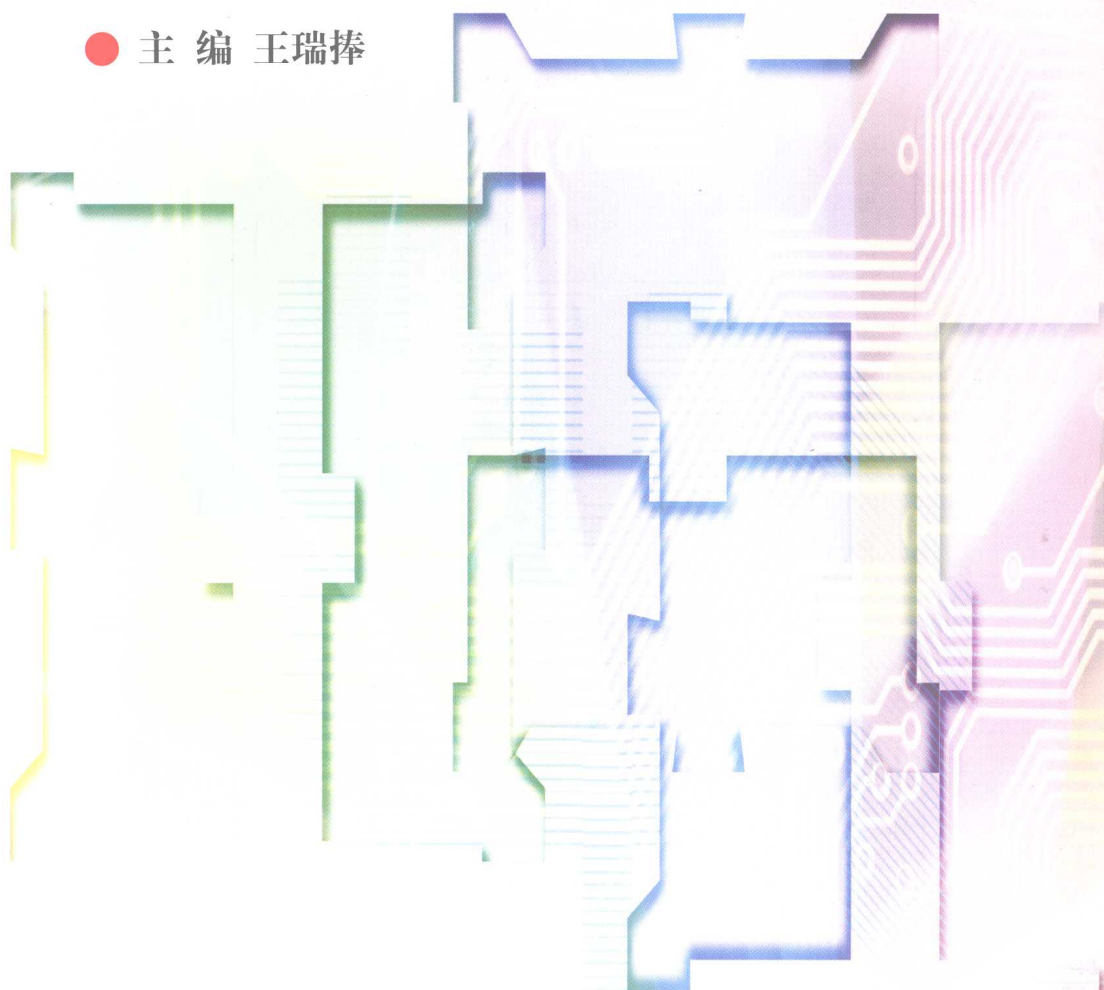




中等职业教育规划教材  
中国煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

# 维修电工

● 主编 王瑞捧



煤炭工业出版社

中等职业教育规划教材  
中国煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

# 维 修 电 工

主 编 王瑞捧  
副 主 编 刘英才  
参编人员 马桂荣 卢芳革 智建华 李志京

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

**图书在版编目 (CIP) 数据**

维修电工 / 王瑞捧主编. —北京: 煤炭工业出版社,  
2009. 3

中等职业教育规划教材

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3432 - 0

I. 维… II. 王… III. 煤矿-矿山电工-维修-专业  
学校-教材 IV. TD6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 162157 号

煤炭工业出版社 出版  
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)  
网址: [www.cciph.com.cn](http://www.cciph.com.cn)  
煤炭工业出版社印刷厂 印刷  
新华书店北京发行所 发行

\*

开本 787mm × 1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张 11<sup>1</sup>/<sub>4</sub>  
字数 259 千字 印数 1—5,000  
2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷  
社内编号 6237 定价 23.00 元

**版权所有 违者必究**

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

## 内 容 提 要

本书为教育部中等职业教育示范专业规划教材，可供矿山机电、机电、电气等相关专业使用。本书共分为十个项目，主要内容有：维修电工入门指导、安全用电的基本知识、常用电工工具和测量仪表的使用、电工识图基本知识、常用低压控制电器的使用与维修、继电-接触器控制电路分析与检修、交流电动机的安装维修、煤矿实用电路的维修、接地和接零装置、电缆的使用与维护维修等。

本书从中等学校学生的实际出发，以任务为引领，以生产实践为主线，以规范操作为指导，采用项目教学形式，对维修电工人员的必要知识和技能进行阐述，包含矿山电气设备和线路的维护维修，宽泛知识结构和规范操作，突出职业学校技能特点和实用教学。该书形式新颖，实用易学。

本书是矿山机电技术专业的教学用书，也可供从事有关工作的工程技术人员参考使用。

# 煤炭中等专业教育分专业教学与教材建设委员会

(煤矿机电类专业)

主任 何富贤

副主任 何全茂 刘秀艳 郭 雨 卢芳革

委员 (按姓氏笔画排序)

王纪风 王国文 王瑞捧 田树钰 关书安 刘英才

刘胜利 朱庆华 余升平 吴文亮 李 佳 陆 红

姜宏勋 郝敬豪 钟 诚 潘连彪 魏 良 魏晋文

# 前 言

为贯彻《教育部办公厅、国家安全生产监督管理总局办公厅、中国煤炭工业协会关于实施职业院校煤炭行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》(教职成厅[2008]4号)精神,加快煤炭专业技能型人才的培养,满足煤炭行业发展对人才的迫切需求,依托煤炭职业学(院)校建立煤炭行业技能型人才培养培训基地,培养面向煤矿生产企业一线,具有与本专业岗位群相适应的文化水平和良好的职业道德,了解矿山企业生产的全过程,掌握本专业的专业知识和技能,具有从事矿山机电设备的生产运行、维护检修的中级技能型人才,中国煤炭教育协会组织煤炭职业学(院)校专家、学者编写了机电工程配套系列教材。

《维修电工》一书是矿山机电专业中等职业教育规划教材中的一本,可作为中等职业学校机电专业维修电工课程教学用书,也可作为在职人员培养提高的培训教材,书中带“\*”的部分为选修课程。

本书由石家庄工程技术学校王瑞捧主编并统稿,其编写了项目三和项目七;宁夏第一工业学校刘英才任副主编,其编写了项目六;平顶山工业职业技术学院马桂荣编写了项目二和项目十;广西第一工业学校卢芳革编写了项目五和项目九;宁夏第一工业学校智建华编写了项目八;石家庄工程技术学校李志京编写了项目一和项目四。

中国煤炭教育协会职业教育  
教学与教材建设委员会  
2009年2月

# 编写说明

本教材编写时主要体现以下特色：

## 1. 从安全用电入手，重点掌握电气设备和仪器仪表的使用方法和使用注意事项

在电工工具中重点讲述电工工具的使用方法和使用注意事项。在讲述电工仪表的使用中，一改过去重点讲述原理，而把重点移到了解结构和原理，主要掌握如何使用及使用注意事项上，并当堂进行测量练习，使学生们能在短时间内深刻地记住如何使用及使用的注意事项。

## 2. 坚持以能力为本，重视实践能力培养，突出职业技术教育特色

本书以项目形式，变课堂教学为理论联系实际教学。根据每个项目的教学目标，确定学生应具备的能力结构与知识结构。在编写内容上，加强了实践教学内容与实践训练内容，注重设备的日常维护、故障处理、维修，为培养学生的实际工作能力提供了条件。

## 3. 强化动手能力的培养和规范化操作

本书每个项目都含有动手实际操作和技能训练，如触电及预防，除了讲述触电的危险，预防方法外，还现场进行触电后急救措施及急救方法练习，使学生掌握方法。本课程还强调规范化操作的重要性，所进行的每一项实训项目，都有规范操作程序步骤。每个项目后面附有技能训练和评分标准，既能强化所学内容，也可以让学生正确评估自己不足和努力方向，为学生毕业后尽快适应实际工作打下基础。

## 4. 加强专业知识的教学与训练

本书既有电工工具、仪表、电气线路、电动机等普通维修电工应具备的知识，又加强了矿用电气设备的使用和维护，矿用电气控制线路的使用和故障处理、矿用电缆的使用维护和接地接零、防雷避雷的知识学习和训练，对煤矿专业更有针对性和适应性，更贴近实际，实用性更强。

本教材教学时数为60学时，另外有12学时的选修内容（书中带“\*”部分）。

本书是矿山机电专业的教学用书，也可供从事有关工作的工程技术人员参考。

由于编者水平和知识有限，错漏之处在所难免，敬请批评指正。

编者

2009年2月

# 目 次

项目一 入门指导	1
项目二 安全用电的基本知识	4
模块1 常见的触电方式及触电伤害程度	4
模块2 安全用电基本知识	6
模块3 触电后的急救方法	9
模块4 防电火灾、防爆、防雷知识	12
技能训练 触电的急救训练	16
项目三 常用电工工具和测量仪表使用	19
模块1 常用电工工具	19
模块2 常用钳工工具	24
模块3 常用电工仪表的使用	29
模块4 常用元器件的测试	33
模块5 维修电工的基本操作	35
技能训练一 常用电工工具的使用技能训练	39
技能训练二 万用表、兆欧表、钳形电流表的使用	40
技能训练三 照明线路的安装技能训练	41
技能训练四 配电板、电能表安装技能训练	42
项目四 电工识图的基本知识	44
模块1 电路图的基本要求	44
模块2 电路图识图的基本原则	46
技能训练 电工识图训练	49
项目五 常用低压控制电器的应用与维修	50
模块1 刀开关	50
模块2 低压断路器	55
模块3 主令电器	58
模块4 熔断器	61
模块5 接触器	63
模块6 继电器	65
技能训练 交流接触器的拆装与检修	73



<b>项目六 继电 - 接触器控制电路分析与检修</b> .....	78
模块1 电气故障的检查方法 .....	78
模块2 基础控制电路 .....	82
模块3 降压启动控制电路 .....	85
模块4 顺序启动控制电路 .....	87
模块5 双速电机控制电路 .....	89
模块6 机床电路的维修方法与步骤 .....	92
技能训练一 正反转控制电路的安装与检修 .....	94
技能训练二 Y- $\Delta$ 降压启动控制电路的安装与检修 .....	96
技能训练三 双速电机控制电路的安装与检修 .....	97
<b>项目七 交流电动机的安装维修</b> .....	101
模块1 单相异步电动机的使用与维修 .....	101
模块2 三相鼠笼异步电动机的使用与维修 .....	104
技能训练一 三相异步电动机的拆卸 .....	110
技能训练二 三相异步电动机的安装 .....	112
<b>项目八 煤矿实用电路的维修</b> .....	114
模块1 矿用隔爆磁力启动器 (QJZ) 的控制电路及维修 .....	114
模块2 矿用隔爆馈电开关的控制电路及维修 .....	119
模块3 矿用调度绞车电路的维修 .....	124
模块4 刮板输送机控制电路的维修 .....	126
技能训练一 QJZ-300/1140 型真空磁力启动器控制电路安装、 维修技能训练 .....	130
技能训练二 矿用调度绞车控制电路的维修 .....	133
技能训练三 刮板输送机控制电路的维修 .....	135
<b>* 项目九 接地和接零装置</b> .....	137
模块1 接地装置 .....	137
模块2 供电系统和机床设备的接地、接零制作与安装 .....	139
技能训练 接地装置的制作、安装和检修 .....	143
<b>* 项目十 电缆的使用与维护</b> .....	147
模块1 矿用电缆的结构、用途及维修 .....	147
模块2 矿用电缆的选用原则、敷设要求和连接方法 .....	155
模块3 电缆的运行与维护 .....	160
技能训练 电缆的连接方法和故障查找技能训练 .....	167
<b>参考文献</b> .....	170

# 项目一 入门指导

## 教学目标

1. 理解维修电工的工作内容及其在生产中的地位和作用。
2. 掌握安全操作的注意事项和岗位责任。
3. 理解安全文明生产的重要性。

## 教学内容

1. 维修电工的工作内容和在工业生产中的地位。
2. 维修电工的岗位责任制及操作规程。
3. 安全与文明生产。

### 一、维修电工的工作性质及其在生产中的地位和作用

电气设备是现代工业生产必备的条件和基础。为了维持电气设备的正常运行,以保证工业生产的正常进行,必须有维修电工从事电气设备的日常维护和保养、排除电气设备的故障、修理电气设备的零部件和电气设备的安装工作。不同工作岗位的工作内容会有所不同,在工厂车间中维修电工的工作内容及其在生产中的地位和作用,可简述如下。

#### 1. 维修电工的工作性质和范围

- (1) 保证车间全部电气设备处于完好状态和正常运行。
- (2) 负责车间的电动机、电热设备及其他电气设备的日常维护保养及对其进行计划小修工作。
- (3) 负责维护保养及检修车间动力照明线路、装置以及其他用电器具。
- (4) 监视车间的全部电气设备,如电动机、通风机、降温设备及其他机组等的运行情况。
- (5) 车间发生供电中断时,维修电工应立即断开车间总开关,通知车间领导,同时和变配电所联系。恢复供电时,维修电工应按安全操作规程闭合总开关,恢复车间用电。
- (6) 检查车间一切电气设备和电路是否都符合规程的要求,并且应该定期检修,保证车间电气设备正常运行。

#### 2. 维修电工在生产中的地位和作用

维修电工是保证设备正常运行的维护者。生产要正常进行,设备要正常运转,都需要维修电工给予可靠的保证,因而维修电工在整个生产活动中占有很重要的地位。没有维修电工的存在,就不能保证正常的生产;反之,维修电工没有相应的技术水平,就不能适应生产的需要,发挥不了应有的作用。

## 二、维修电工安全操作规程、岗位责任制和文明生产

不同的单位，不同的工作岗位，不同的电器设备都有相应的电工安全操作规程、岗位责任，维修电工必须严格按安全规程进行操作。就工厂车间简要介绍维修电工安全操作规程和岗位责任制如下。

### 1. 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，在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~~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~~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，相邻的带电部分和接地金属部分应用绝缘板隔开。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。

## 2. 维修电工岗位责任制

(1) 为做好车间电气设备的维护检修工作，保证车间正常安全生产，必须贯彻执行维修电工岗位责任制。

(2) 维修电工在维修组长的领导之下，必须熟悉自己的工作范围、设备拥有量及技术状况等情况，以保证操作工人的正常工作。

(3) 加强巡回检查工作，了解设备运行状况，发现问题及时处理。

(4) 严格执行维修电工安全操作规程，熟悉并掌握电工安全技术规范，不得擅自离开工作岗位。

(5) 加强电气设备的保养及预防性维修工作，确保设备的安全完好运行。

(6) 努力学习电气技术，不断提高技术业务水平，以适应生产的不断发展。

## 3. 文明生产

文明生产是先进工矿企业的标志之一。文明生产直接对产品质量产生影响，也是保证工作纪律得以贯彻执行的重要条件。对电工专业来讲，文明生产对保障电气设备及人身的安全也起着重要的作用。文明生产的内容如下所述：

(1) 具有高尚的道德品质和高度主人翁的责任感；对工作认真负责，对国家财产、机器设备、工具和原材料极为爱惜。

(2) 不断提高文化、科学技术和业务水平，除了应熟练地掌握本职工作技能外，还应熟悉本岗位生产过程中的各项规章制度和安全技术知识。

(3) 具有讲卫生、爱整洁、守纪律、懂礼貌的良好习惯。

(4) 服从领导的统一指挥。

(5) 尊师爱徒，谦虚礼让。

(6) 工作现场应经常保持整齐清洁，环境布置合乎要求，工具摆放合理整齐。

(7) 电工工具、电工仪表及电工器材的使用应符合规程的要求，不得蛮干。

(8) 工作应有计划、有节奏地进行。

## 项目二 安全用电的基本知识

### 教学目标

1. 能进行电火灾现场抢救。
2. 能进行正确触电现场急救。
3. 学会安全用电预防措施。
4. 学会防爆、防雷方法。

### 教学内容

1. 常见的触电方式及触电伤害程度。
2. 安全用电基本知识。
3. 触电后的急救方法。
4. 防电火灾、防爆、防雷知识。

煤矿井下环境恶劣,电气设备容易发生绝缘受潮使外壳漏电,电缆发生挤、碰、折裂,电缆相间短路(电缆爆裂)和单相漏电等事故,将危及生命安全和引起电火灾与瓦斯和煤尘爆炸,为了用好电、管好电必须认识安全用电的重要性,以及注意安全防范。

### 模块1 常见的触电方式及触电伤害程度

因人体接触带电体、或人体接近高压导体时有电流流过人体而引起的局部受伤或死亡的现象称为触电。

#### 一、常见的触电方式及种类

##### 1. 常见的触电方式

常见触电的方式有4种,分别为单相触电、两相触电、跨步电压触电及接触电压触电。

(1) 单相触电指人体的某一部位碰到相线或绝缘性能不好的电气设备外壳时,电流由相线经人体流入大地的触电现象(图2-1)。在接触电气线路(或设备)时,若不采用防护措施,一旦电气线路或设备绝缘损坏漏电,将引起间接的单相触电。若站在地上误触带电体的裸露金属部分,将造成直接的单相触电。

(2) 两相触电指人体的不同部位分别接触到同一电源的两根不同相位的相线,电流由一根相线经人体流到另一根相线的触电现象(图2-2)。对于这种情况,人体所承受的线电压将比单相触电时高,危险性更大。

(3) 跨步电压触电指电气设备相线带电导线直接接地时,人体虽没有接触带电设备外

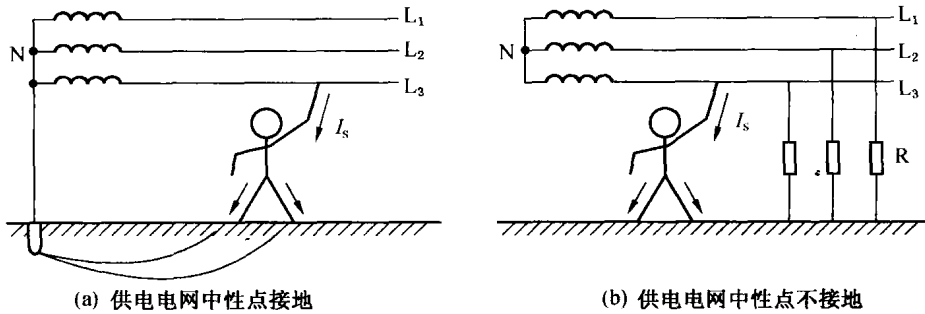


图 2-1 单相触电

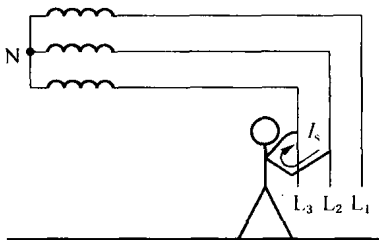


图 2-2 两相触电

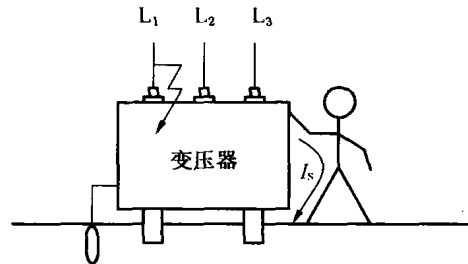


图 2-3 接触电压触电

壳或带电导线，但是跨步行走在电位分布曲线的范围内而造成的触电现象。

(4) 接触电压触电人体与电气设备的带电外壳接触引起的触电称接触电压触电（图 2-3）。人体触电及带电体外壳，会产生接触电压触电，人体站立点离接地点越近，接触电压越小，反之就越大，当人体站在接地点与设备外壳接触，接触电压为零。

## 2. 人体触电种类

人体触电种类可分为电伤和电击。

电伤指电流对人体外部造成的局部伤害。常见的有电弧灼伤、烙伤和熔化的金属渗入皮肤等现象。

灼伤由电流的热效应引起，主要是指电弧灼伤，造成皮肤红肿、烧焦或皮下组织损伤；烙伤亦是由电流热效应引起，是指皮肤被电气发热部分烫伤或由于人体与带电体紧密接触而留下的肿块、硬块，使皮肤变色等；皮肤金属化则是指由电流热效应和化学效应导致熔化的金属微粒渗入皮肤表层，使受伤部位皮肤带金属颜色且留下硬块。

电击是指电流通过人体时所造成的内伤。它可使肌肉抽搐，内部组织损伤，造成发热、发麻、神经麻痹等。严重时将引起昏迷、窒息、甚至心脏停止跳动、血液循环终止而死亡。通常说的触电，多是指电击。触电死亡中绝大部分系电击造成。

## 二、触电对人体的伤害程度

当人体发生触电时，主要是电流流过人体，但对人体造成伤害程度是由以下几个因素决定：

(1) 安全电流。我们把人体触电后能摆脱最大的电流称为安全电流。人体触电伤害

程度与通过人体的电流大小及时间长短有关。我国规定的安全电流为 30mA（触电时间不超过 1s）。研究证明，在触电时间不超过 1s 时，如果流经人体的电流不超过 30mA，对人身肌体无损伤，不会引起心室纤维性颤动和器质性损伤；工频电流大小对人体作用详见表 2-1。

表 2-1 工频电流大小对人体的作用

电流大小/mA	作用时间	人体生理反应
0~0.5	连续通电	没有感觉
0.5~5	连续通电	手指手腕等处有痛感，没有痉挛，可以摆脱带电体
5~30	通电几分钟以内	痉挛，不能摆脱带电体，呼吸困难，血压升高，是可忍受的极限
30~50	通电几秒至几分钟	心脏不规则跳动，昏迷，血压升高，强烈痉挛，时间过长即引起心室颤动
50~几百	短于心脏跳动周期	受强烈冲击，但未发生心室颤动
几百以上	超过心脏跳动周期	昏迷，心室颤动，接触部位留有电流流过的痕迹

(2) 触电时间。常用触电电流大小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。电流在人体内作用的时间越长，对人体的伤害也越大，人体获救的可能性就越小。若电击能量超过 150mA·s 时，触电者就有生命危险。因此，当发现有人触电，就必须立即采取措施，使触电者脱离电源。

(3) 电流频率。一般认为，40~60Hz 的交流电对人体的危险最大，随着频率的增大，危险性降低。高频电流不仅对人体没有伤害，还能用于治疗疾病。

(4) 人体电阻越大，受电流伤害越轻。通常人体电阻可按 1~2kΩ 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、皮肤损伤、皮肤粘有导电性粉尘、通电时间长等因素都将会大幅度降低人体电阻，增加触电伤害程度。

(5) 触电电流在人体内流过的路径，对人体触电的严重性有密切关系。电流流过人体的心脏等重要部位时，触电的严重性最大，例如：电流从手流到脚，或从一只手流到另一只手时，触电的严重性最大，而电流从一只脚流到另一只脚的触电严重性相对来说较小。但是当电流在同一只手的两指之间流通时，也会产生失去知觉的现象。因此，我们不能认为局部触电不存在危险。

(6) 触电导致人体伤害的主要原因是电流，电流的大小又取决于电压的大小与人体电阻，而人体电阻的变化相对较小，所以我国规定的安全电压最高为 42V，在 42V 电压以下通过人体电流不致超过 30mA。当电压大于 100V 时，危险性急剧增加，大于 200V 时对人的生命产生危险。

## 模块 2 安全用电基本知识

在实际工作中，由于电气设备安装或维护不当，以及工作人员的疏忽大意或违反操作规程，很容易造成人身触电事故。为了有效地防止触电事故的发生，必须采取以下安全措施。

1. 使人体不能接触和接近带电导体

将带电裸导体置于一定高度或加保护遮栏或封闭在外壳内，使人体接触不到带电体。井下架线式电机车的架空线，在大巷中其敷设高度距轨面不得小于2m；在井底车场，其敷设高度距轨面不得低于2.2m；电气设备外盖与把手之间，设置可靠的机械闭锁装置，以保证合上外盖前，不能送电，不切断电源，不能开启外盖；操作高压回路，必须戴绝缘手套、穿绝缘靴等，以防触电。

### 2. 人体接触较多的电气设备采用低电压

人体接触机会较多的电气设备造成触电的机会也较多，为了保证用电安全，应采用较低的电压供电。例如，井下手持煤电钻工作电压不得超过127V，控制回路和安全行灯的工作电压不得超过36V等。

### 3. 设置保护接地或接零装置

当电气设备的绝缘损坏时，可能使正常情况下不带电的金属外壳或支架带电，如果人体触及这些带电的金属外壳或支架，便会发生触电事故。为了防止这种触电事故的发生，将正常时不带电、绝缘损坏时可能带电的金属外壳和支架可靠接地或接零，以确保人身安全。

保护接地中所谓的“地”是指电位等于零的地方，即图2-4所示的距接地体（点）20m以外地方的电位（该处的电位已降至为零）。接地方式有以下几种。

(1) 工作接地。电力系统中，由于运行和安全的需要，为保证电力网在正常情况或事故情况下能可靠的工作而将回路中性与大地相连，称为工作接地（图2-5）。如电力变压器和互感器的中性点接地，都属于工作接地。

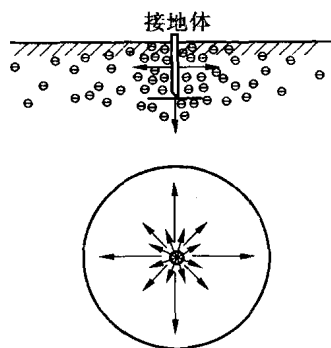


图 2-4 接地电流电位分布图

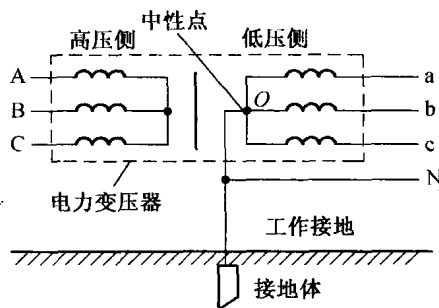


图 2-5 工作接地电气原理

(2) 保护接地。将电气设备正常情况下不带电的金属外壳及金属支架等与接地装置连接，称为保护接地。主要应用中性点不接地的电力系统中。

井下保护接地系统漏电保护的重点是故障发生后的跳闸时间，一旦发生漏电或人身触电，应尽快切断电源。井下保护接地的重点，在于限制裸露漏电电流和人身触电电流的大小，最大限度地降低故障的严重程度。两种保护在井下电网中相辅相成，缺一不可，对井下电网的安全运行有重要作用。

当电气设备内部绝缘损坏而使一相带电体碰壳时，若人接触此外壳，则电流经过人体入地，再经其他两相对地绝缘阻抗回到电源（图2-6）。当电网对地绝缘阻抗较低时，则通过人的电流将远远超过安全值，造成人身触电事故。同时，碰壳处出现的漏电电流还可



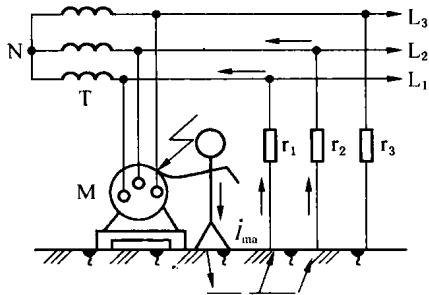


图 2-6 无接地极电气电路

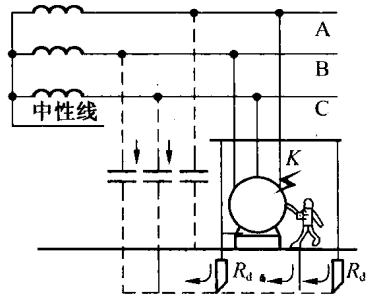


图 2-7 保护接地电气原理

能引起瓦斯、煤尘爆炸。

若有了保护接地（图 2-7），当电气设备内部绝缘损坏而使一相带电体碰壳时，若人接触带电外壳，电流将通过人体电阻与接地装置的接地电阻所构成的并联支路入地，再通过其他两相对地绝缘阻抗回到电源。由于接地装置的分流作用，通过人身的电流大大减小。

可见，保护接地对人身触电安全是非常重要的。并且接地电阻越小，流经人体的电流就越小。所以只要将接地电阻的数值控制在规程规定的范围内，就可以使通过人身的电流降到安全电流以下，确保人身安全。

此外，由于装设了保护接地装置，碰壳处的漏电电流大部分经接地极入地，即使设备外壳与大地接触不良而产生火花，但由于接地装置的分流作用，使电火花能量大大减小，从而避免了引爆瓦斯、煤尘的危险。

(3) 保护接零。将电气设备在正常情况下不带电的金属外壳及金属支架等与零线相连接称为保护接零。在三相四线中直接接地电网中，广泛采用保护接零（图 2-8）。

(4) 重复接地。在三相四线保护接零电网中，除了变压器中性点的工作接地之外，在零线上一点或多点与接地装置的连接称为重复接地。这样可以降低漏电设备外壳的对地电压，减轻触电的危险（图 2-9）。

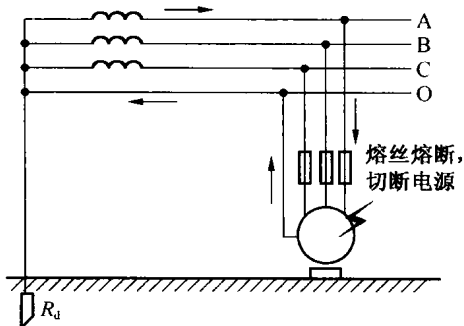


图 2-8 保护接零电气原理

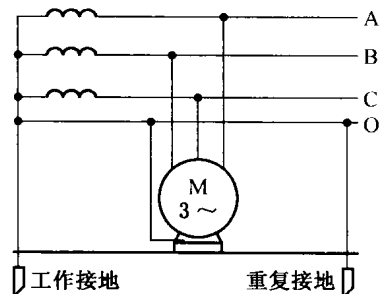


图 2-9 重复接地电气原理

#### 4. 井下及向井下供电的变压器中性点严禁直接接地

在矿井井下为了防止人体触电和引爆瓦斯、煤尘，规定井下电网的中性点严禁直接接地。如图 2-10 所示的中性点直接接地系统，若人体触及一相导体时，人体接触的是相电