



21世纪高职船舶系列教材
SHIJI GAOZHI CHUANBO XILIE JIAOCAI

船舶电站实训指导

主编 / 王文义 主审 / 张丹平

哈尔滨工程大学出版社



21世纪高职船舶系列教材
SHIJI GAOZHI CHUANBO XILIE JIAOCAI

船舶电站实训指导

藏书章

主编 王文义 副主编 / 丛培亭 主审 / 张丹平

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书包括对船舶电站电气设备进行安装及调试的9个技能训练:现场使用的电工仪表、电路状态与一般故障检查方法、船舶发电机的安装与维护、船用盘装电气仪表、船舶蓄电池及充放电板的安装调试、保护整定与电气连锁、船舶发电机电压调整装置的调试、船舶发电机组的并车调试及船舶发电机并联运行与功率分配。

本书可作为船舶行业高职高专院校电气专业和相关专业学生的教材,也可供职工培训和相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

船舶电站实训指导/王文义主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2008.

ISBN 978-7-81133-188-2

I. 船… II. 王… III. 船用电站-高等学校:技术学校-教学参考资料 IV. U665.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 033983 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 7
字 数 117 千字
版 次 2008 年 3 月第 1 版
印 次 2008 年 3 月第 1 次印刷
定 价 12.00 元
<http://press.hrbeu.edu.cn>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

21 世纪高职系列教材编委会

(按姓氏笔画排序)

主任委员	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	李长禄	张亦丁	张学库	杨永明
委 员	季永青	罗东明	施祝斌	唐汝元
	曹志平	蒋耀伟	熊仕涛	
	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	刘义菊	刘国范	闫世杰	李长禄
	杨永明	张亦丁	张学库	陈良政
	肖锦清	林文华	季永青	罗东明
	胡启祥	施祝斌	钟继雷	唐永刚
	唐汝元	郭江平	晏初宏	曹志平
	蒋耀伟	熊仕涛	潘汝良	

前言

随着高等职业教育改革步伐的加快,对高职高专类院校学生的动手能力和操作技能的培养提出了越来越高的要求。为了适应这一快速发展的教育形势的需要,高职高专类院校在人才培养过程中必须加强学生的实践性教学环节。《船舶电站实训指导》就是为了适应高等职业教育改革和人才培养的需要,加强船舶电气类专业学生的实际动手能力和操作技能而编写的实训教材。

本书所设计的实践环节教学内容来自于企业工作任务,采用任务驱动方法,通过对船舶电站涉及到的发电机组、配电装置等电气设备安装、操作、系统调试、故障排除的训练,实现船舶电气自动化专业学生职业技能的培养。为了强化核心技能的形成,本实训教程遵循“循序渐进、综合应用、能力培养”的思路,在内容安排上,突出交流电站的发电机组和配电装置的相关实训内容,结合目前船舶电站现有技术,以感性认识为先导,配合船舶电站的基本构成、系统特点、操作过程、安装工艺和调试维护等知识要点,首先解决“是什么”的认识问题;然后通过具体的实训项目,在实训过程中解决“怎么做”的问题;最后通过一些综合训练,解决“怎么做得更好”的问题。最终使受训者具有读图能力、动手操作能力、分析判断能力、系统调试能力和书面表达能力,最终达到运用专业知识解决实际问题的目的,形成综合知识、拥有专业技能。

船舶电气类专业具有鲜明的行业特点和独特的职业技能。本实训指导教材在结构上由9个独立的“技能训练”模块组成。它主要针对船舶电站在建造、改装和使用过程中,涉及到的电气设备安装、调试、检修及维护等工作内容,归纳成典型的工作任务,形成“技能训练”模块。在每个技能训练模块中,有必备的知识点及操作技能要求,通过实例演示和实训操作,使学生得到最基本的船舶电工实际技能的训练,从而掌握今后上岗所必须具备的电气安装、调试、操作、维护、诊断等职业技能和各类仪表器具的使用方法。

本书所列出的“技能训练”模块次序为建议排序,各教学模块的学时安排为基本的时间要求。各“技能训练”模块相对独立,在教学的时间顺序和内容的时间安排上,可根据教学条件灵活选择。

本书由武汉船舶职业技术学院王文义担任主编,渤海船舶职业技术学院丛培亭担任副主编,张丹平主审。

编写技能训练教材是高等职业学校面临的一个崭新课题,需要不断地探索和研究。由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免有不当之处,敬请读者批评指正。

编者

2008年3月10日

目 录



技能训练一 现场使用的电工仪表	1
技能训练二 电路状态与一般故障检查方法	15
技能训练三 船舶发电机的安装与维护	25
技能训练四 船用盘装电气仪表	36
技能训练五 船舶蓄电池及充放电板的安装调试	44
技能训练六 保护整定与电气连锁	57
技能训练七 船舶发电机电压调整装置的调试	77
技能训练八 船舶发电机组的并车调试	87
技能训练九 船舶发电机并联运行与功率分配	95

技能训练一 现场使用的电工仪表

对于在现场从事船舶电气的工作人员,经常要用电工仪表来测量电气设备的电气参数。最常用的有万用表、钳形电流表、兆欧表和接地电阻表。

第一部分 教学要求

一、目的要求

- 1.了解常用电工仪表的准确度等级与基本误差。
- 2.熟悉万用表、钳形电流表、兆欧表和接地电阻表的使用方法。

二、工具器材

- 1.个人电工工具一套(万用表、试电笔、电工工具套、电工刀、起子、钢丝钳、活动扳手)。
- 2.万用表、钳形电流表、兆欧表、接地电阻表。
- 3.各种电线、保险盒、闸刀等。

三、教学节奏与方式

项 目		时间安排	教学内容
1	阅读教材	课余	自学、查资料
2	教师讲授	0.5 课时	①万用表的使用(数字表) ②钳形表的使用 ③兆欧表的使用
3	学生实作	3.5 课时	①电压、电流、电阻的测试 ②用钳形表测电流 ③用兆欧表测绝缘电阻

四、成绩评定

技能训练成绩:

教师签名:

时间:

第二部分 教学内容

一、电工仪表的准确度

准确度是指仪表在正常工作条件下的最大误差占仪表刻度盘上满刻度的百分数。根据国家标准《电气测量指示仪表通用技术条例》的规定,电工仪表的准确度分为 7 个等级,如表 1-1 所示。

表 1-1 电工仪表的准确度等级

仪表准确度等级	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
应用场合	标准表 计量用	副标准 器用	精密测 量用	大型复 杂配电 装置用	一般配电装置,教 师、工程技术人员用	小型配 电盘用	学生实 验用

注:①为提高测量精确度,在使用仪表时,应使测量值在仪表满刻度的 $\frac{2}{3}$ 以上。

②电工仪表的准确度等级越高,价格越高。

二、指针式万用表

万用表又叫多用表,它主要用来测量电压、电流和电阻,因此有时也称为三用表。下面以 MF368 型万用表为例加以介绍(如图 1-1 所示)。它的主要技术性能、范围及准确度为

直流电流:0~0.25 A 准确度 $\pm 2.5\%$

直流电压:0~500 V 准确度 $\pm 2.5\%$

交流电压:0~500 V 准确度 $\pm 5\%$

电 阻:0~10 000 k Ω 准确度 $\pm 2.5\%$

晶体管放大系数:0~200

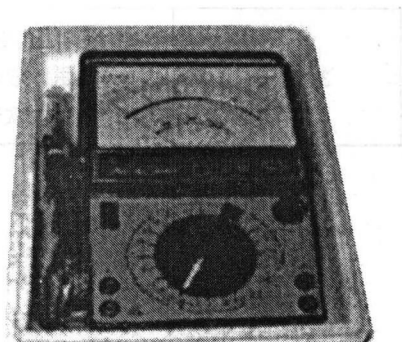


图 1-1 MF368 型万用表外形

图 1-2 所示为该型号万用表的仪表面板结构。万用表的使用方法如表 1-2 所示。

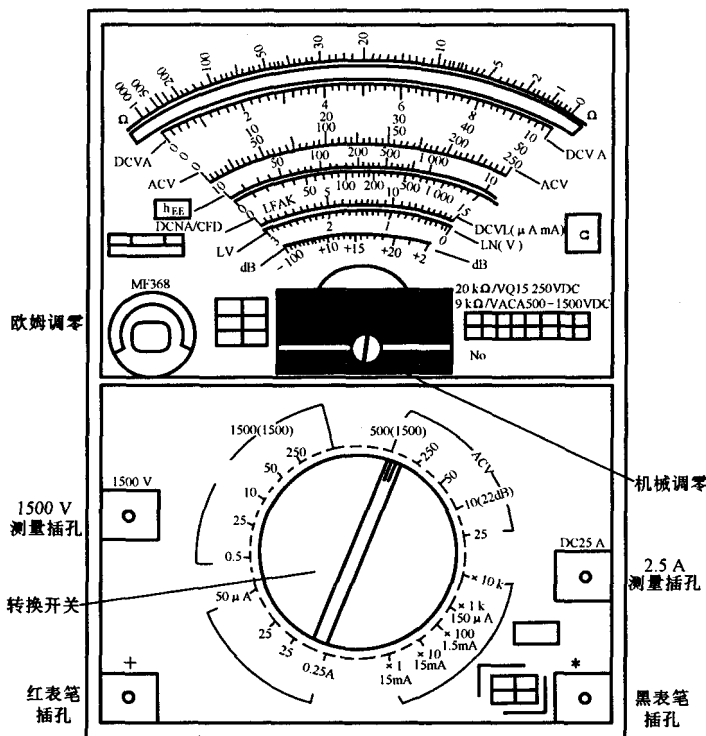


图 1-2 MF368 型万用表面板结构

表 1-2 万用表的使用方法

项 目	使 用 方 法
测量前的准备	①使用之前,应注意指针是否指在零位,如不在零位,可通过机械调零装置,将指针调到零位 ②把 1.5 V 五号电池及 10F20 型 15 V 层叠电池各一节装入万用电表电池夹内 ③把两根测试棒的短棒分别插到插座上,红棒插在“+”插座内,黑棒插在“*”插座(公用插座)内
直流电流测量	①根据所测电流的大小,把开关转换到相应的电流(mA)挡上 ②测量时把万用表串接在被测电路中,红棒接触在电路的正端,黑棒接触在电路的负端,测试棒的红棒在使用 2.5 A 挡时应插在 2.5 A 的插座内 ③电流测量的刻度看第二条刻度线
直流电压测量	①把开关转到与被测电压相对应的直流电压(V-)挡上 ②红测试棒接触电路的正端,黑测试棒接触电路的负端 ③测出的电压在第二条刻度线读出
交流电压测量	与直流电压的测量相似,只需把开关转到交流电压(V~)范围内,交流 10 V 挡刻度看第三条刻度线,其他各挡看第二条刻度线读出

表 1-2(续)

项 目	使 用 方 法
电阻测量	①将开关转到电阻挡范围内,把红黑两棒短路,调整“Ω”调零器,使指针指在第一条刻度线的 0 Ω 位置上(即满度位置) ②把测试棒分开去测被测电阻的两端,测量值在第一条刻度线上读出并乘上该挡的倍率,每转换一次挡位,均需重新调零 ③注意测量电路中的电阻时,应切断被测电路的电源,如电路中有电容存在,应先将其放电后再测量

指针式万用表操作示例如表 1-3 所示。

表 1-3 指针式万用表操作示例

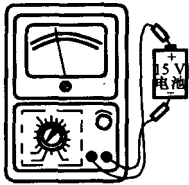
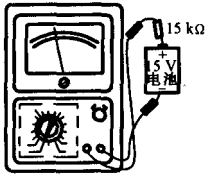
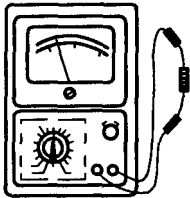
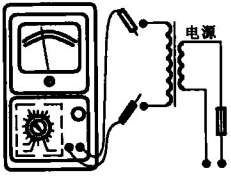
被测量	图 示	操作步骤
直流电压		①转换开关选择直流电压挡,符号为 V ②量程应由大到小选择 ③红表笔接电路中的高电位点,黑表笔接电路中的低电位点 ④指针指示在接近标盘的 1/2 ~ 2/3 以上的地方 ⑤读数 = V/每格 × 格数 或读数 = mV/每格 × 格数
直流电流		①测直流电流时转换开关应打到直流电流挡上 ②量程的选择从大到小 ③万用表的红表笔应插在标有“+”的插孔内,另一端接被测对象“+”极,黑表笔插在“-”的插孔内,另一端接被测对象“-”极 ④指针指示在接近标盘的 1/2 ~ 2/3 以上的地方 ⑤读数 = mA/每格 × 格数
电 阻		①电阻若在电路中,应切断被测电路的电源 ②转换开关打到电阻挡,符号为 Ω,选择合适的倍率 ③测量前应先短接表笔,调节欧姆调零旋钮,使指针调到欧姆 0 值 ④将表笔分别接到被测电阻两端,指针指示在接近标盘的 1/2 处左右 ⑤读数(在标尺的第一条由右向左读数) 电阻 = 指针读数 × 倍率

表 1-3(续)

被测量	图 示	操作步骤
交流电压		①转换开关打到(V~)位置 ②选择量程从大到小,要求与直流电压测试相同 ③将两表笔分别接被测物两端 ④读数同直流电压

三、数字万用表

数字万用表具有灵敏度高,准确度高等特点。图 1-3 所示为数字万用表的外形,这里以 DT840 型数字万用表为例说明。这种数字万用表的分辨率为 3.5 位,或称 3 位半,其最高位有效数字为 0 或 1,后 3 位均为十进制,有效数字为 0~9。

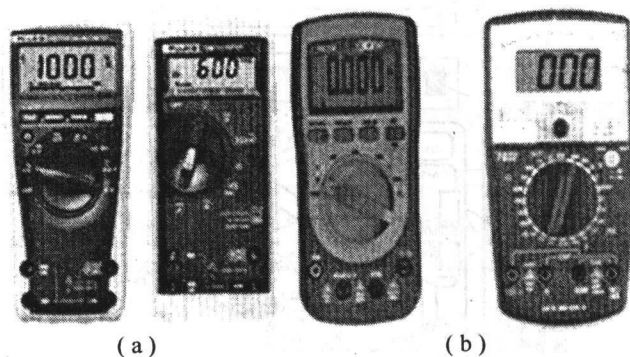


图 1-3 数字万用表的外形

(a)数字万用表;(b)指针式数字万用表

DT840 型结构坚固,用电池驱动,可以进行直流和交流电压、直流和交流电流、电阻、二极管、带声响的通断测试及晶体管放大系数的测试,并具有极性选择、过量程显示及全量程过载保护的特点。

DT840 型的主要技术性能如表 1-4 所示。

表 1-4 DT840 型数字万用表的性能

测量范围	①直流电压:200 mV~1 000 V ②交流电压:200 mV~700 V ③直流电流:20 μ A~20 A ④交流电流:20 μ A~20 A ⑤电阻:0 Ω ~20 M Ω ⑥二极管及带声响的通断测试晶体管放大系数:0~1 000
------	---

表 1-4(续)

工作条件	①工作温度:0℃~40℃,保证准确度的测试温度 23℃±5℃ ②工作频率:40~400 Hz
显示特性	①显示方式:LCD 显示 ②最大显示:1999(3.5 位)自动极性显示 ③过量程显示:“1” ④读数速度:约每秒 2~3 次
保护特性	全量程过载保护

DT840 型数字万用表的仪表面板结构如图 1-4 所示。

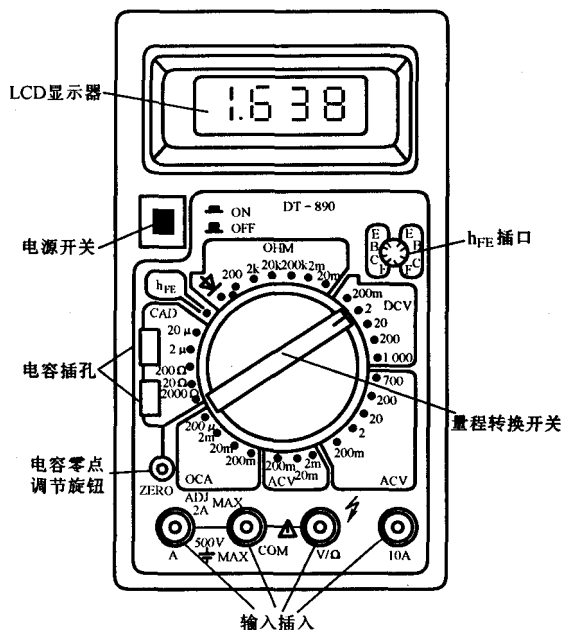


图 1-4 DT840 型数字万用表面板结构图

在使用数字万用表前应注意以下事项:

- (1)将 ON - OFF 开关置 ON 位置,检查 9 V 电池电压值。如果电池电压不足,显示器左边将显示“LOBAT”或“BAT”字符,此时应打开后盖,更换指定型号(如 F22)的电池,如无上述字符显示,则可继续操作;
 - (2)若测试棒插孔旁边的正三角中有感叹号,表示输入电压或电流不应超过指示值;
 - (3)测试前功能开关应置于合适的量程。
- 数字万用表的使用方法如表 1-5 所示。

表 1-5 数字万用表的使用方法

直流电压、交流电压的测量	首先将黑棒插入 COM 插孔,红表棒插入 V/ Ω 插孔。然后将功能开关置于 DCV (直流)或 ACV(交流)量程,并将测试表棒连接到被测电源两端,显示器将显示被测电压值。在显示直流电压值的同时,将显示红表棒端的极性,如果显示器只显示“1”,表示过量程,功能开关应置于更高的量程(下同)
直流电流、交流电流的测量	首先将黑表棒插入 COM 插孔,测量最大为 2 A 的电流,将红棒插入 A 孔,测量最大值为 20 A 的电流,将红棒插入 20 A 插孔。将功能开关置于 DCA 或 ACA 量程,测试表棒串联接入被测负载电路,显示器即显示被测电流值,在显示直流电流的同时,将显示红表棒端的极性
电阻的测量	首先将黑表棒插入 COM 插孔,红表棒插入 V/ Ω 插孔(注意:红表棒极性为“+”,与指针式万用表相反)。然后将功能开关置于 Ω 量程,两表棒连接到被测电阻上,显示器将显示被测电阻值。如果被测电阻值超过了所选择量程的最大值,将显示过量程“1”,应选择更高的量程;电阻开路或无输入时,也显示为“1”,应注意区别
二极管测试	首先将黑表棒插入 COM 插孔,红表棒插入 V/ Ω 插孔(红表棒极性为“+”)。然后将功能开关置于二极管挡,将表棒连接到被测二极管,显示器将显示正向压降的 mV 值。当二极管反向时,过载
带声响的通断测试	首先将黑表棒插入 COM 插孔,红表棒插入 V/ Ω 插孔。然后将功能开关置于通断测试挡(与二极管测试量程相同),将测试表棒接到被测电阻,如表棒之间的阻值低于约 30 Ω ,则蜂鸣器发声
晶体管放大系数 h_{FE} 测试	首先将功能开关置于 h_{FE} 挡,然后确定晶体管为 NPN 型或 PNP 型,并将发射极、基极、集电极分别插入相应的插孔。此时显示器将显示出晶体管放大系数 h_{FE} 的值(此时测试条件为基极电流 10 μ A,集电极与发射极之间电压为 2.8 V)

DT890D 型数字万用表操作示例如表 1-6 所示。

操作前注意事项:

(1)将 ON-OFF 开关置于 ON 位置,检查 9 V 电池,如果电池电压不足,“”将显示在显示器上,这时需更换电池,如果显示器没有“”,则按以下步骤操作;

(2)测试表笔插孔旁边的“”符号,表示输入电压或电流不应超过指示值,这是为了保护内部线路免受损坏;

(3)测试之前,功能开关应置于所需要的量程。

表 1-6 DT890D 型数字万用表操作示例

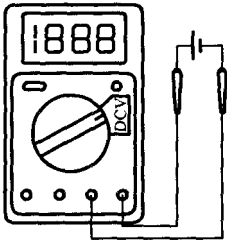
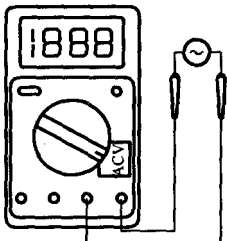
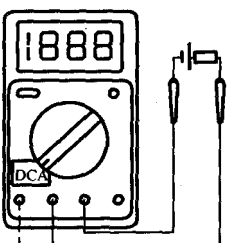
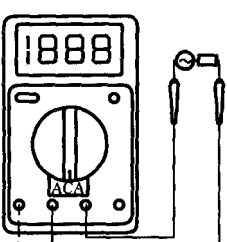
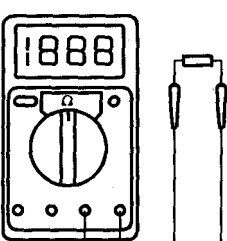
被测量	图 示	操作步骤
直流电压测量		①将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 V/Ω 插孔 ②将功能开关置于 DCV 量程范围,并将测试表笔连接对待测电源或负载上,如左图所示,红表笔所接端的极性将同时显示在显示器上
交流电压测量		①将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 V/Ω 插孔 ②将功能开关置于 ACV 量程范围,并将测试表笔连接到测试电源或负载上,如左图所示
直流电流测量		①将黑表笔插入 COM 插孔,当测量最大值为 200 mA 的电流时,红表笔插入 mA 插孔;当测量最大值为 20 A 电流时,红表笔插入 A 插孔 ②参照左图,将功能开关置于 DCA 量程,并将测试表笔串联接入到待测负载,电流值显示的同时,将显示红表笔的极性
交流电流测量		①将黑表笔插入 COM 插孔,当测量最大值为 200 mA 的电流时,红表笔插入 mA 插孔;当测量最大值为 20 A 的电流时,红表笔插入 A 插孔 ②参照左图,将功能开关置于 ACA 量程,并将测试表笔串联接入待测负载上
电阻测量		①将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 V/Ω 插孔 (注意:红表笔极性为“+”) ②将功能开关置于 Ω 量程,并参照左图,将测试表笔连接到待测电阻上

表 1-6(续)

被测量	图 示	操作步骤
电容测量		连接待测电容之前,注意每次转换量程时复零需要的时间,有漂移读数存在不会影响测试精度
二极管测试 及带蜂鸣器的 连续性测试		①将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 V/Ω 插孔 (注意:红表笔极性为“+”) ②将功能开关置于“ ”挡,并将表笔连接到待测二极管,如左图所示,读数为二极管正向压降近似值 ③将表笔连接到待测线路的两点,如果两点之间电阻低于约 70 Ω,内置蜂鸣器发声
晶体管 h_{FE} 测试		①将功能开关置于 h_{FE} 量程 ②确定 NPN 或 PNP 型,将基极、发射极和集电极分别插入前面板上相应的插孔,如左图所示 ③显示器上将读出 h_{FE} 的近似值,测试条件 $I_b = 10 \mu A$, $V_{ce} = 2.8 V$
音频频率测试		①将红表笔插入 V/Ω/f 插孔,黑表笔插入 COM 插孔 ②参照左图,将功能开关置于 kHz 量程,并将测试笔连接到频率源上,可直接从显示器上读取频率值
温度测试		测量温度时,将热电偶传感器的冷端(自由端)插入温度测试座中,热电偶的工作端(测温端)置于待测物上面或内部,可直接从显示器上读取温度值,读数为摄氏度,(不要通过表笔插座测量),如左图所示

四、兆欧表

兆欧表主要用于测量电气设备的绝缘电阻,也称为摇表。兆欧表主要由一个手控高压直流发电机,两个线圈与兆欧表表针相连构成,其中一个线圈与表内附加电阻串联,另一个线圈与被测的电阻串联,然后一起接到手摇发电机上。图 1-5 所示为兆欧表的外形。

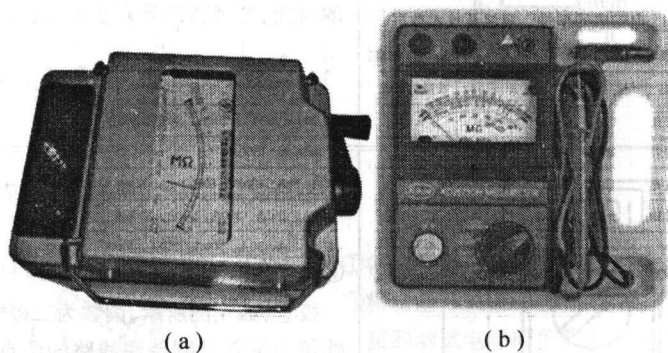


图 1-5 兆欧表的外形

(a)兆欧表;(b)笔型兆欧表

在使用兆欧表测量时,用手摇动发电机,两个线圈中同时有电流通过,表针就随两个线圈上产生的合成转矩偏转,在表盘上就可以读出相应的绝缘电阻阻值。

使用时要注意,测量额定电压为 500 V 以上的电气设备的绝缘电阻时,必须选用 1 000 ~ 2 500 V 兆欧表;测量 500 V 以下电压的电气设备,宜选用 500 V 兆欧表。

常用兆欧表规格及技术数据如表 1-7 所示。

表 1-7 常用兆欧表型号及技术数据

型 号	额定电压/V	准确度等级	量程范围/MΩ
ZC25-1	100	1.0	100
ZC11-1	100	1.0	500
ZC28	500	1.5	200
ZC30-2	5 000	1.5	10 000

注:常用国产兆欧表的型号有 ZC11 和 ZC25。

正确使用兆欧表应注意的问题如下:

- (1)应正确选择兆欧表的电压等级和测量范围(详见兆欧表的使用说明书);
- (2)兆欧表的外接导线应选用单根多股铜线,不能使用双股绝缘导线;
- (3)被测电气设备必须是不带电体(若是电容或较长电缆线,应先放电);
- (4)测量时,一般将兆欧表上的 L 端子接电气设备的带电体一端,E 端子接外壳设备或接地;
- (5)兆欧表在摇动时,转速应在 120 r/min 左右,并在一分钟取一稳定值读取,并注意不要用手触及接线柱,以防触电;

(6)若被测电气设备短路,表指针摆动到“0”时,应停止摇动手柄,以防兆欧表过流发热损坏;

(7)测试完毕后,应对被测电气设备进行放电,兆欧表应保存在干燥、通风、无灰尘的柜子里;

(8)不能在有雷电或邻近有高压带电体设备时使用兆欧表进行测量。

五、钳形表

钳形表主要用于在不断开线路的情况下直接测量线路电流。在测量时,将钳形表的磁铁套在被测导线上(相当于一个电流互感器的初级线圈),钳形表中的次级线圈与电流表相串联(相当于一个电流互感器的次级线圈)。根据电磁感应原理在电流表上可以读出线路中的电流数值,钳形表的外形及使用方法如图 1-6 所示。

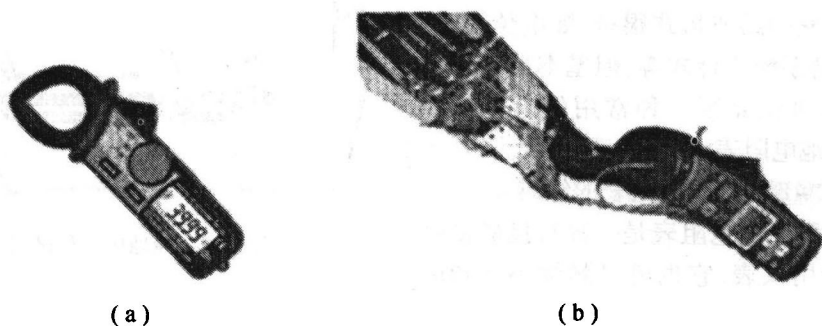


图 1-6 钳形表

(a)钳形表的外形;(b)钳形表的使用

(一)电流表的型号、规格及技术数据

表 1-8 钳形电流技术数据

名 称	型 号	原理结构	准确度等级	量 程
交直流两用	MC20	电磁式	5.0	100 A, 200 A, 300 A, 400 A, 500 A, 600 A
钳形电流表	MC21	电磁式	5.0	750 A, 1 000 A, 1 500 A
交流钳形电流表	MC24	整流式	2.5	5 A, 25 A, 50 A (300 V, 600 V); 5 A, 50 A, 280 A (300 V, 600 V)
袖珍钳形电流表	MC27	整流式	2.5, 5.0	10 A, 50 A, 250 A, 300 A, 600 A, 3 000 A
钳形多用表	MC28	整流式	5.0	交流 5 A, 25 A, 50 A, 100 A, 250 A, 500 A 交流 50 V, 250 V, 500 V 直流 0.5 A, 10 A, 100 A 直流 50 V, 250 V, 500 V, 1 kV, 10 kV, 100 kV