

BIANXUEBIANYONG

电子电工技术 **边学边用** 丛书



# 电工技能

# 边学边用

»» 王学屯 赵广建 主编

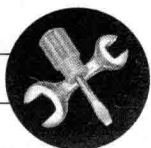
- 1 名家带你轻松入门
- 2 基础知识完全理解
- 3 实用技能完全掌握
- 4 易看易懂易学易用



化学工业出版社

BIANXUEBIANYONG

电子电工技术 边学边用 丛书



# 电工技能

# 边学边用

»» 王学屯 赵广建 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从电工技能基础知识讲起,详细介绍了电工必知的常识和必会的操作技能,主要内容包括:从安全电工做起、电工基础知识、工具与仪表的使用、电子元器件的识别与检测、常用低压电器及应用、常见导线的连接及绝缘处理、常用照明设备的安装与维修、电动机控制技术、交流异步电动机等。

本书内容实用性强,语言通俗易懂、文字言简意赅,图文并茂,讲解透彻。

本书适合电工技术初学者、爱好者及初、中级从业人员阅读使用,也可用作职业院校及相关技能培训机构的培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

电工技能边学边用/王学屯,赵广建主编. —北京:  
化学工业出版社, 2015.9  
(电子电工技术边学边用丛书)  
ISBN 978-7-122-24637-0

I. ①电… II. ①王…②赵… III. ①电工技术  
IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第161407号

---

责任编辑: 要利娜  
责任校对: 宋 玮

装帧设计: 刘丽华

---

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  
850mm×1168mm 1/32 印张8 $\frac{3}{4}$  字数232千字  
2016年1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: 28.00元

版权所有 违者必究

本书为“电子电工技术边学边用丛书”之一。本系列不求高、大、全，但求精、细、美，即在章节选材上要“经典、精炼”；在内容上要“细致入微”，尽量贴近初学者；列举图片要“精美”，让读者不光是读图，更是对图片的一种欣赏。

本书有以下特点：

① 适合初学者学习。从电工技能基础知识讲起，详尽地介绍了电工必备的技能常识，使初学者更容易学习与掌握。

② 内容翔实，浅显易懂。着重对电工在生产活动中经常遇到的实际问题进行了介绍，帮助电工初学者快速且轻松掌握电工操作技能。

③ 插图精美。以大量的实物图夯实内容，方便初学者认识与学习。

本书共分9章，主要内容包括：从安全电工做起、电工基础知识、工具与仪表的使用、电子元器件的识别与检测、常用低压电器及应用、常见导线的连接及绝缘处理、常用照明设备的安装与维修、电动机控制技术、交流异步电动机等。

本书适合电工技术初学者、爱好者及初、中级从业人员自学使用，也可用作职业院校及相关技能培训机构的培训教材。

本书由王学屯、赵广建主编，参加编写的还有潘晓贝、高鲜梅、孙文波、王米米、刘军朝、王江南、张颖颖、张建波、王墨敏、王学道、王琼琼等。同时，在本书的编写过程中参考了大量的文献和书籍，书后只列出了一部分，在此，对这些文献和书籍的作者深表感谢！

由于笔者水平有限，且时间仓促，本书难免有不妥之处，恳请各位读者批评指正，以便日臻完善，在此表示感谢。

**第1章 从安全电工做起**

1

- |                        |    |
|------------------------|----|
| 1.1 电工安全操作规程 .....     | 1  |
| 1.1.1 电工安全一般操作常识 ..... | 1  |
| 1.1.2 电流对人体的危害 .....   | 3  |
| 1.1.3 接地保护 .....       | 4  |
| 1.1.4 检修中的防触电措施 .....  | 6  |
| 1.2 触电急救知识 .....       | 8  |
| 1.2.1 触电现场的处理 .....    | 8  |
| 1.2.2 现场心肺复苏术 .....    | 12 |

**第2章 电工基础知识**

15

- |                           |    |
|---------------------------|----|
| 2.1 电路模型 .....            | 15 |
| 2.1.1 电路及组成 .....         | 15 |
| 2.1.2 简单电路图模型 .....       | 16 |
| 2.1.3 电路的状态 .....         | 16 |
| 2.2 电工三兄弟——电流、电压、电阻 ..... | 18 |
| 2.2.1 电流 .....            | 18 |
| 2.2.2 电位、电压、电动势 .....     | 19 |
| 2.2.3 电阻 .....            | 22 |
| 2.3 描述电路的几个主要定律 .....     | 23 |
| 2.3.1 欧姆定律 .....          | 23 |
| 2.3.2 基尔霍夫定律 .....        | 25 |
| 2.3.3 电功和电功率 .....        | 30 |
| 2.3.4 右手定则和左手定则 .....     | 32 |

## 第3章 工具与仪表的使用

34

- 3.1 常用电工工具与专用电工工具 ..... 34
  - 3.1.1 常用电工工具使用 ..... 34
  - 3.1.2 内外线专用工具 ..... 42
  - 3.1.3 电工安全工具 ..... 48
- 3.2 常用电工仪表 ..... 52
  - 3.2.1 万用表的使用 ..... 52
  - 3.2.2 钳式电流表的使用 ..... 57
  - 3.2.3 万用电桥的使用 ..... 59
  - 3.2.4 绝缘电阻表的使用 ..... 64

## 第4章 电子元器件的识别与检测

68

- 4.1 电阻的识别与检测 ..... 68
  - 4.1.1 电阻的作用及标号 ..... 68
  - 4.1.2 电阻的表示方法及识别 ..... 70
  - 4.1.3 电阻的检测 ..... 74
- 4.2 电容的识别与检测 ..... 76
  - 4.2.1 电容的作用及标号 ..... 76
  - 4.2.2 电容的表示方法及识别 ..... 77
  - 4.2.3 电容的检测 ..... 78
- 4.3 电感的识别与检测 ..... 82
  - 4.3.1 电感的作用及标号 ..... 82
  - 4.3.2 电感的表示方法及识别 ..... 85
  - 4.3.3 电感、变压器的检测 ..... 86
- 4.4 二极管的识别与检测 ..... 90
  - 4.4.1 二极管的作用及标号 ..... 90
  - 4.4.2 二极管的识别 ..... 91
  - 4.4.3 二极管的检测 ..... 92

4.5	三极管的识别与检测 .....	94
4.5.1	三极管的作用及标号 .....	94
4.5.2	三极管的检测 .....	94

## 第5章 常用低压电器及应用

99

5.1	低压电器的分类、组成 .....	99
5.1.1	专业名词解释——电力拖动、电器、低压 电器 .....	99
5.1.2	低压电器的分类 .....	100
5.1.3	低压电器的组成 .....	100
5.2	按钮 .....	104
5.2.1	按钮的作用及符号 .....	104
5.2.2	按钮的选用 .....	106
5.2.3	常用按钮的主要技术参数 .....	106
5.3	低压熔断器 .....	107
5.3.1	熔断器结构和分类 .....	107
5.3.2	熔断器的选用 .....	108
5.3.3	常用熔断器的主要技术参数 .....	108
5.4	低压断路器（自动开关） .....	111
5.4.1	结构与工作原理 .....	111
5.4.2	断路器的分类及电气符号 .....	113
5.4.3	断路器的选择 .....	114
5.4.4	几种常用断路器的主要技术参数 .....	114
5.5	开关 .....	116
5.5.1	刀开关 .....	116
5.5.2	转换开关（组合开关） .....	117
5.5.3	行程开关 .....	119
5.6	交流接触器 .....	121
5.6.1	接触器的作用、分类及结构 .....	121

5.6.2	交流接触器的工作原理 .....	123
5.6.3	交流接触器型号与技术参数 .....	124
5.6.4	交流接触器选用原则 .....	126
5.7	继电器 .....	127
5.7.1	继电器分类、型号含义及工作原理 .....	127
5.7.2	电压继电器 .....	128
5.7.3	电流继电器 .....	129
5.7.4	时间继电器 .....	130
5.7.5	热继电器 .....	133
5.7.6	速度继电器 .....	134
5.8	几种典型低压电器的故障检查与排除 .....	135
5.8.1	自动开关的故障检查与排除 .....	135
5.8.2	热继电器的故障检查与排除 .....	137
5.8.3	交流接触器的故障检查与排除 .....	138

## 第6章 常见导线的连接及绝缘处理

141

6.1	最基本的导线连接要求 .....	141
6.2	导线绝缘层的剥离 .....	142
6.2.1	剥线钳剥线 .....	142
6.2.2	塑料硬线绝缘层的剥离 .....	143
6.2.3	塑料护套线绝缘层的剥离 .....	144
6.2.4	橡胶线绝缘层的剥离 .....	145
6.2.5	花线绝缘层的剥离 .....	145
6.3	导线与导线的连接 .....	146
6.3.1	单股铜芯导线的连接 .....	146
6.3.2	多股导线的连接 .....	148
6.4	导线与接线柱的连接 .....	150
6.4.1	导线与针孔式接线柱的连接 .....	150
6.4.2	线头与螺钉平压式接线柱的连接 .....	151



6.4.3	线头与瓦形接线柱的连接 .....	152
6.5	导线连接后绝缘处理 .....	152
6.5.1	用专用绝缘带包扎 .....	152
6.5.2	LC型压线帽包扎 .....	152

## 第7章 常用照明设备的安装与维修

156

7.1	照明工程图的识图 .....	156
7.1.1	照明接线的表示方法 .....	156
7.1.2	常用照明控制线路基本形式 .....	158
7.2	家装电工识读电气图纸程序和要点 .....	160
7.2.1	家装图纸的识读程序 .....	160
7.2.2	电气照明施工图读图要点 .....	162
7.3	识读家装电气图纸 .....	163
7.3.1	识读最简单的房间照明平面图 .....	163
7.3.2	识读某高层公寓一单元插座平面图 .....	165
7.3.3	识读某高层公寓一单元照明平面图 .....	166
7.4	照明线材及其选用 .....	168
7.4.1	照明线材 .....	168
7.4.2	照明线材的选用 .....	172
7.5	室内照明 PVC 电线管暗装布线安装技术 .....	175
7.5.1	耗材预算与采购 .....	175
7.5.2	识图、放样、弹线定位工艺 .....	176
7.5.3	开槽工艺 .....	178
7.5.4	安装底盒、布线管、穿线工艺 .....	180
7.5.5	安装用户配电箱 .....	188
7.5.6	检查线路、封补管槽 .....	188
7.5.7	通电试运行、绘制电气竣工图纸 .....	190
7.6	照明灯具的安装 .....	191
7.6.1	照明器的型号命名方法 .....	191

7.6.2	照明灯具的安装要求 .....	192
7.6.3	白炽灯灯座的正确接法 .....	193
7.6.4	吸顶灯的实战安装 .....	194
7.7	灯开关、插座的安装 .....	197
7.7.1	开关、插座安装的相关标准和要求 .....	197
7.7.2	开关、插座的安装 .....	201
7.7.3	双控开关的安装 .....	202
7.8	照明线路短路、断路的排查 .....	205
7.8.1	照明线路短路的排查 .....	205
7.8.2	照明线路断路的排查 .....	206

## 第8章 电动机控制技术

208

8.1	低压电器控制线路识图 .....	208
8.1.1	控制线路的基本概念 .....	208
8.1.2	常见基本电气控制线路 .....	210
8.1.3	低压电器控制线路图读图的方法 .....	215
8.2	三相异步电动机直接启动、点动 .....	219
8.2.1	直接用开关启动 .....	219
8.2.2	点动正转控制电路 .....	219
8.3	接触器正转控制 .....	221
8.3.1	接触器自锁正转控制 .....	221
8.3.2	具有过载保护的自锁正转控制 .....	224
8.4	三相异步电动机正、反转控制 .....	224
8.4.1	倒顺开关正反转控制线路 .....	224
8.4.2	接触器联锁的正反转控制电路 .....	224
8.4.3	按钮联锁的正反转控制电路 .....	227
8.5	行程控制 .....	227
8.5.1	位置控制电路 .....	228
8.5.2	自动往返控制电路 .....	229

8.6	三相异步电动机启动控制电路 .....	231
8.6.1	Y- $\Delta$ 减压启动控制电路 .....	231
8.6.2	延边三角形降压启动控制电路 .....	233
8.6.3	自耦变压器降压启动控制电路 .....	234
8.7	电动机控制电路接线图识图 .....	236
8.7.1	线束法安装接线图 .....	236
8.7.2	散线法安装接线图 .....	238
8.7.3	相对编号法安装接线图 .....	238
8.7.4	电气安装接线图的识读方法 .....	239
8.8	交流电压法检测电气控制线路故障 .....	240

## 第9章 交流异步电动机

242

9.1	家用电器中单相异步电动机的应用 .....	242
9.1.1	交直流通用电动机 .....	242
9.1.2	单相交流感应式异步电动机 .....	244
9.1.3	罩极电动机 .....	249
9.2	三相异步电动机的结构和工作原理 .....	249
9.2.1	三相异步电动机的种类、特点和用途 .....	249
9.2.2	三相异步电动机的基本结构 .....	251
9.2.3	三相异步电动机的工作原理 .....	255
9.2.4	三相异步电动机的铭牌 .....	256
9.3	三相异步电动机的选择和运行 .....	259
9.3.1	电动机的选择 .....	259
9.3.2	电动机的运行与维护 .....	260
9.4	电动机的故障排查 .....	261
9.4.1	电动机的故障排查步骤 .....	261
9.4.2	电动机常见的故障排查 .....	262

## 参考文献

267

# 第1章

## 从安全电工做起

对于任何工作来说，安全性始终是首要的问题。作为电工技工人员，在进行电气操作必须按规程进行，必须具备有关安全知识，在工作中采取必要的安全措施，确保人身安全和电气设备正常运行。因此，本书一开始就提出“安全是第一”，就是让工作人员了解有关电源的“危险性”，以及工作环境下的一些潜在危险。

### 1.1 电工安全操作规程

#### 1.1.1 电工安全一般操作常识

为了保障人身安全和电气设备的正常运行，家庭电工在安装和使用电气设备时，一定要遵守安全操作规程，掌握必要的安全常识，并在工作中采取一定的安全措施，确保人身和电气设备安全。

① 各种安装运行的电气设备，必须按电气设备接地的范围对设备的金属外壳采取接地或接零措施，以确保人身安全。

② 电源插座不允许安装得过低和安装在潮湿的地方，安装三孔插座时中间的接地孔要单独架装保护线，插座电源必须按“左零

右火”接通电源。

③ 所有安装的电灯相线，均需进入开关控制。

④ 电气设备的保险丝（熔断器）要与该设备的额定工作电流相适应，不能配装过大电流的熔丝，更不能用其他金属丝来随意代用。闸刀开关的保险丝，要用保护罩保护。30A 以上的保险丝需装入保险盒内或用石棉板等耐热的绝缘材料隔离，以防止弧光短路发生烧伤事故。

⑤ 检修电路时，应穿绝缘性能良好的胶鞋，不可赤脚或穿潮湿的布鞋；脚下应垫干燥的木板或站立在木凳上；身上不可穿潮湿的衣服（如汗水渗透的衣服）。

⑥ 禁止越级乱装熔体。装在电气线路上的熔体有前后级之分，只有前级熔体的额定电流大于后级熔体的额定电流，才能起到保护作用，才能有效地防止发生事故。如果在不了解用电线路整体保护装置的情况下乱装熔体，就可能造成前级熔体的额定电流小于后级，熔体就会越级熔断（即前级熔体在线路非故障电流下也熔断）。这不仅会增加维修困难，而且还会扩大停电范围，造成不应有的损失。前级和后级的区分是：干线上的熔体为前级，分支线上的熔体为后级（如总配电装置上的熔体为前级，电度表配电装置上的熔体为后级）；电力设备分支线上的熔体为前级，设备控制板（箱）上的熔体为后级。

⑦ 无论是带电还是停电检修作业，若因故暂时中断工作，恢复工作前，应重新检查原先的安全措施，无误后才可继续工作。

⑧ 在不能站立的顶棚、天花板上工作时，应使用手电筒或蓄电池照明。在梁与梁之间配线时，应临时使用较厚的长板条搭桥，必要时应拴好安全带才可工作。

⑨ 在建筑物顶部工作时，应先检查建筑物的牢固情况；在轻型或简易结构的屋面上工作时，要采取可靠的防护措施，以防止滑跌、踩空或因结构材料折断而发生坠落伤人事故。

⑩ 不同类型的电工产品不可盲目互换或代用。电气装置上的元器件和附件及各种电气设备，都有各自不同的应用环境和适用范

围。如有室内、室外之分，一般环境和特殊环境之分，绝缘等级之分等。它们之间是不可随便互换或代用的。若擅自将其互换或代用，不但不能发挥其原有的功能，还会引起电气故障或事故。

⑪ 数人同时作业，必须有人指挥和负责。不得各自为政，各行其是。

⑫ 要养成好的习惯，做到人走断电，停电断开关，触摸壳体用手背，维护检查要断电，断电要有明显断开点。

⑬ 施工现场严禁吸烟机烧火取暖或做饭，以免引起电气设备起火。

⑭ 遇有电器着火，应先切断电源再救火。

⑮ 临时架设的线路及移动电气设备的绝缘必须良好，使用完毕要及时拆除。

⑯ 在施工中，使用电动机械和工具时，应装开关插座，露天使用的开关、闸刀及电表应有防雨措施。

⑰ 在施工过程中，电动机械、电气设备的照明因工作需要拆除后，不应留有可能会带电的电线。如果电线必须保留，应切断电源，并将裸露的电线端部包上绝缘布带。

⑱ 如发现带电电线断落在水中，绝不可用手去触及带电体，应立即断电，用绝缘工具把带电体移开处理。

## 1.1.2 电流对人体的危害

当通过人体的电流超过交流 20mA 或直流超过 80mA 时，会使人感觉麻疼或剧疼，呼吸困难，自己不能摆脱电源，具有生命危险。

随着通过人体电流的增加，当有 100mA 的工频电流通过人体时，很短时间就会使人窒息、心脏停止跳动、失去知觉，出现生命危险。一般来说，任何大于 5mA 的电流通过人身体都被认为是危险的。电流强度对人体的影响如图 1-1 所示。

一般电流对人体的影响如下。

① 感知电流：引起感觉的最小电流。如轻微针刺，发麻。男

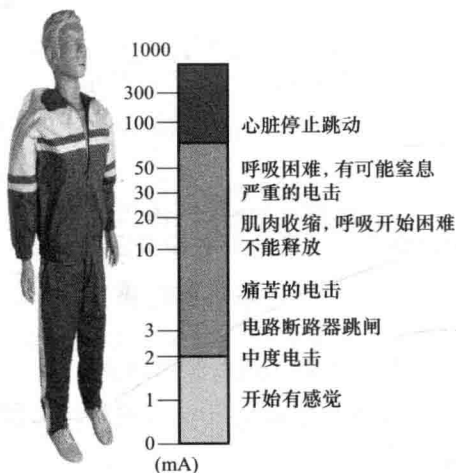


图 1-1 电流强度对人体的影响

为 1.1mA, 女为 0.7mA。

② 摆脱电流: 能自主摆脱带电体的最大电流。平均, 男为 16mA, 女为 10.5mA; 最低, 男为 9mA, 女为 6mA。

③ 室颤电流: 引起心室发生纤维性颤动的最小电流。一般人体所能忍受的安全电流为 30mA。

### 1.1.3 接地保护

为降低因绝缘破坏而遭到电击的危险, 对于不同的低压配电系统形式, 电气设备常采用保护接地、保护接零、重复接地及等电位连接等不同的安全措施。

#### (1) 保护接地

保护接地是将电气设备带电部分相绝缘的金属外壳和架构通过接地装置同大地连接起来, 如图 1-2 所示。保护接地常用在 IT 低压配电系统和 TT 低压配电系统的形式中。

#### (2) 保护接零

保护接零是把电气设备正常时不带电的金属导体部分, 如金属

外壳，同电网的PEN线或PE线连接起来，如图1-3所示。保护接零适用于TN低压配电系统形式，在中性点接地的供电系统中，设备采用保护接零，当电气设备发生碰壳短路时，即形成单相短路，使保护设备内迅速动作断开故障设备，减少了人体触电的危险。

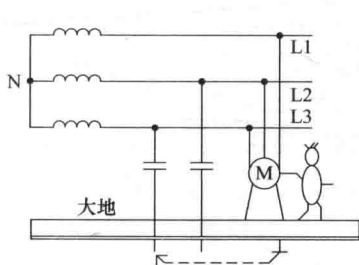


图 1-2 保护接地

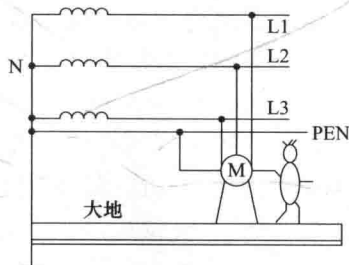


图 1-3 保护接零

### (3) 重复接地

将电源中性接地点以外的其他点一次或多次接地，称为重复接地，如图1-4所示。重复接地是为了保护导体在故障时尽量接近大地电位。重复接地时，当系统中发生碰壳或接地短路时，一则可以降低PEN线的对地电压；二则当PEN线发生断线时，可以降低断线后产生的故障电压。在照明回路中，也可避免因零线断线所带来的三相电压不平衡而造成电气设备损坏。

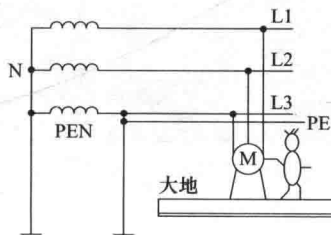


图 1-4 重复接地

### (4) 等电位连接

等电位连接是将建筑物中各电气装置和其他装置外露的金属及可导电部分与人工或自然接地体同导体连接起来，以达到减少电位



差的目的，称为等电位连接。住宅楼做总等电位连接后，可防止TN系统电源线路中的PE和PEN线传导引入故障电压导致电击事故，同时可减少电位差、电弧、电火花发生的概率，避免接地故障引起的电气火灾事故和人身电击事故；同时也是防雷安全所必需。因此，在建筑物的每一电源进线处，一般设有总等电位连接端子板，由总等电位连接端子板与进入建筑物的金属管道和金属结构构件进行连接。

① 总等电位连接。总等电位连接是建筑物内电气装置的一项基本安全措施。其作用是降低接触电压，保障人员的安全。

② 辅助等电位连接。总等电位连接虽然能大大降低接触电压，如果建筑物离电源较远，建筑物内线路过长，则过电流保护动作时间和接触电压都可能超过规定的限值。在这种情况下应在局部范围内作辅助等电位连接（也称局部等电位连接），使接触电压降低至安全电压限值50V以下。等电位连接及箱体如图1-5所示。

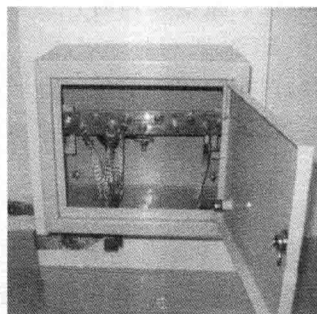


图 1-5 等电位连接及箱体

### 1.1.4 检修中的防触电措施

电工在停电线路上进行检修作业时，即使严格执行停电检修规程，有时也可能突然意外来电，形成以下触电回路，因此检修中应采取相应的防触电措施。