

Construction Technology of Long-span Special-shaped Grid Frame Structure

Huifeng Kang

Kaisa International Park Group, Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

The paper combined with China Shenzhen Kaisa Jinshawan Xueyu Square project introduces large span heterogeneous grid structure construction technology, in ensuring the grid structure in the construction process of the each rod can accurately splicing premise, also can ensure the safety in the process of lifting, and can save a lot of construction operation space, thus saving the construction period.

Keywords

BIM spatial positioning; large-span special-shaped grid structure; overall improvement

大跨度异形网架结构施工技术

康会锋

佳兆业国际乐园集团, 中国 · 广东 深圳 518000

摘 要

论文结合中国深圳佳兆业金沙湾雪域广场项目介绍大跨度异形网架结构施工技术, 在保证网架结构在施工过程中每根杆件能准确拼接的前提下, 还能保障整个网架提升过程中的安全, 且能节约大量的施工操作空间, 进而节约工期。

关键词

BIM空间定位; 大跨度异形网架结构; 整体提升

1 引言

随着城市化建设的快速发展, 建筑行业已是全球经济的支柱行业, 同时随着现代基建技术的不断更新, 施工技术以高效、省力、便捷为发展趋势, 技术方面得以不断提升。目前随着社会文化需求的旺盛, 对大型场馆及大空间建筑物的需求不断增多, 因此对大空间结构的施工工艺就是该类项目的重中之重, 而大跨度网架结构则能满足大空间建筑的所有需求。论文以大跨度异形网架为研究背景, 研究对象还存在多标高板面造成分段施工的情况, 固论文所述施工技术对此类工程的研究更具代表性^[1]。

2 工程概括

佳兆业金沙湾雪域广场项目位于深圳市大鹏半岛, 项目高度 23.8m, 结构形式为混凝土框架结构, 局部大空间网架钢结构, 项目使用性质为商业及游乐功能结合的综合性建筑。

本项目网架主要特点: 网架自身属于异形钢结构, 最

大跨度约 40m, 整个网架屋面为不平整屋面, 最大坡度达 28%, 落差大, 最高点 23.35m, 最低点 14m; 室内结构板面存在多个标高段^[2]。

3 基本原理

网架屋面施工前, 通过与传统方法进行对比, 再结合本工程实际情况, 对整个施工工艺进行优化, 采用 BIM 技术进行施工模拟。提升系统主要的组成部分包括 TS200C-250 提升系统、CDY-14/30 型液压泵源系统、自动锚具、主提升顶、液压泵站、控制电脑组成等。为了保证施工过程中的人员安全, 所选用的提升系统具有提升稳定、速度可调、结构设计合理、吊装灵活、维修方便等特点。整个过程简单可实现一键提升, 安全性高。提升系统的工作过程是首先在混凝土柱预埋千斤顶预埋件, 再安装辅助钢结构支架, 然后安装千斤顶, 再将钢丝绳穿过千斤顶, 然后将所有提升泵站与控制电脑连接, 最后在液压系统的动力支持下实现对具体结构物件的提升^[3]。

4 技术特点

根据结构的布置特点, 用“大跨度异形网架结构施工技术”采用 BIM 建模技术作为指导, 实景模拟整个网架拼

【作者简介】康会锋 (1985-), 男, 中国江西吉安人, 本科, 工程师, 国家一级建造师。

接过程和提升过程。网架施工共分为：模型建立→初步模拟施工→现场中间位置起步拼装→液压同步提升→扩展拼装→提升到位的施工方法将屋面网架钢结构安装到位。

首先，为科学合理安排整个钢网架的施工工艺，针对本工程网架特点，将网架结构分为地上拼装部分和悬空拼接部分。在地上拼装的同时进行提升设备的安装，地上拼装到位后由专业提升人员将网架提升至适宜标高，再对不规整部分进行空中拼接。如此一来，在拼接的同时满足了提升装置的安装，进而缩短工期。

其次，为有效防止外界环境因素及时间过程等对质量的影响，网架采用螺栓球连接和部分焊接组合，当完成部分焊接工作后立即进行焊缝质量检查，此外，为保证整体施工质量，所有附属构件的组装均在地面进行，进而最大限度减少高空吊装量^[4]。

5 施工工艺和主要施工工序

在提升系统的设计与施工过程严格按照提升点图中指定位置及数量来实施。

首先，网架提升点选择须进行工况验算，根据验算结果确定各单元网架提升点布置位置和数量，本网架根据工况验算，网架提升工况一状态下需要9个提升点（11个千斤顶，其中1，2号提升点均设置2个）。

所涉及施工的螺栓球网架结构，每组提升拔杆上面均设置提升倒链4个，且每个电动倒链的起重达10t，电动倒链与网架间采用直径约25mm的钢丝绳连接固定，其钢丝绳的一端与网架上弦球节点有效捆绑，并采用卡环锁死操作，而另一端则固定在倒链的吊钩上面。

提升平台是在侧面预设预埋板，埋板高度低于顶面100mm，在预埋板上制作提升支架，支架平面正方形，边长1130，高度5500，支架立柱为 $\phi 200 \times 14$ ，缀条及水平联系杆为 $\phi 100 \times 6$ ，材质均为Q345B。

提升下吊点临时球设置于网架下弦平面，由于网架提升过程中支座及部分杆件后装，故需增设临时支座及临时杆件以保证结构的完整性，同时利用该临时支座作为提升吊点，提升加固杆件均采用 $\phi 180 \times 10$ 的钢管，材质Q345B。

提升点定位如图1所示，提升点实况见图2。

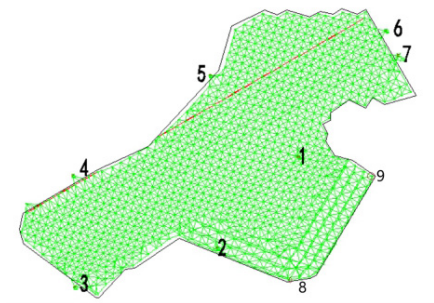


图1 提升点定位图



图2 提升点实况

整个提升分为地面拼接、空中拼接和边缘拼接三个过程。在地面拼接开始前，按图对每根杆件和螺栓球编号定位，且将杆件放置网架正投影位置，便于安装中找到相应杆件，对需要焊接的部位则同步施工。为保证每道焊缝的施工质量，焊接完成后先自检，后安排第三方单位对焊缝100%检测。

地上拼接阶段见图3。



图3 地上拼接阶段

其次，空中拼接是整个过程中最重要阶段。先将已拼接好的网架提升至能操作的高度，然后拼接不规整部分的网架。此过程最难的在于本项目结构存在3个不同标高的板面，即需要在空中进行3次提升3次拼接，施工难度大周期长。

最后，待网架整体提升至设计标高后对网架重新定位复核，确保网架按图施工。当确定网架不存在误差后对边缘最后一道杆件进行组装（为提升方便而预留的最边缘杆件），此时网架最高点接近22m，工人仅能在网架与主体结构女儿墙间隙里作业，施工难度较大^[5]。

每次网架提升前都将所有液压泵进行全面检查和试压，确保所有数据正常后才开始提升，且每次提升速度不超过4cm/min。

6 提升工况

本网架提升工况一状态下需要9个提升点进行提升，各工况下提升反力见表1。

表 1 各工况下提升反力表

吊点编号	反力标准值 (kN)	提升器型号	提升器数量 (台)	钢绞线 (根)	钢绞线安全系数
DX-1-1	438	TS-200C-250	1	7	4.16
DX-1-2	446	TS-200C-250	1	7	4.08
DX-2-1	887	TS-200C-250	1	11	3.22
DX-2-2	303	TS-200C-250	1	14	12.01
DX-3	174	TS-200C-250	1	5	7.47
DX-4	270	TS-200C-250	1	4	3.85
DX-5	339	TS-200C-250	1	6	4.6
DX-6	198	TS-200C-250	1	3	3.94
DX-7	49	TS-200C-250	1	3	15.91
总计	3104		9	60	

提升工况验算：

边界条件：提升吊点——Z 向固定、XY 向弹簧（模拟提升约束）。

荷载：自重——DEAD；考虑螺栓球的重量，总体自重取 1.35 倍杆件自重。

荷载组合：强度及稳定——1.2xDEAD；支座反力及变形——1xDEAD。

提升验算结果：

由图 4 可知，提升过程中竖向最大反力 887.4kN。

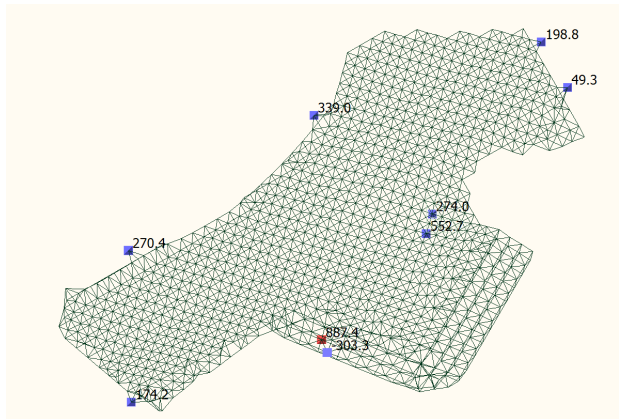


图 4 提升吊点反力图 (kN)

由图 5 可知，提升过程中竖向最大位移 63.91mm。

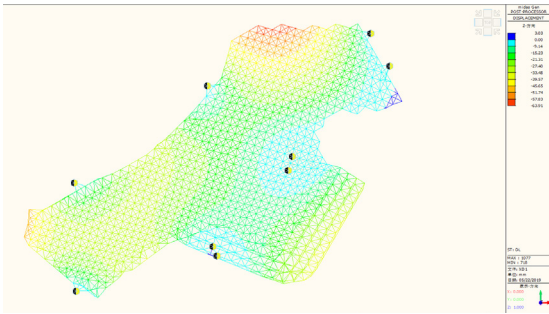


图 5 结构变形示意图 (mm)

7 项目实际效益分析

本技术通过液压千斤顶对网架进行提升，减少钢管满堂架的成本投入，同时减少周转材的使用。提升系统设备均有专业厂家提供，所有器材均有使用合格证明，经验收后可直接运到现场安装，过程中不会影响网架组装，两工艺互不干涉，从而节约大量工期。整个提升过程需要技术人员少，从而减少了劳动力的投入。

若采用满堂架施工，施工周期大概 7 个月，人工及材料费约 180.89 万元；采用整体提升技术施工工期只有 5 个月（含春节及疫情停工约 2 个月）价约为 70 万元，经过对比分析，其经济效益约为：总经济效益约为 180.89-70=110.89 万元。

本工程所使用的机械设备均由专业厂家提供，属于无污染设备。所有设备体型较小，便于运输，从厂家运至项目过程中不会对交通造成任何负担，且到场后组装方便，占用空间小，对现场安全文明施工不会造成任何影响。在单次提升完成后所有液压泵断开电源后仍能保持提升高度，直到下一次提升前不会消耗任何电力，整个过程的节能和环保效益明显。

8 结语

通过大跨度异形网架结构施工技术优化工序，在保证网架结构在施工过程中每根杆件能准确拼接的前提下，还能保障网架提升过程中的安全，且能节约大量的施工操作空间，节约工期。经深圳佳兆业金沙湾雪域广场项目大跨度异形网架结构施工技术的工程实践，表明该项技术具有工期短，成本低、绿色环保等优势，且实施效果明显。

参考文献

[1] 张学彬,张剑.高空散装法螺栓节点网架施工质量控制[J].中国科技信息,2009(5):3.
[2] 佚名.大面积管式网架的整体安装[J].建筑技术,1974(1):6.
[3] 赵玉青.球形网架施工工艺及技经分析[J].山西建筑,2012(2):5.
[4] 张华平,施冰,陈祥勇.基于有限元软件的网架拆除过程模拟[J].山西建筑,2011(14):2.
[5] 陈必永.大跨度异形体育馆施工探讨[J].福建建材,2015(9):2.