



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

王 成 李恒锦 合编
周 志 后丽群



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

主 编 王 成 李恒锦
周 志 后丽群
主 审 刘圣秉



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。

本书是根据《中华人民共和国职业技能鉴定规范 电力行业》考核规范要求,以提高装表接电工作人员的综合技能素质为目的组织编写。书中以装表接电工作涉及的有关设备的原理、选择和使用,电能表的安装接线分析及施工工艺标准为重点。全书共分六章,主要包括常用工具及仪表、内线工程、电能计量设备选型、电能计量装置的接线及接线分析、电能计量装置施工等内容。

本书可作为各职业院校电力技术类用电营业课程的教材,也可供从事装表接电工作的相关工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

装表接电/王成等编. —北京:中国电力出版社,

2006

全国电力职业教育规划教材

ISBN 7-5083-4351-4

I. 装... II. 王... III. 电工—职业教育—教材

IV. TM05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 060979 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>)

治林印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 8.75 印张 208 千字

印数 0001—3000 册 定价 13.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前言

随着电力体制改革的不断深入及“两改一同价”工作的逐步到位，在电能的供应和使用环节中，供电企业为广大电力用户提供合格的电能，确保供电的安全可靠和提供优质的服务是电力企业创造优秀业绩的前提和基础。如何保质保量、安全、经济地把电送到千家万户，装表接电工作担负着重大责任。

装表接电作为用电营业管理中的一个重要环节，工作质量的好坏，不仅关系到电网的安全运行，而且直接影响到电力企业经济效益及用户的切身利益。提高电力企业的服务质量和水平，提高电力职工队伍素质，以适应电力现代化建设和做好服务经济、服务社会的需要。

本书以提高装表接电工作人员的技能操作水平为宗旨，以《电力工人技术等级标准》为依据。在编写中注重理论与生产实际相结合，全书注重系统性、完整性和实践性，强调实用性，以技能操作为主线，理论分析为基础，力求做到内容深入浅出，通俗易懂。

本书由江西电力高级技工学校王成主编，周志、后丽群参与编写部分内容，编写大纲由江西省电力公司超高压分公司李恒锦同志负责拟定，并对书中部分内容作了必要补充。本书由南昌供电局刘圣秉同志主审。

由于编者的经验和水平有限，书中难免错漏和不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

目 录

前言

第一章 概述	1
第一节 装表接电的任务和工作职责范围	1
第二节 装表接电技术管理	2
第三节 装表接电质量管理	4
复习题	5
第二章 常用工具及仪表	7
第一节 常用电工工具	7
第二节 常用仪表	9
复习题	14
第三章 内线工程	16
第一节 电力负荷	16
第二节 导线的选择	20
第三节 低压电器	23
第四节 用户功率因数及改善措施	34
第五节 内线工程施工	38
第六节 内线工程检查验收	44
复习题	47
第四章 电能计量设备	49
第一节 电能表的结构	49
第二节 电能表的工作原理及选用	55
第三节 电流互感器	63
第四节 电压互感器	68
复习题	73
第五章 电能计量装置的接线	75
第一节 电能表的接线	75
第二节 电流互感器的接线	87
第三节 电压互感器的接线	89
第四节 计量装置错误接线分析	95
第五节 电量的抄读及差错电量的计算	102
复习题	105

第六章 电能计量装置施工	107
第一节 接户线与进户线	107
第二节 电能计量装置施工图	109
第三节 计量装置施工	115
第四节 电能计量装置的竣工验收	117
复习题	118
附录	120
附录 I 部分常用需用系数及功率因数	120
附录 II 导线允许载流量	122
附录 III 常用电气图形符号	124
附录 IV 常用文字符号	129
附录 V 在平面图中说明性标注方法	131
参考文献	132

概 述

第一节 装表接电的任务和工作职责范围

一、装表接电的任务

随着社会主义市场经济的日渐完善,我国经济得到持续而快速发展,社会用电量日益增加。社会经济的发展为电力市场提供了广阔的发展空间,电能已成为经济建设中十分重要的能源。在电能的供应和使用环节中,供电企业为广大电力用户提供合格的电能,确保供电的安全可靠和提供优质的服务是电力企业创造优秀业绩的前提和基础。为准确预测电能的供求变化,合理地计收用户电费,电能计量已越来越被广大电力企业所重视,而装表接电工作是实现电能正确计量的重要环节。

电能计量是通过电能表计量在给定时间内生产或消耗电能的数量。针对电能的性质,电能计量分为有功电能计量与无功电能计量。较大的电力用户都是由三相电源供电,而一般家庭生活用电则多采用单相供电,因此,电能计量又分为三相电能计量与单相电能计量。

电能计量通常是将一天 24h 的用电量累积为日用电量,又将日用电量累积为月用电量。这种电能计量方法不利于电能的计划管理和平抑负荷曲线,给电力设备的充分利用带来严重的影响,不利于电力系统的经济运行。为了用更加经济的办法管理用电,部分省市正在推行并实施三种电价制度,即用电高峰时段高电价,低谷时段低电价,平常为正常电价。为顺利推行三种电价制度,相应的电能计量就必须按时间分段进行,这样,分时计量用电量的电能表便相继问世并被广泛的采用。

装表接电工作是用电管理部门(营业、检查、装接、电费抄算)的重要环节。各用电单位电气设备的新装、改装、增装竣工后,都必须经过装表接电人员安装或改装电能计量装置及其附属设备,然后才能接电。这些已安装好的电能计量设备所计量的用电量,就是各用电单位每月交付电费的依据。因此,电能计量、装表接线和表计倍率的正确与否,直接影响到正确贯彻执行国家的电价制度、电费回收。如果出现表计不准、接线错误和倍率差错等问题,都会造成供电或用电单位的经济损失,同时给开展安全、合理、节约用电工作带来困难。

为此,装表接电工作人员必须树立全心全意为用户服务的思想,要掌握技术,精通业务,熟悉有关的规程制度,保证计量装置的接线正确、整齐美观、准确无误地计收电费,更好地为用户服务。

综上所述,装表接电工的任务是根据用电负荷的具体情况,合理设置电能计量点,正确使用量电设备,熟练安装计量装置,保证准确无误地计量各种电能,达到合理计收电费的目的。

二、装表接电的工作职责

我国幅员辽阔,各地区或供电公司的实际情况也不尽一致,具有各自的特殊性,所以装表接电工的工作职责也有所不同,都有各自的特点。但就装表接电工作本身来说,其工作职责范围大致如下。

(1) 负责新装、增装、改装及临时电能计量装置的设计、图纸审核、检查验收及接电

工作。

- (2) 负责互感器和电能表的事故更换及现场检查。
- (3) 负责分户计装工作。
- (4) 负责计量装置的定期轮换工作。
- (5) 负责电能表和互感器的管理, 填报分管月报。
- (6) 定期做下一周期的电能表和互感器的需用计划。
- (7) 负责向电能表宰领、退电能表和互感器, 并履行必要的领退手续。
- (8) 定期核对计量装置的接线、倍率、运行情况。

各地区还可根据本地区的实际情况, 制定相应装表接电工的职责范围。

三、装表接电的工作职责范围

凡属于高、低压用户装设的计费计量装置, 无论是单相还是三相, 也无论是高压还是低压, 从一次引进线到计量装置的所有二次回路, 均属于装表接电工的工作职责范围。

用户申请的用电容量被批准后, 设计部门即可按照用电性质和负荷特点进行内、外线设计。其设计图纸通过登记窗口转基层供电所、站进行各项技术审查, 大型或复杂的图纸送到公司审查, 审查合格后组织施工。工程竣工之后持经审查过的施工图纸到登记窗口报告, 请求验收送电, 由登记员做成电力登记书, 内、外线检查人员持登记书及竣工图纸到施工现场进行验收, 对施工质量标准进行技术检查。经验收合格后, 方可装表接电, 装表接电工须将用电设备容量、电能表显示数、倍率等一并填好转回整理作账, 从此用户正式与供电部门发生供、用电关系。

第二节 装表接电技术管理

装表接电工作是业扩报装中一个很重要的工作环节。其工作质量、服务质量的好坏直接关系到供用双方的经济效益。供电企业的营业机构是电力生产的销售环节, 直接担负着开拓电力市场, 发展新用户的任务。装表接电是业扩报装全过程的终结, 是用户实际取得用电权的标志, 也是电力销售计量的开始。因此必须加强装表接电的生产技术管理和质量管理, 严格执行各项技术标准和规程要求, 全心全意地为用户提供优质服务。

一、用电营业的业务流程

在用电营业工作中, 需要一个简易的业务流程来引导用户办理用电申请手续, 提高办事的透明度, 使用户满意, 而用户的满意正是服务优质的体现。图 1-1 所示为某供电公司新装低压电能表的工作流程图。

1. 用电申请与登记

用户新装和增容用电, 均应携带有关文件、资料到供电企业用电营业部门办理用电申请手续, 并填写《用电申请书》。单位和个人提出用电申请, 既是权利又是义务。供电企业的用电营业机构统一归口受理用户的用电申请, 并进行统一的编号、登记、建业扩台账。

2. 确定供电方式与审批供电方案

供电方式是供电企业向用电申请人提供的电源点、电压等级、电源数量或回路数量。在用户新建项目的选址阶段, 应与供电企业根据电网规划、当地电网条件、用电性质和用电容量等因素商定供电方式, 用户应定点和申报立项。

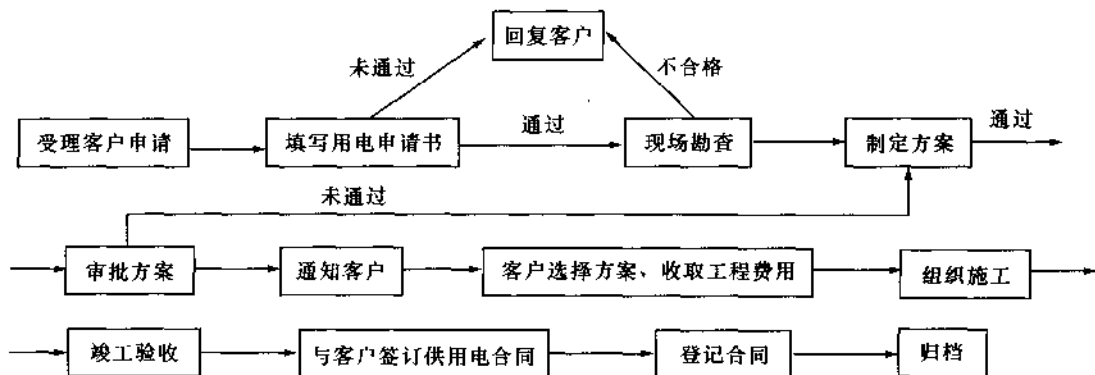


图 1-1 新装电能表工作流程图

供电方案比供电方式更全面、详细，它是供电方式的具体化。在用户新建项目立项以后，由供电企业根据用户提供的立项批文及有关资料审批确定供电方案，并向用户作出明确的答复，用户据此进行内部工程的设计和安装。

3. 收取费用

供电方案确定以后，用户应向供电企业交纳有关费用，即贴费、工程费等。

4. 工程设计与施工检验

用户受电装置的电气设计，不论是委托何部门设计，均须经供电企业审核。如果未经审核同意的设计付诸实施并安装，供电企业不予检验和接电。

在电气装置施工过程中，须接受供电企业的中间检查，施工、安装和试验全部竣工后，须向供电企业提交竣工报告和有关技术资料，并接受竣工检查。

5. 签订供用电合同

在送电前，供用双方签订供用电合同，以明确供用电双方的权利和义务，明确双方违约的经济责任和产权划分、维护管理等问题。电费协议作为供用电合同的附件。对于高压供电的双源用户、并网小发电用户还应加签电力调度协议、自发电协议。

6. 装表接电

送电前，需装设电能计量装置以及其他电力监控装置，经检查无误后予以接电。

7. 建档立户

供电企业对已完成装表接电的用户应建立用电档案，办理建账立卡立户手续，完成业扩工作的全过程。而后进入正常用电管理阶段，为今后抄表收费和运行管理提供依据。

二、装表工作传票

工作传票是用电营业管理人员进行工作的凭据，是营业管理各部门之间传递工作信息和命令的一种书面凭证，也是各工序之间进行工作联系的工具。它是一种把用户申办的用电业务内容和供电企业各部门之间承办的项目、要求，用一定格式联结起来的票式工作凭证。通过工作传票把各道工序有机的结合起来，达到更好的为用户服务的目的，也是加强营业管理的基础工作之一。目前，全国各地供电企业使用的工作传票各不相同，称谓不一。有的叫工作传票，有的叫工作凭证，也有的叫工作单，尽管格式、名称不同，但作用都是一样的，在一定程度上起着业务调度的作用。

工作传票是书面命令的凭证，应采取一事一票制，按种类编排顺序号后，工作传票才正

式有效,进入程序运转。承办项目的工作部门在受理工作票时,应确认工作内容与要求,安排组织实施计划。一份工作传票,从填写发出到返回,应完成全部工序,处理完应办事项,使用户提出的问题得到及时解决。这样才能正常发挥工作传票的业务调度作用,从而保证电力销售环节的正常进行。

对工作传票的要求,首先是填写传票要认真,填写工作传票必须做到:

- (1) 工作内容正确,字迹清楚;
- (2) 户名全称、门牌地址、表位等应填写详尽、准确;
- (3) 用户提出的要求及问题应简明扼要,正确记录;
- (4) 电价类别、收费标准以及有关规定要准确无误;
- (5) 填票人签名不可潦草简化,以使用名章为宜。

其次,工作传票要及时收发传递,要有签收制度,对重大和紧急事项应有一定的催办和检查制度,必要时还要经分管领导审批。

三、装表接电技术资料

在电力销售环节中,怎样才能把销售的电量准确地进行计量,关系到供用双方的经济效益和经营管理,涉及到优质服务的质量问题。一定要引起重视,要建立健全各项严格的管理制度,保证依法供用电,保证电能计量装置的准确性、合法性。

(1) 用户新装、增容工程验收检查合格具备送电条件后,由用电营业部门填写新装(增容)工作传票,根据不同的电压等级、电价分类配置用电计量表计。电能计量室根据传票及时进行配表,装表接电人员接到工作传票后,在规定期限内到用户现场安装。装表施工完毕,装表接电人员应在工作票上填写有关内容和执行标准,并一起参加用电设备启动,直到用电计量装置运行正常,签名盖章返回到业务组,由业务组建卡立户并转入电费管理部门进行正常经销。

(2) 用户提出移表、验表、故障换表、拆表、复装等,一定要有业务工作传票及工作凭证,根据传票的内容、要求去执行,执行完毕要有记录、签章。运行中的电能计量装置出现故障、异常情况,要认真检查并分析原因,及时更换、维修,恢复正常运行,减少不必要的电量损失。

(3) “故障差错率”是指每月进行一次的正确计量统计,应做好详细的记录。作为计算差错次数、分析差错类别的依据。

(4) 定期开展分析活动。召开电能计量差错分析会,找出差错原因,分清责任,从中吸取教训,制定必要的措施,防止今后再次发生。对重大的电能计量差错,一旦发生要及时与用电检查组、计量组取得联系,一并到现场作细致的调查研究,收集资料,分析原因,按照《供电营业规则》的具体条款规定执行,计算退补电量的电费依据应报上级领导审核批准。

(5) 不断提高装表接电人员的工作责任心和业务水平,加强各道工序的质量管理。

第三节 装表接电质量管理

全面质量管理是企业管理的一个重要组成部分。供电企业的用电营业部门是电能产品的销售环节,也是供电企业和用户之间的联系纽带。全面开展装表接电质量管理的目的,是为了提高供电企业的管理水平、用电营业的工作质量和服务质量,加速报装接电,提高经济效

益,帮助用户做到安全、经济、合理地用电。严格的装表接电质量管理对供电企业达标和创一流都有着重要的意义。

一、质量标准和质量指标

装表接电的质量标准是检验营业工作质量的具体体现。质量管理标准分为技术标准、管理标准和工作标准三类。技术标准是对标准化领域中协调统一的技术事项所作的规定;管理标准是对标准化领域中需协调统一的管理事项所作的规定;如对营业管理活动中管理内容、程序、要求等方面所作的规定;工作标准是对标准化领域中需协调统一的工作事项所作的规定,如对部门、班组的职责范围,工作人员的岗位职责、工作方法、质量等方面所作的规定。

在业扩报装工作中,按照工作流程大致可分为业务登记、现场查勘、收取费用、设计施工、竣工验收、装表接电等环节,对于每一个环节和每一道手续,应当明确规定经办期限和质量要求,保质保量地按期完成或提前完成,以达到加快报装、装表接电的目的。装表接电的工作质量主要是指业扩报装的质量。考核的指标是用报装接电率进行计算,即

$$\text{报装接电率} = \frac{\text{装表供电容量}}{\text{申请容量}} \times 100\%$$

一般要求,每月的报表接电率要达到100%,特殊情况例外。

二、质量分析

用电营业部门的业扩报装工作,可以通过解剖分析,科学地划分成若干个工作环节,并分别制定出各个工作环节的质量标准。根据分工的不同,明确岗位职责和质量指标,以作为这个岗位的质量要求和检查考核的依据。

各个环节和各个岗位的质量标准及岗位职责明确以后,必须发动大家参加质量管理,开展QC质量活动,把质量目标和措施落实到各个岗位,分头落实。每办一道手续,每开一张传票,每建一张卡片,都要按照规定的质量标准去做。为了调动全体职工参加质量管理的积极性,要大力开展“装表千具无差错”的质量竞赛活动,表扬先进,带动中间,帮助后进,取长补短,共同提高,把质量管理建立在群众自觉自愿的基础上。

在发动群众参加质量管理的过程中,要建立质量管理小组,定期开展质量管理活动。需要注意以下几项。

(1) 组织进行工作质量和施工质量的审查和复核。

(2) 通过审查发现的差错要及时更正,保证差错不出门。

(3) 定期开展质量检查,进行质量分析,找出原因,采取措施,防止以后再次发生。对于一些重大的质量事故,要本着“四不放过”的精神,做好质量事故的原始记录和统计分析,并将此材料作为改进质量管理的依据。

(4) 总结交流提高装表接电质量的工作方法,不断提高管理水平。

复 习 题

一、选择题

1. 对已竣工验收合格具备供电条件的低压用户,装表时间不超过()。

- A. 2~3 个工作日 B. 5 个工作日 C. 10 个工作日 D. 15 个工作日
2. 用户连续（ ）不用电，也不办理暂停手续，电力公司即予销户。
- A. 半年 B. 五个月 C. 四个月 D. 三个月

二、问答题

1. 简述装表接电工作的主要任务是什么？
2. 填写工作传票的具体要求是什么？
3. 结合实际谈谈如何开展装表接电的质量管理？

常用工具及仪表

第一节 常用电工工具

一、验电器

验电器是用来测试用电器具以及电气装置是否带电、接线正误检查、帮助判断电气故障的电工工具。按其适用的电压等级可分为高压验电器和低压验电器两种。装表接电常用的是低压验电器。

低压验电器又称测电笔（简称电笔），它主要由氖管、电阻、弹簧和笔身组成。根据其形式不同有钢笔式和螺丝刀式两种，如图 2-1 所示。

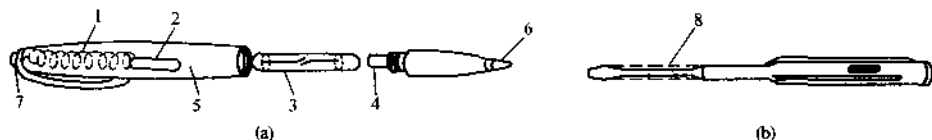


图 2-1 低压测电笔结构

(a) 钢笔式；(b) 螺丝刀式

1—弹簧；2—小窗；3—氖管；4—电阻；5—壳体；6—金属测头；7—笔尾金属体；8—绝缘套管

低压验电笔检测电压的范围为 60~500V。

使用验电笔时，必须按照图 2-2 所示的方法把笔握妥，以手指触及笔尾的金属体，使氖管小窗背光朝向自己。

使用验电笔时要注意下列几点：

(1) 测试前需先在带电体上试测，以检验验电笔是否完好。

(2) 测试时手指不要触及测试触头或电笔的金属杆，以防止发生触电。

(3) 螺丝刀式验电笔在作螺丝刀使用时，不能过分用力，以防内部松动而损坏。

(4) 验电笔应定期测试其绝缘电阻，若小于 $1M\Omega$ ，则严禁使用。

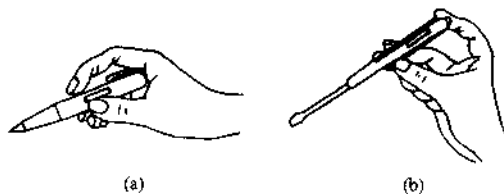


图 2-2 低压验电笔握法

(a) 钢笔式；(b) 螺丝刀式

二、螺丝刀

螺丝刀是一种紧固或拆卸螺钉的工具。又称起子或旋凿，按其头部形状的不同可分为一字形和十字形两种，如图 2-3 所示。

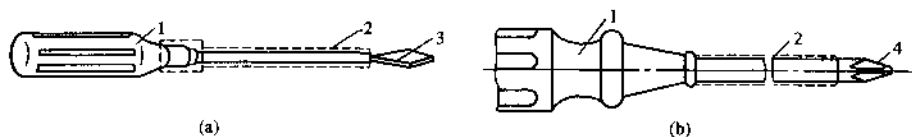


图 2-3 螺丝刀

(a) 一字；(b) 十字

1—手柄；2—绝缘套管；3—平口；4—十字口

一字螺丝刀常用的规格有 50、100、150、200mm 等规格,电工必备的是 50mm 和 100mm 两种。十字形螺丝刀专供紧固或拆卸十字槽的螺钉,常用的规格有四种,Ⅰ号适用于直径为 2~2.5mm 的螺钉,Ⅱ号为 3~5mm 螺钉,Ⅲ号为 6~8mm 螺钉,Ⅳ号为 10~12mm 螺钉。装表接电工常用的是Ⅰ号和Ⅱ号两种。

按手柄的材料可分为木柄和塑料柄两种,电工常用塑料柄螺丝刀。

使用螺丝刀时的注意事项如下:

- (1) 不可使用金属杆直通柄顶的螺丝刀。
- (2) 使用螺丝刀紧固或拆卸带电的螺钉时,不得触及螺丝刀的金属杆。
- (3) 为了避免螺丝刀的金属杆触及皮肤或邻近带电体,应在金属杆上穿套绝缘管。

三、钢丝钳

钢丝钳由钳头和钳柄两部分组成,钳头有钳口、齿口、刀口和侧口四部分组成。其中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导线绝缘层;侧口用来侧切导线线芯等较硬金属。钢丝钳的构造及用途见图 2-4 所示。

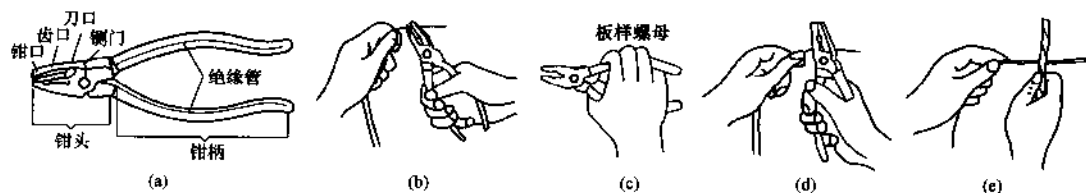


图 2-4 钢丝钳的构造及用途

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

常用的钢丝钳有 150mm、175mm、200mm 等三种。钢丝钳不能当锤子使用,以免损坏。在进行低压带电作业时,要先检查钳柄的绝缘是否完好,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、地线或两根相线同时剪切,以免发生短路。

四、尖嘴钳

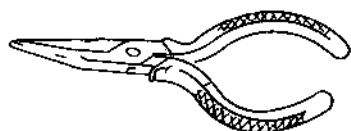


图 2-5 尖嘴钳

尖嘴钳由钳头和钳柄两部分组成。其外形如图 2-5 所示。钳头尖细,可用来夹持小零件,适用于在狭小的工作空间操作。其尖头钳口还可用来弯折线头或把线头弯成一定圆弧的接线鼻子以便连接,切口可用来刮剥或切断小截面导线的绝缘或线芯。钳柄套有绝缘管,其耐压为 500V。

五、剥线钳

剥线钳是用来剥割绝缘导线外包绝缘层的一种电工工具,如图 2-6 所示。它由压线口、切口和绝缘手柄构成。

钳柄的金属部分应套上塑料或橡皮绝缘管,耐压 500V。切口有 0.5~3mm 的多个切口,以适应不同截面的芯线,可用来剥割 6mm² 以下导线的塑料或橡皮绝缘层。使用时,导线必须放在大于其线芯直径的切口上剥割,否则会损伤线芯。

操作时先将要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,

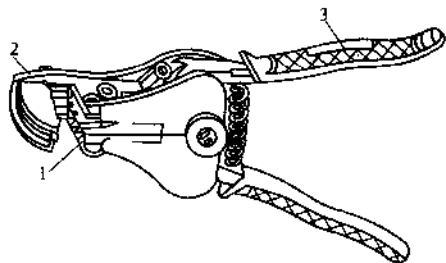


图 2-6 剥线钳

1—压线口; 2—切口; 3—绝缘钳柄

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,便于作业。

六、斜口钳

斜口钳又称断线钳,由钳头和钳柄组成,如图 2-7 所示。钳头部分为较锋利的切口,并有斜角,主要用在工作部位空间小的场所。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。由于它的结构是手柄长钳口短,在剪切时能产生较大剪切力,使导线切断快捷,且切口光滑。

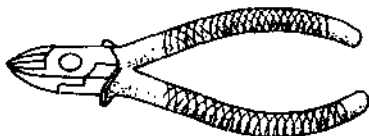


图 2-7 斜口钳



图 2-8 电工刀

1 刀柄; 2—刀口

七、电工刀

电工刀是切削工具,常用来剖削绝缘线的绝缘层和削制木楔等,如图 2-8 所示。使用时,应将刀口朝外剖削,剖削导线绝缘层时,应使刀面与导线成较小的锐角(15° 左右),以免割伤导线。为避免伤手,电工刀使用完后应随即将刀身折入刀柄,以利于安全。由于电工刀刀柄是无绝缘保护的,因此严禁在带电导线或器材上剖削,以免发生触电。

第二节 常 用 仪 表

一、万用表

万用表是一种多功能表,分为常规电磁式和电子式,前者测量值用指针指示,后者由液晶显示屏以数字显示。可用来测量直流电压、直流电流、交流电压和电阻,有的还可以测量交流电流、电感、电容、晶体管参数等,被广泛应用于安装、维修工作中。万用表的型式很多,使用方法也不尽相同,但基本原理是一样的,其最简单的测量原理如图 2-9 (a) 所示。现以图 2-9 (b) 所示的 MF30 型万用表的面板图为例,来说明其使用方法及注意事项。

1. 使用方法

测量前应检查指针是否在零位。如不在零位,则用螺丝刀旋表头调零器调整至零位。

(1) 测量交流电压

将转换开关转到“V”符号范围,根据被测量电压高低选择适当的量程。

将两根表棒并接在被测电路的两端(不分正负极)。选择量程时,如果被测量电压的数值不

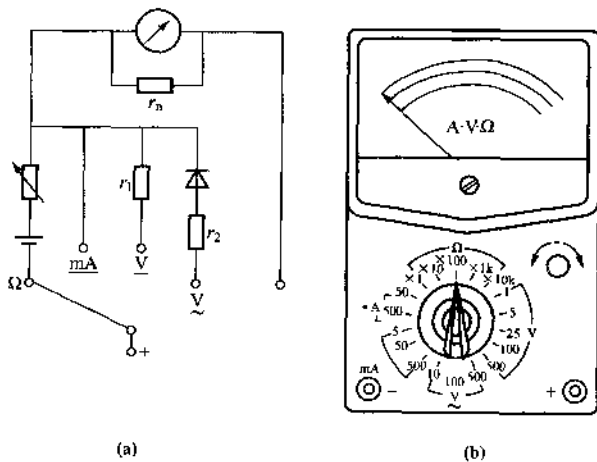


图 2-9 万用表
(a) 测量原理; (b) MF-30 型万用表面板

知道,可选用表的最高测量范围 500V (具体数值根据表的量程定),指针若偏转很小,再逐级调低到合适的测量范围。

(2) 测量直流电压

将转换开关转到“V”符号范围,“+”插孔的表棒接至被测电压的正极,“-”插孔表棒接至被测电压的负极,不能接反,否则指针会因逆向偏转而被打弯。如果无法弄清被测电压的正负极,可先选用较高的测量范围档,用两根表棒很快地碰一下测量点,看清指针的指向,以便找出被测电压的正负极。

(3) 测量电阻

测量电阻时先估计一下被测电阻值,然后把转换开关转到“ Ω ”符号的适当倍率位置上。先将两根表棒短接,旋动调零旋钮,使指针指在电阻刻度的“0”位置上;然后用表棒测量电阻。面板上“ $\times 1$ ”、“ $\times 10$ ”、“ $\times 100$ ”、“ $\times 1k$ ”、“ $\times 10k$ ”等符号表示倍率数。表头的读数乘以倍率数,就是所测电阻的阻值。

2. 测量时的注意事项

(1) 当对被测量大小心中无数时,可先将量程开关置于大量程位上,然后再逐档转换至适当的量程上。

(2) 不得带电测量电阻。

(3) 不得带电切换量程,以防损坏切换开关触头。

(4) 在测量前,一定要先检查转换开关的位置,因为电流档和电阻档的内电阻小,如果此时误测电压就会将表烧坏。同样道理,每次测量完毕一定要将转换开关放在空档或交流电压最大量程位置上。

(5) 测晶体管电阻或 β 值时,此时是用万用表电池的电源,所以要注意极性。在此情况下万用表的“+”接线柱为内部电池的负极,“-”接线柱为正极。

(6) 测电阻时如果表笔短路,而“调零旋钮”无法将指针调整到零位时,则可能要换电池了。

(7) 测晶体管正、反向电阻时,应将转换开关转到 $\times 100$ 的位置上;用电阻档测电路通、断时宜把开关放在 $\times 1$ 的“ Ω ”档上。

(8) 读数时要正确选择刻度,眼睛正视表盘,以减少视差。

二、绝缘电阻表

绝缘电阻表又叫摇表,是用来测量大电阻和绝缘电阻的仪表。它的计量单位是兆欧,用“ $M\Omega$ ”符号表示。绝缘电阻表的种类很多,但其作用大致相同,常用的 ZC11 型绝缘电阻表的外形如图 2-10 所示。

1. 绝缘电阻表的选用

绝缘电阻表的电压有 500、1000、2500、5000V 等几种规格。为了正确测试各种电压等级电气设备的绝缘电阻,应选择电压等级合适的兆欧表。测量额定电压在 500V 以下的设备或线路的绝缘电阻时,常用 500V 或 1000V 的兆欧表;测量额定电压在 500V 以上的设备或线路的绝缘电阻时,应选用 1000~2500V 的兆欧表。

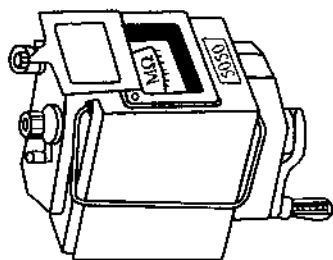


图 2-10 ZC11 型绝缘电阻表外形

量程的选用,一般测量低压电器设备绝缘电阻时,可选用 0~200 $M\Omega$ 量程的绝缘电阻

表；测量高压电器设备或电缆时，可选用 $0\sim 2000\text{M}\Omega$ 量程的绝缘电阻表。

2. 绝缘电阻表的接线和测量方法

绝缘电阻表有三个接线柱，其中两个较大的接线柱上分别标有“接地”（E）和“线路”（L），另一个较小的接线柱上标有“保护环”或“屏蔽”（G）。

（1）测量照明或电力线对地的绝缘电阻，将绝缘电阻表接线柱的 E 端可靠地接地，L 端接到被测线路上，如图 2-11（a）所示。测量线路接好后，可按顺时针方向摇动绝缘电阻表的发电机摇把，转速由慢变快，一般约一分钟后发电机转速稳定时，表针也稳定下来，这时表针指示的数值就是所测得的绝缘电阻值。

（2）测量电机的绝缘电阻值，将绝缘电阻表接线柱的“E”接机壳，“L”接到电机绕组上，如图 2-11（b）所示。

（3）测量电缆的绝缘电阻值，测量电缆的导电线芯与电缆外壳的绝缘电阻时，除将被测两端分别接“E”和“L”两接线柱外，还需将“G”接线柱引线接到电缆壳芯之间的绝缘层上，如图 2-11（c）所示。

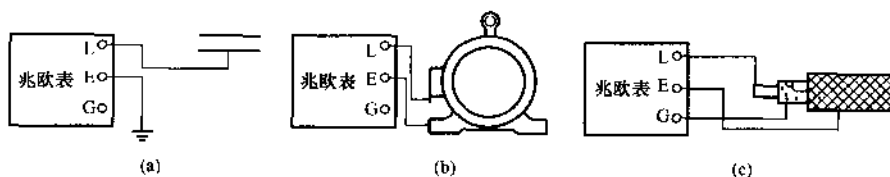


图 2-11 用绝缘电阻表测量接线图

（a）测量线路对地绝缘电阻；（b）测量电动机的绝缘电阻；（c）测量电缆的绝缘电阻

3. 使用注意事项

（1）测量电气设备的绝缘电阻时，必须先切断电源，并对设备进行放电，以保证人身安全和测量准确。

（2）禁止在雷电时或有其他感应电产生的情况下摇测绝缘。

（3）测量前，兆欧表应做一次检查。检查时将绝缘电阻表放平，在绝缘电阻表未接线前先转动手柄作开路试验看指针是否指在“ ∞ ”处，再将“L”和“E”两个接线柱短接，慢慢转动手柄，看指针是否指在“0”处，若能分别指在“ ∞ ”或“0”处，说明绝缘电阻表完好。

（4）接线柱上引出线必须使用绝缘良好的单根多股软线并尽可能短，两根线切忌绞在一起，以免造成测量数据的误差。

（5）绝缘电阻表测量完后应立即使被测物放电，在绝缘电阻表的手柄未停止转动和被测物未放电前，不可用手去触及被测物的测量部分或进行拆除导线，以防触电。

（6）测量时，应将绝缘电阻表放平稳，避免表身晃动，摇动手柄时，手柄的转速应慢慢逐渐加快，当转速达到 120r/min 左右时，保持匀速不变。测量过程中如果发现所测设备短路，应立即停止摇动手柄。测量时，绝缘电阻随着时间长短而不同，一般采用 1min 读数为准。在测量电容性设备时，如电容器、电缆、大容量变压器和电机等，要有一定的充电时间，应等到指针位置不变时再读数。测量结束后，先取下绝缘电阻表测量用引线，再停止摇动手柄，否则电容电流将通过表的线圈放电而烧损表计。

三、钳形电流表

钳形电流表又称钳形表，它可用来在不断开电路的情况下测量电路的电流。