

焊接球网架临时支撑设计及搭设施工方法应用

陈玉泉

中交四公局建筑工程有限公司 江苏南京 210000

摘要:随着我国建筑水平的不断提高,钢结构作为一种新型的环保建筑结构,在高层、大型建筑工程中被广泛应用,是目前建筑施工中常见的建筑类型。钢结构工程安装质量的优劣,除了受到设计材料自身的物理参数的影响外,在一定程度上与钢结构安装时,采用何种施工工艺有很大的关系。在施工过程中,应根据建筑的结构形式,选择满足实际情况的安装工艺和施工措施。本文基于上述背景和问题,依据中国牙谷学术交流展览馆项目大跨度钢结构安装过程分析,对焊接球网架临时支撑设计及搭设施工方法应用进行分析。

关键词: 钢结构; 网架; 临时支撑; 施工方法

1. 技术应用目的

通过搭设安全可靠的支撑,保证钢结构构件的稳定,满足施工中正常的焊接工作。

2. 适用范围

本技术适用于大跨度网架临时支撑的搭设与安装。

3. 工程概况

中国牙谷学术交流展览馆建设项目,位于四川省资阳市雁江区松涛镇创业大道南侧。钢结构工程主要由1#、2#展厅、会议中心及入口雨篷4座屋面钢结构组成,钢结构工程主要分布于1#、2#展厅、会议中心屋盖及入口雨篷屋盖与下部桁架柱。主要材料采用Q355B材质无缝钢管。主要节点连接形式为桁架结构采用相贯连接、网架结构采用焊接球节点和螺栓球节点连接。最大跨度为83.93m。

4. 钢结构临时支撑设计

钢结构临时支撑的设计应结合施工中的真实情况,满足以下原则:

1) 临时支撑钢架的搭设必须满足自身结构的安全性能的要求;

2) 临时支撑钢架应保证现场人员操作、施工时的方便与安全;

3) 临时支撑钢架的传力途径应该简单、可靠,确保在钢结构受力时保证土建结构的安全。

4.1 支撑材料选用

本项目支撑措施选用强力5013型塔吊标准节搭设。其规格为1.6m*1.6m*2.5m,主弦规格为等肢角钢 $\angle 160 \times 12$,斜腹杆 $\angle 90 \times 5$,水平腹杆 $\angle 65 \times 4$,材质为Q345。可独立搭设高度为30m。本项目最大搭设高度为25m。

网架支撑架搭设在网架分块对接交点位置,搭设时优先与结构柱网平齐,最大化确保网架分块就位时与设计受力状态一致。

会议中心支撑设置在标高6.95m土建结构面上,支撑位应选在下部柱子位置,同时在支撑架下部铺设钢板及田字形H型钢大放脚,以分散对结构面的竖向集中荷载。

5. 支撑架基础设计

1) 基础采用钢筋混凝土独基结构:混凝土C30,钢筋HRB400;

2) 基础尺寸:网架支撑架:3.2m×3.2m×0.5m

3) 基础埋深:网架支撑架:0.5m(场地裸土面起算)

4) 基础配筋:网架支撑架:C12@120,单层双向;保护层厚度:40mm

6. 支撑架顶部转换托架的计算

6.1 托架简介

本工程桁架及网架钢结构安装时,塔吊标准节支撑架上部与结构间采用转换托架进行连接。转换托架根据受力状态共分为3种样式:①桁架托架,用于1号、2号展厅桁架安装,搭设于两座支撑架上部,呈桥式承担桁架传递的竖向自重荷载。②网架托架1,用于从地面起支撑架上部网架临时支撑,支撑杆件位于托架中央。③网架托架2,用于从土建结构面起支撑架上部网架临时支撑,因网架节点位置与支撑架中心不重合,支撑杆设置于托架偏心位置,偏心距600mm。6.2托架荷载

托架设计时,考虑的荷载有:

1) 恒载:支撑架自重;

2) 活载:支承荷载标准值DL,根据施工过程分析计算,荷载取值为:桁架托架荷载取值160kN*2;网架托架荷载取值32kN。

3) 荷载组合系数, 恒载取值 1.3, 活载取值 1.5。

4) 施工过程中荷载取值及组合系数均按较大值选取, 其他荷载本计算中不再另行考虑。

6.3 托架荷载组合

托架验算时, 考虑如下荷载组合:

序号	类型	恒荷载	活荷载
1	标准组合	1.0	1.0
2	基本组合	1.3	1.5

7. 支撑架的计算

7.1 支撑架简介

本工程采用 T60 塔吊标准节支撑架, 平面尺寸为 1.6m × 1.6m, 节间高度 2.5m, 最大搭设高度 30m。立杆及腹杆采用角钢, 立杆规格为 L160 × 16, 水平腹杆规格为 L65 × 4, 斜腹杆规格为 90 × 5, 材质均为 Q345B。

7.2 支撑架荷载

支撑架结构与上部托架共同作为计算对象, 进行分析, 荷载同桁架托架计算荷载取值。

7.3 支撑架荷载组合

当支撑架荷载验算时, 考虑以下荷载组合:

序号	类型	恒荷载	活荷载
1	标准组合	1.0	1.0
2	基本组合	1.3	1.5

7.4 支撑架计算模型简介

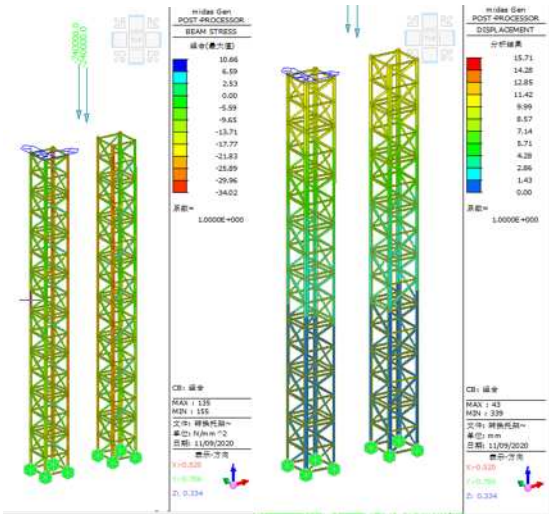
采用建筑结构分析有限元软件 midas Gen 进行计算。支撑架杆件均采用梁单元模拟, 支撑架底部与基础连接形式采用一般固定支座边界条件进行模拟。

网架支撑架与桁架支撑架采用的结构件相同, 因网架荷载过小, 此处仅以搭设高度较大, 承受荷载大的桁架支撑架为计算对象进行分析。

计算模型如下图所示:

综上: 最大应力 -34.02MPa, 应力比 34.02MPa/310MPa=

0.11<0.9,, 满足承载能力要求。



应力计算结果 位移计算结果

支撑架位移最大为 11.43mm, 发生在支撑架顶部 x 方向, 主要原因为力学计算模型中支撑架与托架采用弹性连接方式, 水平方向仅设置若约束力, 应力得到部分释放, 产生位移。实际施工时, 托架与支撑架采用马板抱箍固定连接, 位移将进一步减小。现位移量, 满足使用需求。

8. 支撑架基础的计算

8.1 上部荷载计算

1) 支撑架荷载

按 midas gen 对支撑架计算结果架脚反力进行取值

2) 合力及弯矩标准值计算

$F_k=110+110+60+60=340\text{kN}$

M_x : 力在 x 方向两侧对称, 绕 x 轴弯矩为 0

$M_y=2 \times 0.8 \times (110-60) = 80\text{kN} \cdot \text{m}$

8.2 地基承载力验算

8.2.1 设计资料

1) 设计参数

基础长 L (m)	基础宽 B (m)	轴力标准值 (kN)	弯矩标准值 $M_x(\text{kN} \cdot \text{m})$	弯矩标准值 $M_y(\text{kN} \cdot \text{m})$	基础与覆土平均容重 (kN/m³)	地面标高 (m)	基底标高 (m)	考虑地震	基底零应力区容许率 (%)
3.600	2.400	340.000	0.000	80.000	18.000	0.000	-0.800	/	0

2) 土层数据

土层数: 1 层, 根据地勘报告, 支撑架基础下部厚度 7m 左右粘性土, 往下深度过大, 不予考虑。

8.2.2 计算过程及计算结果

1) 基底反力计算

(1) 基底全反力计算

基底面积 $A=B \times L=2.400 \times 3.600=8.640\text{m}^2$

竖向荷载 $N_k=340.000\text{kN}$, $G_k=A \times \gamma_0 \times h=8.640 \times 18.$

$000 \times 0.800=124.416\text{kN}$

偏 心 距 $e_x=M_y/(F_{kk}+G_{kk})=0.172\text{m}$, $e_y=-M_x/(F_{kk}+G_{kk})=0.000\text{m}$

计算公式

$$p_k = \frac{N_k + G_k}{A} \pm \frac{M_{xk}}{W_x} \pm \frac{M_{yk}}{W_y}$$

基底全反力 (kPa):

最大 $p_{kmax}=76.900$, 最小 $p_{kmin}=30.604$, 平均 $p_k=53.752$

角点 $p_{k1}=30.604$, $p_{k2}=76.900$, $p_{k3}=76.900$, $p_{k4}=30.604$

(2) 基底附加应力计算

$$p_a = p_k - p_c$$

最大 $p_{amax}=61.940$, 最小 $p_{amin}=15.644$, 平均 $p_a=38.792$

角点 $p_{a1}=15.644$, $p_{a2}=61.940$, $p_{a3}=61.940$, $p_{a4}=15.644$

2) 地基承载力验算

根据 GB 50007-2011《建筑地基基础设计规范》中式

5.2.4 计算

$$f_a = f_{ak} + \eta_b \gamma (b - 3) + \eta_d \gamma_m (d - 0.5)$$

修正后的地基承载力特征值 = 147.854(kPa)

验算 $p_k=53.752 < f_a=147.854$

验算 $p_{kmax}=76.900 < 1.2f_a=177.425$

地基承载力验算满足

3) 软弱下卧层验算

根据 GB 50007-2011《建筑地基基础设计规范》中式

5.2.7-1 及式 5.2.7-3 计算

$$p_z + p_{az} \leq f_{az}$$

$$p_z = \frac{[b(1 + 2z \tan \theta) (p_k - p_c)]}{(b + 2z \tan \theta) (1 + 2z \tan \theta)}$$

基底附加压力计算不考虑偏心作用, 按均布考虑(取平均附加压力)

$$p_a = \frac{N + G}{A} - p_c$$

修正承载力按深宽修正公式计算(不考虑宽度修正)

$$f_a = f_{ak} + \eta_d \gamma_m (d - 0.5)$$

无软弱下卧层

9. 支撑架搭设质量要求

1) 基础

(1) 基础厚度、宽度、长度应不小于基础设计要求; 基础混凝土强度不低于 C30, 使用前应用回弹仪测其实际强度; 基础四周设置排水沟。

2) 架身

架身结构件不得出现下列情况:

(1) 目视可见的结构件裂纹及焊缝裂纹。

(2) 连接件的轴、孔严重磨损。

(3) 结构件母材严重锈蚀、结构件整体或局部塑性变形, 销孔塑性变形。

3) 支撑架身的结构连接件应质量无缺陷且安装准确。

4) 支撑架身安装后、加载前, 架身轴线对支承面的侧向垂直度均应不大于 4/1000。

10. 安全控制

1) 钢结构高处作业中的安全设施与设备, 必须在每日施工前安排专人进行检查, 确认其安全可靠, 方可安排人员进场施工。

2) 钢结构施工中对高处作业的安全措施, 发现有缺陷和隐患时, 必须及时维修或更换; 若施工人员发现安全措施不到位, 有权拒绝高处作业。

3) 高空作业必须佩戴五点式安全带, 安全带高空作业前必须进行自检, 项目部定期对安全带进行检查。

4) 如遇有强风、浓雾、下雨等恶劣气候, 不得进行高处焊接作业。

5) 本项目针对性措施

(1) 高空通道

为保证高处作业人员行走安全, 搭设水平安全通道, 设置双安全绳, 保证行走安全, 在拼装构件之间设置垂直安全通道。

(2) 高空焊接挂笼

高空作业施工时, 在施工作业面位置设置挂笼, 挂笼挂在稳定牢靠的结构上, 作业工人安全带应挂在牢靠的结构上。

(3) 马道设置

在倒三角桁架上方使用钢跳板, 搭设通行马道, 马道宽度不小于 400mm, 马道一侧设置双丝生命线。弦杆下方满布防坠网, 钢跳板必须与结构使用铁丝绑扎牢固。

(4) 操作平台设置

施工操作平台使用钢跳板铺设, 周边设置踢脚板和硬性防护栏杆。

(5) 安全网设置

为切实落实安全冗余设置理念, 本项目所有存在人员表面作业的构件处, 均满铺安全密目网。网架安装时, 下弦面必须满铺安全密目网。同时, 所有临边位置, 安全网外挑 1.2m 挂设。

11. 技术总结

综上所述, 本技术应用具有设备简单, 操作快速方便, 数据结果稳定、可靠, 适用范围广, 安全风险低、支撑可重复使用等特点; 在进行钢结构建筑施工时, 可发挥一定的技术引领与指导, 希望可以为后续施工单位提供如何保证钢结构安全、稳定的安装提供相应的施工技术参考。

参考文献:

1. 《钢结构设计标准》GB50017-2017. 中国建筑工业出版社

- 2.《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205-2020 . 中国计划出版社
- 3.《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011 . 中国建筑工业出版社
- 4.网架结构设计与施工规程: JGJ7-91
- 5.高鹏.焊接球网架焊接技术[J].新疆投资与建设,2003(3):30-30

- 6.孙秀兰.大跨度焊接球网架结构施工技术[J].山西建筑,2006,32(3):153-154
- 7.李美玲.大跨度焊接球网架结构施工技术[J].今日科苑,2010(18):134-135

作者简介:陈玉泉(1989.2.1),男,蒙古族,内蒙古赤峰,大学本科,工程师,建筑工程。