

大跨度钢结构现场吊装施工技术优化应用

陈正林

天保建设集团有限公司 河北 保定 072750

摘要：大跨度钢结构现场吊装施工技术对大型建筑工程意义重大。其结构形式多样，常见吊装技术有整体吊装、分块吊装等，施工需把控吊装方案、吊点选择等关键环节。优化策略包括动态调整吊装工艺、智能适配设备选型、多元构建安全防控、全程覆盖质量监管。创新技术融合应用可提升施工水平，成本效益综合分析利于合理决策，安全风险动态管控保障施工安全，行业示范效应评估显示其能带动行业进步，在保证工程质量前提下，提高经济效益与社会效益。

关键词：大跨度钢结构；现场吊装；技术优化

引言：在现代建筑领域，大跨度钢结构凭借其独特优势，广泛应用于体育场馆、展览馆等大型建筑。现场吊装施工作为关键环节，其技术水平直接影响工程质量与进度。然而，传统吊装技术在面对复杂环境、大型构件等情况时，存在效率低、安全风险高、质量难控等问题。因此，对大跨度钢结构现场吊装施工技术进行优化应用具有重要的现实意义。通过优化技术，可提升施工效率、保障施工安全、提高工程质量，为建筑行业的发展提供有力支撑，推动大跨度钢结构建筑的进一步发展。

1 大跨度钢结构现场吊装施工技术概述

在现代建筑工程领域，大跨度钢结构以其独特优势被广泛应用于体育场馆、展览馆、工业厂房等大型建筑中。大跨度钢结构现场吊装施工技术作为关键环节，对工程的顺利推进和质量保障起着决定性作用。大跨度钢结构具有跨度大、自重相对较轻、结构形式多样等特点。其结构形式涵盖桁架结构、网架结构、网壳结构等，不同结构形式在力学性能、空间造型和适用范围上各有差异。例如，桁架结构常用于大跨度桥梁和工业建筑，能以简洁的杆件组合承受较大荷载；网架结构则因其空间受力性能好、整体性强，广泛应用于大型体育场馆。常见的现场吊装施工技术有多种，整体吊装法是将钢结构在地面组装成整体后一次性吊装就位，适用于结构相对简单、重量适中的情况，能有效减少高空作业量，提高施工安全性和效率。分块吊装法是将钢结构分成若干块分别吊装，再进行高空拼接，这种方法灵活性高，可根据现场条件和起重设备能力合理安排。滑移吊装法通过在预先设置的轨道上滑移钢结构，实现安装就位，常用于大型场馆等具有较大跨度和空间的建筑。提升吊装法利用提升设备将钢结构整体提升到设计位置，适用于高耸结构或有特殊安装要求的工程。在吊装施工过程中，

有多个关键环节需要严格把控^[1]。吊装方案的设计是基础，需综合考虑结构特点、现场环境、起重设备性能等因素，确保方案的科学性和可行性。吊点的选择直接影响钢结构的受力状态和吊装稳定性，必须根据结构的重心和力学特性合理确定。起重机的选型至关重要，要根据吊装重量、高度和作业半径等参数选择合适的起重机型号和规格。同时，吊装顺序的安排也需精心规划，遵循先主后次、对称吊装的原则，以保证结构的稳定性和安装精度。

2 大跨度钢结构现场吊装施工技术优化策略

2.1 吊装工艺动态调整

吊装工艺动态调整是提升大跨度钢结构现场吊装施工效率与质量的关键举措，需从多方面着手优化。（1）实时监测与反馈：借助先进的传感器技术，对吊装过程中的结构应力、变形、位移等参数进行实时监测。将监测数据及时反馈至控制系统，以便及时发现异常情况并做出调整。（2）适应环境变化：充分考虑施工现场的天气、场地条件等环境因素的变化。如遇大风、暴雨等恶劣天气，及时调整吊装计划，确保施工安全。（3）优化吊装顺序：根据结构特点和现场实际情况，动态优化吊装顺序。优先吊装关键构件，合理安排各构件的吊装顺序，减少吊装过程中的相互干扰。（4）灵活调整吊具：根据不同构件的形状、重量和吊装要求，灵活选择和调整吊具。确保吊具与构件的连接牢固，避免吊装过程中出现滑落等安全事故。（5）加强沟通协作：施工各环节的人员之间要保持密切沟通协作。吊装指挥、起重机操作员、安装人员等要及时交流信息，确保吊装工艺的顺利实施。

2.2 设备智能选型适配

设备智能选型适配是保障大跨度钢结构现场吊装施工顺利进行的重要环节，需综合多方面因素科学决策。

(1) 精准评估构件参数: 全面分析钢结构构件的重量、尺寸、形状等参数, 精确计算吊装所需的起重量、起升高度、工作半径等关键指标, 为设备选型提供准确依据。(2) 结合场地条件: 充分考虑施工现场的地形、空间、道路等条件。狭窄场地优先选择灵活性高的设备, 如履带吊; 开阔场地则可根据需求选择汽车吊等。确保设备能够在现场顺利作业, 避免因场地限制影响施工进度。(3) 匹配施工方法: 根据吊装施工方法, 如整体吊装、分块吊装等, 选择与之适配的设备。整体提升法搭配液压提升器与计算机控制系统, 以实现精准吊装。(4) 考虑设备性能: 关注设备的技术参数、可靠性、维护保养成本等。选用性能稳定、技术先进的设备, 提高施工效率和质量, 降低设备故障风险。(5) 运用智能技术: 借助大数据、人工智能等技术, 建立设备选型数据库和智能决策模型。通过输入相关参数, 快速准确地推荐合适的设备, 实现设备选型的智能化和科学化。

2.3 安全防控多元构建

大跨度钢结构现场吊装施工因作业环境复杂、技术要求高, 安全风险居高不下, 故而多元构建安全防控体系势在必行。在技术防控层面, 先进监测技术是关键。利用传感器对吊装设备的应力、位移等参数实时监测, 一旦参数超出安全阈值, 系统立即发出预警, 让工作人员能及时采取措施。同时, 运用BIM技术对吊装过程进行模拟, 提前发现潜在风险并优化方案, 从技术源头保障施工安全有序。人员管理是安全防控的重要环节, 强化安全教育培训, 提升施工人员安全意识与操作技能, 使他们熟悉施工中的安全要点和操作规范。严格审查特种作业人员资质, 确保其持证上岗, 杜绝无证操作。建立健全安全考核机制, 对违规行为严肃处理, 形成良好的安全施工氛围^[2]。制度保障为安全施工提供坚实后盾, 完善安全管理制度, 明确各岗位安全职责, 让每个人员清楚自己的安全责任。制定科学的安全操作规程, 使施工有章可循。建立事故应急预案, 定期组织演练, 提高应对突发事件的能力, 降低事故损失。现场管控是安全防控的最后一道防线, 设置明显的安全警示标识, 划分作业区域, 安排专人进行现场安全监督, 及时纠正不规范行为, 确保施工现场秩序井然, 全方位保障大跨度钢结构现场吊装施工安全。

2.4 质量监管全程覆盖

大跨度钢结构现场吊装施工质量监管全程覆盖, 是保障工程质量的关键所在。构件制作是质量监管的起点, 采用高精度切割、焊接设备, 严格把控加工精度, 使构件尺寸、形状误差在允许范围内。同时, 加强材料质量

检验, 从源头上杜绝不合格材料流入工程, 为后续施工奠定坚实基础。合理规划运输路线, 避免构件在运输过程中发生碰撞、扭曲, 确保构件完好无损地抵达施工现场, 保证构件质量不受影响。现场吊装阶段, 精确计算构件重心, 合理选择吊点, 让构件在吊装时保持平稳, 防止变形或损坏。安排专业人员进行高空定位和校正, 确保构件安装精度符合设计要求, 保证结构的稳定性和安全性。焊接作业作为关键环节, 要求焊工必须持证上岗, 严格按照焊接工艺规程操作^[3]。焊接完成后, 运用超声波探伤、X射线检测等方法进行焊缝质量检测, 确保焊接质量达标。建立质量追溯体系至关重要, 记录每个环节的关键数据和质量检测结果, 一旦出现质量问题, 能够迅速追溯到问题源头, 便于分析原因并采取相应措施。通过这种全程质量监管, 可有效确保大跨度钢结构现场吊装施工质量达标, 打造优质工程。

3 大跨度钢结构现场吊装施工技术优化应用分析

3.1 创新技术融合应用

创新技术融合应用是提升大跨度钢结构现场吊装施工水平的关键, 能有效解决传统施工中的难题, 提高施工效率与质量。(1) BIM与物联网结合: 利用BIM技术建立三维模型, 结合物联网传感器实时采集构件的位置、应力等数据, 实现对吊装过程的精准模拟与监控, 提前发现潜在问题并及时调整。(2) 人工智能算法优化: 借助人工智能算法对吊装方案进行智能优化, 根据现场实际情况自动调整吊装参数, 提高吊装效率和安全性。(3) 无人辅助测量: 运用无人机进行场地地形测量和构件位置定位, 快速获取准确数据, 为吊装施工提供可靠依据, 减少人工测量的误差和时间成本。(4) 机器人自动化操作: 引入机器人进行构件的焊接、拼装等工作, 提高施工精度和质量, 减少人工操作的不确定性和劳动强度。(5) 5G通信技术支持: 5G高速稳定的通信能力, 实现施工数据的实时传输和远程控制, 便于管理人员及时掌握施工进度和解决问题, 保障施工顺利进行。

3.2 成本效益综合分析

大跨度钢结构现场吊装施工的成本效益综合分析, 对于项目的整体规划和决策至关重要。从成本角度看, 设备购置与租赁费用是重要组成部分。先进的吊装设备虽能提高施工效率, 但购置成本高昂, 需综合考虑项目规模和使用频率来决定购置或租赁。材料成本方面, 钢材的质量和价格波动影响较大, 合理选择钢材并优化下料方案可降低成本。人工成本也不容忽视, 施工人员的数量和技能水平直接关系到成本支出, 合理安排人员配置、提高工作效率能有效控制人工成本。在效益方面, 施工

效率的提升是关键^[4]。优化吊装技术可缩短工期,减少设备和人工的闲置时间,降低间接成本。同时,高质量的施工能提高工程质量,减少后期维修和整改费用,提升项目的整体价值。此外,良好的施工技术应用还能提升企业的品牌形象,为企业带来更多的业务机会。通过成本效益综合分析,权衡成本与效益的关系,寻找最佳平衡点,实现资源的合理配置,从而在保证工程质量的前提下,最大程度地提高项目的经济效益和社会效益。

3.3 安全风险动态管控

大跨度钢结构现场吊装施工中,安全风险动态管控是保障施工顺利进行的关键,需从多方面采取措施。(1)实时数据监测:利用传感器、监控设备等对施工现场的环境参数、设备运行状态、人员操作情况等进行实时监测,及时掌握安全风险动态。(2)风险预警机制:建立科学的风险预警模型,根据监测数据对可能出现的安全风险进行预警,提前采取防范措施,避免事故发生。(3)动态评估调整:定期对安全风险进行评估,根据施工进度、环境变化等因素动态调整管控策略,确保管控措施的有效性。(4)应急响应预案:制定完善的应急响应预案,明确在发生安全事故时的应急处理流程和责任分工,提高应对突发事件的能力。(5)人员培训教育:加强对施工人员的安全培训教育,提高他们的安全意识和应急处理能力,确保在遇到安全风险时能够正确应对。通过以上措施,实现大跨度钢结构现场吊装施工安全风险的动态管控,保障施工安全。

3.4 行业示范效应评估

大跨度钢结构现场吊装施工技术优化应用的行业示范效应评估,对推动行业发展意义重大。在技术创新示范方面,优化后的吊装技术采用先进的工艺与设备,如智能传感器实时监测、高精度定位系统等,为行业提供了技术革新的范例,激励其他企业加大技术研发投入,促进整个行业技术水平提升。从管理模式示范来看,优化应用过程中建立的科学管理体系,包括高效的人员组织架构、严谨的质量控制流程和完善的安全保障机制,为

同行提供了可借鉴的管理经验,有助于提高行业整体管理效率。在成本效益示范上,通过合理规划施工流程、优化资源配置,有效降低了施工成本,同时提高了工程质量和施工效率,展示了良好的成本效益比,引导行业企业在追求经济效益的同时注重成本控制^[5]。在环保节能示范方面,采用新型材料和节能设备,减少了施工过程中的能源消耗和环境污染,为行业树立了绿色施工的标杆,推动行业向环保节能方向发展。综合来看,该优化应用具有显著的行业示范效应,能带动行业整体进步。

结语:

未来,科技飞速发展将促使前沿技术如人工智能、大数据、物联网等深度融入大跨度钢结构现场吊装施工。借助这些技术,能实现对吊装过程更精准的监测,及时捕捉细微偏差并预警;可依据海量数据进行智能决策,优化吊装方案;达成更高效的管理,合理调配资源、提升施工效率。同时,绿色环保理念贯穿施工全程,推动吊装技术朝着节能、减排方向发展,降低对环境的影响。行业间交流合作日益频繁,不同企业和机构分享经验、碰撞智慧,促使吊装技术不断创新完善。大跨度钢结构现场吊装施工技术将迎来广阔发展空间,为建筑行业高质量发展注入强大动力。

参考文献:

- [1]刘博.大跨度SS钢结构模块化高效安装施工技术应用[J].陶瓷,2026(2):174-176+226.
- [2]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(4):70-75.
- [3]王杰.大跨度钢结构屋面吊装施工关键技术与管控策略[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2026(4):026-029.
- [4]梁洋,詹思立,张健捷.大跨度钢梁吊装工艺与施工技术的优化及应用研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(5):100-102.
- [5]田洪波,曲洪利.大跨度钢结构建筑安装施工工艺优化及质量检测技术应用[J].消费导刊,2025(13):0040-0042.