

通 信 电 源

朱雄世 杨明君 石景魁 译
尹民光 周锦泉

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

本书译自日本通信用电源研究会主编的《新版·通信用电源》1980年版。本书以通信用电源为中心，系统地阐述了通信电源的供电系统，电源设备的基本原理，电路性能和系列产品，电源系统集中监视和无人局站的遥远供电传输技术以及通信电源的设置。本书还介绍了通信电源新能源供电系统和技术。内容全面，深入浅出，是一本值得参考书。

本书适合通信工程技术人员和通信电源技术人员阅读，并可供有关大专院校师生参考。

通 信 电 源

朱雄世 杨明君 石景魁 译
尹民光 周锦泉
责任编辑：李光铃

●
人民邮电出版社出版
北京东长安街27号
河北省邮电印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售
●

开本：850×1168 1/32 1987年10月第 1 版
印张：19 12/32 页数：310 1987年10月河北第1次印刷
字数：509千字 插页：7 印数：1—2 700册

统一书号：15045·总3346—有5500

定价：4.50元

目 录

第一章 总 论

1.1 电信设备和电源	(1)
1.2 通信电源的构成	(3)
1.2.1 受电装置	(5)
1.2.2 电池	(6)
1.2.3 整流装置	(7)
1.2.4 信号电源装置	(7)
1.2.5 直流——直流变换装置	(8)
1.2.6 直流——交流变换装置	(8)
1.2.7 内燃机发电装置	(10)
1.3 通信电源方式	(10)
1.3.1 市电电源方式和独立电源方式	(11)
1.3.2 直流供电方式	(13)
1.3.3 交流供电方式	(15)
1.3.4 变换供电方式	(18)
1.3.5 集中电源方式和分散电源方式	(19)
1.4 通信电源中的备用能源	(19)
1.4.1 市电电源的停电状况	(20)
1.4.2 通信设备的消耗电流特性	(22)
1.4.3 蓄电池的保持时间	(22)
1.5 各种通信设备需要的电力	(24)
1.6 通信电源设备的特点	(29)
1.6.1 设备投资方面的特点	(29)
1.6.2 维护方面的特点	(33)

第二章 半导体元件及其电路

2.1 半导体元件	(35)
-----------------	--------

2.1.1	概论	(35)
2.1.2	PN结	(36)
2.1.3	半导体整流元件的构造	(39)
2.1.4	各种整流元件的电气特性	(41)
2.2	可控硅	(45)
2.2.1	与晶体三极管的比较	(45)
2.2.2	可控硅的阳极特性	(47)
2.2.3	可控硅的导通、关断特性	(49)
2.2.4	临界正向电流上升率 (di/dt) 和临界正向电 压上升率 (dv/dt)	(50)
2.2.5	各种可控硅	(50)
2.3	整流电路	(53)
2.3.1	基本整流电路	(53)
2.3.2	整流电路的各种系数	(58)
2.3.3	电源杂音和平滑滤波电路	(61)
2.3.4	硅整流元件的保护电路	(69)
2.3.5	整流电路中的高次谐波干扰	(71)
2.4	直流变换电路	(74)
2.4.1	直流斩波器电路	(75)
2.4.2	推挽型变换器电路	(77)
2.4.3	串联谐振型变换器电路	(78)
2.4.4	DC——DC变换器的分类与特点	(79)
2.4.5	采用功率晶体管的开关电路	(80)
2.5	逆变电路	(88)
2.5.1	逆变器的分类	(89)
2.5.2	逆变器电路	(89)
2.5.3	可控硅变频器电路	(94)

第三章 自动电压调整的概念及其电路

3.1	自动电压调整的概念	(97)
-----	-----------------	--------

3.2	机械的自动电压调整	(98)
3.3	利用铁心饱和特性的自动电压调整	(100)
3.3.1	利用铁磁谐振的自动电压调整	(100)
3.3.2	饱和电抗器和磁放大器	(103)
3.3.3	采用串联电抗器的自动电压调整	(106)
3.3.4	采用差动电抗器的自动电压调整	(110)
3.3.5	直流互感器 (DCCT)	(111)
3.4	采用半导体的自动电压调整	(111)
3.4.1	齐纳二极管	(112)
3.4.2	晶体管串联稳压电路	(114)
3.4.3	利用斩波技术的自动电压调整	(116)
3.4.4	利用相位控制的自动电压调整	(119)
3.4.5	逆变器中的自动电压调整	(126)
3.5	各种控制电路	(127)
3.5.1	差动放大器	(127)
3.5.2	单结晶体管 (UJT) 相位控制电路	(128)
3.5.3	多谐振荡器	(133)
3.5.4	施密特电路	(135)
3.5.5	控制电路实例	(136)

第四章 电池

4.1	概述	(138)
4.2	一次电池	(139)
4.2.1	干电池	(139)
4.2.2	充电干电池	(143)
4.2.3	空气湿电池	(144)
4.2.4	注水式电池	(146)
4.2.5	一次电池使用方面的注意事项	(146)
4.3	铅蓄电池	(146)
4.3.1	铅蓄电池的化学变化	(146)

4.3.2	极板的结构型式	(147)
4.3.3	涂膏式铅蓄电池和铠甲式铅蓄电池的比较 ...	(150)
4.3.4	格栅合金	(151)
4.3.5	固定式铅蓄电池的结构	(151)
4.3.6	隔离物	(154)
4.3.7	电解液	(155)
4.3.8	高放电率铅蓄电池和一般固定式铅蓄电池 ...	(156)
4.4	铅蓄电池的特性	(158)
4.4.1	初充电	(158)
4.4.2	浮充充电	(159)
4.4.3	均衡充电和补充充电	(160)
4.4.4	充电终了的判定和自动充电	(162)
4.4.5	铅蓄电池的容量	(162)
4.5	通信电源用的铅蓄电池特性	(165)
4.5.1	影响铅蓄电池容量的因素	(165)
4.5.2	通信电源用的铅蓄电池的容量计算	(167)
4.5.3	停电时的蓄电池耐用时间计算	(168)
4.6	碱性蓄电池	(173)
4.6.1	极板结构、化学变化和电动势	(173)
4.6.2	碱性蓄电池的电气特性	(175)
4.6.3	完全密闭式碱性蓄电池	(178)

第五章 直流供电方式

5.1	直流供电方式的概要	(183)
5.1.1	交替充放电方式	(183)
5.1.2	半浮充方式	(183)
5.1.3	全浮充方式	(184)
5.2	全浮充方式	(185)
5.2.1	全浮充方式和蓄电池的电压变动	(185)
5.2.2	全浮充方式的基本方法	(186)

5.2.3	全浮充方式的种类	(187)
5.3	全浮充方式使用的整流器	(190)
5.3.1	主电路	(190)
5.3.2	自动控制电路	(191)
5.3.3	告警电路	(198)
5.3.4	主整流装置的设置方式	(198)
5.4	尾电池方式(<i>END CELL</i> 方式或 <i>EN</i> 方式)	(200)
5.4.1	尾电池方式的原理和特点	(200)
5.4.2	电池个数和转换段数	(202)
5.4.3	尾电池方式的整流装置	(205)
5.5	整流元件降压方式	(208)
5.5.1	整流元件降压方式的原理和特点	(208)
5.5.2	硅降压元件的特性	(211)
5.5.3	<i>SID</i> 方式整流装置	(211)
5.6	直流电压变换供电方式(<i>VCS</i>)	(215)
5.6.1	直流电压变换供电方式的原理和特点	(215)
5.6.2	各装置的概要	(216)
5.6.3	直流电压变换供电方式的构成	(217)
5.7	其他电源方式	(221)
5.7.1	阀型方式	(221)
5.7.2	反压电池降压方式	(224)
5.7.3	直流电阻降压方式(<i>DVR</i> 方式)	(225)
5.7.4	碳柱降压方式	(225)
5.7.5	升压方式	(226)
5.7.6	一次电池方式	(227)

第六章 变换供电方式

6.1	变换供电方式的概念	(233)
6.1.1	变换供电方式的经济性	(233)
6.1.2	变换供电方式的可靠性	(235)

6.2	直流——直流变换供电方式	(237)
6.2.1	旋转型直流——直流变换供电方式	(237)
6.2.2	静止型直流——直流变换供电方式	(238)
6.3	直流——交流变换供电方式——其一、信号频率 电源	(260)
6.3.1	信号的种类及用途	(260)
6.3.2	信号电源装置	(269)
6.4	直流——交流变换供电方式——其二、市电频率 电源	(283)
6.4.1	概要	(283)
6.4.2	通用型交流电源装置	(283)
6.5	交流——直流变换供电方式	(287)
第七章 交流供电方式		
7.1	交流负荷的通信设备及其电源方式的变迁	(289)
7.1.1	微波通信设备的电源	(289)
7.1.2	同轴电缆通信设备的电力传输用电源	(290)
7.1.3	信息处理装置用稳频稳压电源	(291)
7.1.4	短波局用电源	(291)
7.2	交流不停电电源方式 (3-EG三发电机组方式) ...	(292)
7.2.1	交流不停电电源装置的原理	(292)
7.2.2	装置的概要	(293)
7.3	交直流不停电电源方式 (MGG方式)	(297)
7.3.1	交直流不停电电源装置的原理	(297)
7.3.2	装置的概要	(298)
7.4	交直流驱动交流不停电电源方式 (DMA方式) ...	(303)
7.4.1	交直流驱动交流不停电电源装置的原理	(304)
7.4.2	装置的概要	(304)
7.4.3	DMA方式和3-EG方式的比较	(307)
7.5	3-EG、MGG、DMA方式的并联运行和同步转	

换.....	(308)
7.5.1 旋转机相互间的同步转换	(308)
7.5.2 旋转机和市电电源直接馈送电路相互间的同步转换.....	(309)
7.6 旋转型稳频稳压电源装置	(311)
7.6.1 实现稳频输出的方法	(311)
7.6.2 容许停电型稳频稳压电源装置的原理	(312)
7.6.3 容许停电型稳频稳压电源装置的概要	(313)
7.6.4 不停电型稳频稳压电源装置	(313)
7.7 静止型交流电源装置的基本要素	(317)
7.7.1 桥型逆变器和换向电路	(318)
7.7.2 正弦波技术	(321)
7.7.3 并联运行	(324)
7.7.4 并联冗余运行	(326)
7.8 大容量交流电源装置	(326)
7.8.1 装置的概要	(327)
7.8.2 装置的特性及性能	(327)
7.8.3 故障顺序显示电路	(330)
7.9 高精度交流电源装置	(331)
7.9.1 装置的概要	(332)
7.9.2 装置的特性及性能	(333)
7.9.3 主要电路及工作原理	(339)
第八章 电力传输方式	
8.1 电力传输方式的组成	(344)
8.1.1 电力传输线路	(344)
8.1.2 供电系统的接地	(347)
8.1.3 供电电路的构成	(347)
8.1.4 直流稳流供电及交流稳压供电	(349)
8.1.5 电压分担方式	(350)

8.1.6 供电装置的冗余构成	(351)
8.2 供电装置	(353)
8.2.1 稳流控制方式	(353)
8.2.2 稳流DC-DC变换器的冗余构成	(354)
8.3 电力传输的实例	(355)

第九章 受电装置

9.1 受电和电气事业法(从略)	(368)
9.2 受电装置的主要设备概要	(368)
9.2.1 变压器	(368)
9.2.2 仪表用互感器	(371)
9.2.3 电力开关装置	(373)
9.2.4 超前相位电容器(电力用电容器)	(378)
9.2.5 避雷器	(380)
9.2.6 受电用保护继电器	(383)
9.3 实际使用的受电设备	(386)
9.3.1 受配电系统的构成	(386)
9.3.2 受电用设备的容量计算	(387)
9.3.3 低压受电	(387)
9.3.4 高压受电	(388)
9.3.5 特高压受电	(390)
9.3.6 电源系统的自动控制	(393)
9.3.7 改进功率因数的各种装置	(394)

第十章 柴油机及燃气轮机发电装置

10.1 概 述	(395)
10.1.1 种类和用途	(395)
10.1.2 发电机的特性	(396)
10.2 柴油发电机装置	(397)
10.2.1 柴油发电机装置的组成	(397)
10.2.2 柴油机的特点	(398)

10.2.3	柴油机的分类及其概要	(398)
10.2.4	平均有效压力和机器马力	(402)
10.2.5	燃料油、润滑油及其消耗量	(406)
10.2.6	柴油机的构造概要	(411)
10.2.7	固定式柴油发电机组的种类和它的各组成部分	(428)
10.2.8	移动式发电装置	(430)
10.2.9	柴油机的定期检查	(434)
10.3	燃气轮机发电装置	(436)
10.3.1	燃气轮机的概要和特点	(436)
10.3.2	燃气轮机的分类	(438)
10.3.3	推进力和机器马力	(441)
10.3.4	燃料油、润滑油及其消耗量	(442)
10.3.5	燃气轮机的构造	(442)
10.3.6	固定式燃气轮机发电装置	(446)
10.3.7	移动式燃气轮机发电装置	(454)
10.3.8	燃气轮机发电装置的整修作业	(454)
10.4	运行和自动控制	(457)
10.4.1	柴油发电机组的运行和自动控制概念	(458)
10.4.2	柴油发电机组自动控制作条件	(459)
10.4.3	实际使用的气起动机的自动控制装置	(461)
10.4.4	燃气轮机发电装置的运行	(462)
10.5	实际使用的自动控制电路	(464)
10.5.1	电路基础	(464)
10.5.2	动作表	(465)
10.5.3	柴油机的自动控制电路	(468)
第十一章 监视控制装置		
11.1	概述	(473)
11.2	电力装置的集中监视控制	(474)

11.2.1	电力电路集中告警装置.....	(475)
11.2.2	中容量电力集中监视装置.....	(476)
11.2.3	特高压受电监视装置.....	(481)
11.2.4	大容量电力集中监视装置.....	(481)
11.3	无人值守局的电力设备的远距离监视控制.....	(486)
11.3.1	交换系统的远距离监视控制.....	(487)
11.3.2	载波系统的远距离监视控制.....	(490)
11.3.3	无线系统的远距离监视控制.....	(494)

第十二章 独立电源方式

12.1	独立电源方式的概要.....	(497)
12.2	独立电源方式的种类和应用分类.....	(498)
12.3	各种独立电源方式.....	(501)
12.3.1	柴油机组发电方式.....	(501)
12.3.2	太阳能电池方式.....	(505)
12.3.3	风力发电方式.....	(512)
12.3.4	燃料电池.....	(517)
12.3.5	闭路循环燃气轮发电机.....	(522)
12.3.6	波力发电.....	(523)
12.3.7	海洋温度差发电方式.....	(523)
12.3.8	热电发电.....	(523)
12.4	混合方式.....	(524)

第十三章 实际通信电源设备的设计

13.1	选定电源装置和机器并决定容量.....	(526)
13.1.1	收集基础资料.....	(526)
13.1.2	选定电源装置和机器.....	(526)
13.1.3	决定电源装置和机器的容量.....	(529)
13.2	机器布置和局站机房.....	(538)
13.2.1	机器布置.....	(538)
13.2.2	警报监视装置.....	(541)

13.2.3	局站机房建筑有关事项	(541)
13.3	配线设计	(545)
13.3.1	交流回路的配线设计	(545)
13.3.2	直流回路的配线设计	(546)
13.3.3	信号电源等的输入输出回路及控制警报回路 的配线设计	(553)
13.3.4	接地电路的配线设计	(554)
13.4	在通信电源中的防灾措施	(559)
13.4.1	市电电源长时间停电的对应措施	(559)
13.4.2	抗震措施	(560)
13.4.3	对风水害的措施	(563)
13.4.4	防火措施	(564)
13.4.5	防雷措施	(564)
13.4.6	防灾措施用的电力设备	(566)

第一章

总 论

1.1 电信设备和电源

人类使用电话已有一个世纪以上的悠久历史，目前电话仍在继续发展并已成为我国的主要通信手段。它不仅与社会经济的发达不可分割，而且与供水管道、电气、煤气等设施相并列成为我们日常生活中不能缺少的公共服务项目之一。

由遍布全国各个角落的电话机、联接电话机之间的传输线路、交换机等形成了巨大的公共电信网，由它向全国提供电话业务。而且，这个电信网又和近年来飞速发展的电子计算机紧密结合，以联机实时处理的形式实现了全国各处的金融机关相互之间的支票交换和存款的自动取存，它对于信息化社会的发展起着极其重要的作用。

另一方面，最近图象通信技术的进步也非常明显，图象信息系统和传真业务的大众化在稳步发展，将来可通过综合的数字通信网更为经济地提供使电话、数据、图象综合在一起的多种多样的业务。

这样，随着电信业务与社会生活的关系越来越密切，对电信网可靠性的要求也越来越高。另外，也发生过因一个局站的故障使社会活动瘫痪，引起极大混乱的现象。因此，即使受到灾害时也要确保通信的畅通，这一问题显得更为重要。

为此，对于组成电信网的传输设备、交换机、信息处理装置、电源装置等每个设备，提高它们的可靠性是不言而喻的，同时，对于整个电信网的可靠性也提出了更高的要求。其中，尤其是通信电源，它作为电信设备的能源，如停止工作将使整个电信网的业务立

刻停顿下来，因此，可以说通信电源在电信网上处于极为重要的位置。

这里所说的通信电源定义为具有向组成电信网的各种通信设备直接提供必要能源的设备总称。本书所涉及范围就以此为限。这里特别强调了直接二字，主要是为了和照明、空调、电梯等局站机房用电源相区别。

通信电源是供给符合各种通信设备所要求规格的电力系统，一般还包括局站机房用的电源，它依赖于电力公司所提供的市电作为其能源。但是，现在的市电虽说相当稳定，但不可避免有时会发生预先通知停电和突然发生的事故停电，当一旦发生了这样的停电，就停止了电信网的功能，将会严重妨碍日常生活和社会活动。因此，当利用市电时，照样存在不能使用的情况，还必须准备蓄电池和备用发电设备等代用能源，以便在停电及机器发生故障时使用，做到使通信电源能够稳定供电。关于受电设备及备用电源设备，一般不分通信用和局站机房用，而是集中设置以求经济性。

对通信电源所要求的一般事项可概括如下：

(1)应经济地向负荷提供必要数量并符合所需规格的电力。

为了使各种通信设备稳定工作并保持良好的质量，通信电源设备必须提供能满足必要的数量和质量的电力。关于通信电源基本的外部条件，具体地规定了诸如电压种类、标称值、杂音、过渡变动值、空调条件、瞬间中断容许值等详细的相关条件。电源设备不仅要满足这些外部条件，而且作为供电系统还必须在维保、经济性等一切方面取得与通信设备之间的协调。

(2)应既稳定、可靠性又高

一般，电源设备的成本与设备容量成比例，但有便宜的趋势。因此，与分散设置相比较，大多数采用与终局容量相称的集中供电方式。当通信设备发生故障时往往只限于一部分通信功能的停止，而当电源设备发生故障时，则往往造成整个通信业务的停止，故危险性大。如前所述，电信业务的停止会使社会功能瘫痪，由于充分

考虑到这一问题，对于称为电信网的原动力的通信电源就要求更加稳定、所用的设备可靠性更高。出于这样的背景，对于通信电源，除了对应于元件、电路、方式等各种标准作冗余设计外，还要对备用设施给予充分的考虑。

已如前述，必须采用一个完整的供电系统。这样，即使是市电停电的情况亦能供给电信设备所需要的电力。

(3)应适应外部环境的規定

通信电源设备必须遵守电气事业法及消防法、建筑标准法、劳动安全卫生法等与电力有关的各种法令规定。另外，近年来，节省能源，消除公害已作为我国的指导方针，而以能源变换作为基准的电力设备当然也应该适应这些规定和方针。

从以上各点可以看出，通信电力设备必须具有更高的可靠性和变换效率，并应为降低建筑费，经营费的技术实用化而努力，同时还必须开发有助于安全，无公害，省能源方面的技术。

1.2 通信电源的构成

向通信设备提供所需电力的通信电源其一般构成如图 1.1 所示。

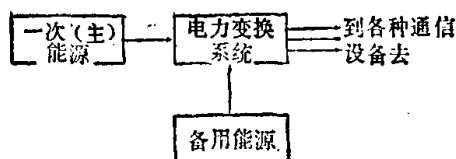


图 1.1 通信电源的构成

当市电作为一次能源时，一般为了防备停电等原因，要把蓄电池作为备用能源使用。当通信设备的容量比较大时，考虑备用能源的经济性，我们把备用能源分成短时间能源和长时间能源，前者采用蓄电池，后者采用内燃机发电设备。

另一方面，在难以得到市电的地方，作为一次能源往往采用内

燃机发电设备，当容量较小时，可采用太阳能电池和一次电池等。此时，备用能源的构成是与采用市电时完全一样的。但是，当一次能源为一次电池时，由于稳定性高，故可省去备用能源。另外，风力发电装置，燃料电池等新能源现已引人注目。

这些通信电源具体的是由变压器、配电盘、电池、整流装置、柴油机发电机等多种设备所组成，然而，任何设备都在随着各自技术的进步不断发展。

这里，注意一下近年来电力技术的动向，即可发现其最大特点在于随着电力以半导体元件的采用及电路技术的进步，各种旋转式电力装置已向静止型发展。让我们回顾一下历史，以往主要作为直流电源的电动发电机组在1955年后被硒整流器所取代。1965年后由于可控硅变换器的出现，使得旋转式增压电源设备、信号计次器电源设备逐渐消失。另外，作为数据通信用的稳频稳压电源所广泛采用的克莱玛电源设备，也在1970年后随着半导体功率变换技术的应用，被可控硅逆变器的问世所取代。总之，电源设备正在向着静止型方面发展，以提高其稳定性，经济性及便于维保，降低噪音等。

电力技术可分为两种。一种是有关供电方式的系统技术，另一种是组成这种系统的设备元件等的元部件技术。

所谓系统技术是指向某通信设备供电时，要使数个元部件相组合，综合地研究其可靠性，维护性，经济性。对于整个通信方式而言，建立一个最佳供电方式的技术。这里对法令规定当然应当遵守，对于外部环境条件也要充分考虑。此外，为了使通信设备和电力设备形成一个最佳的完整的系统，其相互的要求条件，分担性能的调整也是相当重要的环节。例如，最近，通信设备还在小型化、消费电流也在逐渐减少，相反，由于高密度组装电子元件，电流的绝对值却在增加。另外，越来越需要高精度，多种类的直流低电压。因此，作为对策之一是将变换主电源的各个变换器各自分散设置，然而这样一来不仅损耗能源，而且成本也增大。由于以上原