

煤矿角型传动滚筒带式输送机机架的受力分析

李 浩

山西焦煤山煤国际庄子河煤业有限公司 山西 长治 046400

摘 要: 煤矿角型传动滚筒带式输送机是煤矿生产中的关键设备,用于将煤炭和其他物料从一个地点高效地传输到另一个地点。随着煤矿开采技术的不断进步,对带式输送机的性能要求也在不断提高。特别是在高产高效矿井中,带式输送机已成为煤炭高效开采机电一体化技术与装备的关键设备。因此,对煤矿角型传动滚筒带式输送机机架的受力分析显得尤为重要,这不仅可以确保设备的安全稳定运行,还能为设备的优化设计和维护提供理论依据。

关键词: 煤矿;角型传动滚筒带式输送机;机架受力分析

引言

带式输送机是一种连续运行的运输设备,具有长距离、大运量、连续输送等优点,在煤矿生产中发挥着重要作用。而机架作为带式输送机的支撑结构,其受力情况直接影响到设备的整体性能和稳定性。角型传动滚筒作为带式输送机的重要组成部分,其设计和布置方式直接影响到机架的受力分布。因此,对煤矿角型传动滚筒带式输送机机架进行受力分析,对于提高设备性能、延长使用寿命具有重要意义。

1 机架的主要组成部分

煤矿角型传动滚筒带式输送机机架是支撑和固定输送带、滚筒、驱动装置等部件的核心结构,其设计直接影响设备的稳定性和运行效率。机架的主要组成部分包括以下几部分:

主梁是机架的核心承载部件,通常采用型钢或焊接结构,沿输送机长度方向布置。主梁承担输送带、物料、滚筒等载荷,并将这些载荷传递到支撑结构上。其设计需考虑强度、刚度和稳定性,以确保在复杂工况下不发生过大变形或破坏。

横梁连接主梁,形成机架的整体框架结构。横梁的作用是增强机架的刚性和稳定性,防止主梁在载荷作用下发生侧向变形。横梁通常采用型钢或焊接结构,其布置间距需根据输送机的长度和载荷分布进行优化。

支撑腿是机架与地面或基础连接的部分,承担机架的全部垂直载荷。支撑腿通常采用钢管或型钢制作,其高度可根据现场地形和输送机安装要求进行调整。支撑腿的设计需考虑抗压、抗弯和抗侧向力能力。

连接件包括螺栓、焊接接头等,用于将主梁、横梁

和支撑腿固定在一起。连接件的设计需确保机架的整体性和稳定性,防止在运行过程中出现松动或断裂。

2 受力分析的基本原理

2.1 静力学分析

静力学分析是研究机架在静态载荷作用下的受力情况,主要关注机架在平衡状态下的应力分布和变形。静力学分析基于牛顿第二定律,假设机架处于静止或匀速运动状态,忽略惯性力的影响。通过建立机架的力学模型,分析输送带张力、物料重量、滚筒反作用力等载荷对机架的作用。静力学分析通常采用简化假设,如将机架视为刚性体或弹性体,利用平衡方程求解各部分的受力情况。分析结果可用于评估机架的强度、刚度和稳定性,为设计优化提供依据。静力学分析是受力分析的基础,适用于大多数常规工况下的机架设计。

2.2 动力学分析

动力学分析是研究机架在动态载荷作用下的受力情况,主要关注机架在非平衡状态下的振动、冲击和疲劳特性。与静力学分析不同,动力学分析需要考虑惯性力、阻尼力和弹性力的影响。机架在运行过程中可能受到启动、制动、物料冲击等动态载荷的作用,这些载荷会导致机架产生振动和应力波动。动力学分析通常采用有限元法或模态分析法,建立机架的动态模型,求解其固有频率、振型和动态响应。分析结果可用于评估机架的动态性能,如抗振能力、疲劳寿命和运行稳定性。动力学分析对于复杂工况下的机架设计尤为重要,可有效避免共振和疲劳破坏。

3 机架的主要载荷

3.1 输送带的张力

输送带是带式输送机的核心部件,其张力是机架承受的主要载荷之一。输送带的张力主要由驱动滚筒的牵引力、物料的重力以及输送带自身的重量产生。在输

作者简介: 李浩(1989年8月-),男,汉族,山西省长治市人,大专,助理工程师,主要从事工作为煤矿机电运输系统方面。

送机运行过程中, 输送带的张力会随着物料的加载和卸载而变化, 尤其是在启动和停止阶段, 张力波动更为显著。这种动态张力会对机架产生周期性载荷, 可能导致机架产生疲劳损伤。此外, 输送带的张力还会通过滚筒传递到机架上, 形成径向和轴向的复合载荷。因此, 在机架设计中, 必须充分考虑输送带张力的最大值及其变化规律, 以确保机架在长期运行中具有足够的强度和稳定性。

3.2 物料的重量

物料的重量是机架承受的另一重要载荷。带式输送机的主要功能是运输物料, 因此机架需要承受物料在输送带上的分布重量。物料的重量不仅包括静态重量, 还包括动态重量, 例如物料在输送过程中的冲击和振动。特别是在输送大块物料或高密度物料时, 物料的重量对机架的载荷影响更为显著。此外, 物料的分布不均匀性也会导致机架受力不均, 进而产生局部应力集中现象。为了确保机架能够安全承载物料的重量, 设计时需要根据输送机的最大输送能力和物料的特性, 合理计算机架的承载能力, 并采取相应的加强措施。

3.3 滚筒的径向力和轴向力

滚筒是带式输送机中传递动力的关键部件, 其产生的径向力和轴向力是机架的重要载荷来源。径向力主要由输送带的张力和物料的重量产生, 作用在滚筒的支撑轴承上, 并通过轴承传递到机架上。轴向力则主要由输送带的跑偏或滚筒的安装误差引起, 可能导致机架产生侧向变形。特别是在高速运行或大倾角输送条件下, 滚筒的径向力和轴向力会显著增加, 对机架的强度和刚度提出更高要求。因此, 在机架设计中, 需要充分考虑滚筒的受力特性, 合理布置支撑结构, 以减少机架的局部应力集中和整体变形, 确保设备的稳定运行。

4 优化机架结构、提高受力性能的建议和措施

4.1 结构优化设计

通过优化机架的结构布局, 可以有效提高其受力性能。首先, 合理的梁柱布置是结构优化的基础。例如, 增加横梁数量或调整横梁间距, 可以显著增强机架的整体刚性和稳定性。对于长跨度机架, 采用桁架结构或拱形结构能够有效分散载荷, 减少局部应力集中, 从而提高整体承载能力。其次, 主梁和横梁的截面形状设计也至关重要。采用箱型结构或工字型结构, 能够有效提高抗弯和抗扭能力, 同时减少材料的使用量, 实现轻量化设计。此外, 优化机架的连接方式也是关键。采用高强度螺栓连接或焊接工艺, 可以减少连接部位的应力集中, 提高连接部位的可靠性和耐久性。在设计过程中, 利用

有限元分析软件对机架进行模拟优化, 能够识别薄弱环节并进行针对性改进。例如, 通过模拟分析确定高应力区域, 并在这些区域增加加强筋或局部加厚结构, 进一步提高机架的安全性和耐久性。

4.2 材料选择与处理

选用高强度、高韧性的材料是提高机架受力性能的关键。首先, 机架主梁和支撑腿等主要承力部件应优先选用低合金高强度钢或耐磨钢。这类材料具有较高的屈服强度和抗拉强度, 能够承受较大的静态和动态载荷, 同时具备良好的抗疲劳性能, 适用于煤矿等恶劣工况环境。其次, 对于关键部位, 如连接件和加强筋, 可采用热处理或表面强化工艺, 进一步提高其性能。例如, 通过淬火、渗碳或喷丸处理, 可以显著提高材料的硬度和耐磨性, 延长其使用寿命。此外, 材料的耐腐蚀性也需重点考虑。在煤矿环境中, 机架长期暴露在潮湿、高粉尘和腐蚀性气体中, 容易发生锈蚀和磨损。因此, 可采用镀锌、涂覆防腐涂层或使用耐候钢等防腐措施, 以延长机架的使用寿命。在材料选择过程中, 还需综合考虑材料的可加工性和经济性, 确保在满足性能要求的同时, 降低制造成本。

4.3 加强筋与局部加固

在机架的关键部位增设加强筋, 可以有效提高其局部强度和刚度。首先, 主梁与横梁的连接处、支撑腿与地面的接触部位, 以及滚筒支架附近, 是机架受力集中的区域。在这些部位布置加强筋或局部加厚结构, 可以减少应力集中, 防止局部变形或破坏。例如, 采用L型或T型加强筋, 能够显著提高连接部位的抗弯和抗扭能力。其次, 对于长跨度机架, 可采用桁架结构或拱形结构, 以分散载荷并提高整体稳定性。桁架结构通过三角形单元的布置, 能够有效传递载荷, 减少局部应力集中, 同时实现轻量化设计。此外, 利用有限元分析识别高应力区域, 进行针对性加固, 也是提高机架受力性能的有效手段。例如, 在高应力区域增加钢板厚度或设置支撑板, 可以进一步提高机架的承载能力和抗变形能力。在加强筋和局部加固设计中, 还需考虑施工的可行性和经济性, 确保加固措施能够有效实施。

4.4 动态性能优化

针对机架在动态载荷下的性能, 采取优化措施以提高其抗振能力和疲劳寿命。首先, 通过模态分析确定机架的固有频率, 避免与运行频率接近, 防止共振现象的发生。共振会导致机架产生过大的振动和应力, 严重影响其安全性和使用寿命。因此, 在设计阶段, 需对机架的动态特性进行详细分析, 并通过调整结构参数或增加

阻尼装置,避免共振。其次,在机架设计中引入减振装置,如橡胶垫或弹簧支座,可以有效吸收振动能量,减少动态载荷对机架的影响。例如,在滚筒支架与机架的连接处安装橡胶垫,能够显著降低振动传递,提高机架的稳定性。此外,优化机架的质量分布,也是提高动态性能的重要手段。通过减少不必要的重量或调整重心位置,可以降低惯性力的作用,提高机架的动态稳定性。例如,在保证强度的前提下,采用轻量化设计或优化材料分布,能够有效减少机架的振动响应。对于长期运行的机架,定期进行动态性能检测和维护,及时发现并修复潜在问题,也是确保其安全运行的重要措施。

4.5 模块化设计

采用模块化设计理念,可以提高机架的制造效率和维护便利性,同时优化其受力性能。模块化设计将机架分解为多个标准化的功能模块,如主梁模块、横梁模块和支撑腿模块等。每个模块可以根据具体需求进行独立设计和制造,然后在现场进行快速组装。这种设计方式不仅能够降低制造难度和成本,还能提高机架的适应性和可扩展性。例如,在煤矿生产条件发生变化时,可以通过更换或增加模块来调整机架的结构和功能,而无需重新设计整个机架。此外,模块化设计还可以简化维护和维修工作。当某个模块出现损坏时,只需更换该模块即可,无需拆卸整个机架,从而减少停机时间和维护成本。在模块化设计中,需确保各模块之间的连接强度和稳定性,采用高强度螺栓或焊接工艺,以保证整体结构的可靠性。通过模块化设计,可以提高机架的受力性能和使用效率,为煤矿带式输送机的长期运行提供支持。

4.6 智能化监测与维护

引入智能化监测技术,可以实时掌握机架的受力状态,及时发现潜在问题,提高其受力性能和使用寿命。首先,在机架的关键部位安装传感器,如应变传感器、振动传感器和温度传感器,实时监测机架的应力、振动和温度变化。通过数据采集和分析,可以识别机架的受力异常或疲劳损伤,为维护决策提供依据。其次,利用物联网技术将传感器数据上传至云端,实现远程监控和智能分析。例如,通过大数据分析和机器学习算法,可

以预测机架的剩余寿命和故障风险,提前采取维护措施,避免意外停机。此外,智能化监测系统还可以与维护管理系统集成,实现维护任务的自动调度和优化。例如,当监测到机架某部位应力过高时,系统可以自动生成维护工单,并通知相关人员进行处理。通过智能化监测与维护,可以提高机架的受力性能和使用效率,降低维护成本,为煤矿带式输送机的安全运行提供保障。

结束语

通过对煤矿角型传动滚筒带式输送机机架的受力分析,可以全面了解机架在工作过程中承受的复杂载荷及其分布规律。基于分析结果,提出了一系列优化设计、材料选择、加强筋布置和动态性能改进的措施,为机架的结构优化和性能提升提供了科学依据。这些措施不仅能够提高机架的强度、刚度和抗疲劳性能,还能延长其使用寿命,降低维护成本,确保煤矿带式输送机在复杂工况下的安全稳定运行。未来,随着新材料、新工艺和智能化监测技术的不断发展,机架的设计和优化将更加精准和高效,为煤矿输送设备的高效运行和安全生产提供更强有力的支持。通过持续优化和创新,煤矿带式输送机机架的受力性能将得到进一步提升,为煤矿行业的高质量发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1]石勇.煤矿带式输送机传动滚筒动态性能分析[J].机械管理开发,2025,40(01):103-104+107.
- [2]唐旭东.带式输送机传动滚筒强度分析及结构优化[J].江西煤炭科技,2025,(01):188-190.
- [3]赵磊.煤矿带式输送机传动滚筒结构改进与应用研究[J].机械管理开发,2024,39(10):189-191.
- [4]王强.煤矿带式输送机传动滚筒的模态分析[J].矿业装备,2024,(10):137-139.
- [5]曹树昂,楚金龙,郝娟娟,等.带式输送机中部传动滚筒机架的结构优化[J].煤矿机械,2022,43(11):132-134.
- [6]王菁.带式输送机传动滚筒的结构设计及分析[J].机械管理开发,2022,37(10):132-133+136.
- [7]梁菁.带式输送机机架受力分析和程序设计[D].太原科技大学,2016.