

大跨斜腿钢桁架结构嵌补法安装施工技术

李志忠

中交四公局建筑工程有限公司 南京 210000

摘要: 钢结构工程是以钢材为主体材料的建筑工程, 钢结构建筑工程具有较好的抗震性, 并可承受复杂荷载, 钢构件可以通过标准化的预制加工, 提高工效, 同时可以对现场作业流程进行优化, 加快工程进度。本文将结合中国牙谷学术交流展览馆为实际工程案例, 就大跨斜腿钢结构桁架安装施工工艺及主要控制要点展开论述;

关键词: 钢桁架; 嵌补法; 技术要点

1. 引言

随着我国现代化生活水平及社会经济的不断发展, 对建筑造型风格追求也在不断提高, 导致大跨度、异性钢结构建筑工程项目数量也在不断攀升, 成为与混凝土结构、砖混结构相媲美的新型结构形式, 钢结构建筑工程成本较低, 施工时间短, 施工效率高, 其施工工艺水平的高低直接影响到钢结构建筑的安全性及使用功能, 因而有必要加强对钢结构建筑施工质量控制、成本控制、新技术与新工艺控制与研究。

本文以中国牙谷学术交流展览馆建设项目为实例, 重点讲述大跨斜腿钢结构桁架嵌补法安装施工工艺及主要控制要点。

2. 工程概况

中国牙谷学术交流展览馆建设项目钢结构工程主要由1#、2#展厅、会议中心及入口雨篷4座屋面钢结构组成, 钢结构工程主要分布于1号2号展厅、会议中心屋盖及入口雨篷屋盖与下部桁架柱。主要材料采用Q355B材质无缝钢管, 主要节点连接形式为桁架结构采用相贯连接、网架结构采用焊接球节点和螺栓球节点连接。

其中入口雨篷主要参数详见下表:

表2-1 入口雨篷结构参数表

屋盖桁架	跨度	83.93m
	宽度	1m
	高度	1.8m
	安装高度	21.983m
桁架柱	高度	16.739m

3. 嵌补法钢结构桁架安装工艺

3.1 场地硬化

构件进场前, 需硬化场地作为拼装场地, 吊装完成后再进行破除, 进行正式地面工程施工。具体做法如下:

确定硬化范围。硬化区域详见平面布置图。

(1) 场地平整。对场地进行放线、找平, 采用装载机、挖掘机和人工相互配合平整场地。

机、挖掘机和人工相互配合平整场地。

(2) 素土夯实。采用20吨震动压路机对需硬化区域进行来回碾压, 将场地碾压密实。

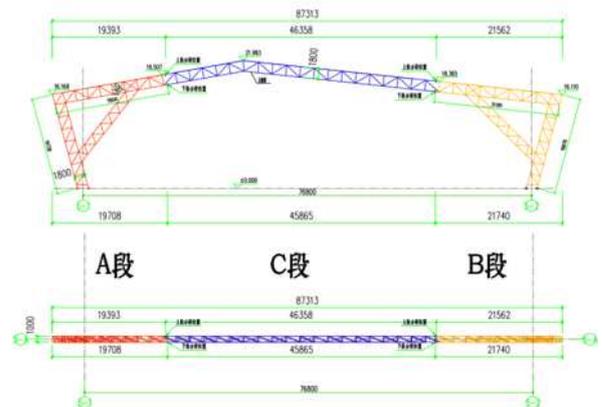
(3) 铺设碎石。碎石使用挖掘机一次性铺设到位, 虚铺厚度约250mm, 用20吨震动压路机反复碾压, 保证碎石铺设密实, 经压实后厚度约200mm, 且场地整体平整。

(4) 浇筑混凝土。硬化层采用C20混凝土, 平均浇筑厚度150mm。浇筑前放线, 设置标高控制点位, 现浇预拌商品混凝土, 人工抹面找平。

3.2 桁架分段

1) 入口雨篷桁架分段

选取5-A轴整榀桁架进行分段分析。入口雨篷桁架结构分段图



3.3 桁架单元统计

表3-1 桁架吊装单元参数统计表

入口雨篷桁架吊装单元						
吊装单元	长度/m	宽度/m	高度/m	安装标高/m	重量/t	备注
A段	19.54	1.8	16.74	19.51	8.84	
B段	21.39	1.8	16.68	18.36	4.94	
C段	46.36	1	1.8	21.98	9.12	

3.4 桁架拼装

1) 入口雨篷桁架拼装

入口雨篷主桁架为两片平面桁架组合形成的格构式桁架，次桁架为平面桁架。为降低地面拼装时作业高度，降低安全风险，入口雨篷桁架结构均采用“卧拼”方法进行拼装。

拼装工艺流程为：胎架搭设→下层平面弦杆入胎→下层平面腹杆装焊→上层平面弦杆入胎→竖向腹杆定位安装→上层平面腹杆装焊→竖向腹杆焊接→出胎。

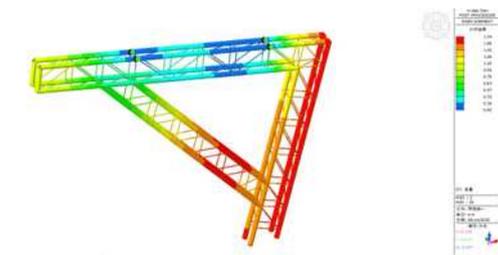
3.5 桁架吊装

1) 入口雨篷桁架吊点位置设置

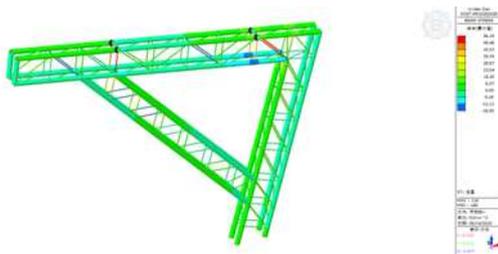
使用tekla查询吊装单元重心位置，吊点位置设置在桁架上弦，位于重心两侧，设置4点。

2) 入口雨篷桁架吊装计算

(1) 格构柱验算



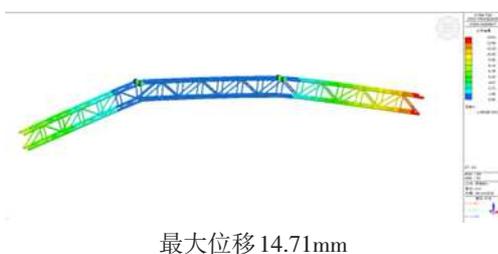
最大位移 1.74mm,



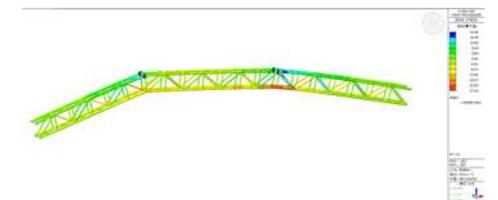
最大应力 56.19N/mm²

结论：满足要求。

(2) 桁架梁计算



最大位移 14.71mm



最大应力 -27.44N/mm²

结论：满足要求。

3.6 桁架吊装

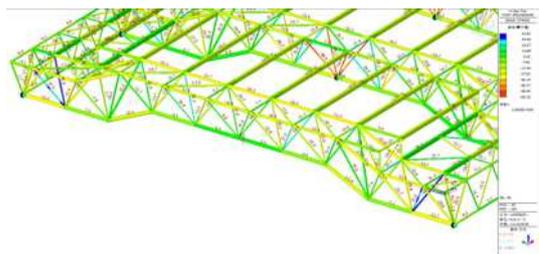
入口雨篷每榀桁架结构共划分为3段进行吊装，吊装流程为：①A段、B段吊装至柱脚及支撑架上并固定，②吊装C段至支撑架处，与A、B段接口对接，对接完毕后一榀桁架吊装完毕。

整体吊装流程为：自5-A轴起向5-K轴依次吊装，每相邻两榀桁架吊装完毕后嵌补轴间次桁架及杆件。

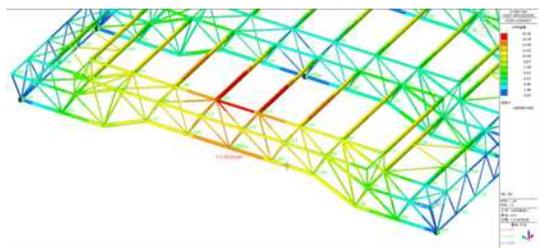
3.7 桁架卸载验算

卸载是施工过程中的一个重要组成部分，当结构主体与临时支撑架分离时，会使得结构主体转变为设计应力状态，在此过程中，结构受力从一个多点支撑受力的状态向自身结构支撑受力的状态转变，结构构件的内力以及结构的变形随着临时支撑的移除而一直处于一个动态变化状态，直到拆除完临时支撑。事实证明，临时支撑的卸载过程是一个连续加载永久结构的过程，在该过程中，结构会经历复杂的内力重分布。

第1榀桁架卸载



最大应力：-69.32N/mm²



最大位移：16.26mm

结论：桁架跨中下挠 14.0mm，（采取措施：整体卸载后，根据整体挠度情况综合处理）。整体卸载后，桁架最大下挠 23mm，（采取措施：桁架拼装和分段对接时，进行起拱，起拱量按规范要求，取 1‰，起 60mm）；屋面檩托梁跨度 13.35m，按规范去 2‰，加工制作时起拱 26mm。

通过分析钢结构桁架在安装、卸载过程中的变形监测，以及控制桁架安装和卸载过程中的构件和支撑架的位移与应力变化，且钢结构桁架的安装方案、卸载方案是安全、可行的。

4. 钢结构监测

4.1 桁架下挠观测

(1) 挠度观测点的设置

桁架的最大跨度为62.5m,对桁架下挠度的观测主要为两柱间的观测。根据两柱间跨度,测量跨度方向六等分点的挠度,共5个挠度观测点。为了测量的准确性,将桁架下挠度观测点做好标记,贴上测量反光贴。

(2) 挠度观测周期和精度分析

对卸载后的每榀桁架,以12小时为一观测周期,3天内持续监测。采用挠度观测方法对桁架进行下挠度观测,对每次观测数据要认真记录、计算,根据对各挠度观测点的多次观测,画出挠度值变化图,进行精度分析,及时掌握桁架变形情况和趋势,给施工提供准确信息。

网架挠度观测方法同桁架,施工时按桁架要求执行。

(3) 竖向沉降监测

采用几何水准法。以基准点为起算点,观测采用闭合水准路线时可以只观测单程,采用附和水准路线形式必须进行往返观测,取两次观测高差中数进行平差验算。

(4) 监测频率及数据处理

表4-3 相应监测警戒值

观测项目	警戒值/mm	控制值/mm	危险值/mm
内侧长边沉降	15	5	30
单侧短边沉降	20	5	30
整体沉降	20	5	40

支撑架搭设前做好监测点的布置、基础数据的采集工作,搭设前监测两次;在搭设及吊装期间每天至少监测2次,报警时每天测,4~6次。由我项目部测量人员将每次监测的结果及时通知技术负责人。达到警戒值时,

停止吊装作业,对基础采取加固措施(如铺设在其上沿短边方向铺设9m长路基箱等)。达到危险值时,停止一切作业,扩大基础,加厚浇筑厚度。

5. 结语

钢结构建筑工程具有绿色、环保、施工速度快等优点,在后续数年将开拓出新一番建筑风格,同时在未来有着广阔的发展空间。在进行钢结构建筑施工时,应当认真做好施工前的准备工作,充分发挥技术引领,注重施工现场管理,加强对吊装过程的管理,贯彻执行好安全的管理措施,且要保证钢结构建筑施工满足设计和规范要求。本文通过中国牙谷学术交流展览馆建设项目钢结构工程的钢结构桁架安装的施工技术总结为后续类似工程提供相应的施工技术参考。

6. 参考文献:

- [1] 钢管混凝土结构技术规程:GB50936-2014 [S]北京:中国建筑工业出版社,2014.
- [2] 周观根,方敏勇 大跨度空间钢结构施工技术研究[J].施工技术,2006,(12):82-85+92.
- [3] 覃川 支承于V型钢柱上的大跨度加强桁架分段吊装技术[D].重庆大学,2012.
- [4] 殷朗,冯国军,张薇,樊警雷 南宁国际会展中心大跨度屋面桁架施工关键技术[J].建筑施工,2017,39(3):316-319.
- [5] 朴才思,Rory McGowan,何伟明 等.深圳证券交易所钢结构设计[J]建筑结构,201444(24):49-53.

作者简介:李志忠(1989年2月),男,汉族,河南省驻马店市,大学本科,工程师,建筑工程。