

大跨度倒三角桁架卸载方法施工技术研究

李志忠

中交四公局第一建筑工程分公司 南京 210000

摘要: 本文结合中国牙谷学术交流展览馆项目实践,介绍了异性屋面倒三角桁架卸载方法施工难点,通过支撑措施的方案,实现了倒三角桁架精准安装及卸载。确保了本工程工程质量、进度和施工安全。

关键词: 倒三角桁架; 卸载方式; 施工技术

1. 工程概况

1.1 项目概况

本项目位于四川省资阳市,建筑面积为62674.64m²,其中地上建筑面积为48392.17m²,地下建筑面积13490.93m²。建设内容为1栋会议中心和2栋展览中心。会议中心为地上2层(局部设夹层),地下1层(吊层),主要采用框架结构,屋面采用钢网架;平面尺寸约为130m×70m,总高度为17.95m(檐口),地下室层高6m,一层层高7m,主要柱网尺寸为8.4m×9m。展览馆为地上1层(局部设夹层),采用框架结构,屋面采用钢桁架和钢网架;1号展厅平面尺寸约为165m×63m,2号展厅平面尺寸约为147m×79m,总高度17.95m(檐口),主要柱网尺寸为18m×9m。

1.2 钢结构工程概况

本钢结构工程主要由1#、2#展厅、会议中心及入口雨蓬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蓬屋盖与下部桁架柱。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。

2. 支撑措施方案

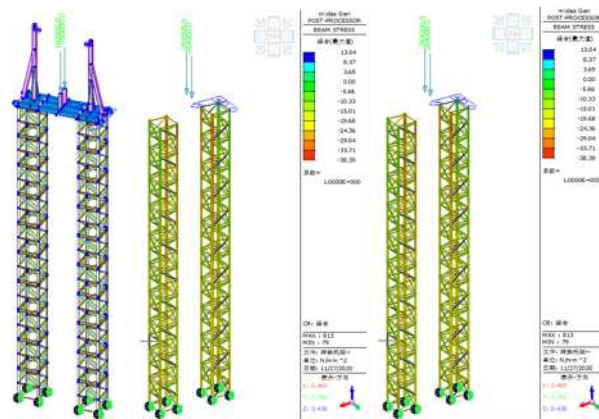
2.1 支撑材料选用

根据现场实际情况,屋面大跨度倒三角桁架临时支撑可以采用满堂脚手架支撑和独立基础支撑架两种方案。对上述两种方案进行比选,若采用钢管脚手架支撑所需施工周期长,架体大设计高且高空作业安全系数较低,由于施工场地有限,满堂脚手架支撑施工将占据室内所有材料堆放场地及施工机械操作半径。相较于满堂脚手架支撑,独立基础支撑架可以明显节省工期,安装及拆卸简单,同时可以较好控制焊接质量,虽然增加履带吊配合施工,单总体费用较于前者略低,且安全和质量可靠性较高,因此最终选择独立基础支撑架施工方案。

2.2 支撑架计算模型简介

采用midas gen有限元软件进行计算,计算模型如下图所示。支撑架杆件均采用梁单元模拟,支撑架底部与基础连接形式采用一般固定支座边界条件进行模拟。

计算模型及结果如下图所示:



应力计算结果:最大应力-38.39MPa,应力比38.39MPa/310MPa=0.12<0.9,满足承载力要求。

位移计算结果:支撑架位移最大为14.19mm,发生在支撑架顶部x方向,主要原因为力学计算模型中支撑架与托架采用弹性连接方式,水平方向仅设置若约束力,应力得到部分释放,产生位移。实际施工时,托架与支撑架采用马板抱箍固定连接,位移将进一步减小。现位移量,满足使用需求。

3. 倒三角桁架施工关键技术

3.1 桁架吊装技术

1#展厅、#展厅桁架使用130t履带吊在结构内侧进行吊装。吊装前在结构内搭设支撑架。首先吊装2-5轴土建结构上部结构,然后吊装2-7轴桁架,后吊装桁架间嵌补杆件,依次退装安装。

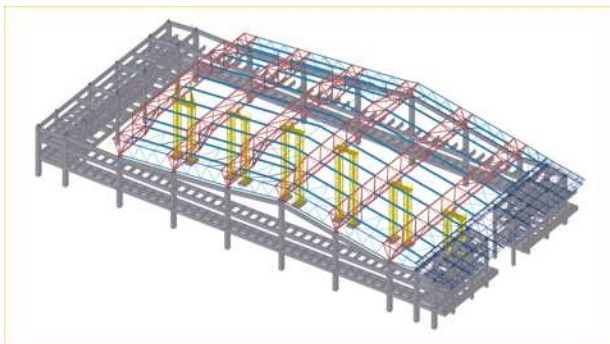
每榀桁架分2次吊装完成:①吊装A段至支座及支撑架上→②吊装B段至支座,并在支撑架处与A段对接,在钢结构桁架吊装前结合现场实际测量及设计图纸设计

安装高度在桁架的两次拉设2根缆风绳。在吊装时,安排专人拉持缆风绳,防止桁架在吊装时由于风力或其他因素发生转动,保证桁架吊装过程中的安全性及稳定性,并且最终桁架落点位置准确可控。对接焊接并检验合格后脱钩,吊装完成。

履带吊入场位置为展厅东侧中部位置,此处土建三层夹层梁结构暂缓施工,预留10m宽通道,甩项至履带吊出场后补筑。

安装结果如图所示:

表 3.1-1 展厅钢结构安装流程表



3.2 临时支撑架基础沉降监测

(1) 监测内容

对每个临时支撑架的基础进行沉降观测。

(2) 监测点布置

临时支撑架基础平面形状为矩形,沉降监测时,在每个基础边距边100mm布置3个观测点,共计8个观测点位。

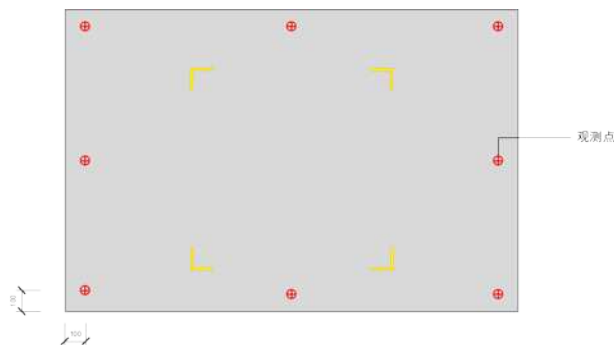


图 3.1-1 支撑架基础沉降观测点布置图

4. 支撑卸载

4.1 桁架卸载

1) 卸载总体思路

本工程屋面为空间管桁架结构,施工现场全部采用独立基础支撑架辅助屋面钢结构进行安装,由于本工程屋面钢结构体量大、单体楼栋杆结构跨度大,所以使用支撑架的数量较多,在拆除过程中严禁采用逐个拆除方式进行拆除,会导致钢结构及主体结构受力不均,应该

待单体楼栋的屋面钢结构完成对接,屋面整体焊接完成,待单体屋面钢结构全部验收合格后方可进行拆除支撑架。在屋面钢结构桁架卸载过程中,支撑架和结构杆件两者受力情况均需要发生变化,极易对钢结构或混凝土结构造成破坏,因此在拆除支撑架过程中严格遵循依理论计算作为主导依据,以控制结构发生形变作为核心,以过程检测为主要手段,防止出现受到的力不均匀或者卸载方式引发形变失控从而导致结构受到破坏。

2) 准备工作

卸载点位置设置。根据现场实际情况及工程需要设置支撑架,由专业人员确定卸载点位,严格按照要求进行施工。

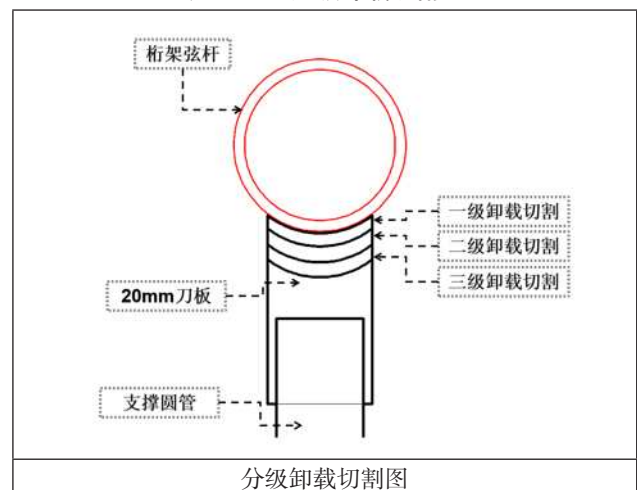
建立卸载指挥中心。应对施工过程中的紧急事件,为保证卸载过程顺利进行,应建立一支可靠有效的指挥部,明确个人职责。

检查各个支撑点位的状况。安排专人对各个点位自己排查,各个杆件之间连接处是否完好。

3) 卸载方法

桁架卸载为分级卸载,卸载采用火焰切割环形切割卸载的方式进行,提前在桁架弦杆下方支撑刀板上画好切割指示线,卸载共分三级,单次切下高度为10mm,第三次卸载至桁架弦杆完全脱离支撑刀板。切割时割枪火焰远离上部桁架弦杆至少20mm,切割不可伤及母材。切割过程缓慢均匀进行,边切割边观察结构变化

表 4.1-1 分级卸载切割图



5. 支撑架拆除

卸荷完成后,支撑架从上到下依次拆除。

上部托架拆除时,首先将吊装绳索与托架相连并设置揽风绳,吊车起钩至绳索拉直开始受力的临界状态,然后断开托架与标准节间连接,待拆卸人员下至地面安全区域后起吊,通过揽风绳控制托架空中姿势,将托架

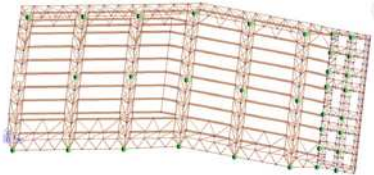
吊至地面。

临时支撑在拆除过程中，按标准节严格按照方案要求从上至下依次拆除。拆除利用汽车式起重机吊至地面。

6. 卸载计算

6.1 桁架卸载计算

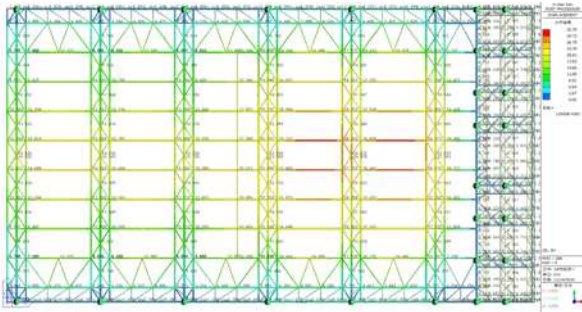
边界设置最大应力： -69.32N/mm^2 ，最大位移： 16.26mm ，结果为：桁架跨中下挠 14.0mm ，（采取措施：整体卸载后，根据整体挠度情况综合处理）



6.2 其他位置桁架卸载

边界设置最大应力： -55.64N/mm^2 最大位移： 32.70mm

结论：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 $2‰$ ，加工厂制作时起拱 26mm 。



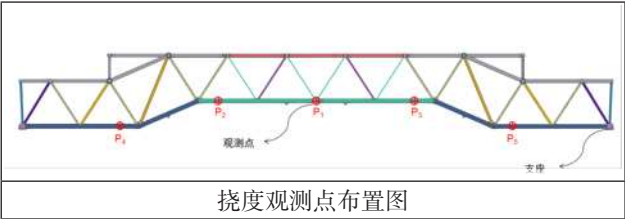
7. 钢结构监测

7.1 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。

表 7.1-1 挠度观测点的设置



(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。

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。

(4) 监测频率及数据处理

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。

表 7.1-3 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

8. 结语

屋面大跨度钢结构支撑体系拆除卸载是钢结构施工过程中非常重要的严格程序，在整个卸载的过程中需要严格观察每个部位的细微变化，通过测量数据来检测每个部位，确定最佳的卸载方案，其结构发生的形变值必须满足规范要求，使屋面钢结构的荷载平稳转移的混凝土结构上。独立基础支撑架卸载工艺经济适用，应用钢结构支撑广泛，空间占用率小、且承载力大，安装及拆卸方便简单，可以重复利用，适用于钢结构体量大、点荷载大、跨度大及卸载量小的钢结构工程。

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。