

TUJIE XIMENZI BIANPINQI RUMEN DAO SHIJIAN



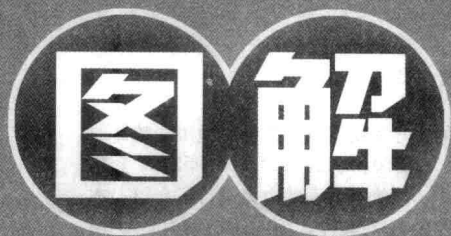
西门子变频器

入门到实践

李方园 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



西门子变频器

入门到实践

李方园 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书从变频器设计、使用以及维修人员的实际需要出发,介绍了通用变频器的理论,并对当前市场上主流的西门子 MM4、6SE70、G110/120/150 和 S120 变频器的规格、控制系统设计、功能、参数、操作、维修等方面的内容进行了介绍。本书通过图解的方式,功能说明深入细致,理论联系实际,面向工程应用,实用性强。

本书共分六章,主要内容包括通用变频器的工作原理与结构,西门子变频器的操作、通信、工程应用与设计、典型故障诊断及技术答疑,附录还给出了西门子变频器故障原因及对策。

本书适合广大变频器工程和设计人员,中、高级电工,相关院校的电气、自动化、机电一体化、应用电子技术等专业的学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

图解西门子变频器入门到实践/李方园编著. —北京:中国电力出版社, 2012. 3

ISBN 978 - 7 - 5123 - 2763 - 4

I. ①图… II. ①李… III. ①变频器—图解 IV. ①TN773-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 036816 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 http: //www. cepp. sgcc. com. cn)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

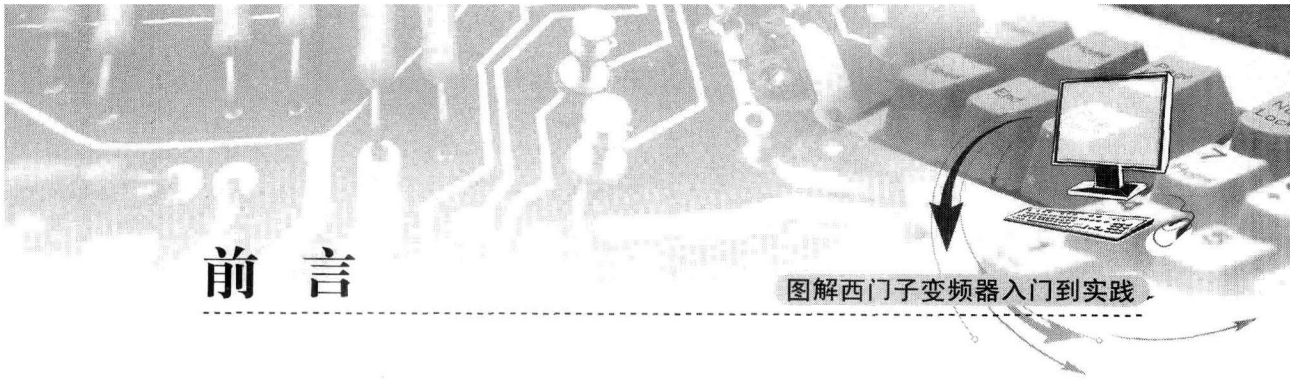
*

2012 年 5 月第一版 2012 年 5 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.625 印张 282 千字
印数 0001—3000 册 定价 27.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前 言

图解西门子变频器入门到实践

西门子在自动化领域是个享有盛誉的品牌,产品包括变频器、人机界面、PLC、伺服产品、自动化仪表等,几乎涉及了自动化控制的所有领域,其中西门子变频器性能稳定、组合功能丰富、转矩特性优良,在各行业中赢得了良好的口碑,在我国变频器市场占据着重要的地位。

本书从变频器设计、使用以及维修人员的实际需要出发,在介绍通用变频器理论的基础上,对当前市场上主流的西门子 MM4、6SE70、G110/120/150 和 S120 变频器的规格、控制系统设计、功能、参数、操作、维修等方面的内容进行了详细介绍。本书通过图解的方式,功能说明深入细致,理论联系实际,直接面向工程应用,实用性强。

本书共分六章。第一章介绍了通用变频器的工作原理与结构,从控制方式、频率给定方式、运转指令方式、启动制动方式等方面进行展开和阐述;第二章介绍了西门子变频器的操作;第三章介绍了西门子变频器的通信;第四章介绍了西门子变频器的工程应用与设计;第五章通过西门子变频器的典型故障案例分析介绍了变频器维护的基本方式和解决途径;第六章则对常见的三种类型西门子变频器进行了技术答疑。

在本书的编写过程中,得到了张永惠教授、李永东教授的大力支持,西门子公司、亚洲浆纸业集团、宁波钢铁有限公司、常州米高电子科技有限公司等厂家相关人员提供了典型案例和维护经验,另外,陈亚玲、叶明、陈贤富、沈阿宝、陈亚珠、李伟庄、章富科、方定桂、刘军毅、戴琴、王永行、刘伟红等也作出了贡献,在此一并致谢。

限于编者水平,不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

图解西门子变频器入门到实践

前言

第一章 通用变频器的工作原理与结构	1
第一节 变频器的构造与调速原理	1
第二节 变频器的功能与方式选择	7
第二章 西门子变频器的操作	16
第一节 西门子 MM4 系列变频器的初步认识	16
第二节 MM440 变频器的快速调试与参数设置	23
第三节 MM4 系列变频器参数的高级功能	35
第四节 西门子 6SE70 变频器的基本操作	43
第五节 西门子 SINAMICS G120 变频器的基本操作	54
第六节 西门子 SINAMICS S120 变频器的基本操作	66
第三章 西门子变频器的通信	75
第一节 西门子变频器与 PC 通过 DriveMonitor 进行通信	75
第二节 西门子变频器与 PC 通过 STARTER 进行通信	79
第三节 MM4 系列变频器与 S7-200 PLC 进行通信	92
第四节 MM440 变频器与 S7-1200 PLC 进行 USS 通信	99
第五节 西门子变频器与 S7-300 PLC 进行 PROFIBUS 通信	104
第六节 基于 Drive ES for PCS7 的 MM440 应用	113
第七节 SINAMICS S120 与 HMI 直接通信	116
第四章 西门子变频器的工程应用与设计	120
第一节 西门子 6SE70 变频器的抱闸控制	120
第二节 西门子 MM440 变频器在位置控制中的应用	124
第三节 西门子 MM4 系列变频器在泵控制中的工程应用	127
第四节 西门子 MM440 变频器在冶金工业中的应用	131
第五章 西门子变频器典型故障诊断	141
第一节 罐车系统变频器过电流的处理	141
第二节 茶叶机变频器过电压的处理	144
第三节 装矿站电振电动机轴承故障的处理	148
第四节 变频器驱动电路故障的处理	151

第五节 其他与变频器相关的故障.....	155
第六章 西门子变频器技术答疑	163
第一节 西门子 S120 变频器技术答疑	163
第二节 西门子 MM4 变频器技术答疑	168
第三节 西门子 G110/G120/G150 变频器技术答疑	170
附录 西门子变频器故障原因及对策	175
参考文献	180

通用变频器的工作原理与结构



项目导读

变频器是从 20 世纪中后期发展起来的一种交流调速设备。它是在传统的交流电动机调速困难、传统的交变速设备结构复杂且效率和可靠性均不尽人意的情况下出现的。通过使用变频器交流电动机的调速范围和调速性能均大为提升，交流电动机逐渐代替直流电动机，甚至是以往只能用直流电动机的转矩控制领域。

第一节 变频器的构造与调速原理

一、变频器的调速原理

交流变频器的主要调速对象是交流感应电动机，变频调速的过程中，其输出电压和输出频率的变化必须遵守一定的规则，这就是我们通常所说的变频变压（VVVF）的基本原则。

（一）变频变压的基本原则

由电动机学理论可知三相感应电动机的转速为

$$n = \frac{60f(1-s)}{p} \quad (1-1)$$

式中： n 为电动机的转速； f 为交流电源的频率； p 为极对数； s 为转差率。

由式（1-1）可知，改变交流电动机转速的方法有三种：变频调速、变极调速和变转差率调速。其中变转差率调速主要包括调压调速、串级调速和滑差调速。在变频调速之前，变转差率调速是主要的调速手段，但由于其调速范围窄、效率低，对电网污染较大，不能满足交流调速应用的广泛需求。

交流电动机是通过内部的旋转磁场来传递能量的，为了保证交流电动机能量传递的效率，必须保持气隙磁通量为恒定值。如果磁通量太小，则没有充分发挥电动机的能力，导致出力不足。反之，如果磁通量太大，铁心过度饱和，会导致励磁电流过大，严重时会使绕组过热而损坏电动机。因此，保持气隙磁通量的值恒定不变，是变频变压的基本原则。

三相异步电动机定子每相电动势的有效值为

$$E_g = 4.44f_1 N_1 \Phi_m \quad (1-2)$$

式中： E_g 为定子每相由气隙磁通感应的电动势的方均根值，V； f_1 为定子频率，Hz； N_1 为定子相绕组匝数； Φ_m 为每极磁通量，Wb。

由式（1-2）可见，只要控制好 E_g 和 f_1 ，便可达到控制磁通 Φ_m 的目的。下面分两种

情况说明。

1. 基频以下调速

要保持 Φ_m 不变, 当频率 f_1 从额定值 f_2 向下调时, 必须同时降低 E_g , 使 $\frac{E_{g1}}{f_1} = \frac{E_{g2}}{f_2} =$ 常值, 即采用恒定的电动势频率比的控制方式。

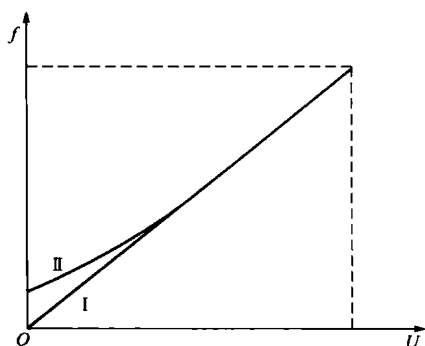


图 1-1 恒压频比控制特性

I—无补偿; II—带定子压降补偿

然而, 绕组中的感应电动势是难以直接控制的, 当电动势值较高时, 可以忽略定子绕组的漏磁阻抗压降, 而认为定子相电压 $U_1 \approx E_g$, 则 $\frac{U_1}{f_1} =$ 常值, 这是恒压频比的控制方式, 如图 1-1 中曲线 I 所示。

低频时, U_1 和 E_g 都较小, 定子阻抗压降不能再忽略。这时, 可以人为地把电压 U_1 提高一些, 以便近似地补偿定子压降, 如图 1-1 中曲线 II 所示。

2. 基频以上调速

在基频以上调速时, 频率可以从 f_{1N} 增大, 但电压 U_1 不能超过额定电压 U_{1N} , 最多只能保持 $U_1 = U_{1N}$, 这将迫使磁通与频率成反比地降低, 相当于直流电动机弱磁升速的情况。

把基频以上和基频以下两种调速情况结合起来, 可得出如图 1-2 所示的变压变频调速控制特性。如果电动机在不同转速下都达到额定电流, 即都能在温升允许条件下长期运行, 则转矩基本上随磁通变化。根据电气传动原理, 在基频以下, 磁通恒定时转矩也恒定, 属于恒转矩调速; 而在基频以上, 转速升高时转矩也降低, 基本上属于恒功率调速。

(二) 变频器的原理

变频器按照能量变换的环节可以分为交—交变频器和交—直—交变频器。交—交变频器是把频率固定的交流电直接变换成频率连续可调的交流电, 主要优点是没有中间环节, 故变换效率高, 但其连续可调的频率范围窄, 一般为额定频率的 1/2 以下, 故它主要用于容量较大的低速拖动系统中。交—直—交变频器是把频率固定的交流电整流成直流电, 再把直流电逆变成频率连续可调的三相交流电, 如图 1-3 所示。

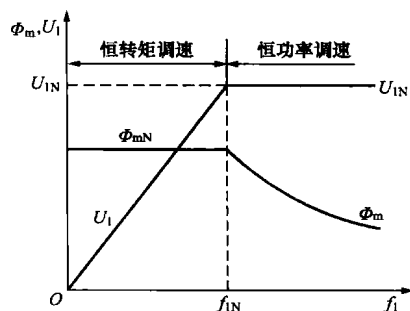


图 1-2 变压变频调速控制特性

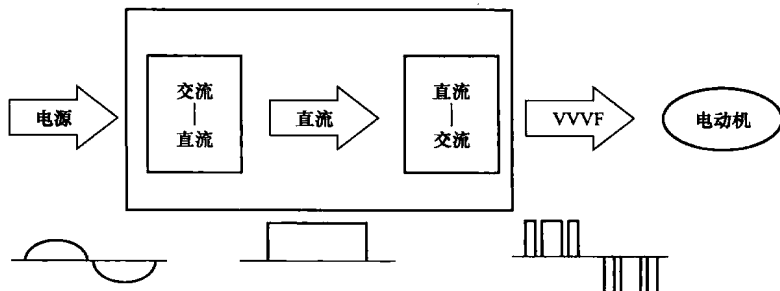


图 1-3 交—直—交变频器原理框图

交—直—交变频器按照直流环节的储能方式又可以分为电流型交—直—交变频器（见图 1-4）和电压型交—直—交变频器（见图 1-5）。电流型交—直—交变频器直流环节的储能元件是电感线圈，电压型交—直—交变频器的直流环节的储能元件是电容器，两者的区别在于前者输出电流的波形是脉宽调制波，后者输出电压的波形是脉宽调制波。如图 1-4、图 1-5 所示。

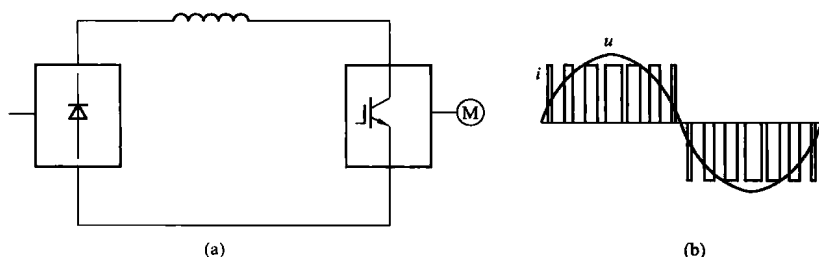


图 1-4 电流型交—直—交变频器

(a) 原理框图；(b) 输出波形

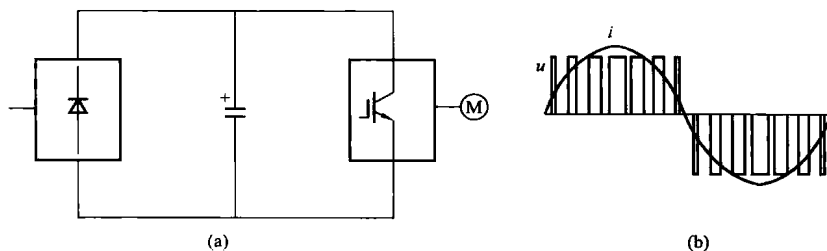


图 1-5 电压型交—直—交变频器

(a) 原理框图；(b) 输出波形

二、变频调速与其他调速方式的比较

交流电动机比直流电动机经济耐用得多，因而广泛应用于各行各业。在实际应用场合，往往要求电动机能随意调节转速，以获得满意的使用效果，但交流电动机在这方面比起直流电动机而言逊色得多，于是不得不借助其他手段调速。根据式 (1-1) 可知，感应电动机的调速方式有频率调节、磁极对数调节和转差率调节三大类，从而出现了目前常用的几种调速方法，如变极调速、调压调速、电磁调速、变频调速、液力耦合器调速、齿轮调速等。基于节能角度，通常把交流调速分为高效调速和低效调速。高效调速指基本上不增加转差损耗的调速方式，在调节电动机转速时转差率基本不变，不增加转差损失，或将转差功率以电能形式回馈电网或以机械能形式回馈机轴；低效调速则存在附加转差损失，在相同调速工况下其节能效果低于不存在转差损耗的调速方式。

属于高效调速方式的主要有变极调速、串级调速和变频调速；属于低效调速方式的主要有滑差调速（包括电磁离合器调速、液力耦合器调速、液粘离合器调速）、转子串电阻调速和定子调压调速。其中，液力耦合器调速和液粘离合器调速属于机械调速，其他均属于电气调速。变极调速和滑差调速方式适用于笼型异步电动机；串级调速和转子串电阻调速方式适用于绕线转子异步电动机；定子调压调速和变频调速既适用于笼型异步电动机，也适用于绕

线转子异步电动机；变频调速和机械调速还可用于同步电动机。

液力耦合器调速是将匹配合适的调速型液力耦合器安装在常规的交流电动机和负载（风机、水泵或压缩机）之间，从电动机输入转速，通过耦合器工作腔中高速循环流动的液体，向负载传递力矩和输出转速，只要改变工作腔中液体的充满程度即可调节输出转速。

液粘离合器调速是指利用液粘离合器作为功率传递装置完成转速调节的调速方式。液粘离合器是利用两组摩擦片之间接触来传递功率的一种机械设备，如同液力耦合器一样安装在笼型感应电动机与工作机械之间，在电动机低速运行的情况下，利用两组摩擦片之间摩擦力的变化无级地调节工作机械的转速。由于该方式存在转差损耗，是一种低效调速方式。

下面把不同电动机调速方式的一般性能和特点进行汇总，见表 1-1。

表 1-1 不同电动机调速方式的一般特性和特点

调速方式	转子串电阻	定子调压	电磁离合器	液力耦合器	液粘离合器	变极	串极	变频
调速方法	改变转子串电阻	改变定子输入调压	改变离合器励磁电流	改变耦合器工作腔充油量	改变离合器摩擦片间隙	改变定子极对数	改变逆变器的逆变角	改变定子输入频率和电压
调速性质	有级	无级	无级	无级	无级	有级	无级	无级
调速范围	50%~100%	80%~100%	10%~80%	30%~97%	20%~100%	2,3,4挡转速	50%~100%	5%~100%
响应能力	差	快	较快	差	差	快	快	快
电网干扰	无	大	无	无	无	无	较大	有
节电效果	中	中	中	中	中	高	高	高
初始投资	低	较低	较高	中	较低	低	中	高
故障处理	停机	不停机	停机	停机	停机	停机	停机	不停机
安装条件	易	易	较易	场地	场地	易	易	易
适用范围	绕线转子异步电动机	绕线转子异步电动机，笼型异步电动机	笼型异步电动机	笼型异步电动机及同步电动机	笼型异步电动机及同步电动机	笼型异步电动机	绕线转子异步电动机	异步电动机、同步电动机

三、通用变频器的结构

通用变频器，一般都采用交—直—交的方式，其基本结构如图 1-6 所示。通用变频器通常由主回路、控制回路部分组成。

（一）主回路

通用变频器的主回路包括整流部分、直流环节、逆变部分、制动或回馈环节等。

1. 整流部分

整流部分通常又被称为电网侧变流部分，是把三相或单相交流电整流成直流电。常见的

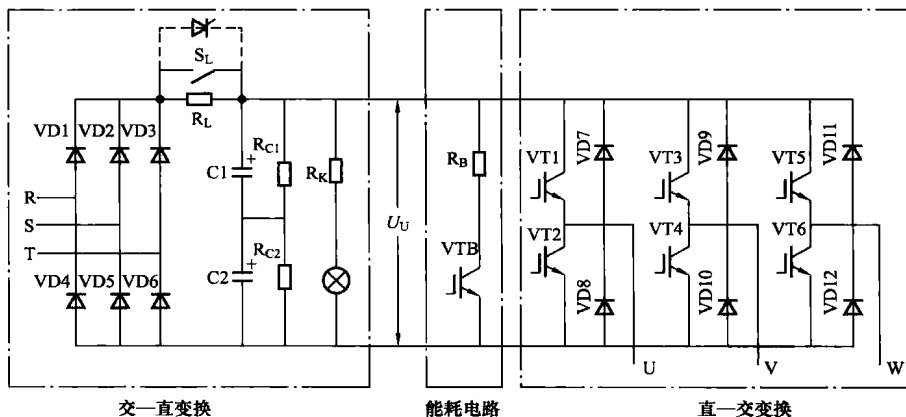


图 1-6 通用变频器的基本结构

低压整流部分是由二极管构成的不可控三相桥式电路或由晶闸管构成的三相可控桥式电路。对中压大容量的整流部分则采用多重化 12 脉冲以上的变流器。

2. 直流环节

由于逆变器的负载是异步电动机，属于感性负载，因此在中间直流部分与电动机之间总会有无功功率的交换，这种无功能量的交换一般都需要中间直流环节的储能元件（如电容或电感）来缓冲。

3. 逆变部分

逆变部分通常又被称为负载侧变流部分，它通过不同的拓扑结构实现逆变元件的规律性关断和导通，从而得到任意频率的三相交流电输出。常见的逆变部分是由 6 个半导体主开关器件组成的三相桥式逆变电路。

4. 制动或回馈环节

由于制动形成的再生能量在电动机侧容易聚集到变频器的直流环节形成直流母线电压的泵升，需及时通过制动环节将能量以热能形式释放或者通过回馈环节转换到交流电网中去。

制动环节在不同的变频器中有不同的实现方式。通常小功率变频器都内置制动环节，即内置制动单元，有时还内置短时工作制的标配制动电阻；中功率段的变频器可以内置制动环节，但需根据不同品牌变频器的选型手册而确定标配或选配；大功率段变频器的制动环节大多为外置。

至于回馈环节，则大多属于变频器的外置回路。

（二）控制回路

控制回路主要处理变频器的核心软件算法、电流电压信号检测传感、控制信号的输入输出、电路驱动和电路保护。

下面以通用变频器为例来介绍控制回路（如图 1-7 所示），它包括以下几个部分。

1. 开关电源

变频器的辅助电源采用开关电源，具有体积小、效率高等优点。电源输入为变频器主回路直流母线电压或将交流 380V 整流后作为电源。通过脉冲变压器的隔离变换和变压器二次

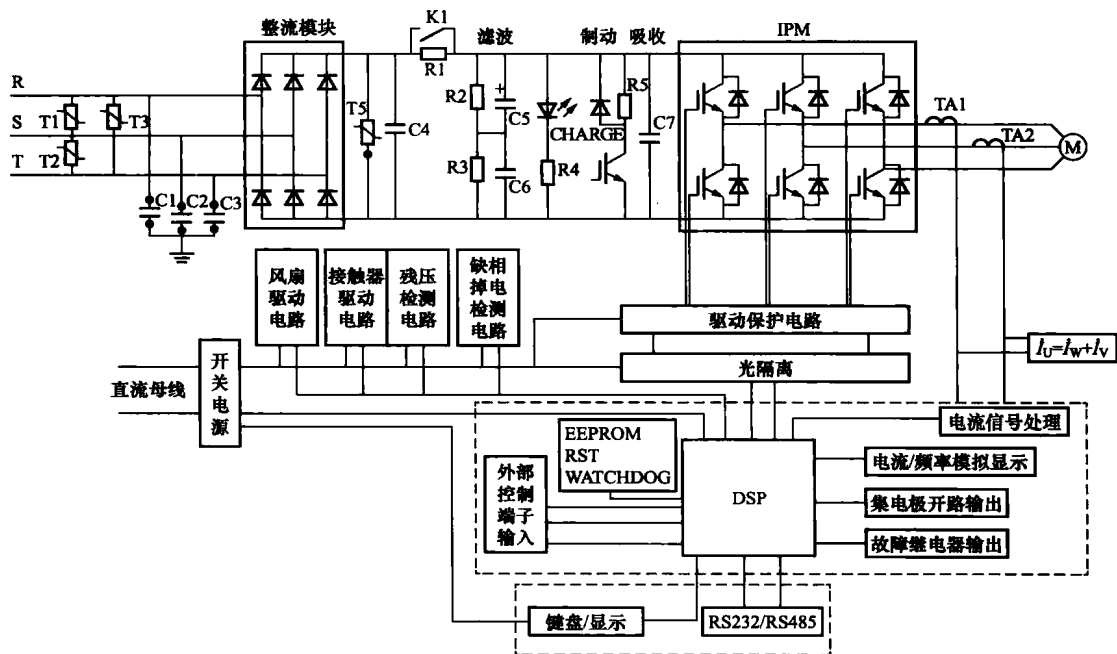


图 1-7 通用变频器控制回路

侧的整流滤波，可得到多路输出直流电压。其中+15、-15、+5V 共地，±15V 给电流传感器、运算放大器等模拟电路供电，+5V 给 DSP 及外围数字电路供电。相互隔离的 4 组或 6 组+15V 电源给 IPM 驱动电路供电。+24V 为继电器、直流风机供电。

2. DSP（数字信号处理器）

TD 系列变频器采用的 DSP 为 TMS320F240 型，主要完成电流、电压、温度采样，6 路脉冲宽度调制（Pulse Width Modulation, PWM）输出，各种故障报警输入，电流电压频率设定信号输入，还完成电动机控制算法的运算等。

3. 输入输出端子

变频器控制电路输入输出端子包括：

(1) 输入多功能选择端子、正反转端子、复位端子等。

(2) 继电器输出端子、开路集电极输出多功能端子等。

(3) 模拟量输入端子，包括外接模拟量给定用电源（12、10V 或 5V），模拟电压量频率设定输入和模拟电流频率设定输入。

(4) 模拟量输出端子，包括输出频率模拟量和输出电流模拟量等，用户可以选择 0~1mA 直流电流表或 0~10V 的直流电压表，显示输出频率和输出电流，也可以通过功能码参数进行选择输出信号。

4. SCI 口

TMS320F240 支持标准的异步串口通信，通信波特率可达 625kbit/s。其具有多机通信功能，通过一台上位机可实现多台变频器的远程控制和运行状态监视功能。

5. 操作面板部分

DSP 通过 SPI 口，与操作面板上相连，完成按键信号的输入、显示数据输出等功能。

第二节 变频器的功能与方式选择

一、变频器的控制方式

根据不同的变频控制理论，变频器的控制方式主要有以下三种。

1. $U/f=C$ (电压/频率=常数) 的正弦脉宽调制方式

该方式的特点是控制电路结构简单、成本较低，机械特性硬度也较好，能够满足一般传动的平滑调速要求，并已得到广泛应用。

但是，这种控制方式在低频时，由于输出电压较低，转矩受定子电阻压降的影响比较显著，使输出最大转矩减小。另外，采用该方式时，还具有以下缺点：交流电动机的机械特性终究没有直流电动机硬，动态转矩能力和静态调速性能都还不尽如人意，且系统性能不高、控制曲线会随负载的变化而变化，转矩响应慢、电动机转矩利用率不高，低速时因定子电阻和逆变器死区效应的存在而性能下降，稳定性变差等。

2. 矢量控制 (VC) 方式

矢量控制变频调速的做法是将异步电动机在三相坐标系下的定子电流通过三相—两相变换，等效成两相静止坐标系下的交流电流，再通过按转子磁场定向旋转变换，等效成同步旋转坐标系下的直流电流，即相当于直流电动机的励磁电流以及相当于与转矩成正比的电枢电流，然后模仿直流电动机的控制方法，求得直流电动机的控制量，经过相应的坐标反变换，实现对异步电动机的控制。

矢量控制的实质 (见图 1-8) 是将交流电动机等效为直流电动机，分别对速度、磁场两个分量进行独立控制。通过控制转子磁链，然后分解定子电流而获得转矩和磁场两个分量，经坐标变换，实现正交或解耦控制。

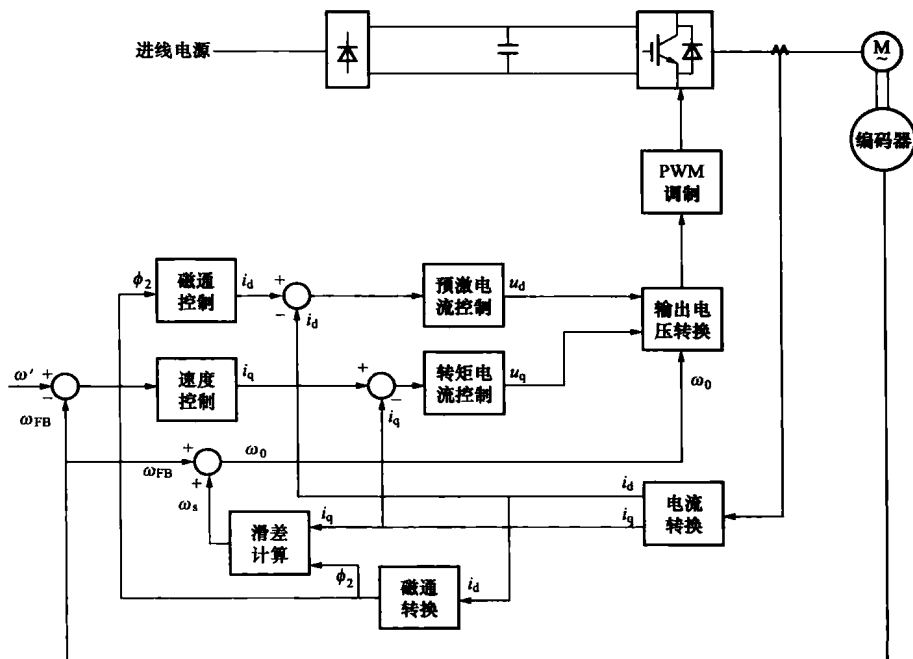


图 1-8 矢量控制示意图

3. 直接转矩控制 (DTC) 方式

直接转矩控制 (见图 1-9) 是直接定子坐标系下分析交流电动机的数学模型, 控制电动机的磁链和转矩。它不需要将交流电动机等效为直流电动机, 因而省去了矢量旋转变换中的许多复杂计算; 它不需要模仿直流电动机的控制, 也不需要为解耦而简化交流电动机的数学模型。

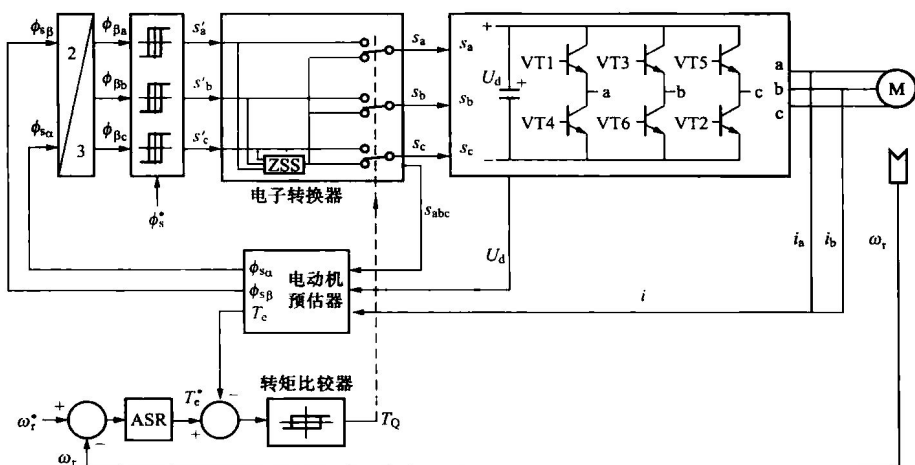


图 1-9 德国 Depenbrock 提出的直接转矩控制方案

二、变频器的频率给定方式

使用变频器时, 目的是通过改变变频器的输出频率, 即改变变频器驱动电动机的供电频率, 从而改变电动机的转速。如何调节变频器的输出频率呢? 关键是必须首先向变频器提供改变频率的信号, 这个信号称为频率给定信号。所谓频率给定方式, 就是调节变频器输出频率, 也就是提供给定信号的方式。

变频器常见的频率给定方式主要有操作器键盘给定、接点信号给定、模拟量给定、脉冲信号给定和通信给定等。这些方式各有优缺点, 必须根据实际需要进行选择设置, 同时也可以根据功能需要选择不同频率给定方式之间的叠加和切换。

1. 操作器键盘给定

操作器键盘给定是变频器最简单的频率给定方式, 用户可以通过变频器的操作器键盘上的电位器、数字键或上升下降键来直接改变变频器的设定频率, 如图 1-10 所示。

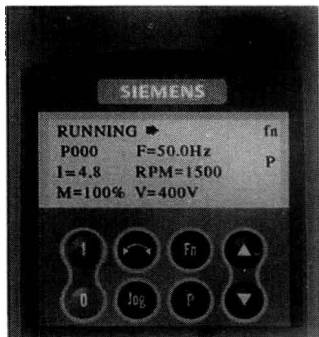


图 1-10 操作器键盘给定

操作器键盘给定的最大优点就是简单、方便、醒目 (可选配 LED 数码显示和中文 LCD 液晶显示), 同时又兼具监视功能, 即能够将变频器运行时的电流、电压、实际转速、母线电压等实时显示出来。如果选择键盘数字键或上升下降键给定, 则由于是数字量给定, 精度和分辨率非常高, 其中精度可达最高频率乘以 $\pm 0.01\%$ 、分辨率为 0.01Hz 。如果选择操作器上的电位器给定, 则属于模拟量给定, 精度稍低, 但由于无须像外置电位器的模拟量输入那样另外接线, 实用性非常高。

变频器的操作器键盘通常可以取下或者另外选配，再通过延长线安置在用户操作和使用方便的地方。一般情况下，延长线需要在 5m 以下，如距离要求较远时则不能简单地加长延长线，而是必须需要使用远程操作器键盘。

2. 接点信号给定

接点信号给定就是通过变频器的多功能输入端子的 UP 和 DOWN 接点来改变变频器的设定频率值。该接点可以外接按钮或其他类似于按钮的开关信号（如 PLC 或 DCS 的继电器输出模块、常规中间继电器）。

3. 模拟量给定

模拟量给定方式即通过变频器的模拟量端子从外部输入模拟量信号（电流或电压）进行给定，并通过调节模拟量的大小来改变变频器的输出频率。

模拟量给定中通常采用电流或电压信号，常见于电位器、仪表、PLC 和 DCS 等控制回路。电流信号一般为 $0 \sim 20\text{mA}$ 或 $4 \sim 20\text{mA}$ 。电压信号一般为 $0 \sim 10\text{V}$ 、 $2 \sim 10\text{V}$ 、 $0 \sim \pm 10\text{V}$ 、 $0 \sim 5\text{V}$ 、 $1 \sim 5\text{V}$ 、 $0 \sim \pm 5\text{V}$ 等。

电流信号在传输过程中，不受线路电压降、接触电阻及其压降、杂散的热电效应以及感应噪声等影响，抗干扰能力较电压信号强。但由于电流信号电路比较复杂，故在距离不远的情况下，仍以选用电压给定模拟量信号居多。

变频器通常都会有 2 个及以上的模拟量端子（或扩展模拟量端子），有些端子可以同时输入电压和电流信号（但必须通过跳线或短路块进行区分），因此变频器已经选择好模拟量给定方式后，还必须进行参数设置。

图 1-11 所示为某变频器的模拟量给定方式。

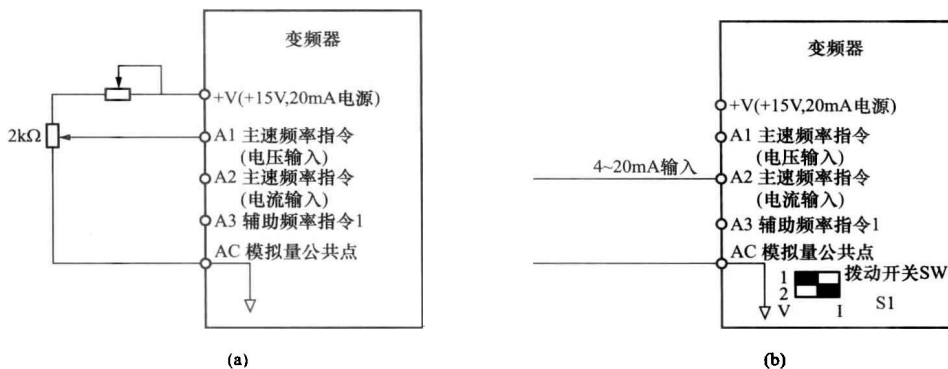


图 1-11 某变频器的模拟量给定方式

(a) 频率指令的电压输入；(b) 频率指令的电流输入

4. 脉冲信号给定

脉冲信号给定方式即通过变频器特定的高速开关端子从外部输入脉冲序列信号进行频率给定，并通过调节脉冲频率来改变变频器的输出频率。

不同的变频器对于脉冲序列输入有不同的定义，例如图 1-12 中的定义为：脉冲频率为 $0 \sim 32\text{kHz}$ ，低电平电压为 $0 \sim 0.8\text{V}$ ，高电平电压为 $3.5 \sim 13.2\text{V}$ ，占空比为 $30\% \sim 70\%$ 。

脉冲信号给定首先要定义 100% 时的脉冲频率，然后就可以像模拟量给定一样定义脉冲频率给定曲线。该频率给定曲线也是线性的，通过首坐标和尾坐标两点的数值来确定。因

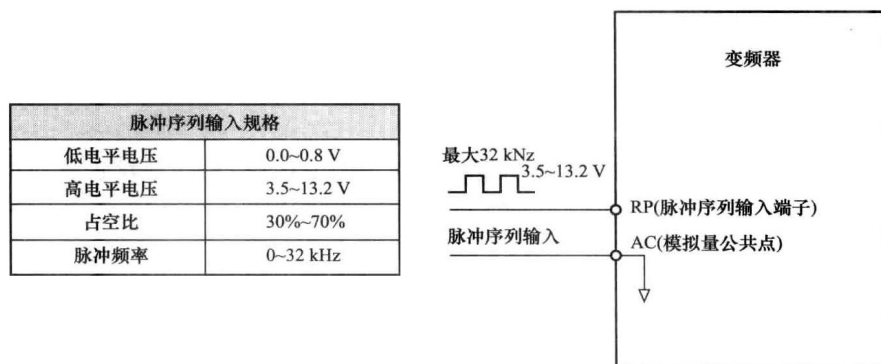


图 1-12 脉冲给定示例

此，其频率给定曲线可以是正比线性关系，也可以是反比线性关系。一般而言，脉冲信号给定值通常用百分比来表示。

5. 通信给定

通信给定方式就是指上位机通过通信口按照特定的通信协议、特定的通信介质将数据传输到变频器以改变变频器设定频率的方式。

上位机一般指计算机（或工控机）、PLC、DCS、人机界面等主控制设备。

上位机与变频器之间传输数据的方式主要有两种：①串行方式，它每次只传送二进制的一位，主要优点是连线少，一般只有 2 根或 3 根，缺点是传送速度较低；②并行方式，它每次可传送一个完整的字符，传送速度快，但所需的连线较多，一般需要 8 根或 16 根，成本相应就高了许多。由于上位机与变频器之间的距离一般不会太远，对传输速度的要求也不是很高，因此在通常情况下都采用串行传输方式。如图 1-13 所示为 VF-A7 变频器的通信给定方式。

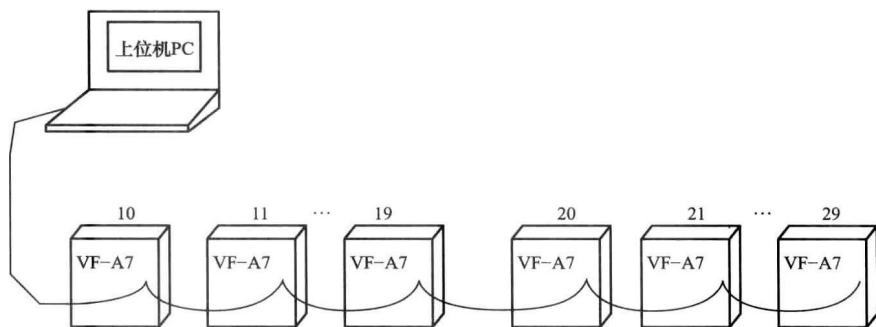


图 1-13 VF-A7 变频器的通信给定方式

上位机与变频器之间进行通信的主要方式也有两种：①异步方式。每个字符前有一个起始位，表示该字符已经开始；当数据传输完毕后，设置一个奇偶校验位进行奇偶校验；最后，又设置一个停止位，表示该字符已经结束。异步传输的优点是灵活性好，便于处理实时性较强的串行数据；缺点是传输速度较低。②同步方式。它可以同时传输一个包含许多个字符的数据块，只需在每个数据块前面设置通信双方共同规定的同步符号如“SYN 字符 1”和

“SYN 字符 2”即可。同步方式的优点是不必要在每个字符的前后设置标志符号（起始位和停止位），从而节省了时间，提高了传输速度；缺点是必须采用同步脉冲来协调，从而灵活性较差。

三、变频器的运转指令方式

变频器的运转指令方式是指如何控制变频器的基本运行功能，这些功能包括启动、停止、正转与反转、正向电动与反向点动、复位等。

变频器的运转指令方式有操作器键盘控制、端子控制和通信控制三种。这些运转指令方式必须按照实际的需要进行选择设置，同时也可以根据功能进行相互之间的方式切换。

1. 操作器键盘控制

操作器键盘控制是变频器最简单的运转指令方式，用户可以通过变频器的操作器键盘上的运行键、停止键、点动键和复位键来直接控制变频器的运转。

操作器键盘控制的最大特点就是方便、实用，同时又能进行故障报警，即能够将变频器是否运行或故障或报警都告知用户，因此用户无须配线就能真正了解到变频器是否确实在运行中、是否在报警（过载、超温、堵转等）以及通过 LED 数码和 LCD 液晶显示故障类型。

与变频器的频率给定类似，变频器的操作器键盘通常可以通过延长线放置在用户容易操作的 5m 以内的空间。距离较远时则必须需要使用远程操作器键盘。

在操作器键盘控制下，变频器的正转和反转可以通过正反转键切换和选择。如果键盘定义的正转方向与实际电动机的正转方向（或设备的前行方向）相反时，可以通过修改相关的参数来更正，如有些变频器参数定义是“正转有效”或“反转有效”，有些变频器参数定义则是“与命令方向相同”或“与命令方向相反”。

2. 端子控制

端子控制是变频器的运转指令通过其外接输入端子从外部输入开关信号（或电平信号）来进行控制的方式。这时这些按钮、选择开关、继电器、PLC 或 DCS 的继电器模块就替代了操作器键盘上的运行键、停止键、点动键和复位键，可以远距离控制变频器的运转。

图 1-14 所示为某变频器的端子控制示意图，通过正转 STF（或反转 STR）与 SD（公共端）之间的闭合来实现正转与反转。

3. 通信控制

通信控制的方式与通信给定的方式相同，在不增加线路的情况下，只需对上位机给变频器的传输数据改一下即可对变频器进行正反转、点动、故障复位等控制。

四、变频器的启动、制动方式

变频器的启动、制动方式是指变频器从停机状态到运行状态的启动方式、从运行状态到停机状态的方式以及从某一运行频率到另一运行频率的加速或减速方式。

1. 启动运行方式

变频器从停机状态开始启动运行时通常有以下几种方式：

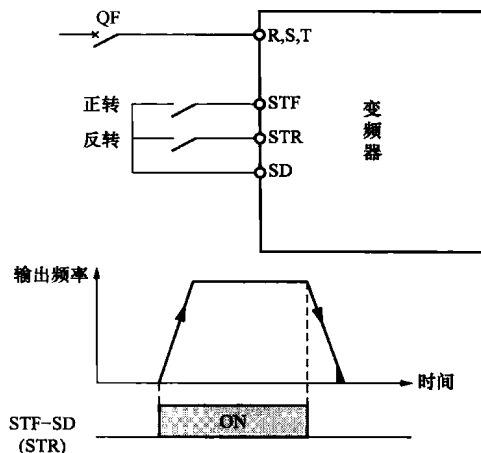


图 1-14 某变频器端子控制示意图