

# 变频器过电压的原因及其对策

崔海勋

(河南煤化集团 千业水泥公司,河南 焦作 454000)

**摘要:**过电压现象是变频器运行中最常见的故障之一,直流制动与再生制动功能是防止过电压产生的最主要的手段,而再生制动功能是解决因外力拖而使电机处于再生状态所引起的变频器过电压的唯一有效措施。

**关键词:**变频器;过电压;直流制动;再生制动

中图分类号:TM761

文献标志码:C

文章编号:1008-0155(2010)05-0089-2

## 一、前言

变频器在调试与使用过程中经常会遇到各种各样的问题,其中过电压现象最为常见。过电压产生后,变频器为了防止内部电路损坏,其过电压保护功能将动作,使变频器停止运行,导致设备无法正常工作,因此必须采取措施消除过电压,防止故障的发生。由于变频器与电机的应用场合不同,产生过电压的原因也不相同,所以应根据具体情况采取相应的对策。

## 二、过电压的产生原因分析

所谓变频器的过电压,是指由于种种原因造成的变频器电压超过额定电压,集中表现在变频器直流母线的直流电压上。正常工作时,变频器直流部电压为三相全波整流后的平均值。若以380V线电压计算,则平均直流电压 $U_d = 1.35U_{\text{线}} = 513\text{V}$ 。在过电压发生时,直流母线上的储能电容将被充电,当电压上升至700V左右时,(因机型而异)变频器过电压保护动作。造成过电压的原因主要有两种:电源过电压和负载侧再生过电压。

电源过电压是指因电源电压过高而使直流母线电压超过额定值。正常情况下的电源电压为380V,允许误差为 $-5\% \sim +10\%$ ,经三相桥式全波整流后中间直流的峰值为591V,个别情况下电源线电压达到450V,其峰值电压也只有636V,并不算很高,一般电源电压不会使变频器因过电压跳闸。电源输入侧的过电压主要是指电源侧的冲击过电压,如雷电引起的过电压、补偿电容在合闸或断开时形成的过电压等,主要特点是电压变化率 $dv/dt$ 和幅值都很大。而现在大部分变频器的输入电压最高可达460V,因此,电源引起的过电压极

为少见。

负载侧再生过电压也就是来自负载侧的过电压,主要是指由于某种原因使电动机处于再生发电状态时,即电机处于实际转速比变频频率决定的同步转速高的状态,当大负载减速时变频器减速时间设定过短;电机受外力影响(风机、牵伸机)或位能负载(电梯、起重机)下放。由于这些原因,使电机实际转速高于变频器的指令转速,也就是说,电机转子转速超过了同步转速,这时电机的转差率为负,转子绕组切割旋转磁场的方向与电动机状态时相反,其产生的电磁转矩为阻碍旋转方向的制动转矩。所以电动机实际上处于发电状态,负载的动能被“再生”成为电能。再生能量经逆变部续流二极管回馈到变频器的中间直流回路中,对变频器直流储能电容器充电,使直流母线电压上升,这就是再生过电压。因再生过电压的过程中产生的转矩与原转矩相反,为制动转矩,因此再生过电压的过程也就是再生制动的过程。换句话说,消除了再生能量,也就提高了制动转矩。如果再生能量不大,因变频器与电机本身具有20%的再生制动能力,这部分电能将被变频器及电机消耗掉。若这部分能量超过了变频器与电机的消耗能力,直流回路的电容将被过充电,变频器的过电压保护功能动作,使运行停止。为避免这种情况的发生,必须将这部分能量及时的处理掉,同时也提高了制动转矩,这就是再生制动的目的。

从变频器负载侧可能引起再生过电压的情况及主要原因如下:

- 1、当电动机所传动的位能负载下放时;
- 2、工艺要求在限定时间内减速至规定频率或

收稿日期:2010-05-25

作者简介:崔海勋(1973-),工业电气自动化助理工程师,从事电气运行维护工作多年。

停止运行;

3、变频器负载突降;

4、多个电机拖动同一个负载时,负载分配不均也可能出现这一故障;

5、变频器中间直流回路电容容量下降;

6、变频器减速时间参数设定相对较小及未使用变频器减速过电压自处理功能。

### 三、再生制动的方法

1、能量消耗型:这种方法是在变频器直流回路中并联一个制动电阻,通过检测直流母线电压来控制一个功率管的通断。在直流母线电压上升至700V左右时,功率管导通,将再生能量通入电阻,以热能的形式消耗掉,从而防止直流电压的上升。由于再生能量没能得到利用,因此属于能量消耗型。同为能量消耗型,它与直流制动的不同点是能量消耗于电机之外的制动电阻上,电机不会过热,因而可以较频繁的工作。

2、并联直流母线吸收型:适用于多电机传动系统(如牵伸机),在这个系统中,每台电机均需一台变频器,多台变频器共用一个网侧变流器,所有的逆变部并接在一条共用直流母线上。这种系统中往往有一台或数台电机正常工作于制动状态,处于制动状态的电机被其他电动机拖动,产生再生能量,这些能量再通过并联直流母线被处于电动状态的电机所吸收。在不能完全吸收的情况下,则通过共用的制动电阻消耗掉。这里的再生能量部分被吸收利用,但没有回馈到电网中。

3、能量回馈型:能量回馈型的变频器网侧变流器是可逆的,当有再生能量产生时,可逆变流器将再生能量回馈给电网,使再生能量得到完全利用。但这种方法对电源的稳定性要求较高,一旦突然停电,将发生逆变颠覆。

### 四、再生制动的应用

案例分析:离心机变频减速运行过压

#### 1、故障现象

干业水泥厂的离心机选用艾默生变频器 ev2000 变频器,在调试时,变频器总是在减速过程中报 e005 故障(减速过压)。

#### 2、分析处理

查找故障原因,并根据说明书进行定位,在定位过程中,现场检查该变频器时,发现在从最高频率减速到 34hz 时,制动单元受自身使用率的影响,已经自动停止工作,制动单元出现黄灯警告,放电工作停止,而此时离心机还在回馈能量给变频器的直流母线,结果导致直流母线电压超过变频器允许值,从而报 e005 故障。将制动单元的使用率改为 100%,故障解除。出现上述问题的原因在于离心设备是个大惯性负载,在停车减速时,减速时间才

150 多秒。

#### 3、案例归纳

由于制动单元是变频器的外设,因此遇到变频器过压故障必须查看制动单元的显示状态,并根据提示进行故障排除。除了本案例的制动率之外,还必须注意制动单元的选择情况。在进行制动单元得选择时,制动单元工作时流过开关管的最大瞬时电流要小于该器件的额定电流是选择的唯一依据,通过计算出最大电流值,就可以选择合适的制动单元,计算公式如下:

$$I_C = \frac{U_C}{R_B} (A)$$

式中,  $U_C$  为制动单元直流母线电压值,在交流 380V 进线电源时取 800V;  $R_B$  为制动电阻阻值( $\omega$ );  $I_C$  为制动电流瞬时值(A)。一般变频器的硬件过压保护值为 760V,考虑其动作的滞后,将其适当加大,但不会超过 800V,因此在计算  $I_C$  时适当加大了  $U_C$ 。

#### 4、经验点

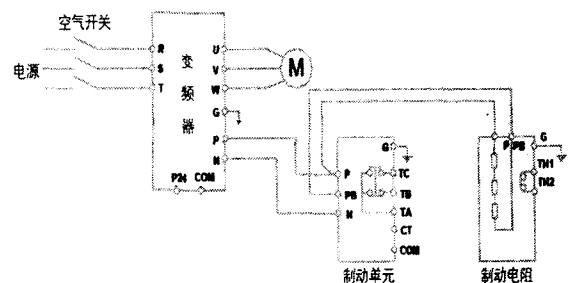
能耗制动的的基本应用就是变频器、制动单元和制动电阻,且是一一对应的。由于制动单元一般具有通用性,制动电阻又可以功率和阻值自由选配,所以一对一的单机应用型能耗制动方案对品牌并无特殊要求。

能耗制动的的基本应用方案一般有以下三种:

#### (1) 无保护型

下图所示就是适用于用户选用的普通制动电阻。只要确保制动电阻的功率和散热条件良好,并不至于发生火灾隐患的情况下,就可以选用无保护型接线。

图中,制动单元以艾默生 tdb 系列为例,其端子说明如下:p 为直流母线正端,n 为直流母线负端,可以输入的电压规格为 dc600V/40A;pb 为制动电阻的一端,另外一端为 p,接输出制动电阻;g 为制动单元接地;ta/tb/tc 为故障继电器的公共点、常闭点和常开点,可以接交流 220V/10A 或直流 30V/1A 以下的控制回路。



无保护型制动单元配线

(下转第 67 页)

子浓度增大,形成明显的电位差。根据电位差剖面和野外调查及其他物探手段,大致圈出火区范围。但自然电位法观测深度有限且受火区氧化还原条件的影响。仅可作判定火区燃烧熄灭的参考依据,无法确定火区深度及范围。

#### (5) 氦气测量法

自然界及煤系地层中,均含有天然放射性元素铀、钍、钍、钍等元素,这些元素在衰变过程中,可衰变成子元素—氦,同时放出 $\alpha$ 射线,通过测量 $\alpha$ 粒子的浓度,即可测定相应的氦气浓度。氦气在岩层中的运移,受岩层中的孔隙度、温度、压力、地下水等诸多因素的控制。煤层自燃时,岩层的孔隙度增大,温度和压力升高,燃烧煤层所产生的其他气体CO、CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>以及热蒸汽等向上拖拽,氦气的运移数量和速度明显增加,因而在火区的上方就会形成氦气浓度相对的高值区。在地表准确的测量氦气浓度的大小,从而圈定火区的范围,推断煤层的燃烧状况。氦气测量法作为一种便利有效的放射性探测技术,已成功地应用于多个煤矿的火区探测。但测氦法也有一定的缺陷,它同样也会受地下水、地质构造、岩层裂隙等因素的影响。

#### (上接第90页)

#### (2) 接触器保护型

通过进线接触器来保证变频器与制动单元的电气安全,也就是说当制动单元发生故障或者制动电阻热保护,立即切断接触器,变频器和制动单元就处于安全保护状态。采用接触器保护型的接线方式必须确保制动单元的动作触点和制动电阻的热触点处于有效的状态内,否则容易导致接触器不动作或频繁动作,反而造成系统损坏。

#### (3) 控制端子保护型

通过定义控制端子为变频器的保护功能时封锁变频器的电压输出,也就是说当制动单元发生故障或者制动电阻热保护,变频器的控制端子就处于有效接通的状态,变频器就认为外部设备故障,显示故障报警代码并停止输出。这种功能是利用变频器特有的对输入外部设备的故障监视功能。

#### 五、结束语

本文详细说明了变频器产生过电压的各种原因及相应的防止措施,讨论了再生制动的几种方式,并通过应用实例对过电压的防止及再生制动的应用进

#### 4. 总 结

为提高火区探测的准确性,在东胜煤田的火区探测中,在地面调查的基础上采用多种手段的综合物探方法,并进行钻探验证,圈定火区范围,确定燃烧深度,为煤田灭火设计和施工提供重要依据。近年来,内蒙古煤田地质局153勘探队在东胜煤田、煤矿火区勘查中采用综合地球物理方法(磁法、电法、测氦、测温)配合钻探验证取得了较好的勘查效果,准确成功的探测到火区范围,为煤田火区灭火设计和施工提供重要依据。

#### 参考文献

- [1]王省身. 矿井灾害防治理论与技术[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1991.
- [2]谭永杰. 中国煤田自然灾害及其防治对策[J]. 煤田地质与勘探, 2000, 28(6): 8-10.
- [3]张建民, 等. 中国地下煤火研究与治理[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2008.
- [4]内蒙古煤田地质局153勘探队. 东胜煤田各煤矿火区详细勘察报告[R]. 2008.

(责任编辑: 焦蓬华)

行了仔细的分析。结果证明,再生制动功能是解决过电压现象的最主要的方法。对于过压故障的处理,其关键一是中间直流回路多余能量如何及时处理;二是如何避免或减少多余能量向中间直流回路馈送,使其过压的程度限定在允许的限值之内。因此,可以归纳为下面主要的对策:在电源输入侧增加吸收装置,减少过压因素;从变频器已设定的参数中寻找解决办法;分析工艺流程,在工艺流程中寻找解决办法;采用增加制动电阻的方法;在输入侧增加逆变电路的方法;采用在中间直流回路上增加适当电容的方法;在条件允许的情况下适当降低工频电源电压;多台变频器共用直流母线的方法;通过控制系统功能优势解决变频器过压问题。

#### 参考文献

- [1]张燕宾. SPWM变频调速应用[M]. 机械工业出版社, 1997.
- [2]满永奎. 通用变频器及其应用[M]. 机械工业出版社, 1995.

(责任编辑: 熊红婴)