

探讨预制装配式钢结构建筑设计方法及经济性

张欣

龙建科工（黑龙江）有限公司 黑龙江哈尔滨 150010

摘要：随着建筑业的持续发展，预制装配式钢结构建筑因其施工速度快、质量易于控制及环境友好等优势而受到广泛关注。本文综合探讨了预制装配式钢结构建筑的设计方法及其经济性，分析了结构系统的选择与优化、模块化与标准化设计、连接与节点设计等关键设计策略。通过科学的设计和精确的成本控制，预制装配式钢结构建筑能够实现良好的经济性和可持续性，为推动建筑行业的创新发展提供了有力支持。

关键词：预制装配式；钢结构；建筑设计方法；经济性

在全球建筑业转型升级的大背景下，预制装配式钢结构建筑作为一种新型的建筑模式，适应了可持续发展和绿色建筑的理念。它不仅改善了传统建筑施工的缺点，还提高了建筑的整体性能和质量。为了进一步推广预制装配式钢结构建筑的应用，本文将深入探讨其设计方法及经济性，旨在为行业提供参考和借鉴。

一、预制装配式钢结构建筑概述

预制装配式钢结构建筑是采用工厂化生产、现场装配式的建造模式，整合了设计、生产、施工等业务领域，以实现建筑产品的节能、环保和全周期价值最大化。这种建筑方式强调的是将传统建筑中的现场作业转移到工厂中进行，通过标准化设计和信息化管理，在工厂内加工制作建筑用的构件和配件，如楼板、墙板、楼梯、阳台等，然后将这些预制好的部分运输到施工现场，以可靠的连接方式装配安装成最终的建筑结构。

二、预制装配式钢结构建筑设计方法

1. 结构系统的选择与优化

在预制装配式钢结构建筑设计中，结构系统的选择与优化是关键的第一步。设计师需评估建筑的使用功能、地理环境、地震区域划分、施工技术以及成本效益等因素，从而选择最合适的结构体系。这些结构体系可能包括框架结构、门架结构、网架结构和桁架结构等。结构优化要考虑建筑物自身的承载力、稳定性和变形控制，同时还要关注材料利用率和施工工艺的优化。通过精确的结构分析和计算，可以确保在满足安全要求的前提下，减少材料浪费，提高结构的经济性。此外，结构优化还包括对楼层高度、柱网布局和梁柱连接方式的调整，以适应不同的建筑形态和功能需求。

2. 模块化与标准化设计

模块化与标准化设计是实现预制装配式钢结构高效施工的关键。模块化是指将建筑划分为若干个标准模块或单元，每个模块在工厂内完成制作并在现场快速组装。这种方法可以提高生产效率，减少现场作业时间，并提升整体结构的精确度。标准化设计要求设计师遵循统一的模数和协调规则，以确保各个构件之间能够精确对接，简化节点处理，加快施工速度。标准化的部件可以实现大规模生产，降低成本，同时也便于质量控制和维护更换^[1]。

3. 连接与节点设计

连接与节点设计对于预制装配式钢结构建筑的稳定性和安全性至关重要。节点设计需要考虑到力的传递路径、施工可行性和构造要求。不同类型的连接方式，如焊接、螺栓连接或铆接，都有其特定的应用场景和技术要求。在预制装配式钢结构中，节点设计应尽量简洁且易于现场安装。为此，节点的几何形状和尺寸需要精确计算，以承受预期的荷载并允许一定的变形。同时，节点设计还应考虑材料的兼容性、耐腐蚀性以及未来维护的需求。

4. 材料选择与应用

在预制装配式钢结构建筑设计中，材料的选择与应用对于确保建筑性能、耐久性和可持续性至关重要。设计师需要根据建筑的功能、使用环境、载荷要求以及防火等标准来选取恰当的钢材种类和等级。常用的钢材包括耐候钢、高强度钢和一些特殊的合金钢等。除了传统的钢材之外，新的材料如高性能混凝土、轻质保温材料以及新型的金属或复合材料也在预制装配式钢结构中得

到了应用。例如，高性能混凝土可以用于预制楼板，以增加结构的刚度和耐久性；而轻质保温材料则有助于提高建筑的能效。材料选择不仅要考虑其结构性能，还要考虑其经济性、可加工性、可持续性以及对环境的影响。例如，使用回收材料或可回收材料可以减少建筑对资源的消耗和对环境的影响^[2]。

5. 绿色建筑与可持续发展

绿色建筑与可持续发展是预制装配式钢结构建筑设计中日益受到重视的理念。这涉及到能源效率、材料循环利用等多个方面。为了实现能源效率，设计可以考虑采用被动式设计策略，如合理的朝向、自然通风系统以及高效的建筑外壳，减少对传统能源的依赖。同时，集成化的建筑管理系统能够有效监控和调节能源使用，进一步提高能效。在材料循环利用方面，设计应考虑使用可回收或再生材料，并在建筑寿命周期结束时便于拆解和回收。通过这种方式，可以显著减少建筑废弃物，并促进资源的循环利用。

三、预制装配式钢结构建筑经济性分析

1. 成本构成与控制策略

材料成本占总成本的较大比例，因此选择性价比高的材料对控制成本至关重要。制造成本涉及到预制构件的生产和加工，通过提高工厂自动化水平和生产效率可以有效降低这部分成本。运输成本则与构件的重量和体积以及运输距离有关，优化物流方案和运输方式有助于减少费用。施工安装成本包括现场安装的人工费和机械使用费，采用高效的施工技术和管理方法可以显著降低成本。控制策略方面，首先需要对整个建筑过程进行详细的成本规划和预算编制。其次，通过采购管理和供应链优化来降低材料成本。此外，施工过程中应实施严格的成本控制和监督，避免不必要的浪费和延误。最后，采用先进的施工技术如BIM（建筑信息模型）工具可以提高预制构件的精确度，减少现场调整和返工，从而有效控制成本^[3]。

2. 生命周期成本分析

生命周期成本分析是对预制装配式钢结构建筑从设计、建造、使用到拆除全过程中所有成本的综合考量。这包括初始投资成本、运营维护成本、能源消耗成本以

及最终的拆除和回收成本。为了得到准确的生命周期成本，需要考虑资金的时间价值，即将未来的成本和收益折现到当前价值。初始投资成本通常较高，但是通过节省材料、减少现场人工和提高施工效率可以有效降低。运营维护成本则与建筑的性能和使用状况密切相关，优质的设计和材料选择可以显著降低长期的维护费用。能源消耗成本是另一个重要的考量因素，通过采用节能设计和材料可以减少建筑在使用过程中的能耗。最后的拆除和回收成本则与建筑的可拆卸性和材料的可回收性有关。

3. 经济效益评价方法

经济效益评价方法用于评估预制装配式钢结构建筑的经济性，常用的方法包括净现值（NPV）、内部收益率（IRR）和成本效益分析（CBA）。净现值计算考虑了项目的现金流入和流出，以及资金的时间价值，是评估项目投资效益的重要指标。内部收益率则是使项目净现值为零时的折现率，用于比较不同项目的盈利能力。成本效益分析则对比项目的总成本和总收益，以确定项目的经济合理性。在进行经济效益评价时，需要考虑项目的独特性和不确定性，如市场需求变化、政策调整和技术革新等。

结束语

综上所述，预制装配式钢结构建筑设计方法及经济性的探讨表明，该建筑模式具有显著的优势和潜力。通过合理的设计方法和经济性分析，可以最大限度地发挥预制装配式钢结构建筑的优势，实现建筑行业的高效、环保和可持续发展。然而，要实现这一目标，还需要行业内各方共同努力，不断进行技术创新和管理优化，以解决预制装配式钢结构建筑在实际应用中可能遇到的挑战。

参考文献

- [1] 张楠. 预制装配式钢结构建筑设计方法及经济性探究[J]. 陶瓷, 2024, (02): 148-150+154.
- [2] 杨璐. 预制装配式钢结构建筑设计方法及经济性探析[J]. 建筑技术开发, 2017, 44(07): 4-5.
- [3] 刘永霞. 预制装配式钢结构建筑设计要点及经济性研究[J]. 中国新技术新产品, 2016, (21): 167-168.