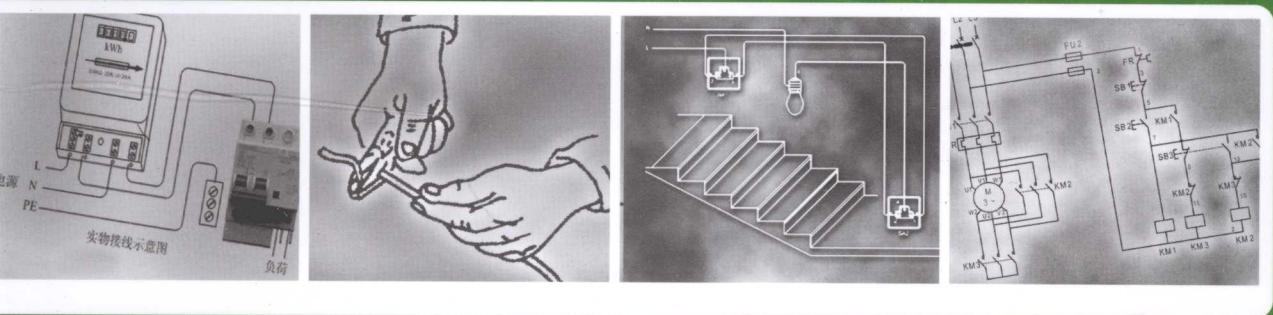


图解

秦钟全 ◎ 编

低压电工上岗技能



★★★★★ 书中详解帮你忙，犹如师傅在身旁 ★★★★★

形式新：图文并茂，一看就懂

内容精：提炼出低压电工最急需、最实用的内容

手把手：步步引导，深入浅出，快速掌握上岗技能

本书结合低压电工考核培训，能有效提高低压电工上岗的技术水平

图解

职业技能等级认定

高压焊工上岗技能



本书按照《焊工国家职业技能标准》（GB 6516—2018）中关于“焊工”职业等级划分的要求编写，可作为焊工职业技能等级认定的教材，也可供焊工职业技能等级认定考生学习使用。

本书可作为焊工职业技能等级认定教材。

本书可作为焊工职业技能等级认定考生学习使用。

本书可作为焊工职业技能等级认定考生学习使用。

本书可作为焊工职业技能等级认定考生学习使用。

图解低压电工上岗技能

秦钟全 编



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

图解低压电工上岗技能/秦钟全编. —北京: 化学工业出版社, 2009.7

ISBN 978-7-122-05446-3

I. 图… II. 秦… III. 低电压-电工技术-图解
IV. TM-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 062697 号

责任编辑: 卢小林
责任校对: 吴 静

文字编辑: 王 洋
装帧设计: 关 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 12 字数 313 千字 2009 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着经济建设的蓬勃发展,电气技术应用的日益广泛,各行各业从事电工作业的人员也在迅速增加。为了满足广大初学电工人员对实际操作技能学习的需要,我们编写了这本《图解低压电工上岗技能》。

本书内容贴近实际工作需要,以类似实物的图形配合文字说明,使读者能够一看就懂,边学边用。本书还提供了一种直观的学习方法,犹如师傅在身旁指导,读者对图反复练习即可增强电工知识的积累,迅速提高电工作业技能水平。本书是专门针对上岗电工的入门图书,作为一本强调实用性的电工读物,立足于**求新、求精和手把手**。

求新:以图文并茂的形式,力求一看就懂。

求精:对低压电工工作内容进行提炼,选出最急需、最实用的内容奉献给读者。

手把手:力求通俗易懂,步步引导,使读者快速掌握。

本书结合低压电工考核培训教材,能有效地提高低压电工上岗的技术水平。

由于可能存在地区性的习惯做法不同的情况,本书仅介绍最常见电工作业方法。

本书在编写的过程中,得到了徐泽旬、王德新、关郁彬、崔克俭、董遇友、赵亚君、马福乐、杨振发、蒋国栋、张书栋、任永萍、李屹等老师的帮助,在此表示由衷感谢!

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,敬请广大读者批评指正。

编者
2009.4

目 录

第一章 电工仪表的使用 /1

第一节 万用表的使用	1
一、万用表使用的注意事项	1
二、单个电阻的测量	2
三、线圈电阻及其测量方法	3
四、使用欧姆挡测量导线是否断芯	3
五、判断直流电压的极性及电压测量	4
六、直流电流的测量	4
七、判断二极管的好坏	5
八、判断二极管的极性及类型	5
九、判断晶体三极管极性以及类型	5
十、三极管穿透电流的测量	7
十一、三极管放大倍数的判断	7
十二、用电阻挡判断小功率单向晶闸管的极性	7
十三、判断单向晶闸管的好坏	9
十四、交流电压的测量	9
十五、判断电容器的好坏	10
十六、判断笼型三相电动机定子绕组的首尾端	10
十七、判断发光二极管的极性	11
十八、判断三相异步电动机的转速	12
十九、判断单相电容移相电动机的绕组	12
二十、用简便的方法确定单相有功电能表的内部接线	13
二十一、数字式万用表的使用	14
第二节 钳形电流表的使用	15
一、测量前的准备工作	15
二、测量中应注意的安全问题	15
三、三相三线电路钳两条线的测量	16
四、三相四线电路钳三条线的测量	16
五、小电流的测量	16
六、线路中电流类型的确定	17
七、无铭牌电动机空载电流及其额定功率的测量	17
八、无铭牌 380V 电焊机空载电流及其视在功率的测量	17
第三节 兆欧表的使用	17
一、正确选择兆欧表	17
二、使用前的检查	18
三、正确使用兆欧表	18

四、电动机对地(外壳)绝缘电阻摇测	18
五、电动机相间绝缘电阻摇测	19
六、低压电力电缆绝缘电阻的测量	19
七、低压电容器绝缘电阻的测量	20
八、低压导线绝缘电阻测量	21
第四节 接地电阻仪的使用	21
一、测量前的检查	21
二、测量注意事项	21
三、接地装置的测量周期	22
四、接地装置的敷设与连接	22
五、对接地装置导线截面的要求	23
六、各种防雷接地装置的工频接地电阻最大允许值	23
七、运行中的接地装置的安全检查	23
八、接地体施工安装技术要求	24
九、电气设备的金属外壳及架构的接地或接零	24
十、人工接地线施工安装要求	24
第五节 交流电压表的使用	25
一、线电压的测量	25
二、相电压测量	25
三、交流电压表经 LW5-15-0410/2 型转换开关测量三相线电压	26
四、交流电压表经 LW2-5.5/F4-X 型转换开关测量三相线电压	27
五、使用交流电压表核相	27
六、利用两台电压互感器测量高压电压	28
七、单台单相电压互感器测量线电压	30
八、三台单相电压互感器测量接线	30
九、三相五柱式电压互感器	30
第六节 交流电流表的使用	33
一、直入式交流电流表接线	33
二、直入式交流电流选表的原则	33
三、交流电流表直入式接法	33
四、配电流互感器测量交流大电流	34
五、一只电流互感器、一只电流表接线	34
六、两只电流互感器、三只电流表接线	34
七、三只电流互感器、三只电流表接线	34
第七节 电能表	36
一、单相直入式有功电能表	36
二、单相有功电能表配电流互感器接线	36
三、直入式三相四线有功电能表的有功电量计量	36
四、三相四线有功电能表经电流互感器接线	38
五、三相三线电能表对三相三线负荷的有功电量计量	39
六、三相三线有功电能表经电流互感器对三相三线负荷的有功电量的计量	39
七、三只单相电能表计量三相四线负荷的有功电量	39
八、电能表的安装要求	39

九、直入式电能表选表的原则	40
十、配电流互感器电能表的选表及选电流互感器的原则	41
十一、电能表使用注意事项	41
十二、直入式电能表用电量计算	42
十三、配电流互感器电能表用电量计算	42
十四、配电流互感器和电压互感器电能表用电量计算	42
十五、三只单相电能表测量三相四线负荷用电量计算	42

第二章 低压电器选择 /43

第一节 低压电器选择	43
一、刀开关的选择与应用	43
二、断路器的作用与选择	44
三、交流接触器的作用与选择	47
四、时间继电器	48
五、LW型万能转换开关的应用	49
六、控制按钮	50
七、信号灯（指示灯）	52
八、熔断器的作用与选择	52
九、热继电器的作用与选择	53
十、行程开关	54
十一、中间继电器	54
十二、磁力启动器	55
十三、QJ3型油浸式自耦减压启动器	55
十四、成套自耦降压启动器	57
十五、频敏变阻启动器	57
十六、电涌保护器	58
十七、电动机保护器	59
第二节 漏电保护器	59
一、漏电保护器在TT系统中的接法	59
二、漏电保护器在TN-C系统中的接法	60
三、漏电保护器在TN-S系统中的接法	60
四、漏电保护器的安装要求	61
五、漏电保护器的选用	62
六、漏电保护器动作参数的选择	62
第三节 电工公式与实用电流速算口诀	63
一、电工公式	63
二、电工实用电流速算口诀	68

第三章 电工基本操作技术 /72

第一节 导线的剥削	72
一、绝缘导线线头绝缘层的剥削方法	72
二、护套线的外护套层的剥削	73

第二节 导线的连接	73
一、导线的连接方法	73
二、导线与接线端的连接	74
第三节 常用的绳扣	78
第四节 导线的固定	79
一、磁珠“单花”绑扎	79
二、磁珠上“双花”绑扎	79
三、磁珠上绑“回头”	79
四、蝶型绝缘子绑扎	80
第五节 电子元器件焊接的基本工艺	80
一、对焊点的质量要求	80
二、虚焊原因及危害性	80
三、正确的焊接方法	80
四、焊接后的清洁	81
五、元件的装置方法	81
第六节 变配电室硬母线的安装	81
一、硬母线涂漆颜色的规定	81
二、硬母线涂黑漆贴色片的意义	81
三、硬母线的弯曲要求	82
四、硬母线的安装的基本要求	82
五、硬母线的固定要求	82
六、硬母线的连接方式	82
七、硬母线的连接要求	82
第七节 绝缘安全用具的检查与使用	83
一、绝缘安全用具介绍	83
二、检修安全用具介绍	84
三、绝缘杆、绝缘手套、绝缘靴使用前的检查	84
四、绝缘杆、绝缘手套、绝缘靴的使用与保管	85
五、高压验电器使用前的检查	85
六、高压验电安全操作	85
七、绝缘安全用具试验周期的规定	86
八、临时接地线	86
九、挂临时接地线的要求	86
十、标示牌的种类	87
十一、禁止类和提醒类标示牌的用法	88
十二、遮栏的应用	88
十三、行灯（安全灯）	89
十四、低压试电笔	90
第八节 触电急救	91
一、使触电人脱离电源的方法	91
二、人工呼吸及胸外心脏挤压的操作方法	91
三、触电急救过程中应注意的安全问题	92
四、电流对人体的危害程度及其原因	93

第四章 电动机控制电路 /94

第一节 基本控制电路	95
一、点动控制	95
二、自锁电路	96
三、两地控制电路	96
四、双信号“与”控制（多条件控制）电路	97
五、按钮互锁电路	97
六、利用接触器辅助触点的互锁电路	98
七、顺序启动控制电路	98
八、利用行程开关控制的自动循环电路	99
九、按时间控制的自动循环电路	99
十、终止运行的保护电路	100
十一、笼型异步电动机常用启动电路种类	100
第二节 常用电动机电路接线	102
一、电动机单方向运行电路	102
二、三相异步电动机正、反转点动控制电路	103
三、电动机单方向运行带点动的控制电路（一式）	104
四、电动机单方向运行带点动的控制电路（二式）	105
五、电动机两地控制电路	106
六、电动机多条件启动控制电路	107
七、电动机多保护启动控制电路	108
八、两台电动机顺序启动控制电路	109
九、两台电动机顺序启动、顺序停止控制电路	110
十、两台电动机顺序停止控制电路	112
十一、电动机可逆点动运行带限位保护控制电路	113
十二、电动机可逆运行控制电路	114
十三、电动机可逆带限位控制电路	116
十四、电动机可逆运行自动往返控制电路	118
十五、电动机断相保护电路（一式）	120
十六、零序电流断相保护电路	121
十七、继电器断相保护电路	122
十八、利用三只电容器构成的断相保护电路	123
十九、笼型电动机半波整流能耗制动控制电路	124
二十、电动机全波整流能耗制动控制电路	125
二十一、笼型三相异步电动机反接制动电路	126
二十二、电动机电容制动电路	128
二十三、笼型三相电动机定子短接制动电路	129
二十四、防止相间短路的正反转控制电路（一式）	130
二十五、防止相间短路的正反转控制电路（二式）	131
二十六、笼型三相异步电动机Y-Δ降压控制电路（手动一式）	132
二十七、笼型三相异步电动机Y-Δ降压控制电路（手动二式）	134

二十八、笼型三相异步电动机 Y - Δ 启动电路（自动一式）	135
二十九、笼型三相异步电动机 Y - Δ 启动电路（自动二式）	137
三十、笼型电动机自耦降压启动手动控制电路	138
三十一、电动机自耦降压启动自动控制电路	140
三十二、具有启动熔断器保护的电动机单方向电路	142
三十三、先发出开车信号再启动的电动机控制电路	143
三十四、电动机间歇循环运行电路	144
三十五、具有后备保护功能的正反转电路	145
三十六、绕线式电动机转子回路串频敏变阻器启动电路	147
三十七、绕线式电动机串频敏变阻器启动电路（二式）	149
三十八、电动机软启动器	150
三十九、AMDP系列三相交流电动机保护器应用	153
四十、AMDM系列三相交流电动机保护器	155
第三节 电动机控制电路故障检查	156
一、电动机单方向运行电路故障检查	156
二、电动机可逆运行电路故障检查	160
三、笼型三相异步电动机 Y - Δ 启动电路故障检查	163
四、电动机自耦降压启动自动控制电路故障检查	165

第五章 照明线路与电缆敷设 /167

第一节 照明线路与施工	167
一、照明配线图	167
二、灯具固定	167
三、开关安装	168
四、插座安装	169
五、室内布线	170
第二节 电缆的安装	174

参考文献 /180

第一章 电工仪表的使用

第一节 万用表的使用

一、万用表使用的注意事项

① 在使用万用表之前，应先进行“机械调零”（见图 1-1），即在没有被测物体时，使万用表指针指在零电压或零电流的位置上。

② 在使用万用表过程中，不能用手去接触表笔的金属部分，这样一方面可以保证测量的准确，另一方面也可以保证人身安全。

③ 在测量某一电量时，不能在测量的同时换挡，尤其是在测量高电压或大电流时更应注意。否则，会使万用表毁坏。如需换挡，应先断开表笔，换挡后再去测量。

④ 万用表在使用时，必须水平放置，以免造成误差。同时，还要注意避免外界磁场对万用表的影响。

⑤ 万用表使用完毕，应将挡位调整旋钮置于交流电压的最大挡。如果长期不使用，还应将万用表内部的电池取出来，以免电池腐蚀表内其他器件。

1. 调节欧姆零点的方法

① 将挡位调整旋钮置于 $\Omega \times 1$ 挡。

② 将红表笔接在“+”端子；黑表笔接在“-”端子。

③ 将表笔测量端短接（搭在一起），观察表针是否指在 Ω 刻度线的 0，如图 1-2 所示，如不指 0，应调整欧姆调零旋钮，使之指 0。

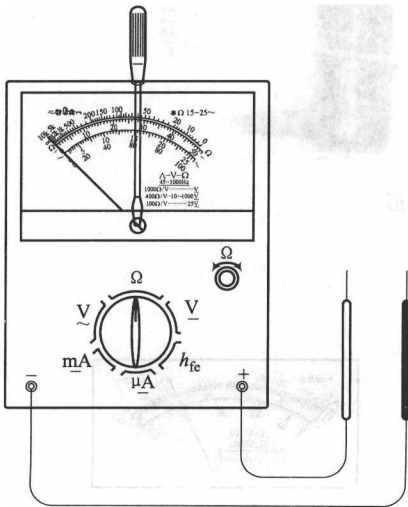


图 1-1 机械零位调整

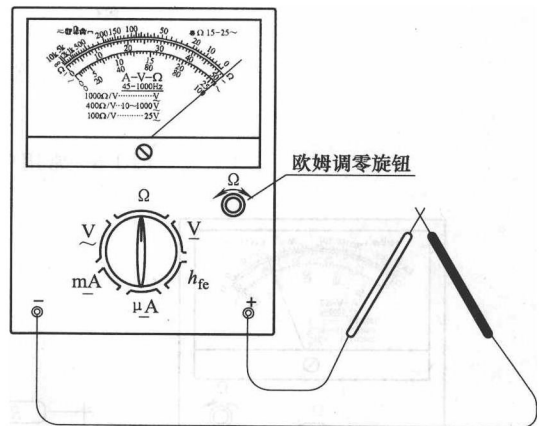


图 1-2 欧姆零点的调整

④ 调节欧姆调零旋钮，无法使指针指在 0 处，表明表内电池电量不足，应更换表内的电池。

⑤ 很多万用表在电阻的最高倍率挡另装一块高电压的电池（9V 或 15V），应按说明的要

求换装。若要使用此挡，必须有相应的电池。

2. 欧姆挡的使用注意事项

- ① 选择合适的倍率。在欧姆表测量电阻时，应选适当的倍率，使指针指示在中值附近。最好不使用刻度左边三分之一的部分，这部分刻度密集，测量精度很差。
- ② 使用前要调零。
- ③ 不能带电测量。
- ④ 被测电阻不能有并联支路。

二、单个电阻的测量

常用单支电阻元件外形如图 1-3 所示，单个电阻值的测量方法如图 1-4 所示，测量注意事项如下。

- ① 表针机械零位应准确。
- ② 若已知电阻值的大体数值，根据 Ω 刻度线的刻度，选用能使指针指在刻度线中间段的一挡。
- ③ 按图 1-2 所示方法调整欧姆零点。
- ④ 表笔不分“+”、“-”，可各接电阻的一端（若电阻引线有锈蚀，应预先清除）。
- ⑤ 待表针稳定后读数。
- ⑥ 对不知阻值的电阻，可先选用中等倍率挡（如 $\Omega \times 100$ ）试测，若表针指向刻度线两端，应换挡测量。总之，尽可能使指针指在刻度线中间一段。但要注意，每换一次挡位，应重新调一次欧姆零。

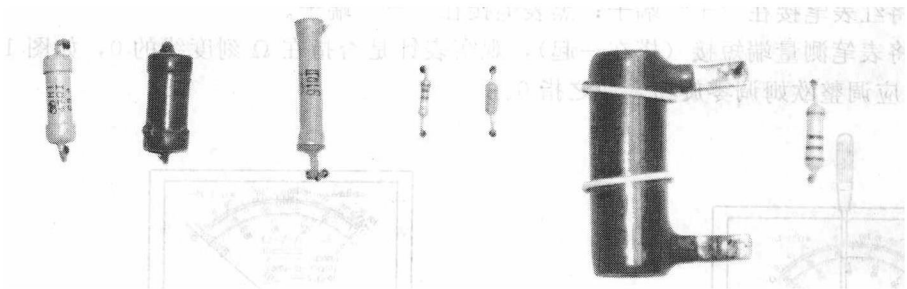


图 1-3 常用单支电阻元件外形

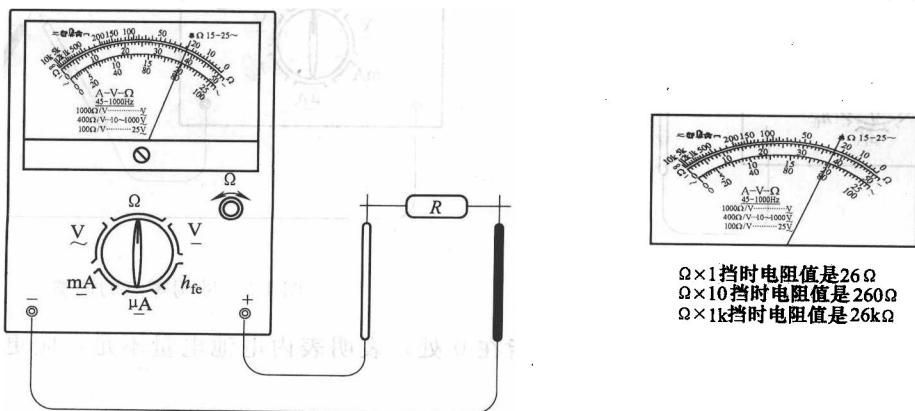


图 1-4 单个电阻值的测量

色环电阻将电阻值用彩色的圆环表示，色环有以下十二种颜色：棕、红、橙、黄、绿、蓝、紫、灰、白、黑、金、银，表示阻值和误差值，各种颜色所表示的含义如图 1-5 所示。

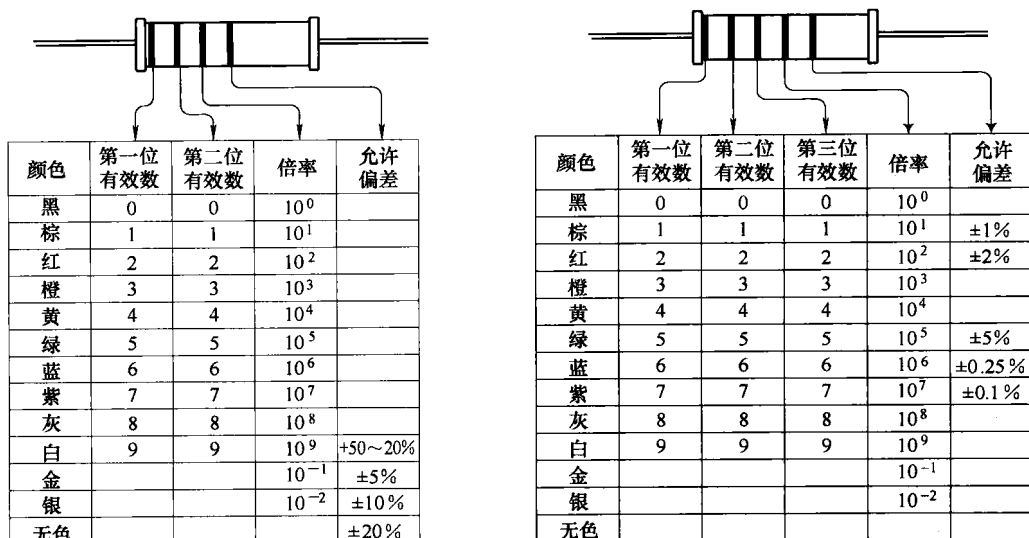


图 1-5 色环电阻对应值

三、线圈电阻及其测量方法

线圈电阻的测量准备工作、测量过程、选挡及换挡要求与测量单只电阻相同。

选用 $\Omega \times 1$ 挡，表针偏转到如图 1-6 所示位置，则线圈的电阻约为 20Ω 。

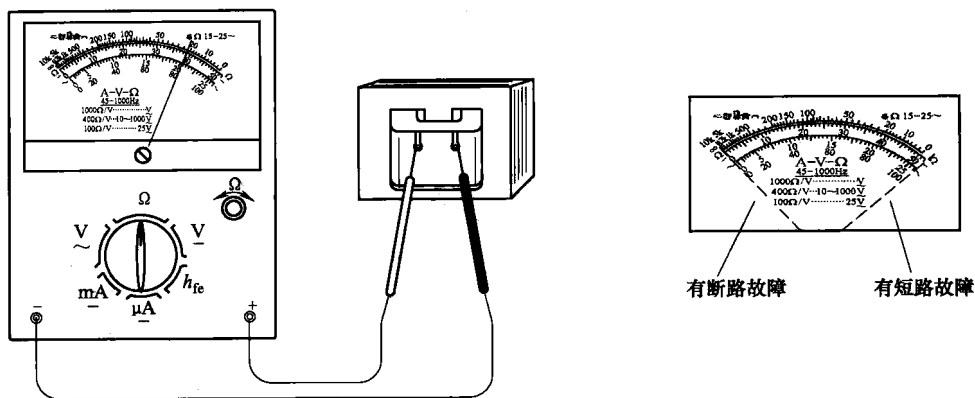


图 1-6 线圈电阻及好坏的测量

四、使用欧姆挡测量导线是否断芯

- ① 挡位调整旋钮置于 $\Omega \times 1$ 挡。
- ② 做欧姆调零。
- ③ 将穿管导线的一端线芯短接。
- ④ 表笔不分“+”、“-”，接触待测的导线，表针指 0 为完好，表针不动则是有断线。
- ⑤ 若测量结果如图 1-7 所示，说明导线线芯完好。
- ⑥ 如果穿管的导线不只有两条，则可通过反复测量，确定是哪一条线断芯。也可以利用

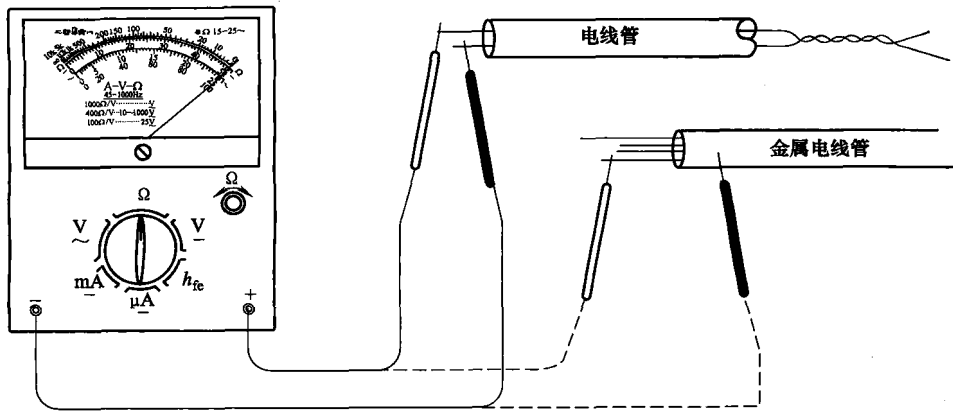


图 1-7 使用万用表欧姆挡测量导线是否断芯

电线金属管作为一条导线测量。

五、判断直流电压的极性及电压测量

① 表针机械零位应准确。

② 若已知直流电压数值范围，选用大于并接近其值的一挡（例如直流 24V，可使用直流 50V）；如不知直流电压大小，可先选用直流电压最高挡试测。

③ 试测。在确定电源有电的情况下，先用一只表笔接在直流电源一端，另一表笔快速“点测”一下，如果表针右偏，且不超过量程，则红表笔所接端子为直流电源的“+”，另一端为“-”；如果表针左偏，说明黑表笔所接端子为“+”，另一端为“-”，例如，用直流 250V 挡判断 110V 电源的极性，如图 1-8 所示，判断出左侧端子为“+”，且直流电压实际为 115V。

④ 若此后不再测量，应将调整旋钮置于交流电压的最高挡。

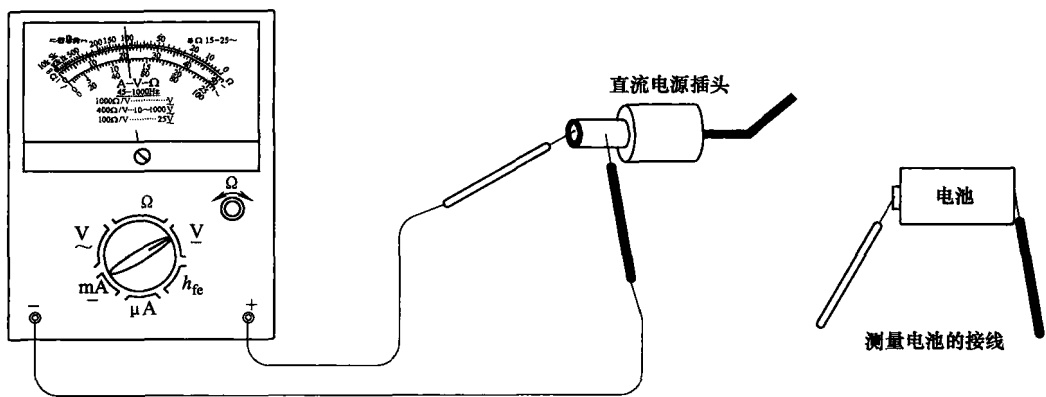


图 1-8 判断直流电压的极性及电压测量

六、直流电流的测量

① 表针机械零位应准确。

② 若已知电流的大致数值，选用大于该值而且又与之相接近的一挡；若不知被测电流的大小，可先用电流最高挡试测，根据试测值大小再换用适当挡位测量。原则是要使表针偏转角度尽可能大。

③ 从设备接直流电源的一端断开电源线。

④ 在正极（“+”极）测量时 [见图 1-9(a)], 红表笔接电源的“+”极; 黑笔接用电器的“+”极 (进)。在负极（“-”极）测量时 [见图 1-9(b)], 红表笔接用电器的“-”极 (出); 黑笔接电源的“-”极。

⑤ 测量直流电流的接线时, 红表笔接电流流进的一端, 黑表笔接电流流出的一端。

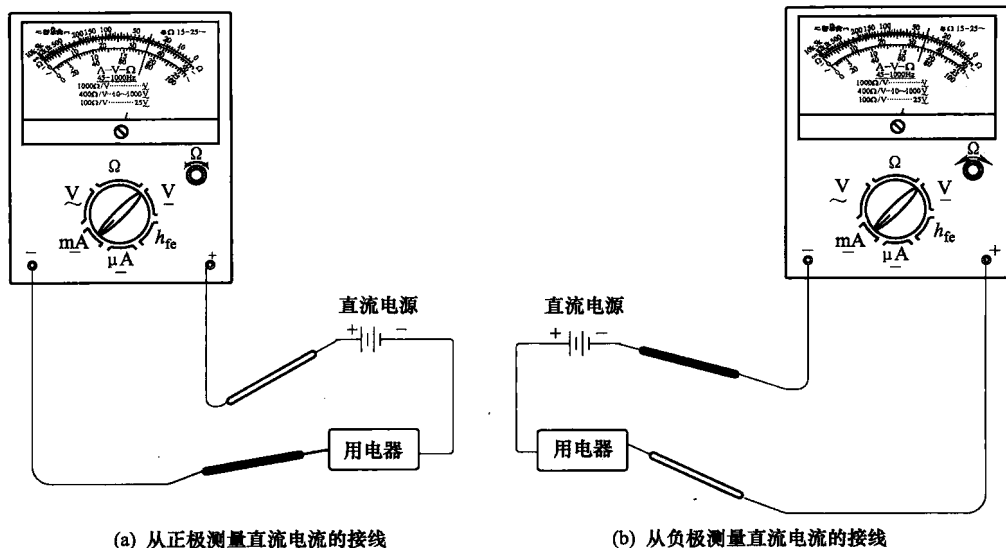


图 1-9 直流电流的测量

七、判断二极管的好坏

① 表针的机械零位应准确。

② 将万用表电阻挡 (欧姆挡) 置于 $\Omega \times 10$ 或 $\Omega \times 100$ 挡, 因为 $\Omega \times 1$ 挡电流太大, $\Omega \times 1k$ 挡电压太高, 有可能损坏二极管。

③ 调好欧姆零点。

④ 用“+”、“-”表笔对二极管做正、反接测量, 其结果有如下两种情况。

a. 正反两次测量的阻值均接近于 0Ω , 说明该二极管内部已经击穿。

b. 正反两次测量的阻值都非常大, 甚至表针不偏摆, 说明该二极管已烧断。

八、判断二极管的极性 & 类型

利用万用表, 对于无极性标志的二极管亦可标出极性, 方法是: 对二极管用表笔正反各测量一次, 测到阻值小时, 黑表笔所接触的一极为二极管的“+”极。利用万用表, 还可以判断二极管的类型。

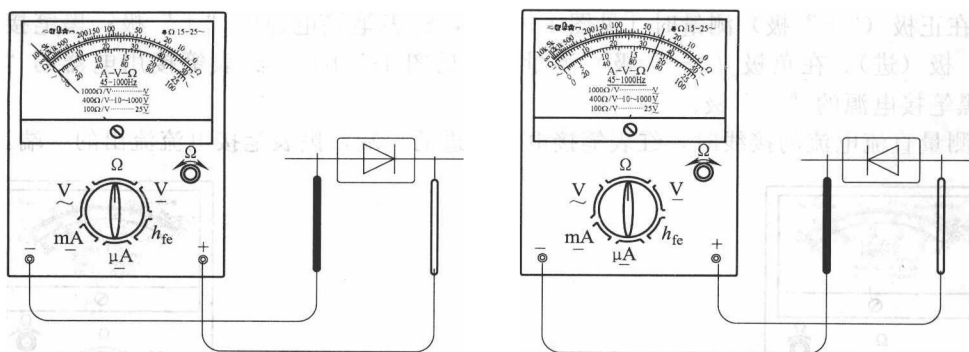
① 反向测量 [如图 1-10(a) 所示] 时, 测量值为几十欧至百千欧, 这只二极管为锗管; 若表针偏转极小或看不到偏转, 则这只二极管为硅管。

② 正向测量 [如图 1-10(b) 所示] 时, 测量值为几百, 甚至一两千欧, 这只管为锗管; 若测量值为几千欧, 则这只二极管硅管。

常用二极管外形如图 1-11 所示。

九、判断晶体三极管极性以及类型

① 表针的机械零位应准确, 否则应调整。



(a) 二极管反向测量

(b) 二极管正向测量

图 1-10 二极管测量

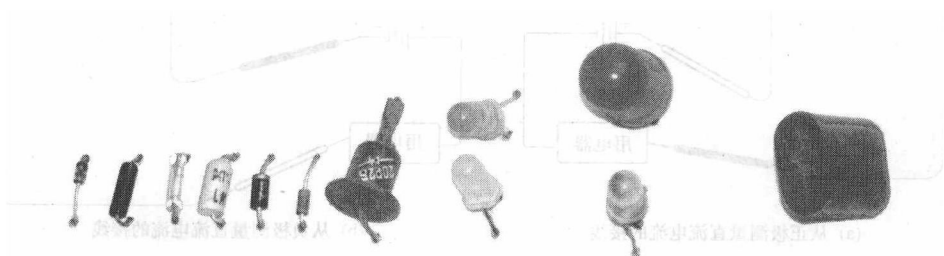


图 1-11 常用二极管外形

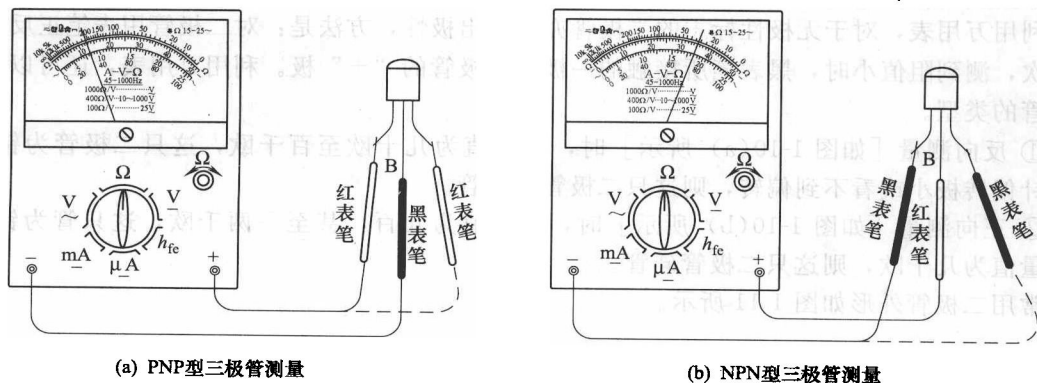
② 将万用表欧姆挡置于 $\Omega \times 10$ 或 $\Omega \times 100$ 挡，因 $\Omega \times 1$ 挡电流太大， $\Omega \times 1k$ 挡电压太高，有可能损坏晶体三极管（三极管）。

③ 调好欧姆零点。

④ 将黑表笔固定接在三极管的一极，红表笔分别试测另两极。如果阻值一大一小，则将黑表笔换一极接，再用红表笔测另两极；如果测得阻值仍一大一小，再将黑表笔固定在没接过的一极，用红表笔测另两极。不论测量几次，只要出现以下结果即可。

a. 黑表笔固定接在某一极，红表笔分别测试另两极时，两个阻值都很大，该三极管为 PNP 型，且黑表笔所接的为基极，见图 1-12(a)。

b. 红表笔固定接在某一极，黑表笔分别测试另两极，两个阻值都很小，该三极管为 NPN 型，且黑表笔所接的为基极，见图 1-12(b)。



(a) PNP型三极管测量

(b) NPN型三极管测量

图 1-12 三极管极性判别