

变频器在冶金装卸桥上的应用

丹佛斯北京 王孟贤

某钢铁公司焦化分厂有三台5 t抓斗桥式起重机（也称装卸桥）是全场煤炭原料供应的关键设备。全厂共有十几个品种的煤炭根据生产的不同需要，用装卸桥从料场将不同的煤种抓到传送带上送至配料斗槽。

装卸桥具有动作频繁，工作环境恶劣，负载变化大等特点。原设备运行中使用的绕线式转子异步电机，在启动和调速时使用切换电阻的方法，造成电机运行冲击很大，电机发热易烧损，抓斗钢丝绳易断等现象，使设备维修量增大，在全国改善此类设备成功实例很少。这次我们根据现场设备情况多次与钢铁厂有关技术人员进行论证，将1号装卸桥改为变频器和PLC控制，其具有线路简单，启动平滑，机械特性好，操作简单，故障率低等特点。具体方案如下：

系统工艺要求：

环境

抓斗装卸桥在室外露天工作，其工作条件非常恶劣：冬夏温差很大（-10 ~ 45℃），在夏季气温高的情况下电气设备散热困难，电机变频器易出现过热故障；而冬季因电气设备一般要求工作环境 ≥ -10℃，而室外气温不一定能满足要求。另外，现场的尘土较多，特别是含有铁矿物和煤粉，其颗粒吸附在设备电路板上容易引起电气故障。以上这些情况在设备选型中均应进行考虑。

工作过程

抓斗是由四根钢丝绳控制，两根提升绳由提升电机控制，两根张闭绳由张闭电机控制。系统运行过程为：

空斗下降 → 抓取料 → 闭斗 → 满斗上升 → 带料小车运行 → 抓斗带料下降 → 开斗卸料 → 空斗上升 → 空斗小车运行 → 空斗下降

这十几个动作要求在数秒内完成，这样要求抓斗提升电机和张闭电机频繁的起停和正反转。在运行过程中两电机必

须相互配合，以达到两电机提升下降均力。

控制要求

控制要求能实现手动，控制完全由起重机司机控制，但联锁和四绳受力均匀由PLC系统保证。

自动时PLC控制系统保证抓斗在升降过程中速度一致、受力均匀。抓斗张闭及大小车行走的方向、速度控制等。

变频器运行数据通过MODBUS PLUS网传至PLC，PLC通过电台与控制室进行通讯，控制室将所需煤种传到装卸桥司机操作室的触摸液晶显示屏上，且与司机进行相互确认。

改善技术方案：

经与钢铁厂有关技术人员共同调研和协商，改善技术方案主要由三部分组成：电源及电机、变频器和PLC控制三个部分。电源部分是将原来老式开关，接触器及原绕线式电机调速启动电阻切换电路全部更换为按变频器要求的供电电源电路图（见图1）。新的电路元器件全部选用施耐德电气公司产品。现场的限位开关等均按原位置予以保留。通过改善电源部分为起重机在工作中的可靠性和安全提供有力保证。现场原绕线电机将其调速电阻取消转子线圈短接保证电机输出最大力矩。

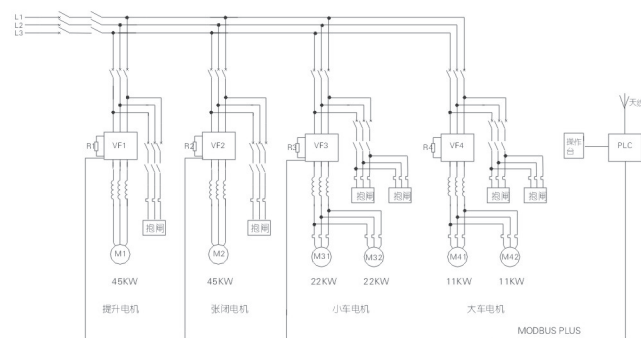


图1

变频器的选用

能够完全满足起重机使用特性要求的变频器目前只有少数品牌，其中有的变频器使用温度范围和防护等级不能完全满足现场环境的要求。而Danfoss VLT全系列变频器均能达到IP54的防护等级和环境温度要求。装卸桥提升和张闭电机功率虽然是45 kW，但因其为10级起重电机，其额定电流为106A相当于55 kW系列4级电机的额定电流数，变频器功率标定为标准电机功率。这样选择变频器时只能根据工作电流来选，所以选用VLT 5075，大车两台22 kW电机，小车两台11 kW电机选用VLT 5075和VLT 5042一拖二。

PLC控制

PLC我们选用施耐德公司的QUANTUM系列，用来实现对自动控制和联锁。电机的启停、加速、减速、运行速度的协调以及大、小车天车联锁、变频器数据采集、人机接口控制等均通过PLC实现。

在煤场装卸桥上设定美国数传电台、施耐德的QUANTUM PLC和人机对话装置MAGLIS，装卸桥司机可操作MAGLIS的触摸屏通过无线通讯与控制室进行对话，控制室将上煤计划显示在MAGLIS的触摸屏上，装卸桥司机按照上煤计划选择所上煤种并可在控制室进行显示。

运行方案

手动操作

将操作台选择开关拨到手动位置，大小车移动，抓斗张闭和升降均由操作员直接控制完成。由PLC系统保证张闭和升降两台电机速度和力矩一致，从而保证四根钢丝绳的受力均匀。

自动控制

将操作台选择开关拨到自动位置，抓斗下降过程中开斗，抓斗在抓料时，通过编码器可以确定其抓斗开度和电机速度，在抓料时提升电机保持10~20%的提力，这样可保持抓斗平衡，抓量稳定。一旦抓斗抓满料向上提升，变频器就将两电机的输出力矩值送入PLC系统进行运算，然后PLC根据运算结果将会对两台变频器的运行频率进行调整，使电机的输出力矩相同从而来保证钢丝绳拉力一致。实现速度、力矩闭环调节。

抓斗上升通过编码器计数或操作员操作到位后，提升和

张闭电机暂停，变频器输出频率 $<2\text{Hz}$ 时，电机抱闸吸合，电机输出一定的力矩防止抓斗下滑。小车开始运行到位后，抓斗带料下降，此时要求四绳均匀等速均力下降，此电机处于发电状态，此时电机启停处于第三象限，抓斗下降所产生的能量将通过变频器从煞车电阻中释放出来，下降到位开斗卸料。抓斗上升小车行走到位、抓斗下降，抓斗张开抓料，形成一个循环，电机运行进程如图2所示：

改善后运行效果

1号装卸桥从去年11月改善至今运行以一年，较好的解决了以下几个技术难题：1) 抓斗提升、下降时提升和闭合电机之间的同步配合；2) 变频器、PLC、电台、控制室之间的通讯；3) 大惯量电机的反接煞车；4) 电机及其抱闸之间的配合。现场设备故障率大幅度下降，达到预期目标。

以下为7月份运行比较：

修理项目	一号装卸桥	二号装卸桥	三号装卸桥
电机更换	无	5次	4次
钢丝绳更换	无	3次	3次
报闸更换	1次	11次	10次
电气组件更换	无	7次	7次
机械修理	1次	2次	1次

注意问题：由于装卸桥大、小车轨道使用很久，装卸桥在运行中震动很大，对电缆连接、变频器安装及变频器内部组件固定多加注意已防出现电路故障。

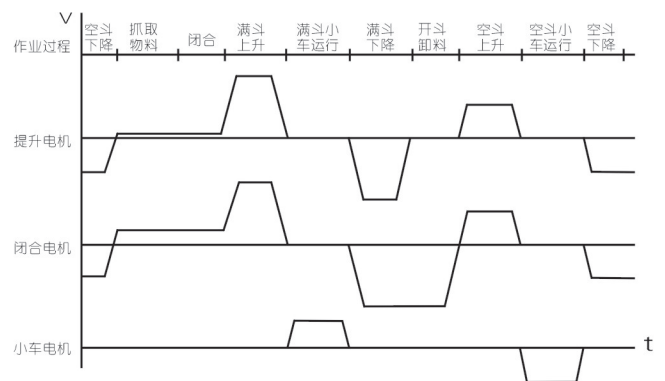


图2