

电子技术轻松入门丛书

# 电源电路检修入门

吴培生 吴小蓬 主编



机械工业出版社



# 编委会名单

主任：宋贵林

副主任(以姓氏笔画为序)：

孟贵华 姜有根

委员(以姓氏笔画为序)：

马广月 朱 骐 任瑞良

宋贵林 吴小蓬 吴培生

李援瑛 杨西明 孟贵华

姜有根 胡春萍 郭晋阳

# 电子技术轻松入门丛书

## 序 言

跨入新世纪，随着我国科学技术的迅速发展和人民生活水平的不断提高，各种家用电器已经大量进入千家万户。我国的电子爱好者是一支庞大的队伍，而且每年都有很多初学者加入这个行列。如何帮助这些初学者更快地进入这个五彩缤纷的电子世界，这是众多科普工作者都十分关心和考虑的问题。

过去，我们也曾为初学者举办过各种类型的培训班，并编写了很多本不同层次的培训教材。但是，我们觉得初学者参加培训班学习，总要受到时间、经济、地域等多种条件的限制。因此，为初学者编写一套自学的入门读物，可以说是一种很好的办法，也是我们多年的心愿。为此，我们编写了这套初学者的入门读物——电子技术轻松入门丛书。

本丛书的作者均为电子爱好者、专业教师、职业技术培训考评员，他们不仅具有丰富的实践经验，而且具有多年从事各种培训班的教学经验。由他们根据自己多年学习的心得体会、实践操作经验及丰富的教学经验，针对初学者的特点，运用通俗的语言，由浅入深地阐明电子技术各个方面的基本原理、实际操作及维修方法，编写成这套电子技术轻松入门丛书，奉献给各位初学者，以满足初学者随时随地学习的需求，这就是我们的愿望。

本丛书既是电子爱好者的入门读物，也可作为职业学校相应专业及业余技术培训班的教材，还可供电工、电子维修人员参考。

我们衷心希望广大读者对这套丛书提出宝贵的意见和建议。

**“电子技术轻松入门丛书”编委会**

## 前 言

电源是许多电子电器的重要组成部分，离开了电源，电子电器就无法正常工作。电源也是电子电器故障率较高的部分。本书以通俗的语言和大量的检修实例，由浅入深，使读者掌握电源的基本工作原理，提高检修电源的技能和技巧。本书适合从事电子电器维修工作的人员阅读，也可供广大电子技术爱好者学习和参考。

本书由吴培生、吴小蓬任主编，参加编写工作的还有任瑞良、齐全江、宋贵林、胡春萍、杨雨琴、吴虹等。

本书编写过程中，有些数据、图表等资料引自相关书刊，在此谨向原作者表示感谢。

由于编者水平有限，书中缺点和不足之处在所难免，希望广大读者给以指正。

**编 者**

# 目 录

电子技术轻松入门丛书序言  
前言

第一章 电源的基础知识 .....	员
第一节 电源的概念 .....	员
一、电源电动势的概念 .....	员
二、电源内阻的概念 .....	圆
三、电源端电压的概念 .....	圆
四、直流电源串联和并联的概念 .....	猿
五、恒压源和恒流源的概念 .....	源
第二节 直流电源的种类 .....	缘
一、按直流电源有无稳压功能分类 .....	缘
二、按直流电源稳压电路结构分类 .....	远
三、按直流电源数量分类 .....	苑
四、按直流电源极性分类 .....	苑
第三节 电源接地的概念 .....	苑
第二章 电源电路中常用的元器件 .....	怨
第一节 电阻器 .....	怨
一、电阻器的基础知识 .....	怨
二、电位器及其检测 .....	员猿
三、特殊电阻器及其检测 .....	员苑
第二节 电容器 .....	圆园
一、电容器的基础知识 .....	圆园
二、电容器的检测 .....	圆猿

第三节 电感器与变压器 .....	圆元
一、电感器的基础知识 .....	圆元
二、电感器的检测 .....	圆愿
三、变压器 .....	圆愿
四、变压器的检测 .....	猿园
第四节 晶体二极管 .....	猿源
一、二极管的基础知识 .....	猿源
二、二极管的主要参数 .....	猿苑
三、电源电路中常用二极管的使用 .....	猿苑
四、二极管的检测 .....	猿怨
第五节 晶体三极管 .....	源圆
一、晶体三极管的基础知识 .....	源圆
二、晶体三极管的特性曲线 .....	源猿
三、晶体三极管的主要参数 .....	源缘
四、晶体三极管的检测 .....	源苑
第六节 场效应晶体管 .....	源愿
一、结型场效应晶体管 .....	源愿
二、绝缘栅型场效应晶体管 .....	缘
三、场效应晶体管的检测 .....	缘圆
第七节 光耦合器 .....	缘源
一、光耦合器的基础知识 .....	缘源
二、光耦合器的检测 .....	缘源
第八节 晶闸管 .....	缘源
一、晶闸管的基础知识 .....	缘源
二、晶闸管的工作特点 .....	缘苑
三、晶闸管的检测 .....	缘愿
第三章 晶体管稳压电源 .....	远圆
第一节 晶体管稳压电源的组成 .....	远圆
一、电源变压器概述 .....	远圆
二、整流电路概述 .....	远

三、滤波电路概述 .....	远
四、稳压电路概述 .....	远
第二节 整流电路 .....	远
一、单相半波整流电路 .....	远
二、单相桥式整流电路 .....	远
第三节 滤波电路 .....	远
一、电容滤波 .....	远
二、电感滤波 .....	远
三、复式滤波 .....	远
第四节 稳压电路 .....	远
一、稳压管稳压电路 .....	远
二、晶体管稳压电路 .....	远
第五节 三端集成稳压器 .....	远
一、三端集成稳压器的外形及分类 .....	远
二、三端集成稳压器的主要参数 .....	远
三、三端集成稳压器的应用 .....	远
第六节 晶体管稳压电源的应用实例与检修 .....	远
一、凯歌牌 源源-粤型黑白电视机的电源电路 .....	远
二、昆仑牌 月娥型黑白电视机的电源电路 .....	远
第四章 开关稳压电源 .....	远
第一节 开关稳压电源的基础知识 .....	远
一、开关稳压电源的优点 .....	远
二、开关稳压电源电路的组成 .....	远
三、开关稳压电源的分类 .....	远
第二节 开关稳压电源的干扰及其抑制措施 .....	远
一、开关稳压电源的干扰来源 .....	远
二、开关稳压电源的抗干扰措施 .....	远
第三节 开关稳压电源的能量转换电路 .....	远
一、电感储能式脉冲变换器 .....	远
二、半桥式脉冲转换器 .....	远

第五章 开关稳压电源在彩色电视机中的应用及检修 .....	怨源
第一节 酝一炭机心彩电的供电电路 .....	怨源
一、酝一炭机心彩电供电电路的特点 .....	怨源
二、酝一炭机心主电源电路分析 .....	怨远
三、酝一炭机心的二次电源电路 .....	怨怨
四、酝一炭机心主电源电路的检修 .....	员员
五、酝一炭机心二次电源电路的检修 .....	员猿
六、酝一炭机心电源典型故障检修实例 .....	员缘
第二节 东芝 载怨号机心彩电的供电电路 .....	员苑
一、载怨号机心的主电源电路 .....	员苑
二、载怨号机心的二次电源电路 .....	员园
三、载怨号机心彩电电源典型故障检修实例 .....	员猿
第三节 索尼 运欠一圆园肆型彩电的供电电路 .....	员缘
一、索尼 运欠一圆园肆型彩电开关电源的特点 .....	员缘
二、开关电源的工作原理 .....	员远
三、运欠一圆园肆型彩电开关电源故障分析 .....	员苑
四、索尼一些型号大屏幕彩电电源检修实例 .....	员愿
第四节 牡丹 远源号型彩电的他激式开关电源 .....	员园
一、工作原理 .....	员园
二、常见故障检修 .....	员园
三、牡丹 远源号型彩电电源电路检修实例 .....	员猿
第六章 微电脑显示器电源 .....	员缘
第一节 联想 载匀一员怨号显示器电源电路 .....	员远
一、主电源电路及工作原理 .....	员远
二、二次电源电路 .....	员园
三、节能电路 .....	员源
四、脱机状态 .....	员缘
五、联想 载匀一员怨号显示器的检修 .....	员远
六、联想 载匀一员怨号显示器检修实例 .....	员愿

第二节 飞利浦显示器电源电路 .....	页码
一、主电源电路及其工作原理 .....	页码
二、二次电源电路及其工作原理 .....	页码
第三节 索尼显示器电源电路 .....	页码
一、主电源电路及其工作原理 .....	页码
二、二次电源电路及其工作原理 .....	页码
三、高压电源电路工作原理 .....	页码
四、常见故障的检修方法 .....	页码
第四节 索尼二次型显示器电源电路 .....	页码
一、主电源电路及其工作原理 .....	页码
二、副电源电路及其工作原理 .....	页码
三、二次电源电路及其工作原理 .....	页码
四、常见故障检修流程 .....	页码
第七章 电脑主机电源电路 .....	页码
第一节 开关电源电路工作原理 .....	页码
一、启动电路 .....	页码
二、半桥功率变换电路 .....	页码
三、控制电路 .....	页码
四、电源的稳压电路 .....	页码
五、保护电路 .....	页码
六、电压输出电路 .....	页码
七、电源正常信号产生电路 .....	页码
第二节 开关电源电脑主机电源的检修 .....	页码
一、开关电源故障分析 .....	页码
二、检测数据 .....	页码
三、开关电源检修实例 .....	页码
参考文献 .....	页码

# 第一章 电源的基础知识

各种电器都需要电源，如果没有电源，电器就不能工作。电源可以分为交流电源和直流电源，一般的洗衣机、电冰箱用交流市电作为电源，而电子电器就必须采用直流电源。小型电子设备如便携式收录机、计算器、电子表、手持电话机等都是用电池作为直流电源。家中使用的较大型的电子电器，如电视机、~~灾~~ 电子计算机等内部电路则需要将 ~~灾~~ 交流电源变成直流电源才能工作。

本章将介绍电源的基础知识。

## 第一节 电源的概念

### 一、电源电动势的概念

~~灾~~什么是电动势 我们知道电压是产生电流的条件，有了电压才能形成电流，电路才能工作。要电路长时间工作，就必须有一个长时间的电压来维持工作电流。天上的云层会带有大量的电荷，两块云层分别带有正电和负电，两块云层间会有几万伏特以上的电压，当两块云层距离较近时，会击穿放电，形成电流。但此电流维持时间很短。云层带电、有很大的能量，但不是电源，因为云层间电压不能供给很长时间的电流。

电源必须得有电动势。电动势可以维持电路有长时间的电压和电流，使电路长时间的工作。

电源电动势是将其他形式的能变为电能的能力大小的物理量。如电池是将化学能变为电能，发电机是将机械能变为电能等。电动势的单位是伏特(灾)，文字符号为(耘)。电源电动势 耘的伏特数越高，说明电源将其他形式的能变为电能的速度越快。

~~灾~~电动势和电压的相同点及不同点 电动势(耘)和电压(哉)的单位都是伏特，但它们是完全不同的两个物理量。

(员) 电动势和电压的物理意义不同。电动势是非电场力(外力)做

圆

功的能力，而电压是电场力做功的能力。

(圆) 电动势和电压存在的地方不同。电动势只存在于电源内部，电压存在于电源内部和电源外部。

(猿) 电动势和电压的方向不同。电动势的方向是由电位低的地方指向电位高的地方，如电池的电动势是由电池负极指向电池的正极。而电压是由电位高的地方指向电位低的地方，如电池的供电电压是由电池正极指向电池负极。

值得注意的是，当电源不接负载时，电源两端的电压在数值上等于电源电动势。

### 二、电源内阻的概念

所有物质都具有阻挡电流的性质，这种性质称做电阻，电源内部的物质当然也具有电阻，电源内阻也会消耗电能，对电源的工作是没有好处的，所以希望电源的内阻越小越好。

图 员圆 所示为电源电动势及内阻的电路图形符号。图中，点划线框部分是整个电源装置，耘为电源电动势，砸为电源的内阻，砸为负载电阻，陨为电路中的电流。

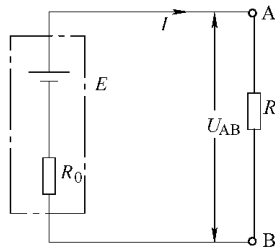


图 员圆 电源电动势及内阻的电路图形符号

### 三、电源端电压的概念

从图 员圆可以看出电源内外的电流。电路闭合后可以产生电流，如果电路某处断开则不产生电流。在电源的外部电路(简称外电路)中是电场力做功，电流从电源正极流向电源负极，即由高电位流向低电位；在电源内部是非电场力做功，电流由电源负极流向电源正极，即由低电位流向高电位。

图 员圆中的 哉就是电源输出电压，称做电源的端电压。通常我们只关心电源的端电压。电源内和电源外的电流 陨是一样的。

根据欧姆定律

$$U_{AB} = \frac{E}{R_0 + R}$$

式中，耘为电源电动势，单位为 灾；砸为电路中外电阻，单位为  $\Omega$ ；

$r_0$ 为电源内电阻，单位为  $\Omega$ ； $I$ 为电路中产生的电流，单位为 粤  
经过代换，得

$$U = E - I r_0$$

$$I = \frac{E}{R + r_0}$$

$$U = \frac{E R}{R + r_0}$$

式中， $U$ 为电路端电压，单位为 灾； $U_0$ 为电源内电阻压降，单位为 灾

可见，在电源工作时，电路端电压的伏特数只是电源电动势的伏特数的一部分。从欧姆定律还可以看出，如果电源内阻不变，电路中的电流是随负载电阻的改变而改变的。电流改变了，电源端电压也就随之而改变。

在电源电路检修过程中，有时会发现电源输出的直流电压过高或过低，这很可能是输出电流过大或过小而引起的。

#### 四、直流电源串联和并联的概念

**直流电源的串联** 直流电源的串联如图 猿圆所示。 $E_1$ 和  $E_2$ 为两节电池的串联。电池串联后总电动势为各个电动势之和，即  $E = E_1 + E_2$ 。如果多个电池串联，则电路如图 猿圆曹所示。如果是  $n$ 个  $E$ 源电池串联，则总电动势为  $nE$ 。我们常见一些电子电器中将电池串联起来，提高电动势值，从而提高了电源的端电压值。

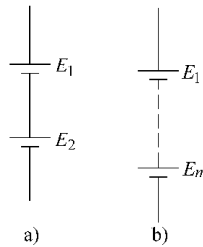


图 猿圆 直流电源的串联

直流电源串联后要了解以下几点：

(员) 串联时电源的极性不要接错。否则没有正常的电压、电流输出值。

(圆) 直流电源串联后，电源内阻也增加了。总内阻等于各个电源内阻之和，即  $r_0 = r_{01} + r_{02} + \dots + r_{0n}$ 。

(猿) 直流电源串联后，流过各个电源的电流是相等的。各个电源的消耗是一样的。所以多个电池串联时，最好都用新电池。如果用一节化学能快消耗完的旧电池与几个新电池串联，当旧电池电动势达不到  $E$ 时，此节电池内阻还要增大，此时这个旧电池就成了其他电池的负载了。

# 源

**图 1.10 直流电源的并联** 直流电源的并联如图 1.10 所示。两个直流电源并联使用，要求它们的电动势相等，总电动势和一个电源的电动势相等，即  $E = E_1 = E_2$ 。

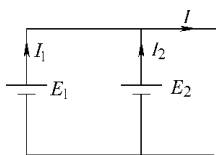


图 1.10 直流电源的并联

当负载需较大电流时，可以用直流电源并联来供电。

直流电源并联后要了解以下几点：

(1) 电源并联时要注意电源极性。正极接正极、负极接负极。如果接错会造成电源短路而烧坏电源。

(2) 电源并联后，各个电源上的电流之和等于总输出电流，即  $I = I_1 + I_2$ 。

(3) 电源并联后总内阻倒数等于各个电源内阻倒数之和，即  $\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_{01}} + \frac{1}{R_{02}}$ ，总内阻  $R_0$  小于各个电源内阻。

## 五、恒压源和恒流源的概念

**图 1.11 恒压源** 用电池给灯泡供电的电路可用图 1.11 来表示。前面介绍过  $U_{AB} = E - I R_0$ ，如果电源内阻  $R_0$  越小，则  $U_{AB}$  越接近  $E$ 。电源电动势通常是恒定值，则电源端电压就是某一恒定值。因为电源内阻  $R_0$  不可能为零，所以称它为理想恒压源。引入理想恒压源的概念，对分析电路是很有用的。当电源内阻  $R_0$  远小于负载电阻  $R_L$  时，电路负载电流变化很小，电源端电压基本保持不变，这时电源就可以看成是一个恒压源。

在许多电子电器中，都有稳压电源，可以将稳压电源看成一个恒压源。理想恒压源的电路图形符号如图 1.12 所示。

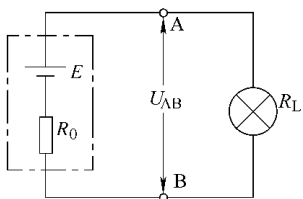


图 1.11 电池给灯泡供电的电路

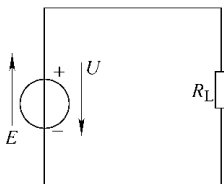


图 1.12 理想恒压源

恒流源 从图 1-15 所示电路，可得 公式变形后

$$I = \frac{E}{R_0 + R_L}$$

因为电源电动势  $E$  和电源内阻  $R_0$  都是一个不变的值，则

$$I = \frac{E}{R_0 + R_L}$$

将  $I$  称为电源短路电流。

我们可以得出电源的另一种等效电路，如图 1-16 所示。电路端电压仍为  $U_{AB}$ ，其输出电流仍为  $I$ 。图 1-16 所示电路用一个电流  $I_S$  和电源内阻  $R_0$  的分流来表示。在此电流源中，如果电源内阻  $R_0$  为无穷大 ( $R_0 \rightarrow \infty$ )，则  $I_S \rightarrow I$  得到公式

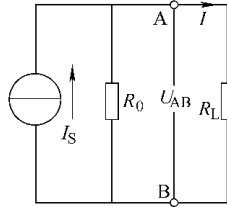


图 1-16 理想恒流源

$$I = I_S$$

此时，电源输出的电流为某恒定值，和外电路中负载电阻  $R_L$  的值无关。

这样的电流源，我们称为理想电流源，简称为恒流源。理想电流源实际上也是不存在的，电源内阻不可能为无穷大。但当电源内阻  $R_0$  远大于负载电阻时，电源输出电流变化很小，我们就可以认为此电源为恒流源。例如在晶体三极管放大电路中的晶体三极管，其集电极电流  $I_C$  基本上只受基极电流  $I_B$  的控制，而和加在集电极上的电压几乎无关。我们可以将基极电流  $I_B$  一定的条件下的晶体三极管放大电路看成输出电流为  $I_C$  的恒流源。

## 第二节 直流电源的种类

各种电子电器的直流电源是多种多样的，全面了解这些直流电源对分析电源电路是十分有益的。这里对直流电源做一分类及说明，以期读者对直流电源有一个全面的了解。

### 一、按直流电源有无稳压功能分类

没有稳压功能的直流电源 这种电源一般用变压器降压，用晶体二极管整流和电容滤波后即将直流电压输出。输出的直流电压随

远

负载的变化及 电网交流电压的变化而变化。也就是说，这种直流电源输出的电压不是一个恒定值，电路图上给出的电压值只是一个参考值。

这种电源电路简单、成本低，许多要求不高的电子电器，如一般的收录机、一些家用小电子电器都采用这种直流电源。

**具有稳压功能的直流电源** 这种直流电源输出的电压值基本上是个定值。也就是说，不管电源负载怎样变化，不管 电网交流电压怎样变化，此电源输出的直流电压值都不变化，相当于一个恒压源。

有稳压功能的直流电源成本较高，常用在要求指标较高的电子电器之中，如电视机、家用电脑等。

## 二、按直流电源稳压电路结构分类

**稳压二极管稳压电路** 这种稳压电路是利用硅稳压二极管的稳压特性来稳定输出电压的。这种稳压电源输出功率小且效率低，一般不作电源使用，往往用于局部电路的稳压。

**串联调整稳压电路** 这种电源利用功率较大的晶体三极管(调整管)的集电极与发射极的阻抗随基极电流  $I_B$  的大小而变化的特性，进行输出直流电压的自动调整，实现稳压功能的。这种直流电源稳压功能好，但效率较低，有许多电能消耗在调整管上。

此电源往往用在要求稳压好，但功率不太大的电子电器上，如黑白电视机往往用此种电源。

**开关稳压电源** 这是一种高效率、稳压性能好的直流电源。其电路结构和原理较复杂，本书后面第四章第一节中有详尽的讲解。此电源电路中的大功率晶体三极管工作在导通与截止状态(开关状态)，所以称此电源为开关电源。

此直流电源常用在要求稳压性能好而输出功率又较大的电子电器中，如彩色电视机、微型计算机等。

**集成稳压电路** 这是用集成块构成的稳压电路。这种电路体积小、重量轻，且稳压性能好，但输出功率不太大，许多 收音机、电视机、阅读机都采用这种电源。在彩色电视机、微型计算机的局部电源中也常用到它。

### 三、按直流电源数量分类

**单一直流电源** 整个电子电器只有一个直流电源。有一些小家电中只有一个电源。

**双直流电源** 整个电子电器有两个直流电源。这两个电源中一个为主电源，另一个是副电源。例如一些遥控彩色电视机都是采用两个直流电源。

**二次电源** 一些电子电器中除主电源外，还有一些局部电源，称为二次电源。彩色电视机、微型计算机和彩色显示器的高压电源，中压电源往往采用二次电源。

### 四、按直流电源极性分类

**正电源** 电源输出正电压，如原电，原电

**负电源** 电源输出负电压，如原电，原电

**电源既输出正电压又输出负电压** 有些微型计算机稳压电源，就输出多种正电压和负电压。

## 第三节 电源接地的概念

在分析和检修电子电器时，经常要测量电路中某元件或某电路两点间的电压值，看电路工作是否正常。电压就是电路中两点间的电位差。为了测量的方便，我们将电路中应用最多的点的电位定为零电位，我们把零电位点称为该电器电路的“地”。在电路图中“地”的电路图形符号是“ $\perp$ ”。“地”是电路的公共电位参考点。

电子仪器和许多电器的外壳是金属的，为了防止由于漏电使外壳带电而伤人，我们常常将金属外壳接上地。这种“地”真正是地球的地，电路符号是“ $\perp$ ”，这两个“地”的概念是不完全一样的。某些电子电器的零电位点的“地”是接在金属外壳上的，此时两个“地”就是同一点了。

正电源是将电源的负极接地，如图 1-27 所示。当接通开关 S 后，电流从电源的正极经

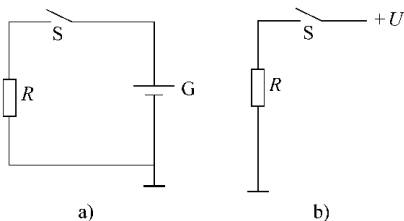


图 1-27 电源负极接地电路示意图