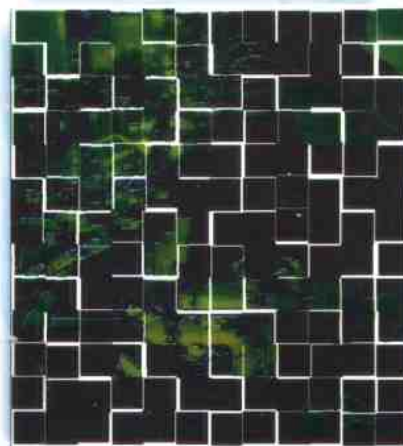
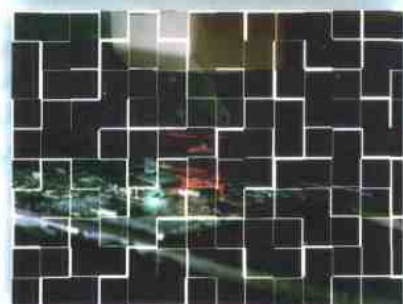
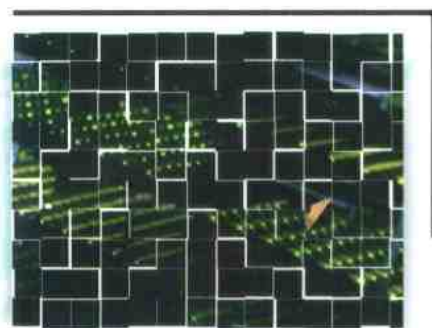


美国Glencoe/McGraw-Hill友好准许出版

Basic Electricity and Electronics

# 基本电路与电子学

[美] Charles A. Schuler and Richard J. Fowler 著



麻寿光 主译

中国纺织大学出版社

美国教材

Basic Electricity and Electronics

# 基本电路与电子学

[美] Charles A. Schuler and Richard J. Fowler 著

麻寿光 主译

麻寿光 陈拔贤 寿齐虹 译  
刘建宁 葛春亮

中国纺织大学出版社

本书从美国 Glencoe/McGraw-Hill 引进版权  
版权贸易合同登记号: 图字 09 - 2001 - 373 号  
作者: Charles A. Schuler and Richard J. Fowler

### 图书在版编目(CIP)数据

基本电路与电子学/(美) Charles A. Schuler and  
Richard J. Fowler 著,麻寿光主译. —上海: 中国纺织  
大学出版社, 2001

ISBN 7 - 81038 - 374 - 4

I. 基… II. 麻… III. ①电路-高等学校-教材  
②电子学-高等学校-教材 IV. TM13 TN01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 056595 号

责任编辑 季丽华  
封面设计 许茜

### 基本电路与电子学

(美) Charles A. Schuler and Richard J. Fowler 著

麻寿光 主译

中国纺织大学出版社出版

(上海市延安西路 1882 号 邮政编码: 200051)

南京展望照排印刷有限公司照排 常熟市大宏印刷厂印刷

新华书店上海发行所发行

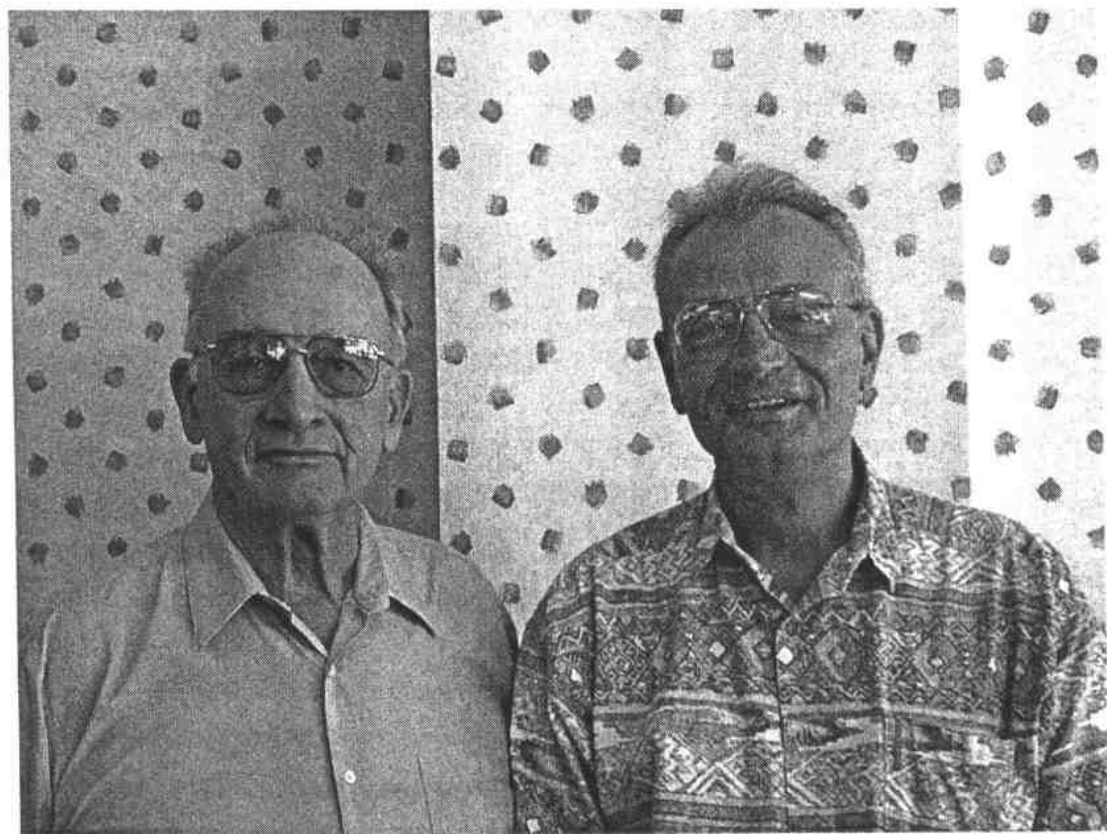
开本: 787×1092 1/16 印张: 31.5 字数: 750 千字

2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

印数 0 001 - 3 500 册

ISBN 7 - 81038 - 374 - 4/TM · 01

定价: 46.00 元



Richard J. Fowler 教授

Charles A. Schuler 教授

原书编著者

# 译者的话

专家们认为面向 21 世纪的课程体系改革要着重体现:重应用、重开发、重技能、重视野、重素质。

教育界的前辈原重庆大学校长江泽佳教授一针见血指出教改的问题关键是教材建设。

美国宾什法尼亚加利佛尼亚大学 Charles A. Schuler 教授与西华盛顿大学 Richard J. Fowler 教授合著的《Basic Electricity and Electronics》一书在深入浅出讲解电与电子学的基本原理、基本概念,及这些原理、概念同工程应用的结合上独具匠心。读过此书每个人都可从中得到很多有用的知识。因此我们特意将该书译成中文推荐给大家。

本教材的译出是进行教学改革研究的成果。由我院电子信息工程系的几位老师共同翻译,其中一、二、三、四、五、六、七、八章由陈拔贤翻译;九、十、十一、十二、十三、十四章由麻寿光翻译;十五、十六、十七章由寿齐虹翻译;十八、十九、二十章由刘建宁翻译;二十一、二十二章由葛春亮翻译。由麻寿光完成全书的最终审定。

原书共有二十六章所有的材料都很精彩,由于篇幅限制我们忍痛删去原书的第四章(电材料)、第十章(磁学)、第二十章(变压器)、第二十二章(三相电路)编成二十二章,在此特向原作者表示歉意。

寿齐虹、张芳、黄初籍、严国红等同志对全书的图文输入做许多工作。要特别感谢倪彦斌、李灿孙、许详备、王圣坚、邹丽萍、胡淑芹、张秀琴、赵永群等同学,他们花了大量的课余时间作为全书的图文处理做了大量的工作。

也特别感谢于秀香同志,她完成了八、十九、二十、二十一各章的图文输入工作。

要特别感谢教研室其他老师对该教材译出所给予的支持和帮助。

由于译者水平有限,谬误之处恳请读者指正。

麻寿光

2001 年 5 月

# 前 言

本书的目的是为了介绍电路和电子学的基本概念,内容包括直流和交流及线性和数字电子学两方面,本书只要求具有代数学和几何学基础。

我们生活在高技术时代,这就要求更多的人能够通晓电路和电子学理论及其应用。因此,找一本好的资料对于那些准备以电系统或电子学为职业的人来说就相当重要了。

电子学是一门稍微抽象一点的学科,它有自己的专业词汇、测量单位、定律、特征及其广泛的应用。介绍一个课题到另一个课题必须以逻辑形式,前后连贯地描述,定律和概念也必须同应用相联系,否则对大部分同学来说概念和定律会变得模糊,且容易忘记。首先,电路课程对同学们来说是最困难的,电路的概念来得太快,看起来又不是很连贯,并且很难与已经学过的知识联系起来。教师和作者的工作是使这部分知识变得易懂并且尽可能准确,以及能够以逻辑连贯的课题理解它。这些课题被仔细地逐步展开。前面所讲的内容作为后面深入讨论的基础。

此书每章分为若干小节,并且每章后面都有自测练习用于学习检测他们的进步情况,这些练习用于巩固刚学过的知识,也包含与内容相适应的解答步骤完整的例题,每章的末尾给出概念和公式摘要,复习思考题及问题。

基本电路和电子学是一门实用性学科,它集中了技术人员所必须的知识,课程从电路理论角度讨论了一些故障分析,以便及时地培养问题解决者和故障检查者所必备的分析技能。

如果有好的图例说明可用,许多章节是比较容易理解的。文中的图形是经过仔细设计和准备的,直接和课文相联系,并且使内容变得有趣和易于接受,相应的实验手册和此书同时出版。它与教材完全配合,它提供了实验活动和计算机程序设计的大量内容,这些程序的设计是为了把学生带到实际的动手实验中去。

在尽可能减少错误,技术数据组织,趣味性可讲性诸方面我们已相当小心。同时也欢迎学生和教师提出评论和建议及指正。许多年的课堂教学经验都反映在此书中,我们从学生和有许多年联系的同行中得到了很大的鼓励和帮助,我们非常愉快地以此书献给他们。最后,对我们的家庭致以特别的感谢,因为工作原因我们放弃了大量与家人团聚的时间。

Charles A. Schuler

Richard J. Fowler

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
1-1 国际单位制.....	1
1-2 科学计数法.....	4
1-3 前缀.....	6
1-4 精度和四舍五人.....	8
<b>第二章 电路与电量</b> .....	13
2-1 电路和图解.....	13
2-2 电流.....	17
2-3 电流的测量.....	19
2-4 电势.....	22
2-5 电阻与欧姆定律.....	25
2-6 电压和电阻测量.....	27
<b>第三章 功率和能量</b> .....	34
3-1 功率.....	34
3-2 能量.....	37
3-3 效率.....	38
3-4 电源.....	40
3-5 保护装置.....	42
<b>第四章 电阻元件</b> .....	47
4-1 固定电阻.....	47
4-2 电阻的色码.....	50
4-3 可变电阻.....	53
4-4 其他电阻器件.....	55
<b>第五章 串联电路</b> .....	61
5-1 串联电路中的电流.....	61
5-2 基尔霍夫电压定律.....	63
5-3 分压器.....	67
5-4 串联电路概念的应用.....	70
5-5 串联电路的故障分析.....	74
<b>第六章 并联电路</b> .....	81
6-1 并联电路中的电压和电流.....	81
6-2 电导.....	84

6-3	电流分流器规则	87
6-4	并联电路概念的应用	89
6-5	并联电路故障分析	92
<b>第七章</b>	<b>串-并联电路</b>	<b>97</b>
7-1	串-并联电路的适用定律	97
7-2	用化简法分析串-并联电路	100
7-3	串-并联电路的应用	105
7-4	串-并联电路的故障分析	110
<b>第八章</b>	<b>网络分析</b>	<b>116</b>
8-1	电流源	116
8-2	行列式	119
8-3	支路分析法	122
8-4	网孔分析法	125
8-5	节点分析法	128
8-6	叠加定理	131
8-7	戴维南定理	135
8-8	诺顿定理	138
8-9	弥尔曼定理	141
8-10	功率传递和网络变换	143
<b>第九章</b>	<b>电源</b>	<b>152</b>
9-1	电磁感应与发电机	152
9-2	原电池和叠层电池	157
9-3	蓄电池和电池组	162
9-4	其他电源	166
<b>第十章</b>	<b>交流电流</b>	<b>172</b>
10-1	正弦波	172
10-2	频率和相位	175
10-3	相量	178
10-4	电阻电路	181
10-5	电子函数发生器	183
<b>第十一章</b>	<b>电感</b>	<b>188</b>
11-1	感应现象	188
11-2	自感	190
11-3	电感器的种类	193
11-4	电感的串联和并联	197
<b>第十二章</b>	<b>直流和交流电路中的电感</b>	<b>201</b>
12-1	电感的储能	201
12-2	电感电路中的上升电流	202
12-3	上升电流的时间常数	205



12-4	电感电路中的下降电流	207
12-5	电感在交流电路中的作用	210
12-6	感抗	212
12-7	感抗的串联和并联	213
12-8	品质因数	215
12-9	电感量的测量	217
<b>第十三章</b>	<b>电容</b>	<b>222</b>
13-1	电场	222
13-2	电介质	224
13-3	电容和电容器	225
13-4	影响电容的因素	227
13-5	储能	229
13-6	电容器的特性	230
13-7	电容器的种类	231
13-8	杂散电容	235
13-9	电容量的表示	236
13-10	串联、并联及混联电容器	236
<b>第十四章</b>	<b>直流与交流电路中的电容</b>	<b>242</b>
14-1	电容充电放电控制	242
14-2	时间常数	243
14-3	交流电路中电容器的作用	248
14-4	相位角和功率	249
14-5	容抗	250
14-6	容抗串并联	252
14-7	电容损耗因素	254
14-8	电容量测量	255
<b>第十五章</b>	<b>RCL 电路</b>	<b>260</b>
15-1	RC 串联电路	260
15-2	RL 串联电路	264
15-3	RCL 串联电路	265
15-4	RC 并联电路	268
15-5	RL 并联电路	271
15-6	RCL 并联电路	271
15-7	脉冲响应	273
<b>第十六章</b>	<b>谐振和滤波器</b>	<b>280</b>
16-1	串联谐振电路	280
16-2	理想并联谐振电路	289
16-3	实际 LC 并联电路	292
16-4	增益、衰减和分贝	294

16-5	滤波器	297
<b>第十七章</b>	<b>交流网络分析</b>	<b>309</b>
17-1	j 运算符	309
17-2	直角和极形表示法	310
17-3	直角—极形变换	311
17-4	极形—直角变换	312
17-5	相量代数	313
17-6	电导、电纳和导纳	315
17-7	串联和并联阻抗	317
17-8	等效串联和并联阻抗	320
17-9	戴维南和诺顿定理	322
<b>第十八章</b>	<b>测量仪器</b>	<b>327</b>
18-1	仪表指标	327
18-2	仪表接入作用	329
18-3	数字表	333
18-4	模拟表	336
18-5	阴极射线示波器	340
18-6	示波器测量	347
18-7	示波器探头和电路接入作用	351
<b>第十九章</b>	<b>离散电子学介绍</b>	<b>357</b>
19-1	半导体材料	357
19-2	PN 结	360
19-3	二极管	363
19-4	整流	369
19-5	滤波器	374
19-6	齐纳调整器	382
<b>第二十章</b>	<b>电子放大器</b>	<b>387</b>
20-1	双极型三极管	387
20-2	三极管放大器	393
20-3	共发射极放大器(之一)	395
20-4	共发射极放大器(之二)	400
20-5	负反馈	405
20-6	电压放大器	407
20-7	双电源放大器电路	408
20-8	其他电路组成	409
20-9	场效应三极管	410
<b>第二十一章</b>	<b>集成电路和运算放大器</b>	<b>419</b>
21-1	集成电路	419
21-2	制作单片集成电路	420

---

21-3	制作混合集成电路 .....	424
21-4	集成元件特性 .....	426
21-5	差分放大器 .....	427
21-6	运算放大器 .....	435
21-7	运算放大器电路 .....	440
<b>第二十二章</b>	<b>数字电路导论</b> .....	<b>448</b>
22-1	一些专业术语 .....	448
22-2	二进制数 .....	449
22-3	判断门 .....	452
22-4	组合逻辑电路 .....	461
22-5	时序逻辑电路 .....	470
22-6	算术电路 .....	481
22-7	存储电路 .....	483
22-8	微机系统 .....	486

# 第一章 绪 论

电学是一门技术性学科,也就是说,它密切地涉及到数字、公式、计算和测量单位。这一章将介绍什么是电学 and 如何应用数字和度量单位,以便正确理解电的性质和特性。

## 1-1 国际单位制

世界上许多国家都是使用米制度量单位,米制度量单位几乎是全球通用,并且不同大小与基本单位互相转换都是采用 10 的倍数,是个十进制。因此,它永远地排除了那些不方便的关系。如  $12 \text{ in} = 1 \text{ ft}$ ,  $3 \text{ ft} = 1 \text{ yd}$ ,  $5280 \text{ ft} = 1 \text{ mi}$ 。

国际单位制通常缩写为 SI,1960 年在米制的基础上发展起来的,它主要以基本米制度量单位为基础。1965 年,国际单位制成为法定的标准,并且被美国电机及电子工程师协会 (IEEE) 正式采用。因此,所有电的和电子学的测量都应使用国际单位制。但是在电和电子学中也沿用了一些古老的英国度量制单位。例如,许多物理学的标准应用于电子学中都是源于 in,电子元件的接头或电路板连接插座的间距通常用 in 作为单位标明。图 1-1 表示一个集成电路插座,其相邻间隔是以十分之一 in 为基础。图 1-2 所示为一个边缘接插的电路印刷板,其标准是用 in 作单位。因此,期望在电和电子学中的单位制百分之百地转化

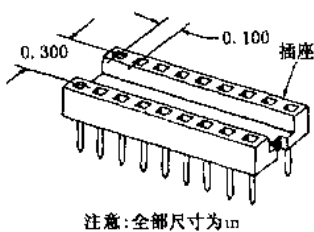


图 1-1 集成电路插座

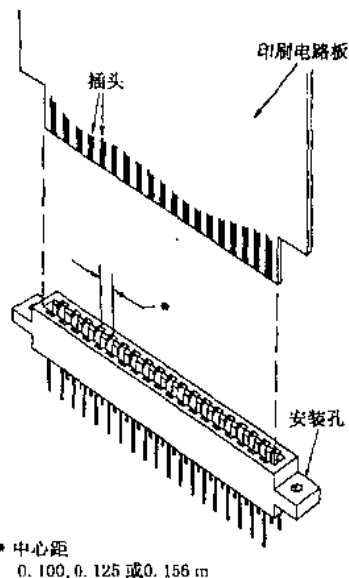


图 1-2 边沿联接的印刷电路板

为国际单位制是不合理的。然而,与电量有关的现象如电流、电压、发热都是建立在国际标准制 SI 基础上。

国际单位制 SI 特别方便于技术性领域中的能量计算。这是因为其中的一个单位 J 被大量用于各种类型的能量,包括电能、原子能、化学能、热能和机械能。J 将在后面的章节中详细介绍。由于有国际单位制,使电子专家能够同科学家、机械工程师和化学家交流,不再有各自使用独特度量单位带来的麻烦。

表 1-1 是三种度量制基本单位对照表,国际单位制和基本米制单位基本相同。正如温度列标题所示,其主要不同是原有的基本米制用摄氏温度刻度。当国际单位制引用米制时,卡氏温度刻度已注意到摄氏温度刻度在某些电与电子学领域用到这种与基本米制温度的偏差,即使是美国电机及电子工程师协会正式采用 SI,许多厂家还是继续用摄氏温度单位标定组成部件和元件的温度特性。换句话说在其他方面,一些电子器件的等效噪声温度用卡氏温度说明。英制有时指的是传统的美制单位,这是因为英国法定采用 SI 时,美国则仅仅认识 SI 而没有正式采用它。厘米·克·秒制同样也是米制单位,由于其建立在更小的基本长度和质量单位上,因此更方便小刻度度量单位。

基本单位如表 1-1 所示是所有度量单位的基础。在力学中所有的附加单位都是来源于这三个基本单位,即长度、质量和时间。另外通过增加一个电子电流基本单位,在电学中也能推导出其测量用的附加单位。当光照强度、温度、物质数量的基本单位被增加时,任何科学和技术测量单位都能被推导出来。

表 1-1 基本单位对照表

量	SI, 基本米制	英国度量制	厘米·克·秒
长 度	m, 1 m = 100 cm	1 ft = 0.304 8 m	cm, 2.54 cm = 1 in
质 量	kg, 1 kg = 1 000 g	1 slug = 14.6 kg	g
时 间	s	s	s
电 流	A	A	A
温 度	K, $K = 273.15 + ^\circ\text{C}$	F, $F = (9/5^\circ\text{C}) + 32$	$^\circ\text{C}, 1^\circ\text{C} = 5/9(F - 32)$
发光强度	cd		
物质的量	mol		

表 1-2 是列举国际单位的导出单位。如面积、体积都是由长度单位推导出来的。速度和加速度的单位是由长度单位和时间单位推导出来的。力的单位是由一个基本单位和一个导出单位:质量单位和加速度单位推导出来的,能量和功的单位是由力和长度单位推导出来的。显而易见,导出单位可以推导出另外的单位。表 1-2 中的导出单位涉及到电量的单位,这些单位将在后面的章节中进行解释和运用。

**例 1-1** 电子控制设备的前面板高为 3 in, 宽为 7.5 in。它们的高,宽分别为多少 cm? 它的面积为多少  $\text{cm}^2$ ?

**解** 表 1-1 中所示,  $1 \text{ in} = 2.54 \text{ cm}$ ,

表 1-2 国际单位的导出单位举例

量	导出公式	单位
面积	长×宽	m <sup>2</sup>
体积	长×宽×高	m <sup>3</sup>
速度	位移/时间	m/s
加速度	位移/(时间×时间)	m/s <sup>2</sup>
力	质量×加速度	N
能和功	力×位移	J
功率	能量/时间	W
压强	力/面积	Pa
电荷	电流×时间	C
电压	能量/电荷	V
电阻	电压/电流	Ω
电容	电荷/电压	F
电感	电压×时间/电流	H

所以

$$3 \times 2.54 = 7.62 \text{ cm}$$

$$7.5 \times 2.54 = 19.05 \text{ cm}$$

面积为

$$7.62 \times 19.05 = 145.16 \text{ cm}^2$$

例 1-2 电脑的最高工作限制温度是 323.15 K, 将它们分别转化为摄氏温度和华氏温度。

解 表 1-1 中表明了  $1 \text{ K} = 273.15 + ^\circ\text{C}$ , 因此  $1^\circ\text{C} = \text{K} - 273.15$ ,  $F = (9/5^\circ\text{C}) + 32$ 。即:

$$323.15 \text{ K} = 323.15 - 273.15 = 50^\circ\text{C}$$

$$323.15 \text{ K} = (9/5 \times 50) + 32 = 122 \text{ F}$$

### 自测题

1. 哪个测量体系已被 IEEE 法定采纳?
2. 哪种测量体系仍将沿用?
3. 确定两种在电学和电子学中必须经常使用的温度单位。
4. 对小规模系统更看重哪种米制测试体系?
5. 确定用于推导电学中的附加单位所必须的 SI 基本单位。
6. 电子元件的性能经常注明为  $25^\circ\text{C}$ , 变换该温度为华氏温度。
7. 电路板的面积是  $12 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$ , 用英寸表示的面积是多少?

## 1-2 科学计数法

电学中的数字变化范围非常大,写、说和熟练掌握这些数字都非常繁琐。科学计数法被广泛应用代替那些非常小和非常大的数字,能够大大地减少工作负担。如下表所示是以 10 为基础:

$10^{-6} = 0.000\ 001$	$10^{-5} = 0.000\ 01$
$10^{-4} = 0.000\ 1$	$10^{-3} = 0.001$
$10^{-2} = 0.01$	$10^{-1} = 0.1$
$10^0 = 1$	$10^1 = 10$
$10^2 = 100$	$10^3 = 1\ 000$
$10^4 = 10\ 000$	$10^5 = 100\ 000$
$10^6 = 1\ 000\ 000$	

用数字 10 的幂和在小数点左边有一个非零数字的表达式叫科学计数法。例如为了把 0.000 004 83 转化为科学计数法,首先把这个数字转化为小数点左边有一个非零数字,涉及有把小数点右移 6 位(用星号表示原来小数点的位置):

$$0^*000004.83$$

然后通过乘以 10 的幂来恢复数字的原来的值。如果小数点是向左移,要求 10 的幂指数为正的。如果小数点是向右移,就要求 10 的幂指数为负的。本例的小数点是向右移 6 位,则幂指数为-6,科学计数法表示为  $4.83 \times 10^{-6}$ 。假设我们想要把 483 000 用科学计数法表示,首先我们把它转化为小数点到最左边的一个数值,并用一个星号表明小数点原来的位置。小数点向左移了 5 位,因此幂指数为+5。因此,483 000 的科学计数法为  $4.83 \times 10^5$  或者更通用为  $4.83 \times 10^5$ ,指数当中没有负号标志都理解为正。

例 1-3 将下列数用科学计数法表示。

12 720 000	0.000 023	628
0.5	13 900	1.83
解 $12\ 720\ 000 = 1.272 \times 10^7$	$0.000\ 023 = 2.3 \times 10^{-5}$	
$628 = 6.28 \times 10^2$	$0.5 = 5 \times 10^{-1}$	
$13\ 900 = 1.39 \times 10^4$	$1.83 = 1.83 \times 10^0$ (10 <sup>0</sup> 不是经常使用)	
	(1.83 实际上就是科学计数法形式)	

例 1-4 把下列数字转化为原来的值。

$$1 \times 10^9 \quad 4.56 \times 10^{-3} \quad 9.871 \times 10^5 \quad 3.9 \times 10^{-7}$$

解 为了把科学计数法转化为原来的值,10 的幂必须被除去。幂为正,则移动小数点到右边;幂为负,则把小数点向左移。

$$1 \times 10^9 = 1\,000\,000\,000$$

$$4.56 \times 10^{-3} = 0.004\,56$$

$$9.871 \times 10^5 = 987\,100$$

$$3.9 \times 10^{-7} = 0.000\,000\,39$$

用科学计数法进行代数运算时它的指数必须经过恰当处理,常使用下面规则:

1. 为执行加法或减法,所有的数字必须有相同的指数(量值和附号),小数点必须被排在同一列,和或差将与被加的数字有相同的指数。

2. 执行乘法时用指数相加。

3. 执行除法时被除数指数减去除数指数。

4. 执行求根时指数除以根数。

5. 执行升幂时指数乘以幂数。

**例 1-5** 求  $2.1 \times 10^3 + 3.68 \times 10^2 + 4 \times 10^{-1}$  的和。

**解** 作必要的变换,使全体数有相同的幂,在本例将它们变换为最大幂  $10^3$  是方便的。

答案将由科学计数表示:

$$\begin{array}{r} 2.1 \quad \times 10^3 \\ + 0.368 \quad \times 10^3 \\ + 0.000\,4 \quad \times 10^3 \\ \hline 2.468\,4 \quad \times 10^3 \end{array}$$

注意到纵向按小数点排成一列,答案乘以 10 的相同幂。

**例 1-6** 求  $1 \times 10^5 - 4.5 \times 10^4$  的值。

**解** 首先我们把它们转化为这共同最大的 10 的幂:

$$\begin{array}{r} 1.00 \times 10^5 \\ - 0.45 \times 10^5 \\ \hline 0.55 \times 10^5 \end{array}$$

注意到其结果不是科学计数法形式,但并没错。最好用  $10^4$  作公共指数,只要简单地将小数点右移一位,幂降一次即可。

$$0.55 \times 10^5 = 5.5 \times 10^4$$

**例 1-7** 求下列表达式的积,并且用科学计数法表示。

$$(3.5 \times 10^2) \times (2.1 \times 10^4) \quad (5.1 \times 10^3) \times (4.8 \times 10^{-5}) \quad (1.9 \times 10^{-1}) \times (3 \times 10^{-3})$$

**解** 从这第一个乘法问题  $3.5 \times 2.1 = 7.35$ , 并且幂的和为 6, 因此, 其答案为  $7.35 \times 10^6$ 。对于第二个问题  $5.1 \times 4.8 = 24.48$ , 而指数和为 -2, 若写成  $24.48 \times 10^{-2}$  还不是科学表示, 将小数点左移一位使指数增大一个数。最后一个乘法问题  $1.9 \times 3 = 5.7$ , 而指数和是 -4, 乘积答案是  $5.7 \times 10^{-4}$ 。

$$(3.5 \times 10^2) \times (2.1 \times 10^4) = 7.35 \times 10^6$$

$$(5.1 \times 10^3) \times (4.8 \times 10^{-5}) = 2.448 \times 10^{-1}$$

$$(1.9 \times 10^{-1}) \times (3 \times 10^{-3}) = 5.7 \times 10^{-4}$$

**例 1-8** 求出下列除法的值并且用科学计数法表示。

$$\frac{4.3 \times 10^5}{8.6 \times 10^3} \qquad \frac{9.9 \times 10^2}{3.0 \times 10^{-2}} \qquad \frac{-5 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-3}}$$

**解** 在第一问题中, 4.3 除以 8.6 的值为 0.5, 并且幂的差为 2, 其结果为  $0.5 \times 10^2$  或用科学计数法写成  $5 \times 10^1$ 。第二个问题, 9.9 除以 3.0 得 3.3, 而指数相减  $+2 - (-2) = +4$ , 因此答案是  $3.3 \times 10^4$ 。对最



后一个除法问题,  $-5$  除以  $2$  产生  $-2.5$ , 而指数相减为  $1$ , 答案是  $-2.5 \times 10^1$ 。

$$\frac{4.3 \times 10^5}{8.6 \times 10^3} = 5 \times 10^1 \quad \frac{9.9 \times 10^2}{3.0 \times 10^{-2}} = 3.3 \times 10^4 \quad \frac{-5 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-3}} = -2.5 \times 10^1$$

**例 1-9** 求  $3.6 \times 10^5$  的平方根。

**解** 为求其平方根, 必须将指数除以  $2$ , 对于  $5$  除以  $2$  得不到整数, 因此最好将数字改写成  $10$  的偶数次幂。例如, 写成  $36 \times 10^4$  而现在指数可被  $2$  除尽。  $36$  的平方根为  $6$  并且  $4/2 = 2$ , 因此答案为  $6 \times 10^2$ 。

**例 1-10** 求  $4 \times 10^2$  的三次幂。

**解** 这个例子可写成  $4^3 \times (10^2)^3$ ,  $4 \times 4 \times 4 = 64$  并且  $2 \times 3 = 6$ , 因此这答案为  $64 \times 10^6$ 。用科学计数法表示为  $6.4 \times 10^7$ 。

### 自测题

8. 将下列数字改成科学计数。

186 000

0.154

0.000 3

1 200 000 000

357.2

0.000 000 000 5

9. 将下列数改写成常规形式。

$4.9 \times 10^2$

$2 \times 10^{-1}$

$1.1 \times 10^{-3}$

$5.5 \times 10^4$

$5.678 \times 10^5$

$1.9 \times 10^{-4}$

10. 求下列加法, 结果用科学计数法表示。

$$(5.5 \times 10^1) + (1.7 \times 10^2)$$

$$(3.83 \times 10^1) + (2 \times 10^{-1})$$

$$(2 \times 10^4) + (3 \times 10^3) + (4 \times 10^2)$$

11. 求下列减法, 结果用科学计数法表示。

$$(4.4 \times 10^{-2}) - 4$$

$$(7.65 \times 10^3) - (-1.2 \times 10^2)$$

$$(-4 \times 10^{-5}) - (2.2 \times 10^{-6})$$

12. 求下列乘法, 结果用科学计数法表示。

$$(5 \times 10^2) \times (2.6 \times 10^{-3})$$

$$(3.32 \times 10^{-2}) \times (1 \times 10^3)$$

$$(4.4 \times 10^6) \times (8 \times 10^5)$$

13. 求下列除法, 结果用科学计数法表示。

$$\frac{6.6 \times 10^9}{3 \times 10^5}$$

$$\frac{1.71 \times 10^5}{4.5 \times 10^{-2}}$$

$$\frac{9 \times 10^{-6}}{2 \times 10^4}$$

14. 求  $8.1 \times 10^3$  的平方根。

15. 求  $2 \times 10^2$  的四次幂。

## 1-3 前 缀

在数值上, 电量变化很大。前缀用来修饰度量单位, 使它变成倍数或约数单位。倍数单