

21

世纪高职高专课程与教学改革系列教材

# 电工技术基础实训

DIANGONGJISHUJICHUSHIXUN

邓香生 主编

23  
D00421472



科学出版社

[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

21 世纪高职高专课程与教学改革系列教材

# 电工技术基础实训

邓香生 主编

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书为“电工技术基础”课程实训教材,是根据教育部最新制订和颁布的《高职高专教育基础课程教学基本要求》编写的,在编写过程中,坚持理论知识够用、基础知识管用、专业知识适用的编写原则。全书共分3章,第1章为电工技术实验、实训基本知识;第2章为电工技术基本实验;第3章为维修电工基本技能训练。部分章节后面还安排了实训课题,附录中有两套中级维修电工模拟试题,并附有参考答案。

本书是高等职业教育机电技术及应用、机电一体化、数控技术、化工机械、计算机、水电、制药、建筑、经济、管理等专业的“电工技术基础”课程实训教材,也可作为中等职业学校的同类课程实训教材,还可以作为中高级职业资格与就业培训用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

电工技术基础实训/邓香生主编. - 北京:科学出版社,2005  
(21世纪高职高专课程与教学改革系列教材)  
ISBN 7-03-015414-2

I.电… II.邓… III.电子技术—高等学校:技术学校—教学参考资料  
IV.TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第037539号

责任编辑:王雨舸

责任印制:高 嵘/封面设计:王立革

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

湖北北京山德新印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2005年5月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2005年5月第一次印刷 印张:9

印数:1~8 000 字数:201 000

定价:13.80 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 前 言

本套《电工技术基础》、《电子技术基础》及实训教材是根据国家教育部最新制订和颁布的《高职高专教育基础课程教学基本要求》，以及高等职业教育的培养目标和课程教学改革的基本要求编写，是新世纪高职高专人才培养及其教学改革的系列教材之一，是高等职业教育机电技术及应用、机电一体化、数控技术、化工机械、计算机、水电、制药、建筑、经济、管理等专业的电工电子基础课程教材，以及相关专业相同课程的培训教材。

本套教材在编写过程中，充分参照有关行业最新颁发的职业鉴定规范及其高级技工等级标准所要求的专业基础，坚持理论知识够用、基础知识管用、专业知识适用的编写原则，以培养专业素质和职业应用技能为教材编写重点，将教材中的教学内容与职业培养目标紧密地结合，淡化理论推导，弱化各类复杂电路分析和计算，注重专业基础和专业综合素质教学，强化专业应用训练，讲述简捷，推导直观，力求实用。教材内容充分反映新知识、新技术、新工艺和新方法，具有先进性。

本书为“电工技术基础”课程实训教材，全书共分3章，第1章为电工技术实验实训基本知识，主要包括电工实验、实训常识、安全用电与节约用电及常用电工工具和电工仪表的使用；第2章为电工技术基本实验，共8个实验，包括直流电路、交流电路、变压器、电动机和低压电器控制等实验；第3章为维修电工基本技能训练，包括元件识别与检测、导线敷设与线路安装、异步电动机及其控制等内容。部分章节后面安排了一些实训课题，附录中有两套中级维修电工模拟试题。

本书由邓香生主编，张江城任副主编，雷建龙主审。由多位教学经验丰富的一线“双师型”教师参加编写，其中第1章、第2章2.7~2.8、第3章及附录由邓香生编写，第2章2.4~2.6由张江城编写，夏章建编写了第2章2.1~2.3和第1章的部分内容，最后由邓香生统稿，邓香生、雷建龙定稿。

由于电工技术基础是一门传统型专业基础课，许多精典定理、定律已经形成，编者在传授方式、知识取舍、选材编写上进行了创新，但由于对各专业教学改革方向存在理解上的差异，水平有限，因此，教材总有不尽人意之处，衷心地欢迎广大读者和同行批评指正，与我们一起把高职高专教材的建设做得更好。

编 者

2005年3月

# 目 录

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第 1 章 电工技术实验、实训基本知识  | 1  |
| 1.1 电工技术实验实训规则与常识    | 1  |
| 1.1.1 实验实训规则         | 1  |
| 1.1.2 实验实训常识         | 1  |
| 1.2 安全用电与节约用电        | 4  |
| 1.2.1 用电人身安全及触电急救    | 4  |
| 1.2.2 设备安全与保护        | 8  |
| 1.2.3 节约用电           | 12 |
| 1.3 电工工具及电气测量仪器仪表的使用 | 13 |
| 1.3.1 常用电工工具及其使用     | 13 |
| 1.3.2 常用电气测量仪器仪表及其使用 | 16 |
| 第 2 章 电工技术基本实验       | 31 |
| 2.1 电路元件伏安特性的测绘      | 31 |
| 2.1.1 实验目的           | 31 |
| 2.1.2 实验设备           | 31 |
| 2.1.3 预备知识           | 31 |
| 2.1.4 实验内容           | 32 |
| 2.1.5 注意事项           | 34 |
| 2.1.6 讨论与思考          | 34 |
| 2.1.7 实验报告要求         | 34 |
| 2.2 基尔霍夫定律实验         | 34 |
| 2.2.1 实验目的           | 34 |
| 2.2.2 实验设备           | 35 |
| 2.2.3 预备知识           | 35 |
| 2.2.4 实验内容           | 35 |
| 2.2.5 注意事项           | 36 |
| 2.2.6 讨论与思考          | 36 |
| 2.2.7 实验报告要求         | 36 |
| 2.3 戴维南定理实验          | 37 |
| 2.3.1 实验目的           | 37 |
| 2.3.2 实验设备           | 37 |
| 2.3.3 预备知识           | 37 |
| 2.3.4 实验内容           | 37 |
| 2.3.5 注意事项           | 40 |

|       |                     |    |
|-------|---------------------|----|
| 2.3.6 | 讨论与思考               | 40 |
| 2.3.7 | 实验报告要求              | 40 |
| 2.4   | RLC 元件阻抗特性的测定       | 40 |
| 2.4.1 | 实验目的                | 40 |
| 2.4.2 | 实验设备                | 40 |
| 2.4.3 | 预备知识                | 41 |
| 2.4.4 | 实验内容                | 41 |
| 2.4.5 | 注意事项                | 44 |
| 2.4.6 | 讨论与思考               | 44 |
| 2.4.7 | 实验报告要求              | 44 |
| 2.5   | 交流参数的测定             | 45 |
| 2.5.1 | 实验目的                | 45 |
| 2.5.2 | 实验设备                | 45 |
| 2.5.3 | 预备知识                | 45 |
| 2.5.4 | 实验内容                | 47 |
| 2.5.5 | 注意事项                | 47 |
| 2.5.6 | 讨论与思考               | 48 |
| 2.5.7 | 实验报告要求              | 48 |
| 2.6   | 三相交流电路的测量           | 48 |
| 2.6.1 | 实验目的                | 48 |
| 2.6.2 | 实验设备                | 49 |
| 2.6.3 | 预备知识                | 49 |
| 2.6.4 | 实验内容                | 50 |
| 2.6.5 | 注意事项                | 51 |
| 2.6.6 | 讨论与思考               | 51 |
| 2.6.7 | 实验报告要求              | 52 |
| 2.7   | 小功率单相变压器的研究         | 52 |
| 2.7.1 | 实验目的                | 52 |
| 2.7.2 | 实验设备                | 53 |
| 2.7.3 | 预备知识                | 53 |
| 2.7.4 | 实验内容                | 53 |
| 2.7.5 | 注意事项                | 55 |
| 2.7.6 | 讨论与思考               | 56 |
| 2.7.7 | 实验报告要求              | 56 |
| 2.8   | 三相鼠笼式异步电动机的起停与正反转控制 | 56 |
| 2.8.1 | 实验目的                | 56 |
| 2.8.2 | 实验设备                | 56 |
| 2.8.3 | 预备知识                | 56 |
| 2.8.4 | 实验内容                | 58 |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 2.8.5 注意事项·····                | 59         |
| 2.8.6 讨论与思考·····               | 59         |
| 2.8.7 实验报告要求·····              | 60         |
| <b>第3章 维修电工基本技能训练</b> ·····    | <b>61</b>  |
| 3.1 元件识别与检测·····               | 61         |
| 3.1.1 电阻器·····                 | 61         |
| 3.1.2 电容器·····                 | 68         |
| 3.1.3 变压器·····                 | 76         |
| 3.1.4 实训课题·····                | 81         |
| 3.2 导线敷设与线路安装·····             | 85         |
| 3.2.1 导线连接与绝缘破损的修复·····        | 85         |
| 3.2.2 照明线路的安装·····             | 87         |
| 3.2.3 动力线路的敷设与安装·····          | 89         |
| 3.2.4 实训课题·····                | 93         |
| 3.3 异步电动机及其控制·····             | 95         |
| 3.3.1 三相异步电动机的型号命名与选用·····     | 95         |
| 3.3.2 三相异步电动机的拆装和故障维修·····     | 97         |
| 3.3.3 三相异步电动机的控制·····          | 102        |
| 3.3.4 实训课题·····                | 112        |
| <b>附录 I 中级维修电工模拟试题一</b> ·····  | <b>115</b> |
| <b>附录 II 中级维修电工模拟试题二</b> ····· | <b>125</b> |
| <b>参考答案</b> ·····              | <b>135</b> |
| 中级维修电工模拟试题一·····               | 135        |
| 中级维修电工模拟试题二·····               | 135        |

# 第1章 电工技术实验、实训基本知识

## 1.1 电工技术实验实训规则与常识

### 1.1.1 实验实训规则

- ① 实验实训时应保持安静，不得大声喧哗和谈笑。
- ② 使用实验设备时要细心谨慎，未经允许不得私自拆开设备，不准将实验设备带出室外。
- ③ 不准任意触碰用电设备和电源，以防触电。
- ④ 未经指导教师同意，不可接通任何电源。
- ⑤ 使用或操作电器设备时，严禁用湿手或湿物直接接触电器设备，以防触电；拆装或移动电器设备前，一定要先切断电源。
- ⑥ 接通电源后，如保险丝熔断，必须立即检查故障原因，故障排除后，方可重新接通电源。
- ⑦ 任何仪表和电器，在未熟悉其使用方法前不得应用；使用任何电源前，都必须了解其电压值。
- ⑧ 在进行电压、电流测量时，应注意观察电路中的电压表和安培表的数值指示，如指针迅速指向刻度盘末端，应立即断开电路，检查原因，再重新连接。
- ⑨ 在实验过程中发生事故时，不要惊慌失措，应立即断开电源，保持现场并报告指导教师检查处理。
- ⑩ 实验实训工作结束后，要注意保持工作场地清洁、整齐。离开场地时，关好门窗，切断电源；检查工具、设备是否处在安全状态，确保安全后方可离开。

### 1.1.2 实验实训常识

#### 一、实验实训目的

实验实训属于实践性教学环节，其目的不仅要巩固和加深所学的理论知识，更重要的是训练学生电工操作实际技能，提高其动手能力和安全意识，培养实事求是的工程观和严谨科学的工作作风。在实验实训过程中，应全面贯彻以就业为导向、以职业能力为本位的精神实质。

#### 二、实验实训前的准备

- ① 认真阅读实验实训指导书，明确目的，了解相关设备、仪器及工具的原理和使用方法，熟悉具体电路和注意事项。

- ② 完成预习要点的相关内容。
- ③ 做好数据记录表格等准备工作。

### 三、实验实训报告要求

统一用学校规定的实验实训报告纸书写。具体内容应包括：

- ① 实验实训目的。
- ② 实验实训仪器、设备、工具和材料的型号、规格和数量。
- ③ 实验实训数据及处理：根据原始记录，整理数据，并按要求加以处理，有些要建立坐标系，绘出曲线。
- ④ 实验实训结论：根据实验的原始数据和表格得出结论，写出实验实训过程中的心得体会。
- ⑤ 回答相应的思考题，指出某些问题的解决方法。

### 四、测量误差与数据处理

在测量过程中，由于人们对于客观认识的局限性，以及测量工具不准确、测量手段不完善、受环境影响或测量工作中的疏忽等原因，都会使测量结果与被测量的实际值不同，这个差异称为测量误差。随着科学技术的发展，对于测量精确度的要求越来越高，要尽量控制和减小测量误差，使测量值接近实际值。

#### 1. 误差的分类及减小误差的方法

根据误差的性质，测量误差分为系统误差、随机误差和疏失误差三类。

##### (1) 系统误差

在相同条件下，多次测量同一量值时，误差的绝对值符号保持不变，或在条件改变时，按一定规律变化的误差称为系统误差。系统误差的特点是在测量条件一定时，误差为一确定数值。虽然产生系统误差的原因是多方面的，但总是有规律可循。对产生误差的根源应采取一定的技术措施，以减小系统误差的影响；或者选择合理的测量方法，配置适当的仪器仪表，并对仪表及时地进行校正。

##### (2) 随机误差

在相同条件下，多次测量同一量值时，绝对值和符号均以不同预定方式变化的误差称为随机误差。可以通过取多次测量值的平均值的办法来消除随机误差。

##### (3) 疏失误差

在一定的测量条件下，测量值明显地偏离实际值所形成的误差称为疏失误差。凡是由于疏忽误差所造成的明显错误数据均称为坏值，应当剔除不用。

误差按表示方法来分类，有绝对误差和相对误差。

##### (1) 绝对误差

仪表的指示值( $A_x$ )和被测量的真值( $A_0$ )之间的差值称为绝对误差。

绝对误差以 $\Delta$ 表示，即：

$$\Delta = A_x - A_0$$

##### (2) 相对误差

测量不同大小的被测量值时,不能简单地用绝对误差来判断其准确程度。工程上通常采用相对误差来衡量测量结果的准确度。

相对误差就是绝对误差 $\Delta$ 与被测量真值 $A_0$ 的比值。它通常用百分数来表示,并用符号 $r$ 表示相对误差,即:

$$r = \frac{\Delta}{A_0} \times 100\%$$

按误差的来源来分类,有仪器误差、使用误差、人身误差、影响误差、方法误差等。

## 2. 电工仪表的准确度

仪表的准确度是根据仪表的相对额定误差来分级的。电工仪表的相对额定误差,就是电工仪表在正常工作条件下进行测量可能产生的最大基本误差 $\Delta A$ 与仪表的最大量程 $A_m$ 之比,如以百分数表示,则为:

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A_m} \times 100\%$$

目前我国电工仪表的准确度等级分为 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.5, 5.0 七级。这些数字表示仪表的相对额定误差的百分数。

例如,有一准确度为 1.5 的电流表,其最大量程为 10A,则可能产生的最大基本误差为:

$$\Delta I = \gamma \times I_m = \pm 1.5\% \times 10 = \pm 0.15A$$

在上式中,总是满足 $A \leq A_m$ 的,可见当仪表等级选定后, $A$ 愈接近 $A_m$ 时,测量愈准确。因此,当使用电工仪表进行测量时,一般应使被测量的值尽可能在仪表满刻度值的 $1/2$ 以上。

## 3. 测量结果的数据处理

经过测量取得测量数据后,通常要对这些数据进行计算、分析、整理,有时还要画成表格或曲线,也就是进行数据处理。数据处理建立在误差分析的基础上,并经过去粗取精、去伪存真后分析整理出正确结论。

### (1) 有效数字

由于在测量中不可避免地存在误差,并且仪器仪表的分辨能力有一定的限制,所以测量数据就不可能完全准确。况且在计算测量数据时,遇到如 $\pi$ 、 $e$ 、 $\sqrt{2}$ 等无理数也只能取近似值。因此,得到的数据通常只是一个近似数。当用这个数表示一个量时,为了表示更确切,通常规定误差不得超过末位数字的一半。如末位数字是个位,则包含的误差绝对值应不大于 0.5。对于这种误差不大于末位单位数字一半的数,从它左边第一个不为零的数字起,直到右边最后一个数字止,都称为有效数字。值得注意的是,数字左边的零不是有效数字,而数字中间和右边的零都是有效数字。

### (2) 数字的舍入规则

当需要 $n$ 位有效数字时,对超过 $n$ 位的数字就要根据舍入规则进行处理。古典的“四舍五入”法则是不完善的,现多不使用。目前广泛采用的“舍入规则”(当保留 $n$ 位有效数字时)具体叙述如下:

- ① 若后面的数字小于第  $n$  位单位数字的 0.5 就舍掉。
  - ② 若后面的数字大于第  $n$  位单位数字的 0.5, 则第  $n$  位数字进 1。
  - ③ 若后面的数字恰为第  $n$  位单位数字的 0.5, 则: 若第  $n$  位数字为偶数或零时, 舍掉后面的数字; 若第  $n$  位数字为奇数, 第  $n$  位数字加 1。
- 该规则概括起来是“小于 5 舍, 大于 5 入, 等于 5 时取偶数”。

## 五、故障检测的一般方法

在实验实训中, 出现故障是正常的现象, 需要做的是找出故障并将其排除。查找并排除故障是顺利完成实验实训、设备维修、系统性能调整等不可缺少的基本技能。

查找故障的一般步骤:

- ① 对照电路图检查电路是否搭接错误(如连接位置不当、接触不良、短路、使用错误元件或器件值等)。
- ② 确定测量仪器是否选用正确, 工作是否正常。
- ③ 根据故障现象, 判断可能产生故障的原因, 推断故障可能出现的位置。
- ④ 当故障原因不易判断时, 可借用仪器从信号源开始查找, 逐点向后测试各点电位, 边测量边分析, 直至找到故障。
- ⑤ 从输出开始, 逐点向前测试各点电位, 边测量边分析, 直至找到故障。

## 1.2 安全用电与节约用电

### 1.2.1 用电人身安全及触电急救

#### 一、电流对人体的影响

##### (1) 感知电流(感受电流)

用手握带电导体, 在直流情况下能感知手心轻微发热; 在交流情况下, 因神经受到刺激而感到轻微刺痛。感知电流平均值为 1.1mA。

##### (2) 摆脱电流(人触电后能自行摆脱的电流值)

男性: 9mA 女性: 6mA 国际电工委员会 IEC 标准: 10mA·s。

##### (3) 安全电流

安全电流是指在特定时间内通过人体、对人体未构成生命危险的电流值, IEC 标准为 30mA·s。

##### (4) 室颤电流(人触电死亡的临界值)

100mA×0.5s      400mA×0.15s      10mA×120min

##### (5) 安全电压

触电死亡的直接原因, 不是由于电压, 而是由于电流的缘故, 但在制订保护措施时, 还应考虑电压这一因素。

安全电压(GB3805-83)有以下五种: 6V、12V、24V、36V、42V。当设备采用超过 24V 的安全电压时, 必须采取防直接接触带电体的保护措施。

高压与低压的定义：高压，设备对地电压在 250V 及以上者；低压，设备对地电压在 250V 以下者。

(6) 电流通过心脏的百分数

左手→双脚 6.7%                      右手→双脚 3.7%  
右手→左手 3.3%                      左脚→右脚 0.4%

(7) 各种频率引起的触电死亡率

|       |     |       |     |
|-------|-----|-------|-----|
| 10Hz  | 21% | 25Hz  | 70% |
| 50Hz  | 95% | 60Hz  | 91% |
| 100Hz | 34% | 500Hz | 14% |

通常使用的交流电为 50Hz，从安全角度来看，这种频率对人体最危险。

## 二、人体触电的几种情况

① 单相触电。人体触及一相带电体的电压，为 220V。

② 两相触电。人体不同部分同时接触到两相电源，为 380V。

③ 跨步电压触电。若架空电力线(特别是高压线)断落到地上，电流通过导线从接地点流入大地扩散到四周，形成以导线接地点为中心，半径约为 15~20m 的电位分布区。越接近中心电位越高，当人畜跨入此区域时，在其两脚间出现的电位差称为跨步电压(人的跨步为 0.8m，牛马为 1m)。

④ 接触电压触电。导线裸露或电器发生故障时，不小心碰及带电体而产生的接触电压的直接接触电，这是十分危险的。

## 三、触电急救

触电急救原则：迅速、就地、准确、坚持。

• 迅速——争分夺秒使触电者脱离电源。

• 就地——必须在现场附近就地抢救，千万不要长途送往医院抢救，以免耽误抢救时间。从触电时算起，5min 以内及时抢救，救生率 90%左右；10min 以内抢救，救生率 60%；超过 15min，希望甚微。

• 准确——人工呼吸法的动作必须准确。

• 坚持——只要有百分之一的希望就要尽百分之百的努力去抢救。

触电者死亡的几个象征：

① 心跳、呼吸停止。

② 瞳孔放大。

③ 尸斑。

④ 尸僵。

⑤ 血管硬化。

这五个象征只要有 1~2 个未出现，应作假死处理并进行抢救。

### 1. 人工呼吸触电急救法

#### (1) 胸外心脏挤压法

心脏挤压是用手掌根压胸(位置在心窝口的稍上方),有节律地按压胸骨下部,间接压迫心脏,排出血液,然后突然放松,让胸骨复位,心脏舒张,接受回流血液,利用人工挤压维持血液循环。如图 1-2-1 所示。



图 1-2-1 胸外心脏挤压法

胸外心脏挤压法口诀如下:

掌根下压不冲击,突然放松手不离;

手腕略弯压一寸,一秒一次较适宜。

胸外心脏挤压法的操作要领如下:

① 将触电者仰卧在硬板上或地面上。不能垫上厚软物件或卧在软床上,否则会抵消挤压效果。

② 压胸位置是一只手掌根部放在触电者的心窝口上方,另一只手掌作辅助。抢救者跪在触电者腰旁,操作过度疲劳时可以交换位置。

③ 挤压方法:压胸的一只手,在预备动作时略弯,然后向前压胸,成  $90^{\circ}$  角,完成动作后,突然放松(向后缩),如此循环。

④ 挤压时触摸触电者的大动脉是否有脉搏。如果没有脉搏,应加大挤压力度,减慢挤压速度。

#### (2) 对口吹人工呼吸法

• 将触电者头部后仰,使嘴张开,然后口对口吹气,用人工方法使气体有节律地进入触电者肺部,再排出体外,使触电者获得氧气,排出二氧化碳,人为地维持呼吸功能。如图 1-2-2 所示。

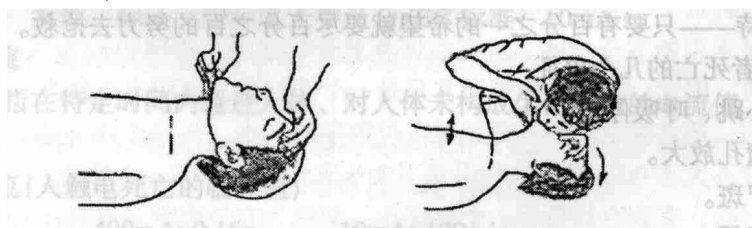


图 1-2-2 口对口人工呼吸法

对口吹人工呼吸法的操作要领如下:

① 使触电者仰卧,将其头部尽量后仰(先拿走枕头)。操作者在触电者腰旁侧卧,一手抬高触电者下颌,使其口张开;用另一只手捏住触电者的鼻子,保证吹气时不漏气,然后

口对口吹气。但是，如果在触电者口上盖一块手帕，可能会影响吹气效果；

② 操作者作中等程度深呼吸，把口紧贴触电者的口，缓慢而均匀地吹气，使触电者胸部扩张，如图 1-2-2 所示。要观察触电者的胸部起伏程度来掌握吹气量，胸部起伏过大，容易吹破肺泡；胸壁起伏过小，则效果不佳。

③ 吹气速度，对成人是吹气 2s、停 3s，每 5s 一次。成年人平均每分钟吹气 12~16 次，对儿童是平均每分钟吹气 18~24 次。

④ 触电者嘴不能掰开时，可进行口对鼻吹气。方法同上，只是要用一只手封住嘴以免漏气。

### (3) 摇臂压胸呼吸法



图 1-2-3 摇臂压胸法

如图 1-2-3 所示，其操作要领如下：

① 使触电者仰卧，头部后仰。

② 操作者在触电者头部后侧，一只脚作跪姿，另一只脚半蹲；两手将触电者的双手向后拉直，压胸时，将触电者的手向前顺推，至胸部位置时，将两手向胸部靠拢，用触电者两手压胸部。在同一时间内还要完成以下几个动作：跪着的一只脚向后蹬(成前弓后箭状)，半蹲的前脚向前倒，然后用身体重量自然向胸部压下。压胸动作完成后，将触电者的手向左右扩张，然后，将两手往后顺向拉直，恢复原来位置。

③ 压胸时不要有冲击力，两手关节不要弯曲，压胸深度视对象而定，对小孩不要用力过猛，对成年人每分钟完成 14~16 次。

### (4) 俯卧压背呼吸法



图 1-2-4 俯卧压背法

此法只适宜触电后溺水者，如图 1-2-4 所示，其操作要领如下：

① 使触电者俯卧，将触电者的一只手臂弯曲枕在头下，脸侧向一边，另一只手在头旁伸直。操作者跨腰跪，四指并拢，尾指压在触电者背部肩胛骨下(相当于第七对肋骨)。

② 压背时, 操作者手臂不要弯曲, 用身体重量向前压。向前压的速度要快, 向后收缩的速度可稍慢, 每分钟完成 14~16 次。

③ 触电后溺水, 可将触电者面部朝下平放在木板上, 木板向前倾斜  $10^{\circ}$  左右, 触电者腹部垫放柔软的垫物(如枕头等), 这样, 压背时会迫使触电者将吸入腹内的水吐出。

## 2. 人工呼吸法的选择

① 有轻微呼吸和轻微心跳, 不用做人工呼吸, 观察其病变, 可用油擦身体, 轻轻按摩。

② 有心跳、无呼吸者, 用对口吹呼吸法。

③ 有呼吸、无心跳者, 用胸外心脏挤压法。

④ 呼吸、心跳全无者, 用胸外心脏挤压与对口吹配合抢救, 这是目前国内推广的最佳方法。

⑤ 触电后溺水、肚内有水者, 用俯卧压背呼吸法。

对触电者使用人工呼吸法之前须注意的事项:

① 松衣扣、解裤带, 使触电者易于呼吸。

② 清理呼吸道, 将口腔内的食物以及可能脱落的假牙取出, 若口腔内有痰, 可用口吸出。

③ 维持现场秩序, 非抢救人员不准围观。

④ 向医院、供电部门求援, 但千万不要打强心针。垂危病人的心脏是松弛的, 替垂危病人打强心针, 目的是帮助其心脏恢复跳动功能; 而触电者的心脏是纤颤的(即剧烈收缩), 而强心针是刺激心脏收缩的药物, 若给触电者打强心针, 是加速其心脏收缩, 无异于火上浇油, 加速死亡。

## 1.2.2 设备安全与保护

### 一、接零和接地

电气设备的金属外壳在正常情况下是不带电的, 一旦绝缘体损坏, 金属外壳即可带电, 人触及金属外壳就会触电。接地和接零是防止这类事故的有效措施。

#### 1. 工作接地

为保证电气设备在正常或发生事故的情况下能可靠运行, 将电路中的某一点通过接地装置与大地可靠地连接起来称为工作接地。如: 电源变压器中性点接地、三相四线制系统中性线接地、电压互感器和电流互感器二次侧某点接地等, 如图 1-2-5 所示。实行工作接地后, 当单相对地发生短路故障时, 短路电流可使熔断器或自动断路器跳闸, 从而起到安全保护作用。

#### 2. 保护接地

保护接地就是将电器设备正常情况下不带电的金属外壳通过保护接地与接地体相连, 适用于中性点不接地的电网中, 如图 1-2-6 所示。采取了保护接地措施后, 当发生

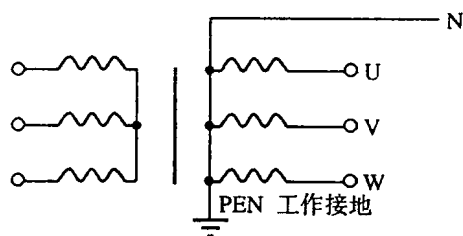


图 1-2-5 工作接地

一相绝缘损坏碰壳的情况时，可使通过人体的电流很小，并不会发生危险。

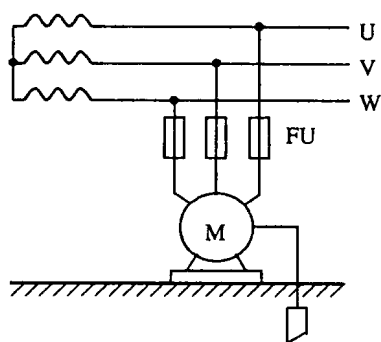


图 1-2-6 保护接地

### 3. 保护接零

保护接零是目前我国应用最广泛的一种安全措施，即将电器设备的金属外壳接到中性线上，宜用于中性点接地的电网中，如图 1-2-7 所示。当发生一相绝缘损坏碰壳的情况时，形成单相短路，使此相上的保护装置迅速动作，切断电源，避免触电的危险。

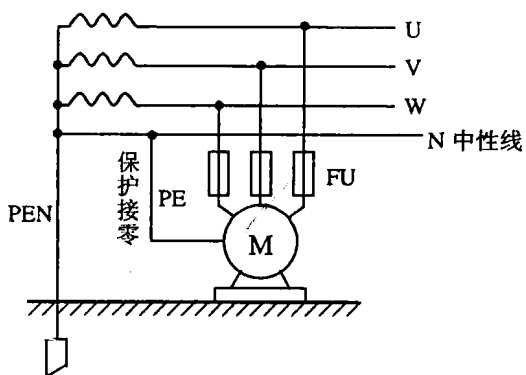


图 1-2-7 保护接零

注意：在中性点接地系统中，宜采用保护接零，而不采用保护接地。为确保安全，中性线和接零线必须连接牢固，开关和熔断器不允许安装在中性线上。

#### 4. 重复接地

在中性点接地系统中，为提高接零保护的安全性能，除采用保护接零外，还要采用重复接地，即将零线每相隔一定距离进行多处接地，如图 1-2-8 所示。采取重复接地后可减轻零线断线时的危险，降低漏电设备外壳的对地电压，缩短故障持续时间，改善配电网路的防雷性能。

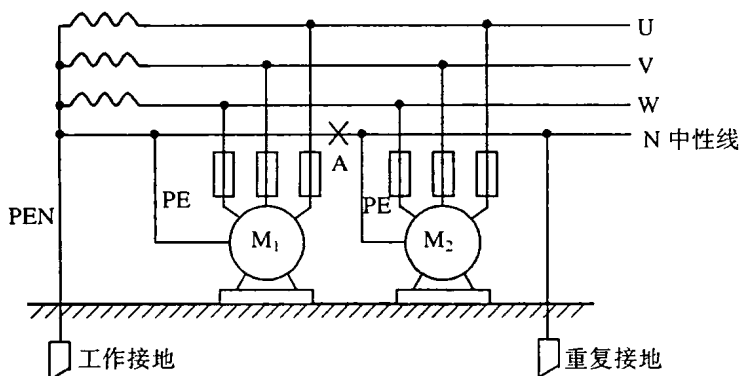


图 1-2-8 重复接地

重复接地的设置地点：

- ① 电源端、架空线路的干线和分支终端及其沿线每隔 1km 的工作零线处。
- ② 电缆或架空线在引入车间或大型建筑物内的配电柜处。

## 二、电气防火与防爆

### 1. 电气火灾与预防

#### (1) 电气火灾的原因

电气火灾的直接原因是电火花、电弧和危险温度。开关电器正常接通或分断，保险丝熔断、短路、松脱、过电压击穿，或雷电放电、静电放电、电磁感应放电等状态转换或变化都将产生电火花，造成火灾(电焊弧光和火花接触或落在可燃物上会酿成火灾)。当发生线路短路或线圈短路、过载、铁芯短路、接触不良、漏电、电动机堵转、三相电动机缺相运行、电动机等设备频繁启动或连续运行时间太长，以及通风散热故障、环境温度过高、电压过高或过低等故障时，都会产生危险温度。

电炉、电气照明装置及其他工作时转换成热能的电气设备离可燃物太近或连续通电时间太长，可引燃邻近可燃物酿成火灾。针对上述原因应采取相应措施，以预防电气火灾的发生。

#### (2) 预防方法