

DIANGONG RUMEN QIBUZOU

电工入门七步走

电工基础知识入门

孙克军 主 编
杜 华 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DIANGONG RUMEN QIBUZOU

电工入门七步走

电工基础知识入门

孙克军 主 编

杜 华 副主编

李 川 曾 礼 商晓梅 参 编



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《电工入门七步走》丛书,是为了帮助广大电工能快速掌握电工基本知识和技能而编写的,本丛书把学习电工知识分为七个步骤,每个步骤为一分册,学习步骤明确,学习内容一目了然。内容密切结合生产实际,突出实用、图文并茂、深入浅出、通俗易懂,书中列举了大量实例,具有实用性强,易于迅速掌握和运用的特点。

本书是其中一本,共十章,主要内容包括直流电路、磁场与电磁感应、电容器、单相正弦交流电、三相正弦交流电路、二极管和整流滤波电路、晶体管和基本放大电路、集成运算放大器及其应用、稳压电路、晶闸管和可控整流电路等。

本书可作为电工上岗培训教材,供维修电工、安装电工和电气管理人员学习,也可作为高等职业院校及中等职业学校电类专业学生的课余阅读教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工基础知识入门/孙克军主编. —北京:中国电力出版社, 2015. 8

(电工入门七步走)

ISBN 978-7-5123-7684-7

I. ①电… II. ①孙… III. ①电工学 IV. ①TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 093316 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>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 8 月第一版 2015 年 8 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 9 印张 228 千字

印数 0001—3000 册 定价 22.00 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



序 言

物质、能量和信息是人类赖以生存的三大基本要素。电能作为一种能量形式，由于其易于生产、传输、变换、分配和控制，已成为使用最为广泛的现代能源，也是人们生产和生活中使用的动力的主要来源。随着我国电力事业的飞速发展，电能在工业、农业、国防、交通运输、城乡家庭等各个领域均得到了日益广泛的应用。因此，各行各业急需大批基础理论知识扎实、实际操作技能熟练的维修电工。为了满足大量农民工、在职转岗职工和城镇待业人员等有志从事电气技术工作的读者的需求，我们组织有关具有实践经验的专家、教师和工程技术人员编写了《电工入门七步走》丛书。

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。为此本丛书在编写过程中，充分考虑了许多电工初学者的具体情况，面向生产实际，搜集、查阅了大量与电动机、低压电器、电工仪表使用维修以及电工操作技能等有关的技术资料，以基础知识和操作技能为重点，将维修电工的必备知识和技能进行了归类、整理和提炼。

本丛书包括《电工基础知识入门》《电工识图入门》《电工计算入门》《电工检测入门》《电工操作入门》《电动机使用入门》和《电气控制入门》等。本丛书的特点是密切结合生产实际，图文并茂、深入浅出、通俗易懂，书中列举了一些实例，易于迅速掌握和运用。

本丛书着重于基本原理、基本方法、基本概念的分析 and 应用，重点阐述物理概念，尽量联系电动机、低压电器、电工仪表等使用与维修的生产实践，力求做到重点突出，以帮助读者提高解决实际问题的能力，而且在编写体例上尽量采用了图表形式，尽量回避一些实用性不强的理论阐述，以便读者理解和掌握。因

此，本丛书具有简洁明了、适合自学的优点。另外，本丛书中的各图书之间既有一些联系，又相对独立，更便于读者根据各自的需要选用。

本丛书可供初级电工及相关技术人员使用，可作为高等职业院校及专科学校有关专业师生的教学参考书，也可作为职工培训用参考书。

编者对关心本丛书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人一并表示衷心地感谢。我们衷心希望广大读者对本丛书的编辑出版工作提出宝贵意见。



前 言

随着我国电力事业的飞速发展,电动机、低压电器、电工仪表、电气照明和低压配电线路在工业、农业、国防、交通运输、城乡家庭等各个领域均得到了日益广泛的应用。电工基础知识是从事电工专业必备的理论基础,为了满足广大维修电工的需要,我们组织编写了《电工基础知识入门》。

本书内容包括直流电路、磁场与电磁感应、电容器、单相正弦交流电、三相正弦交流电路、二极管和整流滤波电路、晶体管和基本放大电路、集成运算放大器及其应用、稳压电路、晶闸管和可控整流电路等。

本书在编写过程中,根据准备从事维修电工专业人员的实际情况,从物理概念上,以简明扼要的形式介绍了直流电路、交流电路和磁路的常用技术术语、基础知识和基本定律。并且还根据生产实际对维修电工的具体要求,分别介绍了常用电阻、电感与电容器、二极管、晶闸管、晶体管和集成运算放大器的基本结构、工作原理、主要用途、分类方法、性能特点、选择与使用方法等。

本书着重于基本原理、基本方法、基本概念的分析 and 应用,重点阐述物理概念,尽量联系生产实践,力求做到重点突出,以帮助读者提高解决实际问题的能力,而且在编写体例上尽量采用了图表形式,具有简洁明了、便于查找、适合自学的优点。本书的特点是密切结合生产实际,图文并茂、深入浅出、通俗易懂,书中列举了一些实例,易于迅速掌握和运用。

本书由孙克军担任主编,杜华担任副主编。第1、2章由李川编写,第3、10章由孙克军编写,第4、5章由杜华编写,第6、9章由曾礼编写,第7、8章由商晓梅编写。编者对关心本书

出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人一并表示衷心地感谢。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

序言

前言

第1章 | 直流电路



1.1 电路及电路图	1
1.1.1 电路的组成	1
1.1.2 电路图	2
1.1.3 电路的工作状态	2
1.2 电流	3
1.2.1 电流的形成	3
1.2.2 电流的方向	4
1.2.3 电流的大小	4
1.2.4 电流的种类	5
1.2.5 电流密度	5
1.3 电压和电动势	6
1.3.1 电压	6
1.3.2 电动势	7
1.3.3 电位	7
1.3.4 电动势与端电压的关系	9
1.4 电阻与电导	10
1.4.1 电阻的定义	10
1.4.2 电阻定律	10
1.4.3 电阻与温度的关系	11
1.4.4 电导	12
1.5 常用电阻器	12

1.5.1	电阻器的分类	12
1.5.2	标称阻值和容许偏差	14
1.5.3	电阻器的选用	17
1.6	欧姆定律	17
1.6.1	部分电路欧姆定律	17
1.6.2	电压、电流关系曲线	18
1.6.3	全电路欧姆定律	19
1.6.4	电源的外特性	20
1.7	电功与电功率	22
1.7.1	电功	22
1.7.2	电功率	23
1.7.3	电流的热效应	23
1.8	电阻的串联	24
1.8.1	电阻的串联电路	24
1.8.2	串联电路的基本特点	25
1.8.3	串联电路的总电阻	25
1.8.4	串联电路的电压分配	26
1.8.5	串联电路的应用	26
1.9	电阻的并联	27
1.9.1	电阻的并联电路	27
1.9.2	并联电路的基本特点	27
1.9.3	并联电路的总电阻	28
1.9.4	并联电路的电流分配	29
1.9.5	并联电路的应用	29
1.10	电阻的混联	30
1.11	基尔霍夫定律	32
1.11.1	电路的基本术语	32
1.11.2	基尔霍夫第一定律	32
1.11.3	基尔霍夫第二定律	34
1.12	支路电流法	36
1.13	叠加定理	38

1.14 电池组	40
1.14.1 电池的串联	40
1.14.2 电池的并联	41

第2章 | 磁场与电磁感应



2.1 磁的基本知识	43
2.1.1 磁体	43
2.1.2 磁极	43
2.1.3 磁场和磁力线	44
2.1.4 电流的磁场	45
2.2 磁场的基本物理量	47
2.2.1 磁通	47
2.2.2 磁感应强度	47
2.2.3 磁导率	48
2.2.4 磁场强度	49
2.3 铁磁材料的特性	50
2.3.1 铁磁物质的磁化	50
2.3.2 磁化曲线	50
2.4 铁磁材料的损耗和分类	53
2.4.1 铁磁材料的损耗	53
2.4.2 铁磁材料的分类	54
2.5 磁路的欧姆定律	55
2.6 磁路的基尔霍夫定律	57
2.6.1 磁路的基尔霍夫第一定律	57
2.6.2 磁路的基尔霍夫第二定律	57
2.7 磁场对载流导体的作用	58
2.7.1 磁场对载流直导体的作用(电磁力定律)	58
2.7.2 磁场对通电线圈的作用	59
2.8 电磁感应定律	60
2.8.1 电磁感应现象	60

2.8.2	直导体的感应电动势	61
2.8.3	线圈中的感应电动势	62
2.9	自感和自感电动势	64
2.9.1	电感元件	64
2.9.2	自感	65
2.9.3	自感电动势	65
2.10	互感和互感电动势	67
2.10.1	互感	67
2.10.2	互感电动势	69
2.10.3	互感线圈的同名端	69

第3章 | 电容器



3.1	电容器与电容量	71
3.1.1	电容器及其额定工作电压	71
3.1.2	电容量	72
3.2	电容器的连接	73
3.2.1	电容器的串联	73
3.2.2	电容器的并联	74
3.3	电容器的充放电	76
3.3.1	电容器的充电过程	77
3.3.2	电容器的放电过程	77
3.4	电容器的特点、种类和选用	78
3.4.1	电容器的特点	78
3.4.2	电容器的分类及用途	78
3.4.3	电容器种类的选用	80
3.4.4	电容器使用注意事项	80
3.4.5	电容器的简易检测	81

第4章 | 单相正弦交流电路



4.1	交流电的产生	83
-----	--------	----

4.1.1	交流电	83
4.1.2	正弦交流电的产生	84
4.2	正弦交流电的基本物理量	87
4.2.1	瞬时值、最大值	88
4.2.2	周期、频率、角频率	88
4.2.3	相位、初相位、相位差	89
4.2.4	有效值、平均值	91
4.3	正弦交流电的表示法	94
4.3.1	解析式表示法	94
4.3.2	波形图表示法	94
4.3.3	相量图表示法	95
4.4	纯电阻电路	97
4.4.1	电流与电压的相位关系	97
4.4.2	电流与电压的数量关系	97
4.4.3	纯电阻电路的功率	98
4.5	纯电感电路	99
4.5.1	电流与电压的相位关系	100
4.5.2	电流与电压的数量关系	100
4.5.3	感抗	101
4.5.4	纯电感电路的功率	101
4.6	纯电容电路	103
4.6.1	电流与电压的相位关系	103
4.6.2	电流与电压的数量关系	104
4.6.3	容抗	104
4.6.4	纯电容电路的功率	105
4.7	电阻与电感的串联电路	106
4.7.1	电流与电压的相位关系	106
4.7.2	电流与电压的数量关系	107
4.7.3	阻抗	107
4.7.4	电路的功率和功率因数	108
4.8	电阻、电感、电容的串联电路	110

4.8.1	电流与电压的相位关系	110
4.8.2	电流与电压的数量关系	111
4.8.3	阻抗	111
4.8.4	电路中的功率和功率因数	112
4.9	电感线圈和电容器的并联电路	113
4.9.1	电流与电压的相位关系	113
4.9.2	电流与电压的数量关系	113
4.9.3	电路的三种性质	114
4.10	提高功率因数的意义和方法	116
4.10.1	提高功率因数的意义	116
4.10.2	提高功率因数的方法	117

第 5 章 | 三相正弦交流电路



5.1	三相正弦交流电动势	120
5.1.1	三相交流电	120
5.1.2	三相正弦交流电动势的产生	120
5.1.3	三相正弦交流电动势的表示方法	122
5.1.4	相序	122
5.2	三相电源的连接	123
5.2.1	三相电源的星形联结	123
5.2.2	三相电源的三角形联结	125
5.3	三相负载的连接	126
5.3.1	三相负载的星形联结	126
5.3.2	三相负载的三角形联结	129
5.4	三相电路的功率	132
5.4.1	三相电路功率的一般计算	132
5.4.2	对称三相电路的功率	132

第 6 章 | 二极管和整流滤波电路



6.1	半导体的基本知识	135
------------	-----------------------	------------

6.1.1	本征半导体	135
6.1.2	N型半导体和P型半导体	135
6.2	PN结及其单向导电性	137
6.2.1	PN结的形成	137
6.2.2	PN结的单向导电性	138
6.3	二极管的结构、主要类型及型号	139
6.3.1	二极管的结构	139
6.3.2	二极管的主要类型	140
6.3.3	二极管的型号	141
6.4	二极管的伏安特性和主要参数	142
6.4.1	二极管的伏安特性	142
6.4.2	二极管的主要参数	143
6.5	二极管的选用	144
6.5.1	二极管的简单测试	144
6.5.2	选用二极管的一般原则	145
6.5.3	二极管使用注意事项	146
6.6	整流电路的主要类型与整流器的组成	146
6.7	单相半波整流电路	148
6.7.1	单相半波整流电路的工作原理	148
6.7.2	单相半波整流电路的计算	149
6.8	单相全波整流电路	150
6.8.1	单相全波整流电路的工作原理	150
6.8.2	单相全波整流电路的计算	151
6.9	单相桥式整流电路	151
6.9.1	单相桥式整流电路的工作原理	151
6.9.2	单相桥式整流电路的计算	153
6.10	三相整流电路	156
6.10.1	三相半波整流电路	156
6.10.2	三相桥式整流电路	157
6.11	常用滤波电路的主要类型与特点	158
6.12	电容滤波电路	160

6.12.1	半波整流电容滤波电路	160
6.12.2	桥式整流电容滤波电路	161
6.13	电感滤波电路和复式滤波电路	163
6.13.1	电感滤波电路	163
6.13.2	复式滤波电路	164
6.14	稳压二极管	165
6.14.1	稳压二极管的伏安特性	165
6.14.2	稳压二极管的主要参数	166
6.14.3	稳压二极管使用注意事项	167

第7章 | 晶体管和基本放大电路



7.1	晶体管的基本结构、主要类型及型号	169
7.1.1	晶体管的基本结构	169
7.1.2	晶体管的主要类型	170
7.1.3	晶体管的型号	171
7.2	晶体管的工作原理	172
7.2.1	晶体管具有电流放大作用的内部条件	172
7.2.2	晶体管实现电流放大的外部条件	172
7.2.3	晶体管的工作过程	173
7.2.4	晶体管的电流分配关系	174
7.2.5	晶体管的放大作用	176
7.3	晶体管的特性曲线	176
7.3.1	晶体管输入特性曲线	177
7.3.2	晶体管输出特性曲线	178
7.4	晶体管的主要参数	180
7.5	晶体管的简易测试与选用	183
7.5.1	晶体管的管型和管脚的判别	183
7.5.2	判断晶体管性能的方法	184
7.5.3	晶体管选用注意事项	186
7.6	放大电路概述	187

7.6.1	放大电路放大的实质	187
7.6.2	放大电路的种类	188
7.6.3	放大电路的组成原则	189
7.6.4	放大电路中电压和电流符号的规定	189
7.7	共发射极基本放大电路的工作原理	190
7.7.1	电路的组成	190
7.7.2	电路的静态工作点	191
7.7.3	工作过程	191
7.8	静态工作点	193
7.8.1	设置静态工作点的意义	193
7.8.2	放大电路的直流通路和交流通路	194
7.8.3	静态工作点的估算	195
7.9	共发射极基本放大电路的分析	195
7.9.1	估算法	195
7.9.2	图解法	198
7.10	静态工作点的稳定	200
7.10.1	温度对静态工作点的影响	200
7.10.2	分压式偏置放大电路	201
7.10.3	分压式偏置放大电路静态工作点的估算	202
7.11	共集电极放大电路与共基极放大电路	203
7.11.1	共集电极放大电路	203
7.11.2	共基极放大电路	204
7.11.3	三种组态的晶体管基本放大电路性能比较	204
7.12	晶体管多级放大电路的类型及特点	207
7.13	功率放大电路的类型及特点	209
7.14	反馈电路的类型及特点	211

第 8 章 | 集成运算放大器及其应用



8.1	集成运算放大器概述	213
8.1.1	集成电路	213

8.1.2	集成运算放大器的用途	214
8.1.3	集成运算放大器的图形符号	214
8.2	理想集成运算放大器及其分析依据	216
8.2.1	理想集成运算放大器	216
8.2.2	电压传输特性	216
8.3	比例运算电路	218
8.3.1	反相输入比例运算电路	218
8.3.2	同相输入比例运算电路	219
8.4	加法运算电路和减法运算电路	220
8.4.1	加法运算电路	220
8.4.2	减法运算电路	221
8.5	电压比较器	222
8.5.1	基本电压比较器	222
8.5.2	过零比较器	223
8.5.3	滞回电压比较器	224
8.6	集成运算放大器的选用	225
8.6.1	集成运算放大器的选择	225
8.6.2	集成运算放大器的简易检测	226
8.6.3	集成运算放大器的保护措施	226

第9章 | 稳压电路



9.1	稳压二极管稳压电路的工作原理	229
9.2	稳压二极管稳压电路参数的选择	231
9.3	串联型晶体管稳压电路	232
9.3.1	串联型稳压原理	232
9.3.2	简单的串联型晶体管稳压电路	233
9.4	集成稳压器的分类及主要参数	234
9.4.1	三端固定输出电压集成稳压器	235
9.4.2	三端可调输出电压集成稳压器	236
9.5	三端固定输出电压集成稳压器的应用	237