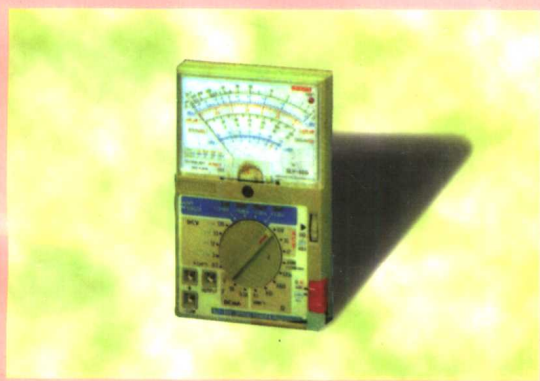


自学之星电工系列丛书

如何用万用表检测 电子元器件和整机

朱瑞华 冯海清 编著



中国水利水电出版社

如何用万用表检测 电子元器件和整机

朱瑞华 冯海清 编著

中国水利水电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

如何用万用表检测电子元器件和整机/朱瑞华, 冯海清编著. —北京: 中国水利水电出版社, 1997

(自学之星电工系列丛书)

ISBN 7-80124-510-5

I. 如… I. ①朱… ②冯… II. 复用电表-应用-电子元件-检测
N. TN606

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 18969 号

书 名	自学之星电工系列丛书 如何用万用表检测电子元器件和整机
作 者	朱瑞华 冯海清 编著
出版、发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿局印刷厂
规 格	787×1092 毫米 32 开本 10.5 印张 229 千字
版 次	1998 年 5 月第一版 1998 年 5 月北京第一次印刷
印 数	0001—6000 册
定 价	14.80 元

前 言

万用表(又名三用表、多用表)是应用范围最广、使用人员最多、沿用历史最悠久的一种多功能电子仪表,但很少有此类较为完整地专门介绍万用表各种用途的专业书籍。笔者顺应广大无线电爱好者、电子技术工作者急需,结合本人近40年电子技术工作的实践经验,以普及通俗的语言,介绍如何用一只万用表(或配合简单电子电路),检测各种电子元器件的类型和性能,检测各种电子整机(包括家用电器和工业仪表)总装完成后的静态电阻。

本书第一章通俗介绍模拟式(电表式)万用表和小型数字式万用表的工作原理、各种功能和使用注意事项。第二章至第十一章通俗介绍如何用万用表检测电阻、热敏电阻、光敏电阻、压敏电阻、电位器、电容器、变压器、电感线圈、各种二极管、三极管、单结晶体管、场效应晶体管、电声器件、收录机磁头和集成电路等。为了帮助读者检测好,首先还介绍了被检测元器件的工作原理、主要性能参数。第十二章正极—正极无损静检法是笔者多年电子整机生产、维修、研究实践的总结,也是向广大读者的一个奉献。你掌握以后,可以保障你新制作的小、中、大型电器整机经过无损静态电阻检测后,首次正式通电调试不损坏。

本书适合职业高中、中专、大专、本科各种中高级文化程度的人员作教科书或教学实习指导书,也适合广大无线电爱好者、电子技术爱好者、技师、维修师、助工、工程师阅

读和应用，还适合刚出校门的学生和自学成材者作电子实践指南。

本书由王广龙先生认真审阅，并提出一些宝贵修改意见，在此表示衷心感谢。

由于水平有限，书中难免有错误或欠妥之处，热情欢迎各位提出修改意见。

作 者

1997 年 5 月

目 录

前 言

第一章 万用表介绍..... (1)

一、模拟万用表..... (1)

(一) 结构 (二) 原理电路和使用方法

二、数字万用表..... (17)

(一) 概述 (二) 模拟量与数字量 (三) 袖珍数字万用表双积分方式 A/D 转换 (四) 数字万用表几个技术指标 (五) 数字万用表与模拟万用表技术性能比较 (六) 三种袖珍数字万用表简介

第二章 检测电阻器、电位器和电阻网络..... (36)

一、电阻器..... (36)

(一) 种类和参数 (二) 规格标注 (三) 阻值测量

二、电位器..... (43)

(一) 种类和参数 (二) 规格标注 (三) 性能测试

三、电阻网络..... (48)

(一) 特点和参数 (二) 典型网络电路图

第三章 检测热敏、光敏、压敏电阻..... (51)

一、热敏电阻..... (51)

(一) 检测负温度系数热敏电阻 (二) 检测正温度系数热敏电阻

二、光敏电阻	(57)
三、压敏电阻	(58)
(一) 压敏电阻器的特点与分类 (二) 检测压敏电阻器的方法	
第四章 检测电容器	(62)
一、种类和参数	(62)
二、规格标注	(63)
三、性能测试	(64)
第五章 检测变压器和电感线圈	(71)
一、变压器	(71)
(一) 结构和种类 (二) 主要参数 (三) 性能检测	
(四) 指标检测	
二、电感线圈	(88)
(一) 概述 (二) 主要参数 (三) 性能检测	
第六章 检测晶体二极管	(92)
一、检测整流和检波二极管	(92)
(一) 单向导电性 (二) 极性鉴别 (三) 性能检测	
二、检测桥式整流组件	(97)
(一) 半桥整流组件 (二) 全桥整流组件	
三、检测高压整流硅堆	(99)
(一) 硅堆结构 (二) 性能检测	
四、稳压二极管	(101)
(一) 稳压管与普通二极管的鉴别 (二) 三根引线的稳压管与三极管的鉴别 (三) 稳压管简易检测	
五、隧道二极管	(105)

六、变容二极管·····	(106)
七、恒流二极管·····	(107)
八、快恢复二极管和肖特基二极管·····	(109)
(一) 性能与结构特点 (二) 五种二极管的性能比较	
(三) 检测方法	
九、单色发光二极管·····	(116)
第七章 检测晶体三极管 ·····	(118)
一、三极管基本结构·····	(118)
二、三极管的放大作用和主要参数·····	(120)
(一) 电流放大倍数 (二) 截止频率 f_c 和 f_β (三) 极间反向电流	
(四) 击穿电压 (五) 集电极最大允许耗散功率 P_{CM}	
(六) 最大输出功率 (七) 静态特性曲线族	
三、管型判别和电极判别·····	(124)
(一) 管型判别 (二) 电极判别 (三) 硅管和锗管判别	
(四) 低频管与高频管的判别	
四、性能检测·····	(130)
(一) I_{ce0} 的检测 (二) 稳定性判断 (三) β 值测量	
(四) 准确测定三极管 h_{FE} 的简便方法 (五) 检测功率开关管的方法	
(六) 检测差分对管的方法 (七) 检测互补对管的方法	
第八章 检测单结晶体管和场效应管 ·····	(144)
一、检测单结晶体管·····	(144)
(一) 基本结构 (二) 特性曲线和主要性能参数 (三)	
单结晶体管与晶体三极管的区别 (四) 电极判别 (五)	
分压比 η 的测量 (六) 测量分压比 η 的简便方法	
(七) 检测程控单结管的方法	

二、检测场效应管.....	(154)
(一) 基本结构和分类	(二) 使用注意事项
(三) 放大作用和主要参数	(四) 电极判别
(五) 性能测试	(六) 检测 VMOS 功率场效应管的方法
(七) 场效应管和晶体三极管的比较	
第九章 检测电声器件	(172)
一、扬声器.....	(172)
(一) 结构和种类	(二) 主要参数
(三) 性能检测	
二、拾音器.....	(181)
(一) 结构和种类	(二) 主要参数
(三) 性能检测	
三、传声器.....	(183)
(一) 结构和种类	(二) 主要参数
(三) 驻极体传声器介绍	
第十章 检测收录机磁头	(195)
一、结构和种类.....	(195)
二、主要参数.....	(197)
三、性能检测.....	(203)
四、磁头种类及磨损程度判断.....	(207)
第十一章 检测集成电路	(209)
一、集成运算放大器.....	(210)
(一) 基本结构	(二) 主要参数
(三) 电极识别	(四) 性能测量
(五) 应用举例	
二、数字集成电路.....	(260)
(一) 基本门电路	(二) TTL 与非门电路的工作原理和主要参数
(三) 管脚识别	(四) 性能测试
(五)	

第十二章 正极—正极无损静检法	(290)
一、正极—正极无损静检法	(291)
二、应用实例	(294)
(一) 静检集成电路 (二) 静检印刷电路板 (三) 静 检整套设备	
附录一 新型电子元器件和国外厂商缩写符合义	(320)
附录二 直流微安表内阻测定	(323)
参考文献	(324)

第一章 万用表介绍

万用表(又名多用表、三用表)是无线电爱好者、电子技术爱好者、电工和技师、工程师最常用的多用途、便携式仪表,可以用它测量直流、交流电压,直流、交流电流和电阻。比较新型的万用表,还可以用它测量电容、电感、音频电平、晶体二极管正反向电阻、晶体三极管放大倍数。配合一些简单的电子线路和技巧,还可以用它检测单结晶体管、场效应管、电声器件、录音机磁头、集成电路以及热敏、光敏、压敏电阻等。根据笔者几十年的工作实践,总结出一种新的正极—正极无损静检法,可以用它检测集成电路、印刷电路板,大中小型整机的静态电阻,使你的产品首次通电不损坏。

当前,万用表一般分为模拟万用表和数字万用表两类,下面分别介绍。

一、模拟万用表

(一) 结构

最常用的 500 型万用表的外形如图 1-1 所示。面板上一般有表头、调零电位器、量程转换开关、机械调零旋钮、表笔插孔等;内部有各种测试电路。它们的作用如下。

1. 表头

表头的作用是指示被测电学量的数值,有万用表的“心脏”

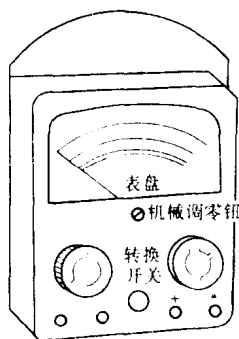


图 1-1 500 型表外形

之称，万用表的主要性能指标主要取决于表头的性能。为了提高灵敏度和便于扩大电流量程，一般常用内阻比较大的高灵敏度的磁电式直流电流表。500 型万用表的内阻约 $2.8\text{ k}\Omega$ 。由于直流表头通过电流有正负极性，因此万用表右下角的两个表笔插孔标有 + 和 * 符号。测量直流时极性反接，不但得不到正确的读数，还可能把电表指针打弯，甚至烧坏表头。

2. 表盘

万用表的性能优劣，一般以灵敏度方式标在表盘上，灵敏度的单位以每伏多少欧姆 (Ω/V) 表示。灵敏度越高，表示万用表对被测对象的影响越小，测量误差也就越小。目前，万用表灵敏度的水平，一般在 $20000\text{ }\Omega/\text{V}$ 左右。

万用表所能检测的功能较多，为了方便使用者读数，表盘上制作有数条刻度线，并有各种说明符、字母等。万用表中常见符号、字母的含义如表 1-1、表 1-2 所示。

万用表表盘上，直流电压和直流电流刻度是均匀分布的，刻度线两头有一或 DC 标志。交流电压和交流电流刻度是不均匀的，刻度线两头有 ~ 或 AC 标志。一般电压和电流的刻度是共用的。电阻刻度线是不均匀的，零点在右边，大阻值在左边（最左端有 ∞ 标志，表示电阻值为无穷大）。电阻刻度线的标志为 Ω 。万用表上还有一条 10V 交流电压刻度线，以便提高小电压测量的准确度。有的万用表上还有一条不均匀的分贝 (dB) 刻度线。

表 1-1

万用表中常用单位符号

符 号	名 称	符 号	名 称	符 号	名 称
kA	千安(10^3 安)	Mvar	兆乏	φ	相位角
A	安(培)	kvar	千乏	$\cos\varphi$	功率因数
mA	毫安(10^{-3} 安)	var	乏(尔)	$\sin\varphi$	无功功率因数
μ A	微安(10^{-6} 安)	MHz	兆赫(10^6 赫)	C	库(仑)
kV	千伏(10^3 伏)	kHz	千赫(10^3 赫)	μ F	微法(10^{-6} 法)
V	伏(特)	Hz	赫(兹)	pF	皮法(10^{-12} 法)
mV	毫伏(10^{-3} 伏)	M Ω	兆欧(10^6 欧)	H	亨
μ V	微伏(10^{-6} 伏)	k Ω	千欧(10^3 欧)	mH	毫亨(10^{-3} 亨)
MW	兆瓦(10^6 瓦)	Ω	欧(姆)	μ H	微亨(10^{-6} 亨)
kW	千瓦(10^3 瓦)	m Ω	毫欧(10^{-3} 欧)		
W	瓦(特)	$\mu\Omega$	微欧(10^{-6} 欧)		

表 1-2

万用表中常用图形符号

符 号	名 称
+	正端钮
-	负端钮
	公共端钮
	接地端钮
	连外壳端钮
	连屏蔽端钮
	往返调零
	磁电系仪表

续表 1-2

符 号	名 称
	电磁系仪表
	未进行绝缘强度试验
	绝缘强度试验电压为 2 kV
	直流
	交流 (单相)
	交直流
	准确度等级 (量限百分数)
	准确度等级 (长度百分数)
	准确度等级 (指示值百分数)
	标度尺垂直 (垂直放置使用)
	标度尺水平 (水平放置使用)
	A 组仪表 (在 $0 \sim +40^{\circ}\text{C}$ 条件下工作)
	B 组仪表 (在 $-20 \sim +50^{\circ}\text{C}$ 条件下工作)
	C 组仪表 (在 $-40 \sim +60^{\circ}\text{C}$ 条件下工作)

3. 转换开关

500 型万用表上一般有两个转换开关,它们互相配合,对不同测量线路进行选择,完成各项测试功能。如果其中一个转换开关用于选择测试种类,那么另一个则用于选择量程大小。例如测量直流电压时,右边的转换开关应转到 $\surd$ 挡处,左边的转换开关则可在 500、250、50、10、2.5 五个挡中适当选择。从万用表中读数时,电压、电流可直接从刻度线上读出;电阻的阻值只有转换开关处在 $\times 1$ 位置时,才可直接从刻度线上读出;其余各挡必须将读数乘以量程倍数 10($\times 10$ 挡)、100($\times 100$ 挡)、1000($\times 1k$ 挡)和 10000($\times 10k$ 挡)。

500 型万用表,除了可利用两个转换开关选择不同量程外,还可改变表笔插孔的位置来变换测试量程。万用表上左边 2500V 插孔,可用于测试较高的电压。这时将其中一只表笔插入 2500V 孔,另一只表笔保留在 * 插孔中。比较新型的万用表已将两个转换开关合二而一,使用起来更加方便。

(二) 原理电路和使用方法

1. 原理电路

万用表的简易原理电路如图 1-2 所示。

2. 使用方法和注意事项

万用表的使用方法和注意事项如下。

(1) 测量电阻前,应先将两只表笔短接,观察指针是否指在零点处。如果不指在零点上,可调节万用表上的电位器使指针归零。如果顺时针、反时针旋转电位器到底,指

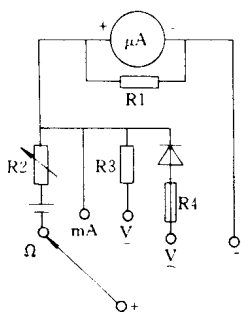


图 1-2 万用表原理简图

针仍不归零，则电池电压可能不足，或有其他毛病。一般更换量程后，原来已指零的指针会有小的变化，应重新短接两表笔，调整指针再归零。

(2) 测量电阻时，应注意选择合适的量程。测量低值电阻时，应避免接触电阻的影响和干扰；测量高值电阻（大于 $100\text{ k}\Omega$ ）时，应注意人的两只手不能同时触摸两只表笔金属部分或电阻两端的引线部分，防止人体电阻（一般几百千欧）对测试的影响。

(3) 测量电子线路中的电阻时，应将电源先断开，并注意电阻两端是否有并联支路。如果有并联支路，最好焊开一端。如果电路中有电容存在，应先将电容两端短路放电，防止损坏万用表。

(4) 测量电流或者电压前，如果对于被测电流、电压数值估计不出来，应先将量程置于最高挡，进行粗测，确保万用表安全。然后视粗测值大小，再选择合适的量程，进行正确测定，减小误差。严禁在测量过程中带电转换量程。

(5) 测量电压前，应将量程转换开关拨到电压挡，切勿停留在电阻、电流挡，以免损坏表头。

(6) 测量直流电压或直流电流时，应使万用表表笔与被测对象正负极性相符。测量电压是将两只表笔与被测对象并联；测量电流是断开电路，把万用表串入被测对象处。

(7) 测定 2500 V 高压前，最好先将万用表垫在较好的绝缘板上，把被测对象电源断开。将大容量电容短路放电，将两只表笔插入 2500 V 和 * 插孔，注意作好人身安全工作，然后再接通电源进行测量。

(8) 测量交流电压时，应考虑被测对象的波形特征。因为万用表交流电压挡的刻度，是按照正弦波的有效值刻度的，只

