

基于BIM技术钢结构塔冠拼装全过程应用研究

叶成荣 王小帅 沈一鸣

浙江精工钢结构集团有限公司 浙江 绍兴 312000

摘要:为解决现阶段高空钢结构塔冠施工过程中,存在安装精度低,施工难度较大,安装效率低下,建筑材料损耗较多及建造周期较长等诸多问题,运用Tekla Structures软件进行钢结构塔冠深化,对加工后的构件三维扫描进行虚拟预拼装,同时采用BIM与物联网结合技术对出厂、运输、安装全过程进行管控。从而改变传统的建造方式、节约建筑资源的投入、减少劳动力的使用。同时响应国家绿色施工的号召,创造更大的社会和经济效益,因此具有一定的推广价值。可应用于大型公共建筑高层钢结构中。

关键词: BIM技术, 钢结构塔冠, 预拼装, 物联网, 公共建筑

引言

高层钢结构塔冠比较复杂,体量较大,深化设计工作显得非常重要,在深化设计过程中一定要考虑全面,要为后续施工奠定良好的基础。运用专门针对钢结构深化的软件Tekla Structures,降低深化的复杂程度,可以有效地控制整个结构设计的流程,对构件进行合理分段,提高安装效率、保证精度,实现各异形、复杂节点快速建模出图。对已加工完成的构件进行点云扫描利用软件对安装特征(关键点、螺栓孔)进行对比分析,实现软件虚拟预拼装。同时运用BIM与物联网技术对出厂、运输、安装全过程进行控制,上述技术有效解决了超高层异形复杂钢结构安装精度问题,降低了实体预拼装的投入,减少现场构件的安装偏差,加快了施工进度,实现快速建造,完美履约^[1]。

1 工程概况

1.1 项目概况

绍兴市公用事业集团镜湖总部、JH-10-07-05 地块及周边道路建设项目位于绍兴市越城区灵芝街道解放路与洋江路口交叉东南角,中信银行北,总建筑面积49519.06m²,由主楼、裙房和塔冠三部分组成。主楼地上二十二层,地下二层,裙房地上四层,地下二层;主楼结构+塔冠整体为双曲结构,最高149.5m,裙房最高24.05m;主楼结构形式为钢管混凝土框架—混凝土核心筒结构,裙房结构形式为钢框架结构,塔冠为钢桁架结构,地下室为框架结构。项目总用钢量约6770吨,其中主楼4189.15吨、塔冠1385.85吨、裙房1195吨。

1.2 钢结构塔冠概况

主楼塔冠为高空大跨度曲面网壳结构,平面外形类似椭圆形,主要材料为P159x8、P180x8、P400x10等多种规格的圆管组成三角形格构柱,与环形三角桁架连成开

口式椭圆状。椭圆腹部采用网壳状圆管连接,形成花瓣状结构,结构水平投影尺寸约为40.6m×28.3m,施工内容包括格构柱、环桁架、顶部环梁和曲面网壳组成。

2 工艺流程及操作要点

2.1 钢结构深化设计及虚拟预拼装

依托Tekla专业深化设计软件建立三维实体,在设计院审核确认后再根据模型进行格构柱、环形桁架,平面网壳和顶部环梁四个区域钢结构深化下料,工厂加工完成后进行三维激光扫描测量,通过对已加工完成的构件进行点云扫描利用软件对安装特征(关键点、螺栓孔)进行对比分析,实现软件虚拟预拼装。

2.2 钢结构深化设计与物联网应用技术

本工程将设计确认后三维模型导入精工钢构BIM平台,并通过二维码技术将物联网与BIM模型关联。通过二维码扫描实时显示构件出厂、运输、安装中的各个状态与现场实际进度进行对照,及时发现现场施工进度所存在的延误问题,可在第一时间进行进度纠偏,确保施工进度^[2]。

2.3 施工工艺流程

该结构施工受限于塔吊起重能力限制、高空拼装工作量大、工艺和精度要求高等难点。现场管理人员通过钢结构深化图纸和Tekla模型的结合来指导现场拼装施工。其中环形桁架及平面网壳采取“地面胎架支撑拼装+分块吊装”的施工方法:塔冠根据划分图先安装格构柱,测量及校正格构柱标高、轴线及垂直度,对校正完成后的格构柱进行焊接加固,确保吊装过程中的稳定性,对于首吊格构柱拉设缆风绳进行固定,按照上述方式依次吊装剩余格构柱;准备地面预先拼装完成的环桁架吊装在第一与第二根格构柱之间,吊装过程中全站仪监控,确保构件位置的准确性,依次吊装剩下的环向桁

架，按照底层开始，层层往上安装；准备地面预先拼装完成的网壳圆管，吊装网壳状圆管，完成对接并加固；考虑顶部环梁栏杆最高处高度约为6米，因此采用相邻跨连成整体，小单元拼装形式完成后吊装。

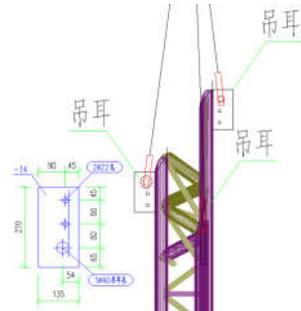


图1 格构柱吊装示意图

(2) 测量及校正格构柱标高轴线和垂直度；

(3) 对校正完成后的格构柱进行焊接加固，确保吊装过程中稳定性，对于首吊格构柱拉设缆风绳进行固定。

2.3.2 架设胎模架，组装环形桁架

所有桁架均采用地面整体拼装，然后整体提升安装方法，故拼装胎架需按桁架立拼法进行拼装胎架搭设。

拼装胎架设置完成开始进行拼装前，对桁架胎架的总长度、宽度、高度等进行全方位测量校正，然后对桁

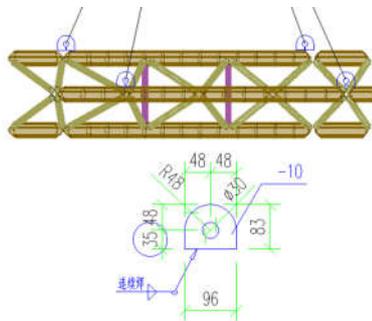


图3 环桁架吊装示意图

2.3.4 安装单层网壳

平面网壳吊装，吊点设置在网架3个节点位置，如下

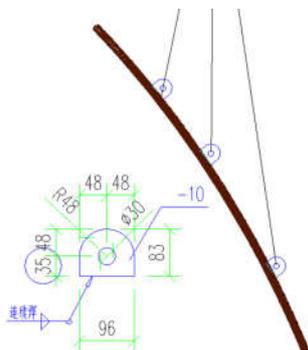


图5 平面网壳吊装示意图

2.3.1 格构柱的吊装

(1) 吊装预先拼好的格构柱；

格构柱吊装时，吊点设置在格构柱顶部，分别在弦杆上设置三个吊耳。



图2 格构柱吊装

架杆件的搁置位置建立控制网格，然后对各点的空间位置进行测量放线，设置好杆件放置的限位块。胎架在完成一次拼装后，必须对其尺寸进行检测复核，符合要求后才能进行下一次拼装。

2.3.3 安装环桁架

钢桁架吊装时，吊点设置在桁架弦杆与腹杆节点位置，每个桁架设置4个吊点，如下图所示。



图4 第二道环桁架安装完成

图所示。



图6 平面网壳安装

2.3.5 基于互联网的项目动态管理信息技术

施工过程中采用移动互联网的项目动态管理信息技术对施工现场的设备调度、计划管理、安全质量监控等环节进行信息即时采集、记录和共享,满足了现场多方协同需要,通过数据的整合分析实现项目动态实时管理,规避项目过程各类风险。

3 效益分析

3.1 经济效益

本施工工艺经济效益良好,主要表现为:

3.1.1 质量保证,安全可靠。现场85%的安装工作均在地面完成,有效解决了现场安装阶段安装精度、安装进度、施工安全。

3.1.2 运用BIM技术应用于钢结构工程中,部分效益暂时难以量化,其投资回报率还体现在一些隐性的过程中,如施工管理、可视化、成本、工期安排等附加的服务。

3.1.3 通过Tekla Structures等软件对钢结构进行深化设计,极大地缩减了建设施工的材料应用,并在保证施工周期的同时,实现了工程建设成本的合理控制。

4 结论与展望

近几年来越来越多的高层建筑采用钢结构作为构

件,并充分利用钢结构施工简便、安装精度高等优点来进行制作,但是安装过程中吊装固定难等一系列问题。通过深化设计,做好合理的施工工序,对各节点进行高精度细化处理,实行工厂化制作,保证构件尺寸、精度及开孔位置的准确,保证了梁柱纵向受力钢筋能准确、顺利地穿过梁柱,避免了现场纠偏、补开孔的工作量,保证了质量和施工进度。能使项目管理更加信息化、智能化、便捷化,最大限度地提高建筑工程的质量,合理地降低工程成本,为建设工程增值^[3]。

参考文献

- [1] 王强强,苏英强,赵切,等. 基于结构仿真分析与三维激光扫描的钢结构数字化预拼装技术[J]. 施工技术(中英文),2022,51(10):135-138. DOI:10.7672/sgjs2022100135.
- [2] 刘鑫,朱德伟. 塔冠钢结构施工技术措施[J]. 工程建设与设计,2020(9):198-199,205. DOI:10.13616/j.cnki.gcjsysj.2020.05.072.
- [3] 姚传勤,王尚宁,韩沈尧,等. BIM预拼装在超高层钢桁架中的应用[J]. 湖北理工学院学报,2020,36(6):29-32. DOI:10.3969/j.issn.2095-4565.2020.06.007.