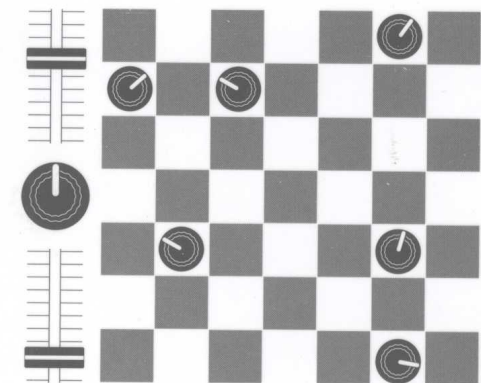


变频器应用
技术丛书



变频器的 使用与维护

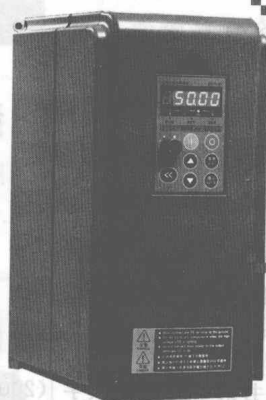
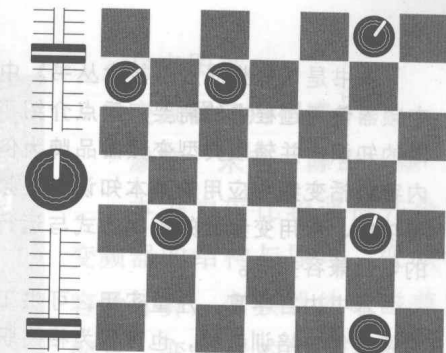
董砚 郑易 孙鹤旭 编

BIANPINQI DE
SHIYONG YU WEIHU



化学工业出版社

变频器应用
技术丛书



变频器的 使用与维护

董砚 郑易 孙鹤旭 编

BIANPINQI DE
SHIYONG YU WEIHU



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是《变频器应用技术丛书》中的一本。本书针对工程技术人员在变频器使用过程中的需要,重点介绍了变频器选型、安装、使用及维护方面的知识,并辅以典型变频器品牌为例,具有较强的实用性。该书的主要内容包括变频器应用的基本知识、变频器的电气安装、变频器的操作模式和功能、常用变频器的控制方式与运行、变频器故障分析与处理、变频器的电磁兼容措施。

本书内容丰富,注重实用,可供工矿企业从事变频器应用的电气人员阅读及作为培训教材,也可作为相关职业技术学院的教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

变频器的使用与维护/董砚,郑易,孙鹤旭编. —北京:
化学工业出版社, 2009. 5
(变频器应用技术丛书)
ISBN 978-7-122-04764-9

I. 变… II. ①董…②郑…③孙… III. ①变频器-使用
②变频器-维护 IV. TN773

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 017443 号

责任编辑: 宋 辉
责任校对: 吴 静

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市彩桥印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 10¼ 字数 274 千字

2009 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

前言



电力电子与电力传动技术的突出特点是可实现系统的高效、节能、省材，已成为我国国民经济的重要基础技术，对现代科学、工业和国防都具有重要支撑作用。在诸多高新技术应用领域，各种传统产业，乃至照明、家电等与人民生活密切相关的应用领域，电力电子产品已无所不在。这就决定了在今后相当长的一段时期内，我国国民经济的发展和巨大的用户对电力电子与电力传动应用技术具有巨大的、持久的需求。当前，我国电力电子与电力传动技术的发展与应用进入了一个重要时期，我国电力电子和电力传动产业正面临着良好的机遇和严峻的挑战。

国家中长期科学和技术发展规划纲要提出我国要全面建设小康社会，构建资源节约型、环境友好型和谐社会，其中明确了“自主创新，重点跨越，支撑发展，引领未来”的指导方针。我国与其他发达国家一样，电力电子与电力传动技术已日益广泛地渗透到能源、环境、航空航天、先进制造业、交通运输业、国防等许多重要领域。要达到我国政府提出的“十一五”时期“单位国内生产总值能源消耗降低 20% 左右”的目标，绝非易事。由于大型电机采用调速控制方式后的节能效果十分明显并已经得到大部分工矿企业的认同，因此，电力电子与电力传动技术应用于节能和工艺改进的市场前景十分广阔。

变频调速技术是当今节电、改善工艺流程以提高产品质量和改善环境、推动技术进步的一种主要手段。随着电力电子技术、微电子技术、信息技术和现代控制理论在调速系统中的应用，变

频调速已逐渐取代过去的滑差调速、变极调速、定子调速、串极调速及直流电机调速等调速方式，在工业生产中获得广泛的应用，被国内外公认为最有发展前途的调速方式。随着节能产品之一的变频调速产品在电气、机械、化工等各行业得到广泛应用，变频器产业被称为绿色朝阳产业，一经问世便引起了国内外电气传动界的普遍关注，显现出广阔的市场前景。

从 20 世纪 80 年代变频器引入中国，经过不断地推广和使用，变频器已经得到广大企业用户的认可，目前在市场上有近百个品牌，上千个系列。但是，由于大多变频器采用的原理不同，可设置功能和参数众多，不同公司的产品各有特点，且变频器说明书中对于产品各种功能的解释过于简单、专业化，描述有时不够准确，加之一些进口变频器的说明书在翻译上存在诸如名词术语不规范的问题，常常给用户们带来许多不便，使变频器在生产中并没有更好地发挥作用。随着变频器的应用日益广泛，了解变频器的基本原理，正确合理使用变频器，使采用变频器的传动系统达到最佳的性能指标，以及进行正确的维护使变频器安全稳定地运行，这些都对生产第一线的技术人员提出了更高的要求。

正是在这一背景下我们编写了《变频器应用技术丛书》，包括《电气传动与变频技术》、《变频器的使用与维护》、《变频器应用实践》三本书。这套丛书力求通俗易懂和结合实际，目的是使工程技术人员更好地了解、使用和维护变频器，使变频器在生产过程中发挥出最优的作用。

本书是《变频器的使用与维护》。本书针对工业技术人员在变频器使用过程中的需要，重点介绍了变频器选型、安装、使用及维护方面的知识，并辅以典型变频器品牌为例，具有较强的实用性。主要内容包括变频器应用的基本知识、变频器的电气安装、变频器的操作模式和基本功能设定、常用变频器的控制方式与运行、变频器故障分析与处理、变频器的电磁兼容措施。本书

内容丰富，注重实用，可供工矿企业从事变频器应用的电气人员阅读及作为培训教材，也可作为相关职业技术学院的教材和参考书。

本书由董砚、郑易、孙鹤旭编写，参加编写的人员还有高洁、李鹏、郝杰、万丽丽、李洁、孟宪翠、何林、梁玉其等。

限于编者的水平和经验，加之时间仓促，书中难免存在不足之处，恳请广大读者指正。

孙鹤旭



第 1 章 变频器应用的基本知识

1

1.1 变频器的分类	2
1.1.1 电压型和电流型变频器	2
1.1.2 通用型变频器和专用型变频器	7
1.2 变频器的机械负载特性	11
1.2.1 机械负载与电动机的转矩特性	11
1.2.2 各种负载对变频器的要求	12
1.3 变频器的技术规范	16
1.3.1 变频器的型号	17
1.3.2 额定参数指标	20
1.3.3 主要控制性能	22
1.4 变频器的选型	26
1.4.1 变频器产品简介	26
1.4.2 变频器的选型原则及注意事项	29
1.4.3 根据变频调速控制系统的控制方式选择变频器	34
1.4.4 根据不同的负载类型选择变频器	36
1.4.5 专用变频器的选择	40
1.5 变频器的系统组成	46
1.5.1 变频器的主电路	46
1.5.2 变频器的控制电路	57

1.5.3 变频器的保护电路	58
----------------------	----

第2章 变频器的电气安装

63

2.1 变频器的工作环境	64
2.1.1 温度要求	64
2.1.2 环境湿度及气体要求	66
2.1.3 海拔高度	67
2.1.4 振动和冲击	67
2.2 变频器的电气环境	68
2.2.1 距离要求	68
2.2.2 防止外部电磁干扰	70
2.2.3 防止内部电磁干扰	71
2.2.4 防雷	72
2.3 变频器的存放安装	72
2.4 变频器外围设备及其选择	74
2.4.1 变频器周边设备的种类	74
2.4.2 变频器周边设备的选型	76
2.4.3 制动电阻的计算	78
2.5 变频器的接线	81
2.5.1 变频器主电路的接线	81
2.5.2 控制电路接线	84
2.5.3 通电前检查	86

第3章 变频器的操作与功能详解

87

3.1 变频器的操作模式	88
3.1.1 面板操作模式	88
3.1.2 外部操作模式	88
3.2 变频器操作面板设置及状态显示	89

3.2.1	森兰 SB70G 系列变频器显示功能 实例	90
3.2.2	西门子 MM 440 系列变频器显示功 能实例	93
3.2.3	ABB ACS800 系列变频器显示功能 实例	98
3.3	变频器的基本功能设置	100
3.3.1	变频器的加、减速功能	100
3.3.2	变频器的启动功能	107
3.3.3	变频器的停机功能	112
3.3.4	变频器的频率给定功能	115
3.3.5	变频器的 PID 功能	131
3.3.6	其他功能	139
3.4	变频器的外接端子及其控制功能	145
3.4.1	变频器的运行控制方式	145
3.4.2	变频器的数字量输入功能	152
3.4.3	变频器输出端子的控制功能	158
3.5	与保护有关的功能	165
3.5.1	变频的基本保护功能	165
3.5.2	变频器的跳闸及其防止	169
3.5.3	变频器的重合闸功能	174
3.5.4	其他保护功能	179

4.1	森兰变频器 U/f 控制的控制与运行	186
4.1.1	U/f 控制方式	186
4.1.2	森兰变频器 U/f 控制的参数设置和功 能解析	192

4.1.3	森兰变频器 U/f 控制的试运行	197
4.2	西门子变频器矢量控制的设置与运行	202
4.2.1	矢量控制方式	203
4.2.2	西门子变频器矢量控制的参数设置和功能解析	207
4.2.3	西门子变频器的矢量控制运行举例	215
4.3	ABB 变频直接转矩控制的设置与运行	219
4.3.1	直接转矩控制方式	219
4.3.2	ABB 变频器直接转矩控制的参数设置和功能解析	224
4.3.3	ABB 变频器直接转矩控制运行举例	229

5.1	变频器的常见故障分析及处理	236
5.1.1	参数设置类故障	237
5.1.2	过电流和过载故障	238
5.1.3	过压和欠压故障	241
5.1.4	过热故障	244
5.2	引发变频器故障的内外因	245
5.2.1	引发变频器故障的外部因素	245
5.2.2	引发变频器故障的内部因素	249
5.2.3	变频器故障的诊断步骤	252
5.3	变频器中常用元件的检测与诊断	254
5.3.1	变频器中电阻检测与诊断	254
5.3.2	电容的检测和诊断	257
5.3.3	开关电源中电感和变压器的检测与诊断	259
5.3.4	整流及逆变元件的检测与诊断	261

5.4 变频器的维护保养与日常检查	266
5.4.1 变频器的维护保养	266
5.4.2 变频器的日常检查	269
5.4.3 变频器的定期检查及检修	271
5.4.4 变频器的养护与寿命	273

第6章 变频器的电磁兼容性

275

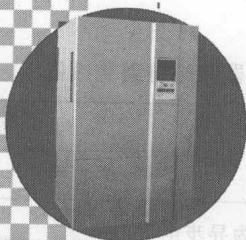
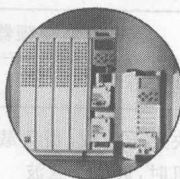
6.1 变频器中的谐波问题	276
6.1.1 变频器谐波的产生和危害	276
6.1.2 抑制谐波方法和谐波治理	280
6.2 变频器电磁干扰产生及传播途径	284
6.2.1 变频器的电磁干扰源及干扰途径	285
6.2.2 电磁兼容技术	288
6.3 变频器抗电磁干扰措施	296
6.3.1 外部设备抗变频器干扰的措施	296
6.3.2 变频器抗外部干扰的措施	302
6.3.3 干扰防止措施举例	305
6.4 与变频器有关的电磁兼容标准	308
6.4.1 变频器电磁干扰国际标准	308
6.4.2 IEEE-519 简介	310
6.4.3 几种变频器的采用标准情况	312

参考文献

314

1 变频器应用

本知识





1.1 变频器的分类

变频器是对电动机实现变频调速的装置，其作用是将电网提供的恒压恒频的交流电转变为所需电压频率的交流电。按其主电路结构形式，变频器可分为交-交变频器和交-直-交变频器两大类。主电路中没有直流中间环节的称为交-交变频器，有直流中间环节的称为交-直-交变频器。由直流电变为可调频、调压的交流电的变换器称为逆变器。交-直-交变频器是由整流器中间直流储能电路（主要由大容量电容器构成）和逆变器构成。变频器按其工作方式分有电压型变频器和电流型变频器；按其功能用途分有风机水泵用通用变频器、恒转矩通用变频器、高频通用变频器、中频通用变频器、专用变频器和单相变频器等。

1.1.1 电压型和电流型变频器

电压型和电流型变频器都属于交-直-交变频器。其主电路由整流器、平波电路和逆变电路三部分组成。由于负载一般都是感性的，它和电源之间必有无功功率传送，因此在中间的直流环节中，需要有缓冲无功功率的元件。如果采用大电容器来缓冲无功功率，则构成电压型变频器；如果采用大电感器来缓冲无功功率，则构成电流型变频器。电压型变频器和电流型变频器的特点见表 1-1。

表 1-1 电压型变频器和电流型变频器

项 目	电 流 型 变 频 器	电 压 型 变 频 器
直流回路环节	电 抗 器	电 容 器
电压波形	决定于负载，当负载为异步电动机时，近似正弦波	矩形波（或阶梯形波）

续表

项 目	电流型变频器	电压型变频器
电流波形	矩形波	决定于逆变器电压与负载电动机的电势,近似正弦波
电源阻抗	大	小
适用范围	适用于单机拖动,频繁加、减速情况下运行,以及需经常反向的场合	适用于向多台电动机供电、不可逆拖动、稳速工作、快速性要求不高的场合
其他	①对于电流型变频器不需要换流电感 ②可使用关断时间较长的普通晶闸管 ③过电流保护容易 ④不需要滤波电容	①对于电压型变频器需要换流电感 ②晶闸管承受电压低,要求晶闸管关断时间短 ③过电流保护容易 ④需要滤波电容

(1) 电压型变频器

在电路中直流部分接大容量电容器,使加于负载上的电压值不受负载波动的影响,基本保持恒定。该变频电源类似于电压源,因而称为电压型变频器。电压型变频器的主电路如图 1-1 所示。

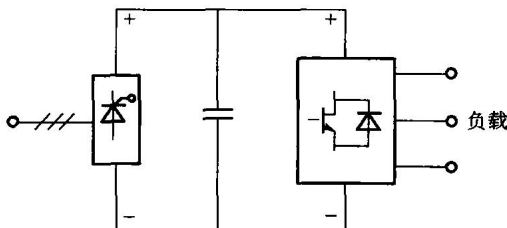


图 1-1 电压型变频器

电压型变频器逆变电压的波形为方形,而电流的波形经电动机负载滤波后接近于正弦波,如图 1-2 所示。

由于电压型变频器是作为电压源向交流电动机提供电功率,因此其主要优点是运行几乎不受负载功率因数或换流的影响;缺点是当负载出现短路或负载波动时容易出现过流,必须在极短的

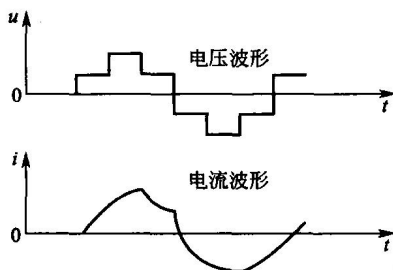


图 1-2 电压型变频器的输出电压和电流波形

时间采取保护措施。

电压型变频器又有许多不同类型，详见表 1-2。

表 1-2 电压型变频器的分类

分类方法	分 类
换流方法	半控式元件、全控式元件
频率控制方式	自控、他控
输出电压控制	幅频调制(PAM)、脉宽调制(PWM)、PAM+PWM
输出电压波形	矩形波、模拟正弦波、多重式
换流相数	分时换流、同时换流
使用器件	晶闸管、GTO、大功率晶体管、功率场效应管
输出相数	单相、三相、多相

在电压型变频器中能量只能单方向传递，不能适应再生制动运行，在图 1-1 所示电路的基础上增加再生电路，就可以实现再生制动运行，能量可以在两个方向传递，即在整流器端增设再生反馈通路，反并联一组逆变桥，如图 1-3 所示。此时，电容 C_d 上电压的极性仍然不变，但电流 I_d 可以借助于反并联晶闸管三相桥（工作在有源逆变状态）改变方向，使再生电能反馈到交流电网中。此方法一般用于大容量变频器。

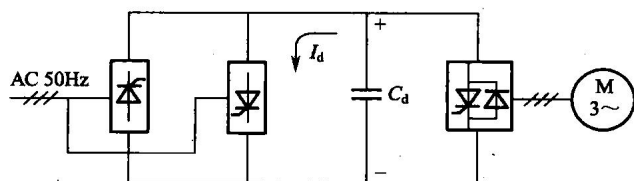


图 1-3 反并联逆变桥的电压型变频器

(2) 电流型变频器

电流型变频器的主电路是在其滤波部分接入大容量电抗器 L ，如图 1-4 所示。由于变频器加在负载上的电流值基本保持稳定不变，所以变频器不受负载的影响，电源外特性类似电流源，因而称为电流型变频器。电流型变频器的输出电压及电流波形如图 1-5 所示。

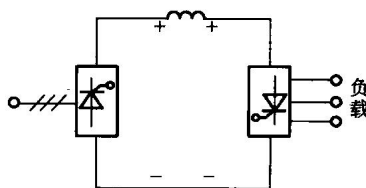


图 1-4 电流型逆变器

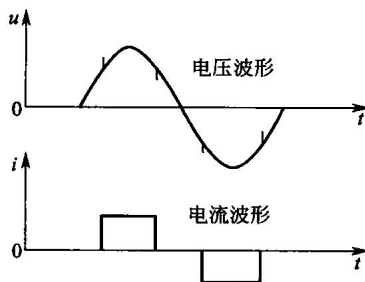


图 1-5 电流型变频器的输出电压及电流波形

电流型变频器的最大特点是容易实现回馈制动，从而便于四



象限运行，适用于需要接制动和经常正、反转的机械。

图 1-6 给出了电流型变频器的电动和再生制动两种运行状态。图中 UR 为晶闸管可控整流器，USI 为晶闸管电流型逆变器。当 UR 工作在整流状态 ($\alpha \leq 90^\circ$)，USI 工作在逆变状态时，异步电动机在电动状态下运行如图 1-6(a) 所示。这时，直流回路电压值的极性为上正下负，电流由 U_d 的正端流入逆变器，电能由交流电网经变频器传送给电动机，变频器的输出频率 $\omega_1 > \omega$ ，电动机处于电动状态。此时，如使 $\omega_1 < \omega$ ，即进入再生制动，在控制上必须同时调节可控整流器的控制角，令 $\alpha > 90^\circ$ ，则电动机进入发电状态，且直流回路电压 U_d 立即反向，而电流 I_d 方

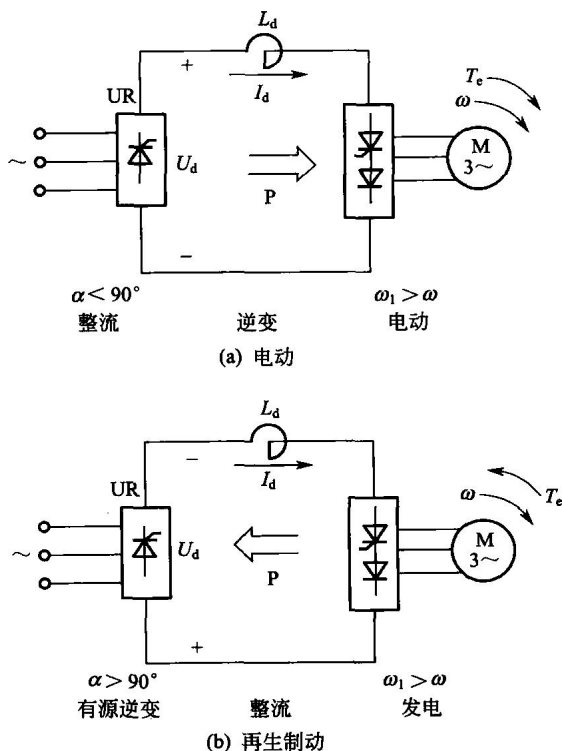


图 1-6 电流型变频器的两种运行状态