

基础电子电路及维修

【美】 B · 拉 森 著
陈 忠 译

人民邮电出版社

TRANSISTOR FUNDAMENTALS AND SERVICING

Boyd Larson

内 容 提 要

本书主要是给电子设备维修人员阅读的。它的内容主要包括：1. 半导体器件（二极管、三极管、场效应管、单结管、可控硅及集成电路）和由其组成的一些基础电路（例如电源整流电路、放大电路、振荡电路以及一些开关电路等）的基本工作原理；2. 这些器件及电路正常工作时及故障时的一些特征。根据这些特征判断其工作是否正常；3. 寻找电子设备故障的一般方法。

书中有提示，有习题，便于自学。

基础电子电路及维修

〔美〕B·拉森著

陈 忠 译

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：787×1092 1/32 1980年12月 第一版

印张：14 24/32 页数：236 1980年12月河北第一次印刷

字数：336 千字 印数：1—63,000 册

统一书号：15045·总2408—无6106

定价：1.15 元

前 言

利用收音机和电视机来讲授电子设备的维修已成为传统的方法，因为它是达到这一目的的很好方法。但是，在学习电子设备时，首先介绍一下维修的原理乃是十分重要的。这样，在学习任何电子专业或任何具体设备时，都可以应用这些原理。

本书在讨论基础电子电路的同时，介绍各种维修的基本原理。

B·拉 森

目 录

前 言

第一章 概说	(1)
第二章 半导体二极管	(4)
半导体器件.....	(4)
半导体二极管.....	(5)
二极管的偏置.....	(7)
二极管识别.....	(8)
小结	(10)
思考题.....	(10)
习题.....	(11)
选择测验题.....	(11)
第三章 二极管电路分析	(14)
直流分析.....	(14)
惯例.....	(19)
交流分析.....	(20)
交流、直流分析.....	(25)
小结.....	(30)
思考题.....	(30)
习题.....	(31)
选择测验题.....	(35)
第四章 二极管特性与参数	(37)
二极管特性曲线.....	(37)
二极管的更换.....	(39)

二极管的额定参数	(41)
二极管的测试	(46)
齐纳二极管	(48)
齐纳二极管分析	(50)
齐纳二极管的更换	(54)
小结	(54)
思考题	(55)
习题	(56)
选择测验题	(58)
第五章 直流电源	(61)
电源变压器	(62)
整流器	(66)
滤波器	(73)
稳压器	(78)
小结	(80)
思考题	(81)
习题	(83)
选择测验题	(83)
第六章 电子设备的维修——以直流稳压电源为例	(87)
初步检查	(87)
了解要修的设备	(90)
找出故障级	(93)
找出故障元件	(96)
更换损坏的元件	(111)
小结	(123)
思考题	(124)
习题	(125)

选择测验题.....	(126)
第七章 晶体管基础	(129)
晶体管的功能.....	(129)
晶体管的结构.....	(130)
晶体管的 β 值.....	(132)
晶体管的工作原理.....	(134)
晶体管开关.....	(135)
晶体管放大器.....	(138)
小结.....	(141)
思考题.....	(142)
习题.....	(143)
选择测验题.....	(146)
第八章 直流、交流及交直流状态下晶体管的工作	(149)
晶体管的偏置.....	(149)
增大与减小的符号.....	(152)
交流与直流状态分析.....	(156)
饱和.....	(159)
截止.....	(162)
小结.....	(164)
思考题.....	(165)
习题.....	(165)
选择测验题.....	(168)
第九章 晶体管的特性曲线	(171)
晶体管的特性曲线.....	(171)
直流 β	(172)
晶体管的特性.....	(174)
负载线.....	(175)

交流 β	(179)
失真	(180)
曲线的使用	(181)
稳流原理	(182)
小结	(184)
思考题	(185)
习题	(186)
选择测验题	(187)
第十章 偏置稳定电路	(190)
不稳定的根源	(190)
发射极稳定法	(193)
集电极稳定法	(200)
通用稳定法	(203)
双电源稳定法	(206)
小结	(208)
思考题	(209)
习题	(210)
选择测验题	(213)
第十一章 晶体管偏置电路的维修	(216)
直流故障的检测	(216)
晶体管直流故障检测	(218)
故障检测法的具体运用	(221)
晶体管的测试	(226)
晶体管的更换	(229)
小结	(231)
思考题	(232)
习题	(233)

选择测验题.....	(237)
第十二章 交流放大器的耦合.....	(239)
级联.....	(240)
一般的耦合.....	(242)
电路的简化.....	(247)
输入电阻.....	(251)
电压增益.....	(257)
交流与直流的隔离.....	(261)
纯交流增益.....	(264)
晶体管电路型式.....	(266)
耦合方法.....	(274)
小结.....	(280)
思考题.....	(282)
习题.....	(283)
选择测验题.....	(285)
第十三章 根据交流特征来维修的方法.....	(288)
概述.....	(288)
测试点.....	(290)
信号路径.....	(292)
级内检修.....	(296)
变压器耦合电路的维修.....	(297)
小结.....	(300)
思考题.....	(301)
习题.....	(302)
选择测验题.....	(302)
第十四章 场效应晶体管.....	(305)
结型场效应晶体管.....	(305)

绝缘栅场效应晶体管	(307)
场效应晶体管的工作	(308)
场效应晶体管的偏置	(313)
场效应晶体管交流放大器	(315)
场效应晶体管的应用	(317)
场效应晶体管维修	(317)
小结	(320)
思考题	(321)
习题	(322)
选择测验题	(323)
第十五章 直流放大器	(325)
直流放大器	(325)
直接耦合	(326)
差动放大器	(331)
斩波器	(333)
小结	(336)
思考题	(337)
习题	(338)
选择测验题	(339)
第十六章 集成电路	(340)
集成电路简图	(340)
运算放大器	(343)
逻辑门电路	(349)
集成电路维修	(353)
小结	(356)
思考题	(357)
习题	(357)

选择测验题	(358)
第十七章 振荡器	(361)
LC振荡器	(362)
相移振荡器	(364)
时间常数振荡器	(365)
单结晶体管	(366)
双稳态触发器	(369)
振荡器维修	(374)
小结	(375)
思考题	(376)
习题	(377)
选择测验题	(377)
第十八章 功率控制	(380)
功率控制	(380)
可控硅	(382)
可控硅的控制电路	(386)
双向二极管与双向可控硅	(392)
功率控制电路的维修	(397)
小结	(399)
思考题	(400)
习题	(400)
选择测验题	(401)
第十九章 电子管	(404)
真空管	(404)
充气管	(414)
阴极射线管	(418)
真空管的维护	(420)

小结	(423)
思考题	(424)
习题	(425)
选择测验题	(426)
第二十章 示波器	(429)
直流偏转	(431)
交流偏转	(433)
示波器的波形图	(434)
示波器的使用	(438)
小结	(446)
思考题	(447)
习题	(448)
思考题、习题答案(奇数题)	(450)
附录A 本书所用文字符号及缩语表	(457)
附录B 电子学基本公式	(459)

第一章 概 说

电子设备的种类极多，要一一列举是不可能的。但不管它种类怎么多，总可以归纳为几种类型，例如按其基本功能来分，可大致分为放大、整流、开关和振荡四种。

电子设备除上述四种功能外，还有不少其它功能，诸如缓冲、滤波、波形整形以及分频、倍频等等。但是，电子设备中的各级多半都可归到上述四大类中。所以只要很好地掌握这四类基本电路的工作原理和维修方法，其它各种变形的电路就比较容易掌握了。

在检修电子设备时，逐级进行分析是很重要的。许多设备会有成千个元件，若靠检查每个元件来发现其中的故障，是很困难的。因此，首先应当寻找出故障的级，然后再找出故障的元件。

对维修人员比较熟悉的设备，他就有可能从整机故障的特征来直接确定故障元件的位置。例如，一个有经验的电视机修理人员，通过一定的步骤进行观察图象，便可知道哪一个电阻坏了。于是他不用逐级地分析。能做到这一步是很好的，但是，采用这种排除故障（检修）的方法，要有熟练的工作经验才行。

如果要把大量各种电子设备的各种故障症状都汇编到一本书中，篇幅就太大了。因此，维修人员必须依靠逐步接近法和利用曾遇到过的对一些电子设备和元件的丰富知识来进行工作。

检修的方法很多，但没有一种方法对每种情况都是最好的。然而也可以找出适合于大多数情况的一般方法。下面列举的是处理故障时的大致步骤：

1. 初步检查。
2. 熟悉整机。
3. 把故障范围缩小到某一级。
4. 把故障范围缩小到故障元件。
5. 替换损坏的元件，并检查整机恢复工作的情况。

初步检查是属于不要求对整个设备有详尽了解的检查。这种检查似乎相当肤浅表面，然而这一步却不容忽视。经验表明，在初步检查中，花一点力气会带来省钱、节约时间和避免混乱的好处。尤其重要的是，一旦忽视这种检查就可能出现别的问题。因此，你的维修能力常常是靠你在初步检查时的做法来判断。

初步检查包括：试作正常操作、电源与外观的检查。

开始，先把设备打开，检查整机的所有开关和调整机构。简单地说，是要证实问题确实存在，并且问题不是因操作不当而引起的。

接着，检查电源的初级，回答如下问题：电源线是否断路？电池电压够不够？接线等有无开路处或熔丝是否烧断。

外观检查包括：寻找有无冒烟、打火或电弧现象，有无折断的部件，松脱的接头，以及元件烧坏等，如果有这些东西，就可以立刻找出故障的原因。

如果在初步检查中，没有找到故障的来源，维修人员就必须熟悉整机。

首先，必须了解设备的输入和输出，以及整机的方框图（见图5—1）。大多数设备的制造厂家都提供一个方框图。

如果没有适当的图纸，维修人员应自行绘制，或者凭借自己脑子里的“图”。方框图不是原理图，把图5—1中的方框图与图5—22示出的原理图比较一下，就清楚方框图是由原理图简化而来的。它说明整机由几级，以及级与级之间的联接。为了进一步检修，原理图仍然是需要的。

除方框图之外，维修人员应当了解每一级的正常输入和输出。一些工厂的维修方框图和原理图标出各级间的正常电压波形。但是，在许多情况下，维修人员必须自己对级进行分析，并确定其正常波形。这些分析将在本书第三、四、五、七、十二、十四章中谈到。

在被修设备的输入端加上额定的输入信号，维修人员逐级检查其输出情况，当判别哪一级的输入为正常而输出异常时，那么这一级就是故障级。

然后，就要判别这个故障级中损坏的元件，并予以掉换。最后复查一下设备整机的工作是否恢复正常。

简而言之，检修电子设备包括，把故障缩小到某一级，分析设备各级的输出情况，以及在故障级中找出损坏的元件。这些就是本书的首要目的。

第二章 半导体二极管

半 导 体 器 件

半导体器件在电子电路领域中已居于支配的地位。在以往的二、三十年内，它们的机械尺寸和制造方法历经迅速而广泛的变化。一大批新型器件被制造出来。包含有上百个器件的集成电路(IC)所占的空间，比一般书中的印刷体字母“e”字还小。所有这些器件的工作原理差不多都是一样的，而且所有半导体器件都是以半导体二极管作为基础的。

2—1 半 导 体

半导体器件是由其导电性能介于导体与绝缘体之间的物质制成。因此，它属于“不完全的”即“半”导体。目前，半导体中常用到的是两种元素——锗(Ge)和硅(Si)。最初的晶体管是由锗元素制成。那个在地球上蕴藏量占第二位的元素硅，在半导体制造中已成为与锗同样重要的原材料。

2—2 掺 杂

不管锗还是硅，它先要高度地提纯，然后对它作适当的掺杂以便使用。在纯的物质中掺入杂质（即附加上杂质）的过程叫作掺杂。为了做成有用的器件，需要有两种类型的掺杂半导体（锗或硅）。这二种类型分别称为 p 型和 n 型。 n 型锗半导

体具有微量过剩的，带负电荷的，叫做电子的载流子。 p 型锗半导体则具有微量过剩的，带正电荷的，叫做空穴的载流子。 p 型可以用硼、砷或铟一类的元素对半导体进行掺杂而制成；而 n 型则可掺入砷或锑元素制成。

不仅有 p 型和 n 型锗而且有 p 型和 n 型硅。硅二极管与锗二极管相比，它的耐温高一些，内阻也大一些。但是硅器件也有 p 型和 n 型二种，这一点与锗器件是一样的。

半 导 体 二 极 管

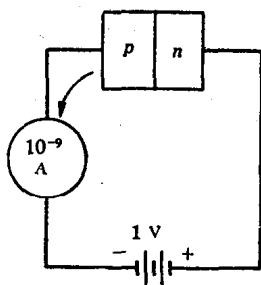
2—3 半 导 体 二 极 管

当 p 型材料与 n 型材料生长在一起，便形成叫做半导体二极管的器件。二极管是许多有源半导体器件（包括晶体三极管）的一个部分。

二极管具有定向的内阻。这就是说电流在某一个方向流过时其电阻大到 $1000M\Omega$ ，而当电流在相反方向流过时其电阻却只有 10Ω ，如图2—1所示。因而，二极管具有与定向开关相似的特性。

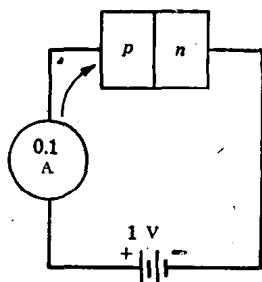
2—4 二 极 管 作 开 关

二极管起开关的作用。它的开与关由电压的极性来决定。二极管开关具有无声、无摩擦和自动的优点。几乎每种电子设备中都要用到二极管，而且它的工作原理是理解几乎所有其它半导体器件的基础。



(a) 高阻

$$R = \frac{1V}{10^{-9}A} = 10^{+9}\Omega$$



(b) 低阻

$$R = \frac{1V}{0.1A} = 10\Omega$$

图 2—1 半导体二极管在一个方向与直流电源相连接，然后改变电源极性连接

2—5 半导体二极管原理

让我们来回忆一下关于“同性电荷相斥，异性电荷相吸”

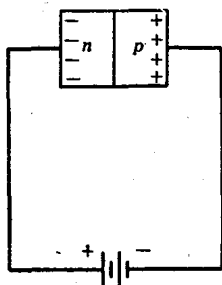


图 2—2 半导体二极管反向偏置时电子与空穴的扩散作用

的基本定理。当电源接到二极管时（如图2—2所示）， n 型材料中的电子被电源的正极所吸引，而 p 型材料中的空穴则被电源负极所吸引。这样，电荷被扩散到二极管两端，在 p 型与 n 型材料的结合处——结的附近留下了电荷载流子的空位。我们知道，导电时，必须产生电子—空穴的互换。但现在由于空穴和电子二者都从结上离开，以致

电子—空穴的交换无法发生。其结果是只有很小的电流流过或者说存在高阻。