

电工作业人员安全技术丛书

低压运行维修电工

基本技能图解

主 编 李树海

副主编 池德星 徐泽旬



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



电工作业人员安全技术丛书

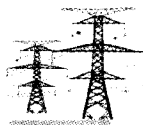
低压运行维修电工

基本技能图解

主 编 李树海
副主编 池德星 徐泽旬



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



内 容 提 要

为了贯彻国家安全生产监督管理局颁布的《电工作业人员安全技术培训大纲》(简称《大纲》)和《电工作业人员安全技术考核标准》(简称《标准》),《大纲》和《标准》的起草人组织编写了《电工作业人员安全技术丛书》,共6本,以便于有关机构的培训和考核。

本书为丛书之一,内容涵盖了电工作业中常用的基本技能。全书共7个部分:电工工具及安全用具;电工基本操作技能;低压电器;电工仪表使用;电动机控制电路;照明线路;触电急救。每个具体工具都通过图形和具体说明来反映其基本技能。

本书可作为电工作业人员安全技术理论考试、技能考核以及日常工作时的参考图书,同时也可供相关工程技术人员、大专院校师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

低压运行维修电工基本技能图解/李树海主编. —北京:中国电力出版社,2006

(电工作业人员安全技术丛书)

ISBN 7-5083-4099-X

I. 低… II. 李… III. ①低压电器-电气设备-运行-图解②低压电器-电气设备-维修-图解 IV. TM52-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 009214 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>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2006年4月第一版 2006年4月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 10.5印张 248千字

印数 0001—3000册 定价 30.00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)

电工作业人员安全技术丛书

《低压运行维修电工基本技能图解》

编 委 会

主 编 李树海

副 主 编 池德星 徐泽旬

编写人员 池德星 李树海 徐泽旬 徐本钊 王德新

秦钟全 关郁彬 陈金芳 倪保障

根据《中华人民共和国安全生产法》（2002年11月1日起施行）、《中华人民共和国劳动法》（1994年7月5日）的有关规定和中华人民共和国国家经济贸易委员会第13号令颁布的《特种作业人员安全技术培训考核管理办法》的规定，必须加强特种作业人员的安全技术培训、考核与管理工作。即：培训规范化，以保证培训质量；考核标准化，以提高考核水平；管理科学化，以增强管理力度。

2002年10月国家安全生产监督管理局颁布了《电工作业人员安全技术培训大纲》（简称《大纲》）和《电工作业人员安全技术考核标准》（简称《标准》），确立了以人为本、以安全为纲的指导思想。

为了尽快在全国贯彻《大纲》和《标准》，保证培训和考核的质量，提高培训内容的系统性和考核项目的可操作性，特组织长期从事电工教学以及具有丰富实践经验并具备高级电工专业技能的教师编写这套丛书，供教师讲授和学员自学。

丛书结合电工职业特点，即：电工属于通用性技术工种之一且具有一定的危险；电气设备的复杂程度比较高；对电工的安全意识要求明显高于其他工种；电工是要求综合能力较强的技术工种；电气事故危害性较大。

丛书内容：

《电工作业人员安全技术丛书（低压运行维修培训指导）》

《电工作业人员安全技术丛书（低压运行维修考核手册）》

《电工作业人员安全技术丛书（高压运行维修培训指导）》

《电工作业人员安全技术丛书（高压运行维修考核手册）》

《电工作业人员安全技术丛书（低压运行维修电工基本技能图解）》

《电工作业人员安全技术丛书（高压运行维修电工基本技能图解）》

丛书的使用范围：

拟从事电工作业的人员必读。

已取得《中华人民共和国特种作业操作证》（简称《操作证》）的电工作业人员必携。

拟取得毕业证和《操作证》的职业学校、中等专业学校学生必备。

供有关工程技术人员、大专院校师生参考。

我们希望，丛书便于电工作业人员自学以及培训、考核工作中能够起到指导和帮助的作用。更希望专家、教师和广大读者提出意见和建议，以利改进。

编者

2004年11月

《电工作业人员安全技术丛书 低压运行维修电工基本技能图解》(以下简称《图解》),以 2002 年 10 月国家安全生产监督管理局颁布的指导性文件《电工作业人员安全技术培训大纲》(简称《大纲》)和《电工作业人员安全技术考核标准》(简称《标准》)为依据,并满足电工作业人员安全技术培训与考核的需求而策划的。书中按照《大纲》和《标准》的要求,列出电工技能实际操作的项目,以及低压电气设备运行维修必须具备的基本技能。对于电工实际操作技能有关的专业知识(低压电器识别、控制电路基本环节、电工工艺、电工仪表、室内配线、安全技术等),尽量使用图解的形式给出。实际操作项目和专业知识的,均可供电工作业安全技术理论考试、技能考核以及日常工作时参考。

本《图解》编写的创意是:“图形为主,文字为辅”。

全书内容着重于以自学为主、讲授为辅的学员“自主学习、自我发展”的学习模式。学习内容可按需选择。书中的图形尽量接近实物,并配以言简意赅的说明,循序渐进,逐步深入。

全书结构独特而新颖,以“直观、实用、轻松学习”见长。其特点是:

(1) 在电工技能的做法上采用图解形式,可对照图示中类似实物的电气设备的接线,通过自学,能够做到“一看就懂、一学就会、一用就成”,为读者提供一种“直观”的学习方式。

(2) 全书涵盖了电工作业中常用的基本技能,在学习过程中或在低压电气设备运行维修工作中,遇到问题可随时翻阅。一册《图解》在手,犹如教师在侧指导。练习时,按图操作即可学会,反复练习可增强记忆。学员通过阅读和练习,可以迅速提高电工作业技术水平,突出“实用”之效果。

(3) 图形配以简单明了、思路清晰、表达明确的文字说明,按照各项要求自行演练,使读者快速掌握电工基本技能,尽显“轻松学习”之乐趣。

(4) 某些实际操作技能,可能存在地区性的习惯做法不同的情况,本《图解》仅提供做法之一。

(5) 每项具体内容均在其表头横栏内明示,同时标示“重要等级”(用★的个数表示,★★★为最高级,属于重要内容或使用频率最高者,其余类推)。

(6) 基础知识与专业知识见《电工作业人员安全技术丛书 低压运行维修培训指导》(中国电力出版社)。

(7) 实际操作技能的相关专业知识见《电工作业人员安全技术丛书 低压运行维修考核手册》(中国电力出版社)。

前言
导读

第一部分 电工工具及安全用具	1
第一节 电工常用工具	1
1-1 钢丝钳	1
1-2 螺丝刀	1
1-3 尖嘴钳和偏口钳	1
1-4 电工刀	2
1-5 剥线钳	2
第二节 电工备用工具	2
1-6 压线钳	2
1-7 活扳手	3
1-8 紧线器	3
1-9 喷灯	3
1-10 弯管器	4
1-11 手锤	4
1-12 手电钻	4
1-13 冲击钻	4
第三节 电工安全用具	5
1-14 低压试电笔	5
1-15 绝缘靴	6
1-16 绝缘手套	6
1-17 临时接地线	6
1-18 标示牌	7
1-19 安全帽	8
1-20 护目镜	8
1-21 绝缘绳	8
第二部分 电工基本操作技能	9
2-1 绝缘导线线头绝缘层的剥削方法	9

2-2	护套线的护套层的剥削	10
2-3	导线的连接方法	10
2-4	导线与接线端的连接	13
2-5	恢复绝缘	16
2-6	电工常用的绳扣	17
2-7	导线的固定	19
第三部分 低压电器		21
3-1	低压熔断器	21
3-2	低压断路器	22
3-3	控制按钮	24
3-4	信号灯	25
3-5	交流接触器	26
3-6	行程开关	28
3-7	中间继电器	29
3-8	时间继电器	30
3-9	热继电器	31
3-10	速度继电器	33
3-11	漏电电流动作保护器	34
3-12	LW 万能转换开关	36
3-13	启动器	37
3-14	电气装置中的颜色标志	39
第四部分 电工仪表使用		41
第一节 便携式仪表		41
4-1	指针式万用表盘面	41
4-2	仪表各功能端钮	42
4-3	指针式万用表测量电阻前的准备工作	43
4-4	指针式万用表单只电阻的测量	44
4-5	指针式万用表线圈电阻的测量	45
4-6	使用万用表 Ω 档作“通表”用	46
4-7	指针式万用表判断直流电压极性 & 电压的测量	47
4-8	指针式万用表测量已知大体数值的直流电压	48
4-9	指针式万用表测量直流电流	49
4-10	指针式万用表“直流法”判断三相异步电动机定子绕组首、尾端	50
4-11	指针式万用表的电阻档判断晶体二极管的好坏及极性	51
4-12	指针式万用表的电阻档判断晶体三极管的好坏、极性以及是 NPN 还是 PNP	52
4-13	指针式万用表的电阻档判断 P 控制型晶闸管的好坏及极性	53

4-14	指针式万用表测量交流电压	54
4-15	指针式万用表测量交流电流	55
4-16	兆欧表使用前准备	56
4-17	兆欧表使用的电动机端子新旧标记	57
4-18	兆欧表测量电动机定子绕组的对地绝缘	57
4-19	兆欧表测量电动机定子绕组的相间绝缘	58
4-20	兆欧表测量电缆绝缘	58
4-21	兆欧表测量电容器绝缘	60
4-22	兆欧表测量绕线式电动机转子绕组绝缘	61
4-23	接地电阻测试仪的使用	62
4-24	钳形电流表使用前的准备	63
4-25	钳形电流表的常规测量	64
4-26	钳形电流表的非常规测量	65
第二节	安装式仪表	66
4-27	交流电压表外形	66
4-28	交流电压表监测线电压	66
4-29	交流电压表监测相电压	67
4-30	交流电压表经 LW5 型转换开关监测三相线电压	68
4-31	交流电压表经 LW2 型转换开关监测三相线电压	69
4-32	交流电流表外形	70
4-33	直入式交流电流表监测电流	70
4-34	交流电流表监测三相平衡负荷其中一相线电流	71
4-35	三相三线平衡或不平衡负荷用两只电流互感器三只电流表监测三相线电流 ...	72
4-36	三相四线负荷用三只电流互感器三只电流表监测三相线电流	72
4-37	直流电压表外形	73
4-38	直流电压表监测直流电压	73
4-39	直流电流表外形	74
4-40	直流电流的监测	74
4-41	经分流器接线的直流电流表	75
4-42	直入式单相有功电能表	76
4-43	单相有功电能表经电流互感器对单相负荷作有功电能的计量	77
4-44	直入式三相四线有功电能表计量有功电能	78
4-45	三相四线有功电能表经电流互感器计量三相四线负荷有功电能	80
4-46	三相三线直入式电能表计量三相三线负荷有功电能	82
4-47	三相三线有功电能表经电流互感器计量三相三线负荷有功电能	83
4-48	三只单相直入式电能表计量三相四线负荷有功电能	84
4-49	三相有功、无功电能表经电流互感器计量三相四线负荷有功、无功电能	85

第五部分 电动机控制电路	87
第一节 基本控制单元	87
5-1 点动控制	87
5-2 自锁电路	87
5-3 两地控制	87
5-4 双信号“与”控制（多条件控制）	88
5-5 按钮互锁电路	88
5-6 利用接触器辅助触点的互锁	88
5-7 顺序控制	89
5-8 利用行程开关控制的自动循环	89
5-9 按时间控制的间断工作	89
第二节 接线示意图的图形含义	90
5-10 接触器各部分及接线端子位置	90
5-11 热继电器各部分接线端子位置	90
5-12 控制按钮各接线端子位置	90
5-13 熔断器各部分及接线端子位置	91
5-14 小型断路器各部分及接线端子位置	91
5-15 中间继电器各部分及接线端子位置	91
第三节 电动机常用控制电路	92
5-16 电动机单方向运行电路	92
5-17 电动机正、反向单纯点动控制电路	95
5-18 电动机单方向运行并带点动的控制电路	96
5-19 电动机手动选择单方向运行或带点动的控制电路	97
5-20 电动机两地控制电路	98
5-21 多信号“与”控制启动电路	99
5-22 电动机双互锁可逆运行控制电路	100
5-23 电动机双互锁自动往返电路	105
5-24 电动机顺序启动控制电路	107
5-25 电动机分别启动顺序停止控制电路	108
5-26 电动机顺序启动、顺序停止控制电路	109
5-27 三相鼠笼式异步电动机 Y- Δ 降压启动手动控制电路	111
5-28 三相鼠笼式异步电动机 Y- Δ 启动过程分解电路	113
5-29 大容量三相鼠笼式异步电动机 Y- Δ 降压启动手动控制电路	117
5-30 三相鼠笼式异步电动机时间继电器控制的 Y- Δ 启动电路	119
5-31 三相鼠笼式异步电动机自耦降压启动手动控制电路	121
5-32 三相鼠笼式异步电动机自耦降压启动时间继电器控制电路	123
5-33 三相绕线式异步电动机转子回路串电阻器手动启动及调速控制电路	125
5-34 绕线式三相异步电动机转子回路串电阻器启动后自动提速电路	127

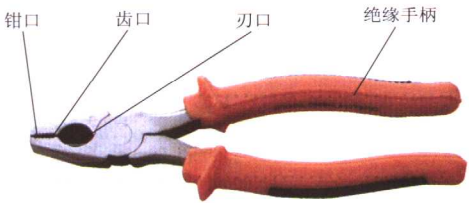
5-35	三相绕线式异步电动机转子回路串频敏变阻器启动电路	129
5-36	三相鼠笼式双速电动机控制电路	131
5-37	三相鼠笼式异步电动机半波整流能耗制动控制电路	133
5-38	三相鼠笼式异步电动机全波整流能耗制动控制电路	135
5-39	三相鼠笼式异步电动机反接制动控制电路	137
5-40	三相鼠笼式异步电动机断相保护电路（一式）	139
5-41	三相鼠笼式异步电动机断相保护电路（二式）	141
5-42	按时间控制的自动间断控制电路	142
5-43	低压两路电源自投手动复原原理图	143
第六部分 照明线路		145
6-1	照明配线图	145
6-2	控制开关图	146
6-3	照明接线图	147
6-4	灯具安装图	148
6-5	荧光灯接线与组装	149
6-6	双控灯装配图	150
6-7	开关安装	151
6-8	插座安装图	152
6-9	管配线图	153
6-10	室内布线	154
第七部分 触电急救		155
7-1	培训用“心肺复苏”模拟（塑胶）人	155
7-2	呼吸情况判断	155
7-3	人工呼吸	156
7-4	胸外挤压	156

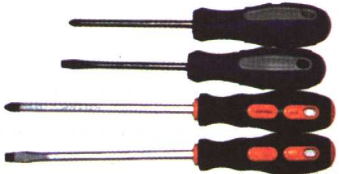


第一部分

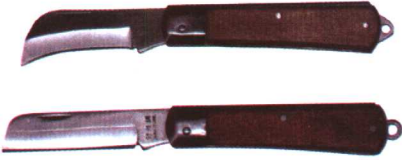
电工工具及安全用具

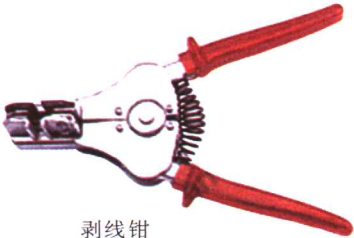
第一节 电工常用工具

1-1 钢丝钳	类目：电工常用工具	重要等级：★★★
 钢丝钳 钢丝钳又称克丝钳，是用来钳、夹和剪断的工具。钳口用来弯绞或钳夹导线线头；刃口可用来剪断导线或剖除导线绝缘层。钳柄上应套有耐压为500V 及以上的绝缘套。		

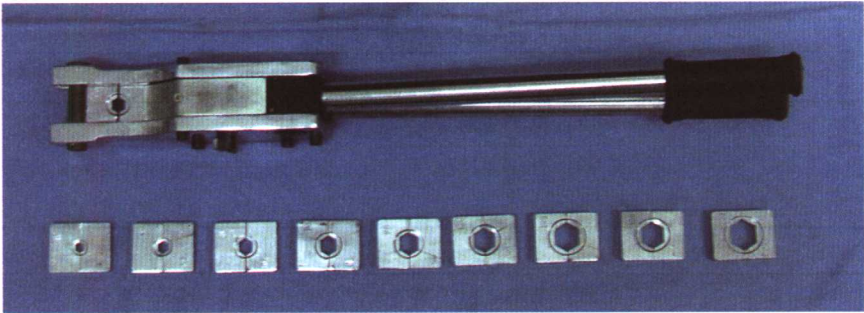
1-2 螺丝刀	类目：电工常用工具	重要等级：★★★
 螺丝刀 螺丝刀也称改锥、起子，电工用螺丝刀应有绝缘柄。为了避免螺丝刀金属杆触及人体或邻近的带电体，必要时可在金属杆上加套绝缘管。		

1-3 尖嘴钳和偏口钳	类目：电工常用工具	重要等级：★★★
 尖嘴钳  偏口钳 尖嘴钳是用来钳断小直径导线，钳夹一些小部件和弯曲线头。偏口钳又称桃口钳，用以钳断导线，也可用以剥除导线绝缘层。		

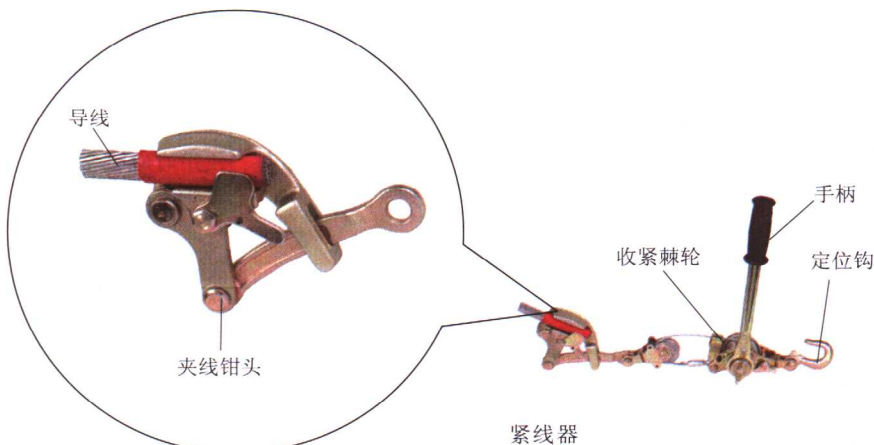
1-4 电工刀	类目：电工常用工具	重要等级：★★★
 电工刀是用来剖削导线绝缘层和切割的常用工具，使用时应刃口朝外剖削，用毕应随即把刀身折进刀柄内。由于刀柄不是绝缘的，它不宜带电作业。 电工刀		

1-5 剥线钳	类目：电工常用工具	重要等级：★★★
 剥线钳主要用来剥削 6mm² 以下导线绝缘层。切口有多个规格的刃口，使用时应根据导线的截面选择刃口。 剥线钳		

第二节 电工备用工具

1-6 压线钳	类目：电工备用工具	重要等级：★★★
 杠杆式压线钳及压模  手力压线钳 压线钳有手力压线钳、杠杆式压线钳、液压压线钳等。用于不同截面的导线与接线端子的压接。		

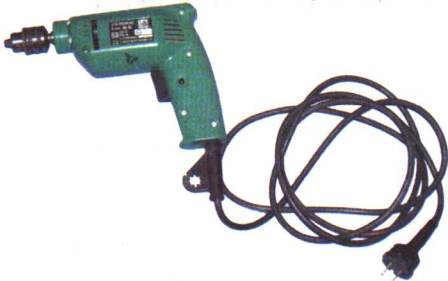
1-7 活扳手	类目：电工备用工具	重要等级：★★★
 活扳手 活扳手用于旋动螺母和螺杆。规格有 150、200、250、300mm 等。		

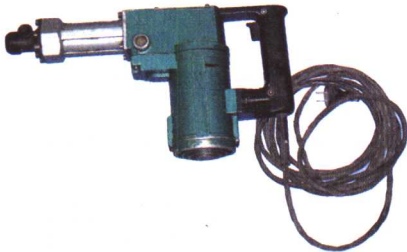
1-8 紧线器	类目：电工备用工具	重要等级：★★
 紧线器 紧线器是用以对架空线路紧线的工具。由夹线钳头、收紧棘轮、定位钩和手柄组成。使用时，将定位钩固定在横担或支架上，夹线钳头夹住需收紧导线的端部，然后扳动手柄，将导线逐渐收紧。		

1-9 喷灯	类目：电工备用工具	重要等级：★★
 喷灯 喷灯是一种火焰加热的工具。电工常用来焊接铅包电缆的外皮、大截面导线连接处的搪锡，以及其他电连接表面的防氧化镀锡等。 使用喷灯要预热喷头，在喷头下方托盘中加油棉丝点燃，向喷灯充气加压，加压切勿过高，加压时人体不可正对喷灯。当喷头达到预热温度后慢慢放开调节阀，根据需要调节火焰的大小。喷油嘴堵塞时，应使用专用通针疏通。在有易燃易爆物品的环境附近，不得使用喷灯，以防火灾。		

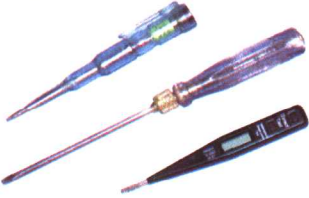
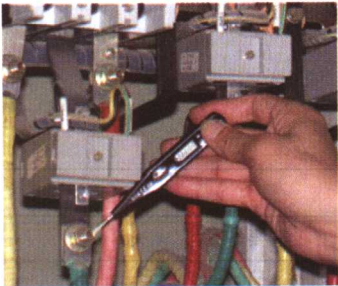
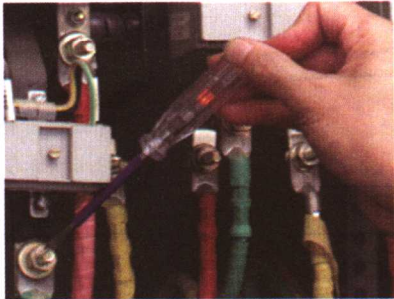
1-10 弯管器	类目：电工备用工具	重要等级：★★
 弯管器由工作部分及杠杆等构成，是用以弯曲电工钢管的工具。 弯管器工作部分		

1-11 手锤	类目：电工备用工具	重要等级：★★★
 手锤是用以敲击物体的工具，根据锤头重量可分为 1P、1.5P、2P 等。 手锤		

1-12 手电钻	类目：电工备用工具	重要等级：★★
 手电钻用以安装钻头对金属或有机材料打孔。根据可装钻头的大小，有 6mm、10mm 及 13mm 手电钻之分。 手电钻		

1-13 冲击钻	类目：电工备用工具	重要等级：★★
 冲击钻用以安装冲击钻头，对墙体或地面、楼板等打孔。 冲击钻		

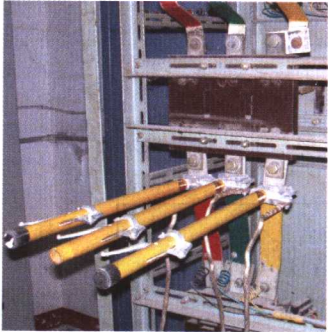
第三节 电工安全工具

1-14 低压试电笔	类目：电工安全用具	重要等级：★★★
 低压试电笔 实际验电操作：  数字式试电笔测电压  螺丝刀试电笔测电压 试电笔的使用： (1) 直流电源正负极的判断：用低压试电笔验直流电时（电压不超过 500V），氖泡只有一端发光。测试时一手扶“地”，一手持试电笔并接触直流电源的任意一极，若靠近低压试电笔笔尖的一端发光，则发光的一端为被测直流电源的负极；若靠近低压试电笔顶部的一端发光，则笔尖的一端为被测直流电源的正极。 直流操作系统运行正常的情况下（正、负极任何一端都不接地），用低压试电笔测试直流系统电源的正负极，氖泡是不发光的。只有当系统接地故障时，氖泡的其中一极会发光。若氖泡靠近试电笔顶部的一端发光，说明电源的负极发生接地故障；若氖泡靠近试电笔笔尖的一端发光，说明电源的正极发生接地故障。 (2) 电压高低的大致判断。在电压等级合适的范围内，可用低压试电笔判断电压的高低。氖泡发光强（发光既亮又长），则表明电压高。氖泡发光弱（发光暗红且短），则表明电压低。 (3) 相线、零线的判断。用低压试电笔接触相线时，氖泡发光；接触零线时氖泡不应发光。如果电气设备（变压器、电动机等）三相负荷严重不平衡时，用低压试电笔测其中性线时，氖泡会发光，电气设备绕组有严重的短路故障时，也可用此方法判断。 (4) 电气设备漏电的判断。用低压试电笔接触低压电器设备的外壳，如果氖泡发光则该设备的绝缘可能损坏，或者是相线与外壳相碰。电气设备外壳接地良好时，氖泡不应发光。 (5) 电气回路的判断。用低压试电笔接触相线时，若氖泡闪光则说明，该电路中某个连接部件接触不良（虚接）或不同的电力系统相互干扰所致。 (6) 单相电气设备外壳感应电的判断。单相电气设备没有接保护地（零）线时，用低压试电笔检查外壳时，试电笔氖泡可能会亮，此时应特别小心，人体不得接触设备的外壳，可将设备的电源插头调换方向后，用试电笔验电，如氖泡不发光或发出弱光，说明有感应电压存在。		

1-14 低压试电笔 (续)	类目：电工安全用具	重要等级：★★★
(7) 带有电容的设备残余电荷的判断。电力电缆、电容器等带有电容的设备在停电或用兆欧表测量绝缘电阻后，该设备未放电前存有残余电荷，接触该设备的接线端子，极易造成人身触电，若用低压试电笔接触接线端子，氖泡一闪即灭，说明该设备有残余电荷。		

1-15 绝缘靴	类目：电工安全用具	重要等级：★★★
 绝缘靴 高压绝缘靴每6个月应作一次耐压试验，使用之前应检查是否在上次试验的有效期内，靴底花纹是否磨平、扎伤。绝缘靴严禁作为雨靴使用。		

1-16 绝缘手套	类目：电工安全用具	重要等级：★★★
 绝缘手套 绝缘手套可分为高压绝缘手套和低压绝缘手套。每6个月作一次耐压试验，每次使用之前应确认在上次试验的有效期内，还应检查是否有破损、孔洞。绝缘手套只允许在带电作业的必要时使用，严禁作为他用。保存时不应与其他工具、仪表等混放，不可受到油污。		

1-17 临时接地线	类目：电工安全用具	重要等级：★★★
 临时接地线 由25mm²软裸（或透明护套）铜线、专用夹具、绝缘手柄组成，供电工在检修作业中使用。使用时，先接接地端，后接导体端。接地线应置于需接临时接地线的电气设备附近，挂临时接地线要戴绝缘手套。当验明断路器、母线确无电压后，应立即将开关、母线三相接地并短路。断路器、母线用临时接地线的悬挂位置要适当，挂临时接地线的位置与检修的位置之间不应有断路器或熔断器，接线夹具不得夹在涂有相色漆的导体部位。  临时接地线之接地端的挂接位置 (在已做过接地的接地母排上)  在母线上将三相短路并接地		