

职业教育精品规划教材

电工技能 实训

杨志良 主编



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

职业教育精品规划教材

电工技能实训

主 编 杨志良
副主编 顾军民 张 晴

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是以职业技能鉴定标准为依据,采用模块→课题的体系编写,每个课题即是一个独立的实习教学单元,由“任务引入、学习目标、知识链接、任务实施、任务评价、任务拓展”六个部分组成。在编写中充分吸取了职业教育的改革成果,紧密结合企业实际情况,采用目前应用较多的新型电气设备及企业常用的电气控制线路,同时将近几年全国职业院校技能大赛中相关项目要求也转化为教学内容,以适应现代制造业发展的需要。

本书可作为职业院校机电类专业维修电工课程教材,也可供相关技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

电工技能实训/杨志良主编.—北京:北京理工大学出版社,2015.8

ISBN 978-7-5682-1074-4

I. ①电… II. ①杨… III. ①电工技术—高等职业教育—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第191150号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京通县华龙印刷厂

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/8

字 数/184千字

版 次/2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷

定 价/19.00元

责任编辑/张慧峰

文案编辑/多海鹏

责任校对/周瑞红

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

FOREWORD

“电工技能实训”是中等职业学校机电类专业的一门技能实训课程，其目的和任务是使学生理解专业工艺知识，熟练掌握电工基本操作技能，提高学生分析问题、解决问题及动手实践的能力，养成科学的工作方法、学习方法以及良好的职业道德意识，培养学生的职业技能，提高学生的综合素质。

本书内容与电工类专业通用教材《电工仪表与测量》《电气识图》《电机与变压器》《电力拖动》《电器与 PLC 控制技术》等都有较好的衔接，是基于机电技术应用、电气运行与控制、电气技术应用等专业的实训教材，要求学生能够掌握维修电工的基本知识和基本操作技能；其次根据企业、行业发展需要，尽量编入新技术、新工艺、新设备、新材料的内容，以适应现代制造业发展的需要。在内容安排上力求做到深浅适度、详略得当，利用大量图表讲解，以呈现学习内容、降低学习难度、激发学生的学习兴趣。

按照教学计划，本教材占时为 56 课时（2 周），确定内容为三个模块：模块一安全用电，模块二常用电工工具与仪表的使用，模块三电工基本操作技能。每个模块中包含若干个课题，每个课题即是一个独立的实训教学单元。

本课程建议教学总课时为 56 课时（2 周），各校可根据教学实际灵活安排。各部分内容课时安排如下。

FOREWORD

教材课时分配表

序号	课程内容		课时
1	模块一 安全用电	电力系统的认识	2
2		安全用电知识	2
3		触电急救知识与操作	4
4	模块二 常用电工工具与仪表的使用	常用电工工具的使用	4
5		常用电工仪表的使用	6
6		兆欧表、钳形电流表和接地电阻测量仪的使用	6
7	模块三 电工基本操作技能	导线绝缘层的剖削与连接	8
8		电气图纸的识读	4
9		室内线路的安装与配线	8
10		配电板的安装	6
11		三相异步电动机的检测	6
合计			56

本书由杨志良任主编，顾军民、张晴任副主编。其中模块一和模块二由张晴编写，模块三由杨志良、顾军民编写，全书由杨志良统稿。本书在编写过程中参考了大量的资料，并引用了其中的一些内容，在此向有关作者表示诚挚的感谢！

由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请使用本书的师生批评指正，以期不断提高。

编 者

目 录

CONTENTS

模块一 安全用电

课题一	电力系统的认识	1
课题二	安全用电知识	6
课题三	触电急救知识与操作	17

模块二 常用电工工具与仪表的使用

课题一	常用电工工具的使用	29
课题二	常用电工仪表的使用	37
课题三	兆欧表、钳形电流表和接地电阻测量仪的使用	43

模块三 电工基本操作技能

课题一	导线绝缘层的剖削与连接	52
课题二	电气图纸的识读	64
课题三	室内线路的安装与配线	87
课题四	配电板的安装	101
课题五	三相异步电动机的检测	110
参考文献		119

模块一

安全用电

课题一 电力系统的认识

任务引入

作为我国经济建设飞速发展的先行工业——电力系统，其发展步伐异常迅猛。随着三峡电厂的建成，我国电网将以三峡为中心连接华中电网、华东电网、川渝电网、东北电网、西北电网和山东电网，初步形成以华北电网为中心的大规模北部电网。南方电网也将随着龙滩水电站、小湾水电站和贵州煤电基地的开发，结构得到进一步加强，以增加云南外送的电力，最终形成全国统一的特大规模电网。

学生思考以下几个问题：

- (1) 什么是供配电技术？
- (2) 供配电系统由哪些环节组成？其作用是什么？
- (3) 电力系统的基本知识包括哪些？

学习目标

知识目标：

- (1) 了解国内外供配电技术的发展概况及电力系统的组成。
- (2) 了解电力系统的运行特点。
- (3) 熟悉电力系统相关基本概念以及工厂供配电系统的基本结构组成。

技能目标：

- (1) 分析供电质量及其改善措施。
- (2) 对实际供电系统形成感性认识。
- (3) 识读供配电系统简图。

知识链接

一、电力系统的组成及其生产特点

1. 组成

电力系统的功能是完成电能的生产、输送和分配,是由发电厂、输电网、配电网和电力用户组成的整体,是将一次能源转换成电能并输送和分配到用户的一个统一系统,如图 1-1-1 所示。输电网和配电网统称为电网,是电力系统的重要组成部分。发电厂将一次能源转换成电能,经过电网将电能输送和分配到电力用户的用电设备,从而完成电能从生产到使用的整个过程。电力系统还包括保证其安全可靠运行的继电保护装置、安全自动装置、调度自动化系统和电力通信等相应辅助系统(一般称为二次系统)。

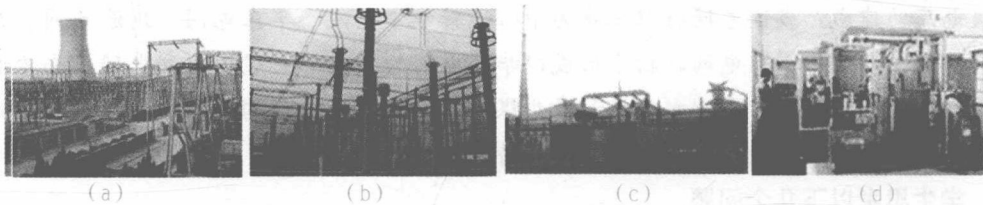


图 1-1-1 电力系统的组成

(a)发电厂(多个单厂并网组成);(b)输电网(110 kV 以上);(c)配电网(110 kV 以下);(d)电力用户

输电网是电力系统中最高电压等级的电网,是电力系统中的主要网络(简称主网),起到电力系统骨架的作用,所以又可称为网架。在一个现代电力系统中既有超高压交流输电,又有超高压直流输电,这种输电系统通常称为交、直流混合输电系统。

配电网是将电能从枢纽变电站直接分配到用户区或用户的电网,其作用是将电力分配到配电变电站后再向用户供电,也有一部分电力不经配电变电站直接分配到用户,由用户的配电装置进行配电。

在电力系统中,电网按电压等级的高低分层,按负荷密度的地域分区。不同容量的发电厂和用户应分别接入不同电压等级的电网。大容量主力电厂应接入主网,较大容量的电厂应接入较高电压的电网,容量较小的可接入较低电压的电网。

配电网应按地区划分,一个配电网担负分配一个地区的电力及向该地区供电的任务。因此,它不应当与邻近的地区配电网直接进行横向联系,而应通过高一级电网发生横向联系。配电网之间通过输电网发生联系。不同电压等级电网的纵向联系通过输电网逐级降压形成,且要避免电磁环网。

电力系统之间通过输电线连接，形成互联电力系统，连接两个电力系统的输电线称为联络线，如图 1-1-2 所示。

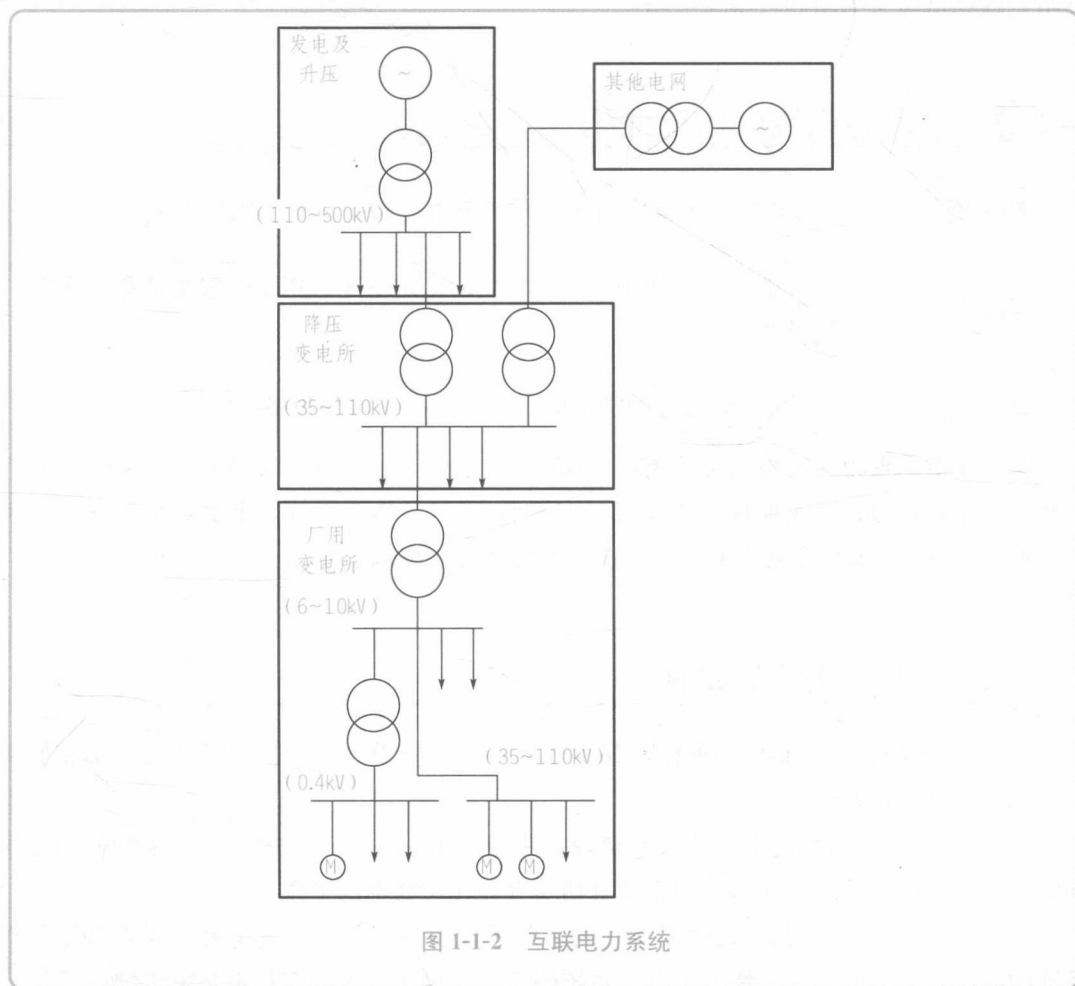


图 1-1-2 互联电力系统

2. 电力系统的生产特点

电力系统的生产特点：发电、供电和用电同时完成，电能不能储存。由此对电力系统的要求为：安全、可靠、连续以及经济。

二、电力系统的结构

电力系统通常由许多发电厂并列起来组成。按供电范围的大小和电压等级的高低，电力网可分为地方电力网、区域电力网和超高压输电网三种类型。一般情况下，地方电力网电压不超过 35 kV，区域电力网电压为 110~220 kV，电压为 330 kV 及以上的为超高压输

电网。

变电站可分为升压变电站和降压变电站两类，但按其作用和地位不同又可分为枢纽变电站、区域枢纽变电站和终端变电站。

三、电力系统的额定电压

第一类： 100 V 以下额定电压，用于蓄电池和安全照明用具等电气设备。

第二类： 大于 100 V 而小于 1 000 V 的额定电压，用于一般工业和民用电气设备。

第三类： 1 000 V 以上的额定电压，用于高压电气设备。

国家规定： 电力网的额定电压有 500 kV、220 kV、110 kV、63 kV、35 kV、10 kV 几种。为保证电力设备端电压不超过额定电压的 $\pm 5\%$ ，通常允许发电机额定电压比电网额定电压高 5% 、末端受电变电站端电压比电网额定电压低 5% 。

四、电力系统的特性

(1) 电力系统是一个有机的整体，其中任何一个主要设备运行情况的改变，都将影响整个电力系统的正常运行。

(2) 发电厂发出的交流电不能直接储存，决定了电能的生产、输送、分配和使用必须同时进行。因此，要时刻保持电力系统有功功率和无功功率的平衡。

(3) 电力系统的运行状态是时时变化的，除了设备计划的停、送电外，异常和事故对系统的冲击是随机的；正常情况下电力系统的负荷和机组出力的变化也是随机的。

任务实施

一、分组学习

- (1) 根据班级学生情况分成几个小组，各小组选取组长。
- (2) 学生查阅资料，小组进行组内自主学习，掌握本次课题的相关知识点并进行补充完善。

二、学生利用网络查找供配电系统相关的知识短片进行知识巩固

看完短片后，学生小组合作思索下面的问题：

- (1) 供配电技术是怎样把发电厂发出的电能以合理的电压提供给电网，再以科学的手段，安全、可靠、经济地分配给各个电力用户，以满足其不同的电能需求的？
- (2) 供配电系统由哪些环节组成？

 任务评价

任务评价见表 1-1-1。

表 1-1-1 任务评价

评价项目	项目评价内容	分值	自我评价	教师评价
小组 协作 能力 (35 分)	(1)资料整理	5		
	(2)计划制订	10		
	(3)决策能力	10		
	(4)创新能力	5		
	(5)工作效率	5		
解决 问题 能力 (45 分)	(1)资料整理	5		
	(2)知识点的掌握情况	20		
	(3)组内表现	10		
	(4)小组展示	10		
安全 文明 生产 (20 分)	(1)严格遵守操作规范	5		
	(2)工具、量具的使用及放置	5		
	(3)材料节俭	5		
	(4)卫生保持及设备复位	5		

 任务拓展

有条件的学校可以组织学生到学校附近发电厂进行参观学习，以加深本次课题的掌握程度。

课题二 安全用电知识

任务引入

随着时代的变迁、社会的进步及人们生活水平的不断提高,家里的用电器也在不断增加,但人们是否懂得安全用电呢?就像水火一样,假如操作和使用不当,电也会危及人的生命财产安全。对于职业学生来说,学习和掌握安全用电的知识尤其重要。学生从本课题中应能认识安全文明生产的重要性,掌握电工安全操作规程、安全文明生产要求、安全文明生产注意事项,能够进行设备维护与保养工作。通过本课题的学习将“安全第一,预防为主,综合治理”的理念渗透到每一位同学心中,从而提高学生的安全意识。

学习目标

知识目标:

- (1)掌握有关人体触电的知识。
- (2)掌握本专业的安全操作技术知识,具备相应的实践能力。
- (3)了解安全文明生产的重要性、注意事项及文明生产的要求。

技能目标:

- (1)会识读电工安全标志。
- (2)能将相应的安全文明生产要求、规程、注意事项应用到日常的实训当中。
- (3)培养学生具有良好的职业素质、责任心及合作精神。

知识链接

一、触电事故及其一般原因

1. 人体触电的方式

触电事故是指人体触及带电体的事故,其实质是电流流过人体时,对人体产生的生理和病理的伤害。按照人体触及带电体的方式和电流通过人体的途径,触电可分为单相触电、两相触电和跨步电压触电三种方式,如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 人体触电的方式

触电方式	示意图	说 明
单相触电		单相触电是指人体触及一相带电体所引起的触电事故。单相触电的危险程度与电网运行方式有关。一般情况下，接地电网中的单相触电比不接地电网的危险性要大
两相触电		两相触电是指人体同时触及两根带电体所引起的触电事故。两相触电比单相触电后果要严重得多
跨步电压触电		跨步电压触电是指高压导线断落在地，人们由此经过时，由人体两脚之间的跨步电压而引起的触电事故

2. 触电事故的一般原因

从触电事故统计资料的分析来看，触电事故的一般原因不外乎有以下三种：

(1) 缺乏安全用电知识。

例如：在高压线附近放风筝、爬上高压电杆掏鸟巢；低压架空线路断线后不停电就用手去拾火线；黑夜带电接线，手摸带电体；用手摸破损的胶盖刀闸等。

(2) 电气设备不符合安全规程。

例如：设备不合格，安全距离不够；二线一地制接地电阻过大；接地线不合格或接地线断开；绝缘破坏，导线裸露在外等。

(3)没有普遍推行安全工作制度。

例如：违反操作规程，带电连接线路或电气设备而又未采取必要的安全措施；触及破坏的设备或导线；误登带电设备；带电接照明灯具；带电修理电动工具；带电移动电气设备；用湿手拧灯泡等。

由以上可知，缺乏安全用电知识是造成触电事故最主要的因素。

二、电流对人体的影响

1. 电流对人体的伤害方式

电流对人体的伤害方式可分为电伤和电击。

电伤是指电流对人体造成的外伤。如：电弧的灼伤，金属在大电流下熔化、飞溅而使皮肤受伤害等。

电击是指电流通过人体时对人体造成的内伤，它是最危险的触电事故。电击后，人的心脏、呼吸系统及神经系统的正常工作会受到严重破坏，直至人死亡。

2. 影响电流对人体伤害程度的因素

实践证明：电流对人体的伤害程度与通过人体的电流大小、通电时间长短、电流流过人体的途径、电流的种类以及触电者的身体状况等多种因素有关。如表 1-2-2 所示。

表 1-2-2 电流对人体的伤害

序号	因素	说明
1	电流的大小	通过人体的电流越大，人体的生理反应就越强烈，对人体的伤害也就越大。按照人体对电流的生理反应强弱和电流对人体的伤害程度不同，可将电流划分为以下三级： (1)感知电流：是引起人们感觉的最小电流。实验资料表明，对于不同的人感知电流的大小也不相同。成年男性的平均感知交流电流约为 1.1 mA，平均感知直流电流约为 5.2 mA；成年女性的平均感知交流电流约为 0.7 mA，平均感知直流电流约为 3.5 mA。 (2)摆脱电流：人体触电后能自主摆脱电流的最大值。实验资料表明，对于不同的人，摆脱电流的大小也不相同。成年男性的平均摆脱交流电流约为 16 mA，平均摆脱直流电流约为 76 mA；成年女性的平均摆脱交流电流约为 10.5 mA，平均摆脱直流电流约为 51 mA。 (3)致命电流：在较短时间内危及生命安全的最小电流。一般交流电为 50 mA。 人体允许电流：一般情况下，摆脱电流可视为人体的允许电流。在装有防止触电速断器保护装置的电路中，人体允许电流按 30 mA 考虑

续表

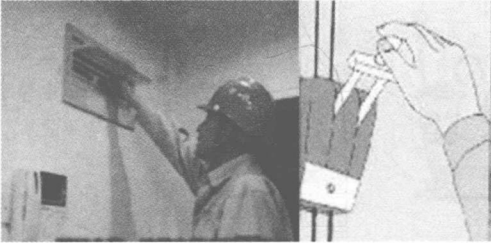
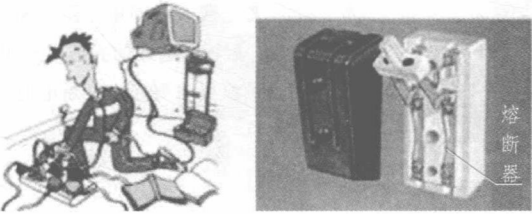
序号	因 素	说 明
2	通电时间长短	触电致人死亡的生理现象是心室颤动。实验证明：通电时间越长，越容易引起心室颤动，电击危险性越大。另外若电流通过人体的时间较长，则电流的热效应将会使人体出汗，从而使人体的电阻逐渐减小，根据欧姆定律可知，这时流过人体的电流将逐渐增大，从而加重触电者的伤害
3	电流流过人的途径	实验证明：左手触电，电流通过左手到胸部，电流途径心脏且路径比较短，因此这是最危险的。右手触电，电流避开心脏，因此对人体的伤害相对要小一些
4	电流的种类	直流电流和交流电流对人体都有伤害作用。实验证明：同样大小的交流电流对人体的伤害要比直流电流严重得多；对于同样大小的交流电来说，25~300 Hz 的交流电对人体的伤害最严重
5	触电者的身体状况	根据欧姆定律可知，当人体触及电压一定的情况下，人体电阻越大，触电对人体的伤害程度就越小。人体电阻的变化范围较大，一般由皮肤电阻决定，工程上取值 1 700 Ω



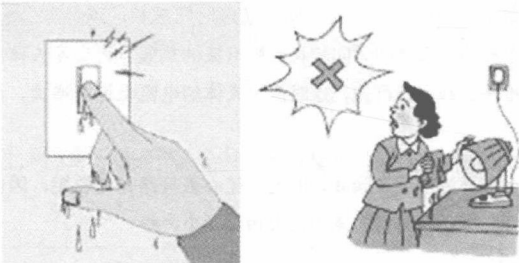
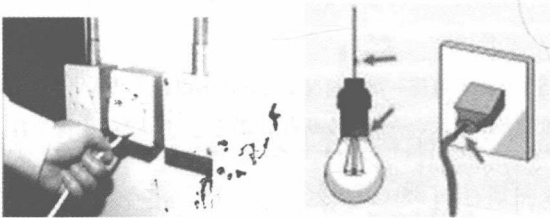
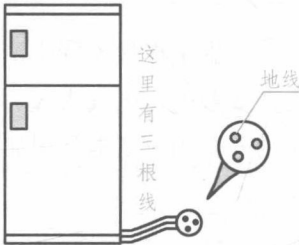
三、触电事故的防范

电力不仅是国民经济不可缺少的重要能源之一，也是现代家庭生活必需的能源。如果不懂得安全用电常识，忽视用电安全，就可能会造成触电、电气火灾、电气损坏等意外事故。因此，安全用电显得非常重要。日常生活中的安全用电基本常识如表 1-2-3 所示。

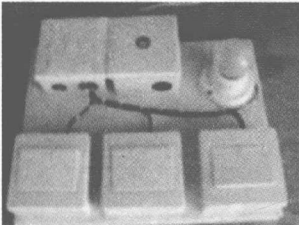
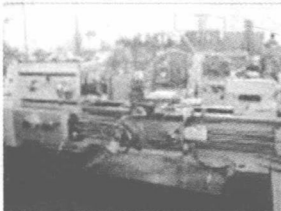
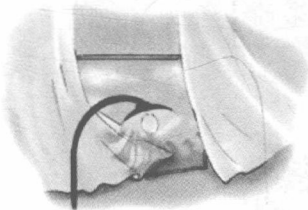
表 1-2-3 安全用电基本常识

序号	示 意 图	说 明
1		认识电源总开关，学会在紧急情况下断开总电源
2		不乱接、乱拉电线，切勿用铜、铁丝代替电路熔断器

续表

序号	示意图	说 明
3		不可用湿手接触带电的电器，如开关、灯座等，更不能用水擦电器
4		用电线路及电气设备绝缘必须良好，插拔电源插头时不要用力拉拽电线，以防止电线的绝缘层受损造成触电；若电线的绝缘皮剥落，要及时更换新线或者用绝缘胶布包好
5		用电器的金属外壳一定要接地，可以通过三孔插座和三脚插头方便地把用电器的金属外壳接地。三孔插座接电源的方式为：右孔接火线，左孔接零线，上边孔接地线
6		在一个插座上不可接过多或功率过大的用电器具，否则会造成电路超负荷而导致电线发热，引起火灾事故
7		要养成人走断电、停电断开关的好习惯。触摸用电器的壳体时要用右手手背，维护检查时要断电，断电时要有明显断开点

续表

序号	示意图	说 明
8		不能在电加热器上烘烤衣物
9		正确安装用电设备。如开关应接在火线上,以保证断开开关后用电器上不带电;闸刀开关必须垂直安装,手柄要向上,以免闸刀落下而引起意外事故
10		合理选择照明电压。一般工厂和家庭的照明灯具可选用 220V 电压供电;人体接触较多的机床照明灯具应选用 36V 安全电压供电
11		白炽灯泡表面具有高温,应注意避免烫伤或引起火灾
12		使用负荷较大的电器时,应随时注意其使用状况,尽量不要离开,以免造成火灾