

UPS 电源 维修手册

<http://www.phei.com.cn>

徐国家 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

TN86-62/6

2008

UPS 电源维修手册

徐国家 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统地讲述了 UPS 电源的基本电路知识,以及目前市场上常见品牌的 UPS 电路结构、维护和维修等方面的知识。全书共 18 章,分为基础篇和实战篇,其中 1~7 章为基础篇,主要讲述了 UPS 电源中常见的器件、电路及应用等;8~18 章为实战篇,主要对各种品牌的 UPS 电源进行实例剖析。

本书侧重理论和实践相结合。书中提供了几百幅翔实的电路图,深入浅出,物理概念清晰,实用性强。

本书可供从事 UPS 电源设计、维修、维护及广大 UPS 用户参考,也是一本极好的培训教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

UPS 电源维修手册/徐国家主编. —北京:电子工业出版社,2008.3

ISBN 978-7-121-05668-0

I. U… II. 徐… III. 不停电电源—维修—技术手册 IV. TN86-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 196798 号

责任编辑:张 榕 文字编辑:张燕虹

印 刷:北京机工印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:720×1000 1/16 印张:41.25 字数:990 千字

印 次:2008 年 3 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:98.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

目前,UPS(不间断电源)已被广泛应用到各行各业,而且随着功率器件和控制技术的不断发展和创新,UPS的技术也越来越新,型号越来越多。UPS本身是一种涉及数字和模拟电路、数字通信、电力电子、微处理器及软件编程等多学科的技术密集型的电子产物。近年来,随着高新技术在UPS中的应用,使UPS的性能不断提高。例如,在控制技术方面:从以前的模拟电路、低档次的8位单片机控制电路,发展到当前高档次的16位、32位单片机,以及数字信号处理器(DSP)控制电路。由于硬件控制电路的提升,使现代通信技术、可靠的CAN网控制技术及高频脉宽调制技术在UPS中的应用成为可能;在功率器件方面,随着大容量功率管IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor,绝缘栅双极性晶体管)技术的突破、内置完善的自动保护功能的智能化功率模块的出现、UPS的关键功率驱动模块的高效冷却技术及开关瞬态功耗驱动技术的不断创新,使单台UPS容量和可靠性得到了显著的提高。此外,输入功率因数自动校正技术、智能化故障自诊断检测技术、智能化电池充/放电管理及电池性能预测技术、远程网管型UPS集中监控等技术也广泛地应用在UPS中。

编者长期从事UPS(不间断电源)产品的技术分析、维修、设计并协助用户设计、配置UPS供电系统的实践,详细地解剖和分析过数十种国产和进口的UPS,也积累了相关电路图和数据。本书实战篇中所介绍的实例剖析,均是以国内市场上销量大的UPS系列和品牌为基础。本书的编写,力求深入浅出、电路分析详尽、实用性强。为了使读者在维修UPS中尽可能快地和准确地排除故障,书中还列出有关控制电路在不同工作状态下的关键电平和相应的各种元件的技术性能参数表。本书对于电源开发和设计人员来说,具有一定的参考价值。为了使读者对UPS系统有一个完整深刻的了解,本书在基础篇中给出了UPS中常见的电路结构和元器件的应用,以帮助读者将理论与工程实践结合起来理解和学习。

因本书实战篇是以实例进行剖析,故 V_{CC} 、R、C、L等符号的表示与实际图纸保持一致。

本书在编写过程中得到了清华大学张颖超博士的支持和帮助,在此深表感谢!此外,由于UPS本身是电力电子技术、计算机技术、网络技术和软件编程技术高度融合在一起的高科技产品,鉴于编者水平有限,书中难免有错,恳请读者及时予以帮助和指正。

电子邮箱:xgj2005@sogou.com

徐国家

目 录

基 础 篇

| | |
|---|----|
| 第 1 章 功率器件及其应用 | 3 |
| 1.1 二极管 | 3 |
| 1.1.1 二极管的工作原理及其分类 | 3 |
| 1.1.2 二极管在 UPS 中常见的功能 | 3 |
| 1.1.3 二极管反向阻断和正向通态电压 | 4 |
| 1.1.4 UPS 电路中 IGBT 的续流二极管过压损坏的原因 | 5 |
| 1.1.5 对续流二极管在 UPS 变换器中的要求 | 5 |
| 1.1.6 二极管的检测 | 6 |
| 1.2 晶闸管(SCR) | 7 |
| 1.2.1 普通晶闸管的结构和工作原理 | 7 |
| 1.2.2 晶闸管的伏安特性和主要参数 | 9 |
| 1.2.3 其他晶闸管 | 12 |
| 1.2.4 晶闸管的保护电路 | 12 |
| 1.2.5 晶闸管损坏原因判别 | 15 |
| 1.2.6 晶闸管的检测 | 16 |
| 1.2.7 晶闸管的型号说明 | 16 |
| 1.3 功率场效应晶体管(MOSFET) | 18 |
| 1.3.1 概述 | 18 |
| 1.3.2 功率 MOSFET 的结构和工作原理 | 19 |
| 1.3.3 功率 MOSFET 的基本特性 | 22 |
| 1.3.4 动态性能的改进 | 23 |
| 1.3.5 功率 MOSFET 驱动电路 | 24 |
| 1.3.6 UPS 中常见的功率 MOSFET 驱动电路介绍及分析 | 25 |
| 1.3.7 功率 MOSFET 的发展与改进 | 28 |
| 1.3.8 MOSFET 功率损耗分析 | 30 |
| 1.4 绝缘栅双极性晶体管(IGBT) | 31 |
| 1.4.1 IGBT 的结构与工作原理 | 31 |
| 1.4.2 术语说明与特性 | 35 |
| 1.4.3 IGBT 的擎住效应和安全工作区 | 39 |
| 1.4.4 IGBT 的驱动电路 | 39 |
| 1.4.5 UPS 中 IGBT 保护电路分析 | 42 |

| | | |
|--------------|----------------------------|------------|
| 1.4.6 | IGBT 功率模块发生故障时的应对方法 | 47 |
| 1.4.7 | 国内外技术现状及发展趋势 | 52 |
| 第 2 章 | UPS 常用集成电路及其应用 | 53 |
| 2.1 | 电压比较器、运算放大器及滤波电路 | 53 |
| 2.1.1 | 电压比较器 | 53 |
| 2.1.2 | 运算放大器电路 | 56 |
| 2.1.3 | 有源滤波电路 | 60 |
| 2.1.4 | 比较器、运算放大器的应用实例 | 61 |
| 2.2 | 555 触发器及低压侦测集成电路 | 64 |
| 2.2.1 | 555 电路 | 64 |
| 2.2.2 | 触发器电路 | 66 |
| 2.2.3 | 低压侦测集成电路 | 68 |
| 2.3 | MOSFET、IGBT 驱动集成电路 | 70 |
| 2.3.1 | IR2117 驱动集成电路 | 70 |
| 2.3.2 | 日本富士 EXB 系列 IGBT 驱动集成电路 | 73 |
| 2.4 | UPS 中的线性集成稳压电路 | 79 |
| 2.4.1 | 三端线性集成稳压电路 | 79 |
| 2.4.2 | 高精度基准电压源集成电路(TL431) | 84 |
| 2.5 | 开关电源控制器 | 87 |
| 2.5.1 | SG1524/SG2524/SG3524 脉宽调制器 | 87 |
| 2.5.2 | 改进型 SG3525 脉宽调制器 | 90 |
| 2.5.3 | UC3842/UC3843 脉宽调制器 | 95 |
| 第 3 章 | 整流滤波电路 | 102 |
| 3.1 | 单相不控整流电路 | 102 |
| 3.1.1 | 单相桥式整流电路 | 102 |
| 3.1.2 | 单相半波整流电路 | 104 |
| 3.1.3 | 单相全波整流电路 | 105 |
| 3.2 | 单相可控整流电路 | 106 |
| 3.2.1 | 单相半波可控整流电路 | 106 |
| 3.2.2 | 单相全桥可控整流电路 | 108 |
| 3.2.3 | 单相半控桥整流电路 | 110 |
| 3.3 | 三相可控整流电路 | 112 |
| 3.3.1 | 三相半波可控整流电路 | 112 |
| 3.3.2 | 三相全控桥整流电路 | 115 |
| 3.4 | 自关断器件在可控整流电路中的应用 | 120 |
| 3.5 | 整流器对 UPS 输入相序的要求及其应用案例分析 | 121 |
| 3.5.1 | 相序对晶闸管整流器的影响 | 122 |
| 3.5.2 | 相序对全桥不控整流器无影响 | 124 |
| 第 4 章 | 逆变电路及脉宽调制(PWM)技术 | 126 |
| 4.1 | 方波逆变电路 | 126 |

| | | |
|--------------|-----------------------------|------------|
| 4.1.1 | 单相方波逆变电路及其波形 | 126 |
| 4.1.2 | 方波逆变器的输出波形分析 | 128 |
| 4.2 | PWM 控制的基本原理 | 129 |
| 4.3 | PWM 逆变电路及其脉宽调制(SPWM)方法 | 131 |
| 4.3.1 | 算法和调制法 | 131 |
| 4.3.2 | 异步调制和同步调制 | 135 |
| 4.3.3 | 规则采样法 | 137 |
| 4.4 | 脉宽调制跟踪控制法 | 138 |
| 4.5 | 逆变控制技术的应用实例分析 | 141 |
| 4.5.1 | 基于 PIC 单片机的 SPWM 控制逆变器实例 | 141 |
| 4.5.2 | 基于 DSP 实现的无差拍控制逆变器实例 | 145 |
| 第 5 章 | 功率因数修正及谐波抑制 | 149 |
| 5.1 | 概述 | 149 |
| 5.2 | 无源滤波器 | 151 |
| 5.3 | 无源功率因数校正 | 152 |
| 5.3.1 | 在 UPS 整流器与直流滤波电容之间串入无源电感 | 152 |
| 5.3.2 | 在 UPS 整流器输入端串入无源 LC 串并联谐振槽路 | 152 |
| 5.3.3 | 用电容和二极管网络构成填谷式无源校正 | 153 |
| 5.4 | 多重叠加整流 | 154 |
| 5.4.1 | 6 脉冲整流器 | 154 |
| 5.4.2 | 12 脉冲整流 | 155 |
| 5.4.3 | 谐波数据分析 | 156 |
| 5.5 | 有源功率因数校正(PFC) | 157 |
| 5.5.1 | 电流临界导电模式(CRM) | 157 |
| 5.5.2 | 电流非连续导电模式(DCM) | 157 |
| 5.5.3 | 电流连续导电模式(CCM) | 160 |
| 5.5.4 | 功率因数校正器的应用实例 | 161 |
| 5.6 | 脉宽调制(PWM)整流 | 169 |
| 5.6.1 | 单相 PWM 开关整流 | 169 |
| 5.6.2 | 三相 PWM 全桥开关整流 | 172 |
| 5.6.3 | PWM 整流控制方式 | 174 |
| 5.6.4 | PWM 整流应用实例 | 176 |
| 5.7 | 有源电力滤波器 | 179 |
| 5.7.1 | 有源电力滤波器的基本原理 | 179 |
| 5.7.2 | 有源电力滤波器的系统构成 | 181 |
| 5.7.3 | 有源电力滤波器的主电路 | 186 |
| 5.8 | UPS 谐波抑制的解决方案及应用比较 | 187 |
| 5.8.1 | 技术解决方案 | 187 |
| 5.8.2 | 大功率晶闸管整流 UPS 谐波抑制应用解决方案的比较 | 187 |

| | |
|--|-----|
| 第 6 章 UPS 并联冗余技术及冗余配置 | 190 |
| 6.1 UPS 单机或逆变模块的并联控制 | 190 |
| 6.1.1 UPS 并联常见的连接控制方式 | 190 |
| 6.1.2 UPS 逆变模块并联均流控制 | 192 |
| 6.1.3 UPS 逆变模块并联同步电路 | 197 |
| 6.1.4 UPS 逆变模块并联运行控制实例 | 197 |
| 6.2 UPS 供电系统的可靠性和可用性 | 202 |
| 6.2.1 单机 UPS 供电系统的可靠性分析 | 202 |
| 6.2.2 UPS 供电系统的可用性分析 | 205 |
| 6.3 并机冗余 UPS 的配置 | 206 |
| 6.3.1 双变换单机 UPS 系统 | 206 |
| 6.3.2 并联冗余 UPS 系统 | 207 |
| 6.3.3 隔离冗余 UPS 系统 | 211 |
| 6.3.4 分布冗余 UPS 系统 | 214 |
| 第 7 章 大型 UPS 的安装、调试、使用与维护 | 217 |
| 7.1 UPS 的安装 | 217 |
| 7.1.1 设备场地、环境要求 | 217 |
| 7.1.2 拆箱与就位 | 217 |
| 7.1.3 设备配电 | 218 |
| 7.1.4 系统接地 | 220 |
| 7.1.5 蓄电池安装 | 222 |
| 7.1.6 设备内部静态物理检查 | 222 |
| 7.2 UPS 的调试 | 223 |
| 7.2.1 调试前的准备工作 | 223 |
| 7.2.2 调试内容和调试步骤 | 223 |
| 7.3 UPS 的使用与维护 | 225 |
| 7.3.1 UPS 的使用 | 225 |
| 7.3.2 UPS 的常见运行故障 | 226 |
| 7.3.3 UPS 的维护及保养 | 227 |

实 战 篇

| | |
|--|-----|
| 第 8 章 FH-500(HANSA)UPS 实例剖析 | 233 |
| 8.1 工作原理 | 233 |
| 8.2 辅助电源及充电电路 | 234 |
| 8.3 市电/逆变器切换控制原理 | 235 |
| 8.3.1 市电供电正常时的市电/逆变器切换控制电路的工作原理 | 235 |
| 8.3.2 市电中断或超出正常范围时的市电/逆变器切换控制电路的工作原理 | 236 |
| 8.4 自动稳压工作原理 | 240 |

| | | |
|---------------|--|------------|
| 8.4.1 | 市电供电时的自动稳压原理 | 240 |
| 8.4.2 | 逆变器供电时的自动稳压原理 | 240 |
| 8.5 | 保护电路 | 241 |
| 8.5.1 | 逆变器过流保护 | 241 |
| 8.5.2 | 蓄电池电压过低保护 | 241 |
| 8.5.3 | 逆变器过压保护 | 242 |
| 8.5.4 | 市电过电压保护 | 242 |
| 8.6 | 工作状态显示及报警电路 | 242 |
| 8.7 | FH-500 UPS 工作点的调整 | 243 |
| 8.8 | FH-500 UPS 的使用注意事项 | 244 |
| 8.9 | 常见故障及维修方法 | 244 |
| 第 9 章 | ES-500(APC)UPS 实例剖析 | 247 |
| 9.1 | 概述 | 247 |
| 9.2 | 硬件电路部分 | 249 |
| 9.2.1 | 蓄电池充电器 | 249 |
| 9.2.2 | 直流升压电路 | 250 |
| 9.2.3 | 逆变器 | 254 |
| 9.2.4 | 逆变器驱动电路 | 254 |
| 9.2.5 | 单片机控制电路 | 257 |
| 9.3 | ES-500 UPS 的常见故障维修 | 257 |
| 第 10 章 | PIC17C43 单片机控制 DS30 系列的 UPS 实例剖析 | 259 |
| 10.1 | 系统概述 | 259 |
| 10.2 | 逆变器 | 260 |
| 10.2.1 | 逆变器的结构 | 260 |
| 10.2.2 | 逆变器工作方式 | 261 |
| 10.3 | 系统的硬件电路说明 | 262 |
| 10.4 | 电路 | 266 |
| 10.4.1 | 蓄电池直流升压电路 | 267 |
| 10.4.2 | 自由调整电路 | 271 |
| 10.4.3 | 功率因数校正电路 | 275 |
| 10.4.4 | 逆变器控制电路 | 275 |
| 10.5 | 软件部分 | 286 |
| 10.5.1 | 软件设计方案 | 286 |
| 10.5.2 | 程序代码 | 288 |
| 10.6 | DS30 系列的 UPS 的 PCB 板及元件清单 | 293 |
| 第 11 章 | Powerware(1~3 kVA)系列(爱克赛)的 UPS 实例剖析 | 303 |
| 11.1 | 基本工作原理及主要技术特性 | 303 |
| 11.2 | 面板显示及操作 | 304 |

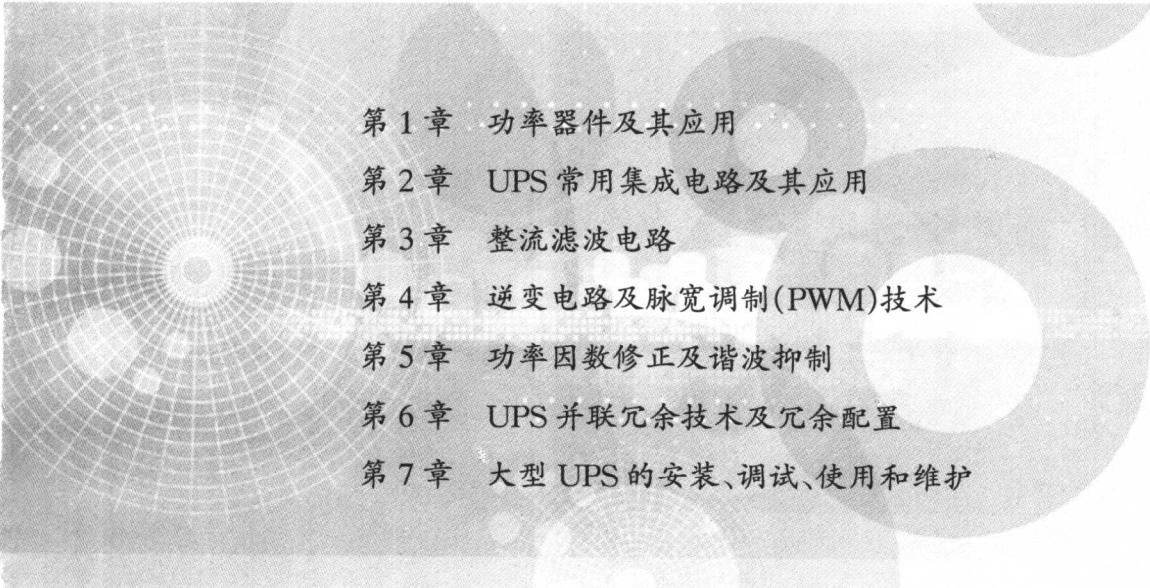
| | | |
|---------------|---------------------------------------|------------|
| 11.2.1 | 面板指示功能及运行方式 | 304 |
| 11.2.2 | UPS 操作方法 | 307 |
| 11.3 | 整流器电路 | 307 |
| 11.4 | 直流升压电路 | 310 |
| 11.5 | 逆变器及输出电路 | 316 |
| 11.5.1 | 逆变器主电路 | 316 |
| 11.5.2 | 逆变器脉宽调制及驱动电路 | 318 |
| 11.6 | 辅助电源及充电电路 | 322 |
| 11.6.1 | 脉宽调制芯片(TOPSwitch 226)的特性及工作原理 | 324 |
| 11.6.2 | 辅助电源功率变换主电路 | 327 |
| 11.7 | MC68H11K 微处理器控制电路 | 328 |
| 11.8 | Powerware Prestige 3000 UPS 的维修 | 330 |
| 11.8.1 | 一般故障及维护方法 | 330 |
| 11.8.2 | 严重故障及维修方法 | 331 |
| 第 12 章 | “天王”(1~6 kVA)系列 UPS 实例剖析 | 335 |
| 12.1 | 系统性能指标及功能 | 335 |
| 12.1.1 | 系统性能指标 | 335 |
| 12.1.2 | 系统的主要功能 | 336 |
| 12.2 | 系统的总体架构 | 336 |
| 12.2.1 | UPS 主电路拓扑结构 | 337 |
| 12.2.2 | 主控制单元组成 | 338 |
| 12.3 | 系统主要部件的选型分析 | 340 |
| 12.4 | 系统正弦逆变控制硬件电路 | 342 |
| 12.4.1 | 信号检测及 A/D 转换电路 | 342 |
| 12.4.2 | 市电/逆变相位检测电路 | 345 |
| 12.4.3 | PWM 信号发生电路 | 346 |
| 12.4.4 | 保护、控制信号接口 | 347 |
| 12.4.5 | 通信接口电路 | 347 |
| 12.5 | 系统正弦逆变控制软件基本思想 | 348 |
| 12.5.1 | 逆变控制器程序采样周期执行时序 | 348 |
| 12.5.2 | 系统各中断优先级的设定 | 349 |
| 12.5.3 | A/D 转换子程序 | 350 |
| 12.5.4 | 参考正弦波的产生及逆变/市电锁相子程序 | 351 |
| 12.5.5 | 逆变控制算法程序与 PWM 产生方法 | 353 |
| 12.6 | 辅助电路 | 354 |
| 12.6.1 | 系统辅助电源电路 | 354 |
| 12.6.2 | 12 V 系统工作电源 | 355 |
| 12.6.3 | LEM 霍尔元件供电电路 | 355 |
| 12.6.4 | 逆变驱动供电电路 | 356 |

| | | |
|---------------|---|------------|
| 12.7 | 保护检测与控制执行电路 | 356 |
| 12.7.1 | 系统保护检测电路 | 356 |
| 12.7.2 | 系统控制执行电路 | 359 |
| 12.7.3 | UPS 逆变驱动隔离电路 | 361 |
| 12.8 | UPS 常见故障及处理 | 363 |
| 第 13 章 | 机架式 iTrustRT(1~3 kVA)系列(爱默生)UPS 实例剖析 | 365 |
| 13.1 | 机架式 iTrustRT 系列 UPS 的技术及应用特点 | 365 |
| 13.2 | 基本结构 | 367 |
| 13.3 | 功率主电路拓扑结构 | 368 |
| 13.4 | 控制电路 | 371 |
| 13.4.1 | 功率因数校正控制 | 371 |
| 13.4.2 | PWM 逆变器控制 | 372 |
| 13.4.3 | DC/DC 升压控制 | 374 |
| 13.4.4 | 蓄电池充电控制 | 374 |
| 13.4.5 | 频率/相位跟踪控制 | 374 |
| 13.5 | 硬件架构 | 374 |
| 13.5.1 | 系统硬件电路架构 | 374 |
| 13.5.2 | UPS 微处理控制器(DSP) | 375 |
| 13.5.3 | UPS 控制电路板 | 376 |
| 13.5.4 | UPS 功率电路板 | 377 |
| 13.6 | 软件架构 | 378 |
| 13.6.1 | 软件程序功能的类型 | 378 |
| 13.6.2 | 实时监控软件 | 379 |
| 第 14 章 | C(1~3 kVA)系列(山特)UPS 实例剖析 | 381 |
| 14.1 | C(1~3 kVA)系列 UPS 的性能参数及系统结构 | 381 |
| 14.2 | 电路工作原理 | 382 |
| 14.2.1 | 功率级电路工作原理 | 382 |
| 14.2.2 | 控制电路工作原理 | 386 |
| 14.3 | C3 kVA UPS 维修参数 | 393 |
| 14.3.1 | 控制电路维修参数 | 393 |
| 14.3.2 | 保护电路维修参数 | 396 |
| 14.4 | 常见故障排除 | 397 |
| 14.4.1 | 功率板电路维修判据及常见故障处理 | 397 |
| 14.4.2 | 输入 CPU 的各检测信号电路的常见故障及处理 | 400 |
| 14.4.3 | CPU 输出控制、保护电路的常见故障及处理 | 401 |
| 第 15 章 | SM/ST(5~200 kVA)系列(先控)UPS 实例剖析 | 402 |
| 15.1 | 概述 | 402 |
| 15.1.1 | UPS 电路结构 | 402 |
| 15.1.2 | 控制电路板连接结构 | 404 |

| | | |
|---------------|---|------------|
| 15.2 | 基础电源板 A5 | 406 |
| 15.2.1 | 基础电源电路 | 406 |
| 15.2.2 | 基础电源控制电路 | 407 |
| 15.2.3 | 基础电源板上的直流母线反馈信号 | 409 |
| 15.3 | 电气参数及开关状态的信号采集电路 | 410 |
| 15.4 | 接口板 A7 电路 | 412 |
| 15.4.1 | 接口板 A7 电源电路 | 412 |
| 15.4.2 | 信号调制电路 | 413 |
| 15.4.3 | 同步取样信号调制电路 | 420 |
| 15.4.4 | 整流器 SCR 驱动信号调制电路 | 423 |
| 15.4.5 | 逆变器 SPWM 信号调制电路 | 425 |
| 15.5 | 静态开关(BYPASS)单元 | 428 |
| 15.5.1 | 静态开关主电路及缓冲保护电路 | 428 |
| 15.5.2 | 静态开关驱动放大电路 | 429 |
| 15.6 | 整流器单元 | 431 |
| 15.6.1 | 整流器主电路及缓冲保护电路 | 431 |
| 15.6.2 | 整流器 SCR 驱动放大电路 | 431 |
| 15.7 | 逆变器单元 | 434 |
| 15.7.1 | 逆变器功率主电路 | 434 |
| 15.7.2 | IGBT 驱动放大电源电路 | 434 |
| 15.7.3 | IGBT 驱动放大电路 | 436 |
| 15.8 | 微处理器单元 | 438 |
| 15.8.1 | MC80C537 微处理器 | 439 |
| 15.8.2 | 整流器、逆变器及静态开关微处理器控制板硬件电路设计 | 441 |
| 15.8.3 | SM 系列 UPS 整流器、逆变器微处理器控制板接口功能 | 445 |
| 15.8.4 | UPS 系统主控及显示微处理器控制板硬件电路设计 | 448 |
| 15.9 | SM 系列 UPS 使用说明及操作 | 452 |
| 15.9.1 | 面板介绍 | 452 |
| 15.9.2 | UPS 运行操作程序 | 453 |
| 15.10 | 故障分析及维修 | 459 |
| 15.10.1 | UPS 报警信息分析及维修方法 | 459 |
| 15.10.2 | 电路板常见故障点及其维修 | 466 |
| 第 16 章 | Galaxy(40~800 kVA)系列(梅兰日兰)UPS 实例剖析 | 469 |
| 16.1 | Galaxy UPS 概述 | 469 |
| 16.1.1 | UPS 的结构 | 469 |
| 16.1.2 | 控制系统结构 | 471 |
| 16.2 | 单元电路 | 474 |
| 16.2.1 | 辅助电源 | 474 |
| 16.2.2 | 整流器电路 | 476 |
| 16.2.3 | 逆变器电路 | 481 |
| 16.2.4 | 旁路静态开关电路 | 487 |

| | | |
|---------------|---|------------|
| 16.2.5 | 显示和通信 | 491 |
| 16.3 | UPS 过载特性 | 493 |
| 16.3.1 | 热过载 | 493 |
| 16.3.2 | 限流 | 494 |
| 16.4 | Galaxy UPS 的使用与常见故障分析 | 495 |
| 16.4.1 | 控制面板介绍 | 495 |
| 16.4.2 | 起动 | 502 |
| 16.4.3 | 停机 | 506 |
| 16.4.4 | 蜂鸣器复位 | 509 |
| 16.4.5 | 常见故障 | 509 |
| 第 17 章 | 22XXB(7.5~80 kVA) 系列(三菱)UPS 实例剖析 | 512 |
| 17.1 | 概述 | 512 |
| 17.1.1 | UPS 的基本特性 | 512 |
| 17.1.2 | 系统组成及工作过程 | 514 |
| 17.2 | 控制电路 | 517 |
| 17.2.1 | DSP 实现的数字锁相 | 517 |
| 17.2.2 | 蓄电池充/放电技术 | 518 |
| 17.2.3 | 驱动电路(GDER-UA 驱动板) | 523 |
| 17.2.4 | 负荷保护特性 | 524 |
| 17.2.5 | 蓄电池检测功能 | 525 |
| 17.3 | UPS 与 PC 的串行通信 | 526 |
| 17.3.1 | 串行通信芯片 | 526 |
| 17.3.2 | 硬件接口电路及程序 | 526 |
| 17.4 | UPS 的使用与维修 | 528 |
| 17.4.1 | 三菱 UPS 电源实物结构 | 528 |
| 17.4.2 | UPS 故障判断及处理 | 531 |
| 第 18 章 | 典型的全数字 DSP 控制 UPS 设计实例剖析 | 545 |
| 18.1 | 系统概述 | 546 |
| 18.2 | 采样周期执行时序 | 548 |
| 18.3 | 变换及其控制电路 | 550 |
| 18.3.1 | 逆变器电路 | 550 |
| 18.3.2 | 蓄电池充电器 | 554 |
| 18.3.3 | 功率因数校正电路(PFC) | 559 |
| 18.3.4 | 直流升压电路(Boost) | 564 |
| 18.4 | 软件流程及程序代码 | 566 |
| 附录 A | UPS 部分 PCB 板及驱动电路 | 638 |
| 附录 B | UPS 逆变控制模块程序流程图 | 640 |
| 附录 C | 三菱 22XXB 系列 UPS 的控制电路 | 642 |
| 参考文献 | | 644 |

基 础 篇

- 
- 第 1 章 功率器件及其应用
 - 第 2 章 UPS 常用集成电路及其应用
 - 第 3 章 整流滤波电路
 - 第 4 章 逆变电路及脉宽调制(PWM)技术
 - 第 5 章 功率因数修正及谐波抑制
 - 第 6 章 UPS 并联冗余技术及冗余配置
 - 第 7 章 大型 UPS 的安装、调试、使用和维护

第 1 章 功率器件及其应用

1.1 二极管

1.1.1 二极管的工作原理及其分类

1. 二极管的工作原理

晶体二极管为一个由 P 型半导体和 N 型半导体形成的 PN 结,在其界面处两侧形成空间电荷层,并建有自建电场。当不存在外加电压时,由于 PN 结两边载流子浓度差引起的扩散电流和自建电场引起的漂移电流相等而处于电平衡状态。

当外界有正向电压偏置时,外界电场和自建电场的互相抵消作用,使载流子的扩散电流增加引起了正向电流。

当外界有反向电压偏置时,外界电场和自建电场进一步加强,形成在一定反向电压范围内与反向偏置电压值无关的反向饱和电流。

当外加的反向电压高到一定程度时,PN 结空间电荷层中的电场强度达到临界值产生载流子的倍增过程,产生大量电子空穴对,形成数值很大的反向击穿电流,称为二极管的击穿现象。

2. 二极管的分类

二极管的种类很多,按照所用的半导体材料,可分为锗二极管(锗管)和硅二极管(硅管)。根据其不同用途,可分为检波二极管、整流二极管、稳压二极管、开关二极管等。按照管芯结构,又可分为点接触型二极管、面接触型二极管及平面型二极管。

点接触型二极管是用一根很细的金属丝压在光洁的半导体晶片表面,通过脉冲电流,使触丝一端与晶片牢固地烧结在一起,形成一个 PN 结。由于是点接触,只允许通过较小的电流(不超过几十毫安),适用于高频小电流电路。

面接触型二极管的 PN 结面积较大,允许通过较大的电流(几安到几十安),主要用于把交流电变换成直流电的“整流”电路中。

平面型二极管是一种特制的硅二极管,它不仅能通过较大的电流,而且性能稳定可靠,多用于开关、脉冲及高频电路中。

1.1.2 二极管在 UPS 中常见的功能

1. 整流二极管

利用二极管单向导电性,可以把方向交替变化的交流电变换成单一方向的脉动直流电。

2. 开关元件

二极管在正向电压作用下电阻很小,处于导通状态,相当于一只接通的开关;在反向电压作用下,电阻很大,处于截止状态,如同一只断开的开关。利用二极管的开关特性,可以组成各种逻辑电路。

3. 限幅元件

二极管正向导通后,它的正向压降基本保持不变(硅管为 0.7 V,锗管为 0.3 V)。利用这一特性,在电路中作为限幅元件,可以把信号幅度限制在一定范围内。

4. 续流和缓冲二极管

UPS 的快速开关元件要求采用快速二极管作为续流二极管。在每一次开关的开通过程中,续流二极管由导通切换到截止状态。

1.1.3 二极管反向阻断和正向通态电压

如图 1.1 所示,二极管生产厂家提供的反向阻断电压(U_R)和正向通态电压(U_F)的数值为温度 25 ℃ 时的值。当温度变低时,反向阻断能力下降。例如,对于一个 1200 V 的二极管来说,它的下降率为 1.5 V/K。元件在低于室温的情况下运行时,性能就会发生变化。

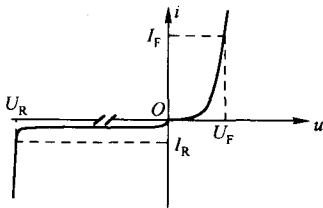


图 1.1 二极管反向阻断和正向通态电压的定义

当温度高于室温时,反向阻断电压相应上升,漏电流也同时上升。因此,通常参数表中还会给出高温下的漏电流值(125 ℃ 或 150 ℃)。对于采用了金扩散工艺的元件来说,它们的漏电流上升得特别快。如果系统由于元件的损耗而工作在高温下,则有可能引发温升失衡。

正向通态电压 U_F 表示在给定的电流的情况下,二极管在导通状态下的电压应小于某给定的临界值。一般来说,这个值是在室温下测得的,但决定系统损耗的主要因素之一却是高温时的正向通态电压。因此,在所有的参数表中又给出了它对温度的依赖性。

1. 正向特性

在电子电路中,将二极管的正极接在高电位端,负极接在低电位端,二极管就会导通,这种连接方式,称为正向偏置。必须说明,当加在二极管两端的正向电压很小时,二极管仍然不能导通,流过二极管的正向电流十分微弱。只有当正向电压达到某一数值(这一数值称为“门槛电压”,锗管约为 0.2 V,硅管约为 0.6 V。)以后,二极管才能真正导通。导通后,二极管两端的电压基本上保持不变(锗管约为 0.3 V,硅管约为 0.7 V),称为二极管的“正向电压”。