

新版电工实用技术

**T**echnology  
实用技术

# 新版电工技能 ——从基础到实操

君兰工作室◎编

黄海平◎审校



科学出版社

014041715

TM  
273

新版电工实用技术

# 新版电工技能

——从基础到实操

君兰工作室 编  
黄海平 审校



科学出版社

北京



北航

C1731095

TM  
273

## 内 容 简 介

电工技能对于电工技术人员来说是就业的根本,是进步的基础,只有扎实掌握最实用的操作方法,才能更好地完成工作。本书作者总结多年工作经验,将电工技术人员必须掌握的电工技能精炼出来,进行点对点的直观讲解。试图于细微深处,以朴实、易懂的方式介绍电工技能,让读者一看就懂、即学即用。

本书主要内容包括常用电工工具的使用与养护,电工操作技能,电压、电流和电阻的测量,电路保护装置,开关保护装置,电动机,变压器,照明和室内线路及电工安全。

本书适合作为各级院校电工、电子及相关专业师生的参考用书,同时可供广大电工技术人员、初级电工参考阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

新版电工技能:从基础到实操/君兰工作室编;黄海平审校.

—北京:科学出版社,2014.5

(新版电工实用技术)

ISBN 978-7-03-039573-3

I. 新… II. ①君…②黄… III. 电工技术 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 008173 号

责任编辑:孙力维 杨 凯/责任制作:魏 谨

责任印制:赵德静/封面设计:东方云飞

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

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>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2014 年 5 月第 一 版

开本:A5(890×1240)

2014 年 5 月第一次印刷

印张:8 3/4

印数:1—4 000

字数:260 000

定 价: 36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



# 前言

2008 年我们出版了“电工电子实用技术”丛书,其中《电工技能——从基础到实操》一书一经推出便得到了广大读者的欢迎,其实用的内容、图解的风格、简洁的语言都使得这本书深受广大电工技术人员的喜爱,获得了很好的销量。

随着社会的快速发展,电工技术也有了很大进步,为了更好地适应现代电工的技术要求,满足新晋电工技术人员学习电工知识、掌握电工技能的愿望,总结几年来读者的反馈信息,我们推出了“新版电工实用技术”丛书。其中,《新版电工技能——从基础到实操》一书坚持第一版图书内容实用、高度图解的风格,根据当前就业形势的需求,去掉了第一版图书中较为落后、陈旧的内容,更新了部分数据,增添了适合现代电工工作实际的内容。

本书共 9 章,主要内容包括常用电工工具的使用与养护,电工操作技能,电压、电流和电阻的测量,电路保护装置,开关保护装置,电动机,变压器,照明和室内线路及电工安全。

山东威海广播电视台的黄海平老师为本书做了大量的审校工作,在此表示衷心的感谢!参加本书编写的人员还有张景皓、张玉娟、张钧皓、鲁娜、张学洞、黄鑫、张永奇、张铮、凌玉泉、高惠瑾、朱雷雷、李霞、凌黎、谭亚林、刘守真、张康建、刘彦爱、贾贵超等,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不足,敬请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 第 1 章 常用电工工具的使用与养护

|       |                  |    |
|-------|------------------|----|
| 1.1   | 低压验电器 .....      | 2  |
| 1.1.1 | 种 类 .....        | 2  |
| 1.1.2 | 使用方法 .....       | 2  |
| 1.1.3 | 注意事项 .....       | 4  |
| 1.2   | 高压验电器 .....      | 5  |
| 1.2.1 | 种类及用途 .....      | 5  |
| 1.2.2 | 使用方法和注意事项 .....  | 5  |
| 1.3   | 活扳手 .....        | 7  |
| 1.4   | 手电钻 .....        | 9  |
| 1.5   | 电 锤 .....        | 13 |
| 1.6   | 电缆切割刀具 .....     | 17 |
| 1.7   | 小型交流电弧焊接机 .....  | 19 |
| 1.8   | 电动绞盘 .....       | 22 |
| 1.9   | 配线管穿线器 .....     | 25 |
| 1.10  | 电缆抓杆(带照明灯) ..... | 27 |
| 1.11  | 手钳式压接钳 .....     | 28 |

## 第 2 章 电工操作技能

|        |                   |    |
|--------|-------------------|----|
| 2.1    | 导线绝缘层的剖削 .....    | 32 |
| 2.2    | 导线与导线的连接 .....    | 34 |
| 2.3    | 识别、使用各种电气接头 ..... | 36 |
| 2.3.1  | 接线柱 .....         | 36 |
| 2.3.2  | 香蕉接头 .....        | 38 |
| 2.3.3  | BNC 接头 .....      | 39 |
| 2.3.4  | 无线电频率接头 .....     | 40 |
| 2.3.5  | 音频接头 .....        | 41 |
| 2.3.6  | 数据接头 .....        | 43 |
| 2.3.7  | 印制电路板接头 .....     | 45 |
| 2.3.8  | 通用接头 .....        | 46 |
| 2.3.9  | AC 接头 .....       | 47 |
| 2.3.10 | 自动接头 .....        | 48 |
| 2.3.11 | 接线端子排 .....       | 49 |
| 2.4    | 导线与电气接头的连接 .....  | 51 |
| 2.4.1  | 正确连接的重要性 .....    | 51 |
| 2.4.2  | 导线与固定螺丝连接 .....   | 52 |
| 2.4.3  | 导线与压缩接头连接 .....   | 53 |
| 2.5    | 导线使用接线器连接 .....   | 58 |
| 2.6    | 导线绝缘层的恢复 .....    | 60 |
| 2.7    | 焊接接头 .....        | 61 |
| 2.8    | 通信电缆的连接 .....     | 62 |
| 2.9    | 电力电缆连接件的使用 .....  | 64 |
| 2.10   | 普通螺栓的使用和安装 .....  | 65 |
| 2.11   | 膨胀螺栓的使用和安装 .....  | 67 |

|      |                  |    |
|------|------------------|----|
| 2.12 | 火药驱动工具及扣件 .....  | 70 |
| 2.13 | 特殊螺栓的使用和安装 ..... | 71 |

## 第 3 章 电压、电流和电阻的测量

|       |                    |    |
|-------|--------------------|----|
| 3.1   | 测量仪表 .....         | 74 |
| 3.2   | 用万用表测量 .....       | 76 |
| 3.3   | 交流电流的测量 .....      | 79 |
| 3.3.1 | 钳形电流表的使用方法 .....   | 79 |
| 3.3.2 | 交流电流表的使用方法 .....   | 81 |
| 3.4   | 线路电阻的测量 .....      | 82 |
| 3.5   | 接地电阻的测量 .....      | 84 |
| 3.6   | 电容性能的测试及判断 .....   | 87 |
| 3.6.1 | 测量电容的不平衡率 .....    | 88 |
| 3.6.2 | 判断电容的好坏 .....      | 90 |
| 3.6.3 | 检查、测量电容的注意事项 ..... | 90 |

## 第 4 章 电路保护装置

|     |                    |     |
|-----|--------------------|-----|
| 4.1 | 电路的异常情况 .....      | 92  |
| 4.2 | 熔丝与电路断路器的额定值 ..... | 94  |
| 4.3 | 熔丝类型 .....         | 97  |
| 4.4 | 测试熔丝 .....         | 102 |
| 4.5 | 电路断路器 .....        | 103 |
| 4.6 | 热过载保护 .....        | 106 |
| 4.7 | 雷电保护 .....         | 107 |

|     |             |     |
|-----|-------------|-----|
| 4.8 | 电路断流器 ..... | 108 |
|-----|-------------|-----|

## 第 5 章 开关保护装置

|     |                      |     |
|-----|----------------------|-----|
| 5.1 | 开关保护装置的动作原理与种类 ..... | 114 |
|-----|----------------------|-----|

|       |              |     |
|-------|--------------|-----|
| 5.1.1 | 各种开关电器 ..... | 114 |
| 5.1.2 | 断路器的作用 ..... | 115 |

|     |                  |     |
|-----|------------------|-----|
| 5.2 | 交流断路器与隔离开关 ..... | 116 |
|-----|------------------|-----|

|       |                  |     |
|-------|------------------|-----|
| 5.2.1 | 电流切断过程 .....     | 116 |
| 5.2.2 | 电流切断时的过渡过程 ..... | 117 |
| 5.2.3 | 断路器的类型选择 .....   | 118 |
| 5.2.4 | 断路器的操作(驱动) ..... | 120 |
| 5.2.5 | 断路器的性能 .....     | 121 |
| 5.2.6 | 隔离开关 .....       | 121 |

|     |           |     |
|-----|-----------|-----|
| 5.3 | 避雷器 ..... | 122 |
|-----|-----------|-----|

|       |                   |     |
|-------|-------------------|-----|
| 5.3.1 | 过电压及其产生原因 .....   | 122 |
| 5.3.2 | 抑制过电压 .....       | 123 |
| 5.3.3 | 氧化锌元件避雷器的结构 ..... | 124 |
| 5.3.4 | 避雷器的使用方法 .....    | 124 |

|     |            |     |
|-----|------------|-----|
| 5.4 | 开关装置 ..... | 125 |
|-----|------------|-----|

|       |                   |     |
|-------|-------------------|-----|
| 5.4.1 | 气体绝缘开关装置的结构 ..... | 125 |
| 5.4.2 | 气体绝缘开关装置的特点 ..... | 126 |
| 5.4.3 | 其他开关装置 .....      | 127 |

|     |                   |     |
|-----|-------------------|-----|
| 5.5 | 供配电设备中的开关电器 ..... | 127 |
|-----|-------------------|-----|

|       |                   |     |
|-------|-------------------|-----|
| 5.5.1 | 供配电设备的组成 .....    | 127 |
| 5.5.2 | 供配电设备中的开关电器 ..... | 129 |
| 5.5.3 | 配电线用断路器 .....     | 130 |

# 第 6 章 电动机

|        |                     |     |
|--------|---------------------|-----|
| 6.1    | 直流电动机的原理 .....      | 134 |
| 6.2    | 直流电动机的种类与特性 .....   | 135 |
| 6.3    | 直流电动机的速度控制和规格 ..... | 138 |
| 6.4    | 三相感应电动机的原理 .....    | 141 |
| 6.5    | 三相感应电动机的结构 .....    | 143 |
| 6.6    | 三相感应电动机的性质 .....    | 150 |
| 6.7    | 三相感应电动机的特性 .....    | 153 |
| 6.8    | 三相感应电动机的启动和运行 ..... | 157 |
| 6.9    | 特殊笼型三相感应电动机 .....   | 159 |
| 6.10   | 单相感应电动机 .....       | 160 |
| 6.10.1 | 旋转原理 .....          | 160 |
| 6.10.2 | 各种单相感应电动机 .....     | 161 |
| 6.11   | 单相串励整流子电动机 .....    | 164 |
| 6.12   | 伺服电动机 .....         | 165 |
| 6.13   | 微型电动机 .....         | 167 |
| 6.14   | 脉冲电动机(步进电动机) .....  | 169 |
| 6.15   | 电动机的拆卸 .....        | 170 |
| 6.16   | 电动机的装配 .....        | 174 |

# 第 7 章 变压器

|     |              |     |
|-----|--------------|-----|
| 7.1 | 变压器的原理 ..... | 178 |
| 7.2 | 变压器的结构 ..... | 181 |

|            |                     |     |
|------------|---------------------|-----|
| <b>7.3</b> | <b>变压器的电压和电流</b>    | 184 |
| 7.3.1      | 理想变压器的电压、电流和磁通      | 184 |
| 7.3.2      | 实际变压器有绕组电阻和漏磁通      | 186 |
| <b>7.4</b> | <b>规格和损耗</b>        | 187 |
| 7.4.1      | 使用变压器时要注意规格         | 187 |
| 7.4.2      | 铜耗、磁滞损耗和涡流损耗        | 188 |
| <b>7.5</b> | <b>效率和电压调整率</b>     | 191 |
| 7.5.1      | 变压器的效率              | 191 |
| 7.5.2      | 电压调整率               | 192 |
| <b>7.6</b> | <b>变压器温升和冷却</b>     | 194 |
| 7.6.1      | 温升和温度测量             | 194 |
| 7.6.2      | 冷却方法                | 195 |
| 7.6.3      | 变压器油和防止油劣化          | 196 |
| <b>7.7</b> | <b>变压器层间短路的检测</b>   | 197 |
| <b>7.8</b> | <b>变压器的安装和预防性维护</b> | 200 |
| <b>7.9</b> | <b>各种常用的变压器</b>     | 202 |
| 7.9.1      | 测量用互感器              | 202 |
| 7.9.2      | 自耦变压器               | 204 |
| 7.9.3      | 三相变压器               | 205 |
| 7.9.4      | 点火线圈                | 208 |
| 7.9.5      | 饱和变压器               | 208 |
| 7.9.6      | 恒压变压器               | 211 |

## 第 8 章 照明和室内线路

|            |                     |     |
|------------|---------------------|-----|
| <b>8.1</b> | <b>白炽灯、荧光灯的安装使用</b> | 214 |
| 8.1.1      | 白炽灯的常用控制电路          | 214 |
| 8.1.2      | 荧光灯                 | 217 |
| 8.1.3      | 白炽灯的安装方法            | 219 |

|            |                         |            |
|------------|-------------------------|------------|
| 8.1.4      | 白炽灯的常见故障及检修方法 .....     | 223        |
| 8.1.5      | 荧光灯的安装方法 .....          | 224        |
| 8.1.6      | 荧光灯的常见故障及检修方法 .....     | 227        |
| <b>8.2</b> | <b>开关、插座的安装使用 .....</b> | <b>229</b> |
| 8.2.1      | 接线盒、插座和灯座 .....         | 229        |
| 8.2.2      | 开关和控制电路 .....           | 233        |
| 8.2.3      | 接地系统 .....              | 236        |
| <b>8.3</b> | <b>门铃电路 .....</b>       | <b>238</b> |
| <b>8.4</b> | <b>门开启电路 .....</b>      | <b>240</b> |
| <b>8.5</b> | <b>供电和配电盘 .....</b>     | <b>243</b> |

## 第 9 章 电工安全

|            |                        |            |
|------------|------------------------|------------|
| <b>9.1</b> | <b>常用安全标志 .....</b>    | <b>248</b> |
| <b>9.2</b> | <b>个人安全服装的使用 .....</b> | <b>248</b> |
| <b>9.3</b> | <b>安全保护设备的使用 .....</b> | <b>250</b> |
| <b>9.4</b> | <b>梯子和脚手架的使用 .....</b> | <b>251</b> |
| <b>9.5</b> | <b>防止电击 .....</b>      | <b>253</b> |
| <b>9.6</b> | <b>接地保护 .....</b>      | <b>256</b> |
| <b>9.7</b> | <b>漏电保护器 .....</b>     | <b>258</b> |
| <b>9.8</b> | <b>安全用电常识 .....</b>    | <b>260</b> |
| <b>9.9</b> | <b>电气防火 .....</b>      | <b>261</b> |

# 第1章

## 常用电工工具的使用与养护

# 1.1

## 低压验电器

### ● 1.1.1 种 类

#### 1. 氖管发光式验电器

氖管发光式验电器有自动铅笔型和螺栓旋具型两种。图 1.1 所示为 OA 型氖管式低压验电器,其自动铅笔型的绝缘管中装有氖管和电阻,串联在笔尖的金属体与接地金属体之间,它是一种小型、轻便、安全且易于测电的仪器,得到广泛应用。

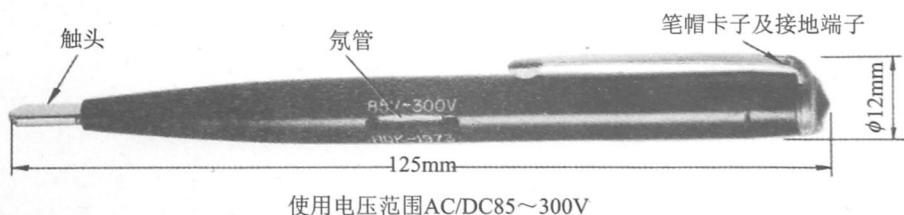


图 1.1 OA 型氖管式低压验电器

#### 2. 声光式验电器

声光式验电器由探针、半导体电路和纽扣电池组成,因为笔尖采用了导电橡胶,在使用中无需担心短路。图 1.2 所示是一种 HT-610 型声光式低压验电器,由蜂鸣器发声和高亮度发光二极管发光来表示带电。可以从电线的绝缘层外面测出最高 AC 600V 电压。

### ● 1.1.2 使用方法

验电器是用来检测普通低压电路中的带电状态(有无电流)的仪器。

#### 1. 氖管发光式验电器

测电时,手握笔帽卡子(接地金属),同时使笔尖金属部分触及被测电路,如果带电,氖管就发光,如图 1.3 所示。

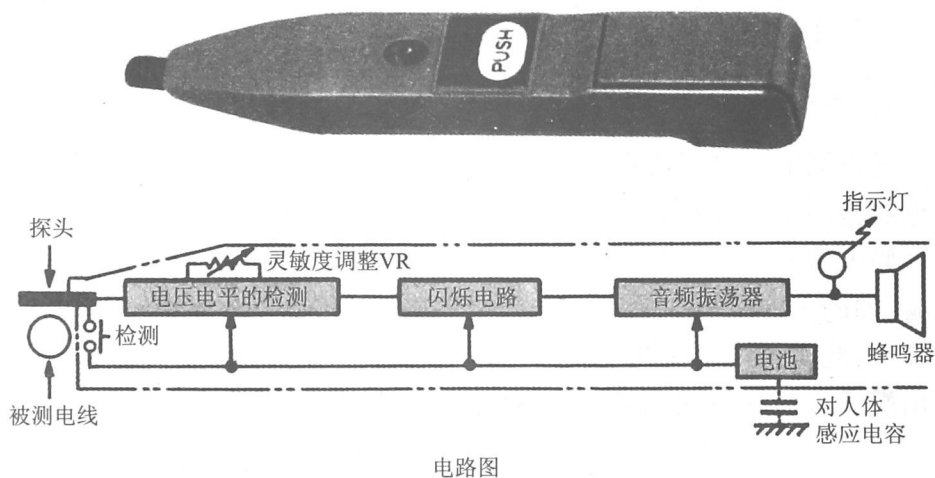


图 1.2 HT-610 型声光式低压验电器



图 1.3 氖管发光式验电器验电

## 2. 声光式验电器

手握笔帽卡子(接地部分),同时使笔尖探针触及被测电路,如果带电,蜂鸣器响,且红色 LED 发光,也可用于最高 AC 600V 的测量。即便是被覆线的外面测量,如果带电也会有断续的蜂鸣音,LED 也会断续发光。

### 1.1.3 注意事项

#### 1. 用前检查

进行测电之前要检查验电器是否能正常工作。这种检查可通过使用验电器检测器,或者在已知的带电电路上进行确认。

验电器检测器用于低压验电器、高压验电器和高低压兼用验电器的检验,如图 1.4 所示。使用方法是先检查检测器的电源是否打开,按下输出开关,此时,若(电池式)输出指示灯变亮,则把验电器的探头触及电压输出端子,以判断验电器是否正常工作。

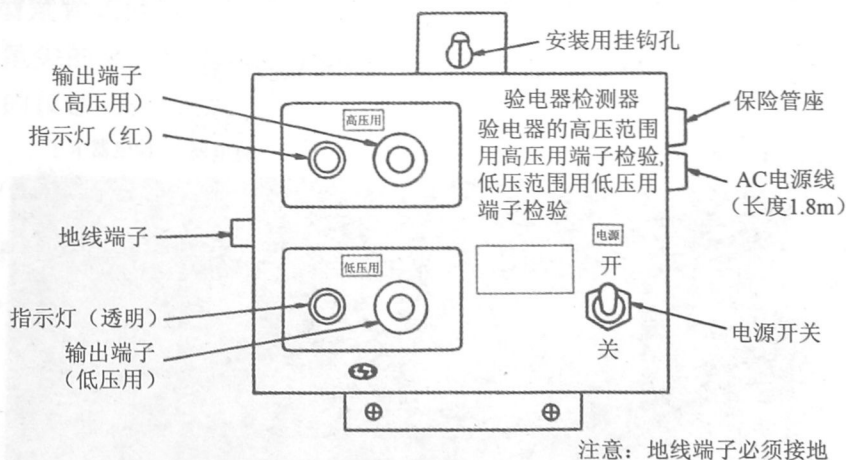


图 1.4 HLL-1 型验电器检测器

#### 2. 不要测高电压

确认验电器的使用电压范围。切勿用低压验电器测高压,一旦测高压会造成触电事故,绝不可误操作(仔细阅读使用说明书)。

#### 3. 电池的更换

内置电池验电器要及时更换新电池。更换电池时,要特别注意电池的正负极性,不要装错。

# 1.2 高压验电器

高压验电器是用来验证高压线路上是否带电的电工工具。

## 1.2.1 种类及用途

高压验电器包括氖管式(图 1.5)、声光式(图 1.6)及风车式几种。



图 1.5 氖管式高压验电器



|          |     |                        |
|----------|-----|------------------------|
| 额定工作起始电压 | 低压  | 裸露带电部分 80V(接触带电部分)     |
|          | 绝缘线 | ( $\phi$ 5mmOE 线)3000V |
| 额定不工作距离  | 断续  | (对地电压 4kV)50cm         |
|          | 连续  | (对地电压 4kV)3cm          |
| 使用温度范围   |     | -10~+50℃               |
| 使用电池     |     | 7 号电池(1.5V)2 节         |

图 1.6 HSC-7 型声光式低压验电器

声光式可进行低压线路到高压线路的普通验电、从被覆线外面的验电、断线处的检查、屏蔽线的屏蔽效果检查,以及电气工程施工过程中的安全报警。

## 1.2.2 使用方法和注意事项

使用方法是按下按钮检查验电器工作情况是否正常(整个电路自检方式),然后将验电器的金属探头接近带电体进行验电检测(非接触验电

检测)。

在准备进行停电作业的情况下,一旦错误判断是否真正停电则会发生触电事故灾难。因此,务必在着手作业之前先进行验电。

### 1. 用前检查

验电之前必须按下按钮进行检查。按下按钮和松开按钮时都会发光和发声,且在1~3s之间自动停止发光和发声,检查时要弄清楚这一点。

### 2. 作业中的注意事项

① 为了预防发生触电事故灾难,要保持规定的安全距离,戴上高压绝缘橡胶手套作业(图1.7)。



图 1.7 6kV 高压验电作业

② 这种验电器不能检测交流电压,因此在进相电容器等装置的交流电源停电情况下,其带电电压是直流,这一点要注意。

③ 虽说能够检测 30kV 以上的电压,但检测距离变长,并无实用性。

绝缘保护器具的穿戴情况如图 1.8 所示。

注意在带电高压线及其近距离作业情况下,必须任命作业指挥人员,使其直接指挥作业,要严格加强作业管理。