

双色版

DIANGONG RUMEN YIDIANTONG

电工入门 一点通

刘丙江 张 程 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DIANGONG RUMEN YIDIANTONG

电工入门 一点通

刘丙江 张 程 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要



本书共包括十三章,分别详细地介绍了电工基础知识和常用导线、电缆,电工常用器具及测量仪表的使用操作技术,各种配电、电缆线路的设计、安装、维护以及故障处理,配电变压器、低压电器的相关知识和异步电动机的运行维护等相关知识,最后介绍了电工安全作业相关内容。

本书内容丰富、图文并茂、文字叙述深入浅出、通俗易懂,紧密结合电工工作实际,具有较强的可读性和可操作性。

本书可供广大初学电工阅读,也可作为电工就业培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工入门一点通/刘丙江,张程编著. —北京:中国电力出版社,2015.3

ISBN 978-7-5123-6453-0

I. ①电… II. ①刘… ②张… III. ①电工技术-基本知识 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第217157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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015年3月第一版 2015年3月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 12.25印张 324千字

印数0001—3000册 定价28.00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

电工技术是一门专业性、技术性、知识性较强的实用技术，应用于国民经济和人民生活各个领域。随着国民经济的快速发展，工业化进程步伐的加快，电工从业人员的需求量越来越大，大量初学电工急切需要掌握必要、规范的专业技能，《电工入门一点通》便是根据此类人员的需求编写而成。

本书编写围绕电工入门这条主线，以电工技术岗位职业技能要求为导向，重点介绍初学电工必须掌握的基础知识和专业技能，结合大量图表，通过直观、快捷的方式，运用通俗的语言、形象的叙述方法，使初学者轻松进入电工科学殿堂，了解电工基础知识，为今后的工作和进一步学习打下坚实基础。

本书共包括十三章，其中，第一章、第二章介绍电工基础知识、常用电线电缆，第三章、第四章、第五章介绍电力常用工器具使用、操作技术及常用测量仪表使用技术，第六章介绍架空配电线路的设计、安装、运行维护，第七章、第八章介绍室内配电线路及电缆线路的安装技术，第九章介绍配电线路及照明灯具的故障检修，第十章介绍配电变压器的安装、运行维护及故障处理，第十一章介绍低压电器的安装使用技术，第十二章介绍异步电动机的运行维护，第十三章介绍电工安全作业，以上章节均为电工必须掌握的技术技能。

本书紧密结合电工工作实际，内容丰富、图文并茂、文字叙述深入浅出、通俗易懂，并特意安排了配电线路和用电设备的故障及其查找检修方法，帮助初学电工提高维修能力，附录部分收集了配电变压器和 Y 系列电动机的技术参数，供查找使用。

该书具有较强的可读性和可操作性，是初学电工的良师益友，可供广大初学电工阅读，也可作为电工的就业培训教材。

本书在编写过程中，参考了多位专家、老师的文献资料，在此表示衷心感谢。

限于编者水平，书中不妥与疏漏之处在所难免，欢迎广大读者批评指正，谢谢！

编 者

目 录

电工入门一点通

前言

第一章	电工基础知识	1
第一节	直流电	1
第二节	电和磁	6
第三节	交流电	8
第二章	常用导线、电缆	13
第一节	常用导线	13
第二节	常用电缆	23
第三章	电工常用工器具使用技术	38
第一节	电工通用工具的使用	38
第二节	验电工具的使用	45
第三节	线路、设备安装维修工具的使用	49
第四节	电工安全工器具的使用	71
第四章	常用电工操作技能	80
第一节	导线连接	80
第二节	导线在绝缘子上的固定	96
第三节	拉线制作	98
第四节	电工常用结绳扣工艺	102

第五章 电工常用测量仪表及使用 104

第一节	电工仪表基础知识	104
第二节	电压表、电流表、钳型电流表的使用	107
第三节	功率表、功率因数表的使用	116
第四节	万用表的使用	121
第五节	绝缘电阻表和接地电阻测试仪的使用	129
第六节	电子式电能表的使用	138

第六章 架空配电线路的设计、安装、运行维护技能 157

第一节	架空配电线路的设计	157
第二节	架空配电线路导线截面的选择	165
第三节	架空配电线路的安装	172
第四节	架空配电线路的运行维护技术	178
第五节	低压集束导线的安装	182

第七章 室内配电线路的安装技术 186

第一节	室内配电线路的设计	186
第二节	护套线配线的安装	189
第三节	塑料线槽和绝缘子配线的安装	192
第四节	钢管、PVC 管配线的安装	196
第五节	高层建筑内线工程的敷设方式	203

第八章 电缆线路的安装技术 210

第一节	电力电缆的选择及敷设方式	210
第二节	直埋电缆的敷设	212
第三节	电缆在电缆沟（隧道）和排管内的敷设	218
第四节	电缆明敷的安装	223
第五节	电缆头的制作	226

第六节	电缆线路的巡视检查与常见故障原因	233
-----	------------------------	-----

第九章	配电线路及照明灯具的检修	235
------------	---------------------	------------

第一节	常用诊断、检修方法	235
第二节	配电线路故障检修	239
第三节	照明灯具故障检修	247

第十章	配电变压器的运行维护及故障处理	254
------------	------------------------	------------

第一节	配电变压器的构造和技术参数	254
第二节	配电变压器的安装	258
第三节	配电变压器的运行、维护	262
第四节	配电变压器常见故障及处理	269

第十一章	低压电器的安装使用技术	275
-------------	--------------------	------------

第一节	熔断器	275
第二节	刀开关和转换开关	280
第三节	断路器	287
第四节	交流接触器	298
第五节	常用继电器	305
第六节	主令电器	315

第十二章	异步电动机的安装、运行维护	319
-------------	----------------------	------------

第一节	电动机的基本知识	319
第二节	电动机的起动设备	327
第三节	电动机的保护设备	333
第四节	电动机的安装	338
第五节	电动机的运行和维护	342
第六节	单相异步电动机	349

第十三章	电工安全作业	353
-------------	---------------	------------

第一节	触电急救	353
-----	------------	-----

第二节	安全电压与安全作业	358
-----	-----------------	-----

附录	362
-----------	------------

附录 A	配电变压器技术数据	362
------	-----------------	-----

附录 B	Y 系列电动机的技术数据	370
------	--------------------	-----

参考文献	383
-------------	------------

电 工 基 础 知 识

第一节 直 流 电

直流电中的基本概念介绍。

(1) 电流——电荷在导体中有规律的定向运动称为电流。电流用符号“ I ”表示，常用单位为安培（A），简称“安”。除此之外电流单位还有微安（ μA ）、毫安（mA）、千安（kA）等，它们之间的关系为： $1\text{kA} = 1000\text{A}$ ； $1\text{A} = 1000\text{mA}$ ； $1\text{mA} = 1000\mu\text{A}$ 。

(2) 电流强度——电流强度是表示电流大小的一个量，指每单位时间通过导体截面积的电荷，习惯上往往把电流强度简称电流。

(3) 电压——电路两端的电位差称为电压。电压实际上是推动电子流动的动力，电压越高，电流传输的距离就越远。电压用符号“ U ”表示，单位是伏特（V），简称“伏”。常用的电压单位还有千伏（kV）、毫伏（mV）等，它们之间的关系为： $1\text{kV} = 1000\text{V}$ ； $1\text{V} = 1000\text{mV}$ 。

(4) 电位——在电场力作用下，单位正电荷由电场中某一点移到参考点（参考点的电位规定为零）所做的功称为该点电位。

(5) 电动势：电源是电路中产生并维持电位差的能源。电源将单位正电荷由负极移到正极所做的功称为电动势。电动势能够使电流持续不断沿电路流动，能使电路两端产生并维持一定的电位差。电动势用符号“ E ”表示，单位也是伏（V）。

(6) 电阻——电流通过导体时所受到的阻力称为电阻。导体的电阻与导体长度 L 成正比，与导体截面积 S 成反比，与导体的材料和环境温度有关，温度升高，电阻值增大。电阻用符号“ R ”表示，电阻的单位是欧姆 (Ω)，简称“欧”。常用的电阻单位还有千欧 ($k\Omega$)、兆欧 ($M\Omega$) 等，它们之间的关系为： $1k\Omega=1000\Omega$ ， $1M\Omega=1000k\Omega$ 。

(7) 电阻率——电阻率又叫电阻系数，是衡量物质导电性能好坏的一个物理量，用符号“ ρ ”表示，单位是欧·毫米²/米 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ 或 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$)。电阻率越大，物质的电阻越大，导电性能越低。

(8) 电阻定律——导体的电阻与其长度 L 成正比，与导体的截面积 S 成反比。即

$$R = \rho L / S \quad (1-1)$$

(9) 部分电路欧姆定律——通过电阻的电流，与电阻两端所加的电压成正比，与电阻成反比，如图 1-1 所示。即

$$I = U / R \quad (1-2)$$

式中 I ——电流，A；

U ——电压，V；

R ——电阻， Ω 。

(10) 全电路欧姆定律——在一个闭合电路中，电流与电源的电动势成正比，与负载电阻及电源内阻之和成反比，如图 1-2 所示。即

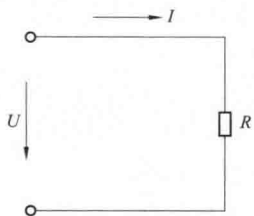


图 1-1 部分电路欧姆定律

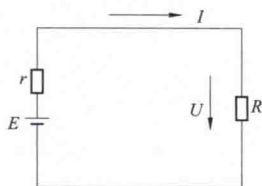


图 1-2 全电路欧姆定律

$$I = E / (R + r)$$

$$U = E - Ir \quad (1-3)$$

式中 I ——电流, A;

E ——电源电动势, V;

R ——负载电阻, Ω ;

r ——电源内电阻, Ω 。

(11) 电阻串联电路——电路中几个电阻首尾依次连接, 流过同一电流, 这种连接电路叫做串联电路, 如图 1-3 所示。在串联电路中

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n \quad (1-4)$$

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \cdots = I_n \quad (1-5)$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \cdots + U_n \quad (1-6)$$

电阻串联分压公式 (两个电阻串联)

$$U_1 = UR_1/R \quad U_2 = UR_2/R \quad \cdots \quad U_n = UR_n/R \quad (1-7)$$

(12) 电阻并联电路——在电路中几个电阻相应的两端承受同一个电压, 有几条电流回路, 这种连接电路叫并联电路, 如图 1-4 所示。在并联电路中

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \cdots + 1/R_n \quad (1-8)$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots + I_n \quad (1-9)$$

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \cdots = U_n \quad (1-10)$$

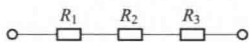


图 1-3 电阻的串联

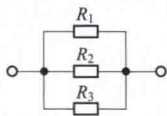


图 1-4 电阻的并联

两个电阻并联

$$R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2) \quad (1-11)$$

n 个相同阻值的电阻并联

$$R = R_1 / n \quad (1-12)$$

电阻并联分流公式 (两个电阻并联)

$$I_1 = IR_2/(R_1 + R_2) \quad I_2 = IR_1/(R_1 + R_2) \quad (1-13)$$

(13) 混联电路——电路中既有电阻的串联，又有电阻的并联，这种连接电路叫混联电路。在如图 1-5 所示的混联电路中，

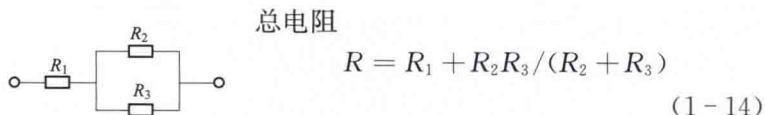


图 1-5 电阻的混联

以上电阻串联、并联、混联公式中

R ——总电阻， Ω ；

R_1 、 $\dots$ 、 R_2 、 R_3 ——分电阻， Ω ；

I ——总电流，A；

I_1 、 I_2 、 I_3 ——分电流，A；

U ——总电压，V；

U_1 、 U_2 、 U_3 ——分电压，V。

(14) 电源——电路中供给电能的设备称为电源。电源的作用是将其他形式的能，如热能、水能、风能、核能、化学能等转换为电能。常见的电源包括发电机、蓄电池、干电池等。

(15) 电路——电流通过的路径称为电路。简单的电路由电源、负载、开关和连接的导线四部分组成；电路有通路、断路、短路、接地四种运行状态。

(16) 电能——一段时间内电流所做的功称为电能，其数值为电功率和时间的乘积。电能的实用单位是千瓦·时 ($\text{kW} \cdot \text{h}$ 或 kWh)。

(17) 电功率——单位时间内电流所做的功称为电功率，用符号“P”表示。电功率的单位是瓦特 (W)，简称“瓦”。常用的单位还有千瓦 (kW)、MW (兆瓦)。它们之间的关系为： $1\text{kW}=1000\text{W}$ ； $1\text{MW}=1000\text{kW}$ 。

(18) 通路——电流导线连接完好，控制开关处于接通状态，电路中有电流通过，用电器正常工作的状态称为通路。

(19) 断路——电路中某一部分因故断开，使电流不能导通的现象称为断路。

(20) 短路——电源通向负载的导线，不经过负载而相互直接连通称为短路。

(21) 接地——电力系统中与具有地电位的点相连接称为接地。接地有正常接地与故障接地两种情况。工作接地、保护接地、重复接地、防雷接地、防静电接地是工作需要采取的保安措施；事故接地是由于电气设备绝缘破坏等原因而造成的故障接地。

(22) 接地装置——电气设备的接地体和接地线的总称为接地装置。

(23) 直流电——大小和方向不随时间变化的电流称为直流电，如干电池等。直流电用符号“—”表示。

(24) 负载——对电源来说，使用电能的设备称为负载。负载的作用是取用电能，将电能转换为其他形式的能量，如机械能、热能、光能、化学能等。

(25) 绝缘体——不容易导电的物体称为绝缘体。如橡胶、塑料、玻璃、胶木及干燥的木板、棉布等。

(26) 导体——容易导电的物体称为导体。如金、银、铜、铝、铁、锡、铅等，电力工程所用的导线，大都是铜或铝线。

(27) 半导体——导电性能介于导体和绝缘体之间的物体称为半导体。如锗、硅、硒、砷化镓等都是半导体。

(28) 超导体——电阻可以忽略不计的导电体称为超导体。以目前的技术，超导是一种极端条件下的现象，即金属从室温开始冷却，金属的电阻率随之下降，且温度越低，电阻率也越小，某些导体具有某个临界温度，当低于该温度时其电阻趋于零，即成为超导体。在电力工程中，将低温技术应用于创造有利于超导的条件，设备的尺寸有可能大大减少。

(29) 焦耳楞次定律——电流通过导体要发热，发出的热量 Q 与电流强度 I 的平方、导体电阻 R 和时间 t 成正比。即

$$Q = 0.24 I^2 R t \quad (\text{J/m}^3) \quad (1-15)$$

(30) 基尔霍夫电流定律（节点电流定律）——流进一个节点的电流之和恒等于流出这个节点的电流之和，或者说流过任意一个节点的电流的代数和为零。其数学表达式为

$$\sum I = 0 \quad (1-16)$$

(31) 基尔霍夫电压定律（回路电压定律）——在任意回路中，电势的代数和恒等于各电阻上电压降的代数和。其数学表达式为

$$\sum E = \sum IR \quad (1-17)$$

第二节 电 和 磁

电和磁的基本概念介绍。

(1) 磁场——磁体周围有磁力作用的空间称为磁场。磁场是能量存在的一种形式，也是一种看不见的物质。

(2) 磁通——通过某一垂直面积 S 的磁力线根数称为磁通，用符号“ Φ ”表示，单位是韦伯（Wb），简称“韦”，较小的单位是麦克斯威，简称“麦”，即 $1 \text{ 韦} = 10^8 \text{ 麦}$ 。磁通只表示磁场的强弱，不表示磁场的方向。

(3) 磁力线——磁力线是用来形象地描绘磁场的假想线。磁力线密表示磁场强，磁力线疏表示磁场弱，磁力线上每一点的切线方向即为该点磁场的方向。磁力线是无头无尾的闭合曲线，且互不相交，永久磁铁外部的磁力线从 N 极指向 S 极，内部的磁力线从 S 极指向 N 极。磁力线也称为磁感应线。

(4) 磁路——磁力线所经过的路径称为磁路。

(5) 电磁力——载流导体在磁场中所受的力称为电磁力。其表达式为

$$F = BIL \quad (1-18)$$

(6) 电磁感应——当导体相对于磁场运动而切割磁力线，或线圈中磁通发生变化时，导体或线圈中就一定会产生感应电动势，这种利用磁场获得电流的现象称为电磁感应。所获得的电流

称为感应（生）电流，即“磁生电”现象。

(7) 自感——由于线圈本身电流的变化，在线圈内引起电磁感应称为自感。产生的电动势和电流，称为自感电动势和自感电流。

(8) 互感——两个相互靠近的线圈，当一个线圈内的电流发生变化时，引起邻近另一个线圈内的磁通变化，产生感应电动势的现象称为互感。这种感应电动势和感应电流叫互感电动势和互感电流。变压器便是利用互感的原理来制作的。

(9) 电感——电感是自感和互感的统称。

(10) 涡流——当块状导体放在变化的磁场中，或在磁场中运动时，导体内将产生感应电流。这种电流在导体内自成闭合回路，很像水的漩涡，故称为涡流。

(11) 磁化——线圈中的铁芯，在线圈通电后，其本身从无磁性到出现磁性，这一现象称为磁化。

(12) 磁导率——物质的导磁性能称为磁导率，用符号“ μ ”表示。

(13) 磁场强度——磁感应强度与磁导率的比值，即 $H=B/\mu$ 。用符号“ H ”表示，其单位是安/米（A/m）。

(14) 磁滞——磁感应强度 B 的变化要滞后于磁场强度 H 的变化，这种现象称为磁滞。

(15) 左手定则——载流导体在磁场中会受到电磁力的作用。电磁力的方向由左手定则确定，即张开左手，使拇指和其余四指垂直，让磁力线垂直穿过手心，四指与电流的方向一致，则拇指所指的方向即为磁力线的方向。如图 1-6 所示。

(16) 右手定则——当导体与磁场作相对运动，即导体切割磁力线时，导体内会产生感应电动势。感应电动势的方向由右手定则确定，即张开右手，使拇指和其余四指垂直，让磁力线垂直穿过手心，拇指指向导体运动的方向，即导体切割磁力线的方向，则四指所指的方向就是感应电动势的方向。如图 1-7 所示。

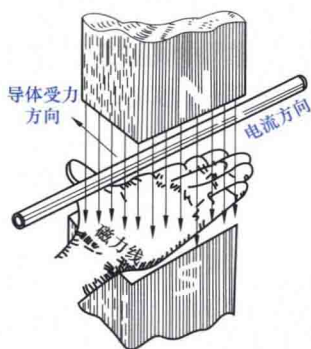


图 1-6 左手定则

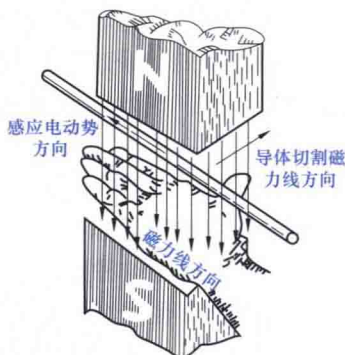


图 1-7 右手定则

(17) 右手螺旋定则——当电流通过导体时，导体的周围会产生磁场。磁场的方向由右手螺旋定则确定，即对于直导线，可用右手握住导线，使拇指指向电流方向，则其余四指所指的方向即为磁场（磁力线）的方向；对于螺旋线圈，可用右手握住导线，使四指指向电流的方向，则拇指所指的方向即为磁场（磁力线）的方向。右手螺旋定则如图 1-8 所示。

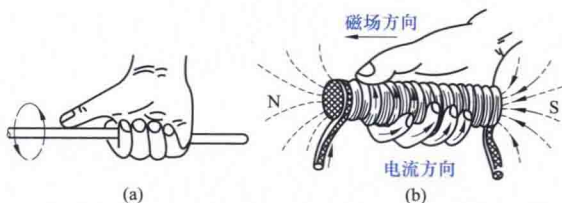


图 1-8 右手螺旋定则

(a) 截流直导线的右手螺旋定则；(b) 载流螺旋线圈的右手螺旋定则

(18) 趋肤效应——交变电流通过导体时，导体表面处的电流密度比导体中心处大，这种现象叫做趋肤效应。

第三节 交 流 电

交流电的基本概念介绍。