

# Analysis on the High-altitude Sliding Construction Technology of the Special-shaped Steel Structure Roof in Suqian Station of Xusu Huaiyan High-speed Railway

Shoukui Li

China Railway Fifth Survey and Design Institute Group Co., Ltd., Beijing, 102600, China

## Abstract

With the development of China's economy and railway technology, the demand for railway operation speed is getting higher and higher, many areas have opened high-speed rail, some ordinary railway passenger and freight lines are also speeding up, bringing a lot of convenience to people's production and life. With the continuous development of steel structure engineering construction technology, the lifting technology of steel structure engineering has also been continuously improved, among which the overall improvement of construction technology has been widely used with high efficiency, short construction period and low cost.

## Keywords

railway; steel roof construction; construction technology; construction technology

# 徐宿淮盐高速铁路宿迁站异形钢结构屋盖高空滑移施工工艺探析

李守奎

中铁第五勘察设计院集团有限公司, 中国·北京 102600

## 摘 要

伴随着中国经济和铁路技术的发展,对铁路运行速度的要求越来越高,许多地区开通了高铁,一些普通铁路的客运、货运线路也在提速,为人民生产生活带来许多便利。随着钢结构工程施工技术不断发展,钢结构工程的吊装技术也得到了不断进步,其中整体提升施工技术以效率高、工期短、成本低而得到了广泛应用。

## 关键词

铁路; 钢屋盖采; 施工工艺; 施工技术

## 1 引言

论文以宿迁站为例介绍了徐宿淮盐高速铁路宿迁站异形钢结构屋盖高空滑移施工工艺探析。

## 2 设计概况

宿迁站站房综合楼总建筑面积 25500m<sup>2</sup>, 屋盖结构为异形空间倒三角钢桁架结构(由六个不规则双曲面以及两个平面组成), 具体由 12 榀纵向主桁架及 9 榀次桁架组成, 主次桁架之间通过焊接进行连接, 大屋面上下弦布置有上下两道圆管及内支撑, 整体屋面为东西对称结构, 大屋面主桁架之间的屋脊造型由中心向四角放射, 屋脊长度达 88m, 大屋

面结构最高标高处 34.249m, 最低标高处 21.105m。图 1 为屋盖桁架三维效果图, 图 2 为屋盖桁架结构平面布置图。

## 3 实施难点

重难点主要体现在以下几个方面:

①深化设计量大, 钢屋盖采用大跨度、大管径倒三角立体管桁架和平面片式桁架, 主桁架跨度为 52m, 桁架最大高度为 12m。桁架杆件、节点类型复杂多样且数量大, 全部采用圆管相贯线焊接, 整个钢结构深化设计工作繁杂、量大。

②工期紧, 项目开工后, 需要在很短的时间内完成图纸审查、深化设计工作。

应对措施: 钢结构深化设计采用 AUTOCAD、XSTEEL 作为主要深化设计软件, 并用计算软件做相关配合与计算工作, 确保图纸深化的合理性和经济性。

【作者简介】李守奎(1984-), 男, 中国江苏淮安人, 本科, 工程师, 从事结构设计研究。

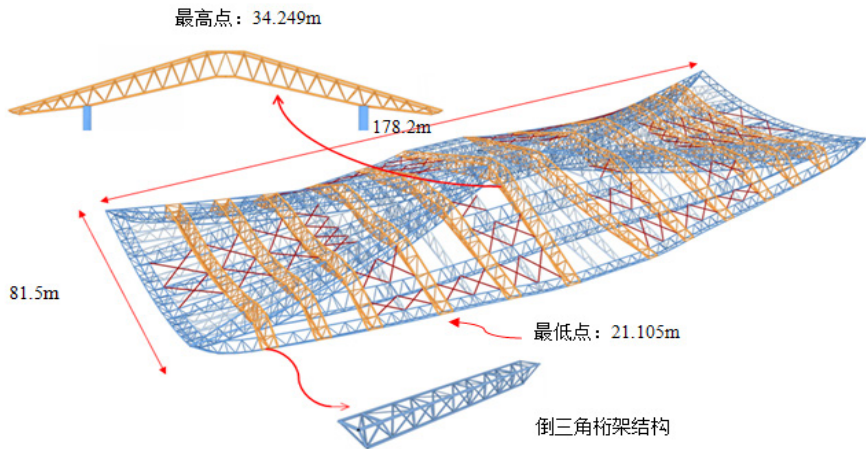


图1 屋盖桁架三维效果图

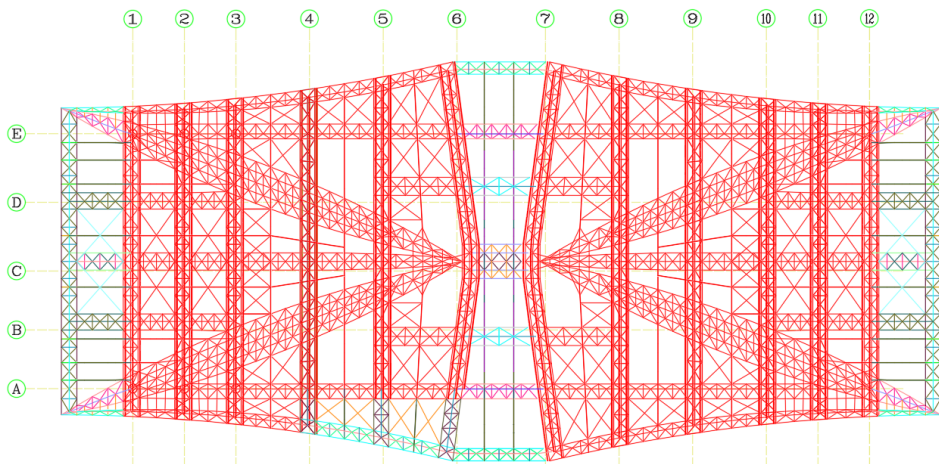


图2 屋盖桁架结构平面布置图

## 4 施工工艺

宿迁站站房屋盖钢结构为高空倒三角桁架结构,根据结构布置及现场施工平面布置以及有效工期等方面综合考虑,主要采用高空滑移及原位拼装方法进行屋盖桁架结构安装。该施工工艺亦是中国高铁站房异形屋盖结构领域首次采用高空滑移施工工艺<sup>[1]</sup>。

①高空滑移分别从东西两端往中间滑移,滑移区桁架为轴线2-6/7-11间桁架,其中轴线4-6/A北侧部位因2号塔吊布置在滑移行走路线,后期原位拼装;

②其他区域桁架地面拼装后进行高空对接。

钢结构安装施工主要分为滑移区、原位拼装区、嵌补区,施工总体流程分六个阶段:

第一阶段:东西地面拼装场地分别拼装轴线5-6(A轴北侧后补)/轴线7-8主桁架、次桁架等,轴线1-3/轴线10-12轴搭设高空拼装临时操作胎架及工装,桁架地面拼装完成后吊至高空拼装焊接,后滑移至指定位置。

第二阶段:地面拼装轴线4-5(A轴北侧后补)/轴线8-9

主桁架、次桁架等,调整搭设支撑胎架,桁架地面拼装完成后吊至高空拼装焊接,后累积滑移至指定位置。

第三阶段:地面拼装轴线3-4/轴线9-10主桁架、次桁架等,调整搭设支撑胎架,桁架地面拼装完成后吊至高空拼装焊接,后累积滑移至指定位置。

第四阶段:地面拼装轴线2-3/轴线10-11主桁架、次桁架等,调整搭设支撑胎架,桁架地面拼装完成后吊至高空拼装焊接,后累积滑移至至指定位置。

第五阶段:地面拼装轴线1-2/轴线11-12主桁架、次桁架等,调整搭设支撑胎架,桁架地面拼装完成后吊至高空拼装焊接,后累积滑移至至指定位置,完成卸载工作。

第六阶段:安装原位拼装区、嵌补区桁架。由于汽车吊位于地面无法满足嵌补区的安装,拟采用50T汽车吊位于二层楼板进行屋盖6-7轴次桁架和片桁架的吊装。

## 5 实施方案

本工程柱顶支座标高不一,采用弧形轨道,桁架整体

抬高,在这个抬高范围内放置滑移梁和滑靴,滑移梁和滑靴高度根据同圆弧原则确定,保证轨道上表面和滑靴下表面形成的圆弧接触面一致,高度和相同<sup>[2]</sup>。

### 5.1 滑移工艺技术措施

屋盖轴线内待滑移结构共分为8个独立滑移单元和3个原位拼装单元,每个单元根据滑移先后顺序划分滑移单元编号见图3。

#### 5.1.1 滑移施工流程简述

共设置4条滑移轨道,分别沿A轴和E轴,通长布置,每条滑移轨道长约66m,滑移轨道主要由承载梁和钢轨组成。在10轴至12轴设置宽21m,长约60m的拼装区域。

左右两边采用弧形轨道,曲率半径与滑移梁上翼缘一致,均为R310.6m(以2、4、6轴立柱顶点三点为基准取圆),便于累积拼装滑移。且累积滑移比普通滑移速度更快,后补杆件更少。

#### 5.1.2 试滑移阶段

一个滑移单元的钢结构安装完成,检查无异常,电气系统调试结束后,进行滑移作业。首先调节相应的泵站压力进行40%加载,开始滑移至所有顶推点爬行器油缸推不动为止,检查是否有异常情况,确认无误后,继续进行理论值的60%、80%、90%及100%加载。若存在个别点无法移动,检查确认胎架约束全部解除后,需与甲方技术人员沟通是否进一步加载,直至所有顶推点移位。在所有滑靴(支座)开始滑移后,暂停滑移,全面检查各设备运行正常情况,如滑移支座的滑移量、滑靴挡板是否卡位、爬行器夹紧装置、滑移轨道及原结构受力的变化情况等,确认一切正常后,继续进行滑移施工。

#### 5.1.3 正式滑移阶段

试滑移阶段一切正常情况下开始正式推进滑移。

在整个滑移过程中应随时检查:

①钢结构跨度大,滑移距离长。滑移时,通过预先在各条轨道两侧所标出的刻度来随时测量复核每一支座滑移的同步性;

②跟踪检查滑靴挡板与轨道卡位状况;

③跟踪检查爬行器夹紧装置与轨道夹紧状况;

④跟踪测量主推进支座与被推进支座的滑移量;

⑤跟踪检查轨道与轨道埋件的连接情况;

⑥滑移过程中,确保轨道压板应压紧轨道;

⑦确保轨道旁障碍物的随时清理。

#### 5.1.4 滑移不同步调节

在实际工作中,绝对的同步是不存在的,所谓的同步控制是指控制钢结构所有顶推点的位移误差在要求的范围之内<sup>[3]</sup>。本工程中安全不同步值取15mm,调节不同步值取10mm。即滑移点不同步值超出10mm时,系统停下,操作人员检查滑移通道是否存在障碍,待情况明确后启动系统单点单动功能,直到所有顶推点不同步值在10mm以内继续滑移。在实际操作中,操作人员重点关注不同步值,如果发现滑移过程中某点的滑移不同步值有偏大趋势时,即可通过调节该顶推点对应泵站的流量来改变该顶推点的滑移速度,使之向着有利于实现缩小不同步值的方向进行。简言之,如果不同步值小于10mm且有增大趋势时,必须通过软调节泵流量改善不同步状况;如果不同步值大于10mm,则查明原因后采用单点动作实现控制。

#### 5.1.5 滑移就位

整体同步滑移至距离就位点相差200mm时,降低滑移速度,配合测量人员测量所有滑移点的相对距离(相对于就位位置),然后根据结构的姿态确定相应的控制参数,一般的原则是相对距离大的点滑移速度加快,相对距离小的点滑移速度减慢,在动态的过程中使整个钢结构逐渐接近就位位移。整个滑移过程的滑移距离相差控制在10mm以内。

继续整体滑移至距离就位位置相差15mm时暂停,再次配合测量人员测量所有滑移点的相对距离,然后根据测量结果分组调节相应滑移点的滑移速度,采取先到就位点截止的控制方式进行单独调节,直至所有滑移点达到要求值。

#### 5.1.6 初始状态后拉措施

初始状态时,拼装单元1在弧形轨道上的坡度角为 $6.7^\circ$ ,故验证拼装时的安全角度: $G \times \sin \theta < \mu G \times \cos \theta$ ,求得 $\theta < \arctan \mu = 5.7^\circ \sim 11.3^\circ$ 。

为安全起见,应该在拼装单元1时在后方安装钢丝绳进行拖拽,以防桁架自动滑行。

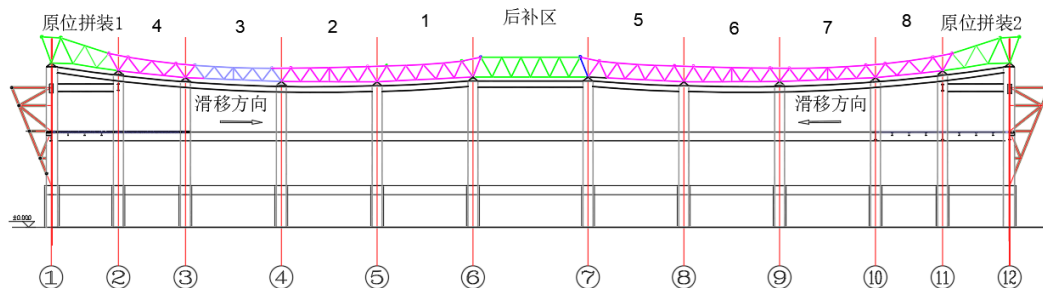


图3 屋盖结构滑移分区立面图



### 5.1.7 滑移速度与加速度

滑移系统的速度取决于泵站的流量和其他辅助工作所占用的时间,本工程中滑移速度可达约8~10m/h,实际速度可根据具体实施过程中的需要而进行适当的调整。由于液压爬行时的速度很慢,因此其加速度几乎为零,对构件不会产生冲击和震动。

## 5.2 卸载

全部桁架滑移到位后需变形观测24小时,若无异常便可卸载。图4为平面位移观测点布置图。

### 5.2.1 地基岩溶处理重点分析

该工程岩溶注浆地基处理范围广、工作量大、地质条件复杂,施工过程具有很强的隐蔽性和注浆质量难以控制。同时,岩溶注浆与土方工程交叉作业,工期紧。具体解决措施为:

为了保证施工场地的平整度,施工现场必须进行灌浆。对施工现场进行科学规划,做好布线、机械应用、材料贮存、砂浆处理等,确保施工现场井然有序。在建设项目之前,要对所使用的机械设备进行全面检查,以更好地保证其运行质量和状态。

再依据灌浆施工前的图纸,制定优化了相应的施工方案。在土石方施工中,要合理划分分区,科学安排施工顺序。在施工过程中成立QC小组,解决灌浆施工中的注浆孔倾斜、注浆漏浆、穿线等问题。为有效控制注浆量,防止成本浪费,

使用现代化的计量设备,对注浆量进行监控<sup>[4]</sup>。

### 5.2.2 混凝土梁与钢管混凝土柱连接施工要点分析

站房钢管柱随车站结构施工而安装。对底板施工时,在底板和底板梁节点上安装钢立柱底板,并在底板和底板梁节点上焊接钢筋,然后将混凝土注入钢管。浇筑完成后分节安装中板节钢管柱,将钢筋与钢管焊接在中板梁柱节点处,浇注混凝土管中。中间板节钢管柱施工完毕,安装完毕后将混凝土灌入钢管内,钢管顶部通过内部钢筋笼锚筋和钢管顶部的焊接钢筋与车站的梁连接。

### 5.2.3 大跨度钢结构施工要点分析

该工程因为结构多变,跨度适宜,对于钢柱需要采用旋转法进行吊装。钢桁架分跨组采用四点吊装方式整体提升。因其安装平台位置高,受周围施工环境的影响,所以吊装作业安全风险系数较高。因为构件类型多种多样,且各构件需要依据设计方案在工厂进行生产加工,所以吊装有一定的拼装工作量及二次搬运量。然后,该工程施工工期有限,仅两个月,所以为了能在有限时间内完成施工任务,多个工序需要交叉进行。该工程采用了钢桁架结构,钢构件的生产对于安装工程整体质量具有重要影响,为此需要严格遵循施工图进行质量与进度控制<sup>[5]</sup>。

## 6 结语

该方案的顺利实施,代表多曲面钢屋盖空间桁架结构水平滑移施工工艺首次在高速铁路站房施工中成功应用。

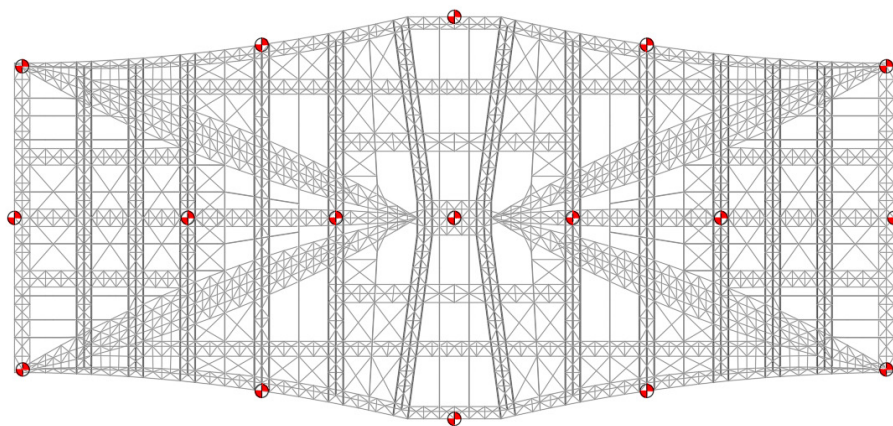


图4 平面位移观测点布置图

## 参考文献

[1] 靖树华.铁路站房钢网架吊装施工技术及其质量控制[J].延安职业技术学院学报,2020,34(1):102-105.  
[2] 白雪飞.铁路站房拱形钢框架结构施工关键技术问题研究[D].石家庄:石家庄铁道大学,2019.

[3] 张艳春.铁路站房客运信息系统建设探讨[J].铁路通信信号工程技术,2019,16(5):34-37.  
[4] 乔飞.铁路站房施工技术及其质量控制[J].居业,2019(1):105+107.  
[5] 肖丹.中型铁路站房装修深化设计技术总结[J].建材与装饰,2018(13):252-253.