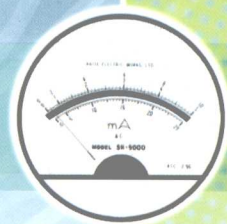
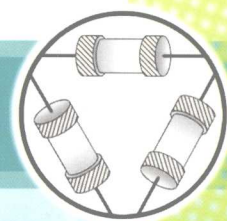


中等职业教育教材
职业技能鉴定教材

中级维修电工技能 操作与考核

戴月根 费新华 主编
张愈浓 主审



本书配有电子教学参考资料包

 电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

中等职业教育教材

职业技能鉴定教材

中级维修电工技能操作与考核

戴月根 费新华 主编

张愈浓 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是以国家技能鉴定中心颁发的《国家职业标准——维修电工》中级工标准为依据,紧扣国家职业技能鉴定规范进行编写的。

全书共分八个模块,主要内容有安全用电、电工基本操作工艺、常用电工仪表的使用与维护、常用电工器材的选择和使用、电机与变压器、电力拖动基本控制电路、典型机床控制电路分析与维修、电子线路的安装与调试等。

因中级维修电工必须以初级维修电工的知识和技能为基础,故本书在内容安排上按由浅入深、由易到难、由初级到中级的顺序进行讲授和训练。每个模块自成一个系统。在每个模块的最后一个单元安排有本模块的技能训练与单元考核,并配有详细的考核评分标准,可供技能训练和单元考核时参考;每一模块后附有练习题,供学生课后进一步巩固知识。

本书可供中等职业学校电工类专业技能教学与训练使用,也可作为维修电工初级、中级考证培训教学用书。

本书还配有电子教学参考资料包(包括教学指南、电子教案及习题答案),详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

中级维修电工技能操作与考核/戴月根,费新华主编. —北京:电子工业出版社,2008.1

中等职业教育教材. 职业技能鉴定教材

ISBN 978-7-121-05141-8

I. 中… II. ①戴…②费… III. 电工—维修—专业学校—教材 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 153505 号

策划编辑:杨宏利

责任编辑:李 影 李光昊

印 刷:北京市海淀区四季青印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:20.25 字数:513 千字

印 次:2008 年 1 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:27.50 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

中等职业学校教材工作领导小组

主任委员：陈 伟 信息产业部信息化推进司司长

副主任委员：辛宝忠 黑龙江省教育厅副厅长

李雅玲 信息产业部人事司处长

尚志平 山东省教学研究室副主任

马 斌 江苏省教育厅职社处处长

黄才华 河南省职业技术教育教学研究室主任

苏渭昌 教育部职业技术教育中心研究所主任

王传臣 电子工业出版社副社长

委 员：（排名不分先后）

唐国庆 湖南省教科院

张志强 黑龙江省教育厅职成教处

李 刚 天津市教委职成教处

王润拽 内蒙古自治区教育厅职成教处

常晓宝 山西省教育厅职成教处

刘 晶 河北省教育厅职成教处

王社光 陕西省教育科学研究所

吴 蕊 四川省教育厅职成教处

左其琨 安徽省教育厅职成教处

陈观诚 福建省职业技术教育中心

邓 弘 江西省教育厅职成教处

姜昭慧 湖北省职业技术教育研究中心

李栋学 广西壮族自治区教育厅职成教处

杜德昌 山东省教学研究室

谢宝善 辽宁省基础教育教研培训中心职教部

安尼瓦尔·吾斯曼 新疆维吾尔自治区教育厅职成教处

秘 书 长：李 影 电子工业出版社

副 秘 书 长：柴 灿 电子工业出版社

前言

本书是以国家技能鉴定中心颁发的《国家职业标准——维修电工》中级工标准为依据，紧扣国家职业技能鉴定规范进行编写的。在编写时注意了以下几个方面：

1. 采用国家最新标准

本书的电气图形符号和文字符号均采用最新国家标准。

2. 突出教材的实用性

考虑到学生在学习时缺少必要的工具书，本书在编写过程中收集了大量常用电工器材的规格与参数等实用性资料，供学生在选择电工器材时参考，突出了教材的实用性。

3. 紧扣国家职业技能鉴定规范

本书在知识、技能要求上，以国家技能鉴定中心颁发的《国家职业标准——维修电工》中级工标准为依据，紧扣国家职业技能鉴定规范进行编写。因中级维修电工必须以初级维修电工的知识和技能为基础，故在内容安排上按由浅入深、由易到难、由初级到中级的顺序进行讲授和训练。

4. 注重理论与实践相结合

本书在内容上注重理论与实践相结合，在每一模块中都有相关的理论知识，在模块的最后一个单元安排有本模块的技能训练与单元考核，并配有详细的考核评分标准，可供技能训练和单元考核时参考。每一模块后附有练习题，供学生课后进一步巩固知识。

本课程建议教学和实训时间为 140 课时，各模块课时分配可参照下表安排。

模 块	模 块 内 容	课 时	备 注
模块一	安全用电	8	
模块二	电工基本操作工艺	8	
模块三	常用电工仪表的使用与维护	20	
模块四	常用电工器材的选择和使用	20	
模块五	电机与变压器	20	
模块六	电力拖动基本控制电路	28	
模块七	典型机床控制电路分析与维修	24	
模块八	电子线路的安装与调试	12	
合 计		140	

本书由长兴职教中心戴月根、费新华主编，天津机电职业技术学院张愈浓主审，在编写过程中得到了长兴职教中心有关领导和教师的大力支持，谨在此表示诚挚的感谢。

编写专业技能操作与考核教材对我们来说是初次尝试，由于时间仓促，加上编写经验不足，教材中肯定有许多不足之处，诚望广大读者提出宝贵意见，以便进一步修改完善。

为了方便教师教学，本书还配有教学指南、电子教案及习题答案（电子版），请有此需要的教师登录华信教育资源网（<http://www.huaxin.edu.cn> 或 <http://www.hxedu.com.cn>）免费注册后再进行下载，有问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系（E-mail:hxedu@phei.com.cn）。

编 者

2007 年 11 月



目 录

模块一 安全用电	1
第一单元 电工安全操作规程	1
一、倒闸操作的安全工作规程	1
二、停电检修的安全操作规程	2
三、带电检修的安全操作规程	2
第二单元 预防触电和触电急救	3
一、有关人体触电的知识	3
二、触电原因及预防措施	6
三、电气设备的保护接地与保护接零	7
四、触电急救	11
练习题 1	15
模块二 电工基本操作工艺	16
第一单元 常用电工工具的使用与维护	16
一、通用工具	16
二、登高工具	19
第二单元 导线的连接及绝缘的恢复	21
一、导线接头的基本要求	21
二、电力线绝缘层的剥削	21
三、电力线线头的连接	22
四、线头与接线桩的连接	27
五、线头绝缘层的恢复	30
第三单元 技能训练与单元考核	30
技能训练 2-1 登杆练习	30
技能训练 2-2 常用导线连接及绝缘恢复	33
练习题 2	36
模块三 常用电工仪表的使用与维护	37
第一单元 电工仪表的基本知识	37
一、常用电工仪表的分类	37
二、电工仪表常用面板符号	38
第二单元 电流表和电压表	38
一、直流电流的测量	38

二、直流电压的测量	40
三、交流电流的测量	40
四、交流电压的测量	41
第三单元 万用表	41
一、指针式万用表（简称万用表）	42
二、数字式万用表	45
第四单元 钳形电流表	47
一、钳形电流表的基本结构和工作原理	47
二、钳形表的正确使用	48
第五单元 电阻测量仪表	48
一、兆欧表的工作原理	48
二、兆欧表的选用	49
三、兆欧表的使用方法	50
第六单元 电度表	52
一、电度表的工作原理	52
二、电度表的选择	53
三、电度表的接线与读数	53
四、有功电度表使用注意事项	56
第七单元 示波器	57
一、示波器的工作原理	57
二、ST-16B 示波器及其使用	59
三、YB4320A 双踪示波器及其使用	62
四、示波器的测量应用	67
第八单元 技能训练与单元考核	72
技能训练 3-1 万用表、钳形电流表和兆欧表的使用	72
技能训练 3-2 电度表的接线	75
技能训练 3-3 示波器的使用	75
练习题 3	78
模块四 常用电工器材的选择和使用	80
第一单元 常用电工材料	80
一、导电材料	80
二、绝缘材料	87
第二单元 常用低压开关	89
一、刀开关	89
二、低压断路器	93
第三单元 熔断器	97
一、低压熔断器概述	97
二、低压熔断器的主要技术参数	97
三、熔断器的型号含义	97

四、常用熔断器	98
五、熔丝的选择原则	100
六、熔断器的安装与使用	100
七、熔断器的常见故障及处理方法	101
第四单元 交流接触器	101
一、交流接触器的型号含义	101
二、交流接触器的结构及工作原理	101
三、交流接触器的选用	104
四、交流接触器的安装和使用	105
五、接触器常见故障及处理方法	105
第五单元 继电器	106
一、中间继电器	106
二、热继电器	107
三、时间继电器	112
第六单元 主令电器	114
一、控制按钮	115
二、行程开关	116
三、万能转换开关	118
四、主令控制器	119
第七单元 凸轮控制器	122
第八单元 技能训练与单元考核	124
技能训练 4-1 常用低压开关的拆卸与组装	124
技能训练 4-2 熔断器的识别与检修	126
技能训练 4-3 交流接触器的拆装与检修	127
技能训练 4-4 常用继电器的拆卸与观察	130
技能训练 4-5 控制按钮的拆卸与观察	130
练习题 4	132
模块五 电机与变压器	134
第一单元 单相交流异步电动机	134
一、单相交流异步电动机的结构	134
二、单相交流异步电动机的工作原理	134
三、单相交流异步电动机的类型	136
四、单相交流异步电动机常见故障分析与处理	137
第二单元 三相交流异步电动机	138
一、三相交流异步电动机的结构	138
二、三相异步电动机的工作原理	140
三、交流电动机的铭牌数据	143
四、三相异步电动机的定子绕组	147
五、三相异步电动机定子绕组首尾端的判别	151

六、三相异步电动机常见故障及处理方法	153
第三单元 变压器	155
一、变压器的种类	155
二、单相小型变压器	156
三、三相电力变压器	159
四、仪用互感器	165
五、电焊变压器	168
第四单元 技能训练与单元考核	171
技能训练 5-1 三相异步电动机的拆装	171
技能训练 5-2 三相异步电动机定子绕组首尾端的判别	174
练习题 5	177
模块六 电力拖动基本控制电路	179
第一单元 电气控制基础知识	179
一、电气控制系统图的分类	179
二、电气控制原理图的阅读与分析方法	182
三、对电气控制电路的要求	184
第二单元 电动机全压启动控制电路	185
一、电动机正向运转控制电路	185
二、电动机正反转控制电路	189
第三单元 电动机降压启动控制电路	194
一、定子绕组串联电阻降压启动控制电路	194
二、自耦变压器降压启动控制电路	196
三、星形—三角形 (Y— Δ) 降压启动控制电路	198
四、延边三角形降压启动控制电路	202
第四单元 电动机顺序控制电路和变极调速	203
一、电动机的顺序控制电路	203
二、笼型异步电动机的变极调速	205
第五单元 电动机制动控制电路	208
一、机械制动	208
二、电气制动	210
第六单元 电气控制电路的安装	215
一、电气元件的布局	215
二、选择电工器材	215
三、选用导线	216
四、安装控制箱	217
五、接线	217
六、通电前检查	219
七、控制电路的调试与运行	219
第七单元 技能训练与单元考核	220

技能训练 6-1 具有过载保护的电动机单向运转控制电路的安装	220
技能训练 6-2 双重连锁电动机正反转控制电路的安装	221
技能训练 6-3 Y— Δ 降压启动时间继电器控制电路的安装	222
技能训练 6-4 Y— Δ 启动桥式整流能耗制动控制电路的安装	223
练习题 6	226
模块七 典型机床控制电路分析与维修	228
第一单元 CA6140 普通车床电气控制与维修	228
一、CA6140 普通车床的主要结构	228
二、CA6140 普通车床的运动形式	229
三、CA6140 普通车床电力拖动特点及控制要求	229
四、CA6140 普通车床电气控制线路工作原理分析	229
五、CA6140 普通车床电气控制线路常见故障分析	231
第二单元 X62W 型万能铣床电气控制与维修	232
一、X62W 型卧式万能铣床的主要结构	232
二、X62W 型卧式万能铣床的运动形式	233
三、X62W 型卧式万能铣床电气控制线路特点及控制要求	233
四、X62W 型卧式万能铣床电气控制线路工作原理分析	234
五、X62W 型卧式万能铣床电气控制线路常见故障分析	241
第三单元 T68 型卧式镗床电气控制与维修	242
一、T68 型卧式镗床的主要结构	242
二、T68 型卧式镗床的运动形式	243
三、T68 型卧式镗床电气控制线路特点及控制要求	244
四、T68 型卧式镗床电气控制线路工作原理分析	244
五、T68 型卧式镗床电气控制线路常见故障分析	248
第四单元 15/3t 交流桥式起重机电气控制与维修	249
一、15/3t 交流桥式起重机的主要结构	249
二、15/3t 交流桥式起重机电气控制线路特点	250
三、15/3t 交流桥式起重机对电力拖动的要求	251
四、15/3t 交流桥式起重机电气设备及控制、保护装置	251
五、15/3t 交流桥式起重机电气控制线路工作原理分析	254
六、15/3t 交流桥式起重机电气控制线路常见故障分析	258
第五单元 电气设备的维修	259
一、电气设备的日常维护	259
二、常见故障分析和检修	260
第六单元 技能训练与单元考核	263
技能训练 7-1 CA6140 普通车床电气控制线路的检修	263
技能训练 7-2 X62W 型万能铣床电气控制线路的检修	265
技能训练 7-3 T68 型卧式镗床电气控制线路的检修	266
技能训练 7-4 15/3t 交流桥式起重机电气控制线路的检修	267

练习题 7.....	270
模块八 电子线路的安装与调试	272
第一单元 常用电子元器件与检测	272
一、电阻器、电位器	272
二、电容器	274
三、二极管	277
四、三极管	279
五、晶闸管	281
六、单结晶体管	283
第二单元 电子焊接工艺	284
一、电烙铁	284
二、焊接工艺	287
第三单元 技能训练与单元考核	295
技能训练 8-1 晶体管串联型直流稳压电源的安装与调试	295
技能训练 8-2 晶闸管调光电路的安装与调试	299
练习题 8.....	303
附录 电气简图用图形及文字符号一览表	305
参考文献	308

模块一 安全用电



第一单元 电工安全操作规程

电气工作人员在进行电气设备操作或在电气设备上进行工作时,必须遵守电工安全操作规程。违反安全操作规程,会造成人身事故和设备事故,不仅对国家和企业造成经济损失,而且也直接关系到个人的生命安全。电气作业人员在电气设备上进行工作,原则上应在停电后进行,如因特殊情况必须带电工作时,须经有关部门批准,并按照带电工作的安全规程进行。对未经证明无电的电气设备和导体,均应认为有电。停电设备没有做好安全措施,也认为有电。因此在做好必要的安全措施前,不可触及电气设备或进入遮栏进行工作。

电工安全技术操作规程一般包括以下内容。

一、倒闸操作的安全工作规程

倒闸操作是指合上或断开开关、闸刀和熔断器以及与此有关的操作。

1. 倒闸操作的基本要求

倒闸操作应根据操作命令,按倒闸操作顺序,由专职电工进行操作。复杂的倒闸操作应由两人进行,一人操作,一人监护。操作前先核对设备,确认无误后再进行操作,实行“二点一等再执行”的操作法,即操作人先指点铭牌,再指点操作设备,等监护人核对无误,发出“对”或者“执行”命令后,再进行操作。

2. 倒闸操作的基本顺序

(1) 切断电源时(断电倒闸操作),应先断开负荷开关,再断开电源隔离开关。如断开三相单投闸刀时,须用绝缘棒(令克棒)操作,先拉中间一相,再拉左、右两相。

(2) 合上电源时(送电倒闸操作),应先合上电源隔离开关。然后再合上负荷开关。如合上三相单投闸刀时,还须用绝缘棒操作,先合左、右两相,再合中间一相。

3. 拆装携带型临时接地线

携带型临时接地线是保护电工操作人员在工作时防止突然来电的唯一有效措施,同时可使电气设备断开部分的剩余电荷也因接地而放尽。拆装接地线应由两人操作,并须戴绝缘手套。装设时,应先接接地端,在证明工作设备上确实无电后,将接地线立即接到设备的各导体上。拆除时,应先拆除工作设备上的接地端,再拆接地端。



接地线应使用截面不小于 25mm^2 、外包透明绝缘材料的多股铜芯软线，严禁使用不符合规定的导线做接地线和短路之用。

4. 倒闸操作票

倒闸操作票的目的是防止倒闸操作错误而发生错拉、错合等现象。倒闸操作的主要内容：“操作目的和操作任务”，“操作项目和顺序”，“下令人和受令人、操作人和监护人签字”。

二、停电检修的安全操作规程

1. 停电检修工作的基本要求

停电检修工作，必须在验明确实无电以后才能进行。停电检修时，对有可能送电到所检修的设备及线路的开关和闸刀应全部断开，并在已断开的开关和闸刀的操作手柄上挂上“禁止合闸，有人工作”的标示牌，必要时应加锁，以防止误合闸。对多回路的线路，更要做好防止突然来电的准备措施。

2. 停电检修工作的基本顺序

首先应根据工作票内容，做好全部停电的倒闸操作。停电后对电力电容器、电缆线等应用绝缘棒放电并装设携带型临时接地线。然后用验证良好的验电笔，对所检修的设备及线路进行验电，在证实确实无电时才能开始工作。

3. 检修完毕后的送电顺序

拆除携带型临时接地线并清理好工具，然后按倒闸操作票内容进行送电倒闸操作。

三、带电检修的安全操作规程

为了保证带电检修过程中的人身安全，带电检修必须满足几个基本要求。

1. 带电作业的电工，应穿好长袖上衣和长裤，扣紧袖口，严禁穿背心、短裤进行带电工作。带电工作应戴绝缘手套，穿绝缘鞋，使用有绝缘柄的工具。

2. 带电操作的电工必须经过训练，考试合格并熟练掌握不停电检修的操作技术。同时应由有带电操作实践经验的人员进行监护。

3. 在带电的低压线路上工作时，人体不得同时触及两根线头。当触及带电体时，人体的其他任何部位不得同时触及其他带电体。上杆前应分清相线和零线，断开导线时，应先断开相线，后断开零线。搭接导线时应先接零线，后接相线，接完一个头随之做好绝缘处理，然后再接另一个线头。同时应取下灯泡等负载，以避免沟通搭接回路。

4. 在带电的低压导线上工作，导线与导线间采取绝缘措施时，工作人员不得穿越导线。在带电的低压配电装置上工作时，应采取防止相间短路、相地短路的隔离防护措施。

5. 高、低压同杆架设，在低压带电线路工作时，应先检查与高压线的距离，采取防止误碰触及高压带电部位的措施。

6. 进入高压电场作业时，当人体表面场强超过 200kV/m 时，应采用均压服屏蔽等安



全措施,以屏蔽高压电场对人体的影响,分流通过人体的工频电流或短路电流。对电压等级在 10kV 及以下的带电设备和线路,操作人员与邻近或交叉带电体工作的安全距离应大于 0.4m。

第二单元 预防触电和触电急救

一、有关人体触电的知识

1. 触电

当电流通过人体对人体造成伤害的现象称为触电。触电可能是人体接触带电体时发生,也可能是人体接近带电体时(通常是高压带电体)发生。当人体的任何两部位处于不同电位时也会发生“接触电压”和“跨步电压”触电。触电可分为下列两类情况。

(1) 电伤。电伤通常是指人体外部受伤,如电弧灼伤、大电流下金属熔化而飞溅出的金属灼伤以及人体局部与带电体接触造成肢体受伤等情况。这种伤害的后果也可能是严重的。它与下面所述的电击所不同的仅仅在于电流不通过人体内部而已。

(2) 电击。电击通常是指人体接触带电体后,人的内部器官受到电流的伤害。这种伤害是造成触电死亡的主要原因,后果极其严重,所以是最严重的触电事故。电击是由于电流流过人体内部造成的。其对人体伤害的程度由流过人体电流的频率、大小、时间长短、触电部位以及触电者的生理素质等情况而定。

2. 电流对人体的影响及触电的危险因素

(1) 按照电流通过人体时的不同生理反应,可分为三种情况。

① 感觉电流

使人体有感觉的最小电流称为感觉电流。工频交流电的平均感觉电流,成年男性约为 1.1mA,成年女性约为 0.7mA;直流电的平均感觉电流约为 5mA。

② 摆脱电流

人体触电后能自主摆脱电源的最大电流称为摆脱电流。工频交流电的平均摆脱电流,成年男性约为 16mA 以下,成年女性约为 10mA 以下;直流电的平均摆脱电流约为 50mA。儿童的摆脱电流较成年人小些。

③ 致命电流

在较短的时间内,危及生命的最小电流称为致命电流。一般情况下,通过人体的工频电流超过 50mA 时,心脏就会停止跳动,发生昏迷,并出现致命的电灼伤。工频 100mA 的电流通过人体时很快会使人死亡。

(2) 人体对电流的反应敏感,触电时电流对人体的伤害程度与以下几个因素有关。

① 电流的大小

触电时,流过人体的电流强度是造成损伤的直接因素。人们通过大量实验证明,通过人体的电流越大,对人体的损伤越严重。



② 电压的高低

人体接触的电压越高,流过人体的电流越大,对人体的伤害越严重。但在触电事例的分析统计中,70%以上的死亡者是在对地电压为 220V 的低压下触电的。如以触电者人体电阻为 $1\text{k}\Omega$ 计算,在 220V 电压作用下,通过人体的电流是 220mA,能迅速使人致死。对地 220V 以上的较高电压,本来危险性更大,但由于人们接触少,且对它警惕性较高,所以触电死亡事例约在 30% 以下。

③ 频率的高低

实践证明,40~60Hz 的交流电对人体最危险,随着频率的增高,触电危险程度将下降。高频电流不仅不会伤害人体,还能用于治疗疾病。

④ 时间的长短

技术上常用触电电流与触电持续时间的乘积(叫电击能量)来衡量电流对人体的伤害程度。触电电流越大,触电时间越长,则电击能量越大,对人体的伤害越严重。若电击能量超过 $150\text{mA}\cdot\text{s}$ 时,触电者就有生命危险。

⑤ 电流通过的路径

电流通过头部可使人昏迷;通过脊髓可能导致肢体瘫痪;通过心脏可造成心跳停止、血液循环中断;通过呼吸系统会造成窒息。可见,电流通过心脏时,最容易导致死亡。表 1-1 表明了电流在人体中流经不同路径时,通过心脏的电流占通过人体总电流的百分比。

表 1-1 电流的不同路径对人体的伤害

电流通过人体的路径	通过心脏电流占通过人体总电流的百分比 (%)
从一只手到另一只手	3.3
从右手到右脚	3.7
从右手到左脚	6.7
从一只脚到另一只脚	0.4

从表中可以看出,电流从右手到左脚危险性最大。

⑥ 人体状况

人的性别、健康状况、精神状态等与触电伤害程度有着密切的关系。女性比男性触电伤害程度约严重 30%。小孩与成人相比,触电伤害程度也要严重得多。体弱多病者比健康人容易受电流伤害。另外,人的精神状况、对接触电器有无思想准备、对电流反应的灵敏度、醉酒、过度疲劳等都可能增加触电事故的发生次数并加重受电流伤害的程度。

⑦ 人体电阻的大小

人体电阻越大,受电流伤害越轻。通常人体电阻可按 $1\sim 2\text{k}\Omega$ 考虑。这个数值主要由皮肤表面的电阻值决定。如果皮肤表面角质层损伤、皮肤潮湿、流汗、带着导电粉尘等,将会大幅度降低人体电阻,增加触电伤害程度。

3. 安全电压

人体触电时,人体所承受的电压越低,通过人体的电流越小,触电伤害就越轻。当电压低到某一定值以后,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组织(如皮肤、神经、心脏、呼吸器官等)均不会造成伤害的电压值叫做



安全电压。

安全电压是根据人体允许的电流和人体电阻确定的。根据 GB 3805—83《安全电压标准》，对频率为 50~500Hz 的交流电，安全电压的额定值为 42V、36V、24V、12V、6V。安全电压等级和选用如表 1-2 所示。

表 1-2 安全电压等级和选用

安全电压 (V)		选用举例
额定值	空载上限值	
42	50	在有触电危险的场所使用的手持式电动工具等
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
24	29	工作面积狭窄，操作者容易大面积接触带电体的场所，如锅炉、金属容器内
12	15	人体需要长期触及器具上带电体的场所，如医疗器械等
6	8	

4. 常见的触电形式

常见的触电形式有单相触电、两相触电、跨步电压触电。

(1) 单相触电

这是常见的触电方式。单相触电是指人体的一部分触及一根相线，或者接触到漏电的电气设备的外壳，而另一部分触及到大地（或中线）时，电流从相线经人体流到大地（或中线）形成回路，此时人体承受的电压为相电压（220V），如图 1-1 所示。单相触电常见于家庭用电，因为家用电器，如电灯、电视机、电风扇、洗衣机等，使用的都是单相交流电。

(2) 两相触电

两相触电是指人的两个部位同时触及两根带电的不同相的相线，电流流经人体形成回路，称之为两相触电。此时，加在人体上的电压是线电压（380V），如图 1-1 所示。两相触电后果比单相触电更为严重，危险性更大，两相触电常见于电工电杆上带电作业时发生的触电事故。

(3) 跨步电压触电

雷电流入地时，或载流电力线（特别是高压）断落到地时，会在导线落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、逐步降低而在不同位置形成电位差（电压），一般来说，在距落地点 20m 以外，地面的电位近似等于零。当人、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，如图 1-2 所示。图中坐标原点表示带电体接地点，横坐标表示位置，纵坐标负方向表示电位分布。 U_{K1} 为人两脚间的跨步电压， U_{K2} 为马两蹄之间的跨步电压。

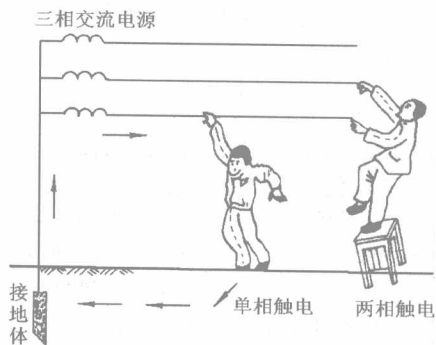


图 1-1 单相触电和两相触电