

电信高技术普及丛书

现代通信供电系统

张廷鹏 张海俊 编著



人民邮电出版社

电信高技术普及丛书

现代通信供电系统

张廷鹏 张海俊 编著

人民邮电出版社

118248

登记证号 (京) 143 号

内 容 提 要

本书是电信高技术普及丛书之一,介绍最新通信供电系统及其设备,并辅以有关基础知识,如脉宽变换、锁相、准谐振技术等。全书分十个部分,包括现代通信供电系统的改革及设备的全面更新,并对新设备(阀控式密封铅酸电池、开关电源、不停电电源、集中监控等)作了比较系统的介绍。为了便于读者对新设备的选型,本书还介绍了国内外已被广泛应用的新技术和产品。

本书可读性强,内容上由浅入深,运用物理概念来解释高深技术,尽量避免用数学推导,适合于各级电信管理干部、专业技术人员和大中专学生阅读。

电信高技术普及丛书

现代通信供电系统

张廷鹏 张海俊 编著

*

人民邮电出版社出版发行

北京市朝阳区门内南竹杆胡同 111 号

北京密云春雷印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本:787×1092 1/32 1995 年 1 月 第一版

印张:4.875 1995 年 7 月北京第 2 次印刷

字数:108 千字 插页:2 印数:4 001—8 000 册

ISBN7-115-05384-7/TN·778

定价:5.50 元

丛 书 前 言

当今世界正在经历着波澜壮阔的科学技术的巨大变革。通信技术是最活跃的领域之一。通信的发展，在很大程度上取决于通信技术手段的先进性。通信高技术的采用正在迅速地改变着我国通信的面貌。

为了大力加强电信高技术的普及教育，我社组织编写了这套“电信高技术普及丛书”，向广大电信管理干部、技术人员介绍正在使用和即将使用的电信高技术，使读者能对某一高技术的概貌、关键问题、发展现状及发展趋势有一个基本了解。

这套丛书内容涉及个人通信、数字移动通信、光纤通信、程控交换、通信网、综合业务数字网、扩展频谱通信、宽带交换、移动卫星通信、智能终端等方面。为了跟踪世界通信高技术的发展，满足读者多方面的需求，我们欢迎广大读者提出宝贵意见，以便出好这套丛书。

1987.10.1

目 录

一、绪论	1
1. 现代通信设备对电源的要求	1
2. 国外通信电源的发展情况	2
二、通信供电系统的改革	6
1. 改革前后的通信供电系统	6
2. 改革后的经济效益	7
3. 分散供电的忧虑	8
三、现代贮能设备	10
1. 阀控式密封铅酸蓄电池	10
2. 太阳能电池	10
3. 低压恒压充电技术	14
四、相控整流器	18
1. 可控硅整流器的基本原理	18
2. 各种相控整流电路的性能比较	19
3. DZY02 整流器简介	22
4. DUZ 三合一组合电源简介	24
五、开关型整流器	28
1. 脉宽调制技术	28
2. 开关型整流器的基本原理	31
3. 开关电源主要元件——直流变压器	36
4. 开关电源的展望与选型	40
5. 国产大功率开关电源简介	46

六、通信用配电设备与接地	50
1. 高压交流配电屏	50
2. 低压交流配电屏	53
3. 直流配电屏	54
4. 高阻配电方式与装置	56
5. 接地与接零的概念	57
6. 工作接地与保护接地	58
7. 通信设备对接地电阻的要求	66
七、不停电电源 (UPS)	69
1. UPS 的基本原理	69
2. 锁相技术基础	75
3. KGB _T A 系列交流不停电设备	77
八、自备交流电源 (油机发电机组)	80
1. 油机的基本类型	80
2. 油机的基本结构	80
3. 内燃机的工作原理	85
4. 无人值守 4120SW 型柴油机	89
九、通信供电系统的集中监控	96
1. 集中监控的基本概念	96
2. 监控系统的形式	98
3. 监控系统的构成	99
4. 通信枢纽大楼监控系统简介	100
5. 集中供电与分散供电系统及其监控方式	102
十、高度可靠冗余并联供电系统	105
1. 普通 UPS 存在的问题	105
2. UPS 中的卡脖子问题	107
3. 重复并联供电系统	109

4. 高度可靠性电源模块	110
5. 积木式模块 (n+1) 冗余并联系统	111
十一、国外通信电源应用和发展趋势	117
十二、PRS5000 系列通信电源系统	125
十三、新西兰 SWICHTEC 开关电源系统	136
十四、集成一体化电源	143

一、绪 论

众所周知,通信电源在通信工作中占有极为重要的位置。一旦通信电源发生故障而停止供电,必将造成通信中断。因此,人们把通信电源喻为通信的“心脏”。随着通信技术的飞速发展,通信设备的不断更新,现代通信对通信电源的要求也越来越高。

1. 现代通信设备对电源的要求

目前我国引进和研制了许多先进的通信设备,但通信电源的设备更新、人员配备、管理体制等却一直未被重视,因此造成先进的通信设备、落后的通信供电系统这样一种局面。要改变这种局面,我国现行的通信供电体制必须改革,因为:

① 半导体元器件不断更新,据统计大约每隔三年,用于处理机和存储器的能耗将减少一半。

② 通信设备本身需要各种不同电压的直流电源,例如,数字程控交换机就需要 5V、12V、24V、48V 等多种直流电,不像机电制交换机那样只要一种电源。

③ 通信设备自身体积不断缩小,重量不断减轻,而供电系统设备仍那么笨重、庞大。(老的电源设备占地面积已超过通信机房面积。)

④ 现代通信传输速度快,自动化程度高,需要稳定性好、不间断、绝对可靠的直流电源。

⑤ 数据通信网的建立,使各类通信系统(如电话、电传、计算机等)连成一个整体,实现了人与人、人与机器、机器与

机器、办公室与家庭用户设备之间互通信息。这就迫使通信电源进入千家万户，不可能集中在一个电信局的电力室内。

⑥ 计算机进入通信设备后，机房对空调提出了新的要求。

2. 国外通信电源的发展情况

(1) 变换技术向高频发展

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。

到 70 年代初期已被先进国家普遍采用，其中最有成效的是将这种半导体开关管和高频变换技术组成了整流电路，将三相交流电源不经过 50Hz 工频变压器，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各种直流电源。

由于用 20kHz 高频变压器取代了 50Hz 工频变压器，整流器中的关键元件“工频变压器和滤波电感”大大缩小，使整个整流器的重量、体积得到大幅度下降，并消除了噪声，提高了功率因素，改善了可控硅对电源波形造成的畸变。

80 年代初英国采用上述原理，研制了第一套完整的 48V 成套电源，即目前所谓的开关电源 (Switch Mode Rectifier, 缩写为 SMR)。

1982 年在国际通信能源会议上，关于利用高频直流变换技术开发的成果的论文就有 4 篇之多。

场效应晶体管的问世，使关断时间和存储时间大大缩短，从而提高了开关频率，一下子就从 20kHz 提到 50kHz，目前最高频率已达 500kHz。

(2) 输出电压的调整和控制，向时间比率控制 (Time Ratio Control, 缩写为 TRC) 方向发展

随着开关电源的诞生，其输出电压的控制，将由 TRC 取代

目前还大量存在的相控和铁磁谐振控制等方式。这种 TRC 方式可分为：

脉宽调制 (Pulse Width Modulation, 缩写为 PWM) 方式, 用脉冲宽度调节空占比来达到控制输出电压的稳定。

脉频调制 (Pulse Frequency Modulation, 缩写为 PFM), 用脉冲频率来改变空占比。

图 1-1 是日本 NEC 公司生产的 500kHz 变换器框图。

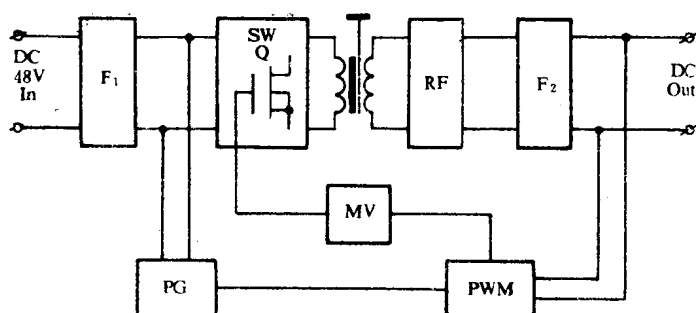


图 1-1 500kHz 变换器框图

图中, F_1 和 F_2 分别为输入输出滤波器; SW 为开关电路; T 为高频变压器; RF 为高频整流电路; MV 为驱动电路; PWM 为脉宽调制器。

(3) 贮能技术的发展

a. 贮能设备 (蓄电池) 本身的改进

(a) 对电池材料的改进

美国目前大都采用纯铅圆柱型蓄电池, 即采用纯铅代替传统的用铅锡 (或铅钙) 合金作基板, 它具有耐腐蚀、膨胀均匀、活性物质不易脱落等优点, 故能延长电池寿命。表 1-1 为在同一

充放电条件下采用三种不同材料时对使用寿命的比较。

表 1-1 三种不同材料作基板寿命比较

基板用料	使用年限 (年)
纯铅	82
铅钙合金	25.6
铅锑合金	13.8

(b) 对容器及工艺的改进

改进后的电池密封度高,重量轻,体积小。加入触媒剂,使充入过程中释放出的氢氧重新合成水后回到电解液中,防止氢氧越出造成危害和减少电解液消耗。据英国 Could 公司生产的圆柱形密封电池与国产同容量 864AH 蓄电池比较,前者为 89.1kg,后者为 164kg,前者为后者重量的 54%。目前已大量采用高密封阀控式密封铅酸蓄电池。

b. 对蓄电池维护技术的改革

国际上均采用低压恒压充电替代传统的充放制和交替浮充制,唯各国对浮充电压并不一致,见表 1-2。

表 1-2 世界先进国家对低压恒压充电采用的浮、均充电压

国 家	法 国	美 国	日 本	英 国	西 德	澳 利 大 亚	瑞 典	比 利 时
浮充 V/只	2.2	2.17	2.16	2.07	2.23	2.17~2.2	2.18~2.22	2.23
均充 V/只	2.26	2.26	2.26	2.27	2.33	2.33	2.35	2.36

(4) 供电系统向分散供电发展

1993 年 9 月在法国巴黎召开的第十五届国际电信能源会议 (INTELEC'93) 上的最新资料 (见附录) 表明,国外自 80 年代起已逐渐采用将各种电源设备分散安装在各个通信机房内的分散式供电方式。目前国外采用的分散供电方式有三种形式:

① 在通信机房内设一个集中供电系统（包括整流、配电和蓄电池）。

② 在通信机房内设多个较小的供电系统，并联运行（包括整流、配电和蓄电池）。

③ 将上述多个较小的供电系统分设在各列机架内，为本机架专用通信设备供电。

这种分散供电方式，早在1986年中国通信学会通信电源交换技术两委员会在上海联合召开的“程控交换机电源专题讨论会”上提出过。但由于当时油机的自启动和质量不能得到保证，而且蓄电池的密封程度也没有解决，故未能被专家们认可。在1988年浙江通信学会电源专业委员会学术年会上，有正式论文提出，得到与会者一致赞同，并推荐发表于1992年第一期《浙江通信技术》杂志。

关于如何改革，以及如何与国外先进国家技术接轨，将在以下几章阐述。

二、通信供电系统的改革

1. 改革前后的通信供电系统

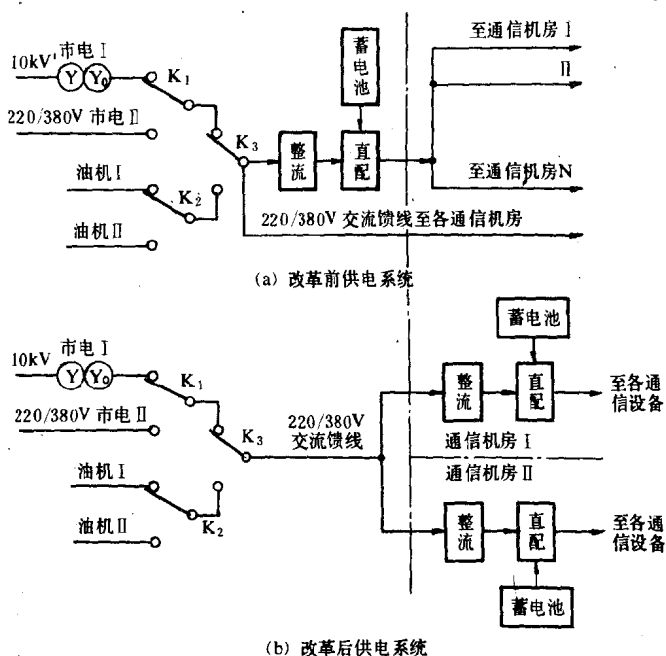


图 2-1 改革前后的通信供电系统框图

从图 2-1 可以看出,改革前是将整流器、交直流配电屏、蓄

电池均集中放在电力室,然后将低压直流电馈送到各通信机房。改革后,电力室只要保证交流供电,即将 220/380V 交流市电直接送入通信机房即可。而直流电源则由通信机房自备的整流器、蓄电池、直流配电屏组成的供电系统就近供电于各通信设备,大大缩短了低压直流传输的距离,减少了能耗。下面将改革前后的经济效益作一比较。

2. 改革后的经济效益

(1) 节能

集中由电力室用低压大电流向各通信机房供电,和将交流市电直接进通信机房供电的能耗对比如下(以万门程控交换机房为例)。

直流功耗约为 30kW,直流馈电线电流约为 625A,电力室至通信机房全程压降为 1.6V,因此在馈线上功耗为 $P=1.6V \times 625A=1000W$ 。如改为 220/380V 市电直接引进通信机房,则在交流馈线上的损耗为

$$P_{\lambda} = \frac{P_{\text{出}}}{\eta} = \frac{30000W}{0.8} = 37500W = 37.5kW$$

$$I_{\text{线}} = \frac{P_{\lambda}}{\sqrt{3} U_{\text{线}} \cos \phi} = \frac{37500}{\sqrt{3} 380 \times 0.8} \approx 70.8A$$

式中, P_{λ} 为整流器输入交流功率,即自电力室输送到通信机房的交流功率; $P_{\text{出}}$ 为整流器输出功率,即通信设备所需功率; η 为整流器效率。

用 40mm² 铜导线作三相馈电线,电力室至用电机房导线有效长度取 30m,则每相输电线的电阻值为

$$R_L = \rho \frac{l}{S} = 0.0175 \frac{30}{40} = 0.013\Omega$$

在三相馈线上损耗总功率为

$$P_L = 3I_{\text{线}}^2 R_L = 3 \times (70.8)^2 \times 0.013 = 195.5 \text{ W}$$

与直流馈电相比节约损耗功率为

$$P_1 - P_L = 1000 - 195.5 = 804.5 \text{ W}$$

每天节能为 $804.5 \text{ W} \times 24 \text{ h} = 19308 \text{ Wh} \approx 19.3 \text{ kWh}$ 。全年 365 天就可节电 $(19.3 \times 365 =) 7045 \text{ kWh}$ 。

这仅是以 1 个万门市话局为例得到的结果。如果全国所有通信机房全部采用这种供电系统，每年至少可为国家节电 100 万度以上。

(2) 减少机房占地面积

目前的电力室、蓄电池室占用机房面积差不多要占整个电信局机房面积的 1/3 或 1/4，如果取消电力室和蓄电池室，将整流器和蓄电池分散放在紧靠通信机房的值班室内，只要将原值班室略为扩大，不需另立机房（油机发电机房仍应保留），这就大大节约了基建投资费用。

(3) 减少值机人员

随着科学技术的发展，通信电源设备的自动化程度和监控能力均较可靠，特别是阀控式密封铅酸蓄电池的诞生，使值班人员的工作量非常少。如果像目前那样集中供电，就必须建立一个班组轮流值班才行。而将通信电源设备分散至各通信机房，因通信机房本来就有人值班，只需辅于日常维护知识，就完全可以兼管。

3. 分散供电的忧虑

(1) 将蓄电池放在通信机房是否会污染机房

在绪论里已经提到，80 年代我国也曾提出过将电源设备分散安装在各个机房内的分散式供电方式，只是由于电池未过关

而未被重视。但是现在，阀控式密封铅酸蓄电池密封度很高，完全不必担心酸雾泄漏。

(2) 在集中供电系统中，电力室一般都放在最低层，而通信机房则在二、三层楼，这样笨重的电源设备对楼板的压力是否承受得了。

① 今后电源设备也与通信设备一样，向小型化方向发展，开关电源替代了带有笨重工频变压器和低频滤波器的相控电源。

② 在设计电池容量时，由于要保证空调正常运行，故必须保证交流供电。蓄电池单独供电的时间仅仅是在市电停供起至油机尚未开出的短暂期间内，平时仅起滤波作用。先进国家在计算电池容量时，只考虑 15 分钟，最多也不过 1 个小时，这就大大缩小了电池的体积和重量。

③ 先进国家将通信机房内直流供电系统分成几个独立单元，每个单元包括一部整流器和一组电池，实行 $N+1$ 的供电方式。例如：某机房满负荷供电需 $48V/500A$ ，可以设计一个 $500A$ 直流屏， $100A$ 整流模块 6 个（即 $500+100$ ）。平时 6 个模块均热备，同时供电，电流均分。当其中一个模块障碍，总负荷由其它 5 个模块均分，值班人员可立即更换障碍模块，待修复后换上。电池同样可以分为六组，每组为 $48V/200AH$ 与自身独立单元整流模块并联浮充供电于负载。很明显，这种分散供电方式运行时不可能所有模块同时发生故障，故可靠性要远大于集中供电。

总之，在设计指导思想上，必须将传统的以蓄电池为主要供电设备，改变为以确保交流电的供应为主，才能满足现代通信的需要。

三、现代贮能设备

1. 阀控式密封铅酸蓄电池

传统的开口型电池，平时由于水的蒸发和充电终期的分解，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。这就给维护人员带来很大的工作量。阀控式密封铅酸蓄电池的正负极板与电解液和一般铅酸电池一样，但其具有如下特点：

① 密封程度很高，电解液呈凝胶状或被吸收在高孔率的隔离板内，不像开口型电池中的电解液那样可以自由流动，所以阀控式密封铅酸蓄电池可以横放。

② 极板栅采用少锑或无锑铅合金，自放电小。

③ 正负极板全被隔离板包围，有效物质不易脱落，使用寿命长。

④ 由于密封好，水分不易蒸发，加之采用阴极吸收法抑制气体产生，利用负极容量相对于正极容量过剩来吸收氧气，而氢气发生量也甚微，故毋须增添蒸馏水。

由于阀控式密封铅酸蓄电池具有以上特点，大大减少了工作人员对电池的维护工作量，故也被称之为“免维护蓄电池”。

2. 太阳能电池

利用太阳能作光源的电池称为太阳能电池。