

# 煤炭工业厂房结构优化设计研究

赵承明

中煤科工集团武汉设计研究院有限公司 湖北 武汉 430000

**摘要:** 本文深入探讨了煤炭工业厂房的结构优化设计问题。通过分析煤炭工业厂房的结构特点、设计原则与方法,揭示了结构优化设计在提升厂房安全性、经济性和实用性方面的重要作用。针对结构优化设计中的常见问题,提出了相应的应对策略与建议,为煤炭工业厂房的结构设计提供了有价值的参考。

**关键词:** 煤炭工业厂房; 结构优化设计; 安全性; 经济性; 实用性

引言: 煤炭工业作为国民经济的重要支柱,其厂房结构的安全性和经济性至关重要。随着煤炭工业技术的不断进步和生产规模的扩大,对厂房结构的要求也越来越高。开展煤炭工业厂房结构优化设计研究,对于提高厂房的承载能力、降低建设成本、保障生产安全具有重要意义。

## 1 煤炭工业厂房结构特点分析

### 1.1 煤炭工业厂房的主要功能

煤炭工业厂房的主要功能包括煤炭的开采、加工、转化和储存等。这些功能要求厂房具备高效、安全、环保的生产环境。具体来说,厂房需要满足煤炭的筛选、破碎、洗选等加工过程,以及煤炭的气化、液化等转化过程。厂房还需要提供足够的储存空间,以确保煤炭的稳定供应。这些功能的实现,对厂房的结构设计提出了较高的要求。

### 1.2 煤炭工业厂房的常见结构形式

(1)钢筋混凝土框架结构: 这种结构形式耐久性强,维护简单,适合各种厂型的煤炭工业厂房。钢筋混凝土框架结构能够承受较大的静、动荷载,以及振动或冲击力等,满足煤炭加工和转化过程中设备的重量和振动要求。(2)钢框架结构: 钢框架结构具有建设工期短、重量轻、强度高、抗震性能好等优点,适用于中、小型煤炭工业厂房。钢框架结构能够灵活布置,满足煤炭加工设备的安装和调试需求。钢框架结构还具有良好的防火性能,通过喷涂防火涂料等措施,能够有效提高厂房的耐火等级。(3)网架结构: 网架结构是一种大跨度、轻型的空间结构形式,适用于大型煤炭工业厂房。网架结构能够充分利用材料性能,减轻结构重量,提高抗震性能。网架结构还具有良好的通风和采光性能,有助于改善厂房内部的工作环境。

### 1.3 煤炭工业厂房结构设计的特殊要求

(1)对振动荷载的处理: 煤炭加工和转化过程中,设

备产生的振动荷载对厂房结构具有较大影响。在结构设计中,需要充分考虑振动荷载的作用,采取适当的减震措施。例如,在设备与建筑物之间设置弹性垫,吸收部分扰力;在厂房结构中增加斜撑或钢支撑,提高结构的侧向刚度;采用粘贴钢板加固法或粘贴纤维复合材料法等方法,提高构件的承载力。(2)对重载设备的支撑: 煤炭工业厂房内通常布置有笨重、体积较大的机器设备和运输设备,如吊车、破碎机等。这些设备对厂房结构的支撑要求较高<sup>[1]</sup>。在结构设计中,需要合理布置支撑结构,确保设备能够稳定、安全地运行。还需要考虑设备的运输和安装需求,确保厂房结构能够满足设备的进出和调试要求。(3)对防火、防爆等特殊要求: 煤炭具有易燃性和爆炸性,因此煤炭工业厂房的防火、防爆要求极高。在结构设计中,需要采取一系列防火、防爆措施。例如,在厂房内部设置防火墙和防火门,合理布置电气设备,安装火灾报警系统和灭火设备等。还需要考虑震后火灾的可能性,为建筑物设置相应的消防设施。厂房的通风和采光设计也需要满足防火、防爆的要求,以减少火灾和爆炸的发生。

## 2 煤炭工业厂房结构优化设计原则与方法

### 2.1 结构优化设计的基本原则

#### 2.1.1 安全性原则

安全性原则是煤炭工业厂房结构优化设计的基石。厂房结构不仅要承受常规的静荷载,如设备重量、建筑物自重等,还需应对动荷载、风荷载、雪荷载以及地震荷载等多种复杂荷载情况。在设计过程中,必须对各种荷载组合下的结构安全性进行全面评估,确保厂房在各种极端条件下都能保持稳定,避免结构破坏或倒塌的风险。特别地,煤炭工业中设备的振动荷载对结构安全构成显著威胁,在设计中需充分考虑设备的振动特性,采取科学有效的减震措施,如设置减震支座、调整设备布局等,以减轻振动对结构的影响,确保设备的安全运行。

和厂房的整体稳定性。

### 2.1.2 经济性原则

在满足安全性原则的基础上,经济性原则成为煤炭工业厂房结构优化设计的重要考量。这意味着在保障结构安全的前提下,应尽可能降低建设成本,提高经济效益。在材料选择上,应综合考虑材料的性能、价格及可获得性,优先选用性价比高的材料,如高强度钢材和高性能混凝土,这些材料不仅具有优异的力学性能,还能有效降低材料用量,减少资源浪费。在结构设计中,应注重结构的简洁性和高效性,避免不必要的复杂节点和构件,简化施工流程,提高施工效率,从而降低建设成本。还需考虑厂房的维护成本,选择耐久性强、易于维护的结构形式,减少后期维护费用,延长厂房使用寿命。

### 2.1.3 实用性原则

实用性原则要求煤炭工业厂房结构优化设计应紧密贴合生产实际,满足生产需求。在设计中,需充分考虑生产工艺流程、设备布置及生产线的灵活调整要求,确保厂房结构能够支撑和适应各种生产设备的高效运行。还需关注厂房的通风、采光、防火等基本要求,为员工创造一个安全、舒适的工作环境。随着煤炭工业的发展,厂房的扩建和改造需求日益增多,在设计中应预留足够的空间,以便未来根据生产需要进行扩建或改造,实现厂房结构的可持续发展。

## 2.2 结构优化的主要方法

### 2.2.1 受力构件与传力途径的优化设计

受力构件与传力途径的优化设计是煤炭工业厂房结构优化设计的关键。在设计中,应合理布置受力构件,如梁、柱、墙等,确保结构受力合理、传力途径明确。还需要考虑构件的截面尺寸、材料强度等因素,对构件进行精细化设计。在传力途径上,应尽量避免力的集中和突变,确保力在结构中的均匀传递。还可以采用预应力技术、悬挑结构等技术手段,提高结构的承载能力和稳定性。

### 2.2.2 结构刚度的增强措施

结构刚度的增强是提高煤炭工业厂房结构整体性能的重要手段。在设计中,可以采取多种措施来增强结构的刚度。例如,可以增加构件的截面尺寸、提高材料的强度等级;可以设置水平支撑和垂直支撑,形成稳定的支撑体系;还可以采用钢筋混凝土剪力墙、钢框架支撑等结构形式,提高结构的整体刚度。还可以通过调整结构的几何形状和尺寸,如增加跨度、提高高度等,来优化结构的刚度分布。

### 2.2.3 隔振缝的设置与振动荷载的减弱

煤炭工业厂房中设备的振动荷载对结构的影响不容忽视。为了减弱振动荷载对结构的影响,可以在厂房结构中设置隔振缝<sup>[2]</sup>。隔振缝的设置应充分考虑设备的振动特性和厂房结构的整体性能,确保隔振效果良好。还可以采用隔振支座、阻尼器等技术手段,进一步减弱振动荷载对结构的影响。在设备选型上,应优先考虑振动小、噪音低的设备,以减少对结构的振动荷载。可以通过优化设备布置、调整设备运行参数等方式,降低设备的振动强度。在具体实施中,还需要注意以下几点:(1)精细化设计:在结构设计中,应注重细节处理,避免因设计不合理而导致的结构问题。例如,在节点设计上,应充分考虑节点的受力特性和施工难度,确保节点的安全可靠。(2)施工质量控制:施工质量对结构性能具有重要影响。在施工中,应严格按照设计要求进行施工,确保施工质量和进度。还需要加强施工过程中的质量监控和检测,及时发现和处理问题。(3)后期维护与监测:厂房结构在使用过程中会受到各种因素的影响,如温度变化、湿度变化、荷载变化等。需要定期对厂房结构进行检查和维护,确保其处于良好的工作状态。还可以采用先进的监测技术,如结构健康监测系统等,对厂房结构进行实时监测和预警。

## 3 煤炭工业厂房结构优化设计中的常见问题与对策

### 3.1 常见问题分析

#### 3.1.1 振动荷载处理不当

在煤炭工业厂房的结构设计中,设备产生的振动荷载是一个必须高度重视的因素。振动荷载处理不当,将直接威胁到结构的稳定性和安全性。若在设计阶段未充分考虑设备的振动特性,如振幅、频率和振动方向,就可能导致结构构件的尺寸设计偏小,材料强度选择不足。这种情况下,结构构件在长期的振动荷载作用下,容易发生疲劳破坏,甚至导致结构整体失稳。振动控制措施的实施也至关重要。若减震器的选型不合理,安装位置不准确,或者减震系统的布置不完善,都将严重影响振动控制的效果,使得设备在运行过程中产生的振动无法得到有效抑制,进而影响设备的正常运行和精度。

#### 3.1.2 结构刚度不足

结构刚度是衡量结构在荷载作用下抵抗变形能力的重要指标。在煤炭工业厂房中,由于生产设备的重量大、振动强烈,对结构的刚度要求极高。若结构设计时未充分考虑各种荷载组合和工况变化,可能导致结构构件的尺寸设计偏小,截面形状不合理,从而无法满足实际使用需求。施工过程中的质量控制也是影响结构刚度的重要因素。若施工不规范,质量控制不严,可能导致

结构构件的尺寸偏差、材料性能不达标等问题,进而降低结构的整体刚度,使其在荷载作用下容易产生过大的变形,甚至发生倒塌事故。

### 3.1.3 设备基础设计不合理

设备基础作为支撑设备重量、传递荷载至地基的关键部分,其设计合理性直接关系到设备的稳定性和精度。若设备基础设计不合理,如基础尺寸偏小、材料强度不足、地基处理不当等,都将导致设备在运行过程中产生过大的振动和位移。这不仅会影响设备的稳定性和精度,还可能对设备本身造成损坏,进而影响生产的正常进行。设备基础的选型也应根据设备的重量、振动特性和地基条件进行合理选择,以确保其能够满足实际使用需求。

## 3.2 应对策略与建议

### 3.2.1 加强振动荷载的监测与评估

在煤炭工业厂房中,设备振动对结构安全的影响不容忽视。为了准确评估振动荷载对结构的影响,必须加强对设备振动的全面监测与细致评估。不仅要定期检测设备的振动频率、振幅等关键参数,还要深入分析这些振动参数对结构构件可能产生的疲劳损伤程度。通过实时监测与数据分析,能够及时发现振动异常,为采取有效减震措施提供科学依据。在选择减震措施时,应根据设备的振动特性进行合理搭配。例如,对于振动频率较高的设备,可以安装性能优异的减震器来吸收和分散振动能量;对于振动方向复杂的设备,可以通过调整设备布置来减少振动传递。对于振动较大的设备,还应考虑采用先进的隔振技术,通过设置隔振层或隔振装置来有效隔离设备与基础结构之间的振动传递,从而最大限度地减少振动对结构的影响。

### 3.2.2 提高结构刚度的设计标准

结构刚度是衡量结构稳定性的重要指标。为了提高煤炭工业厂房的结构刚度,在设计阶段就必须充分考虑各种可能的荷载组合和工况变化<sup>[3]</sup>。通过精确计算和分析,应合理确定结构构件的尺寸、截面形状以及连接方式等关键参数,从而确保结构在承受各种荷载时能够始终保持稳定。在施工过程中,还应加强质量控制,确保结构构件的尺寸偏差和材料性能均能满足设计要求。还可以采用预应力技术、加强构件连接等创新手段来进一步提高结构的整体刚度。在设计中,还应充分考虑结构的冗余度和可靠性,以提高结构在极端条件下的稳定性

和安全性。

### 3.2.3 优化设备基础的设计方案

设备基础的设计应根据设备的重量、振动特性和地基条件进行合理选择。对于重量较大、振动较大的设备,应采用较大尺寸和较高强度的材料作为基础。还需要对地基进行适当处理,如加固地基、设置沉降缝等,以提高基础的承载能力和稳定性。还应考虑设备基础的耐久性,选择耐腐蚀、耐磨损的材料,并加强基础的维护和保养。在具体实施中,还需要注意以下几点:(1)加强沟通与协作:设计、施工和运维团队应加强沟通与协作,共同解决厂房结构优化设计中的常见问题。设计团队应及时向施工团队提供详细的设计图纸和说明,施工团队应严格按照设计要求进行施工,运维团队应定期对厂房进行检查和维护。(2)引入先进技术:随着科技的不断发展,越来越多的先进技术被应用于厂房结构设计中。例如,采用BIM技术进行三维建模和仿真分析,可以更加准确地评估结构的性能和安全性;采用智能监测技术进行实时监测和预警,可以及时发现和处理潜在的安全隐患。(3)加强培训与教育:为了提高设计、施工和运维人员的专业素养和技能水平,应加强相关培训和教育工作。这包括定期开展专业培训课程、组织技术交流会等,以提高人员的业务能力和安全意识。(4)完善法规与标准:政府和相关机构应不断完善厂房结构设计的法规和标准体系,为设计、施工和运维提供明确的指导和依据。还应加强对法规和标准执行情况的监督检查,确保各项规定得到有效落实。

结束语:煤炭工业厂房结构优化设计是一个复杂而重要的课题。通过合理的结构优化设计,不仅能提高厂房的安全性和经济性,还能满足生产工艺需求,为煤炭工业的可持续发展提供有力支撑。未来,随着科技的不断进步和煤炭工业技术的不断发展,我们将继续探索更加先进和高效的厂房结构优化设计方法和技术手段,为煤炭工业的繁荣和发展做出更大的贡献。

## 参考文献

- [1]莫云子.工业厂房建筑结构设计优化探究[J].工程建设与设计,2020,(24):24-25.
- [2]吴泽进.工业厂房建筑结构设计优化分析[J].安徽建筑,2021,28(2):72-73.
- [3]申利娟.钢结构在工业建筑设计施工环节中的优化[J].建材与装饰,2018(24):90-91.