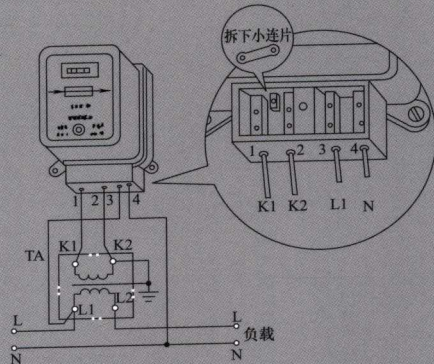


DIANGONG
CAOZUO
200LI

例

[illegible]

化学工业出版社

电工操作

DIANGONG
CAOZUO
200LI

200



张宪 张大鹏 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电工操作 200 例/张宪, 张大鹏主编. —北京: 化学工业出版社, 2017. 1

ISBN 978-7-122-28449-5

I. ①电… II. ①张…②张… III. ①电工技术 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 264665 号

责任编辑: 宋 辉

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 吴 静

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市瞰发装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 15 字数 385 千字 2017 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 46.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

电工技术的广泛应用,给工农业生产、国防事业和人民的生 活带来了革命性的变化。如果我们想正确地掌握、使用、维修电工设备,就必须具有一定的理论知识和较强的动手能力。为推广现代电工技术,普及电工科学知识,以帮助正在学习电工技术的读者,编者根据多年的电气工作实践经验,并结合教学科研经验,对维修电工应掌握的基础知识和实际操作技能进行了全面的介绍,编写了这本《电工操作 200 例》一书。

本书从广大电工爱好者的实际需要出发,在内容上力求简洁实用、图文并茂、通俗易懂,达到举一反三,融会贯通的目的。在编写安排上力争做到由浅入深,循序渐进,所编内容注重实用性和可操作性,理论联系实际。本书对电工实际操作做了较详尽的叙述,可为初学者奠定较扎实的理论基础,帮助读者提高实际操作技能,既是广大初学者的启蒙读本和速成教材,也是电工爱好者们的良师益友。

本书主要介绍了安全用电、电工常用工具的使用、常用电工材料、常用电工电子仪器仪表的使用、电工基本操作技能、三相异步电动机的拆装、三相异步电动机的维修、建筑电气工程应用、常用低压电器及实用电路、电工电子元器件的识别与检测方面的知识。

本书由张宪、张大鹏主编,谭允恩、郭振武、赵慧敏、刘小钊、白效松副主编,邹放、田家远、吴子谦、陈影、沈虹、赵建辉、李志勇、付兰芳等参加编写。全书由贾继德、付少波、王冠群主审。

由于时间有限,书中不妥之处恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

CONTENTS

第一章 安全用电	1	例 12: 钢锯的安装和使用	23
例 1: 电工安全操作规程	1	例 13: 手电钻的使用	24
例 2: 电工人身安全知识	1	例 14: 钻削刀具的使用	25
例 3: 安全电压	2	例 15: 射钉枪的使用	26
例 4: 设备运行安全知识	2	例 16: 钢卷尺的使用	27
例 5: 电工工作监护制度	2	例 17: 塞尺的使用	28
例 6: 触电事故的预防	3	例 18: 游标卡尺的使用	29
例 7: 电火灾的预防	3	例 19: 外径千分尺的使用	31
例 8: 触电的类型及对人体的伤害	4	例 20: 带表千分尺的使用	33
例 9: 触电的方式和类型	5	例 21: 条式水平仪的使用	33
例 10: 触电后脱离电源的方法	5	例 22: 电动机维修专用工具	34
例 11: 触电的诊断与急救	6	例 23: 电动机维修专用测试仪器	36
例 12: 触电急救的注意事项	7		
例 13: 电气设备的接零保护	7	第三章 常用电工材料	40
例 14: 电气设备的接地保护	8	例 1: 电工材料的分类	40
例 15: 雷电的形式	9	例 2: 常用导电材料主要性能	40
例 16: 雷电的危害	9	例 3: 裸导线的性能及用途	41
例 17: 建筑物的防雷等级	9	例 4: 漆包线的使用	41
例 18: 建筑物的防雷措施	10	例 5: 绕包线的使用	42
例 19: 直击雷的预防	10	例 6: 聚氯乙烯(PVC)绝缘电线	42
例 20: 引下线 and 接地装置	12	例 7: 聚氯乙烯绝缘软线	43
例 21: 感应雷的预防	12	例 8: 电缆线的使用	44
例 22: 防雷接地系统	13	例 9: 绝缘材料的功用和分类	45
		例 10: 绝缘材料的基本性能	46
第二章 电工常用工具的使用	15	例 11: 影响半导体导电能力的三个特性	47
例 1: 试电笔的使用	15	例 12: PN 结及其单向导电性	47
例 2: 钢丝钳的使用	16	例 13: 软磁材料的使用	48
例 3: 电工刀的使用	17	例 14: 硬磁材料的使用	49
例 4: 螺钉旋具的使用	17	例 15: 线管的使用	50
例 5: 尖嘴钳的使用	19	例 16: 钎料、助钎剂和清洗剂的使用	50
例 6: 斜口钳的使用	19	例 17: 电工常用塑料的使用	51
例 7: 剥线钳的使用	20		
例 8: 活扳手的的使用	20	第四章 常用电工测量仪表的使用	53
例 9: 电烙铁的使用	21	例 1: 电工电子测量仪器仪表的分类	53
例 10: 锉刀的使用	22	例 2: 直流稳压电源的正确使用	54
例 11: 使用锉刀的注意事项	23	例 3: 直流电桥的正确使用	54

例 4: 万用电桥的正确使用	55
例 5: MF-47 指针式万用表结构特征	57
例 6: 用万用表测量直流电压	58
例 7: 用万用表测量交流电压	59
例 8: 用万用表测量直流电流	59
例 9: 用万用表测量交流电流	60
例 10: 用万用表测量电阻	60
例 11: 用万用表测量电容	61
例 12: 用万用表测量电感	61
例 13: 用万用表测量晶体管直流放大倍数 h_{FE}	61
例 14: 用万用表测量反向截止电流 I_{CEO} 、 I_{CBO}	62
例 15: 使用万用表的注意事项	62
例 16: 数字式万用表的构造与功能	63
例 17: MS8215 型数字万用表的使用	66
例 18: MS8215 型数字万用表测量交流和直 流电压	67
例 19: MS8215 型数字万用表测量电流	68
例 20: 兆欧表的构造与功能	69
例 21: 正确选用兆欧表	71
例 22: 兆欧表在测量前应做的准备	71
例 23: 兆欧表的正确使用	72
例 24: 用兆欧表测量绝缘电阻	73
例 25: 兆欧表高压直流电源部分常见故障的 排除	74
例 26: 兆欧表测量机构常见故障的排除	75
例 27: 钳形电流表的构造与功能	76
例 28: 钳形电流表使用注意事项	77
例 29: 钳形电流表常见故障的排除	78
例 30: 功率表的构造与功能	78
例 31: 功率表的正确使用	79
例 32: 用两只功率表测量三相三线制电路的 有功功率	81
例 33: 用三只功率表测量三相四线制不对 称负载功率	82
例 34: 二元三相功率表测量功率	82
例 35: 三元三相功率表测量功率	82
例 36: 功率表的正确选用	83

第五章 电工基本操作技能

例 1: 元器件在印制电路板上布局的方法和 要求	85
例 2: 印制电路板布设导线的方法和 要求	86

例 3: 印制电路板的对外连接	86
例 4: 印制导线的尺寸和图形	87
例 5: 印制线路板的制作	87
例 6: 元器件的装配方式	88
例 7: CMOS 电路空闲引脚的处置	89
例 8: 手工焊接基础知识	92
例 9: 焊接标准	92
例 10: 焊接注意事项	93
例 11: 电路板的焊接	93
例 12: 导线线端加工工艺	95
例 13: 线扎加工	96
例 14: 电子设备的整机装配工艺流程	99
例 15: 电子设备整机装配前的准备工作	99
例 16: 零部件的装配	101
例 17: 整机装配的特点	102
例 18: 电子产品生产过程的总装	102
例 19: 装配技能训练	102

第六章 三相异步电动机的拆装

例 1: 三相异步电动机的拆卸方法	106
例 2: 皮带轮或联轴器的拆装	107
例 3: 拆卸风罩和风叶	107
例 4: 轴承盖和端盖的拆装	107
例 5: 转子的抽装	108
例 6: 定子绕组的构造	110
例 7: 记录和测量原始数据	111
例 8: 定子绕组拆除	113
例 9: 制作绕线模与绕线	114
例 10: 定子绕组嵌装	117
例 11: 定子绕组接线	121
例 12: 定子绕组引线	123
例 13: 定子绕组线头连接	124
例 14: 定子绕组线头焊接	124
例 15: 绕组的浸漆	125
例 16: 绕组的浸漆与烘干工艺	127
例 17: 三相异步电动机的检验	129

第七章 三相异步电动机的维修

例 1: 三相异步电动机启动前的准备与 检查	131
例 2: 三相异步电动机不能启动	132
例 3: 绝缘电阻偏低故障的检修	133
例 4: 定子绕组产生接地故障的原因	133
例 5: 定子绕组接地故障的检查	134
例 6: 定子绕组接地故障的检修	136

例 7: 定子绕组短路的原因	136
例 8: 定子绕组短路故障的检查	137
例 9: 定子绕组短路故障的检修	139
例 10: 定子绕组断路的原因	140
例 11: 定子绕组断路故障的检查	140
例 12: 定子绕组断路故障的检修	143
例 13: 定子绕组首末端接反的检查	143
例 14: 星形与三角形接法错误的检查	145
例 15: 定子绕组内部接线错误的检查	145
例 16: 定子绕组实际接线方法和极数的 识别	146
例 17: 笼型转子断笼的原因及故障 现象	147
例 18: 断笼故障的检查	148
例 19: 铸铝转子断笼的检修	149
例 20: 铜笼转子断笼的检修	150
例 21: 绕线型转子绕组的故障及检修	150
例 22: 绑扎钢线的故障及检修	151
例 23: 绕线式转子无纬带的绑扎	152
例 24: 转子的校平衡	154
例 25: 集电环的检修	154
例 26: 电刷与刷握的检修	158
例 27: 短路和举刷装置的检修	160

第八章 建筑电气工程应用 162

例 1: 识读建筑电气工程图的步骤	162
例 2: 识读建筑电气工程图的规则	163
例 3: 电气照明的分类	163
例 4: 照明电压等级的选择	164
例 5: 正常照明常用的供电方式	165
例 6: 较重要工作场所的供电方式	166
例 7: 重要工作场所的供电方式	167
例 8: 常用动力及照明设备图形符号	167
例 9: 常用动力及照明设备的文字标注	169
例 10: 动力及照明系统	170
例 11: 动力及照明平面图	170
例 12: 两个房间的照明控制	172
例 13: 面板开关两地和三地控制	172
例 14: 声光控或延时控制	172
例 15: 火灾报警控制系统	173

第九章 常用低压电器及实用电路 175

例 1: 组合开关 (QC) 的选用与维修 ...	175
例 2: 刀开关 (QS) 的选用与维修	176
例 3: 按钮 (SB) 的选用与维修	178

例 4: 熔断器 (FU) 的选用与维修	180
例 5: 交流接触器 (KM) 的选用与 维修	181
例 6: 中间继电器 (KA) 的选用与 维修	183
例 7: 热继电器 (FR) 的选用与维修	184
例 8: 自动空气断路器 (QF) 的选用与 维修	186
例 9: 行程开关 (SQ) 的选用与维修	188
例 10: 三相异步电动机直接启动控制 线路	189
例 11: 三相异步电动机控制线路中的 保护	192
例 12: 三相异步电动机控制线路中的自锁和 连锁环节	193
例 13: 三相异步电动机的正反转控制 线路	194
例 14: 三相异步电动机双重互锁的控制 线路	195
例 15: 用行程开关控制工作台自动往复 循环运动的线路	196
例 16: 两台电动机先后启动同时运转的 混合控制线路	197

第十章 电工电子元器件的识别与 检测 199

例 1: 识别电阻器	199
例 2: 用指针万用表对固定电阻器进行 测试	202
例 3: 用数字万用表对电阻器进行测试 ...	203
例 4: 用万用表在路测试电阻器	203
例 5: 电位器的识别	204
例 6: 用指针万用表对电位器进行测试 ...	206
例 7: 用数字万用表对电位器进行测试 ...	207
例 8: 电容器识别	208
例 9: 用指针万用表对电容器进行测试 ...	212
例 10: 用数字万用表对电容器进行 测试	213
例 11: 电感器及自感和电感量	214
例 12: 用指针万用表对电感器进行 测试	217
例 13: 用数字万用表对电感器进行 测试	217
例 14: 识别二极管	218
例 15: 用万用表检测塑封硅整流二	

极管	220
例 16: 用数字万用表测量整流二极管	222
例 17: 识别三极管	222
例 18: 用万用表确定三极管的三个 电极	224
例 19: 用数字万用表检测三极管的 类型	225
例 20: 用数字万用表检测三极管的	

好坏	225
例 21: 数字万用表测量晶体管直流 放大倍数	227
例 22: 用数字万用表检测达林顿晶 体管	227

参考文献	229
------------	-----

第一章 安全用电

例 1: 电工安全操作规程

- ① 从事电气工作的人员，必须具备电气的基本知识，非电气人员禁止从事电气作业。
- ② 严禁带负荷拉隔离开关和刀开关。
- ③ 输电线路、电气设备和开关的安装位置不得影响人员与车辆通行，电气设备的外壳应有可靠的接地和接零。
- ④ 使用梯子时，下面应有人监护，禁止两人以上（含两人）在同一梯子上工作。
- ⑤ 选配熔断器熔体时，禁止用大容量熔体更换小容量的熔体或用铜、铝线代替熔体。
- ⑥ 高低压配电室设备和电动机，在检修后确认无误，人员应站到安全区域方可送电试车。
- ⑦ 从事现场作业、高空作业，必须有两人以上。
- ⑧ 设备和线路未经证实无电，不得轻易触摸。
- ⑨ 对地电压 250V 以上，禁止带电作业；250V 以下，需带电作业时必须采取安全措施。
- ⑩ 雷雨天气应停止工作，不得靠近带电体。
- ⑪ 检修工作完毕，检修人员应清点工具，防止遗忘在设备上而造成事故。
- ⑫ 停送电必须有专人与有关部门联系，严禁约时停、送电。
- ⑬ 如工作人员两侧、后方有带电部分，应特别加设防护遮栏。
- ⑭ 在已停电但未装地线设备上工作时，应先将设备对地放电。

例 2: 电工人身安全知识

- ① 在进行电气设备安装和维修操作时，必须严格遵守各种安全操作规程和规定，不得玩忽职守。
- ② 操作时要严格遵守停电操作的规定，要切实做好防止突然送电时的各种安全措施，如挂上“有人工作，不许合闸”的警示牌，锁上闸刀或取下总电源保险器等。不准约定时

间送电。

③ 在邻近带电部分操作时，要保证有可靠的安全距离。

④ 操作前应仔细检查工具的绝缘性能，绝缘鞋、绝缘手套等安全用具的绝缘性能是否良好，有问题的应立即更换，并应定期进行检查。

⑤ 登高工具必须安全可靠，未经登高训练的，不准进行登高作业。

⑥ 如发现有人触电，要立即采取正确的抢救措施。

例 3: 安全电压

在一般情况下，36V 以下电压不会造成人身伤亡，称为安全电压。工程上规定有交流 36V、12V 两种；直流 48V、24V、12V、6V 四种。为了减少触电事故，要求所有工作人员经常接触的电气设备全部使用安全电压，而且环境越潮湿，使用安全电压等级越低。例如，机床上的照明灯一般使用 36V 电压供电；坦克、装甲车使用 24V 电源供电；汽车使用 24V、12V 电源供电。

例 4: 设备运行安全知识

① 对于已出现故障的电气设备、装置及线路，不应继续使用，以免事故扩大，必须及时进行检修。

② 必须严格按照设备操作规程进行操作，接通电源时必须先合隔离开关，再合负荷开关；断开电源时，应先切断负荷开关，再切断隔离开关。

③ 当需要切断故障区域电源时，要尽量缩小停电范围。有分路开关的，要尽量切断故障区域的分路开关，尽量避免越级切断电源。

④ 电气设备一般都不能受潮，要有防止雨雪、水汽侵袭的措施。电气设备在运行时发热，因此必须保持良好的通风条件，有的还要有防火措施。有裸露带电的设备，特别是高压电气设备要有防止小动物进入造成短路事故的措施。

⑤ 所有电气设备的金属外壳，都应有可靠的接地措施。凡有可能被雷击的电气设备，都要安装防雷设施。

⑥ 在电力设备上工作，保证安全的组织措施：工作票制度（包括口头命令或电话命令）。工作许可制度、工作监护制度。工作间断和转移工地制度。工作结束和送电制度。

例 5: 电工工作监护制度

① 工作监护制度是保障人身安全和正确操作的重要措施。电工在作业过程中，工作监护人和工作负责人都应在现场认真监护工作组员的安全。工作组员应服从工作负责人和工作监护人的指挥。

② 完成工作许可手续后，工作负责人（监护人）应向工作组员交待带电部位、已采取的安全措施和其他注意事项。在下列情况下，工作负责人可参加具体工作。

a. 在变配电设备上全部停电作业；b. 在变配电设备上邻近带电作业，工作组员不超过三人，且无偶然触及带电设备可能时；c. 架空线路停电作业的工作地点较集中，附近又无其他线路时。

③ 对工作条件复杂，有触电危险的工作，应设专职监护人并不得兼任其他工作。

④ 在工作中遇雷雨、暴风或其他威胁工作组员安全的情况时，工作负责人或工作监护人应及时采取措施，必要时停止工作。

例 6: 触电事故的预防

如果对电气设备使用不当，安装不合理，设备维护不及时和违反操作规程等，都可能造成人身伤亡的触电事故。

为此，在实际工作中，要严格按照如下操作规程去做。

① 不要带电操作。电工应尽量不进行带电操作。特别是在危险的场所应禁止带电作业。若必须带电操作，应采取必要的安全措施，如有专人监护及采取相应的绝缘措施等。

② 对电气设备应采取必要的安全措施。电气设备的金属外壳可采用保护接零或保护接地等安全措施，但绝不允许在同一电力系统中一部分设备采取保护接零，另一部分设备采取保护接地。

③ 建立完善的安全检查制度。安全检查是发现设备故障，及时消除事故隐患的重要措施。安全检查一般应每季度进行一次，特别要加强雨季前和雨季中的安全检查。各种电器，尤其是移动式电器应建立经常的与定期的检查制度，若发现安全隐患，应及时处理。

④ 严格执行安全操作规程。安全操作规程是为了保证安全操作而制定的有关规定。根据不同工种、不同操作项目，制定各项不同安全操作规程。如《变电所值班安全规程》、《内外线维护停电检修操作规程》、《电气设备维修安全操作规程》、《电工试验室安全操作规程》等。此外，在停电检修电气设备时必须悬挂“有人工作，不准合闸”的警示牌。电工操作应严格遵守操作规程和制度。

⑤ 建立电气安全资料。电气安全资料是做好电气安全工作的重要依据之一，应注意收集和保存。为了工作和检查的方便，应建立高压系统图、低压布线图、架空线路及电缆布置和建立电气设备安全档案（包括厂家、规格、型号、容量、安装试验记录等），以便于核对。

⑥ 加强电气安全教育。加强电气安全教育和培训是提高电气工作人员的业务素质、加强安全意识的重要途径，也是对一般职工和实习学生进行安全用电教育的途径之一。

例 7: 电火灾的预防

(1) 合理地选用供电电压

在使用电气设备时，首先要使电气设备的额定电压必须与供电电压相配。供电电压过高，容易烧毁电气设备；供电电压过低，电气设备也不能发挥效能。其次，还要考虑到环境对安全用电的影响。

(2) 合理选用导线截面积

在合理地选用供电之后，还必须合理选用导线截面积。导线是传输电流的，不允许过热，所以导线的额定电流比实际输送的电流要大些。家庭照明配电线路，其导线截面积一般选 1.5mm^2 、 2.5mm^2 和 4mm^2 ，材质为铜导线或铝导线。铜导线以每平方毫米允许通过的电流为 6A 左右计，铝导线则为 4A 左右计。如表 1-1 所示为常用铜、铝导线的截面与安全载流量对照表。

(3) 合理选用开关，相线应连接开关

选用开关时，应根据开关的额定电压及额定电流，还要根据它的开断的频率、负载功

率的大小以及操纵距离远近等进行选用。

相线连接开关是重要的安全用电措施。相线连接开关可以保证当开关处于分断状态时电器上不带电。

表 1-1 常用铜、铝导线的截面积与安全载流量对照表

导线截面积/mm ²	铜导线的安全载流量/A	铝导线的安全载流量/A
1.5	10	7
2.5	15	10
4	25	17
6	36	25

(4) 提高安全用电的重视程度，培养良好的工作习惯

电能的应用十分广泛，电工技术要求也越来越高，如果安装、使用不当，就会发生这样或那样的事故。为了防止事故的发生，应提高用电的重视程度，培养良好的工作习惯。例如，尽量避免带电操作，不使用不合格的电器设备；注意线路维护，及时更换损坏的导线，不乱拉电线及乱装插座；对有小孩的家庭，所有明线和插座都要安装在小孩够不着的部位；也不在插座上装接过多和功率过大的用电设备，不用铜丝代熔丝等，如图 1-1 所示。

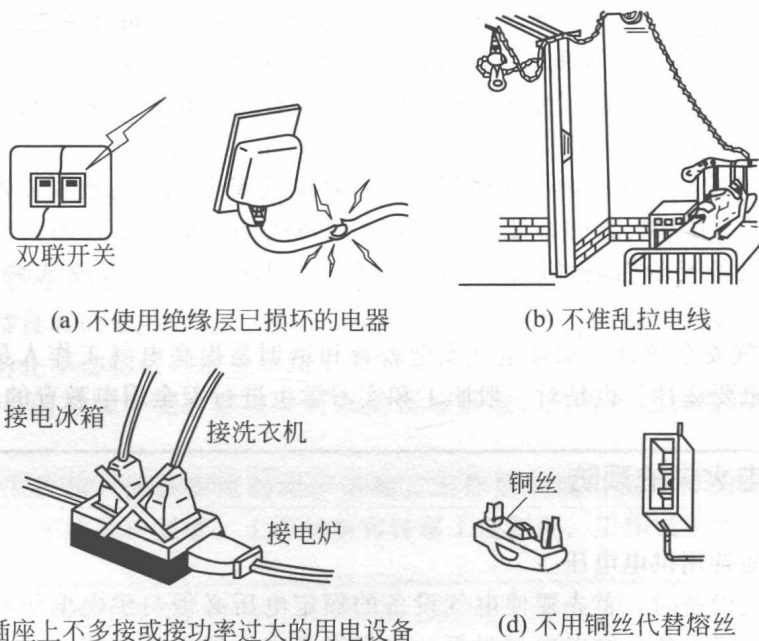


图 1-1 安全用电措施

例 8: 触电的类型及对人体的伤害

触电一般是指人体触及带电体时，电流对人体造成不同程度的伤害。触电事故可分为电击与电伤两种类型。生产与生活中所发生的触电死亡事故，大都是由电击造成的。

所谓电伤就是指人体外器官受到电流的伤害。如电弧造成的灼伤；电的烙印；由电流的化学效应而造成的皮肤金属化；电磁场的辐射作用等。电伤是人体触电事故较为轻微的一种情况。

所谓电击就是指当电流通过人体内部器官,使其受到伤害。如电流作用于人体中枢神经,使心脑和呼吸机能的正常工作受到破坏,人体发生抽搐和痉挛,失去知觉;触电的伤亡程度主要决定于通过人体的电流大小、途径和时间,实验证明,有 $0.6 \sim 1.5\text{mA}$ 的电流通过人体则有感觉,手指麻刺发抖。 $50 \sim 80\text{mA}$ 的电流通过人体,使人呼吸麻痹、心室开始颤动。电流通过人体的途径以两手间通过的情况最危险。通电时间越长,人体电阻越小,危险越大。电击是人体触电较危险的情况,往往会造成死亡。

例 9: 触电的方式和类型

当人体被施加一定电压时,将会受到伤害。目前我国采用三相三线制和三相四线制供电方式,因此触电有下面几种类型。

(1) 两相(双线)触电

如图 1-2 所示,当人的双手或人体的某二部位接触三相电中的两根火线时,人体承受线电压,环路电阻为人体电阻加接触电阻,这时将有一个较大电流通过人体。这种触电方式属最危险的一种触电。

(2) 单相触电

① 三相四线制单相触电。如图 1-3 所示,人体的一个部位接触一根火线,另一部位接触大地,这样人体、大地、中线、一相电源绕组形成回路。人体承受相电压,构成三相四线制单相触电。

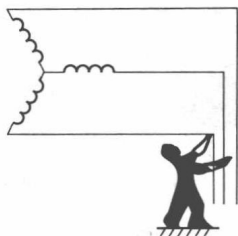


图 1-2 两相(双线)触电

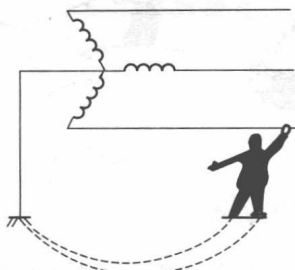


图 1-3 单相触电

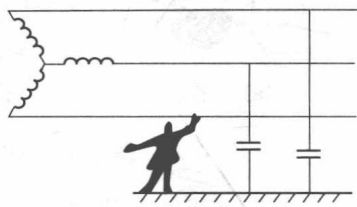


图 1-4 三相三线制触电

② 三相三线制单相触电。输电线路与大地均属导体。因此,二者间存在电容,当人体某部位接触火线时,人体、大地、导体对地电容构成环路,引起触电事故,三相三线制单相触电如图 1-4 所示。这种触电方式,环路电流与对地电容大小有关。导线越长,接地电容越大,对人体的危害越大。

例 10: 触电后脱离电源的方法

首先使触电人迅速脱离电源。其方法对低压触电,可采用“拉”、“切”、“挑”、“拽”、“垫”的方法,拉开或切断电源,操作中应注意避免救护人触电,应使用干燥绝缘的利器或物件,完成切断电源或使触电人与电源隔离。对于高压触电,则应采取通知供电部门,使触电电路停电,或用电压等级相符的绝缘拉杆拉开跌落式熔断器切断电路。或采取使线路短路造成跳闸断开电路的方法。也要注意救护人安全,防止跨步电压触电。触电人在高处触电,要注意防止落下跌伤。在触电人脱离电源后,根据受伤程度迅速送往医院或急救。

例 11: 触电的诊断与急救

当发生触电时,应迅速将触电者撤离电源,或用绝缘器具(如木棒、干扁担、干布带、干衣服或干绳等)迅速将电源线断开,使伤员脱离电源。如果伤员未脱离电源,救护人员需用绝缘的物体(如隔着干衣服等)才能接触伤员的肌体,使伤员脱离电源。如果伤员在高空作业,还需预防伤员在脱离电源时摔下而导致摔伤。

伤员脱离电源被救下后,应及时拨打“120”联系医疗部门,并进行必要的现场诊断和抢救,直至救护人员到达。对触电者进行现场诊断的方法如图 1-5 所示。如果是一度昏迷,尚未失去知觉,则应使伤员在空气流通的地方静卧休息;如果是呼吸暂时停止,心脏停止跳动,伤员尚未真正死亡,或者虽有呼吸,但是比较困难,这时必须毫不迟疑地用人工呼吸和心脏按压进行抢救。

(1) 口对口人工呼吸抢救法

将伤员伸直仰卧在空气流通的地方,解开领口、衣服、裤带,再使其头部尽量后仰,鼻孔朝天,使舌根不致阻塞气道,救护人用一只手捏紧伤员鼻孔,用另一只手的拇指和食指扳开伤员嘴巴,先取出伤员嘴里东西,然后救护人员紧贴着伤员的口吹气约 2s,放松 2s。如图 1-6 所示,依次吹气和放松,连续不断地进行。如果扳不开嘴巴,可以捏紧伤员的嘴巴,紧贴着鼻孔吹气和放松。



图 1-5 触电现场诊断方法



图 1-6 口对口人工呼吸法

人工呼吸法在进行中,若伤员表现出有好转的象征时(如眼皮闪动和嘴唇微动)应停止人工呼吸数秒钟,让他自行呼吸;如果还不能完全恢复呼吸,需把人工呼吸进行到能正常呼吸为止,人工呼吸法必须坚持长时间的进行,在没有呈现出明显的死亡症状以前,切勿轻易放弃,死亡症状应由医生来判断。

在实行口对口(鼻)人工呼吸时,当发现触电者胃部充气膨胀,应用手按住其腹部,并同时进行吹气和换气。

当触电者呼吸停止,但还有心脏跳动时,应采用口对口人工呼吸抢救法,如图 1-6 所示。

(2) 人工胸外挤压抢救法

当触电者虽有呼吸但心跳停止,应采用人工胸外挤压抢救法,如图 1-7 所示。将伤员平放在木板上,头部稍低,救护人站在伤员一侧,将一手的掌根放在胸骨下端,另一只手叠于其上,靠救护人员的体重,向胸骨下端用力加压,使其陷下 3cm 左右,随即放松,让胸廓自行弹起,如此有节奏地压挤,每分钟 60~80 次。急救如有效果,伤员的肤色即可恢复,瞳孔缩小,颈动脉搏动可以扪到,自发性呼吸恢复,心脏按压法可以与人工呼吸同时进行。

当触电者伤势严重,呼吸和心跳都停止,或瞳孔开始放大,应同时采用“口对口人工呼吸”和“人工胸外挤压”抢救法,如图 1-8 所示。



图 1-7 人工胸外挤压抢救法



图 1-8 呼吸和心跳都停止时的抢救方法

例 12: 触电急救的注意事项

① 发现了触电事故，发现者一定不要惊慌失措，要动作迅速，救护得当。首先要迅速将触电者脱离电源，电源电流对人体的作用时间越长，对生命的威胁越大。所以，触电急救时首先要使触电者迅速脱离电源。其次，立即就地进行现场救护，同时找医生救护。

② 将触电者脱离电源后，将触电人员身上妨碍呼吸的衣服全部解开，立即移到通风处，越快越好。迅速将口中的假牙或食物取出。

③ 如果触电者牙紧闭，需使其口张开，把下颚抬起，将两手四指托在下颚背后外，用力慢慢往前移动，使下牙移到上牙前。

④ 在使触电人脱离电源时应注意：防止自身及他人触电并防止伤者二次伤害。

⑤ 抢救过程要不停地进行，在送往医院的途中也不能停止抢救。当抢救者出现面色好转、嘴唇逐渐红润、瞳孔缩小、心跳和呼吸迅速恢复正常，即为抢救有效的特征。

⑥ 在现场抢救中，不能打强心针，也不能泼冷水，如图 1-9 所示。

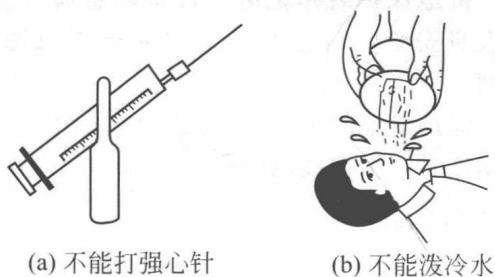


图 1-9 触电急救的注意事项

例 13: 电气设备的接零保护

电气设备经过长时间运行，内部的绝缘材料有可能已老化，如若不及时修理，将出现带电部件与外壳相连，从而使机壳带电，极易出现触电事故。因此，我们采用接零和接地两种保护措施。

在 1000V 以下中线接地良好的三相四线制系统中，例如，380V/220V 系统，将电气设备的外壳或框架与系统的零线相接，称保护接零。

图 1-10 为保护接零示意图，当某相绕组与机壳短路时，因有接零保护使该相电源短

接、电流很快烧断该相熔丝而断电。

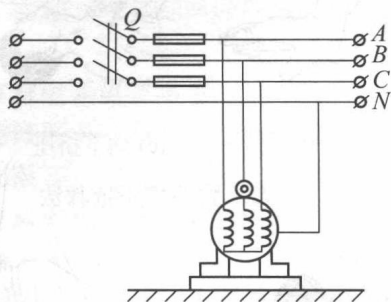


图 1-10 保护接零

在采用接零保护时，必须注意以下几点。

① 对中性点接地的三相四线制系统，电力装置宜采用低压接零保护。

② 采用保护接零时，接零导线必须牢固，以防折断或脱线，在零线中不允许安装熔断器和开关等设备。为了在相线碰壳时，保护电器可靠地动作，要求接零的导线电阻不要太大。

例 14: 电气设备的接地保护

(1) 接地保护的作用

接地保护就是把电气设备的金属外壳，框架等用接地装置与大地可靠地连接，以保护人身安全，它适用于 1000V 以下电源中性点不接地的电网和 1000V 以上的任何形式电网。

保护接地的示意图如图 1-11 所示。当某相绕组与机壳相碰，使机壳带电，而人体与机壳相碰时，因接地电阻很小，远小于人体电阻，电流绝大部分通过接地线入地，从而保护人身安全。

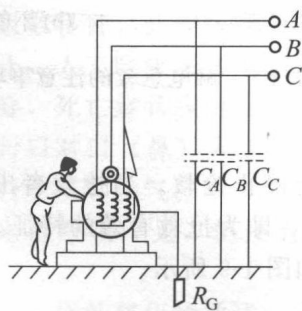


图 1-11 保护接地

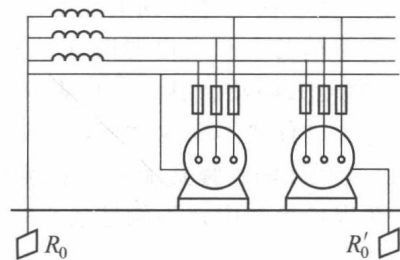


图 1-12 不正确的接地接零保护

(2) 安装接地装置注意事项

① 同一电源上的电器设备不可一部分设备接零，另一部分接地。因为当接地的电气设备绝缘损坏而碰壳时，可能由于大地的电阻较大使保护开关或保护熔丝不能动作，于是电源中性点电位升高（等于接地短路电流乘以中点接地电阻），以至于使所有的接零电气设备都带电（图 1-12），反而增加了触电危险性。

② 接地装置的安装要严格按照国家有关规定，安装完毕必须进行严格测定接地电阻，

以满足完好运行的要求。

例 15: 雷电的形式

为了电气设备和建筑物的安全,电力系统和建筑物都采取了防止雷击的措施。为了防止人身触电,在用电设备中采用了接地保护,在电气领域中,防雷和接地是必不可少安全保护系统。

当雷电场在某一方位的场强强度达到 $25\sim 30\text{kV/cm}$ 时,雷云就开始向这一方位放电(即雷电)。这种放电时间极短,在 $0.03\sim 0.15\text{s}$ 内,电流极大,可高达几十万安,并伴有雷鸣电闪,破坏性极大。图 1-13 为负雷云对建筑物顶部放电示意图,雷击的危害有三种形式。

(1) 直击雷

雷电直接击中电气设备、线路或建筑物,强大的雷电流通过被击物体,产生有极大破坏作用的热效应和机械力效应,伴之还有电磁效应和对附近物体的闪络放电(即雷电反击或二次雷击)。

(2) 感应雷

雷云在建筑物和架空线路上空形成很强的电场,在建筑物和架空线路上便会感应出与雷云电荷相反的电荷。在雷云向其他地方放电后,云与大地之间的电场突然消失,但聚集在建筑物的顶部或架空线路上的电荷不能很快全部泄入大地,残留下来的大量电荷,相互排斥而产生强大的能量使建筑物震裂。同时,残留电荷形成的高电位,往往造成屋内电线、金属管道和大型金属设备放电,击穿电气绝缘层或引起火灾、爆炸。

(3) 雷电波侵入

由于直击雷或感应雷所产生的高电位雷电波,沿架空线或金属管道侵入建筑物而造成危害。雷电波侵入的事故时有发生,在雷害事故中占相当大的比例。

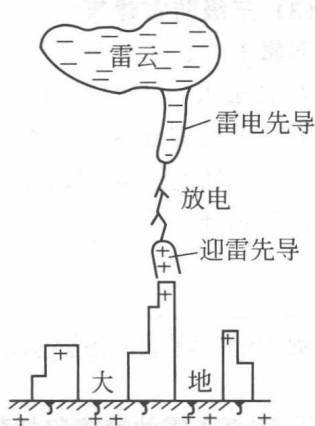


图 1-13 雷云对大地放电示意图

例 16: 雷电的危害

① 雷电产生强大电流,瞬间通过物体时产生高温,引起燃烧、熔化。

② 雷击爆炸作用和静电作用能引起树林、电杆、房屋等物体被劈裂倒塌。

③ 雷电放电时能使物体产生数万度高温,空气急剧膨胀扩散,产生冲击波,具有一定的破坏力。

④ 雷电流在周围空间形成强大电磁场。电磁感应能使导体的开口处产生火花放电,如有易燃、易爆物品就会引起爆炸或燃烧。而在闭路导体中,因强大的感应电流也会引起燃烧。

例 17: 建筑物的防雷等级

根据建筑物的重要程度、使用性质、雷击可能性的大小,以及所造成后果的严重程度,民用建筑物的防雷分类,按《建筑电气设计技术规程》规定,可以划分为如下 3 类。