

工业建筑重型钢结构厂房设计

吴玉堂

云南人防建筑设计院有限公司 云南 昆明 650000

摘要：工业建筑中重型钢结构厂房设计需紧密围绕生产工艺、建筑功能及环境与安全需求展开。设计遵循安全性、功能性与经济性原则，涵盖主体结构、围护结构及基础设计。抗震设计是关键，要符合规范要求，通过性能分析与构造措施提升抗震能力。施工方面，合理工艺与严格质量控制确保工程质量，而完善维护管理延长厂房寿命。通过系统设计与科学管理，可建造高质量重型钢结构厂房，为企业发展提供有力支撑。

关键词：工业建筑；重型钢结构厂房；结构设计

引言：在工业建筑领域，重型钢结构厂房凭借强度高、跨度大、施工快等优势，成为众多工业企业的首选。其设计不仅关乎厂房自身的稳固与耐用，更直接影响企业的生产效率与经济效益。然而，重型钢结构厂房设计涉及多学科知识，需综合考虑生产工艺、建筑功能、环境安全等多方面因素。本文将深入剖析重型钢结构厂房的设计需求、原则、结构设计、抗震设计以及施工与维护要点，为相关设计与建设提供参考。

1 工业建筑重型钢结构厂房设计需求分析

1.1 生产工艺需求

工业建筑重型钢结构厂房的设计首先要紧密围绕生产工艺展开。不同的工业生产过程对厂房的空间布局、结构形式和设备布置有着独特的要求。例如，在大型机械制造厂房中，需要宽敞的内部空间来容纳大型机械设备，如数控龙门铣床、大型锻压机等。这些设备不仅体积庞大，而且对地面的承载能力要求极高，因此厂房的结构设计要能够承受设备运行产生的巨大荷载。同时，生产工艺的流程也决定了厂房内各功能区域的划分。以汽车制造厂房为例，它通常包括冲压、焊接、涂装和总装等多个车间，每个车间都有其特定的生产工艺和设备需求。在设计时，需要合理安排各车间的位置和相互之间的物流通道，确保生产流程的顺畅进行，提高生产效率。此外，生产工艺还可能涉及到特殊的生产环境要求，如无尘车间、恒温恒湿车间等，这需要在厂房设计中采取相应的技术措施来满足。

1.2 建筑功能需求

重型钢结构厂房除了满足生产工艺需求外，还需具备多种建筑功能。一方面，要提供舒适的工作环境，保障员工的身体健康和工作效率。这包括合理的采光和通风设计，确保厂房内光线充足、空气清新。例如，采用大面积的采光窗和通风天窗，可以有效改善厂房内部的

采光和通风条件。另一方面，厂房还需具备一定的办公和生活设施，如办公室、休息室、卫生间等，以满足员工的工作和生活需求。另外，重型钢结构厂房还应考虑未来的功能扩展和改造需求。随着企业的发展和生产技术的进步，厂房的功能可能会发生变化，因此在设计时要预留一定的空间和接口，方便后续的改造和升级^[1]。例如，在厂房的结构设计中，可以采用灵活的布局方式，便于设备的移动和重新布置；在电气和给排水等系统的设计中，要预留足够的容量和接口，以适应未来的功能扩展。

1.3 环境与安全需求

在当今社会，环境保护和安全生产是企业发展的重前提。重型钢结构厂房的设计必须充分考虑环境与安全需求。在环境保护方面，要采取有效的措施减少厂房生产过程中对环境的污染。例如，对于产生粉尘和废气的生产车间，要安装高效的除尘和通风设备，确保排放的气体符合环保标准；对于产生噪声的设备，要采取隔声、吸声等降噪措施，减少对周围环境的影响。在安全方面，重型钢结构厂房要具备完善的消防、防雷和抗震等安全设施。消防设计要符合国家相关规范要求，合理设置消防通道、消防栓和灭火器等消防设备，确保在火灾发生时能够及时进行扑救。防雷设计要根据厂房的高度和所在地区的气象条件，合理安装避雷针、避雷带等防雷装置，防止雷击事故的发生。抗震设计则要根据厂房所在地区的地震烈度，采用合适的结构形式和抗震构造措施，提高厂房的抗震能力，保障人员和设备的安全。

2 重型钢结构厂房设计原则

2.1 安全性原则

安全性是重型钢结构厂房设计的首要原则。厂房的结构设计要具有足够的强度、刚度和稳定性，能够承受

各种荷载作用,包括恒载、活载、风载、地震作用等。在设计过程中,要严格按照国家相关规范和标准进行计算和分析,确保结构的安全可靠。同时,要选择质量合格的材料和构件,保证施工质量,避免因材料和施工质量问题导致结构安全隐患;要合理设置安全出口、疏散通道和应急照明等设施,确保在紧急情况下人员能够迅速安全地疏散。对于大型设备和危险物品,要采取相应的防护措施,防止发生意外事故。

2.2 功能性原则

重型钢结构厂房的设计要充分考虑其功能性需求,满足生产工艺和建筑功能的要求。要根据生产工艺的特点,合理规划厂房的空间布局和结构形式,确保生产流程的顺畅进行。同时,要提供完善的工作和生活设施,为员工创造良好的工作环境。在功能性设计中,还要注重厂房的灵活性和适应性。随着企业的发展和生产技术的进步,厂房的功能可能会发生变化,因此设计时要预留一定的空间和接口,方便后续的改造和升级^[2]。例如,采用模块化的设计理念,将厂房划分为不同的功能模块,便于根据需要进行重新组合和调整。

2.3 经济性原则

经济性原则是重型钢结构厂房设计的重要考虑因素之一,在设计过程中,要合理控制工程造价,提高经济效益。一方面,要优化结构设计,选择经济合理的结构形式和构件尺寸,降低钢材用量。例如,通过合理的结构布置和受力分析,减少不必要的结构构件,降低结构自重。另一方面,要综合考虑施工成本和运营成本,选择合适的施工方法和设备,提高施工效率,降低施工成本。同时,要注重厂房的节能设计,采用节能材料和设备,降低能源消耗,减少运营成本。

3 重型钢结构厂房结构设计

3.1 主体结构设计

重型钢结构厂房的主体结构通常由钢柱、钢梁、屋架等构件组成。钢柱是厂房的主要承重构件,承受着上部结构的荷载并将其传递至基础。在设计钢柱时,要根据厂房的高度、跨度和荷载大小等因素,选择合适的截面形式和尺寸。常见的钢柱截面形式有H型钢、箱形截面等,其中H型钢具有截面性能好、加工方便等优点,在重型钢结构厂房中应用广泛。钢梁主要承受屋面和楼面的荷载,并与钢柱连接形成框架结构。钢梁的设计要考虑其跨度、荷载和连接方式等因素。对于大跨度的钢梁,可以采用桁架结构或空腹钢梁等形式,以减轻结构自重,提高结构的承载能力。屋架是厂房屋面的主要承重结构,其形式有多种,如三角形屋架、梯形屋架、拱形

屋架等。在设计屋架时,要根据厂房的跨度、屋面材料和荷载等因素进行选择,并确保屋架的稳定性和刚度。

3.2 围护结构设计

围护结构是重型钢结构厂房的重要组成部分,包括墙面和屋面。墙面围护结构通常采用彩色压型钢板、夹芯板等材料。彩色压型钢板具有重量轻、强度高、安装方便等优点,广泛应用于工业建筑中。在设计墙面围护结构时,要考虑其保温、隔热、防水和防火等性能。可以采用在彩色压型钢板内填充保温材料的方式提高墙面的保温隔热性能;同时,要设置合理的排水系统,防止墙面渗漏。屋面围护结构的设计要充分考虑排水和防水问题,通常采用有组织排水方式,设置屋面天沟和雨水管,将雨水及时排出厂房。屋面材料可以选择彩色压型钢板、阳光板等,同时要做好屋面的防水处理,如铺设防水卷材、涂刷防水涂料等,确保屋面不渗漏。此外,屋面围护结构还要考虑其隔热和保温性能,可采用在屋面内设置保温层的方式,提高厂房内部的舒适度^[3]。

3.3 基础设计

基础是重型钢结构厂房的重要组成部分,它将上部结构的荷载传递至地基。基础设计要根据厂房的荷载大小、地质条件和地基承载能力等因素进行。常见的基础形式有独立基础、条形基础和桩基础等。独立基础适用于上部结构荷载较小、地基承载能力较好的情况。它具有施工方便、造价较低等优点。条形基础则适用于上部结构荷载较大、柱距较小的情况,可以将柱子的荷载均匀分布在地基上。桩基础适用于地基承载能力较差、上部结构荷载较大的情况,通过打桩将荷载传递至深层地基,提高基础的稳定性。在基础设计过程中,要进行详细的地质勘察,了解地基的地质情况,为基础设计提供准确的依据。同时,要考虑基础与上部结构的连接方式,确保结构的整体性和稳定性。

4 重型钢结构厂房的抗震设计

4.1 抗震设计要求

重型钢结构厂房的抗震设计要符合国家相关规范和标准的要求。根据厂房所在地区的地震烈度,确定厂房的抗震设防类别和抗震设防烈度。在设计过程中,要遵循“小震不坏、中震可修、大震不倒”的抗震设计原则,确保厂房在地震作用下具有足够的抗震能力。抗震设计要求结构具有良好的延性和耗能能力,能够在地震作用下通过塑性变形消耗地震能量,避免结构发生脆性破坏。同时,要保证结构的整体性和稳定性,防止结构在地震作用下发生倒塌。此外,抗震设计还要考虑结构的规则性,避免采用不规则的结构形式,减少地震作用

下的扭转效应。

4.2 结构抗震性能分析

在进行重型钢结构厂房的抗震设计时,需要对结构的抗震性能进行分析。常用的分析方法有静力弹塑性分析(Pushover分析)和动力时程分析等。静力弹塑性分析是一种简化的抗震分析方法,它通过逐步增加水平荷载,分析结构在水平荷载作用下的弹塑性性能,评估结构的抗震能力。动力时程分析则是通过输入地震波,对结构进行动力响应分析,更准确地模拟结构在地震作用下的实际受力情况。通过结构抗震性能分析,可以了解结构在地震作用下的内力分布、变形情况和薄弱环节,为结构的抗震设计和加固提供依据。例如,如果分析发现结构的某个部位在地震作用下应力集中或变形过大,可以对该部位进行加强处理,提高结构的抗震性能。

4.3 抗震构造措施

为了提高重型钢结构厂房的抗震能力,除了进行合理的抗震设计外,还需采取一系列的抗震构造措施。在钢柱和钢梁的连接部位,要采用高强度螺栓连接或焊接连接,并设置加劲肋,提高节点的刚度和承载能力。在屋架和柱子的连接处,要采用可靠的连接方式,确保屋架与柱子之间的协同工作。另外,还可以在结构中设置抗震支撑系统,如中心支撑、偏心支撑等,提高结构的抗侧刚度和耗能能力。在墙体设计中,要避免采用脆性材料,如砖砌体等,可采用轻质板材或钢板等具有较好延性的材料。同时,要保证墙体的与主体结构的可靠连接,防止墙体在地震作用下倒塌。

5 重型钢结构厂房的施工与维护

5.1 施工工艺与方法

重型钢结构厂房的施工工艺与方法对工程质量有着重要影响。在施工前,要进行详细的施工组织设计,合理安排施工顺序和施工进度。钢结构构件的加工制作要在专业的工厂进行,确保构件的加工精度和质量。在构件运输过程中,要采取有效的防护措施,防止构件变形和损坏。钢结构安装是施工的关键环节,通常采用吊装方法进行。在吊装前,要对吊装设备进行检查和调试,确保吊装设备的安全可靠。吊装过程中,要严格按照施工方案进行操作,控制好构件的安装位置和垂直度。在钢构件连接时,要采用合适的连接工艺,如高强度螺栓连接要按照规定的扭矩进行拧紧,焊接连接要保证焊缝质量^[4]。

5.2 施工质量控制

施工质量控制是保证重型钢结构厂房工程质量的重要措施,建立健全质量管理体系,加强对施工过程的质量监督和检查。在材料进场时,要对钢材、连接材料等进行检验,确保其质量符合设计要求。在施工过程中,要对每一道工序进行质量检查,上道工序合格后方可进行下道工序施工。对于关键工序和隐蔽工程,要进行重点质量控制。例如,钢构件的焊接质量直接影响结构的安全性能,要对焊缝进行无损检测,确保焊缝质量符合规范要求。在基础施工过程中,要控制好基础的尺寸、标高和混凝土强度等指标,确保基础质量。

5.3 厂房维护与管理

重型钢结构厂房的维护与管理对于延长厂房使用寿命、保障生产安全至关重要。要建立良好的维护管理制度,定期对厂房进行检查和维护。在日常维护中,要检查钢结构构件是否有锈蚀、变形等情况,及时进行防腐处理和修复。对围护结构要进行定期检查,确保墙面和屋面无渗漏、损坏等问题。同时,加强对厂房内设备的维护管理,避免设备运行对厂房结构造成损坏。例如,大型设备的振动可能会影响结构的稳定性,要采取减振措施。此外,要建立厂房安全档案,记录厂房的设计、施工、维护等信息,为厂房的长期管理和维护提供依据。

结束语

工业建筑重型钢结构厂房的设计是一个系统工程,需要综合考虑生产工艺、建筑功能、环境与安全等多方面的需求,遵循安全性、功能性和经济性原则。在结构设计方面,要合理设计主体结构、围护结构和基础,确保结构的稳定性和可靠性。抗震设计是重型钢结构厂房设计的重要内容,要通过合理的抗震设计要求和构造措施,提高厂房的抗震能力。通过科学合理的设计、施工和维护,可以建造出高质量的重型钢结构厂房,为企业的发展提供有力的支持。

参考文献

- [1]严旭.BIM技术在某钢结构厂房全过程设计中的应用[J].结构工程师,2020,36(5):190-200.
- [2]王宝磊.轻型钢结构的工业建筑设计研究[J].房地产世界,2020(03):80-82.
- [3]王健.重型钢结构厂房结构设计分析[J].工程技术研究,2020(17):352-354.
- [4]李鹏博,徐佳林,宋昌旭,等.重型钢结构厂房设计与应用分析[J].安徽建筑,2023,30(4):60-62.