

CNG 加气站悬挑网架设计

赵玉慧 任兴文 孙晓骥

(西安长庆科技工程有限公司, 西安 710018)

摘要 苏里格气田某示范项目 CNG 母站加气站采用网架结构, 网架采用正放四角锥形式, 平面尺寸为 $64\text{ m} \times 8\text{ m}$, 网架底部标高为 6.5 m, 厚度为 1.2 m。根据建设方要求, 钢网架采用单排柱支撑, 网架结构四面悬挑, 柱距为 10 m。详细介绍该特殊网架的设计计算及节点构造做法。

关键词 悬挑网架 悬臂结构 螺栓球节点

中图法分类号 TU391.1; 文献标志码 A

1 工程概况

CNG 加气罩棚覆盖加气区域, 是为顾客及加气设备防雨、遮阳的单体建筑, 漂亮醒目的罩棚是加气站整体形象的重要组成部分。本工程 CNG 母站加气罩棚采用网架结构, 网架采用正放四角锥形式, 罩棚棚体侧立面为 T 形, 平面尺寸为 $64\text{ m} \times$

8 m , 覆盖面积为 512 m^2 , 网架厚度 1.2 m。由于罩棚跨度不大, 考虑到美观要求和使用要求, 下部支撑结构采用单排柱子支撑整个网架结构, 柱距为 10 m, 综合考虑各方面因素后, 决定在网架下设置三个球节点支座, 将网架支撑于下部钢梁上, 最终全部荷载由钢柱传至基础。结构平面及立面见图 1、图 2。

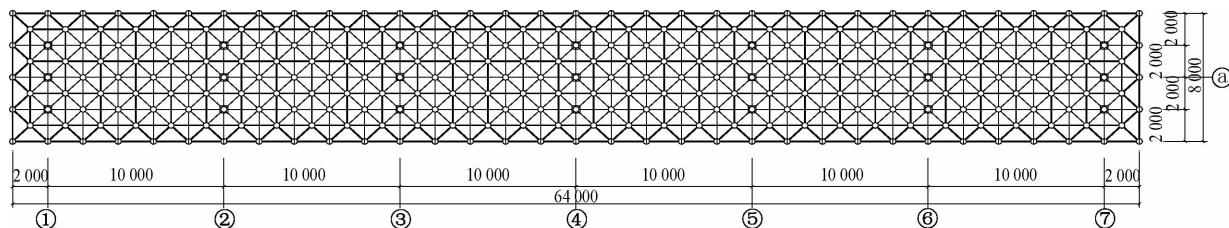


图 1 网架平面图

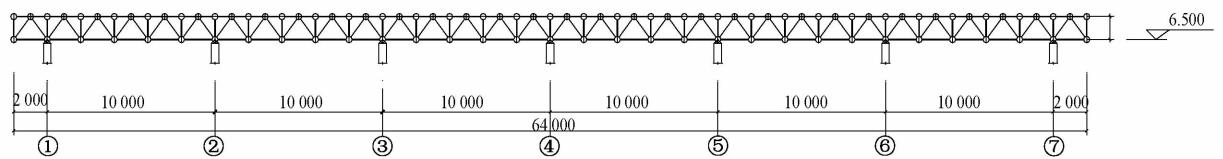


图 2 网架立面图

2 荷载取值及组合

2.1 结构荷载

结构计算考虑的荷载和作用有:

恒荷载、活荷载、风荷载、温度效应及地震荷载。具体荷载设计标准值取值如下:

① 恒荷载:除网架结构自重外,考虑屋面板、檩条及连接件重,上弦恒载取 0.3 kN/m^2 ;考虑到灯具的悬挂荷载,下弦恒载取 0.1 kN/m^2 。

② 活荷载:屋面活载取 0.5 kN/m^2 ,作用在网架上弦。

③ 风荷载:当地 50 年一遇基本风压 0.55 kN/m^2 。

④ 雪荷载:当地 50 年一遇基本雪压 0.30 kN/m^2 。

⑤ 温度荷载:温度荷载采用 $+30^\circ\text{C}$ (结构施工安装时的温度与使用过程中温度的最大差值,结构地处沙漠地区,温差大)。

⑥ 抗震设防烈度为 6 度。

2.2 荷载组合

在进行结构内力分析时,必须考虑几种荷载同时作用时的可能性。本工程考虑恒载、活荷载及其不利布置、温差的影响、风荷载和地震荷载作用下的多种组合^[1]:

- (1) 1.20 恒载;
- (2) 1.35 恒载 + 1.40×0.70 活载工况 1;
- (3) 1.20 恒载 + 1.40 活载工况 1;
- (4) 1.00 恒载 + 1.40 活载工况 1;
- (5) 1.20 恒载 + 1.20×0.50 活载工况 1 + 1.30 水平地震;
- (6) 1.00 恒载 + 1.00×0.50 活载工况 1 + 1.30 水平地震。

3 结构选型

网架结构选型对结构的受力合理性、成本造价、加工制作及安装质量都有直接影响。正放四角锥网架^[2]由倒置的四角锥为组成单元,锥底的四边为网架上弦杆,锥棱为腹杆,各锥顶相连即为下弦

杆。本工程罩棚平面为矩形,上、下弦杆均与边界平行(垂直)。正方四角锥网架空间刚度比其他类型四角锥网架大,杆件的类型和数量比较少,外观简洁明了,这种网架因杆件标准化、节点统一化,便于工厂化生产。根据建筑平面形状和跨度大小、网架的支撑方式、荷载大小、屋面构造和材料、施工安装方法同时结合满足使用功能和安全经济的原则,通过多个方案的对比,本工程最终采用正放四角锥网架。

4 网架内力分析与计算

网架结构的计算采用了同济大学编制的空间钢结构设计软件 3D3S。结构采用正放四角锥,采用螺栓球节点。杆件材质选用 Q235 热轧无缝钢管。由于结构跨度较小,为避免结构杆件型号类别过多,通过对截面的优选及综合考虑材料采购和施工条件等因素,最终确定网架结构杆件截面为 $\Phi 48 \text{ mm} \times 3.5 \text{ mm}$ 。通过软件分析计算,网架结构的挠度和长细比均符合规范要求。由于结构平面布置对称,荷载对称,因此,网架杆件内力分布对称。

5 节点设计

5.1 网架节点设计

网架节点形式主要有:焊接空心球节点、螺栓球节点和焊接钢板节点。焊接空心球节点是我国采用最早也是目前应用较广的一种节点,其构造简单、传力明确、连接方便、适用性强;焊接钢板节点适用于弦杆呈双向布置的各类网架,这种节点具有刚度大、用钢量较少、造价低的优点,但不利于工厂化、标准化生产,且工地焊接工作量大;螺栓球节点除具有焊接空心球节点所具有的对汇交空间杆件适用性强、杆件对中方便和连接不产生偏心的优点外,还可避免大量的现场焊接工作量,零配件工厂加工,使产品工厂化,保证了工程质量,运输和安装方便,常用于四角锥体系的网架,因此,本工程采用螺栓球节点。

5.2 网架支座节点设计

网架支座节点是网架和支承结构之间联系的纽带,也是整个结构的关键部位。本工程采用网架结构与方钢管的钢托梁^[3]连接在一起,然后搁置在方钢管柱上。网架结构整体受力犹如一块大板,因此支承的位置对网架的受力及经济性能影响很大。网架结构支座的设计不仅要充分考虑与计算简图的相接近,还要充分考虑到支座反力对下部支承结构的不利影响,网架采用三个固定铰支座,位置见图4。

根据受力状态,支座节点一般分为压力支座节点和拉力支座节点两大类^[4]。本工程支座节点主要承受压力,因此,综合考虑平板压力支座节点、单面弧形压力支座、双面弧形压力支座节点、球铰压力支座节点及板式橡胶支座节点这五种压力型支座节点。本工程采用平板压力支座节点,这种节点适用较小跨度的网架,此节点通过十字节点板及底板将支座反力传给钢托梁,再由钢托梁传给方钢管柱。甘炳洪编著 基本力学 田钢量名 详图图3 基准孔向下

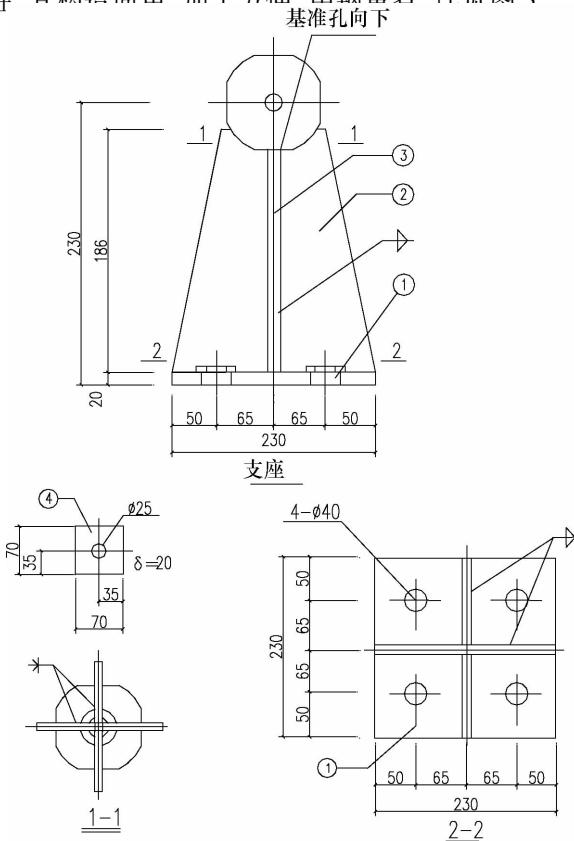


图3 支座节点详图

5.3 梁柱节点设计

钢托梁与柱均采用 $400 \times 400 \text{ mm}^2$ 的方钢管,因此如何可靠连接是本工程的重要的一部分。详见图4、图5。

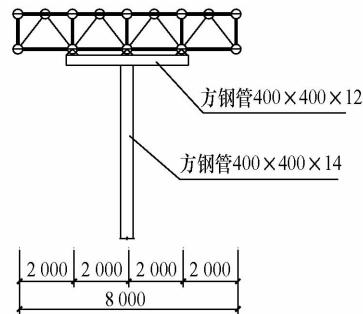


图4 网架侧立面

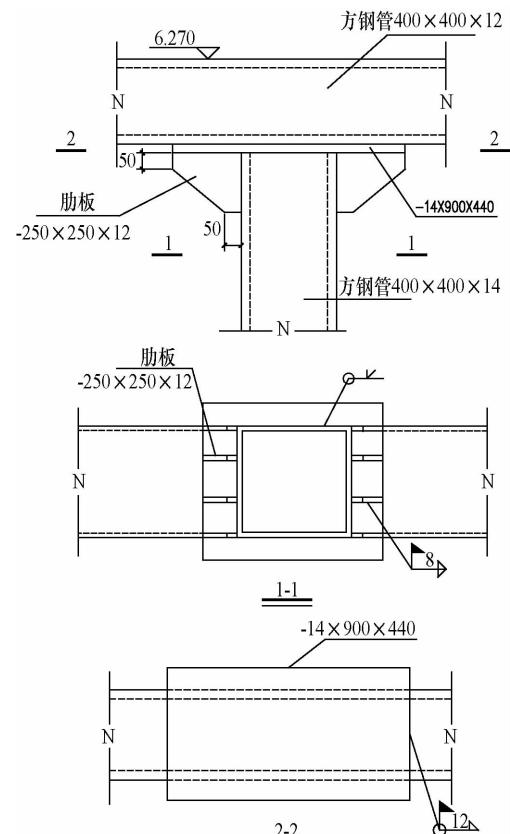


图5 梁柱节点图

5.4 刚架柱脚节点设计

柱脚主要分为两种,一种是带靴梁的整体式柱脚,一种是不带靴梁的。带靴梁的柱脚可以有效减

小底板厚度,增加柱脚刚度。但是由于靴梁与柱相交处容易形成应力集中,且本工程底板厚度不大,因此,采用了不带靴梁的整体式柱脚,详见图 6。

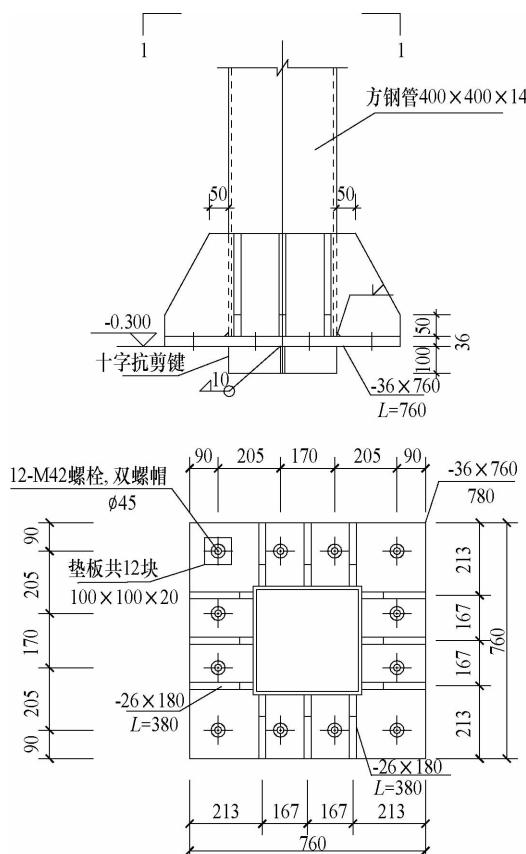


图 6 方钢管柱脚详图

6 结语

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方案等综合条件下的结构形式,确定合理的计算简图,选择适当的支座形式,确定支座的位置,充分考虑结构可能作用的各种荷载。要保证结构几何不变,按照各个支座的反力和网架的挠度反复试算进行调整,直到网架受力合理,杆截面适中且挠度符合规范要求。本文结合某 CNG 加气站具体网架工程设计,详细介绍了由单排柱支承的四面悬挑特殊网架结构的设计过程,所得出的结论将为今后此类特殊网架结构的设计提供有价值的参考。

参 考 文 献

- 王秀丽. 大跨度空间钢结构分析与概念设计. 北京: 机械工业出版社. 2008
- 中国建筑科学研究院. JGJ7—91 网架结构设计与施工规程. 北京: 中国建筑工业出版社, 1991
- 赵熙元. 建筑钢结构设计手册. 北京: 冶金工业出版社, 1995
- 丁宗梁, 陈 莹, 甘 明, 等. 车站大厅阶梯型不规则网架设计研究. 建筑结构学报, 17(5):
- 赵 顺, 梅志强. 某体育馆屋面网架设计. 科技情报开发与经济, 2007; (17):
- 林育新. 少支点悬臂网架设计. 福建建设科技, 1998; (2):
- 文双玲, 李文, 魏星. 中国大学世纪馆钢网架设计. 工业建筑, 2003; 33; (6):

The Design of Cantilevering Grid of CNG Gas Station

ZHAO Yu-hui, REN Xing-wen, SUN Xiao-ji

(Xi'an Changqing Technology Engineering Co. Ltd, Xi'an 710018, P. R. China)

[Abstract] It is analyzed steel grid which is supported by single-row column. All of the sides are under cantilever. To be stable, it is used steel joist to connect the steel grid, and then be supported by steel column. The design of the steel gird and joint measures are particularly detailed.

[Key words] cantilevering grid cantilever structure bolt ball node