

全国中等职业技术学校电工类专业

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO DIANGONGLEI ZHUANYE

安全用电课 教学参考书

与《安全用电（第四版）》配套

 中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校电工类专业

安全用电课教学参考书

与《安全用电（第四版）》配套

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

安全用电课教学参考书/王兆晶主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2007

全国中等职业技术学校电工类专业

ISBN 978-7-5045-6282-1

I. 安… II. 王… III. 用电管理-安全技术-专业学校-教学参考资料 IV. TM92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 145639 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京外文印刷厂印刷装订 新华书店经销

850 毫米×1168 毫米 32 开本 3.875 印张 93 千字

2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月第 1 次印刷

定价: 7.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

目 录

第一章 触电与触电防护	(1)
第二章 安全防护技术及应用	(14)
第三章 电气设备及线路的安全运行	(53)
第四章 电气安全工作制度	(71)
第五章 安全用电的检查和电气事故的处理	(91)
附录 DL-SA2668A 型安全用电实训装置	(102)
《安全用电(第四版)习题册》参考答案	(105)

第一章 触电与触电防护

一、课时分配

课 题 内 容	讲课课时	实验课时	总课时
第一章 触电与触电防护	5	1	6
§1—1 电气事故案例分析	1		1
§1—2 触电方式	2		2
§1—3 触电急救和外伤救护	2		2
实验 触电急救—胸外心脏挤压法		1	1

二、学习重点和难点

1. 重点内容

(1) 触电事故的预防

触电事故是发生频率最高、最常见的电气事故，也是造成人身事故最多的电气事故，因此触电事故的预防尤为重要。

(2) 触电急救

发现有人触电后，首先应迅速使触电者脱离电源，然后根据触电者的状况采取相应的抢救方法。触电急救必须分秒必争，并坚持不断地进行。

2. 难点内容

电流对人体的伤害作用

电流作用于人体的机理很复杂，它对人体的有害作用主要表现在电热作用、电解或电离作用、生物学作用和机械作用。按照

电流通过人体的不同生理反应，可分为感知电流、摆脱电流和致命电流。

三、学习指导

1. 触电事故

(1) 触电事故的伤害

1) 电击 电击是电流通过人体，破坏人的心脏、神经系统、肺部等内部器官的正常工作而造成的伤害。按照发生电击时电气设备的状态，电击可分为直接接触电击和间接接触电击。直接接触电击是触及设备和线路正常运行时的带电体而发生的电击（如误触接线端子发生的电击），也称为正常状态下的电击。间接接触电击是触及正常状态下不带电，而当设备或线路出现故障时意外带电的导体发生的电击（如触及漏电设备的外壳发生的电击），也称为故障状态下的电击。由于两者发生事故的条件不同，所以防护技术也不相同。按照人体触及带电体的方式和电流流过人体的途径，电击可分为：单线电击、两线电击和跨步电压电击。

2) 电伤 电伤是由电流的热效应、化学效应、机械效应等对人造成的伤害。触电伤亡事故中，纯电伤性质的及带有电伤性质的约占 75%（其中电烧伤约占 40%）。大约 85% 以上的触电死亡事故是电击造成的，其中大约 70% 含有电伤成分。对专业电工自身的安全而言，预防电伤具有特别重要的意义。

(2) 触电事故的原因

发生触电事故的原因很多，主要有以下几个方面：

1) 电气设备安装不合理 例如室内、外配电装置的最小安全径距不够；室内配电装置各种通道的最小宽度小于规定值；架空线路的对地距离及交叉跨越的最小距离不合要求；落地式变压器无围栏；电器照明装置安装不当，如相线未接在开关上，灯头离地面太低；电动机安装不合格；导线穿墙无套管；电力线和广

播线同杆架设；电杆梢径过小等。

2) 违反安全工作规程 例如非电气工作人员操作或维修电气设备；带电移动或维修电气设备，带电登杆或爬上变压器台作业；在线路带电的情况下，砍伐靠近线路的树木，在导线下面修建房屋、打井、修车；使用的行灯或移动式电动工具不符合安全规定；在带电设备附近进行起重工作时，安全距离不够；私自乱拉、乱接临时电线；低压带电作业的工作位置、活动范围、所用工具或操作方法不正确等。

3) 运行维修不及时 例如架空线路被大风刮断或被外力扯断，造成断线接地；电话线、广播线搭连，电杆倾倒，木杆腐朽等没有及时维修；电气设备外壳损坏，导致绝缘老化破损、金属导体外露等，没有及时发现和修理。

4) 缺乏安全用电常识 例如家用电器不按使用说明书的要求接线；私设电网防盗或用电捕鱼、捕鼠；将湿衣服晒在电线上；用树当电杆等。

(3). 发生触电事故的规律

触电事故死亡率高，为防止触电事故，应当了解触电事故发生的规律。就电击事故发生率而言，有如下规律：

1) 6~9月电击事故多 统计资料表明，每年二、三季度事故发生较多，特别是6~9月，事故最为集中。其主要原因首先是这段时间天气炎热、人体衣单而多汗，电击危险性大。而且这段时间多雨、潮湿，降低了电气设备的绝缘，又增加了地面和土壤的导电性，增大了电击的危险性。其次，这段时间在大部分农村都是农忙季节，农村用电设备增加，电击事故也随之增多。

2) 低压设备和低压线路电击事故多 统计资料表明，低压电击事故远远高于高压电击事故。其主要原因是低压设备远远多于高压设备，与之接触的人比与高压设备接触的人多得多，而且绝大部分是非专业人员。但是在专业电工中，情况则是相反的，即高压触电事故比低压触电事故多，其中，发生较多的是高压电

弧烧伤事故。

3) 携带式设备和移动式设备电击事故多 其主要原因是这些设备是在人的紧握下运行的,不但接触电阻小,而且一旦触电就难以摆脱电源;另一方面,这些设备需要经常移动,工作条件差,设备和电源线都容易发生故障或损坏;此外,单相携带式设备的 PE 线与 N 线容易接错,易造成电击事故。

4) 电气连接部位电击事故多 大量电击事故的统计资料表明,很多电击事故发生在接线端子、电源插头、压接接头、焊接接头、电缆头、灯座、控制开关、接触器、熔断器、等分支线、接户线处。主要是由于这些连接部位机械牢固性差、接触电阻大、绝缘强度低或容易发生化学反应。

5) 冶金、矿业、建筑、机械行业电击事故多 由于这些行业的生产现场经常伴有潮湿、高温、混乱、移动式设备和携带式设备多以及金属设备多等不安全因素,因此电击事故多。

6) 中、青年工人及非专业电工、合同工和临时工电击事故多 其主要原因是由于这些人是主要操作者,经常接触电气设备,但经验不足,又比较缺乏电气安全知识,其中还有些人责任心不强,以致电击事故多。因此应加强对这些人员的培训和教育。

7) 农村电击事故多 部分省市统计资料表明,农村触电事故约为城市触电事故的 3 倍。其主要原因是农村电气安全管理水平较低,设备和技术条件差,人们比较缺乏电气安全知识。

8) 错误操作和违章作业造成的电击事故多 其主要原因是一些作业人员缺乏足够的安全意识,安全制度不严格和安全措施不完善。

应当指出,就触电事故的原因而言,很多触电事故都不是由单一原因,而是由两个以上的原因造成的。触电事故的规律不是一成不变的。在一定的条件下,触电事故也会发生一定的变化。因此,应当在实践中不断分析和总结触电事故的规律,为做好安全用电工作积累经验。

2. 影响触电程度的因素

不同的人在不同的时间、不同的地点以及不同的方式与同一根带电导线接触，造成的触电后果也是不同的，这是因为电流对人体的作用受很多因素的影响。

(1) 通过人体的电流值

通过人体的电流越大，热的生理反应和病理反应越明显，引起心室颤动所需的时间越短，致命的危险性越大。按照人体呈现的状态，可将通过人体的电流分为三个级别：

1) 感知电流 在一定概率下，通过人体引起人的感觉的最小电流的有效值，称为该概率下的感知电流。

2) 摆脱电流 当通过人体的电流超过感知电流时，肌肉收缩增加，刺痛感觉增强，感觉部位扩展。在一定概率下，人触电后能自行摆脱带电体的最大电流称为该概率下的摆脱电流。摆脱电流与个体生理特征、电极形状、电极尺寸等因素有关。一般而言，成年男性和女性的摆脱电流分别为 9 mA 和 6 mA。

3) 致命电流 通过人体引起心室发生纤维性颤动的最小电流称为室颤电流。室颤电流是短时间内使人致命的最小电流，又称致命电流。室颤电流除受电流持续时间、电流途径、电流种类等电流参数影响外，还与人体肌体组织、心脏功能等个体生理特征有关。

(2) 电流作用于人体的时间

人触电时，电流在人体内作用的时间越长，则电击危险性越大。主要原因是：

1) 电流持续时间越长，人体内积累的外界电能越多，伤害越严重。

2) 电流持续时间越长，中枢神经反射越强烈，电击危险性越大。

3) 随着电流持续时间的增加，人体电阻由于出汗、击穿、电解而下降，如接触电压不变，流过人体的电流必然增加，电击

的危险性随之增大。

(3) 电流在人体内流通的路径

电流通过人体时没有绝对安全的路径。电流通过心脏会引起心室颤动乃至心脏停止跳动而导致死亡；电流通过中枢神经及有关部位，会引起中枢神经强烈失调而导致死亡；电流通过头部，会严重损伤大脑，也可能使人昏迷不醒而死亡；电流通过脊髓会使人瘫痪；电流通过人的局部肢体也可能引起中枢神经的强烈反射而导致严重的后果。

当电流通过心脏时，电流在人体内流通的路径越短，电击的危险越大。

(4) 人体本身的情况

人的健康状况和精神状态对触电的轻重程度也有极大的关系，患有心肺疾病、高血压、内分泌失调、中枢系统疾病及醉酒者，触电的危险性较大，所以，对于电气工作人员应定期进行严格的体格检查。

(5) 电流种类的影响

不同种类电流对人体伤害的构成不同，危险程度也不同，但各种电流对人体都有致命危险。当电压在 250 ~ 300 V 以内时，触及频率为 50 Hz 的交流电，比触及相同电压的直流电的危险性要大 3 ~ 4 倍。而当电压更高时，则直流电的危险性会明显增大。

不同频率的交流电对人体的影响也不同。随着通过人体电流的频率的增加，人体总电阻会减小，从而使通过人体的电流增大。通常，频率为 30 ~ 1 000 Hz 的交流电，对人体的危害最大。如果频率超过 1 000 Hz，其危险性便基本消失。但这种频率的电流通常以电弧的形式出现，因此有灼伤人体的危险。

频率在 20 kHz 以上的交流小电流，对人体已无危害，所以在医院的某些疾病治疗上能用于理疗。

(6) 人体的阻抗值

人体阻抗是确定和限制人体电流的参数之一，因此，它是处

理很多电气安全问题必须考虑的基本因素。人体阻抗包括皮肤阻抗和体内阻抗，是包括皮肤、血液、肌肉、细胞组织及其接合部在内的含有电阻和电容的阻抗。

3. 典型事故案例分析

某市供电局线路工区，根据线路导线下方树木生长情况和对线路的安全运行的威胁，决定对线下的有关区段的树木进行剪伐。由于树木过高，剪伐方法错误，监护人又脱离现场去找梯子，致使树枝搭在导线上，工作人员接触到带电的树枝，造成人员触电死亡。

(1) 事故经过

某市供电局线路工区运行班长李某带领工作人员到达 110 kV 线路 71 号与 72 号杆之间伐树，到场人员分成四组，每组 3~4 人，由一名青工负责，其余均为学徒工和临时工。李某带领其中一组到达工作地点后，袁某等三人和临时工刘某开始用高枝剪勾剪树枝。

11 时左右，被伐树木只剩下一根较高的树枝，袁某等人将高枝剪绑在 3 m 多长的绝缘木杆上，但高处仍够不到，李某决定找梯子来登高勾剪。之后，李某和袁某等便相继离开了现场去找梯子。此时刘某自己到了离地约 3 m 高的树枝上准备勾剪树枝。11 时 15 分左右，袁某等找梯子回来看到刘某在树上，树枝被压后，离导线距离很近，几个人刚说：“这样不行，危险！”接着就听到被压弯的树枝与导线接触，树枝带电发出的放电声。李某听到放电声后，立即跪到树下，他的手刚触及树干便被击倒，爬起来后又被跨步电压击倒，再站起来才抓到与高枝剪连着的尼龙绳，往下一拉使树枝折断，刘某才脱离电源，渐渐的松开抱紧树干的手从树上慢慢滑下，李某与其他人员随后将其抬到阴凉处抢救，刘某此时已没有脉搏，停止了呼吸，送到当地医院后，抢救无效死亡。

(2) 事故原因分析及暴露的问题

1) 安全措施不完善 开工前班里虽然提出了要注意安全, 做好监护等要求, 但具体应怎么做, 应注意哪方面的安全事项, 安排不具体, 交代不清楚。如严禁攀登树木, 绳索不得接触电线等, 均未详细交代, 违反了《电工安全工作规程》“电力线路部分”第二章第 25 条的规定: “在线路带电情况, 砍伐靠近线路的树木时, 向全体人员说明: 电路线路有电, 不得攀登杆塔、树木, 绳索不得接触导线。”

2) 刘某虽然参加过安全知识和规程考试, 但带电伐树的常识不够, 在监护人不在的情况下, 盲目上树工作, 没有采取防止树枝倒落在导线上的措施, 违反了《电工安全工作规程》“电力线路部分”第二章第 25 条的规定: “为防止树木(树枝)倒落在导线上, 应设法用绳索将其拉向与导线相反的方向。绳索应有足够的长度, 以免拉绳的人中被倒落的树枝砸伤。树木接触高压带电导线时, 严禁直接用手去取。”

4. 触电急救

(1) 人体触电时的常见临床表现

1) 假死 所谓假死, 即触电者丧失知觉、面色苍白、瞳孔放大、脉搏和呼吸停止。可分为三种类型: 心跳停止, 尚能呼吸; 呼吸停止, 心跳尚存, 但脉搏很微弱; 心跳、呼吸均停止。由于触电时心跳或呼吸是突然停止的, 虽然中断了供血供氧, 但人体的某些器官还存在微弱活动, 有些组织的新陈代谢还在进行, 加之一般体内重要器官并未损伤, 只要及时进行抢救, 就有救活的可能。

2) 局部电灼伤 触电者神志清醒, 电灼伤常见于电流进出人体的接触处, 进口处的伤口常为一个, 出口处的伤口有时不止一个。电灼伤的面积有时较小, 但较深, 有时可深达骨骼, 大多为三度灼伤, 灼伤处呈焦黄色或褐黑色, 伤面与正常皮肤有明显的界限。

3) 伤害较轻 触电者神志尚清醒, 只是有些心慌、四肢

发麻、全身无力，一度昏迷，但未失去知觉，出冷汗或恶心呕吐等。

(2) 急救原则

现场急救的原则是：迅速、就地、准确、坚持。

1) 迅速 就是要动作迅速，切不可惊慌失措，争分夺秒、千方百计地使触电者脱离电源，并将触电者放到安全地方。

2) 就地 就是要争取时间，在现场（安全地方）就地抢救触电者。

3) 准确 就是抢救的方法和实行的动作姿势要正确。

4) 坚持 急救必须坚持到底，直到医务人员判定触电者已经死亡，已再无法抢救时，才能停止抢救。

四、课堂练习题解答

1. 电流对人体伤害程度的因素有哪些？

答：电流对人体伤害程度的因素主要表现在以下几个方面：

通过人体的电流值；电流作用于人体的时间；电流在人体内流通的路径；人体本身的情况；电流种类的影响；人体的阻抗值。

2. 什么叫安全电压？我国规定的安全电压有哪些等级？

答：安全电压是一种常用的防触电技术措施。使用安全电压既能防止直接接触电击，也能防止间接接触电击。根据欧姆定律，电压越高，电流也就越大。因此，可以把可能加在人身上的电压限制在某一范围内，使得在这种电压下通过人体的电流不超过允许的范围，这一范围内的电压就叫做安全电压，也叫做安全特低电压或安全超低电压。具有安全电压的设备属于Ⅲ类设备。我国规定的安全电压值的工频有 42 V、36 V、24 V、12 V 和 6 V 五个等级。

3. 何为电击？如何区分电击和电伤？

答：电击是电流通过人体，破坏人的心脏、神经系统、肺部

等内部器官的正常工作造成的伤害。由于人体触及带电的导线、漏电设备的外壳或其他带电体，以及由于雷击或电容放电，都可能导致电击。电击的主要表现为生物学效应。电流通过人体，会引起麻感、针刺感、呼吸困难、痉挛、血压异常、灼热感、昏迷、心室颤动或心跳停止等现象。

电伤是由电流的热效应、化学效应、机械效应等对人体造成的局部伤害。包括电弧烧伤、烫伤、电烙印、皮肤金属化、电气机械性伤害、电光眼等不同形式的伤害。

4. 发生触电事故的主要原因有哪些？

答：略。

5. 触电急救的基本原则有哪些？

答：略。

6. 发现触电者是如何使其脱离电源？应注意什么？

答：对于低压触电事故，可采用下列方法使触电者脱离电源。

(1) 如果触电地点附近有电源开关或电源插头，可立即断开开关或拔出插头，断开电源。（注意：普通的电灯开关只能断开一根导线，有时由于安装不符合标准，可能只断开零线，而不能断开电源火线，人体触及的导线仍然可能带电，不能认为已切断电源）

(2) 如果触电地点附近没有电源开关或电源插头，或距离开关较远，可用带有绝缘柄的电工钳或有干燥木柄的斧头、铁锹切断电线，断开电源，或使用干燥木板等绝缘物插到触电者身下，以切断电流。（注意：应防止带电导线断落触及其他人体）

(3) 当电线搭落在触电者身上或被压在身下时，可用干燥的衣服、手套、绳索、木板、木棒等绝缘物作为工具，拉开触电者或拉开电线，使触电者脱离电源。

(4) 如触电者由于肌肉痉挛，手指紧握电线不能松开或电线缠绕在身上时，可首先用干燥的木板塞进触电者身下，使其与

地绝缘，然后再采取其他办法切断电源。

(5) 确定触电者的衣服是干燥的，没有紧缠在身上，不会使救护人员直接接触及触电者的身体时，救护人员才可以用一只手抓住触电者的衣服，将其拉脱电源。

对于高压触电事故，可采用下列方法使触电者脱离电源。

(1) 立即通知有关部门断电。

(2) 带上绝缘手套，穿上绝缘靴，用相应电压等级的绝缘工具按顺序拉开开关。

(3) 抛掷裸导体金属线使线路短路接地，迫使保护装置动作，断开电源。(注意：抛掷金属线之前，应先将金属线的一端可靠接地，然后抛掷另一端。抛掷的一端不可触及触电者和其他人员)

人触电后，可能由于痉挛或失去知觉等原因而紧抓带电体，不能自行摆脱电源。这时，使触电者尽快脱离电源是救活触电者的首要因素。在实践过程中，应根据具体情况，以快为原则，选择采用合适的方法，并应注意以下问题：

(1) 应防止触电者脱离电源后可能出现的摔伤事故，当触电者站立时，要注意触电者倒下的方向，防止摔伤，当触电者位于高处时，应采取措施防止其脱离电源后坠落摔伤。

(2) 未采取任何绝缘措施，救护人员不得直接接触触电者的皮肤或潮湿衣服。

(3) 救护人员不得使用金属和潮湿的物品作为救护工具。

(4) 在使触电者脱离电源的过程中，救护人员最好用一只手操作，以防触电。

(5) 夜间发生触电事故时，应解决临时照明问题，以便在切断电源后进行救护，同时应防止出现其他事故。

7. 预防电气事故的发生应采取哪些措施？

答：为了确保人身和设备安全，预防电气事故的发生，对电气设备在安全技术方面要采取以下措施：

(1) 对于裸露于地面和人身容易触及的带电设备，应采取可靠的防护措施。

(2) 设备的带电部分与地面及其他带电部分应保持一定的安全距离。

(3) 易发生过电压的电力系统，应有避雷针、避雷线、避雷器、保护间隙等过电压保护装置。

(4) 低压电力系统应有接地、接零保护措施。

(5) 对各种高压用电设备应采取装设高压熔断器和断路器等不同类型的保护措施；对低压用电设备应采用相应的低压电气保护措施进行保护。

(6) 在电气设备的安装地点应设安全标志。

(7) 根据某些电气设备的特性和要求，应采取特殊的安全措施。

(8) 加强安全用电教育和安全技术培训，逐步提高相关人员的安全用电水平。

8. 何为安全用电？安全用电有何重要意义？

答：安全用电是安全领域中直接与电关联的科学技术与管理工程，它包括安全用电的实践、安全用电的教育和安全用电的科研等。安全用电是以安全为目标，以电气为领域的应用科学。

(1) 安全用电具有特别重大的意义。由于电力生产和使用的特殊性，即发电、供电和用电是同时进行的，用电事故的发生会造成全厂停电、设备损坏以及人身伤亡，还可能波及到电力系统，造成大面积停电的重大事故。

(2) 不论是工业、农业，还是其他行业；不论是生产领域，还是生活领域，都离不开电，都会遇到各种不同的安全用电问题。

(3) 电力工业的高速发展必将促进安全用电工作，用电事故的严重性决定了安全用电的迫切性。此外，电具有看不见、摸不到、嗅不着的特点，人们不易直接感受它和认识它，电磁学的

理论也比较抽象，这些都将增加电气安全工作的难度。当然，只要我们努力适应它的特点，就一定能够掌握安全用电的规律，并做好安全用电工作。

9. 电气工作人员的从业条件是什么？若成为一名电气工作者，你应该具有怎样的职业素质和职业道德？

答：略。