

DIANGONG RUMEN BIDU

电工 入门必读

杨清德 主编

口诀易记，图解易懂
内容全面，轻松入门



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

高 雅 卷 内

DIANGONG RUMEN BIDU

电工入门必读

杨清德 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以一个初学者学习电工技术的角度编写,在编写的过程中多用图表来讲解,重点讲如何巧学、巧用。

全书共22章,分为7篇。主要内容有巧学巧用通用电工工具、常用电工工具、常用电动工具,指针式万用表和数字万用表的使用与维护、万用表检测常用元器件,电工识图基础、识读供电系统电气图、识读常用机电设备电气图、识读建筑电气工程图,常用低压电器元件及应用、电力电线电缆及应用、低压电气控制应用电路,选用电动机、安装与拆装电动机、诊断电动机故障、电动机维修实例,揣摩变频器、使用变压器,PLC为我所用、梯形图编程技巧、PLC联姻变频器等。

本书适合电工初学者阅读,可作为电工培训教材。可供有一定经验的电工技术人员使用,也可供职业学校电工、电子专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工入门必读 / 杨清德主编. —北京: 中国电力出版社, 2014.5

ISBN 978 - 7 - 5123 - 5440 - 1

I. ①电… 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 321008 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

2014年5月第一版 2014年5月北京第一次印刷

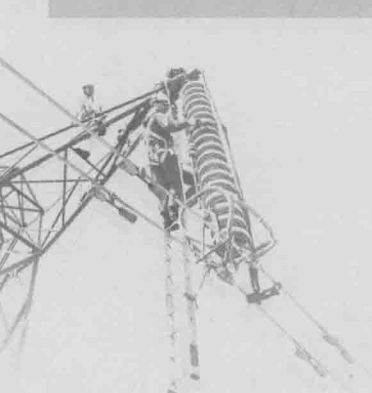
787毫米×1092毫米 16开本 44印张 1055千字

印数0001—4000册 定价88.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前言

基于当前大量农民工就业、在职职工转岗就业、毕业生择业上岗和有志青年自学成才急需入门电工技术读物的需求，由中国电力出版社策划并组织有关专家、学者编写了本书。

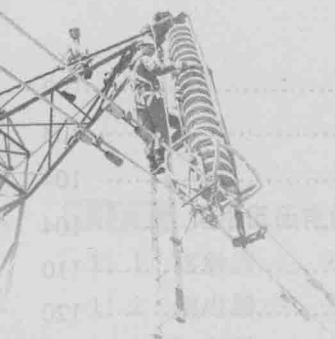
电工技术是一门知识性、实践性和专业性都比较强的实用技术，其应用领域较广，各个行业及各个岗位涉及的技术各有侧重。为此，本书在编写时充分考虑了多数电工初学者的个体情况，以一个无专业基础的人从零起步初学电工技术的角度，将初学电工的必备知识和技能进行归类、整理和提炼，并选择了近年来中小型企业电工紧缺岗位从业人员必备的几个技能侧重点，用通俗的语言，多用图、表来讲解，重点讲如何巧学、巧用，回避了一些实用性不强的理论阐述，以便让文化程度不高的读者能通过直观、快捷的方式学好电工技术，为今后工作和进一步学习打下基础。

本书主编由杨清德担任，他是重庆市市级骨干教师、高级讲师、高级双师型教师、维修电工高级技师、国家职业技能鉴定高级考评员、工程师，已发表文章 400 余篇，出版专著 40 余本，是从事职业技术教育 20 余年的专家，担任多家企业的技术顾问，具有丰富的教学经验和实践经验。在杨清德老师的组织下，由胡萍、杨卓荣、余明飞、康娅、黎平、成世兵、谭光明、胡大华、万国军、杨鸿、阳兴见、赵顺洪、冉洪俊、魏清发、胡永发、郭卓、蔡中奉、张焱等同志组成丛书编委会（谭光明主要负责资料收集和部分插图的计算机绘制），分工合作，编写了本书。

本书通俗易懂，适合电工初学者阅读，可作为电工培训教材，也可供职业学校电工、电子专业师生参考，亦可供有一定经验的电工技术人员参考。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在缺点和错漏，敬请各位读者多提意见和建议，盼赐教至 yqd611@163.com，以期再版时修改。

编者



目 录

前言

第①篇 电 工 工 具

第1章 通用电工工具百战百胜	3
1.1 试电笔	3
1.2 电工钳	9
1.3 旋具	13
1.4 电工刀	19
第2章 常用电工工具手足情深	22
2.1 高压验电器	22
2.2 绝缘棒	28
2.3 绝缘夹钳	31
2.4 压接钳	32
2.5 断线钳	37
第3章 常用电动工具手疾眼快	40
3.1 电动工具的分类	40
3.2 电锤	41
3.3 电钻	46
3.4 电动曲线锯	55
3.5 手提式切割机	59
3.6 电动自攻螺钉钻	63

第②篇 万 用 表

第4章 指针式万用表的使用与维护	69
4.1 如何使用指针式万用表	69
4.2 万用表的符号、测量范围及主要参数	83
4.3 指针式万用表的保养	85
第5章 数字万用表的使用与维护	87
5.1 常用数字万用表介绍	87

5.2	如何使用数字式万用表	92
5.3	数字式万用表的保养	103
第6章	万用表检测常用元器件	104
6.1	用万用表检测二极管	104
6.2	用万用表测量三极管	110
6.3	用万用表检测电容器	120
6.4	万用表检测电感器	124
6.5	万用表检测场效应管	125
6.6	万用表检测晶闸管	126
6.7	万用表测试灵敏继电器	129
6.8	万用表测试数码管	132
6.9	万用表检测门电路	136
6.10	用万用表检测集成电路	137
6.11	万用表检测特殊电阻器	138
6.12	用万用表检测 LED	142
6.13	万用表检测电声器件	143
6.14	万用表检测特殊元器件	146

第③篇 电 工 识 图

第7章	电工识图重基础	157
7.1	电气符号	157
7.2	工程图样的基本规定	170
7.3	建筑施工图中的有关规定	175
7.4	电工常用的电气图	177
第8章	理清供配电系统电气图	187
8.1	一次系统图	187
8.2	二次回路图	205
第9章	常用机电设备电气图心中有数	220
9.1	机电设备控制电气图	220
9.2	电动机控制电路图	227
9.3	机床控制系统电气图	239
9.4	PLC 控制系统电气图	259
第10章	胸有成竹看建筑电气工程图	265
10.1	建筑安装平面图	265
10.2	动力与照明电气工程图	276
10.3	建筑弱电工程图	300

第④篇 低压电控系统

第11章	常用低压电器元件及应用	325
11.1	接触器	325
11.2	继电器	338
11.3	熔断器	360
11.4	低压开关电器	364
11.5	主令电器	376
11.6	互感器	382
11.7	电磁铁	388
11.8	电力电阻器和电容器	391
第12章	电力电线电缆及应用	397
第13章	低压电气控制应用电路	404
13.1	电动机单向直接启动控制电路	404
13.2	电动机正反转控制电路	419
13.3	三相异步电动机降压启动控制电路	428
13.4	三相异步电动机制动控制电路	440
13.5	三相异步电动机调速控制电路	447

第⑤篇 电动机

第14章	选用电动机我做主	453
14.1	选用电动机的基本要求	453
14.2	根据工作条件选用电动机	454
14.3	电动机类型的选择	459
14.4	电动机转速和额定功率的选择	468
14.5	轻松选用单相异步电动机	473
第15章	顺顺利利安装与拆装电动机	479
15.1	三相异步电动机的基本结构	479
15.2	电动机安装	481
15.3	操作控制保护装置及电源线的安装	484
15.4	电动机的拆卸与组装	491
第16章	“把脉”诊断电动机故障	502
16.1	电动机故障类型及原因	502
16.2	电动机故障的检测诊断方法	510
16.3	电动机的故障检测诊断	514

16.4	电动机不能启动及转速偏低的故障诊断	523
16.5	电动机振动和响声异常的故障诊断	528
16.6	电动机过热的故障诊断	531
第17章	值得借鉴的电动机维修实例	540
实例1	绕组断线造成转速下降	540
实例2	笼型电动机转子断条, 转速降低	541
实例3	电动机修理后不能正常启动	542
实例4	电磁调速电动机不能调速	543
实例5	电磁调速电动机励磁绕组故障	543
实例6	电动机空负荷电流不平衡引起剧烈振动	544
实例7	共振造成电动机短路故障诊断	545
实例8	电动机绕组匝间短路引起发热	546
实例9	电动机过热被烧毁	547
实例10	农用电动离心泵不能启动	548

第6篇 变频器

第18章	揣摩变频器	555
18.1	结构原理先熟悉	555
18.2	操作面板面观	567
18.3	外部接口搞清楚	575
第19章	使用变频器	578
19.1	为变频器建家	578
19.2	变频器试运行	587
19.3	简单设置易学会	590
19.4	用变频器控制电动机的基本环节	599
19.5	精心呵护变频器	603

第7篇 PLC

第20章	PLC 为我所用	627
20.1	PLC 选用有奥妙	627
20.2	精心规划少投资	634
20.3	正确安装与配线	638
20.4	PLC 接线有技巧	640
20.5	正确使用编程器	649
20.6	“先软后硬”做调试	658

第 21 章	梯形图编程技巧	661
21.1	梯形图编程基础	661
21.2	基本控制梯形图	663
21.3	GPP 编写梯形图	668
第 22 章	PLC 联姻变频器	671
22.1	PLC、变频器巧联机	671
22.2	PLC 与变频器通信	676
22.3	联机控制电路图	686

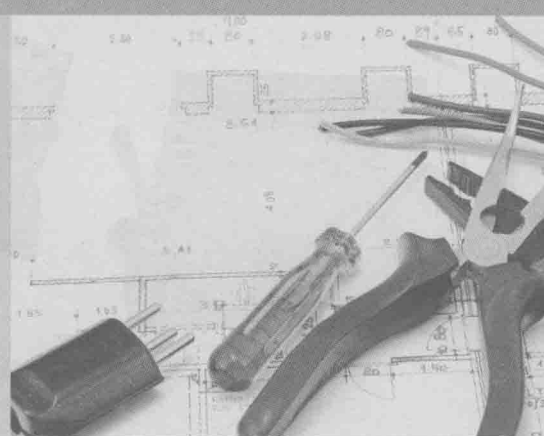
通用电工工具百战百胜

通用电工工具是指专业电工经常使用到的工具,包括低压带电作业用、电工钳(钢丝钳、尖嘴钳和斜口钳)、剥线刀、螺钉旋具和绝缘电剪等。电工刀等,电工通常和经常用的通用工具都放在工具箱或工具袋中,如图1-1所示。

第 1 篇

电工工具

图1-1 通用工具箱



1.1 试电笔

试电笔也称验电笔或测电笔,通常简称为电笔,它是用来检测导线、电器设备中,设备门壳等有无电压的一种电工工具。试电笔具有体积小、重量轻、携带方便、使用方便而安全可靠,是电工必备的工具之一。

常用的试电笔有笔式、螺旋式、钳式、指压式等,目前电工常用的是笔式试电笔,如图1-2所示。

1.1.1 试电笔的构造

试电笔通常由绝缘手柄、金属电极及内部零件组成,如图1-2所示。手柄、绝缘、电阻、弹簧、金属电极等是试电笔的主要零件,其结构如图1-3所示。

试电笔是一种带电作业用的检测仪器,其内部又叫做低压带电作业的电压,它由金属电极、电阻、弹簧、金属电极等组成,其结构如图1-3所示。

1.1.2 试电笔的工作原理

试电笔的工作原理是当带电体与试电笔的金属电极接触时,人体与大地之间形成回路,电流通过人体,其电压不超过安全电压(36V),电笔中的氖管在电流的作用下发出红光。

通用电工工具百战百胜

通用电工工具是指专业电工经常使用到的工具,包括低压用的试电笔、电工钳(钢丝钳、尖嘴钳和斜口钳)、旋具(螺钉旋具和螺母旋具)、电工刀等。电工通常将最常用的通用工具装在工具包或工具箱中,如图1-1所示。



图1-1 电工通用工具及工具包

1.1 试电笔

试电笔也称验电器或验电笔,通常简称电笔,它是用来检验导线、电器或电气设备的金属外壳是否带电的一种电工工具。试电笔具有体积小、质量轻、携带方便、使用方法简单等优点,是电工必备的工具之一。

常用的试电笔有钢笔式、旋具式、感应式、组合式等。目前电工最常用的是旋具式试电笔,如图1-2所示。

1.1.1 试电笔的结构

试电笔常做成钢笔式结构,有的也做成小型螺钉旋具结构,均由笔尖、电阻、氖管、笔筒、弹簧和金属端盖或挂鼻等组成,其基本结构如图1-3所示。

氖管是一种内部充满氖气的玻璃管,在电路中只要通过微弱的电流,它就会发出暗黄色的光,如图1-4所示。

1.1.2 试电笔的工作原理

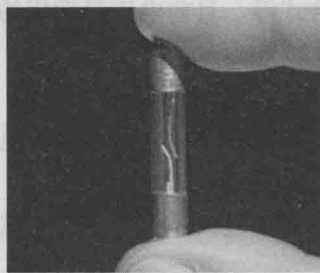
试电笔的工作原理是被测带电体通过电笔、人体与大地之间形成的电位差超过60V以上时(其电位不论是交流还是直流),电笔中的氖管在电场的作用下会发出红色光。



图 1-2 常用试电笔
(a) 感应式; (b) 旋具式; (c) 钢笔式



图 1-3 试电笔的基本结构



(a)



(b)

图 1-4 氖管和氖管发光

(a) 氖管; (b) 氖管发光

如图1-5所示,点划框内部分表示试电笔的结构。 R_1 表示人体的电阻,它的下端接了地线,表示人站在地上。先把试电笔接向触点1,这时相当于试电笔笔尖接到零线上,试电笔两端电压为零,氖管不发光。再把试电笔接向触点2,这时相当于试电笔笔尖接到相线上,加于氖管的电压超过它的起辉电压(约60V)发出辉光。

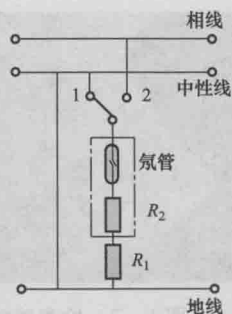


图1-5 试电笔工作原理

【知识点拨】

用试电笔检测导体时,电流经试电笔笔尖金属体→氖管→电阻→弹簧→尾部金属体→人体→大地,构成回路,其电流很微小,人体与大地有60V电位差,试电笔则有辉光。



1.1.3 试电笔的测量范围

普通低压试电笔的电压测量范围在60~500V。低于60V时,电笔的氖管可能不会发光显示;对于高于500V的电压,严禁用普通低压试电笔去测量,以免产生触电事故。

1.1.4 试电笔的一般使用方法

使用试电笔时,人手接触电笔的部位一定要在试电笔的金属端盖或挂鼻,而绝对不是试电笔前端的金属部分,如图1-6所示。

使用试电笔要使氖管小窗背光,以便看清它测出带电体带电时发出的红光。如果试电笔氖管发光微弱,切不可就断定带电体电压不够高,也许是试电笔或带电体测试点有污垢,也可能测试的是带电体的地线,这时必须擦干净测电笔或者重新选测试点。反复测试后,氖管仍然不亮或者微亮,才能最后确定测试体确实不带电。

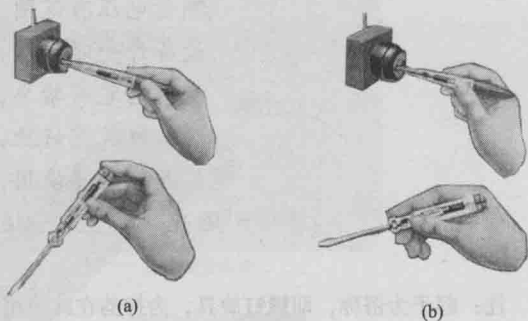


图1-6 试电笔的握法

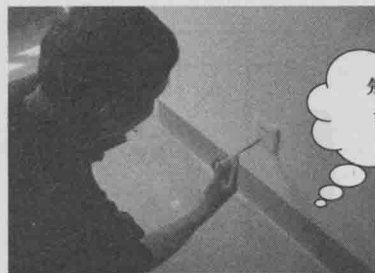
(a) 正确用法; (b) 不正确用法

【技能提高】

使用试电笔注意事项

电工初学者,在使用试电笔时要注意以下几个方面的问题:

(1) 使用试电笔之前,首先要检查电笔内有无安全电阻,然后检查试电笔是否损坏,有无受潮或进水现象,检查合格后方可使用。



氖管发光表明
试电笔正常

图 1-7 检查试电笔的好坏

小螺钉旋具形状，在用它拧螺钉时，用力要轻，力矩不可过大，以防损坏。

(5) 在使用完毕后要保持试电笔清洁，并放置在干燥处，严防摔碰。

(2) 在使用试电笔测量电气设备是否带电之前，先将试电笔在有电源的部位检查一下氖管是否能正常发光，能正常发光，方可使用，如图 1-7 所示。

(3) 在明亮的光线下或阳光下测试带电体时，应当注意避光，以防光线太强不易观察到氖管是否发亮，造成误判。

(4) 大多数试电笔前面的金属探头都制成



【指点迷津】

试电笔使用口诀

试电笔有多形式，钢笔、螺刀、感应式。

低压设备有无电，使用电笔来验电。

手触笔尾金属点，千万别碰接电端。

测量电压有范围，氖泡发光为有电。

设备外壳碰相线，氖管发亮可识别。

使用电笔有禁忌，不可接触高压电。

确认电笔完好性，用前一定试通电。

笔身破裂莫使用，电阻不可随意换。

避光、莫当起子使，刀杆应加保护管。

注：起子为俗称，即螺钉旋具，为押韵在此使用俗称。

1.1.5 巧用试电笔

试电笔除了可用来测量区分相线与中性线之外，还具有一些特殊用途。

(1) 区别交、直流电源。当测试交流电时，氖管两个极会同时发亮；而测试直流电时，氖管只有一极发光，把试电笔连接在正、负极之间，发亮的一端为电源的负极，不亮的一端为电源的正极，如图 1-8 所示。

(2) 判别电压的高低。有经验的电工可以凭借自己经常使用的试电笔氖管发光的强弱来估计电压的大约数值，氖管越亮，说明电压越高。

(3) 判断感应电。在同一电源上测量，正常时氖管发光，用手触摸金属外壳会更亮，而感应电发光弱，用手触摸金属外壳时无反应。

(4) 检查相线是否碰壳。用试电笔触及电气设备的壳体，若氖管发光，则有因相线碰壳而引起的漏电现象。

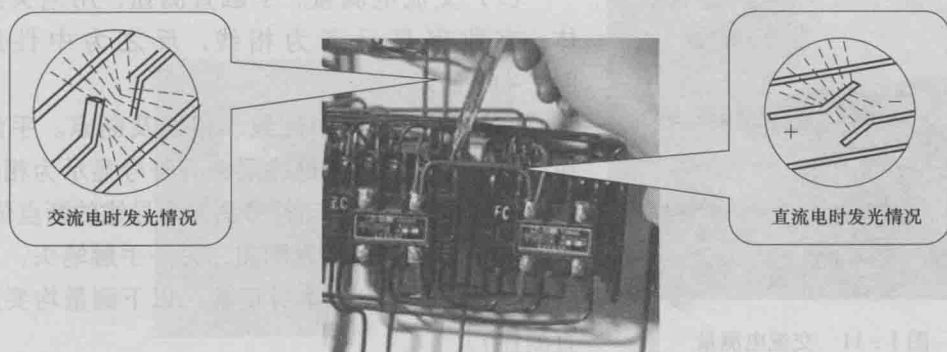


图 1-8 试电笔判断交流电、直流电

1.1.6 新型试电笔介绍

1. 数显感应试电笔

数显感应试电笔是近年来才出现的电工工具，图 1-9 所示的是比较常见的一种，还有一种是带照明灯的感应试电笔，如图 1-10 所示。感应式试电笔无需物理接触，可检查控制线、导体和插座上的电压或沿导线检查断路位置。数显感应试电笔既灵敏又安全，是电工日常工作必备工具之一。下面简要介绍其使用方法。

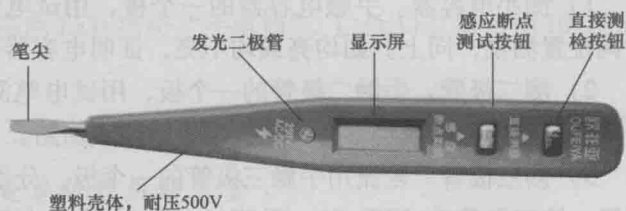


图 1-9 数显感应试电笔



图 1-10 带照明灯的感应试电笔

(a) 结构；(b) 无灯光效果；(c) 有灯光效果

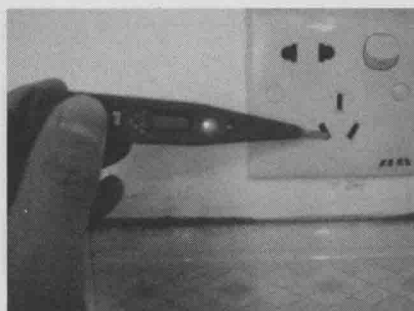


图 1-11 交流电测量

(1) 交流电测量。手触直测钮，用笔头测带电体，有数字显示者为相线，反之为中性线，如图 1-11 所示。

(2) 线外估测中性线、相线及断点。手触检测钮，用笔头测带电体绝缘层，有符号显示为相线，反之为中性线；沿线移动符号消失为导线的断点位置。

(3) 自检。手触直测钮，另一手触笔头，发光二极管亮者证明试电笔本身正常（以下测量均要用手触直测钮）。

(4) 测电气设备的通断（不能带电测量）。手触被测设备一端，测另一端，亮者为设备通，反之为断。

(5) 测电池容量。手触电池正极，笔头测负极，不亮者为电池有电，亮者为无电。

(6) 测电子元器件。

1) 测小电容器。手触电容器的一个极，用试电笔测另一极，闪亮一下为电容器正常，对调位置测量，同上。如均亮或均不亮，证明电容器短路（或容量过大）或断路。

2) 测二极管。手触二极管的一个极，用试电笔测另一极，亮者，手触极为正极，反之为负极。双向均亮或均不亮，则二极管短路或断路。

3) 测三极管。轮流用手触三极管的一个极，分别测另两个极，直至全亮时，手触极为基极，该三极管为 NPN 型。测某极，手触另两个极亮者，所测极为基极，该三极管为 PNP 型。

在使用数显感应试电笔时，如果试电笔自检失灵，要打开后盖检查电池地是否正常或接触是否良好。

2. 非接触试电笔

非接触试电笔如图 1-12 所示，可用于检验危险电压是否存在，侦测护套内断路点的位置、探测微波炉的微波泄漏、检查电线带电情况等。

3. 防水试电笔

如图 1-13 所示，防水试电笔采用了橡胶覆膜表面，使用非常安全和方便。



图 1-12 非接触试电笔



图 1-13 防水试电笔

4. 多功能试电笔

多功能试电笔既可作为非接触“试电笔”使用，又可作为 LED 白光长电池寿命“手电筒”，特别适合电工安装、家庭电气维护、办公室电路故障等现场工作，如图 1-14 所示。这种试电笔具有如下特点：

(1) 体积小，便于携带。