

· 赖发春 ·

Q S N D Y D L Z Z Z N

· 青少年 ·

电源电路制作指南

福建科学技术出版社



青少年电源电路

制作站

(闽)新登字 03 号

青少年电源电路制作指南

赖发春

*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州得贵巷 59 号)

福建省新华书店经销

福建省科发电脑排版服务公司排版

福州晚报印刷厂印刷

开本 850×1168 毫米 1/32 6 印张 2 插页 139 千字

1994 年 12 月第 1 版

1994 年 12 月第 1 次刷

印数:1—8 300

ISBN 7—5335—0848—3/TN·97

定价:5.30 元

书中如有印装质量问题,可直接向承印厂调换

前 言

安装、制作一些趣味实用的功能电路，对深入学习无线电技术，进一步提高检修技术，无疑是很有帮助的。这是因为不管多复杂的电路系统，都是由若干个功能电路构成的，掌握了各功能电路的工作原理，整个系统也就掌握了。

为此，我们选编了这套面向广大青少年无线电爱好者的电子制作丛书。在这一辑中，我们收入了《青少年电源电路制作指南》、《青少年数字电路制作指南》、《青少年音响电路制作指南》3种。这些电路由浅入深，由简至繁，安装调试后就有一定的使用价值。各电路所用的元器件，一般在市面上均可购得，也可通过邮购获得。读者可以根据自己的实际情况，选择合适的电路进行制作，在制作中深入学习无线电知识，完善对元器件属性的认识，同时提高动手能力。

在编写中，我们假设读者已初步掌握了无线电电工基础、元器件的使用常识和基本单元电路的工作原理，或读过由蔡声镇等编著的《青少年无线电装配检修技术速成》一书。

本丛书由蔡声镇主持和审定。

由于经验不足，书中难免错误和疏漏，敬请广大青少年朋友批评指正。

编著者

1994.6

§ 1 直流稳压电源概述

- § 1.1 直流稳压电源的组成 (1)
- § 1.2 直流稳压电源的主要技术指标 (1)
- § 1.3 直流稳压电源的类型及用途 (3)
- § 1.4 集成稳压器的种类 (4)

§ 2 电源电路主要元器件

- § 2.1 电源变压器 (6)
- § 2.2 稳压二极管 (11)
- § 2.3 三端固定输出稳压器 (13)
- § 2.4 三端可调输出稳压器 (33)
- § 2.5 多端可调输出稳压器 (43)
- § 2.6 集成电路开关稳压器 (49)

§ 3 6V 整流电源的制作

- § 3.1 电路原理 (57)
- § 3.2 元器件选择 (57)
- § 3.3 安装调试 (61)
- § 3.4 性能评价 (63)

§ 4 6V 并联型稳压电源的制作

- § 4.1 电路原理 (64)
- § 4.2 元器件选择 (65)
- § 4.3 安装调试 (67)
- § 4.4 性能评价 (67)

§ 5 简单串联型 6V 稳压电源的制作

§ 5.1 电路原理	(69)
§ 5.2 元器件选择	(70)
§ 5.3 安装调试	(73)
§ 5.4 性能评价	(74)

§ 6 串联型 3~6V 稳压电源的制作

§ 6.1 电路原理	(75)
§ 6.2 元器件选择	(78)
§ 6.3 安装调试	(81)
§ 6.4 性能评价	(86)

§ 7 串联型 6~15V 稳压电源的制作

§ 7.1 电路原理	(87)
§ 7.2 元器件选择	(87)
§ 7.3 安装调试	(90)
§ 7.4 性能评价	(94)

§ 8 串联型稳压电源电路选

§ 8.1 带恒流源负载的稳压电源	(95)
§ 8.2 0.5~15V 稳压电源	(97)
§ 8.3 带截流保护电路的扩音机电源	(100)
§ 8.4 $\pm 20V$ 稳压电源	(102)
§ 8.5 软启动稳压电源	(105)
§ 8.6 集电极输出稳压电源	(107)

§ 8.7	应用运算放大器的稳压电源	(110)
§ 8.8	$\pm 8 \sim 15\text{V}$ 稳压电源	(112)
§ 9 12V 简易开关稳压电源的制作		
§ 9.1	电路原理	(116)
§ 9.2	元器件选择	(120)
§ 9.3	安装调试	(122)
§ 9.4	性能评价	(124)
§ 10 $\pm 0 \sim 18\text{V}$ 集成电路稳压电源的制作		
§ 10.1	电路原理	(126)
§ 10.2	元器件选择	(130)
§ 10.3	安装调试	(132)
§ 10.4	性能评价	(134)
§ 11 1.5~15V 分档输出集成电路稳压电源的制作		
§ 11.1	电路原理	(136)
§ 11.2	元器件选择	(138)
§ 11.3	安装调试	(140)
§ 11.4	性能评价	(141)
§ 12 0~15V 集成电路稳压电源的制作		
§ 12.1	电路原理	(143)
§ 12.2	元器件选择	(145)
§ 12.3	安装调试	(147)
§ 12.4	性能评价	(149)

§ 13 集成电路稳压电源电路选

- ✓ § 13.1 W7805 组成的 5~15V 稳压电源 (150)
- § 13.2 W7812 扩展输出电流稳压电源 (151)
- ✓ § 13.3 W7800、W7900 系列组成的多组输出稳压电源 (154)
- § 13.4 W317 组成的电池充电电源 (157)
- § 13.5 W317 组成的 12V 软启动稳压电源 (160)
- ✓ § 13.6 W317 并联使用的稳压电源 (163)
- § 13.7 W723 组成的 7~20V 稳压电源 (166)
- § 13.8 W723 作为控制器的开关稳压电源 (168)

§ 14 5V 集成电路开关稳压电源的制作

- § 14.1 电路原理 (173)
- § 14.2 元器件选择 (175)
- § 14.3 安装调试 (177)
- § 14.5 性能评价 (180)
- 附录 电源外壳的制作 (181)

§ 1 直流稳压电源概述

§ 1.1 直流稳压电源的组成

直流稳压电源的作用是将交流电转换为稳定的、输出功率符合要求的直流电。直流稳压电源通常由电源变压器、整流器、滤波器和稳压器组成，其方框图如图 1—1 所示。

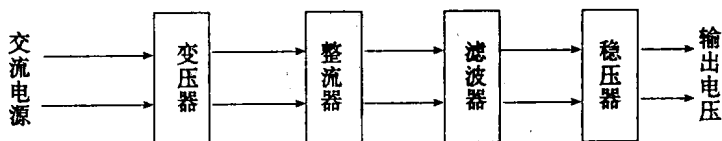


图 1—1 直流稳压电源方框图

变压器的作用是将 220V 交流电压降为符合要求的交流低电压。整流器将该交流低电压转化为脉动直流电压，然后送往滤波器将直流电压中的交流成分滤掉，形成平滑的直流电压。显然，该电压会随交流电源电压的波动而变化，同时，输出电流和环境温度的变化亦将严重影响该电压的稳定性。稳压器的作用就是为了克服上述不足，使其输出电压在负载电流和环境温度发生变化以及电网电压波动时，自动维持稳定。

§ 1.2 直流稳压电源的主要技术指标

直流稳压电源的技术指标是用来衡量直流稳压电源质量好坏的标准。通常有下列几项内容。

一、输出电压 U 。

输出电压 U 。是指稳压电源输出符合要求的电压值以及它的

调整范围。例如用于收音机的 6V 电源，其输出电压为固定的 6V 直流电压；另外，适合多种收录机用的 3~9V 可调电源，它的输出电压可以在 3~9V 之间变化。

二、输出电流 I_o

输出电流 I_o 。通常是指稳压电源允许输出的最大电流 I_{omax} 及输出电流的变化范围。

三、电压稳定度 K_u

K_u 为当输出电流 I_o 不变 (即 $\Delta I_o = 0$)，交流电源电压 U 变化 $\pm 10\%$ 时，输出电压 U_o 的相对变化量。

$$K_u = \left| \frac{\Delta U_o}{U_o} \right| \times 100\% \quad 1-1$$

式中 U_o 是输出电压， ΔU_o 是电源输出电压的变化量。 K_u 越小表示稳压电源的稳压性能越好。

四、内阻 r_o

在交流电源电压 U 不变的情况下，负载电流改变 ΔI_o ，将引起输出电压变化 ΔU_o ， r_o 为 ΔU_o 与 ΔI_o 之比，即，

$$r_o = \left| \frac{\Delta U_o}{\Delta I_o} \right| \quad 1-2$$

内阻 r_o 越小，则负载变化时，输出电压的变化越小，稳压器可输出的电流值越大。

五、纹波电压

它是指输出电压中的交流分量，其大小可用交流分量的有效值或峰峰值表示。纹波电压越小，稳压器的性能越好。

六、温度系数

输入的交流电源电压和稳压电源的输出电流 I_o 都不变时，环境温度 T 的变化，会引起输出电压 U_o 的变化。若用 ΔU_o 表示输出电压的变化量，用 ΔT 表示环境温度的变化量，则温度系数可表示为：

$$K_T = \left| \frac{\Delta U_o}{\Delta T} \right| \quad (\text{V}/^\circ\text{C})$$

1—3

由上式可知, K_T 越小, ΔU_o 随 ΔT 的变化越小, 稳压电源的输出电压受环境温度的影响也越小。

§ 1.3 直流稳压电源的类型及用途

直流稳压电源的类型多种多样。按所用元件不同, 可分为晶体管稳压电源、集成电路稳压电源; 根据稳压方式不同, 可分为并联型稳压电源、串联型稳压电源和开关型稳压电源等。

一、并联型稳压电源

调整管与负载并联所组成的稳压电源, 称为并联型稳压电源。这种电源的特点是电路简单, 输出电压范围大。但输出电压不能任意调节, 输出电流小, 稳定度不易做得很高, 因此它常用于基准电源以及小电流负载的领域。

二、串联型稳压电源

调整元件与负载串联所组成的稳压电源, 称为串联型稳压电源。因为串联型稳压电源的调整管都是工作在线性放大区, 它又称为线性串联型稳压电源。它的优点有:

- (1) 电路工作原理及结构简单, 所用元器件少。
- (2) 输出纹波电压小, 纹波电压的有效值一般不超过 10mV。
- (3) 整个电路工作在低频状态, 无高频辐射, 对电源周围的其他电子设备干扰小。

这种电源输出电压可以任意调节, 输出电流大, 电源内阻小, 稳定度高, 应用领域广泛, 例如收录机、黑白电视机及其它各种电子设备。它的缺点是与开关电源相比电源本身损耗较大的功率, 电源的效率较低, 稳压范围在 198~242V 之间。

三、开关稳压电源

调整管工作在开关状态的稳压电源称为开关稳压电源。它的

优点有:

(1) 电源调整管的功率损耗很小, 电源的效率大大提高, 通常可达 70%~90%。

(2) 开关稳压电源功耗小, 电源变压器的功率小, 甚至可以不采用工频变压器。因此电源的体积和重量都减小。

(3) 当输入的交流电压在 170~250V 范围内变化时, 电源都能达到良好的稳压作用。

开关稳压电源主要用于电子计算机、录像机、彩色电视机及各种精密的电气设备中。它的缺点是电路结构比较复杂, 所用元器件多, 输出电压中纹波电压较大, 容易产生高频辐射, 对邻近的电子设备产生干扰。

四、集成电路稳压电源

集成电路是把晶体管、电阻、电容以及连接导线等组成的整个电路, 集中地做在一块硅片上, 形成一个不可分割的固体块。集成电路稳压电源是用集成电路代替稳压电源电路中的各个环节(包括调整管、取样电路、放大电路、保护电路等)。它的特点是电源所用元件少、重量轻、体积小、可靠性高, 电源的安装、调试和维修方便等。广泛应用在电子计算机、收录机、录像机、彩色电视机等各种电子设备中。

§ 1.4 集成稳压器的种类

目前, 国际上集成稳压器的生产厂家很多, 主要有: 美国的国家半导体公司、硅通用公司、仙童公司、莫托洛拉公司, 日本的日电公司、东芝公司和三菱公司, 我国的上海无线电七厂、北京半导体五厂等。集成稳压器产品种类已发展到数百个品种, 按其性能和用途可以分为 8 类:

(1) 三端固定输出正稳压器。即稳压器有输入端、输出端和

公共端三个端子，接线、使用都很方便，有 LM7800 系列和国产的 W7800 系列等产品。

(2) 三端固定输出负稳压器，如 W7900 系列。

(3) 三端可调输出正稳压器。这种稳压器外接可调电位器，其输出电压在规定范围内调整，使用方便、灵活，如 LM317，国产有 W317。

(4) 三端可调输出负稳压器，如 W337。

(5) 多端可调输出正稳压器。它的接线端子多，要外接取样电阻、补偿元件等，使用时比固定式麻烦，但输出电压调节范围大、通用性强，应用时比较灵活。这类产品较多，如 CW200、WA724、W723 等。

(6) 多端可调输出负稳压器。

(7) 双电源，即输出正负两组电压的集成稳压器。

(8) 开关集成稳压器，如 CW78S40。

§ 2 电源电路主要元器件

§ 2.1 电源变压器

电源变压器是电源电路最重要的元器件。它除了具有体积大、重量重、成本高的特征外，其性能参数还决定电源电路的主要参数，如输出电压的高低、输出功率的大小等。选大了，大材小用，造成浪费；选小了，易过载而烧坏。因此，正确选择电源变压器是制作直流电源的关键。而变压器的来源一般有两种，一种是购买现成的成品变压器。这是最简便的方法。但市面上可购到的变压器的各种参数不一定符合制作的要求。因此，更多的人是把手头现有的废旧变压器利用起来，通过改制，使参数适合所要制作的电源电路的要求，这是第二种来源。

一、小功率变压器的设计

功率小于 100W 的变压器均称为小功率变压器，其设计要点是：根据所需要变压器的输出功率。确定变压器铁心截面积的大小；然后再根据铁心截面积和各绕组的电压值确定其匝数，最后根据各绕组所通过电流的大小，确定所需漆包线的直径。以下是小功率变压器的简易设计步骤：

1. 变压器铁心面积的选择

(1) 变压器初级功率的计算 设变压器次级输出电压有效值为 U_2 ，电流有效值 I_2 ，则其次级输出功率 $P_2 = I_2 \cdot U_2$ ；如果变压器的次级不止一个绕组的电压输出，则必须将各绕组的功率相加，求得次级总功率 P_2 ：

$$P_2 = I_{21} \cdot U_{21} + I_{22} \cdot U_{22} + \cdots \quad 2-1$$

其中 U_{21} 、 U_{22} ……分别为各绕组的额定输出电压有效值， I_{21} ， I_{22} ……分别为各绕组的额定输出电流的有效值。

由于变压器都存在一定的漏磁，有漏磁则必然有损耗，因此次级绕组的总功率不能真正代表从变压器初级输入的功率大小，即变压器的功率传输效率并不是 100%，若设变压器的效率为 η ，则变压器的初级功率为：

$$P_1 = P_2 / \eta \quad 2-2$$

一般小功率变压器的损耗较大， η 通常取 0.6~0.8。

(2) 铁心截面积和铁心型号的选择 对于 E 型铁心，用下面的经验公式来计算铁心的截面积：

$$A = K_A \sqrt{P_1} \text{ (cm}^2\text{)} \quad 2-3$$

上式中 P_1 为变压器的初级功率， A 为变压器铁心的截面积。 K_A 为比例系数，与初级功率的大小有关，其大小可以从表 2-1 中查得。图 2-1 是变压器的铁心示意图，其中铁心舌宽 a 乘以叠厚 b 是铁心的截面积 A 。 c 乘以 h 是窗口面积。根据铁心截面积 $A=ab$ ，查

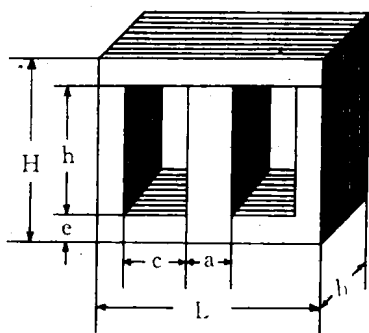


图 2-1 变压器铁心图

表 2—2, 可以选择变压器硅钢片的型号, 及铁心的舌宽 a 和叠厚 b , 且选 $b/a=1.5$ 左右, 使变压器形状较合理。

表 2—1 K_A 与变压器功率 P_1 的对应关系

P_1 (W)	5~10	10~50	50~100	100~500
K_A	2~1.75	1.75~1.50	1.50~1.35	1.35~1.25

表 2—2 标准铁心

硅钢片 型号	铁心尺寸 (mm)										窗口面积
	L	H	h	c	a	e	标准化叠厚口				(cm ²)
GEI—10	36	31	18	65	10	6.5	12.5	15	17.5	20	1.17
GEI—12	44	38	22	8	12	8	15	18	21	24	1.76
GEI—14	50	43	25	9	14	9	18	21	24	28	2.25
GEI—16	56	48	28	10	16	10	20	24	28	32	2.8
GEI—19	67	57.5	33.5	12	19	12	24	28	32	38	4.02
GEI—22	78	67	39	14	22	14	28	33	38	44	5.46
GEI—26	94	81	47	17	26	17	33	39	45	52	7.99
GEI—30	106	91	53	19	30	19	38	45	56	60	10.07
GEI—35	123	105.5	61.5	22	35	22	44	52	60	70	13.52
GEI—40	144	124	72	26	40	26	50	60	70	80	18.7
KEI—10	40	35	25	10	10	5	8	10	12	16 20 25	2.5
KEI—12	48	42	30	12	12	6	10	12	16	20 25 32	3.6
KEI—16	64	56	40	16	16	8	12	16	20	25 32 40	6.4
KEI—20	80	70	50	20	20	10	16	20	25	32 40 50	10
KEI—25	100	87.5	62.5	25	25	12.5	20	25	32	40 50 63	15.62
KEI—32	128	112	80	32	32	16	25	32	40	50 63 80	25.6
KEI—40	160	140	100	40	40	20	32	40	50	63 80 100	40

2. 计算线圈绕组匝数

根据变压器的截面积，应用下面经验公式来计算每伏所需的绕组匝数 N_0 。即：

$$N_0 = 45 / B \cdot A \quad (\text{圈/伏}) \quad 2-4$$

式中 A 为变压器铁心截面积 (单位为 cm^2)， B 为铁心的磁感应强度 (单位为 T)，普通硅钢片 B 取 $0.8 \sim 1\text{T}$ (冷轧优质硅钢片可达 1.6T)。根据 N_0 可计算变压器初、次级线圈绕组匝数 N_1 、 N_2 。

$$N_1 = N_0 \cdot U_1 \quad 2-5$$

$$N_2 = N_0 \cdot U_2 \quad 2-6$$

由于存在损耗， N_2 值要取大 $5 \sim 10\%$ ，即：

$$N_2 = (1.05 \sim 1.1) N_0 \cdot U_2 \quad 2-7$$

3. 变压器初、次级线圈直径的确定

变压器线圈直径 (简称线径) 的大小与变压器的电流大小有关，有近似公式：

$$d \approx 0.7 \sqrt{I} \quad (\text{mm}) \quad 2-8$$

式中 d 是线径 (单位为 mm)， I 是电流强度 (单位 A)。

二、电源变压器的制作

根据变压器设计的数据选择变压器的硅钢片和漆包线。硅钢片外形如图 2-2 所示。

绕制变压器，最好先做一个骨架，骨架的材料可以选用 1mm 厚的环氧玻璃布板或者酚醛胶布板。骨架的尺寸由铁心的尺寸确定，骨架外形如图 2-3 所示。

绕制线圈的时候，先绕初级后绕次级。骨架上垫两层牛皮纸，最好用排线密绕，层间垫一层电容纸。电容纸可以从废旧纸介电容中拆得。初次级之间垫两层牛皮纸，线圈最外面包两层牛皮纸。绕制时还要记住将各线头引出。

变压器铁心的组装要用交插法，首先从甲方插入两片 E 形硅