

制作人：林建红
制作日期：2003.03.19
点击品牌 城市 各 地 电 话 网 址 地 址
代理或分销商
ADLEE（爱德利） ALPHA（阿尔法） AMBITION（安邦信） （奥托） AVANSYS（安圣） CHNT（正泰） CONVO（康沃） CUTES（九德松益） DELTA（台达） （东冈）（凤凰） （富华） FULING（富凌）
GREAT（格立特） HARVEST（利德华福） HOLIP（海利）
HOSEDA（贺盛达） （惠丰） JALING（佳灵） （建业） （精良）
（开诚） （凯奇） （利佳） （隆达） LUDOU（鲁都）
（美高） NANYU（南昱） （欧林） （鹏都鑫） POWTRAN（普传）
（清华同方） （森兰） （盛华） （士林）
SINOCO（世嘉天瑞） SOLCON（伟达） Sunpearl（宁茂）
SUNSING（先行） TAIAN（台安） TECO（东元） （腾龙）
TIME（时代） （智通） （星河） （星辰） （维晶美） ZENER（吉纳）

欧美变频器

产品性能比较目录 制作人：

制作日期：2003.03.19
点击品牌 国家 中国总部 电 话 网 址 地 址
代理或分销商
ABB（阿西亚·布郎·勃法瑞） 瑞士 www.abb.com.cn
AB（罗克韦尔） 美国 www.automation.rockwell.com
ASIROBICON（安萨尔） 美国
CT
Danfoss（丹佛斯） EURO（欧陆） GE（通用） 美国
KEB（科比） 德国 LENZE（伦茨） MOELLER（默勒） 德国
PDL ROBICON（罗宾康） 美国 Schneider（施耐德） 法国
SEW 意大利 SIEMENS（西门子） 德国 www.ad.siemens.com.cn
SITI
TE

产品性能比较目录 制作人：
制作日期：2003.03.19
点击品牌 国家 中国总部 电 话 网 址 地 址
代理或分销商
FUJI（富士） HITACHI（日立） KASUGA（春日） LG产电
MEIDEN（明电舍） MITSUBISHI（三菱） OMRON（欧姆龙）
Panasonic（松下电器） National（松下电工） SANKEN（三垦）
TOSHIBA（东芝） www.sankenld.com
YASKAWA（安川） www.yaskawa.com（东洋）（阳冈）（现代）
（三星）

从以下几方面比较：

分类方式 规格 产地 型号 功率模块型号、厂家
标准适配电动机（KW） 相数 电压 频率 电压允许波动
输入电源 频率允许波动 瞬时低电压耐量 额定输入电流（A）
需要电源容量（KVA） 额定容量（KVA） 额定输出电压（V）
输出额定 额定输出电流（A） 额定过载电流（A）
额定输出频率（Hz） 最高输出频率（Hz） 基本频率
起动频率 载波频率 频率精度（稳定度） 输出频率 频率分辨率
调速范围 调速精度 最大瞬时起动力矩 最大瞬时电流
制动力矩 电压/频率比 自身参数 噪声值（dBA）
基本特性 自身消耗功率 内部直流电源 控制方式
电压/频率特性 转矩提升 加减速时间 瞬时停电再起动
滑差补偿 控制特性 速度搜索 过力矩检测 力矩限制
16段速运行 S字加减速 力矩补偿 频率跳跃
直流制动 PID控制 冷却风扇ON/OFF功能 过流保护
过压保护 欠压保护 过热保护 输出接地保护
保护功能 输出短路保护 输入缺相保护 I/O端子短路保护
电机过载保护 堵转保护 欠载保护 失速防止
过热保护 符合标准的推荐条件 产品认证 CE标志

保护等级 工作位置 安装海拔高度 环境温度 相对湿度

使用环境 污染等级 大气压强 正弦振动 冲击

自由下落 0-10V模拟电压输入 0（4）-20mA电流输入

模拟输入 模拟给定输入 PTC温度输入 频率输出（0-20mA）

控制回路 模拟输出 电流输出（0-20mA） 接线端子 容量

数字输入 点数 容量 继电器输出 点数 电压

辅助电源 点数 线路电抗器 电机电抗器 滤波器

制动单元 电阻器 可选件 I/O扩展卡 通信卡

PC软件 控制面板 面板安装组件 面板连线

变频器接地保护的原理是这样的:

在变频器的内部的直流电源部分的输出(连接到逆变器)的两根线上分别有两个霍尔器件.在正常情况下,流出直流源(流入逆变器)的电流和流回直流源(从逆变器流回)的电流是相等的.两个霍尔器件上的电压是平衡的.一旦发生接地故障,流出直流源的电流同流回直流源的电流不等,两个两个霍尔器件上的电压不等,变频器检测到这种情况,就立刻发出报警信号,实施接地保护.所以接地保护的基本原理并不是靠出现了较大的接地短路电流来进行保护的.

王仁祥：《矢量控制与直接转矩控制技术》

矢量控制实现的基本原理是通过测量和控制异步电动机定子电流矢量，根据磁场定向原理分别对异步电动机的励磁电流和转矩电流进行控制，从而达到控制异步电动机转矩的目的

。具体是将异步电动机的定子电流矢量分解为产生磁场的电流分量(励磁电流)和产生转矩的电流分量(转矩电流)分别加以控制，并同时控制两分量间的幅值和相位，即控制定子电流矢量，所以称这种控制方式称为矢量控制方式。矢量控制方式又有基于转差频率控制的矢量控制方式、无速度传感器矢量控制方式和有速度传感器的矢量控制方式等。

基于转差频率控制的矢量控制方式同样是在进行 U/f ＝恒定控制的基础上，通过检测异步电动机的实际速度 n ，并得到对应的控制频率 f ，然后根据希望得到的转矩，分别控制定子电流矢量及两个分量间的相位，对通用变频器的输出频率 f 进行控制的。基于转差频率控制的矢量控制方式的最大特点是，可以消除动态过程中转矩电流的波动，从而提高了通用变频器的动态性能。早期的矢量控制通用变频器基本上都是采用的基于转差频率控制的矢量控制方式。

无速度传感器的矢量控制方式是基于磁场定向控制理论发展而来的。实现精确的磁场定向矢量控制需要在异步电动机内安装磁通检测装置，要在异步电动机内安装磁通检测装置是很困难的，但人们发现，即使不在异步电动机中直接安装磁通检测装置，也可以在通用变频器内部得到与磁通相应的量，并由此得到了所谓的无速度传感器的矢量控制方式。它的基本控制思想是根据输入的电动机的铭牌参数，按照转矩计算公式分别对作为基本控制量的励磁电流（或者磁通）和转矩电流进行检测，并通过控制电动机定子绕组上的电压的频率使励磁电流（或者磁通）和转矩电流的指令值和检测值达到一致，并输出转矩，从而实现矢量控制。

采用矢量控制方式的通用变频器不仅可在调速范围上与直流电动机相匹配，而且可以控制异步电动机产生的转矩。由于矢量控制方式所依据的是准确的被控异步电动机的参数，有的通用变频器在使用时需要准确地输入异步电动机的参数，有的通用变频器需要使用速度传感器和编码器，并需使用厂商指定的变频器专用电动机进行控制，否则难以达到理想的控制效果。目前新型矢量控制通用变频器中已经具备异步电动机参数自动检测、自动辨识、自适应功能，带有这种功能的通用变频器在驱动异步电动机进行正常运转之前可以自动地对异步电动机的参数进行辨识，并根据辨识结果调整控制算法中的有关参数，从而对普通的异步电动机进行有效的矢量控制。除了上述的无传感器矢量控制和转矩矢量控制等，可提高异步电动机转矩控制性能的技术外，目前的新技术还包括异步电动机控制常数的调节及与机械系统匹配的适应性控制等，以提高异步电动机应用性能的技术。为了防止异步电动机转速偏差以及在低速区域获得较理想的平滑转速，应用大规模集成电路并采用专用数字式自动电压调整（AVR）控制技术的控制方式，已实用化并取得良好的效果。

直接转矩控制也称之为“直接自控制”，这种“直接自控制”的思想是以转矩为中心来进行磁链、转矩的综合控制。和矢量控制不同，直接转矩控制不采用解耦的方式，从而在算法上不存在旋转坐标变换，简单地通过检测电机定子电压和电流，借助瞬时空间矢量理论计算电机的磁链和转矩，并根据与给定值比较所得差值，实现磁链和转矩的直接控制。

直接转矩控制技术，是利用空间矢量、定子磁场定向的分析方法，直接在定子坐标系下分析异步电动机的数学模型，计算与控制异步电动机的磁链和转矩，采用离散的两点式调节器（Band—Band控制），把转矩检测值与转矩给定值作比较，使转矩波动限制在一定的容差范围内，容差的大小由频率调节器来控制，并产生PWM脉宽调制信号，直接对逆变器的开关状态进行控制，以获得高动态性能的转矩输出。它的控制效果不取决于异步电动机的数学模型是否能够简化，而是取决于转矩的实际状况，它不需要将交流电动机与直流电动机作比较、等效、转化，即不需要模仿直流电动机的控制，由于它省掉了矢量变换方式的坐标变换与计算和为解耦而简化异步电动机数学模型，没有通常的PWM脉宽调制信号发生器，所以它的控制结构简单、控制信号处理的物理概念明确、系统的转矩响应迅速且无超调，是一种具有高静、动态性能的交流调速控制方式。与矢量控制方式比较，直接转矩控制磁场定向所用的是定子磁链，它采用离散的电压状态和六边形磁链轨迹或近似圆形磁链轨迹的概念。只要知道定子电阻就可以把它观测出来。而矢量控制磁场定向所用的是转子磁链，观测转子磁链需要知道电动机转子电阻和电感。因此直接转矩控制大大减少了矢量控制技术中控制性能易受参数变化影响的问题。直接转矩控制强调的是转矩的直接控制与效果。与矢量控制方法不同，它不是通过控制电流、磁链等量来间接控制转矩，而是把转矩直接作为被控量，对转矩的直接控制或直接控制转矩，既直接又简化。

王仁祥：《通用变频器矢量控制的基本原理》

通用变频器矢量控制的基本原理

矢量控制的基本原理是通过测量和控制异步电动机定子电流矢量，根据磁场定向原理分别对异步电动机的励磁电流和转矩电流进行控制，从而达到控制异步电动机转矩的目的。具体是将异步电动机的定子电流矢量分解为产生磁场的电流分量(励磁电流)和产生转矩的电流分量(转矩电流)分别加以控制，并同时控制两分量间的幅值和相位，即控制定子电流矢量，所以称这种控制方式称为矢量控制方式。矢量控制方式又有基于转差频率控制的矢量控制方式、无速度传感器矢量控制方式和有速度传感器的矢量控制方式等。

基于转差频率控制的矢量控制方式同样是在进行 U/f ＝恒定控制的基础上，通过检测异步电动机的实际速度 n ，并得到对应的控制频率 f ，然后根据希望得到的转矩，分别控制定子电流矢量及两个分量间的相位，对通用变频器的输出频率 f 进行控制的。基于转差频率控制的矢量控制方式的最大特点是，可以消除动态过程中转矩电流的波动，从而提高了通用

变频器的动态性能。早期的矢量控制通用变频器基本上都是采用的基于转差频率控制的矢

量控制方式。

无速度传感器的矢量控制方式是基于磁场定向控制理论发展而来的。实现精确的磁场定向矢量控制需要在异步电动机内安装磁通检测装置，要在异步电动机内安装磁通检测装置是很困难的，但人们发现，即使不在异步电动机中直接安装磁通检测装置，也可以在通用变频器内部得到与磁通相应的量，并由此得到了所谓的无速度传感器的矢量控制方式。它的基本控制思想是根据输入的电动机的铭牌参数，按照一定的关系式分别对作为基本控制量的励磁电流（或者磁通）和转矩电流进行检测，并通过控制电动机定子绕组上的电压的频率使励磁电流（或者磁通）和转矩电流的指令值和检测值达到一致，并输出转矩，从而实现矢量控制。

采用矢量控制方式的通用变频器不仅可在调速范围上与直流电动机相匹配，而且可以控制异步电动机产生的转矩。由于矢量控制方式所依据的是准确的被控异步电动机的参数，有的通用变频器在使用时需要准确地输入异步电动机的参数，有的通用变频器需要使用速度传感器和编码器，并需使用厂商指定的变频器专用电动机进行控制，否则难以达到理想的控制效果。目前新型矢量控制通用变频器中已经具备异步电动机参数自动辨识、自适应功能，带有这种功能的通用变频器在驱动异步电动机进行正常运转之前可以自动地对异步电动机的参数进行辨识，并根据辨识结果调整控制算法中的有关参数，从而对普通的异步电动机进行有效的矢量控制。除了上述的无传感器矢量控制和转矩矢量控制等，可提高异步电动机转矩控制性能的技术外，目前的新技术还包括异步电动机控制常数的调节及与机械系统匹配的适应性控制等，以提高异步电动机应用性能的技术。为了防止异步电动机转速偏差以及在低速区域获得较理想的平滑转速，应用大规模集成电路并采用专用数字式自动电压调整（AVR）控制技术的控制方式，已实用化并取得良好的效果。

通用变频器的新技术

（1）低电磁噪音、静音化 新型通用变频器除了采用高频载波方式的正弦波SPWM调制实现静音化外，还在通用变频器输入侧加交流电抗器或有源功率因数校正电路APFC，而在逆变电路中采取Soft-PWM控制技术等，以改善输入电流波形、降低电网谐波，在抗干扰和抑制高次谐波方面符合EMC国际标准，实现所谓的清洁电能的变换。如三菱公司的柔性PWM控制技术，实现了更低噪音运行。

（2）专用化 新型通用变频器为更好地发挥变频调速控制技术的独特功能，并尽可能满足现场控制的需要，派生了许多专用机型如风机水泵空调专用型、起重机专用型、恒压供水专用型、交流电梯专用型、纺织机械专用型、机械主轴传动专用型、电源再生专用型、中频驱动专用型、机车牵引专用型等。

（3）系统化 通用变频器除了发展单机的数字化、智能化、多功能化外，还向集成化、系统化方向发展。如西门子公司提出的集通讯、设计和数据管理三者于一体的“全集成自动化”（TIA）平台概念，可以使变频器、伺服装置、控制器及通讯装置等集成配置，甚至自动化和驱动系统、通讯和数据管理系统都可以像驱动装置通常嵌入“全集成自动化”系统那样进行，目的是为用户提供最佳的系统功能。

（4）网络化 新型通用变频器可提供多种兼容的通信接口，支持多种不同的通信协议，内装RS485接口，可由个人计算机向通用变频器输入运行命令和设定功能码数据等，通过选件可与现场总线：Profibus-DP、Interbus-S、Device Net、Modbus Plus、CC-Link、LONWORKS、Ethernet、CAN Open、T-LINK等通讯。如西门子、VACON、富士、日立、三菱、普传、台安、东洋等品牌的通用变频器，均可通过各自可提供的选件支持上述几种或全部类型的现场总线。

（5）“易于使用”的模式 新型通用变频器机内固化的“调试指南”会引导你一步一步地填入调试表格，无需记住任何参数，充分体现了易操作性。如西门子公司的一代MICROMASTER420/440因采用了一种称为“易于使用”的成功概念，使得在连接技术、安装和调试方面的操作变得非常简单。

（6）参数趋势图形 新型通用变频器的参数趋势图可适时地显示各信号的现时运行状态，用户在调试过程中，可随时监控和记录运行参数。如西门子公司的一代MICROMASTER420/440的高级操作板AOP，可是变频器的参数上装或下装，可以通过现场总线的USS连接调试和控制多达31台变频器驱动装置。AOP可以存储10组数据。存储在AOP中的各组数据可以直接装入其它的MICROMASTER420/440，或者通过USS装入。

（7）内置式应用软件 新型通用变频器可以内置多种应用软件，有的品牌可提供多达130余种的应用软件，以满足现场过程控制的需要，如PID控制软件、张力控制软件、速度级链、速度跟随、电流平衡、变频器功能设置软件、通讯软件等。变频器功能设置软件可以在WINDOWS95/98环境下设置变频器的功能及数据通讯。

（8）分布式应用 现代自动化工程趋于分布式方案，这就要求智能化设备必须是模块化、分布化，并且能与现代机器设备集成。这样不仅会在生产、机器设备调试和维护方面带来成本优势，而且为设备扩展带来高灵活性。作为通用变频器应与电动机集成，或将变频器尽可能直接安装到电动机所在位置，借助COMBIMASTER 411/MICROMASTER 411，可将整套驱动器从开关柜直接移到机器或设备处，使设备单元可使用很小的开关柜，或者甚至就无需使用。将变频器与电动机集成的另一优点是，开关柜内的热耗减少，因而可无需采取开关柜通风措施。此外，还能更容易地遵守电磁兼容标准，因为在电动机和变频器之间无需电缆连接，就不存在要求屏蔽的问题。同时，安装成本和布线成本或者电缆敷设费用也显著降低。而且，需要进行维护时，也可方便快捷地从电动机上取下变频器。可集成的变频器与标准电动机完全兼容，可直接很容易地安装到标准电动机的端子盒上，并固定。西门子公司的新系列MICROMASTER 411系列既是一种可集成的通用变频器。由于MICROMASTER 411系列通用变频器具有可通讯功能，因而可通过Profibus-DP接口与自动化环境集成在一起。具有用户操作方便，连接简单，并可通过串行接口RS232实现参数化，以及采用基本操作面板（BOP）或者高级操作面板（AOP）或PC机用调试软件等方法实现运行控制。

（9）参数自调整 用户只要设定数据组编码，而不必逐项设置，通用变频器会将运行参数自动调整到最佳状态，

（10）功能设置软件化 通用变频器的功能可以在WINDOWS95/98环境下设置并下装，并可以进行数据通讯。

变频器专用电动机

变频器专用电动机一般是专门为了满足某一类通用变频器驱动需要而设计的，与此配套的专用变频器的各种内部参数也都是根据专用电动机的特性而设定的，其控制性能要高于普通的异步电动机。变频器专用电动机具有更好的转矩特性。此外，由于变频器专用电动机在设计上通常都还考虑了低速运转时的散热问题和高速运转时的动态平衡和轴承的承受能力等问题，当使用标准电动机难以得到所需的性能时，可以考虑选用变频器专用电动机或变频器电动机一体机，高性能要求的变频控制系统均采用变频器专用异步电动机。但是，由于变频器专用电动机需要和指定的变频器系列进行配合才能得到理想特性，在选用时应该加以注意。

专用异步电动机从外形结构、安装要求等方面来说，与通用标准异步电动机一样，但两者设计有些差别。通用标准异步电动机转子大多采用深槽、双笼槽或特殊槽等形式，以便得到高起动电阻和高漏电抗，提高起动转矩，减少起动电流。而专用异步电动机采用变频变压起动，不需采用高电阻方法起动，因此，专用异步电动机的转子电阻、槽形是从系统电源频率大小和变化范围来考虑设计的。通常异步电动机规定的额定频率是指正常运行的频率，一般只允许运行频率在额定频率附近的较小范围内变化。变频器专用异步电动机的运行频率变化范围很大，规定了基值频率，允许运行频率在基值频率基础上作较大范围的变化，以适应变频控制的要求，通常，取专用异步电动机的基值频率作为它的额定频率，它的长期运行极限按额定负载线确定。这样，专用异步电动机能适应变频调速控制系统的机械负载要求，专用异步电动机与逆变器也能达到优化匹配的要求。

专用异步电动机极数选择要比通用异步电动机的灵活些，通常相同情况下专用异步电动机极数要比通用异步电动机极数为多。通用变频器用于普通异步电动机存在高次谐波电流

、电压分量，谐波损耗较大，使电动机损耗增加，温升增高，输出功率下降。专用异步电动机铁心的磁通饱和程度低，铁心齿槽多，绕组漏抗低，绕组导线尺寸按不产生集肤效应为原则选择，绕组和铁心的设计兼顾了稳态和动态两者的要求，从而大大减少了谐波损耗，效率大幅度提高。为提高电动机热容量，专用异步电动机不仅采用较高绝缘等级，还采取特殊通风冷却方式，以满足变速下额定负载线以及过载运行的要求。

式 1 中：
$$n = \frac{60f_1}{p}(1-s)$$

f_1 ——电动机定子绕组的供电频率

p ——旋转磁场的极对数

s ——转差率，表示定子旋转磁场的同步转速 n_0 与 n 的关系： $n_0=n/(1-s)$

从（1）式中可见，改变异步电动机的供电频率 f_1 ，就可改变电动机的转速 n_0 和 n ，达到调速目的。

但 f_1 的升高或降低影响到异步电动机的其它参数，如定子绕组中的输入电压 U_1 ，输入电流 I_1 和磁通 Φ 。

三相异步电动机每相电压 U_1 有以下关系式 2：

摘要：对SIEMENS变频器在交流电机变频调速的应用过程

$$U_1 \approx E_1 = 4.44 f_1 N_1 K_1 \Phi$$

式中： U_1 ——定子相电压

E_1 ——定子相电动势

N_1 ——定子相绕组总匝数

K_1 ——基波绕组系数

Φ ——每极气隙磁通

中，出现的故障进行判断和分析，并提出解决的方法。

关键词：变频调速 交流电机 故障分析 解决方法

交流异步电动机是应用最广泛的一种动力机械。异步电动机所以能得到这样广泛的应用，是由于它结构简单、制造容易、运行可靠、维护方便，而且效率高、重量轻、价格低。但异步电动机存在的缺点之一是调速性能差。在生产中应用异步电动机由于工艺要求，需要电动机调速的场合，人们往往从二个方面着手解决。一方面是不用异步电动机而使用调速性能好的直流电动机。另一方面是应用新技术，使异步电动机的运行能够按照生产工艺要求进行调速。

交流异步电动机的变频调速的原理，可从异步电动机的转速方程得出。转速方程如下所示1：

CHANGZHI: 《什么是直接转矩控制》

直接转矩控制对交流传动来说是一个最优的电机控制方法，它可以对所有交流电机的核心变量进行直接控制。它开发出交流传动前所未有的能力并给所有的应用提供了益处。

DTC 直接转矩控制，是交流传动领域电机控制方式的一次革命，它从零速开始不使用电机轴上的脉冲码盘反馈就可以实现电机速度和转矩的精确控制。

在DTC中，定子磁通和转矩被作为主要的控制变量。高速数字信号处理器与先进的电机软件模型相结合使电机的状态每秒钟被更新40,000次。由于电机状态以及实际值和给定值的比较值被不断地更新，逆变器的每一次开关状态都是单独确定的。这意味着传动可以产生最佳的开关组合并对负载扰动和瞬时掉电等动态变化做出快速响应。在DTC中不需要对电压，频率分别控制的PWM调制器

直接转矩控制

直接转矩控制（Direct Torque Control——DTC），国外的原文有的也称为Direct self-control——DSC，直译为直接自控制，这种“直接自控制”的思想以转矩为中心来进行综合控制，不仅控制转矩，也用于磁链量的控制和磁链自控制。直接转矩控制与矢量控制的区别是，它不是通过控制电流、磁链等量间接控制转矩，而是把转矩直接作为被控量控制，其实质是用空间矢量的分析方法，以定子磁场定向方式，对定子磁链和电磁转矩进行直接控制的。1985年德国鲁尔大学的狄普布洛克（M.Dепенbrock）教授首先提出了基于六边形乃至圆形磁链轨迹的直接转矩控制理论，他称为Direct self-control——DSC。这种方法不需要复杂的坐标变换，而是直接在电机定子坐标上计算磁链的模和转矩的大小，并通过磁链和转矩的直接跟踪实现PWM脉宽调制和系统的高动态性能。

直接转矩控制的特征是控制定子磁链，是直接在定子静止坐标系下，以空间矢量概念，通过检测到的定子电压、电流，直接在定子坐标系下计算与控制电动机的磁链和转矩，获得转矩的高动态性能。它不需要将交流电动机化成等效直流电动机，因而省去了矢量变换中的许多复杂计算，它也不需要模仿直流电动机的控制，从而也不需要为解耦而简化交流电动机的数学模型，而只需关心电磁转矩的大小，因此控制上对除定子电阻外的所有电机参数变化鲁棒性良好，所引入的定子磁链观测器能很容易得到磁链模型，并方便地估算出同步速度信息，同时也很容易得到转矩模型，磁链模型和转矩模型就构成了完整的电动机模型，因而能方便地实现无速度传感器控制，如果在系统中再设置转速调节器，即可进一步得到高性能动态转矩控制了。需要说明的是，直接转矩控制的逆变器采用不同的开关器件，控制方法也有所不同。Depenbrock最初提出的直接自控制理论，主要在高压、大功率且开关频率较低的逆变器控制中广泛应用。目前被应用于通用变频器的控制方法是一种改进的、适合于高开关频率逆变器的方法。1995年ABB公司首先推出的ACS600系列直接转矩控制通用变频器，动态转矩响应速度已达到<2ms，在带速度传感器PG时的静态速度精度达±0.001%，在不带速度传感器PG的情况下即使受到输入电压的变化或负载突变的影响，同样可以达到±0.1%的速度控制精度。其他公司也以直接转矩控制为努力目标，如富士公司的FRENIC5000VG7S系列高性能无速度传感器矢量控制通用变频器，虽与直接转矩控制方式还有差别，但它也已做到了速度控制精度±0.005%，速度响应100Hz、电流响应800Hz和转矩控制精度±3%（带PG）。其他公司如日本三菱、日立、芬兰VASON等最新的系列产品采取了类似无速度传感器控制的设计，性能有了进一步提高。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/096015110000010122>