

Analysis of the Construction Supervision and Control of the Bolt Ball Mesh Frame

Mingjian Li Gang Tian Wenyong Wang

Beijing Zhongtie Chengye Engineering Construction Supervision Co., Ltd., Beijing, 100077, China

Abstract

Bolted spherical steel grid is a kind of roof weight storage structure widely used in recent years, it has the characteristics of good seismic resistance, large structural stiffness, light overall weight and simple construction, it is mostly used in large-span buildings such as stadiums, airport terminal buildings and station waiting halls, its construction safety and quality control is the focus of supervision work. This paper discusses the construction supervision and control by taking the construction of steel grid structure on the waiting roof of Pu'er station as an example.

Keywords

grid construction; safety and quality; supervision and control

螺栓球网架施工监理控制浅析

李明建 田刚 王文永

北京中铁诚业工程建设监理有限公司, 中国·北京 100077

摘要

螺栓球钢网架为近些年较多应用的一种屋盖承重结构, 具有抗震性好、结构刚度大、整体质量轻、施工简便等特点, 多用于体育场馆、机场候机大楼、车站候车大厅等大跨度建筑, 其施工安全质量控制不失为监理工作重点。论文以普洱站站房候车大屋面钢网架施工为例, 共同探讨施工监理控制工作。

关键词

网架施工; 安全质量; 监理控制

1 引言

螺栓球节点网架是一种新型的屋盖承重结构, 属于多次超静定空间结构体系, 它改变了一般平面架结构的受力状态, 能够承受来自各方面的荷载。钢网架结构形式新颖美观, 杆件规律性强, 整体性好, 空间刚度大, 抗震性能好, 杆件之间采用螺栓连接, 便于安装, 操作简便, 受力明确, 其施工方法多为高空散装法、分块安装法、提升法、顶推法等。普洱站站房钢网结构屋面就是采用节段拼装后顶推就位技术。

2 工程概况

新建玉磨铁路普洱站为线侧下式站房, 中心里程 DK269+570.000, 建筑层数为地上两层, 局部地下一层, 建筑面积为 11998.7m², 最高聚集人数为 1500 人。房屋主体钢筋混凝土框架结构、候车厅屋面钢网架结构, 屋面钢网架

为正放四角锥螺栓球(局部焊接球)节点网架型式, 下弦多点支撑。

钢网架以框架柱作为支撑构件, 结构平面尺寸 54m×108m, 网架最大安装标高为 27.918m, 最大跨度为 54m。钢结构顶推滑移范围为结构的 A~G 轴×3~14 线间, 网架杆件为 Φ60×3.5~245×16.0mm 无缝钢管, 材质除施工图单独注明外均采用 Q355B 结构钢, 网架总重量约为 430t。

3 网架制作技术质量控制要点

材料、构配件执行国家法律法规, 按要求通过招标采购, 选取技术能力强、质量管控稳定、性价比高的专业企业制作。为充分确保产品质量, 建设或施工、监理单位可采取派员驻厂监督建造, 同步实施必要的检测手段, 不合规产品不予出厂^[1]。

3.1 材料及构配件

螺栓球网架材料主要有杆件、螺栓球、高强度螺栓、封板锥头、套筒等。其材质应符合设计及 GB50011—2010 (2016 修订版) 3.9.2.3 条的要求, 进场材料、构配件应同

【作者简介】李明建(1970—), 男, 中国四川资阳人, 本科, 高级工程师, 从事工程监理研究。

时提报出厂合格证、检验报告等质量证明文件。

3.2 螺栓球的制作

螺栓球节点加工的质量和精度为质量控制源头,直接影响到网架结构的安装进度和安装质量,因此螺栓球加工是重点。螺栓球加工工艺流程如下:

原材料检验→毛坯下料→坯料加热→锻造成型→锻后加热→坯球检验→基准面铣床加工→基准孔加工→螺孔平面切削→螺孔加工→检验标识→喷涂发货。

加工厂一般购买球坯进行二次加工,控制要点主要是螺栓孔精度。螺栓球螺孔加工精度、螺纹公差必须符合 GB197—2018《普通螺纹公差与配合》国家标准中 6H 级精度的规定。为保证加工精度,每枝丝攻的累计加工使用次数原则限定为 200 次,达到 200 次前即报废,满足丝攻的自身精度要求。

3.3 网架杆件制作

网架杆件的加工精度和质量是决定工程质量好坏的关键,网架杆件两端多为锻造锥头和平面封板锥头,通过端部高强螺栓与螺栓球连接,杆件主体为焊管,规格为 $\Phi 60 \times 3.5 \sim \Phi 245 \times 16.0\text{mm}$,杆件两端的锥头或平面封头利用圆钢加工而成,与杆件主体全熔透焊接。杆件加工中所用的封板、锥头、高强螺栓由加工厂都是直接采购,采购时要选择优质产品,并提供原材质量证明书和产品合格证。工厂加工重点控制杆件和封板锥头的焊接质量,大部分工厂采用自动焊技术,焊缝质量基本能得到保证,但还是应特别重视 $\Phi 159$ 及以上等大直径杆件焊接出现融合不好的情况,本工程这类大直径杆件较多,因此必须全数进行超声波探伤检测,确保焊接质量可靠^[2]。

4 网架防腐控制要点

4.1 除锈

原则选择全自动立式抛丸机,采用喷射或者抛射除锈方法,必须比较彻底清除钢材表面可见油脂和污垢,氧化皮、锈迹和油漆涂层等附着物,最大限度残留痕迹仅是点状或条纹状轻微色斑,确保涂装平整度、黏度等外观质量要求。

4.2 涂装

站房工程设计为 50 年合理使用年限,要充分考虑耐久性 & 维保条件,由此对钢结构涂装质量要求较高,高质量防锈涂层是保证建筑物使用寿命重要保证。根据权威机构统计表明,各种影响涂装质量因素中,表面处理质量的影响程度占到 50%。在大量工程实践中,钢材涂层损坏大多由于表面处理质量不过关,出现涂层剥落、返锈等现象,严重影响使用寿命、结构安全,增加运营及维护成本。

为保证杆件油漆涂装质量,本项目采用高压无气喷涂施工方法,提高工作效率,确保了涂层平整、光华、致密质量,

克服刷痕、滚痕和颗粒等观感问题。高压无气喷涂工艺能使涂料颗粒与喷涂面形成咬合,增强涂料附着力,延长使用寿命,使拐角、空隙和凹凸不平部位同时涂刷到位^[3]。

4.3 成品保护

加强钢结构构件成品保护。一是加强防腐质量控制,防腐必须符合相关要求方能出厂;二是加强运输期间管理,通过包裹措施加强防护,避免碰撞伤害;三是加强现场存放管理,构件入场后设置专门存放库,做好支垫及覆盖保护,避免雨水渗漏;四是加强吊装保护管理,做好吊点进行支垫、软包保护,避免碰撞;五是加强施工管理,避免坚硬物体敲击、电焊等伤害。

5 网架安装控制要点

5.1 施工准备

5.1.1 深化设计

按照设计、验标及规范要求,必须按现场设计施工条件、特点对钢结构施工进行深化设计,特别细化各个节点施工要求,明确技术参数,对构件位置冲突,与设计单位一道确认处理措施,并通过施工图进行充分细化,确保施工顺利进行。深化设计图按要求报送原设计单位审查,报送建设单位批准后执行。

5.1.2 报批专项方案

因本站房网架面积大,为双坡向屋面,两边均有建筑物,根据工程结构特点,按照深化设计施工要求,施工单位组织编制专项施工方案,按照《住房城乡建设部令第 37 号》组织专家会审查。通过专家会议反复比选,采用搭设施工平台进行钢网架分段拼装作业,分段逐步滑移到位方法施工。

5.2 严格施工流程

5.2.1 确定施工流程

吊车进场→预埋件安装→操作平台搭设→滑移轨道安装→网架材料到场→12-14 轴网架拼装→滑移→11-12 轴网架拼装→滑移→10-11 轴网架拼装→滑移→9-10 轴网架拼装→滑移→8-9 轴网架拼装→滑移→7-8 轴网架拼装→滑移→6-7 轴网架拼装→滑移→5-6 轴网架拼装→滑移→4-5 轴网架拼装→滑移→3-4 轴网架拼装→整体网架卸载、固定、验收→滑移系统、操作平台拆除。

5.2.2 安装顺序控制

①先安装 14 轴线两排下弦,第一拼装单位为 12-14 轴,安装完成后补 A 轴外挑,单元一整体顶推后开始第二单元组装。

②第二单元拼装为 11-12 轴,单元二整体顶推到位后进行第三单元组装。

③重复采用此方法,直至安装完成。

该施工工艺效率增高、成本低廉、安全可控、检验方便,

是作为大面积钢网架结构不错施工方法。

5.3 施工设备检验

根据专项方案,选用的液压爬行器型号为 XY-HY-50 型,额定顶推力为 50t,网架滑移时共设置 4 台液压爬行器,总顶推力 200t;屋面网架滑移总重量约为 430t,滑移底座与滑移轨道间摩擦系数取 0.15,荷载不均匀系数取 1.2,所需总顶推力 $F=1.2 \times 0.15 \times 430=77.4t$ 。推力满足滑移施工的要求。

5.4 施工平台搭拆

5.4.1 架体参数

①考虑到钢网架施工荷载大具体实际情况,本工程严格了采用 $\phi 48 \times 3.0$ (壁厚 3.0) 钢管、 $\phi 30mm$ 型可调顶托、 $200 \times 4000 \times 50$ 松木枋材,进场前对材料壁厚等质量进行严格检验,不合格材料不得入场。

②本工程一层结构顶标高为 6.7m,板厚为 120mm,设计荷载为 $2.1kN/m^2$ 。经计算网架安装过程中荷载为 $1.0kN/m^2$,脚手板荷载 $0.1kN/m^2$,脚手架自重 $0.5kN/m^2$,施工总活载约 $1.6kN/m^2$,混凝土现浇板荷载满足脚手架搭设荷载要求。

5.4.2 搭设要求

①满堂平台架体搭设位置 3 ~ 5/A ~ G 轴,平台从标高 6.7m 开始搭设,搭设尺寸为 $52m \times 18m$,并逐渐随着网架下弦变化进行架体的调整,首先安装 12-14 轴网架,脚手架平台见。安装完成 4-14 轴网架后调整脚手架尺寸,脚手架顶部尺寸为 $52m \times 4.8m$,搭设高度局部最高约为 20m。

脚手架搭设至网架底部标高 -200mm 时,在架体最上一层横杆上分层铺设跳板作为施工人员的操作平台,平台下部 2m 位置铺设水平兜网进行防护。

②立杆全部采用对接并错开连接,扫地杆与顶部水平拉杆之间距离在满足设计所确定的水平拉杆步距要求条件下,进行平均分配确定步距,在每一步距处纵横各设一道水平拉杆,水平拉杆、扫地杆应采用对接,并与周边抱柱连成一个整体。板底龙骨为木方,长度同架体 4.8m 跨度,用可调顶托进行支撑,可调支托底部的立柱顶端应沿纵向设置一道水平拉杆,保证自由端不得超过 500mm、顶托伸出钢管顶部长度不得超过 200mm。

③剪刀撑采用搭接,水平剪刀撑在扫地杆上、平台底最上一道水平杆位置及不大于 6m 等位置连续设置,竖直剪刀撑为支撑体系外围立杆位置连续布置,内部纵、横向每 5-8m 由底至顶连续设置,搭接长度不得小于 1000mm,并采用 3 个旋转扣件分别在距离杆端不小于 100mm 处进行固定及加固;扫地杆离地 200mm,纵横双向布置,纵横向与所有立杆均要连接,立柱下垫木均采用 50mm 厚木板。

5.4.3 拆除要求

①满堂式操作平台待钢结构施工完成后进行拆除,拆除操作平台前,编制周密的拆除方案,经报批后按方案拆除。

②拆除前全面对作业人员进行安全技术交底,对经过一段时间使用的平台架全面检查,检查架体扣件连接、剪刀撑等的安全可靠性,对已松动的扣件、杆件应加固好后再上架子,并且清除周边地面障碍物。

③拆除架子时,地面周边设置围栏及警示标志,并在各出入口设专人看守,严禁一切非作业人员入内、靠近。

④拆除顺序应从上往下进行,先搭的后拆,严禁上下同时作业,拆除的各构配件及时运送至地面,严禁存放于架体上。

⑤作业人员必须佩戴安全带、安全帽等防护用品,安全带高挂低用,防止安全带挂在松动杆件上,系牢安全帽,防止弯腰、埋头脱落。

5.5 拼装质量控制

5.5.1 总体部署

先拼装 12-14 轴线,整体平推滑移 9m 后开始第二单位组装,第二单元拼装完成 11-12 轴,再整体平推滑移 9m 后开始第三单位组装,类似方法直至完成拼装。

5.5.2 网架拼装

①本工程螺栓球小拼锥体一般由一个节点连接四根杆件(腹杆、弦杆各二)组成(个别由一球三杆)。明确分工分组进行,先按照设计要求将螺栓球、弦杆带等构件一一摆放就位,以此为安装平面,再将腹杆摆放就位,复查构件规格无误后编号备用。

②架上先安装 14 轴线两排下弦,再对从 A 轴布通 G 轴线的三脚锥进行拼装。第一拼装单元为 12-14 轴,安装完成后补 A 轴外挑。利用液压同步顶推滑移系统将单元一整体顶推 9m 后,进行第二单位组装。

③拼装第二单元前先对第一单元组装平台进行修改,第二单元主要拼装 11-12 轴网架。拼装方式与第一单元一致,利用液压同步顶推滑移系统将单元二整体顶推 9m 后进行第三单位组装。

④各单元同方法拼装滑移就位,至 5 轴线后需再次对平台架进行改装搭设,方式同 12-14 轴。

5.5.3 安全质量措施

①拼装开始前需根据实际情况对拼装平台架进行模拟计算,确保刚度、强度及稳定性满足拼装要求。

②拼装平台架搭设完成后,必须复核架体界面、位置、标高等,确保架体不偏移、不侵限,标高符合要求。

③各构件必须分门别类编号,拼装时严格按轴线、中心线、标高控制线和深化设计等要求进行,对号入座。

④安装过程中严禁对各构件进行敲砸,损坏构件或造成

构件产生变形,保护到位情况下采用木质撬棍等工具使其就位。

⑤拼装过程中若发现尺寸有误、螺栓孔错位等问题,应及时查清原因,联系生产商或设计明确整改措施,严禁擅自处理。

⑥每单元或整体拼装完成及时清污、封孔、防腐细部工作,排查结构各节点是否满足技术要求,开展沉降观测。

⑦及时对焊接接头进行无损检测,存在问题立即处理,确保结构安全。

6 结语

因本工程场地限制,钢结构网架施工充分利用塔吊施工便宜,采用网架支座面上搭设平台拼装、液压同步顶推滑

移就位技术,满堂脚手架拼装屋面悬挑施工方式,满足了施工进度需要。该技术避免了大批量满堂脚手架的搭设及大型机械设备的使用,节约了资源避免浪费,进而为工程项目创造较好经济效益。

参考文献

- [1] GB 50755—2012 钢结构工程施工规范[M].北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [2] GB 50224—2018 建筑防腐蚀工程施工质量验收标准[M].北京:中国建筑工业出版社,2018.
- [3] JGJ 130—2011 建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范[M].北京:中国建筑工业出版社,2011.