

无线电

业余无线电丛书

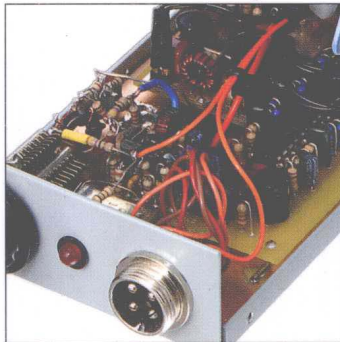
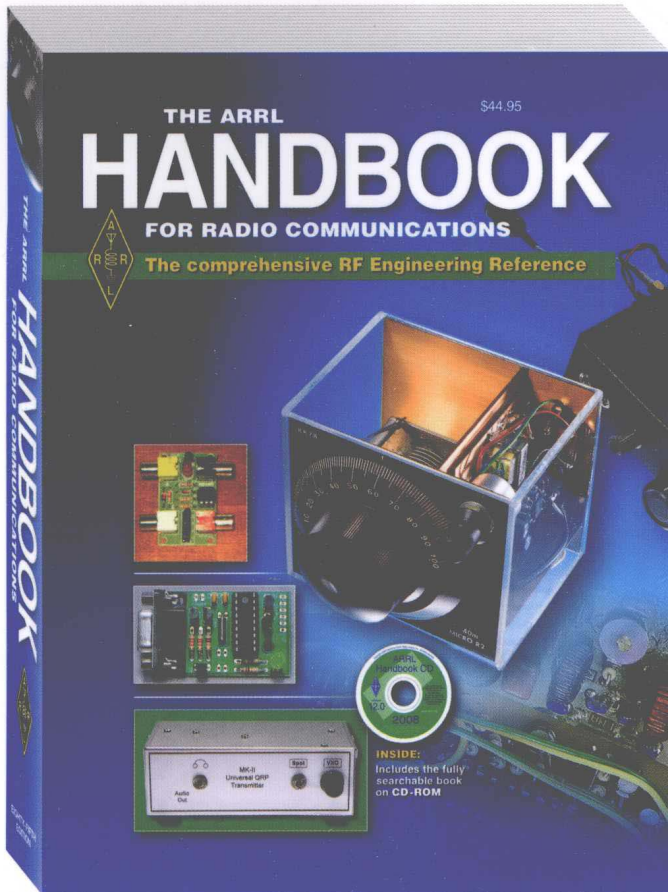


ARRL

The national association for AMATEUR RADIO

业余无线电手册

The ARRL HANDBOOK



【美】美国业余无线电转播联盟 著
火腿翻译组 译

- 全球无线电爱好者公认的ARRL品牌
- 经典的无线电技术参考巨著
业余与专业的权威跨界
理论与实践的完美结合
基础与前沿的精彩呈现
- 每年一版，畅销全球80余年
- 亚马逊分类排名销量第一

中国无线电运动协会推荐

无线电 业余无线电丛书



ARRL The national association for
AMATEUR RADIO

业余无线电手册

**The ARRL
HANDBOOK**

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

业余无线电手册 / 美国业余无线电转播联盟著 ;
火腿翻译组译. — 北京 : 人民邮电出版社, 2010. 6
(业余无线电丛书)
ISBN 978-7-115-22276-3

I. ①业… II. ①美… ②火… III. ①无线电技术—
技术手册 IV. ①TN014-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第030025号

版 权 声 明

The ARRL HANDBOOK, 85st Edition by ARRL, ISBN 0-87259-101-8

Copyright ©2007 by The American Radio Relay League, Inc.

This work is publication No. 6 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。

业余无线电丛书 业余无线电手册

- ◆ 著 [美] 美国业余无线电转播联盟
译 火腿翻译组
责任编辑 黄 彤 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>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 880×1230 1/16
印张: 73 彩插: 1
字数: 2576 千字 2010 年 6 月第 1 版
印数: 1 - 5 000 册 2010 年 6 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2008-1361 号

ISBN 978-7-115-22276-3

定价: 240.00 元

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

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

内容提要

ARRL《业余无线电手册》被全球无线电爱好者奉为圣典，无论是无线电爱好者，还是电子工程师和技术人员，都能从该书中找到值得信赖的理论、标准和实践指导。本手册自 20 世纪 20 年代首次出版以来，每年出版一次，每一版都紧跟技术应用发展的最前沿。本书译自《The ARRL HANDBOOK》第 85 版。

全书共分 26 章，全面包含了业余无线电领域所能涉及的电子、通信方面的知识。它不仅介绍了什么是业余无线电活动及业余无线电活动的内容，还从理论知识到实践指导，囊括了电子基础概念、元器件和电路模块、模拟和数字电路设计、故障检修技术、收发信操作技巧、无线电收发设备制作、天线设计等内容，包括许多优秀的电路设计和设备制作实例。

本书是业余无线电爱好者的必备手册，同时，也非常适合从事无线电技术和通信技术的电子工程师和技术人员及相关专业师生阅读。

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：（以姓氏笔画为序）

马惠敏（BG1RAR） 刘涛（BD1DO） 陈方（BA4RC）

陈新宇（BA4RF） 周海婴（BA1CY） 范斌（BA1RB）

钱皋韵（BA1KY） 龚万骢（BA1DU） 黄彤（BG1WXD）

童效勇（BA1AA） 樊绍民（BA1EO）

业余无线电丛书序

100 多年来，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的技术交流，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，美国业余无线电转播联盟（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）

火腿翻译组

(以姓氏笔画为序)

王东平 (BA1AAX)

王龙 (BA4RX)

王健 (BD4RR)

王浩淼 (BA3CE)

刘璞 (BA7JS)

张宏 (BG1FPX)

陈平 (BA1HAM)

陈荣标 (BG7IGG)

陈新宇 (BA4RF)

范斌 (BA1RB)

荣新华 (BD6CR/4)

穆新宇 (BD1ES)

赵辉 (BD6RA)

徐玓 (BG4AGM)

翁恺 (BA5AG)

高锦江 (BA0BZ)

梁铁威 (BA7NQ)

盛永俭 (BA1AJ)

黄崧 (BD6EC)

黄啸宇 (BA4ED)

傅道坤 (BG4XTL)

虞涤松 (BA4TB)

潘一峰 (BG5HII)

编前语

历时两年半，从美国业余无线电转播联盟引进的《The ARRL HANDBOOK》中文版《业余无线电手册》终于翻译成书。本书的翻译出版，得到了全国业余无线电爱好者、无线电技术专家的大力支持，共有 23 位译者组成了“火腿翻译组”，完成了本手册的翻译工作，他们完成的工作分别是（以章节为序）：

- 第 1 章：盛永俭（BA1AJ）
- 第 2 章：盛永俭（BA1AJ）
- 第 3 章：梁铁威（BA7NQ）
- 第 4 章：荣新华（BD6CR/4）
- 第 5 章：荣新华（BD6CR/4）
- 第 6 章：荣新华（BD6CR/4）
- 第 7 章：傅道坤（BG4XTL）
- 第 8 章：陈新宇（BA4RF）、范斌（BA1RB）、高锦江（BA0BZ）、刘璞（BA7JS）、赵辉（BD6RA）、张宏（BG1FPX）
- 第 9 章：陈新宇（BA4RF）
- 第 10 章：荣新华（BD6CR/4）、黄峪（BD6EC）
- 第 11 章：徐玎（BG4AGM）、荣新华（BD6CR/4）
- 第 12 章：徐玎（BG4AGM）、荣新华（BD6CR/4）
- 第 13 章：陈平（BA1HAM）
- 第 14 章：陈平（BA1HAM）
- 第 15 章：翁恺（BA5AG）
- 第 16 章：潘一峰（BG5HII）
- 第 17 章：陈荣标（BG7IGG）
- 第 18 章：刘璞（BA7JS）
- 第 19 章：王龙（BA4RX）、虞涤松（BA4TB）荣新华（BD6CR/4）
- 第 20 章：范斌（BA1RB）
- 第 21 章：穆新宇（BD1ES）
- 第 22 章：黄啸宇（BA4ED）
- 第 23 章：陈荣标（BG7IGG）
- 第 24 章：荣新华（BD6CR/4）
- 第 25 章：王浩淼（BA3CE）、王东平（BA1AAX）、穆新宇（BD1ES）
- 第 26 章：王健（BD4RR）

在翻译的过程中，出版社通过组织译者互审、编委会专家审问等形式，对译稿进行了审校编辑，以尽量保证译文的无线电特色和技术内容理解的准确性。火腿翻译组和编委会专家为本手册的出版付出了辛勤的劳动，在此，向他们表示衷心的感谢。

由于本手册涉及知识面广泛、信息庞大，翻译组成员众多，在全书的技术术语统一、译文风格方面，各章节之间会存在差异，而且难免有翻译、排版错误之处，请读者指正。

《无线电》杂志编辑部
2010 年 3 月

前言

80m 波段用的偶极天线有多长？我能修理好那台有毛病的旧电源吗？在我的新收发信机中，数字信号处理（DSP）是如何与无线电电路系统一起工作的呢？为了提升电台的性能，我这个周末可以在它上面焊接些什么元件呢？这个电阻器的阻值有多大？

积极的火腿们每天问的这些问题和数不尽的其他问题都可以从用于无线电通信的 ARRL《业余无线电手册》中找到答案。本手册涵盖了业余无线电的每一个方面：执照要求、操作无线电、基础和高级的电子学及通信概念、无线电传播和天线理论、实践项目、修理技术、相关参考等。

在本版手册中，Jim Tonne（WB6BLD），对第 12 章中的集总参数（LC）滤波器的相关内容进行了修订。他提出了滤波器理论，并给出了设计实例，还给出了如何构造最合适你自己的谐波滤波器的信息。Bill Jones（K8CU）还在第 12 章中向我们展示了怎样构造一个从 HF 频段到 6m 波段都能工作的高功率低通滤波器，这进一步完善了滤波器的相关内容。

安全第一！Greg Lapin（N9GL）和 ARRL 射频安全委员会的成员已经在第 3 章更新并扩展了这一重要主题的覆盖范围。除提出能在电台中使用到的实用信息外，他们还详述了 FCC 射频安全规章，并讲解了在这一领域上的一些专业研究。

第 14 章包含了几个比较新的项目。如果你喜欢体验用自己构造的设备进行通联所带来的震撼，你可以考虑 Wes Hayward（W7ZOI）提供的 MKII QRP 发信机，或者是 Rick Campell（KK7B）提供的 MicroR2 接收机。

或许你喜欢尝试一个在周末就能完成的项目。通过查找第 19 章，你会找到几个由 Dale Botkin（N0XAS）提供的新的电台配件。Dale 向我们展示了通过串口或 USB 端口就能把无线电设备连接到计算机上的单接口的制作过程。Dale 还描述了使用电晶体电键来键控高电压老式 CW 设备（或者使用现代收发信机在老式放大器中键控 TR 继电器）的接口。最后他对 ID-O-Matic——一个适用于多种情况的 10 分钟 ID 计时器进行了描述。

本版手册是业余无线电爱好者和电子学专业人员在几十年来一直依赖的参考读物的最新版本。我们希望，本手册能够回答你们在当今所遇到的一部分问题。

David Sumner（K1ZZ）

首席执行官

惠灵顿，康涅狄格州

目 录

第1章 什么是业余无线电	1
1.1 丰富多彩的兴趣.....	2
1.2 你的证书.....	3
1.3 呼号里有什么?.....	4
1.4 业余无线电活动.....	5
1.5 开始行动.....	8
1.6 火腿是世界公民.....	9
1.7 管理机构: ITU 和 FCC.....	9
1.8 ARRL (美国业余无线电转播联盟).....	9
1.9 管理法规.....	10
1.10 词汇表.....	15
第2章 业余无线电活动	19
2.1 奖状.....	19
2.2 竞赛.....	21
2.3 网.....	22
2.4 长聊.....	22
2.5 业余无线电教育.....	22
2.6 ARRL 野外活动组织.....	23
2.7 紧急通信.....	23
2.8 测向 (DF).....	24
2.9 特别通信.....	24
2.10 数字通信.....	27
2.11 古董无线电.....	30
第3章 安全	32
3.1 天线和铁塔安全.....	32
3.2 电台室周围的电力线.....	33
3.3 安全家庭制作.....	39
3.4 火腿无线电收发室中的其他危害.....	40
3.5 射频安全.....	43
第4章 电学基础知识	52
4.1 引言.....	52
4.2 串联和并联电阻.....	54
4.3 功率和能量.....	57
4.4 电路和元器件.....	59
4.5 交流电理论和电抗元器件.....	62

4.6	电容和电容器	68
4.7	电感和电感器	75
4.8	品质因数或元器件的 Q 值	83
4.9	实际电感的计算	84
4.10	用于计算电抗的欧姆定律	88
4.11	阻抗	93
4.12	谐振电路	98
4.13	变压器	104
第 5 章 电信号和元器件		113
5.1	模拟电路术语	113
5.2	绪言	114
5.3	模拟信号处理	114
5.4	模拟元件	119
5.5	实际应用中的半导体	130
5.6	数字电路基础	152
5.7	数字系统	153
5.8	二进制状态的物理实现	156
5.9	组合逻辑	157
5.10	时序逻辑	161
5.11	触发器集合	164
5.12	数字集成电路	167
5.13	计算机硬件	175
第 6 章 元器件的真实特性		194
6.1	集总元件与分布元件	194
6.2	低频时的元器件模型	195
6.3	射频元件	203
6.4	关于热效应	209
6.5	低频晶体管模型	218
第 7 章 元器件数据和参照基准		225
7.1	元器件的值	225
7.2	元器件标记	225
7.3	电感器和磁芯材料	227
7.4	变压器	227
7.5	半导体	229
7.6	元器件数据的其他获取途径	233
7.7	ARRL 技术信息服务 (TIS)	233
第 8 章 电路制作		307
8.1	操作间的安全	307
8.2	工具及其使用	307
8.3	一个豪华的焊台	312
8.4	控制电烙铁的温度	313

8.5	电子电路	313
8.6	预制印制电路板	325
8.7	从电路原理图到实际工作电路	326
8.8	其他安装技巧	329
8.9	机械部分的自制	332
8.10	小结	334
第9章	模式和系统	335
9.1	所有传输模式涉及的共性问题	335
9.2	发射, 调制和传输特性	337
9.3	主要的调制系统	339
9.4	操作模式	341
9.5	遥测、跟踪与遥令	360
9.6	无线电控制 (R/C)	361
9.7	语音模式	364
9.8	图像模式	371
9.9	扩频	385
9.10	多媒体系统	389
第10章	振荡器与合成器	393
10.1	振荡器如何工作	394
10.2	相位噪声	397
10.3	振荡器电路和制作	405
10.4	VHF 和 UHF 振荡器	422
10.5	频率合成器	425
第11章	混频器、调制器与解调器	448
11.1	混频器和混频的机理	448
11.2	混频、调制和解调的实用单元电路	461
第12章	射频与音频滤波器	479
12.1	基础概念	479
12.2	集总参数元件滤波器	483
12.3	滤波器设计实例	489
12.4	石英晶体滤波器	496
12.5	单片晶体滤波器	499
12.6	声表面波滤波器	501
12.7	传输线滤波器	502
12.8	螺旋谐振器	505
12.9	有源滤波器	510
12.10	一种广播波段带阻滤波器	510
12.11	一种广播电台陷波滤波器	511
12.12	优化的谐波滤波器	512
12.13	双工滤波器	513
12.14	144 或 222 MHz 带通滤波器	515

12.15	一种高性能、低成本的 1.8~54 MHz 低通滤波器	516
12.16	一种制作方便的高性能 CW 无源滤波器	520
12.17	其他的滤波器项目	523
第 13 章	电磁干扰/测向	525
13.1	问题的概况	525
13.2	责任	526
13.3	电磁兼容 (EMC) 基础	527
13.4	解决问题	529
13.5	查找电台室的噪声源	540
13.6	无线电测向	541
13.7	简易探测器	554
13.8	VHF~FM 用的有源衰减器	555
第 14 章	接收机和发射机	559
14.1	单级模块	559
14.2	多级系统	568
14.3	业余无线电通信信道	571
14.4	接收机设计技术	573
14.5	超外差接收机	578
14.6	VHF 和 UHF 接收机	594
14.7	430 MHz 砷化镓场效应管 (GaAs FET) 前置放大器	596
14.8	10 GHz 微波接收机	600
14.9	发射机设计	602
14.10	级间电路阻抗变换	613
14.11	宽带变压器	614
14.12	“弯石” 7 MHz 接收机	622
14.13	双声道 I-Q 接收机	625
14.14	MKII——一款改进的通用 QRP 发射机	630
14.15	MICRO R2——一款易制作的单边带或等幅报接收机	635
14.16	Micro T2——一部小巧的单频段单边带发射机	639
14.17	一款无漂移 VFO	646
第 15 章	收发信机、变频器和中继器	651
15.1	收发信机	651
15.2	NORCAL SIERRA: 一个 80~15mCW 收发信机	660
15.3	HIMITE——一个简单的单波段 CW 收发信机	666
15.4	变频器	670
15.5	中继	671
第 16 章	数字信号处理和软件无线电设计	681
16.1	DSP 基础知识	681
16.2	用于无线电的 DSP 算法	685
16.3	解析信号和调制	689
16.4	数字语音处理	696

16.5	干扰抑制技术	697
16.6	傅里叶变换	700
16.7	DSP 的无线电结构	706
16.8	软件无线电	712
16.9	嵌入式 DSP 系统中的硬件	712
16.10	DSP 系统软件	715
	设计 A: 抽取	716
	设计 B: FIR 滤波器设计变形	717
	设计 C: 解析滤波器对的生成	719
	设计 D: 用 Quick Basic 4.5 求平方根的牛顿算法	719
	设计 E: 利用小型查找表的快速平方根算法	720
	设计 F: 高性能 DDS	721
	设计 G: 用高速 CMOS 逻辑电路构成的快速二进制乘法器	721
第 17 章	电源	725
17.1	术语	725
17.2	交流电源	726
17.3	整流器件类型	728
17.4	整流电路	729
17.5	滤波电路	735
17.6	稳压电路	737
17.7	高压电源技术	745
17.8	电池与充电	745
17.9	应急操作	749
17.10	电源制作项目	749
第 18 章	射频功率放大器	775
18.1	功率放大器的种类	775
18.2	建立有源器件的模型	777
18.3	阻抗变换——“匹配网络”	777
18.4	储能电路（槽路）	778
18.5	变压器	785
18.6	输出滤波	785
18.7	发射器件的额定值	786
18.8	晶体管功率耗散	786
18.9	无源器件的额定值	787
18.10	工作电压的来源	789
18.11	电子管板极电压	789
18.12	放大器冷却	791
18.13	设计实例 1: 大功率电子管高频放大器	796
18.14	设计实例 2: 中功率 144 MHz 放大器	801
18.15	设计实例 3: 宽带高频固态放大器	802
18.16	放大器稳定性	803
18.17	3CX1500D7 射频线性放大器	807
18.18	使用 Svetlana4CX1600B 的 6 m 千瓦级功放	816

18.19	一个使用 3CX1200Z7 的 144 MHz 放大器	819
第 19 章	电台的布置和辅助设备	825
19.1	固定电台	825
19.2	移动和便携式安装	837
19.3	TICK4——一个微小的 CMOS 自动键	841
19.4	ID-O-MATIC 报呼号自动提醒器	844
19.5	通用键控适配器	847
19.6	一个精确的定向功率表	848
19.7	用于 YAESU 或 ICOM 无线电的外置自动天线切换开关	855
19.8	三套收发信机/电脑接口	859
19.9	一个简单的串行接口	862
19.10	用于你的 HAM 电台的 USB 接口	863
19.11	切换衰减器	866
19.12	QRP L 形匹配 ATU	868
19.13	QRP T 型匹配 ATU	869
19.14	改良的数字通信接口	870
19.15	低成本的远程天线开关	874
19.16	基于 PIC 的 HF/VHF 功率表	876
第 20 章	电波的传播	885
20.1	无线电波的基础知识	885
20.2	天波传播规律和太阳的关系	891
20.3	最大可用频率预报	903
20.4	对流层传播	905
20.5	外层空间传播	910
20.6	噪声和传播	911
第 21 章	传输线	913
21.1	传输线基础	913
21.2	传播模式	932
第 22 章	天线	934
22.1	天线基础知识	934
22.2	偶极天线和半波天线	936
22.3	135 英尺长的多波段中心馈电偶极天线	944
22.4	40 m 和 15 m 双波段偶极天线	945
22.5	K8SYL 的 75 m 和 10 m 偶极天线	947
22.6	W4RNL 倒 U 天线	947
22.7	W8NX 设计的 2 条多波段、电缆陷波器偶极天线	952
22.8	直立天线	956
22.9	顶端加载低波段天线	961
22.10	倒 L 天线和斜线天线	963
22.11	1.8 MHz 倒 L 天线	964
22.12	半波直立天线 (HVD)	964

22.13	简洁的直立天线 (CVD)	966
22.14	八木天线和方框定向天线	967
22.15	方框天线	974
22.16	5 波段、二单元高频方框天线	974
22.17	40 m 波段简易方框天线	978
22.18	28 MHz 简易环形天线	981
22.19	高频移动天线	982
22.20	VHF/UHF 天线	990
22.21	便携式简易地网天线	994
22.22	146/446 MHz 双波段天线	995
22.23	223 MHz 快速安装天线	995
22.24	全铜管的 2m J 形天线	996
22.25	VHF/UHF 八木天线	997
22.26	6 m 波段的三单元和五单元八木天线	997
22.27	中等增益的 2 m 八木天线	999
第 23 章 空间通信		1006
23.1	业余卫星入门	1006
23.2	单模块 L 波段功率放大器	1018
23.3	双模块 L 波段功率放大器	1018
23.4	抛物面碟形天线的制作	1029
23.5	偏馈碟型天线的螺旋馈电	1030
23.6	一种一体化的双波段天线系统	1032
23.7	地球-月面-地球通信 (EME)	1039
第 24 章 万维网, Wi-Fi, 无线和 PC 技术		1050
24.1	互联网和万维网	1050
24.2	Wi-Fi 术语表	1053
24.3	无线兼容认证 Wireless Fidelity(Wi-Fi)	1054
24.4	无线技术术语	1055
24.5	无线技术	1056
24.6	PC 技术 (电台室的个人计算机)	1061
第 25 章 测试方法		1065
25.1	测试和测量的基础知识	1065
25.2	DC 仪表和电路	1067
25.3	AC 仪表和电路	1072
25.4	微功率计	1076
25.5	频率测量	1078
25.6	具有可选输出的频标发生器	1079
25.7	数字显示陷波表	1081
25.8	其他测量仪器和测量方法	1084
25.9	宽范围音频振荡器	1084
25.10	使用数字电压表测量电感和电容	1084
25.11	示波器	1086

25.12	窄带示波器的 HF 适配器	1091
25.13	定标噪声源	1091
25.14	接收机测试用信号发生器	1095
25.15	用于信号发生器的双工器	1096
25.16	补偿 RF 电压表组件	1097
25.17	接收机性能测试	1104
25.18	发射机性能测试	1111
25.19	词汇	1113
第 26 章	检修	1116
26.1	安全第一	1116
26.2	获得帮助	1116
26.3	理论	1116
26.4	测试设备	1116
26.5	从哪儿开始	1121
26.6	不同的方法	1122
26.7	在一级内测试	1125
26.8	典型症状及其故障	1128
26.9	检修提示	1133
26.10	元件	1136
26.11	修理后	1144
后记		1146
译者感言		1148