

中等职业教育电子专业改革规划教材

电工基本

DIANGONG JIBEN
CAOZUO

操作

主 编 / 邓尔林 吴永德



四川大学出版社



中等职业教育电子专业改革规划教材

电工基本

DIANGONG JIBEN
CAOZUO

操作

主 编 / 邓尔林 吴永德
副主编 / 苏进邦 陈生启 赵文录 王文卿
编 委 / 吴增春 赵常年 陈光忠 晁启虎
阿存仁 田生忠

四川大学出版社

• 成 都 •

责任编辑:梁 平
责任校对:雷若寒
封面设计:墨创文化
责任印制:王 炜

图书在版编目(CIP)数据

电工基本操作 / 邓尔林, 吴永德主编. —成都:
四川大学出版社, 2015. 4
ISBN 978-7-5614-8460-9

I. ①电… II. ①邓… ②吴… III. ①电工技术—中
等专业学校—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 068349 号

书名 电工基本操作

主 编	邓尔林 吴永德
出 版	四川大学出版社
地 址	成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行	四川大学出版社
书 号	ISBN 978-7-5614-8460-9
印 刷	四川五洲彩印有限责任公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	11
字 数	263 千字
版 次	2015 年 6 月第 1 版
印 次	2015 年 6 月第 1 次印刷
定 价	22.00 元

版权所有◆侵权必究

◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。
电话:(028)85408408/(028)85401670/
(028)85408023 邮政编码:610065
◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。
◆网址:<http://www.scup.cn>

前 言

随着我国制造业的飞速发展,技能型人才越来越得到重视,对技能型人才的培养已经迫在眉睫。通过多年的调研和实践经验积累,为了满足中等职业技术教育发展的需要,使学生更快更好地掌握操作技能,我们根据《国家职业标准——维修电工中级》的基本要求编写了本教材。本教材具有理实一体化的特点,以任务驱动展开,坚持以能力为本位,理论教学紧密联系实际,为分析解决现实问题服务,将理论与技能训练有机地连成一体,注重对学生的过程考核,将检验标准更多地定位在考核学生的动手操作能力上。

一、编写原则

1. 以能力为本位,重视操作技能的培养,突出职业技术教育特色。本着理论知识“实用、够用、易学”的原则,重点加强了实训操作教学内容,强调学生实际工作能力的培养。

2. 整合教材内容,使之与《电力拖动》教材配合使用。根据本地区社会发展对劳动者素质提出的新的要求,在本教材中适当调整了知识、技术、设备等方面的内容,体现教材内容的实用性和理实一体化教学的实效性。

3. 贯彻国家关于职业资格证书与学业证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策精神,力求教材内容涵盖国家职业标准(中级)的知识、技能要求,确实保证毕业生达到中级技能人才的培养目标。

二、编写特点

将知识点分散在各个项目任务当中,先介绍实现任务的相关知识,然后介绍实现任务的整个过程,力求符合学生的认知规律。采用图文并茂的方法,尽可能用图片、表格形式展现知识点,以提高可读性。针对各个项目的知识点,每个项目后都配备了任务和课堂练习,能使学生对所学的知识得以巩固与提高。

三、编写成员

本教材由邓尔林、吴永德主编,苏进邦、赵文录、朱成俊、王文卿参与了书中部分章节的编写。

感谢学校领导及电工电子专业部全体教师的鼎力支持。



本教材可作为机电类中等职业技术院校的实训教学，也可作为机电技术应用专业的学生参加维修电工国家职业技能鉴定考核培训的参考教材和维修电工工人的培训教材。

由于编写时间紧迫以及编者水平有限，书中错误和疏漏之处在所难免，敬请各位专家、同行、读者批评指正。

邓尔林

2014 年 5 月

目 录

项目一 常用仪表使用及用电安全	(1)
任务一 万用表的使用	(1)
任务二 钳形电流表的使用	(7)
任务三 兆欧表的使用	(10)
任务四 低功率因数功率表的使用	(16)
任务五 直流单臂电桥的使用	(20)
任务六 电工安全技术常识	(23)
项目二 低压配线安装与建筑电工识图	(42)
任务一 导线的连接	(42)
任务二 塑料护套线配线	(56)
任务三 线管配线	(59)
任务四 照明灯具及插座安装	(69)
任务五 进户装置和配电装置安装	(78)
任务六 建筑电工识图知识	(87)
项目三 常用电动机的维护与检修	(115)
任务一 单相交流异步电动机检测	(115)
任务二 三相交流异步电动机的拆装与维修	(129)
项目四 中小型电力变压器日常维护与检修	(145)
任务一 中小型电力变压器日常维护与检修	(145)
参考文献	(167)



项目一 常用仪表使用及用电安全

学习目标

1. 能正确使用电工工具。
2. 掌握各种电工仪表的使用方法。
3. 能对电路进行故障分析与排除，提高安全操作能力。
4. 掌握用电安全相关知识。
5. 掌握安全急救技术。
6. 培养学生团队精神与协作能力，使学生具有一定的岗位意识及岗位适应能力。

任务一 万用表的使用

任务描述

通过此任务的学习，利用指针式万用表和数字式万用表完成常用元器件的参数检测，对设备进行电气参数的测量，达到熟练使用万用表的程度。

知识平台

万用表是一种多功能、多量程的测量仪表，一般万用表可测量交直流电流、交直流电压、电阻和音频电平，还可以测电容量、电感量及半导体的一些参数（如 β ）。万用表一般分为数字式万用表和指针式数字式万用表，如图 1-1-1 和 1-1-2 所示。



图 1-1-1 数字式万用表

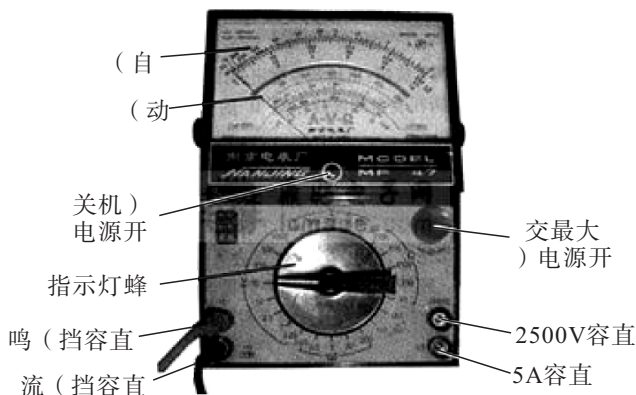


图 1-1-2 指针式万用表

一、指针式万用表结构及使用方法

1. 指针式万用表的结构（47 型）

指针式万用表由表头、测量电路及转换开关等三个主要部分组成。

(1) 表头。

它是一只高灵敏度的磁电式直流电流表，指针式万用表的主要性能指标基本上取决于表头的性能。表头的灵敏度是指表头指针满刻度偏转时流过表头的直流电流值，这个值越小，表头的灵敏度愈高。测电压时的内阻越大，其性能就越好。表头上有四条刻度线，它们的功能如下：第一条（从上到下）标有 R 或 Ω ，指示的是电阻值，转换开关在欧姆挡时，即读此条刻度线。第二条标有 $\varnothing$ 和 VA，指示的是交、直流电压和直流电流值，当转换开关在交、直流电压或直流电流挡，量程在除交流 10 V 以外的其他位置时，即读此条刻度线。第三条标有 10 V，指示的是 10 V 的交流电压值，当转换开关在交、直流电压挡，量程在交流 10 V 时，即读此条刻度线。第四条标有 dB，指示的是音频电平。

(2) 测量线路。

测量线路是用来把各种被测量转换到适合表头测量的微小直流电流的电路，它由电



阻、半导体元件及电池组成。

它能将各种不同的被测量（如电流、电压、电阻等），经过一系列的处理（如整流、分流、分压等）统一变成一定量限的微小直流电流送入表头进行测量。

（3）转换开关。

其作用是用来选择各种不同的测量线路，以满足不同种类和不同量程的测量要求。

2. 符号含义

（1） $\varnothing$ 表示交直流。

（2） $V-2.5\text{ kV } 4000\ \Omega/V$ 表示对于交流电压及 2.5 kV 的直流电压挡，其灵敏度为 $4000\ \Omega/V$ 。

（3） $A-V-\Omega$ 表示可测量电流、电压及电阻。

（4） $45-65-1000\text{ Hz}$ 表示使用频率范围为 1000 Hz 以下，标准工频范围为 $45\sim 65\text{ Hz}$ 。

（5） $2000\Omega/V\text{ DC}$ 表示直流挡的灵敏度为 $2000\Omega/V$ 。

3. 指针式万用表的使用

（1）了解指针式表盘上各符号的意义及各个旋钮和选择开关的主要作用。

（2）进行机械调零。

（3）根据被测量的种类及大小，选择转换开关的挡位及量程，找出对应的刻度线。

（4）选择表笔插孔的位置。

（5）测量电压：测量电压（或电流）时要选择好量程，如果用小量程去测量大电压，则会有烧表的危险；如果用大量程去测量小电压，那么指针偏转太小，无法读数。量程的选择应尽量使指针偏转到满刻度的 $2/3$ 左右。如果事先不清楚被测电压的大小时，应先选择最高量程挡，然后逐渐减小到合适的量程。

①交流电压的测量：将指针式万用表的转换开关置于交流电压的合适量程上，指针式万用表两表笔和被测电路或负载并联即可。

②直流电压的测量：将指针式万用表的转换开关置于直流电压的合适量程上，且“+”表笔（红表笔）接到高电位处，“-”表笔（黑表笔）接到低电位处，即让电流从“+”表笔流入，从“-”表笔流出。若表笔接反，表头指针会反方向偏转，容易撞弯指针。

（6）测电流：测量直流电流时，将指针式万用表的一个转换开关置于直流电流挡，另一个转换开关置于 $50\ \mu\text{A}$ 到 500 mA 的合适量程上，电流的量程选择和读数方法与电压一样。测量时必须先断开电路，然后按照电流从“+”到“-”的方向，将指针式万用表串联到被测电路中，即电流从红表笔流入，从黑表笔流出。如果误将指针式万用表与负载并联，则因表头的内阻很小，会造成短路烧毁仪表。其读数方法如下：

实际值 = 指示值 $\times$ 量程 / 满偏

（7）测电阻：用指针式万用表测量电阻时，应按下列方法操作：

①选择合适的倍率挡。指针式万用表欧姆挡的刻度线是不均匀的，所以倍率挡的选择应使指针停留在刻度线较稀的部分为宜，且指针越接近刻度尺的中间，读数越准确。



一般情况下,应使指针指在刻度尺的 $1/3 \sim 2/3$ 间。

②欧姆调零。测量电阻之前,应将 2 个表笔短接,同时调节“欧姆(电气)调零旋钮”,使指针刚好指在欧姆刻度线右边的零位。如果指针不能调到零位,说明电池电压不足或仪表内部有问题。并且每换一次倍率挡,都要再次进行欧姆调零,以保证测量准确。

③读数:表头的读数乘以倍率,就是所测电阻的电阻值。

(8) 注意事项。

①在测电流、电压时,不能带电换量程。

②选择量程时,要先选大的,后选小的,尽量使被测值接近于量程。

③测电阻时,不能带电测量。因为测量电阻时,数字式万用表由内部电池供电,如果带电测量则相当于接入一个额外的电源,可能损坏表头。

④用毕,应使转换开关在交流电压最大挡位或空挡上。

二、数字式万用表的使用方法

1. 电压的测量

电压的测量分为直流电压的测量和交流电压的测量。

(1) 直流电压的测量(如电池、随身听电源等),如图 1-1-3 所示。



图 1-1-3 直流电压的测量

①将黑表笔插进数字式万用表的“COM”孔,红表笔插进数字式万用表的“VΩ”孔。

②数字式万用表的挡位旋钮打到直流挡“V—”,然后将旋钮调到比估计值大的量程(注意:表盘上的数值均为最大量程)。把表笔接电源或电池两端,并保持接触稳定。如果在数值左边出现“—”,则表明表笔极性与实际电源极性相反,此时红表笔接的是负极。

(2) 交流电压的测量。

① 将黑表笔插进数字式万用表的“COM”孔,红表笔插进数字式万用表的“VΩ”



孔。

②把数字式万用表的挡位旋钮打到交流挡“V $\sim$ ”，然后将旋钮调到比估计值大的量程。

③把表笔接到电源的两端（交流电压无正负之分，不用分正负），然后从显示屏上读取测量数值。

2. 电流的测量

电流的测量同样也分为直流电流的测量和交流电流的测量。

(1) 直流电流的测量。

将黑表笔插入数字式万用表的“COM”孔，若测量大于 200 mA 的电流，则要将红表笔插入“10 A”插孔，并将旋钮打到直流“10 A”挡；若测量小于 200 mA 的电流，则将红表笔插入“200 mA”插孔，将旋钮打到直流 200 mA 以内的合适量程。

将挡位旋钮调到直流挡（A—）的合适位置，调整好后，开始测量。将数字式万用表串进电路中，保持稳定，从显示屏上读取测量数据。

(2) 交流电流的测量。

测量方法与直流电流的测量方法基本相同，不过挡位应该打到交流挡位（A $\sim$ ），电流测量完毕后应将红表笔插回“V Ω ”孔。

3. 电阻的测量

(1) 将黑表笔插进“COM”孔，红表笔插进“V Ω ”孔中。

(2) 把挡位旋钮调到所需的量程，用表笔接在电阻两端金属部位，测量中可以用手接触电阻，但不要把手同时接触电阻两端，这样会影响测量精确度的（人体是电阻很大的导体）。

(3) 保持表笔和电阻接触良好的同时，开始从显示屏上读取测量数据。

4. 二极管的测量

数字数字式万用表可以测量发光二极管和整流二极管，测量方法如下。

将黑表笔插进“COM”孔，红表笔插进“V Ω ”孔。将挡位旋钮调到二极管挡。用红表笔接二极管的正极，黑表笔接负极，这时会显示二极管的正向压降。锗二极管的压降为 0.15~0.3 V，硅二极管为 0.5~0.7 V。调换表笔，显示屏显示“1”则为正常（因为二极管的反向电阻很大），否则此管已被击穿。

二、注意事项

(1) 各量程测量时，禁止输入超过量程的极限值。

(2) 36 V 以下的电压为安全电压，在测高于 36 V 直流、25 V 交流电压时，要检查表笔是否可靠接触、是否正确连接、是否绝缘良好等，以避免电击。

(3) 换功能和量程时，表笔应离开测试点。

(4) 选择正确的功能和量程，谨防误操作。

(5) 在电池没有装好和后盖没有上紧时，请不要使用此表进行测试工作。

(6) 测量电阻时，请勿输入电压值。



(7) 在更换电池或保险丝钱, 请将测试表笔从测试点移开, 并关闭电源开关。

(8) 安全符号说明:

“” 存在危险电压 “” 接地 “” 双绝缘

“” 操作者必须参阅说明书 “” 低电压符号



任务实施

【设备清单】

名称	规格	单位	数量
数字式万用表	DT9205	台	1
指针式万用表	MF47	台	1
交流电源	220 V/380 V	套	1
直流电源	1.5 V/6 V/24 V	套	1
电阻	各类	个	若干
电容	各类	个	若干
半导体元件	各类	个	若干

【操作任务】

任务 1—1—1 在实训台上用数字式万用表和指针式万用表分别测量交直流电压与电流。

任务 1—1—2 用数字式万用表和指针式万用表分别测量电阻的阻值、二极管的正反向阻值及电容的容量。

【评分标准】

项目内容	配分	评分标准	扣分
数字式万用表自检	20	不进行自检扣 20 分	
连接设备	20	1. 不按要求接线扣 5 分 2. 接线错误扣 10 分 3. 接线松动扣 5 分	
数字式万用表操作	40	1. 握表笔手法不规范扣 10 分 2. 选择量程不合适扣 20 分 3. 换功能和量程时表笔不离开测试扣 10 分	
检测结论	20	结论不正确扣 20 分	
安全文明生产	违反安全文明生产规程扣 5~40 分		
开始时间		结束时间	总成绩



随堂练习

一、简答题

简述数字式万用表测量电阻的操作步骤。

二、填空题

1. 用指针式万用表可以测量电流、电压和电阻，以上各物理量中在多用表的刻度盘上其刻度分布不均匀的物理量是_____。

2. 用万用表测量一只电阻的阻值，以下给出了必要的操作步骤：

- 将红、黑表笔短接，调节欧姆挡调零旋钮，使指针指在右端的 0Ω 刻度处；
- 根据被测电阻的估计值，选择欧姆挡的适当倍率；
- 将选择开关旋到 OFF 挡；
- 将红、黑表笔分别接到被测电阻两端的引线上；
- 将指针所指刻度值乘以所选倍率，得到被测电阻的阻值。

将以上步骤前的字母，按正确的操作顺序排列：_____。

任务二 钳形电流表的使用

任务描述

钳形电流表使用非常方便，无须断开电源和线路即可直接测量运行中电力设备的工作电流，便于及时了解设备的工作电流是否正常及设备的运行状况。通过此任务的实施，学会钳形电流表的使用方法，掌握它的基本操作技能。

知识平台

一、钳形电流表的用途及分类

钳形电流表是一种便携式仪表，主要能在不停电的情况下测量交流电流。有的钳形电流表还可以测交流电压。

分类：根据其结构及用途分为互感器式和电磁系两种。

常用的是互感器式钳形电流表，如图 1-2-1 所示。它由电流互感器和整流系仪表组成，只能测量交流电流。电磁系仪表可动部分的偏转与电流的极性无关，因此，它可



以交直流两用。

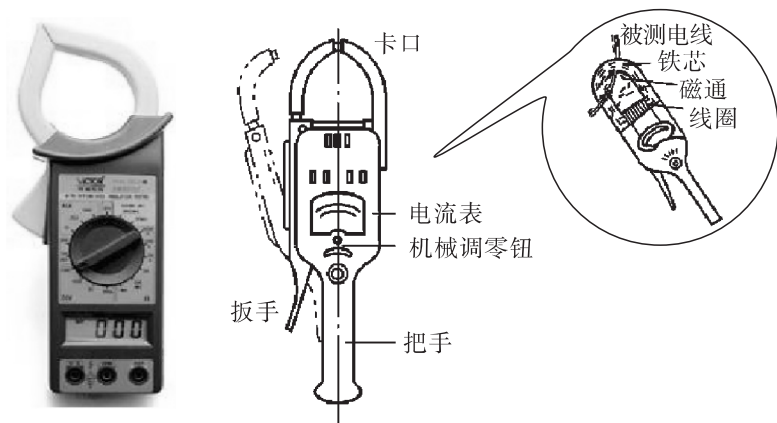


图 1—2—1 互感器式钳形电流表实物图及示意图

二、指针式钳形电流表原理

握紧钳形电流表的把手时，铁芯张开，将通有被测电流的导线放入钳口中。松开把手后铁芯闭合，被测载流导线相当于电流互感器的一次绕组，绕在钳形表铁芯上的线圈相当于电流互感器的二次绕组。于是二次绕组便感应出电流，送入电流表，使指针偏转，指示出被测电流值。（电流表的标度值是按一次侧电流刻度的）

三、钳形电流表使用时的基本操作

1. 检查钳形表

使用前，检查钳形电流表有无损坏，指针是否指向零位。如发现没有指向零位，可用小螺丝刀轻轻旋动机械调零旋钮，使指针回到零位上。检查钳口的开合情况以及钳口面上有无污物。如钳口面有污物，可用溶剂洗净并擦干；如有锈斑，应轻轻擦去锈斑。

2. 选择合适的量程

将量程选择旋钮置于合适位置，使测量时指针偏转后能停在精确刻度上，以减少测量的误差。转换量程应在退出导线后进行。

3. 测量电流

紧握钳形电流表把手和扳手，按动扳手打开钳口，将被测线路的一根载流电线置于钳口内中心位置，再松开扳手使两钳口表面紧紧贴合。测量时应注意身体各部分与带电体保持安全距离，低压系统安全距离为 0.1~0.3 米。测量高压电缆各相电流时，电缆头线间距离应在 300 毫米以上，且绝缘良好，待认为测量方便时，方能进行。观测表计时，要特别注意保持头部与带电部分的安全距离，人体任何部分与带电体的距离不得小于钳形表的整个长度。



4. 记录测量结果

将表拿平，然后读数，即测得的电流值。被测电流过小（小于 5 A）时，为了得到较准确的读数，若条件允许，可将被测导线绕几圈后套进钳口进行测量。此时，钳形表读数除以钳口内的导线根数，即为实际电流值。

5. 维护保养

使用完毕，退出被测电线。将量程选择旋钮置于高量程挡位上，以免下次使用时不慎损伤仪表。

四、钳形电流表的正确使用

- (1) 带电线路测量时，要十分小心，不要去测量无绝缘的导线。
- (2) 测量前，应进行机械调零。
- (3) 测量前还应检查钳口的开合情况。
- (4) 测量前应先估计被测电流的大小，选择合适的量程。
- (5) 测量时被测载流导线应放在钳口内的中心位置，以免误差增大。
- (6) 当被测电路电流较小时，为使读数较准确，可将被测载流导线在钳口部分的铁心柱上缠绕几圈后进行测量，实际电流值等于仪表的读数除以放在钳口中的导线圈数。
- (7) 测量完毕，钳形表不用时，应将量程选择开关旋至最高量程挡。

任务实施

【设备清单】

名称	规格	单位	数量
钳形电流表	MG20	只	1
电动机	1 kW (380 V)	台	1
380 V 电路	实训室配盘	组	1
电工工具	实训室配套	套	1
铜芯导线	实训室配套	根	若干

【操作任务】

任务 1—2—1 用钳形电流表测量电动机通电运行过程中的电流。

【操作步骤】

1. 按电动机铭牌规定，接好接线盒内的连接片。
2. 按规定接入三相交流电路，令其通电运行。
3. 用钳形电流表检测启动瞬时启动电流和转速达到额定值后的空载电流，并记录有关测量数据。
4. 导线在钳口绕两匝后，测空载电流，并记录有关测量数据。
5. 在电动机空载运行时，人为断开一相电源，如取下某一相熔断器，用钳形电流



表检测缺相运行电流（检测时间尽量短），测量完毕立即关断电源，并记录有关测量数据。

【评分标准】

项目内容	配分	评分标准	扣分
钳形电流表自检	20	1. 不进行机械调零扣 10 分 2. 不检查钳口扣 10 分	
连接设备	20	1. 不按任务图接线扣 10 分 2. 接线错误扣 10 分 3. 接线松动扣 5 分	
兆欧表操作	40	1. 被测导线未放置在钳口中心扣 10 分 2. 不选择合适的量程扣 20 分 3. 小电流导线测量不规范扣 15 分	
检测结论	20	1. 结论不全面扣 10 分 2. 结论不正确扣 20 分	
安全文明生产	违反安全文明生产规程扣 5~40 分		
开始时间		结束时间	总成绩



随堂练习

填空题

1. 钳形电流表主要能在_____的情况下测量交流电流。
2. 常用的是_____钳形电流表，由_____和_____组成。
3. 被测电流过小时，为了得到较准确的读数，若条件允许，可将被测导线_____进行测量。此时，钳形表读数除以钳口内的导线根数，即为_____。

任务三 兆欧表的使用



任务描述

现代生活离不开电，在用电过程中就存在着用电安全问题。在电器设备中，例如电机、电缆、家用电器等，会因受热、受潮和光照等因素，导致其绝缘材料老化，进而造成电器设备漏电或短路事故的发生。而本任务中的兆欧表，是判断其绝缘程度是否满足设备需要的重要仪表。兆欧表用于测量绝缘电阻既方便又可靠，但是如果使用不当，它将给测量带来不必要的误差。我们通过本任务的学习，学会正确使用兆欧表来进行绝缘



电阻的测量。

知识平台

兆欧表又叫摇表或绝缘电阻测试仪，如图 1—3—1 所示，是一种简便、常用的测量高电阻的直读式仪表，可用来测量电路、电机绕组、电缆、电气设备等的绝缘电阻。

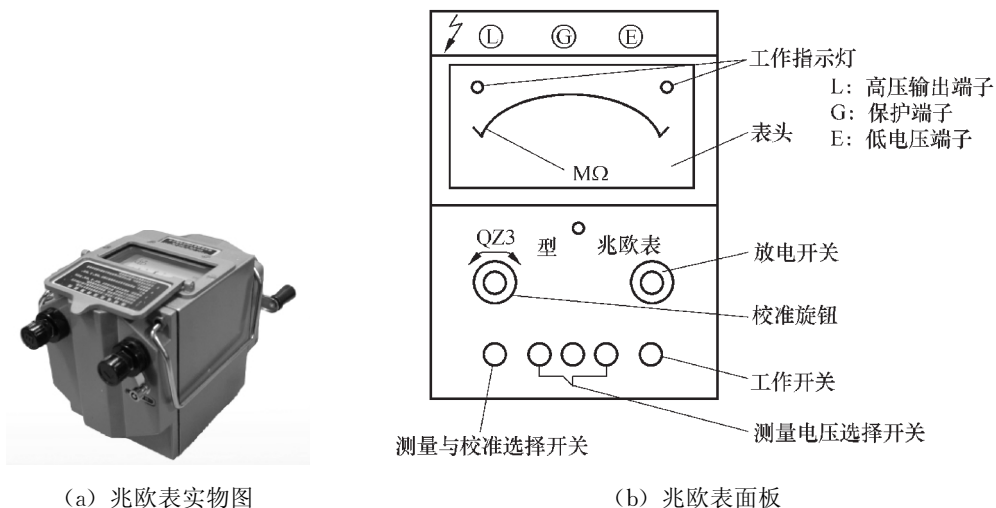


图 1—3—1 兆欧表

绝缘电阻常用兆欧 ($M\Omega$) 作计量单位 ($1 M\Omega = 10^6 \Omega$)，故将测量绝缘电阻用的仪表称为兆欧表。

兆欧表在工作时，自身产生高电压，而测量对象又是电气设备，所以必须正确使用，否则就会造成人身或设备事故。使用前，首先要做好以下各种准备：

(1) 测量前必须将被测设备电源切断，并对地短路放电，决不允许设备带电进行测量，以保证人身和设备的安全。

(2) 对可能感应出高压电的设备，必须消除这种可能性后，才能进行测量。

(3) 被测物表面要清洁，减少接触电阻，确保测量结果的正确性。

(4) 测量前要检查兆欧表是否处于正常工作状态，主要检查其“0”和“ ∞ ”两点。即摇动手柄，使电机达到额定转速，兆欧表在短路时应指在“0”位置，开路时应指在“ ∞ ”位置。

(5) 兆欧表使用时应放在平稳、牢固的地方，且远离大的外电流导体和外磁场。

做好上述准备工作后就可以进行测量了，在测量时，还要注意兆欧表的正确接线，否则将引起不必要的误差甚至错误。

兆欧表的接线柱共有三个：一个为“L”即线端，一个“E”即为地端，再一个“G”即屏蔽端（也叫保护环），一般被测绝缘电阻都接在“L”“E”端之间，但当被测绝缘体表面漏电严重时，必须将被测物的屏蔽环或不需测量的部分与“G”端相连接。这样漏电流就经由屏蔽端“G”直接流回发电机的负端形成回路，而不再流过兆欧表的