

安全用电问答

何利民 编



机械工业出版社

随着电气化程度的不断提高，家用电器的普及，安全用电显得十分重要。本书收集了近60起电气事故的实例，分析了产生事故的原因，指出了应采取的措施及许多经常为人们所忽视的注意事项。这些基本知识，对广大用电者及从事电气安装、运行、维修的工作人员有一定的参考作用。

安全用电问答

何利民 编

*

责任编辑：郭维诚

封面设计：方 芬

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $2^{3/4}$ · 字数 58 千字

1987年10月北京第一版·1987年10月北京第一次印刷

印数 00,001—28,000 · 定价：0.65 元

*

统一书号：15033·6956

目 录

引子	1
1. 安全电流与安全电压	2
2. 乱中出祸	7
3. 装卸灯泡的学问	12
4. 当你买到一件家用电器后	15
5. 终生遗憾	19
6. 一起严重的触电事故	21
7. 电从何而来	23
8. 不可忽视的临时接地线	28
9. 不接触带电体的触电	30
10. 越远越安全吗	31
11. 请勿接近	34
12. 关于接地	39
13. 无处接地怎么办	44
14. 零线上没有电吗	47
15. 一个线头之误的教训	50
16. 一把火烧出的问题	53
17. 如何正确选用保险丝	56
18. 穿线钢管为什么会发热	59
19. 扑救电气火灾要得法	61
20. 他为什么遭到雷击	62
21. 马棚历险的原因	63

IV

- 22. 雷雨天应注意些什么64
- 23. 避雷针为什么变成了招雷针65
- 24. 爆炸声中找原因68
- 25. 水招来的火72
- 26. 谈谈漏电保护器75
- 27. 触电后的急救79

引 子

电能的应用早已普及到各个领域，并日益深入到人们的日常生活之中，从而推动了工业、农业、国防和其他各方面事业的巨大进展。然而，与此同时，电气事故也经常发生，甚至危及人们的生命财产安全，因此必须给予重视。

电气事故，就是电在非正常情况下对人们的生命财产造成伤害与损失的事故。其表现形式是多方面的，例如，电流通过人体造成触电伤亡，电弧的热效应和光效应造成电灼伤，电流的化学效应造成电烙印和皮肤炭化，电火花导致的火灾与爆炸，电磁波的辐射作用导致头晕、乏力、神经衰弱等。有人认为，在工业不发达的年代，洪水、飓风与雷电是对人类构成严重威胁的三大自然灾害，那么，在今天，车祸、工伤与电气事故则是对人类构成新的威胁的三大灾害。据推算，全世界每年死于电气事故的人约占全部事故死亡人数的25%，电气火灾约占火灾事故总数的14%。

造成电气事故的原因是多方面的，情况也比较复杂，归纳起来有以下几个方面：

首先，物体是否带电，虽然可以从电转换成的声、光、机械运动等宏观现象看得见，但在许多情况下，物体是否带电，肉眼是分辨不清的，这就可能使人无意识地触及这些带电体；还有一些物体，如机器的外壳，在正常情况下是不带电的，但其他带电体的电可能“漏”到人们习以为常地经常去接触的这些物体上，而使人触电；还有一类情况是人们并不要接触带电体的触电，如跨步电压触电，感应电压触电，

静电电压触电等。由于看不见有电，人们容易产生错觉，加上不警觉，触电的危险性就很大。

其二，电能传输速度极快，电气故障时，能量释放快，因而大多数电气事故往往在瞬间发生、发展、酿成灾祸，人们几乎没有躲避的余地，这种突然性更给预防工作带来了困难。

其三，电气线路和设备遍及城镇乡村，男女老幼都可能接触或使用，而对许多使用者来说，电的知识比较缺乏，电老虎会在某些无知的人群中得逞。这也是电气事故比较普遍的重要原因之一。

减少和消灭电气事故，一方面要使电气设备和线路的设计、制造、安装、维修等环节都达到规定的安全标准，建立与健全各项安全用电制度和安全操作制度。而这一切都与我们的每一个人是否具有一定的安全用电知识密切相关。可以说，在电气化程度日益提高的今天，了解电气事故产生的危害、原因及应采取的预防措施，是当代人必须掌握的基本知识之一。

在下面这份谈话中，老赵针对小张从实际工作中提出的许多安全用电问题，从理论与实际的结合上讲了许多道理，还特别讲到了许多为人们经常所忽视的细节，颇耐人深思与警觉。

1. 安全电流与安全电压

小张：老赵同志，我请教您一个问题：既然电要“打人”，人不敢随便碰电线，那鸟为什么能站在电线上悠然自得呢？

老赵：要说清这个问题，首先要了解电是怎样伤害人

的。电对人的伤害有多种形式，通常所说的触电就是因为电流通过人体，引起了一系列热、化学、生理等效应，使人麻震、发热、呼吸困难、心脏麻痹，以致死亡。其伤害的程度主要取决于通过人体电流的大小。对常用的 50 Hz 工频交流电来说，通过人体电流为 1mA 左右时，人便有感知；当电流达到 10 mA 左右时，人便有较强烈的麻震感觉，但可以自行摆脱。这一电流称为摆脱电流；当电流达到数十 mA 时，人便有致命的危险。一般来说，100 mA (0.1 A) 是人体可忍受的极限电流值。而 0.1 A 是很小的，略等于一个 220 V、25 W 的普通白炽灯的工作电流。

人站在地面上，如果身体的某一部位触及带电体，电流就会通过人体而流入地下，所以会对人造成危险。而鸟站在电线上，两只脚在电线上

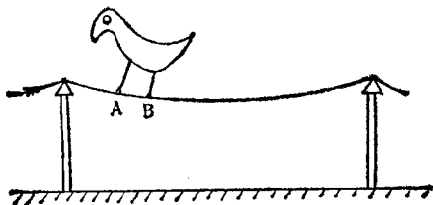


图 1

的 A、B 两点距离很近，如图 1 所示，AB 间的导线电阻值近似为 0，可认为 $U_A = U_B$ ，即鸟的两只脚处于同一电位，在它身上不会有电流通过，所以是安全的。假如鸟站在电线上，它的头或翅膀又触及电杆，那么电流也会通过鸟的身体经电杆流入地下，鸟同样会被电打死。可见，电“打人”就是因为人与带电体不处于同一电位，当有电流通路时，电流便从高电位经人体流向低电位所致。

小张：触电的本质是电流流过人体，电流越大就越危险，这种理解对吗？

老赵：这种理解还不够全面。流过人体电流大小是触电的根本原因，但是否触电，触电的严重程度还与多种因素有关。首先，与通电的时间有关，这是因为人体通电时间越长，人体的电阻越低，电流便越大，后果就越严重；另一方面，人的心脏每收缩扩张一次，中间约要间歇0.1 s。这0.1 s的时间里，人体对电流最敏感，如果电流在这一瞬间通过心脏，即使电流很小，也会引起心室颤颤，有致命危险。一般认为，电流与时间的乘积（其值被称为电击能量）更能反映触电的本质，即：

$$Q = It$$

式中 Q ——电击能量 (mAs)

I ——流过人体的电流 (mA)

t ——通电时间 (s)

实验表明，电击能量 $Q \leq 50 \text{ mAs}$ 时，人体是比较安全的。因此，在安全电流下，如果通电时间太长，同样会有一定的危险。

其次，触电的危险程度还与电流的频率、电流流经人体的路径等多种因素有关。一般而言，常用的工频 50 Hz 交流电，电流从人的手到脚通过心脏最危险。

许多事实还表明，触电的危险程度还与人的精神状态有关，酒后、神志不清、胆怯、精神不振的人触电的危险性要大。因此，与电器打交道的人，精神振作，专心致志是减少触电事故的极为重要的条件。

小张：您说的电流越大越危险，是否意味着大电流导电体对人体危险越大呢？

老赵：这是一个误解。这里说的电流是指流过人体的电流，与带电体的工作电流大小是两回事，例如电焊机在焊接

时的次边工作电流在数百安以上，但人体接触这一带电体并不是数百安的电流流过人体，相反，电焊机的原边工作电流通常只有几十安培，比次边电流小得多，但人体接触电焊机的原边带电体比接触次边带电体的危险却要大得多。

小张：既然对人造成伤害的是电流，那么与电压又有什么关系呢？

老赵：我们知道，电流与电压是有一定关系的。设人体电阻为 R ，加在人体的电压为 U ，则通过人体的电流 I 为：

$$I = U / R$$

在通常情况下，人体的电阻为 $1000 \sim 2000 \Omega$ ，显然，加于人体的电压越高，通过人体的电流也就越大，对人就越危险。例如， 10kV 高压线对地电压为 $10/\sqrt{3} = 5.78\text{kV}$ （相电压），人站在地上或电杆上，一旦触及这种高压线，那么通过人体的电流约为：

$$5770\text{V}/1000\Omega = 5.77\text{A}$$

事实上，当 5.77kV 的电压加在人体上以后，人体便立即被击穿，其电阻已不是 1000Ω ，而是接近零，因此，流过人体的电流远远大于 5.77A ，在无例外的情况下，这种高压下的触电，往往导致人身死亡。

而常用的 380V 线路对地电压为 220V ，人触及这种电线时，通过人体的电流约为 $220\text{V}/1000\Omega = 0.22\text{A}$ ，其危险性当然要比 10kV 小得多，但也已远远超过允许的安全电流。况且人体的电阻不是一个固定值，与健康及心理状况、皮肤是否潮湿、有无损伤、通电时间的长短等多种因素有关，有时还远小于 1000Ω ，这就使得常用的 $380/220\text{V}$ 系统的电压对人仍然是危险的。

由前面的分析可知，假定人体的电阻为 1200Ω ，为使

通过人体的电流小于 10mA (0.01A)，则加在人体的电压只能是：

$$U = IR = 0.01 \times 1200 = 12 \text{ (V)}$$

为此，我国有关规程规定：交流 36V 为安全电压， 12V 为特别安全电压。凡手提照明灯，高度不足 2.5m 的一般照明灯，危险环境和特别危险环境的局部照明和携带式电动工具等，如无特殊安全结构和安全措施，其工作电压均应采用 36V 。在工作地点狭窄，行动困难以及周围有大面积接地导电环境（如金属容器内、隧道内、矿井内）中使用的手提照明灯，其工作电压应采用 12V 。

小张：可是，我们那里怎么还发生过 12V 电压的触电事故呢？

老赵：关于这起事故，我曾去现场作了一些调查。具体情况是这样的：一位同志使用一台自耦变压器工作，电压表的确指示为 12V ，但由于电源侧火线与接地的零线接反了，使得 12V 侧对地面处在 220V 的危险电压下，如图 2 b 所示。而正确的接法如图 2 a 所示。从图 2 b) 可以看出，操作者触及 12V 侧的任何一点，加在人体的电压并不是 12V ，而是 220V 或接近 220V 。当时幸亏抢救及时，才避免了死亡事故。

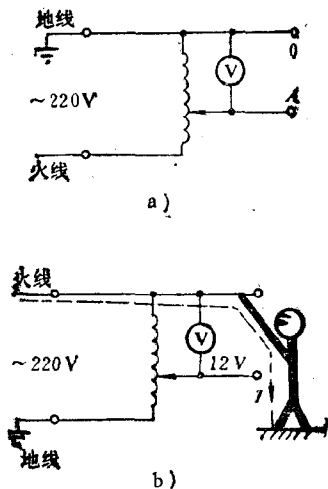


图 2

a) 正确接法 b) 错误接法

这一教训告诉我们，由自耦变压器供电的低电压绝对不能作为安全电压的供电电源。安全电压电源只能由互相独立、互相绝缘的双绕组安全行灯变压器供电。

这一教训还告诉我们，即使在安全电压下，也不能麻痹大意！在一定的条件下，低电压也会转化成危险电压。例如，220/36V的安全行灯变压器，当绝缘不良时，220V可能漏到36V那一侧。另外，安全电压的规定是在通常情况下，假定人体电阻为 1000Ω 左右时而得来的，而在某些情况下，人体电阻可能大大低于这一数值。有人曾经测量过，人从浴池、游泳池的水中出来，人体电阻大约只有 600Ω ，甚至降到 100Ω 以下，这时如果在人的手足间加上2.5V的低电压，也可能使人触电死亡。某单位一个浴室，照明灯的一根火线与水管间发生漏电，水管与水池之间存在一个电压，其电压值只有三十多伏，但却使十几位正在洗澡的人触电，其中两人死亡。显而易见，对这类潮湿环境必须采用安全电压供电，除非另外采取可靠的安全措施。

2. 乱中出祸

小张：我们经常见到和听到许多意外的触电事故，例如，有一个单位将电线绑在拴马的一根角钢上，时间一长，电线磨破了，角钢带电，使八匹膘肥体壮的骡马在一夜间全部死亡，损失近万元。对此，我们应注意些什么呢？

老赵：类似这种情况造成的触电事故，的确屡见不鲜。有一位同志在电线上凉衣服，结果是湿衣服刚一接触电线，就被电“打”倒了。有一个家庭嫌拉线开关不方便，自行装了一个小型床头开关，放在床铺上，一天，夫妻二人上工去了，留下一个三岁小孩在床上睡觉，小孩醒来后，拿着开关

在嘴里吸吮，口水润湿了开关，使开关漏电。当夫妻二人回来后，发现孩子已触电死亡。这是多么不幸啊！造成这类事故，有一个共同的原因就是“乱”。乱中出祸这是必然的结果。

小张：据您看，这个“乱”，主要表现在哪些方面？

老赵：据我们最近在一些单位的调查，可以归纳出如下几个方面：

(1) 乱拉电线。有一些人未经允许自行安装了一些进户线。这些电线破旧不堪，绝缘与线芯损坏了许多，没有很好地固定在电杆的瓷瓶上，这里绑一下，那里支一下，对地距离很低，导线接头的方式更是五花八门。这种乱拉的电线很容易被人碰着，并且很容易掉在地上，使人触电。还有一些家庭住户，随意更改室内原来的布线，拉起了一道道电线，如同小“电网”，这也是很危险的。

(2) 乱装开关。有些同志忽视了开关的作用，认为只要能使灯亮灯灭就行了。这是错误的。以图3为例，即开关K断开了，灯能灭，但并未断电，而且使原来工作时的零线00'也变成了火线，这比开关不断开还容易使人触电。因此，一定要将开关装在火线上，如图4。

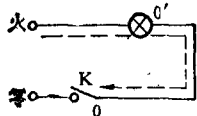


图 3

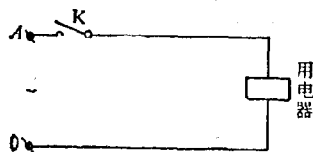


图 4

(3) 乱接负荷。在一条线路上，新接了许多负荷，而不考虑这条线路是否承担得了。一些家庭近年来添了不少家

用电器，如果导线太细，也不宜于集中接在一条线路上。因为用电器都是并联接入电路的，数量越多，并联的总阻抗越小，导线中的电流越大，使线路发热增加，便可能引起火灾等事故。

(4) 忽视了安装地线的重要性。电器外壳接地是安全工作的一个重要方面，一定要接好。关于接地的问题，我们将另外讲述。

(5) 违章操作。例如：非电工维修电气设备；带电移动电气设备；带电维修低压电气设备；带电登杆或爬上变压器台作业；湿手、赤脚操作电气设备；使用不合格的绝缘工具操作；在带电导线下方违章施工，先接电源后接负载等等。据某单位统计，这类事故占总事故的20%。特别应当指出的是在高压线下工作造成严重伤亡的事故，近年来在某些地区很突出，有一个地区在几个月时间内，竟连续发生了四次这样的事故：一次是检修低压线，拉紧电线时，低压线弹碰到上面的高压线；一次是在高压线附近盖房子，钢筋碰到了高压线；一次是为捕鱼拉网，立网杆的钢丝绳碰到了附近的高压线；一次是吊车臂碰到了高压线。

一般而言，在带电线路下工作造成人员伤亡事故主要有两种情况：一种是吊车或其他机械碰触导线造成的；一种是人员直接或经金属工具碰触导线造成的。

图5示出了在带电线路下违章工作的典型事例。

为了确保安全，在线路附近进行吊装作业、起重机具、被吊物体与线路导体之间的最小距离不得小于表1规定的数值。

在众多的违章操作项目中，最突出的还是带电操作，如带电连接导线，带电装卸灯泡，带电修理电器等，由此而造

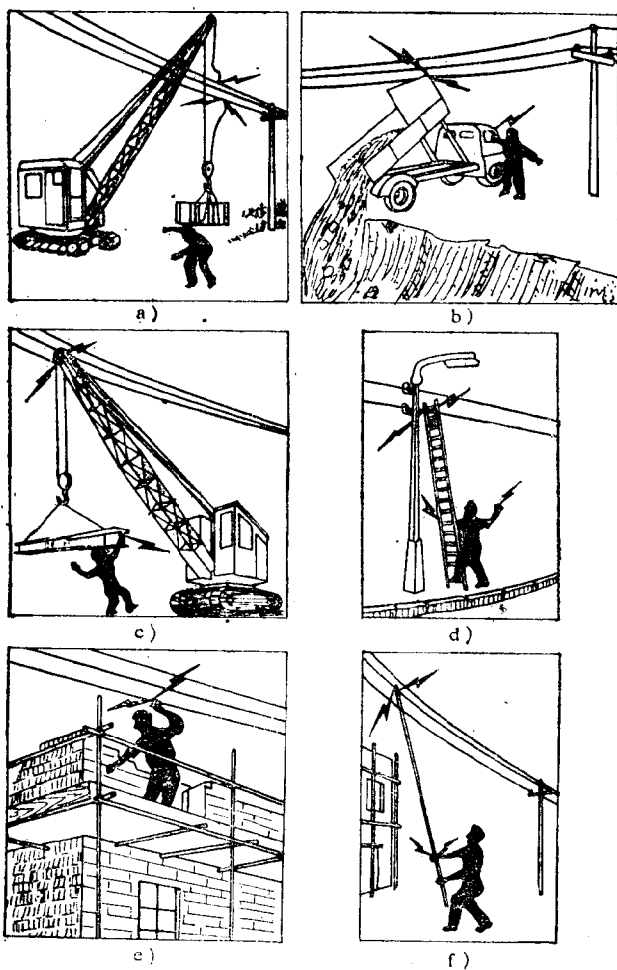


图5 带电线路下违章作业造成的事故

- a) 吊车吊绳碰触导线 b) 机械卸车时碰触导线 c) 吊车臂碰触导线 d) 金属梯碰触导线 e) 高空作业人员碰触导线 f) 地面人员使用金属杆碰触导线

表1 起重机具、被吊物体与带电导线间的最小距离 (m)

线路额定电压 (kV)	1 以下	1~10	10~35
最小距离 (m)	1.5	2.0	4

成的触电事故约占违章操作事故的 60% 以上。有的人胆子很大，认为 380/220 V 没有什么了不起，电麻一下也不要紧，然而，许多的不幸往往就在这“不紧张”中发生了。

小张：从实际情况看，触电死于 380/220 V 的情况往往比高压电还多，这大概是重要原因吧！

老赵：是的。从电对人伤害的本质来看，高压电较低压电危险，但从电对人伤害的实际情况看，低压电较高压电居多。表 2 的统计数字就可说明这一点。

表2 不同电压等级触电死亡人数统计

电压等级 (kV)	0.5 以下	0.5~1	1 以上	合 计
死亡人数 (个)	23	13	2	38
百分比 (%)	60.5	34.2	5.3	100

表3 触电人员分类

人 员 分 类	触 电 伤 亡 人 数	(%)
电气专业人员		
行政管理人員	37	4.6
一般工作人员	2	0.2
试验人员	18	2.2
电气工人	278	34.5
电气技术人员	24	3.0
非电气专业人员		
男人	396	49.2
女人	50	6.2
合 计	805	100

造成这种情况除上述原因之外，还由于 380/220 V 电压设备多，接触的人多，其中，有的人虽懂电的知识，但习以为常，麻痹大意；有的人既不懂又麻痹大意，以致使“电老虎”乘虚而入，乱中出祸，给人们带来不幸。表 3 是某地区 805 人触电伤亡的人员情况，不是很能说明一点问题吗？

3. 装卸灯泡的学问

小张：换一个灯泡是司空见惯的事，然而，某单位一个人却因换一个螺口灯泡而触电死亡。这是不是太奇怪了呢？

老赵：螺口灯头上发生的触电事故的确不少，据某地区统计，该地区 1979 年触电死亡 56 人，其中在螺口灯头上触电死亡就有 8 人，占 14.3%；1980 年触电死亡 39 人，竟有 10 人是因使用螺口灯头不当造成的，占 25.6%。虽然防止螺口灯头触电这一问题早已在报纸书籍中提出，但还有必要大声疾呼：当心，螺口灯头触电！

小张：那么，这种触电事故的原因在哪里呢？

老赵：在螺口灯头上触电，主要是因为人们触及了灯头上带电的金属螺纹的外露部分，而造成这种情况的原因主要有三条：

一是某些制造厂生产的螺口灯头不符合安全质量要求，灯座的绝缘胶木未能将金属螺纹全部封住。图 6 所示的螺口灯头就很安全，即使是灯头未完全旋入，也不会有金属螺纹外露的现象。图 7 是国外近年来推广采用的安全型螺口灯头的示意图。这种灯头由于加了

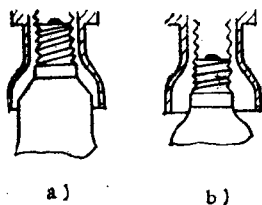


图 6

a) 灯头已旋入 b) 灯头未旋入

一绝缘隔膜而变得十分安全了。

造成在螺口灯头上触电的第二个原因是使用不当，灯头与灯座不配套使用。目前，我国生产的螺口灯泡有两种主要型号：一种是100W以下的灯泡，灯头型号是E27/27，金属螺纹的直径与高度均为27mm；

另一种是100W以上的灯泡，灯头型号是E27/35，金属螺纹的直径是27mm，高度是35mm。但使用单位往往不注意区别这两类灯头，多采用一种灯座，因此，当100W以上的灯头旋入低座灯座时，必然有一部分金属外露，如图8所示。这是很不安全的。

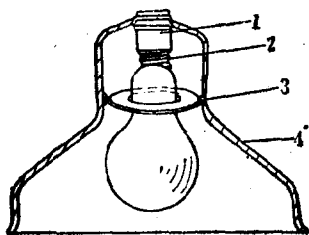


图 7

1—灯座 2—灯头 3—绝缘隔板 4—灯罩

造成在螺口灯头上触电的第三个原因是接线不正确，主要有以下三种情况：

(1) 火线不进开关，又不接灯头中心，如图9，无论开关接通与否，灯泡是否点亮，灯头金属外露部分总是带电的。这是最危险的一种情况。

(2) 火线虽接在灯头中心，但火线不进开关，如图10，开关断开后，灯泡虽然不亮，但电仍能通过灯丝传导到

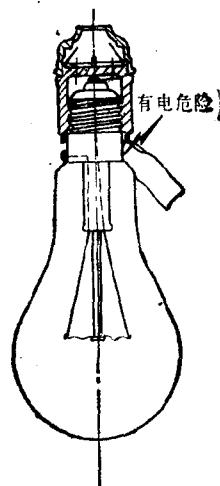


图 8