

电气安全知识培训教材

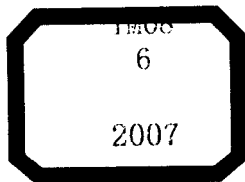
电气安全事故分析 及其防范

第2版

瞿彩萍 主编



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

第 2 版

主编 瞿彩萍

参编 陈秉宋 周晓东

机械工业出版社

本书是《电气安全事故分析及其防范》的第2版,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电气安全知识读物。

图书在版编目(CIP)数据

电气安全事故分析及其防范/瞿彩萍主编.—2版.—北京:
机械工业出版社,2007.1
电气安全知识培训教材
ISBN 7-111-05230-7

I. 电... II. 瞿... III. ①电气设备—安全技术—
事故分析—技术培训—教材②电气设备—安全技术—事
故—防治—技术培训—教材 IV. TM08

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 122920 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:张世琴 责任校对:李秋荣
封面设计:鞠 杨 责任印制:杨 曦
北京机工印刷厂印刷
2007 年 1 月第 2 版第 1 次印刷
140mm×203mm·10.75 印张·285 千字
定价:20.00 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)68326294
编辑热线:(010)88379711
封面无防伪标均为盗版

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的电气安全知识读物。

随着我国加入 WTO,进口电器和进口电气控制设备也越来越多,故再版时,除增加了大量电气安全事故分析及其防范案例外,还收集了许多进口电气设备方面的安全事故案例及安全使用注意事项。

本书第一、二章由周晓东编写,第三章由瞿彩萍编写,第四章由陈粟宋编写,全书由瞿彩萍统稿。

本书力求尽量反映目前电气安全防范方面的状况,但因编写时间仓促,尤其是当今技术发展飞速、信息变化万千,故难免有错漏之处。在此,请广大读者尤其是从事该行业的专家批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 触电伤亡事故分析

搅拌机漏电酿成的悲剧	1
违章安装,小学生触电身亡	2
脚手架无栏杆,致人从高空坠落在高压线上身亡	2
建筑钢筋搭高压,青工触电惨死	3
高压窜入低压的教训	3
乱接电源使阳台花池带电	4
钢管布线断线故障一例	5
未经培训的人修理电动机,造成电动机漏电,操作人员伤亡	6
电焊引起的一次突然来电电击事故	7
搭错一根线,牛死、人险些丧命	8
私布暗线致人丧命	9
人身触电事故三例	9
高压线下不得违章建房	10
自发电倒送引起的重大触电死亡事故	11
因低压断路器反装引起的事故	12
熔断器接线错误引起触电事故	13
只因少接一根线,数百儿童险些触电	14
电扇外壳带电,广播员触电身亡	16
中性线(零线)太细引起事故	18
奇怪的屋顶带电	19
铁壳开关质量差造成的触电死亡事故	20
电线老化短路日,火魔乘虚而入时	20
乱装私用室外电视天线引发事故剖析	21
一次电弧飞溅事故	22

忽视安全险些丧命	23
防止中性线(零线)阻抗增大	24
电视机室外天线安装、使用不合理而引发的电气事故	25
当心中性线(零线)触电	26
应当重视路灯配电箱的安全保护	28
一起雷击事故的分析和教训	29
建筑电气系统故障	30
防爆开关也会引起爆炸	33
瓷横担断裂引发的电击事故	34
装设拉紧绝缘子刻不容缓	36
随意放置断路器手合加力铁管酿成大事故	37
灯塔作业平台金属构架未接地造成事故	38
路灯铁柱带电造成触电事故	39
莫用电线当拉线	41

第二章 火灾、爆炸事故分析

低压配电装置的雷击事故及防止措施	42
电热梳引起的火灾	43
一颗螺钉引起的火灾	44
照明线接头松动引起的一场火灾	44
一起罕见的室内放电事故	46
三起焊工火警事故	47
并联电容器控制柜熔断器爆炸事故分析	48
一起 110kV 少油断路器爆炸事故分析	49

第三章 设备损坏或停电事故分析

电源相序接反引起的事故	52
奇怪的机床照明短路故障	52
这里静电来自何方	53
布卷尺造成 6kV 线路短路事故	54
施工疏忽险酿大祸	55
一起用铁丝做熔体引起的事故	56
一起 315kV·A 配电变压器事故原因	58

单芯电缆穿铁管导致全厂停电	58
电缆头与支架绝缘不好引起的一起故障	59
重视导线的连接电阻	62
电动机缺相连令动作引起事故	63
用隔离开关拉高压电容器造成相间短路重大事故	64
乱布线乱接熔断器酿成事故	65
一起蒸气引起的事故	67
密封圈老化易烧毁配电设备	68
电梯突然停车故障	68
配电屏内铝母线短路事故	70
变压器中性点断开事故的分析	71
几起铝质母线短路烧毁事故	73
选用电动机不能忽视散热通风条件	74
一颗铁钉引起的事故	76
漏接一根导线造成三次继电器触点熔焊	76
一起 180kV·A 变压器烧毁事故	78
一次异常的短路事故	79
三相电力电缆改单相运行中的一次事故	80
从两起事故谈中性线(零线)及接地	81
连接电阻增大引起的故障	82
一次电缆烧毁事故的分析	83
一起特殊的电动机故障	85
断开断路器后的电动机仍烧毁事故	85
一例特殊的变压器内部过热事故	87
复合电压闭锁过电流保护出口时间配置不合理造成的事故	90
35kV 室外穿墙套管闪弧短路	92
零序方向电流保护极性接错造成误动	94
冷却水水质差导致晶闸管烧毁	97
10kV 线路铁磁谐振引起设备损坏	97
负序电流继电器内部一焊点虚焊造成发电机跳闸	100
保护整定值错误造成全厂停电事故	102
晶体管式继电器触点接触电阻增大引起误跳闸	103
发电机保护整定值偏小引起的误跳闸	105

直流屏故障引起断路器拒绝合闸	108
变压器低压侧中性点接地过电流保护误动	111
测速发电机反转导致直流电动机自行高速启动	112
断路器拉杆销子掉落引发一系列问题	113
单相接地故障发展成三相短路事故的防止对策	115
主变铁心松动引起差动保护动作	116
变压器无载分接开关触头烧损却未报警的事故	118
一起备用开关合闸故障	118
为何 6kV 电容器过电压保护跳闸	120
一起非带电设备接地刀闸打火事故	121
从误操作事故谈联络线倒闸操作注意事项	123
隔离开关未锁定酿成事故	125
电力变压器油枕呼吸器喷油事故	126
电炉变压器绕组钢压块位移引发事故	128
断路器操动机构故障引发事故	129
6kV 厂用变单相接地保护误动一例	130
因接线松动导致继电器吸合不实而烧毁	131
误动备用励磁装置的控制开关引起发电机停机事故	132
发电机逆功率继电器整定错误导致保护误动	134
直流电源错接线造成事故扩大	135
一起罕见的中性线(零线)带电事故	139
临时供电必须注意安全	140
调速电动机在低速恒转矩状态下引发的两例事故	142
新装地理电缆相间短路事故	143
大型电动机频繁烧坏轴瓦事故的处理	144
不可忽视设备的地网接地	145
非对称换位电抗器引发事故	147
双电源并倒操作中因环流引起断路器跳闸事故	151
“三遥”开关站运行中出现的问题	152
主变差动保护误动一例	154
35kV/ 6kV 主变纵差保护误动分析一例	155
电磁式电压互感器烧毁的原因及防止事故措施	158
一起少见的 6kV 接地故障	161

刀开关切断单相接地故障和事故分析	163
熔丝选配不当导致越级动作	167
工作总零线开路造成的故障	168
一起自动停机故障	172
防雷接地系统整改措施	174
发电机—变压器组纵差保护死区引发事故	178
PLC 模块损坏事故分析	180
盲目合闸,损失惨重	183
35kV 架空线路招雷击引起跳闸事故	185
雷电波入侵 35kV 变电站的雷击闪络事故	185
雷电感应过电压造成站内二次设备误动作事故	186
10kV 配电线路雷击事故分析	186
绝缘导线雷击断线事故分析	187
使用电力电缆注意事项	188
电压互感器二次回路故障引起单相接地保护误动一例	191
矿山 10kV 架空线路一故障分析	193
合闸接触器更换不当的事故	195
一起继电保护越级跳闸事故	198
不可轻视胶木炭化	200
一起因残压而引起的设备短路事故	201
绕线转子型电动机液体起动变阻器的“烧开水”事故	202
信号继电器选型不当造成断路器拒动	204
电流偏相故障二例	206
干式变压器环氧接线板龟裂引发的事故	208
电缆沟内低压电缆全部烧毁的教训	209
避免小动物引起高压线路跳闸	211
同步电动机励磁系统事故二例	212
接地线施工不符合要求引起电缆着火	215
一起由感应雷引起的雷击事故	217
违反电焊操作规程,引起 PE 线烧毁	218
水电阻爆炸事故	219
杂散电流引起的提前引爆事故	220
家用有级调压器,弊大于利	222

辅助开关引起真空断路器故障	223
数字设备接地	224
励磁电流过欠励导致同步电动机烧毁	226
分合指示牌也能造成断路器拒跳	227

第四章 用电安全技术

变配电系统图未及时修改造成的事故	229
金属梯凳不能用于电工作业	230
几种低压照明故障的分析	231
严防交流电焊机空载电压伤害	234
电冰箱爆炸的教训	235
装上触电保安器也不能万事大吉	236
农村触电事故的分析及防护	237
浅谈家用电器的保安措施	240
电弧灼伤事故及防止措施	241
全面考虑防止电气火灾	243
刀开关已断开,线路仍带电的事故	245
谨防电源线“引雷入室”	246
一种“漏电”现象探讨	247
电弧对固体绝缘介质的破坏不可忽视	248
电热水器外壳带电事故	251
民用线路过电压事故分析	253
楼梯扶手为何带电	254
电视机户外接收天线防雷简便方法	255
怎样预防电热器引起的火灾	256
怎样解决目前家用电器的接地问题	257
10kV 避雷器爆炸原因及对策	258
浅谈大电流连接处的发热问题	260
建筑电器设备火灾原因分析	261
RTD 型熔断器在低压屏上的安装与供电安全	263
石板刀开关使用的利与弊	267
接地、接零与单相照明线路	268
家用电器的保护接线	270

提高安全报警系统电源供电可靠性的措施	273
电视机的防雷技术	276
私装电网是危害公共安全的行为	279
使用家用电器应注意的两个安全问题	280
小心电磁辐射	281
直流系统“免维护”电池故障引发的事故及改进措施	284
残留电荷与漏电的判别	288
电梯接地系统的功能与实施方法	289
个人保安辅助接地线的正确使用	291
换新电能表时发生的两次短路事故	293
高层建筑的防雷设计	294
家庭布线未必越粗越好	296
浅谈农村电网的降损节能	297
共用变压器的用户电源进线中性线(零线)应经过四极开关	299
解决日用电器接零存在的问题	300
浅谈变压器的并列运行	303
电力线路故障一例	305
数控振动机故障三则	308
巧埋接地体	309
浅析电阻热着火源	310
变压器火灾多发不可小觑	312
电磁调速电动机常见故障的检修	314
馈线断路器一相未分断造成中性点偏移	316
变频调速系统的一例故障分析	317
锅炉用 DKJ—310 型电动执行器故障的处理	318
消弧线圈补偿不当引发接地信号	319
巧用熔丝保护压缩机	320
接地线敷设工程质量误区与对策	322
一起异常开机事件的分析与处理	322
电缆故障点的测定方法	325
供电质量对电气设备运行的影响	327
三孔插座线间电压有多少	328
给起动设备巧施保护	329
参考文献	331

第一章 触电伤亡事故分析

搅拌机漏电酿成的悲剧

1. 事故经过

某浴池建筑工地，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调查，从事故现场看，显然是由搅拌机带电引起的。当合上搅拌机的电源刀开关时，用验电笔测试搅拌机外壳不带电，当按下搅拌机上的起动按钮，再用验电笔测试设备外壳，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，其中 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，经及时地人工呼吸，得以苏醒。

3. 防止措施

这起事故充分说明，临时用电也应采取妥善的安全防护措施，决不能马虎。

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。一个顽皮的男孩突然离队，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损，并与铁棚接触，接触部位有烧伤的痕迹。

3. 防止措施

这起事故提醒我们，一定不能违章使用移动电具。

脚手架无栏杆，致人从高空坠落在高压线上身亡

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”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，脚手架无栏杆，加上施工人员安全意识不强，导致发生人命事故。

3. 防止措施

在高压线附近施工时，必须采取妥善的安全防护措施，加强安全教育。

建筑钢筋搭高压，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。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

这起事故同样发生在一 10kV 的线路上，两处相隔仅 180m ，并且时间相隔不到一年。这起事故表明，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，有些线路甚至冒出了火花。有一村民看见电灯线路发出异常响声，就去关吊灯头的开关，当场触电身亡；还有 20 多人被击伤，并烧坏很多家用电器。

2. 事故原因

经调查，该地区采用蝶式绝缘子架设的 10kV 配电线路，因一相绝缘子击穿导线接地，致使导线烧断，落在同杆架设的 $380\text{V}/220\text{V}$ 低压线上，使得整个低压线上都带上了 10kV 等级的高压。

3. 防止措施

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，提出如下措施：

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，应更换 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。

5) 应在现有供电方式上采取重复接零保护。现有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，并在中性线（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。经现场检测，确有 30V 电压。为安全起见，从晒衣架上拉了根临时电线与水管相连，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。用万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。

3. 防止措施

严禁违章用电和乱接电源。

钢管布线断线故障一例

1. 事故经过

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气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 BV16，一根中性线（零线）为 BV14）抽出时，发现电线外表均是湿漉漉的，已形成水滴。其中一根相线线芯已断开，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. 防止措施

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，以免留下后患！

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 2 h 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. 事故原因

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：

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；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，另两相电阻为 3.5Ω ；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，其值已为 $1000M\Omega$ 。

后经查明该电动机不是正规厂修理的，而是未经培训和毫