

# 人字形钢屋架吊装技术

董晓喆 程凡国

中铁二十一局集团国际工程有限公司

**摘要：**人字形钢屋架的吊装技术已经相对成熟，吊装方法也已经有很多种，但是最主要的人字形钢拱架的安装通常有两种方法：一种是分件式吊装方法，这种方法吊装比较方便，但是安装顶部销轴时，需要搭设30多米高的脚手架或者专用起升机，施工成本相对较高。另一种方法则是采用整体吊装技术，由于拱架侧面刚度不够，拱架易变形，安装的难度较大。

**关键词：**拱架翻身起吊；销轴转动；吊点设定；多点吊装；钢丝绳长度

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2020.11.085

起重技术是一项极为重要的技术。随着我国工程建设向标准化、工业化、大型化、集成化方向发展，吊装的重量越来越重，高度越来越高，难度越来越大，设备及构件的吊装，往往是制约工程进度、经济、安全的关键。我公司针对典型的三轴铰接式人字形厂房的安装，制定了有效的施工方法，既保证了工程进度，又节省了大型机械使用台班，取得了显著的效益，为同类工程提供了经验，具有广阔的推广和应用价值。

## 一、工程简介

某选矿厂工程，中间储矿仓厂房主体为人字形钢拱架，钢拱架为焊接H型钢，如图示。构件I和构件II的顶部铰接连接，拱架的两柱脚与预埋板上的底座铰接连接，多榀拱架组成厂房主框架。许多大型厂房两柱脚跨距一般为50米以上，顶标高在30米以上。

人字形钢拱架结构：（见图1）

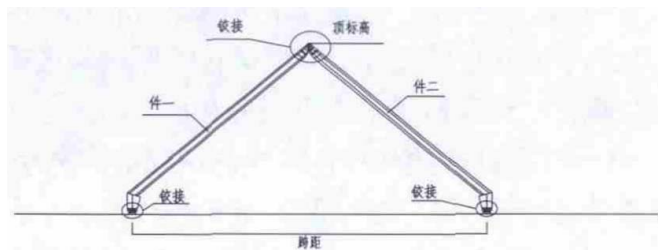


图1

拱架由构件1和2两部分组成，每部分均为焊接H型钢，顶部用铰接连接，两底脚与预埋板上底座铰接连接，多榀拱架组成厂房主框架。

## 二、施工难点及分析

（一）拱架三轴铰接，如采用分件式吊装，即对构件I和构件II分别进行吊装，该吊装方法吊装方便、快捷，但是人字形钢拱架的构件I和构件II连接时，顶部销轴不易安装（销轴安装间隙小，重量大）。

1. 由于人字形框架柱为结构内倾斜钢柱，倾斜角度大，结构自重较大，因此吊装过程中维持结构稳定性困难，需要采用外部临时支撑体系加以稳定。

2. 人字形框架柱同时结合了梁与柱的受力形式，因此吊装施工过程中整个结构体系的变形处于一个动态变化的过程，需要不断进行变形观测及计算以确保吊装施工的精确及安全<sup>[1]</sup>。

3. 人字形框架柱结构跨度大，自重较重，无法进行整体吊装，只能进行分段吊装，因此吊装设备的选型及分段吊装时的焊接质量要求较高。

（二）将构件I和构件II的顶部组装后，钢拱架吊装过程中构件要以两柱脚连线为轴线在空间旋转90度。由于拱架侧面刚度不够且斜长较大，拱架受力不均易变形，不能满足安装技

术要求，安装难度较大。

（三）整体吊装过程中销轴可以转动（绞点有5度左右的活动量），两柱底在基础上不易就位；

## 三、施工步骤

步骤1. 在地面上将人字形钢拱架的构件I和构件II的顶部铰接连接，组装成人字形钢拱架；

步骤2. 根据构件I和构件II的重量以及现场吊装条件选择两台吊车，分别用以吊装构件I和构件II；

步骤3. 根据构件I和构件II的形状，分别确定构件I和构件II的重心，以每个重心为对称中心，分别在每个构件上至少设置4个吊点，并在每个吊点上固定设置吊装环；

步骤4. 通过计算机制图软件，在电脑上画出人字形钢拱架安装完成后的实际位置，将两台吊车的钩头分别置于构件I、构件II的重心正上方，连接钩头和吊装环，量出构件I和构件II上各吊装环到钩头的距离，准确确定吊装钢丝绳的长度；

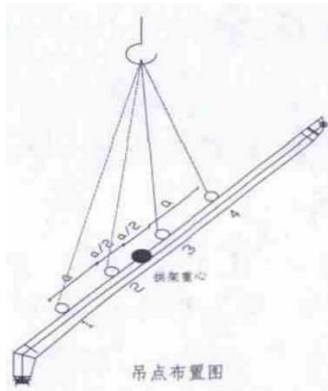


图2

步骤5. 构件I、构件II的重心每一侧相邻的两个吊装环用一根吊装钢丝绳连接；

步骤6. 将两台吊车的钩头分别置于构件I和构件II的重心正上方，然后将连接在吊装环上的吊装钢丝绳挂在吊车的钩头上，检查无误后，两台吊车同时起吊，构件顶部离地后，检查构件有无变形。如果构件有弯曲现象，应重新调整吊点间的距离或再增加吊点；如果构件没有变形，则继续起吊，人字形钢拱架以两柱脚连线为轴线旋转，直到人字形钢拱架顶部达到安装标高，人字形钢拱架完全立起，此时，人字形钢拱架以两柱脚连线为轴线在空间旋转了90度<sup>[2]</sup>；

步骤7. 人字形钢拱架完全立起后，通过平移调整，将人字形钢拱架移动到安装位置，用销轴将两柱脚与预埋板上的底座固定，并拴好风绳，将人字形钢拱架稳固。

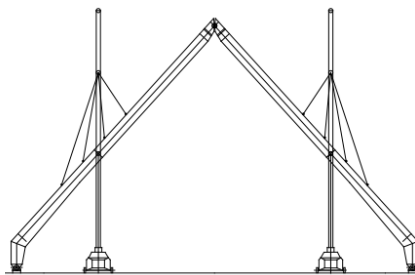


图3

#### 四、施工要点

4.1吊点在构件I和构件II上分别设置为4个。多点吊装,合理布置吊装点,避免了人字形钢拱架吊装时因刚度不够而产生变形<sup>[3]</sup>。

4.2每个构件上,吊点与构件重心为等距。

4.3吊车的钩头置于构件重心正上方,准确量出各吊装环到钩头的距离,确定吊装钢丝绳的长度,控制构件的角度。

4.4吊装环焊接在构件I和构件II上,连接牢固,不易脱落。

#### 五、技术创新

5.1通过两台吊车抬吊,多点吊装,合理布置吊装点,避免了整体吊装过程中人字形钢拱架因刚度不够而产生变形,满足了施工要求。

5.2通过选择合适长度的吊装钢丝绳,有效控制了人字形拱架的安装角度,使两柱脚在底座上轻松就位,安装方便,作业效率高。

5.3采用地面整体组对,整体吊装,避免了单片吊装后,通过高空作业安装销轴带来的种种问题。

#### 六、结论

大跨度铰接式人字形钢拱架的吊装方法通过整体式、多点吊装,有效地解决了高空安装销轴难度大,施工成本高,作业效率低等技术问题;同时,通过两台吊车抬吊,采用多点吊装,合理布置吊装点,避免了人字形钢拱架在吊装的过程中因刚度不够而产生变形。并且通过选择合适长度的吊装钢丝绳,有效控制了人字形拱架的安装角度,使两柱脚在底座上轻松就位。

#### 参考文献

[1]王志骞. 钢结构设计原理[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2009.

[2]徐伟. 现代钢结构工程施工[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.

(上接第67页)

刚度条件。具体内容为: ①将高层建筑结构中的单向剪力墙设计成双向剪力墙,且适当延长双向剪力墙结构。②增加剪力墙结构的厚度; ③提高高层建筑结构中周边部位剪力墙连梁的高度。通常情况下,设计人员会根据楼板与下层门窗顶端部位的高度差确定剪力墙连梁的高度。

#### (二) 确定结构底部的嵌固部位

在高层建筑结构计算分析前,必须确定结构嵌固端所在的位置。设计人员可以通过调整建筑结构刚度和承载力的方式,迫使塑性铰出现在预期部位。具体内容如下所述:其一,布设地下室,加大基础埋深;其二,设置地下室,但减少地下室层数。针对带有多层地下室的高层建筑来说,有必要将上部结构的嵌固端设置在地下室顶板部位。若想达到这一目标,还必须具备如下几方面条件:

①地下室顶板标高与室外地坪标高的差值必须在一定标准范围内; ②地下室顶板结构应为梁板体系,且楼面框架梁要具备一定的抗弯刚度; ③确保地下室顶板及地下室各层楼板的平面刚度和承载力满足标准要求。通常情况下,地下室顶板厚度不宜小于180毫米,且各层楼板的配筋率不宜小于0.25%; ④地下室上部结构的屈服强度要超过整个地下室结构的抗震强度; ⑤底盘地下室的整体刚度与所有塔楼的总体刚度之比要满足标准要求; ⑥地下室柱截面每侧截面的纵向钢筋面积需满足标准要求; ⑦如果地下负一层为车库,或者地下室大部分顶板降板,应将结构嵌固端布置在地下一层底板部位。需要格外强调的是,若想实现这一目标,地下负一层的楼板刚度必须大于地上一层的楼板刚度,地下负二层的楼板刚度必须大于地下负一层的楼板刚度,且超过地上一层楼板刚度的2倍。

#### (三) 抗震设计的重点内容

在优化高层建筑结构抗震设计的过程中,应重点关注如下两方面内容: ①如果抗震墙结构的截面较长,设计人员要利用洞口条件,将其设置成弱连梁,确保各墙段高宽比大于3.0。与此同时,将抗震墙划分为单肢墙和多肢墙两类,进一步增强

抗震墙的抗形变能力,保证剪力墙结构的完整性和稳固性。

②由于受到水平荷载力的影响,剪力墙的刚度条件需达到一定的标准。再加上连梁结构所受的内力较大,提高了对整体结构截面的要求。为此,设计人员要适当削弱连梁刚度。

这里以某高层建筑为例,该建筑占地面积约为30万平方米,主体结构高度约为105米。其中地上部分共32层,地下部分共2层。地下室层高约为4.5米,2—32层高度约为3.5米。地下一层为停车场,地下二层为配电室,2—32层为住宅。建筑结构安全等级为二级,设计使用年限为50年。该建筑为A级高度,抗震设防烈度为VI度,设计基本地震加速度为0.05,地震分组为第一组,特征周期为0.35s,剪力墙抗震等级为三级。在整个建筑结构体系中,落地剪力墙的底部加强区是最基础且最重要的受力构件。在编制施工图和抗震计算时,往往需要在底部加强区部位设置具有约束作用的边缘构件。由此,控制轴压比,提升构造的配筋率。

#### 四、结束语

近年来,地震灾害频发,且地震等级越来越高,破坏力越来越强。这对建筑工程的质量安全也提出了更高的标准要求,尤其是高层建筑。在高层建筑结构设计时,设计人员不但要考虑外观美观性和内部空间的利用率,还应探究墙体、梁柱等关键部位的荷载能力,加强整体建筑结构设计的科学性。与此同时,设计人员还必须严格遵循国家及行业标准规范开展设计,全面分析设计环节存在的问题,促进工程的高质量完工。

#### 参考文献

[1]魏亚超. 浅谈超高层建筑结构设计的关键性问题[J]. 建材与装饰. 2018(22)

[2]王洋. 钢筋混凝土高层结构设计的常见问题与处理[J]. 建材与装饰. 2019(36)

[3]梁少霞. 钢筋混凝土高层结构设计的常见问题与处理[J]. 居舍. 2020(14)