



电机与变压器

项目实训——教、学、做一体

马宏蹇 邹大为 主 编
李冬冬 石敬波 副主编

- 电机测量仪表、维修工具及材料的使用
 - ※ 电机测量仪表的使用
 - ※ 电机安装维修工具的使用
 - ※ 电机嵌线工具的使用 ※ 电机维修材料的选用
- 变压器的维修与维护
 - ※ 小型变压器的绕制 ※ 变压器同极性端的判别
 - ※ 电力变压器的维护
- 三相异步电动机的维修与维护
 - ※ 三相异步电动机铭牌的认识 ※ 三相异步电动机的拆装
 - ※ 三相异步电动机的安装 ※ 三相定子绕组的重绕
 - ※ 三相异步电动机绕组首末端的判别及接线
 - ※ 三相异步电动机的巡检和维护 ※ 三相异步电动机的故障分析
- 单相异步电动机的维修与维护
 - ※ 单相异步电动机的认识 ※ 单相异步电动机的故障分析
- 控制电机的认识
 - ※ 步进电动机的控制 ※ 伺服电动机的控制





全国高等职业教育机电类专业规划教材

- 模拟电子技术与实践
 数字电子技术与实践
 数字电路仿真项目教程
 电子电路分析与实践
 电工技术基础
 电子技术项目教程
 电工电子技术项目教程
 维修电工技能实训项目教程
 C51单片机编程与应用
 C51单片机与C语言程序设计（第2版）
 C语言原来可以这样学
 单片机技术
 单片机C语言实践教程
 单片机原理、应用与仿真
 单片机技术项目化原理与实训
 电子产品测试技术
 电子产品设计与制作
 基于ARM9的小型机器人制作
 基础机器人制作与编程（第2版）
 智能移动机器人的设计、制作与应用
 基于ARMCortex-M3的STM32系列嵌入式微控制器应用实践
 EDA技术应用实例教程
 数字电路EDA设计及FPGA实现
 电子电路绘图与制版项目教程
 电子电路制图与制版
 电子测量技术与仪器
 电子产品生产与管理
 SMT表面组装技术（第2版）
 电子制造与封装
 半导体芯片制造技术
 电子信息专业英语
 电类专业英语
 工厂电气控制设备（第2版）
 液压与气动技术（第2版）
 PLC控制技术（西门子S7-200）
 PLC控制与组态技术应用
 可编程控制器原理及应用（第2版）
 可编程序控制器应用实训
 西门子S7-300 PLC应用技术（第2版）
 施耐德PLC应用技术
 电气控制与技能训练
 电气控制与PLC技术项目化理论与实训
 电气控制与变频技术应用
 现代电气控制及PLC技术应用项目教程
 电梯及控制技术
 电机技术与应用
电机与变压器项目实训——教、学、做一体
 电机维修与拆装技术
 数控机床电气控制与维修
 数控机床控制技术项目化基础与实训
 机床电气控制与PLC技术（西门子系列）
 自动检测与转换技术（第2版）
 传感器与自动检测（第2版）
 智能传感器应用项目教程
 现代传感器技术及应用
 传感器技术基础与应用实训
 工厂供电系统运行与维护
 工业变频器原理与应用（第2版）
 变频器控制技术
 全数字控制直流驱动器及通用变频器
 变频调速技术与应用项目教程
 电力电子技术及应用项目教程
 工控组态软件
 自动化控制工程设计
 现场总线与工业以太网技术
 过程检测仪表
 过程控制仪表——教、学、练一体化教程
 智能仪器基础（第2版）
 过程控制工程实施
 过程控制仪表及装置（第2版）
 集散控制系统原理及其应用
 生产过程自动化仪表识图与安装（第2版）

ISBN 978-7-121-21884-2



9 787121 218842 >

策划编辑：王昭松

责任编辑：郝黎明

封面设计：一克米工作室



定价：32.00元

全国高等职业教育机电类专业规划教材

电机与变压器

项目实训——教、学、做一体

马宏骞 邹大为 主 编

李冬冬 石敬波 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

“电机与变压器项目实训——教、学、做一体”课程是电气自动化专业学生的必修课，也是“双证融通”课程之一。

本书共5个项目，项目1包括电机测量仪表的使用、电机安装维修工具的使用、电机嵌线工具的使用及电机维修材料的选用4个实训任务；项目2包括小型变压器的绕制、变压器同极性端的判别及电力变压器的维护3个实训任务；项目3包括三相异步电动机铭牌的认识、三相异步电动机的拆装、三相异步电动机的安装、三相定子绕组的重绕、三相异步电动机绕组首末端的判别及接线、三相异步电动机的巡检和维护及三相异步电动机的故障分析共7个实训任务；项目4包括单相异步电动机的认识、单相异步电动机的故障分析2个实训任务；项目5包括步进电动机的控制和伺服电动机的控制2个实训任务。此外，本书还附有常用电机维修参数表，方便查找维修数据。

本书突出了工程实用性，降低了教材内容的难度，通俗易懂，图文并茂，可作为高职高专院校电气自动化技术专业的实训课程教材，也可作为培训机构和企业人员的自学教材，以及相关技术人员的参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电机与变压器项目实训：教、学、做一体 / 马宏骞，邹大为主编. —北京：电子工业出版社，2013.11
全国高等职业教育机电类专业规划教材
ISBN 978-7-121-21884-2

I. ①电… II. ①马… ②邹… III. ①电机—高等职业教育—教学参考资料②变压器—高等职业教育—教学参考资料 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第271611号

策划编辑：王昭松

责任编辑：郝黎明

印 刷：涿州市京南印刷厂

装 订：涿州市京南印刷厂

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本：787×1092 1/16 印张：13.25 字数：339.2千字 彩插：2

印 次：2013年11月第1次印刷

印 数：3000册 定价：32.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

前 言

本书是中国职业教育学会教学质量保障与评估委员会“双证融通模式下课程体系重新构建的研究”的课题成果之一，也是将优质科研成果转化为教学资源、全面提高师资质量和人才培养质量的一次尝试。

“双证融通”即通过学历证书与职业资格证书两类证书内涵的衔接与对应，实现学历教育与职业资格培训的融通，实现“一教双证”。“双证融通”是在职业教育新形势下应运而生的教学改革举措，是对传统职业教育和职业资格鉴定内涵的调整和充实。“电机及变压器项目实训——教、学、做一体”课程是电气自动化专业学生的必修课，也是推广“双证融通”教改成果、践行“双证融通”教改理念的重要课程之一。

本书以变压器和电动机为载体，以基本应用、维修和维护为核心，力求使学生懂得设备的基本结构和工作原理，会选用和使用设备，能维修和维护设备，为学生未来从事电气行业工作打下一定的理论基础，并具备一定的操作技能。为体现“项目导向、任务驱动”、“教、学、做一体”的现代高职教学理念，全书将变压器和电动机的有关实训整合成了5个教学项目。其中电机测量仪表、维修工具及材料的使用项目包括电机测量仪表的使用、电机安装维修工具的使用、电机嵌线工具的使用及电机维修材料的选用4个实训任务；变压器的维修与维护项目包括小型变压器的绕制、变压器同极性端的判别及电力变压器的维护3个实训任务；三相异步电动机的维修与维护项目包括三相异步电动机铭牌的认识、三相异步电动机的拆装、三相异步电动机的安装、三相定子绕组的重绕、三相异步电动机绕组首末端的判别及接线、三相异步电动机的巡检和维护及三相异步电动机的故障分析7个实训任务；单相异步电动机的维修与维护项目包括单相异步电动机的认识、单相异步电动机的故障分析2个实训任务；控制电机的认识项目包括步进电动机的控制和伺服电动机的控制2个实训任务。此外，本书还附有常用电机维修参数表，方便查找维修数据。

本书在内容取材及安排上具有以下特点：

(1) 以变压器和电动机的机械结构、绕组绕制、维修及维护等作为项目教学的主体，注重每个项目的分析与应用，强化学生的工程意识，既让学生懂得设备的工作原理，又培养了学生解决实际问题的能力。

(2) 每个项目的开篇均提出了知识目标与技能目标；正文中的【课堂讨论】、【工程经验】、【应用实战】及【实战技巧】等大多针对工程中实际遇到的问题，具有很高的工程实用性。

(3) 在教学内容上，着重突出工艺要领与操作技能，以“实际、实用、实践”为原则，“教、学、做”相结合，内容编排突出电气行业的新技术，力求还原真实的工作情境。

(4) 文字表述简洁，附有大量实物图片，便于加强学生对设备的直观认识和深入了解。

通过本课程的学习, 将使学生掌握变压器和电动机方面的必备知识, 具备从事变压器和电动机安装、维修、维护等岗位的基本技能。

本书由辽宁机电职业技术学院的马宏骞、邹大为担任主编, 辽宁机电职业技术学院的李冬冬、石敬波担任副主编, 其中, 项目 1 由邹大为编写, 项目 2、项目 5 及附录由李冬冬编写, 项目 3 由马宏骞编写, 项目 4 由石敬波编写。

由于作者水平所限, 书中不妥之处在所难免, 敬请兄弟院校的师生给予批评和指正。请您把对本书的建议和意见告诉我们, 以便修订时改进。所有意见和建议请寄往: E-mail: zkx2533420@163.com。

编者

2013 年 10 月

目 录

项目 1 电机测量仪表、维修工具及材料的使用	(1)
任务 1 电机测量仪表的使用	(1)
任务 2 电机安装维修工具的使用	(11)
任务 3 电机嵌线工具的使用	(21)
任务 4 电机维修材料的选用	(35)
项目 2 变压器的维修与维护	(47)
任务 1 小型变压器的绕制	(47)
任务 2 变压器同极性端的判别	(52)
任务 3 电力变压器的维护	(55)
项目 3 三相异步电动机的维修与维护	(61)
任务 1 三相异步电动机铭牌的认识	(61)
任务 2 三相异步电动机的拆装	(70)
任务 3 三相异步电动机的安装	(81)
任务 4 三相定子绕组的重绕	(87)
任务 5 三相异步电动机绕组首末端的判别及接线	(105)
任务 6 三相异步电动机的巡检和维护	(114)
任务 7 三相异步电动机的故障分析	(121)
项目 4 单相异步电动机的维修与维护	(144)
任务 1 单相异步电动机的认识	(144)
任务 2 单相异步电动机的故障分析	(156)
项目 5 控制电机的认识	(169)
任务 1 步进电动机的控制	(169)
任务 2 伺服电动机的控制	(177)
附录 A 常用圆漆包线规格数据	(187)
附录 B 单相电机技术数据	(189)
附录 C 电机绕线模尺寸	(192)
附录 D 三相异步电动机技术数据	(198)
参考文献	(203)

项目 1 电机测量仪表、维修工具及材料的使用

电机在安装、运行和维修过程中，会经常用到测量仪表与维护工具。因此，测量仪表与维护工具的使用是电机维修人员必须要熟练掌握的一项重要技能。电机维修材料是电机维修工作的重要基础，能正确选用维修材料也是电机维修人员应具有的能力。

任务 1 电机测量仪表的使用

【任务要求】

本任务通过对电机测量仪表的认识，要求学生掌握电机测量仪表的用途和使用方法。

知识目标

1. 认识电机测量仪表，了解电机测量仪表的用途；
2. 了解电机测量仪表的结构及工作原理；
3. 掌握电机测量仪表的使用方法及测量注意事项。

技能目标

能熟练使用电机测量仪表。

【任务相关知识】

电机测量常用的仪表主要有万用表、绝缘电阻表、钳形电流表等。

1. 万用表

作为电工测量仪器，万用表的使用最为广泛。它可以测量直流电流、直流电压、交流电流、交流电压、电阻和晶体管直流参数等物理量。根据测量原理及测量结果显示方式的不同，万用表可分为两大类：指针式万用表和数字式万用表，其外形如图 1-1-1 所示。

1) MF-47 型万用表

MF-47 型万用表是一款多量程、多用途、便携式测量仪表，其外形如图 1-1-2 所示。该型万用表的读数采用指针指示方式，具有量限多、分挡细、灵敏度高、体形轻巧、性能稳定、过载保护可靠、读数清晰、使用方便等优点，因而在电机维修工作中被广泛使用。

(1) 主要功能

MF-47 型万用表具有 26 个基本量程，还有测量电平、电容、电感、晶体管直流参数等 7 个附加参考量程，是一种通用型万用表。

在表的面板上有带多条标度尺的标度盘、转换开关的旋钮、在测量电阻时实现调零的电位器的旋钮、供接线用的插孔等。

(2) 主要技术指标

MF-47 型万用表的技术指标如下。

直流电压测量范围：0~0.25V~1V~10V~50V~250V~500V~1000V；



(a) 指针式



(b) 数字式



图 1-1-2 MF-47 型万用表

图 1-1-1 万用表外形

交流电压测量范围：0~10V~50V~250V~500V~1000V~2500V；

直流电流测量范围：0~50 μ A~0.5mA~5mA~50mA~500mA~5A；

电阻测量范围：0~2k Ω ~20k Ω ~200k Ω ~2M Ω ~40M Ω 。

(3) 测量方法

测量过程：插孔选择→机械调零→物理量选择→量程选择→物理量的测量→读数。

① 插孔选择。红表笔插入标有“+”符号的插孔，黑表笔插入标有“-”符号的插孔。

② 机械调零。将万用表水平放置，短接红、黑两表笔，调节表盘上的机械调零旋钮，使表针指准零位。

③ 物理量选择。物理量选择就是根据不同的被测物理量将转换开关旋至相应的位置。

④ 量程选择。选择量程时，应先预估被测测量参数的大小，再确定合适的量程。如果被测参量的等级是未知的，则应从最大挡位开始逐一进行测试，直到指针偏摆接近满刻度的 2/3 位置。这样既可以避免烧表的可能，又可以保证测量的精度。

量程的选择标准：测量电流和电压时，应使表针偏转至满刻度的 1/2 或 2/3 以上；测量电阻时，应使表针偏转至中心刻度值的 1/10~10 倍。

⑤ 物理量的测量。

电压测量：将万用表与被测电路并联测量；测量直流电压时，应将红表笔接高电位、黑表笔接低电位；若无法区分高低电位，应先将一只表笔接稳一端，另一支表笔触碰另一端，若表针反偏，则说明表笔接反；测量高电压（500~2500V）时应戴绝缘手套，站在绝缘垫上进行，并使用高压测试表笔。

电流测量：将万用表串联在被测回路中；测量直流电流时，应使电流由红表笔流入万用表、再由黑表笔流出万用表；在测量中不许带电换挡，测量较大电流时应断开电源后再撤表笔。

电阻测量：首先应进行电气调零，即将两表笔短接，同时调节面板上的“欧姆调零”旋钮，

使表针指在电阻刻度的零点上,若调不到零点,说明万用表内电池不足,需要更换电池;断开被测电阻的电源及连接导线进行测量;测量过程中每变换一次量程挡位,应重新进行欧姆调零;测量过程中表笔应与被测电阻接触良好,手不得触及表笔的金属部分,以减小不必要的测量误差;被测电阻不能有并联支路。

测量口诀

- 一看: 拿起表笔看挡位;
- 二扳: 对应电量扳到位;
- 三调零: 测量欧姆先调零;
- 四测: 测量稳定记读数;
- 五复位: 放下表笔及复位。

⑥ 读数。读数时应根据不同的测量物理量及量程,在相应的刻度尺上读出指针指示的数值。另外,读数时应尽量使视线与表面垂直,以减小由于视线偏差所引起的使用误差。



实战技巧

技巧1: “舍近求远”。

转动万用表的拨盘时,一定要顺时针旋转,例如,原来的挡位是 $R \times 100$, 想要扭转到 $R \times 1k$ 挡,就要旋转一大圈才行,这样能有效地保护万用表的多刀多掷开关,使其不损坏。

技巧2: “偷工减料”。

测量电路的通断和测量二极管和三极管的PN结时,不必做几挡的校准工作。

技巧3: “联合作战”。

用万用表测量发光二极管时,尽量使用 $R \times 1$ 和 $R \times 10$ 低挡位,以减少电池的消耗。若表内没有9V电池,只能用 $R \times 1k$ 挡,就不容易测量出发光二极管的正反向电阻,因为此时表内的电池只有1.5V,不能将PN结导通。采用两块万用表串联,将甲表的红表笔插入乙表的黑表笔插孔中,用甲表的黑表笔和乙表的红表笔来测量发光二极管。若仍用 $R \times 1k$ 挡,则能明显看出正反向电阻的差别;若用 $R \times 10$ 挡,则在正向导通时可使发光二极管发光。

技巧4: “孤身迎敌”。

在测量220~380V或高压直流电时,要用一只手握住表笔进行测量,以免造成意外触电事故。

(4) MF-47型万用表的维护

- ① 每次使用后,应拔出表笔。
- ② 将量程选择开关拨到交流电压最高挡,防止下次开始测量时不慎烧坏万用表。
- ③ 长期搁置不用时,应将万用表中的电池取出,以防止电池电解液渗漏而腐蚀内部电路。
- ④ 平时要保持万用表干燥、清洁,严禁振动和机械冲击。

2) DM-B型数字式万用表

(1) 主要功能

DM-B型数字式万用表是一款数显式电子测量仪表,具有高输入阻抗、高可读性、高智能性等特点,其外形如图1-1-3所示。该型万用表不仅可以测量电工的一般物理量,还可以自动调零、自动分辨电极、显示极性、超量程显示和低压指示,并具有过流保护和过压保护能力。



图 1-1-3 DM-B 型数字式万用表

(2) 主要技术指标

DM-B 型数字式万用表的主要技术指标如下。

直流电压测量范围：200mV~2V~20V~200V~1000V；

交流电压测量范围：200mV~2V~20V~200V~750V；

直流电流测量范围：200 μ A~2mA~20mA~200mA；

交流电流测量范围：200 μ A~2mA~20mA~200mA；

电阻测量范围：200 Ω ~2k Ω ~20k Ω ~200k Ω ~2M Ω ~20M Ω ；

二极管：显示正向导通压降数值；

线路通断：蜂鸣器提示线路的导通。

(3) 测量方法

电压测量：将红表笔插入“600V”插孔，黑表笔插入“COM”插孔，根据所测电压选择合适量程后，将表笔与被测电路并联即可进行测量。但要注意，不同的量程其测量精度也不同，不能用高量程挡去测量小电压。

电流测量：将红表笔插入“10A”或“mA”插孔（根据量程值的大小选择），黑表笔插入“COM”插孔，合理选择量程，将两表笔串接入被测电路即可进行测量。

电阻测量：将红表笔插入“ Ω ”插孔，黑表笔插入“COM”插孔，合理选择量程即可测量。

二极管的测量：将量程开关拨至二极管挡，红表笔插入“ Ω ”插孔、接二极管正极，黑表笔插入“COM”插孔、黑表笔接二极管负极，若管子正常，则测锗管时应显示 0.150~0.300V，测硅管时应显示 0.550~0.700V，此为正向测量；反向测量时，将二极管反接，若管子正常将显示“1”，若管子不正常将显示“000”。

电路通断的检查：将红表笔插入“ Ω ”插孔，量程开关旋至蜂鸣器挡，让表笔触及被测电路，若表内蜂鸣器发出蜂鸣声，则说明电路是通的，反之则不通。

3) 万用表的使用注意事项

① 先检查表笔的绝缘层和连线是否有损坏甚至裸露出金属，再检查表笔连线的通断性。若连线有损坏，应更换后再使用。

② 用万用表测量一个已知的电压，来确定万用表是否能正常工作。若万用表工作异常，

请勿使用，因为此时保护设施可能已遭到损坏。

③ 切勿在任何端子和地线间施加超出万用表上标明的额定电压。

④ 测量各种物理量时，必须使用正确的端子，选择正确的功能和量程。

⑤ 使用测试探针时，手指应在保护装置的后面。

⑥ 与其他仪器和电路进行连接时，先连接公共测试导线，再连接带电的测试导线；切断连接时，则先断开带电的测试导线，再断开公共测试导线。

⑦ 在测试电阻、导线和铜箔的通断性、二极管或电容之前，必须先切断电源再进行测试。大容量的电容器必须先进行放电。

2. 绝缘电阻表

绝缘电阻表又称兆欧表或摇表，外形如图 1-1-4 所示。它是一种测量高电阻的仪表，一般用于测量电气设备与电气线路的绝缘电阻。

1) 结构及工作原理

绝缘电阻表的内部电路如图 1-1-5 所示，其主要组成部分是一个手摇直流发动机和一个磁电式流比计测量机构，以及一个电流回路和一个电压回路。摇动手柄带动导线旋转，切割磁力线，产生直流高电压。



图 1-1-4 绝缘电阻表外形

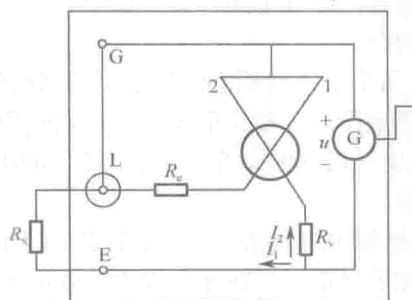


图 1-1-5 绝缘电阻表的内部电路

绝缘电阻表有三个接线柱，分别标有“线”(L)、“地”(E)和“屏”(G)，如图 1-1-6 所示，在进行一般测量时，只要把被测对象接在“线”和“地”之间即可。绝缘电阻表的刻度盘如图 1-1-7 所示，它能比较正确地反映绝缘电阻在高电压作用下的电阻值，其标度值刻度为“MΩ”。

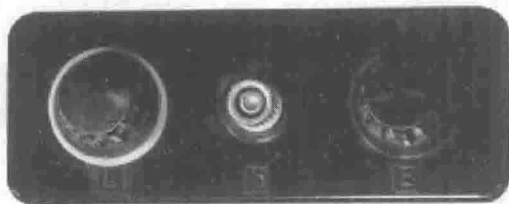


图 1-1-6 绝缘电阻表的接线柱

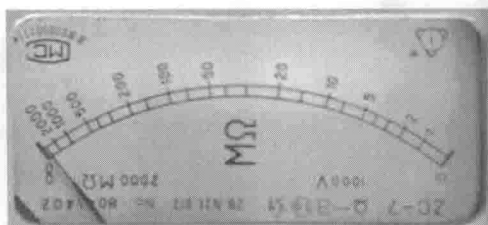


图 1-1-7 绝缘电阻表的刻度盘

2) 测量方法

(1) 检查偏转情况

第一步将“线”与“地”开路，摇动绝缘电阻表的手柄，使其达到额定转速，指针应指到

“∞”；第二步将“线”与“地”短接，摇动绝缘电阻表的手柄，使其达到额定转速，指针应指到“0”。

注意：在测量时，绝缘电阻表必须水平放置。

(2) 接线及测量

将被测对象接在“线”和“地”之间，摇动绝缘电阻表的手柄，速度由慢到快，最终稳定在 120r/min，约 1 min，待指针稳定后读数。

注意：绝缘电阻表内没有游丝，不使用时，表针可以停留在任意位置，此时读数是没有意义的。因此，使用绝缘电阻表时必须在摇动发电机时读数。

3) 使用注意事项

用绝缘电阻表测量绝缘电阻，似乎是简单容易的事，但实际上，如果接线或操作不正确，会直接影响到测量的结果，甚至危及人身安全，因此，必须注意以下事项。

① 选用绝缘电阻表时，其额定电压一定与要被测电气设备或电气线路的工作电压对应。根据电工技术规程，使用绝缘电阻表测量电气设备时，要求测量电压不得低于该设备的正常工作电压。例如，测量高压设备的绝缘电阻，不能用额定电压 500V 以下的绝缘电阻表，因为这时测量结果不能反映工作电压下的绝缘电阻。当然，也不能用额定电压太高的绝缘电阻表来测量低压电气设备的绝缘电阻，以免损坏绝缘。此外，绝缘电阻表的测量范围也应与被测绝缘电阻的范围相吻合。

② 在表面不干净或潮湿的情况下测量绝缘电阻，必须使用屏蔽“G”接线柱。被测设备表面也应擦拭干净，否则将引起漏电，影响测量数值的准确度。

③ 测量电气设备的绝缘时，必须先切断电源，然后再将设备放电，以保证人身安全和测量数值的准确。

④ 如果被测电气设备短路，表针指向“0”点，应立即停止摇动，以防止绝缘电阻表过热烧坏。测量时手摇发电机转速要求为 120r/min 左右，过快或过慢将使指针左右颤动。

⑤ 在摇动绝缘电阻表时，接线柱间具有较高电压，不能用手触及，以防触电。只有在绝缘电阻表停止转动和被测设备充分放电之后，才能用手触及被测设备的导电部分。

⑥ 严禁带电测量。在有电容的电路中，要及时放电，以防发生触电事故。有可能感应出高压的设备，要采取措施，消除感应高电压后，才能测量。在有雷电时，或在临近带有高压设备时，也不允许测量。

⑦ 绝缘电阻表与被测设备之间的连接线应当采用单股绝缘导线，不可采用双股绝缘导线。

⑧ 在测量电缆芯对电缆壳绝缘电阻时，应将电缆壳与电缆芯之间的绝缘物接保护环，以消除表面漏电而引起的误差。

3. 钳形电流表

钳形电流表又称测流钳，它是一种电流测量仪表。普通的钳形电流表可以测量 1~1000A 的交流电流，但其测量精度不高，通常为 2.5~5 级。钳形电流表可分为两大类：指针式钳形电流表和数字式钳形电流表，其外形如图 1-1-8 所示。



图 1-1-8 钳形电流表外形

1) 结构及工作原理

钳形电流表是由电流互感器和电流表组合而成。电流互感器的铁芯在捏紧扳手时可以张开；被测电流所通过的导线可以不必切断就可穿过铁芯张开的缺口，当放开扳手后铁芯闭合。穿过铁芯的被测电路导线就成为电流互感器的一次线圈，其中通过电流便在二次线圈中感应出电流。从而与二次线圈相连接的电流表便有指示，从而测出被测线路的电流。

利用钳形电流表可以随时随地测量线路中的电流值，不必像普通电流互感器那样必须固定在一处，或者在测量时一定要断开电路而将原绕组串联进去。目前人们常用的是指针式钳形电流表，如图 1-1-8 (a) 所示，其使用示意图如图 1-1-9 所示。

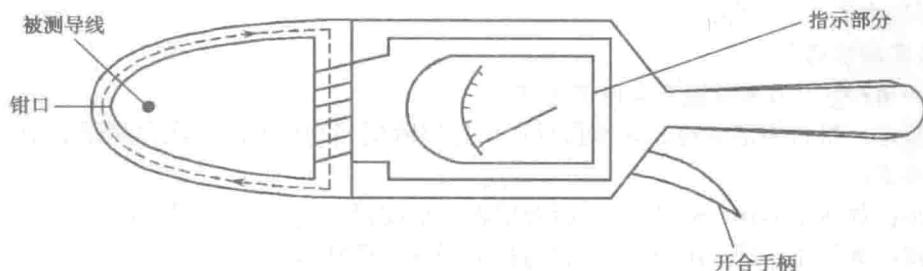


图 1-1-9 钳形电流表使用示意图

随着新产品的研制开发，钳形电流表已由指针式发展到数字式，由单一功能型发展到多功能型，测量准确度也有很大程度的提高，如图 1-1-8 (b) 所示。它的测量范围基本上囊括了电路的全部常规电参数，如电流、电压、电阻、有功功率、频率、相位角、功率因数等。

2) 使用方法

① 选择合适挡位。估计被测电流的大小，选择合适的量程。若不确定，可先用大量程挡测量，然后逐渐减小，直到合适为止。

② 测量及读数。张开钳口，将被测导线放在钳口中央区域；闭合钳口，按下锁定按钮，读数。

3) 钳形电流表的选用

钳形电流表的种类很多，在选择时主要考虑被测导线的形状、粗细、被测电流的大小，以及所需测量的功能等。

4) 使用注意事项

① 与带电导线保持距离，一般 10kV 为 0.7m 以上，380V 以下为 0.3m 以上，要一人监护，一人操作。

② 钳形表可以通过转换开关的挡位改换不同的量程，但拨挡时必须把钳口打开。为消除铁芯中剩磁的影响，应将钳口开、合数次。

③ 当被测电流小于 5A 时，为获得较准确的读数，可把导线多绕几圈放进钳口进行测量。但实际电流数值应为读数除以放进钳口内的导线根数。

④ 钳口两面要保证很好的吻合，如有污秽之物，应用汽油擦净再测。

⑤ 钳形表每次只能测量一相导线的电流，被测导线应置于钳形窗口中央，不可以将多相导线都夹入窗口测量。

⑥ 不允许在绝缘不良的或裸露的导线上测量，以免发生导电事故；也禁止在潮湿的地方和雨天在户外进行测量。

⑦ 测量后一定要把调节开关放在最大量程位置, 以免下次使用时由于忘记选量程而造成仪表损坏。

■【任务实施】

【任务实施器材】

- ① MF-47 型万用表, 一块/组。
- ② DM-B 型数字式万用表, 一块/组。
- ③ ZC-7 型绝缘电阻表, 一块/组。
- ④ 钳形电流表, 一块/组。

【任务实施步骤】

1. MF-47 型万用表测量电阻值的操作

操作提示: 检查表笔绝缘、调零校准; 严禁用欧姆挡测量电压; 注意测试安全。

操作要求:

第 1 步: 如图 1-1-10 (a) 所示, 将万用表水平放置, 进行“机械调零”。

第 2 步: 如图 1-1-10 (b) 所示, 将量程选择开关拨到适当挡位。

第 3 步: 如图 1-1-10 (c) 所示, 将红、黑表笔短接, 进行“欧姆调零”。顺便指出, 若“调零”旋钮已调到极限位置, 但指针仍不到“0” Ω 位置, 说明万用表内部电池电压已不足了, 应更换新电池后再测量。

第 4 步: 如图 1-1-10 (d) 所示, 将被测电阻和其他元器件或电源脱离, 单手持表笔并跨接在电阻两端。

第 5 步: 待指针偏转稳定, 读取测量值。

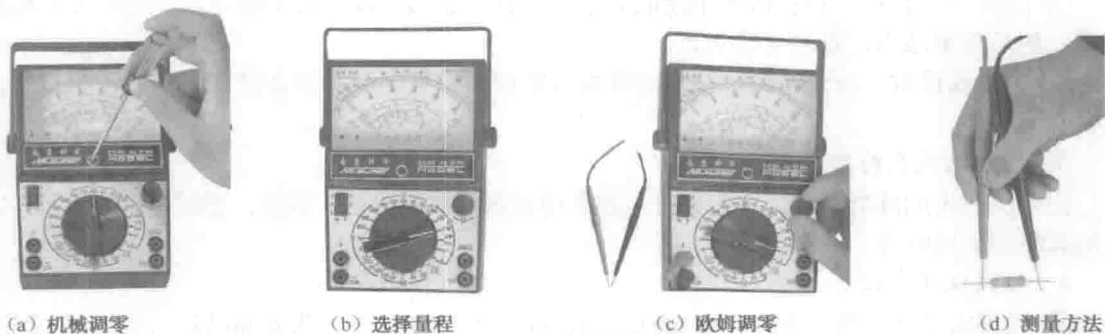


图 1-1-10 万用表测量电阻

2. DM-B 型数字式万用表测量三相交流电压的操作

操作提示: DM-B 型数字式万用表的插孔较多, 应注意区分、慎用。

操作要求:

第 1 步: 将红表笔插入 \ominus 插孔, 黑表笔插入 \ominus 插孔。

第 2 步: 选择 V_{AC} 挡位。

第 3 步: 将红、黑表笔分别跨接在三相电源端子上。

第 4 步: 读数。

3. 绝缘电阻表测量电动机绕组绝缘电阻的操作

操作提示：电动机带电运行时，不许测量绕组绝缘；操作者两手不许触及表线探头；摇动手柄时，转速要保持 120r/min。

操作要求：

第 1 步：如图 1-1-11 所示，断开表线探头，摇动绝缘电阻表的手柄，保持 120r/min，检验表的开路状态。

第 2 步：如图 1-1-12 所示，短接表线探头，摇动绝缘电阻表的手柄，保持 120r/min，检验表的短路状态。

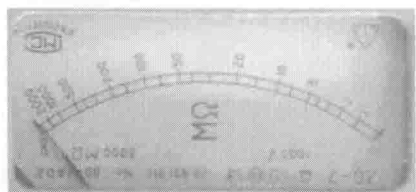


图 1-1-11 绝缘电阻表开路检验

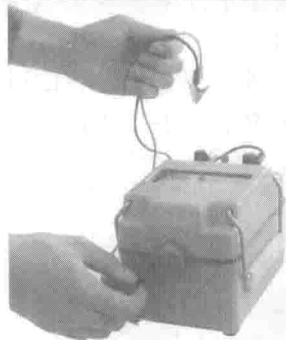
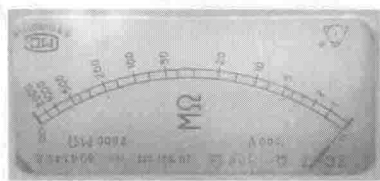


图 1-1-12 绝缘电阻表短路检验

第 3 步：如图 1-1-13 所示，将 L 表线探头触及电动机绕组的出线端，E 表线探头触及电动机壳体，摇动绝缘电阻表的手柄，保持 120r/min，待指针稳定，读取测量值。

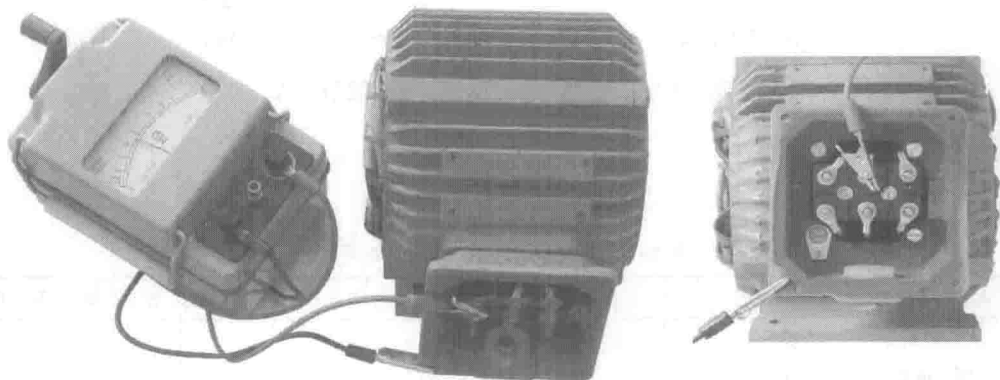


图 1-1-13 测量绕组相对地绝缘

第 4 步：如图 1-1-14 所示，将 L 表线探头触及电动机任意两相绕组的出线端，摇动绝缘电阻表的手柄，保持 120r/min，待指针稳定，读取测量值。

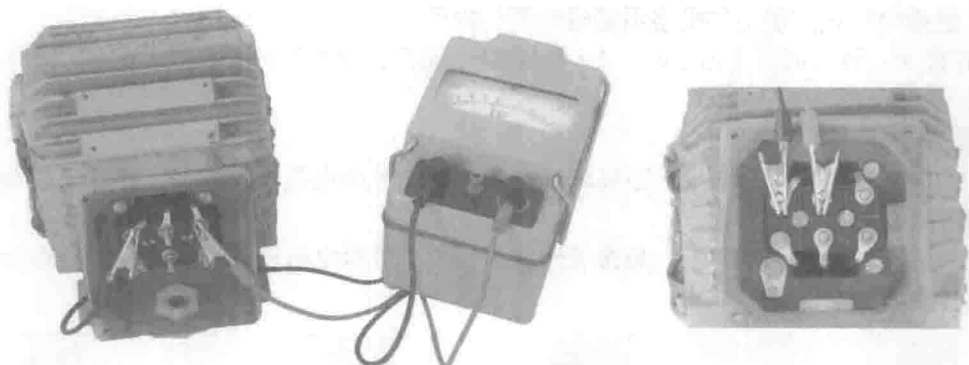


图 1-1-14 测量绕组相间绝缘

4. 钳形电流表测量电动机绕组电流的操作

操作提示：不许测量裸导线；检查钳口表面是否清洁、手柄绝缘是否良好；注意测试安全。

操作要求：

第 1 步：将量程选择开关拨到 10A 挡位。

第 2 步：如图 1-1-15 (a) 所示，张开钳口，将一根电源线嵌入钳口中心区。

第 3 步：如图 1-1-15 (b) 所示，闭合钳口，待指针偏转稳定，读取测量值。



(a) 张开钳口

(b) 闭合钳口、测量

图 1-1-15 钳形电流表测量电动机绕组电流

■ 【任务考核与评价】

见表 1-1-1。

表 1-1-1 电机测量仪表使用的考核

项目内容	配 分	评分标准	自 评	互 评	教师评
MF-47 型万用表的使用	25 分	① 万用表的校准 10 分； ② 测量挡位的选择 5 分； ③ 正确读数 10 分			
DM-B 型数字式万用表的使用	20 分	① 测量挡位、插孔的选择 10 分； ② 正确读数 10 分			
ZC-7 型绝缘电阻表的使用	20 分	① 开路试验、短路试验 10 分； ② 测量过程及读数 10 分			