



晶体管收音机电源

黑龙江科学技术出版社

少年无线电丛书

7

内 容 提 要

本书介绍几种常用电池的性能和使用方法,以及几种不同的“整流电源”和“稳压电源”的制造方法。这些电源各有特点:有的简单易制,可供二、三管收音机使用;有的虽然复杂些,但性能较好,能为准绳收音机供电;也有的能提供较大电流,适合无线电实验使用。

本书针对少年读者的特点,在内容的叙述上由浅入深,形式上图文并茂。只要具备初级无线电实验技能,都能顺利地制作这些电源。

封面设计:韩 寒

少年无线电丛书

晶体管收音机电源

JINGTIGUAN SHOUYINJI DIANYUAN

陈鹏飞 编著

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区建设街35号)

依安印刷厂印刷·黑龙江省新华书店发行

787×1092毫米32开本7.5印张49千字

1986年2月第1版·1986年2月第1次印刷

印数:1—13,640册

书号:15217·186 定价:0.45元

出版说明

电子科学技术日新月异的发展把人类社会推进到一个灿烂的电子时代。今天，电子技术不仅广泛应用于国民经济各个部门，而且也渗透到人们的家庭生活。因而普及电子科学知识，推广应用电子技术的要求，比以往任何时候都更加迫切。近年来青少年电子科普活动蓬勃展开，奇妙的电子世界吸引着越来越多的小电子爱好者去探索它的奥秘。

为了迎接新技术革命的到来，及早培养出更多适应现代化建设需要的有用人才，电子科普教育很有必要从“娃娃”做起。为此，我们针对孩子的特点，为他们提供了一批无线电科普读物。这套丛书是由工作在电子科普教育第一线的同志及其他热心电子科普活动的科技人员编写的，共八种：《无电源收音机》、《晶体管单管收音机》、《晶体管二、三管收音机》、《家庭电子小装置》、《少年实用电工》、《晶体管直放式四、五管收音机》、《晶体管收音机电源》、《初级无线电遥控装置》。书中内容由浅入深，通俗易懂，并且有一定的实用性，很适合初级电子爱好者阅读。这套丛书也可供中、小学课外电子活动小组、少年电子科技活动站作教材使用。我们热诚希望电子科技工作者和广大读者对该丛书的编辑出版提出宝贵意见。

在这套丛书的编辑过程中，曾得到《电子世界》编辑部的支持和帮助，在此谨致谢意。

目 录

一、 电池	(1)
1 普通电池	(1)
2 镍镉电池	(4)
3 铅酸电池	(5)
二、 电源变压器	(7)
1 电源变压器的工作原理与构造	(7)
2 小型电源变压器的计算	(10)
3 变压器的绕制	(17)
4 变压器的测试	(22)
5 变压器的修理	(24)
三、 整流电源	(27)
1 整流电路	(27)
2 滤波	(30)
3 整流电源的制作	(33)
四、 稳压电源	(36)
1 稳压二极管	(36)
2 简单的稳压电源	(39)
3 不用变压器的稳压电源	(43)
4 输出电压可以调节的稳压电源	(46)
5 有保护电路的稳压电源	(51)
五、 多用实验电源	(57)

1. 多用电源的制作和使用.....	(58)
2. 多用电源性能的简单测试.....	(64)
3. 多用电源的检修.....	(67)
附录 本书中所用二极管、三极管主要特性.....	(70)

一、电 池

电池是一种化学电源，通过化学反应产生电能。常用的有干电池和蓄电池两类。干电池通常只能一次使用，而蓄电池经过充电可以反复使用。用电池为晶体管收音机供电，有工作稳定，携带方便的优点，但若选择和使用不当，也会弄坏收音机或者增加经济费用。我们必须为收音机选用合适的电池，并合理使用它。

1. 普通 电 池

这是最常见的一种干电池。它们的外形有圆柱形和方形等（图 1-1）。圆柱形电池按规格大小分 1 号、2 号、4 号和 5 号几种，常用在手电筒和一般晶体管收音机中。方形电池仅在老式袖珍收音机和仪器、仪表中使用。

普通电池也叫锌锰电池。它的构造如图 1-2 所示。电池以锌作负极，二氧化锰作正极，胶体糊状的氯化锌和氯化铵为电解质将正、负极隔离。目前市场上有一种“高容量电池”。它用高分子有机材

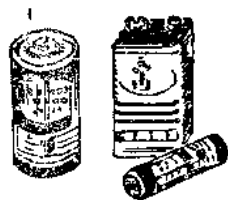


图 1-1

料制成胶状物，涂在极薄的纸板上代替糊状电解质。由于减少了隔离层厚度，故能增加正极去极化剂的用量，从而增大

了电池容量。

表 1-1 列出了几种国产干电池的特性。我们看到，不论是什么型号的单个圆电池，它们的电压大小都是相同的，所不同的是大电池的容量比小电池高，贮存的电能较多。在同样的放电条件下，使用的时间也长。方形电池内部是由若干组小电池组合成的，所以它的电压

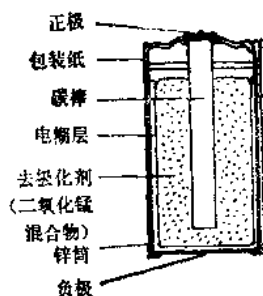


图 1-2

通常较高，但容量却很小。收音机选用哪一种电池比较适宜，要根据具体条件考虑。1号、2号电池体积大，占的位置也大，但它们能提供的电流大，使用时间较长，所以适合大型或台式收音机使用。5号电池小巧轻便，能节省位置，但它不适合大电流放电，只能用在袖珍收音机中。此外，在偏远地区还要考虑电池更换购买是否方便。比如，1号电池就是普通的手电筒用电池，各地供应都比较充足。

表 1-1 几种国产干电池特性

型 号	名 称	标 称 电 压	尺 寸 (mm)		放 电 特 续 时 间	放 电 条 件	
			直 径	高		放 电 方 法	
R20	一号电池 (手 电 池)	1.5V	34	61.5	850分	30分/天	放电电阻 5Ω 每周放电6天 终止电压 $0.75V$
R14	二号电池	1.5V	26	50	300分	10分/天	
R10	四号电池	1.5V	21	37	110分	5分/天	
R6	五号电池	1.5V	14	50	85分	5分/天	

收音机需要的电源电压高于1.5伏特时，要把几个电池串联起来。串联的方法是把一个电池的负极与下一个电池正

极相连接，下一个电池的负极再跟下一个电池正极相连接。这样依次连接起来，最后一个电池的负极是电池组的负极，而最初一个电池的正极是电池组的正极，如图 1-3 所示。电池串联起来后的总电压等于各个电池电压的和。

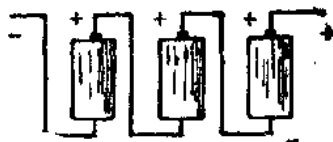


图 1-3

我们为收音机装电池时，要

弄清电池极性，使各个电池正确地串联起来。要是有一节电池装反了，收音机就得不到足够的电压，不能正常工作。

为了延长电池的使用寿命，我们要注意以下几点：

(1) 电池的连接必须正确，尤其作外接电源使用时，要严防电池两极引线相碰短路，否则会大大缩短电池寿命。

(2) 干电池最好不要长时间连续使用，电池间歇放电的累计使用时间要比连续放电时间长得多。

(3) 收音机更换电池时，不要把新旧电池混合使用。

(4) 电池最好随买随用，不要长期存放。必要时应存放在干燥阴凉处，勿使电池受热、受潮、受冻，并要避免暴晒。

收音机中的电池用尽时要及时更换，若是继续勉强使用，电池锌皮将受腐蚀，导致电解液流出浸蚀机内的元件。

当电池用尽而一时又没有新电池更换时，作为应急措施，可以采用补充灌注电解液的办法：到化工药品商店或药房买少许高锰酸钾和氯化铵（为了方便也可以用食盐代替），把它们溶于水中，浓度不限，然后小心地将电池上面的纸封撬开，挖出封闭物如（沥青、火漆等），就可以看到碳棒周

固的二氧化锰包和附在锌皮上的电糊层；用竹钉（不要用金属物）在二氧化锰包上钻几个孔

（图 1-4），并注入高锰酸钾溶液，再用同样办法在电糊层中注入氯化铵溶液，最后，将电池静置几小时后，用沥青或石蜡封闭。经这样处理过的电池在电流

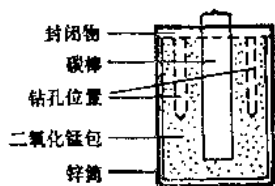


图 1-4

较小的简单收音机上还能继续使用较长一段时间。

2. 镍 镉 电 池

这是一种新型蓄电池，它的内阻较小，放电平稳，能提供较大的输出电流，在输出功率较大的收音机上使用，能够改善音质，减小失真。这种电池的单个容量与同样大小的干电池差不多。它的电能放尽之后，经过充电又能继续使用，从长远看经济上比较合算。但是目前镍镉电池价格昂贵，是干电池的几十倍，而且要配有充电设备才能使用，这是它目前不能被广泛使用的主要原因。

收音机使用镍镉电池要注意下面几点：

（1）单节镍镉电池的初始电压是 1.2 伏特，而干电池是 1.5 伏特。目前大多数收音机的工作电压是按配用干电池设计的，如果换用镍镉电池后出现失真、灵敏度下降时，应对收音机作适当调整。

（2）镍镉电池储存时间较短，充足电后空载存放两个月能量就将减少近 50%，存放半年以上能量就会通过自放电

而耗尽，因此使用中的镍镉电池要经常充电。

(3) 镍镉电池的充电电流大小按它本身容量而定。电池容量常以“毫安小时”为单位注明在外壳上，简写为“C”。充电电流的数值以 $0.1C$ 为宜。例如，对500毫安小时容量的电池来说， $0.1C$ 的充电电流就是50毫安，一次充电时间需在10小时以上。正常充电时用手摸电池会感觉微温。充电电流大些，能缩短充电时间，但电流太大会使电池内部迅速产生气体，造成电解物溢出，减少电池寿命。

作为镍镉电池的充电装置可以使用后面介绍的整流电源。适当调整该电源中的“滤波电阻”就能得到所需大小的充电电流。

3. 铅蓄电池

铅蓄电池也称酸性蓄电池。它用海绵状铅作负极，以二氧化铅作正极，电解质是比重 $1.15 \sim 1.28$ 的稀硫酸。正负极板间用微孔隔板隔开，外层是玻璃或橡胶容器。图1-5是铅蓄电池的构造示意图。

铅蓄电池的优点是内阻小、电流大。但它很笨重，不便携带，所以很少用在收音机上，只能作为外接电源使用。

单只铅蓄电池充电后的电压为2.1伏特，当电压降低到1.8伏特时就要充电，如果继续使用会损坏电池。它的充电电流也不超过其容量“安培小时”数的 $1/10$ 。电解液硫酸的比重在充电时约1.21，完全放电后降低到1.18左右。铅蓄

电池使用一段时间后电解液会减少，为补液需要从通气塞加入纯净的蒸馏水，但不能加入硫酸。

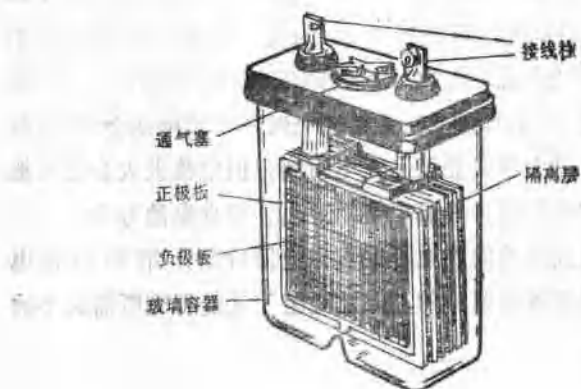


图 1-5

二、电源变压器

晶体管收音机在固定的地方使用时，为了节省费用，常用交流供电网作电源代替电池。为此必须满足三项要求：第一要把电网的220伏特交流电压变成适当的低电压；第二，要通过“整流”将交流电变成直流电，第三，在多数情况下还要有稳定电压的措施。电源变压器就是用来改变交流电压大小的重要器件。我们制作收音机电源时经常要用到它。

1. 电源变压器的工作原理与构造

常用的电源变压器外形和电路符号见图 2-1。它主要由铁心和线圈组成，在电路图中用拼音文字字母B表示。

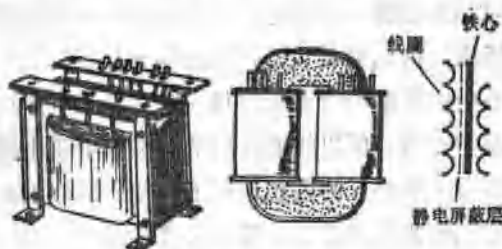


图 2-1

电源变压器按铁心构造不同，分为叠片式和卷绕式两种。叠片式变压器铁心是由“E”字形硅钢片与“I”字形硅钢片组成，称为EI型铁心。这种变压器加工简单，适合业余制

作，而且原材料价格便宜，故使用很普遍。卷绕式变压器铁心是用冷轧硅钢带卷绕而成的，经过热处理和粘接，最后切成两部分(两个C字形)，以便插入线圈，所以叫C型铁心。卷绕式变压器体积小、重量轻、生产效率也高。但是这种铁心成本较高，一般用在工厂的电器产品中。

电源变压器的结构示

意图如图 2-2 所示。在铁心上面绕有两组或多组线圈，其中与供电电网相连的线圈 (L_1) 叫做初级线圈，其他线圈 (L_2 、 $L_3 \dots$) 都叫次级线圈，图中， N_1 、 N_2 分别是各线圈的匝数， R_L 是变压器的负载。

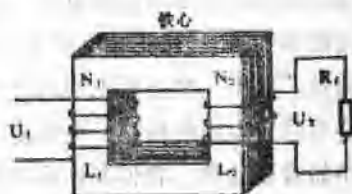


图 2-2

当变压器的初级线圈 L_1 接在电压为 U_1 的交流电源时在铁心中即有磁场产生，因为通的是交流电，所以磁场上的强度和方向都随电源电压变化，变化的磁场通过次级线圈，由于电磁感应，在 L_2 两端就会产生感生电压 U_2 。

在铁心中由于磁场的变化在每一匝线圈上所产生的感生电压大小是相等的，所以线圈的匝数越多，电压也越高。在不考虑变压器本身损耗的理想情况下，变压器线圈两端的电压大小与它们的匝数成正比，写成公式就是：

在铁心中由于磁场的变化在每一匝线圈上所产生的感生电压大小是相等的，所以线圈的匝数越多，电压也越高。在不考虑变压器本身损耗的理想情况下，变压器线圈两端的电压大小与它们的匝数成正比，写成公式就是：

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad \text{或} \quad U_2 = \frac{N_2}{N_1} U_1$$

可见，只要改变线圈 L_2 的匝数，负载 R_L 上就能得到所需要的电压。

变压器是传递能量的元件。若不计其本身的损耗,那么它对负载的输出功率应当等于它从电源得到的功率。设通过初、次级的电流强度分别是 I_1 和 I_2 , 由于功率 $P=IU$, 所以 $I_1 U_1 = I_2 U_2$ 。前面讲过, $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$, 所以

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

也就是说, 变压器工作时, 初、次级线圈中的电流强度与线圈匝数成反比。所以, 对输出功率为一定的变压器来说, 它的次级电压低, 才允许较大电流通过线圈。

电源变压器的次级不接负载时, 输出功率为零。它应当不消耗电网能量, 那么初级线圈中也应当没有电流通过。但是实际上由于变压器自身的损耗, 仍然有很小的“空载电流”通过线圈。空载电流越小, 说明变压器本身损耗越少, 效率越高, 这是检查变压器质量好坏的重要内容。空载电流的大小与变压器的设计、选材和装配工艺都有关系。

小型电源变压器的构造如图 2-3 所示。它是由铁心、线圈、绝缘材料、屏蔽层和夹架等组成的。

变压器铁心材料中含有 4 % 左右的硅, 并把材料轧成 0.3~0.5 毫米厚的薄片, 片子两面还有氧化绝缘层。用这样材料组成的铁心能减少因磁场变化而在其中形成

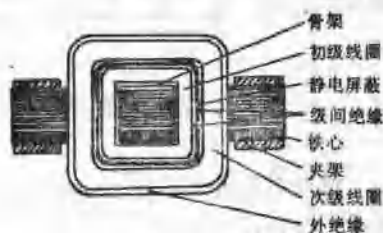


图 2-3

的涡流，减少涡流引起的发热损耗，降低自身能量损失。

变压器线圈用漆包线绕成。线圈的匝数和漆包线粗细要由设计计算确定，不能随意增减。绕普通变压器可以用油性（Q型）漆包线，其价格比较便宜。一些小功率电源变压器体积很小，线圈要用高强度（QZ型）聚酯漆包线来绕。这种线的漆膜较厚，绝缘性能好，线圈层间可以不衬绝缘纸。这便大大简化了工艺，缩小了体积。

变压器线圈层间和各级线圈之间都衬有绝缘材料。层间绝缘可使用薄的电容纸、电话纸。初级和次级之间则要采用聚酯薄膜、黄蜡绸或厚绝缘纸等。为了安全，绝缘层必须完整可靠。

由于变压器初级与电网相连，电网输电线上感应到的各种高频电波，会通过初、次级线圈间的“分布电容”进入次级，并窜入收音机影响电路正常工作。所以，在绕制收音机用的电源变压器时，一定要在初、次级线圈之间加一层铜箔或铝箔，并把它的一端接地。这层铜箔或铝箔叫做“静电屏蔽层”。有了它，干扰电波就不能进入次级了。

2. 小型电源变压器的估算

设计电源变压器要经过许多繁杂的计算，是件很麻烦的事情，但是在业余条件下绕制一两个小型变压器，对许多参数、指标都不需苛求。我们往往可以根据手头已有的原材料，对最主要的绕制数据进行估算后，就能做出实用的变压器来。如果能查阅有关的表格确定数据，则设计过程更可以

大大简化。整个估算过程大致分成四步：

(1) 确定变压器铁心规格

电源变压器铁心大小用它的截面积“ S ”表示， S 等于铁心硅钢片中心舌宽 a 与叠厚 b 的乘积，即 $S=a \times b$ ，单位为平方厘米（图 2-4）。我们需要的变压器额定功率越大，铁心的截面积也越大。

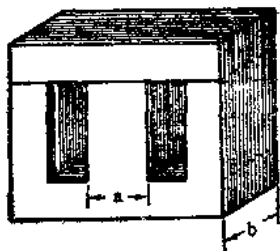


图 2-4

先按照各次级线圈 L_2 、 L_3 ……等需要的输出电压和输出电流，算出次级输出功率

$$P_2 = I_2 U_2 + I_3 U_3 + \dots$$

再推算出变压器初级消耗功率

$$P = \frac{P_2}{\eta}$$

η 为变压器的效率，一般在0.7~0.95之间。变压器功率很小时， η 不能取得太大，否则选出的铁心过小，线圈会放不下。

额定功率 P 确定后，即可在表 2-1 中查出所需铁心截面积 S ，并确定使用的硅钢片规格。如果不采用标准铁心，那么可以按下式计算：

$$S = (1.25 \sim 2) \sqrt{P} \text{ (平方厘米)}$$

若硅钢片质量较差，式中系数可取大一些。额定功率 P 应以瓦为单位。

(2) 计算各级线圈匝数

先查表 2-1 或根据下面公式确定每伏特电压应绕匝数 N_v ：

$$N_0 = \frac{4.5 \times 10^5}{B \times S} \text{ 匝/伏}$$

式中 S 是铁心截面积，单位为平方厘米， B 是铁心最大磁通密度，它的大小主要与铁心材料质量有关，普通热轧硅钢片（如 $D_{42} \sim D_{44}$ ）可取 8000~10000，优质冷轧硅钢片（如 $D_{310} \sim D_{340}$ ）可取 10000~12000，而质量差的片子则取 6000~8000。

为判断硅钢片的质量好坏，可用钳子夹住片子一角，上下弯折。如果折一两次就能折断，而且断面有很不整齐的闪光小颗粒，说明它含硅量高，质量好。冷轧硅钢片表面光滑平整，色泽均匀；热轧硅钢片表面可看出热处理的痕迹。如果硅钢片外表呈深黑色；弯折三、四次还不断，就是含硅量很低的次等片子。

N_0 确定以后，可按下列式计算初级线圈匝数 N_1 与次线圈匝数 N_2 ：

$$N_1 = N_0 U_1$$

$$N_2 = 1.05 N_0 U_2$$

式中 U_1 、 U_2 分别是初、次级的交流电压。变压器有多个次数线圈时均按上式计算。

（3）计算线圈漆包线直径

各级线圈所用漆包线直径 d ，可以根据通过电流的大小查表确定，或用公式估算：

$$d = 1.13 \sqrt{\frac{I}{J}} \text{ 毫米}$$

式中 I 为通过线圈的电流强度，单位为安培； J 是电流密度，