊机在当前工况下, 起重量53t, 按0.8倍系数折减为 $53 \times 0.8 = 42.4t > 36.85t$, 符合要求。

130t吊点2距构件端部弧长15米, 起吊高度24米, 起吊半径10米, 130t吊点受力26t, 吊具按0.5t计, 吊点总受力 $26.5t$, 吊点受力取1.1倍安全系数, 则吊点2受力 $26.5 \times 1.1 = 29.15t$, 依据起吊幅度和吊机臂长, 查表可知130t吊机起重量43t, 按0.8倍系数折减为 $43 \times 0.8 = 34.4t > 29.15t$, 符合要求^[4]。

2.2 吊耳的验算及吊索具选型

吊耳的验算包括吊耳的位置、耳板的强度和耳板焊缝验算。

吊耳大样如下图所示，吊耳与屋架采用全熔透对接焊，焊缝等级为一级，吊耳材质为Q355B，抗拉强度设计值 $f = 295\text{MPa}$ ，抗剪强度 $f_v = 170\text{MPa}$ 。



图二

根据《钢结构设计标准GB50017-2017》11.6.3条，耳板孔净截面处的拉应力 σ 、耳板端部截面处的拉应力 σ 均要小于吊耳材质Q355B的抗拉强度设计值 f (295MPa)，耳板的剪应力要小于 f_v ，并且都要富余。笔者项目耳板孔净截面处的拉应力 $\sigma = \frac{495 \times 10^3}{2 \times 30 \times 76} = 109\text{MPa} < f$ ，耳板端部截面处的拉应力 $\sigma = \frac{495 \times 10^3}{2 \times 30 \times \left(75 - \frac{2 \times 50}{3}\right)} = 198\text{MPa} < f$ ，耳板的剪应力 $\tau = \frac{495 \times 10^3}{2 \times 30 \times 97} = 85\text{MPa} < f_v$ 。

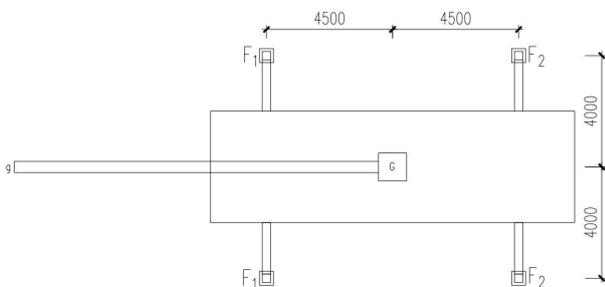
耳板采用一级全熔透对接焊，焊缝抗拉强度为 $f_t^w = 295\text{MPa}$ 。焊缝所受拉力 $N = 495\text{kN}$ ，焊缝长度 $l_w = 400\text{mm}$ ，焊缝的厚度 $h_e = 25\text{mm}$ ，根据《钢结构设计标准GB50017-2017》11.2.1条，焊缝的拉应力 $\sigma = \frac{495 \times 10^3}{4 \times 25} = 50\text{MPa} \leq f_t^w$ 。吊耳焊缝满足要求^[5]。

经工况分析，吊点1受力 36.85t ，吊点2受力 29.15t ，安全系数取6倍，根据查表，均选用 6×37 ，抗拉强度 1850MPa ，直径 52mm 钢丝绳。

最大吊装重量为 59t ，双机抬吊，吊车吊环荷载最大为 36.85t ，考虑不均匀受力以及动力系数，近似取 50t 。根据查表，选取S(6)级 50t 的D形锻造卸扣。

2.3 吊机支腿处地基承载力验算

200t汽车吊自重为 65t ，吊点受力为 33t ，汽车吊工作时受力分析如下图所示：



图三

按回填土受压最不利的情况进行计算，即两个前支腿承受吊装时的总荷载。

单个支腿所承受的荷载为 $F_1 = 1.1 \times (G+g)/2 = 1.1 \times (65+33)/2 = 53.9\text{t}$ ，1.1为放大系数。转化为 kN 为 539kN 。

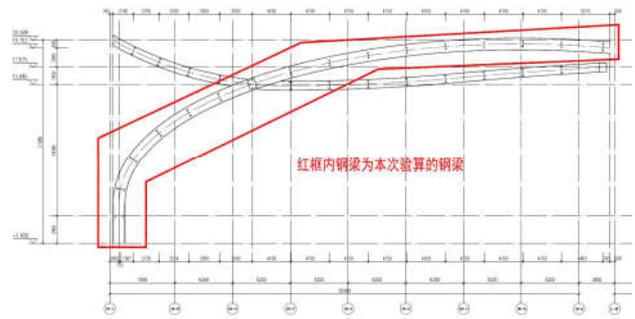
支腿下垫 $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ 的路基箱，则支腿对回填土的压应力为 $539/2.5/2.5 = 86.24\text{kPa}$ 。

对于回填土，当压实系数为0.97时，其容许承载力为 $300\text{kPa} > 86.24\text{kPa}$ ，大于支腿对回填土的压应力。

200t汽车吊工作时对回填土的压应力小于回填土的容许承载力，则回填土承载力能满足200t汽车吊及130t汽车吊吊装 59t 钢梁的要求。

2.4 钢构件自身的强度能否满足吊装需求。

广州白云机场3#卡口最重吊装钢梁为 59t ，总弧长为 65m ，共设置两个吊耳，详见下图。吊装过程钢梁仅受自重作用，恒载分项系数取1.3。



吊装钢梁布置图四

根据施工现场实际，选取合适的荷载与组合，依据计算简图，验算整个钢构件的强度和整体稳定性，符合吊装要求后才能起吊。

3 钢结构吊装施工技术探讨

3.1 前期准备

钢结构吊装施工是一项复杂的技术活动，需要在施工前进行充分的前期准备工作，包括工程计划、设计方案、施工技术流程等。良好的前期准备，可以保证施工过程的顺利进行，避免不必要的风险和误差，提高钢结构吊装施工质量和效率。第一，需要进行充分的工程计划和设计方案制定。在钢结构施工前，需要制定好吊装方案，量测和计算包括场地环境和材料要求的精确测量和数据分析，以及物理特性和受力性能等的计算分析^[1]。第二，要进行施工设备和材料的选购和准备。在钢结构吊装施工中，需要选购适用的吊装设备和工具，以及钢结构材料和配件，确保施工过程中所需设备和材料的质量和数量符合施工方案的要求。同时，针对不同的吊装施工任务，要配置不同的设备和工具，并将其进行清点 and 分类，以方便施工人员的使用和管理。

3.2 钢结构安装方案

要针对钢结构的具体布局 and 安装方式，设计出确切

可行的安装方案。安装方案应详细考虑各种可能的情况,包括钢结构的吊装、固定、测量和调整,不同工程阶段的施工流程安排、设备调配和执行计划等,全面保证施工工作的顺利进行。钢结构的安装,测量是保证安装质量的重要方面。在拼装阶段进行拼装定位及焊接完成后复测,保证拼装精度。特别注意提升到位后与预装段需对接的精度,这将决定提升到位后的对接是否能顺利进行。在提升过程中,监测各提升点的标高,评估提升是否为同步进行。提升点的高差控制20mm以内,否则不同步提升的内力可能与计算能力有较大偏差,导致构件破坏^[2]。

结束语

钢结构吊装施工是一项不断发展的领域,需要不断的研究和探索。在技术和安全方面,需要加强针对性的培训和引进先进的技术设备,提高施工效率和质量。要

加强对钢结构吊装施工法规和标准的学习和遵守,确保施工过程的规范化和标准化,为钢结构吊装施工的可持续发展提供更为坚实的基础。

参考文献

- [1]段俊生,宋屏,等.钢结构建筑中吊装施工技术的研究[J].现代建筑,2019(19):220-223+219.
- [2]王泽祥,韩木金,等.钢结构吊装工程实际中的安全问题分析 and 探讨[J].工程建设与设计,2019(11):196-199.
- [3]郝世杰.钢结构吊装施工的质量安全及措施[J].建筑科技,2019(05):82-83.
- [4]张译文.浅析钢结构吊装中的安全问题[J].中国建材科技,2019(24):150-152.
- [5]陈正军.工地钢结构吊装中的安全与质量控制[J].市政工程技术,2019(10):310-312.