

电石翻锅机自动化控制故障率高的原因分析及改进措施

马建锋 买 岚

中国石化长城能源化工(宁夏)有限公司 宁夏 银川 751400

摘要: 乙炔电石翻锅机经常出现自动化控制的故障影响产线生产效能同时存在较大的安全隐患风险, 通过对自控流程的分析结合故障现象的统计与分析, 选用大量程光电开关, 配套设计特殊的安装支架, 对提高电石翻锅机自动化运行的稳定性起到了比较明显的改善作用。

关键词: 电石翻锅机; 移行小车; 接近开关; 光电开关; 故障率

引言: 乙炔是重要的基础化工原料, 乙炔气的产出主要原料是电石, 翻锅机的主要作用就是将电石从电石锅内倒入破碎线进行破碎, 破碎后的电石通过皮带输送至乙炔发生区域。翻锅机就是上下游生产的关键设备, 当翻锅机自动控制出现故障时, 则无法进行翻锅破碎, 直接影响乙炔发生装置的生产负荷同时存在可能引发安全生产事故的风险。因此冷破厂房中的电石翻锅机的高故障率成了困扰乙炔生产线的头疼问题, 目前各主要乙炔生产厂家的冷破厂房的电石翻锅机的自动化控制是基于移行小车、辊床和翻锅本体之间的位置开关的信号逻辑进行控制的从而实现控制自动翻锅, 基于宁夏能化公司开展的节能降耗控制的管理要求, 为了切实推进公司“绿色洁净”方案的实施, 通过提高现场设备维护频率, 开展定时性预防工作, 统计了故障率并通过相应的措施逐步消灭仪表设备故障和缺陷, 达到了降低整体故障率, 提高电石产线的稳定生产, 控制节约了检修费用的管理成本同时降低了安全生产事故风险的概率。通过对电石翻锅系统的分析结合故障现象, 发现故障原因主要集中在位置开关, 位置开关信号的故障直接导致自动翻锅的自动控制不能进行提出了改进方案, 并对改进后与改进前的故障率做了科学统计的对比分析, 改进后设备的自动化故障率大大降低。

1 电石翻锅机系统自动控制原理

1.1 电石翻锅机系统

乙炔运行部1号、2号冷破厂房安装有6台翻锅机, 其主要作用是将冷却后的成品电石锅通过行车转运至冷破输送平台的辊床上, 通过辊床将承装电石的电石锅运至电石翻锅机上, 电石翻锅机通过夹紧装置将电石锅固定后翻转180度, 将电石锅内的电石倾倒入破碎机上。电石翻锅机系统由二十二台输送设备(两台移行机、二十台固定滚床)及两台通过式卸料机组成。电石翻锅机系统的辊床间安装有位置开关、位置开关安装支架、线缆穿

线管、桥架等。

电石翻锅机自动控制运行的原理可以概括的按下图1所示来理解。从这张图中我们可以清楚的看到整个电石翻锅机的运行依靠辊床之间位置开关的信号逻辑, 电石锅在被行车驾驶员吊放到启驶辊床(GC01)后, 安装在启驶辊床(GC01)下的位置开关发出占位信号, 同时翻锅位辊床(GC08)输出空位信号, 启动辊床电机将辊床上的电石锅移动到下一段辊床(GC02), 下一辊床(GC02)上装有减速和到位两组信号, 电石锅在辊床的运输下依次触发减速和到位信号, 如此依次平稳通过GC03、GC04辊床, 当电石锅被运输到GC05辊床时依次触发减速、到位、超程信号, 依靠GC01-GC05辊床间位置开关的逻辑连锁确保电石锅安全平稳的传送到移行机(TH01), 移行机(TH01)发出占位信号, 同时GC07辊床发出空床信号, 启动移行机(TH01)把电石锅平移到GC07辊床, 电石锅在GC07各辊床依次触发减速和到位信号, 同时翻锅位辊床(GC08)输出空位信号, 启动辊床把电石锅运输到翻锅位(GC08), 执行翻锅步骤, 翻锅的过程中需要通过液压油缸上的位置开关逻辑来控制翻锅的步骤。从上述过程可以看见辊床间的位置开关信号的准确输出是保证电石锅在传输过程中不发生撞锅和翻锅的重要保障。

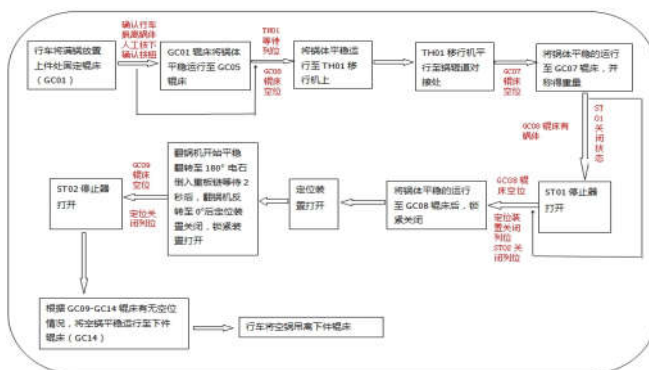


图1 翻锅机自动控制原理简图

1.2 位置开关

位置开关是电石翻锅系统中的重要位置传感元件,各辊床间位置开关的连锁输出是构成电石翻锅系统的重要组成部分,常见的位置开关通常可以分为行程开关和接近开关。

接触式的位置开关主要为各类行程开关,此类位置开关需要与被测物体直接接触改变内部微动元件的行程从而才能触发信号,电路转换模块多采用拍合式触点和微动开关。行程开关电路转换模块除采用拍合式触点和微动开关外,还采用较为特殊的滑动接触式结构。滑动接触式结构包含“V”型触点簧片,当导体与簧片“V”型部位接触或者分离时,开关通过焊接在簧片上的电缆输出通断或转换电气信号至外部系统^[1]。此类位置开关多为无源触点信号。其优点是结构简单设计成熟,缺点是存在可动部件,探杆需要做往复运动,密封依靠橡胶件,张嘉琦在《高温往复工况下橡胶密封件的密封性能研究》中提到橡胶密封件是用以密封维持液压传动过程中系统正常运行的重要部件,而随着液压传动系统工作环境温度的升高,橡胶密封材料的物理机械性能和摩擦性能均会出现明显的下降,另外由于橡胶密封材料本身导热系数较小会导致橡胶密封圈在高温往复工况下工作时散热性能较差^[2]。由此可见传统的此类位置开关不适用高温场合,用于高温场所的此类位置开关需要特殊设计,考虑密封元件和接触元件的耐高温性能和散热性能,使用成本会大大提高。

接近开关类的位置开关从原理上大致有电感式、电容式、电涡流式、霍尔式、光电式等。作为理想的电子开关量传感器,接近式传感器广泛应用于物流、制造、冶金、化工、轻纺和印刷等行业,在各种自动控制系统中可作为限位、定位控制、质量检测、计数和自动保护等功能环节使用,具有使用寿命长、工作可靠、重复定位精度高、无机械磨损、无火花、无噪音、抗振能力强等特点^[3]。此类接触开关设计紧凑,不与被测物体直接接触。当物体位置开关感应面到动作距离即可使开关动作,从而驱动直流电器或给计算机(plc)装置提供控制指令。

2 电石翻锅机自动化控制故障率高

乙炔冷破厂房电石翻锅机属于关键设备,翻锅机故障意味着电石破碎无法进行,影响乙炔发生装置的生产平稳,如果故障长时间没有解决,则乙炔气的产量会降低,导致下游装置不能稳定运行。根据现场故障维修记录,2021年度6台翻锅机的故障次数共计1413次 2021年6台翻锅机每月平均故障次数为117.8次,单台每月故障次数19.6次。其中历史最低次数为46次,平均每台每月故障

次数为7.7次。根据2021年故障次数的统计,我们对故障原因进行了归类分析,对主次问题进行了统计。根据统计分析计算得出控制信号故障数为1135次,占总故障比率的80.3%,是电石翻锅机自控故障的主要故障因素,这与翻锅机自控逻辑中位置开关的重要性相一致,位置开关之间的逻辑关系是翻锅机实现自动控制的重要条件,据此需要对控制信号的故障原因进行重点分析。

3 电石翻锅机自动化控制故障率高的主要原因分析

3.1 辊床之间的位置开关损坏检测不到位置信号

现有辊床间的位置开关为接触式的行程开关,垂直安装于辊轴间隙,与高温电石锅的运动方向正相交,高温电石锅在行进的过程中需要撞击行程开关的接触件,使之受力向下运动触发位置信号,通过对各辊床间原有行程开关的故障的统计与分析,现有辊床之间的行程开关的高故障率存在以下原因:

1)行程开关由于长期受到电石锅的撞击出现接触部件的变形,造成行程卡塞,当电石锅走后不能自动复位,从而不能正确的反应电石锅的位置信号。2)行程开关的密封圈由于长期受到电石锅的高温烘烤失去密封效果,造成行程开关短路,从而给出错误的电石锅位置信号。

3.2 移行机位置开关损坏检测不到位置信号

现有移行机的位置开关为非接触式的电涡流接近开关,垂直安装于辊轴间隙,与高温电石锅的运动方向正相交,高温电石锅在行进的过程中电涡流探头检测到电石锅的底部金属面从而触发位置信号,通过对各生产线移行机原有电涡流接近开关的故障的统计与分析,现有移行机的位置开关的高故障率存在以下原因:

1)电涡流探头的探测距离较短,探头需要贴近高温的电石锅底部,由于长期受到电石锅的高温烘烤性能下降,使用寿命大大降低,不能稳定长寿命的工作需要频繁更换探头。2)电石锅在辊床间运输的过程中由于震动,部分高温电石从锅中溅出,砸坏探头。

3.3 电石翻锅机液压缸位置开关未感应到信号

现有电石翻锅机的翻锅依靠液压油缸的夹紧与放松来完成翻锅动作,安装在液压缸上的位置开关是完成翻锅动作自控的指令依据,现有的位置开关是电涡流接近开关,在对翻锅过程故障的统计与分析,现有翻锅机位置开关的高故障率存在以下原因:

1)液压臂转动间隙过大,液压臂伸缩到位后超出位置开关的感应范围,导致电涡流接近开关检测不到液压臂的位置信号;2)电涡流接近开关有效检测距离太短,最大感应范围1cm;3)设备在翻锅的过程中振动大导致电涡流接近开关松动,安装位置发生移位,检测不到液压缸

的位置信号；4)翻锅过程中电石飞溅及大块电石撞击到翻锅机，导致原有电涡流接近开关的安装支架变形，位置开关检测不到信号。5)翻锅机本体位置开关感应距离太短(1cm)，转动机械臂转动间隙过大，容易被转动机械臂刮到损伤；6)翻锅机本体位置开关防护不到位，容易在翻锅的过程中被飞溅的电石砸伤；7)设备振动大导致位置开关松动，位置开关位置移位，被转动液压臂损伤；8)位置开关本身质量不高，尾部航空插头容易断。

3.4 仪表电缆的损坏

在对现有电石翻锅机生产线问题的排查中发现通讯电缆的选型、铺设等同样存在不少的问题，具体问题如下：

1)电缆选型不合理，用的是单股硬芯电缆，翻锅机在翻锅过程中容易发生折断，现有问题就存在不少电缆折断的现象。2)电缆铺设时电缆的防护措施不到位，翻锅机本体上的电缆铺设防护使用的是普通铝合金电缆槽盒，在电石翻锅机翻锅时电石锅内的电石可能飞溅出电石砸弯电缆槽，高温电石使电缆受损。3)行走小车的电缆铺设在钢丝绳上通过滑轮来拖挂，实际使用中滑轮经常出现卡塞现象，导致电缆拉断损伤。

3.5 仪表接线箱的损坏

现有翻锅机本体的接线箱安装位置较高，天车工在吊电石锅时容易碰到仪表接线箱，将接线箱碰坏。

4 改进措施及效果

4.1 改进措施

综合以上的分析，针对影响电石翻锅机自控化控制因素提出如下的改进措施。

4.1.1 辊床、移行机位置开关损坏检测不到位置信号的改进措施

1)将原来辊床间接接触式的行程开关和电涡流探头更换为探测距离更长的非接触式的光电开关(探测距离最长10cm)，避免开关与高温电石锅直接接触。2)在电石锅与光电开关之间设计特殊的安装支架，通过安装支架的传递把直接测量电石锅的位置改为测量安装支架挡板的位置，使得光电开关可以远离高温的电石锅，安装位置更加灵活，测量结构的示意图如图2所示。3)改进光电开关安装支架，将原来扁铁制作的支架更换为槽钢支架(抗砸防撞)。

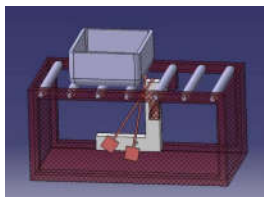


图2 光电开关测量结构示意图

4.1.2 电石翻锅机液压缸位置开关未感应到信号的改进措施

1)将位置开关更换为感应距离更长的光电开关(最大感应距离10cm)；2)制做光电开关专用固定螺母，并焊接在支架上，加锁紧螺母进行固定；3)改进光电开关安装支架，将原来扁铁制作的支架更换为槽钢支架，并做好防砸措施(抗砸防撞)。

4.1.3 仪表电缆损坏改进措施

1)将单股硬芯电缆更换为多股软芯橡胶套电缆，不容易折断；2)将普通普通铝合金电缆槽盒用槽钢代替，抗砸能很好的起到防护电缆的作用；3)将行走小车的电缆滑进行改造，将钢丝绳更换为工字钢，在工字钢上卡上滑轮对电缆进行拖挂，能避免滑轮卡塞拉断电缆。

4.1.4 仪表接线箱损坏的改进措施

将翻锅机本体的接线箱进行移位，移至辊床下方，能有效避免天车工在吊运电石锅时碰坏仪表接线箱。

4.2 改进后的效果

实施上述改进措施后，对电石翻锅机2022年10月-12月期间的故障频次进行了跟踪统计，同时与2021年10月-12月的故障做对比，改造后的六套翻锅机3个月内故障总数为118次，月均39.3次，单套月均故障次数为6.6次，故障率较改造前大大降低了，改造的效果显著，有效提高了翻锅机自控率，减少了人员现场作业频次，节约了电石翻锅机的检修费用，降低了现场作业人员的风险。保证了电石翻锅机稳定可靠的运行，为下游装置平稳运行提供了有力保障。

结束语：综上所述，通过对电石翻锅机故障率高的原因进行分析，从电石翻锅机自控率低产生的原因、位置开关运行中存在的问题、翻锅机工况分析、电缆敷设路线合理性的讨论，有针对性地逐一提出了问题所在点，并且采取一系列行之有效的解决措施，让电石炉翻锅机系统运行逐步稳定，维护人员劳动强度大大降低，提高了装置长周期安全可靠运行，为企业的安全文明生产提供了有力保障。

参考文献

- [1]. 林科,陈兴.行程开关弯簧片设计计算与仿真分析[J].机电元件,2024,44(01):11-14.
- [2]. 张嘉琦.高温往复工况下橡胶密封件的密封性能研究[D].河南科技大学,2022.DOI:10.27115/d.cnki.glygc.2022.000594.
- [3]. 刘娇月.常用接近式传感器的特性与选用[J].电气传动自动化,2015,37(02):47-52.