

高等职业教育电工类系列教材
高技能人才培训系列丛书

变频应用技术



杨杰忠 邹火军 主 编
屈远增 李仁芝 副主编

清华大学出版社

内容简介

高等职业教育电工类系列教材

变频应用技术

杨杰忠 邹火军 主 编
屈远增 李仁芝 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是依据《国家职业技能标准 维修电工》高级工的知识要求和技能要求,按照岗位培训需要的原则编写的。本书以任务驱动教学法为主线,以应用为目的,以具体的任务为载体,主要任务有:通用变频器的基本操作;PLC与变频器联机控制;变频器在典型控制系统中的应用。

本书可作为技工院校、职业院校及成人高等院校、民办高校的电气运行与控制专业、电气自动化专业、机电一体化等相关专业的一体化教材,也可作为维修电工中级工、高级工的培训教材。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

变频应用技术/杨杰忠,邹火军主编.--北京:清华大学出版社,2016

高等职业教育电工类系列教材

ISBN 978-7-302-43461-0

I. ①变… II. ①杨… ②邹… III. ①变频器—高等职业教育—教材 IV. ①TN773

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 078260 号

责任编辑:杨倩 赵从棉

封面设计:常雪影

责任校对:刘玉霞

责任印制:沈露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:13.5

字 数:322 千字

版 次:2016 年 6 月第 1 版

印 次:2016 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.50 元

产品编号:062216-01

序

“十二五”期间,加速转变生产方式,调整产业结构,将是我国国民经济和社会发展的重中之重。而要完成这种转变和调整,就必须有一大批高素质的技能型人才作为坚实的后盾。根据《国家中长期人才发展规划纲要(2010—2020年)》的要求,至2020年,我国高技能人才占技能劳动者的比例将由2008年的24.4%上升到28%(目前一些经济发达国家的这个比例已达40%)。可以预见,作为高技能人才培养重要组成部分的高职教育和高级技工教育,在未来的10年必将会迎来一个高速发展的黄金期。近几年来,各职业院校都在积极开展高级工培养的试点工作,并取得了较好的效果。但由于起步较晚,课程体系、教学模式都还有待完善和提高,教材建设也相对滞后,至今还没有一套适合高职教育和高级技工教育快速发展需要的成体系、高质量的教材。即使一些专业(工种)有高级工教材,也不是很完善,或是内容陈旧、实用性不强,或是形式单一、无法突出高技能人才培养的特色,更没有形成合理的体系。因此,开发一套体系完整、特色鲜明、适合理论实践一体化教学、反映企业最新技术与工艺的高级工教材,就成为高职教育和高级技工教育亟待解决的课题。

鉴于高级技工短缺的现状,广西机电技师学院与清华大学出版社从2012年6月开始,组织相关人员,采用走访、问卷调查、座谈会等方式对全国具有代表性的机电行业企业、部分省市的职业院校进行了调研。对目前企业对高级工的知识、技能要求,学校高级工教育教学现状、教学和课程改革情况以及对教材的需求等有了比较清晰的认识。在此基础上,紧紧依托行业优势,以为企业输送满足其岗位需求的合格人才为最终目标,组织行业和技能教育方面的专家对编写内容、编写模式等进行了深入探讨,形成了本系列教材的编写框架。

本系列教材的编写指导思想明确,坚持以达到国家职业技能鉴定标准和就业能力为目标,以专业(工种)的工作内容为主线,以工作任务为引领,由浅入深,循序渐进,精简理论,突出核心技能与实操能力,使理论与实践融为一体,充分体现“教”“学”“做”合一的教学思想,致力于构建符合当前教学改革方向的,以培养应用型、技术型和创新型人才为目标的教材体系。

本系列教材重点突出三个特色:一是“新”字当头,即体系新、模式新、内容新。体系新是把教材以学科体系为主转变为以专业技术体系为主;模式新是把教材传统章节模式转变为以工作过程的项目任务为主;内容新是教材充分反映了新材料、新工艺、新技术、新方法等“四新”知识。二是注重科学性。教材从体系、模式到内容符合教学规律,符合国内外制造技术水平的实际情况。在具体任务和实例的选取上,突出先进性、实用性和典型性,便于组织教学,以提高学生的学习效率。三是体现普适性。由于当前高级工生源既有中职毕业生,又有高中生,各自学制也不同,还要考虑到在职员工,教材内容在安排上尽量照顾到不同的

求学者,适用面比较广泛。

此外,本系列教材还配备了电子教学数字化资源库,以及相应的习题集、实习教程和现场操作视频等,初步实现教材的立体化。

我相信,本系列教材的出版,对深化职业技术教育改革、提高高级工培养的质量都会起到积极的作用。在此,我谨向各位作者和为这套教材出力的学者和单位表示衷心的感谢。

广西机电技师学院院长

广西机械高级技工学校校长

向金林

2016年3月

前言

为贯彻全国职业技术学院坚持以就业为导向的办学方针,实现以课程对接岗位、教材对接技能的目的,更好地适应“工学结合、任务驱动模式”教学的要求,满足项目教学法需要,特编写此书。本书依据国家职业技能标准编写,知识体系由基础知识、相关知识、专业知识和操作技能训练4部分构成,知识体系中各个知识点和操作技能都以任务的形式出现。本书精心选择教学内容,对专业技术理论及相关知识并没有追求面面俱到,没有过分强调学科的理论性、系统性和完整性,但力求涵盖国家职业技能标准中必须掌握的知识 and 具备的技能。

本书共分为三大单元,即通用变频器的基本操作,PLC与变频器联机控制,变频器在典型控制系统中的应用。每个单元又划分为不同的任务。在任务的选择上,以典型的工作任务为载体,坚持以能力为本位,重视实践能力的培养;在内容的组织上,整合相应的知识和技能,实现理论和操作的统一,有利于实现“理实一体化”教学,充分体现了认知规律。

本书是在充分吸收国内外职业教育先进理念的基础上,总结了众多学校一体化教学改革的经验,集众多一线教师多年的教学经验和企业实践专家的智慧完成的,在编写过程中,力求实现内容通俗易懂,既方便教师教学,又方便学生自学。特别是在操作技能部分,图文并茂,侧重于对电路安装完成后的学生自检过程、参数设置和通电试车过程的细化,以提高学生实际工作中分析和解决问题的能力,实现职业教育与社会生产实际的紧密结合。

在本书的编写过程中得到了上海汽车通用五菱汽车有限公司、广西柳州钢铁集团、方盛车桥(柳州)有限公司、柳州九鼎机电科技有限公司的同行们的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中定有错漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2016.5

目 录

单元 1 通用变频器的基本操作	1
任务 1 认识变频器	1
任务 2 变频器的面板操作控制	23
任务 3 变频器的外部运行控制	54
任务 4 变频器模拟信号实现电动机的运行	66
任务 5 变频器的组合运行操作控制	78
任务 6 变频器的多段速运行操作	83
任务 7 变频器制动、保护与显示控制电路安装与调试	90
任务 8 变频器的 PID 操作控制	108
单元 2 PLC 与变频器联机控制	120
任务 1 PLC 控制变频器实现电动机的正反转控制	120
任务 2 PLC 控制变频器实现电动机多段速调速控制	127
单元 3 变频器在典型控制系统中的应用	141
任务 1 变频器在恒压供水系统中的应用	141
任务 2 变频器在货物升降机系统中的应用	156
任务 3 变频器在龙门刨床拖动系统中的应用	165
附录	181
附录 A 三菱 FR-A740 变频器参数表	181
附录 B 三菱 FR-A740 变频器常见故障原因与处理	190
参考文献	205

通用变频器的基本操作

变频器是由计算机控制电力电子器件,将工频交流电变为频率和电压可调的三相交流电的电气设备,用以驱动交流异步(同步)电动机进行变频调速。

以前,直流调速一直优于交流调速,因为直流调速系统具有较为优良的静态和动态性能指标。在一些调速性能要求较高的场合大都采用直流调速。因此,很长的一个时期内,调速传动领域基本被直流电动机调速系统所垄断。

直流电动机虽然具有调速性能较好的优越性,但也有一些难以克服的缺点,主要表现为:①维修工作量大,事故率高;②功率、电压、电流和转速上限均受到换向条件的制约,难于提高。

交流电动机的功率、电压、电流和转速上限不像直流电动机那样受限制,且具有结构简单、造价低、坚固耐用、事故率低、易维护等优点。但其最大的缺点是调速困难。

进入 20 世纪 80 年代,由于电力电子器件和微电子技术的发展,尤其是电力电子器件(包括半控型和全控型)的制造技术、电力电子变流技术、交流电动机的矢量变换控制技术及直接转矩控制技术、脉宽调制技术以及微型计算机和大规模集成电路为基础的全数字化技术取得突破性的进展,使得交流变频调速技术也得到了高速发展,变频器的性能得到完善,交流调速系统已经可以与直流调速系统相媲美。

特别是近 10 年来,伴随着交流调速技术上的突破,变频器性能得到了飞速发展,使得交流调速达到了与直流调速一样的水平,并且在某些方面超过了直流调速。操作者通过设置必要的变频器参数,即可利用变频器控制电动机按照人们预想的曲线运行,例如,在本书单元 3 中所介绍的货物升降机运行的“S”曲线、恒压供水控制、龙门刨床拖动系统的速度控制等。目前,由于出现了高电压、大电流的电力电子器件,对 10kV 电动机直接进行变频调速,可以达到节能的目的。另外,由于绝缘栅双极型晶体管(IGBT)的出现,变频器的应用日益广泛。

任务 1 认识变频器

学习目标

知识目标:

1. 了解通用变频器的基本组成,理解其工作原理。
2. 熟悉三菱变频器的铭牌与结构和各端子的功能及使用方法。
3. 了解常用电力电子器件方面的有关知识,会通过查询有关手册选择和使用有关电力电子器件。

4. 理解 U/f 恒定控制方式、转差频率控制方式、矢量控制方式和直接转矩控制方式。

能力目标：

1. 会进行变频器的拆卸与安装。
2. 能正确识别三菱 FR-A740 变频器中的电力半导体器件。
3. 能掌握变频器中常用电力半导体器件的检测方法。

素质目标：

养成独立思考和动手操作的习惯，培养小组协调能力和互相学习的精神。

工作任务

在交流异步电动机的诸多调速方法中，变频器调速的性能最好，调速范围宽，静态特性好，运行效率高。常用通用变频器对笼型异步电动机进行速度控制，其使用方便、可靠性高、经济效益显著，现已逐步推广。如图 1-1-1 所示就是常见的由三菱公司生产的 FR-A700 通用变频器。本任务的主要内容就是了解变频器的特点、应用及功能等，通过对变频器的拆装达到认识变频器的目的。

相关知识

一、变频器的分类

变频器的分类方法有多种，按照主电路工作方式分类，可以分为电压型变频器和电流型变频器；按照输出电压调制方式分类，可以分为 PAM(脉冲幅度调制)控制变频器、PWM(脉冲宽度调制)控制变频器和高载频 PWM 控制变频器；按照工作原理分类，可以分为 U/f 控制变频器、转差频率控制变频器、矢量控制变频器和直接转矩控制变频器；按照用途分类，可以分为通用变频器、高性能专用变频器、高频变频器等。其他分类方式见表 1-1-1。



图 1-1-1 FR-A700 通用变频器

表 1-1-1 变频器的其他分类方式

分类方式	变频器种类	分类方式	变频器种类
按供电电压分	低压变频器	按输出功率大小分	小功率变频器
	中压变频器		中功率变频器
按供电电源的相数分	单相输入变频器	按主开关器件分	大功率变频器
	三相输入变频器		IGBT 变频器
按变换环节分	交-直-交变频器	按机壳外形分	GTO 变频器
	交-交变频器		GTR 变频器
			塑壳变频器
			铁壳变频器
			柜式变频器

二、变频器的铭牌

变频器的铭牌一般分为额定铭牌和容量铭牌。如图 1-1-2 所示为三菱 FR-A740-3.7K 变频器额定铭牌和容量铭牌的相关内容及在变频器中所处的位置。

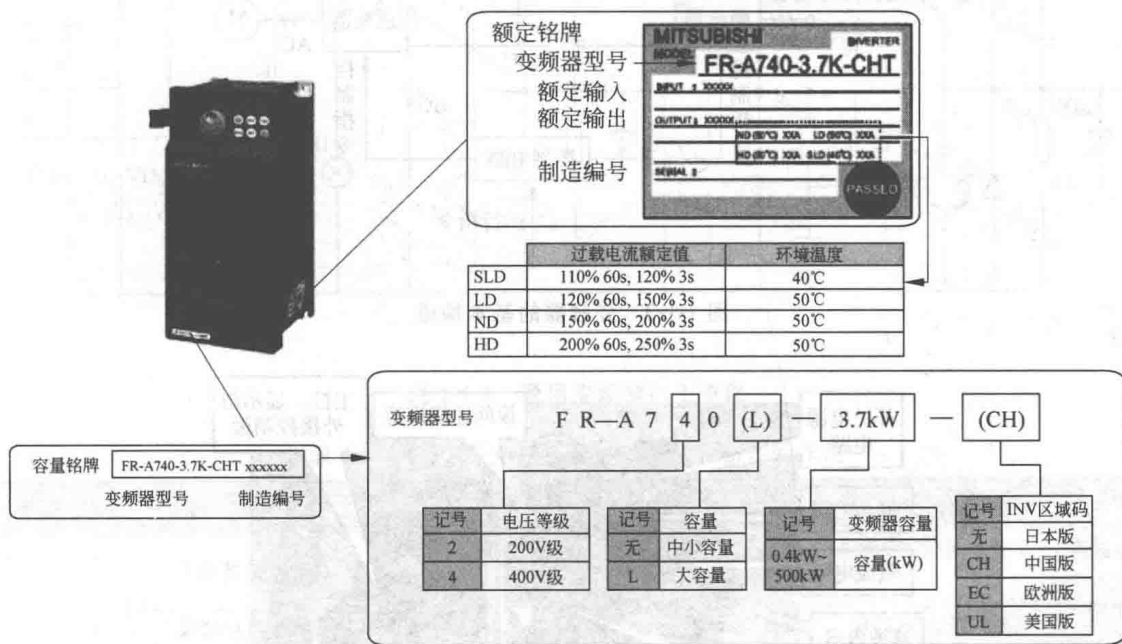


图 1-1-2 三菱 FR-A740-3.7K 变频器的铭牌

提示: 变频器的型号是生产厂家的产品系列名称,一般包括代表该厂商的产品系列、序号或标识码、基本参数、电压级别和标准可适配电动机容量等,可作为选择变频器时的参考,订货时一般根据该型号所对应的订货号订货,不可忽视。

三、通用变频器基本结构

变频器分为交-交和交-直-交两种形式。交-交变频器可将工频交流电直接变换成频率、电压均可控制的交流电,又称为直接变频器。而交-直-交变频器则是先把工频交流电通过整流器变成直流电,然后再把直流电变换成频率、电压均可控制的交流电,又称为间接变频器。目前,通用变频器的变换环节大多采用交-直-交变频变压方式。本书的目的是研究通用变频器(以下简称变频器),因此主要介绍交-直-交变频器。

变频器的基本构成如图 1-1-3 所示,它主要由主电路和控制电路组成,主电路包括整流器、中间直流环节和逆变器三部分。图中,电网侧的变流器 I 是整流器,它的作用是将三相(或单相)交流电转换成直流电。负载侧的变流器 II 为逆变器,其作用是将直流电转换成任意频率的交流电。而中间直流环节又称为中间直流储能环节,由于逆变器的负载为异步电动机,属于感性负载,无论电机处于电动还是发电制动状态,其功率因数都不会

为1,因此在中间直流环节和电机之间总会有无功功率的交换,这种无功能量要靠中间直流环节的储能元件(电容器或电抗器)来缓冲。如图1-1-4所示为变频器的内部结构示意图。

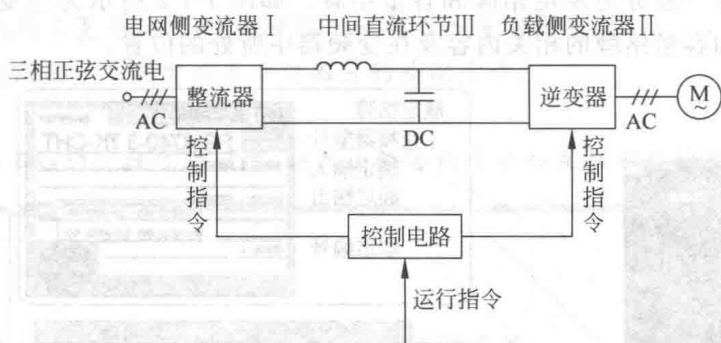


图 1-1-3 变频器的基本构成

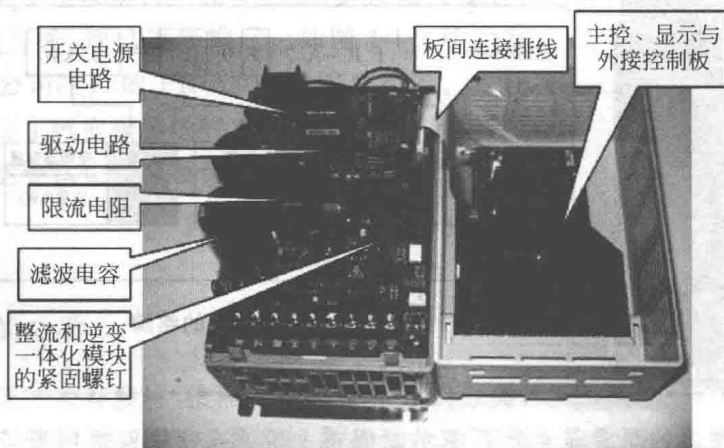


图 1-1-4 变频器的内部结构

1. 变频器的主电路

变频器的主电路是给异步电动机提供调压调频电源的电力变换部分。如前所述,变频器的主电路由三部分组成:一是交-直变换部分,将工频电源变换为直流电的整流滤波电路;二是能耗制动部分;三是直-交变换部分,将直流电变换为交流电的逆变电路。如图1-1-5所示为通用变频器的主电路,其各元器件的作用见表1-1-2。

2. 变频器的控制电路

变频器的控制电路是为主电路提供控制信号,它通常由运算电路、检测电路、控制信号的输入输出电路和驱动电路等构成。其主要任务是完成对逆变器开关元件的开关控制、对整流器的电压控制,同时完成各种保护功能等。控制方式有模拟控制和数字控制两种。另外,高性能的变频器目前已经采用微型计算机进行全数字控制,采用尽可能简单的硬件电路,主要靠软件来完成各种功能。由于软件的灵活性,数字控制方式常可以完成模拟控制方式难以完成的功能。

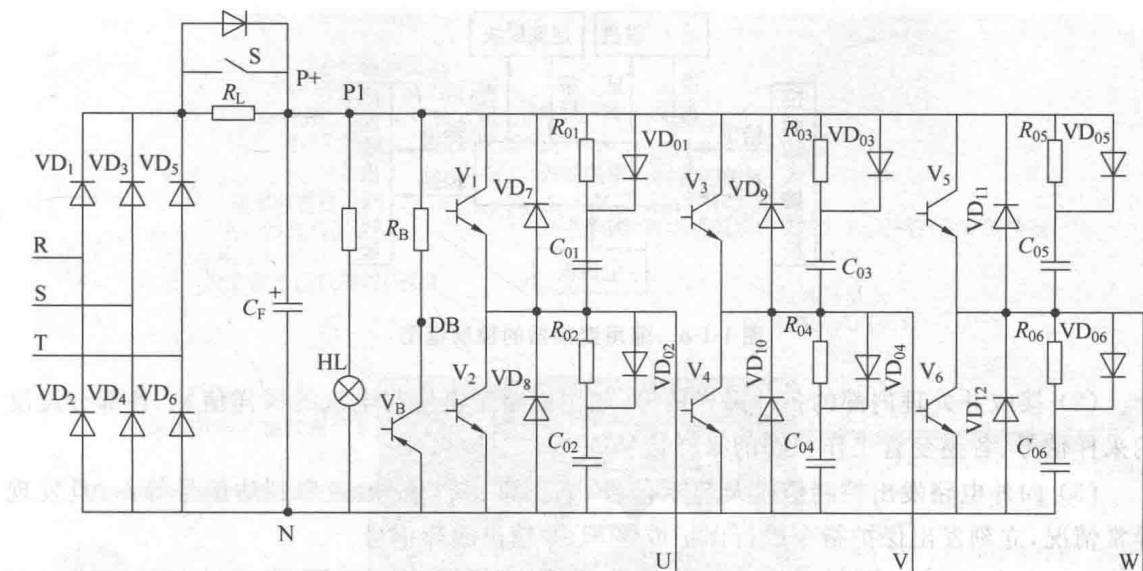


图 1-1-5 通用变频器的主电路

表 1-1-2 交-直-交变频器主电路各元器件的作用

电路名称	元器件	作用
整流电路	三相整流桥 VD ₁ ~VD ₆	将交流电变换成脉动直流电。若电源线电压为 U_L ，则整流后的平均电压 $U_D=1.35U_L$
	滤波电容器 C _F	滤除桥式整流后的电压纹波，保持直流电压平稳
	限流电阻 R _L 与开关 S	将电容器 C _F 的充电冲击电流限制在允许的范围内，以保护整流桥。而当 C _F 充电到一定程度时，令开关 S 接通，将 R _L 短路。在有些变频器中，S 由晶闸管代替
	电源指示灯 HL	HL 除了表示电源是否接通外，另一个功能是当变频器切断电源后，指示电容器 C _F 上的电荷是否已经释放完毕。在维修变频器时，必须在 HL 完全熄灭后才能接触变频器的内部带电部分，以保证安全
能耗制动电路	制动电阻 R _B	将回馈能量以热能形式消耗掉。有些变频器的制动电阻是外接的，都有外接端子（如 DB+，DB-）
	制动三极管 V _B	为放电电流 I _B 流经 R _B 提供通路
逆变电路	三相逆变桥 V ₁ ~V ₆	通过逆变管 V ₁ ~V ₆ 按一定规律轮流导通和截止，将直流电逆变成频率、幅值都可调的三相交流电
	续流二极管 VD ₇ ~VD ₁₂	在换相过程中为电流提供通路
	缓冲电路 R ₀₁ ~R ₀₆ 、VD ₀₁ ~VD ₀₆ 、C ₀₁ ~C ₀₆	限制过高的电流和电压，保护逆变管免遭损坏

通用变频器控制电路的控制框图如图 1-1-6 所示，主要由主控制板、键盘与显示板、电源板与驱动板、外接控制电路等构成。

1) 主控制板

主控制板是变频器运行的控制中心，其核心器件是微控制器(单片微机)或数字信号处理器(DSP)，其主要功能如下。

- (1) 接收并处理从键盘、外部控制电路输入的各种信号，如修改参数、正反转指令等。

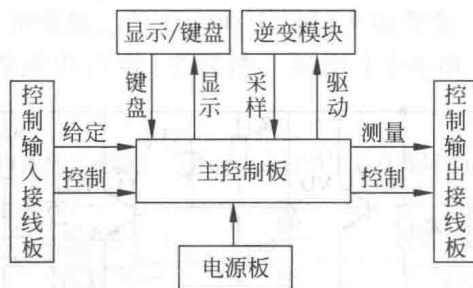


图 1-1-6 通用变频器的控制框图

(2) 接收并处理内部的各种采样信号,如主电路中电压与电流的采样信号、各部分温度的采样信号、各逆变管工作状态的采样信号等。

(3) 向外电路发出控制信号及显示信号,如正常运行信号、频率到达信号等,一旦发现异常情况,立刻发出保护指令进行保护或停车,并输出故障信号。

(4) 完成 SPWM 调制,对接收的各种信号进行判断和综合运算,产生相应的 SPWM 调制指令,并分配给各逆变管的驱动电路。

(5) 向显示板和显示屏发出各种显示信号。

2) 键盘与显示板

键盘与显示板总是组合在一起的,其中键盘向主控制板发出各种信号或指令,主要用于向变频器发出运行控制指令或修改运行数据等;显示板将主控制板提供的各种数据进行显示,大部分变频器配置了液晶或数码管显示屏,还有 RUN(运行)、STOP(停止)、FWD(正转)、REV(反转)、FLT(故障)等状态指示灯和单位指示灯,如 Hz、A、V 等。如图 1-1-7 所示就是三菱 A700 变频器的键盘与显示板示意图。它可以完成以下各种指示功能:

(1) 在运行监视模式下,显示各种运行数据,如频率、电压、电流等;

(2) 在参数模式下,显示功能码和数据码;

(3) 在故障状态下,显示故障原因代码。

3) 电源板与驱动板

变频器的内部电源普遍使用开关稳压电源,电源板主要提供以下直流电源:

(1) 主控制板电源。它是具有极好稳定性和抗干扰能力的一组直流电源。

(2) 驱动电源。逆变电路中,上桥臂的三只逆变管驱动电路的电源是相互隔离的三组独立电源,下桥臂的三只逆变管的驱动电源则可共“地”。但驱动电源与主控制板电源必须可靠绝缘。

(3) 外控电源。为变频器外电路提供稳恒直流电源。

中小功率变频器的驱动电路往往与电源电路在同一块电路板上,驱动电路接收主控制板发来的 SPWM 调制信号,在进行光电隔离、放大后去驱动逆变管的开关工作。

4) 外接控制电路

外接控制电路可实现由电位器、主令电器、继电器及其他自控设备对变频器的运行控制,并输出其运行状态、故障报警、运行数据信号等。一般包括外部给定电路、外接输入控制电路、外接输出电路、报警输出电路等。

大多数中小容量通用变频器中,外接控制电路往往与主控电路设计在同一电路板上,以

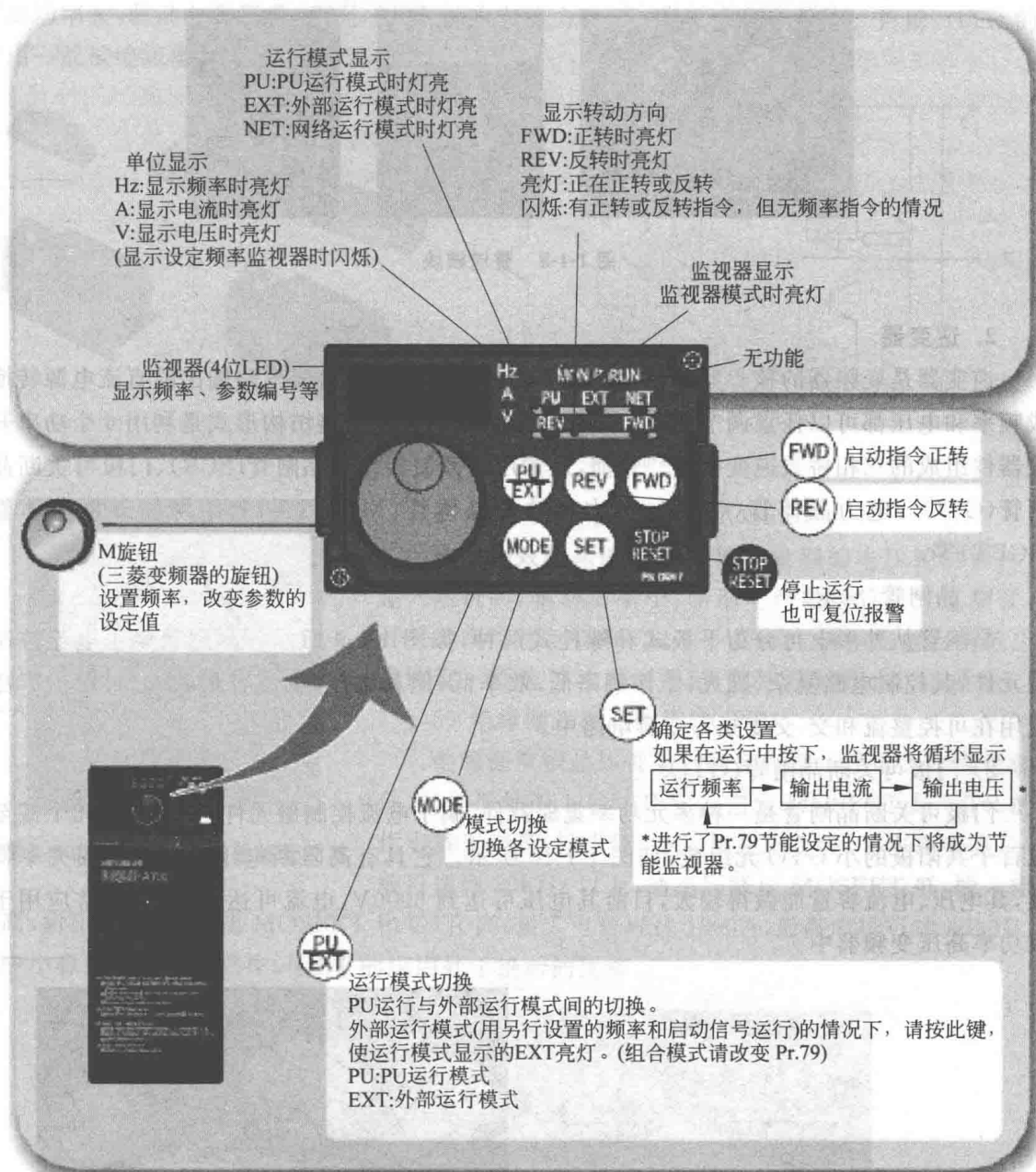


图 1-1-7 三菱 A700 变频器的键盘与显示板示意图

减小其整机的体积,提高电路可靠性,降低生产成本。

四、变频器中常用电力半导体器件

1. 整流器

整流器一般采用整流二极管组成的三相或单相整流桥,其作用是把交流电整流成直流电,给逆变电路和控制电路提供所需直流电源。通用变频器中采用的整流模块如图 1-1-8 所示,小功率整流桥输入多为单相 220V,较大功率的整流桥输入一般均为三相 380V 或 440V。

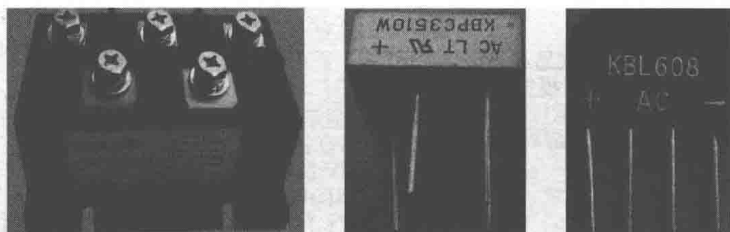


图 1-1-8 整流模块

2. 逆变器

逆变器是变频器的核心器件,它在控制电路的作用下,将直流电路输出的直流电源转换成频率和电压都可以任意调节的交流电源。最常见的逆变电路结构形式是利用 6 个功率开关器件组成的三相桥式逆变电路。目前,最常用的开关器件有晶闸管(SCR)、门极可关断晶闸管(GTO)、电力晶体管(GTR)、电力场效应晶体管(MOSFET)和绝缘栅双极晶体管(IGBT)等。

1) 晶闸管(SCR)

晶闸管从外形上可分为平板式和螺栓式两种,如图 1-1-9 所示。晶闸管属于电流控制型元件,其控制电路复杂、庞大,工作频率低,效率低,但其电压、电流容量较大,目前仍广泛应用在可控整流和交-交变频等变电路中。

2) 门极可关断晶闸管(GTO)

门极可关断晶闸管是一种多元功率集成器件,属于电流控制型元件,一般由十几个甚至数百个共阳极的小 GTO 元组成,如图 1-1-10 所示。它具有高阻断电压和低导通损失率特性,其电压、电流容量能做得较大,目前其电压可达到 6000V、电流可达到 6000A,常应用于大功率高压变频器中。



图 1-1-9 晶闸管的外形

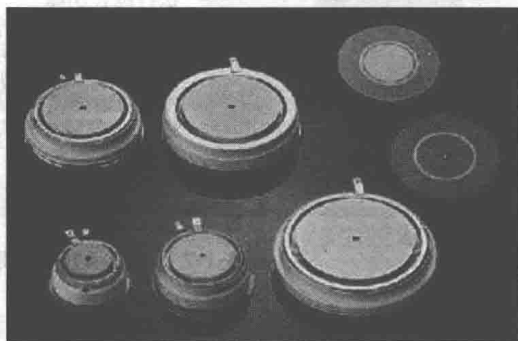


图 1-1-10 门极可关断晶闸管外形

3) 电力晶体管(GTR)

电力晶体管是一种双极型、大功率、高反压晶体管,也称巨型晶体管,单管 GTR 结构与普通的双极结型晶体管类似。变频器用的 GTR 一般是 GTR 模块,它是将 2 只、4 只或 6 只,甚至 7 只单管 GTR 或达林顿式 GTR 的管芯封装在一个管壳内,这样的结构是为了实现耐高压、大电流、开关特性好,如图 1-1-11 所示。由于工作频率较低,一般为 5~10kHz,

驱动功率大,驱动电路复杂,而且 GTR 耐冲击能力差,易受二次击穿损坏。目前,GTR 的应用一般被绝缘栅双极晶体管(IGBT)所替代。

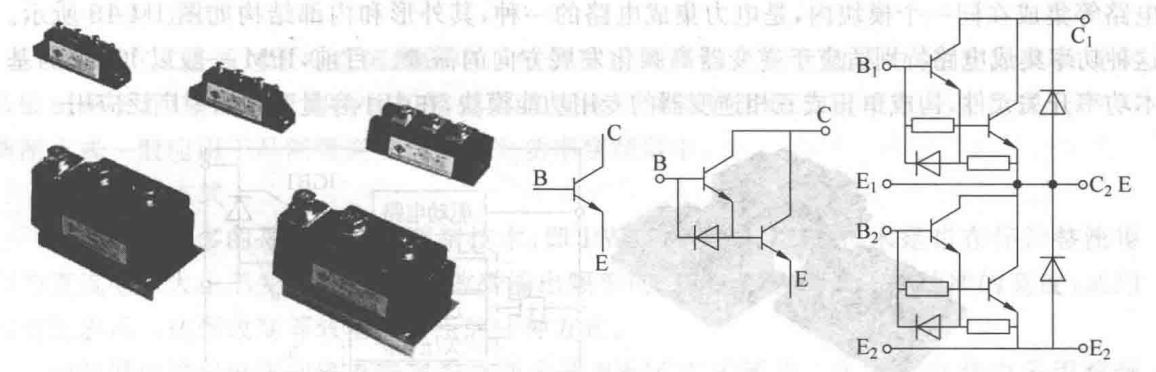


图 1-1-11 电力晶体管外形及内部结构

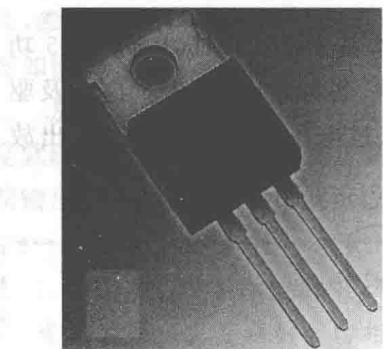


图 1-1-12 电力场效应晶体管外形

4) 电力场效应晶体管(MOSFET)

电力场效应晶体管是一种单极型的电压控制器件,输入阻抗高,驱动功率小,驱动电路简单;开关速度快,开关频率可达 500kHz 以上。变频器使用的电力场效应晶体管一般是 N 沟道增强型,其外形如图 1-1-12 所示。

5) 绝缘栅双极晶体管(IGBT)

绝缘栅双极晶体管是一种复合型三端电力半导体器件,其外形如图 1-1-13 所示。它将 MOSFET 与 GTR 的优点集于一身,输出特性好,开关速度快,工作频率高,一般可达到 20kHz 以上,通态压降比 MOSFET 低,输入阻抗高,耐压、耐流能力比 MOSFET 和 GTR 高,最大电流可达 1800A,最高电压可达 4500V。在中小容量变频器电路中,IGBT 的应用处于绝对的优势。



图 1-1-13 绝缘栅双极晶体管外形

6) 集成门极换流型晶闸管(IGCT)

新型功率半导体器件 IGCT 的外形如图 1-1-14 所示,IGCT 具有 IGBT 的高开关频率特性,同时还具有 GTO 的高阻断电压和低导通损失率特性。其基本结构是在 GTO 的基础上进行了改进,如特殊的环状门极、与管芯集成在一起的门极驱动电路等。目前,4000V、4500V 及 5500V 的 IGCT 已研制成功。在大容量高压变频电路中,IGCT 被广泛应用。



图 1-1-14 集成门极换流型晶闸管

7) 智能功率模块(IPM)

智能功率模块是一种混合集成电路,是将大功率开关元件和驱动电路、保护电路、检测电路等集成在同一个模块内,是电力集成电路的一种,其外形和内部结构如图 1-1-15 所示。这种功率集成电路特别适应于逆变器高频化发展方向的需要。目前,IPM 一般以 IGBT 为基本功率开关元件,构成单相或三相逆变器的专用功能模块,在中小容量变频器中广泛应用。

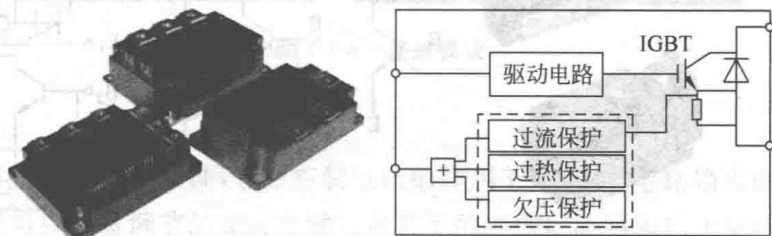


图 1-1-15 智能功率模块外形和内部结构

如图 1-1-16 所示为德国欧派克 BSM50GD120DN2 和日本富士 7MBP150RA120-05 功率集成模块的外形图。其内部高度集成了整流模块、逆变模块、各种传感器、保护电路及驱动电路。模块的典型开关频率为 20kHz,保护功能为欠电压、过电压和过热故障时输出故障信号灯。

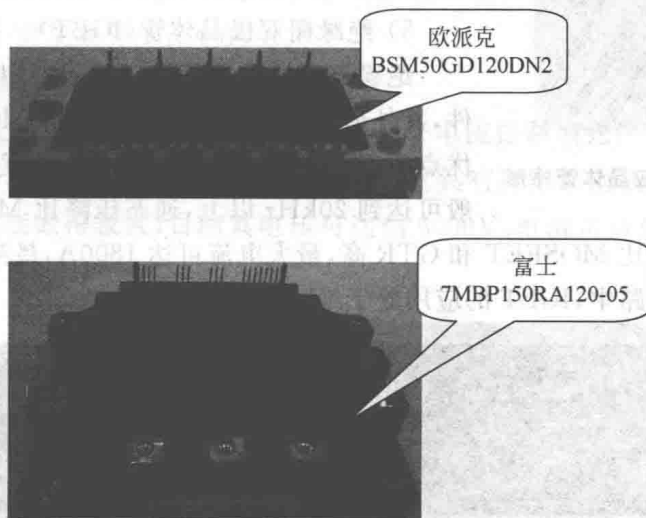


图 1-1-16 功率集成模块外形

五、通用变频器的控制方式

异步电动机调速传动时,变频器可以根据电动机的特性对供电电压、电流、频率进行适当的控制,而且不同的控制方式所得到的调速性能、特性及用途也不同,其控制效果也不一样。目前,变频器对电动机的控制方式可分为 U/f 恒定控制、转差频率控制、矢量控制和直接转矩控制等。

1. U/f 恒定控制方式

按照电压、频率关系对变频器的频率和电压进行控制,称为 U/f 恒定控制方式,又称为