

铁路职业教育铁道部规划教材

安全用电

ANQUAN YONGDIAN

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

李建民 罗 军 主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

安全用电

李建民 罗 军 主 编

中国铁道出版社

2008年·北京

内 容 简 介

本书为铁路职业教育铁道部规划教材。主要内容有:事故案例分析;触电及触电救护;安全防护技术及应用;10 kV 以下电气设备及线路的安全技术;电气设备的防火与防爆;过电压及防护;电气测试及其安全措施;电气作业的安全规程及制度;用户事故调查及管理办法等。

本书适用于高等职业教育、中等职业教育及职工培训。

图书在版编目(CIP)数据

安全用电/李建民,罗军主编. —北京:中国铁道出版社,2008. 8

铁路职业教育铁道部规划教材

ISBN 978-7-113-08986-3

I. 安… II. ①李…②罗… III. 用电管理—安全技术—职业教育—教材 IV. TM92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 129737 号

书 名:安全用电

作 者:李建民 罗 军 主编

责任编辑:武亚雯

电话:(010)51873133

电子信箱:td51873133@163.com

编辑助理:阚济存

封面设计:陈东山

责任校对:张玉华

责任印制:金洪泽 陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

版 次:2008年8月第1版 2008年8月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:11.75 字数:293 千

书 号:ISBN 978-7-113-08986-3/TM·82

定 价:23.50 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前 言

本书由铁道部教材开发小组统一规划,为铁路职业教育规划教材。本书是根据铁路职业教育电气化铁道供电专业教学计划“安全用电”课程教学大纲编写的,由铁路职业教育电气化铁道供电专业教学指导委员会组织,并经铁路职业教育电气化铁道供电专业教材编审组审定。

电力是国家建设和人民生活的重要物质基础。随着我国改革开放的不断深化,电力事业的发展蒸蒸日上,到2007年我国发电总装机容量已达5亿kW,成为世界第三电力大国。遍布城乡的电力网为祖国的繁荣昌盛及现代化建设提供了源源不断的动力,成为当今社会最广泛应用的能源。电力的发展为国民经济的腾飞创造了先决条件,各种用电设备及家用电器迅速增加,电能的应用已普及到城乡各个领域。

电在造福人类的同时,对人及物也构成很大的潜在危险。如果对安全用电认识不足,对电气设备的安装、维修、使用不当,或由于错误操作等原因,均可能造成触电事故、线路设备事故或遭受雷击、静电危害、电磁场危害及引起电气火灾和爆炸等事故。全世界每年死于电气事故的人数约占全部事故死亡人数的1/4,电气火灾约占火灾总数的14%以上。安全用电是衡量一个国家用电水平的重要标志之一。经济发达地区大约每百万人口触电死亡0.5~1人;落后地区每百万人口触电死亡10人左右。据统计,全国触电死亡总人数中,工业和城市居民仅占15%,而农村竟占85%。据对触电死亡事故进行综合分析,高压触电死亡人数占12%左右,低压触电死亡人数却占88%左右。

安全用电包括人身安全和设备安全两方面。我国政府对于安全用电工作十分重视,为了完善供用电制度,加强电力安全技术管理,由国家及有关部委颁布的劳动保护法规、决议、条例、规程及标准已达300多种。这对于保证电气安全、防止电气事故起到了积极作用,也为电气管理工作逐步走向规范化、科学化、现代化奠定了良好基础。在电力管理和电工作业的各个环节中,电气工作人员、生产人员及其他用电人员,必须遵守有关的规章制度,采用必要的措施和手段,在保证人身及设备安全的条件下,正确使用电力。

随着科学技术的发展,用电规模的扩大,人们越来越意识到安全用电的重要性。安全用电,作为一般知识,应该为一切用电人员所了解;作为一门专业技术,应该为全体电气工作人员所掌握;作为一项管理制度,应该引起有关部门、单位和个人的重视并遵照执行。

本书由李建民、罗军主编。其中第一、二、三、四、七、八章由兰州交通大学李建民、王平清、徐金阳编写,第五、六、九章由内江铁路机械学校罗军、李鲁华和西安铁路铁路职业技术学院秦亚玲编写。

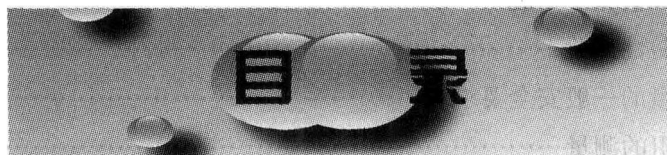
由于电气安全涉及面广,涉及多种学科,加之编者水平有限,书中错漏之处在所难免,敬请

广大读者批评指正。

作为职业技术学院电工类专业的学生,应通过对安全用电课程的学习,掌握触电急救法,熟悉安全防护技术,掌握供用电设备及线路的安全技术,熟悉电气工作的安全规程和制度。掌握安全作业的要求和具体措施,建立起“安全第一,预防为主”的好思想、好作风,以便将来在工作中做到安全用电、安全生产,为国家现代化建设贡献力量。

编 者

2008 年 7 月



第一章 案例分析	1
第二章 触电及触电救护	10
第一节 触电方式	10
第二节 触电急救及外伤救护	17
复习思考题	22
第三章 安全防护技术及应用	23
第一节 屏护、间距与安全标志.....	23
第二节 绝 缘	28
第三节 保护接地与保护接零技术	34
第四节 漏电保护装置	65
复习思考题	76
第四章 电气设备及线路的安全技术	77
第一节 变配电室和变配电设备的安全要求	77
第二节 车间电气设备的安全要求	83
第三节 输配电线路的安全要求	86
第四节 其他电气设备的安全要求	91
复习思考题	96
第五章 电气设备的防火与防爆	98
第一节 消防基本知识	98
第二节 灭火设施和器材.....	101
第三节 电气防火.....	106
第四节 电气防爆.....	113
复习思考题.....	118
第六章 过电压及防护	119
第一节 过电压.....	119
第二节 防雷设备.....	122
第三节 输电线路和变电所的防雷保护.....	127

复习思考题·····	132
第七章 电气测试及其安全措施·····	133
第一节 绝缘预防性试验·····	133
第二节 电气测量的一般安全要求·····	150
第三节 接地电阻的测量·····	150
第四节 电工安全用具的定期试验·····	152
复习思考题·····	153
第八章 电气作业的安全规程及制度·····	154
第一节 电工用具的正确使用·····	154
第二节 电气安全的组织措施·····	158
第三节 倒闸操作与操作票制度·····	164
第四节 低压带电及二次回路作业的安全规定·····	171
第五节 停电作业的安全技术措施·····	173
第六节 值班与巡视工作的安全要求·····	175
复习思考题·····	178
第九章 用户事故调查及管理办法·····	179
参考文献·····	182

第一章

案例分析

一、漏电酿成的悲剧

(一) 事故经过

某浴池工地,工人们正在进行二层混凝土圈梁浇灌。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切断后,看到趴在推车上的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,对躺在地上的另一人进行人工呼吸抢救,才幸免于难。

(二) 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,从事故现象来看,显然是搅拌机带电引起的。当合上搅拌机的电源刀开关时,用测电笔测试搅拌机外壳不带电,当按下搅拌机上的启动按钮,再用测电笔测试设备外壳,氖泡很亮,表明设备外壳带电,用万用表交流挡测得设备外壳对地电压为 195 V(实测相电压为 225 V)。经细致检查,发现电磁启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,共 4 个橡胶轮离地约 300 mm,4 个调整支承腿下的铁盘,是在橡胶垫和方木上边,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,两手各握一个铁把,因夏季天热,又是重体力劳动,死者双手出汗,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 250 mA。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,脚穿的是双新胶鞋,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。

二、高压窜入低压的教训

(一) 事故经过

某地采用蝶式绝缘子架设的 10 kV 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 380/220 V 低压线上,使得整个低压线都带上了 10 kV 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 多人被电击伤,并烧坏很多家用电器。

(二) 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 10 kV 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 10 kV 高压线路一相断开搭在一民房屋顶的事故,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

有一电工曾经直接把一台变压器高压侧的跌落式熔断器送上 10 kV 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 $4\ \Omega$ 以减轻高压窜入低压的危险。据测试,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。以减轻电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。

三、人身触电事故三例

(一) 事故情况

1. 图方便接触高压电

电工 A 更换好田间变压器上的高压熔断器,要下变压器台时,不从台边电杆上的脚钉下去,而准备直接往下跳。当转过身体刚要跳下时,右臀部突遭电击,不由自主地从台上栽了下来。原来他在转身时,工具袋与高压接线柱过近,又恰逢雨后台上较潮湿,引起工具与 10 kV 接线柱放电。触电和摔跌的结果导致 A 神经坏死而截肢。

2. 使用已击穿的按钮,造成触电

雷电将变压器台电杆上的避雷器烧坏,电工 A 更换好后去泵房合闸抽水,发现按钮外壳已烧焦,按钮也崩飞了。找到一看,崩飞的按钮也已经烧得变形了,当时他急着抽水,不顾一切就把按钮放回原处,用手指背按下启动水泵的电动机。虽然接触器吸合、水泵运转了,但是 A 被重重地电击了一下,摔了一大跤,险些造成伤亡事故。

3. 一时不忍,终身致残

三电工 A、B、C 同去更换变压器电杆上的高压绝缘子。A 和 B 上杆更换,C 在下面递料。更换好绝缘子后,A 因憋不住而在上面小便,结果尿被风一吹恰好浇在变压器高压接线柱上,只听“咣”的一声,出现一个大火球,A 即从杆上摔下来,下身全部被电弧烧光,连右手也被烧焦,造成终身残疾。

(二) 事故教训

以上三例均是某地近年内发生的,都是因为缺乏电气设备安全工作知识,麻痹大意,不遵守电气安全工作规程所造成的。第一例事故若停电工作,是可以避免的;第二例事故说明,损

坏的电气设备一定要立即调换新的,才能再使用;第三例事故更说明如果不严格遵守安全规程,发生的事故往往是意想不到的。

四、高压线下不得违章建房

(一) 事故经过

某学校教学大楼施工中发生过一起泥水工误碰高压线的触电伤亡事故。据报道,此类事故在其他地方也发生过多起。

(二) 事故原因

事故屡屡发生,不外乎以下三个方面的原因:

1. 一些乡镇和地方各级人民政府在审批房屋基地时考虑土地安排多,而考虑空中的高压线少。如某镇搞城建规划时,竟在 35 kV 高压线下搞了一个居民小区,后患无穷。
2. 电力部门宣传不够,往往是你造你的房,只要不碰到我管辖的高压线,大家就平安无事,即使房子就在高压线底下或者位于高压线附近,也不理会。
3. 建房单位或农民只看地,不看天,将房子建到一半造成既成事实,再要求迁移高压线。如 A 某不听乡电管员的多次劝阻,强行在乡政府通往各村的 10 kV 高压线下盖房,以致一位泥水工从楼道向平顶递送钢筋时,碰到从屋顶平台上横穿而过的高压线,被电弧击伤,双手、脸部和眼睛严重烧伤,另一个帮工双脚触及那条离平顶只有 68 cm 的高压线时,当即死亡。

五、熔断器接错线造成的触电事故

(一) 事故经过

某人将新房的照明及插座重新布置。取出户内熔断器(RC1A~5A)即进行作业,接线时遭到电击,幸好没有造成人员伤亡。事后经测试,发现熔断器不论安装与否,线路上均有电。

(二) 事故分析

经查明,这起事故的主要原因是将户内熔断器错接到零线上所致。该住宅采用户内安装熔断器盒的供电方式,是为了方便用户使用和防止偷电。

熔断器盒内安装 RC1A~5A 熔断器,相当于进户开关,供用户日常检修和使用,电表箱的钥匙由供电部门统一管理。正常时,熔断器盒安装在相线上,当熔断器取出后,户内相线断电,进行作业时无触电危险,这种配电系统是比较可靠的,但是,该住户内的熔断器盒安装在零线上。当取出熔断器后,设备虽不能工作,但户内的线路对地仍有 220 V 的电压(如果电器是接通的,零线也有电)。人触摸时,就会发生触电事故。

(三) 事故教训

这起事故是由于施工时将熔断器盒错接在工作零线上造成的,主要责任者应该是施工单位。因为施工单位应该严格按照有关技术规程施工,正式验收前要做通电检验,发现问题及时处理,建房单位应严格把住质量关,对工程的关键部位,要到现场监督施工,以便及时纠正;正式验收时,应着重检查可能产生事故隐患或容易发生事故的部位,验收无误后方可在验收单上签字。

六、中性线太细引起事故

(一) 事故一

1. 事故经过

某工地抽水工人抽生活用水,由于照明灯不亮,检查中发现电源进线已断,在接线时,此抽水工人用两手将两断线头拉住,造成单相触电,倒入河中。捞上来之后见其两手已被烧焦。

2. 事故原因

这起触电死亡事故的主要原因之一就是安装人缺乏安全技术知识,河岸至泵船跨距相当大,而横跨河岸与泵船之间的线路采用截面 2.5 mm^2 的单股芯绝缘导线作中性线,以致机械强度不够而断开。

(二) 事故二

1. 事故经过

一名电工在水泥杆上接中性线时,突然大叫,同时身体摆动。好在安全带发挥作用,才未造成坠落事故,

2. 事故原因

经分析,确认触电原因是中性线截面太小,阻抗太大,而使三相负荷不平衡,中性线有很大电流流过,使中性线带有较高的对地电压。因此,杆上电工触及中性线时,电流经人体、水泥杆、大地形成回路而触电。

(三) 事故三

1. 事故经过

人们修整树枝时,树枝落在中性线上,第二天,有几户的电视机和日光灯被烧坏。经检查发现中性线被砸断。

2. 事故原因

这起事故也是由于中性线截面小而被砸断,加上三相负荷不平衡造成的。三相负荷不平衡时,负载中性点电位不再为零,以致有的相电压升高,用电设备可能被烧坏;有的相电压降低,设备不能正常工作。

(四) 事故教训

这几起事故说明,为了防止人身事故和设备事故,须保证中性线质量,中性线不能太细。

七、乱装私用室外电视天线引发事故剖析

(一) 事故经过

在现代家庭生活中,收看电视已成为人们文化生活的主要内容。很多地方室外电视天线如雨后春笋,身居屋顶倚天林立。由此引发的各种事故经常有,下面剖析几例事故,希望从中找出解决问题的途径。

事故一:某新郎为使洞房花烛夜电视更清晰,于婚宴前邀请两友同登楼顶安装天线。匆忙中将一根 5 m 长镀锌铁管吊上平台时,铁管竟挨近了距此楼不远的 10 kV 高压输电线,只听“轰”的一声巨响,高压电流将三人击倒。虽经抢救,该君还是痛失双手。

事故二:某县广播电视局某职工架设的天线,因杆底失去平衡,倒落在附近的高压输电线上,引起开关跳闸。致使全县城 50% 区域中断供电 4 h ,十几家工厂为此停产。同时相邻住户的民用供电线路也突然电压升高,造成损坏收录机 10 台,电视机百余台的故事。

事故三:某农民熟睡中被一声巨雷惊醒,发现柜上连接室外天线的电视机也随雷声爆炸起火。其他地方也发生过雷雨天看电视,室外天线引雷入室的事例。

(二) 事故原因

以上事故,都是因为盲目拉挑天线所致。这里提醒室外天线的安装者,要注意防雷。所谓

避雷针,实质是引雷针。它引雷于自身,然后将高压雷电流传入大地。如在室外天线杆上架设避雷针,则可能出现下述情况:

1. 雷击瞬间在馈线上产生感应过电压。
2. 因天线振子离针甚近,极易发生反击,使馈线上产生反击过电压。
3. 若雷直接落到电视天线上,高压雷电流将沿馈线迅速传入室内。

(三) 防止措施

上述三例皆严重威胁电视机和人身安全。由此看来,即使电视机馈线上装有避雷器,也不一定能避免事故。因此,雷雨天不宜收看电视。应将馈线从电视机上断开,抛到室外,若能妥善接地则更好。室外天线还有因架设位置不当、竖杆不正、重心不稳、基础不牢等原因酿成事故,以及因受大风、暴雨、冰雪等自然灾害影响造成的倒杆事故。

八、当心中性线触电

(一) 事故经过

某铺路工地上发生一起中性线触电死亡事故。铺路临时工地设在乡镇排灌站。电网上有电时,由该站的变压器供电,电网停电后用自备电源。自备电源是排灌站配电房内安装的一台 7.5 kW 发电机,带的负荷是水泵和照明灯。配电盘与发电机之间只有 0.5 m 的小道。零线从发电机的接线柱沿着小道,通过小门接到相距 100 m 的水泵和照明灯上,悬挂高度只有 1.2 m,拴得不牢固。配电房建在河边上,7 月份正是当地降雨季节,阴雨连绵。河水上涨使河水距配电房的地面只有 1 m 左右,房内很潮湿。中性线的绝缘已经老化,发生漏电。某日,电网停电,操作人员把接在站内变压器上的负荷线拆下来,接在发电机上。发电机启动后,操作人员走到水泵旁察看上水量,见水泵上水量不太足,认为可能是电压低,就回配电室调电压。过了一会,另一人走进配电房内发现操作人员躺在地上,中性线线头触在胸膛上,操作人员穿着带汗水的背心,线头处周围 3 cm,背心和肉被烧焦,经抢救无效死亡。

(二) 事故分析

分析是中性线连接螺钉无弹簧垫烧损严重,操作人员不慎拉断中性线,中性线线头碰到胸口;或者是中性线已经带电,操作人员触及后遭到电击,用力拉拽,拉脱中性线,中性线线头碰到胸口。不管是哪种情况,都将导致电流经相线、灯泡、中性线、人体、大地和中性点接地构成回路,人体都将遭到致命的电击。

(三) 事故教训

1. 必须保持中性线接触良好,连接可靠。
2. 中性线应装设重复接地,以减轻或消除触电的危险。
3. 配电室应选择宽敞、通风良好,干燥的地方。临时流动性工地,应选择好供电地点。
4. 加强对中性线的管理。重视中性线的安全作用,充分认识中性线带电的可能性和危险性。

九、雷击事故的分析和教训

某县发生了罕见的大风暴,雷电交加,风雨中夹着冰雹,这时,在垦殖场发生了一起直接雷击人身伤亡事故。

(一) 事故经过

这个村庄坐落在一红土壤的小山包上,周围为农田。除距事故地点 30 m 处有一高 7 m 的

大树外,附近无任何高大物体。死者系女性,身高 1.53 m,雷雨来临时正带金属骨架的雨伞,在自家门口约 9 m 处的红薯地掏猪食。一声雷响便倒地,当即雷击死亡。尸体无血色,手脚均无灼伤痕迹。

(二)事故原因分析

这是一起直接雷击事故。在死者周围唯一可能保护她的有自家房舍。房高 4.3 m,红砖结构,房地地面比红薯地高出 1.5 m。如果粗略地将屋脊视为避雷针,其保护半径远小于事故地点的水平距离,该地又正当风口,以致造成上述事故。

(三)事故教训

1. 根据事故发生的地理环境,该村应安装直击雷防护装置。
2. 在雷电天气不要外出作业,切忌使用金属物件。
3. 发现有人受害,应尽快抢救,在派人请医生的同时,应立即采用人工呼吸和胸外心脏按压法救护。

十、一起 315 kV · A 配电变压器事故分析

(一)事故情况

某供电分局居民区配电变压器避雷器发生爆炸、跌落开关绝缘子断裂。对变压器的检查结果如下:高低压套管完整无破损,胶垫无喷油痕迹,油位及颜色正常;分接开关接触良好;绝缘电阻高压线圈对地为 2 M Ω ,高压线圈对低压线圈为 40 M Ω ;低压线圈对地为 50 M Ω 。测试环境温度为 18 $^{\circ}\text{C}$ 。

(二)事故分析

经吊芯检验,高压线圈相对地击穿 L2,导致击穿的原因是:L2 相接入的避雷器绝缘耐压不合格,对地泄漏电流大并形成间歇性放电,造成谐振,产生 3~4 倍的一次侧电源电压。击穿高压线圈的对地绝缘,高压线圈对地绝缘下降到 2 M Ω ,由于有绝缘油,对地绝缘电阻不等于零。发生谐振后,避雷器较长时间承受 3~4 倍的过电压而爆炸。同时,绝缘子接线端子处发生弧光放电,烧断绝缘子。

(三)防止措施

这起事故表明,配电变压器必须选择质量合格的产品,而且运行中应按规定进行检查和试验,以保证其始终处在良好的状态。

十一、用隔离开关拉高压电容器造成相间短路重大事故

(一)事故经过

某厂一名电工用隔离开关拉高压电容器,造成伤人事故。厂配电间原有 4 人值班,事故当天两人请假,从另外班调来一人代班。班长进班后又去领工资,所以实际上这个班只有两人值班。这时印染分厂打来电话说丝光机跳闸。电工 A 接到电话后,拿起钥匙就去印染分厂低压室处理。处理好低压室的故障后再顺便到高压室抄表。发现电表显示无功补偿超前(当时印染分厂大休,但高压电容器仍在运行)。A 见此情况,用电话请示班长是否将高压电容器退出运行。班长接到电话后,没考虑操作高压设备要执行操作票制度,即在电话内同意将电容器退出。A 一人就在未断开断路器的情况下,带负荷用隔离开关拉电容器。结果引起相间拉弧短路,隔离开关烧坏,气浪将 A 连带高压站的大铁门铁销冲开,A 吓得不省人事。高压站进户线烧坏,高压断路器跳闸,导致印染分厂停产。

(二)事故原因

1. 进行高压操作,未执行操作票制度。
2. 拉电容器时不先断开断路器而直接用隔离开关去拉。
3. 断路器与隔离开关间联锁装置失灵,起不到防止误操作的作用。
4. 这只高压开关柜买来时就发现设计方面存在缺陷,联锁装置的销子有时失灵,但没及时的修理。

(三)防止措施

根据以上情况,防止此类事故再次发生,要做好以下几点。

1. 要经常组织值班人员学习《电业安全工作规程》的有关部分,提高安全用电意识,加强安全技术培训。未经培训考试合格的电工不得单独进行电气操作。
2. 要强化配电间的岗位责任制,严格执行操作票和工作票制度。对高压装置的停电、送电操作一定要两个人进行,一人操作,一人监护。
3. 要定期检查联锁装置,发现失灵要及时处理。

十二、过铁路扬铁锹,触电受伤

(一)事故经过

××年×月×日,十几个铁路施工人员搭货车回驻地,在经过某电气化铁路平交道口时,一人扬铁锹正与另一人打闹。当铁锹扬到最高处时,突然被电气化铁路接触网的高压电击倒在车上,造成电击伤。

(二)事故分析

这起事故简单,事故原因一目了然,说明这些施工人员对铁路部门进行的电气化安全宣传未能引起足够的重视,缺乏基本的安全常识,自我保护意识淡薄。这是导致伤害事故发生的根本原因。

(三)警示教育

根据铁路有关规定,通过电气化铁路时,所持物件必须平行通过,不准高举,距离接触网必须在2 m以上。这些施工人员忽视了在铁路接触网下过往时,应自觉遵守以上规定的安全要求。

十三、直接用手传递工具,触电受伤

(一)事故经过

某接触网工区在××~××区间带电作业。当作业至65号支柱处时,操作人员甲(在接触网上)向地面作业组成员乙要工具,乙没多想,便攀上65号支柱向甲传递工具,造成空气间隙击穿,乙触电坠落地面。甲被电击伤送到医院后,截去右臂,构成重伤。

(二)事故分析

1. 违反有关带电作业的规定。甲、乙在作业过程中,未使用绝缘绳,直接用手传递工具,是酿成该起触电事故的直接原因。
2. 工作领导人监护不利。当甲、乙直接传递工具时,工作领导人没有及时发现并制止是造成这起事故的次要原因。

(三)警示教育

根据有关规定,直接带电作业时,严禁作业人员与地面人员直接传递工具、材料及其他物

件。传递工具及其他物件必须使用绝缘绳,而且绝缘绳的有效长度在任何情况下均不得小于 1 000 mm。甲、乙忽视带电作业的有关规定,未能严格执行操作规程;工作领导人责任心不强,对监护工作的重要性认识不够。这反映出日常教育培训弱化,职工安全意识淡薄,现场监护不到位,教训是深刻的。

十四、车梯触及 10 kV 电力贯通线,触电受伤

(一)事故经过

某接触网工区受领工区指派,到该工区辖下的另一接触网工区管辖的 $\times\times\sim\times\times$ 区间协助兄弟工区更换第 4 锚段接触线,工作领导人甲在接触网停电后指挥乙、丙、丁三人推车梯由公路向铁路作业地点运送,快上铁路时车梯框架触及公路与铁路之间的 10 kV 电力贯通线,致使推梯人触电受伤。

(二)事故分析

开始作业前,甲没有对作业组成员进行具体分工,也未指派车梯负责人,更没有对现场周围设备进行仔细观察和了解。在地形、设备陌生的情况下,推车梯人也没有仔细观察和了解周围设备,更没有注意到车梯可能触及 10 kV 电力贯通线,致使推车梯人触电受伤。

(三)警示教育

1. 在非本工区管辖地协助兄弟工区作业时,工作领导人未能做好工作前的安全预想和工作部署,并中断了对作业组成员的监护。推车梯的人注意力不集中,盲目搬运,忽视了高大物件搬运的有关规定。

2. 兄弟工区协助本工区作业,本工区应指派 1 名熟悉环境、设备,富有工作经验的老员工对兄弟工区的作业进行配合,以避免人身事故的发生。

十五、违章上车顶,触电死亡

(一)事故经过

$\times\times$ 列车停靠在 $\times\times$ 车站 6 道(有接触网)后,列车副司机独自爬上车顶,被电击伤,送医院经抢救无效于两天后死亡。

(二)事故分析

副司机独自爬上车顶,违反了在电气化铁路区段不准攀登车顶的规定,导致了自己触电死亡。

(三)警示教育

乘务员对自己处于电气化区段作业思想准备不充分,安全作业意识淡薄,作业中误登车顶。机务段应强化对乘务人员电化区段作业的安全知识教育,不断提高作业中的自我保护意识。

十六、推车梯方法错误,高空坠落受伤

(一)事故经过

某接触网工区在 $\times\times\sim\times\times$ 区间停电作业检修。甲为工作领导,乙、丙为操作人员。14 时 09 分接触网停电。14 时 25 分,作业到 42~43 支柱跨中时,由于推车梯人丁、戊均站于车梯前进后方推动车梯,导致车梯前轮悬起掉道,将操作人乙从车梯框架内闪下摔伤。

(二) 事故分析

丁、戊均站于车梯前进后方推动车梯,受力点不好,加之推车梯人员不足,致使车梯前边 2 个轮子悬起掉道,操作人员高处坠落受伤。

(三) 警示教育

根据有关规定,推车梯必须 4 人共同进行,前后左右各一人;推车梯时由工作领导人制定车梯负责人,推时要平衡匀速,不得急推急停,以免发生冲突;车梯上有人时,速度控制在 5 km/h 以内。此事故说明推车梯人违反操作规定,简化作业,而工作领导人虽然看见了丁、戊推车时的位置,但没有及时予以制止与纠正,丧失了监护的作用。

第二章

触电及触电救护

第一节 触电方式

一、触 电

所谓触电是指电流流过人体时对人体产生的生理和病理伤害。这种伤害是多方面的,可分为电击和电伤两种类型。

(一) 电 击

电击是由于电流通过人体而造成的内部器官在生理上的反应和病变,如刺痛、灼热感、痉挛、昏迷、心室颤动或停跳、呼吸困难或停止等现象。电击是触电事故中最危险的一种。绝大部分触电死亡事故都是电击造成的。

(二) 电 伤

电伤是指由于电流的热效应、化学效应或机械效应对人体外表造成的局部伤害,常常与电击同时发生。最常见的有以下三种。

1. 电灼伤

电灼伤分为接触灼伤和电弧灼伤。

接触灼伤发生在高压触电事故时,电流通过人体皮肤的进出口造成的灼伤。

电弧灼伤发生在误操作或过分接近高压带电体,当其产生电弧放电时,高温电弧将如火焰一样把皮肤烧伤。电弧还会使眼睛受到严重损害。

2. 电烙印

电烙印发生在人体与带电体有良好接触的情况下。此时在皮肤表面将留下与被接触带电体形状相似的肿块痕迹。电烙印有时在触电后并不马上出现,而是相隔一段时间后才出现。电烙印一般不发炎或化脓,但往往造成局部麻木或失去知觉。

3. 皮肤金属化

由于电弧的温度极高(中心温度可达 $6\,000\sim 10\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$),可使周围的金属熔化、蒸发并飞溅到皮肤表面,令皮肤表面变得粗糙坚硬,其色泽与金属种类有关,如:灰黄色(铅)、绿色(紫铜)、蓝绿色(黄铜)等。金属化后的皮肤经过一段时间后会自动脱落,一般不会留下不良后果。

另外,人体触电事故往往伴随着高空坠落或摔跌等机械性创伤。这类创伤不属于电流对人体的直接伤害,但可谓之触电引发的二次事故,亦应列入电气事故的范畴。

二、触电方式

人体触电的方式多种多样,主要可分为直接接触触电和间接接触触电两种。此外,还有高压电场、高频电磁场、静电感应、雷击等对人体造成的伤害。