

变频器调速基本原理

成都佳灵电气制造有限公司——吴加强

1、什么是变频器？

变频器是利用电力半导体器件的通断作用将工频电源变换为另一频率的电能控制装置。它的主电路都采用交—直—交电路。

※、JP6C-T9/J9 系列低压通用变频器工作电压为：380~690V，功率为 0.75~800kW，工作频率为 0~400Hz；

※、JP6C-YZ 系列中压通用变频器工作电压为：1140~2300V，功率为 37~1000kW，工作频率为 0~400Hz；

※、JCS 系列高压变频器工作电压为：3KV / 6KV / 10KV，功率为 280~20000kW，工作频率为 0~60Hz；

2、为什么对电动机工作频率的改变，电动机的转速会随之变化？

从理论上我们可知，电机的转速 n 与供电频率 f 有以下关系：

$$n = \frac{2 \times 60 f}{q} (1 - s)$$

其中： q ——电机极数 s ——转差率

由式(1)可知，转速 n 与频率 f 成正比，如果不改变电动机的极数，只要改变频率 f 即可改变电动机的转速，当频率 f 在 0~50Hz 的范围内变化时，电动机转速调节范围非常宽。变频器就是通过改变电动机电源频率实现速度调节的，是一种理想的高效率、高性能的调速手段。

3、为什么对风机、水泵类变频调速可节能？

一般使用的风机、水泵类它们额定风量、水量都超过实际需要，又因工艺的需要，往往运行中要改变风量、水量，而目前多数采用挡板或阀门来调节的，虽然方法简单，但实质是人为增加阻力的办法。因此浪费大量电能，属不经济的调节方式。从流体力学原理可知，风机的风量、水泵的流量与电机转速及电机功率的关系如下：

当风机转速下降时，电动机的功率迅速降低，例风量下降到 80%，转速亦下降到 80% 时，则轴功率下降到额定的 51%，若风量下降到 50%，轴功率将下降到额定的 13%，其节电潜力非常大，并有下述曲线、阴影部分表示采用变频器调速方式的节电效果，其节电可达 30-40% 效果十分明显。对不同使用频率时的节电率 $N\%$ 可查表：

上述原理也基本适用水泵，可见采用变频调速控制实现节电是有效的、惟一的途径。

f	n%	Q%	H%	P%	N%=100-P%
50	100	100	100	100	0
45	90	90	81	72.9	27
40	80	80	64	51.2	49
35	70	70	49	34.3	66
30	60	60	36	21.6	78
25	50	50	25	12.5	87

变频调速特

点是效率高，无附加转差损耗，调速范围大、精度高、无级的。容易实现协调控制和闭环控制，可利用原有异步电动机对旧设备进行技术改造，它既保留了原有电动机，具有改造简单，可靠、耐用，维护方便的优点，即能达到节电的显著效果，又能恒压力的工艺需求，还能减小机械磨损。因此，可理论上认为风机、水泵采用交流调速来实现较大幅度的节能（可达 20-50%）是种较为理想而实用的方法。

通过流体力学的基本定律可知：风机、泵类设备均属平方转矩负载，其转速 n 与流量 Q ，压力 H 以及轴功率 P 具有如下关系： $Q \propto n$ ， $H \propto n^2$ ， $P \propto n^3$ ；即，流量与转速成正比，压力与转速的平方成正比，轴功率与转速的立方成正比。

4、变频器中 PWM 和 PAM 的波形调制不同点是什么？

PWM 是英文 Pulse Width Modulation(脉冲宽度调制)缩写，按一定规律改变脉冲列的脉冲宽度，以调节输出量和波形的一种调值方式。可获得按正弦包络电压波形输出值调制方式。

PAM 是英文 Pulse Amplitude Modulation(脉冲幅度调制)缩写，是按一定规律改变脉冲列的脉冲幅度，以调节输出量值和波形的一种调制方式。可获得按一个方波宽窄可变电压波形输出值调制方式。

5、变频器电压型与电流型有什么不同？

变频器的主电路大体上可分为两类：电压型是将电压源的直流变换为交流的变频器，直流回路的滤波是电容；电流型是将电流源的直流变换为交流的变频器，其直流回路滤波是电感。

6、为什么变频器的电压与电流成比例的改变？

异步电动机的转矩是电机的磁通与转子内流过电流之间相互作用而产生的，在额定频率下，如果电压一定而只降低频率，那么磁通就过大，磁回路饱和，严重时将烧毁电机。因此，频率与电压要成比例地改变，即改变频率的同时控制变频器输出电压，使电动机的磁通保持一定，避免弱磁和磁饱和现象的产生。这种控制方式多用于风机、泵类节能型变频器。

7、电动机使用工频电源驱动时，电压下降则电流增加；对于变频器驱动，如果频率下降时电压也下降，那么电流是否增加？

频率下降(低速)时,如果输出相同的功率,则电流增加,但在转矩一定的条件下,电流几乎不变。

8、采用变频器运转时，电机的起动电流、起动转矩怎样？

采用变频器运转，随着电机的加速相应提高频率和电压，起动电流被限制在 150%额定电流以下(根据机种不同，为 125%~200%)。用工频电源直接起动时，起动电流为 6~7 倍，因此，将产生机械电气上的冲击。采用变频器传动可以平滑地起动(起动时间变长)。起动电流为额定电流的 1.2~1.5 倍，起动转矩为 70%~120%额定转矩；对于带有转矩自动增强功能的变频器，起动转矩为 100%以上，可以带全负载起动。

9、V/f 模式是什么意思？

频率下降时电压 V 也成比例下降，这个问题已在回答 4 说明。 V 与 f 的比例关系是考虑了电机特性而预先决定的，通常在控制器的存储装置 (ROM) 中存有几组特性，可以用开关或标度盘进行选择。

10、按比例地改 V 和 f 时，电机的转矩如何变化？

频率下降时完全成比例地降低电压，那么由于交流阻抗变小而直流电阻不变，将造成在低速下产生地转矩有减小的倾向。因此，在低频时给定 V/f ，要使输出电压提高一些，以便获得一定地起动转矩，这种补偿称增强起动。可以采用各种方法实现，有自动进行的方法、选择 V/f 模式或调整电位器等方法。

11、在说明书上写着变速范围 5~50Hz，即 10:1，那么在 5Hz 以下就没有输出功率吗？

在 5Hz 以下仍可输出功率，但根据电机温升和起动转矩的大小等条件，最低使用频率取 5Hz 左右，此时电动机可输出额定转矩而不会引起严重的发热问题。变频器实际输出频率(起动频率)根据机种为 0.5~5Hz.

12、对于一般电机的组合是在 60Hz 以上也要求转矩一定，是否可以？

通常情况下时不可以的。在 60Hz 以上(也有 50Hz 以上的模式)电压不变，大体为恒功率特性，在高速下要求相同转矩时，必须注意电机与变频器容量的选择

13、闭环、开环是什么意思？

给所使用的电机装置设速度检出器(PG)，将实际转速反馈给控制装置进行控制的，称为“闭环”，不用 PG 运转的就叫做“开环”。通用变频器多为开环方式，也有的机种利用 选件可进行 PG 反馈。

14、实际转速对于给定速度有偏差时如何办？

开环时，变频器即使输出给定频率，电机在带负载运行时，电机的转速在额定转差率的范围内(1%~5%)变动。对于要求调速精度比较高，即使负载变动也要求在近于给定速度下运转的场合，可采用具有 PG 反馈功能的变频器(选用件)。

15、JP6C 变频器带有 PG 的电机接口，进行反馈后速度精度能提高吗？

通用变频器一般都具有 P G 反馈功能的，若转速闭环后，精度有提高。但速度精度的植取决于变频器性能和 P G 本身的精度和变频器输出频率的分辨率。

16、失速防止功能是什么意思？

如果给定的加速时间过短，变频器的输出频率变化远远超过转速(电角频率)的变化，变频器将因流过过电流而跳闸，运转停止，这就叫作失速。为了防止失速使电机继续运转，就要检出电流的大小进行频率控制。当加速电流过大时适当放慢加速速率。减速时也是如此。两者结合起来就是失速功能。