

电气安全知识培训教材

电气安全事 故分析 及其防范

顺德市工业学校 周晓东 编



机械工业出版社
China Machine Press

电气安全知识培训教材

电气安全事故分析及其防范

顺德市工业学校 周晓东 编



机械工业出版社

本书是电气安全知识培训教材，书中列举了大量触电伤亡、火灾、爆炸、设备损坏、停电等电气安全事故，并对发生事故的原因进行了具体分析，进而提出各种防范措施或解决方法。此外，还介绍了用电安全技术及触电急救知识。

本书内容生动具体，通俗易懂，既可作为各类电气安全知识培训教材，也可作为广大电器使用者的安全知识读物。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气安全事故分析及其防范 / 周晓东编. — 北京: 机械工业出版社, 1996

电气安全知识培训教材

ISBN 7-111-05230-7

I. 电… II. 周… III. 电气工业-安全-培训教材 IV. TM08-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 08029 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 贡克勤 版式设计: 冉晓华 责任校对: 陈立耘

封面设计: 郭景云 责任印制: 路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000 年 4 月第 1 版第 2 次印刷

787mm×1092mm¹/₃₂·5 印张·107 千字

7 001--10 000 册

定价: 6.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

前 言

随着现代化的发展，人们无论在工作中还是在日常生活中，接触电气的机会越来越多，因而发生电气触电事故，引起火灾或爆炸，损坏电气设备，影响正常供电等事故也越来越多，这给国家和人民造成了巨大的财产和生命损失。

许多电气事故的教训告诉我们，缺乏电气安全知识，违章操作和思想麻痹是造成电气事故的重要原因。

本书的目的旨在通过活生生的人身触电伤亡、火灾、爆炸、设备损坏、停电等电气事故介绍发生的原因和防范措施，对人们进行电气安全知识教育，并向人们敲响警钟，提醒人们时时、事事、处处注意安全用电，避免电气安全事故的发生，力争把电气安全事故减少到最低程度。

本书中的电气安全事故都是真实案例，内容生动具体，通俗易懂。既可作为各类电气安全知识培训教材，也可作为广大电器使用者安全知识读物。

因编写时间仓促，难免有错漏之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

1995 年 12 月

目 录

前言

第一章 触电伤亡事故分析	1
建筑工地触电事故四例	1
高压窜入低压的教训	3
乱接电源使阳台花池带电	5
钢管布线断线故障一例	6
未经培训的人修理电动机,造成电动机漏电, 操作人员伤亡	7
电焊引起的一次突然来电电击事故	8
搭错一根线,牛死人险丧命	9
私布暗线致人丧命	10
人身触电事故三例	11
高压线下不得违章建房	12
自发电倒送引起的重大触电死亡事故	13
因低压断路器反装引起的事故	14
熔断器接线错误引起触电事故	15
只因少接一根线,数百儿童险些触电	17
电扇外壳带电,广播员触电身亡	19
中性线太细引起事故	21
奇怪的屋顶带电	22
铁壳开关质量差造成的触电死亡事故	23
电线老化短路日,火魔乘虚而入时	24

乱装私用室外电视天线引发事故剖析	25
一次电弧飞溅事故	26
忽视安全险些丧命	27
防止零线阻抗增大	28
电视机室外天线安装、使用不合理而引发的电气事故 ...	30
当心中性线触电	31
应当重视路灯配电箱的安全保护	32
一起雷击事故的分析和教训	34
第二章 火灾、爆炸事故分析	36
低压配电装置的雷击事故及防止措施	36
电热梳引起的火灾	37
一颗螺钉引起的火灾	38
照明线接头松动引起的一场火灾	39
一起罕见的室内放电	41
一起火警事故的教训	42
并联电容器控制柜熔断器爆炸事故分析	44
第三章 设备损坏或停电事故分析	46
电源相序接反引起的事故	46
奇怪的机床照明短路故障	47
这里静电来自何方	48
布卷尺造成 6kV 线路短路事故	48
施工疏忽酿大祸	50
一起用铁丝做熔体引起的事故	51
一起 315kV · A 配电变压器事故分析	53
单芯电缆穿铁管导致全厂停电	54
电缆头与支架绝缘不好引起的一起故障	55
重视导线的联结电阻	57

电动机缺相违令动作引起事故	58
用隔离开关拉高压电容器造成相间短路重大事故	60
不顾安全乱布线、乱接熔断器酿成事故	61
一起蒸气引起的事故	63
密封圈老化易烧毁配电设备	64
电梯突然停车故障	65
配电屏内铝母线短路事故	67
变压器中性点断开事故的分析	68
几起铝质母线短路烧毁事故	70
选用电动机不能忽视散热通风条件	72
一颗铁钉引起的事故	73
漏接一根导线造成三次继电器触点熔焊	74
一起 180kV · A 变压器烧毁事故	76
一次异常的短路事故	77
三相电力电缆改单相运行中的一次事故	79
从两起事故谈中性线及接地	80
联结电阻增大引起的故障	81
一次电缆烧毁事故的分析	82
一起特殊的电动机故障	84
不能忽视雷电侵入波引起的过电压	85
第四章 用电安全技术	87
浅谈电气安全标准	87
坚持停电后挂地线避免了一起人身触电死亡事故	92
金属梯凳不能用于电工作业	93
几种低压照明故障的分析	95
严防交流电焊机空载电压伤害	98
电冰箱爆炸的教训	99

装上触电保安器也不能万事大吉	100
农村触电事故的分析及防护	101
浅谈家用电器的保安措施	105
电弧灼伤事故及防止措施	107
全面考虑防止电气火灾	109
刀开关已断开, 线路仍带电的事故	111
谨防电源线“引雷入室”	113
一种“漏电”现象探讨	114
电弧对固体绝缘介质的破坏不可忽视	115
电热水器外壳为什么带电	118
民用线路过电压事故分析	119
楼梯扶手为何带电	121
电视机户外接收天线防雷简便方法	122
怎样预防电热器引起的火灾	123
怎样解决目前家用电器的接地问题	124
10kV 避雷器爆炸原因及对策	126
浅谈大电流连接处的发热问题	128
建筑电气设备火灾原因分析	129
RTD型熔断器在低压屏上的安装与供电安全	131
石板刀开关使用的利与弊	135
接地、接零与单相照明线路	137
家用电器的保护接线	139
提高安全报警系统电源供电可靠性的措施	142
电视机的防雷技术	145
私装电网是危害公共安全的行为	149
使用家用电器应注意的两个安全问题	150
参考文献	152

第一章 触电伤亡事故分析

建筑工地触电事故四例

建筑业因流动性大、临时性强、多数又在野外或室外作业，又因地形、地势、条件局限及手工作业多以及人为因素等等，存在着很多事故隐患，触电事故就是其中之一。

本文所谈的是近几年一些地方发生的几起触电事故，希望从中引起警惕，防止类似事故再次发生。

1. 漏电酿成的悲剧

(1) 事故经过

某浴池工地，工人们正在进行二层水泥圈梁浇灌。突然，搅拌机附近有人喊：“有人触电了”。只见在搅拌机进料斗旁边的一辆铁制手推车上，趴着一个人，地上还躺着一个人。当人们把搅拌机附近的电源刀开关断开后，看到趴在铁车上的那个人手心和脚心穿孔出血，并已经死亡，死者年仅17岁。与此同时，人们对躺在地上的那个人进行人工呼吸，他神志才渐渐恢复。

(2) 事故原因

事故发生后，有关人员马上对事故现场进行了检查，从事故现象看，显然是搅拌机带电引起的。当合上搅拌机的电源刀开关时，用电笔测试搅拌机外壳不带电，当按下搅拌机上的起动按钮，再用测电笔测试设备外壳，氖泡很亮，表明

设备外壳带电，用万用表交流档测得设备外壳对地电压为195V（实测相电压为225V）。经细致检查，发现电磁起动器出线孔的橡胶圈变形移位，一根绝缘导线的橡皮被磨破，露出铜线，铜线与铁板相碰。检查中又发现，搅拌机外壳没有接地保护线，其4个橡胶轮离地约300mm，4个调整支承腿下的铁盘，是在橡皮垫和方木上边，进料斗落地处垫有一些竹制脚手板，整个搅拌机对地几乎是绝缘的。死者穿布底鞋，双手未戴手套，两手各握两个铁把；因夏季天热，又是重体力劳动，死者双手有汗，人体电阻大大降低。估计电阻约为 $500\sim 700\Omega$ ，估算流经人体的电流已大于250mA。如此大的电流通过人体，死者无法摆脱带电体，而且在很短的时间内就会导致死亡。另一触电者因单手推车，脚穿的是半新胶鞋，所以尚能摆脱电源，经及时的人工呼吸，得以苏醒。这起事故充分说明，临时用电决不能马虎。

2. 违章安装，小学生触电身亡

(1) 事故经过

一个晴朗的中午，某小学的学生们排着队放学回家。一个顽皮的男学生突然离队，向路边一工地铁棚跑去，用双手去拍铁棚，想拍响玩玩。谁知就在他双手碰触铁棚的瞬间，只听他惨叫一声，倒在铁棚下。这时正是下班的时候，有人见到忙跑到工地将电源断开。这时，经检查小孩已经死亡。

(2) 事故原因

事故发生后经调查，铁棚线路和设备均未发现问题，问题出在从铁棚引出的一条照明线路上。该条线路经常移动的一段导线已经磨破，并与铁棚接触，接触部位有烧伤的痕迹。这起事故提醒我们，一定不能违章使用移动电具。

3. 从高空坠落在高压线上的事故

(1) 事故经过

某工地主体工程已接近尾声，正当人们干得起劲时，忽然从 6 层楼无栏杆的脚手架上掉下一个人，落在了距脚手架外不足 1m 的两条 10kV 架空高压线上，随着一声惨叫，紧接着“轰”的一声爆响，坠落人的身体顿时着起火来，不一会儿他的身体坠落在脚手架处防护网上。死者年仅 18 岁。

(2) 事故原因

从这例事故看，其原因是施工单位未重视安全。为此，在高压线附近施工时，必须采取妥善的安全防护措施。

4. 钢筋搭高压，青工触电惨死

(1) 事故经过

某日，正在施工中的住宅楼将要封顶时，一个青年小伙子站在脚手架上，给阳台穿钢筋，当他双手拿着一根 $\phi 18\text{mm}$ 的钢筋向脚手架外伸出（作分布钢筋穿设）时，钢筋顶部搭在了 10kV 架空线路的相线上。只听一声惨叫，人摔倒在脚手架上。他的双手和一只脚都被烧掉，小腹部严重烧伤，并已死去，惨不忍睹，死者年仅 19 岁。

(2) 事故原因

这起事故与上面的例 3 事故发生在同一 10kV 线路上，两处相隔仅 180m，并且时间相隔不到一年。这两起事故表明，加强安全管理和加强全员的安全教育，不可忽视。

高压窜入低压的教训

1. 事故经过

某地采用蝶式绝缘子架设的 10kV 配电线路，一相绝缘子击穿导线接地，致使导线烧断，落在同杆架设的

380 / 220V 低压线上，使得整个低压线上都带上了 10kV 等级的高压。事故发生后，整个村的家用电器及电灯线路都发出了异常的响声，有些线路甚至冒出火花。有一村民去关一台响声异常的电扇，当场被电击致死；另一村民看见电灯线路发出异常响声，就去关吊灯头的开关，也当场触电身亡；还有 20 多人被击伤，并烧坏很多家用电器。

2. 事故教训

这次事故的损失是惨重的。为了吸取教训，事后，有关部门组织人员对事故发生的原因进行了分析，现就发现的值得注意的几个问题，提出如下建议：

(1) 所用蝶式绝缘子属淘汰产品

以前采用瓷横担的线路，没有发现过类似故障，建议更换 10kV 线路中的蝶式绝缘子。

(2) 变电站的继电保护装置应动作灵敏

如果高压窜入低压时继电保护装置立即动作，事故后果不会如此严重。当地过去曾有一条 10kV 高压线路一相断开跌入一民房屋顶的事故，出事点引起燃烧，但变电站继电保护装置还没有信号出现。这一现象再次出现应引起重视。

(3) 停送电应严格执行有关规程

有一电工曾直接把一台变压器高压侧的跌落式熔断器送上 10kV 的线路，引起高压线起火，冒出的火球烧断一根高压线。

(4) 变压器中性点接地电阻不应过大

变压器中性点接地电阻应小于或等于 4Ω ，以减轻高压窜入低压的危险。据测，该村变压器中性点接地电阻大到几十欧姆。

(5) 应在现有供电方式上采取重复接零保护

现在民用供电大都采用电源中性点接地的三相四线制供电方式，对于家用电器都应采用保护接零，并在零线上重复接地，以减轻高压窜入低压时的危险。

(6) 进一步宣传普及用电常识

当家用电器及电灯线路出现异常响声和线路冒出火花时，千万不要用手去断开电源，应赶紧报告有关人员处理。

(7) 建议安装报警装置

如能采用高压窜入的自断装置或高压窜入电子报警器，将能减轻高压窜入低压的危险性。

乱接电源使阳台花池带电

1. 事故经过

住户赤着脚在自家阳台上晒衣服，当手接触到晒衣的金属架时，突然感到有股较强的电流麻手。现场检测，确有 30V 电压。为安全起见，从晒衣架上拉了根临时线与水管相连，再测仍有 7V 电压，对此不思其解。仔细检查，无意中把一只手伸向阳台花池里（花池养了花，泥土湿润），另一只手与晒衣架相碰，一股很强的电流流过手臂。用表测量花池电压竟高达 50V！把地线插入花池内再测，花池与晒衣架（两者紧靠着）电压消失。

2. 事故原因

花池何来电压？为了查个水落石出，将花池泥土挖开，发现水泥预制的花池钢筋外露。电压就是来自钢筋！进一步检查，是隔壁一住户违章用电，私拉电源，用一线一地制，将地线接在下水管上，管道接地不良。由于接地电阻大，且花池钢筋与接地体相通，于是便在阳台潮湿的花池中产生了

很高的电压。实践证明，违章用电，乱接电源是极不安全的，应引以为戒。

钢管布线断线故障一例

1. 事故现象

某校电工班接到维修通知：“实习工厂金工车间 C630 车床上三相异步电动机两相运转。”经检查，车床上所有的电气设备均良好；进一步检测发现断线处是在车间内配电柜至车床电器盘之间暗敷设钢管的内部。将钢管内部的橡皮绝缘电线（3 根粗线为 BVL-6，1 根中性线为 BVL-4）抽出时，发现电线外表均是湿漉漉的，已形成水滴。其中 1 根相线线芯已断开，只是靠绝缘层连着。

2. 事故原因

电线外表怎么会有水呢？从地下挖出钢管后，发现埋于地下约 50cm 深处的钢管未做防腐处理，钢管上出现一些小孔。因此，土壤中的水分可渗入到管子里，致使管内积水。电线在水中长期浸泡，橡胶绝缘层加速老化；线芯也受到侵蚀。另一方面，由于电流大，又加速线芯发热和脆化，乃至造成断线故障。

3. 事故教训

我国目前在工矿企业及民用建筑工程的电气布线中，钢管布线方式是较常见的敷设形式。安装时，应按规程要求做防腐处理；尽量不采用有焊缝的焊接钢管，而应选用电线管或硬塑管；在潮湿场所，管内穿线尽量采用塑料绝缘线，以免留下隐患！

未经培训的人修理电动机,造成电动机 漏电, 操作人员伤亡

1. 事故经过

某水泥制品厂将修理后的电动机投入使用。当电动机工作 2h 后, 操作人员发现电动机外壳带电, 及时断开电源, 使电动机停止工作, 随后便向修理工告知情况。另一名青工不了解以上情况, 合上电源刀开关使电动机带电工作。该青工刚一操作电动机, 便造成触电死亡事故。

2. 原因分析

事故发生后, 有关部门人员及时赶到现场, 对电动机作了如下检查: ①使用 1000V 绝缘电阻表摇测三相引出线对外壳的绝缘电阻, 其值都为零; ②再用万用表测量三相引出线对外壳的电阻, 其中一相电阻为零, 另两相电阻都为 3.5Ω ; ③再用万用表测量三相绕组相间的直流电阻, 其值都为 3.5Ω 。

根据以上数据, 可知对外壳的电阻值为零的一相已直接与电动机外壳接触; 另两相引出线对外壳的电阻值等于绕组相间的直流电阻, 它是经过两相绕组到接地点的。实际上测得的是两相绕组的电阻。

随即作进一步的检查, 拆开电动机发现三相引出线的一相绝缘损坏, 该相导线与外壳相碰, 导致通电后外壳带电。引出线是三芯橡皮电缆, 在防脱落打结处未穿绝缘套管。将接地处绝缘处理后, 再使用 1000V 绝缘电阻表摇测电动机引出线对外壳的绝缘电阻, 其值为 $1000M\Omega$ 。

后经查明该电动机不是正规厂修理的, 而是未经培训和

毫无检测手段的无证个体户修理的。

3. 防止措施

1) 有故障的电动机的电源开关，应悬挂“不可合闸”的标示牌。

2) 业务管理部门及劳动安全、保护部门应对非法或不正规的修理厂家和摊点经常进行检查，督促和整顿。对无正规检测手段的厂家和摊点应坚决取缔；同时，电气工作人员属特殊工种人员，应按国家有关规定，通过学习、培训，并经严格考核合格，持证上岗。

电焊引起的一次突然来电电击事故

1. 事故情况

某厂新建的 35kV5600kV·A 电炉的安装工作正在进行。同时，承担该新建电炉变电所电气施工的输变电承装公司正在对设备进行最后的试验工作。当输变电承装公司人员开始测试 DW2-35 型多油断路器的直流电阻时，站在开关顶部的 A 某、B 某及站在地面、背靠电压互感器、双手抓着两只电压互感器套管桩头的 C 某突然遭到了电击。三人慌忙离开了设备。但是 A 的左腿部有一直径约 3cm 的灼伤红肿块，B 的右脚下有一放电点，C 的右手拇指下端有一黄豆大小的灼伤痕迹。

2. 事故原因

当时新变电所内电气安装工作已经完成，电炉变压器的低压铜排已接到三相电极筒上，但 35kV 电源进线尚未建成，没有供电电源。那么，电是从哪里来的呢？通过现场调查分析，得知就在三人进行测试直流电阻的同时，该厂电焊

工也开始了在电炉电极筒上的焊接工作。由于电焊机接地线不够长，便将接地线搭接到钢制电炉盖上。当电焊钳引弧的瞬间，电流由电极筒→短网铜排→变压器二次侧线圈→另一相短网铜排→另一电极筒→炉盖→电焊机接地线，形成了回路，造成电炉变压器二次侧线圈上呈现出电焊机约40~60V的二次侧电压，而在电炉变压器一次侧线圈上即感应出约11~17kV的高压（电压比为288）。由于主母排（线）与断路器、电炉变压器一次侧均已连通，电压互感器刀闸也未分开，因而整个一次侧设备上就出现了高电压。事故后按原条件做了模拟试验，证明确实只有当电焊机引弧的瞬间，电炉变压器的一次侧才产生高电压，这就是突然来电并造成三人触电的原因。

3. 事故教训

这次突然来电事故，险些酿成大祸，使双方有关人员受到很大震动。

电气试验安全工作规程有规定：“在一个电气连接部分同时有检修和试验时，试验前应得到检修工作负责人的许可。”如果在工作中能遵守规程，切实做好工作前的安全措施和严格检查，这起事故是可以避免的。

搭错一根线，牛死人险丧命

1. 事故经过

某单位因架空线路陈旧，电工在进行整修。一名电工由于工作不细心，错将一相火线搭在零线上，造成水牛电死、人险些丧命的事故。

事故经过是这样的，距某单位200m处，有一农户在公