

5 冷塔结构参数与制冷机组能效耦合提升路径

5.1 优化冷塔结构设计

优化冷塔结构设计是提升冷塔与制冷机组耦合效率的关键。在填料选择上可以参考市场上新型高效填料,像波纹式塑料填料,它独特的波纹形状能大幅增加气-水接触面积,和传统填料相比,热交换效率可提高15%-20%。而且新型填料大多采用抗老化、耐腐蚀材料,使用寿命更长,更换频率降低,维护成本减少。在排列与安装角度方面,通过模拟软件进行气-水流动分析,针对BAC恒流冷却塔的实际工况,设计出最有利于均匀布水和空气流通的安装方式,让热交换更充分。在风机优化上引入可调叶片角度的轴流风机,根据不同季节、不同负荷需求,灵活调整叶片角度改变风量与风压,在保证散热效果的同时,降低风机能耗。另外,在冷塔顶部和侧面增设导流板,引导空气更顺畅地进入冷塔内部,减少空气涡流,提高通风效率,进一步提高制冷机组能效^[3]。

5.2 加强制冷系统运行管理

加强制冷系统运行管理需要建立全方位、精细化的管理体系。首先要制定详细的巡检制度,明确巡检周期、巡检内容和标准。比如每天检查冷塔的风机运行声音、振动情况,填料的堵塞程度以及制冷机组的压缩机压力、温度等关键参数并记录,及时发现设备异常。根据季节变化,夏季制冷需求大时提前对冷塔和制冷机组进行全面维护保养,清理填料污垢,检查风机皮带松紧度;冬季做好设备防冻保护措施。同时建立动态参数调整机制,依据江森冷水机房自动控制系统反馈的数据,结合历史运行数据和实时负荷变化,通过经验公式和算法模型,科学调整风机转速、淋水密度等参数。定期组织操作人员参加专业培训课程,邀请行业专家现场指导,学习先进的制冷系统运行管理经验和操作技巧,通过理论考核与实操演练,提升操作人员的专业素养和应急处理能力。利用设备运行档案,分析设备性能变化趋势,预测潜在故障,为设备维护和系统优化提供数据支持。

5.3 引入智能控制技术

引入智能控制技术是实现制冷系统高效运行的重要方向。通过5G网络传输到云端服务器。利用大数据分析技术,对数据进行深入挖掘,建立制冷系统运行模型,分析不同工况下冷塔结构参数与制冷机组能效的关联。借助人工智能算法,比如机器学习中的神经网络算法,根据采集的数据和运行模型,自动生成最优的冷塔风机转速、淋水密度、制冷机组压缩机频率等控制策略,实现制冷系统的自适应调节。例如,当检测到室外温度升高、制冷机组负荷增加时,优化制冷机组运行参数,确保冷却水温稳定在最佳范围,提高能效。

此外,通过智能故障诊断模块,对设备运行数据进行实时监测和分析,一旦发现异常数据,立即发出故障预警,并给出故障原因分析和解决方案,维修人员可以通过远程诊断系统进一步确认故障,提高维修效率,保证制冷系统稳定运行。

5.4 开展设备升级改造

开展设备升级改造是突破传统制冷系统能效瓶颈的有效办法。对于老旧的冷却塔可以更换为新型高效冷却塔,比如采用新型喷雾式冷却塔,它不需要填料,通过特殊设计的喷头把冷却水雾化,大大增加了水与空气的接触面积,热交换效率显著提高,而且不容易堵塞,维护更方便。在制冷机组方面,把约克YK型离心式制冷机组的压缩机升级为变频压缩机,根据实际制冷负荷自动调节转速,避免压缩机频繁启停和高负荷运行,在部分负荷工况下,节能效果可达30%-40%。同时对制冷机组的控制系统进行升级,采用更先进的PLC控制系统,实现对制冷机组各部件的精准控制和协同运行。对于冷塔的控制系统可以引入智能变频控制柜,实现对风机、水泵的变频调速控制,根据实际需求动态调整设备运行功率。另外还可以对制冷系统的管道进行改造,采用新型保温材料,减少管道热量损失;优化管道布局,降低水流阻力,进一步提升制冷系统的整体性能和能效水平。

6 结语

冷塔结构参数与制冷机组能效之间存在复杂的耦合关系,两者相互影响并且相互制约。本文通过分析实际制冷站案例,深入探讨了冷塔结构参数对制冷机组能效的影响、制冷机组能效对冷塔运行的反馈作用,揭示了两者在热交换和能量传递过程中的耦合机制,并提出了优化冷塔结构设计、加强运行管理、引入智能控制技术和开展设备升级改造等提升方法。在实际应用中,应该综合考虑这些因素,采取有效措施提升冷塔结构参数与制冷机组能效的耦合效率,从而提高制冷系统的整体能效,降低运行成本,实现制冷系统的节能高效运行。未来随着技术不断进步和研究深入,对冷塔与制冷机组耦合关系的认识会更深入,相关的提升方法和技术也会不断完善和创新。

参考文献

- [1] 陈剑宇,刘文懋.基于有限元法的超大型间接式冷却塔结构参数分析计算[J].内蒙古电力技术,2015,33(02):57-60+83.
- [2] 赵文升,郭浩,宋百川.三塔合一间接空冷塔结构优化研究[J].汽轮机技术,2017,59(04):257-260+290.
- [3] 张强,葛利伟,Gusztáv Mokus,等.大型钢结构空冷塔环基设计要点及地基参数取值研究[J].建筑科学,2020,36(S2):259-264.

Innovative application of complex steel structure connection and precision control in rapid construction

Lin Lv Yang Wang

China Construction Fourth Engineering Division Corp. Ltd., Dongguan, Guangdong, 523000, China

Abstract

With the continuous improvement of modern building industrialization, steel structures have been widely used in public buildings, industrial plants, high-rise buildings, and other fields due to their advantages such as high strength, light self-weight, short construction period, and environmental friendliness. However, traditional steel structure construction faces high safety risks, difficult quality control, and long construction periods. Based on the research of a three-dimensional frame steel structure project in Guangdong Province, this paper utilizes Tekla 3D modeling for detailed structural design and key construction techniques. Measures such as optimizing component segmentation and connection node design, innovating graded lifting processes, strengthening welding quality control, and improving integrated anti-corrosion and fireproofing construction are adopted to effectively address the safety and quality challenges of steel structure construction. This technology yields multiple benefits in terms of improved construction efficiency, shortened construction periods, and cost savings, providing reliable technical references for similar projects.

Keywords

3D modeling; Anchor bolts; Welding; Anti corrosion and fire prevention

快速建造中复杂钢结构连接与精度控制创新应用

吕林 汪洋

中国建筑第四工程局有限公司, 中国·广东 东莞 523000

摘要

随着现代建筑工业化水平的不断提升, 钢结构因其强度高、自重轻、施工周期短、绿色环保等优势, 在公共建筑、工业厂房、高层建筑等领域得到了广泛应用。但是传统钢结构施工安全风险高、质量控制难、工期长, 本文基于广东省某项目项目立体框架式钢结构的研究, 通过Tekla三维建模进行结构深化设计与施工关键技术, 采取优化构件分段与连接节点设计、创新分级吊装工艺、强化焊接质量管控、完善防腐防火一体化施工等措施, 高效解决钢结构施工的安全与质量难题。该技术在施工效率提升、工期缩短与成本节约方面产生多重效益, 为类似工程提供可靠技术借鉴。

关键词

三维建模; 地脚螺栓; 焊接; 防腐防火

1 引言

广东省东莞市黄旗山配套服务设施项目位于东莞市东城街道东城中路与旗峰路交汇处, 建筑面积 4000 m², 钢结构体量约 1000 吨, 建筑高度 11m, 为两层立体框架结构, 最大跨度 28m, 钢柱采用 Q355B 箱型钢柱 (51 根), 钢梁采用 Q355B H 型钢梁 (217 根), 耐火等级二级, 整体结构体系复杂, 施工场地受限, 吊装精度要求高, 施工安全风险大。

2 施工工艺原理及操作要点

2.1 工艺原理

深化设计阶段: 结合运输限制与吊装能力, 对超长、

超重构件合理分段, 节点采用螺栓连接与焊接组合形式, 确保力学传递连续可靠; 利用 BIM 技术模拟碰撞检测, 优化构件排布与施工路径^[1]。

吊装阶段: 根据构件重量与安装高度, 采用分级吊装工艺, 钢柱选用 50t 汽车吊吊装就位, 钢梁采用 25t 汽车吊配合吊装, 悬挑构件设置临时支撑与保险绳, 控制吊装变形与晃动。

焊涂施工: 焊接前进行工艺评定, 确定预热温度、焊接参数与层间温度控制标准; 防腐防火涂装严格遵循“除锈-底漆-中间漆-面漆-防火涂料”流程, 确保各层厚度与粘结质量^[2]。

2.2 施工工艺操作要点

技术准备与深化设计→构件加工与进场验收→测量放线 & 基准点布设→埋件安装与固定→钢柱吊装与校正→钢梁安装与连接、焊接→楼承板铺设→现场探伤→防腐涂装施

【作者简介】吕林 (1985-), 男, 中国河南新蔡人, 本科, 工程师, 从事建筑工程管理方面的研究。

工→防火涂装施工→验收移交

2.2.1 钢结构深化设计

使用 Tekla 进行钢结构深化设计通常遵循以下流程：

结构整体定位轴线的确立：首先建立结构的所有重要定位轴线空间单线模型，并需得到原设计的认可。

结构整体初步建模：在 Tekla 的截面库中选取钢柱或钢梁截面，进行柱、梁构件的建模。

节点参数化自动生成：利用软件内置的节点库，可以快速、准确地建立构件之间的连接节点。如果节点库中没有所需类型，还可以创建人工智能参数化节点。

构件编号：软件可以按照预先设定的编号规则，自动对构件及节点进行整体编号，减少人工错误。

出构件深化图纸：软件能根据三维模型自动生成高精度的构件放样图纸，并导出材料清单等，方便工厂加工。

图纸更新：模型变更后，图纸会自动同步更新，确保准确性

2.2.2 地脚螺栓预埋

本项目钢柱预埋件为 M36 螺栓及抗剪键模板，预埋螺栓强度等级为 Q355B，每个钢柱柱脚预埋 M36 螺栓，螺栓锚固长度 900mm。预埋件安装时，根据业主所给基准点，在土建混凝土梁钢筋开始绑扎前，把埋件初步就位，等土建钢筋基本绑扎完时，利用土建模板，对预埋件进行精确校正定位，预埋件安装时，如果遇到竖向或水平钢筋阻挡，在土建绑扎钢筋时，运用手拉葫芦及时调整竖向或水平钢筋的位置。用全站仪测量校正埋件位置，并进行最终固定，保证混凝土浇筑后埋件板不移位。埋件安装就位固定后，由总包、监理测量复核，验收合格后才能浇筑混凝土^[3]。详见图 1

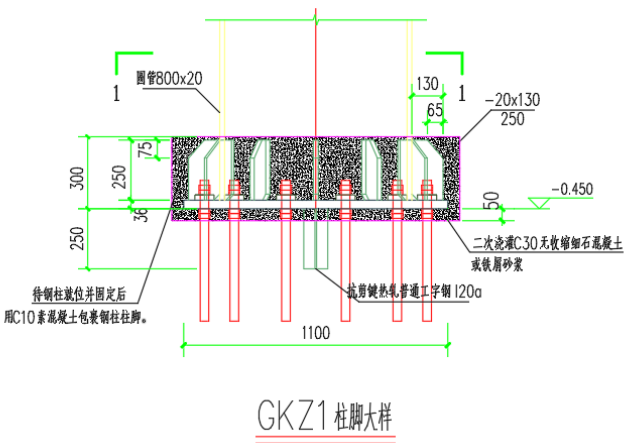


图 1 全站仪测量校正埋件位置

2.2.3 钢结构安装

钢柱安装。采用双机抬吊法（柱根不拖地）或单机吊装法（柱根垫木）。就位后初校垂直度（偏差 $\leq H/1000$ ）、轴线及牛腿标高，安装临时固定螺栓后拆除吊索。

钢梁与支撑安装。主梁吊装前检查牛腿标高，安装扶

手绳保障安全；次梁可采用多头吊索一次吊装多根。

安装顺序：先 A 区后 B 区，先柱后梁，先主后次；高强度螺栓按“先顶层、次底层、后中间层”顺序拧紧。详见图 2



图 2 钢结构安装

2.3 钢结构检测

钢结构探伤检测是一种利用物理方法在不破坏钢结构的前提下，检测其内部或表面缺陷（如裂纹、气孔、未焊透等）的无损检测技术，对保障工程安全性和延长使用寿命至关重要。重点检测焊接接头、螺栓连接、关键受力构件等。

材料要求。主体钢材：钢柱、钢梁采用 Q355B 低合金高强度钢，符合《低合金高强度结构钢》（GB/T 1591-2018）标准，厚度方向性能满足《厚度方向性能钢板》（GB/T 5313-2010）要求。

焊接材料：焊条选用 E50 系列（GB 5118-2012），焊丝选用 $\Phi 1.2\text{mm}$ 气体保护焊丝（GB/T 8110-2008）， CO_2 气体纯度 $\geq 99.5\%$ 。

涂装材料：环氧富锌底漆、环氧云铁中间漆、聚氨酯面漆符合防腐设计要求，防火涂料经消防部门认证，粘结强度达标。

支撑材料：盘扣架立杆、水平杆材质为 Q235B，扣件、缆风绳、卸扣等配件符合相关标准，承载力满足设计要求。

3 质量监控

深化设计阶段，对构件分段、节点构造进行专项评审，确保符合规范与施工需求；模型经设计、监理单位审核通过后方可用于生产。

材料进场实行“双验收”制度，核查质量证明文件并见证取样复检，钢材、焊接材料、涂料等关键材料不合格严禁使用。

关键工序实行“三检制”（自检、互检、专检）：吊装前检查吊具与构件状态，焊接前检查坡口清理与预热温度，涂装前检查除锈质量，验收合格方可进入下道工序。

焊接质量采用“分级探伤”：一级焊缝 100% 超声波探伤，二级焊缝 20% 随机抽检，不合格焊缝必须按规定返修并重新检测^[4]。

防腐防火涂装厚度采用“三点测量法”，每 10 m^2 设置