

工业厂房结构设计中钢结构设计应用研究

赵云龙

江西蓝星星火有机硅有限公司

DOI: 10.12238/ems.v5i7.7028

[摘要] 本文着重探讨了钢结构的多种优势和关键组件, 分析了工业厂房结构设计中钢结构设计的相关要点, 并研究了钢结构设计的具体应用, 以充分优化工业运营, 为关键设备提供强有力的支撑, 从而创造出富有弹性、更加耐用、安全可靠的工业设施, 持续推动经济增长和技术进步。

[关键词] 工业厂房; 结构设计; 钢结构; 设计; 应用

Research on the Application of Steel Structure Design in Industrial Factory Structure Design

Zhao Yunlong

Jiangxi Blue Star Spark Organic Silicon Co., Ltd

[Abstract] This article focuses on exploring the various advantages and key components of steel structures, analyzing the relevant points of steel structure design in industrial plant structure design, and studying the specific applications of steel structure design to fully optimize industrial operations, provide strong support for key equipment, and create elastic, more durable, safe and reliable industrial facilities, continuously promoting economic growth and technological progress.

[Keywords] Industrial factory buildings; Structural design; Steel structure; Design; application

引言:

钢结构凭借无与伦比的强度、耐用性和多功能性, 成为了现代工业基础设施不可或缺的组成部分。在工业厂房的结构设计中, 充分了解钢结构的设计要点, 深入研究工业运营的具体需求, 从根本上提升工业生产力, 根据不断变化的行业趋势, 更好地完善基础设施, 塑造全新的工业格局, 具有重要意义。

1、钢结构的多种优势

1.1 强度和耐用性

钢结构在工业厂房结构设计中的主要优势之一是其卓越的强度和耐用性。钢具有高强度重量比, 可以建造能够承受重载和恶劣环境条件的坚固结构。这种固有的强度使钢材成为工业应用的理想选择。钢材的耐用性是在工业厂房结构设计中广泛使用的另一个关键因素。与木材或混凝土等传统建筑材料不同, 钢材耐腐烂、发霉、防白蚁和腐蚀。这种阻力确保了钢结构的使用寿命, 降低了维护成本并显著延长了其使用寿命。此外, 钢结构的设计可以承受地震活动和极端天气事件, 为工业运营提供安全可靠的环境。这种强度和耐用性的结合使钢结构成为全球工业厂房结构设计项目不可或

缺的选择。

1.2 设计灵活性

钢结构的另一个引人注目的优点是设计的灵活性。钢铁为建筑师和工程师提供了无与伦比的自由, 可以根据工业厂房的特定需求创建创新和复杂的结构。无论是大型净跨仓库还是复杂的发电厂设施, 钢材都可以满足各种设计要求。钢材的多功能性允许建造无柱空间, 最大化可用建筑面积并促进工业厂房内的高效工作流程。此外, 钢材能够在场外预制, 从而加快施工进度并降低现场劳动力成本。这种设计的灵活性不仅增强了工业厂房的功能, 而且还提供了审美吸引力, 有助于提高结构的整体建筑质量。

1.3 成本效益

成本效益是钢结构在工业厂房结构设计中的又一显著优势。虽然钢材的初始成本可能高于木材或混凝土等一些传统建筑材料, 但长期节省的成本超过了前期投资。钢的耐用性和低维护要求可降低生命周期成本, 使其成为结构整个生命周期内经济高效的选择。此外, 钢结构可以节省施工时间和劳动力。钢结构制造和安装过程的效率可以加快项目完成速度, 最大限度地减少停机时间并加快工厂业主的投资回报。

此外, 钢材的轻质特性降低了地基要求, 进一步降低了建筑成本。此外, 钢材的可回收性通过减少材料浪费和环境影响来提高其成本效益。钢材可以无限回收, 而不会损失其强度或质量, 使其成为工业厂房结构设计项目的可持续且经济可行的选择。

1.4 可持续性和可回收性

可持续性日益成为工业厂房结构设计的关键考虑因素, 而钢结构具有固有的环境效益。钢材是最可持续的建筑材料之一, 具有高水平的回收含量和闭环回收系统。高达90%的结构钢在其使用寿命结束时得到回收, 大大减少了对原材料和能源密集型制造工艺的需求。此外, 与其他建筑材料相比, 钢铁生产的碳足迹更低, 有助于减少温室气体排放。钢结构的设计还可以融入节能功能, 如隔热板、凉爽屋顶和采光策略, 进一步提高其可持续性表现^[1]。钢材的可回收性也符合循环经济原则, 即材料在其生命周期结束时被重复使用和重新利用。这种闭环系统最大限度地减少废物产生并保护自然资源, 使钢结构成为工业厂房结构设计项目的可持续选择。

2、钢结构的关键组件

2.1 梁和柱

梁和柱是钢结构的基本组成部分, 作为主要承重元件, 支撑结构的重量并将荷载分配到基础上。梁(通常是水平构件)旨在抵抗弯曲力和剪切力, 将荷载从地板或屋顶传递到柱或墙。柱则是垂直构件, 为结构提供垂直支撑并抵抗轴向压缩荷载。梁和柱共同构成钢结构的骨架框架, 形成坚固稳定的框架, 能够承受各种荷载条件。在工业厂房结构设计中, 梁和柱的设计通常旨在适应大跨度和重载, 从而可以创建无柱空间并有效利用占地面积。先进的工程技术, 例如抗弯框架和复合结构, 提高了工业钢结构中梁和柱的性能和效率。

2.2 桁架

桁架是由以三角形配置排列的互连构件组成的结构元件, 可有效支撑大跨度的荷载。在钢结构中, 桁架通常用于屋顶系统, 以提供支撑和稳定性, 同时最大限度地减少对中间柱或支撑的需求。桁架在工业厂房结构设计中具有多种优势, 包括高强度重量比、设计多功能性以及易于制造和安装。它们的轻质特性减少了结构上的恒载, 并允许更长的跨度, 最大化内部空间并提供布局和设计的灵活性。根据工业厂房的具体要求, 可以采用各种类型的桁架, 如普拉特桁架、沃伦桁架、豪桁架等。先进的分析和设计方法, 包括计算机辅助工程(CAE)软件和有限元分析(FEA), 可优化桁架配置, 以获得最佳性能和效率。

2.3 支撑

支撑是一种提供横向稳定性和抵抗水平力(例如风荷载和地震力)的结构元件。在钢结构中, 支撑通常沿对角线安装在梁和柱之间, 以支撑结构并防止横向偏转或摇摆。支撑可以维持钢结构的稳定性和完整性, 特别是在容易发生大风

或地震活动的地区。通过分散横向荷载和重新分配力, 支撑增强了结构的整体性能并确保了乘员的安全。根据工业厂房的具体要求和建筑物的建筑限制, 可以使用各种类型的支撑系统, 包括X型支撑、K型支撑和偏心支撑^[2]。先进的设计考虑, 例如支撑刚度、连接细节和材料选择, 优化了钢结构支撑系统的性能和效率。

2.4 连接和接头

连接和接头是钢结构的关键部件, 负责在结构构件之间传递荷载, 保证结构的完整性和稳定性。正确设计的连接和接头可以有效地分配荷载, 抵抗变形和位移, 并适应运动和热膨胀。在工业厂房结构设计中, 连接和接头必须坚固可靠, 以承受设施的动态负载条件和操作要求。根据结构系统的具体要求和所需的结构性能水平, 采用各种类型的连接, 包括焊接连接、螺栓连接和销钉连接。先进的连接设计技术, 例如抗弯连接和剪力连接, 可优化荷载传递并提高钢结构的整体效率。此外, 创新的接头细节, 例如端板连接和法兰板连接, 有助于简化制造和安装, 同时保持结构完整性。

3、工业厂房结构设计中钢结构的设计要点

3.1 荷载分析与计算

荷载分析与计算是钢结构设计的基本环节, 涉及评估各类荷载及其对结构系统的影响。工业厂房承受多种荷载, 包括恒荷载(结构重量)、活荷载(设备、材料、人员)、环境荷载(风、雪、地震)和动荷载(机械运行、振动)。进行彻底的荷载分析可确保钢结构能够承受这些荷载, 而不会出现过度的偏转、变形或失效。先进的工程软件和分析技术, 例如有限元分析(FEA)和计算机辅助设计(CAD), 有助于精确的荷载计算和结构构件的优化。此外, 遵守相关建筑规范、标准和法规, 例如国际建筑规范(IBC)、钢结构设计规范、建筑工程施工质量验收统一标准等, 可以充分确保结构设计符合安全要求以及性能要求。通过进行严格的荷载分析和计算, 工程师可以设计出满足工业厂房苛刻运行条件的钢结构, 同时确保安全性和可靠性。

3.2 结构稳定性

结构稳定性是钢结构设计的一项关键要点。稳定性的考虑因素涵盖各个方面, 包括整体稳定性(整体结构稳定性)、局部稳定性(单个构件稳定性)和横向稳定性(抵抗水平荷载)。为了实现结构稳定性, 工程师采用先进的分析技术来评估结构系统在不同荷载条件下的行为。这可能涉及支撑系统、抗力矩框架和剪力墙的设计, 以抵抗横向荷载并防止过度摇摆或变形^[3]。此外, 关注几何稳定性, 例如控制长细比和最小化偏心率, 可确保结构构件在压缩荷载下保持稳定。通过在设计过程中优先考虑结构稳定性, 工程师可以创建钢结构, 为工业运营提供安全可靠的环境。

3.3 材料选择

材料选择是钢结构设计的一个重要方面, 影响最终产品

的性能、耐用性和成本效益。在工业厂房结构设计中, 钢材因其卓越的强度、耐用性和多功能性而成为首选材料。在为工业厂房结构设计选择钢材时, 工程师会考虑机械性能、耐腐蚀性、耐火性和环境可持续性等因素。例如, 高强度低合金 (HSLA) 钢具有卓越的强度和韧性, 使其成为恶劣环境下结构应用的理想选择。此外, 涂层和表面处理, 例如镀锌和环氧涂层, 可以增强钢结构的耐腐蚀性, 延长其使用寿命并减少维护要求。通过精心选择满足工业厂房环境特定要求的材料, 工程师可以确保钢结构的长期性能和可靠性。

3.4 建筑美学

钢结构提供了无与伦比的设计灵活性, 使建筑师和工程师能够创造出视觉上令人惊叹的标志性工业建筑。建筑美学涵盖各个方面, 包括立面设计、空间布局以及与周围景观的融合。建筑信息模型 (BIM) 软件和参数化设计技术等先进的设计工具使建筑师能够探索创新的设计解决方案并优化钢结构的美学品质。此外, 考虑采光、自然通风和可持续设计原则可以提高工业厂房的整体建筑质量, 同时提高居住者的舒适度和福祉。通过在设计过程中优先考虑建筑美学, 工程师可以创造出不仅满足功能要求而且还能激发和丰富建筑环境的钢结构。

4. 钢结构设计在工业厂房结构设计中的具体应用

4.1 仓库

仓库是供应链的支柱, 负责存储货物、材料和设备。钢结构作为仓库的支柱, 提供无与伦比的强度和多功能性, 以满足现代物流不断变化的需求。以下是仓库钢结构设计的一些关键方面: (1) 大净跨度: 仓库通常需要大净跨度来容纳不同的存储配置和搬运设备。钢框架提供必要的强度和稳定性, 以创建无柱空间, 优化存储容量和运营效率^[4]。(2) 快速建设: 仓库的建设时间通常较短, 要满足紧迫的项目期限并跟上市场需求。预制钢构件可以在现场快速组装, 最大限度地缩短施工时间并降低项目成本。(3) 耐用性和保护性: 钢结构具有卓越的耐用性和针对潮湿、害虫和火灾等环境因素的防护能力。镀锌钢涂层和先进的耐火材料可提高仓库设施的使用寿命和安全性, 保护其中存储的宝贵资产。(4) 灵活性和扩展: 随着业务的发展和变化, 仓库设施必须适应不断变化的存储需求和运营要求。钢结构提供了有效扩展或重新配置仓库布局的灵活性, 确保了可扩展性和面向未来的投资。

4.2 工厂

工厂是制造业务的核心, 原材料通过无数的生产流程转化为成品。钢结构为重型机械、装配线和运营基础设施提供强有力的支持。以下是工厂钢结构设计的一些关键方面: (1) 强度和稳定性: 工厂环境要求结构能够承受重型机械产生的动态载荷和振动。钢框架提供无与伦比的强度和稳定性, 确保制造过程的安全高效运行。(2) 定制化和适应性: 每家工厂都有独特的生产要求, 需要定制建筑设计以适应专门的设

备和 workflows。钢结构可以灵活地定制建筑布局和配置, 以满足特定的制造需求, 从而提高生产力和效率。(3) 空间优化: 在工厂环境中, 空间是一种宝贵的商品, 有效的空间利用可以显著影响运营绩效。钢结构可以创建开放式平面图和高天花板, 最大限度地提高可用空间并优化设施内的物料流动。(4) 安全与合规性: 工厂的钢结构设计必须严格遵守安全标准, 确保符合建筑规范和监管要求, 以保护工人和资产安全。

4.3 发电厂

发电厂是重要的基础设施, 负责发电以满足社区和工业的能源需求。钢结构在电厂建设中发挥着举足轻重的作用, 为关键设备、输电基础设施和附属设施提供支撑。以下是发电厂钢结构设计的一些关键方面: (1) 重型设备的支撑: 发电设备, 例如锅炉、涡轮机和发电机, 需要坚固的结构支撑来承受重负载和操作压力。钢框架为支撑大型发电系统提供必要的强度和稳定性, 确保可靠的性能和运行安全。(2) 耐环境因素: 发电厂经常暴露在恶劣的环境条件下, 包括极端温度、湿度和腐蚀性元素。钢结构具有出色的抗环境退化能力, 可降低结构恶化的风险并确保长期可靠性。(3) 可再生能源系统的整合: 随着对可持续能源的日益重视, 许多发电厂正在将太阳能电池板和风力涡轮机等可再生能源系统纳入其基础设施中。钢结构为整合可再生能源技术提供了一个多功能平台, 促进向清洁和可再生能源发电的过渡^[5]。(4) 运营效率: 停机可能会产生重大的财务和社会影响。钢结构支持高效的工厂布局和工作流程, 优化设备放置和维护活动的通道, 以最大限度地减少停机时间并最大限度地延长正常运行时间。

结束语

总而言之, 钢结构是工业厂房结构设计的重要组成部分, 可以广泛应用于仓库、工厂、发电厂或其他行业。继续围绕钢结构的设计要点, 不断创新钢结构的设计方案, 全面优化钢结构的设计效果, 深入挖掘钢结构的潜在功能, 才能推动工业领域的持续进步, 使工业发展更加现代化、智能化、高效化, 得以迎来更多机遇并取得长期的成功。

[参考文献]

- [1] 何建梁. 工业厂房结构设计中钢结构设计的应用[J]. 陶瓷, 2024, (02): 210-212.
- [2] 苏洋. 工业厂房钢结构设计的优化[J]. 住宅与房地产, 2023, (05): 124-126.
- [3] 薛国辉, 李帅. 关于钢结构厂房结构设计的相关研究[J]. 佛山陶瓷, 2022, 32(12): 110-112.
- [4] 邢妍. 工业厂房结构设计中钢结构设计的应用研究[J]. 陶瓷, 2022, (09): 126-128.
- [5] 亢毅. 工业厂房结构设计中钢结构设计应用分析[J]. 居舍, 2022, (34): 116-118.