

# 狭小空间超高双向倾斜门式刚架体系施工技术

史佳

陕西建工机械施工集团有限公司

DOI:10.32629/btr.v3i2.2920

**[摘要]** 本文主要研究超高层钢结构中门式刚架具有超高双向倾斜的特点,其吊装空间狭小,回转半径小,吊车上楼面措施难度大,测量控制精度高。选择合理的吊装方法及吊装顺序显得极为重要。

**[关键词]** 超高层; 门式刚架; 双向倾斜; 上楼面; 钢结构

超高门式刚架结构内部空间较大,便于利用,所以它广泛用于工业厂房和体育馆、礼堂、食堂、大跨度建筑等领域中,这种结构的优点在于空间面积大、透光性好、造型优美,它的选择主要服从建筑造型的考虑。

## 1 工程概况

延长石油科研中心塔楼建筑总高度217.3m,地下3层,地上46层,总建筑面积217000m<sup>2</sup>。门式刚架位于塔楼东侧,跨越北框架与南门厅之间,根部起于4层14.400m,顶部最高处标高39.600m,最低处22.368m,门式刚架在8轴~16轴之间按轴线布置共计9榀,钢架与水平面夹角77°向东西面倾斜,跨度20.5m,单榀最重30.241t,最轻13.376t。

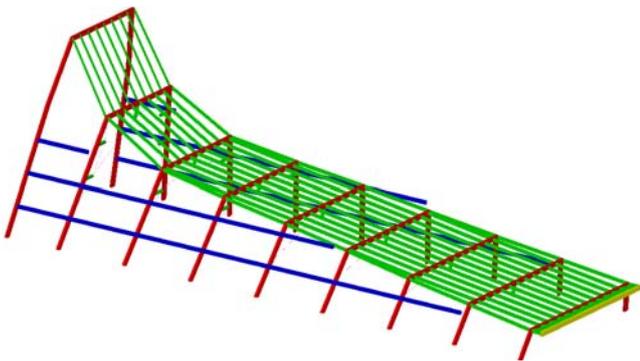


图1 门式刚架三维立体示意图

## 2 超高双向倾斜门式刚架施工技术特点

### 2.1 技术原理

选用大吨位汽车吊跨内原位分段依次吊装。根据平面荷载分布图,汽车吊支腿设置在梁、柱节点上,支撑点垫路基箱。在楼面承受荷载值小的地方设置型钢转换平台,转换平台支点设置在下部混凝土柱上,汽车吊支腿下部钢梁设置加密区,保证楼面荷载安全。由于门式刚架立柱双向倾斜,利用全站仪极坐标法,通过在倾斜钢柱及钢梁上贴反光贴,控制钢柱及钢梁的三维坐标。保证门式刚架的空间定位准确性。钢拉杆在门式刚架形成稳定框架后进行拉结紧固。

### 2.2 特点

#### 2.2.1 门式刚架跨度大、每榀门式刚架间高差大

瀑布式幕墙下半部分共有九榀门式刚架组成,刚架跨度为20.8m,最大高度39.55m,最小高度为18.55m。高差最大相差21m。

#### 2.2.2 门式刚架辅助有拉杆结构共同组成的承力体系

门式刚架为箱型截面、由多道箱型梁拉结,其中八榀刚架平面内设置钢拉杆结构与箱型梁共同组成的成立体系。

## 3 施工措施

### 3.1 BIM技术节点二次深化

使用BIM技术进行三维建模,对节点进行优化设计,对钢构件进行优化分段,以满足吊装工况要求及减小现场焊接的工作量,同时解决现场各专业间的碰撞问题。

### 3.2 跨内吊装施工措施

根据门式刚架的结构特点,首创了在狭小空间内原位跨内分段吊装。吊车由西向东依次吊装,每榀门式刚架次梁安装焊接完成后形成稳定框架后方可进行下一间钢梁安装。如下图:



图2 门式刚架安装示意图

### 3.3 吊车上楼面施工措施

根据门式刚架位置施工时吊车必须站立在地下室顶板上,所以对楼面采取一定的加固措施。根据设计不同楼面部分的承载力的不同采取不同的措施,8轴~13轴间承载力为20kN/m<sup>2</sup>,13轴~16轴间承载力为4kN/m<sup>2</sup>。

#### 3.3.1 楼板承载力为20kN/m<sup>2</sup>汽车吊上楼面施工措施

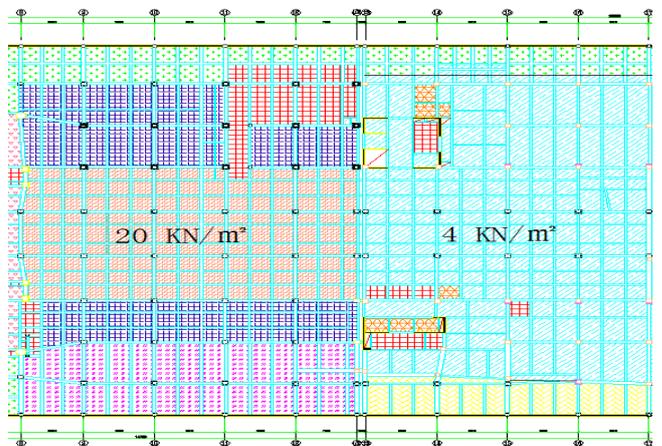


图3 平面活荷载分布图

75t汽车吊的自重为46t,空车状态下,均由8个轮子(每侧4个)承受,工作状态由4个支腿承受。75t汽车吊拟采用空车行驶就位,在楼面上行驶时,在临时行驶通道范围内满铺设12mm厚的钢板。在工作状态下,拟在每个支腿下边铺设1块路基箱(每块路基箱的尺寸为1.4m×6m×0.2m),且路基上设置于楼板下部混凝土柱、梁处。

### 3.3.2 楼板承载力为4kN/m<sup>2</sup>汽车吊上楼面施工措施

在13~16轴间测出楼板下部混凝土柱及梁的位置,在柱头上垫2CM厚钢板,将H型钢转换品台钢梁放置垫板上,使转换平台承受的荷载传递到楼板下部混凝土柱顶上,吊车在转化平台上行走、吊装。在吊车支腿位置下部主梁上加密固定,保证支腿安全。转换平台如下图:



图4 转换平台示意图

## 4 测量控制措施

钢架安装的控制主要是每榀钢架的结构尺寸及标高。

### 4.1 标高控制

标高控制主要控制每榀钢架的下端,达到控制整个钢架的标高。做法是利用水准仪测量每榀钢架支撑点的实际标高,根据标高偏差调整底部支撑钢板的高度达到控制钢架标高的目的。

### 4.2 钢架安装精度的控制

钢架安装精度的控制包括两方面问题,一是钢架整体由西向东倾斜约77°,即纵向位置控制;二是每榀钢架的整体结构尺寸的控制及横向控制。

#### 4.2.1 纵向位置控制

纵向位置控制主要利用已经安装完成的钢架和拟安装钢架间的纵向钢梁的间距控制,辅助全站仪定位坐标校核。

#### 4.2.2 横向位置控制

横向位置的控制主要是通过控制每榀钢架的钢柱向内倾斜的角度及定位点的坐标来控制。具体做法如下:

刚架柱的倾斜角度利用全站仪的定位点的坐标控制确定,利用南北两侧的结构钢梁定位的刚性支撑和缆风绳的柔性支撑相结合的支撑体系,北侧可以在结构的六层安装限位刚性支撑,南侧可以在桁架上弦安装钢架限位刚性支撑,侧向钢丝绳根据需要设置,每榀钢架的顶部钢梁通过全站仪控制其中点坐标确定安装位置。

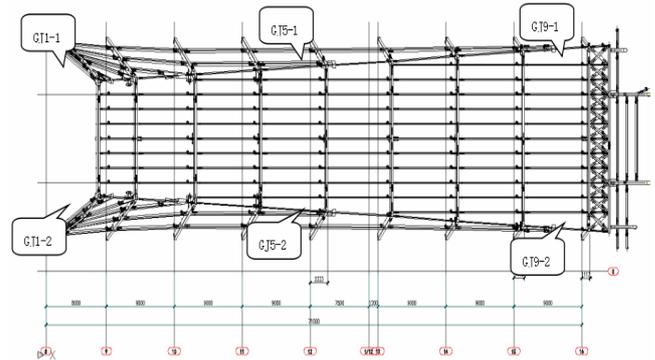


图5 门式刚架定位平面布置图

## 5 安全措施

根据司多年类似的工程经验的总结,设计制作了框架柱柱对接操作平台、爬梯“几”字形吊笼等安全操作防护措施。

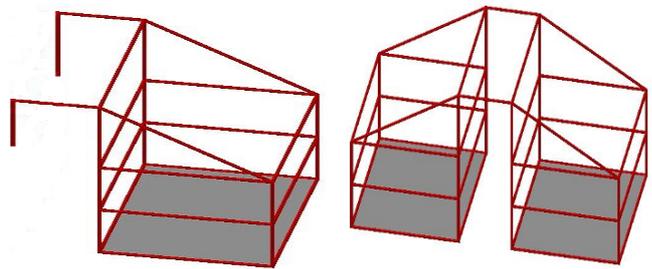


图6 操作平台、爬梯、“几”字形吊笼

## 6 效果分析

### 6.1 经济效益

通过在工程中的实际应用,跨内1台汽车吊(75t)相比2台汽车吊(50t)双机抬吊节约了40000元。

### 6.2 社会效益

该项技术的采用,保证了狭窄空间跨内吊装要求,对类似钢结构项目的施工提供了经验。同时对集团公司的钢结构施工能力做出了有利的宣传,提升集团的竞争力。

## 7 结论

综上所述,采用该方案使得超高双向倾斜门式刚架体系的施工变更为经济、合理、安全和高效。转换型钢平台、安装操作平台可以根据结构周转使用,极大地降低了施工措施成本;该转换型钢平台与楼面脱离,能够更好地保护楼面结构安全;选用该方案施工,能够有效解决在狭小空间内钢结构吊装回转半径小、上楼面施工难度大等诸多不利因素。

### [参考文献]

[1] GB50205-2001 钢结构工程施工质量验收规范[S].中国计划出版社,2002-02-01.  
 [2] GB50661-2011 钢结构焊接规范[S].中国建筑工业出版社,2012-08-01.  
 [3] JGJ80-2016 建筑施工高处作业安全技术规范[S].中国建筑工业出版社,2016-12-01.