



电气工人安全用电常识

上海電業管理局

科学普及出版社

电气工人安全用电常識

上海电業管理局編

科学普及出版社

1958年·北京

总号: 663

电气工人安全用电常识

編 者: 上 海 电 业 管 理 局
出 版 者: 科 学 普 及 出 版 社

(北京市西直门外祁家湾)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第091号)

發 行 者: 新 华 书 店
印 刷 者: 解 放 軍 报 印 刷 厂

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{32}$

印张: $5\frac{1}{4}$

1958年7月第1版

字数: 88,000

1958年7月第1次印刷

印数: 9,700

统一书号: 15051·100

定价: (9) 5角6分

序

我国正在进行社会主义经济建设，随着工业化程度增加，电气化程度也不断提高；因此，人们在各种生产岗位上接触电气设备的机会就会大大增加；同时，鉴于触电事故发生的特殊性和触电的严重性，我们对这类伤害必须予以特别注意，提高有关人员的电气知识，有组织地进行斗争。

我国还缺乏有关工业企业用电安全的参考资料，上海电业管理局编制了“工业企业安全用电挂图”一套，用形象化的方法表达工业企业安全运行、安全用具和触电急救等的基本知识，作为工业企业中电气技术员工、劳动保护和技术保安的专业人员学习之用。另外，依据挂图的内容，编辑了本书，不仅可供作讲解挂图时的参考，并且也可以作为介绍电气安全技术的通俗读物。

但是，安全用电问题对于我们来说还是一个较新的课题，缺乏有系统的研究，对于一些基本数据还没有完整的运行记录和试验记录，有关规程也不完备；本书有关数据部分摘自苏联的有关文献。因此，希望通过本书的发行，能引起大家重视，随时积累和总结经验，充实内容，使安全用电成为工业企业中普遍重视和具有更高水平的事業。

水利电力工业部用电监察处

1957年 月 日

导 言

随着我国电力工业的迅速发展和国家工业化和农业机械化的逐步实现，电在工农业生产上的应用已日益广泛和普遍；因此，劳动人民在工作中和日常生活中接触电气设备的机会也就日益频繁。

但是，“电”是我们人类的器官不能觉察的东西，电的存在很难辨别。如果一不小心接触到了它，其后果却很严重，并且触电伤亡的百分率往往远高于其它形式的人身事故。由于电气危险的特殊性及其后果的严重性，我们电气工作者，只有不断提高电气安全技术知识，消除麻痹大意，切实树立安全用电思想，随时当心触电，方有防止触电事故、保障人身安全的可能。

目 次

导 言

第一篇 电气安全技术概论	1
一、电流对人体的作用	1
二、触电方式	5
三、生产厂房根据生产环境危险程度的分类	7
第二篇 电气装置安全技术常识	10
一、防止碰触带电部分	10
二、安全电压	16
三、手持电动工具	19
四、行灯	23
五、局部照明装置	25
六、照明器	27
七、可熔保险器（熔断器）	36
八、插销	41
九、电动机	43
十、配电装置	54
十一、击穿保险器	68
十二、防止电气设备漏电时的触电	70
十三、保护接地的安装	74
十四、中性点不接地系统中的保护接地	81
十五、接零	88
十六、接地装置接地电阻的计算和测量	98
十七、安全掉闸	110
十八、架空线路和户外布线	112
十九、在带电的电气装置上工作时所用的安全用具	121
二十、在电气装置上进行停电工作的安全技术措施	136
二十一、登高工作时所用的防护用具	149
二十二、触电急救	155

第一篇 电气安全技术概論

一、电流对人体的作用

近代有不少科学家作了很多关于电流对人体及动物的作用实验，统计了许多有关触电的材料，初步弄清楚了电流对人体的生理作用。

电流对人体的伤害，可分成二类：由于电流通过人体而引起人身内部器官的创伤，称为电击；引起人体外部的创伤，称为电伤。

1. 电击：电击的危险性最大。当有一定强度的电流通过人体时，就能使肌肉剧烈地收缩，使人失去自动摆脱电源的能力，使人身的细胞组织受到严重的损害，使神经麻痹，使心脏停止跳动或呼吸停止活动而死亡；有时还会使器官出血。直流电流还会分解人身的血液。所以电击是最危险的。

多大的电流会致人死命？这问题很难有肯定的回答。大约0.01安培（即10毫安）以下的交流和0.05安培（即50毫安）以下的直流电流，是没有危险的。0.02安培的交流电流会使人体麻痹，几乎不能自主地摆脱电源。0.1安培以上的电流，即可使人心脏发生震动，血液停止流动以至于呼吸中断，人事不省而死亡。触电的后果与触电者自身的体格上和精神上的状况也有极大关系。心脏病患者、内分泌失常者、肺病患者、神经病人等，触电后所产生的后果，最为严重，所以新的电气工作者在参加工作之前，应当经过一次体格和精神状况的检查，作为分配工作的参考。

根据过去触电事故的分析 and 计算触电电流的资料，得出电流通过人体时对人体所起作用的特征，列如下表：

表 1

电流(毫安)	作 用 的 特 征	
	50—60周率的交流电	直 流 电
0.6—1.5	开始感觉到手指麻刺	沒有感觉
2—3	手指强烈麻刺	沒有感觉
5—7	手的肌肉痙攣	刺痛、感到灼热
8—10	手已难于摆脱电极，但終能摆脱	灼热增加
20—25	手迅速麻痺不能摆脱电极，剧痛，呼吸困难	灼热更加增高，产生不强烈的肌肉痙攣
50—80	呼吸麻痺，心臟开始震顫	感觉强烈的灼痛，手的肌肉痙攣，呼吸困难
90—100	呼吸麻痺，持續 3 秒或更多時間时，心臟麻痺并停止活动	呼吸麻痺

总的說来，触电的后果，决定于通过人体电流的大小和触电時間的長短。电流强度愈大，時間愈久，人体受到的伤害也就愈大，护救的可能性就愈小。但触电时通过人体的电流的大小又决定于接触电压和人体电阻的大小。

安全电压：电压愈高，产生的电流强度愈大，触电的危害性就愈大。由于电力系统的电压大体上是恒定的，因此要确定安全条件的界限不宜以“安全电流”来区分，而应该以安全电压来划分。那末究竟以多高的电压才算安全呢？到目前为止，还没有肯定的說法，不同国家各有自己规定的标准。例如在波蘭、瑞士和捷克斯洛伐克规定为50伏，在荷蘭和瑞典规定为24伏，在比利时规定为32伏，而在法国对交流电规定为24伏，对直流电规定为50伏。苏联的規程采用36伏及12伏作为生产場所的安全电压。我国的現行規程也以36伏及12伏作为生产場所的安全电压。

所謂“安全电”压，在實質上并不能保証工作者在特別

危險的情況下不發生人身事故的危險，因此我們在工作中使用安全电压的电器，在構造上和裝置上仍須符合規程的要求，不然如果使用不合格的电器，或者使用不当，还是不安全的。为了防止工作者因誤解“安全电压”的意义而产生麻痹思想有不少人把“安全电压”这个名詞改称小电压或容許电压。

人体电阻也是决定触电电流大小的主要因素之一。人体电阻包括皮膚的电阻和人体內部組織的电阻二部分。人体內部組織的电阻一般約在 1,000 欧姆左右；人体皮膚的电阻很大，但它的变动范围也很广。流汗的皮膚和干燥的皮膚；粗糙的皮膚和細膩的皮膚；新生的皮膚和陈老的皮膚；它們的电阻值，都是截然不同的。例如干燥皮膚的电阻值可达 100,000 欧姆以上；潮湿皮膚的电阻值就低得多；表層破裂的皮膚的电阻值最低。在發生触电的时候，如不迅速切断电源，由于电流的作用，皮膚在很短的时间內將受到破坏，因而使皮膚电阻大大地降低，通过人体的电流随着急剧增加，这样对人的生命就很危險。

电流通过人体的途徑和触电危險的程度也有着密切的关系。

如果电流是从手到脚，通过人的心肺或者沿着人的脊柱通过人体，这是特別危險的。因为，心肺是关系人命的重要器官，如果遭到破坏，人就会很快地死亡；脊柱神經是連着腦神經的，如果电流沿脊柱神經流入人体，這將直接使腦部的神經細胞受到伤害，对人的生命也是十分危險的。如果电流自一个手指通至同一只手的另一个手指，或者从手指通至臂部，由于触电的电流沒有通过致命的器官，危險的程度就比較輕。但是以上的結論，手不是毫無例外地适用于所有的

人体的，有些触电情况，明明电流通过人体的途径是没有生命危险的，例如同一只手的两指接触了两根带电导体而发生的触电事故，但结果竟会使人丧失知觉。因此，我们对于触电的防止，不应该麻痹大意。

2. 电伤：大致有三种形式：即灼伤、电的烙印和皮肤金属化（即金属溅伤）；此外，由于强烈电弧的放射作用所引起的眼睛失明以及触电者自高处跌下所招致的摔伤，也都算作电伤。

（1）灼伤：带负荷拉合断路器便会发生强烈的灼伤人体的电弧。拉断长距离、大电容的高压架空线及地下电缆，也有电弧灼伤人体的危险。如果人体距高压载流部分的距离小于放电距离时，在人与载流部分之间，也会发生电弧，造成严重的灼伤。

（2）电的烙印：是人体接触电流时，皮肤上所引起的黄色或灰黄色的肿块，肿块边缘有明显的白色或灰色的边框，这就是电的烙印。有时电的烙印并不立即显出，须要隔相当时间后方才现出。就一般情况来说，电的烙印并不呈现病态，周围也不会发炎或化脓。

（3）皮肤金属化：皮肤金属化是被电流熔化和蒸发的金属微粒渗入皮肤表层所招致的创伤。皮肤金属化后所呈现的颜色，随接触到的金属而异，接触红铜呈绿色；接触黄铜呈蓝绿色；接触铅呈灰黄色等等。金属化的皮肤伤害部分，具有粗糙而坚硬的表面，受伤者因金属微粒的粘附虽然感到紧绷，但是金属化的皮肤是局部性的，就一般情况来讲，它自己会逐渐脱落。

二、触电方式

触电的方式，有“兩綫触电”和“單綫触电”两种。

1. **兩綫触电**：如果人体同时接触同一电系的兩根帶电电綫，电綫上的电就会从一根电綫通过人体流到另一根电綫，这种方式的触电便是兩綫触电（圖1）。兩綫触电时，加到人体的电压为全部綫間电压，它比相电压要大1.73倍，而且电气设备的絕緣并不發揮保护作用，所以是最危險的触电。

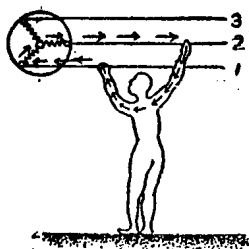


圖1 兩綫触电

發生兩綫触电的机会很少，除非工作制度不健全、工作者思想麻痹，不重視安全工程，或者在相互間距离很近的导体上帶电工作所引起的。

2. **單綫触电**：可分作在中性点接地的系統上發生單綫触电和在中性点不接地的系統上發生單綫触电兩種。

（1）在中性点接地的系統上發生單綫触电（如圖2）：如果人立在地面上，接触到中性点接地系統的一根帶电相綫时，也有触电危險。因为，大地是一个导体，并且与系統中性点相連接，人立在地面上就相当于接触到一根电綫，如果再碰到另一根电綫时，电流就会从导体經過人体流入大地，再从接地綫回流到电源，而成一个閉合回路。这种触电称为單綫触电。

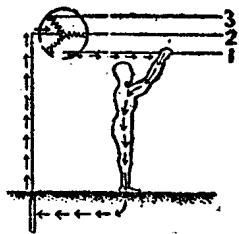


圖2 在中性点接地的系統上單綫触电

如果把人体悬空起来，或者用

絕緣材料與大地隔絕，這時即使接觸到一根帶電導體，一般是不会有電流通過人體的，所以也就不会發生觸電的危險。我們看見烏鴉與麻雀很自在的停留在帶電的電綫上而不会觸電，這就是因為空氣是絕緣體的緣故。

在中性點接地的系統上發生單綫觸電時，因為人體接觸到的電壓是相電壓，它只相當於綫間電壓的0.58倍。此外地板和鞋子的絕緣也可能起着一些保護作用；如果工作者的腳上穿着絕緣的橡膠靴鞋，或者站在絕緣台上，則危險性將減低到最低程度。所以就一般情形來講，在中性點接地的系統上發生單綫觸電時，其後果的嚴重性可能比雙綫觸電為小，但其危險程度也同樣足以使人死亡，不可疏忽。

(2) 當人體立在大地上面，接觸到中性點不接地系統的一根帶電相綫時，可能流過人體的電流，決定於另外兩根電綫對地的絕緣電阻（圖3上 r_1 r_2 r_3 是三根導綫對地的絕緣電阻）。從圖上可以看出，電流經過大地和其他二根導綫的絕緣電阻而形成一閉合回路。另外兩根導綫的絕緣電阻越大，則流經人體的電流就越小；假使網路中的絕緣損壞了，導綫直接接地，則加到人體的電壓可能接近全部綫電壓，但是由於鞋子和地板的絕緣電阻，或多或少地也起了一些保護作用，所以這種觸電的危險程度，應該比兩綫觸電稍微小一些。如果中性點不接地系統的各相絕緣都非常良好，那末人體照理是不会有發生觸電危險的。在這裡應該指出的是：以上只指電容電流可以不計的低壓中性點絕緣系統，而在電容量較大的系統

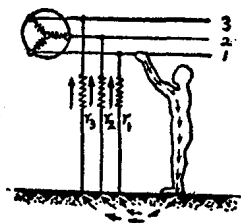


圖3 在中性點不接地的系統上單綫觸電

中，特別是在很長的電纜網絡內，另外兩相對地的電容也可以形成電流流經人體的道路。在這種情況下，則中性點不接地，對於安全方面就沒有任何幫助了。

發生單綫觸電的機會最多，在帶電壓的電氣設備上工作，或者接觸絕緣損壞的電氣設備的外殼，或者誤觸裸露的帶電導體、閘刀開關等，都可能有單綫觸電的危險。

三、生產廠房根據生產環境危險程度的分類

生產環境的好壞，對電氣設備的正常運轉，以及對操縱電氣設備人員的安全，都有很大的影響。濕氣、灰塵、腐蝕性的蒸汽、瓦斯、高溫等，對電氣設備的絕緣，都會起破壞作用，甚至引起嚴重的後果。現行規程將各種房間的危險程度，分為下列三類：

(1) 非較危險房間；

(2) 較危險房間；

(3) 特別危險房間。

1. 非較危險房間。凡房間內乾燥不熱，無導電灰塵，無導電的地面，無化學性作用物；而且人體不能同時一方面接觸到與地連接的房屋的金屬結構、工藝器械、機件等，而另一方面接觸到電氣設備的金屬外殼的房間，稱為非較危險的房間。

2. 較危險的房間。凡具有下列特徵之一的房間，叫做較危險的房間：

(1) 潤濕的、潮濕的或具有導電灰塵的；

(2) 有導電的地面；

(3) 具有高溫；

(4) 能使人同時一方面接觸到與地連接的房屋的金屬

結構、工艺器械、机件等，而另一方面接触到电气设备的金屬外壳。

3. 特別危險的房間。凡具有下列特征之一的房間，叫做特別危險的房間：

(1) 特別潮湿；

(2) 具有化学性作用物；

(3) 同时具有兩個以上較危險房間特征的。

有些工作場所，地位狹窄，工作不便，工作人員很容易接触到大的接地良好的面积，例如在鍋爐、蒸發器、水井、地溝、油箱等內部工作，这类場所，称为特別不利的工作处所。

关于周圍环境的象征，为了避免誤解，簡要說明如下：

1. 干燥的房間：是指相对湿度不超过75%，气温不低于攝氏5度的房間。

2. 潤湿的房間：凡偶而放出少量蒸汽或凝結少量湿汽的房間叫做潤湿的房間（例如，住宅的厨房，居住房屋不生火的楼梯間及其他），这些房間中的相对湿度長期不应超过75%。

3. 潮湿的房間：凡房間中的相对湿度長期超过75%的叫做潮湿的房間。

4. 特別潮湿的房間：凡房間空气的相对湿度接近100%，即房間中的天花板、牆壁、地板及物件都为湿汽所浸濡时，叫做特別潮湿的房間。

5. 高溫的房間：是指气温高于 $+30^{\circ}\text{C}$ 的房間。高溫的房間可使人体大量出汗，增高了接触帶电部分的危險程度。

6. 有灰塵的房間：是指在生产过程中产生大量的灰塵，这种灰塵可以落在导綫上，鑽进电气设备的外壳里，这种

房間就叫做有灰塵的房間。有灰塵的房間分为“有导电性灰塵的房間”和“有非导电性灰塵的房間”。这要看灰塵的物質是导电的还是不导电的而定。

7. 有化学性作用物的房間：凡房間由于生产条件使其中含有（經常或長期的）能对电气設備發生有害影响的蒸汽或游离物体者，叫做有化学性作用物的房間。如金屬加工工業的酸洗、鍍錫、鍍鎳等的生产厂房，紡織工業的煮色、染色、漂白等車間，以及化工厂等的許多車間。

8. 有导电地面的房間：是指具有金屬的、土地的、鋼筋混凝土的、磚的及其他导电地面的房間。

9. 有火灾危險的房間：是指在房間內制造、加工或儲放易燃物件，而此类物件在着火时并不引起爆炸者。如木工車間、干燥——浸漆車間、紡織工厂的許多車間等。

10. 有爆炸危險的房間：是指在厂房內制造处理儲存爆炸物質的房間，或者在技术生产过程中發生易燃气体、蒸汽，以及有悬浮在空气中可以流动的纖維或粉末，而且在这些气体、蒸汽、纖維和粉末燃燒时，即能引起爆炸者，都屬此类房間。

11. 电气間：房間或房間的一部分裝有运行中用以生产、变换或分配电能的电气設備，并且只允許电气技術人員才可以进入的叫做电气間。

根据不同的生产环境，对电气裝置的安裝、运行等都規定有各种不同的安全要求。

第二篇 电气裝置安全技术常識

一、防止碰触帶电部分

室內电气裝置的帶电部分，必須加以保护。工作人員常用的防护方法有絕緣保护、罩盖保护或裝在碰触不到的高处三种：

1. **絕緣保护**：就是將电綫、电纜等金屬導綫包复在橡皮乙稀基类、纖維物等絕緣層內，以防工作人員碰触。絕緣導綫的絕緣質量，應該和周圍的环境、地点、运行条件相符合。

絕緣电綫的定义及簡單說明：

無保护的絕緣綫——即电綫絕緣層的外表，沒有保护机械性損伤的外加保护層的絕緣电綫。

有保护的絕緣綫——为了防止絕緣电綫遭受机械性損伤，而在絕緣綫的外表加上金屬層或其他保护外層的絕緣电綫；紗質的外复層及編包不得作为这种保护层。

軟綫——將兩根或兩根以上的絕緣而柔韌的導綫擰在一起，或者是几根这样柔軟的導綫共同包复在一个外皮（如編包軟管）內的導綫，叫做軟綫。

电纜——將一根或数根絞合的絕緣芯綫，包复在紧密保护的鉛或塑料包皮以內的电綫叫做电纜。

我国自己制造的电綫中，常用的有下面几种：

ПРД型号的無保护电綫——是一种双芯橡皮絕緣电綫。这种电綫与ШПP型号的軟綫相仿，所不同者就是綫芯比ШП軟綫包含有較粗的綫股，它只允許安裝在电压不超过 220 伏的裝置中；就是說，在这种裝置內，电路的兩根电綫芯之間的

电压，或任一芯与地之间的电压都不超过 220 伏。这种电缆仅限于双芯，其截面有 0.75；1；1.5；2.5；4；6 平方公厘数种。这种电缆在出厂时绕成圆卷，每卷长度为 100 公尺。

ΠР 型号的无保护电缆——是一种单铜芯电缆，具有橡皮绝缘层。这种电缆，适用在有绝缘支持物（瓷珠、线夹、瓷瓶）的固定敷线中，或用作管内布线。

ΠР 型号电缆的截面是从 0.75 至 400 平方公厘，定额电压有 220 及 500 伏；二种 ΠР 200 型号的电缆，只允许敷设在磁珠或磁瓶上。

ΠРГ 型号的无保护电缆——是一种柔韧的橡皮绝缘电缆，与 ΠР 型号电缆不同，因为它的线芯是由较细的股线制成的，当要求电缆具有柔韧性的时候，例如连接电气设备的活动部分，采用 ΠРГ 型号的电缆最合适。这种电缆的定额电压有 500 伏及 1,000 伏二种，截面规格与 ΠР 型号的电缆相同。出厂时每卷长度为 100 公尺。

ШР 型号软线——是双芯带有橡皮绝缘的软线。当安装时，对电缆柔韧性的要求比 ΠРД 型号电缆更高时，可采用这种软线。

СРГ 型号的电缆——是一种橡皮绝缘的铅包电缆，它主要是用在含酸或潮湿的场所，或其他类似的地方。但是 СРГ 型号电缆的铅包自身也可能遭受破损的，因为铅并不能抵抗一切气体或酸类的侵蚀。因而，在这些情况下，就要采用 СРА 型号的电缆。这种电缆与 СРГ 型号电缆相同，但其铅皮的上面，包有一层浸渍特殊沥青混合物的棉质复盖物。这两种电缆，有双芯及三芯的两种，其截面由 1—240 平方公厘，应用在 500 伏电压以下的装置中。СРГ 与 СРА 型号的双芯或三芯电缆，带有一根小截面的附加缆芯。