

矿井提升机的制动与检测保护分析

朱国峰 杨盼许

(山东烟台鑫泰黄金矿业有限责任公司 山东 烟台 265147)

摘要: 作为矿井提升的主要设备, 矿井提升机承担着物料及人员运送的任务, 其制动性不仅直接影响到矿井生产秩序, 同时也影响到矿井作业人员的安全。虽然技术部门和人员会定期对矿井提升机的制动性能进行检测, 但仍存在一些潜在的制动故障风险。故有必要结合矿井提升机制动系统的运行状况, 对制动装置和系统进行科学性地检测与保护, 以确保设备的制动性能。文章在概括介绍矿井提升机及其制动装置的基础上, 就制动系统容易出现的故障, 以及可以采取的检测保护技术措施进行了分析研究, 为矿井提升机的制动与检测保护提供相关内容参考。

关键词: 矿井提升机; 制动; 检测保护

0 引言

近年来, 伴随着“双碳”目标的确定和实施, 煤炭产业的发展进入了新的阶段。对于煤矿企业来说, 主要面临两方面的挑战: 一是“双碳”目标和高质量发展要求企业不断革新煤炭开采技术和方法, 通过智能化技术的应用来降低开采过程中的能耗; 二是煤矿安全生产要求细化煤炭开采中的安全生产保障措施, 加强人员安全保障能力。根据中国煤炭工业协会2021年发布的《煤炭工业“十四五”高质量发展指导意见》中列举的数据, 虽然近年来我国煤矿安全生产的形势明显好转, 2020年全国煤矿平均百万吨死亡率为0.059, 比2015年下降了63.6%, 但是0.059的死亡率表明我国在保障煤矿室安全方面仍然有很多的工作需要做^[1]。对于煤炭企业来说, 在使用智能化技术设备提高生产率、降低能耗的同时, 也应当关注设备在防控人员伤亡方面的性能, 通过对诸如矿井提升机等设备的制动性能进行常态化、技术化的检测保护, 来确保生命通道的畅通和有效。鉴于此, 本文拟对矿井提升机的制动与检测保护问题进行研究分析, 以寻求提升矿井提升机制动性能和效果的科学方法与策略, 确保设备运行的安全性、稳定性。

1 矿井提升机概述

矿井提升机是连接矿井井下和地面通道的矿井提升机械。从外观上看, 矿井提升机是一种大型的绞车, 主要用钢丝绳带动诸如罐笼、箕斗等容器在井筒中进行升降作业, 以达到向井下和地面运输物料和人员的任务。

一般来说, 矿井提升机主要由提升系统、制动系统、电控系统、传动系统、润滑系统和检测及操纵系统六部分组成(表1)。其中: 提升系统是通过与钢丝绳连接的

提升容器运送人员或者物料; 制动系统是对矿井提升机进行相应的制动控制与操作; 电控系统是对提升机的电力状况进行控制, 并在提升机系统发生故障时自动切断电路, 保护整个提升机控制系统的安全稳定运行; 传动系统是为整个提升机提供动力支持, 并对提升机的运行动力大小进行控制; 润滑系统是对提升机的旋转部件进行不间断地润滑处理, 以减少这些部件接触面的磨损, 以及运行时的附加阻力; 检测及操纵系统是用于地面工作人员与提升机系统之间的交互。结合上述功能分析可以看出, 构成矿井提升机的这六个系统之间并不是孤立运行的, 而是相互协调配合, 共同完成矿井提升机的运行任务^[2]。

按照工作原理的不同, 可以将目前矿井中使用的提升机分为缠绕式矿井提升机(图1)和摩擦式矿井提升机(图2)两类。

2 矿井提升机制动系统分析

矿井提升机的运行状态主要包括加速、减速、匀速、启动、停车等, 而实现提升机的这些运动状态效果的关键性系统就是制动系统。结合上文介绍可以看出, 制动系统是矿井提升机六大构成系统中的一个, 其主要由制

表1 矿井提升机的组成部分

系统名称	组成内容
提升系统	主轴、滚筒、导向轮、提升容器、钢丝绳
制动系统	制动器、液压制动系统
电控系统	主电动机、自动保护系统、控制系统
传动系统	减速器、离合器、联轴器
润滑系统	润滑泵站
检测及操纵系统	操作台、深度指示器、测速发电机



图1 缠绕式矿井提升机



图2 摩擦式矿井提升机

动器、液压制动系统组成，而其中的液压制动系统又由盘形制动器、液压站、电控柜、检测反馈装置、液压管路以及连接电缆组成。提升机中的制动系统就是根据地面人员的操作指令，对提升机的运行状态进行调节和控制，确保提升机的安全、稳定和有效运行^[3]。

矿井提升机制动系统的运行原理是通过盘形制动器中的蝶形弹簧的弹力作用于闸瓦，使闸瓦沿着轴向压向制动盘，进而产生制动力矩实现制动效果。在这个制动过程中，制动系统运行的效果会受到制动力矩的影响，即当制动力矩出现不足或者丧失时，制动系统中的制动器就会出现失效。而影响制动器的制动力矩的因素有蝶形弹簧的刚度、弹簧预压量、闸瓦间隙、活塞运动阻力、盘型闸中残压、闸瓦和制动器之间的摩擦系数等^[4]。

3 矿井提升机制动系统容易出现的故障

实践表明，矿井提升机可能发生的故障类型有电气类故障、润滑系统故障、主轴振动系统故障和制动系统故障。其中，制动系统故障是发生概率比较高的故障类型。并且，由于制动系统本身构成及运行环境的复杂性

的影响，矿井提升机制动系统出现的具体故障类型也不尽一致。总体来看，主要的故障类型有制动闸实效、制动时间过长和制动力不足。其中，制动闸失效是由于油压不足、系统中存在渗透点或者液压站电磁阀被卡等，制动时间长是由于闸与闸之间的间隙过大，油压低导致制动能力不足，或者是由于超载、超速等原因导致制动距离大，制动力不足是由于闸间隙过大、闸盘上存在油渍污渍、弹簧疲劳或者闸瓦出现磨损等^[5,6]。

4 矿井提升机制动系统检测保护的措施

通过上述分析可以看出，受不同因素的影响，矿机提升机的制动系统在运行过程中很容易出现一些故障，进而影响到提升机的正常运行。并且，相关故障产生的原因表明，制动系统出现故障通常是由于系统内部的构件及其运行状态与环境发生了变化，影响到了系统运行的效果。因此，在平时的矿井提升机检测保护工作中，相关技术人员要借助相关的技术方法与设备，积极开展制动系统的检测与保护工作，以便及时发现和解决矿井提

升机制动系统方面的故障和问题^[7]。

4.1 增加自动化制动系统监测装置

随着近年来大数据、人工智能等技术在煤炭生产机械设备方面应用的深化，在矿井提升机的制动系统中增加自动化监测装置，实现制动系统运行状况的自动化监测，已然具备了相应的现实性条件。在矿井提升机的制动监测保护中，技术人员可以在制动系统中安装相应的监测装置，用来对矿井提升机制动过程中的各类数据信息进行采集、简单计算、汇总、存储和显示，使制动系统的运行参数更加直观地显示出来，便于及时发现制动系统存在的故障隐患^[8,9]。

图3展示了一种矿井提升机自动监测装置的架构。该类监测装置包括上位机和下位机两部分。其中，上位机是从下位机中读取数据，并对这些数据信息进行分析处理，下位机则是对矿井提升机制动过程中产生的各类参数进行采集、初加工、存储和显示。这一监测系统可以对提升机中的制动系统的闸间隙、油温、油压、制动正压力等参数进行实时动态的监测，并通过安装在闸瓦上的传感器获得闸瓦的动态值、油路油温油压及各闸制

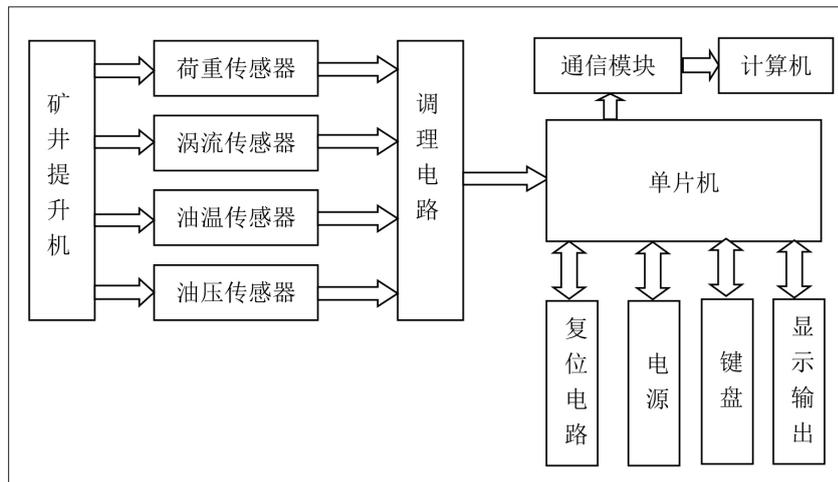


图3 矿井提升机制动系统的自动化监测装置架构

动的正压力参数，进而对制动系统的运行情况进行综合性的监测与判断，提高提升机制动系统运行的可靠性^[10]。

4.2 调控影响制动速度的各变量

考虑到影响提升机制动速度的变量比较多，技术人员在对提升机的制动系统进行检测保护时，要对可能影响制动速度的各因素进行测量和调控，使这些变量保持在合理的运行标准中。表2是根据影响提升机安全制动的各种因素提出的检测与保护措施。

表2 影响提升机安全制动速度的变量及调控方法

安全制动故障问题	问题原因	检测变量	调控方法
制动速度过小	制动器闸阀间距过大	制动器闸阀间距	调整制动器闸阀间隙，使间距达到规定范围
	液压系统油压过低	液压系统油压值	调整液压系统油压值，使其达到安全规定值
	制动力分布不均衡	制动盘位置	采用切削制动盘或者采用烘烤法产生应力变形，使制动盘摆量达到规定范围
	制动闸瓦与制动轮间接接触面积过小	制动闸瓦与制动轮间接接触面	更换制动闸瓦
	碟形弹簧出现疲劳损伤、刚度下降	碟形弹簧	更换碟形弹簧
制动速度过大	液压系统油压过高	液压系统油压	将液压系统油压调整到规定的范围内
	制动闸间隙过小	制动闸间隙	将制动闸间隙调整到合理的范围内
	制动延时时间短	制动延时时间	通过调整PLC控制程序或者继电器调整时间
	储能装置不保压，回油速度过快，回油时间短	储能装置内的N2压力值	调整N2压力值，使N2压力达到相应的要求

5 结语

综上所述，制动系统是矿井提升机安全、稳定运行的重要保障。虽然当前矿井提升机的制动系统有较高的性能，但对于运行一段时间后的制动系统，仍然要对可能存在的问题进行系统性的检测分析，并采取相应的措施进行保护，以确保制动系统运行的稳定、安全。文章结合制动系统出现故障的可能性原因，主要提出了增加自动化制动系统监测装置，调控影响制动速度的各变量的制动与检测保护技术方法，可以用于常规的矿井提升机的制动与检测保护活动中。

参考文献：

- [1] 郭鑫. 矿井提升机制动控制系统的优化研究[J]. 机械管理开发, 2021, 36(08): 251-252+255.
- [2] 张雪雯. 矿井提升机制动系统自动控制研究[J]. 自动化应用, 2020(08): 145-146+151.
- [3] 张晓兵. 提高矿井提升机制动系统安全性和稳定性的方法研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(10): 158-159.
- [4] 许波. 矿井提升机制动系统浅析[J]. 中外企业家, 2019(27): 185+180.
- [5] 程富慧. 矿井提升机安全制动减速度影响因素分析[J]. 当代化工研究, 2019(08): 84-85.
- [6] 郭激光, 范俊卿. 矿井提升机制动系统故障诊断方法研究[J]. 能源与环保, 2018, 40(11): 176-180.
- [7] 胡静. 矿井提升机制动系统安全可靠分析[J]. 机械管理开发, 2018, 33(05): 53-54.
- [8] 李锋, 谭建平, 石理想. 矿井提升机制动系统运行优化控制研究[J]. 计算机仿真, 2018, 35(05): 225-228+321.
- [9] 王卓. 矿井提升设备安全制动减速度分析[J]. 湖南安全与防灾, 2018(05): 53-55.
- [10] 宋俊毅, 陈斌. 论矿井提升机制动系统安全可靠分析[J]. 国防制造技术, 2017(03): 51-52.