

# 普通电动机与变频电机的区别

深圳市中传电气技术有限公司

普通电动机经过长期的发展，无论在技术上，还是工艺上都得到了迅速的发展，但是都是按恒频恒压设计的，不可能完全适应变频调速的要求。

## 1 变频器对电机的影响

### 1.1 电动机的效率和温升的问题

不论那种形式的变频器，在运行中均产生不同程度的谐波电压和电流，使电动机在非正弦电压、电流下运行。据资料介绍，以目前普遍使用的正弦波 PWM 型变频器为例，其低次谐波基本为零，剩下的比载波频率大一倍左右的高次谐波分量为： $2u+1$ （ $u$  为调制比）。

高次谐波会引起电动机定子铜耗、转子铜（铝）耗、铁耗及附加损耗的增加，最为显著的是转子铜（铝）耗。因为异步电动机是以接近于基波频率所对应的同步转速旋转的，因此，高次谐波电压以较大的转差切割转子导条后，便会产生很大的转子损耗。除此之外，还需考虑因集肤效应所产生的附加铜耗。这些损耗都会使电动机额外发热，效率降低，输出功率减小，如将普通三相异步电动机运行于变频器输出的非正弦电源条件下，其温升一般要增加 10%--20%。

### 1.2 电动机绝缘强度问题

目前中小型变频器，不少是采用 PWM 的控制方式。他的载波频率约为几千到十几千赫，这就使得电动机定子绕组要承受很高的电压上升率，相当于对电动机施加陡度很大的冲击电压，使电动机的匝间绝缘承受较为严酷的考验。另外，由 PWM 变频器产生的矩形斩波冲击电压叠加在电动机运行电压上，会对电动机对地绝缘构成威胁，对地绝缘在高压的反复冲击下会加速老化。

### 1.3 谐波电磁噪声与震动

普通异步电动机采用变频器供电时，会使由电磁、机械、通风等因素所引起的震动和噪声变的更加复杂。变频电源中含有的各次时间谐波与电动机电磁部分的固有空间谐波相互干涉，形成各种电磁激振力。当电磁力波的频率和电动机机体的固有振动频率一致或接近时，将产生共振现象，从而加大噪声。由于电动机工作频率范围宽，转速变化范围大，各种电磁力波的频率很难避开电动机的各构件的固有震动频率。

### 1.4 电动机对频繁启动、制动的适应能力

由于采用变频器供电后，电动机可以在很低的频率和电压下以无冲击电流的方式启动，并可利用变频器所供的各种制动方式进行快速制动，为实现频繁启动和制动创造了条件，因而电动机的机械系统和电磁系统处于循环交变力的作用下，给机械结构和绝缘结构带来疲劳和加速老化问题。

### 1.5 低转速时的冷却问题

首先，异步电动机的阻抗不尽理想，当电源频率较低时，电源中高次谐波所引起的损耗较大。其次，普通异步电动机再转速降低时，冷却风量与转速的三次方成比例减小，致使电动机的低速冷却状况变坏，温升急剧增加，难以实现恒转矩输出。

## 2 变频电动机的特点

### 2.1 电磁设计

对普通异步电动机来说，设计时主要考虑的性能参数是过载能力、启动性能、效率和功率因数。而变频电动机，由于临界转差率反比于电源频率，可以在临界转差率接近 1 时直接启动，因此，过载能力和启动性能不再需要过多考虑，而要解决的关键问题是如何改善电动机对非正弦波电源的适应能力。方式一般如下：

(1) 尽可能的减小了定子和转子电阻。

减小定子电阻即可降低基波铜耗，以弥补高次谐波引起的铜耗增加。

(2) 电动机漏抗兼顾整个调速范围。

为抑制电流中的高次谐波，需适当增加电动机的电感。但转子槽漏抗较大其集肤效应也大，高次谐波铜耗也增大。因此，电动机漏抗的大小要兼顾到整个调速范围内阻抗匹配的合理性。

(3) 主磁路不饱和设计

变频电动机的主磁路一般设计成不饱和状态，一是考虑高次谐波会加深磁路饱和，二是考虑在低频时，为了提高输出转矩而适当提高变频器的输出电压。

### 2.2 结构设计

在结构设计时，主要考虑了非正弦电源特性对变频电机的绝缘结构、振动、噪声冷却方式等方面的影响，包括以下方面。

(1) 绝缘等级高

变频电机的绝缘等级一般为 F 级或更高，加强了对地绝缘和线匝绝缘强度，并特别考虑了绝缘耐冲击电压的能力。

(2) 对电机的振动、噪声问题考虑充分

变频电机在电机的振动、噪声方面，充分考虑电动机构件及整体的刚性，尽力提高其固有频率，以避免与各次力波产生共振现象。

(3) 冷却方式

一般采用强迫通风冷却，即主电机散热风扇采用独立的电机驱动方式。

(4) 防止轴电流措施

对容量超过 160KW 电动机采用轴承绝缘措施。磁路不对称，将会产生轴电流，当其他高频分量所产生的电流结合一起作用时，轴电流将大为增加，从而导致轴承损坏，所以一般要采取绝缘措施。

(5) 对恒功率变频电动机, 当转速超过 3000/min 时, 采用耐高温的特殊润滑脂, 以补偿轴承的温度升高。

### 3 西门子电机与国产电机特点比较

#### 3.1 效率高

西门子电机比国产电机效率提高 2-5%, 以一台 800KW 电机为例, 假设效率提高 3%, 每小时省电 24 度, 每天  $24 \times 24 = 576$  度, 每年  $576 \times 365 \times 90\% = 189216$  度, 每年节约电费:  $189216 \times 0.4 = 75686.4$  元, 西门子一台 800KW 电机与国产电机差价几万元, 一年时间左右即可全部收回增加的成本;

#### 3.2 轴承寿命长

西门子电机轴承寿命比国产电机长 2-4 倍;

#### 3.3 结构紧凑

西门子电机采用铸壳式, 而且西门子电机转子铸铝一次成型, 鼠笼内部不存在应力, 转子寿命高。

#### 3.4 体积小

同功率西门子电机中心高比国产电机低 1-2 档, 体积约为国产电机的 2/3;

#### 3.5 质量可靠

西门子电机定子绕组采用真空压力, 浸漆技术, 浸漆质量可靠, 而且西门子电机转子铸铝一次成型, 鼠笼内部不存在应力, 转子寿命高。

### 4 结论

从以上的分析可以看出, 变频电机相对于普通异步电动机来说, 由于其特殊的电磁和结构设计, 使其过载能力强、启动性能、效率和功率因数高, 可靠性强。尤其改善了电动机对非正弦波电源的适应能力, 且适应整个频率段运行, 对于变频调速系统而言, 无疑有普通电动机无法比拟的优点。

西门子变频电机又以其高效、可靠、体积小等特点, 占据了很大的变频调速系统市场。