

手把手教你学电工

手把手

之

电工入门



◎ 杨清德 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

手把手教你学电工

手把手之电工入门

杨清德 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共 6 章, 主要介绍常用电工材料的性能及应用注意事项, 常用电工工具和电工仪表的使用方法 & 技巧, 常用高低压电器的功能、性能及应用与维护保养常识, 照明配电线路及配电装置的安装, 单相异步电动机和三相异步电动机的安装、维护及常见故障的检修等。

本书内容少而精、简明实用, 图文并茂, 言简意赅, 通俗易懂, 在众多电工技术书籍中特色鲜明。

本书适合广大初级和中级电工阅读, 既可作为自学读物, 也可以作为电工培训教材。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

手把手之电工入门 / 杨清德主编. — 北京: 电子工业出版社, 2013.10

(手把手教你学电工)

ISBN 978-7-121-21501-8

I. ①手… II. ①杨… III. ①电工技术—基本知识 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 218781 号

责任编辑: 王敬栋 (wangjd@phei.com.cn)

印 刷: 北京天宇星印刷厂

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 880×1230 1/32 印张: 6.625 字数: 197 千字

印 次: 2013 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 25.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。



前 言

很久以来，我们就打算编写几本关于学习电工技能的小册子，给电工从业者增添一技之长，助一臂之力，很想系统地写一下，然而一直没有动笔。图书市场上比较系统的电工技能书籍，对于部分文化层次较低、专门用于学习的时间也不多的初学者来说，不但没有方法看明白，而且还容易打击他们好不容易才建立起来的学习电工技术的信心；一些内容过于简单的电工技能书籍，他们又不能学到能够挣钱的技术。

我们依照国家职业标准，遵循实用为准、够用为度的编写原则，针对文化程度不高但动手能力较强的电工初学者的特点和实际需求，以一个门外汉的有志青年能成为一名合格电工所必须的精粹知识及技能为准，编写了这套“手把手教你学电工”丛书。

《手把手之电工入门》——主要介绍常用电工材料的性能及应用注意事项，常用电工工具和电工仪表的使用方法技巧，常用高低压电器的功能、性能及应用与维护保养常识，照明配电线路及配电装置的安装，单相异步电动机和三相异步电动机的安装、维护及常见故障的检修等。

《手把手之家装电工》——主要介绍家装电工必备基础知识及基本技能、家庭强电线路及配电装置的简单设计和安装、家庭弱电线路的布线及装置的安装、常用照明灯具及常用电器的安装、旧房电气整改的技术及技巧。

《手把手之电工识图》——主要介绍电工初学者识图的基础知识、识读照明电气图、识读弱电工程电气图、识读工厂配电电气



图、识读电动机控制电气图。

本书由特级教师、高级讲师、高级技师杨清德主编。参加编写的还有冉洪俊、胡大华、沈坤华、周万平、乐发明、胡萍、黎平、蔡定宏、杨松、李建芬、廖代军、谭光明等同志。

由于编者水平所限，加之时间仓促，书中错漏在所难免，敬请批评指正，盼赐教至 yqd611@163.com，以期再版时修改。

编 者



目 录

第 1 章 常用电工材料及应用	1
1.1 常用导电材料及应用	1
1.1.1 常用金属导电材料	1
1.1.2 熔体材料	2
1.1.3 电线电缆	4
1.1.4 电刷	14
1.1.5 漆包线	16
1.2 常用绝缘材料及应用	18
1.2.1 绝缘材料简介	18
1.2.2 电气绝缘板	21
1.2.3 绝缘带	22
1.2.4 绝缘漆管	23
1.2.5 电工用塑料	25
1.3 磁性材料	28
1.3.1 软磁材料	28
1.3.2 硬磁材料	29
1.4 电阻材料和电触头材料	30
1.4.1 电阻材料	30
1.4.2 电触头材料	31
第 2 章 常用电工仪表及工具的使用	34
2.1 常用电工仪表的使用	34
2.1.1 万用表的使用	34
2.1.2 钳形电流表的使用	43
2.1.3 兆欧表的使用	46
2.2 常用电工工具的使用	49
2.2.1 电工最常用工具的使用	49



2.2.2	常用电动工具的使用	53
2.2.3	外线电工专用工具的使用	55
2.2.4	焊接工具的使用	58
第3章	电工作业基本技能	60
3.1	导线连接与绝缘层恢复	60
3.1.1	导线连接的步骤及技术要求	60
3.1.2	导线绝缘层剥削	61
3.1.3	导线与导线的连接	66
3.1.4	线头与接线端子(桩)的连接	72
3.1.5	导线绝缘层的恢复	77
3.2	停电送电与装设接地线	80
3.2.1	停电送电操作	80
3.2.2	验电与装设接地线	82
3.3	电工登杆	86
3.3.1	使用蹬板登杆作业	86
3.3.2	使用脚扣登杆作业	89
第4章	常用高低压电器及应用	93
4.1	电力变压器及应用	93
4.1.1	变压器的类型	93
4.1.2	电力变压器的应用	95
4.2	常用低压电器及应用	98
4.2.1	低压电器的种类及用途	98
4.2.2	低压断路器及应用	99
4.2.3	低压熔断器	103
4.2.4	交流接触器及应用	107
4.2.5	继电器及应用	111
4.2.6	主令电器及应用	115
4.3	配电箱和电能表及应用	119
4.3.1	配电箱及应用	119
4.3.2	电能表及应用	121
第5章	室内照明线路及装置的安装	128



5.1	照明线路敷设	128
5.1.1	室内配线基础	128
5.1.2	护套线配线	131
5.1.3	电线管配线	132
5.1.4	绝缘子配线	139
5.2	开关和插座的安装	143
5.2.1	安装开关和插座的有关规定	143
5.2.2	照明开关的安装	145
5.2.3	电源插座的安装	150
5.3	照明灯具的安装	155
5.3.1	照明灯具安装基础	155
5.3.2	吸顶灯的安装	160
5.3.3	水晶灯的安装	164
5.3.4	壁灯安装	167
第 6 章	电动机及其应用	169
6.1	电动机概述	169
6.1.1	电动机的分类	169
6.1.2	电动机的型号及铭牌	170
6.1.3	电动机的防护形式	172
6.2	单相异步电动机及应用	173
6.2.1	单相异步电动机的结构	173
6.2.2	单相异步电动机的种类	174
6.2.3	单相异步电动机的调速方法	176
6.2.4	单相异步电动机常见故障的处理	179
6.3	三相异步电动机及应用	181
6.3.1	三相交流异步电动机的结构	181
6.3.2	定子三相绕组的接线方式	182
6.3.3	三相异步电动机的运行维护检查	184
6.4	电动机的拆卸与装配	187
6.4.1	电动机的拆卸	187
6.4.2	电动机的装配	195



第1章 常用电工材料及应用

电工领域应用的各类材料统称为电工材料。电工材料的种类很多,本章主要介绍常用的电工导电材料、绝缘材料和磁性材料,这些材料具有一定的电学或磁学性能。



1.1 常用导电材料及应用

1.1.1 常用金属导电材料

1. 金属材料的导电性

导电材料大部分是金属,在金属中,导电性最佳的是银,其次是铜。由于银的价格比较昂贵,因此只是在一些特殊的场合才使用,一般将铜和铝用作主要的导电金属材料。

常用金属材料的主要性能见表 1-1。

表 1-1 常用金属材料的主要性能

材料名称	20℃时的电阻率/ $\Omega \cdot \text{m}$	抗拉强度(N/mm ²)	密度(g/cm ³)	抗氧化耐腐蚀(比较)	可焊性(比较)	资源(比较)
银	1.6×10^{-8}	160~180	10.50	中	优	少
铜	1.72×10^{-8}	200~220	8.90	上	优	少
金	2.2×10^{-8}	130~140	19.30	上	优	稀少
铝	2.9×10^{-8}	70~80	2.70	中	中	丰富
锡	11.4×10^{-8}	1.5~2.7	7.30	中	优	少
钨	5.3×10^{-8}	1000~1200	19.30	上	差	少
铁	9.78×10^{-8}	250~330	7.8	下	良	丰富
铅	21.9×10^{-8}	10~30	11.37	上	中	中



2. 最常用的金属导电材料——铜和铝

铜和铝是两种最常用且用量最大的电工材料。室内线路以铜材料居多，室外线路以铝材料为主，它们几乎各占“半边天”。

铜的导电性能好，在常温时有足够的机械强度，具有良好的延展性，便于加工，化学性能稳定，不易氧化和腐蚀，容易焊接。纯铜俗称紫铜，含铜量高。根据材料的软硬程度，铜分为硬铜和软铜。铜广泛应用于制造电动机、变压器和各种电器的线圈。

国家规定，室内永久性的照明线路一律采用铜芯线。

铝的导电系数虽然没有铜的导电系数大，但它的密度小。同样长度的两根线，若要求它们的电阻值一样，则铝导线的截面积约是铜导线的 1.69 倍。

铝资源比较丰富，价格便宜，在铜材紧缺时，铝材是最好的替代品。但是，铝导线的焊接比较困难，必须采取特殊的焊接工艺。



知识窗

影响铜、铝材料导电性能的主要因素

影响铜、铝材料导电性能的主要因素有材料纯度、使用温度及环境，见表 1-2。

表 1-2 影响铜、铝材料导电性能的主要因素

影响因素	说明
纯度	材料纯度越高，导电性能越好。铜材料的主要“杂质”为磷、铁、硅，会使铜的电阻率上升，影响其导电性能。铝的主要“杂质”为铁和硅，虽然会使铝的电阻率增加，塑性、耐蚀性降低，但提高了铝的抗拉强度
温度	温度升高会使铜、铝的电阻率增加，降低导电性能
环境	潮湿、盐雾、酸与碱蒸汽、被污染的大气都对导电材料有腐蚀作用。铜的耐蚀性比铝好，因此用于特别恶劣环境中的导电材料应采用铜合金材料

1.1.2 熔体材料

1. 熔体材料的作用

大家知道，熔断器对电气线路及电气设备的保护作用是通过熔



体来实现的。一旦电路超过负载电流允许值或温升允许值等，熔断器的熔体就会熔断，切断故障电路，从而保护线路和设备的安全。

熔体材料的保护作用见表 1-3。

表 1-3 熔体材料的保护作用

保护情形	保护说明
短路保护	一旦电路出现短路情况，熔体尽快熔断，时间越短越好，如保护晶闸管的快速熔断器（其熔体常用银丝）
过载与短路保护兼顾	对电动机的保护，出现过载电流时，不要求立即熔断而是要经一定时间后才烧断熔体。 短路电流出现时，经较短时间（瞬间）熔断，此处用慢速熔体，如铅锡合金、部分焊有锡的银线或铜线等延时熔断器
限温保护	“温断器”用于保护设备不超过规定温度，如保护电炉、电镀槽等不超过规定温度。常用的低熔点合金熔体材料主要成分是铋（Bi）、铅（Pb）、锡（Sn）、镉（Cd）等

2. 常用的熔体材料

常用的熔体材料有纯金属熔体材料和合金熔体材料两大类，见表 1-4。

表 1-4 常用的熔体材料

材 料	品种	特性及用途
纯金属熔体材料	银	具有高导电、导热性好、耐蚀、延展性好等优点，可以加工成各种尺寸精确和外形复杂的熔体。银常用来做高质量要求的电力及通信设备的熔断器熔体
	锡和铅	熔断时间长，宜做小型电动机保护用的慢速熔体
	铜	熔断时间短，金属蒸汽少，有利于灭弧，但熔断特性不够稳定，只能做要求较低的熔体
	铋	可做自复式熔断器的熔体。故障出现时可熔断、切断电路起保护作用；故障排除后自动恢复，并可多次（5次以上）使用
合金熔体材料	铅合金	它是最常见的熔体材料，如铅铋熔丝、铅锡熔丝等。低熔点合金熔体材料由铋、铅、锡、镉、汞等按不同比例混合而成

3. 熔断器中熔体的形状

根据电路及电气设备的要求及用途不同，熔断器的熔体可制成



丝状、带状、片状等。

在电工技术中，由于对熔体的封装不同，常用的有裸熔丝（如在家用闸刀上的熔丝）、玻璃管熔丝（如用在电器上的熔丝管）、陶瓷管熔丝（如用在螺旋式熔断器中的熔丝管）等。

4. 熔体材料的选用

熔体置于熔断器中，是电路运行安全的重要保障。在选用熔体时，必须遵循下列原则。

（1）照明电路上熔体的选择：熔体额定电流等于负载电流。

（2）日常家用电器，如电视机、电冰箱、洗衣机、电暖器、电烤箱等，熔断额定电流等于或略大于上述所有电器额定电流之和。

（3）电动机类的负载：对于单台电动机，熔体额定电流是电动机额定电流的 1.5~2.5 倍；对于多台电动机，熔体额定电流是容量最大一台电动机额定电流的 1.5~2.5 倍加其余电动机额定电流之和。

（4）熔体与电线额定电流的关系：熔体额定电流应等于或小于电线长时间运行的允许电流的 80%。

1.1.3 电线电缆

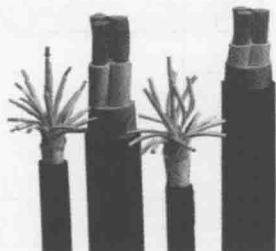
通常把以金属材料制成的用来传输电能、控制信号的线材叫做电线电缆。

1. 电线电缆的种类

各行各业中的电线电缆产品的种类非常多，它们总的用途有两种，一种是电力电缆（用于传输电流），一种是控制电缆（用于传输信号）。当然，现在许多传输信号主要也靠电流（电磁波）作载体。随着科技的发展，现在也可以用光波作载体来传输信号。

在常规供配电线路及电气设备中主要使用的线缆有耐压 10kV 以下的聚乙烯或聚氯乙烯绝缘类各式电缆电线、橡胶绝缘电缆、架空铝绞导线、裸母线（汇流排）等，如图 1-1 所示。

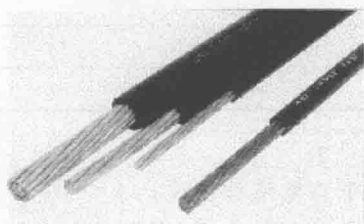
绝缘导线的种类很多，常用的绝缘导线的种类及用途见表 1-5。



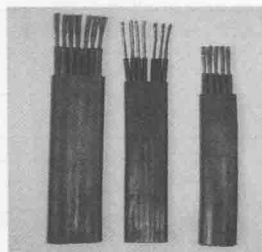
(a) 聚乙烯电力电缆



(b) 聚氯乙烯电力电缆



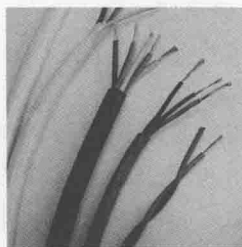
(c) 钢芯铝交联聚乙烯电力电缆



(d) 聚氯乙烯控制电缆



(e) 聚氯乙烯绝缘硬电线



(f) 聚氯乙烯绝缘电线

图 1-1 常用电力电缆

表 1-5 常用绝缘导线的种类及用途

型 号	名 称	主 要 用 途
BX	铜芯橡皮线	固定敷设用
BLX	铝芯橡皮线	



续表

型号	名称	主要用途
BV	铜芯聚氯乙烯塑料线	固定敷设用
BLV	铝芯聚氯乙烯塑料线	
BVV	铜芯聚氯乙烯绝缘、护套线	
BLVV	铝芯聚氯乙烯绝缘、护套线	
RVS	铜芯聚氯乙烯型软线	灯头和移动电器、设备的引线
RVB	铜芯聚氯乙烯平行软线	
LJ、LGJ	裸铝绞线	架空线路
AV、AVR、AVV	塑料绝缘线	电器、设备安装
KVV、KXV	控制电缆	室内敷设
YQ、YZ、YC	通用电缆	连接移动电器



记忆口诀

常用电缆两大类，电力电缆控制缆。
单芯多芯铜铝芯，根据用途选性能。

2. 硬母线

硬母线又称为汇流排，硬母线可分为裸母线和母线槽两大类。

1) 裸母线

裸母线是用铜材或铝材制成的条状导体，有较大的截面积和刚性。使用时，用绝缘子作为支撑进行安装固定，主要用于变压器与低压配电控制柜间的连接和配电柜内主干线，如图 1-2 所示。

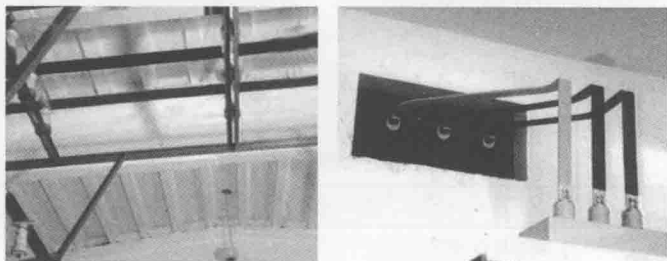


图 1-2 裸母线及其应用示例

2) 母线槽

母线槽的特点是将裸母线由绝缘撑垫分开后封装在标准的金属外罩内。母线槽可根据使用场合不同,分为室内型、室外型、馈电型(不带中间分接装置)、插接式(带有支路分接引出装置)、滑接式(用滚轮或滑触块来分接单元电气)。

母线槽主要用于高层建筑、多层式厂房、标准厂房及机床密集的车间供配电线路,如图 1-3 所示。母线槽具有容量大、结构紧凑、安装简单、使用安全可靠的优点,但母线槽供电线路的投资较高。

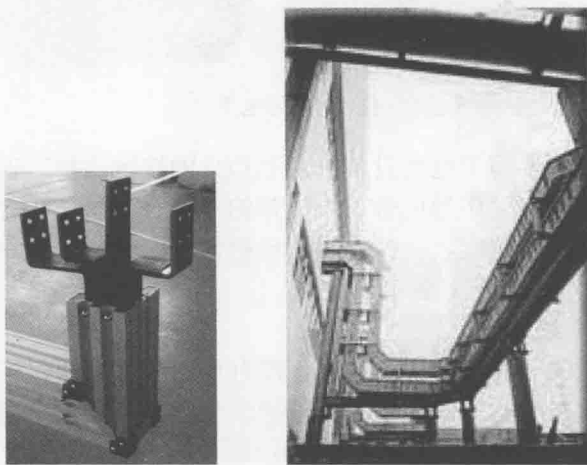


图 1-3 母线槽及其应用示例

交流母线相序排列的规定见表 1-6。

表 1-6 交流母线相序排列的规定

类 别	垂直排列	水平排列	前后排列
A 相	上	左	远
B 相	中	中	中
C 相	下	右	近
中性线 中性保护线	下 最下	最右	最近

3. 导电带

导电带是由细铜丝编织成的一种柔软的带状裸导线，它没有绝缘层，如图 1-4 所示。

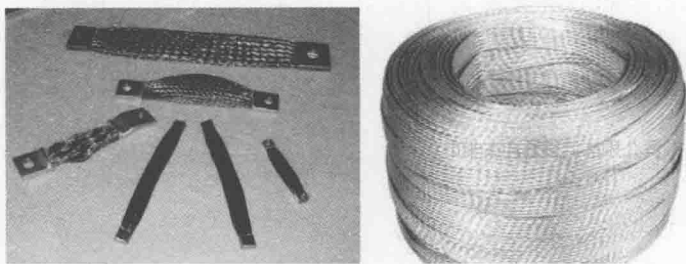


图 1-4 导电带

导电带主要用于电气设备的活动部分的接地连接。例如，配电柜门扇的接地可采用导电带。导电带的一端与已接地的配电柜体紧固，另一端连接门扇，将门扇与配电柜体连成一体，防止可能因触及柜门而引发的漏电、触电事故。

4. 裸导线

裸导线的导体直接裸露在外，没有任何绝缘层和保护层。按照产品的形状和结构不同，常用的裸导线分为裸单线、裸软接线、型线（裸扁线、裸铜带）、空心线、裸绞线 5 种。

一般来说，裸绞线用于架空电力线路；型线用于变压器和配电柜；裸软线用于电动机电刷、蓄电池等场合。

裸导线也可以直接使用，如电子元器件的连接线。常用裸线的型号和用途见表 1-7。

表 1-7 常用裸线的型号和用途

分 类	名 称	型 号	主 要 用 途
裸单线	圆铝线（硬、半硬、软） 圆铜线（硬、软） 镀锡软圆铜单线	LY、LYB、LR TY、TR TRX	供电线电缆及电气设备制品用（如电动机、变压器等），硬圆铜线可用于电力及通用架空线路
裸绞线	铝绞线 钢芯铝绞线	LT LGJ、LGJQ、 LGJJ	供高低压输电线路用



续表

分 类	名 称	型 号	主 要 用 途
裸软接线	铜电刷线（裸、软裸） 纤维编织裸软电线（铜、软铜）	TS、TSR TSX、TSXR	供电动机、电气线路连接线用
	裸铜软绞线	TR、TRJ-124	供移动电器、设备连线连接线用
型线	扁铜线（硬、软） 铜带（硬、软） 铜母线（硬、软） 铝母线（硬、软）	TBY、TBR TDY、TDR TMY、TMR LMY、LMR	供电动机、电器、安装配电设备及其他电工方面用
空心线	空心导线（铜、铝）	TBRK、LBRK	供水内冷电动机、变压器作绕组线圈的导体

5. 电缆的选用

电力电缆（导线）的选用应从电压损失条件、环境条件、机械强度和电流密度条件等多方面综合考虑。

1) 电压损失条件

导线和电缆在通过负荷电流时，因为线路存在阻抗，所以就会产生电压损失，对线路电压损失的规定见表 1-8。

表 1-8 线路电压损失的一般规定

用 电 线 路	允许最大电压损失 (%)
高压配电线路	5
变压器低压侧到用户用电设备受电端	5
视觉要求较高的照明电路	2~3

如果线路的电压损失超过了规定的允许值，则应选用更大截面积的电线或减小配电半径。

2) 环境条件

电缆的使用环境条件包括周围的温差、潮湿情况、腐蚀性等因素，这些因素对电缆的绝缘层及芯线有较大影响。线路的敷设方式（明敷设、暗敷设）对电缆的性能要求也有所不同。因此，所选线材应能适应环境温度的要求。常用导线在正常和短路时的最高允许温度见表 1-9。