

# 大跨度高支模钢结构屋盖厂房建设质量管控研究

阮洋<sup>1</sup> 邵万良<sup>2</sup> 宋世坤<sup>3</sup>

1. 中建国际工程有限公司 安徽 合肥 230601

2. 湖州长三角产业合作区投资项目服务中心 浙江 湖州 313000

3. 中海建筑有限公司 广东 深圳 518055

**【摘要】**：本文聚焦于大跨度高支模钢结构屋盖厂房在建设过程中的质量管控议题。研究从该类厂房的固有特征出发，系统剖析了其质量管控体系的构成要素与核心机制。通过对设计深化、材料控制、关键施工工艺等环节的深度梳理，提炼出一套贯穿于项目全过程的质量控制重点与对策。研究强调，质量管控的系统性、预防性与精细化是实现此类复杂工业建筑品质目标的重要保障，为相关工程的质量管理提供了理论参考。

**【关键词】**：大跨度钢结构；高支模；质量管控；施工工艺；过程控制

DOI:10.12417/2811-0528.26.14.078

## 引言

在现代工业建筑中，大跨度高支模钢结构屋盖厂房由于具有良好的空间开放性以及快速的建设周期，被许多高端制造业所选用。这类建筑一般具有结构跨度大、荷载条件复杂、施工技术集成度高这些明显的特点。屋盖系统大多使用空间网格或者桁架结构，其下部支撑体系是高度和规模都远超常规的高大模板支撑系统。该种结构组合在取得功能优势的同时，也给它的建设过程带来了前所未有的质量风险。任何一个环节出现一点瑕疵，在复杂的力学传递途径中都会被放大，从而影响到结构的安全和使用功能。因此建立一个严密、科学、前瞻性的质量控制体系，对保证此类工程最终的质量起着决定性的作用。本文主要研究该体系的内在逻辑和实施要点，从而形成有指导意义的管控框架。

## 1 大跨度高支模钢结构屋盖厂房概念阐述

大跨度高支模钢结构屋盖厂房是把现代结构技术、建造工艺融合在一起的复杂的工业建筑。其主要特点就是水平方向可以跨越，竖向空间可以支撑到常规工业厂房标准之上，形成了一种特殊的结构形态和建造难题。

### 1.1 大跨度钢结构屋盖的核心结构特征

该类厂房的屋盖一般用钢结构作主要承重构件，形式有平面桁架、空间网架、管桁架和张弦结构等。核心特征就是具有很强的跨越性，在不设中间柱网的情况下就可以覆盖很广阔的无障碍作业空间。该特点来自于钢结构材料具有高强度、轻质的特点以及结构形式高效受力性能<sup>[1]</sup>。屋盖受力路径清楚复杂，荷载经由节点和杆件传递并重新分配，给构件加工精度、节点连接可靠性和整体安装几何形态带来非常高的要求。结构在施工阶段和使用阶段的受力情况有很大差别，特别是大跨度构件在没有形成整体之前，吊装和临时支撑阶段稳定性、强度

的问题更加明显，是质量控制中必须事先识别并严格控制的重要风险点。

### 1.2 高支模体系支撑环境构成

为了支撑大跨度钢结构屋盖，其下部一般要搭设出高度和规模都超过常规的模板支撑体系，即高支模体系。该体系在混凝土梁板等水平结构浇筑时是临时承重骨架，在钢结构屋盖安装阶段也可以作为临时支撑或操作平台使用。其构成环境比较复杂，地基承载力、支撑杆件的强度和稳定性、水平和竖向连接构造、荷载传递路径的可靠性等诸多方面都要考虑进去。高支模体系一旦发生失效就会造成严重的后果，因此它的设计和施工要满足更加严格的安全标准和技术规范。质量控制要贯穿于地基处理、材料检验、搭设工艺、监测验收等各个环节之中，保证其在全部施工期间具有足够的承载能力、刚度和整体稳定性，给上部结构施工提供绝对可靠的操作基础。

## 2 质量管控体系的总体框架

对于大跨度高支模钢结构屋盖厂房而言，其质量控制不能依靠事后检验来完成，必须创建起一个涵盖全面、责任分明、标准明确的预防性体系。该体系就是把质量目标层层分解，用制度化的方式渗透到每一个建设环节中去<sup>[2]</sup>。

### 2.1 管控体系架构的多维集成

有效的质量控制体系是一个有机的整体。首先要在组织上创建起覆盖建设、设计、施工、监理以及专业分包单位的质量链条协同管理网络，确定各个主体之间在质量链中的接口和责任。其次从过程上来说，体系要贯穿项目策划、设计审查、材料采购、构件加工、现场施工、监测调试直到竣工验收全过程。最后从技术角度来说，体系要将各种各样的技术标准、工艺规程、检测办法和验收准则加以整合，从而产生出一种统一的技术控制语言。这三个维度互相交错，就形成了一个立体化的管

控网格,保证质量要求不漏掉任何一个环节。体系运行的关键之处在于流程的标准化以及信息的透明化,依靠制定详细的作业指导书和质量检查清单,把抽象的质量目标转变成可以执行、可以检验的具体动作。

## 2.2 质量责任制度的层次化落实

质量责任制度清楚,才是管控体系得以运转的基础。此制度要依照“谁实施、谁负责”的准则来实行,做到层次分明地落实。在项目管理层级上,建设单位要承担起首要责任,创建起总体的质量目标和管理架构,总承包单位要对工程整体质量承担总责。在专业实施层级,钢结构分包单位、模板工程分包单位等应对其所承担的本专业范围内施工质量负责。每一个具体的作业班组、操作工人,都应该对所完成的工序质量负责。责任链条的形成并配以相应的奖惩措施,可以将质量压力传递到一线,调动各个方面的积极性。监理单位的独立监督责任不能缺少,它的公正、专业的第三方检查是保证制度不流于形式的重要环节<sup>[3]</sup>。

## 2.3 技术标准与工艺规程的先导作用

技术标准和工艺规程属于质量控制的前导性、依据性工具。除遵照国家、行业所制定的通用性规范之外,还要根据具体项目的特点来制订出更加详尽的专项技术方案和工艺规程。对某一类型的钢结构节点进行焊接工艺评定和作业指导书编制,确定焊材选用、预热温度、焊接参数、后热处理要求等。高支模体系要根据准确的计算分析来编制专项施工方案,对杆件间距、剪刀撑布置、底座和顶托构造等做出明确的规定。这些均是施工操作直接的根据,又是质量检查和验收的标准。其编制要依靠严密的计算分析和工程经验,经过严格的审核论证,保证其科学性和可行性,从源头上防止由于技术不妥造成质量缺陷。

## 3 关键建设环节的质量控制重点

在总体体系的框架下,要对一些直接关系到最终结构质量、安全的关键建设环节进行重点控制。这四个环节是质量控制的主要部分,所耗费的管理资源和技术重视程度也最大。

### 3.1 钢结构深化设计与详图质量管控

钢结构深化设计是连接结构设计和现场加工的纽带,质量好坏直接影响构件能否准确制造、顺利安装。本环节控制的重点就是保证深化设计模型和原设计意图完全一致,还要考虑到制造工艺和安装顺序的可行性。深化图纸要完全、准确地表达出每一个构件的几何尺寸、截面规格、开孔位置、焊缝形式和螺栓连接信息。对于复杂的节点,要进行三维放样,保证多根杆件交汇处的空间几何关系正确无误。管控过程要建立严格的图纸复核和会签制度,由设计单位、总包单位、加工单位共同对深化图纸进行审查,重点检查节点构造是否合理、加工是否

可行、与其它专业接口是否协调<sup>[4]</sup>。任何修改都必须经过正式的变更程序,保证图纸版本的有效性、唯一性,从源头上防止由于信息错误造成的大批量返工。

### 3.2 原材料与构件加工质量管控

钢结构质量从原材料和工厂加工开始。对钢材、焊接材料、高强螺栓等原材料的控制,必须严格执行进场验收制度,查验质量证明文件,按规定进行抽样复验,保证其化学成分、力学性能满足设计要求。构件加工阶段的管控要包含下料、切割、制孔、组装、焊接、除锈、涂装等全部过程。下料、切割精度为后续工序打下基础,用数控设备来保证精度。焊接是钢结构加工的关键,要对焊工资格、焊接工艺参数、焊接环境实施持续监控,对主要焊缝做无损检测。构件组装应在专用平台上进行,用工装夹具保证尺寸精度。成品构件的几何尺寸偏差要符合规范的要求,出厂前要开展预拼装检验,检查复杂的节点是否匹配。高支模体系所用的钢管、扣件等材料,也必须严格把好进场关,严禁使用壁厚不够、锈蚀严重或者有裂纹等缺陷的材料<sup>[5]</sup>。

### 3.3 屋盖钢结构现场焊接与节点质量控制

现场焊接和节点安装属于决定钢结构屋盖整体性最关键的环节,也是质量风险最高的部分。现场焊接环境变化大、位置多变,质量控制难度大。首先要保证现场焊接工艺和工厂评定的工艺一致,根据现场条件进行调整和再评定。焊接作业应在合适的环境里进行,遇有风雨低温天气时应做好相应的防护工作。对焊缝质量的控制要贯穿于整个焊接过程中,即坡口处理、预热、层间温度控制、焊后保温等。对重要的第一、第二级焊缝要进行超声波或者射线的无损检测,检测比例和合格标准应符合设计要求。节点质量控制主要是对连接精度进行控制,无论是焊接节点还是螺栓连接节点,构件就位精度必须用测量仪器进行校正。螺栓连接要控制螺栓穿孔率,按照初拧、复拧、终拧的顺序施拧,用扭矩扳手或者转角法保证紧固力符合要求。大跨度屋盖合龙时要选好合龙温度和顺序,控制结构内力、变形。

### 3.4 高支模支撑体系搭设与监测管控

高支模支撑体系的搭设质量是高支模支撑体系安全使用的前提。搭设前要对地基进行处理和验收,保证支撑立杆基础坚实、平整,有排水措施。搭设时必须严格按照专项方案执行,立杆间距、水平杆步距、剪刀撑布置等重要参数不能随意改变。扣件螺栓的拧紧力矩应加以控制,可以采用抽样检查的方法。立杆垂直度、杆件搭接长度、顶托和底座插入深度等都要一一检查。搭设完成后要进行综合验收,合格后才能进行后续工序。施工过程中还要进行实时监测。在支撑体系的重要部位布置传感器,对它的沉降、位移和应变的变化进行观测。在混凝土浇筑、钢结构吊装等荷载大幅度增加的时候,要加强对这些环节

的监测与巡视,发现数据超过预警值时立即采取应急措施,停止施工,查找原因。动态的监测控制是把风险控制在萌芽状态的手段。

### 3.5 施工全过程动态监测与反馈

对于大跨度高支模钢结构屋盖这样复杂的时变系统来说,在施工过程中实际的力学行为会和理论分析有出入。动态监测就像给施工过程装上了“感知神经系统”,是信息化、精细化质量控制不可缺少的手段。监测内容要涵盖所有的质量及安全指标,在结构上包含关键杆件和节点的应力应变、屋盖整体挠度和特殊控制点位移、重要支座的反力或者位移,在高支模方面包含支撑立杆的轴力、架体整体沉降和水平位移。监测要具有连续性,涵盖从支模搭设、屋盖安装、预应力施加、支撑拆除直至卸载后结构状态稳定全部过程。然而,仅仅采集和记录海量监测数据是浅层的。动态监测深层的价值就是数据的实时处理、分析和决策反馈。这就需要形成一个监测、分析、预警和决策的闭环系统。将实时监测数据同基于施工仿真模型的理论预测值展开在线比较,就能即时判定结构状况是否健康,施工进度是否处在安全轨道上。一旦监测数据出现异常趋势或者超限报警,系统就会立即发出预警。更重要的是,工程技术人员要根据施工工况迅速找出异常的原因是施工加载过快

吗?温度效应异常?还是局部构件存在缺陷或者连接问题呢?根据上述分析,可以对后续的施工方案进行动态调整,如停止加载、改变安装顺序、启动加固预案或者做针对性检测等。把监测数据同施工控制深度融合起来的“数字孪生”式管理模式,使工程的静态验收变成了动态的过程控制,这是应对复杂工程不确定性的一种高阶质量管控形态。

## 4 结束语

大跨度高支模钢结构屋盖厂房的建设质量控制是项目从立项到竣工全过程的系统工程。它不是单一的技术或者管理的运用,而是在对结构特性有深刻认识的基础上,把组织、技术、标准和过程结合起来所形成的一个综合性的体系。研究表明成功的保证是有一个责任分明、标准先行的预防性管控体系,把管理重心放在设计深化、材料源头上,把控制重点放在焊接、安装、支撑体系等重要环节上。尤其是对整体提高等复杂的工艺来说,必须依靠先进的技术手段来达到精确同步的过程。通过以上体系的创建和有效的运转,在复杂性中求得秩序,在风险中求得可靠,从而达到该类标志性工业建筑质量、安全、效能三者统一的目的。随着数字化、智能化技术的深入发展,质量控制将会越来越可视化、可预测,给工程品质赋予更强大的支撑。

### 参考文献:

- [1] 赵瞳辉,白云良,赵大铭.厂房钢结构的制作安装管理控制探讨[J].中国设备工程,2026,(07):40-42.
- [2] 张清富.钢结构单层工业厂房中柱间支撑的设计应用与创新发展[J].工程建设与设计,2026,(07):27-29.
- [3] 史欢欢,丁俊杰,陈爱民.大跨度钢结构厂房吊装施工及监测预警技术[J].建筑机械,2026,(04):70-75.
- [4] 李灿.多层钢结构工业厂房结构设计要点探讨[J].建设科技,2026,(03):99-101.
- [5] 王友鹏.有色加工钢结构厂房设计参数化定向化应用案例[J].世界有色金属,2026,(06):223-225.