

The background features a complex technical illustration. It includes several interlocking gears of various sizes, some rendered in white and others in a semi-transparent grey. These gears are set against a dark blue background with a grid of light blue dots and lines, suggesting a digital or circuit board theme. The overall aesthetic is futuristic and industrial.

项目七 常见电机及变频器原理及选型

7.2变频器工作原理及控制方式

交流异步电机在电网直接供电时是一种速度确定的电机。然而在许多应用中，我们需要能够改变电机速度。最常用的控制交流异步电机速度的方法是改变供电电压的频率。用于这种目的的交流驱动装置称为变频器。工业上典型的变频器品牌有西门子、三菱、台达等，其外形如图所示。



台达MS300变频器



西门子机柜式变频器

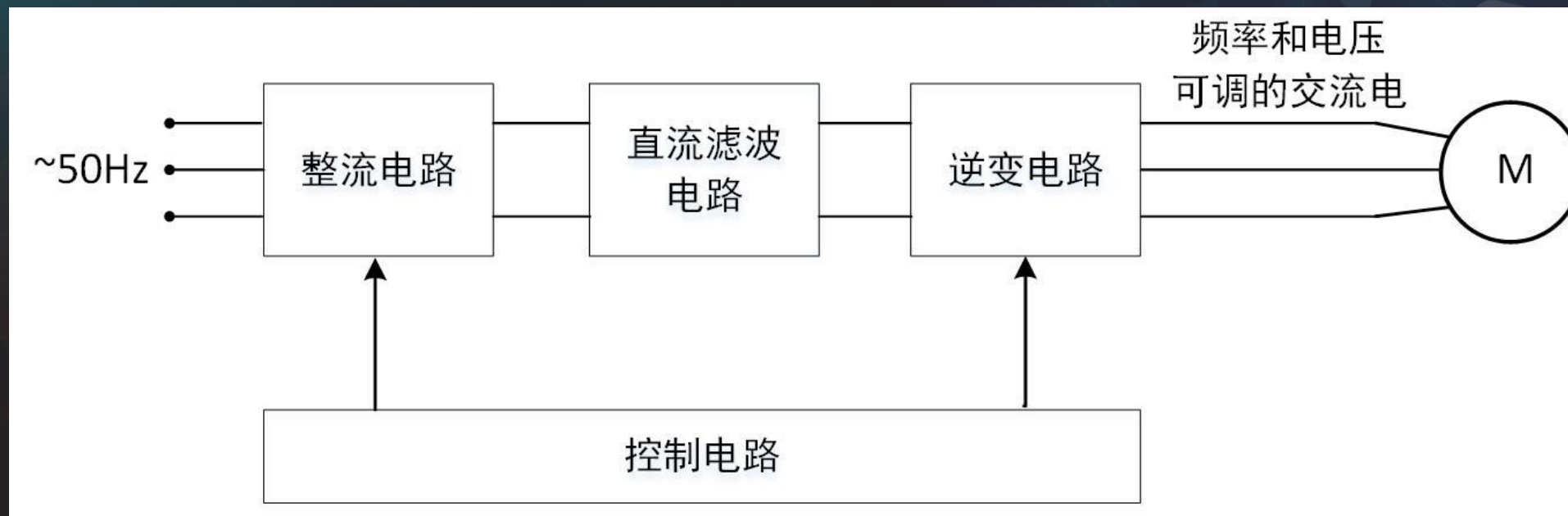
一、变频器的认知

我们使用的电源分为交流电源和直流电源，一般的直流电源大多是由交流电源通过变压器变压，整流滤波后得到的。

交流电源分为：单相交流电源和三相交流电源，其电压和频率均按各国的规定有一定的标准。如我国大陆规定，单相交流电压为220V，三相交流电压为380V，频率为50Hz。其他国家有单相100V/60Hz，三相200V/60Hz等等，标准的电压和频率的交流供电电源叫工频交流电。

二、变频器的基本原理

变频器主要由整流、滤波、逆变、制动单元、驱动单元、检测单元微处理单元等组成。



三、变频器的基本控制方式

按照工作原理对变频器进行分类时，可以根据它的工作原理发展历程分为U/f控制方式、转差频率控制方式、矢量控制方式和直接转矩控制方式等4种。

1、U/f控制方式（也称标量控制）

① 原理

根据异步电机的运行特性可知，如果保持 U/f 常量，可以得到较好的稳态性能，这是基于三相异步电机稳态模型的一种控制方法。早期的通用型变频器基本上采用 U/f 控制方法，称之为恒压频比控制方法，也就是通过电压/频率的值保持一定而得到所需要的转矩特性。

② 特点

U/f 控制是一种**开环控制**方式，其精度和动态稳定性都不是十分的理想，尤其在低速区电压调整比较困难，难以得到较大的调速范围。由于它的控制方式比较简单，所以相比之下，控制电路成本也较低。

③ **应用**：这种控制方式一般应用于对控制精度要求不高的**风机、水泵类、传送带**的调速系统中。



2、转差频率控制方式

转差频率控制实际上是一种**闭环标量的转速、转矩控制方式**，是对 U/f 控制方式的一种改进，与开环的 U/f 控制方式相比，**在负载转矩发生较大变化时仍然能够达到较高的速度精度并具有良好的转矩特性。**

□ 特点

需要在异步电机的轴上**安装速度传感器**检测电机的实际转速，控制电路也稍微复杂一些，同时它也有一些缺陷，如它的响应速度还比较慢，并且需要高精度的速度传感器。

3、矢量控制方式

前两种控制方式均基于异步电动机的稳态数学模型，适用于要求不高的调速场合，主要目的是为了节能。

原理

矢量控制的基本思想是：把异步电机经坐标变换后等效成直流电机，然后仿照直流电机的控制方法，求得与直流电机一样的控制方法；再经过相应的逆变换，就可以控制交流电机了。

比如西门子公司MM440变频器即具有矢量控制功能，矢量控制是一种高性能的控制方式，采用矢量控制的交流调速系统在调速特性上可以与直流电动机相媲美。

4、直接转矩控制方式

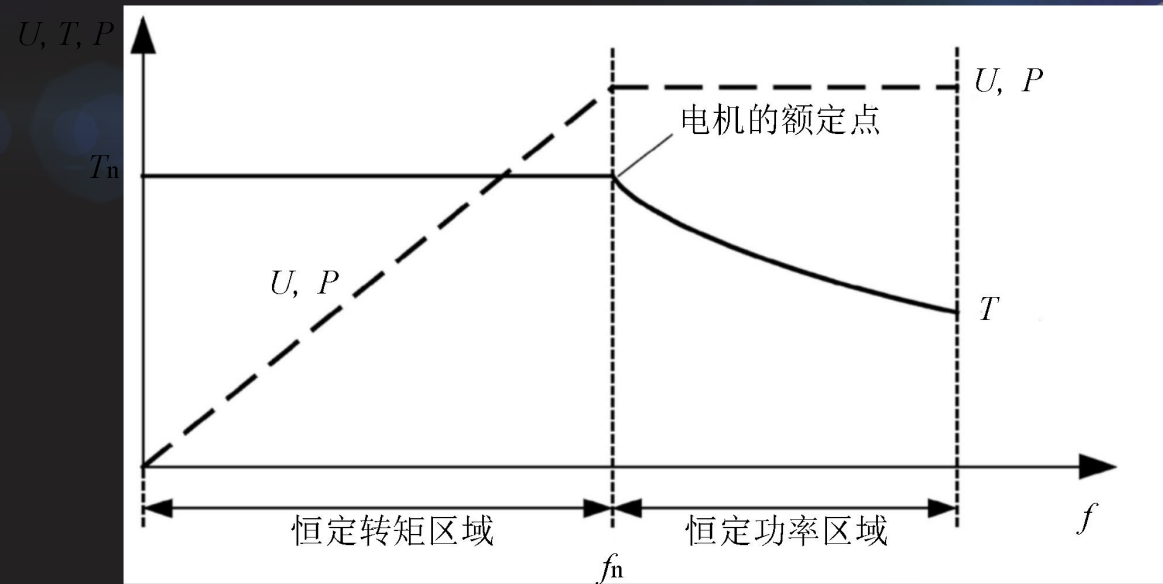
继矢量控制系统之后，1985年德国鲁尔大学Depenbrock教授首先提出了另一种高动态性能的交流电机变压变频调速系统——直接转矩控制（Direct Torque Control简称DTC）系统。直接转矩控制与矢量控制不同，它不是通过控制电流、磁链等来间接控制转矩，而是把转矩直接作为被控量来控制，这种方法得到许多研究者的关注，正在进一步研究和完善。目前，已经有产品问世，比如ABB公司的ACS6000系列变频器。

四、变频器的变速运行

通用标准型变频器内部包含U/f控制和矢量控制两种控制方式，可通过参数设定选择控制方式。

1、U/f控制

如图所示，为了保持磁通量恒定，必须使电压 U 和频率 f 成比例变化，以保持恒定的励磁电流和磁通。这些前提是 U/f 特性曲线控制的基础。而弱磁区域在电机额定频率上方，也就是达到最大电压的位置，这时候频率增大时磁通量和最大转矩降低。



1、U/f控制

① 基频以下调速

一台变频器可以在几赫兹到额定频率的恒磁通下运行电机。因为磁通保持常数，电机以恒转矩运行。因此，这个运行范围称为恒转矩范围，如图所示。例如，对一台标准的交流460V、50Hz电机，压频比为 $V/Hz=460/50=9.2$ 。在50Hz，电机典型运行速度是如铭牌给出的1550rpm。为了使电机在基速的一半（775rpm）运行，变频器将使电机的电压下降到交流230V，频率25Hz，这样V/Hz比仍然是9.2。

② 基频以上调速

在有些应用中，电机必须运行在比基速更快的速度，这个区域称为恒功率区。此时，电压保持常数，而速度（频率）增加，因此转矩必须减小以保持功率不变。

2、矢量控制

根据设定值给定方式，矢量控制可分为：**转速控制和转矩/电流控制**（统称为：转矩控制）。

相对于 U/f 控制，矢量控制具有以下优点：

- ① 负载和设定值变化时更稳定；
- ② 负载变化时调节时间更短（故障响应特性更好）；
- ③ 能以最大满转矩进行加速和制动；
- ④ 不管是电机作为电动机运行还是作为发电机运行（即再生馈电），都可以通过可设定的转矩限幅保护电机；
- ⑤ 驱动和制动力矩的控制不受转速影响，在转速为 0 时能达到满起动转矩。

The background is a deep blue space-themed scene. At the top center, a small, dark blue planet with a thin white ring is visible. Below it, a larger, glowing blue planet with a white horizon line is shown, representing Earth from space. The bottom half of the image is dominated by a view of Earth's surface, showing continents and city lights. On the left and right sides, there are large, semi-circular, abstract geometric patterns in white and light blue, resembling a futuristic city plan or a complex data network. A bright, multi-colored lens flare (red, orange, yellow, green, blue) is positioned on the right side, adding a sense of depth and light. The overall aesthetic is clean, modern, and technological.

谢谢