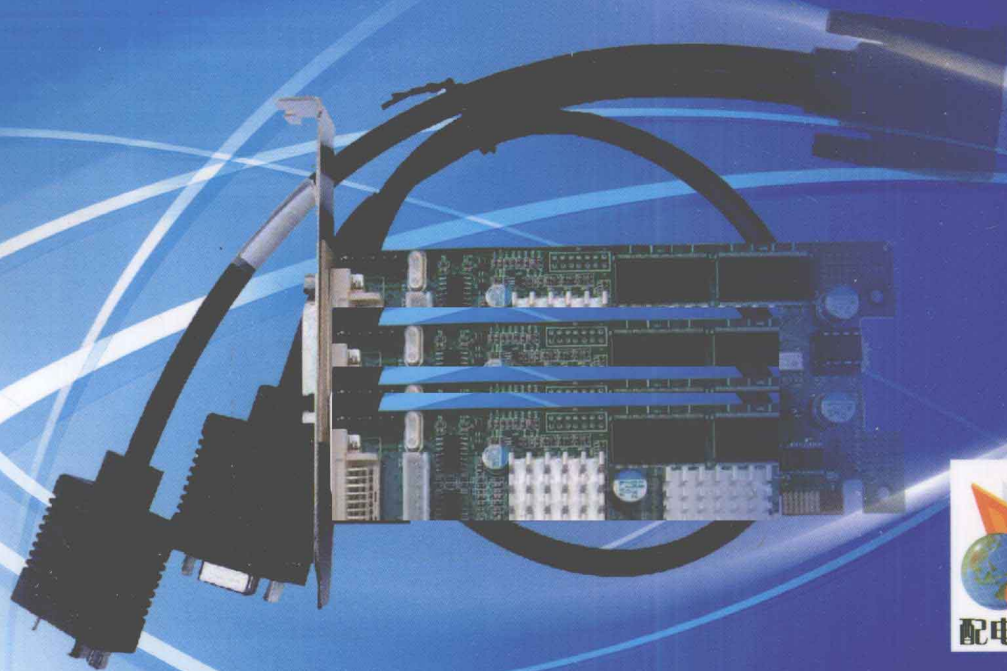




“工学结合、校企合作”课程改革成果系列教材
数控技术应用专业教学用书

电气控制技术常识

陈爱午 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



“工学结合、校企合作”课程改革成果系列教材
数控技术应用专业教学用书

电气控制技术常识

主 编 陈爱午
参 编 李山兵 王向军 邓跃群
主 审 朱仁盛



机械工业出版社

本书是根据全国职业教育机电类专业课程改革及教材建设工作会议精神,依据专业基础综合化的要求而编写。主要内容包括:电气安全常识、常用电工工具及仪表、小型变压器、三相异步电动机、直流电机、常用低压电器、三相异步电动机控制电路、直流电动机控制电路、典型机床电气控制电路。

本书可作为中等职业学校机电技术应用、数控技术应用、机电设备安装与维修电气运行与控制、电气技术应用等专业的教材,也可供从事电气工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制技术常识/陈爱午主编. —北京:机械工业出版社, 2011. 1

“工学结合、校企合作”课程改革成果系列教材. 数控技术应用专业教学用书

ISBN 978-7-111-32907-7

I. ①电… II. ①陈… III. ①电气控制—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TM921.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第262859号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:汪光灿 责任编辑:蔡岩

版式设计:张世琴 责任校对:张晓蓉

封面设计:路恩中 责任印制:李妍

唐山丰电印务有限公司印刷

2011年4月第1版第1次印刷

184mm×260mm·14.75印张·363千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-32907-7

定价:29.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面防伪标均为盗版

前 言

本书是根据全国职业教育机电类专业课程改革及教材建设工作会议精神，体现“工学结合、校企合作”人才培养模式教学改革成果，依据专业基础综合化的要求而编写。

本书在编写时，以必需、够用、实用、好用为原则，克服理论课内容偏难、偏深的弊端，以掌握理论、强化技能为重点，注重学生职业能力的培养。为便于学生练习、掌握和巩固所学知识，书后配有丰富的习题，同时为强化学生实践操作能力，在每一章后都配套实训项目。此外，本书在内容的阐述上，力求简明扼要、层次清楚、图文并茂、通俗易懂；在知识介绍上循序渐进、由浅入深；在实训项目上，强调实用性、可操作性。

本书可作为中等职业学校机电技术应用、数控技术应用、机电设备安装与维修、电气运行与控制、电气技术应用等专业的教材，也可供从事电气工程技术人员参考。

本书共分9章，主要内容包括：电气安全常识、常用电工工具及仪表、小型变压器、三相异步电动机、直流电机、常用低压电器、三相异步电动机控制电路、直流电动机控制电路、典型机床电气控制电路。

本书由陈爱午担任主编，第1章、第9章由李山兵编写，第2章、第6章、第7章由陈爱午编写，第3章、第4章由王向军编写，第5章、第8章由邓跃群编写。

泰州机电高等职业技术学校朱仁盛副教授担任主审，主审以严谨的科学态度和高度负责的精神，认真阅读了全部书稿和插图，并提出许多宝贵的修改意见，在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了刘海燕主任和陆留宏主任的悉心帮助，并参阅了许多同类教材和专著，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和疏漏之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 电气安全常识..... 1

- 1.1 人体触电基本常识 1
 - 1.1.1 触电种类和方式 1
 - 1.1.2 触电对人体的伤害 3
 - 1.1.3 防止触电的安全措施 4
- 1.2 触电急救技术常识 7
 - 1.2.1 使触电者尽快脱离电源 7
 - 1.2.2 现场急救处理 7
 - 1.2.3 触电急救技术 8
- 1.3 电气火灾消防知识 9
 - 1.3.1 电气火灾的起因 10
 - 1.3.2 电气火灾的预防 10
 - 1.3.3 电气设备灭火常识 11
- 习题 1 12

实训课题一 电工安全操作技术
训练 13

第2章 常用电工工具及仪表 15

- 2.1 常用电工工具的使用和维护 15
 - 2.1.1 低压验电笔 15
 - 2.1.2 螺钉旋具 16
 - 2.1.3 钢丝钳 17
 - 2.1.4 尖嘴钳 18
 - 2.1.5 剥线钳 18
 - 2.1.6 电工刀 19
 - 2.1.7 活扳手 19
 - 2.1.8 冲击钻 20
 - 2.1.9 电烙铁 21
- 2.2 常用电工仪表的使用和维护 23
 - 2.2.1 电工仪表的基本知识 23
 - 2.2.2 万用表 25
 - 2.2.3 绝缘电阻表 30
 - 2.2.4 钳形电流表 32
 - 2.2.5 转速表 33

2.3 导线连接基本常识 33

- 2.3.1 导线绝缘层的剖削 33
- 2.3.2 导线的连接 34
- 2.3.3 导线绝缘层的恢复 38

习题 2 39

实训课题二 常用电工工具及仪表基本
操作技术训练 40

第3章 小型变压器 42

- 3.1 变压器的结构与工作原理 42
 - 3.1.1 变压器的基本结构 42
 - 3.1.2 变压器的铭牌数据 44
 - 3.1.3 变压器的工作原理 45
- 3.2 常见变压器 46
 - 3.2.1 自耦变压器 46
 - 3.2.2 仪用互感器 47
 - 3.2.3 多绕组变压器 49
- 3.3 小型变压器的检测与修理 49
 - 3.3.1 通电前的检查 50
 - 3.3.2 空载测试 50
 - 3.3.3 负载测试 51
 - 3.3.4 故障诊断与修理 51
- 习题 3 53

实训课题三 小型变压器的测试
训练 56

第4章 三相异步电动机 59

- 4.1 三相异步电动机的结构与
工作原理 59
 - 4.1.1 三相异步电动机的基本结构 59
 - 4.1.2 三相异步电动机的铭牌数据 61
 - 4.1.3 三相异步电动机的工作原理 63
 - 4.1.4 三相异步电动机的运行特性 65
- 4.2 三相异步电动机的控制 68
 - 4.2.1 三相异步电动机的起动 68
 - 4.2.2 三相异步电动机的反转 71

4.2.3 三相异步电动机的调速	71	6.1 低压电器的基本知识	102
4.2.4 三相异步电动机的制动	72	6.1.1 低压电器的分类和用途	102
4.3 三相异步电动机的运行与 维护	74	6.1.2 低压电器的型号含义	103
4.3.1 运行前的检查	74	6.1.3 低压电器的主要技术性能	103
4.3.2 起动注意事项	74	6.1.4 低压电器的选用原则	104
4.3.3 运行中的巡视	74	6.2 常用低压开关类电器	104
4.4 三相异步电动机的一般故障 分析	74	6.2.1 刀开关	104
4.5 单相异步电动机	75	6.2.2 组合开关	107
4.5.1 单相异步电动机的工作原理	75	6.2.3 低压断路器	109
4.5.2 单相异步电动机的起动类型	76	6.3 熔断器	112
4.5.3 单相异步电动机故障分析与 排除	77	6.4 接触器	113
习题 4	78	6.4.1 交流接触器	114
实训课题四 三相异步电动机常见故障 的分析与排除	81	6.4.2 直流接触器	116
第 5 章 直流电机	84	6.5 常用继电器	117
5.1 直流电机的基本结构、工作原理 和励磁方式	84	6.5.1 热继电器	117
5.1.1 直流电机的基本结构	84	6.5.2 时间继电器	119
5.1.2 直流电机的工作原理	86	6.5.3 中间继电器	122
5.1.3 直流电机的励磁方式	87	6.5.4 速度继电器	124
5.1.4 直流电机的铭牌数据	87	6.6 主令电器	125
5.2 直流电动机的运行特性	88	6.6.1 按钮	125
5.2.1 直流电动机的感应电动势和 电磁转矩	88	6.6.2 行程开关	127
5.2.2 直流电动机的工作特性	89	6.6.3 接近开关	129
5.2.3 直流电动机的机械特性	90	6.6.4 主令控制器	131
5.3 他励直流电动机的控制	92	6.7 其他常用低压电器	133
5.3.1 他励直流电动机的起动	92	6.7.1 起动器	133
5.3.2 他励直流电动机的反转	93	6.7.2 电磁铁	135
5.3.3 他励直流电动机的调速	93	6.7.3 电阻器和变阻器	138
5.3.4 他励直流电动机的制动	94	6.8 低压电器常见故障的检查与 排除	140
5.4 直流电动机的运行与维护	95	6.8.1 电磁系统的故障分析与排除	140
习题 5	97	6.8.2 触头系统的故障分析与排除	141
实训课题五 直流电动机一般故障的 分析与排除	100	6.8.3 灭弧装置的故障分析与排除	143
第 6 章 常用低压电器	102	6.8.4 典型低压电器的故障分析与 排除	143
		习题 6	144
		实训课题六 常用低压电器的拆装与 检修	146
		第 7 章 三相异步电动机控制电路	148
		7.1 电气图的识读与绘制	148

7.1.1 图形符号和文字符号	148	实训课题七 手动顺序控制电路的 安装训练	181
7.1.2 电气原理图	149	实训课题八 自动往返控制电路的 安装训练	184
7.1.3 电器元件布置图	151	实训课题九 自动Y— Δ 减压起动控制 电路的安装训练	186
7.1.4 电气安装接线图	151	第8章 直流电动机控制电路	188
7.2 三相异步电动机直接起动 控制	151	8.1 直流电动机起动控制电路	188
7.2.1 点动与连续运转控制电路	151	8.2 直流电动机正反转控制电路	189
7.2.2 正反转控制电路	153	8.3 直流电动机调速控制电路	190
7.2.3 位置控制电路	155	8.4 直流电动机制动控制电路	191
7.2.4 顺序控制电路	157	习题8	193
7.2.5 多地控制电路	159	实训课题十 直流电动机制动控制 电路的安装训练	193
7.3 三相异步电动机减压起动 控制	159	第9章 典型机床电气控制电路	196
7.3.1 定子绕组串电阻减压起动控制 电路	160	9.1 卧式车床电气控制电路	196
7.3.2 Y— Δ 减压起动控制电路	160	9.1.1 卧式车床的主要结构与运动 形式	196
7.3.3 自耦变压器减压起动控制 电路	162	9.1.2 CA6140 卧式车床电气控制电路 分析	197
7.3.4 延边三角形减压起动控制 电路	163	9.1.3 CA6140 卧式车床常见电气故障 分析与排除	197
7.4 三相异步电动机调速控制	164	9.2 摇臂钻床电气控制电路分析	198
7.4.1 变极调速控制电路	164	9.2.1 摇臂钻床的主要结构与 运动形式	198
7.4.2 电磁调速控制电路	167	9.2.2 Z3040 摇臂钻床电气控制电路 分析	199
7.5 三相异步电动机制动控制	168	9.2.3 Z3040 摇臂钻床常见电气故障分析 与排除	202
7.5.1 反接制动控制电路	168	9.3 万能铣床电气控制电路	203
7.5.2 能耗制动控制电路	169	9.3.1 万能铣床的主要结构与运动 形式	203
7.6 三相异步电动机控制电路的 安装	170	9.3.2 X62W 万能铣床电气控制电路 分析	204
7.6.1 安装要求	170	9.3.3 X62W 万能铣床常见电气故障分析 与排除	208
7.6.2 安装步骤	171	9.4 平面磨床电气控制电路分析	210
7.6.3 通电前检测	172	9.4.1 平面磨床的主要结构与运动 形式	210
7.6.4 通电试车	172	9.4.2 M7130 平面磨床电气控制电路	
7.7 电气控制电路的故障分析与 检测	173		
7.7.1 逻辑分析法	174		
7.7.2 电阻测量法	174		
7.7.3 电压测量法	175		
7.7.4 逐步短接法	175		
习题7	176		

分析	211	9.5.3 T68 卧式镗床常见电气故障	
9.4.3 M7130 平面磨床常见电气故障		分析与排除	219
分析与排除	213	习题 9	220
9.5 卧式镗床电气控制电路	214	实训课题十一 C650 车床的常见电气	
9.5.1 卧式镗床的主要结构与运动		故障分析与排除	221
形式	214	附录 常见元器件图形符号、文字	
9.5.2 T68 卧式镗床电气控制电路		符号	225
分析	215	参考文献	228

第 1 章

电气安全常识

随着科学技术的迅猛发展，电能已成为各行各业不可或缺的重要能源之一，电气设备在各行各业的应用也日益广泛，人们接触电气设备的机会随之增多。如果电气设备安装不恰当，使用不合理，维修不及时，尤其是电气工作人员缺乏必要的电气安全知识，不仅会造成电能浪费，而且很容易发生触电、火灾、爆炸等电气事故，以致影响生产，甚至危及生命。因此，电气安全已日益得到人们的关注和重视。为了消除电气事故以保证安全，研究和探讨相关电气安全常识是十分必要的。

1.1 人体触电基本常识

由于人体是导电的，所以当人体接触到具有不同电位的两点时，由于电位差的作用，就会有电流通过人体，对人的肌体造成不同程度的伤害，这种现象就是触电。触电对人体的伤害程度与触电的种类、方式及条件有关。

1.1.1 触电种类和方式

1. 触电的种类

人体触电有两种类型，即电击和电伤。电击是电流通过人体内部，引起人体内部组织的破坏，以致死亡。电击所致内伤，轻则导致人体肌肉抽搐、内部组织损伤、发热、发麻、神经麻痹等，重则引起昏迷、窒息、心脏停止跳动、血液循环终止而死亡。电击伤害的严重程度与通过人体的电流大小、电流通过人体的持续时间、电流通过人体的途径、电流的频率以及人体的健康状况等因素有关。电击是最危险的触电事故，绝大部分触电死亡事故都是由电击造成的。电伤是在电流的热效应、化学效应、机械效应以及电流本身作用下所造成的人体外部的局部伤害，常表现为灼伤、烙印和皮肤金属化等现象。电击和电伤这两类伤害在事故中也可能同时发生。

2. 触电的方式

触电事故的发生多数是由于人直接碰到了带电体或者接触到因绝缘损坏而漏电的设备，站在接地故障点的周围，也可能造成触电事故。触电可分为以下几种：

(1) 人直接与带电体接触的触电事故 按照人体触及带电体的方式和电流通过人体的途径，此类事故可分为单相触电和两相触电。此类事故约占全部触电事故的 40% 以上。

1) 单相触电。在低压电力系统中，若人站在地上或其他接地体上，人体的某一部位触及一相带电体时，电流由带电体经人体流入大地而导致的触电称为单相触电或单线触电，如图 1-1 所示。这是常见的触电方式。如果系统中性点接地，则加于人体的电压为 220V，流

过人体的电流足以危及生命。中性点不接地时,虽然线路对地绝缘电阻可起到限制人体电流的作用,但线路对地存在分布电容、分布电阻,作用于人体的电压为线电压 380V,触电电流仍能危及生命。人体接触漏电的设备外壳,也属于单相触电。

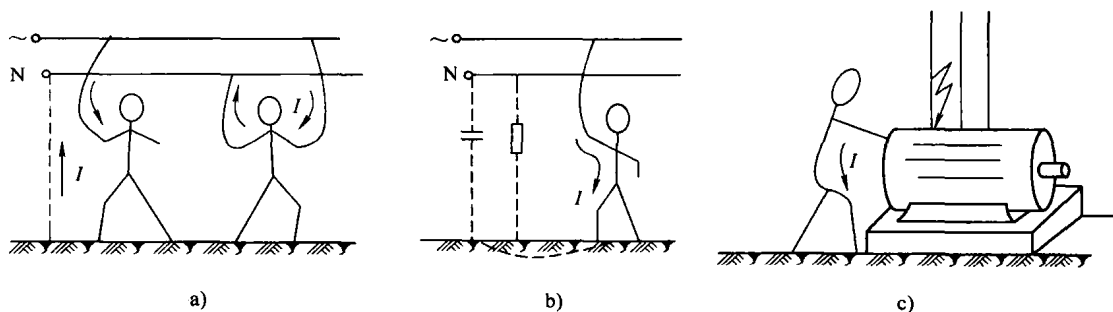


图 1-1 单相触电

2) 两相触电。两相触电是指人体不同部位同时接触两相电源带电体,以及高压系统中人体距离高压带电体小于规定的安全距离,造成电弧放电时,电流从一相导体经人体流入另一相导体而引起的触电,如图 1-2 所示。两相触电时,由于加在人体上的电压为线电压,所以无论电网的中性点是否接地,人体所承受的线电压均比单相触电时要高,其危险性更大。

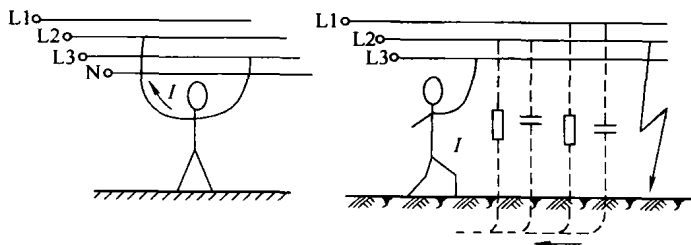


图 1-2 两相触电

(2) 与绝缘损坏电气设备接触的触电事故 正常情况下,电气设备的金属外壳是不带电的,当绝缘损坏而漏电时,触及到这些外壳,就会发生触电事故,触电情况和接触带电体一样。此类事故占全部触电事故的 50% 以上。

(3) 接触电压、跨步电压触电 这也是危险性较大的一种触电方式。当外壳接地的电气设备绝缘损坏而使外壳带电,或导线断落发生单相接地故障时,电流由设备外壳经接地线、接地体或由断落导线经接地点向大地流散,此时会在以接地故障点为中心,20m 为半径的范围内形成分布电位,当人站在地上触及设备外壳时,就会承受一定的电压,称为接触电压,由此引发的触电事故称为接触电压触电。若此时人站在设备附近地面上,两脚之间也会承受一定的电压,称为跨步电压。由此引发的触电事故称为跨步电压触电。

接触电压和跨步电压的大小取决于人体站立点与接地点的距离。距离越远,接触电压越大,距离越近,跨步电压越大。当距离超过 20m 时,可认为接触电压达到最大,而跨步电压为零,而当人体站在接地点与漏电设备接触时,接触电压为零。人体遇到跨步电压触电时,应立刻合拢双脚跳出接地点 20m 之外,就可以保障人身安全。

3. 触电事故规律

由于触电事故的发生都很突然,并在相当短的时间内会造成严重后果,因此死亡率较高。根据对触电事故的统计分析,其规律可概括为以下几点。

1) 具有明显的季节性。每年的 6~9 月是触电事故的多发季节,这是由于这段时间多

雨、潮湿,电气设备绝缘性能降低,同时由于天气炎热,人们穿衣单薄而多汗,因此增加了触电的可能性。

2) 低压设备触电事故多。这是由于低压电网分布广,低压设备多而且比较简陋,管理不善,人们接触的机会多所致。

3) 中青年和非电工触电事故多。这些人电气安全知识不足,技术不成熟,易发生触电事故。

4) 便携式和移动式设备触电事故多。这是因为该类设备需要经常移动,工作条件较差,容易发生故障。

5) 冶金、矿山、建筑、机械行业触电事故多。这几个行业工作现场比较混乱,温度高,湿度大,移动式设备多,临时线路多,难以管理。

1.1.2 触电对人体的伤害

触电对人体的伤害主要取决于电流,电流对人体的作用指的是电流通过人体内部对于人体的有害作用,如电流通过人体时会引起针刺感、压迫感、打击感、痉挛、疼痛乃至血压升高、昏迷、心律不齐、心室颤动等症状。而电流对人体伤害的严重程度则与通过人体电流的大小、持续时间、途径、种类及人体的状况等多种因素有关,特别是与电流大小、通电时间有着十分密切的关系。

1. 通过人体电流的大小

通过人体的电流大小不同,引起人体的生理反应也将不同。对于工频电流,按照通过人体的电流大小和人体呈现的不同反应,可将电流划分为三类,即感知电流、摆脱电流和致命电流。

(1) 感知电流 就是引起人的感觉的最小电流。实验资料表明,1mA 左右的工频电流通过人体,就会使人体产生轻微颤抖和刺痛等不舒服的感觉。经验表明,一般成年男性的感知电流约为 1.1mA,成年女性约为 0.7mA。

(2) 摆脱电流 是指人体触电以后能够自己摆脱的最大电流。10 ~ 30mA 的电流通过人体,便会使人产生麻痹、剧痛、痉挛、血压升高、呼吸困难等症状。成年男性的平均摆脱电流为 16mA,成年女性约为 10.5mA,儿童的摆脱电流比成年人要小。必须说明的是,摆脱电流的能力将会随着触电时间的延长而减弱,一旦触电后不能及时摆脱电源,将会导致严重后果。

(3) 致命电流 是指在较短的时间内危及人的生命的最小电流。电击致死是电流引起的心室颤动造成的,故引起心室颤动的电流就是致命电流。电流达到 50mA 以上,就会引起触电者心室颤动而有生命危险;100mA 以上的电流,足以致人于死地。

2. 电流通过人体的时间长短

电流通过人体的时间越长,造成电击伤害的危险程度就越大。一般人的心脏每收缩扩张一次的间隙约为 750ms,这 750ms 的间隙期对电流特别敏感,通电时间越长,则必然与心脏最敏感的间隙重合而引起电击;通电时间越长,人体电阻会因紧张出汗等因素而降低,导致通过人体的电流进一步增加,从而导致危险增加。

3. 电流通过人体的途径

电流通过心脏会引起心室颤动或心脏停止跳动,造成血液循环中断,通过中枢神经或有关部位均可导致死亡,电流通过脊髓,会使人截瘫。一般从左手到前胸是最危险的途径;从

手到脚，从左手到右手都是很危险的电流途径；从脚到脚的途径虽然伤害程度较轻，但若摔倒，会造成电流通过全身的严重情况。

4. 通过人体的电流频率

直流电、高频电流对人体都有伤害作用，但其伤害程度一般较 25 ~ 300Hz 的交流电轻。直流电的最小感知电流，对于男性约为 5.2mA，女性约为 3.5mA；平均摆脱电流，对于男性约为 76mA，女性约为 51mA。高频电流的电流频率不同，对人体的伤害程度也不同。通常采用的工频电流，对于设计电气设备比较经济合理，但从安全角度看，这种电流对人体最为危险。随着频率偏离这个范围，电流对人体的伤害作用减小，如频率在 1kHz 以上，伤害程度明显减轻。但应指出，高压高频电流的危险性还是较大的。如 6 ~ 10kV、500kHz 的电力设备也有电击致死的危险。

5. 触电者自身的身体状况

通过人体电流的大小与触电电压和人体电阻有关。人体的电阻不是一个固定值，人体电阻不仅与身体自然状况和人体部位有关，而且还与环境条件等因素以及接触电压有很大关系。通常人体电阻可按 1000 ~ 2000 Ω 考虑，在带电体电压一定的情况下，触电时人体电阻越大，受电流伤害越轻。如皮肤角质有损伤，皮肤处于潮湿或带有导电性粉尘时，人的电阻就会下降到 1k Ω 以下（人体体内电阻约为 500 Ω 左右），人体触及带电体的面积愈大，接触愈紧密，则电阻愈小，危险程度愈大。在人体电阻一定时，作用于人体的电压愈高，则通过人体的电流就愈大，电击的危险性就会增加。

1.1.3 防止触电的安全措施

电既能造福人类，也可能因用电不慎危及财产及人身安全，所以在用电过程中，必须特别注意用电安全，牢固树立安全第一的思想，贯彻预防为主方针，认真落实保证安全的组织措施和技术措施，做到防患于未然。

触电分为直接接触和间接触电两种情况。直接接触是指人体直接接触或过分接近带电体而触电；间接触电指人体触及正常时不带电而发生故障时才带电的金属导体。下面我们先对触电的原因进行分析，从而提出预防直接接触和间接触电的几种措施。

1. 触电的原因

触电的场合不同，引起触电的原因也不尽相同。常见的触电原因主要有下面几种情况。

(1) 线路架设不合格 线路架设不合格主要有以下情况：室内外线路对地距离、导线之间的距离小于容许值；通信线、广播线与电力线间隔距离过近或同杆敷设；线路绝缘破损；某些地区为节省电线而采用一线一地制送电等。

(2) 电气操作制度不严格 电气操作制度不严格主要有以下情况：带电操作，不采取可靠的保安措施；不熟悉电路和电器，盲目修理；救护已触电的人，自身不采用安全保护措施；停电检修，不挂电气安全警示牌；使用不合格的保安工具检修电路和电器；人体与带电体过分接近，又无绝缘措施或屏护措施；在架空线上操作，不在相线上加临时接地线；无可靠的防高空跌落措施等。

(3) 用电设备不合要求 用电设备不合要求主要有以下情况：电气设备内部绝缘低或损坏，金属外壳无保护接地措施或接地电阻太大；开关、闸刀、灯具、携带式电器绝缘外壳破损，失去防护作用；开关、熔断器误装在中性线上，一旦断开，将使整个线路带电。

(4) 用电不规范 用电不规范主要有以下情况：违反布线规程，在室内乱拉电线；随

意加大熔断器熔丝规格；在电线上或电线附近晾晒衣物；在电杆上拴牲口；在电线（特别是高压线）附近打鸟、放风筝；未断电源，移动家用电器；打扫卫生时，用水冲洗或用湿布擦拭带电的电器或线路等。

2. 触电的预防

我国每年因触电死亡人数达数千人之多，在所有触电事故中，无法预料和不可抗拒的事故只占极少数，大量的事故还是可以采取切实有效的措施来进行预防的。

（1）加强用电安全管理的组织措施

1) 加强人员的培训与管理。对从事电气工作的人员必须经相关部门培训、考核合格，在具备必要的电气知识和业务技能，具备必要的安全知识和紧急救护法的基础上方可进行电气操作。可通过技术培训、岗位练兵、反事故演习等方式提高电气操作人员的技术、业务水平，大力开展安全用电宣传，普及安全用电的基本知识。

2) 建立健全安全规章制度。必须认真贯彻执行安全操作规程、电气安装规程、运行管理规程、维护检修制度等，以确保工作人员人身及设备的安全，并使电气设备始终保持在良好、安全的运行状态。

3) 强化用电管理和安全检查。用电管理要严把“三关”，即把好投运质量关、操作技术关、安全维护关。定期进行安全检查，对查出的缺陷、隐患及时进行处理，及时纠正用电中的不安全因素和违章行为。

（2）加强用电安全管理的技术措施 对于不同种类的触电事故，应采取不同的安全防护措施。

1) 直接接触电的预防。直接接触电的预防措施有以下3种。

① 绝缘措施。良好的绝缘是保证电气设备和线路正常运行的必要条件，是防止触电事故的重要措施。选用绝缘材料必须与电气设备的工作电压、工作环境和运行条件相适应。不同的设备或电路对绝缘电阻的要求不同。例如：新装或大修后的低压设备和线路，绝缘电压不应低于 $0.5\text{M}\Omega$ ；运行中的线路和设备，绝缘电阻要求每伏工作电压 $1\text{k}\Omega$ 以上；高压线路和设备的绝缘电阻不低于每伏 $1000\text{M}\Omega$ 。

② 屏护措施。采用屏护装置，如常用电器的绝缘外壳、金属网罩、金属外壳、变压器的遮栏、栅栏等将带电体与外界隔绝开来，以杜绝不安全因素。凡是金属材料制作的屏护装置，应妥善接地或接零。

③ 间距措施。为防止人体触及或过分接近带电体，在带电体与地面之间、带电体与其他设备之间，应保持一定的安全间距。安全间距的大小取决于电压的高低、设备类型、安装方式等因素。

2) 间接接触电的预防。间接接触电的预防措施有以下3种。

① 加强绝缘。对电气设备或线路采取双重绝缘的措施，可使设备或线路绝缘牢固，不易损坏。即使工作绝缘损坏，还有一层加强绝缘，不致发生金属导体裸露造成间接触电。

② 电气隔离。采用隔离变压器或具有同等隔离作用的发电机，使电气线路和设备的带电部分处于悬浮状态。即使线路或设备的工作绝缘损坏，人站在地面上与之接触也不易触电。必须注意，被隔离回路的电压不得超过 500V ，其带电部分不能与其他电气回路或大地相连。

③ 自动断电保护。在带电线路或设备上采取漏电保护、过电流保护、过电压或欠电压

保护、短路保护、接零保护等自动断电措施。当发生触电事故时,在规定时间内能自动切断电源,起到保护作用。

(3) 加强用电安全管理的一般措施 在所有人身触电伤亡事故中,既有作业人员违章、误操作造成的事故;也有由于电气设备制造不良或运行中出现故障使操作者触电伤亡的事故;还有电气设备安装不合格带来的触电事故;以及非电工人员随便处理电气事务而造成的事故等。下面根据造成用电事故的几种原因,具体分析应采取的相应措施。

1) 私拉乱接造成触电。私拉乱接造成触电的主要原因包括:不遵守国家电气技术规程制度,人为制造不安全因素,如私拉乱接各种电气设备等,导致了人为触电伤亡及电气火灾事故的发生;安装质量低劣,乱拉乱扯,扰乱电网的整体布局;非电气工作人员安装、操作电气设备,造成安装无标准,操作无程序,管理无规章,运行无制度等的不安全局面。

为防止此类事故的发生,应做到以下几点:严禁使用挂钩线、破股线、地爬线和绝缘不合格的导线;严禁采用“一相一地”方式用电;不得私自攀登、操作电力设备;不得购买质量低劣的电气设备;严禁私设电网,严禁用电网捕鱼、狩猎、捕鼠或灭害;用电要申请,安装修理找电工,不准私拉乱接用电设备。

2) 违章作业造成触电。违章作业造成触电的主要原因包括:安全意识不强,缺乏安全技术、遵章守纪的教育;思想麻痹大意,存在侥幸心理;管理人员对各种因素缺乏了解,安全措施不到位;视规章制度于不顾,没有严格按规程办事。

为防止此类事故的发生,应做到加强安全教育,提高安全意识,严格执行“三票三制”;认真学习各种规章制度,不断提高理论和技术水平;作业人员每年应接受相应的培训、考试,经考试合格方能上岗作业;严格按安全规程进行作业,严禁约时停、送电;对有触电危险的工作应设专人监护,专职监护人不得兼任其他工作;完善规章制度,落实安全职责,严肃劳动纪律,严格安全考核,狠抓习惯性违章。

3) 设备安装不合格造成触电。设备安装不合格造成触电的主要原因包括:违反电力有关规程,没有按规程要求进行作业和质量把关;采用不合格的电气材料;安全意识不强,缺乏对电气安全知识的了解和认识。

为防止此类事故的发生,应做到加强人员培训和教育,提高人员素质。坚持原则,按章办事,把好安装质量关;不准私拉乱接用电设备,采用合格的电气设备;严格执行各种规程、制度,按章办事;工作要认真,不能有半点马虎,不能不懂装懂;定期进行设备维护检修,消除事故隐患;对三类设备进行改造,提高设备的健康水平。

4) 设备失修造成触电。设备失修造成触电的主要原因包括:维护管理不善,线路设备带病运行,没有及时处理设备缺陷;工作责任心不强,缺乏安全用电认识。

为防止此类事故的发生,应做到加强设备管理,明确安全职责范围;加强线路设备的巡视检查,发现问题及时处理;加强漏电保护器的运行管理,确保安装率、运行率、灵敏率100%。

5) 缺乏安全用电常识造成触电。缺乏安全用电常识造成触电的原因包括:文化素质低,缺乏安全用电常识,安全观念淡薄、无知。

为防止此类事故的发生,应做到大力普及安全用电知识的宣传教育,通过培训、广播、宣传画、影片等形式,使安全用电知识家喻户晓;临时用电设备用电,事先须征得供电部门

同意方能安装,经检查合格,才能投入运行;非专业人员或电工不得从事电力工作,电力工作要严格按照规程操作。

6) 维护不善造成触电。维护不善造成触电的原因包括:对电力线路设备缺乏维护管理,存在事故隐患,或由于使用、修理不当,而造成意想不到的触电事故。

为防止此类事故的发生,应做到:努力提高电力线路的安全运行水平,每年应对电力设备进行一次全面的检修;应定期或不定期对线路进行巡视检查,发现问题及时处理;开展保护电力设施的宣传教育工作,做到积极防治;安装维修严格按照规程要求,不能有半点马虎。

1.2 触电急救技术常识

触电急救实例表明,触电急救对于减少触电伤亡是行之有效的。因此,对于电气工作人员和所有用电人员来说,掌握触电急救知识是非常重要的,触电急救的要点是抢救迅速,救护得法。

1.2.1 使触电者尽快脱离电源

人触电以后,可能由于痉挛或失去知觉等而不能自行摆脱电源,当发现有人触电时,不可惊慌失措,应当设法使触电者迅速而安全地脱离电源,这是急救的第一步。根据触电现场的情况,通常采用以下几种急救方法。

1) 如果触电现场远离开关或不具备关断电源的条件,只要触电者穿的是比较宽松的干燥衣服,救护者可站在干燥木板上,用一只手抓住衣服将其拉离电源,如图 1-3 所示,但切不可触及带电人的皮肤。也可用干燥木棒、竹竿等将电线从触电者身上挑开,如图 1-4 所示。

2) 如果触电发生在相线与大地之间,一时又不能把触电者拉离电源,可用干燥绳索将触电者身体拉离地面,或于干燥木板将人体与地面隔离开,以切断通过人体流入大地的电流,然后再设法关断电源,使触电者脱离带电体。

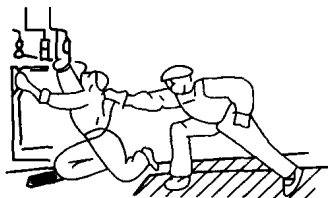


图 1-3 将触电者拉离电源

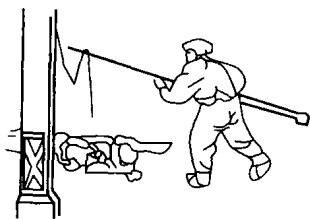


图 1-4 将电线从触电者身上挑开

3) 如果手边有绝缘导线,可先将一端良好接地,另一端与触电者所接触的带电体相接,使该相电源对地短路,迫使电路跳闸或断开熔丝,达到切断电源的目的。

4) 救护者也可用手头的刀、斧、锄等带绝缘柄的工具或硬棒,在电源的来电方向将电线砍断或撬断。

1.2.2 现场急救处理

触电者脱离电源之后,应迅速对其伤害情况作出简单诊断,看一看触电者的胸部、腹部有无起伏动作,有无呼吸,瞳孔是否放大,听一听触电者心脏跳动的情况和口鼻处的呼吸声响,摸一摸触电者颈部或腹股沟处的大动脉有没有搏动,然后根据实际情况,采取正确的救

护方法, 迅速进行救护。

1) 触电者神志尚清醒, 但感觉头晕、乏力、心悸、出冷汗、恶心、呕吐等症状, 应让其就地静卧休息, 减轻心脏负担。

2) 触电者神志有时清醒, 有时昏迷。这时, 应一方面请医生救治, 一方面让其静卧休息, 密切注意其伤情变化, 做好万一恶化的抢救准备。

3) 触电者已失去知觉, 但有呼吸、心跳。应在迅速请医生的同时, 解开触电者的衣领裤带, 平卧在阴凉通风的地方。如果出现痉挛, 呼吸衰弱, 应立即施行人工呼吸, 并送医院救治。如果出现“假死”, 应边送医院边抢救。

4) 若触电者呼吸停止, 但心跳尚存, 则应对触电者施行人工呼吸; 如果触电者心跳停止, 呼吸尚存, 则应采取胸外心脏按压法; 如果触电者呼吸、心跳均已停止, 则必须同时采用人工呼吸法和胸外心脏按压法这两种方法进行抢救。

1.2.3 触电急救技术

1. 口对口人工呼吸法

人工呼吸法是帮助触电者恢复呼吸的有效方法, 只对停止呼吸的触电者使用。在几种人工呼吸方法中, 以口对口呼吸法效果最好, 也最容易掌握。其操作步骤如下。

1) 首先使触电者仰卧, 迅速解开触电者的衣领、围巾、紧身衣服等, 除去口腔中的黏液、血液、食物、假牙等杂物。

2) 将触电者的头部尽量后仰, 鼻孔朝天, 颈部伸直。救护人在触电者的一侧, 一只手捏紧触电者的鼻孔, 另一只手掰开触电者的嘴巴。救护人深吸气后, 紧贴着触电者的嘴巴大口吹气, 使其胸部膨胀; 之后救护人换气, 放松触电者的嘴鼻, 使其自动呼气。如此反复进行, 吹气 2s, 放松 3s, 大约 5s 一个循环。

3) 吹气时要捏紧鼻孔, 紧贴嘴巴, 不使之漏气, 放松时应能使触电者自动呼气。其操作示意如图 1-5 ~ 图 1-8 所示。



图 1-5 头部后仰



图 1-6 捏鼻掰嘴



图 1-7 贴紧吹气



图 1-8 放松换气

4) 如果触电者牙关紧闭, 一时无法撬开, 可采取口对鼻吹气的方法。

5) 对体弱者和儿童吹气时应轻微用力, 不可让其胸腹过分膨胀, 以免肺泡破裂。当触电者自己开始呼吸时, 人工呼吸应立即停止。

2. 胸外心脏按压法

胸外心脏按压法是帮助触电者恢复心跳的有效方法。当触电者心脏停止跳动时，有节奏地在胸外廓加力，对心脏进行挤压，代替心脏的收缩与扩张，达到维持血液循环的目的。其操作要领如图 1-9 ~ 图 1-12 所示，其步骤如下。



图 1-9 正确压点

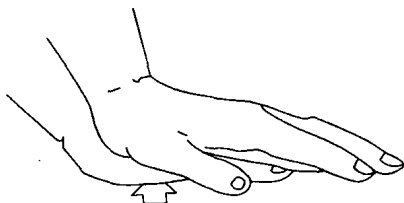


图 1-10 叠手姿势

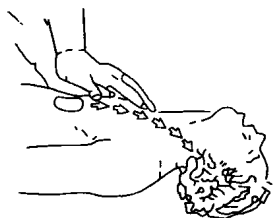


图 1-11 向下挤压

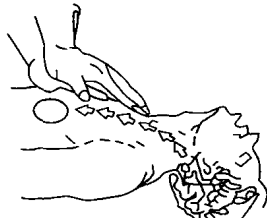


图 1-12 迅速放松

1) 将触电者衣服解开，使其仰卧在硬板上或平整的地面上，找到正确的挤压点。通常是，救护者伸开手掌，中指尖抵住触电者颈部凹陷的下边缘，手掌的根部就是正确的压点。

2) 救护人跪跨在触电者腰部两侧的地上，身体前倾，两臂伸直，两手相叠，以手掌根部放至正确压点。

3) 掌根均衡用力，连同身体的重量向下挤压，压出心室的血液，使其流至触电者全身各部位。压陷深度成人为 3 ~ 5cm，对儿童用力要轻。太快太慢或用力过轻过重，都不能取得好的效果。

4) 挤压后掌根突然抬起，依靠胸廓自身的弹性，使胸腔复位，血液流回心室。

重复 3)、4) 步骤，每分钟 60 次左右为宜。

总之，使用胸外心脏按压法要注意压点正确，下压均衡、放松迅速、用力和速度适宜，要坚持做到心跳完全恢复。如果触电者心跳和呼吸都已停止，则应同时进行胸外心脏按压和人工呼吸。一人救护时，两种方法可交替进行；两人救护时，两种方法应同时进行，但两人必须配合默契。

1.3 电气火灾消防知识

随着现代科学技术的发展，电能相应地得到了广泛的开发与利用。电能的应用既造福了人类社会，同时也给人类带来了触电和电气火灾事故的危险。电能通过电气设备及线路转化成热能，并成为火源所引发的火灾，统称为电气火灾。电气火灾发生后，电气设备和线路可能带电，因此在扑灭电气火灾时，应首先搞清火灾发生的原因，采取正确的扑救方法，以防发生人身触电及爆炸事故。