

# 轻钢结构在煤矿地面建设中的应用初探

楚天舒

河南省豫西建设工程有限责任公司 河南 义马 472300

**摘要:** 本文探讨轻钢结构在煤矿地面建设中的应用。阐述其抗震性能佳、空间布局灵活、成本效益显著、环保可持续等独特优势,并结合主副井井口房、储煤棚、输煤栈桥等应用实例分析。同时,介绍轻钢结构设计与施工要点,包括材料选择、跨度、柱距、檐口高度设计及施工工艺与质量控制。针对面临的技术标准与规范不完善、维护管理难度大等挑战,提出相应应对策略,旨在为轻钢结构在煤矿地面建设中的推广应用提供参考。

**关键词:** 轻钢结构; 煤矿地面建设; 结构设计; 施工要点

## 引言

煤矿地面建设对煤矿生产至关重要,传统建筑结构存在一定局限性。轻钢结构以其诸多优势,逐渐在煤矿地面建设中崭露头角。研究其应用,对提升煤矿建设质量、降低成本、实现可持续发展意义重大。

### 1 轻钢结构的独特优势

在抗震性能方面,传统砖混和钢筋混凝土结构自重大,地震时惯性力大,地震反应加速度比轻钢结构高出30%~50%。轻钢结构主体为钢材,具有良好延性和韧性,能通过变形吸收地震能量,且自重仅为传统砖混结构的1/4~1/3,地震时惯性力小。如东日本大地震中,不少轻钢结构建筑虽有变形但未倒塌。模拟显示,8级以上地震时,其层间位移角能控制在1/200以内。

空间布局上,轻钢结构的钢梁、钢柱截面小,墙体厚度比传统砖混结构减少30%~40%,室内使用面积可增加约15%。构件连接灵活,方便改造。像某煤矿办公楼和生产车间,分别因采用轻钢结构,缓解了办公空间紧张,满足了后期生产线增加的需求<sup>[1]</sup>。

成本效益显著。材料成本上,以1000平方米工业厂房为例,砖混结构材料成本约40万元,钢筋混凝土结构约45万元,轻钢结构仅约35万元。施工成本方面,轻钢结构构件工厂化生产,施工周期短,如某煤矿机修车间,传统结构施工需6个月,轻钢结构仅3个月,人工成本还能降低20%~30%。

环保与可持续性上,钢材100%可回收,每回收1吨钢材,能减少1.9吨铁矿石开采、0.6吨标准煤消耗及1.6吨二

氧化碳排放。施工时湿作业少,粉尘、污水排放少,施工周期短,噪声污染小。使用中,采用高效保温隔热材料,如夹芯板,相比传统砖混结构,保温隔热性能提高30%~40%,降低建筑能耗。

### 2 轻钢结构在煤矿地面建筑中的应用实例

#### 2.1 主副井井口房

结构设计上,选用高强度Q345型钢材作主承重构件。综合工艺尺寸、吊车参数、井架宽度等因素,确定刚架跨度24m,满足设备布置且保证经济性。刚架柱距定为8m,兼顾暖风道、安全通道等功能需求,减少主体结构构件数量,降低加工与安装工程量。空间布局中,轻钢结构优势尽显。其钢梁、钢柱截面小,相同建筑面积下,为井口房提供更宽敞空间,方便设备布置、人员通行与设备运输。且轻钢结构灵活可变,后期若因生产工艺调整需改造空间,通过简单的构件拆卸与组装即可完成,降低改造难度与成本<sup>[2]</sup>。檐口高度设为8m,满足通风采光要求,经与工艺专业沟通计算,有效控制用钢量。建筑内设有吊车,钢柱等截面设计,保证吊车荷载下结构稳定,钢梁高度取跨度的1/35,满足承载与变形要求。

#### 2.2 储煤棚

该储煤棚为轻钢网架式结构,空间受力合理、体量轻、柔性与刚度好、抗震性能优越。依据使用功能与场地条件,选用适配的钢材型号与截面尺寸。考虑运煤栈桥位置、车辆尺寸等,确定刚架柱距7m,满足运输空间需求,兼顾经济性。储煤棚内部无梁无柱,空间可充分利用,利于煤炭堆放与大型机械作业,提升煤炭存储与转运效率。装配式结构设计使其移动、拆装便捷,后期场地调整或储煤需求变化时,便于拆卸、搬迁与重新组装。此外,储煤棚全封闭设计,配备先进防尘设施,抑制煤炭粉尘飞扬,减少环境污染,满足环保要求。

**作者简介:** 姓名: 楚天舒, 性别: 男, 出生年月: 1987年4月, 民族: 汉, 籍贯(省市): 河南省三门峡市渑池县, 最高学历: 本科, 职称: 中级, 单位名称: 河南省豫西建设工程有限责任公司, 单位所在地: 河南三门峡义马市, 邮编: 472300

### 2.3 输煤栈桥

钢桁架栈桥有普通型钢栈桥和钢管空心球节点栈桥。普通型钢栈桥由角钢、工字钢和H型钢焊接而成,节点构造复杂,施工难度大,但受力性能好,某杆件屈服也不易致整体垮塌。钢管空心球节点栈桥由钢管和空心球心对心对接焊连接,节点简单,施工方便,但一处杆件屈服可能引发整体垮塌,且建设费用高。

该煤矿输煤栈桥跨度超30m,对安全性和稳定性要求极高,经综合技术经济比较,选用普通型钢栈桥。它能满足煤炭输送功能,长期承受各种荷载,保障输煤系统安全稳定运行。设计时,运用专业软件对桁架详细受力计算分析,考虑竖向荷载、水平风荷载、地震作用等工况<sup>[3]</sup>。据计算结果,合理确定桁架高度、腹杆布置及杆件截面尺寸。

## 3 轻钢结构的设计与施工要点

### 3.1 材料选择

在轻钢结构里,材料的选择对结构性能、安全与耐久性意义重大。

钢材是轻钢结构的主要承重材料,其质量与性能起决定性作用。一般对于承受主要荷载的钢梁和钢柱,常选用高强度的Q345型钢材。像煤矿大型生产车间,需承受较大设备重量与吊车荷载,Q345型钢材能确保结构稳定安全。而檩条、支撑和系杆等对强度要求相对低的构件,可选用Q235型钢。Q235型钢塑性和韧性良好,价格较低,能在满足结构功能时降低成本。

围护材料的选择同样关键。常见的有彩钢板、夹芯板。彩钢板重量轻、安装便捷、色彩丰富,能快速搭建围护结构,且美观,可按需选色。夹芯板在保温、隔热、隔音方面优势明显,内部芯材多为聚苯乙烯、岩棉或聚氨酯等,能提升建筑保温性能,降低能耗。比如煤矿的办公区和生活用房,采用夹芯板做围护材料,可营造舒适室内环境,减少冬夏供暖制冷的能源消耗<sup>[4]</sup>。

### 3.2 结构设计

#### 3.2.1 跨度设计

轻钢结构的跨度设计需综合考虑多方面因素。煤矿建筑的功能需求决定了跨度的基本范围,例如主副井井口房,需根据井架宽度、设备布置以及运输通道等工艺尺寸来确定跨度,以确保井口房内各类设备能够合理布置,人员和设备的通行顺畅。吊车参数也是影响跨度设计的重要因素,若建筑内设置吊车,需根据吊车的起重量、工作半径等参数来确定合适的跨度,以保证吊车在运行过程中结构的安全性和稳定性。

不同跨度下,轻钢结构的用钢量会有所不同。以某

常见的门式刚架轻钢结构为例,其在不同跨度下的用钢量数据如下表1所示:

表1 某门式刚架轻钢结构在不同跨度下的用钢量

跨度 (m)	用钢量 (kg/m <sup>2</sup> )
18	25-30
21	28-35
24	32-40
27	38-45
30	45-55

从表中数据可以看出,随着跨度的增加,用钢量呈现上升趋势。当跨度超过一定范围后,用钢量的增幅会更加明显。因此,在设计过程中,需在满足功能需求的前提下,合理选择跨度,以达到结构经济性和安全性的平衡。

#### 3.2.2 柱距设计

柱距设计对轻结构的性能和成本有着重要影响。合理的柱距能够优化结构受力,减少构件数量,降低工程造价。在确定柱距时,需充分考虑工艺设备的布置要求。在储煤棚中,要根据运煤栈桥的位置、运煤车辆的尺寸以及煤炭堆放的空间需求等因素来确定柱距,确保运输作业的顺畅进行<sup>[5]</sup>。

同时,柱距还会影响到结构的整体稳定性和经济性。一般来说,柱距增大,刚架的受荷面积增加,单榀刚架的用钢量会相应增大,但次结构构件(如檩条、支撑等)的数量会减少。研究表明,当柱距在6-9m范围内时,结构的经济性较为理想。当柱距小于6m时,次结构构件数量增多,加工和安装工程量增大,成本增加;而当柱距大于9m时,檩条、吊车梁、墙梁等构件的用钢量会显著增加,导致总用钢量上升。因此,在设计时,应在满足功能要求的基础上,尽量选择合理较大的柱距,以减少构件数量,降低成本。

#### 3.2.3 檐口高度设计

檐口高度是轻钢结构设计中的一个重要参数,它对结构的用钢量、采光通风以及空间利用等方面都有影响。檐口高度增加,会引起总用钢量的增加。在常用跨度及柱距条件下,当檐高由6m增加到8m时,总用钢量的增幅约为12%-16%。这是因为檐口高度增加,钢柱的长度相应增加,其承受的压力和弯矩增大,需要增加钢材的截面尺寸来保证结构的承载能力和稳定性。

从采光通风角度来看,适当增加檐口高度可以提高建筑的采光效果和通风性能,为室内创造更舒适的环境。在煤矿的生产车间中,较高的檐口高度能够让更多的自然光线进入室内,减少人工照明的使用,同时有利

于空气的流通, 排出室内的粉尘和有害气体, 改善工作环境。但檐口高度过高也会导致建筑空间利用率降低, 增加建筑成本<sup>[6]</sup>。因此, 在设计过程中, 需与相关工艺专业提前沟通, 根据实际需求, 在满足使用功能的条件下, 合理控制檐口高度, 以有效控制工程造价。

### 3.3 施工工艺与质量控制

轻钢结构的施工工艺包括构件制作、运输、吊装、安装以及连接等环节。构件制作在工厂内进行, 采用先进的加工设备和工艺, 能够保证构件的尺寸精度和质量。在制作过程中, 需严格按照设计要求进行钢材的切割、焊接、钻孔等加工工序, 确保构件的形状、尺寸符合设计标准。例如, 钢梁和钢柱的焊接质量直接关系到结构的承载能力, 需采用专业的焊接工艺和设备, 确保焊缝的强度和密封性。

构件运输过程中, 要采取有效的防护措施, 防止构件在运输途中发生变形、损坏。到达施工现场后, 进行构件吊装作业。吊装前, 需对基础进行验收, 确保基础的平整度、标高以及地脚螺栓的位置等符合要求。根据构件的重量和尺寸, 选择合适的吊装设备, 如起重机等。在吊装过程中, 要确定合理的吊点, 进行试吊, 确保构件在起吊过程中的平稳和安全。

安装过程中, 要严格按照设计图纸和施工规范进行操作。先安装钢柱, 通过地脚螺栓将钢柱固定在基础上, 并进行垂直度调整, 确保钢柱的安装精度。然后安装钢梁, 将钢梁与钢柱进行连接, 可采用螺栓连接或焊接的方式, 连接完成后进行整体结构的校正和固定。<sup>[7]</sup>

质量控制贯穿于整个施工过程。在材料进场时, 要对钢材、围护材料等进行严格的检验, 检查材料的质量证明文件、规格型号是否符合要求, 并进行抽样检验, 确保材料质量合格。在构件制作过程中, 要加强对焊接、涂装等关键工序的质量控制, 定期对焊缝进行探伤检测, 确保焊接质量符合标准; 对构件的涂装质量进行检查, 保证涂层的厚度和附着力满足要求。

在施工现场, 要加强对基础施工、构件安装等环节的质量监督。对基础的施工质量进行检查, 包括基础的混凝土强度、钢筋布置等; 在构件安装过程中, 要检查构件的安装位置、垂直度、水平度等参数, 确保安装质量符合设计要求。

## 4 挑战与应对策略

在煤矿地面建设中, 轻钢结构虽优势显著, 但也面临技术标准与规范、维护与管理等方面的挑战。

技术标准与规范的不完善是突出问题。轻钢结构在煤矿行业应用时间短, 现有通用建筑标准难以契合煤矿地面的特殊环境与要求。煤矿环境高湿度、高腐蚀性, 然而目前轻钢结构的防腐蚀标准不够具体; 在含有易燃易爆气体的特殊功能区域, 其防火、防爆设计标准也有待明确。为解决这一问题, 行业需加强相关研究, 结合煤矿实际, 制定完善且具针对性的技术标准与规范。

维护与管理对轻钢结构的长期安全使用至关重要。煤矿地面环境恶劣, 钢材易生锈, 影响结构耐久性与安全性。一般建议每2~3年检查钢结构表面, 及时修补、重涂破损涂层。屋面和墙体多采用彩钢板或夹芯板, 需定期检查密封性与完整性, 恶劣天气后更要及时检查修复。日常管理中, 要建立健全维护管理制度, 明确责任人与维护周期。加强对使用人员的培训, 防止其因不当使用损坏结构, 比如严禁在构件上随意打孔、焊接。

### 结束语

综上, 轻钢结构在煤矿地面建设中展现出巨大潜力。尽管面临一些挑战, 但通过完善技术标准规范、加强维护管理等措施, 能有效解决。未来, 轻钢结构有望在煤矿地面建设中得到更广泛应用, 推动煤矿行业的高效发展。

### 参考文献

- [1]齐祥羽,严玲,杜林秀.煤矿液压支架用高强钢的焊接性能[J].钢铁,2024,59(01):132-138.
- [2]王东.煤矿连采工艺的围岩控制技术研究[J].山西化工,2023,43(09):158-160.
- [3]侯立山.煤矿支护用钢绞线防腐性能改进[J].金属制品,2023,49(04):40-43.
- [4]NB/T10948-2022,煤矿液压支架用无缝钢管[S].
- [5]康孝孔.钢波纹管在露天煤矿运输系统中的方案研究[J].陕西煤炭,2022,41(02):161-165.
- [6]许志文.煤矿地面供配电系统方案设计[J].能源与节能,2021,(12):141-142+221.
- [7]王俊华.轻钢结构在煤矿厂房中的设计分析[J].山西冶金,2021,44(03):129-130+214.