

# 建筑工程中网架结构施工工艺

阮 威<sup>1</sup> 于 水<sup>2</sup> 姜梦阳<sup>3</sup>

1. 青岛恩地建设工程咨询有限公司 山东 青岛 266072
2. 青岛市人力资源管理服务有限公司 山东 青岛 266000
3. 荣华(青岛)建筑设计有限公司 山东 青岛 266100

**摘 要:** 网架结构以其自重小、施工便利、外观多样、刚度大及防震性能强等特点,在大跨度建筑工程中得到广泛应用。施工工艺主要包括整体提升、悬吊拼装、分条(分块)吊装等方法。选择合适的施工工艺需考虑网架形式、施工环境及安全要求。施工过程中,应注重精度控制、安全防护及质量监督,确保网架结构施工质量,满足建筑安全性、稳定性和美观性的需求。

**关键词:** 建筑工程;网架结构;施工工艺

**引言:** 随着现代建筑工程的不断发展,网架结构作为一种重要的空间结构形式,因其出色的承载能力和优美的造型,在大型公共建筑、工业厂房等领域得到了广泛应用。本文旨在探讨建筑工程中网架结构的施工工艺,从定义、分类、特点到具体施工方法,再到关键技术与质量控制,系统分析网架结构施工的关键要素。通过深入理解施工工艺,为建筑工程的安全、高效和质量提供有力保障,推动网架结构施工的持续发展。

## 1 网架结构概述

### 1.1 网架结构的定义与分类

(1) 定义。网架结构是由多根杆件按照一定的几何规律,通过节点连接组成的空间网格状承重结构,它能够将荷载均匀传递到支座,可有效覆盖较大空间,是一种兼具实用性与经济性的空间结构形式,广泛应用于各类建筑工程领域。(2) 分类。板型网架结构:外形多呈平板状,主要用于承受平面内的竖向荷载,其网格形式多样,如正放四角锥网架、斜放四角锥网架等。该类型结构受力明确,构造相对简单,适用于体育馆、展览馆、商场等大跨度的单层或多层建筑楼面、屋面;壳型网架结构:具有曲面形态,如球形壳、柱面壳等,不仅能承受竖向荷载,还可抵御水平荷载与温度应力。其结构整体性能优良,空间刚度大,多用于大型穹顶建筑,如天文馆、会展中心穹顶以及大型储罐顶盖等场景。

### 1.2 网架结构的特点与优势

(1) 特点。网架结构优势显著,其一,自重轻,杆件多采用薄壁型钢或钢管,材料利用率高,大幅降低建筑整体自重,减少基础荷载;其二,施工方便,杆件与节点标准化程度高,可工厂预制、现场拼装,缩短施工周期;其三,外观多样,可根据建筑设计需求,呈现平

板、曲面等不同形态,兼具功能性与美观性;其四,刚度大,空间网格体系能有效分散荷载,结构整体稳定性强;其五,防震性能强,杆件间相互支撑,在地震作用下可通过变形吸收能量,降低建筑损坏风险。(2) 应用优势。在大型公共建筑中,网架结构优势突出。这类建筑通常需求大跨度、大空间,网架结构无需过多内部支撑,能最大化利用室内空间,契合体育馆、会展中心等功能需求;同时,其外观可塑性强,可搭配玻璃、金属等材料打造现代感外观,提升建筑美观度与标志性,且施工效率高、抗震性能好,能保障大型公共建筑的安全与使用效益<sup>[1]</sup>。

## 2 建筑工程中网架结构施工工艺与方法

### 2.1 整体安装法

(1) 施工步骤和要点。整体安装法先在地面完成网架结构拼装,再整体提升或平移至设计位置。施工步骤:第一步,划分地面拼装区域,平整场地并铺设临时支撑,确保支撑刚度满足荷载要求;第二步,按图纸顺序拼装杆件与节点,严控杆件尺寸偏差与节点连接精度,每完成一段需校核几何尺寸;第三步,安装提升或平移设备,如液压千斤顶、牵引装置,同步调试设备确保同步性;第四步,整体提升或平移,过程中实时监测结构变形与受力,控制速度(通常 $\leq 50\text{mm/min}$ );第五步,结构到位后固定支座,拆除临时支撑与设备。要点在于地面拼装精度控制(轴线偏差 $\leq 3\text{mm}$ )、设备同步性调试及全过程变形监测<sup>[2]</sup>。(2) 优缺点及适用条件。优点:地面作业环境安全,拼装精度易把控,减少高空作业风险;施工周期短,适合工期紧张项目。缺点:需大型起重或提升设备,设备成本高;地面需足够拼装空间,受场地限制大。适用条件:场地开阔、能容纳大型

设备的项目,如大型体育馆、会展中心;网架结构重量适中、跨度 $\leq 60\text{m}$ 的工程。(3)实际工程应用案例。北京某体育馆网架屋面工程采用整体安装法,该网架跨度48m,重量约800t。施工时在馆内地面划分拼装区,用型钢搭建临时支撑,分8段完成拼装后,采用20台液压千斤顶同步提升,提升高度18m,全程监测变形量 $\leq 2\text{mm}$ ,最终精准就位,比计划工期缩短15天。

## 2.2 高空拼装法

(1)施工原理和流程。施工原理:利用建筑柱顶或临时支架搭建高空作业平台,在设计位置直接拼装网架结构。流程:第一步,搭设高空支架,采用钢管脚手架或型钢支架,验算支架承载力;第二步,运输杆件与节点至高空平台,按网格单元依次拼装,先固定周边支座节点,再向中间推进;第三步,每拼装3-5个网格单元,校核结构尺寸与标高,调整偏差;第四步,全部拼装完成后,验收节点连接质量与整体精度,拆除临时支架。

(2)与其他施工方法的异同点。相同点:均需严格控制拼装精度与节点质量,依赖专业测量设备监测。不同点:相较于整体安装法,无需大型起重设备,但高空作业量大、风险高;相较于悬吊拼装法,无需复杂悬吊系统,但需搭建大量临时支架,材料消耗多、施工周期长。(3)特定条件下的适用性。适用于场地狭窄、无法布置大型起重设备的项目,如城市中心改扩建工程;也适用于网架跨度较小( $\leq 30\text{m}$ )、杆件重量轻的工程,可降低设备投入与施工难度。但不适用于高空作业环境恶劣(如强风、高温)或支架搭设难度大(如复杂地形)的场景。

## 2.3 悬吊拼装法

(1)施工步骤和关键技术。施工步骤:第一步,在建筑周边或内部设置悬吊点,如利用框架柱、专用钢塔,验算悬吊点承载力;第二步,安装卷扬机、滑轮组等悬吊设备,连接吊索与网架单元;第三步,分块吊装网架单元至设计高度,临时固定后调整位置与角度;第四步,依次拼装各单元,焊接节点,形成整体结构;第五步,验收合格后拆除悬吊设备。关键技术:悬吊点合理布置,确保受力均衡;吊索张力控制,避免网架变形;同步吊装技术,保证各单元精准对接。(2)安全性和效率。安全性:需实时监测悬吊设备运行状态与网架应力变化,防范吊索断裂、网架失稳等风险,通过专业计算与模拟优化施工方案,可将安全风险降至较低水平。效率:相较于高空拼装法,减少了临时支架搭设时间,施工效率提升20%-30%;但分块吊装需精准控制,单块吊装时间较长,整体效率受单元划分合理性影响较

大<sup>[3]</sup>。(3)复杂工程中的适用性。适用于大跨度、复杂造型的网架结构,如异形穹顶、悬挑网架工程;也适用于下方有障碍物(如已有建筑、设备),无法搭设支架的项目。例如某机场航站楼异形网架屋面,采用悬吊拼装法分24块吊装,成功解决了下方航站楼正常运营与网架施工的矛盾,确保工程顺利推进。

## 2.4 分条(分块)吊装法

(1)施工原理和操作步骤。施工原理:将网架结构沿纵向或横向划分为若干条(块)单元,每单元重量控制在起重设备额定荷载内,分批次吊装至设计位置拼装。操作步骤:第一步,根据起重设备能力划分条(块)单元,每单元宽度通常3-6个网格,验算单元刚度;第二步,在地面拼装条(块)单元,安装临时加固杆件;第三步,起重设备将单元吊装至设计高度,临时固定;第四步,调整单元位置,连接相邻单元节点,拆除临时加固杆件;第五步,全部单元吊装拼装完成后,整体校核与验收。

(2)对起重设备的要求。需选用起重量与起升高度匹配的起重设备,起重量需大于单元重量1.2倍以上,起升高度需满足单元吊装至设计标高的需求;设备需具备良好的稳定性与精准控制能力,如汽车起重机、履带起重机,部分项目需配备变幅、回转微调功能,确保单元精准就位;同时,起重设备作业场地需平整、坚实,必要时铺设钢板或路基箱,避免设备倾覆<sup>[4]</sup>。(3)经济性和实用性。经济性:无需搭建大量临时支架,材料成本降低30%-40%;分批次吊装可灵活安排设备使用,减少设备闲置时间,降低租赁费用;但单元划分与临时加固会增加部分加工成本,整体经济性优于高空拼装法。实用性:适用于跨度较大(60-100m)、场地具备一定吊装空间的项目,如大型厂房、展览馆网架工程;可根据现场条件灵活调整单元划分方案,适应不同起重设备配置,在各类工程中均有较强的适用性。

## 3 建筑工程中网架结构施工中的关键技术与质量控制

### 3.1 焊接质量控制

(1)焊接工艺对网架结构质量的影响。焊接是网架结构节点连接的核心工序,其工艺合理性直接决定结构安全性与耐久性。若焊接电流、电压参数不当,易导致焊缝强度不足,无法传递杆件荷载,引发结构受力失衡;焊接速度过快会造成焊缝未熔合、夹渣,降低节点抗剪能力;焊接环境湿度、温度控制不佳,还会增加焊缝开裂风险,长期使用中可能出现应力集中,影响网架整体稳定性。(2)焊接质量控制的措施和方法。需从工艺、人员、检测三方面把控:一是制定专项焊接工艺文件,明确不同杆件材质(如Q355钢)的焊接参数,开展

工艺评定试验,合格后方可施工;二是要求焊工持特种作业证上岗,岗前进行实操培训,确保熟练掌握仰焊、立焊等特殊位置焊接技巧;三是采用“自检+互检+专检”模式,焊接后用外观检查(焊缝高度、成形度)、超声波检测(内部缺陷)、渗透检测(表面裂纹)等手段,确保焊缝合格率100%。(3)焊接缺陷的预防和处理策略。预防上,焊接前清理杆件坡口油污、锈蚀,烘干焊条/焊剂,控制环境温度 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $\leq 80\%$ ;焊接中采用分段退焊法减少变形,设置引弧板避免弧坑缺陷。处理上,对表面气孔、咬边,用角磨机打磨后补焊;对内部未熔合、裂纹,需先确定缺陷范围,采用碳弧气刨清除后重新焊接,返修后再次检测,直至合格。

### 3.2 拼装精度控制

(1)拼装精度对网架结构整体性能的重要性。网架结构依赖多杆件协同受力,拼装精度直接影响荷载传递路径。若节点坐标偏差过大,会导致杆件实际长度与设计值不符,产生附加应力,降低结构刚度;标高偏差超标会使支座受力不均,加剧局部杆件损耗;网格尺寸偏差则可能引发结构整体变形,影响抗震性能,严重时甚至导致网架坍塌。(2)拼装精度控制的措施和方法。施工前需建立高精度测量控制网,采用全站仪、水准仪进行节点定位,精度控制在 $\pm 2\text{mm}$ 内;拼装时按“从中间向四周”或“从支座向跨中”的顺序,每完成一个网格单元,用钢尺复核边长、对角线尺寸,偏差超限时及时调整;临时支撑设置需经过计算,确保刚度均匀,避免拼装过程中结构下沉。同时,选用标准化杆件与节点配件,减少加工误差对拼装精度的影响。(3)拼装误差的调整和校正技术。当出现局部误差时,若为杆件长度偏差,可通过更换调整杆件或微调节点连接板位置修正;若为标高偏差,利用临时支撑的千斤顶进行升降调整,每次调整量 $\leq 5\text{mm}$ ,避免一次性调整过大引发结构变形;若为整体位置偏差,采用牵引装置缓慢纠偏,纠偏过程中实时监测结构应力,确保应力值在允许范围内。

### 3.3 高空作业安全防护

(1)高空作业在网架结构施工中的风险。网架施工高空作业占比高,主要风险包括:一是人员坠落风险,作业平台防护不当、安全带未正确使用易导致坠落事

故;二是物体打击风险,工具、杆件堆放不稳坠落,可能砸伤下方人员;三是设备倾覆风险,高空拼装用的支架、悬吊设备若承载力不足,易发生坍塌;此外,强风、雷雨等恶劣天气还会加剧作业风险,影响施工安全。(2)高空作业安全防护的措施和方法。硬件防护上,搭建满铺脚手板的作业平台,外侧设置1.2m高防护栏杆与18cm高挡脚板,平台下方挂密目安全网;人员需佩戴双钩安全带,且高挂低用,携带工具放入工具袋。设备防护上,定期检查支架螺栓紧固情况、悬吊设备钢丝绳磨损程度,设置限位装置防止超程运行。同时,遇6级以上大风、暴雨等天气,立即停止高空作业。(3)施工现场安全管理的重要性。施工现场安全管理是防范事故的关键保障。通过开展岗前安全培训,可提升作业人员风险意识,减少违规操作;实行分区管理,划分作业区、材料堆放区、警戒区,避免无关人员进入危险区域;建立应急预案,定期组织应急演练,能在事故发生时快速响应,降低伤亡损失。此外,每日安全巡查、每周安全例会,可及时发现并整改安全隐患,确保施工全过程安全可控。

### 结束语

综上所述,建筑工程中网架结构的施工工艺涉及多种方法与技术,每种方法都有其独特的优势和适用条件。在实际施工中,需结合工程特点和现场条件,科学选择施工工艺,并严格控制施工质量和安全。通过不断的技术创新和实践探索,网架结构施工工艺将更加高效、安全,为建筑工程领域的发展贡献力量。未来,随着技术的不断进步,网架结构施工将迎来更加广阔的发展空间和应用前景。

### 参考文献

- [1]匡帆.建筑工程中的网架结构施工工艺探析[J].绿色环保建材,2020,(06):78-79.
- [2]农艳艳.简述网架结构在建筑工程中的应用[J].企业科技与发展,2020,(10):81-82.
- [3]张金波.浅谈建筑工程中网架结构施工工艺[J].居业,2020,(06):57-58.
- [4]曲萍.钢网架结构设计方法及其优化措施[J].住宅与房地产,2020,(09):92-93.