

农村安全供用电

朱上俭 编

科学技术出版社



内 容 提 要

本书分析了农村触电事故，详细地阐述了保护接零、保护接地、防雷和电气安全用具等安全技术措施和设备的原理、实施范围、实施方法和注意事项，提出了农村常见供用电装置的安全要求，介绍了在电气线路和设备上工作的安全制度以及加强农村安全用电管理的内容和方法。最后还叙述了触电急救的要领和方法。

农村安全供用电

朱上俭编著

*

湖北科学技术出版社出版 新华书店湖北发行所发行

湖北当阳县印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 6.875印张 162,000字

1985年12月第1版 1985年12月第1次印刷

印数：1—10,400

统一书号：15304.83 定价：1.30元

本书面向农村电工、电管专业户，以及乡镇企业单位和广大群众，可供具有初中文化程度的各种人员阅读。适合作为乡镇电工的业务书籍和培训教材，可作为县以下专业供电人员的技术参考书，亦可作为中等专业学校和技工学校有关专业的辅助教材。

本书由朱上俭主编，程忠焜同志完成了第八章的初稿。在编写过程中，承蒙武汉（中南）电工理论学会的帮助，湖北省电力工业厅农电局提供了大量资料和宝贵意见，湖北工学院各级领导和老师们大力支持，在此一并致以衷心感谢。

由于作者编写水平有限，加之时间仓促，书中误漏在所难免，诚请读者批评指正。

编 者

于湖北工学院

1985.5.

(1029/0)

目 录

前 言

第一章	农村触电事故基本分析	(1)
第一节	触电事故的规律	(1)
第二节	触电的种类和方式	(4)
第三节	电流对人体的伤害	(6)
第四节	触电的原因	(9)
第五节	怎样防止触电	(13)
第二章	电的几个基本概念	(16)
第一节	电力系统及电路	(16)
第二节	几个基本物理量	(18)
第三节	电阻的串并联	(20)
第四节	直流与交流	(23)
第五节	单相交流电与三相交流电	(25)
第六节	火线与零线	(27)
第七节	接地的几个概念	(28)
第三章	保护接零与保护接地	(32)
第一节	保护接零的原理及实施条件	(32)
第二节	零线的重复接地	(38)
第三节	保护接零与线路、保护装置之间的关系	(42)
第四节	保护接零的检查	(47)
第五节	保护接地的原理	(52)
第六节	接地电阻与接地装置	(53)
第七节	保护接地系统的安全措施	(59)
第八章	触电保安器	(61)



B 287552

第四章 雷和防雷	(68)
第一节 雷电的形成及其危害	(68)
第二节 防雷设备	(70)
第三节 防雷措施	(79)
第四节 山区的雷害及其防雷特点	(84)
第五章 电器装置的基本安全要求	(87)
第一节 架空线路的安全要求	(87)
第二节 变配电设备的安全要求	(93)
第三节 电动机和低压电器的安全要求	(101)
第四节 临时用电线路的安全要求	(113)
第五节 屋内外布线的安全要求	(115)
第六节 家用电器的安全要求	(121)
第七节 农村低压电器装置的运行与检修要求	(127)
第六章 电气安全用具	(131)
第一节 安全用具的结构和作用	(131)
第二节 安全用具的使用和保管	(139)
第三节 安全用具的检查和试验	(141)
第七章 电气工作安全制度	(144)
第一节 线路运行与维护	(144)
第二节 在电力线路上工作的安全组织措施	(146)
第三节 在电力线路上工作的安全技术措施	(150)
第四节 一般安全措施	(151)
第五节 配电变压器台上的工作	(154)
第六节 邻近带电导线的工作	(155)
第七节 带电作业	(155)
第八节 农村低压电气安全操作制度	(161)
第八章 加强农村安全用电的管理	(165)
第一节 组织领导	(165)
第二节 规章制度	(167)

第三节 宣传教育	(176)
第九章 触电急救与电气火灾的扑救	(179)
第一节 脱离电源	(179)
第二节 确定急救方法	(181)
第三节 口对口人工呼吸法和胸外心脏挤压法	(183)
第四节 电气火灾的扑救	(187)

附录

一、户外架空铝导线“相零回路”单位长度 阻抗值	(190)
二、变压器400伏侧单相阻抗值	(191)
三、各种电气装置要求的接地电阻值	(191)
四、棒形接地体的材料尺寸及不同土壤电阻率下的 工频流散电阻值 (Ω)	(194)
五、土壤电阻率参考值 (摘自SDJ8-76)	(195)
六、铝线规格及允许载流量	(196)
七、橡皮、塑料绝缘电线的允许载流量	(197)
八、橡套软电缆允许载流量	(203)
九、铜芯塑料绝缘软线的技术规格及允许载流量	(204)
十、标示牌式样	(205)
十一、供电局(或线路工区)倒闸操作票	(206)
十二、电力线路第一种工作票	(207)
十三、电力线路第二种工作票	(209)

第一章 农村触电事故基本分析

电力给农业生产和农副产品加工提供了优质动力，给各类专业户和人民生活带来极大方便。然而，电的广泛应用也带来另一个问题，即用电安全问题。多年来，由于各级领导的重视，农村电工的技术素质有所提高，农电管理工作不断改善，触电事故率正在逐年下降。但是，也应该看到，农村触电事故还是相当频繁，重大触电事故也比较多。我们有必要对这些触电事故进行认真分析，认识农村触电的规律，找出触电的主要原因，进而提出防止触电事故发生的措施。这些就是本章的基本内容。

第一节 触电事故的规律

触电事故常是突然发生的，如处理不当，或抢救不及时，常会造成人身伤亡。触电并非神秘莫测，它既有一定的规律性，因而是可以认识的，也是可以预防的。根据对农村触电事故的分析，可得出以下规律。

一、季节性

农村触电事故的发生与季节有关。它在一年四季中并非平均分配，而是明显地集中在某几个月里，况且每年的状况都大致如此。以湖北省农村发生的触电死亡事故为例，1981年一至四月的触电死亡人数占全年总数的12%，五至八月的触电死亡人

数占全年总数的76%，九至十二月的触电死亡人数占全年总数的12%。1982年一至四月的触电死亡人数占全年总数的18%，五至八月的触电死亡人数占全年总数的70%，九至十二月的触电死亡人数占全年总数的12%。可见事故发生的时间相当集中，主要集中于每年的五、六、七、八几个月。这是因为这几个月正值农忙季节，用电比较集中，排灌、脱粒、场上照明等都普遍采用电能，就是说这个季节与电打交道的机会多了。农活季节性很强，农忙中人们想得最多的是保收保种，赶上季节，在忙碌中人们对用电的安全问题容易疏忽。甚至违章作业，强制运行的情况经常发生。此外，这个季节雨水较多，空气比较潮湿，气温高，电器设备的绝缘性能和人体电阻都要下降，在一定程度上增加了触电的可能性和危险性。

二、地 区 性

触电事故的分布具有一定的区域性，有的地区事故率比较高，有的就比较低。湖北省农村包括八个地区和四个省辖市的郊区，其中恩施、郧阳等地区事故率比较高。1981年全省农村总用电量352075.5万度，其中恩施和郧阳两地区共计12427.8万度，占全省总用电量的3.5%，而它们的触电死亡人数为全省农村触电死亡总数的39%。1982年全省农村总用电量为391817.8万度，其中这两个地区共计16162.7万度，占全省农村总用电量的4%，而这年它们的触电死亡人数为全省农村当年触电死亡总数的32%。这些地区事故率比较高，是因为地属山区，地形起伏不平，给线路的维修、检修和管理带来困难。两地区均属鄂西山区，雨量充沛，雷电活动复杂，雷击破坏较严重。空气湿度大，设备绝缘性能降低，甚至塌方倒杆。边远山区，文化事业的发展较缓慢，安全用电常识不大普及等。

三、低压触电事故多于高压触电事故

电压可分为高压和低压两大级别。380伏，220伏属低压，1万伏，3万5千伏属高压。农村触电事故，就一个地区而言，高压、低压都有，但主要发生在低压线路和设备上。湖北省农村1981年低压触电死亡的人数占全年触电死亡总人数的84%，而高压只占16%。1982年低压触电死亡的人数占全年触电死亡总人数的90%，而高压只占10%。这是因为农村的用电线路和设备几乎都是低压。各种加工用的电动机均为380伏，与排灌抽水机配套的电动机也多为380伏，照明和家庭用电均为220伏。低压线路分布密集，连接各个乡村，连接千家万户，连接每一件用电电器。低压线路覆盖面大，它所覆盖的地方一般都是人口聚集的地方。乡、村低压线路一般都由乡村电工维护、管理和部分检修，高压线路一般都由县级以上专业电工维护、管理和检修。目前乡村电工的数量、技术素质和工作条件还比较差。

四、低压线路的触电事故多于低压设备触电事故

在低压事故中，可分为低压线路（架空线，接户线，户内线，临时线等）上的事故和低压设备上的事故。低压线路事故多于低压设备上的事故。1981年湖北省农村在低压线路上的触电死亡人数占整个低压触电死亡总人数的94%，1982年为85%。这是因为低压设备一般在室内，工作条件较好，而低压线路多数在室外，日晒、雨淋、使绝缘物易于老化，风吹或某些人为的原因可能使导线断落。在农忙季节，常常架设临时线路，其中有的或线路质量不合要求，或维护、管理不当，容易造成触电事故。还有些人违反电业管理章程，私自拉线、架网、接火，极

易造成触电事故。

触电事故与很多因素有关，不能一概而论。以上四条是就全省而言，局部地区也可能有所不同。另外上述规律性也不是一成不变的。我们应在实践中不断研究新情况，不断总结认识，以便为做好安全用电工作提供有用的材料。

第二节 触电的种类和方式

一、触电种类

根据对人体的伤害情况不同，触电可分为电击和电伤两大类。直接接触带电部分，电流通过人体而引起身体内部器官的创伤，称为电击；电弧引起人体外部皮肤局部的创伤，称为电伤。

1. 电击

当通过人体的电流达到一定数值时，会使与带电部分相接触的肌肉剧烈地收缩，无法自行脱离电源，使人体的细胞组织受到严重损害，因而人体电阻迅速降低，电流增大，最后全身肌肉发生抽筋，神经麻痹，呼吸困难，使心脏停止跳动，或呼吸窒息而死亡，这是最严重的触电事故。我们常说的触电，通常是指电击。

2. 电伤

电伤是指由于电的作用引起皮肤局部的创伤，有灼伤、烙印和皮肤金属化三种。

(1) 灼伤。灼伤是由强烈的电弧照射皮肤所引起的。其后果是使皮肤发红、起泡、烧焦和皮组织败坏。

(2) 烙印。烙印是由电流的化学效应和机械效应作用于皮肤所引起的。当人体和导电部分有良好的接触时才发生烙印。

烙印给皮肤表面留下圆形或椭圆形的肿块痕迹，颜色为灰色或淡黄色。

(3) 皮肤金属化。由于被电流熔化和蒸发的金属微粒渗入皮肤表面所引起的创伤，称为皮肤金属化。皮肤的伤害部分形成粗糙的坚硬表层，日久会逐渐脱落。

此外，由于强烈的电弧光照作用而引起的眼睛伤害，以及高空作业因触电引起的摔伤等都算做电伤。

二、触电方式

按人体触及带电体的方式不同，触电分为单相触电、两相触电和跨步电压触电三种方式。

1. 单相触电

当人体触及带电的一根相线，而又同时和大地（或零线）相接触时，称为单相触电。发生单相触电的情况最多，如在带电的电气设备和线路上工作时，接触到绝缘损坏的电气设备外壳或者误触到裸露的带电导体；人立大地而手触及垂落的裸露相线；一手拿零线而另一手拿带电的相线（零线和相线或为裸露导体，或绝缘损坏）等，都会引起单相触电。

三相电力线路中，单相触电的危险程度，除与电压高低，绝缘情况的好坏有关外，还与该系统中性点是否接地，每相导线对地电容的大小等因素有关。

2. 两相触电

两相触电是指人体同时触及带电的两根相线的情况。这时，不管电网的中性点是否接地，人体的各个部位都处在线电压之下，这是最危险的触电方式，但这种触电方式一般较少。

3. 跨步电压触电

由跨步电压引起的触电称为跨步电压触电。当电气设备发

生接地短路，电力线路的任何一根带电导线断落接地，在“两线一地”制接地引下线附近都有跨步电压存在，当人进入这个区域时，两脚之间的电压将使其触电。

第三节 电流对人体的伤害

触电分电击和电伤。事实表明，绝大部分触电事故都是由电击造成的。本节的所谓电流对人体的伤害，也是指电击情况下的伤害。这种伤害的严重程度与通过人体电流的大小，电流通过人体的持续时间，电流通过人体的途径，电流频率及人体的健康状况等因素有关。

一、通过人体的电流强弱对人体的伤害程度

事实表明，我们常用的50周波交流电只要1毫安或直流5毫安的电流通过人体就引起麻或痛的感觉，但自己能够摆脱电源。而当通过人体的工频交流电超过20~25毫安或直流超过80毫安时，会使人感觉麻痹或剧痛，呼吸困难，自己不能摆脱电源，且有生命危险。随着通过人体电流的增加，致死所需的时间越短，100毫安的工频交流电通过人体，只要很短的时间就会呼吸窒息，心脏停止跳动，失去知觉而死亡。一般来说，10毫安以下的工频交流电流或50毫安以下的直流电流通过人体，人是可以自己摆脱电源的，可以看作是安全电流。但安全电流长时间通过人体，还是有危险的。以上情况说明通过人体的电流强弱对人体的伤害程度有决定性的作用。

通过人体的电流取决于外加电压和人体电阻。人体表皮0.05~0.2毫米厚的角质层具有很高的电阻，但角质层很容易破坏。除去角质层，数皮肤的电阻最大。这时人体电阻约800

欧~1000欧，甚至更大一些。除去皮肤，人体电阻下降到600~800欧。皮肤潮湿、多汗、有损伤、带有导电性粉尘都会降低人体电阻；接触面加大，接触压力增加也会降低人体电阻；流通电流愈大，持续时间愈长，就愈会增加发热出汗，降低人体电阻；此外，施加电压增高，也会导致人体电阻下降。

加在人体的外加电压与触电方式有关。单相触电时，在变压器不接地的三相系统中，加在人体的电压取决于另外两相对地绝缘情况及其它因素，一般不超过10伏；在变压器中性点直接接地的三相系统中，加于人体的电压取决于人体的电阻以及其它因素，可能接近220伏。两相触电时加在人体的电压总是比较大的，可以达到380伏。跨步电压触电时加在人体的电压的大小与接地导线的电压等级有关，与人体距离接地点的远近有关，还与人的两脚位置和跨步大小等因素有关。

在危险的工作场合，允许使用的电压不得超过规定的安全电压。因为人体电阻取决于很多因素。所以安全电压是根据具体情况确定的。各国对安全电压的规定也有所不同，有的24伏，也有40伏或50伏。我国根据工作场合危险程度规定交流12伏和36伏为安全电压。安全电压能限制触电时通过人体的电流在较小的范围内，在一定程度上可保护人身安全。

二、电流通过人体的持续时间对人体的伤害程度

电流通过人体的持续时间越长，人体电阻越要降低，电流增大，后果越发严重。另外，人的心脏跳动周期为0.75秒左右，而每收缩、扩张一次，中间约有0.1秒的间歇。这0.1秒钟内心脏对电流最为敏感。如果电流在这一瞬间通过心脏，即使电流很小（几十毫安），也会引起心脏震颤；如果电流不在这一瞬间通过心脏，即使电流很大（达10安培），也不会引起心

脏麻痹。由此可知，如果电流持续时间超过1秒钟，则必然与心脏最敏感的间隙重合，造成很大危险。可见电流通过人体持续时间是影响电击伤害程度的一个重要因素。

三、电流通过人体的途径对人体伤害程度

通过心脏、呼吸系统和中枢神经的电流愈大，电击的危险性也愈大。电流通过人的头部会使人立即昏迷，甚至不醒而死亡。电流通过脊髓，会使人半截肢体瘫痪。电流通过心脏，会引起心房震颤或心脏停止跳动，中断全身血液循环，造成死亡。可以肯定，从手到脚的电流途径最为危险。因为沿这条途径有较多的电流通过心脏、脊髓和肺部等重要器官。其次是从手到手的途径，再其次是从脚到脚的电流途径。电流从脚到脚的途径危险性虽然小，但很容易因剧烈痉挛而摔倒，导致电流通过人身或摔伤、坠落等严重的二次事故。

四、电流频率对人体的伤害程度

通常使用的50周波工频交流电，对于设计电器设备比较合适。从安全角度来讲，这个频率的电流对人最为危险。随着频率偏离这个值，在其他条件不变的情况下，电击伤害的严重性显著减少。在伤害程度相似的条件，直流电比交流电允许大两倍以上。交流电在不同频率时对人体伤害程度见表1—1所示。应当指出，高压高频电的危险性还是很大的，如6~10千伏，500千周的强力设备也有电击致死的危险。此外，由于高频电磁场的作用，附近工作人员常有头晕、乏力、记忆力减退及其他症状。这是不同于电击伤害的高频生理伤害。

此外，患有心脏病、神经系统疾病、结核病等病的人因电击引起的伤害都比健康人严重。在相同的条件下，女性的伤害

要比男性严重。

表 1—1 不同电流频率对人体的伤害

电流频率 (赫兹)	对 人 体 的 伤 害
50~100	有45%的死亡率
125	有20%的死亡率
200以上	基本上可以消除触电危险

第四节 触电的原因

人之所以触电，从大的方面来说无非是两种情况：其一、接触了在正常情况就带电的装置，如裸露的电力相线、插座接头、带电的螺口灯头等；其二、接触了本来不该带电而偶然带电的装置，如漏电的电机、潜水泵、电风扇等。对农村而言，具体的原因主要有五个方面：设备安装不合格、设备失修、违章作业，缺乏安全用电常识和私拉乱接等。当然有时一起触电事件并非只有其中一个原因，而是两个或更多原因共同导致的结果。但是这五个方面是基本的。

一、设备安装不合格

从同时满足工作和安全的需要出发，对线路和电气设备的安装应符合规范（或规程）的要求。但是，在有的情况下，特别是在农村低压线路和低压电器的安装中，或者由于条件所限，或者由于技术水平所限，或者由于人们对安全用电的认识不够、要求不严、质量不高，有的方面不符合规范，当然也就不符合安全要求。

农村中常见的有：

临时低压线路不符合安全要求，农村常有突击短时用电，需要架设临时线路。有时将绝缘导线直接敷设在地上，而导线陈旧，甚至有的导线绝缘外层已经损坏。有时用裸导线架设架空线路，但对地距离不够6米以上，电杆质量差，埋设深度不够，容易发生倒杆等。

电力线路和电话线、广播线装在同一根电杆上，其垂直距离不够1.25米，刮风时几种线相碰，或电话线、广播线安在电力线之上，断残落在电力线上，这样都使电话机和广播设备带上电力线路的电压。

安装临时照明或诱虫灯具采用“一线一地”制，容易引起触电事故。

动力变压器安装在砖（石）台上，台的高度不够，或落地安装，四周没有设置防护栏，或防护栏太低，或离变压器太近。

带电设备的金属外壳没有接地（或接零）；电源进线和电动机没有安装单独的开关和熔断器；插座、开关、灯头装得太低；闸刀开关倒置安装，使其闸刀可能因自重而自动误合闸等。

因为设备安装不合要求造成的触电事故为数不少。湖北省农村1981年因此造成触电死亡的人数占全年农村触电死亡总数的18%。1982年因此造成触电死亡的人数占全年农村触电死亡总数的17%。

二、设备失修

即使选择合适，安装合格的电气设备，天长日久都会发生变化，甚至造成损坏。如不及时检修，可能造成触电事故。例如，绝缘老化，设备对地绝缘明显降低；或者破皮，带电体在

不合要求的高度裸露，甚至与外壳碰连。开关、插座、灯头等电器的保护绝缘罩破裂。由于风吹或倒杆，电力线离地高度降低，甚至断落在地。触电保安器损坏停止运行，长期不予修理，不能实现保护范围内的触电保护等。

因设备失修造成的触电事故数目也是比较多的。湖北省农村1981年因此造成触电死亡的人数占全年农村触电死亡总数的16%。1982年因此造成触电死亡的人数占全年农村触电死亡总数的21%。

三、违章作业

在带电或可能带电的现场对电气设备进行安装、操作、维护、检修都必须遵守安全章程，否则就可能导致触电事故。农村常见的违章作业现象有：电工和机手工作时不穿工作服和绝缘鞋；在未断开电源的情况下，挪动运行中的电气设备，停电检修时，事先未用验电工具落实电气设备已不带电；使用不合格的安全工具，或用竹竿，木棒代替绝缘棒；用湿手接触有电的器具或用湿抹布揩试电气设备；发现人畜触电时，不先断开电源，就用手去拉；雷鸣闪电时仍在供电线路上工作；带电换闸刀开关或保险丝等。

违章作业所造成的事故在事故总数中也占有相当的比例。湖北省农村1981年因此造成触电死亡的人数占全年农村触电死亡总数的13%，1982年因此造成触电死亡的人数占全年农村触电死亡总数的19%。

四、私拉乱接

根据有关规定，用电线路的检修、更改和增设都必须由电工来完成，有的还要经过有关部门的许可。因为线路的检修，