

# 变频器使用与维修

## 技术问答

周志敏 周纪海 纪爱华 编著

**内容全面**  
**讲解精细**  
**一问一答**  
**查阅方便**



中国电力出版社  
www.infopower.com.cn

# 变频器使用与维修 技术问答

周志敏 周纪海 纪爱华 编著



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

## 内 容 简 介

本书结合变频调速技术的发展与应用,系统地介绍了变频器的基础知识、变频调速系统制动方式、变频调速系统工程设计、变频调速系统的通信网络、变频调速系统的电磁兼容技术、变频调速系统的安装与布线、变频调速系统的参数设置、变频调速系统工程调试、变频调速系统维护保养、变频调速系统故障诊断与处理等内容。以问答的形式深入浅出地阐述了变频器在工程应用、维护和检修工作中经常涉及的变频技术理论知识和实际操作技能。

全书文字通俗易懂,内容新颖实用、重点突出,查阅方便,是生产一线从事变频器工程应用、维护和检修的工程技术人员必备读物,也可供相关院校电气自动化专业的学生及教师参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

变频器使用与维修技术问答/周志敏,周纪海,纪爱华编著. —北京:中国电力出版社,2008  
ISBN 978-7-5083-5665-5

I. 变… II. ①周… ②周… ③纪… III. ①变频器-使用-问答 ②变频器-维修-问答  
IV. TN773-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第103212号

责任编辑:夏华香  
责任校对:崔燕菊  
责任印制:李文志

书 名:变频器使用与维修技术问答  
编 著:周志敏 周纪海 纪爱华  
出版发行:中国电力出版社

地址:北京市三里河路6号 邮政编码:100044  
电话:(010) 68362602 传真:(010) 68316497

印 刷:北京丰源印刷厂

开本尺寸:185mm×260mm 印 张:25 字 数:588千字

书 号:ISBN 978-7-5083-5665-5

版 次:2008年1月北京第1版

印 次:2008年1月第1次印刷

印 数:0001—3000册

定 价:39.80元

## 敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

# 前 言

交流变频调速技术的发展已引起了国内外电气传动界的普遍关注,因变频器在结构和性能上的不断创新,使得由其构成的变频调速系统在性能上也不断地完善。因此,在电气传动领域得到广泛地应用,现已成为具有发展前景和影响力的一项高新技术产品。现代变频调速系统以其高性能、高效率、电路简洁等显著优点而受到人们的青睐。近年来,随着工业自动化产业的高速发展,变频调速系统日益广泛地应用于电气传动领域。为此,掌握变频调速技术特性是将变频技术应用到工程实践中的理论基础,同时也是保证构成的变频调速系统具有高性能比、最简的外围电路、最佳的性能指标的技术基础。变频调速系统的维护技术,是变频调速系统安全、稳定运行所必须掌握的实际操作技能。

本书结合国内外变频调速技术的发展动向,将变频调速的理论基础、应用、维护和维修技术有机地结合起来,以问答的形式系统地介绍了变频调速系统的工程应用与维护技术。本书内容尽量做到具有针对性和实用性,解答深入浅出,力求做到通俗易懂和结合实际,使得从事变频调速系统设计应用和维护的人员能从中获益,读者可以以此为“桥梁”,系统、全面地了解和掌握变频调速系统的应用、维护和检修技术。

本书在写作过程中无论从资料的收集还是技术信息交流上都得到了国内专业学者和同行的大力支持,在此表示衷心地感谢。

限于作者水平和时间,书中难免有错误之处,敬请读者批评指正。

作者

2007年11月

# 目 录

## 前 言

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 第 1 章 变频器基础知识                         | 1  |
| 1-1 变频器是什么装置?                         | 1  |
| 1-2 变频器应用在哪些领域,起什么作用?                 | 1  |
| 1-3 变频调速技术是如何发展起来的?                   | 1  |
| 1-4 VVVF 和 CVCF 是什么意思?                | 2  |
| 1-5 PWM 和 PAM 的不同点是什么?                | 2  |
| 1-6 为什么变频器的电压与电流成比例地变化?               | 2  |
| 1-7 当电动机的旋转速度改变时,其输出转矩会如何?            | 3  |
| 1-8 通用变频器有哪些主要功能?                     | 3  |
| 1-9 变频器是如何分类的?                        | 4  |
| 1-10 变频器基本的额定数据有哪些?                   | 4  |
| 1-11 交—直—交变频器基于什么工作原理?                | 5  |
| 1-12 变频器的主电路由哪几部分构成?                  | 6  |
| 1-13 电压源型变频器和电流源型变频器各有哪些特点?           | 6  |
| 1-14 变频器中间环节的直流是如何“逆变”成交流的?           | 7  |
| 1-15 变频器常用的开关器件有哪些?                   | 8  |
| 1-16 IPM 有哪些优缺点?                      | 9  |
| 1-17 变频器控制电路由哪几部分构成?                  | 9  |
| 1-18 变频器的保护功能分为哪两类?                   | 11 |
| 1-19 变频器保护电路的主要功能有哪些?                 | 11 |
| 1-20 变频器的电子热保护基于什么工作原理?               | 12 |
| 1-21 变频器的重合闸功能有什么意义?                  | 13 |
| 1-22 变频器的自动检测功能有哪些?                   | 13 |
| 1-23 变频器的接地保护功能可以检出漏电吗?               | 13 |
| 1-24 高压变频器自身有哪些保护功能?                  | 13 |
| 1-25 什么是变频器的失速防止功能?                   | 13 |
| 1-26 变频器的加减速时间的分别给定和加减速时间的共同给定各有什么意义? | 13 |
| 1-27 按比例修改 $U$ 和 $f$ 时,电动机的转矩如何变化?    | 14 |
| 1-28 什么是 FORCE 技术?                    | 14 |
| 1-29 为什么使用 FORCE 技术?                  | 14 |
| 1-30 开环变频调速系统有什么特点?                   | 14 |
| 1-31 带有速度反馈的变频调速系统的速度精度能提高吗?          | 14 |
| 1-32 变频器的控制方式如何分类?                    | 14 |
| 1-33 SPWM 是什么意思?                      | 17 |
| 1-34 变频器输入电流的波形有何特点?                  | 17 |
| 1-35 在哪些情况下变频器输入电压的波形将发生畸变?           | 18 |
| 1-36 变频器的频率调节范围如何?                    | 18 |
| 1-37 什么是变频分辨率?它有什么意义?                 | 18 |
| 1-38 什么是频率精度?                         | 18 |

|      |                                         |    |
|------|-----------------------------------------|----|
| 1-39 | 什么是输出频率线? .....                         | 18 |
| 1-40 | 变频器的偏置频率是如何定义的? .....                   | 19 |
| 1-41 | 什么是偏置频率? .....                          | 19 |
| 1-42 | 变频调速后异步电动机机械特性如何? .....                 | 19 |
| 1-43 | 变频器调速到大于 50Hz 频率时, 电动机的输出转矩将如何变化? ..... | 20 |
| 1-44 | 如何改善变频调速系统电动机的输出转矩? .....               | 21 |
| 1-45 | 什么是矢量控制? .....                          | 21 |
| 1-46 | $U/f$ 和矢量控制变频器有哪些优缺点? .....             | 21 |
| 1-47 | 矢量控制是如何使电动机具有大的转矩的? .....               | 21 |
| 1-48 | 应用矢量控制应注意哪些事项? .....                    | 22 |
| 1-49 | 具有矢量控制功能变频器的 PID 功能有何特点? .....          | 22 |
| 1-50 | 变频器的矢量控制模式有何特点? .....                   | 22 |
| 1-51 | 矢量控制有哪些主要优点? .....                      | 23 |
| 1-52 | 无反馈矢量控制如何实现? .....                      | 23 |
| 1-53 | 矢量控制时频率显示经常很不稳定是正常现象吗? .....            | 23 |
| 1-54 | 变频器是如何实现转矩提升的? .....                    | 24 |
| 1-55 | 何为变频器的基本频率? .....                       | 24 |
| 1-56 | 变频器的 $U/f$ 模式是什么含义? .....               | 24 |
| 1-57 | 何为变频器的基本 $U/f$ 线? .....                 | 25 |
| 1-58 | 何为变频器的弱磁点? .....                        | 25 |
| 1-59 | 变频器 $U/f$ 线有哪些选择功能? .....               | 25 |
| 1-60 | 转矩控制与转速控制有哪些区别? .....                   | 26 |
| 1-61 | 变频调速系统加减速时间是如何定义的? .....                | 28 |
| 1-62 | 何为变频器频率设置信号增益? .....                    | 28 |
| 1-63 | 变频器的频率限制是如何定义的? .....                   | 28 |
| 1-64 | 变频器转矩限制是如何分类的? .....                    | 29 |
| 1-65 | 变频器显示部分有哪些主要功能? .....                   | 29 |
| 1-66 | 变频器在运行中能显示哪些参数? .....                   | 29 |
| 1-67 | 变频器能直接显示转速吗? .....                      | 29 |
| 1-68 | 变频器的电源显示有什么特点? .....                    | 30 |
| 1-69 | 变频器如何显示故障原因? .....                      | 30 |
| 1-70 | 在编程状态下变频器显示什么内容? .....                  | 30 |
| 1-71 | 变频器配置了哪些操作键? .....                      | 30 |
| 1-72 | 变频器有几种操作? .....                         | 31 |
| 1-73 | 按键操作板拔掉后变频器能否运行? .....                  | 31 |
| 1-74 | 按键操作板能否移至操作方便的地方? .....                 | 31 |
| 1-75 | 变频器本身消耗的功率有多少? .....                    | 31 |
| 1-76 | 变频器的寿命有多长? .....                        | 31 |
| 1-77 | 如何判断滤波电容器的寿命? .....                     | 31 |
| 1-78 | 如何灵活应用变频器控制端子? .....                    | 31 |
| 1-79 | 同步变频与异步变频调速电动机有哪些区别? .....              | 32 |
| 1-80 | 变频器可以驱动齿轮电动机吗? .....                    | 32 |
| 1-81 | 变频器能用来驱动单相电动机吗? 可以使用单相电源吗? .....        | 32 |
| 1-82 | 变频器驱动电动机如果频率下降时电压也下降, 那么电流是否增加? .....   | 32 |
| 1-83 | 在同一工厂内大型电动机一启动, 变频器就停止是什么原因? .....      | 32 |
| 1-84 | 不采用软启动, 将电动机直接投入到变频器某固定频率启动是否可以? .....  | 33 |
| 1-85 | 电动机超过 60Hz 运行时应注意什么问题? .....            | 33 |

|      |                                      |    |
|------|--------------------------------------|----|
| 1-86 | 为什么用离合器连接负载时,变频器具有保护动作?              | 33 |
| 1-87 | 采用变频器驱动电动机时,电动机的启动电流、启动转矩如何变化?       | 33 |
| 1-88 | 变频器的调速范围为6~60Hz,即10:1时,在6Hz以下有无输出功率? | 33 |
| 1-89 | 对于一般电动机在60Hz以上也要求转矩一定,是否可以?          | 33 |
| 1-90 | 变频调速系统能否长时间在低速情况下运行?                 | 33 |
| 1-91 | 低速运行时能保证频率精度吗?                       | 34 |
| 1-92 | 低速运行时,在空载情况下易因过流而跳闸,是什么原因?           | 34 |
| 1-93 | 对于需要低速运行的负载,应选用什么样的变频器?              | 34 |
| 1-94 | 绕线式异步电动机能否配用变频器?                     | 34 |
| 1-95 | 变频器的主要发展方向有哪几项?                      | 34 |
| 1-96 | 通用变频器采用哪些新技术?                        | 35 |

## 第2章 变频调速系统制动方式.....37

|      |                         |    |
|------|-------------------------|----|
| 2-1  | 变频器调速系统有几种运行状态?         | 37 |
| 2-2  | 电动机处于发电状态有哪些条件?         | 38 |
| 2-3  | 什么是拖动系统的损耗转矩?           | 38 |
| 2-4  | 变频调速系统的制动过程是如何工作的?      | 38 |
| 2-5  | 变频调速系统有哪些制动类型?          | 38 |
| 2-6  | 制动时的电能反馈到电源了吗?          | 39 |
| 2-7  | 变频调速系统的泵升电压与哪些因素有关?     | 39 |
| 2-8  | 变频调速系统的回馈制动是如何实现的?      | 39 |
| 2-9  | 回馈制动有什么特点?              | 40 |
| 2-10 | 回馈制动主要适用哪些场合?           | 41 |
| 2-11 | 变频调速系统的直流制动是如何实现的?      | 41 |
| 2-12 | 直流制动主要适用于哪些场合?          | 42 |
| 2-13 | 什么是直流制动的3个要素?           | 42 |
| 2-14 | 如何设置变频调速系统的直流制动?        | 42 |
| 2-15 | 变频调速系统的电阻制动和回馈制动各有什么优点? | 43 |
| 2-16 | 什么是变频调速系统的电容反馈制动?       | 44 |
| 2-17 | 能耗制动单元组件由哪两部分组成?        | 45 |
| 2-18 | 能耗制动方式有哪些优缺点?           | 46 |
| 2-19 | 如何正确选择制动方法?             | 46 |
| 2-20 | 如何设计变频调速系统的制动力矩?        | 46 |
| 2-21 | 制动单元与制动电阻如何选配?          | 46 |
| 2-22 | 如何确定外接制动电阻的阻值?          | 47 |
| 2-23 | 如何选择制动单元?               | 47 |
| 2-24 | 如何选择制动单元的电压?            | 47 |
| 2-25 | 如何计算制动电阻的标称功率?          | 48 |
| 2-26 | 多个外接制动组件并用时需注意什么?       | 48 |
| 2-27 | 什么是制动单元安全极限?            | 48 |
| 2-28 | 制动电阻一定要选择无感电阻吗?         | 48 |
| 2-29 | 制动电阻发热量与电阻值的选择有关吗?      | 48 |
| 2-30 | 接入了能耗电路后,会增加电网的能耗吗?     | 48 |
| 2-31 | 如何提高系统的制动能力?            | 48 |
| 2-32 | 如何得到更大的制动力?             | 49 |
| 2-33 | 使用带制动器的电动机时应注意什么?       | 49 |
| 2-34 | 在什么情况下需要外接制动组件?         | 49 |

- 2-35 由于启动、制动较频繁,制动电阻发热严重,怎么办? .....49
- 2-36 制动单元安装、配线应注意哪些事项? .....49

### 第3章 变频调速系统工程设计 .....50

- 3-1 变频调速系统由哪几部分构成? .....50
- 3-2 异步电动机调速时难以控制的原因是什么? .....51
- 3-3 通用变频器构成的异步电动机开环调速系统有何特点? .....51
- 3-4 无速度传感器的矢量控制异步电动机变频调速系统有何特点? .....52
- 3-5 带速度传感器矢量控制异步电动机闭环变频调速系统有何特点? .....53
- 3-6 转速闭环转差频率控制的变频调速系统有何特点? .....53
- 3-7 永磁同步电动机开环控制的变频调速系统有何特点? .....54
- 3-8 变频调速系统设计需掌握哪些技术参数? .....55
- 3-9 如何正确选择交流电动机变频调速控制方案? .....55
- 3-10 如何合理地选用变频器控制方式? .....56
- 3-11 何为变频调速系统的基频以下调速? .....57
- 3-12 何为变频调速系统的基频以上调速? .....59
- 3-13 变频器选型的基本要素有哪些? .....60
- 3-14 变频器的选型应满足哪些条件? .....61
- 3-15 选择变频器型号时需注意些什么? .....61
- 3-16 什么是变频器效率? .....62
- 3-17 电动机有哪些损耗? .....62
- 3-18 变频器负载率 $\beta$ 与效率 $\eta$ 有何关系? .....63
- 3-19 选择变频器应遵守哪些基本原则? .....63
- 3-20 生产机械根据负载转矩特性不同可分为哪几种类型? .....64
- 3-21 如何实现变频器与负载的匹配? .....66
- 3-22 什么是快速响应系统? .....66
- 3-23 如何满足被控对象的动态、静态指标要求? .....66
- 3-24 变频器选择时应注意哪些事项? .....66
- 3-25 变频器的容量如何表述? .....68
- 3-26 如何合理地选择变频器容量? .....69
- 3-27 如何确定变频器的容量和配件? .....70
- 3-28 变频器说明书中的“配用电机容量”能否作为选择变频器容量的依据? .....70
- 3-29 两台2.2kW、4极电动机顺序启动,用一台变频器驱动时容量应如何考虑? .....70
- 3-30 如有功率为75kW、110kW的电动机,变频器的容量应如何选择? .....70
- 3-31 一台变频器带多台电动机时,如何选定变频器容量? .....70
- 3-32 变频调速系统连续运转时所需的变频器容量如何选择? .....70
- 3-33 变频调速系统短时加减速运行时,如何选择变频器容量? .....71
- 3-34 变频调速系统频繁加减速运行时,变频器容量如何选择? .....71
- 3-35 一台变频器驱动多台电动机,且多台电动机并联运行时变频器容量如何选择? .....71
- 3-36 电动机直接启动时所需的变频器容量如何选择? .....72
- 3-37 大惯性负载启动时变频器容量如何选择? .....72
- 3-38 电动机的实际负载比电动机的额定输出功率小时,若选择与实际负载相匹配的变频器容量为什么并不理想? .....72
- 3-39 大功率变频调速系统的电压等级如何选择? .....73
- 3-40 如何正确选择变频器的箱体结构? .....75
- 3-41 如何选用变频器外部主电路的电气设备? .....75
- 3-42 用变频器电源端接触器来直接启停电动机会发生什么问题? .....76

|                                |                                                       |           |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------|
| 3-43                           | 为什么不能用变频器输出端的接触器启停电动机? .....                          | 76        |
| 3-44                           | 如何正确使用热过载继电器? .....                                   | 76        |
| 3-45                           | 如何选择电流互感器和电流表? .....                                  | 77        |
| 3-46                           | 如何选择变频调速系统的电动机? .....                                 | 77        |
| 3-47                           | 变频系统设计时应注意哪些问题? .....                                 | 78        |
| 3-48                           | 对变频调速系统的漏电流应采取哪些对策? .....                             | 79        |
| 3-49                           | 变频器与 PLC 应如何配合使用? .....                               | 79        |
| 3-50                           | 多台电动机变频切换控制方式分为几种? .....                              | 80        |
| 3-51                           | 硬切换有哪些危害? .....                                       | 81        |
| 3-52                           | 同步切换(软切换)是如何实现的? .....                                | 82        |
| 3-53                           | 锁相控制是如何实现的? .....                                     | 82        |
| 3-54                           | ACS1000 中压变频器是如何实现同步切换控制的? .....                      | 83        |
| 3-55                           | 如何实现高压异步电动机变频启动的切换? .....                             | 83        |
| 3-56                           | 如何实现同步电动机变频系统的启动和切换? .....                            | 85        |
| 3-57                           | 如何实现不用比例给定器实现多台变频器按比例运行? .....                        | 86        |
| 3-58                           | 如何实现变频运行与工频运行之间的切换? .....                             | 87        |
| 3-59                           | 为什么两电平 PWM 变频器不宜“先投后切”? .....                         | 87        |
| 3-60                           | 电动机切断电源后的过渡过程有何特性? .....                              | 88        |
| 3-61                           | 电动机切断电源后的自由制动过程有何特性? .....                            | 89        |
| 3-62                           | 变频调速系统对切换控制有哪些要求? .....                               | 89        |
| 3-63                           | 工频电源与变频电源相位关系对切换电流有哪些影响? .....                        | 90        |
| 3-64                           | 差频同相切换方法是如何实现的? .....                                 | 91        |
| 3-65                           | 如何描述电动机变频运行后的带载能力? .....                              | 92        |
| 3-66                           | $f_x < f_N$ 时电动机的带载能力如何? .....                        | 92        |
| 3-67                           | $f_x > f_N$ 时电动机的有效转矩如何? .....                        | 93        |
| 3-68                           | 什么是平方律负载? .....                                       | 93        |
| 3-69                           | 变频调速系统与平方律负载配用时应如何调试? .....                           | 93        |
| 3-70                           | 为什么平方律负载应用变频调速后, 节能效果好? .....                         | 94        |
| 3-71                           | 变频调速应用于恒转矩负载时应注意哪些问题? .....                           | 94        |
| 3-72                           | 恒功率负载有何工作特点? .....                                    | 94        |
| 3-73                           | 调频范围为 $f_x \leq f_N$ 时有什么缺点? .....                    | 95        |
| 3-74                           | 对于一般的电动机组合, 频率在 60Hz 以上时是否可以要求转矩恒定? .....             | 95        |
| 3-75                           | 如何实现变频器调速方式的快速转换? .....                               | 95        |
| 3-76                           | 如何实现转矩控制和转速控制的切换? .....                               | 96        |
| <b>第 4 章 变频调速系统的通信网络</b> ..... |                                                       | <b>97</b> |
| 4-1                            | 串行通信接口有哪些标准? .....                                    | 97        |
| 4-2                            | 并行通信与串行通信各有什么特点? .....                                | 98        |
| 4-3                            | 什么是异步通信与同步通信? .....                                   | 98        |
| 4-4                            | 什么是单工和双工通信方式? .....                                   | 99        |
| 4-5                            | 什么是 RS-232C 接口? 采用 RS-232C 接口有何特点? 传输电缆长度应如何考虑? ..... | 99        |
| 4-6                            | RS-232C 异步通信口有哪些不足? .....                             | 100       |
| 4-7                            | 什么是 RS-485 接口? 它与 RS-232C 接口相比有何特点? .....             | 100       |
| 4-8                            | RS-422/RS-485 异步通信口有何特点? .....                        | 101       |
| 4-9                            | RS-485 系统使用中继电器后具有哪些优点? .....                         | 102       |
| 4-10                           | 如何提高 RS-232C 通信接口的抗干扰能力? .....                        | 102       |
| 4-11                           | RS-422A 通信接口为什么能提高通信抗干扰能力? .....                      | 103       |

|      |                                       |     |
|------|---------------------------------------|-----|
| 4-12 | 如何采用 RS-422A、RS-485 接口构成工控网？          | 103 |
| 4-13 | 如何实现 RS-422A 通信接口的光电隔离？               | 104 |
| 4-14 | 如何选用通信电缆和实现终端匹配？                      | 104 |
| 4-15 | RS-485 总线技术规格要求有哪些？                   | 105 |
| 4-16 | 如何减少信号传输线的阻抗不连续？                      | 105 |
| 4-17 | 为什么不能忽视 RS-485 接口信号的连接？               | 105 |
| 4-18 | RS-485 传输线与传输距离有何关系？                  | 106 |
| 4-19 | 构建 RS-485 网络应注意哪些事项？                  | 106 |
| 4-20 | 如何设计 RS-485 硬件接口电路？                   | 107 |
| 4-21 | 如何设置 RS-485 接口的电源和接地？                 | 108 |
| 4-22 | 为什么要对 RS-485 接口进行光电隔离？                | 109 |
| 4-23 | 如何处理 RS-485 系统的常见故障？                  | 109 |
| 4-24 | Modbus 通信协议有何特点？                      | 110 |
| 4-25 | Modbus 协议有几种对话方式？                     | 110 |
| 4-26 | Modbus 通信的 CRC 校验是如何实现的？              | 112 |
| 4-27 | Modbus 通信链路有何特征？                      | 113 |
| 4-28 | 基于 Modbus 总线的变频调速系统如何实现？              | 113 |
| 4-29 | GL 变频器通信组网的方式有几种？                     | 114 |
| 4-30 | GL 变频器提供通信数据格式是如何定义的？                 | 115 |
| 4-31 | GL 变频器的通信方式有何特点？                      | 115 |
| 4-32 | GL 变频器提供几种通信报文格式？                     | 115 |
| 4-33 | 华为 TD2000 系列变频器的物理接口方式有几种？            | 116 |
| 4-34 | 华为 TD2000 系列变频器的通信数据格式是如何定义的？         | 116 |
| 4-35 | 华为 TD2000 系列变频器的通信协议格式是如何定义的？         | 116 |
| 4-36 | 如何实现华为 TD2000 系列变频器与上位机通信的物理链接？       | 117 |
| 4-37 | 如何实现计算机与森兰系列变频器的串行通信？                 | 117 |
| 4-38 | 森兰系列变频器的 SBINCS 功能有何特点？               | 118 |
| 4-39 | MD320 系列变频器串行通信协议有何特点？                | 118 |
| 4-40 | MD320 系列变频器通信采用何种传输方式？                | 119 |
| 4-41 | ATV58 变频器提供几种通信功能？                    | 119 |
| 4-42 | DRIVECOM 标准有什么意义？                     | 120 |
| 4-43 | ATV58 变频器的内部通信变量是如何定义的？               | 120 |
| 4-44 | 如何实现 ATV58 变频器与 Modbus 的连接？           | 121 |
| 4-45 | 如何设置 ATV58 变频器的 Modbus 通信参数？          | 121 |
| 4-46 | 如何设计 PLC 与变频器之间的通信程序？                 | 122 |
| 4-47 | 如何通过 USS 协议实现变频器与 PLC 之间的通信？          | 122 |
| 4-48 | 如何实现三菱 PLC 对变频器的控制？                   | 123 |
| 4-49 | 三菱 PLC 对变频器进行控制，其硬件如何配置？              | 124 |
| 4-50 | 三菱 PLC 对变频器进行控制，其通信参数如何设置？            | 125 |
| 4-51 | 如何实现 CX 变频器与 PLC 间的通信？                | 125 |
| 4-52 | 如何对 MMV 变频器实现远程控制？                    | 127 |
| 4-53 | 如何实现台达变频器与计算机的串口通信？                   | 129 |
| 4-54 | 如何实现 MIDIMASTERECO 变频器的远程监控？          | 131 |
| 4-55 | 如何实现 PC 对多台 TD3000 变频器的实时监控？          | 132 |
| 4-56 | 如何使用通信方式改变变频器的参数？                     | 135 |
| 4-57 | 如何自行制做 FX-232CAB-1 和 FX-50DU-CAB0 电缆？ | 136 |
| 4-58 | 如何实现上位机与 Unidrive 变频器之间的通信？           | 136 |

|                                               |            |
|-----------------------------------------------|------------|
| 4-59 如何采用 PROFIBUS-DP 实现 PLC 与变频器之间的通信？ ..... | 137        |
| <b>第 5 章 变频调速系统的电磁兼容技术 .....</b>              | <b>140</b> |
| 5-1 电磁兼容性是如何定义的？ .....                        | 140        |
| 5-2 电磁兼容有什么意义？ .....                          | 140        |
| 5-3 变频器的电磁兼容性有何特点？ .....                      | 140        |
| 5-4 变频器产生的噪声有哪几种类型？ .....                     | 141        |
| 5-5 变频器所处电磁环境中存在哪些主要干扰源？ .....                | 142        |
| 5-6 低压变频器电磁兼容等级有哪些典型值？ .....                  | 143        |
| 5-7 低压变频器抗电磁骚扰的验收准则及等级是如何规定的？ .....           | 143        |
| 5-8 低压变频器对低频骚扰有哪些要求？ .....                    | 143        |
| 5-9 低压变频器对高频骚扰有哪些要求？ .....                    | 144        |
| 5-10 低压变频器对发射有哪些要求？ .....                     | 145        |
| 5-11 低压变频器对安全性的最低要求有哪些？ .....                 | 145        |
| 5-12 变频调速系统电磁兼容性设计有哪些规则？ .....                | 145        |
| 5-13 变频器谐波是如何产生的？ .....                       | 146        |
| 5-14 谐波电流与线路阻抗有何关系？ .....                     | 147        |
| 5-15 网侧电流波形与直流侧电压有何关系？ .....                  | 147        |
| 5-16 有关谐波有哪些国际及国家标准？ .....                    | 148        |
| 5-17 如何计算谐波电流？ .....                          | 149        |
| 5-18 变频器产生的谐波有哪些危害？ .....                     | 149        |
| 5-19 针对谐波干扰应采取哪些抑制对策？ .....                   | 150        |
| 5-20 变频器的谐波治理与无功功率补偿有何意义？ .....               | 154        |
| 5-21 如何抑制交—直—交电流型变频器产生的谐波？ .....              | 155        |
| 5-22 如何抑制交—交变频器产生的谐波？ .....                   | 155        |
| 5-23 如何抑制交—直—交电压型变频器产生的谐波？ .....              | 155        |
| 5-24 变频调速系统有哪些电磁干扰源？ .....                    | 155        |
| 5-25 电磁干扰对变频调速系统有何影响？ .....                   | 156        |
| 5-26 变频调速系统中的干扰源是如何分类的？ .....                 | 156        |
| 5-27 变频调速系统电源异常有几种形式？ .....                   | 157        |
| 5-28 国家对电网波动等级是如何规定的？ .....                   | 157        |
| 5-29 变频调速系统电磁干扰传播的途径有哪些？ .....                | 157        |
| 5-30 变频调速系统的抗电磁干扰措施有哪些？ .....                 | 158        |
| 5-31 变频调速系统的抗干扰设计应遵守哪些基本原则？ .....             | 159        |
| 5-32 何为抑制电磁干扰的隔离技术？ .....                     | 160        |
| 5-33 何为抑制电磁干扰的屏蔽技术？ .....                     | 160        |
| 5-34 如何正确使用屏蔽线？ .....                         | 161        |
| 5-35 如何正确使用双绞线？ .....                         | 162        |
| 5-36 通信线路的屏蔽层如何接地？ .....                      | 163        |
| 5-37 传感器信号线路的屏蔽层如何接地？ .....                   | 163        |
| 5-38 模拟信号线路的屏蔽层如何接地？ .....                    | 163        |
| 5-39 变频调速系统有几种接地方式？ .....                     | 163        |
| 5-40 变频器测试中的接地有何要求？ .....                     | 165        |
| 5-41 对变频调速系统 PE 线中的漏电流有何规定？ .....             | 165        |
| 5-42 如何抑制变频系统中的共模噪声？ .....                    | 165        |
| 5-43 变频器柜内应如何布线？ .....                        | 169        |
| 5-44 变频器的基本控制回路有几种？ .....                     | 170        |

|      |                            |     |
|------|----------------------------|-----|
| 5-45 | 变频调速系统设计应注意哪些事项？           | 170 |
| 5-46 | 如何抑制变频调速系统的外部电磁干扰？         | 170 |
| 5-47 | 如何抑制变频器对微机控制板的干扰？          | 171 |
| 5-48 | 变频器自身应采取哪些抗干扰措施？           | 171 |
| 5-49 | 如何解决电动机的漏电流、轴电压与轴承电流问题？    | 172 |
| 5-50 | 如何抑制变频器对外界的辐射干扰？           | 173 |
| 5-51 | 对造成变频器控制回路误动作的电磁干扰应采取哪些措施？ | 173 |
| 5-52 | 接地是如何定义的，有何作用？             | 174 |
| 5-53 | 何为抗电磁干扰接地技术？               | 174 |
| 5-54 | 实施接地时应注意哪些事项？              | 174 |
| 5-55 | 如何进行变频调速系统的抗干扰设计？          | 175 |
| 5-56 | 变频调速系统输入信号与输出信号的漏电流如何处理？   | 175 |
| 5-57 | 如何避免变频调速系统的噪声共振？           | 176 |
| 5-58 | 如何正确配置变频器的输入、输出电抗器？        | 176 |
| 5-59 | 变频器输入电抗器有何作用？              | 177 |
| 5-60 | 如何选择输入电抗器的容量？              | 178 |
| 5-61 | 如何计算输入电抗器的额定电流 $I_L$ ？     | 178 |
| 5-62 | 变频器输出电抗器有何作用？              | 179 |
| 5-63 | 变频器直流电抗器有何作用？              | 181 |
| 5-64 | 如何设计三相交流输入电抗器？             | 181 |
| 5-65 | 如何测定电抗器的电感量？               | 182 |
| 5-66 | 变频调速系统设计应采取的电磁兼容相关措施有哪些？   | 183 |
| 5-67 | 变频器如何防雷？                   | 184 |
| 5-68 | 雷击、感应雷电对变频调速系统有哪些影响？       | 184 |
| 5-69 | 变频调速系统防雷电浪涌有哪些要求？          | 184 |
| 5-70 | 浪涌保护器有哪些主要技术参数？            | 185 |
| 5-71 | 硅瞬变吸收二极管有何技术特性？            | 186 |
| 5-72 | TVS 的主要技术参数有哪些？            | 186 |
| 5-73 | 选用 TVS 器件应满足哪些要求？          | 187 |
| 5-74 | TVS 管在使用中应注意哪些事项？          | 188 |
| 5-75 | 氧化物压敏电阻有何技术特性？             | 188 |
| 5-76 | 压敏电阻的主要技术参数有哪些？            | 189 |
| 5-77 | 如何正确选用压敏电阻？                | 189 |
| 5-78 | 如何正确使用压敏电阻？                | 190 |
| 5-79 | 变频调速系统软件的结构有何特点？           | 191 |
| 5-80 | 变频器抗干扰的软件措施有哪些？            | 191 |
| 5-81 | 防止变频调速系统的软件应采取哪些保护手段？      | 192 |
| 5-82 | 常用的软件抗干扰方法有哪些？             | 192 |
| 5-83 | 如何进行变频调速系统软件抗干扰设计？         | 194 |
| 5-84 | 如何正确使用 watchingdog？        | 195 |
| 5-85 | 如何进行变频调速系统软件的容错设计？         | 195 |
| 5-86 | 如何实现变频调速系统软件运行过程中的自监视？     | 196 |
| 5-87 | 如何随时监督检查程序计数器 PC 值是否超出程序区？ | 197 |
| 5-88 | 如何实现主循环程序和中断服务程序的相互监视？     | 197 |
| 5-89 | 如何随时校验程序代码的正确性？            | 197 |
| 5-90 | 如何随时校验 RAM 的正确性？           | 197 |
| 5-91 | 如何实现变频器实时控制系统的相互监视？        | 198 |

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| <b>第 6 章 变频调速系统的安装与布线</b> .....                               | 199 |
| 6-1 变频器对工作的物理环境有哪些要求? .....                                   | 199 |
| 6-2 变频器对工作的电气环境有哪些要求? .....                                   | 200 |
| 6-3 在选择变频器安装环境时应注意哪些事项? .....                                 | 200 |
| 6-4 变频器安装设计的基本要求有哪些? .....                                    | 200 |
| 6-5 变频器柜防尘设计有哪些要求? .....                                      | 201 |
| 6-6 变频器柜防潮湿霉变设计有哪些要求? .....                                   | 201 |
| 6-7 如何进行变频器的通风散热设计? .....                                     | 202 |
| 6-8 变频器有哪些安装方式? .....                                         | 203 |
| 6-9 安装变频器应注意些什么? .....                                        | 203 |
| 6-10 变频器与电动机的距离对系统有哪些影响? 应采取哪些防止措施? .....                     | 204 |
| 6-11 变频调速系统布线应遵守的基本准则有哪些? .....                               | 204 |
| 6-12 变频器外部主电路如何布线? .....                                      | 205 |
| 6-13 变频器与电动机连接电缆有哪些要求? .....                                  | 207 |
| 6-14 变频调速系统外部信号是如何分类的? .....                                  | 207 |
| 6-15 如何选择变频调速系统的控制电缆及正确布线? .....                              | 207 |
| 6-16 如何选择变频调速系统的动力电缆及正确布线? .....                              | 208 |
| 6-17 如何实现变频器的正确接地? .....                                      | 208 |
| 6-18 变频器外部电路如何正确接线? .....                                     | 209 |
| 6-19 电源与变频器进线端间接入哪些开关? .....                                  | 210 |
| 6-20 变频器有哪些外部输入端子? .....                                      | 210 |
| 6-21 变频器有哪些外部输出端子? .....                                      | 211 |
| 6-22 变频器输出端子有几种类型? .....                                      | 212 |
| 6-23 三线控制如何接线? .....                                          | 214 |
| 6-24 如何灵活应用变频器外部端子? .....                                     | 214 |
| 6-25 变频器有哪些外部开关指令输入信号? .....                                  | 215 |
| 6-26 手动同步控制有哪些要求? .....                                       | 216 |
| 6-27 如何应用转速多段控制功能? .....                                      | 216 |
| 6-28 如何用继电器控制电动机正反向运行? .....                                  | 218 |
| 6-29 为什么变频器的输入与输出端绝对不允许接反? .....                              | 219 |
| 6-30 变频器的输出端为什么不能接入电容器以改善电动机的电流波形? .....                      | 219 |
| 6-31 变频器控制电路的电源应接到哪里? .....                                   | 219 |
| 6-32 对控制线的布置有什么要求? .....                                      | 219 |
| 6-33 输出信号接线端的容量有多大? .....                                     | 219 |
| 6-34 连接地线时应注意什么? .....                                        | 219 |
| 6-35 在什么情况下使用“第二加减速”控制输入端? .....                              | 219 |
| 6-36 有的变频器有一个“停止输出”的控制端, 它用在什么场合? .....                       | 219 |
| 6-37 如何接入外接显示仪表? .....                                        | 219 |
| 6-38 外接频率表时应注意些什么? .....                                      | 220 |
| 6-39 外接给定信号已经是“最小”位置(0 位), 但输出频率不为 0Hz, 怎么办? .....            | 220 |
| 6-40 外接给定信号为最大值(+10V) 时, 输出频率只有 48.5Hz (要求为 50Hz), 怎么办? ..... | 220 |
| 6-41 若干单元联动控制时, 由统一的给定信号给定, 但每个单元所需的最高频率不尽一致, 怎么办? .....      | 220 |
| 6-42 对变频器输入侧变压器有什么要求? .....                                   | 220 |
| 6-43 如果在输出侧设有接触器应注意哪些事项? .....                                | 221 |
| 6-44 装设变频器时安装方向是否有限制? .....                                   | 221 |

|            |                                                  |            |
|------------|--------------------------------------------------|------------|
| 6-45       | 变频器内藏有冷却风扇, 风的方向如何? 风扇若是坏了会如何?                   | 221        |
| 6-46       | 如何解决电压不平衡问题?                                     | 221        |
| 6-47       | 变频器对输入电压波动有什么要求?                                 | 221        |
| <b>第7章</b> | <b>变频调速系统参数设置</b>                                | <b>222</b> |
| 7-1        | 变频器有哪些可设置的参数?                                    | 222        |
| 7-2        | 什么是变频器的设置?                                       | 222        |
| 7-3        | 变频器设置的方法有几种?                                     | 223        |
| 7-4        | 变频器频率设置有哪几种方式?                                   | 223        |
| 7-5        | 选择给定方式应遵守哪些基本原则?                                 | 224        |
| 7-6        | 什么是外接设置?                                         | 224        |
| 7-7        | 变频器对外接设置信号有什么规定?                                 | 225        |
| 7-8        | 变频调速系统的上下限频率是如何定义的?                              | 225        |
| 7-9        | 为什么要避免变频调速系统运行在最低频率?                             | 225        |
| 7-10       | 根据什么设置变频调速系统的最高运行频率?                             | 225        |
| 7-11       | 如何设置变频调速系统的上下限频率?                                | 226        |
| 7-12       | 变频调速系统上下限频率设置应注意哪些事项?                            | 226        |
| 7-13       | 何为变频器的载波频率?                                      | 226        |
| 7-14       | 变频器载波频率与死区时间有何关系?                                | 227        |
| 7-15       | 变频器载波频率对电气设备有何影响?                                | 227        |
| 7-16       | 变频调速系统的回避频率有何作用?                                 | 227        |
| 7-17       | 变频器的偏置频率有何作用?                                    | 228        |
| 7-18       | 变频器频率增益功能有何作用?                                   | 229        |
| 7-19       | 变频器频率指令的保持功能有何作用?                                | 229        |
| 7-20       | 什么是变频器的频率给定线?                                    | 229        |
| 7-21       | 如何调整频率给定线?                                       | 230        |
| 7-22       | 如何进行程序设置?                                        | 230        |
| 7-23       | 使用外接给定信号时, 工作频率能否超过额定频率(例如, 希望得到的最高频率为 80Hz)?    | 231        |
| 7-24       | 采用外部模拟量或数字量给定时有哪些异常现象?                           | 231        |
| 7-25       | 如何进行输出频率线的函数设置?                                  | 231        |
| 7-26       | 什么是输出频率线的两点设置法?                                  | 232        |
| 7-27       | 如何输入变频调速系统的电动机参数?                                | 232        |
| 7-28       | 如何设置加减速时间及转矩提升?                                  | 232        |
| 7-29       | 存在加速时间与减速时间可以分别给定的机型和加减速时间共同给定的机型, 这两者分别存在有什么意义? | 232        |
| 7-30       | 电动机超过 60Hz 运转时应注意什么问题?                           | 232        |
| 7-31       | 如何设置基本频率?                                        | 232        |
| 7-32       | 如何设置最大频率?                                        | 232        |
| 7-33       | 设置 $f_{DB}$ 和 $U_{DB}$ 时需遵循哪些原则?                 | 233        |
| 7-34       | 如何选择 $U/f$ 的类型?                                  | 233        |
| 7-35       | 什么是基本 $U/f$ 设置?                                  | 233        |
| 7-36       | 对于风机和泵类负载 $U/f$ 比(转矩补偿)选大了, 有什么害处?               | 234        |
| 7-37       | 变频器如何实现点动?                                       | 234        |
| 7-38       | 如何设置点动的频率?                                       | 234        |
| 7-39       | 为什么要进行多挡频率设置?                                    | 234        |
| 7-40       | 如何实现多挡转速运行?                                      | 234        |

|      |                                             |     |
|------|---------------------------------------------|-----|
| 7-41 | 实现多挡转速运行时, 有哪些相关设置? .....                   | 235 |
| 7-42 | 什么情况下需设置“转差补偿”? .....                       | 235 |
| 7-43 | 如何进行变频器的电动机辨识? .....                        | 236 |
| 7-44 | 有几种方式可启动变频器? .....                          | 236 |
| 7-45 | 如何调节和设置变频器的输出频率? .....                      | 236 |
| 7-46 | 变频调速系统在进行矢量控制时为何要设置电动机的额定参数? .....          | 237 |
| 7-47 | 用外接电位器进行频率设置有何优缺点? .....                    | 237 |
| 7-48 | 利用变频器控制端子设置有何优缺点? .....                     | 237 |
| 7-49 | 如何正确设置变频器的压频比? .....                        | 238 |
| 7-50 | 如何设置基准频率? .....                             | 238 |
| 7-51 | 设置基准频率时应注意哪些事项? .....                       | 239 |
| 7-52 | 变频调速的基本控制方式与基准电压、基准频率有何关系? .....            | 240 |
| 7-53 | 负载的机械特性与基准电压、基准频率的设置有何关系? .....             | 240 |
| 7-54 | 变频调速系统为恒转矩特性时, 对应一次性方程的 $U/f$ 曲线有何关系? ..... | 240 |
| 7-55 | 如何设置变频调速系统的过负载率? .....                      | 241 |
| 7-56 | S 形启动方式适用于何种负载? .....                       | 241 |
| 7-57 | 什么负载以选用半 S 形启动方式较好? .....                   | 241 |
| 7-58 | 变频调速系统电动机的启动分为几种? .....                     | 241 |
| 7-59 | 变频调速系统的启动频率如何设置? .....                      | 242 |
| 7-60 | 变频调速系统的加速过程有何特点? .....                      | 244 |
| 7-61 | 变频调速系统的减速过程有何特点? .....                      | 244 |
| 7-62 | 变频调速系统中电动机的停机方式有几种? .....                   | 245 |
| 7-63 | 变频器加减速模式如何选择? .....                         | 245 |
| 7-64 | 变频调速系统的加、减速时间如何设置? .....                    | 246 |
| 7-65 | 何为变频器的暂停加速功能? .....                         | 248 |
| 7-66 | 何为变频器的暂停减速功能? .....                         | 248 |
| 7-67 | 如何运用变频器的升、降速控制端子? .....                     | 249 |
| 7-68 | 如何正确使用变频器转矩提升功能? .....                      | 250 |
| 7-69 | 如何设置电子热继电器保护功能? .....                       | 251 |
| 7-70 | 日立 SJ300 系列与 L300P 系列变频器如何互换? .....         | 252 |
| 7-71 | 日立变频器源、漏型接法有何区别? .....                      | 252 |
| 7-72 | 日立 J300 系列变频器如何初始化? .....                   | 253 |
| 7-73 | 日立 J300 系列变频器自整定功能如何设置? .....               | 253 |
| 7-74 | 日立 J300 系列变频器第二设置功能如何设置? .....              | 253 |
| 7-75 | 日立 J100 系列变频器如何初始化? .....                   | 253 |
| 7-76 | CX 系列变频器不同运行模式下的参数如何设置? .....               | 254 |
| 7-77 | ACS800 系列变频器的参数如何设置? .....                  | 255 |
| 7-78 | 变频器用作软启动器时的参数如何设置? .....                    | 256 |
| 7-79 | AEG 公司变频器的参数如何设置? .....                     | 258 |
| 7-80 | 台达变频器的参数如何调整? .....                         | 259 |

## 第 8 章 变频调速系统工程调试 .....

260

|     |                     |     |
|-----|---------------------|-----|
| 8-1 | 如何选择变频器的控制方式? ..... | 260 |
| 8-2 | 变频器有几种运行模式? .....   | 260 |
| 8-3 | 变频器有几种启动方式? .....   | 260 |
| 8-4 | 变频器的控制命令有哪些? .....  | 260 |
| 8-5 | 变频器面板按键有哪些功能? ..... | 261 |

|      |                                         |     |
|------|-----------------------------------------|-----|
| 8-6  | 变频器正常运行如何操作？                            | 261 |
| 8-7  | 如何远程和手动操作变频器？                           | 262 |
| 8-8  | 变频调速系统调试的技术条件有哪些？                       | 262 |
| 8-9  | 变频传动系统的调试分为几步？                          | 262 |
| 8-10 | 变频调速系统调试有哪些步骤？                          | 263 |
| 8-11 | 变频调速系统电动机本体试验项目有哪些？                     | 263 |
| 8-12 | 变频调速系统调试的安全防护措施有哪些？                     | 263 |
| 8-13 | 变频调速系统调试的质量标准有哪些？                       | 264 |
| 8-14 | 变频调速系统送电前的检查项目有哪些？                      | 264 |
| 8-15 | 变频调速系统通电后应检查的项目有哪些？                     | 265 |
| 8-16 | 变频器输出端未接电动机之前，应调试哪些内容？                  | 265 |
| 8-17 | 变频器带电动机空载运行应做哪些检查？                      | 265 |
| 8-18 | 变频器带电动机空载运行的参数如何设置？                     | 266 |
| 8-19 | 电动机带负载运行时应注意观察和调整哪些项目？                  | 266 |
| 8-20 | 变频调速系统负载试运行应做哪些检查？                      | 267 |
| 8-21 | 如何进行变频调速系统的基本调试？                        | 268 |
| 8-22 | 如何进行变频器与上位机的统一调试？                       | 269 |
| 8-23 | 实际转速对于给定速度有偏差时如何解决？                     | 269 |
| 8-24 | 转矩矢量控制和节能控制功能无法启用是什么原因？                 | 269 |
| 8-25 | 调试现场如何设置 $U/f$ 曲线？                      | 270 |
| 8-26 | 中频变频器的 $U/f$ 曲线如何现场调试？                  | 270 |
| 8-27 | 如何解决启动频率与启动电压失调问题？                      | 271 |
| 8-28 | 如何避免应用于平方转矩负载的变频器过载？                    | 271 |
| 8-29 | 风机和泵的负载启停时变频器加速时间与减速时间如何匹配？             | 271 |
| 8-30 | 如何避免平方转矩负载的变频调速系统共振？                    | 272 |
| 8-31 | 如何避免泵类负载的变频调速系统憋压与水锤效应？                 | 272 |
| 8-32 | 如何选择恒转矩负载变频器的控制方式？                      | 272 |
| 8-33 | 如何操作日锋变频器实现 PID 控制功能？                   | 272 |
| 8-34 | 采用科比 F5 变频器构成的同步电动机调速系统如何操作？            | 273 |
| 8-35 | 采用科比 F5 变频器构成的异步电动机调速系统如何操作？            | 274 |
| 8-36 | PowerSmart（或 JZHICON-1A）系列高压变频器调试有哪些步骤？ | 274 |
| 8-37 | PI97G V4 普传系列变频器调试有哪些操作步骤？              | 275 |

## 第 9 章 变频调速系统维护保养 283

|      |                     |     |
|------|---------------------|-----|
| 9-1  | 如何延长变频器寿命？          | 283 |
| 9-2  | 变频器长期保管后使用，应注意哪些事项？ | 283 |
| 9-3  | 变频器使用要点有哪些？         | 283 |
| 9-4  | 如何处理变频调速系统的噪声问题？    | 285 |
| 9-5  | 如何处理变频调速系统的振动问题？    | 285 |
| 9-6  | 如何处理变频调速系统的发热问题？    | 286 |
| 9-7  | 变频调速电动机低速运行时如何降温？   | 286 |
| 9-8  | 电动机损耗及发热问题如何解决？     | 286 |
| 9-9  | 变频器维护保养周期标准是如何规定的？  | 286 |
| 9-10 | 如何对变频器进行日常维护保养？     | 288 |
| 9-11 | 如何正确更换变频器的备品备件？     | 290 |
| 9-12 | 如何测量变频器输入侧参数？       | 291 |
| 9-13 | 如何测量变频器输出侧参数？       | 292 |

|               |                       |            |
|---------------|-----------------------|------------|
| 9-14          | 如何测量变频器的绝缘电阻？         | 293        |
| 9-15          | 变频器试验的条件有哪些？          | 293        |
| 9-16          | 变频器有哪些试验类型？           | 294        |
| 9-17          | 变频器试验标准和项目有哪些？        | 294        |
| 9-18          | 变频器需要做哪些相关试验？         | 296        |
| 9-19          | 如何进行变频器负荷特性测试？        | 296        |
| 9-20          | 如何避免电动机绝缘击穿事故？        | 299        |
| 9-21          | 同步电动机采用通用变频器应注意哪些问题？  | 299        |
| 9-22          | 高频电动机采用通用变频器应注意哪些问题？  | 299        |
| 9-23          | 变频器使用漏电保护器应注意哪些事项？    | 299        |
| 9-24          | 变频器在高原地区使用时应注意哪些问题？   | 300        |
| 9-25          | 使用富士系列变频器时应注意哪些事项？    | 300        |
| <b>第 10 章</b> | <b>变频调速系统故障诊断与处理</b>  | <b>303</b> |
| 10-1          | 变频器故障与使用时间有何关系？       | 303        |
| 10-2          | 变频调速系统的电源异常表现形式有几种？   | 304        |
| 10-3          | 变频调速系统如何抑制操作过电压？      | 305        |
| 10-4          | 何为变频器的故障自保护及自诊断功能？    | 305        |
| 10-5          | 发生变频器自保护如何处理？         | 306        |
| 10-6          | 如何正确使用故障信号的自动复位功能？    | 307        |
| 10-7          | 如何进行变频器的静态测试？         | 307        |
| 10-8          | 如何进行变频器的动态测试？         | 307        |
| 10-9          | 测量变频器主电路时应注意哪些问题？     | 307        |
| 10-10         | 测量变频器控制电路时应注意哪些问题？    | 308        |
| 10-11         | 如何诊断和处理变频器整流模块故障？     | 308        |
| 10-12         | 如何诊断和处理变频器逆变功率模块故障？   | 309        |
| 10-13         | 如何诊断和处理变频器电解电容器故障？    | 310        |
| 10-14         | 如何诊断和处理变频器控制电路板故障？    | 311        |
| 10-15         | 如何诊断和处理变频器开关电源故障？     | 312        |
| 10-16         | 如何诊断和处理变频器驱动电路故障？     | 313        |
| 10-17         | 如何诊断和处理变频器的冷却系统故障？    | 314        |
| 10-18         | 如何诊断和处理变频器操作、显示面板故障？  | 314        |
| 10-19         | 变频器过电流按电流性质是如何分类的？    | 314        |
| 10-20         | 变频器过电流的原因是如何分类的？      | 315        |
| 10-21         | 如何诊断和处理变频器短路故障？       | 315        |
| 10-22         | 如何诊断和处理变频器轻载过电流故障？    | 316        |
| 10-23         | 如何诊断和处理变频器重载过电流故障？    | 317        |
| 10-24         | 如何诊断和处理变频器工作中的过电流故障？  | 317        |
| 10-25         | 如何诊断和处理变频器升降速时的过电流故障？ | 317        |
| 10-26         | 如何判断变频器过电流故障？         | 318        |
| 10-27         | 如何诊断和处理变频器振荡过电流故障？    | 319        |
| 10-28         | 变频器是如何处理过流问题的？        | 319        |
| 10-29         | 变频器过载与过电流故障有何区别？      | 319        |
| 10-30         | 过流、过载和过热的保护对象是什么？     | 320        |
| 10-31         | 如何诊断和处理变频器过载故障？       | 320        |
| 10-32         | 如何判断和分析变频器过载原因？       | 321        |
| 10-33         | 变频器是如何处理电动机过载问题的？     | 322        |