



长三角国家高技能人才培养中心特别推荐

21 世纪技术工人操作技法与实例丛书

# 维修电工

## 操作技法与实例

W EIXIU DIANGONG  
CAOZUO JIFA YU SHILI

王吉华 主编



长三角国家高技能人才培养中心特别推荐  
21 世纪技术工人操作技法与实例丛书

# 维修电工操作技法与实例

王吉华 主编

上海科学技术出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

维修电工操作技法与实例 / 王吉华主编. —上海:  
上海科学技术出版社, 2011.1  
(21世纪技术工人操作技法与实例丛书)  
ISBN 978-7-5478-0362-2

I. ①维… II. ①王… III. ①电工—维修—基本知识  
IV. ①TM07

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第131993号

上海世纪出版股份有限公司出版、发行  
上海科学技术出版社

(上海钦州南路71号 邮政编码200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市文化印刷有限公司印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 9.125

字数: 246千字

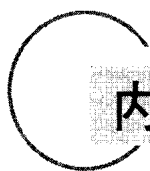
2011年1月第1版 2011年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5478-0362-2/TM·10

定价: 26.00元

---

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,  
请向工厂联系调换



# 内 容 提 要

本书以介绍实用技能为主,图文并茂,简明实用,着重介绍各种维修电工必须掌握的专业知识与操作技能,以及一些成熟的实践经验,将专业知识与操作技能有机地融在一起,力求解决生产中的实际问题;并以典型实际维修电工为例,详细介绍操作技能、操作禁忌及注意事项,供各相应工种技术工人参考借鉴,突出实用性、针对性和可操作性;具体内容涉及电气设备的选用、安装、调试、运行、维护及检修过程中的各种操作禁忌等。

本书可供各行业维修电工、电气技术人员参考和使用。

# “21 世纪技术工人操作技法与 实例丛书”编写委员会

丛书主编：徐 峰

编写人员：王吉华 夏祖印 任志俊 刘春玲 邱立功 陈忠民  
张能武 周斌兴 黄 芸 楚宜民 马建民 王元龙  
刘述芳 陶荣伟 薛国祥 张道霞 杨光明 唐亚鸣



# 前 言

随着国民经济和现代科学技术的迅猛发展,我国维修电工的设计、制造、运行和控制技术发生了深刻的变革,一大批新原理、新材料、新结构、新工艺、新技术、新性能的产品得到广泛开发和应用,新的应用和新的需求同时也推动着维修电工技术本身的迅速发展。面对新的形势,广大从事电气工程技术工作的人员迫切需要知识更新,特别是学习和掌握与新的应用领域有关的新技能。为此,我们组织编写了《维修电工操作技法与实例》。

本书以介绍实用技能为主,图文并茂,简明实用,着重介绍各种电工必须掌握的专业知识与操作技能,以及一些成熟的实践经验,将专业知识与操作技能有机地融在一起,力求解决生产中的实际问题;并以典型实际维修电工为例,详细介绍操作技能、操作禁忌及注意事项,供各相应工种技术工人参考借鉴,突出实用性、针对性和可操作性;具体内容涉及电气设备的选用、安装、调试、运行、维护及检修过程中的各种操作禁忌等。本书可供各行业维修电工、电气技术人员参考和使用。相信本书的出版对我国高技能人才的培养将起到积极的推动作用。

本书由长三角国家高技能人才培养中心组织编写,王吉华同志为主编。该书在编写过程中参考了大量的图书出版物和企业培训资料,在此向上述作者和有关企业表示衷心的感谢和崇高的敬意!

由于本书涉及的范围非常广泛,编写时间较短,限于编者水平,难免有不足和错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

# 目 录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一部分 维修电工基础知识 .....    | 1  |
| 第一节 电工安全基本知识 .....     | 1  |
| 一、维修电工安全操作规程 .....     | 1  |
| 二、触电形式 .....           | 2  |
| 三、安全电压与安全电流 .....      | 5  |
| 四、触电急救 .....           | 7  |
| 五、电气灭火常识 .....         | 14 |
| 六、接地与接零 .....          | 18 |
| 第二节 常用电工安全用具及其使用 ..... | 21 |
| 一、基本安全用具 .....         | 21 |
| 二、辅助安全工具 .....         | 23 |
| 三、检修安全用具 .....         | 27 |
| 四、登高安全用具 .....         | 29 |
| 五、其他安全防护用具 .....       | 32 |
| 第三节 常用电工用具及其使用 .....   | 32 |
| 一、常用工具及其使用 .....       | 32 |
| 二、电工常用量具 .....         | 41 |
| 三、专用工具及其使用 .....       | 46 |
| 第二部分 维修电工基本操作 .....    | 53 |
| 第一节 电工仪表及其使用 .....     | 53 |
| 一、功率表 .....            | 53 |
| 二、电能表 .....            | 56 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 三、指针式万用表 .....        | 59  |
| 四、数字式万用表 .....        | 62  |
| 五、钳形电流表 .....         | 65  |
| 六、绝缘电阻表 .....         | 66  |
| 七、接地电阻表 .....         | 69  |
| 八、直流电桥 .....          | 72  |
| 第二节 导线的加工 .....       | 74  |
| 一、导线的剥削 .....         | 74  |
| 二、导线的连接 .....         | 77  |
| 三、导线绝缘的恢复 .....       | 82  |
| 四、导线加工注意事项 .....      | 83  |
| 第三节 低压电器的安装与维修 .....  | 84  |
| 一、刀开关 .....           | 84  |
| 二、组合开关 .....          | 88  |
| 三、熔断器 .....           | 90  |
| 四、断路器 .....           | 93  |
| 五、交流接触器 .....         | 97  |
| 六、中间继电器 .....         | 104 |
| 七、热继电器 .....          | 105 |
| 八、时间继电器 .....         | 109 |
| 九、主令电器 .....          | 111 |
| 第四节 室内线路的安装 .....     | 113 |
| 一、绝缘子配线 .....         | 113 |
| 二、瓷夹板配线 .....         | 117 |
| 三、塑料护套线配线 .....       | 120 |
| 四、线管配线 .....          | 124 |
| 五、线槽配线 .....          | 133 |
| 第五节 进户装置、配电装置及接地装置的安装 |     |
| 维修 .....              | 138 |
| 一、进户装置的安装 .....       | 138 |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 二、配电板的安装 .....                 | 141        |
| 三、接地装置的安装与维修 .....             | 147        |
| 第六节 变压器的安装与修理 .....            | 153        |
| 一、变压器的安装 .....                 | 154        |
| 二、电力变压器绕组的修理 .....             | 161        |
| 三、电力变压器铁心的检修 .....             | 166        |
| 四、变压器其他部件的检修 .....             | 171        |
| 五、安全保护装置的检修 .....              | 175        |
| 六、冷却装置的检修 .....                | 177        |
| 七、阀门及塞子的检修 .....               | 178        |
| 第七节 电机的拆装与检修 .....             | 178        |
| 一、三相异步电动机的拆装与检修 .....          | 178        |
| 二、直流电动机的拆装与检修 .....            | 200        |
| 三、单相异步电动机的拆装与检修 .....          | 209        |
| 第八节 机床电气控制线路检修 .....           | 217        |
| 一、电气控制线路检修 .....               | 217        |
| 二、常用机床电气控制线路故障检修 .....         | 225        |
| 第九节 电子技术基本操作技法 .....           | 246        |
| 一、电子元器件的简易测试 .....             | 246        |
| 二、电子元器件的焊接 .....               | 250        |
| 三、电子元器件的安装 .....               | 254        |
| <b>第三部分 维修电工操作实例 .....</b>     | <b>258</b> |
| 第一节 电机检修操作实例 .....             | 258        |
| 一、小型变压器绕组的重绕 .....             | 258        |
| 二、电动机起动故障检修 .....              | 263        |
| 三、电动机过热故障检修 .....              | 268        |
| 第二节 电气控制线路检修操作实例 .....         | 270        |
| 一、CA6140 型普通车床电气控制线路故障检修 ..... | 270        |
| 二、M7120 型平面磨床电气控制线路故障检修 .....  | 271        |
| 三、T68 型卧式镗床电气控制线路故障检修 .....    | 272        |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 四、X52K 型立式升降台铣床电气控制线路         |     |
| 故障检修 .....                    | 274 |
| 五、X62W 型万能铣床电气控制线路故障检修 .....  | 275 |
| 六、Z3040 型摇臂钻床电气控制线路故障检修 ..... | 277 |

# 第一部分 维修电工基础知识

## 第一节 电工安全基本知识

### 一、维修电工安全操作规程

① 工作前必须检查工具、测量仪表和防护用具是否完好。

② 任何电气设备内部未经验明无电时,一律视为有电,不准用手触及。

③ 不准在运转中拆卸修理电气设备。必须在停车,切断设备电源,取下熔断器,挂上“禁止合闸,有人工作”的警示牌,并验明无电后,方可进行工作。

④ 在总配电盘及母线上进行工作时,验明无电后应挂临时接地线。装、拆接地线都必须由值班电工进行。

⑤ 临时工作中断后或每班开始工作前,都必须重新检查电源确已断开,并验明无电。

⑥ 每次维修结束时,必须清点所带工具、零件,以防遗失和留在设备内而造成事故。

⑦ 由专门检修人员修理电气设备时,值班电工要负责进行登记,完工后要做好交代,共同检查,然后方可送电。

⑧ 必须在低压配电设备上带电进行工作时,要经过领导批准,并要有专人监护。工作时要戴工作帽,穿长袖衣服,戴绝缘手套,使用绝缘的工具,并站在绝缘物上进行操作,邻相带电部分和接地金属部分应与绝缘板隔开。严禁使用锉刀、钢尺等进行工作。

⑨ 禁止带负载操作动力配电箱中的刀开关。

⑩ 带电装卸熔断器管时,要戴防护眼镜和绝缘手套。必要时使用绝缘夹钳,站在绝缘垫上操作。

⑪ 熔断器的容量要与设备和线路的安装容量相适应。

⑫ 电气设备的金属外壳必须接地(接零)。接地线要符合标准,不准断开带电设备的外壳接地线。

⑬ 拆除电气设备或线路后,对可能继续供电的线头必须立即用绝缘布包扎好。

⑭ 安装灯头时,开关必须接在相线上,灯头(座)螺纹端必须接在零线上。

⑮ 对临时装设的电气设备,必须将金属外壳接地。严禁将电动工具的外壳接地线和工作零线拧在一起插入插座。必须使用两线带地或三线带地插座,或者将外壳接地线单独接到接地干线上,以防接触不良时引起外壳带电。用橡胶软电缆接移动设备时,专供保护接零的芯线中不许有工作电流通过。

⑯ 动力配电盘、配电箱、开关、变压器等各种电气设备附近,不准堆放各种易燃、易爆、潮湿和其他影响操作的物件。

⑰ 使用梯子时,梯子与地面之间的角度以 $60^{\circ}$ 左右为宜。在水泥地面上使用梯子时,要有防滑措施。对没有搭钩的梯子,在工作中要有人扶持。使用人字梯时拉绳必须牢固。

⑱ 使用喷灯时,油量不得超过容器容积的 $3/4$ 。打气要适当,不得使用漏油、漏气的喷灯。不准在易燃易爆物品附近将喷灯点燃。

⑲ 使用Ⅰ类电动工具、普通型电动工具时,要戴绝缘手套,并站在绝缘垫上工作。最好加设漏电保护断路器或安全隔离变压器。

⑳ 电气设备发生火灾时,要立刻切断电源,并使用1211灭火器或二氧化碳灭火器灭火,严禁用水或泡沫灭火器。

## 二、触电形式

### 1. 两相触电

人体同时接触两根带异相电的导线(相线)时,因为人是导体,电线

上的电流就会通过人体从一根电线流到另一根电线,形成回路,使人触电,称为两相触电,如图 1-1 所示。两相触电接触的电压高,死亡率是很高的。

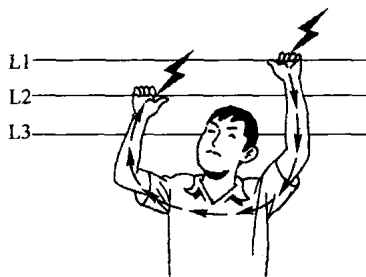


图 1-1 两相触电

## 2. 单相触电

如果人站在大地上,接触到一根带电导线(如图 1-2a 所示),或同时接触另一根中性线时(如图 1-2b 所示),称为单相触电。触电事故中,大多数是以这种方式发生的。

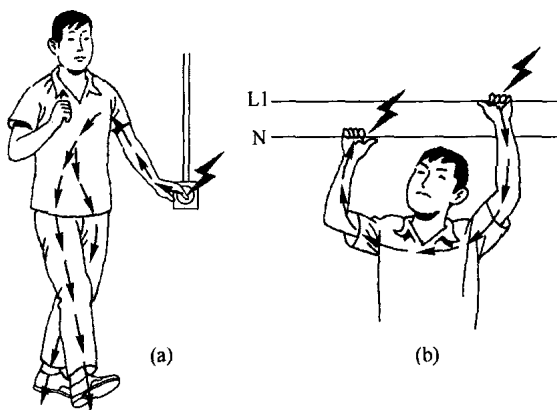


图 1-2 单相触电

单相触电还有另一种形式。因为灯泡或其他用电器的内阻通常很小,当人的双手分别接触有负荷电流的导线时,通过人体的电流也是致命的,如图 1-3 所示。

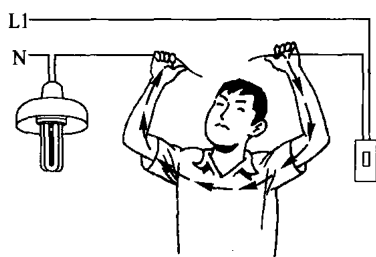


图 1-3 单相触电的另一种形式

### 3. 跨步电压触电

当输电线路发生断线故障而使导线接地时,由于导线与大地构成回路,导线中有电流通过。电流经导线入地时,会在导线周围的地面形成一个相当强的电场,电场的电位分布是不均匀的。如果以接地点为中心画许多同心圆,在这些同心圆的圆周上,电位是各不相同的。同心圆的半径越大,圆周上电位越低,反之,半径越小,圆周上的电位越高。如果人的脚分开站立,就会受到地面上不同点之间的电位差的影响,此电位差就是跨步电压,如图 1-4 所示。沿半径方向的双脚距离越大,则跨步电压越高。

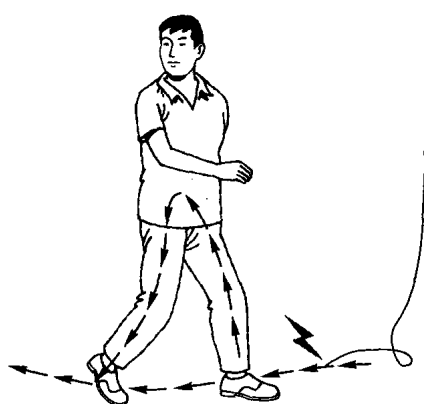


图 1-4 跨步电压触电

当人体触及跨步电压时,电流也会通过人体,虽然不会流过人体的重要器官,仅沿着下半身流过,但当跨步电压较高时,就会发生双脚抽筋、跌倒在地上的现象,这样可能使电流通过人体的重要器官,引起人

身触电而发生死亡事故。

### 三、安全电压与安全电流

#### 1. 安全电压

安全电压是制定安全措施的依据,它决定于人体允许的电流和人体电阻。

##### (1) 人体允许电流

在摆脱电流范围内,人触电以后能自主摆脱带电体,解除触电危险。一般情况下,可以把摆脱电流看作是允许电流。在装有防止触电的速断保护装置の場合,人体允许电流可按 30 mA 考虑。在空中、水面等可能因电击造成严重二次事故的場合,人体允许电流应按不引起强烈痉挛的 5 mA 考虑。

应当说明,这里所指的人体允许电流,并不是人体长时间能够承受的电流。

##### (2) 人体电阻

通常所指的人体电阻,实际上并不是纯电阻。人体电阻主要由体内电阻、皮肤电阻和皮肤电容组成。而皮肤电容很小,可以忽略不计。

体内电阻基本上不受外界因素的影响,其数值约为 500  $\Omega$ 。

皮肤电阻随着条件不同,可在很大范围内变化,使得人体电阻也在很大的范围内变化。对皮肤表面 0.05 ~ 0.2 mm 厚的角质层,其电阻可高达 10 ~ 100 k $\Omega$ ,但角质层不是一张完整的薄膜,而且很容易遭到破坏,故在计算人体电阻时,不宜将角质层考虑在内。除去角质层,人体电阻一般不低于 1 000  $\Omega$ 。

不同条件下的人体电阻见表 1-1。一般情况下,人体电阻可按 1 000 ~ 2 000  $\Omega$  考虑。

表 1-1 不同条件下的人体电阻

| 接触电压<br>(V) | 人体电阻( $\Omega$ )  |                   |                   |                     |
|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
|             | 皮肤干燥 <sup>①</sup> | 皮肤潮湿 <sup>②</sup> | 皮肤湿润 <sup>③</sup> | 皮肤浸入水中 <sup>④</sup> |
| 10          | 7 000             | 3 500             | 1 200             | 600                 |
| 25          | 5 000             | 2 500             | 1 000             | 500                 |

(续表)

| 接触电压<br>(V) | 人体电阻( $\Omega$ )  |                   |                   |                     |
|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
|             | 皮肤干燥 <sup>①</sup> | 皮肤潮湿 <sup>②</sup> | 皮肤湿润 <sup>③</sup> | 皮肤浸入水中 <sup>④</sup> |
| 50          | 4 000             | 2 000             | 875               | 440                 |
| 100         | 3 000             | 1 500             | 770               | 375                 |
| 220         | 1 500             | 1 000             | 650               | 325                 |

注: ① 干燥场所的皮肤, 电流途径为单手至双足。

② 潮湿场所的皮肤, 电流途径为单手至双足。

③ 有水蒸气等特别潮湿场所的皮肤, 电流途径为双手至双足。

④ 游泳池或浴池中的情况, 基本上为体内电阻。

### (3) 安全电压值

1) 安全电压的定义 为了防止触电事故而采用的由特定电源供电的电压系列。这个电压系列的上限值, 在正常和故障情况下, 任何两导体间或任一导体与地之间均不得超过交流(50 ~ 500 Hz)有效值 50 V。

① 除采用独立电源外, 安全电压的供电电源的输入电路与输出电路必须实行电路上的隔离。

② 工作在安全电压下的电路, 必须与其他电气系统和任何无关的可导电部分实行电气上的隔离。

### 2) 安全电压的等级及选用举例(表 1-2)

表 1-2 安全电压的等级及选用举例 (V)

| 安全电压(交流有效值) |       | 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    | 在矿井、多导电粉尘等场所使用的行灯等   |
| 24          | 29    | 可供某些人体可能偶然触及的带电体的设备  |
| 12          | 15    |                      |
| 6           | 8     |                      |

### 2. 安全电流

关于人体的安全电流值, 各国的规定并不一致, 我国也无明文规定, 不

过一般取  $30\text{ mA/s}$ ,即可触电时间不超过  $1\text{ s}$  的安全电流值为  $30\text{ mA}$ 。

## 四、触电急救

发现有人触电,首先要尽快地使触电者脱离电源,然后根据触电者的具体情况,进行相应的救治。对急救方法,要经常练习,做到动作熟练,准确无误,只凭单纯学习条文是不够的。

### 1. 脱离电源

人触电以后,可能由于痉挛或失去知觉等原因而紧抓带电体,不能自行摆脱电源。这时,使触电者尽快脱离电源是救活触电者的首要因素。

#### (1) 低压触电事故

① 如果触电地点附近有电源开关或电源插销,可立即拉开开关或拔出插销,断开电源。但应注意到拉线开关和平开关只能控制一根线,有可能只切断零线,而相线并未切断,没有达到真正切断电源的目的。

② 如果触电地点附近没有电源开关或电源插销,可用有绝缘柄的电工钳或有干燥木柄的斧头切断电线,断开电源;或用干木板等绝缘物插入触电者身下,以隔断电流。

③ 当电线搭落在触电者身上或被压在身下时,可用干燥的衣服、手套、绳索、木板、木棒等绝缘物作为工具,拉开触电者或挑开电线,使触电者脱离电源。

④ 如果触电者的衣服是干燥的,又没有紧缠在身体上,可以用一只手抓住他的衣服,拉离电源。然而,因为触电者的身体是带电的,其鞋子的绝缘也可能遭到破坏,救护人员不得接触触电者的皮肤,也不能够触摸触电者的鞋子。

#### (2) 高压触电事故

① 立即通知有关部门停电。

② 戴上绝缘手套,穿上绝缘靴,用相应电压等级的绝缘工具拉开开关。

③ 抛掷裸金属线使线路短路接地,迫使保护装置动作,断开电源。抛掷金属线前,应当注意先将金属线的一端可靠接地,然后抛掷另一端,抛掷的一端不可触及触电者和其他人。

#### (3) 注意事项

① 救护人员不可以直接用手或其他金属及潮湿的物件作为救护工