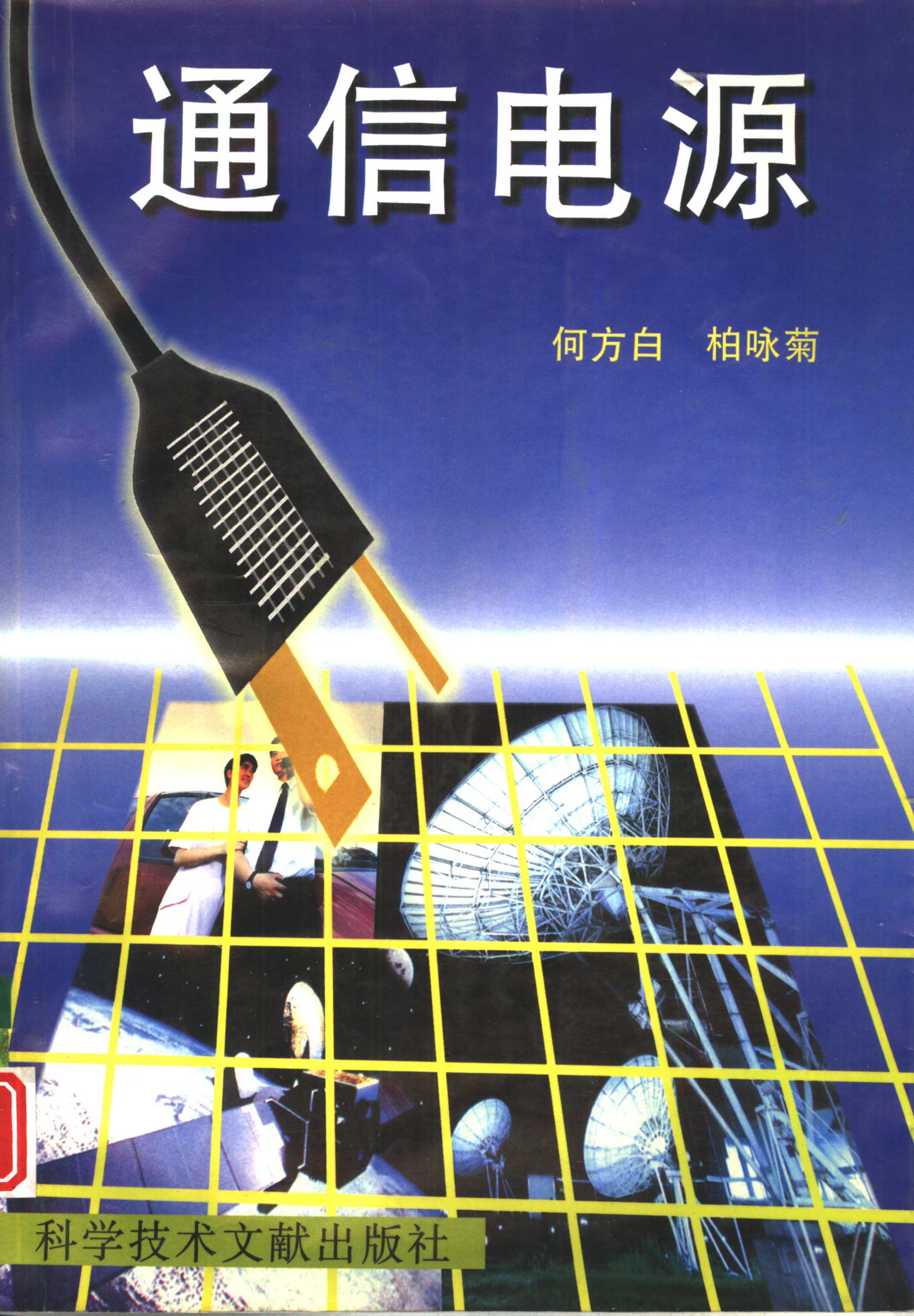


通信电源

何方白 柏咏菊



科学技术文献出版社

通 信 电 源

何方白 柏咏菊

科学技术文献出版社

(京)新登字 130 号

图书在版编目(CIP)数据

通信电源/何方白等编著. - 北京:科学技术文献出版社,1997
ISBN 7-5023-2970-6

I . 通… II . 何… III . 通信-电源 IV . TM91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 13825 号

科学技术文献出版社出版
(北京复兴路 15 号 邮政编码 100038)
新华书店经销
重庆市光大电脑有限公司激排
国家科委西南信息中心印刷厂印刷
1997 年 11 月第 1 版 1997 年 11 月第 1 次印刷
787×1092 毫米 16 开本 16.5 印张 403 千字
印数:1—3500 册
定价:15.00 元

内容提要

本书介绍了通信企业的新型供电系统及新型电源设备之基本原理、基本概念,如分散供电、集中监控系统和智能电源等。此外,它还是一本介绍相控电源、开关电源理论分析和工程计算方法的实用书籍。全书共分六章,包括通信电源系统、通信用晶闸管整流器、直流变换器、晶闸管逆变器、通信电源集中监控系统、智能电源系统等。

本书可作为高等院校通信专业本、专科教材及在职培训教材,亦可作为通信工程技术人员丰富和更新知识的阅读参考材料。

前言

目前,国内外尚无适合我国邮电院校教学需要的《通信电源》教材,为了满足《通信电源》课程教学的急需,深化《通信电源》课程教学内容的改革,面向 21 世纪邮电通信事业的发展,我们编写了本书,试图通过本书介绍通信企业正在开发应用中的有关电源新技术、新设备的一些基本概念、基本理论和基本知识。例如,一般教科书目前尚未见介绍的智能电源、电源集中监控系统以及通信企业新型供电系统等。此外,本书还介绍了相控电源和开关电源理论分析和工程计算的方法。

编者期望本书能对高等院校通信专业的本、专科学生学习《通信电源》课程有所启发和帮助,并能使其适应今后工作的需要。

本书由何方白主编,柏咏菊编写第二章和第三章,其余部分由何方白编写。全书由何方白综合、整理和润色,柏咏菊校阅了全书并将书稿文字及图形用微机进行了处理。重庆大学电子工程系金吉成教授和重庆邮电学院电信系黄念中副教授对书稿进行了认真的审阅,并写出详细的评审和修改意见。在编写过程中曾得到重庆邮电学院各级领导及教材科同志们的大力支持、指导和帮助。编者在此一并致以衷心感谢!本书在编写中参阅了许多参考书,这里也向这些作者们表示感谢!

由于编者水平有限和考虑不周,书中欠缺不妥之处在所难免,恳请有关专家和广大读者给予批评指正。

编 者

1997 年 2 月

目 录

绪 论	(1)
§ 0-1 通信局站对供电的要求	(1)
§ 0-2 现代通信电源的发展和应用概况	(4)
第一章 通信电源系统	(9)
§ 1-1 通信用贮能设备	(10)
§ 1-2 通信局站的交流供电系统	(25)
§ 1-3 交流不间断电源供电系统	(28)
§ 1-4 直流不间断电源供电系统	(31)
§ 1-5 程控交换机的供电	(34)
§ 1-6 光缆无人站本地供电系统	(45)
§ 1-7 无人值守微波站本地供电系统	(46)
§ 1-8 卫星地球站的供电系统	(48)
§ 1-9 无线收发信台的供电系统	(51)
§ 1-10 通信局站的接地系统	(51)
复习题	(56)
第二章 通信用晶闸管整流器	(57)
§ 2-1 晶闸管	(57)
§ 2-2 单相桥式可控整流电路	(63)
§ 2-3 三相半波可控整流电路	(69)
§ 2-4 三相桥式半控整流电路	(72)
§ 2-5 三相桥式全控整流电路	(80)
§ 2-6 多相可控整流电路	(84)
§ 2-7 晶闸管触发电路	(88)
§ 2-8 DZY02—48 型整流器	(98)
§ 2-9 整流电路中的滤波器	(115)
复习题	(124)
第三章 直流变换器	(126)
§ 3-1 降压式直流变换器	(127)
§ 3-2 反相式直流变换器	(132)
§ 3-3 升压式直流变换器	(138)

§ 3-4 C'uk 型直流变换器	(142)
§ 3-5 单端直流变换器	(148)
§ 3-6 双端直流变换器	(157)
§ 3-7 脉宽调制型集成控制器	(166)
§ 3-8 无工频变压器开关电源	(171)
§ 3-9 自激式直流变换器	(172)
§ 3-10 变换器中高频变压器的设计	(173)
复习题	(180)
第四章 晶闸管逆变器	(182)
§ 4-1 单相并联逆变器	(183)
§ 4-2 单相桥式并联逆变器	(185)
§ 4-3 晶闸管开关稳压电源举例	(187)
§ 4-4 晶闸管三相逆变器	(193)
§ 4-5 交流不间断供电系统中的逆变器	(197)
§ 4-6 交流不间断供电系统中的静态开关	(203)
附录 锁相环的基本概念	(206)
复习题	(207)
第五章 通信电源集中监控系统	(208)
§ 5-1 通信电源的集中监控	(208)
§ 5-2 通信电源的集中监控系统	(209)
§ 5-3 实用通信电源集中监控系统简介	(214)
复习题	(217)
第六章 智能电源系统	(218)
§ 6-1 SAIT 智能电源系统的主要特点及技术指标	(218)
§ 6-2 SAIT 智能电源系统的构成	(221)
§ 6-3 SAIT 智能电源系统 48V/40A 整流器模块的构成原理	(227)
§ 6-4 SAIT 智能电源系统监控单元(SCU)的构成原理及功能	(233)
§ 6-5 SAIT 智能电源系统的应用	(244)
§ 6-6 SAIT 智能电源系统的使用注意事项	(246)
复习题	(247)
主要参考资料	(248)

绪 论

电源系统是一切通信系统赖以正常运行的重要组成部分。通信质量的高低,固然与系统中各种通信设备的好坏有关,但与电源系统供电质量的优劣也是分不开的,因为电源系统供电的质量若不符合技术指标的要求,将会引起电话串、杂音的增大,通信质量下降,误码率增加,造成通信的延误或差错。一旦电源系统发生故障,供电中断,必将导致整个通信系统甚至整个通信局站陷于瘫痪,造成全程全网通信中断。可以说,通信电源是局站通信的“心脏”,在通信工作中占有极为重要的位置。熟悉和掌握通信电源系统中各种设备的工作原理及性能,是通信工程技术人员的重要任务之一。

§ 0-1 通信局站对供电的要求

一、现代通信电源建设的基本目标

近年来,通信大发展已使我国通信网的总体规模居于世界各国前列,通信网上与通信业务处理和疏通直接有关的交换、传输、移动、卫星、数据通信等设备的技术发展很快,大多数已达到或接近世界先进水平。通信技术与计算机技术的结合愈来愈紧密,各种计算机控制的通信设备的应用日渐广泛,数字集成电路工作速度快、工作电压低,对电压波动、杂音电压、瞬变电压等非常敏感,这就对通信电源系统提出了更高的要求。现代通信电源系统除满足安全可靠、稳定性好(一定电压变动范围且无瞬时中断)、效率高和小型化的要求外,还必须使电源的杂音电压值和脉动值不超过规定值。为了确保我国通信网的安全、可靠运行,就必须加快通信电源的现代化建设,使我国通信网建立在一个坚实可靠的现代化通信电源基础上。同时,为了积极贯彻国家的能源政策,还必须重视通信网用电的节能问题。因此,通信局站供电系统现代化建设的基本目标就是“可靠”和“节能”。

我国邮电部门一年消耗的电能是十分可观的,每年用电量占我国全年发电总量的 0.5% 左右。随着通信事业的不断发展,这个百分比还会不断增加,因此,积极采用各种“节能”措施,节约用电,确保大用电量的通信设备的长期持续稳定供电,不仅对邮电部门本身有很好的经济效益和社会效益,而且对全国充分提高能源利用率和电源系统的可靠性也具有普遍意义。

通信局站电源系统能量损耗的主要环节在于交直流变换过程的设备耗能,老式的效率欠佳的相控整流器、变压器能耗巨大,同时造成电源机房温升严重,这反过来又影响整流设备的

稳定可靠工作,更不利于整流设备监控装置的可靠运行。因此,节约能源的主要举措就是把新型的高效率的通信电源设备装备到各通信局站,这就要求加快对现有通信电源设备的改造和更新换代,加快对供电体制等方面的改革。

二、通信设备的供电要求

通信局站的供电系统与工业企业供电系统相比,除具有相似的交流供电系统外,还具有一套独特的直流供电系统。

通信局站的供电主要是供给通信设备和局站建筑用电设备两类负荷的用电。

就通信设备供电要求来说,国内外大部分通信设备历来采用直流供电,它与交流供电相比较具有可靠性高、电压平稳和较易实现不间断供电等优点。因此,直流电源是通信电源的重要组成部分。各类通信局站根据所装置的通信设备对直流供电电压的要求不同,而采用不同电压的直流供电系统。各类局站历来所用的直流供电电压如下:

市话局: -60V 或 -48V ,个别设备需要 -24V ;

长话局: -60V , -48V , -24V , $+130\text{V}$ 或 $+220\text{V}$;

电报局: $\pm 24\text{V}$, $\pm 60\text{V}$, $+130\text{V}$ 或 $+270\text{V}$;

载波站和微波站: $\pm 24\text{V}$ 和 $+130\text{V}$ 或 -48V ;

移动通信站: $+24\text{V}$ 或 13.6V ;

农话支局: -24V 或 -12V 。

然而有些通信局站的通信设备却一直采用交流供电,如卫星地球站的通信设备和无线收、发信台的收、发信设备等,采用 $220\text{V}/380\text{V}$ 交流供电。

供给局站建筑用电设备的电源,一般是对建筑照明设备、机房空调设备、电梯、给排水设备的供电和维护机械、仪表、办公和生活设施的供电,主要采用交流供电制,并尽可能利用市电供电。

现在,通信局站大多装备了程控化、集成电路化的交换、传输、监控等先进设备,这些设备的正常运行十分依赖机房内的空调装置,如电话交换设备一般在空调装置持续停止工作 45 分钟以上时,机房内的温升就已使它难以维持正常工作,甚至可能发生瘫痪。所以通信网数字化、程控化后,对通信局站电源系统要求的基点已从保证直流供电转至确保交流供电,市电一旦中断,数分钟内一定要把自备的交流发电机组开通运行,确保通信用空调装置的用电,同时又可以使蓄电池组继续在浮充条件下向通信设备供电。这样,蓄电池组容量可以大幅度降低,甚至可把蓄电池组持续供电的时间压缩到一小时以内。

根据供电对象的不同,通信局站内部的交、直流用电规定为三类:

a 类,是一刻也不能间断供电的。属于 a 类用电的有直流 -48V (仍有些局站的传输设备用 24V),交流 $220\text{V}/380\text{V}$ 的 UPS 电源。

b 类,是允许有短时间的间断供电的。属于 b 类用电的是通信用空调装置和机房内的部分必要的照明等。

c 类,是允许供电中断的,为一般负荷的用电。

当前在通信设备安装容量不断增加的新情况下,大型和高层通信局站仍采用一套供电系统,一个电力室和电池室的集中直流供电方式已难以适应,为了不使直流供电系统发生故障导致大范围通信中断,建立分散供电体制已成为必然的趋势。一般说来,通信局站单个直流供电系统的最大供电电流,原则上不能超过 5 万门市话数字程控交换设备运行的供电量,以减少因

电源系统故障而使系统中断所带来的直接经济损失和社会影响。

由于数字化、程控化的通信设备和监控设备对机房空调的要求以及分散供电方式的实行,使交流供电的重要性更加突出。通信局站的交、直流两种基础电源都显得十分重要。

交流基础电源是指市电经降压(农村地区低压直接进局站的不需要变压)或局站自备发电机组(含车载式移动电站)提供的 220V/380V 低压交流电。各通信局站都要努力建立以市电为主,自备发电机组为辅,各项指标符合规定的优质交流基础电源。

某些需要多种直流电压供电的通信设备,其供电系统主要由直流基础电源和机架电源组成。

机架电源是指通信设备机架内装置的电源盘,它的作用是把基础电源提供的直流电压,通过盘内所装的直流—直流变换器,变换为多种稳定度高、脉动小的直流电压,供给该通信设备正常工作所需的电能。

直流基础电源是指整流器、蓄电池组与直流配电屏及其监测控制设备组成的直流供电系统。直流基础电源的工作是否可靠,质量是否优良,将直接影响通信质量。因此,直流基础电源应具有工作可靠、电压稳定、杂音干扰小及便于维护等优良特性,并符合技术指标的要求。

通信设备的数字化、程控化和集成电路化使交换、传输、数据以及其他通信附属设备的用电要求趋于同一化。因此,各类通信局站要减少直流基础电源的种类,提高直流基础电源的供电质量,逐步将直流基础电源统一为 -48V 。以此电压作为直流正选的基础电源既符合国内实际情况,也符合国际潮流。传输设备的供电电压原则上也要改成 -48V ,已有的采用 -24V 电源的设备待载波通信设备被淘汰后一律改用 -48V 。卫星、移动通信设备也要积极采用 -48V 基础电源供电。

通信设备对直流基础电源等直流供电电压所要求的技术指标,主要是电源电压允许的变动范围及电源电压杂音和脉动的允许值。对于交流供电的通信设备,除了对电源电压允许变动范围的要求之外,还有对频率允许变化范围的要求。

我国邮电部对进入通信网的各类电源设备提出了相应的技术要求,其中对输入交流电源的要求为:

(1)输入交流电压变化范围应在额定值的 $-15\% \sim +10\%$,电压波动大的应装自动稳压或调压装置。

(2)使用交流电的通信设备和电源设备供电电压:①通信设备电源输入端允许变动范围为额定值 $+15\% \sim -10\%$;②电源设备的电源输入端允许变动范围为额定电压值的 $+10\% \sim -10\%$ 。

(3)如交流供电电压超出允许变动范围的持续时间大于 2.4s 或频率超出允许范围($50 \pm 2\text{Hz}$)的持续时间大于 6.5s ,则评定为系统故障。

(4)自备油机发电机组如 3 次启动不成功,运行的机组不能输出额定电压和电流,频率波动超出规定范围($50 \pm 2\text{Hz}$),出现 4 漏(水、油、汽、电),自动化机组自动功能异常等均属故障。

对直流供电的要求为:

(1)机房内每个机架的直流输入端子处 -48V 电压允许变动范围为 $-40 \sim -57\text{V}$ 。

(2)在 -48V 电源电压所含的直流配电屏输出端子处测量的杂音电压指标:①电话衡杂音电压 $\leq 2\text{mV}$;②峰—峰值杂音电压在 $0 \sim 300\text{Hz}$ 范围内 $\leq 400\text{mV}$;③宽频杂音电压有效值在 $3.4 \sim 150\text{kHz}$ 范围内 $\leq 100\text{mV}$,在 $150\text{kHz} \sim 300\text{MHz}$ 范围内 $\leq 300\text{mV}$ 。

(3)直流供电系统不能输出规定电流、电压,或输出的电流、电压超出允许范围,或杂音电压高于允许值的时间超过 10s ,如以上 3 项中出现任何一项,均判定为系统故障。

三、通信局站供电系统的要求

交换、传输、移动、数据处理等通信设备数字化、程控化和集成电路化后,本身抗雷击与杂音干扰的能力减弱了,为了充分保护好这些设备不遭受雷击的损害和避免干扰的影响,通信局站要把供电、接地以及防雷三者作为统一的系统去考虑。各国都在就这些问题开展广泛深入的研究,目前,已经运用等电位理论加强了采用集成电路的通信设备的防雷,如局站建立联合接地系统和完善总配线架防雷性能等。联合接地方式由于共同合用一组接地体,使雷电入侵时地电位的瞬时骤升不致引起彼此装置和设备间的电位差,从而适当地保护了耐压差的集成电路。

现代化通信局站电源系统是由众多高新技术设备组成的。对于整流设备,重点发展和推广应用高频开关型整流器;而对于蓄电池,发展的重点是阀控式密封铅酸蓄电池。为保证高频开关型整流器、阀控式密封铅酸蓄电池在最佳状态下工作,为保障电源系统各项监控装置在良好环境下运行,有必要改善和完善电力室工作环境,对电力室提供包括空调装置在内的环境条件,使之与通信设备机房基本相同,为实现分散供电、集中监控、无人值守和电源设备的稳定可靠运行提供必要的条件。

§ 0-2 现代通信电源的发展和应用概况

随着各种通信设备的日益进步,我国通信电源技术也得到了不断的发展。我国电信能源技术人员一直十分重视加强与国外通信电源厂商、电源专家以及国际电信能源组织的联系,获取国际电信能源会议(INTELEC)信息,力求不断地跟踪国际电信能源技术发展动向,努力缩短与世界先进水平的差距,并不断地有所创新。

下面仅从几个方面简述国内外通信电源的应用现状和发展趋势。

一、分布式电源设备和分散供电方式应用现状

当前国外通信电源供电体制正在从集中供电向分散供电发展,发达国家均已开始采用分布式电源设备和分散供电方式。

70年代,国外通信电源普遍采用晶闸管相控整流器和普通的铅酸蓄电池等,主要为纵横制交换机、同轴电缆和模拟微波通信设备等供电。由于电源设备的体积庞大、笨重、噪声大、有酸雾污染等,只能将其全部安装于电信大楼底层的电力室和电池室,采用集中方式向各层通信设备供电。由于集中式电源设备远离通信负荷中心,则直流输电损耗大,且安装和运行费用较高,系统可靠性较低。

80年代以来,国外研制出开关整流器和阀控铅酸蓄电池,使通信电源供电体制由集中供电向分散供电过渡成为可能,也就是逐渐采用分布式电源设备,将各种电源设备分散安装在各个通信机房,对各种通信设备实行分散供电。英国是最早实施对通信设备分散供电的国家,早在1982年英国就开始把新研制生产的PSZ620型高频开关组合电源和阀控铅酸蓄电池与交换机同室安装,采用分散的方式为交换机供电。其后,许多国家也相继研制出不同类型的高频开

关整流器及配套设备,与交换机同室安装,实现对通信设备的分散供电,并不断扩大分散供电范围,逐步取代传统的集中供电方式。目前经济发达国家在通信领域内已广泛采用分散供电方式,并取得了良好的效益。

现在,国外主要有以下三种不同的分散供电方式:

(1)在通信机房内设一个集中的电源系统(包括整流配电设备和蓄电池),为本机房(或本楼层)的全部通信设备供电,其中蓄电池储备时间一般不大于1小时。瑞典、日本等国采用这种分散供电方式。

(2)在通信机房内设交流配电屏(内有市电/油机转换电路)和多个较小的独立电源系统(每个系统包括整流配电设备和蓄电池),每个较小的电源系统为本机房内一部分通信设备供电,每个独立的电源系统的蓄电池储备时间为15分钟。英国和法国等均采用这种分散供电方式。

(3)在通信设备的每个机架内设独立的小电源系统(包括整流器和蓄电池),为本机架通信设备供电,即电源设备分散到机架,交流电也随着进入设备机架。澳大利亚采用这种通信电源设备分散到机架的供电方式。

第三种分散供电方式又称为分布式供电方式。其分布程度又可分成三组:一个电源系统为一列机架的通信设备供电,称为列级分布;一个电源系统为一个机架通信设备供电,称为架级分布;一个电源系统为一个电路板供电,称为电路级分布。

以上三种分散供电方式各有利弊,但均取消了电力室和电池室,电源设备接近通信负荷中心,减小了直流输电损耗,提高了系统的可靠性,而且安装费、运行费均减少。目前国外采用第一种分散供电方式的国家较多。

我国通信电源设备近几年更新换代很快,大部分新建局和老局扩容都采用了高频开关整流器和阀控铅酸蓄电池,并逐渐采用分散供电方式。目前,国内已有许多地方如广州、北京、长春、西安等地都采用了分散供电方式,我国的通信电源供电体制正在由集中供电、有人值守向分散供电、集中监控、少人或无人值守的方向发展。

二、阀控铅酸蓄电池的发展和应用

阀控铅酸(VRLA——Valve - Regulated Lead - Acid)蓄电池是70年代末国外研制生产的一种新型的蓄电池,在国外应用较广泛。VRLA蓄电池主要有吸附式(AGM)和胶体式(GEL)两种类型。与普通的铅酸蓄电池比较,VRLA蓄电池具有许多优点:

- (1)使用过程中基本无酸雾逸出,可以安装于通信机房;
- (2)不需要添加蒸馏水,也不需要测量电液的比重和温度;
- (3)重量轻,体积小,能量体积比高,占用机房面积小;
- (4)无可流动的电解液,可以倒置,运输和安装方便;
- (5)正常使用时,无需进行均衡充电;
- (6)维护工作量小,可以远距离监视蓄电池运行状态;
- (7)适合分散供电方式及高频开关整流器、UPS等设备的应用。

因此,VRLA蓄电池一投放市场就深受用户欢迎,使用量逐年增加。在国内外通信领域,如电话交换局、光缆站、微波站、移动通信基站及卫星地球站中都广泛地使用VRLA电池。

现在世界上的发达国家,如美国、日本、德国、英国等,每年都大批量生产VRLA蓄电池。国内从80年代深圳华达公司首先引进美国GNB公司技术开始,到90年代,已有十多个主要蓄

电池生产厂家可批量生产 VRLA 蓄电池。

但是,近年来人们逐渐发现 VRLA 蓄电池存在一些严重缺点。其中,最突出的问题是使用寿命达不到广告宣称的时间。据国外专家分析,影响 VRLA 蓄电池寿命的原因主要有两方面,一方面是正极板实际的腐蚀速度比设计速度快,使得 VRLA 蓄电池的寿命达不到厂家按正极板理论腐蚀速度估算的寿命;另一方面是 VRLA 蓄电池在安全阀开启时会有少量水分溢出,水蒸气还可以通过蓄电池壳体渗透溢出,正极板腐蚀反应中也消耗水分,因此,VRLA 蓄电池寿命缩短。在目前的技术水平上,VRLA 蓄电池水分损失暂时是不可避免的,而水分损失后又无法补充。

VRLA 蓄电池寿命问题已引起广大用户和有关厂家的关注,许多厂家致力于 VRLA 蓄电池的改进设计研究,力图采取相应措施提高 VRLA 蓄电池的使用寿命。虽然不少用户对 VRLA 蓄电池的信任度下降,但是,由于 VRLA 蓄电池的显著优点,现在已很少有用户愿意再继续使用普通的铅酸蓄电池。为确保供电安全可靠,选择蓄电池时要充分考虑由于寿命问题引起的 VRLA 蓄电池有效容量降低的因素,留有一定裕量。

三、开关整流器和 DC/DC 变换器的发展和应用

开关电源(SMP——Switch Mode Power)或开关整流器(SMR——Switch Mode Rectifier)是采用高频半导体器件和脉宽调制(PWM——Pulse Width Modulation)技术的一种新型的整流设备。

60年代中期,美国已研制成 20kHz DC-DC 变换器及半导体开关管,并应用于微波通信及 PCM 通信。

到 70 年代初期,一些先进国家已普遍采用这种半导体开关管和高频变换技术组成开关整流电路,使交流电源不经过 50Hz 工频变压器而直接整流,再由逆变器变成高频交流,经再一次整流变成通信设备所需要的各种直流电源。

80 年代初,英国研制出了第一套完整的 48V 开关电源。这种开关整流器用高频变压器取代了 50Hz 工频变压器,与传统的相控整流器相比,具有体积小、重量轻、无噪声、效率和功率因数高、动态性能好等优点,因此很快就得到了广泛的应用。目前,许多国家通信系统新安装的整流器几乎全部都是开关整流器。随着供电体制的更新和分散供电方式的广泛采用,开关整流器取代相控整流器已成为必然发展趋势。

国外开关整流器主要用于分散供电的基础电源,其单机(模块)容量范围一般为 25~200A (-48V 或 24V)。多台并联系统容量可达 1000~3000A 或更大,故开关整流器也可用于集中供电方式。

开关整流器所用的半导体器件主要有双极型晶体管 BT(Bipolar Transistor)和场效应晶体管 MOSFET。双极型晶体管开关整流器属于早期产品,但由于双极型晶体管的导通电阻低、损耗小、技术成熟、可靠性高,国外至今仍在使用。例如,法国电信分散供电系统中采用的 25A 及 75A 两种规格的开关整流器都是双极型晶体管开关整流器,变换频率为 20kHz,使用效果良好。场效应晶体管因开关速度快,驱动电路简单,是当前较为理想的开关元件,在开关整流器中应用最多。但场效应晶体管的导通电阻较大,导致导通压降较大,影响整机效率。现在有的厂家开始采用 IGBT/MOSFET 组合器件(并联使用)。绝缘栅双极型晶体管 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)是一种新型半导体器件,其输入电路与 MOSFET 相同,输出电路与 BT 相同,它兼有 MOSFET 容易驱动和 BT 导通电阻低的优点。因此,IGBT/MOSFET 混合型开关器

件的导通电阻低,且开关损耗小。

目前,国外通信电源中实际应用最多的开关整流器是采用 PWM 技术的 MOSFET 开关整流器。开关整流器的发展趋势是向高频大功率智能化发展。现在,澳大利亚、加拿大、日本等国家可以生产 200A 的 MOSFET 开关整流器(模块),而大多数发达国家生产的开关整流器均在 200A 以下,其变换频率均为 50kHz 左右。

近年来,采用更高频率的大功率 MOSFET 开关整流器也已问世。新西兰 Swichtec Power Systems 公司生产的采用谐振变换技术的 48V/200A 开关整流器,是典型的新一代大功率开关整流器,其升压变换级的工作频率为 70kHz,主变换器满载时最小变换频率为 150kHz,空载时最大变换频率为 380kHz,采用风扇冷却,整机重量 32kg,体积为 $400 \times 178 \times 460(\text{mm})^3$,最大输出容量为 11.2kW(56V/200A),效率为 90%,功率因数大约为 1。在 $600 \times 600 \times 2000(\text{mm})^3$ 机架内可装 6 台 200A 的整流模块,总输出容量为 1200A。

国外用于通信设备机架电源的 DC/DC 变换器,其变换频率一般为 500kHz 以下,输出功率为 300W 以下。这种 DC/DC 变换器技术成熟,可靠性高,效率高,应用十分广泛。现在国外正在致力于研制更高频率的 DC/DC 变换器,法国及韩国分别研制出采用谐振变换技术和零电压或零电流技术的 500W/1MHz 及 500W/2MHz 的 DC/DC 变换器,但技术尚未成熟,还有待进一步努力。

四、UPS 和 UBS 的发展和应用

UPS(Uninterruptable Power System)为交流不间断电源系统,在 60 年代问世以后,经过 30 多年的发展和应用,技术已趋于成熟和完善,然而在逆变技术和供电系统方面仍在不断地革新。在 1993 年 9 月的第 15 届国际电信能源会议(INTELEC'93)上,法国梅兰日公司推出了 GALAXY UPS 产品,德国 PILLAR 公司推出了静态/旋转型 UPS 产品。

梅兰日公司的 GALAXY UPS 是单机容量为 40 ~ 300kVA 的 UPS 产品,可以 6 台并联运行,输出 1200kVA。其中三相逆变器采用双极型晶体管和 PWM 技术,选用 6 桥臂逆变电路(常规电路为 3 桥臂),不需要晶体管并联。每两个桥臂构成一相,每相输出电压调节互相独立。因此,其电气性能和可靠性明显提高,而且带非线性负载能力强。由于削波频率、削波方式和晶体管控制方法采用了独特的设计方法,有效地减小了晶体管开关损耗,在 40% ~ 95% 额定负载范围内整机效率达到了 95%。

PILLAR 公司的静态/旋转型 UPS 的供电系统综合了传统静态 UPS 和旋转 UPS 的优点,克服了静态 UPS 过载能力差和旋转 UPS 体积大、笨重的缺点。该 UPS 采用整流器、蓄电池、逆变器和一个旋转变压器(即交流电动机与交流发电机的组合体)组成。平时,由旋转变压器向负载供电,可提供 2 ~ 3 倍额定电流的过载能力。逆变器故障时,由于旋转变压器具有惯性可继续放电,故向旁路电源转换过程中对系统输出电压影响很小,保证了真正不间断供电。

目前,国际通用的 UPS 绝大部分都属于传统静态 UPS 系统。这种系统技术成熟、运行可靠、使用广泛,但在 UPS 内部需要经过整流、逆变二级变换,故谐波电流较大,效率较低。近年来,国外已研制成功单极变换 UPS 系统,这是 UPS 系统的一次革命。该系统由四象限逆变器、蓄电池和电感组成,市电经电感直接为负载供电,逆变器也接在负载端,通过调节逆变器的输出电压和逆变器相对市电的相角,实现对 UPS 系统输出电压的调节以及对逆变器从电网吸收的有功电流的控制,从而保证 UPS 系统输出电压稳定和对蓄电池充电(注:当电网电压与逆变器电压相等而相角超前于逆变器时,有功功率会从电网经逆变器流入蓄电池,给蓄电池充电)。

市电停电时,蓄电池放电供给逆变器,负载由逆变器供电。单极变换 UPS 系统效率可达 97%。此系统取消了整流器,无输入谐波电流,对电网和油机的影响小。这种 UPS 产品的容量,单相为 0.5 ~ 10kVA,三相为 100 ~ 220kVA。

UPS 系统逆变技术方面,从采用器件到控制方法均在不断更新。逆变器采用的器件有晶闸管 SCR(Silicon Controlled Rectifier)、可关断晶闸管 GTO(Gate Turn - off Thyristor)、双极型晶体管 BT、场效应晶体管 MOSFET、绝缘栅双极型晶体管 IGBT 等,其中 BT 和 MOSFET 目前应用最多。90 年代以来,中小功率的 UPS 开始采用 IGBT。实际应用的逆变器大多采用 PWM 技术,现在一些采用零电压转换和零电流转换的 LC 谐振式逆变器也已研制出来了,这是逆变技术的新发展。

UBS(Uninterruptable Battery System)为不间断蓄电池系统,是用于提高传统直流供电可靠性的一种新型电源设备。

UBS 实际上是一种特殊的由引擎驱动的直流发电机(可使用柴油、汽油、天然气等燃料),其输出端直接与常规直流供电系统输出端连接。市电停电时,先由常规直流供电系统中的蓄电池放电,当母线电压低于正常浮充电压时,UBS 即自动启动,为负载供电。UBS 运行期间除了给负载供电,还可以给蓄电池充电。市电恢复后,UBS 自动停机。有了 UBS,蓄电池容量可以减少,直流供电系统中 N+1 台整流器可以减少一台,而且在没有其它交流供电保证负荷的场合,常规的备用交流柴油发电机组可以取消。

UBS 是针对 VRLA 蓄电池寿命时间达不到广告寿命时间致使实际容量不足的情况而采取的措施。美国 212 系统 UBS 运行的经验表明,UBS 的可靠性高于常规直流供电系统,故这也是国际先进供电体制改革的一个方向。

第一章 通信电源系统

通信电源系统一般由交流供电系统、直流供电系统和接地系统组成,如图 1-1 所示。

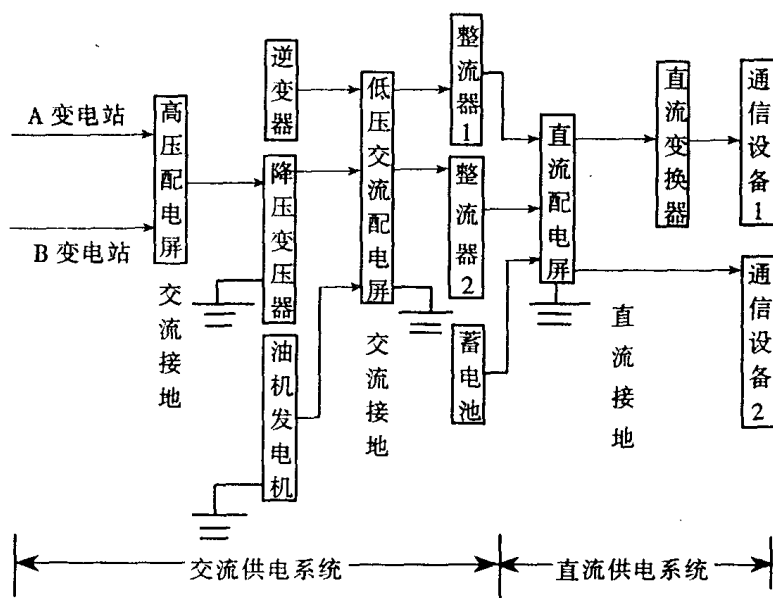


图 1-1 通信电源系统方框图

近年来,随着我国社会通信需求量的不断增加,通信设备安装容量迅速增加,通信网规模进一步扩大,各地通信局站所担负的通信任务十分繁重,用电量增至几百到几千千瓦以上。要确保如此大负荷的长期持续稳定供电,必须充分提高作为通信网“心脏”的通信电源系统的可靠性,以保证通信的畅通无阻。

在我国通信事业全方位快速发展的情况下,通信电源设备的更新换代、通信电源系统的改革已势在必行。通信供电系统正在由集中供电方式向分散供电方式发展,实施通信电源的集中监控管理和实现少人、无人值守是新技术发展的需要和必然趋势。本章主要介绍通信局站应用的各种通信电源系统。

§ 1-1 通信用贮能设备

蓄电池是通信电源系统中,直流供电系统和交流不间断电源供电系统的重要组成部分。它是一种电压稳定、不受市电突然中断影响、安全可靠、方便的贮能设备。它能将充电时得到的电能转变为化学能储存起来,需用电能时,又能及时将化学能变为电能释放出来,供用电设备使用。蓄电池一直在通信系统中应用十分广泛,浮充供电、直流升压、事故照明、信号指示、遥控、遥供、油机发电机组和汽车的起动点火等都离不开蓄电池。近年来,由于交流不间断电源和太阳能电池供电系统在通信部门中的推广使用,作为通信用贮能设备的蓄电池,其重要性就更加明显。

根据蓄电池的电极和电解液所用物质的不同,蓄电池一般分为酸性蓄电池和碱性蓄电池两大类。酸性蓄电池又可分为铅酸蓄电池和硅胶蓄电池两种,碱性蓄电池又可分为镉镍蓄电池、铁镍蓄电池和银锌蓄电池三种。

根据蓄电池的使用环境条件不同,铅酸蓄电池可分为固定型和移动型两种,硅胶蓄电池属于移动型,碱性蓄电池也属于移动型。凡是移动型都可以作固定型使用。

根据蓄电池的外形结构不同,固定型铅酸蓄电池可分为开口式、封闭式和阀控密封式三种。在封闭式铅酸蓄电池中,根据蓄电池的性能不同,又可分为防酸隔爆式和消氢式两种。

传统的开口式铅酸蓄电池,平时由于水的蒸发和水在充电终期的分解,需要经常补充蒸馏水。此外,在充电终期,氢氧从负正极板冒出时将稀硫酸带出形成酸雾,污染环境,必须及时清洗,维护工作量很大。目前,这种固定开口式的铅酸蓄电池已不再生产。铁镍碱性蓄电池也日趋淘汰。

电信部门在通信电源系统中广泛采用铅酸蓄电池,在实行分散供电时又常采用阀控铅酸蓄电池。由于阀控铅酸蓄电池的价格较高及某些特性还存在问题,在设有专门电池室的通信局站,仍常采用固定型防酸隔爆式铅酸蓄电池及消氢式铅酸蓄电池。下面我们对铅酸蓄电池的主要性能及阀控铅酸蓄电池的结构特点等作一简要介绍。

一、铅酸蓄电池

1. 铅酸蓄电池的基本原理

铅酸蓄电池是由含有活性物质的正、负两组极板,以及盛有电解液的容器所构成。各类铅酸蓄电池正负极板的有效物质相同,电解液也相同,只是为了减少酸雾的污染,防止有效物质脱落,而采取不同的结构形式。

铅酸蓄电池充电后,正极板的活性物质为二氧化铅(PbO_2),负极板的活性物质为海绵状的铅(Pb),电解液是比重为 1.215(25℃)的稀硫酸。在铅酸蓄电池放电的过程中,其正、负极板上的活性物质逐渐与电解液中的硫酸起电化反应,形成硫酸铅(PbSO_4),而电解液的水分增加,稀释成比重为 1.180(25℃)的稀硫酸。可见,电解液的比重随放电而下降,随充电而上升,故可根据电解液比重的大小判断铅酸蓄电池放电的程度。