



本书在手，
电工上岗考核不慌张，
只因师傅在身旁。

低压电工 实用技能全书

DIYA DIANGONG SHIYONG JINENG QUANSHU

秦钟全 主编

用好电工仪表/

常用电气元件的作用与维护/

常用控制电路的安装与维护/

低压线路的工作要求/

照明线路的安装要求与检修/

电工应掌握的基本技能操作工艺/

常用电气设备电流计算/

电气设备故障诊断要领/

低压电工安全作业的基本要求



化学工业出版社

低压电工 实用技能全书

DIYA DIANGONG SHIYONG JINENG QUANSHU

秦钟全 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

低压电工实用技能全书/秦钟全主编. —北京: 化学工业出版社, 2017. 1

ISBN 978-7-122-28051-0

I. ①低… II. ①秦… III. ①低电压-电工技术-基本知识 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 217038 号

责任编辑: 卢小林

文字编辑: 徐卿华

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 王晓宇

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 23½ 字数 597 千字 2017 年 1 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: 68.00 元

版权所有 违者必究



前言

Foreword

本书是为了满足广大初学电工人员对低压电工工作中维修的学习需要编写。全书的编写力求做到求新：以图文并茂的形式讲解，一看就懂。求精：贴近低压电工工作内容进行选择，选出最迫切需要、最实用的奉献给学员。手把手：力求通俗易懂，步步引导，使读者快速掌握书中技能。本书主要特点如下。

1. 实用性。便于应用到工作中去，解决实际问题。典型电路、典型故障，拿来就用；类似故障，借鉴参考；疑难故障，启迪思路，电路改造变化灵活应用。

2. 灵活性。既有安装要求又有检修过程及方法的详细介绍，也有故障的简单逐条排除方法。

3. 启发性。通过阅读故障实例，让广大学员能举一反三，养成科学规范的检修习惯。

4. 条理性。在讲述实例时，基本上按照“安装要求→故障分析排除→更新改造”的顺序编写，并将常见故障点进行了汇总，便于读者快速查找。

5. 可读性。书中穿插了许多插图和维修过程中的动作分解图片，图文并茂，语言简练。

本书可供电气工程技术人员、维修人员和广大电工查阅、使用，也可作为电工短训班技能培训的辅助教材，还可供高职院校、技校及中职学校相关专业的师生参考。

本书在编写及修改的过程中，得到了李宝兰、肖艳英、吴立起、郭佳玲、贾凡、梁建松、刘欣玫、王敏芳、白秀丽、张学信、李红、张鹏、白璇、梁冰、韩冰、王林、李聚生、秦钟庆、崔奕、秦钟禹、王淑霞、李泉水、马建辉、王维初、白雪飞、陈政红、史云花、邢秋田、殷美艳等老师的帮助，在此表示由衷感谢！

由于本人知识有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

编者



目 录

Contents

第一章 电工仪表

第一节 电工仪表与测量基础知识	1
一、电工仪表的分类	1
二、指示仪表的误差和准确度要求	2
第二节 万用表的使用	3
一、万用表使用前的调整方法	4
二、万用表的使用禁忌	5
三、万用表测量时的注意事项	6
四、万用表的使用技巧	7
五、数字式万用表的使用	27
第三节 钳形电流表的使用	29
一、钳形电流表测量前的准备工作	29
二、钳形电流表测量中应注意的事项	30
三、钳形电流表的正确使用	30
四、线路中各种电流	31
五、钳形电流表的使用技巧	31
第四节 兆欧表的使用	33
一、兆欧表的正确使用	33
二、兆欧表的应用技能	36
第五节 接地电阻仪的使用与接地装置要求	42
一、测量接地电阻的意义	42
二、接地电阻仪的组件	42
三、接地电阻仪测量前的检查与接线	42
四、接地电阻仪的正确使用	43
五、电气接地的种类	44
六、接地装置的测量周期	45
七、接地装置的敷设与连接要求	46
八、对接地装置导线截面积的要求	46
九、各种接地装置的接地电阻最大允许值	46
十、对运行中的接地装置进行安全检查	47
十一、接地体施工安装的技术要求	47
十二、金属外壳及架构需要进行接地的电气设备	47
十三、被保护电气设备的接地端不断开测试将会产生的影响	48
第六节 安装式交流电压表的使用	48

一、电压的有关知识	48
二、交流电压表的使用要求	51
三、低压电压表的常见接线	52
第七节 安装式交流电流表的使用	55
一、电流的知识	55
二、交流电流表的使用要求	57
三、电流表测量电路的基本连接方法	60
第八节 电能表的安装使用	62
一、电能表的使用安装要求	62
二、电能表的接线	64
三、电能表用电量计算	68
四、电能表接线错误的后果	70
第九节 温度测量仪表的使用	72
一、半导体点温计	72
二、红外线测温仪	73
第十节 直流电桥的使用	73
一、直流单臂电桥的使用	74
二、直流双臂电桥的使用	76
第十一节 功率因数表的使用与接线	78

第二章 常用低压电气元件的应用

一、刀开关	80
二、断路器	82
三、低压熔断器	84
四、接触器	85
五、热继电器	87
六、按钮	90
七、电动机综合保护器	91
八、时间继电器	92
九、中间继电器	94
十、行程开关	95
十一、温度继电器	96
十二、电接点温度计	97
十三、压力继电器	98
十四、速度继电器	99
十五、干簧继电器	100
十六、固态继电器	101
十七、指示灯	104
十八、压力控制器	105
十九、压力式温度控制器	106

二十、浮子开关·····	108
二十一、万能转换开关·····	109
二十二、组合开关·····	110
二十三、信号继电器·····	110

第三章 常用控制电路的安装与维护

第一节 笼式异步电动机几种启动方式的特点·····	112
第二节 电动机单方向运行控制的安装与维护·····	113
一、点动控制电路·····	113
二、自锁电路·····	114
三、电动机单方向运行电路接线步骤·····	115
四、怎样利用指示灯表示接触器工作状态·····	120
五、怎样利用指示灯监视热继电器工作状态·····	121
六、电动机单方向运行电路检修要点·····	123
七、电动机两地控制单方向运行电路的安装·····	128
八、按钮控制的电动机单方向运行、点动的控制电路的安装·····	132
九、转换开关控制电动机单方向运行带点动的控制电路的安装·····	133
十、电动机多条件启动控制电路的安装与维护·····	135
十一、电动机多保护启动控制电路的安装与维护·····	137
十二、定时控制器在单方向控制电路中的应用·····	139
十三、压力开关在单方向控制电路中的应用·····	142
十四、压力式温度控制器的控制电路·····	144
十五、电子式温度控制器的电路·····	145
十六、浮子开关在电动机单方向运行电路的应用·····	148
十七、发出预警信号延时启动的控制电路·····	150
第三节 三相电动机正反转控制电路的安装与维护·····	151
一、如何使电动机既可正转又可反转及应特别注意事项·····	151
二、互锁控制的目的和互锁的种类·····	151
三、电动机正反转点动控制电路·····	153
四、电动机正反转运行电路·····	157
第四节 三相电动机顺序控制电路的安装与维护·····	172
一、两台电动机顺序启动控制电路接法一·····	172
二、两台电动机顺序启动控制电路接法二·····	172
三、两台电动机顺序停止控制电路·····	174
四、两台电动机顺序启动、顺序停止电路·····	176
五、按照时间要求控制的顺序启动、顺序停止电路·····	177
六、电动机间歇循环运行电路·····	178
七、主辅设备顺序启动,辅助设备停止报警,主设备延时停止电路·····	180
第五节 电动机制动控制电路·····	182
一、机械电磁抱闸制动控制·····	182

二、电动机电容制动电路·····	184
三、三相笼式异步电动机反接制动电路·····	185
四、笼式电动机半波整流能耗制动电路·····	187
五、电动机全波能耗制动控制电路·····	189
六、电动机能耗制动电路常见故障·····	190
七、三相笼式电动机定子短接制动电路·····	191
第六节 三相电动机降压启动电路的安装与维护·····	192
一、电动机为什么要加降压启动电路·····	192
二、什么是电动机的 Y- Δ 启动 ·····	193
三、笼式异步电动机的 Y- Δ 降压手动控制电路（一式） ·····	193
四、笼式三相异步电动机 Y- Δ 降压手动控制电路（二式） ·····	196
五、笼式异步电动机 Y- Δ 启动自动控制电路的安装 ·····	199
六、电动机 Y- Δ 降压启动安装接线要点与故障排除 ·····	201
七、笼式电动机采用自耦变压器降压启动手动控制电路的安装与维护·····	202
八、电动机自耦降压启动自动控制电路的安装与维护·····	205
九、主令开关操作的自动转换自耦降压启动电路·····	208
十、电动机自耦降压启动电路的安装与调试注意事项·····	210
十一、绕线式电动机转子回路串频敏变阻器启动电路·····	211
十二、延边 Δ 形降压启动控制·····	213
第七节 电动机断相保护电路·····	215
一、电动机利用不平衡电压的断相保护电路·····	215
二、利用两个接线器 V 形接线的断相保护电路 ·····	218
三、利用电容器监测中性点电压的断相保护电路·····	219
四、零序电流断相保护电路·····	221
五、电动机断相保护电路的灵活应用·····	222
第八节 单相交流电动机的控制·····	224
一、分相启动式单相电动机的应用与接线·····	225
二、单相电容启动式电动机的应用与接线·····	228
三、罩极式单相交流电动机的应用与接线·····	230
四、单相串励电动机的应用与接线·····	230
五、单相电机电容选择·····	230
第九节 笼式多速电动机控制电路·····	231
一、笼式 Δ /双 Y 双速电动机接触器调速控制电路 ·····	231
二、按钮和时间继电器自动加速控制 Δ -双 Y 双速电动机电路 ·····	233
三、 Δ /Y/双 Y 三速三相异步电动机控制电路·····	235
四、双 Δ /Y 形接法的双速电动机控制线路 ·····	239
五、Y/双 Y 形接法的双速电动机控制线路 ·····	242

第四章 电气线路的工作要求

第一节 电气线路概述·····	245
-----------------	-----

一、电气线路的作用	245
二、电气线路的种类	245
三、架空线路的特点	245
四、线路的种类	245
第二节 架空线路的组成及材料	246
一、电杆的种类与用途	246
二、电杆埋设的深度	248
三、电杆长度的确定	248
四、线路绝缘子的种类	248
五、横担的用途及制作	250
六、横担安装与导线排列要求	250
第三节 架空线路安全距离的要求	252
一、架空导线对地安全距离的要求	252
二、同杆架设线路横担之间的最小垂直距离要求	254
第四节 导线的安全要求	255
一、导线敷设最小截面	255
二、必须采用铜芯电线的配电线路	255
三、导线选择方法	256
四、导线连接的安全要求	257
五、铜铝导体必须采用过渡连接	257
六、不同电路导线颜色的有关规定	257
第五节 电缆线路的安全要求	258
一、电缆的安装	258
二、电缆线路安全敷设的要求	260
三、电缆检查周期	262
第六节 低压线路上检修工作的安全要求	262
第七节 低压带电作业的安全要求	263
第八节 架空线路上工作的安全要求	264
第九节 危害架空线路安全的行为	264

第五章 照明线路的安装要求与检修

第一节 照明线路常用电气控制元件的作用与维护	265
一、漏电保护器的作用与维护	265
二、电涌保护器的作用与维护	274
三、照明开关的作用与维护	275
第二节 照明电路的安装要求	282
一、照明供电系统的要求	282
二、照明电力负荷的分配	282
三、照明支路的安装要求	282
四、常用照明光源的使用要求	283

五、根据不同的环境合理选择灯具	284
六、灯具的固定要求	284
七、常用照明线路的接线	285
八、常见灯具错误接线的危害	287
九、照明线路用熔断器熔体或空气开关脱扣器电流的选择	289
十、插座的安装要求	289
十一、插座的接线要求	289
十二、室内布线	290
第三节 照明线路的检修	293
一、接线盒内的处理	293
二、检查熔断器熔断的方法	293
三、检修开(断)路的方法	293
四、部分灯具不亮的检修方法	293
五、某一灯具不亮的检修方法	293
六、发光不正常故障检修	294
七、检查短路故障又防止跳闸的方法	294
第四节 家装线路施工要求	294

第六章 电工应掌握的基本操作技能和工艺

第一节 绝缘导线线头绝缘层的剥削方法	296
第二节 导线的连接方法	297
第三节 导线与接线端的连接方法	299
第四节 变配电室硬母线的安装	303
第五节 电子元器件焊接的基本工艺	305

第七章 常用电气设备电流计算口诀

一、10/0.4kV 配电变压器额定电流计算	308
二、三相电动机额定电流速算	308
三、220V 单相电动机额定电流速算	309
四、三相电阻加热器额定电流速算(电阻加热功率因数取 1)	309
五、单相电阻加热器额定电流速算(电阻加热功率因数取 1)	309
六、380V 电焊机额定电流速算(电焊机功率因数取 0.75)	309
七、220V 电焊机额定电流速算(电焊机功率因数取 0.75)	310
八、220V 日光灯额定电流速算(日光灯功率因数取 0.5)	310
九、220V 白炽灯额定电流速算(白炽灯功率因数取 1)	310
十、0.4kV 电力电容器额定电流速算	310
十一、利用配电柜上的电压表和电流表及功率因数表计算出供电系统的各种功率消耗	311
十二、根据负荷电流、敷设方式、敷设环境选用导线	312
十三、无铭牌 380V 单相电焊机的额定容量计算	312

第八章 电气设备故障诊断要领

一、电器检修的“六诊”	314
二、用“六诊”推断常见异步电动机空载不转或转速慢的故障病因	317
三、常用电气设备故障诊断方法	319
四、电气设备检修的“三先后”	321

第九章 电工安全作业

第一节 电气安全工作基本要求	322
一、一般规定	322
二、用电安全的基本原则	322
三、用电安全的基本要求	322
第二节 绝缘安全用具的检查与使用	324
一、绝缘鞋	324
二、螺丝刀	324
三、电工钳	324
四、剥线钳	325
五、电工刀	325
六、低压试电笔	326
第三节 检修安全用具	327
一、临时接地线	327
二、标示牌	329
三、临时遮栏	331
四、安全灯	331
五、脚扣	332
六、安全带	333
七、安全帽	333
第四节 电气安全工作的基本要求	334
一、低压检修作业的要求	334
二、低压带电作业的安全要求	337
三、暂设电源的安全要求	338
四、临时照明和节日彩灯的安装要求	339
五、施工电气设备的防护	339
六、施工现场的配电线路要求	340
七、施工现场的电缆线路要求	341
第五节 低压配电基本安装规程的安全要求	341
一、低压配电室的安全要求	341
二、配电盘的安装安全要求	342
三、电动机的安装安全要求	343
四、电气设备设置的安全要求	344
五、电气设备的安装安全要求	346

六、电气设备的防护.....	347
第六节 电气火灾的防范安全要求.....	349
一、造成电气火灾的原因.....	349
二、防止电气火灾的措施.....	350
三、电气火灾的扑救.....	352
四、电气灭火的安全要求.....	354
第七节 现场触电急救方法.....	354
一、使触电者脱离电源的方法.....	354
二、状态简单诊断.....	356
三、触电后的处理方法.....	357
四、口对口人工呼吸法.....	358
五、口对口人工呼吸时应注意事项.....	359
六、体外心脏挤压法.....	359
七、心脏挤压法实施时的注意点.....	360
八、触电急救中应注意的问题.....	361
九、影响电流对人体危害程度的主要因素.....	362
十、人体的电阻值与安全电压.....	362

参考文献

第一章

电工仪表

在电能的生产、输送及使用当中，离不开对各种电量及磁量的测量。测量各种电量与磁量的仪器仪表统称电工仪表。不论在电力系统中，还是在控制、通信等弱电领域，都大量使用各种电工仪表，用以监视系统的工作情况，记录生产过程的各种电气参数。它们已经成了保证电力系统正常工作和生产正常进行的必不可少的组成部分。同时，在电气设备发生故障后，也常使用电工仪表进行测量，以分析故障位置。

由于科学技术的不断发展，被测量的精度要求越来越高，测量范围越来越大，因此，无论对电工仪表本身，还是测量方法，都提出了越来越高的要求，这使得电工仪表及测量技术已成为电工学的一个独立分支。再加上需要测量的电量和磁量的种类繁多，即使是同一量，在不同情况下对计量又有不同的要求，结果是电工仪表的种类也非常多，同类型表的性能、规格也不尽相同。本章给大家介绍的，只是最常用的电工仪表的基本原理和它们的使用方法。

第一节 电工仪表与测量基础知识

测量各种电量和各种磁量的仪器仪表统称为电工测量仪表。电工测量仪表的种类繁多，实用中最常见的是测量基本电量的仪表。

电工测量的准确与否与测量方法的选择及测量技巧有密切关系。所以在测量中除了应正确选择仪表和正确使用仪表之外，还要掌握正确的测量方法。

一、电工仪表的分类

电工仪表的种类很多，按其所用测量方法的不同，以及结构、用途等方面的特性，通常分为以下几类。

1. 指示仪表

这类仪表的特点是把被测量转换为仪表可动部分的机械偏转角，然后通过指示器直接指示出被测量的大小。

指示仪表应用很广泛，规格品种繁多，通常还采用以下方法加以分类。

(1) 按仪表的工作原理分

有磁电系仪表、电磁系仪表、电动系仪表、铁磁电动系仪表、感应系仪表、整流系仪表和静电系仪表等。

(2) 按测量对象的名称分

有电流表、电压表、功率表、电能表、功率因数表、频率表及多种测量用途的万用表。

(3) 按被测电流的种类分

有直流仪表、交流仪表以及交直流两用仪表等。

(4) 按使用方法分

有安装式和可携式两种。

(5) 按使用条件分

有 A、B、C 三组。A 组仪表宜在较温暖的室内使用；B 组可在不温暖的室内使用；C 组则可在不固定地区的室内和室外使用。

2. 比较仪器

这类仪器用于比较法测量中，包括直流比较仪器和交流比较仪器两种。属于直流仪器的有直流电桥、电位差计以及标准电阻和标准电池等；属于交流仪器的有交流电桥、标准电感和标准电容等。

3. 数字仪表和巡回检测装置

数字仪表是一种以逻辑控制实现自动测量，并以数码形式直接显示测量结果的仪表，如数字频率表、数字电压表等。数字仪表加上选测控制系统就构成了巡回检测装置，可以实现对多种对象的远距离测量。

4. 记录仪表和示波器

记录被测量随时间而变化的情况的仪表，称为记录仪表。发电厂中常用的自动记录电压表和频率表以及自动记录功率表都属于这类仪表。

当被测量变化很快，来不及笔录时，常用示波器来观测。电工仪表中的电磁示波器和电子示波器不同，它是通过振动子在电量作用下的振动、经过特殊的光学系统来显示波形的。

5. 扩大量程装置和变换器

用以实现同一电量大小的变换，并能扩大仪表量程的装置，称为扩大量程装置，如分流器附加电阻、电流互感器、电压互感器等。用来实现不同电量之间的变换，或将非电量转换为电量的装置，称为变换器。在各种非电量的电测量中，以及近年来发展起来的变换器式仪表中，变换器是必不可少的。

6. 按仪表的精度等级分类

有 0.1 级、0.2 级、0.5 级、1 级、1.5 级、2.5 级、5 级，共七个等级

7. 按仪表外壳的防护性能分类

有普通式、防尘式、防溅式、防爆式、气密式、防水式、水密式七种。

8. 按仪表防外电场的能力分类

有 I 级、II 级、III 级、IV 级四个级。

9. 按仪表防外磁场的的能力分类

有 I 级、II 级、III 级、IV 级四个级。

二、指示仪表的误差和准确度要求

1. 有足够的准确度

① 各级仪表的基本误差，不应超过表 1-1。

表 1-1 仪表的基本误差

准确度等级	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.5	5.0
基本误差/%	±0.1	±0.2	±0.5	±1.0	±1.5	±2.5	±5.0

② 外界因素变化时,在非正常工作条件下仪表的附加误差,应符合国家标准的要求。

③ 指示仪表由于摩擦造成的升降变差(被测量平稳上升及下降时,对应于同一个分度线上两次读数的实际值之差),一般不应超过仪表基本误差的绝对值。

2. 有合适的灵敏度

在指示仪表中,被测量的变化将引起仪表可动部分偏转角的变化。

灵敏度表示仪表对被测量的反应能力,它反映了仪表所能测量的最小被测量。所以灵敏度是电工仪表的一个重要的技术指标。选择仪表的灵敏度时,要考虑被测量的要求。

灵敏度过高,仪表的量限可能过小;灵敏度过低,不能反映被测量的较小变化。因此,要恰当地选用灵敏度合适的仪表,而不应单纯地追求高灵敏度。

3. 仪表本身消耗的功率要小

仪表接入电路时,本身也要消耗一定的能量。如果仪表消耗的功率较大,必将改变电路原有的工作状态,从而造成不能允许的测量误差。因此,仪表本身的功率应尽量小。

4. 有良好的读数装置

仪表的标度尺刻度应尽量均匀,以便于读数,并扩大仪表在测量时的工作范围。

刻度不均匀的仪表,在分度线较密的部分,灵敏度低而读数误差大。在这部分标度尺上进行测量时必然保证不了应有的准确度。因此,对标尺不均匀的仪表,要求在刻度盘上标明其工作部分。一般规定其工作部分的长度不应小于标尺全长的85%。

5. 有良好的阻尼

由于仪表可动部分的惯性,当接入被测量或被测量突然变化时,指示器不能迅速稳定在指示值上,而在稳定位置的左右摆动,以致不能迅速地取得测量读数。为了减少摆动时间,迅速读数,仪表应设有阻尼装置。

仪表阻尼是否良好,通常用阻尼时间来衡量。所谓阻尼时间,是指仪表从接入被测量开始,到指针在稳定位置左右的摆动不大于标尺全长的1%为止的时间。按规定,普通仪表的阻尼时间应不超过4s。质量较好的仪表,阻尼时间只有1.5s左右。

6. 有足够的绝缘强度和过载能力

仪表的电气线路和外壳之间应有良好的绝缘,以保证仪表的正常工作和使用时的安全。

仪表应有一定的耐受长时间和短时间过载的能力,以防止在延时过载下由于元件的过热,短时过载下的机械力冲击而造成仪表的损坏。

仪表的绝缘强度和过载能力的要求,可查看有关标准中的规定。

第二节 万用表的使用

万用表具有用途多,量程广,使用方便等优点,是电工测量中最常用的工具。在电气维修工作中它可以用来测量电阻,交、直流电压和直流电流。有的万用表还可以测量晶体管的主要参数及电容器的电容量等。掌握万用表的使用方法是电工技术的一项基本技能。

常见的多用表有指针式万用表和数字式万用表。指针式万用表是以表头为核心部件的多功能测量仪表,如图1-1所示,测量值由表头指针指示读取。数字式万用表的测量值由液晶显示屏直接以数字的形式显示,如图1-2所示,读取方便,有些还带有语音提示功能。万用表是公用一个表头,集电压表、电流表和欧姆表于一体的仪表。



图 1-1 指针式万用表

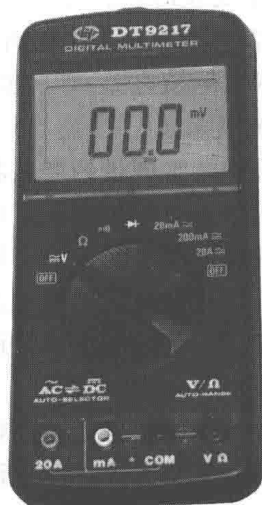


图 1-2 数字式万用表

一、万用表使用前的调整方法

① 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。

② 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。

③ 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。

④ 万用表使用完毕，应将转换开关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. 万用表的机械调零

指针式万用表在使用之前，应先进行“机械调零”，也称初始零位（见图 1-3），即在没有测被测电量前，使万用表指针指在零电压或零电流的位置上。

机械调零是指在不通电的情况下调整表头游丝的扭力，由于移动、温度变化等指针可能变化；一般情况下，这个是不需要经常调的，重点是检查并调整，没有变化不用调整。

2. 万用表的欧姆挡调零

万用表欧姆挡调零实际是通过表头的电流达到满偏电流，而欧姆挡中有一可调电阻， $I = E / (R + r)$ ， R 是可调电阻的阻值， r 是电源内阻，当 R 达到某一值时， I 才能达到满偏电流。然后接待测电阻 R_x ，则 $I = E / (R_x + R + r)$ ，不同的电流对应不同的待测电阻。

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 1-4 所示，如不指零应调整“欧姆调零”旋钮，使之指零。

④ 当调节“欧姆调零”旋钮，无法使指针指在“0”处时，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。

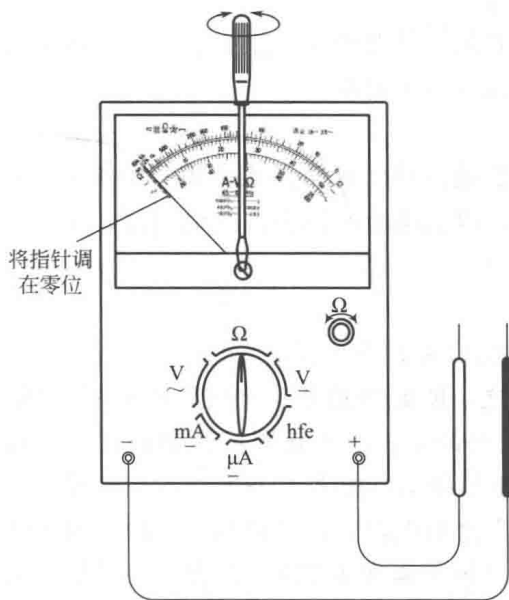


图 1-3 机械零位调整

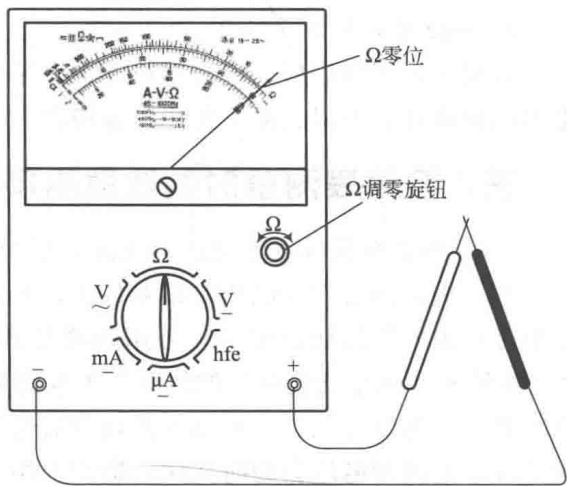


图 1-4 欧姆零位的调整

3. 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 $1/3$ 的部分，这部分刻度密集，读数误差很大。
- ② 使用前要调整机械零位和欧姆零位。
- ③ 欧姆挡不能带电测量。
- ④ 被测电阻不能有并联支路，应与线路脱离，以保证测量的准确性。

二、万用表的使用禁忌

1. 不进行机械调零将影响读数

在使用万用表之前，应使万用表指针指在零电压或零电流的位置，如果不在零位，表针偏摆位置将不准确，将影响读数的准确性。

2. 接触表笔的金属部分测量有危险

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. 测量中错用挡位会损坏表

在测量电流与电压时不能错用挡位，如果误用，就极易烧坏万用表。也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. 不知被测值大小，应使用最大挡

如果不知道被测电压或电流的大小，应先选用最高挡，而后再根据情况选用合适的挡位来测试，以免表针偏转过度而损坏表头。所选用的挡位愈靠近被测值，测量的数值就愈准确。

5. 不可错接直流极性

测量直流电压和直流电流时，注意“+”、“-”极性不要接错。如发现指针反转，要立即调换表棒，以免损坏指针及表头。