



全国中等职业技术学校电工类专业通用教材

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO DIANGONGLEI ZHUANYE TONGYONG JIAOCAI

安全用电

(第四版)



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通用教材

安 全 用 电

(第四版)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

安全用电/王兆晶主编. —4 版. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2007. 5

全国中等职业技术学校电工类专业通用教材

ISBN 978-7-5045-6129-9

I. 安… II. 王… III. 用电管理-安全技术-专业学校-教材 IV. TM92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 048481 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

*

新华书店经销

北京京安印刷厂印刷 北京密云青云装订厂装订
787 毫米×1092 毫米 16 开本 8.75 印张 206 千字
2007 年 5 月第 4 版 2007 年 5 月第 1 次印刷

定价: 12.00 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

本书封面轧有我社社标和英文缩写的暗纹

否则即为盗版,请读者举报

举报电话: 010-64911344

禁止标志



禁止吸烟



禁止靠近



禁止启动



禁止跨越



禁止烟火



禁止停留



禁止合闸



禁止戴手套



禁止用水灭火



禁止通行



禁止触摸



禁止穿带钉鞋



禁止放易燃物



禁止入内



禁止攀登



禁止穿化纤服装

指令标志



必须戴防护眼镜



必须系安全带



必须穿防护鞋



必须戴安全帽



必须戴防护手套



必须穿防护服



必须加锁



必须戴防护帽

警告标志



当心火灾



注意安全



当心扎脚



当心激光



当心爆炸



当心瓦斯



当心吊物



当心微波



当心触电



当心弧光



当心坠落



当心机械伤人



当心电缆



当心裂变物质



当心绊倒



当心烫伤



当心伤手



当心电离辐射

提示标志



紧急出口 (左向)



紧急出口 (右向)



避险处



可动火区

前 言

为了更好地适应全国中等职业技术学校电工类专业的教学要求，劳动和社会保障部教材办公室组织全国有关学校的教师 and 行业专家，对中等职业技术学校电工类专业教材进行了修订（新编）工作。

这次教材修订（新编）工作的重点主要在以下几个方面。

第一，坚持以能力为本位，重视实践能力的培养，突出职业技术教育特色。根据电工类专业毕业生所从事职业的实际需要，合理确定学生应具备的能力结构与知识结构，对教材内容的深度、难度作了较大程度的调整，同时，进一步加强实践性教学内容，以满足企业对技能型人才需求。

第二，吸收和借鉴各地中等职业技术学校教学改革的成功经验，部分专业课教材的编写采用了理论知识与技能训练一体化的模式，使教材内容更加符合学生的认知规律，易于激发学生的学习兴趣。

第三，根据科学技术发展，合理更新教材内容，尽可能多地在教材中充实新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容，力求使教材具有较鲜明的时代特征。同时，在教材编写过程中，严格贯彻了国家有关技术标准的要求。

第四，努力贯彻国家关于职业资格证书与学生证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策精神，力求使教材内容涵盖有关国家职业标准（中级）的知识和技能要求。

第五，在教材编写模式方面，尽可能使用图片、实物照片或表格形式将各个知识点生动地展示出来，力求给学生营造一个更加直观的认知环境。同时，针对相关知识点，设计了很多贴近生活的导入和互动训练等，意在引导学生参与到实践中来。

第六，我们还特别注意了教辅资源的开发，除了有配套习题册和教学参考

书外，还重点开发了多媒体教学光盘、电工专业考试题组卷系统，力求为教学工作的开展构建一个更加完善的辅助平台，为教学提供方便。

这次修订（新编）的教材包括：《电工基础（第四版）》《电子技术基础（第四版）》《机械与电气识图（第二版）》《机械知识（第四版）》《电工仪表与测量（第四版）》《电机与变压器（第四版）》《安全用电（第四版）》《电工材料（第四版）》《可编程序控制器及其应用（第二版）》《电力拖动控制线路与技能训练（第四版）》《企业供电系统及运行（第四版）》《维修电工技能训练（第四版）》《电工技能训练（第四版）》《电工 EDA》。

本套教材可供中等职业技术学校电工类专业使用，也可作为职工培训教材。

本次教材的修订（新编）工作得到了北京、天津、辽宁、江苏、浙江、山东、四川、河南、广东等省、直辖市劳动和社会保障厅（局）及有关学校的大力支持，在此我们表示诚挚的谢意。

《安全用电（第四版）》的主要内容有：触电与触电防护、安全防护技术及应用、电气设备及线路的安全运行、电气安全工作制度、安全用电的检查和电气事故的处理等。

本书由王兆晶、阎伟、吴波、张宏伟编写，王兆晶主编；周荣俊审稿。

劳动和社会保障部教材办公室

2007 年 3 月

目 录

第一章 触电与触电防护	(1)
§ 1—1 电气事故案例分析	(1)
§ 1—2 触电方式	(6)
§ 1—3 触电急救和外伤救护	(11)
实验 触电急救——胸外心脏挤压法	(16)
第二章 安全防护技术及应用	(19)
§ 2—1 屏护、间距及安全标志	(19)
§ 2—2 绝缘防护	(30)
§ 2—3 保护接地	(33)
§ 2—4 保护接零	(35)
§ 2—5 接地装置	(40)
§ 2—6 漏电保护装置	(43)
§ 2—7 过电压及其防护	(50)
§ 2—8 电气防火与防爆	(55)
§ 2—9 静电防护	(63)
实验 电流型漏电保护器的使用	(68)
第三章 电气设备及线路的安全运行	(72)
§ 3—1 变配电设备的运行和故障处理	(72)
§ 3—2 电气线路的安全技术	(77)
§ 3—3 用电设备的安全技术	(81)
§ 3—4 电气测试的安全技术	(84)
第四章 电气安全工作制度	(93)
§ 4—1 电工安全用具	(93)
§ 4—2 电气值班制度	(98)
§ 4—3 电气安全作业制度	(102)
§ 4—4 电工安全作业制度	(107)
§ 4—5 农村电工安全作业制度	(110)
实验 电工安全用具的使用	(113)

第五章 安全用电的检查和电气事故的处理 (114)

§ 5—1 安全用电的检查制度 (114)

§ 5—2 安全用电的宣传和管理 (119)

§ 5—3 用电事故的调查分析 (121)

§ 5—4 用电事故的处理 (125)

附录 (127)

附录 1 常用名词术语 (127)

附录 2 发电厂（变电所）第一种工作票 (129)

附录 3 发电厂（变电所）第二种工作票 (130)

附录 4 低压第一种工作票 (131)

附录 5 低压第二种工作票 (132)

第一章 触电与触电防护

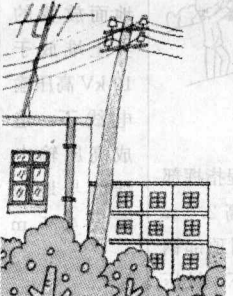
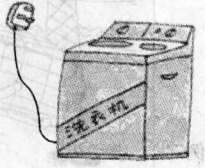
学习要求

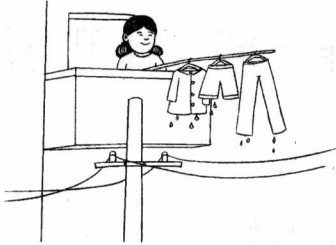
- 1. 了解电气事故的发生原因
- 2. 了解电流对人体的伤害，掌握安全电压、电流的概念
- 3. 理解几种常见的触电方式
- 4. 掌握触电急救方法

§ 1—1 电气事故案例分析

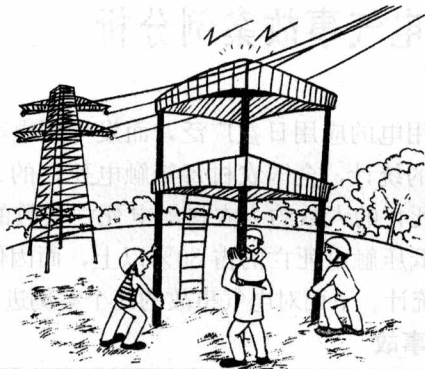
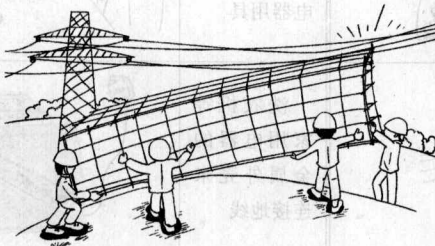
随着电气化的发展，生活用电的应用日益广泛，而发生用电事故的机会也相应增加。据我国近年来的统计，全国农村每年触电死亡的人数均在数千人，工业和城市居民触电死亡的人数约为农村触电死亡人数的 15% 左右。在触电死亡的人数中，因低压触电死亡的占 80% 以上，而因停电对国民经济造成的损失则难以具体统计。下面对电气事故的几个案例进行分析。

一、几种常见的家庭触电事故

事故原因	图 示	事故原因	图 示
私自乱拉、乱接电线；盲目安装、修理电气线路或电器用具		湿手触摸或使用湿布擦拭带电灯具、开关等电器用具	
电视机室外天线安装过高（高出楼体避雷针）或距离电力线太近		洗衣机等家用电器的金属外壳未连接地线	
		在电加热设备上覆盖和烘烤衣物	

事故原因	图 示
晒衣竿在架空电线上或晒衣铁架距离电力线太近	

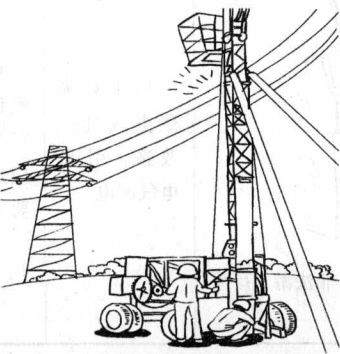
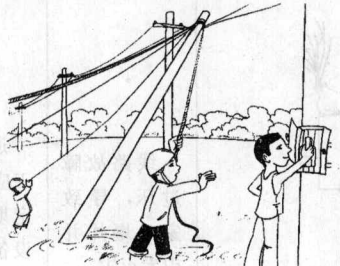
二、缺乏电气安全常识造成的事故

序号	事故环境及事故发生情况	事故原因	事故教训
案例一	 2004年4月8日晚,广州某工地的十几名工人,搬移亭状的铁结构架时触及高压线,发生特大触电伤亡事故,死亡12人,受伤3人	搬移过程中,亭架上端碰到高压线	工人应增强安全用电常识的学习和自我保护意识
案例二	 2005年5月24日,江苏某工地,工程指挥部组织人员将长9 m、宽8 m、闸墩钢筋高2.6 m的钢筋架,采用人力顶托方法搬运。因顶部钢筋触及高压输电线,造成66人触电倒下,被压在钢筋结构下面。当场死亡24人,伤38人	工程指挥部选址不当:地面放置的弃土堆放于10 kV高压输电线下,造成高压输电线路与地距离仅4.35 m	施工工地应加强管理,及时采取安全防护措施防范高压,加强电气安全常识的学习

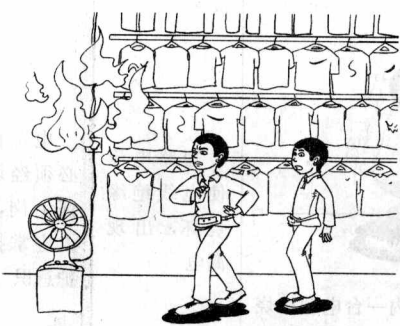
续表

序号	事故环境及事故发生情况	事故原因	事故教训
案例三	 2004年6月,某花岗岩市场内一台电动机烧坏了,导致电线漏电,无证“电工”未细查原因,就直接换用了一台新电动机,结果导致另一名操作工人不慎触电,经抢救无效身亡	短路电流使电线绝缘烧坏,出现漏电	电工作业人员必须经培训后持证上岗,操作工人应掌握用电保护意识

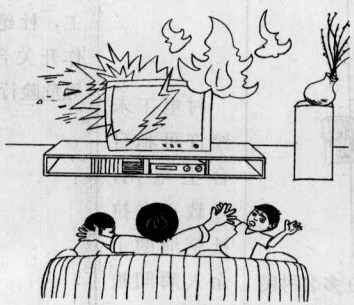
三、违章作业造成的事故

序号	事故环境及事故发生情况	事故原因	事故教训
案例一	 2003年8月4日上午,北京某施工现场,4名施工人员在操作钻机打井时,钻机塔架触到高压电线,4人遭电击当场死亡	作业车后面拖着红色钻机塔架顶部搭在距离地面不足10 m的电线上	施工设备应按规定与高压电线保持距离,不得违章操作,应按规定程序操作施工,杜绝擅自操作开关合闸送电等危险行为
案例二	 2003年4月3日下午,湖南某村30多名村民在水田中架设电线杆,当架到第九根电线杆时,立杆突然向一边倾倒,牵引的钢绳绞到了旁边一处带电电线上,导致严重触电事故,致使5人死亡、6人受伤	村电工未经许可私自合上电闸,导致正在拉扯钢绳的十余人瞬间被电流击倒	

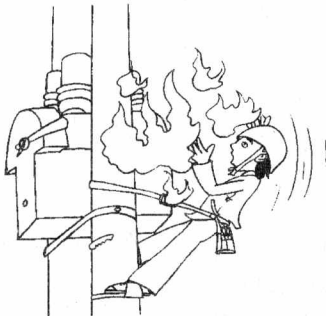
四、电气安装不符合要求造成的事故

序号	事故环境及事故发生情况	事故原因	事故教训
案例一	 1997年9月19日凌晨,广西某市场内发生重大火灾,过火面积13 900 m²,烧毁市场三层楼共271户个体门面及所存的附属物,直接财产损失1 900万元	电线接触不良引起发热,导致局部绝缘失效,产生对地放电并引燃可燃物	电气安装应遵循工艺要求,维修人员应贯彻“预防为主,修理为辅”的原则
案例二	 2002年2月18日下午,河北一非法游戏厅发生重大火灾,死亡17人	店主对墙壁电线自行改造,引起电气漏电	电工人员对电气设备及线路进行安装施工时,应遵循安装工艺要求

五、设备有缺陷或故障造成的事故

序号	事故环境及事故发生情况	事故原因	事故教训
案例一	 2004年1月11日,安徽省临泉县某村民家中电视机突然发生爆炸,并引发火灾。家中7人都没能逃出火海,其中6人死亡,1人严重烧伤	线路故障过压,导致家电爆炸并引发火灾	巡线和安装电工应加强责任心,定期检查线路和设备的工作情况,做到防微杜渐

续表

序号	事故环境及事故发生情况	事故原因	事故教训
案例二	 2004年8月,某供电局在处理配电事故时,柱上多油断路器突然爆炸,燃烧的油落在杆上准备操作的工人身上,使其全身着火,腰绳烧断后坠落地面。烧伤面积达100%,三度烧伤面积达90%以上,经抢救无效后死亡	多油断路器爆炸引发火灾	对于设备应定期检查、维护和保养

触电事故往往发生得很突然,且经常在极短时间内就会造成严重的后果。出现以上这些事故的原因很大程度上都与电气从业人员有关,因此,每一个电气从业人员都应该增强自己的责任心,切实履行自己的职责。



提示

电气从业人员的基本条件

电工作业是指在发电、输电、变电、配电和用电等领域中,从事设备、装置和线路等的安装、运行、检修、试验和维护等电工工作。

电工作业人员是指直接从事电工作业的技术工人、工程技术人员及生产管理人员,包括在中华人民共和国境内的一切企业、事业单位和机关团体中从事电工作业的人员。

电工作业人员从业的基本条件有:

- (1) 年满18周岁;具有初中及以上文化程度。
- (2) 身体健康、无妨碍从事本职工作的病症和生理缺陷(如高血压、心脏病、聋哑、色盲、肢体伤残等)。
- (3) 具有相应的电工基础理论和专业技术知识;熟悉和遵守有关电力安全、技术的法规和规程;熟练掌握操作技能,并掌握人身触电的急救方法。
- (4) 事业心、责任心强,具有良好的社会公德和职业道德。
- (5) 必须接受当地电力管理部门和电力企业的业务指导,并经电力企业培训、考核,电力管理部门审查合格。

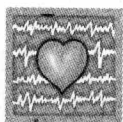
§ 1—2 触 电 方 式



人体60%以上
是水分

人体组织中有60%以上由含有导电物质的水分组成，因此人体是良导体。

当人体接触设备的带电部分并形成电流通路时，就会有电流流过人体，导致触电。



心脏是人体的薄弱环节，是触电时人体最受威胁的器官。通过心脏的电流越大，时间越长，对人体的损伤便越大。

一、触电

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。

1. 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，绝大部分触电死亡事故都是由电击造成的。

电击又可分为直接电击和间接电击两种。直接电击是指人体直接接触及正常运行的带电体所发生的电击。间接电击则是指电气设备发生故障后，人体触及意外带电部分所发生的电击。因此，直接电击也称为正常情况下的电击，间接电击也称为故障情况下的电击。

2. 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，它常常与电击同时发生。最常见的有电灼伤、电烙印、皮肤金属化三种类型。电击和电伤的特征与危害见表1—1。

表 1—1

电击和电伤的特征与危害

名 称	特 征	说明与危害
电 击	常会给人体留下较明显的特征，包括电标、电纹、电流斑。电标是在电流出入口处所产生的革状或炭化标记；电纹是电流通过皮肤表面，在其出入口间产生的树枝状不规则发红线条；电流斑则是指电流在皮肤表面出入口处所产生的大小溃疡	电击是触电事故中最危险的一种。例如致使人体产生痉挛、刺痛、灼热感、昏迷、心室颤动或停跳、呼吸困难、心跳停止等现象
电 伤	接触灼伤：接触灼伤是发生高压触电事故时，电流通过人体皮肤的进出口造成的灼伤 电弧灼伤：电弧灼伤是在误操作或过分接近高压带电体时，产生电弧放电，出现的高温电弧造成的灼伤	高温电弧会把皮肤烧伤，致使皮肤发红、起泡或烧焦和组织破坏；电弧还会使眼睛受到严重伤害
	由电流的化学效应和机械效应引起，通常在人体与带电体有良好接触的情况下发生。电烙印有时在触电后并不立即出现，而是相隔一段时间后才出现	皮肤表面将留下与被接触带电体形状相似的肿块痕迹。电烙印一般不会发炎或化脓，但往往造成局部麻木和失去知觉
	由于极高的电弧温度使周围的金属熔化、蒸发并飞溅到皮肤表层，使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行脱落，一般不会留下不良后果

二、安全电流及安全电压

1. 安全电流

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。它们通过人体时与人体伤害程度的关系见表 1—2。

表 1—2 通过人体电流大小与人体伤害程度的关系

电流值 类型	分类	定 义	交流电（工频）		直流电 （平均值）
			成年男性	成年女性	
感知电流		使人体有感觉的最小电流	$i < 1.1 \text{ mA}$	$i < 0.7 \text{ mA}$	$I < 5 \text{ mA}$
摆脱电流		人体触电后能自主摆脱电源的最大电流	$1.1 \text{ mA} < i < 16 \text{ mA}$	$0.7 \text{ mA} < i < 10 \text{ mA}$	$5 \text{ mA} < I < 50 \text{ mA}$
致命电流		在较短时间内，危及人体生命的最小电流	$\geq 16 \text{ mA}$	$\geq 10 \text{ mA}$	$\geq 50 \text{ mA}$

人体能够摆脱的握在手中导电体的最大电流值称为安全电流，约为 10 mA。

交流电（50～60 Hz）对人体来说最危险。根据经验，大于 10 mA 的交流电流或大于 50 mA 的直流电流流过人体时，就可能危及生命。

2. 人体电阻与安全电压

人体电阻主要包括人体内部电阻和皮肤电阻，一般约为 1 500～2 000 Ω （通常取 800～1 000 Ω ）。

影响人体电阻的因素很多，除皮肤厚薄外，皮肤潮湿、多汗、有损伤、带有导电性粉尘等都会降低人体电阻。另外，人体电阻还会随电源频率的增大而降低。不同条件下的人体电阻见表 1—3。

表 1—3 不同条件下的人体电阻

接触电压 （V）	人体电阻（ Ω ）			
	皮肤干燥	皮肤潮湿	皮肤湿润	皮肤浸入水中
10	7 000	3 500	1 200	600
25	5 000	2 500	1 000	500
50	4 000	2 000	875	440
100	3 000	1 500	770	375
250	1 500	1 000	650	325

为了使通过人体的电流不超过安全电流值，我国把安全电压的额定值分为 42 V、36 V、24 V、12 V 和 6 V 五个等级。安全电压的等级和选用见表 1—4。

表 1—4 安全电压的等级和选用

安全电压（交流有效值）（V）		选 用 举 例
额定值	空载上限值	
42	50	在有危险的场所使用的手持电动工具
36	43	潮湿场所，如矿井、多导电粉尘及类似场所使用的行灯等

续表

安全电压（交流有效值）（V）		选用举例
额定值	空载上限值	
24	29	工作面积狭窄且操作者易大面积接触带电体的场所，如锅炉、金属容器内 人体需要长期触及器具上带电体的场所
12	15	
6	8	



知识拓展

不同大小的电流通过人体时产生的反应

电流（mA）	交流电（50 Hz）	直流电
0.6~1.5	手指开始感觉发麻	无感觉
2~3	手指感觉强烈发麻	无感觉
5~7	手指肌肉感觉痉挛	手指感觉灼热和刺痛
8~10	手指关节与手掌感觉痛，手已难于脱离电源，但尚能摆脱	手指感觉灼热，较 5~7 mA 时更强
20~25	手指感觉剧痛，迅速麻痹，不能摆脱电源，呼吸困难	灼热感很强，手的肌肉痉挛
50~80	呼吸麻痹，心室开始震颤	强烈灼痛，手的肌肉痉挛，呼吸困难
90~100	呼吸麻痹，持续 3 s 或更长后心脏麻痹或心房停止跳动	呼吸麻痹
>500	延续 1 s 以上有死亡危险	呼吸麻痹，心室颤动，心跳停止

三、触电形式

常见的触电形式见表 1—5。