

某大型教学楼屋面网架结构设计

张 勇¹ 梁隐之²

(1、广东省建筑设计研究院 广州 510010；2、广东珠江建筑工程设计公司 广州 510630)

摘 要 近年网架结构在一般民用建筑中的应用越来越广,文中通过工程实例探讨网架设计中遇到的一些问题和解决方法,以供参考。

关键词 网架;支座;挠度

1 工程概况

北京师范大学“教学主轴”建筑群(新主楼)是该校的标志性建筑,它的落成成为 2002 年的百年校庆增添了不少色彩,体现了深厚的文化氛围。

本工程位于该学院正门广场,地上 8 层,地下 1 层,建筑总高度 39.8m,建筑平面采用 H 型设计,东西长 101.6m,南北长 66.6m。其中,屋面采用大跨度网架结构,上盖为 101.78m×60.5m,中间跨度为 64.08m,两边悬挑 18.85m,网架高度为 2.6m。

2 网架结构形式的选取

网架四周采用正放四角锥形式,上铺彩色复合钢板屋面,四周干挂轻质石材复合板,中间部分采用两向正交正放形式,上铺塑料阳光板,有利于网架下面大空间的采光。网架屋面排水坡度是在上弦节点上加小立柱找坡,网架采用下弦支承方式,分格为 3.6~3.9m,中间跨共分 18 格,两边悬臂各分 5 格,支座采用无侧移的铰接支座和抗拉支座,网架平面如图 2 所示;网架节点采用热轧无缝钢管和螺栓球,高强螺栓连接。

3 网架支座的选取

建筑物主体结构设置了 2 道抗震缝,把建筑平面 H 形分成了 3 个规整的矩形(如图 1),这样就对建筑物的抗震较为有利,于是网架支座设于何处就成为本工程网架设计中的首要问题。

受到建筑平面的限制,网架只能在东、西、北面设置支座,故只有放弃四边设置支座这种最有利的受力计算模式。假设在网架的三边即⑤轴、⑮轴和⑪轴上设置支座,则主体结构的 3 个抗震单元上都会有网架支座,一旦发生地震,相邻抗震单元间的网架

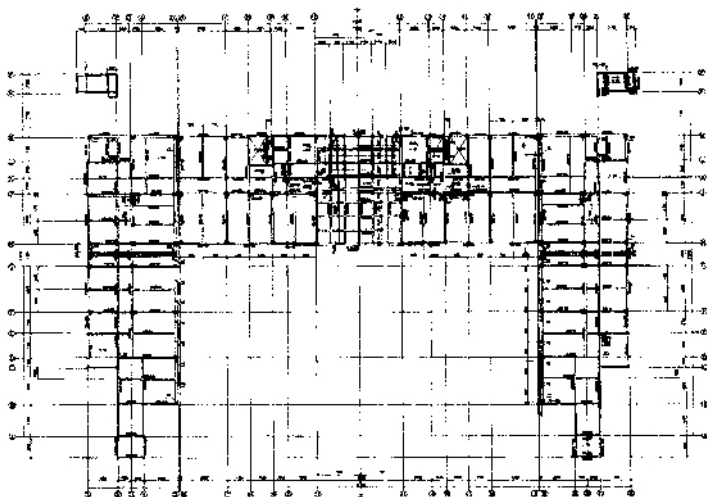


图 1 屋面平面图

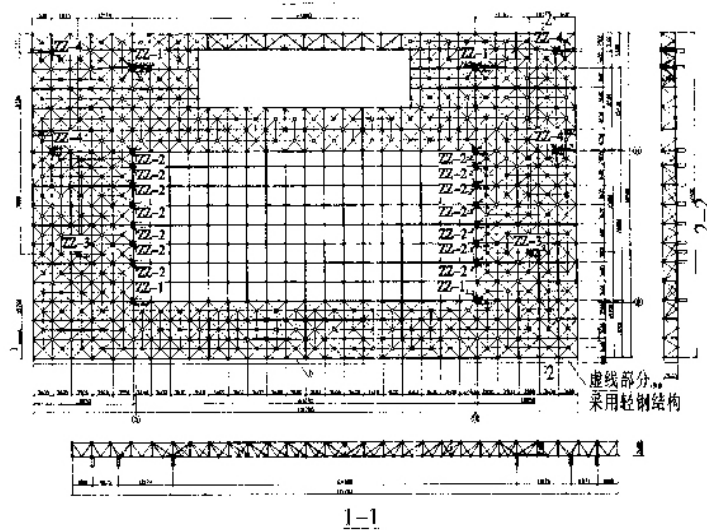


图 2 网架平面图

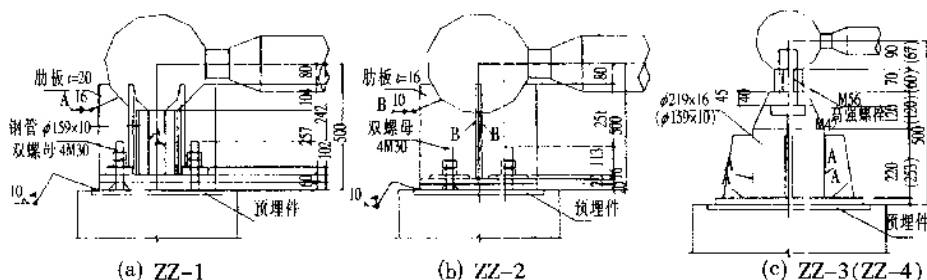


图 3 抗拉支座图

杆件所受的内力会很大,杆件的截面也随之增大,不利于网架抗震,若把中间抗震单元上的网架支座做成可以水平滑移的支座就能较好地解决这一问题。挠度也是网架设计中需要考虑的重要因素之一,本网架结构采用中国航空工业规划设计研究院编制的 SFCAD 软件在 SUN 工作站上进行计算,得出三边设置支座的网架的跨中挠度为 302mm,最大的螺栓超过 M100,杆件所受的内力非常大,而只在两边设置支座的网架挠度仅为 286mm,所以三边设置支座的网架并不是很好的方案。

只在网架两边设置支座则是比较合理的方案,首先在⑤轴和⑩轴上设置 1 排 M1、M2 支座,它们均为无侧移的铰支座,可尽量减小网架中间跨的跨度。两边悬挑部分跨度越大,对减小中间跨的挠度就越有利,但是悬挑部分又不能太长,因为网架的自重会随悬挑长度的增大而增加,从而使悬挑端部的挠度增大。风荷载的其中一种工况会在网架悬挑部分产生一个向上的较大的反力,这个反力是不利于减小跨中挠度,这样就限制了网架的悬挑长度。怎样才能做到既缩短悬挑长度和减小中间跨挠度,而又致使悬挑端的挠度加大,在保持⑤轴和⑩轴上的 M1、M2 支座不变的情况下,可以改变的支座就只有悬挑部分下面的支座,且改变的原则是尽量把支座设置在剪力墙或柱上。

经多次选取不同的支座并进行试算,发现在网架悬挑部分的①轴×⑩轴和①轴×⑪轴处增加 M4 抗拉支座,在②轴×⑩轴处增加 M3 抗拉支座是最佳方案,这些支座的支座反力为拉力,最大 620kN,最小 58kN,而且它们均设在屋面主体结构柱和剪力墙位上,只要安装抗拉预埋件和抗拉支座,就能有效抵抗风荷载作用而产生的较大的反力。

从计算结果可以看出,网架各个支座的 X 向和 Y 向水平反力非常小,主体结构主要承受竖直方向上的反力,最大的支座反力是 3387kN,只要在基础和剪力墙柱设计时考虑这些反力就行了。这种方案是所有方案中挠度最小的,但是如果按《网架结构设

计与施工规程》所规定的用作屋盖的网架结构容许挠度 $\leq L/250$ (L 为网架的短向跨度) $=60500/250=242\text{mm}$,不满足要求,其实这个网架的挠度最大点是在图 2 的 N 点处,该点的挠度容许值应为 $L_1/250 + L_2/250 = 60500/$

$250 + 10700/250 = 285\text{mm}$,所以网架的最大挠度值应满足规范要求。

4 最终方案、最大构件及施工方案

最终方案是在网架两边各设置 9 个支座,另在每边悬臂下设置 3 个抗拉支座,其中 ZZ-1、ZZ-2 (如图 3a~b) 支座为无侧移铰支座,ZZ-3、ZZ-4 (图 3c) 为无侧移抗拉支座。本工程网架设计中,使用的最大构件是 $\phi 219 \times 16$ 热轧无缝钢管,螺栓为 M85,封板为 60×14 ,锥头为 $219 \times 120/45$,螺栓球为 $\phi 400$ 。由于网架下方的广场面积较大,搭“满堂红”脚手架工程量很大,不适宜采用高空散装法,而且工期很紧,故选择了高空滑移法中的逐条积累滑移法,利用建筑物北边的屋面做整装场地,安装好的分条网架单元在滑轨上逐条累积拼接后滑移到设计位置,该法大大地缩短了安装时间,并且保证了网架的施工质量。

5 结束语

在网架设计中,最重要的一点是选择符合工程实际情况和建筑设计方案等综合条件的结构形式,其次是根据建筑物屋面的结构平面选择适当的支座形式和确定支座位置,网架杆件布置不能出现结构几何可变的情况,试算后按照各个支座的反力和网架的挠度进行调整,直到网架受力合理、杆件截面适中和挠度符合规范要求。网架设计完毕后,还应根据网架的受力和构造等特点选择安装方法,在保证网架质量和安全的前提下,尽量缩短整装网架的时间,以配合工程的总进度。

参考文献

- 1 JGJ 7-91 网架结构设计与施工规程
- 2 GBJ 17-88 钢结构设计规范
- 3 GB 50205-2001 钢结构工程施工质量验收规范
- 4 JGJ 78-91 网架结构工程质量检验评定标准