

煤矿电动机加热器温控故障及接线方式改造分析

冯硕硕

(中国平煤神马集团 河南 平顶山 467000)

摘要: 中国平煤神马集团建井一处电动机日常运行期间, 多台 380V 低压交流电动机本体与环境温度一致, 电动机防潮加热器指示灯亮, 但实际电动机加热器未正常工作。经分析确认, 70% 以上电动机为加热器温控器故障, 输出节点未导通, 导致电动机加热器未能正常投运。文章对温控器故障原因以及后续改造方案进行了详细分析, 以提高设备系统的可靠性, 减少设备缺陷及故障的发生率。

关键词: 电动机; 加热器; 温控器; 改造

0 引言

中国平煤神马集团建井一处 380V 交流电动机主要用于煤矿开采工程中, 受工作条件限制, 作业环境相对恶劣, 其中含防潮加热带的电动机共计 300 多台。

1 生产运转电动机概况

1.1 电动机防潮加热器的作用

电动机处于潮湿环境时容易结露、结霜, 造成电动机绝缘性能下降, 易使电动机损坏。电动机安装使用加热器并在电动机不运转时工作, 使电动机绕组的温度一般高于环境温度, 从而避免电动机绕组的潮湿结露, 保证电动机的正常运行。单根电动机防潮加热带安装在电动机的驱动绕组端部。双根电动机防潮加热带, 一根安装在驱动端部, 另一根安装在非驱动端部, 见图 1。

1.2 防潮加热器温度控制原理介绍

电动机防潮加热器与温控开关串联形成回路, 通过温控开关的闭合、断开控制加热器的启停。当电动机启动时,

内部温度高于温控器的动作温度 (60 ± 5) $^{\circ}\text{C}$, 温控开关断开; 当电动机停运时, 内部温度降至温控器的复位温度 (30 ± 15) $^{\circ}\text{C}$, 温控开关闭合, 加热器投入运行。

1.3 温控开关结构

温控开关位于加热带底部, 与加热带一起通过玻璃丝带固定于电动机定子绕组上, 如图 2、图 3 所示。

电动机使用的是型号为 SWKL-10 的双金属片突跳式温控开关, SWKL-10 型号温控开关是由铝壳、双金属片、动触头、静触头、绝缘片和接线端子组成的封闭式结构。接线端子与静触头通过锡焊连接, 双金属片正反两面由 2 种热膨胀系数不同的金属材料构造而成, 材料的特性决定了温控开关定值上下限, 见图 4。

双金属片作为热敏感反应组件, 当电动机投运, 内部温度升高, 热量通过铝壳传递给双金属片, 达到动作温度时, 双金属片产生内应力而弯曲, 动、静触点断开, 加热器停止工作; 当温度降低至复位温度时, 双金属片恢复到原位, 动、静触点闭合, 加热器投入工作。

上述温控开关定值漂移较大, 电动机温度控制器为厂家自制, 故障率较高。对产品进行型号升级改造, 但仍未解决故障率高的问题。

2 温控开关故障原因分析

如图 5 所示, 根据温控开关结构以及动作原理, 对其故障分析如下。

2.1 温控开关选型不当, 定值偏差偏大

从参数计算、温度校验结果两方面分别核算温控开关选型定值是否满足需求。

(1) 参数计算: 厂家给出的温控器技术参数表中, 温度开关的额定打开温度和复位温度范围 (额定开关温度下) 为 (-30 ± 15) $^{\circ}\text{C}$, 采购的温度开关的额定打开温度为 60°C 。根据公式:

$$\text{温度开关下限定值 } (^{\circ}\text{C}) = \text{额定打开温度 } (^{\circ}\text{C}) + \text{复}$$

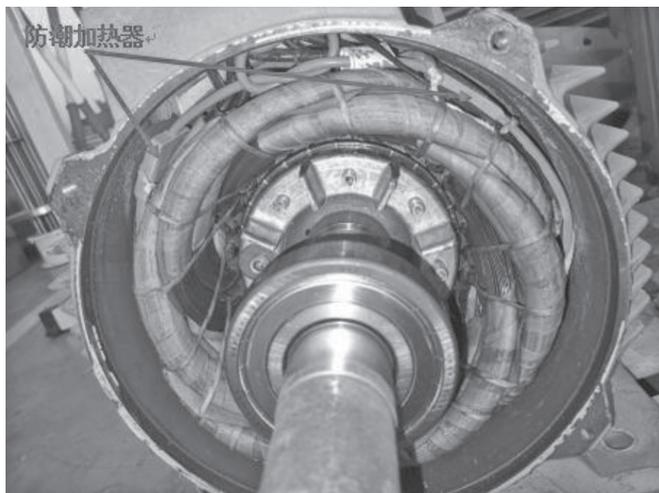


图 1 电动机防潮加热器 (带) 安装位置图



图2 温控开关安装位置图



图3 SWKL-10型号温度开关图



图4 SWKL-10型号温控开关外观结构图

位温度范围(℃)

可以计算出复位温度为(30±15)℃。上述分析可知,15~45℃的误差范围是偏大的,最低温度远低于设备所处环境温度,会导致加热器无法正常投运。

(2) 温度校验: 2019年10月之前到货批次的温控开关动作标准为(60±5)℃,复位温度标准为(30±15)℃; 10月之后到货批次的温控开关动作标准为(60±5)℃,复位温度标准为(45±10)℃。

对2019年10月之前到货批次以及旧电动机上拆除

的温控器进行抽检,测量接触电阻均合格,复位定值在23~41℃,部分温度开关温度低于厂房环境温度,因此不能满足现场要求。

同时对新批次的100个温控开关进行定值校验对比,校验结果为:接触电阻均合格,复位定值在36.2~50.6℃,可以看出新批次温控开关的复位定值有了明显提升,均能够满足现场要求。

2.2 温控开关双金属片动作疲劳,产生定值漂移

温度开关具有一定的寿命限制,根据技术参数表,额定电流下开关次数为10000次。温控开关属于易损件,在电动机运行一定时间后,其灵敏度和可靠性会降低。

根据矿井机组电动机实际运行情况,按5年运行条件计算,温控开关每天动作次数为:

$$10000 \text{ 次} / 5 \text{ 年} = 5.6 \text{ 次} / \text{天}$$

即1台电动机连续运行5年,且每天动作5.6次,显然无法达到。

2.3 温控开关触点氧化,接触电阻过大

动、静触头闭合及分断时,产生的高能量电弧作用于触头表面,使触头表面金属发生融化,表面可能会形成一层氧化物,致使接触电阻增大。

2.4 温控开关内部存在异物

尘埃、头皮屑等异物会使接触电阻增加,但该温控开关为封闭式结构,在现场环境使用不会有异物进入其内部,生产制造过程中引入异物的概率也很小。解体故障温控开关观察,内部未见碎屑物等异常现象。

2.5 双金属片开裂或形变过大

此故障主要发生在温控开关运行时间过久、产生动作疲劳或者制作工艺上,例如:生产时热处理不当、高温环境使得金属片发生蠕变。从解体后的情况来看,温控开关未存在金属片开裂现象,可排除此因素。

3 实施方案

经过对各基地调研,由丹东科亮生产的ZMK系列温控开关故障率较低,同时通过咨询,电动机厂家也同意更换为ZMK系列温控开关。

3.1 改造目的

现有控制方式存在的问题:

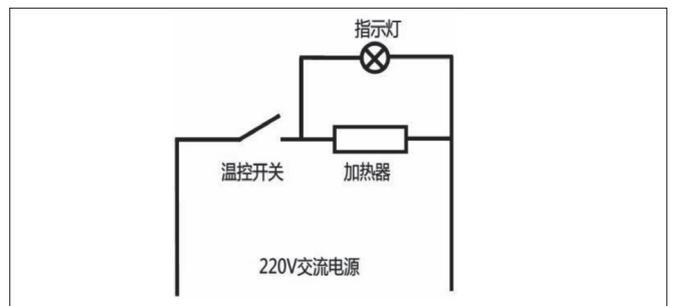


图5 故障分析图

(1) 原电动机加热器控制方式多种多样，未统一，给现场缺陷核实与处理带来困难；

(2) 现场电动机接线盒内空间狭小，无法安装其升级后的 TCC 温控器，还必须使用替代前的型号 TCB；

(3) 原电动机加热器指示灯设计不当，无法与加热器启停直接相关，无法判断加热器是否投运和温控开关是否损坏，不利于故障的发现与及时处理，给现场巡检及缺陷判断造成困扰；

(4) 原电动机加热器的温控器或温控开关故障率较高，缺陷频发，导致加热器无法按需投运。

3.2 改造方案

为解决上述问题，方便现场巡检、检修以及优化备件储备，提出改造及替代需求，将全厂电动机加热器控制方式统一修改为图 6 所示的方式，将原并联在电源两端的指示灯修改为并联在加热器两端。电动机低压电动机加热器温控开关 / 温控器故障率较高，将其统一更换为丹东科亮生产的 ZMK 系列温控开关。其中电动机加热器温控开关正通过替代逐步更换为 ZMK1-60-EK 型号，现场运行良好。

3.3 温控开关安装

拆掉旧的温控器模块，将热敏开关放置在被测电动机绕组表面，并用树脂胶粘接牢固或者用绑扎布带绑扎结实，使得热敏传感部位与绕组端面表面贴紧，如图 7 所示。将加热器与电源指示灯并联，与温控开关串联，按图 6 所示的接线图进行接线。

3.4 安装注意事项

- (1) 安装时不要用力敲打或挤压保护热敏开关的传感部位，以免造成敏感部件损坏或绝缘套管破损。
- (2) 安装时不允许拆掉传感部位的绝缘套管，防止漏电。
- (3) 安装时不要用力拉扯热敏开关的引出线，防止拉断引出线。
- (4) 将引出线牢固地接入出线盒中的接线端子位置。

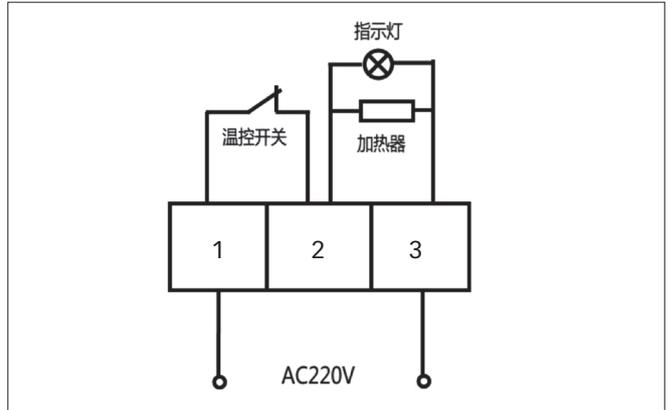


图 7 温控开关安装示意图

(5) 接线完毕后，用万用表测量热敏开关电阻，检查热敏开关是否导通。在设计方面，改造范围仅为低压电动机加热器接线和控制，不影响电动机的功能和参数；所选用温控开关已经过现场替代验证功能和可靠性，满足设备使用需求。

施工方面存在接线错误或安装有误等风险，失效后仅影响电动机加热器的可用性，不直接影响电动机的可用性。改后实施后通过鉴定试验确保电动机加热器启停正常。

4 结语

目前矿井已对部分电动机温控开关进行了改造实施，改造后的电动机运行良好，降低了缺陷发生率，提高了设备系统的可靠性，同时也极大地减轻了日常的设备巡检难度。

参考文献：

[1] 苏淑娴. 基于粒子群优化胶囊网络的煤矿电机故障诊断系统 [D]. 淮南：安徽理工大学，2021.

[2] 马超. 煤矿电机故障及预防措施 [J]. 中国新技术新产品，2020(21):69-70.

[3] 臧彩虹. 三相异步电机故障处理与保养方法 [J]. 设备管理与维修，2021(05):56-58.

[4] 陈露，赫广杰. 煤矿大型电机故障预警装置的设计 [J]. 设备管理与维修，2020(09):152-153.

[5] 牛向燕. 煤矿电动机常见故障探讨 [J]. 机械管理开发，2017,32(11):136-137+167.

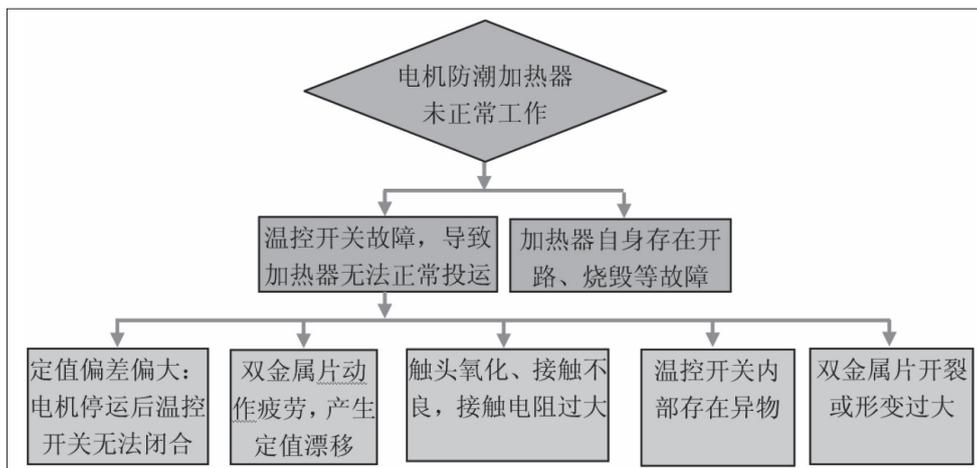


图 6 电动机加热器指示灯接线方式示意图

作者简介：冯硕硕（1992.02），男，河南叶县人，本科，研究方向：矿山机电。