

中等专业学校教学用书

无线电通信电源设备

原編者：季 六 千 李 亚 琴

审校者：邮电院校无线电通信电源设备选編組

人民邮电出版社

中等专业学校教学用书

无綫电通信电源設備

原編者：季 六 千 李 亞 琴

审校者：邮电院校无綫电通信电源設備选編組

人 民 邮 电 出 版 社

1962

内 容 提 要

本书探討无綫电通信設備中所用的各种电源。第一至六章系統地講述整流器的原理和設計。第七章介紹各种穩压器。第八章講直流变交流的变換設備，第九章叙述各种化学电源，最后二章介紹收信和发信中心的供电系統。本书是邮电中等专业学校无綫电通信专业的教学用书，亦可供一般电信机务人員参考。

无綫电通信电源設備

原編者：季 六 千 李 亚 琴

审校者：邮电院校无綫电通信电源設備选編組

出版者：人 民 邮 电 出 版 社

北京东四 6 条 13 号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八号)

印刷者：北 京 市 印 刷 一 厂

发行者：人 民 邮 电 出 版 社

开本 787×1092 1/32

1962 年 7 月北京第一版

印張 8 頁數 256

1962 年 7 月北京第一次印刷

印刷字數 186,000 字

印數 1—2,500 册

統一書号：K15045·总1310—无345

定价：(9)0.95 元

序 言

本书是参照邮电部中等电信专业学校无线电通信专业1959年指导性教学计划，并结合各邮电院校对本课程的教学经验选编的。本书主要内容取材自苏联B.П. 杰连捷夫的“无线电设备电源”一书。

全书共分十一章，包括整流阀、整流器的基本工作情况，电容性负载整流器，电感性负载整流器，平滑滤波器，整流器设计，电压调整与稳定装置，其他交流设备，化学电源，无线电发信中心的供电及无线电收信中心的供电。在整流器设计一章中附有计算例题，并在书末附有有关参考资料。

本书的编审工作是在武汉邮电学院负责主持下，由邮电院校“无线电通信电源设备”编审小组进行选编和审修的。初稿是由武汉邮电学院教师季六千、李亚琴两同志编写的。参加选编工作的有江西邮电学校教师施瑞星，湖北邮电学校教师吴先珍等同志，并由长春邮电学院教师齐向奎同志负责总的审校工作。

由于水平限制和经验不足，选编和审稿时间短促，在内容方面难免还存在缺点甚至错误，希望使用本书的教师和学生以及广大读者，积极提出批评与改进意见，便于今后修订提高。

1962年4月

緒 言

无綫电通信事业是党和国家通信系統的一个不可少的組成部分，它和有綫电綜合利用，組成我国完整的通信網路。电源設備則是无綫电通信机械設備的重要組成部分。无綫电通信质量的高低，在很大程度上取决于电源設備的质量。所以，提高无綫通信电源設備的质量、效率与可靠性，降低制造成本，是有重要的意义的。此外，提高无綫通信电源設備的維護质量，不断地提高和發揮无綫通信电源設備的潛在能力，降低日常維護开支以及保證可靠地供电，也都是极为重要的問題。

无綫电通信設備，主要有发信、收信及轉播或中繼設備等。这些設備中都使用电子器件。无綫电电源設備的任务就是对这些設備供給安全可靠，质量符合要求而且經濟的电源。

在应用最广的电子管的电源方面，常需要电压为 6.3 伏、电流約数安的交流电源（供給一般电子管的灯絲），及电压为 250 伏、电流約数百毫安的直流电源（供給一般电子管的屏极电源）。

在发信設備中，常需采用电压为十至数十伏、电流大于数十安的交流电源（供給功率管的灯絲）以及电压为数千伏、电流約为几安的直流电源（供給功率管的屏极电源）。

电子管的灯絲电源，可以由变压器把交流电源降压后得到，而电子管的屏极电源通常是通过整流器把交流电变为不同电压的直流电源。因此整流器应用得十分广泛，可认为是无綫电电源設備的主要部分。整流設備的設計、安装、維護和使用的质量会直接影响无綫电設備的工作质量。

在沒有市电的場所，小功率无綫电設備常由化学电源来供

電，最簡單的方法就是採用原電池。但是必需指出，原電池的容量很小，價格較高，使用時可靠性較低，並且不便于保存，所以主要是用在簡單的輕便設備中，如步談機、輕便收信機及移動式音頻放大器等中。小功率無線電設備的另一種化學電源是蓄電池。蓄電池的容量比原電池大許多倍，並且可以用充電的方法來恢復蓄電池的容量，因此蓄電池的日常維護費就比原電池低。一般常用的蓄電池組的電壓有6伏、12伏及24伏等數種。這些電壓值都不能滿足電子管屏極電源電壓的需要，所以在用蓄電池作為電源設備時常附設自低壓直流電源轉換為高壓（約數百伏）直流電源的轉換設備。最常見的轉換設備是振動子變換器及單樞換流機。一般在功率較小時採用振動子變換器，功率較大時則採用單樞換流機。

大功率無線電設備以市電供電時，常同時採用原動機帶動的三相交流發電機來作備用電源，以保證通信不致因斷電而中斷。原動機常採用柴油機及汽油機。柴油機的燃料價格便宜，效率較高，並且不會產生火花，干擾無線電收信，所以柴油機得到了普遍應用。功率較小或用於輕便無線電設備時，也可以採用汽油機。由汽油機驅動的發電機發出交流電源，再經過整流設備變換為適合於電子管屏極電源需要的直流電源。為保證無線電通信的通暢與可靠，這種備用電源設備，在維護上是與主要電源設備同樣重要的。

無線電通信的主要設備，是發信設備與收信設備，這些設備通常是集中裝設於城市的郊區，稱為發信中心收信中心。發信中心的耗電量很大，一般都需要由城市電力網專線供電，並且採用高壓線引入，經降壓後供給各部發射機使用。收信中心常採用交流供電，因為功率不大，所以收信機的電源常採用220伏或110伏的單相交流電源。

为了保証无綫电設備正常工作及便于調整，許多无綫电发射或接收設備皆裝有电压調整裝置，例如最常見的調压設備是自耦變壓器。大功率發信機，為了在調諧過程中不致發生過載現象，常裝有較複雜的調压裝置。

随着无綫电通信設備的不斷發展，現代化无綫通信設備的數量不斷增長，对无綫电源設備質量的要求也不斷提高，电源的电压穩定度必須很高，雜音水平必須很低。因此，良好的穩压裝置及滤波設備已成為某些无綫通信設備的必要裝置。

本書一至六章較系統地講述了整流器的原理与小功率整流器的設計。學習這些章節時，必須相互聯系，建立系統的概念，例如在第一章中，要掌握各種整流閥的工作原理、應用和維護，為今後在學習第六章整流器的設計打下基礎，更好地掌握整流閥的選用，手冊的查閱與技術數據的應用。通過整流器設計一章的學習，應把有關整流器各章的內容聯系起來，獲得一個整體概念。

在第七章电压的調整與穩定裝置中，必需掌握調压與穩压的目的及它們的用途，同時掌握各種常用的調压與穩压裝置的基本電路與工作原理。

第八章討論了幾種其他交換設備，它們主要是應用在沒有交流市電的地方，或移動的輕便設備上。這種變換設備，以蓄電池為电源，將低壓直流變成高壓直流。

第九章討論了常用的化學电源——原電池與蓄電池，原電池也廣泛地用于輕便的小功率設備中，而蓄電池則常用作發信中心的事務照明與收信中心的电源。

第十章討論了无綫電發信中心的供电，通過發信中心的供电特點（例如功率大，可靠性要求高，日常維護費用必需低以及必須安全等）來理解發信中心的各種設備的工作原理，同時

也应当注意与其他課程的联系，并且結合我国邮电企业实际情况进行学习。

最后一章叙述了收信中心的供电問題，收信中心的特点是要求电源可靠，并且設置于杂音水平（主要是工业干扰）較低的郊区。在本章中討論了几种常用的供电方法。

通过上述各章的学习，应把整流閥、电路原理、分析計算、設計及专业电源等联系起来，成为一个完整的知識。这样才能做到灵活运用，解决生产建設中接触到的实际問題。

目 录

序言

緒言

第一章 整 流 閥

§ 1.1 整流閥的一般要求	1
§ 1.2 真空二极整流管	3
§ 1.3 充气整流管	4
§ 1.4 阴流管	11
§ 1.5 汞弧整流管	13
§ 1.6 半导体整流閥	19

第二章 整流器的基本工作情况

§ 2.1 单相半波整流电路	32
§ 2.2 单相全波整流电路	33
§ 2.3 純电阻负载时三相整流器的工作情况	34
§ 2.4 电感性负载时整流器的工作情况	37
§ 2.5 直流电动势负载时整流器的工作情况	39
§ 2.6 电容性负载时整流器的工作情况	40
§ 2.7 混合负载时整流器的工作情况	42

第三章 电容性负载整流器

§ 3.1 概述	45
§ 3.2 电容性负载整流器工作情况分析的简化条件	48
§ 3.3 截止角 θ 与参数 A 的計算	49
§ 3.4 变压器次级线圈的电压	52
§ 3.5 变压器次级线圈电流的有效值	53
§ 3.6 变压器初级线圈的电流有效值	54
§ 3.7 变压器的损耗与整流器效率	56
§ 3.8 变压器的容量	58

§ 3-9 通过整流閘电流的峰值	60
§ 3-10 整流閘损耗功率	62
§ 3-11 整流电压的交流成份	63
§ 3-12 整流器的外特性	65
§ 3-13 单相桥式整流电路	66
§ 3-14 倍压整流电路	70

第四章 电感性负载整流器

§ 4-1 概述	72
§ 4-2 小功率电感性负载整流器工作情况分析的简化条件	73
§ 4-3 整流器空载电压	74
§ 4-4 变压器次级空载电压有效值	76
§ 4-5 变压器次级电流有效值	76
§ 4-6 变压器初级电流有效值	77
§ 4-7 变压器的容量	81
§ 4-8 整流閘参数的计算	81
§ 4-9 整流器输出电压脉动	82
§ 4-10 整流器的外特性	83
§ 4-11 考虑相电感时的电感性负载整流器	83
§ 4-12 六相半波电路	86
§ 4-13 三相串级电路	87
§ 4-14 三相桥式电路	89

第五章 平滑滤波器

§ 5-1 概述	93
§ 5-2 平滑滤波器的计算	94
§ 5-3 临界电感	101
§ 5-4 音频放大器平滑滤波器的计算	103
§ 5-5 无线电报发射机用滤波器	105
§ 5-6 滤波器上的过电压	107

第六章 整流器的設計

§ 6.1 設計的程序	110
§ 6.2 接收机整流器的設計	116
§ 6.3 音频放大器整流器的設計	125

第七章 电压調整与稳定装置

§ 7.1 概述	133
§ 7.2 直流側的調整与交流側的調整	134
§ 7.3 改变整流閥参数的調整电压方法	139
§ 7.4 稳压器和稳流器的类型	145
§ 7.5 充气管稳压器	145
§ 7.6 鎮流管稳流器	149
§ 7.7 电子稳压器	151
§ 7.8 鉄磁稳压器	156
§ 7.9 炭质調整器	164

第八章 其他变流設備

§ 8.1 概述	166
§ 8.2 振動式变换器	167
§ 8.3 旋轉变换机	170
§ 8.4 半导体变换器	170

第九章 化学电源

§ 9.1 化学电源的应用	171
§ 9.2 原电池	172
§ 9.3 鉛蓄电池	177
§ 9.4 硷性蓄电池	188

第十章 無線电发信中心的供电

§ 10.1 无线电发信中心的电力系统	191
§ 10.2 控制設備与保护設備	197
§ 10.3 无线电发信中心供电电路举例	205
§ 10.4 灯絲供电方法	214

§ 10·5 自备发电站	221
--------------	-----

第十一章 無線電收信中心的供电

§ 11·1 無線電收信中心电源的一般要求	222
§ 11·2 交流供电	222
§ 11·3 直流供电	227

附 录

附录一 真空二极整流管特性表	230
附录二 充气管的主要数据表	231
附录三 整流用半导体二极管标准工作情况表	232
附录四 硒片規格表	233
附录五 稳压管特性表	234
附录六 电流稳定器(鎮流管)	234
附录七 电感性負載整流器电参数表	235
附录八 电容性負載整流器計算公式表	239
附录九 标准 III 型硅鋼片規格表	241
附录十 电源变压器的簡化結構設計	242
附录十一 滤波扼流圈簡化結構設計	244

参考書目

第一章 整 流 閥

§ 1.1 整流閥的一般要求

由金属导体或导线构成的电路，其导电率和电路中的电流方向无关，因此将这个电路接到交流电源上时，电路中的电流将同样是交流的。假设需要从交流电压供电的电路中得到直流，可以利用各种不同型式的整流器，例如：（1）机械变换器，它在一个周期中，按照一定的时间使电路中断或者接通；（2）电子或离子整流器件，它具有使电流只在一个方向通过的特性。

对某一方向电流的电阻比对反方向电流的电阻大很多倍的这种器件叫整流阀。理想的整流阀是对某一个方向（正方向）电流的电阻等于零，而对反方向电流的电阻为无限大。某些整流阀（水银整流管，充气整流管）的特性接近于理想整流阀。

一、整流阀的质量

整流阀质量的好坏，可用特性曲线表示。

1. 伏安特性曲线

理想整流阀曲线如图 1-1 所示。正向电压时电阻等于零，电流很大，而反向电压时，整流阀电阻为无限大，电流等于零。



图 1-1 理想整流阀特性曲线



图 1-2 实际整流阀特性曲线

实际整流閥曲綫如图 1·2 所示。加上正向电压时，整流閥的电阻不为零，电流不是无限大。加上反向电压时，电阻也不是无限大，电流不为零，而且反向电压越大时，反向电流随之增加。

整流閥以正向电阻愈小，反向电阻愈大为好。

2. 整流系数

在同一电压下测得的正、反方向的电流之比叫整流系数。对于一定工作电压来说，整流系数愈大，整流閥的质量愈高。

二、选择整流閥的一般要求

1. 正向电流振幅的容許值 在某些整流閥中，电流振幅值决定于阴极放射电流的大小（如真空二极管）或决定于阴极开始遭受破坏的电流（如充气整流管），所以在設計整流設備时，应根据不同整流电路中的电流振幅值来选择整流閥。必須使整流閥的正向电流振幅允許值（由整流閥特性表中查出）大于或等于流过整流閥的电流振幅（由电路計算而得）。

2. 正向电流的容許平均值 正向电流平均值与整流閥的内阻损耗（轉变为热能）有关。电流过大时，内阻损耗功率过高，会损坏整流閥，所以在选用整流閥时，应注意和整流器的輸出电流及整流电路相配合，使在額定負載电流下，通过整流閥电流的平均值（由电路計算而得）不超过整流閥的正向电流的允許平均值（由整流閥特性表查得）。

3. 整流閥正向电阻或整流閥上的电压降 多数整流閥的正向电阻（又称整流閥的内阻或电压降）与通过的电流大小有关，所以内阻的数值通常有一定的变化范围。在各种整流閥中，电流变动时对內阻的影响并不相同。整流閥内阻与其效率有关，内阻愈小时整流閥的耗損就愈小，因而整流設備的效率就愈高。真空二极管常用額定負載下的内阻（欧）表示，汞汽管則

不用內阻表示，而常用电压降（伏）表示，干式整流閥的內阻随通过整流閥的电流大小而变动，故必須通过計算求出。

4. 容許的反电压 当整流閥上加上反向电压时，电流不能通过。如果反方向电压过高，則整流閥会被击穿。整流閥所能承受而不致被击穿的电压称为容許反电压。整流閥容許反电压的数值随整流閥种类而不同，并随整流閥負載大小及工作溫度而变动。所以选用整流閥时应注意整流电路所产生的反电压，必須小于整流閥允許的反电压。电子及离子整流閥的反电压，在特性表中常用峰值表示，半导体整流閥則常用有效值表示。

三、整流閥的种类

电信企业电源設備中应用的整流閥，可分为下列三种：

1. 电子或高真空整流閥；
2. 离子或充气整流閥；
3. 半导体整流閥。

§ 1.2 真空二极整流管

真空二极整流管的构造与工作原理，已經在电子管課程中討論过。本节从整流观点出发，討論真空二极管的一般特性、种类、应用和维护。

一、伏安特性与效率

1. 伏安特性 从图 1.3 所示 B8-800 型高压整流管的特性曲綫中可以看到，为得到一安的屏流，在二极整流管的屏极上应加 600 伏左右的电压。

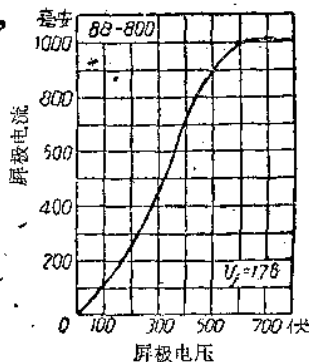


图 1.3 B8-800 型两极整流管特性曲綫

得到饱和电流时的电压 U_s 叫做“饱和电压”。在以后计算中遇到的 $R_i = \frac{U_s}{I_s}$ 值叫做“二极管整流管内阻”，它可以认为是一个常数，于是可用直线来代替实际的特性曲线。

在上面的例子里：

$$R_i = \frac{U_s}{I_s} = \frac{600 \text{ 伏}}{1 \text{ 安}} = 600 \text{ 欧}$$

因此可以看出，内阻大约有数百欧，所以电压降也相当大。如果减小屏极与阴极间的距离，或适当加大灯丝功率，整流电流就可以提高。

小功率氧化物阴极整流管的内阻约 150~300 欧，工作时内阻上的电压降约数十伏。

二、真空二极管整流管的种类

1. 按屏极的数目分，则有 (1) 单屏二极管真空整流管；(2) 双屏二极管真空整流管。后者又可分为单阴极及双阴极双屏二极管整流管。

2. 按阴极结构分，则有

(1) 直热式阴极（纯钨或氧化物阴极）整流管小功率真空整流管常采用氧化物阴极，大功率及高压真空整流管则常采用钨丝阴极。

(2) 旁热式阴极因为阴极各点电位相等，阴极各点发射量较均匀，旁热式阴极往往是氧化物阴极，所以仅能用于小功率整流器中。

§ 1.3. 充气整流管

一、汞汽整流管的构造和工作原理

1. 构造 汞汽整流管是一个玻璃管，其中装有灯丝（数氧

化物阴极)、阴极 f 和屏极 a (图 1-4)。灯丝电压較低 (一般低于 5 伏), 因为电压較高时可能产生内部放电现象。为了保证足够的加热功率, 所以灯丝电流較大 (約数安到数十安)。灯丝一般做成曲折状或螺旋状, 以防止离子漏击。屏极用石墨或鍍制成, 因为石墨具有耐高溫的特性。屏极引綫自管頂引出, 以保证絕緣良好。玻璃管的下面部分裝有水銀。时常在屏极与阴极間放置一不大的屏。此屏用以防止由阴极飞出的氧化物微粒落到屏极上, 这样就增强了汞汽整流管的耐压强度。此外, 此屏还用以防止离子直接撞击阴极。为了减少充气整流管内阻上的电压降, 屏极与阴极間的距离做得較小 (約 2~5 厘米)。

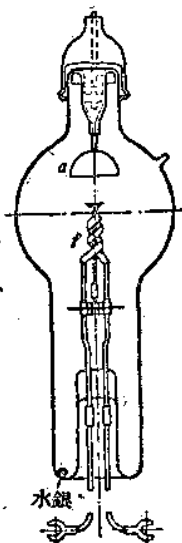


图 1-4 汞汽整流管的构造

2. 工作原理 当阴极通以电流时, 阴极便加热而放射电子。如果屏极加以正电压, 则在屏极电场的作用下, 由阴极飞出的电子便奔向屏极, 速度漸增。

当电子由阴极向屏极运动时, 它們与汞汽分子撞击。倘屏压不大, 则电子速度不大, 电子能量也就較小, 它与汞汽分子的碰撞具有弹性碰撞的性质。因为分子质量比电子质量大很多倍, 所以, 分子速度变化很小, 而电子在撞击时几乎失去了全部速度。在电场作用下, 电子在撞击后又开始向屏极运动, 速度又漸漸增加。经过某一距离后, 电子又与汞汽分子碰撞, 又失去其速度与动能。

电子到达屏极以前, 它与汞汽分子碰撞很多次, 但由于其