

OHM handbook 第二版

电 工

〔日〕桂井 诚 主编
吕砚山 马 杰 译

实用手册



科学出版社

www.sciencep.com

OHM *handbook*

第二版

电 工

实用手册

〔日〕桂井 诚
吕砚山 马 杰

主编
译 书



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为“OHM handbook”系列之一。该系列共4册,分别对电工、电子、机械及机电一体化等专业领域的基础理论知识、典型应用以及最新发展动态进行介绍。本系列特点是内容丰富但精炼,重点突出,插图丰富,有重点名词提示,并在书末附有中文索引。

本书共10章150节,重点介绍直流电路、静电与磁、交流电路、电子电路的基本原理、电工电子测量、自动控制、电机与电力电子学、电力系统、设备与施工及电器技术应用。每章通过要点、解释及相关应用,对重要问题加以总结,根据内容特点设置例题、必备知识、选修知识等栏目,既增加了趣味性,又便于读者理解和掌握。

本书既适于立志从事电工电子相关专业的学生、电工爱好者阅读,亦可作为活跃在生产、科研一线的技术人员的实用工具书。

图书在版编目(CIP)数据

电工实用手册/(日)桂井诚主编;吕砚山;马杰译.—2版.—北京:科学出版社,2007

(OHM handbook)

ISBN 978-7-03-018261-6

I. 电… II. ①桂…②吕…③马… III. 电工-技术手册
IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 148903 号

责任编辑:杨 凯 崔炳哲 / 责任制作:魏 谨

责任印制:刘士平 / 封面设计:李 力

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 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001 年 7 月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2007 年 1 月第 二 版 印张:19 1/4

2007 年 1 月第六次印刷 字数:493 000

印数:17 001—22 000

定 价:42.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

译者的话

本书是《电工实用手册》第二版。

新版根据科学技术的新进展,适应现代社会发展的需要,大量收入了最新技术及其实际应用的相关知识,内容更加丰富,应用更能结合实际。

它是一本全面介绍电工学有关知识的基础读物。在编排上按学科分门别类,具有特色,也可以作为经常备查的工具书使用。其特点是内容精炼,重点突出,通俗易懂。全书共分10章,包括电工基础理论、电子技术、自控原理、电测电机与控制、电气施工以及其他电气技术应用。几乎涉及所有电工技术领域,使读者一书在手,学习查用方便。

在阐述方法上,每章开始都有概要,每节之下又通过**要点、解释及相关知识**等对若干重要问题加以扼要总结。之后又根据各节内容的特点安排了**例题、必备知识、选修知识、应用知识**等栏目,对已阐述过的内容加以总结和提高,既增加了趣味性,又便于读者理解和掌握。这些栏目使理论与实际紧密联系起来。

本书仍由吕砚山(1~6章)、马杰(7~10章及索引)翻译并相互进行了审校,对原书中的一些错误做了订正,以便读者参考。虽经译者尽心译、校,但限于水平,书中难免仍有谬误之处,敬请读者批评指正。

电能的利用,促进了作为社会进步支柱的经济的发展和人们生活水平的提高,为现代社会提供了种种方便。从家庭和学校、办公室的照明及温度调节,到具备最新自动化系统的工厂以及安全的快速舒适的交通系统,直至生活中的方方面面,无不体现出电能的作用。随着电子、信息、通信等领域的发展,作为其公共基础的电工知识更显重要,成为使社会面貌发生巨大改变的多媒体信息化时代不可或缺的知识。

21世纪所面临的环境保护、能源和资源的有效利用问题,是我们应该认真对待的重大问题。可以预见,包括解决这些问题,电能的利用和电子技术及计算机技术的普及,今后还会有更进一步发展,从而激起我们对与日常生活中休戚相关的各种技术和安全的保障寄以更大的期望。

本书以怀有上述各种期望,对亲手实现电气世界绚丽远景充满憧憬,立志于将来从事电工电子相关技术工作的青年读者为对象,通俗易懂地介绍电工技术的基本知识及其应用。使读者能乐于自学,掌握电工学的全貌,充分理解必要的知识,并为其灵活运用而努力。

同时,在对电工学的广阔领域进行系统地解说,分门别类地整理成便于应用知识的基础上,也大量收入了最新技术及其实际应用的相关内容。因此即使对于目前活跃在生产、科研第一线的技术人员,本书也不失为一本放在手边供经常备查的实用工具书。

本书多承具有丰富经验的编委、执笔者各位的共同努力才得以完成,我衷心地希望它能成为读者们学习电工技术的不可多得的一本工具书。

桂井 诚

编纂委员会

主 编

桂井 诚(东京大学名誉教授,工学博士)

编纂委员

大石清彦(日本工学院专科学校)

冈本裕生(东京都立葛西工业高等学校)

柿下和彦(职业能力开发综合大学)

工藤雄司(筑波大学附属坂户高等学校)

坂本宪昭(法政大学)

执 笔

东 英道(东京都立北丰岛工业高等学校)

石井昌幸(前新潟县立新潟工业高等学校)

扇柳政则(前东京都立乌山工业高等学校)

大石清彦(日本工学院专科学校)

冈本裕生(东京都立葛西工业高等学校)

小幡松二(长冈技术科学大学)

小野寺理文(职业能力开发综合大学)

柿下和彦(职业能力开发综合大学)

工藤雄司(筑波大学附属坂户高等学校)

仓地 修(前新潟县立新潟县央工业高等学校)

黑柳秋男(职业能力开发综合大学)

粉川昌巳(东京都立藏前工业高等学校)

昆 秀行(东京都立墨田工业高等学校)

坂じゅんいち(前大阪府立藤井寺工业高等学校)

坂藤由雄(埼玉县立春日部工业高等学校)

坂部 隆(新潟县立川西高等学校)

坂本宪昭(法政大学)

佐野正史(前新潟县立中条工业高等学校)

志贺道男(新潟县立上越综合技术高等学校)

关 敏昭(千叶县立京叶工业高等学校)

仲道嘉夫(东京工业大学附属科学技术高等学校)

长谷川准(山梨县立谷村工业高等学校)

原口勇人(文德高等学校)

日野安喜(职业能力开发综合大学)

半田伸明(日本工学院专科学校)

前田平作(东京都立八王子工业高等学校)

村田克彦(文德高等学校)

渡边和之(日本工学院专科学校)

渡边 勉(埼玉县立综合教育中心)

编纂助理

饭高成男(前东京都综合技术教育中心)

家村道雄(崇城大学)

关 孝明(前神奈川县立商工高等学校)

田边 充(前神奈川县立相模台工业高等学校)

有 关 本 书 的 说 明

本书的构成

(1) 全书由 10 章 150 节构成,各节内容相对独立,均可单独作为手册使用。因此,不管从哪一节开始阅读都能很好地理解。

(2) 各节按【要点】、【解释】的顺序通俗易懂地进行了讲解,必要之处还设置了【相关知识】栏目。

【要 点】 在每一节的前头,对该节题目的结论进行概要性的叙述。

【解 释】 设置了一系列醒目的小标题(带有□记号的标题),对【要点】的内容进行详细的说明。

【相关知识】 对与本节题目相关的事项和关键词作扼要的说明。

(3) 为了能在短时间内了解每一节的内容,只要读懂【要点】,就可以迅速理解该节的知识。

图、表的使用方法

(1) 全书大约有 760 幅照片、图、表。并且还在照片、图中加入了适当的说明,以便读者对内容的理解。

(2) 若技术人员熟练地掌握了书中引用的图例,则在阅读其他资料时就会发现它会有助于对其他知识的理解。

关键词的查询

- (1) 文中的**重要名词、用语**,用**黑体字**做了明确表示。
- (2) 由于在卷末列有索引,故本书可作为**名词用语字典**来灵活使用。

选择性标题与本书所附资料

- (1) 与各节题目相适应,有选择性地设置了下列项目:

【例题】 为了能够真正理解该题目的内容,给出相应易懂的例题。

【必备知识】 介绍重要公式、术语及基本的思考方法等。

【选修知识】 介绍便于默记并灵活应用的内容。

【篇外话】 介绍与题目相关的有趣话题或尖端技术。

- (2) 在本书正文的开头和末尾,汇总了学习电工技术所必须掌握的重要单位与量的符号,以便读者在阅读其他书籍或资料以及作调研报告时参考。

目 录

第 1 章 直流电路

1	电子与电流	2
2	电压与电动势	5
3	欧姆定律	8
4	电阻的合成	10
5	导电材料与电阻率(电导率、电阻的温度变化) ...	15
6	基尔霍夫定律	18
7	叠加原理	22
8	戴维南定理	24
9	电功率与电能	26
10	电流的热效应	28
11	电 池	32

第 2 章 静电与磁

1	库仑定律	38
2	电场与高斯定理	41
3	电位与电位差	46
4	电 容	50
5	电容器的连接与合成电容	54
6	电容器中储存的电能	57
7	磁 荷	59

8	磁 场	60
9	安培定律	63
10	毕奥-萨伐尔定律	65
11	电磁力	69
12	电磁感应	73
13	电 感	76

第 3 章 交流电路

1	什么是交流	80
2	正弦交流的频率与相位	84
3	正弦交流的表示方法	86
4	交流的相量表示	89
5	相量的复数表示	92
6	纯 R 、 L 、 C 交流电路	95
7	单相交流电路	100
8	谐振电路	104
9	交流电桥	107
10	单相交流电路的功率	109
11	三相交流的产生与表示方法	113
12	三相连接的种类	117
13	三相交流电路的计算	121
14	电源与负载连接方法不同的三相电路	127
15	三相交流电路的功率	132
16	不对称三相电路	135
17	非正弦交流	139
18	RL 串联电路的过渡过程	143
19	RC 串联电路的过渡过程	147

第4章 电子电路的基本原理

1	什么是半导体	154
2	掺杂半导体	157
3	二极管	161
4	双极晶体管	166
5	晶体管的放大作用	171
6	偏置电路	175
7	场效应管	178
8	各种电子器件	185
9	运算放大器	190
10	串联谐振电路	199
11	并联谐振电路	202
12	调幅电路	205
13	调频电路	208
14	直流稳压电源电路	211
15	开关电源电路	214
16	数的表示	216
17	逻辑代数(布尔代数)	220
18	逻辑电路的基本原理	221
19	数字集成电路	227
20	A/D、D/A 变换器	233

第5章 电工电子测量

1	测量方法与测量值	240
2	直流电压、电流的测量	242
3	交流电压、电流的测量	247

4	指示式仪表的分类与使用方法	251
5	数字式仪表	254
6	电阻的测量	256
7	电位差计	260
8	高电压、大电流的测量	262
9	阻抗的测量	265
10	功率、电能的测量	267
11	磁的测量	270
12	由低频到高频的频率测量	272
13	波形的测量	274
14	具有微机的电子测量系统	278

第6章 自动控制

1	自动控制的分类	282
2	反馈控制	284
3	传递函数与方框图	288
4	控制系统的特性	292
5	伺服机构与过程控制	296
6	顺序控制	300
7	继电器顺序控制	302
8	继电器顺序控制的基本电路	305
9	继电器顺序控制电路的读图	309
10	可编程控制器	312
11	可编程控制器的国际标准	317
12	计算机控制	319

第7章 电机与电力电子学

1	什么是直流电机	326
2	直流发电机的种类及特性	329
3	直流电动机的种类及特性	334
4	直流电动机的运行	338
5	什么是变压器	341
6	变压器的特性	344
7	变压器的运行	347
8	变压器的接线	349
9	特殊变压器的种类和用途	352
10	什么是三相感应电动机	357
11	三相感应电动机的性质	359
12	三相感应电动机的特性	362
13	三相感应电动机的运行	364
14	什么是单相感应电动机	367
15	其他感应电机	369
16	什么是同步电机	372
17	同步发电机的特性	374
18	同步发电机的运行	377
19	同步电动机的特性	380
20	同步电动机的运行	385
21	其他电动机的种类及用途	389
22	电工材料	394
23	电力半导体器件	398
24	使用半导体的电力变换	402

第8章 电力系统

1 能量资源与电力供应	408
2 水力发电	412
3 火力发电	421
4 原子能发电	427
5 特殊发电	433
6 能源的有效利用与环境对策	440
7 电力系统	446
8 直流输电与交流输电	448
9 输电线路的线路参数	451
10 输电线路的构成及特性	456
11 配电线路的电压及配电方式	460
12 配电线路的构成	464
13 配电线路的特性	468
14 配电线路的电压调整	472
15 电力系统的维护	475

第9章 设备与施工

1 术语的定义及用法	482
2 有关电气法规	485
3 室内基本配线	494
4 施工场所与配线方法	502
5 业务用(企业自用)高压配电变电设备	510
6 业务用电气工作物的绝缘耐力试验	517
7 室内配线的试验与检查	520

第10章 电气技术应用

1	光源	524
2	光的基础知识	528
3	点光源产生的照度	533
4	照明设计	537
5	电加热	542
6	电热的计算	545
7	电炉与电焊	549
8	电解	554
9	电池	556
10	电车线路与车辆	561
11	电车的控制与安全运行	563
12	各种各样的交通系统	567
13	机械电子学基础	573
14	机器人与工厂自动化	577
15	其他电气技术应用	578
跋		585
索引		587

第

1

章

直流电路

● 责任编委

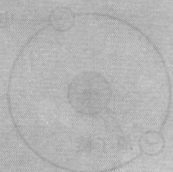
工藤雄司

● 执 笔

中道嘉夫 (1~5)

长谷川 准 (6~9, 11)

工藤雄司 (10)



当用干电池点亮小灯泡时，就有电流一直在流通。人们将这样的闭合回路称为电路。由像干电池这样产生直流电流的直流电源，和像小灯泡这样的负载电阻构成的电路称为直流电路。

本章中，作为电工学的基础，将学习有关表示电流、电压、电阻关系的欧姆定律，并且还要学习：计算多个电阻构成的合成电阻的方法；适用于由多个直流电源等器件构成的复杂直流电路的基尔霍夫定律、叠加原理、戴维南定理；功率与电流的关系；体现电流热效应的焦耳热；以及电池等有关直流电路的各种知识。

1 电子与电流

要 点

在电路中流动的电流就是单位时间内通过某一截面的电荷量。电荷是由带正电的质子和带负电的电子构成的。在电路中所流动的是质量小的带负电的电子。

解 释

电 子

世界上几乎所有的物质都由分子构成,而分子则由原子构成。原子如图 1.1 所示,由原子核与围绕其周围旋转的电子组成。另外,原子核是由质子和中子构成的,它们具有比电子大得多的质量。

在铜或铝等导电金属内部,围绕原子核周围旋转的电子中最外层的电子,能够脱离本身原子核的吸引而产生在原子核之间移动的现象。这种脱离了其本身的原子核而能自由移动的电子,称为自由电子,如图 1.2 所示。

自由电子

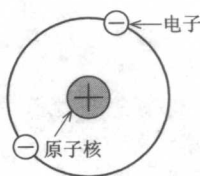


图 1.1 原子的构造

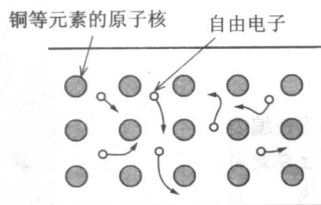


图 1.2 自由电子的形态

电 流

电荷 库[仑]

带电的粒子称为电荷,电荷的量以库[仑](符号为 C)表示。实际上电子的聚积形成负的电荷,而原子中去除电子就可以成为正电荷。

正电荷

在电气上具有正电与正电之间或是负电与负电之间相排斥,而正电与负电之间相吸引的性质。因此,当自由电子上受到力的作用时,电子会朝一定方向运动。这时,将单位时间内通过某一截面的电荷数量(电量)称为电流,可用式(1.1)表示,即

电流