

无线电



ARRL

小功率通信指南

QRP之道

[美] Rich Arland (K7SZ) 著
荣新华(BD6CR/4) 张宏(BG1FPX) 译
阮东升(BA6QH) 审

Low Power Communication

书法有书道, 饮茶有茶道, 下棋有棋道, QRP也有道, 即QRP之道!



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

无线电

小功率通信指南

QRP之道 Low Power Communication

对莫尔斯电码的深入掌握、对传播规律的深入了解、对天线理论与实践的深入学习以及对各种QRP电路的制作与使用等均是QRP爱好者应该掌握的修炼之法。

——国内首位WAC QRP奖状获得者 阮东升 (BA6QH)

我享受着QRP带来的快乐。如果没有QRP制作的动手乐趣以及QRP操作的兴奋，我也许又一次远离了业余无线电。使用自己亲手制作的设备并在业余频率上用几瓦的发射功率来与那些大功率、多功能的成品电台竞争，有一种深深的满足感。它是一种更高的追求，而非随大流地将爱好变成使用成品的设备。我们在业余无线电中做的事情现在可以由其他方式（如果不是更好的）做到，但是，希望在自己家里运行一个国际短波电台这样着实奇怪的念头，还是可以带来很大的快乐的。用小功率电台和自制的设备来达到这个目的，增加了快乐和成就感。如果你还没有尝试过QRP，请赶快加入吧，这也许就是唤起你业余无线电新生命的东西。

——Rich Arland (K7SZ)



Rich Arland (K7SZ) 1963年获得业余无线电操作执照，拥有业余Extra执照，这是由美国联邦通信委员会授予的最高级别的业余无线电执照。他活跃于几乎所有电子学、通信的领域，包括商业AM、FM和电视台的广播工程。作为长距离通信和战略军事通信专家，他在美国空军服役20年。

在作为业余无线电操作者40多年中的大部分时间里，Rich Arland积极参与各地应急通信，为业余无线电应急通信（ARES）和业余无线电爱好者民用应急服务（RACES）组织提供志愿服务。



封面设计：胡萍丽

分类建议：电子技术 / 无线电通信

人民邮电出版社网址：www.ptpress.com.cn

ISBN 978-7-115-23131-4



9 787115 231314 >

ISBN 978-7-115-23131-4

定价：55.00 元

⊕ 业余无线电丛书 ⊕

小功率通信指南

QRP之道 Low Power Communication

[美] Rich Arland (K7SZ) 著
荣新华(BD6CR/4) 张宏(BG1FPX) 译
阮东升(BA6QH) 审

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

小功率通信指南: QRP之道 / (美) 阿兰德
(Arland, R.) 著; 荣新华, 张宏译. — 北京: 人民邮
电出版社, 2010.9
(业余无线电丛书)
ISBN 978-7-115-23131-4

I. ①小… II. ①阿… ②荣… ③张… III. ①无线电
台—指南 IV. ①TN924-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第106440号

版权声明

Rich Arland (K7SZ): Low Power Communication (ISBN:0-87259-104-2)
Copyright © 2004-2009 by The American Radio Relay League, Inc.
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(ARRL)授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 不得以任何形式复制或抄袭本书的任何部分。

版权所有, 侵权必究。

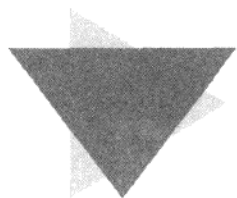
业余无线电丛书

小功率通信指南——QRP之道

-
- ◆ 著 [美] Rich Arland (K7SZ)
 - 译 荣新华 (BD6CR/4) 张 宏 (BG1FPX)
 - 审 阮东升 (BA6QH)
 - 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>
北京艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 16.5
字数: 350千字 2010年9月第1版
印数: 1-5000册 2010年9月北京第1次印刷
著作权合同登记号 图字: 01-2010-2708号
ISBN 978-7-115-23131-4
-

定价: 55.00元

读者服务热线: (010)67132837 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154



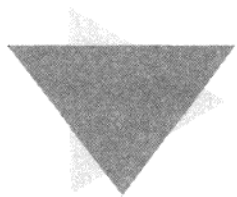
内容提要

本书为美国业余无线电转播联盟（ARRL）出版、里奇·阿兰德（K7SZ）编写的 *Low Power Communication* 第3版中的中文译本。

QRP 在 Q 简语里意为降低发信机功率，在业余无线电领域，通常是指使用最高不超过 5W 的射频功率来进行通信。近年来，全球各地的 QRP 爱好者俱乐部数量不断增长，越来越多的爱好者加入了这种符合当今低碳、环保潮流的通信操作队伍。

本书介绍了 QRP 发展及其优势、设备和电台附件知识、QRP 天线基本知识、QRP 操作方案、高频传播方式、QRP 通信方式和紧急通信等内容。它还提供了 QRP 呼叫频率、供应商信息等内容。

本书作者为全球 QRP 领域的资深专家，内容极具权威性和指导性，非常适合业余无线电爱好者、从事无线电设计的技术人员以及相关专业的师生阅读。



译者的话

从 2000 年开始，我担当哈罗 CQ 火腿社区 (<http://www.helloqcq.net/forum>) 技术版面“QRP and DIY”的版主，一晃已经 10 年了。在此期间，我和许多同好一起，向国内的爱好者介绍国外有趣的 QRP 制作，解决无线电制作所需的关键器件，并鼓励开发多种 QRP 套件。所以，在刚刚完成《业余无线电手册》巨大篇幅的翻译工作之后，一得知此书的翻译任务，我又责无旁贷地一头扎了进去。翻译自己爱好的书籍是一种愉快的经历。通过翻译，我似乎与原作者成为了心灵相通的朋友，特别是里奇·阿兰德这样知识广博、富有激情的著名作者，但同时这项翻译工作也给自己很大的压力。借用我的朋友审阅人阮东升先生 (BA6QH/QRP) 的原话来说，“这书一定要编好，这实在是 QRPer 之福啊！”翻译又是一个相当辛苦的工作，特别对于我这样的业余翻译者来说，没有专业软件和术语库的支持，要达到一个相当准确的水平，需要字斟句酌，小心行文。尽管我们尽可能认真翻译以减少错误，但是由于水平所限，时间仓促，差错难免，请读者不吝指教。

本书的翻译不是一个人的努力，而是得到了国内多位业余无线电爱好者的帮助和支持。

我非常感谢张宏老师 (BG1FPX) 帮助完成了第 11 章的翻译工作。张宏老师是著名的语言专家，也是多本业余无线电书籍的译者，他的翻译为本书增色不少。此外，张辉先生 (BA6IT) 在繁忙的工作之余帮助完成了第 6 章的部分翻译和技术审核工作，深表感谢！

审阅人阮东升先生 (BA6QH/QRP) 花费了大量的时间仔细阅读并修改了全文。阮先生是国内著名的 QRP 操作者，是国内首位 WAC QRP 奖状的获得者，也是著名的业余无线电技术方面的作者，其文风活泼自然，深受读者欢迎。本书的副标题翻译也是阮先生所赐，再次表示深深的感谢！

著名的业余无线电爱好者陈新宇先生(BA4RF)和范斌先生(BA1RB)在百忙之中分别审读了第5章和第7章并提出了宝贵的意见,深表感谢!

我的夫人(BG6ABO)帮助我完成了部分书稿的听录和文字润色工作,谢谢!

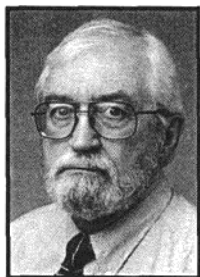
感谢我的业余无线电启蒙老师孙静华老师(BD6AO)和方明老师(BA6AA)等安徽早期个人业余电台爱好者们,没有他们将我引进业余无线电的大门,就不会有我这本书的翻译出版。我也要借此感谢我的英语启蒙老师北桥中学的陆福泉老师,是他教会了我ABC,为我的英语学习打下了坚实的基础。

最后,将感谢送给我的家人,我的淳朴善良的父母、才貌双全的夫人和活泼可爱的小儿。你们的默默支持让我有机会为爱好者们做一些工作。

荣新华(BD6CR/4)

2010年4月于上海

献辞



弗雷德·博纳维塔 (K5QLF)

在我们的一生中，不时会碰到一些对我们的一生产生深远影响的人。其中一个人是弗雷德·博纳维塔 (K5QLF, ex W5QJM)。1986年，弗雷德联系我，打算让我接手他在 *Worldradio* 杂志的 QRP 专栏。我深感荣幸，也有些担心。由于弗雷德的赏识，我即将步入一流作者的行列。

他建议我写一些专栏文章并发给杂志，我照做了。显然，*Worldradio* 的出版商阿蒙·诺布尔喜欢我的文章。在而后的若干年，我每月一期为杂志 QRP 专栏撰稿。

弗雷德会时常给我寄来明信片或打来电话和我讨论专栏和专栏的走向。在我向无线电兴趣类刊物跨出第一步时，弗雷德指导了我这个写作的新手。若干年后，我开始认识到他提出的建议的价值，也正是归功于弗雷德的帮助，我逐渐成为一个更好的撰稿人。当 ARRL 的史蒂夫·福特 (WB8IMY) 联系我为 *QST* 杂志 QRP 专栏写作的时候，我的写作生涯达到了顶峰，我为这个专栏写了四年。这是我为 ARRL 写的第三本小功率电台通信的书，这些都要归功于弗雷德。显然，弗雷德看到我作为作者的潜力，非常感谢他花费时间带着我在他的帮助下走过一程。

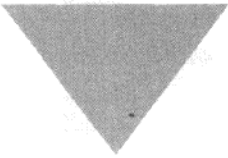
我第一次见到弗雷德是在 1986 年去得克萨斯奥斯丁附近的 Bergstrom 空军基地的一次旅行中。弗雷德带我到一个当地的叫做 Ironworks 的餐馆，吃了某种得克萨斯风味的烧烤，喝了长颈瓶的 Lone Star 啤酒，聊的尽是 QRP 方面的话题。一起吃饭的还有戴夫·法里斯 (K5NT) 和利奥·德莱尼 (KC5EV)。酒过三巡，菜过五味，大概已是深夜！我们又跑到唐·纽科姆 (W0DN) 家，去看他家房顶上的 Butternut 天线……这就是和弗雷德一起的一次外出。你永远不知道接下

来会发生什么，但是绝对乐在其中。

2006年3月，Atlanticon 业余无线电节的前几天，我获知了弗雷德去世的消息。之前，他在家忍受着脑动脉瘤的痛苦，赶到医院治疗后，大约在一天后去世。我将这个非常悲痛的消息带到了那年的 Atlanticon。弗雷德的去世标志着无线电兴趣类出版一个时代的终结。弗雷德做 *QRP Quarterly* 的编辑很多年。在他的指导下，*QRP Quarterly* 从一个格式化的简报变成了一个内容丰富、油膜封面的杰出技术刊物。时至今日，这个刊物在小功率竞技场上设定了事实上的标准。

除了作为一个杰出和受人尊敬的杂志编辑，弗雷德还是一个出色的 CW 操作者和 QRP ARCI 长时间的成员。他喜欢自制 QRP 机器而且使用梯形馈线的线天线的拥护者，使用这些简单高效的天线的主要原因是良好的多波段性能。许多火腿（包括我在内）在这个天线的问题上跟随了他引领的风潮。在过去的 20 年，我使用了 450Ω 梯形线或分隔线作为馈线的线天线，在低波段上获得了很大的成功。谢谢弗雷德。

弗雷德于我亦师亦友。我非常感谢他，怀念他和他的指导。他是个富有天赋的业余无线电操作者，深受 QRP 圈中同好们的尊重。感谢所有的一切，亲爱的伙伴，没有你我不能做到这些。



前言

我涉足 QRP 操作和制作超过 30 年，而在此期间认识里奇·阿兰德至少有 20 年。我们第一次见面是里奇在英国服役的时候。我从 20 世纪

50 年代末开始成为业余无线电的制作者，主要是因为这是我唯一可以承受得起的加入这个爱好的方法。20 世纪 70 年代初，在一个“繁忙生活间歇”以后，我决定重回业余无线电，途径是通过 QRP。那时候 *QST* 杂志正刊载道

格·德莫（W1FB，而后是 W1CER）的一些有趣的设计。这使我从以前使用电子管制作转向使用固态器件制作的世界。

从那些日子开始我享受着 QRP 带来的快乐。如果没有 QRP 制作的动手的乐趣以及 QRP 操作的兴奋，我也许又一次远离了业余无线电。使用自己亲手制作的设备并在业余频率上用几瓦的发射功率来与那些大功率多功能的成品电台竞争有一种深深的满足感。它是一种更高的追求，而非随大流地将爱好变成使用成品的设备。我们在业余无线电中做的事情现在可以由其他方式（如果不是更好的）做到。但是，希望在自己家里运行一个国际短波电台这样着实奇怪的念头，还是可以带来很大的快乐。

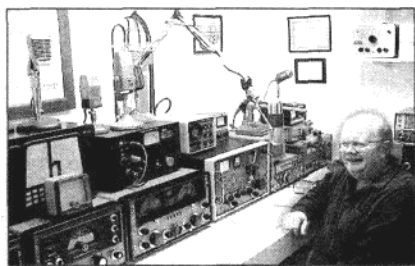
用小功率电平和自己制作的设备来达到这个目的，增加了快乐和成就感。我非常高兴给里奇·阿兰德的作品写几句话：他是 QRP 所有方面的大师。如果你还没有尝试过 QRP，请赶快加入吧，这也许就是唤起你业余无线电新生命的東西。

Rev George Dobbs (G3RJV)

“杀鸡焉用牛刀。”——哲学家 William
of Occam 1290—1350

关于作者

里奇·阿兰德 (K7SZ) 涉足无线电超过 40 年。1963 年 16 岁时获得执照，成为业余无线电操作者，他现在拥有业余 Extra 执照，这是由联邦通信委员会授予的最高级别的业余无线电执照。里奇几乎活跃于所有电子学通信的方面，包括商业 AM、FM 和电视台的广播工程，作为长距离和战略军事通信专家在美国空军服役 20 年（退役时为 MSgt, E-7），并作为职业教育电子学讲师在宾夕法尼亚州惩教署工作了 17 年。为宾夕法尼亚州惩教署工作期间，里奇是视频监控委员会必不可少的成员，这是一个由技术专家组成的团体，管理宾夕法尼亚州惩教署的 24 个州立惩教所的视频监控系统的安装和升级。



(摄影: WA4KCY)

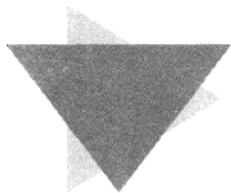
里奇·阿兰德还持有 FCC 通用电台电话操作者证书 (GROL)。他收到了一个作为 ARRL 官方应急电台的实地委派，并学完了 ARRL 三级业余无线电应急通信课程。

作为业余无线电操作者的 43 年中，大部分时间，里奇积极参与本地、郡县和州级的应急通信。在空军服役期间，他在日本地震和台风的时候提供应急通信。他在史上最严重的龙卷风季节在俄克拉荷马市，在 1980 年中期的多次飓风中在弗吉尼亚提供协助。在宾夕法尼亚州惩教署工作期间，他是卢泽恩郡应急管理局和宾夕法尼亚州应急管理局在惩教署的现场联络人。目前居住在宾夕法尼亚州的威尔克斯巴里，理查德活跃在本地卢泽恩郡业余无线电应急通信 (ARES) 和业余无线电爱好

者民用应急服务（RACES）组织，在河水泛滥和严重天气警报时，为 PP&L 的萨斯奎汉纳蒸汽电站（位于伯威克的核电站）和卢泽恩郡应急管理局提供通信服务。

里奇·阿兰德是一个著作颇丰的作家，写了 6 本书。另外，他为 *Popular Communications* 每月一期的国土安全专栏、*National Communications* 杂志的双月无线电专栏撰稿，是多个业余无线电简报的供稿作者。从 2000 年 1 月到 2004 年 12 月，里奇是美国业余无线电协会（ARRL）著名的月刊 *QST* 的特约编辑，这是个有国际影响力并致力于业余无线电和电子通信的技术方面的杂志。除了 *QST*，多年来理查德还是 *CQ*、*Monitoring Times*、*CQ-VHF* 和 *Worldradio* 杂志定期的供稿作者。

里奇·阿兰德的教育背景包括 1964 年毕业于帕卢斯（华盛顿）高中，肄业于华盛顿斯波坎的斯波坎社区大学并获得三年制的应用科学学位。里奇在 20 年空军服役期间进一步学习了大学课程。他报名参加了 ARRL 通过康涅狄格州远程教育中心提供的继续教育课程的学习以进一步扩充知识。他在 2006 年 12 月学完了数字无线电通信的高级课程。



致 谢

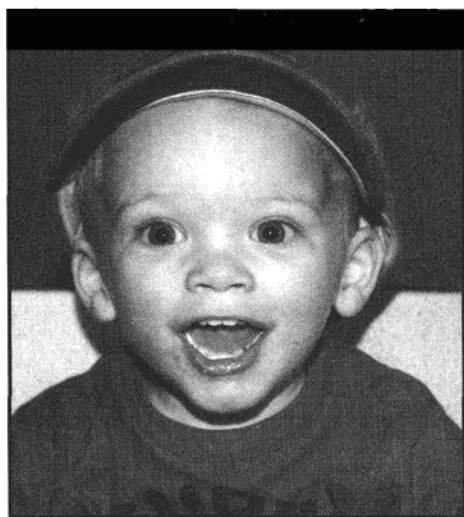
1985 年, 阿德里安·“阿德”·魏斯 (W0RSP, ex K8EEG) 专门为小功率电台通信写了第一本书 *The Joy of QRP*。它很快成为了经典。哪怕以现在的标准来看, 它仍然不过时, 20 年以后 QRP 操作者仍然购买和阅读这本内容丰富的书。为什么? 因为阿德写在书中的内容是不随时间而变化的。我从 1965 年开始就是一个活跃的 QRP 操作者, 我发现阿德的书对我有巨大的帮助, 通过反复地阅读, 我获得了许多有价值的信息。*The Joy of QRP* 成为我的参考手册, 我许下誓言, 如果有机会的话, 我将通过写作文章或者一本书来拓展这个爱好。在某种程度上, 这是对阿德过去对我和不计其数的 QRP 爱好者所做的一种回报。

1997 年底本书第一版 *ARRL's Low Power Communications, the Art and Science and QRP* 问世的时候, 我并没有真正意识到业余无线电圈对这本书有多少需要。这本书代表了 10 多年间对小功率电台通信的第一次全新总结。第一年的销售量很不错, 说明 *Low Power Communications (LPC)* 填补了一个空白。

第二版篇幅更大、更好, 2004 年面市以后销售量如火箭发射般飙升。从第一版出版后的 5 年, QRP 的面貌发生了显著的变化, ARRL 和我希望更新这本书以反映这些变化并让书稿与时俱进。第二版的销售平稳, 到了 2006 年底, ARRL 的人又找到我, 希望更新到第三版, 并打算在 2007 年出版。

最新卷的 QRP 信息是多月的调研、面谈、天线实验和 QRP 项目制作的结晶。没有以下这些人的帮助, 我无法完成这个第三版: 来自 The Radio Works 的吉姆·汤普森 (W4THU); 来自 Small Wonder Labs 的戴夫·本森 (K1SWL); 杰出的 QRP 操作者同好和兄弟埃德·布鲁内斯 (WA3WSJ); 军事通信专家马克·弗朗西斯 (KI0PF); 来自 MFJ

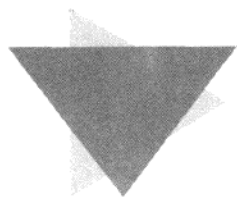
Enterprises 的理查德·斯塔布斯；AMECO AC-1 半套件的创造者卡尔·犹斯塔基奥（N6KYR/8）；杰出的短波背包客和非常成功的 HF Pack 现象背后的品牌拥有人邦尼·克里斯多（KQ6XA）；军用通信和军用设备背包通信的狂热同好埃伦·卢古斯基（AF9J）和迈克·路易科斯（W1USN）；传播的“巫师”托马斯·胡德（NW7US）；巴德·德拉蒙德（W3FF）和 Buddipole Antennas 的全体成员；来自 Super Antennas 的韦恩·赖特（W6MMA）；PAC-12



年轻人为业余无线电注入新鲜血液。让孩子对业余无线电有兴趣是我们的责任，而 QRP 正是其中一个好的工具。某天 QRP 会不会让我的孙子凯西产生兴趣呢？我希望会的！

便携天线系统的发明者詹姆斯·贝内特（KA5DVS）；CQ Magazine 的戴夫·英格拉姆（K4TWJ）；AC-1 发射机的高品质线圈骨架的制作者拉里·巴克（WB5OFD）；德怀特·莫里森（KG4HSY）和他的 1-Der-40；军用电台收藏者协会（MCRA）的全体成员，还有不少人；最后，我多年的朋友，QRP 牛人和灵魂导师，“主教”地位的乔治·多布斯（G3RJV）。然后，那些慷慨地发送给我这个版本附加图片的人们，为这本新书对不同内容的更多覆盖提供了很大的帮助。特别的“感谢”给我的女儿玛亚，她拍摄了本版书中的许多图片。爸爸真的为他的女儿感到骄傲。她毕业于玛丽伍德大学的库姆劳德，获得摄影学的 BFA 学位。

没有这些朋友们的帮助和我结婚 25 年的夫人——才貌双全的帕特里夏（KB3MCT）的理解，这个第三版是不可能面市的。非常感谢各位。致谢就到这里。我还要忙我的工作，各位开始阅读第 1 章吧。



目 录

第 1 章	小功率操作导引	1
第 2 章	QRP 的优势	9
第 3 章	起步	15
第 4 章	QRP 设备	25
第 5 章	QRP 操作策略	67
第 6 章	QRP 天线	89
第 7 章	QRP 操作者应掌握的短波传播知识	138
第 8 章	QRP 电台附件	161
第 9 章	QRP 特殊操作模式	166
第 10 章	应急通信和 QRP	183
第 11 章	老式电台、军用电台与 QRP	197
第 12 章	QRP 工作台	229
附录 A	QRP 呼叫频率	241
附录 B	商品 QRP 设备和套件制造商	242
附录 C	英制 - 公制转换说明	245
后记		246

小功率操作导引

在本章中，我们将提出一些关于 QRP 的最常见问题并为小功率通信爱好者提供回答。

问题：我听到很多关于徒步移动或“HFpack”（“短波背包客”）的谈话，他们到底在讨论什么？人们真的将电台背着徒步旅行并与全世界对话吗？

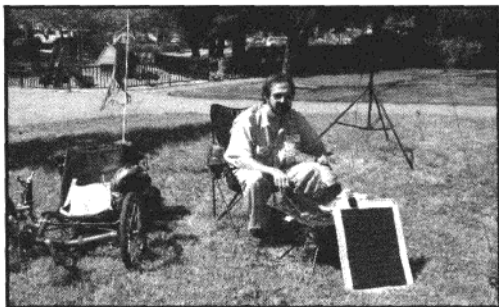
回答：是的！这恰好是几年里影响业余无线电的最大的事。徒步移动挺热门的。邦尼·克里斯多（KQ6XA）大约在 6 年前开始 HFpack(R)（HFpack 的短波移动讨论组在 hflink.com/）。原本想或许几百人希望将短波电台和天线背在背上，边走边和整个世界对话，当她的网站满是那些希望用他们的便携设备寻找乐趣的短波背包客的时候，她完全没有想到。邦尼在架设 HFpack 网站前已经进行了多年的徒步移动操作，那时候徒步移动操作者们很难互相找到。当邦尼的网站上线以后，这个局面很快得到了改变。2000 年以后，HFpack 获得了国际上的认可。最近有人看到邦尼在中国香港的港口，带着她的整套短波电台和鱼竿天线，与太平洋沿岸和美国做通联。除了 HFpack，邦尼还负责发起了一个致力于自动链路建立（ALE）短波操作的讨论组。

问题：如果我希望参加 HFpack，哪里可以找到通联频率？

回答：收听 14 342.5kHz、18 157.5kHz 和 7 296.0kHz USB，这些是 HFpack/ 徒步移动操作的主要猎场。当我在电台室工作时，我通常将我的 FT-897 或 PRC-74B（读作“Prick Seventy-Four Bravo”）调谐到这些频率之一。很多时候，有人会在频率上出来并呼叫“CQ HFpack/MilPack”。然后演出开始了。

HFpack® 是邦尼·克里斯多（KQ6XA）的注册商标。

雷姆·唐纳利(K6BBQ)和他的便携 QRP 装备。关注背部有天线斜靠着的三轮车。雷姆可以随意选择自己的多个 QRP 电台之一在三轮车上移动操作。(摄影: K6BBQ)



问题: 有许多关于自制老式电子管设备的谈论以及在互联网上的相关信息。电子管不是难找到吗? 电子管设备的元件呢? 哪里可以找到电源变压器、扼流线圈和高压元件?

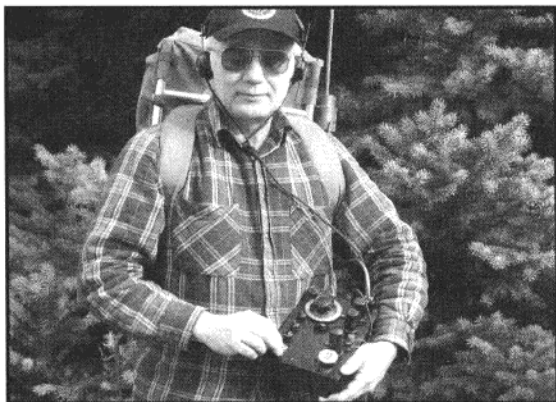
回答: 信不信由你, 有一个崭新的(基于 2006 年 12 月 17 日)讨论组叫 Ham_MacGuyver(ham-macguyver@yahoogroups.com)。这些家伙们超酷。他们拆解老的电视机、测试设备、电台、立体声录放箱、录像机和其他消费电子产品, 然后通过回收使用旧元件制作(包括使用固态器件和电子管的)电台设备和附件。老式的电子管测试设备, 通常可以在业余无线电节上非常便宜地买到, 这为我们所有人提供了“MacGuyver”老式元件的一个金矿! 老式电子管类型的电视机也是, 有的时候可以在电视机修理店的里屋找到。20 世纪 60 年代到 20 世纪 70 年代, 制作者通常从黑白和彩色电视机外壳里寻找元件, 制作完整的短波发射机、电源、调制器、测试设备和其他业余无线电附件。我们今天还是可以这样做, 尽管电子管电视机外壳已经几乎无处可寻。对于有创造力的“MacGuyver”, 总是有许多的选择。当然, 总是可以选择从 Antique Electronics Supply(www.tubesandmore.com)和 Radio Daze(www.radiodaze.com)处购买(嘿! 这就到了 MacGuyver 讨论组的地界了!) 电子管设备用的变压器和高压元件。

问题: 我在哪里可以找到老式电子管设备的电路?

回答: 这很容易回答: 参考从 20 世纪 40 年代到 20 世纪 60 年代晚期的 *QST* 杂志。经常你可以在业余无线电节上看到一些人出售或者送出成箱的老业余无线电杂志。这些中最珍贵的是老的 *QST* 和 *CQ Magazine*。集中于 20 世纪 50 年代到 20 世纪 60 年代, 因为这些时间是自制电子管发射机、接收机和附件的黄金时代。在 20 世纪 50 年代晚

期, *QST* 有当时最著名的接收机设计者 / 制作者特德·克罗斯比 (W6TC) 的一系列文章。特德的 HBR-8、HBR-11 和 HBR-16 系列接收机展示了普通的业余无线电操作者如何使用普通手工工具制作一个高性能的电子管接收机。许多年前曾经有过一台 HBR-16, 我仍然怀念超大 Eddystone 滑尺度盘和丝绒般顺滑的主调谐旋钮的美好记忆。这是我第一个真正的自制项目, 不仅能工作, 而且工作得很好。

保罗·西尼奥雷利 (WORW) 不仅仅是一个 QRP 操作者, 他还喜欢用他的多个电台之一进行徒步移动操作。这里, 保罗正在使用他的二战 Paraset 的复制品, 最初由英国特别行动局 (SOE) 为欧洲的多个抵抗运动制造。这个三管 (是的! 电子管还存在!) 再生式接收机 / 调制振荡器的功率放大器晶体控制发射机组成的电台是对特别稀有的 Paraset 设备的准确复制。CW 电键被装在外壳的上面。电源由背包中的电池驱动的振荡器电源 (vibrator power supply) 提供。你该知道我为什么会这么喜欢业余无线电了吧! Paraset 是个有历史的真正的“间谍电台”。(摄影: WORW)



除了老的业余无线电杂志, 老的 *ARRL Radio Amateur's Handbook* 和 *W6SAI Radio Engineer's Handbook* (再次集中于 20 世纪 50 ~ 60 年代) 是电路图和经过验证的设计的重要来源, 并提供大量有价值的电子管知识, 这些知识不再在学校里教授, 也不能在现在的刊物上找到。

如果你真的希望感受过去的美好时光, 找一本 20 世纪 60 年代的 *ARRL 的 How to Become a Radio Amateur*, 按照这本书制作再生式接收机和配套的单电子管发射机。单管的 6V6 晶体控制发射机将直接产生大约 4W 的 RF 输出。这些小的单电子管机器真是通信历史上简洁的作品, 实际使用起来非常有意思。正如你所看到的, 对于一个有进取心的自制者来说, 从来不会有缺少电路的信息和来源的时候。

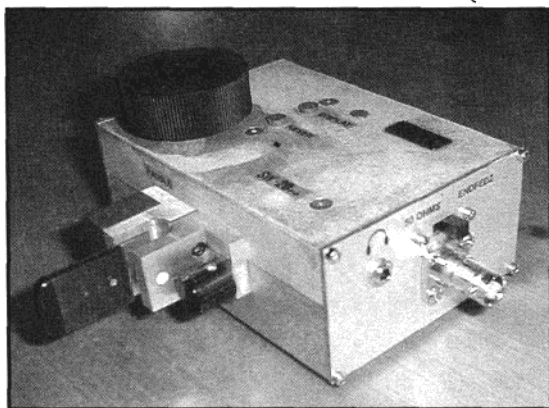
问题: 哪里可以找到关于 MILCOM (军用通信) 设备的信息? 我想开始收集和修复它们, 但是我不知道任何关于军用电台设备的东西。请帮忙!

回答: 军用电台容易让人上瘾。当心! 一旦开始, 你将需要好朋友或者家人的干预, 或者参加一个 12 步的课程才可以退出! 我是认真

的。我从事了军用通信 20 年，只是对军用通信设备适度有兴趣。所有这些在几年前改变了，因为我得到了一个中央情报局的“间谍电台”——一个 GRC-109(读作“Jerk One-Oh-Nine”)。从此之后我便“中了毒”。

哪里可以获得信息和帮助？有多个互联网邮件组，下面略举几个：milpack@yahoogroups.com、milsurplus@mailman.qth.net、mrca@mailman.qth.net、SpyRadios@yahoogroups.com、Boatanchors@listserv.tempe.gov。我的好朋友和 MilComm/MilPack 的同好兄弟马克·弗朗西斯(KI0PF)写了一本名为 *Mil Spec Radio Gear*(可从 CQ Communications 获得)的书，回答了大量的问题并提供了获取、修复、修理和使用军用通信设备的大量实用信息。马克的书成为军用通信设备的入门圣经。绝对是一座有价值信息的金矿，而且通俗易懂。当然，作为最后一个办法，你也可以参军！

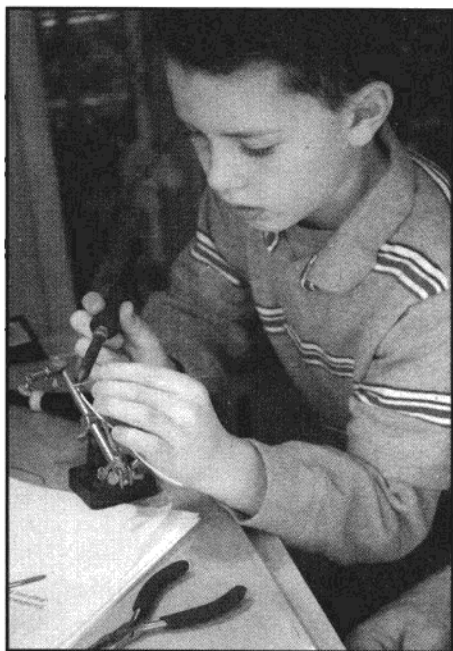
戴尔·帕菲特和我相识多年了。他是个有天赋的机械师和作品颇丰的自制者。图中所示为戴尔的适合于山径操作的 Small Wonder Labs SW-20 单波段 CW 收发信机。这简直是个艺术品！(摄影：W4OP)



问题：为什么要对军用通信设备如此关注？山姆大叔不喜欢 QRP，不是吗？

回答：亲爱的山姆大叔从第二次世界大战的早年就是 QRP 的一个很重要的支持者。开始是 BD-611 手持收发信机，最初由 Garvin(后来变成了 Motorola)制造，300mW 输出(仅在 80m 波段)，现在是 PRC-104 人背负电台(大约在短波波段 4W 输出，使用 CW/SSB/ALE/DATA 模式)，你和我最喜欢的大叔从 60 多年前起就是一个 QRP 的热心的使用者。

我的孙子莱恩·麦格林爱好业余无线电多年了。当我给他机会和我一起制作一个电台时，他高兴得跳了起来。制作快完成的时候，莱恩已经对焊接很熟练了！（摄影：玛亚）



问题：哪里可以找到军用通信设备，得花多少钱才能将一个老式的军用电台实际用于空中联络？

回答：我甚至不知道从哪里开始回答这个问题！首先记住，当你谈论军用通信设备（MilCom）时，你是在谈论那个年代高度精密的设备，由于政府的关系，它们的供应量越来越少。20 世纪 90 年代以前，我们的国防部将过时的、淘汰的和用得差不多的（“用烂了”）电台和电子设备交给 Redistribution and Marketing，国防部是负责处理军事不再需要的设备的部门。现在都变了，现在山姆大叔宁可用履带车将电子设备压碎，也不愿意将它们变成可利用的旧货，不愿让美国的纳税人没骨头也能喝上一口汤。

另外一点是，二战军用通信设备变得非常稀少，由于未改过的设备的现存量极少而价格昂贵。二战末期，许多业余无线电操作者有几个 ARC-5 “指挥电台”用于实际通联并不少见。你可以以每台大约 5 美元的价格买到一个完整的发射机和接收机。制作一个电源、剥离电动发电机（dynamotor）（你确实知道什么是电动发电机，对吗？），在你的努力下，你就有了一个非常好、非常平价的短波电台。20 世纪 40 年代后期一直到 20 世纪 60 年代中期，业余无线电杂志有许多文章详细介绍如

何改装这些军用通信电台用于业余无线电。

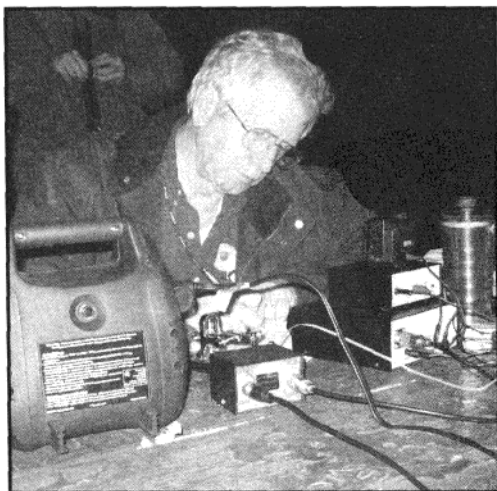
这其中存在问题：特别难获得一台没有改过的二战电台设备。修复军用车辆和飞机的组织悬赏搜寻没有改过的电台用于他们的项目。许多军用通信收藏者有可以工作的 ARC-5 和 ART-13 电台，当他们看到有人希望剥离一个外壳，或者将一个状况完好的 ARC-5 接收机或发射机“改装”以让它可以使用非标准电源工作，他们会变得有点抓狂。显然，这些二战电台和附件会在互联网拍卖网站和交换聚会上报出骇人听闻的价钱。

正如你所看到的，这个问题没有简单的答案。我最好的建议是睁大眼睛，在互联网上寻找，到所有可以参加的业余无线电节，特别寻找军用通信设备。我最近在一个本地的业余无线电节上以 15 美元购买了一台 GRR-5A 短波接收机。我回家插上电源就能工作，我常常用来收听短波！

你可在当地的业余无线电俱乐部放出话来，当一个老朋友将你拉到一边，提供给你几台军用电台，而你只需要从他的地下室搬出来时，你会感到惊讶。

价格变化很大。我的 PRC-74B 通常在互联网拍卖网站上卖 600 ~ 700 美元。我为此支付了 1 000 美元，但是这是值得的，因为马克·弗朗西斯 (KI0PF) 用他库存的闲置板子和机箱帮我装起来，还包括了 LSB 改装，并将频率合成器调高到可以工作于 17m 波段，因而我可以加入到 18.157 5MHz 的 HFpack 频率。这个价钱中还包括了一个完整的便携短波天线系统加上携带包和一些其他的“东东”。这个经典的战争时期的单人可携带的电台已经非常超值了。

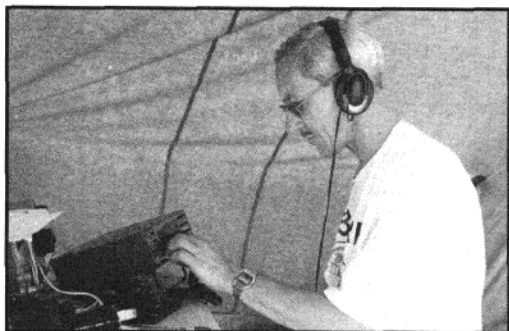
达尔·皮亚特 (W9HCZ, 之前呼号: G5CNP) 在一次 Polar Bear 郊游时将一个 QSO 记入电台日志。电台设备右边的高咖啡杯绝对是这种活动中的“必备品”，因为寒冬的森林里的确非常冷。(摄影: W9HCZ)



问题：我听到许多关于 QRP 被用于应急通信 (EMCOMM) 的谈论。小功率电台真的是这种情况下所需要的吗？

回答：当然！小功率发射设备正好是应急通信工作所需要的。记住，在紧急 / 灾难情况下，电源非常珍贵。因此，使用 QRP 设备和定向天线非常有道理。我们的设备不会无谓地消耗电源，而在甚高频 / 超高频使用带增益的天线，可以让我们将信号指向我们需要它们去的地方，保证部署单位之间可靠的通信联系。使用 QRP 功率电平也降低了和其他不同的减灾组织使用的电台系统的干扰的可能性。

可以确定的是，我们的俄罗斯 QRP 朋友对好的设备很识货！照片为奥列格·鲍罗廷 (RV3GM) 在一次 RU-QRP 俱乐部会议上操作他的 Elecraft K2。
(摄影：RV3GM)



问题：为什么这么关注应急通信志愿者的培训？我们只要出现在现场进行通信不就行了吗？

回答：2001 年 9 月 11 日和后续的真实灾难发生以后，灾难规划专家痛苦地意识到他们缺乏战略和长距离通信。当然，业余无线电群体介入其中并挽回了大局。然而，因为“服务机构”的多样性，越来越明显地需要有特定的培训，才能让应急通信志愿者满足苛刻的标准，有用于灾难专业人员。ARRL 介入了困境中，它使用外部资助，通过康涅狄格州大学和他们的远程学习中心设置了应急通信的远程学习课程。

问题：哪里有应急通信培训？

回答：ARRL 网站 (www.arrl.org/cep) 有你报名应急通信课程需要的所有信息。一共有数个业余无线电应急通信课程 (ARECC)，你需要按顺序参加学习。

应经常对电台进行维护。你必须让你的电台保持在最好的工作状态，特别是在丛林里操作。这里，尤里·亚历山德罗夫 (UA1CEG) 正在检查和调谐 RU-QRP 的朋友们在一次“微功率比赛”中使用的多个电台。(摄影：RV3GM)



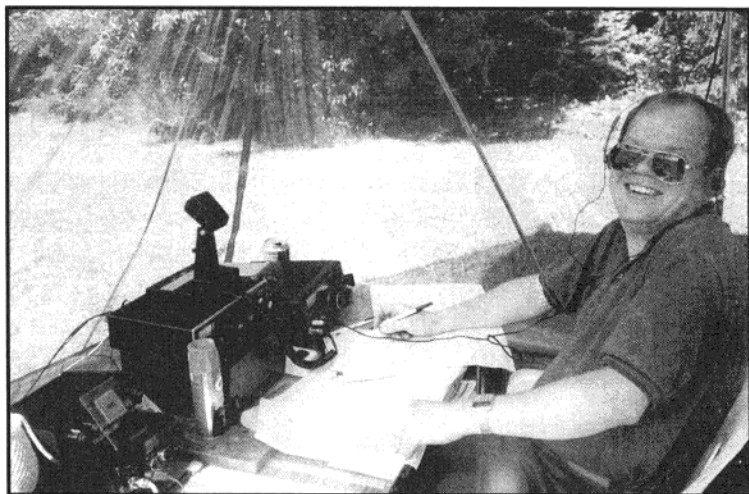
2

QRP 的优势

现在应该很清楚，我深深爱上了业余无线电的小功率通信。不仅仅是因为 QRP 操作非常有回报，有挑战性和乐趣，而且是符合 21 世纪的生活主流思想的。

多少年来，环保主义者不停地告诉我们应该在我们的地球上改变我们的生活方式和做事的方法。这个星球的生态环境受到我们所做的任何一件事情的影响，或者在某些情况下，受到我们没做的事情的影响。业余无线电也可以这么说。当越来越多的业余无线电爱好者屈服于“力量的黑暗面”，并开始使用大功率电台，波段上的噪声和干扰电平激增。傲慢的情绪弥漫着 QRO 类型的电台。当一些令人讨厌的大功率电台操作者得知对方正工作在 5W 或者更小功率的时候，他们甚至不愿意和 QRP 操作者通联，尽管 QRP 操作者的信号非常可辨！这就是所谓的傲慢与偏见！

没有什么比操作 QRP 电台更能让麦克·马爹利 (N1HFX) 感到高兴的了。如果使用自己制作的电台，那么他会笑得更加！(承蒙 N1HFX 供图)



工作在 QRP 的一个最主要的原因是降低波段上的干扰数量。限制你的功率输出可以造就良好的“RF 生态环境”，所以 RF 污染可以被限制在最低值，任何人可以享受爱好。

对于我们无线电爱好的最新的威胁之一是电力线宽带（BPL），互联网服务提供商。尽管正如我们所知道的，预言家预测业余无线电最终会消亡，我倾向于认为 BPL 将和预计中的计算机千年虫问题一样严重！如果只有 1/10 的可怕的预言变成现实，那么，短波通信就永远也不会像现在一样。而且这也不仅仅影响 QRP 操作者。是的，先生，大功率的操作者也会感受到 BPL 设备产生的大量的 RFI/EMI 的痛苦。

RF 辐射担忧最小化

生态方面，RF 辐射令人担忧。只是在过去的几年间，随着那么多的便携式蜂窝电话的出现，RF 辐射已经成为无线电和医疗保健工业的主要担忧。任何时候，人体接近一个强的 RF 场，你会面临过分暴露在 RF 能量中的危险。过量是多少量？这与涉及的频率与辐射设备的物理接近程度以及你在近场的时间多长等有关。ARRL 出版了 *RF Exposure and You*，内含大量信息和表格帮助你评估你的电台保证安全的操作。Technician 和 General 级别的题库包括关于 RF 辐射的问题和答案，因此 ARRL 执照考试复习材料包含了关于这个重要课题的信息。查阅这些信息，要宁可保守一些以确保安全。

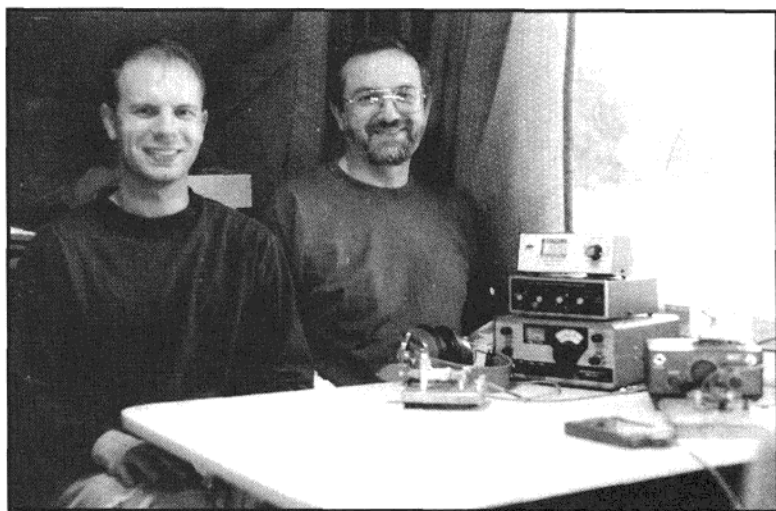
使用 QRP，你对于 RF 辐射的困扰将会最小化。很容易推断出，如果你在短波上使用 1500W 相比于 5W，使用 5W 的电台暴露在有害的 RF 能量中的可能性就会大大降低。事实上，在任何频率上低于 50W PEP 的电台免于进行所需的 RF 环境评估。评估是用来证明任何人暴露在收发信机的 RF 辐射中将在任何给定的频率上吸收少于 FCC 允许的最大辐射（MPE）。所以根据 FCC 规则，QRP 操作者不需要那个评估。你的电台只会产生比 MPE 限值少的 RF 辐射，只要没有人在你发射的时候触碰你的天线就没有问题。

远离市电

QRP 操作以及相关设备的微小的电源消耗，使之非常适合于

使用可再生能源。光伏电池（太阳能电池板）、风和水能发电方案都可以用来让一个普通的 QRP 电台无限制地工作而对生态系统或星球产生微小或不产生任何影响。想象一下，用现有的合理价钱的无污染能源供电享受业余无线电的乐趣。还有什么能比这更好？考虑到太阳能电池板的平均价格在 5 美元 / 瓦，一个 60W 的电池板只需要花费 300 美元（全新的）。这些电池板特别结实，光伏电池板的典型寿命大约是 20 年。2 个 60W 电池板将常年提供足够的电源给普通的 QRP 电台，通过对一个电池组充电（电池组通常是两个长寿命房车 / 海洋用电池），平摊到 20 年每天的成本只有 0.082 美元。现在，这很便宜！加之你的电台现在是完全独立于商业电网，而且在紧急情况下当其他的设备关闭的时候你仍然可以保持在空中。这使得应急通信中使用 QRP 电台的价值大大体现。我们在后面的一个章节将讨论应急通信和 QRP。

杰伊·弗朗西斯 (KA1PQK) (左) 和吉姆·弗朗西斯 (K1PTF) (右) 在 1998 年户外日中组成小组享受着露营和操作这个简单的 QRP 电台。(承蒙 K1PTF 供图)



其他优势

射频干扰和电磁干扰 (RFI/EMI) 在 RF 频谱上有上升的趋势。在过去的短短几年中，我们的社会已经成为一个“无线的世界”。看起来现在每个人都有个蜂窝电话：孩子们、妈妈和爸爸、老板、警察、每个人！现在有个趋势，使用 IEEE802.11 微波基础设施，让你的互联网连

接变成无线。然后，有 BPL！你明白这个故事。大量的东西将进入我们的 QRP 接收机。

那么我们是怎么影响他们的呢？这一直在发生。虽然并不是像 100 ~ 1500W 电台那么经常，但是 QRP 的功率电平也会发生对其他设备的干扰。最常见的受干扰的私人设备是电话。即便是来自于 QRP 电台的少量的 RF 能量也可以严重干扰任何一部固定电话。大量的铁氧体磁芯是个解决方案。

没有什么比干扰他们的组合音响、电视、录像机 /DVD 播放机、电话和烤面包机更能让你的邻居们“喜欢”你的了！是的，当你是一个业余无线电操作者，你可以通过对 RFI/EMI 的良好处理真正地结识朋友并影响他人。不必说，来自于 QRP 发射机的干扰的可能性比更大功率发射机小得多。因此，再一次强调，降低功率玩 QRP 非常有意义。不仅仅是为了乐趣和挑战，也是为了和你的邻居 / 房东保持和谐。

另外一个操作 QRP 的原因是这个模式非常适合居住在小区公寓里的爱好者，特别是在拥挤的城市地区。很多时候，由于小区公寓物业给他们设置的条条框框的规定，小区公寓里的居住者发现他们不能架设任何形式的天线。一根 30 号 AWG 导线悄悄地从楼上的窗口拉到临近的树木，加上适合的室内的地网线，加上几个瓦特的功率，让你可以从一个公寓或者高层的住宅中很好地出现在空中，而没有人会知道你是一个活跃的业余无线电操作者。没有 RFI/EMI，加之几乎看不见的天线，可以让你在频率上获得长时间 QSO 的乐趣。

QRP 操作不需要很多钱，也不需要满屋子的通信设备。我的一个阿帕拉契山径电台只占用几立方英寸的背包空间，可以在 40m, 30m, 或者 20m 上 2W 输出的单波段操作。使用线天线和一个自制的天线调谐器，我可以在 3 个波段的任何一个波段输出良好的信号。电台的价格：每个 80 美元（它们是 3 个 Wilderness Radio SST QRP 电台，每个波段一个）。天线的导线以及天线调谐器的元件来自于我剩余的几个晶体管 AM 收音机。天线调谐器的主线圈来自于阿米东：2.95 美元。所以，花费远不到 100 美元，我就有了一个非常可用的 QRP 电台，可以从家中或者山径上活跃在空中。

二手的 QRP 电台充满了 eBay 的商品列表（我不是推荐它作为一个主要的二手电台的来源）和业余无线电节的跳蚤市场。用过的 Ten-Tec Argonauts（模拟版本）和 Heathkit HW-8 和 9 都可以以合理的价钱买到。当然，有“收藏者心态”会以特别高的价钱获得相对普通的电台设备，带来的后果是抬高了这些电台的价钱。一个经典的例子是

Ten-Tec Argonaut515。在 20 世纪 80 年代中期，这种最后一批的模拟 Argonaut 生产了不到 1 000 台。它们真的是非常好的电台，但是它们现在的价钱和全新的时候一样贵！实际上，这个电台值 300 ~ 350 美元，但是对于一个没有附件的原配 515，出售者可以得到超过 500 美元！想想看吧。

尽管你可以在 QRP 电台上花费不少钱，你也可以用你现有的电台，通过简单在 CW 模式下将 RF 驱动调低到 5W 的输出。SSB 可能会复杂一点，但是通过欺骗 ALC 电路，你可以无需额外的花费，工作在 QRP SSB。利用这种方法，你可以在不花很多钱的情况下初尝 QRP 的滋味。如果由于某些不可预见的原因，你不喜欢 QRP，那么你可以简单地退出再去找其他业余无线电的兴趣，而不用担心出售 QRP 电台而遭受一些资金上面的损失。

相对于 100W 的电台而言，放弃 13dB 的功率绝对可以迫使你变成一个好得多的操作者。没有了额外的 RF 输出的帮助，你只有依靠自己作为一个业余无线电操作者的技能才可以在 QRP 当中获得成功。因此，另外一个追求 QRP 的理由是使你的操作技巧获得精进。一个有经验的 QRP 操作者是一个令人惊讶的个体。他或她看起来似乎可以从噪声中区分出呼号，仅凭几次呼叫就可以抓到稀有的 DX，冲进一个堆积，然后退出的时候可以将 DX 操作者的呼号收入日志，像机器一样进行比赛，等等。所有这些都需要时间致力于手头的任务：也就是操练操作技能到完美的境地。

最后，QRP 操作者位于业余无线电顶尖技术开发的中心位置。PSK31 一下子进入了脑海。这种模式绝对是为小功率而产生的。开始的时候开发作为一种可能的无线电电传打字（RTTY）的替代品，PSK31 提供特别小的无线电带宽占用，以及几乎无差错的数字键盘对键盘通信。Small Wonder Labs 提供几个完整的 PSK31 收发信机套件用于不同的波段。这个模式在 QRP 和 QRO 世界都赢得了大量的追随者。支持者包括喜欢嚼碎布、DX 和甚至用 PSK31 比赛的人群。

显而易见，追求 QRP 之道特别有回报，而且有大量的乐趣。毋庸置疑，在当今的频率上使用 5W 或者更小功率的挑战，真正可以将男人和男孩区分开。没有了 RF 功率的帮助，成功的 QRP 操作者被迫培养和磨练他们的操作技巧到远远超过普通的业余无线电操作者的水平。通过工作在 QRP 功率电平，你不仅有助于降低 RFI/EMI，而且作为一个顶尖的操作者，你拓展了你的领域，进一步增加这个爱好的乐趣。

麦克·戈德 (WK6O)
在一次背包露营旅行
中专注于操作他的电
台。(承蒙 WK6O 供图)



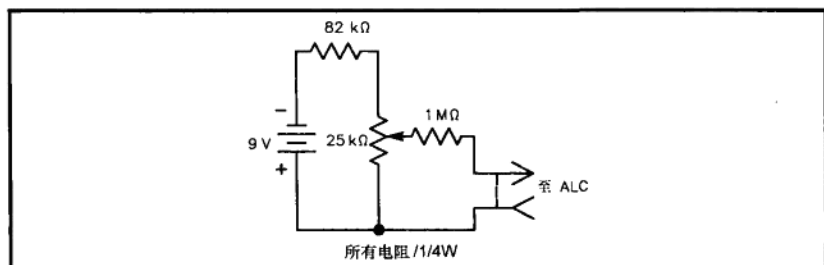
俄罗斯 QRP 团体将业余无线电带到了户外! (摄影: RV3GM)

有两种非常有差异的与众不同的方法可以开始 QRP 活动。第一种是出去买一个新的或二手的 QRP 电台或套件，使之实际用于日常的 QRP 通联中。另外一种，也是最简单的方法，是调低你的 RF 驱动，在 CW 模式上调到 5W，用你通常在短波上使用的电台开始通联。后者是对大多数业余无线电爱好者最有吸引力的方法，因为不仅是最便宜的，而且使用的是你已经熟悉操作特性的电台。

在 CW 模式下，将一个 100W 电台的功率降低下来可以简单到旋低旋钮，直到电台的全载波输出让串联进去的功率表上显示 5W 输出。简洁而优美。大多数现代的电台不需要任何内部修改或重新调整就可以在驱动范围的低端覆盖 5W 输出。如果你碰到了问题，那么，咨询制造商或在互联网上查阅，绝对会有一些建议能帮助你将 RF 调回到 QRP 功率电平。

SSB 则稍微复杂一些。许多时候，你需要提供某种可调的电池偏置给 ALC 电路（通常是电台背部的插孔）。Alinco 和 ICOM 的短波电台通常是这样做的。只不过是 将一个 9V 晶体管收音机电池和一个可变电阻放到外面的盒子中，增加一条连线并插入电台背部的 ALC 插孔，参考图 3-1。在这种类型的电台上，改变电池偏置将降低 RF 输出到低于 5W，而不需内部改动或重新调整内部电路。

图 3-1 这个电路图给出了可以用于一些商品电台降低功率输出的 ALC 偏置电路。



如果你必须要花钱来享受这个游戏，有许多种选择可以帮助你的钱包减肥。首先，当然是购买一个新的商品 QRP 电台。在过去的短短几年间，对于需要一个优质的商品 QRP 电台的业余无线电爱好者而言，商业市场极大地打开了。先是 Yaesu 的 FT-817，继而是 ICOM 的 IC-703 和 IC-703Plus 电台。

需要记住的一件事是，在你有兴趣购买一个新电台的任何时候，请参考 *QST* 的刊物或阅读 ARRLWeb (www.arrl.org) 上的产品评论，对感兴趣的电台做更深入的了解。没有人比 ARRL 实验室的人做产品评论做得更好。埃德·海尔 (W1RFL) 和实验室成员竭尽所能给大家呈现进入业余无线电市场的新设备的真实技术信息。他们的实验室报告，加上 *QST* 编辑的描述性报告，有趣而翔实，帮助你在选择下一个电台的时候做一个充分了解状况的决定。

另外一个提醒：用 *QST* 广告部分的 800 电话进行选购。许多时候商业制造商在每年的特定时间在特定的电台上会有促销。这是你购买一个新电台的时候节省一笔的好机会。

嘿，哥们！是否想买个 QRP 电台？

Vertex/Standard (Yaesu) 以他们的 FT-817 开始商业业余无线电市场向 QRP 市场转移，FT-817 也许是过去 25 年中面市的最为成功的产品！全球有数以万计的这种便携多模式 QRP 小电台在工作。互联网上至少有两个 FT-817 的讨论组（查阅 groups.yahoo.com/group/FT817/ 和 groups.yahoo.com/group/FT-817/），对于新的用户来说有巨量的信息。价格会有所变动，但是你可以用不到 550 美元拿到一台新的 FT-817，而二手的价钱根据选件和附件，在约 400 美元或以上。这是 QRP 起步用的很好的小电台，因为它覆盖所有的短波波段（160 ~ 10m）加上 6m、2m 和 70cm。模式：CW/AM/SSB/DATA，而且适用于 9 600 波特分组通信！请查阅他们的网站：www.vxstdusa.com。

不应该忘记的是，ICOM 有他们的 IC-703（这是日本国内的 10W 版本），可以简单地降低到 5W，接着是 IC-703Plus（短波加 6m 波段）。两个电台都有内置自动天线调谐器，适合于露营旅行和外出时方便地架设和操作。这些是非常新的电台，因此市价会变化，二手价格在二手市场赶上进度以前还比较高。参考了他们非常成功的 IC-706MKIIG，IC-703（Plus）是一个性价比不错的机器。在“Plus”版本上增加 6m 波段是一

个明智的决定，因为在传播开通的时候，6m 上几瓦特就可以让你有意外的 DX 收获。IC-703 (Plus) 有许多的特色功能，不仅可以作为家中电台室之用，还可以在户外用于丛林之中，或支持应急通信。将你的浏览器指向：www.icomamerica.com，看看他们的产品线。

尽管 Kenwood 目前没有供应一款“QRP”电台，但是他们的 TS-50 被 QRP 操作者非常成功地用于 QRP 用途。RF 可以被降低到 5W，这个电台性能良好。在互联网上访问 www.kenwood.net 获得他们的最新产品信息。



当然，不提到田纳西州塞维维尔的家伙们，对于商品 QRP 电台的讨论就是不完整的。Ten-Tec 有他们的 Argonaut V。这是对以前他们对新一代电台尝试的一个背离。这个最新的 Argo 软件可升级，所以理论上，购买他们的电台永远也不会过时。售价可以直接咨询工厂，因为没有 Ten-Tec 授权的经销商。不要忘记询问工厂，翻新的 Argonaut V 可以获得便宜的价钱。查阅 www.tentec.com 可以看到他们的产品。

如果你对自己有信心，希望获得许多乐趣并在过程中学习到一些东西，为什么不尝试着制作自己的 QRP 电台？对于有上进心的 QRP 操作者，市场上有不少不同价位的套件。制作你自己的电台的明显好处是可以节省点钱。其他的副产品包括提高你的电子学技能，以及从内心深处

感受到你在使用自己的双手制作的电台通联全球所获得的强烈自豪与满足感。

节俭的 QRP 操作者可以购买一个单波段 CW 电台，价格低至 25 美元（SWL RockMite）！相反的，如果你希望尽最大努力得到梦想中的电台，Elecraft 供应他们的 K2 套件，加上许多的选件，足够让你花几个月时间进行制作！各种套件的价格差别很大，但是现有的产品基本上适合任何种类的预算。

最顶级的 QRP 套件来自于 Elecraft (www.elecraft.com)：K1 和 K2 电台位于产品线的顶端，一流的制作项目造就了对于 QRP 操作者特别有用的电台。没有任何选件的四波段型号的 K1 的起价是 350 美元左右，只有 CW 模式没有任何选件的 K2 的起价大约是 679 美元。尽管 K1 是一个纯 CW 机器，但是 K2 可以通过选件扩展成包括 SSB 和数据模式。Elecraft 发布了 3 款新的用于 6m、2m 和 70cm 波段的差转器，可以和任何具有 10m 波段输出的收发信机配合工作。当与 K2 配合使用，所有波段切换和频率显示将由 K2 完成，做成一个非常好的可以处理短波 - 超高频弱信号的电台，即便是最热衷的甚高频爱好者也会因拥有这样的产品而感到自豪。

Small Wonder Labs (www.smallwonderlabs.com) 的戴夫·本森 (K1SWL) 供应一系列中级 QRP 套件。他的 SW-XX+ 电台是价位在大约 50 美元的很好的单波段小电台（译者注：国内最先由 BD6CR 引进，由 BD6QBY 推出的“夜鹰”套件即是在此基础上开发而成，BA6QH 已经用其在 40m 波段上收获了大约 60 多个 DXCC 字头）。有许多关于优化这些电台的资料，所以当你获得了使用原配的电台的一些经验以后，为什么不深入钻研摩机的技术？SW-XX 电台提供了一个不错的可以让 QRP 爱好者学习和把玩的小功率射频技术的平台。戴夫还生产一系列 PSK31 收发信机套件，让业余无线电爱好者爱上短波数字通信。你不仅可以制作电台，而且可以通过使用一个新的通信媒介拓展你的经验。

Wilderness Radio (www.fix.net/~jparker/wild.html) 的“QRP 鲍勃”代尔 (K6KK) 供应从基本的单波段 CW 电台一直到多波段 QRP 电台的多种套件。他的 NC-40A，也就是 NorCal-40 收发信机套件的商业版本，一直卖得很火，在 40m 波段上表现不错。一些人将 NC-40A 改到工作在 30m 和 20m，效果不错。加州理工学院使用 NC-40 作为未来有志向的电子工程师的本科生的课程项目。这就是所谓的成功！

Wilderness Radio 还推出了 SST，NC-40A 的精简特小版本。只需要

3 ~ 4h 的制作, 这些小巧的单波段套件就可以工作在 40m、30m 或者 20m 波段。它们是真正能让人体会乐趣的小电台, 非常适合于背包旅行和出差, 这些场合你需要消磨一些时间而不至于无聊到发霉。

最后, 是 Wilderness 产品线的旗舰产品 Sierra, 这是韦恩·伯迪克 (N6KR) 的设计, 从 1995 年开始出现在多个版本的 *ARRL Handbook* 上。这个多波段 CW 电台真是一个体贴的设计, 特色是你可以通过更换波段模块而工作在不同的波段。这减少了 T/R 切换电路, 远离大噪声的 PIN 二极管, 而且用户只需购买和制作计划的操作方式所需的模块。这个电台原配是一个模拟的前面板, 可以升级 (通过可选件 KC-2 自动键控制器 / 数字读数显示) 成带有记忆功能的自动键控制器的数字读数显示的电台。Sierra 保持了 40m 波段双向 QRP 单位功率通联距离的世界纪录。那个纪录是在 1994 年 12 月 26 日 (190 万英里 / 瓦) 创立, 而后在 1995 年 12 月 (400 万英里 / 瓦) 被弗兰·斯拉温斯基 (KA3WTF) 和保罗·斯特劳德 (AA4XX) 刷新 (在第 9 章有关于这个纪录的更多内容)。

Oak Hills Research 给任何有兴趣自己制作的人供应一些杰出的套件。OHR-100 是单波段套件, 可工作于 40m、30m、20m 或 17m 波段, 而 OHR-500 是五波段版本。这些都是只有 CW 的电台, 拥有以晶体差接桥型滤波器为特点的很好的接收机。选件包括内置 CW 自动键控制器和外置的数字调谐器。这些电台的内部有许多的额外空间, 让制作和后续的摩机/增加附件更容易。它们是以合理的价格提供良好性能的简单 QRP 电台。

还有一些其他的套件制造商, 比如 Red Hot Radio、Ramsey Electronics、MFJ Enterprises (www.mfjenterprises.com) 和 Vectronics (www.vectronics.com) 提供不同种类的 QRP 电台和附件。简而言之, 如果你希望制作所有或部分 QRP 电台, 你可以以合理的价钱找到适合你的电子制作水平和预算的电台套件。

天线, 良好的补偿器

好吧, 你已经选定了一个电台。下一个需要解决的大课题就是需要什么天线。和电台设备一样, 使用你现有的。在稍前的章节, 我回避了这样一个事实: 线天线仍然是业余无线电的主流。没有比架设在合理高度的一个简单的半波长线偶极天线更好的了。实际上, 一开始的时候, 天线的架设接近地面或许是更好的, 因为更高的发射仰角打开了本地通

信的大门，这可以让你通过本地通信（离你的 QTH 几百英里的范围之内）初涉业余无线电并在你尝试 DX 之前感受到 QRP 的乐趣，而如果你把偶极天线升高到 $\lambda/4$ 或者更高的时候，更小的发射仰角让你无法获得这样的本地通信。

显然，如果你有一个在天线塔上的三波段定向天线或者框形天线，那么你就有了制作一个良好的 QRP DX 电台的基础。可旋转增益天线的方向性真的可以让你获得一些补偿。这是一个很好的例证，说明当你把 RF 输出从 100W 降低到只有 5W 的时候，天线的效率可以补偿 13dB 的功率差异。信不信由你，有一次 QSO 对方的操作者不相信我正发射 5W 到我的 TH7DX 定向天线上。使用良好的定向天线或者框形天线和 QRP 的功率电平，获得 59+10dB 的信号报告并非天方夜谭（译者注：在国内武汉与济南传播开通的时候，0.5W 的 RF 功率经常就能得到 59+20dB 的信号报告）！

一些 QRP 的追求者会说这是不公平的，而且绝对和 QRP 的精神不符合。哦，这种说法多么狭隘！效率是这个游戏的主题。我们的 QRP 的定义只跟输出功率电平有关，而不是有效辐射功率（ERP）。如果你希望住在山洞里，用最原始的材料制作你的电台，用仓鼠驱动轮做你的动力，好吧，那你就去做吧！这个爱好对于我们所有人都有足够的空间。我，作为其中一员，会为你的努力鼓掌，会为你的成果赞叹！但不要指望我会放弃一个高效的增益天线系统，原因是你不认为这与某些禁锢的思想符合，所以为了参加 QRP 操作你必须忍受困难，磨练你的耐心。QRP 是有趣的！当它不再有趣的时候，或许是时候去寻找另外一个爱好了！

也许你绝对应该拥有的唯一的 QRP 电台附件是一个 QRP 功率表或者 SWR 电桥。Oak Hills Research 做了一个很好的适合一个晚上制作的套件：WM-2 QRP 功率表。价格大约是 90 美元，这个简单的附件可以让设置功率输出和检查天线馈线上的反射功率变得不再神秘。WM-2 有三个满量程读数：0 ~ 100mW、0 ~ 1W 和 0 ~ 10W。它提供了一个反向检测模式，可以测量反射功率。装在一个有吸引力的灰色盒子里面，带有一个大的定制的表盘，WM-2 是我会向任何一个 QRP 爱好者推荐的 QRP 附件。北乔治亚 QRP 俱乐部（www.nogaqrp.org）供应一个 QRP SWR/ 功率表的套件。NoGaWatt 项目是“Stockton 功率表”的变种，有一个双表头可以同时测量正向和反射功率。这是一个很方便的特性。

基本 QRP 操作技巧

好了，废话就不多说了。让我们在 40m 波段上打开你的大功率电台接上最低驻波 / 反射功率的天线。现在，将电台连接到一个假负载，在 CW 模式下按下电键，降低 RF 驱动使表上读数为 5W。好了，我们搞定了。现在你就可以成为一个 QRP 操作者了。

这个时候通常会出现的第一个问题是是否应该呼叫“CQ”。实际上，你的 5W 的信号应该能够很好地辐射出去，呼叫“CQ”不应该有什么大的问题。真实世界的状况是，RF 功率 13dB 的牺牲将在接收机的信号表上降低你的信号超过 2 个 S 单元，也许在你呼叫“CQ”的时候有电台刚好能够听到你的信号。所以安全起见，我们暂时不要在几个通联中呼叫“CQ”，调谐到“40m 波段 QRP 呼叫频率”7.040MHz 附近。这里你可以发现其他的 QRP 操作者等待着与你做 QSO（译者注：在国内 40m QRP 主要集中在 7.023MHz 的“CW 乐园”频率上）。

收听无非是收听嘛！没什么大不了的！请注意：收听是 QRP 操作者必须学习并掌握的最重要的技能（除了耐心）。我再怎么强调也不为过。好的收听习惯是任何弱信号通联特别是 QRP 成功的关键。培养良好的收听技能的唯一方法是在电台前面花费时间。没有什么可以替代在电台前面花费的时间。你不仅可以学到如何收听，还可以学到如何感知频率状况，这是决定 QRP 成败的关键技能。我们将在另外一章讨论“频率扫描”，但是不要为此感到恐惧。现在就开始认真地收听频率，等到将来我们开始频率扫描的时候你将更进一步。

让我们就在“040”上面逛一逛，看看都有谁在。毫无疑问，40m 波段是最为流行的 QRP 波段，你会惊讶于在这一波段上碰到了谁。

收听的最重要的部分是学会慢慢地调谐频率，我说的是：慢 - 慢 - 地。QRP 新手有一个不好的习惯就是喜欢快速地调谐频率。这绝对会错过通联。慢下来，现在！你通常会发现一个或者多个 QRP 电台集中在一个频率附近，你需要应用一些细调的技巧，加上板载滤波器和 / 或 DSP 的娴熟应用，将一个 QSO 从泥沼中拖出来。关于培养你收听技巧的另外一件事是它强制你学习如何真正地使用你的收发信机和相关附件。你会惊讶于有许多业余无线电爱好者不知道如何有效地使用他们的几千美元的电台！

好吧，开始调谐。慢慢地……慢慢地……好多了。你听到了一个信号，所以仔细地让它落到接收机的通带里。好的。让我们坐下来收听。这是一个 VE3 和 4 区电台的通联，两者都在使用 QRP。注意 VE3 信号

的缓慢衰落。同时注意这两个 QRP 信号的平均信号强度是大约 S5，非常可辨的信号。也要注意 CW 速度不是那么快。通常，QRP 操作者并不是喜欢显摆速度，你会发现在一个 QSO 中，平均的 QSO 速度是大约 15 ~ 18word/min。

好吧，让我们将 VFO 向下移动一点，继续缓慢地调谐。哎呀！停下！有人以 40word/min 快速地发报。不用担心，我也抄不下来。信号倒是不错。一个良好的 S-9+。他正在回答另外一个电台。正好在他停下来以前，我抄到了他的部分呼号是“XX”。他的通联对象，一个 W2 电台，信号响亮。我们看是否能够抓到完整的呼号。“AA4XX”，北卡罗来纳州罗利附近的保罗·斯特劳德。我本来应该从他的行云流水般的 CW 和响亮的信号中分辨出他。保罗的三单元 40m 定向天线架设在 60 英尺高，有这么响亮的信号一点也不奇怪。我只希望抄收 CW 能够和保罗一样好。他是一个杰出的操作者。

好了，让我们暂时待在这，开始通过收听保罗的 QSO 提高我们的 CW 技巧。当然，我们中的任何一个都没办法抄收这次通联的大部分内容，但是并不影响所谓的盖图章通联。借助于试图抄收超过我们稳定抄收的速度，我们的 CW 技巧将获得提高。除此之外，一旦 AA4XX 停下来，他很有可能还在这个频率上，我们会给他一个呼叫。

现在，让我们讨论在其他操作者停止他们的 QSO 的时候获得他们注意的最好的方法。你可以用老式的 3×3 的呼叫方法：他的呼号重复三次，接着是“de”，然后是你的呼号三次。但是这有点慢，而且真的没必要。

更好的方法是“尾随”W2 电台，就是那个正在和保罗做 QSO 的电台，在他最后一轮回复保罗的时候。尾随也就是正当其他的电台停止工作的时候，插进你的呼号。由于你的呼叫在信号电平上会比较低，在任何程度上你都不会造成对其他电台的干扰，而且，像保罗一样的一流的操作者，他绝对能够在背景中听到你的呼号。简单、平滑而快速！

好了，W2 准备停止工作了，准备好！拍发！一次并且只有一次：只是你的呼号。现在让我们等待。你猜怎么着？保罗现在正在呼叫小小的你！恭喜，你刚才发起了你的第一个 QRP 通联，现在是开始了一个双向的 QRP QSO！现在，告诉保罗，他会慢下来，我保证。

酷毙了，哥们！好了，你应该感觉非常良好，成功地完成了你的第一个 QRP QSO。保罗给了你一个 599，这是一个良好的信号报告。当然，若没有他巨大的 40m 定向天线，你也许无法和他完成通联，但是，这

才是你第一个的通联！

好吧，让我们继续在 7 040 附近调谐。注意有一些 SSB 信号在这个频率附近。这是来自我们的加拿大兄弟们，他们的话音波段比我们的话音波段稍微低一些。嘿，没有问题，我们只是会变得有创意地应用接收机上的 IF SHIFT 和 DSP 控制旋钮。他们不会打扰我们，而且我怀疑我们会打扰他们。

嗯，每个人都在 QRP “呼叫频率” 旁边 QSO，所以让我们往下调一点。慢慢地……我说慢慢地。好多了。将降低你的调谐速度成为一种有意识的努力，因此你将不会错过频率上的其他电台。这在 DX 的时候特别关键，尤其是当 DX 电台在噪声中很微弱的时候。那是什么？一个良好的强大的 CW 信号，速度大约 20word/min，而且他在呼叫 “CQ”。准备好，等他一停下来，发出你的呼号，只是一次。成功！他在回答你。请继续，和他开始通联。

他是马里兰州的一个 W3 电台，刚刚给你一个 559 的信号报告。不错，所以给他一个诚实的报告：我得说基于你的 S 表偏转，是 589。

大约在这个时候，你会想知道什么时候告诉其他电台你是 QRP。基于无数次的通联，我通常会等到第三或者第四轮，才扔下炸弹。为什么？因为如果其他的电台能够抄收到你的 QRP 信号一段时间，你就知道他的抄收技巧是良好的，他没有伪造信号报告，而且他能够承受你只工作在 5W 的消息。有的时候，告诉其他电台你是 QRP 会事与愿违。所有的 QRP 操作者都碰到过这种情况，其他的电台一旦发现你是 QRP，会突然听不到你的信号，直接结束 QSO，说除非你有个线性功放 “增强信号”，否则他不想跟你通联！真可惜。这是一些大功率的操作者对待我们 QRP 操作者的傲慢态度。

幸亏我们做的大多数非 QRP 通联不会以那种方式结束，其他电台通常为我们的努力而喝彩，开始问小功率工作的问题。我曾经通过这种方式让人转变成 QRP。QSO 不是一个侥幸的成功，一旦其他电台看到你的 5W 信号不难抄收，那么他对 QRP 有兴趣的机率就会大大地增加。

到目前为止，你已经用只有 5W 的输出囊获了两个 QSO。继续在 40m 波段调谐，看你还能获取其他什么。一旦你开始使用 QRP，你会发现 5W 足够通联到你在频率上能够听到的大多数电台。当你进入到爱好的这个阶段，随着你通联越来越多的电台，你将快速地获得自信。自信将让你最终用小功率攻克 DX 和比赛。

简要回顾一下，在这章中我们试图做的是用数据和一些虚构的

QSO(实际来自于我做过的真实的 QSO)告诉你用 QRP 进行通联不仅相对容易完成而且可以在这些功率电平上真正地做通联。一旦冲破了开始的顾虑,你会发现小功率 QSO 来得很快,而且通过实际通联,作为新手 QRP 操作者的你将获得有价值的经验。在这个节点上我想强调的其他事情是,当和其他 QRP 电台通联的时候碰到的信号强度可能会变化,但是大多数情况下他们是比较可辨的。这与固有的想法似乎有点矛盾,他们说“另外一个家伙”在通联 QRP 电台的时候使出了浑身解数。我的经验与世界上其他主流的 QRP 操作者一样,只要不是传播状况非常糟糕,5W 的信号是相对容易抄收的。

过去十年 QRP 有显著变化的一个方面是商品和基于套件的收发信机市场。商品 QRP 市场日趋繁荣，全球的 QRP 操作者享受着商品 QRP 设备的性能优越、操作便捷、功能繁多和极致便携。

类似地，QRP 套件市场也日趋繁荣，自制者可以选择单波段到多波段的 QRP 收发信机，尖端的软件无线电（SDR）接收机，加之大量有用的附件，使 QRP 的生活更加丰富多彩了。各种套件制作的测试设备也很齐全，让节俭的 QRP 操作者可以用一些非常容易做的测试设备扩充实验室。生活多么美好啊！

毫无疑问，销量最大的商品 QRP 电台是 Vertex Standard (Yaesu) 公司的 FT-817。感谢 Yaesu 公司的一些有远见的工程师和市场人员，FT-817 在 2001 年第一次面市以后，迅速抓住了 QRP 圈子的需求。现在全球有数以千计的 QRP 操作者在使用这个小机器。现在的型号 FT-817D，将数字信号处理（DSP）作为标准的配置（译者注：也许是未发布的 FT-817ND 的下一代产品）。

不幸的是，SGC 从他们的产品线中退市了 2020 收发信机。2020 过去是（现在仍然还是）特别结实的 SSB/CW 电台，且具有与众不同的军用机外观。通过与拥有或者曾经拥有 SGC-2020 的业余无线电爱好者交谈，得知关于这个机器印象特别深刻的一点是发射音质。一句话，“优秀”！

IC-703+ 是 ICOM 极为成功、拥有大量用户的 IC706 的优秀的 QRP 版本。MFJ 提供了单一 CW 和 SSB/CW 收发信机的不少选择。他们的单波段“CUB”收发信机在这个价位段（套件版本 79 美元）是个性能不错的小机器。让我们不要忘记 Ten-Tec，所有 QRP 制造商的祖先。他们现在市场上销售的有 Argonaut V，从我收集的信息来看，这个机器价格合理，性能优越。

过去的几年，大量的套件出现在 QRP 圈子中。有些套件现在还在，

优良的性能证明了它们的价值，而其他一些，或者宣传得好好的但是没有上市，或者由于性能不佳而被抛在一旁。不同的个人和 QRP 组织继续供应着创新的套件，简单到如“Tuna-Tin Two”（“沙丁鱼罐头 2 号”），复杂到使用表面贴装元件和数字信号处理的最新技术。不仅安装和使用这些套件乐趣多多，而且使用自制设备做 QSO 也让人感到非常自豪。这些套件相对便宜一些，意味着更容易符合各位的预算。

本章是本书中最长的章节，因为我想展示尽可能多的机器，给出我对自己使用过的每个机器的评价。如果你最喜欢的机器没有列在其中，我在此提前向各位道歉，因为篇幅所限。我试图呈现给大家的是被认为是 QRP 市场上“主流”的，具有广泛吸引力的机器。

现在该做个标准的声明：我没有任何制作或销售业余无线电设备公司的股票，我也不会因为在书中对某设备有良好评价而免费获得机器或者折扣。我这里所呈现的是基于我自己的实际使用和公开发表的产品评论和实验室数据。如果你不同意，没有问题，你有这个权利。

有一个套件值得特别提及。即 Tuna-Tin II，现在由位于缅因州的 QRPme(wlrex@megalink.net) 的雷克斯·哈珀(WIREX) 供应。道·亨德里克斯(KI6DS) 根据买得到的元件重新设计过以后，最初由 NorCal 俱乐部在 1999 年供应，后来被多个俱乐部生产，包括 NJ QRP 俱乐部、Ft Smith QRP 组和其他一些组织。这个套件是晚年的道格·德莫(WIFB) 的设计。作为一个 20 世纪 70 年代初期设计的可以走进 RadioShack 店里买到主要元件的制作项目，Tuna-Tin II 的确是 QRP 的一段历史。

不幸的是，RadioShack 不再有所需元件的库存，但是归功于道·亨德里克斯(KI6DS)(www.qrpkits.com) 的才能，根据可以找得到的元件重新设计了原来的电路，NorCal(北加州 QRP 俱乐部) 以 10 ~ 15 美元的低廉价格供应了更新版 TT-II 套件。

这自然引起了制作的热潮，几百个（如果不是几千个的话）QRP 操作者购买和制作了重新设计过的 Tuna-Tin II 并将之运用于实际工作中。感谢 ARRL 实验室的埃德·海尔(W1RFI) 和迈克·特雷西(KC1SX)，我在 1999 年万圣节周末被邀请到 ARRL 总部，参加了每年一度的“Zombie Shuffle”(QRP 操作者同好保罗·哈登(NA5N) 的疯狂主意) 以及后面的持续整个周末的 QRP 通联派对。在 ARRL 总部电台 W1AW 的圣殿，我使用了一个新装成的 20m 波段 Tuna-Tin II 发射机搭配一个 Ten-Tec Omni VI + 收发信机，勉强通联到位于阿拉斯加 Anchorage 的吉姆·拉森(AL7FS)，他使用一个可旋转的八木天线，指向与通联对象成

90°！从 Tuna-Tin II 发射机实测的发射功率大约是 400mW。然后是使用这个传奇的 QRP 机器完成多个绝妙的 DX 通联，而且他们的天线都指向不对！

真正令人兴奋的事情是，老头子（也被叫做 ARRL 的创始人，海勒姆·珀西·马克西姆（1AW））的“Old Betsy”火花发射机正展示在我操作位置不过几英尺的地方。我可以感受到老头子正在看着我微笑。太冒失了！哦，顺便提一下，恭喜弗吉尼亚 Bealeton 的鲍勃·查普曼（W8JOP），在 2004 年成为第一个使用 Tuna-Tin II 发射机成功满足 Worked All States（WAS）奖状条件的人！现在你该明白我为什么这么热爱这个爱好了吧！

测试结果和真实世界

我对于测试数据的个人看法是，尽管很有趣，但是不代表所有。我知道有人看到这个说法会强烈反对。然而，从我的角度来说，实验室产生的测试数据只是等式的一部分而已。实际通联测试（经验数据）以及操作者技能总是胜过无实际意义的实验室测试。只有通过结合实验室测试数据和（有经验的操作者的）实际通联测试，才能获得一个机器性能的准确评测结果。

本章以字母序介绍了现有的商品收发信机和经过验证的套件产品。在章尾，简要综述了在二手市场上仍然可以找到的老一些的设备。废话少说，让我们跳入 QRP 电台设备的神秘世界吧！

ELECRAFT K2

Elecraft K2 堪称是 QRP 之王。没有一台低于 2 000 美元的机器，不管是 QRP 还是 QRO，能够有 K2 的性能指标、功能性、适应性和创新性。如果不相信我的话，那么请查看 ARRL 网站（www.arrl.org）上由 ARRL 实验室完成的 K2 产品评测。

当我在 2000 年 3 月期的 *QST* 上第一次读到 K2 的实验室报告时，我惊叹不已。引用 ARRL 实验室主管埃德·海尔（W1RFI）的话说：“K2 真正闪光的部分是接收性能。一般来说，短波收发信机产品线的高端产品（价格区间位于 2 000 ~ 3 500 美元）会测得接近 130dB 的阻塞的动

态范围(blocking dynamic range)以及接近95dB的双音三阶动态范围(two tone, third order dynamic range)。K2的接收机性能可以与最新评测的高端电台样品相比,两个参数是令人印象深刻的136/97dB。”建议反复阅读这段话以加深印象。想象一下一台600美元的套件电台,接收部分可以与Yaesu FT-1000D、Kenwood TS-870S和ICOM IC-756并驾齐驱!如果那不能让你信服,找个可以借你K2的人(祝你好运!)自己试一下!

图 4-1 Elecraft K2 CW/SSB收发信机是由韦恩·伯迪克(N6KR)设计的一个完整的套件。这个单片机控制的电台有10个频道存储,支持直接键盘频率输入并有数字显示。带双VFO的异频操作以及其他许多功能让这个套件成为一个非常有吸引力的作品。(摄影:Elecraft)



K2真是个令人惊异的电台,而让人更为惊异的是这是个套件电台。没错,你可以自己制作你的K2。K2背后的工程师团队埃里克·瓦茨(WB6HHQ)和韦恩·伯迪克(N6KR)不仅设计了性能优越的电台,而且在不同制作者之间性能可以复制,这个事实实在令人赞叹了!

我制作了两台K2。我的第一台(序列号971)被拿来交换了一个Drake C系列。实际上是一个不错的交易。然而,我发现在6个月之内我用Drake C系列并没有用K2那么多。在长时间的郁闷之后,我从Elecraft订购了另外一个K2(序列号4864),包括内置自动天线调谐器、DSP包、SSB选件、噪声消除器(noise blanker)和其他几个选件。2005年初在我脚伤手术的恢复期完成了制作。新K2不仅一次成功,而且由于新的固件升级,比我原来的K2还要好。DSP选件真的非常不错。在几个国际级的短波比赛中,使用我的K2和DSP,我曾经从嘈杂混乱

的频率中成功地挖掘出几个信号，要不然是不可能的。

K2 是一个设计严谨的 QRP 机器。K2 的一个好处是你可以用大约 600 美元订购基本套件，获得一个非常不错的 CW 机器，然后在你需要的时候或者操作习惯改变的时候增加选件。

当公司的创始人埃里克和韦恩开始询问 QRP 群体他们在一个高端 QRP 电台上需要什么时，QRP 圈中人知道 Elecraft 是一个“与众不同的公司”。那里创新没有终止。Elecraft 组成了一个“beta 测试者”的团队，有 100 多人。他们拿到第一批套件，制作并调试它们，然后反馈有价值的信息给 K2 的设计组。这使得套件在大量面市之前改进了套件，包装和手册的设计。事实上，beta 团队找出了普通制作者会碰到的主要的问题并提供“解决方案”给设计组从而实现到最终的产品中。

在操作方面 K2 的性能简直可以说是令人惊讶。我曾经在大功率比赛台附近 300 ~ 400Hz 范围内，通过 IF 滤波器和打开 DSP，抄收和通联弱得多的多个电台。一共有 4 个滤波器选择可用于 SSB、CW 甚至 RTTY。双 VFO 加之 RIT/XIT 给 K2 极度的频率灵活性。有内置的带有记忆功能的自动键控制器，当旋转相应的控制旋钮，键速和 RF 功率输出分别显示于主 LCD 显示屏。操作设置可以通过 MENU 键即时修改或“微调”。

现在说一下 K2 的 IF 滤波器。滤波器带宽和中心频率可以通过板上的程序完全可编程。尽管手册详细说明了如何做，最简单的方法还是使用一个叫 Spetragram（下载网站 www.visualizationsoftware.com/gram.html）的共享程序和你计算机上的声卡。使用这个程序可以获得在每个滤波器单元的 IF 通带图形化表示，然后使用 K2 板上的滤波器菜单改变每个滤波器的选择，这样就很简单了。

K2 与其他任何电台一样，肯定也有一些“美中不足之处”。我是一个彻底的 Ten-Tec 狂热爱好者。我从 20 世纪 70 年代中期第一次熟悉 Argonaut 509 的时候就非常喜欢 Ten-Tec 的全插入（full QSK）。这是我 CW 操作的基准。不幸的是，K2 并没有像 Ten-Tec 一样的如黄油般顺滑的全插入。Ten-Tec 之所以更好是因为混频前 VFO 的调谐范围小，这提供了特别快的收发切换。Elecraft 选择了宽调谐范围的非混频前 VFO，提供了几乎全覆盖并消除了 birdies 干扰。Ten-Tec 有短于 10ms 的收发切换时间。K2 的收发切换时间需要 20ms。K2 VFO 的一个优势是使用很少的元件，容易调整，这是套件电台重要的考虑因素。另外一个不足是 K2 前面板指示器的功率读数的误差。每次 K2 被切换到“调谐”位置，K2 板上的 RF 表读数与外接的准确功率表并端接 50Ω 无感负载测得的读数有明显的误差（200 ~ 500mW 的级别）。经咨询，Elecraft 解释说，

这个差异是天线负载造成的，安装自动天线调谐器以后这个差异会减少。的确如此；因为在我的 K2 里安装了自动天线调谐器以后，我重复测量，这一次 K2 的内置功率表和外接功率表的读数几乎无差异。然而，为了确保没问题，特别是在争取 QRP 奖状的时候，我总是连接一个外接功率表来确认功率电平。

关于我的 K2，现在唯一的抱怨是加上了内置 DSP 单元以后，K2 的操作变得不那么直观了。在此之前，熟练操作 K2 的学习过程是很简单的。然而，当我开始依靠 DSP 选件以后，我发现手册是我最好的朋友！这主要是因为可以将离散的功能分配到电台的多个按钮上。毕竟，K2 前面板上只有这么多按钮和旋钮，当你增加选件的时候，每个按钮做的事情就会以指数方式增长。这并非是坏事，但是每次你轻触或轻触并按住一个按钮时得明白你在做什么。

总的来说，Elecraft K2 是目前市场上最好的 QRP 设备，没有例外。当我证明这一点的时候，Elecraft 刚刚发布了他们的 K3，一个非常高端的激动人心的电台。我所看到的 K3 的照片看起来像是《星球大战》中天行者卢克圣诞节得到的东西。当你看到性能参数、接收机部分规格、适应性和价格时，你会觉得简直无与伦比。这个套件做起来容易吗？只要有八年级的阅读能力，然后按照说明，制作 K2 是小菜一碟。每个部分的安装都有内部的检查以保证每部分组装完成以后电台能正常工作。这去除了制作如 K2 般复杂的套件的许多疑惑。手册不像老的 Heathkit 风格的手册，它更好！丰富的照片和图纸说明，使 Elecraft 的手册为自制 / 套件制作设置了基准。

坦白地说，如果制作者有一些以前制作套件的经验，那会更好，但是我个人认为基本上任何人只要会焊接好和阅读 / 听从手册就可以成功制作 K2。关键是注意手册的指示并知道如何焊接好。埃里克和韦恩曾经告诉我，Elecraft 套件的主要问题集中在制作者不能正确焊接。糟糕的焊接、虚焊和糟糕的焊接技术，都将增加失败率。因此，如果你正在考虑一个如 Elecraft K2 般难度的套件，最好在开始 K2 之前在一个难度小一些的套件上练手获得一些经验。

那么我对 K2 的真实想法是什么？真是个好电台！毫无疑问。

ELECRAFT K1

随着 K2 的引入，Elecraft 获得了 QRP 设备很大的市场份额。韦恩

和埃里克希望给活跃的 QRP 操作者供应一个高品质、充满特色的套件，既可以在电台室使用，也可以外出到丛林使用。这就是 K1，一个体积小、双或四波段 CW 收发信机，有它的大哥 K2 上的许多功能。

如 K2 一样，这个套件可以由任何一个有一点套件制作经验的人完成。再次，这意味着可以阅读，吸收安装指示并焊接好。个人意见，我宁可让一个新手制作者在更简单的套件上获取一些经验后再安装 K1。

K1 可以两个配置订购。第一个，15 ~ 80m 波段中任意两个组合的双波段版本。这些双波段模块可以更换以提供真正的多波段覆盖。更换只需几分钟，可以现场操作。如果你需要一个四波段版本，那么可以有 80m、40m、30m、20m、17m 和 15m 的选择。当我订购我原来的双波段 K1 时，我选择了 40m 和 20m，因为这个组合可以给出最佳的日间 / 夜间性能。

我的 K1 (序列号 017) 在熟悉的白色 Elecraft 包装盒中被送到了。元件已经完全被预先包装好，所以分类很简单。如所有的 Elecraft 手册一样，手册品质特别高，指导制作者每一步的安装和检查。在检查过程中我发现了几个虚焊（看到了吧？这个问题还会发生在我身上，我可是有 43 年制作电子设备的经验！）并迅速解决了。调整过程没有任何意外。

K1 收发信机的美妙之处在于它的便携性，加之在小巧的外壳（2.2 英寸高 × 5.2 英寸宽 × 5.6 英寸深）中容纳的多波段操作。在没有附件或内部电池组的情况下，我的 K1 的总重量是 2 磅。K1 上的功率输出可以从 100mW 调节到 5W 或更高。接收电流消耗大约 60mA，发射 5W 时的电流消耗是 1A。参考图 4-2。

图 4-2 Elecraft K1 CW 收发信机可以安装成 2 波段或 4 波段。它带有内置电池、内置自动键控制器和可选的自动天线调谐器，对于尺寸和重量特别受关注的应用场合，如背包旅行或其他便携操作中，K1 是一个完美的选择。



这个小机器有许多内部的微处理器电路。多功能 LCD 显示屏显示频率（单位 MHz，分辨率到 100Hz）、S 表读数、功率输出、键速和直流电源。接收机部分是一个一次变频超外差设计，带有 3 个软件可选

的 IF 晶体滤波器。如 K2 一样，K1 的 IF 滤波器是可调的。发射机电路简洁明了，即一个 2SC2166 驱动和一个 2SC1969 功率放大器。键控干净，接近全插入（QSK）。内置的带有记忆的自动键控制器可以处理高至 50word/min 的速度。自动键控制器提供 2 条可编程消息。

K1 的调谐范围在制作时可选。提供 2 只电容可选择调谐范围 80kHz 或 120kHz。我试过在 VFO 中替换自己的 75pF 镀银云母电容从而获得了 100kHz 调谐范围。使用了几个月以后，我替换了一个 50pF 镀银云母电容，获得了 62kHz 调谐范围。这使得 VFO 中使用的十圈电位器有更慢的调谐和更好的控制。我的其他“摩机”包括将 C31（AGC 时间常数）从 2.2 μ F 换为 0.47 μ F 电解电容。这明显改善了 AGC 响应，但在按下键时不会产生任何恼人的“锤击闷响”。

我带着我的 K1 去了几次佛罗里达。操作起来完美无瑕。在高 RF 压力环境下，接收机性能不错，我可以在拥挤的频率上刺耳的嘈杂之中听到弱一些的电台信号。RIT 和 XIT 给 K1 一些频率灵活性。不幸的是，K1 无法使发射和接收频率差超过几千赫兹以便于 DX 远征喜欢的更宽的异频操作。准确地控制 RF 输出低到 100mW 使探索富有挑战的毫瓦级业余无线电世界成为可能。因为我已经拥有了 K2，学习使用“轻触并保持”技巧以使用 K1 的不同特色和功能就非常容易了。

有一些 K1 的可选附件可使之成为一个独立的 QRP 电台。第一个是可安装在机壳内的自动天线调谐器。这是非常成功的 K2 自动天线调谐器的缩小版本。而且，还有一个噪声消除器和一个实用的斜支架以允许操作者将 K1 以不同的方式放置便于操作。支架在存储和 / 或运输的时候是平的。实际通联所需的就是一个 12V 直流电源、天线和一个自动键或手键。Elecraft 还为 K1 供应一个内置电池，使之成为一个真正便携的 QRP 电台。

如果你需要一个带有一些先进操作特色的高度便携的小 QRP 电台，带去露营 / 出差，或者扩充你的电台室，没有比 Elecraft K1 更为合适的选择。

ELECRAFT KX1

这是韦恩·伯迪克（N6KR）一直以来想设计并量产的一个收发信机套件。广告宣传为“轻如羽毛的冠军”，KX1 是一个适合野外操作的电台，将所有控制旋钮设计在外壳的顶部，使在丛林中、在山径边、在沙滩椅中、在你的睡袋中或者在野炊台上的操作容易。总的尺寸是 1.3

英寸高 × 5.3 英寸宽 × 3 英寸深。基本配置的 KX1 覆盖 40m 和 20m 波段，但是有两个扩展覆盖范围的选件：一个 30m 波段印制电路板和 一个 80/30m 波段印制电路板。这些选件使 KX1 成为一个真正的多波段超便携 CW 机器，加之可选的波段覆盖，它也具有一部分国际短波广播覆盖。KX1 的特色包括一个带有可调节晶体滤波器的超外差接收机，LED 频率读数显示你的操作频率以及一个 LED 电台日志灯。内置的电池可支持间或操作 20 ~ 30h。选件包括（除了额外的波段覆盖模块外）KXPD1 自动键体和 KXAT1 自动天线调谐器。

图 4-3 衬衫口袋大小的 Elecraft 的 KX1 CW 收发信机可以覆盖 20m 和 40m 波段。加上可选的 30m 波段模块、自动天线调谐器和锁在外壳侧边的自动键体就构成了一个完整的电台。这个小电台甚至包含了一个超亮的发光管，用于黑暗中填写电台日志！将 KX1 与坎莫·哈特福德（N6GA）版本的图示山径用电台做个比较，你能明白为什么坎莫的山径用电台“新欢”是 KX1 了。（摄影：N6GA）

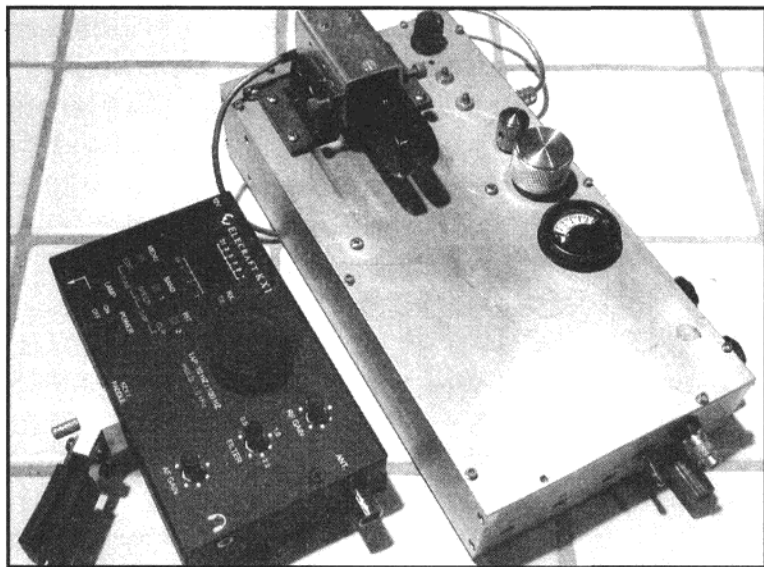
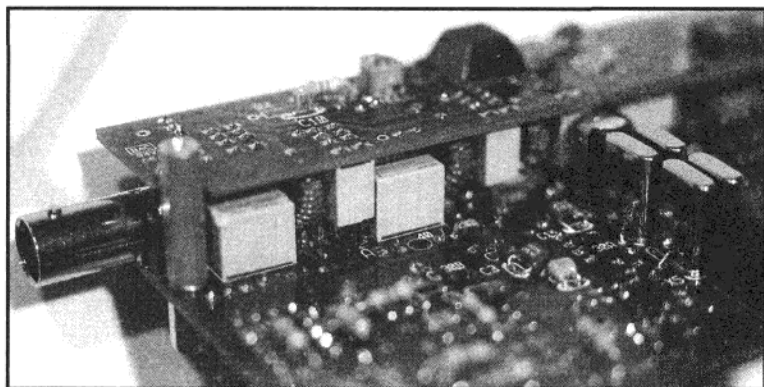


图 4-4 这个照片所示为 KXAT1 自动天线调谐器板安装在主电路板上。请注意继电器外壳和其他元件的位置，以便于在最小的空间中能够安装得下。（摄影：N6GA）



KX1 的发布略先于本书第二版的出版，因此，我没有时间购买一个 KX1 套件，制作并使用它，然后将我的使用结论写在第二版中。好在坎莫·哈特福德 (N6GA) 先我一步写了一篇非常好的文章综述了他制作和使用 KX1 的经验。大约 18 个月以前，我有机会拿到一个 KX1 套件，组装、测试并使用它。除了如坎莫所描述的那样以外，我还有更多的感受。

首先，我得说我喜欢将机器带到丛林里并“本色”操作，也可以说，在野营地操作。我和 KX1 第一次的外出是在 2004 年宾夕法尼亚的猎鹿季节开放日。我蹲在我的狩猎点，忠诚的 Savage 30-06 来福枪锁定好并装上子弹，只等着小鹿斑比出现在我的区域附近。我的夫人，才貌双全的帕特里夏 (KB3MCT) 的点离我 15 码远，她用忠诚的 Winchester 轻拉式枪机 .30-.30，和我一样等待着小鹿斑比的到来。

固定式狩猎的唯一问题：单调乏味——非常单调乏味。一旦安顿下来，你接下来要做的事情就是不要睡着（在早上四点起床，开了 30 英里路到我们狩猎的私人土地，进入位置然后喝上第一杯咖啡，除了武器安全之外最重要的就是不要睡着）。谢天谢地，我将新安装好的 KX1 一起带来了，包括一些 Poly-Stealth 天线导线和一副耳塞。我只用了几分钟就将导线的一头抛上了旁边的树，然后做了地网。然后就是回到隐藏的地方等待小鹿斑比的到来，同时看我能用 KX1 通联到什么 DX 电台。

我获得了一些业余无线电的乐趣，因为小鹿斑比在开放日跟帕特里夏或我没有任何关系。然而，KX1 提供了非常需要的消遣，尽管没有有效率的天线且只有 2W 的输出，我还是做了好几个 QSO。墨菲和往常一样给了我们一个惊喜。在我们从狩猎地回家的时候，一只很大的雄鹿在我们的卡车跟前走出树林。那时候就快黑了，我的尼桑 Frontier 车的头灯就像聚光灯一样照着巨大的雄鹿，夫人和我呆呆地看了 15 秒钟，看着它匆匆横穿过路然后消失在树林中。哦，好吧，至少我们在开放日看到了鹿！那个短暂的时刻增加了使用我的新 KX1 的成功，使那个猎鹿季节开放日成为难忘的一个。

那么，我将如何给 KX1 评分呢？按照一分到十分，对于方便性和便携性，我得给九分。效能：根据使用的不同天线，给七分。在这种情况下，更好的天线意味着更高的分数。由于电路板元件的密度和紧凑的外壳布局，对于安装的容易性也许是七分。至于操作容易性，一旦习惯了按钮的布局和不同的菜单项，KX1 可得十分。KX1 是一个可以被带到任何地方，可以给你长时间频率上乐趣的不错的小机器。KX1 可以作为 SW 广播接收机，这个功能可以帮助消除旅途的无聊。为这个小机

器加上一组锂离子电池，在丛林里出现状况的时候，它可以成为一个少有匹敌的应急电台。

KX1 的菜单系统需要一些适应，但是在如 Nifty Accessories 的 KX1 快查表“使用手册”的帮助下，可以很容易找到所需的项，快查表可以折叠成薄薄的一本并与机器一起保存。当这些新机器越来越复杂，功能越来越多时，按键和旋钮就需要多任务，因此，一本 N6FN 的快查表导引 (www.niftyaccessories.com) 就变成一个“必需”的附件。KX1 也无例外。获取一本使用手册以避免痛苦。当你访问网站的时候，查看 N6FN 的快查表导引的完整列表，甚至还有 K2 的！

KX1 可以被装入背包侧边的小袋中、夹克衫或马甲的口袋中，或者你可以将整个电台，包括一个电池的电源（除了内置电池额外的电源）、耳塞、天线和地网、沉锤（将导线抛过树枝之用）、电台日志本和或 PDA/ 数字日志设备和任何其他你可以想到的便于山径操作的东西装入一个专用的户外用腰包。

KX1 上的表面贴装元件已经在 Elecraft 装好，所以制作者不需要和微小的元件、微小的烙铁头和很细的焊锡打交道。平均制作时间是 15 个小时。除了工厂安装好的表面贴装元件外，所有其他元件都是穿孔安装元件，所以不会有什么意外发生。机器的内部部件紧紧地安装在两片式的黑色粉末喷涂的外壳。不要着急并使用一个放大镜，或者，和我一样用“eBay 护目镜”，它适合于我这样的视力下降的老家伙。

安装手册也是个艺术品。再说一次：如果你可以阅读，遵循指示并焊接好，不要让这个套件吓倒你。如果你碰到了问题，只需要几次击键，即可在 Elecraft 网站 (www.elecraft.com) 找到所需帮助。

KX1 的独特之处是 KXPD1 自动键体——一个插入式的 iambic 自动键体，简直是个天才的作品。自动键体插入 KX1 的侧面，用一个指旋螺丝固定。如果你想更改自动键的方向，没有问题：只需要反转它并用螺丝锁定到机器上。自动键体非常有效，提供类似于其他昂贵得多的键体的良好的力反馈。它体积很小，可以从机器上卸下，装入袋子中方便存放。

KX1 的一个必需的选件是 KXAT1 内置天线调谐器单元。这个自动天线调谐器被设计为调谐任意长度的不平衡天线，最适合 KX1 常用的野外操作。我随身携带的天线包括一些大约 40 英寸长的 Poly-Stealth 26 天线导线 (www.therfc.com/antenna.htm) 和同样材料的地线。将 KX1 设置好用于工作只需要几分钟的时间。尽管端馈线天线不是最优，但是作为权宜之计使用不错，且容易保存和携带。不需要烦人的同轴电缆，也没有两端和中心绝缘子占据空间和增加重量。当然，可以用 Poly-

Stealth 26 导线和 RadioShack 的便宜的 300Ω 双芯线 (Twin Lead) 制作一个 A-Trail 偶极天线。这需要增加一个 4 : 1 巴伦 (Elecraft 也有产品) 和一些额外的 RF 连接器, 但是非常值得额外的努力, 如果你需要一个更加有效率的天线系统且不介意增加的体积和重量。埃德·布鲁内斯 (WA3WSJ) 在他的网站 (www.wa3wsj.com) 上有一些摩机方法。这些摩机方法增加了 KX1 的 RF 功率输出, 并提供了一个有趣的山径上操作时的直流电源方案。查看埃德的网站并自行阅读。

图 4-5 坎莫·哈特福德 (N6GA) 将整个短波电台装进一个小腰包用于山径边的操作。顺时针从左边开始是腰包、上边是小笔记本和钢笔以及用于天线连接的 BNC- 接线柱转换器和 KXPD1 插入式自动键体、线轴绕的是天线用导线和两个 1 盎司钓鱼用铅坠以及 KX1。中间塑料盒中是一条耳塞式耳机。(摄影: N6GA)



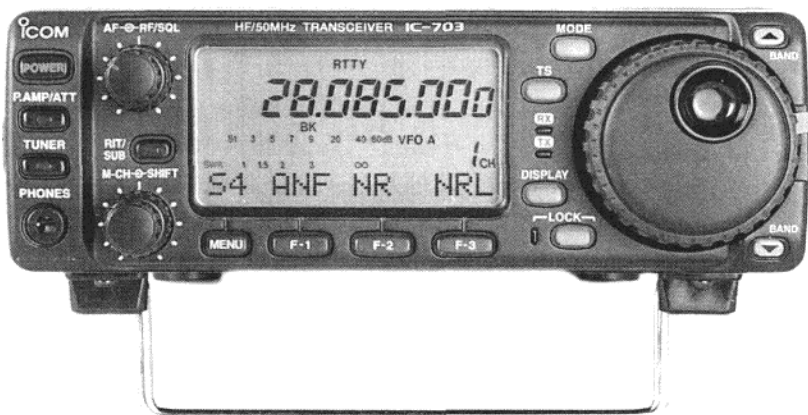
Elecraft KX1 的简要总结: 不错的特殊用途 QRP 小机器, 它央求你带着它去野外。数字读数、可调节 IF 滤波器、特别好的电源预算、容易使用和高度紧凑, 这个小美人是你外出游玩电台的最佳伴侣。

ICOM IC-703 PLUS

随着 IC-703 的发布, ICOM 最近进入了 QRP 的领域。之后 ICOM 很快发布了新的 IC-703 Plus, 增加了 6m 波段到基本的小功率短波机器上。多好的组合: 短波加上 6m 波段, 一个内置天线调谐器和 10W 功率!

参考图 4-6。

图 4-6 ICOM IC-703 短波收发信机将许多特色功能装进了小型的外壳。703 Plus 版本还包含了 6m 波段的覆盖。



IC-703 Plus 是他们巨大成功的 IC-706 的裁减小功率版本。他们（一开始）减掉了所有甚高频波段和大功率末级放大器并增加了一个内置天线调谐器做成了 IC-703。IC-706 的整体外观还大体保留在 IC-703 上。大尺寸的 LCD 显示器几乎在任何角度都能很容易看清。旋钮的布局类似，很符合人体工学。

总体来说，IC-703 Plus 的性能不错。基本的 IC-703 提供所有短波波段，一个内置天线调谐器和 10W 的 RF 输出功率。升级版的 703 Plus 增加了 6m 波段，当开通可用于小功率通信的时候这是个魔术般的波段。不管你在丛林里移动操作还是在家中舒服的电台室，享受真正的业余无线电的乐趣只需简易天线和几瓦 RF 功率。

IC-703 Plus 是个容易熟悉和容易使用的电台。旋钮的人体工学非常出色，大大加速了适应新机器的学习速度。手册写得好且容易理解，增加了操作的容易性。

我仅有的 6m 天线是一个 Diamond D-130J 盘锥天线，作为 W3OSS 的主扫描天线。使用 IC-703 Plus 和盘锥天线，我可以容易地打开本地和附近区域的几个 6m 中继台。用 FM 做了几个 QSO 以后，我决定试一下 50MHz 波段的低端。使用内置天线调谐器，我能够将盘锥天线系统谐振在 6m 波段的低端。

和往常一样，当我在 6m 低端的时候，没有别人在！当然盘锥天线不能被看成是一个足够的用于甚高频弱信号的天线。一组堆叠的环形天线更好，但是最好是可旋转的多单元八木天线。因为我对这些不熟悉，

我们还是看短波波段吧！

IC-703 Plus 是个不错的短波小机器。不过 CW 键控绝对不是过去 Ten-Tec 的 QSK，但是仍然可以不错地做到半插入。原 IC-703 上的初步测试看起来有些键控的问题，但是在这个新版本上已经修正。接收机在夜间的 40m 波段（我终极的接收机测试条件）上表现不错。我用这个机器获得了不少的乐趣。尽管 703 Plus 并没有提供 Yaesu FT-817 所提供的所有波段，但是对于需要便携机且对 VHF+ 波段覆盖没兴趣的 QRP 操作者来说仍不失为一个选择。

MFJ ENTERPRISES

多年来，MFJ ENTERPRISES 公司供应了几款商品 QRP 电台，它们是 QRP 名人堂成员里克·利特尔（K1BQT）的工程设计。里克的设计特点是设计简单，元件数量节省，但是性能良好。这些 MFJ 的单波段电台对于任何需要专门的单波段电台而不打算花费很多钱的 QRP 新入门者来说是个不错的机器。它可以让 QRP 新手们购买一个 QRP 套件并试一下水，也可以说，确认 QRP 是否适合他们。

多用途的 MFJ CUB 收发信机。



MFJ 现有的 QRP 电台产品线包括他们的 90xx 系列 CW 机器，他们的 93xx CUB 系列收发信机（有套件和成品可选）和他们的 94xx 系列探险电台。而且，还有一个 6m 和 2m SSB/CW 版本的 9400 系列（相应型号是 9406 和 9402），给甚高频漫游者或弱信号山顶操作者提供一个不贵的方式享受爱好（注意：MFJ 系列号中的“xx”表示波段，如 9380 表示 80m 波段）。售价会有所变动，但是成品的价格基本上在大约 200 美元。CUB 套件只有 79 美元（成品 139 美元），对于单波段 CW 电台来说非常超值。

我使用过一些，不同的 MFJ QRP 电台，包括套件做成的“CUB”，相关评论发表在 2000 年 9 月 *QST* 上。成品电台工艺非常不错。当然，对于套件，工艺水平就决定于你的制作和焊接的技术。所有这些 MFJ 的不同产品工作起来和广告宣传的一样。它们是真正的即插即用的设计，有良好的性价比，经久不衰！MFJ 的 QRP 机器系列是节俭的 QRP 操作者活跃于一到两个波段而不需要在机器上投入很多钱的很好的途径。随着短波操作证书不再需要考电报，我感觉 94xx 系列 MFJ QRP SSB 电台对于新进入小功率通信行列的人来说会热卖。

MFJ CUB

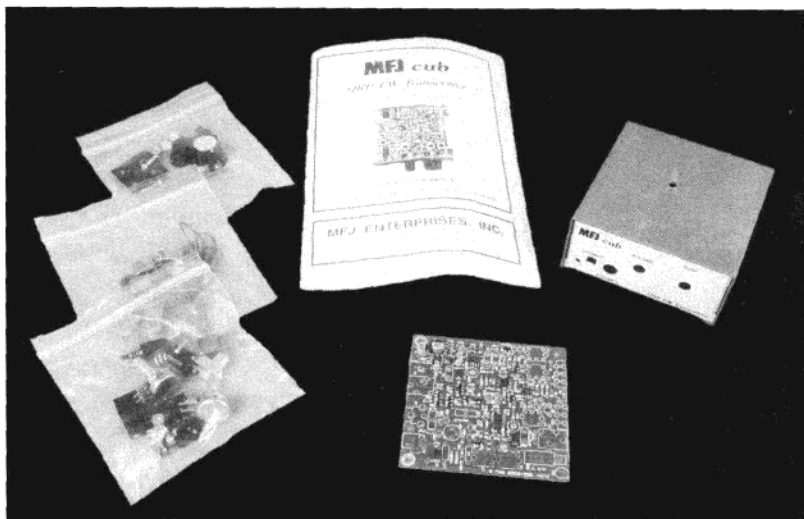
MFJ 的一个产品，他们的单波段 CUB CW 收发信机，在此被特别地提及。这是 MFJ 工厂唯一的既有套件也有成品的 QRP 机器。CUB 提供从 80m 到 15m 波段的多个不同选择，对于这个价位，是个性能不错的小机器。CUB 是集合穿孔元件和表贴元件的混合设计。微小的表面贴装元件预先在工厂放置并焊接好从而免除了制作者在制作套件时焊接表面贴装元件的困难，因为制作者可能对表面贴装技术没有经验。

CUB 被构想成过去流行的 Wilderness Radio NorCal-40A CW 收发信机套件的市场对手。CUB 大概只是 NC-40A 一半的大小，但是缺乏空间摩机和添加东西，而这是 Wilderness NorCal-40A 套件的所长。相比之下，任何一个套件都可以工作，但是 CUB 更小更轻——可以装进衬衫口袋里的电台。

在网上和不同的杂志上，包括 *QST*，有许多 CUB 的评论，因此对于不了解行情的 QRP 操作者，可以自己做点功课并做决定。对于我来说，我绝对没有任何困难选择并使用任何型号的 MFJ CUB。我现在的

CUB 是一个工厂安装好的型号 9340, 40m 波段版本, 与 NorCal-40 堆叠在一起使用时表现非常不错。

MFJ CUB 收发信机套件包含预先安装好表面贴装元件的 3.25 英寸 × 3.25 英寸印制电路板、三包用户安装的元件和一个完整的外壳的包装。



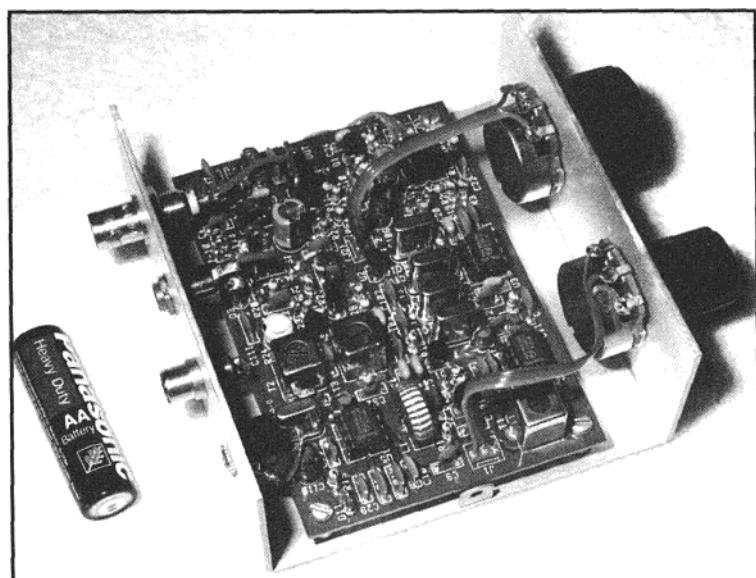
CUB 在几年前获得了 QRP 业余无线电国际俱乐部 (QRP ARCI) 的热情洋溢的支持, 购买了 1 500 个套件作为俱乐部项目转卖。这自然产生了许多对这个小机器的改进, 使之有更多特色和功能。

OAK HILLS RESEARCH OHR-100

在急于拥抱“数字世界”的同时, 现在的 QRP 操作者有时忽视了一些通常比更加闪亮的数字电台更高性能的模拟电台。一个这样的产品线是 Oak Hills Research 模拟收发信机。它们都是“最原汁原味”的 QRP 电台, 设置成只工作在 CW 模式。窄 IF 通带、低噪声接收机、平滑的插入 (QSK) 收发切换、容易制作和维护是这个系列电台的主要优点。

Oak Hills Research 是晚年的道格·德莫 (W1FB) 在 1987 年创立的公司。道格生产一些设计良好的 QRP 套件和附件好几年, 然后在 1990 年左右他将 Oak Hills Research 出售给了迪克·威策克 (K8KEL)。迪克在 1999 年将 OHR 产品线出售给了马歇尔·厄姆 (N1FN), 他是

图 4-7 这是 OHR 100 单波段收发信机套件。请注意小尺寸（5 号电池用于尺寸比较）和整体上整洁的外观。（摄影：K5FO）



OHR-100A 是一个单波段（我的是 30m 波段）CW 收发信机，输出 4 ~ 5W，调谐范围 70kHz。图 4-7 给出了这个小电台的内部照片。这个套件提供了 40m、30m、20m 和 15m 波段版本。100A 的特色是有一个非常安静的接收机单元，这对分开弱信号与波段噪声是绝对需要的。100A 有内置的 RIT 覆盖 $\pm 1\text{kHz}$ 的接收机调谐范围。超外差接收机的中频为 9MHz，本地振荡器（LO）使其工作在 14.1MHz。这将任何混频产物远远挡在接收机通带之外。VFO 非常稳定地工作在 5MHz。接收机包含了一个 4 阶 Cohn 晶体滤波器，晶体经过手工匹配，带宽从 1200Hz 到 400Hz 连续可变。在 SA-602 第一接收机混频器前没有 RF 放大器。这个混频器前的带通滤波器起到滤除不需要的信号的作用。OHR-100A 还有一个非常平滑的 QSK（全插入键控）收发切换电路，有好听的正弦波侧音。RF 输出功率通过后面板的输出旋钮从零到全输出可调节。SA-602 发射混频器的输出经过滤波并送到一个 2N5179 缓冲放大器，然后被送到 2N3866 驱动器，最后被送到 2SC2078 功率放大器。前面板旋钮包括 RF 和 AF 增益、RIT 和 IF 带宽，之间有一定间隔，适合于手指粗大的我们。主调谐刻度盘容易看清。以我个人习惯来说，调谐速度有点过快，但是 OHR 也供应一个可选的 10 圈电位器作为原调

谐电位器的替换。

这个套件给我的总体印象是非常正面的。大尺寸的印制电路板提供了足够的工作空间。丝印的标注非常清楚和详细。指令让人想起“*Heathkit* 风格”，非常简洁且容易理解。手册/文档被钉书钉钉在一起，我认为这是好的，因为这可以让制作者扯下几页以方便于工作台上使用。完成以后，文档可以被捆在一起，或者冲孔以后装入活页夹。外壳有足够空间，可以用于摩机和增加东西（下面有更多介绍）。总的来说，我非常满意 OHR-100A 套件。从开始到结束的总安装时间大约是 18 小时。

调整的时候，我从一开始就发现机器在频率刻度盘的最高端输出接近 4W，而在最低端输出只有不到 1W。看起来好像无论如何调整 C_{120} 和 C_{122} ，发射机输出在低通滤波器通带的低端都会下降，导致对低一些频率的衰减。打电话给 Oak Hills 的马歇尔，证实了我的怀疑。马歇尔建议我调整 NE-602 混频器（U-100）输出到 Q103，一个 2N5179 的基极的电感 L_{104} 和 L_{105} 的线圈绕匝的位置。这通常足够解决功率输出的问题。我尝试了这个方法，但是仍然不能从 VFO 的低端到高端调谐范围获得最大输出（4 ~ 5W）。然后我决定从印制电路板上拆下 L_{104} 和 L_{105} ，然后拆下所有的 21 匝线圈并用 23 匝重绕。我想如果需要的话我可以拆掉一匝。当两个线圈上都是 23 匝时，我得到了整个 VFO 调谐范围的 5W 输出。增加的电感拓宽了通带，以允许正常的输出。在频谱仪上检测发射机显示输出非常干净，没有令人厌恶的杂散谐波。

用这个电台实际通联测试显示，接收机非常安静。将 IF 滤波器的带宽保持在 700Hz，可以让我听到少许偏离频率的电台，同时可以集中精神在我正在通联的电台上。我们 QRP 操作者通常将 IF 带宽调得非常窄，希望衰减我们目标电台两边的所有信号。当 IF 带宽这样窄的时候，我们不能听到和我们的电台不怎么零拍的电台，因此错过了可能的通联。我更喜欢让 IF 带宽稍微宽一些（600 ~ 700Hz），然后让我的大脑成为 CW 滤波器，这可以让我听到偏离频率的电台。这种技巧在 QRP 比赛时特别有帮助，比赛时在 QRP 呼叫频率的附近，拥塞是非常严重的，特别窄的 IF 滤波器更多的是一种妨碍，而非一种帮助。

发射机非常干净，QSK 电路工作得非常好。当机器在超过 20word/min 速度键控时没有闷响。调谐有一些过快，但是可以由 OHR 提供的可选 10 圈电位器进行补偿。因为调谐器标注是大概的，一个值得的摩

机方法是增加 OHR DD-1 数字调谐器(频率计)以提供准确的频率读数。DD-1 是一个在匹配的 OHR 外壳里的外置数字调谐器和独立的频率计,其特色是鲜亮的红色 LED 数字。

OHR-100A 是一个性能卓越的非常好的套件电台,工作得非常好。极为安静的接收机是区别于噪声大的使用数字技术的同类产品的主要方面。我真的非常喜欢的一个方面是它的尺寸。在过去的六七年里,我使用过多款非常小、紧凑、高度便携的机器,不方便于摩机或在内部增加东西。感谢 Oak Hills Research 没有屈从这个外壳尺寸的趋势。你可以真正在这个电台上做些什么!其他 OHR 产品包括 OHR-500 五波段收发信机套件、DD-1 数字调谐器(频率计)、WM-2 QRP 功率表和 OHR 假负载。Oak Hills Research:“致力于为一丝不苟的 CW 操作者供应一丝不苟的机器”。

SMALL WONDER LABS ROCKMITE

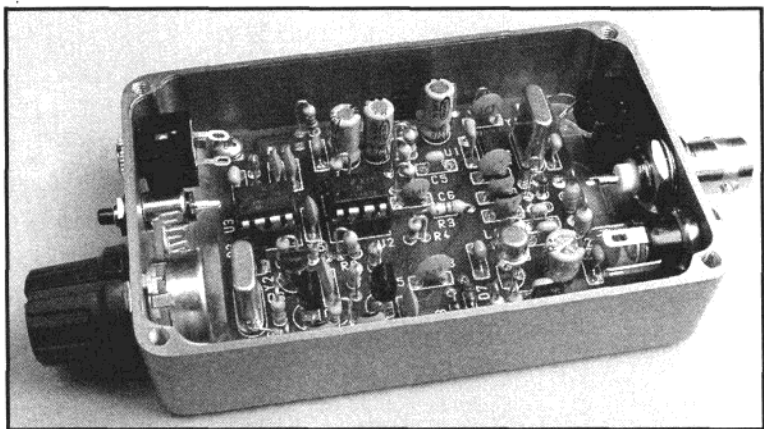
Small Wonder Labs(www.smallwonderlabs.com) 的戴夫·本森(K1SWL)不仅是个天才的工程师还是个有着良好时效性的务实的人。戴夫热爱 QRP 并一直为我们提供创新的小功率机器的制作和使用。他早年的 40-40 收发信机套件(1994 年 11 月 *QST*)的成功激励他到了更高的高度。一系列的有趣套件机器从他位于康涅狄格州的实验室涌出。其中有 SW 40+, DSW 系列直接数字合成机器,和一些种类的 PSK31 收发信机,包括令人惊叹的新泽西 QRP 俱乐部的 80m Warbler(2001 年 3 月 *QST* 第 37 页)。我制作了两个小巧的 80m 数字电台,它们简直棒极了!我们将在稍后的一章中涉及 PSK31,但是请了解这是业余无线电的未来。

DSW-II 系列单波段 CW 收发信机套件使用一个 PIC 微处理器和直接数字合成集成电路。完整的套件售价是 150 美元,包括所有元件、连接器、旋钮和包括外壳的其他元件。套件组装时间大约 6 小时。DSW-II 机器有 40m 和 20m 波段版本,不久的将来有其他短波波段的计划。

在 2002 年的夏季我和我的朋友和 QRP 操作者同好奇普·摩根(N3IW)有一次谈话,他告诉我关于 Small Wonder Labs 的 RockMite 40m 收发信机套件的消息。参考图 4-8。这个小小的“一个晚上的套件”的售价仅为 27 美元。现在 RockMite 有 80m、40m、30m 和 20m 波段

版本供应。

图 4-8 Small Wonder Labs 公司的 RockMite 40m 波段收发信机是一个能在一个晚上装成的很好的制作项目。装进一个 MityBox 铝外壳 (MityBox 和电台套件的价钱差不多) 构成了一个结实的小电台。(摄影: 戴夫·本森 (K1SWL))



RockMite 是基于吉尔伯特单元混频器 / 振荡器 (SA-612 集成电路) 的直接变换接收机。发射机输出大约 500mW 到 50 Ω 负载。可以切换发射频率偏移以获得有限的频率灵活性。按一下按钮可以反转接收和发射频率, 总偏差大约为 700Hz。

电流需求很低: 使用 13.8V 直流电源时大约 25mA 接收电流和 200mA 按下键时的发射电流。对于在丛林里使用 10 节五号碱性电池的便携操作, 这是很好控制的电源预算。

ROCKMITE 作为 “SOS” 电台

布鲁斯·普拉埃尔 (N7RR) 最近为 QRP 业余无线电国际俱乐部 (QRP ARCI) 的季度简报 *The QRP Quarterly* 写了一篇题为《RockMite SOS 电台》的文章。正如你可能想到的, RockMite 满足了许多 QRP 组织的想象。简洁为上 是 QRP 的主旨, 而 RockMite 保持了这种简洁。

布鲁斯简单描述了在丛林中碰到问题时, 他是如何使用两个 RockMite 电台作为远离城镇的森林地区的 “SOS” 应急电台系统的。这种手段并不是像人们想象的那么没有距离限制的。在美国西部的许多荒野地区, 业余无线电爱好者监听 146.520MHz, 因为其他业余无线电爱好者远足者和背包客或许需要帮助。2m 波段语音通信距离特别短。即便远足者和背包客在山脊上, 一个橡胶天线的 2 ~ 5W 手持式 2m 机器也不能通信得太远。取而代之的应该用短波通信。

戴夫·本森现在供应 80m、40m、30m 和 20m 波段的 RockMite 套件。布鲁斯用一个 80m 和一个 20m 的 RockMite 组成了两个完全独立的应急电台，可以在紧急情况下被部署使用。电台可以工作在任何 8 ~ 15V 直流电压下。布鲁斯使用 9V 锂电池作为主电源。他组装了电源适配器，这个适配器可以和部分耗尽的 9V 锂电池一起为他的一个或两个应急电台提供额外的操作时间。

每个 SOS 电台都有自己的天线，天线使用封装入一个聚乙烯套中的 9 芯包铜钢丝导线（AWG 尺寸 26）（称为 Stealth Wire，可以从 RF Connection, www.therfc.com/antenna.htm 以“Polystealth-26”订购）。我曾经将这种天线导线使用在几个便携短波天线上，这确实是一个好东西。它特别结实，几乎不会断，聚乙烯套也不会挂在树枝或树皮上。布鲁斯的天线被专门裁剪以适合每个电台的不同工作频率（分别是 3 560kHz 和 14 060kHz）。想法是将天线挂在旁边的一棵或两棵树上，并将内置自动键控制芯片（在 RockMite 内部）工作在“信标”模式，报告姓名、呼号和受伤或迷路者的大概位置。

你们中的一些人可能怀疑 1 ~ 2W 的功率是否有意义，我想提醒怀疑者，美国军方在他们的手持班级电台用小得多的功率成功使用了很多年。选用的频率也不是任意的。3 560kHz 和 14 060kHz 是 QRP 呼叫频率，通常有很多人：3 560kHz 在夜间（分别有本地和地区的 QRP 网络），而 14 060kHz 在白天用作更长距离的 QRP 操作。天线将接近于地的事实提供 NVIS（接近垂直入射天波）传播，这是许多应急通信短波电台系统的支柱。毕竟，你不是用这个应急电台获取 DXCC 奖状，你真正想要做的是获得某些人的注意，在紧急情况下提供帮助。RockMite 和低位置的天线可以工作得非常好。

我感谢布鲁斯·普拉埃尔（N7RR）允许我将他的文章放在这个版本的 LPC 中。在荒野地区紧急情况出现的时候，布鲁斯提供了可行的方案。

ROCKMITE CW

我意识到正在阅读这本书的一些读者不是 CW 的操作者。这丝毫没有关系。当我们的生命遇到威胁的紧急状况下，联邦通信委员会的规定是任何和所有业余无线电爱好者可以使用的操作模式都可以被用来通信和寻求帮助和协助。你不是电报操作者，但是你在树林中断了条腿需要紧急医疗帮助，那又该怎么办呢？如果你有预先编程好的自动键控制

芯片在你忠诚的 RockMite 中，你需要做的一切就是将天线导线挂在树上，打开电台，按一个键：即时信标模式报告你的名字、呼号和大概地区。接下来就要看搜索和救援的人了。

说起自动键控制芯片，有几个可以直接替换 RockMite 套件中原配的控制芯片。查看戴尔·博金（N0XAS）和他的 Ham Gadgets 网站（www.hamgadgets.com/index.php），有 PicoKeyer 芯片可以直接替代原配的 RockMite 芯片。PicoKeyer 在 2 个可编程内存中提供各 100 字符的空间，而且可以“菊花链”起来提供总共 199 字符的连续信息。控制器芯片很酷，而 6.95 美元的价格物超所值。

制作 ROCKMITE

我订购了 RockMite 40，几天后就到了。马上开始了制作。说明书页面有点简单，但是如果你有几个自制项目的经验，制作这个套件并一次成功不是什么问题。大多数电阻和二极管垂直安装在印制电路板上以节省空间。三个集成电路中的两个需要安装插座。U1（SA-612）是套件中唯一的表面贴装元件。安装很简单，不要被吓倒——只需要仔细焊接。印制电路板非常小（2.375 英寸 × 1.875 英寸），元件密度比较大。焊接的时候要仔细，也需确认将正确的元件插到正确的安装孔中。

总的安装时间（不包括外壳安装）大约为 3 小时。因为追求速度是每个自制者的敌人，所以不是比谁装得快，而是比谁在安装完成后最快让它工作起来。你可以说我很疯狂，不过我喜欢我的套件加电以后就正常工作，所以我在制作过程中会多花些时间。

我的 RockMite 40 一开始就工作了，我马上配合我的 40m 延长双齐伯林天线实际通联。第一个印象是接收机的音量不是那么响亮。选择性也有点宽，不过这是可以理解的。为了测试和测量 RF 输出，你需要使 RockMite 发射一个稳定的载波。在开机的时候按住自动键的任何一个触点可以跳过通常的自动键控制功能并使 RockMite 进入手键模式。合上触点将产生一个连续的按下键的条件用于测试。

默认自动键速度是 16word/min。通过按住按钮开关超过 250ms，可以听到莫尔斯电码“S”，将自动键控制器置入“速度选择模式”。按住或轻敲点触点增加键速（最大 40word/min）而按下或轻敲划触点降低键速（逐渐降低到自动键控制器的底限 5word/min）。只要在速度选择模式下，如果在 1.5 秒钟内没有检测到自动键的输入，控制器发出一个低频的音调并返回正常自动键操作。

使用原配作为功放的 2N2222A 三极管, RF 输出稍小于 1/2W。在 RockMite 的互联网邮件组 (rockmite@yahoogroups.com) 上有大量关于用其他型号的管子替换标准的功放三极管的讨论。在我的元件盒中有一个多余的 2SC799, 取下 2N2222A, 换上 2SC799。差别好大! 我的功率输出马上升到稍小于 1W (实际上是 990mW)。当然, 发射电流比翻倍还要多, 但是在基本不花钱的情况下功放管的更换给了我 3dB 输出功率的增加。在这种毫瓦 QRP 功率电平 (QRPP) 下, 3dB 的功率增加可能意味着能与不能达成通联的差别。用我的 Drake 2B 接收机在近旁收听 RockMite 在空中的效果, 这个小机器的输出听起来悦耳而干净, 键控非常干脆而没有任何啾啾或咔嚓声。

说 RockMite 的频率灵活性有点有限, 类似于说泰坦尼克号的沉没是个沉船事故。这个小机器被设计成工作在 7 040kHz 左右。短按一下按钮开关将通过反转发射机偏移而将频率改变约 700Hz, 但是 7 040kHz 基本上是 40m 波段 RockMite 工作的频率。直接变换接收机带宽足够宽, 可以听到偏离频率的呼叫。20m 波段 RockMite 工作在 QRP 聚集的 14 060kHz 或左右。类似的, 80m 版本设置在 3 560kHz。

我新制作的 RockMite 的第一个 QSO 通到俄亥俄州。不算是 DX, 但是这的确证明了这个可爱的小机器可以用作通联。后续的通联激励了我在毫瓦 QRP 方面的兴趣。如果你们从来没有尝试过毫瓦通联, 那么请你尝试一下, 否则你真的不知道你正在失去什么。

RockMite 是个独特的电台, 因此也需要配一个独特的外壳。America Morse Equipment (www.americanmorse.com) 的道格·豪夫 (KE6RIE) 供应这样一个外壳, 专门为 RockMite 设计和制造。道格的作品 MityBox 是用铝 T-6061 计算机数控制成, 并用吸引眼球的蓝色阳极电镀。MityBox 包括邮费的价格是 23 美元。

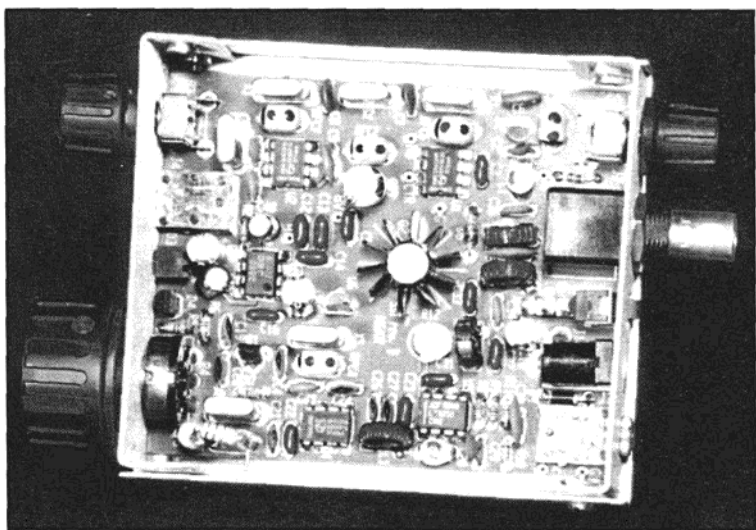
这个小电台有一些摩机方法可以方便操作并极大地改善性能。RockMite 互联网用户组有摩机方法的完整列表, 包括增加极性反接保护等很好的主意。

我对 RockMite 的看法是尽管频率覆盖范围非常有限, 但是仍然是值得制作和使用的。这也可以在俱乐部“展示并讲述”环节中引起不少讨论。对于野外、露营 / 出差或在路上, RockMite 在一个很小的包装中提供一个完整的短波电台。尽管频率范围非常有限, 你仍然可以用很少的成本在这个电台上获得很多乐趣。

WILDERNESS RADIO SST

1997 年, Wilderness Radio 的团队缩减了极为流行的 NorCal-40A, 生产简单超外差收发信机或 SST。由韦恩·伯迪克 (N6KR) 设计, 作为“终极”背负电台, 这个单波段小机器是那些寻求在山径上使用的极为紧凑的小功率电台的 QRP 操作者的候选机器, 请参考图 4-9。

图 4-9 这个 Wilderness Radio SST 的内部照片说明了在保证良好性能指标的前提下收发信机可以做得多小。在市场上销售的所有单波段电台, SST 独树一帜。如果你希望找一个电台组成山径适用的电台, SST 就是。(摄影: K7SZ)



SST 有 3 个波段可选: 40m、30m 和 20m。它有三阶晶体中频滤波器和 VXO 调谐。调谐范围取决于在套件中使用哪个变容二极管, 在 40m 波段大约 6kHz 或 7kHz, 在 30m 波段有 10kHz 或 11kHz, 在 20m 波段大约 15kHz。有摩机方法可以扩展这个调谐范围。

这个机器有足够的音量驱动一对立体声耳机。SST 主要特色有 RF 增益控制、前面板音量控制、AGC 电路、信号指示 LED 和只有 16mA 的接收电流消耗! 大多数型号的功率输出从不到 300mW 到大约 2W 可调。也有一些发表的摩机方法详细描述了如何从 SST 中获得更多的功率输出。基本上, 这些方法包括降低缓冲器 / 驱动器 U_5 的 2 脚上的 R_{10} 到 150 Ω 或 120 Ω , 并将 RF 放大器替换为一个 MRF-237。

实际通联测试证明 SST 接收机的性能十分好, 所有方面都考虑到

了。我们在使用一个元件数量很少的非常简单的超外差设计。尽管 SST 有设计方面的折中，但是操作者的技术最终占据了优势。接收机性能的底线是它可以在极限状态下工作，你不必为它担心。SST 的表现会像大多数操作员的一样好。

SST 通常可以用 10 ~ 16V 的直流电源供电，你也可以改一下电路用 9V 锂电池供电，在手册上有描述。锂电池就可以被放入 SST 外壳，做成一个非常紧凑和便携的 CW 电台。

尽管本质上 SST 是为野外操作而生，但是它还是获得了 QRP 操作者们独特的、几乎膜拜式的追随，将它用在业余无线电电台室。将类似于 SST 一样的简单机器用于业余无线电追求的想法对于许多 QRP 操作者来说有某种神秘的、几乎罗曼蒂克的吸引力。毕竟，我们业余无线电的先辈们不就是用着基本的、几乎原始的设备完成了几乎不可能的长距离通信的伟业吗？有了 SST，这种令人快乐的感觉回来了！只要问一下阿德·魏斯（W0RSP），他用一个 Wilderness SST 完成了 30m DXCC 三分之一的通联！这是个富有乐趣的电台！

现在，W3OSS 的电台室是这个小电台 40m、30m 和 20m 版本的家。我使用它们做便携操作以及配合我的 40m 延长双齐伯林天线和 TH7 八木天线获得真正的乐趣。当使用一个真正的好天线时，SST 的性能是令人惊叹的。我的 SST 的所有功率输出被调节到 1.5W，已经足够满足作为通常的 CW 通联的要求，有的时候还能引起堆积。

SST 适合于被摩机。并非说这个机器不可以在原配置下工作。然而，一些简单的电路改变将产生一个更为“有亲和力的”电台。我的 SST-30 是生产于 1997 年的首批套件中的一个，而我的 SST-20 和 SST-40 是最近批次的产品。这些批次之间存在一些电路的改变。

我所做的第一个更改是通过更换晶体滤波器中的 4 个电容增加 IF 带宽。尽管我不太喜欢原配的滤波器，但是在被推荐的工厂更改拓宽了滤波器带宽后，我注意到整体的带宽更宽了些，但是中心频率明显向下移动了。做了另外的实验以后，我决定回到原来的设计。

第二个更改：增加一个 1 μ F 电解电容到 LM386 音频放大器的 7 脚，以减少大信号负载下的不稳定。这个更改只在 SST-30 上做了，因为后来生产的电台已经在板子上有了一个 2.2 μ F 电解电容。

SST-20 的情况则不同。尽管已经在 7 脚和地之间有了 2.2 μ F 电容，在大信号下接收机仍然会自激。出于绝望，在很多次故障排除的努力后，我更换了 LM386 音频放大器集成电路并增加旁路电容到 10 μ F 钽电解电容，才将这匹烈马给驯服。

SST 有手键的输入但是不支持自动键输入，因此我在后面板增加了一个 1/8 英寸（译者注：3.5mm）立体声插座作为自动键输入，然后在 SST 内部安装了一个 K1EL K-9 带有记忆的自动键控制器。这个极好的小 PIC 自动键控制器在一个小电路板上，可以很好地塞进几乎任何需要内置带记忆的自动键控制器的机器当中。

我自然需要更大的调谐范围，特别是对于 SST-20。我在前面板上增加了一个单刀单掷切换开关，切换两个变容二极管以提供扩展的调谐范围。除了使用两个变容二极管以外，我还并联了一个 18MHz 晶体到原来的 18MHz VXO 晶体上，进一步增加调谐范围。针对这些改动我做了一些实验。增加第二个晶体可以容易地将调谐范围增加到超过 50kHz！这使得调谐变得非常困难。

减少摩机后的调谐范围需要改动 VFO 中 RFC₃ 的值。我将 RFC₃ 的值从 5.6μH 降低到大约 4.7μH。通过切换两个变容二极管，总的 VXO 变化范围现在变成了 28kHz。这提供了 14.039 ~ 14.066MHz 的覆盖，只有 3kHz 重叠。对于晶体控制的电台来说已经相当不错！

在 10kΩ 主调谐电位器（从滑片到高电压端）两端焊一个 18kΩ 电阻，对于调谐的线性帮助很大。这意味着随着调谐电位器的转动信号是分开的，而不是拥挤在一头或另一头。

SST-30 上没有一个变容二极管可以给我所需的调谐范围（10.105 ~ 10.118MHz）。我用另外一个 14.318MHz 晶体（20pF 负载电容）替换了套件中原配标准系列的晶体，但仍然是原来的调谐范围。我不希望用一个切换开关切换两个变容二极管，所以我在原配的晶体上并联了第二个晶体，使用 MV-209 变容二极管，获得了 10.097 ~ 10.120MHz 的范围。这已经很符合我的需要，所以适可而止吧。我需要将 RFC₃ 的值从 12μH 减小为 9.6μH，通过一个 6.8μH 和一个 2.7μH 的电感串联获得。因为电台在调谐旋钮的两侧均有大约 11kHz 的调谐范围，我不再需要在 SST-30 上安装线性化的电阻。

我用两个电台做了大量的 DX 通联和其他 QRP QSO。感觉不像 SST 的名字简单超外差收发信机。它是简单，模拟技术和勇猛设计的完美组合。它小得出奇的尺寸隐藏了它的能力。这个小电台有很多的内在优点！

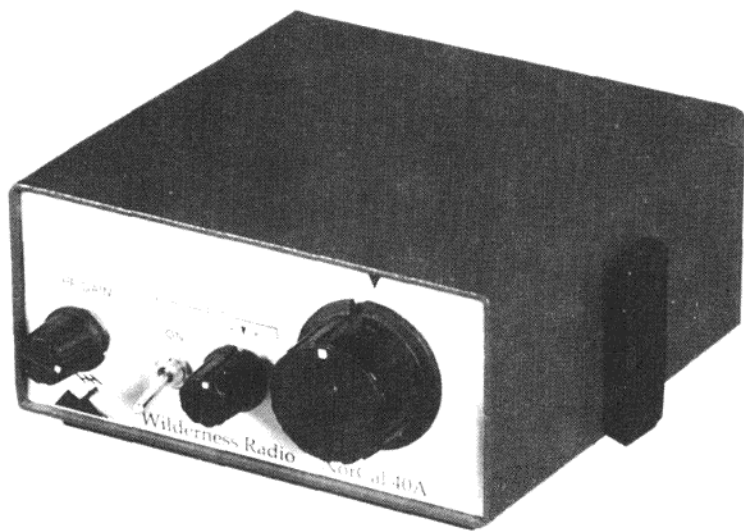
综上所述，Wilderness Radio SST 套件提供给新手和有经验的自制者一个好的制作项目，结合了创新的工程设计和适合摩机的 RF 平台。这个小小电台可以被认为是一个“实用的电台”吗？我绝对这样认为，许多其他 SST 的用户，不论拥有的时间长短，也会这样认为。一旦你制作和打磨了一台 SST，你会获得使用一台为你的操作风格量身定做的

机器的满足感。售价也绝对合适：89 美元！

WILDERNESS RADIO NORCAL-40A

Wilderness Radio NorCal-40A 收发信机套件出现了大约 8 年。从 1995 年开始 NC-40A 一直是 Wilderness 产品线的主打产品。全球的 QRP 操作者购买了远超过一千台套件。除此之外，加州理工学院电子工程系的本科生每年作为课程作业制作 NC-40A（大卫·拉特利奇（KN4EK）所著的 *The Electronics of Radio* 是这个课程的教材。这本书在 ARRL 有售）。说这个套件有里程碑意义也许还低估了它。图 4-11 给出了一个 NorCal-40A 的照片。

图 4-10 Wilderness Radio 出品的 NorCal 40A 是一个极好的单波段 QRP 小电台。考虑到设计的简洁和元件数量，性能绝对出人意料。1996 年，我的 NC-40A 陪伴着我度过了一段 8 000 英里跨越美国和加拿大的旅行。我在汽车上仅使用 3W 功率和一条移动鞭状天线在 40m 波段 QRP 移动操作，进行了超过 30 次通联。（摄影：K7SZ）



作为制作者的第一个 QRP 套件，NC-40A 表现出众。小电路板的布线和丝印很好，使制作更容易。只有几个磁环线圈需要绕制。

首先，NC-40A 是一个工作良好的电台。原配的收发信机在 40m 波段可以通联全球，给 QRP 操作者许多小时的快乐和兴奋。如果你希望定制这个有潜力的小机器，你可以用合理的成本获得令人惊讶的性能，最终获得一个很酷的“改装汽车”。

用这个套件中配有的 2SC799 功率放大三极管，原配的 NC-40A 的

额定 RF 输出是 1.5 ~ 2W。如果你希望从这个电台获得更多的功率，我建议用摩托罗拉的 MRF-237 替换功率放大三极管。这个三极管变得少见而且有点贵，但是我感觉这些努力和花费是值得的。用新的三极管功率输出爬升到大约 3W。当然，发射电流也增加了，但那是你为大约 3dB 功率增益所付出的合理代价。

在任何情况下，都不要去“玩”（试图改变）输出滤波器网络的 LC 值。1996 年有一些摩机方法介绍如何更改输出滤波器的电容值以增加 RF 输出。这是非常危险的。没有频谱仪不能测量发射机的杂散产物。杂散发射的增加在一个简易的功率表上看起来就像是 RF 输出功率增加。因此，除非你能用频谱仪看到输出频谱，最好不要去动原配的输出滤波器的 LC 值。

Wilderness Radio NC-40A 售价不超过 130 美元，绝对是物超所值。这个价格包括所有元件加上一个外壳、旋钮、插座和电位器。这个电台有坚固的，实际验证过的过往记录。此外，它还是一部入门级电台。和其他 Wilderness 产品一样，产品支持是一流的。你可以充满信心地购买和制作这个电台。

WILDERNESS RADIO SIERRA

韦恩·伯迪克（N6KR）（Wilderness Radio 的“radio”部分）设计了 NorCal Sierra，为便携性设计的新一代模拟多波段 CW QRP 套件。到 1996 年，Sierra 成为 QRP 组织推荐的那个小功率电台选择。韦恩说他最初的目标是为远足者 / 背包客设计一个套件电台。Sierra 比当时的其他 QRP 机器更小、更轻、更适合于电池操作，而且为远足者 / 背包客提供了多波段能力。

韦恩和鲍勃·代尔（KD6VIO）组成了 Wilderness Radio 商业套件电台公司，并开始将 NC-40A 和 Sierra 作为他们产品线的产品供应。销售超过想象。在非常短的时间内，Sierra 建立了 20 世纪 90 年代顶端 QRP 收发信机的地位。除了作为一个良好的便携电台，Sierra 还保持了 40m 波段的英里 / 瓦记录，1994 年创造，1995 年被弗兰·斯拉温斯基（KA3WTF）和保罗·斯特劳德（AA4XX）的小功率小组再次打破。

1996 年 6 月期 *QST* 有一篇 Wilderness Radio Sierra 的产品评论。虽然 Sierra 覆盖了所有 9 个业余无线电波段，你只需要购买你感兴趣的波

段，这样可根据你的要求定制适应你特定的操作习惯。



图 4-11 Wilderness Radio 出品的 Sierra 是性能卓越的极为流行的电台。多波段（160m、80m、40m、30m、20m、17m、15m、12m 和 10m）是通过使用波段模块实现的。左边是模拟表版本的 Sierra，右边是数字显示版本。Sierra 被弗兰·斯拉温斯基（KA3WTF）和保罗·斯特劳德（AA4XX）用来在 40m 波段上创造了英里 / 瓦的世界纪录。

Sierra 根据安装的波段模块，可在 9 个短波业余无线电波段各覆盖 150kHz。使用波段模块的创新概念不需要复杂的波段切换线路，这使得制作大大简化。不使用如 PIN 二极管和继电器等波段切换元件可进一步减少电流消耗。说起电流，Sierra 的接收电流（使用耳机）大约 30mA，根据 RF 输出发射电流大约 450mA。

接收机以 NE602（NE612）混频器 / 振荡器的形式使用吉尔伯特单元混频器技术。制造商的声称规格为：最小可分辨信号（MDS）：-135dB，阻塞的动态范围（BDR）：110dB，双音动态范围：88dB。考虑到整体设计的简洁，这已经是很体面的性能参数。由于创新的可变带宽（ABX）特色，选择性从 150 ~ 1500Hz 可调，可以在印制电路板上调节，也可以远程连接到前面板。在频率拥挤的状况下，这提供了简便的方法调小 IF 带宽。ABX 控制了 4 阶 Cohn 晶体滤波器的通带。在 IF 放大器电路后，还有一个额外的单阶晶体滤波器。

接收机还有 RIT 电路可以让接收频率偏移发射频率大约 $\pm 2\text{kHz}$ 。在制作手册中讨论的一种摩机方法可以通过改变 R33 将 RIT 的范围增加到大约 $\pm 10\text{kHz}$ 。这个摩机让操作有足够的频率灵活性，可以将使用异频操作的大多数 DX 远征电台收入囊中。

总的来说，Sierra 是一个工作非常良好的电台，在相对小的（2.8 英寸高 $\times$ 6.6 英寸宽 $\times$ 7.0 英寸深）体积内提供出色的性能，重量大约两磅，这个电台可以使用 10 ~ 16V 任何电压的直流电源。

根据波段和电源电压，功率输出介于 2 ~ 3W。在 15m 波段和更

高的频率，RF 输出有所降低。我现在的 Sierra 有一个功率放大器的摩机：我将原配的 2N3553 三极管替换为摩托罗拉 MRF237。这使我 15m 波段下的功率输出上升到超过 3W，15m 波段和更高频率有稳定的 2.5W。

VFO 是一个串联谐振科尔皮兹振荡器，工作在 2.935 ~ 3.085MHz 之间，在超过 150kHz 的调谐范围内提供优秀的线性。一个 8:1 减速器将调谐速度下降到可接受的范围，可方便地调谐输入信号。广告宣称的漂移是 15 分钟预热后小于 100Hz。实际上，在我拥有的 3 个 Sierra 上我几乎没有觉察出冷启动后有什么漂移，这对于便携操作是非常重要的特性，丛林中严苛的条件加之环境温度变化可能对差一些的 VFO 设计造成一场浩劫。

Wilderness Radio 为 Sierra 供应几个增强操作的选件。第一个是 KC2 数字频率显示 / 带记忆的自动键控制器模块。安装这个模块需要为 Sierra 安装一个新的前面板。Wilderness 配了一个预先冲孔和丝印的前面板，着实装扮了这个小机器。KC2 有两个可编程自动键控制器内存，而显示屏作为数字频率显示，还可以读取输出功率和 S 表读数。图 4-11 给出了一个普通的 Sierra 和一个安装了 KC2 选件的 Sierra。

Buzz Not 是一个安装在 IF 部分的新颖的小噪声消除器。这是一个可变宽度脉冲噪声消除器，对于消除尖脉冲噪声干扰非常有效。

Wilderness Radio Sierra 性能优越。接收机特别安静，让你可以从波段噪声中挖掘出弱信号。上百个 Sierra 的用户经常使用这个电台追逐 DX、参加比赛、嚼布头、参加信标比赛和丛林中操作。这个小电台用途很多，可以用作主站电台或者带着去野营和远足。

YAESU FT-817

我很少被一台电台迷住，Vertex Standard (Yaesu) FT-817 是个例外。FT-817 给 QRP 操作者提供了一个极为灵活的短波 / 甚高频 / 超高频电台平台，用作家里的电台室，丛林中和山顶上的操作。这个小得出奇、充满特色的电台操作起来乐趣无穷！

简单来说，这个电台覆盖所有的短波波段（160 ~ 10m），而且接收机可以作为一个“世界波段接收机”，让你收听 AM 短波广播、军事长距离飞机跟踪 SSB 发射和其他所有短波频谱上的活动。FT-817 提供如下操作模式：CW/AM/SSB 和数据。这个电台在频率

和操作模式覆盖的多样性上是非常少见的！功率输出可以通过前面板的菜单选项进行控制。操作这个电台涉及一些多层菜单，但是一旦你有了基础，这就是一个用起来有趣的电台。有一些用于丛林或移动/便携操作的配件市场“使用手册”。这省去了记忆每个菜单做什么用的麻烦。

除了通常的 QRP 乐趣，这还是一个正式的 ARES/RACES 应急通信电台。这个电台拥有很多功能而且每个功能都做得很好。QRP 功率电平不应该阻止一个应急电台通信者购买这个机器以扩充他的电台设备。如果有需要，可以用短波和甚高频/超高频功率放大器将 FT-817 的输出增加到 35 ~ 50W 的范围。直面它，如果你在应急情况下需要额外的 RF 功率，不要羞怯，也不要引以为豪，使用放大器吧。

图 4-12 Yaesu FT-817 收发信机覆盖从 160m 到 70cm 的所有波段。这里，作者的“旅行套装”散放于他的操作台上。(摄影：K7SZ)



我曾经带着我的 FT-817 多次出差和家庭旅行，加上多次到佛罗里达和乔治亚的长途旅行。这个电台从来没有让我失望过。我在所有气候条件下将它用作便携和移动操作。参考图 4-12。这是一个极好的电台，曾经给我很多的乐趣、很多 QRP QSO 和比赛通联。

CW 操作不是全插入，但是可以忍受，即便有喋喋不休的继电器。使用半插入并设置收发切换时间在 250ms，我能够工作在 25word/min 而没有什么问题。对于任何 CW 操作，搭配一个 500Hz Collins CW 晶体滤波器是非常必要的。在 CW 模式下，使用这个滤波器后在接收机

性能和使用简易性方面有巨大的提高。有许多小公司为 FT-817 提供配件市场选件，所以逛逛市场可以买到最合适的滤波器、电池组、充电器 / 电源等。

我研究了进一步将 817 适应于移动生活的被证明有用的想法和摩机方法。下面所述的只是冰山一角。

Yaesu 所提供的 FT-817 的背带很难被拆去，而且总是在操作的时候干扰我。我通过使用一对“D”形环和 VCR 录像机包的肩带解决了这个问题。这个肩带可以被夹到 D 形环上，以提供一个更宽且舒服得多的肩带，而且在操作的时候可以完全被拆去。

标准 Yaesu 电池组 (FBA-28) 被设计用来装入 8 节五号电池。不幸的是，碱性电池非常快就会耗完。选件 9.6V 1 000mAh 镍镉电池组 (大约 60 美元) 还不如碱性电池持久，但是可以充电 1 000 次或者以上。

一个关于 FBA-28 电池组的建议是购买 1 600mAh 镍氢五号电池并组成那种形式的电池组。除非你切断或者禁用 FBA-28 插头上的绿色线，否则你就不得不从电台里把它们拆出来才能对镍氢电池充电。这特别不方便。

RadioShack 有一种经济的解决方案。购买他们的 9.6V 1 600mAh 电池组 (RS # 23-331，价格 24.99 美元)，去掉插头并换上 FBA-28 的插头。你现在就有了一个镍氢电池组并可以在内部充电，这比配件市场上的 60 美元镍氢电池组可省了不少钱！

当然，你可以（而且我强烈建议你这么做）购买一个大的（6 ~ 7Ah 或者更大）铅酸电池作为保存你的 FT-817 机内电池组的一个移动电源。这些铅蓄电池可以在业余无线电节的跳蚤市场上以合理的价格买到。这些铅蓄电池另外一个好的来源是你当地的医学设备修理或防盗报警器公司。很多时候这些人周期性地更换这些铅蓄电池。这些电池仍然有很多的剩余容量，可以以很少的成本购买到，有时这些人还会免费送电池来节省回收费用！

对于固定电台使用，Jemeco Electronics (www.jemeco.com，电话：800-831-4242) 供应一个小巧的 12V 直流，3.3A (元件号：155213，产品型号：P40A-3P2JU) 计算机开关电源，只卖 29.95 美元 (包括邮费和手续费)。尺寸是 5.5 英寸 × 2.3 英寸 × 1.5 英寸，重量小于 8 盎司，这个小电源可以很好地给 FT-817 供电。它小到可以装入你的“应急套件”中，当有市电的时候可以用来给 FT-817 供电。在我的测试中没有发现有 RF 干扰，即便大量的操作集中在 10m 波段！你需要更换直流插头以匹配 FT-817 的电源插头，但是对于这个价钱来说，这个小电源

值得购买。

毫无疑问，FT-817 在用作 CW 操作时滤波器需要改善。原配的滤波器即便对于偶尔的 CW 操作所需的选择性来说也宽太多了。Yaesu 供应他们的 500Hz Collins 机械滤波器。这是一个 7 阶滤波器，真正可以改善接收机的 CW 性能。这是一个“直接替换”的更改，只需要打开 817 的上盖，包括打开和更换在内所需的时间大约 10 分钟！只需要通过菜单快速地启用选件 CW 滤波器，你就可以使用了！差别好大啊！这个滤波器可以通过简单按一下按钮旁路以允许更宽的带宽。请在购买电台的时候将购买这个滤波器也纳入计划，这将节省你的时间并减少挫折，特别是在你大量使用 CW 的时候。

不幸的是，FT-817 只提供一个可选滤波器插孔。要是他们在一开始就计划提供两个插孔就好了，第二个插孔可以用作可选的 Collins 2.3kHz，10 阶机械滤波器，使 SSB 和 CW 操作都能够获得增强。既然如此，作为一个新的 FT-817 用户，你只能要么插入可选的 CW 滤波器，要么插入 SSB 滤波器，但是不能两者同时使用。

在搜索引擎中输入 W4RT。W4RT Electronics 的家伙们提供一个摩机方法能够将原配的 Yaesu 滤波器替换成一个可选的 2.3kHz，10 阶机械滤波器，并保持可选的 Collins CW 滤波器不动。话音接收性能明显得到改善，SSB 发射音频报告说比原配的滤波器要更好。不幸的是，这个摩机方法（由厂商完成）需要花费 FT-817 一半的价钱（在写作本书的时候大概 300 美元，还要加上邮费和手续费）！我曾经和几个做过这个摩机的 QRP 操作者谈过，除了价钱，他们都对它表示满意，非常满意！所以当你计划将哪个额外的选件增加到你的 FT-817 的时候，这是你可以考虑的。

发射音频解决方案也许有些过于简单，以便宜得多的成本实现。和 FT-817 讨论组成员的讨论产生了对于这个 SSB 滤波器状况的见解。显然，发射音频性能的提升与进入发射机的多余的低频音频的降低有直接联系。通过使用 Heil HC-4 话单元，你可以以大约十分之一的价钱获得相似的发射音频的改善！

自从我购买了 FT-817 之后，我用过一个经过改装的手持收发信机扬声器 / 话筒。话筒通过除去扬声器并禁用驻极体话单元进行改造。我加入了一个 Heil HC-4 话单元，引线的一头接上一个 RJ-45 插头，以和 817 上的话筒连接器匹配。结果好极了！我从和我联络的电台那边收到了充满赞誉的音频报告，无论使用 SSB 还是 FM。HC-4 单元强冲击力的中段音频真的非常有穿透力。面对现实，当你在一个 QRP 机器

上操作 SSB 的时候，你需要所有可以获得的帮助。Heil HC-4 话筒单元提供的音频真的“让信息传递”。嘿，我们在讨论通信，而不是高保真音响！

如果我被告知在我的余生只能有一个业余电台的话，我会毫不犹豫地选择 Vertex Standard (Yaesu) FT-817 作为多用电台。当然，在任何一个电台上，都有一些缺点，但是这个电台的优点远远超过它的缺点。便携性、易用性、波段和操作模式覆盖、灵活性和结实的结构，使 FT-817 成为真正的 QRP 操作者的一个真正的机器。

经典 QRP 机器

接下来是对历史上曾经在 QRP 圈产生持久印象的机器的一个快速概览。这里，你能发现一些仍然可以在现在的拥挤频率上工作良好的真正的经典机器。一句警告：收藏者已经接管了二手 QRP 设备市场。由于收藏者为他们的“收藏”获取藏品的努力，在过去的几年，经典 QRP 机器的价格显著上涨了。例证：几年前在 York (宾夕法尼亚) 的业余无线电节上我购买了一个完整的 Ten-Tec Argonaut 509 电台，包括 509 收发信机、配套的 251M 电源、型号为 405 的线性放大器 (50W)、Ten-Tec 陶瓷话筒和晶体校准器、所有的原版手册在内，只需不到 300 美元！今天，根据外观和电气性能，那个电台净赚 600 ~ 800 美元！而且货物出门概不退换！

TEN-TEC QRP 电台

Ten-Tec 在 1969 年发布了 Power Mite 系列 QRP 收发信机。图 4-13 是 PM-1 的一个早期广告。PM-1、PM-2 和 PM-3 在一个吸引人的奶油和木纹盒子里提供了波段覆盖的选择以及直接变换接收机和 1 ~ 2W 输出。计算尺式度盘被丝印在外壳的前面。接收机部分是一个单端 MOSFET 电路结构，非常易于产生交流哼声，受 AM 广播干扰以及产生颤噪效应。当你发现有人愿意卖掉一台的时候，所有这些机器在今天的二手市场上都有溢价。准备好为一台 PM 机器支付 125 美元或以上的价钱！图 4-14 给出了我的 PM-1 和 PM-3A 电台的照片。

图 4-13 Ten-Tec 在 1969 年开始刊登广告介绍 Power Mite 型号 PM 1。

*Would you believe
a quality transceiver
for only \$49.95?*



POWER MITE PM 1

- 10-50 meters, 15 meter converter available.
- Crystal control or transceive operation.*
- Slide-rule dial, Flywheel tuning.
- Power—12 volt lantern battery.
- Front panel hand switching.
- Shaped audio—200-2500 Hz.
- Metered power amplifier stage.
- Silicon transistors, integrated circuit.
- 2 KHz receiving band width.
- 2 watts input to final stage.
- 100 cycles drift. No warm-up.

Model PM 1 \$49.95

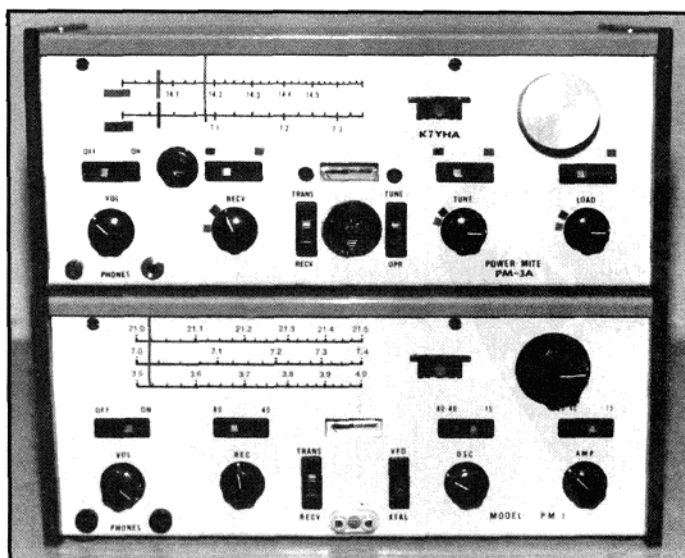
The basic circuit modules used in the PM 1 are available. Tuning dial and full instructions included. Designed for bread board mounting. Complete circuit boards need only to be inter-connected. Model MR 1 \$29.95
Convenience Kit for MR 1. Meter, antenna switch, knob, connector and panels. Model AC 1 \$7.95
Slide-tune monitor. For normal keying or practice. Model AC 2 \$5.95
15 meter converter. Covers 21.0-21.45 MHz. For PM 1 or MR 1. Model AC 3 \$8.95
Low power SWR meter. 1/2-250 watts. Model AC 4 \$14.95
Low power antenna tuner. Matches random length, twin-lead or open wire antennas. Model AC 5 \$8.95
*Transceive on 40-80 meters. Crystal only on 15 meters.

FOR FURTHER INFORMATION, WRITE:



**TEN-TEC
INCORPORATED**
Dept. Q-119
SEVIERVILLE, TENNESSEE 37862

图 4-14 这两个 Ten-Tec PM 电台 (PM-1 和 PM-3A) 在我的电台室多年了。它们是 Ten-Tec 在 1969 年和 20 世纪 70 年代初期为 QRP 爱好者生产的产品。我在英国驻留期间使用 PM-3A 在 80m 和 40m 波段上通联了大约 50 个 G-QRP 俱乐部的成员。特别是 40m 波段，因为所有的短波广播电台间或会让接收机疲于应付，会颇有趣。(摄影：K7SZ)



毫无疑问，备受尊敬的 Argonaut 系列电台是小功率通信的同义词。Ten-Tec 在 1972 年发布了 Argonaut 505。505 覆盖 80 ~ 10m 波段，可以工作在 CW 和 SSB 模式下，功率输出 2.5W，VFO 使用导磁率调谐振荡器 PTO（这些规格基本上在所有模拟 Argonaut 上都相同）。对于那个时代常常使用直接变换接收机的 QRP 操作者来说，带有晶体滤波的超外差接收机是个福音。一个音频衍生的 AGC 和 S/RF 功率 /SWR 表提供了便利，特别是在便携操作时。在二手市场流通的 505 不多，因此价格根据状况变化很大。随着最近横扫 QRP 界的怀旧时尚，你得准备为这些稀罕的电台多付点钱。

505 之后是在 1975 年发布的型号 509。这是最为常见的 Argonaut，生产了好几千台。509 包含了几个改进，诸如一个宽带发射单元。一个二手 509 的起价为 300 美元，但是根据附件和状况，价钱可能飙升。参考图 4-15。

图 4-15 Ten-Tec Argonaut 509 是有史以来生产的最流行的 QRP 电台之一。尽管它们的性能不算亮眼，但是它们在二手市场绝对控制着高价。这个电台有传奇色彩的 Ten-Tec 全插入键控，在 80m、40m、20m、15m 和 10m 波段上有大约 2.5W 输出，同时有一个中庸的接收机。二手货价格高。（摄影：K7SZ）



型号 515 在 1980 年初次面市，是最后一个模拟技术的 Argonaut。Ten-Tec 在这个电台上做了明显的改进，包括将 10m 波段分成 4 个 500kHz 分段以及更安静的接收机。515 激进地背离以前的 Argonaut 的方面在于其黑和金的颜色方案与以往的米色和木纹的外壳形成了鲜明的对比。图 4-16 给出了这个新的外壳设计。在 1980 年到 1983 年间，只生产了少量 515，因此价格非常昂贵，已经完全脱离了电台的性能指标。这个电台的平均价格是起价 450 美元或更高！

我们将介绍 Ten-Tec 的其他 3 个产品以更全面地介绍 Ten-Tec。第一个是 Argosy-I/II（型号 525 和 525D）。Argosy 系列是 QRP 保守得最好

的秘密之一，被大多数 Ten-Tec 的狂热爱好者看成是 Argonaut 的自然演进。20 世纪 80 年代初首次发布后，它们在一般业余无线电市场上并没有很流行，但是它们的拥有者对它们有强烈的忠诚追随。525 是模拟型号，而 525D 是数字读数型号。参考图 4-17。这个电台系列至少有 4 个版本的内部电路，但是它们都工作得很好。存在一些摩机的方法改善接收机性能，只有一个胜任的技术人员，才非常值得不怕麻烦的摩机。这个电台的很好的特色是拨动一个开关就可以将 50W 的输出降低到 5W 输出。购买一个 Argosy 给 QRP 操作者两个世界的最佳选择。波段覆盖包括 80m、40m、30m、20m、15m 和 10m 波段。选件包括一个噪声消除器（非常没有效果）、源音频滤波器（特别有效）和几个 IF 晶体滤波器的选择。一个非常值得的增加是将 T-Kit 话音处理器装入 Argosy，它可以明显改善这个电台 SSB 模式下的性能。模拟型号的起价是 350 美元，含有配套电源的 525D（数字）型号稍微贵一些。

图 4-16 Ten-Tec Argonaut 515 是最后一个模拟电路 Argonaut 系列。请注意 515 和 509 的风格差别。Ten-Tec 做得正确的一件事是将 10m 波段分为 4 个 500kHz 分段。改善的接收机性能和漂亮的外观使之成为 Ten-Tec 收藏者梦寐以求的机型。一共只生产了 800 多台，因而价格特别昂贵。（摄影：K7SZ）



20 世纪 80 年代晚期，QRP 世界不时听到 Ten-Tec 即将发布“新”Argonaut 的消息。经过三年的大肆宣传和保证，Argonaut-II，型号 535 最终上市。不幸的是，这个超过 1 200 美元的 QRP 电台从一开始就注定不幸。很少有人打算支付 240 美元 / 瓦购买一个 QRP 电台！

Argo-II 在技术上是 Delta-II 收发信机去掉 100W RF 部分。535 有许多大电台的特色，包括微处理器控制、宽带通用覆盖的接收机（100kHz ~ 30MHz）、多功能数字显示、直接键盘频率输入、连续可变的 IF 带宽以及更多。参考图 4-18。由于这个电台的一系列问题，一开始受到很不好的评价，后来从来没有恢复回来。1995 年停产。Ten-Tec 发布了多个版

本的微处理器固件。二手的 Argonaut-II 常见于交换网和互联网交易列表中，起价大概是 700 美元。

图 4-17 Ten-Tec 型号 525D Argosy-II (数字型号) 是我最喜欢的 QRP 机器之一。这是个 SSB 和 CW 模式的六波段电台 (80m、40m、30m、20m、15m 和 10m)，轻按开关可以将 QRP 功率电平升高到 50W 输出。这个电台在 QRP 和 QRO 世界中得到了最大的好处。键控是全插入的，整体性能非常好。(摄影：K7SZ)



图 4-18 Ten-Tec Argonaut 535 (Argonaut-II) 是在市场上销售多年的全功能 QRP 电台。基本上是 Delta-II 收发信机去掉 100W RF 部分，这个电台有许多特色功能，包括完全可变的 IF 带宽和计算机控制。尽管这个 QRP 电台由于 1200 美元的售价从来没有真正流行过，但是从性能角度上说，可以与任何竞争者匹敌。(摄影：K7SZ)



Ten-Tec 生产的最后一个 Argonaut 是他们的 Scout 的一个变种，叫做型号 556。这个电台基本上是一个 Scout (型号 555) 去掉 50W RF 部分。556 的独特部分在于它基本上是一个单波段电台，带有可插入的波段模块。因此，你可以只订购带有你真正想操作的波段的电台。主要设计为一个移动 / 便携收发信机，556 为移动中的业余无线电爱好者而生。不幸的是，这个小电台不再生产。根据波段模块的数量和可选的附件互

联网邮件组里的起价在大约 400 美元或更高。

最后说句关于 Ten-Tec 电台的话。他们的全插入 (QSK) 键控是名扬四海的。所有的 Ten-Tec 电台, 包括 Argosy 系列, 提供非常平滑的插入键控。一旦你习惯于这个特点, 回到半插入根本没劲。

从 20 世纪 60 年代晚期开始, Ten-Tec 直接地支持了 QRP 团体。他们的努力应该得到称赞。曾经和几个 Ten-Tec 的高层人员谈过后, 我受到启发, 知道了关于制作一个 QRP 电台的成本和销售电台数量之间的关系。简言之, 这是个生意上的灾难。基本上, 研发、设计和制作一个 QRP 电台的成本与一个 100W 电台相当。QRP 圈子市场有限, 我们不难看到一个 QRP 电台不能产生足够的收入以补偿生产的成本 (没有一个 Ten-Tec QRP 电台曾经做到过)。因此, 在你批评 Ten-Tec 或任何其他的主要制造商不生产最新技术的 QRP 电台以前, 请记住, 是在生意上不值得这么做, 而并非是这个公司对于我们爱好的小功率部分看法的反应。

HEATHKIT HOT WATER 系列

位于密歇根本顿港的 Heath 公司在市场上出售过 3 个 Heathkit QRP 电台, 开始于 1973 年的 HW-7, 覆盖 40m、20m 和 15m 波段并有 1.5W 输出。HW-7 在现在的拥挤波段上不是一个可用的机器, 但是在那个年代有不少的跟随者。HW-7 接收机参照了 Ten-Tec 的 PM 系列, 有一个单端的 MOSFET 前级, 遭受着可怕的交流哼声、AM 广播干扰和糟糕的选择性。

在 20 世纪 70 年代中期, Heathkit 在市场上推出了全新的改进过的 HW-8。这个电台完全重新设计了前级 (仍然是一个直接变换接收机, 但是整体性能比 HW-7 好不少) 和包括了 80m 波段覆盖。HW-8 是所有 “Hot Water” QRP 电台中生产时间最长的, 而且成为世界上被打摩最多的 QRP 电台! 参考图 4-19。《The Hot Water Handbook》, 首先由弗雷德·博纳维塔 (W5QJM) 写成, 后来经过迈克·布莱斯 (WB8VGE) 多次重写和修订, 成为如何最大程度榨取这个小电台价值的圣经。

在 20 世纪 80 年代早期, HW-8 被 HW-9 取代。HW-9 激进地背离了以前的 Heathkit 产品, 但是有它的问题: 接收机、选择性和发射机在 10m 和 15m 波段不稳定。3 个当中, HW-8 是最佳的选择, 可以在业余无线电节的跳蚤市场上以大约 100 美元买到。HW-7 和 HW-8 两个型号

都是直接变换接收机。HW-9 是 Heathkit QRP 电台中唯一的一个超外差接收机和所有九个短波波段的电台。参考图 4-20。HW-9 的售价根据外观和选件从 175 美元到超过 300 美元。

图 4-19 Heathkit HW-8 是历史上被打磨最多的 QRP 电台。这个电台有四个波段的覆盖、过得去的直接变换接收机和大约 2W 功率输出。键控是由继电器控制的，因而绝对不是一个全插入电台。可以在业余无线电跳蚤市场上找到不少这种电台，因此可以逛一逛，购买一段 QRP 的历史。（摄影：K7SZ）



图 4-20 最后的 Heathkit QRP 电台 HW-9 覆盖 80m 波段的低端 250kHz、40m、20m 和 15m 波段。有一个附件包覆盖 30m、17m 和 12m 波段以及 10m 波段的低端 250kHz。



KENWOOD TS-120V/130V

Kenwood TS-120V/130V 是偶尔可以在二手市场找到的两个选择。参考图 4-21。差别在于 130V 较 120V 增加了 30m、17m 和 12m 波段覆

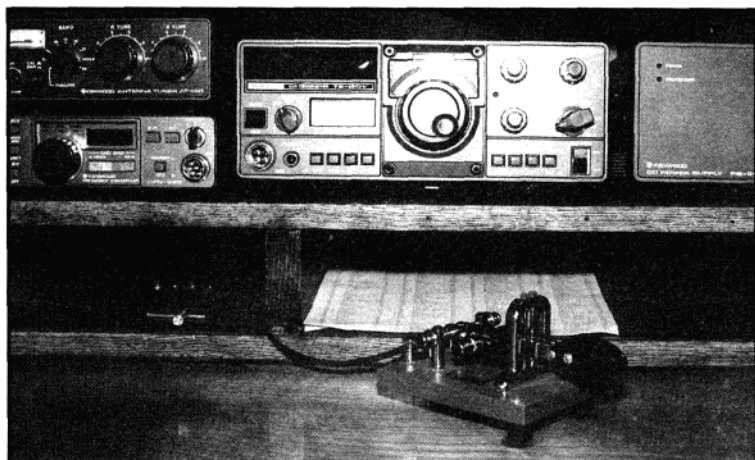


图 4-22 Index Labs QRP-Plus 是个有型的电台。不仅以 SSB 和 CW 模式覆盖所有业余波段，而且还包括了全覆盖接收机。因为完全由单片机控制，QRP-Plus 有许多特色功能，包括内置开关电容音频滤波器（SCAF）、多调谐步进和大 LCD 频率显示。尽管在市场上只销售了一小段时间，这个电台很快获得了 QRP 群体的认可。（摄影：K7SZ）



结语

我们刚刚涵盖的商品和套件电台并非现有的全部。毫无疑问，阅读到这一节的有经验的 QRP 操作者会想知道为什么我没有介绍某一个特定的套件或商品电台的牌子或型号。回答很简单——就是篇幅所限。我所试图做的是去涵盖今天新市场或二手市场上最为现成的机器。*QRP Quarterly*、本地和区域的俱乐部和互联网邮件组有各种包括这些机器和其他 QRP 操作者可用机器的讨论。附录 B 有在本章中提到的不同制造商的通信地址和互联网 URL。

QRP 操作策略

在本章中，我们将探讨成为一个成功的 QRP 操作者所需的高级操作技巧。这些信息旨在提供操作技能并指导你走出成为大师级 QRP 操作者的第一步。在这个过程中，你将够格申请 DXCC，以及许多由 ARRL 和其他业余无线电组织提供的奖状。

作为一个 QRP 操作者，你可以提高的最为重要的技能是收听技能。正如我的祖父乔治老喜欢说的那样：“孩子，上帝给了你两只耳朵，但只有一张嘴，就是让你听比说多一倍”。学习收听 QSO 中的或波段状况中的难以捉摸又可见端倪的信号和微妙之处，将加快你成为大师级 QRP 操作者的脚步。两个其他性格——韧性和耐心——紧密联系。我们在本章后面可见，它们对于 QRP DX 操作者很有裨益。

CW 与话音

正如 CW 有它特殊的操作策略，QRP 话音操作亦然。这主要是因为 QRP 的发射功率与那些大炮相比，哪怕是与常规的 100W 机器相比，在信号上也有一 13dB 的差距。你可以使用这些特殊的操作策略来极大地增强你被别人录入电台日志的机会。尽管有一些可能是我们前面已经提到的内容的重新编排，但是再次强调经过验证的操作习惯的关键部分没有什么坏处。用于 CW 操作的技巧同样可以用于话音操作。因此，我们将不花费时间将两者区分开，而是同时涵盖两种模式的操作策略。总体的目标是让你的操作技能远远超过普通的业余无线电操作者的水平。这就是成功 QRP 操作的真正修炼心法与内功秘笈。

对于 CW 的爱好

尽管许多人认为 CW 已经到了穷途末路，特别是在联邦通信委员会规定操作短波波段不再需要懂 CW 以后，但是事实胜于雄辩。CW 不仅活着，还活得好好的，这主要归功于我们这些经常使用莫尔斯先生的发明来通信的人。CW 这个最原始的数字模式，可能速度要相对慢一些，但它是通信的必不可少的部分。即便是美国军队也恢复了他们的 CW 学校，以便使那些电台操作者掌握这梦幻般的莫尔斯电码。

在我看来，CW 永远不会被替代。CW 总是有需要，因为在所有业余无线电爱好者、应急通信志愿者、军队和商业电台的操作者可以使用的操作模式中，当所有其他如 SSB、FM 和 ALE 数据模式都不行的时候，CW 仍然可以在严重干扰和传播状况恶化的情况下被抄收。

CW 是门艺术。平实而简单，需要奉献、训练和渴望才能成为一个 CW 操作者。我们这些享受着这个模式的人总是愿意在频率上推广使用莫尔斯电码。我们随时准备着帮助 CW 新手在这个最基本的电台通信模式中获取经验和信心。

这就是以下两个组织存在的原因：FISTS 和 SKCC。FISTS 已经存在了有些年了。FISTS 是吉奥·朗登（G3ZQS）的主意，是享受着飘在空中的美妙的“嘀嘀”和“嗒嗒”声的 CW 操作者的天堂。请查看 FISTS 的网站 www.fists.org/index.html。FISTS 有很多的追随者，成员数超过 12 000。吉奥在 1987 年创立 FISTS 在所有业余无线电波段上推广使用 CW。从那以后，FISTS 成长为莫尔斯电码狂热爱好者的世界范围的社团。FISTS 在他们的网站上有一个所有奖状和比赛的列表，不要害羞，去看一看。

另外一个致力于电码的组织是手键世纪俱乐部（SKCC）。他们不仅致力于将 CW 保存为一个有效的通信模式，还使用手键来完成这个使命。那是你可以在西部牛仔片里看到的老式“唧筒柄”键。SKCC 刚刚迎来了他们的第 3 000 个成员，使用这种最古老的通信模式的反响是巨大的。SKCC 成为最为重要的业余无线电组织之一并不断飞速发展。看起来在今天的频率上使用手键还有不少追随者。建立于 2006 年，SKCC 提供短时间形式和 QSO 派对形式的比赛，但是主要的重点在于将 CW 作为一种可行的通信方式日常使用。想了解更多关于 SKCC 的内容，访问 www.skccgroup.com/ 网站并请自行查找。

莫尔斯电码容易学习吗？那完全要看你的态度。在1987年，我的女儿格温（KB4UNT）接受了CW挑战，一个12岁的柔弱少年，通过了Technician类别执照所要求的5word/min考试。她花了大约四个礼拜掌握了国际莫尔斯电码。那是根难啃的硬骨头吗？我当然不相信，而格温将验证这个事实：CW的要求只是她获取业余无线电执照的努力中非常小的障碍。因此我的建议是：开始认真学习CW。一开始可能看起来是不可完成的任务，但实际不是。一旦你熟练了CW（比如15~20word/min），你将加入到一个电台操作者的精英集团中，他们享受着一种通信模式，而别人只好在一旁羡慕。

我是FISTS和SKCC两者的会员，我可以以第一手的经验告诉你，对于任何一个真正的CW操作者，加入到FISTS或SKCC或两者是必需的。他们的网站提供鼓励和信息给那些还对CW不熟悉的人，同时，这些友好的人们随时准备着帮助任何希望真正学习和运用CW通信艺术的人。总的来说，FISTS和SKCC都提供给专注的CW操作者一个地方来放松和分享他们的经验，并为更新的成员提供帮助让CW操作可以生存。我诚挚地感谢两个组织中帮助保存电子通信中最基本方式的人们。CW万岁！



波段扫描

让我们回归到基础。收听，收听，再多收听。试图以只有 5W 的 RF 功率使用蛮力的方法冲破堆积不是一个最好的做法。如果你收听 DX 电台是如何操作的，他们正在通联的地区，传播是如何影响他们和他们的通联对象的信号的，他们是否回答所有的呼叫还是只是分区呼叫，以及他们是否在通联之间切换收听频率，你将极大地提高成功通联到这个电台的机会。这针对 CW 和语音都适用。

波段扫描，家用版

了解每个波段的特性需要大量的努力和时间。没有什么比在电台旁花费的时间更有效。收听每个波段，能够辨别传播特性——波段什么时候打开和关闭，每年的不同时间是如何变化的——就如同某种迷人的侦探的工作一样。QRP DX 操作者必须知道这些东西。

波段扫描是一种最大程度利用每个波段的方法，通过在波段的低端开始，缓慢地调高频率，并停下来认真听存在的电台信号。这是一种持续进行的收听练习，不仅改善你的收听技能而且还教会你许多关于每个波段状况的知识。

波段扫描让你获得每个波段的感觉，了解传播特性是怎么样的以及谁在和谁联络。如果你需要通联一个特定的国家，而在扫描练习过程中你听到了目标国家的电台在通联，但是那个电台没有和你这个地区的任何电台在通联，那么比较肯定的是，在那个时间你很难有机会通联到你需要的电台。注意你的目标电台的频率和操作特征，用于将来参考和与不同的 DX 布告栏中发布的数据进行比较。这可以让你在将来将他收入囊中的机会更大。另一方面，如果这个你需要的 DX 电台正在和你所在区域（比如东海岸）的电台通联，那么务必参加进去看你是否可以通联到他。你从来不能预知会发生什么！

收听，收听，收听，和一些运气

兰迪·兰德 (AA2U) 说了一个关于通联一个 C21(瑙鲁) 电台的有趣故事。兰迪说那个 C21 操作者处理着国际级的堆积。堆积中的许多电台太专注于发射，使得频率上一团糟。那个 C21 操作者不能从一团糟的信号中辨别出任何呼号，因此他停止了操作。兰迪继续耐心地收听 (这里再次有这些词出现) C21 的频率，一直等到大炮们已经散去。然后他给了 C21 电台一次呼叫：“AA2U QRP”。没有别的。

大约五分钟后，C21 电台再次呼叫“CQ DX”，大炮们再次起来了，造成了完全的嘈杂。兰迪继续收听。再一次的，C21 电台不能从堆积中分辨任何一个信号，所以他看了他的列表并呼叫兰迪！这个故事的的教育意义是读懂堆积，收听，收听 (而不要乱发射) 并保持耐心！

当然，AA2U 的成功中运气起了作用，但是兰迪高度熟练的操作技能也起了作用。如果兰迪乱呼叫 C21 电台，就如同其他的大炮们一样，他不会听到对方回答他！最后的一点是，许多 DX 操作者听到时会保留一个次要呼号列表，在他那头抄收变得困难的时候，他们会参考这个列表。兰迪在正确的时间位于正确的位置，通过运用他熟练的技巧，在其他大炮们虎视眈眈下将一个非常稀少的 DX 电台收入囊中。干得好，兰迪！

DX 操作技巧

通联 DX 的唯一方法是上台操作。这是我们之前讨论过的，其实简单的事实仍然摆在那里，那就是你必须在电台前才能通联 DX 电台。你不可能通过看着分组公告牌通联到任何 DX 电台！

之前，我们讨论了波段扫描和提高你的收听技巧。当你收听的时候，关注信号中的特殊声音。DX 电台都有独特的声音。寻找声音的起伏、语言的口音、QSO 类型和内容以及在 CW 模式下特定的“手法”。声音起伏的信号很有可能是通过地极过来的，因此，这肯定是 DX 电台。识别外国人的口音并准确定位地理位置是相对容易的。有的时候，有着独特口音的 DX 操作者可能生活在原本你从他口音中辨别的地方以外。不要被欺骗了，这种类型的 DX 操作者仍然值得追逐。

对于谈话的线索也要认真关注。如果你听到一个 DX 操作者正在谈

论赫德岛的天气，那么，你可能就需要守候在频率上并试图通联到那个电台。如果你调谐到一个只给信号报告的 DX 操作者，那么你可能需要在频率附近获得呼号和 QSL 信息，也许在这个过程中就抓到了一个新的国家 / 地区。

当你正在跟踪一个特定的 DX 电台时，知道（CW 模式下）操作者的发送习惯或（语音模式下）他的语音特征，是非常重要的 DX 情报。任何曾经在一个著名的 DX 远征通联过马蒂·莱恩（OH2BH）的人都知道，马蒂的语音和操作风格是很有特征的。因此，当他在空中的时候，很容易识别他。这可能标志着一个被 DX 远征激活的新国家 / 地区。一个 DX 操作者的 CW “手法”和关联的操作特征也可以加速识别这个电台。所有这些准备可以让你在电台前的时候收获更丰厚。浪费时间和不通联你要的 DX 电台则是没有效率的表现。

记住那句老话：“时间意味着一切”。对于 DX 操作来说，这点更应牢记。选择你的操作时间与目标 DX 电台工作的时间保持一致。要是目标 DX 操作者当地时间是凌晨三点，他们正在睡觉的时候你试图扫描频率寻找 DX 是徒劳的！同时，注意你的目标国家的全国假日和主要的体育活动。要是 DX 国家的足球队正在踢世界杯，我很怀疑你是否可以在比赛的时候有所收获！

当我们谈到时间的时候，让我们不要忘记白天到黑夜和黑夜到白天转换的时候会提供一些到你感兴趣的 DX 地区的非常好的传播途径。这个叫做“灰线传播”，这个传播的效果可以导致两个 DX 电台之间白天到黑夜转换传播途径的信号强度有极为显著的提升。QRP DX 操作者应该尽可能了解灰线传播，因为这是一个很大的“补偿器”，让普通传播途径几乎不可能到达的区域听到小功率的 QRP 信号。

最后一个关于时间的思考，错开你的操作时间包括工作日和深夜的时间以便抢到一些 DX 电台。通过改变你的操作时间，你将面临更多的 DX 机会，而且你可以避免大炮们产生的使频率无法使用的干扰 QRM。

知道什么时候将你的 DX 操作转移到哪里可能赚取一些很不错的 DX 收获。当 DX 电台在一个波段上停止操作，许多 DX 操作者马上转移到另外一个波段再次开始操作。有的时候 DX 操作者会宣布这个事情。你需要迅速 QSY 到新的波段和频率，可能在大炮们浩浩荡荡过来之前就抓到这个 DX 电台。许多时候 DX 电台不宣布波段的改变，而只是停止操作。迅速在另外一到两个波段上扫描通常能找到这个电台正在呼叫“CQ”，而只有少数几个电台和他通联。知道临近波段现在的传播状况可以是当他 QSY 的时候到频率上囊括一个新国家的天赐良机。

“一击必杀”对于 DX 操作来说很稀少，特别是对于 QRP 操作者来说更是如此。明白这个以后，多花点时间收听堆积的潮起潮落。所有的堆积都有一个节奏。寻找它。关注 DX 电台是如何处理堆积的。这非常重要，因为堆积的潮起潮落将提供你一个机会在频率上很少或没有他台干扰（QRM）的时候将你的呼号报出去。

如果 DX 电台正在异频操作——在一个频率上收听而在另外一个频率上发射——找出他在什么频率上和呼叫他的电台通联很重要。

通常 DX 操作者会说“UP 5 to 10”，这意味着他将在他的发射频率上面 5 ~ 10kHz 范围内收听。现在，你的工作是准确地找出在上面 5 ~ 10kHz 范围内他到底在哪儿！最好的方法是使用双 VFO（如果你的机器上有这个功能的话）在他的发射频率和收听频率之间来回切换。通过来回切换，你可以跟踪这个 DX 电台正在呼叫谁，然后但愿可以找到向这个 DX 电台回话的电台。一旦你最终找到了具体在什么频率 DX 电台刚才和上一个电台通联以后，继续在 DX 的电台的发射频率和刚才他通联上一个电台的频率之间切换，看是否临近的一个电台是他的下一个通联对象。许多时候 DX 电台通联过一个电台以后会向上或向下移动一点，以便让呼叫的电台分布开来。一旦你发现了他的操作方式，继续跟踪几个通联然后将你的发射频率正好设置在他下一个收听的频率上。这听起来非常复杂，但是一旦你做过几次以后，在你通联使用异频操作的 DX 电台的时候，这将成为你的第二天性。

不管你使用话音还是 CW，每次你呼叫一个电台的时候，总是，总是，总是给出你完整的呼号。当你试图通联一个外国的 DX 电台的时候尤为重要。部分的呼号只会让 DX 电台在 QSO 的后面要求你完整的呼号。顺便提一句，这是要虚荣而无用的短呼号的一个很好的理由！在我们说起呼号的时候，总是使用标准字母解释法。尽管“Kilowatt Seven Sticky Zipper”很可爱，有时会引来笑声（特别来自于户外日期间星期天早晨的女操作者），这不符合广为接受的标准的字母解释法。如果你试图通联的是外国的 DX 电台，而且他对英语的掌握非常有限，那么，你知道会发生什么情况。坚持使用标准字母解释法，你会获得更多的机会。

当通联即将结束的时候，试着尾随 DX 操作者与之通联的电台。你 5W 的信号不会严重干扰别人的信号，而且不管怎么说他即将结束 QSO，所以总是值得一试。这里，随着堆积的潮起潮落，时间点是关键。练习尾随操作，但是不要滥用它。这是一个经过验证的操作技巧，绝对会增加你的呼号被别人录入电台日志的机会。发展你尾随操作的技巧，你的 QRP 操作会获得很多的成功。

QRP DXCC

DX 操作追求的目标是用 5W 或更小的辐射 RF 功率通联尽可能多的国家 (ARRL 的 DXCC 列表上已认定的 DXCC 实体)。虽然 ARRL 的 DXCC 奖状没有官方的 QRP 贴花, 但是他们的确提供使用 QRP 通联 100 个国家的 QRP 版本的奖状。参考图 5-1。这是一个“一次性”的奖状, 超过起始的 100 个国家后没有贴花。不过, QRP ARCI 俱乐部提供带有贴花的 DXCC-QRP 奖状, 也是基于 ARRL 的 DXCC 列表。当然, 你可以只使用 QRP 获得 ARRL DXCC “全” 奖。虽然你的证书 (或者奖牌) 不会标明 QRP, 但是你知道! 完成 DXCC 奖状并继续增加通联国家总数的快乐是无与伦比的。你甚至可以使用 QRP 完成五波段 DXCC 的挑战任务。图 5-2 给出了一个五波段 DXCC 证书。

图 5-1 为了认可在完成和确认 100 个不同 DXCC 实体通联过程中的极大努力, ARRL 提供 QRP DXCC 奖。为了获取 QRP DXCC 奖状, 你必须使用 5W 或以下的发射机功率。但是通联对象未必需要 QRP。只要你使用 QRP, 你的通联对象是大功率电台也算在内。QRP DXCC 不列出操作模式或波段, 也不为更多的通联提供贴花。

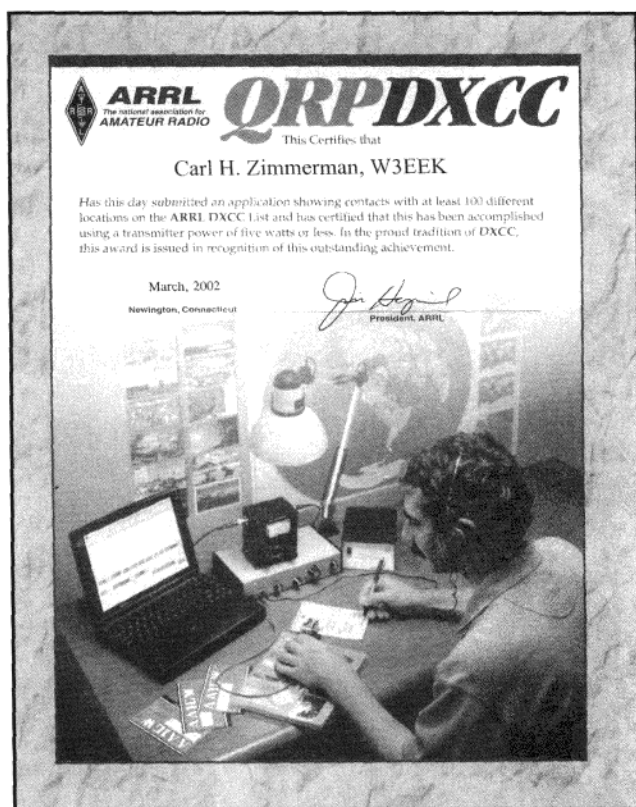
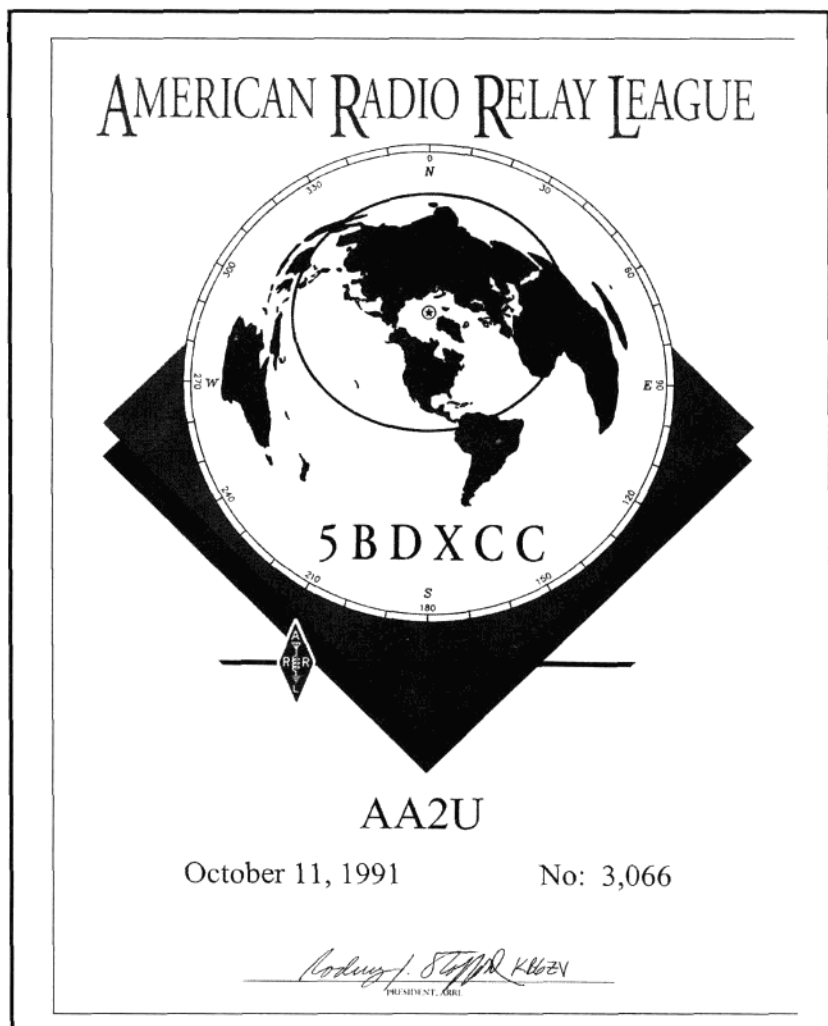


图 5-2 ARRL DXCC 奖状是最有声望的 DX 奖状。因为基本 QRP DXCC 奖状不为波段、模式或更多的通联提供贴花，许多 QRP 操作者获得了“全”奖。5 波段 DXCC 不是个简单的任务，哪怕用大功率。在所有通联中用 QRP 获得这个奖状是你非常值得自豪的成就！



开始的 25 ~ 50 个国家非常容易。当你超过 50 个国家的标尺的时候，速度会慢下来。当你继续向令人垂涎的 100 个国家的 DXCC 奖状进发的时候，为了确保成功，你将需要改善你的操作技巧、战术策略和电台设备。耐心和韧性在 QRP DX 的过程中起到重要的作用。很快你将意识到不是每个电台都会回答你，不是所有的堆积都会被打破：QRP 是存在限制的。因此当你抓取到一个稀有的 DX 国家，逮住了一个新的国家，打破了一个很大的堆积或者在大炮们的爪牙下抢到了一些珍贵的

DX 时，会使得所有的努力更加有回报。

为了符合我们的总体策略，成为一个成功的 QRP DX 操作者并不意味着你一定要花费 3.5 万美元在天线塔、旋转器和几个定向天线上。恰好相反，DXCC 可以通过一个旧的 Ten-Tec Argonaut 509 收发信机和线天线获得。当然，一个可旋转的定向天线可以更容易地和大炮们匹敌，但是，这绝对不是一个前提条件。

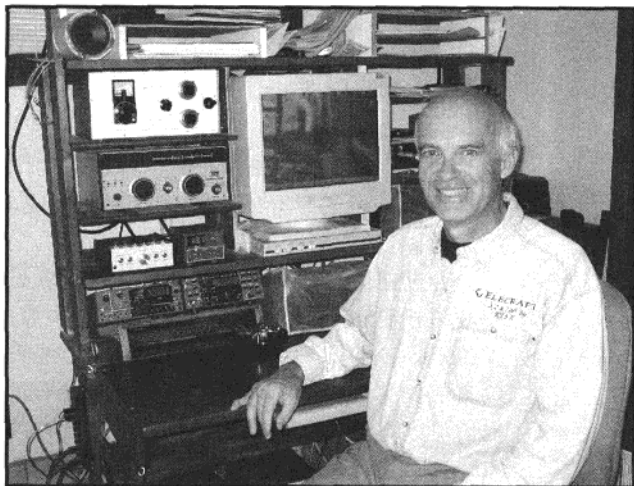
设置目标

跟踪进展和保持 QRP DX 兴趣的一种方法是设置一些现实的目标。可以想到的最简单的目标也许就是奖状。你第一个可以想到的目标可以是混合模式的 DXCC 奖状。这里的混合模式是说 CW 和语音。现在 QRP 操作者拥有的大量的计算机日志 / 奖状跟踪软件，同时跟踪你在 CW、语音和混合模式 DXCC 的进展是很简单的事情。周期性的查看你的 DXCC 的状态将帮助你集中你的努力，增加你的信心以获取奖状。

没有时间限制的目标是不完整的，所以让我们任意的分配一个时间来完成混合模式 DXCC。也许你想在六个月内达到那个目标，如果每一周都有几个小时的操作时间，加之有一些世界范围的 DX 比赛，这绝对是一个“可行的”目标。顺便说一下，比赛是获取 DX 的一个很好的来源，而且可以很好地提高你的 DXCC 国家数。不要害怕比赛中的争夺，并设法联络到一些新的字头。如果你不能再分配那么多的操作时间给这个目标的话，那么就修改时间限制，比如 12 个月。即便是操作时间非常随意，你仍然能够在一年之内联络到你所需的 100 个目标。不过要获得 DX 电台的 QSL 卡片，可能需要更长一段时间！

同样的目标设置策略可以用于 QRP 比赛。当你参加一个提供 QRP 类别的世界级比赛的时候，你将与其他 QRP 操作者一起竞争。我们中很少人可以有希望成功地胜过最顶级的操作者。但是我们可以为每次比赛设置目标，例如我们在去年的比赛中操作了 24 小时，那么试图增加你的操作时间。如果无法达到的话，试图在相等或更少的时间内通联更多的电台（“增加速率！”）。跟踪每次比赛中你的成绩，并在下次比赛中加以提高。

弗雷德·马斯 (KT5X)
是第一个用 QRP 获得
160m 波段 WAC 奖状
的业余无线电爱好者。
(摄影: KT5X)



当你达到了你初始的 DXCC 目标, 开始考虑把“标尺提高”并扩展你的基本目标。在 12 个月内通联 200 个国家如何? 在修改这个目标的同时, 你会意识到你应该认真地考虑增加一个定向天线到你的天线群。

大的天线塔和大的天线需要很多的钱。如果你没有预算或者缺少架设大铁塔和大天线的空间, 那么就考虑小型的。在你房子的墙上固定一个 30 英尺的推起式桅杆并架设一个小型的三波段八木天线如何? 业余无线电节是一个买到二手八木天线和垂直天线的好地方。所以多走走, 然后架设一个小型的天线从而使你的 QRP 信号有一些方向性。

当正确地安装了一个辐射系统之后, 垂直天线特别适合 DX 通信。尽管一个 $\lambda/4$ 垂直天线呈现全向辐射和接收的特性, 它趋向于有一个低得多的 RF 电波发射角, 这意味着 RF 能量在到达电离层进行反射之前可以走得更远。在人口密集、区划限制存在的地区, 垂直天线的架设要容易得多。

如果一个天线塔和可旋转定向天线由于资金、物理空间的限制、或者区划/租赁条款的限制变得不现实, 那么修改你的扩展目标, 在你选择的一到两个波段上争取单波段 DXCC。有许多种方法追逐 DX, 而且不需要花费很多时间、金钱和天线的设备去做到。

追逐

搜寻、跟踪和囊括一个新的国家的动作是 DX 的精髓。没有比“追逐”更为重要的！开发一个使追逐更为成功的策略，是作为一个 QRP DX 操作者的主要任务之一。

通过评估每个 DX 国家的稀有程度来开始这个过程。一些 DX 实体有数以千计或万计的在空中活动的有执照的 DX 爱好者。这些常见的 DX 国家有日本、加拿大、德国、澳大利亚、英国、法国和大多数欧洲国家等。其他 DX 实体则只有很少一部分的活跃的业余无线电爱好者，我们可以将这些国家归类于不常见：中美、一些南美国家和一些非洲国家。剩下的一些 DX 实体只有非常少或者根本没有活跃的业余无线电爱好者人群，可以被归类为稀有。

在 DX 地址簿中做一些研究就可以发现常见和不常见 DX 国家的列表。为了从稀有 DX 实体中区分出不常见的国家，你将参考 *DX Magazine* 编辑的最需要的 100 国家列表。这个最需要的 100 个国家列表是从全世界许多活跃的 DX 操作者那里搜集的最为需要的国家列表编纂而成的。这个列表从 1（最稀少）到 100（基本很难找到）来排序。一旦你将你的目标通过稀有程度分类，你就可以开始开发一种将那个国家添入你的电台日志的策略。

当刚开始 DX 游戏的时候，追逐常见国家更合理一些，因为在这些国家里有更多活跃的 DX 爱好者，他们的信号应该比不常见和稀有国家强得多。所以，我们的初始目标是从常见国家列表中囊括 100 个国家，并够格申请最基本的奖状。当这个基本目标实现后，我们要花时间集中于不常见和稀有的 DXCC 实体。当你通联一些业余无线电爱好者人数更少的国家之后，你会发现他们的信号强度降低了，来自于大炮们的 QRM 更强烈了（这随着国家的稀有程度而增加），而且可能 DX 操作者的技能不能跟你以前通联过的对象在一条水平线上。这些电台通联起来更加困难，所以花费几个月的时间获取一个稀有的国家的情况并不少见。

在你追求 DXCC 的这个阶段，你应该在常见、不常见和稀有的 DXCC 实体中获得比例的平衡。当你的国家数接近了 300，剩下的就只有更加稀有的国家。简而言之，你已经通联所有国家，除了一些没有活跃业余无线电爱好者人群，除非有 DX 远征或客人操作者会在短

时间内激活的区域。在这个节点，需要几个月的时间才能通联到一个新的国家是很正常的。现在主要的问题变成了保持活跃，总是寻找那些你没有通联过的国家的瞬间激活。扫描 DX 分组公告牌和互联网 DX 新闻组，获取即将发生的 DX 远征的信息，或在这些稀有地区可能的新操作者。

DX 公告牌

DX 分组公告牌是 DX 操作者的一个有用的工具，但是并非你需要的那种形式。公告牌是作为 DX 操作者的一个发现工具。任何人听到或通联到某个 DX，就可以将频率、DX 电台的呼号和任何其他相关信息发布到公告牌上，而这些信息可以被任何地方的数千个同样关注公告牌的电台看到。一个稀有 DX 电台出现，被发布在公告牌上，并且注意：瞬间的堆积！显然这部分的波段是你要试图躲避的。几天之内，通过公告牌跟踪 DX 远征的操作特性，可以使你当 DX 操作在一个新波段上出现的时候正好在这个频率上。以这种方式清楚地呼叫稀有的 DX 电台可以极大地增加录入他的电台日志的机会。

尽管我偶尔才使用 DX 公告牌，但是我用它来远离堆积。实际上通过关注几屏的信息，熟练的 QRP 操作者可以获得波段的情况以及估计通联到不同国家的机会的总体印象。大多数公告牌还给出了最近的几个 WWV/WWVH 传播广播数据，所以你可以了解到最近的传播数据，进一步通过知道哪个波段应该开通来最大化你的操作时间。

DX 远征经费的考虑

这是个艰苦的工作，但是是一些人必须去做！我们要感谢一些世界级的 DX 操作者经常组成团队来激活稀有的国家或 DXCC 实体，让其余人可以“抓到一个新国家”。尽管 DX 远征让你可以囊括一个平时无法获得的 DXCC 实体，但是活动所需的经费、人员、设备和到稀有 DX 地点的运输费用是非常昂贵的。在一个 QSO 完成之前，许多的 DX 远征需要数年的准备。马蒂·莱恩（OH2BH）的书 *Where Do We Go Next?* 是一本优秀的读物，提供了一个世界级 DX 远征发生前、发生中和发生后的许多详细的资料。这些“小小的”旅游是昂贵的，真的昂贵。这些

DX 远征所选择的操作者是一些世界上最好的 DX 操作者。这是有抱负的 QRP DX 操作者的好消息。这些操作者的高超技能让人难以置信！他们可以从巨大的堆积中或者在噪声掩盖下将呼号分辨出来，而大多数人根本听不见！通过和 DX 远征通联获得一个稀有国家的机会真的非常好。一个提示：QRP 操作者最好等到最初的堆积下去以后再行动。这通常发生在 DX 远征的第二或者第三天。

许多 DX 远征会同时架设和维护一个互联网站点，上边公布了最新的操作计划表以及这个活动的相关信息。同时，这些网站还有 DX 操作者最新上传的电台日志，大约做了 QSO 24 小时以后，你就可以看到自己是否在 DX 远征的电台日志中。所有的 DX 远征可以用到你的支持。许多时候网站会提供一个在远征前、远征中和远征后提供贡献的方法，如果你在远征中通联到这些家伙们，不要感到害羞，给他们寄过去一些钱，以补偿他们为了成行所付出的巨额成本。

QRP 比赛

许多业余无线电操作者痛恨令他们恐怖的“比赛周末”，将本应该平静的短波波段变成了翻腾的 RF 能量的嘈杂的海洋。实际上，每年大的比赛只出现在一些周末。小一些的地区范围的，州的 QSO 派对和特殊比赛是不断进行的。对于那些不理解比赛或者比赛者的心理构成的人，会认为花费 48 小时在电台上和其他电台交换看似毫无意义的信号报告看起来有点疯狂。从另外一个角度看比赛，比赛周末是 48 小时的“高速、无延迟”的业余无线电乐趣！对于那些真正进入这方面爱好的人来说，这是一个让人印象特别深刻的经历，激发了所有爱好者的比赛精神。

只使用 5W 或者更少的功率，一个 QRP 操作者如何能够和具有千瓦或者以上功率和天线阵列的世界级比赛电台竞争呢？回答是：不和他们竞争。但是，你可以和其他 QRP 电台在 QRP 类别进行竞争。所有这些主要世界级 DX 比赛都有一个 QRP 类别。你仍然在频率上一决高下，但是你的成绩只和其他 QRP 操作者比较。不要将“小功率”类别和“QRP”类别混淆。这里的小功率，通常是高至 150W 的 RF 输出而不是 5W！

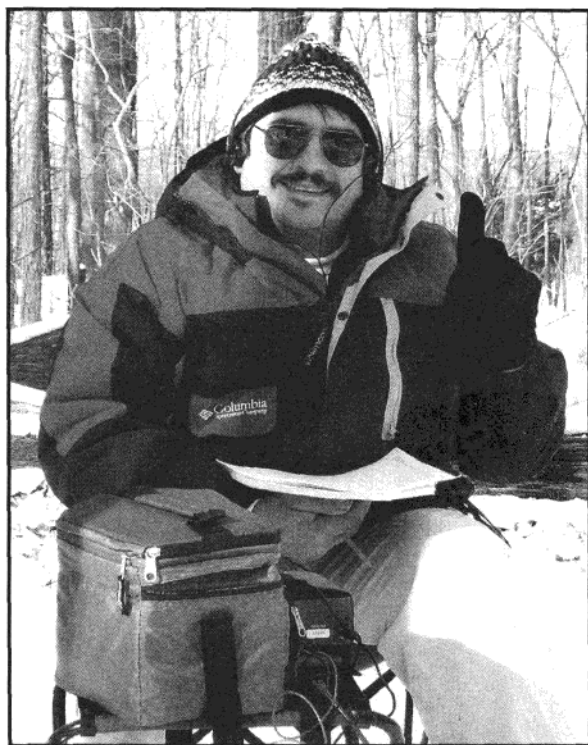
比赛是增加你的 DXCC 总数的一个很好的方法，还有一些专门为了主要比赛而做的特殊的比赛 DX 远征，来激活不常见的国家。这是

QRP DX 操作者的福音，因为这提供了一个通联到一些本来不可能通联到的国家的机会。你将通联到的许多世界上最好的 DX 操作者。这极大地增加了你获得一个通联的机会。他们的收听技能是如此之好，甚至可以听到小草在成长！

每年的秋季来临的时候，意味着比赛季的开始。因此好好利用夏季的时间来改善或者增加现有的天线群。不管你使用 5W 还是 1 000W，天线是比赛取得好成绩的关键。即便你没有 120 英尺高度的定向天线，你可以使用线天线进行比赛。

目标设置是 QRP 比赛者的必需。现实的目标是关键。当我参加比赛的时候，我的主要目标是比上一次的成绩好。这对于我来说，是一个现实的目标。尽管我喜欢在一个周末通联 DXCC（而且我知道可以通过 QRP 功率来做到），由于我有限的操作时间，我意识到我能够做到这样的机会是比较小的。因此我设置了现实的目标，通联 50 个、60 个或 76 个国家，基于我的电台限制和操作时间表。

在“冻掉你屁股”的特色比赛中，罗恩·普丽缇卡（WB3AAL）将 QRP 比赛带到了寒冷的极限。（摄影：WB3AAL）



不花费大量的时间在电台前边，你就无法获得很好的成绩（天啊，在之前什么地方我们听到过？）。你在电台前面花费越多的时间，你就可以通联到越多的电台，你的成绩就可以得到越大的提高。我们之间的许多人不大可能花费整个周末的时间在电台前，因此我们需要选择我们的操作时间，将家庭的责任和工作时间计划好。这也没问题，你在期望的任何水平下比赛。毕竟这只是一个爱好，不是吗？

下面是一些精选的如何最大化你的乐趣和比赛成绩的小提示。这些小提示是通过和 QRP DX 操作者 / 比赛者探讨，以及我自己多年的经验总结所得。希望对你有帮助。

- 阅读并理解比赛规则。尽管听起来很傻，要在比赛进行的那个周末上台通联。而且要知道比赛的类型和正确的信号交换格式，这绝对可以避免尴尬。

- 不要试图和“大炮们”竞争，或者在一个频率上呼叫“CQ Contest”。这对于 QRP 功率电平的电台是不适用的。而是使用“搜索和突击”（S&P）的方法（译者注：国内似乎将这种方法俗称“扫地”，相对于另外的固定在一个频率上呼叫的方法，俗称“摆摊”）。S&P 的方法给你在频率上移动的自由性并快速地抓取 QSO 和乘数。

- 先和响亮的电台通联。如果在开始的几次呼叫以后没有成功，记下频率（或者输入到你电台的记忆单元），以后再回来尝试。继续移动，不停地寻找新的通联，S&P 还有助于战胜在一个频率上几个小时的困顿。

- 当你通联完了最响亮的电台之后（叫做“第一层”电台），回来和第二层的电台通联，然后是第三层的电台。以这种方法你可以彻底地通联所有的波段并最大化通联的数目。

- 远离在每个波段低端的“千瓦联盟”，你不可能和这些家伙们竞争，所以根本不用试。你应该在每个波段的中部或者高端游走并获取 QSO(S&P)。在第二天接近比赛结束的时候，在千瓦联盟处游弋，并抓取多人多机千瓦电台的怪兽，他们在那个时候非常想要获得新的联络（因此他们此时会仔细辨别较弱的信号）。

- 使用计算机做日志并保存成绩。对于 QRP 操作者来说，有许多杰出的计算机电台日志程序，大多数支持主要的比赛。找一个你用得舒服的并使用它，彻底地学习这个程序的所有使用方法，并在每次比赛中都使用同一个。在比赛中，计算机日志简化了记录和成绩保存（更不要说重复通联的检查），在比赛后，你可以导出你的

日志为 Cabrillo 格式并提交你的成绩。许多主要的比赛现在需要比赛者提交 Cabrillo 格式以确保准确性，并减少编制比赛成绩所需的时间和努力。

- 要有进取心。态度决定一切。就如同你在操作一个千瓦电台一样的操作。那是对的，不要害怕，跳入混乱中并与之一决高下。如果三次尝试以后没有别的电台进入你的日志，那就先走开然后一会儿再来 (S&P)。

- 周期性的检查其他波段，特别是白天时的高波段。许多时候，你将获得波段开放的回报，获取新的 QSO。当你碰到一个正在打开的波段，你不会跟那么多的大炮比赛者们竞争，所以你成功的机会更好一些。

- 精进你的尾随和收听技巧。收听其他操作者如何处理堆积然后在人家刚刚要结束的时候插入你的呼叫。这是一个非常有效的技巧，将赚取很多的 QSO。

- 对于 CW 使用一个带有记忆的或者比赛功能的电键，而对于语音比赛使用一个数字语音控制器 (DVK)。这可以省去信号交换中大量的时间，让你专注于识别和通联新的电台，而不需担心手工的发送信号交换。

- 在比赛开始前扫描波段 15 ~ 20 分钟。收听其他电台发送他们的呼号以及做看起来模拟的比赛信号交换。这些操作者就如同一个运动员在锻炼前做“伸展运动”一样。以这种方式在波段上调谐将给你一种传播的感觉并给你一个好的开始。

- 从你的地区开通的最高波段开始比赛。如果你不能建立一个好的 QSO 的速率，降低到下一个低波段然后再尝试。目标是找到最好传播并给你大量 QSO 的波段。

- 保持你的信号交换简短。只发送一次信号交换。只有当其他电台询问你的时候你才重复信号交换。

- 当你呼叫另外一个电台的时候不要只发送你的呼号的最后两个字母。这是在浪费时间，因为其他操作者需要你的完整的呼号才能记录到电台日志中。当你呼叫另外一个电台的时候，请每一次都使用完整的呼号。

- 在你被几个电台同时呼叫的情况下，首先选择信号最弱的那个。如果传播突然变化或者索性就消失了，这可能是你囊括那个电台的唯一的机会。

- 用你觉得舒服的最快的速度发射。因为大多数的比赛信号交换模式相对固定，认真听高速的电台，在呼叫他们之前获得他们的信息，然后让你的电键速度提高并完成通联。这让你进入他们的电台日志（反之亦然），并给他们的印象是你明白你正在做什么！

- 在比赛之前应该获得足够的睡眠。你不能“补充”睡眠。如果你在比赛的过程中累了，你应当将你的睡眠休息时间安排在通常 QSO 速率比较低的时段。

- 尽管每一个比赛的规则有所变化，作为一个 QRP 类别，在比赛中你通常不能使用 DX 分组公告牌数据。这将把你归入一个“有协助”的类别。然后你将与更大功率的电台竞争。

- 通过阅读 *NCJ: The National Contest Journal* 和 QRP 简报、网站和互联网邮件组第一时间了解最新的比赛信息。

参加 QRP 比赛是一个挑战也是一个学习的机会。这是你尝试新的技巧和精进你的 DX 技能的时间。请加入其中并获得一些乐趣。

对于话音操作者……

QRP 操作者都喜欢用 CW 通联。为什么？因为 CW 是用 QRP 通联的时候一个优选的操作模式。实际上，QRP 对于 SSB 的优势基本上是超过 2 : 1 的，由于更窄的带宽和相比语音信号人耳可以更容易地从噪声中捕捉 CW 信号。这并非说语音或者数据操作在 QRP 的舞台上就没有位置。正好相反，很多时候 QRP 操作者仅仅是为了挑战而来尝试 SSB。

QRP 和话音操作不是互相排斥的两个术语。正好相反，许多 QRP 操作者由于缺乏自信而远离话音操作，错误地认为使用语音将导致更多的挫折和时间上的浪费。尽管 CW (QRP 通信优选的操作模式) 的使用有一些明显的优势，话音操作不应该被忽略或者回避。有的时候，抓到一个稀有 DX 国家的唯一方法是通过语音。

本章将概述一些特定的东西，让 QRP 操作者能够用来增强使用话音通信获得成功的机会，并聚焦于高级的 QRP 操作者需要发展的操作技巧。

当我们讨论话音操作的时候，特别重要的是如何控制我们发射的音频，以便于让 QRP 信号可以被遥远的电台听到。我将根据我个人的追求增加一个工作室类型的话筒到我的电台中，加之一些任

何人可以复制的音频工程学步骤使得从他们的发射机中得到完美的音频声音。最后，我们将涉及一些只用于 QRP 话音操作者的操作技巧。

CW 占统治地位？几乎不！

QRP 操作者（包括我自己）通常放弃话音操作而倾向于使用 CW。毋庸置疑，CW 比单边带更加高效，但是这并非说 QRP SSB 操作是不可能的或者不现实的。成功 QRP 话音操作的问题是感知和接受。许多时候 QRP 操作者将 SSB 说成了一个不相关的术语。这看起来，在某种程度上 QRP 和话音操作是互相排斥的术语。这绝对不是事实。

CW 的趋向直接与我们的舒适程度相关。QRP 操作者喜欢 CW 是因为我们有信心成功地使用它。CW 信号的窄带宽加之有竞争力的操作者技巧等同于成功。QRP 话音操作是完全不同的情况。话音信号的语音信息可能在波段噪声中消失得无影无踪。

尽管 CW 操作者会花费大量的金钱和时间选择和调整一系列的按键，但是很少有业余无线电爱好者会花费同样的时间和金钱为他们的短波电台选择一个话筒。毕竟话筒就是话筒，对吗？悲哀的是，业余无线电爱好的音频工程学也被普通的操作者极大地忽视。当我们离开了大功率的世界，在 QRP 的舞台上玩的时候，我们放弃了至少 13dBW 的功率优势。通过检查我们的电台并应用一些简单的音频工程学，我们可以重新获取一部分功率的损失。加之一些熟练的操作技巧，你将惊讶于你可以使用 QRP 话音通联到的 DX 电台。

一些音频基础

人的话音是覆盖几千赫兹音频频谱的复杂波形。通信音频通常被认为位于 300 ~ 3 000Hz 音频频谱。因此当我们希望为发射机电路产生好的音频的时候我们只跟非常窄带的音频频率打交道。进一步深入地研究，对于一个男声来说，话音功率集中在 200 ~ 600Hz，而最大的话音可懂度大约在 2kHz。在一个普通话音模式下，大约 33% 的话音信息位

于以 2kHz 为中心的 1 倍频程之内 ($1.414 \sim 2.828\text{kHz}$)。这些叫作“中段频率”。

什么叫一倍频程？一倍频程的定义是在音频频谱范围内一个特定的频率变化的术语。500Hz $\sim$ 1kHz 是一倍频程。1 $\sim$ 2kHz 是另外一倍频程。换句话说，一倍频程增加相当于频率的倍乘，而一倍频程的下降相当于频率的减半。当我们讨论滤波器和音频均衡器 (EQ 设备) 时，一倍频程是非常方便的单位。

在音频的世界中，我们用 dB 来表示电压增益 / 损耗。使用电压的 dB 公式是 $20\log(E_1/E_2)$ 。在音频中，都用电压电平来作为参考，每 6dB 产生信号的倍乘或者减半。因此，如果我们有一个完美的音频滤波器，在 1kHz 每一倍频程下降 6dB。那么我们在 500Hz 可以看到输入信号的一半电压，在 250Hz 只有输入信号的 1/4 电压。

我们生活在一个不完美的世界。这也适用于滤波器。一个真实滤波器的截止频率 (F_{co}) 是从滤波器的中心频率 (F_o) 下降 3dB 测得的。这不是一个线性的下降。下降的线性斜线发生在更远于中心频率的位置，导致了一个宽得多的通带。这就是为什么在音频滤波器和 EQ 设备中我们需要使用数阶的滤波以获得所需的通带特性。

音频均衡度是成功 QRP 话音操作的关键。通过使用合理设计的高通和低通滤波器，我们可以裁减话筒获得所需的通信话音响应曲线以追求难以捉摸的“完美”的音频。这个经过均衡的音频被加到发射机后将产生一个可辨得多的 SSB 信号，带有强得多的音频“穿透力”。这是因为在通信音频范围内含有最大可懂度部分的信号电压占据了发射信号的较大部分。当我们处理音频的时候，我们并非在改变发射机的 RF 功率输出，就如同一些音频处理器声称的那样。通过改善我们小功率信号的可懂度，音频均衡可以给我们在 QRP 中有竞争力的地位。

我们改变话筒音频的方法在有些时候是令人惊讶得简单。到我本地的 RadioShack 店里逛一圈，发现了一个正在打折的低于 20 美元的通用动圈全向话筒 (RS# 33-3 030)！我买了它并回电台室做了一些认真的测试。文档显示，这个话筒有从 100 $\sim$ 12 000Hz 非常平坦的频率响应。这对于一个扩音系统来说非常不错，但是对于我用于话音电台的需要来说并不合适。

鲍勃·埃尔 (K9EID) 的一篇文章描述了一个话筒均衡器并提供了如何增强话筒特性的一些小技巧。我决定在新买的话筒上试一下，看看会发生什么。与弗兰·斯拉温斯基 (KA3WTF) 的实际通联测试非常有

启发性。他听了原配话筒，认为低频段非常突出，产生了一个“低音丰富”的音频音质。我试了鲍勃的技巧，将一层胶带包裹在话筒头的侧边上，让弗兰再听。这次的结果改善很大。弗兰说低频部分被极大地衰减，中段频率部分很好地突出了。

通过裁剪一个3英寸长1.5英寸宽的薄卡纸并装进话筒头的里边，我将这个修改往前了一步。把外面的胶带去掉，极大地改善了话筒的外观，但是仍然密封了话筒的侧边间隙，有效地阻断了话筒头里的空气腔。话简单元后面的空气流得到限制后，低频响应得到了衰减，使得中段频率更为突出。瞬间的均衡！如我之前所说，有些事情真的很简单。

一个其他的“简单解决方案”是，将一个0.01 μ F瓷片电容与话筒的热端串联。这个电容连同话简单元的阻抗形成了一个高通滤波器，进一步衰减300Hz和以下的低端响应。使用这两个修改方法，只需要最少的钱和努力，即可将我的RadioShack话筒增加为一个非常有用的电台室用品。

商品 EQ 设备 MX-604A

因为我追逐DX，我希望进一步改变话筒特性以增强1.5 ~ 2.5kHz的频率。在Heil Sound(www.heilsound.com)的鲍勃·埃尔(K9EID)和乔治·贝克(W5YR)(他们都曾经给我分享他们关于音频均衡器的想法)的催促下，我购买了一个Behringer MX602A 话筒混音器/均衡器。访问Behringer的网站(www.behringer.com)可以获得这个设备的规格书。市售价格大约50美元，而在数年前是大约125美元。对于节俭的而又希望改善他们话音操作音质的QRP操作者来说，这是一个不错的采购。

值得一提的是鲍勃·埃尔关于业余无线电波段话音操作音频工程的哲理是“简洁为上”！他解释说因为我们只讨论几千赫兹的音频通带，你不需要一个巨大的多波段甚至是一个五波段EQ设备。你真正需要的只是一个三波段均衡器来改变话筒音频以获得接近完美的SSB音频。这个Behringer型号MX602A就是其中之一。这个Behringer设备可以有四个话筒输入并有一些基本的均衡功能，所以你可以根据你的喜好改变话筒音频。售价为大约50美元，MX602A绝对值得购买。使用MX602A我能够在高端和低端调节发射音频从而获

得在 2kHz 附近的中段性能的最优化，并在 300 ~ 3 000Hz 有极大地衰减。

接受了通联更多 QRP 话音模式的挑战，我用我的新话筒很快地联络到了以下的 DX 电台：VK3、TG9、ES4、LA1、JT1、IK3、ON7、LZ2、EA6、OD5、OM5、4X4 和 9Y4。所有这些电台都是在两周以内非常随意的时间用 5W 或者更少的功率通联到的。QRP 话音操作太刺激了！

在本书的前两个版本中，我们讨论了天线如何影响 QRP 信号，以及在一个给定的情况下架设最为高效的天线对于有志向的 QRP 操作者来说有多么重要。这个概念是极为重要的，怎么过分强调都不为过。

回看第 1 章，我们看到 5W 的 QRP 功率电平相对于标准 100W 在输出功率上的下降相当于 S 表上下下降 2.5 个 S 单位。表面上看起来这不那么糟糕。只要状况稳定而且频率不那么拥挤，的确不是那么糟糕。然而，当波段状况恶化，或空中的电台数量有一个突然的增加，2.5 个 S 单位的差别可能变成了一个决定是否能够成功做通联的关键因素。因此，任何可以补偿这种差别的努力都不可以被忽视。

在 QRP 工具箱里，没有比天线更能够补偿这种差异的。天线是业余无线电操作者的生命线。当我们降低功率到 5W 或者更小来追求 QRP 通联的时候，这变得很重要、很关键。你在天线上花更多的努力，操作 QRP 的时候就会变得更为成功。

在我作为业余无线电操作者这 44 余年来，我使用了上百个天线。有一些是我买的，有一些是我制作的。我研究和阅读得越多，我就越了解关于天线、馈线、SWR、地面效应、同轴电缆损耗等方面的知识。天线是 QRP 操作者唯一可以最终控制的一项。这也是在用作通联的时候决定成功与失败的关键因素。简单来说，你学多少天线的知识也不为过。关于天线的这一章节以及关于传播的下一章节是本书中最为重要的章节。

我们的爱好是个关于技术的爱好。因此，我们应该积极地接受挑战，去学习和了解我们爱好的各个方面并加以努力改善我们的电台，以追求效率和操作的简便性。

我的第一个关于 QRP 天线的想法是阅读，阅读，再阅读，反复继续阅读关于天线的知识。*ARRL Antenna Book* 应该是每个业余无线电爱好者的技术类藏书之一。*ARRL's Antenna Compendium* 系列也如此。在

业余无线电的跳蚤市场上和互联网上检查一下可以找到老一些的版本。英国无线电协会 RSGB 有一些很好的天线方面的书籍，首先是 Moxon 编写的 *HF Antennas for All Locations*。无线电爱好的最杰出的天线权威之一 LB Cebik (W4RNL) 在晚年有一个内容丰富，包含选择、设计、架设和测试天线的各种信息和小技巧的网站，可以让你从天线中获取最好的性能。这个网站现在仍然存在，网址是 www.cebik.com。

ARRL 提供一系列的继续教育课程，其中的一部分与天线和天线建模有关。如果你有时间，我强烈建议你参加这些在线课程。因为你将学到许多关于天线方面的知识，而且能够将你所学应用到自己天线群的架设工作中去。查阅 ARRL 网站 www.arrl.org/cep 获得进一步的细节和课程价格。

我敢打赌，更多的 DX 是通过线天线而非其他类型的天线通联到的。为什么？因为线天线制作成本低，架设相对容易，相比于其他更加复杂和昂贵的天线，工作得也非常好。随着诸如 MiniNEC、EZNEC、YO 以及其他天线建模软件的出现，在我们制作和架设天线之前，就可能获得对特定天线的合理的估计。除了天线建模软件以外，现在 MFJ、Autek 等公司的大批的天线分析仪允许我们架设以后优化这些天线。通过使用这两个技术工具，建立、设计和架设非常高效的天线成为可能，而不需考虑你的场地、建筑规范条例、楼层等因素的影响。所有这些技术需要你——业余无线电操作者有前瞻性并开始学习如何使用这些工具，以便于优化你的天线群。

在过去的十多年，我在低波段无线电操作中依靠了一个经过验证的天线设计。这个天线叫做 40m 延长双齐伯林天线 (EDZ)，我用它在我的电台室获得了大量的 DX 通联。本质上，EDZ 是一个偶极天线，两臂的长度是工作频率的 0.64λ ，并使用分隔线 (Open Wire) 或者梯形线 (Ladder Line) 以平衡方式馈电。我的 40m EDZ 每臂大约 90 英尺，不幸的是，这不能完整地容纳于我在城里的房内。因此，我不得不将每臂最后的 15 ~ 20 英尺弯折回来，以便于容纳在我的房内。这稍微改变了这个天线的波瓣图，但是总体上来说，没有改变 80m、40m 和 30m 波段的性能。尽管这是一个 40m 波段天线，但是它可以工作在 80m 波段，只有非常小的性能损耗。使用一个好的天线调谐器 (ATU)，这个天线在 160m 波段工作也是可能的，但是带宽显著地受到影响。用一个能工作在 160m 到 20m 的天线极大地简化了我的电台站的设置。

去年冬季这个 40m EDZ 遭受了严重的性能恶化，因此我决定用一个 20m 版本替代这个老天线。在纸上画出天线以后（这一次它将完整地落在我的房产内，不需要对偶极天线单元做任何的弯折或扭曲），我用罗伊·莱沃伦 (W6EL) 的 EZNEC 程序做了一个快速的天线建模，发现在 20m 波段的性

能非常棒，在 80m、40m 和 30m 波段也可能获得可以接受的性能。

我的 20m EDZ 天线用塑料尾端绝缘子作为馈点绝缘子，用 26 号 PolyStealth 绝缘线做偶极天线单元，这是特别坚固的线，有非常耐磨的黑色聚乙烯外皮，使得在 25 英尺距离以外很难看见。一个成本只有几美元的低调的隐蔽的天线，却能给我提供多波段性能。生活多么美好啊！

在实际使用中，这个 20m 天线性能真的非常良好，使用 MFJ 公司型号为 974H 的带平衡输入的天线调谐器连接我的 Yaesu FT-897（调到只有 5W 的输出）或我的 Elecraft K2（旁路了内置天线调谐器）或者任何一个我的军用短波电台，我可以很容易地操作在短波的低波段。因为这个天线架设成倒 V 形，这基本上是全向的，对于我的典型操作来说，很合适。当然有的时候，我会梦想能够有一个可以旋转的 40m 或 80m 定向天线，但是谁没有这样的梦想呢？

在 *Low Power Communications* 前面的两个版本中，我们综述了 $\lambda/4$ 垂直天线的操作。如果地网（Radial）系统正确地放置并且安装好以后，也许没有其他天线能够从这样一个简单的设计中产生如此的 DX 性能。垂直天线工作非常好，但是它们必须要有一个好的射频平衡器（RF Counterpoise），其实就是连接到垂直天线馈点的多条 $\lambda/4$ 长导线。这些线作为天线的另外一半捕获 RF 天线电流，如果垂直天线没有安装它们，这将被衰减掉或者完全丢失。如果你的邻居对于天线特别反感，需要一个小尺寸的高效短波天线，可以认真地考虑架设一个垂直天线。

现在大量的短波垂直天线有许多形式。它们都是老的形式：我们已经知道和热爱的 $1/4\lambda$ 垂直天线，以及实际上被伪装成旗杆的特殊的垂直天线！今天谁不爱国？还有可调谐的垂直天线，根据工作频率在物理上调节它们的辐射单元的长度。现在市场上基本上不缺少垂直天线。

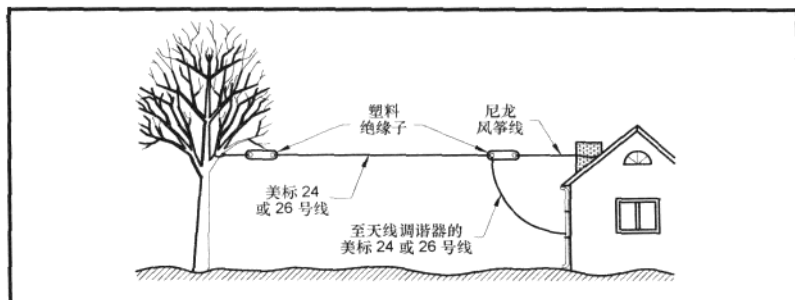
第二版的 *Low Power Communications* 出版以后，使用小功率业余无线电设备的徒步便携 / 移动操作有急速的增加。在本书的前面我们已经涉及了 HF-pack 现象，在后面的章节，将给出这种特定操作模式的更详细的内容。成功地徒步便携 / 移动操作的关键因素是天线。基于这个考虑，我邀请了 BuddiPole 天线系统的发明者巴德·德拉蒙德（W3FF）为这本新书的这个部分提供一些关于天线的内容。巴德对于移动天线情况的见解是基于扎实的天线物理的基础以及良好的老美国式的心灵手巧。

当你阅读这个关于天线的非常重要的章节的时候，记住天线是成功 QRP 操作者的生命线。在天线领域，你研究和实践得越多，那么在短波波段使用小功率的努力将变得越有回报。

端馈线天线

端馈线天线是所有天线设计中最简单的。它包括连接到电台输出或天线调谐器的一段线。可以伸出窗口连接到附近的树上，也可以是在多层建筑的墙边垂下来。端馈线天线容易架设并能提供中等的性能。图 6-1 给出了典型的家庭电台安装方法。它们是野外的权宜之计，通常是背包客和远足者的选择。

图 6-1 可架设在你后院的“隐形”端馈天线可以基本上不被人注意到。



如果线在最低操作频率上至少长 $\lambda/4$ ，一个端馈线天线可以提供多波段操作。对于 80m 波段天线长度大概是 67 英尺，对于 40m 波段大概是 33 英尺。对于为 40m 裁减的天线匹配工作到 80m 波段是困难的，这太短了。不过你可以使用一根 80m 端馈天线用于 40m 和所有波长更短的短波波带，获得合理的效果。

更好的方法可能是选择一些不谐振的长度。与任何波段的谐波长度也不关联，但是仍然在 80m 波段上长于 $\lambda/4$ (67 英尺)。我使用过 90 英尺长的线作为一个端馈设计的主辐射单元，在好几年内获得了巨大的成功。90 英尺大约是 40m 波段的 0.64λ ，这恰好是我在家使用的延长双齐伯林设计的一半（后面有关于齐伯林设计的更多内容）。这不是在任何业余无线电波段上谐振的长度，但是在 80m 波段上足够符合在那个波段上长于 $\lambda/4$ 的要求。这在所有的短波波带上加载得正好。

使用一个端馈线天线的一个关键的事情是确保你具备了一个平衡器（实际上就是一段导线）连接到你的天线调谐器或电台背部的接地点。平衡器必须是在每个波段的 $\lambda/4$ 长。这意味着每个波段你都要连接相应的平衡器到天线调谐器的背部。这个平衡器构成了天线的另外一半，作用是捕捉天线电流，并改善线天线的辐射电阻。可以使用 RadioShack 的多芯卷线做成一个非常好的多波段平衡器。查看图 6-2 的图纸获得更详细的信息。

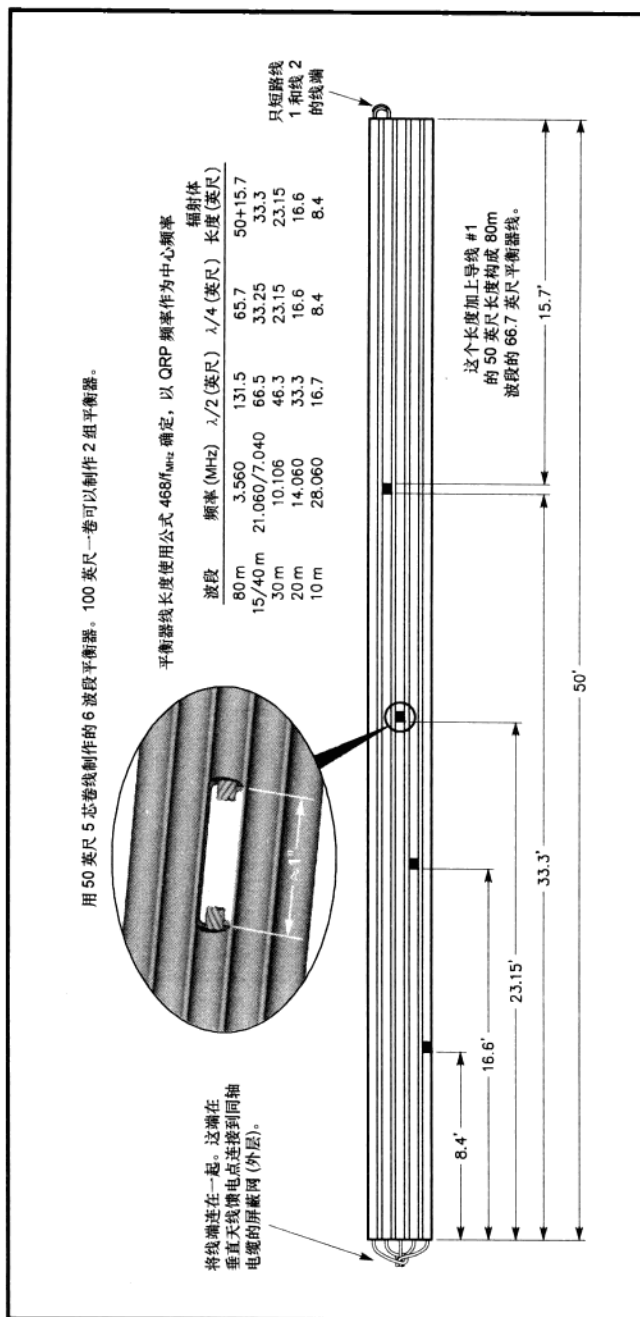


图 6-2 这个图给出了如何剪取一段多芯卷线制作端馈线天线的多波段平衡器。

尽管我曾经使用过一根端馈 $\lambda/4$ 谐振线直接连接到发射机背部，但这不是一个理想的状况。某种形式的阻抗匹配几乎是强制性的。因此，一个简单的天线调谐器是我强烈建议配备的。图 6-3 给出了一个简单的 L- 匹配调谐器，可以将一个 50Ω 的发射机匹配到一根任意长度的线。如果阻抗偏移变得过度，你总是可以反转输入和输出端并匹配更大的阻抗范围。L- 匹配调谐器非常流行而且特别容易制作。也有更加高级的自动调谐器，比如图 6-4 所示的 LDG Electronics 的设备。

图 6-3 这个图给出了一个用于天线系统的 L 型匹配网络。需要匹配的两个阻抗的较低一个 Z_1 总是需要连接到网络的串联臂侧。较高阻抗 Z_2 总是需要连接到网络的并联臂侧。在一些匹配条件下，电感和电容在网络中的位置可能需要互换。

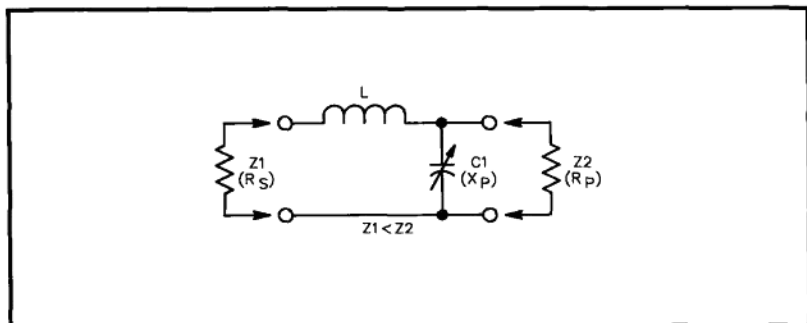
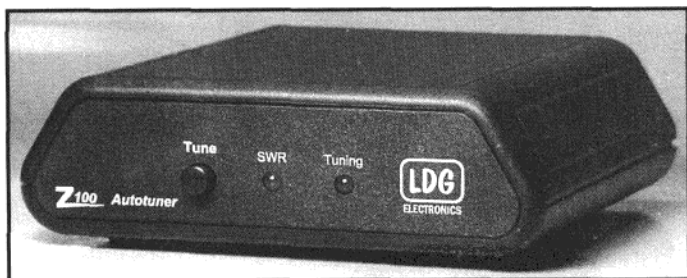


图 6-4 LDG Electronics Z-100 自动天线调谐器是个非常方便的设备，特别适用于业余无线电爱好者路上使用的情况。这个小巧的调谐器可以匹配同轴电缆馈电的天线。加上可选的外部巴伦，它还可以与任意长度的单线天线以及用梯形线馈电的天线一起工作。这个调谐器电源是 7 ~ 18V 直流，使用自锁继电器以节省电池的耗电。它带有 200 个调谐记忆内存，可以记住许多调谐条件下的合适的设置。（承蒙 LDG Electronics 供图）



这种方案的一种变形是在远离多层建筑的墙壁的地方垂下一根端馈线，在线的尾端加上一个重物。从方便的窗口垂下线，使它悬挂在建筑的墙壁边。一个扫帚柄可以做成良好的绝缘支撑体，使线远离建筑的墙壁。将线连接到调谐器，在地端加上平衡器，然后调谐获得最大的输出。这个设计对于必须遭受天线限制或非常严厉的公约约束的有“天线缺陷”的人来说特别有吸引力。

偶极天线

以我愚见，没有其他天线在简洁性、容易架设和优异的总体性能方面可以胜过偶极天线。ARRL《天线手册》有大量关于偶极天线制作和架设的信息。典型制作细节参考图 6-5。如果你的地方允许，为每个波段架设一根全长偶极天线就是一个很好的天线群。当波长短于 20m，可旋转的阵列天线变得更有吸引力，但是使用偶极天线仍然可以通联很多 DX。只要记得将天线架设得尽可能高，尽可能远离其他物体。另外，安装在近地的偶极天线，可以有优异的高辐射角，适合于本地网络和嚼碎布一族的通信，也可以很容易地架设成倒 V 形的偶极天线，参考图 6-6。这成为很好的背包客使用的天线。在不同高度架设的偶极天线的组合构成了一个非常通用的天线群。用双

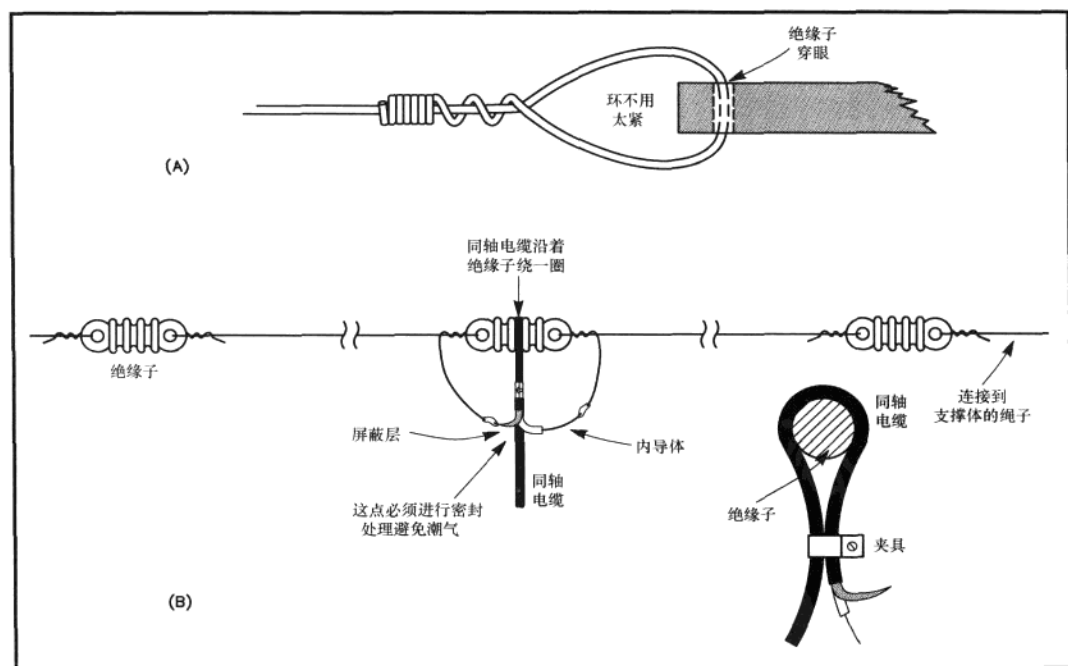


图 6-5 这里给出的是偶极天线的制作细节。A 部分是末端绝缘子的安装方法。B 部分是完整的天线。虽然图示在馈电点没有巴伦，但是通常要为同轴电缆馈线配备一个，因为偶极天线是平衡天线，但是同轴电缆是不平衡馈线。

芯线 (Twin Lead) 或分隔线 (Open Wire) 馈电的单一偶极天线可以构成一个良好的多波段天线。参考图 6-7 所示。

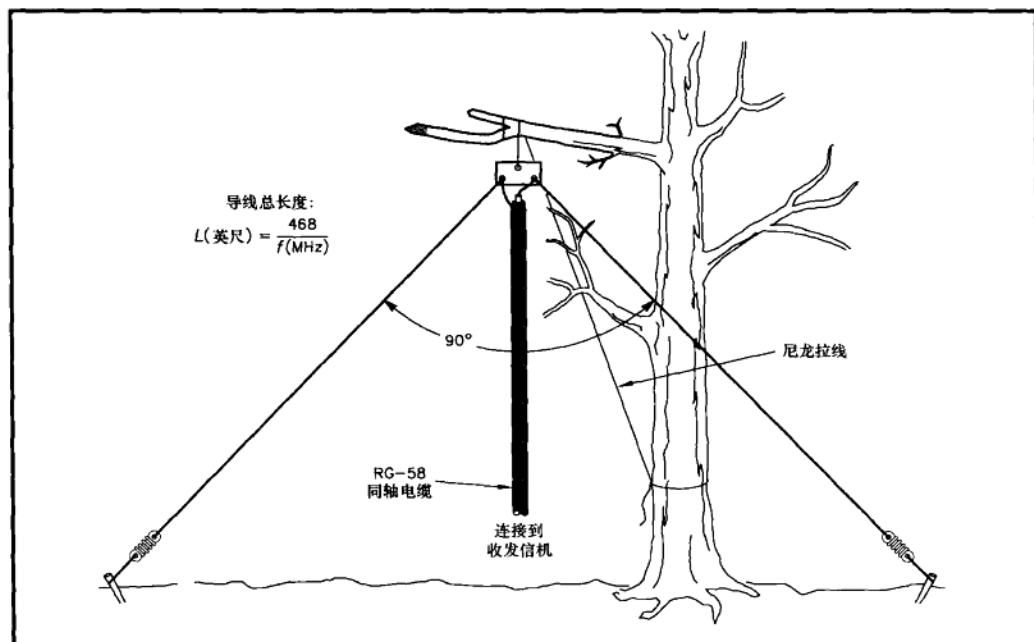


图 6-6 这里给出的是工作在单波段的倒 V 形偶极天线。大树枝为天线的中心部分提供了方便的悬挂。如果馈线长度控制在 50 英尺以内, 可以用 RG-174 细同轴电缆取代 RG-58 (RG-174 损耗较大, 不推荐工作于 14MHz 以及更高频率波段)。

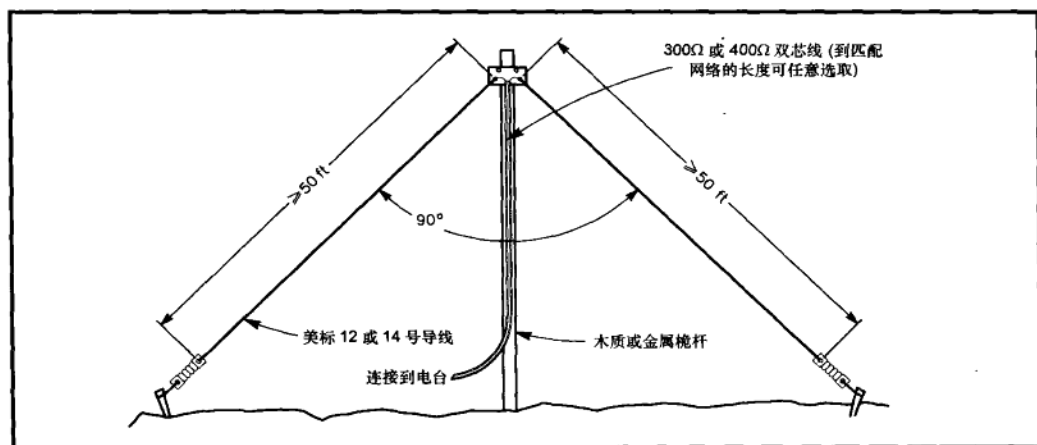


图 6-7 当使用双芯或分隔平衡馈线, 倒 V 形偶极天线可以用做多波段天线。

延长双齐伯林天线

普通偶极天线的一个变种，40m 延长双齐伯林天线，是我过去一两年喜欢的天线。这是一个偶极天线的变种，每臂长为 0.64λ ，用 450Ω 梯形线作为馈线，连接到一个内有 4 : 1 巴伦的天线调谐器。参考图 6-8。这个天线比普通的 80m 偶极天线长，但是在 80m 波段工作非常良好。它可以工作在 160m 波段并有中等的性能。在 40m、30m 和 20m 波段上非常出色，提供增益和定向性。参考图 6-9 的天线波瓣图。

经过多年以后，特别是几次很严酷的冬季冰风暴以后，我忠诚的老朋友 40m 波段延长双齐伯林天线被拆除。我制作了一条 20m 波段版本的 EDZ（主要因为长度在通常的偶极天线长度以内且不需要像原来的 40m 波段 EDZ 那样折弯回来）并在 2006 年的深秋架设了起来。性能一直很好，而且你可以从附图中看到，制作起来也没什么特别困难。我使用 300Ω 梯形线（The Radio Works www.theradioworks.com 有售）和一些美标 26 号 PolyStealth 聚乙烯外皮的导线。这种组合比使用更大直径导线和 450Ω 梯形线的天线隐蔽得多。（摄影：K6BBQ）

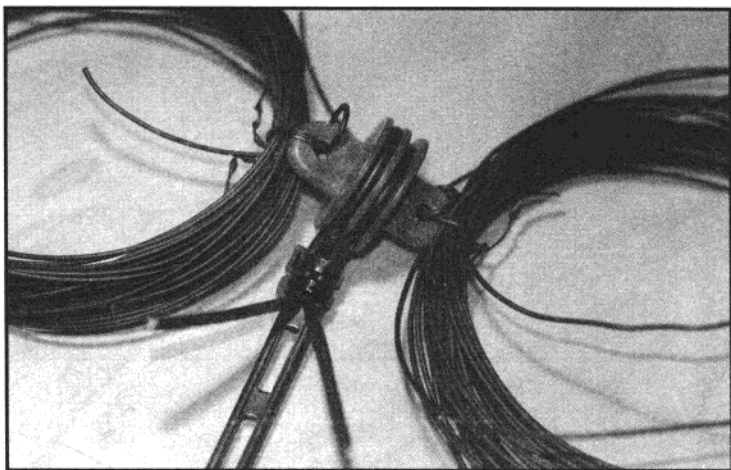
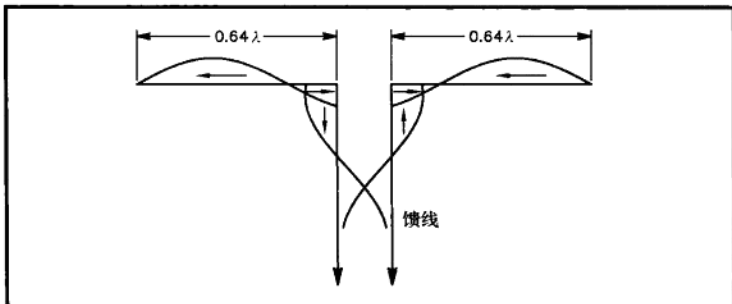
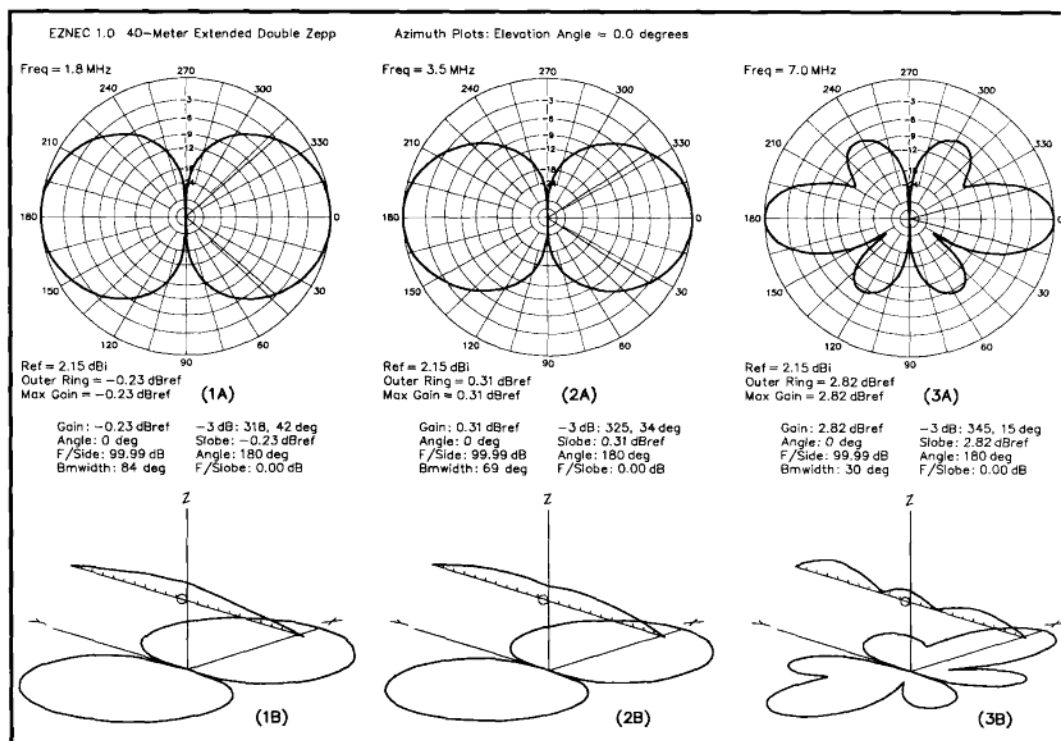


图 6-8 延长双齐伯林天线比 $\lambda/2$ 偶极天线有 3dB 左右增益。这个图给出了天线和馈线上的电流分布情况。





尽管这个特别的偶极天线比较庞大，但是 30m 和 40m 的性能增强绝对值得认真考虑。我们正在讨论的是线天线，所以材料的成本低。EDZ 是一个经常被当今的 QRP 操作者忽视的好天线。

G5RV 天线

1982 年，我有一次非常愉快的机会见到了路易斯·瓦尼（G5RV），以他呼号命名的天线的发明人，并进行了一次长时间的谈话。我是在英国逗留期间，在牛津大学召开的 RSGB 短波会议上见到路易斯的。G5RV 曾经成为英国非常流行的天线，在美国也开始获得追捧。端对端的总长只有 102 英尺（每臂 51 英尺），使用 300Ω 双芯馈线，端接到 72Ω 同轴电缆的 G5RV 天线有良好的多波段性能。图 6-10 给出了典型

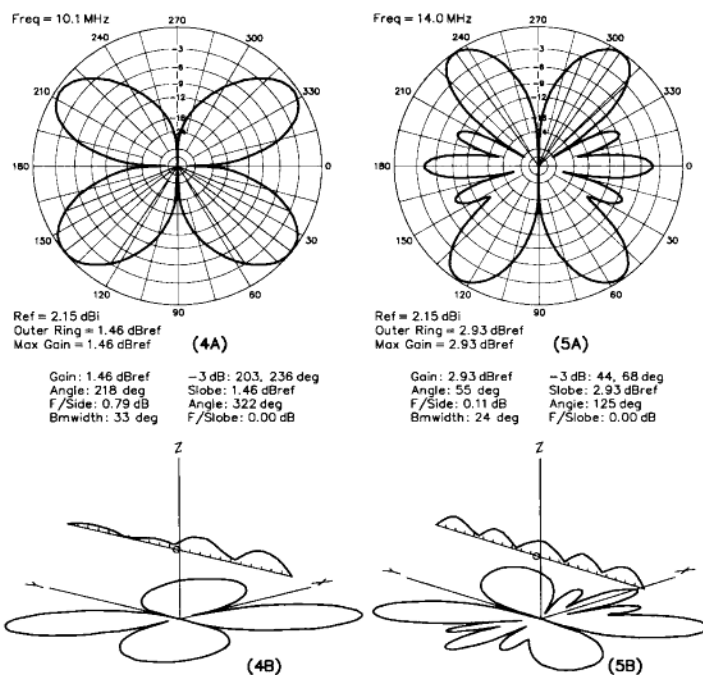


图 6-9 这些图描述了 40m 波段延长双齐柏林天线用于 160m、80m、40m、30m 和 20m 波段时的性能。A 部分的各图给出了各个波段上的天线水平方向上的波瓣图。

图 1 和图 2 给出的 160m 和 80m 波段性能非常接近。两个图中的自由空间下的波瓣图看起来像典型的偶极天线：8 字形边射波瓣。80m 波段上的增益只有 0.31dBd 而在 160m 波段则有 0.23dBd 的损耗。

在 40m 波段，EZNEC 对于 40m 波段延长双齐柏林（EDZ）天线的绘图和 The ARRL Antenna Book 上的完全相同。两个主波瓣变成非常明显，同时也出现了四个小一些的副瓣。在 7MHz 上的增益是 2.8dBd。8 字型边射波瓣。实际收发性能比我的老 80m 波段延长双齐柏林天线好得多。

30m 波段的图给出更加斜的辐射图，有四个主波瓣。这个 EDZ 在 30m 波段呈现 1.46dBd 增益，但是在架设天线的时候需要注意让波瓣的方向对准你感兴趣的地区以增强信号。

这个天线的 20m 波段性能有点更为奇异。四个主波瓣变得更宽，而线的特定角度上也出现了 6 个较小的波瓣。（主波瓣上测得的）增益接近于 3dBd，但是在架设的时候必须注意天线的方位以保证波瓣的正确方位。

的制作细节。开始的时候，路易斯是为 20m 波段设计的，所以 G5RV 天线在这个波段上的确有些增益。使用天线调谐器以后，你可以用这个天线工作在 80 ~ 10m 波段，可以有不错的信号。

使 G5RV 天线成为一个多波段天线的关键是天线调谐器。许多人试

图不用调谐器，但是都得到了令人失望的效果。天线调谐器驯服了阻抗狂野的变化，在 80 ~ 10m 波段合适地匹配电台和天线。对于许多没有空间架设全长 80m 偶极天线的人们来说，拥有缩短的但是仍然工作良好的 80m 天线无疑是意外的惊喜。

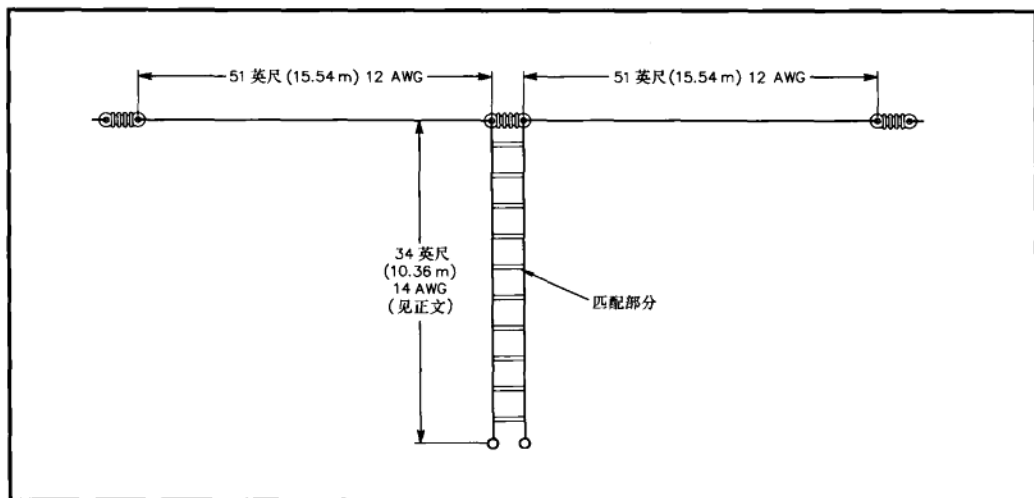


图 6-10 这里给出了 G5RV 天线和匹配部分的制作尺寸。

温顿天线

温顿 (Windom) 天线由洛伦·G·温顿 (W8GZ) 在 1929 年 9 月期 *QST* 上首次介绍。这个天线使用单一导线在大约 14% 偏离中心的位置馈电，需要相对大地工作。一些业余爱好者使用同轴电缆馈线用于这个天线。这种同轴电缆馈电的天线叫做偏离中心馈电 (OCF) 偶极天线。这种 OCF 天线并没有空间上地节省，但是可以获得一些定向性。失配馈电点导致 RF 电流导入馈线，当被同轴 RF 扼流圈正确地遏制后，可在一根天线上同时产生垂直和水平极化的辐射。这对于同时需要近距离和远距离通信的操作者来说实在太好了。我曾经使用过几个版本的 Carolina Windom 天线，在 160 ~ 10m 的所有波段都获得了优异的效果。对于所有波段的操作，这个天线需要一个匹配网络。

The Radio Works 制造温顿天线的一个变种卡罗来纳温顿天线。与传统温顿天线不同，卡罗来纳温顿天线不是将单导线馈线直接连接到电台室，而是使用一个线路隔离器（Line isolator）连接到同轴电缆馈线，再连接到电台室。

CAROLINA WINDOM

80, 40, 30, 20, 17, 15, 12, 10 Meters + SWL

GENERAL MOUNTING REQUIREMENTS

- *Mounting height for vertical section: $>30'$
- *Minimum angle between legs = 120 degrees
- *Minimum height at ends = 8'

GROUND SPACE NEEDED

Configuration vs. Length needed

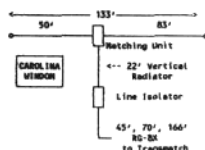
Flat top:	134'
Inverted-V @ 40° height:	$77' + 40' = 117'$
Inverted-V @ 60° height:	$73' + 34' = 107'$
Inverted-U @ $>30'$ height:	length = 114'
Inverted-U Bend =	10' short leg;
	15' long leg
Sloper @ 40° =	128'
Sloper @ 60° =	121'

Recommended mounting configuration:

Flat-top, suspended between two tall trees located $>140'$ apart. Antenna may be supported as an Inverted-V. Bending the elements will alter the radiation pattern on some bands.



CAROLINA WINDOM



We are continually improving our products, specifications are subject to change.

Optimum transmission line length: 45', 70', 166'. Other lengths may be used. $1/2 \lambda$ lines should be avoided.

SPECIFICATIONS

Freq. coverage:	80 - 10 meters
Gain:	As much as 10 dbd*
Radiator length:	Horizontal 132'
	Vertical 22'
Polarization:	Both vertical and horizontal components
Feed line:	50 ohm Coaxial cable
Matching method:	Matching Transformer + User's transmatch
Transmatch needed:	Yes on 40 - 10 M, recommended on 80
SWR:	Low, adj. w/ transmatch
Power Rating:	1500 Watts
Recommended Ht:	$>35'$. Usable at 30'
Radials?	Not required

* Based on user reports, field evaluations, and product reviews.

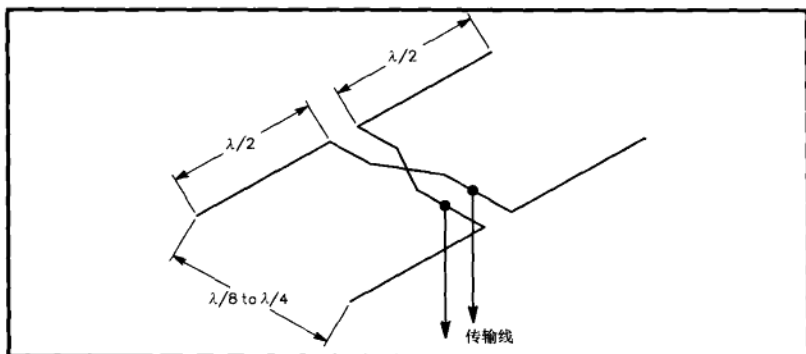
线定向天线

每个人迟早都会需要某种定向天线。如果你有钱、时间和地方，那么架设一个不错的天线塔和可旋转的定向天线是非常必要的，可以获得很好的 DX 通联。不过，我们有方法以合适的成本提供方向性和增益，而且这不是在做梦。

线定向天线不是个新主意。约翰·克劳斯 (W8JK) 在 20 世纪 30 年代用他的 8JK 定向天线工作得非常好。图 6-11 给出了这个天线的基本结构。

1996 年，我去西部和最优秀的 QRP 户外日小组 The Zuni Loop Mountain QRP Expeditionary Force (也被称作 The Zunis) 一起参加 ARRL 户外日，这让我大开眼界。从 (海拔) 7 600 英尺高俯瞰洛杉矶的圣加布里埃尔山脉的位置，我看到了他们架设的 40m 波段“秘密武器”：

图 6-11 由共线边射 (collinear broad-side) 单元和平行端射 (parallel end-fire) 单元构成的四单元阵列通常被称为 W8JK 阵列。



一个四单元全尺寸的线定向天线！这个天线固定指向东面，悬挂在离地面 60 英尺高的一些大树之间。要说这次看到的让人敬畏或许有点过低评价了。难怪 Zuni 的信号在东海岸那么强大。

Zuni 的两位天线工程师弗雷德·特平 (K6MDJ) 和坎莫·哈特福德 (N6GA) 告诉我，过去几年，他们试验了更大的阵列，但是最后决定只使用四单元，因为当使用超过四单元时，信号看起来会错过东海岸！随着户外日的进行，他们将逐一把非驱动单元降下来，以改变他们在 40m 上的覆盖范围，以获得更多的通联。

在北卡罗来纳罗利附近的保罗·斯特劳德 (AA4XX) 是另外一位线定向天线的狂热爱好者。保罗的指向北方的三单元线定向天线，让他获取了两个 40m 波段的英里 / 瓦的世界纪录。

使用固定方向的线定向天线工作 DX 并没有问题。一个总体指向欧洲的三单元线定向天线加上另一个通过北极指向太平洋沿岸，将构成非常不错的 DX 天线。

如果你有物理空间以及在合适的位置有树木，线定向天线或许正是你所需的用几个瓦特通联世界的选择。查阅 ARRL《天线手册》可获取尺寸和馈电方式。线定向天线不昂贵（与可旋转阵列相比）而且你不必担心旋转器、额外的布线或天线塔的结构。

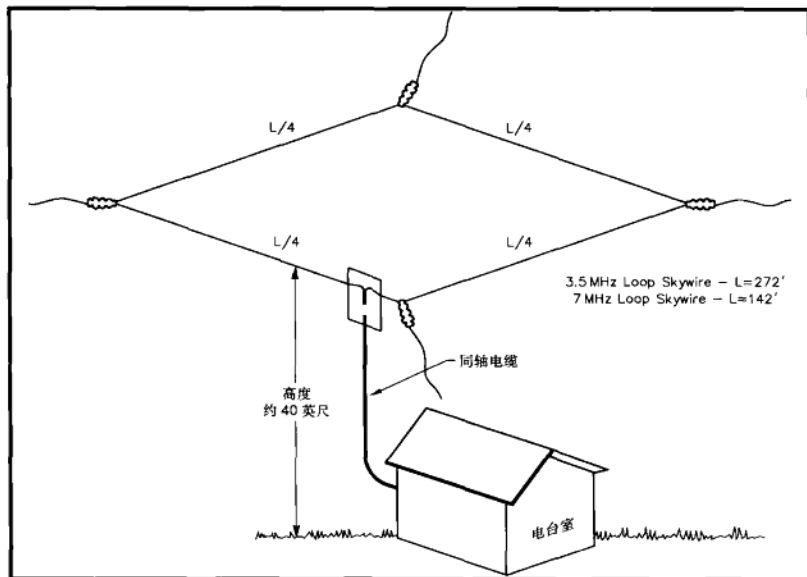
环形天线——定向性和低噪声

环形天线，无论我们讨论的是三角形、正方形还是其他形状的环形天线，都是获得一些定向性和低噪声接收的好方法。环形天线是一种“闭合回路”类型的天线，趋向于降低噪声。根据它的尺寸，无论

是 1λ 还是 $\lambda/2$ ，无论是水平方向，还是垂直方向，环形天线都具有一定的定向性。

计算 1λ 环形天线尺寸的公式是：1 005/MHz。这将产生一个你所需波段的全尺寸驱动单元。图 6-12 描绘了一个多波段、水平 1λ 环形天线，能工作在 80m、40m、20m 和 10m 波段。成本是最小的，因为这个天线只使用导线、瓷绝缘子和同轴电缆。使用天线调谐器也可将这个天线调谐到 30m、17m、15m 和 12m 波段。使用树木或桅杆将这个天线架设得越高越好。

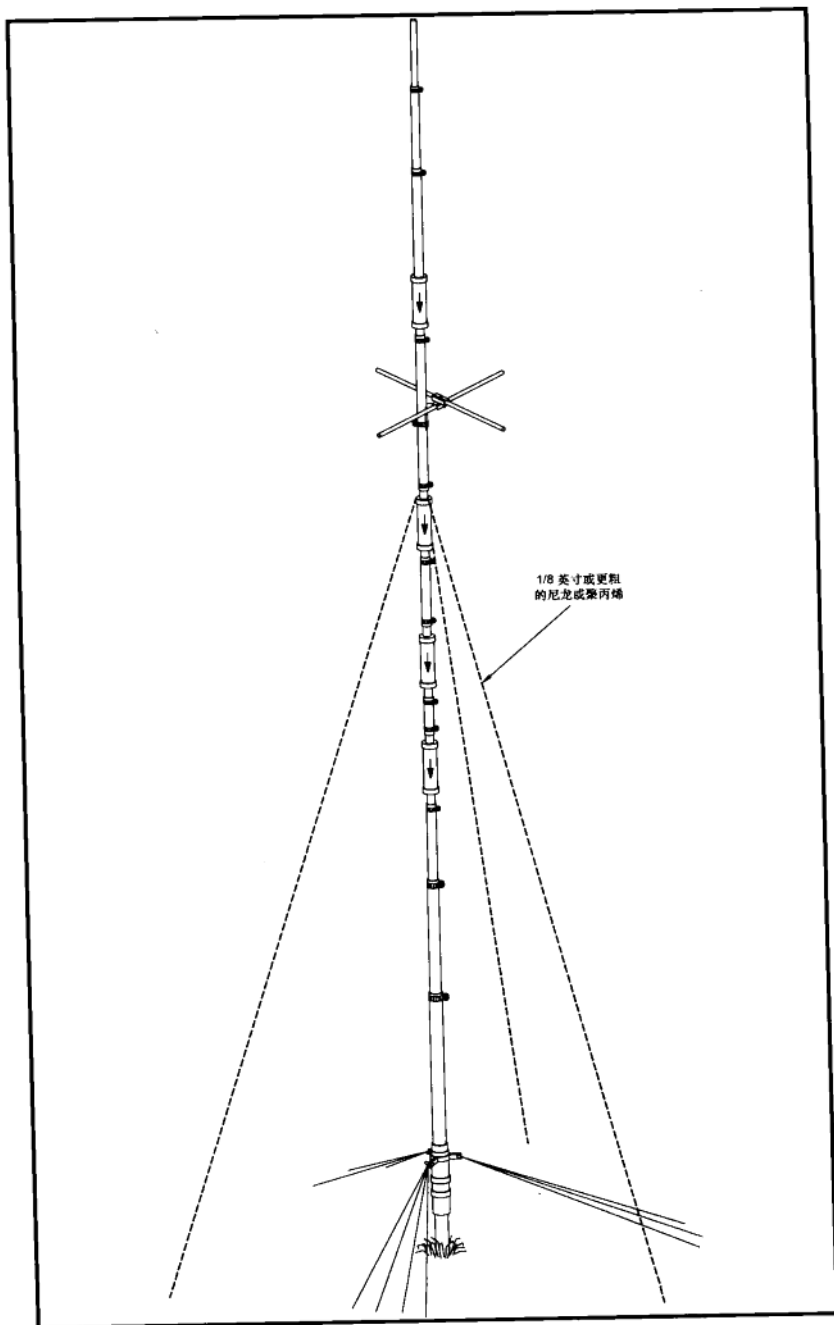
图 6-12 Loop Skywire 是一种流行的环形天线。正方形的环架设与地面平行。



用上垂直天线的日子就是好日子！

当你需要一根小尺寸的适合用于 DX 通联的天线，那么垂直天线是一个很好的选择。垂直天线有好几种： $\lambda/4$ 带陷波器垂直天线和线性加感（Linear Loaded）垂直天线。许多年来 $\lambda/4$ 带陷波器垂直天线占据了市场的主流。Hy-Gain 公司的 14AVQ、18AVQ，Newtronics 公司的 4BTv、5BTv 和 Cushcraft 公司的 AV-5 都是 $\lambda/4$ 带陷波器垂直天线的例子。参考图 6-13。天线的每一段都被一个称作陷波器的并联槽路隔开，

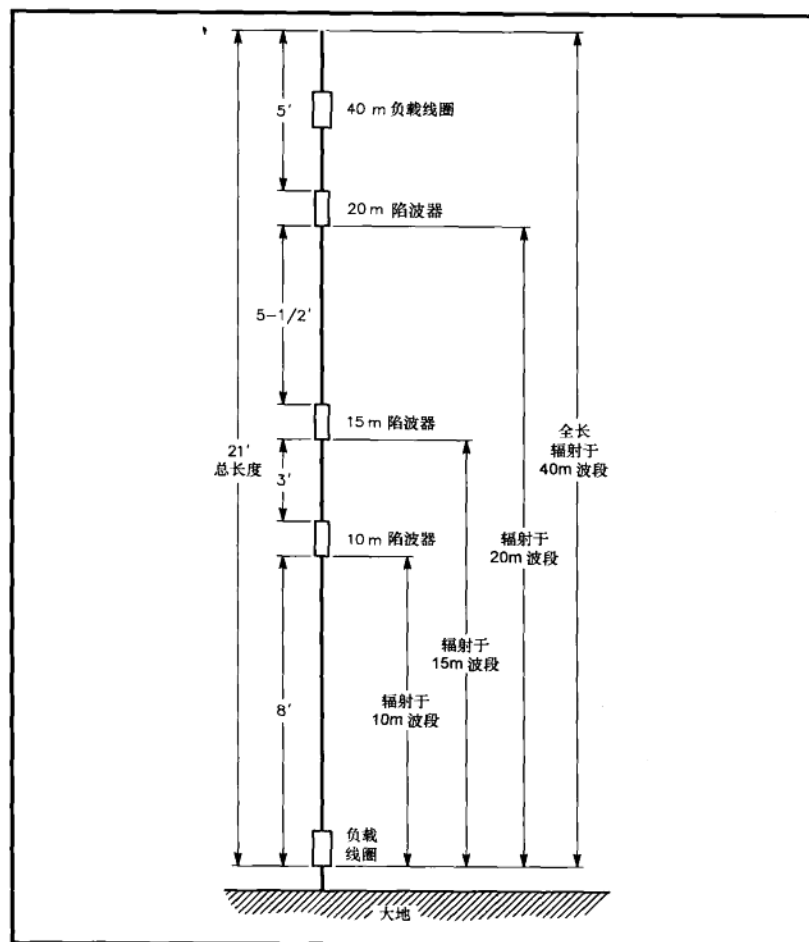
图 6-13 Cushcraft
AV-5 是商业生产的陷
波垂直天线的例子。



它作为一个射频扼流圈，使射频只限制在天线上合适的部分。当工作频率降低时，陷波器作为一个短路线，电气连接到天线的下一段。图 6-14 给出了一根基本 $\lambda/4$ 带陷波器垂直天线。10m 单元是馈电点上的第一段。10m 陷波器作为 28MHz 上的 RF 扼流圈，避免 RF 能量向上到达天线的 15m 段。当工作频率下降到 21MHz，10m 陷波器对于 RF 能量呈现很低的阻抗，使之可以流到 15m 段。相应的，当频率下降到 14MHz，10m 和 15m 陷波器都对 RF 能量呈现很低的阻抗，使之可以流到天线的 20m 段。

四分之一波长带陷波器垂直天线是好天线，但并非是效率最高的垂直天线。陷波器有损耗，还可能恶化，特别是在功率电平非常大的工作

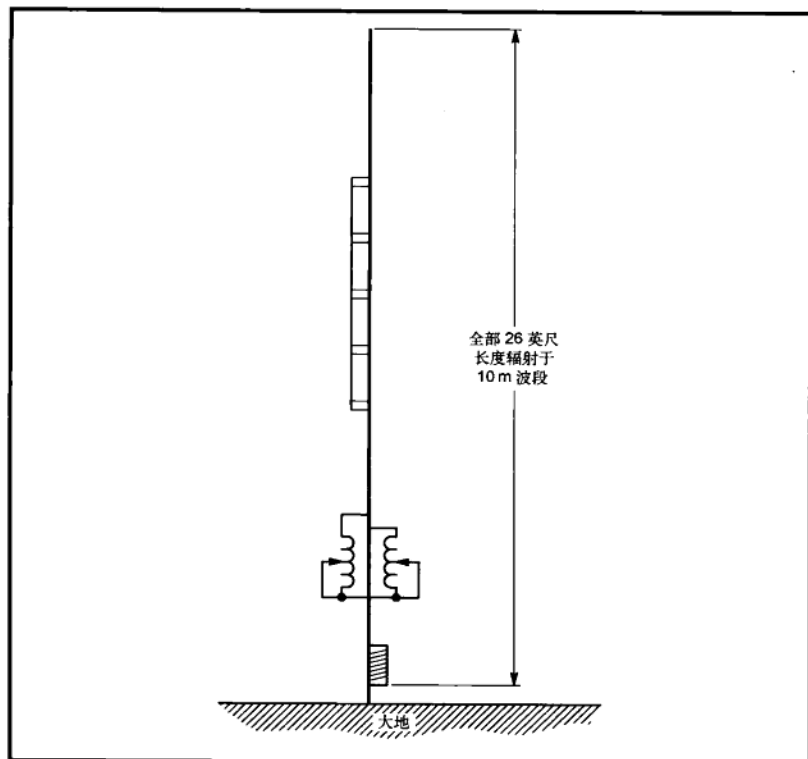
图 6-14 这里给出的是一个通用的带陷波器垂直天线。陷波器作为 RF 扼流圈，限制 RF 电流流向天线的更高部分。根据使用的波段，这限制了天线的有效长度。



条件下。图6-14给出了一根带陷波器垂直天线如何工作的基本原理。

如 Butternut HF6V 或 HF9V 的线性加感垂直天线效率更高，但是也稍微更长些。这些天线不使用陷波器，而是使用感性电路和线性加感短截线将天线调谐到每个波段。在每个波段，天线的整个长度都辐射电波。参考图 6-15。

图 6-15 Butternut 系列垂直天线使用线性加感，而不依赖于陷波器。这意味着更高的效率和更好的信号辐射。这里给出的 HF-6V 是一个性能优越的多波段垂直天线。和所有 $\lambda/4$ 垂直天线一样，这个天线需要依靠射频平衡器或地网馈电，根据安装的方式，可以埋入地下或悬挂于地上。



垂直天线是很好的 DX 天线，因为当正确安装以后，它们有很低的辐射仰角。DX 通联需要低辐射角的原因是，RF 电波从天线的发射角度越低，在碰到电离层反射之前，跨越的距离就越远。这意味着，天线和 RF 电波回到地面的点之间的跨距就越远。跨距越远，通联的距离越远。因此，低辐射角对于 DX 通联是有利的。

架设天线塔和定向天线的优缺点

关于使用定向天线是否有违 QRP 精神，一个 QRP 邮件讨论组的成

员之间有着一场大论战。我不十分清楚是什么引起了这场派别之间的论战，但是这肯定是愚蠢的。QRP 精神让我们使用一切可能的方法使我们的电台更加高效。定向天线当然符合这个方向。

如果你打算架设一根定向天线以及相应的塔和旋转器，准备好做许多功课并且在你盘算开工之前，做好邻居和市政厅的工作。

我在美国空军服役期间学到一句老话：“求取原谅比获得许可容易得多。”这可以应用到生活的许多方面。但是，就架设天线塔和市政厅打交道不在其列！如果没有经过他们的批准，他们可以，也会让你将新架设的天线拆下来。多花些时间和市政厅的区划办公室、市工程师办公室和规划委员会的人确认，这样才会比较安全。任何许可，都应获得书面的许可。很多时候，这些人对业余无线电和相关的天线非常无知。你需要去给他们做些启蒙。对于这个任务，你必须准备好。

对于你的邻居也是如此。尽管你可以将你的天线悄悄地藏在树林里或者房子或公寓的屋檐下，但是天线塔泄漏了你对业余无线电爱好的执着。准备好解释、再解释和反复解释业余无线电是什么，你用电台做什么，以及你为什么打算用一个看起来来自于星球大战里的铁或铝结构的东西丑化“他们的”邻居。

ARRL 有一个完整的天线区划包，包括了 FCC PRB-1 规定和其他信息。不要害怕问 ARRL 要。获得这个包，研究它并准备好解释你为什么需要架设这个怪物。相信我，你处于逆境中求取胜利。面临社区规划以及他们的严格规定和条款，你需要获得你可以获得的所有帮助和准备，才可以和邻居们以及当地市政府谈。

你也许可以考虑的一件事是退而求其次，使用比你原来计划小一些的天线塔和定向天线。不要忘记，试图采用这个主意并不影响你去协商获得你需要的东西。比如，你原来的计划是安装 90 英尺高拉线塔和 KT-34XA 八木天线。邻居们暴怒着说：“不是不行，是坚决不行！”试着和他们协商。找出他们不喜欢这个安装方式的地方。迫使他们做出决定。让他们对他们的推理负责任。简单说“不”并不够好。然后重新提议安装小一些的，比如 48 英尺高不用拉线的塔和如 TH7DX 的小一些的八木天线。通过试图和邻居们协商，显示你愿意缩小你的天线系统以保持邻里间的和睦，你已经表现出了对于他们关注的关注以及为了满足双方要求的协商的意愿。

一旦你获得准许，而且市政厅的书面文件已经齐备（不要感到奇怪，如果市政厅要求你获得区划的变更并提供工程图纸给市工程师办公室），该动手架设天线塔了。通过这个过程，你可以发现谁才是你真正的朋

友！根据制造商的要求，浇筑塔基混凝土的量和尺寸。仔细遵循所有的要求，以保证塔的安全架设。使用安全帽、手套和其他安全设备确保不会有人员受伤。这里，找几个有架设塔和天线经验的人参与施工绝对是个好主意。经验比什么都重要。

一旦混凝土凝固，塔安装完成，你就该在塔顶安装旋转器和天线了。如果你能使用斗式货车（车载式吊车），那工作就简单多了。不过，我们大多数人都使用经过验证为有效的方法，将一个人绑在天线塔的一边用绳子和安装用起重架提升天线到指定位置。这是艰苦而有潜在危险的工作。再一次证明，经验是无价之宝，所以一定要确保施工团队中有一些有经验的老手。

与任何天线系统一样，要用高品质的同轴电缆馈接天线。在我的电台，我使用 RG-213 作为短波天线馈线，Belden 9913 作为甚高频 / 超高频天线馈线。优质的同轴电缆确保你的 QRP 信号以很小的损耗被送达天线。根据你所处的气候环境，准备每 3 ~ 5 年更换一次同轴电缆。紫外线以及极冷极热的温度将使同轴电缆老化。周期更换你的同轴电缆馈线以确保不会出什么问题。

塔和定向天线的架设需要花费大量的金钱和精力。所有的努力都是为了使空中的信号更强。每一个不眠之夜和花费的铜板都是有回报的。使用高性能短波定向天线有明显的优势。一方面你可以将你的 QRP 信号集中于一个方向。同时，限制了来自于天线背面和侧面的信号，所以你的信噪比获得了改善。这种类型的效率绝对是符合 QRP 精神的！

这是在 K7SZ 的天线派对时间！照片上是弗兰·斯拉温斯基 (KA3WTF) 和戴夫·凯里 (N3PBV) 在将塔靠着房子墙边架设之前检查天线塔部分的螺栓。天线塔和定向天线架设的时候，检查、再检查和反复检查是至关重要的。
(摄影：W3OSS)



追求公寓的平等性

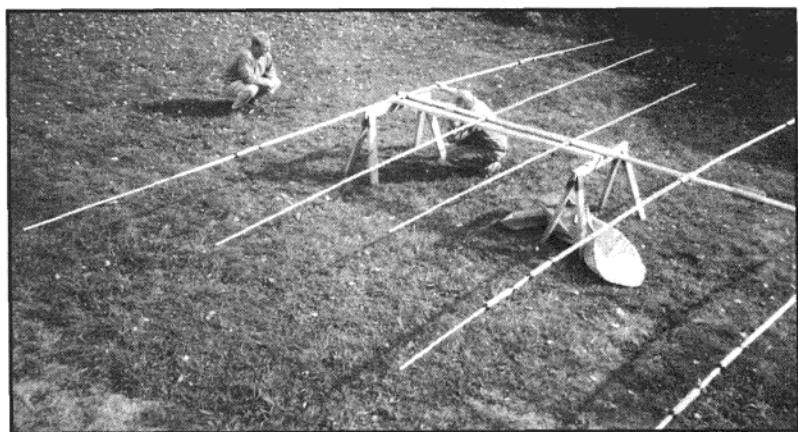
现代生活的现实状况是，我们中许多希望追求业余无线电爱好的人必须与公寓、规划的社区或联体别墅的限制进行抗争，在这种条件下，架设屋外的天线很困难或根本不可能。不幸的是，简单的解决方案并不存在。

戴夫·凯里（N3PBV）住在位于宾夕法尼亚州南 Wilkes-Barre，我家的街对面。戴夫和他的太太珍妮都是有执照的业余无线电爱好者。戴夫希望架设一些简单的天线但是珍妮不太愿意。她希望能保持房子和院子的原始美感。该怎么办？怎么办？

戴夫在重新做屋顶的时候通过将偶极天线的导线放置于他屋顶的下表面解决了这个问题！他首先用 W7EL 的 *ELNEC* 天线建模软件模拟了天线的安装，发现可能很好地工作于 40 ~ 10m。下一步就是等屋顶板拿掉以后，将导线敷设下去。新的屋顶盖在导线上，戴夫获得了外面看不见的良好的小小天线群，这让珍妮很满意。

戴夫的天线能工作吗？当然，好得很！因为戴夫是 QRP 操作者（因为我不让他买 QRO 的电台！呵呵！），他用 NorCal 40 小电台和他的隐形天线获得了不错的成果。有一点需要记住：因为天线导线接近房屋的木结构，在 100W 或更高的功率电平下有火灾的危险，因为这些导线的尾端是天线的高阻抗端，会产生非常高的 RF 电压。用 5W 或更小的功率这不是个问题——这是另外一个使用 QRP 的理由！

弗兰（K3BX）和戴夫（N3PBV）正在校正 TH7 八木天线的振子，天线支撑在后院的一对锯木架上。在把这个巨大的、高性能的定向天线升起来之前，必须检查再检查所有的紧固件的情况。（摄影：K7SZ）



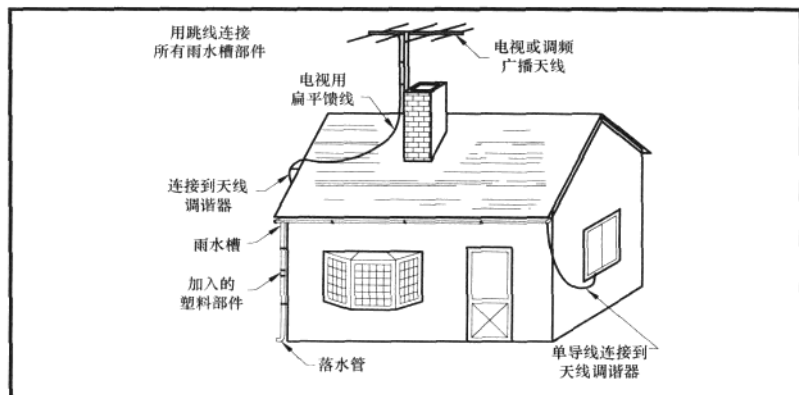
升起来了！当作者（在一个联邦快递司机的帮助下）在另一面餐厅的延伸部分用力拉绳子的时候，其他天线安装人员把塔从地面上升了起来。一旦到位后，塔的两条臂牢固地靠在餐厅的外墙上并用长的螺钉穿过建筑的结构固定。当放置旋转器的平板安装牢固以后会在它下面增加一些拉线。（摄影：K7SZ）



另外一个让你的天线隐形的方法是利用雨水槽。因为大多数雨水槽是铝制的，它们构成了一个长的导体材料，可以像一根端馈导线一样，用 L 匹配天线调谐器匹配。参考图 6-16。只要房子是木质的或者外墙用乙烯树脂绝缘，就可以使用雨水槽作为天线。铝面结构使这种天线系统的辐射图偏斜。当心任何的落水管，因为这些部分可能正好是天线的电压节点（高阻抗点），可能导致不了解情况的人被严重射频灼烧。

我用雨水槽获得了良好的效果，只不过用一根 18 号或 20 号绝缘皮线，一头连接鳄鱼夹（夹在雨水槽上），另外一头连接香蕉插头，刚好插入天线调谐器背面的 SO-239 连接器的中芯。天线调谐器的地端加了一些线作为 RF 平衡器，在宾夕法尼亚州阿尔图纳的一次 QRP 周末比赛中，这个天线工作得很好。不要忘记刮掉些雨水槽的油漆，让鳄鱼夹与之有良好的电气连接。

图 6-16 雨水槽和电视天线可以用作不易察觉的业余无线电天线。



住在公寓里 2 层以上的人，可以使用本章前面讨论过的窗外端馈线的老方法。在公寓里连接一个地网，这个天线像顶馈垂直天线一样工作。不算最好，但是能工作。

沿着天花板或者位于大窗帘后的室内环形天线可以利用整个室内空间，是不错的选择。图 6-17 给出了一个沿着天花板支撑导线的方法。这种天线的处理方法和普通环形天线是一样的，用发射品质的 300 Ω 双芯线馈电，连接到带巴伦的天线调谐器。尽管它们不如架设在室外的全长环形天线性能那么好，但是这些小环形天线可以让你的信号发出去也还过得去。图 6-18 给出一种包含匹配系统到天线馈电点的方法。 $\lambda/4$ 地网线帮助控制任何可能同轴电缆屏蔽层出现的杂散 RF 信号。

我在位于英国米尔登霍尔的英国皇家空军基地居住期间，架设室外天线很困难。不过我的房间的居住空间上面有一个阁楼。这非常适合安装一根半长 G5RV 偶极天线。我将偶极天线的顶端放置在阁楼一头的椽子的最高位置附近。振子使用 #14 绝缘皮线，我将天线两臂向接近阁楼地板的尾端椽子走线，走线时用钉枪固定导线。在离阁楼地板大约 12 英寸的地方停止。从这里我折向垂直于椽子的方向（平行于地板）走线，直到走完所有的线。在偶极天线两臂装上尾端绝缘子，然后用小段绳子固定于附近的椽子上。这个天线用 450 Ω 分隔线馈电，通过天花板上两个小孔，连到直接位于天线下的电台室。使用这个天线和一台 Ten-Tec Argonaut 515，我在大约一年不定期的 QRP 操作中通联了 85 个国家。而且，除了我和我的直接亲属外，居住区的其他人没有一个人知道我在操作业余电台！

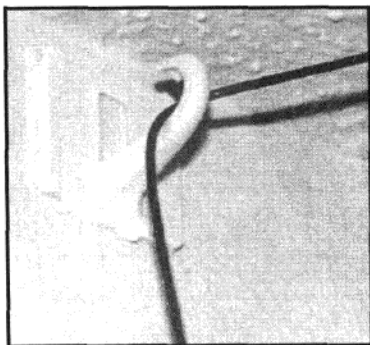
ARRL PRB-1 包、区划限制和业余爱好者

业余爱好者受到区划限制已经很多年了，但是这在 20 世纪 90 年代后本地政府在应对那些蜂窝电话和个人通信服务的塔的需求后成为一个大的麻烦。因为那些塔事先没有规范，有些当地政府新制定了一些条例来应对那些商业通信塔。那些过程中，他们有些时候对于业余无线电的天线过度约束。大部分社区有一些某种程度上对于业余爱好者的塔（天线支撑结构）的建筑许可，PRB-1 并不是用来消灭那些许可的需求，而是在向本地规划者解释为什么业余爱好者需要天线，尽管邻居们很有意见。

PRB-1 是业余爱好者防卫过度限制的本地天线的法令的手段。（PRB 代表 FCC 私人无线电管理处。这是 1985 年发布 PRB-1 的时候处理业余无线电事务的 FCC 部门。在 20 世纪 90 年代早期重新命名为无线通信处）。PRB-1 偏向业余无线电爱好者们在本地法令中的优先权。PRB-1 文档中声明了业余爱好者的天线的构造可以建立足够的高度和尺寸以适应业余通信业务。州和地方法规中关于台站天线方面的规定不能妨碍业余无线电通信业务。相反的，它必须合理地满足这方面的沟通，必须构成最低切实可行的规例，完成国家和地方当局的保护其社区居民关注的健康和安全的目的。11 页的 PRB-1 文档可以从 ARRL 网站找到：www.arrl.org/field/regulations/。ARRL 志愿法律顾问计划的信息也发布在这个网站上。这个计划提供业

在 *The ARRL Antenna Compendium* 一书第二卷中，柯克·克莱因施密特（NT0Z）描述了安装在他阁楼中的一根三波段八木线天线。图 6-19 给出了基本的安装细节，给你一个怎么做的概念。

图 6-17 室内天线可以用带自粘胶的茶杯挂钩做支撑点，这些支撑固定在墙壁的高处，大部分人不会注意到它们。如果你认为有些人可能会认出它们并问一些尴尬的问题的话，那么可以在上面悬挂一些小饰品。

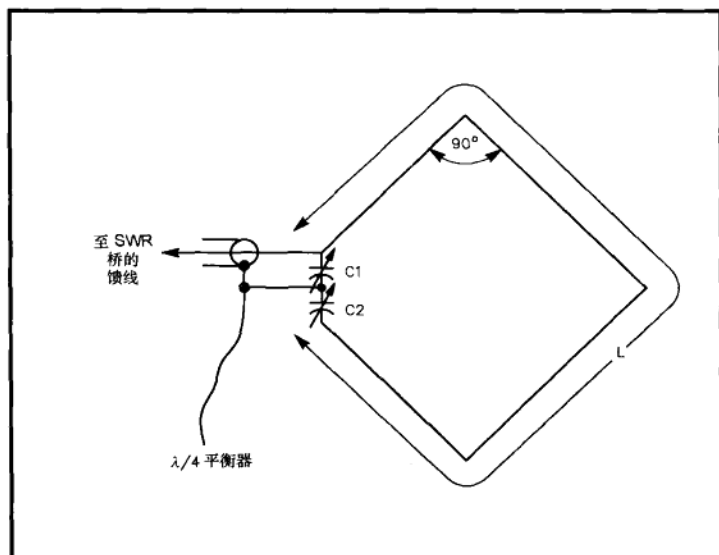


余无线电爱好者中愿意提供免费的初步咨询的律师名字、地址和电话号码，帮助 ARRL 会员确定是否需要法律服务。ARRL 的志愿工程顾问的联系信息也在这个网站上，志愿工程顾问可以帮助你决定当你遇到天线区划法令时你也许需要哪种类型的工程服务。ARRL 天线高度和通信效力的研究资料也在这个网站，作为陈述的一部分用于呈现给本地区划官员，它表明业余爱好者的天线在 75 英尺高度较 35 英尺时有更高的效率。

在很多情况下，业余爱好者需要比出现在 ARRL 网站上的更多的材料。PRB-1 没有指定什么是“合理的”的含义。ARRL PRB-1 包可能非常有用，因为它包含了超过 200 页的材料可以作为呈现给本地区划委员会的部分陈述。除了在 ARRL 网站内容以外，PRB-1 包中的若干联邦地区法院的案例显示，“合理”的含义指的是 65 ~ 75 英尺高度。这个包还包含了 FCC 的文书证明 FCC 在处理干扰方面的独立司法权、示范条令、有关天线规章的 *QST* 文章和其他一些有用信息。对于 ARRL 会员，包的价格是 10 美元（非会员 15 美元），以补偿复制和邮寄的费用。

关于 PRB-1 包重要的注解是它不能应用在诸如契约、合同限制和租赁情况下。PRB-1 没有定义覆盖到这些协议，因为这涉及个人自愿。在这些案例中，运用公关手段和当地业主协会或业主打交道，宣传业余无线电的价值是可接受的选择。一位律师可能帮助发现其他的选择。

图 6-18 这是一种简易的线-环形天线的匹配系统，被罗德·纽柯克 (W9BRD) 使用过。当用于 QRP 操作时，接收型的电容就足够了。C1 大概 300pF，C2 大概 100pF。尽管图上显示出这个环形天线被支撑成一个钻石型，但在你的地方你可以把它装置成任何形状。环的直径应该比 $\lambda/4$ 稍微短一点点，或者在 40m 波段时的长度大约为 25 英尺。因为这个天线是用不平衡馈线馈电的，所以有必要附加一个 $\lambda/4$ 的平衡器。平衡器的线可以绕着房间边缘在地毯下走一圈，只要你仅仅以 QRP 工作，你就不用担心沿着导线产生的射频电压。



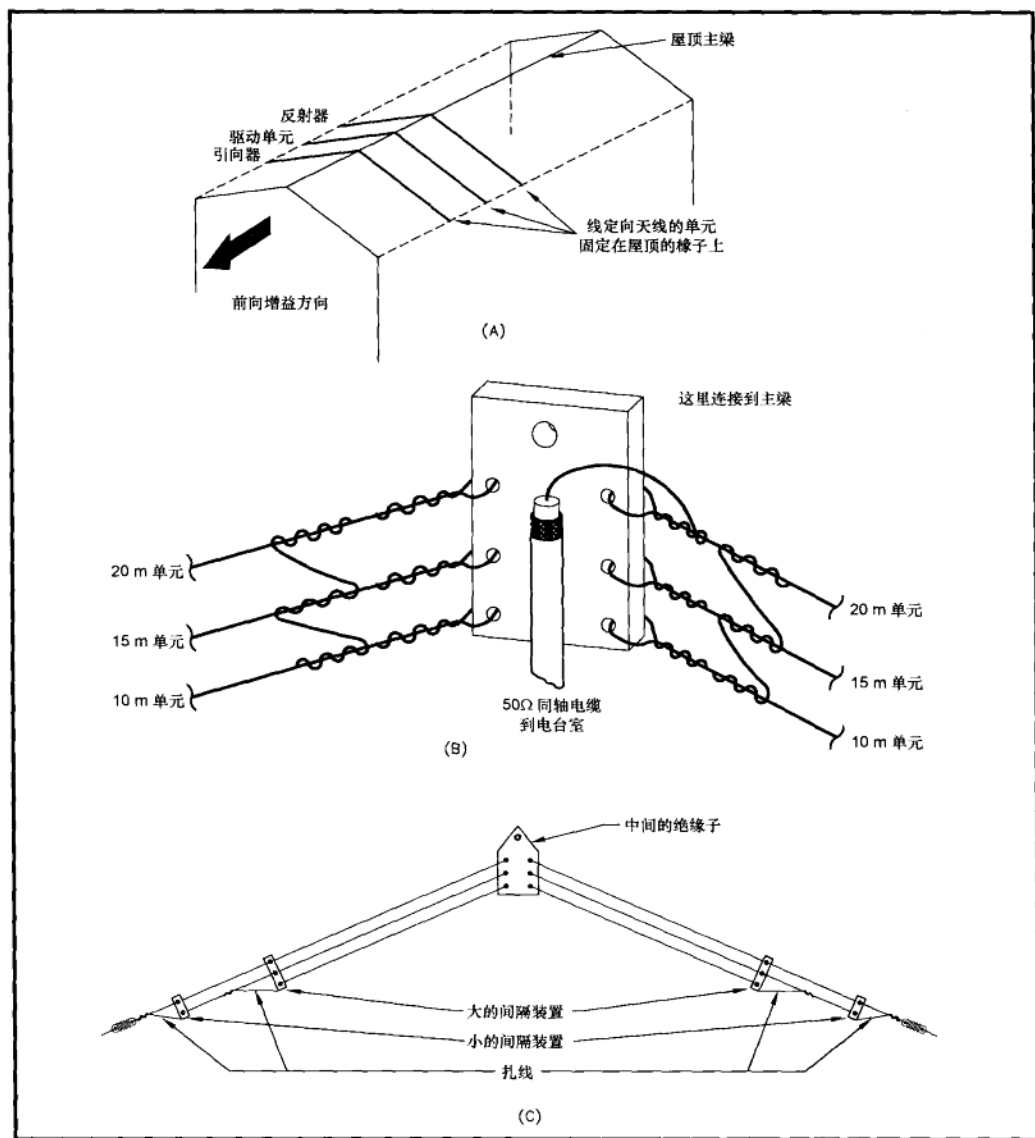
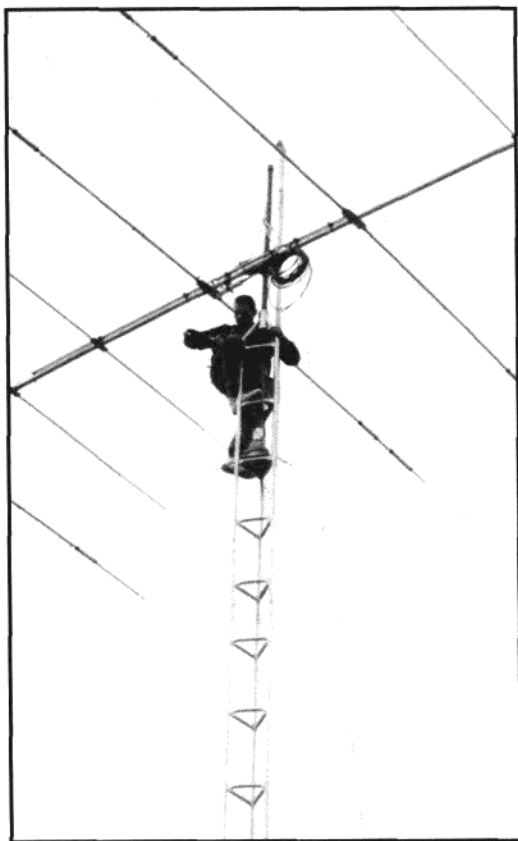


图 6-19 你可以借鉴的想法是，把一个阁楼偶极天线进一步改造成三波段的定向天线，就像柯克·克莱因施密特（NT0Z）那样。柯克在 *ARRL Antenna Compendium* 第二卷里描述了他的天线。A 部分显示了振子线如何沿着大梁悬挂在房屋的椽子上。B 部分显示了馈线如何连接到驱动单元。中心支撑的绝缘子用 2 英寸 × 3 英寸的塑料或者亚克力板，比如 Plexiglas。每个波段的裸铜线驱动单元的两部分绑在一起。C 部分显示了完整的定向天线的单元，包括塑料支撑和中间绝缘子的位置。约束扎线连接到间隔装置的底部位置，而不是到最短单元的末端。你可以为驱动单元增加反射器和引向器。柯克使用了沿着阁楼顶部绑扎的绳子做“主梁”来悬挂所有的定向天线的单元。

阁楼是架设带陷波器的偶极天线的好地方。Cushcraft 制造了一系列可旋转的偶极天线，用同轴电缆馈电，适合于挂在阁楼，且工作良好。

这是迈克·拉迪肯 (W9RAT) 在固定 TH7 天线主梁和塔的立杆之间的螺栓。在迈克和我的儿子杰米的合作下，所有塔上的工作在很短的时间完成。尽管照片上看得不是很清楚，迈克穿着线路工人的登高用安全带，他被安全带扣在了塔上所以可以用两只手来工作。与所有的天线工作一样，注意安全和使用正确的保护设备。(摄影：K7SZ)



最后，让我们探讨一下“不可见”的天线。我们说“不可见”，是说对于地面上不经意的路人几乎是不可能看见的。导线可以是裸线，也可以是有外皮的。如果你决定使用有外皮的导线，选择中性的颜色，比如灰色或淡蓝色，因为看起来可以很好地与天空融为一体。如果你安装得仔细的话，使用非常细（24～30号）的线，架设一个几乎看不见的端馈线天线系统是可能的。使用细线的室外不可见天线的最主要缺点是风的影响。线不可避免地会断掉，你还得重新安装。不过，这个方案的确可以让坚持不懈的 QRP 操作者架设一根工作不错的室外天线。对于所有端馈天线，不要忘记 RF 平衡器。

射频辐射和室内天线

FCC 规则规定了人体在电磁场中的最大辐射允许值 (MPE) 以及任何发射机产生的射频能量的能量密度。在规则的第 97 部分也提到。

§ 97.13 本地台站约束

(c) 在允许业余电台从任何地方进行发射之前, 在此处操作电台可能导致人体暴露在超过在本章 § 1.1310 条款内所允许级别的电磁场内。执照持有者需要明确的行动。

行动之一是如果台站的功率超过特定限制, 那么应该执行一个例行的射频环境评估, 如同规则中 § 1.1307 所描述的。QRP 操作者们总是使用低于限制的功率级别, 但建立这样的评估仍然必须被实行。无论什么情况必须确保没有任何人受到超过 MPE 限制的辐射。

使用室内天线时呈现的情况之一是, 即使一个 QRP 发射机也能产生足够的射频能量从而超过那些标准, 卧室上方阁楼里的偶极天线, 或者沿着墙布线靠近你邻居的公寓, 对于这种情况, 有可能导致超过 MPE 的结果。一个沿着操作间天花板铺设一圈的环形天线可能产生很强的电场或磁场来围绕着操作者, 或者围绕着在卧室里刚好对着天花板上睡眠 (或玩耍) 的儿童。

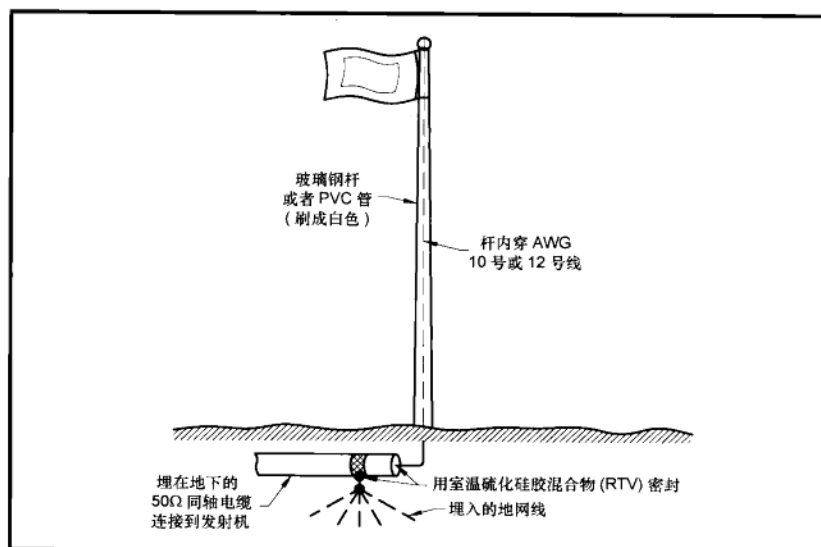
如果你使用室内天线或者天线沿着屋顶敷设, 你必须采取步骤以确保没有人受到来自你的电台的超过 MPE 标准的射频辐射。你可以使用仪器、计算机建模或者数据表来进行这样的分析。FCC 的工程和技术办公室在 OET 公告板 65 上发布了一些信息和一些补充信息 B(关于业余无线电台站的附加信息) 用于帮助你做那些评估。你可以在互联网上找到这些文档, 网址是 www.fcc.gov/oet/info/documents/bulletins。

ARRL 出版物中有一本 *RF Exposure and You* 很不错, 包含了广泛的信息和数据表, 可以帮助你确保你的业余台站满足 FCC 的要求。——拉里·沃尔夫冈 (WR1B), ARRL 资深副技术主编

如果你居住在严格限制天线的地方, 你可以考虑树立一根装饰性的旗杆。许多业余无线电杂志上的文章证实了使用旗杆作为垂直辐射单元的可能性。旗杆本身必须与大地绝缘, 而且你得在草皮下埋

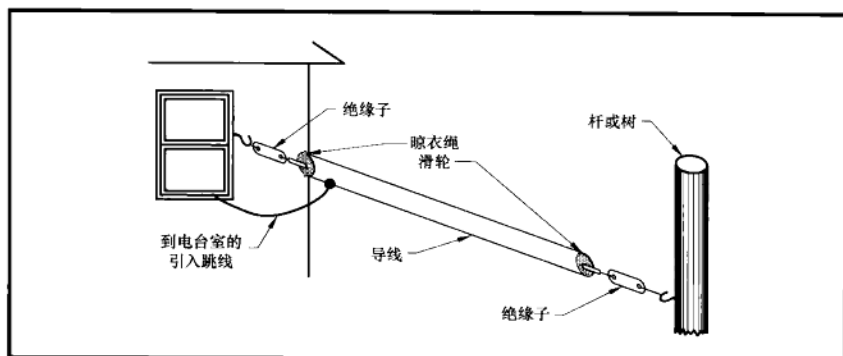
入一组地网线。通过埋在地下的RG-213电缆连接到天线调谐器馈电，这个“不可见”的多波段天线可以解决通联的问题，同时向邻居们显示你多么的爱国。图 6-20 给出了这种类型的非常简单的安装方式。

图 6-20 旗杆天线是架在限制区附近的简便方法。



另外一个不可见天线的主意是使用“晾衣绳”。图 6-21 给出了这样的安装方式。使用聚四氟乙烯或乙烯外皮的 12 号或 14 号线作为晾衣绳，你也许甚至可以用作那个用途。要使用绝缘的滑轮。

图 6-21 晾衣绳天线比它看起来的样子要好。



关于不可见天线的最后的思考：许多业余爱好商店为了迎合制作彩色玻璃或制作玩偶之家的人们的需要，有卖带背胶的铜带。这个东西

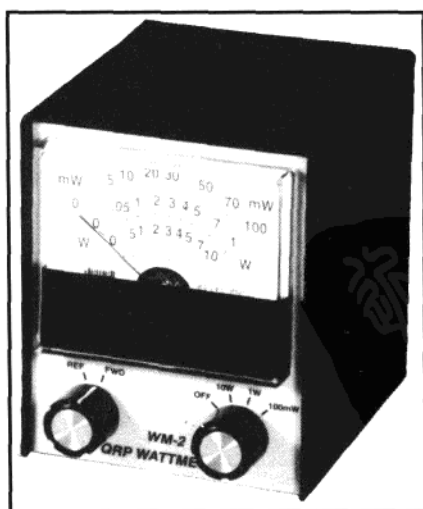
非常适合于在房子的屋檐下走线做成伪装的天线。将铜带贴好，用一个 SO-239 同轴电缆连接器连接两根线，线头上用鳄鱼夹夹到铜带上，就构成了一个偶极天线。等铜带贴到位以后，迅速刷上匹配的油漆，你根本看不到这根偶极天线！我不会试图在这种天线上发射超过 10W 的功率，原因是我们前面讨论过的高阻抗问题。

家伙什儿

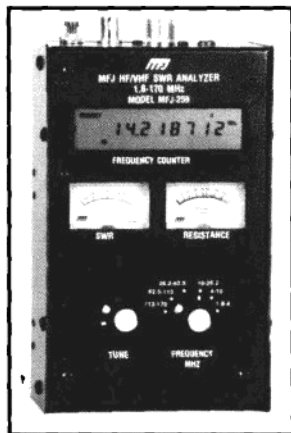
天线测量设备可以简单到一个圣诞树小灯泡串联在天线中（显示天线电流）或复杂到买几百美元的天线分析仪。对于大多数情况，你需要的东西介于这两个极限之间。

最实用的天线测量工具是 SWR（驻波比）桥或正向/反射 RF 功率表。这两种表之间的差别非常微小。SWR 桥标定为读取正向和反射的电压，而 RF 功率表标定为功率（瓦特）。每一种类型的表都可以让你评估你的馈线和天线系统，并调谐到谐振时最小的反射读数。市场上有几种商品的 QRP 表。不过，我喜欢自制东西，而这个非常需要的附件是一个不错的晚上或周末项目。Oak Hills Research WM-2 QRP 功率表在低到毫瓦级还是准确的。

Oak Hills Research
的 WM-2 QRP 功率
表是一款方便的测试
仪器。（摄影：K7SZ）



MFJ 公司出品的 MFJ-259 型天线分析仪可以帮助你测量天线系统的谐振频率，以帮助你正确地调整天线系统。它也可以监视驻波比的情况，甚至还内置了一个频率计。（ 承蒙 MFJ 提供照片 ）



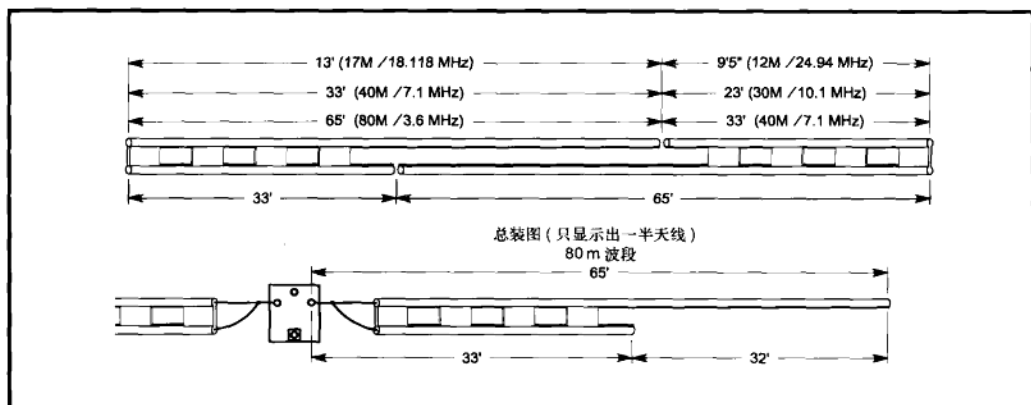
天线分析仪在过去的几年里变得流行起来。我使用过 Autek RF-1 和 MFJ-259。我更喜欢 MFJ 的产品因为它使用模拟表，在我试图判断天线谐振的时候读数容易得多。两个表都是优质的产品，有许多功能。MFJ 的产品还能作为甚高频频率计用，而 Autek 产品没有这个功能。这两个表都不便宜，所以在你决定买下一个的时候准备花上点钱。天线分析仪让天线实验容易多了，如果你计划许多天线实验，应该考虑买上一个。

移动操作的天线

“梯形线”多波段偶极天线

汤姆·哈蒙德（NOSS）提出了这个户外日用的多波段偶极天线的想法，在不外出的时候也容易存放我采用了汤姆的想法制作了多个双波段天线用作固定台使用。当然，你可以按照汤姆的原有想法，做几个这样的天线用作你的户外日和便携 QRP 操作。

我使用的梯形线是有 PVC 外皮的 450 Ω 类型。在 QST 上做广告的几乎所有天线硬件商家处都出售这个馈线。我的梯形线购买自位于弗吉尼亚州朴次茅斯的 The Radio Works 的吉姆·汤普森（W4THU）。从一头量得 33 英尺，并只把梯形线的一边剪断。到另外一头量得 33 英尺，在梯形线的另一边剪断。用一个美工刀，切除两个剪口之间的中间 PVC 绝缘隔离部分。你现在有了一个双波段偶极天线的两臂，一个振子长度是 65 英尺，另外一个长度是 33 英尺。要连接到馈线的那端需要剥开大约 1 英寸并焊在一起。



用 98 英尺梯形线制作 80/40m 波段偶极天线的切割图。图上也给出了用于 40/30m 和 17/12m 波段偶极天线的尺寸。

使用 PVC 管帽制作天线的中心绝缘子

照片 A、B 和 C 显示了三种版本的用于同轴电缆馈电的偶极天线的中心绝缘子。中心绝缘子用 PVC 管的滑动式管帽制作，带有直接安装在管壁上的同轴电缆连接器和羊眼螺栓。这种绝缘子很小很轻。很坚固和易于制作。它们用 $1\frac{1}{4}$ 英寸的管帽（外径大概 2 英寸），在管帽开放的那面粘上一个圆型的塑料薄板来密封一下。这个薄板不承载任何重量，只是给这个中心绝缘子起到密封和防水的作用。

在这里你可以使用几种不同种类的塑料薄板，PVC 薄板可以在业余爱好商店里获得。把它用 PVC 胶或者乙烯基粘合剂粘到 PVC 管帽上。业余爱好商店里也可以找得到白色的聚苯乙烯薄板，用从电子商店弄到的线圈胶或者爱好者商店买到的通用塑料胶（二氯甲烷）来粘合它们。这种粘合剂也可以把 Plexiglas 的亚克力板——可以从五金店获得——粘接到 PVC 管帽上。这是完成后的小型中心绝缘子的照片，使用 $1\frac{1}{2}$ 英寸的管帽。

这些绝缘子使用不锈钢或者铜质羊眼螺栓，电镀的钢材料容易被腐蚀。你可以使用成品的 PVC 管帽，但是照片之一的管帽被修剪到内部大概 $1\frac{1}{16}$ 英寸深的长度，以舒服地放下同轴电缆连接器的底座为好。注意平的一面用于安装同轴连接器。

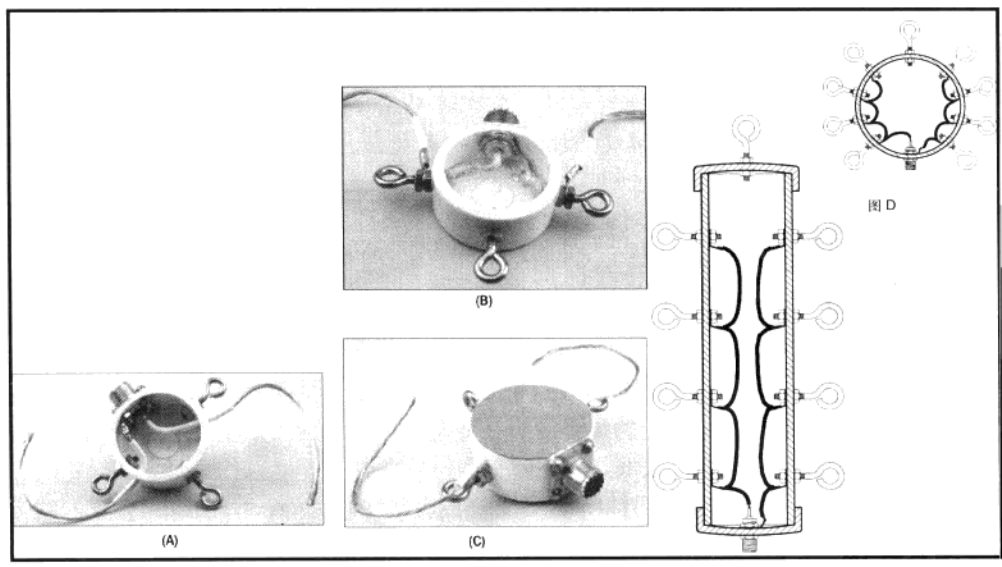
同轴连接器在绝缘子的底部位置，天线的导线拴紧在两边的羊眼螺栓上。用多股导线连接同轴连接器和天线的振子线。在两个示例中，多股连线从羊眼螺栓旁边的孔里穿了出去。我把绝缘导线穿出孔的地方做了密封，在第三个例子中，连接同轴连接器的线焊在了羊眼螺栓在管帽内部的螺帽上。在管帽外部羊眼螺栓上附加的螺帽和连线用于连接天线振子。在所有的情况下，把多股线牢牢地缠在天线振子线上，把它们

对于中心绝缘子，我选择了一个 3/4 英寸 Schedule 40 的 PVC 管帽。螺丝钩被放在管帽的相对两侧，一个螺丝钩被直接嵌入到管帽的顶部，作为倒 V 形架设时的中部支持。在每侧螺丝钩连接到管帽的位置下方钻额外的孔。装入一个带有 2 根大约 6 英寸长导线的 SO-239 同轴连接器，一根线连接到连接器绝缘的中心点，另外一根线连接到连接器的地端。连接器引出的导线穿过管帽的两个孔并拉紧，直到连接器刚刚露出管帽开口端。

使用一些 5 分钟型环氧树脂粘合剂，我将环氧树脂倒入管帽，直到刚低于管帽的开口端的平面。现在，我仔细地扭动突出管帽的 2 根导线，直到同轴连接器嵌在管帽的顶部。在这个时候，随着同轴连接器的后部牢牢地嵌入到环氧树脂中，环氧树脂几乎与管帽的边缘水平。等待 24 小时让树脂完全固化，再挂起偶极天线振子。你现在有了一个用于多波段偶极天线的罐状中心绝缘子。

焊接好并保护好接点不受天气的影响。顶部的羊眼螺栓是个可选的中部支撑用于倒 V 形安装时使用。——罗伯特·H·约翰 (W3JIP)

W3JIP 的想法是建议这种技巧可以应用到其他地方。对于多线式偶极天线，你应该用一个大的管帽（比如 4 英寸，周围给每个波段都装上一对羊眼螺栓）或者直接用一段管子，参考图 D 可以有更多的构想。——罗伯特·申根 (KU7G) (SK)



追求移动操作作用的天线

短波移动操作是业余无线电当今最热门的趋势。我一直很喜欢 ARRL 举办的年度户外日活动。现在,对那些希望同时享受户外活动和业余无线电爱好的人来说,每一天都能成为操作者的户外日 (field day)。

在 2000 年波段情况非常出色。DX 活动波及到了全球上每一个部分。我有一台 Kenwood TS-50 收发信机和密封的铅酸电池总在我休假时跟随着我,而且我总是带有很多导线,所以在那些优异传播打开的时候我就能把天线挂在树木或建筑物上来开机操作。

但是有很多次,我所需要的那些树正好不在恰当的位置。每到一站我们试着把那些线弄得超过合适的树干而又不伤害到别人或者以回答那些不理解我急于开机操作的人们的许多问题而告终。

看看其他选择,设计和制作一个轻型的、高效的和高度便携的天线看起来比较符合逻辑。它应该能够快速架设好和收起来并且打包放进手提箱里。天线可以覆盖我那时候所有感兴趣的波段,包括 20 ~ 10m。

我最终选择了有趣且容易,可以用很多 HAM 都有的工具来制作的“偏离中心馈电偶极天线”(OCFD)。它采用偏离中心馈电以满足匹配的需要。这个天线适合低功率使用,重量较轻的同轴电缆被选作馈线。

RadioShack 那时候在出售一种非常轻的更换式拉杆天线,它的长度是 72 英寸,重量只有两盎司。一种被称作“CPVC”的水暖产品用管被用来做偶极天线的双臂和线圈骨架。CPVC 很容易在上面钻孔,而且对于这种长度的天线它既轻又结实,工作得很好。为了降低成本,扬声器线被用来绕制线圈,平板型的连接端子使天线的连接更容易。

有句关于天线的谚语说“你应该有一条偶极天线”,最好的方法之一是利用一种称作“刷漆杆”的东西把这条僵硬的偶极天线架设起来。这种很轻的杆是铝制的,而且缩起来后长度是 6 英尺而完全伸展时为 12 英尺。家具装修商店里把它们归在油漆用品部(我在移动操作时在不同地方都用这种刷漆长杆立起过 V/UHF 波段的定向天线,它们工作得好极了!—埃德)。

为了安装梯形线偶极天线,将每个振子的馈电端插入它们相应的螺丝钩。夹紧每个钩子的尾部,使振子不会从中心绝缘子松开。现在,取出管帽中伸出的每个线头并焊接到它们相应的振子上。这就做成了一个特别健壮的天线,几乎在任何气候条件下都能工作良好。

用 50 Ω 同轴电缆馈接中心连接器,另外一头连接到一个天线分析仪,检查天线工作的谐振状态。如有需要,调节偶极振子的长度使天线谐振在你最喜欢的 80/40m 波段 QRP 频率。

在我用徒步移动操作的装备做了上百个 QSO 以后,我最终发送了几十封信给那些请求我指导制作这个移动天线的人们。因而我开通了一个网站,让那些感兴趣的制作者们访问和打印有关手工制作这个项目的说明。

2001 年晚些时候,一个在加州雷丁市的本地 HAM 呼叫我,问我知不知道有一个新的 Internet Yahoo 讨论组迎合了那些对轻型便携式移动 HF 无线电操作感兴趣的 HAM 们的需要。它被称为 HFpack® 而且讨论组刚刚成立。我马上就加入了,而且从那时候起就在讨论组上非常活跃。邦尼·克里斯多(KQ6XA)是讨论组的创立者和领导者。现在 HFpack 有超过 6 000 名的会员。

HFpack 的会员之一沙里尔(W3VET)制作了一条我设计的自制偶极天线,并且她开始在 HFpack 讨论组她的帖子里称呼它为“Buddipole”。这个名字就再也摆脱不掉了,这就是“Buddipole”这个名字的由来。

自那时以来,数以千计的人们自己手工制作了 Buddipole 天线。顺便说一下,天线的设计资料在 www.qsl.net/w3ff 网站可以找到。

到了 2002 年,关于手工制作 Buddipole 天线可观的利润开始浮现。我的儿子克里斯(W6HFP)考虑到生产商业版本的天线应该是个好主意。那年 7 月份,我们启动了 Buddipole.com 网站,从那时开始我们开始迈向提供高品质的模块化产品。

模块化部分和线的组合给实践者提供运用他们的想象力轻松配置天线的机会。天线的各段用 3/8 英寸×24 英寸的螺纹相配合。偶极子的双臂通常水平使用,但是同样的振子情况下,也可以垂直安装成为带一个倾斜地网的非常高效率的垂直天线。用于偶极天线的线圈同样可以用于垂直天线。

设置成 VersaTee 的要点是,通过选择水平或垂直地安装部件,允许你在野外改变辐射波瓣的角度。同轴电缆直接馈电意味着迷你型的香蕉插座,直接推入到 VersaTee 内嵌的桩杆里面。这使天线的馈电变得容易,无论是垂直还是水平偶极架设。

实践者喜欢得到有用的部件,他们可以建立他们自己的天线设计并把部件装入可以工作的移动天线用于便携式操作。Buddipole 公司的一个目的就是提供这些产品。——巴德·德拉蒙德(W3FF)

这个天线可以按比例缩放到其他频率? 答案几乎是肯定的。只需计算你最喜欢的波段的尺寸,并将梯形线裁剪到合适的长度。

阿帕拉契山径偶极天线

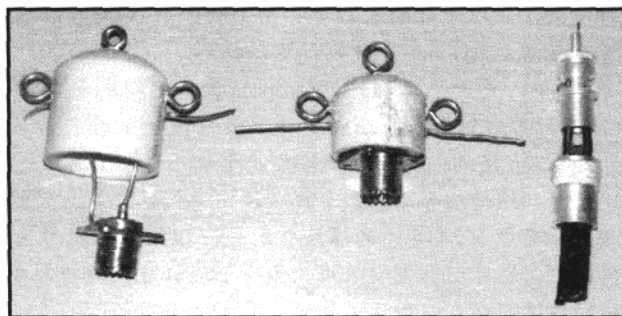
埃德·布鲁内斯(WA3WSJ)提出了一个用于徒步旅行的移动全波

段天线的聪明的想法。埃德是常年徒步和操作在阿帕拉契山径的人数快速增加的 QRP 操作者之一。埃德很快意识到相对于地面的高度山径操作没有太多关系。实际上这是一个没有意义的观点。阿帕拉契山径上浓密的树木通常不允许天线架设高度高于地面 15 英尺。

阿帕拉契山径偶极天线本质上是一根 40m 波段偶极天线，使用美标 26 号 19 芯铜包钢“隐蔽线”作为振子，用双芯线、分隔线或梯形线馈电。“隐蔽线”特别结实，有不会磨损的聚四氟乙烯外皮，不会在树林和丛林中钩住。

阿帕拉契山径偶极天线的中心绝缘子和之前提到的梯形线多波段偶极天线绝缘子的做法类似，只是尺寸小一些。3/4 英寸 Schedule 40 PVC 管帽和一个 SO-239 同轴连接器配合使用。你可以在这里使用一个 BNC 插座，但是使用小型的 300Ω PVC 梯形线作为馈线可能产生问题。参考图 6-22。

图 6-22 作者试图重建一个阿帕拉契山版本的多波段偶极天线。图左边是 1 英寸 PVC 管的管帽（堵头），已组装好一部分（大点的尺寸容易看到装配的细节）。中间是一个 3/4 英寸的 PVC 管帽，里面灌满了环氧树脂准备用作中心绝缘子。右边是一个 PL-259 连接器和小型 300Ω 梯形馈线，还没来得及焊接和灌环氧树脂。（摄影：K7SZ）



我们使用螺丝“眼”而非螺丝钩固定偶极天线尾端并给倒 V 天线提供一个中心提举点。环氧树脂被倒入管帽，通过位于管帽两侧螺丝“眼”连接处下面的孔拉出连接线后，同轴连接器被嵌在胶中。一旦环氧树脂固化，连接每臂长 33 英尺的偶极天线振子到中心绝缘子上就很简单了。导线穿过螺丝眼，然后打结以缓解张力。SO-239 引出的线被焊接到每个振子的尾部，提供到连接器的连通性。

一个 PL-259 被用来端接小型 300Ω PVC 梯形线到中心连接器。馈线的另外一头连接到一个 4 : 1 巴伦，然后连接到你最喜欢的天线调谐器。我使用 LDG Z-11 自动调谐器。图 6-23 给出了准备好工作的 LDG 调谐器和 Yaesu FT-817。埃德使用他的内置自动调谐器的 K2，很容易地将这个 66 英尺偶极天线调谐到除 17m 波段以外的所有波段。你总是

可以使用 50Ω 同轴电缆馈接这个便携偶极天线，作为标准的 40m 波段偶极天线使用。

图 6-23 作者的 Yaesu FT-817 电台和 LDG Z-11 自动天线调谐器完美地装进尼龙背包里准备进行移动操作。(摄影: K7SZ)



阿帕拉契山径偶极天线是一个非常轻，特别便携的多波段天线系统，可提供许多小时的丛林中的操作。成本极其低廉，但是性能不错，即使高度不高！

PAC-12 便携垂直天线

詹姆斯·贝内特 (KA5DVS) 率先开发了一个叫做 PAC-12 的特别成功的便携天线系统，它在 Pacificon 2002 上赢得了 HFPack 的“天线擂台赛”大奖。James 的 PAC-12 在所有参赛品中胜出，其中包括多个单波段鞭状天线的集合 Super AntennasMP-1 和 Miracle Antenna。这个“擂台赛”已经成为 Pacificon 的例行的特色项目。测试是通过在一个测试范围内使用参考偶极天线进行的。所有待测天线与这个参考天线比较，根据低于参考天线的 dB 数降序排列。

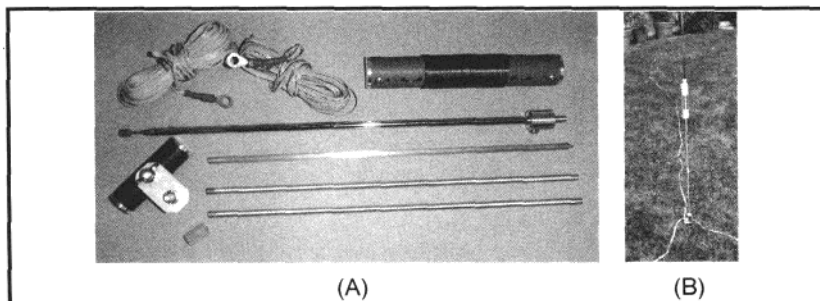
PAC-12 引起了我很大的好奇心，我决定自己制作一条，在整个夏天的几次外出中实际测试它。首先，制作这个多波段垂直天线的主要元件在大多数家具装饰店可以找到。余下的采购自 RadioShack，所以节俭的 QRP 操作者真的没有理由缺少一条良好的便携天线。这个天线的总成本远低于 25 美元，如果你的元件箱有些储备，会更低一些。

我将不赘述制作细节，因为新泽西 QRP 俱乐部的“Website on CD

ROM”上包含了 PAC-12 天线如何制作的完整细节，可以在他们的网站 www.njqrp.org 上以 10 美元的价钱购买。制作完成以后，我使用 MFJ-259 天线分析仪调整了 40m, 30m, 20m 和 17m 波段（这些是我便携操作中真正感兴趣的波段）的天线线圈。每个波段线圈组件只需要微调，通过改变天线顶部的 6 英尺拉杆天线的长度获得最终的谐振。

詹姆斯的设计涉及使用两段 12 英寸长 1/4 英寸铝棒，端对端通过螺纹连接。下面的铝棒连接馈电点绝缘子，而上面的铝棒连接你选择的波段线圈。RadioShack 的六英尺拉杆天线位于波段线圈的上面，使整个天线的总长度为大约 9 1/2 英尺。本质上这是个中部加感垂直天线。另外一段 12 英寸长的铝棒连接到馈电点绝缘子的尾部，可以插入松软的土中，或者由一个小三脚架支撑，将天线支撑在离地面一英尺或多点的高度。地网连接在馈电点绝缘子上接地那一端，詹姆斯推荐 3 ~ 4 根地网线，基本上可以用任何细的软导线制成。把地网线像车辐条那样围着天线铺开。PAC-12 拆解后可装入小包中，便于运输。图 6-24 A 给出了准备好装进一个小包或盒子用于运输的组件。图 6-24 B 给出了在 K7SZ 的后院中架设好的 PAC-12 天线。

图 6-24 A 部分显示了作者版本的 PAC-12 天线准备打包用于移动操作。B 部分显示了在作者的后院中架设好的天线，准备用于若干时间的操作。（摄影：K7SZ）



如果你的馈线短于 25 英尺，RG-174 应该工作良好。如果你很在乎馈线损耗，用 RG-58U 或 RG-8X 替代，两者在更高频率有更小的损耗。

我使用 PAC-12 的结果令人非常满意。过去几年我试验了一些便携商品天线，用不到 25 美元制作的的天线可以与一些我测试过的商品版本工作得至少一样好，真是不错。

在这个价位上，节俭的 QRP 操作者可以容易地制作另外一个 PAC-12，加上相位线的使用，产生一个非常强性能的两单元垂直定向天线。嘿，你可以装入背包的一个便携相控两单元 40m 阵列天线，可

以成为一个户外日的天线系统！

这个垂直天线的靠近中心加感设计比起其他底部加感的设计效率更高。我可以理解为什么 PAC-12 便携短波垂直天线在 QRP 群体中如此受欢迎。它性能良好，但是成本低廉，是真正的 QRP 风格。詹姆斯现在提供套件形式的 PAC-12 商品版本。查阅他的网站 www.pacificantenna.com 或发送电子邮件给詹姆斯：ka5dvs@pacificantenna.com。

对于徒步者的移动操作，没有什么比得上一个低调的、容易装配的天线。比如保罗·西尼奥雷利 (WORW) 用羽绒背心和类似大部分 HAM 经销商销售的 Hamstick™ 线圈加感的短波天线制作的这个。腰包里装的是当保罗在荒地上行走和交谈（依然是通过 CW 模式）时用的 Elecraft KX-1 的电池和辅助零件，当你身边有保罗这样的人的时候，谁还需要 MacGyver 呢（译者注：MacGyver 是美剧《百战天龙》里的主人公，是一个从不用枪只靠一把瑞士刀和坏人作战的英雄）？



一款简易便携短波垂直旅行天线

作者 菲尔·萨拉斯 (AD5X)

随着市场上小型短波电台的出现，在出差、度假、探亲、露营和其他活动中带一个短波电台的可能性变得非常大。通常，限制因素是搭配电台的高效的移动天线。我相信大多数人都知道，天线越大性能越好。

我通常倾向于一个全尺寸的偶极天线。根据你的位置，偶极天线可能因为需要某种支撑物变得不方便。我决定尝试制作一个不贵、便携的垂直天线，在偶极天线不能用的场合使用。

对于这个天线，我的目标是让它尽量长，使辐射电阻最大化，因而效率尽可能高。但是它必须能够轻易装入一个小手提箱中。另外，它需要能工作在多波段，覆盖 40 ~ 10m 范围。元件需要现成，当然，不应该花费很多钱！最后，我希望天线提供低（接近 1 : 1）驻波比，因而无需使用天线调谐器。

这里描述的天线可以分解为 3 根 2 英尺天线杆部分，一个小的中心加感线圈（空芯以追求效率），一根短的可伸缩拉杆天线和一个小基座支撑。当天线安装起来以后（不过几分钟的事情），它的总长度大约是 12 英尺。

首先通读所有说明熟悉这个项目，但是不要被所有的组装说明吓到。这个天线的制作比解释如何制作要更容易。制作时间只需要不到两个小时。

搜集零件

除了加感线圈，所有零件都可以在你本地的五金店或 RadioShack 中获得。我的加感线圈从内布拉斯加州的 Surplus Sales (www.surplussales.com) 获得。线圈 (Miniductor 3027) 直径 2 英寸，长度 10 英寸，用 16 号线以每英寸 10 匝绕成。一个线圈的价钱是 15 美元。在这个价位下，你不值得自己制作线圈，而且你将剩下足够的线圈用于其他的项目（也许为朋友做的第 2 根天线）。完整的元件列表如表 1 所示。

表 1 部件清单

数量	说 明	数量	说 明
1	线圈，Miniductor 3027 型，在内布拉斯加州 Surplus Sales 有售	1	3/8 英寸 × 12 英寸螺纹铜棒
3	24 英寸的喷水系统的立管 ¹	2	3/8 英寸铜螺母
1	6 英寸喷水系统的立管	2	3/8 英寸铜质平垫圈
1	3/4 英寸 PVC T 型头（三通）	2	3/8 英寸镀铜钢弹簧垫圈
1	3/4 英寸到 1/2 英寸的 PVC 转接头	6	#6 不锈钢 3/8 英寸自攻螺丝

续表

数量	说 明	数量	说 明
2	3/4 英寸 PVC 带螺纹管帽 (堵头)	1	72 英寸伸缩天线 (RS 270-1408)
7	1/8 NPT 铜内螺纹接套	1	面板安装的 SO-239 连接器 (RS 278-201)
3	1/8 NPT 0.7 英寸全螺纹接头	3	香蕉插座, 两个红的和一个黑的 (RS 274-661)
1	1/8-NPT 1 英寸外螺纹接头	10	14 号单股实芯室内铜线, 去掉外皮
2	#8 英寸 $\times$ 1 1/4 英寸铜螺丝	10	1/4 英寸焊片
6	#8 英寸 $\times$ 1/2 英寸铜螺丝		
2	#8 铜螺母		
8	#8 镀铜钢弹簧垫圈		
8	#8 铜平垫圈		

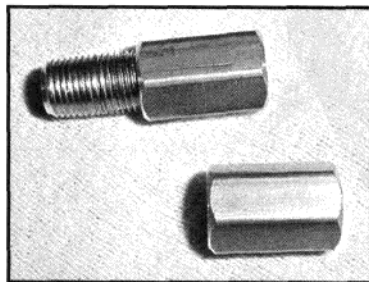
注: RS 是 RadioShack 的缩写。

¹ 可调整的中心加感的线圈将会比地面稍微超过 6 英尺高, 如果你觉得这样太高, 你也许愿意把一个或多个 24 英寸的立管换成 18 英寸的。或者将线圈的位置安装在第二和第三段立管之间。

立管准备和组装

首先, 分别将三个中每一个 0.7 英寸 1/8-NPT 外螺纹接头分别旋入 3 个 1/8-NPT 内螺纹接套中, 旋得越紧越好。我使用老虎钳将接套尽可能紧地旋入接头的两端 (两端各拧入一个)。然后将接套旋下来。正常情况下一端的接套会脱离出来而另一个会留在上面。接下来, 用大烙铁加热每个接头 / 接套组件, 仔细地用锡珠沿着两者接口部位过一周, 使它们吃上锡。参考图 6-25。

图 6-25 外螺纹接头
(上图) 和内螺纹接套
(下图)



现在，将不带接头的内螺纹接套插入 4 个喷水立管（一个 6 英寸和 3 个 24 英寸立管）的每一个之中。我发现某些立管很难插入，所以你可能需要轻敲使之到位，并让接套和立管的端口部分平齐。

接下来把剩余的 3 个 1/8-NPT 内螺纹接套（包括外螺纹接头）插入到 2 个 24 英寸立管和 6 英寸立管的另一头。参考图 6-26 和图 6-27。别忘了，还有一个 24 英寸立管并没有插入接套 / 接头。再次说明，这些接套 / 接头可能需要轻敲到位。为了不损坏螺纹接头，将接套 / 接头组件的接套一端尽可能插入立管。然后将接头一端放在一片木头上，在立管的另外一头用锤子轻轻敲，直到接套完全进入立管。要确认接头部分伸出立管。

图 6-26 中间部分的装配

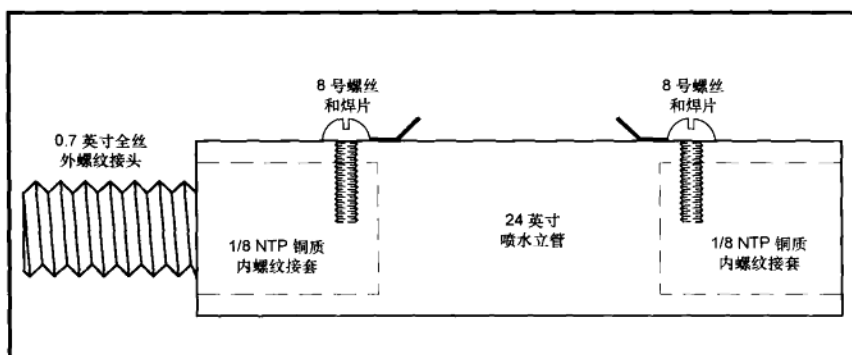
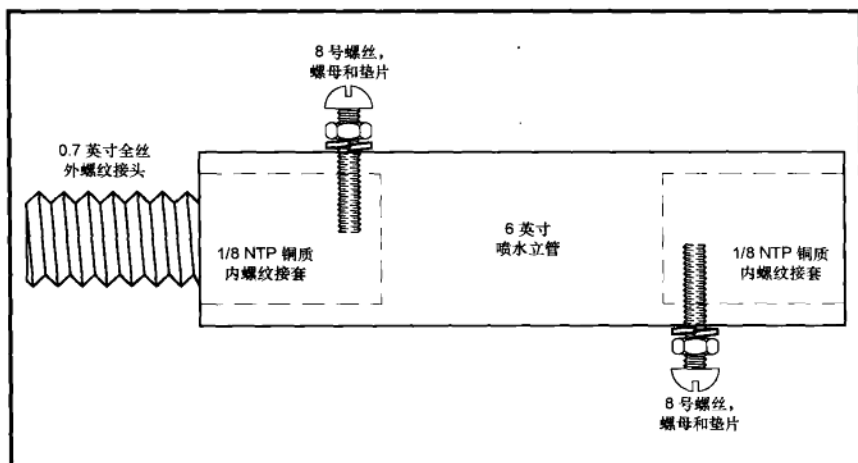


图 6-27 线圈部分的装配

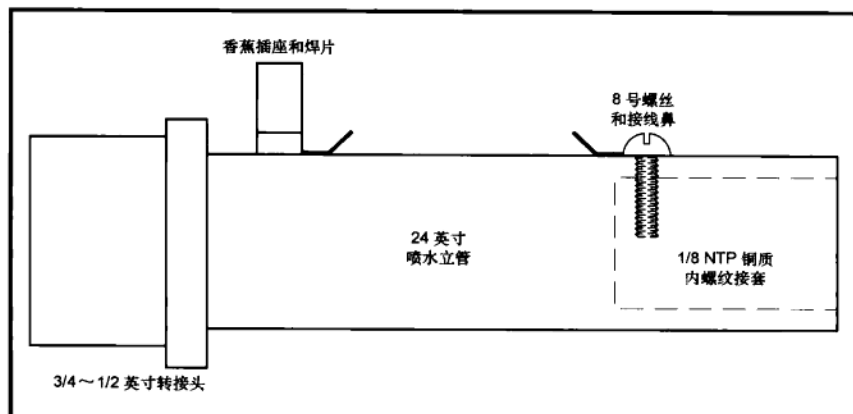


然后，在立管的每一端向插入的 1/8-NPT 铜内螺纹接套钻孔并攻丝成 #8 螺丝孔。每个插入的 1/8-NPT 螺纹接套长度为 0.7 英寸。从每个立管的头上往回量 0.5 英寸并钻孔（29 号钻头，0.135 英寸直径），钻穿立管和螺纹接套的一侧。孔应该位于长（24 英寸）立管的同侧，短（6 英寸）立管的反侧。用 #8 攻丝工具攻丝。在 24 英寸立管的攻丝好的孔中拧入带弹簧垫片和平垫片的 1/2 英寸长黄铜螺丝。

现在，分别将 2 个 8 号 1 1/4 英寸黄铜螺丝穿过 8 号螺母、弹簧垫片和平垫片。将它们拧入 6 英寸立管的攻丝好的孔中。将螺丝的大部分露出立管。紧固螺母让一切到位。这些螺丝将用于支撑线圈。

别忘了还有一个 24 英寸立管没有装入接头 / 接套组件。这个立管是天线的底部。准备这个部分的方法是，在立管的攻丝开口那端的上方钻一个 1/8 英寸孔。在这个孔中，安装一个红色香蕉插座和它附带的焊片到立管的外面。在将所有部件紧固以后，你可能希望在安装螺丝处滴一些环氧树脂胶进入立管，避免香蕉插座松动。接下来，将立管的这端紧紧地拧入 3/4 ~ 1/2 英寸 PVC 转接头的套管。参考图 6-28。

图 6-28 底部立管部分的装配



最后，安装天线导线的时候到了。取 3 条 30 英寸长 14 号单股室内铜线，剥去绝缘层。将这 3 条导线的一头分别焊到一个 8 号焊片上。将这些焊片连接到每个 24 英寸立管一端的黄铜螺丝上。现在在每个 24 英寸 PVC 立管上绕两圈线，确定线应该在哪里剪断，连接另一头的焊片应该位于每个立管的远端黄铜螺丝下面的地方。底部部分立管应该已经在香蕉插座下面有了一个焊片。

可拆卸的鞭状天线部分的准备工作

把 RadioShack 的 72 英寸拉杆天线底部的安装小块表层的电镀用锉刀锉掉，使得里面的铜裸露出来，在上面吃些焊锡。现在把拉杆天线底座插进 1/8-NPT×1 英寸的外螺纹接头里面，这样天线的根部正好在咬合部位的下面，把它们临时地用一些胶带固定一下，现在用烙铁加热外螺纹接头，把天线的铜质根部和外螺纹接头的内部焊接到一起。参考图 6-29 和图 6-30。顺便提一下，我发现有些外螺纹接头的内部尺寸在穿拉杆天线时有些小，外螺纹接头我是在 True Value Hardware 买的清仓品，没有在 Home Depot 购买到。如果你找不到 0.275 英寸内径的外螺纹接头，可以用一个 9/32 英寸的钻头把孔扩一下。

图 6-29 可拆卸鞭状天线组装

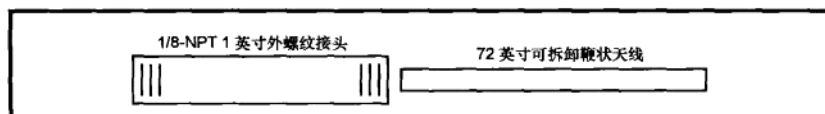
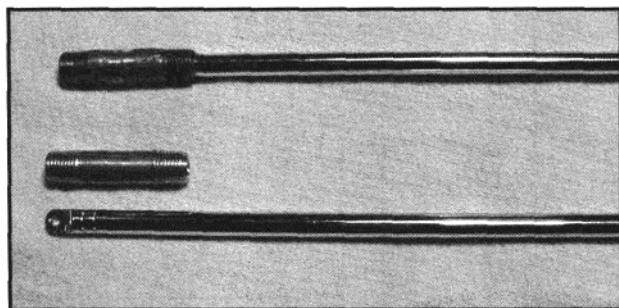


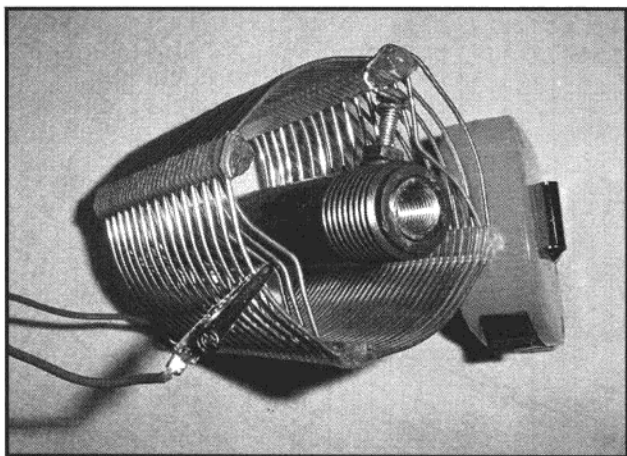
图 6-30 鞭状天线和外螺纹接头



加载线圈组装

从 Miniductor 3027 线圈截掉 5 英寸长的一截，大概在从线圈每一端一半圈数的位置。在线圈的一端，焊上一根带鳄鱼夹的 6 英寸长的绝缘线。用螺丝刀每隔一匝调整一下线圈的间距使长度合适。最后，把线圈的引线焊接在 6 英寸的喷水立管上的铜螺丝帽上面（如果需要的话调整一下铜螺丝的长度）。把线圈端的引线修整一下并焊接好。铜螺纹接头应该在喷水立管的端部露出来。如图 6-31 所示。

图 6-31 线圈组装



基座组装

基座的组装可以简单地参考图 6-32 完成。首先，在每个 3/4 英寸 PVC 螺纹堵头上钻 3 个 3/8 英寸直径的孔（有一个堵头将用于和支撑在地面的 3/8 英寸螺纹铜棒连接，另一个将用于安装 SO-239 连接器）。注意堵头是有螺纹的而 T 型三通没有。我选择螺纹堵头是因为它们很容易塞到 T 型三通里面。它们将会被 6 号自攻丝固定在合适的位置。实际上我把这些堵头的螺纹部分截掉了大概一半长度，以便 T 型头内部留有足够的穿线空间。先临时地把一个 SO-239 连接器放进 3/4 英寸螺纹堵头上刚才钻的 3/8 英寸的孔中，记下当连接器到位时 2 个 6 号不锈钢螺丝的位置。在 T 型三通上面也做好 4 个 6 号螺丝的位置标记，它们是用于固定 2 个 3/4 英寸螺纹堵头的。在你最终把 SO-239 连接器连接到底座上之前，像图上那样焊接好 SO-239 连接器中心导体和接地端这些内部连接线。你可能会需要把这个螺纹堵头上的孔稍微锉大一点以便容易地穿过地线。我用了一小段从 RG-58 电缆上取出来的屏蔽铜网，作为从 SO-239 连接器接地端到接地用黑色的香蕉插座间的连线，把末端直接焊接到 3/8×12 的铜螺母上。钻 6 个用于总装这个基座的 6 个不锈钢自攻丝用的 3/16 英寸直径的孔，我把 3/8 英寸×12 英寸铜棒绕着锉刀转了一周使将基座插入地面时更容易些。我没有把末端弄成尖锐型，因为这在携带它通过机场安检时可能会带来麻烦。

最后，在 2 1/2 英寸长的一段 14 号裸铜室内线两头装上 1/4 英寸的平接线端子（焊片或者线鼻），这是一段用于天线基座和底部连接的导线。

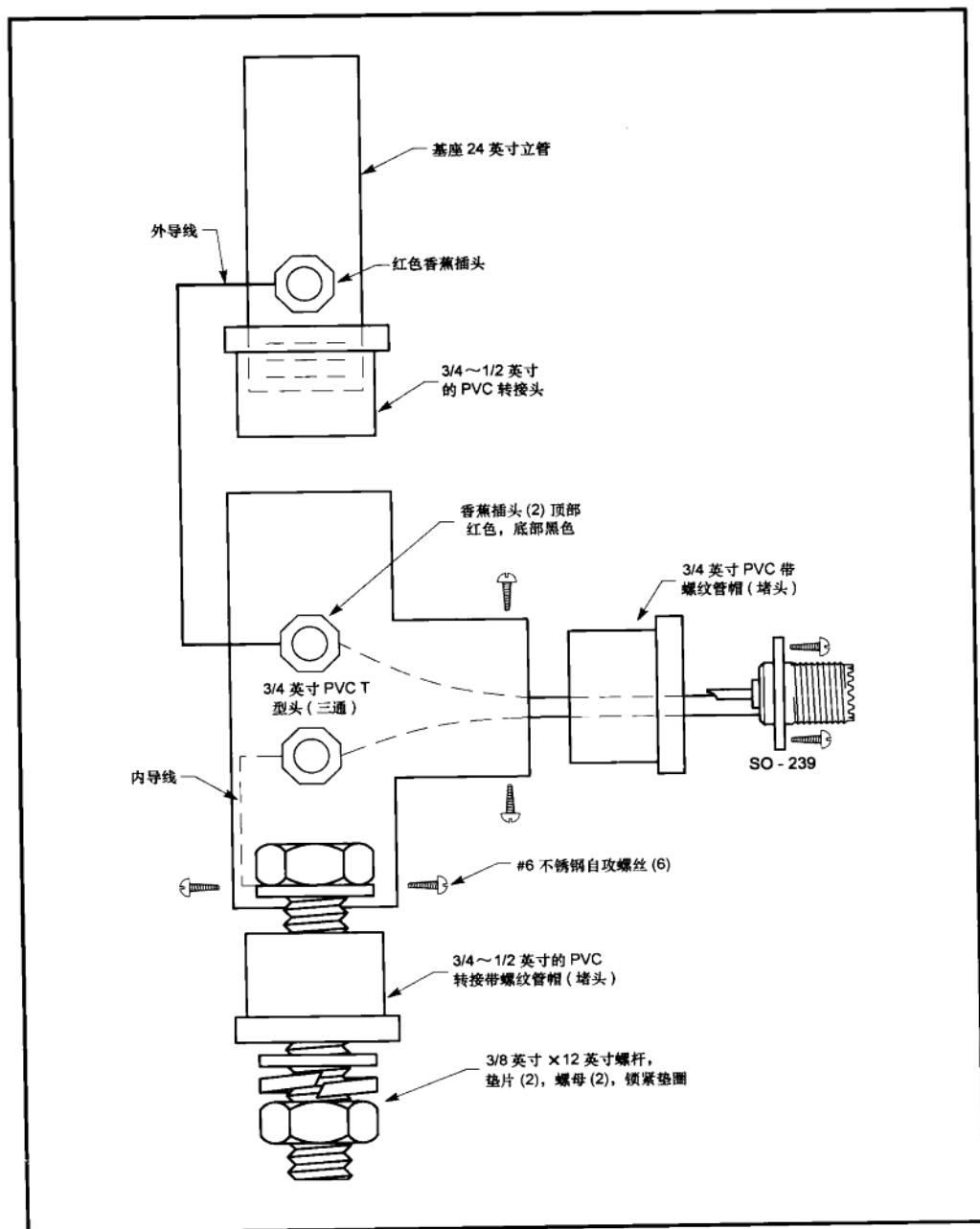


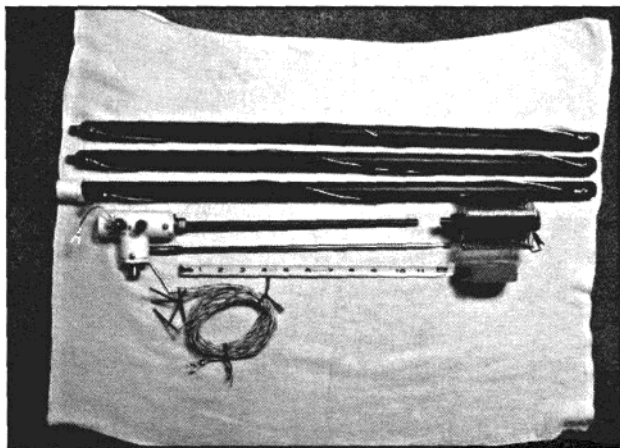
图 6-32 底座组装

地网系统

为了使你的天线地面损失最小，你真的需要一些形式的地网。这些地网至少应该和你的天线高度一样长。因此，我用 22 号绝缘铜线做了 6 根 12 英尺的地网线。几乎任何线径、绝缘还是不绝缘的导线都可以用于这个地方。在我的例子中，我把所有的导线共同连接到一个 1/4 英寸的平接线端子的一端。这个接线端子将连接到装配在基座底处的黑色香蕉插座上。你也许希望有 6 根单独的地网线 and 它们独立的接线端子，但是解开 6 根绕好的地网线比将天线的其他部分装起来时间要长。在每根地网线的外端，我焊上了一个 1 英寸长的 1/8 英寸的铜棒，这些端子可以插入到地面里以帮助将地网固定在合适的位置。

完整的天线和拆分开来的独立部分，可以参看图 6-33。

图 6-33 所有的天线组件



天线组装

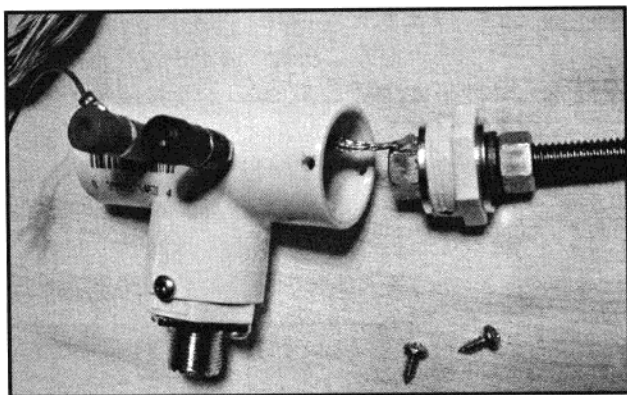
要组装整个天线，首先按着天线下部（带香蕉插座的 24 英寸喷水立管）使它插入到装配好的基座的顶端，并且连接 2 1/2 英寸的对接线连接两部分的红色香蕉插座。然后把一根剩余的 24 英寸喷水立管拧到天线下部这段的顶部（手指的力量上紧就行）。把这个基座 / 立管总成牢牢地插进地面，尽可能使它保持垂直。

现在，把剩下的带加感线圈和拉杆天线的 24 英寸喷水立管装配好，

强调一下，只需手指的力量装配所有的铜质的连接配件。把拉杆天线抽出来，然后把这个完整的装配好的部分拧入到插入地面的已经装好的 24 英寸立管的开口端。

最后，展开所有 6 根地网，把它们的公共接线端子连接到基座上底部的黑色香蕉插座上。参考图 6-34。

图 6-34 总装之前基座部分



天线的初次设置

这里的想法是找到每个波段在线圈上永久性的调整位置，所以，从 40m 波段开始，使用一个天线分析仪来寻找驻波比最小时线圈的抽头位置。参看图 6-35。把这个位置做好标记。然后转到 30m 波段重复一次，再在 20m 和 17m 上重复以上的操作。

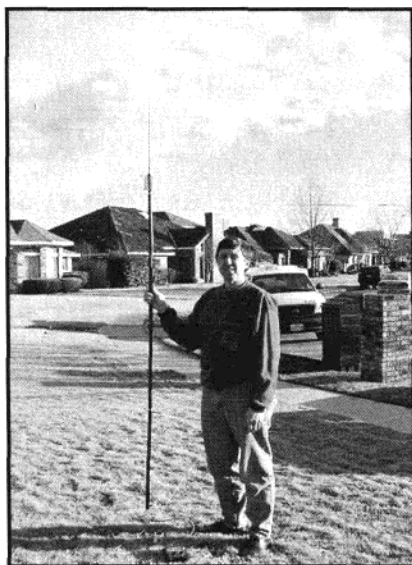
图 6-35 寻找每个波段线圈上永久调整点。



对于 15m、12m 和 10m 波段，整个线圈应该被短路掉，通过调整顶部的拉杆天线的长度来寻找这些波段的谐振点。我用不容易掉色的油性记号笔在拉杆天线上给每个波段做了一些必要的标记。

现在把天线顶部的加感线圈和拉杆天线取下来，并且在抽头位置焊上一小段为从 40 ~ 17m 波段准备的短线。进一步理解，你可以只是找回这些抽头位置，或者只调整顶部的拉杆天线，不用担心驻波比的测量。你可以发现在所有情况下，驻波比会小于 1.5 : 1。

菲尔 (AD5X) 和完成后的天线



结论

我描述了一个不贵但是高效的便携垂直天线，用于你的离家的短途旅行中的操作。它可以在几分钟内组装起来。尽管它可以很容易地被装入一个小旅行袋或手提箱中，你会惊讶于这个天线的性能。而且，你会因为别人知道是你自己的制作而感到自豪！

QRP 操作者应掌握的短波传播知识

写本书第一版的一个有趣的事情就是倾听和阅读购买者的反馈意见。根据读者的反馈，这一章是富含信息最多和最有趣的章节之一。因此，将这个章节修改以后包含进新书是一个必然的决定。理解传播是在 QRP 上获得成功的关键。感谢所有花费时间和我就本书特别是这一章节进行探讨的朋友。

我还要感谢托马斯·胡德（NW7US），感谢他对于太阳 23 周期的深入分析。托马斯提供了关于我们现在的周期（23 周期）的丰富的背景信息，以及与前一周期的比较。他对于 2003 年的 10 月和 11 月巨大太阳耀斑的解释和分析将这些破纪录的太阳耀斑放入远景并进一步帮助我们理解在这段时间内碰到的传播异常现象。

自从这本书的第一版以来，太阳 23 周期的峰值来到并远去。所有的 QRP 操作者都在期待 23 周期，这开始于 1996 年的 5、6 月间。在 23 周期观测到 2 个独立的峰值。当前的周期第一个峰值出现在 2000 年 4 月，平均太阳黑子数是 120.8。第二个低一些的峰值出现在 2001 年 11 月，平均太阳黑子数是 115.6。当前我们处在第 24 个周期的开始。

在 23 周期开始的时候，QRP 操作者听到预测说将和 21 周期一样达到同样的月平均太阳黑子数 160 的程度！不幸的是，23 周期更像过去的 17 周期和 20 周期，也接近于第 2 周期，情况都差不多，在四年间平滑地下降以后达到底部并结束。

尽管有些令人失望，在 23 周期峰值期间，QRP 操作者还是经历了一些良好的短波传播，产生了很多对世界上稀有地区的开通。QRP DX 操作者在 23 周期享受到了许多的 DX 远征，我们中的许多人在这个周期的峰值联络到了许多难得的 DX 电台。

尽管短波传播不算优秀，甚高频传播相比于过去的周期产生了一些令人非常愉快的惊喜。在 23 周期值得记忆的时刻包括密集的 F 层传播

时间、杰出的无线电极光和突发 E 层的开通。

23 周期也是一个历史的制造者。这个周期提供给我们大量的极光，由于某些太阳表面上大量分裂，以太阳耀斑相伴随的日冕物质排放（CME）活动形式出现并远远超过了以往任何的记录！在 2003 年 10 月底，我们碰到了几个大的太阳耀斑和 CME 时间，以及伴随的地磁风暴。尽管反向影响电离层，这些活动提供了一些令人惊异的可见的极光的出现。当然极光活动也等同于 6m 波段增强的传播。不必说，6m 上的人们无比高兴于太阳耀斑的产生。

2003 年 11 月 4 日，“最大的一次”发生了。太阳表面的太阳耀斑释放了有记录以来最大的 X 光活动。太阳监测站的传感器原来只校准到包括高至 17.4 的活动。11 月 4 日的大爆发将 X 光传感器驱动过量程超过 13 分钟！这就是所谓的壮观！用另外一种方式解释，科学家们估计这次活动的幅度大约在 $\times 25 \sim \times 28$ ！最后，空间环境中心（SEC）平息了争论，将这次活动记录为一个 $\times 28$ 的耀斑，这是自从有记录以来碰到的最大的一次耀斑。好吧，大活动，这个活动超过了任何曾经测得的数据 10 点以上：在一个指数级的量程上！哥们，那是很多很多的能量！

电离层完全关闭了。除了地波和视距传播以外，基本上没有短波传播。就好像有人把“空中的大开关”给关掉一样。我听到谣言说导致的极光出现南到加勒比地区都可以看见。多么壮美的灯光表演啊！当然，这里在宾夕法尼亚州的东北部，由于多云，我除了云什么也没有看见，只能依靠甚高频中继台和从电视上接收到的报告。这才像我啊！

尽管 2003 年 11 月 4 日出现的巨大的 X 级耀斑级别不是例常性的活动，一般认为这只在间隔 20 ~ 40 年才会发生一次。我们有一点是肯定的：在 30 年收集太阳耀斑数据的历史上，这个“最大的一次”绝对是令人惊叹的！

只是由于我们现在只处在 24 周期的微弱的开始，并不意味着我们应该将我们的 QRP 电台收起来而选择大功率。尽管我们不会在接下去的几年内定期地享受超级的传播开通，有的时候增强的短波传播仍然将会出现。学习如何解释 WWV/WWVH 上每小时 18 分钟后的传播信息将给你通联 DX 的一个良好开端。同样的，阅读和理解 ARRL 的每周传播预报报告栏，将帮助你提前准备好面对短波传播的小缺陷。不要忘记查阅托马斯·胡德的网上传播资源中心 www.prop.hfradio.org。托马斯还在他的网站上提供传播电子提醒服务。

废话少说，让我们进入这个关于传播章节的中心。接下来可能是这

本书中作为一个 QRP 操作者为了获得成功的最重要章节。在接下去的几页当中有大量的信息，所以制定计划反复阅读几次这一章节以便于尽可能消化及吸收这些非常实用的知识。

在小功率的舞台上为了获取成功，你必须对电离层以及短波信号传播是如何发生的有一个全盘的理解。这章的技术信息可能看起来非常密集。当然，我们只是在这章中涉及短波传播的一些表面知识，但是我会推荐你阅读一些其他资料，以便于能够更深地掌握这一课题。

本章中你将学习许多术语、理论和抽象概念，在一开始的时候，会看起来非常困难。有经验的业余无线电爱好者会发现本章是对传播理论的一个很好的梳理。致初学者：不要因此而泄气，花点时间，反复阅读几次这章。参考乔治·雅各布（WSASK）、西奥多·J·科恩（N4XX）和罗伯特·B·罗斯（K6GKU）的 *The New Shortwave Propagation Handbook* 以获得对传播现象的深入分析。

QRP 操作者需要理解电离层的所有方面以便于能够在很远的距离做有效的通信。只有通过电离层，高频（短波）通信才变得可能。在本章中我们将讨论短波电波沿着地球传播的几种方法，如何最好地计算哪个波段向世界的不同地区开通。WWV 传播预报告诉我们什么，以及如何有效地使用这些信息。

中波和低短波范围（即 160m 和 80m 波段）的无线电波倾向于沿着地球表面有很好的传播。这被叫做地波传播。所有无线电波都有地波。中波信号（特别是 AM 标准广播波段和 160m 波段）倾向于有很长的地波传播距离，因为相对于更高频率它们被地球表面更少地吸收。当频率上升到超过大约 7MHz（40m 波段），地波只出现在几英里的距离。任何超过地波范围的通信必须依靠直接波（在发射机和接收机之间的视线之内）或者通过电离层传播（电离层高层产生的对空中运动的短波无线电波的折射）的天波。

介于 2 ~ 50MHz 的 RF 能量可能会被电离层折射或者反射，依据一天中不同的时间，RF 波阵面进入电离层的角度（称之为入射角），以及出现在折射层的电离层等级。如果角度不正确或者电离水平比较低的话，同样的波阵面也可能穿过电离层而不被折射。另外，如果电离水平特别高，短波无线电波将几乎完全被吸收。如果你开始理解短波传播是一个高科技的“玩意”，你就开始领会本章的要领。

我们在通信中所说的电离层从离地表大约 30 英里一直延伸到大约 400 英里的高度。这个 370 英里的电离区域可以被分成几个区或者层，它们是不停地变化的，根据一天中的时间、季节、年份和来自于太阳的

紫外线辐射。图 7-1 给出了这些区根据一天中的时间和季节是如何变化的。因为最接近于地球表面的空气（对流层）最为密集，太阳的紫外线辐射对于对流层中的离子形成几乎没有效果。然而，当我们进入到电离层的底层时（从地面 30 英里高度开始），分子的密度要低得多，太阳的紫外线辐射开始电离化气体分子。当我们从 30 ~ 400 英里继续向上的时候，太阳的紫外线辐射电离效应将变得更为显著。

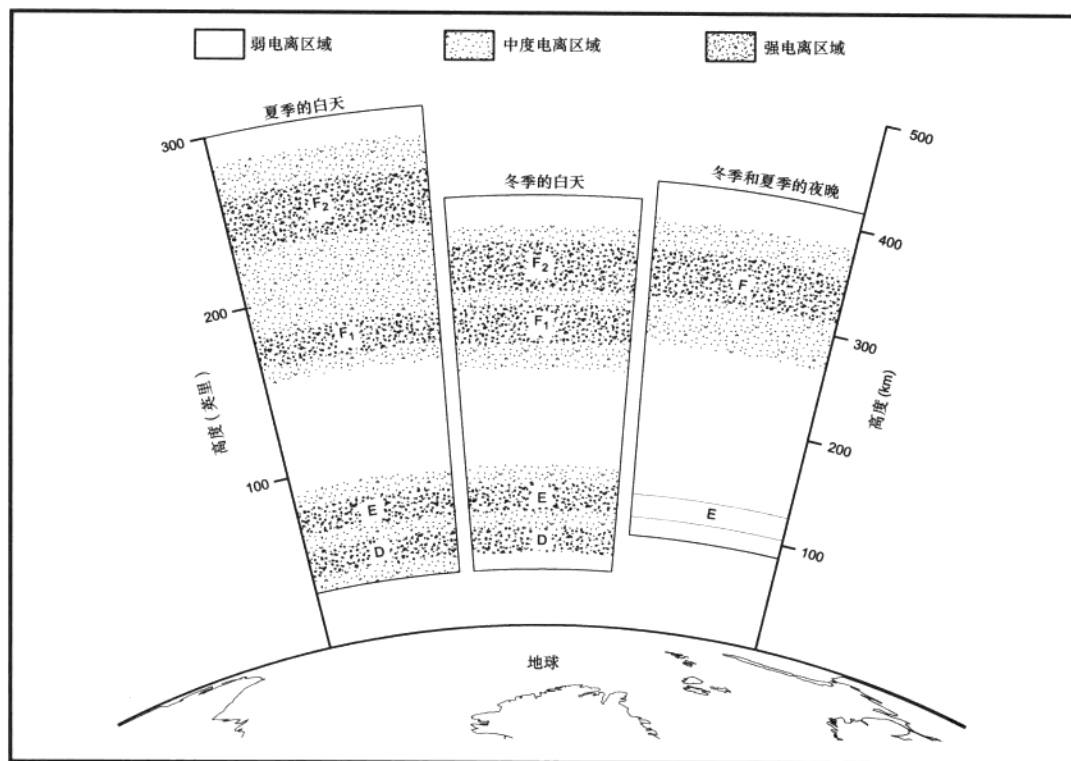


图 7-1 这个图描述了电离层随一天中的时间和季节的变化。描述的是典型特性。请关注在夜晚时间的 E 层有一些剩余电离。【授权改编自：George Jacobs, et al, The New Shortwave Propagation Handbook (CQ Communications, Inc, 1995), p 1-8】

实际上，这个过程以相反的顺序发生，从电离层的外层开始一直朝着对流层下降。当从太阳辐射出来的紫外线光线碰到电离层上层非常稀薄的部分时，气体分子（主要是氢和氦）的外壳里的电子从它们的轨道上变成自由，产生带正电荷的氢离子和氦离子以及带负电荷的自由电子，这个过程叫做电离。这个电离后的区域对 RF 电波的反射或折射非

常有效。在晚间，这个过程反过来，叫做重组，这发生在当自由电子被重新捕获，形成稳定的气体原子的时候。

当来自于太阳的紫外线辐射碰到最上面一层的电离层时，气体离子产生了。当紫外线辐射继续向下穿入电离层时，它碰到更为密集的气体层，电离效应增加了。紫外线辐射穿透的越深，电离气体就越高程度的电离化。最后，紫外线辐射穿入电离层的密集层深到开始失去能量，无法维持电离过程。整体的效果是密集电离气体的层（或多层）和上下逐渐消失的电离区域。这个电离区域可以非常有效地反射或折射短波无线电波，使长距离通信成为可能。

电离层中的气体对紫外线频谱的不同频率有不同的响应，这导致地表几个不同高度的区域形成了多个密集电离层，整个过程形成了电离层的多个层。特定区域电离的程度取决于紫外线辐射到该区域的强度。

电离层

太阳的紫外线辐射产生几个明显不同的层：D 层（地面上 30 ~ 55 英里），E 层（地面上 55 ~ 75 英里），F 层（地面上 90 ~ 300 英里）。F 层实际上在白天的时候分成明显不同的两个层：F1 层和 F2 层。这些层的每一个都有独特的特性，一天中的时间、一年中的季节和当前的太阳黑子活动，剧烈地影响它们发射或折射短波无线电波的能力。图 7-1 是地球和四个可以折射无线电波的电离层的图示。

短波无线电信号是如何通过电离层传播的？这个答案非常简单。当短波无线电波离开天线，大气上面的电离层（记住，这比接近地面的空气稀薄得多）允许无线电波比非电离的下层空气传播得更快。这导致 RF 波阵面顶部比波阵面底部早移动进入电离层。最终，波阵面会转向（如果条件刚好）并折射或被反射回地表面。这种反射或折射是电离层对于短波传播发生作用的关键。当 RF 波阵面进入电离层并被折射回到地面，在这两个点之间的距离被称为越距或越区。这个距离直接与电离气体层引起的折射角度有关。这个角度会根据白天和黑夜、一天中的时间、季节和使用的频率发生变化。图 7-2 给出了无线电波在单一的电离层被折射并返回到地面的简单例子。图 7-3 描述了信号通过电离层的底层，再在 F2 层发生弯折，然后回到地面。

图 7-2 这里给出了电波碰到电离层的情况。波束进入电离层的角度超过临界角时，弯折不足以返回地面，在太空中消失。电波以低于临界角进入电离层时，随着入射角越来越接近地面，落地的距离也越来越远。通常单跳可覆盖的范围大约是 2 500 英里，更远的距离需要以多跳的方式覆盖。

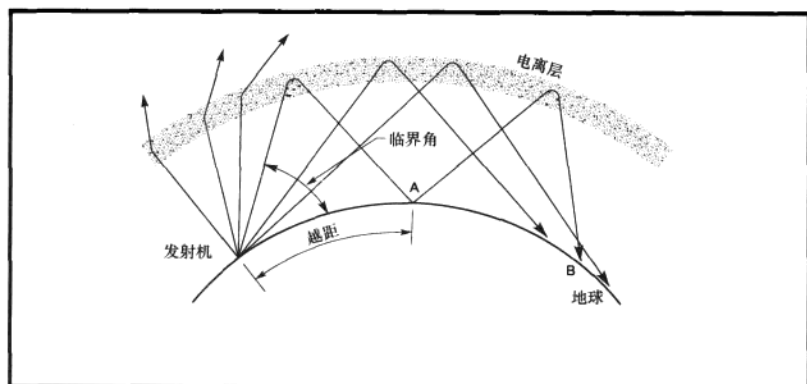
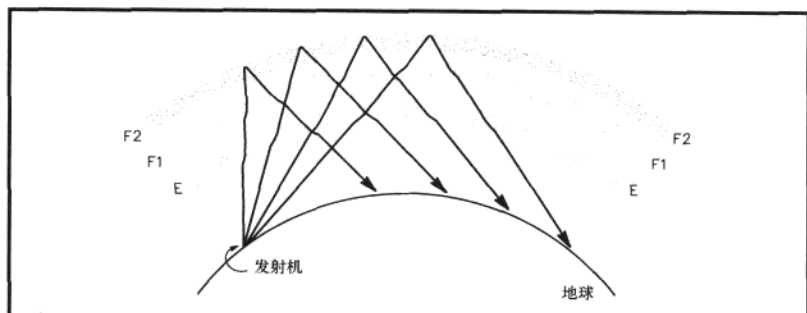


图 7-3 这里我们看到高频率 (14 ~ 28MHz) 信号的典型日间传播。电波通过 E 层和 F1 层的时候被部分弯折，但是不足以返回地球。F2 层的弯折足够让信号返回到地球。

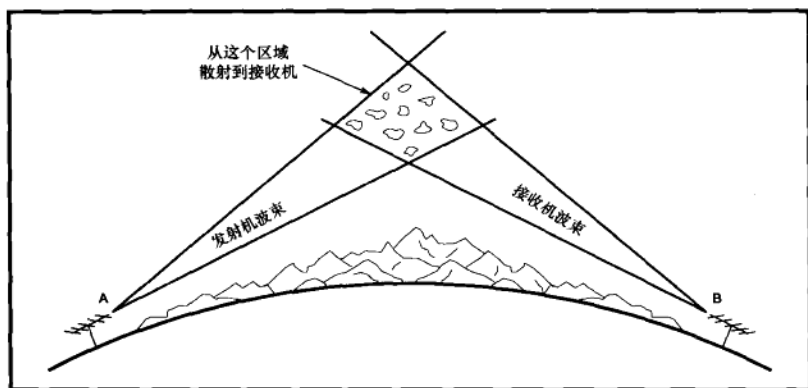


很重要的是，需要记住在任何一点只有很小一部分发射的 RF 电波能真正返回到地面。另外，真正的长距离短波通信需要多次跳跃或在电离层和地表面之间的上下返程（这被叫做多跳传播），你可以明显感觉到：在多跳路径上返回的 RF 电波只是原来辐射信号的极小一部分。

在 D 层以下，但是在实际的可呼吸大气层以上，存在一个叫做对流层的区域。这里，短波辐射基本不受密集的空气分子影响。短波信号只是在通过对流层到电离层的时候被对流层少许吸收。甚高频和超高频无线电波一进入对流层，在碰到一种叫做对流层波导的现象时可能会获得增强并传播几百英里的距离。对流层波导导致甚高频 / 超高频信号传播数百英里。这种现象解释了东海岸的电视接收者为何偶尔可以看到来自中西部的电视。

美国军方许多年来已经利用对流层，通过他们的大功率对流层散射系统提供一种可靠的战术和长距离点对点通信的方法。图 7-4 说明了对流层散射区域如何拓展甚高频和超高频电台的通信距离。

图 7-4 对流层散射产生自发射和接收波束相交的区域的随机的空气“团”。



尽管看起来电离层传播的想法非常不靠谱，但是许多电离层的特性是可预测的。首先让我们研究不同的电离层以及它们是在什么时候怎么形成的。

D 层

D 层是电离层的最底层，它容易被太阳的紫外线辐射电离。如前面所说，D 层出现在地面上 30 ~ 55 英里。在当地日出以后，它快速形成，在当地中午时分达到最大电离。日落以后，D 层的离子很快重组形成空气原子，这层就消失了。短波信号不能被 D 层足够弯折到返回地球，所以信号通常是完全地通过这层。但是，D 层的确试图从通过它的短波信号里吸收一些能量。在白天，当这层最大电离时，低短波波段（160m, 80m 和 40m）的信号几乎被完全吸收，所以这些波段通常不能在白天用作长距离通信。电离层风暴可能增加 D 层的吸收，导致没有信号可以通过这层到达更上面的电离层。短波波段看起来可能会完全关闭，在这个时间完全没有远距离传播。

E 层

E 层主要在白天的时间存在于地面上 55 ~ 75 英里。这层是短波无线电波第一个碰到并被折射回地球的有效区域。白天 E 层的实际高度保持相对不变，但会随着季节而变化。相对比 D 层，E 层的电离程度非常高，随着太阳在空中的位置变化，在本地的大

约中午时分达到最大电离。本地日落以后，E层很快几乎完全消失。D层与E层之间是一个较少电离的层，但实际上两层之间并无明显区分。

F 层

F层的独特之处在于白天它分为两个独立的电离层。F1层存在于地面上90~150英里。F2层从200英里延伸到300英里以上。注意两个F层和E层之间有明显的区分。两个F层对于短波通信者是最为重要的两层。F1存在于E层的上方，比E层电离程度高得多。这层呈现类似于E层的行为，在本地日出后形成，在本地中午时分达到最大电离，在天黑以后重组到几乎没有。在晚间F1重组后只剩下F2层，它降低到大约地面上150~250英里。F2层不管白天黑夜是整年存在的。这是唯一一个总是存在的电离层。F2在所有电离层中有最高的电离程度，一直处于不稳定的状态。因为F2层的离子重组过程发生得慢，这个区域总是有某种程度的电离化。如果不是的话，短波无线电波的夜间天波传播就不可能了。F2层不停地移动，在白天和黑夜之间改变高度和电离剧烈程度。

突发E层现象

如果不提到非常不可测的突发E层传播，对于短波传播的讨论就是不完整的。由于不完全理解的原因，快速移动的，非常稀薄的电离云明显随机地出现在大约60英里的高度。因为这是电离层的E层，因此这个现象被称为突发E层。这些高度电离的快速移动的气体云主要存在于夏季的特定地理区域上方。而且，在冬季的月份，夜间也可能以较低的频率出现。这些冬季的突发E层传播的出现通常伴随着北极光的出现。突发E层的总体效果是可用频率的突然增加，通常到28MHz或以上。在突发E层出现的时候，你会注意到一个特定地理区域的15m，有的时候是10m传播突然极大增强了，可以通到平常这个时间通不到的区域。这是在10m上近距通联的一个有效方法，而平时是根本不可能的。参考图7-5。

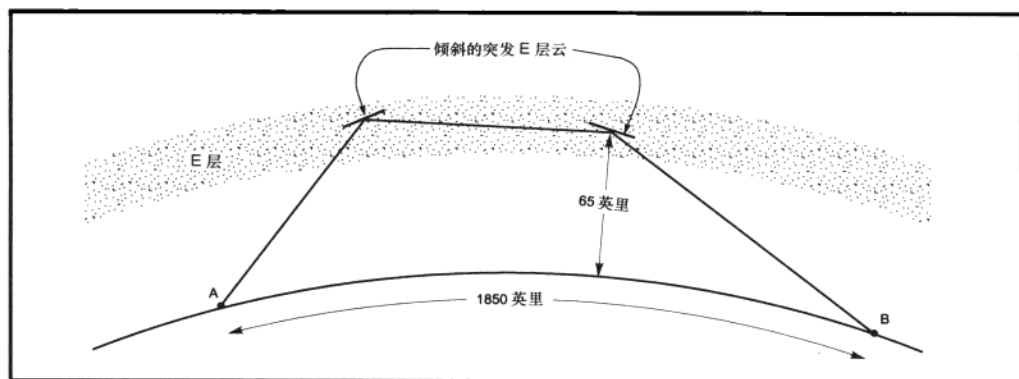


图 7-5 这个图给出了观察到的像是通过单发射路径传播的 1 400 ~ 2 000 英里突发 E 层通联的一个建议的解释。通过在倾斜 E 层云的反射,使通信距离比通常的单反射路径可以达到的更长。突发 E 层云和地球 - 云 - 云 - 地球路径的最高可用频率不需要单发射中地球 - 云 - 地球路径那么高,因为需要将信号返回地球的反射角比地球 - 云 - 云 - 地球模型小。【基于 Adolf K. Paul, "Limitations and Possible Improvements of Ionospheric Models for Radio Propagation: Effects of Sporadic E Layers," Radio Science, 21 (May-June 1986), pp 304-308.】

传播变量

正如你所看到的,4 个电离层可以让短波无线电波传到很远的地方。这些电离层受到几个可预测的变量的显著影响,即:日夜、季节、地理位置和太阳的周期变化。我们将对每个传播变量进行详细探讨。

日夜切换

日夜切换是由于地球相对于太阳的旋转造成的。在白天,来自于太阳的强烈的紫外线辐射导致不同电离层电离化而支持短波无线电通信。在晚上,几乎没有来自于太阳的紫外线进入我们的大气层,不同传播层的离子重组,只剩下 F2 层支持传播。白天的变化与太阳在空中的位置直接相关。当太阳接近顶点(当地的中午)时,电离程度按比例增加,在给定路径上使用的通信频率也增加。从日出到日落,在 F2 层的强烈电离可以由可用频率的增加反映出来。当 F2 层的电离程度增加时,可以支持长距离通信的频率也增加。这是需要记住的非常重要的一点。

第一个短波通信的经验法则是使用可能的最高频率通联目标地区。第二个经验法则是在更长路径上更高频率传播更加稳定。在早晨的中段

时间，东海岸的电台在 40m 波段上可能只可以通联临近的几个州（大约 300 英里距离）。但是，在同样的时间，切换频率到 10m 或 15m 波段，东海岸电台可以合理地保证与西海岸的电台通联（超过 2 500 英里距离）。

每个折射层都有它自己的临界频率。这是那层可以折射的最高频率。临界频率根据日夜、季节和地理位置变化而不停变化，这将在接下来的段落中加以介绍。临界频率是电离层中不同电离层物理特性的主要指标。

季节变化

季节变化是由于地球相对于太阳的不停变化的位置而产生的。在冬季的月份，地球的北半球倾斜远离太阳，导致太阳在中午的天空中看起来低一些。在夏季的月份正好相反，太阳在中午的天空中看起来高一些。夏季的大气层电离相对于冬季高得多，因为太阳高悬于空中，而且有更多的日照时间。E 层的季节变化非常可预测，密切跟随太阳在空中的高度。

F 层是短波长距离通信的主要支持者，在季节变化中呈现一些非常不同寻常的特性。在春季、夏季和秋季，F1 层密切跟随 E 层的表现，强烈的电离出现在当地的中午。但是在冬季，F1 和 F2 层合为一层，短波长距离传播完全依靠 F2 层。冬季 F2 层的表现有些复杂。在白天电离程度很高，因此临界频率也很高。但是，在日落后的几个小时，F2 层重组，电离程度根本上下降，因此导致夜间的临界频率变得更低。

相对的，在夏季的白天时间，太阳光的强大的热量导致 F2 层气体的膨胀，这导致了低得多的电离程度（由于空气分子稀薄得多）和相应的临界频率的下降。因为夏季的夜晚比冬季短，F2 层的重组时间更短，结果是夜间临界频率比冬季明显高。实际上，夏季白天和夜晚临界频率的差别相对于冬季要小。

那么这意味着什么？简单来说，在白天 E 层将支持短跳短波传播。在晚上，F2 层是唯一的折射层。在冬季，F2 层将在白天给世界的不同区域提供长跳或多跳传播路径。在冬季的夜晚，F2 层将继续支持短波通信，尽管比白天的频率稍微下降。在夏季，F2 层在白天提供通信路径的频率比冬季的要低。在夏季的晚上，F2 层会比冬季提供频率高得多的短波通信。

地理位置变化

影响折射层的地理位置变化产生一个有趣的现象。因为太阳直接在赤道顶上，赤道区域的电离要比其他地理区域明显更高，特别是相对于南北的高纬度区域。E层和F1层临界频率直接对应于太阳在空中的高度。因此，在赤道区域的白天，电离要强烈得多，所以，临界频率按比例的就更高了。高于和低于赤道带的电离程度倾向于按比例地下降，从而导致临界频率的下降。

类似地，F2层临界频率也倾向于跟随一般的模式，即在赤道区域电离更强烈，在赤道带的上面和下面电离下降。除了纬度的变化，F2层也倾向于跟随经度线而变化强度。这个现象的一般被接受的理论是与地球的磁场变化有关。F2层临界频率通常在亚洲、澳洲比非洲、欧洲或西半球更高一些。

太阳的周期性变化

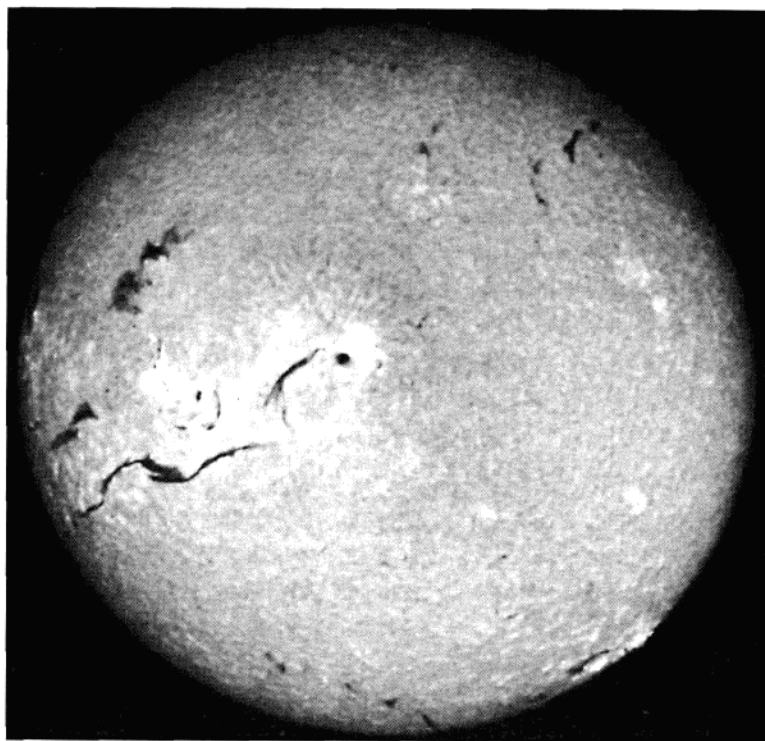
太阳的表面的周期性变化也剧烈地影响着短波传播。（大约）每11年太阳表面黑子就开始一个新的活动周期。许多年来这个11年太阳黑子活动周期一直被跟踪和记录。太阳黑子的数量（太阳表面大爆炸的中断，会产生巨量的紫外线辐射和X射线放射）增强了我们电离层上层的电离。在11年周期中，太阳黑子活动变化剧烈。当观察到最大的太阳黑子活动时，我们就碰到了太阳周期的峰值。相反的，当出现最小的活动时，我们就在太阳周期的谷底。两者之间，有一个从谷底到峰值的非常陡峭的上升（通常需要4年时间）和一个从峰值回到谷底的慢得多的下降（6~7年时间）。实际的峰值将在6个月~1年变化。我们在大约1997年4月看到太阳黑子活动的增加，这表明太阳23周期的开始。在这个周期开始后的3年之内，我们看到了传播的剧烈增加，特别是15m和10m波段，两个最好的QRP波段。

11年太阳周期对于F2层有最为深远的影响。在太阳周期的峰值相比于周期的谷底，当地中午的临界频率会有大约2倍之高！周期峰值相对于周期最小值的夜间临界频率倾向于是白天、当地午夜的临界频率大约2倍高。

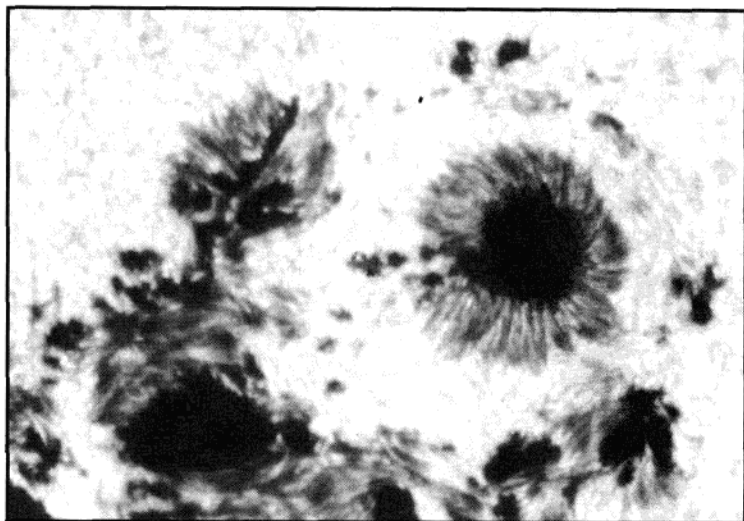
在太阳周期的峰值，E层和F1层也显示明显的电离程度和临界频率的增加。周期峰值与谷底之间的变化不如F2层这样明显。

前面所述的信息显示了我们的电离层、季节、日夜转换、太阳的周期性变化和短波传播之间的相互关系。

通过精心挑选的光学滤镜看太阳，可以看到比黑子多得多的内容。这个照片是用氢-阿尔法滤镜通过 6562 埃波长附近很窄的一段光谱而拍摄的。亮的小块是在太阳黑子周围和通常在太阳黑子之间的活动区域。黑暗、不规则的线是没有中心核心的活动的细丝。模糊的磁场线在接近中心的大太阳黑子组周围可见。【承蒙新墨西哥州 Sacramento Peak 太阳黑子观察站供图】



这里给出了嵌在太阳表面的大的太阳黑子。照片清晰度特别高，因为是从 80 000 英尺高度的研究用无人气球上拍摄的。请关注太阳表面的颗粒状的构成。【国家科学基金官方照片】



太阳周期 24 传播预测

作者 托马斯·胡德 (NW7US)

顶尖的太阳科学家针对于 2011 或 2012 年达到顶峰的太阳周期 24 的预测都一致认为这个周期将是充满活力的。国家空间科学和技术中心 (NSSTC) 的太阳物理学家大卫·哈撒韦的一次预测推断, 周期 24 将是近 400 年以来最为强烈的一个周期。大卫的预测是基于顶尖的太阳动力模型加之大量收集的空间气象和太阳事件数据。

天文学家和太阳科学家从伽利略开始记录这些太阳事件以来就在计数太阳黑子。当做了这些记录以后, 很清楚地看到太阳活动上升和下降的周期是大约 11 年。一个出现在太阳活动记录中的更为奇妙的事实是在过去 50 年出现了 5 次中的 4 次有记录以来的最大的周期。哈撒韦说: “周期 24 应该正好符合这个模式”。

其他的预测一致同意周期 24 应该是个“大”周期。比如, 科罗拉多博尔德的国家大气研究中心 (NCAR) 的马斯密·迪科派蒂和同事们预言周期可能会产生仅次于 1958 年发生的激动人心和历史性的最大太阳周期。

迪科派蒂报告说, 她和她的团队把对太阳的“巨大传送带”的观察以及太阳内部动力的精巧的计算机模型结合起来, 给出了一个对下一太阳周期的基于物理学的预测。“下一太阳黑子周期将会比前一个强 30 ~ 50 个百分点”, 她说。这个预测, 和哈撒韦所预测的一致, 如果应验, 将使周期 24 成为有史以来最强的之一。

活跃在甚高频波段上的业余无线电操作者早在 20 世纪 50 年代就享受过一次多一天多小时的世界范围的甚高频无线电信号传播。想象一下周期 24 中这种强度的能量等级。当电离层条件最佳的时候, QRP 信号可以被很容易地传播。太阳活动越强烈, 电离层变得越电离化, 从而产生 QRP 世界范围操作的最佳条件。

迪科派蒂团队的预测在方法学、准确性和结果上都是前所未有的。自从 11 年太阳黑子周期发现以来的近两个世纪, 太阳的预测者很难预测将来最大值的数值。大多数这类的努力以失败告终。太阳的最大值可以强到如 1958 年, 也可以如 1805 年那样几乎测不出来, 看起来不遵循任何明显的模式。

迪科派蒂多年前发现的问题的关键是太阳上的传送带。迪科派蒂根据之前的研究和最近的模型加之由精巧的太空探测仪和现代仪表搜集的信息, 确认太阳有类似于地球上发现的海洋传送带的“传送带”。地球的传送带是海洋和海洋之间传送水和热量的水流的网络。

太阳的传送带不是水流, 而是导电气体的流。它从太阳的赤道到两极之间循环流动。就如同地球上的海洋传送带一样, 这个太阳传送带控制了太阳上的气候。具体的说, 它控制着太阳黑子周期。

大卫·哈撒韦解释说：“首先，记住什么是太阳黑子——由太阳内部动力产生的复杂的磁性结点。典型的太阳黑子只存在几个星期。然后它衰减，留下一个弱磁场的‘尸体’。”

当解释太阳传送带如何工作的时候，哈撒韦继续说道：“传送带的顶部掠过太阳的表面，扫起来老的死去的太阳黑子的磁场。“尸体”在两极被拖下去到 200 000km 的深度，这里太阳的磁动力可以放大它们。一旦尸体（磁结点）转生（放大）以后，它们便浮上表面。”这导致新的黑子出现。

“传送带完成一个周期需要大概 40 年”，哈撒韦说。速度可以是“50 年（慢）~ 30 年（快）的任意一个值”。

当传送带转“快”了，这意味着大量的磁场被扫上去，将来的太阳黑子周期将很强烈。这是预测的基础：“1986—1996 年传送带转快了”，哈撒韦说。“老的扫起来的磁场应该在 2010—2011 年重新出现为大的太阳黑子。”

大卫·哈撒韦和同事罗伯特·威尔逊在加利福尼亚旧金山召开的美国地球物理协会会议上首次公开他们的预测。他们解释说他们的预测是基于地磁场风暴的历史记录。

哈撒韦解释说：“当一大股太阳风撞击到地球的磁场，导致磁场晃动。如果晃动得足够强烈，我们叫它地磁风暴。”极端情况下，这些风暴导致断电，触发北极和南极极光。在中等到剧烈的地磁风暴中，极光可以变得足够有能量，可产生 E 区电离小块和帷幕。这些“云和帷幕”作为短波和甚高频无线电信号的发射器，产生一种叫作极光模式传播（Au）的现象。

回看过去几乎 150 年的地磁活动记录，哈撒韦和威尔逊注意到地磁活动的趋势正表明将来 6 ~ 8 年的太阳周期将是什么样子。根据他们的分析，下一太阳最大值应该出现在 2010 年左右，太阳黑子数在 160 ± 25 。如果这个预测成真，太阳周期 24 将成为过去 50 年中最强的太阳周期之一，也可能成为有历史记录以来最强的一次。

与大多数该领域的专家一样，哈撒韦对传送带模型有信心，赞同迪科派蒂下一个太阳最大值将是历史性的。然而，他不赞同迪科派蒂对于发生周期峰值时间的预测。迪科派蒂预测太阳最大在 2012 年，而哈撒韦相信会来得早一些，在 2010 年或 2011 年。

“历史表明大的太阳黑子周期比小的‘上升’得更快”，他说。“我希望看到下一周期的第一个太阳黑子出现在 2006 年晚期或 2007 年，而太阳最大值出现在 2010 年或 2011 年。”

谁对谁错？时间会证明。不管怎么说，QRP 操作的条件将会是优秀的。这是好好利用空间气象和太阳动力的时候了。

MUF、LUF 和 FOT

在我们继续进行之前，我们先要定义一些术语。第一个术语是最高可用频率，即 MUF。稍早讨论的临界频率是通过垂直地向电离层发射一个 RF 信号获得的。每一层会返回一些频率，每一层的最高频率被记录，这被称为那一层的临界频率。MUF 是通过使用特定层的临界频率和发射与接收地之间的距离的三角方程获得的。一旦计算好了之后，MUF 就给出了两个地点在给定的一天的时间、季节和层上维持通信的最高频率。

为了在 A 点和 B 点之间通信，必须等于或低于 MUF。使用 MUF 并不保证成功。记住，这是在两点之间对于那个特定层保持传播的最高频率。一个有趣的说明：辐射的功率并没有包含在 MUF 方程式中。RF 电波只是基于电离的强度和无线电波的频率决定是否会被一个给定的层折射。因此，QRP 电台信号和更大功率的信号一样有绕着地球传播的同等机会！这绝对可以建立起信心！

需要定义的下一个术语是最佳传播频率，即 FOT。FOT 是两个位置之间可用的最为合适的频率。FOT 将提供不易衰减和发生其他传播异常的最为可靠的路径。FOT 按照 MUF 的 85% 计算 ($MUF \times 0.85$)。根据定义，FOT 将在两个位置之间支持一个月之中 90% 的天数的通信，只要频率高于 LUF。

最低可用频率，即 LUF，是特定时间特定路径可以使用的支持通信的最低频率。根据定义，LUF 是接收到的信号强度等于令人满意的接收所需的最小信号强度的频率。最小信号强度根据发射机功率、发射天线增益、路径长度、电离层吸收和接收天线的增益而定。这里有许多变量，但是注意，这是第一次发射机功率被带入方程式中。其他影响接收到信号的因素包括接收地点的噪声和所用的调制模式。这说明了 CW 相对于 SSB 和 FM 是更好的发射模式。在背景噪声下分辨点和划，比使用 SSB 或 FM 的语音容易得多。事实上，CW 只需要 3 : 1 的信噪比。作为对比，SSB 需要 7 : 1 的信噪比。简单来说，只要在接收电台接收到的能量比噪声 3 倍高，CW 信号就是可以抄收的。一个可辨的 SSB 信号需要比背景噪声高出 7 倍，才可以被抄收。

波段一览

现在让我们看一下不同的短波波段以及从传播角度 QRP 操作者可以期待什么。记住，下面呈现的信息只是作为一般指导。实际的传播状况会变化，在某些情况下，会与预测有很大的差异。还要记住，传播随着太阳从东到西的移动方向而改变。

160m 波段

160m 波段是一个仅用于夜间的波段。在白天，信号被 D 层吸收，这个波段是关闭的（你可以使用地波传播通联到 100 英里左右的范围）。但是当地日落以后，信号很快开始从背景噪声中上升出来，1 000 ~ 2 300 英里的传播是可能的。在 160m 波段，高效的天线是最为关键的因素。在大约当地午夜时分，信号达到最强，然后开始下降。在拂晓时分，波段即将关闭。日出 / 日落前的时间的确存在灰线 DX 传播。为了高效，两个地点必须要么从拂晓到黄昏切换，要么反之。冬季是 160m 波段工作的最佳时间，因为波段噪声相对低一些。在夏季，160m 波段提供一些通联，但是传播状况受到限制，这是大气噪声和雷电活动导致的。

80m 波段

80m 波段也是一个夜间波段。只要吸收不强烈，这个波段可以在白天提供一些通联的可能。在白天通信距离限制在 250 英里左右。和 160m 波段一样，80m 波段的信号在当地日落以后从噪声中升起并继续上升直到当地午夜。从午夜到当地拂晓，信号电平非常稳定，拂晓时分，开始下降，淹没在噪声中。这是一个良好的 QRP 波段，在夜间的数个小时中，东海岸的操作者有良好的机会通联到欧洲，而西海岸的 QRP 操作者，有很好的机会通联到南太平洋和日本。

为了通联 DX 电台，高效的天线是必需的。只使用一个简单的偶极天线，可以做本地 QRP 通联（200 ~ 300 英里以内）。使用中等的天线，真正长距离的 DX 电台偶尔也是可能的。但是这是例外而非通常情况。我在 80m 波段上的经验倾向于让我相信除非你有至少 60 英尺高的全尺

寸偶极天线，否则在这个低短波波段上大有收获的机会将大大降低。在太阳黑子周期的谷底，当所有临界频率变得更低的时候，80m 波段成为一个有价值的 DX 波段。

40m 波段

40m 波段是到目前为止最为热门的 QRP 波段。它倾向于非常密切地跟随电离程度。在白天的表现将产生大约 500 英里距离的通联。而夜间，是真正开始发生奇迹的时候。黄昏后，40m 波段上的信号快速上升，然后开始发生一些奇怪的事情。F 层重组导致了一些非常不稳定的状况，一直到大约当地时间 22:00 ~ 23:00。一旦 F 层稳定下来，40m 波段上跨越大洲的通信就是可能的！较低架设的偶极天线，挂在 25 ~ 40 英尺高，更适合于在这个波段上通联本地和 DX。很明显，天线越高，它越有效率，因此，优选的天线高度是 45 ~ 50 英尺，使用 QRP 功率电平将在 40m 波段产生杰出的效果。在 QRP 比赛当中，40m 波段是最佳的波段。在我的比赛经历之中，这个波段持续地产生通联。如果仔细考虑单波段比赛，40m 将是我的选择。即便中等的天线，在这个波段上也会表现良好。环形天线在 40m 波段上非常有效率，有低得多的背景噪声。

30m 波段

30m 波段是良好的 QRP 操作波段。人少，加之综合了 40m 和 20m 两波段的优点，这一波段成为 QRP 操作者的梦想波段。30m 波段在白天和夜间都开放。夏季的噪声电平比 40m 更低，但是吸收比 20m 更大。白天 / 黑夜的切换并没有如更高频率的短波波段那样明显。在当地日落以后，40m 波段上传播状况的快速变化是可以预期的。这个波段上的功率也受到限制，使得 QRP 操作者有竞争力得多。偶极天线非常常见，将产生许多 QRP 通联，即使在糟糕的 MUF 条件下。

20m 波段

20m 波段是最低频率的 DX 波段。它在大多数时间对世界不同的地区开放。根据季节、日夜和太阳周期变化，真正长距离的 QRP 通联可

以在这个波段发生。20m 波段密切跟随上层电离层的电离程度。临界频率从拂晓到大约当地中午稳定地增加。在中午时分传播保持稳定，但在本地日落之后的 F 层重新结合期间，会有缓慢的衰减。在太阳黑子周期大多数时间，从春季一直到秋季，20m 波段基本保持每天 24 小时开通。在冬季，传播随着早早的日暮而减少。在太阳黑子周期的谷底，20m 波段通常是对许多 DX 位置开放的唯一波段。这使得它成为低太阳黑子活动期间选择的那个 DX 波段。使用一个 25 ~ 30 英尺高的 20m 波段偶极天线将定期获得 DX 通联。很明显，20m 波段是定向天线的主要选择波段。线定向天线工作良好，但是对于真正的 DX，没有比可旋转的八木或框形天线更好的了。一个便携式 20m 波段 QRP 电台和简单的线天线将在露营地或汽车旅馆房间里通联到许多 DX 电台。20m 波段真是一个充满乐趣的波段。

15m 和 17m 波段

这两个波段在传播特性上密切相关。在大多数情况下，两者都是只用于白天的波段。一旦我们到了 20m 波段以上，太阳黑子活动对于产生波段传播开通变得关键。为了产生 17m 和 15m 波段的传播开通，必须有足够的太阳活动，产生至少 100 ~ 105 的太阳通量 (solar flux)。太阳黑子活动越活跃，太阳通量越高。太阳通量越高，电离层的电离越强，17 ~ 10m 波段的信号传播距离越远。不幸的是，当太阳通量低的时候（在太阳周期的谷底），有时电离不够使这些高频率波段开通。因此，当你在 17m 和 15m 波段（和更高频率波段）调谐时没有听到任何信号，很可能是因为太阳通量不够高，不能维持足够电离程度使波段开通。

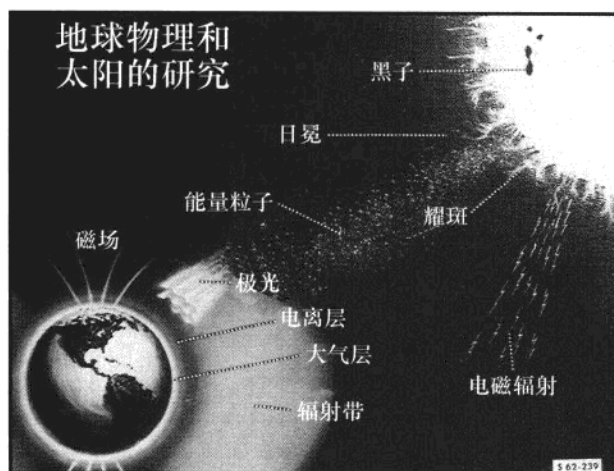
作为 QRP 操作者的良好波段，15m 和 17m 波段产生一些对世界许多地区的杰出的 DX 开通。它们是便携操作的理想波段，因为天线的总体尺寸比 20m 或 40m 波段小得多，这意味着在丛林中背包旅行时承担更轻的重量和很小的体积。

12m 和 10m 波段

这两个波段，与 17m 和 15m 波段一样，是只用于白天的波段，在太阳周期的大多数时间产生许多杰出的 DX 通联。当太阳通量足够高维持波段开通时，这两个波段在白天提供一些非常好的 DX。这个波段

在当地日出以后几个小时打开，上午的晚些时候稳定下来，产生许多 DX。夏季突发 E 层在 10m 波段的开通将让你通联到几百英里外的电台。通常短跳距离是大约 900 英里。使用多跳传播，12m 和 10m 波段的信号可以环球传播，为 QRP 操作者带来惊喜。12m 或 10m 波段的单波段定向天线非常小，可以在一个推起式桅杆上使用一个便宜的电视天线旋转器旋转。

NASA 的图片给出了太阳辐射对地球大气层的影响。



WWV/WWVH 传播预报

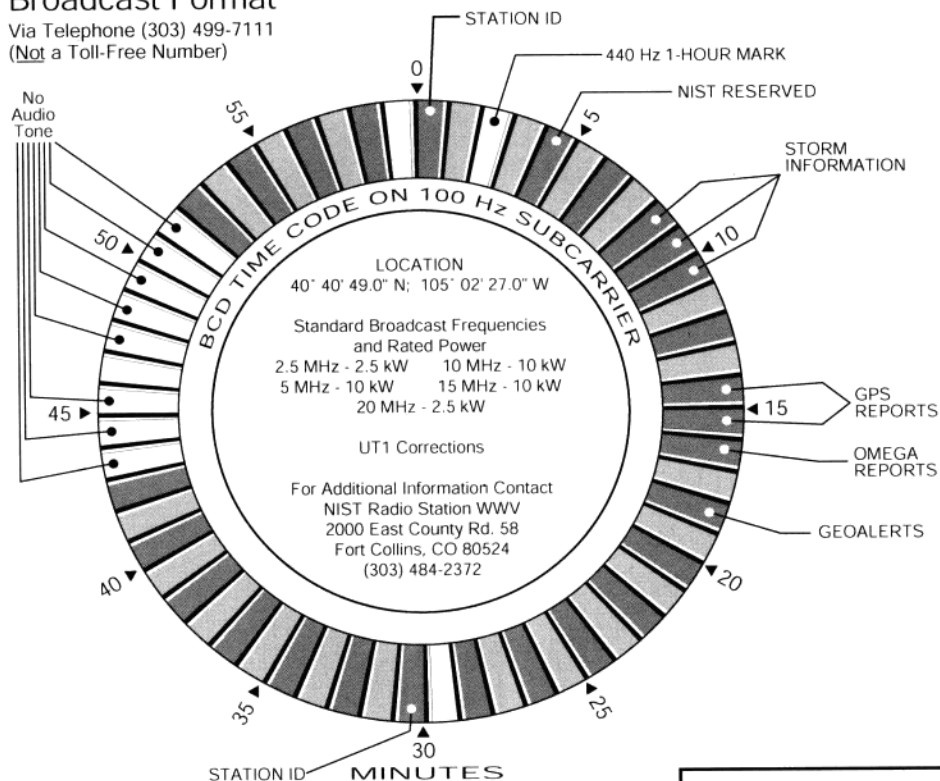
每个小时，在整点过后 18 分钟，WWV（夏威夷的 WWVH 每个小时过后 45 分钟发送）在 2.5MHz、5MHz、10MHz、15MHz 和 20MHz 频率上发送短波传播信息，叫做地球物理警报（或 Geo-alerts）。这个信息可以被用作规划 QRP 操作的基础。图 7-6 给出了 WWV 发送时间表，图 7-7 给出了 WWVH 的时间表。

每个小时的传播预报以太阳陆地指数开始，它是当前传播状况的概括，起始于太阳通量（在 10.7cm 波段太阳通量放射指数）。太阳通量是位于加拿大渥太华的观测站在每天 1700UTC 于地球表面测量到的太阳无线电噪声。当太阳黑子活动增加时，通量会增加，在 10.7cm 波段产生增加的噪声。

WWV

Broadcast Format

Via Telephone (303) 499-7111
(Not a Toll-Free Number)



- BEGINNING OF EACH HOUR IS IDENTIFIED BY 0.8-SECOND-LONG, 1500-Hz TONE.
- BEGINNING OF EACH MINUTE IS IDENTIFIED BY 0.8-SECOND-LONG, 1000-Hz TONE.
- THE 29th AND 59th SECOND PULSES OF EACH MINUTE ARE OMITTED.
- 440 Hz TONE IS OMITTED DURING FIRST HOUR OF EACH DAY.

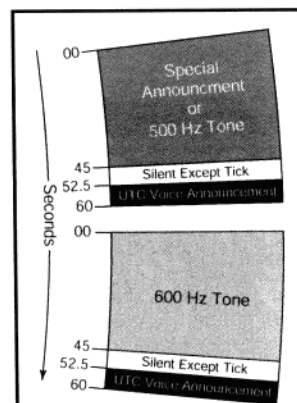
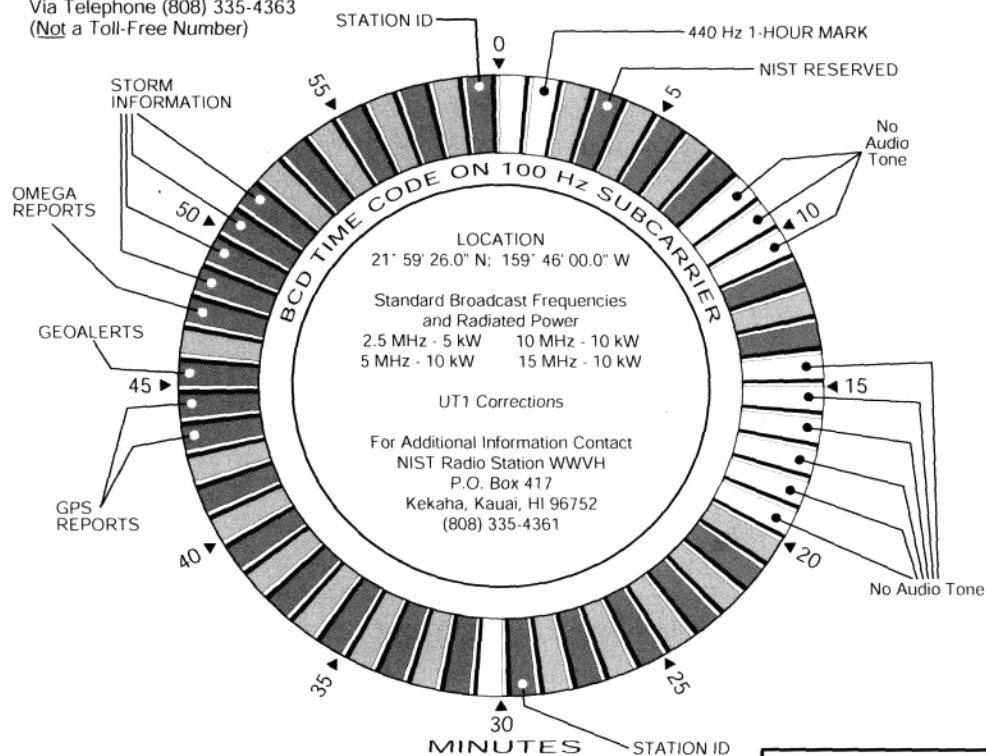


图 7-6 这个表给出了位于科罗拉多柯林斯堡的国家科学技术研究院电台 WWV 每小时的广播计划表。

WWVH

Broadcast Format

Via Telephone (808) 335-4363
(Not a Toll-Free Number)



- BEGINNING OF EACH HOUR IS IDENTIFIED BY 0.8-SECOND-LONG, 1500-Hz TONE.
- BEGINNING OF EACH MINUTE IS IDENTIFIED BY 0.8-SECOND-LONG, 1200-Hz TONE.
- THE 29th AND 59th SECOND PULSES OF EACH MINUTE ARE OMITTED.
- 440 Hz TONE IS OMITTED DURING FIRST HOUR OF EACH DAY.

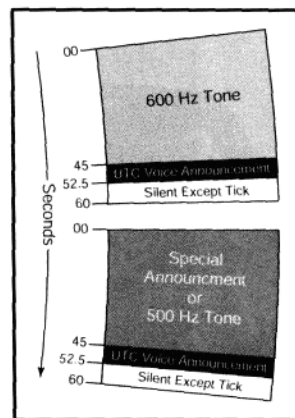


图 7-7 这个表给出了位于夏威夷考爱岛凯卡哈的国家科学技术研究院电台 WWVH 每小时的广播计划表。

通常来说,更高的太阳通量值意味这更高的 MUF。然而,在任何给定小时和给定路径,实际的预测步骤是非常复杂的。太阳通量不是唯一的确定因素。太阳相对于地球的角度、季节、一天的时间、无线电路径的准确位置和其他条件都必须考虑在方程式中。长期的 MUF 预测更加复杂,因为涉及更多的变量。

太阳通量值后是 A 指数值,这是由磁效应决定的太阳粒子辐射的量。A 指数代表 1 天每 3 个小时测量读数的 24 小时平均。数值越大,流入的太阳粒子越多。这等同于更多吸收,更弱的信号和更大的衰落。

接下来是科罗拉多州博尔德市测得的 K 指数,这是每 3 个小时测的当前太阳粒子流入量的更准确的指示。简而言之,A 和 K 指数数值越小,电离层越稳定,通联一些 DX 的机会越好。当 A 和 K 指数增加时,电离层的状况更加不稳定,可靠的通信就更不可能。在良好的状况下,A 指数在 0~8,K 指数不会超过 2。在严重的地磁风暴或强烈的 X 射线活动中,A 指数会跳到 100 以上或更高,K 指数也随之达到 7 或 8。当你监听 WWV/WWVH 听到高的 A 和 K 指数时,最好关闭电台看一会儿电视。

接下来是太阳陆地指数的报告,是过去 24 小时太阳陆地状况的概览,这解释了前面的 24 小时太阳活动(太阳表面的扰动)和地磁场方面发生了什么。

太阳活动基本上是太阳大气层瞬时扰动,用太阳耀斑关联的 X 射线衡量。它们被分为 5 个逐渐上升的类别:非常低、低、中等、高和非常高。从太阳表面放射的 X 射线的增加会导致关联的太阳大气层扰动的增加,最终导致地球的传播的下降。

地磁场变化基于太阳表面的任何扰动的幅度。这被分为 6 类:安静、不稳定、活跃、小风暴、大风暴和剧烈风暴。安静是最稳定的,而剧烈风暴是最不稳定的。当太阳耀斑和 X 射线放射在太阳表面增加时,地磁场将变得更受扰,负面影响地球的传播。图 7-8 说明了一些由于太阳耀斑产生的电离层效应。

如果太阳表面有正在进行的活动,这个活动的细节将在后面广播。这些活动包括主要的太阳耀斑、质子耀斑、卫星级质子活动、极冠吸收和平流层警告。事实上每当你听到这些活动中任何一个正在发生时,你就可以肯定传播将受到负面影响。

最后,在每个传播广播的尾部,WWV/WWVH 将包括未来 24 小时的预测。这个信息需要用来评估未来 24 小时的状况是否有价值,你可以相应地计划你的 QRP 活动。

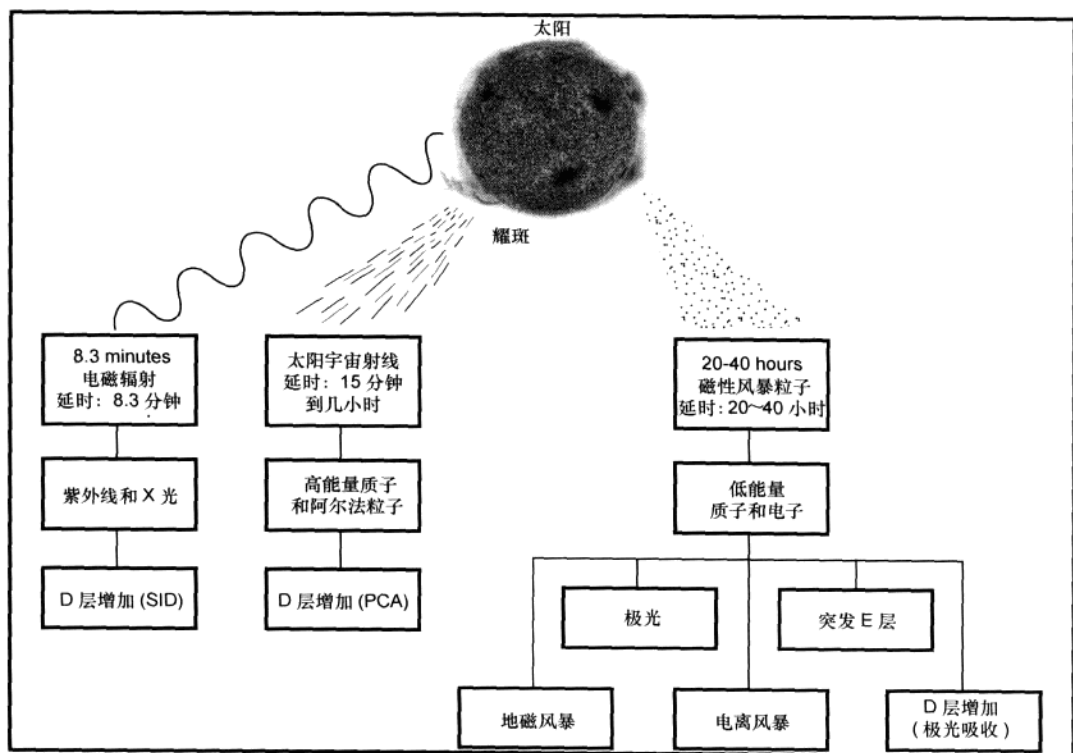


图 7-8 这个图说明了太阳耀斑辐射的电离影响【授权改编自: George Jacobs, et al, The New Shortwave Propagation Handbook, CQ Communications, Inc, 1995, p 1 ~ 21】

8

QRP 电台附件

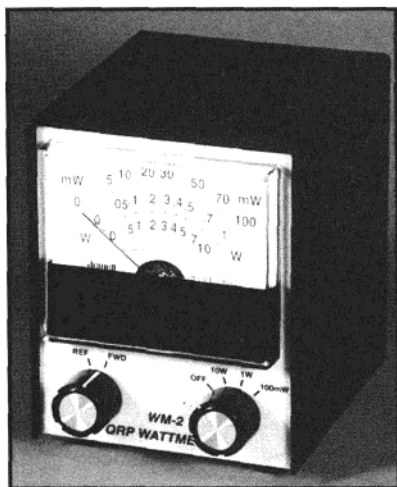
要想在 QRP 舞台上变得更加得心应手，配备必需的 QRP 电台和一个可用的天线系统还不够。下面介绍一些有用的附件，尽管不是不可或缺，但是可以大大帮助你的 QRP 电台工作在最高效率，并让你的 QSO 充满乐趣和富有回报。

QRP 功率表

不幸的是，你的标准大功率功率表并不适合 QRP 使用。它们在小功率测量上的准确度值得怀疑。你真正需要的是一个 QRP 功率表，可以测量低至毫瓦级的 RF 输出功率。市场上有些套件。Oak Hills Research WM-2 是个适合于一个晚上完成的套件，不仅准确到几毫瓦，而且外观漂亮。这个表基于数年前出现在 *QST* 上的罗伊·莱沃伦 (W7EL) 的设计。Oak Hills Research 升级了原来设计中使用的 IC 并做了些小的电路修改，将整个表重新包装在一个带有非常大表盘的有吸引力的外壳里。可以用数字电压表和直流电压进行校准。这个做工优良的功率表有非常专业的外观，精度可以达到满量程的几个百分点。说起量程，WM-2 可以在 $0 \sim 10\text{W}$ 、 $0 \sim 1\text{W}$ 和 $0 \sim 100\text{mW}$ 这三个独立的量程测量 RF 输出。这个表可以用内部 9V 晶体管收音机电池供电，或者用“插墙式”电源外部供电。WM-2 的输入和输出连接器使用 SO-239 超高频 RF 连接器。参考图 8-1。

区域性的俱乐部不时会以合理的成本供应功率表套件（和其他有用的附件）。目前北乔治亚 QRP 俱乐部 (NoGA) 正在供应一个功率表套件。价格和有无存货的信息可查阅他们的网站 (www.nogaqrp.com)。

图 8-1 Oak Hills Research WM-2 QRP 功率表为第一次的制作者提供了非常良好的入门套件项目。这是 QRP 电台室非常有用的附件。WM-2 可以准确到毫瓦级别，可密切注意你的天线和馈线是否正常工作。(摄影：K7SZ)



音频滤波器

毫无疑问，(除了优质的自动键控制器和键体外) 音频滤波器是最为有用的操作附件之一。有源音频滤波器已经出现了长于 30 年。早在 1974 年，我第一次接触到的有源音频滤波器是 MFJ CWF-2。我为我的 HW-7 加了一个以后，惊讶于性能的提高。我最为得意的 HW-8 上的摩机方法之一是去掉原配的两级音频滤波器，而在原来的位置增加一个 CWF-2。性能总是能获得重生，让我可以花费少许的钱将非常微弱的信号从噪声中提取出来。

唉，可惜 MFJ CWF-2 已经不再有。不过，在不同的 ARRL 出版物中有数不清的文章介绍有源音频滤波器的制作。如果你没有时间或者技术，有两个滤波器马上出现在我的脑海中，可以供你选择。第一个是 Idiom Press (www.idiom-press.com) 的 SCAF-1 开关电容音频滤波器。这个滤波器是一个开关电容音频滤波器，制造商有套件和制成品可供应。它的特点是每倍频程 96dB 下降，而截止范围为 450Hz ~ 3.5kHz 可变。这实际上意味着什么？这玩意在谈到截止频率和过渡带选择性的时候，很陡峭，非常非常陡峭。这意味着你可以贴近一个 QRO 大功率电台或 SW 短波广播台，但还能勉强将信号与频率上的噪声和杂讯区分开。

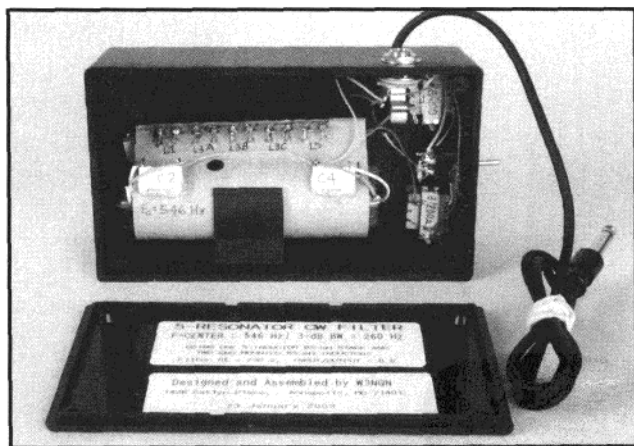
SCAF-1 是一个非常好用的附件，基本上只需要将插头插入你的电台的耳机输出，然后将你的耳机或扬声器插入这个滤波器的插孔。电源

通过外部的 12V 电源供电。前面板有一个“IN/OUT”开关和一个带宽控制旋钮。调谐到你的目标电台，切换入这个滤波器并调节带宽控制旋钮获得最好的接收效果。

这个滤波器可用于 CW、SSB 和各种数字模式。在我收听 SW 短波广播的时候，甚至曾经使用我的滤波器用于增强 SW 接收机。尽管 3.5kHz 带宽对于好的 AM 保真度有点窄，但是绝对可以在 SW、军用和业务短波电台中使用。

ARRL 出版物的长期作者埃德·魏泽厚德（W3NQN）提供一个改进版本的 88mH 磁环电感无源音频滤波器。参考图 8-2。他的新设计使用罐装的电感和一些精密电容，可获得非常惊人的效果。这些滤波器是无源的，也就是说没有源的器件可以放大输入信号以补偿插入损耗。使用这些改进版的罐装滤波器的实际损耗大约 3dB，可以很容易地通过稍微增大音频增益克服。如 SCAF-1 一样，埃德的滤波器接在接收机或收发机机音频输出。中心频率固定在大约 700Hz，但是可以通过小心地替代滤波器内部的某些电容而改变。

图 8-2 这个照片上给出的是一个由埃德·魏泽厚德（W3NQN）制作的无源 CW 音频滤波器。2004 年版的 ARRL《业余无线电手册》包含制作细节。



这个改进的滤波器设计的带宽让人印象深刻，因为所涉及的元件只是一系列 L/C 电路。这个滤波器的整体效果是在一定程度上让接收音频听起来更窄了，但是没有有源音频滤波器常伴有的振铃或“热水瓶效果”的声音。使用埃德的设计，脑中浮现的第一个形容词是醇美。这些无源滤波器确是很好的。

这些罐装电感无源滤波器的一个好处是将它们和老式（电子管）设

备一起使用。我们“船锚”爱好者中的许多人迫切希望在业余波段上使用更老的、选择性更差的设备。对于 AM 话音通信，你不会碰到许多问题。而 CW 操作则是完全不同的一回事。很少有老的接收机可以提供 CW 操作中良好干净的音频所需的窄带宽。即便是一台校调良好的 Hallicrafters SX(“X”指代晶体中频滤波)之类的也不能在现在的波段上作为优质的 CW 接收。过于拥挤的状况和特别多的干扰让老一些的机器抄收困难。但是，连接一个埃德的改进版罐装滤波器，可以在接收性能方面有极大的改善，特别是在 CW 模式。若需更进一步的细节，请联系埃德·魏泽厚德(W3NQN)，地址是 1426 Catlyn Place, Annapolis, MD 21401-4208。请包含一个写好地址贴好邮票的 9.5 英尺 × 4 英尺信封，并说明你的要求。

自动键控制器和键体

毫无疑问，至今为止我使用过的最精美的 CW 自动键控制器是 Idiom Press 的 LogiKey K3，如图 8-3 所示。K3 提供 6 个内存区，并可以级联成扩展回放。K3 提供延长的键体输入时机，可减少错误并帮助增加速度。这个控制器可以用于正或负键控的电台。功能丰富的自动键控制器有用于比赛的自动增加的序列号，以及一组包括完全信标能力的记忆功能。内存是非易失性的，控制器断电后不会受到影响。K3 用一个外部 12V 电源供电，但是在休眠模式只消耗皮瓦级(10^{-12}W)的电量。外观风格匹配 Idiom Press 的 SCAF-1 音频滤波器。如果你希望有个外壳

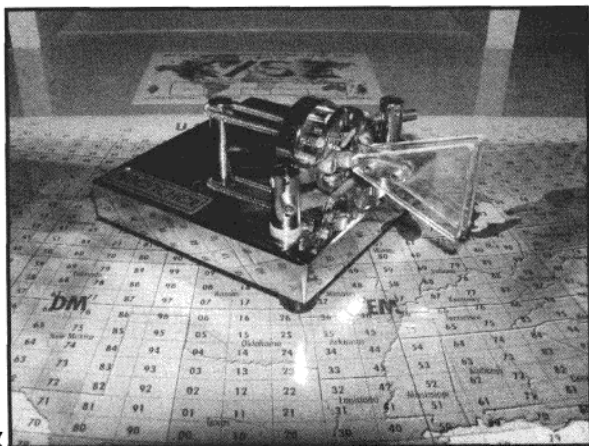
图 8-3 我最喜欢的自动键控制器：Logikey K-3。这是 1981 年 10 月 *QST* 杂志的标题文章介绍的 Super CMOS 自动键控制器的第三代。设计者是杰夫·罗素(KC0Q)和巴德·绍斯阿德(NOII)，Super CMOS 自动键控制器也出现在多年的 ARRL《业余无线电手册》上。这个最近的版本有 6 个可编程的记忆区，工作在 9 ~ 15V 直流，有许多可编程的特色功能。(摄影：K7SZ)



小巧的比赛用终极自动键控制器，我强烈建议你认真考虑 LogiKey K3。

问任何一个 CW 操作者最喜欢哪个自动键体，就如同问一个女人她最喜欢哪双鞋！今天的市场上有大量的自动键体。我曾经拥有过一些 Vibroplex、Benchner 和 Schurr 的。我对它们都喜欢，但是我曾经使用过的最舒服的自动键体是 NorCal 自动键体套件，后来被 Vibroplex 作为他们的“Code Warrior”生产。这个自动键体使用磁性而不是弹簧，给操作者提供非常好的接触反馈。CW 变得轻松而超流畅。我以前的两个学生成为熟练的机械师，合作生产他们的 NorCal 自动键体版本。这个漂亮的金属加工的样板使用 5 件不同的金属，如石头般稳定，用起来绝对是个享受。

如果说哪个键体结构结实，那么当属 Benchner BY-1 自动键体。我的镀铬 BY-1 跟我走遍天涯海角，包括户外日到丛林里的旅行。它们不停歇地工作工作工作，几乎不需要维护。至少可以说它们是强健的。键体的松紧度和行程通过设定螺丝可以很容易调节。内六角扳手放置在键体基座下面，方便取用。Benchner 提供几个版本的这种键体，所以价格和存货情况需要咨询他们。



摄影：K7SZ

关于键体，我的最忠实建议是在你付出血汗钱之前尽量多试用。做一些实际的尝试。用你感兴趣的键体做一些 QSO，确保你适合它们，它们也适合你。就如同一件破衬衫或破靴子，好的键体可以用上几个小时都不觉得累。然后根据试用结果选择购买。

我们在这里涉及的只是电台附件的冰山一角。MFJ Enterprises 和其他公司为业余无线电操作者供应数百种附件。我们在这章中重点介绍的只是开始完全享受 QRP 生活时，我感觉必需的几样东西。



QRP 特殊操作模式

在本章中，我们将涉及一些与 QRP 相关的业余无线电爱好的尖端高科技。QRP 最为有趣的事情是它的适应性。尽管大多数 QRP 狂热爱好者操作 CW 和话音，但是越来越多的有远见的 QRP 操作者向前迈进去尝试新的模式并取得了令人惊讶的成功。这些模式有数字（包含 RTTY、PACTOR、PSK31 和 SSTV）、毫瓦 / 微瓦通信、VHF+ 和便携 QRP 操作。所以，让我们开始探索这些特别用于 QRP 的操作模式吧！

数字通信

业余无线电群体在 2006 年 12 月中旬收到了一份早到的圣诞节礼物。那就是联邦通信委员会宣布从 2007 年 2 月 23 日开始，所有级别的业余电台执照考试都不再要求 CW。大体上意味着你为了操作短波波段不再需要考 CW 抄收了。

因此，短波波段对于那些不管出于什么理由无法通过 CW 考试而又迫切希望操作的许多人开放了。不经过 CW 考试的短波操作者的大量涌入导致了人们对短波数字模式的兴趣急剧增加。

从 20 世纪 80 年代中期开始，向数字模式进军过程中的摇摆就一直没停过。当 20 世纪 80 年代早期甚高频分组通信刚刚出现在业余无线电领域的时候，被看成是业余无线电的“拯救者”。不幸的是，随着互联网和电子邮件的爆炸式的发展，甚高频分组通信又被打入冷宫，主要作为本地 DX 分组公告牌和俱乐部布告栏的骨干网络。短波分组通信遭受着严重的干扰，在接收端糟糕的信号噪声比，很快被认为不适合于作为

长距离的业务处理。

随后出现的如 AMTOR 和 PACTOR 的操作模式，由于它们的纠错算法，很快取代了短波分组通信，成为短波波段上除无线电电传打字（RTTY）以外使用的模式。

在 20 世纪 90 年代晚期，一种新模式在小范围中测试和实现，并被证明为一种全球业余无线电爱好者之间键盘对键盘通联的非常流行的方法。PSK31，一种特别窄带，高度准确（不是 100% 但是接近）的发送数据的方法瞬间如风暴般占领了短波数字的世界。PSK31 真正有意思的地方在于它有非常好的弱信号处理性能，使得它本身非常适合于 QRP 的使用。如瘟疫般躲避 CW 的人不再需要在一旁羡慕了。现在，使用 PSK31、计算机里的声卡和一个自制或商品的 QRP 收发信机，一个人可以进行全球的 QSO！这有多酷？

数字业余无线电的历史很长。RTTY 在超过 50 年里都是主要的数字短波模式。尽管从来没有宣称 100% 无误码，但是 RTTY 是短波业余无线电操作者的数字模式的主力。开始于第二次世界大战刚刚结束的时候，在 Teletype Model 15 一直到 Model 28 的机械电子发明的年代，45 波特（60word/min）RTTY 是唯一的方式。尽管它们体积庞大，样子丑陋，而且噪声巨大，机械电子的电传打字机器有其特定的气氛。然后是它们独特的味道：温暖的电子设备混合着齿轮油的味道。这让我回忆起在密西西比 Keesler 空军基地的学校里开始学习空军技术控制员的年代。

随着数字电子设备和现今的计算机声卡以及不同的声卡接口的存在，我们不再需要忍受难闻嘈杂的机械电子电传打字机器。现在你需要做的就是连接几根音频线，在老式笔记本电脑上打开正确的软件，就可以进行通联了。

数字 QRP 现状

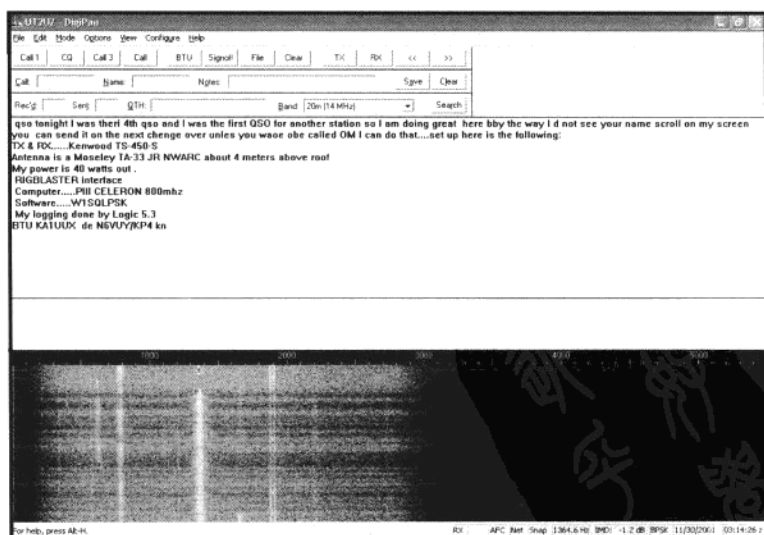
不仅使用现代的电台更容易进入数字模式，而且还有一些模式是为计算机键盘对键盘 QSO 等严肃的业务处理设计的。一些模式甚至提供互联网连接。是的，过去的 50 年发生了很大的变化，但是所有短波数字模式的祖先仍然是 RTTY。容易设置所需的硬件，也容易操作。尽管不是 100% 无差错，RTTY 还是 DX 和比赛最流行的短波数字模式。

当你使用 RTTY 的时候，你会有一种特别的“感觉”。这很像你用手键操作 QRP 的感觉。这可以使你回忆起业余无线电“过去的好日子”，那时候电子管占主导，自制机为王。是的，每次你打开 RTTY 电台的时候，都是你对过去美好记忆的旅行。如果我能够将那种温暖的电子设备混合着齿轮油的味道装入瓶子带到现在，那么我肯定能赚上一百万美元！

QRP 使用 RTTY 的主要问题是接收端的信噪比。因为 RTTY 没有纠错，所以如果接收到的信号电平（RSL）下降到一个特定阈值，那么很容易在屏幕上看到一堆乱码。因为相对于 100W 我们已经有 13dB 的 RF 发射电平差异了，很容易推断，除非传播特别稳定，干扰处于最小的水平，否则使用 QRP 功率电平的 RTTY 将不能工作得很好。

尽管 RTTY 仍然很流行，但是已经有其他的替代品。其中主要是 PSK31，其开发者是彼得·马丁内兹（G3PLX），同时他也是 AMTOR 的发明者。彼得想要开发一种与 RTTY 一样好用的模式，但是在弱信号处理性能方面更加强健。除了改善的弱信号处理性能，彼得希望保持占用带宽较窄，以便于更好地利用现有频谱。

使用 DigiPan 软件进行 PSK31 QRP 通联。每一条垂直线代表一个 PSK31 信号。



G3PLX 从 20 世纪 90 年代中期开始试验 PSK31，但是一直到了 1999 年 PSK31 才成型。那一年彼得发布了他的 Windows 下的软件，只

需要一个 16 比特声卡作为模数转换器。因为许多业余无线电爱好者的电台室都有计算机，PSK31 这种新的操作模式就如同火箭发射般地迅速普及开来。

与 RTTY 使用特定的时序发射和接收独立的字符的方法不同，PSK31 是相移键控（因此叫“PSK”）的。“31”表示发送比特率是 31.25bit/s。PSK31 的特殊性集中在编码是如何产生的。RTTY 模式下，发射机的频率在符号频率和空号频率之间切换。通过使用标准博多码的五位字符加上一位起始位和一位停止位脉冲，你可以发送完整的字母表加上数字和一些标点符号。RTTY 将这些信息“位”排列后获得不同的字符。简而言之，这就是 RTTY。

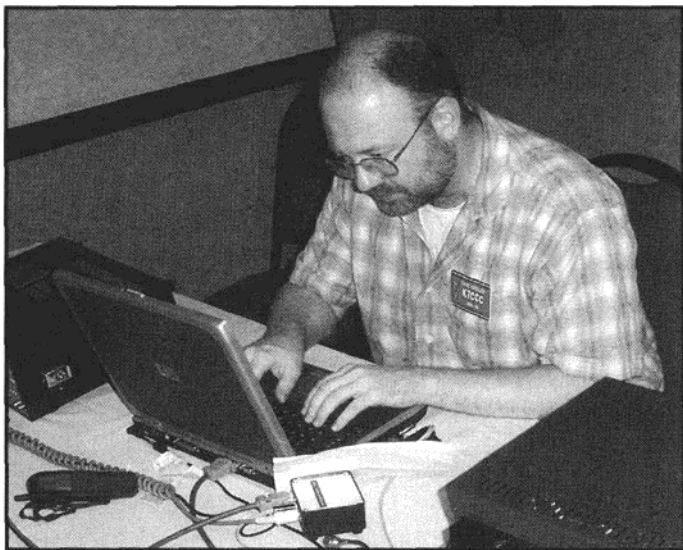
PSK31 在吸收了 RTTY 的精华的基础上开发了完全新的编码，叫作变长码，字符有不同的位数。英语中常用的字母被分配为短码。将所有这些东西合在一起产生了一种发送模式，它特别强健，在弱信号条件和 / 或不利的传播下依然工作良好。

因为 PSK31 信号非常窄，为 31.25Hz 的量级（比大多数 CW 信号还窄），它将你发射的 RF 能量集中在一起，这意味着远端接收到的信号电平 RSL 将更高。这等同于信噪比的提高，意味着更加可辨的信号。这就是为什么 PSK31 能够在 QRP 功率电平下工作得这么好的原因。好像 PSK31 是特意为我们 QRP 操作者发明的一样。谢谢彼得！

说起软件，互联网上有不少好的免费软件程序。我曾使用 WinPSK 获得了不错的效果。PSK31 的好处在于将小巧的 QRP 电台，小笔记本电脑打包后，让你几乎可以在世界的任何一个角落操作数字模式。现在那已经是非常酷的事情！

数字是业余无线电的未来，这一点是毋庸置疑的。数字模式已经在 V/UHF 通信取得了巨大的进展。现在该轮到短波了。就如同火花被 CW 所取代，AM 话音被单边带所取代，更新的数字模式将在未来的几年中改变短波业余无线电的整体面貌。现在能做的最好的事情是自学并成为数字业余无线电革命中的一员。我强烈推荐你去买一本 ARRL 出版的史蒂夫·福特（WB8IMY）的书 *The HF Digital Handbook* 《HF 数字通信手册》。史蒂夫的书充满了使用不同的数字发送模式活跃于短波上所需的适时的信息和怎么做的提示。写作风格贴近读者，这本书回答了你在调谐短波波段时会碰到的奇怪音调的所有问题。

戴夫·哈斯勒(K7CCC)
在一个便携电台的台址
做数字 QRP 通联。



毫瓦通信，或骨灰级 QRP

QRP 通联使用的功率最低可以到多少？这是个好问题。从 20 世纪 70 年代晚期开始，QRP 操作者们开始接受毫瓦通信和微瓦通信的挑战，以探求他们的通信技能和电台设备的极限。1989 年，鲍勃·穆迪(K7IRK)和比尔·史密斯(WA6PYE)在 10m 波段使用计算机时钟振荡器芯片做了一些毫瓦通信的实验。使用 1 ~ 50mW 的功率输出，他们可以在 1 300 英里的距离上多次达成通联！1990 年元旦，他们只用了 4.62 μ W 完成了一次通联，成绩是 283 英里 / 瓦，766 英里 / 瓦，234 英里 / 瓦！

1994 年的春季，鲍勃·穆迪和比尔·布朗(WB8ELK)刷新了这个 10m 纪录，成功地使用 0.720 μ W 完成了超过 1 500 英里距离的通联，成绩超过 20 亿英里 / 瓦！这以后，如 W5ZPA 的毫瓦通信爱好者们只使用 40mW 的 RF 功率在短短的 10 天赚取了他们的 WAC（通联所有大洲）奖状。鲍勃·穆迪(K7IRK)只是用 2mW 完成了 WAC！

“骨灰级” QRP，正如它的名字一样，是吸引着许多 QRP 操作者的小功率通信爱好的其中一个方面。将你的发射机的功率输出衰减到毫瓦或微瓦量级时，可以提供终极的挑战。

尽管你可以辩称 10m 波段上进行毫瓦 / 微瓦通信没有噪声且干扰相对较少，在 40m 波段上做同样的事情，由于挤满了国际广播电台、高噪声电平和大量的干扰，就完全是另外一回事了。位于宾夕法尼亚州拉克斯维尔的弗兰·斯拉温斯基 (KA3WTF) 和位于北卡罗来纳州罗利的保罗·斯特劳德 (AA4XX) 在 1994 年的几个月内积极的追求 40m 小功率记录。经过仔细地计划，选择一天中最合适的时间和相对少干扰的频率 (7 050kHz)，他们已经准备好尝试记录。1994 年 12 月 26 日，保罗打开他的太阳能供电的 QRP 机器，设置功率电平在 $221\mu\text{W}$ 并开始向 422 英里外宾夕法尼亚州的弗兰发射。保罗包含了一个“密码字”，弗兰必须准确地抄收以保证通联是有效的。通联达成了，信号报告交换了，“密码字”通过了验证。保罗和弗兰打破了纪录，并获得 190 万英里 / 瓦的成绩！

一年以后，他们刷新了自己的纪录，这一次在同样的 422 英里距离上只使用了 $96\mu\text{W}$ 。弗兰成功地抄收了保罗的微瓦发射机（以及密码字），将 40m 波段的成绩标杆提高到 400 万英里 / 瓦！

公众了解到这两个事件，加之太阳周期中传播的改善，其他人将跳入骨灰级 QRP 的潮流。他们的确这么做了。在 20 世纪 90 年代和进入新世纪的时候，毫瓦 / 微瓦通信爱好者不断挑战老的波段纪录。这方面爱好的一个副产品是信标追逐的想法。一个 QRP 俱乐部或个人在一个特定频率上让一个小功率发射机发射，并周期性地输出功率，通常从大约 1W 降低到毫瓦级别。发射机始终发射，每个功率电平有独特的密码字，以验证接收报告。信标追逐对于这些骨灰级 QRP 操作者来说仍然是最想做事情之一。

毫瓦 / 微瓦通信在短波比赛者中还不乏追随者。半年一度的 QRP QSO 聚会，加之 QRP ARCI 赞助的毫瓦户外日奖状，提供给骨灰级 QRP 操作者一个机会去追求更加优异的成绩。多年来，我在 QRP 比赛中使用 980mW 并获得成功。你会惊讶于低于 1W 的 RF 功率能通联得多好。骨灰级 QRP 实践是一件令人兴奋而又特别有成就感的活动。如果你决定接受毫瓦 / 微瓦挑战，不要忘记记录你的努力并在互联网邮件组或 QRP 俱乐部简报上与其他 QRP 狂热爱好者们分享你的经验。

创造毫瓦 / 微瓦记录的小贴士

1) 使用一个步进衰减器降低你的 QRP 发射机输出到毫瓦 / 微瓦的范围 (20 世纪 80 年代中期 ~ 90 年代中期的 *The ARRL Handbook* 介绍了制作步进衰减器的方法)。

2) 使用一个无感假负载和一个示波器, 确认你的 RF 功率输出。在假负载的两端测出 RF 波形的峰 - 峰值, 将那个交流电压除以 2 (获得峰值电压), 然后再乘以 0.707, 获得 RMS 电压, 将 RMS 电压平方, 并除以假负载的电阻, 获得准确的功率测量值。

3) 找一个几百英里以外的人和你一起工作。计划、计划、再计划多一些, 保证成功。

4) 花些时间在你想工作的频率上收听, 关注和记录不同时间的最佳传播、拥塞和干净的频率, 以及进行其他可能阻碍或帮助你创造纪录尝试的观察。

5) 尽可能架设最好的天线。对于 40m 波段的纪录, 保罗使用了 60 英尺高, 指向北方的 3 单元线定向天线。弗兰有一个 30 英尺高的 Radio Works Carolina Windom-II 天线。

6) 位置起到重要的作用。如果你的环境噪声电平高, 你又如何能够听到非常微弱的信号? 寻找一个低波段噪声电平的位置。弗兰只是住在离我 2 英里外的地方, 但是他的位置处噪声却比我的位置噪声低得多, 简直不可思议。存在外置的刚好抵消噪声源的噪声滤波器。在 *QST* 文章中, 也被重点地介绍过。

7) 你现有的 QRP 电台应该足够, 如果它有一个安静的接收机, 优异的动态范围、灵敏度和选择性。目前市场上的大多数电台满足这些需求。

8) 数字信号处理 (DSP) 在处理特别低功率信号的时候会非常有用。如果你的电台没有 DSP, 那么你可以加一个外部的 DSP 滤波器单元。有几种使用你的计算机声卡和特殊开发的软件的 DSP 程序存在。这些程序特别有效, 在有的时候可以给你额外的 20dB 的信噪比。

9) 如果你的地产空间允许, 环形和行波天线是你运用的非常低噪声的天线, 可以获得较低的噪声。

便携 QRP 操作

回看过去的五年，看到小功率通信几乎指数级增长，我几乎无法抑制我的兴奋。我们 QRP 操作者可以买到一些杰出和创新设计的便携收发信机，许多是套件，来自于像戴夫·本森（K1SWL）、韦恩·伯迪克（N6KR）和埃里克·瓦茨（WB6HHQ）工程师们丰富的想象与构思。这些电台的性能是令人惊讶的，特别是当你考虑到元件数量和设计的简洁性的时候。

QRP 电台丰富的货源所带来的好处是容易选择哪个电台适用于户外的生活。在过去的几年便携 QRP 操作就如同雨后春笋般多起来。每年一度的 ARRL 户外日是最近几年最大的到野外去的活动，现在我们有几个主要的 QRP 比赛强调丛林中的操作。每个月，Adventure Radio Society（ARS）组织一个“Spartan Sprint”比赛，适合于微小的功率和轻巧的重量。如果电台超重就会扣分。而毫瓦/微瓦功率电平和超轻的电台就会获得加分。ARS 还赞助每年一度的 Flight of the Bumblebees 比赛。东宾夕法尼亚 QRP 俱乐部（EPA-QRP-C）赞助阿帕拉契山径奖状，用于奖励通联到或在阿帕拉契山径的电台。北加州 QRP 俱乐部（NorCal）每年赞助他们到野外去 QRP 的比赛，主要用于在正式的活动之前提高户外日操作技能，适合于 QRP 操作者的这种到野外去的操作活动是非常丰富的。

下面是对便携 QRP 操作的一个概述，包括使用到的不同类型的机器和天线，以及挑战你体力和智力的操作活动的举例。

探险电台（ADVENTURE RADIO）

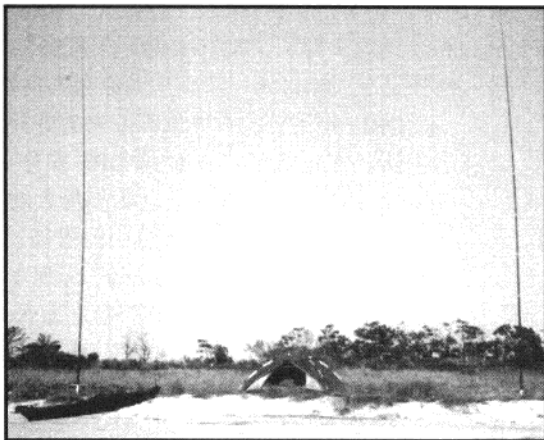
谁说你不能带着它？当然，并不是所有人都和 Adventure Radio Society 有联系。本着将 QRP 业余无线电与背包、远足、露营和通常的户外活动联姻的想法，Adventure Radio Society 是由几百个 QRP 操作者组成的团体，他们以使用最小的设备在丛林里进行作为豪。ARS 的家伙们采用 QRP 并将它提升至艺术的层次。他们对于超小超轻设备和附件的追求，使得他们及这个 QRP 操作者团体显得与众不同。

AA4XX 和 α 望角灯塔

2000 年 6 月，保罗·斯特劳德（AA4XX）将他的超轻型毫瓦电台

打包放进一个海上皮艇，划到北卡罗来纳外侧沙堤的瞭望角灯塔，参加 ARS Spartan Sprint 活动。保罗的电台包括一个精简版的 Small Wonder Labs SW-20+、微动开关 CW 电键、一个小耳塞和一个电池组。他的电台总重 0.3 镑，或大约 5 盎司。他的微型电台的额定功率输出是 100mW，如果有特殊状况出现，可以将输出提高到 200mW。

AA4XX 在 Shackleford
堤岸上的帐篷。



从阿尔克岛的 Shell Point 出发，保罗划了几个小时到达瞭望角灯塔。一到灯塔，他就马上支起圆顶帐篷和架设天线。保罗的天线系统包括一个相控 2 单元 20m 垂直天线阵列，使用两根间距为 $\lambda/2$ 的半波长 20m 垂直天线。两个垂直单元之间的相控是由自制的小型相位控制器完成的。天线用胶带捆绑到一组 DK9SQ 10m 望远镜用玻纤桅杆，以打入沙地的 PVC 地桩固定。馈线使用 RG-174 同轴电缆，虽然损耗大但是很轻，足够用在 14MHz。每根天线的底部用 L/C 匹配网络，将馈电点的高阻抗匹配到大约 50Ω 。

相位控制器提供即刻的方向切换，对于消除别的方向的干扰，同时对增强远端接收电台的信号强度有很大帮助。控制器的双置开关提供每个单元同相或 180° 异相的能量。因此，可以选择这个阵列的“宽面”或“端射”模式。当你只工作在 100mW 时，天线的任何一点增益都有很大帮助。

Spartan Sprint 准时开始，AA4XX/4 发现 20m 波段的状况良好。保罗开始用他只有 100mW 的 RF 功率的超轻电台通联其他 sprint 电台。不过，传播和拥挤的波段状况并非是他唯一需要克服的。

没有去过外侧沙堤的人从来也不会经历只有高于海平面 24 英寸的一条沙带上的“涨潮”。保罗的帐篷的开口离涨潮的海平面不到 18 英

寸！当眼睛看着无情的潮水涌向帐篷的垂门的时候，你很难将精力集中在通联上。幸亏，潮水开始退去，到了美国东部时间 2245，保罗的微型电台脱险了，大概在这个时候，KH6B 出现在频率上，保罗只用 200mW 功率完成了一个和夏威夷的通联！

保罗顽强地赢得了 2000 年 6 月 Spartan Sprint 的“skinny”（轻重量级别电台组得分）部分。他不仅将业余无线电和他的皮划艇爱好结合起来，而且往返于瞭望角灯塔的旅程充满了美丽的景色，他拍摄的一群小野马在 Shackleford 堤上吃草的照片简直美极了！

WA3WSJ 在华盛顿山 QRV

埃德·布鲁内斯（WA3WSJ）痴迷于阿帕拉契山径。埃德相信业余无线电的哲学。他和他的 Elecraft K2 收发信机总是形影不离于阿帕拉契山径。不要问我什么时候开始的，即便埃德也不知道。我只知道，很难让埃德和他的电台离开阿帕拉契山径任何长一段时间。

2000 年 10 月的一个阳光明媚的周六，我在宾夕法尼亚的东北部接近 309 号公路，也就是阿帕拉契山径与高速公路交错的地方见到了埃德。我们决定在山径附近的停车区域（很符合东部宾夕法尼亚 QRP 俱乐部赞助的阿帕拉契山径奖项的 1 000 英尺规定）操作。埃德的电台包括一个 Elecraft K2 和平行电缆（twinlead）馈电的多波段偶极天线。我的电台是一个 Red Hot NorCal-20 收发信机和一条 20m 偶极天线。我们在几个小时里非常尽兴，设法完成了不少的阿帕拉契山径通联。

后来，埃德说起他想到新罕布什尔州的阿帕拉契山径的部分去徒步旅行，其中包括登顶华盛顿山，美国东北部的最高峰。埃德的目标是在华盛顿山顶操作，帮助其他需要新罕布什尔州通联的业余无线电爱好者申请阿帕拉契山径奖状。

2001 年 7 月中旬，埃德和他的女儿飞抵新罕布什尔州，开始阿帕拉契山径的徒步旅行。他们设法爬上了华盛顿山顶并从顶峰操作，成就了一个非常完美的假期，包括徒步、露营、业余无线电以及一段和他女儿一起度过的美好时光。

说起阿帕拉契山径

当今 QRP 操作者追逐的最热门的奖状之一是东部宾夕法尼亚 QRP 俱乐部赞助的阿帕拉契山径奖状。由罗恩·普丽缇卡（WB3AAL）创立，

这个奖状是一个多方面的奖状，和每个人都可以有点关系。基本奖状给予任何一个与阿帕拉契山径跨越的 14 个州的电台完成 QRP 通联的电台。然后是给予实际在山径操作而且通联到所有 14 个阿帕拉契山径跨越的州的 QRP 操作者。名目还有很多。

这个奖状培育了新一代的 QRP 操作者，他们希望带到丛林，并在名胜古迹处操作，比如阿帕拉契山径 66 号路等。随着现在优质 QRP 便携电台市场日益繁荣，活跃的 QRP 操作者可以获得无穷乐趣，并同时享受户外活动。

HFPACK®——新风暴

看起来有些东西注定会走在一起：奶油和咖啡、柏恩斯夫妇、QRP 和背包旅行。将 QRP 电台与背包联姻并加上一条移动天线的想法并不新颖。正如你在其他章节中看到的，军方已经这么使用了很多年。邦尼·克里斯多（KQ6XA）获得了灵感，为 HFpack 的人创建了一个网站，这些人喜欢在野外背包旅行的时候践行业余无线电爱好。她开始估计只会激发一些个人的兴趣，当她发现实际上有许多 QRP 操作者不仅仅满足于被动的喜欢 HFpack，她很震惊。网站建立的第一天就有 65 个 HFpack 爱好者注册！自 PSK31 以后冲击业余无线电爱好的热门事件就此诞生：HFpack。

那么如此小题大做到底是怎么回事？好吧，小巧而高度便携（大部分如此）的 QRP 电台本质上适合于背包旅行这个优秀的爱好。有的时候简单到从救世军商店买来的二手背包架加上一台 FT-817 收发信机，就组成了 HFpack 硬件的主要部分。天线的选择完全取决于你。市场上有多种多波段便携天线：Super Antennas MP-1 (www.superantennas.com/html/mp-1_portable.html) 是其中领先的产品之一。Super Antennas 的老板韦恩·赖特（W6MMA）设计了 MP-1 作为 FT-817 的一个附件。这个小巧的多波段天线（覆盖 40 ~ 10m，如果使用附加的线圈组件，也可以覆盖 80m）被设计为连接到 817 的侧边，与电台融为一体。这个完整的系统可以被绑到背包架上，哇，马上成为 HFpack。韦恩供应一系列 MP-1 的选件，可将它设置成适应不同的操作需求。Super Antennas 还有不错的便携 / 移动短波天线的产品线，在你选择 HFpack 硬件之前绝对应该看一看。

巴德·德拉蒙德和 Buddipole 天线系统也类似。你真的应该访问 Buddipole 网站 (www.buddipole.com) 查看 HFpack 爱好者的产品。原

HFpack® 是邦尼·克里斯多（KQ6XA）的注册商标。

来, Buddipole 被设置为一个多波段移动偶极天线, 但经过多次修改以后, 现在也作为一个多波段垂直移动天线系统供应。

当然你不局限于 MP-1 和 Buddipole。还有一些单波段鞭状天线, 如 Hamstick 或 Alpha-Delta 的 Outbacker 系列移动天线, 在单人背负的环境下工作得非常好。

现在你也许已经猜到: “天下没有免费的午餐”。到现在为止我们讨论过的天线都是 $\lambda/4$ 垂直天线 (尽管大多数由于小尺寸和机械结构的关系是缩短型的), 所以你在野外徒步玩电台的时候需要某种 RF 地网或辐射系统。军方在多年前得出了那个结论, 通过在天线安装点的地部分连接一根拖尾地网线解决了这个问题。这往往被称作拖线, 通常在尾端接上一盏司钓鱼用铅沉坠, 当你在小径上行走的时候使线张紧。HFpack 网站 (hflink.com/hfpack/index.html) 有大量的重要信息, 适合于即将成为和资深的 HFpack 爱好者。在这些话题中你会发现有关于这些拖线的讨论和用于每个波段的长度。

FT-817 开启了 HFpack 的时尚, 但是其他电台也可以应急用于徒步移动的用途。除了一些如 PRC-1099、PRC-515 等的 MilCom 背包电台, Vertex Standard 也有商品的背包电台。一个逐渐热门的电台是 Yaesu FT-897D, FT-897 最近的 DSP 版本。这个电台的显著特色是它的设计允许用户放置 2 个 4.5Ah 可充电电池组在 FT-897 外壳里。使用这些电池的操作时间是大约每组 4 ~ 5 小时, 如果你计划在丛林里操作好几天的话, 所以它们不算是真正的电源解决方案。但是对于偶尔的 HFpack 爱好者, 只是打算绑上台到山径上进行一个下午的 HFpack 活动, 这个设置几乎是完美的。当使用内部电池组时, 897 的 RF 功率输出限制为 20W。当然, 你可以 (而且应该) 将功率调节回 5W 的 QRP 输出功率电平, 这可以进一步节省电池的电力。

897 还有一个可选的话筒 (HM-57), 可以通过话筒控制几乎所有的收发信机的功能。这让 HFpack 非常方便, 因为你不需要老是放下背包调节电台或更改频率。

很明显, 最流行的 HFpack 模式是话音操作, 尽管有些人在山径上移动的时候喜欢使用 CW。在话音操作时, 一个如 Heil “Traveler” 系列 (www.heilsound.com/amateur/traveler_dual.htm) 带活动式吊杆话筒的耳机可以通过收发信机的 VOX 功能提供免提操作。

电台准备好以后, 你需要知道去哪里 (频率方面) 才能在 HFpack 方面取得成功。这些是三个主要的呼叫频率, 摘取自 HFpack 网站。

- 14 342.5kHz USB: 当传播开通的任何时候可呼叫。周末网络时间是 1630 和 2230UTC。

● 18 157.5kHz USB: 当传播开通的任何时候可呼叫。周末网络时间是 1630 和 2230UTC。

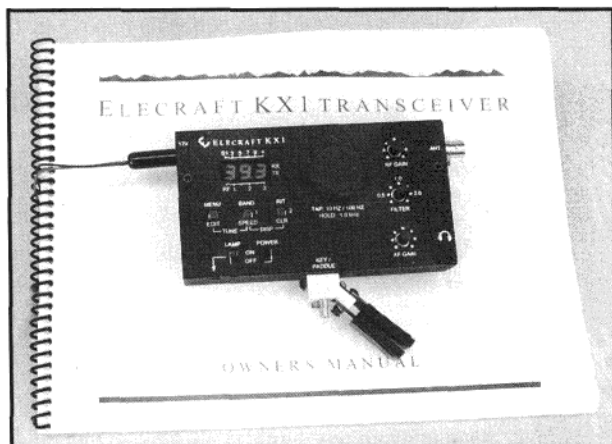
● 10 117.5kHz CW: 当传播开通的任何时候可呼叫。

既然你已经进一步了解了一点 HFpack 和人们将业余无线电和背包旅行组合在一起的无穷的乐趣, 现在是不是该从阁楼里找出古老的童子军背包架, 擦去灰尘, 在架子上夹上一个 QRP 电台和天线, 到山径上去? 我绝对赞同你这么做。所以不要只是在这里读这本书了, 赶紧行动起来吧!

保罗·西尼奥雷利 (WORW) 使用特别多用的 Elecraft KX1 适用于山径的电台组用于便携/徒步移动操作。保罗将这里给出的 KX1 叫作他的“手腕发射机”! 这个电台让保罗可以在丛林中游荡, 并通过 CW 在多个波段上通信。因为 KX1 是一个三波段(如果你加上 80m 选项就是四波段)电台, 保罗必须做的只是将天线改成用于真正的多波段徒步移动操作。(摄影: WORW)



Elecraft KX1 是一个超便携 QRP CW 收发信机, 用于户外是理想之选。



如果你希望获得 HFpack 现象的更多信息，登录到他们的网站，并 / 或购买一本戴夫·英格拉姆 (K4TWJ) 的好书 *Ultra-Light HF'n* 获取知识。戴夫的书可以直接从 K4TWJ 购买 (3994 Long Leaf Drive Gardendale AL 35071)，包括运费只是微不足道的 18.50 美元。当你订购的时候，问问戴夫光盘版的书 *The World of Keys*，里面有一些我所见到的最漂亮的机械电键，会让你大吃一惊。

适用于山径的天线

线天线趋向于主导 QRP 的领域。这是为什么呢？因为它们制作和应用起来超级简单。四分之一波长馈线和匹配地网端接到一个“L”天线调谐器，尽管它不是最为高效的便携天线，但是在大多数场合都工作得非常好。在选择 / 制作一个适用于山径使用的便携天线时，必须记住一个关键的事情：因为浓密的树叶、树木或者缺少合适的支撑物，很多时将不可能架设天线超过 20 英尺高。因此，我建议你们放弃在 20 ~ 30 英尺高度架设全尺寸偶极天线的想法。

埃德·布鲁内斯 (WA3WSJ) 花费了很多时间在阿帕拉契山径上，他发现了解决便携多波段天线问题的可行方案。埃德制作了一个偶极天线，他称之为阿帕拉契山径偶极天线。这个天线包含一个 40m 偶极天线（每臂 33 英尺），用 300 Ω 双芯或梯形馈线馈电。在接入发射机之前使用一个带有 4 : 1 巴伦的天线调谐器端接馈线，这使埃德可以工作在除 17m 以外的所有短波波段。在本书的天线章节可以找到关于阿帕拉契山径偶极天线的全部细节。

詹姆斯·贝内特 (KA5DVS) 设计并制作了 PAC-12 天线，特点是从 60m 到 10m 的短波波段分别使用独立的线圈。这个天线可以安装在地上，也可以高于地面安装在三脚架上，使振子升高。制作 PAC-12 天线的详细说明包含在新泽西 QRP 俱乐部的“Website on CD ROM”，可以从俱乐部以 10 美元购买。查阅他们的网站获得订购信息：www.njqr.org。如果你不希望从零开始制作这条天线，詹姆斯提供一个套件版本，我根据詹姆斯设计的初始版本的制作只花了不到 25 美元。这个天线性能非常良好，尽管不算是一个中间加感的设计，这个短波垂直天线有许多让人喜欢的地方，包括成本和拆开后的总体运输尺寸。另外，PAC-12 赢得了 2002 年 Pacificon QRP 聚会的 HFpack “天线擂台赛”。詹姆斯的 PAC-12 在所有参与者中胜出。这个“擂台赛”已经成为 Pacificon 例行的特色节目。测试是在一个测试距离上使用一个偶极参考天线进行的。

所有待测天线（包括商业产品和自制天线）与这个参考天线做比较，根据低于参考的 dB 数从高到低依次排列。PAC-12 抢尽了风头！对于这个与加满你的汽车油箱差不多花费、可以复制的自制天线来说真不错！

AD2A 检查 PAC-12
便携天线。（承蒙
NJQRP 提供照片）



VHF+ 和 QRP

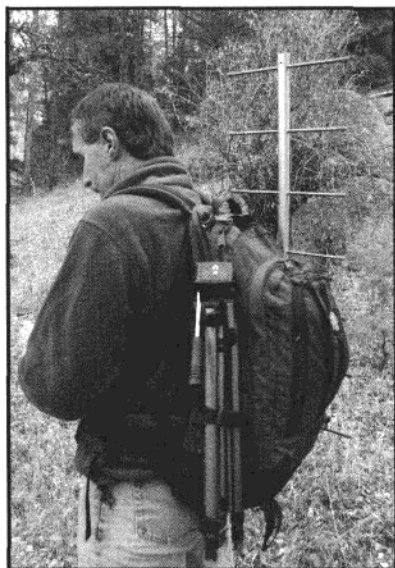
当我们想到传统小功率 VHF+ 操作，业余无线电爱好者拿着手持对讲机的画面马上进入了我的脑海。QRP VHF+ 操作通常是用 FM 和中继台完成的。中继台明显地用来增强 QRP 信号，以便覆盖比直接通联更大的覆盖区域。在这种情况下，QRP 让你打开中继台，但是中继台做了实际的工作。

实际上，“弱信号”VHF+ 操作通常用 50W 一直到法规允许的最大功率限制，以克服甚高频和更高频率碰到的路径损耗。SSB 是优选的模式，尽管有的时候你会碰到 CW。VHF+ “弱信号”电台的典型组合是高增益天线和高 RF 功率电平。简直是讽刺，不是吗？

说过这些以后，甚高频 / 超高频波段还是有“真正 QRP”的一席之地。许多 QRP 操作者认为甚高频和 QRP 是相互排斥的两个术语。事实胜于雄辩。随着多年前 Vertex Standard (Yaesu) 多波段多模式 FT-817 收发信机的出现，使用 QRP 的 VHF+ 操作如雨后春笋。FT-817 在 VHF+ 覆盖范围（6m, 2m 和 70cm 波段）有 SSB、CW 和 FM 模式，特别适合于登山、徒步 / 背包旅行、比赛移动（contest roving）和应急通信。许多美国的荒

野地区鼓励徒步业余无线电爱好者监听 146.52MHz(FM) 应急野外通信。

鲍勃·维特 (KONR)
准备带着他的 QRP 甚
高频 / 超高频电台徒步
爬上 Herman 山。(摄
影: WA6TTY)



好吧，有件事我得承认。我热爱我的 FT-817。以致于有几个月我的太太真的以为我在外面有小三！没有，我没有购买公司的股票，而且我为我的电台和选件付了全价。我只是真的喜欢我的 FT-817。

“因为那里……”

希望获得一些真正的 QRP 乐趣？拿上你的 VHF+ 电台（FT-817 或你手头有的任何电台），快速爬上高山的山顶。拥有一个便携 4 或 5 单元 2m 定向天线和一个类似的 70cm 天线，你就开始了使用甚高频 / 超高频登顶的乐趣。对于山顶上几个小时的操作，你不需要带着大量的电池：只是电台、天线、网格地图和记录通联日志的方法。

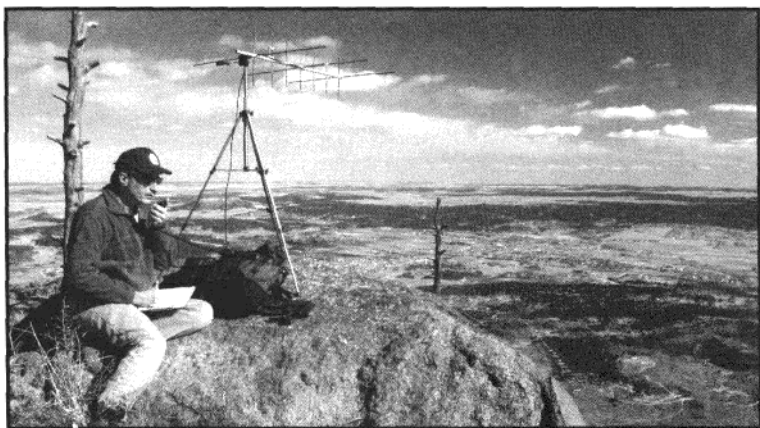
将登顶与主要的甚高频 / 超高频比赛结合，加上一个“稀有”的网格，你将成为派对的焦点！在很高的地点在 VHF+ 上使用 QRP 功率电平的通联距离能有多远真的令人难以置信。登顶不需要特殊的技能，只需要一种将户外活动和 VHF+ 业余无线电的爱好结合在一起获得一点乐趣的渴望。尽管 FT-817 是我登顶的机器选择，但老一些的 VHF+QRP 电台，如 ICOM IC-202、IC-402 和 IC-502 电台将工作得很好，虽然功率输出

只有大约 2W。Yaesu 的早期产品：FT-690R(6m 波段)、FT-290R(2m 波段)和 FT-490R(70cm 波段)，属于“手提”而不是“手持”类型的电台。这些电台也并非真正的 QRP 电台，工作在 10W 输出。日本公司 Mizuho 也推出过 MX-6(6m 波段)和 MX-2(2m 波段)手持收发信机，可以在这种应用中工作。

我对于便携天线的个人选择是 Arrow Antennas 的产品。Arrow Antennas(www.arrowantennas.com)的艾伦·洛韦(N0IMW)有一系列杰出的便携甚高频/超高频天线，以及一大堆猎狐和搜索救援(SAR)附件。艾伦的天线的振子可以拆下后收入横梁中。尽管我使用独立的 2m 和 70cm 八木天线，Arrow Antennas 还提供一种 144/432MHz 组合天线(2m 波段 3 单元，70cm 波段 7 单元)，安装在同一横梁上使用一根馈线。

当然，你总是可以选择自己制作你的甚高频/超高频天线。快速翻阅 ARRL《天线手册》和 ARRL's *VHF/UHF Antenna Classics*，这将给你足够多的主意制作易制的天线以增强你的 QRP 信号。回收利用老的 TV/FM 天线是你的天线制作项目中铝材的一个来源。不然的话，你可以到任何一家家庭装修用品店寻找库存的铝管和铝角材作为你天线的原材料。

鲍勃·维特(KONR)
从 Herman 山顶操作
他的便携甚高频/超
高频电台。(摄影：
WA6TTY)

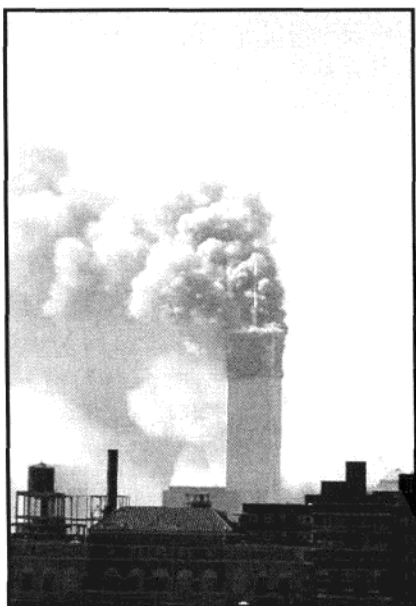


关于 QRP 和 VHF+ 的最后一个想法：为什么不将登顶、VHF+ 和卫星通信合为一体呢？想象一下爬到山顶，设置好电台设备，然后通联国际空间站或通过 AO-51 业余卫星做几个 FM 的通联！没有比这更惬意的事情了！

应急通信和 QRP

先是 1993 年一个恐怖组织炸弹袭击了世贸中心大楼。然后，2001 年 9 月 11 日耸人听闻的恐怖分子对五角大楼进行袭击，还是针对世贸中心大楼。1993 年的事件本来可以成为一个警告，但是就绝大部分而言没有引起应有的注意。2001 年 9 月 11 日的事件让我们从单纯天真中惊醒。那一天，美国人突然意识到恐怖袭击不是发生在第三世界国家其他人身上的事情。幸亏，当公共业务 /EMS 中继系统和集群无线电系统瘫痪，以及不堪重负的蜂窝电话基础设施崩溃以后，业余无线电群体愿意并准备着一旦得到通知立即建立并提供应急救援通信。

2001 年 9 月 11 日的事件让我们从单纯天真中惊醒。



跳到两年以后。2003年8月14日的东海岸大停电是任何一个涉及应急通信和国土安全的人的另外一个危险信号。东北、中西部和加拿大的数百万人遭受到了美国历史上最大的停电事故影响。出尽风头的蜂窝电话基础设施又一次可怜地失效了。公共业务/EMS中继系统和集群无线电系统也严重受损或根本无法使用。业余无线电爱好者们再一次挽救了大局。

到目前为止，这本书的整个焦点都是在介绍无线电爱好的有趣的一面。但是，还有严肃得多的一面，也就是在自然或人为灾害发生的时候提供应急通信（EmComm）。多年来，当通常方式的无线电通信失效或不存在的时候，业余无线电爱好者们无数次被召集来提供极为需要的通信连通性。业余无线电操作者每次在其他方式失效的时候挺身而出，设法为不同的机构如美国红十字会、救世军、本地和州级别的应急管理局（EMA）提供非常需要的战略和远距离通信。简而言之，我们业余无线电操作者已经建立了长久而令人自豪的历史，当其他方式失效的时候，能够提供通信连通性。

当我说起 QRP 可以作为应急通信的主要力量的时候，我获得了从完全同意到完全不同意以及兼而有之的各种不同的评论。然而当你花些时间分析这些状况的时候会发现，QRP 非常适合应急通信有一些原因——有的非常明显，有的则不那么明显。

首先，因为我们在谈论小功率发射的设备，我们也在谈论不需要巨大电源消耗才能工作的电台设备。当电源非常珍贵，比如在灾难的恢复阶段，利用可以让我们通信但是不会过度的消耗在场的发电设备的设备是有意义的。这是常识。如果你的 5W 电台只消耗 100W 电台所消耗的一小部分功率，在一个紧急状态下使用一个小功率的设备变得符合逻辑。

然后是干扰的问题——主要是和其他应急响应机构使用的 V/UHF FM 系统干扰。因为我们的大多数应急通信信号使用甚高频和 / 或超高频 FM 话音和数据传输，而我们支持的机构也正是用 V/UHF FM 系统，从而存在对一个或者两个系统产生干扰的可能性。如果你的电台只是用几瓦的 RF 功率就能够与你的网络控制电台对话，那么你就不会考虑使用一个明显可能会与你调度现场上的 V/UHF 通信系统造成干扰的高功率电台！坚持用 QRP 和定向天线进行 V/UHF 通信，你不会因为这个决定而后悔。

然后是操作者技能的话题。毫无疑问，QRP 操作者是空中一些最高水平的操作者。放弃了 13dB 功率的优越性，把我们的 RF 输出从 100W 降到了只有 5W，我们必须显著地提高我们的操作技巧，以便在如今拥挤的频率上保持竞争力。我们更懂得收听，我们倾向于比频率上的其他大多数 ham 更知道如何有效使用我们的设备。我们必须知道如何从我们的设备中榨取每一点性能，以便在 QRP 中获得成功。这意味

着我们已经成为一个更好的操作者。

随着如 Vertex Standard (Yaesu) FT-817、FT-857 和 FT-897 和 Icom 的 IC-703 的多模式超宽带便携式电台的出现，我们可以选择一些真正令人印象深刻的通信设备。一个电台基本上可以完成所有的工作：短波、甚高频和超高频、CW/AM/SSB 和数据。将这些电台连接到高增益 V/UHF 天线上，你就会明白——5W 的 RF 完全适合于提供稳定的应急通信，无论是在练习还是在实际的灾难调度中。

应急通信训练——成功的关键

在 2001 年 9 月 11 日的事件之前，应急通信志愿者满足于参加由 ARRL 每年秋天组织的偶尔的模拟应急测试 (SET) 和当地应急管理局 (EMA) 和 / 或服务的机构举行的任何种类的灾难演习。情景大概如此：实际召集 ARES/RACES 人员之前，在本地业余无线电俱乐部会议或在当地 V/UHF 中继台上讨论即将进行的灾难演习，动员志愿者并分配任务，说明他们部署的地点和符合灾难情景规划组的时间表，因此应急通信志愿者了解练习什么时候开始，大概什么时候集合和而后解散。练习一结束，会有个演习的总结与评估，由应急管理局的人员评论每个阶段的训练，在日暮解散以前，每个人都会得到例行的“拍拍肩膀”和“干得好”之类的鼓励。每件事情都井井有条，每个参加的人都知道他们参加部分的练习和 / 或演习毫无问题地完成了。

基本上，当开始应对真实状况的时候，这个想法会让许多应急通信志愿者进入一种按照平时演习时的假设状态。在纽约市“Ground Zero”，或在华盛顿特区附近的五角大楼，或在宾夕法尼亚尚克斯维尔美联航班机 93 号的坠机地的人都可以作为证明，事情进行得不顺利。

我们常常开玩笑说埃德塞尔·墨菲在灾难现场总会出现（译注：埃德塞尔·墨菲规则说，任何可能出问题的事情都会出问题）。好吧，这不是个玩笑。一个真实灾难或应急通信活动充满了各种不可预料的问题，我们必须克服它们以履行我们作为应急通信志愿者的主要职责。这就是为什么预先的培训（ARRL 的业余无线电应急通信课程或 ARECC）如此重要，因为它可以帮助克服这些障碍。

然后是我称之为的“MacGyver 心态”——打破常规想出独特和简单的方法克服在紧急情况中总是会面临的问题。我不是说你可以通过使用三根发夹、一些口香糖包装纸、一套指甲钳和一些导线来拯救世界，然而，在紧急情况下能够看到问题并快速找到解决方案，可以让你成为“英雄人物”。

为什么现在就要行动？

文 / 帕特里夏·阿兰 (KB3MCT)

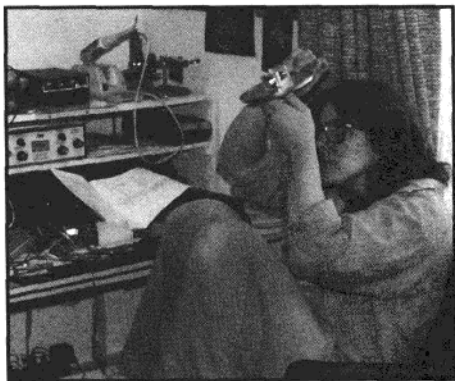
我的丈夫理查德 (W3OSS) (顺便提一下, 他是位天才, 就像 T.O.M., 即海勒姆·珀西·马克西姆那样的天才), 最近向他的火腿朋友们发了一封邮件。他骄傲地宣布我最终参加并且通过了 Technician 级执照的考试。

我作为一个火腿界的旁观者已经有超过 30 年。我的第一任丈夫就是一个火腿, 虽然他从来没有让一个电台工作超过 15 分钟。1976 年, 我们在爱达荷州遇到了一堆热衷于竞赛和远程通信的夫妇。苏是一位莫尔斯码的高手。在和她聊天时, 如果忽然听到了一个来自她需要通联的国家的呼叫, 她就会突然中断, 然后跑到电台那里去。她总是留着一只耳朵在电台上。苏是我的“启蒙老师”, 我是因为她才加入业余无线电爱好者的行列, 但当到了考试那一步时我放弃了。大多数我遇到的爱好业余无线电的人都是很伟大的! 这塑造了业余无线电留给人的不可磨灭的印象。

1981 年我和理查德在英国相遇, 从那以后, 我对业余无线电的兴趣进一步加深。不久之后, 我们结婚了。与理查德一起在大不列颠旅行, 与其他火腿们碰面, 非常得有意思。

1982 年, 我真正意义上制作了自己的第一套业余无线电套件, 尽管是一个简单的 Heathkit 假负载, 但是我是自己制作的。对于这个作品我非常得自豪! 我丈夫现在还在使用它。制作这一套件的成功经验让我开始有动力研究各种不同的执照考试手册。我发誓我将开始参加各种考试, 但只是还不够勇敢。

1982 年, 帕特里夏·阿兰 (KB3MCT) 制作她自己的 Heathkit 假负载套件。(摄影: W3OSS)



几年时间过去了。格温, 我们的女儿, 在她 12 岁时获得了 KB4UNT 的呼号。她

喜欢和他爸爸一起参加比赛。这件事情也最大程度上激发了我的兴趣，但是我仍然不认为我需要这个执照。我一直倾向于认为，我享受这一爱好带来的友情和乐趣，我不需要再做其他工作。

2005 年，在参加 Atlanticon(热门的东海岸 QRP 年会)时，我看到了来自巴尔的摩业余无线电俱乐部的广告，其中提供了一个免费的考试课程，与泛巴尔的摩业余无线电狂欢和计算机爱好者节在同一个周末举行。我决定去参加它。毕竟，就算我在考试中失败了，我也不会损失我的报名费。星期日的早上，当得知我居然通过了考试，理查德和我都感到很惊讶！

是什么造成了这个突然的转折？答案是应急通信。

无论我们居住在什么地方，理查德总是会参加当地的应急管理团队。当有事件发生时，他就会去提供通信支持。在任何时候，他都会保留他的“拿了就走”的包 (Go Bag)。在过去的 10 年间，我和他一起去当地的核电厂参加训练。我就是“制片助理”。我觉得好像我正在做什么建设性的事情，即使我连电台都没操作。

我希望在我退休后能够从事志愿者工作。几年时间我一直在观看有关不同灾难的新闻报道，我一直感到我需要做些有帮助性的事情。当我看这些新闻广播时，记者经常提到从业余无线电操作者那里得到了某些关键性的信息。我被打动了。当其他方法都失败时，业余无线电仍然在工作。

2003 年 12 月 31 日，理查德和我去庆祝新年前夕。我们很享受晚餐和舞会。当午夜到来时，我们到外边用手机给我们的孩子们打电话，祝福他们新年快乐。你曾经在像新年前夕这样的通信高峰时期用手机打过电话吗？所有的线路都在忙。这个事件给了我一个生动的例子，说明在一个真实的紧急状况中手机的作用——将会几乎没有用！

2005 年 10 月，理查德和我参加第一次年度东宾夕法尼亚应急通信会议。会议在锡林斯格罗夫举行，由应急管理局片区应急通信经理克里斯·斯奈德 (NG3F) 和斯奈德郡业余无线电应急服务 (ARES) 小组主办，重点放在训练和协调方面。

当我听了会议的演讲后，我将所有联系在了一起。我意识到我对人类的贡献将通过业余无线电来实现。这是我最终参加 Technician 执照考试的最后一次推动。

Technician 执照考试是我生命中做过的最简单的事情之一。当本书付印的时候，我正在为 General 执照考试做准备。不过仅仅参加业余无线电执照考试并非是我进入灾难现场的门票。我还参加了 ARRL 一级应急通信课程，而且我还在探究通过 ARRL 和 FMEA 参加进一步的培训。

如果你还没有这么做，为什么不马上联络当地的 ARES/RACES 小组和 / 或你的郡应急管理小组，看看你可以如何贡献你的力量？

我希望在灾难来临之前在空中遇见你。

良好的预先规划

参加 ARRL 和康涅狄格州远程学习中心提供的 ARECC 课程是在正确方向上走出的一步。然而，这只是冰山一角。没有比经验更重要的了。你可以在哪里获得提供应急通信的经验？在练习和演习中。一次实效的演习或练习所需的时间和金钱多得难以想象。然而，如果合理实施，可以在所有方面都获得回报。不幸的是，实效的成本超过了许多机构的范围和预算。因此，你只能因地制宜，或者在这个例子中，你可以在预算范围内将时间缩短。

作为一个应急通信志愿者，你的首要工作是向当地应急协调者（EC）注册 ARES（业余无线电应急服务）和 RACES（业余无线电爱好者民用应急服务）。可以说，这是你敲开大门的第一步。一旦你被登记为一个应急通信志愿者，你就需要培训——大量的培训。从 ARRL 的 ARECC 一级课程开始，尽量至少读到二级。这将给你应急通信的基础，以及如何管理和运行一个网络。许多紧急响应者（你也会成为其一）也完成联邦应急管理局（FEMA）的抗灾指挥系统（ICS）的课程。这个课程在 FEMA 网站在线完成，或者通过当地的应急管理局完成，如果他们向 EMA 志愿者提供这个课程的话。

训练不会就此中止。FEMA 和你当地和州级的应急管理局持续提供减灾、辐射紧急状况、危险品培训等。如果允许的话，你最好都参加。你掌握的知识越多，处理和克服在紧急状况中不可避免地碰到的问题就越容易。不要忘记当地应急管理局的灾难演习，如飞机事故、核电厂灾难、恶劣天气（SKYWARN）演习等。然后是 ARRL 组织的每年一次的模拟应急测试，你绝对应该参加。如果你觉得培训这玩意儿老是个没个终结，那就对了！培训是永远不会终结的，这是持续进行的，只要有机会你就应该参加。这可以让你的应对技能和通信技巧更加熟练，为真实情况打下基础。

“JUMP” 还是不 “JUMP”

让我们假定你已经获得了 ARECC 一级证书，作为一个勤奋的应急通信志愿者，你正在学习二级。现在该认真考虑你在实际灾难情况下如何生存。没有比你去给已经不堪负荷的救灾工作添乱更糟糕的事情了。换句话说，你应该尽可能自给自足，因而你是解决问题的，而不是带来

问题的。

一些应急通信人员称之为“Jump Kit”，其他人叫作“Go Bag”或“Bug-Out Bag”。参考图 10-1 中我现在的 Jump Kit。不管你怎么称呼你的装备，你需要认真考虑你要带什么出去。当今的 ARES 考虑是至少自给自足 72 小时（3 天）。那是个起点。我认为至少两个礼拜（14 天）自给自足会更加现实。至少准备你的装备满足最少的 ARES 时间：72 小时。

图 10-1 我现在的 Jump Kit。替换衣物、鞋、药等东西放在卡车里的一个小手提箱。



设备选择只是一个障碍。你需要成为一个自给的应急通信机器，你需要有你可以想到的所有东西从而在最恶劣的紧急状态中度过与外界隔离的日子。这意味着规划，这意味着清单，这也意味着检查清单的清单。了解了吗？

让我们分类说明。首先是 RF 设备。如 Vertex Standard (Yaesu) 的 FT-817、FT-857 或 FT-897 的多模式 HF/V/UHF 电台将是合乎常理的选择。我现在听到你说：“为什么带个短波电台？为什么不只是带个双波段 V/UHF FM 电台，比如 Kenwood TM-500D？”

答案很简单。因为全国范围内本地和郡县的 EMA 应急操作中心 (EOC) 装备了短波和通常的 V/UHF FM 通信能力。当与接近垂直入射天波 (NVIS) 天线配合，短波可以提供大约 400 英里范围内可靠的短波语音和数据通信。这样空出了 V/UHF 多跳链路用于其他通信流量，

还提供了单跳 V/UHF 链路所无法提供的长距离通信。因此，通过选择类似于 FT-817、FT-857 或 FT-897 的电台，你就准备好了处理短波通信和本地 V/UHF FM 通信。

在过去的几年中，我一直在赞美 FT-817 的优点。我拥有一台 FT-817 已经大约有 5 年时间，而且非常喜欢这个电台。但是，随着我年纪变大，视力变差，看 817 的显示屏变得越来越困难。我有过一台 FT-857 一段时间，也喜欢这个电台，但是后来将两者交换了一台 FT-897，并没有感到后悔！尽管 FT-817 不错且便携，但是它只提供 5W 输出。我知道这是一本关于 QRP 的书，我们的焦点应该放在 QRP 功率电平，但是有的时候 5W 无法插入，即便使用了高增益天线。多年来我习惯于带额外的 RF “砖块” V/UHF 和短波放大器，想法是当我只用 FT-817 的 5W 输出无法建立可靠通信时，这些放大器会被用到。

一时冲动之下，我决定卖掉 FT-817，买进一台 FT-897，它提供同样的频率和模式的覆盖，但是在需要的时候有高至 100W 的功率，而不需要携带额外的 RF 放大器以及相应的电缆和 RF 连接器。总的来说，这是一个不错的变化，因为这明显简化了我的 Jump Kit。有了 FT-897，我有了一个全能的电台，这给了我巨大的灵活性，无论是在模式 / 频率还是功率输出电平。不要担心，我还没有加入“黑暗势力”一方。大约 99.9% 的时间我将 FT-897 的功率降低到 5W 输出。

FT-897 还有将双 4.5Ah 13.8V 直流电池加入电台外壳内部的选项。在紧急状态下，你可以用一个电池工作，而对另外一个充电，因此它让你无限制地保持在线，只要你有 120V 交流对离线电池充电。当然，你可以选择一个 45 ~ 60W 太阳能电池板（光伏电池板），可以在白天被用来对电池充电和 / 或对电台供电。

Yaesu 的较新的 FT-8xx 系列电台标配高精度 TCXO 提供优越的频率稳定性和 DSP 模块，在传播状况恶化和干扰情况下有所帮助。我的个人选择是 FT-897D、双电池组和充电器以及一个外部天线调谐器。Yaesu 和 LDG 提供与 FT-897 配套的自动天线调谐器（ATU）。

然而，我发现这些自动天线调谐器试图匹配宽阻抗范围的多波段天线时变得有些“力不从心”。我新架设的 20m 波段延长双齐伯林天线（EDZ）使用 LDG AT-200 Pro 自动天线调谐器可以在 40 ~ 10m 使用在所有波段上，效果可接受。但是当我希望调谐到 80m 波段时，LDG 调谐器无法解决匹配问题。



多用途的 Vertex/Standard (Yaesu) FT-897D 是我目前最喜欢的应急通信 / 移动 / 便携电台。这个电台以全模式 (AM/CW/SSB/DATA) 覆盖整个短波频谱, 还带有 2m 和 70cm 波段, 使之成为应急通信部署中自然的选择。因为我的 FT-897 有内置双电池组, 只需要一个笔记本电脑和天线就可以有完整的便携应急电台, 可以在大多数热门业余无线电波段上发射和接收所有的模式。Signalink SL-1+ 让电台到计算机的连接如小菜一碟。它使用两条立体声电缆和一个到计算机的串口线完成所有的音频转换和 PTT 控制。可选的 LDC FT-897 多功能表 (在左上) 比 FT-897 显示更容易读取 RF 输出、SWR、电源电压、频偏 (用于调频操作) 和其他许多参数。使用如 FT-897D 的电台用于 QRP 和应急通信部署, 给操作者两用的灵活性: 在通常的 QRP 操作中用 5W 输出 RF 功率, 在应急通信任务中需要更大功率输出的情况下, 在短波上很容易将 RF 功率输出在 5 ~ 100W 任意调节。这个电台的 V/UHF 功率也是完全可调的。(摄影: K7SZ)

为了验证这个天线是否可以调谐并有效地工作在 80m 波段, 我拿出了我的忠诚的老 MFJ 型号 974H 平衡线调谐器, 试图调谐 20m 波段 EDZ 到 3 560kHz。它可以工作, 非常感谢! 我印象深刻——用 300Ω 梯形线馈电的每臂长 45 英尺的线偶极天线可工作在 80 ~ 10m 波段。不错, 我获得的通联结果也非常鼓舞人心。这个天线对于 80m 波段来说短了, 但是如果连接合适的调谐设备, 它可以加载并工作。

FT-897 不仅提供短波长距离通信, 而且它在家里在甚高频和超高频波段使用 FM 模式也一样好。这个电台加上定向 V/UHF 天线绝对能

够为应急通信操作者提供极为多用的电台系统，并适合于在电池供电下长时间操作。

天线和相关

Arrow Antennas (www.arrowantennas.com) 的艾伦·洛韦 (N0IMW) 制作了一些简洁而紧凑的 V/UHF 天线，正好适合于应急通信的计划。艾伦的产品包括几个 2m 和 70cm 波段的多单元八木定向天线的变种，可以拆开放入便携的包中，用于背负和在飞机或车辆上运输。使用 Arrow Antennas 的产品，我只使用“光脚”的 5W 输出的 FT-817 成功地完成了我的应急通信任务。查阅 Arrow Antennas 网站，你会惊讶于那里天线选择的多样性。

BuddiPole (www.buddipole.com) 的巴德·德拉蒙德 (W3FF)，Super Antennas (www.superantennas.com) 的韦恩·赖特 (W6MMA) 和埃德·布鲁内斯 (WA3WSJ) 的 Black Widow Vertical (www.wa3wsj.com) 都提供便携短波天线解决方案。让我们不要忘记詹姆斯·贝内特 (KA5DVS) 和他的有名的 PAC-12 便携垂直小天线。所有这些家伙秉承着极致便携的最终目标，在市场上推出了被户外操作证明为性能良好的短波天线产品。当然，还有一个老伙计作为候补：为特定波段裁剪的半波偶极天线（无需天线调谐器）。

Fair Radio Sales (www.fairradio.com) 有一些不错的便宜剩余物资，包括多种便携桅杆，当你的定向天线需要一些垂直高度，或者需要支撑短波倒 V 天线的中间绝缘子时，这些桅杆再合适不过了。多年来，我使用一个军用 AN/GRA-4 桅杆组，包括 8 根 5 英尺长，厚壁铝桅杆单元，可以端对端连接起来构成一根 40 英尺桅杆。GRA-4 桅杆组还有集索圈、牵索、升降索和用于升降偶极天线或线天线到桅杆顶部的滑轮组、一个 2.5 磅重锤、底座组件和索系桩。

不幸的是，GRA-4 挺重的，所以当 Fair Radio 开始供应由 3 根 4 英尺长轻量玻璃纤维杆组成的 12 英尺桅杆组时，我订购了一些组加上一些额外的杆子，足够做成两个 20 英尺桅杆组。现在我有两个超轻量的 20 英尺便携桅杆，放在我卡车的后部准备好随时部署。Fair Radio 的这些桅杆套件的价格大概每组 40 美元，每根额外的杆子大约 9 美元。因此，大约花了 120 美元我有两个 20 英尺长天线支撑组，加上底座和拉索系统，只是老 GRA-4 桅杆组的一部分重量。

另外，这些新玻璃纤维桅杆可以由单人操作，这大大简化了它们的架设和使用。

电源问题

为了在应急通信和一般 QRP 通信中有效，你必须为你的电台设备和附属设备供电。不言而喻，如果你能够发电，你就控制了大局。在应急通信中，这是你的设备成为资产还是成为累赘的差别。

对于 QRP 操作者和应急通信志愿者有许多种便携电源方案，也许最丰富最普及的是“顶部铜色”（译者注：金霸王品牌）和“兔子电池”（译者注：劲量品牌）形式的碱性电池。碱性电池的好处是地球上几乎任何地方都有，缺点是不可充电，用完之后必须丢弃。

如镍镉、镍氢和锂离子电池的可充电电池都是可充电的，在便携通信和计算机设备中有各种应用。镍镉电池组是相对老的技术，迅速被镍氢和锂离子电池取代，因为它们提供更高的能量密度（电池在更长的放电时间中提供电源的能力），而且对镍镉电池组理论上如瘟疫般存在的“记忆效应”更不敏感。缺点是更新的技术对于充电设备提出了更高的要求，意味着你必须购买特殊的充电器。

密封铅酸（SLA）电池有不同的形式，是便携和应急操作中备用电源的良好来源。它们特别结实，如果翻倒或完全倒置，酸或其他电解液不会溅出。缺点是：重量。它们是老式的铅酸存储电池的变种，毕竟，如老话所说，“天下没有免费的午餐”。

SLA 电池的一个绝好的来源是你当地的医院。通常生物医学电子设备使用大量的 SLA 电池作为备用电源，应对医院停电或在救护车上使用。根据联邦规定，这些电池通常每 6 ~ 12 个月定期更换。另外一个好的来源是你当地的防盗器 / 火警警报器公司，他们也定期地更换他们警报系统的 SLA 电池。大多数时候只要问一下就能得到这些更换下来的电池，而且它们状态良好，充电很正常。你绝对不会抱怨价格问题。

不要忘记，当这些电池最终耗尽它们的使用寿命时，必须被正确地处置。不，我不是说把它们扔进附近的小河或池塘里！大多数社区都有回收中心，因此找出它在哪里，一定要过去将你耗尽的电池正确处置。记住：我们只有一个地球！

当我写作这本书的时候，Sam's Club 正在减价销售他们的应急 jump-start kit，正常卖大约 80 美元，减价后的价格是 19 美元，这么

便宜的价钱你可以买到一个 22A·h 电池、充电器、空气压缩机和应急灯。在这本书出版的时候，减价销售将会结束。然而，这说明了一个最好的大容量应急电源的来源是像家装店和会员店此类地方的减价销售。

现在说说电池的缺点：它们会随着时间耗尽能量。我们需要有办法在户外对它们充电。大多数更新电池技术需要某种特殊的充电器，保证充电时合适的电流和电压限制。另一方面，这些充电器通常需要来自“插墙式”电源的直流输入，所以我们需要有办法给充电器提供 12 ~ 24V 直流电使其工作正常。互联网上有网站专门为这种应用提供制作直流到直流转换器的电路图和信。这是由计算机工业驱动的，他们坚持为他们的无所不在的笔记本电脑提供奇怪的直流电压输入。将笔记本电脑直接插入汽车的点烟器通常不能提供笔记本电脑所需的电压。所以，需要将汽车电源系统通常的 13.8V 直流电压转换到笔记本电脑所需的 16 ~ 20V 附近的直流。

制作或购买一个小型直流到直流转换器是个不错的主意，不仅可以给你的笔记本充电 / 供电，还可以使用更新的充电器，如 Maha 777 Plus，对 SLA、镍氢和锂离子电池组充电。当然，你总是可以购买或制作一个交流逆变器，从汽车直流电源取电，逆变升压提供 120V 交流（译者注：我国使用 220V 交流的市电）。之后你可以插入你的“插墙式”电源，然后插入你的充电器，这是可以工作的。高效率吗？不！紧急情况下可以工作吗？是的！

别忘记太阳公公！

全球的军品剩余物资、零售和会员店有一些小太阳能电池板出售。任何光伏太阳能电池板的一个问题是它们只在白天工作，而且它们只有在阳光明媚晴空万里太阳直射的时候才会高效率工作（如果你可以将 8% ~ 12% 称作“高效率”的话）。加之导线规格造成的系统损耗、25℃ 以上每摄氏度的光伏效率下降和（如果你使用电源逆变器获得 120V 交流）逆变器效率，你在整个太阳能系统中有许多地方都不够高效。不要误解我的意思，我相信太阳能产品，但是你需要理解这些限制，在你花费大笔的钱并感到极大失望以前。

通常不用太阳能电池板的输出直接为电台或计算机供电。太阳光强度的变化（多云、阴天、雨天等）会导致太阳能电池板电压输出的强烈的波动。最好在太阳能电池板和被供电的设备之间加上一个电池（或

被称为“电池堆”的一组电池）形式的缓冲器。如果太阳能电池板是高输出类型，建议增加某种形式的充电控制器（www.seslogic.com/Site/Welcome.html），以避免过充电池。

你可能已经意识到，使用太阳能不仅仅是简单地获得一块光伏电池板并连接到设备上。你在太阳能电池板和设备之间每增加一个额外的硬件，就额外加入一些损耗。再次说明，我不是试图成为一个扫兴的人，但是你在砸下辛苦钱以前，得仔细地把事情计划好。迈克·布莱斯（WB8VGE）和我认识了 20 多年，他是这个领域的专家，拥有并运营着一个先进太阳能硬件制造公司 Sunlight Energy Systems。我的建议是选择一本迈克的书 *Emergency Power for Radio Communications* (ARRL 有售；订购号：#9531，19.95 美元)。这本书有丰富的信息，能够帮助你设计和制作适合你需要的光伏电源系统。

“让那里有光亮！”

灯是便携操作和在紧急状况下的另外一个因素。人类天生惧怕黑暗。一盏灯，任何类型的灯，都可以让我们感到安全，对我们掌握状况有帮助。新型的高输出 LED 手电筒是 QRP 操作者和应急通信志愿者的天赐良品。这些手电筒在适度的电流消耗下提供非常高亮的输出。通常如 Circuit City 和百思买的电器店和家装店会有各种照明产品的减价销售，LED 灯也不例外。Dremel 在市场上销售一个带有可弯曲鹅颈管的小 LED，有夹子可固定到书写面的边缘，价格大约 12 美元。Dremel 可弯曲灯的总长度大约 9 英寸，依靠夹子组件里的几个“纽扣电池”工作。不要忘记 BBQ 灯——高强度夹式灯，提供户外 / 应急工作的良好照明。你可以制作自己的 LED 照明灯并装入 Altoids 薄荷润喉糖的盒子，将它扔进 go-bag，你就有了一个户外夜间操作的长时间的光源。

谈到电源话题的主要目的是确保你知道，应急通信电台设备的电源是你的而不是别人的职责。仔细考虑并依照实施。

应急通信和 QRP：完美的结合

将 QRP 运用于应急通信是个理想的选择。成为一个应急通信志愿

者，意味着承诺参加正在进行的训练并参加本地和全国级的练习和训练；意味着花费时间熟悉你服务的机构使用的格式进行业务处理；意味着获得并维护你的应急通信设备时刻保持在一流的状态并准备好快速部署；意味着不管在一天的什么时间，一旦得到通知，在第一时间准备好履行作为一个应急通信员的职责；意味着将你自己奉献于帮助别人。

业余无线电是可以通过应急通信回报社会的少有的爱好之一。这真是一个更高层次的追求。你准备好挑战了吗？

老式电台、军用电台与 QRP

我的一位心理学家朋友告诉我，气味能够给我们带来某些最强烈的感情。有时早晨醒来，我闻到从窗外飘来的一丝丝清新空气，这种感觉让我马上回忆起我在华盛顿州帕洛斯的童年。当我闻到电子管设备发出的独特的令人感到温暖的气息时，我立刻想到 40 多年前我的业余无线电入门年代，想到我的老式的卧室兼电台室，想到里面的一部 EF Johnson Viking Adventurer 发射机和一部 Heathkit HR-10 接收机。老式的军用通信设备也具有令人激动的独特味道。如果你与一位喜欢修复并使用军用电台的火腿闲聊，他的第一句话很可能是：“军用电台上喷涂的防真菌清漆真令人陶醉啊！”。

在过去的 15 年里，收集、修复并使用老式电台成为我的业余无线电爱好的主要部分，当然我也不能忘记 QRP。为什么我们会收集老式电台呢？我们这些人都是第二次世界大战之后生育高峰时期出生的，现在已经迈入老年，我们通常有一些闲钱，可以购买我们年轻时代曾经渴望获得的东西。这就是为什么有许多 50 或 60 多岁的老家伙，喜欢收集早年业余无线电操作员时经常使用的老式电台的原因。Collins、Hallicrafters、Drake、Heathkit、SBE、Lafayette、Hammarlund、Zenith 等公司的产品，都是老火腿的收集对象。

随着对老式电台需求的增加，价格也水涨船高。20 世纪 80 年代可以在跳蚤市场上以合理的价钱买到各种老式业余电台。现在，情况完全改变了。20 世纪 50 年代的 EF Johnson Ranger 发射机在当今的市场上价格高至 500 美元。20 年间大约涨了 300%！

幸运的是，我们这些 QRP 爱好者能够以一种省钱的方式，来维持我们收集老式电台的爱好。这种方式可以用两个字概括：自制！是的，我们可以很容易地找到一些古老的元件，然后设法拼凑出一台简单的单管晶控短波 CW 发射机。20 世纪 50 年代和 60 年代，自制的单管或双

管再生式接收机是绝大部分新火腿的主要设备。自制老式电台不仅是一种乐趣，而且当我们在波段上使用这种设备时，能够给我们带来一种简洁的感觉。在进行 QSO 时，老式电台是很好的初级通信设备。我们稍后还将介绍如何自制老式 QRP 电台。

出于对老式 QRP 电台的痴迷，我最终得到一部 Hallicrafters HT-18 发射机和一部 SX-53X 短波接收机。许多年来，我使用这部简单的电子管 QRP 电台，在短波波段上，与许多 QRP 电台完成了通信。在我开始为 QST 每月一期的 QRP 专栏撰写文章之后，我很快发现，在小功率通信爱好者的圈子中，电子管 QRP 电台是一个深受欢迎的话题。我撰写了几篇文章，介绍 QRP 爱好者自制的老式电台，收到大量电子邮件，读者对 QRP 专栏纷纷作出响应。与此同时，爱达荷州默斯科（距离我长大成人的华盛顿州东部只有 16 英里）的肯·戈登（W7EKB）在互联网上建立了一个新闻组，名叫 Glowbugs。这个新闻组专门介绍小功率电子管设备，很快就成为世界各地 QRP 志同道合者的聚会场所。除了 Glowbugs 之外，还有 Boatanchors，在这两个新闻组上，有大量资料，介绍如何修理、修复、制造、自制电子管设备，我们可以随时下载使用这些资料。

使用老式火腿设备能够让我们感受到某种怀旧情怀。除此之外，电子管设备还能够给我们带来某种氛围。电子管在黑暗中发出炽热的光。当你在操作电子管设备时，你能够感受到一种温暖、舒适、模糊、奇妙的氛围，而新型的固态电子设备无法产生这种氛围。电子管设备好像是时光穿梭机，将我们这些老家伙带回年轻时代，那时正在流行 AM 语音通信，SSB 还只是襁褓中的婴儿。

我们之中的许多人已经 50 多岁了，我们是与电子管设备一起长大的。当年，在我们初次获得电台执照之后，唯一能够买得起的设备就是电子管设备。记忆好像是一条长长的小巷，我们仍然能够看到小巷另一头，看到当年我们开启老式电台或自制发射机时的情景。许多无线电爱好者沉浸在电子管技术中，这种技术丰富了他们的业余无线电经历，加深了他们对业余无线电这种奇特爱好的理解，同时促使他们进一步研究电子学。不要问我们为什么选择使用老式电台，对我们来说，这就是乐趣。

在当今拥挤的频率上使用老式电台是一种挑战。我们必须记住一点：20 世纪 50 年代和 60 年代制造的高端电台在当时确实属于一流设备，但与我们今天使用的最新设备相比，则显得虚弱、苍白。如果你打算今天在波段上使用老式电台，必须要记住这一点。你需要提高自己的操作技能，以补偿老式电台在功能上的欠缺。

修复老式电台，尤其是修复军用电台，对我来说具有特别意义。我并不孤独，因为有许多火腿喜欢修复老式设备。我们清楚地知道，这些年代久远的元件是通信历史的一部分，我们有责任将它们保留下来。通过修复与使用老式设备，我们将无线电历史的重要一段记录下来，同时将这段历史展示给年轻一代的电子爱好者。

如果这些老式电台最终在我们手里绝迹（老式军用电台已经濒临灭绝），那么我们永远也找不到它们了。例如，从第二次世界大战结束到 20 世纪 60 年代，ARC-5 Command Set 系列电台一直是节俭的火腿们的主要设备。当时火腿刊物上登载了几百篇改装类文章，内容包括改装 ARC-5，以便使用 12V 灯丝电子管，加装调谐旋钮和 BFO，拆除电动机，加装电源等。顺便说一句，当时的军用电台收集者喜欢将 modify（改装）说成 butcher（屠宰）。今天，要想找到一台未经改装的 ARC-5 接收机或发射机，几乎是不可能的。即使你幸运地找到一台原装 ARC-5 电台，它的售价标签很可能让你大吃一惊。这种宝贝可真不便宜！

我长期从事老式电台的修复工作，我把这项微不足道的工作看作是我留给未来无线电爱好者的遗产。我喜欢老式电台，包括大功率的非 QRP 电台。每次当我将被废弃、被遗忘几十年的老式电台修复好之后，我都有一种激动、满足和震撼的感觉。看到修复好的电子管接收机开始发光，并清晰地收到来自天空的信号，这对我来说，是多么神奇的事情啊！

我最喜欢的老式接收机之一是 National NC-57，它来自马里兰州的埃德·维泽霍尔德（W3NQN）。埃德将他的电台升级之后，将这部淘汰的接收机的全套设备，连同 1947 年在阿拉斯加州购买时的发票，全部送给了我。拿回家之后，我对这部接收机进行了全面修复，包括更换许多电子管，更换了几乎所有的电容器和电阻器。我不仅得到一部具有历史意义的接收机，而且看到许多有关这种奇特设备的历史资料（这些资料属于一位多产作家，他同时也是 QST 和 ARRL《业余无线电手册》的撰稿人）。

修复老式 QRP 电台

在过去的许多年里，我先后修复并使用了几部 Hallicrafters 和 Drake 电台（全套设备），此外，还修复了一些古怪的接收机和发射机。

有一天，我突然冒出一个想法：为什么不玩玩 QRP 电台和老式电子管电台呢？

从那之后，我开始狂热地搜寻 20 世纪 50 年代和 60 年代制造的某些型号的电子管 QRP 电台。金钱是我必须考虑的一个因素，我不想在老式 QRP 电台上花大笔钱。我的专长是修复 Hallicrafters 电台，于是我决定从 Hallicrafters 设备开始入手。比尔·哈林根打算出售一部小功率 VFO 发射机，我曾想买过来，为我的 Hallicrafters S-38 接收机配对。但是在我翻阅了查克·达奇斯编写的 *Radios by Hallicrafters* 一书之后，我发现下面两部设备才是一套真正完美的电子管 QRP 电台：S-53A 接收机和 HT-18VFO 发射机。

S-53A 是 1950 ~ 1958 年制造的八管通用接收机，接收范围为 550kHz ~ 31MHz 和 48 ~ 54.5MHz，有 5 个波段，可以接收 AM、SSB 和 CW 信号。从外观上看，这部接收机好像是 S-38 和 S-38D 的过渡产品。HT-18 是 1947 ~ 1949 年制造的七管 4WVFO 发射机，能够在 80m 和 10m 波段上发射 CW 和 NBFM 信号，外观与 S-53 相似。这两样东西构成了入门级的接收 / 发射设备，请看图 11-1。

能否找到这两种设备，是我关心的一个问题。S-53A 生产了 8 年，我想机会很多，不难找到。但 HT-18 只生产了 2 年，恐怕较难找到。

图 11-1 我的两部老式 QRP 设备：Hallicrafters S-53 超外差式接收机和 HT-18VFO 发射机。它们真是一对可爱的小家伙！接收机的频谱很宽，需要使用某种音频滤波器。发射机能够在 CW/FM 模式下（抱歉，没有 AM/SSB 模式）向空中发射清晰的信号。尽管它们已经高寿，尽管它们与今天的电台相比显得非常简陋，但它们能够让我每天在频率上度过几个小时的快乐时光。使用这样的老式 QRP 电台，不仅能够让你体验到 50 多年前的短波通信操作，而且可以让你继承业余无线电遗产中极有价值的一部分。（摄影：K7SZ）



在什么地方可以找到老式设备呢？有几个地方可以找到，其中最有可能找到的地方是互联网。BA Swap List (baswap-list@foothill.net) 和 Boatanchors List (boatanchors@listserv.tempe.gov) 两个免费订阅的

新闻组，电子管爱好者可以在上面交换信息、咨询问题、买卖老式设备等。

我在新闻组上发布了一条求购信息，希望购买 S-53A 和 HT-18 这两样东西。2 小时之后，有两个卖家表示愿意出售 HF-18。我反复寻找的东西，竟然这样快就出现了！不久之后，另外两个卖家给我发邮件，表示愿意出售 S-53A。我决定将两部 S-53A 和两部 HH-18 全部买下来。有一套多余的设备，绝不是坏事。在修复设备时，你可以比较它们的布线，检查它们的电压，此外，你还有丰富的备用元件。

遗憾的是，有一部 HF-18 不能工作。所有电子管都发光，但是没有射频输出信号，于是我决定将它作为另一部 HT-18 的备用元件仓库。两部 S-53A 都能工作，但需要彻底地清洁和翻新。我看了看 S-53A 的底座，发现有 18 个蜡纸电容器，已经很破旧，我打算在翻新这两部机器时，将它们全都更换掉。在翻新老式设备时，我喜欢使用 Orange Drop 牌模制电容器。翻新过程中所使用的所有元件，都可以在 QST 广告专栏中找到。

在等待邮递员将订购电容器给我送来的同时，我使用跨导管测试器，检查了这些设备中的所有电子管。我用自己的库存品，替换了老化或非标准的电子管。在测试频带扩展调谐时，调谐旋钮不正常，为此我决定使用全新的拉线和弹簧，重新固定主旋钮和频带扩展旋钮。将旧的拉线和前面板拆卸下来之后，我清理了整个底座，并在电容调谐杆上涂抹了一点润滑油。

在你清洁机箱、前面板和底座时，一定要非常谨慎。不要使用强烈的清洗剂，这种制剂很可能将丝绸布面上的印字腐蚀掉，印字一旦消失，几乎无法复原。以 S-53A 为例，我特意使用温和的厨房清洗剂和温水来清洗布面，即使这样小心，最后还是破坏了布面上的 Hallicrafters 标志。这是我翻新 Hallicrafters 设备以来第一次遇到这种情况。

在清洗前面板上的调谐窗口玻璃时，千万不要使用含有氨的玻璃清洗剂，这种制剂能够将玻璃上的印字全部腐蚀掉，不留一点痕迹。我的做法是将厨房清洗剂或者 Murphy's 椰子油肥皂液稀释，清洗各种玻璃部件。如果玻璃上有顽固的污迹，Murphy's 肥皂液无法清除，我会使用稀释的 Simple Green 清洗剂（1 份清洗剂兑 2 份水）。千万不能使用包含砂质材料的研磨清洗剂。使用清洗剂之后，不要忘记用清水将玻璃周围金属部件上的残存清洗剂冲洗干净。

我特别喜欢使用黄铜抛光液，它具有非常温和的清洗功能，使用它清洗机箱与前面板，可以明显提高光泽度。只要使用少量黄铜抛光液，即可恢复机箱的原始颜色与光泽。

用清水冲洗掉机箱金属部件表面上的黄铜抛光液之后，我用汽车用高级硅酮蜡将机箱的油漆层密封。这种蜡还能够让金属表面变得更加明亮，抵消金属表面上手指油迹的影响。封蜡处理之后，老式电台将展现出全新的面貌。

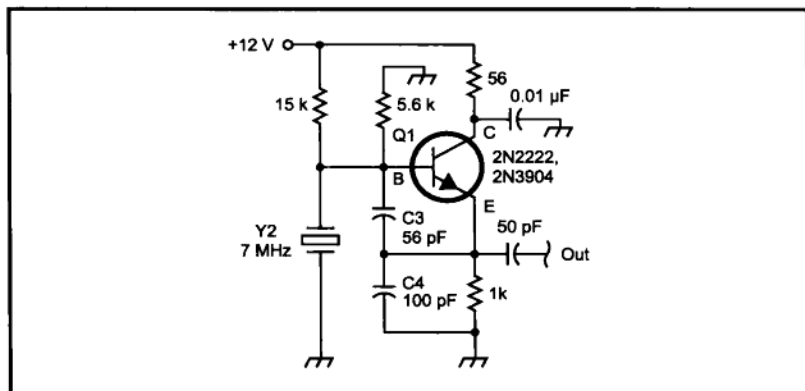
在修复老式设备时，翻新很可能是最冗长乏味的一项工作。以电容器的翻新为例，首先要让旧电容器的 2 个引脚脱焊，取下旧电容器，将新电容器的 2 个引脚插入接点中，用焊锡焊牢。焊接新电容器时，有一个好建议，那就是在电容器较长的引脚上套上某种绝缘材料，防止引脚与底座上或电路中的其他元件发生短路。

更换蜡纸电容器之后，我坐在工作台前面，对 S-53A 的调谐旋钮进行校准。本书介绍过的两种优秀设备使校准工作变得很容易。我使用惠普 606D 射频发生器产生信号，使用 HP 5245L 频率计来监测射频发生器的频率，很快完成了两部 S-53A 的校准工作。用同样的方法，我很快完成了 HT-18 的校准工作。

完成清洗和校准这两项工作之后，我把 S-53A 接收机和 HT-18 发射机放在一起，看看我使用老式设备进行 QRP 通信的计划能否成功。

我遇到的一个大问题是接收机和发射机的调谐精度。今天的火腿早已经习惯于新型电台上直观、准确的数字读数。但对于老式模拟设备来说，要想准确调谐可并不容易。20 世纪 50 年代入门级接收机的低调谐精度似乎是先天的，例如接收机调谐指针竟然占用了 5KC(千周)的宽度。

图 11-2 科尔皮兹振荡器是晶体振荡器的一个实用范例。电容器 C3 和 C4 决定反馈的水平。



为了解决调谐精度问题，我使用 3 个 HC-25U 晶体 (3 560kHz、7 040kHz 和 14 060kHz)，制作了一个很小的晶体振荡器，请参看图 11-2。3 个晶体的频率分别是 80m、40m 和 20m 这 3 个波段的 QRP 呼

叫频率。晶体振荡器也可以用作晶体校准器，让接收机与发射机“零差频”（两者的工作频率完全相同）。具体方法是：首先启动接收机和晶体振荡器，让两者在某个频率上实现“零差频”，随后启动发射机，让发射机与接收机也实现“零差频”。多练习几次，即可习惯这项操作。事实上，20世纪50年代的火腿在通信之前，都要这样做。

关于发射机，我主要关心两个指标，一是机器的稳定性，二是信号的纯净性。我用发射机在频率上进行了多次通信，还用另外一台接收机仔细监听发射机的输出信号。我最终确信，Hallicrafters公司的技术人员非常出色，他们让HT-18的输出信号异常纯净。在发射机加电预热的最初30分钟里，发射机的频率有少量偏移，对电子管设备来说，这是正常现象。

看到这里，读者可能会问：这套设备能够正常工作吗？是的！这套老式QRP设备在频率上的优异表现，让我感到非常惊奇。尤其是接收机，结构非常简单，没有现代电台中各种复杂、花哨的功能，用这种接收机监听信号，可能需要适应一段时间，但绝对是一种乐趣。

生活中有一部QRP电子管电台，让我感到充实和有趣。不久之后，我又安装了收发转换开关，我将两个开关分别固定在HT-18和S-53A的前面板上，向上扳是接收，向下扳是发射。这样一来，我可以在发射期间听到对方的信号。

抛开调谐精度问题不谈，我想再谈另外一个话题，那就是入门级电子管接收机的IF带宽非常宽，这意味着你能够同时听到多路CW QSO信号。如果准备一台外置的有源音频滤波器或DSP滤波器，那将非常有用。当我将RadioShack DSP滤波器插入S-53A的耳机输出端口之后，我发现这个产品非常出色，请参看图11-3。如果你想使用20世纪50年代的老式设备，你可以使用88mH的环形感应线圈，自制一个无源CW音频滤波器。1980～1994年的ARRL《业余无线电手册》上均有这种滤波器的详细介绍。2004年的ARRL《业余无线电手册》上还介绍了埃德·维泽霍尔德（W3NQN）对这种滤波器进行的升级设计，文字与照片在该书第8章“QRP电台附件”中。

对低端电子管业余电台来说，我们不能要求它有很高的稳定性。频率漂移是常见现象，很难避免。老式接收机的机械稳定性比较差，有很大的提升空间。例如主旋钮和频带扩展旋钮在突然受到压力时，很可能导致频率漂移几千赫兹。空气流动对接收机的稳定性也有明显影响。虽然稳定性不是很大的问题，但在进行QSO时，应当时刻关注接收机和发射机的频率是否漂移。在21世纪的频率上使用20世纪50年代的老式电台，肯定会给你带来独特的感受。

图 11-3 你想要一台便携式 DSP 滤波器吗？我个人认为，照片中的设备很可能是你的最佳选择。坏消息是：RadioShack 网站不再出售这种小巧的设备。好消息是：你可以在火腿跳蚤市场上找到这种外置滤波器，价格只有 20 美元。DSP 滤波器不仅为 QRP 电台提供滤波功能，还为用户提供一个内置放大的扬声器。我曾将这种滤波器用于新式的固态元件电台和老式的电子管接收机，滤波效果出奇得好。（摄影：K7SZ）



在使用这套老式 QRP 电台的最初几周里，我尝试在 40m 和 20m 两个波段上与美国本土和欧洲的 DX 电台通信。S-53A 和 HT-18 的表现令人惊叹，很难想象这是两部 50 多岁“高龄”的机器。在我与各地火腿交谈过程中，机器没有出现任何问题。

从这次难得的经历中，我学到了许多东西。这套设备的电路极其简单，但性能却非常优异，我必须说 Hallicrafters 公司设计并制造出世界上最经济的无线电设备。我特别强调这套设备的性能与低价格，Hallicrafters 公司在这两方面都取得了成功。

如果你的业余无线电生涯已经很长了，所有常规的玩法都玩腻了，想换一种全新的玩法，那么我建议你玩玩老式 QRP 电台。使用老式 QRP 电台，不仅能够让你体验 40 或 50 年前的火腿生活，而且能够让你在使用过程中获得极大乐趣。更重要的是，使用老式 QRP 电台，能够将业余无线电历史上的一批重要文物保存下来。

火腿还在使用电子管电台吗？

有一次，我打算为 QST 的 QRP 专栏撰写一篇有关老式电台的文章。为了准备素材，我在互联网上的几个新闻组发帖，询问是否有火腿自制过电子管电台或者正在使用电子管电台。让我感到惊讶的是，我收到大量回复，包括照片。遗憾的是，QRP 专栏的版面有限，即使挑出三分之一的回复和照片，也无法刊登。在编

写本章期间，我决定挑出几部 QRP 爱好者自制并且正在使用的电子管电台，介绍给本书读者。我这样做的目的很简单，那就是鼓励读者也自制电子管 QRP 电台。自制电子管 QRP 电台所需的元件并没有绝迹，但需要多花一点时间寻找。真正的 QRP 爱好者一定能够克服困难，设法找到所需元件，包括电子管，自制出小功率电台。

如果你不想从头开始，自制超外差式接收机，应当怎么办呢？你可以找一部老式的业余波段接收机，例如 Drake 2B、Hallicrafters SX-117、National NC-303、Collins 75S3-B 或者类似的老式接收机，试着修复它，让它焕发往日的光彩。将修复好的老式接收机与你自制的发射机放在一起，进行 QRP 通信，不仅可以获得乐趣，还能够让你产生一丝怀旧感。

图 11-4 哈罗德·克劳斯 (K2UD) 使用一个铝板底座和一些元件 (图 A)，自制出简单的入门型双管发射机 (图 B)。这种发射机的设计方案最初刊登在 *QST* 杂志 1968 年 10 月号上，作者是唐·米克斯 (W1TS)。发射机的基本原理是使用 6C4 作为晶体振荡器，来驱动 5763 PA 电子管。发射机在 80m 和 40m 两个波段上的输出功率约为 5W。(摄影：K2UD)

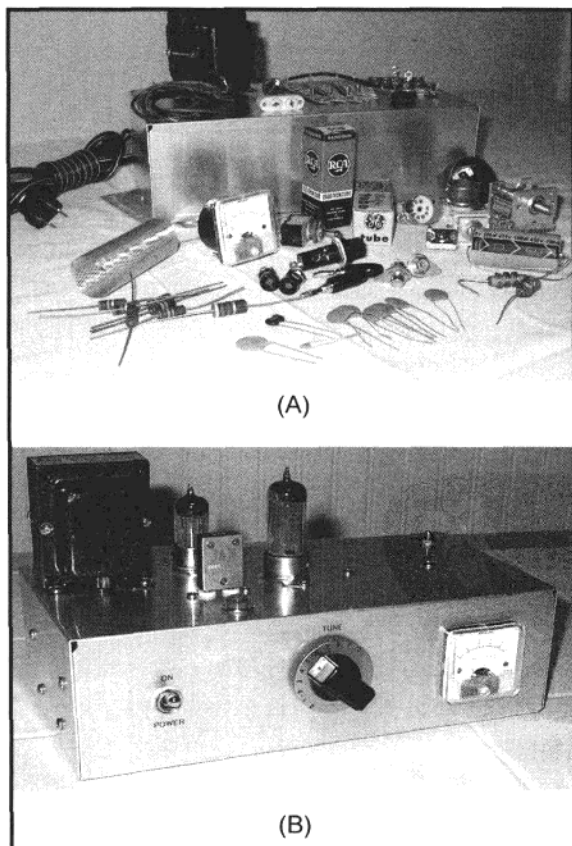
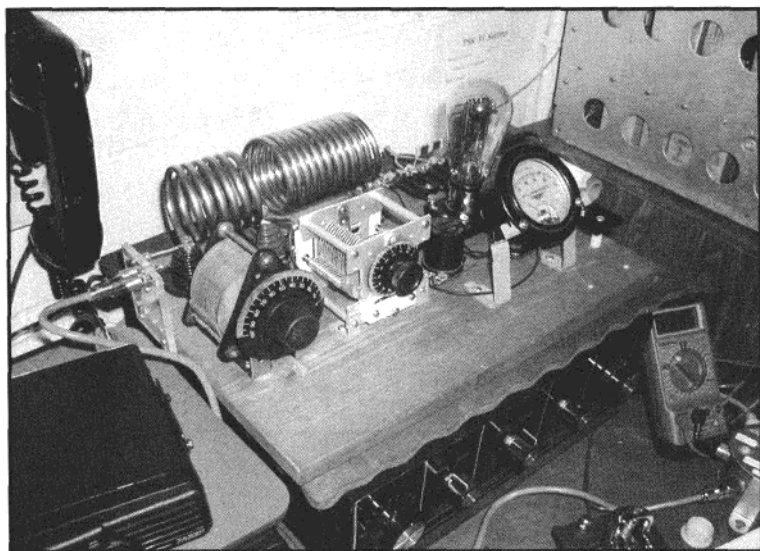


图 11-5 加里·卡特 (WA4IAM) 正在展示他的制作天才：图中是他模仿 20 世纪 20 年代产品制作的 TNT 发射机（采用板极调谐，而不是栅极调谐）。这是加里的第一个自制设备，做得多好啊！发射机的电路刊登在 *QST* 杂志 1929 年 12 月号上，电路使用一个 210 电子管，生成 2W 输出功率。加里对原始电路做了一些修改，例如对板极电路进行并联馈电。为了表现仿古效果，加里尽可能使用平方母线、涂胶线和许多当时流行的老式元件。祝贺加里制作出如此漂亮的发射机！（摄影：WA4IAM）



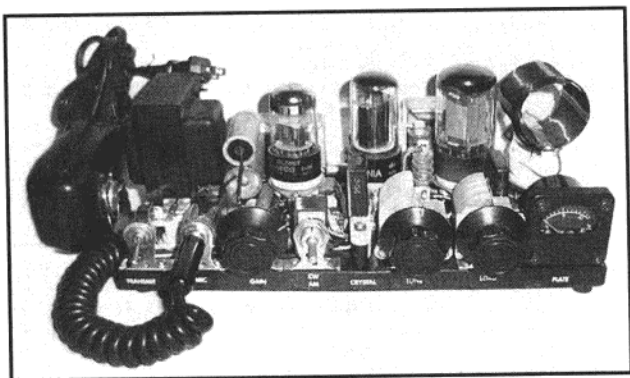
你可能需要一些帮助，才能找到老式设备的电路图，用它作为跳板，去制作自己的设备。20 世纪 50 年代和 60 年代的 ARRL 的 *Radio Amateur's Handbook* 可以帮助你，这些手册上有大量电子管的信息和图表。在火腿节的跳蚤市场上，可以找到许多老式元件、需要修复的老式电子管接收机和发射机。在你居住的地区，很可能有一个或多个电子管爱好者，这个圈子的成员一向助人为乐，他们很可能帮助你设计并制作出老式 QRP 电台。一定要树立信心，不要有畏难心理。大胆地尝试制作吧！

前面提到的 Glowbugs 新闻组是一个好地方，值得你经常去看看。这个新闻组里有几位网友，精通电子管，是我所遇到过的最有经验的大师。Glowbugs 新闻组的网址是 s88932719.onlinehome.us/glowbugs.htm。你可以给管理员发邮件，申请加入这个优秀的新闻组，定期收到有关老式电台和电子管 QRP 发射机的各种信息。

特别警告：电子管设备所使用的电压是致命的！在制作、操作或维修电子管设备时，一定要时刻牢记这个警告。将一只手放在衣袋里，用另一只手操作电子管设备，可以避免意外电击。如果两只手同时触电，电流将经过心脏，轻者引发心律失常，重者可能导致死亡。经常

检查导线的绝缘层是否磨损或破裂，在维修设备时，这种情况很可能导致灾难。总之，要时刻想着你正在操作一部高压设备。即使在关机断电之后，电子管设备的电路也可能“咬”你一口，原因是电容器未能充分放电（虽然电容器上已经连接了泄放电阻器）。电路咬人的现象经常发生在包含高压电源的设备上，例如中功率发射机或大功率线性放大器。

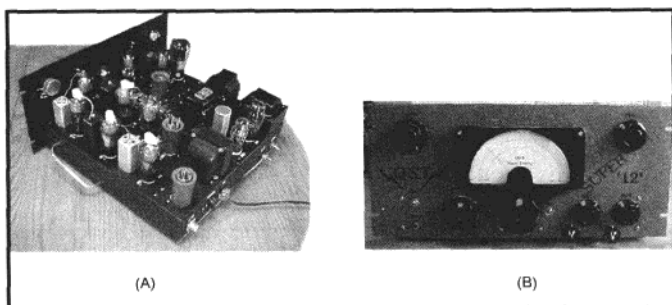
图 11-6 来自亚利桑那州斯科特戴尔市的吉姆·里夫 (K7SC) 制作了这部出色的 160m 哈特利 AM/CW 发射机。发射机使用 6L6 作为末级放大器，使用 6K6 作为调制器，使用 6SN7 作为话筒的前置放大器。板电路的高电平调制是通过与前置放大器连接的 B+ 线扼流圈实现的。发射机的输出功率是 8W。使用不同的线圈，发射机可以在 160 ~ 10m 的不同波段上，以 AM 或 CW 方式工作。真是一部好设备！（摄影：K7SC）



除了前面提到的 National NC-57 接收机之外，我目前经常使用的老式设备是 Heathkit HR-10 接收机（1961 年前后的产品）和 E.F. Johanson Viking Adventure Novice 发射机。发射机由晶体控制，有一个 807 PA，能够承受 50W 输入功率，同时生成 20 ~ 25W 输出功率。发射机通过一个拨动开关和一个双极双掷交流继电器，实现收发转换。继电器将天线由接收机切换到发射机（或者相反），并且在发射状态时将接收机静音。对方无法全插入（QSK），这正是我当年作为火腿新手时的情形。现在这套设备可以说是我当年那套入门级电台的复制品。发射机看上去有些破旧，但 HR-10 接收机看上去很漂亮，这多少是一种补偿。

W3OSS 的另外一套老式电台，包括 Drake 2B 接收机、与接收机匹配的 2BQ 扬声器和 Q 倍增器（有源带通滤波器）。这种接收机很可能是电子管时代最好的 CW 接收机之一。可选的 IF 滤波器将带宽降低为 500Hz，加上 Q 倍增器剃须刀般锐利的滤波性能，接收到的 CW 信号异常清晰，仿佛爆米花从频率上蹦出来一般。接收机的性能真的令人惊叹。与今天的接收机相比，Drake 2B 显得比较小，但设计精良，颇具特色，即使在当今拥挤的频率上，依然表现良好。

图 11-7 埃迪·斯维纳 (VE3XZ) 自制的 12 管接收机 QST Super 12。这种机型的最初设计创意来自罗斯·哈尔 1929 年 3 月发表在 QST 上的一篇文章，标题是 “Improving Short-Wave Phone Reception. A Modern Super-Heterodyne for Short-Wave Phone, Code and General Broadcast”。The Old Timer's Bulletin 杂志 2002 年 2 月号发表林赛的一篇文章，埃迪受到这篇文章的启发，决定自制 12 管接收机。(摄影：VE3XZ)

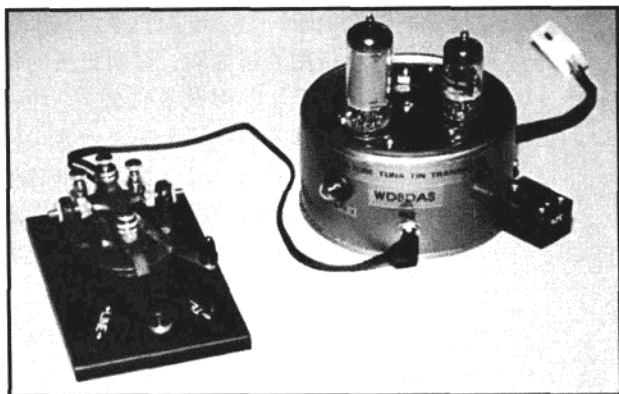


我的另一部老式接收机是经典的 Hallicrafters SX-117 (1961 ~ 1964 年的产品)，是我的好朋友迈克·赞恩 (N6ZW, ex: K5URI) 送给我的，他目前居住在加利福尼亚州洛迪。迈克说这部接收机在 10m 和 15m 波段上很不稳定，他想把机器拿到我家，如果我能把机器修好，机器就送给我了。我使用跨导管测试器检测机器上的所有电子管，发现其中几个好像有问题，于是我将旧管拆下，换上新管，但问题依然存在。我使用 DeOxit 清洁润滑剂，非常小心地清洗每个插座，将每个电子管拔下来，再插上去，反复多次，清除 40 多年中可能形成的金属腐蚀。机器中有 7 个原装 Black Beauty 电容器，我将它们拆下，换上 7 个 Sparague Orange Drop 5% 电容器。Black Beauty 电容器的性能极不可靠，名声很差，只要在老式设备上看到它，不要犹豫，马上换掉。最后，我根据使用手册，对机器进行了两次全面校正。至此，不稳定的问题彻底解决，机器接收性能良好，每个波段的 MDS (最小可分辨信号电平) 均超过 0.25mV。对于一部 42 岁高龄的接收机来说，这样的指标已经很了不起了。2003 年，在 CQ World Wide SSB 比赛中，我使用这部接收机，在 10m 波段参赛，与所有大洲的电台完成通信，没有出现任何稳定性问题。

SX-117 接收机对我来说具有特殊的历史意义。1964 年，我曾担任亚基马山谷学院 WA7CDH 俱乐部电台的操作员，当时我使用的接收机就是 SX-117，此外还有配套的 HT-44 发射机和 HT-45 Loudenboomer 千瓦级线性放大器。1964 年时，我还是新火腿，业余无线电生涯并不长，但对当时的我来说，SX-117 是一部真正的高端业

余接收机，从那时起，我一直希望收藏一部 SX-117，最后终于如愿。如果我还能找到 HT-44、HT-45 和 HA-5 TO Keyer，把它们放在一起，那将是无比的完美！

图 11-8 斯蒂芬·约翰斯顿 (WD8DAS) 自制的 Tuna Tin 2 电子管发射机。(摄影: WD8DAS)



本章最后部分有一些出色的自制 QRP 设备的照片，这些设备都是各地 QRP 爱好者开发出来的。请记住一点：你在本章看到的所有老式设备，目前都在正常使用中。在这些老式设备中，有许多是 20 世纪 20 年代的产品，使用的元件也是当时的元件。从照片中可以看出，这些设备仿佛是工艺品，制作它们的 QRP 爱好者充满专业精神、手艺高超、制作精细、没有忽略任何细节，我们应当为这些爱好者喝彩。

军用通信设备

我在美国空军通信部门服役了 20 年，其中包括空军通信服务局 (AFCS) 和空军通信指挥部 (AFCC)，在此期间，我接触到大量的军用通信设备（通常简称军机）。在服役的最后几年里，我突然产生一个强烈的想法，那就是收集一些经典的军用电台，将来在频率上使用它们。

我知道你可能这样想：军用电台是一种有趣的东西，通常是深绿色，很大很重，但电压很奇怪，接头也很奇怪，如果设置不正确，很难工作。事实上，电子管或固态元件的军用电台与我们常用的电子管或固态元件的商业电台相比，两者并没有太大区别，包括电压方面。当然，军用设备有时使用电动发电机 (dynamotor) 或振动器电源 (vibrator power

supply)，它们产生的电压可能复杂一点。

关于军用设备的电源，有一个好消息，那就是这些电源很容易在旧货市场上找到。军用电源坚固耐用，即使有问题，相对来说也比较容易修复。事实上，大部分军用电源无需修复，即可正常工作。唯一需要修复的是电动发电机。电动发电机通常需要全部拆卸，清除轴承上的旧润滑油脂，更换新的润滑油脂。军用设备的接头可以在网上旧货商店中找到，价格不贵。至于军用设备的维护，可以参考随机附带的技术手册和技术规格，这两本手册文字平易，内容丰富，包括各种各样的维护信息以及大量的照片。从第二次世界大战到越战的老式军用设备往往有一股特殊的气味，那是制造商喷涂的防真菌清漆的气味。事实上，许多军机爱好者就喜欢闻这种气味。他们在闻到这种气味时，会情不自禁地想：这才是真正的无线电设备啊！

有人说军用设备又大又重。是的，一些军机确实如此，这是因为军机有非常严格的工程技术指标，能够满足各种军事用途，特别在激烈的战斗之后，能够幸存下来，继续使用。在购买和使用老式军机时，如果你有它们的技术手册和技术规格这两本资料，那么基本上不会有什么问题。在网上有许多军机的资料，认真检索一下，即可找到你所需要的东西。

山姆大叔和 QRP

在过去的 41 年里，我一直是 5W 以下小功率电台的倡导者。巧合的是，美国军方也是 QRP 电台的倡导者，自第二次世界大战以来，军方一直在使用 QRP 电台。第二次世界大战期间士兵们最熟悉的本地通信设备是 Galvin 制造公司 1940 年设计的 BC-611 手持电台。Galvin 制造公司后来改名为 Motorola 公司，所以我说 BC-611 是一部血缘纯正的电台。

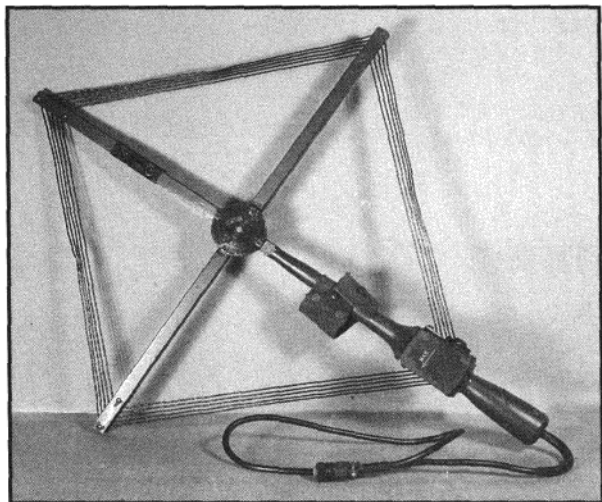
BC-611 经常被人们错误地称作“步话机”，实际上它是手持电台，体积相当于 1 夸脱牛奶纸盒，有一根 39 英寸长的拉出式鞭状天线（天线全部拉出时，电台通电工作）。由于天线比较短，许多人误以为 BC-611 是甚高频波段的电台。BC-611 实际上是 80m 波段的调幅电台，输出功率为 100 ~ 300mW。军方的补给站一直使用 BC-611，在 3 885kHz 这个频点上通信，直到战争结束。

今天，我们依然可以找到 BC-611（但需要修复），价格为 200 ~ 250 美元。有些无线电爱好者出售可以正常工作的 BC-611，但价格较高，例如 350 美元或者更高，并且不包括电池组（或直流对直流转换器）。

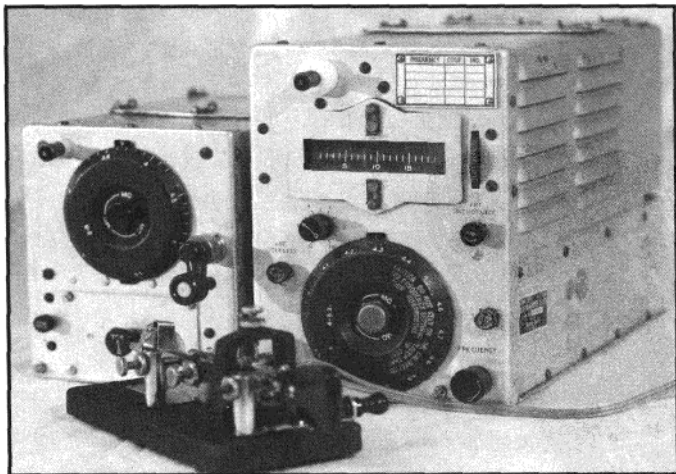
BC-611 的原装电池组几乎绝迹，无法找到，希望修复或使用 BC-611 的火腿只能使用直流对直流转换器。这种转换器使用胶体电解质电池组或碱性电池组，为 BC-611 提供所需的电压。

BC-611 是一种有趣的电台，操作极其简单。BC-611 的电源开关就是天线，天线全部拉出时，电源接通。BC-611 通常使用 3 885kHz，这个频率是 80m 波段事实上的 AM 呼叫频率。

得克萨斯州休斯敦的罗伯特·道恩斯 (WA5CAB) 是第二次世界大战期间著名手持电台 BC-611 的修复与使用权威。照片上是一个非常罕见的无线电测向仪，它使用 BC-611 来寻找信号，利用三角测量方法确定信号的位置。(摄影：WA5CAB)



来自宾夕法尼亚州莱巴农的唐·默兹 (N3RHT) 是我的好朋友，也是军机收藏家，他送给我一套 ARC-5 发射机和接收机。在默兹拍摄的这张照片上，除了电台之外，还有一个与电台同时代的 Vibroplex Bug 电键。我想我必须将这张照片放入本书中。未经修复的原装 ARC-5 电台几乎绝迹，如果你非常幸运地找到一套，你必须准备好一大笔钱。我的目标是使用这套 20 世纪 50 年代的入门级电台，在今天的频率上通信，那将是非常有趣的事情。(摄影：N3RHT)



这个第二次世界大战遗物曾经在天上和地上的两个战场上使用过。BC-312是航空接收机系列中的一种，安装在盟军轰炸机和运输机上，作为移动通信设备，此外，它也被当作地面电台使用。BC-312的工作频率为2~18MHz，有CW和AM两种模式（它也能接收SSB信号，但必须仔细调谐），使用12V直流电源。BC-312原本使用电动发电机电源。我的BC-312是从一位退休电子工程师那里买到的，电动发电机电源已经没有了，而是使用一个自制交流电源。电源非常重，几乎与BC-312一样重。（摄影：玛亚）



从短波到甚高频

美军很快就发现80m波段并不是无线电频谱中效率最高的波段，这个波段并不适合战场战术通信。第二次世界大战期间，美军决定将通信频率由80m波段转移到甚高频波段（30~76MHz），以宽带FM方式进行通信。这个传统从第二次世界大战持续到越战，又持续到今天。

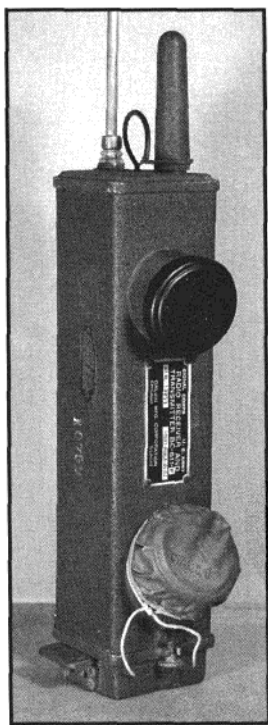
将军用通信甚高频化和FM化，不仅是军方的明智选择，也受到具有节俭精神的火腿的欢迎，后者我一直希望买到物美价廉的甚高频电台。我们都知道，军机在设计或制造时，往往采用最新技术，甚至是超前技术。此外，军机的坚固程度令人难以置信。军机随时有可能受到炮火的影响，与其他物体发生撞击，因此必须坚固。如果你是军机爱好者，但钱不多，你可以考虑购买部队淘汰的甚高频军机，修复之后使用。在过去，这是一个不错的做法，今天依然可行。

甚高频 QRP 军机

修复并使用军机，尤其是老式的电子管军机或混合设计军机（电子管与固态元件混合在一起的军机），能够让我们体会到机器本身的历史意义。例如，AN/PRC-6是代表了20世纪50年代电子管技术的

最高峰。AN/PRC-6 使用小型“铅笔管”。与普通电子管不同的是，这种铅笔管没有插脚，而是使用几根从玻璃罩延伸出来的导线。导线直接焊接在电路板上，不使用插座。在激烈的战争期间，插座被证明极不可靠。不使用插座的另外一个好处是可以让军机小型化。没有插座意味着军机的物理体积可以做得很小。PRC-6 曾经被广泛使用，包括所有北约国家和以色列军方。目前在二手设备市场上出售的 PRC-6，几乎全部来自以色列军方，上面有许多以色列的标志。PRC-6 是一部具有历史意义的电台，它的电源问题可以这样解决：将 10 节 9V 叠层电池串联起来作为屏极电源，使用 3 个 AA 型电池作为 4.5V 偏压电源，使用 2 个 C 或 D 型电池作为灯丝电源。上面提到的这些电池都可以放入 PRC-6 的机壳内，为这部电子管手持电台提供通信所需的电压。

罗伯特·道恩斯(WA5 CAB) 给我一张照片，上面是第二次世界大战期间著名的手持电台 BC-611。虽然经过了 60 多年，这部电台看上去依然完好。罗伯特长期修复稀有军机，将它们重新抛光，然后出售给军机收藏者。一部完全修复、正常工作的 BC-611 的售价为 350 ~ 400 美元。



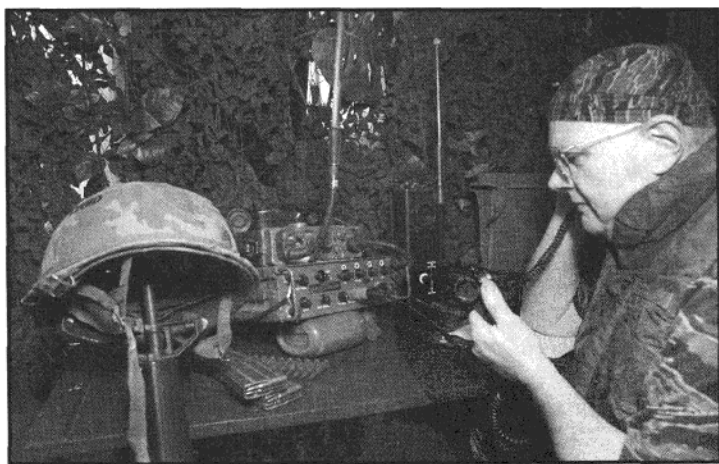
说到通信，51MHz 是火腿常用的 6m 波段通信频率，也是 PRC-6 的常用通信频率。PRC-6 属于晶控电台，它所使用的晶体可以在网上

找到（例如 eBay），价格不贵。最初的 PRC-6 只有 1 个信道，但德国人仿造出 6 个信道的 PRC-6，两种产品尺寸相同，机壳相同，可以说一模一样。在军机网站和其他拍卖网站上，有时可以看到 PRC-6 的德国克隆版。

另一种甚高频 FM 电台是二手设备市场上常见的 PRC-10。PRC-10 属于一个电台系列，这个系列包括 PRC-8、PRC-9、PRC-10 和 PRC-28。这 4 种宽频 FM 电台可以在甚高频低端频谱（27 ~ 54MHz）的许多频率上工作。

我们通常使用 PRC-10 在 6m 波段工作。PRC-10 可以在 38MHz ~ 54MHz 调谐，也就是说，你可以选择 6m 波段的任何频率。不要忘记前面提到的 51MHz，这是所有军机爱好者最常去的地方。PRC-10 是一种真正的便携式电台，它可以放在士兵背后的背包中（通常由无线电报务员携带）。PRC-10 有两根不同长度的天线，其中一根是 38 英寸长的卷尺式鞭状天线，另一根是 10 英尺长的管式鞭状天线。PRC-10 不包括电池组时，重量为 11 磅，包括电池组和各种附件时，重量为 20 多磅（附件包括 H-33 听筒、LS-166 扬声器、H-63 头戴式耳机 / 话筒、GSA-6 挂式耳机 / 话筒）

欢迎来到沃尔特·米蒂的世界！在我的朋友乔伊·菲格勒斯基的帮助下，我重现了当年美军士兵进行通信的场面。照片上有一张战地指挥桌，桌上的通信设备从右到左分别是：PRC-74B 短波 SSB/CW 电台、PRC-10 甚高频 FM 便携式电台、Hallicrafters HT-2 “村庄电台”PRC-6 甚高频 FM 手持电台。除了电台之外，M-16 步枪、杂志、弹药、钢盔、防弹背心等全部是当时的物品。这张照片能够给人一种身临其境的感觉。（摄影：玛亚）



PRC-10 的输出功率大约 1W。在使用 PRC-6 时，你需要自制电池组。电池组可以使用 D 型、AA 型和 9V 叠层电池，也可以使用 67.5V 电池，后者可以在专门的无线电器材商店买到，例如位于亚利桑那州坦

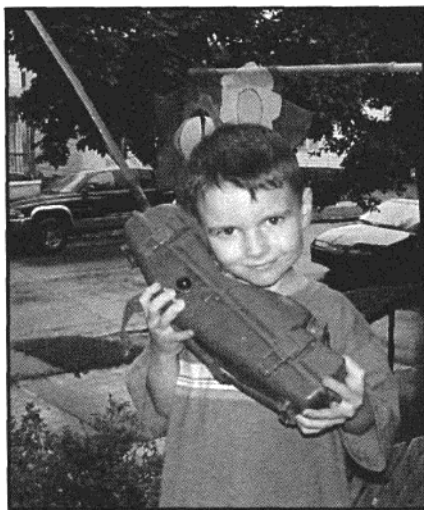
普的“老式电子设备商店”(www.tubesandmore.com)。在网上检索,也可以找到一些正在出售的直流对直流转换器。例如,我在网上先后找到过 PRC-6、PRC-10、BC-611、PRC-25、PRC-77 和 AN/GRC-9 的转换器。转换器虽然比较贵,但可以长期使用。自制电池组需要较长的时间,而且比较麻烦。

PRC-6 和 PRC-10 的价格并不贵,前者为 50 ~ 90 美元,后者为 35 ~ 75 美元,具体价格与机器的新旧程度和附件多少有关。我最近从路易斯安那州的火腿那里,买到一对工作状态良好的 PRC-10,包括 2 个工具包和 2 个 H-33 听筒,每部机器配有一长一短 2 根天线,连同运费总共 95 美元。这真是一笔合算的买卖。最近拍卖网站上有大量 AM-598 电源/音频放大器,你可以将它与 PRC-6/10 放在一起,进行移动通信或固定通信。PRC-6/10 的附件价格为 50 ~ 60 美元,但不包括运费。



照片上是我的 PRC-74B,这是一部完全合成的便携式短波 SSB/CW 电台,在 2 ~ 17MHz 工作,步进值为 1kHz。PRC-74B 是 Hughes 公司 20 世纪 60 年代的产品,是市场上第一种合成式电台,曾被美国军方使用。PRC-74B 包括电池组的重量约为 25 磅。有人说 PRC-74B 曾经作为背负式电台使用,但我没有找到证明这种说法的证据,我只知道它曾被美国特种部队(蓝色贝雷帽)使用过。美国空军曾在前方作战基地使用过 PRC-74B,空军的作战控制人员(CCT)和空降救援人员(PJ)也曾使用它进行远程通信(甚高频 FM 电台,例如 PRC-25/77,无法进行远程通信)。我的好朋友马克·弗朗西斯(KIOPF)是 *Mil-Spec Radio Gear* 一书的作者,该书是军用无线电设备方面的权威著作。马克帮我调整了 PRC-74B 的合成器,让电台能够在 18MHz 上工作。马克还在电台增加了柯林斯滤波器,我可以通过前面板上的开关,选择 LSB 模式。此外,我自己还增加了 PP-4514 电源与电池充电器、耳机、话筒、头戴式耳机/话筒等附件。我现在每天都使用这部电台,呼号是 W3OSS。(摄影:玛亚)

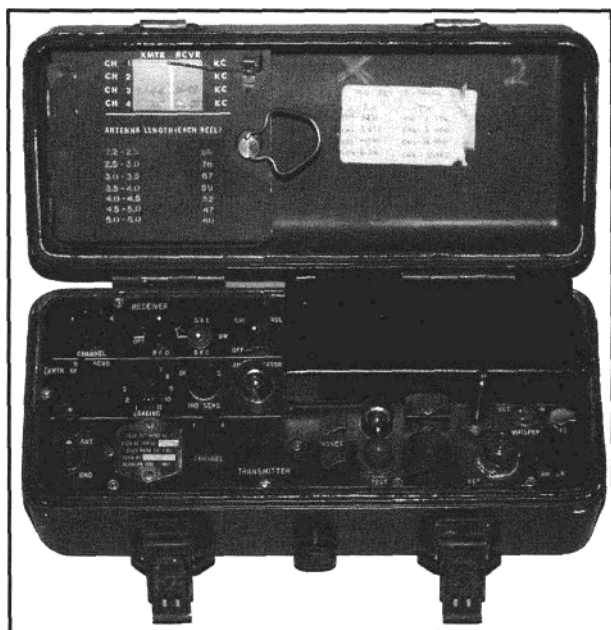
我的孙子 K.C. 拿着我的 PRC-6 甚高频 FM 电台。PRC-6 是第二次世界大战期间 BC-611 的替代品。PRC-6 使用非常小的“铅笔管”，是 20 世纪 50 年代初期电子管设备小型化的奇迹。PRC-6 是单信道宽频 FM 电台，使用一组干电池作为电源。PRC-6 是第一种使用灵活的卷尺式天线的战术电台。至于我孙子 K.C.，别担心，他长大之后一定会考取电台执照的，作为他的爷爷，我相信我能看到那一天。（摄影：K7SZ）



有一点需要提醒读者：大部分美军军用电台的电源，其输入端需要 24V 直流电压，其原因是大部分美军军用车辆使用 24V 直流电压。获得 24V 直流电压的最简单方法是将两个 12V 深循环蓄电池串联在一起，为电台电源供电。当然，最好的方法还是购买一个 10 ~ 15A 的 24V 直流输出电源，输入端插在墙上的交流插座里。如果你刚刚买到一部老式电台，急于在频率上测试，那么将两个 12V 深循环蓄电池串联起来，获得 24V 直流电压，也许是最快捷的方法。

战争期间另外一种被广泛使用的经典 6m 电台是 RT-70。RT-70 最初是为军用车辆设计的车载电台，但后来被放置在战地指挥所里，作为固定电台使用。RT-70 使用 AM-65 电源 / 音频放大器，后者为前者提供音频输入、输出，同时驱动一个扬声器。RT-70 是我喜欢的一种电台，它的体积约为 7.5 英寸 × 5 英寸 × 13 英寸，重量约为 15 磅，使用宽频 FM 模式，在 47 ~ 58.4MHz 之间工作。RT-70 的外观很像是油箱，是一种适合军机通信新手使用的入门型电台。RT-70 可以在 6m 波段连续调谐，不需要购买比较昂贵的晶体。RT-70 的输出功率只有 500mW，是名副其实的 QRP 电台。当然，你也可以将 RT-70 的输出信号送往一台 6m 砖式射频放大器，获得较大的输出功率（RT-70 不需要线性放大器，因为我们使用 FM 模式）。我发现如果使用一根良好的天线，完全可以让 RT-70 的输出功率达到 500mW。二手 RT-70 的价格为 35 ~ 50 美元，AM-65 电源 / 音频放大器的价格也大致如此。

比较稀有的 PRC-64 特工电台，曾经被中情局和军方特种部队所使用。PRC-64 由 4 信道晶控发射机和单独的晶控接收机组成，两部分可以异频工作。PRC-64 已经成为秘密电台的象征。(摄影：玛亚)



PRC-6/10/70 这三种电台都曾在战争中使用过，但后来它们都被 AN/PRC-25 所取代。PRC-25 的输出功率为 $1 \sim 2\text{W}$ ，工作频率为 $30 \sim 76\text{MHz}$ ，采用混合设计技术，电台部分使用晶体管，射频功率放大器部分使用 2DF4 电子管。对于 PRC-25 的可靠性，有人说它很差，有人说它一般，但评价都不高。PRC-25 的电池很容易耗尽，尤其是在空袭或轰炸的关键时刻，电池却没电了。

我们再说说 AN/PRC-77。PRC-77 与 PRC-25 基本相同，唯一的区别是：前者全部使用固态元件，不使用电子管。这两种电台的物理尺寸完全相同，但使用的电池不同。另外，这两种 FM 战术电台均包含一个 150Hz 音调静噪系统，它可以让连队里的无线电操作员在常用战术频率上监听其他操作员之间的闲聊，以此减轻战场上的紧张气氛。

目前许多拍卖网站上都有可以正常工作的 PRC-25/77，这是两种著名的 6m 波段老式电台。这两种电台的价格波动很大，以 PRC-77 为例，从 350 美元到 600 美元不等，主要取决于新旧程度和是否有附件。PRC-25 的价格略低于 PRC-77。

短波便携式军用电台

目前二手市场上最著名的短波便携式军用电台之一是 PRC-1099。PRC-1099 是多模式短波电台，支持 3 种模式，但物理尺寸与 PRC-25/77 这两种甚高频电台相同。许多短波便携式军机爱好者都想找到一部 PRC-1099。PRC-1099 可以显示数字频率，有内置电池组。PRC-1099 可以直接放入士兵的 ALICE 背包中，附件包括话筒、扬声器和头戴式耳机（PRC-1099 和 PRC-77 的附件是相同的）。PRC-1099 的通信模式包括 USB、LSB 和 CW，最低输出功率为 5W，最高输出功率为 20W。PRC-1099 比较昂贵，通常在 1 500 美元以上，状况越好，附件越多，价格越高。对一部短波电台来说，这个价格确实有点贵。Daytron 公司一直在生产 PRC-1099，直到 20 世纪 90 年代初期。今天，制造商仍然为 PRC-1099 提供技术支持，这意味着你可以从制造商那里找到某些很难找到的配件和面板。PRC-1099 的工作频率是 1.6 ~ 29.999MHz，重量是 18 磅（包括已安装好的电池）。PRC-1099 使用 10.5 ~ 15V 的直流电压。

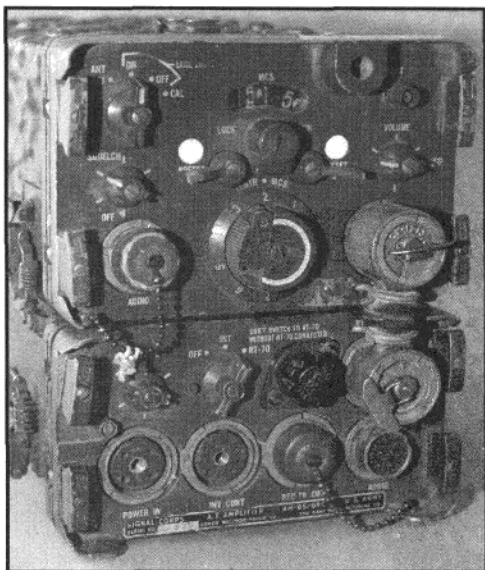


PRC-64 电台，包括 3 根卷曲导线，分别是天线、馈线和地网，此外还有两个耳机、一个小话筒（用于 AM 语音通信）和两本手册（技术手册和技术规格，由 W7FG 提供，他的老式电台手册网站的网址是 www.w7fg.com）。两本手册详细介绍了电台的操作与维修。PRC-64 是一部真正的军用 QRP 电台，CW 模式下的最大输入功率为 4W，AM 模式下的最大输入功率为 1.5W。PRC-64 最初是为中情局（CIA）设计的，最初叫作 Delco 5300，后来机型被军方改造，改名为 PRC-64。PRC-64 分为 A 版和早期版，两者完全相同，唯一的区别是：A 版控制面板上的频率单位是 kHz，而早期版的频率单位是 kc。PRC-64 的全部设备（包括干电池）可以放入一个尼龙袋中，便于携带。（摄影：玛亚）

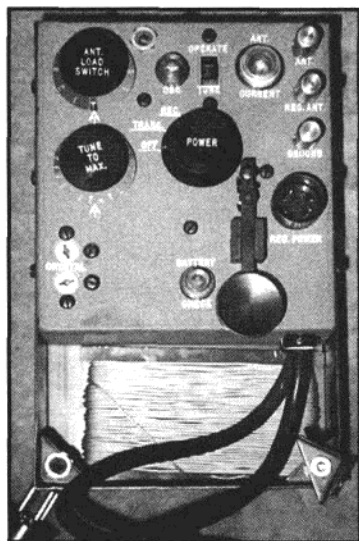
如果你想花较少的钱,例如 500 ~ 700 美元,可以考虑购买 PRC-74。PRC-74 也是便携式短波电台,有 3 个型号,A 型的工作频率为 2 ~ 12MHz, B 型和 C 型的工作频率为 2 ~ 18MHz, 3 种型号只有 USB 和 CW 两种模式,使用 10 ~ 17V 直流电源,重量约 24 磅(包括一个 4A/h 电池)。PRC-74 是 Hughes Ground Systems 公司 20 世纪 60 年代初期制造的产品。PRC 是英文“便携式无线电通信设备”的缩写,PRC-74 虽然也使用这个缩写,但它似乎不属于便携设备,而属于固定设备。通常将 PRC-74 放入帆布包中,搬运到战场上,然后将它垂直放在地面上,作为固定设备使用。PRC-74 全部使用固态元件,没有电子管,是军方使用的第一种完全合成的短波便携式电台。PRC-74 中最麻烦的东西是末级放大器所使用的一对晶体管 2N2887,目前在配件市场上已经绝迹。如果你使用未知阻抗的天线,那么在调谐 PRC-74 时,一定要特别小心,避免损坏这两个晶体管。

我的 PRC-74B 是马克·弗朗西斯(KIOPF,一位军机大师)帮我找到的。除了电台之外,马克还找到所有附件,包括目前极难找到的 AS-1887A 便携式中央加感天线和帆布包。马克利用一个柯林斯滤波器和一个开关,为电台增加了 LSB 模式。此外,马克还调整了电台的合成器,将工作频率扩展到 19MHz,这意味着我可以在便携式军机爱好者的 17m 常用频率 18 157.5kHz 上通信。PRC-74B 是一匹老军马,是一部真正的军用电台,许多特种部队和突击队都曾使用它。

我的甚高频宽带 FM 收发信机 RT-70, 20 世纪 50 年代 ~ 80 年代,美军所有兵种都使用过它(包括北约部队)。RT-70 可以在 47 ~ 58.4MHz 连续调谐,这意味着你可以轻松地在 6m 波段的各个频点上通信。许多军机爱好者将 50.1MHz 作为常用呼叫频率。RT-70 是真正的 QRP 电台,因为它的发射机的输出功率只有 500mW。当然,如果你觉得毫瓦级的输出功率太低,你可以使用 6m 功率放大器,来增加输出功率。在这张照片中,上面是 RT-70,下面是与它配套的 AM-65 音频放大器/功率放大器。AM-65 可以使用 6V、12V 或 24V 电源,这取决于它的内部模块。(摄影:玛亚)



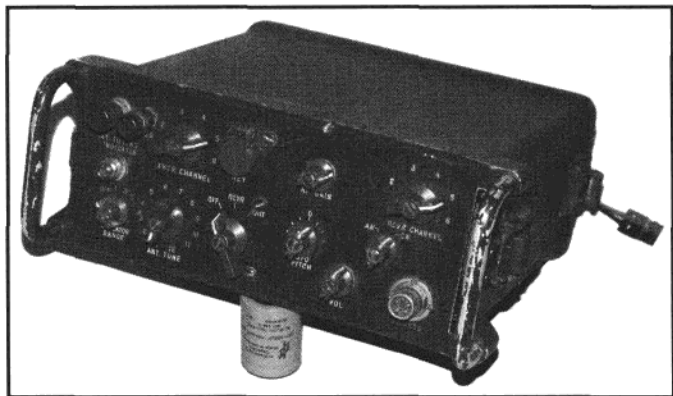
比尔·霍华德给我一张极其稀有的 SSTR-5 间谍电台的照片。SSTR-5 是第二次世界大战末期专门为美国战略情报局 (OSS) 设计的系列间谍电台中的一种。SSTR-5 可以在 2.5 ~ 15MHz 的两个波段上工作, 发射机的输出功率为 500mW。SSTR-5 有内置 CW 电键, 还有一根天线, 平时缠绕在电台底部的线板上。军机爱好者曾经复制过老式的 Paraset 电台, 现在网上有一些火腿正在尝试复制 SSRT-5 电台。



CW 爱好者

如果你只喜欢 CW 通信, 那么有两种军机值得关注。第一种是 TRC-77A, 它是 20 世纪 60 年代推出的 6 信道晶控发信机 / 收信机。请注意我没有说它是“收发信机”, 而是说“发信机 / 收信机”, 这是因为 TRC-77A 的发射部分与接收部分是各自独立的, 两者没有关系, 不过两者都安装在同一个机壳内, 使用同一个电源。TRC-77A 使用 12 ~ 16V 直流电源, 工作频率是 3 ~ 8MHz (80m 和 40m 波段)。TRC-77A 是典型的混合设计机型, 接收机使用固态元件, 而发射机使用电子管。TRC-77A 的输出功率是 10 ~ 14W, 不过很容易对机器进行调整, 让它成为真正的 QRP 电台。TRC-77A 的接收机使用超外差电路, 具有简单的音频滤波功能, IF 带宽超过 3kHz。在通信时, 最好使用外部音频滤波器, 例如有源 IC 滤波器或者 W3NQN 无源 88mH 环形感应线圈滤波器。利用接收机的 BFO 功能, 你可以在通频带上前后移动, 以减少毗邻信道的干扰。

TRC-77A 被归类为背包电台, 但它并没有背包电台常用的电池盒。这似乎有点矛盾, 因为 TRC 是英文“便携式无线电通信设备”的缩写。TRC-77A 最初的电源是可充电的湿电池, 每次电解液泄露时 (很常见的现象), 都会腐蚀外面的铝盒。如果你想将 TRC-77A 当作背包电台使用, 你必须自制一个电池盒, 最好使用胶合板。状态良好的 TRC-77A 的售价为



TRC-77A 是 20 世纪 60 年代开发的，最初是作为便携式短波 CW 电台，有 6 个晶控信道。TRC-77A 是混合设计机型，几乎全部使用固态元件，只有振荡器和前置放大器使用电子管（3B4 和 2E24）。TRC-77A 使用 12 ~ 16V 直流电源，在 80m 和 40m 波段工作，经过调整，可以作为 QRP CW 电台使用。TRC-77A 的工作频率是 3 ~ 8MHz，发射机和接收机使用不同的晶体，因此很容易进行异频通信。振荡器和前置放大器的电子管需要高压，因此在 TRC-77A 内部有一个直流对直流转换器。当你首次给 TRC-77A 加电时，你可以听到内置转换器发出的声音。TRC-77A 的输出功率是 10 ~ 14W，但我发现我的 TRC-77A 只有 8W。改变前置放大器的帘栅电压，可以将输出功率降低到 QRP 水平。当然，你也可以改变帘栅电压，将输出功率恢复为原来的水平。（摄影：玛亚）

200 ~ 300 美元，不包括电池盒。TRC-77A 有几个标准附件，例如 H-140 头戴式耳机和 J-45 电键，此外它还有内置天调，用来实现电台与天线的匹配。

另一种值得关注的 QRP 军机是 PRC-64。我曾用 9 年的时间来寻找它，但一直没有找到。终于在 2006 年 5 月，由于偶然的机，我买到了一部 PRC-64。当然，价格比较高。考虑到 PRC-64 在二手市场上几乎绝迹，我认为花 450 美元买一部极其稀有的军用 QRP 电台还是非常值得的。当我给卖主汇款时，我想这部电台一定能够给我带来最大的惊喜。

PRC-64 最初是由 Delco 公司 20 世纪 60 年代为中情局设计的，当时的名称是 Delco 5300。不久之后，美军特种部队对这种电台进行了改造。由于变成军用设备，Delco 5300 改名为 PRC-64。PRC-64 有两个型号，A 型的频率单位是 kHz，非 A 型是 kc，除此之外，两种机型没有任何区别。

我的 PRC-64 是非 A 型，是一部 4 信道晶控收发信机，物理尺寸相当于女士鞋盒的大小。PRC-64 的机壳是防水铝盒，所有控件（例如开关）都使用密封圈密封。我的 PRC-64 是冷战时代的产品。拿到 PRC-64 之后，我发现它有完整的使用手册，还有由三卷导线组成的天线，目前二手市场上出售的 PRC-64 并不包括天线。PRC-64 在 CW 模式下的输出功率是 5W，在 AM

语音模式下是 1.5W。PRC-64 是一种独特的电台，不仅因为它是特种部队的秘密电台，而且可以采用“低语”方式进行 AM 语音通信。所谓低语方式是：PRC-64 的话筒输入端与一个专门的音频放大器连接，电台操作员可以用很小的声音，对着话筒说话，电台能够将放大之后的声音发射出去。

TRC-77A 和 PRC-64 可以在各自独立的接收、发送信道上工作，对特种行动电台来说，这样的设计显得很独特。PRC-64 有内置 CW 电键。如果你有 GRA-71 高速 CW 编码器（将莫尔斯电码事先记录下来的设备），你可以将它插入 PRC-64 的插座中，PRC-64 能够以 300word/min 的爆发速度将报文发送出去。

军机爱好者

第二次世界大战时期有一些军机至今仍受到火腿和收藏家的喜爱，其中比较著名的两种是 ARC-5 指挥电台和 AN/PRC-9（绰号“愤怒的 9”）。

ARC-5 最初是为美国陆军航空兵设计的，此外，美国海军也有几千部 ARC-5。ARC-5 的发射机和接收机是各自独立的，将两部分结合在一起，可以进行宽频短波通信。通常用支架将两部分组装在一起，操作者可以使用遥控调谐杆，改变电台的频率。如果你看过电影《孟菲斯美女号》并且眼尖的话，你可以看到 B-17 中程轰炸机的几个机内镜头，其中一个镜头上有无线电操作员的工作台、ARC-5 及其支架、控制器和 RF 电流表。

第二次世界大战结束之后，军方以极低的价格将 ARC-5 卖给火腿。火腿对电台进行改装，然后放在自己的电台室中，长期使用。火腿使用电动发电机为 ARC-5 提供高压电源。此外，单独的 AM 调制器也需要电动发电机供电。ARC-5 有三种通信模式，分别是 CW、MCW 和 AM 语音。将 ARC-5 改装之后，战后年代充满节俭精神的火腿终于拥有一套坚固耐用的发射机与接收机，他们经常使用 ARC-5 在空中通信。

我最近得到两部 ARC-5 接收机（一部是 80m 波段，另一部是 40m 波段）和两部发射机。我不想改装这两套年代久远的设备，我只想自制一个电源，为这两套设备供电。我的目标是在“电键之夜”火腿空中聚会上，使用这两套设备通信。

AN/PRC-9 在第二次世界大战末期投入使用。AN/PRC-9 是小功率电台（5 ~ 12W），有三种模式（CW/MCW/AM 语音），使用多种外部电源，包括 12V 或 24V 电动发电机、手摇发电机、煤气电动机、振荡器交流电源等。我一直认为，真正的军用通信设备就应当像 AN/PRC-9 那样。AN/PRC-9 的外形好像是一个油箱，全部使用电子管，操作起来

比较容易。我的 AN/PRC-9 有一个讨厌的转发故障，在去年秋季的军机爱好者大会上，布莱克·史密斯（K4CHE）帮我解决了这个问题。

AN/PRC-9 的工作频率是 2 ~ 12MHz，包括 3 个波段，可以作为固定电台，也可以作为车载电台。AN/PRC-9 可以使用任何类型的天线，例如多段垂直天线、偶极天线、端馈长线等。AN/PRC-9 有一个内置天调，可以匹配各种阻抗。

我的 AN/PRC-9 是戴夫·凯里（N3PBV）两年前给我的。当我拿到这部电台时，我看到它上面有一份仓库维修报告，报告说这部电台 1985 年曾在托比汉纳陆军仓库（就在我家的南边）解体检修，检修之后进行了校正，目前一切正常。对军机新手来说，AN/PRC-9 是一部很好的入门级电台，价格在 250 ~ 350 美元，取决于状态是否良好，附件是否齐全。AN/PRC-9 的末级放大器使用 2E22，这种电子管目前已经很难找到。在正常使用的情况下，这种前置放大器管只有 200 多小时的寿命。如果你能找到一部 GRC-9，备一些库存新品的 2E22 绝对是有先见之明的。

每到周末，频率上都会出现几个军机爱好者通信网，鼓励军机收藏者给他们的“老战马”通电，加入到通信网中。AM 通信网一般在 75m 波段（3 885kHz），CW 通信网一般在 80m 波段（3 550kHz）。

通过上面的介绍，我们可以看出，QRP 电台和山姆大叔是好朋友。当你获得、修复并使用那些具有历史意义的军用通信设备时，你实际上是在体验战火纷飞的时代。

互联网上有几个二手军机市场，你可以在那里买卖老式军机，价格差异很大。如果你是新手，你最好先参加一个或几个新闻组（又称邮件列表），看看别人是怎样做的。下面是几个著名的老式军机新闻组：

- armyradios@yahoogroups.com
- ARC-5 新闻组：mailman.qth.net/mailman/listinfo/arc5
- 便携式军机迷：milpac@yahoogroups.com
- 军用剩余设备列表：mailman.qth.net/mailman/listinfo/milsurplus

当然，网上还有许多军机收藏者俱乐部，其中一个是 mrca@mailman.qth.net（我住在美国东北部，这是东北部俱乐部的新闻组邮箱）。新手首先应当浏览别人的帖子，然后试着提出自己的问题，同时注意收集有用的拍卖网站的网址。总之，在你涉足这个圈子之前，一定要做好准备工作。

为了让你的军机资料库更加充实，你可以找一些军机改装手册，这些手册介绍如何将部队剩余军机改装为业余无线电通信设备。最著名的 3 本军机改装手册是 CQ 杂志社出版的，书名是：Command Sets（1957 年出版，黄色封面）、Surplus Conversion Handbook（1949 版和

1964 版)、*Surplus Conversion Manuals* (有 3 个版本, 前 2 个版本的作者是埃文森和比奇, 写于 1948 年; 最后一个版本的作者是比尔·奥尔, 写于 1960 年)。此外, 还有一本军机改装手册也很著名, 书名是 *Editors and Engineers Surplus Handbook, Receivers and Transmitters*, 作者是卡林杰拉和克拉克, 1959 年出版。当然, 你不需要把这些手册全部买下, 因为许多改装内容是重复的。如果你决定进入老式军机圈子, 那么这些手册是必备的技术资料, 可以让你知道老式军机是如何工作的。另外不要忘记军机附带的技术手册和技术规格。W7FG 老式电台手册网站 (www.w7fg.com) 收藏了目前难以找到的大量老式军机的技术资料, 花很少的钱即可买到你所需要的东西。据我所知, 这个网站的军机手册是最全的。

寻找、修复和使用老式军机是一次真正的学习过程。在这个过程中, 你必须学会讲军机迷圈子里的行话, 你必须熟悉与军机有关的各种术语与缩写, 你必须具备电子管与固态元件技术的基础知识。学到一些新东西并不是坏事。收藏军机是一项技术性爱好, 这个圈子很有趣, 为什么不进来看一看呢?

收藏军机的另一个有趣之处是: 你可以将历史的一个重要侧面记录下来。军机的设计往往体现了当时电子学的最高水平。军机坚固耐用的程度远远超出了你的想象。假如军机不是机器, 而是人, 它会给你讲述许多它所经历的传奇故事。当初在制造这些军机的主机和附件时, 花费了美国纳税人无数的金钱, 而今天你只要很小的投入, 即可买到它们, 更重要的是, 它们可以让你在频率上度过快乐的时光。

自制老式 QRP 电台

我将最有趣的内容放在本章最后面。现在已经是 21 世纪, 对许多人来说, 用电子管自制 QRP 电台是非常古怪的事情。但对我们这些喜爱老式电台的火腿来说, 自制一部 QRP 发射机, 或者自制一部再生式或超外差式接收机, 是非常有趣的。下面我们介绍两个成功的例子。

AMEGLO GB-1

20 世纪 50 年代和 60 年代推出的各种深受欢迎的入门型电台中, 有一种是 AMECO AC-1。这是一种双管晶控发射机, 在拍卖网站的

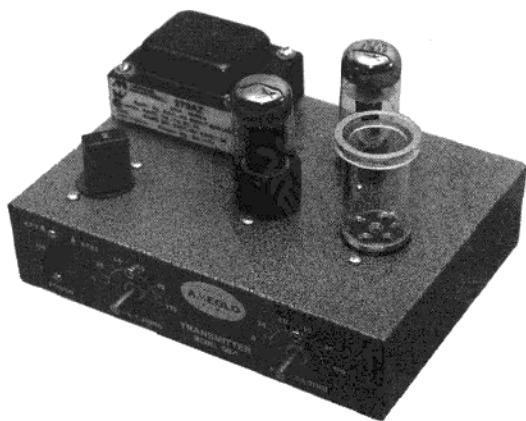
售价很高，受到许多火腿的喜爱。AMEGLO GB-1 新闻组的网址是：
groups.yahoo.com/group/amecoac1/。

卡尔·犹斯塔基奥 (N6KYR/8, catman351@yahoo.com) 和 拉里·贝克尔 (WB5OFD, wb5ofd@wcc.net) 两人合作，协助火腿复制 AMECO AC-1，让这种著名的发射机重返 QRP 通信世界。新的 AMECO AC-1 以“三方合作”的方式复制，其中卡尔提供已钻孔的底盘、已印字的前面板以及部分底盘元件，拉里提供高质量的线圈，而你需要准备电源变压器（约 40 美元）和少量元件（电阻器、电容器、接线条、旋钮等）。上面提到的所有东西都可以在“老式电子设备商店”（www.tubesandmore.com）找到。

复制时间取决于火腿是否熟悉电子管制作，如果熟悉，时间很短，如果不熟悉，则时间较长。最后的成品不叫 AMECO AC-1，而叫 AMEGLO GB-1。复制品使用 6V6 作为振荡器 / 前置放大器，输出功率为 4W 左右。如果使用 6L6，输出功率可以提高到 7 ~ 8W。如果你具有创造精神，你可以为 AMEGLO GB-1 设计一种小型低电平调制器，让它成为真正的 QRP AM 发射机。发挥你的想象力吧！

说到想象力，我想起了基斯·塔伦 (K5BCQ)，他为 AMEGLO GB-1 设计了一部配套的接收机。将基斯的发射机与接收机放在工作台上，这对仿古设备看上去非常漂亮，一下子将我带回到过去的好时光！

我的 AMEGLO GB-1，部分元件是卡尔·犹斯塔基奥 (N6KYR/8) 提供的，卡尔的通信地址是：823W. Shawassee St, Lansing, MI 48915。卡尔的合作伙伴是拉里·贝克尔 (WB5OFD)，后者提供 AMEGLO GB-1 的复制线圈。著名拍卖网站 eBay 出售 AMECO AC-1，但价格高得惊人。卡尔和拉里生意兴隆的“小商店”帮助那些希望获得 AMECO AC-1、但不想花大钱的火腿实现自己的愿望。卡尔和拉里的元件约 162 美元，加上约 45 美元的电源变压器，再加上其他元件（电阻器、电容器、6V6/6X5 电子管等），全套设备的总价约 200 ~ 250 美元。上面提到的所有东西都可以在“老式电子设备商店”（www.tubesandmore.com）找到。卡尔提供已钻孔的底盘和已印字的前面板（看上去非常漂亮），制作者需要购买电子管插座、保险盒、可变电容器、旋钮等。如果使用 6V6，AMEGLO GB-1 的输出功率为 4W 左右，如果使用 6L6，输出功率可以达到 8W，但我们不想深入讨论这个话题，因为我们的话题是 QRP 通信。（摄影：玛亚）

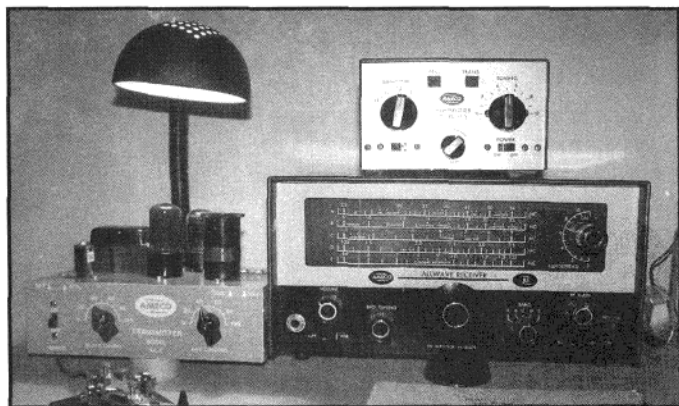


1-DER-40

我们继续谈论自制老式QRZ电台的话题。德怀特·莫里森(KG4HSY)出售 1-DER-40 套件。1-DER-40 是一部单管 40m 电台，使用 10 个 9V 叠层电池或者一个 C 型电池供电，也可以使用单独的交流电源供电。1-DER-40 是一部小巧玲珑的电台，它的套件中包括已钻孔的底盘，元件的组装类似计算机主板的组装，此外还有内置天线开关（按下一个按钮，即可启用天线）。1-DER-40 是很好的入门级电子管电台，非常适合自制。1-DER-40 不仅外观漂亮，通信能力也很出色。你只要将电键（手键）和天线连接到 1-DER-40 上，即可参加“电键之夜”（SKN）比赛，与 CW 爱好者进行通信。

SKN 一年只举办一次。如果你加入电键世纪俱乐部（SKCC，网址 groups.yahoo.com/group/skcc/），那么你可以找到 1 200 多位喜欢使用老式传统电键的 CW 爱好者。大约 18 个月之前，这些 CW 爱好者联合在一起，决定组建 SKCC，让一年 365 天之中的每一天都有 SKN。每天晚上你都能听到这些火腿的 CW 信号。除了传统电键之外，这个俱乐部里有一批火腿喜欢使用半自动电键。每个 CW 爱好者都能从 SKCC 找到一些自己需要的东西。如果你希望体验真正的 CW 乐趣，那么请加入 SKCC，使用各种电键，进行 CW 通信，重新找回以前的刺激感与满足感。

霍华德·温斯坦(K3HW)崭新的原装 AMECO AC-1 发射机和与之配套的 R-5 全波接收机。在接收机的顶部是 AMECO PT-2 HF+6M 前置放大器，能够极大改善 R-5 接收机的灵敏度。照片中的设备是 20 世纪 60 年代典型的入门级电台。霍华德有时会使用这套设备来重温过去的好时光。



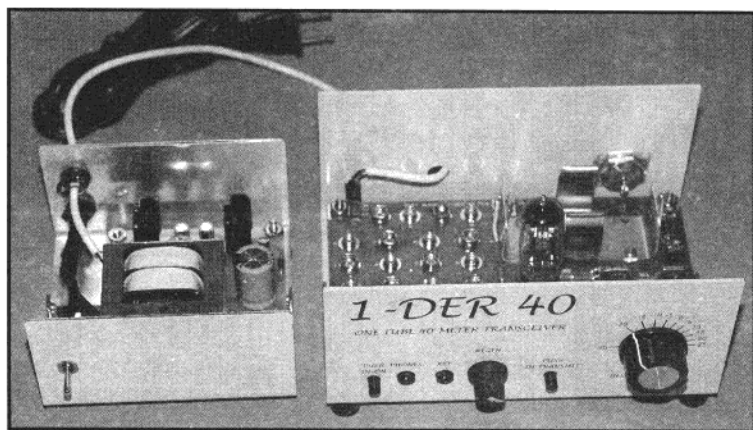
“约翰有两缕长胡子”

“小船还在水中”

频率上这些奇怪的报文揭开了第二次世界大战的序幕。发送这些报

文的秘密情报人员使用的不是自制电子管 QRP 电台，也不是军用 QRP 电台，而是介于两者之间的一种特殊电台：空投电台（Paraset）。第二次世界大战期间，法国、比利时、荷兰以及其他欧洲国家的抵抗组织通过电台，向盟国（主要是英国）不间断地提供非常重要的实时情报。当时的情况是：抵抗组织的成员很多，但能够与位于英格兰的盟军总部进行通信的电台却很少。

英国特别行动局（SOE）是一个进行秘密战争的机构，它策划针对敌国的阴谋，同时也挫败针对英国的背叛与间谍活动。此外，SOE 还负责为欧洲各地的抵抗组织开发、制造、供应各种简单电台，其中一种就是三管收发信机 Paraset（通常是空投给抵抗组织）。



小巧玲珑的电子管单波段电台 1-DER-40。制作者可以使用十个 9V 叠层电池作为屏极电源，使用一个 1.5V D 型电池作为灯丝电源，或者购买一个与电台配套的专用交流电源。1-DER-40 是德怀特·莫里森（KG4HSY）设计的，其核心是双三极电子管 3A5。在接收状态下，3A5 一方面相当于再生式接收机，另一方面相当于音频放大器，用来驱动头戴式耳机。在发射状态下，3A5 一方面相当于晶控振荡器，另一方面相当于射频放大器。射频信号传送给谐波滤波器，进行滤波。输出功率在 200mW 左右，前面板上有 VXO（可变晶体振荡器）旋钮，用来调整频率。1-DER-40 是典型的晶控电台。1-DER-40 的散装套件包括机壳、旋钮、主板和其他所有元件。组装之后，插入十个 9V 叠层电池、一个 D 型电池、一个电键、一根天线和一个头戴式耳机，即可开始通信。德怀特的个人网站上有最新消息和订购信息，网址是：www.glowbugkits.com。（摄影：玛亚）

原装空投电台目前几乎绝迹。空投电台的结构非常简单，通常包括一个两管再生式接收机（接收频率 3.2 ~ 8MHz）和一个晶控 5 ~ 7W 发射机（发射频率与接收频率相同），两部分封装在一个小盒子里。此外，空投电台还有几个附件，包括附加的晶体、头戴式耳机、电键、天线等。空投电台是 SOE 技术人员手工制作的。驾驶 B-17 中型轰炸机和 B-24

重型轰炸机的美国空军特别行动队负责将这些电台空投给欧洲各地的抵抗组织。是的，美国空军在二战期间有一只特别行动队，他们经常飞往欧洲和太平洋各地，支援当地的“非常规”战争（秘密间谍活动）。

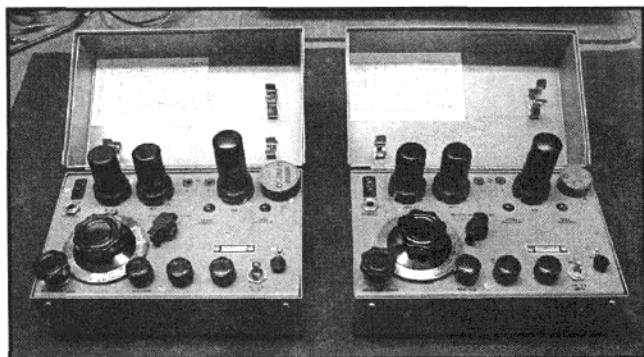
复制空投电台的想法是几个意大利火腿首先提出的，他们是：罗伯托（I0BR）、阿尔贝托（IK5FUZ）和马里奥（IK0MOZ），他们的网站是：www.qsl.net/ik0moz/paraset_eng.htm。在这个网站上有大量照片与信息，告诉你如何自制空投电台。我仔细看了网页上的照片，我必须说他们复制出来的空投电台是真正的艺术品。为了重现 SOE 秘密电台当年的风采，这三位火腿花费了大量的时间和金钱，经过他们的艰苦努力，终于取得难以置信的出色成果。

有几个空投电台的制作者和操作人员，打算使用这种简陋的电台，在太阳黑子最不活跃的周期里，尝试获得 DXCC 奖状！我在想，如果传播状况良好，他们会创造出怎样的奇迹？

威廉·霍华德是军械技术情报博物馆网站（www.wlhoward.com/id3.htm）的站长，他向我提供了美国战略情报局（OSS）研制的 SSTR-5 发射机/接收机的照片与电路图。这种电台在第二次世界大战期间从未投入使用，但它成为第二次世界大战之后冷战时期秘密通信的骨干设备。

目前在频率上，有一些火腿正在使用 SSTR-5 和空投电台的复制品。复制并使用这些间谍电台非常有趣，能够让你体验到几十年前抵抗组织成员秘密通信的情景。当你使用 SSTR-5 或空投电台时，你很可能会这样想：假如我的生命也受到威胁，这部原始的电台也许能够救我一命。

杰里·富勒（W6JRY）给我一张照片，上面是两部漂亮的空投电台的复制品。杰里与李·哈钦斯（KA6RL）一起，总共复制了四部空投电台。李负责提供机壳，杰里负责提供所有元件，并负责钻孔、布线和测试。经过两位复制天才的共同努力，电子设备复制史上的又一个杰作诞生了。这种三管发射机/接收机是第二次世界大战期间欧洲各地抵抗组织战士最常使用的设备。（摄影：W6JRY）



Low Power Communication 的第三版（根据大量的需求）增加了新的一章：完全是关于自制和套件制作的一章。在过去的版本中我感觉到已经有足够的套件和自制相关的文章，任何有兴趣追求这一方面 QRP 爱好的人都可以自行做一些调研。在过去的几年间，我被许多阅读我的书的 QRP 操作者问到，“为什么你没有任何关于自制和套件的内容？”好吧，你们赢了！那么，这就是了，本章就是为所有希望掌握自己制作的“秘技”的 QRP 操作者和就快成为 QRP 操作者的人而准备的。

工作台

让我们从头开始：工作台。如果你希望涉及自制电子设备的话，你需要一个自己的空间。因此，你必须在你的家里或者住所中找到一块空间，可以专门用作你的工作 / 测试台。这样做的最基本原因是当你在一个项目做到一半的时候，不管是一个商品套件还是一个完全的自制项目，你都需要一个几乎没有或者很少有家庭成员通过的地方，一个你可以很好地与其他家庭成员（也适用于宠物）隔离的地方。这可以让你将项目摊开在工作台上，不必担心会有人走过来玩你的元件，或者担心猫来抓表面贴装电阻。

你的工作 / 测试台不需要很大的空间。我有条件用整个房间专门作为电台室、工作 / 测试台和家庭办公室（放置了主计算机、无线路由器和文件柜）。两年以前，在我第一次脚部手术之前，我在我们的餐厅围了一小块区域，设置了一个非常小的工作台区域，因为我将在很长一段时间内不能爬上楼梯到三层电台室区域。当然，我的夫人，才

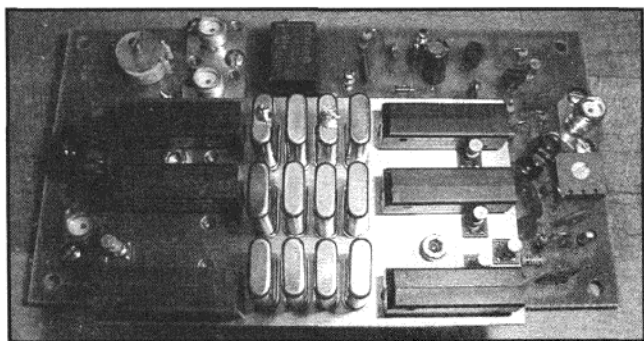
貌双全的帕特里夏 (KB3MCT) 不是太高兴, 但是我们的猫 Herbie 绝对喜欢!

无论如何, 我还是制作了一个 Elecraft K2 (带有一大堆选件) 和几个其他的 QRP 套件, 修理了几个老式电台, 修复了两个 Heathkit HW-16, 并帮助我的孙子 Llyam 制作了一个 Tuna Tin II。在这个小小的工作区域, 我可以做在电台室区域能做的绝大多数工作, 只是我必须把这个小小的工作间收拾得干净整洁!

工作台可以用任何平的东西做成。我使用一扇三楼电台室的空心的小房间门作为我的工作 / 测试台区域的底板。使用装修项目中剩下的木头增加两层架子。这让我的几个带抽屉的盒子位于工作台区域上面, 便于取用元件。测试设备放在第一层架子的下方 (主直流电源和 RF 信号发生器、Simpson 260 模拟电压电阻表、DDM 和焊台) 和一个可推动的推车上 (示波器、频率计、额外的电源等)。

餐厅中的小工作区域不能使用大多数测试设备。如果我有东西需要调整或进行一些真正的故障排除, 我必须将 RF 信号发生器和 / 或示波器带下来到餐厅完成工作。当然, 这意味着我必须在用完测试设备以后将所有设备放回三楼电台室, 但是这也没问题, 我现在已经可以走得非常好了。

由戴尔·帕菲特 (W4OP) 设计和制作的自制接收机。



交流电源

工作 / 测试台的电源可能比较麻烦。我的主工作区域有自己独立的电源插座群, 连接在独立的断路器, 并端接到电台室内的 100 A 附板上。

我多种多样的电源需求是三楼重新装修的直接结果。电气专家乔·巴鲁斯基 (N3IKP) 设计和安装了附板和电路, 让整个电台室 / 工作 / 测试台和计算机区域分别由独立的断路器控制和保护。我感谢乔的好意帮我做了这些。对于任何我可以拖进三层电台室的东西, 我都有足够的电源供电能力了。计算机交流布线也是隔离的, 独立接地以减少任何从交流市电的噪声拾取。乔干得非常不错。

幸运的是, 我因为重新装修所以才得以完成这些。除非你也重新装修或新建, 否则在现有住所增加任何交流电路都得有点创意才行。务必咨询有资质做这类工作的电工。现在不是吝啬钱的时候, 让专业人士完成工作, 你会满意于你所做的正确选择。

作为另一种极致, 餐厅中的小工作区域用了一个标准的六口交流电源插线板, 刚好适合于这个位置插入交流市电的设备数量。你不该做的一件事是, 通过增加电源插线板到现有的墙上插座过度扩展你的市电需求, 或者更糟糕的, 将一个插线板插入另外一个, 只是为了增加更多的交流插口。这是非常危险的, 可能导致你的家庭电路过载。明智的做法是, 根据你的需要增加更多的交流电路, 但是要确保你能正确地操作, 并符合布线和建筑的规定。我们不希望烧掉任何人的房子!

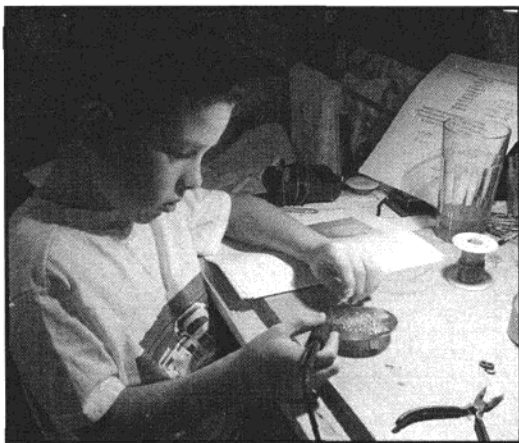
如果你使用直流供电的设备, 也许能够避免问题, 在你主要的测试和故障排除中使用一个小型的大电流直流开关电源。我使用一个 MFJ 型号为 4 225MV 的 25A 开关电源, 它小巧、干净 (RF 干扰方面)、工作良好。当然, 总有些时候你需要使用一些交流供电的测试设备, 如果你在修复或制作一个电子管的设备, 你也有可能需要额外的交流插座。只是要懂得用电安全的常识。

测试设备

基本的测试设备配置应该包括一些测量交流和直流电压、电阻、导通性、电流和频率的方法。这覆盖了基本部分。你不需要在这个基础设备上花费大价钱。你现在立即需要的是某种类型的一个万用表和一个频率计。考虑二手的设备和便宜的设备。当你在自制活动中更加熟练以后, 你总是可以升级测试设备。一个基本的数字万用表 (DMM) 可以以低到 10 美元买到。它们不过于精密, 但是它们可以让你测量基本部分。Harbor Freight 有一些从中国进口的可以匹敌某些 200 美元的福禄克和泰克的数字万用表。大约一年前我以 20 美元的促销价买了一个, 工作

得很好，只用一小部分的钱，就完成了我拥有的福禄克所能做的一切。

我的孙子 Llyam 正在展示他的制作技能。项目是一个 WIREX Tuna-Tin-II 套件。在和我一起的几天合作中，Llyam 学习了如何焊接、分类元件和制作 QRP 发射机。坦白讲，Llyam 在业余无线电和电子学方面很有前途。和我的另外一个孙子 K.C. 一样，Llyam 将很快获得他的业余无线电操作证。（摄影：玛亚）



某些新的高端数字万用表可以完成所有的一切，包括测量频率。但是，我更喜欢使用一个可以覆盖 70cm 波段（500MHz）的独立频率计。这些频率的设备以前特别昂贵，但是过去 10 年价格明显下降。MFJ、Optoelectronics 和其他测试设备制造商有一些覆盖频率到 3GHz 的型号，售价大约 130 美元，这相对于你的所得是个不错的价钱。因此，有了一个 DMM（不需要支付超过 25 美元）和一个频率计，你涵盖了大约 2/3 的基本测试配置。

我的具体情况是，我获得了一个 MAX-50，Continental Specialties Corporation 制造的 50MHz 频率计，它是 20 世纪 70 年代晚期一个函授电子学课程提供的测试设备。这个东西是个可爱的小设备，大约两包香烟的大小，用一个 9V 晶体管收音机电池供电，特色是有可折叠的鞭形天线和同轴探头的输入。总的来说，这是个良好的小频率计，而且我可以通过使用一个 10X 预分频器，用它获得 500MHz 的测量性能。我有了覆盖这段频谱的频率计，就已经满足了。我的记忆当中，这个频率计是大约 1980 年一个英国的业余无线电爱好者给我的。从此以后，它一直在我的工作台或我的口袋里，绝对是不可或缺的。它和现代的频率计一样准吗？未必，但是对于一般的短波应用已经足够了，它可以放在我的衬衫口袋里带到任何地方。再次强调，不要只是因为有些过时就不去购买一个设备。

对于最后的基础测试设备，我会增加一个 RF 信号发生器（如 URM-25D 的二手的 HP 或军用 RF 信号发生器绝对值得购买）。这些老

一些的设备可以在业余无线电节的跳蚤市场以 25 ~ 50 美元找到，还带测试头。这些是制造精良的测试设备，一旦校准（你可以在互联网上找到手册），你将拥有一个良好的测试设备，它的政府采购价要数千美元！

M 三次方 (M³)

每年一度的到代顿火腿大会 (Dayton Hamvention®) 的朝圣是特别充实的旅程，如果你参加同期举行的 QRP ARCI 的 5 月中的 4 天 (FDIM) QRP 专题讨论会就会更加有趣。在 FDIM 中，你可以让你的 QRP 知识得到充电，以便于回去准备好应对业余无线电的世界！真的，FDIM 是每个 QRP 操作者至少应该参加一次的活动。注意：一旦你参加了一次 FDIM，你就会被套住，必须经常回来参加这个世界上最主要的 QRP 活动。

除了 QRP 圈中牛人的技术论坛和讲座，每次 FDIM 活动中有一个一晚上的“制作”环节。2005 年，我有幸参与了 FDIM 制作环节，目标是制作一个 M³ (读做“Em Cubed”) 设计和提供的套件形式的半导体 / 元件测试仪。真是很有趣！我们有大约 50 名“焊机派”挤在分别属于自己的小工作台上用元件填满电路板。在晚上结束的时候，每个参加者都得到了一个正常工作的半导体 / 元件测试仪，它真的让电台室的生活简单多了。

更进一步，M³ 提供不少自制测试设备的选择。查阅他们的网站 www.m3electronix.com。我对于 2005 年 FDIM 上自己制作的 HB 半导体 / 元件测试仪印象深刻。现在 M³ 扩展了他们的产品线，包括 FPM-1 通用频率计 / RF 功率表套件。这个扩展范围的频率计提供从 2Hz ~ 1.3GHz 的真正 7 位分辨率！除了频率计，这个设备的 RF 功率表可以做 1 ~ 500MHz 范围 +16 ~ -72dBm，±1dBm 的 RF 测量。现在这是一个非常有趣的设备！

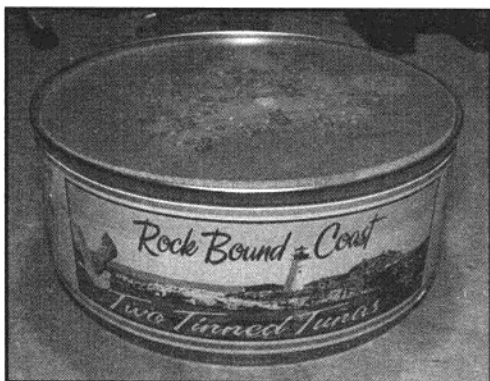
M³ 还提供一个 40dB 抽头衰减器套件，可用于 1 ~ 500MHz，并可承受高至 100W 的功率，可很好地用于将发射机的输出衰减成毫瓦或微瓦功率电平。

他们的半导体分析器套件更新了固件，现在用于销售。这是我（和 FDIM 上的 49 名其他 QRP 操作者）制作的版本。这是一个专业级的测试设备，当你制作和 / 或修理你的设备的时候几乎是不可或缺的。

他们的数字 LCRZ 表套件是另外一个价位合理的优秀产品。这个测

试设备可以测量电感、电容、 $1 \sim 100\text{m}\Omega$ 的电阻和阻抗，总体准确度达到 0.2%！

WIREX 版本的 Tuna-Tin-II
现在可供节俭的 QRP 操作
者选择。这真是个可爱的
外壳！（摄影：K7SZ）



最好有的“东西”

示波器是你进入交流世界的窗口！没有比一个良好的“示波器”更好的了。25 ~ 35MHz 的示波器的价钱低于 200 美元，还不错。你通常可以在跳蚤市场找到非常便宜的老一些的泰克示波器。我 10 年前在代顿只花了 100 美元就买了一个老的泰克存储示波器！太超值了！有的时候当地的职业学校会更新他们的电子实验室，会将他们现有的测试设备几乎免费地处理。我们当地的社区大学替换了三个实验室的测试设备，如果你足够快，可以每台低于 100 美元的价格抢到超值的 BK 和泰克示波器。这些示波器只用了两年！归根结底：张大你的眼睛和耳朵，准备好抢购！

对于一个用于 QRP 工作的全能工作台电源，我偏好小型的 MFJ 25A 开关电源（型号 4 225MV），零售价是大约 150 美元。在你考虑价钱以前，考虑一个大的 20 ~ 35A Astron 电源将花费你同样的价钱，但特别笨重且难以移动，占用大约 15 倍的桌子/工作台空间！选择开关电源，你不会为此后悔。

MFJ 4 225MV 在大约直流 9 ~ 15V 可调，旋钮在直流 13.8V 位置有一个凹陷，可用于你的所有移动设备。它配有一个点烟器插座和两个红色/黑色 5 路接线柱用于稳定的直流输出电压。带有背光的电

表指示稳定的直流输出电压和你的负载吸收的电流值。输入电压可以在交流 120 ~ 240V 切换，因此这个电源可以在全球范围使用。我曾使用我的电源给我的一些 QRP 电台、Yaesu FT-1500 50W 2m 波段 FM 电台、FT-897 100W 全能电台供电，而且我电台室中任何一台接收机都听不到它产生的噪声。对于 150 美元的价钱，绝对是值得的。

尽管不能被认为是一件“基本”测试设备，这里值得提及的一件特殊测试设备是天线分析仪。在过去的几年我用过几个 MFJ 的产品和一个 Auttek 的 RF-1。我现在的分析仪是一个 MFJ 出品的型号为 269 的。这个小东西挺昂贵（厂商建议零售价 379 美元），我没有弄错。但是，它有很大的灵活性，可以用在除了天线调整和微调以外的许多其他场合。比如，MFJ 269 有一个频率计覆盖到超高频范围（500MHz）并有一个内置的信号发生器，覆盖 1.8 ~ 175MHz 和 415 ~ 470MHz，这使它成为一个非常方便的便携测试设备，在现场可以注入信号到一个损坏的或有缺陷的机器中。频率计显示也能读取 RF 信号发生器的输出频率，所以它能够准确地设置输出。这是一个波段切换的设备，相对紧凑，大约和一块砖大小相同，当装满 5 号电池时也差不多重量。MFJ 卖一个套件，可以让 269 用作一个栅陷式振荡器，你可以测量阻抗、感抗和容抗以及传输线的电学长度。269 可以作为一个独立的频率计，并测量传输线中的同轴损耗、SWR/ 阻抗以及电容和电感。当我说 269 是一个通用的测试设备时，我指的就是这些。它值不值 400 美元的价钱呢？当然！MFJ 269 是那种一旦拥有，你会想余生没有它会怎么办的设备！

对于电台室里工作 / 测试台部分的建设，我们需要慢慢积累。首先，努力获取基本测试设备配置：DMM 和 / 或模拟 VOM（你可以用不到 50 美元找到如工业标准的模拟 Simpson 260 表，这些表做得像个坦克，寿命比你我都长！）、不会产生大量干扰的小型开关直流电源（查阅 *QST* 上的产品评论）或者用业余无线电节跳蚤市场上淘到的元件自己制作 7 ~ 10A 模拟电源。仔细寻找一个好的二手示波器，不要看不上 10 ~ 20 美元的老式电子管 5 ~ 10MHz Heathkit 示波器。这些示波器可以通过 ARRL《业余无线电手册》上讨论的 RF 混频技术使用到短波范围的高端。仔细留心一个好的频率计。我在 eBay 上以含邮费 20 美元买了一个可以用到 100MHz 的 Heathkit 频率计。我经常使用，它已经毫无缺陷地工作了五年多。你通常可以在互联网上找到 Heath 安装 / 操作手册，所以修理任何 Heath 的设备不是什么大问题。我会为基本配置预算大约 150 ~ 250 美元。这

会让你获得一些优质的设备，可以使用好几年。记住：测试设备是对于你爱好的投资，通过学会有效地使用这些设备，你将获得巨大的收获。

至于短波 RF 信号发生器，像 URM-25D（我在 11 年前的佛吉尼亚海滩业余无线电节上以 25 美元购得，如果我当时熟悉的话，应该再给那个家伙 25 美元买下配套的 URM-26，覆盖到超高频）的良好军用信号发生器准没错。HP 606 是另外一个不错的 RF 信号发生器，在跳蚤市场上可以用极便宜的价钱买到。HP 606 体积大，但是和 URM-25 一样，做得像个坦克，可以服务很多年。使用频率计，你可以准确地调节 RF 信号发生器的输出，用于调整用途。

这让我想到了另外一个廉价的想法：使用一个 20 世纪 50 年代到 20 世纪 60 年代的 Heathkit、KnightKit 或 Eico RF 信号发生器。这些电子管设备相对小（相比于 URM-25 和 HP 606），带有一个频率计，你可以准确地设置输出频率。这些老式的 RF 信号发生器的价位在 10 ~ 25 美元。调节输出信号电压稍微有点挑战，但是通过与示波器和优质的 RF 衰减器配合，你可以准确地调节。一旦正确调节好，可以用衰减器准确地控制 RF 输出用于测试用途。再次说明，我们不在这里讨论大笔花费的方案，只是用基本的必不可少的东西来搭建一个完整的工作 / 测试台。

不要忘记电缆、夹具、测试头、“绝缘螺丝起子”、RF 和直流耦合器以及适配器。所有这些东西可以在业余无线电节、跳蚤市场以及有时候可以在你当地的无线电商店（也就是“RadioShack”）收集到。这些东西都会增加总体的花费，所以明智购买，只取当时所需。

Llyam 和我正在制作 WIREX Tuna Tin II QRP 发射机。一个好的工作台让这个任务方便多了。（摄影：玛亚）



你可以制作的测试设备

对于节俭的爱好者，你经常可以找到套件形式的简单测试设备，可以填补你的测试设备的空缺。Elecraft(www.elecraft.com)有一些用于自制者的迷你模块套件。他们供应两种版本的短波信号源，用于校准接收机和 S 表：XG-1，一个单波段（40m 波段）模块和 XG-2，一个三波段（80/40/20m 波段）模块。这些是简单的 2 个小时可完成的套件，以非常合理的价钱提供给自制者机会拓展他的 RF 测试能力。在我的三波段模块上，我以 7 030kHz 的晶体替换了 7 040kHz 晶体。这让我有 2 个 40m 波段频率（同时使用 XG-1 和 XG-2 套件），因此在调整和识别频率的时候有更多的灵活性。

Elecraft N-Gen 宽带噪声发生器可用使用计算机声卡和如 Spectrogram 软件的方法的接收机 IF 调整。Elecraft 供应 2 个巴伦套件 BL1 和 BL2，提供 150W 和 250W 功率电平，可以制作成 1 : 1 和 4 : 1，可用作天线调谐器和负载之间的隔离。我为 QST 评测了他们的 2T-Gen 双音频发生器。这个设备在音频输入加了 2 个校准过的音频，因此非常适合于 SSB 发射机的输出调整。

说起衰减器，Elecraft 的 AT-1 是一个 41dB 衰减器（1dB 步进），你可以用它来衰减 QRP 发射机的输出，准确地设置毫瓦功率电平，或者用来和 RF 信号发生器一起工作，在接收机调整时准确地控制 RF 输出电压。让我们不要忘记 W1 140W 计算 SWR 电桥，可以被从 QRP 功率电平一直到 140W 输出的任何发射机使用。它们的 AF-1 有源音频滤波器对于任何 RF 和 / 或音频滤波不良的 QRP 电台是一个有价值的附加品。音频带宽可以调节，这可以让信号更干净，从而使你更容易抄收目标电台的信号。

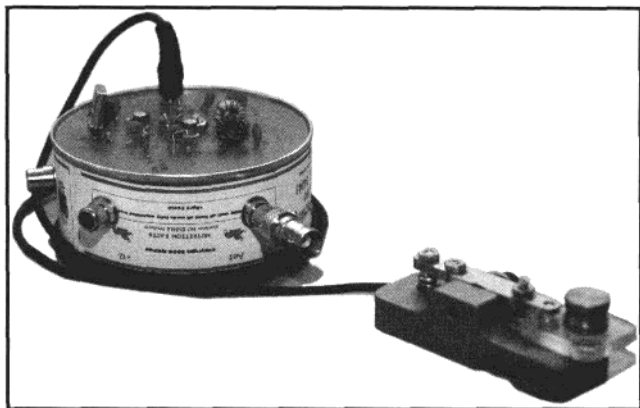
简而言之，你真的需要看一下 Elecraft 的产品，找到一些简单的不贵的迷你模块套件来扩充你的测试设备。

你可以根据不同的 ARRL 出版物的信息制作自己的测试头，包括 RF 探头。Digi-Key、Mouser、Newark 和 Allied 都有商业制作的夹具和测试头 / 探头，所以如果你不能或者不想自己制作，它们已经有商品出售。

其他你可以制作的东西

现在的市场上有大量 QRP 相关的套件和附件。简单举几个例子，包括 Oak Hills Research、Elecraft、Kanga、Wilderness Radio、道格·亨德里克的 QRP 套件。它们都为你的制作和操作的乐趣提供一些杰出的套件。Oak Hills WM-2 功率表是一个你必须拥有的测试设备。这个功率表可以在 3 个不同的量程上测量 $0 \sim 10\text{W}$ 、 $0 \sim 1\text{W}$ 和 $0 \sim 100\text{mW}$ 。这个套件用一个晚上就可以简单制作，并且可以简单地用一个数字万用表来进行校准，这个功率表是一个不可或缺的测试设备，当和一个 5W 的假负载配合使用时，可以很好地帮助你从最新制作的 QRP 机器中获得最多的功率输出。

这是 Uyam 和我花费一个下午完成的项目。照片上的 Tuna-Tin-II 搭配了一个 American Morse Equipment (www.americanmorse.com/) 的手键。道格·豪夫 (W6AME) 为 QRP 操作者提供这个电键和其他自动键体、手键套件和其他附件。(摄影：K7SZ)



亨德里克的 DC-40 QRP 收发信机套件是一个老想法的高性能新设计。道格套件的特色是一个完整的直接变换接收机的重新设计，加之一一个 $750\text{mW} \sim 1\text{W}$ 发射机，提供一个套件制作者一晚上就能制作完成的良好性能的套件。接收机的独特设计使得它几乎对短波调幅广播干扰免疫。这是在夜间 40m 波段工作的时候最要克服的东西。这个 40m 波段电台保证是一个很有趣的制作和操作的电台。整个电台在一块印制电路板上，套件包含了除外壳以外的所有元件。它可以被放入总是可以找到的 Altoids 薄荷糖盒子中。说明书可以从道格的网站中下载，当你制作这个电台的时候，你有在制作工程当中检查你的进展的几个步骤，基本上保证你的 DC-40 第一时间就能工作。这个电台是一个单频率电

台（中心频率在 7 040kHz，40m 波段 QRP 呼叫频率），但是互联网上有一些摩机方法提供一个可变晶体振荡器（VXO）的改动，使得电台在波段上可以改变一些频率。当你按下电键时，有一个自动的 600Hz 偏移，以给其他电台提供合适的偏移。DC-40 的特色还包括一个内置的 iambic/ 手键控制器，可以接受自动键或者手键的输入。控制器的速度可以以 1word/min 步进在 7 ~ 30word/min 可调节。自动键被用来改变速度。总体而言，DC-40 是初学者的一个良好的小电台，可以让制作的新手使用自制的电台在空中良好地工作。没有什么比这点更好的！你自己可以参考 www.qrpkits.com。

我们已经在第 4 章涉及了 OHR、Elecraft 和 Wilderness Radio 的套件，但是还有一些套件值得在本章中特别关注，只是由于它们的独特性和尖端的技术。

Kanga Kits 的比尔·凯尔西（N8ET）提供一些顶尖的 QRP 相关的套件。Kanga 的最为令人惊叹的套件是 KK7B 双声道 I-Q 接收机套件，它在 1999 年 3 月 *QST* 杂志上以主题文章的形式被介绍。我在 ARRL 总部实验室工作的时候得以体验这个接收机，这是里克·坎贝尔（KK7B）的设计。说这个设计是根本的革命性是对它的一个低估。首先输入的 RF 被分成两路，以异相的形式被送到一个混频器。然后这被整流后产生音频（这实际就是一个直接变换接收机），收听起来很是享受。相移让你的大脑作为 CW 滤波器，效果简直是令人惊叹！信号基本上就像是从一个基本没有噪声的波段蹦出来一样。收听 I-Q 接收机绝对是一个真正的享受。比尔以廉价的 115 美元出售这些套件，当你最终制作和使用它的时候，你就会想知道为什么你之前没有买一套！严肃地说，这是一个良好的接收机，而且这不是一个过时的设计。板子外的变频器可以用来覆盖额外的波段。这个套件难度中等，所以我建议你做了几个简单的套件以后，再尝试 Kanga I-Q 接收机。查阅这个杰出的套件产品：www.kangaus.com。

软件无线电（SDR），用一句话来说，是令人难以置信的。这是以很便宜的价格获得的顶尖技术。还有哪里你能够以 10 美元获得一个完整的接收机套件？没错——10 美元就能让你得到 SoftRock 第 6 版接收机的几个套件中的一个。它们有不同的波段：160m、80m、40m、30m 和 20m 波段。这些接收机本质上是数字的，需要使用声卡和计算机（你可选择台式或者笔记本）。在你制作了这个小玩意以后，插入电源、一条天线，连接到你的声卡 / 计算机电缆，你就拥有了一个在你选择波段上工作的短波接收机！托尼·帕克斯的网站有这些良好的小套件的

所有规格书。软件是免费的，可以从多个来源下载，如 www.flex-radio.com/，www.dx-atlas.com/rocky/ 和 www.m0kgk.co.uk/sdr/index.php。

这是从“沙丁鱼罐头”中倒出来的 Tuna-Tin-II QRP 发射机套件的近距离照片。制作结束时，罐头作为外壳。套件在 www.qrpme.com 可供。



SDR 是一个先进的技术，QRP 操作者正好参与其中。这真是一个享受这方面无线电爱好的好时机。我有 3 个这样的接收机，它们制作和操作起来绝对非常棒。现在如果有人有些创意可以开发在我的 Palm105 上使用的 SoftRock 软件，我真的会非常印象深刻！

在本章即将收尾的时候，我会说任何希望涉足制作 QRP 电台和测试设备的人，没有任何理由不去这样做。设置一个基本的电子工作 / 测试台的总体成本是很容易被接受的。良好的 QRP 电台和附件套件也是如此。这部分的 QRP 爱好是极其充实的，使用自制的设备达成全球通联的自豪感是非常令人陶醉的。来吧，热起你的烙铁！

万维网上的信息

你可以在万维网上获得丰富的信息大大增加你的自制经验。当你寻找这些信息的时候，谷歌(www.google.com)是你的朋友。例如，可以在 W8JI 的万维网 www.w8ji.com/ 找到所有 W8JI 的东西。



附录：QRP 呼叫频率

波段 (m)	CW (MHz)	SSB (MHz)
160	1.810	1.910 1.843 (欧洲)
80	3.560 3.579 (电视彩色脉冲晶体) 3.710 (新手)	3.985 3.690 (欧洲)
40	7.030 7.035 (QRP-L) 7.030/7.060 (欧洲) 7.110 (新手) 7.112 (NorCal 晶体)	7.285 7.090 (欧洲)
30	10.106 10.116 (QRP-L)	
20	14.060	14.285
17	18.096	18.130
15	21.060 21.110 (新手)	21.385 21.285 (欧洲)
12	24.906	24.950
10	28.060 28.110 (新手)	28.885 28.385 (新手/Tech+) 28.360 (欧洲)
6	50.080 ~ 50.100 50.110 (欧洲)	50.125 50.110 (欧洲)
2	144.060	144.285 144.585 (调频)

我要感谢鲍勃·海托华 (KI7MN) 和 AZ ScQRPions 允许我使用他们网站上的此表。



附录：商品 QRP 电台设备和套件制造商

Elecraft, PO Box 69, Aptos, CA 95001-0069 TEL: 831-662-8345
(www.elecraft.com)

ICOM America, Inc., 2380 116th Ave NE, Bellevue, WA 98004
TEL: 425-454-8155 (www.icomamerica.com)

Kanga US, 3521 Spring Lake Dr., Findlay, OH 45840
TEL: 419-423-4604 (www.kangaus.com)

MFJ Enterprises, Inc., 300 Industrial Parkway Rd., Starkville,
MS 39759 TEL: 800-647-1800 (www.mfjenterprises.com)

Oak Hills Research, 2460 South Moline Way, Aurora, CO 80014
TEL: 303-752-3382 (www.ohr.com)

SGC, Inc. 13737 SE 26th St., PO Box 3526, Bellevue, WA 98009
TEL: 800-259-7331, 425-746-6310 FAX: 425-746-6384 (www.sgcworld.com)

Small Wonder Labs (Dave Benson, K1SWL): 21 Wright Road,
Wethersfield, CT 06109 (www.smallwonderlabs.com)

Ten-Tec, 1185 Dolly Parton Parkway, Sevierville, TN 37862 TEL:
800-833-7373 (www.tentec.com)

Wilderness Radio(Bob "QRP Bob" Dyer): PO Box 3422, Joplin,
MO 64803-3422 TEL: 417-782-1397 (www.fix.net/~jparker/wild.html)

Yaesu (Vertex Standard), 10900 Walker St, Cypress, CA 90630
(www.yaesu.com)

商品和套件 QRP 附件制造商

Benchner, Inc: 831 N. Central Ave, Wood Dale, IL 60191
TEL: 630-238-1183 (www.benchner.com)

American Morse Equipment (Doug Hauff, KE6RIE): (www.americanmorse.com)

Idiom Press: PO Box 1025, Geyserville, CA 95441, (www.idiompress.com)

Jameco Electronics: 1355 Shoreway Road, Belmont, CA 94002
TEL: 800-831-4242 (www.jameco.com)

LDG Electronics, Inc.: 1445 Parran Rd., St. Leonard, MD 20685 TEL:
877-890-3003 (www.ldgelectronics.com)

Vibroplex Co, Inc.: 11 Midtown Park E., Mobile, AL 36606
TEL: 800-840-8873 (www.vibroplex.com)

W4RT Electronics: 3077-K Leeman Ferry Road, Huntsville,
AL 35801 (www.w4rt.com)

West Mountain Radio: 18 Sheehan Ave, Norwalk, CT 06854
TEL: 203-853-8080 (www.westmountainradio.com)

商品天线制造商 / 附件和电缆

Arrow Antennas, (Allen Lowe, NØIMW): (www.arrowantennas.com)

Alpha Delta Communications, INC: PO Box 620, Manchester,
KY 40962 TEL: 888-302-8777 (www.alphadeltacom.com)

Davis RF, PO Box 730, Carlisle, MA 01741 (www.davisrf.com)

PAC-12 Portable QRP Antenna (James Bennett, KA5DVS):
ka5dvs@pacificantenna.com (www.pacificantenna.com)

The Ventenna Company, PO Box 445, Rocklin, CA 95677
TEL: 888-624-7069 (www.ventenna.com)

RF Connection: 213 North Frederick Ave, Gaithersburg, MD 20877
(www.therfc.com)

Radio Works: Box 6159, Portsmouth, VA 23703
TEL: 800-280-8327 (www.radioworks.com)

Quicksilver Radio Products (John Bee, N1GNV): 30 Tremont Street, Meriden, CT 06450 (www.qsradio.com)

杂项

EZNEC, Roy Lewallen, W7EL, PO Box 6658, Beaverton, OR 97007 TEL: 503-646-2885 (eznec.com)

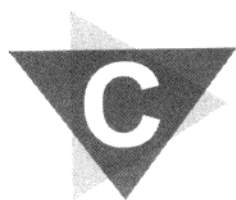
EQF Software, 547 Sautter Drive, Crescent, PA 15046
TEL: 724-457-2584 (www.eqf-software.com)

The HW-8 Handbook, Mike Bryce, WB8VGE: prosolar@sssnet.com

The Heathkit Shop (www.theheathkitshop.com)
(Everything you need or wanted to know about the Heathkit series of ham radio kits)

Glowbugs Internet Reflector (glowbugs@piobaire.mines.uidaho.edu): To subscribe send an email to: majordomo@piobaire.mines.uidaho.edu with the following command in the message body: subscribe glowbugs your email here

AMSAT-NA: 850 Sligo Avenue, Suite 600, Silver Spring, MD 20910 TEL: 888-322-6728 (www.amsat.org)

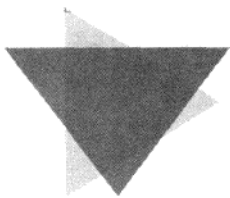


附录：英制 - 公制转换说明

本书在翻译过程中遵照了原版英文书中的数据和英制单位，为了方便读者对单位理解，特将英制单位与我国使用的公制单位的换算表列出，请读者参考。

英制—公制转换表

长度	
1 英寸 (in)	=25.4 毫米 (mm)
1 英尺 (ft)	=30.5 厘米 (cm)
1 英里	=1.61 千米 (km)
面积	
1 平方英寸 (in ²)	=6.45 平方厘米 (cm ²)
1 平方英尺 (ft ²)	=929 平方厘米 (cm ²)
1 平方英里	=2.59 平方公里 (km ²)
体积	
1 立方英寸 (in ³)	=16.4 立方厘米 (cm ³)
1 立方英尺 (ft ³)	=0.0283 立方米 (m ³)
重量	
1 磅 (pound)	= 0.45362 千克 (kg)



后 记

这是第三版 Low Power Communications 的收尾。我从不厌倦阅读和听取来自 QRP 操作者们的评论，特别是新加入 QRP 活动的爱好者沉浸于 QRP 活动的时候。他们就像是过圣诞节的孩子们！真的。

另外，有经验的 QRP 操作者不仅被使用 5W 或更小功率可能做全球通信的事实激发起好奇心，而且还可以用简洁的 QRP 电台完成这个目标。这有点像看着你的孩子玩你买给他 / 她的生日礼物玩具消防车。一旦开始的新鲜劲过去了，礼物玩得熟练了，消防车就会丢在角落里，他 / 她开始玩起了包装盒。想想看吧。

QRP 和自制设备也是如此。尽管本质上从几千美元高端的 DX 操作者的梦想电台到老式 Heathkit HW-7 的任何电台都可以获得 QRP 通联，但是电台越简单越能体会 QRP 的乐趣。这是真正回归原始状态的业余无线电。

尽管我拥有 Elecraft KX1 和 K2 收发信机和 Vertex Standard (Yaesu) FT-897 电台，我还是偏爱用我的 RockMite-40、MFJ CUB、NorCal-40A、DC-40、80m 波段 Warbler 和 / 或我即将制作的 Firefly 在波段上寻求小功率通联以获得乐趣。是的，这是真的——我宁可玩消防车的包装盒。奇怪吧？也许是。有趣吗？绝对没错！

我想我要证明的观点是：QRP 的存在是因你的想法而转移的。如果你希望操作，那么就去操作，并追逐 DX，进行比赛，嚼碎布，这是乐趣。然而如果你希望完整的 QRP 经历：那么沉浸其中，开始制作东西。我建议先从简单的项目开始，也许是一个类似于 CW 自动键控控制器、平衡线天线调谐器或 SWR / 功率表这样的电台附件，然后，进一步制作更复杂的套件，如 SW-40、NorCal-40A、OHR-100、DC-40 和 / 或 FireFly。当你能够熟练地自制设备后，就去尝试一下 Elecraft

K1、K2 或者 KX1。一旦你参与其中亲身实践，你就会发现制作 QRP 是业余无线电中非常有成就感的一部分。和我交流过的大多数曾经从事自制电子设备这一失传的艺术的人告诉我，这一工作特别放松，而且会带来巨大的成就感，因此，尽情地享受吧。热起你的烙铁，去获得乐趣。

下面的文字在过去的 QST 杂志 QRP 专栏中出现过。这个专栏在我为 QST 杂志做 QRP 专栏的整整四年中，是我写的反响最为热烈的专栏。显然，它触及了一个“热门话题”。我收到的反馈压倒性地喜欢我所写的内容。因此，我觉得这些我对 QRP 观点的信息，会让没有阅读过原始文章的人，觉得值得一读。

QRP 哲学

通常，我们 QRP 操作者对我们的爱好太过于严肃了。如果其他人对于如何追求 QRP 的想法和我们自己的想法不一样，我们就会防范和对抗。我看到这种情况在 QRP 的邮件讨论组和实际的人与人之间发生过。我们首先应该理解的是，如果你将 100 个 QRP 操作者召集到一个房间，让他们写下他们对于 QRP 的想法和他们将计划如何追求这个爱好，你一定会得到关于这个问题的 100 个不同回答。

多样性

我们对于爱好有不同的取舍和想法是一个好事情。当与其他 QRP 操作者沟通的时候，这会提供拓展知识面的可能性。如果闭门造车、固执己见，我们将停步不前，我们的爱好就会得不到发展。

QRP 被主流的业余无线电界认为是一群从事 CW 神秘艺术的神秘的人。我们都知道这是对于我们这个爱好的非常狭隘的认识。实际上，QRP 是业余无线电中发展最快的领域。随着廉价、高性能套件电台的出现，数以千计的人涌入小功率通信的领域，在这个过程中变成自制设备的狂热爱好者。由于 PSK31 而产生的“数字大跃进”，将短波波段之门向许多新近获得执照的业余无线电爱好者开放了。直到现在，许多这样的业余无线电爱好者，对于我们这一爱好缺乏兴趣，害怕由于不熟练 CW，他们享受 QRP 的梦将难圆。

如 Yaesu FT-817 和 ICOM IC-703Plus 的电台向数以千计的人打开了

便携 QRP 操作之门（如果销售记录是正确的话）。将微型电台用作徒步移动电台的想法抓住了 HFPack 邮件讨论组上面的人的想象力。许多创新的想法在这个讨论组上讨论（和争辩），使之成为一个非常活跃的讨论组和杰出的便携短波操作信息之源。

我们的多样性是我们的力量。通过涵盖许多不同种类的享受 QRP 的方法，我们进步和成长。这种进步的过程对于我们的可持续发展来说是至关重要的，如果我们希望吸引更多的新鲜血液加入到我们的爱好当中来的话。

什么是 QRP？

严格意义上的定义是，QRP 是用 5W 的功率对业余无线电的追求：不多，也不少。然而对于一些人，QRP 已经成为一种宗教式的生活方式的疆域。但是，这仅仅只是一个爱好而已。许多时候，非 QRP 的业余无线电爱好者会被长篇累牍地说教，为什么 QRP 是“对”的，而大功率 QRO 是“错”的。哥们，没有什么比告诉他们，他们正在享受的事情完完全全是错的更能让他们火冒三丈了。这就如同辩论在钓鱼的过程当中谁会获得更多的乐趣：用超轻的渔具还是用超重的钓鱼竿和钓鱼线的人。两者都会获得乐趣，没有一个是错的。

这个概念甚至扩展到 QRP 本身的不同阶层。有些人正践行着极简主义的概念。所有的东西都是自制的，所有的天线都是架设在低高度的线天线。我看到过，有一次我还加入了一个因特网上关于极简电台的讨论。一般来说，极简主义者认为真正的 QRP 只能通过极简的通常是自制的电台和线天线来获得。电台的电源是通过太阳能充电或连接到仓鼠笼子一侧的小发电机得到的。大的定向天线、对数周期天线、菱形天线是“邪恶”的，不符合“QRP 的真正精神”。

当然，反论是 QRP 只是功率电平而已，而高效的天线将补偿这种功率上的不均等性。极简主义 QRP 操作者将其他人都看成持异端者，而非极简主义者将他们的对立方看成完全与现实状况和 QRP 的概念步调不一致。

这里没有“对”和“错”之分。诚然，你选择追求 QRP 的方法是你自己的事情。如果你使用极简主义的哲学，获得乐趣，享受你操作的时间，那很不错！另外一方面，如果你的确不能加入到极简主义的运动中，那么也是没有问题的，只要以你的方式进行 QRP 活动，你能够获得乐趣。不管以何种方式开展活动，你都将成为一个更好的操作者，因

为你使用着最小的功率，进行着全球范围的通信。

当 QRP 不够的时候

我知道我会因为这个话题而遭受批评和责难，但是我必须得说。将所有浮夸的、正当的、夸耀的动机放到一边，有的时候 5W 的确不能工作。我憎恨我必须做恶人来告诉你这些，但是这是真的。在这种情况下，使用更高的功率电平没有错也不用感到害羞。不然，线性放大器就没有必要存在嘛。

[G e n e r a l I n f o r m a t i o n]

书名=小功率通信指南 QRP之道

S S 号= 1 2 6 8 2 9 6 5