

21堂课
精通实用技能



3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

21 堂课

精通 电子元器件检测

▶ 数码维修工程师鉴定指导中心 组织编写
韩雪涛 主 编
吴 瑛 韩广兴 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY <http://www.phei.com.cn>

21 堂课精通实用技能

21 堂课精通电子元器件检测

数码维修工程师鉴定指导中心 组织编写
韩雪涛 主编
吴 瑛 韩广兴 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书主要介绍电子电工从业过程中电子元器件的检测方法和实际应用案例,将专业培训机构的培训模式巧妙地融入到图书的架构中,以课程讲解的方式将电子元器件检测的方法、流程、要点、注意事项、实际应用等各个知识点和技能点巧妙地连接在一起,通过图解的方式系统、全面地介绍和演示电子元器件检测的实用技能,包括认识元器件、元器件的检测方法等。

本书是电子电工上岗从业的必备培训教材之一,主要面向电子电工在岗从业人员、待岗求职人员,可作为职业技术学校电子电气相关专业的基础教材,也可作为相关企业从业人员的培训教材,还可作为广大电子电气爱好者的实用技能读本。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

21 堂课精通电子元器件检测/韩雪涛主编. —北京:电子工业出版社,2013.5

(21 堂课精通实用技能)

ISBN 978-7-121-20040-3

I. ①2… II. ①韩… III. ①电子元件-检测②电子器件-检测 IV. ①TN606

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 060281 号

责任编辑:富 军

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

装 订:北京中新伟业印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:15.75 字数:403.2 千字

印 次:2013 年 5 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:45.00 元(含学习卡 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlls@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

电子电工技术的迅速发展为电子电工领域提供了广阔的就业空间。电子电工的岗位分工越来越细化，从事电子电工行业的技术人员需要不断学习才能应对行业需求的变化。

然而，纵观当前电子电工行业的培训发展不难发现，电子电工从业人员在学习需求上的重点更加明确，学习时间越来越压缩，学习方式逐渐转为自学。所有这些变化都对电子电工技能图书提出了更高的要求。如何能够让读者在短时间内掌握实用的知识技能成为电子电工图书品质的关键。

为了更好地满足读者的需求，我们经过调研，将当前电子电工从业岗位中所应用的知识技能归纳整理，从中选择提炼出电子电工从业最基础的技能培训点，并将传统培训模式与图书表现方式相结合，策划制作极具自学培训特色的“21 堂课精通实用技能”系列丛书。

该套丛书是电子电工技能培训领域的一套创新培训教程，共 5 本，分别是《21 堂课精通电动机检修》、《21 堂课精通电工安装布线》、《21 堂课精通万用表使用》、《21 堂课精通液晶电视机检修》、《21 堂课精通元器件检测》。

本套丛书主要针对初级从业者和初学者编写，培养方向是能够在电子电工的岗位上进行基础工作。丛书的最大特点是将学习和实训巧妙地融合在一起，让读者能够在学中练，练中学。为了达到最佳的学习效果，本套丛书将传统培训理念融入到图书编写中，将不同的实用技能通过 21 堂课传授给读者。读者通过图书可以自主完成学习，仿佛是在现场听专家的讲座。

考虑到读者的学习特点和阅读习惯，图书中每堂课的安排都进行了精心的设计，注重知识技能之间的衔接。每堂课都是由一个或多个专业技能点构成的。确保读者从每一堂课中都能够学到实用的知识技能。随着课程的深入，读者可以在技能上达到科学培养和迅速提升。

在图书的表现方式上，本套丛书也进行了精心的制作和大胆的尝试，【板书】、【学员提问】、【专家解答】、【分组讨论】、【实训操作】5 大模块穿插其中，丰富了讲解的形式，增强了学习的效果。

图书主要通过【板书】的方式展现内容，并在讲解过程中穿插【学员提问】和【专家解答】的环节，随时在知识讲解的过程中提出疑问，使读者自主地开动脑筋跟着思考，然后经过专家的解答检验当前的学习效果，加深印象。

对于能够产生扩展性的知识技能环节，图书会通过【分组讨论】将知识技能中的疑难部分和容易产生混淆或错误的部分以分组讨论的形式让读者展开想象，运用先前所学，进一步巩固和加深对学习内容的理解。

对于技能操作环节，图书通过【实训操作】模块，将技能操作的各个环节全部通过图解的方式展现出来。

整本书完全模拟现场的授课和实训，充分调动读者的主观能动性，让读者能够“看着学”、“跟着练”，并随时与讲解内容互动交流。



在图书表达上,本套丛书充分考虑该行业读者的学习习惯和行业特点,力求用平实和简练的文字、丰富的图片演示将冗长的描述和复杂的操作形象、生动地展现给读者,让读者一看就能明白,并且能够看着学、跟着练。

图书在制作过程中充分发挥多媒体的技术优势,对技能学习中的各个知识点和技能点都配备了相应的图解说明。这些图解说明有二维结构图、三维效果图及实际操作照片序列等。同时,不同模块、不同图示的讲解都配有生动的图标加以辅助,充分调动读者的学习兴趣,确保在最短时间内完成知识技能的学习。

为确保本书的知识内容能够直接指导就业,本书在内容的选取上从实际岗位需求的角度出发,将国家职业技能鉴定和数码维修工程师的考核认证标准融入到图书的各个知识点和技能点中,所有的知识技能在满足实际工作需要的同时也完全符合国家职业技能和数码维修工程师相关专业的考核规范。读者通过学习不仅可以掌握电子电工的专业知识技能,同时也可以申报相应的国家工程师资格或国家职业资格的认证,争取获得国家统一的专业技术资格证书,真正实现知识技能与人生职业规划的巧妙融合。

本书由数码维修工程师鉴定指导中心联合多家专业维修机构,以及众多高级维修技师、一线教师 and 多媒体技术工程师组成的专业制作团队编写,并特聘国家电子电工行业资深专家韩广兴教授指导。书中所有内容及维修资料均来源于实际工作,从而确保图书的实用性和权威性。

另外,为了更好地满足读者的需求,达到最佳的学习效果,本书得到了数码维修工程师鉴定指导中心的大力支持。除可获得免费的专业技术咨询外,每本图书都附赠价值 50 元的数码维修工程师远程培训基金(培训基金以“学习卡”的形式提供)。读者可凭借此卡登录数码维修工程师的官方网站(www.chinadse.org)获得超值技术服务。网站提供有最新的行业信息、大量的视频教学资源、图纸手册等学习资料及技术论坛。读者凭借学习卡可随时了解最新的数码维修工程师考核培训信息,知晓电子电气领域的业界动态,实现远程在线视频学习,下载需要的图纸、技术手册等学习资料。此外,读者还可通过网站的技术交流平台进行技术交流与咨询。

读者通过学习与实践还可参加相关资质的国家职业资格或工程师资格认证,获得相应等级的国家职业资格或数码维修工程师资格证书。如果读者在学习和考核认证方面有什么问题,可通过以下方式与我们联系。

数码维修工程师鉴定指导中心

网址: <http://www.chinadse.org>

联系电话: 022-83718162/83715667/13114807267

E-mail: chinadse@163.com

地址: 天津市南开区榕苑路 4 号天发科技园 8-1-401

邮编: 300384

编者



目 录

第 1 堂课 学会使用万用表	1
1. 指针式万用表的功能和使用方法	2
(1) 认识指针式万用表的键钮结构	2
(2) 掌握指针式万用表的使用方法	6
2. 数字式万用表的功能和使用方法	9
(1) 认识数字式万用表的键钮结构	9
(2) 掌握数字式万用表的使用方法	13
第 2 堂课 认识电阻器	17
1. 电阻器的种类特点	18
(1) 固定电阻器	18
(2) 可变电阻器	22
2. 电阻器的功能特点	26
(1) 电阻器的限流功能	27
(2) 电阻器的降压功能	27
(3) 电阻器的分压功能	27
3. 电阻器的识读	28
(1) 直接标注信息的识读	28
(2) 色环标注信息的识读	30
第 3 堂课 精通电阻器的检测方法	33
1. 固定电阻器的检测方法	34
(1) 固定电阻器的在路检测	34
(2) 固定电阻器的开路检测	35
2. 可调电阻器的检测方法	36
3. 热敏电阻器的检测方法	38
4. 湿敏电阻器的检测方法	39
5. 光敏电阻器的检测方法	41
6. 压敏电阻器的检测方法	42
7. 气敏电阻器的检测方法	42
8. 贴片电阻器的检测方法	43
第 4 堂课 认识电容器	45
1. 电容器的种类特点	46



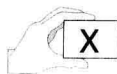
(1) 固定电容器	46
(2) 电解电容器	49
(3) 可调电容器	51
2. 电容器的功能特点	54
(1) 电容器的滤波功能	55
(2) 电容器的耦合功能	56
3. 电容器的识读	56
(1) 识读电容器的电容量及相关参数	56
(2) 识别电解电容器的引脚极性	59
第5堂课 精通电容器的检测方法	62
1. 电容器直流电阻（漏电阻）的检测方法	63
2. 电容器电容量的粗略检测	65
3. 电容器电容量的精确检测	67
第6堂课 认识电感器	69
1. 电感器的种类特点	70
(1) 固定电感器	70
(2) 可调电感器	72
2. 电感器的功能特点	74
(1) 电感器的滤波功能	74
(2) 电感器的谐振功能	75
3. 电感器的识读	77
(1) 色环/色码标注信息的识读	77
(2) 直接标注信息的识读	79
第7堂课 精通电感器的检测方法	81
1. 电感器直流电阻的检测方法	82
2. 电感器电感量的粗略检测	83
3. 电感器电感量的精确检测	85
第8堂课 认识晶体二极管	87
1. 晶体二极管的种类特点	88
(1) 整流二极管	88
(2) 稳压二极管	89
(3) 检波二极管	90
(4) 开关二极管	91
(5) 发光二极管	91
(6) 光敏二极管	92
(7) 变容二极管	92
(8) 快恢复二极管	92
(9) 双向触发二极管	93



2. 晶体二极管的功能特点	94
(1) 晶体二极管的基本特性	94
(2) 晶体二极管的基本功能	96
3. 晶体二极管的识读	98
(1) 识读晶体二极管型号	98
(2) 识别晶体二极管引脚极性	100
第9堂课 精通晶体二极管的检测方法	103
1. 晶体二极管引脚极性的判别方法	104
2. 晶体二极管制作材料的判别方法	105
3. 晶体二极管好坏的检测方法	106
(1) 整流晶体二极管的检测方法	106
(2) 发光二极管的检测方法	107
(3) 光敏二极管的检测方法	109
(4) 双向触发二极管的检测方法	111
第10堂课 认识晶体三极管	113
1. 晶体三极管的种类特点	114
(1) 根据功率进行分类	114
(2) 根据工作频率进行分类	114
(3) 根据制造材料分类	115
(4) 根据封装形式进行分类	116
(5) 根据其他方式分类	117
2. 晶体三极管的功能特点	118
3. 晶体三极管的识读	122
(1) 晶体三极管型号的识读	122
(2) 晶体三极管引脚极性的识别	125
第11堂课 精通晶体三极管的检测方法	128
1. 晶体三极管引脚间阻值的检测方法	129
(1) NPN型晶体三极管引脚间阻值的检测方法	129
(2) PNP型晶体三极管引脚间阻值的检测方法	131
(3) 光敏晶体管引脚间阻值的检测方法	132
2. 晶体三极管放大倍数的检测方法	134
3. 晶体三极管特性曲线的检测方法	135
第12堂课 认识场效应晶体管	137
1. 场效应晶体管的种类特点	138
(1) 结型场效应晶体管 (JFET)	138
(2) 绝缘栅型场效应晶体管 (MOSFET)	138
2. 场效应晶体管的功能特点	140
3. 场效应晶体管的识读	144



(1) 场效应晶体管型号的识读	144
(2) 场效应晶体管引脚极性的识别	146
第 13 堂课 精通场效应晶体管的检测方法	149
1. 场效应晶体管引脚间阻值的检测方法	150
(1) 结型场效应晶体管引脚间阻值的检测方法	150
(2) MOS 场效应晶体管引脚间阻值的检测方法	152
2. 场效应晶体管放大能力的检测方法	154
第 14 堂课 认识晶闸管	156
1. 晶闸管的种类特点	157
(1) 单向晶闸管	157
(2) 双向晶闸管	159
(3) 单结晶体管	159
(4) 可关断晶闸管	161
(5) 快速晶闸管	161
(6) 螺栓型晶闸管	161
2. 晶闸管的功能特点	162
(1) 晶闸管作为可控整流器件使用	162
(2) 晶闸管作为可控电子开关使用	162
3. 晶闸管的识读	163
(1) 晶闸管型号的识读	163
(2) 晶闸管引脚极性的识别	164
第 15 堂课 精通晶闸管的检测方法	167
1. 晶闸管引脚阻值的检测方法	168
(1) 单向晶闸管引脚阻值的检测方法	168
(2) 双向晶闸管引脚间阻值的检测方法	171
2. 晶闸管触发能力的检测方法	173
(1) 单向晶闸管触发能力的检测方法	173
(2) 双向晶闸管触发能力的检测方法	175
3. 晶闸管关断能力的检测方法	176
第 16 堂课 认识集成电路	178
1. 集成电路的种类特点	179
(1) 金属壳封装 (CAN) 集成电路	179
(2) 单列直插式封装 (SIP) 集成电路	179
(3) 双列直插式封装 (DIP) 集成电路	180
(4) 扁平封装 (PFP、QPF) 集成电路	181
(5) 插针网格阵列封装 (PGA) 集成电路	181
(6) 球栅阵列封装 (BGA) 集成电路	181
(7) 无引线塑料封装 (PLCC) 集成电路	182





(8) 芯片缩放式封装 (CSP) 集成电路	182
(9) 多芯片模块封装 (MCM) 集成电路	183
2. 集成电路的功能	183
3. 集成电路的识读	184
(1) 集成电路型号的识读	184
(2) 集成电路引脚起始端及排列顺序的识读	188
第 17 堂课 精通集成电路的检测方法	191
1. 集成电路的电阻检测法	192
2. 集成电路的电压检测法	193
3. 集成电路的信号检测法	195
第 18 堂课 认识变压器	199
1. 变压器的种类特点	200
(1) 低频变压器	200
(2) 中频变压器	201
(3) 高频变压器	201
(4) 特殊变压器	202
2. 变压器的功能特点	203
(1) 变压器提升或降低交流电压的功能	203
(2) 变压器具有阻值变换的功能	203
(3) 变压器具有相位变换的功能	204
(4) 变压器具有电气隔离的功能	205
(5) 变压器实现信号自耦的功能	205
3. 变压器的识读	206
(1) 变压器型号的识读	206
(2) 变压器参数的识读	207
第 19 堂课 精通变压器的检测方法	209
1. 变压器绕组阻值的检测	210
2. 变压器输入/输出电压的检测	212
3. 变压器绕组电感量的检测	215
第 20 堂课 认识电动机	218
1. 电动机的种类特点	219
(1) 直流电动机	219
(2) 交流电动机	221
2. 电动机的功能特点	223
3. 电动机的识读	224
(1) 直流电动机的识读	224
(2) 交流电动机的识读	225



第 21 堂课 精通电动机的检测方法	230
1. 电动机绕组阻值的检测	231
(1) 用万用表粗略检测电动机绕组的阻值	231
(2) 用万用电桥精确测量电动机绕组的直流电阻	233
2. 电动机绝缘电阻的检测	234
3. 电动机空载电流的检测	236
4. 电动机转速的检测	237

第 1 堂课

学会使用万用表



导语

现在我们开始上第 1 堂课：学会使用万用表。在检测电子元器件时，万用表是使用最多、最主要的检测仪表。它的操作方法简单，可很直观地检测出各种电子元器件的电阻值、电压值等参数。在学习各种电子元器件检测前，我们首先学会使用万用表。



1. 指针式万用表的功能和使用方法

不同指针式万用表可以检测的项目略有不同，其结构组成基本相同。下面我们以典型指针式万用表为例介绍一下万用表的结构。

(1) 认识指针式万用表的键钮结构

指针式万用表是电子产品生产、调试、维修等领域中应用最广泛的仪表之一。在学习使用指针式万用表之前，我们首先要了解一下指针式万用表的结构和键钮的分布特征。

图 1-1 为典型指针式万用表的结构和键钮分布图。



【板书】请看图 1-1，这是典型指针式万用表的键钮分布。

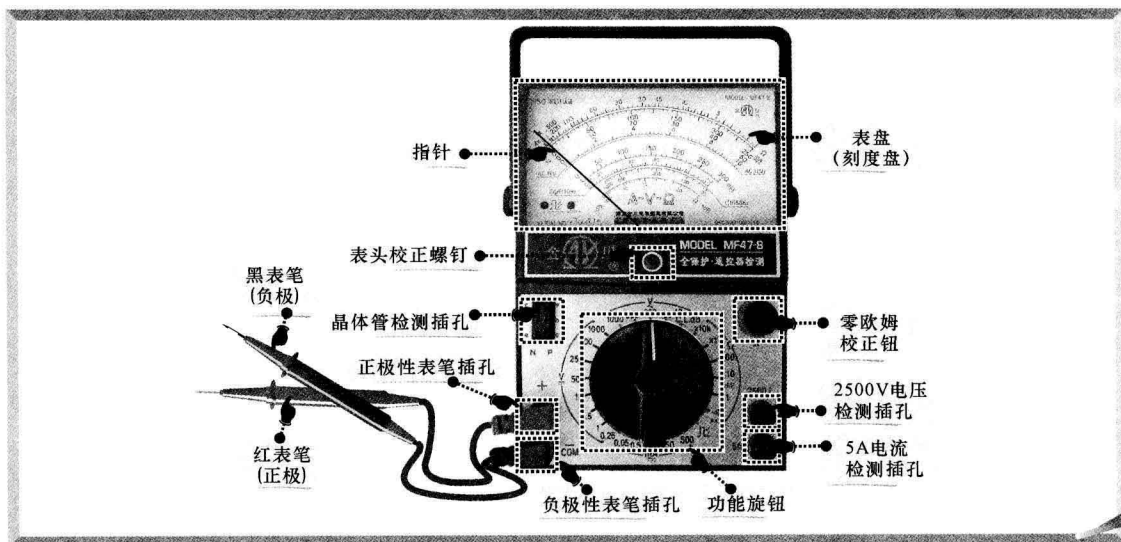


图 1-1 典型指针式万用表的结构和键钮分布图

可以看到，指针式万用表主要是由表盘（刻度盘）、指针、表头校正螺钉、晶体管检测插孔、零欧姆校正钮、功能旋钮、表笔插孔、2500V 电压检测插孔、5A 电流检测插孔及测试表笔（黑表笔、红表笔）等组成的。

① 表盘（刻度盘）。由于指针式万用表的功能很多，因此表盘上通常有许多刻度线和刻度值。



【板书】请看图 1-2，这是典型指针式万用表的表盘（刻度盘）外形。

表盘上由 7 条刻度线构成。这些刻度线是以同心的弧线方式排列的。每一条刻度线上还标识出了许多刻度值。

【1】电阻值刻度 (Ω)

电阻值刻度位于表盘的最上面，在它的两侧有“OHMS”或“ Ω ”标识，与其他刻度线不同的是它的 0 位在右侧，刻度也不是均匀分布的，从右到左由稀疏变密集。

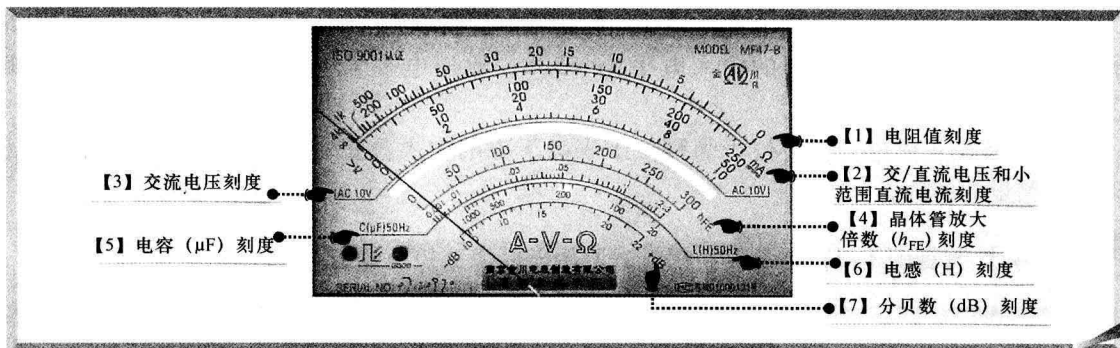


图 1-2 指针式万用表的表盘外形

指针式万用表的最终电阻测量值为：刻度盘表盘指针读数 × 所选取的电阻测量挡的量程。例如，选取的电阻测量挡的量程为“×100”挡，指针读数为“20”，那么最终测量值就是 $20 \times 100 = 2000\Omega$ 。

【2】交/直流电压和小范围直流电流刻度 (V、mA)

交/直流电压和小范围直流电流刻度位于刻度盘的第二条线，其左侧标识有“mA”，右侧标识为“V”，表示这两条线是测量交/直流电压和直流电流时所要读取的刻度。该刻度线的0位在最左侧，且在这条刻度盘的下方有两排刻度值与刻度对应。

指针式万用表最终直流/交流测量值的读取规律是：表盘指针读数 × 所选挡位量程与此表盘指针读数所在刻度线的最大数值的倍数。例如，选择的测量挡位为直流电压“25V”，指针读数为读取的“0 ~ 250”上的刻度“150”，最终读数为 $150 \times (25/250) = 15V$ 。

【3】交流电压刻度 (AC)

刻度盘的第三条刻度线是专门的交流电压刻度线，右侧标识有“AC 10V”，表示这条线是测量交流电压时专用的读取刻度线，0位在线的左侧。

【4】晶体管放大倍数 (h_{FE}) 刻度

晶体管放大倍数刻度位于刻度盘的第四条线，右侧标识有“ h_{FE} ”，0位在刻度盘的左侧，最终的测量值为指针所指的读数。

【5】电容 (μF) 刻度

电容 (μF) 刻度位于刻度盘的第五条线，左侧标识有“C (μF) 50Hz”，表示检测电容时，需要使用50Hz交流信号方可通过该刻度盘读数。其中，“(μF)”表示电容的单位为 μF 。

【6】电感 (H) 刻度

电感 (H) 刻度位于刻度盘的第六条线，在右侧标识有“L (H) 50Hz”，表示检测电感时，需要使用50Hz交流信号方可通过该刻度盘读数。其中，“(H)”表示电感的单位为 H。

【7】分贝数 (dB) 刻度

分贝数刻度是位于表盘最下面的第七条线，在两侧都标识有“dB”。刻度线两端的“-10”和“+22”表示其量程范围，主要是用于测量放大器的增益或衰减值。

电信号在传输过程中，信号会受到损耗而衰减，而电信号经过放大器后，信号也会被放大。在计量传输过程中，这种信号幅度的减小或增加的单位叫做传输单位，传输单位常用分贝表示，符号为 dB。



在检测放大电路时，其电路中采用的是标准负载电阻（电阻功率为 1mW ，电阻值为 600Ω ），若所检测放大器的输入电平为 -5dB ，输出电平为 $+10\text{dB}$ ，则其增益为 15dB （分贝）。

② 表头校正螺钉。表头校正螺钉位于表盘下方的中央位置，用于万用表的机械调零，以确保测量的准确。



 【板书】请看图 1-3，这是典型指针式万用表的表头校正螺钉。



图 1-3 典型指针式万用表的表头校正螺钉

③ 零欧姆校正钮。零欧姆校正钮位于表盘下方，为了提高测量电阻值时的精确度，在使用指针式万用表测量电阻前要进行零欧姆校正。

 【板书】请看图 1-4，这是典型指针式万用表的零欧姆校正钮。

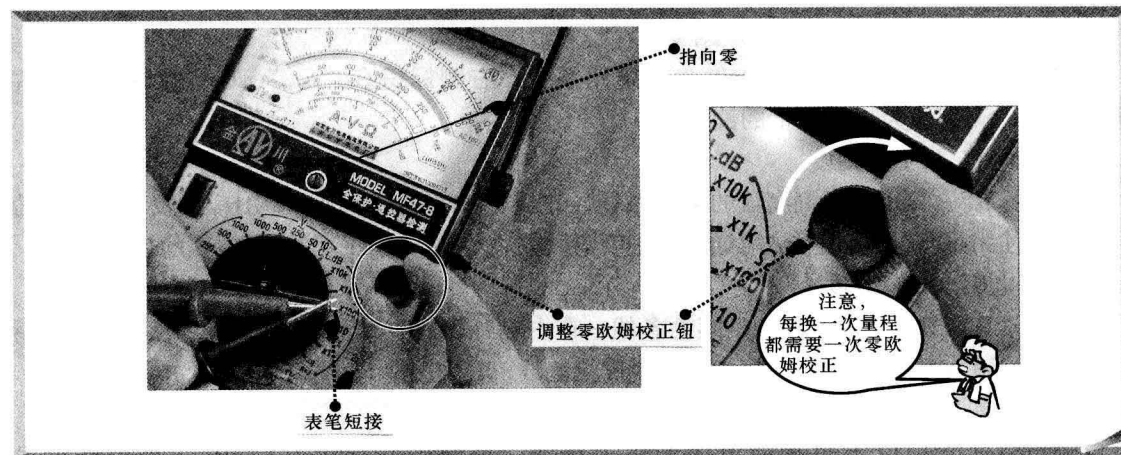


图 1-4 典型指针式万用表的零欧姆校正钮

④ 晶体管检测插孔。晶体管检测插孔位于操作面板的右侧，是专门用来对晶体管的放大倍数 h_{FE} 进行检测的。



【板书】请看图1-5，这是典型指针式万用表的晶体管检测插孔。

端口下方标记有“N”和“P”的文字标识，表示可分别用于对NPN、PNP型晶体管进行检测。

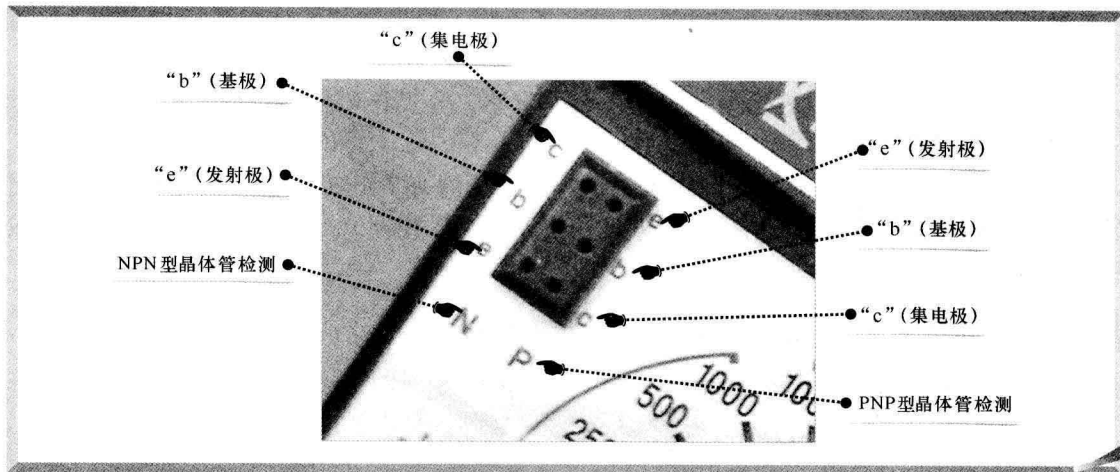


图1-5 典型指针式万用表的晶体管检测插孔

⑤ 功能旋钮。指针式万用表的功能旋钮位于指针式万用表的主体位置，在其四周标有测量功能及测量范围，是用来实现测量不同值的电阻值、电压值和电流值等。

【板书】请看图1-6，这是典型指针式万用表的功能旋钮。

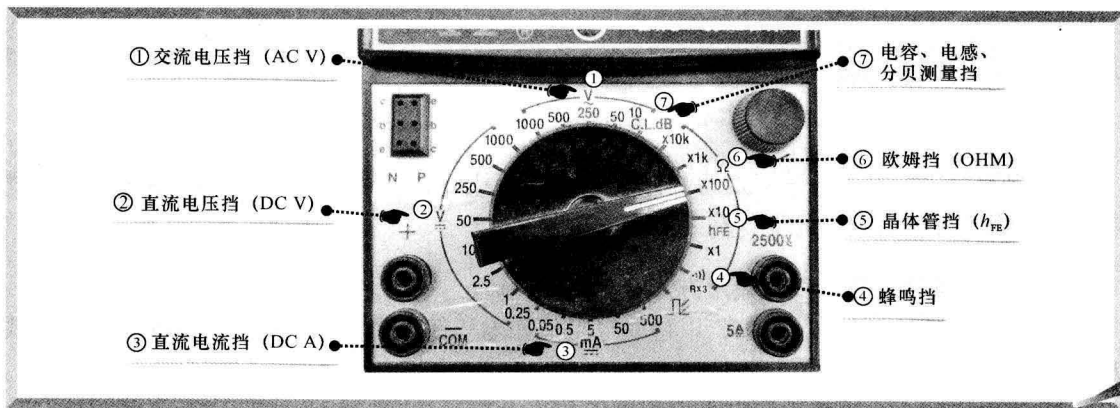


图1-6 典型指针式万用表的功能旋钮

- 在功能旋钮的上侧标识有“V”的区域为交流电压检测挡，测量交流电压时选择该挡，根据被测的电压值可细分为4个量程，即10V、50V、250V、1000V。
- 左侧标识有“V”的区域为直流电压检测挡，可以检测直流电压的大小，测量直流电压时选择该挡，根据被测的电压值可细分为8个量程，即0.25V、1V、2.5V、10V、50V、250V、500V、1000V。



- 最下侧标识有“mA”的区域为直流电流检测挡，根据被测的电流值可细分为5个量程，即0.05mA、0.5mA、5mA、50mA、500mA。
- 右下侧蜂鸣挡：检测导线通断或二极管时选择该挡。
- 右侧晶体管放大倍数挡 (h_{FE})：测量晶体管放大倍数时选择该挡。
- 右侧欧姆挡 (OHM)：测量电阻值时选择该挡，根据被测的电阻值可细分为5个量程，即 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 、 $\times 1k$ 、 $\times 10k$ 。
- 右上侧“C. L. dB”表示检测点为电容、电感、分贝检测挡，测量电容量、电感量、分贝数时选择该挡。

⑥ 表笔插孔。通常在指针式万用表的操作面板下面有2~4个插孔，用来与表笔相连（根据万用表型号的不同，表笔插孔的数量及位置都不尽相同）。万用表的每个插孔都用文字或符号进行标识。

 【板书】请看图1-7，这是典型指针式万用表的表笔插孔。

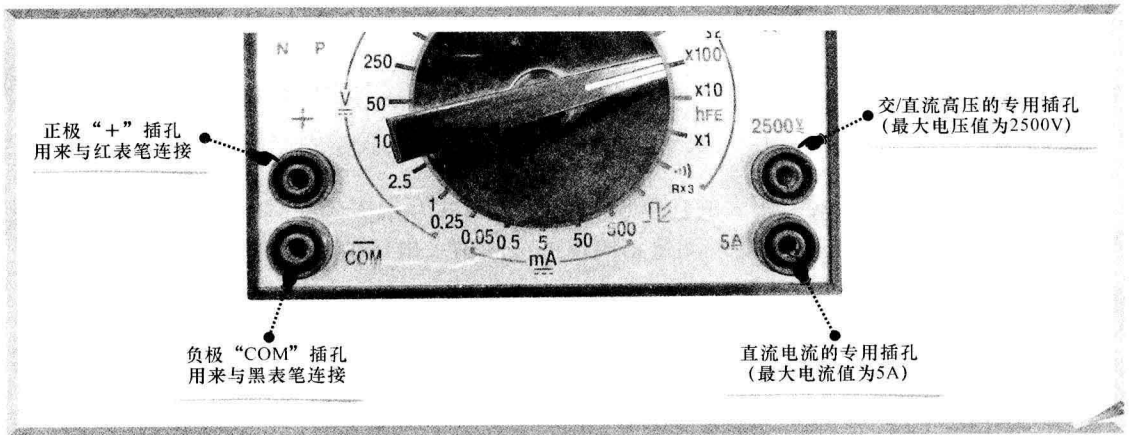


图1-7 典型指针式万用表的表笔插孔

⑦ 测试表笔。指针式万用表的测试表笔分别使用红色和黑色标识，一般称为红表笔和黑表笔，用于待测电路与元器件和万用表之间的连接。

(2) 掌握指针式万用表的使用方法

在检测电子元器件的过程中，以检测电阻值和电压值最为常见，这里重点介绍用指针式万用表检测电阻值和电压值时的使用方法。

① 使用指针式万用表检测电阻值的操作方法。

在使用指针式万用表检测电子元器件时，最常用、最主要的是检测电阻值。



【实训操作】

使用指针式万用表检测电子元器件（以电阻器为例）电阻值的操作方法如图1-8所示。