

螺栓球节点网架施工技术

螺栓球节点网架现在已成为一种使用广泛的的屋盖承重结构,从结构力学角度上此种结构属于多次超静定空间结构体系。网架有多种型式,有平面桁架组成的两向正交正放网架、两向正交斜放网架、四角锥体组成的网架、星形四角锥形网架等。网架结构综合了工程平面形状和跨度大小、支承点情况、荷载大小、屋面构造、建筑设计等要求。这种空间网架,结构新颖美观,杆件规律性强,网格划一,整体性好,空间刚度大,抗震性能好,杆件之间全部采用螺栓连接,便于安装,操作简便。现广泛用于公共建筑大跨度门厅、体育馆、展览厅、民航候机厅、工业厂房等屋盖承重结构。

1 工程概况

民政部中国****中心工程(位于**区**路)和**大厦工程(位于**区**东门)屋顶网架均为螺栓球节点网架。

民政部****中心工程屋顶网架为正放四角锥型式,网格尺寸为 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$,网架支撑方式为下弦支撑,抗震设防烈度为8度,网架轴线总尺寸为 $33\text{m}\times 33\text{m}$,网架球节点采用45#钢,网架杆件、支座、支托均采用A3钢。屋顶采用蓝色镀膜中空钢化玻璃($6\text{mm}+5\text{mm}+6\text{mm}$) + 铝合金檀条,下部采用3mm厚铝塑板封底。

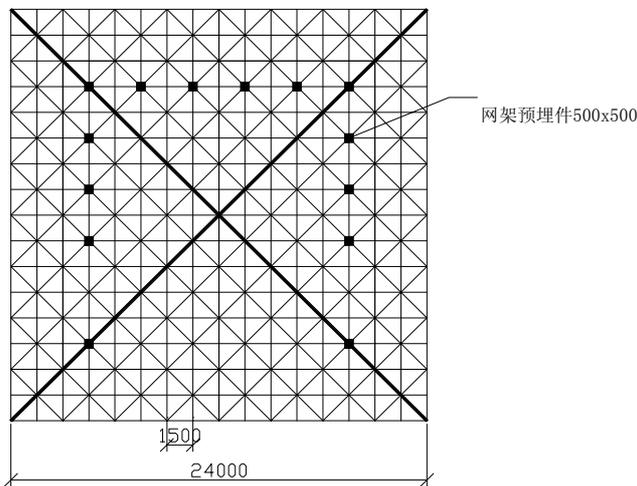


图1 网架平面图

2 施工准备

2.1 安装人员所备资料

2.1.1 进场材料的材质单、螺栓、钢球、杆件、螺钉等材料的半成品加工合格证。

2.1.2 安装单位的资质,安装人员的操作合格证、花名册,焊接人员的上岗证。现场的焊接工作必须由经过焊接球节点与钢管焊连接的全位置焊接工考核合格的专业人员施工。

2.1.2 施工图纸、施工方案、技术交底、安装合同、进场材料清单。

2.2 施工现场准备。

2.2.1 在屋面上满搭脚手架,步距按网格上升高度搭设。

2.2.2 在预埋件处混凝土达到28天后,混凝土强度抗压报告合格后,方可进行网架安装施工。

2.2.3 对在主体结构上的预埋件进行抄平,放出网架的轴线。掌握预埋件位置的准确程度,安装队根据土建测量放线的有关记录,进行复测、验收并记录存档。

2.2.4 施工工具及配合机具:经纬仪、水准仪、50m钢尺、交流电焊机、切割机、倒链、管钳、力矩扳手、千斤顶、丝锥等。

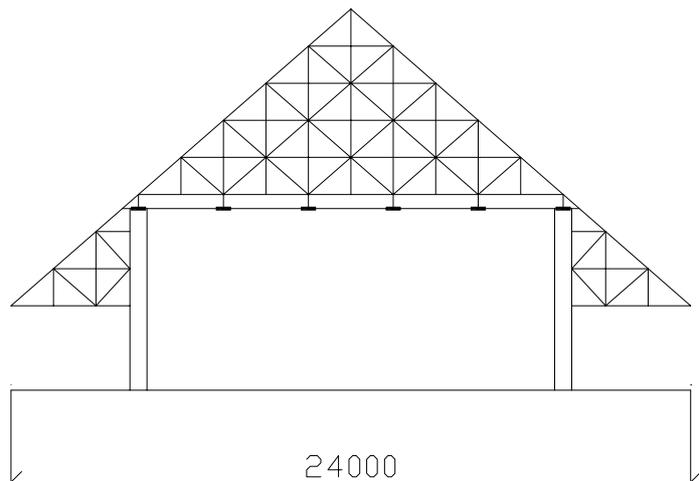


图 2 网架剖面图

3 安装方法

根据螺栓球节点网架的特点，为保证施工工期、工程质量，网架底部在预埋件上焊接基点的位置准确非常重要，要反复较核，底部连接杆在安装前先在地面上预排好后，再在相应位置进行组装，其它网架可在组装好的网架上高空散装并按顺序延伸，或在下面组装成单元在高空连成整体，或安装好整体进行吊装。本工程由于场地狭小，不宜采用吊装法施工，采用的是高空散装法。

3.1 在支座节点上开始安装杆件前，要检查预埋件上焊接的基点是否符合以下要求：

3.1.1 基座节点中心偏移允许值为网架跨度的 $1/3000$ ，且不大于 30mm 。应小于边长的 $1/3000$ ，而且小于 20mm 。

3.1.2 基座节点中心高度偏差允许值为相邻支座间距的 $1/400$ ，且不大于 15mm 。相邻基点的高低差应小于 5mm 。

3.1.3 最高与最低基座节点不大于 30mm 。

3.2 临时脚手架的搭设要求牢固、安全、适用。脚手架宜按承重 $2.5\text{kN}/\text{m}^2$ ，立杆的横向、纵向步距为不大于 1.8m ，横杆的竖向步距为 1.5m （可按网架每层高度进行调整）。脚手板要铺满，不应有探头板。临时脚手架下方要加设安全平网，四周临空处要加安全立网。

3.3 当临时脚手架经安全员验收合格后，方可进行网架安装作业。

3.3.1 先按基点支座焊接球位置，铺放下弦杆（球）时，要在每个下弦节点加一临时支承或调平器，使它在同一水平位置，紧接着安装腹杆，然后安装上弦杆（球）。

3.3.2 当第一排网格安装完以后，要检查所有套筒螺母是不是拧紧，高强螺栓是不是完全到位，经过精确地测量和校正，确认无误后，再重复上面顺序：下弦杆（球）—腹杆—上弦杆（球），向前安装。并应边安装边测量网格的长度、高度和垂度，如发现偏差太大时，应及时予以校正和调整。

3.3.3 检查评定标准：

3.3.3.1 纵横向长度 $L \leq \pm L/2000$ ，且 $\geq 30\text{mm}$ ；中心支座偏移 $\leq L/3000$ ，且 $\geq 30\text{mm}$ ；

3.3.3.1 网格尺寸 $\leq \pm 2.0\text{mm}$ ，锥体高 $\leq \pm 2.0\text{mm}$ ，支座高低差柱点支承 $\leq L/800$ ，且 $\geq 30\text{mm}$ ，周边支承 $\leq L/400$ ，且 $\geq 15\text{mm}$ ，跨中挠度 \leq 设计挠度。

3.3.4 网架全部安装完毕，再认真逐一检查各节点的螺栓到位情况，并把紧定螺钉旋入螺栓深槽内固定。

3.4 网架的杆件和高强螺栓只承受轴向力，不允许在杆件上吊挂重物，安装和拆卸网架时，应在杆件非受力状态下进行。

3.5 网架构件堆放时，堆放场地必须有防雨，防水措施，并保持干燥，应在材料下放放置垫木，不能直接搁置在地面上，以防构件锈蚀和沾染泥土脏物，网架运输的装、卸车，不能抛甩，以防止碰坏构件和油漆。构件安装前已进行除锈，并涂刷二底一面防锈漆，网架安装完毕后再涂刷最后一道面漆。

3.6 整个网架安装完毕，经设计等各方验收完毕后，喷涂防火涂料。防火涂料要选用经北京市消防局备案的产品，喷涂均匀。

3.7 在网架节点处安全顶托，在其上安装铝合金框，按高度及水平调整合格后，安装中空钢化玻璃，缝隙填嵌密封胶。打完密封胶后，浇水不小于 2 小时进行试验，以保证玻璃密封胶的密封效果，并在下雨天进行检查，对漏水处及时进行处理。

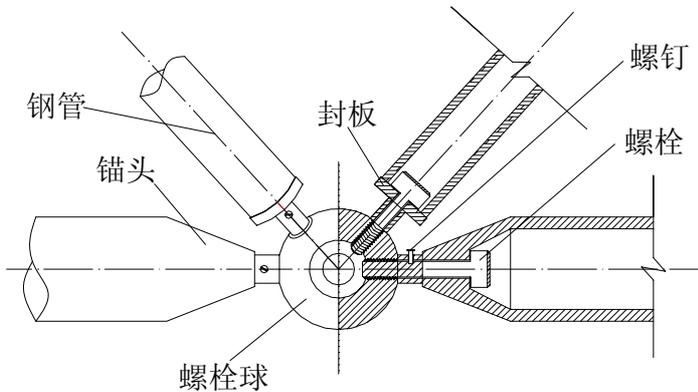


图 3 螺栓球节点图

4.1.1 现场焊接时要留出焊接材料收缩量，以保证焊接钢板平整、焊接位置正确。焊接工作尽量在工厂进行，即可保证焊接质量，又可减少高空或现场工作量。

4.1.2 套筒外形尺寸要符合搬手开口尺寸系列，端部保持平整，内孔径可比螺栓直径大 1mm。杆件可采用锥头或封板连接。

4.1.3 网架制作安装、验收及土建施工放线使用的所有钢尺必须标准统一、丈量的拉力要一致，当跨度较大时，就按气温情况考虑温度修正。

4.1.4 拼装单元应在实足尺寸大样上进行拼装或预拼装，以便控制其尺寸偏差。

4.2 高空散装标高偏差控制

4.2.1 首先控制基座节点标高，然后分层进行安装，控制每层安装的高度，一般从中间向两侧发展，使误差消除在边缘上。

4.2.2 安装支架前根据设计提供的支架总沉降量进行控制，一般不应大于 5mm，安装上一层网架时，要保证下一层已安装网架的刚度和稳定性。

4.2.3 悬挑拼装时，由于网架单元不能承受自重，所以对网架要进行加固或在其下搭设临时脚手架。

4.2.4 支座节点为纵、横两个方向的钢板垂直与埋件钢板焊接连接，上部剖成凹球装，与连接球焊接，此结构形式传力可靠、连接简单。

5 施工安全环保技术要求

5.1 必须认真贯彻执行“安全第一，预防为主”方针，消除安全隐患，防止事故发生，做好高空安全施工。

5.2 网架安装人员上岗前须接受三级安全教育。特殊工种人员必须持特殊操作证上岗作业。施工现场人员要熟知本工种的安全技术操作规程。

5.3 作业时必须穿防滑鞋，戴安全帽，高空特殊部位须配好安全带。

5.4 网架安装时，不准交叉作业，外围施工和人行道必须搞好外围防护，物料不能集中堆放，由于网架安装有焊接作业，其要检查其工作面下放不能存放易燃物品。

5.5 施工中使用的防锈漆、防火涂料要妥善保管，涂刷时注意成品保护。

6 网架安装注意事项

6.1 螺栓球节点由螺栓、钢球、螺钉、锥头、封板等零件组成。螺栓球节点的钢管、封板、锥头应符合国家标准《碳素结构钢》GB700—88 规定的 3# 钢或国家标准《低合金结构钢技术条件》GB1591—88 规定的 16Mn 钢，钢球符合国家标准《优质碳素结构钢号及一般技术条件》GB699—88 规定的 45 号钢，螺栓、螺钉应符合国家标准《合金结构钢技术条件》GB3077—88 规定的 40 号 Cr 钢，40B 钢或 20MnTiB 钢。产品质量应符合行业标准《钢网架螺栓球节点》JGJ75.1—91 规定。

6.2 网架制作与安装应符合《网架结构工程质量检验评定标准》JGJ78—91 并编制施工方案，在施工中必须严格执行。

6.3 焊接球、螺栓球、杆件、高强度螺栓等均应有出厂合格证及检验记录。

6.4 交工验收时，应检查网架的纵横向边长偏差，支座节点的中心偏移和高度偏差。

6.5 施工完成后，应测量网架的挠度值（包括网架自重的挠度及屋面工程完成后挠度），所测的挠度平均值，不应大于设计值的 15%，实测的挠度曲线应存档。

6.6 网架工程验收应具备下列文件：网架施工图、竣工图、设计变更文件、施工方案、所用钢材及其他材料的质量证明和试验报告；网架的零部件产品合格证书和试验报告、网架拼装各工序的验收记录、焊工考试合格证明、焊缝质量和高强螺栓质量检验资料、总拼就位后几何尺寸误差和挠度记录。

6.7 防火涂料喷涂前钢材表面除锈及防锈底漆二道，面漆两道。防火涂料的粘结强度、抗压强度符合《钢结构防火涂料应用技术规程》CECS 24：90 规定，由检测单位到现场进行检测。

7 结束语

**工程螺栓球节点网架的现场拼装工期为 20 天，整个屋顶网架的外装效果较为突出，内部杆件构成的空间结构美观，后期在网架上安装的彩色装饰探照灯，夜间在灯光的照射下，显现出网架及玻璃顶极具现代建筑形象。此工程已交付业主使用两年，均得到业主好评，并已取得“北京市建筑长城杯奖”和“北京市优质工程奖”，屋顶网架结构的安装及装饰效果受到专家的一致好评，这表明本工程螺栓球节点网架安装，实现了螺栓球节点网架的精度高、空间结构效果好的优点。