

# 回转窑停转检测装置的电气改造

叙述了回转窑传动系统，针对其电气控制、保护以及存在的缺陷进行了剖析，找到了原电气检测回转窑的缺陷，通过新增停转装置的改造、使用，提高了停转报警的可靠性，保证了回转窑窑体的安全运行。

宋爱为 吕利锋 张利民/天津铁冶金集团石灰石矿

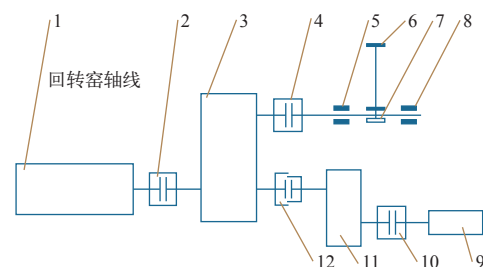
## 0 引言

我厂有两条600 t/d活性石灰生产线，承担着为热轧、炼钢等单位供应块状石灰和粉状石灰的生产任务。该生产线核心设备回转窑规格为 $\phi 4 \times 60$  m。内部耐材、物料及窑体重达数百吨，静定结构两档跨距32 m，内部燃烧温度1 250 ℃，窑体煅烧带外部340 ℃，额定转速1.2 r/min，是典型的低速、重载设备。为了保证回转窑窑体安全和生产稳定运行，必须保证窑体（热态）处于连续运转状态。否则，窑体直线度和圆度发生变化，会挤碎窑内耐火材料，缩短使用寿命，发生掉砖、窑体弯曲或大小齿轮脱离啮合等重大设备事故。因此，回转窑故障停转时，必须及早得到发现。但是，在生产实践过程中，出现过窑体停转、PLC报警未显示的现象。由于操作工巡检中及时发现，未造成设备事故。针对这一难题，经过分析，主传动电动机运转正常，而联轴器存在联接螺栓断裂、窑体未报警的电气保护缺陷，通过对回转窑安装停转检测装置，满足了对窑体运转的监视，保证了回转窑窑体的安全及生产稳定运行。

## 1 回转窑机械传动系统

回转窑传动系统组成如图1所示，各

组成部分规格参数如表1所示。



1—主传动电动机 2—弹性圈柱销联轴器 3—主减速机  
4—胶块联轴器 5—轴承 6—大齿圈 7—小齿轮轴  
8—轴承 9—辅传动电动机 10—尼龙柱销联轴器  
11—辅减速机 12—斜齿离合器

图1 回转窑传动示意图

表1 回转窑传动设备部件规格参数

| 名称     | 规格                     | 参数          |
|--------|------------------------|-------------|
| 主传动电动机 | YSNP355M2-6 160 kW     | 980 r/min   |
| 辅传动电动机 | Y180M-4 18.5 kW        | 1 470 r/min |
| 测速发电机  | ZYS-100A 8 W 100 V     |             |
| 主减速机   | YNS1240-80VIBDL        | 减速比80       |
| 辅减速机   | YNS395-28II            | 减速比28       |
| 窑体大齿轮  | $M=25$                 | $Z=210$     |
| 传动小齿轮  | $M=25$                 | $Z=22$      |
| 变频器    | 6SE7033-7EG60 200 kW·A |             |

因煅烧石灰转动对回转窑具有重要意义，所以传动系统配置了两台不同的电动机对应不同的两种状态。当正常生产时，由主传动电动机通过弹性圈柱销联轴器将动力传递给主减速机输入轴，主减速机输出轴减速后通过胶块联轴器将动力传递给小齿轮轴，小齿轮轴与回转窑筒体外部通过弹簧板安装的大齿轮（俗称大齿圈）啮合，以开式齿轮传动方式驱动回转窑转动。检修或开停窑操作需要慢速转窑时，用辅传动电动机。辅传动电动机采用尼龙柱销联轴器与辅减速机相连，辅减速机通过斜齿离合



宋爱为/高级技师

### 关键词/Keywords

回转窑 ·  
停转装置 ·  
电气控制 ·  
变频器 ·  
接近开关 ·

器与主减速机输入轴相连。因为主传动电动机和辅减速机一轴共同作用于主减速机一轴上,使用主传动电动机时,辅传动电动机断电,且斜齿离合器处于分开状态;使用辅传动电动机时主传动电动机断电,斜齿离合器闭合。此处有位置开关(主、辅选择)以及控制回路有联锁保护,必须保证使主辅电动机不得同时运转。

回转窑的转速快慢由日产熟石灰量决定,传动系统由机械和电气两部分组成。主传动电动机采用西门子6SE7系列变频器调速,通过变频器的设定输入频率调节主电动机的转速。主、辅减速机以及窑体大小齿轮的减速,是一种固定传动比的机械减速。

通过以上参数,回转窑窑本体输出转速 $v$ 表示为: $v = \text{主传动电动机转速} / \text{主减速机减速比} / \text{小齿轮、大齿圈减速比} = 980 / 80 / (210 / 22) = 1.283 \text{ r/min}$ 。

通过改变变频器的输出频率,调整主传动电动机的输出转速,从而改变窑体转速,也就改变了回转窑熟石灰日产量,转速与产量成正比,进而满足生产工艺需求。

变频器输出频率和电动机、窑体转速如表2所示。

表2 变频器输出频率和电动机、窑体转速

| 频率/Hz | 电动机转速/(r/min) | 窑体转速/(r/min) |
|-------|---------------|--------------|
| 20    | 392           | 0.51         |
| 30    | 588           | 0.77         |
| 40    | 784           | 1.03         |
| 45    | 882           | 1.15         |

## 2 回转窑主传动电气控制原理分析

如图2~图4所示,主传动电动机104主回路及控制回路电路图中,串有辅传动电动机105常闭触点,而在辅传动105主回路及控制回路也有主传动104常闭互锁触点,保证主辅传动电动机不能转动,造成减速机齿轮损坏。

## 3 分析存在原因

### (1) 电气原因

回转窑主传动运转采用变频器运行信号、电

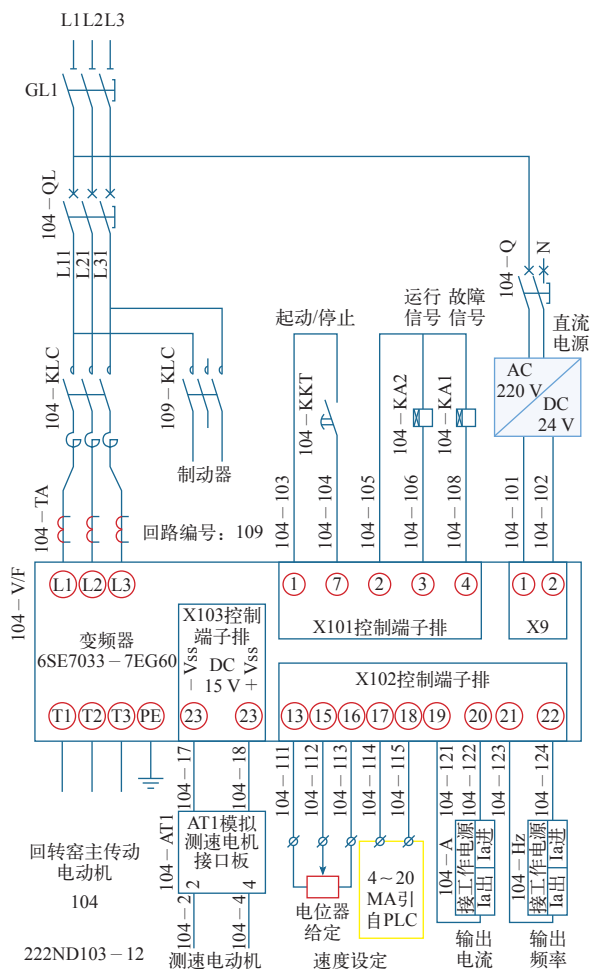


图2 回转窑主传动变频器主回路及控制回路接线

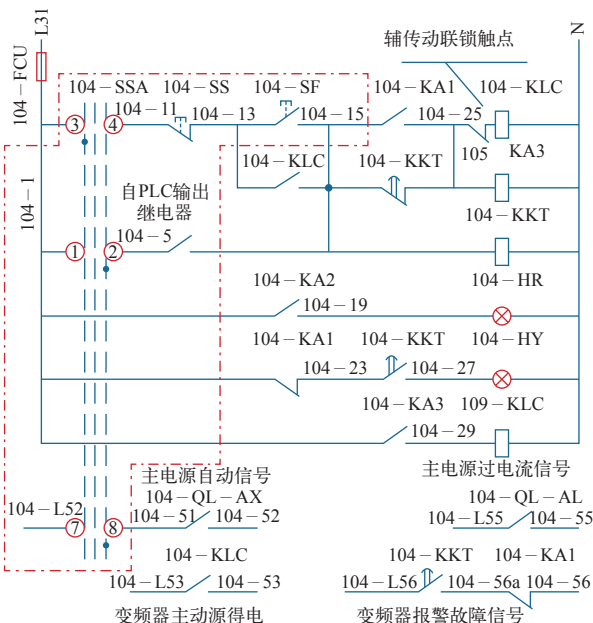


图3 回转窑主传动控制回路原理

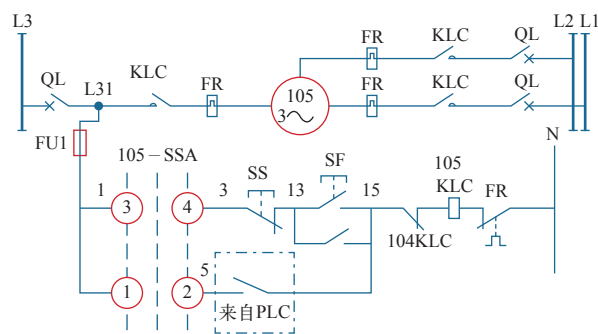


图4 辅传动电动机主回路及控制回路原理

动机尾部测速发电机测量转速以及变频器电源主接触器的得电信号三种方式来监视回转窑运行。通过对主传动及辅传动电气控制回路分析可知,上述电路只能监视电动机运转情况,对检测回转窑窑体停转不能监视,且存在较大安全隐患。

#### (2) 机械原因

1) 连接主减速机和从动小齿轮的是胶块联轴器,通过胶块传递作用,带动安装在从动小齿轮轴颈上的固定半联轴器来传递扭矩,具有缓冲、储能和吸振的作用。但是,在胶块断裂的情况下,窑体停转,检测不到停转信号。

2) 连接辅传动电动机和辅减速机的是尼龙柱销联轴器,尼龙柱销在使用过程中受挤压和剪切作用。当其发生断裂时,联轴器不能传递动力,窑体停转,检测不到停转信号。

### 4 回转窑转动检测装置改造

为了弥补回转窑电气控制、检测回转窑窑体的不足,提出改造检测窑本体方案。通过对现场机械分析,决定在回转窑传动小齿轮轴承座上,通过支架固定安装两组水平方向感应式接近传感器,在主减速机输出轴与传动小齿轮的联轴器被动轮上焊接两件弧形铁板,当联轴器被动轮弧形铁板旋转到接近传感器(金属)位置时,该传感器就能检测到转动信号。当减速机输出轴正常旋转时,弧形铁板会随着不停地旋转,这两个接近传感器就会不断地接收到信号,该信号通过输入继电器送至西门子PLC,PLC通过编好的程序发出相应的指令监控窑体的运行。无论是电气还是机

械原因引发的各种故障导致停止运转,两个接近传感器感应都接收不到信号,PLC就会发出指令,主控室操作画面报警,并有声音提示。转动检测装置如图5所示。



图5 转动检测装置

#### 4.1 硬件组成及工作原理

停转检查装置由接近传感器、输入模块、输出模块、CPU、计算机、电笛和相关连接导线等硬件组成。

电感式接近开关型号为2460GE8AK1,  $U$ 为12~36 V,  $I$ 为500 mA,  $S_n$ 为10 mm,属于一种有开关量输出的两线制位置传感器,它由LC高频振荡器和放大处理电路组成,利用金属物体在接近产生电磁场的振荡感应头时,使物体内部产生涡流。这个涡流反作用于接近开关,使接近开关振荡能力衰减,内部电路的参数发生变化,由此识别出有无金属物体接近,进而控制开关的通或断。这种接近开关所能检测的物体必须是金属物体。该信号通过开关量输入模块将被控对象送来的开关信号经光耦合电路后,将其电平转换为CPU模板处理的TTL电平。输入信号根据所送来信号电压类型的不同可分为直流输入(24 V)和交流输入(220 V)两种。本装置为了安全考虑,采用的是DC 24 V。本装置是利用西门子S7-400 PLC系统中继电器模块电源,经中央控制器CPU处理后,由开关量输出模块通过输出继电器接通报警装置。PLC控制系统示意如图6所示。

#### 4.2 间隔时间的计算

停转检测不需要检测工作转速降低到速度为

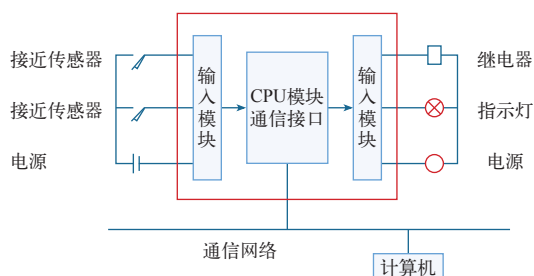


图6 PLC控制系统示意图

零，只需要检测到速度低于某个值即可。因为窑体在生产过程中，转速在0.51~1.15 r/min，下限速度0.2 r/min低于此速度范围，即开始停转报警。

该状态下小齿轮联轴器的转速（与小齿轮转速相同）为窑转速×窑体大齿轮齿数/（传动小齿轮齿数×60）=[0.2×210/（22×60）] r/s=0.031 82 r/s。

回转窑小齿轮轴联轴器旋转360°用时1/0.031 82 s=31.4 s

因为配置两个接近传感器，所以其中一个传感器感应到信号的最长时间间隔为31.4 s/2=15.7 s，如果超过15.7 s，为了简化，取该数为16 s，任何一个接近传感器接收不到转动信号，表明窑的转速低于设定的下限速度，即报停转，以便操作人员及时发现。

### 4.3 PLC控制程序图

两个接近开关输入点分别为 I128.0、I128.1，二者交替闭合时，M227.0、M227.1接通。两个接近开关在断开时产生一个下降沿，定时器T45、T46延时，延时16 s后，检测不到M227.0、M227.1闭合信号，M227.2断开，Q12.1输出报警铃声，实时对回转窑的运行进行连续监测，通过上位机的画面就可以清晰地观察到回转窑的实时运行状况，停转报警装置梯形图如图7所示。

不仅从回转窑主电动机控制保护，而且从PLC硬件、软件与接近开关相互组合，构成了具有抗干扰能力强、可靠性高、安装简单、维护方便以及终端机械保护等一体化停窑检测装置，实现了监视旋转体（联轴器、轮轴）功能。

## 5 结束语

通过回转窑停转检测装置的改造，停转后在

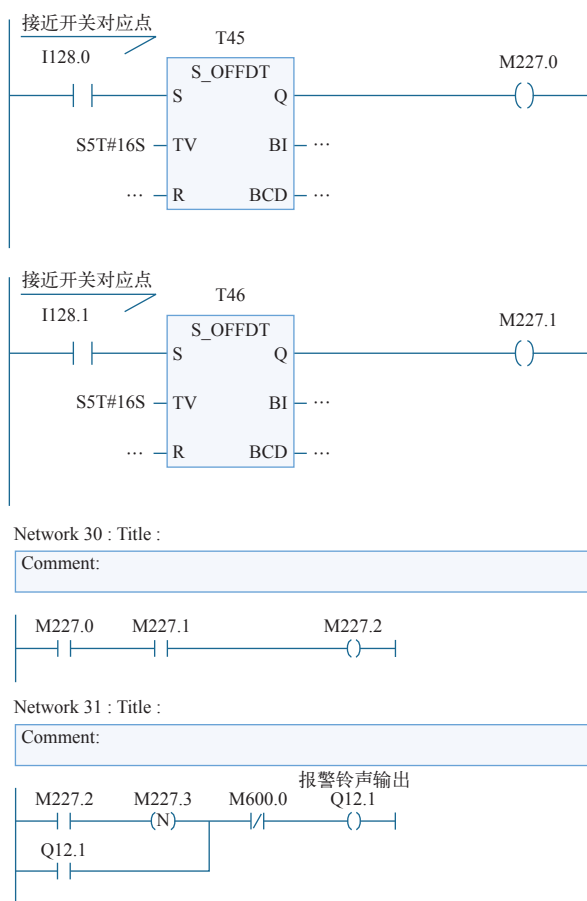


图7 停转报警装置梯形图

主控室监控画面及时发出报警信息，在原有电气报警基础上又加装一道电气保护装置，使机械停止运转能够及时发现，避免了回转窑窑体弯曲设备事故的发生，保证了回转窑窑本体安全，同时对炉况顺行、稳定活性石灰质量和产量起到了积极促进作用。

### 参考文献

- [1] 张燕宾. 变频器应用教程 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [2] 乔世民. 机械制造基础 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [3] 许晓峰. 电机及拖动 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [4] 向晓汉. 电气控制与PLC技术 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2012.
- [5] 王桂荣. 传感器原理及应用 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.

（收稿日期：2016-01-22）EA