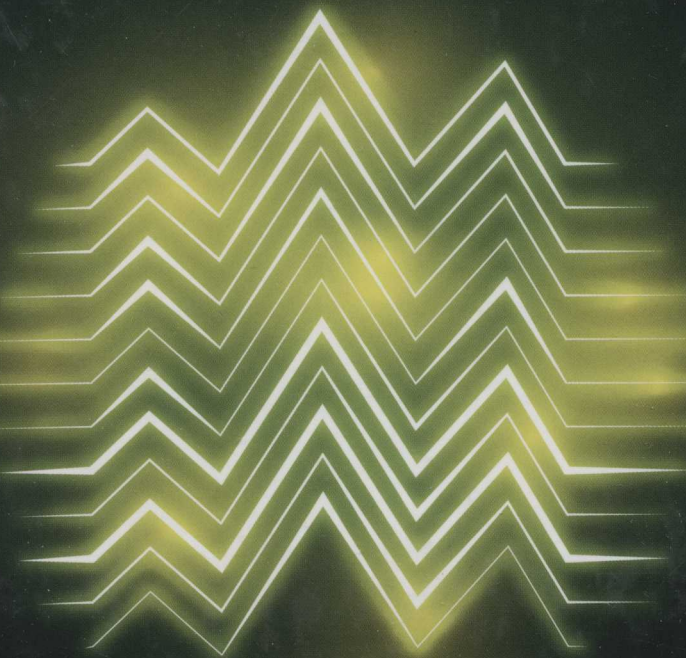




变频器、软启动器及PLC 实用技术手册

方大千 朱丽宁 等编著



化学工业出版社



变频器、软启动器及PLC 实用技术手册

方大千 朱丽宁 等编著

浙江工业大学
图书馆藏书

浙江工业大学图书馆



72013684



化学工业出版社

·北京·

本书较全面、详细地介绍了变频器、软启动器和 PLC 的基本知识、选择、安装、使用、维护与故障处理等内容。具体包括变频器基本知识，变频器的选择、安装、参数设置及指令使用，变频器的配套设备，变频器实用线路，变频器的维护与故障处理；软启动器基本知识，软启动器的选择、安装与使用，软启动器实用线路，软启动器的维护与故障处理；PLC 基本知识，PLC 的选择、安装，梯形图的绘制和编程，PLC 实用线路，PLC 的维护与故障处理。另外，还介绍了变频器、PLC 的抗干扰措施和接地方法，以及典型产品的技术参数。

本书通俗易懂，重点突出，紧密结合实际，实例多，可供电工及电气技术人员学习使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

变频器、软启动器及 PLC 实用技术手册/方大千等
编著. —北京: 化学工业出版社, 2013. 10

(大千电工系列)

ISBN 978-7-122-17943-2

- I. ①变… II. ①方… III. ①变频器—技术手册
②启动器—技术手册③PLC 技术—技术手册
IV. ①TN773-62②TM573-62③TM571.6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 157786 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 顾淑云

文字编辑: 徐卿华
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 刷: 北京云浩印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
850mm×1168mm 1/32 印张 16 字数 425 千字
2014 年 1 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: 68.00 元

版权所有 违者必究



前言

当今，电工技术越来越与电子技术紧密结合。其中最能代表现代电工技术的变频器、软启动器和 PLC 技术，已广泛应用于电气传动和自动化控制设备中，它们具有优良的控制特性、保护功能和节电功能。新技术的应用大大提高了生产效率，提高了产品质量，减轻了劳动强度，节约了电能。同时也为电气工作者设计电气线路、节能改造、开发新产品等提供极大的方便。然而要掌握这些新技术，对电气工作者来说是个挑战。电气工作者必须不断更新知识，努力学习，紧跟科技发展的步伐。为了满足电气工作者对新技术学习的需要，帮助他们快速掌握解决实际工作中遇到的各种技术问题，提高其技术水平和动手能力，我们编写了《变频器、软启动器及 PLC 实用技术手册》一书。

由于变频器、软启动器和 PLC 技术涉及的理论知识深而广，为了使普通电工看得懂、学得会、用得上，编著者力求以通俗易懂、简洁明了、重点突出、注重实用的方式进行编写。该书没有过多的理论释述，在重点介绍变频器、软启动器和 PLC 的选择、安装、使用、维护与故障处理的同时，突出变频器的主要参数设置及指令使用，PLC 的梯形图绘制及 PLC 编程。内容紧密结合实际，列举大量的应用实例。在介绍变频器、软启动器和 PLC 实用线路时详细阐明工作原理。在故障处理部分，以表格和故障诊断流程图的形式列出了许多典型产品的故障处理方法，十分实用。另外，还详细地介绍了变频器、PLC 的各种抗干扰措施和正确接地方法。这是在实际安装和使用中经常会遇到的问题。书中还列有部分典型变频器、软启动器和 PLC 产品的技术指标和技术参数，便于读者查阅。

本书由方大千、朱丽宁等编著。参加和协助本书编写工作的还

有郑鹏、方成、方立、朱征涛、方亚平、张正昌、张荣亮、方欣、方亚敏、许纪秋、那罗丽、方亚云、那宝奎、卢静、费珊珊、孙文燕、张慧霖等。高级工程师方大中对全书进行了审校。

限于编著者水平，书中不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编著者



第1章 变频器

/1

| | |
|--|----|
| 1.1 变频器基本知识 | 2 |
| 1.1.1 变频器的基本结构与应用范围 | 2 |
| 1.1.2 变频器调速原理 | 8 |
| 1.1.3 变频器的种类及额定参数 | 12 |
| 1.1.4 变频器主电路和控制电路端子的功能 | 20 |
| 1.2 电力半导体器件 | 36 |
| 1.2.1 GTO 门极可关断晶闸管 | 36 |
| 1.2.2 GTR (或 BJT) 电力晶体管 | 39 |
| 1.2.3 IGBT 绝缘栅双极型晶体管 | 44 |
| 1.2.4 IGCT 集成门极换相晶闸管 | 50 |
| 1.2.5 IPM 智能功率模块 | 54 |
| 1.2.6 Power MOSFET 功率场效应晶体管 | 57 |
| 1.3 变频器的选择 | 58 |
| 1.3.1 变频器选择要点 | 58 |
| 1.3.2 根据负载特性和转矩特性选择变频器 | 62 |
| 1.3.3 平方转矩负载和恒转矩负载应用变频器的节电效果 分析 | 68 |
| 1.3.4 变频器额定参数及容量的选择 | 70 |
| 1.3.5 变频器与电动机的合理配套 | 77 |
| 1.4 变频调速电动机的选用 | 79 |
| 1.4.1 变频器低频和高频运行对普通电动机的影响 | 79 |
| 1.4.2 电动机采用变频调速需考虑的问题 | 81 |
| 1.4.3 变频电动机的特点及使用场合 | 82 |

| | | |
|--------|-------------------------|-----|
| 1.4.4 | Y系列电动机改装成变频电动机的方法 | 84 |
| 1.4.5 | 防爆电动机采用变频调速的注意问题 | 85 |
| 1.5 | 变频器的电源及配套设备 | 86 |
| 1.5.1 | 变频器对供电电源的要求 | 86 |
| 1.5.2 | 变频器的配套设备 | 87 |
| 1.5.3 | 断路器、接触器和热继电器的选择 | 90 |
| 1.5.4 | 电抗器、滤波器和制动电阻的选择 | 93 |
| 1.5.5 | 变频器连接线和输出电流表的选择 | 104 |
| 1.6 | 变频器的安装与使用 | 112 |
| 1.6.1 | 变频器的安装 | 112 |
| 1.6.2 | 变频器安装柜及通风设计 | 113 |
| 1.6.3 | 变频器对工作环境的要求及使用要点 | 117 |
| 1.6.4 | 变频器参数的设置 | 122 |
| 1.6.5 | 基本频率和最高频率的设置 | 139 |
| 1.6.6 | 基本 U/f 线的设置 | 140 |
| 1.6.7 | 加减速时间的设置 | 147 |
| 1.6.8 | 加减速方式的选择 | 149 |
| 1.6.9 | 瞬停再启动功能的设置 | 153 |
| 1.6.10 | 转矩提升功能的设置 | 154 |
| 1.6.11 | 制动功能和睡眠功能的设置 | 155 |
| 1.6.12 | 点动频率、上下限频率、回避频率和启动频率的设置 | 158 |
| 1.6.13 | 载波频率的设置 | 163 |
| 1.6.14 | 变频器电子热保护的设置 | 167 |
| 1.6.15 | 变频器试运行 | 168 |
| 1.7 | 变频器应用于风机、水泵节电运行的实例 | 172 |
| 1.7.1 | 变频器的几种常见节电控制方式 | 172 |
| 1.7.2 | 风机变频调速节电实例 | 174 |
| 1.7.3 | 水泵变频调速节电实例 | 179 |
| 1.8 | 变频器实用线路 | 184 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 1.8.1 | 电动机正转运行变频调速线路 | 184 |
| 1.8.2 | 电动机寸动运行变频调速线路 | 184 |
| 1.8.3 | 无反转功能的变频器控制电动机正、反转运行 线路 | 186 |
| 1.8.4 | 有正、反转功能的变频器控制电动机正、反转运行 线路 | 187 |
| 1.8.5 | 森兰 BT40 系列变频器步进运行及点动运行 线路 | 188 |
| 1.8.6 | 森兰 BT40 系列变频器工频/变频切换线路 | 189 |
| 1.8.7 | 东芝 VF-A7 系列变频器的工频/变频切换 线路 | 191 |
| 1.8.8 | 一台变频器控制多台电动机并联运行的线路 (一、二) | 194 |
| 1.8.9 | 用一台频率给定器控制多台电动机并联运行的 线路 | 195 |
| 1.8.10 | 用两台变频器同步控制两台电动机的线路 (一、二) | 196 |
| 1.8.11 | 用多台变频器同步控制多台电动机的线路 (一、二) | 198 |
| 1.8.12 | 利用外置单元实现多台电动机同步运行的线路 (一、二) | 200 |
| 1.8.13 | 远距离操作变频器控制线路 | 200 |
| 1.8.14 | 电磁制动电动机变频调速运行线路 | 203 |
| 1.8.15 | 变频器带制动单元、电动机带制动器的运行 线路 | 204 |
| 1.8.16 | 变极电动机变频控制线路 | 205 |
| 1.8.17 | 变频器三速运行线路 (一、二) | 207 |
| 1.8.18 | 一台雷诺尔 RNB3000 系列变频器控制一台风机的 变频调速线路 (一、二) | 208 |
| 1.8.19 | 一台雷诺尔 RNB3000 系列变频器控制一台水泵 | |

| | |
|---|-----|
| 恒压供水变频调速线路 | 212 |
| 1.8.20 一台雷诺尔 RNB3000 系列变频器控制一台排污泵变频调速线路 | 215 |
| 1.8.21 一台雷诺尔 RNB3000 系列变频器控制两台水泵恒压供水变频调速线路 | 216 |
| 1.8.22 一台雷诺尔 RNB3000 系列变频器控制三台水泵恒压供水变频调速线路 | 219 |
| 1.8.23 一台雷诺尔 RNB3000 系列变频器控制四台水泵恒压供水变频调速线路 | 222 |
| 1.8.24 两台雷诺尔 RNB3000 系列变频器控制两台水泵(一用一备)恒压供水变频调速线路 | 222 |
| 1.9 变频器的维护与故障处理 | 227 |
| 1.9.1 变频器的检查与维护 | 227 |
| 1.9.2 变频器的常见故障及处理 | 232 |
| 1.10 变频器控制系统故障诊断流程图 | 241 |
| 1.10.1 过电流故障诊断流程 | 241 |
| 1.10.2 过电压故障诊断流程 | 242 |
| 1.10.3 欠电压故障诊断流程 | 242 |
| 1.10.4 对地短路故障诊断流程 | 243 |
| 1.10.5 变频器内过热、散热板过热故障诊断流程 | 243 |
| 1.10.6 外部报警输入故障诊断流程 | 245 |
| 1.10.7 变频器过载、电动机过载故障诊断流程 | 245 |
| 1.10.8 电动机不能启动故障诊断流程 | 246 |
| 1.10.9 电动机不能调速故障诊断流程 | 246 |
| 1.10.10 电动机加速过程中失速故障诊断流程 | 246 |
| 1.10.11 电动机异常发热故障诊断流程 | 246 |
| 1.10.12 输入电源缺相故障诊断流程 | 246 |
| 1.10.13 输出电路异常故障诊断流程 | 247 |
| 1.10.14 存储器出错 (Er1)、指令出错 (Er2)、CPU 出错 (Er3) 故障诊断流程图 | 247 |

| | | |
|---------|------------------------------------|-----|
| 1.11 | 变频器的故障显示及处理 | 250 |
| 1.11.1 | 康沃 CVF-G2 系列变频器的故障及处理 | 250 |
| 1.11.2 | 艾默生 TD3000 系列变频器的故障及处理 | 252 |
| 1.11.3 | 艾默生 TD3000 系列变频器的故障查询功能 | 256 |
| 1.11.4 | 西门子 MM420 通用变频器的故障及处理 | 257 |
| 1.11.5 | 西门子 MM420 通用变频器的报警原因及 处理 | 258 |
| 1.11.6 | 西门子 MM440 系列变频器的报警原因及 处理 | 259 |
| 1.11.7 | ABB ACS800 系列变频器的报警原因及处理 | 261 |
| 1.11.8 | 富士 G11S 系列变频器的故障显示及动作 内容 | 264 |
| 1.11.9 | 日立 L100P 系列变频器保护功能动作时的 显示内容 | 265 |
| 1.11.10 | 安川 G7 系列变频器的故障查询功能 | 266 |
| 1.11.11 | 安川 CLMRF7A 通用变频器的故障及处理 | 267 |
| 1.11.12 | 三星 SAMCO-VM05 变频器保护功能动作时的 显示内容 | 270 |
| 1.11.13 | 三星 SAMCO-VMO5 变频器的报警原因及处理 | 271 |
| 1.11.14 | 明电 THYFREC-VT230S 变频器的非故障显示及 处理 | 274 |
| 1.12 | 变频器的抗干扰措施及接地要求 | 275 |
| 1.12.1 | 电力谐波的危害及电网谐波含量的限值 | 275 |
| 1.12.2 | 防止变频器被干扰的措施 | 276 |
| 1.12.3 | 防止变频器产生干扰的措施 | 278 |
| 1.12.4 | 变频器的接地 | 280 |
| 1.13 | 常用变频器的技术指标 | 282 |
| 1.13.1 | JP6C 系列变频器的规格性能及技术指标 | 282 |
| 1.13.2 | 森兰 BT40 系列变频器的规格性能及技术 指标 | 283 |

| | | |
|---------|------------------------------------|-----|
| 1.13.3 | 台安 N2 系列和 V2 系列通用变频器的技术指标 | 288 |
| 1.13.4 | 三星 SAMCO-IHF/IPF 系列通用变频器的技术指标 | 290 |
| 1.13.5 | 西门子 MM440 和 MM420 型通用变频器的技术数据和技术指标 | 292 |
| 1.13.6 | 西门子 Eco 节能型通用变频器的技术数据 | 297 |
| 1.13.7 | ABB ACS400 系列通用变频器的技术指标 | 298 |
| 1.13.8 | Vaoin 系列通用变频器的技术指标 | 299 |
| 1.13.9 | 日立 L100 系列小型通用变频器的技术指标 | 300 |
| 1.13.10 | 富士 FVR-E11S 系列通用变频器的技术指标 | 302 |
| 1.13.11 | 富士 FRENIC 5000G11S/P11S 系列变频器的技术指标 | 304 |
| 1.13.12 | FR-A500 系列多功能变频器的技术指标 | 304 |
| 1.13.13 | FR-F500 系列风机、水泵专用型通用变频器的技术指标 | 309 |
| 1.13.14 | 高压变频器的技术参数、特点和指标 | 311 |

第2章 软启动器

/316

| | | |
|-------|-------------------|-----|
| 2.1 | 软启动器基本知识 | 317 |
| 2.1.1 | 软启动器的工作原理与应用范围 | 317 |
| 2.1.2 | 软启动器的种类及技术指标 | 323 |
| 2.1.3 | 软启动器的主要功能 | 325 |
| 2.2 | 软启动器的选择、安装与使用 | 328 |
| 2.2.1 | 软启动器的选择 | 328 |
| 2.2.2 | 软启动器的安装 | 331 |
| 2.2.3 | 软启动器对工作环境的要求及使用要点 | 332 |
| 2.2.4 | 软启动器接触器和熔断器的选择 | 333 |
| 2.2.5 | 软启动器参数的设置 | 334 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 2.3 | 软启动器作轻载降压运行节电实例 | 341 |
| 2.4 | 软启动器实用线路 | 344 |
| 2.4.1 | 软启动器的基本接线及端子功能 | 344 |
| 2.4.2 | CR1 系列软启动器不带旁路接触器的线路 | 348 |
| 2.4.3 | CR1 系列软启动器无接触器而有中间继电器的 线路 | 349 |
| 2.4.4 | CR1 系列软启动器带进线接触器和中间继电器的 线路 | 350 |
| 2.4.5 | CR1 系列软启动器带旁路接触器的线路 | 350 |
| 2.4.6 | CR1 系列软启动器正反转运行线路 | 352 |
| 2.4.7 | 西普 STR 系列软启动器带旁路接触器控制 线路 | 353 |
| 2.4.8 | 一台 STR 系列软启动器拖动两台电动机的控制 线路 | 355 |
| 2.4.9 | 一台 STR 系列软启动器拖动三台电动机的控制 线路 | 357 |
| 2.4.10 | 西普 STR 系列软启动器控制电动机 (一用一备) 线路 | 357 |
| 2.4.11 | 雷诺尔 JJR1000XS 型软启动器控制线路 (一、二) | 360 |
| 2.4.12 | 一台 JJR1000X 型软启动器拖动两台电动机的控制 线路..... | 364 |
| 2.4.13 | FSR1000X 型软启动器控制消防泵 (一用一备) 线路..... | 367 |
| 2.4.14 | FSR1000X 型软启动器控制消防泵 (两用一备) 线路..... | 370 |
| 2.4.15 | 一台 JJR1000 型软启动器拖动三台电动机的控制 线路..... | 370 |
| 2.4.16 | JJR1000 型软启动器控制生活用泵 (一用一备) 线路..... | 373 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 2.5 | 软启动器的维护与故障处理 | 376 |
| 2.5.1 | 软启动器的检查与维护 | 376 |
| 2.5.2 | WJR 软启动器的常见故障及处理 | 377 |
| 2.5.3 | 奥托 QB4 软启动器的常见故障及处理 | 379 |
| 2.5.4 | 惠丰 HFR-1000 系列软启动器的常见故障及 处理 | 380 |
| 2.5.5 | ABB PST/PSTB 软启动器的常见故障及处理 | 381 |
| 2.5.6 | 摩普 XLD 系列软启动器的常见故障及处理 | 382 |
| 2.5.7 | 软启动器因控制触点竞争不能投入的故障 处理 | 384 |
| 2.6 | 常用软启动器的技术指标 | 385 |
| 2.6.1 | WJR 系列软启动器的性能特点 | 385 |
| 2.6.2 | CR1 系列软启动器的性能特点及技术参数 | 386 |
| 2.6.3 | JLC 系列软启动器的性能特点 | 387 |
| 2.6.4 | RQD-D7 型磁控软启动器的性能特点 | 388 |
| 2.6.5 | 奥托 QB4 系列软启动器的性能特点 | 390 |
| 2.6.6 | 雷诺尔 JJR1000 系列、JJR2000 系列和 JJR5000 系列软启动器的性能特点 | 391 |
| 2.6.7 | RSD6 系列软启动器的性能特点 | 393 |
| 2.6.8 | ASTAT 系列软启动器的性能特点 | 393 |
| 2.6.9 | BS 公司高压 (中压) 软启动器的性能数据 | 395 |
| 2.6.10 | ABB 公司的 PSA、PSD 和 PSDH 软启动器 的技术数据 | 396 |
| 2.6.11 | WZR 型无刷自控绕线型异步电动机软启动器的 性能特点和技术参数 | 397 |
| 2.6.12 | SQR1 系列和 SQR2 系列智能型软启动器的 特点 | 398 |

第3章 可编程控制器 (PLC)

/400

| | | |
|-----|----------------|-----|
| 3.1 | PLC 基本知识 | 401 |
|-----|----------------|-----|

| | | |
|--------|------------------------------|-----|
| 3.1.1 | PLC的基本结构与工作原理 | 401 |
| 3.1.2 | PLC的特点、类型及性能指标 | 405 |
| 3.2 | PLC的选择与安装 | 408 |
| 3.2.1 | PLC的选择 | 408 |
| 3.2.2 | PLC的安装及接线要求 | 413 |
| 3.2.3 | PLC输入接口显示用发光二极管时并联电阻的计算 | 417 |
| 3.3 | PLC的使用 | 420 |
| 3.3.1 | PLC对工作环境的要求及使用要点 | 420 |
| 3.3.2 | 梯形图及其绘制 | 424 |
| 3.3.3 | PLC的基本指令 | 426 |
| 3.3.4 | PLC的功能指令 | 433 |
| 3.4 | PLC实用线路 | 438 |
| 3.4.1 | PLC程序设计应注意的问题 | 438 |
| 3.4.2 | PLC控制电动机正向运转的线路 | 439 |
| 3.4.3 | PLC控制电动机正反向运转的线路 | 440 |
| 3.4.4 | PLC控制电动机Y- Δ 降压启动线路 | 442 |
| 3.4.5 | PLC控制电动机Y- Δ 自动降压启动线路 | 443 |
| 3.4.6 | PLC控制两台电动机顺序启动线路 | 445 |
| 3.4.7 | PLC控制电动机双向限位线路 | 445 |
| 3.4.8 | PLC控制彩链灯线路 | 448 |
| 3.4.9 | PLC控制4组抢答器线路 | 449 |
| 3.4.10 | 交通信号灯自动控制装置 | 450 |
| 3.5 | PLC的维护与故障处理 | 455 |
| 3.5.1 | PLC的检查与维护 | 455 |
| 3.5.2 | PLC的常见故障及处理 | 456 |
| 3.5.3 | 根据PLC的CPU(或编程器)面板显示判断故障 | 457 |
| 3.5.4 | PLC输入、输出电路的故障及处理 | 460 |

| | | |
|-------------------|---|------------|
| 3.5.5 | PLC 故障检查流程图 | 464 |
| 3.5.6 | PLC 系统的抗干扰措施 | 465 |
| 3.5.7 | PLC 系统的接地要求 | 470 |
| 3.6 | 常用 PLC 的技术性能 | 472 |
| 3.6.1 | 国产 PLC 主要产品的性能指标 | 472 |
| 3.6.2 | 通用公司 GE-III 系列 PLC 的技术性能 | 473 |
| 3.6.3 | 通用公司 GESU-5/6 (SG-8) 系列 PLC 的技术性能 | 474 |
| 3.6.4 | 西门子 S5-90U/95U 系列 PLC 的技术性能 | 476 |
| 3.6.5 | 西门子 TI 系列 PLC 的技术性能 | 478 |
| 3.6.6 | 富士 NB0 系列 PLC 的技术性能 | 479 |
| 3.6.7 | 三菱 FX0S/FX0N/FX2N 系列 PLC 的技术性能 | 481 |
| 3.6.8 | 欧姆龙 C 系列 PLC 的技术性能 | 484 |
| 参考文献 | | 489 |

变频器应用案例解密

变频器应用案例解密

第 1 章

变频器



1.1 变频器基本知识

1.1.1 变频器的基本结构与应用范围

1.1.1.1 变频器的基本构成

变频器是利用电力半导体器件的通断作用将工频电源变换成另一频率电源的电控制装置。通俗地说,它是一种能改变施加于交流电动机的电源频率值和电压值的调速装置。

交流变频调速理论诞生于20世纪20年代,60年代后,随着新型大功率电力电子器件的开发和先进的微处理器的出现,变频调速技术得到迅速的发展,并最终广泛应用到实际生产中去。

交流变频调速传动克服了直流电动机的缺点(电机结构复杂、维护保养工作量大等),发挥了交流电动机本身固有的优点(结构简单、经久耐用、动态响应好、价廉等),并很好地解决了交流电动机调速性能先天不足的问题。可以说,变频器是当今最先进、最有前途的一种交流电动机调速装置。

变频调速装置能实现软启动、软停车、无级调速以及特殊要求的增、减速特性等,具有显著的节电效果。它具有过载、过压、欠压、短路、接地等保护功能,具有各种预警、预报信息和状态信息及诊断功能,便于调试和监控,可用于恒转矩、平方转矩和恒功率等各种负载。

变频器由电力电子半导体器件(如整流模块、GTO门极可关断晶闸管、GTR电力晶体管、IGBT绝缘栅双极型晶体管、IPM智能功率模块等)、电子器件(集成电路、开关电源、电阻、电容等)和微处理器(CPU)等组成。其基本构成如图1-1所示,基