

电子设备



维修测试指南

张久威 编译

中国计量出版社

电子设备维修测试指南

张久威 编译



中国计量出版社

内 容 提 要

本书共分十五章，书中详尽介绍了半导体器件、收音机、音频设备、直流电源、磁带录音机、电视机、民用波段报话机、电子遥控设备、中功率发射机、天线系统和传输线、汽车电气系统、线性组件运算放大器、TTL 与非门集成电路等多种电子设备简捷而有效的测试维修技术。

本书内容通俗易懂，涉及面很广，适用性较强，适于电子工程技术人员、电子设备维修测试人员和广大的无线电爱好者阅读。

电子设备维修测试指南

张 久 威 编 译

责任编辑 刘长顺

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

河北省三河县潮河印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本787×1092/32 印张9.75 字数 227 千字

1986年4月第1版 1990年5月第2次印刷

印数20001—25000

ISBN 7-5026-0246-1/TB·201

定价 4.20 元

前 言

电子技术的飞速发展，使得电子设备不仅在国民经济各部门得到越来越广泛的应用，而且已经进入到千家万户。收音机、录音机、电视机等电子设备，开阔了人们的视听领域；带电子电路以至带电脑的各种日用电器，减轻或代替着人们的繁杂家务劳动；用电脑开发智力，更是前程似锦。可以这样说，今天人人都要同电子设备打交道。

如果您希望有一本电子设备故障检查、调试、测试的实用指导书，那么，本书将正好提供多种电子设备维修测试的实用方法。

本书主要译自美国小罗伯特·C·杰恩编著的“Manual of Electronic Servicing Tests and Measurements”一书（1980年）。为了使该书更适合我国情况，编译者参照《无线电》杂志，对原著部分内容作了较大删改，并且补充了第十三、十四、十五章。这样，以尽可能丰富的内容奉献给读者。尽管如此，由于电子设备种类繁多，本书不能包罗一切，但读者可以从中举一反三，触类旁通。

本书旨为维修人员、无线电爱好者提供简捷而实用的测试方法，以避免使用昂贵的测试仪器。

本书翻译后，承蒙四川省计量情报研究所副研究员李荐华同志校阅和指教。在编译过程中，得到中国科学院成都分院分析测试中心副研究员王传贤同志的大力支持和帮助。最后，计量出版社为本书的早日出版，作出了很大努力。在

此一并表示衷心谢意。限于编译者水平，不当之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编译者

一九八五年四月

目 录

第一章 半导体器件的简易测试法	(1)
1.1 用万用表测试小信号二极管	(1)
1.2 硅整流器反向峰值电压的测试	(2)
1.3 硅整流器正向电流的测试	(4)
1.4 可控硅测试方法	(5)
1.5 变容二极管实用测试法	(7)
1.6 稳压二极管的在线测试	(8)
1.7 稳压二极管的离线测试	(9)
1.8 晶体三极管实用测试法	(10)
万用表法	(10)
电压法——在线测试	(12)
示波器法——在线测试	(13)
1.9 低频大功率晶体管集电极电流的测量	(15)
1.10 结型场效应管测试方法	(16)
1.11 双场效应管测试方法	(17)
1.12 MOS场效应管测试方法	(17)
1.13 双向可控硅测试方法	(19)
1.14 隧道二极管测试方法	(21)
1.15 硒片测试方法	(22)
1.16 光电二极管测试方法	(22)
1.17 全桥堆测试方法	(23)
1.18 小电流发光二极管测试方法	(24)
1.19 单结晶体管测试方法	(25)
1.20 给万用表加装表笔极性切换开关	(26)
1.21 固体器件测试注意事项	(27)
第二章 收音机维修检测	(28)
2.1 晶体管收音机本机振荡器的检测	(28)

2.2	电子管收音机本机振荡器的检验	(29)
2.3	中频放大器寄生振荡的测试	(30)
	电压表法	(30)
	信号发生器法——对晶体管收音机	(31)
2.4	调幅收音机铁氧体磁棒线圈调整方法	(32)
2.5	用谐振计检验天线系统	(33)
2.6	收音机灵敏度的测量	(34)
	功率法	(34)
	精密信号发生器法	(35)
2.7	用电压表和音频信号发生器测量音频级增益	(38)
2.8	中频级增益测量法	(39)
	电压表和高频信号发生器法	(39)
	中频级增益分贝数测量方法	(41)
	示波器法	(41)
2.9	本机振荡频率的测量	(43)
2.10	自动音量控制 (AVC) 的测试	(44)
	AVC电压测试方法——电压表法	(44)
	AVC电压测试方法——半电压法	(46)
2.11	调幅收音机外差跟踪性能的测试	(47)
2.12	鉴频器的检测	(49)
2.13	采用比例鉴频器的调频收音机中放级的测试	(51)
2.14	调频收音机的统调	(52)
2.15	立体声解码器的简单调整方法	(53)
2.16	立体声放大器输出功率的测试	(54)
2.17	晶体管收音机静态电流测量方法	(55)
第三章	音频设备的检测	(57)
3.1	频率响应的测试	(57)
	正弦波发生器和交流电压表法	(57)
	正弦波发生器和示波器法	(59)
	方波发生器和示波器法	(60)

3.2	线性度的测试	(62)
	正弦波发生器和示波器法	(62)
	正弦波发生器和步进式衰减器法	(64)
3.3	中小功率放大器功率响应的测试	(65)
3.4	大功率放大器输出功率的测试	(67)
3.5	输入信号电平值的检测	(67)
3.6	音频正弦波发生器谐波的检测	(68)
3.7	音频频率的测量	(69)
	信号发生器和交流电压表法	(69)
	示波器法	(71)
	示波器和校准过的正弦波发生器法	(71)
	双迹示波器和信号发生器法	(72)
3.8	将输出功率从音量单位换算成瓦数的方法	(73)
3.9	将电压读数换算成分贝数的方法	(73)
3.10	测量电子管放大器电源变压器磁耦合的方法	(75)
3.11	单纸盆扬声器阻抗的测量	(76)
	电压表和音频信号发生器法	(76)
	示波器和音频信号发生器法	(78)
3.12	扬声器相位的检测	(79)
	不用测试设备的相位检测法	(79)
	示波器—话筒相位检测法	(80)
3.13	双扬声器或三扬声器系统的相位检测	(81)
3.14	OTL电路直流工作状态的调整	(82)
第四章	使用普通仪器的实用检测技术	(84)
4.1	兆欧级电阻的测量	(84)
4.2	万用表动圈式表头的检测	(86)
4.3	电路负载的测试	(87)
4.4	用万用表小电流档测量低电压的方法	(87)
4.5	测量衰减器输入电阻的方法	(89)
	简单电阻表法	(89)

电压表和音频信号发生器法	(90)
4.6 衰减器电抗响应的测试	(91)
4.7 可调衰减器测试方法	(91)
4.8 电感量的测量	(93)
电压表法——低频器件	(93)
音频信号发生器法	(94)
谐振计法——高频器件	(95)
4.9 电容量的测量	(96)
简单电压表法——大容量电容	(96)
谐振计法——小容量电容	(98)
4.10 晶体振荡频率的测量	(99)
4.11 变压器相位检测方法	(100)
4.12 变压器负载容量检测方法	(102)
4.13 绕制OCL电源变压器应注意的问题	(102)
第五章 电源维修的检验和测量	(104)
5.1 直流电源内阻的测量	(104)
5.2 电源变压器调整率的测量	(105)
5.3 电池供电电流的测量	(106)
5.4 电源对地漏电流测量方法	(107)
5.5 简易输入功率检测器	(107)
5.6 直流电源负载调整率的测量	(108)
5.7 直流电源电压的检测及其故障	(109)
5.8 电唱机直流电源的检测	(110)
5.9 用自耦调压器测试电源变压器负载的方法	(112)
5.10 滤波回路负载电流的测量	(113)
5.11 直流电源有效负载阻抗的测量	(113)
5.12 汽车蓄电池的简便检查	(114)
5.13 汽车电池电压波动的测量	(114)
5.14 将直流电源改成可调直流电源的方法	(115)
5.15 滤波电容的简易检查	(115)

5.16	电源的纹波及其它周期性和随机漂移的校核	(116)
5.17	将纹波电压按最高直流输出电压换算成分贝 数的方法	(117)
5.18	直流稳压电源稳压系数S的测试	(118)
5.19	电压调整率的测试	(119)
5.20	等效内阻的测试	(120)
5.21	电流调整率的测试	(122)
5.22	温度系数的测试	(122)
第六章	磁带录音机的测试技术	(124)
6.1	颤抖引起频率偏移的测试方法	(124)
6.2	带速误差的简单测试	(125)
6.3	怎样更换磁头	(127)
6.4	录音机磁头交流阻抗的测试	(130)
6.5	磁头工作面的检查	(131)
6.6	磁头方位角的检验	(131)
6.7	磁带灵敏度的测试	(132)
6.8	磁头磁化的检测	(133)
6.9	简易磁头消磁器	(134)
6.10	录音前的检测	(136)
6.11	偏磁电流的调整	(137)
6.12	偏磁电流的测量	(138)
6.13	频率响应的测试	(139)
6.14	简易磁带抹音器	(141)
6.15	怎样用低档录音机转录磁带节目	(142)
6.16	录音机的使用与维护	(144)
第七章	电视接收机的检测	(147)
7.1	电视机甚高频高频头的测试	(147)
7.2	图象与伴音电路调整方法	(148)
7.3	视频中频级的简单测试	(152)
7.4	中频级噪声电平的检测	(153)

7.5	显象管视频信号的检测	(153)
7.6	视频检波器的检查	(154)
7.7	图象通道故障部位的快速检查	(155)
7.8	自动增益控制 (AGC) 电压的检测	(156)
	AGC电路的测试	(156)
	高频放大器中AGC出问题的检查方法	(156)
7.9	场线性的简单检查	(157)
7.10	同步脉冲检测方法	(157)
7.11	高压电的简易检测	(158)
7.12	电视机提升电压的测量	(159)
7.13	场扫描电路故障的检修	(160)
7.14	行扫描电路故障的检修	(162)
7.15	串联式12伏低压电源的检修	(163)
7.16	串联式100伏高压电源的检修	(165)
7.17	显象管截止电压的测试	(166)
7.18	显象管调制量的测试	(167)
7.19	显象管阴极发射电流的测试	(167)
7.20	显象管阴极活性的测试	(170)
7.21	用万用表测量显象管	(171)
7.22	廉价的显象管复活法	(171)
7.23	显象管灯丝的简易测试	(172)
7.24	消除阴极射线管管面上烧痕的方法	(173)
第八章 民用波段 (CB) 报话机的实用测试		(174)
8.1	天线的简捷测试	(175)
8.2	调幅度的测量	(176)
	调幅度的快速检测	(176)
	电压表法	(176)
	示波器法——正弦波形	(178)
8.3	假负载的制作和使用方法	(180)
	灯泡式	(180)

同轴插头式	(181)
8.4 音频负载电阻功率的测量	(182)
8.5 报话机电源输入系统简易测试方法	(183)
8.6 汽车报话机系统的工作台试验	(184)
8.7 发射机载波频率简易检测法	(185)
接收机法	(185)
场强计法	(186)
8.8 发射机输出功率的测量	(187)
8.9 晶体的测试	(188)
8.10 接收机晶体的检测	(190)
8.11 接收机音频级的测试	(191)
8.12 噪声抑制电路的检测	(192)
8.13 自动增益控制 (AGC) 电路的检测	(192)
8.14 锁相回路 (PLL) 的测试	(193)
第九章 电子遥控设备的检测	(195)
9.1 电视机遥控的预检	(195)
9.2 电池的检查	(197)
9.3 换能器的检测	(198)
电压表法	(198)
示波器法	(199)
9.4 换能器串联电容的检验	(199)
9.5 遥控发射机的校准	(200)
9.6 电视遥控接收机的校准	(201)
9.7 音叉发射机的检测	(202)
9.8 电视遥控电动机的测试	(202)
9.9 相移同步电动机的检查	(203)
9.10 航空模型数字-比例发射机的检测	(204)
9.11 汽车库开门器	(205)
发射机的测试	(205)
接收机的测试	(206)

电动机的测试	(207)
继电器的测试	(208)
第十章 中功率发射机的检测	(209)
10.1 调幅度为零时高频输出功率的简捷测量	(209)
10.2 高频电流的简单测量方法	(211)
10.3 调幅度监视器及其测量方法	(212)
10.4 等幅波电报发射机电键调制的检测	(214)
10.5 单边带输出功率的测量	(216)
10.6 单边带调制度的简易检测	(218)
10.7 调频百分数的测量	(219)
10.8 发射频率的测量	(221)
吸收式波长计法	(221)
频率计数器法	(223)
第十一章 天线系统和传输线的检测	(225)
11.1 汽车调幅-调频收音机天线电路的检测	(225)
11.2 天线系统漏电的检查	(226)
11.3 半波偶极天线调谐频率的测量	(227)
11.4 天线输入阻抗的测量	(228)
11.5 底部加载立式天线的测量	(230)
11.6 传输线速度因数的测量	(231)
11.7 天线方向性比的测量	(232)
场强计法	(232)
信号强度计法	(233)
11.8 传输线特性阻抗的测量	(234)
11.9 驻波比的测量	(235)
11.10 便携式CB测试天线	(237)
第十二章 汽车电气系统的检测	(239)
12.1 汽车电气设备噪声干扰测试方法	(239)
12.2 点火电阻线的检查	(241)
12.3 火花塞电缆的检查方法	(241)

12.4	火花塞测试方法	(242)
12.5	点火线圈初级绕组的测试	(243)
	电压法	(243)
	电阻表法	(244)
12.6	点火线圈次级绕组的测试	(245)
12.7	分电器的快速测试方法	(246)
12.8	电容外壳接地不良的检查	(247)
12.9	电容离线快速检测	(248)
12.10	交流发电机二极管的在线测试方法	(249)
12.11	固体器件点火系统短路的检查方法	(251)
12.12	固体器件点火系统开路的检查方法	(252)
12.13	闭合延时器系统的检查方法	(252)
12.14	可控硅闭合延时器的测试	(254)
12.15	磁电机电容放电式点火系统的检查	(255)
12.16	喇叭电气系统的测试	(256)
12.17	汽车保险丝的检查	(257)
第十三章	运算放大器的测试	(259)
13.1	输入失调电压的测试	(259)
13.2	输入失调电流的测试	(261)
13.3	输入偏置电流的测试	(262)
13.4	电压放大倍数的测试	(264)
13.5	输入电阻的测试	(266)
13.6	输出电阻的测试	(268)
13.7	共模抑制比 (CMRR) 的测试	(269)
13.8	堵塞现象的测试	(271)
13.9	自激振荡现象的测试	(273)
第十四章	逻辑电路的基本知识	(274)
14.1	“与” 门	(274)
14.2	“或” 门	(275)
14.3	“非” 门	(276)

14.4	“与非”门	(277)
14.5	组合符号	(279)
14.6	“异或”门	(279)
第十五章	TTL与非门集成电路的测试	(282)
15.1	用万用表粗略检查	(282)
15.2	各与非门逻辑功能的普遍检查	(283)
15.3	输入短路电流 (I_{iA}) 的测试	(284)
15.4	输入交叉漏电流 (I_{ij}) 的测试	(285)
15.5	输出漏电流 (I_{OL}) 的测试	(286)
15.6	输出高电平 (U_{OH}) 的测试	(286)
15.7	输出低电平 (U_{OL}) 的测试	(287)
15.8	开门电平 (U_{KM}) 的测试	(288)
15.9	关门电平 (U_{GM}) 的测试	(289)
15.10	空载通电源电流 (I_{KA}) 的测试	(290)
15.11	空载截止电源电流 (I_{KI}) 的测试	(291)
15.12	输出短路电流 (I_{CA}) 的测试	(292)
15.13	静态传输特性的测试	(292)
15.14	平均传输延迟时间 (t_y) 的测试	(294)
	示波器观察法	(294)
	频率计法	(296)

第一章 半导体器件的简易测试法

本章所述测试均无需用“高精度”专用设备。为了取得所需数据，对每项测试选用合适的简易测试设备和正确安排测试步骤均作了介绍。此外，所有测试均采用了循序渐进方法，这将有助于你在日常工作中提高使用简易测试仪器的能力。

全章旨在简化半导体器件的测试方法。固体器件有大量的待测参数——晶体管尤为如此，然而实际维修时只需几种参数。大家最关心的只是如何判别损坏了的半导体器件，并将其更换。检测半导体器件，到底采用哪一种方法要看你手头有什么样的测试设备。为此，对于同一项测试，介绍了几种不同的方法，而且总是首先介绍最简单和最节省的方法。

1.1 用万用表测试小信号二极管

测试设备：万用表

测试准备：见测试步骤。

说明：通常，用万用表测试二极管时最好使用 $R \times 1k$ 档，以防止超过二极管的额定电流而将其烧坏。然而有时必须用 $R \times 10$ 档甚至 $R \times 1$ 档才能产生足够的正向偏压而使二极管充分导通。大多数情况下，将万用表拨到电阻档时，其接地的黑表笔为表内电池的正极，红表笔为电池的负极，但并非总是如此，因此，如果搞不清楚，最好检查一下表笔的极性。另外，使用电子管电压表时应注意，其表笔极性可能与万用表的表笔极性正好相反。

测试步骤:

1. 将万用表拨到 $R \times 1k$ 档,黑表笔接二极管正极,红表笔接负极。良好的二极管的电阻读数应很小。

2. 将红表笔接二极管正极,黑表笔接负极。对于硅二极管,电阻读数应为无穷大或接近无穷大。对于锗二极管,电阻读数应为几百千欧。如果电阻读数为零,则表示二极管已经内部短路而损坏。一般,性能正常的二极管在一个方向测得的电阻值应很小,而反方向的电阻值则很大。如果遇到未标明极性的二极管时,这项测试将是判别其哪一端为正极、哪一端为负极的简单方法。如果测出二极管是好的,用步骤1可判别它的正极和负极。常用的小信号二极管的管壳封装是多种多样的,图1-1绘出了其中的几种。注意:有些二极管的负极端印有横条或环形标记,还有的在金属壳上印有二极管符号,如图1-1C所示。国产二极管型号一般用2AP、2CP、2AK、2DK等字母开头,美国二极管型号一般用1N开头,例如1N60、1N35、1N4001等,还有用字母GE开头的。

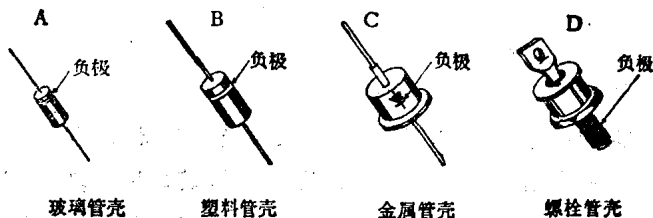


图 1-1 二极管封装

1.2 硅整流器反向峰值电压的测试

测试设备: 高压电源、微安表、电压表和电位器(大多数情况下为500千欧)。