

关于钢网架整体顶升施工的技术研究

杨 平 袁伟锋

浙江省三建建设集团有限公司 浙江杭州 310016

摘 要:近年来,网架和网壳结构被广泛的应用,钢网架结构具有空间三维受力特性,内力均匀,对集中荷载分散性较强,空间刚度,整体性好的优势。广泛应用于影视基地、机库等超限大型网架结构工程的建设施工中,但由于部分工程吊装难度大,网架建筑高度高,网架跨度较大,现场条件环境相对复杂,不满足网架拼装的要求。我公司组织技术人员深入研究,在经过多个项目试验和研究论证,最终总结出来一项高效的顶升施工技术。

关键词:钢网架;整体顶升

Abstract: In recent years, grid structures and shell structures have been widely used. Steel grid structures have the advantages of three-dimensional spatial stress characteristics, uniform internal forces, strong dispersion of concentrated loads, good spatial stiffness, and overall integrity. Widely used in the construction of oversized large-scale grid structures such as film and television bases and hangars, but due to the difficulty of lifting some projects, the height of the grid building is high, the span of the grid is large, and the on-site conditions and environment are relatively complex, it does not meet the requirements of grid assembly. Our company organized technical personnel to conduct in-depth research. After multiple project experiments and research demonstrations, we finally summarized an efficient jacking construction technology.

Keywords: steel mesh frame Overall lifting

引言

运用钢与空间结构设计系统对网架建模并进行网架整体受力计算,网架杆件静力、动力运用 3D3S 进行分析,顶升过程中采用分布加载的办法,保障网架达到设计荷载时的起吊和移动的安全性。

1 钢网架概况

本工程为虚拟数字化摄影工场项目,包括 AI 电影科研中心、行政制作大楼、科研展示大厅、研发综合楼、门卫及地下室,总建筑面积 94499 平方,地上建筑面积 72587 平方,地下建筑面积 21912 平方,地下室一层,地上 5-7 层。

- 1#网架: 42*75=3150 平方米,网架厚度约 2.8~3.7m,约 379 吨;
- 2#网架: 44*60=2640 平方米,网架厚度约 2.75~4.12m,约 145 吨;
- 3#网架: 44*60=2640 平方米,网架厚度约 2.73~4.92m,约 335 吨;
- 4#网架: 60*73=4380 平方米,网架厚度约 4.1~4.9m,约 341 吨。

网架管材(规格: $\phi 48 \times 3.5 \sim \phi 273 \times 16$)采用无缝钢管钢号为 Q355B。

本工程的施工质量控制重点是杆件下料长度精度、焊接球加工精度、网架焊接及施工坐标精度及标高控制,网架杆件与锥头、封板采用坡口全熔透对接焊缝等强连接,焊缝等级为二级。其余未特别注明角焊缝均为三级焊缝。

2 施工重难点分析

1、网架现场散拼构件数量多,安装方法的选择是施工的重点

解决措施:根据网架整体结构特点,确定采用“地面拼装+整体顶升+高空嵌补”方式作为屋面钢结构安装方法。

2、地面拼装精度的保证及顶升过程控制是网架施工的重点。

解决措施:设计简易可靠的拼装胎架,对每个下弦球支撑点标高定位进行精确控制;

进行顶升过程施工模拟,计算出网架顶升过程及卸载后结构下挠,于地面拼装时采取预起拱措施;

进行顶升过程受力验算,对施工过程薄弱点进行替换加强,保证顶升施工安全性。

3、顶升过程中防止支点产生升差是本工程难点

解决措施:提前使用仿真计算软件验算顶升过程的变形,提前将构件捆扎在节点位置,避免损坏构件。根据现场实际情况配合钢丝绳吊装

4、焊缝数量多,网架焊缝质量均为二级焊缝,焊缝质量控制是网架施工的重点。

解决措施:组织焊接技能高的焊工班组,严格进行焊接作业的过程管控,配备人员监督焊接工艺的执行情况;全面执行预热后再焊接的工艺措施,保证焊接球和杆件的施工质量。

5、施工安全管理措施

解决措施:根据每个单体的顶升情况,制定不同的安全方案,同时对顶升点所在的基础位置进行承载力复核,并制定监测方案,对整个顶升过程进行监控管理。

3 钢网架顶升施工

施工准备→放线定位→屋面网架整体提升区域楼面拼装→网架初焊→网架轴线微调→钢网架终焊→安装顶升设备→试顶升、检测顶升设备数据→网架顶升(逐级安装顶升节)→网架空中散装区域施工→卸载→拆除顶升设备。

3.1 地面拼装

在整体提升区域焊接网架,把焊接胎架做好后,网架从中间开始拼装,向四周辐射,其中先下弦、后中弦、再上弦。下弦球必须在图纸设定坐标点。

焊接下弦平面网架,用经纬仪测量中心点对正坐标轴,用水平仪对好标高,有偏差处应予适当调整。焊接第一跨间焊接球杆后,先形成第一块稳固的空间网架。排好找平支撑,保证第一块网架的平等度,第一横排焊接拱时,提前在支撑点上找出高差。控制下弦球的高度误差是此部分工作重点控制内容。首先保证网架拼装地面

的平整,再根据下弦球的相对标高,在地面设置水平支撑点,利用水平仪测量水平支撑点的标高,保证使其在同一标高,水平支撑点标高定位后,应相应做好标记,在此期间不得随意乱动此支撑点,另外,每日在施工前需用水平仪复核支撑点的标高,确保标高准确才能保证下弦球的平等度。

(1)安排一台全站仪固定点位进行一整个区块的网架定位,直至拼装结束,最大程度确保拼装精度。

(2)所有焊接球进场验收后统一进行出入库管理,避免风吹雨淋,拼装当日取出进行施工,焊接球调整球体,尽量避免将焊接球本身的焊缝和杆件焊接。

(3)杆件先按照图纸要求进行点焊初焊,待网架相邻焊接球都进行初焊后,对焊缝间隙,杆件坡口等进行复核,确定无误尺寸符合后进行全面焊接工作。螺栓球杆件两端高强螺栓先初步拧入螺栓球,待尺寸复验合格后方可终拧。

(4)第一个锥拼装一球一弦杆二腹杆的三角锥;第二个锥为一球四腹杆的小单元,就位后与下弦球连接固定,然后填入下弦球及腹杆,逐步循环安装完第一单元的网架。

3.2 整体顶升

顶升设备由以下几个部件组成,顶升基础、千斤顶、传力杆、总控液压泵、PLC 总控台等组成,每套顶升设备配置一个位移传感器,位移传感器设置为每 10mm 顶升后暂停。PLC 总控台控制各个油路电磁阀的开关,所有顶升设备顶升 10mm 并暂停后才能继续顶升,即便设备故障,顶升误差不会超过 10mm。总控台可以自动计算出该设备顶升力大小,不超过焊接杆件球的应力极限。

千斤顶基础高度 0.8m,以 1.0m 为一个顶升行程标准节,平面尺寸 1m 见方,起始顶升高度 2.8m。网架顶升高度最终为 16.8m,标准节之间采用螺栓连接,每个面还增加两根斜拉杆确保稳定性,每次增加标准用时 10 分钟左右。顶升和加节在地面完成,极大的降低了工作人员的劳动强度,充分提高了工作安全和效率。

顶升系统工作流程;

1、找出网架节点的球心位置,将顶升设备基础布置在网架球节点正下方。安装 12 套顶升架底座(转换梁)。

2、安装顶升支架支座和液压顶升器,支架座用规格为 HM250*250*9*14 的 H 钢组合制作的十字架与井字架,用 4 棵 M20 的螺栓和两块 200*200 的圆弧夹板将顶升器底座固定在顶升支架座上。布置于砼结构楼层上部的临时支撑应尽量布置在结构砼梁上,设置转换梁,临时支撑焊接于转换梁上,通过转换梁使承重支撑传力于砼结构梁。转换梁与砼结构梁采用埋件进行固定连接。当临时支撑位于 17.95 米楼面时,据顶升受力计算,对需设置顶升架位置无柱的位置设置支架座与钢平台。顶升架下部用规格为 HM300*300*10*15 的 H 钢组合制作的井字架支座,使顶升荷载传递至混凝土梁、柱上。通过顶升模拟验算,混凝土框架结构能满足顶升荷载受力要求。

对整体提升的网架进行全面检查验收合格后,进行预顶升,网架整体预顶升脱离胎架 30cm,进行全面安全检查,确认顶升设备状态正常后,顶升器液压油缸锁紧,静置约 30 分钟。

3、将顶升帽放置千斤顶活塞上方球头上,外部套装顶升架,顶升架上部通过一顶升支承座与网架节点球焊接在一起。

4、组装支撑架,用钢销将顶升拉杆与支撑架顶升受力点连接,

PLC 总控台启动供油,千斤顶油缸加压,每顶升 10mm 统一暂停抄平标高后再启动循环至顶升高度一个标准节高度后停止,组装下一节支架杆件。

5、根据本工程特点顶升过程中将上弦球作为顶升点,支架与顶升点球连接后利用规格为 4*φ14 的钢丝绳将网架下弦球与顶升支架进行连接,形成一个稳定的体系。顶升架每 5m 增加设缆风绳 4 根/层,一端提前连接至网架下弦球上。另一端连接在顶升架上,用 2 吨倒链,14 号钢丝绳。顶升至 5m 第一次增加缆风,根据高度依次增加。

6、千斤顶回油卸载,网架压力转移到顶升支架上,然后取出钢销,再连接下一支架的顶升受力点,安装完成后,进行顶升作业。

7、当顶升网架到设计标高后,对网架进行固定处理,用钢丝绳将网架和支撑架固定连接,网架上采用钢丝绳套将网架的下弦球抱住,通过钢绳和 U 型卡卡死与支撑架的焊接球节点连接,网架的钢丝绳在四个方向同时加固,避免网架受力不均匀产生杆件变形。每个顶升点的沉降不超过 15mm。



3.3 高空嵌补

本工程整体网架顶升完毕后随即进行边缘空中散装区域安装,共计投入 4 辆 25T 吊车分别进行流水施工,辅助空中散装区域安装。

本工程散装区域采用单根吊装,即吊装至连接区域进行安装,单根杆件的重量为 69.7KG-6094.5KG。

针对散装区域安装施工,操作工人利用已搭设的外脚手架进行连接及焊接作业,针对特殊区域,外脚手架施工覆盖不到的区域采用登高车辅助施工。C 楼中间区域散装待脚手架拆除后吊装。

散装区域采用 2 点吊装。起吊前检查各吊具牢固后方可进行提升。在专业司索的指挥下,先进行试起吊。

吊装时,整个高空嵌补工作由一个总指挥调配,各施工员应正确迅速执行总指挥的命令,对指挥信号迅速反应,并对自己负责的焊接区域负责。

指挥者发出起吊命令使构件稳稳的上升,构件上升时严禁与其他物件发生碰撞。构件到达安装位置上空时,指挥汽车吊司机缓慢地下落构件,调整构件、就位,经测量满足设计及规范要求后,进行焊接固定。

4 结语

在本工程施工过程中,对钢结构网架顶升技术进行多次细致的研究,取得了良好的经济效益和社会效益:施工作业安全性高,节约了大量人力物力,节能环保,绿色施工,在保证施工质量及安装精度的前提下,安全施工,网架安装一次成优,适合大跨度高空钢网架工程施工,应用前景非常可观。