

大跨度钢框架航站楼安装工艺研究

范贤伟

中铁长安重工有限公司 陕西西安 710032

摘要: 本文介绍了大跨度钢框架结构的施工特点及应用,并以兰州中川国际机场T3航站楼工程为例,重点对大跨度钢框架结构安装关键施工技术进行了较详细的阐述,明确了施工工艺流程,为后续类似钢框架的安装提供参考。

关键词: 大跨度; 钢框架; 安装

引言:

钢框架是以钢材制作为主的结构,是主要的建筑结构类型之一。有强度高、自重轻、刚度大等特点,主要有各种不同规格的杆件在空间按一定规律连接而成,结构具备较大刚度,可跨越很大的跨度。因此钢框架结构多用于大会堂、候车厅、剧院、航站楼、体育馆、工厂、仓库等。

由于其跨度大,高度高,结构复杂,故钢框架结构的制作安装问题是项目的重点之一。

一、工程概况

T3航站楼工程主要包括主楼E和四个指廊A、B、C、D,建筑平面呈“X”型,总建筑面积397328m²,航站楼主楼E地上三层,地下局部两层,指廊A为地上三层(局部通道夹层),指廊B、C、D均为地上两层。建筑主楼E屋面高度约44.75m,指廊A、B屋面檐口高度约23m;指廊C、D屋面檐口高度21m。

钢结构施工主要形式包括劲性钢柱、框架梁柱、倒三角桁架、平面桁架、屋面网架、钢支撑等,钢构件主要截面形式为圆管、焊接矩形管、焊接H型钢等。钢结构材质主要有Q355B、Q355C、Q390C、Q390GJC、Q420GJC等,总用钢量约2.0万吨。

二、结构特点及施工难点

本项目建设面积大、工程钢结构体量大,钢构件主要截面形式为圆管(热轧无缝管、焊接直缝管、圆管柱等)、焊接矩形管、十字柱、焊接H型钢等,构件截面种类多。桁架、网架结构施工复杂、加工精度要求高。

(1) 主航站楼、指廊的结构形式多,构件截面复杂多样,深化设计复杂;

(2) 交叉作业协调难度大;

(3) 钢结构节点工艺复杂,加工制作难度大;

(4) 航站楼与指廊桁架为大跨度平面桁架,最大跨度为主桁架36m、次桁架70m,大跨度桁架安装难度大;

(5) 焊接球节点是本工程屋面网架结构主要节点形式,屋盖网架结构面积大,网架杆件多且截面种类繁多,不易加工及安装。

三、解决方法

(1) 钢结构施工计划根据土建作业面交付顺序合理编排,合理利用已有作业面穿插施工,合理选择吊装方案。

(2) 合理衔接钢柱安装工序与土建施工工序;钢结构节点深化与其他专业节点的关联性和吻合性;加强钢结构深化与其他专业的图纸信息交流,共同提高深化图纸质量。

(3) 提前合理编制施工方案,选择合适的安装方法,提前计划深化设计、构件加工及机械进场等,协助加工厂调配好人员与原材料等资源,提高施工效率,缩短工期。

(4) 根据现场焊接形式、焊接参数、焊接方法等制定合理的焊接工艺评定,编制焊接作业指导书,针对现场实际焊接情况,对焊工进行理论考试及实际操作考试。

(5) 按照项目工期计划编制合理的加工方案,确定高效可行的安装方案,提高施工效率。对复杂的构件及节点制定“化整为零,化难为易,逐步组装,分步焊接”的加工制作总体原则,制定复杂节点加工工艺书。

(6) 制定合理高效的大跨度钢梁专项安装方案。针对指廊屋盖大跨度的桁架安装,选择满足工况的履带吊机械进行吊装,并制定合理的吊装顺序,保证桁架安装精度^[1]。

四、安装施工方案

1. 地上钢柱安装工艺

本工程航站楼E2区、E3区共13根圆管柱,其中9根

作者简介: 范贤伟,1986年5月18日,男,汉族,籍贯,中铁长安重工有限公司,分公司常务副经理,工程师,本科,毕业院校:西安工业大学,研究方向:机械设计制造及其自动化专业,邮箱:285872182@qq.com。

采用80t汽车吊上13.8m楼面进行吊装,其余4根因施工条件受限,采用100t汽车吊进行吊装。

E2、E3区施工区段内共13根钢柱,共57节钢柱,施工顺序为:E2→E3。

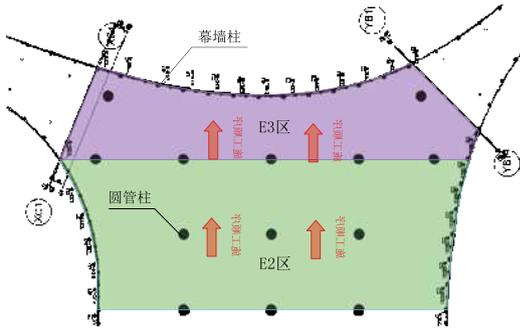


图1 区施工区段钢柱分布及施工顺序

B指廊钢管柱共18根圆管柱,现场二节柱安装使用200t汽车吊+80t汽车吊进行吊装,除2根钢柱采用50t汽车吊上6.300m楼面进行吊装,其余16根使用200t汽车吊进行吊装。B指廊二节柱安装(含幕墙柱、销轴)的施工顺序为B3→B2→B1。

2. 屋盖钢结构安装

以B指廊屋盖钢结构安装为例,其主桁架、次桁架、环型桁架、矩形钢梁、圆管支撑、隅撑及檩条的安装采用“散件进场+地面拼装+高空分段分块吊装”的施工方法。按照钢柱→主桁架→次桁架→联系桁架→环带桁架单元→矩形钢梁→圆管支撑→隅撑→屋面檩条→房中房钢结构安装的顺序进行安装。按照从下向上的顺序安装每层钢构件。

◇ 主桁架、次桁架和环带桁架拼装单元,在现场拼装场地进行现场拼装,倒运至吊装区域,使用200t履带吊在环路上吊装。

◇ 屋面矩形钢梁、圆管支撑、隅撑,使用25t汽车吊上6.3m楼板进行高空吊装。

◇ 塔台钢结构中屋面矩形钢梁跨度最大达46m,对大跨度矩形钢梁进行合理的分段,设置格构柱支撑,使用260t履带吊进行分段吊装。塔台上部的结构,使用汽车吊上楼板进行安装^[2]。

3. 构件分段分节

指廊屋盖钢结构的钢构件分段分节主要包括主桁架、次桁架和塔台位置的大跨度梁等钢构件,分段分节的原则上以钢柱为分界,大跨度次桁架/钢梁的分段处设置格构柱支撑架。

4. B指廊工况分析

(1) 最重吊装工况分析

环带桁架拼装单元,长度22.3m,桁架单元重量

27.4t;吊装工况选择SCC2000C履带起重机,主臂长度45m不带加长臂,吊装半径22m,额定起重量 $37.20t > 27.4 \times 1.2 = 32.88t$,满足吊装工况。

(2) 最远吊装工况分析

构件分段编号B1WMZHJ-43,长度11.90m,构件重量10.80t;吊装工况选择SCC2200A履带起重机,主臂长度45m不带加长臂,吊装半径40m,额定起重量 $15.90t > 10.80 \times 1.2 = 12.96t$,满足吊装工况。

5. 航站楼E2E3区屋盖钢结构提升工艺

本工程中屋面结构为微起拱的曲面造型,中川机场航站楼屋盖钢结构采用空间三管桁架结构+网架+平面桁架结构体系,钢结构通过多点支撑于钢混柱柱顶。提升区屋盖平面位于XR16~XL16/YR3~YR18轴线,平面上轴线尺寸为 $288m \times 126m$ 。屋面结构杆件为热轧无缝钢管、圆钢管和焊接矩形钢管,钢柱为矩形钢管混凝土柱、圆钢管混凝土柱,网架节点为焊接球节点,材质为Q355C、Q390C和Q420GJC,其中提升部分重量约7000t,提升高度为44.75m。

(1) 提升方案介绍

鉴于对现场施工条件及结构布置的分析,从网架拼装的安全性、拼装效率以及拼装临时措施的用量等多方面考虑,本工程屋盖网架安装拟利用“超大型液压同步提升技术”,采取“散件原位拼装,整体提升”的施工工艺,可有效的提高网架拼装的安全性和拼装效率,减少拼装临时措施用量。根据屋面结构形式及整体施工计划,将屋面结构分TS1、TS2、TS3、TS4等4个整体提升单元。

(2) 提升施工工艺

◇ 提升吊点的设置

根据屋面结构布置及工况计算的结果,提升吊点布置如下表所示。

◇ 提升临时措施

采用液压同步提升设备吊装大跨度钢结构,需要设置合理的提升上下吊点。在提升上吊点即提升平台上设置液压提升器。液压提升器通过提升专用钢绞线与提升钢结构上的对应下吊点相连接。

提升平台梁、立柱、斜撑选用箱型截面,水平构造选用圆管截面。主传力构件间焊缝采用熔透焊缝,焊缝等级二级,所有加劲板厚度10mm,加劲板与水平构造采用角焊缝焊接,焊缝尺寸 $hf=0.7t$ 。

为确保提升结构及主体结构提升过程的平稳、安全,根据结构的特性,拟采用“吊点油压均衡,结构姿态调整,位移同步控制,分级卸载就位”的同步提升和卸载落位控制策略。

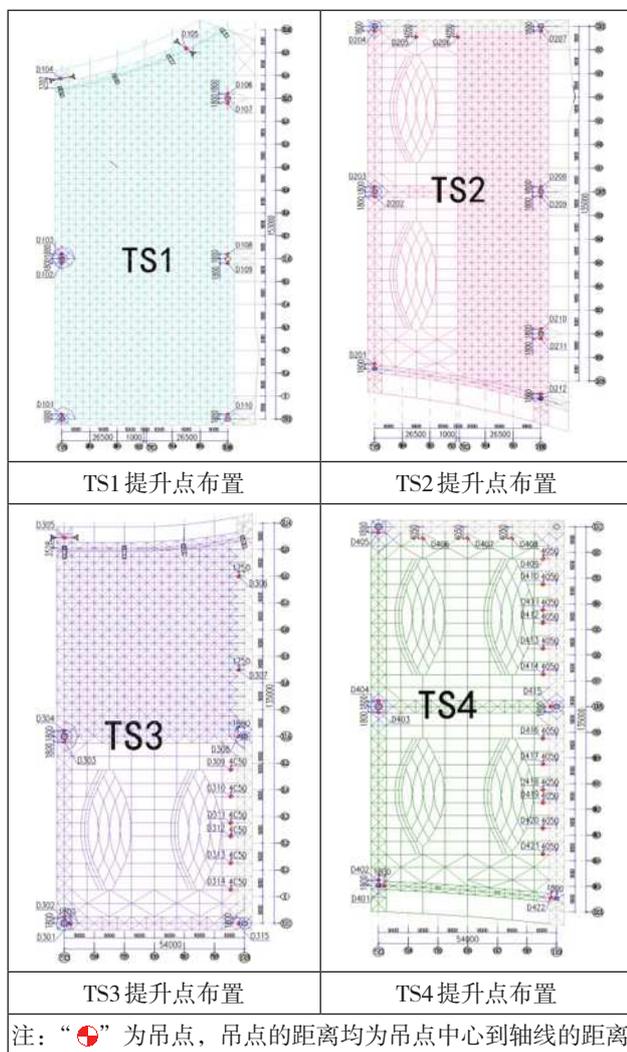


图2 提升吊点设置

在提升过程中, 因为空中姿态调整和后装杆件安装等需要进行高度微调。在微调开始前, 将计算机同步

控制系统由自动模式切换成手动模式。根据需要, 对整个液压提升系统中各个吊点的液压提升器进行同步微动(上升或下降), 或者对单台液压提升器进行微动调整。微动即点动调整精度可以达到毫米级, 完全可以满足结构安装的精度需要。

提升单元提升至距离设计标高约600mm时, 暂停提升; 各吊点微调使结构精确提升到达设计位置; 液压提升系统设备暂停工作, 保持提升单元的空中姿态, 后装杆件安装, 使提升单元结构形成整体稳定受力体系。液压提升系统设备同步减压, 至钢绞线完全松弛; 拆除液压提升系统设备及相关临时措施, 完成提升单元的整体提升安装。

五、小结

对大跨度钢框架构件制作与安装关键技术进行研究, 并将成果及时应用在兰州中川国际机场T3航站楼工程中, 大大降低了加工和焊接难度, 有效减少了吊装工作量, 产品质量良好, 焊缝一次性探伤合格率超过98%; 构件尺寸精度较高, 所有构件在现场一次性安装成功, 达到了零误差合拢。工程质量和进度得到施工方和监理单位的一致好评。

本文介绍的安装工艺及主要关键技术取得了良好的经济效果和安装经验, 也为后续类似项目的施工提供了重要的借鉴作用。

参考文献:

- [1] 中国建筑股份有限公司.GB50755-2012 钢结构工程施工规范.北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [2] 冶金工业部建筑研究总院.GB50205-2001 钢结构工程施工质量验收规范.北京: 中国计划出版社, 2002.