

超大面积钢网架整体顶升施工工法

梁志安

广州建筑产业开发有限公司

摘要：该工法的钢网架吊装方法相对于传统的吊装方法有通过计算机数控、智能化控制压力、多段缓冲吊装等特点。地面完成钢网架安装可以节省人力物力和空间，安全有质量的缩短工期；使用计算机数控、智能化控制压力的方法，可以有效的保证吊装的安全性和拼装成品的质量；此吊装方法已运用在项目中并取得成功。

关键词：钢网架整体顶升施工；计算机控制；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.11.037

一、前言

随着网架屋面应用的逐渐普及，网架设计面积重量越来越大，而传统的高空散装法、整体吊装法、分块安装法等网架安装方法由于需要耗费大量人力物力、施工周期时间长、机械作业条件限制等施工困难和挑战，局限性日渐凸显，已经开始不能满足大面积、大重量网架的安装施工要求。

二、工法特点

采用点触式高强支顶，解决了网架与顶升装置的接触问题，保证顶升过程中网架整体稳定。采用分段应力缓冲降落体系可以分段观测网架卸载过程中变形协调；采用氯丁橡胶垫板做缓冲，可以吸收卸载过程中网架支承点的冲击力，减少网架内部应力作用及挠度变化。电脑稳定控制系统通过位移传感器的信息比对，实现每个顶升点的顶与松，确保顶升点应力均布，确保单点受力不超过设计值，使顶升作业安全可靠精准可控，网架安装质量得到保证。

三、适用范围

本工法适用于大面积大重量单层钢网架安装施工。普通钢网架结构施工也可以参考本工法。

四、工艺原理

利用已施工完成的平整混凝土地坪，简便精准的进行网架地面拼装以及防火涂料的喷涂施工，减少网架的整体安装误差和高空作业风险。根据网架性质以及顶升装置规格要求进行计算分析，最后得出顶升点设计。顶升支撑位置已充分考虑了整体网架分布的几何平面方面尺寸，尽可能的设置在直径较大的螺栓球下。

借助液压同步控制系统，实现多点同步顶升，避免出现个别点集中受力，超过材料设计值，以及保证网架整体稳定。

卸载阶段采用分段式缓冲卸载。分段检测、逐段卸载，充分利用设计做法，采用氯丁橡胶垫块作为缓冲材料，充分吸收卸载的多余冲击力，保证网架稳定安全。

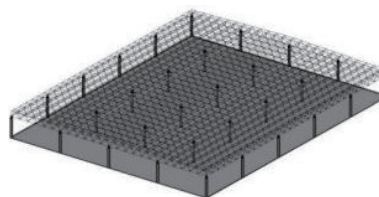


图1 背景工程钢网架完成安装模型

五、工艺流程及施工要点

(一) 总体流程

本工法的工艺流程，如下图2所示。



图2 施工工艺流程

(二) 施工要点

1. 进行计算分析

采用空间网架结构分析设计程序(SFCAD)对网架进行验算。经过软件计算分析,在顶升施工过程中,所有杆件及高强螺栓内力值、网架挠度、整体稳定性均满足要求,不需要另外加固与更换设计。

2. 网架地面拼装

选择中间跨网架为起步点,有利于减小累积误差与累积挠度。

总体安装思路是两个施工队均采用地面拼装,并将顶升设备按指定位置安装,并进行整体顶升。然后进行封边及柱头,卸载后再顶升另一区网架,直至整个网架安装完成。

3. 顶升架制作安装

顶升架标准节由两个单片钢结构以及对撑型钢组成,每个标准节宽度为1000mm,高度775mm。

顶升支架由型钢制作成的格构支撑架。顶升支架为装配式格构顶升支架的标准节,由两片平面网架组成,安装采用螺栓连接,组合安装灵活性强,且运输方便。

4. 千斤顶装置安装

千斤顶液压系统主要由千斤顶、泵站、顶升支架、电脑控制系统等组成。

千斤顶装置每次最大的顶升高度为750mm,千斤顶每完成一个顶升作业,就需要安装一组支撑架,顶升作业由千斤顶和支撑架交替进行,千斤顶的伸缩及支撑架的堆积,实际是共同实现重物的垂直运动。

泵站是向千斤顶装置供油和收回液压油的设备。泵站与千斤顶分离式设置,每个千斤顶设置一座液压泵站。泵站供油时活塞向外伸出,泵站回油时活塞自动收回。如将活塞上端固定,则油缸向上运动。

5. 高强支顶制作安装

点触式高强度应力集中临时支顶结构特点是与钢网架点接触模型,临时支顶端部为可更换端头,可根据不同型号的螺栓球进行匹配更换。

顶部采用高强度钢板交叉焊接,焊缝10mm四面满焊。高强支顶腹部采用直径100mm,管壁20mm钢管焊接连接上下部结构,底部采用10mm厚钢板作支撑底座。

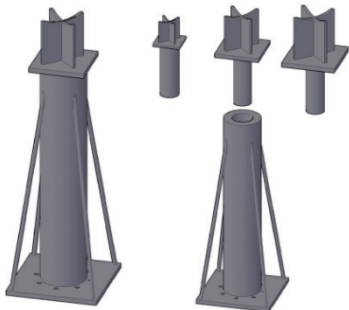


图3 点触式高强支顶模型

6. 运用稳定控制系统

采用的顶升设备为25台千斤顶,保证顶升同步是顶升作业成败的关键。采用电脑控制液压千斤顶使其同步

上升或同步下降,每台千斤顶活塞与缸体之间均需要安装一个位移传感器,活塞上升或下降时,位移传感器将位移数据实时传给电脑,电脑根据收到的信息与预先设计值进行比对,对每一台千斤顶的油阀进行调整,对不同位置千斤顶进行加压顶升与回油松顶,保证顶升过程中各项顶点的受力均衡,确保施工安全可靠。



图4 稳定控制系统计算机画面

7. 试顶

将网架顶升离地面约500mm。锁定油缸,全面检查网架是否有异常、是否有杆件弯曲,若无异常变化,方可继续顶升。

8. 顶升作业

顶升架爬升借助塔吊爬升原理,通过上下销转换受力,产生三种施工工况,实现架体逐节爬升。

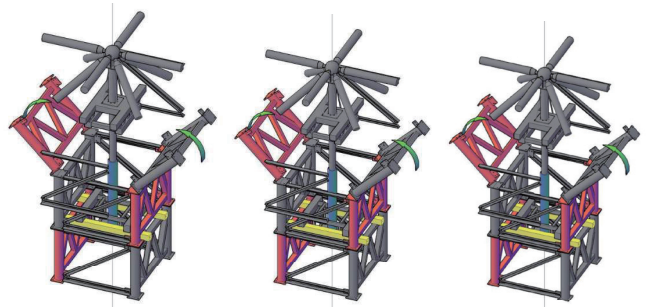


图5 顶升施工过程三种工况

网架每次顶升750mm,顶升初期网架升高500毫米,每次最大升高750mm,开始时每200mm检查一次网架高度情况,然后每2000mm检查一次网架高度,确保网架同步整体上升。

网架顶升水平度不够的地方采用手压千斤顶置换,

垫薄钢板进行调整。顶升架的水平度及支撑架的稳定性是顶升法施工的关键所在。所以采用反复测量，水准仪监控及设置监视物是非常必要的。

在网架顶升过程中，每次顶高约750mm时，可添加一个标准节，由于场地分布较多千斤顶油管，采用人力搬运增加高处标准节，用滑轮通过麻绳临时固定在顶升点附近的下弦球来增加标准节，每个顶升点处3-5人搬运。

9. 柱位补杆

先在地面完成支座以及杆件的小锥体整体拼装，然后用20t汽车配合工人进行整体吊装。

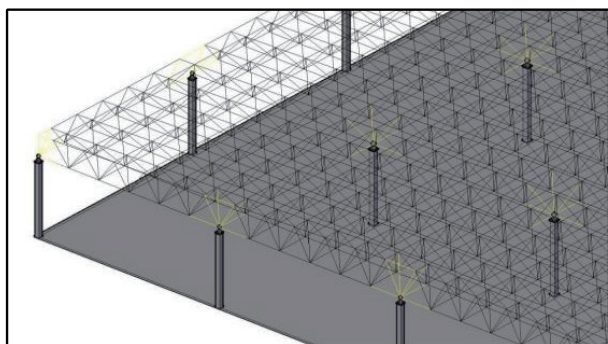


图6 补杆位置示意

10. 分段式缓冲降落卸载

在钢网架整体顶升的最后阶段，需对钢网架进行最后的位置调整及最终安装。在钢网架柱位预留位置进行人工补杆后，千斤顶回油松顶，对钢网架进行整体卸载，使钢网架稳定落在已吊装的箱型钢柱顶。

网架卸载采用同步控制卸载方法，即25个千斤顶同步电脑控制降落，利用氯丁橡胶垫板做缓冲材料，每次同步降落10mm，每段降落后均需要观察网架及顶升设备是否有异常现象。一切正常再进行第二段降落；直到所有临时支顶与网架脱离。

六、质量措施

(一) 网架质量的施工确保技术要求

网架结构施工必须严格按行业标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205-2001各项规定及设计要求负责进货验收，检查其强度检验报告、产品合格证，并按上述标准有关条文中指定的项目进行复验，质量必须符合产品合格标准。

用于制造杆件的钢管原材料品种规格质量必须符合设计要求和有关标准的规定，其中钢管壁厚允许偏差为规定的正负10%；焊接用的焊条，焊具等必须符合设计要求和钢结构焊接的专门规定。检查方法：观察检查并检查出厂合格证、试验报告及焊条烘干记录，有异议时应抽样复查。

螺栓球螺纹尺寸应符合现行国家标准《普通螺纹基本尺寸》GB196中粗牙螺纹的规定，螺纹公差必须符合现行国家标准《普通螺纹公差与配合》GB197中6H级精度的规定。

(二) 网架挠度的测量

钢网架结构总拼完成，屋面工程完成后应分别测量

其挠度值，所测值必须小于相应的设计值的1.15倍。

检查数量：跨度在24m及以下钢网架结构，测量下弦中央一点；跨度在24m以上钢网架结构测量下弦中央一点及各向下弦跨度的四等分点。

安装构件前应对构件进行质量检查。

安装施工中各工序、工种之间严格执行自检互检交检，保证各种偏差在规范允许范围之内。

各种测量仪器、钢尺在施工前均送检标定合格后使用。

(三) 焊接项目要求

本工程钢结构焊接构件类型主要为管球焊接。母材均为国产Q235B、Q345B钢。焊缝形式主要为全熔透对接焊缝，焊缝检验应符合《钢结构焊缝手工超声波探伤方法和结果分级》中的规定。焊条使用前均需进行烘干，烘干温度350—400度，烘干时间1—2小时。焊工须使用保温筒领装焊条，随用随取。焊条从保温筒取出施焊，暴露在大气中的时间不得超过2小时；焊条的重复烘干次数不得超过2次。

下雨天露天作业必须设置防雨设施，否则禁止进行焊接作业。

超声波检查：所有的全熔透焊缝在完成外观检查之后进行20%的超声波无损检测，标准执行《钢结构焊缝手工超声波探伤方法和结果分级》，焊缝质量不低于B级的二级。

超声波检查有缺陷的焊缝，应从缺陷两端加上50mm作为清除部分，并以与正式焊缝相同的焊接工艺进行补焊、同样的标准和方法进行复检。

七、安全措施

结构现场涂装作业。结构安装完成后，需进行防锈补漆涂装和面层油漆涂装及防火涂装作业，此种作业的安全隐患类型基本等同于屋面檩条的安装，也容易发生高空滑落的安全事故。

由于顶升作业施工中顶升装置为临时装置结构，受力分布情况复杂，结构具有不可预测性等，因此可能发生因局部受力不均匀以及整体稳定性差异或者个别工人操作不当等原因而导致的意外，因此顶升过程中网架下方区域为危险区域，需要严格控制人员进出，做好相应围蔽。

八、结语

总体来说，超大面积钢网架整体顶升施工工法技术除了是钢结构吊装技术中的主要构成内容，还是高科技与钢结构工程应用的重要结合结晶。超大面积钢网架整体顶升施工工法技术受到建筑行业的高度青睐。地面整体拼装保证了效率，同时使用计算机高精度控制给该技术提供了有效的安全保障。伴随科技的快速发展，超大面积钢网架整体顶升施工工法技术在钢结构吊装施工中的应用价值越来越高，并且已取得非常可观的社会效益与经济效益。

参考文献

[1]朱芳，樊云鹏，杜澎泉.超大面积网架整体顶升滑移技术研究与应用[C].//第五届全国钢结构工程技术交流会论文集.2014:388-390.