

电 工 要 诀 丛书

电工安全知识

要诀

郎永强 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电工要诀丛书

电工安全知识要诀

郎永强 编著



机械工业出版社

为了普及安全用电知识,减少各类用电事故的发生,同时为了帮助广大电力行业同仁快速掌握安全用电技术,笔者结合自身的实际工作经验,本着贴近实践、易懂易学的原则,编写了这本小册子。本书紧紧围绕电气安全技术知识,根据最新的规程标准,对常用电气安全用具、电气设备的接地与接零、电气设备的防火防爆、电气设备的防雷,以及触电急救等内容做了详细的介绍,并利用要诀的形式对书中的常用知识做了归纳和总结,以利于广大读者快速掌握和应用。书末附有常用电气安全标志牌式样及其使用。

本书可作为农村电工、企业电工的实用工具书,也可作为乡镇供电所人员、安监科人员以及农电管理人员的参考工具书。

图书在版编目(CIP)数据

电工安全知识要诀/郎永强编著. —北京:机械工业出版社, 2007. 6

(电工要诀丛书)

ISBN 978-7-111-21583-7

I. 电… II. 郎… III. 电工-安全技术 IV. TM08

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 080194 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:牛新国 付承桂

责任编辑:付承桂 版式设计:冉晓华 责任校对:张莉娟

封面设计:姚毅 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷 (北京市朝阳区展望印刷厂装订)

2007 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

130mm × 184mm · 7.375 印张 · 163 千字

0 001—4 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-21583-7

定价:13.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379768

封面无防伪标均为盗版

前 言

众所周知，电能是当今社会经济发展的重要能源，建立一个安全可靠的供用电系统是保障工农业发展和人民正常生活的基础。杜绝不安全用电行为，防止各类电气事故的发生，是保障电气设备及供用电线路正常运行的基础。而加强安全用电教育、普及安全用电知识、正确熟练地进行电气操作，又是搞好电力安全生产的基础。

以“人”为本是电力安全生产的核心内容。电力安全规程中规定，电力工作者要做到“不伤害他人，不伤害自己，不被他人伤害”。作为一线电工，我们时刻都与看不见、听不到、嗅不着的“电”打交道，只有认真地遵守并执行各种安全用电技术及规程，才能保证我们的安全；只有把“要我安全”的规定转变成“我要安全”的思想，才能实现“家住幸福地，人在平安中”。

为了普及安全用电知识，减少用电事故的发生，同时为了帮助广大电力行业同仁快速掌握安全用电技术，笔者结合自身的实际工作经验，本着贴近实践、易懂易学的原则，编写了这本小册子。本书紧紧围绕电气安全技术知识，根据最新的规程标准，对常用电气安全用具、电气设备的接地与接零、电气设备的防火防爆、电气设备的防雷，以及触电急救等内容做了详细的介绍，并利用要诀的形式对书中的常用知识做了归纳和总结，以利于广大读者快速掌握和应用。书末附有常用电气安全标志牌式样及其使用。

本书可作为农村电工、企业电工的实用工具书，也可作为乡镇供电所人员、安监科人员以及农电管理人员的参考工具书。

限于编者的自身水平，书中如有不当之处，敬请广大读者批评指正，以便再版时改正。

编者

目 录

前言

第 1 章 电气安全基础知识	1
1.1 绪论	1
1.2 电气伤害事故的种类	2
1.2.1 触电伤害事故	3
1.2.2 雷电伤害事故	7
1.2.3 电磁场伤害事故	8
1.2.4 电气线路或设备伤害事故	8
1.3 发生触电伤害事故的原因	9
1.4 发生电气事故的规律	10
1.4.1 发生电气设备及线路事故的规律	10
1.4.2 发生触电伤害事故的规律	11
1.5 防止电工触电的安全措施	14
1.5.1 保证工作安全的组织措施	14
1.5.2 停电工作中防触电的技术措施	16
1.5.3 低压带电工作的防触电措施	18
1.5.4 防止电工触电安全措施的要诀	19
1.6 防止群众性触电的安全措施	23
1.6.1 普及安全用电常识	24
1.6.2 采取技术防护措施	26
第 2 章 常用电气安全用具	27

2.1 电气安全用具	27
2.2 一般安全用具	31
2.3 电气安全用具的试验周期及标准	33
2.4 速记要诀	35
第3章 电气设备的接地与接零	36
3.1 概述	36
3.1.1 接地装置的构成	36
3.1.2 接地的种类	41
3.1.3 接地体的分类	42
3.2 电气设备的接地与接零	47
3.2.1 种类	47
3.2.2 作用	49
3.2.3 范围	55
3.2.4 要求	57
3.3 高压交流接地开关	67
3.3.1 接地开关型号的表示方法及含义	67
3.3.2 JW2 系列接地开关	69
3.3.3 JW3-500、JW3- $\frac{220}{330}$ 型户外高压接地开关	72
3.3.4 JW4-500 (W) 型接地开关	81
3.3.5 CJ6、CJ6-I 型电动操动机构	82
3.4 智能建筑接地系统	86
3.4.1 统一接地系统	86
3.4.2 智能建筑接地系统的设计、安装和施工	87
3.5 电子计算机接地	104
3.5.1 电子计算机接地的种类	104
3.5.2 电子计算机接地的形式	104
3.5.3 铜排网的布置	106
3.6 接地电阻的测量	107
3.6.1 接地电阻的测量方法	107

3.6.2	降低接地电阻的措施	109
3.7	接地装置的安装	110
3.7.1	人工接地体的布置方式	110
3.7.2	对接地装置的导体截面要求	116
3.7.3	对接地体安装的其他要求	116
3.8	保护接零	118
3.8.1	保护接零的原理	118
3.8.2	保护接零的条件	119
3.8.3	保护接零与线路电流保护的匹配	120
3.8.4	工作零线带电的原因	122
3.9	低压系统的三相五线制	124
3.10	接地装置的日常维护	127
3.11	速记要诀	129
第4章	电气设备的防火防爆	134
4.1	常用电气设备的防火防爆措施	134
4.1.1	电力变压器火灾及爆炸预防	134
4.1.2	电动机火灾预防	135
4.1.3	室内电气线路的火灾预防	135
4.1.4	高层建筑的消防系统	137
4.2	特殊用电环境的安全用电	141
4.2.1	液化石油气站的安全用电	141
4.2.2	石油库的安全用电	143
4.2.3	乙炔站或乙炔车间的安全用电	145
4.2.4	氧气站或制氧车间的安全用电	146
4.2.5	汽车加油站及汽车库的安全用电	147
4.2.6	煤矿坑道的安全用电	148
4.3	电气火灾的扑救方法	149
4.3.1	带电扑救电气火灾的方法	149
4.3.2	断电扑救电气火灾的方法	150

4.3.3	扑救电气火灾时的注意事项	152
4.3.4	灭火器材的正确使用及维护	153
4.4	速记要诀	155
第5章 电气设备的防雷		159
5.1	雷电的形成和危害	159
5.2	避雷器	160
5.2.1	避雷器的种类及特征	160
5.2.2	避雷器的选用原则	166
5.3	电气设备的防雷措施	175
5.3.1	低压线路终端的防雷措施	175
5.3.2	变配电站(所)的防雷措施	176
5.3.3	架空电力线路的防雷措施	177
5.3.4	防直击雷的措施	179
5.3.5	防雷电侵入波的措施	180
5.3.6	油罐的防雷措施	182
5.4	防雷装置的安装	186
5.4.1	避雷针的安装及安装要求	186
5.4.2	避雷器的安装及安装要求	189
5.4.3	保护间隙	192
5.5	速记要诀	194
第6章 触电急救		196
6.1	人体触电后的表现	196
6.1.1	假死	196
6.1.2	局部电灼伤	196
6.1.3	轻微伤害	197
6.2	人体触电后脱离电源的方法	197
6.2.1	低压触电时解脱电源的方法	197
6.2.2	高压触电时解脱电源的方法	198
6.3	对症救治	199

6.4 现场急救的方法	201
6.4.1 口对口（鼻）人工呼吸	201
6.4.2 胸外心脏按压	203
6.5 速记要诀	205
附录	207
附录 A 常用电气安全标志牌式样	207
附录 B 山东快书《电气安全重于泰山》	223
参考文献	225

第1章 电气安全基础知识

1.1 绪论

安全用电技术是一门通用技术，对企业、单位、家庭、个人、社会、国家都有着重要的意义。要做好电气安全工作，就要明确电气安全技术的任务和研究对象。电气安全技术主要有两方面的任务：

- 1) 研究各种电气事故及其发生的机理、原因、构成、规律、特点和防治措施；
- 2) 研究采用电气方法来解决安全生产的问题，也就是研究运用电气检测、电气检查和电气控制的方法来评价系统的安全性和解决生产中的安全问题。

电气安全技术是一项涉及面很广的技术，不论是动电还是静电，交流电还是直流电，高压电还是低压电，强电还是弱电，工业用电还是农业用电，也不论是生产用电还是生活用电，都会遇到电气安全问题。这就是说，电气安全技术研究的对象不是单一的。另外，在一些不用电的场合也有电气安全问题。这些都导致了电气安全技术的庞杂性和综合性，使得这门学科同很多领域都有很密切的关系。

我国的电气工业与发达国家相比还有很大差距，我国人均用电量还不到美国的 1/25。我国的用电安全水平与电力工业水平还不相适应，同发达国家比起来还要更落后一些。

当前,技术先进的国家每生产 30 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ($1\text{kW} \cdot \text{h}$ 俗称 1 度电) 电触电死亡 1 人,而我国约生产 1 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 电就触电死亡 1 人,安全用电水平相差几十倍。因此,为了防止各类用电事故的发生,保护劳动者的安全和健康,安全用电技术也必须有一个与之相适应的发展。

在安全生产领域,安全用电工作是一项重要的工作。在所有工伤事故中,用电事故占有不小的比例。据有关安全生产管理部门统计,触电死亡人数在全国工矿企事业单位工伤事故死亡人数中约占 6% ~ 8%; 如果加上农村用电死亡人数和非生产触电死亡人数,这个数字将会更大、更惊人。此外,我国用电方面的标准不完善,有些与用电安全密切相关的问题尚未列入标准和规范中; 有些问题在不同部门或不同地区的标准或规范中的提法不同; 用电方面的制度也不够健全,这些情况给实际工作者带来很多困难,甚至造成混乱。因此,安全用电工作者必须做更多的工作,必须认真研究标准、规程的运用和管理制度的落实。

1.2 电气伤害事故的种类

电气事故可以按不同的方式分类。按灾害形式,可分为人身事故、设备事故、火灾事故、爆炸事故等; 按电路状况,可分为短路事故、断线事故、接地事故、漏电事故等。考虑到事故是由外部能量作用于人体或系统内能量传递发生故障造成的,所以能量是造成事故的基本因素。从这个角度出发,电气事故大致可分为以下几类。

1.2.1 触电伤害事故

触电事故是由电流的能量造成的，触电是电流对人体的伤害。电流对人体的伤害可分为电击和电伤。电击是电流通过人体内部，破坏人的心脏、神经系统、肺部的正常工作而造成的伤害。人身触及带电的导线、漏电设备的外壳或其他带电体，以及由于雷击或电容器放电，都可能导致电击。触及正常带电体的电击称为直接电击，触及故障带电体的电击称为间接电击。电伤是电流的热效应、化学效应及机械效应对人体外部造成的局部伤害，包括电弧烧伤、烫伤、电烙印等。绝大部分触电事故是电击造成的，通常所说的触电事故基本上是指电击。按照人体触及带电体的方式和电流通过人体的途径，触电可以分为以下几种情况：

1. 直接接触触电 直接接触触电分单相触电和两相触电两类。

(1) 单相触电 人体接触电气设备的任何一相带电导体所发生的触电，称为单相触电。对于中性点直接接地的电网及中性点不接地的低压电网都能发生单相触电，如图 1-1 和图 1-2 所示。

图 1-3 所示为单相触电的实例。图 1-3a 是某人在带电修理插座时，手触及螺钉旋具的

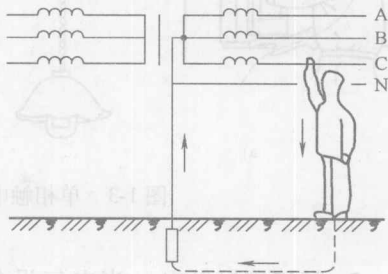


图 1-1 中性点直接接地系统的单相触电

金属部分，造成单相触电；图 1-3b 是某人带电修理断线时，手触及两断线处的导线，造成双线触电的情况，这种情况比单线触电更加危险。

(2) 两相触电
人体同时接触带电的任何两相电源，不论中性点是否接地，人体受到的电压是线电压，触电后果往往很严重。但是两相触电一般比单相触电事故的发生概率要小一些。两相触电如图 1-4 所示。

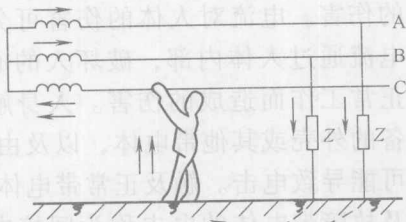


图 1-2 中性点不接地系统的单相触电

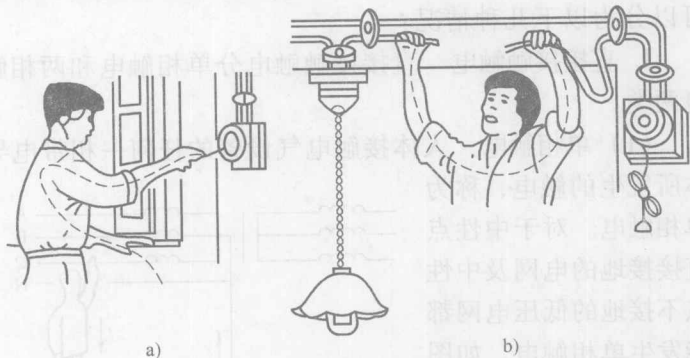


图 1-3 单相触电实例

2. 间接接触触电 当电气设备的绝缘在运行中发生故障损坏时，使电气设备本来在正常工作状态下不带电的外露金属部件（如外壳、构架、护罩等）呈现危险的的对地电压，

当人体触及这些金属部件时，就构成间接触电，亦称接触电压触电。

在低压中性点直接接地的配电系统中，电气设备发生碰壳短路将是一种危险的故障。如果该设备没有采取接地保护，一旦人体接触外壳时，加在人体上的接触电压近似等于电源对地电压，这种触电的危险程度相当于直接接触触电，严重时可能导致人身死亡。

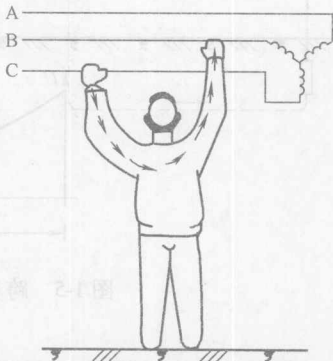


图 1-4 两相触电

根据历年来触电伤亡事故的统计分析，在低压配电系统中，触电伤亡事故主要是间接接触触电所引起的。因此，防止间接接触触电事故是降低触电事故的重要方面。

3. 跨步电压触电 当电气设备的绝缘损坏或高压架空线路的一相断线落地时，落地点的电位就是导线的电位。接地电流通过接地点向大地流散，在以接地点为圆心、半径为20m的圆形区域内形成分布电位。如有人在接地故障点周围通过，其两脚之间（人的跨步距离按0.8m计算）的电位差就称为跨步电压。由于跨步电压的作用，电流从人的一只脚经下身，通过另一只脚流入大地形成回路，造成触电事故，如图1-5所示。这种触电方式称为跨步电压触电。触电者先感到两脚麻木，然后跌倒。人跌倒后，由于头与脚之间的距离加大，电流将在人体内脏重要器官通过，时间稍长，人就有生命危险。

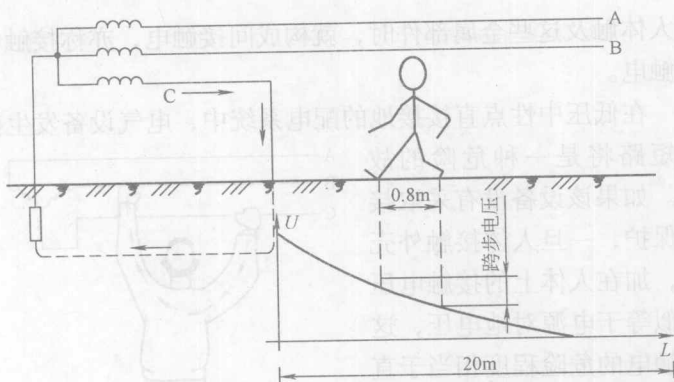


图 1-5 跨步电压触电

跨步电压的高低决定于人体与接地故障点的距离，距故障点越近，跨步电压越高。当人体与故障点的距离达到 20m 及以上时，可以认为此处的电位为零，跨步电压亦为零。一般来说，当发现电力线断落时，不要靠近。离开导线的落地点 8m 以外时，就较为安全了。

当发生跨步电压触电时，应赶快将双脚并在一起，或赶快用一条腿跳着离开危险区。否则，因触电时间长，也会导致触电死亡。

4. 剩余电荷触电 电气设备的相间绝缘和对地绝缘都存在电容效应。由于电容器具有储存电荷的性能，因此在刚断开电源的停电设备上，都会保留一定量的电荷，称为剩余电荷。如此时有人触及停电设备，就可能遭受剩余电荷的电击。另外，如大容量电力设备和电力电缆、并联电容器等摇测绝缘电阻后或耐压试验后都会有剩余电荷的存在。设备容量越大、电缆线路越长，这种剩余电荷的积累电压就越高。

因此，在摇测绝缘电阻或耐压试验工作结束后，必须注意充分放电，以防剩余电荷触电。

5. 感应电压触电 由于带电设备的电磁感应和静电感应作用，能使附近的停电设备上感应出一定的电位，其数量的大小决定于带电设备电压的高低、停电设备与带电设备两者接近程度的平行距离、几何形状等因素。感应电压往往是在电气工作者缺乏思想准备的情况下出现的，因此具有相当大的危险性。在电力系统中，感应电压触电事故屡有发生，甚至造成伤亡事故。

6. 静电触电 静电电位可高达数万伏至数十万伏，可能发生放电，产生静电火花，引起爆炸、火灾，也可能造成对人体的电击伤害。由于静电电击不是电流持续通过人体的电击，而是由于静电放电造成的瞬间冲击性电击，能量较小，通常不会造成人体心室颤动而死亡。但是往往造成二次伤害，如高处坠落或其他机械性伤害，因此同样具有相当大的危险性。

1.2.2 雷电伤害事故

雷电事故是指发生雷击时，由雷电放电而造成的事故。雷电放电具有电流大（可达数十千安至数百千安）、电压高（300~400kV）、陡度高（雷电冲击波的前沿陡度可达500~1000kA/ μ s）、放电时间短（30~50 μ s）、温度高（可达20000℃）等特点，释放出来的能量可形成极大的破坏力，除可能毁坏建筑设施和设备外，还可能伤及人、畜，甚至引起火灾和爆炸，造成大规模停电等。因此，电力设施、高大建筑物，特别是有火灾和爆炸危险的建筑物和工程设施，均需考虑防雷措施。