

提升机制动系统工作状态监测技术研究

马 杰（华阳新材料科技集团有限公司二矿，山西 阳泉 045008）

摘 要：提升机是实现矿井人员、设备、材料以及原煤等运输的主要设备，提升机运行故障高发位置集中在制动系统。实现制动系统工作状态实时监测对增强提升机运行可靠性及运行效率具有重要意义。因此，文中在对提升机制动系统结构以及容易出现的故障分析基础上，提出采用温度、压力、电流等传感器以及空动时间测量电路等对液压站、盘式制动闸设备运行情况进行实时监测，并对各传感器布置位置以及技术参数进行阐述。通过在提升机上使用制动系统工作状态监测系统，可增强提升机制动系统稳定性以及安全运行保障能力。

关键词：矿井生产；运输系统；提升机；制动系统；传感器

提升机是实现矿井人员、设备以及煤炭等运输的主要设备，提升机运行可靠性直接影响矿井经济以及安全效益^[1-2]。随着科学技术发展，矿井提升机稳定性得以显著提升，但是部分矿井仍出现不同程度的提升机事故，事故发生位置主要集中在制动系统，事故类型以提升机罐笼坠落、过卷以及滑动等^[3]。现阶段提升机事故预防主要通过预防维护保养方式，即在时间节点进行设备维护，存在维护过剩以及欠维护问题^[4-6]。因此，文中提出一种提升机制动系统工作状态监测系统，该系统可实现提升机制动系统运行参数的实时监测，不仅可增强提升机运行安全保证能力而且可降低设备为维修成本。

1 提升机制动系统结构分析

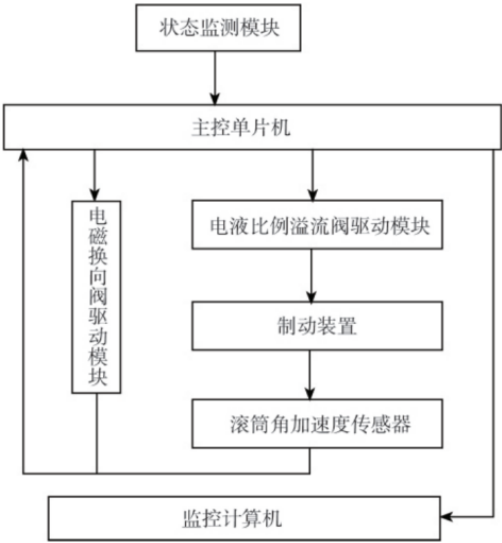


图1 提升机制动系统结构图

矿井提升机上安装的制动系统结构一般包括有液压动力装置以及执行装置等，具体功能为：

- ①可实现对制动系统工作状态进行监测，主要监测内容包括有制动盘摆动量、闸瓦间隙、空动时间，液压泵站电动机电流、液压油温、压力等；
- ②可实现对主阀（电液比例溢流阀）开合程度进行控制，从而实现制动力调整；
- ③可实现对其他位置电磁换向阀运行进行控制，以便降低制动系统能耗；
- ④可实时显示制动系统运行参数、滚筒角度值以及

电磁换向阀状态等实时显示，并对可能存在的故障进行预警。

电控系统包括有监控系统、内部总线等，主要包括有设备状态监控、电源系统、润滑站控制与监测、安全控制与监测、动力制动控制及监测等。根据制动系统需要，具体使用的制动系统结构见图1所示。

提升机液压制动系统状态监测时需要对制动系统故障原因进行分析，主要原因有盘式制动闸、液压站等方面。其中盘式制动闸故障包括有制动盘及闸瓦摩擦系数过低、蝶形弹性刚度变化、闸瓦间隙过大等问题；液压站故障包括有电磁阀故障、管内残压过大、油泵故障等。

2 制动系统工作状态监测方案

具体制动系统工作状态监测可细分为液压站监测、盘式制动闸监测两个部分。

2.1 液压站状态监测

液压站状态监测可细分为电动机状态监测、液压站油温监测、液压站油压监测。

2.1.1 电动机状态监测

该监测的主要目的是实现电动机运行状态的实时监测，防止电动机出现损坏。具体采用BS41-N型交流传感器串联安装在电动机定子电流回路中，用以对电流进行测定。具体电动机电流监测参数见表1。

表1 电动机电流监测参数

监测参数	电源输入 /V	输出精度等级	输出电压 /V	输出频率 /Hz	输出电流 /mA	输入电流 /A
数值	12/24	0.5	0~5	45~55	4~20	5

2.1.2 液压泵站油温监测

液压泵站油温过高会使得液压系统内温度过热，严重时导致液压站电磁阀出现故障；油温过低会使得液压站中液压油粘稠度增加，导致液压油路堵塞严重时会使制动系统失效。为此，文中采用型号Pt100型温度传感器监测泵站液压油油温。具体选用的Pt100型温度传感器技术参数为：测量等级0.2级，输入、输出电压分别为0~5V、0.5~30.0V，测量量程-200~200℃。

2.1.3 液压泵站油压监测

采用型号CYB-20压力传感器监测液压泵站油压，选用的传感器具有准确度高、稳定性好以及防爆等优点，

具体采用螺纹直接将压力传感器连接到液压油出口位置。具体选用的压力传感器技术参数见表2所示。

表2 压力传感器技术参数

监测参数	线制	非线性误差 /%	输出电压 /V	量程 / MPa	输出电流 /mA	温度漂移 /℃	工作温度 /℃
数值	2	0.1 以内	1~5	0~35	4~20	0.01%	0~70

2.2 盘式制动闸状态监测

2.2.1 摇摆量监测

使用2个电涡流传感器（非接触式）对制动盘摇摆量进行监测。具体传感器安装位置见图2所示，通过对比两个传感器数值计算摇摆量。采用的电涡流传感器主要技术参数为：工作温度25~85℃、输出电流 $\leq \pm 1\%$ 、供电电压12~30V、量程4mm。

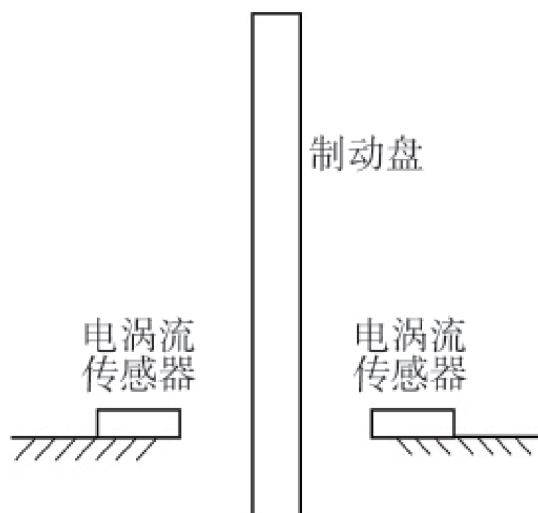


图2 电涡流传感器安装位置示意图

2.2.2 空动时间监测

提出采用机械装置以及虚拟机对空动时间进行实时监测。空动时间监测通过测量电路实现，具体测量电路见图3所示，其中K1表示开关信号、K2表示结束信号（贴闸信号）、U1为光电隔离装置、Q1可控硅、Q2及Q3分别表示三级管。

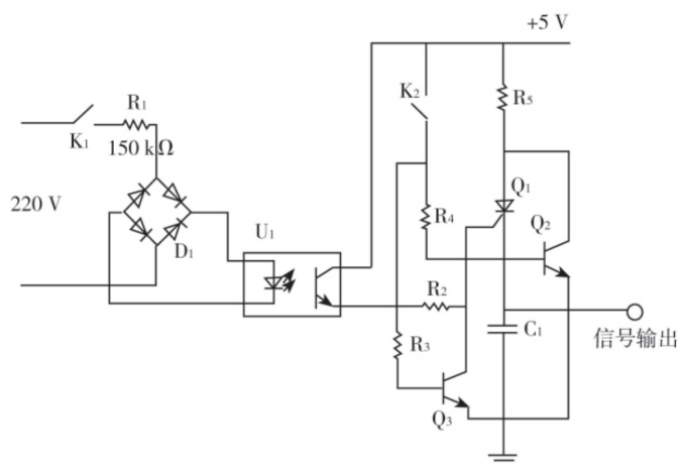


图3 空动时间测量电路示意图

2.2.3 闸瓦间隙监测

使用差动式位移传感器实现闸瓦间隙实时监测。采

用的位移传感器型号为W0DCD10，该传感器具有频带宽、灵敏度高、结构简单等优点，具体技术参数为：工作温度-10~60℃、温度漂移0.03%℃、测量精度等级0.5%、动态频率0~200Hz、量程10mm。

4 监测模块结构

具体制动系统工作状态监测系统结构见图4所示，具体监测设备包括有电流、制动盘摆动、压力、温度等传感器以及空动时间测量电路等，具体各传感器监测获取到的监测信号通过信号调理电路转换成电压信号（0~3V），电压信号通过A/D转换模块将信号转换成数字信号。最后数字信号输入到单片机中实现制动器各设备工作状态监测结果的实时显示。

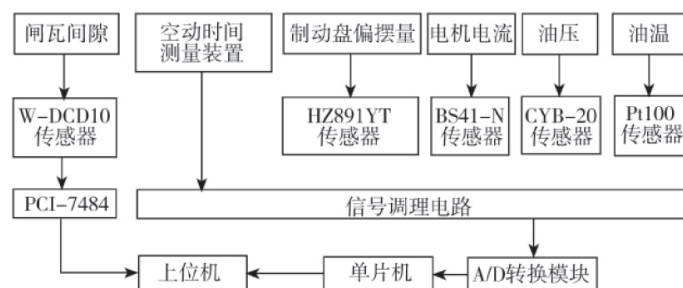


图4 制动系统工作状态监测系统结构图

5 总结

文中对矿井提升机制动系统实时在线监测技术展开研究，在对制动系统结构分析基础上对制动系统监测参数进行探讨，并确定液压站、盘式制动闸监测所需要的传感器参数及安装位置。通过在提升机上布置制动系统工作状态监测系统可实现制动器运行参数的实时监测，从而可在一定程度上增强提升机运行安全保证能力以及运行效率。

参考文献：

- [1] 王传礼, 霍环宇, 新华伟, 王顺, 许虎威. 矿井提升机新型电子机械制动系统研究[J]. 煤矿机械, 2021, 42(06): 24-28.
- [2] 武琳. 煤矿提升机恒减速液压制动系统的安装分析[J]. 当代化工研究, 2021(09): 79-80.
- [3] 李润平. 提升机继电器控制系统的改造及效果评价[J]. 机械管理开发, 2021, 36(04): 222-224.
- [4] 李丽鹏. 矿井提升机自动控制系统的设计与实现[J]. 机电工程技术, 2021, 50(04): 74-75+84.
- [5] 王晓花. 煤矿提升机盘形制动器安全制动影响因素及解决措施[J]. 机械管理开发, 2021, 36(03): 276-277.
- [6] 崔争气. 煤矿立井提升机液压制动系统控制器设计[J]. 能源与环保, 2021, 43(02): 119-122.

作者简介：

马杰（1985-），男，汉族，山西孟县人，2010.07毕业于山西大同大学，教育技术学（网络工程方向），本科，电气助理工程师。