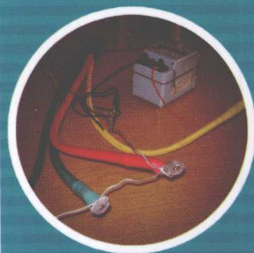
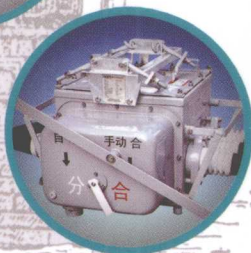
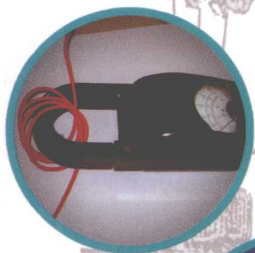


农电工岗位技能 操作手册

张明军 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书针对农电工的特点,在内容和编排上突破了一般教材的传统模式,采用大量的实物图片和现场操作实例,形象、生动地介绍了农电工日常工作中必须掌握的基本技能,包括电工仪表、常用工器具、架空线路、电力电缆、配电变压器、高低压电器、剩余电流动作保护器、电能计量、营销技能、优质服务及电气安全操作等内容。

本书通俗易懂,基本没有烦琐的理论叙述和推导,能直接指导农电工的现场操作。农电工通过本书既能学习正确的操作方法和步骤,又能从中快速查找到需要的数据和资料。本书既适合广大农电工学习、提高操作技能,也可供中职、高职相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

农电工岗位技能操作手册 / 张明军主编. —北京: 中国电力出版社, 2009

ISBN 978-7-5083-9474-9

I. 农… II. 张… III. 农村—电工—技术手册 IV. TM-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第173999号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010年1月第一版 2010年1月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 16.375印张 432千字

印数 0001—4000册 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

编写组名单

主 编：张明军

副 主 编：赵天旺 李丽敏 张维勇

主 审：张莲瑛

主要编写人员：王文勇 贾克顺 田成军 李玉海

郭卫东 钟月伟 吴金忠 吴小林

杨得刚 李瑞荣 林春晓 马大兴

曹荣新 王惠农 张维勇 李丽敏

参与编写人员：滕 龙 卢 焰 陶 毅 陈 刚

黄 晨 何淑芳 章 颖

前 言

农电工岗位技能操作手册

为推动国家电网公司“一强三优”发展战略和农电事业的快速发展，促进广大农电工学习知识、钻研技能的积极性，全面提升农电工综合素质和业务水平，更好地落实“新农村、新电力、新服务”农电发展战略，为新农村发展提供可靠的电力保障，根据国家电网公司“关于推行《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》的通知”精神，北京市电力公司组织有关专家、学者和多年工作在农电一线的供电所长，依据国家电网公司对农电工实施“素质能力提升计划”，编写了这本手册，以期望成为农电工学习技能的良好益友。

此书编写体例上突破了原有教材一般的惯用模式，本着从实用角度出发，以农电工常用的基本技能入手，采用概念、作用、分类、用途、使用方法、运行和常见故障处理的顺序进行编排。语言力求通俗易懂且图文并茂，内容集知识、技能的实用性为一体，便于农电工接受和掌握。该书涵盖了当前农电工所有应该掌握的基本技能。内容包括：常用电工仪表的使用和注意事项、常用工器具的使用、架空配电线路、电力电缆、地埋电力线路、配电变压器、高低压电器及配电装置、剩余电流动作保护器、电能计量、营销技能、优质服务、电气安全操作、电动机和水泵等，共计 16 章。

该书编写过程中得到了北京市电力公司人力资源部、农电工作部的鼎力支持和帮助，在此表示衷心感谢。因时间仓促，编写时难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

农电工岗位技能操作手册

前言

第一章 常用电工仪表的使用和注意事项	1
第一节 电工测量和电工仪表的基本知识.....	1
第二节 万用表.....	4
第三节 钳形电流表.....	8
第四节 绝缘电阻表.....	11
第五节 电桥.....	20
第六节 接地电阻表.....	24
第七节 手持式相位伏安表.....	26
第二章 常用工器具的使用	28
第一节 通用工器具的使用和维护.....	28
第二节 特殊工器具的使用和维护.....	31
第三章 架空配电线路	39
第一节 常用专用工具.....	39
第二节 架空配电线路器材.....	47
第三节 架空配电线路的施工.....	67
第四节 配电架空线路的运行与检修.....	86
第五节 配电架空线路常见故障的处理.....	94
第四章 电力电缆	97
第一节 电力电缆的基本知识.....	97
第二节 电缆常用的施工工具使用及注意事项.....	98
第三节 电力电缆的敷设.....	101
第四节 电缆接头的制作工艺及要求.....	102
第五节 电缆的运行与维护.....	110

第六节	电缆常见故障的测试与处理	110
第五章	地埋电力线路	112
第一节	地埋电力线路的设计	112
第二节	地埋电力线路的施工	114
第三节	地埋线路接头处理	129
第四节	地埋电力线路的运行维护	132
第六章	配电变压器	136
第一节	变压器的概述	136
第二节	配电变压器的安装	143
第三节	配电变压器运行、维护	157
第四节	配电变压器运行操作	170
第五节	配电变压器事故处理	172
第六节	箱式变电站	180
第七章	高低压电器及配电装置	184
第一节	柱上高压开关设备	184
第二节	用户分界负荷开关	188
第三节	避雷器	199
第四节	10kV 跌落式熔断器	202
第五节	低压电器	206
第六节	并联电容器	218
第七节	低压配电装置	222
第八章	剩余电流动作保护器	228
第一节	剩余电流动作保护器作用、安装依据及 主要参数	228
第二节	电流型剩余电流动作保护器工作原理	232
第三节	剩余电流动作保护器选择与安装	236
第四节	剩余电流保护装置的运行与维护	240
第九章	电能计量	245
第一节	电能计量装置概述	245
第二节	电能表	247

第三节	计量专用互感器	254
第四节	二次回路	261
第五节	电能计量接线方式	262
第六节	电能计量装置的安装	264
第七节	电能计量装量的错误接线分析与检查	268
第八节	电能计量装置常见故障分析	273
第十章	营销技能	275
第一节	业扩报装	275
第二节	变更用电业务	285
第三节	抄表收费	291
第四节	用电检查	309
第五节	线损管理	318
第十一章	优质服务	322
第一节	优质服务任务与方针	322
第二节	事故抢修服务	324
第三节	走访客户服务	328
第四节	接待客户服务	331
第五节	咨询服务	340
第六节	处理投诉服务	344
第七节	接受社会监督服务	347
第十二章	用电节约	353
第一节	用电节约的基本措施	353
第二节	照明灯具的用电节约	356
第三节	家用电器的用电节约	360
第十三章	文书写作及计算机操作技能	371
第一节	常用应用文体	371
第二节	计算机基础知识	384
第三节	办公文字处理软件 Word	390
第四节	办公电子表格软件 Excel	398
第五节	计算机网络基础知识	407

第十四章 电气安全操作	411
第一节 基本安全用具的使用及注意事项.....	411
第二节 辅助安全用具的使用及注意事项.....	415
第三节 一般防护安全用具.....	419
第四节 电器火灾的扑救方法及注意事项.....	429
第五节 电气火灾的预防措施.....	432
第六节 人体触电与紧急救护.....	435
第七节 防电击技术.....	447
第八节 电气安全技术措施.....	450
第十五章 电动机	455
第一节 电动机基本知识.....	455
第二节 电动机选择与安装.....	463
第三节 电动机的起动.....	468
第四节 电动机的控制与保护.....	481
第五节 电动机起动、运行和故障排除.....	488
第十六章 水泵	499
第一节 水泵的简介.....	499
第二节 离心泵.....	501
第三节 潜水泵.....	509

第一章

常用电工仪表的使用和注意事项

第一节 电工测量和电工仪表的基本知识

一、测量的概念

(一) 什么是测量

1. 测量

测量是将被测测量与标准量进行比较的过程。在这一过程中，人们借助于专门的设备（如仪器仪表、尺子、温度计等），通过实验的方法，以获得被测测量的数值大小和单位。为了得到被测测量的数值大小和单位，必须将被测量与作为测量单位的同类标准量进行比较，以确定被测量是标准测量单位的多少倍或几分之一。

2. 电工测量

所谓电工测量，是指对各种电气量和磁量的测量。它所用的专用设备是各种电工测量仪器仪表，而作为单位的标准量是电学度量器。

(二) 测量方式的分类

1. 直接测量

这种测量方式是将被测测量与度量器的标准量直接比较，或用事先经过校验并刻度好的仪表进行测量，而测出被测测量的数值大小和单位。例如：用直流电桥测量电阻的大小、用电流表测量电流的数值以及用电压表测量电压的数值等均属于直接测量。直接测量被广泛用于工程技术测量中。

2. 间接测量

这种测量方式先是通过直接测量几个与被测量有函数关系

的量,然后再通过计算,求出被测量的数值(包括单位),例如用伏安法测量电阻,可先测出电阻两端的电压与流过该电阻的电流,然后用欧姆定律间接计算出该电阻的阻值。当某些被测量由于某些原因而不便于直接测量时,就可以采用间接测量。

3. 组合测量

如果被测量有多个,它们彼此间又具有一定的函数关系,并能以某些可测量的不同组合形式表示,那么可先通过直接或间接方式测量这些组合量的数值,再通过联立方程组求得被测量的数值,这种测量方式称为组合测量。

二、测量误差

1. 系统误差

在多次测量同一个被测量时,如果误差的数值大小和符号(正或负)保持恒定或遵循一定的规律变化,那么这种误差就称为系统误差。

(1) 系统误差的种类。

1) 恒值误差。多次重复测量同一个被测量时,数值的大小和符号保持恒定不变的误差称为恒值误差。

2) 变值误差。在多次测量同一个被测量时,误差总是遵循一定的规律变化,这种误差称为变值误差。

(2) 产生误差的原因。

1) 测量仪器仪表本身和使用环境造成的误差。测量仪器仪表本身结构和制作工艺的不够完善,例如仪表指示刻度不够准确会造成系统误差;使用仪器仪表时未满足所规定的使用环境条件,例如安装位置不够正确、环境温度不符合要求等,也会造成系统误差。

2) 测量方法和理论造成的误差。测量方法不够完善或者测量所依据的理论不完善,例如:采用近似公式、忽略了电源内阻等,都会造成系统误差。

3) 人员误差。人员误差也称个人误差。它是由测量人员的

最小分辨力、感官器官的生理变化、反应速度或固有习惯等因素而带来的误差。

2. 随机误差

随机误差又称偶然误差。这种误差的现象是在相同条件下多次重复测量同一被测量时，测量值均发生变化且没有固定的变化规律。随机误差是由众多微小因素造成的，例如：磁场影响、温度变化、空气扰动、大地震动等偶然因素。

3. 减小误差的原因

1) 预先研究可能产生误差的来源并加以适当校正。

2) 消除产生误差的根源。如测量前认真检查有关仪器仪表是否调整好，仪表指针是否在零位；还要检查仪器仪表是否安放在合适的位置上，各种接线是否正确；同时还要选好利于观察仪表的位置，以免出现因视觉而产生的误差。

3) 尽可能进行多次测量，并取各次测量结果的算术平均值，以减小随机误差的影响。

三、电工仪表的误差和准确度

(一) 仪表误差的分类

1. 基本误差

指仪表在规定的温度、湿度、放置方式以及物外电场和外磁场干扰等工作条件下，由于仪表制造工艺不完善，仪表本身的固有误差。

2. 附加误差

由于仪表工作条件改变而造成的额外误差。

(二) 仪表误差的表示方法

1. 测量误差

测量误差是指由于所采用的测量方法不完善，所使用的仪表和标准元件不够准确以及环境中存在各种干扰因素等造成的误差。

2. 误差的表达式

(1) 绝对误差。被测量的仪表指示值 X 与被测量实际值 X_0 的差。

$$\Delta X = X - X_0$$

式中： ΔX 为绝对误差； X 为被测量指示值，即近似值； X_0 为被测量实际值。

(2) 相对误差 γ 。指测量的绝对误差 ΔX 与被测量实际值 X_0 的比值的百分数。

$$\gamma = (\Delta X / X_0) \times 100\% \approx [(X - X_0) / X_0] \times 100\%$$

(3) 引用误差 γ_n 。指测量仪表的绝对误差 ΔX 与仪表测量上限（即量程） X_n 的比值的百分数。

$$\gamma_n = (\Delta X / X_n) \times 100\%$$

式中： X_n 为仪表测量上限。

(4) 最大引用误差 γ_m 。指测量仪表的绝对误差的最大值 ΔX_m 与仪表测量上限（即量程） X_n 的比值的百分数。

$$\gamma_m = (\Delta X_m / X_n) \times 100\%$$

式中： ΔX_m 为绝对误差的最大值。

第二节 万用表

一、万用表的作用

万用表用于测量交、直流电流；交、直流电压；直流电阻及三极管、二极管的极性等。

二、万用表的正确使用方法

(一) 万用表使用前的检查

(1) 使用前应检查万用表的外观是否完好、是否在检验合格期内、指针是否灵活（拿起表晃一晃）、表笔线是否存在漏芯断股现象、指针是否指在零位上，如不在零位，可调整表盖上的机械零位调整器，使指针恢复至零位。

(2) 在测量电阻前，应进行欧姆调零。应先将旋转开关旋转至欧姆挡，两只表笔短接，再旋转欧姆调零旋钮，使指针正好指在欧姆刻度尺的零位上。但调整时间要短，以减少电池损耗。如无法使指针调到零位上时，则说明万用表内的电池电压太低，应

更换新电池。每调一次欧姆挡位，应进行一次欧姆调零。

(3) 使用前，还应检查该万用表是否有检验合格证，是否在检验合格期内。

(二) 万用表的使用方法

(1) 使用万用表时，首先将两支测试棒插入插孔或接到接线端钮上。如图 1-1 所示，红色表笔插入有“+”号或标有“VmAΩ”号的插孔，黑色表笔插入有“-”号或“*”号或标有“COM”的插孔，以避免测量时接反。

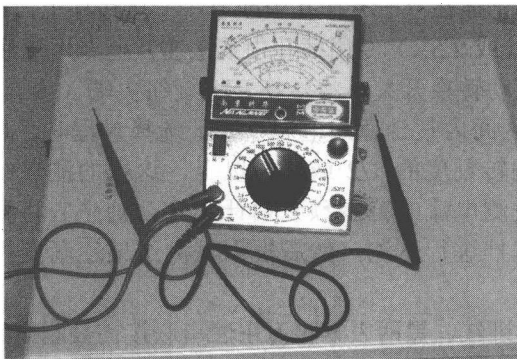


图 1-1 指针式万用表外形

(2) 测电压时，应把万用表并联接入电路；测电流时，应把万用表串联接入电路。直流时测得是平均值，交流时测得有效值 A。

(3) 测交流电路时，不分极性；测直流电路时，应注意“+”、“-”极性，万用表的正负端应按测量电流或电压分别与被测电路正确连接。

(4) 测交直流 2500V 高电压时，应将红表笔插入专用的 2500V 插孔中。

(5) 测交直流 10A 大电流时，应将红表笔插入专用的 10A 插孔中。

(6) 根据被测量的种类和大小，将转换开关旋转到相应的挡

位，并找出相对应的刻度标尺。有的万用表有两个转钮，一是种类选择旋钮，二是量程变换旋钮，使用时应将两个旋钮都旋到相应的挡位。指针式万用表外形如图 1-1 所示。

三、测量电流、电压

(一) 测量直流电流

(1) 将红、黑表笔的连线分别插入“+”、“-”接线插孔中，或分别接“+”、“-”接线柱上。有的万用表有直流 5A（或 2.5A）专用测量插孔或接线柱上，专门用来测量较大的电流。使用时，黑表笔连线仍插在“-”插孔中或“-”接线柱上，而红表笔连线插在 5A（或 2.5A）专用插孔中或接在其他专用接线柱上。

(2) 旋动转换开关，将转换开关旋钮尖端（或有标记的端）对着 mA 区间内某合适的电流量程。选择量程时，最好是指针指示在满偏转刻度的 $1/2$ 或 $2/3$ 以上，这样的测量结果比较准确。如果被测电流的范围预先估计不到，则先将量程开关旋至最大量程挡进行试测，然后根据试测结果逐渐变换成合适的量程。

(3) 通过红、黑两表笔将万用表串联接在被测电路中，并让电流从红表笔流入，黑表笔流出。如果不知道被测电流的方向，则可以这样来判断：先将转换开关置于直流电流最高量程，然后将红表笔接于被测电路的一端，再将黑表笔接在被测电路的另一端，轻轻一触立即拿开，观察指针的偏转方向。若指针往正方向偏转（向右偏转），则说明两表笔照此连接是正确的；反之，应将红、黑两表笔对调。测量时，若将两表笔接反了，不但会使表针打弯，而且还会损坏仪表。

(4) 读数。根据所选量程，在直流电流标度尺上读取被测电流的数值。

前面说过，万用表的直流电流与直流电压共用一条标度尺，如量程选 100mA，那么该量程满刻度为 100mA，如果选择 250mA 挡，若指针停在直流标度尺的 200 刻度上，按比例可得被测电流为 80mA。

（二）测量电压

用万用表测量直流电压的方法与测量直流电流的方法类似。

（1）将红、黑表笔的连线分别插入“+”、“-”接线插孔中或分别接在“+”、“-”接线柱上。有的万用表有交直流 2500V（或直流 1500V）插孔或接线柱，专门用来测量较高电压。使用时应用专用高压测量表笔，黑表笔连线仍接在“-”插孔中或接在“-”接线柱上，而红表笔连线插在 2500V（或 1500V）插孔中或接在其接线柱上。

（2）旋动转换开关的旋钮，选择合适的电压量程挡。

（3）通过红、黑表笔将万用表并联在被测电路两端。注意红表笔接在高电位端，黑表笔接在低电位端，红、黑表笔不能接反。如果被测电路两端的高低电位预先不知道，也应按直流电流测量方法（3）中的类似方法来判断。

（4）在直流电流、直流电压共用的标度尺上读数。读数时，首先也要根据电压量程定出标尺满刻度的电压数值，然后根据指针在标度尺上所指的数字按比例折算出被测电压的数值。例如电压量程选 250V 挡，本挡满刻度为 250V，读数按 1:1 来读。如指针指在 200 处，则被测电压为 200V。

四、测量直流电阻

（1）测量电阻前，先将转换开关旋钮的尖端旋至“ Ω ”挡区间，并选择适当的倍率挡，使指针指在欧姆标度尺中间，越靠近中心点位置，读数越准确；越往左，读数越不准确。

然后进行欧姆调零，即将两表笔金属端短接，并同时旋动欧姆调零旋钮，使指针刚好指在 Ω 标度尺右边的零位上。若无法调至零位，说明表内电池电压太低，应重新更换新电池。

（2）测量时，右手像拿筷子一样，拿住两表笔的绝缘部分，左手拿在被测电阻中间，然后将表笔的金属端跨接在电阻的两金属引脚上。

五、万用表在使用过程中的安全注意事项

（1）在接入电路进行测量前，需先检查转换开关是否在所测

挡位上，不得放错。

(2) 测量电阻时，必须将被测电阻与电源断开。因电阻挡是由电池供电的，为此被测电路上的电阻元件绝不能带电测量，否则会烧坏表头。当电路中有电容时，必须先将电容短路放电，以免损坏仪表。

(3) 选挡要正确，包括被测量和量程的选择，否则可能因选择不当而烧坏仪表。如心中无数，可先将量程放到最高挡，然后再转换到合适的挡位。严禁带电转换量程，以免电弧损坏仪表。

(4) 不准用欧姆挡去直接测量微安表头、检流计、标准电池等的电阻，以免损坏仪器。

(5) 在测量时，不要接触测试棒的金属部分，以保证安全和测量的准确性，并应注意表笔的插孔是否与所测量相符。

(6) 万用表使用后，应将转换开关旋至交流电压最高挡或空挡。若停留在欧姆挡，当两跟测试棒相碰时，会长期消耗电池的电能。这样做更重要的是可以避免再次测量电压时，因忘调转换开关位置而烧坏表头。

(7) 万用表是一种比较精密的仪表，应谨慎使用，要注意防震、防潮和防高温，不用时应存放在干燥的地方。



第三节 钳形电流表

一、钳形电流表的结构原理

(一) 钳形电流表的用途

1. 用途

一般而言，使用电流表测量电路中的电流时，必须将被测电路断开，然后将电流表或电流互感器的一次线圈串联接到被测电路中去。而钳形电流表则是一种不需切断电路，便能测量电路中低压、绝缘导线交流电流的仪表。

2. 结构

钳形电流表由电流互感器和电流表两部分组成，电流互感器

的铁心有一活动部分,它与手柄相连。
钳形电流表的原理图如图 1-2 所示。

(二) 钳形电流表的工作原理

其工作原理为:钳形电流表由电流互感器和电流表组成,互感器的铁心有一个活动部分,并与手柄相连,使用时按动手柄使活动铁心张开。将被测电流的导线放入钳口中,松开手柄后使铁心闭合。此时通过电流的导线相当于互感器的一次绕组,二次绕组将出现感应电流,其大小由导线的工作电流和绕组圈数比来确定。电流表是接在二次绕组的两端,因而它所指示的电流是二次绕组中的电流,此电流与工作中的电流成正比,所以将归算好的刻度作为反映一次侧的电流量,当导线中有电流通过时,和二次绕组相连的电流表针便按比例发生偏转,从而指示出被测电流的数值。

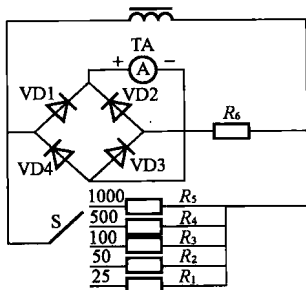


图 1-2 钳形电流表的原理图

二、钳形电流表的正确使用方法

(一) 测试前的检查

(1) 钳形电流表在使用前应进行外观检查,外观完好无异物,钳口连接处连接紧密,在检验合格期内。

(2) 检查表针动作是否灵活,是否指在零位,若不在零位,通过机械调零钮调到零位。

(3) 使用前,还应检查该钳形表是否有检验合格证,是否在检验合格期内。

(二) 钳形电流表的使用方法

(1) 选择合适的量程。测量前应先估计被测电流的大小,以选择合适的量程,或先用较大的量程测一次,然后根据被测电流的大小调整合适的量程。

(2) 保持清洁。钳口相接处应保持清洁,如有污垢应用汽油擦洗,使之平整、接触紧密、磁阻小,以保证测量准确。