

无线电

业余无线电丛书

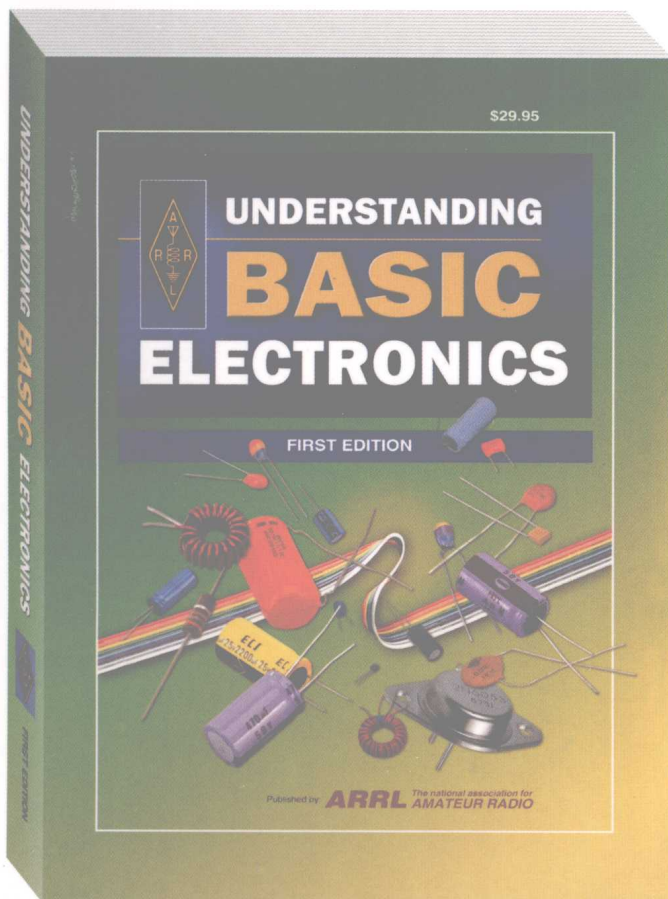


ARRL

The national association for  
AMATEUR RADIO

# 从零起步 学电子

## UNDERSTANDING BASIC ELECTRONICS



[美] Larry D. Wolfgang (WR1B) 著  
王龙 (BA4RX) 傅道坤 (BG4XTL) 译

- 全球业余无线电爱好者公认的ARRL品牌
- 受到读者广泛欢迎的电子基础知识读本
- 轻松助您进入有趣的电子世界

中国无线电运动协会推荐



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

无线电 业余无线电丛书



**ARRL**

The national association for  
**AMATEUR RADIO**

# 从零起步 学电子

**UNDERSTANDING  
BASIC ELECTRONICS**

[美] Larry D. Wolfgang (WR1B) 著

王龙 (BA4RX) 傅道坤 (BG4XTL) 译

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

从零起步学电子 / (美) 沃尔夫冈 (Wolfgang, L. D.)  
著; 王龙, 傅道坤译. —北京: 人民邮电出版社, 2009.6  
(业余无线电丛书)  
ISBN 978-7-115-20517-9

I. 从… II. ①沃…②王…③傅… III. 电子学—基本知识  
IV. TN01

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第050794号

## 版 权 声 明

Understanding Basic Electronics, 1<sup>st</sup> Edition by Larry D. Wolfgang(WR1B), ISBN 0-87259-398-3  
Copyright ©2006 by The American Radio Relay League, Inc.

This work is publication No. 159 of the Radio Amateur's Library, published by ARRL.

All rights reserved. No part of this work may be reproduced in any form except by written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition jointly published by The American Radio Relay League, Inc. and POSTS & TELECOM PRESS.

本书简体中文版由美国业余无线电转播联盟授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权所有, 侵权必究。

## 内 容 提 要

本书是由美国业余无线电转播联盟 (ARRL) 的技术编辑 Larry D. Wolfgang 编写的《从零起步学电子》的中文译本。

本书是一本真正从零开始的面向电子初学者的电子学基础读物。全书分为 4 个单元、30 个章节, 分别从必备的数学知识、直流电学初步知识、交流电学初步知识、常用电路元器件 4 个部分详尽而生动有趣地介绍了电子学的基本知识, 包括电压、电流等基础电子参数介绍、基础元器件功能介绍、经典电路定律分析、基础电路原理解剖等, 每一部分都配有大量幽默的漫画进行辅助说明, 让读者在轻松的气氛中学习电子知识, 感受电子学的神奇魅力。

本书不仅适合业余无线电爱好者阅读, 帮助他们了解电子学的基础知识, 还是一本非常好的青少年学习电子知识的课外读物。

## 业余无线电丛书

### 从零起步学电子

- 
- ◆ 著 [美] Larry D. Wolfgang (WR1B)
  - 译 王 龙 (BA4RX) 傅道坤 (BG4XTL)
  - 责任编辑 房 桦
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京顺义振华印刷厂印刷
  - ◆ 开本: 880×1230 1/16  
印张: 18.75  
字数: 600 千字 2009 年 6 月第 1 版  
印数: 1-4 000 册 2009 年 6 月北京第 1 次印刷  
著作权合同登记号 图字: 01-2008-1360 号

---

ISBN 978-7-115-20517-9/TN

定价: 45.00 元

读者服务热线: (010) 67132837 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

# 业余无线电丛书编委会

主任：谢飞波 (BA1XIE)

副主任：蒋伟 (BG1ANA)      陈平 (BA1HAM)

委员：(以姓氏笔画排序)

马惠敏 (BG1RAR)      刘涛 (BD1DO)      陈方 (BA4RC)

陈新宇 (BA1RF)      周海婴 (BA1CY)      范斌 (BA1RB)

龚万骢 (BA1DU)      黄彤 (BG1WXD)      钱皋韵 (BA1KY)

童效勇 (BA1AA)      樊绍民 (BA1EO)

# 业余无线电丛书序

100 多年以来，业余无线电活动把数以百万计的男女老少引入了奇妙的无线电技术世界，使他们变成了能够亲手驾驭无线电波的业余专家，为人类的发展和文化的进步做出了毋庸置疑的贡献，得到了社会的赞许，业余无线电爱好者也因此被赋予合法使用业余无线电频谱的特别权利。

近年来，随着我国社会的开放和经济的持续发展，受到朋友启发而加入业余电台操作行列的人群越来越壮大。然而其中不少朋友还刚刚步入门槛，离成为一名值得称道的业余无线电爱好者还有距离，因为业余无线电爱好者是需要认真学习无线电技术的，国家有关法规和国际法规明确规定，业余无线电爱好者必须是对无线电技术有兴趣的人，空中活动的内容离不开自我训练和技术交流，要获准使用业余无线电波也必须具备一定的无线电技术知识。要学习，无线电技术书籍是必不可少的。

在业余无线电的发展历程中，美国业余无线电协会（ARRL）在促进业余无线电活动和技术进步中一直处于领先地位，所出版的大量业余无线电技术书刊成为世界业余无线电爱好者的启蒙读物和进阶参考，也经常领导着业余无线电活动的新潮。人民邮电出版社从美国业余无线电协会引进了业余无线电丛书，首批有 6 本：《ARRL 业余无线电手册》、《天线手册》、《射频电路实战宝典》、《业余无线电入门》、《业余无线电移动应用指南》、《从零起步学电子》。这套丛书是长期风行世界的经典技术图书，其中凝集了几代业余无线电爱好者的宝贵实践经验，可以成为我国业余无线电爱好者很好的借鉴，业余无线电新手尤其可以从中了解国际业余无线电活动传统的丰富内涵，对于帮助自己认准发展方向具有引导意义。其中的《ARRL 业余无线电手册》和《天线手册》经过不断修订、再版，它们在我国业余无线电界，从最早的业余无线电家起，已经流行了好几代，但还没有过完整的中文译本。这次出版的丛书除了这两本经典手册外，其他丛书中的内容包括了业余电台的设置、操作和电路技术初阶，以及业余电台移动运用等。

我们首先可以通过泛读这些书，看看国外业余无线电爱好者在学习什么，从而体会到业余无线电丰富的传统技术内涵，了解要做一个火腿高手至少还应该掌握哪些方面的知识，以便修正自己的努力方向和发展目标。这些书籍中还包含了大量实践举例，可以根据自己不同阶段的需要，选择相应的内容深入阅读，在作者的引导下动手解决自己的具体问题。

无疑，人民邮电出版社对这套丛书的引进、翻译、出版为我国的业余无线电界提供了一个了解世界的窗口，给大家的学习提供了一个参考平台，为提高我国业余无线电活动的水平做了一件好事。

业余和专业的区别在于使用电波的目的，无线电技术本身并没有业余和专业的区别。因此这套书所涉及的原理和方法也可作为专业无线电工作者的参考。

当前无线电是世界迈向信息社会最热门的技术之一，无线电技术正在经历着空前快速的进步，作为追逐时代前沿的业余无线电爱好者，也正在不断瞄准新的目标，开发新的课题，有些还没有成书。我国业余无线电活动全面恢复得比较晚，而我国无线电产业的地位提升得很快。希望我国的新一代火腿朋友能够在认真学习国外经典书刊的基础上，善于从各种信息来源了解无线电的最新技术动态，潜心钻研、勇于创新，把它们移植到自己的活动中来，使我们的业余无线电活动紧跟时代步伐，取得持久的活力，为国家和社会造就更多的优秀的民间业余无线电专家。

中国业余无线电运动协会秘书长  
陈平（BA1HAM）

# 前言

**电**子学，这个词令人想到的就是工程师和技师围聚着他们最新的作品，周围四处散落着灼热的电烙铁和一段段导线，工作室里到处都是电阻、晶体管和其他零件，手中拿着计算器，实验者在电路板上打孔，并迅速选择一个新元件试图安装在电路中。

可是等一下！你可以享受电子电路实验带给你快乐，而不必成为工程师或者数学高手。

这本书将向你讲授基本电子学原理。你所需要具备的数学技巧仅仅是加、减、乘、除。这本书以轻松愉快、浅显易懂的风格来编写，非专业的读者将非常喜欢。卡通画和插图很好地说明了电子学概念，帮助你加深理解。

本书用模块方法进行讲授。通常一个主题我们用2页纸张，没有一个模块超过4页。在使用这本书时，这样的方式便于分成一个个小部分进行学习，这也便于你轻松跳过那些你已经熟悉的模块。

你有了电台执照，但想获得更完整的电子学基本原理吗？这本书就是你需要的。也许你只是想学习电子学的基础知识，而不想研究 FCC 法规和其他的操作实践，这本书也是你需要的。

David Sumner (K1ZZ)  
美国业余无线电协会执行副总裁

# 作者序

**A**RRL 的《从零起步学电子》是神奇的电子学世界的入门书籍。有很少甚至没有电子学知识的读者都能读懂这本书。想建立电子学基础的知识无线电爱好者会发现，这本书非常有用。

写这本书不是一个小的任务，似乎我永远在为这本书工作！写一本书不同于写一篇文章或者编辑其他人的书稿。

当我在这里开始工作时，ARRL 总部的工作人员正讨论需要出一本电子学入门书籍，慢慢地这本书的计划开始构成。

在这个项目计划和开发中，很多人扮演了重要的角色。如果可能的话，我想将他们一一列出，但这非常困难。Paul Rinaldo (W4RI)，Charles Hutchinson (K8CH) 和 Mark Wilson (AA2Z) 在这本书的开发计划中扮演了最重要的角色。没有他们的帮助和鼓励，这本书将不能成书出版。

Deborah Strzeszkowski 承担了这本书的装帧设计，她也为每一个单元的介绍创作了插图、排版和装饰。由于 Debby 的才能，在 ARRL 的图书馆里还没有一本书像《从零起步学电子》这样精美。David Pingree 用 ARRL 的 SUN CAD 系统绘制了这本书所有的原理图和技术插图。Jim Massara (N2EST) 提出了卡通猪——小火腿 (Hammett) 这个角色，灵感来自于无线电爱好者的昵称“火腿”，Sue Fagan 为本书中绘制了小火腿 (Hammett) 的形象。这两位极具贡献的艺术家帮助设计这本书的插图，让我们分享了他们的才华。Scott Johnson 为这本书绘制了卡通插图，Laurie Ingersoll 绘制了包括人像和其他线条。对所有这些艺术家，我从心底说声“谢谢！”

最后，对所有阅读这本书的读者，我深表谢意。你是这本书实现其写作目标的真正评判者。如果这本书帮助你学习了一些基本电子学知识，引领你进入更高的实验，享受业余无线电的快乐，那么我们所有的付出都是值得的。

Larry D. Wolfgang (WR1B)

图书高级技术助理编辑

# 译者序

**我** 1989年开始接触业余无线电，当时我国业余无线电刚刚开放不久，国内只设有集体电台，业余无线电的器材和资料都相当匮乏。非常感谢陈方老师（BA4RC），他是我业余无线电的启蒙老师，引领我进入这个神秘的殿堂。当时我的呼号是BZ4RBX，开始接触的资料仅仅是《中华人民共和国业余无线电台值机员等级考试》的题目和答案，随着对业余无线电兴趣的增加，越发希望能找业余无线电活动的相关技术资料。但由于种种原因，国内介绍业余无线电的书籍一直比较缺乏。20世纪90年代初，中国电台数量不多，但在国际上属于“很受欢迎”的呼号。承蒙董效勇（BA1AA）、闫丕栋（BA1AB）、陈平（BA1HAM）和陈方（BA4RC）等前辈的厚爱，使我有机会参加了国内外很多重要的业余无线电活动，得到了很大的锻炼，从中不仅学到了丰富的知识，而且积累了一定的经验。感谢那些曾经给予我支持和帮助的国内外无线电爱好者，从他们身上我学到的不仅仅是知识和经验，更多的是他们无私的精神和高尚的品质。作为业余无线电爱好者，我非常希望能有机会和大家一起分享我活动的感受，为我国的业余无线电事业奉献我的绵帛之力。

非常感谢人民邮电出版社，从国外引进系列业余无线电书籍，为广大的业余无线电爱好者提供了大量的技术资料。随着科技的发展，无线电已经渗透到我们生活中的各个方面。无论你是无线电使用者还是无线电爱好者，如果能够掌握或了解电子学的基本原理，可以丰富你的生活乐趣，享受科技给你带来的快乐。正如作者所说，希望通过这本书，能够帮助那些爱好者建立电子学基础的知识。这本书风格诙谐，用大量的比喻，深入浅出。作为入门书籍，为了便于你进行选择学习，各个知识点均以模块出现。作为一名教师，在翻译这本书的过程中，我也受益匪浅。如果你是青少年读者，你在学习电子学基础知识的同时，还可以了解到国外的学习理念。这也是我在翻译过程中最大的感受。

如果你是一位青少年，对业余无线电充满好奇和兴趣，这本书将引领你进入电子学的殿堂。作为青少年，不仅要掌握课本知识，更要积极参加丰富多彩的科普活动和社会实践，拓展知识面，具备必要的科学素养和创新意识，为成为素质优良的科技人才积累知识和经验。而电子学知识不仅是业余无线电领域的基础，而且在其他各个领域中都有极其广泛的应用。因为这本书对广大青少年来说，也是一本非常优秀的科普读物。

如果你是一位刚刚入门的业余无线电爱好者，这本书可以帮助你补充电子学基本理论，为你深入研究业余无线电奠定基础。

如果你是一位科技爱好者，这本书可以拓展你的知识面，帮助你了解神秘的无线电世界。

这本书的翻译，凝聚了很多人的辛勤劳动。董洁老师参与了本书的第一单元“必备的数学知识”的翻译工作，傅道坤（BG4XTL）为这本书付出了巨大的劳动。陈衡（BD5RV）对本书附录部分进行了校对，在此对他们表示真挚的谢意。由于工作繁忙，翻译工作在业余时间完成，书中的翻译错误和不当之处，欢迎读者批评指正。

王龙（BA4RX）



# 导 言

**现**代技术触及到我们生活的每个方面。我们必须了解这些技术的基本概念，让这些技术在我们的生活中发挥有效的作用。将科技应用在你的爱好中，可以增长你的知识并使你获得极大的乐趣。当你追求一个爱好时，你就是在探索新的兴趣并了解你身边的多彩世界。

电子学是现代技术中迷人的一门学科。无论你在哪里，你都能看到电子设备和装置。从汽车到邮局的邮政编码阅读器，几乎每个机器都要用到一些电子控制。你可以不必了解大多数设备的电子学原理，但是，当你了解了电子学的基本原理后，你会了解你身边更多的东西。

要想知道某装置、某设备是如何工作的，没有比自己去掌握它更好的方法了。很多业余无线电操作者喜欢制作各种各样的电子装置。从他们的无线电台的小装置到完整的无线电收发信机，很多“火腿”会很开心地说，“这是我自己制作的”。你可以用你的电子学知识去完成各种有用的设计。

这本书将帮助你学习最重要的电子学基本原理。你会对你完成一个设计的能力充满自信，并且了解这些设计的工作原理。通过理解这些基本原理，你可以阅读理解更深的内容。你会熟悉电子技术和业余无线电技术的术语和行话。

这本书的主要目的是给你讲授电子学基本原理。书中贯穿了很多业余无线电的例子，向你展示在业余无线电中如何应用这些原理。你将要学习简单的直流电路和简单的交流电路。

这本书由 4 个主要部分或者称为单元组成，它们是：

必备的数学知识

直流电学初步知识

交流电学初步知识

常用电路元器件

在每个单元中，相关的主题构成一章。例如，某一章中主要介绍公制测量，另一章专门研究欧姆定律。有的章节是关于电容器和双极晶体管，每一章由一个或者更多的模块组成。

这些模块构成了书的核心，每一个模块介绍与这章相关的重要概念。大多数模块占用 2 页，当然也有少数的模块占用 4 页。本书内容用尽可能简单、通俗的语言来表达，用简单的解说来表达这些重要的术语。附录中包含了电子学术语表和业余无线电术语。当你碰到不熟悉的术语时，你可以随时查阅这个术语表。

我们建议你从头开始学习这本书，并完整地学习这本书。在编写这本书时，我们按照逻辑关系精心组织这些主题。每个部分的知识建立在上一章你获得的知识之上。当你完成了这本书的学习，你会获得电子学的基础。

本书中大量的例题是通过逐步方式来得到解答的。在你阅读这本书时完成这些计算，理解过程中的每一步，并达到与答案一致。本书还提供了额外的练习题。

你也许会发现，书中有的主题你已经非常熟悉。如果是那样的话，你可以考虑跳过这个章节，学习那些你还不是很熟悉的内容。每个模块都是独立的课文内容，你可以跳过一些模块，选择那些你最感兴趣的模块。如果你发现一些不熟悉的术语和概念，可以在附录中查阅，并复习相关的模块。

例如，如果你有很强的数学背景，你可以选择跳过整个第一单元。你已经熟悉了公制单位制了吗？你已经能够解方程和三角函数了吗？如果是的话，就没有必要在这些章节中花费时间。

学习任何包含你不熟悉的主题的模块。也许你决定跳过数学单元中的大部分内容，但是你对解决大部分的知识的能力缺乏自信，那么你一定要复习相关的章节。

祝你学习好运。我们希望你能轻松地看这本书，享受这本书带给你的乐趣！

# 目 录

<b>第一单元 必备的数学知识</b> .....	2	<b>第二单元 直流电学初步知识</b> .....	62
第1章 学会和数字打交道 .....	4	第7章 电压——电流的动力 .....	64
一、什么是数? .....	4	第8章 电流——流动的电子 .....	66
二、实数 .....	6	第9章 电和磁 .....	68
第2章 处理较大和较小的数 .....	8	一、电荷间相互作用规则 .....	70
一、幂和科学记数法 .....	8	二、物质的结构 .....	72
二、幂的运算法则 .....	10	三、磁体和磁场 .....	74
三、购买一个计算器 .....	12	四、电场与磁场相似 .....	76
四、我已经拥有电脑了 .....	14	五、动手实验看电场 .....	78
五、在计算器和电脑上使用指数表示法 .....	16	第10章 导体、绝缘体和电阻 .....	80
第3章 运用等式的技巧 .....	20	一、有的物体比其他物体更容易让电子 流过——导体 .....	80
一、别称它为代数 .....	22	二、有的物体中，电子需要较大的力才能 流过——绝缘体 .....	82
二、简单的方程圆 .....	24	三、可控制、阻碍电流的流动——电阻 .....	84
三、代入法解方程 .....	26	第11章 电路 .....	86
第4章 公制计量体系 .....	28	一、串联电路 .....	86
一、国际单位制 .....	28	二、并联电路 .....	88
二、共同的公制前缀 .....	32	第12章 欧姆定律 .....	90
三、公制前缀的换算 .....	34	一、电压、电流和电阻的相互关系 .....	90
第5章 基础三角学 .....	36	二、寻找未知数——欧姆定律“圆” .....	92
一、直角三角形 .....	36	三、练习及其答案 .....	94
二、三角函数的定义 .....	38	四、欧姆定律在电路和电路元件上的应用 .....	96
三、三角函数的运用 .....	40	第13章 基尔霍夫定律 .....	98
四、直角坐标系 .....	42	一、基尔霍夫电压定律 .....	98
五、极坐标系 .....	44	二、简化串联电路 .....	100
六、坐标系之间的转换 .....	46	三、基尔霍夫电流定律 .....	102
七、用计算器解决三角学问题 .....	48	四、简化并联电路 .....	104
八、三角问题和电脑 .....	50	五、简化混联电路 .....	106
第6章 电子学中的对数 .....	52	第14章 能量和功率 .....	108
一、压缩数标 .....	52	一、能量是做功的能力 .....	108
二、对数的定义 .....	54	二、功率是做功的速度或者是利用能量的 速度 .....	110
三、指数函数——对数函数的反函数 .....	56	三、更多功率的计算 .....	112
四、熟练掌握你的计算工具 .....	58		
五、电脑也能求对数 .....	60		

第15章 分贝	114	三、电容器上的电压和电流	186
一、分贝的定义	114	四、电感器中的电压和电流	188
二、分贝和功率比值	116	五、电感器和电容器的电路电抗	190
三、基准功率的详细说明	118	六、RL 电路中的电压和电流	194
<b>第三单元 交流电学初步知识</b>	120	七、RC 电路中的电压和电流	199
第16章 频率和波长	122	八、RLC 电路中的电压和电流	202
一、直流信号的电流只沿一个方向流动	122	九、并联电路中的电压和电流	204
二、电流可以恒定不变,也可以改变	124	第24章 谐振电路	206
三、如果电流方向改变,就变成了交流信号	126	一、如果感抗与容抗相等时,会发生什么	206
四、正弦波表示平稳变化的交流电	128	二、串联谐振电路的条件	208
五、正弦波和旋转轮	130	三、并联谐振电路的条件	212
六、转速与波的频率的关系	132	<b>第四单元 常用电路元器件</b>	214
第17章 电容器	134	第25章 半导体材料	216
一、存储电荷,产生电场	134	一、让我们从原子开始	216
二、增加极板面积,增强电场强度	136	二、半导体掺杂	218
三、增加极板数量以增加极板的面积	138	第26章 二极管	220
四、减少极板间距增强电场强度	140	一、二极管允许电流单向流动	220
五、介电常数和电场强度	142	二、半导体材料的固态二极管	222
六、决定电容大小的因素	144	三、二极管特性和参数	224
七、实用电容器	146	四、半波整流电路	228
第18章 容抗	148	五、全波整流电路	230
一、电容器阻碍外加电压的改变	148	六、桥式整流电路	232
二、低频率上有更多的反抗	150	七、我们可以把二极管作为开关使用	234
第19章 电感器	152	第27章 双极性三极管	236
一、电流产生磁场	152	一、三极管的三明治结构	236
二、把导线绕成线圈增强磁场强度	154	二、PNP 和 NPN 型三极管	238
三、在磁性材料上绕线圈增强磁场强度	156	三、用较小的输入电流来控制较大的输出电流	240
四、决定电感器电感大小的因素	158	四、偏置三极管	242
五、电感器以磁场形式存储电能	160	五、共发射极电路	244
第20章 感应电抗	162	六、共基极电路	246
一、电感器阻碍电流的变化	162	七、共集电极电路	248
二、频率越高电抗越大	164	八、晶体管参数	250
第21章 电路性能——电路元件的品质因数	166	第28章 场效应管	252
一、电路电抗和电阻确定电路性能	166	一、通过变化的电场控制电流	252
二、 $Q$ 值越大,元件上串联的电阻越小	170	二、结型场效应管(JFET)的构造	254
三、电阻增大,电路 $Q$ 值降低	172	三、金属氧化物半导体场效应管(MOSFET)的构造	256
第22章 变压器	174	第29章 集成电路	258
一、一个线圈的磁场可以在另一个线圈中产生电流	174	一、线性器件	258
二、变压器可以提高或者降低电压	176	二、运算放大器	260
三、匝数比值确定变压大小	178	三、数字器件	262
四、变压器也可以改变电流级别	180	四、定时器	264
第23章 阻抗	182	第30章 电子管	266
一、欧姆定律也适用于交流电路	182	一、热电子发射	266
二、电压和电流可能不会同时到达峰值	184	二、电子二极管	268
		三、电子三极管——场效应器件	270
		四、有额外控制电级的四极管和五极管	272
		五、阴极射线管显示器	274

无线电 业余无线电丛书



**ARRL** The national association for  
AMATEUR RADIO

# 从零起步 学电子

**UNDERSTANDING  
BASIC ELECTRONICS**

[美] Larry D. Wolfgang (WR1B) 著

王龙 (BA4RX) 傅道坤 (BG4XTL) 译

人民邮电出版社

北京

# 第一单元

## 必备的数学知识

### 这一单元你将学习:

- 什么是数
- 帮助你掌握使用大数和小数的技巧
- 方程的意义以及如何解方程
- 关于公制计量体系
- 如何进行三角形和三角函数计算
- 什么是对数? 对数在电子学中的重要性

学习电子学首先要求你能求解一些简单的数学问题。即使你并不想去设计电路,也必须知道如何作简单的运算。数学知识将帮助你理解一个简单的电路是如何工作的。实际上这些运算并不复杂,只需要懂得一些基本的数学运算规则,比如如何进行加、减、乘、除。本单元将解释如何处理你在学习基本的电子学中会遇到的各种数学问题。

数字帮助我们理解电路中某一部分发生改变是如何影响电路中的另一部分。开尔文勋爵,英国著名科学家,认为数字和计算是重要的。开尔文勋爵曾说过,除非你会测量,并且会用数字表达,才仅仅能够开始理解。开尔文也许没提到电子学,但他的观点对现代电子学也同样正确。

许多人对数学都有一点恐惧。但有很多工具可以帮助你学习数学,接受学习的挑战。当我们学习现代电子学时,科学计算器是种很有用的工具(我们这里的“科学”是指这种计算器上有一些键可以进行重要的数学计算)。

你需要一些基本工具做简单试验,以便得到关于电路的实际操作经验。科学计算器对学习电子学也很重要,利用它可以轻松地解决复杂的问题。科学计算器帮助你思考数字背后的真相。数学可以增长你的电子学知识,提高你的理解能力。

除非你会测量，并且会用数字表达，你才仅仅能开始理解。

—开尔文勋爵



## 第1章

## 学会和数字打交道

## 一、什么是数？

**数**字给我们一个描述发生在我们周围的事情的方法，我们每天都使用着数字。我们用数具体地描述时间、距离以及描述一个物体有多重。举例来说，假设你上班或上学需要花30分钟，回来也需要30分钟。把两个时间加起来，就可以知道你每天花在路上的时间（在这个例子中，你每天花了60分钟或者说1个小时在路上）。再举一例，假设你的卧室长4米，宽3米，把两个尺寸相乘可以知道你的卧室需要铺12平方米的地毯。

数字同样能够表示电路中各种不同的情况。通过简单的计算得到的数据就可以帮助我们弄清楚电路的相关问题。这些计算并不比上面所说的计算路上需要花费的时间或是铺卧室需要买多少地毯更难。如果你对基本表达式很熟悉，你会很容易理解

数字和电子学中的计算。这都很容易举出一些例子来说明。

数是你学习电子学的工具。使用这个工具时，你要弄清科学家和工程师讨论的这些数的含义。当你提到数的时候，绝大多数人想到的是一组“数的数字”（1、2、3、4等）。数学上称这些数为整数。

整数是数不尽的。如果你想到一个你认为最大的数，你加1就可以得到一个比它更大的数。比如，你想到九亿九千九百九十九万九千九百九十九（就是999 999 999），如果加1，就是十亿（1 000 000 000）。

不管你想的数有多大，你总可以对它再加1。数学家在讨论无穷大的时候就是用这样一种思考方式。所以整数有无数个！这就有点像在晴朗的夜晚，走到户外，有数不清的星星。当你以为自己数完的时候，另外有人用望远镜，告诉你还有一些肉眼看不到的星星。通过望远镜，你发现能看到的星星确实比原来数的要多2颗甚至更多。即使有办法弄清哪些是已经数过的星星，要想真的数清也是不大可能的！

表示数有一个简单的方法就是在纸上画一条

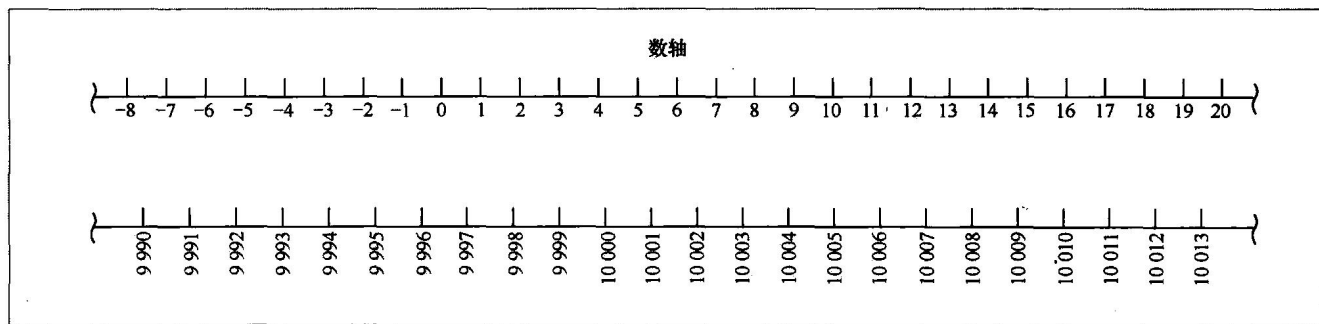


图 1-1 你可以画出这样一个简单的数轴。



线。在线上取一点，穿过线做上标记，在线上把这个标记记作 0，然后在 0 这一点的右边（大约 10 毫米）处再找一点，记作 1。把线延长，以同样的间隔找下一个整数，就像找 1 那样。我们把这条线称作数轴。当然，你肯定在数尽数字之前就把纸用光了，但你明白了整数是无穷的含义。

若在 0 的左边还留有空间，你也可以填上一些数，但在前面要添负号。比 0 小的数叫作负数（有时比没有还少会是个不小的麻烦。比

如，当银行认为你的支票账户透支时，他们会对你很不满意）。

由于负整数和正整数一样多，数的定义就扩展到 0 的两边。我们通常用符号  $\infty$  表示整数。使用这个符号，我们可以用下列的式子表示所有的整数：

$$-\infty < I < +\infty$$

如果 I 表示任何整数，那么这个式子告诉我们，整数的范围是从  $-\infty$  到  $+\infty$ 。



## 二、实数

如果在你的数轴线上两个整数点之间再取一个点会怎么样呢？没有哪个整数可以表示它，但你很容易看出来这一点是存在的。如果你在 5 和 6 的中间找到一点，我们可以认为此点表示 5.5。见图 1-2，在 1 250 和 1 251 中间的那点可以看作 1 250.5。这点将两个连续整数之间的线

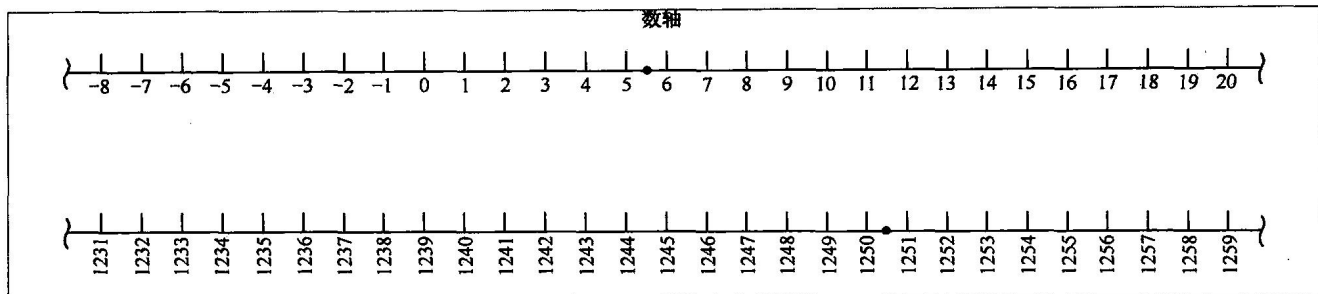


图 1-2 不难发现数轴上整数之间有一些空间。比如，在 5 和 6 的中间取一点，我们可以把这点叫做 5.5。

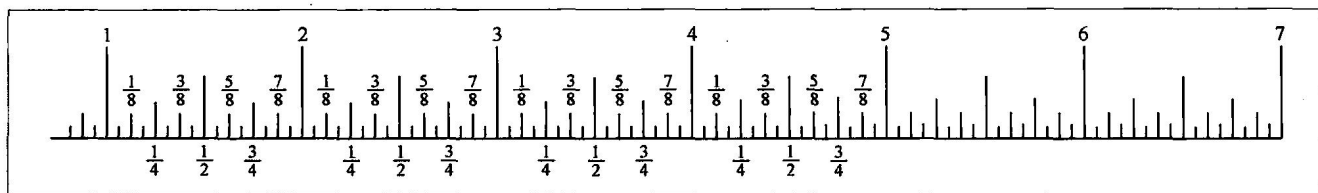


图 1-3 通过放大数轴上的刻度，你可以在两个整数之间包含更多的值。数学家思考数轴时，他们想象在两个整数之间有无数个点。

段平分。现在我们将平分的两部分再平分。则每一部分就是原来两个整数间距离的  $1/4$ 。

如果你开始把数轴看成一把直尺，你是对的！就像是在尺子上将每厘米划分为越来越小的部分。将两个整数间四分之一长的线段平分，则可平均分为 8 等份。这样，每一部分表示两个整数间的八分之一。

现在你可能已经意识到，两数之间我们可以等分无穷次！实际上，当你等分数轴时，你很快就会发现无法再等分成更小的部分。当笔画的宽度比要等分的空间还要宽时，你会觉得已经划分到了极限，但是如果你另画一条线，将两个整数之间留有更大的距离，或者用更细的笔，那么你就可以画出更小的部分。图 1-3 表达的就是这个意思。

记住，我们用数轴来描述数字，无论数轴上的部分有多么小，总能将它等分！

用小数代替分数表示将会更加简便，比如， $1/2$  就是 0.5， $1/4$  就是 0.25 等。同理  $1250 \frac{1}{2}$  就是 1 250.5。事实上，使用小数可以表示分数无法表

示的数，比如 3.141 592 654……（省略号表明这个数并未写完，不是精确值）这个数在有关圆的运算中非常重要。在数轴上没有哪个简单的分数能准确地表示这个点。

我们的数轴，包括前面所画的数轴上的点，再加上每两点之间所有能想象到的数，就是数学上所称的实数。我们可以像整数一样用一个式子表达它，如果用  $R$  代表实数（数轴上的任一点），那么

$$-\infty < R < +\infty$$

所以，实数包含一切可能的数值。

你已经明白数可以非常大。在数轴上表示巨大的数需要更大的空间，想象一下试图简单地在数轴上添加 4 567 835 251 000 000 000 或 85 432 164 749 000 000 000 这样的数，就会令人混淆。图 1-4 表明，我们可以扩展数轴的范围来表示越来越大的数。

在靠近零刻度的另一端，在 0 和 1 之间，与 0 越接近则数越小。在电子学中，经常会出现小数点和非零数间有许多个 0 的小数。比如，你必须处理