门式刚架轻型房屋钢结构工业厂房的结构设计与研究

金明学

中国煤炭科工集团北京华宇工程有限公司 北京 100120

摘要：门式刚架轻型房屋钢结构工业厂房作为一种高效、经济的建筑结构形式，其结构设计与研究具有重要意义。本文综述了门式刚架轻型钢结构工业厂房的结构特点、设计原则及关键技术，包括钢材性能优化、操作工艺改进、周边环境适应性分析及重点部位结构强化等。通过理论分析与实际案例相结合，探讨了提高结构安全性、稳定性和耐久性的有效途径，为门式刚架轻型钢结构工业厂房的广泛应用提供了理论依据和技术支持。

关键词：门式刚架；轻型房屋钢结构；工业厂房；结构设计

1 工业厂房结构设计与研究的重要性

工业厂房的结构设计与研究是确保工业生产安全、高效运行的关键环节，其重要性不言而喻。第一，合理的结构设计能够直接影响到厂房的稳定性和耐久性，这对于承载重型机械设备、抵御自然灾害（如地震、强风）至关重要。一个稳固的厂房结构不仅能保护生产设备和产品免受损害，还能保障工人的生命安全，减少潜在的事故风险。第二，随着工业化进程的加速和技术的不断进步，现代工业对厂房的功能性、灵活性和可持续性提出了更高要求。通过深入研究厂房结构设计，可以实现空间的最大化利用，满足不同生产流程的需求，同时提高能源效率，减少环境负担。第三，结构设计与研究也是推动工业建筑创新的重要驱动力，通过对新型结构形式、连接方式以及智能化技术的应用探索，可以不断提升工业厂房的性能，使其更好地适应未来工业发展的需求。

2 门式刚架轻型钢结构特点

2.1 轻型美观、造价低、钢材消耗量小

门式刚架轻型钢结构以其轻质高强的特性，实现了结构的轻量化设计，不仅外观线条流畅、造型美观，而且大幅度降低建筑的整体重量。这种结构形式采用薄壁型钢作为主要受力构件，有效减少钢材的使用量，从而降低材料成本^[1]。相比传统重钢结构，门式刚架轻型钢结构在保证结构安全性的同时，实现更低的造价，成为众多工业厂房和仓储设施的首选。

2.2 施工期短、环境污染小、安全可靠

门式刚架轻型钢结构采用标准化、模块化的设计理念，构件在工厂预制完成，现场只需进行组装，大大缩短施工周期。这种预制装配式施工方式不仅提高工作效率，减少现场湿作业，还显著降低施工过程中的噪音、粉尘等环境污染。同时，门式刚架轻型钢结构经过精密

设计和严格质量控制，具有良好的抗震、抗风性能，确保了结构的安全可靠性。

3 门式刚架轻型钢结构工业厂房的结构设计

3.1 主结构设计

门式刚架轻型钢结构工业厂房的主结构设计是整个建筑安全、稳定和功能实现的基础。主结构主要由门式刚架构成，包括横梁、立柱和斜撑等关键组件。在门式刚架的设计中，横梁通常采用变截面H型钢或焊接工字钢，以适应不同跨度下的受力需求。立柱即刚架柱，其平面外计算长度的确定需综合多方面因素：当刚架柱与屋面梁刚接时，若无侧向支撑，平面外计算长度一般取柱的高度；若存在侧向支撑，需依据支撑间距来确定。同时，刚架斜梁的平面外计算长度确定原则与之类似，也需考量梁与柱的连接方式、侧向支撑间距等条件。特别地，隅撑对刚架柱和斜梁的平面外长度有重要影响，隅撑能为刚架柱和斜梁提供额外的侧向约束，合理布置隅撑可有效减小刚架柱和斜梁平面外计算长度，进而优化其受力性能。立柱多选用矩形或圆形钢管，其截面尺寸和壁厚需根据计算确定，以确保足够的承载力和稳定性。斜撑作为重要的抗侧力构件，其布置和角度需经过精心设计，以优化结构的整体刚度。主结构的设计还需考虑与基础的连接，基础通常采用钢筋混凝土扩展基础或桩基础，以提供稳定的支撑。连接节点设计需确保结构的整体性和可靠性，采用高强螺栓或焊接方式，以抵抗各种荷载作用下的变形和破坏。在材料选择上，门式刚架轻型钢结构工业厂房主结构多采用轻质高强度的钢材，如Q355B、Q390B等，以满足结构的安全性和经济性要求。钢材的防腐处理也是不可忽视的环节，通常采用热浸镀锌、喷砂除锈后涂漆等方式，以延长结构的使用寿命。

3.2 次结构设计

次结构设计在门式刚架轻型钢结构工业厂房中起着承上启下的作用,它连接主结构,支撑屋面板、墙面板等围护结构,并传递荷载至主结构。次结构主要包括屋架、檩条、墙梁等。屋架通常采用C型钢或Z型钢,其截面尺寸和布置需根据屋面的荷载、跨度等因素确定。檩条则作为屋面板的支撑构件,其设计需考虑屋面板的重量、风荷载以及施工和维护的便利性。墙梁则用于支撑墙面板,其截面尺寸和布置需根据墙体的荷载和稳定性要求确定。在次结构的设计中,连接节点的处理同样至关重要。连接节点需确保结构的整体性和可靠性,避免节点处的应力集中和破坏。次结构的材料选择也需考虑其轻质高强、耐腐蚀等特性,以满足结构的安全性和经济性要求。次结构的设计还需考虑与主结构的协调性和配合性。在主结构和次结构的连接处,需采用适当的连接方式和节点构造,以确保结构的整体稳定性和安全性^[2]。

3.3 围护结构设计

围护结构是门式刚架轻型钢结构工业厂房的重要组成部分,它直接影响到厂房的保温、隔热、防水、防潮等性能。屋面板和墙面板是围护结构的主要组成部分。屋面板通常采用轻质高强度的彩钢板、压型钢板等,其厚度、型号和颜色需根据使用要求确定。墙面板则可采用与屋面板相同的材料,也可采用其他轻质高强度的板材,如夹芯板、岩棉板等。这些板材需具有良好的保温、隔热、防水、防潮等性能,以满足厂房的使用要求。在围护结构的设计中,还需考虑其连接方式和节点构造。连接节点需确保结构的整体性和可靠性,避免节点处的渗漏和破坏,围护结构的安装也需考虑其施工便利性、可维修性和可更换性。围护结构的设计还需考虑其防火性能,对于需要防火的厂房,可采用防火涂料、防火岩棉等防火材料,以提高围护结构的耐火极限。

3.4 支撑系统设计

支撑系统的设计需考虑其布置方式、截面尺寸和材料选择等因素。支撑系统主要包括横向支撑和纵向支撑,横向支撑用于抵抗风荷载和地震荷载作用下的侧向力,其布置方式和截面尺寸需根据结构的整体稳定性和抗侧力要求确定。纵向支撑则用于提高结构的纵向刚度,避免结构在纵向荷载作用下的过大变形。在支撑系统的设计中,还需考虑其连接方式和节点构造。连接节点需确保结构的整体性和可靠性,避免节点处的破坏和失稳。支撑系统的材料选择也需考虑其轻质高强、耐腐蚀等特性,以满足结构的安全性和经济性要求。支撑系统的设计还需考虑其与主结构和次结构的协调性和配合性。在主结构、次结构和支撑系统的连接处,需采用适

当的连接方式和节点构造,以确保结构的整体稳定性和安全性。

3.5 吊车系统设计

吊车系统是门式刚架轻型钢结构工业厂房中不可或缺的组成部分,它用于吊装和运输重型设备和材料。吊车系统主要包括吊车梁、轨道、吊车和驱动装置等。吊车梁作为吊车轨道的支撑构件,其截面尺寸和布置需根据吊车的起重能力和跨度确定。轨道则用于引导吊车的运行,其材料选择、截面尺寸和安装方式需满足吊车运行的安全性和稳定性要求。吊车则根据使用要求选择适当的型号和规格,以满足吊装和运输的需求。驱动装置则用于驱动吊车的运行,其选择和配置需考虑吊车的起重能力、运行速度和能耗等因素。在吊车系统的设计中,还需考虑其与主结构和次结构的协调性和配合性,吊车梁与主结构的连接需采用适当的连接方式和节点构造,以确保吊车运行的安全性和稳定性。吊车系统的运行也需考虑其与厂房内其他设备和人员的协调性,避免相互干扰和安全隐患。吊车系统的设计还需考虑其维护和保养的便利性,吊车系统的各部件需易于检查和维修,以确保其长期运行的可靠性和安全性。

3.6 其他附属结构设计

除了主结构、次结构、围护结构、支撑系统和吊车系统外,门式刚架轻型钢结构工业厂房还需设计其他附属结构,以满足厂房的使用要求和功能需求。附属结构主要包括楼梯、平台、栏杆、雨棚等。楼梯用于连接不同楼层或区域,其设计和布置需考虑人员通行的便利性和安全性,平台则用于放置设备或作为操作区域,其设计和布置需考虑设备的布置和人员的操作需求,栏杆则用于保护人员免受意外伤害,其设计和布置需满足相关的安全标准和规范,雨棚则用于遮挡雨水,保护设备和人员免受雨水侵袭^[3]。在附属结构的设计中,需考虑其材料选择、构造方式、安装方式等因素,材料选择需考虑其轻质高强、耐腐蚀等特性,以满足结构的安全性和经济性要求。

4 门式刚架轻型钢结构工业厂房的结构研究

4.1 钢材性能研究

在门式刚架轻型钢结构工业厂房的结构研究中,钢材性能研究是至关重要的一环。钢材作为结构的主要承载材料,其力学性能、物理性能和化学性能直接影响结构的整体性能。钢材的力学性能,涵盖抗拉强度、屈服强度、伸长率和冲击韧性等,这些是评估钢材质量的关键指标,不仅决定钢材在受力状态下的表现,还关系到结构的整体承载能力和变形能力。通过对不同牌号(如

更新后的Q355B、Q390B)、不同规格的钢材开展力学性能测试,能精准了解其性能特点,为结构设计筑牢科学依据。钢材的物理性能和化学性能同样不可小觑。物理性能像密度、热导率、电导率等,左右着钢材的加工和焊接性能。化学性能诸如化学成分、耐腐蚀性、耐热性等,与钢材的使用寿命以及耐久性紧密挂钩。在结构研究时,要全方位剖析钢材的物理和化学性能,保证其契合结构与使用需求。针对门式刚架轻型钢结构的特点,钢材性能研究还需聚焦钢材的轻质高强、易于加工和焊接等特性。

4.2 操作工艺研究

门式刚架轻型钢结构工业厂房的结构研究,离不开对操作工艺的研究。操作工艺是结构施工和安装过程中的关键环节,直接影响结构的施工质量和安全性。在结构施工中,需关注钢材的切割、焊接、螺栓连接等关键操作,切割工艺需确保钢材的截面平整、尺寸准确,避免对结构性能产生不利影响。焊接工艺则需确保焊缝的质量,避免焊接缺陷的产生,同时保证焊接接头的强度和韧性。螺栓连接则需确保连接节点的可靠性和稳定性,避免连接失效。操作工艺研究还需关注结构的安装和调试过程,在安装过程中,需确保各构件的准确就位和可靠连接,避免安装偏差和误差。在调试过程中,则需对结构的整体性能和稳定性进行全面检查,确保结构满足设计要求和使用要求。

4.3 周边环境研究

门式刚架轻型钢结构工业厂房的结构研究,还需考虑周边环境对结构的影响。周边环境包括地质条件、气候条件、环境因素等,这些因素都可能对结构的性能和使用寿命产生影响。地质条件是影响结构稳定性和安全性的重要因素,在结构设计中,需对地质条件进行全面分析,了解地基的承载力和变形特性,确保结构的基础稳定可靠。还需考虑地震、滑坡等地质灾害对结构的影响,采取相应的抗震和防灾措施。在结构设计中,需考虑风荷载、雪荷载等气候因素的作用,确保结构具有足够的承载能力和稳定性。还需考虑温度、湿度等环境因素对结构材料的影响,采取相应的防腐、防锈和防火措施^[4]。

4.4 关键组件探究

在门式刚架轻型钢结构工业厂房的结构探索中,关

键组件的深入研究是保障结构安全稳固、持久耐用的核心。这些关键组件涵盖了结构的节点、支撑体系、吊车梁,以及刚架的斜梁与柱等核心元素和区域。节点,作为连接结构中各部件的桥梁,其性能对结构的整体稳定性和安全性具有直接影响。在节点研究中,应聚焦于节点的联结方式、构造形态及受力模式等要素。通过精进节点的设计理念和施工手段,能够显著提升节点的承载能力及其稳定性,同时缩减节点的失效风险。支撑体系,作为结构中抵御侧向力、增强整体刚度的重要元素,其研究需重视支撑的排布模式、截面规格及材料选用等。通过优化支撑的设计思路和施工策略,能够进一步提升结构的整体稳定性及抗侧力性能;吊车梁,作为结构中承载吊车荷载的关键部件,其研究需关注吊车梁的截面设计、材料选用及联结方式等。通过优化吊车梁的设计理念和施工手段,能够显著增强吊车梁的承载能力及其稳定性,同时确保吊车运行的平稳与安全;刚架的斜梁与柱,作为门式刚架的主要受力部件,其平面外计算长度的确定对于结构的整体稳定性至关重要。通过合理布置如隅撑等侧向支撑元素,可以有效缩减刚架斜梁与柱的平面外计算长度,进而提升其受力性能。

结束语

门式刚架轻型房屋钢结构工业厂房的结构设计与研究是一个复杂而系统的工程。通过深入的理论研究与实践探索,不断优化结构设计方案,提升结构性能,为工业厂房的建设提供了更加安全、高效、经济的解决方案。未来,随着科技的进步和需求的变化,门式刚架轻型钢结构工业厂房的设计与研究将继续深化,为建筑行业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]张艳虹.大跨度门式刚架结构设计研究[J].中国建筑装饰装修,2022(08):152-154.
- [2]周健宇.浅谈门式钢架轻型钢结构工业厂房的结构设计与研究[J].中国建筑金属结构,2021(06):80-81.
- [3]张艳虹.大跨度门式刚架结构设计研究[J].中国建筑装饰装修,2022(08):152-154.
- [4]周健宇.浅谈门式钢架轻型钢结构工业厂房的结构设计与研究[J].中国建筑金属结构,2021(06):80-81.