

机电专业新技术普及丛书

变频器实用技术

BIANPINQI SHIYONG JISHU (富士)
(FUSHI)

王建 徐洪亮 梁先霞 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机电专业新技术普及丛书

变频器实用技术 (富士)

主 编	王 建	徐洪亮	梁先霞		
副主编	张 宏	李 丽	李 阳	李华雄	
参 编	张 凯	宋永昌	刘继先	王春晖	
	李迎波	汤 瑞	吴 婧		
主 审	李 伟				
参 审	寇 爽				



机械工业出版社

本书根据企业生产实际,结合典型项目的变频器及 PLC 程序,详细介绍了富士变频器的实用技术,实例设计紧贴生产一线。主要内容包括:变频器基础知识、变频器的基本应用、变频器及外围设备的选择、变频器的设计及通用变频器的典型应用等。

本书内容取材于生产一线,实用性强,既可作为机电专业技术工人的新技术普及用书,也可作为企业培训部门、职业技能鉴定培训机构的教材,还可作为从事变频器应用及开发的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

变频器实用技术 (富士)/王建,徐洪亮,梁先霞主编.

—北京:机械工业出版社,2012.3

(机电专业新技术普及丛书)

ISBN 978-7-111-37281-3

I. ①变… II. ①王… ②徐… ③梁… III. ①变频器
IV. ①TN773

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 016419 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:朱华 责任编辑:王振国

版式设计:石冉 责任校对:申春香

封面设计:路恩中 责任印制:杨曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2012 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·11.5 印张·284 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-37281-3

定价:27.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

丛书编委会

主任：王 建

副主任：楼一光 雷云涛 李 伟 王小涓

委员：张 宏 王智广 李 明 王 灿 伊洪彬 徐洪亮

施利春 杜艳丽 李华雄 焦立卓 吴长有 李红波

何宏伟 张 桦

前

言

FOREWORD

随着经济全球化进程的不断加快，发达国家的制造能力加速向发展中国家转移，我国已成为全球的加工制造基地，但却凸显了我国高技能型人才严重短缺的现实问题，特别是对掌握数控加工技术以及自动化新技术人才的需要越来越多，而很多工人受条件限制，无法到学校接受系统的数控加工技术以及自动化新技术的职业教育；对于离开校园数年、有一定工作经验的人员，也需要进行“充电”，以适应新技术发展的需要。

为解决上述矛盾，本丛书编委会组织一批学术水平高、经验丰富、实践能力强，身处企业、行业一线的专家在充分调研的基础上，结合企业实际需要，共同研究培训目标，编写了这套《机电专业新技术普及丛书》。

本套丛书的编写特色有：

1. 坚持以“以技能为核心，面向青年工人的继续充电、继续提高”为培养方针，把企业和技术工人急需的高新技术进行普及和推广，加快高技能人才的培养，更好地满足企业的用人需求。

2. 更注重实际工作能力和动手技能的培养，内容贴近生产岗位，注重实用，力图实现培训的“短、平、快”，使学员经过培训后能立即胜任本岗位的工作。

3. 在内容上充分体现一个“新”字，即充分反映新知识、新技术、新工艺和新设备，紧跟科技发展的潮流，具有先进性和前瞻性。

4. 以解决实际问题为切入点，尽量采用以图代文、以表代文的编写形式，最大限度降低学习难度，提高读者的学习兴趣。

本套丛书涉及数控技术和电气技术两大领域，是面向有志于学习数控加工、机电一体化以及自动控制实用技术，并从事过相关工作的技术工人的培训用书。适合有一定经验的工人进行自学或转岗培训。

我们希望这套丛书能成为读者的良师益友，能为读者提供有益的帮助！

本书由王建、徐洪亮、梁先霞任主编，张宏、李丽、李阳、李华雄任副主编，张凯、宋永昌、刘继先、王春晖、李迎波、汤瑞、吴婧参加编写。全书由李伟任主审，寇爽参审。

由于时间和水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

CONTENT

	前言
1	第一章 变频器基础知识
1	第一节 变频器概述
6	第二节 变频器的工作原理及种类
16	第三节 变频器的安装与维护
28	第二章 变频器的基本应用
28	第一节 变频器的基本操作
45	第二节 变频器的点动控制
52	第三节 正转连续运行控制电路
55	第四节 变频器的正反转控制
59	第五节 变频器的外接两地控制
61	第六节 变频器的多段速控制
65	第七节 变频器的程序运行操作
70	第八节 变频器的 PID 控制运行操作
77	第三章 变频器及外围设备的选择
77	第一节 变频器类型的选择
83	第二节 变频器容量的计算
88	第三节 变频器选择的注意事项
89	第四节 变频器外围设备的选择
94	第五节 电动机的选择
99	第四章 变频器调速系统的设计

99	第一节 变频器调速系统设计的内容和要求
101	第二节 变频器调速系统的应用设计
111	第五章 通用变频器的典型应用
111	第一节 医疗废物焚烧控制系统
115	第二节 工业洗衣机控制系统
121	第三节 电梯控制系统
128	第四节 中央空调控制系统
136	第五节 龙门刨床控制系统
142	第六节 恒压供水控制系统
153	第七节 离心机变频控制系统
157	第八节 注塑机电气控制系统的 PLC、变频器改造
170	附录
170	附录 A FRENIC 5000G11S/P11S -4CX 变频器参数表
174	附录 B 变频器保护功能动作一览表
177	参考文献

第一章

变频器基础知识

第一节 变频器概述

变频器是将固定频率的交流电变换为频率连续可调的交流电的装置。变频器技术随着微电子学、电力电子技术、计算机技术和自动控制理论等的不断发展而发展，其应用越来越普遍。富士变频器的外形如图 1-1 所示。

一、变频器的结构

交—直—交电压型通用变频器由主电路和控制电路组成，其基本结构如图 1-2 所示。主电路包括整流器、中间直流环节和逆变器。控制电路由运算电路、检测电路、控制信号的输入/输出电路和驱动电路组成。



图 1-1 富士变频器的外形

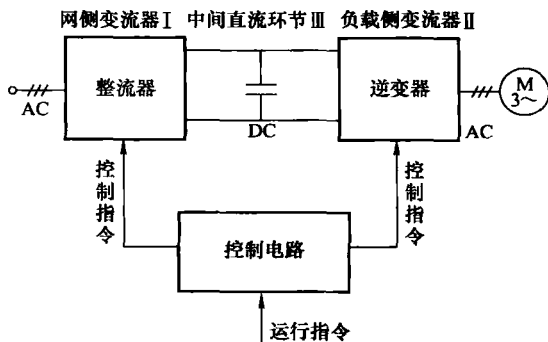


图 1-2 电压型通用变频器的基本结构

1. 主电路

(1) 整流电路 整流电路的主要作用是三相（或单相）交流电转变成直流电，为逆变电路提供所需的直流电源，在电压型变频器中整流电路的作用相当于一个直流电压源。在中小容量变频器中，一般整流电路采用整流二极管或整流模块，如图 1-3 中的 VD1 ~ VD6。

(2) 滤波及限流电路 滤波电路通常由若干个电解电容并联成一组，如图 1-3 中 C_1 和 C_2 。由于电解电容的电容量有较大的离散性，可能使各电容承受的电压不相等，为了解决电容 C_1 和 C_2 均压问题，在两电容旁各并联一个阻值相等的均压电阻 R_1 和 R_2 。

在图 1-3 中，串接在整流桥和滤波电容之间的限流电阻 R_S 和短路开关 KS 组成了限流电路。当变频器接入电源的瞬间，将有一个很大的冲击电流经整流桥流向滤波电容，整流桥

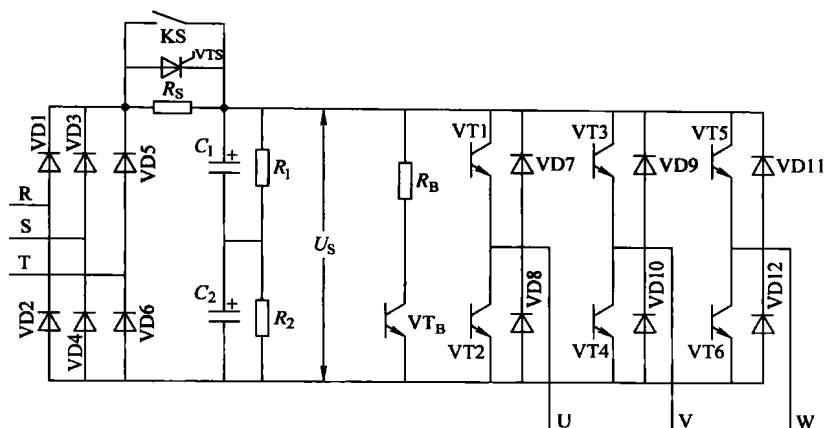


图 1-3 交—直—交电压型变频器主电路

可能因电流过大而在接入电源的瞬间受到损坏，限流电阻 R_S 可以削弱该冲击电流，起到保护整流桥的作用。在许多新的变频器中 R_S 已由晶闸管替代（如图中虚线所画 VTS）。

(3) 直流中间电路 由整流电路可以将电网的交流电源整流成直流电压或直流电流，但这种电压或电流含有电压或电流纹波，将影响直流电压或电流的质量。为了减小这种电压或电流的波动，需要加电容器或电感器作为直流中间环节。

对电压型变频器来说，直流中间电路通过大容量的电容对输出电压进行滤波。

(4) 逆变电路 逆变电路是变频器最主要的部分之一，它的功能是在控制电路的控制下将直流中间环节输出的直流电压，转换为电压、频率均可调的交流电压，实现对异步电动机的变频调速控制。

在中小容量的变频器中多采用 PWM 开关方式的逆变电路，换相器件为大功率晶体管（GTR）、绝缘栅双极型晶体管（IGBT）或功率场效应晶体管（P-MOSFET）。随着门极关断（GTO）晶闸管容量和可靠性的提高，在中大容量的变频器中采用 PWM 开关方式的 GTO 晶闸管逆变电路逐渐成为主流。

在图 1-3 中，由开关管 VT1 ~ VT6 构成的电路称为逆变桥，由 VD7 ~ VD12 构成续流电路。续流电路的作用如下：

- 1) 为电动机绕组的无功电流返回直流电路提供通路。
- 2) 当频率下降使同步转速下降时，为电动机的再生电能反馈至直流电路提供通路。
- 3) 为电路的寄生电感在逆变过程中释放能量提供通路。

(5) 能耗制动电路 在变频调速中，电动机的降速和停机是通过减小变频器的输出频率，从而降低电动机的同步转速的方法来实现的。当电动机减速时，在频率刚减小的瞬间，电动机的同步转速随之降低，由于机械惯性，电动机转子转速未变，使同步转速低于电动机的实际转速，电动机处于发电制动运行状态，负载机械和电动机所具有的机械能量被回馈给电动机，并在电动机中产生制动转矩，使电动机的转速迅速下降。

电动机再生的电能经过图 1-3 中的续流二极管 VD7 ~ VD12 全波整流后，反馈到直流电路，由于直流电路的电能无法回馈给电网，在 C_1 和 C_2 上将产生短时间的电荷堆积，形成“泵生电压”，使直流电压升高，当直流电压过高时，可能损坏换相器件。变频器的检测单

元检测到直流回路电压 U_s 超过规定值时，控制功率管 VT_B 导通，接通能耗制动电路，使直流回路通过 R_B 电阻释放电能。

2. 变频器控制电路

为变频器的主电路提供通断控制信号的电路，称为控制电路。其主要任务是完成对逆变器开关器件的开关控制和提供多种保护功能。控制方式有模拟控制和数字控制两种。目前已广泛采用了以微处理器为核心的全数字控制技术，主要靠软件完成各种控制功能，以充分发挥微处理器计算能力强和软件控制灵活性高的特点，完成许多模拟控制方式难以实现的功能。控制电路主要由以下部分组成：

(1) 运算电路 运算电路的主要作用是将外部的速度、转矩等指令信号同检测电路的电流、电压信号进行比较运算，决定变频器的输出频率和电压。

(2) 信号检测电路 将变频器和电动机的工作状态反馈至微处理器，并由微处理器按事先确定的算法进行处理后为各部分电路提供所需的控制或保护信号。

(3) 驱动电路 驱动电路的作用是为变频器中逆变电路的换相器件提供驱动信号。当逆变电路的换相器件为晶体管时，称为基极驱动电路；当逆变电路的换相器件为 SCR、IGBT 或 GTO 晶闸管时，称为门极驱动电路。

(4) 保护电路 保护电路的主要作用是对检测电路得到的各种信号进行运算处理，以判断变频器本身或系统是否出现异常。当检测到出现异常时，进行各种必要的处理，如使变频器停止工作或抑制电压、电流值等。

二、富士变频器结构

1. 变频器的外形

变频器从外部结构上看，有开启式和封闭式两种，开启式的散热性能好，但接线端子外露，适用于电器柜内部安装，封闭式的接线端子全部在内部，不打开盖子是看不见的，这里所讲的变频器是封闭式的。

变频器上盖板如图 1-4 所示。变频器的数字操作显示面板如图 1-5 所示。



图 1-4 变频器上盖板

1—中间框架 2—键盘面板 3—前盖板螺钉 4—LED 监视器 5—前盖板

(1) LED 监视器 7 段 LED4 位显示。显示设定频率、输出频率等各种监视数据以及报警代码等。

(2) LCD 监视器 显示从运行状态到功能数据等各种信息。LCD 最低行以轮换方式显示操作指导信息。

(3) LCD 监视器指示信号



1) 显示下列运行状态之一：FWD：正转运行；REV：反转运行；STOP：停止。


2) 显示选择的运行模式：REM：端子台；LOC：键盘面板；COMM：通信端子；JOG：点动模式；另外，符号 ▼ 表示后面还有其他画面。


(4) RUN LED 仅键盘面板操作时有效。按 FWD 和 REV 键输入运行命令时点亮。


(5) 操作键 用于更换画面、变更数据和设定频率等。



1) PRG 模式转换键：用来更改工作模式，由现行画面转换为菜单画面，或者由运行/跳闸模式转换至初始画面。如显示、运行及程序设定模式等。



2) 、 增减键：用于增加或减小数据，用以加速数据更改；光标上下移动（选择），画面轮换。

3) ：LED 监视更换，设定频率存入，功能代码数据存入。

4) ：数据变更时数位移动，功能组跳越（同时按此键和增减键）。

5) ：数据变更取消，显示画面转换。报警复位（仅在报警初始画面显示时有效）。

6)  + ：通常运行模式和点动运行模式可相互切换（模式相互切换）。模式显示于 LCD 监视器中。

7)  + ：键盘面板和外部端子信号运行方法的切换（设定数据保护时无法切换）。同时对功能码 F02 的数据也相互在 1 和 0 切换。所选模式显示于 LCD 监视器。

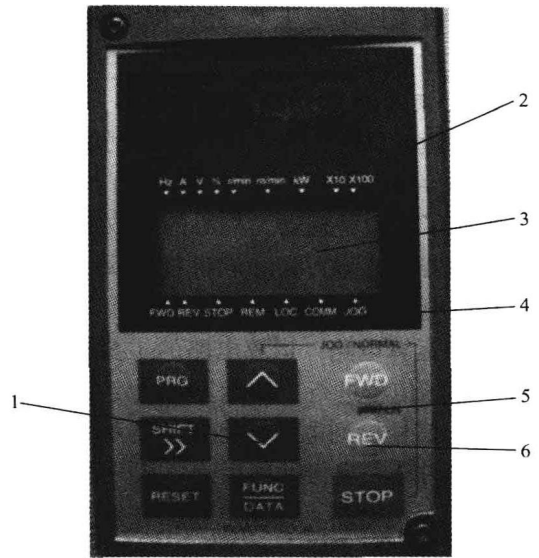


图 1-5 变频器的数字操作显示面板

1—操作键 2—LED 监视器辅助信息 3—LCD 监视器
4—LCD 监视器指示信号 5—RUN LED 6—控制键

(6) 控制键



1) : 正转运行。



2) : 反转运行。



3) : 停止运行。

2. 富士变频器端盖的拆装

(1) 前端盖的拆卸方法

1) 松开盖板的固定螺钉，如图 1-6 所示。

2) 握住盖板上部，如图 1-7 所示。

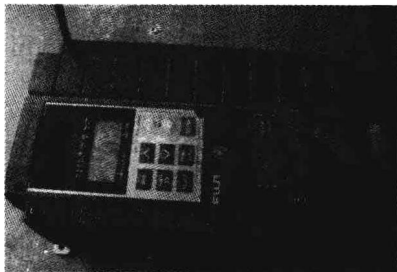


图 1-6 拆卸螺钉



图 1-7 握住盖板上部

3) 取下前盖板螺钉，卸下前端盖板，如图 1-8 所示。

(2) 键盘面板的拆卸方法

1) 松开键盘面板固定螺钉，如图 1-9 所示。

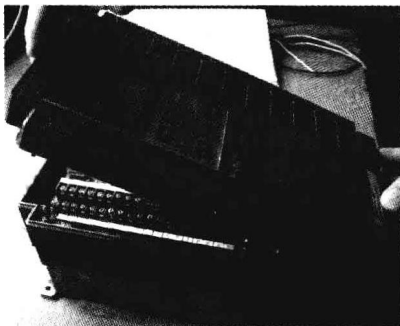


图 1-8 卸下前端盖板



图 1-9 松开键盘面板固定螺钉

2) 手指伸入键盘面板侧面的开口部，慢慢地将其取出。不要用力过猛，否则会损坏其连接器，如图 1-10 所示。

(3) 通风窗的拆卸方法 变频器的顶部有一个通风窗，其底部有 2~3 个通风窗。对于

容量小于 22kW 的变频器，当周围温度超过 40℃ 时，应取下通风窗挡板。

1) 先卸下前盖，如图 1-11 所示。

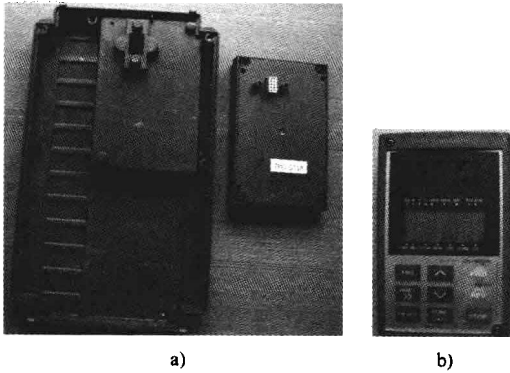


图 1-10 卸下键盘面板

a) 卸下的键盘面板与前盖板 b) 键盘面板正面

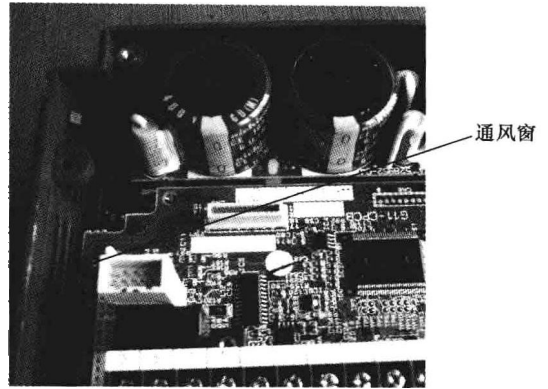


图 1-11 卸下前盖

2) 取下通风窗挡板，直接用手指或螺钉旋具等从内部推出中间外盖的各通风窗，如图 1-12 所示。

(4) 前端盖的安装方法

- 1) 将前盖板的插销插入变频器底部的拆孔。
- 2) 以安装插销部分为支点，将盖板完全推入机身。
- 3) 安装前盖板前应拆去操作面板，安装好盖板后再安装操作面板，如图 1-13 所示。

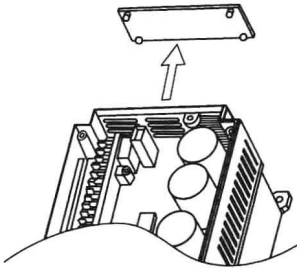


图 1-12 取下通风窗挡板

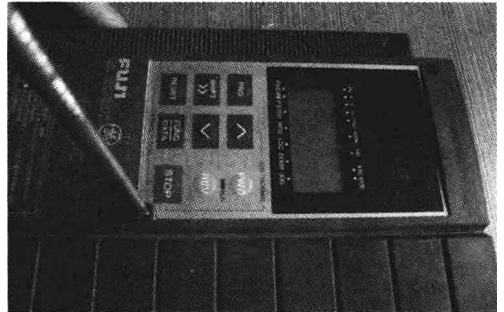


图 1-13 安装操作面板

注意：

- 1) 不要在带电的情况下拿走操作面板。
- 2) 不要在带电时进行拆装。
- 3) 抬起时要缓慢轻拿。

第二节 变频器的工作原理及种类

一、变频器的工作原理

异步电动机的同步转速，即旋转磁场的转速为

$$n_1 = \frac{60f_1}{p} \quad (1-1)$$

式中 n_1 ——同步转速 (r/min);
 f_1 ——定子电流频率 (Hz);
 p ——磁极对数。

异步电动机的轴转速为

$$n = n_1(1-s) = \frac{60f_1}{p}(1-s) \quad (1-2)$$

式中 s ——异步电动机的转差率, $s = (n_1 - n)/n_1$ 。

改变异步电动机的供电频率, 可以改变其同步转速, 实现调速运行。

对异步电动机进行调速控制时, 希望电动机的主磁通保持额定值不变。若磁通太弱, 则铁心利用不充分, 在同样的转子电流下, 电磁转矩小, 电动机的负载能力下降; 若磁通太强, 则处于过励磁状态, 使励磁电流过大, 这就限制了定子电流的负载分量, 为使电动机不过热, 负载能力也要下降。异步电动机的气隙磁通 (主磁通) 是由定子、转子合成磁动势产生的, 如何才能使气隙磁通保持恒定呢?

由电机理论可知, 三相异步电动机定子每相电动势的有效值为

$$E_1 = 4.44f_1 N_1 \Phi_m \quad (1-3)$$

式中 E_1 ——旋转磁场切割定子绕组产生的感应电动势 (V);
 f_1 ——定子电流频率 (Hz);
 N_1 ——定子相绕组有效匝数;
 Φ_m ——每极磁通量 (Wb)。

由式 (1-3) 可见, Φ_m 的值是由 E_1 和 f_1 共同决定的, 对 E_1 和 f_1 进行适当的控制, 就可以使气隙磁通 Φ_m 保持额定值不变。具体分析如下:

(1) 基频以下的恒磁通变频调速 这是考虑从基频 (电动机额定频率 f_{1N}) 向下调速的情况。为了保持电动机的负载能力, 应保持气隙主磁通 Φ_m 不变, 这就要求在降低供电频率的同时降低感应电动势, 保持 $E_1/f_1 = \text{常数}$, 即保持电动势与频率之比为常数进行控制。这种控制又称为恒磁通变频调速, 属于恒转矩调速方式。

但是, E_1 难于直接检测和直接控制。当 E_1 和 f_1 的值较高时, 定子的漏阻抗压降相对比较小, 如忽略不计, 则可以近似的保持定子相电压 U_1 和频率 f_1 的比值为常数, 即认为 $U_1 = E_1$, 保持 $U_1/f_1 = \text{常数}$ 即可, 这就是恒压频比控制方式, 是近似的恒磁通控制。

当频率较低时, U_1 和 E_1 都较小, 定子漏阻抗压降 (主要是定子电阻压降) 不能再忽略。这种情况下, 可以人为地适当提高定子电压以补偿定子电压降的影响, 使气隙磁通基本保持不变。如图 1-14 所示, 其中, 曲线 1 为 $U_1/f_1 = C$ 时的电压与频率关系, 曲线 2 为有电压补偿时 (近似的 $E_1/f_1 = C$) 的电压与频率关系。实际装置中 U_1 与 f_1 的函数关系并不简单地如曲线 2 所示。通用变频器中 U_1 与 f_1 之间的函数关系有很多种, 可以根据负载性质和运行状况加以选择。

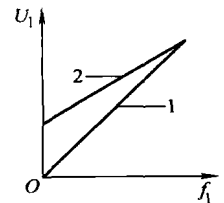


图 1-14 U/f 控制关系

(2) 基频以上的弱磁变频调速 这是考虑由基频开始向上调速的情况。频率由额定值

f_{1N} 向上增大, 但电压 U_1 受额定电压 U_{1N} 的限制不能再升高, 只能保持 $U_1 = U_{1N}$ 不变, 必然会使主磁通随着 f_1 的上升而减小, 相当于直流电动机弱调速的情况, 属于近似的恒功率调速方式。

综合上述两种情况, 异步电动机变频调速的基本控制方式如图 1-15 所示。

由上面的分析可知, 异步电动机的变频调速必须按照一定的规律同时改变其定子电压和频率, 即必须通过变频装置获得电压、频率均可调节的供电电源, 实现所谓的 VVVF (Variable Voltage Variable Frequency) 调速控制。通过变频器可适应这种异步电动机变频调速的基本要求。

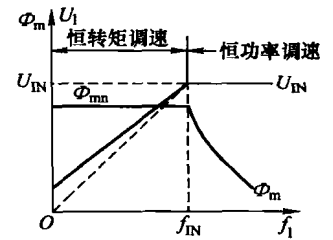


图 1-15 基本控制方式

二、变频器的种类

1. 按变频器的工作原理分类

(1) 交—交变频器 单相交—交变频器的原理框图如图 1-16 所示。它只有一个变换环节就可以把恒压恒频 (CVCF) 的交流电源转换为变压变频 (VVVF) 的电源, 因此, 称为直接变频器, 或称为交—交变频器。

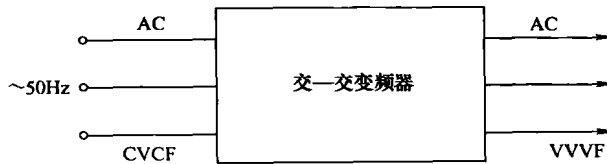


图 1-16 交—交变频器的原理框图

(2) 交—直—交变频器 交—直—交变频器又称为间接变频器。基本组成电路有整流电路和逆变电路两部分, 整流电路将工频交流电整流成直流电, 逆变电路再将直流电逆变成频率可调节的交流电。根据变频电源的性质可分为电压型变频和电流型变频。交—直—交变频器的原理框图如图 1-17 所示。

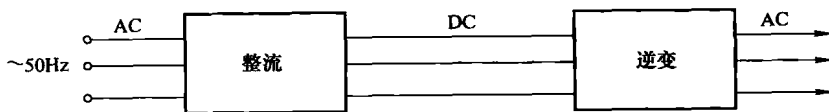


图 1-17 交—直—交变频器的原理框图

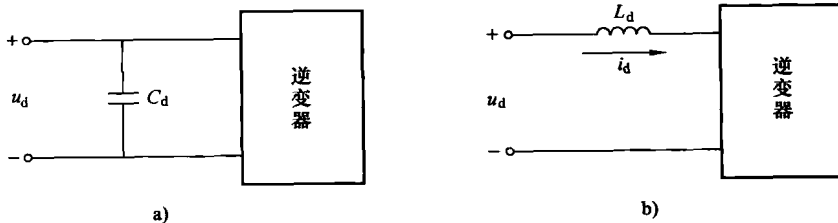


图 1-18 电压型和电流型变频器的主电路结构

a) 电压型变频器 b) 电流型变频器

1) 电压型变频器。在电压型变频器中, 整流电路产生的直流电压, 通过电容进行滤波后供给逆变电路。由于采用大电容滤波, 故输出电压波形比较平直, 在理想情况下可以看成是一个内阻为零的电压源, 逆变电路输出的电压为矩形波或阶梯波。电压型变频器多用于不要求正反转或快速加减速的通用变频器中。电压型变频器的主电路结构如图 1-18a 所示。

2) 电流型变频器。当交—直—交变频器的中间直流环节采用大电感滤波时, 直流电流波形比较平直, 因而电源内阻很大, 对负载来说基本上是一个电流源, 逆变电路输出的电流为矩形波。电流型变频器适用于频繁可逆运转的变频器和大容量的变频器中。电流型变频器的主电路结构如图 1-18b 所示。

(3) 变频器的特点 交—交变频器与交—直—交变频器的主要特点比较见表 1-1。

表 1-1 交—交变频器与交—直—交变频器主要特点比较

类别 比较项目	交—直—交变频器	交—交变频器
换能形式	两次换能, 效率略低	一次换能, 效率较高
换相方式	强迫换相或负载谐振换相	电源电压换相
装置元器件数量	元器件数量较少	元器件数量较多
调频范围	频率调节范围宽	一般情况下, 输出最高频率为电网频率的 $1/3 \sim 1/2$
电网功率因数	用可控整流调压时, 功率因数在低压时较低; 用斩波器或 PWM 方式调压时, 功率因数高	较低
适用场合	可用于各种电力拖动装置、稳频稳压电源和不停电电源	特别适用于低速大功率拖动

说明: 根据调压方式的不同, 交—直—交变频器又分为脉幅调制和脉宽调制两种。

1) 脉幅调制 (PAM): 就是改变电压源的电压 E_d 或电流源的电流 I_d 的幅值进行输出控制的方式。因此, 在逆变器部分只控制频率, 整流器部分只控制电压或电流。

2) 脉宽调制 (PWM): 指变频器输出电压的大小是通过改变输出脉冲的占空比来实现的。目前使用最多的是占空比按正弦规律变化的正弦波脉宽调制方式, 即 SPWM 方式。

2. 按变频器的控制方式分类

按控制方式不同变频器可以分为 U/f 控制、转差频率控制和矢量控制三种类型。

(1) U/f 控制变频器 U/f 控制即压频比控制。它的基本特点是对变频器输出的电压和频率同时进行控制, 通过保持 U/f 恒定使电动机获得所需的转矩特性。基频以下可以实现恒转矩调速, 基频以上则可以实现恒功率调速。这种控制方式电路成本低, 多用于精度要求不高的通用变频器。

(2) SF 控制变频器 SF 控制即转差频率控制, 是在 U/f 控制基础上的一种改进方式。在 U/f 控制方式下, 如果负载变化, 转速也会随之变化, 转速的变化量与转差频率成正比。 U/f 控制的静态调速精度较差, 可采用转差频率控制方式来提高调速精度。采用转差频率控制方式, 变频器通过电动机、速度传感器构成速度反馈闭环调速系统。变频器的输出频率由电动机的实际转速与转差频率之和来自动设定, 从而达到在调速控制的同时也使输出转矩得到控制。该控制方式是闭环控制, 故与 U/f 控制相比, 调速精度与转矩特性较优。但是由

于这种控制方式需要在电动机轴上安装速度传感器，并需要依据电动机的特性调节转差频率，故通用性较差。

(3) VC 变频器 VC 即矢量控制，是 20 世纪 70 年代提出来的对交流电动机一种新的控制思想和控制技术，也是异步电动机的一种理想调速方法。采用 U/f 控制方式和转差频率控制方式的控制思想都是建立在异步电动机的静态数学模型之上的，因此动态性能指标不高。采用矢量控制方式可以提高变频调速的动态性能。VC 的基本思想是将异步电动机的定子电流分解为产生磁场的电流分量（励磁电流）和与其相垂直的产生转矩的电流分量（转矩电流），并分别加以控制，即模仿直流电动机的控制方式对电动机的磁场和转矩分别进行控制，可获得类似于直流调速系统的动态性能。由于在这种控制方式中必须同时控制异步电动机定子电流的幅值和相位，即控制定子电流矢量，故这种控制方式被称为 VC。

VC 方式使异步电动机的高性能成为可能。VC 变频器不仅在调速范围上可以与直流电动机相匹敌，而且可以直接控制异步电动机转矩的变化，所以已经在许多需要精密或快速控制的领域得到应用。

变频器三种控制方式的特性比较见表 1-2。

表 1-2 变频器三种控制方式的特性比较

类别 比较项目		U/f 控制	SF (转差频率) 控制	VC (矢量控制)
加减速特性		加减速控制有限度，四象限运转时在零速度附近有空载时间，过电流抑制能力小	加减速控制有限度（比 U/f 控制有提高），四象限运转时通常在零速度附近有空载时间，过电流抑制能力中	加减速时的控制无限度，可以进行连续四象限运转，过电流抑制能力大
速度 控制	范围	1:10	1:20	1:100 以上
	响应		5 ~ 10rad/s	30 ~ 100rad/s
	控制精度	根据负载条件转差频率发生变动	与速度检出精度、控制运算精度有关	模拟最大值的 0.5% 数字最大值的 0.05%
转矩控制		原理上不可能	除车辆调速等外，一般不适用	可以控制静止转矩
通用性		基本上不需要因电动机特性差异进行调整	需要根据电动机特性给定转差频率	按电动机不同的特性需要给定磁场电流、转矩电流、转差频率等多个控制量
控制构成		最简单	较简单	稍复杂

3. 按变频器的用途分类

(1) 通用变频器 通用变频器的特点是其通用性。随着变频技术的发展和市场需要的不断扩大，通用变频器也在朝着两个方向发展：一是低成本的简易型通用变频器；二是高性能的多功能通用变频器。它们分别具有以下特点：

1) 简易型通用变频器。它是一种以节能为主要目的而简化了一些系统功能的通用变频器。它主要应用于水泵、风扇、鼓风机等对于系统调速性能要求不高的场合，并具有体积小、价格低等方面的优势。