

试析如何加强工业厂房钢结构设计

文 / 郑文甫 桂林建筑规划设计集团有限公司

摘要: 工业厂房钢结构设计是否科学合理,直接关系到整个工业厂房钢结构的安全性、实用性和节能环保性。通过分析工业厂房钢结构设计的现状和存在的问题,提出了一系列加强设计的措施。这些措施包括树立正确设计理念、强化细节设计、注重防火防腐设计、合理选择材料与连接方式,以及引入先进的设计工具和技术等。希望对后续工业厂房钢结构设计提供一定参考和指导。

关键词: 工业厂房; 钢结构; BIM; 防腐设计; 结构布局

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.04.100

引言

随着全球工业化的推进,工业厂房作为生产活动的重要场所,其建设质量和效率直接影响到工业生产的安全和经济效益。钢结构以其独特的优势成为工业厂房建设的首选材料。然而,传统的钢结构设计往往忽视了对细节的精细化处理,导致在实际使用过程中出现各种问题。因此,加强工业厂房钢结构的设计,对于提高建筑的安全性、延长使用寿命、降低维护成本具有重要意义。

一、工业厂房钢结构的特点

和传统钢筋混凝土工业厂房相比,钢结构工业厂房具有的特点,包括以下几点:

(1) 高强度与稳定性: 钢材具有高强度和高韧性的特点,能够承受较大的荷载和风力作用。在设计和施工过程中,通过采用先进的工艺和技术,如精确的焊接、螺栓连接等,确保了钢结构厂房的整体稳定性和安全性。

(2) 环保性: 钢结构的厂房在建筑过程中采用环保施工措施,减少建筑垃圾污染环境。由于钢结构本身属于可回收的建筑材料,因此其钢材回收率可达90%以上,符合我国当前建设的环保理念,有利于低碳循环生活。

(3) 施工周期短: 钢结构的工厂因为结构相对简单一些,能大大减少施工周期,节约人力物力成本。不仅如此,钢结构的构件采用的是单一材料,大部分都能够运用机械来进行安装,在加工过程中能有效缩短工期,便于施工,优势极为突出。

(4) 承载力高: 与普通的混凝土材料相比,钢材具有更高的承重力,所以在其他外部条件一样的情况下,钢结构相对其他结构要轻一些,更加适用于地基承载力低的情况。在同等的地基条件下,钢结构厂房能够承载更多的设施,利用率更高,能够有效节约成本,发挥最大作用。

二、工业厂房钢结构设计的现状和存在的问题

(一) 设计理念滞后

部分设计人员在钢结构设计过程中仍沿用传统的设计理念,未能充分考虑现代工业厂房的实际需求和使用

环境。比如:一些工业厂房 钢结构设计人员在实际设计中,比较注重结构的强度而忽视耐用性和可维护性,导致设计出的厂房在实际使用中维护成本高,使用寿命短。此外,传统设计理念未能有效融入节能环保等新兴理念,难以满足绿色建筑的要求,这在一定程度上限制了我国工业厂房钢结构的发展和应用。

(二) 细节处理不到位

工业厂房钢结构复杂,存在很多关键点和薄弱环节,在实际设计中需要高度重视对这些关键点和薄弱环节的设计,才能提升工程厂房钢结构整体结构的安全性和稳定性。但在实际设计中部分设计人员在进行设计时未能充分考虑细节问题,如节点设计和防腐处理等。这些问题看似微小,但在实际使用中可能引发严重后果,比如:节点设计不合理可能导致应力集中,加速结构疲劳;防腐处理不到位会使钢材暴露在腐蚀环境中,缩短其使用寿命。

(三) 不重视防火防腐设计

虽然相比于钢筋混凝土结构,钢结构具有良好的抗震性能,但其耐火性比较差。而且工业厂房在后期生产运行中,需在厂房内部开展大量的工业生产和操作,若在设计时未能充分考虑防火要求,一旦发生火灾,会造成严重的后果。而且钢材在潮湿和其他恶劣环境中容易腐蚀,影响结构的稳定性和耐久性。现有的防火防腐设计往往流于形式,未能采取有效的防护措施。

(四) 钢结构与其他建筑之间的协调性较差

在工业厂房钢筋结构设计中应用的主要材料包括钢筋、钢板以及钢架等。这些材料的特殊性使得与其他建筑构件或机械设备进行连接时,受到材料特性和施工技术的限制,往往会出现不稳定的情况。这种不稳定性可能会对建筑物的正常使用造成负面影响,甚至引发安全事故,威胁到人们的生命财产安全。

三、加强工业厂房钢结构设计的措施

(一) 树立正确设计理念

针对目前工业厂房钢结构设计中存在设计理念滞后的问题,为提升设计效果,保障工业厂房钢结构整体结构的稳定性、安全性,在实际设计中必须树立起正确的设计理念。在现代工业水平不断发展的背景下,要求工

业厂房钢结构既要具有良好的安全性，也要符合低碳环保的要求。因此，在实际设计中需树立起安全第一和可持续发展的正确理念。

安全第一理念：对工业厂房钢结构而言，是否安全可靠是衡量设计效果的主要参考和标准，这就要求在实际设计中，设计师必须将安全性作为首要考虑因素，确保结构在各种工况下的稳定性和安全性。这包括应对常规荷载和非常规荷载的能力，如地震、风暴等极端天气条件。为进一步落实安全第一的设计理念，在工业厂房钢结构设计全过程中都必须严格遵循相关的国际和国家安全标准，如ISO和ASTM标准，以确保设计的科学性和规范性。安全性设计理念的贯彻实施，能有效避免因结构失效导致的事故和损失。

可持续发展理念：为促使工业厂房钢结构具有低碳、环保、节能、绿色的特点，在实际设计中还需树立起正确的可持续发展理念，参与工业厂房钢结构设计的每位人员需考虑到建筑全生命周期内的节约资源和保护环境^[1]。比如：优先选择可再生或环保的材料，以减少对环境的负面影响，从长远角度考虑，这不仅有助于保护环境，还能降低企业的运营成本，提高经济效益。可持续发展理念要求设计不仅高效、安全、耐久，还要具备良好的生态兼容性。

（二）强化细节设计

工业厂房钢结构的特点决定了存在很多关键点和薄弱环节，若在设计中对这些细节不够重视，必然会影响到后期工业厂房钢结构运行的安全性、稳定性，因此，为加强工业厂房钢结构效果，还需注重对工业厂房钢结构每个细节的设计，主要包括：工业厂房钢结构的结构布局设计、节点设计、支撑系统设计、厂房受力分离等。

1. 结构布局设计

合理的结构布局能够优化力学性能，使各部分受力均匀，减少应力集中带来的风险。设计过程中应根据具体的生产工艺布置设备和生产线，并结合荷载分布情况，合理安排柱网和梁格。为提升工业厂房钢结构整体结构的稳定性和受力的均匀性，应尽可能使结构对称（如图1所示），以增强整体稳定性。合理的结构布局不仅能提高厂房的空间利用率，还能简化施工过程，降低施工难度。

在进行工业厂房钢结构主体设计的过程中，协调整体布局是设计的难点和重点，要求设计人员确保每一榀钢结构在受力方面达到非常均衡的状态，比如：在具体的工业厂房钢结构设计中，可以选择采用门式刚架结构或者钢框架结构等多种形式。在选择结构形式时，需要综合考虑不同受力工况，对当前的结构布置模式进行优化，以确保结构的合理性和安全性。此外，在工业厂房钢结构主体结构设计中，还需要充分考虑工业厂房的具体使用要求，以及厂房所处的使用环境。这包括厂房内部的机械设备布局、生产流程、人员流动等因素，以及

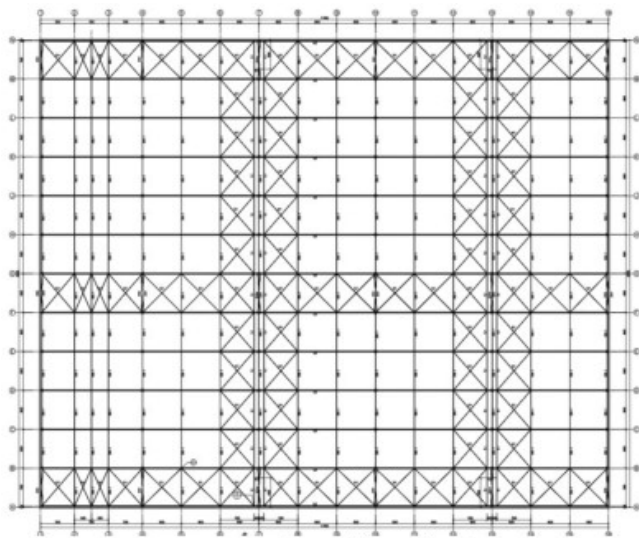


图1 工业厂房钢结构屋面梁及支撑平面设计图

厂房外部的的气候条件、地质状况等。通过综合考虑这些因素，以便更好地协调钢结构与使用环境之间的关系，从而确保钢结构的稳定性和耐久性。

2. 节点设计

节点是工业厂房钢结构的关键环节，也是薄弱环节其设计的科学性和合理性直接决定了整个工业厂房钢结构的安全性和耐久性。因此，在进行工业厂房钢结构节点设计时，必须对节点部位给予特别的关注和重视。选择合适的连接方式，并对节点的细节进行精细处理，以确保关键的节点在正常使用的条件下能够承受各种荷载，同时在面对突发事件或极端情况时，能够具备足够的抗冲击能力。比如：在工业厂房的钢结构节点设计中，可采用高强度螺栓连接技术，此种节点连接技术不仅能够显著提升节点的牢固性和稳定性，还能在一定程度上简化施工过程，提高施工效率。此外，合理设计焊缝的结构形式、位置、焊接方式也是提高钢结构节点连接韧性和抗疲劳性能的重要手段。通过精确计算和优化焊缝的尺寸、形状和布置方式，可以有效防止应力集中，延长结构的使用寿命。

3. 支撑系统设计

支撑系统在工业厂房钢结构中起到稳定结构、分散荷载的重要作用。合理的支撑系统设计能显著提高结构的整体刚度和稳定性。常见的支撑系统包括屋盖支撑和柱间支撑，二者共同作用，形成一个稳定的空间结构体系^[2]。设计师需根据厂房的具体跨度和高度设置合适的支撑系统，同时考虑支撑的布置方向和密度，以应对不同方向的荷载作用。支撑系统的设计既要保证结构安全，又要便于施工和维护。

4. 厂房受力分离设计

在进行工业厂房钢结构的设计，对受力情况进行精确的计算设计的主要重点，通过受力分析可为关键节点的设计提供必要的参考和指导，以提升整个工业厂房钢

结构的稳定性和安全性。为了达到这一目标，必须对构造筋的数量和配置进行细致的规划和计算，以确保其合理性，主要包括以下几个方面：

(1) 必须确保纵向钢筋的配筋率不超过50%，以防止钢筋在受力时发生过大的变形或断裂，从而确保结构的承载能力。柱子中的纵向钢筋应当保持独立，避免与预埋件、箍筋或拉筋焊接在一起，以减少应力集中，提高结构的整体稳定性。

(2) 严格控制纵向钢筋之间的距离，此距离最大不应超过37cm，钢筋之间的净距离不应低于6cm，大量工程实例和研究结果表明，此种间距设置可确保混凝土能够充分包裹钢筋，从而发挥其应有的力学性能，同时也便于施工过程中的操作。

(三) 注重防火防腐设计

1. 工业厂房钢结构防火设计

尽管钢结构本身具备较高的强度，并且在抗震性能方面表现出色，能够承受较大的震动而不发生断裂，但其防火性能却相对较弱，钢结构材料的强度会随着温度的升高而发生变化，当温度过高时，钢结构自身的强度会下降，尤其是温度超过250℃时，钢结构材料的塑性会明显降低，结构容易发生变形，严重的情况下甚至可能导致工业厂房出现坍塌的危险^[3]。因此，在实际的设计工作中必须高度重视防火设计，以确保其安全性能得到充分保障。具体的设计措施包括选择合适的防火涂料，防火涂料可有效提升钢结构防火性能，在实际设计时，应严格依据相关的防火规范，选择适合的防火涂料。防火涂料不仅能有效阻止火焰的蔓延，还能显著提高钢材的耐火极限，从而增强整体结构的安全性。比如：在选择防火涂料时可优先选择薄型防火涂料，此种防护涂料可均匀涂刷在钢结构表面，能够在不影响美观的前提下，提高防火保护效果。

2. 工业厂房钢结构防腐设计

钢结构在潮湿和腐蚀性环境中容易生锈，从而影响钢结构的承载力、安全性，缩短使用寿命，为解决这一问题，在实际设计中还需高度重视防腐设计，充分考虑钢结构所处的环境条件，选择最合适的防腐材料。常用的工业厂房钢结构防腐材料包括环氧类、丙烯酸类或聚氨酯类防腐涂料等多种类型^[4]。每种材料都有其独特的性能和适用范围，因此设计师需要根据具体情况做出合理选择。对于钢结构中的一些特殊部位，如节点和接缝处，这些部位更容易受到腐蚀的影响，因此需要采取额外的防腐措施，比如：可以使用密封胶来填补这些部位的微小缝隙，防止腐蚀介质的侵入，在成本允许的情况下，还可以通过增加防腐层的厚度来提高这些部位的防腐性能。

(四) 合理选择材料与连接方式

在钢结构与其他建筑进行连接的过程中，必须充分考虑各自材料的特性，选择一种合适的连接方式，以确

保两者之间能够实现良好的相互协调与配合。钢结构与其他建筑进行连接时，可以采用多种不同的连接方法，包括焊接、螺栓连接以及铆钉连接等。每一种连接方式都有其独特的适用范围以及各自的优缺点。比如：焊接连接具有很好的刚性，但同时也容易产生残余应力，这可能会对结构的长期稳定性产生影响。而螺栓连接则具有便于拆卸和维护的优点，但其成本相对较高。铆钉连接则适用于某些特殊的场合，尽管其应用范围相对有限。设计师在进行设计时，需要根据具体的需求和条件，仔细选择最适合的连接方式，并在设计方案中要进行详细的规定，以确保连接的可靠性和施工过程中的质量。比如：在设计重要的承重结构时，建议采用高强度螺栓连接，以提高结构的安全性和可靠性。

(五) 引入先进的设计工具和技术

针对工业厂房钢结构设计的复杂性、高难度、高标准等特点，传统设计工具和技术具有很强的局限性，难以实现整个设计过程的可视化、立体化，从而影响最终的设计效果，为解决这一问题，加强工业厂房钢结构设计效果，就必须引入先进的设计工具和技术，比如：可采用BIM技术和结构健康监测系統，可建立起三维立体化可视化的设计平台，并对设计过程和设计细节进行实时掌控，从而提升工业长处钢结构设计效果。

结构健康监测系統则是一种实时监测钢结构安全状况的技术手段。通过在结构关键部位布置传感器，可以实时采集应变、位移、振动等数据，并对结构的健康状况进行评估和预警。比如：将光纤传感器嵌入到钢材中，实时监测温度、应变和裂缝的变化情况，而无线传感网络技术的应用使得监测数据的传输更加便捷和可靠。在工业厂房钢结构设计中合理应用结构健康监测系統不仅能及时发现潜在的安全隐患，还能为后续的维修和加固提供科学依据，从而最大限度上提升工业厂房钢结构的设计效果。

结束语

综上所述，结合理论实践，分析了加强工业厂房钢结构设计需要综合考虑多个方面的因素，采取有效的措施来提高结构的安全性、稳定性、经济性和美观性。同时，应不断学习和掌握新的设计技术和方法，以适应不断变化的市场需求和技术发展趋势。

参考文献

- [1] 林振杨. 某重型钢结构工业厂房基础设计[J]. 工程建设与设计, 2023, (19): 31-34.
- [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] 葛宏亮. 工业厂房结构设计中钢结构设计应用研究[J]. 居舍, 2023, (05): 88-91.
- [4] 肖鹏. 工业厂房钢结构吊装工程施工及安全技术[J]. 城市建筑空间, 2022, 29(S2): 865-866.