

# 交流 变频调速器 选用手册

袁任光 编著



广东科技出版社

# 交流变频调速器选用手册

袁任光 编著

广东科技出版社  
·广州·

### 图书在版编目(CIP)数据

交流变频调速器选用手册/袁任光编著. —广州: 广东科技出版社, 2002.9

ISBN 7-5359-1999-5

I. 交… II. 袁… III. 交流-变频调速-调速器-选型-手册 IV. TH132.46-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 002275 号

---

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

E-mail: gdkjzbb@21cn.com

http: //www.gdstp.com.cn

出 版 人: 黄达全

经 销: 广东新华发行集团

印 刷: 广东惠阳印刷厂

(广东省惠州市南坛西路 17 号 邮码: 516001)

规 格: 850 mm×1 168 mm 1/16 印张 30.25 字数 610 千

版 次: 2002 年 9 月第 1 版

2002 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 1~3 000 册

定 价: 68.00 元

---

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

## 内 容 简 介

交流变频调速器（VVVF，简称变频器）是一种应用矢量控制原理，采用模块化结构，集合数字技术、计算机技术和现代自动控制技术于一体的智能型交流电动机调速装置。变频器具有转矩大、精度高、噪声低、功能齐全、运行可靠、操作简单、维修方便、节约能源等特点，广泛应用于工业自动控制和家用电器等行业。

本书主要包括：变频器的选用常识和一般应用技术以及实例；从各种参考资料中，摘编出国内外部分变频器的产品介绍，内容有产品的主要特点、技术性能、标准规格、基本接线图和外形尺寸等，供读者选用；书后附录有关于变频器的问答和中国关于变频器的国家标准等。

本书着重于实用性，广泛用于变频器的选用、安装、运行和维护等，可供工矿企业、设计单位和科研单位的工程技术人员、技术工人和供销人员使用，适合于大学、大专院校、电视大学、业余大学、技术职业院校和中等专业学校有关电气自动化、电气控制技术、低压电器和机电一体化等专业的师生参考，也可作为有关专业人员的培训教材。

## 前 言

随着微电子技术和电力电子技术的发展,交流变频调速器(VVVF,简称变频器)是一种应用矢量控制原理、采用模块化结构、集合数字技术、计算机技术和现代自动控制技术于一体的智能型交流电动机调速装置。变频器具有转矩大、精度高、噪声低、功能齐全、运行可靠、操作简单、维护方便、节约能源等特点,广泛应用于钢铁、石油、化工、机械、电子、纺织、印染、造纸、印刷、食品、制药、橡胶、塑料等工业自动控制和家用电器等行业,达到自动控制和节约能源等目的。在有的应用场合,需要变频器和可编程序控制器(简称PLC或PC)联合控制系统,更加提高自动化控制水平。

国内外生产的变频器,都没有统一的产品型号,选用时要先了解每个生产厂家产品的型号说明、技术性能和标准规格等内容。

本书主要包括:变频器的选用常识和一般应用技术以及实例;从各种参考资料中,摘编出国内外部分变频器的产品介绍,内容有产品的主要特点、技术性能、标准规格、基本接线图和外形尺寸等,供读者选用;书后附录有关于变频器的问答和中国关于变频器的国家标准等。

本书着重于实用性,广泛用于变频器的选用、安装、运行和维护等,可供工矿企业、设计单位和科研单位的工程技术人员、技术工人和供销人员使用,适合于大学、大专院校、电视大学、业余大学、技术职业院校和中等专业学校有关电气自动化、电气控制技术、低压电器和机电一体化等专业的师生参考,也可作为有关专业人员的培训教材。

本书主要由袁任光执笔,林由娟、袁淑林、袁海林、陈舜、林敏参加部分编写工作和校核工作。在编写过程中,参考了有关专业书籍和产品介绍的某些内容,在此,谨向有关作者和单位表示衷心的感谢。

最后,恳请读者对本书不足之处提出批评与建议。

袁任光  
2002年1月

# 目 录

|                                              |             |
|----------------------------------------------|-------------|
| <b>第一章 交流变频调速器 (VVVF) 的选用及实例 .....</b>       | <b>(1)</b>  |
| <b>第一节 交流变频调速器概述 .....</b>                   | <b>(1)</b>  |
| 一、交流调速传动 .....                               | (1)         |
| 二、通用变频器 .....                                | (1)         |
| 三、各种交流调速方式比较表 .....                          | (2)         |
| 四、调速电动机分类 .....                              | (3)         |
| 五、调速传动的目的 .....                              | (3)         |
| 六、调速传动在不同领域中的使用对象 .....                      | (4)         |
| 七、变频器传动的特点 .....                             | (4)         |
| 八、变频器应用的效果 .....                             | (5)         |
| 九、典型机床主轴的要求 .....                            | (6)         |
| 十、采用变频器提高传动质量 .....                          | (6)         |
| 十一、采用变频器传动的其他目的 .....                        | (7)         |
| 十二、流量控制 .....                                | (7)         |
| 十三、变频器与 PLC 及上位机的连接 .....                    | (9)         |
| <b>第二节 交流变频调速器种类及构成 .....</b>                | <b>(13)</b> |
| 一、变频器的种类 .....                               | (13)        |
| 二、变频器 3 种控制方式的比较 .....                       | (16)        |
| 三、变频器的基本构成和基本功能 .....                        | (17)        |
| 四、变频器常用的电力半导体开关器件 .....                      | (18)        |
| 五、变频器专用电动机 .....                             | (19)        |
| <b>第三节 交流变频调速器规格及选用 .....</b>                | <b>(20)</b> |
| 一、通用变频器的标准规格 .....                           | (20)        |
| 二、变频器类型的选用 .....                             | (21)        |
| 三、变频器容量的选用 .....                             | (21)        |
| <b>第四节 交流变频调速器应用及实例 .....</b>                | <b>(24)</b> |
| 一、变频器应用领域 .....                              | (24)        |
| 二、变频器应用实例 .....                              | (26)        |
| <b>第二章 中国部分交流变频调速器 .....</b>                 | <b>(52)</b> |
| <b>第一节 山东汶上风光电子 (FC) JD-BP 系列变频器 .....</b>   | <b>(52)</b> |
| 一、风光电子 JD-BP 系列变频器主要特点 .....                 | (52)        |
| 二、风光电子 JD-BP 3 相 380 V 系列变频器标准规格 .....       | (52)        |
| 三、风光电子 JD-BP 3 相 380 V 系列变频器技术性能 .....       | (52)        |
| 四、风光电子 JD-BP 3 相 380 V 系列变频器接线图 .....        | (53)        |
| <b>第二节 山东惠丰 (HANFENG) 公司 HFV 系列变频器 .....</b> | <b>(53)</b> |
| 一、惠丰 HFV 系列变频器主要特点 .....                     | (53)        |
| 二、惠丰 HFV 系列变频器标准规格 .....                     | (53)        |
| 三、惠丰 HFV 系列变频器技术性能 .....                     | (54)        |

|                                                       |      |
|-------------------------------------------------------|------|
| 四、惠丰 HFV 系列变频器接线图 .....                               | (55) |
| 五、惠丰 HFV 系列变频器外形尺寸 .....                              | (56) |
| 六、惠丰 HFV 系列变频器曲线图 .....                               | (56) |
| <b>第三节 四川佳灵 (JIALING) 公司 JP6C - T9/J9 系列变频器</b> ..... | (57) |
| 一、佳灵 JP6C - T9/J9 系列变频器主要特点 .....                     | (57) |
| 二、佳灵 JP6C - T9/J9 系列变频器型号说明 .....                     | (58) |
| 三、佳灵 JP6C - T9 系列变频器技术性能 .....                        | (58) |
| 四、佳灵 JP6C - J9 系列变频器技术性能 .....                        | (59) |
| 五、佳灵 JP6C - T9/J9 系列变频器通用技术性能 .....                   | (60) |
| 六、佳灵 JP6C - T9/J9 系列变频器接线图 .....                      | (62) |
| 七、佳灵变频器多段速度运转图 (8 段设定) .....                          | (63) |
| 八、变频器外围设备 (电抗器、滤波器及其他器件) 功能表 .....                    | (63) |
| 九、电源协调用的交流电抗器 (AC 电抗器) 外形尺寸 .....                     | (65) |
| 十、改善功率因数的直流电抗器 (DC 电抗器) 外形尺寸 .....                    | (65) |
| 十一、变频器制动单元和制动电阻 .....                                 | (66) |
| 十二、变频器主电路开关和电缆规格 .....                                | (67) |
| 十三、佳灵 JP6C - T9/J9 系列变频器外形尺寸 .....                    | (68) |
| 十四、佳灵变频器使用注意事项 .....                                  | (68) |
| <b>第四节 黑龙江日锋 (RIFENG) 公司 MZ - A/P 系列变频器</b> .....     | (70) |
| 一、日锋 MZ - A/P 系列变频器简介 .....                           | (70) |
| 二、日锋 MZ - A 系列变频器 .....                               | (70) |
| 三、日锋 MZ - P 系列变频器 .....                               | (71) |
| 四、日锋 RF - PW 系列变频器调速恒压自动控制装置 .....                    | (71) |
| <b>第五节 四川森兰 (SENLAN) 公司 BT40 系列变频器</b> .....          | (72) |
| 一、森兰 BT40 系列变频器主要特点 .....                             | (72) |
| 二、森兰 BT40 3 相 380 V 系列变频器技术性能 .....                   | (72) |
| 三、森兰 BT40 单相、3 相 220 V 系列变频器技术性能 .....                | (73) |
| 四、森兰 BT40 系列变频器通用技术性能 .....                           | (73) |
| 五、森兰 BT40 系列变频器型号说明 .....                             | (74) |
| 六、森兰 BT40 系列通用变频器外形尺寸 .....                           | (74) |
| 七、森兰变频器外围设备 .....                                     | (75) |
| 八、森兰变频器应用实例 .....                                     | (77) |
| <b>第六节 广西星辰 (STARS) 公司 MFC 系列变频器</b> .....            | (81) |
| 一、星辰 MFC 系列变频器主要特点 .....                              | (81) |
| 二、星辰 MFC 系列变频器标准规格 .....                              | (82) |
| <b>第七节 浙江盛华 (SUNWIND) 公司 TE 系列变频器</b> .....           | (83) |
| 一、盛华 TE 系列变频器主要特点 .....                               | (83) |
| 二、盛华 TE180 系列变频器 .....                                | (83) |
| 三、盛华 TE280 系列变频器 .....                                | (85) |
| <b>第八节 台湾台达 (DELTA) 公司 VFD 系列变频器</b> .....            | (87) |
| 一、台达 VFD 系列变频器主要特点 .....                              | (87) |
| 二、台达 VFD 系列变频器型号说明 .....                              | (88) |
| 三、台达 VFD 系列变频器机种 .....                                | (89) |

|                                                                                      |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 四、台达 VFD-A/H 系列变频器 .....                                                             | (90)         |
| 五、台达 VFD-M 系列变频器 .....                                                               | (92)         |
| 六、台达 VFD-B 系列变频器 .....                                                               | (94)         |
| 七、台达 VFD-S 系列变频器 .....                                                               | (97)         |
| 八、台达 VFD-P 系列变频器 .....                                                               | (99)         |
| 九、台达 VFD 系列变频器外形尺寸 .....                                                             | (101)        |
| 十、台达 VFD 系列变频器选购附件 .....                                                             | (102)        |
| <b>第九节 台湾普传 (POWTRAN) 公司 Pi97P 系列变频器 .....</b>                                       | <b>(103)</b> |
| 一、普传 Pi97P 系列变频器主要特点 .....                                                           | (103)        |
| 二、普传 Pi97P 系列变频器简介 .....                                                             | (103)        |
| 三、普传 Pi97P 系列变频器技术性能 .....                                                           | (103)        |
| 四、普传 Pi97P 系列变频器标准规格 .....                                                           | (104)        |
| 五、普传 Pi97P 系列变频器接线图 .....                                                            | (105)        |
| 六、普传 Pi97P 系列变频器外形尺寸 .....                                                           | (106)        |
| 七、普传 Pi97P 系列变频器选件 .....                                                             | (106)        |
| <b>第十节 台湾台安 (TAIAN) 公司 N2 系列变频器 .....</b>                                            | <b>(109)</b> |
| 一、台安 N2 系列变频器主要特点 .....                                                              | (109)        |
| 二、台安 N2 系列变频器型号说明 .....                                                              | (109)        |
| 三、台安 N2 系列变频器标准规格 .....                                                              | (110)        |
| 四、台安 N2 系列变频器技术性能 .....                                                              | (111)        |
| 五、台安 N2 系列变频器接线图 .....                                                               | (112)        |
| 六、台安 N2 系列变频器外形尺寸 .....                                                              | (112)        |
| 七、台安 N2 系列变频器刹车电阻及输入侧电抗器规格 .....                                                     | (113)        |
| 八、台安 N2 系列变频器 (外接) 刹车电阻及直流电抗器规格 .....                                                | (113)        |
| <b>第十一节 台湾东元 (TECO) 公司 Speecon 7200M3/GA/PA 系列变频器 .....</b>                          | <b>(114)</b> |
| 一、东元 Speecon 7200M3 系列变频器 .....                                                      | (114)        |
| 二、东元 Speecon 7200GA 系列变频器 .....                                                      | (121)        |
| 三、东元 Speecon 7200PA 系列变频器 .....                                                      | (132)        |
| <b>第三章 美国部分交流变频调速器 .....</b>                                                         | <b>(137)</b> |
| <b>第一节 美国艾伦-布拉德利 (Allen-Bradley, 简称 A-B) 公司 1336 PLUS II 系列变频器 .....</b>             | <b>(137)</b> |
| 一、A-B 1336 PLUS II 系列变频器主要特点 .....                                                   | (137)        |
| 二、A-B 1336 PLUS II 系列变频器技术性能 .....                                                   | (138)        |
| 三、A-B 1336 PLUS II 系列变频器标准规格 .....                                                   | (140)        |
| 四、A-B 1336 PLUS II 系列变频器外形尺寸 .....                                                   | (143)        |
| 五、A-B 1336 PLUS II 系列变频器对交流电源的要求 .....                                               | (145)        |
| 六、推荐使用的交流进线熔断器最大额定值 .....                                                            | (145)        |
| 七、变频器模拟量输入/输出 .....                                                                  | (147)        |
| 八、变频器机箱结构及电制动组件 .....                                                                | (147)        |
| 九、变频器制造厂安装的可选件 .....                                                                 | (149)        |
| 十、变频器现场安装的可选件 .....                                                                  | (150)        |
| <b>第二节 美国安萨尔多工业系统 (ANSALDO SISTEMI INDUSTRIALI) 公司 SILCOVERT TS/TL 电压源型变频器 .....</b> | <b>(151)</b> |
| 一、安萨尔多 (ANSALDO) SILCOVERT TS/TL 电压源型变频器主要特点 .....                                   | (151)        |

|                                                                                                        |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 二、安萨尔多 SILCOVERT TS/TL 系列变频器技术性能 .....                                                                 | (152)        |
| 三、安萨尔多 SILCOVERT TS/TL 系列变频器标准规格 .....                                                                 | (155)        |
| <b>第三节 美国通用电气 (General Electric, 简称 GE) 公司 6KAV300 系列变频器 .....</b>                                     | <b>(156)</b> |
| 一、通用电气 6KAV300 系列变频器介绍 .....                                                                           | (156)        |
| 二、通用电气 6KAV300 系列变频器标准规格 (功率表) .....                                                                   | (157)        |
| 三、通用电气 6KAV300 系列变频器技术性能 .....                                                                         | (158)        |
| 四、通用电气 6KAV300 系列变频器接线图及端子功能 .....                                                                     | (159)        |
| 五、通用电气 6KAV300 系列变频器选件说明 .....                                                                         | (163)        |
| 六、通用电气 6KAV300 系列变频器软件工具 .....                                                                         | (164)        |
| 七、通用电气 6KAV300 系列变频器核心装置与柜体外形尺寸 .....                                                                  | (164)        |
| <b>第四节 美国罗宾康 (ROBICON) 公司高电压大容量系列变频器 .....</b>                                                         | <b>(165)</b> |
| 一、罗宾康高电压大容量系列变频器主要特点 .....                                                                             | (165)        |
| 二、罗宾康高电压大容量系列变频器技术性能 .....                                                                             | (168)        |
| 三、罗宾康系列变频器外形尺寸 .....                                                                                   | (168)        |
| 四、高压变频器一览表 .....                                                                                       | (169)        |
| <b>第四章 西欧部分交流变频调速器 .....</b>                                                                           | <b>(171)</b> |
| <b>第一节 瑞典 ABB 公司 Comp - ACS - 100/140/400/600 系列变频器 .....</b>                                          | <b>(171)</b> |
| 一、ABB Comp - ACS 100 系列变频器 .....                                                                       | (171)        |
| 二、ABB Comp - ACS 140 系列变频器 .....                                                                       | (172)        |
| 三、ABB Comp - ACS 400 系列变频器 .....                                                                       | (175)        |
| 四、ABB Comp - ACS 600 系列变频器 .....                                                                       | (178)        |
| <b>第二节 英国 C.T. (Control Techniques) 公司 Commander SE/GP/Unidrive UN 系列变频器 .....</b>                     | <b>(181)</b> |
| 一、C.T. Commander SE 系列变频器 .....                                                                        | (181)        |
| 二、C.T. Commander GP 系列变频器 .....                                                                        | (182)        |
| 三、C.T. Unidrive UN 系列变频器 .....                                                                         | (184)        |
| <b>第三节 丹麦丹佛斯 (DANFVSS) 公司 VLT - 2800/5000 系列变频器 .....</b>                                              | <b>(186)</b> |
| 一、丹佛斯 VLT2800 系列变频器 .....                                                                              | (186)        |
| 二、丹佛斯 VLT5000 系列变频器 .....                                                                              | (188)        |
| <b>第四节 法国施耐德电气 (Schneider Electric) 公司 Altivar 08/18/58/62/66/68 系列变频器 .....</b>                       | <b>(198)</b> |
| 一、施耐德 Altivar 08 系列变频器 .....                                                                           | (198)        |
| 二、施耐德 Altivar 18 系列变频器 .....                                                                           | (200)        |
| 三、施耐德 Altivar 58 系列变频器 .....                                                                           | (209)        |
| 四、施耐德 Altivar 62 系列变频器 .....                                                                           | (213)        |
| 五、施耐德 Altivar 66 系列变频器 .....                                                                           | (217)        |
| 六、施耐德 Altivar 68 系列变频器 .....                                                                           | (220)        |
| <b>第五节 意大利西威 (SIEL) 公司 ARTDrive 系列变频器 .....</b>                                                        | <b>(234)</b> |
| 一、西威 ARTDrive 系列变频器主要特点 .....                                                                          | (234)        |
| 二、西威 AFY 通用型系列变频器 .....                                                                                | (235)        |
| <b>第六节 德国西门子 (SIEMENS) 公司 Micro Master/SIMOVERT P 6SE21/P 85/A/MASTER<br/>DRIVES 6SE70 系列变频器 .....</b> | <b>(236)</b> |
| 一、西门子 Micro Master 系列变频器 .....                                                                         | (236)        |
| 二、西门子 SIMOVERT P 6SE21 系列变频器 .....                                                                     | (239)        |
| 三、西门子 SIMOVERT P 85 系列变频器 .....                                                                        | (245)        |

|                                                                                               |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 四、西门子 SIMOVERT A 大功率系列变频器 .....                                                               | (250)        |
| 五、西门子 MASTER DRIVES 6SE70 系列变频器 .....                                                         | (257)        |
| <b>第五章 日本部分交流变频调速器 .....</b>                                                                  | <b>(272)</b> |
| <b>第一节 日本富士电机 (FUJI ELECTRIC) 公司 FRENIC 5000 G9S/P9S/C11S/G11S/P11S/G11UD 系列变频器 .....</b>     | <b>(272)</b> |
| 一、富士 FRENIC 5000 G9S/P9S 系列变频器 .....                                                          | (272)        |
| 二、富士 FVR - C11S 低噪声小型系列变频器 .....                                                              | (284)        |
| 三、富士 FRENIC 5000 G11S/P11S 系列变频器 .....                                                        | (294)        |
| 四、富士 FRENIC 5000 G11UD 电梯专用系列变频器 .....                                                        | (313)        |
| <b>第二节 日本日立 (HITACHI) 公司 HFC/J - 100/J - 300 系列变频器 .....</b>                                  | <b>(316)</b> |
| 一、日立 HFC/J - 100/J - 300 系列变频器性能比较 .....                                                      | (316)        |
| 二、日立 HFC - VWS3A/VWS3 系列变频器 .....                                                             | (323)        |
| 三、日立 J - 100 系列变频器 .....                                                                      | (334)        |
| 四、日立 J - 300 系列变频器 .....                                                                      | (340)        |
| <b>第三节 日本春日 (KASUGA) 公司 KVFZ/KVFZP/KVFR/KVFRP/KVFH 系列变频器 .....</b>                            | <b>(346)</b> |
| 一、春日 KVFZ 系列变频器主要特点 .....                                                                     | (346)        |
| 二、春日 KVFZP 节能型系列变频器主要特点 .....                                                                 | (346)        |
| 三、春日 KVFR 通用型系列变频器主要特点 .....                                                                  | (346)        |
| 四、春日 KVFRP 系列节能型变频器主要特点 .....                                                                 | (347)        |
| 五、春日 KVFH 小型系列变频器主要特点 .....                                                                   | (347)        |
| 六、春日 KVFZ 等系列变频器型号说明 .....                                                                    | (347)        |
| 七、春日 KVFZ 3 相 380~460V 等系列变频器技术性能 .....                                                       | (348)        |
| 八、春日 KVFZ 等系列变频器接线图 .....                                                                     | (349)        |
| 九、春日 KVFR 系列变频器远距离操作单元 (选件) .....                                                             | (349)        |
| 十、春日 KVFR 等系列变频器外形尺寸 .....                                                                    | (349)        |
| 十一、春日 KVFH 单相/3 相 220V 系列变频器技术性能 .....                                                        | (350)        |
| 十二、春日 KVFH 单相/3 相 220V 系列变频器外形尺寸 .....                                                        | (351)        |
| 十三、春日 KVFR 系列变频器技术性能 .....                                                                    | (352)        |
| <b>第四节 日本三菱电机 (MITSUBISHI ELECTRIC) 公司 FREQROL - Z/MELTRAC - 200F<sub>x</sub> 系列变频器 .....</b> | <b>(353)</b> |
| 一、三菱 FREQROL - Z 系列变频器 .....                                                                  | (353)        |
| 二、三菱 MELTRAC - 200F <sub>x</sub> 系列变频器 .....                                                  | (359)        |
| <b>第五节 日本松下电工 (National, N/A is) 公司 VF - 7E/7F/8X 系列变频器 .....</b>                             | <b>(359)</b> |
| 一、松下电工 VF - 7E 系列变频器 .....                                                                    | (359)        |
| 二、松下电工 VF - 7F 系列变频器 .....                                                                    | (362)        |
| 三、松下电工 VF - 8X 系列变频器 .....                                                                    | (365)        |
| 四、松下电工 VF - 7E/7F/8X 系列变频器外形尺寸、接线图和选购件 .....                                                  | (369)        |
| <b>第六节 日本松下电器 (Panasonic) 公司 DV707H/707T/700T/M1D/M1X 系列变频器 .....</b>                         | <b>(372)</b> |
| 一、松下电器 DV707H 系列变频器 .....                                                                     | (372)        |
| 二、松下电器 DV707T 系列变频器 .....                                                                     | (374)        |
| 三、松下电器 DV700T 系列变频器 .....                                                                     | (377)        |
| 四、松下电器 M1D 系列变频器 .....                                                                        | (380)        |
| 五、松下电器 M1X 系列变频器 .....                                                                        | (381)        |

|                                                                    |       |
|--------------------------------------------------------------------|-------|
| 第七节 日本三肯 (SANKEN) 公司 SAMCO - VF/VS/MF/LF/i 系列变频器 .....             | (384) |
| 一、三肯 SAMCO - VF/VS/MF/LF 系列变频器 .....                               | (384) |
| 二、三肯 SAMCO - i 系列变频器 .....                                         | (393) |
| 第八节 日本明电舍 (THYFREC) 公司 VT200S 系列变频器 .....                          | (401) |
| 一、明电舍 VT200S 系列变频器主要特点 .....                                       | (401) |
| 二、明电舍变频器容量的选择 .....                                                | (401) |
| 三、明电舍变频器配电系统的选择 .....                                              | (402) |
| 四、标准电机的速度控制 .....                                                  | (403) |
| 五、明电舍 VT200S 200 V 系列变频器技术性能 .....                                 | (404) |
| 六、明电舍 VT200S 400 V 系列变频器技术性能 .....                                 | (405) |
| 七、明电舍 VT200S 系列 H、M 变频器标准规格 .....                                  | (407) |
| 八、明电舍 VT200S 系列变频器主电路及控制电路方框图 .....                                | (407) |
| 九、明电舍 VT200S 系列变频器输入输出功能 .....                                     | (409) |
| 十、明电舍 VT200S 系列变频器外形尺寸 .....                                       | (410) |
| 第九节 日本东芝 (TOSHIBA) 公司 VF - A5/A5P/S7/A7 系列变频器 .....                | (411) |
| 一、东芝 VF - A5/A5P 系列变频器 .....                                       | (411) |
| 二、东芝 VF - S7 系列变频器 .....                                           | (417) |
| 三、东芝 VF - A7 系列变频器 .....                                           | (420) |
| 第十节 日本东洋电机 (TOYO DENKI) 公司 VF61/VF61M/VF61S/VF61V/VF64 系列变频器 ..... | (421) |
| 一、东洋 VF61 系列变频器 .....                                              | (421) |
| 二、东洋 VF64 系列变频器 .....                                              | (427) |
| 三、东洋 VF61M 系列变频器 .....                                             | (435) |
| 四、东洋 VF61S 系列变频器 .....                                             | (437) |
| 五、东洋 VF61V 系列变频器 .....                                             | (437) |
| 第十一节 日本安川 (YASKAWA) 公司 VS - 616G5 系列变频器 .....                      | (439) |
| 一、安川 VS - 616G5 系列变频器主要特点 .....                                    | (439) |
| 二、安川 VS - 616G5 系列变频器技术性能 .....                                    | (441) |
| 三、安川 VS - 616G5 系列变频器标准规格 .....                                    | (442) |
| 四、安川 VS - 616G5 系列变频器接线图 .....                                     | (443) |
| 五、安川 VS - 616G5 系列变频器功能卡型号规格 .....                                 | (444) |
| 六、安川 VS - 616G5 系列变频器外形尺寸 .....                                    | (445) |
| 七、安川 VS - 606PC3 系列变频器技术性能 .....                                   | (446) |
| 八、安川 VS - 616G3 PLUS 系列变频器标准规格 .....                               | (448) |
| 九、安川 VS - 616G3 PLUS 系列变频器技术性能 .....                               | (449) |
| 十、安川 VS - 616PC5/P5 系列变频器标准规格 .....                                | (450) |
| 附录 A 关于变频器的问答 .....                                                | (451) |
| 附录 B 中国关于变频器的标准 .....                                              | (458) |
| 参考文献 .....                                                         | (471) |

# 第一章 交流变频调速器 (VVVF) 的选用及实例

## 第一节 交流变频调速器概述

### 一、交流调速传动

经过大约 30 年的发展,目前交流调速电气传动已经上升为电气调速传动的主流。在电气调速传动领域内,由直流电动机占统治地位的局面已经受到了猛烈的冲击。随着电力电子器件(包括半控型和全控型器件)的制造技术、基于电力电子电路的电力变换技术、交流电机的矢量变换控制技术、脉冲宽度调制(PWM)技术以及以微型计算机和大规模集成电路为基础的全数字化控制技术等的迅速发展,可以相信,在不久的将来,交流调速电气传动将会完全取代直流调速电气传动。

目前,从数百瓦功率的家用电器直到数万千瓦功率的调速传动装置,都可用交流调速传动方式来实现。交流调速传动已经从最初的只能用于风机和泵类的调速传动过渡到需要精度高和响应快的高性能指标的调速控制。从性能价格比的角度来比较,交流调速装置已经优于直流调速装置。

目前所说的交流调速传动,主要是指采用电子式电力变换器对交流电动机的变频调速传动。除变频调速以外的另一些简单的调速方式,例如变极调速、定子调压调速、转差离合器调速等,虽然仍在某些特定场合有一定的应用,但由于其调速传动性能较差,终将会被变频调速传动所取代。

### 二、通用变频器

电力电子器件的自关断化、模块化、变流电路开关模式的高频化和控制手段的全数字化,促进了变频器的小型化、多功能化和高性能化。尤其是控制手段的全数字化,利用了微型计算机的巨大信息处理能力,其软件功能不断强化,使变频器的灵活性和适应性不断增强。目前,中小容量(600kVA 以下)的一般用途的变频器已经实现了通用化。

随着微型计算机的发展,最新设计的变频器均采用全数字控制器,变频调速装置的调速性能越来越高,适用于一般的交流电动机。

由变频器供电的调速系统是一个快速系统,在使用数字控制时,要求的采样频率较高,通常高于 1kHz。它常需要完成复杂的操作控制、数学运算和逻辑判断。所以要求单片机具有较大的存储容量和较强的实时处理能力。可以采用数片单片机来构成一个功能较强的全数字控制器。实用中单片机的数量常根据具体任务适当选配。

全数字化控制方式,使信息处理能力大大增强。它使可靠性、可操作性、可维修性(Reliability, Availability, Serviceability, 简称为 RAS)功能得以充实。微处理机和大规模集成电路的引入,对于变频器的通用化起到了决定性的作用。

#### 1. 全数字控制具有下列特点

(1) 精度高 数字计算机的精度与字长有关,变频器中使用 16 位以至 32 位微型机作为控制机,精度在不断地提高。常用于变频器控制的有 32 位数字信号处理器(Digital Signal Processor, 简称为 DSP)。

(2) 稳定性好 由于控制信息为数字量,不会随时间发生漂移。与模拟控制不同,它一般不会随温度和环境条件发生变化。

(3) 可靠性高 微型机采用大规模集成电路(Large Scale Integration, 简称为 LSI),系统中的硬件电路数量大为减少,相应的故障率大为降低。

(4) 灵活性好 系统中硬件向标准化和集成化的方向发展,可以在尽可能少的硬件支持下,由软件去完成复杂的控制功能。适当地修改软件,就可以改变系统的功能或提高其性能。

(5) 存储能力强 存储容量大,存放时间几乎不受限制,这是模拟系统不能比拟的。利用这一特点,可在存储器中存放大量的数据或表格,利用查表法简化计算,提高运算速度。

(6) 逻辑运算能力强 容易实现自诊断、故障记录、故障寻找等功能,使变频装置可靠性、可操作性、可维修性(RAS)大大地得到提高。

## 2. 变频器软件功能的作用

日益丰富的软件功能使通用变频器的适应性不断增强,例如:

(1) 转矩提升功能使低速下的转矩过载能力提高到150%,使启动和低速运行性能得到很大的提高。

(2) 转差补偿功能使异步电动机的机械特性  $n = f(T)$  的硬度甚至大于工频电网供电时的硬度,额定转矩下的转速降比无补偿时减小1/3~2/3,提高了稳态下的转速稳定度。应该指出,这是用简单的开环控制达到的指标,并不需要闭环控制。

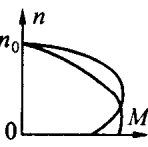
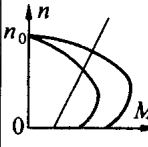
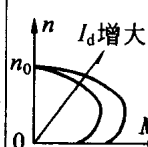
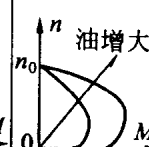
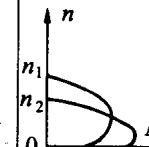
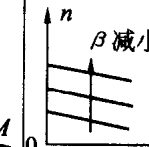
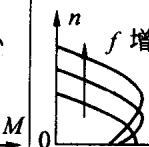
(3) 瞬时停电和短时过载情况下的平稳恢复功能,防止了不必要的跳闸,保证了运行的连续性,这对某些不允许停车的生产工艺具有重要的意义。

(4) 控制指令和控制参数的设定,可由触摸式面板实现,不但灵活方便,而且实现了模拟控制方式所无法实现的功能。例如,多步转速设定,S形加减速和自动加减速控制等;故障显示和记忆功能,使故障的分析和设备的维修变得既准确又快速;灵活的通信功能,方便了与可编程序控制器(简称PC或PLC)及个人计算机(简称PC)的接口,很容易实现闭环自动控制,等等。

通用变频器的多功能化和高性能化,为用户提供了一种将原有生产机械的工艺水平“升级”的可能,使其变成一种具有高度软件控制功能的新机种。

## 三、各种交流调速方式比较表

表 1-1-1 各种交流调速方式比较表

| 调速方案   | 转子串电阻                                                                               | 定子调速                                                                                | 电磁调速                                                                                | 液力耦合器                                                                                | 变极调速                                                                                  | 串级调速                                                                                  | 变频调速                                                                                  |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 调速方式   | 改变转子附加电阻                                                                            | 改变输入电压                                                                              | $n \propto f(I_d)$<br>改变励磁电流                                                        | $n \propto f$<br>改变供油量                                                               | $n = \frac{60f}{P}(1-s)$<br>变极对数 $P$                                                  | $n = 1 - k \cos \beta$<br>( $k = 1 - s$ )<br>改变逆变角                                    | $n = \frac{60f}{P}(1-s)$<br>改变电网频率和电压                                                 |
| 机械特性   |  |  |  |  |  |  |  |
| 调速范围 % | 100~50                                                                              | 100~80                                                                              | 97~20                                                                               | 97~30                                                                                | 100,50,0                                                                              | 100~40                                                                                | 100~0                                                                                 |
| 节能效果   | 一般 $\eta = 1 - s$                                                                   | 一般 $\eta = 1 - s$                                                                   | 一般 $\eta = 1 - s$                                                                   | 一般 $\eta = 1 - s$                                                                    | 优、 $\eta$ 优                                                                           | 一般                                                                                    | 优、 $\eta$ 优                                                                           |
| 功率因数   | 优                                                                                   | 良好                                                                                  | 良好                                                                                  | 良好                                                                                   | 良好                                                                                    | 差                                                                                     | 优                                                                                     |
| 快速性    | 差                                                                                   | 快                                                                                   | 快                                                                                   | 差                                                                                    | 快                                                                                     | 快                                                                                     | 快                                                                                     |
| 故障处理   | 停车处理                                                                                | 可投工频                                                                                | 停车处理                                                                                | 停车处理                                                                                 | 停车处理                                                                                  | 停车处理                                                                                  | 不停车投工频                                                                                |
| 使用范围   | 新老企业                                                                                | 新老企业                                                                                | 新建企业                                                                                | 新建企业                                                                                 | 新建企业                                                                                  | 新企业                                                                                   | 新老企业                                                                                  |
| 外围要求   | 绕线电机                                                                                | 无                                                                                   | 电磁离合器                                                                               | 水冷油系统                                                                                | 无                                                                                     | 绕线型电机                                                                                 | 无                                                                                     |
| 初投资    | 较省                                                                                  | 省                                                                                   | 省                                                                                   | 一般                                                                                   | 最省                                                                                    | 较贵                                                                                    | 较贵                                                                                    |
| 维护保养   | 易                                                                                   | 易                                                                                   | 较易                                                                                  | 不易                                                                                   | 最易                                                                                    | 较难                                                                                    | 易                                                                                     |
| 可靠性    | 可靠                                                                                  | 可靠                                                                                  | 一般                                                                                  | 一般                                                                                   | 可靠                                                                                    | 较差                                                                                    | 最可靠                                                                                   |
| 对电网干扰  | 无                                                                                   | 大                                                                                   | 无                                                                                   | 无                                                                                    | 无                                                                                     | 较大                                                                                    | 有                                                                                     |
| 性能     | 好                                                                                   | 不好                                                                                  | 一般                                                                                  | 有共振问题                                                                                | 好                                                                                     | 较好                                                                                    | 最好                                                                                    |

#### 四、调速电动机分类

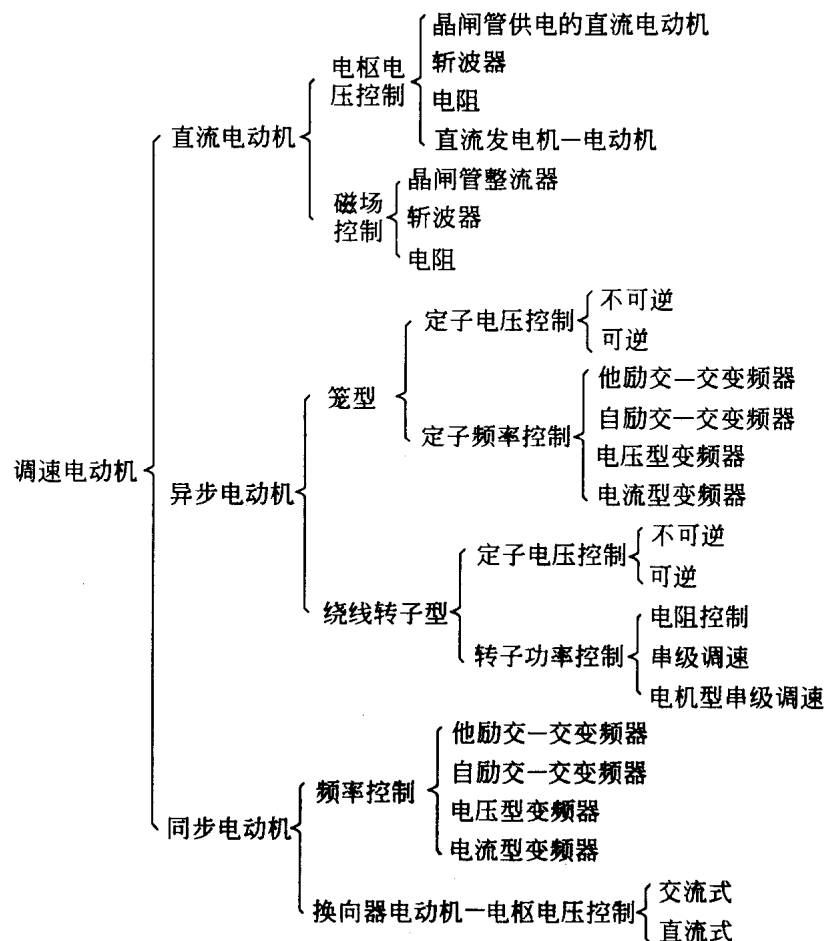


图 1-1-1 调速电动机分类

#### 五、调速传动的目的

表 1-1-2 调速传动的目的

| 使用目的     | 内 容                                          |
|----------|----------------------------------------------|
| 节能       | 风机、泵类机械根据要求流量调节转速；挤压机、搅拌机根据负载状态调节转速          |
| 自动化      | 提高搬运机械停止位置精度，提高生产线速度控制精度，采用有反馈装置的流量控制实现自动化   |
| 提高产品质量   | 生产加工实现最佳速度控制及协调生产线内各装置的速度，使其同步、同速提高产品质量和加工精度 |
| 提高生产率    | 根据产品种类，实现生产线的最佳速度和加减速度，提高生产率                 |
| 提高产品合格率  | 不损害产品质量条件下，设备加速时间最小化，实现对外界各种干扰速度的稳定性来提高产品合格率 |
| 增加设备使用寿命 | 采用对设备不产生冲击的启动、停止和空载时低速运转，增加设备使用寿命            |
| 设备小型化    | 采用高速化的设备小型化                                  |
| 增加舒适性    | 电梯、电车等采用平滑加速、减速，以提高乘坐的舒适性                    |

### 续表

| 使用目的         | 内 容                               |
|--------------|-----------------------------------|
| 环境舒适         | 改变空调位式控制为速度控制, 使空调小功率连续运转, 实现环境舒适 |
| 植物、家禽良好培植、养育 | 使空调在植物、家禽最佳条件下运转, 帮助发育            |
| 低噪声          | 根据负载降低转速, 以减小机械和风的噪声              |

## 六、调速传动在不同领域中的使用对象

表 1-1-3 调速传动在不同领域中的使用对象

| 使用领域  | 使 用 对 象                           |
|-------|-----------------------------------|
| 钢铁    | 轧钢机、辊道、鼓风机、泵、起重机、搬运车              |
| 轧钢制线  | 拉线机、卷绕机、鼓风机、泵、起重机                 |
| 化学    | 挤压机、胶片传送带、搅拌机、离心分离机、压缩机、喷雾器、鼓风机、泵 |
| 纤维    | 纺纱机、精纺机、织机、空调、鼓风机                 |
| 汽车    | 传送带、搬运车、涂料搅拌、空调                   |
| 电机、机械 | 泵、起重机、传送带、空调、鼓风机                  |
| 机床    | 车床、立车、旋转平面磨床、机械加工中心、剃齿机           |
| 食品    | 制面机、制点心机、传送带、搅拌机                  |
| 造纸    | 造纸机、风机、泵、粉碎机、搅拌机、鼓风机              |
| 水泥    | 回转炉、起重机、鼓风机、泵                     |
| 矿业    | 提升机、传送带、掘削机、起重机、鼓风机、泵、压缩机         |
| 煤气    | 压缩机、鼓风机、泵、搬运机                     |
| 交通    | 电车、电力机车、汽车、船舶推进、装卸机械、空压电缆、飞机      |
| 装卸搬运  | 自动仓库、搬运车、粉体送料器——输出传送带             |
| 工厂建筑  | 电梯、传送带、空调、鼓风机、泵                   |
| 农业    | 养猪、养鸡、养鱼、制茶机、灌溉用泵、空调              |
| 生活服务  | 空压机、缝纫机、电风扇、陈列柜用泵、工业及家用洗衣机        |
| 电力    | 锅炉用鼓风机、泵、扬水发电站、飞轮                 |
| 试验研究  | 风洞实验、主轴试验、离心分离机                   |
| 石油    | 游梁式抽油机、输油泵、注水泵                    |

## 七、变频器传动的特点

表 1-1-4 变频器传动的特点

| 序 号 | 变频器传动的特点  | 效 果        | 用 途               |
|-----|-----------|------------|-------------------|
| 1   | 可以使标准电机调速 | 可以使原有电动机调速 | 风机、水泵、空调、一般机械     |
| 2   | 可以连续调速    | 可选择最佳速度    | 机床、搅拌机、压缩机、游梁式抽油机 |

续表

| 序 号 | 变频器传动的特点        | 效 果                   | 用 途            |
|-----|-----------------|-----------------------|----------------|
| 3   | 启动电流小           | 电源设备容量可以小             | 压缩机            |
| 4   | 最高速度不受电源影响      | 最大工作能力不受电源频率影响        | 泵、风机、空调、一般机械   |
| 5   | 电动机可以高速化、小型化    | 可以得到用其他调速装置不能实现的高速度   | 内圆磨床、化纤机械、运送机械 |
| 6   | 防爆容易            | 与直流电机相比, 防爆容易、体积小、成本低 | 药品机械、化学工厂      |
| 7   | 低速时定转矩输出        | 低速时电机堵转也无妨            | 定尺寸装置          |
| 8   | 可以调节加减速的大小      | 能防止载重物倒塌              | 运送机械           |
| 9   | 可以使用笼型电动机, 不需维修 | 不需要维护电动机              | 生产流水线、车辆、电梯    |

## 八、变频器应用的效果

表 1-1-5 变频器应用的效果

| 应用效果           | 用 途                                 | 应用方法                                     | 以前的调速方式                                                    |
|----------------|-------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 节能             | 鼓风机、泵、搅拌机、挤压机、精纺机                   | (1) 调速运转<br>(2) 采用工频电源恒速运转与采用变频器调速运转相结合  | (1) 采用工频电源恒速运转<br>(2) 采用挡板、阀门控制<br>(3) 机械式变速器<br>(4) 液压联轴器 |
| 省力化自动化         | 各种搬运机械                              | (1) 多台电机以比例速度运转<br>(2) 联动运转, 同步运转        | (1) 机械式变速减速机<br>(2) 定子电压控制<br>(3) 电磁滑差离合器控制                |
| 提高产量           | 机床<br>搬运机械<br>纤维机械<br>游梁式抽油机        | (1) 增速运转<br>(2) 消除缓冲起动、停止<br>(3) 对稠油降低冲次 | (1) 采用工频电源恒速运转<br>(2) 定子电压控制<br>(3) 带轮调速                   |
| 提高设备的效率 (节省设备) | 金属加工机械                              | 采用高频电机进行高速运转                             | 直流发电机—电动机                                                  |
| 减少维修 (恶劣环境的对策) | 纤维机械 (主要为纺纱机), 机床的主轴传动, 生产流水线, 车辆传动 | 取代直流电机                                   | 直流电机                                                       |
| 提高质量           | 机床<br>搅拌机<br>纤维机械<br>制茶机            | 选择无级的最佳速度运转                              | 采用工频电源恒速运转                                                 |
| 提高舒适性          | 空调机                                 | 采用压缩机调速运转, 进行连续温度控制                      | 采用工频电源的通、断控制                                               |

## 九、典型机床主轴的要求

表 1-1-6 典型机床主轴的要求

| 要 求       | 车 床                | 机械加工中心             | 铣床、钻床              | 磨 床      |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|
| 调速范围      | 1:100~200          | 1:100~200          | 1:100              | 1:2      |
| 速度变动度 (%) | 0.2                | 0.2                | —                  | —        |
|           | 矢量控制               | 矢量控制               | $U/f$ 控制           | $U/f$ 控制 |
| 加减速性能     | 有要求 (达到最高速度需 2~4s) | 有要求 (达到最高速度需 1~3s) | 无特别要求              | 无特别要求    |
| 4 象限运转    | 需要                 | 需要                 | 不需要                | 不需要      |
| 特殊功能      | 定向                 | 定向                 | —                  | —        |
| 适用变频器的种类  | 专用变频器 (一部分为通用变频器)  | 专用变频器              | 通用变频器 (高级机床为专用变频器) | 通用变频器    |

## 十、采用变频器提高传动质量

表 1-1-7 采用变频器提高传动质量

| 用 途  | 具体例子            | 机械、装置的性能提高                                                                             | 质量提高              | 相关效果     |
|------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|
| 机床   | 数控车床, 自动车床等主轴传动 | 要求精度高的转速, 容易控制<br>高速化容易                                                                | 降低表面粗糙度, 工具寿命延长   | 生产效率提高   |
|      | 磨床的磨具传动         | 磨具磨损后, 直径变小也能保持<br>周速一定                                                                | 降低表面粗糙度           | 生产效率提高   |
|      | 圆台平面磨床的工作台传动    | 响应性好, 容易控制转速的精度                                                                        |                   |          |
| 风机   | 制茶机             | 用风机控制热风调节温度                                                                            | 茶味改善, 均匀          | 节能       |
|      | 畜舍换气            | 可以安静地实现最佳换气                                                                            | 可以更密集地饲养健康的家畜     | 节能、生产率提高 |
| 泵    | 无槽给水系统          | 不需要贮水槽<br>可以控制水压一定                                                                     | 可以经常供水, 水的流出良好    | 维护性提高    |
| 传送带  | 食品机械            | 多台传送带可以同步运转                                                                            | 食品的形状均匀           | 均匀       |
|      | 定寸进给位置          | 利用低速下的到位决定定寸位置                                                                         | 尺寸精度高             | 均匀       |
| 搬运机械 | 起重机             | 升降速度可精细调整, 位置精度提高                                                                      | 电镀质量提高<br>防止金属模伤痕 | 维护性提高    |
| 压缩机  | 住宅空压机标准空压机      | 由于高速度运转最大能力提高,<br>可以快速冷暖房间<br>由于连续控制, 温度变化小<br>使用 50Hz、60Hz 电源供电能力不变<br>起动电流小, 电源设备容量小 | 舒适性提高             | 节能       |