

提高化工装置旋转阀变频电动机可靠性运行的分析与应用

针对化工装置挤压造粒系统旋转阀变频电动机在运行中经常过载卡死,造成挤压机非计划停车的现象进行技术攻关,详细分析了故障原因,提出了切实可行的改进方案并实施整改,取得了良好的效果,保证了装置生产的连续性。解决方案对今后避免出现类似故障具有一定的参考借鉴价值。

王子洋/中国石化股份公司茂名分公司热电分部电气二车间

0 引言

化工装置挤压造粒系统粉料进料的料仓旋转阀变频电动机是直接从粉料储罐将粉料加入到挤压造粒机中的关键设备,起到粉料加料称的作用,但旋转阀变频电动机在运行的过程中却存在以下问题:粉料中经常会有很多块料,而旋转阀变频电动机过滤块料的能力较差,总是被卡停,挤压机“低转矩”联锁停车,造成装置非计划停车。每天挤压机开停5~6次,影响装置平稳连续生产。电气技术人员针对变频电动机在运行中经常过载卡死的情况,进行技术攻关,最终解决了该故障,提高了旋转阀变频电动机运行的可靠性。



王子洋/高级工程师

关键词/Keywords

旋转阀电动机·
变频器·
参数调整·

1 旋转阀电动机及ACS510变频器的概况

旋转阀电动机采用进口设备,主要参数如表1所示。为了控制下料的速度,调节挤压机的负荷量,该电动机采用ABB ACS510变频器驱动,该变频器性能稳定,质量可靠,变频器

参数如表2所示。

表1 电动机参数表

序号	名称	参数
1	额定功率/kW	18.5
2	额定电压/V	380
3	额定电流/A	36.06
4	额定频率/Hz	50
5	额定转速/(r/min)	1 425
6	额定效率(%)	91.70
7	功率因数	0.85

表2 ACS510变频器参数表

序号	名称	参数
1	额定功率/kW	18.5
2	额定电压/V	0~380
3	额定电流/A	38
4	额定频率/Hz	0~500

ABB ACS510变频器是利用电力半导体器件的快速通断作用将工频电源变换为另一频率的电能控制装置。变频器主要采用交-直-交的工作方式,先把输入端的工频交流电通过整流器转换成中间过渡的直流电,然后再把直流电源转换成输出端的频率、电压均可控制的交流电源,并以此来带动电动机。变频器的内部工作原理图如图1所示。

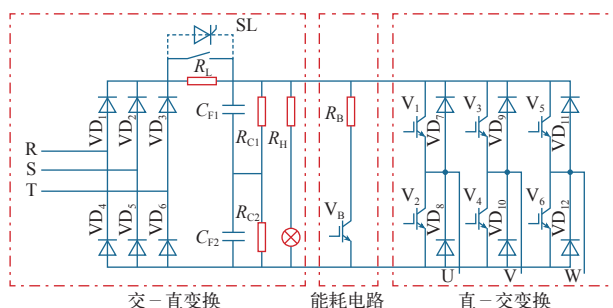


图1 ACS510变频器内部工作原理图

从图1中可以看出,变频器主要是由交-直变换回路、能耗电路和直-交变换回路三大部分构成。其中,整流部分为三相桥式不可控整流器,逆变部分为IGBT三相桥式逆变器,输出为PWM波形。通过交-直-交的变换回路将输入端的工频电压转换成为输出端的电压和频率都可变的另一种交流电压。

2 旋转阀变频电动机运行存在的问题

某化工装置投产后,旋转阀变频电动机在运行的过程中存在以下问题:该化工装置在生产某特殊牌号产品时,粉料中经常会有很多块料,由于旋转阀变频电动机过滤块料的能力较差,电动机频繁被卡停,造成粉料不能及时补充进挤压机,导致挤压机“低转矩”联锁停车,造成装置非计划停车。在块料较多的情况下,旋转阀变频电动机被卡停的次数一天达到5次,严重影响了装置平稳生产。

为了降低旋转阀被块料卡塞的概率,装置停工待料时,生产装置人员在旋转阀前增加了一个可以在线人工清理块料的格栅,该方法在一定程度上降低了旋转阀的故障率,但是约3 h就要清理一次格栅,否则挤压机主电动机扭矩就会在短时间内快速下降,从而导致挤压机非计划停车。因此该方法不能从根本上解决问题,反而消耗了大量的人力,增加了职工劳动强度。

3 故障现象具体分析

3.1 变频器容量的选型分析

根据每次停车的经验,每次旋转阀变频电动机卡停时人工用手就可以盘动旋转阀电动机风扇,且不用费太大力气,这说明因块料卡在叶轮与壳体之间的阻力并不大,但因旋转阀电动机无法克服阻力继续转动,从而造成下料量不足停车,因此应考虑该变频器容量是否选小了。

变频器的选型主要考虑两个方面:①变频器的输出电流是否满足要求。在同一个电压范围内不管供电电压是多少,其额定输出电流是相同

的。为了达到表1给出的电动机额定功率,变频器的额定输出电流必须大于或等于电动机的额定电流,根据表2的变频器参数38 A大于36.06 A,电流符合要求。②变频器是否存在降容使用的情况。在降容使用时,如果要求电动机满功率运行,就必须选择容量更大的传动,以便提供足够的负载能力。该地区地处平原,海拔高度约为26.4 m,因此不存在海拔降容的问题,而且变频器安装在变电所里,有空调器降温,环境温度保持在20~30℃之间,因此也不存在温度降容的问题。综上所述,该变频器的选型符合要求。

3.2 变频器负载特性分析

该变频器所带的电动机负载是旋转阀,介质是某粉料,流量为19.8~36.3 t/h,由于粉料中掺杂着块料,容易造成旋转阀卡塞,从而导致变频器过载跳停。从工艺流程上分析,无论从操作水平还是优化参数,都无法避免这种情况,因此设计上允许粉料中存在块料和片料的现象,所以负载原因可以忽略。

3.3 变频器调速机械特性分析

通过查阅变频器说明书,了解变频器的运行数据和现场电动机、工艺负荷和物料情况。经分析,当粉料进料旋转阀被块料卡住时,电动机的转子旋转速度会被迫减慢,当电动机处于低速区且负载较高的情况时,定子电流将增大,定子电阻的压降使得电动机气隙磁通 Φ 减少,产生的转矩变小,负载能力下降,导致旋转阀变频电动机转速下降。

电动机的转子是依靠电磁感应而得到能量的,把能量从定子绕组传递给转子的是主磁通 Φ_m ,而主磁通 Φ_m 在电路中通过反电动势 e_1 来体现,在额定频率时,定子绕组的反电动势 e_1 的大小是和电源频率 f_1 与磁通 Φ_m 的乘积成正比,即 $e_1 \approx u_1 \approx k e_1 f_1 \Phi_m$ 。如果电源电压 u_1 不变,磁通 Φ_m 与 f_1 成反比,电源频率 f_1 改变,会导致磁通 Φ_m 的减小或增大,而产生弱励磁或过励磁现象,弱励磁将引起转矩不足;而过励磁会引起磁饱和,铁耗急剧增加使电动机发热、效率和功率因数都下降。

在变频调速过程中,要使磁通 Φ_m 基本规范保持不变,就必须使 u_1/f_1 近似等于常数,也就是说在改变频率 f_1 的同时,还需改变定子电压 u_1 。保持 Φ_m 等于常数的手段,就是保持电压调节比 k_u 等于频率调节比 k_f ,即 $k_u=k_f$ 。 k_u 、 k_f 分别为

$$\begin{cases} k_u = U_x / U_n \\ k_f = F_x / F_n \end{cases} \quad (1)$$

式中, U_x 为与 F_x 对应的电压,V; U_n 为电动机的额定电压,V; F_x 为运行频率,即调节后的频率,Hz; F_n 为电动机的额定频率,Hz。

针对 $k_u=k_f$ 下降时 Φ_m 下降的情况,采用适当提高调压比 k_u ,而使 $k_u>k_f$ 来保持 Φ_m 等于常数。

4 制定解决方案

4.1 提高电压有两种方法

要提高电动机低速时的转矩就必须提高电动机低速时的电压,而提高电压有两种方法。

4.1.1 IR补偿电压

使用该功能后,变频器为低速运行的电动机增加电压,用于弥补低速时转矩不足。ACS510变频器IR补偿电压如图2所示。

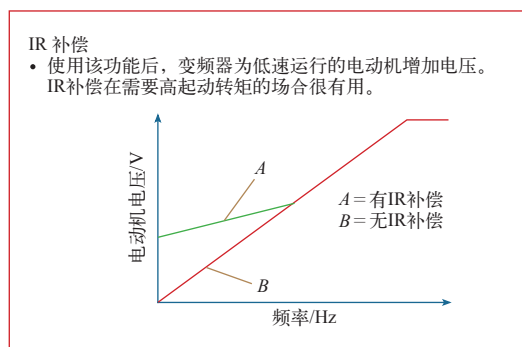


图2 ACS510变频器IR补偿电压图

但IR补偿电压有补偿值大小选择,补偿过少会导致起动转矩不够;补偿过多,电压 U 提升过多,使电动势 E_g 在 U 中的比例相对减小,则定子电流 I 增加。但电动机的负载与转速均未变,故定子电流 I 增大,励磁电流 I_0 必增大,其结果是磁通 Φ_m 增加。磁通增加,将使铁心达到饱和, Φ_m 的波形将逐渐地由正弦波变成平顶波,而励磁电

流 I_0 则为尖顶波。补偿越多,铁心的饱和程度越深, I_0 的峰值也越高,甚至引起变频器因过电流而跳闸。

所以,此办法需要工艺和电气人员相互配合才能完成,同时存在风险,担心电动机过热烧机,或转矩提升不够时,导致挤压机组的联锁停车,造成非计划停车。

4.1.2 调整变频器弱磁点以下时电压/频率比的形式

该旋转变频器的电压/频率(U/F)比的形式有两种。

1) 线性 U/F 控制。可以称为恒转矩曲线,即输出电压与输出频率的关系是线性的。主要用于恒转矩的场合,如搅拌机等。

2) 平方 U/F 控制。可以称为降转矩特性曲线,即输出电压与输出频率的关系是二次方关系,主要用于风机和水泵的场所。

经过分析,平方 U/F 补偿曲线为抛物线,低频时在标准 U/F 曲线的下方,高频时在标准 U/F 曲线的上方;而线性 U/F 补偿曲线在0频率时就在标准 U/F 曲线的上方,如图3所示。

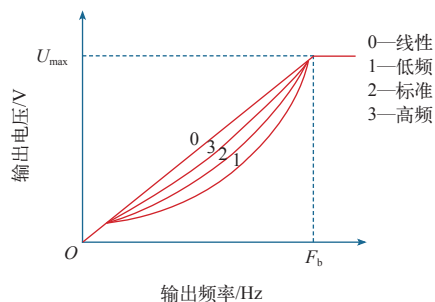


图3 ACS510变频器线性 U/F 与平方 U/F 控制比较图

该化工装置挤压产量是18 t/h,在变频器面板上查看运行频率是10 Hz,为工频的20%,电压值为79 V,约为标压值(380 V)的20%,扭矩也是20%,这说明在低速运行时扭矩还有很大的上升空间。

经比较,线性 U/F 比平方 U/F 能更好、更快地在电动机低速时把转矩提升上去,使得旋转变频电动机能快速旋转,把粉料往下一级输送,保证装置平稳生产。

4.2 变频器参数设置分析

检查变频器第99组起动数据参数设置，是否与电动机铭牌上的参数一致，具体设置如表3所示，设置的参数与电动机铭牌参数一致。同时，检查第26组电动机控制参数设置，查看2603组IR补偿电压和2605压频比曲线的参数设置，发现2603组IR补偿电压参数设置为0 V，即没有补偿电压，2605压频比曲线的参数设置为2，即平方转矩控制。因此可以从参数上进行优化。

表3 99组参数设置表

代码	名称	范围	设置值
9905	电动机额定电压/V	200~600	380
9906	电动机额定电流/A	$0.2 \times I_{2n} \cdots 2.0 \times I_{2n}$	36.06
9907	电动机额定频率/Hz	10~500	50
9908	电动机额定 转速/(r/min)	50~30 000	1 425
9909	电动机额定功率/kW	$0.2 \sim 3.0 P_n$	18.5
9915	电动机功率因数	0=辨识, 0.01~0.97	0.85

4.3 实施效果

根据上述分析，可以通过优化ACS510变频器第26组电动机控制参数组来改变变频器的调速性能，修改后的参数如表4所示。

通过把ABB ACS510 变频器参数组优化，到目前为止化工装置平稳生产2年3个月，没有再出现因旋转阀变频电动机频繁被卡停，导致挤压机“低转矩”联锁停车的现象出现。

5 结束语

通过对化工装置挤压造粒系统旋转阀变频电动机出现的故障进行原因分析并处理后，再也没有发生过由于旋转阀变频电动机故障而造成装置非计划停车，给企业创造了较大的经济效益。

表4 变频器参数修改设置表

参数组	参数	设置值	参数含义
26	2603	12	使能该功能后，变频器为低速运行的电动机增加电压。IR补偿在需要高起动转矩的场合很有用
	2605	3	弱磁点以下时U/F比的形式为自定义曲线
	2610	342	变频器输出8 Hz时的输出电压为342 V
	2611	8	变频器输出电压为342 V时的输出频率为8 Hz
	2612	353	变频器输出16 Hz时的输出电压为353 V
	2613	16	变频器输出电压为353 V时的输出频率为16 Hz
	2614	364	变频器输出24 Hz时的输出电压为364 V
	2615	24	变频器输出电压为364 V时的输出频率为24 Hz
	2616	380	变频器输出50 Hz时的输出电压为380 V
	2617	50	变频器输出电压为380 V时的输出频率为50 Hz
	2618	380	电动机额定频率对应的最大输出电压为380 V

通过生产装置运行经验可以得出，旋转阀变频电动机在低速运行时经常过载卡死，在排除变频器容量不足、工艺流程设计不合理或操作不规范等原因之外，可进一步做好变频器参数优化工作，在此种情况下采用IR补偿电压功能以及线性U/F控制方式能更好、更快地在电动机低速时把转矩提升上去，避免变频电动机频繁被卡停，满足了装置平稳连续生产的需要。该案例对今后的此类生产实践有指导借鉴作用。

(收稿日期：2016-11-13) EA

.....

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告