

# 大跨度大吨位钢桁架高空抬吊施工技术

王锐 许骏

中交第二航务工程局有限公司 湖北 武汉 430006.

**【摘要】**：针对大型体育场馆钢桁架高空吊装施工存在的一些技术难点，提出了一套大跨度大吨位钢桁架高空抬吊施工技术。创新性的使用双榀大吨位倒三角形桁架整体起吊施工技术，虽加大了吊装吨位，但极大程度的保障了吊装的安全稳定性能，也减少了中间增设支点的材料投入；通过大跨度钢桁架双机抬吊精准安装施工技术，优化了大吨位钢桁架吊装方法，降低了安全风险，确保了钢桁架的安装精度。通过一系列创新技术的应用解决了常规施工方法施工效率低，施工流程繁琐，施工安全风险大的问题。

**【关键词】**：大吨位；大跨度；双机抬吊；倒三角形桁架；精准安装引言

随着大型室内体育场馆功能的日益增加，场馆规格也逐渐趋向于造型独特、结构稳定。各体育场馆项目中，考虑到结构外形的美观以及受力的稳定性，常常使用钢桁架的结构形式，截面形式多种多样。但对于本工程大跨度倒三角形钢桁架吊装，单榀倒三角形桁架不能自稳，安全风险和安装精度较大，类似参考项目较少，为此，本文提出了一种大跨度大吨位钢桁架抬吊的创新技术，该技术采用双榀大吨位倒三角形桁架整体起吊施工技术、大吨位钢桁架双机抬吊施工技术和大跨度钢桁架无支点精准安装施工技术完成大型室内体育场馆钢桁架安装。

## 1 工程概况

武汉体育中心改造工程为第七届军运会威亚项目的配套项目，工程结构形式为钻孔灌注桩+承台+混凝土立柱+钢管格构柱+钢管桁架结构，其中屋盖钢桁架由6榀钢管主桁架和20个次桁架梁组成。主桁架跨度70m，两端各外挑2m，单榀桁架总长74m，每榀钢桁架间距9m。次桁架联结各主桁架，单个次桁架长度6m。主桁架与次桁架均为倒三角形桁架，设计采用Q355B无缝钢管制作。主桁架上下弦杆采用D299×22、D325×24型号无缝钢管，腹杆采用D159×10、D180×12、D140×10、D121×8等型号无缝钢管，主桁架各处截面高度相等，均为4m，单榀主桁架重量约为52t。次桁架上下弦杆采用D219×16型无缝钢管，腹杆采用D102×12型无缝钢管，次桁架截面高度为4m，单个次桁架重量约为2.6t。

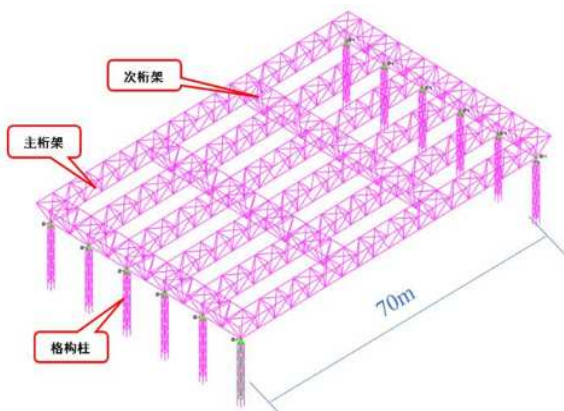


图1 大型体育场馆倒三角钢桁架模型图

## 2 技术难点

- (1) 钢格构柱高12m，结构总高约16m，高空作业风险大。
- (2) 钢桁架跨度为70m，跨度极大，且中间区域为松软种植土，若设置支点，基础处理和支架钢管等材料用量大，安全风险高。
- (3) 钢桁架结构形式为倒三角形，单榀吊装不能自稳，双榀钢桁架约113.6t，吊装重量大；且桁架总长74m，若采用双机抬吊，高空大吨位吊装配合难度大。

## 3 总体施工方案及关键技术创新

针对传统的钢桁架吊装，常规的施工方案大多采用搭设支架后原位拼装或多支点散件吊装，但本工程桁架跨度极大、高度较高，搭设满堂支架或中间增设多个钢管支架材料耗费大，无法满足工期要求，且本工程单榀倒三角形桁架不能自稳，安全风险和安装精度较大，因此，先在地面原位胎架拼装钢桁架，再采用大型吊装设备抬吊施工是本体育场馆钢桁架安装最佳方案，经济效益较好，安全性较高，具体施工工艺及关键技术如下。

### 3.1 超大型吊装设备选型

单组桁架总重量约为113.6t。吊具及吊钩等按照18t考虑，总重为132t，考虑双机抬吊0.85的偏载系数，每台吊机的吊重能力需大于77.64t。根据现场实际布置情况，采用两台汽车吊抬吊，吊机最小吊装半径为18m，每台吊机主臂长度至少为35m，单台SAC6000汽车吊在此吊幅可吊装90.5t，满足抬吊偏载要求。

吊架上方4个吊点，双钢丝绳起吊，钢丝绳夹角取60°。钢丝绳选用2φ52mm钢丝绳；下方8个吊点，钢丝绳选用2φ30mm钢丝绳，垂直起吊。布置如图所示：

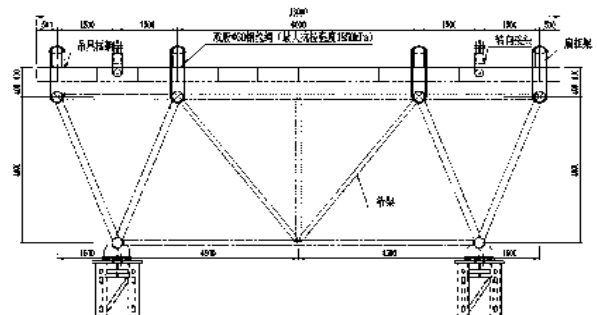


图2 吊具吊点图示

### 3.2 双榀倒三角形钢桁架整体施工

风雨篮球场设计桁架共计6榀，按照每两榀为一组进行现场拼装。在场馆地面原位拼装双榀桁架，拼装时同时完成两榀之间所有次桁架联结，将拼装好的双榀倒三角形钢桁架吊装至钢格构立柱上，并与固定弧形支座焊接锁定，直至完成所有钢桁架安装。

单榀倒三角钢桁架长74m，重量约52t，创新性的采用双榀倒三角形钢桁架整体起吊施工技术，既减少了大量材料投入，也大大提高吊装的安全稳定性能，解决了单榀钢桁架不能自稳和高空焊接固定的难题，大大提高了施工效率。

### 3.3 大吨位钢桁架双机抬吊施工

施工现场将钢桁架每2榀拼装成整体后，现场补涂损坏的底漆和中间漆，涂刷防火漆及面漆，采用2台600t汽车吊抬吊安装桁架。为了减少胎架投入或胎架移动，先起吊至西侧第一组柱顶，再转入图示第三组柱顶。完成后再进行第二组桁架，先吊装至西侧第一组柱顶，

再转入图示第二组柱顶。最后一组桁架吊装至图示第一组柱顶。

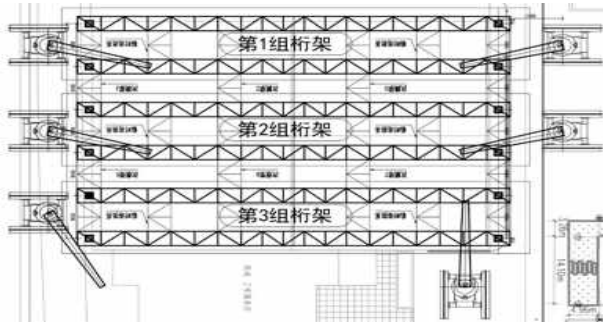


图3 钢桁架吊装方案图

主桁架吊装先将桁架组调离距地面 20~30cm 左右后停止起吊, 全面检查起重吊机的稳定性, 桁架组的稳定性以及索具、索扣的可靠性, 待确认无误后, 两台吊机继续同步起升。双榀钢桁架在原位地面胎架上预拼装, 拼装完成后总重量约 113.6t, 吊具及吊钩等按照 18t 考虑, 总重为 132t。根据现场实际布置情况, 采用两台 600t 汽车吊抬吊, 吊装半径 18m 时每台吊机可吊装 90.5t, 双机抬吊考虑 0.85 的偏载系数, 每台吊机的负载率为 85.8%。

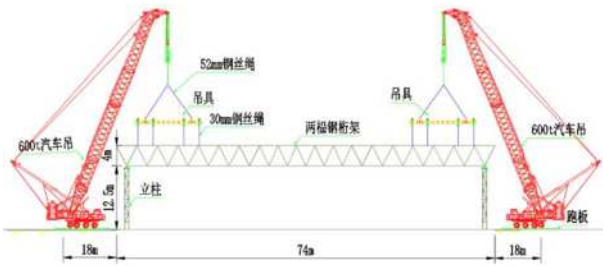


图4 双榀钢桁架整体抬吊示意图

大吨位钢桁架整体起吊, 现场设置专职信号工和司索工, 南北侧吊车同步吊装。双榀整体起吊虽提高了吊装重量, 但大部分桁架施工均在地面, 钢桁架质量得到保障, 大大减少高空作业风险, 为后续大吨位钢结构吊装项目提供了参考。

### 3.4 大跨度钢桁架无支点精准安装

钢桁架跨度为 70m, 两边各悬挑 2m, 总长度 74m, 普通吊装难以满足吊装要求, 为减少吊装变形, 保障大跨度钢桁架吊装安全, 吊具中心设置在靠近钢立柱 5m 处, 南北侧各设置 8 个吊点。两台 600t 汽车吊同步将钢桁架吊装与固定支座上方约 20cm, 一台吊机移动使刻度线对准支座中心, 然后两台吊机缓慢下放, 至支座卡槽约 3cm 时, 再

### 参考文献:

- [1] 司保元.谈大跨度桁架钢结构施工中的关键技术问题[J].山西建筑,2013,39(24):106-107.
- [2] 柳国光,龚宗宜.大跨度管桁架屋面的吊装[J].科学技术创新,2021.
- [3] 钟武龙.高空大跨度钢桁架的施工与实践[J].福建建材,2017(09):95-97.
- [4] 耿俊峰.大吨位大跨度悬挑挑结构整体提升施工技术[J].建筑施工,2014,36(05):543-545.

作者信息: 王锐, 男, 从事市政桥梁施工五年, 先后参与武汉青山长江大桥、武汉体育中心空中威亚工程、武嘉高架工程和马鞍山长江大桥(在建)等项目。

次核对横向距离, 采用一台固定另一台缓慢移动且地面人工溜绳配合的方式精准安装。大跨度钢桁架无支点精准安装技术大大提高了钢桁架安装精度和施工安全性, 可节约中间设置临时支撑的钢材约 39.2t, 缩短材料周转和临时支撑施工工期约 24 天。

### 4 大跨度大吨位钢桁架高空抬吊施工注意事项

钢桁架高空抬吊属于本项目施工关键部分, 是保证工程建设顺利平稳推进的重要部分, 故应详细推演钢桁架高空抬吊的各施工工序, 尤其是超大型汽车吊的拼装及吊装施工。在该设备进行安装时, 必须由具有相关专业资质的单位进行安装, 只有这样才能够有效的保证设备安装质量, 符合国家验收标准。通过实际施工经验和流程我们可以总结出在进行该钢桁架安装时需要注意以下几方面。

#### 4.1 做好施工部署

钢桁架高空抬吊的主要工作是进行整个施工现场的施工部署和组织安排, 安装技术人员应该对现场进行详细勘测, 在满足地基承载力的基础上, 在吊机合理的吊幅下优化现场施工部署, 从而更好的确定吊机站位, 合理规划施工顺序与施工步骤, 最大程度的保障钢桁架高空抬吊安全快速完成。

#### 4.2 大型汽车吊地基处理

对于钢桁架高空抬吊来说, 其基础是保证设备稳定性和安全性的重中之重。事实证明, 在施工现场中发生的大部分施工安全事故都是由于大型吊装设备的地基承载力不足, 在设备进行作业时突然发生位置偏移或者是起重机歪斜倾倒地现象, 并且施工地点有可能还存在地层结构不稳或者是积水等问题, 这些问题给钢桁架高空抬吊的超大型汽车吊站位及吊装造成了一定困难。

#### 4.3 施工过程控制

大多数的钢桁架高空抬吊安装都是由专业技术施工团队进行组装和验收, 钢桁架高空抬吊的安装工作需要经过多个流程, 并且每个安装程序都要有施工技术单位的负责人进行签字确认后才会进行下一步组装工作, 可以说无论是建筑工程施工单位自身还是钢桁架高空抬吊的安装技术团都对该设备的安装质量以及后期检验特别重视, 并且每天的安装工作都有施工记录, 施工人员对安装进度以及施工过程中存在的问题进行实时记录, 以便于钢桁架高空抬吊的安装技术团队能够更好地避免现场安装过程中潜在的问题和风险, 从而更好更快的完成安装工作, 达到验收使用标准。

### 5 结语

本文以第七届世界军人运动会开闭幕式保障工程-空中威亚赛后改造工程为研究背景, 提出了大跨度大吨位钢桁架抬吊施工技术, 该技术创新性的使用大跨度钢桁架无支点吊装等施工技术, 节约了大量材料, 加快的施工进度, 大大降低了大吨位钢桁架吊装的风险, 提高了安装精度。