

国家中等职业教育改革发展示范学校建设成果

CHUANBO DIANGONG ANZHUANG

船舶电工安装

主 编 袁良红
副主编 余文君 倪志伟



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

船舶电工安装

主 编 袁良红

副主编 余文君 倪志伟



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

船舶电工安装 / 袁良红主编. —杭州: 浙江大学出版社,
2015.6
ISBN 978-7-308-14640-1

I. ①船… II. ①袁… III. ①船用电气设备—设备安
装—教材 IV. ①U 665

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第082345号

内容提要

本书根据中职学生好动的特点,以项目为引导,通过通俗易懂的操作步骤,自行完成相关工作任务,达到相应的技能目标,并将相关理论知识融合在实际操作中。

本书主要内容有:电工基本技能练习、船舶照明电路安装、船舶各类磁力启动箱安装、各类电子线路板安装。工作任务的安排注重了知识的系统性、连贯性,包含了相关交流电的基本知识、船舶电力系统的组成、船舶照明系统的分类及安装方法、电力拖动基本电路、电子技术基本知识。

本书内容达到了船舶电工初级工、中级工技能要求,不仅可以作为船舶电工专业学生教材,也可以作为船舶电工培训教材,还能作为相关从业人员参考用书。

船舶电工安装

主 编 袁良红
副主编 余文君 倪志伟

责任编辑 杜希武
责任校对 余梦洁
封面设计 刘依群
出版发行 浙江大学出版社
(杭州市天目山路148号 邮政编码 310007)
(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州好友排版工作室
印 刷 杭州杭新印务有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 12.25
彩 插 4
字 数 305千
版 次 2015年6月第1版 2015年6月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-308-14640-1
定 价 29.00元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式: (0571) 88925591; <http://zjxcbs.tmall.com>

前 言

本书是根据船舶电工初级工、中级工技能等级培养目标编写的,作者是由具有丰富职业教育经验的船舶电气专业教师和长期工作在船舶修造企业一线的技能大师组成,兼顾了职业学校学生特点、电工专业知识的系统性、船舶电工实际工作规范。教材通过实施一系列项目要求,按步骤完成相应工作任务,从而掌握相应的知识目标与技能目标。选题由浅入深,简明扼要,通俗易懂。

教材突出技能,注重可操作性、实用性,虽然无法做到所有船舶电器面面俱到,但内容涵盖了船舶电工考证的几项任务。全书共 15 个项目,项目一至项目四为电工基本技能练习、船舶照明系统安装;项目五至项目八为各类船舶磁力启动箱的安装,可以实现电力拖动知识的系统学习;项目九至项目十五为基本电子线路安装调试。教材中船舶磁力启动箱为当地船舶电器企业制造,产品应用在实际船舶上,教学目标既考虑了电力拖动基础知识,也考虑了实用性技术。一般在组织船舶电工职工技能培训及考核时,很难将培训地点安排到船舶修造厂现场,但如果有条件的单位可以将培训地点安排到船舶电器制造企业现场。培训学校也可以自行采购一批船舶磁力启动箱作为考核内容,通过船舶磁力启动箱的安装与维修,再结合教材中电子技术、船舶照明等内容,实现考证的所有项目。中职学生使用本教材能避免理论与实践脱节现象,先实践,后理论,做中学,学中做,将理论知识放在工作任务后的知识链接,有利于理论知识的理解。

本书主编袁良红负责总体设计及项目一至项目四、项目九至项目十五的编写,副主编余文君负责项目五至项目八的编写,副主编倪志伟负责船舶电工实践技能及技术规范指导。

在本书编写过程中,得到了当地船舶电器制造企业的支持与帮助,倪皓旻为本书绘制了大量的插图,在此表示忠心的谢意。由于水平有限,时间紧促,书中难免有错误或不当之处,望广大读者批评指正。

编 者

2015 年 4 月



目 录

项目一 电工常用工具、仪表的使用	1
一、教学目标	1
二、工作任务	1
三、操作步骤	2
四、知识链接	5
五、课后练习	9
项目二 导线的连接及绝缘的恢复	10
一、教学目标	10
二、工作任务	10
三、操作步骤	10
项目三 船舶照明电路安装	13
一、教学目标	13
二、工作任务	13
三、操作步骤	13
四、知识链接	19
五、课后练习	28
项目四 交流接触器拆装	29
一、教学目标	29
二、工作任务	29
三、操作步骤	29
四、知识链接	30
五、课后练习	33
项目五 船舶日用水泵启动箱的安装	35
一、教学目标	35

二、工作任务	35
三、操作步骤	36
四、知识链接	52
五、课后练习	54
项目六 船舶机舱通风机启动箱的安装	57
一、教学目标	57
二、工作任务	57
三、操作步骤	57
四、知识链接	76
五、课后练习	79
项目七 手动/自动控制磁力启动箱的安装	80
一、教学目标	80
二、工作任务	80
三、操作步骤	80
四、知识链接	85
项目八 船用空压机启动器的安装	88
一、教学目标	88
二、工作任务	88
三、操作步骤	89
四、知识链接	108
五、课后练习	111
项目九 电阻的识读与检测	113
一、教学目标	113
二、工作任务	113
三、操作步骤	113
四、注意事项	115
五、知识链接	115
六、课后练习	118
项目十 电烙铁的使用	120
一、教学目标	120



二、工作任务	120
三、操作步骤	120
四、注意事项	122
五、知识链接	122
六、课后练习	128
项目十一 单相桥式整流电路的安装	129
一、教学目标	129
二、工作任务	129
三、操作步骤	129
四、注意事项	131
五、知识链接	131
六、课后练习	140
项目十二 滤波稳压电路的安装	142
一、教学目标	142
二、工作任务	142
三、操作步骤	142
四、注意事项	144
五、知识链接	144
六、课后练习	150
项目十三 直流稳压电源	151
一、教学目标	151
二、工作任务	151
三、操作步骤	151
四、注意事项	155
五、知识链接	155
六、课后练习	163
项目十四 低频功率放大电路的安装	165
一、教学目标	165
二、工作任务	165
三、操作步骤	165
四、注意事项	167



五、知识链接	167
项目十五 晶闸管调光电路的安装	172
一、教学目标	172
二、工作任务	172
三、操作步骤	172
四、注意事项	174
五、知识链接	175
六、课后练习	184
参考文献	185
彩 页	189



项目一 电工常用工具、仪表的使用

一、教学目标

1. 终极目标

掌握电工常用工具、仪表的使用方法。

2. 促成目标

(1) 知识目标

- ⊙掌握验电笔的用途；
- ⊙掌握螺钉旋具的分类、用途；
- ⊙掌握钢丝钳、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳的用途；
- ⊙掌握万用表、兆欧表及钳形电流表的用途及注意事项。

(2) 技能目标

- ⊙掌握验电笔的使用方法；
- ⊙掌握螺钉旋具的使用方法；
- ⊙掌握钢丝钳、尖嘴钳、断线钳、剥线钳的使用方法；
- ⊙掌握万用表、兆欧表及钳形电流表的使用方法。

二、工作任务

- (1) 用低压测电笔对相线与零线进行判断
- (2) 用 300mm 螺钉旋具在木质配电板上进行螺钉旋紧练习
- (3) 用 100mm 螺钉旋具在电拖控制板上进行螺丝螺帽旋紧练习
- (4) 用钢丝钳、尖嘴钳将 $1\sim 2.5\text{mm}^2$ 单股导线剥去 $10\sim 20\text{mm}$ 长绝缘层,并将芯线弯成一个圆形接线鼻
- (5) 用万用表、兆欧表及钳形电流表进行简单测试练习

三、操作步骤

1. 用低压测电笔对相线与零线进行判断

(1)手指触及笔尾金属体,使氖管小窗面向自己,笔尖触及带电体。

(2)手指不准触碰笔尖金属部分。

(3)当验电器触及导线时,如氖管发亮,为相线,氖管不亮,为零线。正常情况下零线不会使氖管发亮,只有当零线断路时,通过回路零线才会使氖管发亮。

注意事项:

验电器在使用前应进行确认测试,证明验电器功能良好方可使用。使用时,应使验电器逐渐靠近被测物体,直至氖管发亮,只有在氖管不亮时,才可与被测物体直接接触。手不能触碰笔尖金属物,防止触电。手指必须触碰笔尾金属体,构成电流回路。氖管小窗要背光并面向自己,确保正确判断。

2. 用 300mm 螺钉旋具在木质配电板上进行螺钉旋紧练习

(1)将 300mm 螺钉旋具对准螺丝钉尾部,将螺丝钉垂直压在木板上。

(2)用大拇指、食指和中指夹住握柄,手掌顶住柄的末端,用力向下旋转,直到螺丝钉的螺纹全部旋入木板内。

(3)在旋入过程中,不能让螺钉旋具脱离螺丝钉,两者应紧密连接,防止打滑损坏螺丝钉。

3. 用 100mm 螺钉旋具在电拖控制板上进行螺丝螺帽旋紧练习

(1)用手指将螺帽旋在螺丝上,并用尖嘴钳夹住螺帽。

(2)用大拇指和中指夹住握柄,用食指顶住握柄末端捻旋。

(3)最后一圈时,稍微用力,使螺丝与螺帽紧固,但应注意力度,防止损坏电器或者螺帽。

注意事项:

(1)旋具头部与螺钉槽要吻合。

(2)不能用金属杆直通柄顶的螺钉旋具。

(3)金属杆应穿套绝缘管,紧固或拆卸带电的螺钉时,手不得触及金属杆。

4. 用钢丝钳、尖嘴钳将 $1\sim 2.5\text{mm}^2$ 单股导线剥去 $10\sim 20\text{mm}$ 长绝缘层,并将芯线弯成一个圆形接线鼻

(1)用钢丝钳或尖嘴钳夹住距离线头 $10\sim 20\text{mm}$ 处的电线外绝缘层,不可夹伤芯线。

(2)左手握住电线,右手握住剥线工具,严禁将剥线工具运动方向对人,保持剥线工具开口角度不变。

(3)用剥线工具剥去外绝缘层,注意剥线力度,以免损伤导线铜芯。



(4)用尖嘴钳夹住铜线露头的根部向左弯转一定角度。

(5)用尖嘴钳将铜线从根部开始慢慢向右上方折弯成一个圆圈,大小稍大于固定螺丝。

5. 用万用表、兆欧表及钳形电流表进行简单测试练习

(1)用指针式万用表测量接触器线圈的直流电阻

①在测量前先进行“欧姆调零”。

②选择适当的量程,将红黑表棒接线圈电阻,使万用表指针的偏转尽可能接近标度尺的中心位置。测量中不允许用手同时触及被测电阻的两端,以保证测量的准确性。

③读出电阻值。

④测量完毕后,应将转换开关置于交流电压的最高挡或空挡。

(2)用指针式万用表测量市电电压

①选择交流电压的最大量程,将红黑表棒接市电插座。

②粗略估计电压大小,选择合适的量程,使指针的偏转尽可能指向满刻度。

③读出读数。

④测量完毕后,应将转换开关置于交流电压的最高挡或空挡。

(3)用兆欧表(摇表、高阻表)测量电动机的绝缘电阻(图 1-1)

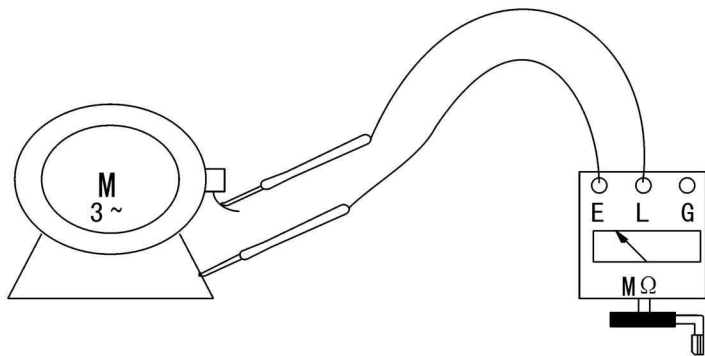


图 1-1 用兆欧表(摇表、高阻表)测量电动机的绝缘电阻

①测量前先对兆欧表进行开路检查,兆欧表应平稳水平放置,将接线柱开路后由慢到快摇动摇臂,当摇速达到 120r/min 时保持匀速,待指针稳定后,若指在“∞”处表示正常。

②进行短路检查,将“L”接线柱与“E”接线柱短接,由慢到快摇动摇臂,当摇速达到 100~200r/min 时保持匀速,待指针稳定后,若指在“0”处表示正常。

③将兆欧表的“L”接线柱接电动机绕组,“E”接线柱接电机机壳。

④兆欧表平稳水平放置,由慢到快摇动摇臂,当摇速达到 120r/min 时保持匀速,待指针稳定后读数。

⑤测量完毕后停止转动兆欧表,将“L”接线柱与“E”接线柱短接放电。

(4)用兆欧表(摇表、高阻表)测量电缆的绝缘电阻(图 1-2)

①将兆欧表的“L”接线柱接电缆线芯,“E”接线柱接外壳,“G”接线柱接线芯与外壳之间的绝缘层。

②兆欧表平稳水平放置,由慢到快摇动摇臂,当摇速达到 120r/min 时保持匀速,待指针稳定后读数。

③测量完毕后停止转动兆欧表,将“L”接线柱与“E”接线柱短接放电。

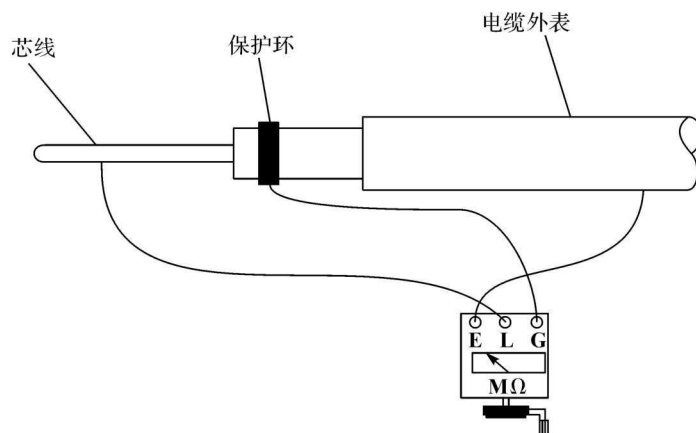


图 1-2 用兆欧表(摇表、高阻表)测量电缆的绝缘电阻

(5)钳形表测量电动机的额定电流(图 1-3)

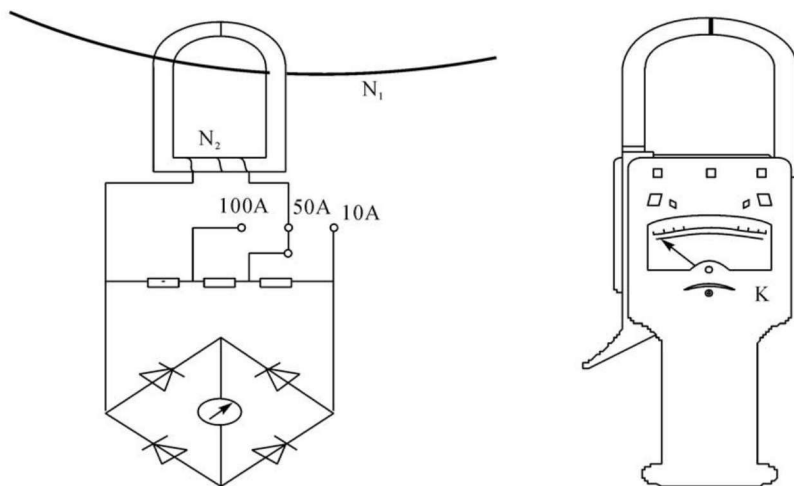


图 1-3 钳形表测量电动机的额定电流



- ①将量程放在最高挡上,以防损坏表针。
- ②启动电动机,将电动机单根导线置于钳口中央,紧闭钳口。
- ③粗略地读出电流值。
- ④取出钳形表,根据估测值转换合适的量程,重新用以上方法测量电流值。
- ⑤若电机电流较小,则将被测载流导线在钳口上多绕几圈进行测量,实际电流值为读数除以放进钳口的导线圈数。
- ⑥测量完毕后把仪表量程开关置于最大电流挡,以防下次使用时未选择挡位就进行测量而造成仪表损坏。

四、知识链接

1. 验电器

验电器是检验导线和电气设备是否带电的一种电工常用工具,可分为低压验电器和高压验电器两种。

低压验电器又称为测电笔(简称电笔),有钢笔式、螺丝刀式及数字式,它可测量 60~500V 范围的电压。

低压验电笔使用时用手指触及笔尾的金属体,使氖管小窗面向自己,笔尖触及带电体(图 1-4)。

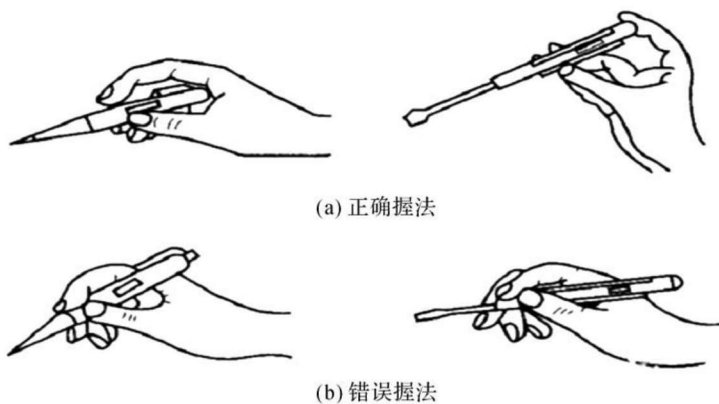


图 1-4 低压验电笔的使用

验电器工作原理为:当用验电器测量带电体时,电流经过带电体、电笔、人体和大地形成通电回路,只要带电体与大地之间的电位差超过 60V 时,电笔中的氖管就会发光。

低压测电笔除可以测相线与零线外,还可以测试以下内容:

- (1)区别电压高低。可根据氖管发亮强弱来估计电压的高低。

(2)区别交流电与直流电。交流电通过测电笔时,氖管里的两个电极同时发亮,而直流电通过电笔时,氖管里的两个电极只有一个发亮。

(3)区别直流电的正负极。把测电笔连接在直流电正负极之间,氖管发亮的一端为直流电的负极。

(4)识别相线碰壳。用测电笔触及电机、变压器等电器的外壳,若氖管发亮,则说明该设备外壳与相线有碰壳现象,如果壳体接地良好,则氖管不会发亮。

(5)识别相线接地。用测电笔触及三相本线制星形接法的交流电路时,若有两根比通常稍亮,而另一根不亮,则说明该相有接地现象。在三相四线制中交流电路中单相接地后,中性线用测电笔测量时也会发亮。

2. 螺钉旋具

螺钉旋具(螺丝刀)主要用于头部带有沟槽的螺钉或螺栓的拧紧,主要有一字槽、十字槽和专用等种类的螺钉旋具。

一字槽螺钉旋具又称平口螺丝刀,用来紧固或拆卸带一字槽的螺钉和木螺钉。它有木柄和塑料柄两种形式,其规格可用体部长度表示,常用规格有100mm、150mm、200mm、300mm、400mm等几种。使用时,应根据螺钉大小和连接强度对应选用。

十字槽螺钉旋具主要用于旋紧和松开十字槽螺钉或螺栓,它也有木柄和塑料柄两种形式,其规格可用体部长度和十字槽尺寸表示。用体部长度表示的常用规格与一字槽螺钉旋具相同,用十字槽尺寸表示的规格有四种:I号适用螺钉直径为2~2.5mm、II号为3~5mm、III号为6~8mm、IV号为10~12mm。

3. 钢丝钳

钢丝钳的用途是夹持或折断金属薄板以及切断金属丝,有铁柄和绝缘柄两种形式。其中绝缘柄钢丝钳可用于有电场合,其工作电压为500V。钢丝钳的规格可用全长表示,有150mm、175mm和200mm三种。

4. 断线钳(斜口钳)

断线钳专供剪断较粗的金属丝、线材及电线电缆等,其规格以全长表示。钳柄有铁柄、管柄和绝缘柄三种形式,其中绝缘柄断线钳可用于带电场合,其工作电压为1000V。

使用断线钳时应注意:

(1)剪切时钳头朝下,防止线头飞出伤眼。

(2)不能剪切较粗导线。

5. 剥线钳

剥线钳是用来剥除电线电缆端部橡胶或塑料绝缘体的专用工具,它的手柄绝缘,工作电压为500V。其规格以全长表示,有140mm和180mm两种。

使用剥线钳时应注意:



(1)确定导线的剥削长度。

(2)剥削导线时芯线的直径要和剥线钳的刃口大小相符。

6. 万用表的使用(图 1-5)

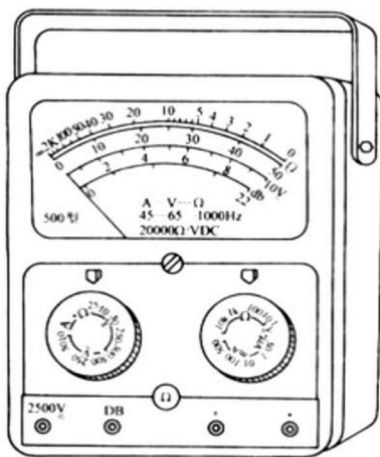
(1)万用表在使用之前应先“机械调零”,表笔接插正确,黑表笔接“—”端,红表笔接“+”端。

(2)根据测量对象正确选择挡位。

(3)选择合适的量程。测量电压、电流时,如果被测值大小未知,应先将量程转换至最高挡位进行粗测,以防损坏表。根据粗测的实际值,选择合适的量程,重新测量。严禁带电转换量程开关及测量电阻。

(4)测量直流电压、电流时,要注意极性正确,仪表的正、负端应分别与被测电路的正、负端相接。测电压时应并联连接,测电流时应串联连接。

(5)在测量电阻时要进行“欧姆调零”,并选择适当的量程,使指针的偏转尽可能接近标度尺的中心位置。测量中不允许用手触及被测电阻两端,以保证测量的准确性。



(a) 指针式万用表



(b) 数字式万用表

图 1-5 万用表

(6)在测量在线电阻时必须切断电源,同时被测电阻应至少一端与电路断开。

(7)测量完毕后,应将转换开关置于交流电压最高挡或空挡。

(8)数字式万用表的使用与指针式万用表基本相同,只是测量功能比指针式多。除具有指针式万用表的功能外,其还具有测试频率、电容、温度等功能。

7. 兆欧表(摇表、高阻表)的使用(图 1-6)

(1)兆欧表的工作原理:如图 1-6 中的(b)所示,当被测电阻为无穷时,电流从发电机的正极经 R_1 到负极,电表线圈红,这时表针指向无穷大;当被测电阻为 0 时,又有一部分电流

经被测电阻 R_2 , 电表线圈绿, 这时表针指向 0。由于 R_1 、 R_2 的限制, 电流不会很大, 另外发电机有限速器, 以保证电压稳定。

(2) 兆欧表的选择: 应根据被测电器的电压等级选择兆欧表, 测量额定电压在 500V 以下的电气设备及线路绝缘电阻时, 选用 500~1000V 兆欧表; 测量额定电压在 500V 以上的电气设备及线路绝缘电阻时, 选用 1000~2500V 兆欧表; 测量瓷瓶时, 应选用 2500~5000V 的兆欧表。

(3) 量程的选用: 兆欧表的量程要适应被测绝缘电阻的阻值, 一般测量低压电器设备绝缘电阻时选用 0~200 Ω 量程的兆欧表, 测量高压电器设备或电缆的绝缘电阻时应选用 0~2000 Ω 量程的兆欧表。

(4) 兆欧表有 3 个接线柱, 分别为接地“E”、线路“L”和保护环(屏蔽)“G”。在测量电气设备和线路的对地绝缘电阻时, “L”端接电气设备, “E”端接地。在测量电缆的绝缘电阻时, 将“L”端接线芯, “E”接外壳, “G”接线芯与外壳之间的绝缘层。在测量电动机的绝缘电阻时, 将“L”端接电动机绕组, “E”端接机壳。

(5) 测量电气设备和电路的绝缘电阻时, 必须先切断电源并充分放电, 防止事故与测量误差。

(6) 接线柱与被测物之间必须用软导线连接, 不准用双股线或绞合线连接。

(7) 测量前需对兆欧表进行开路检查, 指针应指在“ ∞ ”处, 并进行短路检查, 指针应指在“0”处。

(8) 兆欧表应平稳水平放置, 测量时摇速由慢到快, 当摇速达到 120r/min 时保持匀速, 待指针稳定后再读数。

(9) 测量完毕后应对被测设备和线路进行放电, 在兆欧表未停止转动或放电前不可直接触摸被测物或拆除连线。

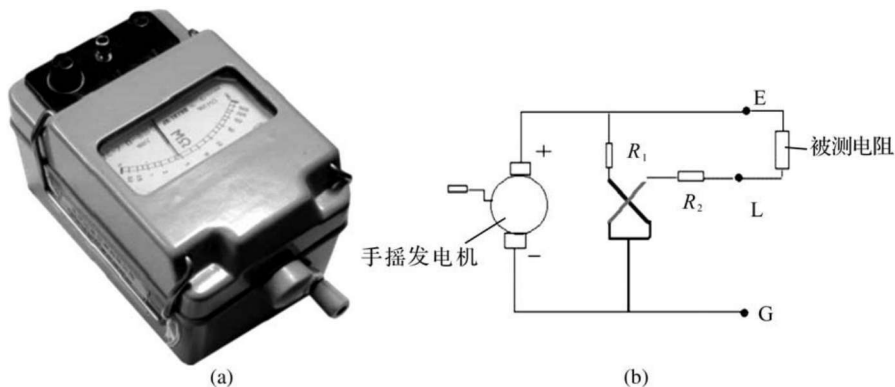


图 1-6 兆欧表



8. 钳形表的使用(图 1-7)

- (1)根据被测电流性质与大小选择钳形表类型。
- (2)测量电流时,如果被测电流大小未知,应先将量程放在最高挡上进行粗测,以防损坏表针,然后再调整量程,但不准带电转换量程开关。
- (3)测量时将被测单根导线置于钳口中央,钳口必须闭紧(钳口事先需清洁),以减小测量误差。
- (4)测量低于 5A 的小电流时,为获得较准确的测量值,可将被测载流导线在钳口上多绕几圈进行测量,实际电流值为读数除以放进钳口导线的圈数。
- (5)不能测量高压电路中的电流,以免发生事故。
- (6)测量完毕后把仪表的量程开关置于最大电流挡,以防下次使用时未选择挡位就进行测量造成仪表损坏。



图 1-7 钳形表

五、课后练习

1. 低压测电笔有哪些用途?
2. 使用万用表的注意事项有哪些?
3. 兆欧表测量绝缘电阻时,摇速应达到多少才可匀速摇动并待指针稳定后读数?
4. 钳形电流表使用的注意事项有哪些?