

JKB 型提升机钢丝绳平衡装置结构改进研究

刘志祥 (汾西矿业集团孝义煤矿管理分公司, 山西 孝义 032300)

摘要: 钢丝绳平衡装置是实现提升机两侧钢丝绳张力平衡的关键设备, 为了提高平衡装置工作性能, 采用 ANSYS 软件对平衡装置中侧板、中板结构进行优化, 并将优化后的平衡装置进行现场应用。结果表明, 优化后的钢丝绳平衡装置可有效降低钢丝绳磨损量以及张力不平衡问题, 可在一定程度上增强提升机工作性能。研究成果可为其他矿井钢丝绳平衡装置结构优化提供经验借鉴。

关键词: 提升机; 平衡装置; 钢丝绳; 结构优化; 模拟分析

Abstract: the wire rope balance device is the key equipment to realize the tension balance of the wire ropes on both sides of the hoist. In order to improve the working performance of the balance device, ANSYS software is used to optimize the side plate and middle plate structure of the balance device, and the optimized balance device is applied on site. The results show that the optimized wire rope balancing device can effectively reduce the wire rope wear and tension imbalance, and enhance the working performance of the hoist to a certain extent. The research results can provide experience for other mine wire rope balancing device structure optimization.

Key words: hoist; Balancing device; a wire rope; Structural optimization; simulation analysis

随着综合机械化、自动化程度不断提升, 矿井煤炭生产能力得到快速发展。提升机作为连接井上下的主要运输设备, 其运行可靠性以及安全性等直接影响矿井生产。由于矿井生产环境恶劣, 提升机在高粉尘、高湿度等恶劣环境中运行同时工作强度较高, 在外界环境以及操作人员干扰等多因素作用下, 提升机容易出现故障, 其中钢丝绳平衡装置故障是最为常见故障类型。提升机运行时当装卸配重不合理即会出现提升机两侧钢丝绳张力不平衡问题。为此, 众多的矿井在提升机上配备有钢丝绳自动平衡装置, 通过自动调节实现提升机两侧钢丝绳张力自动平衡。文中即以山西某矿使用的 JKB 型提升机为工程实例, 对钢丝绳平衡装置进行改进优化, 在一定程度上提高了提升机钢丝绳安全性。

1 矿井提升机钢丝绳平衡装置结构分析

矿井使用的 JKB 提升机多绳摩擦式, 是实现矿井地面、井下物料运输的主要设备, 具体采用的提升机结构见图 1 所示。提升机结构主要由钢丝绳、主导轮、提升容器、尾绳、导向轮等构成, 在提升钢丝绳上安装布置有钢丝绳平衡装置。

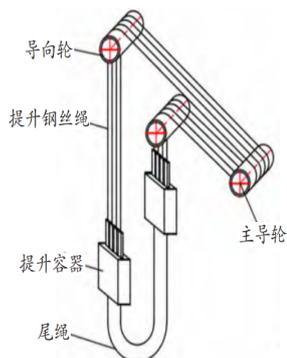


图 1 JKB 型提升机结构

在矿井使用的 JKB 型提升机在其他机电设备振动载荷、操作人员操作以及设备本身安装精度等因素影响

下, 容易出现金属部件磨损严重问题, 从而导致钢丝绳支撑转载出现一定的不均衡问题, 从而对钢丝绳平衡装置张力平衡调整能力提出更高要求。具体在提升机上布置的钢丝绳平衡装置结构见图 2 所示。

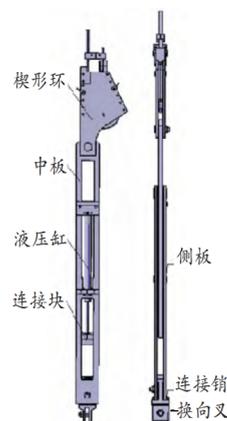


图 2 提升机钢丝绳平衡装置示意图

在提升机上布置的钢丝绳平衡装置综合机械、液压调节方式对钢丝绳张力进行调整。当一侧钢丝绳张力较大时, 通过平衡装置中的侧板、中板将应力传递给液压油缸, 液压油缸会收缩, 使得连杆悬臂距离增加, 从而降低该侧钢丝绳张力; 当一侧钢丝绳张力较小时, 液压油缸活塞上移, 使得连杆悬臂距离缩短, 从而增加该侧钢丝绳张力, 使得两侧钢丝绳张力平衡。通过上述分析得知, 钢丝绳平衡装置中的侧板、中板等对钢丝绳张力平衡调节效果有显著影响, 通过对侧板、中板优化即可达到改进平衡装置性能目的。

2 钢丝绳平衡装置结构优化

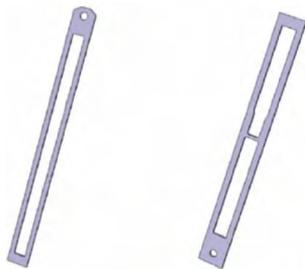
2.1 模拟参数

为了提高优化效率, 提出使用 ANSYS 软件对钢丝绳平衡装置中的侧板、中板结构进行分析、优化。具体模拟分析的提升机平衡装置结构参数见表 1 所示。使用

PRO/E 得到的平衡装置中板、中板结构图见图 3 所示。

表 1 提升机平衡装置结构参数

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|--------------|
| 钢丝绳直径 / mm | 单架破断载荷 /kN | 最大跳绳距离 /mm | 设备自重 / kg |
| 55 | 3500 | 950 | 355 |



(a) 中板 (b) 侧板

图 3 钢丝绳平衡装置中板、侧板结构

2.2 平衡装置结构优化模拟分析

2.2.1 初始模拟分析

初始情况下对平衡装置中板、侧板材料参数进行辅助，具体材料弹性模量、屈服强度以及泊松比设定值分别为 2.05×10^5 MPa、125MPa、0.3。按照提升机使用运行工况，对侧板、中板边界参数进行设定，具体侧板、中板两端边界为有效约束。在最恶劣工况下对侧板、中板受力情况进行分析。

从模拟结果得知，钢丝绳平衡装置中侧板、中板最大受力值分别为 28.456MPa、52.113MPa，应力主要集中在侧板、中板两翼位置。采用 ANSYS 软件对侧板、中板结构进行优化，并求解得到最佳结构解。

2.2.2 优化结果分析

采用 ANSYS 软件对侧板、中板结构进行优化后，对结构参数进行优选，最终综合考虑侧板、中板质量、强度、应力集中分布等情况，优化得到最佳参数见表 2 所示。

表 2 优化参数

| 项目 | 中板 | 侧板 |
|-----------|--------|--------|
| 长度 /mm | 301.22 | 301.43 |
| 宽度 /mm | 37.589 | 36.744 |
| 厚度 /mm | 95.621 | 85.569 |
| 屈服强度 /MPa | 77.563 | 79.156 |
| 重量 /kg | 188.65 | 166.43 |

钢丝绳平衡装置中的侧板、中板按照表 2 所示参数赋值，并使用 ANSYS 建模进行分析，分析条件仍依据钢丝绳平衡装置最恶劣工况，模拟发现钢丝绳平衡装置中侧板、中板应力集中系统有所降低，侧板、中板应力集中最大值分别为 18.523MPa、42.966MPa，应力集中峰值较侧板、中板结构优化前分别降低 15.99%、23.60%。同时侧板、中板上应力分布更为均衡，为出现应急集中较为显著问题。通过对侧板、中板结构优化，不能实现了轻量化设计而且可满足平衡装置钢绳张力调节需要。

2.3 平衡装置结构优化效果

将钢丝绳平衡装置优化后进行现场应用，并通过检测钢丝绳磨损情况对优化后的钢丝绳平衡装置应用效果

进行考察。通过分析钢丝绳磨损情况即可分析钢丝绳平衡装置优化效果，判定钢丝绳平衡装置工作性能是否得到优化。对提升机钢丝绳各个角度磨损情况进行检测，具体现场获取到的钢丝绳磨损情况见图 4 所示。从图中看出，在各个方位内钢丝绳磨损量最大值均在 1.7mm 以内，磨损量平均值为 0.95mm。优化前钢丝绳磨损量最大为 2.2mm，磨损量平均值为 1.25mm，通过对钢丝绳平衡装置结构进行优化，钢丝绳最大磨损量、磨损量平均值分别降低 22.72%、24.0%。提升机两侧钢丝绳张力值差值控制在 3.5% 以内。通过对钢丝绳平衡装置结构进行优化，不仅达到了增加钢丝绳使用寿命目的而且平衡提升机两侧钢丝绳张力，达到了预期结构优化目的。

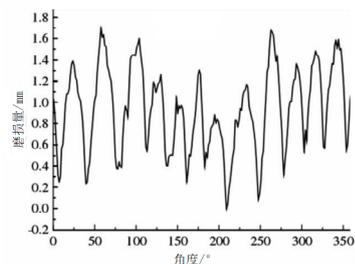


图 4 钢丝绳磨损情况

3 总结

提升机是联系矿井地面、井下的主要设备，平衡装置可实现钢丝绳张力自动平衡，不仅可改善钢丝绳受力而且可提升钢丝绳使用寿命。通过分析钢丝绳平衡装置结构发现，侧板、中板是影响平衡装置工作性能的主要部件，为此使用 ANSYS 软件对侧板、中板结构进行优化，并以减少钢丝绳磨损、平衡张力为目标对侧板、中板参数进行确定。将优化后的钢丝绳平衡装置进行现场应用，发现对张力平衡装置结构优化后，钢丝绳磨损量、张力不均衡等情况均得到显著提升，可在一定程度上增强钢丝绳平衡装置工作性能，取得较为显著的结构优化效果。

参考文献:

- [1] 郑余胜. 摩擦提升机钢丝绳张力动态监测系统研究 [D]. 淮南: 安徽理工大学, 2020.
- [2] 李媛媛. 多绳摩擦式提升机钢丝绳的保养 [J]. 煤, 2020, 29(01): 83-84.
- [3] 王凯旋. 基于 ARM 的提升机载荷监测系统研究 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2019.
- [4] 高常宝, 胡建钊, 赵战国, 高涵. 某铅锌矿提升系统改造技术研究 [J]. 中国矿山工程, 2019, 48(02): 5-9+19.
- [5] 张志民. 钢丝绳张力液压自动平衡装置在提升机上的应用 [J]. 煤矿机电, 2018(04): 98-100.
- [6] 常用根. 多绳摩擦提升系统健康状态监测系统研究 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2017.
- [7] 孙建华. 某矿用提升机钢丝绳监测系统设计与应用 [J]. 现代矿业, 2016, 32(10): 196-197+199.

作者简介:

刘志祥 (1975-), 男, 山西孝义人, 2010 年 7 月毕业于中北大学, 安全工程专业, 本科, 现为工程师。