

## 北 航 体 育 馆 网 架 施 工

郭少先 姜忠国 何文杰 郭 强

**摘 要** :北航体育馆网架施工采用满堂脚手架,按照网架安装顺序依次实施,确保安装过程中各杆件受力均衡,质量控制严格,设计最大允许挠度为 238.5 mm。施工后的实测结果显示,网架中心区域挠度值仅为 69 mm,南侧悬挑网架为 117 mm,均小于允许设计挠度。

**关键词** :网架;钢支座;挠度;安装

中图分类号: TU 39

文献标识码: B

文章编号: 1000-4726(2003)05-0360-02

## CONSTRUCTION OF THE GRIDS OF BEIJING AERONAUTICAL UNIVERSITY GYM

GUO Shaoxian JIANG Zhongguo HE Wenjie GUO Qiang

**Abstract:** The construction of grid of Beijing Aeronautical University Gym adopts full scaffolding to be applied in order by the sequence of grid installation to ensure the stress of rods in balance in the course of erection. There are strict quality control which has the maximum allowable design deflection 238.5 mm. The result of measurement after construction shows the deflection of the grid central area is only 69 mm, overhanging grid to the south is 117 mm, which are all allowable design deflection.

**Key words:** grid; steel support; deflection; erection

北京航空航天大学体育馆南北长 131.3 m,东西宽 86.4 m。总建筑面积 13 831 m<sup>2</sup>,由主场馆和练习馆两部分组成,主馆最高点 36.5 m。该工程主馆托挂在 4 根倾斜的大柱上,大柱在馆中心的上空交汇。上部结构为两层带气楼的钢网架结构,平面尺寸 81.6 m×70.8 m。两层网架矢高 8.5 m,支撑在 4 根柱子上。本文介绍该馆网架施工的技术要点。

## 1 网架结构形式及设计荷载

## 1.1 网架结构形式

本工程网架平面近似十字形,在其纵横交叉的 4 个拐点处各设一个截面 1.2 m×1.2 m 的钢筋混凝土支撑柱。整个网架就支撑于其上(图 1、2)。南北方向柱距 48.6 m,东西方向 37.8 m。柱列外侧四边各挑出 16.2 m。在十字形网架平面的缺口处(即对角线方向)有 4 根装饰性斜梁穿过,斜梁在网架中心的上空 29.5 m 处交汇。交汇点立有 8 m 高的装饰性不锈钢天线。网架立面形式呈正放的四角锥,除 4 个支座附近设少量的空心球节点外,其余均为螺栓球节点。网架的杆件为高频焊管,高强螺栓 40 Cr、10.9 级,螺栓球用 45 号钢锻制,封板用 Q 235 碳钢锻制。

## 1.2 设计荷载

(1) 恒载:屋面 BHP 彩板及网架重力荷载 0.8 kN/m<sup>2</sup>;风管、灯具及马道 0.5 kN/m<sup>2</sup>;网架檐口雨水槽和积水 3 kN/m。

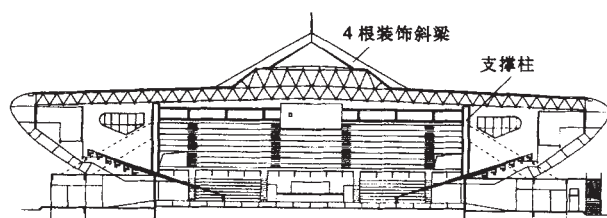


图 1 北航体育馆剖面图

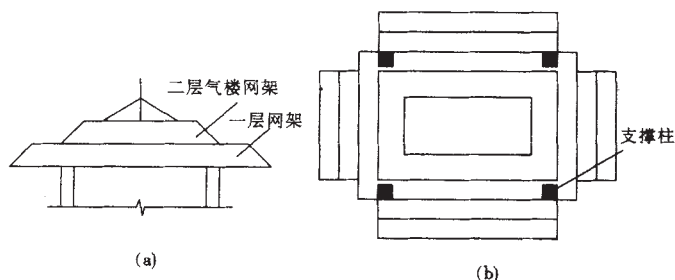


图 2 网架支撑布置示意图  
(a)立面;(b)平面

(2) 雪载 0.3 kN/m<sup>2</sup>。

(3) 网架用钢量 0.47 kN/m<sup>2</sup>,网架总重 270 t。

## 1.3 屋面结构形式

屋面上层为银灰色 0.53 mm 厚 BHP 镀铝锌 KL 型压型钢板,下层为彩色镀铝锌 DTⅢ型穿孔吸音压型钢板。两层板中间填充 40 mm 厚吸声玻璃棉和 80 mm 厚保温岩棉,在吸声和保温材料之间设隔气层。

## 2 网架施工的支撑

本工程东、西、北三侧为阶梯形钢筋混凝土看台,网架施工前看台混凝土已经浇筑完成,南侧是主席台兼做活动看台。场地内无法做活动支撑,故全部为满堂

郭少先,1948 年 9 月生,河北张家口人,河北省第四建筑工程公司,副总工程师,高级工程师,102206,北京昌平  
收稿日期 2002-12-25

脚手架。东、西、北三侧看台处的脚手架直接搭设在阶梯形的混凝土看台地板上。满堂脚手架顶部满铺脚手板且满兜安全网,形成安装网架的操作平台,平台距网架下弦球底 200~400 mm。要求满堂脚手架承重能力大于  $2.50 \text{ kN/m}^2$ 。一层网架安装完毕后,场地中间有二层气楼部分的脚手架穿过一层网架向上延伸,为二层气楼网架施工提供安装作业平台。

### 3 安装抗震球形钢支座

#### 3.1 抗震球形钢支座的构造

KQZ-3 000 kN 型抗震球形钢支座的构造分外壳、底板和上盖三部分(图 3)。底板为凹弧面球形下支座,其上是半个凸弧面球形的上支座(上盖)。上下两件的弧形表面相接触,其弧形面均衬有不锈钢和聚四氟乙烯板。在聚四氟乙烯板表面压有储油坑并涂有 295 号硅脂,使压强越大球面摩擦系数越小。当压强为  $10 \text{ MPa}$  时,球面摩擦系数  $\mu=0.3$ ;压强为  $30 \text{ MPa}$  时,球面摩擦系数  $\mu=0.012$ 。抗震球形钢支座的特点是耐磨性强、抗震性好,可承受竖向压力、水平剪力、竖向拔力和其他方向的荷载,允许水平位移 30 mm,允许转角  $3.44^\circ$ ,亦称万向节支座。

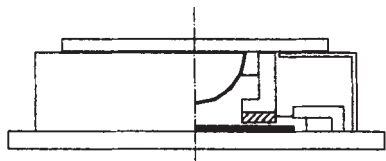


图 3 抗震球形支座

#### 3.2 支座安装

钢支座出厂时底座和上托是预压紧的,有 4 根螺栓紧固。安装时要求支座在自身闭合状态下与上部网架连接。待全部荷载安装到位后,将支座底板与柱顶预埋件焊接牢固。焊接时采取降温措施,在靠近橡胶密封圈处放置湿布或限时分散焊接,以免烧坏橡胶密封圈。网架安装完成、4 个支座全部安装就位并焊接后,再拆除支座上盖与底座间的连接螺栓,使其能自由转动。

#### 3.3 支座处网架施工

4 个支座处的网架受力比较集中,故在支座的上弦和下弦处各设置 3 个空心球,空心球的直径 500 mm(图 4)。由于上弦空心球的直径比旁边的螺栓球大很多,造成支座处屋面不能顺平,故将上弦空心球在水平方向截去一个弧面,使其上部成为平面,与网架上弦高度相一致,且在被截去一块的空心球内部增设 4 块加劲肋钢板,以增强其刚度。

### 4 网架安装

#### 4.1 施工顺序

网架四边均有 3 个轴距 (16.2 m) 的悬挑网架,为

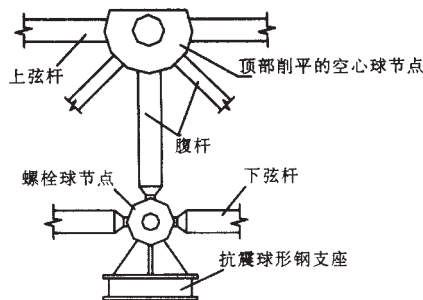


图 4 网架支座处的结构

使网架安装过程中受力较合理,避免出现个别杆件的安装状态受力和使用状态受力不一致,或者局部安装成型的网架片断的受力状况与使用状态受力变化较大而产生不应有的变形和损失,采用合理的安装顺序十分必要。先从北端的两个支座开始安装,相对向中心区域推进,接近中心部位时折返过来安装北侧的悬挑网架,使悬挑网架和非悬挑网架接近平衡。全部安装工作严格按网架安装顺序依次实施,以确保安装过程中各杆件及片断受力均衡,接近使用状态的受力形式。

一层网架安装完成并验收后,升高到二层,进行二层气楼网架的安装施工。

#### 4.2 网架安装的质量控制

网架安装对土建结构的要求为纵横向长度与设计尺寸的偏差不大于  $\pm 30 \text{ mm}$ ,预埋件中心偏移不大于 30 mm,相邻预埋件的高低差不大于 15 mm。土建结构的轴线、标高和几何尺寸准确无误。网架安装过程中,要求高强螺栓必须拧紧到位,不允许套筒接触面有眼睛可观察到的缝隙;所有安装杆件不允许存在超过规定的弯曲和变形;已安装网架的零部件表面应清洁完整,不损伤,不凹陷,不错装,对号准确;网架节点中心偏移不大于 1.5 mm,且单网格长度偏差不大于  $\pm 1.5 \text{ mm}$ ,整体网架安装后的纵横向长度偏差不大于  $L/2000$ ,且不大于  $\pm 30 \text{ mm}$ ,支座中心偏移不大于  $L/3000$ ,且不大于 30 mm,相邻支座高低差不大于 15 mm。

### 5 网架挠度的检测

施工过程中及施工完毕后进行了 3 次挠度检测。第一次是网架安装完成,第二次是网架上边的屋面板安装完毕,最后一次是网架内的通风道、马道、灯具音响、吊具安装完毕之后进行的。该网架设计最大允许挠度为 238.5 mm,网架中心区域最终实测挠度的最大值仅 69 mm。

网架南侧悬挑部分是舞台和乐池,该处灯光吊具、多层大幕等悬挂设施相对集中,荷载增加的比较多。故对此处又专门进行了挠度值实测,结果显示,南侧悬挑网架的最大挠度为 117 mm,比设计允许挠度小。