



上岗之路

电工入门

技术+技能+技巧 一本通

第2版

白公 苏秀龙 霍建生 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

上岗之路

电 工 入 门

第 2 版

白公 苏秀龙 霍建生 等编著

机 械 工 业 出 版 社

本书详细介绍了电工入门必备的基础理论知识和操作技能。主要内容有绪论,常用电工仪表的使用,常用电工安全用具的使用,常用电工基本操作技能,常用电气元件的测试、选择及安装接线,小型电力变压器,中小型电动机,常见电气故障的处理方法,电工读图和电工安全技术等。

本书可供电工技术初学者自学,也可作为电工上岗培训教材和中等职业学校电气专业师生的教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工入门/白公,苏秀龙,霍建生等编著. —2版. —北京:
机械工业出版社,2012.1

(上岗之路)

ISBN 978-7-111-36737-6

I. ①电… II. ①白…②苏…③霍… III. ①电工技
术—基本知识 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第256241号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:王振国 责任编辑:王振国

版式设计:常天培 责任校对:吴美英

责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2012年4月第2版·第1次印刷

184mm×260mm·21.75印张·537千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-36737-6

定价:45.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

《电工入门》一书已经出版近十年了，它受到了广大读者的青睐和推崇，也确实确实给读者解决了很多工程技术方面的实际问题。特别是一些刚刚踏入电工技术这一行业的青年人，从中学到了很多原本需要很长时间才能学到的技术技能。同时，他们对本书也提出了很多宝贵的意见和建议，并对本书的再版寄予了厚望。对此我感到非常的欣慰。这里我和本书的全体编写人员向广大读者表示衷心的感谢！

我们编写《电工入门》这本书的目的就是使读者在较短的时间内掌握从事电工这个职业应该具备的技术技能，缩短从理论到实践的时间和距离，使其成为一部电工技术的“实用词典”，在遇到难题时查阅本书相关章节内容便可及时找到解决的方法和提示要点。从本书第1版的市场表现和读者反馈来看，我们这个目的和愿望已经实现。

随着科学技术的发展，电工技术、电气工程技术、电气设备元件材料都在发展和更新，为了适应读者的需求，尽快地全面掌握电工技术，以适应电工市场需要，《电工入门第2版》，接受了读者的建议，从结构、内容、体系上都有了较大的变化，主要有以下几个方面：

1. 删除了原书第二章“电工学基本知识及其在实践中的应用”。
2. 原书第三章“常用电工仪表的使用”增加了新型电工仪器仪表的使用相关内容。
3. 原书第六章“常用电气元件的测试、选择及安装接线”增加了变频器和软起动器相关内容。
4. 原书第八章“中小型电动机”增加了单相电动机起动控制电路相关内容。
5. 原书第十章“电工读图基本知识”增加了复杂电路的分析方法及技巧。

上述内容的增加、删减主要是考虑电工技能的提升以及当前电工领域新型仪表已较为普及，且变频器和软起动器有取代传统起动方式的趋势，再者读图对各电工非常重要，它们是电工提高技术技能的必经之路。电子技术基本知识限于篇幅，不能再扩展，因为相关内容太多，便删掉了，读者有兴可参阅相关图书。

本书的编写人员主要由供电部门、安装单位、设计单位、监理单位、高等院校、职业院校具有丰富工程实践经验的高级工程师、教授、讲师、高级技师等技术人员组成。全书由教授级高级工程师白公（白玉岷）主编，参加编著的人员还有苏秀龙、霍建生、宋宏江、陈斌、刘洋、高英、张艳梅、田明、桂垣、董蓓蓓、武占斌、王振山、赵洪山、张璐、莫杰、田朋、谷文旗、李云鹏、刘晋虹、白永军、韩月英、赵颖捷、李志强、李树兵、贾连忠、高春明、赵玉春、闫静敏、武双有、张瑜军、王佩艳等。

由于编者水平有限，书中不妥之处恳请读者和专家批评指正。

最后，衷心祝愿所有读者学有所成，踏入上岗之路，走进成功之门。

编 者

目 录

前言

第一章 绪论	1
一、电工的概念	1
二、电工的分类	1
三、电工的职业道德	2
第二章 常用电工仪表的使用	3
一、携带式电工检修仪表的主要种类	3
二、钳形电流表的使用方法及注意 事项	4
三、万量表的使用方法及注意事项	5
四、绝缘电阻表的使用方法及注意 事项	6
五、接地电阻测试仪的使用方法及 注意事项	8
六、仪表的保管及检定周期	8
七、新型电工仪器仪表的使用	9
第三章 常用电工安全用具的使用	33
一、绝缘拉杆的结构及使用方法	33
二、绝缘钳的结构及使用方法	34
三、辅助安全用具的使用及注意事项	34
四、临时接地线及其使用方法	35
五、临时遮栏及其使用方法	36
六、绝缘隔板及其使用方法	36
七、围栏绳的设置及注意事项	36
八、标志牌及其使用方法	37
九、防止烧伤器具的正确使用	37
十、梯子、高凳及升降车的使用方法	38
十一、脚扣及安全带的使用方法	38
十二、电工安全用具的保管	39
第四章 常用电工基本操作技能	42
第一节 常用工具的使用方法	42
第二节 导线的连接工艺及要求	52
一、导线连接的总体要求及标准规范	52
二、导线的连接方法及工艺	54
三、导线与设备元件的连接方法	61
第三节 导线的敷设及预埋件的预埋	62

一、配合土建工程暗设管路和铁件	62
二、管内穿线的工艺方法	81
三、工业车间裸母线的安装	87
四、明装线路的安装	90
第四节 常用电表与接线方法	101
一、交流电压表	101
二、交流电流表	101
三、交流电能表	102
四、直流电压表	103
五、直流电流表	103
六、直流电能表	105
第五节 低压架空线路的安装和运行	105
一、低压架空线路的安装	105
二、低压架空线路的运行	132
第六节 接地与防雷技术	136
一、接地技术	136
二、防雷技术	148
第五章 常用电气元件的测试、选择 及安装接线	150
一、熔断器和低压负荷开关	150
二、交流接触器和转换开关	156
三、低压断路器	159
四、漏电保护器	160
五、热继电器	166
六、电流互感器	167
七、时间继电器和中间继电器	169
八、电动机起动器	170
九、照明开关及插座	176
十、灯具及照明装置	178
十一、导线的选择	180
十二、避雷器	190
十三、穿墙套管	190
十四、绝缘子	191
十五、变频器和软起动器	193
第六章 小型电力变压器	211
一、变压器的检查测试	211
二、变压器的安装接线	211

三、变压器的安全运行	221	一、照明装置故障处理要点	271
第七章 中小型电动机	225	二、照明电路的检查和测试	271
一、电动机的检查测试	225	三、送电及试灯时的注意事项	272
二、常用电动机起动控制电路的分析	233	四、试灯过程中故障的处理	273
三、电动机一般故障的处理方法	238	第九章 电工读图	279
四、小型电动机的修理	240	第一节 读图基础知识	279
五、电动机的运行	247	一、常用图形符号	279
六、单相电动机起动控制电路的分析	252	二、常用文字符号	285
第八章 常见电气故障的处理方法	254	三、电气设备和线路的标注方法 及使用	286
第一节 利用观察法判断电气故障	254	四、读图程序和步骤及注意事项	292
第二节 电气线路故障的处理方法	256	五、复杂电路的分析方法及技巧	295
一、杆身倾斜的处理方法	256	第二节 一般住宅的电气线路	297
二、换杆的操作方法	257	一、配电系统图的识读	299
三、明装线路的其他故障及处理方法	257	二、平面图的识读	302
四、暗装线路故障的处理方法	258	三、弱电系统图的识读	307
第三节 变配电装置故障的处理方法	259	四、防雷系统图的识读	310
一、电力变压器异常运行及缺陷的 处理方法	259	第三节 小型锅炉房的电气线路	311
二、低压配电系统异常运行及缺陷 的处理方法	260	一、电气系统图的识读	311
三、低压配电系统低压电器运行中的 注意事项	261	二、动力平面图的识读	315
第四节 电动机故障的处理方法	265	三、照明平面图的识读	317
一、电动机故障处理的程序及要点	265	第十章 电工安全技术	319
二、电动机内部故障及诊断	268	第一节 电工操作及作业的程序和要求	319
第五节 照明装置故障的处理方法	271	第二节 电工安全注意事项	322
		参考文献	339

第一章 绪 论

一、电工的概念

电工是指从事电气设备、元件及其线路的安装、调试、运行、维护、检修、试验、保养和修理等工作的技术工人。其中，安装是指必须按照国家或部委的规程、规范、标准及设计要求，把电气设备、元器件及其线路固定在设定的位置或装置上并使其正常运行，安全使用并满足设计要求。调试是指必须满足规程、规范及标准的要求并用检测、试验仪器对安装前和安装后的电气设备、元器件及线路进行调整和试验，对其可靠性、灵敏性和抗老化性做出准确的判断，保证其正常运行并能在非正常运行或使用条件下，确保退出运行或提供报警信号，以满足电气设备、元器件及线路安全运行。运行是指按照电气设备及线路运行规程和使用部门的规定、要求，对投入使用的电气设备及线路运行状态进行监视、调整、控制、记录、分析等一系列工作。维护是指按照运行规程和使用单位的要求对投入运行的电气设备、元器件及线路进行清扫、检查、巡视，以便发现缺陷、更换小型故障元件、紧固接线端子和螺栓、消除隐患而进行的工作。检修是指按照运行规程和使用单位规定的周期或利用停电机，对运行中的电气设备、元器件及线路按照运行规程的项目要求和运行中发现而不能修复的缺陷进行的中型检查和修理工作。试验是指按照标准和规程的要求，对电气系统进行的两种试验。一是检修过程中，对设备和线路进行的预防性试验，以便发现问题和缺陷，及时更换或修理；二是安装前对设备、元器件、导线、电缆等进行的试验，判断产品优劣并做出能否安装及运行的决定。保养一般指对运行中的设备及线路中替换下的小型部件进行的保养性修理，或停电检修时对一些部件进行的保养性修理，如，转动部位加油润滑、研磨触头、更换端子、更换设备的中小型部件及弹簧等。修理一般指对运行中损坏的或者替换下来的设备元件进行功能恢复性修理，或者更换其中部件的修理。

二、电工的分类

电工按其从事的工作类别而进行分类，一般可分为 12 大类，见表 1-1。

表 1-1 电工的分类

序号	类 别	从 事 工 作 类 别
1	外线电工	架空线路、室外变配电装置、电缆线路的安装和维护保养、检修运行
2	内线电工	室内变配电装置、照明及低压动力装置、电气设备及元件的安装和维护保养
3	调整试验电工	电气设备、元器件及线路或整个电气系统的调整试验、送电试车、试运行
4	维修电工	电气设备、元器件、装置及线路的维护、保养、检修、修理、一般故障判断处理、更换设备元件及线路，一般电气设备的安装
5	运行值班电工	变配电装置及线路的监视、控制、调整、记录、分析，掌握运行状态及技术参数、提供检修依据、更换小型部件、处理一般故障

(续)

序号	类 别	从 事 工 作 类 别
6	电机修理工	破损电气设备、元器件的修理,使之恢复良好状态和性能,保持原来技术参数并能安全使用及运行
7	电工仪表工	各类电工仪表检验、检定、修理、安装接线
8	弱电电工	以 mA/mV 为单位的模拟信号、数字信号,音频、视频、射频信号为传输主导电流/电压的电气/电子设备及线路的安装、调试、维护运行、修理,如通信、广播、有线电视、防盗保安、火灾自动报警及消防、微机网络及信息平台、设备监控、智能建筑、多表远传传输、小区网络等
9	无线电工	无线电发射和接收系统安装、调试、维护、运行、修理
10	自动化仪表工	自动化仪表装置及温度、压力、流量、物位、机械量等非电量的测量、调节、控制、计算、分析、转换等设备及线路的安装、调试、运行、维护、修理、校验
11	专业电工	汽车、飞机及航天器、船舶、铁路机车、自动装置、电气设备、机电产品等专业产品制造中的电气及电子设备、仪器、仪表及线路的安装调试、维护修理
12	特种电工	国防、军事、警务等特种行业或部门中的设备、装置、器械、设施及其产品制造中的电气及电子设备、仪器、仪表及线路的安装调试、维护修理

三、电工的职业道德

职业道德,从总体上讲就是对所从事的职业有高度的责任感,爱岗敬业、恪守诚信、质量第一、用户至上。电工的职业道德最基本的要求就是必须按照国家对电气作业颁布的标准、规程、规范进行工作,符合电气装置施工及验收规范的要求并使用户满意,对用户必须有高度的责任感。作为一名电工,一般应做到以下几点。

1) 对技术精益求精、对工作一丝不苟;对质量认真负责;对安全时刻牢记、杜绝违规操作。

2) 对同行要尊敬、团结,相互学习,取长补短,虚心求教,不要不懂装懂。

3) 作业时要干净利索,坚固漂亮,有条有理,正确无误,安全可靠,严禁违章。

4) 作业中要精打细算,节约材料,节约工时,节约每一个垫片、每一个螺钉、每一米线、每一团胶布。

5) 作业完要清理现场,检查有无不妥,杜绝事故隐患。要使现场干净整洁,不妨碍他人,不妨碍设备的运行和使用。

6) 钻研技术、精通业务,练好基本功,熟练掌握基本操作技能,学会在实践中学习知识、技能及别人的长处。

第二章 常用电工仪表的使用

一、携带式电工检修仪表的主要种类

携带式电工检修仪表主要有绝缘电阻表、万用表、钳形电流表、接地电阻测试仪、点式温度计及验电器等。

(1) 绝缘电阻表 目前使用的绝缘电阻表有两类，一类是传统的手摇发电机式，另一类是半导体电子式。它的主要功能是用来测量线路或导线电缆、电器或电气设备、绝缘材料的绝缘电阻的，因为绝缘电阻的单位是 $M\Omega$ 。

(2) 万用表 目前使用的万用表主要有指针式和数字式两种，其主要功能是测量交直流的电压、电流、直流电阻，有的万用表还可用来测量电容、电感、晶体管放大倍数、电平、温度、频率等参数。

(3) 钳形电流表 目前使用的钳形电流表有指针式和数字式两种，主要功能是在不断开回路的条件下测量交流回路的电流，有的还能测量交流电压。它是由可开口的电流互感器和表头组成的，如图 2-1 所示。

(4) 接地电阻测试仪 目前使用较多的接地电阻测试仪有手摇发电机式和半导体电子式。它的主要功能是用来测量接地装置的接地电阻或者测量土壤电阻率以及数值较小的电阻的阻值。

(5) 半导体点式温度计 它是一种常用的携带式测温仪表，主要由半导体热敏电阻、测量电路及数字显示机构组成，主要用来测量开关触头、接线点、电气设备外壳、导线以及有关电器的工作温度，一般测量范围为 $0 \sim 150^{\circ}\text{C}$ 。使用方法简单，只将探测头置于被测点并用保温物包裹好，打开电源开关，表头即显示温度的数值。使用时，被测物有电时应先将电源断开，然后立即测量，热惯性一般不会影响数值的准确。

(6) 高压验电器 高压验电器的结构如图 2-2 所示，其中指示装置是用绝缘材料制成的空心管，管的一端为金属制成的触头，管内装有氖灯和一组电容器，末端是一金属接头，以便和支持装置连接。支持装置用绝缘材料制成，并分为绝缘部分和手握部分，中间有隔离环。

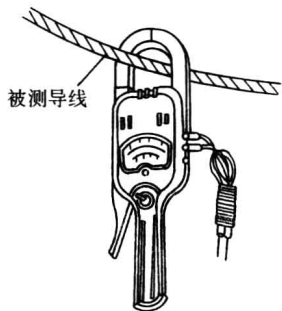


图 2-1 钳形电流表

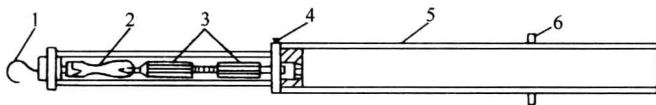


图 2-2 高压验电器的结构

1—工作触头 2—氖灯 3—电容器 4—接地螺钉
5—支持器 6—隔离环

使用时，应使触头逐渐靠近带电体，直至灯亮或发出声响信号为止，任何时候、任何情况不得使工作触头与带电体接触，以免触电。使用时，接地螺钉一般不接地，如必须接地

时, 应注意防止由接地引线引起的短路故障。使用时要用绝缘杆。

目前有一新型的高压验电器, 它是由传感器、屏蔽导线、数显装置组成。使用时, 用高压拉杆将传感器挂好去接近高压带电体, 如果有电, 数显装置将显示高压的数值, 否则无电。

高压验电器在使用前, 应在配电间的高压母线上进行试验, 以保证其可靠性。高压验电器有 10kV 和 35kV 之分。

(7) 低压验电器 它由触头、碳精电阻、氖泡、弹簧及绝缘笔形外套组成, 如图 2-3 所示。低压验电器使用时必须使触头与带电体接触, 同时手握住握柄并触及金属部分, 这样即形成对地的回路, 如果有电氖泡发红光, 否则不发光。试电笔只能用在低压范围, 并且使用前应在配电间低压母线间上进行试验, 以免错误。试电笔严禁在高压上使用。



图 2-3 低压验电器的结构

1—工作触头 2—碳精电阻 3—氖泡
4—握柄 5—弹簧

二、钳形电流表的使用方法及其注意事项

1) 根据被测量及其大小的范围选择测量挡位, 如果测量电压, 则应将选择开关打在“V”上; 如果测量电流, 则应先估算线路上的电流大小, 然后将选择开关的指示指在相应的挡位上。如果不可估算, 则应从最大值开始, 然后再渐渐减小, 直到示值正确。

2) 用手握住手柄, 并按动手钳, 将电流互感器的钳口张开。

3) 将被测导线放入钳口内, 然后松开手钳, 将钳口闭合, 导线则正好穿入钳口。

4) 从表盘上读出数值, 一般表盘上有两个刻度: 一条为红色, 即电压刻度标尺; 一条为黑色, 即电流刻度标尺。读数时要结合转换开关所指的范围, 并根据指针的指示读数。假如电流刻度的标尺是 0 ~ 300A, 而转换开关所指范围是 30A, 指针指 250A, 则实际值为 25A; 转换开关所指范围是 300A, 指针指 250A, 则实际值为 250A; 转换开关所指范围是 3000A, 指针指 250A, 则实际值为 2500A。

5) 将钳口松开, 把导线撤出。

6) 如果用来测量电压, 则应先将选择开关打在“V”上, 然后估算被测值, 这时应将表笔插在相应的插孔上, 最后用两只表笔分别同时触及被测点, 表盘指针读数即为所测值。

7) 有时为了测量 1A 及以下的交流电流, 而没有合适的电流表, 也可用钳形表测量, 先选择钳形表的最小一级电流挡, 再把被测导线在钳口的铁心上绕 10 圈, 然后先按原指针数读数, 将读数除以 10 即为实际电流值。

8) 钳形电流表还有一个用途, 就是用来测量零序电流, 用以判断三相线路是否平衡, 或判断有无断相, 以保证系统的正常。一般做法是将三相动力电路或三芯三相电缆同时送入钳口, 并将选择开关打在适当的范围上, 如果指针指向零或接近于零, 说明系统三相平衡或者没有断相; 否则, 有读数且较大, 说明三相不平衡或是有断相现象。这在动力电路运行中有很大的用处。

9) 使用钳形表时, 如果选挡不当, 应先将导线取出钳口再调整转换开关, 不得带负荷调整, 以免将表针打弯。

10) 从理论上讲钳形表是可以测量高压电流的, 但在工程中并不这样做。因为钳口的绝缘或手柄的绝缘对低压可以做到, 对高压就难以做到了。另外高压导线大多裸导线, 带电

包扎绝缘是比较难的，一旦导线碰击钳口铁心，将会造成大事故，即使操作时，带上相应等级的绝缘手套及操作杆进行操作，也是无用的。因此，一般情况下，应禁止使用钳形表测量高压电流。

11) 使用钳形表时，应在配电室有电流的回路上进行试验，确认其处于良好状态才能使用。在雷雨天时，在室外应禁止使用钳形表进行测量，否则应有防雷雨措施，确保雨滴不落在表上。

12) 钳形表使用时应先检查指针是否在零位，否则应用调零螺钉进行调整；钳形表应保持钳口处的光洁，不得有污垢油迹；发现全部量程不通时，应检查内部的熔管是否烧断；使用后应把量程开关打到最大位置上。

三、万用表的使用方法及注意事项

1) 使用前先检查指针是否在零位，否则应用调零螺钉调整；先把挡位打在电阻欧姆(Ω)挡上，将表笔相碰，观察表针是否指向零位，否则说明表已坏或电池已没电；如果测量电阻，则应由电阻调零钮调零，并且每换一个挡位均应调零一次。这里要注意机械零位和电阻的零位是在相反的方向上。检查表笔与插孔接触是否紧密，否则影响测量的准确，特别是测量高电压或大电流时更要注意，否则将发生事故；检查表笔的导线绝缘是否良好，否则将有触电的机会。

2) 根据测量参数及其估计的大小范围，将万用表的功能转换开关打到相应的位置上，对于有两个转换开关的万用表，一是要打到被测参数相应的挡位上，如电阻挡 Ω 、电压挡V、电流挡A；二是要打到相应的范围上，如交流电流 $\tilde{A}$ 、交流电压 $\tilde{V}$ 、直流电流 $\underline{A}$ 或 $\underline{mA}$ 、直流电压 $\underline{V}$ 上，电阻500k Ω 、10k Ω 、1k Ω 、100 Ω 、10 Ω 、1 Ω 上等，有的表上交流用AC表示，直流用DC表示，晶体管放大倍数用 h_{FE} 表示。二极管用 $\text{—}\overline{\text{K}}$ 表示，两点的通断用 $\bullet \rightarrow$ 表示，使用时，应与测量电阻的接线相同。不同型号的万用表表示方法不尽相同，因此，应对照说明书，一一核对确认。

3) 测量电压时，应将表笔触及在被测物的两端，即并联在被测物上；测量电流时，应将表笔触及在被测物断开点的两端，即串联在被测物的回路上；测量电压、电流时，不得断开被测物的电源，如果是直流参数，还应注意表笔的正负极，否则指针反偏。有的万用表测量高电压、大电流还得变换表笔的插孔，使用时要注意与导线的连接应用鱼嘴夹，而不用表笔，以防接触不良。测量电阻、电感、电容时，应先将被测物的电源断开，容量较大的电感、电容得先放电，然后再测量；测量导线的通断，也得先断开电源。在线路板上测量电阻、电感、电容、二极管等两端元件时，至少应将其在板上的焊点断开一点，否则，测量不准。测量晶体管时，至少应断开两个点，测量放大倍数时，应将其取下插入万用表的 h_{FE} 插孔内测量，并且要注意管子是NPN型，还是PNP型。对于数字万用表黑笔始终插入COM孔，测量电压和电阻时，红笔插入V· Ω 孔；测量电流时红笔插入mA，大电流时插入10A或20A孔，两点通断的测量与测量电阻的接线相同。

4) 读数时要注意以下几点：

①读取液晶度盘上的读数时，因为是以数字显示的，比较直观，只要读时仔细读对即可。

②读取指针度盘上的读数时，应先按转换开关测量范围的指示，正确选择表盘上的刻度，然后再看指针指示的位置，最后读出读数。

一般的万用表指针度盘上有三条弧形刻度线，一条为欧姆（ Ω ）线，一条为交直流电压或电流线，标有 $\sim$ 符号，另一条为交流电压线，即标有 10V 。

当转换开关打在欧姆（ Ω ）挡上，且测量范围打在欧姆（ Ω ）的某个测量范围时，应从欧姆线上读取读数，将读出的读数乘以测量范围的倍数，即为被测电阻的实际值。

当转换开关打在 V 或 A 挡上，测量范围打在 V 或 V ，或 mA 或 μA 的某个测量范围时，先看一下第二条刻度线或第三条刻度线的满刻度值与测量范围所指的值是否相符，相符则从这条刻度线上直接读数即可；如果不符，则根据满刻度值与转换开关所指值的整倍数的关系读取，如满刻度值为250，所指值为500，则指针指数乘以2即为所测量值；如满刻度值为50，所指值为10，则指针指数除以5即为所测值。所指值为100，则指针指数乘以2即为所测值。所指值为1，则指针指数除以50即为所测值。所指值为2.5，则指针指数除以20即可。

对于有其他测量功能且有其他刻度值线时，应详细阅读说明书并参照上述方法读取读数。

5) 其他注意事项：万用表用完后应将转换开关打在交流电压挡上或将其打在标有“.”的位置上，以免下次用时将表针打坏或将表烧坏。

万用表的电池应根据使用频率的多少及时检查，以免没电后，电解液流出腐蚀电极或元件，导致万用表损坏。长期不用时，应将电池取出保管。

四、绝缘电阻表的使用方法及注意事项

(1) 用绝缘电阻表测量电气设备的绝缘电阻 绝缘电阻表由手摇直流发电机和磁电式流比计组成，测量时将手摇直流发电机的直流电压加在被测物上，测得的泄漏电流经流比计较算后将绝缘电阻值显示在表盘上。

使用绝缘电阻表测量时的接线如图2-4～图2-6所示。

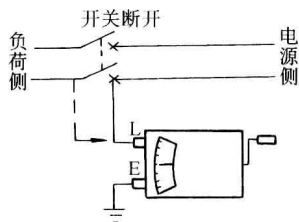


图 2-4 用绝缘电阻表测量
线路对地绝缘电阻

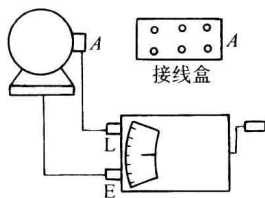


图 2-5 用绝缘电阻表测量
电机对地绝缘电阻

使用绝缘电阻表时应注意以下几点：

1) 绝缘电阻表的转速应由慢到快，转速不得时快时慢，当达到 120r/min 时则应保持稳定，转速稳定后，表盘上的指针方能稳定，表针的指示即为测得的绝缘电阻的阻值。使用时应水平放置。

2) 根据被测对象的额定电压，选择不同电压的绝缘电阻表，见表2-1。

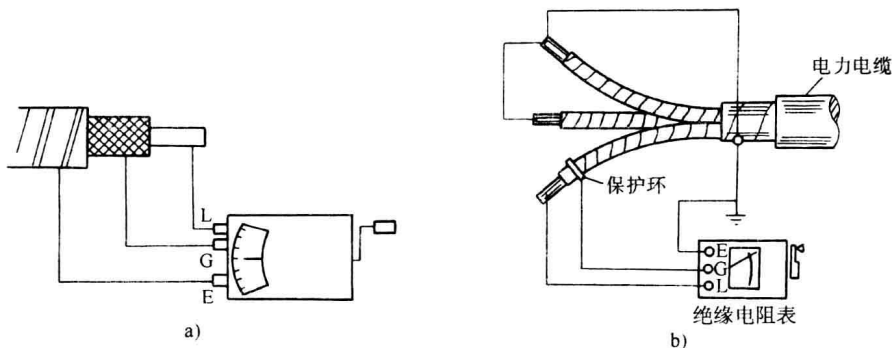


图 2-6 用绝缘电阻表测量电缆绝缘电阻

a) 线芯对外皮的接线 b) 消除表面泄漏的接线

表 2-1 绝缘电阻表的选择

(单位: V)

电气设备或回路的电压等级	绝缘电阻表的电压等级	电气设备或回路的电压等级	绝缘电阻表的电压等级
$U < 100$	250	$3000 \leq U < 10000$	2500
$100 \leq U < 500$	500	$10000 \leq U$	2500 或 5000
$500 \leq U < 3000$	1000		

3) 测量时使用的绝缘导线应为单根多股软导线, 测量线不得扭结或搭接, 且应悬空放置, 与端钮的连接应紧密可靠, 与设备或线路的连接一般应使用鱼嘴夹, 以免引起测量误差。

4) 测量前应使设备或线路断开电源, 有仪表回路的要将仪表断开, 然后进行放电, 对于大型变压器、大型电机等大型电感、电容性设备及线路在其测量完毕后也应放电。放电时间一般为 2 ~ 3min, 对于高压设备及线路放电时间应加长。

5) 使用绝缘电阻表前应对绝缘电阻表进行校验, 当接线端为开路时, 摇转绝缘电阻表, 指针应在“ ∞ ”位, 将 E 和 L 短接起来, 缓慢摇动绝缘电阻表, 指针应在“0”位。校验时, 当指针指在“ ∞ ”或“0”位时, 指针不应晃动。

6) 测量过程中, 指针指向“0”位时则说明被测绝缘已破坏, 应停止摇动绝缘电阻表, 以免由于短路而烧坏绝缘电阻表。测量过程中, 当指针稳定在某一值时, 即可在不大于 30s 的时间内读数, 最长不得超过 1min。

7) 正在使用的设备通常应在刚停止运转时进行测量, 以便使测量结果符合运行温度时的绝缘电阻。禁止在雷电时或在邻近有带高压导体的设备时进行测量。只有在设备不带电又不可能受其他电源感应而带电时才能进行测量。

8) 绝缘电阻表量程的选用, 一般低压电器设备可选用 0 ~ 200M Ω 量程的表, 高压电器设备或电缆、线路可选用 0 ~ 2000M Ω 量程的表。刻度从 1M Ω 或 2M Ω 起始的绝缘电阻表不宜测量低压电气设备的绝缘电阻。

(2) 用数字式绝缘电阻测试仪测量电气设备的绝缘电阻 数字式绝缘电阻测试仪由直流电池、晶体管振荡器、倍压整流、测量机构模数转换和数显系统组成。数字式绝缘电阻测试仪使用时的接线同绝缘电阻表, 输出直流电压用电键选择, 一般有 500V、1000V、2500V、5000V、10000V 等, 使用很方便, 可根据表 2-1 选择不同的挡位。使用时的注意事

项同（1）中绝缘电阻表使用时的注意事项中的 3）~8）。数字式绝缘电阻测试仪的使用应经常更换电池，不用时可将电池取出，安装电池前应测量电池的电压和电流，必须保证电池电压和电流处于完好额定状态。

五、接地电阻测试仪的使用方法及注意事项

接地电阻测试仪的电流极与电压极是随仪表配套的专门装置，俗称探针，其导线也是随仪表配套的，使用时应展开，直线排列时，两探针相距 20m 即可，也可三角形排列，夹角为 30°左右，探针应打入土壤之中。用接地电阻测试仪测量接地电阻的接线如图 2-7 所示。

使用接地电阻测试仪的操作方法及注意事项：

1) 按不同的布置将仪表连接以后，检查无误，即将仪表水平放置，检查指针是否在零位中心线上，否则用调零钮调整使其位于中心线上。

2) 将“倍率标度”置于最大倍数，慢慢转动手柄，同时旋动“测量标度盘”，使指针趋向于中心线。否则应逐级减小倍率，直至位于中心线。

3) 当指针接近于平衡时，加快速手柄转速至 120r/min 以上，并调整测量标度盘，使指针指示中心线。

4) 如“测量标度盘”的读数小于 1，应将“倍率标度”置于较小的倍数，再重新调整“测量标度盘”，以得到正确读数。

5) 用测量标度盘的读数乘以“倍率标度”的倍数，即得到所测量的值。

测量接地电阻时，必须将接地体与被保护设备的连接引线拆开，将测量端接在接地体端，因此安装时要求接地引线与接地体间应有可拆卸的连接点，一般用螺栓连接，连接点应用镀锌扁钢做成，分别与接地引线和接地体焊接，连接螺栓不少于两条，并有防松装置，如图 2-8 所示。另外，测量接地电阻应仔细，接线要正确，测得结果与以往测量值相差较大时，应仔细分析，并请有经验的人进行检查或复测。任何时候、任何情况下，接地电阻值以实测值为准，所有计算公式的计算值只能作为参考值。

六、仪表的保管及检定周期

1) 仪表应放在通风良好的室内货架或柜内保管，且周围的空气中应不含有腐蚀和有害杂质；使用及保管时都不能使其受到敲击或剧烈振动。长期不用的仪表应妥善保管，内部装有电池的应将电池取出，并在内部放置防潮剂。

2) 仪表应设专人保管，并有管理制度，主要包括《入库检查制度》、《借用制度》、《保养及校验制度》、《检定制度》、《报废制度》等。电工检修仪表不得借给外人使用，以免损坏以致再用时出现错误，导致事故。携带式仪表一般应装在用牛皮做成的盒子内，以便

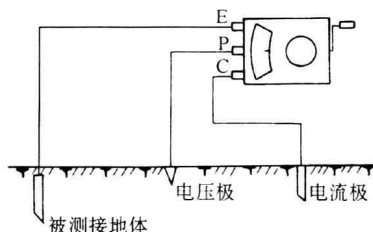


图 2-7 用接地电阻测试仪测量接地电阻的接线

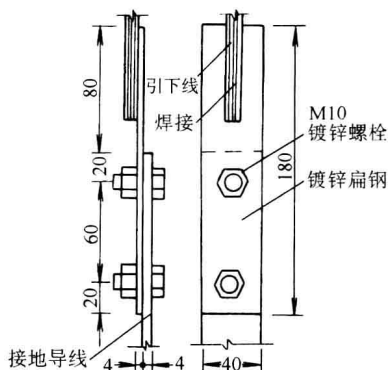


图 2-8 接地引线与接地体之间的可拆卸的连接点

于携带并保护仪表。

- 3) 仪表使用后交还时应由保管人员检查验收，以免损坏不报告而下次再用时出现故障或事故。使用人员应及时报告使用情况及发现的问题，以便及时修理或校验。
- 4) 仪表应定期保养及校验，以便及时发现问题及隐患，保证正常使用。保养时，应用柔软的棉布先将浮尘擦掉，然后蘸少许酒精再仔细擦洗，保养时只将电池盒打开检查或擦洗，一般不得将表内打开，校验时，一般是用同类的仪表测量同一被测物，其结果应一致，否则说明误差较大的表已失灵或损坏，应进行检定或修理。保养和校验的周期一般为三个月或者集中使用仪表频率很大后均应保养或校验。
- 5) 携带式电工仪表应定期送至国家技术监督部门核准的具有检定资格的单位进行检定，检定和前述的校验是不同的概念，校验不等于检定，检定有法律效力，检定周期见表 2-2。

表 2-2 常用携带式电工仪表的检定周期

仪 表 名 称	检定周期/年	仪 表 名 称	检定周期/年
绝缘电阻表	0.5	万用表	1
接地电阻测试仪	0.5	点式温度计	1
钳形表	1		

七、新型电工仪器仪表的使用

近几年来一些新型电测仪器的出现，简化了操作方法，测量参数更加精确，更加多样化，给电气系统的测试、调整、试验带来了很大的方便。如 TSB 系列试验变压器、ZBC-1 型电压比自动测试仪等，也是电工应该掌握的。

- 1. TSB 系列高压试验变压器的使用方法和注意事项
 - 1) 按图 2-9 接好工作线路，变压器外壳、控制箱（台）外壳及公共地线必须接在良好接地体上，不允许随意接在自来水管或其他金属管道上。
 - 2) 直流耐压试验时，先将高压套管短路铜棒旋松并抽出，再将光电保护微安表安装在高压套管顶端螺栓上。交流电压测试时，必须旋入短路铜棒，不装光电保护微安表。
 - 3) 接通电源前，控制箱 KZX 的调压器手柄必须先调回到零位。用插头线将电源接通，绿色指示灯亮，按下通电按钮 HLR，红色指示灯亮表示调压器电路已通电，等待升压。
 - 4) 顺时针按每秒 1.5 ~ 2kV 的升压速度均匀旋动调压器手柄升压，并密切注意仪表指示及被试品情况。

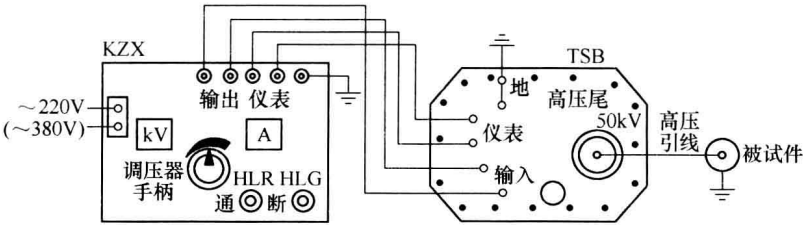


图 2-9 单台 TSB 系列高压试验变压器的外部接线

- 5) 试验完毕后，应在约 5s 内匀速将高压降至 10kV 以下，然后按断电按钮 HLG 切断电源。除非试验必需时，不允许突然全电压断电。

6) 试验中发现电压表指示摆动大, 电流表指示急剧增加, 或被试件冒烟、打火、有焦糊味或有异常响声, 应立即切断电源, 停止试验, 然后检查原因。

试验中由于被试件短路或故障击穿, 控制箱(台)内过电流继电器将动作切断电源, 此时应即将调压器手柄回到零位。

使用中注意事项有以下几点:

① 额定输出容量下的持续使用时间不能超过 1h, 如还需再使用, 应断电停用 2h 后再通电。如负载容量低于产品额定容量的 70% 时, 可以连续使用。

② 正常的高电压电气绝缘试验中, 不允许超过额定输出电压使用。

③ 当用多台试验变压器组成串级高压试验时, 要注意检查第 2、3 级的变压器本体及绝缘支架的状况、连接线的正确性、硅堆短路杆的位置及整个系统的保护接地状况。

三台串级使用的 TSB 系列试验变压器原理接线如图 2-10 所示。

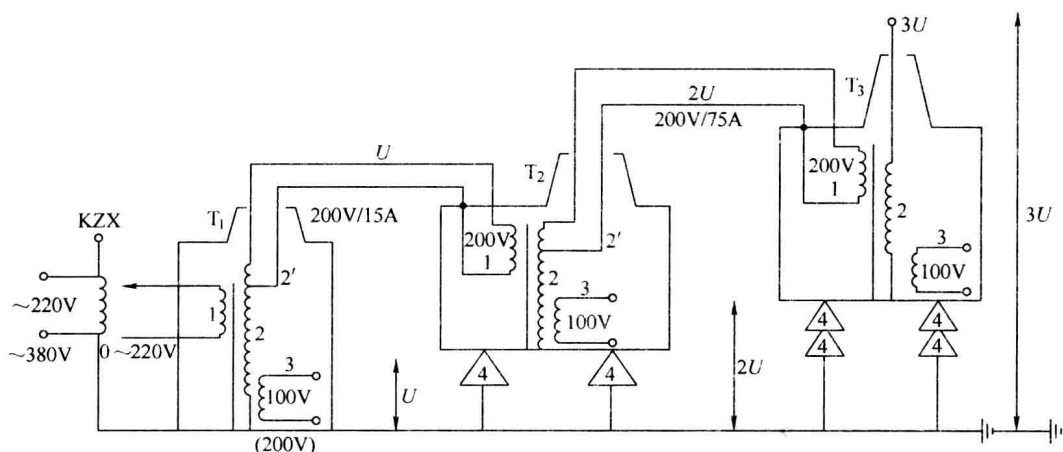


图 2-10 三台串级使用的 TSB 系列高压试验变压器原理接线

1——一次励磁绕组 2——二次升压绕组 2'——升压绕组 200V 抽头 3——仪表绕组 4——绝缘支架 (50kV、100kV)

注: 1) 如用三台 TSB (JZ) 产品串级时, T_1 、 T_2 的高压硅堆用短路棒短路, T_3 的硅堆换用 300kV、0.1A 级。

2) 当串级后输出电压达不到 $3U$ 时, 可能是一、二次相位相反, 可将 T_1 或 T_2 的一次励磁绕组两端接线对换。

3) T_2 、 T_3 所用的绝缘支架必须牢固、清洁。各级之间连接线应尽量短, 并注意与壳体的距离。

2. ZBC-1 型电压比自动测试仪的使用方法和注意事项

ZBC-1 型电压比自动测试仪, 采用微机技术和高精度 A/D 技术, 具有高精度、快速运算和人工智能的特点。仪器自动测量被试变压器 (或互感器) 的电压比和极性, 并根据预先输入的联结组标号 (如 Y/Δ 等) 和额定值, 自行计算电压比及误差, 直接用数字显示, 使电压比测量操作简便, 快速准确。其面板、背板各部件分布及名称如图 2-11 所示。

1) 使用前必须已知被试件的联结组标号, 分清线圈的高压侧和低压侧。

2) 先检查仪器面板、背板、各元器件是否完好无损, 无松脱现象或损坏痕迹, 才可插上电源插头。

3) 被测试变压器高压侧接背板线夹 12 的 A、B、C 端, 低压侧接到线夹 13 的 a、b、c

端,按背板上标明的相序接好并由非接线人员检查无误。对于单相变压器可接在 AB (AX)、ab (ax) 上即可。相序选为 AB, 联结组标号为 Y/Y。

4) 合上电源开关 6, 开关上的灯亮, 同时在状态显示屏 1 上显示 “P”, 表示显示状态是定值; 数值显示屏 2 显示的是整定数值。

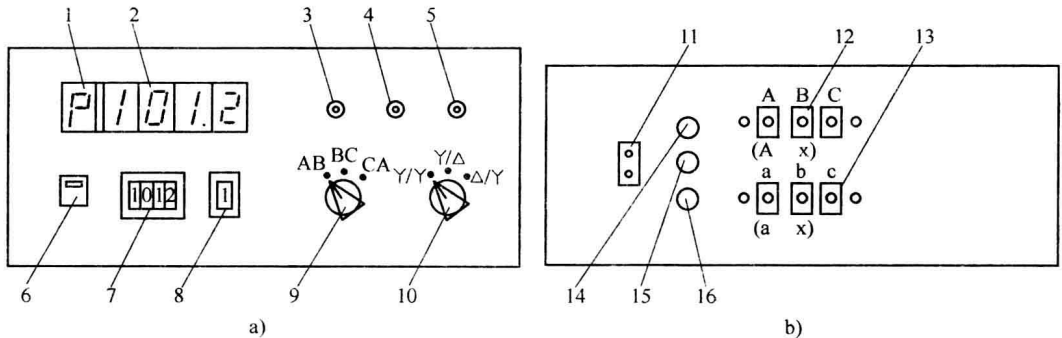


图 2-11 测试仪面板、背板各部件分布及名称

a) 面板 b) 背板

- 1—状态字显示 LED 数码管 2—数值显示屏 (由 4 位 LED 数码管组成) 3—测量起动按钮 4—显示误差按钮
5—复位按钮 6—电源开关 7—电压比额定值 (铭牌值) 整定开关 8—电压比额定值小数点位设置开关
9—相序选择开关 (可选 AB、BC、CA 三组) 10—联结组标号选择开关 (可选择 Y/Y 组、Y/Δ 组和 Δ/Y 组
三种) 11—电源插座 12—高压侧接线夹 (三相分别用 A、B、C 标明) 13—低压侧接线夹 (三相分别用
a、b、c 标明) 14、15、16—熔断器

5) 检查电压比定值开关是否选得恰当, 若不恰当, 可由各置数开关 (按 “+” 或 “-” 按键) 重新整定。其中电压比整定开关 7 由 4 个置数开关组成, 可整定电压比的 4 位有效值; 而开关 8 用来设定小数点位置, 范围为 0~3 位, 超过 3 位出错, 按其 “+” 或 “-” 键, 可使小数点向左或向右移动。整定时, 显示屏自动显示置入的数值, 例如, 额定电压比是 101.2, 则开关 7 应是 $\boxed{1}\boxed{0}\boxed{1}\boxed{2}$, 开关 8 应是 $\boxed{1}$ 。再如, 额定电压比是 1012, 则开关 7 应是 $\boxed{1}\boxed{0}\boxed{1}\boxed{2}$, 开关 8 应是 $\boxed{0}$ 。合上电源开关, 显示屏上立即显示出 P101.2 或 P1012。定值可随时进行修改, 但不得在测量时修改。

6) 检查并选择联结组标号, 本仪器可选 Y/Y、Y/Δ 和 Δ/Y 三种, 旋转开关即可。

7) 相序选择: 对于三相变压器的测量, 可用相序选择开关 9 来选择, 从左到右, 顺时针旋转, 分别选择 AB、BC、CA 相, 以上联结组标号和相序的切换必须在显示状态字为 “P” 时进行。

8) 检查被测试变压器高低压侧接线、联结组标号、定值、相序开关选择正确后, 可按测量起动按钮 3, 起动测量, 此时主继电器合闸, 被测变压器带电, 显示屏 1 的状态字显示一闪动的 “y”, 表示正在测量。闪光结束后, 主继电器断开, 被测变压器断电, 显示屏显示实测的电压比值, 状态字显示一稳定的 “y” 字, 显示值为 4 位有效值。若状态字为 “F” 则表示测量出错, 立即手按复位按钮 5, 可返回初始状态。若再按测量起动按钮 3, 可重新开始测量。

9) 误差值显示, 若测量电压比显示正确, 可按下误差计算按钮 4, 显示屏上显示出误差的百分值, 状态显示字为 “E”; 若误差为负值, 则状态字为 “-”, 经过 2~3s 后, 自动