

职业教育改革创新规划教材

电工技术基础 与技能

Dian Gong Ji Shu Ji Chu
Yu Ji Neng

李贞权 主编



职业教育改革创新规划教材

电工技术基础与技能

主 编 李贞权

参 编 王国庆 董 武 李清玉 刘建雄



机械工业出版社

本书依照中等职业学校“电工技术基础与技能”课程教学大纲要求,参考国家有关职业技能和行业技能鉴定标准,结合职业学校学生学习以及相关工作岗位培训需要精心编写。

本书宗旨是贴近职业岗位,坚持“做中学、做中教”的职业学校教学特色,采取理论与实际相结合的教学模式,内容编排力求由浅入深、学用结合。

本书主要包括:电工常识、直流电路、电容和电感、单相正弦交流电路、三相正弦交流电路、用电保护和综合实训 MF-47 型万用表的组装与调试。每个章节均配有导读、生产生活中技术案例、本章小结、实训项目、思考与练习等,以突出应知与应会相结合特点,便于教学。

本书可以作为职业学校维修电工、电子技术应用、电子电器应用与维修、电气运行与控制等电类专业教材,也可以作为技术工人岗位培训教材及自学用书。

为便于教学,本书配有电子教案,凡选用本书作为教材的教师可登录 www.cmpedu.com 网站,免费注册下载,或来电(010-88379195)索取。

图书在版编目(CIP)数据

电工技术基础与技能 / 李贞权主编. —北京:机械工业出版社, 2011.2
职业教育改革创新规划教材
ISBN 978-7-111-33422-4

I. ①电… II. ①李… III. ①电工技术—专业学校—
教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 021825 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:高倩 责任编辑:张值胜

版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔

封面设计:鞠杨 责任印制:乔宇

北京汇林印务有限公司印刷

2011 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·11 印张·270 千字

0001-3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-33422-4

定价:23.00 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

本书按照中等职业学校电工技术基础与技能教学大纲要求，参考国家有关职业技能和行业技能鉴定标准，结合职业学校学生学习特点以及相关专业岗位培训需要精心编写。

1. 编写内容突出实际应用特点

本书内容安排由浅入深，循序渐进，考虑到中等职业学校学生的实际情况，降低了知识难度。全书以应用为主线，加强技能训练，培养学生与岗位对接的职业能力，努力体现职业岗位的实际需求，突出知识在生产生活中的应用。

2. 突出“做中学、做中教”的职业教育教学特色

本书在编写过程中力求探索理论与实践相结合的教学模式，按职业能力的形成过程把相关的知识、技能整合在一起进行编排。在每一章中穿插与学习内容相关的实训项目，让学生在实训的过程中进一步学习相关的知识与技能，提高实践操作技能，培养学生的职业能力，从而提高学生利用所学知识解决实际问题的能力。

3. 加强技能培养，衔接职业技能鉴定考核

本书通过实验实训、综合实训等内容适时地融入相关实践知识，落实“做中教、做中学”的教学特点，通过实验实训中设计的实际动手操作内容，帮助学生理解和巩固专业知识，为职业技能鉴定考核做准备。

4. 教材版面形式生动活泼，符合中职学生阅读习惯

本书版面设计力求图文并茂、生动活泼，充分利用图示、表格、实训项目等代替枯燥的文字描述，语言表达力求言简意赅，通俗易懂，教材贴近生活、生产实际，并从中引入相关理论知识，创设学习情境，符合中职学生阅读习惯。

本书共分为6章，安排72学时，各部分内容的学时分配建议如下：

教学内容	学时分配
第1章 电工常识	4
第2章 直流电路	20
第3章 电容和电感	8
第4章 单相正弦交流电路	26
第5章 三相正弦交流电路	4
第6章 用电保护	6
综合实训 MF-47 型万用表的组装与调试	4

限于时间和水平，书中难免存在不妥和错误之处，恳请读者批评指正。

编者

目 录

前言

第1章 电工常识	1
1.1 安全用电	1
1.2 常用电工工具	9
1.3 常用电工仪器、仪表	10
1.4 常用导线的连接	12
本章小结	14
习题1	14
第2章 直流电路	15
2.1 电路的组成与电路图	15
2.2 电路的基本物理量	18
2.3 电阻	22
2.4 欧姆定律	24
2.5 电阻的连接	28
2.6 电功和电功率	33
2.7 负载获取最大功率的条件	36
2.8 直流电桥及其平衡条件	37
2.9 基尔霍夫定律	38
2.10 电压源与电流源	42
2.11 戴维南定理	46
2.12 叠加原理	49
本章小结	50
实训 电流、电压和电阻的测量	52
习题2	55
第3章 电容和电感	57
3.1 电容器	57
3.2 电容器的连接	60
3.3 电容器的充电和放电	62
3.4 磁场的基本知识	63
3.5 电流的磁场	64
3.6 磁场对通电导体的作用	67
3.7 电磁感应	70
3.8 自感与互感	72
3.9 铁磁性材料及其磁性能	78

本章小结	79
实训一 电容器充放电电路安装与检测	80
实训二 小型变压器检测	82
习题3	83
第4章 单相正弦交流电路	85
4.1 单相正弦交流电的产生	85
实训一 单相插座的安装与检测	93
4.2 纯电阻、纯电感和纯电容电路	96
实训二 示波器测量交流参量	102
4.3 串联电路	106
4.4 谐振	110
4.5 电能测量与节能	112
实训三 荧光灯电路的安装	125
实训四 单相照明电路安装与检测	127
本章小结	131
习题4	133
第5章 三相正弦交流电路	135
5.1 三相正弦交流电源	135
5.2 三相电源的连接	136
5.3 三相电路的功率	139
5.4 我国电力系统供电制	141
本章小结	143
习题5	143
第6章 用电保护	145
6.1 保护接地的方法及应用	145
6.2 保护接零与重复接地	150
6.3 电气安全操作规程	153
本章小结	155
实训 触电急救	155
习题6	157
综合实训 MF-47 型万用表的 组装与调试	158
参考文献	171

第1章 电工常识



教学目标：

1. 了解安全用电和电气消防知识。
2. 掌握几种常用灭火器的特点和使用原则。
3. 了解触电的主要原因和触电方式，掌握触电后的急救方法。
4. 了解常用电工工具及仪表的作用。
5. 掌握常见的导线连接方式。

1.1 安全用电

触电是指人体接触或靠近带电体时受到一定量的电流通过人体致使组织损伤和功能障碍，甚至死亡的现象。在日常工作和生活中，不注意安全使用电气设备与电气工具，就可能发生触电事故，造成人员伤亡，而且电伤的部位很难愈合。所以必须做好人身触电预防工作并掌握触电救护知识。

一、触电的类型和方式

1. 人体触电的类型

人体触电分为电击和电伤两类。

电击是电流通过人体时所造成的内伤。它可使肌肉抽搐、内部组织损伤，会造成发热、发麻、神经麻痹等症状。严重时将引起昏迷、窒息、甚至心脏停止跳动、血液循环中止而死亡。通常说的触电，多是指电击。触电死亡中绝大部分是由电击造成。

注意：决定电击程度的是电流而不是电压。

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造成的人体外伤。常见的有灼伤、烙伤和皮肤金属化等现象。

灼伤由电流的热效应引起，主要是指电弧灼伤，会造成皮肤红肿、烧焦或皮下组织损伤；烙伤也是由电流热效应引起，是指皮肤被电气发热部分烫伤或由于人体与带电体紧密接触而留下肿块、硬块、皮肤变色等；皮肤金属化是指由于电流热效应和化学效应导致熔化的金属微粒渗入皮肤表层，使受伤部分皮肤带金属颜色且留下硬块。

2. 人体触电方式

(1) 单相触电 这是常见的触电方式。人体的一部分接触带电体的同时，另一部分又与大地或零线（中性线）相接，电流从带电体流经人体到大地（或零线）形成回路，这种触电叫单相触电。在接触电气线路（或设备）时，若不采用防护措施，一旦电气线路或设备绝缘损坏漏电，将引起间接的单相触电。若站在地上误触带电体的裸露金属部分，将造成直接的单相触电。

(2) 两相触电 人体的不同部位同时接触两相电源带电体而引起的触电叫两相触电。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都将比单相触电时高,危险性更大。

(3) 跨步电压触电 雷电流入大地或载流电力线(特点是高压线)断落到地时,会在导线接地点及周围形成强电场。其电位分布以接地点为圆心向周围扩散、逐步降低,故在不同位置形成电位差(电压),人、畜跨进这个区域,两脚之间将存在电压,该电压称为跨步电压。在这种电压作用下,电流从接触高电位的脚流进,从接触低电位的脚流出,这就是跨步电压触电。

人体接触跨步电压时,电流是沿着人的下身,从脚经腿、胯部又到脚与大地形成通路,没有经过人体的重要器官,好像比较安全。但是实际并非如此!因为人受到较高的跨步电压作用时,双脚会抽筋,使身体倒在地上。这不仅使作用于身体上的电流增加,而且使电流经过人体的路径改变,完全可能流经人体重要器官,如从头到手或脚。经验证明,人倒地后电流在体内持续作用 2s 以上就会致命。

跨步电压触电一般发生在高压电线落地时,但对低压电线落地也不可麻痹大意。根据试验,当牛站在水田里,如果前后跨之间的跨步电压达到 10V 左右,牛就会倒下,电流常常会流经它的心脏,触电时间长了,牛会死亡。

当发觉跨步电压威胁时,应赶快把双脚并在一起,或尽快用一条腿或两条腿跳着离开危险区。

二、安全电压

人体触电时,人体所承受的电压越低,通过人体的电流就越小,触电伤害就越轻。当电压低到一定值以后,对人体就不会造成伤害。在不带任何防护设备的条件下,当人体接触带电体时对各部分(如皮肤、神经、心脏、呼吸器官等)均不会造成伤害的电压值,叫安全电压。它通常等于通过人体的允许电流与人体电阻的乘积,在不同场合,安全电压的规定是不同的。

我国有关标准规定,12V、24V 和 36V 三个电压等级为安全电压级别,不同场所选用的安全电压等级不同。

在湿度大、狭窄、行动不便、周围有大面积接地导体的场所(如金属容器内、矿井内、隧道内等)使用的手提照明灯,应采用 12V 安全电压。

凡手提照明器具,在危险环境、特别危险环境的局部照明灯,高度不足 2.5m 的一般照明灯,携带式电动工具等,若无特殊的安全防护装置或安全措施,均应采用 24V 或 36V 安全电压。

安全电压的规定是从总体上考虑的,对于某些特殊情况或某些人也不一定绝对安全。是否安全与人的现时状况(主要是人体电阻)、触电时间长短、工作环境、人与带电体的接触面积和接触压力等都有关系。所以即使在规定的安全电压下工作,也不可粗心大意。

三、安全用电原则

1) 不要超负荷用电。空调、电磁炉等大容量用电设备应使用专用线路,私拉乱接是严格禁止的。

2) 要选用与电线负荷相适应的熔丝,不要任意加粗,严禁用铜丝等代替熔丝。

3) 不用湿手、湿布擦拭带电的灯头、开关和插座等。

4) 晒衣架要与电力线保持安全距离,不要将晒衣竿搁在电线上。

5) 不能在电加热设备上烘烤衣物。

- 6) 外壳破损的插座、开关应及时更换。
- 7) 雷雨天在市区人行道上行走, 不要用手触摸树木、电杆及电杆拉线, 以防触电。
- 8) 对规定使用接地的用电器具的金属外壳要做好接地保护, 不要忘记给三眼插座安装接地线, 不要随意把三相插座改为两相插座。
- 9) 当发现电线断落, 无论带电与否, 都应视为带电, 要与电线断落点保持足够的安全距离, 并及时向供电部门汇报。
- 10) 当发现有人触电, 要使触电者迅速脱离电源。若无法及时找到或断开电源时, 可用干燥的竹竿、木棒等绝缘物挑开电线。
- 11) 家用电器着火, 应先切断电源再灭火。
- 12) 严禁在高低压电线下打井、竖电视天线和钓鱼。
- 13) 严禁在雷雨天和高压线下放风筝。
- 14) 照明开关必须接在相线上, 相线应接在与螺口灯座中央弹片连通的接线柱上。
- 15) 不要靠近断落的高压线路, 防止跨步电压触电。
- 16) 不能用煤气管道或自来水管作为接地线。
- 17) 要保持电视机、微波炉等用电设备的环境干燥、通风。

四、触电急救

在电气操作和日常用电中, 如果采取了有效的预防措施, 会大幅度减少触电事故, 但要绝对避免是不可能的。所以, 在电气操作和日常用电中必须作好触电急救的思想和技术准备。

1. 触电急救的原则

- 1) 迅速用绝缘工具使触电者脱离电源。
- 2) 不要轻易挪动触电者, 应就地进行急救。
- 3) 使用正确姿势与方式对症急救。
- 4) 抢救要及时、坚持、不中断。
- 5) 尽快拨打“120”急救电话, 寻求紧急救助, 以挽救患者的生命。

2. 触电的现场抢救措施

(1) 使触电者尽快脱离电源 发现有人触电, 最关键、最首要的措施是使触电者尽快脱离电源。根据触电现场的情况不同, 使触电者脱离电源的方法也不一样。在触电现场经常采用以下几种急救方法。

1) 迅速关断电源, 把人从触电处移开。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, 但切不可触及带电人的皮肤。如这种条件也不具备, 可用干燥木棒、竹竿等将电线从触电者身上挑开。

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, 或在地面与人体之间塞入一块干燥木板, 这样可以暂时切断带电导体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。在用绳索将触电者拉离地面时, 注意不要发生跌伤事故。

3) 救护者手边如有现成的刀、斧、锄等带绝缘柄的工具或硬棒时, 可以从电源的来电方向将电线砍断或撬断。

注意: 切断电线时人体切不可接触电线裸露部分和触电者。

4) 如果救护者手边有绝缘导线,可先将一端良好接地,另一端接在触电者所接触的带电体上,造成该相电源对地短路,迫使电路跳闸或熔断熔丝,达到切断电源的目的。在搭接带电体时,要注意救护者自身的安全。

5) 在电线杆上触电,地面上人员一时无法施救时,仍可先将绝缘软导线一端良好接地,另一端抛掷到触电者接触的架空线上,使该相对地短路,跳闸断电。在操作时要注意两点:一是不能将接地软线抛在触电者身上,这会使通过人体的电流更大;二是注意不要让触电者从高空跌落。

注意: 以上救护触电者脱离电源的方法,不适用于高压触电情况。

(2) 脱离电源后的判断 触电者脱离电源后,应根据其受电流伤害的不同程度,采用不同的施救方法。

1) 判断呼吸是否停止。将触电者移至干燥、宽敞、通风的地方。将衣、裤放松,使其仰卧,观察胸部或腹部有无因呼吸而产生的起伏动作。若不明显,可用手或小纸条靠近触电者鼻孔,观察有无气流流动,用手放在触电者胸部,感觉有无呼吸动作,若没有,说明呼吸已经停止。

2) 判断脉搏是否搏动。用手检查颈部的颈动脉或腹股沟处的股动脉,看有无搏动。如有,则说明心脏还在工作。因颈动脉或股动脉都是人体大动脉,位置表浅,搏动幅度较大,容易感知,所以经常用来作为判断心脏是否跳动的依据。另外,也可用耳朵贴在触电者心区附近,倾听有无心脏跳动的心音,如有,则心脏还在工作。

3) 判断瞳孔是否放大。瞳孔是受大脑控制的一个自动调节大小的光圈。如果大脑机能正常,瞳孔可随外界光线的强弱自动调节大小。处于死亡边缘或已经死亡的人,由于大脑细胞严重缺氧,大脑中枢失去对瞳孔的调节功能,瞳孔就会自行放大,对外界光线强弱不再作出反应,如图 1-1 所示。

(3) 对不同情况的救治

根据以上简单判断的结果,对受伤程度不同、症状表现不同的触电者,可用下面的方面进行不同的救治。



图 1-1 瞳孔的比较

1) 触电者神智清醒,只是感觉头昏、乏力、心悸、出冷汗、恶心、呕吐时,应让其静卧休息,以减轻心脏负担。

2) 触电者神智断续清醒,出现一度昏迷时,一方面请医生救治,一方面让其静卧休息,随时观察其伤情变化,做好万一恶化的施救准备。

3) 触电者已失去知觉,但呼吸、心跳尚存时,应在迅速请医生的同时,将其安放在通风、凉爽的地方平卧,给他闻一些氨水,摩擦全身使之发热。如果出现痉挛、呼吸渐渐衰弱,应立即施行人工呼吸,并准备担架,送医院途中,如果出现“假死”,应边送医边抢救。

4) 触电者呼吸、脉搏均已停止,出现假死现象时,应针对不同情况的假死现象对症处理。如果呼吸停止,可用口对口人工呼吸法,迫使触电者维持体内外的气体交换。对心脏停止跳动者,可用胸外心脏压挤法,维持人体内的血液循环。如果呼吸、脉搏均已停止,上述两种方法应同时使用,并尽快向医院告急。下面介绍口对口人工呼吸法和胸外心脏压挤法。

3. 口对口人工呼吸法

对呼吸渐弱或已经停止的触电者,人工呼吸法是行之有效的。在几种人工呼吸法中,效果最好的是口对口人工呼吸法,其操作步骤如下。

(1) 将触电者仰卧，松开衣、裤，以免影响呼吸时胸廓及腹部的自由扩张。再将颈部伸直，头部尽量后仰，掰开口腔，清除口中赃物，取下义齿，如果舌头后缩，应拉出舌头，使进入人体的气流畅通无阻，如图 1-2a、b 所示。如果触电者牙关紧闭，可用木片、金属片从嘴角处伸入牙缝，慢慢撬开。

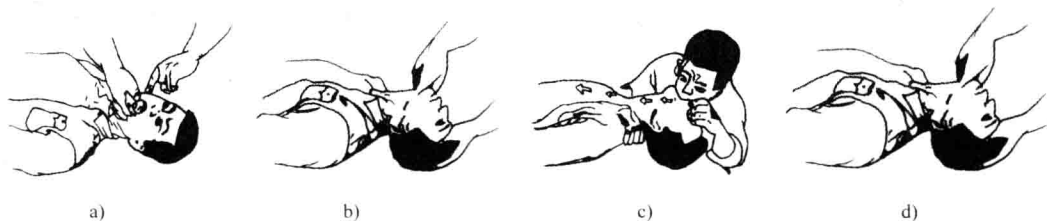


图 1-2 口对口人工呼吸法

a) 清理口腔阻碍 b) 鼻孔朝天头后伸 c) 贴嘴吹气胸扩张 d) 放开嘴鼻好换气

(2) 救护者位于触电者头部一侧，将靠近头部的一只手捏住触电者的鼻子（防止吹气时气流从鼻孔漏出），并将这只手的外缘压住额部，另一只手托其颈部，将颈上抬，这样可使头部自然后仰，解除舌头后缩造成的呼吸阻塞。

(3) 救护者深呼吸后，用嘴紧贴触电者的嘴（中间也可垫一层纱布或薄布）大口吹气，如图 1-2c 所示，同时观察触电者胸部的隆起程度，一般应以胸部略有起伏为宜。胸部起伏过大，说明吹气太多，容易吹破肺泡，胸腹无起伏或起伏太小，则吹气不足，应适当加大吹气量。

(4) 吹气至待救护者可换气时，应迅速离开触电者的嘴，同时放开捏紧的鼻孔，让其自动向外呼吸，如图 1-2d 所示。这时应注意观察触电者胸部的复原情况，倾听口鼻处有无呼气声，从而检查呼吸道是否阻塞。

按照上述步骤反复进行，对成年人每分钟吹气 14~16 次，大约每 5s 一个循环，吹气时间稍短，约 2s；呼气时间要长，约 3s 左右。对儿童吹气，每分钟 18~24 次，这时不必捏紧鼻孔，可让一部分空气漏掉。对儿童吹气，一定要掌握好吹气量的大小，不可让其胸腹过分膨胀，防止吹破肺泡。

在做口对口人工呼吸时，需要注意以下几点：第一，掌握好吹气压力，一般是刚开始时压力偏大，频率也稍快一些，待 10~20 次后逐渐减少吹气压力，维持胸腹部的轻度舒张即可。第二，若触电者牙关紧闭，一时无法撬开，可用口对鼻吹气，方法与口对口吹气相似，只是此时应使触电者嘴唇应完全盖紧触电者鼻孔，吹气压力也应稍大，吹气时间稍长，这样有利于外部气体充分进入肺内，以便加速人体内外的气体交换。

4. 胸外心脏压挤法

在触电者心脏停止跳动时，可以有节奏地在胸廓外加力，对心脏进行挤压。利用人工方法代替心脏的收缩与扩张，以达到维持血液循环的目的，具有操作过程如图 1-3 所示。

下面照图介绍其操作步骤与要领：

(1) 将触电者仰卧在硬板上或平整的硬地面上，解松衣、裤，救护者跪跨在触电者腰部两侧。

(2) 救护者将一只手的掌根按于触电者的胸骨以下横向二分之一处，中指指尖对准颈根凹堂下边缘，另一只手压在那只手的背上呈两手交叠状，肘关节伸直，靠体重和臂与肩部的用力，向触电者脊柱方向慢慢压迫胸骨下段，使胸廓下陷 3~4cm，由此使心脏受压，心室的血



图 1-3 胸外心脏压挤法

a) 中指对凹腔 b) 掌根用力向下压 c) 慢慢向下 d) 突然放松

液被压出，流至触电者全身各部。

(3) 双掌突然放松，依靠胸廓自身的弹性，使胸腔复位，让心脏舒张，血液流回心室。放松时，交叠的两掌不要离开胸部，只是不加力而已。

重复 (2)、(3) 步骤，每分钟 60 次左右。

注意：在做胸外心脏压挤法时，第一，压挤位置和手掌姿势必须正确，下压的区域在胸骨以下横向二分之一处，即两个乳头连线中间稍偏下方，接触胸部只限于手掌根部，手指应向上，与胸、肋骨之间保持一定距离，不可全掌着力。第二，要对脊柱方向用力下压，要有节奏，有一定冲击性，但不能用大的爆发力，否则将造成胸部骨骼损伤。第三，挤压时间和放松时间大体一样。第四，对心跳和呼吸都已停止的触电者，如果救护者有两人，可以同时进行口对口人工呼吸和胸外心脏压挤，效果更好，但两人必须配合默契。如果救护者只有一人，也可两种方法交替进行。步骤如下：口对口先向触电者出气两次，立即在胸外压挤心脏 15 次，再吹气两次，再压挤 15 次，如此反复进行，将人救活或医生确诊已无法抢救为止。第五，对小孩，只用一只手的根部加压，并酌情掌握压力的大小，已每分钟 100 次左右为宜。

无论是施行口对口人工呼吸法或胸外心脏压挤法，都要不断观察触电者的面部动作，如果发现其眼皮、嘴唇会动，喉部有吞咽动作时，说明他自己有一定呼吸能力，应暂时停止几秒钟，观察其自主呼吸的情况，如果呼吸不能正常进行或者很微弱，应继续进行人工呼吸和胸外心脏压挤，直到能正常呼吸为止。在触电者呼吸未恢复正常以前，无论什么情况，包括送医院途中，雷雨天气（雷雨时可移至室内）或时间已进行得很长而效果不甚明显等，都不能终止这种抢救。事实上，用人工呼吸法抢救的触电者中，有的长达 7~10 小时才能救活。

五、电气消防常识

电气火灾前，都有一种现象要特别引起重视，就是电线因过热首先会烧焦绝缘外皮，散发出一种烧胶皮、烧塑料的难闻气味。所以，当闻到此气味时，应首先想到可能是电气故障原因引起的，如查不到其他原因，应立即拉闸停电，直到查明原因、妥善处理，才能合闸送电。

1. 电气火灾的原因

造成电气火灾的原因很多。除设备缺陷、安装不当等设计和施工方面的原因外，电流产生的热量、火花和电弧是引发火灾和爆炸事故的直接原因。

(1) 过热 电气设备运行时总是要发热的，但是，设计、施工正确及运行正常的电气设备，其最高温度及其与周围环境温差（即最高温升）都不会超过某一允许范围。例如：裸导线和塑料绝缘线的最高温度一般不超过 70°C 。也就是说，电气设备正常的发热是允许的。但当电气设备的正常运行遭到破坏时，发热量要增加、温度升高，达到一定条件后，可能引起火灾。

引起电气设备过热的不正常运行大体包括以下几种情况：

1) 短路。发生短路时，线路中的电流增加为正常时的几倍甚至几十倍，使设备温度急剧上升，大大超过允许范围。一旦温度达到可燃物的自燃点，就会引起燃烧，从而导致火灾。

引起短路的几种常见情况：电气设备的绝缘老化变质，受到高温、潮湿或腐蚀的作用失去绝缘能力；绝缘导线直接缠绕、钩挂在铁钉或铁丝上时，由于磨损和铁锈蚀使绝缘破坏；设备安装不当或因工作疏忽，使电气设备的绝缘受到机械损伤；雷击等过电压的作用，电气设备的绝缘可能遭到击穿；在安装和检修工作中，由于接线和操作的错误等。

2) 过载。过载会引起电气设备发热，造成过载的原因大体上有以下两种情况：一是设计时选用线路或设备不合理，以至在额定负载下产生过热；二是使用不合理，即线路或设备的负载超过额定值，或连续使用时间过长，超过线路或设备的设计能力，由此造成过热。

3) 接触不良。接触部分是发生过热的一个重点部位，易造成局部发热、烧毁。下列几种情况易引起接触不良：不可拆卸的接头连接不牢、焊接不良或接头处混有杂质，都会增加接触电阻而导致接头过热；可拆卸的接头连接不紧密或由于振动变松，也会导致接头发热；活动触头，如刀开关的触头、插头的触头、白炽灯与灯座的接触处等活动触头，如果没有足够的接触压力或接触表面粗糙不平，会导致触头过热；对于铜铝接头，由于铜和铝导电性不同，接头处易因电解作用而腐蚀，从而导致接头过热。

4) 铁心发热。变压器、电动机等设备的铁心，如果其绝缘损坏或承受长时间过电压，涡流损耗和磁滞损耗将增加，使设备过热。

5) 散热不良。各种电气设备在设计和安装时都要考虑有一定的散热或通风措施，如果这些部分受到破坏，就会造成设备过热。

此外，电炉等直接利用电流的热量进行工作的电气设备，工作温度都比较高，如安置或使用不当，均可能引起火灾。

(2) 电火花和电弧 一般电火花的温度都很高，特别是电弧，温度可高达 $3000\sim 6000^{\circ}\text{C}$ ，因此，电火花和电弧不仅能引起可燃物燃烧，还能使金属熔化、飞溅，形成危险的火源。在有爆炸危险的场所，电火花和电弧更是引起火灾和爆炸的一个十分危险的因素。

电火花大体包括工作火花和事故火花两类。

工作火花是指在电气设备正常工作时或正常操作过程中产生的。如开关或接触器开合时产生的火花、插销拔出或插入时的火花等。

事故火花是线路或设备发生故障时出现的。如发生短路或接地时出现的火花、绝缘损坏时出现的闪光、导线连接松脱时的火花、熔丝熔断时的火花、过电压放电火花、静电火花以及修理工作中错误操作引起的火花等。

此外，还有因碰撞引起的机械性质的火花；白炽灯破碎时，炽热的灯丝也有类似火花的危险作用。

2. 电气火灾的扑救知识

电气设备发生火灾或临近电气设备附近发生火灾时，应该运用正确的方法灭火。

(1) 当电气设备或电气线路发生火灾时，要尽快切断火灾范围内的电源，防止火势蔓延。

电气设备或电力线路发生火灾时，如果没有及时切断电源，扑救人员身体或所持器械可能触及带电部分而造成触电事故。因此发生火灾后，应该沉着果断，先设法切断电源，然后组织扑救。应该特别强调的是，在没有切断电源时千万不能用水冲浇，只有在切断电源后才可用水

灭火。在切断电源时应该注意做到以下几点：

1) 火灾发生后，由于受潮或烟熏，开关设备绝缘强度降低，因此拉闸时应配套使用适当的绝缘工具操作。

2) 有配电室的单位，可先断开主断路器；无配电室的单位，先断开负载断路器，后拉开隔离开关。

3) 切断用磁力起动器起动的电气设备时，应先按“停止”按钮，再拉开刀开关。

4) 切断电源的地点要选择恰当，防止切断电源后影响火灾的扑救。

5) 剪断电线时，应穿戴绝缘靴和绝缘手套，用绝缘胶柄钳等绝缘工具将电线剪断。不同相电线应在不同部位剪断，以免造成线路短路，剪断空中电线时，剪断的位置应选择在电源方向的支持物上，防止电线剪断后落地造成短路或触电伤人事故。

6) 如果线路上带有负载时，应先切除负载，再切断灭火现场电源。

(2) 对于电气火灾，不能用泡沫灭火器灭火，因为这种灭火剂是导电的。应使用盖土、盖沙的方法以及使用二氧化碳或 1211 灭火器灭火。

1) 选用适当的灭火器。在确保安全的前提下，应用不导电的灭火剂如二氧化碳、1211、1301 或干粉灭火器进行灭火。应指出的是，泡沫灭火机的灭火剂（水溶液）有一定的导电性，而且对电气设备的绝缘强度有影响，不应用于带电灭火。

2) 在使用小型二氧化碳 1211、1301、干粉灭火器和“高效阻燃灭火器”等灭火时，由于其射程较近，故人体、灭火器的机体及喷嘴与带电体应有一定的安全距离。

3) 用水进行带电灭火。其优点是价格低廉、灭火效率高，但水能导电，用于带电灭火时会危害人体。因此，灭火人员在穿戴绝缘手套和绝缘靴，水枪喷嘴安装接地线情况下，可使用喷雾水枪灭火。

4) 对架空线路等空中设备灭火时，人体位置与带电体之间仰角不应超过 45° ，以免导线断落伤人。

5) 如遇带电导线断落至地面，应划出警戒区，防止跨入。扑救人员需要进入灭火时，必须穿上绝缘靴。

6) 在带电灭火过程中，人应避免与水流接触。

7) 没有穿戴保护用具的人员，不应接近燃烧区，防止地面水渍导电引起触电事故。

8) 火灾扑灭后，如设备仍有电压，任何人员不得接近带电设备和水渍地区。

(3) 充油电气设备的火灾扑救

1) 变压器、油断路器、电容器等充油电气设备的油，闪点大都在 $130\sim 140^\circ\text{C}$ 之间，有较大的危害性。如果只是容器外面局部着火，而设备没有受到损坏时，可用二氧化碳、四氯化碳、1211、红卫 912、干粉等灭火剂带电灭火。如果火势较大，应先切断起火设备和受威胁设备的电源，然后用水扑救。

2) 如果容器设备受到损坏，喷油燃烧，火势很大时，除切断电源外，有事故储油坑的应设法将油放进储油坑，坑内和地面上的油火应用泡沫灭火剂扑灭。

3) 要防止着火油料流入电缆沟内。如果燃烧的油流入电缆沟而顺沟蔓延时，沟内的油火只能用泡沫覆盖扑灭，不宜用水喷射，防止火势扩散。

4) 灭火时，灭火机和带电体之间应保持足够的安全距离。用四氯化碳灭火时，扑救人员应站在上风方向以防中毒，同时灭火后要注意通风。

(4) 旋转电动机的火灾扑救 在扑救旋转电动机火灾时，为防止设备的轴和轴承变形，可令其慢慢转动，用喷雾水灭火，并使其均匀冷却。也可用二氧化碳、四氯化碳、1211、红卫912 灭火器扑灭，但不宜用干粉、砂子、泥土灭火，以免增加修复的困难。



课后阅读：

静 电

静电是自然现象，在日常生活中无处不在。据测量，人体走过化纤地毯时的静电大约为350kV，翻阅塑料说明书时大约为7000V。产生静电的原因主要有摩擦、压电效应、感应起电、吸附带电等。静电在生产、生活中有很大的积极作用，如静电植绒、静电除尘、静电分离、静电复印、静电喷漆、静电除虫等。但同时，静电放电也会产生巨大的危害，如它可将昂贵的电子器件击穿；可造成火箭和卫星发射失败；干扰航天飞行器的运行；可导致液化气、石油罐等发生燃烧、爆炸等事故。静电对人体也有一定的危害，当静电的电压达到2000V时，手指就有感觉，超过3000V时就有火花出现，超过7000V时就有电击感。为了降低静电对我们的生产影响，一般采用泄放消散、静电接地连接、静电的中和与屏蔽、消除人体静电等方法减少静电。

1.2 常用电工工具

常用电工工具是指电工随身携带的常规工具，主要有钢丝钳、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀、螺钉旋具、验电笔、活络扳手等，其外形和用途见表1-1。

表 1-1 常用电工工具的外形和用途

序 号	名 称	外形结构	用 途
1	钢丝钳		钢丝钳俗称电工钳，用于弯绞、剪切导线、拉剥电线绝缘层、紧固及拧紧螺钉等
2	尖嘴钳		尖嘴钳是由尖头、刃口和钳柄组成。它头部尖细，适用于狭小空间操作，主要用于切断较小的导线、金属丝，夹持小螺钉、垫圈，并可将导线端头弯曲成形
3	斜口钳		斜口钳钳头为圆弧形，剪切口与钳柄成一角度。它用于剪切金属薄片及较粗的金属丝、线材及电线电缆
4	剥线钳		剥线钳用于剥削直径在6mm以下的塑料、橡皮电线线头的绝缘层。主要部分是钳头和手柄，它的钳口工作部分有从0.5~3mm的多个不同孔径的切口，以便剥削不同规格的芯线绝缘层

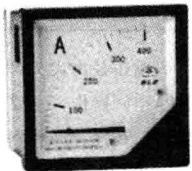
(续)

序 号	名 称	外形结构	用 途
5	电工刀		电工刀在电气设备安装操作中主要用于剖削导线绝缘层, 削制木榫, 切割木台缺口等
6	螺钉旋具		螺钉旋具又称改锥、旋凿或起子, 是用来紧固或旋松各种螺钉, 以安装或拆卸元件
7	验电笔		验电器是检验低压线路和设备带电部分是否带电的工具
8	活络扳手		活络扳手用来紧固或旋松螺母的一种专用工具, 其钳口可在规格所定范围内任意调整大小

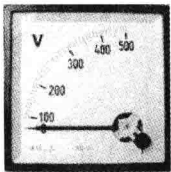
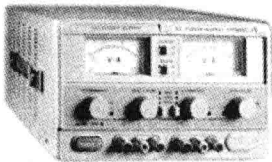
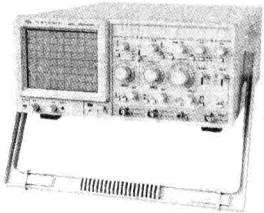
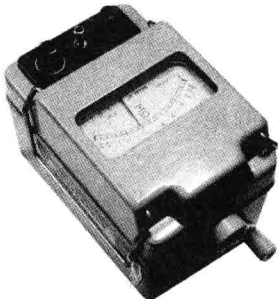
1.3 常用电工仪器、仪表

常用电工仪器、仪表主要有: 电流表、钳形电流表、电压表、万用表、数字万用表、直流稳压电源、示波器、绝缘电阻表、数字绝缘电阻表等, 见表 1-2。通过本节的学习, 我们要了解相关电工仪器、仪表的性能和使用方法, 避免在实训中因不规范的操作而造成仪器、仪表的损坏, 养成良好的操作习惯。仪器、仪表的具体使用方法已分散到各个实训项目中。

表 1-2 常用电工仪器、仪表的外形结构和用途

序 号	名 称	外形结构	用 途
1	电流表		电流表又称“安培表”, 是测量电路中电流大小的工具
2	钳形电流表		钳形电流表由电流互感器和电流表组合而成, 在不切断电路的情况下, 将可以开合的磁路套在载有被测电流的导体上就可以测量电流值

(续)

序 号	名 称	外形结构	用 途
3	电压表		电压表是由小量程电流表与定值电阻串联改装而来,是测量电压的一种仪器
4	万用表		万用表又叫多用表,分为指针式万用表和数字式万用表。一般用于测量直流电流、直流电压、交流电流、交流电压、电阻和音频电平,有的还可以测交流电流、电容量、电感量及半导体的一些参数,是一种多功能、多量程的测量仪表
5	数字万用表		数字万用表可将被测信号转换成数字电压,然后通过数字显示屏直接显示该值
6	直流稳压电源		直流稳压电源是一种为负载提供稳定直流电源的电子装置。当供电的交流电源的电压或负载变化时,稳压器的直流输出电压都会保持稳定
7	示波器		示波器用于观察各种不同信号幅度随时间变化的波形曲线,还可用于测试各种不同的电量,如电压、电流、频率、相位差、调幅度等
8	绝缘电阻表		绝缘电阻表用于测量最大电阻值、绝缘电阻和吸收比

(续)

序 号	名 称	外形结构	用 途
9	数字绝缘电阻表		数字绝缘电阻表将测量值通过数字显示屏直接显示该值

1.4 常用导线的连接

电气安装工程中,导线的连接是电工基本工艺之一。导线连接的质量关系着线路和设备运行的可靠性和安全程度。导线连接的基本要求是:电接触良好,机械强度足够,接头美观,绝缘恢复正常。

(1) 线头绝缘层的剖削

1) 塑料硬线绝缘层的剖削。有条件时,去除塑料硬线的绝缘层用剥线钳甚为方便。也可用以下两类工具剖削。

用钢丝钳剖削:先在线头所需长度交界处,用钢丝钳口轻轻切破绝缘层表皮,然后左手拉紧导线,右手适当用力捏住钢丝钳头部,向外用力勒去绝缘层,如图 1-4 所示。在勒去绝缘层时,不可在钳口处加剪切力,这样会伤及线芯,甚至将导线剪断。



图 1-4 用钢丝钳勒去导线绝缘层

用电工刀剖削:先根据线头所需长度,用电工刀刀口对导线成 45° 角切入塑料绝缘层,注意掌握刀口刚好削透绝缘层而不伤及线芯,如图 1-5a 所示;然后调整刀口与导线间的角度以 15° 角向前推进,将绝缘层削出一个缺口,如图 1-5b 所示;接着将未削去的绝缘层向后扳翻,再用电工刀切齐,如图 1-5c 所示。

2) 塑料软线绝缘层的剖削。塑料软线绝缘层的剖削除用剥线钳外,也可用钢丝钳直接剖削塑料硬线的方法进行,但不能用电工刀剖削。因塑料软线太软,线芯又由多股铜丝组成,用电工刀很容易伤及线芯。

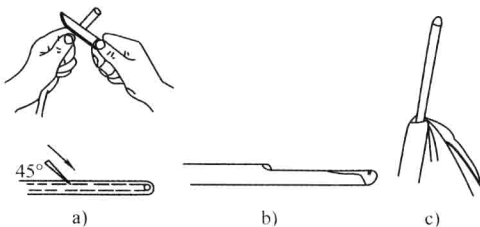


图 1-5 用电工刀剖削导线绝缘层

3) 塑料护套线绝缘层的剖削。塑料护套线绝缘层分为外层的公共护套层和内部每根芯线的绝缘层。公共护套层一般用电工刀剖削,先按线头所需长度,将刀尖对准两股芯线的中缝划开护套层,并将护套层向后扳翻,然后用电工刀齐根切去,如图 1-6 所示。

切去护套层后,露出的每根芯线绝缘层可用钢丝钳或电工刀按照剖削塑料硬线绝缘层的方法