

# 走进 业余无线电

## HAM RADIO

徐辉 (BA4RM) 编著



申请执照 选购电台 参加竞赛  
介绍火腿入门的必备知识



移动通信 中继通信 图像通信  
带你走进多彩的通信世界



# 走进业余无线电

徐辉 (BA4RM) 编著

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目(CIP)数据

走进业余无线电 / 徐辉编著. —北京: 人民邮电出版社,  
2009. 7

ISBN 978-7-115-20999-3

I. 走… II. 徐… III. 无线电通信 IV. TN92

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第091900号

## 内 容 提 要

本书是一本供业余无线电爱好者入门阅读的书籍, 书中介绍了很多业余无线电入门者必备的知识, 如电台的选购、各种通联方式、天线的简单制作、业余电台竞赛活动等, 对于业余无线电新手有很强的引导作用。

本书除了适合业余无线电新手阅读外, 还是一本轻松生动地介绍电波传播知识和各种业余通信方式的科普读物, 适合对相关知识感兴趣的学生和电子爱好者阅读。

## 走进业余无线电

- 
- ◆ 编 著 徐 辉 (BA4RM)  
责任编辑 张 鹏
  - ◆ 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>  
北京铭成印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 700×1000 1/16  
印张: 8.25  
字数: 144千字  
印数: 1-5 000册
  - 2009年7月第1版  
2009年7月北京第1次印刷

---

ISBN 978-7-115-20999-3/TN

定价: 19.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

# 序

业余无线电是一种培养素质和陶冶情操的优秀活动，世界上无数无线电专家大都是从青少年时代参与业余无线电活动起步的，也有一些人虽在其他领域颇有成就，甚至成名，但还是念念不忘青少年时代的业余无线电爱好。

无线电是一种帮助人类穿越空间进行思想传递的神奇技术。我们每个人都时刻生活在被无线电波所包围的环境里。无线电技术已经成为人们汲取信息、进行人际交流的基本渠道，同时也是工业、农业、渔业、商业、气象、交通、地质、军事、航天等各行各业都离不开的基本工具。因此，作为现代人通过业余无线电活动接触一些无线电知识，学习一些科技思维方法，积累一些现代通信实践经验具有更现实和更深远的意义。

徐辉同志结合自己无线电教育实践经验所编写的这本书通俗易懂、图文并茂，可以帮助初学者步入无线电科技的天地。希望读者能通过本书的学习和相应的实践，感受到与现代科技进行零距离接触的乐趣，体会到全新的学习经验。

陈平（BA1HAM）  
2008年12月于北京

# 前 言

无线电通信技术的飞速发展，极大地改变了世界的面貌和人类的生活。从最初的无线电报到今天广泛使用的移动通信、卫星通信、数字通信，我们的生活与无线电通信技术越来越紧密地联系在一起。无线电通信技术已成为现代科学技术最前沿的学科之一。

业余无线电通信伴随着通信技术的发展走过了百年历程。“业余业务”始终是众多无线电通信业务当中不可缺少的组成部分，无线电通信技术的发展同样也凝聚着全世界数百万业余无线电爱好者的智慧。短波通信、流星余迹通信、月面反射通信、无线电数字通信、无线电图像通信、低轨道卫星通信，业余无线电家们不断探索新的课题，他们使用自己制作的装置进行通信试验，享受着驾驭电波带来的乐趣。

业余无线电内容是极其丰富的。爱好者们可以自己设计、制作天线，研究不同波段电波传播的规律，参加远征通信比赛，与世界各国的业余无线电爱好者进行通信试验，相互交流，探讨感兴趣的话题。

本书是一本业余无线电通信的入门读物，你可以从中学到有关通信语言、电波传播等基础知识，也可以选择感兴趣的内容进行实际操作。希望本书能把你带进业余无线电这个奇妙的世界。

在编写本书的过程中，得到了几位专家的大力支持和悉心指导。陈平（BA1HAM）、童效勇（BA1AA）、陈方（BA4RC）对本书内容提出了宝贵意见，《无线电》杂志社房桦同志提供了部分资料，陈亚娟老师对书稿进行了校阅，姜言青同志对本书的出版给予了热情的鼓励，陈平同志还在百忙中为本书撰写序言，在此一并表示衷心的感谢！

编者

2009年2月

# 目 录

<b>第 1 章 初识业余无线电</b> .....	1
一、独特的业余电台 .....	1
二、依法设置业余电台 .....	9
三、取得业余电台操作证书 .....	10
<b>第 2 章 选购一部业余电台</b> .....	12
一、业余频段 .....	12
二、选用哪一种业余电台 .....	15
三、手持电台 .....	19
四、车载电台 .....	26
<b>第 3 章 通话前的准备</b> .....	31
一、业余通信基本程序 .....	31
二、呼号 .....	34
三、信号报告 .....	35
四、英文字母解释法 .....	36
五、电台日志 .....	37
六、QSL 卡片 .....	39
七、通信用语 .....	43
<b>第 4 章 第一次通联</b> .....	47
一、开始通信 .....	47
二、移动通信的乐趣 .....	48
三、中继通信 .....	49
四、EchoLink .....	52
五、应急通信 .....	56
<b>第 5 章 哪种天线最好</b> .....	60
一、业余电台常用的天线 .....	60

二、天线的方向性、增益和驻波比 .....	64
三、天线的制作 .....	66
四、天线的架设 .....	72
五、测量天线的驻波比和输出功率 .....	74
<b>第 6 章 跟着电波旅行 .....</b>	<b>78</b>
一、电磁波的产生 .....	78
二、电离层与对流层 .....	79
三、天气对传播的影响 .....	82
四、神秘的电波 .....	84
五、环亚 2M SSB DX 移动通信活动 .....	87
<b>第 7 章 莫尔斯电码与电报通信 .....</b>	<b>90</b>
一、学习莫尔斯电码 .....	90
二、Q 简语 .....	92
三、业余通信常用缩语 .....	93
四、CW 通信 .....	95
<b>第 8 章 RTTY 和 SSTV .....</b>	<b>96</b>
一、RTTY 通信 .....	96
二、SSTV 通信 .....	101
<b>第 9 章 业余电台竞赛活动 .....</b>	<b>106</b>
一、DX 通信 .....	106
二、CQWW 远距离世界比赛 (CQ WORLD WIDE DX CONTEST) .....	108
三、甚高频世界比赛 (CQWW VHF CONTEST) .....	109
四、IOTA 竞赛 .....	109
五、全国青少年无线电通信锦标赛 .....	111
六、奖励证书 .....	112
<b>附录 1 中华人民共和国业余无线电台操作证书等级标准 .....</b>	<b>114</b>
<b>附录 2 关于公众对讲机管理有关问题的通知 .....</b>	<b>120</b>
<b>附录 3 全国部分城市中继台频率 .....</b>	<b>123</b>
<b>附录 4 业余无线电常用网址 .....</b>	<b>126</b>

# 第 1 章

## 初识业余无线电

20 世纪初，无线电通信在航海等领域得到了广泛的应用，这个时期已有人从事业余通信试验。1923 年，业余无线电爱好者用小功率短波电台成功实现了穿越大西洋通信实验。在实验中，他们发现波长越短通信距离越远，只需要较小的功率就能实现远距离通信。业余无线电爱好者的这一重大发现，是无线电发展史上最重要的成就之一，它为全球短波通信奠定了基础。

世界各国的业余无线电爱好者对无线电通信技术的发展起着重要的推动作用。在短波通信、流星余迹通信、月面反射通信、无线电数字通信、无线电图像通信、低轨道卫星通信等许多领域都留下了业余无线电家们不断探索的身影。在登山探险、抢险救灾，增进同世界各国人民的交流与合作，培养青少年科技素质等方面，业余无线电通信发挥了其独特的作用，展现了其巨大潜力。

### 一、独特的业余电台

你可能很想参加业余无线电通信活动，急于了解一系列的问题，比如：

- 什么是业余电台？
- 业余电台可以进行哪些通信？
- 业余电台能通联多远？
- 我可以设置业余电台吗？

……

#### 1. “火腿”与业余电台

这里所说的“火腿”不是“金华火腿”，它特指对业余无线电通信有着浓厚兴趣的人。业余无线电爱好者的英文是“Radio Amateur”，在世界上又称为“HAM”。由于“HAM”在英语中还可以被解释为“火腿”，所以“火腿”又



成了业余无线电通信爱好者们的另一个名字。

业余电台（Amateur Radio Station）是经过国家主管部门正式批准，业余无线电爱好者为了试验收发信设备、进行技术探讨、通信训练和比赛而设立的电台，如图 1-1 所示。业余电台中的“业余”一词，并不表示从事业余无线电通信活动的人缺少专业知识与技能，只表示业余无线电不能用于商业目的。国际电信联盟（ITU）根据不同的用途将全世界所有无线电通信分为 43 种业务，业余电台属于其中的“业余业务”。ITU 对业余业务的定义为“供业余无线电爱好者进行自我训练、相互通信和技术研究的无线电通信业务，业余无线电爱好者系指经正式批准的、对无线电技术有兴趣的人，其兴趣纯系个人爱好而不涉及谋取利润”。



图 1-1 业余电台

世界各国政府对业余无线电活动都给予了多方面的支持，允许无线电爱好者通过无线电波跨越国界进行国际间交流，因此业余无线电爱好者也被称为各国民间友谊大使。目前全世界拥有电台呼号的爱好者约 300 万人，如果你从学习业余无线电通信的基础知识开始，掌握电台操作技能，拥有了自己的电台和呼号，那你就可以和国内外的“火腿”进行空中对话了。

下面摘录的是美国业余无线电协会（ARRL）出版的《业余无线电爱好者手册》中一段有关业余无线电通信的说明。

“一年 365 天，全世界的业余无线电爱好者都随时相互进行着通信。通信是人们切磋有趣的技术，进行富于变化的、激动人心的试验，发现新朋友的手段。业余无线电家作为具有共同的广泛兴趣的人们，通过全球规模的‘友谊之桥’进行空中通信，交换思考的话题，互相学习。因此，业余无线电通信具有超越国境、增强理解和友谊的作用，这一点是其他爱好所无法实现的。”

## 2. 集体电台和个人电台

根据设台者的身份,业余电台分为集体电台和个人电台两种。由团体申请设置,并由设台团体使用者称为集体业余电台,国际上常称其为俱乐部台(Club Station)。我国现有的集体业余电台,多为体育、教育、科协等系统所设立,是组织、培训爱好者的活动中心。个人业余电台是指爱好者本人申请设置并由其本人操作使用的电台。当今世界300多万个业余电台中,绝大多数是个人电台。

中国的业余无线电活动开始于20世纪20年代,在当时极其简陋的条件下,老一辈业余无线电家怀着“以科学报效祖国”的理想,自己动手制作无线电收、发报机,互相联络,成为掌握无线电通信技术的先锋。新中国成立后,党和国家领导人十分重视开展无线电活动,参照前苏联建立“陆海空志愿协会”军事后备组织的模式,我国建立了中国人民无线电俱乐部等机构,陆续从东欧引进快速收发报、无线电测向、无线电多项通信等活动,组建专业运动队参加国际比赛。1958年在北京建立了我国第一座集体业余电台,呼号为BY1PK。1992年,经国务院批准,我国恢复开放个人业余电台。从此,我国的业余无线电活动进入了一个新的阶段。近年来,随着中国经济的飞速发展和世界范围内的相互交流,业余无线电已揭开它神秘的面纱,逐步成为许多爱好者业余生活的重要内容。各地的业余无线电爱好者积极加入到普及通信知识和操作技能的活动,时刻准备在突发灾害到来时为社会服务。还有的爱好者正在进行数据通信、空间通信等各种新技术的研究。

业余无线电爱好者进行通信试验的内容是极其丰富的。既有“古老”的电报通信,也有各种各样的数据通信和图像通信。世界各国的爱好者还把电台设备带到野外相互通联,进行移动通信、小功率通信试验。捕捉“突发E层”、“大气波导”进行V/U波段超远程通信试验是最具魅力的研究课题之一,将因特网与电台结合在一起的EcohLink同样也吸引着众多的业余无线电爱好者。

## 3. 数字通信

数字通信是指传递数字信号的通信模式。业余通信中数字通信模式可以说是层出不穷,直到今天还在业余界广泛使用的电报(CW)应该算是最古老的一种数字通信模式。无线电电传(RTTY)是一种对设备要求较低的数字通信,在发送端用键盘代替话筒或电键输入信息,接收端则把来自对方的文字显示在显示器上,如图1-2所示。AMTOR是一种具有纠错码功能的电传通信方式。

这种通信方式把每一个信息分散在不同时间里重复发送,在不增加设备的情况下,可以大大改善通信系统的可靠性。

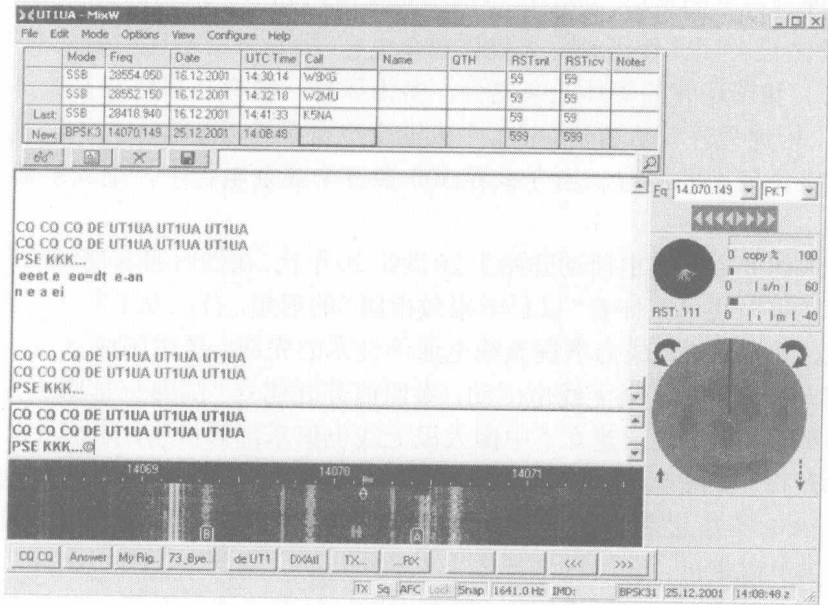


图 1-2 数据通信软件

PSK31 是指带宽为 31Hz 的移相键控调制模式。它只需要 31Hz 的带宽, 占用频带非常窄, 抗噪声能力强。在信号非常微弱, 甚至是几乎不可闻的信号, 只要在计算机屏幕上能出现信号轨迹, 一般都能正确地解调。

另一种被广泛使用的数字通信模式是 PACKET, 利用广泛存在的 PACKET 网络, 业余爱好者们每时每刻都在传递着各种各样的信息, 美国的爱好者甚至还利用 PACKET 网络提供全国范围的业余定位系统服务。

除此之外还有 PACTOR、CLOVER、G-TOR 等其他的数字通信模式, 每种不同的模式适合不同的应用场合, 各有各的特点。各种模式的通信试验给热衷于数字通信的业余无线电爱好者带来了许多乐趣。

#### 4. 图像通信

图像通信是现代通信技术综合发展的结果, 如图 1-3 所示。在业余无线电通信领域, 无线电爱好者们一直在探讨电视图像的传送技术, 并不断对其进行改进。图像通信有两种主要方式: 一种称为业余无线电视 (ATV), 用于传送活动图像; 另一种称为慢扫描电视 (SSTV), 用于传送静止图像。

普通电视为保证图像清晰, 每秒需传送 50 幅图像, 要占用 6MHz 宽的频

带。业余频段范围较窄，难以传送一般的电视信号。爱好者采用几秒传送一幅图像的办法，用图像信号的慢变化来减小频带宽度，使得在短波波段传送图像的愿望得以实现。现在，许多爱好者借助计算机技术，配合简单的接口电路及软件，就可以完成 SSTV 方式的通联，这极大地丰富了业余无线电通信的内容。



图 1-3 图像通信

## 5. 业余卫星通信

1957 年 10 月 4 日前苏联发射了世界上第一颗人造地球卫星，与此同时，美国的一些爱好者萌发了发射业余通信卫星的设想，他们组织起来并将这个计划命名为 OSCAR。4 年之后，他们的努力获得成功，世界上第一颗业余通信卫星 OSCAR-1 号在美国加利福尼亚的范登伯格空军基地发射升空，如图 1-4 所示，图 1-5 为 P3E 业余通信卫星，这不但证明了业余无线电爱好者有能力研制、开发、控制自己的卫星，也标志着业余无线电通信从此进入了太空时代。

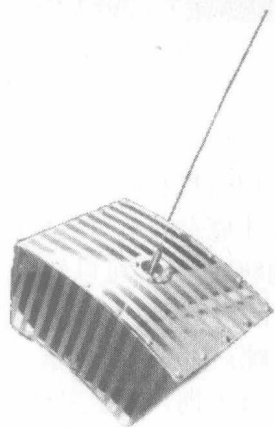


图 1-4 OSCAR-1 号业余通信卫星

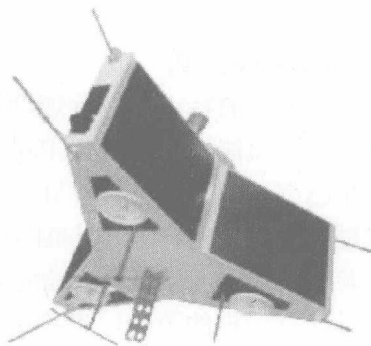


图 1-5 P3E 业余通信卫星

业余卫星通信系统可以分为空间部分和地面部分。空间部分是指业余通信卫星，地面部分就是我们的业余电台。一个业余卫星地面电台由以下几个部分组成。

### ■ 收发信设备

业余卫星通信爱好者可以选用专用的卫星收发信机，能够异频双工工作。

如 YAESU 公司的 FT-736 就是一种 VHF/UHF 波段全模式的卫星收发信机,能在 50MHz、144MHz、220MHz、430MHz 和 1 200MHz 业余频段工作,有 SSB、CW 和 FM 模式,能够同时异频收发,这对于低轨道卫星通信中克服多普勒频移有很好的作用。

### ■ 天线

在卫星通信中,由于通信距离远,信号传输损耗较大,卫星通信天线需要有较高的增益。多数情况下,还需安装高增益的前置放大器,以提高信号的强度。通常在 HF 频段使用偶极子或八木天线,VHF/UHF 频段多采用 8~10 单元的八木天线,更高的频段使用 20 单元的八木天线或是抛物面天线,图 1-6 为八木天线及卫星跟踪装置。

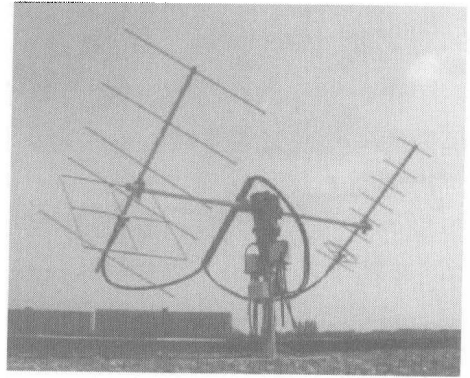


图 1-6 八木天线及卫星跟踪装置

由于低轨道卫星运行周期较短,天线系统还应具备自动跟踪的功能。一般把发送、接收天线集中安装在可延水平轴和垂直轴旋转的云台上,根据室内提供的驱动信号完成跟踪。

### ■ 跟踪控制系统

低轨道卫星的特点是运行速度快,一般每 2 小时绕地球一周。要与低轨道卫星通信,必须能精确地确定卫星的位置,这样才能有效地与卫星通信。

现在已有专门的软件可以计算出业余卫星的轨道,我们可以知道卫星什么时候经过我们的上空,算出卫星的仰角和方位角,由计算机控制天线方向控制器,使天线始终指向卫星,自动完成对卫星的跟踪,如图 1-7 所示。由于天线的波束宽度有一定的范围,也可用手动来调节天线方向,对卫星进行跟踪。

如果你想尝试利用业余卫星进行通联,就要在通信知识及技术方面进行充分的准备,如收集卫星的最新信息、了解业余卫星的模式、计算频率的偏移、学习卫星联络的规范和跟踪卫星的技巧。

世界各地的业余无线电爱好者已经成功地发射了二十几颗业余通信卫星,各国的业余无线电爱好者可以利用这些卫星及空间站进行各种远距离的空间通信试验。许多国家的业余通信卫星组织还对业余通信卫星和空间通信做出了一系列计划。中国的业余无线电爱好者在 CRSA 的组织下正在积极开展业余通信卫星的研制工作,相信不久会有中国的业余通信卫星进入太空。

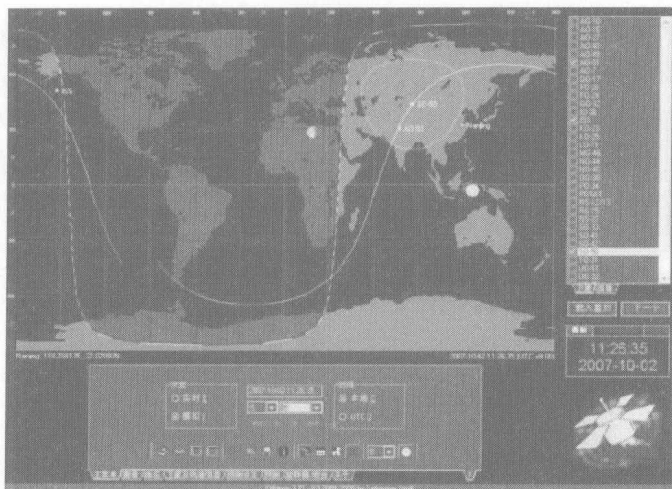


图 1-7 卫星跟踪软件

## 6. 国际空间站业余无线电通信计划 (ARISS)

和国际空间站宇航员对话是一种独特的体验。国际空间站业余无线电通信计划 (ARISS) 是由美国业余无线电协会、国际业余通信卫星公司、美国国家宇航局等共同组织和发起的一项活动, 是美国国家宇航局面向青少年的科技教育项目之一, 图 1-8 为美国建立的国际空间站。这个计划给学生们提供了一个利用业余无线电和国际空间站宇航员直接交流的机会, 该计划要求学生用英语提出关于太空、太空飞行、宇航员的太空生活等有关的问题, 宇航员对学生提出的问题进行解答, 因此要求学生有较好的英语口语和听力水平, 同时对太空知识有一定的了解。从 2000 年 11 月到 2007 年 8 月, 世界上—共有大约 300 所学校参与了这项活动。



图 1-8 国际空间站

“Can you see the Great Wall from the ISS?” 2007年8月26日北京时间18:44，南京市第三中学初二学生唐洁雯用流利的英语向宇航员提出了一个问题，克莱顿·安德森在距地球300km的国际空间站上听到来自中国学生的呼叫。我国的业余电台BY4RRR与国际空间站的通联活动终于得以实现，图1-9为中国学生第一次通过ARISS的国际计划直接与国际空间站上的宇航员对话。



图 1-9 BY4RRR 的同学与国际空间站宇航员对话

## 7. 月面反射通信 (EME)

依靠月面反射完成通联的这种通信方式称为 EME (Earth Moon Earth)，如图 1-10 所示，图 1-11 为用于月面反射通信试验的八木天线阵。地球与月球之间的距离大约 38 万千米，电波往返一次衰减极大，月面反射通信返回到地面的信号非常微弱。要想完成一次 EME 联络，必须掌握无线电波的传播特点，知道月亮的阴晴圆缺产生不同的天体噪声对接收的影响。进行 EME 通信必须配备大功率发射机、高增益天线以及高灵敏度的接收机。目前，完成双向 EME 联络大多数为 CW 方式。

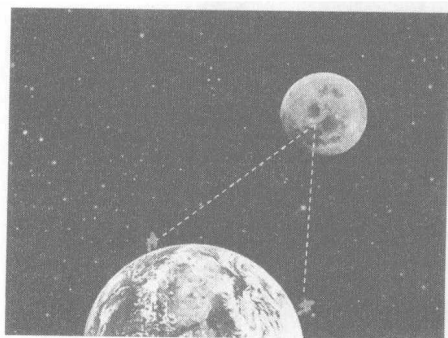


图 1-10 月面反射通信示意图

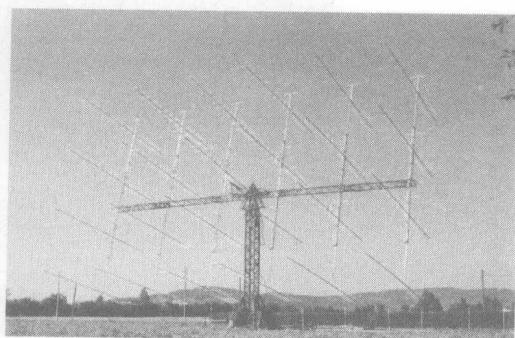


图 1-11 用于月面反射通信试验的八木天线阵

20世纪40年代,业余无线电家们已向EME通信发起了挑战。经过许多次失败之后,终于在1960年,美国的W6HB和W1BU在1296MHz首次实现了EME通信。

我国业余无线电爱好者也在积极探索EME通信。1997年10月19日,清华大学业余电台BY1QH在144MHz和瑞典SM5FRH等业余电台成功地进行双向EME联络,实现了我国在这一领域零的突破。

现在,EME通信已采用由计算机完成新的调制技术,这大大降低了EME通信对设备的要求。2007年5月20日,江苏省无线电运动协会业余电台BY4RSA在1296.090MHz频率上,以JT65C的模式,通过EME方式成功地与荷兰的业余电台PA3CSG进行了双向通联。这次试验使用的是一台IC706电台、一个自制的变频器和直径为1.8m、增益25dB的抛物面天线、一台自制的功率放大器,发射功率仅90W。

## 二、依法设置业余电台

为了有效地利用无线电频率资源,保证各种无线电业务的正常进行,国际电信联盟制定了无线电管理的国际法规——《无线电规则》,用来作为各国无线电管理的依据。1993年国务院、中央军委颁布了《中华人民共和国无线电管理条例》,国家无线电管理机构先后颁布了一系列规章和管理文件。这些规定是我国开展业余无线电活动必须遵循的准则。

业余无线电爱好者不同于一般的电子技术爱好者,设置和使用个人业余电台,进行无线电波的发射,必须向国家或者地方无线电管理机构提出申请,得到批准并取得中华人民共和国无线电台执照才能使用。擅自占用频率,无证(照)发射,都属于违法行为。

### 1. 设置个人业余电台的程序

为了满足获准设置和使用个人业余电台的条件,一般需要执行的程序如下。

- 申请加入中国无线电运动协会。
- 参加考试并获得《中华人民共和国业余无线电台操作证书》。
- 购买电台设备。
- 向无线电管理机构提交设台申请,申领《电台执照》。

### 2. 中国无线电运动协会

中国无线电运动协会(CRSA)是全国无线电爱好者的群众性组织,是主



管业余无线电活动的政府部门联系广大无线电爱好者的纽带和管理业余无线电活动的助手。在国际业余无线电联盟（IARU）中代表中国业余无线电爱好者。

目前，不同省、自治区、直辖市的业余无线电爱好者加入中国无线电运动协会，参加业余电台操作证书培训和考核，申请设置使用业余电台所需履行的具体手续有所不同，可向当地无线电管理机构、中国无线电运动协会或地方业余无线电社团咨询。中国无线电运动协会的总部设在北京，通信地址为“北京6106信箱”，邮政编码100061，网址 [www.crsa.org.cn](http://www.crsa.org.cn)。

### 三、取得业余电台操作证书

#### 1. 业余无线电台操作证书

根据国家无线电管理机构的有关规定，设置个人业余电台必须持有《中华人民共和国业余无线电台操作证书》（以下简称《操作证书》），如图 1-12 所示。《操作证书》是符合设置操作业余电台所要求的技术条件的凭证。它共分五个等级，一级为最高级，五级为收听级。


中华人民共和国业余无线电台操作证书 AMATEUR RADIO OPERATOR'S CERTIFICATE OF CHINA				
照 片	姓名 Name		性别 Sex	
	出生年月 D O B		籍贯 From	
	家庭地址 Address			
等级 Class	备注 Remarks			
编号 Number	发证日期 Issued Y	年	月	
	有效期至 Valid until Y	年	月	

图 1-12 中华人民共和国业余无线电台操作证书

申请《操作证书》者，应是经无线电管理机构委托的中国无线电运动协会或其他单位的培训，经《操作证书》考核机构考试合格的中华人民共和国公民。申领《操作证书》没有年龄限制。

取得《操作证书》后，可凭证在国内的个人和集体业余电台上进行操作，但必须得到电台的设台人或负责人同意，使用所操作电台的呼号，并严格遵守该台及电台执照中的各项规定。操作时使用的功率、频率及操作方式不得超越