

$$\dot{I}_w' = \frac{\dot{I}_w - \dot{I}_u}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \dot{I}_w \angle +30^\circ$$

(8)由图2知错误接线时功率表达式为:

$$P_1' = \frac{\sqrt{3}}{2} U_{uv} I_u \cos(60^\circ + \varphi)$$

$$P_2' = \frac{\sqrt{3}}{2} U_{vw} I_w \cos(60^\circ - \varphi)$$

运用三角函数公式计算,并令  $U_{uv} = U_{vw} = U_{\text{线}}$ ,  $I_u = I_w = I$  为相电流得:  $P' = P_1' + P_2' = \sqrt{3}/2 U_{\text{线}} I_u \cos(60^\circ + \varphi) + \sqrt{3}/2 U_{\text{线}} I_w \cos(60^\circ - \varphi) = \sqrt{3}/2 U_{\text{线}} I \cos\varphi$  更正系数  $G = \text{正确接线功率表达式} / \text{错误功接线率表达式} = P/P' = \sqrt{3} U_{\text{线}} I \cos\varphi / (\sqrt{3}/2 U_{\text{线}} I \cos\varphi) = 2$

更正率  $= G - 1 = 2 - 1$ ,也就是把03断路器计量装置故障期间的电量乘以2,然后再计算10kV母线电量平衡,10kV电量等于总断路器减去出线断路器的电量是平衡的。故障消除后每月10kV母线平衡未超过1%。

## 7 结语

通过上述举例我们可以看出,此种错误接线在任何功率因数下都造成电能表慢100%。发生断线可能的原因有两个,一是工作人员错接线,二是用户人为断开接线进行窃电。为此应加强电能计量装置技术管理,应做到现场定期进行计量装置接线正确性的检查,确保其正确性。对于新安装的三相三线电能计量装置,2台电流互感器二次绕组与电能表推荐四线连接,如图7所示。

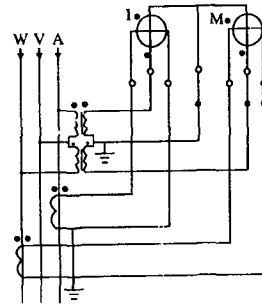


图7 四线式连接接线

蚌埠供电公司 柴战修

# 变频器直流制动功能在电机拖动中的应用

某电厂2010年3月发生一起火车采样机在大车停止后滑行距离较大,造成撞毁止挡器、行走轮脱轨、设备严重损坏的情况。现场检查后原因分析为由于系统惯性较大、要求的制动转矩较高,而大车行走电动机本身自带的机械制动效果较差,不能满足安全制动的要求。其采用变频器拖动型号为AB PowerFlex 400;笔者针对此种情况通过对变频器厂家技术资料的研究,核对了内部参数设定,提出了开放变频器直流制动功能并现场调试,成功解决了火车采样机停车滑行距离大的问题。以下对变频器直流制动功能进行简要介绍,并对对整个调试过程进行详细说明。

## 1 直流制动概况

### 1.1 工作原理

直流制动,一般指当变频器输出频率接近于零、电机转速降低到一定数值时,变频器改向异步电动机定子绕组中通入直流,形成静止磁场,此时电动机处于能耗制动状态,转动的转子切割该静止磁场而产生制动转矩,使电动机迅速停止。

### 1.2 主要应用场合

- (1)需要准确、快速停车的场合;
- (2)用于阻止起动前电动机由于外因引起的不规则自动旋转。

### 1.3 直流制动要素

(1)直流制动电压值实质是设定制动转矩的大小,显然拖动系统惯性越大, $U_{DB}$ 值该相应大些,一般直流电压在15%~20%左右的变频器额定输出电压约为60V~80V,有的用制动电流的百分值,当然要小于 $I_n$ 额定值的,二者都可人为选择。

(2)直流制动时间 $T_{DB}$ ,即是向定子绕组通入直流电流的时间,它应比实际需要的停机时间略长一些,亦可人为选择;可依据现场调试情况而定。

(3)直流制动起始频率 $f_{DB}$ ,当变频器的工作频率下降到多大时开始由能耗制动转为直流制动,这与负载对制动时间的要求有关,若并无严格要求情况下, $f_{DB}$ 尽可能设定得小一些。

## 2 原制动措施的弊端及改造方案

2.1 原制动措施配置情况及存在的问题

火车采样机是火力发电厂火车来煤质量检验的重要关口设备,其整体重量较大,动作惯性大;由于采用惯性停车方式,靠电动机转子轴上安装的制动盘形成机械制动,通过调整电磁盘间隙可微量调整制动距离,制动力矩小、效果较差,且对行走轮减速器及轮轴损害严重。

2.2 改造方案的确立

针对当时发生设备故障的情况及现场深入了解的情况,有以下几种方案可供选择。

2.2.1 方案一增加变频器制动单元/制动电阻(选配件)

(1)优点:消耗转子能量快,不易发生电机过热现象。

(2)缺点:需购买变频器厂家选配件制动单元/制动电阻,价格较高。

2.2.2 方案二:开放直流制动功能(自身功能)

(1)优点:自身功能容易实现,制动效果较好,实际参数可调整。

(2)缺点:若不配合再生制动(制动单元/制动电阻),容易引起电机过热。

2.2.3 方案三:增设机械制动设备(另行购买)

(1)优点:制动可靠。

(2)缺点:需要另行购买设备,机械抱闸闸皮容易磨损,维护工作量大,而且浪费电能。

通过对以上3种方案的比较和分析,考虑到经济性和安全性,最终确定为方案二:开放变频器直流制动功能,具体参数依据现场调试情况而定。

3 参数设定及调试

下面以AB PowerFlex 400系列变频器为例,说明直流制动功能在电机拖动中的应用意义,见图1。

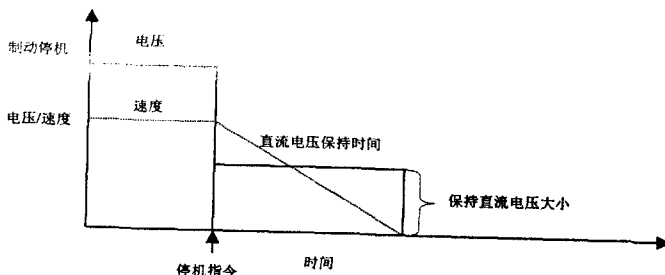


图1 直流制动功能示意图

3.1 基本编程组参数设定

基本编程组:参数号P037—停止模式,提供8种可选设置,见表1。

表1 基本编程组参数设定

选项	参数含义	说明
0	“斜坡,故障清除”	斜坡停止。“停止”命令清除激活的故障。
1	“惯性,故障清除”(缺省值)	惯性停止。“停止”命令清除激活的故障。
2	“直流制动,故障清除”	直流注入制动停止。“停止”命令清除激活的故障。
3	“自动直流制动,故障清除”	带自动关闭的直流注入制动停止。 * 参数A176[直流制动时间]中,设置了标准的直流制动时间值。 或 * 如果检查到电动机已停止,变频器将关闭。 “停止”命令清除激活的故障。
4	“斜坡”	斜坡停止。
5	“惯性”	惯性停止。
6	“直流制动”	直流注入制动停止。
7	“自动直流制动”	带自动关闭的直流注入制动停止。 * 参数A176[直流制动时间]中,设置了标准的直流制动时间值。 或 * 如果超过电流限幅,变频器将关闭。

根据需要,设定P037=3

3.2 高级编程组参数

(1)参数号P176—直流制动时间(0.0到99.9s,出厂缺省值为0.0s);此值设定不宜过长,否则

电机将过热,但比实际停机时间应略长,否则电机将进入自由滑行状态。根据现场调试效果,设定  $P176=6.8s$ 。

(2)  $P177$ —直流制动幅值(0.0到变频器额定电流 $\times 1.5$ ,出厂缺省值为变频器额定电流 $\times 0.05$ );它直接关系到制动转矩的大小,系统惯性越大其值应越大。但也要规避制动力矩过大对机械设备的伤害程度。根据现场调试效果,设定  $P177=0.55$ 。

(3)  $P188$ —启动时的直流制动时间(0.0到99.9s,出厂缺省值为0.0s);如前所述,该参数应尽可能小,否则电机将过热。根据现场调试效果,设定  $P188=0.1s$

一般取直流制动起始频率  $f_{DB}=10Hz$  的工作点,  $T=1/f=1/10=0.1s$ 。

(4)要特别注意的是:如果  $P176$ 、 $P177$ 、 $P188$  参数设定不当,均会引起电机过热,需在现场反复调整、测试。如果调整得当,整机设备将准确停止在预定位置,电机也不会过热。

### 3.3 现场调试

按上述方案将变频器参数设定完成后,联系运行操作人员,对火车采样器大车行走电动机连续进行启动、制动操作试验,通过反复的检测,电机温升正常、整机停车定位准确。可见,在火车采样机这种大惯量拖动系统变频改造中,单独运用直流制动完全可行。

### 4 结语

综上所述,变频器直流制动功能的灵活应用,可改善电机制动工况,既不用增加设备投入,也不用考虑后期维护问题,只需要针对现场实际情况,通过几次调试,整定较为合适的参数,即可实现较好的制动效果;在对类似于火车采样机等需要完成准确停车定位的大、中型交流电机拖动系统中进行改造、应用是完全可行的。尤其是在后期设备改造较为复杂的工作环境当中,充分开发利用变频器自身的功能,可以有效地降低改造成本、提高经济效益;该种设计方案是一种性价比较高的优选方案。

马鞍山当涂发电有限公司 夏际先

## DK—FC型电站锅炉飞灰含碳量 在线检测系统的应用

### 1 前言

锅炉飞灰含碳量是衡量电站锅炉机组运行经济性的重要指标之一。

目前对飞灰含碳量的测定一般采用“化学灼烧失重法”,这是一种离线的分析方法。这种方法虽有精度高的特点,但因受灰样采集、样品代表性差、分析时间滞后等因素影响,导致测量的结果不能及时、准确地反映当前的锅炉燃烧的工况,对锅炉燃烧的控制和燃烧调整的指导缺乏实时性和准确性。

随着新技术的发展和飞灰含碳量在线测量的深化研究,实现对锅炉飞灰含碳量连续在线测量已成为现实。DK—FC型电站锅炉飞灰含碳量在线检测系统利用“全烟道灰样测量技术”,从根本上解决了取样代表性问题,真正做到了对飞灰含碳量的实时在线测量。

### 2 微波飞灰测碳理论分析

(1)在燃烧煤的发电厂所得的飞灰中,除含有大量硅、铁、铝、钙、镁、钠、钾、硫的氧化物以及各种微量元素,还有少量未燃的碳。当飞灰含碳量高时,反映出锅炉风煤配比不合理,燃烧不完全。飞灰含碳量太低则说明空气过剩,大量的热能通过烟道排出,同样会降低锅炉效率,增加氮氧化物的排放。

(2)锅炉内未被燃烧的煤粉在高温条件下,转化成石墨状碳,而石墨是吸收微波的良好材料。在微波电磁场中,石墨中感生了微波电流,微波电流流过石墨体电阻产生焦耳热,从而把微波电磁场中的能量转化成了热能。飞灰中的石墨浓度越高,它吸收微波能量的作用就越强,反之亦然。因此,可由测量飞灰吸收微波能量的多少来测量飞灰含碳量。

### 3 系统结构及布置方案

DK—FC型电站锅炉飞灰含碳量在线检测系