

台达变频器制动电阻设计

关键词：变频器 电阻 控制

摘要：目前关于制动电阻的计算方法有很多种，从工程的角度来讲要精确的计算制动电阻的阻值和功率在实际应用过程中不是很实际，主要是部分参数无法精确测量。

1 引言

目前市场上变频器的制动方法大致有三种：能耗制动，直流制动，回馈（再生）制动。台达变频器属于不可控整流电压源型的变频器，其制动方式属于能耗制动和直流制动。能耗制动是台达变频器让生产机械在运动过程中快速地减速或停车的主要形式；直流制动则在电机运转准备时刻输出一直流电流产生转矩迫使电机停止，以得到平稳的启动特性，或者当变频器停止时刻输出一直流电流产生转矩迫使电机停止，以确保电机已准确停车。在使用台达变频器的变频调速系统中，减速的方法就是通过逐步降低给定频率来实现的。在频率下降过程中，电动机将处于再生制动状态（发电机状态），使得电动机的转速迅速地随频率的下降而下降。在制动过程中，泵生电压的产生会导致直流母线上的电压升高，此时变频器会控制刹车单元通过刹车电阻把升高的电压以热能的方式消耗掉。为了使得系统平稳降速，需要设置适当的减速时间，同时选择合适的制动电阻和制动单元才能满足需要。目前关于制动电阻的计算方法有很多种，从工程的角度来讲要精确的计算制动电阻的阻值和功率在实际应用过程中不是很实际，主要是部分参数无法精确测量。目前通常用的方法就是估算方法，由于每一个厂家的计算方法各有不同，因此计算的结果不大一致。本文所介绍的计算方法仅仅是供参考，具体的情况要根据每一个现场的使用情况来进行分析计算。

2 制动电阻的介绍

制动电阻是用于将电动机的再生能量以热能方式消耗的载体，它包括电阻阻值和功率容量两个重要的参数。通常在工程上选用较多的是波纹电阻和铝合金电阻两种：波纹电阻采用表面立式波纹有利于散热减低寄生电感量，并选用高阻燃无机涂层，有效保护电阻丝不被老化，延长使用寿命，台达原厂配置的就是这样的电阻；铝合金电阻易紧密安装、易附加散热器，外型美观，高散热性的铝合金外盒全包封结构，具有极强的耐振性，耐气候性和长期稳定性；体积小、功率大，安装方便稳固，外形美观，广泛应用于高度恶劣工业环境使用。

3 制动电阻的阻值和功率计算

3.1 刹车使用率 ED%

制动使用率 ED%，也就是台达说明书中的刹车使用率 ED%。刹车使用率 ED%定义为减速时间 T1 除以减速的周期 T2，制动刹车使用率主要是为了能让制动单元和刹车电阻有充分

的时间来散除因制动而产生的热量；当刹车电阻发热时，电阻值将会随温度的上升而变高，制动转矩亦随之减少。刹车使用率 ED%=制动时间/刹车周期=T1/T2*100%。（图 1）

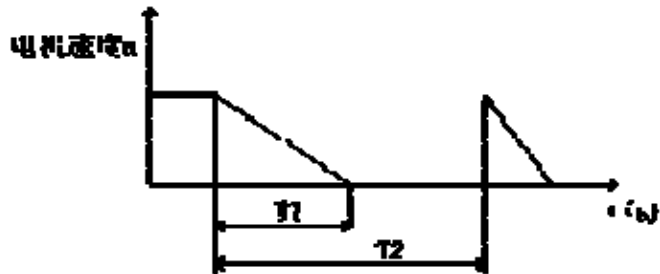


图 1 刹车使用率 ED%定义

现在用一个例子来说明制动使用率的概念：10%的制动频率可以这样理解，如果制动电阻在 10 秒钟能够消耗掉 100%的功率，那么制动电阻至少需要 90 秒才能把产生的热量散掉。

3.2 制动单元动作电压准位

当直流母线电压大于等于制动电压准位（甄别阈值）时，刹车单元动作进行能量消耗。台达制动电压准位如表 1 所示。

表一：电源电压的选择与 PN 直流电压的动作准位

230V 级 AC 电源电压	制动开始电压 + (P)、- (N)母线 DC 电压	460V 级 AC 电源电压	制动开始电压 + (P)、- (N)母线 DC 电压
190Vac	330Vdc	380Vac	660Vdc
200Vac	345Vdc	400Vac	690Vdc
210Vac	360Vdc	415Vac	720Vdc
220Vac	380Vdc	440Vac	760Vdc
230Vac	400Vdc	460Vac	800Vdc
240Vac	415Vdc	480Vac	830Vdc

容许输入电源有±10%的变动

3.3 制动电阻设计

（1）工程设计。实践证明，当放电电流等于电动机额定电流的一半时，就可以得

$$R_B = \frac{2 \cdot U_B}{I_M}$$

到与电动机的额定转矩相同的制动转矩了，因此制动电阻的粗略计算是：

其中：

U_D 制动电压准位

I_M 电机的额定电流

为了保证变频器不受损坏，强制限定当流过制动电阻的电流为额定电流时的电阻

$$R_{min} = \frac{U_D}{I_M}$$

数值为制动电阻的最小数值。选择制动电阻的阻值时，不能小于该阻值。

根据以上所叙，制动电阻的阻值 R 的选择范围为：
$$\frac{U_D}{I_M} < R \leq \frac{2 \cdot U_D}{I_M}$$

制动电阻的耗用功率 当制动电阻 R 在直流电压为 U_D 的电路工作时，其消耗的功

率为：
$$P_b = \frac{U_D^2}{R}$$

耗用功率的含义：如果电阻的功率按照此数值选择的话，该电阻可以长时间的接入在电路里工作。

现场中使用的电阻功率主要取决于刹车使用率 ED%。因为系统的进行制动时间比较短，在短时间内，制动电阻的温升不足以达到稳定温升。因此，决定制动电阻容量的原则是，在制动电阻的温升不超过其允许数值（即额定温升）的前提下，应尽量减小容量，粗略算法

如下：
$$P_b = \lambda \cdot P \cdot ED\% = \lambda \cdot \frac{U_D^2}{R} \cdot ED\%$$

λ 为制动电阻的降额系数
$$\lambda = 1 - \frac{|R - R_b|}{R_b}$$

R 为实际的选用电阻阻值

P_b 为制动电阻的功率

(2) 设计举例。根据以上的公式我们可以大致的推算出来我们需要的制动电阻的阻值和功率。以台达 VFD075F43A 变频器驱动 7.5KW 的电机为例来说明，7.5KW 电机额定电流是 18A, 输入电压 AC460，则有：

$$R_s = \frac{2 \cdot U_D}{I_{LM}} = \frac{2 \cdot 800}{18} = 88.9 \quad \Omega \quad R_{min} = \frac{U_D}{I_{LM}} = \frac{800}{18} = 44.4 \quad \Omega$$

因此制动电阻的阻值取值范围： **$44.4 < R \leq 88.9$**

选择电阻阻值要选择市场上能够买到的型号和功率段为宜，选择阻值 75 欧。

$$P_s = \lambda \cdot \frac{U_D^2}{R} = 80\% = 0.84 \cdot \frac{800^2}{75} = 0.1 = 716W$$

根据实际的情况可以在计算的数值功率上适当的扩大。

4 结束语

制动电阻的阻值和功率的计算都是从工程的角度来考虑的，因此在实际的应用时需要结合现场的具体情况进行适当的该动，最终形成一个经济适用的选择方案。

http://www.ic37.com/htm_tech/2008-1/11138_467040.htm