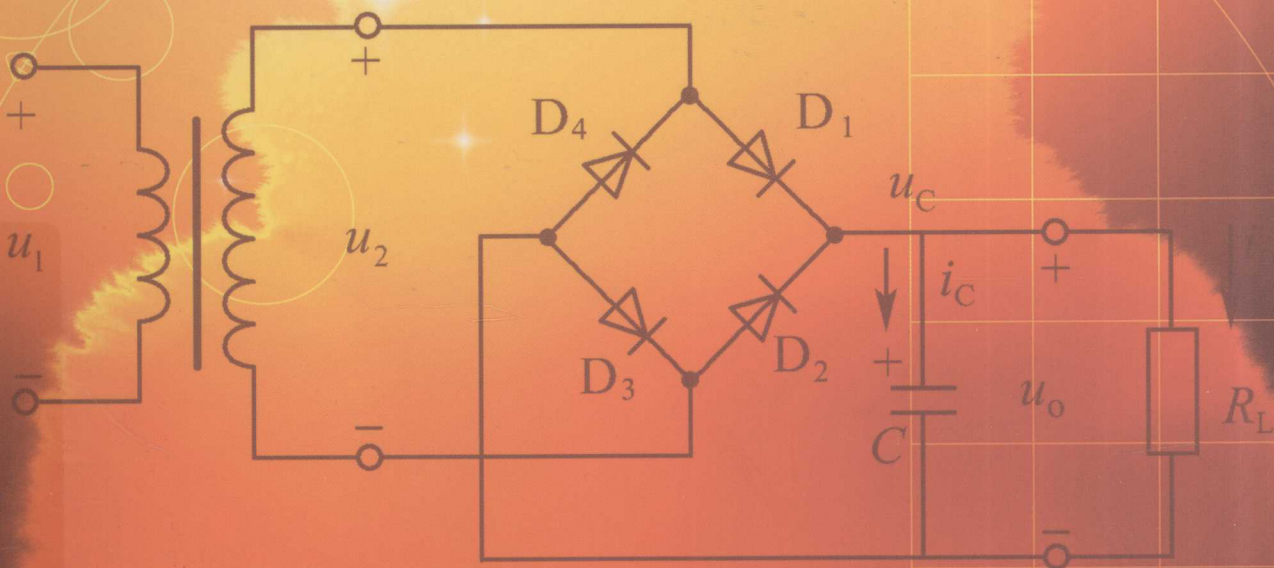




现代远程教育系列教材

电源技术

李国锋 王宁会 编



大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

电源技术

李国锋 王宁会 编

大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电源技术 / 李国锋, 王宁会编. — 大连 : 大连理工大学出版社, 2010. 5
(现代远程教育系列教材)
ISBN 978-7-5611-5314-7

I. ①电… II. ①李… ②王… III. ①电源—技术—高等教育: 远距离教育—教材 IV. ①TM91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 088826 号

大连理工大学出版社出版

地址: 大连市软件园路 80 号 邮政编码: 116023

发行: 0411-84708842 传真: 0411-84701466 邮购: 0411-84703636

E-mail: dutp@dutp.cn URL: <http://www.dutp.cn>

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸: 185mm×260mm 印张: 15.25 字数: 320 千字
2010 年 5 月第 1 版 2010 年 5 月第 1 次印刷

责任编辑: 王晓玲

责任校对: 张均峰

封面设计: 戴筱冬

ISBN 978-7-5611-5314-7

定 价: 36.60 元

出版说明

基于计算机网络条件下的远程教育,即网络教育,亦称现代远程教育,已经成为当今推进我国高等教育大众化的新途径。经批准,大连理工大学于2002年2月成为全国68所现代远程教育试点高校之一,并已在网络高等学历教育方面取得了显著成绩。为贯彻教育部关于网络教育要“积极发展,规范管理,强化服务,提高质量,改革创新”的指导思想,在教学方面要继续做好网络教育平台建设、网络教育资源及视听教材建设、开展好网上学习的支持服务的同时,积极组织编好具有远程教育特色的高水平纸介教材十分重要。为此,大连理工大学决定将网络教育系列纸介教材的编辑出版工作列入《现代远程教育类教学改革基金项目》加以实施。

按照教改立项的要求,要配合网络课件、视听教材的建设,制订相应的网络教育纸介教材建设计划,有组织、有步骤地开展好这项工作。

按照教改立项的要求,网络教育纸介教材必须以网络课件的教学大纲为基础进行编写,并努力凸现远程教育的特色,为培养应用型人才服务。

按照教改立项的要求,网络教育纸介教材的内容取舍、理论深度、文字处理,既要力求适合大多数网络教育学生的实际接受能力,适应网络教育学生自主学习的需要,又要确保达到网络高等教育的基本要求,为高等教育大众化服务。

按照教改立项的要求,网络教育纸介教材的编著者应有丰富的教学经验,在本学科有较厚的基础,了解本门课程发展动态,有较高的学术水平,有较好的文字功底,并且优先选聘本课程网络课件的主讲教师担任编写工作。

现在,经过不断的努力,现代远程教育系列教材将陆续出版问世,特向各位编著者及审稿专家表示感谢,同时敬请社会各界同行对不足之处给予批评指正。

大连理工大学网络教育学院

2008年12月

前 言

本书按照教育部关于网络教育要“积极发展,规范管理,强化服务,提高质量,改革创新”的指导方针,遵照大连理工大学网络教育学院《关于加强现代远程教育文字教材建设的意见》而编写的。其中的基本要求是:

(1)网络教育文字教材必须以网络课件的教学大纲为基础编写,并努力凸现远程教育的特色,为培养应用型人才服务;

(2)网络教育文字教材的内容取舍、理论深度、文字处理,既要力求适合大多数网络教育学生的接受能力,适应网络教育学生自主学习的需要,又要确保达到网络高等教育的基本要求,为高等教育大众化服务。

结合上述要求,本书从实际应用出发,简明归纳了电源设备中常用的电力电子半导体器件、功率变换电路、功率因数校正、自动控制原理、电磁兼容性等方面的基础知识,主要内容包括:直流稳压电源、开关电源、PWM控制技术、交流稳压电源、UPS电源、变频器、功率因数校正技术等。

电源技术是一门涉及众多学科的复杂技术,应用领域很广,是电力电子专业从业人员必修的一门课程。本书适用于电气工程及其自动化专业、自动化专业以及引导性专业目录中的电气工程与自动化专业及其他相关专业的网络教育学生,也可供学习过电工学、电子学等课程,现在从事电子电源设备研发、生产、营销及媒体宣传等有关技术人员参考。

本书在编写过程中得到了大连理工大学教务处、大连理工大学网络教育学院的大力支持,在此表示衷心感谢,同时向本书的主审王宁会教授表示感谢。

限于编者的水平,书中难免有不足之处,诚恳希望广大读者与同行提出宝贵意见。

编 者

2010年3月

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 电源技术的分类与应用	1
1.2 电源技术的基本内容	2
1.2.1 电力电子器件	2
1.2.2 功率变换电路	2
1.2.3 控制方式	3
1.2.4 电源系统的组成	3
1.3 电源技术的现状与发展趋势	6
1.3.1 电源技术的现状	6
1.3.2 电源技术的创新	6
1.3.3 电源技术的发展	7
习 题	9
第2章 直流稳压电源	10
2.1 稳压电源的组成及主要技术指标	10
2.1.1 电子设备对电源的要求	10
2.1.2 直流稳压电源的组成	11
2.1.3 直流稳压电源的主要指标	11
2.1.4 直流稳压电源的分类	12
2.2 整流滤波电路	13
2.2.1 单相整流电路	13
2.2.2 单相半波整流电路	14
2.2.3 单相全波整流电路	14
2.3 滤波电路	15
2.3.1 电容滤波电路	15
2.3.2 电感滤波电路	17
2.3.3 复式滤波电路	17
2.4 稳压电路	19
2.4.1 稳压电路概述	19
2.4.2 硅稳压二极管稳压电路	20
2.4.3 线性串联型稳压电源	22
2.4.4 三端集成稳压器	24

2.4.5 开关型稳压电源	27
习 题	29
第3章 开关电源原理及其应用	32
3.1 线性稳压电源与开关稳压电源	32
3.1.1 线性稳压电源	32
3.1.2 开关稳压电源	33
3.2 功率电子器件	34
3.2.1 功率电子器件及其应用要求	34
3.2.2 功率半导体器件概述	35
3.2.3 整流二极管	37
3.2.4 功率场效应管 MOSFET	42
3.2.5 绝缘栅双极型晶体管 IGBT	53
3.3 开关电源基础	57
3.3.1 开关电源的基本控制原理	57
3.3.2 各类开关电源电路拓扑结构分析	58
3.3.3 谐振式电源与软开关技术	72
3.3.4 其他软开关技术应用及发展概况	80
3.4 开关电源控制芯片及应用电路	81
3.4.1 UC1864、UC3842 芯片及其应用	81
3.4.2 TL494 芯片	85
3.4.3 单片开关电源及其应用	88
3.5 开关电源其他相关技术及应用	97
3.5.1 开关电源的电压基准器件	97
3.5.2 光电耦合器在数字开关电源中的应用	98
3.5.3 电磁兼容技术与噪声	101
3.6 开关电源的设计	104
习 题	106
第4章 PWM 控制技术	108
4.1 PWM 控制的基本原理	108
4.2 PWM 逆变电路及其控制方法	109
4.2.1 算法和调制法	109
4.2.2 异步调制和同步调制	112
4.2.3 PWM 逆变电路的谐波分析	114
4.2.4 提高直流电压利用率和减少开关次数	117
4.2.5 PWM 逆变电路的多重化	120
4.3 PWM 跟踪控制技术	122
4.3.1 滞环比较方式	122
4.3.2 三角波比较方式	125

4.4 PWM 整流电路及其控制方法	126
4.4.1 PWM 整流器原理概述	126
4.4.2 PWM 整流电路的工作原理	127
4.4.3 PWM 整流电路的电流控制方法	129
习 题	132
第 5 章 交流稳压电源	134
5.1 交流稳压电源的种类	134
5.1.1 参数调整(谐振)型稳压电源	134
5.1.2 自耦(变比)调整型稳压电源	135
5.1.3 大功率补偿型稳压电源	135
5.1.4 开关型交流稳压电源	136
5.2 交流稳压电源的主要技术指标	137
5.2.1 稳态性能测试	137
5.2.2 动态性能指标	139
5.2.3 电磁兼容性能指标	140
5.2.4 其他指标	140
5.3 交流稳压电源主要类型的工作原理	140
5.3.1 稳压变压器	140
5.3.2 磁放大器式改进型交流稳压电源	141
5.3.3 自动调压型交流稳压电源	144
5.3.4 补偿型交流稳压电源	146
5.4 交流稳压电源的选用方法及发展趋势	148
5.4.1 参数调整型稳压电源——(铁磁谐振稳压电源与稳压变压器)	148
5.4.2 自动调节型稳压电源(含圆盘式和柱式)	148
5.4.3 净化型稳压电源	149
5.4.4 补偿型稳压电源	149
5.4.5 发展趋势	149
习 题	150
第 6 章 不间断电源系统	151
6.1 UPS 电源概述	151
6.1.1 UPS 定义	151
6.1.2 使用 UPS 的原因	151
6.1.3 UPS 的作用	151
6.1.4 UPS 采用的先进技术	152
6.2 UPS 的分类及主要技术	153
6.2.1 按工作方式分类	153
6.2.2 按备用时间分类	156
6.2.3 按输入/输出方式分类	156

6.3	UPS 工作原理	157
6.3.1	在线式 UPS 工作原理	157
6.3.2	在线式 UPS 充电电路	158
6.3.3	在线式 UPS 逆变器	159
6.3.4	具有双闭环的在线式 UPS 控制电路	164
6.3.5	在线式 UPS 的同步锁相电路	166
6.4	大中型 UPS 逆变器	167
6.4.1	大中型 UPS 工作原理	167
6.4.2	大中型 UPS 整流滤波电路	167
6.4.3	大中型 UPS 充电电路	168
6.4.4	大中型 UPS 逆变器	169
6.4.5	大中型 UPS 的静态转换开关	172
6.5	UPS 主要技术指标	174
	习 题	175
第 7 章	交流变频调速基本原理	176
7.1	变频调速技术的发展	176
7.2	异步电动机概述	178
7.2.1	异步电动机旋转原理	178
7.2.2	异步电动机调速	178
7.2.3	异步电动机变频调速	180
7.3	变压变频协调控制	183
7.3.1	基频以下调速	184
7.3.2	基频以上调速	185
7.4	脉冲宽度调制(PWM)技术	187
7.5	变频器主电路构成	189
7.5.1	整流电路	189
7.5.2	直流中间电路	190
7.5.3	逆变电路	190
7.6	控制电路的基本构成	192
7.6.1	主控制电路	193
7.6.2	主电路驱动电路	194
7.6.3	检测电路	195
7.6.4	保护电路	195
	习 题	196
第 8 章	有源功率因数校正	198
8.1	功率因数的基本概念	198
8.1.1	功率因数和总谐波失真的定义	198
8.1.2	相移功率因数	199

8.1.3	失真功率因数	199
8.1.4	总功率因数	200
8.2	PFC 技术及其发展	200
8.2.1	无源功率因数校正(PPFC)	200
8.2.2	有源功率因数校正(APFC)	201
8.3	有源功率因数校正的基本原理	202
8.4	有源功率因数校正的分类	202
8.4.1	乘法器型 PFC 技术(Multiplier PFC)	204
8.4.2	电压跟踪器型 PFC 技术(Voltage Follower PFC)	205
8.5	有源功率因数校正主电路分析	206
8.5.1	Boost 型变换器主电路	206
8.5.2	Buck 型变换器主电路	206
8.5.3	Buck-Boost 型变换器主电路	207
8.5.4	Forward 型变换器主电路	207
8.5.5	Flyback 型变换器主电路	208
8.6	APFC 变换器控制技术	208
8.6.1	峰值电流控制技术	208
8.6.2	平均电流控制技术	209
8.6.3	非线性载波控制技术	210
8.6.4	输入电流整形技术	211
8.6.5	单周期控制技术	212
8.6.6	无传感器的电流控制技术	213
8.7	软开关有源校正主电路的分析	213
8.7.1	零电流开关 ZCS-PFC 主电路	214
8.7.2	零电压开关 ZVS-PFC 主电路	214
8.7.3	零电流转换 ZCT-PFC 主电路	215
8.7.4	零电压转换 ZVT-PFC 主电路	215
8.7.5	有源钳位 ZVS-PFC 主电路	216
8.8	三相有源功率因数校正	216
8.8.1	三相 PFC 经典电路	217
8.8.2	三相多开关 PFC 电路	222
	习 题	230
	参考文献	231

第1章 绪论

人类的经济活动已经进入工业经济时代,并正在转入高新技术产业迅猛发展的时期。电源是位于市电(单相或三相)与负载之间,向负载提供优质电能的供电设备,是工业的基础。

电源技术是一种应用功率半导体器件,综合电力变换技术、现代电子技术、自动控制技术的多学科的边缘交叉技术。随着科学技术的发展,电源技术又与现代控制理论、材料科学、电动机工程、微电子技术等许多领域密切相关。目前电源技术已逐步发展成为一门多学科互相渗透的综合性技术学科;它为现代通讯、电子仪器、计算机、工业自动化、电力工程、国防及某些高新技术提供高质量、高效率、高可靠性的电源起着关键的作用。

当代许多高新技术均与市电的电压、电流、频率、相位和波形等基本参数的变换与控制相关。电源技术能够实现对这些参数的精确控制和高效率的处理,特别是能够实现大功率电能的频率变换,从而为多项高新技术的发展提供有力的支持。因此,电源技术不但本身是一项高新技术,而且还是其他多项高新技术的发展基础。电源技术及其产业的进一步发展必将为大幅度节约电能、降低材料消耗以及提高生产效率提供重要的手段,并为现代生产和生活带来深远的影响。

电源如今已是非常重要的基础科技和产业,从日常生活到最尖端的科技,都离不开电源技术的参与和支持,电源技术也正是在这种环境中一步步发展起来的。

1.1 电源技术的分类与应用

一般将提供电能的设备称为电源,可分为三类:

(1)把其他能量转换成电能,例如水力、火力、风力及核能发电等,一般称这种电源为一次电源(即供电电源,俗称电网或市电)。

(2)在电能传输过程中,在供电电源与负载之间对电能进行转换或稳定处理,一般称这种电源为二次电源(即对已有的电源进行控制)。

(3)平时把能量以某种形式储存起来,使用时再变成电能供给负载,典型的器件就是人们常见的各种蓄电池。

本书叙述的主要是二次电源,即把输入电源(由电网供电等)变换成在电压、电流、频率、波形及稳定性、可靠性(含电磁兼容、绝缘散热、不间断电源、智能控制)等方面符合要求的电能供给负载,这是目前应用最广泛的电源技术领域,主要研究如何利用电子技术对电功率进行转换及控制,它广泛运用电磁技术、电子技术、计算机技术和材料技术等学科理论,具有较强的综合性,在工程上一般称此领域的技术为电源技术。这种电源的工作频率由低频(几赫兹)到高频(兆赫级),输出电压从几伏到几十千伏,输出电流从微安级到万安级,工作方式有线性放大和开关工作状态。

随着科学技术的发展,对电源技术的要求越来越高,规格品种越来越多,技术难度越来越大,涉及的学术领域也越来越广。就其技术本身而言,可分为三类:

(1)直流稳定电源,输入量可以是交流电或直流电,交流电可以是单相交流电或三相交流电,输出量是直流电(含稳压或稳流),包括线性控制和开关控制两种。

(2)交流稳定电源,输入量多为单相或三相交流电,输出量仍为交流电(单相或三相,当输入量为直流电时成为逆变器),含稳压、稳流、稳频、不间断供电等类型。

(3)特种电源(工业电源),例如电镀、电解、电焊、激光、高压等类型电源,输入量多为交流市电,输出量有直流、交流或脉冲形式。

电源设备广泛应用于科学研究、经济建设、国防设施及人民生活等方面,是电子设备和机电设备的基础,它与国民经济各个部门相关,在工农业生产中应用得最为广泛。可以说,凡是涉及电子和电工技术的一切领域都要用到电源设备(或器件),它不仅提供优质电能,还对科学技术的发展产生巨大的影响,例如超小型、高效率的高频开关电源的出现,促进了航天和舰船技术的发展;不间断供电电源(UPS)的研制成功,大大提高了计算机、通信、导航、医疗等设备的可靠性;脉冲电源广泛用于电焊、电镀等行业,节省了大量电能和原材料。从而可以看出电源技术的研究对国民经济的发展具有重大意义。

1.2 电源技术的基本内容

一般情况下,电源技术的主要内容包括以下几部分:电力电子器件、功率变换电路、电源整机及系统等。

1.2.1 电力电子器件

(1)不控制器件:主要是各种功率二极管,包括工频下工作的整流管、整流桥模块、快速恢复二极管、功率肖特基二极管等。

(2)半控制器件:主要是晶闸管(可控硅),其控制端在器件导通后即失去控制作用,故称半控型,为了关断这类器件必须借助外部条件。

(3)全控制器件:其控制端不但具有控制器件导通的能力,还有控制其关断的能力。例如双极型功率晶体管(GTR)、功率场效应晶体管(MOSFET)、可关断晶闸管(GTO)、MOS控制晶闸管(MCT),还有新型的绝缘栅双极型晶体管(IGBT)、静电感应晶体管(SIT)等。

1.2.2 功率变换电路

从电能变换功能来看,有下列四类:

(1)将交流电变成直流电,即 AC/DC 变换。实现这一功能的变换电路,一般称为整流电路。

(2)将直流电变成交流电,即 DC/AC 变换。实现这一功能的变换电路,一般称为逆变电路。

(3)将一种直流电变成另一种直流电,即 DC/DC 变换。通过这种变换实现直流电压(电流)的幅值或极性的改变,一般称为直流-直流变换器。

(4)将一种交流电变成另一种交流电,即 AC/AC 变换。通过这种变换实现交流电压(电流)、频率的变换,前者为交流调压电路,后者为变频电路,有时也需要改变相数(例如单相变三相)。

上述四种变换电路就其技术而言统称为变流技术,其电路可以单一使用,也可以组合使用,例如常用的一种变换形式如图 1-1 所示,将工频交流电(单相或三相)直接进行整流变成直流电,通过逆变电路使其变成高频交流电(脉宽可调的正负矩形脉冲),再通过整流变成直流电供给负载。在高频变换环节,通过脉宽调制实现输出直流电压的稳定。这就是目前常用的高频开关电源的电路模式,采用的是组合变换方式(内有两次整流和一次逆变)。

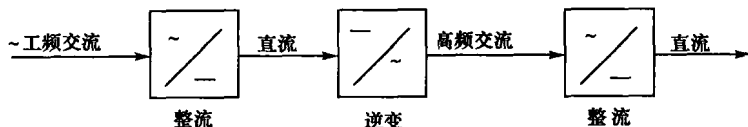


图 1-1 常用的高频开关电源结构图

1.2.3 控制方式

在变换过程中,通常使功率器件工作在开关状态,按设定的时序,在控制信号作用下实现电能的变换。在器件的工作过程中将伴随着各个支路间电流的转移,故有时简称换流。对于由半控型器件组成的电路,由于器件本身无关断能力,常常在换流过程中借助外部条件来关断处于导通状态的器件。换流成功是半控型电路正常工作的必要条件,因而换流过程是这类电路分析的主要内容,换流技术便是这类变换技术的核心。

在 AC/DC 变换过程中常常引入高频变换环节,达到减小电源设备体积、减轻质量、提高效率、改善动态特性等目的,转换频率一般为几十千赫至几百千赫。20 世纪 70 年代将由 50 Hz 交流市电供电的直流线性稳压电源发展到开关电源频率为 20 kHz 的直流开关稳压电源,被誉为“20 kHz 革命”,然而仅仅经过 10 年左右的时间,开关电源的转换频率已经达到 500 kHz 以上。

对于各种变换电路的控制方式,可以归纳为下列三种:

(1)相(位)控(制)方式:指控制信号幅度的变化转换成交流器件触发脉冲相位的变化,在整流电源或交流稳压电源中常用这种控制方式。

(2)频(率)控(制)方式:指控制信号幅度的变化转换成交流器件触发脉冲频率的变化,在逆变电源中常用这种控制方式。

(3)斩(波)控(制)方式:指控制信号幅度的变化转换成交流器件“导通时间比”的变化,在直流变换电路中常使用这种控制方式。

上述三种控制方式也可以组合使用,例如斩波控制与频率控制同时采用时,构成正弦波脉冲宽度调制方式(Sinewave-PWM, SPWM),在交流变换器中常用这种控制方式。

1.2.4 电源系统的组成

由图 1-2 可以看出,由市电(电网)或蓄电池或太阳能或燃油发电机提供电源;整流

设备将市电或发电机发出的交流电转换成直流电,或把蓄电池组的直流电转换成其他电压的直流电送至直流配电屏;交流稳压设备将市电或发电机发出的交流电送至交流配电屏;为了提高供电的可靠性,在电源系统中设有不间断电源(UPS),在市电中断时,它的能源是蓄电池组或燃油发电机,其输出送至交流配电屏;为了安全供电,设有雷电保护装置,它对整流设备、交流稳压设备、UPS及发电机均起保护作用。图中整流设备、UPS及太阳能均能对蓄电池组进行充电。

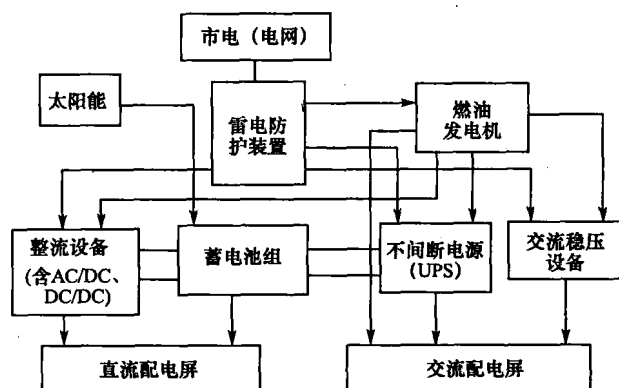


图 1-2 电源系统的组成

这个系统图较好地说明了各种设备之间的关系。当然,为了进一步提高供电的可靠性,还可以设置备用电源、智能控制、显示报警等环节。

现以一个通信高频开关电源系统为例,逐一介绍电源系统的主要组成部分:交流配电单元、整流器单元、直流配电单元、监控单元、蓄电池组单元。

(1)交流配电单元

交流配电单元完成市电的接入和切换,给整流器提供交流电源,为监控单元提供交流电压和电流的采样输出,同时具有交流备用输出和防雷功能。交流配电单元的工作原理图如图 1-3 所示。

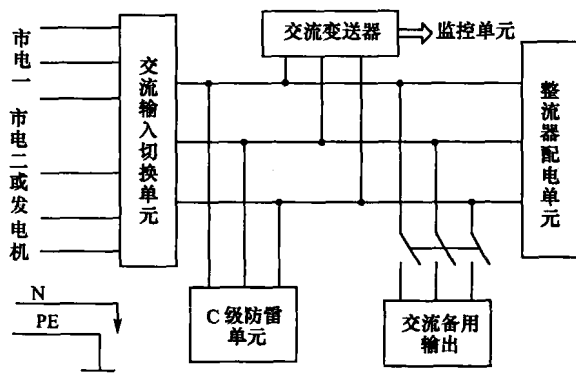


图 1-3 交流配电单元的工作原理图

(2)整流器单元

高频开关整流器由两级电路组成:前级为 PFC 功率因数校正,后级为 DC-DC 功率变换。输入电路包括输入 EMI、软启动、浪涌雷击防护整流和输入浪涌电流限制电路,使开

关整流器具有较小的开机浪涌电流和较好的电磁兼容性。

高频开关整流器以 $N+1$ 方式在线运行,在检修维护时可将故障模块更换。

(3) 直流配电单元

整流器输出采用并联方式,经汇流铜排进入直流配电单元。

直流配电单元可以提供 1 路或 2 路蓄电池接入(可扩展到 3 路蓄电池)和多路直流负载输出(直流输出路数及容量可根据实际用户的需求增加或减少)。蓄电池输出回路配置大电流的熔丝,以防外部短路造成蓄电池损坏。

每组直流输出采用一个直流接触器控制。整个系统具有二次下电功能,其中系统正面的负载分路为系统的二次下电负载组,系统背面的负载分路为系统的一次下电负载组。系统在蓄电池放电过程中,按用户的设置电压分两次将负载断掉,以保证主要负载能够长时间地工作;同时根据用户的设定,在电池放电达到极限时,切断所有负载以保护蓄电池。负载和蓄电池输出端均接有熔丝或空气开关保护。直流配电单元工作原理图如图 1-4 所示。

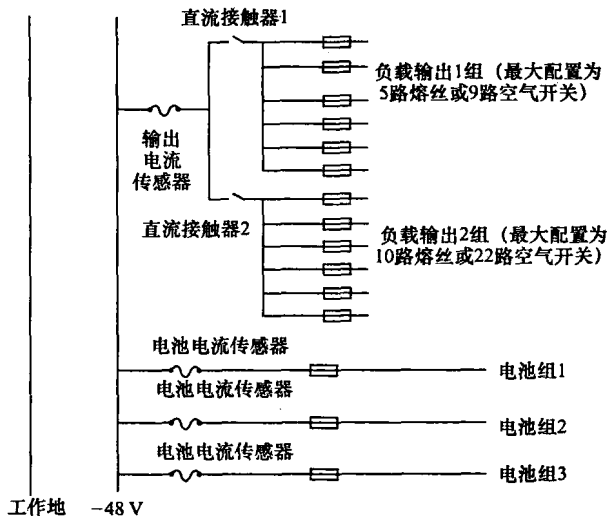


图 1-4 直流配电单元工作原理图

(4) 监控单元

监控单元负责对系统的交流配电、直流配电、整流器组以及蓄电池组等进行综合管理。监控单元实时地采集系统的运行数据,监测系统的工作状态,当系统故障时进行声、光等方式的报警,并提供必要的保护措施。

(5) 蓄电池组单元

蓄电池组是通信高频开关电源系统的重要组成部分,所占的投资比例很大,加强对蓄电池的管理,改善其使用状况,从而有效地延长蓄电池的使用寿命,具有重要的意义。根据各个基站的通信设备需求,其蓄电池每节单体电压一般有 2 V、6 V 和 12 V 三种,一般在枢纽大站,常采用寿命长、可靠性高的 2 V 电池,在小型基站,根据安装要求,可采用其他两种电池,使用时将多节单体串联,组成 48 V 的蓄电池组。在对电源系统可靠性要求较高的场合,一般采用两组蓄电池并联运行、浮充供电的方式。

1.3 电源技术的现状与发展趋势

1.3.1 电源技术的现状

电源技术对科学技术及工农业生产具有明显的促进作用,世界各国都很重视这一技术的发展。我国的电源技术紧跟国际先进水平,近十年来已有长足的进步,这里仅就直流稳定电源和交流稳定电源两大类的现状做以介绍。

(1)直流稳定电源,包括线性控制型和开关控制型两种方式。

线性电源的主要特点是功率器件工作在放大状态,具有稳定度高、可靠性好、成本较低等优点,但有效率低、笨重、体积较大等缺点,适用于中、小功率和对电性能指标要求比较高的场合。例如,在科研和教学实验室、计量室作为可调电源或基准电源使用。近十多年来,多制成集成稳压模块,其品种规格较多,便于使用,价格便宜,从而受到欢迎。

开关电源的主要特点是功率器件工作在开关状态,由于开关频率较高(几十至几百千赫),甩掉了工频变压器及低频滤波电感器,从而达到减小整机体积、重量,提高工作效率的目的。近十年来由于功率半导体器件的迅速发展,使开关电源的应用越来越广泛。我国在20世纪60年代开始研制,至今在开关频率和单机功率等方面都获得了较快的发展。输入电源主要为直流和工频交流,输出多为直流,高频变换器为中间环节,有多种电路形式。控制方式有脉宽调制式(PWM)、脉频调制式(PFM)和谐振式等。这种电源多用于计算机、程控电话交换机、通信设备及电子仪器等。

(2)交流稳定电源,是交流稳压电源、稳频电源和不间断电源等具有交流稳定性能电源的总称。目前主要指交流稳压电源和不间断电源两个方面,是电源技术领域中的重要分支。由于我国交流市电电源的电压波动较大、干扰较多、有停电等情况发生,交流稳压电源和不间断电源已成为许多电子设备不可缺少的供电装置。

交流稳压电源的种类较多,主要有参数调整型、自动调压型(含补偿型)及开关型等类型,从结构上看有单一型和组合型,有工程应用型和基准源型,有的兼有稳频和稳压功能,有的还有变频调压功能。

不间断电源(UPS)有动态式(利用机械惯性)和静止式(利用电子控制)两种,一般多采用后者。根据输出电压性质不同有直流UPS和交流UPS,后者用得较多,交流UPS又分为后备式和在线式两大类。根据交流输入输出的相数不同,分为单相输入单相输出、三相输入单相输出和三相输入三相输出等方式。根据输出功率的大小分为小功率、中功率和大功率三种。

UPS广泛应用于计算机、程控交换机、数据处理系统、医疗诊断及精密电子仪器等不能中断供电的场合。20世纪90年代UPS在世界范围内的销售额逐年增加,1995年达到50亿美元左右,每年以14%的速率增长。

1.3.2 电源技术的创新

1947年底晶体管问世,随后不到十年,可控硅整流器(SCR,现称晶闸管)在晶体管渐趋成熟的基础上问世,从而揭开了电源技术长足发展的序幕。半个世纪以来,电源技术的

发展不断创新。

(1) 高频变换是电源技术发展的主流

电源技术的精髓是电能变换,即利用电能变换技术,将市电或电池等一次电源转换成适用于各种用电对象的二次电源。开关电源在电源技术中占有重要地位,从 20 kHz 发展到高稳定度、大容量、小体积、开关频率达到兆赫级的高频开关电源,为高频变换提供了物质基础,促进了现代电源技术的繁荣和发展。高频化带来的最直接的好处是降低原材料消耗,电源装置小型化,加快系统的动态反应,进一步提高电源装置的效率,有效抑制环境噪声污染,并使电源进入更广阔的领域特别是高新技术领域,进一步扩展了它的应用范围。

(2) 新理论、新技术的指导

谐振变换、移相谐振、零开关 PWM、零过渡 PWM 等电路拓扑理论,功率因数校正、有源箝位、并联均流、同步整流、高频磁放大器、高速编程、遥感遥控、微机监控等新技术,指导了现代电源技术的发展。

(3) 新器件、新材料的支撑

绝缘栅双极型晶体管(IGBT)、功率场效应晶体管(MOSFET)、智能 IGBT 功率模块(IPM)、MOS 栅控晶闸管(MCT)、静电感应晶体管(SIT)、超快恢复二极管、无感电容器、无感电阻器、新型铁氧体、非晶和微晶软磁合金、纳米晶软磁合金等元器件,装备了现代电源技术,促进产品升级换代。

(4) 控制的智能化

控制电路、驱动电路、保护电路采用集成组件。控制电路采用全数字化,控制手段用微处理器和单片机组成的软件控制方式,达到了较高的智能化程度,并且进一步提高了电源设备的可靠性。

(5) 电源电路的模块化、集成化

电源技术发展的特点是电源电路的模块化、集成化。单片电源和模块电源取代整机电源,功率集成技术简化了电源的结构,已经在通讯、电力获得广泛应用,并且派生出新的供电体制——分布式供电,使集中供电单一体制走向多元化。

(6) 电源设备的标准规范

今天的市场已是超越区域融贯全球的一体化市场,电源设备要进入市场,必须遵从能源、环境、电磁兼容、贸易协定等共同准则,电源设备生产厂家必须接受安全、EMC、环境、质量体系等各种标准规范的认证。

1.3.3 电源技术的发展

随着科学技术的发展,对电源技术的要求越来越高,规格品种越来越多,技术难度越来越大,涉及的学术领域也越来越广。特种电源(工业电源)应用的对象具有多样性、新颖性和复杂性,要求特种电源设备不仅要保证内在性能的完美,而且要赋予其各式各样特定的外特性以及与外部的接口方式,这就决定了特种电源技术必须兼收并蓄众多学科的精华,融会各行各业的科技成果。特种电源输入多为交流市电,输出有直流、交流或脉冲形式。