干熄焦提升机安全稳定运行 PLC 控制改进

曹晖
（山西宏安焦化科技有限公司　山西　介休　032000）

摘要：山西宏安焦化干熄焦提升机，投产 12 年，基本运行平稳，但也存在一些设计缺陷，该公司技术人员通过技术攻关、同行学习，博采众长，对一些外部控制进行了改造，并修改了 PLC 程序。本文主要简述装入装置开 / 关限位改进、焦罐准确定位改进、提升机在待机位不减速、APS 夹紧装置改善、吊钩打开限位改进以及增加安全制动器等 6 项改进措施，以期为同行提供一些参考。

关键词：提升机；PLC；改进

0　引言

干熄焦提升机是干熄焦系统的重要设备，是由 PLC 控制的全自动大型设备，它要不停地将一炉又一炉重达 60t 的焦罐提至 50m 的干熄炉内，才能确保电厂汽轮发电机的稳定运行。因此，提升机的安全运行是干熄焦系统运行的重中之重，不能有任何一点疏忽，经过 10 多年的维护，宏安焦化在实践中总结经验，不断进行技术改造，加强安全联锁保护性能，提高保护精度和工作效率。实践证明，干熄焦故障率逐步降低，系统运行日趋稳定，自动化控制技术的不断创新、改善起到了关键作用。

1　装入装置开 / 关限位改进

1.1　故障情况

干熄焦装入装置采用变频控制驱动电动缸，再由电动缸拖动干熄炉盖打开或关闭，打开或关闭限位由电动缸电机尾部同轴旋转凸轮给定，由电动机转轴带动凸轮来控制限位。2015 年 3 月 16 日，宏安焦化干熄焦装入装置出现了一次在装焦结束后装入装置关闭运行，当关限位信号到时，电动缸头与装入装置连接销突然断开，使导向槽变形，导致装入装置不能再次正常打开装焦，处理故障 6 个多小时，直接影响了干熄焦的连续稳定生产。

1.2　原因分析

由于长时间连续运行，电动缸内部固定凸轮的螺钉松动，转动时发生移位，导致电机同轴的旋转限位的“关限位”时间滞后 2s 左右，使电动缸转动过极限，使本来已经盖到位、机械已到极限的炉盖，还有来自电动缸的动力，继续推动，导致电动缸头与装入装置连接锁脱落、电动缸还出现变形。旋转限位凸轮发生位移是该事故的主要原因。

1.3　解决措施

根据电动油缸和装入装置的实际行程，在装入装置运行轨道（导向槽）上增加直观明了的开 / 关限位接近开关。开限位接近开关与原电动缸内部凸轮开限位串联、实现双保险，即只有 2 个同时到，才认为装入装置打开干熄炉盖，提升机才可以放红焦；关限位接近开关与原电动缸内部凸轮关限位并联，实现双保险，即只要有 1 个限位到就认为关闭干熄炉盖，打断装入装置关闭控制回路，从而避免电动油缸脱落故障（图 1）。

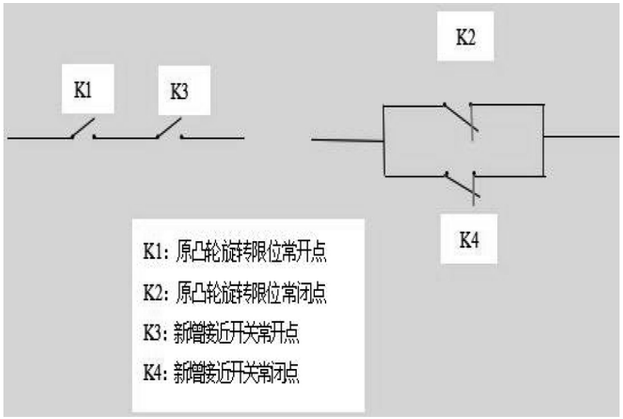


图 1　限位开关电路图

2　焦罐准确定位改进

2.1　故障情况

干熄焦电机车带 2 个焦罐车，轮流接焦，接焦时焦罐车不停旋转，以使焦炭分布均匀。接焦结束后，司机需按下焦罐旋转停止按钮，当焦罐转检测到减速信号

48- 70 安全与生产 22年 6月下 第18期.indd 52　　2022/8/29 22:27:11

时，焦罐由 20Hz 旋转降至 2Hz，当焦罐检测到定位信号时，焦罐停止，此时焦罐车吊耳正好对准提升机吊钩。但在 2018 年 4 月 11 日出现过一次定位跑偏，使吊钩起吊时未全部挂上，导致焦罐倾斜，偏载报警停车，方未酿成大的设备事故。

2.2　原因分析

焦罐车所处环境比较恶劣，红焦烤的周围温度太高，而且还有红焦外洒，导致电路易老化、短路造成一些信号误动，虽然之前在电缆穿线管和一些电气元件上做了防高温包扎处理，但运行时间长了还是防不胜防，此次定位不准确就是因为定位信号线短路，发出焦罐旋转到位信号，使未转到真正位置的焦罐停止旋转，提升机误以为定位信号到自动去提焦罐，结果焦罐吊耳根本不在吊钩位置，导致焦罐发生倾斜。

2.3　解决措施

在焦罐车上新增加一套定位检测装置，两套检测元件安装距离约为 100mm，尽量避开红焦落入区域，并做好防护，新检测信号点同样进入 PLC 系统。并与原焦罐定位信号在 PLC 程序中串连在一起，必须 2 个信号同时到，操台上原焦罐定位指示灯才亮。通知熄焦车司机进行下一步操作，有效避免了车定位不准的危险性。

3　提升机在待机位不减速

3.1　故障情况

2020 年 6 月 25 日，干熄焦岗位工王某发现提升机在装完一炉焦时，放焦罐至待机位时未减速，直接落在熄焦车上，发出了剧烈的撞击声，虽未造成事故，但导致提升机吊具需重新校准，熄焦车底板机械撞击受损，如果不及时查找原因，将会造成更大的事故。

3.2　原因分析

提升机从待机位至离着床，离着床信号未被感应，致使提升机下降未减速。因离着床、待机位、上、下极限等槽形限位开关均安装在提升机 50m 高的塔架不同区间内，塔架受温度影响、槽型接近开关在室外安装、24V 电源至槽形接近开关时有衰减等原因，造成槽形接近开关未能有效感应。

3.3　解决措施

如图 2 所示，为增加提升机动作安全可靠性，技术人员经过仔细研究，确定改进方案，现场准确计时后决定，提升机从待机位至离着床需要 8.9s，在程序中增加了一个 9s 的定时器，在提升机从待机位开始下降，离开待机位槽形接近开关（I14.6）时，定时器 T111 开始计时，计时 9s，9s 后输出信号为 1，将定时器 T111 常闭点串入中央自动起升 / 下降给定程序段中，9s 后，

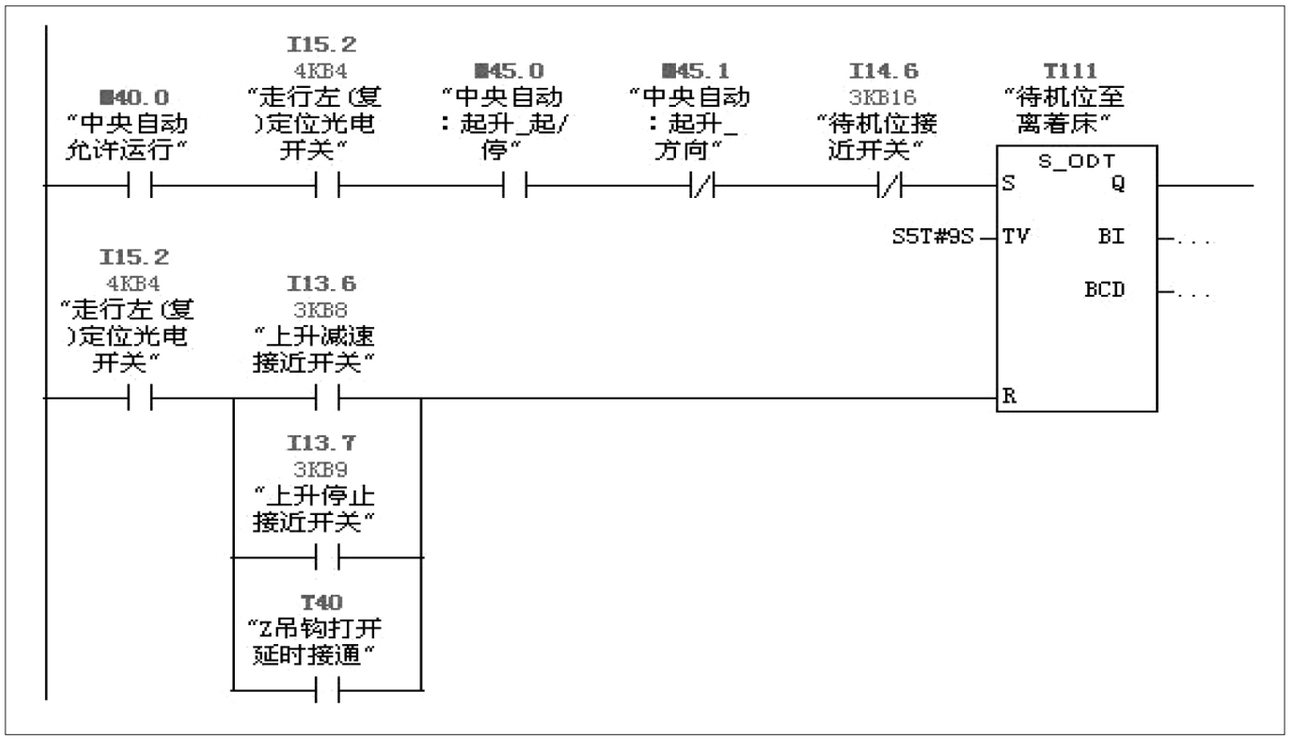


图 2　程序增加计时器的逻辑梯形图

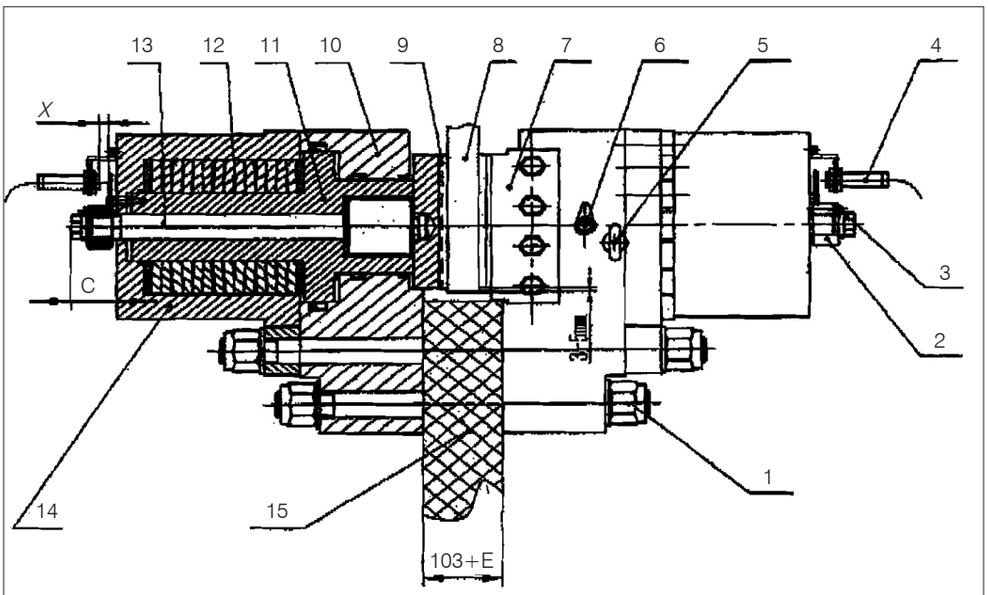
48- 70 安全与生产 22年 6月下 第18期.indd 53　2022/8/29 22:27:12

一旦 I13.5 未被检测到，利用定时器 T111 也能将 M45.2 打断，使速度降为 7.5Hz 运行。

4　APS 夹紧改进

4.1　故障情况

这是宏安焦化干熄焦电气 PLC 最早改进的控制，在干熄焦投产之初，就发现 APS 抱紧装置易掉信号，导致一些信号发不出去，使提升机在提升或下降过程中不动作，延误工作时间，也存在极大的安全事故隐患。



1- 紧固螺栓组件；2,3- 锁紧螺母；4- 指示开关；5- 吊环螺栓；6- 排气测压接头；7- 压板；8- 制动盘；9- 制动衬垫；10- 基座；11- 活塞；12- 碟形弹簧组件；13- 调节杆；14- 后盖；15- 支架

图 3　安全制动器机构图

4.2　原因分析

因 APS 抱紧装置是固定在地面不动的设备，而要与移动的电机车通讯，就必须用磁接近开关，而设计使用的金属干簧管由于剩磁导致常开点得电后经常释放不开，或者是由于磁铁与干簧管的距离经常让干簧管感应不到信号，使常开点不闭合、常闭点不断开，导致信号中断，给不到 PLC 系统，使提升机不能正常工作。

4.3　解决措施

将固定磁铁（永久磁铁、电磁铁）的钢板上下加装胶木板固定，将原金属外壳的干簧管更换为尼龙外套（自制）玻璃干簧管，即消除了金属磁化有剩磁现象，同时也节约了成本（原金属干簧管 1000 多元，自制玻璃干簧管十几块钱），消除了因干簧管信号误动造成的假信号现象，有效避免了事故的发生。自从改进后，十几年来，一直未发生过 APS 夹紧装置自动连锁故障。

5　吊钩打开限位改进

5.1　故障情况

吊钩打开限位，也是提升机的关键限位开关，程序要检测吊钩是否打开，是否具备电机车走行条件。设计为提升机吊具上的感应片，插入固定在提升机井架上的“吊钩打开”槽型接近开关，吊钩是否打开，只要信号到，程序就认为吊钩已打开。2018 年 8 月出现了一次吊钩由于机械故障为打开，但限位到，导致电机车走行，将吊具整体变形的事故。

5.2　原因分析

提升机吊具上的感应片，只要入固定在提升机井架上的“吊钩打开”槽型接近开关并不检测吊钩是否打开，只是默认行程到，就认为吊钩开。其实此次事故就是由于机械故障，吊钩没有打开，但感应片插入了槽型限位，PLC 接受到打开信号，发出电机车可以走行的信号。

5.3　解决措施

在吊钩真正打开的吊钩翼壁位置，安装跷跷板，只有吊钩打开真正升到位置，触碰跷跷板，安装在跷跷板另一头的限位开关才会动作，发出信号至 PLC，并与元吊钩打开信号串联，两者全到才认为吊钩打开，完全杜绝了吊钩打开假信号的出现。

6　提升机加装安全制动器并入 PLC 控制

6.1　加装背景

近几年来，国内干熄焦提升机先后发生了几起提升机焦罐坠罐事故（宏安焦化未发生过）造成了设备严重损坏，几乎不可修复，后果极其严重，万幸未造成人员伤亡。因此，国家应急局最新安全规范要求，新建干熄焦必须配套安全制动器，已投产干熄焦必须加装安全制动器方可使用。

6.2　安全制动器概述

液压失效保护钳盘式制动器（安全制动器）主要适用于大中型起重机主起升机构（臂架俯仰机构）的低速

（下转第 58 页）

48- 70 安全与生产 22年 6月下 第18期.indd 54　　2022/8/29 22:27:12

切实可行的措施，为干式螺杆真空泵相似问题的解决提供了思路和策略，为企业高效、平稳、长周期运行提供了技术支持。

参考文献：

[1] 刘坤，巴德纯，杨乃恒，等．高真空直排大气干泵的最新进展[J]．真空科学与技术学报，2008,28(1):21-25.
[2] 郭蓓，薛建国，牛瑞，等．干式螺杆真空泵研究现状与展望[J]．真空科学与技术学报，2009,46(5):37-40.
[3] 张世伟，张杰，张英锋，等．等螺距螺杆真空泵内气体热力过程的研究[J]．真空科学与技术学报，2015,35(8):926-933.

作者简介：王月宁（1979.02-），女，汉族，新疆克拉玛依人，本科，工程师，研究方向：炼化设备维修；丁相峰（1988.12-），男，汉族，河南许昌人，本科，助理工程师，研究方向：炼化设备维修；闫成（1966.10-），男，汉族，新疆克拉玛依人，中专，研究方向：炼化设备维修。

（上接第 54 页）

轴的紧急安全制动，或大中型卷扬机提升机构和倾斜式皮带运输机驱动机构的工作制动和紧急制动，以及缆车或缆绳起重机驱动机构的安全制动。制动器使用液压驱动释放，蝶形弹簧施力制动，其结构如图 3 所示。其工作原理为：当液压站在控制系统指令下向制动器油缸供给压力油，推动活塞向外侧运动并进一步压缩碟簧，制动瓦在活塞杆的牵引下脱离制动盘，制动力矩消除；当液压站在系统指令下接通回油通道，压力油在碟簧力作用下回流液压站油箱，活塞和活塞杆向制动盘侧运动，碟簧力通过制动瓦传递到制动盘上，产生规定的制动力矩。

6.3 PLC 程序编辑

技术人员在原有 PLC 程序中增加部分逻辑控制，利用限位、运行指令、反馈、故障等开关量，油压、电流等模拟量输入信号，实现了制动器应急状态的联锁动作。

7 结语

近年来，宏安焦化在自动化控制领域不断摸索，不仅是在干熄焦设备上技术创新，提高安全系数，该公司的其他设备，如煤气鼓风机、除尘风机、皮带 PLC 系统等，都有一些改进，控制日趋完善，对投产之初未考虑的一些自动程序控制逐步改进，提高了设备安全系数。同时，不仅在自动化方面升级改进，还加强信息化的投入，也加快了智能化的推进速度，为推动宏安焦化科技有限公司成为全国焦化示范企业、打造行业能耗标杆、确保安全生产起了重要作用。

参考文献：

[1] 中冶焦耐工程技术有限公司．焦炉护炉设备管理规程：T/CCIA003－2021[S]．北京：中国炼焦行业协会，2021.
[2] 罗时政，乔继军，张丙林．干熄焦生产操作与设备维护[M]．北京：冶金工业出版社，2009.

作者简介：曹晖（1973.10-），男，汉族，山西介休人，本科，工程师，研究方向：电仪自动化。

48-70 安全与生产 22年6月下 第18期.indd 58 2022/8/29 22:27:13