



全国电力职业教育规划教材
职业教育电力技术类专业培训用书

装表接电与内线安装

王富勇 主编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>



全国电力职业教育规划教材
职业教育电力技术类专业培训用书

装表接电与内线安装

主 编 王富勇
编 写 徐友筠 郑上慈
主 审 卢 群



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为全国电力职业教育规划教材。

本书内容明了、结构合理、理论紧密联系实际,实用性强,充分体现了职业教育的特点和规律。全书共两篇十一章。第一篇为装表接电部分,主要内容包括装表接电基础,电能计量装置及配置,电能计量装置接线及检查,常见窃电手法和窃电防范措施,高低压客户电气装置,装表接电。第二篇为内线安装部分,主要内容包括电气技术与安全,配线设计,电气照明,内线安装工程,内线安装工程的验收等。

本书可作为高职高专供用电技术及农村电气化技术专业的教材,也可作为职工培训的辅导教材,还可供电力企业工人和技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

装表接电与内线安装/王富勇主编. —北京:中国电力出版社, 2010.8

全国电力职业教育规划教材

ISBN 978-7-5123-0709-4

I. ①装… II. ①王… III. ①电工-安装-职业教育-教材
IV. ①TM05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 149046 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 [http: //jc. cepp. com. cn](http://jc.cepp.com.cn))

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 10 月第一版 2010 年 10 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 21.75 印张 531 千字

定价 35.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

本书为全国电力职业教育规划教材。

本书体现了职业教育的性质、任务和培养目标；符合职业教育的课程教学基本要求和有关岗位资格和技术等级要求；具有思想性、科学性、适合国情的先进性和教学适应性；符合职业教育的特点和规律，具有明显的职业教育特色；符合国家有关部门颁发的技术质量标准。本书既可作为学历教育教学用书，也可作为职业资格和岗位技能培训教材。

装表接电与内线安装是供用电技术及农村电气化技术专业的主要课程，具有实践性强、应用性广的特点。通过本课程的学习，可使学生明确装表接电与内线安装的概念及规程制度，掌握电工基本操作技能，掌握高低压客户的接户、进户、电能计量、内线及安装等环节的操作规范和工艺要求，掌握防窃电技术，掌握装表接电、内线安装与智能电网密切相关的新技术。

本书的内容编排遵循“少而新，新而精”“理论联系实际”的原则。具有如下主要特点：

(1) 针对职业教育的特点，从培养学生基本技能、拓展创新能力、增强就业能力入手，遵循学生的认知规律，调整知识结构，体现实用够用。

(2) 重视学科的合理性和实践性，教材内容突出现场应用、实践需求，合理取舍章节。

(3) 注重内容的可操作性和规范性，涉及实际操作，明确讲清具体选择及步骤，做到内容明了、步骤清晰、重点突出、便于记忆。

(4) 突出与智能电网相关环节，体现教材的新知识、新技术、新工艺、新方法，引入新标准、新符号。

(5) 引入现场案例的分析，做到专业教材生动化、形象化。

本书共两篇十一章，第一、五、六、七、八章由福建电力职业技术学院王富勇编写，第二、三、四章由福建省泉州电业局徐友筠编写，第九、十、十一章由福建省电力培训中心郑上慈编写。全书由王富勇任主编，并负责统稿。

本书由福建省电力有限公司高级工程师卢群主审，并提出了很多宝贵意见，还提供了许多最新的技术资料。本书编写过程中还得到福建省电力培训中心高级讲师郑心勤的帮助，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，教材中难免错误及不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

2010年8月

目 录

前言

第一篇 装 表 接 电

第一章 装表接电基础	1
第一节 装表接电工作概述	1
第二节 装表接电常用工器具	2
第三节 装表接电常用测试表计	6
第四节 登高作业工具	16
第五节 电工识图基本知识	18
小结	26
习题	27
第二章 电能计量装置及配置	28
第一节 电能表基础知识	28
第二节 智能电能表	43
第三节 互感器	48
第四节 二次回路及计量柜(箱)	53
第五节 电能计量装置的配置	56
第六节 自动抄表系统	61
小结	65
习题	66
第三章 电能计量装置接线及检查	68
第一节 电能计量装置的正确接线	68
第二节 电能表的错误接线形式及更正系数的计算	74
第三节 互感器错误接线分析	82
第四节 电能计量装置错误接线检查	86
第五节 计量差错及异常更正电量的计算	93
小结	98
习题	99
第四章 常见窃电手法和窃电防范措施	100
第一节 常见电力客户窃电行为和方法	100
第二节 防范窃电的技术措施和组织措施	102
第三节 窃电案例分析	106
第四节 窃电查处	107

小结	112
习题	113
第五章 高低压客户电气装置	114
第一节 变压器	114
第二节 高压成套配电装置	123
第三节 电力线路	130
第四节 低压配电装置	139
小结	155
习题	157
第六章 装表接电施工	158
第一节 导线及连接	158
第二节 接户线与进户线	169
第三节 电源进户方式	175
第四节 电源进户装置	178
第五节 电能计量装置设计	181
第六节 电能计量装置安装实练	186
小结	191
习题	191

第二篇 内 线 安 装

第七章 电气技术与安全	193
第一节 电气技术基础	193
第二节 无功功率及无功补偿	196
第三节 接地	203
第四节 防雷	210
第五节 漏电保护	213
第六节 电业安全规程规定	220
小结	223
习题	224
第八章 配线设计	226
第一节 负荷分析	226
第二节 室内配线工艺	234
第三节 内线设计	237
第四节 室内外配线的敷设方式和要求	243
小结	246
习题	247
第九章 电气照明	248
第一节 电气照明的基本概念	248

第二节	照明电光源	253
第三节	照明线路	258
第四节	照明设备选择与安装	261
第五节	照明供电	271
小结		274
习题		275
第十章	内线安装工程	276
第一节	内线安装概述	276
第二节	室内配线工程安装	277
第三节	低压配电电器的选择与安装	289
第四节	电力电缆配线工程	294
第五节	典型建筑物配线工程	297
第六节	接地装置安装工程	300
小结		304
习题		305
第十一章	内线安装工程的验收	307
第一节	概述	307
第二节	内线安装工程验收	310
第三节	电能计量装置接电前检查	312
第四节	低压电器的常见故障分析	315
小结		322
习题		323
附录 A	电气技术常用文字符号表	325
附录 B	电气电路常用图形符号表	328
附录 C	常用负荷的需要系数及功率因数	336
参考文献		340

第一篇 装 表 接 电

第一章 装 表 接 电 基 础

装表接电是供电企业的基本工种之一，也是电力营销工作的主要内容。正确地装表、接线是安全供用电及准确、公正计收电费的根本保障，直接体现了供电企业优质服务水平。

第一节 装表接电工作概述

一、装表接电工作的意义

装表接电工作是电力营销部门工作的重要环节，各用电单位电气设备的新建、改（扩）建等竣工后，都必须经过装表接电人员安装电能计量装置及其附属设备后才能接电。

在业扩报装中，装表接电工作质量、服务质量的好坏直接关系到供用电双方的经济效益；它是业扩报装全过程的终结，是客户实际取得用电权的标志，也是电力销售计量的开始。

二、装表接电工作基本内容及工作质量

装表接电的主要任务是电能计量装置的安装验收、电能表周期轮换及电能计量装置现场维护、故障处理等。凡属于用电户装设的所有计费计量装置，包括单相和三相、高压和低压，从一次引进线到计量装置的所有二次回路，均属于装表接电工作范围。

装表接电的基本工作内容大致如下：

(1) 负责新装、增容、故障、销户等电能计量装置的装、拆、移、换工作，做到安装接线正确，确保电能计量装置准确、可靠运行。

(2) 负责接户线和进户线的装、拆、移、换工作，维护、检修、更新改造工作，确保正常供电和安全运行。

(3) 负责电能计量装置周期轮换工作。

(4) 负责互感器和电能表的故障更换及现场检查。

(5) 负责低压配电线路因接户线布置不均而造成三相负载电流不平衡的调整工作。

(6) 妥善保管工作传票、印封，不得更改和丢失，电能计量表的底数填写应准确无误，经各自签名后及时传递工作传票。

(7) 认真作好各种原始记录、数据、资料的汇总统计和分析工作，及时填报各种报表。

另外，各地区还可根据本地区的实际情况，统筹考虑电能计量装置设计及图纸审核、计量装置的接线及倍率等运行情况的定期核查、电能表及互感器的需用计划和分管月报等工作，制定相应的装表接电工作内容范围。

装表接电的工作质量，是以装表接电能否严格依照国家和行业的相关标准规定，熟练应用各种专业工具，将计量用电能表、互感器及其他相关部件快速、准确安装到位，确保电能计量装置接线正确、可靠及整体布局合理、布线整齐、美观等方面来评判。

三、装表接电岗位主要职责

装表接电人员必须树立全心全意为客户服务的思想，要掌握技术、精通业务，熟悉《电力法》、《安全法》、《计量法》、DL 408—1991《电业安全工作规程》（发电厂和变电所电气

部分)等法律法规,应对所辖范围内的电能计量装置的准确性、可靠性和合理性负责,保证计量装置的接线正确、整齐美观、准确无误地计收电费,为客户提供更优质的服务。

(1) 严格执行上级颁发的有关规章制度及现场作业、管理安全规程制度。发现违章、窃电行为,必须当场向客户指出,做好保护现场工作后报告有关部门处理,不得隐瞒和私了。

(2) 严格执行接户与进户装置的技术规范和安装要求,确保安装质量符合技术规范和安全要求。

(3) 贯彻“人民电业为人民”的方针,遵守国家电网公司供电服务“十项承诺”、国家电网公司“三公”调度“十项措施”、国家电网公司员工服务“十个不准”、供电职工服务守则和供电企业职工文明服务行为规范,做好优质服务,解答客户提出的有关用电问题,提供相应的技术指导或服务。

(4) 服从工作分配,完成领导交办的其他工作。

四、装表接电工作人员基本要求

作为一名合格的装表接电人员,要为电力客户提供优质、规范、方便、快捷的服务,除了必须掌握相关的电气基础理论知识和一定的计算机水平外,还必须掌握电能计量装置的结构、原理、接线及错误接线的判断分析方法,掌握常用材料、工具、仪表的使用方法,具备登杆作业和电能计量装置安装等娴熟的操作技能,能独立进行计量装置的装、拆、移、换等工作,有一定的分析、解决问题的能力。

五、装表接电前客户应具备的条件

(1) 客户内部工程和与其配合的外线工程都必须竣工并验收合格。

(2) 业务费用等均已交齐。

(3) 供电协议已签订。

(4) 计量室已配好电能表和互感器。

(5) 有装表接电的工作单。

第二节 装表接电常用工器具

一、低压测电笔

低压测电笔亦称验电笔或电笔,是电工常用的一种辅助安全用具,可用来检查 500V 以下电路的导线、用电器具及电气装置是否带电,以确保维护检修工作的安全,并可用于检查接线正误和帮助判断电气故障。传统的低压验电笔有钢笔式和旋凿式,其结构主要由氖管、电阻、弹簧和笔身组成,如图 1-1 所示。其中:氖管是有电无电的指示器;电阻主要起限流作用;弹簧的作用是使测试触头、电阻和笔尾保持紧密接触。

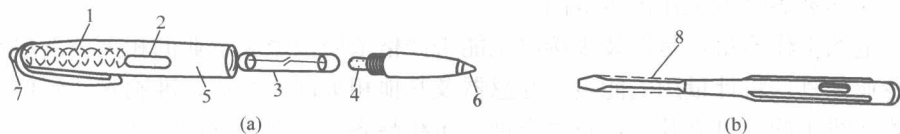


图 1-1 低压验电器结构示意图

(a) 钢笔式; (b) 旋凿式

1—弹簧; 2—小窗; 3—氖管; 4—电阻; 5—笔身; 6—笔尖金属体;

7—笔尾金属体; 8—绝缘套管(塑料或橡皮管)

其工作原理是：当试电笔的笔尖接触到带电体时，电流通过带电体，经电阻降压，再通过人体与大地形成回路，试电笔中的氖管中流过很小的电流，氖管内的气体就会发亮。使用时，以手指触及笔尾金属体，使氖管窗口朝向自己便于观看，然后用测头去接触被测点。如氖管发光，表示被测点有电；如不发光，表示被测点不带电。其主要功能有：

(1) 判断相线和中性线。判断时，氖管发亮的是相线，不亮的是中性线。

(2) 判断交、直流电。测交流电时，氖管两端同时发亮；测直流电时，氖管里只有一端发亮。

(3) 判断直流电正、负极。用试电笔判断正、负极，观察氖管要心细。前端明亮是负极，后端明亮为正极。注意：氖管的前端是指试电笔尖一端，氖管后端指手握的一端。

但应注意：

(1) 严格执行验电“三步骤”，即每次验电前，电笔应先在带电的插座或带电体上预测以检验电笔是否完好，测试中电笔应逐渐接近被测体，验电完毕应再次确认电笔的完好性。

(2) 测试中皮肤不能触及笔尖的金属体，以免发生触电。

(3) 旋凿式电笔的金属部分应套上绝缘管（塑料管或橡皮管），以防止触电或造成短路。

(4) 严禁用低压测电笔去验高压。

电笔应定期校验，用绝缘电阻表来测试其绝缘电阻（内电阻），若小于 $1\text{M}\Omega$ 则严禁使用，因为电笔内部串联的电阻降低会有发生人身触电的危险。

感应式测电笔具有一笔多用、携带和使用方便等特点，且能够直接、间接和进行断点等检测，因此得到越来越多的使用。例如：新型数显测电笔，可测试 12、24、36、110V 及 220V 电压，一般按测试笔上方按钮点是测电压，以最高显示为当时测试电压值；按下方按钮点是感应测试，可以检测绝缘体线路断路情况。

二、电工刀

电工刀为切削工具，常用来切削绝缘线的绝缘层和削制木楔等，如图 1-2 所示。

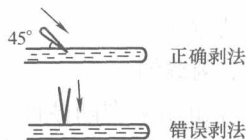
使用时刀口应朝外切削，用后立即把刀折进刀柄，以利安全。剥削导线绝缘层时，应将刀面与导线成较小的锐角，以免割伤导线，如图 1-3 所示。



图 1-2 电工刀



图 1-3 用电工刀剥切线头



由于电工刀刀柄是不绝缘的，所以不能在带电导线或器材上切削，以防触电。

三、钢丝钳

钢丝钳是电工常用工具，由钳头和钳柄组成，常用规格有 150、175、200mm。电工用钢丝钳的钳柄应套有可耐压 500V 以上的绝缘套管。

如图 1-4 所示，钢丝钳一般可用来紧固螺钉、弯绞导线、剪切导线和侧侧导线。钳口用来弯绞或钳夹导线线头；齿口用来紧固或起松螺母；刀口用来剪切导线和剥削软导线绝缘层或拔起铁钉；侧口用来侧切钢丝、铅丝或导线线芯等较硬金属。

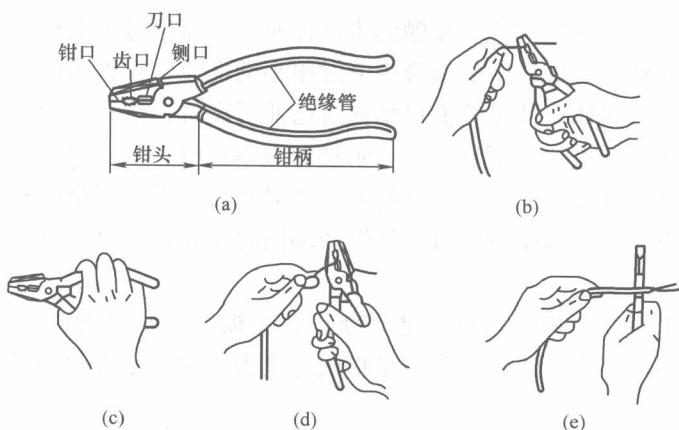


图 1-4 电工钢丝钳的构造及用途

(a) 构造；(b) 弯绞导线；(c) 紧固螺母；(d) 剪切导线；(e) 侧铡钢丝

应注意：钢丝钳不能当锤子使用，以免损坏。在进行低压带电作业时，要先检查钳柄所套绝缘套管是否完好，如已损坏就不能再用，否则会造成人身触电；在剪切带电导体时，不得将相、中性线或两根相线同时剪切，以免发生短路。

四、尖嘴钳

尖嘴钳由钳头和钳柄两部分组成，如图 1-5 所示。钳头带钳口和切口，钳口有棱纹，钳头部分狭长，呈圆锥形。电工应使用绝缘柄尖嘴钳。

尖嘴钳主要用于二次小线工作，其钳口用来弯折线头或把线弯成圈，以便将线与螺钉连接旋紧，也可用来夹持小零件。尖嘴钳不适宜用来剥除绝缘导线端部绝缘层。

五、斜口钳

斜口钳由钳子和钳柄组成，钳头部分为较锋利的切口，并有斜角。主要用于工作部位小的空间场所。

斜口钳手柄长、钳口短，在剪切时可产生较大切力，加上切口的结构，因此切断导线非常快捷，切口也很光滑，所以在电工作业中常用以切断二次回路小线和封印铅丝之类，也可剥割小线绝缘。

六、剥线钳

剥线钳用来剥削截面积 6mm^2 以下塑料或橡胶电线的绝缘层，其结构如图 1-6 所示。钳柄的金属部分应套上塑料或橡皮绝缘套；切口有 $0.5\sim 3\text{mm}$ 多个规格，以适应不同截面的芯线。

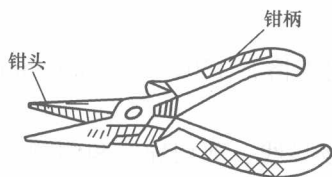


图 1-5 尖嘴钳示意图

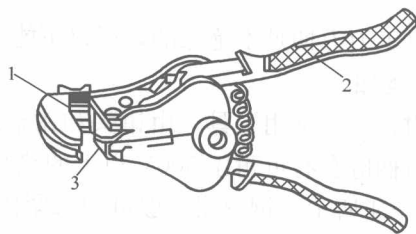


图 1-6 剥线钳的结构

1—刃口；2—钳柄；3—压线口

剥线钳操作时,先将剥割的导线置于适当的切口内,然后紧握手柄,切口闭合并切断绝缘层,再用力向外(线头方向)拉,绝缘外皮就剥离了,松手时剥线钳弹簧使切口张开,便于连续作业。使用时注意:导线必须放在大于其芯线直径的切口中剥削,否则会损伤芯线。

七、活络扳手

活络扳手是用来旋紧或起松有角螺母的工具。它由扳口、呆扳唇、活络扳唇、蜗轮、轴销、手柄等组成,如图 1-7 所示。活络扳手的规格表示为:长度 $\times$ 最大开口宽度。例如:6"表示 150mm $\times$ 19mm;8"表示 200mm $\times$ 24mm;10"表示 250mm $\times$ 30mm;12"表示 300mm $\times$ 36mm。

活络扳手使用时应注意:

(1) 应按螺母大小选用适当的扳手。活络扳手太大会损伤螺母,而螺母过大会损伤活络扳唇;扳口调节应使扳唇正好夹住螺母,否则扳口打滑,不仅损伤螺母,还可能碰伤手指。

(2) 扳动较大螺母时,手应握在手柄尾部,这样扳动起来较为省力;扳动较小螺母时,由于螺母较小,易打滑,手应握在靠近头部的地方,并用大拇指控制好蜗轮,以便随时调节扳口、收紧扳唇,防止打滑。

(3) 活络扳手不可反过来使用,以免损坏活络扳唇。因为活络扳唇不能作为重力点,同样道理,也不可用钢管接长手柄以增加扳动力矩。

(4) 活络扳手不得当撬棒和锤子使用。

八、螺钉旋具

螺钉旋具又称螺丝刀,也称旋凿或起子,它是用来紧固或起松螺钉的工具,由柄和带旋凿头的铁杆构成。手柄有木柄和塑料柄两种。电工用螺钉旋具常用塑料柄的,且螺钉旋具的铁杆部分还应套以绝缘管,同时铁杆不直通柄顶。

按头部形状,螺钉旋具分为平口(也叫一字头)和十字口(也叫十字头)两种,以配合不同槽型的螺钉使用,如图 1-8 所示。十字口螺钉旋具常用规格有四种,适用的螺钉直径 I 号为 2~2.5mm,II 号为 3~5mm,III 号为 6~8mm,IV 号为 10~12mm。平口螺钉旋具常用的规格有 50、100、150、200mm。

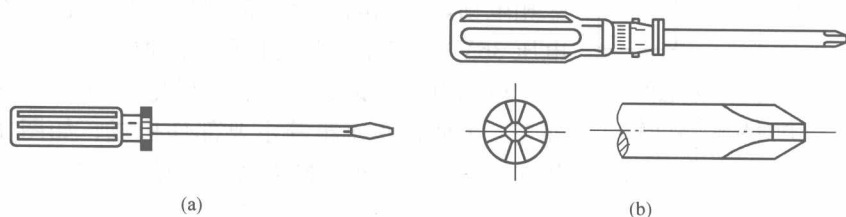


图 1-8 螺钉旋具
(a) 一字头; (b) 十字头

使用方法:

(1) 大螺钉旋具用来捻旋电气装置上较大的螺钉。使用时,用大拇指、食指和中指夹住手柄,手掌要顶住柄末端。较长的螺钉旋具可用右手压紧并转动手柄,左手握紧螺钉旋具的中间。

(2) 小螺钉旋具用来捻旋电气装置上的小螺钉。使用时,可大拇指和中指夹住手柄,用食指顶住柄的末端捻旋。

(3) 电工不能选用金属杆直通柄顶的螺钉旋具,否则容易引起触电事故。带电拆卸螺钉时,手不可触及螺钉旋具的金属部分;为避免螺钉旋具的金属杆触及皮肤或邻近带电体,应在金属杆上套绝缘管。

(4) 不得将螺钉旋具当凿子敲击,也不可用于凿开木板、墙面及打洞。

九、手锤

手锤(榔头)是敲打物体的工具,由锤头和锤柄构成,锤柄用整根硬木制成。按重量区分,手锤的规格很多,装表工常用的为0.5kg和0.75kg。

使用前,应检查手锤锤柄是否紧固。使用时应注意:

- (1) 右手应握在木柄的下部。
- (2) 不准戴手套,以防用力时滑出。
- (3) 锤柄上不可有油污。
- (4) 旁边不要站人,以防脱头伤人。

十、凿子

凿子用来凿孔,主要有小钢凿和麻线凿两种。

小钢凿用来在砖墙上打木楔孔,常用规格12号(凿口宽12mm),凿孔时要用左手握住小钢凿。麻线凿用来在水泥墙上打木枕孔,常用规格为16、18号(凿16、18mm的孔),凿孔时,要用左手握住凿柄,并要不断地转动,使凿下的灰砂碎石能及时排出。

当需要打凿穿墙头的孔时,可使用长凿。长凿的长度通常有300、400、500mm,分别可凿直径19、25、30mm的墙孔。无缝钢管制成的长凿,可凿砖墙孔;中碳钢制成的长凿,可凿水泥墙孔。凿孔时,左手握凿柄,并要不断转动,方能排出灰砂碎石。

使用应注意:凿水泥墙时需戴防护眼镜,并应防止碎片伤人。

十一、电钻

电钻是用来钻孔的电动工具,常用的有台钻、手提式电钻和手枪式电钻。按接用的电源分,有单相电钻和三相电钻,单相电钻交直流两用(交流电压220V,直流电压36V);转速有单速和双速两种。

单相电钻由钻头、单相串励电动机、开关、电源线、外壳、手柄、变速箱等主要部件构成,如图1-9所示。装卸钻头时,必须关断电源且令钻头停转。

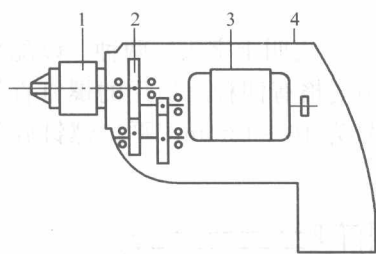


图 1-9 电钻的结构示意图
1—钻夹头; 2—两级减速传动齿轮;
3—电动机; 4—外壳

第三节 装表接电常用测试表计

一、万用表

(一) 概述

万用表是一种多用途、多量程的仪表,可用来测量直流电压和电流、交流电压、电阻,有的万用表还可测量交流电流、电容器的电容量、晶体管的主要参数等,被广泛应用于安装、维

修和检测工作中。万用表的型号很多、盘面的形式也较多，常用万用表的种类见表 1-1。

表 1-1 常用万用表的分类及特征

序号	类别	特点及功能	主要产品系列
1	袖珍式万用表	体积小、结构简单、价格便宜；一般只能测量 500V 以下的交、直流电压；500mA 以下的直流电流；1MΩ 以下的电阻	MF15, MF16, MF27, MF30, MF72 等
2	中型便携式万用表	体积、价格适中，用来测量 2500V 以下交、直流电压；10A 以下直流电流；20MΩ 以下电阻等	MF4, MF10, MF14, MF25, MF50, MF64 等
3	高精度万用表	具有放大电路，测量精度高，价格贵；用来测量交、直流电压和直流电流等	MF18, MF20, MF24, MF35 等
4	电子电路测量用万用表	灵敏度高，频率响应好，功能齐全，价格较贵；可用来测量高频电路参数	MF45, MF60, MF63 等
5	数字式万用表	将被测模拟量转换成数字量，液晶显示，精度高，读数方便，功能齐全	PF3, PF5, 2215, 2010 等

(二) 典型万用表说明

1. 指针式万用表

图 1-10 所示为一种常见的指针式万用表的盘面及外形图。

使用方法如下：

(1) 测量前检查指针是否在零位，如不在零位，则用螺钉旋具旋表头调零器调整至零位。

(2) 将转换开关转至被测量种类和量程的位置上。例如，测交流 380V 电压时将开关旋至“V”范围“500”的位置上。

(3) 将红表笔插入“+”插孔内，黑表笔插入“-”（或“*”）插孔内（测电流时另用接线连接）。测电压时，将表笔并接在被测电路两端；测电流时，用导线将万用表串接在被测电路中。测量直流时，红表笔接电路的正极，黑表笔接电路的负极。如不知被测电路的正负极，可以把万用电表的量程放在最大，在被测电路上点测探试一下，按表针偏转方向即可判断出其正、负极性。如表针顺时针方向偏转，则红表笔接的是电路的正极，反之则是负极。

(4) 测电阻时，先估计一下被测电阻值，然后将转换开关拨至“Ω”范围的相应量程挡，将表笔短接，转动“Ω 零位调节旋钮”调整零位，然后将表笔接到被测电阻两端测量。

(5) 要用万用表的欧姆挡 $\Omega \times 10$ 、 $\Omega \times 100$ 检查电容器时，用红表笔接电容器的正极，黑表笔接负极。如果表针先指向 0 位，然后慢慢回升到最大刻度附近，说明电容器是好的；如指针在很小欧姆值左右并不回升，说明电容器漏电不能使用。用万用表的欧姆挡检查二极管

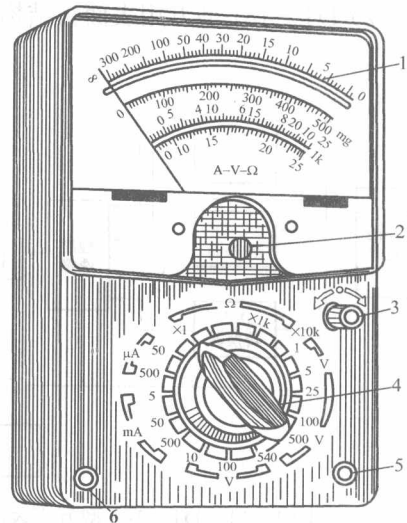


图 1-10 指针式万用表的盘面及外形图
1—刻度盘；2—指针调零钮；3—电阻调零钮；
4—选择与量程开关；5—测试笔插孔（+）；
6—测试笔插孔（-）

管时，用红表笔接二极管的正极，黑表笔接二极管的负极，这时测得电阻应很小；然后对换一下电表笔，则测得电阻应很大。二极管的正向电阻与反向电阻差别越大越好。

2. 数字万用表 DMM (Dital Multi Meter)

数字万用表采用大规模集成电路和数字显示技术，将被测模拟量转换成数字量，测量值由液晶显示屏显示，读取方便，有些还带有语音提示功能。其突出优点有：①结构轻巧，便于携带，操作简便；②数字显示清晰直观，读数迅速准确；③测量精度高（误差可达 1/100 000 以内）；④分辨率高；⑤输入阻抗高；⑥测量的种类多，功能齐全，具有自动调零和自动转换、信息传输及极性判断显示功能；⑦过负荷能力强；⑧抗干扰能力强。下面以 DT-181 型数字万用表为例进行说明。

(1) 工作原理。DT-181 型数字万用表的原理框图如图 1-11 所示。该表采用 7106 型单片 CMOS 的 A/D 转换器，由 9V 电池供电。测量直流电压时，被测电压经分压器衰减成 200mV 以下电压，然后送到 7106 输入端；测量交流电压时，被测电压先经分压器衰减成 200mV 以下电压，再经 AC/DC 转换器变成直流电压；测量交、直流电流时，都经分流器把电流信号转换成电压信号，所不同的是交流电流还需经 AC/DC 转换器转换；电阻测量通常采用比例法。

(2) DT-181 型万用表面板结构及功能。万用表的面板如图 1-12 所示。

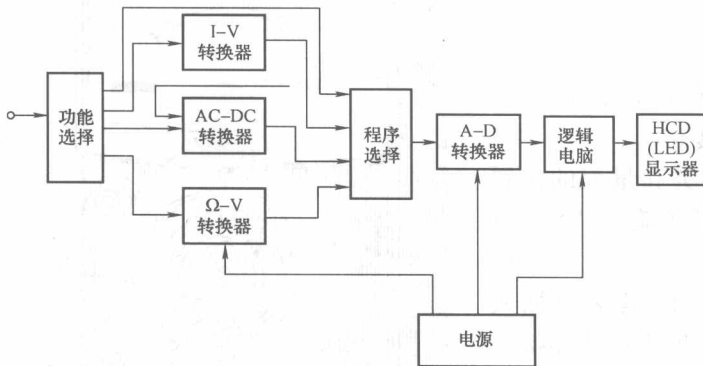


图 1-11 DT-181 型万用表的原理框图

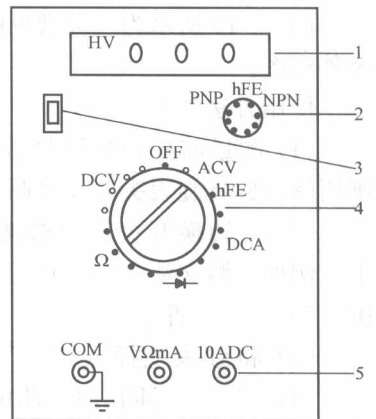


图 1-12 DT-181 型万用表面板图

1—显示器；2—hFE 插孔；3—电源开关；4—转换开关；5—输入端插孔

- 1) 显示器：三位半数字液晶显示。
- 2) hFE 插孔：将被测小功率三极管的集电极、基极、发射极分别插入万用表的“C、B、E”内，测试放大倍数。
- 3) 电源开关：置“ON”位置时电源接通；置“OFF”位置时电源断开。
- 4) 转换开关：选择测量的参数及量程。
- 5) 输入端插孔：黑表笔总是插“COM”公共端（地）；红表笔根据被测量的性质、大小选择插孔。

(3) 使用方法。

- 1) 检查电路通路。将黑表笔插入 COM 插孔，红表笔插入 VΩmA 插孔（红表笔为

“十”极),按下电源开关,用音响挡检测。将两表笔短接,听到声音,则万用表正常;再将两表笔接于被测电路两端,听到声音,则表明电路接通。

2) 电阻的测量。将开关置于所需 Ω 量程上,并将表笔跨接在被测电阻两端。如果被测电阻超过所选量程,则会指示“1”,表示超量程,应更换量程挡位;当被测电阻阻值在 $1\text{M}\Omega$ 以上时,一般需数秒方能达稳定读数。

3) 直流电压测量。将开关置于 DCV 量程范围,并将表笔跨接在被测负载或信号源上。显示器显示出被测电压读数,同时指出红表笔的极性。

4) 交流电压测量。将开关置于 ACV 量程范围并将表笔跨接在被测负载或信号源上。此时,显示器显示出被测电压读数。

5) 直流电流的测量:①将转换开关置于 DCA 量程范围,当被测电流不大于 200mA 时,黑表笔插入 COM 插孔,将红表笔插入 $V\Omega\text{mA}$ 插孔,当被测电流大于 200mA 时,红表笔应插入 10A 的 DC 插孔;②将被测电路断开,断开的两端与两表笔相接;③将试电笔接触被测电路,测量数字与红表笔的极性同时显示。

6) 电容器的检查。用电阻挡测量,将两表笔与电容器两端相接,读数逐渐减少到 0,然后读数慢慢升高偏转至一定值,则表明电容器正常;若读数到 0 后不动,则表明电容器已短路损坏;若读数一开始就显示高电阻,表明电容器已断线损坏。

3. 万用表的使用注意事项

(1) 使用过程中,不能用手去接触表笔的金属部分,以保证测量的准确,并且有利于保证人身安全。

(2) 在测量前一定要先检查转换开关的位置,因为电流挡和电阻挡的内电阻小,如此时误测就会将表烧坏。

(3) 应根据被测设备的要求,选择合适的功能和量程挡。对未知量进行测量时,应把量程调到最大,然后从大到小地逐步调,直到合适为止。测量过程中,不得带电转换量程,以防损坏仪表。对于数字表,若出现“1”,表示过载,应加大量程。在测试过程中,不得随意转动变动开关。

(4) 测量直流电压、电流时,应注意极性。反接后,指针式万用表的指针易损坏。如果不知极性,宜放在大量程挡。万用表不能用来测量高频信号。

(5) 测量电阻时,必须将被测回路的电源切断。如表笔短接,而“调零旋钮”无法调整到零位,则要更换表内电池。

(6) 指针式万用表在使用时,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。

(7) 测晶体管正、反向电阻时,应将开关转到 $\Omega \times 100$ 的位置上;用电阻挡测电路通、断时,宜把开关放在 $\Omega \times 1$ 的位置上。

(8) 读数时要正确选择刻度,正视表盘,以减少视差。

(9) 万用表使用完毕,应将转换开关置于“OFF”或交流电压的最大挡。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。

二、绝缘电阻表

1. 概述

绝缘电阻表(又称兆欧表,俗称摇表)是测量绝缘电阻用的仪表。常用的绝缘电阻表主要

由一个供作测量电源的手摇直流发电机、一个磁电式流比计和外壳组成，常用的有 ZC-7、ZC-11、ZC-25 等型号。绝缘电阻表一般有 500、1000、2500、5000V 等几种电压规格，测量范围有 500、1000、2000M Ω 等几种，以满足对各种电压等级电气设备绝缘电阻的测试要求。10kV 高压设备、农用地埋线的绝缘电阻用 2500V 绝缘电阻表测量；500V 绝缘导线、绝缘子的绝缘电阻用 1000V 绝缘电阻表测量；380/220V 低压设备的绝缘电阻用 500V 绝缘电阻表测量。

目前现场已广泛采用数字式绝缘电阻表，其采用整流电源，测试人员可根据需要选择电压量程，当在被测试设备绝缘上施加电压时，取被测试设备电压、电流信号经 A/D 转换，简单数值计算，用液晶数显方式给出结果。

2. 使用方法

绝缘电阻表上有 L、E、G 三个接线端钮：“L”接被测对象；“E”接地；“G”为屏蔽线端子（或称保护环）。如在天气潮湿情况下测电缆的绝缘电阻，应使用 G 端钮，其作用是消除表壳表面接线柱“L”与“E”间的漏电及电缆绝缘层表面泄漏电流对绝缘电阻值的影响。由于在绝缘电阻表中与 L 端相串联的部件都有良好的屏蔽，如果端子 L、E 接反，则流过绝缘电阻表测量机构的电流，除了被测物品的泄漏电流外，还有绝缘电阻表本身的漏电流，会使测量值偏低，准确度下降，故测量时 L、E 不能接反。

(1) 测量前的检查。

1) 放电检查。要检查被测设备的电源确已断开，被测设备确已放电（特别是具有电容性质的设备，如电缆线路），已无残余电荷。

2) 绝缘电阻表作开路试验和短路试验，以检查仪表及测量用接线是否正常。将绝缘电阻表放平，接线端钮“线（L）”和“地”（E）开路，摇动手柄至额定转速，此时指针应指在“ ∞ ”处；再轻摇手柄，将两端钮相碰一下，指针应指在“0”处。满足上述两点说明绝缘电阻表是好的，否则应做检查并将故障排除。

(2) 测量方法。将仪表放平，被测设备接在绝缘电阻表端钮“L”和“E”间，如图 1-13 所示，为去除表面泄漏的影响，应将产生泄漏的绝缘体表面接到“G”端子。按顺时针方向由慢到快摇动手柄，待调速器发生滑动后，便可保持 120r/min 均衡转速使表针稳定下来，并读数。应注意：由于被测设备有电容等充电现象，因此要摇测 1min 后再读数。如果摇动手柄后指针即甩到零值，则表示绝缘已损坏或被测设备短路，不能再继续摇动手柄，否则将使表内线圈过流烧毁。

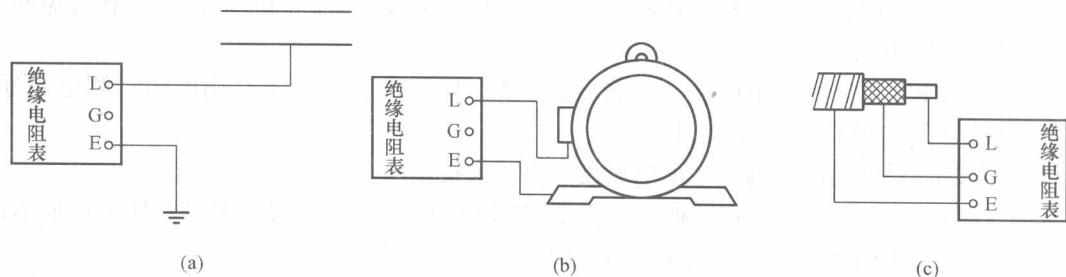


图 1-13 绝缘电阻表测量绝缘电阻示意图

(a) 测量架空线路对地绝缘电阻；(b) 测量电动机绕组的对地绝缘电阻；(c) 测量电缆芯线对外皮绝缘电阻