

中等职业教育规划教材

根据国家教育部中等职业教育教学大纲编写

# 电工技能与实训

主编 顾 民 黄洪全



电子科技大学出版社

中等职业教育规划教材

# 电工技能与实训

主 编 顾 民 黄洪全

编 委 顾 民 黄洪全 张 航

覃章健 龚迪琛 张英华

王 超

主 审 方 方

电子科技大学出版社

---

## 图书在版编目 (CIP) 数据

电工技能与实训 / 顾民, 黄洪全主编. —成都:

电子科技大学出版社, 2007.7

ISBN 978 - 7 - 81114 - 506 - 9

I. 电 … II. ①顾…②黄… III. 电工技术—基本知识

IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 070226 号

---

## 内 容 提 要

该书是中等职业教育系列规划教材。

全书分十章介绍了电工技能与实训的内容, 包括: 安全用电基本知识、电工基本操作工艺、电气照明与内线工程、常用电工仪表、小型变压器、三相鼠笼异步电动机、单相电容式异步电动机、直流电机与特种电机、常用低压电器、电动机的控制等内容。

该书从中等职业学校实际出发, 理论联系实际, 由浅入深, 通俗易懂。可作为中等职业技术学校电子电器及电工类实训课程教材, 也可作为岗位培训教材。

## 中 等 职 业 教 育 规 划 教 材

## 电 工 技 能 与 实 训

主 编 顾 民 黄洪全

---

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 张 俊

责任编辑: 张 俊

主 页: [www.uestcp.com.cn](http://www.uestcp.com.cn) 电子邮箱: [uestcp@uestcp.com.cn](mailto:uestcp@uestcp.com.cn)

发 行: 新华书店经销

印 刷: 四川墨池印务有限公司

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张 14.5 字数 380 千字

版 次: 2007 年 7 月第一版

印 次: 2007 年 7 月第一次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 81114 - 506 - 9

定 价: 20.00 元

---

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 邮购本书请与本社发行部联系。电话: (028) 83202323, 83256027

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

◆ 课件下载在我社主页“下载专区”。

# 前 言

我们根据《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神以及教育部《中等职业教育国家规划教材教育教学大纲》中,中等职业学校新的电工电子类专业教学大纲而编写了这套电工电子类专业基础课通用教材,包括了该类图书的基础课程和专业课程。这套教材的编写以密切课堂与社会的关系为目的,力求增强学生动手和实践能力。

《电工技能与实训》是中等职业学校电工类专业的一门重要的基础课程。教学目的是使学生具备从事电类作业的高素质劳动者和初、中级专门人才所需要的电工基本操作技能。

为培养 21 世纪专门职业技术人才,适应现代工业技术的发展,该教材编写组在对目前电工类教材使用情况调查和研究的基础上,结合学校的教学实践,编写时采用强弱电结合的体系,突出重点,兼顾内容的深度和广度,增加教材的灵活性和弹性,可适应不同学校、不同学制、不同专业的教学需要,又便于学生自学。

本书第 1、3、7、9、10 章由顾民编写,第 2、4、8 章由黄洪全编写,第 5 章由张航编写,第 6 章由覃章健编写。另外,本书在编写过程中,成都理工大学电气与自动化系方方教授提出了许多宝贵的意见,在此表示诚挚的谢意。

本书是中职电工电子类丛书中的一本,本丛书将陆续出版发行。

本书提供网上售后服务,提供后期技术支持,开展网上调查、勘误、答疑、交流、收集反馈信息。读者还可通过电子邮箱 19630807@163.com 与作者进行交流。同时,在我们的网站 <http://www.dztf.com> 的论坛中也提供了交流场所,因是系列丛书,有的书需要提供下载,下载地址: <http://www.dztf.com> 中“中职教材系列”专栏。

在本书的编写过程中,我们参考了我们所能找到的有关方面的文献和资料,包括互联网上的一些信息,在此向信息资源的提供者一并表示感谢!由于时间仓促,加上作者水平有限,书中错误在所难免,恳请专家和广大读者不吝赐教!

本教材教学总学时数为 68 学时,各章学时安排如下(仅供参考):

|        |            |      |
|--------|------------|------|
| 第 1 章  | 安全用电基本知识   | 3 学时 |
| 第 2 章  | 电工基本操作工艺   | 6 学时 |
| 第 3 章  | 电气照明与内线工程  | 8 学时 |
| 第 4 章  | 常用电工仪表     | 6 学时 |
| 第 5 章  | 小型变压器      | 7 学时 |
| 第 6 章  | 三相鼠笼异步电动机  | 8 学时 |
| 第 7 章  | 单相电容式异步电动机 | 7 学时 |
| 第 8 章  | 直流电机与特种电机  | 7 学时 |
| 第 9 章  | 常用低压电器     | 8 学时 |
| 第 10 章 | 电动机控制技术    | 8 学时 |

编 者

2007 年 7 月

# 中等职业教育规划教材出版说明

为培养 21 世纪新型职业技术人才，贯彻执行《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成[2001]1 号）的精神，我们组织力量对中等职业教育进行了分析和研究。结合为新世纪培养新型职业技术人才以及为实现“十一五”规划制定的目标，从 2003 年我们就组织力量按中等职业教育基本教学规格陆续对德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2004 年起已陆续提供给各类中等职业学校选用。

这些规划教材全部经中等职业教育教材审定委员会审定。教材全面贯彻了素质教育思想，从社会发展需要出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养，大胆融入一些先进的教材理念和教学方法。总之，该批规划教材能满足不同办学、不同学制、不同专业的需要。

最后我们希望各地相关部门积极推广并选用该规划教材。在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，让我们不断完善和提高。

中等职业教育教材编写委员会

# 目 录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第 1 章 安全用电基本知识.....      | 1  |
| 1.1 人体触电常识及安全用电.....     | 1  |
| 1.1.1 电流对人体的伤害及影响因素..... | 1  |
| 1.1.2 安全电流与安全电压.....     | 2  |
| 1.2 触电原因及预防措施.....       | 2  |
| 1.2.1 触电原因.....          | 2  |
| 1.2.2 人体触电方式.....        | 2  |
| 1.2.3 防止人身触电的措施.....     | 3  |
| 1.3 触电现场急救措施.....        | 4  |
| 1.3.1 迅速脱离电源.....        | 4  |
| 1.3.2 现场急救措施.....        | 5  |
| 1.3.3 人工呼吸法.....         | 6  |
| 1.3.4 胸外心脏按压的人工循环法.....  | 6  |
| 1.3.5 抢救过程中注意事项.....     | 7  |
| 思考与练习一 .....             | 7  |
| 第 2 章 电工基本操作工艺.....      | 8  |
| 2.1 常用电工工具的识别与使用.....    | 8  |
| 2.1.1 通用电工工具.....        | 8  |
| 2.1.2 常用线路装修工具.....      | 12 |
| 2.1.3 设备装修常用工具.....      | 16 |
| 2.2 导线的连接与焊接工艺.....      | 17 |
| 2.2.1 导线的连接工艺.....       | 17 |
| 2.2.2 常用焊接工艺.....        | 24 |
| 2.3 电气设备紧固件的埋设.....      | 28 |
| 2.3.1 墙孔的开凿.....         | 29 |
| 2.3.2 膨胀螺栓的安装.....       | 29 |
| 2.3.3 角钢支架的埋设.....       | 29 |
| 2.3.4 开脚螺栓和拉线耳环的埋设.....  | 30 |
| 2.4 电工识图 .....           | 31 |
| 2.4.1 电工图纸中的电气符号.....    | 31 |
| 2.4.2 电工用图的种类.....       | 36 |
| 2.4.3 电工用图的识别.....       | 37 |

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| 实训 2-1 常用导线的连接 .....         | 38        |
| 实训 2-2 电烙铁的使用 .....          | 39        |
| <b>第 3 章 电气照明与内线工程 .....</b> | <b>41</b> |
| 3.1 电气照明基本知识.....            | 41        |
| 3.1.1 常用电光源及其特点.....         | 41        |
| 3.1.2 照明方式.....              | 42        |
| 3.1.3 照明光源的选用 .....          | 42        |
| 3.1.4 照明器具的布置和安装要求.....      | 43        |
| 3.2 白炽灯的安装 .....             | 44        |
| 3.2.1 白炽灯照明电路的附件.....        | 44        |
| 3.2.2 白炽灯安装.....             | 45        |
| 3.2.3 白炽灯使用注意事项.....         | 47        |
| 3.3 荧光灯的安装 .....             | 47        |
| 3.3.1 荧光灯照明线路.....           | 47        |
| 3.3.2 荧光灯照明线路的安装.....        | 49        |
| 3.3.3 荧光灯使用注意事项.....         | 50        |
| 3.4 其他电光源的安装.....            | 50        |
| 3.4.1 高压汞灯.....              | 50        |
| 3.4.2 碘钨灯的安装与维修.....         | 51        |
| 3.4.3 霓虹灯 .....              | 53        |
| 3.5 照明线路及灯具的常见故障及处理.....     | 54        |
| 3.5.1 照明线路的常见故障及处理.....      | 54        |
| 3.5.2 灯具常见故障及处理.....         | 55        |
| 3.6 配电板的安装 .....             | 57        |
| 3.6.1 家用配电板的组成.....          | 57        |
| 3.6.2 家用配电板的安装.....          | 60        |
| 3.7 内线安装的基础知识.....           | 61        |
| 3.7.1 室内配线的基本要求.....         | 61        |
| 3.7.2 室内配线的供电方式.....         | 62        |
| 3.7.3 室内配线的一般工序.....         | 62        |
| 3.7.4 室内导线的选用 .....          | 62        |
| 3.8 管道配线 .....               | 63        |
| 3.8.1 钢管配线.....              | 63        |
| 3.8.2 硬塑料管配线.....            | 66        |
| 3.9 绝缘子与槽板配线.....            | 68        |
| 3.9.1 绝缘子配线.....             | 68        |
| 3.9.2 槽板配线.....              | 71        |
| 3.9.3 槽板配线的注意事项.....         | 73        |
| 思考与练习三 .....                 | 73        |

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| 实训 3-1 常用灯具的安装 .....          | 74        |
| 实训 3-2 室内配线 .....             | 76        |
| <b>第 4 章 常用电工仪表 .....</b>     | <b>78</b> |
| 4.1 电工仪表概述 .....              | 78        |
| 4.1.1 常用电工仪表的分类 .....         | 78        |
| 4.1.2 电工仪表板上的常见符号 .....       | 78        |
| 4.1.3 电工仪表的选择 .....           | 78        |
| 4.2 电流表与电压表 .....             | 80        |
| 4.2.1 电流表与电压表的工作原理及其结构 .....  | 80        |
| 4.2.2 电流表和电压表的使用方法与注意事项 ..... | 80        |
| 4.3 万用表 .....                 | 82        |
| 4.3.1 万用表的工作原理 .....          | 82        |
| 4.3.2 指针式万用表的使用及注意事项 .....    | 83        |
| 4.3.3 数字式万用表的使用及注意事项 .....    | 86        |
| 4.4 兆欧表 .....                 | 88        |
| 4.4.1 兆欧表的组成和测量原理 .....       | 88        |
| 4.4.2 兆欧表的使用 .....            | 89        |
| 4.5 接地电阻测定仪 .....             | 90        |
| 4.5.1 接地电阻测定仪的概述 .....        | 90        |
| 4.5.2 接地电阻测定仪的使用 .....        | 90        |
| 4.6 直流电桥的使用 .....             | 91        |
| 4.6.1 直流单臂电桥 .....            | 91        |
| 4.6.2 直流双臂电桥 .....            | 91        |
| 实训 4-1 万用表的使用 .....           | 92        |
| 实训 4-2 兆欧表、接地电阻测定仪的使用 .....   | 93        |
| 实训 4-3 直流电桥的使用 .....          | 94        |
| <b>第 5 章 小型变压器 .....</b>      | <b>95</b> |
| 5.1 小型变压器的构造与分类 .....         | 95        |
| 5.1.1 小型变压器的基本结构 .....        | 95        |
| 5.1.2 小型变压器的分类 .....          | 96        |
| 5.2 小型变压器的参数检测 .....          | 96        |
| 5.3 小型变压器常见故障分析及处理 .....      | 98        |
| 5.4 小型变压器绕组绕制与铁芯装配 .....      | 100       |
| 5.4.1 制作木芯与线圈骨架 .....         | 100       |
| 5.4.2 绕组的绕制 .....             | 101       |
| 思考与练习五 .....                  | 104       |
| 实训 5-1 小型变压器的测试 .....         | 104       |
| 实训 5-2 小型变压器线圈的绕制 .....       | 106       |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| <b>第 6 章 鼠笼异步电动机</b> .....        | 107 |
| 6.1 三相鼠笼异步电动机的结构与工作原理.....        | 107 |
| 6.1.1 三相鼠笼异步电动机的结构.....           | 107 |
| 6.1.2 三相异步电动机的工作原理.....           | 108 |
| 6.2 三相鼠笼异步电动机的拆装.....             | 110 |
| 6.2.1 三相鼠笼异步电动机的拆卸.....           | 110 |
| 6.2.2 主要部件的拆卸.....                | 111 |
| 6.2.3 三相鼠笼异步电动机的装配.....           | 112 |
| 6.2.4 主要部件的装配.....                | 112 |
| 6.2.5 装配后的检验.....                 | 113 |
| 6.3 三相鼠笼异步电动机的运行与维护.....          | 114 |
| 6.3.1 运行前的准备与检查.....              | 114 |
| 6.3.2 运行中的巡视.....                 | 114 |
| 6.3.3 电动机的定期维护.....               | 114 |
| 6.4 三相鼠笼异步电动机的检测.....             | 115 |
| 6.4.1 对机械零部件的检查.....              | 115 |
| 6.4.2 对电动机绕组绝缘电阻的测量.....          | 116 |
| 6.4.3 空载状态检测.....                 | 116 |
| 6.4.4 负载状态检测.....                 | 116 |
| 6.5 三相鼠笼异步电动机的故障分析与处理.....        | 117 |
| 6.5.1 故障的分析与检查.....               | 117 |
| 6.5.2 常见故障及处理.....                | 117 |
| 6.5.3 定子绕组故障与处理.....              | 120 |
| 实训 6-1 三相鼠笼异步电动机的拆卸与组装.....       | 120 |
| 实训 6-2 三相鼠笼异步电动机的巡视.....          | 121 |
| 实训 6-3 三相鼠笼异步电动机的检修.....          | 122 |
| 实训 6-4 三相鼠笼异步电动机(模拟)故障的分析.....    | 123 |
| 实训 6-5 三相鼠笼异步电动机定子绕组常见故障的排除.....  | 125 |
| <b>第 7 章 单相电容式异步电动机</b> .....     | 128 |
| 7.1 单相异步电动机的基本知识.....             | 128 |
| 7.1.1 单相异步电动机的特点.....             | 128 |
| 7.1.2 单相电动机的分类与基本结构.....          | 128 |
| 7.2 单相异步电动机的结构特点.....             | 129 |
| 7.3 几种家用电器中的单相交流异步电动机的结构以及特点..... | 131 |
| 7.3.1 家用台扇电动机.....                | 131 |
| 7.3.2 吊扇电动机.....                  | 131 |
| 7.3.3 洗衣机电动机.....                 | 132 |
| 7.3.4 电冰箱、空调压缩机电动机.....           | 132 |
| 7.4 单相异步电动机性能检测.....              | 133 |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 7.4.1 单相异步电动机的额定值.....       | 133        |
| 7.4.2 单相异步电动机主要参数的测试.....    | 134        |
| 7.5 单相异步电动机常见故障原因及检修.....    | 136        |
| 7.6 单相交流异步电动机的绕组更换.....      | 138        |
| 7.6.1 定子绕组的基本概念及名词含义.....    | 138        |
| 7.6.2 定子绕组的拆换.....           | 139        |
| 思考与练习七 .....                 | 144        |
| 实训 7-1 单相电容式电动机绕组的拆换 .....   | 144        |
| 实训 7-2 单相电容式电动机的故障分析与排除..... | 146        |
| <b>第 8 章 直流电机与特种电机 .....</b> | <b>148</b> |
| 8.1 直流电机 .....               | 148        |
| 8.1.1 直流电动机基本结构.....         | 148        |
| 8.1.2 直流电动机工作原理.....         | 149        |
| 8.1.3 直流电动机的励磁方式.....        | 150        |
| 8.1.4 直流电动机的铭牌数据.....        | 150        |
| 8.1.5 直流电动机的启动.....          | 151        |
| 8.1.6 直流电动机的反转与制动.....       | 152        |
| 8.1.7 直流电动机的调速.....          | 153        |
| 8.2 特种电机 .....               | 155        |
| 8.2.1 伺服电动机.....             | 155        |
| 8.2.2 力矩电动机.....             | 157        |
| 8.2.3 步进电动机.....             | 157        |
| 8.2.4 测速发电机.....             | 158        |
| 实训 8-1 交流伺服电动机应用电路的连接 .....  | 160        |
| <b>第 9 章 常用低压电器 .....</b>    | <b>162</b> |
| 9.1 常用的低压电器.....             | 162        |
| 9.2 低压开关类电器.....             | 164        |
| 9.2.1 刀开关 .....              | 164        |
| 9.2.2 转换开关.....              | 167        |
| 9.2.3 自动开关.....              | 168        |
| 9.3 低压熔断器 .....              | 170        |
| 9.4 接触器 .....                | 173        |
| 9.4.1 接触器分类及技术参数.....        | 174        |
| 9.4.2 交流接触器.....             | 174        |
| 9.4.3 直流接触器.....             | 176        |
| 9.5 常用继电器 .....              | 176        |
| 9.5.1 中间继电器.....             | 176        |
| 9.5.2 时间继电器.....             | 177        |

|                                             |            |
|---------------------------------------------|------------|
| 9.5.3 速度继电器.....                            | 178        |
| 9.5.4 电流继电器.....                            | 178        |
| 9.5.5 热继电器.....                             | 179        |
| 9.6 常用启动器 .....                             | 181        |
| 9.7 主令电器 .....                              | 182        |
| 9.7.1 按钮 .....                              | 182        |
| 9.7.2 行程开关.....                             | 183        |
| 9.7.3 万能转换开关.....                           | 184        |
| 9.7.4 主令控制器.....                            | 185        |
| 9.8 低压电器常见故障的检查与排除.....                     | 186        |
| 9.8.1 低压断路器的常见故障及检修.....                    | 186        |
| 9.8.2 接触器的常见故障及检修.....                      | 187        |
| 9.8.3 时间继电器的故障及检修.....                      | 187        |
| 9.8.4 热继电器的常见故障及检修.....                     | 188        |
| 思考与练习九 .....                                | 188        |
| 实训 9-1 常用开关类电器的拆装 .....                     | 188        |
| 实训 9-2 熔断器的拆装 .....                         | 190        |
| 实训 9-3 交流接触器的拆装 .....                       | 191        |
| 实训 9-4 热继电器的拆卸和调整 .....                     | 192        |
| 实训 9-5 常用启动器的结构与检测 .....                    | 193        |
| <b>第 10 章 电动机控制技术 .....</b>                 | <b>195</b> |
| 10.1 三相笼形异步电动机全电压启动控制电路.....                | 195        |
| 10.2 三相笼形异步电动机减压启动控制电路.....                 | 200        |
| 10.3 三相异步电动机的制动控制电路.....                    | 202        |
| 10.4 三相笼形异步电动机调速控制线路.....                   | 205        |
| 10.5 单相电动机控制电路.....                         | 207        |
| 10.6 万能铣床电气控制系统.....                        | 208        |
| 10.6.1 X62W 万能铣床的主要机械结构及对电气控制的要求 .....      | 209        |
| 10.6.2 控制电路分析.....                          | 209        |
| 10.6.3 X62W 万能铣床常见故障及排除 .....               | 213        |
| 思考与练习十 .....                                | 214        |
| 实训 10-1 电动机单向运转控制电路的安装与维修.....              | 214        |
| 实训 10-2 三相电动机可逆运转控制电路的安装与维修.....            | 216        |
| 实训 10-3 用行程开关控制电动机作可逆控制电路的安装.....           | 217        |
| 实训 10-4 三相异步电动机 Y- $\Delta$ 降压启动控制电路安装..... | 218        |
| 实训 10-5 电机反接制动控制的安装与检修 .....                | 219        |
| 实训 10-6 按速度原则控制的单向能耗制动控制线路安装与检修.....        | 220        |
| <b>参考文献 .....</b>                           | <b>221</b> |

# 第1章 安全用电基本知识

电气工作人员,为避免发生触电事故,保护人身和设备的安全,必须懂得安全用电常识。因此,有必要对触电的原因、防止触电的措施及触电后现场紧急救护有所认识与了解。

## 1.1 人体触电常识及安全用电

### 1.1.1 电流对人体的伤害及影响因素

#### 1. 电流对人体的伤害

当人体触及带电体时,电流通过人体,使部分或整个身体遭到电的刺激和伤害,导致电伤和电击。电伤是指人体的外部受到电的损伤,如电弧灼伤、电烙印等。电击则指人体的内部器官受到伤害,如电流作用于人体的神经中枢,使心脏和呼吸系统机能的正常工作受到破坏,发生抽搐和痉挛,失去知觉等现象。

#### 2. 影响触电危险程度的因素

触电的危险程度同以下因素有关:

##### (1) 通过人体电流的大小

通过人体的电流越大,人体的生理反应越明显,引起心室颤动所需的时间越短,致命的危险就越大。

##### (2) 电流通过人体的持续时间

通电时间愈长,愈容易引起心室颤动,电击伤害程度就愈大。

##### (3) 电流通过人体不同途径

电流流经心脏会引起心室颤动而致死。较大的电流还会使心脏即刻停止跳动,在通电途径中,以从手经心脏到脚的通路为最危险,从一只脚到另一只脚危险性较小。电流纵向通过人体要比横向通过人体更易发生心室颤动,因此危险性更大一些。

##### (4) 电流种类、电源频率

相对于220V交流电来说,常用的50~60Hz工频交流电对人体的伤害最为严重,频率偏离工频越远,交流电对人体的伤害越轻。在直流和高频情况下,人体可以耐受更大的电流值,但高压高频电流对人体依然是十分危险的。

##### (5) 人体电阻

人体触电时,流过人体的电流由人体的电阻值决定,人体电阻越小,流过人体的电流越大,人就越危险。人体电阻包括体内电阻和皮肤电阻。体内电阻基本上不受外界影响,其数值约为500Ω;皮肤电阻随条件不同而有很大的变化,使人体电阻也在很大范围内有所变化。一般人体电阻值约1700Ω。

### 1.1.2 安全电流与安全电压

#### 1. 安全电流

为了确保人身安全,一般以人触电后人体未产生有害的生理效应作为安全的基准。因此,人体触电后的最大摆脱电流称为安全电流。我国一般取 30mA (50Hz 交流) 为安全电流,但触电时间不能超过 1s。

#### 2. 安全电压

在各种不同环境条件下,人体接触到一定电压的带电体后,其各部分不发生任何损害,该电压称为安全电压。安全电压等于人体允许通过的电流与人体电阻的乘积。我国规定的安全电压等级有: 12V、24V、36V 三个等级,目前采用的安全电压以 36V 和 12V 较多。发电厂生产场所及变电站等处使用的行灯一般为 36V,在比较危险的地方或工作地点狭窄、周围有大面积接地体、环境湿热场所,如电缆沟、煤斗油箱等,所用行灯的电压不准超过 12V。

这些电压并不是绝对安全的,如果人体在汗湿、皮肤破裂等情况下长时间触及电源,也可能发生电击伤害。

### 1.2 触电原因及预防措施

为避免触电事故的发生,电气工作人员应了解触电原因以及预防措施。

#### 1.2.1 触电原因

触电事故产生的原因常见的有以下几点:

##### 1. 缺乏安全用电常识

由于缺乏安全用电常识,误触带电体,因而造成触电;电气设备不按使用说明书的要求操作等。

##### 2. 电气设备安装不合理

在电气设备安装中,违反安装规定,比如室内、外配电装置的最小安全净距不够;室内配电装置通道的最小宽度小于规定值、架空线路的对地距离及交叉跨越的最小距离不合要求,电气设备的接地装置不符合规定,电动机安装不合格;导线穿墙无套管;电力线和广播线同杆架设。

##### 3. 违反安全工作规程

在工作中,违反安全工作规程,如非电气工作人员操作或维修电气设备;带电移动或维修电气设备;使用行灯和移动式电动工具不符合安全规定;在全部停电和部分停电的电气设备上工作而未采取防止触电事故发生的组织措施和技术措施,申请送电后又进行工作;私自乱拉乱接临时电线;使用工具及操作方法不正确等。

##### 4. 用电设备管理不规范

由于用电设备管理不规范,造成电气设备绝缘损坏,发生漏电,人体碰触漏电设备外壳。

#### 1.2.2 人体触电方式

发生人体触电,可能有单相触电、两相触电、跨步电压触电、弧光放电触电、停电设备

突然来电所引起的触电。

### 1. 单相触电

单相触电是指人体站在接地体上,人体的某部位触及一相带电体所引起的触电。如图 1-1 所示,是较常见的一种触电事故。在日常工作和生活中,对于低压用电设备,如果其绝缘损坏,带电部分裸露而使外壳带电,当人体接触这些设备时,就会发生单相触电情况。

### 2. 两相触电

两相触电是指人体同时接触带电的任何两相电源时的触电。如图 1-2 所示,发生两相触电时,作用于人体上的电压等于线电压,故两相触电比单相触电更危险。

### 3. 跨步电压触电

当带电体接地时,故障电流就会从导线落地点流入大地,并以半球形向大地扩散。如果此时有人进入这个区域,其二脚之间的电位差就是跨步电压。由跨步电压引起的触电,称为跨步电压触电。如图 1-3 所示,人体承受跨步电压时,电流一般从一只脚到胯部到另一脚流过,与大地形成通路,电流很少通过人的心脏这一重要器官,似乎危害不大。但是,当跨步电压较高时,人就会因脚抽筋而倒在地上,从而增加了触电的危险性。

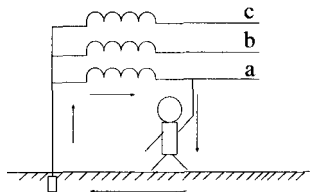


图1-1 单相触电

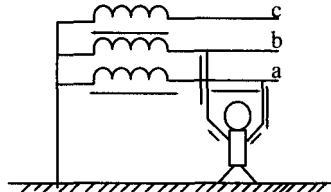


图1-2 两相触电

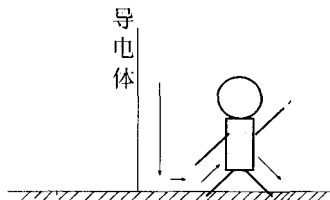


图1-3 跨步电压触电

### 4. 弧光放电触电

因不小心或没有采取安全措施而接近了裸露的高压带电设备,将会发生严重的放电触电事故称为弧光放电触电。

### 5. 停电设备突然来电引起的触电

在停电设备上检修时,如果没有采取可靠的安全措施,如未装挂临时接地及悬挂必要的标示牌,当有人误向正在检修的设备送电,将导致检修人员触电。

## 1.2.3 防止人身触电的措施

当电气设备的外壳因绝缘损坏而带电时,并无带电象征,人们不会对触电危险有什么预感,这时往往容易发生触电事故。但是只要掌握了电的规律并采取相应措施,很多触电事故还是可以避免的。

### 1. 防止人身触电的组织措施

为防止触电事故的发生,应采取如下组织措施:

- (1) 加强电气安全教育。
- (2) 严格执行安全工作规程。
- (3) 进行施工时严格遵循设计要求、安装规范。
- (4) 采用安全电压及符合安全要求的电器。
- (5) 电气操作时,按规定采用电气安全用具。
- (6) 普及安全用电常识。

## 2. 防止人身触电的技术措施

### (1) 保护接地

保护接地是为了防止电气设备绝缘损坏时人体遭受触电危险, 而将电气设备的外壳与接地体之间所作的良好的连接。当设备有保护接地时, 如果某一相线绝缘损坏而与设备外壳接触, 使设备外壳带电, 人体碰触此设备外壳时, 保护接地装置相当于和人体并联, 由于保护接地装置电阻远小于人体电阻, 电流大部分通过接地线流入地下, 而保护了人身安全。如图 1-4 所示, 保护接地适用于中性点不接地的低电网中。采用保护接地, 只能减轻触电的危险程度, 不能完全保证人身安全。

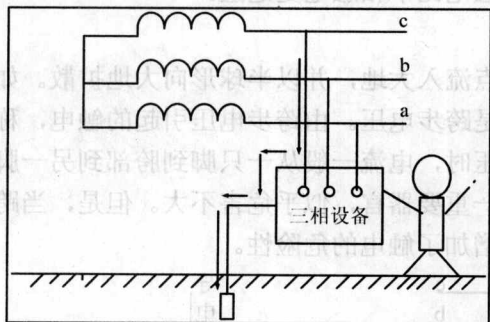


图1-4 保护接地

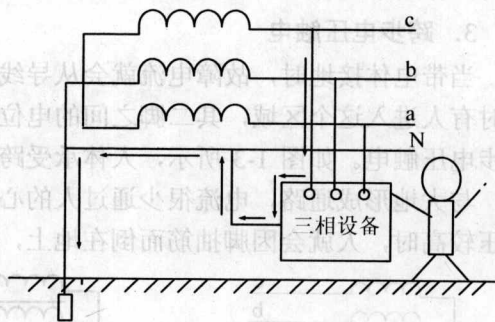


图1-5 保护接零

### (2) 保护接零

将电气设备的金属外壳与电网的零线(变压器中性点)相连接, 称为保护接零。保护接零适用于三相四线制中性点直接接地的低压电力系统中。如图 1-5 所示, 对于采用保护接零系统, 零线上不能装熔断器和断路器, 以防止零线回路断开时, 零线出现相电压而引起的触电事故; 在同一低压电网中, 不允许将一部分电气设备采用保护接地, 而将另一部分电气设备采用保护接零。

### (3) 使用漏电保护器

漏电保护器的作用就是防止电气设备和线路等漏电引起人身触电事故, 也可用来防止由于设备漏电引起的火灾事故, 并且在设备漏电、外壳呈现危险的的对地电压时自动切断电源。

## 1.3 触电现场急救措施

在实际工作和生活中, 完全避免触电事故是不可能的, 因此触电的抢救及时和救治方法的正确与否是抢救触电者生命的关键。人体触电后, 有的虽然心跳、呼吸停止了, 但可能属于濒死或临床死亡。如果抢救正确及时, 还是有可能救活的。触电者的生命能否获救, 关键在于能否迅速脱离电源和进行正确的紧急救护。

### 1.3.1 迅速脱离电源

当人发生触电后, 首先要使触电者脱离电源, 这是对触电者进行急救的关键。但在触电者未脱离电源前急救人员不准用手直接接触触电者, 以防急救人员触电。为了使触电者脱离电源, 急救人员应根据现场条件采取适当的方法和措施。脱离电源的方法和措施一般有以下几种:

### 1. 低压触电脱离电源

(1) 如果在低压触电者附近有电源开关或插头,应迅速拉开开关或拔掉插头,从而切断电源。

(2) 如果电源开关离触电者较远,可用绝缘工具将电线切断,但必须切断电源侧电线,并应防止被切断的电线误触其他人。

(3) 当带电低压导线落在触电者身上,迅速用绝缘物体将导线移开,使触电者脱离电源。不允许用金属棒或潮湿的物体去移动导线,以防急救者触电。

(4) 如果触电者的衣服是干燥的,急救者可用随身干燥衣服、干围巾等将自己的手严密包裹,然后用包裹的手拉触电者衣服,或用急救者的干燥衣物结在一起,拖拉触电者,使触电者脱离电源。

### 2. 高压触电脱离电源

当发生高压触电时,应迅速切断电源开关。如果无法切断电源开关,应使用适合该电压等级的绝缘工具,使触电者脱离电源。急救者在抢救时,应对高压电压保持一定的安全距离,以保证急救者的人身安全。

### 3. 架空线路触电脱离电源

当有人在架空线路上触电时,应迅速拉开开关,或立刻通知当地供电部门停电。如不能立即切断电源,可采用抛掷短路的方法使电源侧开关跳闸。在抛掷短路线时,应防止电弧灼伤或断线危及人身安全。杆上触电者脱离电源后,用绳索将触电者送至地面。

(1) 若触电者处于高处,应采取相应的措施,防止切断电源后触电者从高处摔下造成外伤。

(2) 在切断电源救护触电者时,应考虑到救护所需的应急照明,以便进行进一步的救护。

## 1.3.2 现场急救措施

当触电者脱离电源以后,应根据触电的轻重程度,采取不同的急救措施,同时通知医生前来抢救。

(1) 如果触电者受的伤害不严重,神志还清醒,但感到乏力、心慌、呼吸急促、面色苍白;或者虽然一度昏迷,但没有完全失去知觉,应将触电者躺平就地安静休息,不要让触电者走动,以减轻心脏负担,并应严密观察呼吸和脉搏的变化。

(2) 如果触电者受的伤害较严重,神志不清,有心跳,但呼吸停止,应及时用仰头抬颏法使气道开放,并进行口对口人工呼吸。如有呼吸,但心脏停止跳动,则应采用胸外心脏按压法。

(3) 如果触电者受的伤害很严重,心跳和呼吸都已停止,瞳孔放大,失去知觉,应该同时采取人工呼吸和胸外心脏按压两种方法。

(4) 触电者心跳、呼吸均停止,并伴有其他伤害时,应迅速进行心肺复苏急救,然后再处理外伤。对伴有颈椎骨折的触电者,在开放气道时,不应使触电者头部后仰,以免造成高位截瘫,此时应用托颌法。

(5) 呼吸、心跳情况的判定方法:如果触电者失去意识,救护人员应在最短的时间内判定伤者的呼吸、心跳情况。方法是:看触电者的胸部、腹部有无起伏动作;听触电者的口鼻处有无呼吸声音;用手测试口鼻处有无呼吸的气流,用手指测试喉结旁凹陷处的颈动脉有无搏动。如果既没有呼吸,又没有颈脉搏动,可判定触电者呼吸、心跳都停止。

### 1.3.3 人工呼吸法

人工呼吸法有仰卧压胸法、俯卧压背法和口对口（鼻）吹气法，这里只介绍效果较好的口对口（鼻）吹气法（如图 1-6 所示）。

(1) 施行口对口人工呼吸前，应迅速将触电者身上阻碍呼吸的衣领、上衣、裤带解开，使其胸部能自由扩张，不致妨碍呼吸。

(2) 使触电者仰卧，让其头部充分后仰，鼻孔朝上。凡是神志不清的触电者，由于舌根回缩和坠落，呼吸道入口处可能不同程度被堵住，造成空气难以或无法进入肺部，应迅速取出触电者口腔内妨碍呼吸的食物，如脱落的假牙、血块、黏液等，以免堵塞呼吸道，以利于呼吸道畅通。

(3) 救护人员位于触电者一侧，用一只手紧捏鼻孔，不使鼻孔漏气；用另一只手将下颌拉向前下方，使嘴巴张开，准备接受吹气。

(4) 救护人员深吸一口气后紧贴触电者的口（或鼻）向内吹气，为时约 2 秒钟，如果掰不开触电者的嘴巴，也可捏紧其嘴巴，紧贴鼻孔吹气，吹气时，要使其胸部膨胀。

(5) 吹气完毕，立即离开触电者的口（或鼻），并松开触电者的鼻孔（或嘴唇），让他自行呼吸，为时约 3 秒钟。

按照上述步骤对救护者反复进行人工呼吸，每分钟约 12 次左右。对幼小儿童施行此法时，鼻子不捏紧，只能小口吹气，以胸廓上抬为准，吹气不能过猛，以免肺泡胀破。



图 1-6 人工呼吸法

### 1.3.4 胸外心脏按压的人工循环法

按压心脏的人工循环法，有胸外按压和开胸直接按压法，这里只介绍前一种（如图 1-7 所示）。



图 1-7 胸外心脏按压法

(1) 与人工呼吸法的要求一样，首先要解开触电者的衣服等，并清除口腔内的异物，使气道畅通。

(2) 应使触电者仰卧在比较坚实的地方，姿势与口对口（鼻）人工呼吸法相同。

(3) 救护人员跪在触电者一侧或骑跪在其腰部两侧，双手相叠，手掌根部在心窝上方，