



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

TONGXIN DIANYUAN

通信电源

(第2版)

漆逢吉 主编



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

中国通信学会通信电源专业委员会 通信电源专业委员会

中国通信学会通信电源专业委员会 通信电源专业委员会

通信电源

（第1期）

2000年 1月

中国通信学会通信电源专业委员会 通信电源专业委员会



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

通 信 电 源

(第 2 版)

漆逢吉 主 编

北京邮电大学出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书内容包括:通信电源系统组成及供电要求,通信局(站)的交流变配电设备,通信局(站)的接地与防雷,阀控式密封铅酸蓄电池,整流电路,高频开关电源电路原理,通信用智能高频开关电源系统,交流不间断电源设备(UPS),油机发电机组,通信电源集中监控系统。书中反映了我国各大通信运营企业当前普遍采用的先进电源技术和最新通信行业标准的相关要求。

本书是教育部确定的普通高等教育“十一五”国家级规划教材,适合高职高专通信类专业使用,并可供通信电源方面的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

通信电源/漆逢吉主编. —2版. —北京:北京邮电大学出版社,2008
ISBN 978-7-5635-1811-1

I. 通… II. 漆… III. 电信设备—电源 IV. TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 116280 号

书 名: 通信电源(第 2 版)
作 者: 漆逢吉
责任编辑: 王晓丹 陈岚岚
出版发行: 北京邮电大学出版社
社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)
发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578
E-mail: publish@bupt.edu.cn
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京忠信诚胶印厂
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张: 18.75
字 数: 465 千字
印 数: 1—5 000 册
版 次: 2005 年 1 月第 1 版 2008 年 8 月第 2 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-1811-1

定 价: 32.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

新一代高职教育信息通信规划教材

编 委 会

主 任：肖传统

副主任：孙青华 张孝强 张干生 严潮斌

委 员：（以姓氏笔画为序）

王立平 王巧明 王晓军 王 颖 宁 帆

刘翠霞 李 飞 李文海 苏开荣 吴正书

李转年 迟学芬 吴瑞萍 张一鸣 张敏华

张献居 张新瑛 杨 泉 胥学跃 顾生华

孟祥真 徐淳宁 曹晓川 蒋青泉 傅德月

秘 书：王晓丹

编委会的话

随着我国高等教育规模的扩大和信息通信产业的迅速发展,通信院校专业课程教学面临着新的标准和新的要求。作为普通高等教育组成部分的高等职业教育在新的教学理念和信息化手段影响下,对教材这一重要的教学要素提出了新的需求。

教材已经成为传授规范知识和方法、完成教学大纲的主要载体。教材的编写质量和使用状况亦体现了任课教师的教学水准,成为课程建设和学科发展水平的重要标志,成为学校的强势学科和特色专业走向成熟的主要表现。所以,各级学校领导和教师历来十分重视教材建设。

近年来,高等职业教育发展迅猛,其宏观规模发生了历史性变化。为适应社会的需求,高等职业教育的教学模式、教学方法都应不断进行改革。与此相适应,需对高职教材进行重新调整与定位,突出自身的特色。

20世纪,原邮电高等函授教学指导委员会讨论审批、推荐出版了一大批教材。现在,它们的成员单位和部分成员重新组织在一起,成立了“新一代高职教育信息通信规划教材”编委会,开始酝酿教材建设的规划和思路。在这个编委会里,有通信职业技术学院的领导和教师,也有原邮电院校成人教育的专家教授。大家纷纷响应,且群策群力,就是为了一个共同的愿望:通过信息交流,统一规划,共同编写、出版和使用一批优秀教材。这样的优秀教材应体现现代教育观念,反映信息通信技术发展的最新成果,具有先进性、科学性和教学的适用性,充分体现高职教育的特征和本质要求,充分运用现代教育技术、手段与方法。该套教材将以立体化形式和配套教学资源完整地呈现出来。

编委会汇集了长沙通信职业技术学院、广东邮电职业技术学院、四川邮电职业技术学院、南京邮电学院吴江职业技术学院、石家庄邮电职业技术学院、黑龙江信息技术职业学院、河北省通信职业技术学院、北京邮电大学网络教育学院、南京邮电学院继续教育学院、重庆邮电学院成人教育学院、西安邮电学院继续教育学院、吉林大学通信学院的领导及教学一线的教师。大家在一起对高职

教育中的教学及教材建设进行了认真的研讨,一致认为:目前,通信行业的高职院校大部分是在原中专学校的基础上发展起来的,各校在教学中遇到的一个带有共性的问题,就是缺少适合于高职教育的教材,大部分院校都在借用本科甚至中专的教材,这种状况亟待改变。因而高职教材成为各院校教材建设的重中之重。高职教材的建设应从两方面齐头并进:一方面针对专业课和基础课教材以适用性为特征,强调简便易行;另一方面是着手进行实训课程教材的编写。各院校,尤其是各邮电职业技术学院将携手推出“新一代高职教育信息通信规划教材”。

“新一代高职教育信息通信规划教材”将陆续与广大教师和学生见面,它凝聚着编委会成员及所在院校领导和专家的辛勤努力,凝聚着一批优秀教师和作者的智慧结晶,也许其中有些内容因时间仓促而略显瑕疵,但我们相信,有各个院校教师的关爱和斧正,有广大读者的建议和支持,我们所付出的努力必将得到越来越多的人们的赞赏和承认。

“新一代高职教育信息通信规划教材”编委会

前 言

通信电源是通信系统的重要组成部分,通信质量和通信的可靠性与通信电源系统的供电质量和供电可靠性密切相关。因此,熟悉通信电源系统的组成及对通信设备供电的要求,掌握现代通信电源系统中常用设备的基本原理和使用维护方法,是通信类高职高专相关专业学生的重要任务之一。

我国在通信事业飞速发展的同时,通信电源技术也得到了快速发展,通信电源装备水平不断提高。例如,体积小、质量轻、效率高、功率因数接近1、谐波电流小、智能化程度高的高频开关电源,已取代了笨重的相控电源;不需添加纯水、无酸雾逸出、可以与通信设备同室放置的阀控式密封铅酸蓄电池已取代了维护工作量大、必须放置在专设电池室中的防酸式铅酸蓄电池;-48 V基础电源从传统的集中供电方式逐步转向采用分散供电方式,从总体上提高了供电可靠性,并减少了电能损耗;交流不间断电源设备(UPS)的用量逐渐增多,而且技术水平不断提升;通信电源集中监控系统广泛应用,使通信电源设备逐步实现了少人或无人值守,大幅度提高了劳动生产率。通信电源设备的科技含量越来越高,一些技术指标也越来越严格,通信电源技术还在不断向前发展。

本书第1版从2005年1月出版以来,发行了10 000册。根据几年来通信电源的新发展,并总结这几年的教学经验,第2版在第1版的基础上进行了较大幅度的修订:其一,更新了部分内容。从2005年以来,原信息产业部在通信电源方面发布了若干新标准,有些老标准已被新标准取代,第2版对有关内容进行了更新,使本书能够反映最新通信行业标准的相关要求。其二,删减了第1版中的一些理论分析和电路参数计算,适当增加了实用知识,使本书能够更好地适应高职高专培养知识和技能相结合的高技能人才的需要。其三,增加了一章:油机发电机组,使本书在通信电源方面涵盖比较全面。其四,对全书的章节顺序和内容安排进行了调整。

本书第2版讲述现代通信电源系统的组成及供电要求,通信局(站)的交流变配电设备,通信局(站)的接地与防雷,阀控式密封铅酸蓄电池,整流电路,高频开关电源电路原理,通信用智能高频开关电源系统,交流不间断电源设备,油机发电机组,通信电源集中监控系统。根据培养应用型、高技能人才的目标,侧重从通信电源使用维护和工程建设的角度来讲述各部分的基本理论和基本知识,力求讲述的内容技术先进,概念准确,思路清晰,深入浅出,理论联系实际,符合实用需要。

各院校、各专业通信电源课的教学时数不完全一致,讲课时对本书的内容可根据实际情况进行取舍。对于高频开关电源电路,要注意把电路图和波形图紧密联系起来掌握电路基本原理,弄清电路工作过程,定量分析主要是掌握各种变换器输出电压与输入电压的关系式和占空比的允许变化范围。

本书第2版第1章至第8章由四川邮电职业技术学院漆逢吉执笔,第9章由四川邮电

职业技术学院李义平执笔,第10章由四川邮电职业技术学院马康波执笔;四川邮电职业技术学院罗晓蓉参与了第4章的编写工作,广东邮电职业技术学院王晨皓参与了第5章的编写工作;全书由漆逢吉主编和统稿。

在本书第2版的编写过程中,得到了四川邮电职业技术学院各级领导和通信企业不少同志的大力支持。本书的素材来自大量的参考文献和相关企业的产品资料。在此一并表示衷心感谢!

由于作者水平有限,书中难免存在缺点错误,敬请读者批评指正。

作 者

2008年7月8日

目 录

第 1 章 通信电源系统组成及供电要求

1.1 通信电源的基本分类	1
1.1.1 基础电源	1
1.1.2 机架电源	2
1.2 通信局(站)电源系统的组成	2
1.2.1 集中供电方式电源系统的组成	2
1.2.2 分散供电方式电源系统的组成	7
1.2.3 混合供电方式电源系统的组成	8
1.2.4 一体化供电方式电源系统的组成	8
1.3 低压交流配电系统的类型	9
1.3.1 TN 系统	9
1.3.2 TT 系统	11
1.3.3 IT 系统	13
1.4 通信电源供电要求	13
1.4.1 供电可靠性	13
1.4.2 供电质量	14
1.4.3 安全供电	15
1.4.4 电磁兼容性	15
思考与练习	19

第 2 章 通信局(站)的交流变配电设备

2.1 高压交流供电系统	20
2.1.1 高压交流供电系统的组成	20
2.1.2 高压配电设备	22
2.1.3 高压开关柜的“五防”功能及倒闸操作的技术要求	25
2.2 降压电力变压器	25
2.2.1 降压电力变压器的结构和类型	25
2.2.2 降压电力变压器的规格	26
2.2.3 降压电力变压器的绕组连接方式	26
2.2.4 降压电力变压器的容量选择与配置	27
2.3 低压交流供电系统	28

2.3.1 低压交流供电系统的组成	28
2.3.2 常见的低压配电设备	28
2.3.3 常见的低压配电电器	29
2.4 功率因数补偿	31
2.4.1 功率因数的概念	31
2.4.2 提高功率因数的意义	32
2.4.3 提高功率因数的方法	32
2.4.4 移相电容器的型号和补偿容量	33
2.4.5 并联电容补偿的方法	33
2.4.6 功率因数自动调节	34
2.5 电能计量	35
2.6 交流变配电设备的维护	36
2.6.1 变配电设备维护的基本要求	36
2.6.2 高压变配电设备的维护	36
2.6.3 低压配电设备的维护	37
思考与练习	37

第3章 通信局(站)的接地与防雷

3.1 联合接地概述	39
3.1.1 联合接地的定义与联合接地系统的组成	39
3.1.2 室内接地系统的等电位连接	41
3.2 综合通信大楼的接地系统	43
3.2.1 接地网	43
3.2.2 接地引入线与接地汇集线	43
3.2.3 各楼层接地系统的两种连接形式	45
3.2.4 通信设备和其他设施的接地	46
3.3 移动通信基站的接地系统	47
3.3.1 基站地网	47
3.3.2 基站的接地引入线	50
3.3.3 基站的接地汇集线及接地汇流排	50
3.3.4 基站的接地线与接地处理	51
3.4 接地电阻	52
3.4.1 通信局(站)的接地电阻要求	52
3.4.2 接地电阻的定义	53
3.4.3 工频接地电阻的测量方法	54
3.4.4 土壤电阻率的测量	56
3.5 通信局(站)防雷基本知识	59
3.5.1 雷电危害的来源	59
3.5.2 描述雷电的参数	59

3.5.3 防雷区的划分	61
3.5.4 浪涌保护器	62
3.6 通信局(站)的防雷措施	67
3.6.1 直击雷防护	67
3.6.2 供电线路与电力变压器的防雷	68
3.6.3 低压供电系统的防雷	69
3.7 通信局(站)防雷与接地系统的维护	71
3.7.1 防雷与接地系统的日常维护	71
3.7.2 限压型浪涌保护器的检测	72
思考与练习	72

第4章 阀控式密封铅酸蓄电池

4.1 阀控式密封铅酸蓄电池的型号命名及工作原理	74
4.1.1 通信用阀控式密封铅酸蓄电池的型号命名	74
4.1.2 阀控式密封铅酸蓄电池的结构	75
4.1.3 阀控式密封铅酸蓄电池的工作原理	76
4.1.4 阀控式密封铅酸蓄电池的特点	77
4.2 全浮充工作方式	78
4.2.1 浮充电压	78
4.2.2 均充电压	79
4.2.3 恒压限流充电	79
4.3 蓄电池的放电特性	81
4.4 蓄电池的容量及寿命	82
4.4.1 蓄电池容量的概念	82
4.4.2 蓄电池容量与放电率的关系	82
4.4.3 蓄电池容量与电解液温度的关系	83
4.4.4 蓄电池容量的选择	83
4.4.5 蓄电池的寿命	84
4.5 阀控式密封铅酸蓄电池的安装与维护	84
4.5.1 对蓄电池运行环境的要求	84
4.5.2 对蓄电池安装与维护的一般要求	85
4.5.3 蓄电池组接入开关电源系统的方法	85
4.5.4 蓄电池的充放电与浮充运行	86
4.5.5 蓄电池的日常维护检测	87
4.5.6 蓄电池常见故障分析	88
思考与练习	90

第5章 整流电路

5.1 不控整流电路	92
------------	----

5.1.1 单相桥式不控整流电路	92
5.1.2 三相桥式不控整流电路	93
5.2 可控整流电路	96
5.2.1 晶闸管	96
5.2.2 三相桥式全控整流电路	100
思考与练习	106

第6章 高频开关电源电路原理

6.1 开关电源中的功率电子器件	108
6.1.1 概述	108
6.1.2 VMOSFET	109
6.1.3 IGBT	117
6.2 非隔离型开关电源电路	119
6.2.1 电感和电容的特性	119
6.2.2 降压式直流变换器	120
6.2.3 升压式直流变换器	128
6.2.4 反相式直流变换器	130
6.3 隔离型开关电源电路	132
6.3.1 单端反激式直流变换器	132
6.3.2 单端正激式直流变换器	138
6.3.3 推挽式直流变换器	141
6.3.4 全桥式直流变换器	146
6.3.5 半桥式直流变换器	149
6.4 集成 PWM 控制器	152
6.4.1 概述	152
6.4.2 电压型控制器举例	153
6.4.3 电流型控制器举例	158
6.5 边沿谐振型直流变换器	166
6.5.1 硬开关 PWM 直流变换器存在的主要问题及解决办法	166
6.5.2 移相控制全桥零电压开关脉宽调制直流变换器	167
6.5.3 移相控制全桥零电压零电流开关脉宽调制直流变换器	172
6.5.4 移相全桥软开关 PWM 变换器的集成控制器举例	176
思考与练习	181
本章附录	182

第7章 通信用智能高频开关电源系统

7.1 高频开关电源系统的组成	183
7.2 交流配电部分	183
7.2.1 输入两路电源手动转换的交流配电主电路举例	184

7.2.2 输入两路电源自动转换的交流配电主电路举例	185
7.2.3 交流电压与电流的测量	186
7.2.4 交流输入电源线的选用与接入	187
7.3 高频开关整流器	188
7.3.1 高频开关整流器的组成	188
7.3.2 具有共模电感的抗干扰滤波器	190
7.3.3 功率因数校正电路	192
7.3.4 高频开关整流器主电路举例	204
7.3.5 均流电路	205
7.3.6 高频开关整流器的若干技术指标及其测量	208
7.3.7 QZY-11 型高低频杂音测试仪的使用方法	210
7.4 直流配电部分	212
7.4.1 直流配电主电路举例	213
7.4.2 分流器与霍尔器件	214
7.4.3 熔断器通断的检测	215
7.4.4 直流馈线截面积的计算	217
7.4.5 直流放电回路全程压降与屏内放电回路压降的测试方法	217
7.5 监控器	217
7.5.1 监控器的主要功能	218
7.5.2 开关电源系统的参数设置	218
7.6 高频开关电源系统的配置	219
7.7 高频开关电源设备的维护	220
7.7.1 维护基本要求	220
7.7.2 维护周期表	220
7.7.3 开关电源故障处理概述	220
思考与练习	222

第 8 章 交流不间断电源设备

8.1 UPS 的基本组成及分类与选用	224
8.1.1 UPS 的基本组成	224
8.1.2 UPS 的分类	225
8.1.3 UPS 的性能分类代码	227
8.1.4 UPS 的选用	228
8.2 正弦脉宽调制技术	229
8.2.1 正弦脉宽调制基本原理	229
8.2.2 SPWM 单相全桥逆变器	230
8.2.3 SPWM 三相桥式逆变器	233
8.3 锁相同步基本原理	236
8.3.1 锁相环的组成	236

8.3.2 锁相环的基本工作原理	236
8.4 静态开关	237
8.4.1 静态开关主电路原理	237
8.4.2 静态开关的应用	237
8.5 UPS 系统中蓄电池容量的选择	238
8.6 UPS 的串并联使用	239
8.6.1 双机串联热备份工作方式	239
8.6.2 并联冗余供电工作方式	240
8.6.3 双母线供电系统	240
8.7 UPS 的电气性能指标	241
8.7.1 通信用 UPS 的电气性能指标	241
8.7.2 若干指标的含义	242
8.8 UPS 的安装与维护	244
8.8.1 UPS 安装注意事项	244
8.8.2 UPS 维护的一般要求	245
思考与练习	245

第 9 章 油机发电机组

9.1 油机发电机组的基础知识	247
9.1.1 油机发电机组分类	247
9.1.2 柴油发电机组的组成及应用要求	249
9.2 内燃机的构造和工作原理	249
9.2.1 内燃机常用术语	249
9.2.2 内燃机的基本工作原理	250
9.2.3 柴油机的总体构造	251
9.3 同步发电机工作原理	258
9.3.1 同步发电机的基本结构及工作原理	258
9.3.2 电励磁发电机	259
9.3.3 永磁发电机	259
9.4 柴油发电机组主要技术要求	260
9.4.1 电气性能	260
9.4.2 启动性能	262
9.4.3 环境污染限值	262
9.4.4 耗油量	262
9.4.5 安全性	263
9.4.6 可靠性	263
9.4.7 对自动化机组的技术要求	263
9.5 油机发电机组的使用与维护	264
9.5.1 油机发电机组的维护基本要求	264

9.5.2 固定式油机发电机组的维护	264
9.5.3 移动式发电机组的维护	265
思考与练习	266

第 10 章 通信电源集中监控系统

10.1 通信电源集中监控系统概述	267
10.1.1 通信电源集中监控系统的作用及其主要功能	267
10.1.2 对通信电源集中监控系统的一般要求	267
10.2 通信电源集中监控系统的监控对象及监控内容	269
10.2.1 监控对象	269
10.2.2 监控内容	269
10.3 通信电源集中监控系统的结构和组成	272
10.3.1 通信电源集中监控系统的管理结构	272
10.3.2 通信电源集中监控系统的接口	273
10.3.3 通信电源集中监控系统的传输方式	274
10.3.4 通信电源集中监控系统的基本组成	276
10.4 通信电源集中监控系统的组网原则及组网方案	280
10.4.1 通信电源集中监控系统的组网原则	280
10.4.2 通信电源集中监控系统的组网方案	281
10.5 通信电源集中监控系统的日常维护	281
思考与练习	282
参考文献	283

通信电源是向通信设备提供直流电能或交流电能的电源装置,是任何通信系统赖以正常运行的重要组成部分。通信质量的高低,不仅取决于通信系统中各种通信设备的性能和质量,而且与通信电源系统供电的质量密切相关。如果通信电源系统供电质量不符合相关技术指标的要求,将会引起电话串、杂音增大,通信质量下降,误码率增加,造成通信的延误或差错。一旦通信电源系统发生故障而中断供电,就会使通信中断,甚至使得整个通信局(站)陷于瘫痪,从而造成严重的损失。可以说,通信电源是通信系统的“心脏”,它在通信网中处于极为重要的位置。

1.1 通信电源的基本分类

与工业企业的供电系统相比,通信局(站)的供电系统除具有相似的交流供电系统外,还具有独特的直流供电系统。

国内外大部分通信设备如程控交换机、光纤传输设备、移动通信设备和微波通信设备等,采用直流供电,与交流供电相比,具有可靠性高、电压平稳和较易实现不间断供电等优点。直流电主要是用 220/380 V 交流电整流获得的,整流器输入交流电、输出所需直流电,其输出端与蓄电池组并联,它们共同为通信设备提供直流基础电源(一般为 -48 V),这种电源也称为一次电源。此外,各类通信设备中还需要 3.3 V、5 V、12 V 等多种直流电压,这些电压通常由通信设备内部的直流变换器供给;程控交换机中还装有产生铃流信号的铃流发生器。这些装在通信设备机架内的电源,通常称为机架电源,也称为二次电源。

有些通信设备,如卫星通信地球站的通信设备和无线电收、发信台的收、发信设备等,一直采用 220/380 V 交流供电。

1.1.1 基础电源

通信局(站)的基础电源分为交流基础电源和直流基础电源两大类。

1. 交流基础电源

由市电或备用发电机组(含移动电站)提供的低压交流电源,称为通信局(站)的交流基