

21世纪
高职高专电子信息类规划教材

电工技能训练

杨利军 主 编
朱光灿 副主编

43

机械工业出版社
China Machine Press



21 世纪高职高专电子信息类规划教材

电工技能训练

主 编 杨利军
副主编 朱光灿
参 编 华满香
主 审 赵承荻



A1054654



机械工业出版社

本书是 21 世纪高职高专电子信息类规划教材。全书充分体现了高职高专教育的特点,强调对学生应用能力和实践能力的培养,注重扩大电子信息类专业学生的知识面,提高学生的综合素质。

本书主要内容包括:电工安全用电知识、常用电工工具、电工常用仪表的使用、导线的连接与绝缘的恢复、室内电气布线、电气照明的安装、变压器与异步电动机、继电器接触控制常用元器件、继电器接触器控制线路、可编程控制器基本知识。

本书可供高等院校高职高专电子信息类专业使用,同时也可作为其他非电专业学生扩大知识面、提高综合素质的电工实训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工技能训练/杨利军主编. 北京:机械工业出版社,2002.8

21 世纪高职高专电子信息类规划教材

ISBN 7-111-10593-8

I. 电… II. 杨… III. 电工技术-高等学校:技术学校-教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 048710 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:吴美英

封面设计:姚毅 责任印制:闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·5.125 印张·195 千字

0 001—6 000 册

定价:13.00 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) 68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

前 言

为进一步适用国家高等教育教学改革形势的发展,加强高职高专教材建设工作,机械工业出版社组织全国19所院校46位教师进行面向21世纪高职高专电子信息类系列规划教材的编写工作,本书《电工技能训练》就是其中的一本。

本书主要内容包括:电工安全用电知识、常用电工工具、电工常用仪表的使用、导线的连接与绝缘的恢复、室内电气布线、电气照明的安装、变压器与异步电动机、继电器控制常用元器件、继电器接触器控制线路、可编程序控制基本知识。打“*”的内容供选修。本教材建议学时数为60。

本书充分体现高职高专教育的特点,强调对学生应用能力和实践能力的培养,注重扩大电子信息类专业学生的知识面,提高学生的综合素质。本书采用理论讲述与师生演练相结合,以学生训练为主,其目的是培养学生的实际操作能力。训练过程中,应严格执行有关规程规定,注重培养学生的安全、职业和质量意识。

本书由湖南铁道职业技术学院杨利军(编写第一、二、七、八章)担任主编,杭州职业技术学院朱光灿(编写第三、四、五、六章)担任副主编,湖南铁道职业技术学院华满香编写第九、十章。

本书由湖南铁道职业技术学院赵承荻老师担任主审,特致谢意,北京电子工业学校秦拥军等对教材编写提纲提出了宝贵的意见,湖南铁道职业技术学院徐锋、胡国良、贺正芸、熊异参加了教材审稿会,对教材提出了宝贵意见,本书在编写过程中得到了出版社编辑的大力支持和帮助,在此一并表示感谢。由于编写时间短,加之编者水平有限,书中难免有错漏之处,敬请各院校师生和广大读者批评指正。

编者

2002年5月

目 录

前言	
第一章 电工安全用电知识	1
第一节 安全用电知识	1
第二节 电工安全操作知识	3
第三节 电气火灾消防知识	4
第四节 触电的危害与急救	7
第五节 电气设备安全运行知识	12
第六节 技能训练	16
实训一 灭火器的操作方法	16
实训二 触电急救	16
思考题	16
第二章 常用电工工具	17
第一节 电工通用工具	17
第二节 电动工具和电烙铁	22
第三节 技能训练	23
实训 常用电工工具的使用	23
思考题	24
第三章 常用电工仪表的使用	25
第一节 电工仪表概述	25
第二节 万用表	28
第三节 兆欧表	31
第四节 钳形电流表	34
第五节 直流单臂电桥	35
第六节 技能训练	37
实训 常用电工仪表的使用	37
思考题	39
第四章 导线的连接与绝缘的恢复	40
第一节 常用导线的分类与应用	40
第二节 导线线头绝缘层的剖削	41
第三节 导线的连接	43
第四节 导线绝缘的恢复	48
第五节 技能训练	49

实训	导线连接和绝缘的恢复	49
思考题	.....	50
第五章	室内电气布线	51
第一节	导线和熔断器的选择	51
第二节	室内线路配线	55
第三节	配电板的安装	60
第四节	技能训练	64
实训	配电板安装及配线练习	64
思考题	.....	65
第六章	电气照明的安装	66
第一节	常用照明附件和白炽灯的安装	66
第二节	荧光灯照明线路	70
第三节	技能训练	75
实训	室内照明线路安装	75
思考题	.....	77
第七章	变压器与异步电动机	78
第一节	变压器结构、用途和工作原理	78
第二节	三相异步电动机的结构与工作原理	81
第三节	单相异步电动机	86
第四节	技能训练	88
实训一	单相变压器的绕制	88
实训二	三相异步电动机的拆装与测试	91
思考题	.....	94
第八章	继电器接触控制常用元器件	95
第一节	按钮和开关	95
第二节	交流接触器	97
第三节	继电器	100
第四节	低压断路器	106
第五节	技能训练	108
实训	元器件结构演示与接线练习	108
思考题	.....	108
第九章	继电器接触器控制线路	109
第一节	直接起动的单向控制线路	109
第二节	电动机正、反转控制线路	111
第三节	卧式机床的控制线路	114
第四节	技能训练	117
实训一	三相异步电动机单向直接起动控制线路	117
实训二	三相异步电动机的正、反转控制线路	119

实训三	C620-1 型车床控制线路的模拟安装	122
实训四	双桶洗衣机模拟控制线路	124
思考题	.....	126
第十章	可编程控制基本知识	128
第一节	概述	128
第二节	可编程控制器的基本结构与工作原理	129
第三节	FX2 三菱可编程控制器介绍及应用	134
第四节	编程器简介	144
第五节	可编程控制器程序设计	148
第六节	技能训练	152
实训	用 PLC 实现对三相异步电动机的正、反转控制	152
思考题	.....	154
参考文献	.....	155

第一章 电工安全用电知识

安全用电包括供电系统的安全、用电设备的安全及人身安全三个方面，它们之间又是紧密联系的。供电系统的故障可能导致用电设备的损坏或人身伤亡事故，而用电事故也可能导致局部或大范围停电，甚至造成严重的社会灾难。

第一节 安全用电知识

在用电过程中，必须特别注意电气安全，如果稍有麻痹或疏忽，就可能造成严重的人身触电事故，或者引起火灾或爆炸，给国家和人民带来极大的损失。

一、安全电压

交流工频安全电压的上限值，在任何情况下，两导体间或任一导体与地之间都不得超过 50V。我国的安全电压的额定值为 42V、36V、24V、12V、6V。如手提照明灯、危险环境的携带式电动工具，应采用 36V 安全电压；金属容器内、隧道内、矿井内等工作场合，狭窄、行动不便及周围有大面积接地导体的环境，应采用 24V 或 12V 安全电压，以防止因触电而造成的人身伤害。

二、安全距离

为了保证电气工作人员在电气设备运行操作、维护检修时不致误碰带电体，规定了工作人员离带电体的安全距离；为了保证电气设备在正常运行时不会出现击穿短路事故，规定了带电体离附近接地物体和不同相带电体之间的最小距离。安全距离主要有以下几方面：

1) 设备带电部分到接地部分和设备不同相带电部分之间的距离，如表 1-1 所示。

表 1-1 各种不同电压等级的安全电压

设备额定电压/kV		1~3	6	10	35	60	110 ⁽¹⁾	220 ¹	330 ³	500
带电部分到接地部分/mm	屋内	75	100	125	300	550	850	1800	2600	3800
	屋外	200	200	200	400	650	900	1800	2600	3800
不同相带电部分之间	屋内	75	100	125	300	550	900	—	—	—
	屋外	200	200	200	400	650	1000	2000	2800	4200

(1) 中性点直接接地系统。

2) 设备带电部分到各种遮栏间的安全距离，如表 1-2 所示。

3) 无遮栏裸导体到地面间的安全距离，如表 1-3 所示。

表 1-2 设备带电部分到各种遮栏间的安全距离

设备额定电压/kV		1~3	6	10	35	60	110 ¹⁾	220 ¹⁾	330 ¹⁾	500 ¹⁾
带电部分到遮栏 /mm	屋内	825	850	875	1050	1300	1600	--	--	--
	屋外	950	950	950	1150	1350	1650	2550	3350	4500
带电部分到网状遮栏 /mm	屋内	175	200	225	400	650	950	--	--	--
	屋外	300	300	300	500	700	1000	1900	2700	5000
带电部分到板状遮栏 /mm	屋内	105	130	155	330	580	880	--	--	--

1) 中性点直接接地系统。

表 1-3 无遮栏裸导体到地面间的安全距离

设备额定电压/kV		1~3	6	10	35	60	110 ¹⁾	220 ¹⁾	330 ¹⁾	500 ¹⁾
无遮栏裸导体到地面间的 安全距离/mm	屋内	2375	2400	2425	2600	2850	3150	--	--	--
	屋外	2700	2700	2700	2900	3100	3400	4300	5100	7500

1) 中性点直接接地系统。

4) 电气工作人员在设备维修时与设备带电部分间的安全距离, 如表 1-4 所示。

表 1-4 电气工作人员与带电设备间的安全距离

设备额定电压/kV	10 及以下	20~35	44	60	110	220	330
设备不停电时的安全距离/mm	700	1000	1200	1500	1500	3000	4000
工作人员工作时正常活动范围与 带电设备的安全距离/mm	350	600	900	1500	1500	3000	4000
带电作业时人体与带电体之间的 安全距离/mm	400	600	600	700	1000	1800	2600

三、绝缘安全用具

绝缘安全用具是保证作业人员安全操作带电体及人体与带电体安全距离不够时所采取的绝缘防护工具。绝缘安全用具按使用功能可分为:

1. 绝缘操作用具

绝缘操作用具主要用来进行带电操作、测量和其他需要直接接触电气设备的特定工作。常用的绝缘操作用具, 一般有绝缘操作杆、绝缘夹钳等, 如图 1-1、图 1 2 所示。这些绝缘操作用具均由绝缘材料制成。正确使用绝缘操作用具, 应注意以下两点:

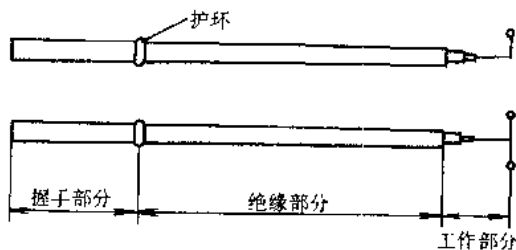


图 1-1 绝缘操作杆

- 1) 绝缘操作用具本身必须具备合格的绝缘性能和机械强度。
- 2) 只能在和其绝缘性能相适应的电气设备上使用。

2. 绝缘防护用具

绝缘防护用具则对可能发生的有关电气伤害起到防护作用。主要用于对泄漏电流、接触电压、跨步电压和其他接近电气设备存在的危险等进行防护。常用的绝缘防护用具具有绝缘手套、绝缘靴、绝缘隔板、绝缘垫、绝缘站台等，如图 1-3 所示。当绝缘防护用具的绝缘强度足以承受设备的运行电压时，才可以用来直接接触运行的电气设备，一般不直接接触及带电设备。使用绝缘防护用具时，必须做到使用合格的绝缘防护用具，并掌握正确的使用方法。

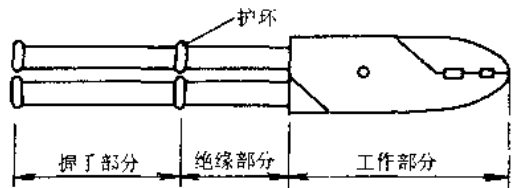


图 1-2 绝缘夹钳

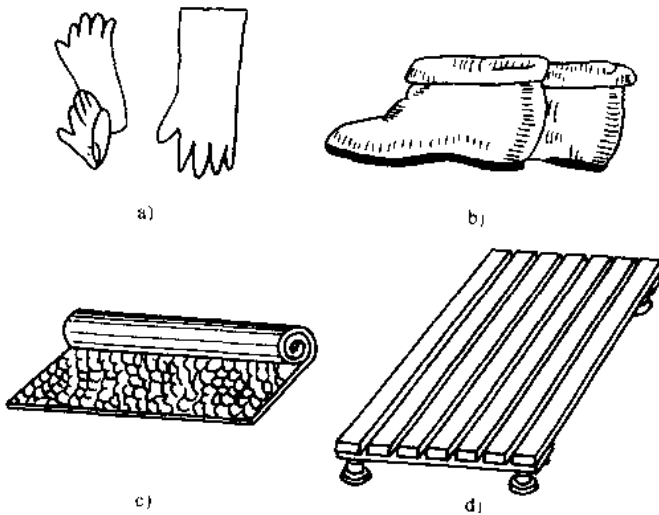


图 1-3 绝缘防护用具

a) 绝缘手套 b) 绝缘靴 c) 绝缘垫 d) 绝缘站台

第二节 电工安全操作知识

- 1) 在进行电工安装与维修操作时，必须严格遵守各种安全操作规程，不得玩忽失职。
- 2) 进行电工操作时，要严格遵守停、送电操作规定，确实做好突然送电的各项安全措施，不准进行约时送电。

- 3) 在邻近带电部分进行电工操作时，一定要保持可靠的安全距离。
- 4) 严禁采用一线一地、两线一地、三线一地（指大地）安装用电设备和器具。
- 5) 在一个插座或灯座上不可引接功率过大的用电器具。
- 6) 不可用潮湿的手去触及开关、插座和灯座等用电装置，更不可用湿抹布去揩抹电气装置和用电器具。
- 7) 操作工具的绝缘手柄、绝缘鞋和手套的绝缘性能必须良好，并作定期检查。登高工具必须牢固可靠，也应作定期检查。
- 8) 在潮湿环境中使用移动电器时，一定要采用 36V 安全低压电源。在金属容器内（如锅炉、蒸发器或管道等）使用移动电器时，必须采用 12V 安全电源，并应有人在容器外监护。
- 9) 发现有人触电，应立即断开电源，采取正确的抢救措施抢救触电者。

第三节 电气火灾消防知识

一、电气火灾的主要原因

电气火灾是指由电气原因引发燃烧而造成的灾害。短路、过载、漏电等电气事故都有可能导致火灾。设备自身缺陷、施工安装不当、电气接触不良、雷击静电引起的高温、电弧和电火花是导致电气火灾的直接原因。周围存放易燃易爆物是电气火灾的环境条件。

电气火灾产生的直接原因：

(1) 设备或线路发生短路故障 电气设备由于绝缘损坏、电路年久失修、疏忽大意、操作失误及设备安装不合格等将造成短路故障，其短路电流可达正常电流的几十倍甚至上百倍，产生的热量（正比于电流的平方）是温度上升超过自身和周围可燃物的燃点引起燃烧，从而导致火灾。

(2) 过载引起电气设备过热 选用线路或设备不合理，线路的负载电流量超过了导线额定的安全载流量，电气设备长期超载（超过额定负载能力），引起线路或设备过热而导致火灾。

(3) 接触不良引起过热 如接头连接不牢或不紧密、动触点压力过小等使接触电阻过大，在接触部位发生过热而引起火灾。

(4) 通风散热不良 大功率设备缺少通风散热设施或通风散热设施损坏造成过热而引发火灾。

(5) 电器使用不当 如电炉、电熨斗、电烙铁等未按要求使用，或用后忘记断开电源，引起过热而导致火灾。

(6) 电火花和电弧 有些电气设备正常运行时就能产生电火花、电弧，如大

容量开关、接触器触点的分、合操作，都会产生电弧和电火花。电火花温度可达数千度，遇可燃物便可点燃，遇可燃气体便会发生爆炸。

二、易燃易爆环境

日常生活和生产的各个场所中，广泛存在着易燃易爆物质，如石油液化气、煤气、天然气、汽油、柴油、酒精、棉、麻、化纤织物、木材、塑料等等。另外，一些设备本身可能会产生易燃易爆物质，如设备的绝缘油在电弧的作用下分解和汽化，喷出大量油雾和可燃气体；酸性电池排出氢气并形成爆炸性混合物等。一旦这些易燃易爆物遇到电气设备和线路故障导致的火源，便会立刻着火燃烧。

三、电气火灾的防护措施

电气火灾的防护措施主要致力于消除隐患、提高用电安全，具体措施如下：

1. 正确选用保护装置，防止电气火灾发生

1) 对正常运行条件下可能产生电热效应的设备应采用隔热、散热、强迫冷却等结构，并注重耐热、防火材料的使用。

2) 按规定要求设置包括短路、过载、漏电保护设备的自动断电保护。对电气设备和线路要正确设置接地、接零保护，为防雷电要安装避雷器及接地装置。

3) 根据使用环境和条件正确设计选择电气设备。恶劣的自然环境和有导电尘埃的地方，应选择有抗绝缘老化功能的产品，或增加相应的措施；对易燃易爆场所，则必须使用防爆电气产品。

2. 正确安装电气设备，防止电气火灾发生

(1) 合理选择安装位置 对于爆炸危险场所，应该考虑把电气设备安装在爆炸危险场所以外或爆炸危险性较小的部位。

开关、插座、熔断器、电热器具、电焊设备和电动机等应根据需要，尽量避开易燃物或易燃建筑构件。起重机滑触线下方，不应堆放易燃品。露天变、配电装置，不应设置在易于沉积可燃性粉尘或纤维的地方等。

(2) 保持必要的防火距离 对于在正常工作时能够产生电弧或电火花的电气设备，应使用灭弧材料将其全部隔围起来，或将其与可能被引燃的物料，用耐弧材料隔开或与可能引起火灾的物料之间保持足够的距离，以便安全灭弧。

安装和使用有局部热聚焦或热集中的电气设备时，在局部热聚焦或热集中的方向与易燃物料，必须保持足够的距离，以防引燃。

电气设备周围的防护屏障材料，必须能承受电气设备产生的高温（包括故障情况下），应根据具体情况选择不可燃、阻燃材料或在可燃性材料表面喷涂防火涂料。

3. 保持电气设备的正常运行，防止电气火灾发生

1) 正确使用电气设备，是保证电气设备正常运行的前提。因此，应按设备使用说明的规定操作电气设备，严格执行操作规程。

2) 保持电气设备的电压、电流、温升等不超过允许值。保持各导电部分连接可靠, 接地良好。

3) 保持电气设备的绝缘良好, 保持电气设备的清洁, 保持良好通风。

四、电气火灾的扑救

发生火灾, 应立即拨打 119 火警电话报警, 向公安消防部门求助。扑救电气火灾时, 应注意触电危险, 为此要及时切断电源, 通知电力部门派人到现场指导和监护扑救工作。

1. 正确选择使用灭火器

在扑救尚未确定断电的电气火灾时, 应选择适当的灭火器和灭火装置, 否则, 有可能造成触电事故和更大的危害, 如使用普通水枪射出的直流水柱和泡沫灭火器射出的导电泡沫会破坏绝缘。常用灭火剂的种类、用途及使用方法如表 1-5 所示。

使用四氯化碳灭火器灭火时, 灭火人员应站在上风侧, 以防中毒; 灭火后空间要注意通风。使用二氧化碳灭火时, 当其浓度达 85% 时, 人就会感到呼吸困难, 要注意防止窒息。

2. 正确使用喷雾水枪

带电灭火时使用喷雾水枪比较安全。原因是这种水枪通过水柱的泄漏电流较小。用喷雾水枪灭电气火灾时, 水枪喷嘴与带电体的距离可参考以下数据:

10kV 及以下者不小于 0.7m。

35kV 及以下者不小于 1m。

110kV 及以下者不小于 3m。

220kV 不应小于 5m。

带电灭火必须有人监护。

3. 灭火器的保管

灭火器在不使用时, 应注意对它的保管与检查, 保证随时可正常使用。其具体保养和检查如表 1-5 所示。

表 1-5 常用电气灭火器的主要性能

种类	二氧化碳	四氯化碳	干粉	1211	泡沫
规格	<2kg 2~3kg 5~7kg	<2kg 2~3kg 5~8kg	8kg 30kg	1kg 2kg 3kg	10L 65~130L
药剂	液态 二氧化碳	液态 四氯化碳	钾盐、钠盐	一氟·氯 ·溴甲烷	碳酸氢钠 硫酸铝
导电性	无	无	无	无	有

(续)

种类	二氧化碳	四氯化碳	干粉	1211	泡沫
灭火范围	电气、仪器、油类、酸类	电气设备	电气设备、石油、油漆、天然气	油类、电气设备、化工、化纤原料	油类及可燃物体
不能扑救的物质	钾、钠、镁、铝等	钾、钠、镁、乙炔、二氧化碳	旋转电机火灾		忌水和带电物体
效果	距着火点 3m 距离	3kg 喷 30s, 7m 内	8kg 喷 11~18s, 1.5m 内 50kg 喷 50~55s, 6~8m	1kg 喷 6~8s, 2~3m 内	10L 喷 60s, 8m 内 65L 喷 170s, 3.5m 内
使用	一只手将喇叭口对准火源;另一只手打开开关	扭动开关,喷出液体	提起圈环,喷出干粉	按下铅封或横锁,用力压压把即可	倒置摇动,拧开开关喷药剂
保养和检查	置于方便处,注意防冻、防晒和使用期	置于方便处	置于干燥通风处、防潮、防晒	置于干燥处勿摔碰	置于方便处
	每月测量一次,低于原重量 1/10 时应充气	检查压力,注意充气	每年检查一次干粉是否结块,每半年检查一次压力	每年检查一次重量	每年检查一次,泡沫发生倍数低于 4 倍时(即药剂的发泡率),应换药剂

第四节 触电的危害与急救

人体是导体,一旦有电流通过时,将会受到不同程度的伤害。由于触电的种类、方式及条件的不同,受伤害的后果也不一样。

一、触电的种类

人体触电有电击和电伤两类。

1) 电击是指电流通过人体时所造成的内伤。它可以使肌肉抽搐,内部组织损伤,造成发热发麻,神经麻痹等。严重时将引起昏迷、窒息,甚至心脏停止跳动而死亡。通常说的触电就是电击。触电死亡大部分由电击造成。

2) 电伤是指电流的热效应、化学效应、机械效应以及电流本身作用下造成的人体外伤。常见的有灼伤、烙伤和皮肤金属化等现象。

二、触电方式

1. 单相触电

这是常见的触电方式。人体的某一部分接触带电体的同时,另一部分又与大

地或中性线相接，电流从带电体流经人体到大地（或中性线）形成回路，如图 1-4 所示。

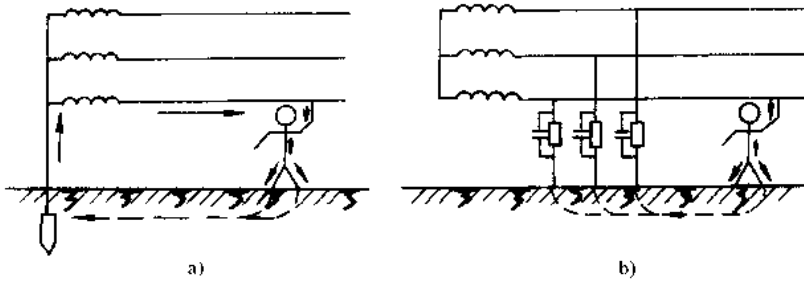


图 1 4 单相触电

a) 中性点直接接地 b) 中性点不直接接地

2. 两相触电

人体的不同部分同时接触两相电源时造成的触电，如图 1-5 所示。对于这种情况，无论电网中性点是否接地，人体所承受的线电压将比单相触电时高，危险更大。

3. 跨步电压触电

雷电流入地或电力线（特别是高压线）断散到地时，会在导线接地点及周围形成强电场。当人畜跨进这个区域，两脚之间出现的电位差称为跨步电压 U_s 。在这种电压的作用下，电流从接触高电位的脚流进，从接触低电位的脚流出，从而形成触电，如图 1-6a 所示。跨步电压的大小取决于人体站立点与接地点的距离，距离越小，其跨步电压越大。当距离超过 20m（理论上为无穷远处），可认为跨步电压为零，不会发生触电危险。

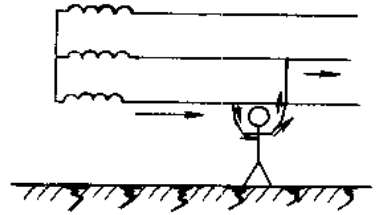


图 1-5 两相触电

4. 接触电压触电

电气设备由于绝缘损坏或其他原因造成接地故障时，如人体两个部分（手和脚）同时接触设备外壳和地面时，人体两部分会处于不同的电位，其电位差即为接触电压。由接触电压造成的触电事故称为接触电压触电。在电气安全技术中接触电压是以站立在距漏电设备接地点水平距离为 0.8m 处的人，手触及的漏电设备外壳距地 1.8m 高时，手脚间的电位差 U_T 作为衡量基准，如图 1-6b 所示。接触电压值的大小取决于人体站立点与接地点的距离，距离越远，则接触电压值越大；当距离超过 20m 时，接触电压值最大，即等于漏电设备上的电压 U_{Tm} ；当人体站在接地点与漏电设备接触时，接触电压为零。

5. 感应电压触电

感应电压触电是指当人触及带有感应电压的设备和线路时所造成的触电事

故。一些不带电的线路由于大气变化（如雷电活动），会产生感应电荷，停电后一些可能感应电压的设备和线路如果未及时接地，这些设备和线路对地均存在感应电压。

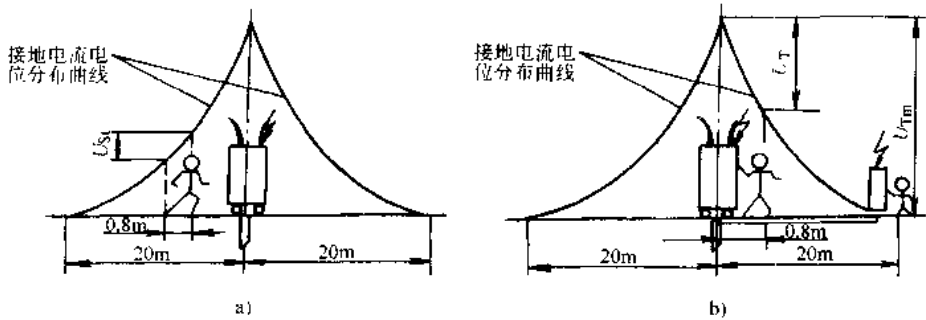


图 1-6 跨步电压触电和接触电压触电

a) 跨步电压触电 b) 接触电压触电

6. 剩余电荷触电

剩余电荷触电是指当人体触及带有剩余电荷的设备时，对人体放电造成的触电事故。带有剩余电荷的设备通常含有储能元件，如并联电容器、电力电缆、电力变压器及大容量电动机等，在退出运行和对其进行类似兆欧表测量等检修后，会带上剩余电荷，因此要及时对其放电。

三、影响电流对人体危害程度的主要因素

电流对人体伤害的严重程度与通过人体电流的大小、频率、持续时间、通过人体的路径及人体电阻的大小等多种因素有关。

1. 电流大小

通过人体的电流越大，人体的生理反应就越明显，感应越强烈，引起心室颤动所需的时间越短，致命的危险越大。

对于工频交流电，按照通过人体电流的大小和人体所呈现的不同状态，电流大致分为下列三种。

(1) 感觉电流 是指引起人体感觉的最小电流。实验表明，成年男性的平均感觉电流约为 1.1mA ，成年女性为 0.7mA 。感觉电流不会对人体造成伤害，但电流增大时，人体反应的强烈，可能造成坠落等间接事故。

(2) 摆脱电流 是指人体触电后能自主摆脱电源的最大电流。实验表明，成年男性的平均摆脱电流约为 16mA ，成年女性的约为 10mA 。

(3) 致命电流 是指在较短的时间内危及生命的最小电流。实验表明，当通过人体的电流达到 50mA 以上时，心脏会停止跳动，可能导致死亡。

2. 电流频率

一般认为 40~60Hz 的交流电对人体最危险。随着频率的增高，危险性将降低。高频电流不仅不伤害人体，还能治病。

3. 通电时间

通电时间越长，电流使人体发热和人体组织的电解液成分增加，导致人体电阻降低，反过来又使通过人体的电流增加，触电的危险亦随之增加。

4. 电流路径

电流通过头部可使人昏迷；通过脊髓可能导致瘫痪；通过心脏会造成心跳停止，血液循环中断；通过呼吸系统会造成窒息。因此，从左手到胸部是最危险的电流路径，从手到手和从手到脚也是很危险的电流路径，从脚到脚是危险性较小的电流路径。

四、触电急救

触电急救的要点是要动作迅速，救护得法，切不可惊慌失措、束手无策。

1. 首先要尽快地使触电者脱离电源

人触电以后，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。

(1) 低压触电事故 对于低压触电事故，可采用下列方法使触电者脱离电源。

1) 触电地点附近有电源开关或插头，可立即断开开关或拔掉电源插头，切断电源。

2) 电源开关远离触电地点，可用有绝缘柄的电工钳或干燥木柄的斧头分相切断电线，断开电源；或用干燥木板等绝缘物插入触电者身下，以隔断电流。

3) 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，拉开触电者或挑开电线，使触电者脱离电源。

(2) 高压触电事故 对于高压触电事故，可以采用下列方法使触电者脱离电源。

1) 立即通知有关部门停电。

2) 戴上绝缘手套，穿上绝缘靴，用相应电压等级的绝缘工具断开开关。

3) 抛掷裸金属线使线路短路接地，迫使保护装置动作，断开电源。注意在抛掷金属线前，应将金属线的一端可靠地接地，然后抛掷另一端。

(3) 脱离电源的注意事项

1) 救护人员不可以直接用手或其他金属及潮湿的物件作为救护工具，而必须采用适当的绝缘工具且单手操作，以防止自身触电。

2) 防止触电者脱离电源后，可能造成的摔伤。

3) 如果触电事故发生在夜间，应当迅速解决临时照明问题，以利于抢救，并避免扩大事故。