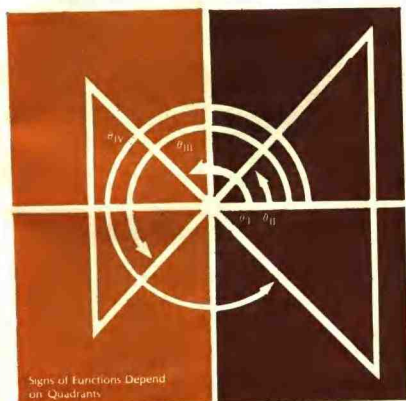


# 初级电子数学

MATHEMATICS FOR ELECTRONICS

[美] 爱德华·帕萨豪 著

陈济喜 张秉益 孙中明 译 汪栋臣 校



电子工业出版社

## 内 容 简 介

本书以简明的方式系统地论述了与电子学相关的数学理论。凡具有初、高中文化水平者均可阅读。内容分四篇二十章。第一篇论述代数数学知识,其中包括代数基础,指数和根,方程,图形,图解方程及解方程等六章。第二篇论述三角学及其在交流电路中的应用,其中包括三角函数的应用,三角学的应用,交流电路入门,复代数和相量及电路分析法等五章。第三篇介绍对数,其中包括常用对数,自然对数,分贝及瞬态电路等四章。第四篇介绍数字数学,其中包括布尔代数,卡诺图,数制,数字算术运算及编程引论等五章。

本书可作为中等专业学校和职业高中有关专业的师生阅读,也可供具有初中以上文化程度的技术工人及广大业余爱好者自学参考。

Mathematics for Electronics

Edward Pasahow

Breton Publishers 1984

### 初 级 电 子 数 学

〔美〕爱德华·帕萨豪 著

陈济喜 张秉益 孙中明 译

汪栋臣 校

责任编辑 张殿阁

\*

电子工业出版社出版 (北京海淀区万寿路)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

山东电子工业印刷厂印刷

\*

开本: 850×1168毫米1/32 印张: 17.25 字数: 432千字

1987年4月第1版 1987年10月第1次印刷

印数: 1—3700册 定价: 4.10元

统一书号: 15290·484

## 译 者 序

电子学的发展，显示了他的巨大威力，各行各业一旦掌握与应用它，如同注入新的血液一样，就更加富有生命力。

彩色电视机、立体声收录机、电冰箱、洗衣机和其它家用电器已进入广大的家庭，人们每天都要和电子打交道。

随着电子热的到来，人们都必须懂得起码的电子学知识，而要做到这一点，就得学习电子数学，这是打开电子学大门的一把万灵的钥匙。

“初级电子数学”一书，在内容上具有二个鲜明的特色。一是，以代数为基础贯穿全书，论述与电子学有关的数学原理。内容循序渐近、浅显易懂，略具初中程度的读者均能看懂；二是，数学和电子学密切结合。在论述数学知识的同时，不论在例题、练习题，或是在复习题中，均列举了大量的有关电子学的各类问题，并附有习题答案。做完这些题目，既能巩固学过的数学理论，又能学到许多电子学的知识。

另外，本书在每一章中均明确应掌握的基本内容，并总结其要点，单列成表。这样既突出重点，又便于复习，掌握要领。这是该书的又一独特之处。

本书可以说广大电子技术工人、业余无线电爱好者，以及知识青年的良师益友。我们抱着为这些读者推荐一本好书的热忱译出了此书，以便为祖国四化建设贡献微薄之力。

原书错误之处实为不少，在译校过程中均作了纠正。由于我们水平有限，不妥之处在所难免，望广大读者批评指正。

译 者

一九八五年于北京

## 前 言

本书的目的是向即将从事电子专业技术工作的学生介绍数学知识。为此，书中强调用计算器解题；研究适合技术发展水平的应用；并且深入地论及了数学电子学方法。通过集成电路、运算放大器、电阻网络，以及模块化电源的数学问题的典型分析，说明用数学方法解决电子学实际问题的可能性。这样，学生便能逐渐体会到所学的知识是如何帮助他们提高其技能的，并能理解现代电子设备中的各种电路。

本书在研究所有电路的过程中，均详细地介绍了所涉及电子学概念及其数学概念，即使不具备一般代数或电子电路知识的学生也能阅读。第一篇的各章首先介绍代数法及图解分析法，然后说明如何用这些方法来分析电路。第二篇的基础是三角学，并说明三角学在研究交流电路中的重要性。第三篇介绍常用对数和自然对数。涉及到分贝及RC电路的问题时，通常采用对数法。最后一篇介绍数字电子学，充分地讨论了应用于数字电路的布尔代数和数制。

为辅助本书的学习，布莱顿出版社还备有学习指南及教师手册。

下列各位对本书的手稿进行了审阅并提出了许多宝贵意见：穆尔帕克学院的约翰·汤姆森；弗勒斯诺市立学院的查尔斯·G·金；艾伦汉考克学院的杰斐逊·C·博伊斯；凯布里洛学院的埃德温·E·波洛克；奥林琪柯斯特学院的罗伯特·汉考克。特向上述各位致谢。

对职业打字员迈娜·戴维斯和德瑞·勃朗宁在此表示谢意。

## 致 读 者

本书有两种要素,也许您在其他教科书中未曾见过,即“要点”和“复述”。“要点”常常在每一章出现,并且在文中单独圈出,极易辨认。通常,在某一专题和其例题讨论之后而在练习题之前列出“要点”,以便复习刚刚介绍过的内容。这样安排恰到好处,一方面与相应章节毗邻,有助于进一步研究(如果有必要的话);另一方面还可作为各章的总结。“复述”出现的次数不多,其意图是想直接回顾某一教程或本书讲述过的章节的数学知识,以加深后面章节中将要用到的一些概念。

# 目 录

## 第一篇 代数学

### 第一章 代数基础

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 1.1 整数、分数及带分数 .....     | 2  |
| 1.2 实数直线 .....          | 4  |
| 1.3 符号次序优先法则 .....      | 6  |
| 1.4 表达式 .....           | 8  |
| 1.5 加法 .....            | 10 |
| 1.6 正负数的加法 .....        | 12 |
| 1.7 减法 .....            | 15 |
| 1.8 表达式求值法 .....        | 16 |
| 1.9 去括号 .....           | 17 |
| 1.10 加减法在串联电阻中的应用 ..... | 19 |
| 1.11 乘法 .....           | 21 |
| 1.12 乘法中的符号法则 .....     | 23 |
| 1.13 多项式乘法 .....        | 24 |
| 1.14 指数项相乘法 .....       | 26 |
| 1.15 除法 .....           | 28 |
| 1.16 多项式除法 .....        | 29 |
| 1.17 舍入估算法 .....        | 32 |
| 1.18 分式 .....           | 34 |
| 1.19 分式符号的变化法则 .....    | 39 |
| 1.20 带分数与假分数 .....      | 41 |
| 1.21 最小公分母 .....        | 44 |
| 1.22 分式的加减法 .....       | 46 |
| 1.23 分数乘法 .....         | 49 |

|                 |           |     |
|-----------------|-----------|-----|
| 1.24            | 分数除法      | 51  |
| 1.25            | 并联电阻      | 53  |
| 1.26            | 电工单位      | 55  |
| 1.27            | 分数的舍入     | 56  |
| 1.28            | 文字应用题     | 58  |
| 1.29            | 复习题       | 59  |
| <b>第二章 指数和根</b> |           |     |
| 2.1             | 指数和根的运算法则 | 64  |
| 2.2             | 积和商的乘方    | 66  |
| 2.3             | 幂的乘方      | 63  |
| 2.4             | 负指数       | 68  |
| 2.5             | 分数指数      | 71  |
| 2.6             | 科学记数法     | 74  |
| 2.7             | 电阻色码      | 76  |
| 2.8             | 公制        | 79  |
| 2.9             | 复习题       | 82  |
| <b>第三章 方程</b>   |           |     |
| 3.1             | 方程的变换     | 86  |
| 3.2             | 解条件方程     | 91  |
| 3.3             | 公式与欧姆定律   | 93  |
| 3.4             | 欧姆定律的应用   | 96  |
| 3.5             | 功耗        | 99  |
| 3.6             | 分压器       | 101 |
| 3.7             | 不等式       | 105 |
| 3.8             | 解不等式      | 108 |
| 3.9             | 估算法       | 110 |
| 3.10            | 用公式设计电路   | 111 |
| 3.11            | 复习题       | 113 |
| <b>第四章 图形</b>   |           |     |
| 4.1             | 直线图       | 116 |
| 4.2             | 笛卡尔坐标系    | 118 |

|     |      |     |
|-----|------|-----|
| 4.3 | 分圆图  | 123 |
| 4.4 | 极坐标图 | 123 |
| 4.5 | 诺模图  | 131 |
| 4.6 | 复习题  | 133 |

## 第五章 图解方程

|      |             |     |
|------|-------------|-----|
| 5.1  | 线性方程        | 135 |
| 5.2  | 用代换法作方程的图形  | 139 |
| 5.3  | 方程的斜率       | 141 |
| 5.4  | 斜率的特性       | 145 |
| 5.5  | y截距         | 149 |
| 5.6  | 根据y截距及斜率作直线 | 151 |
| 5.7  | 斜截式线性方程     | 153 |
| 5.8  | 求数据点的方程     | 155 |
| 5.9  | 作二次方程图      | 158 |
| 5.10 | 复习题         | 164 |

## 第六章 解方程

|     |           |     |
|-----|-----------|-----|
| 6.1 | 单项式的因式分解  | 168 |
| 6.2 | 用因式分解法解方程 | 174 |
| 6.3 | 二次方程的一般解  | 176 |
| 6.4 | 联立方程组     | 180 |
| 6.5 | 复习题       | 194 |

## 第二篇 三角学

### 第七章 三角函数的应用

|     |           |     |
|-----|-----------|-----|
| 7.1 | 平百三角形     | 198 |
| 7.2 | 正弦函数      | 200 |
| 7.3 | 余弦函数      | 203 |
| 7.4 | 正切函数与余切函数 | 204 |
| 7.5 | 正割函数与余割函数 | 205 |
| 7.6 | 函数的符号     | 207 |
| 7.7 | 常用角的函数    | 209 |

|                   |                 |     |
|-------------------|-----------------|-----|
| 7.8               | 三角函数作图法 .....   | 213 |
| 7.9               | 三角函数表 .....     | 216 |
| 7.10              | 复习题 .....       | 218 |
| <b>第八章 三角学的应用</b> |                 |     |
| 8.1               | 反三角函数 .....     | 221 |
| 8.2               | 任意三角函数 .....    | 224 |
| 8.3               | 负角 .....        | 227 |
| 8.4               | 复习题 .....       | 230 |
| <b>第九章 交流电路入门</b> |                 |     |
| 9.1               | 交流电路的图示法 .....  | 232 |
| 9.2               | 交流电路中的电阻 .....  | 234 |
| 9.3               | 交流电路中的电容 .....  | 236 |
| 9.4               | 交流电路中的电感 .....  | 238 |
| 9.5               | 电抗和电阻的串联 .....  | 240 |
| 9.6               | 弧度的量度 .....     | 244 |
| 9.7               | 交流电流 .....      | 246 |
| 9.8               | 电阻中的交流电流 .....  | 250 |
| 9.9               | 电容器中的交流电流 ..... | 252 |
| 9.10              | 电感器中的交流电流 ..... | 255 |
| 9.11              | RC串联电路 .....    | 257 |
| 9.12              | RL串联电路 .....    | 261 |
| 9.13              | RLC串联电路 .....   | 262 |
| 9.14              | 复习题 .....       | 264 |
| <b>第十章 复代数和相量</b> |                 |     |
| 10.1              | 复平面 .....       | 267 |
| 10.2              | 复数加减法 .....     | 269 |
| 10.3              | 复数乘法 .....      | 272 |
| 10.4              | 复数除法 .....      | 274 |
| 10.5              | 复数的极坐标形式 .....  | 276 |
| 10.6              | 复数的指数形式 .....   | 279 |
| 10.7              | 指数形式的用法 .....   | 280 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 10.8 正弦函数和相量 ..... | 283 |
| 10.9 电学表示法 .....   | 287 |
| 10.10 复习题 .....    | 292 |

## 第十一章 电路分析

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 11.1 阻抗的串并联 .....   | 294 |
| 11.2 电压和电流的分布 ..... | 299 |
| 11.3 戴维宁定理 .....    | 302 |
| 11.4 诺顿定理 .....     | 304 |
| 11.5 网络解法 .....     | 304 |
| 11.6 网络方程的解法 .....  | 310 |
| 11.7 复习题 .....      | 314 |

## 第三篇 对数

### 第十二章 常用对数

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 12.1 常用对数 .....    | 317 |
| 12.2 常用对数的组成 ..... | 319 |
| 12.3 反常用对数 .....   | 322 |
| 12.4 对数运算 .....    | 323 |
| 12.5 对数方程 .....    | 326 |
| 12.6 对数坐标曲线图 ..... | 327 |
| 12.7 常用对数表 .....   | 330 |
| 12.8 复习题 .....     | 333 |

### 第十三章 自然对数

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 13.1 对数的底 .....      | 337 |
| 13.2 自然对数的组成 .....   | 339 |
| 13.3 反自然对数 .....     | 341 |
| 13.4 对数运算 .....      | 342 |
| 13.5 用自然对数法解方程 ..... | 344 |
| 13.6 自然对数函数曲线 .....  | 345 |
| 13.7 自然对数表 .....     | 347 |
| 13.8 复习题 .....       | 350 |

## 第十四章 分贝

|                |     |
|----------------|-----|
| 14.1 分贝的定义     | 353 |
| 14.2 以分贝计的电压比  | 355 |
| 14.3 以分贝计的电流比  | 357 |
| 14.4 分贝的基准电平   | 359 |
| 14.5 分贝量度的应用   | 361 |
| 14.6 声音的测量     | 364 |
| 14.7 以分贝计的功率测量 | 367 |
| 14.8 波特图       | 369 |
| 14.9 复习题       | 370 |

## 第十五章 瞬态电路

|                |     |
|----------------|-----|
| 15.1 时间常数      | 373 |
| 15.2 RC放电电路    | 375 |
| 15.3 RC充电电路    | 379 |
| 15.4 RC电路的波形曲线 | 382 |
| 15.5 RL瞬态电路    | 384 |
| 15.6 时间常数的测量   | 387 |
| 15.7 复习题       | 388 |

## 第四篇 数字数学

### 第十六章 布尔代数

|             |     |
|-------------|-----|
| 16.1 布尔运算   | 392 |
| 16.2 符号与记法  | 395 |
| 16.3 公理与定律  | 397 |
| 16.4 恒等式    | 398 |
| 16.5 表达式的化简 | 400 |
| 16.6 运算优先律  | 401 |
| 16.7 组合函数   | 402 |
| 16.8 德·摩根定理 | 403 |
| 16.9 逻辑电路   | 404 |
| 16.10 复习题   | 405 |

### 第十七章 卡诺图

|                    |             |     |
|--------------------|-------------|-----|
| 17.1               | 卡诺图的绘制      | 413 |
| 17.2               | 最小项形式和最大项形式 | 416 |
| 17.3               | 卡诺图中项的标注法   | 418 |
| 17.4               | 卡诺图的简化法     | 421 |
| 17.5               | 冗余项         | 426 |
| 17.6               | 用卡诺图化简表达式   | 427 |
| 17.7               | 用卡诺图化简电路    | 428 |
| 17.8               | 复习题         | 430 |
| <b>第十八章 数制</b>     |             |     |
| 18.1               | 数制的概念       | 432 |
| 18.2               | 计数法         | 434 |
| 18.3               | 用分组换算法变换底   | 438 |
| 18.4               | 其他进制换算为十进制  | 442 |
| 18.5               | 将十进制换算成其他进制 | 451 |
| 18.6               | 复习题         | 459 |
| <b>第十九章 数字算术运算</b> |             |     |
| 19.1               | 二进制算术运算     | 461 |
| 19.2               | 八进制算术运算     | 464 |
| 19.3               | 十六进制算术运算    | 467 |
| 19.4               | 除法          | 472 |
| 19.5               | 二进制数的补码     | 475 |
| 19.6               | 对采用补码的意见    | 479 |
| 19.7               | 加法器         | 479 |
| 19.8               | 复习题         | 483 |
| <b>第二十章 编程引论</b>   |             |     |
| 20.1               | 初步概念        | 485 |
| 20.2               | 变量和数        | 488 |
| 20.3               | 算符          | 490 |
| 20.4               | 过程语句        | 493 |
| 20.5               | 输入/输出语句     | 496 |
| 20.6               | 条件判别语句      | 501 |
| 20.7               | 函数          | 503 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 20.8 循环语句.....    | 505 |
| 20.9 子程序.....     | 508 |
| 20.10 复习题.....    | 510 |
| <b>附录 三角恒等式</b>   |     |
| 1. 基本关系式.....     | 512 |
| 2. 三角函数的和差关系..... | 518 |
| 3. 倍角函数.....      | 520 |
| 4. 半角函数.....      | 522 |
| 5. 函数的积和幂.....    | 524 |
| 6. 复习题.....       | 526 |
| <b>习题答案</b>       |     |

# 第一篇 代 数 学

每一个技术人员工作时都要用到数学，通常，要进行诸如电路的电压、电流或电阻这些量的计算。例如，工厂在规定其零部件的技术规格时，技术人员常常必须进行某些计算，才能做出正确的选择。只有当具有良好的数学基础时，才能满足所有这些日常的要求。

代数是重要的数学知识。在电路理论，电路设计，以及故障检修诸方面都需要代数的基础知识。本篇介绍代数运算，研究电子线路方程及其解。这样，你就能逐渐熟悉代数的基础知识。为进一步提高你的实际技能，本篇接着还指出如何看图，如何作图。然后，综合所有解法，指出如何应用你所掌握的各种方法来解决电路问题。

第一章复习基本概念。全面介绍数和算术运算的基础知识。这样，即使其中一些知识已经遗忘，你仍能重新得到温习的机会。第二章讨论指数和根以及如何进行变换。电子学中诸如电阻的色码、公制度量系统这样重要的应用，其基础就是指数原理。

第三章论述方程及其应用。一些重要的电路解法，包括欧姆定律、功耗计算、电压分压器电路的求解在内，都要用到方程式。第四、五章研究曲线图及其对应的方程式。许多描述电路及电子元件的曲线图都是这些曲线图的变形。最后，在第六章，我们将讨论解方程的方法，也就是讨论从已知量与未知量的关系式中求出未知量的方法。在应用某些定律和定理对电子电路求解的过程中，我们将要用到这些解法。

# 第一章 代数基础

除了电表，示波器以及计算器之外，技术人员工作时可能使用的工具，甚至是更为重要的工具，就是用于描述和分析电路的数学知识。没有示波器可用电表代替，没有逻辑探头也能工作。但是，不真正掌握必不可少的数学技巧，你就决不能成为一个卓有成效的技术人员。

本章介绍代数运算。在讲述电子电路的过程中，我们还要反复运用其运算法则。基本运算(加、减、乘、除)可以使电路元件与其电参数发生联系。懂得了如何进行这些运算，便能求出电路的电阻或计算电路所消耗的功率。

## 目的

学完本章，应能够：

1. 在实数直线上确定数值的位置。
2. 整数及分数的加减。
3. 用适当的数学法则乘除。
4. 使用正负数。
5. 整数和分数的舍入。
6. 求代数式之值。
7. 求串联或并联电阻网络的等效电阻值。
8. 计算电路的功耗。

## 1.1 整数、分数及带分数

归根结底，一切数学的基础是数。你大概已经知道什么是整数，例如正整数7，38，42及3526。注意，0也是正整数。整数的

负值也是整数，例如  $-7$ ， $-14$ ， $-81$  和  $-779$  (减号表示该数为负)。借助整数的加、减、乘三种运算，我们能得到其他整数。

例如：

$$29 + 64 = 93 \quad 93 - 77 = 16 \quad 73 \times 8 = 584$$

全部结果(93, 16以及584)都是整数。

另一方面，当我们用一整数去除另一整数时，则得到分数。

例如：

$$1 \div 2 = \frac{1}{2} \quad 3 \div 4 = \frac{3}{4} \quad 9 \div 5 = \frac{9}{5}$$

整数和分数相加的结果是带分数。例如：

$$6 + \frac{7}{8} = 6\frac{7}{8} \quad 819 + \frac{3}{13} = 819\frac{3}{13} \quad -34 - \frac{43}{87} = -34\frac{43}{87}$$

#### 要点1-1：整数、分数和带分数

| 概 念                    | 实 例                                                                                      |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 整数是正整数、负整数以及“0”的总称。 | 2, 8, 0, 5 133,<br>-7, -9, -869                                                          |
| 2. 整数相加、相减以及相乘的结果仍是整数。 | $5 + 1 = 6$<br>$8 - 3 = 5$ , $4 \times 3 = 12$                                           |
| 3. 整数相除得到分数。           | $3 \div 6 = 3/6$<br>$7 \div 9 = 7/9$<br>$6 \div 4 = 6/4$                                 |
| 4. 分数和整数相加得到带分数。       | $6 + 3/4 = 6\frac{3}{4}$<br>$4 + 5/8 = 4\frac{5}{8}$<br>$178 + 15/94 = 178\frac{15}{94}$ |

〔习题1-1〕 标出下列各数是整数、分数还是带分数？

- |            |          |
|------------|----------|
| 1. 9       | 6. -5388 |
| 2. $554/7$ | 7. 30    |
| 3. $1/8$   | 8. $9/3$ |

4.  $21/4$

9.  $8/64$

5.  $6/5$

10.  $5^{2/8}$

下述各个运算的结果是整数、分数还是带分数？

11.  $6+7=$

16.  $6+0=$

12.  $4-2=$

17.  $9-7=$

13.  $2+1/2=$

18.  $7 \times 2=$

14.  $1 \div 9=$

19.  $4+6/8=$

15.  $8 \times 6=$

20.  $19-5=$

## 1.2 实数直线

到目前为止，所讨论的一切数都能表示在如图1-1A所示的实数直线上。尽管此实数直线表示的范围仅是 $-5$ 至 $+5$ 这一段，实际上，可以将它向二个方向任意延伸。负数示于0的左边，而正数则示于0的右边。

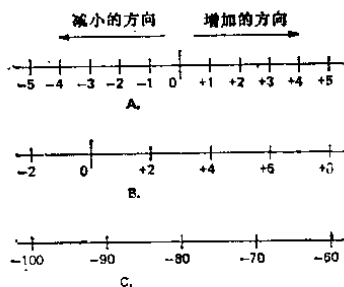


图1-1 实数直线

A. 从 $-5$ 至 $+5$ ; B. 从 $-2$ 至 $+6$ ;

C. 从 $-100$ 至 $-60$

可以看出， $-1$ 小于 $+2$ 。记住，负数的数字越大(也就是，数字越大的负整数)，其值实际上越小。例如， $-5$ 小于 $-2$ ，因为 $-5$ 在

实数直线上的任意两个数，其更右边的数总是比较大一些。也就是说，从实数直线上某一点向右移动则数增加。比如说，我们从 $+2$ 开始向右移动而后停止于 $+5$ 。我们知道， $+5$ 大于 $+2$ 。另一方面，从某点开始向左移动则数减少。还是从 $+2$ 开始移动而后停止于 $-1$ 。可