

变频器基础讲座 1--关于散热的问题(重要)》

§如果要正确地使用变频器，必须认真地考虑散热的问题。 !!!变频器的故障率随温度升高而成指数的上升。使用寿命随温度升高而成指数的下降。环境温度升高10度，变频器使用寿命减半。因此，我们要重视散热问题啊！

在变频器工作时，流过变频器的电流是很大的，变频器产生的热量也是非常大的，不能忽视其发热所产生的影响。通常，变频器安装在控制柜中。我们要了解一台变频器的发热量大概是多少。可以用以下公式估算：发热量的近似值=变频器容量(KW)×55 [W] 在这里，如果变频器容量是以恒转矩负载为准的(过流能力150% * 60s) 如果变频器带有直流电抗器或交流电抗器，并且也在柜子里面，这时发热量会更大一些。电抗器安装在变频器侧面或上方比较好。这时可以用估算：变频器容量(KW)×60 [W] 因为各变频器厂家的硬件都差不多，所以上式可以针对各品牌的产品。注意：如果有制动电阻的话，因为制动电阻的散热量很大，因此最好安装位置最好和变频器隔离开，如装在柜子上面或旁边等。

§那么，怎样才能降低控制柜内的发热量呢？当变频器安装在控制机柜中时，要考虑变频器发热值的问题。根据机柜内产生热量值的增加，要适当地增加机柜的尺寸。因此，要使控制机柜的尺寸尽量减小，就必须使机柜中产生的热量值尽可能地减少。如果在变频器安装时，把变频器的散热器部分放到控制机柜的外面，将会使变频器有70%的发热量释放到控制机柜的外面。由于大容量变频器有很大的发热量，所以对大容量变频器更加有效。还可以用隔板把本体和散热器隔开，使散热器的散热不影响到变频器本体。这样效果也很好。注意：变频器散热设计中都是以垂直安装为基础的，横着放散热会变差的！

§关于冷却风扇 一般功率稍微大一点的变频器，都带有冷却风扇。同时，也建议在控制柜上出风口安装冷却风扇。进风口要加滤网以防止灰尘进入控制柜。注意控制柜和变频器上的风扇都是要的，不能谁替代谁。

§其他关于散热的问题 1. 在海拔高于1000m的地方，因为空气密度降低，因此应加大柜子的冷却风量以改善冷却效果。理论上变频器也应考虑降容，1000m 每-5%。但由于实际上因为设计上变频器的负载能力和散热能力一般比实际使用的要大，所以也要看具体应用。比方说在1500m的地方，但是周期性负载，如电梯，就不必要降容。 2. 开关频率：变频器的发热主要来自于IGBT，IGBT的发热有集中在开和关的瞬间。因此开关频率高时自然变频器的发热量就变大了。有的厂家宣称降低开关频率可以扩容，就是这个道理。

变频器基础讲座 2--关于电机的转速与转矩

电机的旋转速度为什么能够自由地改变？ *1: r/min 电机旋转速度单位：每分钟旋转次数，也可表示为 rpm. 例如：4极电机 60Hz 1,800 [r/min] 4极电机 50Hz 1,500 [r/min]

§电机的旋转速度同频率成比例

本文中所述的电机为感应式交流电机，在工业领域所使用的大部分电机均为此类型电机。感应式交流电机(以后简称为电机)的旋转速度近似地取决于电机的极数和频率。由电机的工作

作原理决定电机的极数是固定不变的。由于该极数值不是一个连续的数值（为2的倍数，例如极数为2，4，6），所以不适和改变该值来调整电机的速度。另外，频率是电机供电电源的电信号，所以该值能够在电机的外面调节后再供给电机，这样电机的旋转速度就可以被自由的控制。

因此，以控制频率为目的的变频器，是做为电机调速设备的优选设备。

$n = 60f/p$ n : 同步速度 f : 电源频率 p : 电机极数

§ 改变频率和电压是最优的电机控制方法 如果仅改变频率，电机将被烧坏。特别是当频率降低时，该问题就非常突出。为了防止电机烧毁事故的发生，变频器在改变频率的同时必须要同时改变电压

例如：为了使电机的旋转速度减半，变频器的输出频率必须从60Hz 改变到30Hz，这时变频器的输出电压就必须从200V 改变到约100V。

例如：为了使电机的旋转速度减半，变频器的输出频率必须从60Hz 改变到30Hz，这时变频器的输出电压就必须从200V 改变到约100V。

当电机的旋转速度改变时，其输出转矩会怎样？

*1: 工频电源 由电网提供的动力电源（商用电源） *2: 起动电流 当电机开始运转时，变频器的输出电流 -----变频器驱动时的起动转矩和最大转矩要小于直接用工频电源驱动----- 我们经常听到下面的说法：“电机在工频电源供电时（*1）时，电机的起动和加速冲击很大，而当使用变频器供电时，这些冲击就要弱一些”。如果用大的电压和频率起动电机，例如使用工频电网直接供电，就会产生一个大的起动冲击（大的起动电流（*2））。而当使用变频器时，变频器的输出电压和频率是逐渐加到电机上的，所以电机产生的转矩要小于工频电网供电的转矩值。所以变频器驱动的电机起动电流要小些。

通常，电机产生的转矩要随频率的减小（速度降低）而减小。减小的实际数据在有的变频器手册中会给出说明。

通过使用磁通矢量控制的变频器，将改善电机低速时转矩的不足，甚至在低速区电机也可输出足够的转矩。 -----当变频器调速到大于60Hz 频率时，电机的输出转矩将降低-----

通常的电机是按50Hz(60Hz)电压设计制造的，其额定转矩也是在这个电压范围内给出的。因此在额定频率之下的调速称为恒转矩调速. ($T=Te, P \leq Pe$)

变频器输出频率大于50Hz 频率时，电机产生的转矩要以和频率成反比的线性关系下降。

当电机以大于60Hz 频率速度运行时，电机负载的大小必须要给予考虑，以防止电机输出转矩的不足。

举例，电机在100Hz 时产生的转矩大约要降低到50Hz 时产生转矩的1/2。 因此在额定频率之上的调速称为恒功率调速. ($P=Ue \cdot Ie$)

变频器基础讲座 3--关于矢量控制

矢量控制是怎样使电机具有大的转矩的？

*1: 转矩提升

此功能增加变频器的输出电压，以使电机的输出转矩和电压的平方成正比的关系增加，

从而改善电机的输出转矩。

§ 改善电机低速输出转矩不足的技术

使用"矢量控制", 可以使电机在低速,如(无速度传感器时)1Hz (对4极电机, 其转速大约为30r/min)时的输出转矩可以达到电机在50Hz 供电输出的转矩(最大约为额定转矩的150%)。

对于常规的 V/F 控制, 电机的电压降随着电机速度的降低而相对增加, 这就导致由于励磁不足, 而使电机不能获得足够的旋转力。为了补偿这个不足, 变频器中需要通过提高电压, 来补偿电机速度降低而引起的电压降。变频器的这个功能叫做"转矩提升" (*1)。

转矩提升功能是提高变频器的输出电压。然而即使提高很多输出电压, 电机转矩并不能和其电流相对应的提高。因为电机电流包含电机产生的转矩分量和其它分量(如励磁分量)。

"矢量控制"把电机的电流值进行分配, 从而确定产生转矩的电机电流分量和其它电流分量(如励磁分量)的数值。

"矢量控制"可以通过对电机端的电压降的响应, 进行优化补偿, 在不增加电流的情况下, 允许电机产出大的转矩。此功能对改善电机低速时温升也有效。

变频器基础讲座 4--关于变频器的制动

变频器制动的情况

§ *1: 制动的概念

指电能从电机侧流到变频器侧(或供电电源侧), 这时电机的转速高于同步转速。

负载的能量分为动能和势能。动能(由速度和重量确定其大小)随着物体的运动而累积。当动能减为零时, 该事物就处在停止状态。

机械抱闸装置的方法是用制动装置把物体动能转换为摩擦和能消耗掉。

对于变频器, 如果输出频率降低, 电机转速将跟随频率同样降低。这时会产生制动过程。由制动产生的功率将返回到变频器侧。这些功率可以用电阻发热消耗。

在用于提升类负载, 在下降时, 能量(势能)也要返回到变频器(或电源)侧, 进行制动。

这种操作方法被称作"再生制动", 而该方法可应用于变频器制动。

在减速期间, 产生的功率如果不通过热消耗的方法消耗掉, 而是把能量返回送到变频器电源侧的方法叫做"功率返回再生方法"。在实际中, 这种应用需要"能量回馈单元"选件。

§ 怎样提高制动能力?

为了用散热来消耗再生功率, 需要在变频器侧安装制动电阻。

为了改善制动能力, 不能期望靠增加变频器的容量来解决问题。请选用"制动电阻"、"制动单元"或"功率再生变换器"等选件来改善变频器的制动容量

变频器基础讲座 5--关于变频器的分类

变频器按其供电电压分为低压变频器(220V 和 380V)、中压变频器(660V 和 1140V)和高

压变频器 (3KV 6KV 6.6KV 10KV)。

变频器按其功能分为恒功率变频器、平方转矩变频器、简易型变频器、通用型变频器、电梯专用变频器等。

变频器按直流电源的性质分为电流型变频器和电压型变频器。

变频器按输出电压调节方式分为 PAM 输出电压调节方式变频器和 PWM 输出电压调节方式变频器。

变频器按控制方式分为 U/f 控制方式和转差频率控制方式两种。

变频器按主开关器件分为 IGBT GOT BJT 三种。

变频器按外型分为塑壳变频器 (小功率) 铁壳变频器 (多为中功率)、和柜式变频器 (大功率) 。

变频器基础讲座 6--关于变频器维修保护技术

变频器的保护及处理方法

1、过电流保护功能 变频器中,过电流保护的對象主要指带有突变性质的、电流的峰值超过了变频器的容许值的情形。由于逆变器件的过载能力较差,所以变频器的过电流保护是至关重要的一环,迄今为止,已发展得十分完善。

过电流的原因 1、工作中过电流 即拖动系统在工作过程中出现过电流,其原因大致来自以下几方面:

- ① 电动机遇到冲击负载,或传动机构出现"卡住"现象,引起电动机电流的突然增加
- ② 变频器的输出侧短路,如输出端到电动机之间的连接线发生相互短路,或电动机内部发生短路等。
- ③ 变频器自身工作的不正常,如逆变桥中同一桥臂的两个逆变器件在不断交替的工作过程中出现异常。例如由于环境温度过高,或逆变器件本身老化等原因,使逆变器件的参数发生变化,导致在交替过程中,一个器件已经导通、而另一个器件却还未来得及关断,引起同一个桥臂的上、下两个器件的"直通",使直流电压的正、负极间处于短路状态。

2、升速时过电流 当负载的惯性较大,而升速时间又设定得太短时,意味着在升速过程中,变频器的工作效率上升太快,电动机的同步转速迅速上升,而电动机转子的转速因负载惯性较大而跟不上去,结果是升速电流太大。

3、降速中的过电流 当负载的惯性较大,而降速时间设定得太短时,也会引起过电流。因为,降速时间太短,同步转速迅速下降,而电动机转子因负载的惯性大,仍维持较高的转速,这时同样可以是转子绕组切割磁力线的速度太大而产生过电流 ((2) 处理方法

1、 启动时一升速就跳闸,这是过电流十分严重的现象,主要检查

- ① 工作机械有没有卡住
- ② 负载侧有没有短路,用兆欧表检查对地有没有短路

③ 变频器功率模块有没有损坏

④ 电动机的起动转矩过小，拖动系统转不起来

2、 起动时不马上跳闸，而在运行过程中跳闸，主要检查

① 升速时间设定太短，加长加速时间

② 减速时间设定太短，加长减速时间

③ 转矩补偿（U/F 比）设定太大，引起低频时空载电流过大

④ 电子热继电器整定不当，动作电流设定得太小，引起变频器误动作
电压保护功能

1、 过电压保护

产生过电压的原因及处理方法：

① 电源电压太高

② 降速时间太短

③ 降速过程中，再生制动的放电单元工作不理想，来不及放电，请增加外接制动电阻和制动单元；

④ 请检查放电回路有没有发生故障，实际并不放电；对于小功率的变频器很有放电电阻损坏：

2、 欠电压保护

产生欠电压的原因及处理方法：

① 电源电压太低

② 电源缺相；

③ 整流桥故障：如果六个整流二极管中有部分因损坏而短路，整流后的电压将下降，对于整流器件和晶闸管的损坏，应注意检查，及时更换。

逆变器件的介绍：

1.SCR 和 GTO 晶闸管

(1)普通晶闸管 SCR 曾称可控硅，它有三个极：阳极，阴极和门极。

SCR 的工作特点是，当在门极与阴极间加一个不大的正向电压（G 为+，K 为-）时，SCR 即导通，负载 RI 中就有电流流过。导通后，即使取消门极电压，SCR 仍保持导通状态。只有当阳极电路的电压为0或负值时，SCR 才关断。所以，只需要用一个脉冲信号，就可以控制其导通了，故它常用于可控整流。

作为一种无触点的半导体开关器件，其允许反复导通和关断的次数几乎是无限的，并且导通的控制也十分方便。这是一般的"通-断开关"所望尘莫及的，从而使实现异步电动机的变频调速取得了突破。但由于变频器的逆变电路是在直流电压下工作的，而 SCR 在直流电压下又不能自行关断，因此，要实现逆变，还必须增加辅助器件和相应的电路来帮助它关断。所以，尽管当时的变频调速装置在个别领域（如风机和泵类负载）已经能够实用，但未能进入大范围的普及应用阶段。

(2)门极关断（GTO）晶闸管 SCR 在一段时间内，几乎是能够承受高电压和大电流的唯一半导体器件。因此，针对 SCR 的缺点，人们很自然地把努力方向引向了如何使晶闸管具有关断能力这一点上，并因此而开发出了门极关断晶闸管。

GTO 晶闸管的基本结构和 SCR 类似，它的三个极也是：阳极（A）、阴极（K）和门极（G）。其图行符号也和 SCR 相似，只是在门极上加一短线，以示区别。

GTO 晶闸管的基本电路和工作特点是：

①在门极 G 上加正电压或正脉冲（开关 S 和至位置1）GTO 晶闸管即导通。其后，即使撤消控制信号（开关回到位置0），GTO 晶闸管仍保持导通。可见，GTO 晶闸管的导通过程和 SCR 的导通过程完全相同。

②如在 G、K 间加入反向电压或较强的反向脉冲（开关和至位置2），可使 GTO 晶闸管关断。

用 GTO 晶闸管作为逆变器件取得了较为满意的结果，但其关断控制较易失败，故仍较复杂，工作频率也不够高。而几乎是与此同时，大功率管（GTR）迅速发展了起来，使 GTO 晶闸管相形见绌。因此，在大量的中小容量变频器中，GTO 晶闸管已基本不用。但其工作电流大，故在大容量变频器中，仍居主要地位。