

入门 与业余卫星

由G.Gould Smith、WA4SXM和朋友





Hector, CO6CBF/W5CBF; Paul, N8HM; Michael, KD8QBA; Clayton, W5PFG; Wyatt, AC0RA在马里兰州巴尔的摩举行的AMSAT研讨会外摆姿势。

加入 AMSAT!

当您加入 AMSAT 时，您每年会收到六期 AMSAT 期刊。您还将加入全球 3,500 多名业余无线电卫星爱好者，他们将业余无线电保持在太空。您的会费有助于资助 AMSAT 网站、AMSAT 宣传和教育材料、AMSAT 期刊的出版和邮寄、AMSAT IT 基础设施和 AMSAT 运营。已经是会员了?邀请朋友或让你的俱乐部加入。

- 具有美国邮寄地址的会员，基本会员费为44美元。
- 学生会籍起价22美元。
- 学校和俱乐部会员费为80美元。

有关更多信息以及加入或续订您的会员资格，请访问 AMSAT 的会员门户网站 <https://launch.amsat.org>。

支持AMSAT 发布

您对AMSAT的额外礼物有助于支付规划、设计、建造、测试和发射业余无线电卫星的费用。今天访问<https://www.amsat.org/donate/>进行一次性或重复性捐献。

AMSAT总裁俱乐部会员除了会费外，还每月或每年向AMSAT提供捐款，因为他们相信AMSAT的使命并享受卫星操作。

请参见<https://www.amsat.org/product-category/amsat-presidents-club-donations/>。

从顶部逆时针旋转前盖（不按比例）：OSCAR I、AO-6、AO-7、AO-13、AO-16、AO-40、AO-51、AO-85和GOLF-TEE（初步设计）。

古尔德·史密斯

入门

业余卫星

G.Gould Smith, WA4SXM

版本6.0

2025年5月

修订由Alan Biddle、

WA4SCA Bill

Thomas、 WT0DX

David Spoelstra、

N9KT Burns Fisher、

WB1FJ Doug Tabor、

N6UA提供

Patrick Stoddard, WD9EWK /

VA7EWK Frank Bauer, KA3HDO

David Taylor, W8AAS

JoAnne Maenpaa,

K9JKM Jim Wilson,

K5ND

Sean Kutzko, KX9X

Steve Belter, N9IP

编写本指南的目的是：(1)帮助业余运营商积极参与业余卫星；(2)筹集资金，支持当前和未来的业余卫星项目。本文件的所有捐赠均直接提供给AMSAT。作者不接受本指南的版税。

AMSAT

地址：712 H Street NE, Ste 1653

华盛顿特区

20002info@amsat.org



作者G.Gould Smith, WA4SXM,自1989年起成为AMSAT会员,自1998年起成为终身会员。作为高级课程许可证持有人,Gould加入AMSAT后立即加入AMSAT,首先是区域协调员,然后是Gould捐赠给AMSAT出版物的多产作家。



Gould撰写的书籍包括1990年首次出版的《解码遥测》,该书后来于1994年成为AMSAT-NA《数字卫星指南》,出版到2008年。《遥感卫星操作指南》

1993-1997年出版,1998年成为《模拟卫星操作指南》,2003年又成为《业余卫星入门指南》。此后,“业余卫星入门”已多次更新。从2013年开始,古尔德的几个朋友负责更新和扩展本书的内容。

除了他为AMSAT所做的大量工作之外,Gould在2005年写了一本关于该卫星的书籍后,于2006年成为AO-51指挥小组成员。“AO-51研制、运行和规格”描述了卫星的结构、发射、实验和硬件规格。Gould还于2008年担任SuitSat-2的项目经理,此前该项目始于2006年,很明显需要额外的管理指导。

多年来,Gould的写作使《AMSAT Journal》的版面更加辉煌,涵盖了各种主题以及在AMSAT年度空间研讨会上发表的许多论文。古尔德看到了组织内的需求,并满足了需求,比如写一些对新手和老手都有用的书。

Gould于2008年首次当选为AMSAT董事会成员,任期至2014年。作为董事会成员,他积极参与该组织的战略方向,制定关于改进与成员沟通和教育外展的建议。Gould仍然是AMSAT的热情支持者,但由于健康问题,他减少了对AMSAT活动的参与。

-- AMSAT总裁Barry Baines(2008-2017)

由华盛顿特区无线电业余卫星公司出版。Gould Smith, WA4SXM
Revisions 版权所有2013 - 2025 By Radio Amatur Satellite Corporation
ISBN: 978-1-7339197-4-6 (2025年印刷版)
ISBN: 978-1-7339197-5-3 (2025 PDF版)

目录

入门

- 第1章：卫星简介 1
- 第2章：卫星基础知识 5
- 第三章：定位业余卫星11
- 第4章：您的天线系统23
- 第五章：您的收音机系统29
- 第六章：操作调频卫星41
- 第七章：操作SSB/CW卫星53
- 第八章：接收卫星数字数据 67
- 第九章：运营数字卫星79
- 第十章：国际空间站

附录

- 附录A：参比物质93
 - 业余卫星模式 93
 - 标准语音 94
 - 多普勒调谐的一个真规则 94
- 附录B：升级业余卫星站 103
 - 改进跟踪软件 104
 - 升级天线系统108
 - 更好的无线电系统116

照片

Keith Baker, KB1SF/VA3KSF 26
Ernie Bauer, N1AEW封面IV
Steve Belter, N9IP 92
Ron Bondy, AD0DX 22
Paul Bousquet, N1PEB 42
Clayton Coleman, W5PFG封面II, 34, 56
Wyatt Dirks, AC0RA Cover II
Alex Free, N7AGF 1
Drew Glasbrenner, KO4MA 26
Mark Hammond, N8MH 84
Michael Kirkhart, KD8QBA 封面 II
Sean Kutzko, KX9X 49
Hope Lea, KM4IPF Cover III
Tim Lilley, N3TL 25
Kevin Manzer, N4UFO 20
Hector Martinez, CO6CBF/W5CBF 盖II
Juan Antonio Fernández Montaña, EA4CYQ 28
John Papay, K8YSE 66
Fernando Ramirez-Ferrer, KF7R 10
G.Gould Smith, WA4SXM ii
David Spoelstra, N9KT 52
Paul Stoetzer, N8HM封面II
Joe Werth, KE9AJ 58
Doug Wheelock, KF5BOC 87
Pete Wildman, AI4Q84
Ruth Willet, KM4LAO 4
Jim Wilson, K5ND 102

欢迎对本书提出改进建议。在卫星上见!

Bill Thomas, WT0DX
David
Spoelstra, N9KT, dspoelstra@amsat.org Burns
Fisher, WB1FJ, bfisher@amsat.org Doug
Tabor, N6UA
Steve Belter, N9IP, sbelter@amsat.org

第1章

卫星简介

许多考虑过业余卫星操作的汉姆斯认为这是一项非常昂贵和高度技术性的工作。事实并非如此。建造业余卫星是火箭科学，操作业余卫星则不是。然而，第一次与卫星联系的兴奋是难以抗拒的!

有许多“普通”的业余卫星可以很容易地操作，有些装备可能就在你的小屋里。例如，与国际空间站(ISS)通话所需要的是一个基本的两米手持或移动无线电。一些双频调频（2米和70厘米）收音机或一对便宜的调频收音机将允许您操作调频卫星。

本指南的目的是向您提供足够的基本信息，以了解、规划和制作任何模拟业余卫星（FM和SSB/CW）上的QSO。在许多情况下，您为模拟卫星构建的站也可以用于数字模式，包括接收遥测和双向分组交换。

调频卫星是“把脚弄湿”而不用投入太多时间和金钱的最好地方。随着您对卫星操作越来越感兴趣和有经验，只需获取更多设备、知识和经验，并转移到SSB/CW卫星。



Alex Free, N7AGF, 使用他的华盛顿州Arrow双频八木天线进行便携操作。背后白雪覆盖的山是贝克山。

我们将把重点放在对那些即将启动的人普遍感兴趣的工作卫星上。然而，还有许多其他卫星需要一些不寻常的设备，传统ham的兴趣可能有限，工作寿命短，或很少可用。与业余无线电的其他部分一样，操作员在熟悉一般操作之后通常会发现感兴趣的专门区域。

附录B,升级你的业余卫星站将帮助你规划你的卫星运行进度。这些都不是困难的，你只需要学习一些新的信息和技术。

这本卫星入门指南应回答您关于运行LEO（低地球轨道）卫星的大多数问题。它带你一步一步地完成寻找卫星，装备你的空间站，收听卫星，最后制造一个类星体的过程。

入门

由于每颗卫星都是独一无二的，所以要确定从何处开始可能有点难以置信。此外，其中一些卫星需要专门设备和一些技术知识。那么，你从哪里开始呢？

- 完成卫星简介一章的阅读。
- 阅读下一章“卫星基础”，了解卫星轨道的类型和多普勒效应。（匆忙?略过或跳过本章。）
- 从第3章“定位业余卫星”中选择一个跟踪应用程序或网站，以便您可以确定卫星何时将在您的位置上空。
- 使用第4章“你的天线系统”，选择用于卫星工作的天线，然后建造、借用或购买一个。
- 第5章，收音机系统中有几个设备选项。如果你还没有可以使用的收音机，你需要借或买一台。
- 还没有火腿执照吗?跳至第8章，接收卫星数字数据。
- 如果您有驾照，请阅读第6章，操作调频卫星，然后挑选一颗卫星。
- 听几遍卫星的声音，以了解预期情况和操作实践。如果您无法可靠地听到它，请立即修复您的接收设置。
- 现在开始-进行第一次卫星联系!

这本书的作者比我们在业余无线电方面所做的大多数其他事情更喜欢卫星操作。我们想分享这一乐趣。随着兴趣的增长，调查其他一些卫星和模式。我们相信您会发现业余卫星操作很有趣、有趣、富有挑战性和回报。

如果您使用 Facebook,请通过<https://www.facebook.com/groups/AMSATNA/>加入 AMSAT 组

如果您使用X(Twitter), 请关注@AMSAT、@AMSAT-UK和@ARISS_Intl获取更多实时卫星信息。此外, 在X上, 寻找你在卫星上听到的运营商的呼号; 在X上有一组强大的卫星运营商可供学习。

AMSAT每周发布新闻和卫星状况。您可以在 AMSAT 网站<https://www.amsat.org/>的“服务”选项卡下注册AMSAT 新闻服务(ANS)公告。选择“AMSAT新闻服务”。

AMSAT有一个志愿大使网络, 可以协助任何对业余卫星活动感兴趣的人。查看 AMSAT 网站或致电 AMSAT 查找最近的 AMSAT 大使。



鲁思, KM4LAO,拿着她的箭头天线和肯伍德TH-D74A手持收发器(HT), 她用于发射。她用于接收的 Icom IC-51A 在肩包内。

第2章

卫星基础知识

在我们开始跟踪、天线、无线电和运行之前，我们将介绍一些背景信息，这些信息应使你对工作环境有一个基本的了解：卫星轨道、多普勒频移和卫星名称。

想象与卫星通信最简单的方法是把它想象成一个普通的调频转发器，但天线在空中有几百英里或更长的距离。就像地面转发器一样，卫星通信也是视线。如果你想像站在卫星所在的位置，俯视地球，你能看到的那部分地球会在地球上记录一个圆圈。你越高，圆圈就越大。我们把地球上的这个圆圈叫做卫星的“足迹”。足迹内的任何人都能与卫星通话，因此彼此之间也能通话。

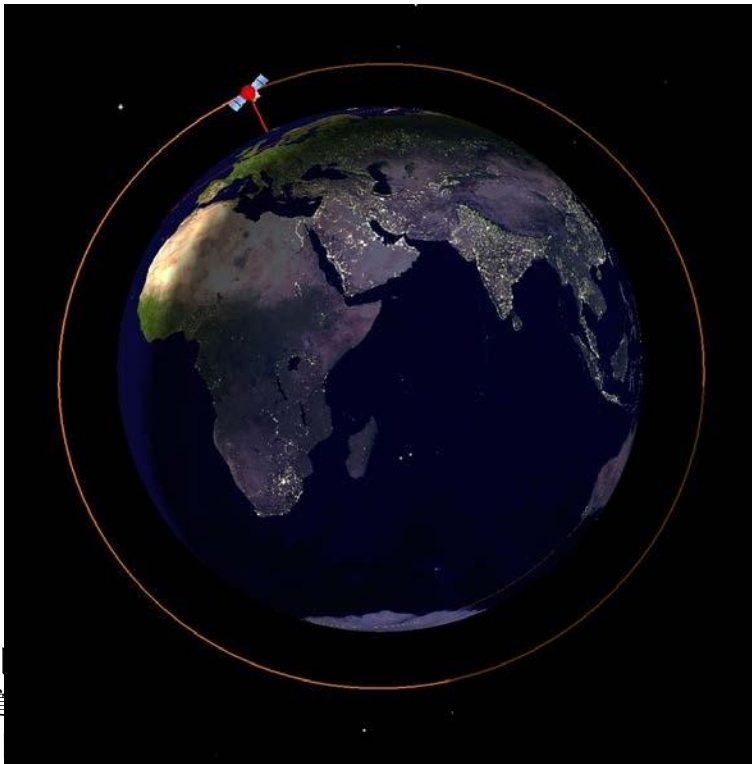
卫星轨道

低地球轨道(LEO)

大部分业余卫星都是在低地球轨道(LEO)，所以我们称它们为LEO卫星。大多数调频卫星绕地球一周的周期或时间约为90到110分钟，这取决于“鸟”的高度。

什么构成“低”轨道?通常，低地球轨道的最高高度为2,000公里，但大多数新卫星更有可能低于800公里。从轨道平面上方看到的低地球轨道卫星的轨道如图右图所示。

一些低地球轨道卫星位于南北极轨道，它们穿越整个地球。如果极轨道卫星是太阳同步轨道(SSO)，并在一天中的同一时间经过同一地区，它们更倾向于对角线。这些卫星并不覆盖地球的极地。



地球在卫星轨道上向东旋转。例如，在一颗典型的低地球轨道卫星绕地球一周的时间内，地球向东自转约24度。根据卫星的高度及其倾角，中纬度地区的台站每天通常会得到四到六次传送，其中一半是卫星从南向北行进。半天之后，大约一半的通行证将从北向南。

大多数卫星通行证每次10到15分钟。世界上大部分地区基本上每天都有四次好的通行证。这意味着你每天可以在这颗卫星上运行大约一小时。

中等地球轨道(MEO)

中等地球轨道(MEO)，也称为中间圆形轨道(ICO)，是低地球轨道(LEO)和地球静止轨道(GEO)之间的空间区域，通常在地球上方2,000至36,000公里（1243至22,300英里）的范围内，并且通常用于诸如GPS的全球导航系统。MEO卫星每天完成2至14个完整轨道。

与低地球轨道卫星相比，中地轨道卫星的优势在于其通过时间更长（每次通过的时间）和更大的覆盖区。通常，MEO足迹一次大约占地球的一半。

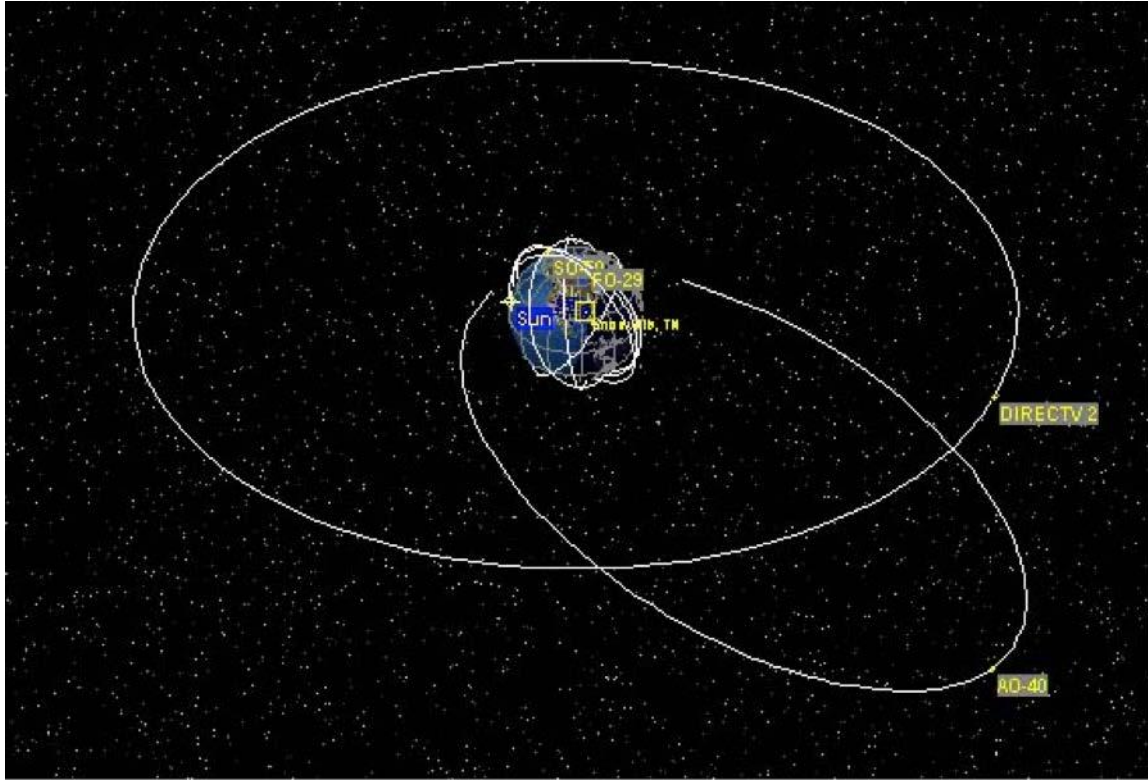
不幸的是，MEO卫星的发射成本和建造成本都比LEO卫星高得多，因为由于空间天气的原因，卫星必须配备抗辐射部件。

地球同步轨道(GSO)

大多数人都熟悉向固定天线提供电视和通信信号的同步卫星（如DIRECTV）。它们的圆形轨道与地球的自转速度相匹配，正好位于赤道上方，因此接收信号的天线必须对准天空中的固定点。它们的轨道距离地球22236英里或35800公里。地球同步轨道是地球同步轨道的一种特殊情况。

地球同步轨道上的卫星大约停留在同一经度，但在赤道上下摆动一小段距离，描绘出8字形图案，并在24小时后回到同一点。地球静止轨道上的卫星没有8字形摆动，而是固定在赤道上方的固定位置。

下面的屏幕截图显示了围绕地球聚集的LEO轨道、一个标记为DIRECTV2的GSO圆形轨道和一个标记为AO-40的高地球轨道闪电轨道。



高地球轨道(HEO)

HEO轨道的形状可以是圆形或椭圆形。有些椭圆轨道是闪电轨道，因为他们偏爱北半球。（在技术上，高椭圆轨道，业余团体倾向于互换使用高地球轨道术语，因为我们的兴趣是发生最远距离通信的最大高度。）这个轨道每天提供大约13个小时的连续覆盖，几乎覆盖地球的一半。此外，它们穿越天空的速度比低地球轨道慢得多。注意在上面的图像中，HEO轨道（图像中的AO-40）比地球同步轨道(DIRECTV 2)更远。在椭圆轨道上，卫星可以在远地点（轨道上离地球最远的点）发射5万到6万公里。虽然建造一颗功能齐全的HEO卫星存在许多挑战，但最大的障碍是发射成本约为10,000,000美元！

卫星调度

虽然处于卫星覆盖区对于通信是必要的，但并不总是足够的。这是因为卫星或特定操作模式可能不是连续可用的。最常见的原因是卫星在白天可能处于一种模式，而在黑暗中可能处于另一种模式。在这种情况下，“日光”或“黑暗”状态取决于卫星太阳能电池板是否正在发电。很好的例子是执行某些“教育”任务的卫星，其转发器通常在白天关闭，以最大化用于教育目的的遥测信标的强度。

通常，当地面站处于黑暗中时，卫星将被照亮，因此有必要使用跟踪程序来确定其照度状态。大多数功能齐全的节目会显示“Satellite in Sun”或“Satellite in Eclipse”以及其他信息。如果未明确通知，但显示“终端”（显示日出或日落的线），则当卫星覆盖区接触终端或延伸到日光侧时，卫星亮起并处于“日光中”。

可用性变化的另一个相关原因是航天器的“功率预算”。由于现代卫星尺寸小，安装太阳能电池的表面空间相对较少。一些卫星在低照度期间关闭耗电功能，因为没有足够的功率来持续支持它们。卫星可能无法在北极地区运行，以节省电力用于人口稠密地区。

最后，由于许多其他原因，命令站可以选择操作模式。例如，如上所述在遥测和应答器模式之间自主切换的卫星可以被命令在周末和节假日利用先前的通知连续中继器操作。

常规操作的例外情况被最小化，但由于需要重置卫星或收集专门的遥测数据，有时是不可避免的。

多普勒频移

我们大多数人都记得高中科学对火车喇叭经过时频率变化的解释，作为多普勒频移的一个例子。卫星操作提供了另一个示例，您需要调整收音机的调谐以补偿多普勒。观测到的多普勒频移量取决于卫星相对于用户的发射频率和速度。频率越高，多普勒频移越多。

例如，以一颗在LEO轨道上的业余卫星为例，它以UHF频段进行传输。在卫星通过期间，您将在接收的436 MHz频率中经历20 kHz频移。如果您在公布的频率上收听，在接近中通之前，您不会听到信号。

下行链路信号将开始于比公布的下行链路高大约10kHz,在中途通过公布的频率，并且当卫星到达地平线时降低大约10kHz。这也不是线性变化。多普勒在通过中间部分变化最快。

AO-92（现任务结束）有70厘米和23厘米上行链路。它也是一颗低地球轨道卫星，所以70厘米的上行链路有20千赫的总多普勒频移。但是，当23 cm上行链路处于活动状态时，总多普勒频移为57 kHz!一些过去和未来的卫星使用10.250 GHz的X波段，总多普勒频移为460 kHz!

波长	频率	多普勒频移
2米	145兆赫	±3.25千赫
70厘米	435兆赫	±9.75千赫
23厘米	1.269千兆赫	±28.5千赫
13厘米	2.401千兆赫	±53.8千赫
3厘米	10.250千兆赫	±230.0千赫

卫星名称

OSCAR是“轨道卫星携带业余无线电”的缩写。1961年首颗业余卫星“OSCAR 1”首次诞生。大多数业余卫星的名字中都有OSCAR。要接收OSCAR号，卫星必须(1)进入轨道，(2)一个或多个发射机必须在业余频段成功运行。卫星的所有者/建造者必须正式申请AMSAT颁发的OSCAR编号。

大多数OSCAR卫星是所有者/国家/制造商加上OSCAR名称的组合名称。其中一些较为常见的情况是：AMSAT-OSCAR(AO-7、AO-73、AO-91)、欧洲-OSCAR(EO-79、EO-88)、萨里大学的UOSAT(UO-14)、富士-OSCAR（日本的FO-29）、KITSAT-OSCAR（韩国的KO-23）和沙特卫星-OSCAR（沙特阿拉伯的SO-50）。俄罗斯的卫星使用自己的无线电运动卫星(RS-44)名称。

独特的卫星操作注意事项

卫星操作在许多方面与地面操作相似，但有一些重要的区别。后面的章节将讨论操作技术的具体细节，但是在所有情况下，指导原则是成为体贴的操作员。在进行长距离传输之前，务必确保你能听到卫星的声音。如果您调谐到错误的下行链路频率或存在其他接收问题，那么您很容易为其他用户清除整个通道。

同样，使用最小功率。这对于支持单边带和连续波的“线性”卫星尤为重要。与任何数量都可以操作的电离层不同，它们作为“人工电离层”工作，最强的信号占据了大部分下行功率。从技术上讲，这是一个“零和游戏”。在某些情况下，使用过多的功率甚至会翻转航天器的操作模式!

新操作员最重要的开关是“释放监听按钮”。倾听其他电台是必要的；听得好是经验丰富和体贴操作员的标志!



费尔南多，KF7R,正在国家公园空中(NPOTA)活动期间在大峡谷边缘运行SO-50。他拿着一个麋鹿对数周期天线和一个HT。

第3章

定位业余卫星

区分业余卫星操作与其他业余无线电操作模式的第一点是，卫星必须从您的位置可见，以便您通过它进行操作。几乎所有的业余卫星操作都是视线操作。如果沿着一条直线从天线到卫星，那么如果该线路穿过山丘、山脉或大多数建筑物，您将无法操作。

木结构和树木衰减甚高频及以上的无线电信号。你能否通过树说话取决于天线的增益和接收器的灵敏度。

要确定特定卫星何时可见，您将使用跟踪程序。有针对智能手机、平板电脑和PC的卫星跟踪网站和程序。所有信息都会告诉您两条重要的信息：

- 1) 当卫星在您所在位置可见时；以及
- 2) 卫星在天空中可见时所处的位置。

为了让您尽快工作，我们将回顾几个可以回答这些问题的网站和智能手机应用程序。大多数苹果iOS和Android智能手机应用程序也将在iOS和Android平板电脑上运行。

在附录B“升级业余卫星站”中，回顾了个人电脑和Windows平板电脑的跟踪程序。许多这些PC托管程序也将自动调谐您的无线电和操纵您的天线。

以下是一些有助于您的术语和缩写：

- **AOS** – 信号的获取，在本例中，当卫星上升到地平线以上时。
- **TCA**——最近进近时间，卫星离你最近，在天空中最高。
- **LOS** – 信号丢失，在这种情况下，当卫星低于地平线时。
- **方位角** – 朝向卫星的罗盘方向，通常以度为单位。0度是真北，不是磁北。90度是正东。
- **仰角** – 地平线以上与卫星的角度。0度在地平线上，90度直接在头顶。
- **UTC** – 协调世界时，以前称为 **GMT** 或格林尼治标准时间或祖鲁时间。大多数跟踪项目和卫星计划都用UTC完成，因此您需要流利地使用UTC和24小时制。

智能手机卫星跟踪应用

为了计算绕地球运行的卫星的位置，一个程序或应用程序需要两个关键信息：正确的时间和卫星的开普勒元素（或“Keps”）。Keps是描述卫星轨道的数值。A

有关Keps的更详细的说明可以在附录B“升级你的业余卫星站”中找到。

使用时间和Keps,应用程序可以计算卫星的合理精确位置,包括卫星的纬度、经度和离地球表面的高度。

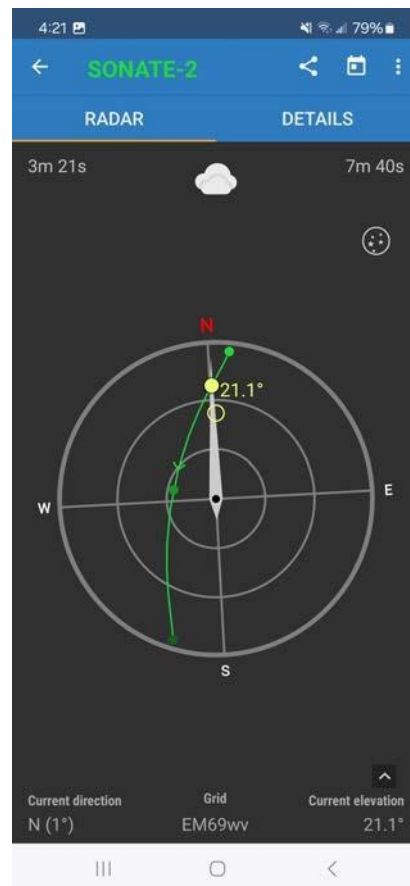
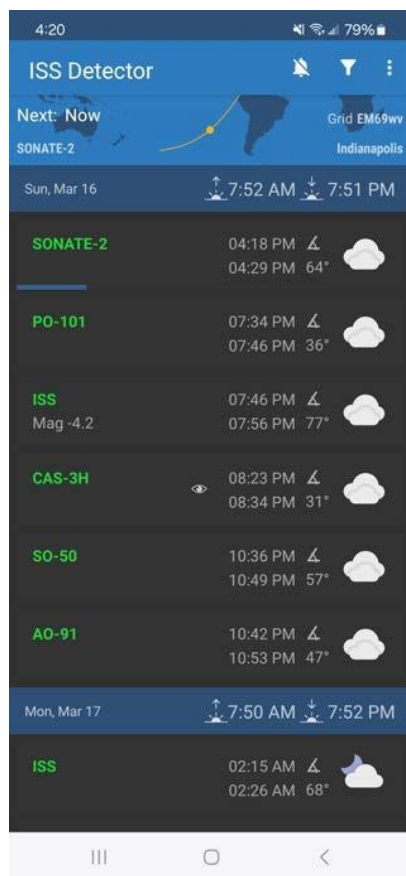
知道您的位置,应用程序可以计算从您所在位置到卫星的方向(方位角),以及地平线上的角度(仰角)。

使用智能手机应用程序查找卫星非常简单。手机知道正确的时间(从手机发射塔),可以下载当前的Keps(从互联网),并且知道你的位置(从GPS)。除了易于使用之外,使用智能手机定位卫星本身也是便携的。

有几个 Apple iOS 和Android 应用程序可用于定位卫星。以下是您可能要考虑的三个问题。

ISS检测器 (Apple iOS和Android)

此应用程序的版本可用于 Apple iOS 设备和Android 设备。尽管以申请的名义提到国际空间站(ISS),但它也适用于业余无线电卫星。它对国际空间站是免费的,所有业余无线电卫星是\$2.99。



在主屏幕上，应用程序会显示即将到来的卫星通道列表，包括AOS时间和TCA最大仰角。点击通道，应用程序将显示通道的极坐标图，以帮助您指向天线。通过此屏幕，您可以看到AOS以及TCA和LOS发生的位置。箭头指示器显示天线的方位角。圆环显示0o、30o和60o海拔高度。

使用ISS探测器，您可以设置警报并输入通行证的日历。这对于记住操作特别高通或您最喜欢的卫星来说是件好事。

GoSatWatch(Apple iOS)

这款售价 9.99 美元的应用程序适用于 iPhone 和 iPad。右边的屏幕截图显示一系列业余卫星即将通过。

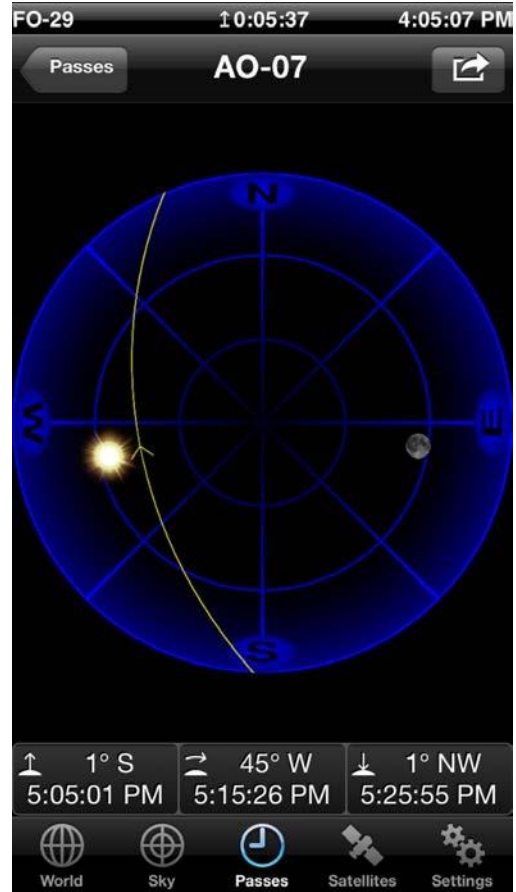
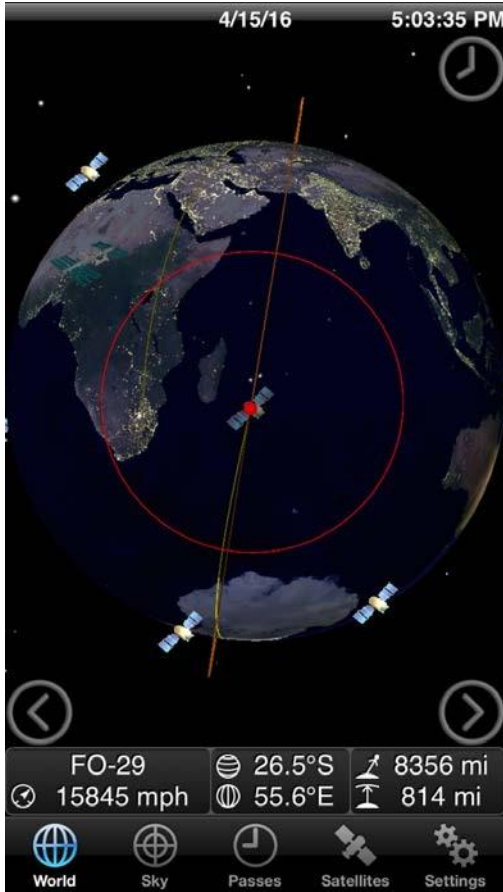
沿着屏幕的最顶部，您可以看到下一遍是AO-07,将在5分22秒内上升，以及当前本地时间(5:41:57 PM)。

屏幕中间显示从您所在位置可见的下九个卫星。名单上的第二个是FO-29,它将在当地时间下午5:03:07上升，设置为下午5:14:50,当它经过你的西北方向时，最大亮度为12度。最大亮度几乎总是出现在最大仰角处，但我们也看到过例外。

底部的按钮显示其他屏幕。例如，“世界”按钮将带您到位于地球上空的卫星图片、轨道路径以及环绕卫星轨迹中的地球部分的圆。用你的手指，你可以旋转地球，或者提前或倒转时间来跟踪卫星的路径。

一个不错的功能是，你可以很容易地编辑卫星列表，只显示你感兴趣的卫星。





左侧的屏幕截图显示了FO-29的覆盖区，即卫星所看到的地球表面部分。该覆盖区内的站应能够与FO-29以及覆盖区内的其他站通信。此时，卫星正以每小时15845英里的速度运行，距地球814英里。

右侧的屏幕截图显示了AO-7将穿过天空的路径。它将上升到你南面的地平线之上，几乎穿过太阳表面到达45度的最大高度，并设置在地平线下恰好位于正北的西面。它还表明，当你面对太阳时，月亮会在你的背后。当您用手指向天线时，这是一个很好的工具（“Armstrong”方法）。

Look4Sat(Android)

这是Android设备的免费应用程序。像上面讨论的两个应用程序一样，它显示即将到来的卫星通过的列表和每个卫星的路径的极坐标图。



卫星跟踪网站

在智能手机上使用应用程序的一个简单替代方法是使用跟踪卫星的网站。网站需要与智能手机应用程序相同的三条信息：正确的时间、卫星的开普勒元素和您的位置。一般来说，网站将知道正确的时间(UTC)并可以访问最新的Keps。

虽然你的手机知道你所在的位置和当地时间，但一般来说，你的网络浏览器却不知道。你需要在网站上给出你的位置；你描述的位置越准确，预测的卫星AOS和LOS就越准确。

网站可能会询问您的经纬度，或您的Maidenhead Grid Square,或最近城镇的名称。

你在哪里？

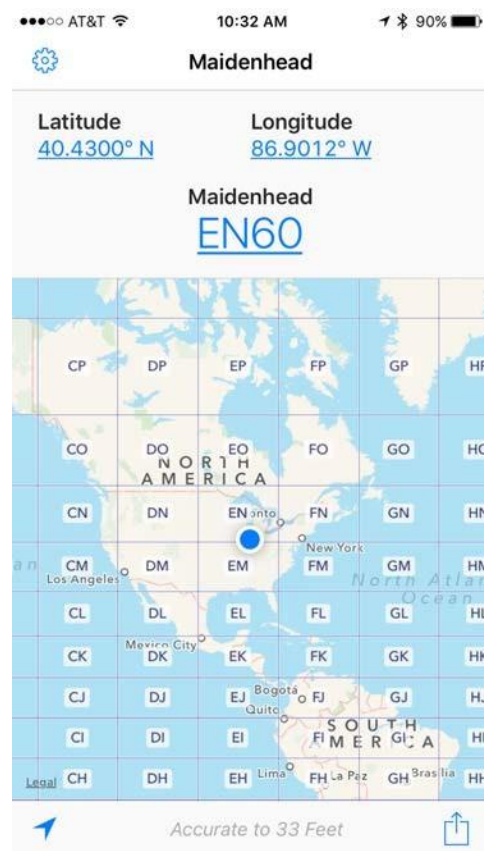
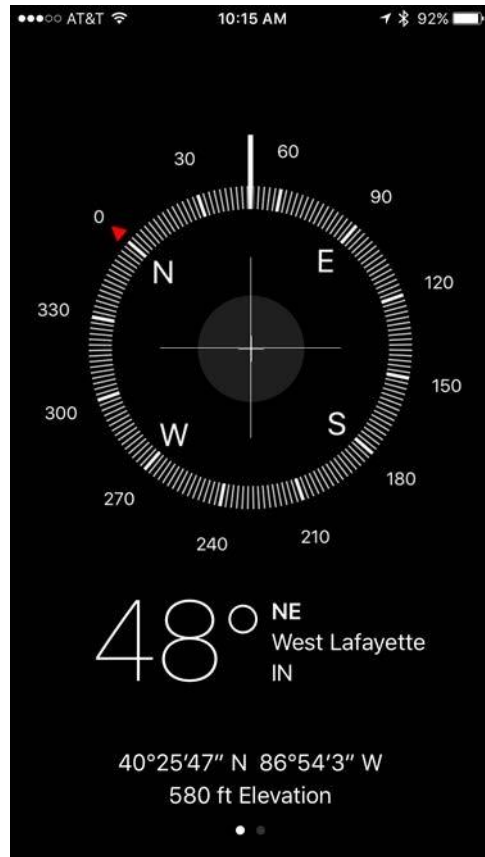
您可以从纸质地图、在线地图、在 <https://qrz.com> 处使用呼号或使用 GPS 确定纬度和经度。由于您的智能手机具有GPS 来协助紧急 911 呼叫，因此您的手机可能是确定您的坐标的方便工具。

右侧的屏幕截图来自 iPhone 上的 Apple Compass 应用程序。除了显示北、南、东和西，它还给出了纬度（以度、分和秒为单位）、经度和海拔。

如果网站应用程序希望您的位置以十进制表示（例如，32.80800），iPhone 地图应用程序将以该格式提供给您。

Maidenhead Converter（下面讨论）也会以十进制给出你的位置。

你也应该确定你的方格，因为它经常在卫星 QSO 期间交换位置。与其说“I'm in West Lafayette, Indiana”，不如说“I'm in



EN60”或更好的“我”在回声11月6日零点。

您可以使用 AMSAT 网站上的计算器 (<https://www.amsat.org/amsat-new/tools/grids.php>) 或使用智能手机应用程序（如 Donald Hays（适用于 iOS）的“Maidenhead Converter”）确定您的方格，如左侧屏幕截图所示。对于 Android, 寻找应用程序“Grid Square”。

1980年，一组欧洲甚高频经理（火腿）在伦敦郊外的 Maidenhead 镇开会，就 Maidenhead 定位系统达成一致。该系统将地球表面划分为一个纬度乘两个经度的网格方格。（是的，它不是正方形的，而且由于它是在一个球体的表面上，它也不是一个矩形。）在美国大陆，一个方格大约是 70 x 100 英里。您可以在 ARRL 网站上了解关于网格方格的更多信息，网址为：<http://www.arrl.org/grid-squares>。

AMSAT在线卫星通行证预测

AMSAT网站在<https://amsat.org/track>有一个卫星轨道预测工具，其形式如下：

AMSAT Online Satellite Pass Predictions

Please select a satellite and provide your latitude, longitude and elevation or calculate them from your grid square. If you choose we will save your position information in a cookie on your system for future predictions.

Show Predictions for: ISS		for Next	10	Passes
Calculate Latitude and Longitude from Gridsquare:		EN60lj	Calculate Position	
Or				
Enter Decimal Latitude:	40.3959	North		
Enter Decimal Longitude:	87.0416	West		
Elevation in meters AMSL:	0			
Predict				
<input type="checkbox"/> Save my location for later use				

要使用该工具，请从下拉框中选择一个卫星。

接下来，通过键入四字符或六字符的网格方格并按下“计算位置”按钮，或通过键入十进制纬度和经度来输入您的位置。确保北/南纬度和东/西经度选择正确！输入海拔（以米为单位）。

如果你只知道你的海拔高度是英尺，如果你在Google搜索框（在<https://www.google.com>处）中输入“590英尺米”，Google将为你从英尺转换为米。如果您将从此位置频繁使用此工具，请选中“保存我的位置以供以后使用”复选框。

按下“预测”按钮。您将得到如下结果：

AMSAT Online Satellite Pass Predictions - ISS							
View the current location of ISS							
Date (UTC)	AOS (UTC)	Duration	AOS Azimuth	Maximum Elevation	Max El Azimuth	LOS Azimuth	LOS (UTC)
07 Apr 25	14:09:29	00:09:58	200	20	141	65	14:19:27
07 Apr 25	15:45:41	00:10:46	247	44	342	50	15:56:27
07 Apr 25	17:23:43	00:09:34	286	15	346	50	17:33:17
07 Apr 25	19:01:41	00:09:23	309	13	9	68	19:11:04
07 Apr 25	20:38:38	00:10:37	311	32	44	105	20:49:15
07 Apr 25	22:15:28	00:10:27	299	29	207	151	22:25:55
07 Apr 25	23:55:21	00:02:22	252	1	239	226	23:57:43
08 Apr 25	13:22:25	00:08:57	185	12	125	73	13:31:22
08 Apr 25	14:57:50	00:10:52	236	74	325	52	15:08:42
08 Apr 25	16:35:34	00:09:52	278	17	337	48	16:45:26

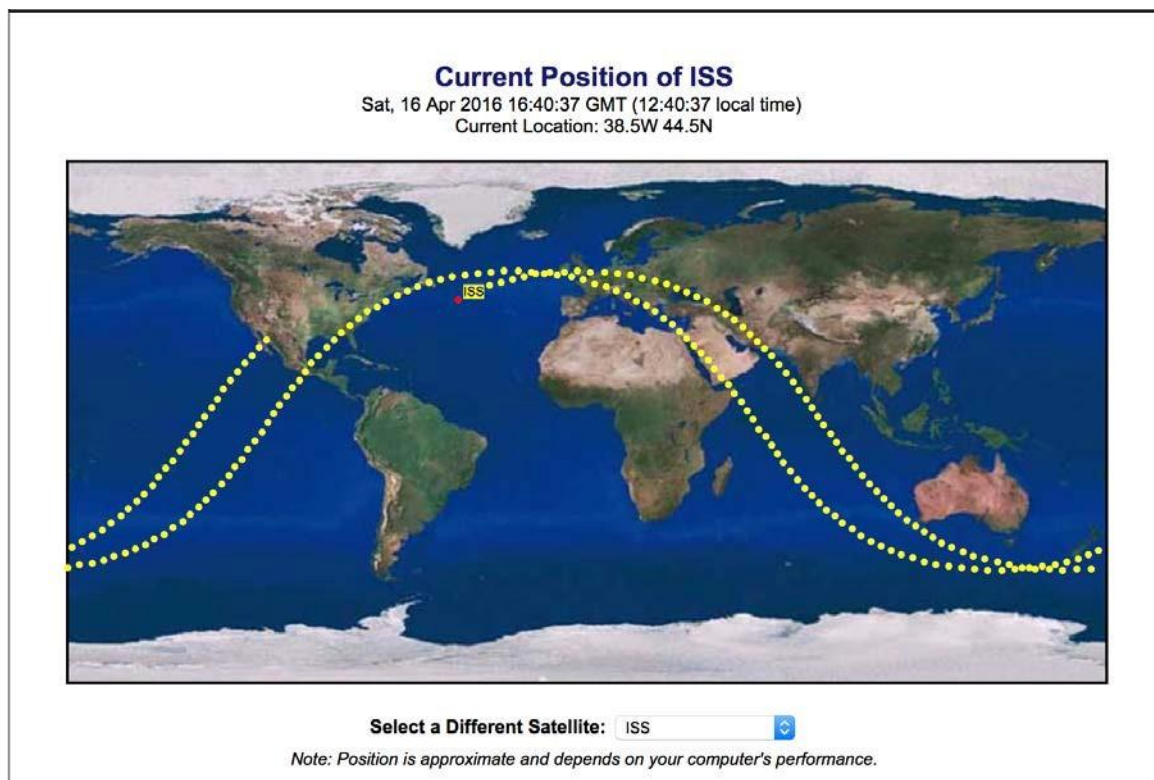
超车预测的日期和时间以 UTC 为单位，因此您可能需要将它们转换为当地时间，必要时进行调整，以获得夏令时。

例如，在AOS(UTC)列中，ISS的第一次（和下一次）通过从18:03: 54开始。如果您在东部时区，您应该在夏季减去 4 小时，在冬季减去 5 小时，以获得您的当地时间。夏季是14:03: 54或2:03 pm,冬季是1:03 pm。

时间过后，这里的下一个重要信息将在“最大高度”列中。海拔越高，卫星离你越近，附近的山丘、建筑物或树木阻挡信号的可能性就越小。上图中的81度传球接近头顶，所以卫星应该非常强大。

当您试图找到卫星的信标或活动类星体时，方位角值为您提供了“摆动”定向天线的方向。

如果你点击“查看当前位置...”链接，你将得到下面两个轨道的地图，如下所示：



当使用一个网站来预测你什么时候可以工作一个特定的卫星时，检查你的工作是非常有意义的。把天线指向卫星却什么也听不见是非常令人沮丧的，尤其是当你最终发现卫星实际上是在地球的另一边时!大多数业余的卫星运营商已经多次经历过这个问题。

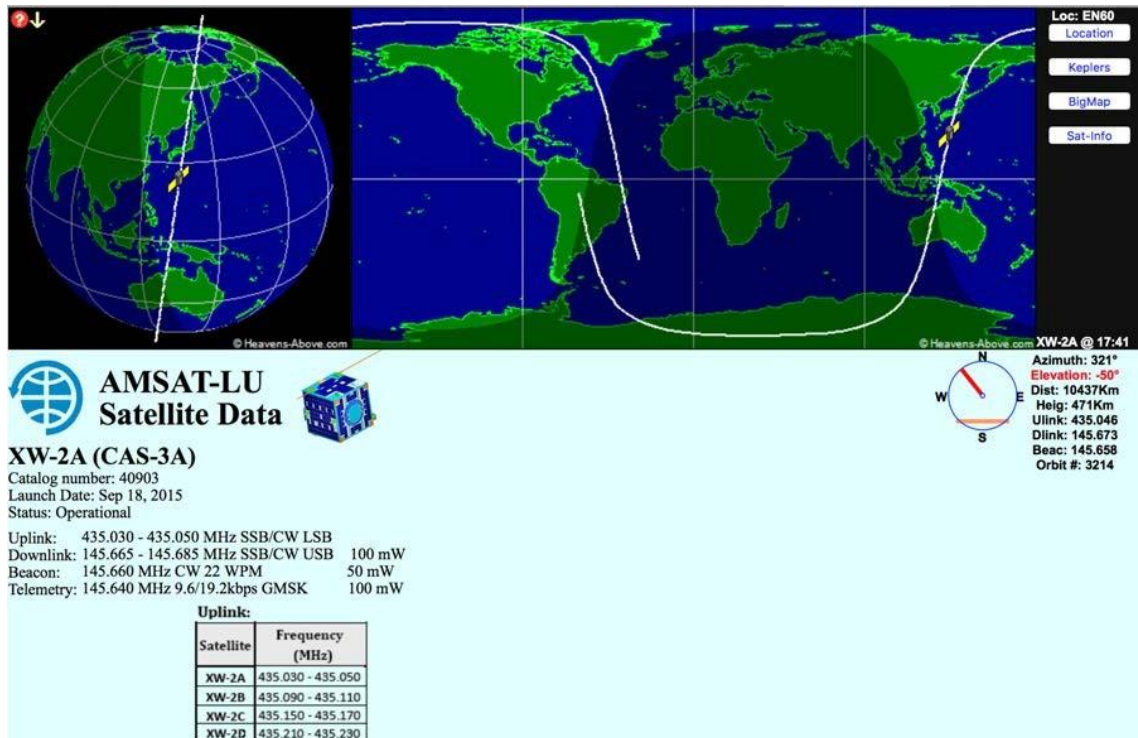
当通过预测表显示卫星靠近您时，单击“查看当前位置...”链接。地图是否同意卫星已接近?

如果在地图上卫星与您不接近，您是否正确地将 UTC 转换为当地时间?您是否正确输入了您的位置，包括半球（北/南，东/西）？

AMSAT阿根廷卫星预报网站

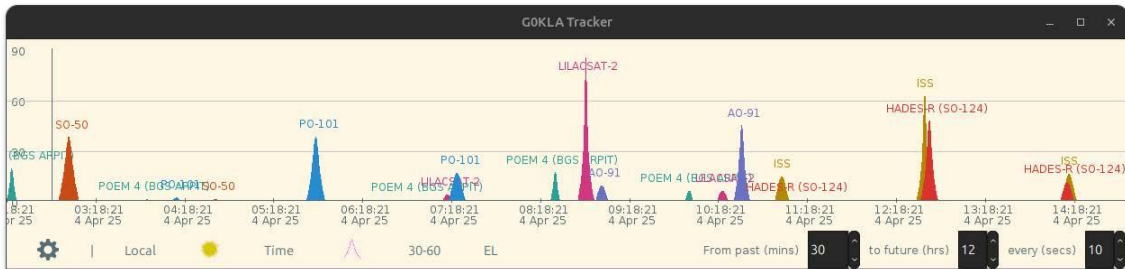
阿根廷的AMSAT-LU有一个非常实用的卫星预测网站（英文），网址为：
<http://amsat.org.ar/sat.htm>

完整的跟踪页面包括提供大约70颗卫星的预测的链接、通过列表、轨道地图以及关于所选卫星的信息，包括频率。例如，以下是中国业余卫星XW-2A的地图和部分信息：



KlaTrack

KlaTrack(<https://www.g0kla.com/klatrack/>)是一个跨平台应用程序，具有显示未来卫星通行证独特的方式。选择您感兴趣的卫星后，它会在可调整的时间线（1-24小时）上绘制即将经过的仰角，同时进行实时更新。还有许多其他选项，如黑暗模式、UTC或本地时间、填充或轮廓，或显示未来的分钟与时间线上的实际时间。大卫，N9KT,总是在他的小屋里运行这个来显示什么卫星即将来临。



Kevin Manzer, N4UFO, 使用他的“短箭”和一对Yaesu FT-817收音机在新墨西哥州的罗斯韦尔携带。

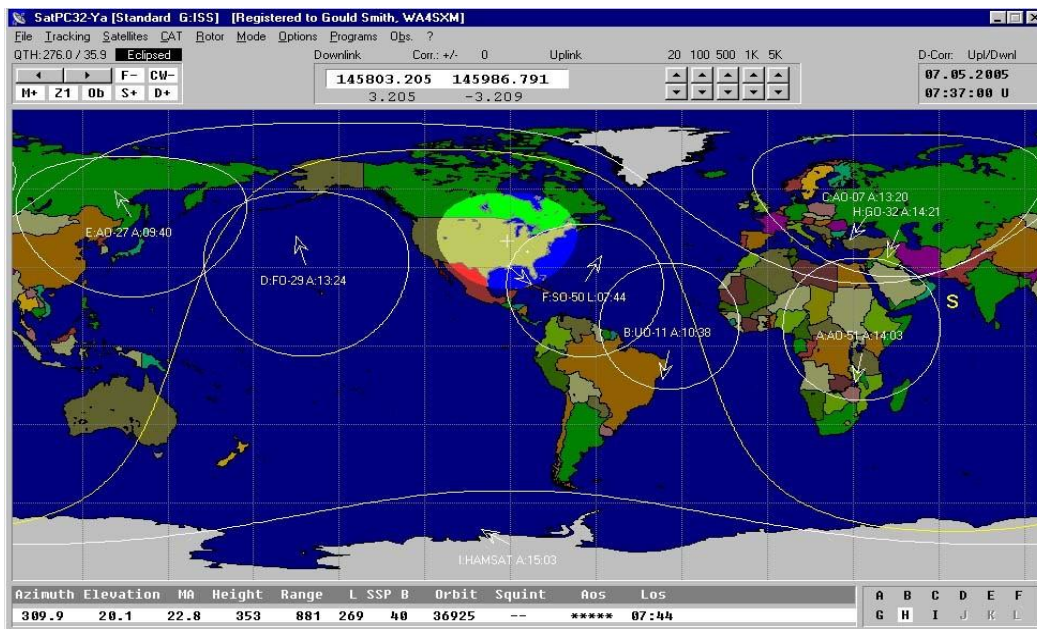
卫星占地面积

使用上述智能手机应用程序或 Internet 网站之一，您可以确定何时可从您的位置看到卫星。其中一些程序还将向您展示卫星的“足迹”，即卫星可见的地球区域，反之亦然。如果你在佐治亚州，想接触阿拉斯加的火腿，你俩需要同时在脚印上。

从卫星的角度来看，足迹是它所看到的地球的面积。这些信息对您至关重要，因为大多数卫星通信都是视线通信。如果你在海平面，站在水面上，你的地平线大约是3英里；在海拔100英尺的地方，你的地平线大约是12英里。当你的高度增加时，到地平线的距离也增加，这就是为什么你想要在山顶上转发器的原因。在30,000英尺的飞机上，你的地平线大约是213英里，或者是一个直径大约426英里的圆圈。

距离国际空间站200英里（330公里）的视野覆盖了一个大约2700英里宽的圆圈。FO-29的轨道距离约为750英里（1 200公里），其足迹直径约为4880英里。这就是为什么卫星是如此伟大的通信设备；它们允许许多人同时平等地访问卫星。下面的屏幕截图显示了几个业余卫星的足迹。在北美东部的明亮足迹是国际空间站，它在离地球353公里的轨道上运行。注意国际空间站的足迹比FO-29（太平洋上空）的足迹小得多。

您必须有卫星覆盖区覆盖您的位置才能操作卫星。



上面的屏幕截图来自Windows PC卫星跟踪程序SatPC32,该程序在附录B“升级业余卫星站”中有所描述。



David,N9KT使用Arrow天线和运行OpenGD77固件的FM HT操作FM卫星。照片由WORLD的Jim Brown拍摄。

第四章

水循环微波消融针系统

偶尔可以通过手持无线电（HT或手持式收发器）和附加的柔性天线（“橡皮鸭”）接收业余卫星，但卫星不会听到您用该天线发射的信号。这是因为这些柔性天线被设计为与附近的中继器一起使用，以弥补小型天线的缺点。

我们已经观察到使用手持式天线和3英尺鞭状天线的卫星通信，但是这给HT的天线连接器带来压力，并且很少成功。卫星工作的最佳天线是指向卫星的小波束。

*可靠的卫星通信的关键是组合最好的接收站。如果你听得不
好，当你发射信号时，你将会干扰(QRM)卫星的其他用户!*

在本章中，我们将重点介绍简单天线，包括固定式全向天线和小型手持式波束天线。带有方位角和仰角转子的较大天线系统见附录B,升级您的业余卫星站。

双工器和双频工作

下面讨论的天线是双频带的，包括VHF和UHF。有些天线只有一个接头；其余的天线有单独的VHF和UHF接头。

根据您选择的收音机，您可能具有：

- 一台带单天线接口的双频收音机。
- 一个双频收音机，带有单独的2米和70厘米接口。
- 单独的发射和接收无线电，每个无线电都有自己的天线连接器。
- 单独的2米和70厘米收发器，每个都有自己的天线连接器。

如果您的双频收音机只有一个接头，而天线只有一个接头，那么用一根同轴电缆连接它们就没有问题了。

如果你有2个无线电接口，天线上分开的2米和70厘米接口，同样没有问题；使用两段同轴电缆进行连接。当接收70厘米的卫星时，使用前置放大器可以产生明显的差别。分离天线馈电（两段同轴电缆）使这一点更容易实施。

如果您选择的天线和收音机的接口数量不同，您可以使用双工器将单独的2米和70厘米信号合并到一个双频接口中。双工器是双向的；它可以用来合并和分离信号。

您的天线系统23

右
图
为

Come
t CF-
416



双工器，顶部为公共端口，底部为1

· 3 - 1 7 0
MHz 端口和 3 8 0 - 1 4 0 0

MHz 端口。
Ar 26
o

天线（如下所述）配有在天线手柄内滑动的较小双工器。您也可以构建自己的双工器。那么，是双工器还是双工器？

从技术上讲，用于使用滤波的两个相隔很宽的

频带的分离器和组合器的正确术语是双工器。当使用的频率相同或几乎相同并且组合器使用循环器或高

速开关构造时，正确的术语是双工器。

大多数hams使用术语双工器和双工器可以互换。这里有一个提示：不要纠正使用错误术语的人。你明白他们的意思，这才是最重要的。

全向天线

发射到卫星通常不是问题；它始终是视线。除非你尝试使用低功率HT和橡皮鸭天线，否则你将比卫星运行更多的能量和更有效的天线。大多数业余卫星的运行功率只有0.25到1瓦，所以接收是关键。

您可以使用以下任何一种全向天线向卫星发送信号：垂直天线、打蛋器天线、J极天线、Lindenblad天线或四线螺旋天线(QFH)。这些天线也可用于接收卫星，但不能很好地接收小定向波束。使用全向接收天线，您可以拾取来自360°的噪声和信号。对于波束，您只集中于天线指向约30°以内的信号。此外，天线的增益也更高。

对于卫星的接收，并排比较总是得到相同的结果：小型定向天线比全向天线工作得更好，即使全向天线有前置放大器。

具有全向天线良好经验的火腿通常位于远离广播发射机、无线电塔和其他人造RFI源的农村地区。

这与直觉相反，但使用高增益全向天线会使情况更糟，因为增益来自地平线，不利于卫星所在地平线之上的信号。

有时，全向天线可能是最佳选择，但要知道，这会牺牲波束天线的增

益和信噪比。

使用定向天线进行接收和全向天线进行发射的混合方法有时是一个不错的选择。请参见本章末尾的讨论和图片。

24 您的天线系统

定向天线



高增益天线的波束宽度很窄，这就需要精确瞄准卫星。如果你没有完全对准卫星，你将损失很多增益。如果你偏离了15度或以上，你可能听不到卫星的声音。

相比之下，使用小型手持定向天线，你可以在卫星的大致方向上扫视天空，并且相对容易找到它。一旦你找到它，就很容易找到方位角和仰角，通过倾听最强的信号来扭转你的手腕以获得最佳极性。跟踪卫星在天空中的移动也很容易。有几个YouTube视频演示了此过程，例如，搜索WD9EWK。帕特里克已经使用手持天线进行了成千上万的卫星接触。

麋鹿对数周期双频天线

上图显示了这个天线。它易于拆卸，是一种双频段VHF/UHF卫星天线。它具有单个SO-239连接器（或可选N连接器），可与单个双频收音机配合使用。

请注意，如图所示，连接器位于天线的正面。大多数对数周期天线和八木天线具有短天线单元位于天线前端、后天线单元最长的特点。

有关更多信息，请访问<https://elkantennas.com>。

使用小型手持定向天线有许多优点。

天线重量轻，便于您握住并指向卫星。您可以通过扭动手腕来改变天线的水平或垂直极性。您的天线本质上是便携的，可以避免屋顶接入的问题，以及与房主协会的争执，尽管您可能会引起当地执法人员的注意，他们对您的做法感到好奇。在你决定是否喜欢操作卫星时，通过避免购买转子、前置放大器、同轴电缆和天线塔，你节省了很多钱。

这张照片显示Tim,N3TL,使用Elk对数周期天线和HT。

小的定向天线具有比具有更多元件的较大天线更低的增益。即便如此，较低增益的非常积极的副作用是更宽的波束宽度。

Arrow II LEO卫星八木天线

箭头天线的元件是铝制箭形箭杆，因此公司得名。照片中，KB1SF,也使用呼号VA3OB和VA3KSF,正在使用双频HT的箭头天线。



标准 Arrow 卫星天线是 3 单元 2 m 天线，带有 7 单元 70 cm 天线（90 度），每个天线都带有 BNC 连接器。选件包括分体式吊杆，用于更紧凑的包装，以及双工器，如果您具有一个单接口的双频收音机。Keith的

Arrow还有一个阿拉斯加箭，VHF上有4个元素，UHF上有10个元素。这种天线具有更高的增益（在阿拉斯加在地平线附近工作时很有帮助）和更窄的波束宽度。然而，由于额外的长度和重量，大多数人很难保持超过几分钟。

Clayton,W5PFG,有时选择不他的箭头上安装所有元件，创建了“短箭头”天线，在2米处有2个元件，在70厘米处有4个元件。增益稍小；但由于天线远端的重量减轻，因此更容易保持和指向多个卫星通道。

您可以在<http://www.arrowantennas.com>.处找到所有不同的箭头天线

WA5VJB廉价八木天线



只需花费几美元部件，您还可以构建一个性能与商业产品一样出色的便携式天线。Kent Britain, WA5VJB,设计并证明了一种易于构建的双频LEO天线。

在左侧的照片中，Drew,KO4MA,手里拿着一辆WA5VJB廉价八木。

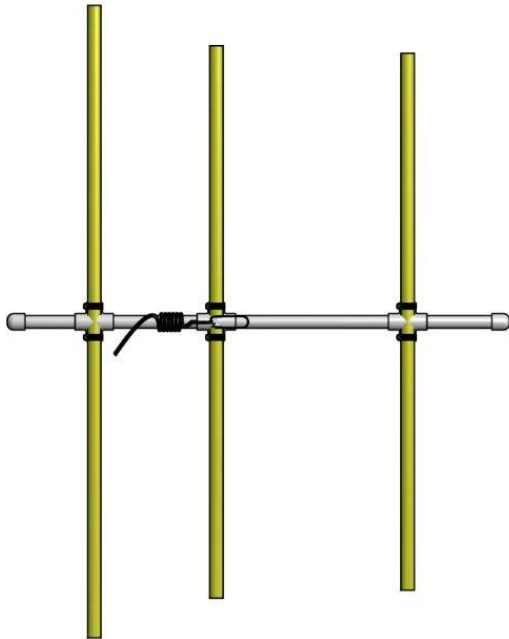
此处显示的单元在 VHF 上有 2 个单元，在 UHF 上有 5 个单元，

双工器。使用双工器时，它具有单根电缆和接头，可与单接头的双频收音机配合使用。如果没有双工器，每个天线将需要单独的电缆。如果希望设计具有更高增益和更窄的波束宽度，Kent还包含有关添加附加元件的说明。

见<http://www.wa5vjb.com/references/Cheap%20Antennas-LEOs.pdf>处图片及详细施工说明

卷尺八木卫星天线

一个非常便宜（大约15美元）但性能良好的卫星天线可以用卷尺和一些PVC管制成。事实上，许多业余无线电LEO卫星使用卷尺作为天线！



大卫，N9KT,使用NT1K设计的卷尺天线和一架5瓦HT：<https://nt1k.com/vhf-3el-tape-measure-yagi/>与所有48个大陆国家、超过285个电网、8个国家以及两名宇航员进行了接触。

纯粹主义者会注意到，这是一个只有2米的八木。它的带宽足够宽，三次谐波在70厘米处，所以在所有调频低地球轨道卫星上都能正常工作。

卷尺天线也非常适合漫游！你可以快速地把它从你的车里拉出，而不用担心弯曲元件。大卫可以在路上把车停在路边，并在不到一分钟的时间里用调频卫星通话。

使用全向天线和定向天线

有时，同时使用全向天线和定向天线是有意义的。例如，如果您使用单独的发射器和接收器，则可以在发射器上使用全向天线，在接收器上使用小型定向天线。这允许您最大化您的接收机性能，并允许您使用更高的功率来克服全向发射天线的缺陷。

以下是Juan、EA4CYQ及其手机设置的照片：



他的右手带有一个70厘米的CJU天线。在他的左手是麦克风，他的汽车移动装备和一个2米垂直天线安装在挡泥板上，在图片的右下角。

同轴电缆

您将使用同轴电缆（或同轴电缆）将天线连接到收音机。您的天线可能带有同轴电缆，如箭头天线上的双工器，或者您可能需要提供电缆。

虽然任何 50 欧姆电缆都能正常工作，但泰晤士微波 LMR-195、LMR-200 或 LMR-240 Ultraflex 同轴天线和跳线将提供最佳性能。最可靠的连接将是正确安装的压接连接器（而不是焊接连接器）。对于可靠性和性能，应避免使用通用或“等效”低损耗同轴电缆，并避免使用连接器适配器（例如：BNC 至 PL-259）。

有关同轴电缆和连接器的更详细讨论，请参见附录 B“升级您的业余卫星站”。

第五章

您的收音机系统

运气好的话，你可能已经拥有了无线电，或者你第一次与业余卫星联系所需的无线电。

如果您确实需要为您的卫星工作购买收音机，我们将介绍可用于调频联系的多模式收音机，但当您升级到带有线性转发器的卫星上的SSB联系时，它也可以工作。

如第4章“天线系统”所述，几乎所有的业余卫星都同时使用VHF（或2米）波段和UHF（或70厘米）波段，很像一个跨波段转发器。此处的讨论将集中于可用于这两个频带的无线电。

您的收音机系统可能属于以下三种类型之一：

- 双频段收发信机，可同时发送和接收VHF和UHF
- 单独的VHF和UHF发射机和多频带接收机
- 具有卫星模式的新型双频手持收发器

一旦你征服了调频卫星，你可能想试试带有转发器的卫星。这些SSB/CW转发器接收整个20 kHz至100 kHz频段，并将其转发到另一个频段，而不仅仅是像FM卫星那样的单个信道。

调频卫星一次只允许一次通话。根据转发器的带宽，SSB/CW卫星允许同时发生多达20次对话。

所以，如果你决定为你的卫星工作购买一部收音机，考虑一部覆盖卫星频率、同时具有FM和SSB的收音机。

你可以找到一些真正的便宜的二手卫星设备，和一些昂贵的古董以高价出售，因为卖家认为你可能购买它用于卫星工作。对于没有卫星模式的旧收音机，请谨慎使用，并且可能会出现 RoHS 焊料退化，需要用“真实”焊料进行修补。此外，老式钻机中的某些部件，尤其是电容器，会随着时间的推移而退化。在易趣上，一些钻机有重建套件（电容器）。

本章中提及的收音机，如果在本指南发布之日已投入生产，将以黑体字显示。

全双工操作

如果您正在为用于FM、SSB和CW业余卫星操作的基站或移动收发器购买新的现代无线电，请确保它具有全双工功能。也就是说，您可以在收听一个频带的同时在另一个频带上传输。有些无线电提供双接收、跨频或分频操作，但这不是一回事。传输时收听自己的下行链路是非常重要的。

使用旧式全双工 HT 和 FM 卫星，您需要能够听到从卫星传回的音频，以了解何时更改存储器。如果你没有捕捉到鸟的接收器，或者如果你的信号失真，或者如果有人在你结束通话之前抓住了卫星，你将不会收到回电。

当您从 FM 卫星上移到 SSB 或 CW 时，必须能够调整您的发射机频率，使其位于正确的接收频率上。

你当然可以使用两个独立的无线电进行卫星操作；这种方法非常流行。您的接收器可以是 HT、扫描仪或软件定义无线电(SDR)。关键是您需要能够同时发送和接收。

半双工操作

一类新的手持FM收发器包括卫星操作模式。虽然您无法监控下行信号，但这些设备非常容易操作，并且已经证明非常成功。这些卫星模式HT比用于FM鸟的老式全双工HT工作得更好，因为它们通常调谐到卫星多普勒调节频率的10赫兹内，而不是限于5kHz信道操作的老式FM HT。

这些卫星模式无线电允许您输入特定的卫星信息，预测通过和进行自动多普勒频移以保持您的频率。

几家制造商正在以有吸引力的价格提供这些收音机。还有一个名为OpenGD77的开源无线电项目，它允许您将一些HT转换为包括卫星模式：<https://www.opengd77.com>。下面是有关这些收音机的更多信息。

发送器功率

对于语音LEO卫星，5瓦的上行链路功率是应该使用的最大功率。太多的人使用过多的发射功率，因为他们的接收系统是不够的。在X(Twitter)上，接收系统较差的电台被称为CHS,因为它们听不到蹲下声。

这些过度消耗力量的动物被称为鳄鱼——全是嘴，没有耳朵。做一个负责的合法卫星用户；只使用所需的电源。

可靠的卫星通信的关键是组合最好的接收站。如果你听得不好，当你发射信号时，你将会干扰(QRM)卫星的其他用户!

对于可能发生多个类星体的SSB转发器卫星，运行高功率尤其有害，因为许多人会受到伤害。与使用电离层来反射高频信号不同，线性卫星是一种零和游戏。每个人都需要共享卫星可用的下行功率。

使用CW的那些设备可以在瓦特或更低功率下正常工作。

下面列出的许多手持式收音机只能输出2-5瓦。再加上一个小波束，如箭，麋鹿，便宜的八木，或卷尺天线，这已经足够进行卫星接触。

Tim Lilley,N3TL,因所有联系人仅用50毫瓦制作了20个卫星类星体而获得了OSCAR卫星通信成就奖!

我们建议您购买什么

在以下章节中，我们将介绍潜在卫星无线电的所有不同组合。

如果您正在购买与FM、SSB和CW卫星配合使用的新基站或移动收发器，我们建议您查看下面的“适用于U/v和V/u的全双工FM、SSB和CW基站无线电”或“双频半双工收发器”部分。

如果您正在考虑为卫星工作购买新的FM HT,我们建议您查看下面的“双频半双工HT”。

下面的其他部分是针对现有无线电设备的人员，这些无线电设备可能适用于卫星操作。

当前可用的收音机将以黑体字列出。

双频全双工收发器

一些FM手持收发器(HT)、FM移动无线电和多模式基站能够在不同的频带上同时发射和接收。

不幸的是，这些收音机都不在生产中，但你也许可以在网上或在hamfest上找到它们。

U/v和V/u的全双工FM HT

如果你已经有一个这样的装备，它肯定是非常方便的操作调频卫星与他们。这些都是首次引入时的良好无线电；括号中注明了首次发货的（估计）年份。

尽管年纪大了，但它们经常以高价出售。由于它们的年龄和价格，我们不建议购买这些收音机仅仅用于操作调频卫星。目前，没有全双工手持设备可用。

- Icom IC-W2A(1993), IC-W32 (1998,早期) 仅5位序列号的版本)
- Kenwood TH-D7 (2007年, 右图), TH-D72A (2010年)
- Yaesu FT-470(1990),FT-530(1992), FT-51R (1996年)



全双工FM HT仅用于U/V

有些手持无线电声称是全双工的，但只能用于U/V卫星。当配置为V/u操作时，传输2米会阻塞70cm接收器或显著降低70cm灵敏度（一种称为“无感知”的情况），因此您无法听到卫星。因为它们仅是FM，而且在V/u上不起作用，我们不建议购买任何此类手持设备用于卫星操作。

- 阿林科DJ-G7T
- AnyTone TERMN-8R
- Icom IC-W32（V/u操作中带有7位序列号的最新版本）
- 武勋KG-UV8D、KG-UV9D

用于U/v和V/u的全双工FM移动收音机

几个FM移动收音机是全双工的。我们不建议只为操作调频卫星而购买这些收音机，因为您不能使用它们来操作SSB/CW卫星。如果你已经有了一个，那就用它吧。TM-D700/710系列无线电和FTM-350和FTM-400具有APRS功能，除FM卫星操作外，还可用于各种情况。不幸的是，这些收音机都不在生产中，但你也也许可以在网上或在hamfest上找到它们。

- Icom IC-2710、IC-2720、IC-2728H、IC-2800
- Kenwood TM-D700A、TM-D710A、TM-D710GA、TM-741、TM-742、TM-941、TM-942
- Yaesu FT-5100、FT-5200、FT-8800、FT-8900、FTM-350、FTM-400

下图所示为Kenwood TM-D710GA的控制头。



用于 U/v 和 V/u 的全双工 FM、SSB 和 CW 基站无线电

这些无线电通常被推广为“卫星”无线电，通常适用于FM和模拟转发器卫星。大多数还具备计算机控制(CAT)的能力，使您能够实施全多普勒频率校正。

术语“CAT”来自Yaesu的“计算机辅助调谐”、“计算机辅助调谐”或“计算机辅助收发器”的缩写。业余团体使用这个术语来表示允许计算机控制的任何品牌的无线电。

由于这些无线电在FM和SSB/CW上都工作，如果你选择购买专门用于卫星操作的无线电，你应该考虑这些设备。（您也可以使用两个收音机进行其他选择；请参阅下文。）目前只有IC-9700正在生产。购买此列表中的旧收音机时要小心；有些收音机的CAT命令有限，或者需要升级才能正常工作。

- Flex 5000（带2 m和70 cm模块）
- Icom IC-820、IC-821H、IC-910H、IC-970、IC-9100
- **Icom IC-9700**
- Kenwood TS-790、TS-2000（具有可能干扰卫星接收的小鸟）
- Yaesu FT-726（需要卫星模块和音频模块）、FT-736（需要音频模块）、FT-847

凭借其频谱范围（瀑布），Icom IC-9700非常受欢迎：



双频半双工收发器

除了上面介绍的全双工收发器之外，您还可以选择使用两个无线电，一个用于发送，一个用于接收。一些运营商更喜欢使用两台收音机，因此这不一定是折衷方案。使用两个收音机还可能意味着您已经拥有所需的一个或两个收音机。

对于调频卫星，两个手持式收音机，或一个手持式和一个手机应该工作良好。您也可以使用调频发射机和扫描仪或 SDR 接收机。

如果您决定购买用于卫星操作的无线电，最佳选择是可在2米和70厘米上操作FM和SSB/CW的多模式收发器，例如：

- Icom IC-706MKIIG（早期版本没有70 cm），IC-7000
- **Icom IC-7100、IC-705、IC-905**
- Yaesu FT-817、FT-818ND、FT-857D、FT-897D、FT-991
- **Yaesu FT-991A、FTX-1F**



左侧的照片是Yaesu FT-817ND半双工多模和多频带收发器的特写。它包含一个可充电电池，非常便携和附带的颈带。

在右边的照片中，克莱顿，W5PFG正在使用他的FT-817作为发射机和Icom IC-R20扫描仪作为他的接收机。

一些火腿使用一对FT-817无线电（一个用于发射，一个用于接收），这种组合被称为FT-1634。或者一对称为FT-1636的FT-818无



双频半双工 HT

一类新的双频带半双工HT现在可用于工作FM卫星。除调频和数字操作模式外，这些收音机还包括调频卫星操作模式。通过配置具有位置信息和特定卫星数据的无线电，它们预测卫星通过并自动管理多普勒频移。这大大简化了操作。唯一的缺点是传输时无法监控下行链路上的信号。但是，因为收音机总是处于频率上，弥补了无法听到信号的缺点。

具有此功能的收音机出厂时包括：

- **AnyTone AT-D168UV、AT-D878UVII Plus**
- **放射性GD-168**
- **BTECH DMR-6X2和DMR-6X2Pro**

还有一个开源项目，为各种无线电<https://www.opengd77.com/>提供固件替换。手册位于：

https://github.com/LibreDMR/OpenGD77_UserGuide/blob/master/OpenGD77_User_Guide.md

OpenGD77固件包括类似上述工厂无线电操作的卫星模式。它在5年前被引入火腿社区，并拥有一个积极的开发和用户社区。

OpenGD77用一组新的功能替换出厂固件。请注意，保留了收音机的原始模拟和数字模式。

OpenGD77项目已经移植到许多无线电上，包括：其他可能受支持，但您应该查看OpenGD77论坛以获取更多信息：

- 放射性GD-77（也称为TYT MD-760）、GD-77S
- **Baofeng DM-1701/DM-1701B、DM-1801（仅版本1硬件-也称为DM-860）、DM-1801A、DM-1802、RD-5R（也称为DM-5R Tier 2）**
- **TYT MD-UV380/MD-UV390（版本：原始、GPS和Plus），MD-2017,MD-9600**
- **Retevis RT-3S、RT-84、RT-90、RT-92**

David Spoelstra,N9KT,使用卷尺天线和OpenGD77转换收音机制作了数百个触点。



左侧的照片显示了 AnyTone AT-D878UVII Plus 和TYT MD-UV380。每台无线电都显示国际空间站的通过，包括 AOS 倒计时、国际空间站的路径以及激活时的仰角和方位角。

AnyTone 收音机为您的位置提供GPS，但您也可以根据需要手动指定位置。此外，在卫星到达地平线之前，它不允许您进行传输。

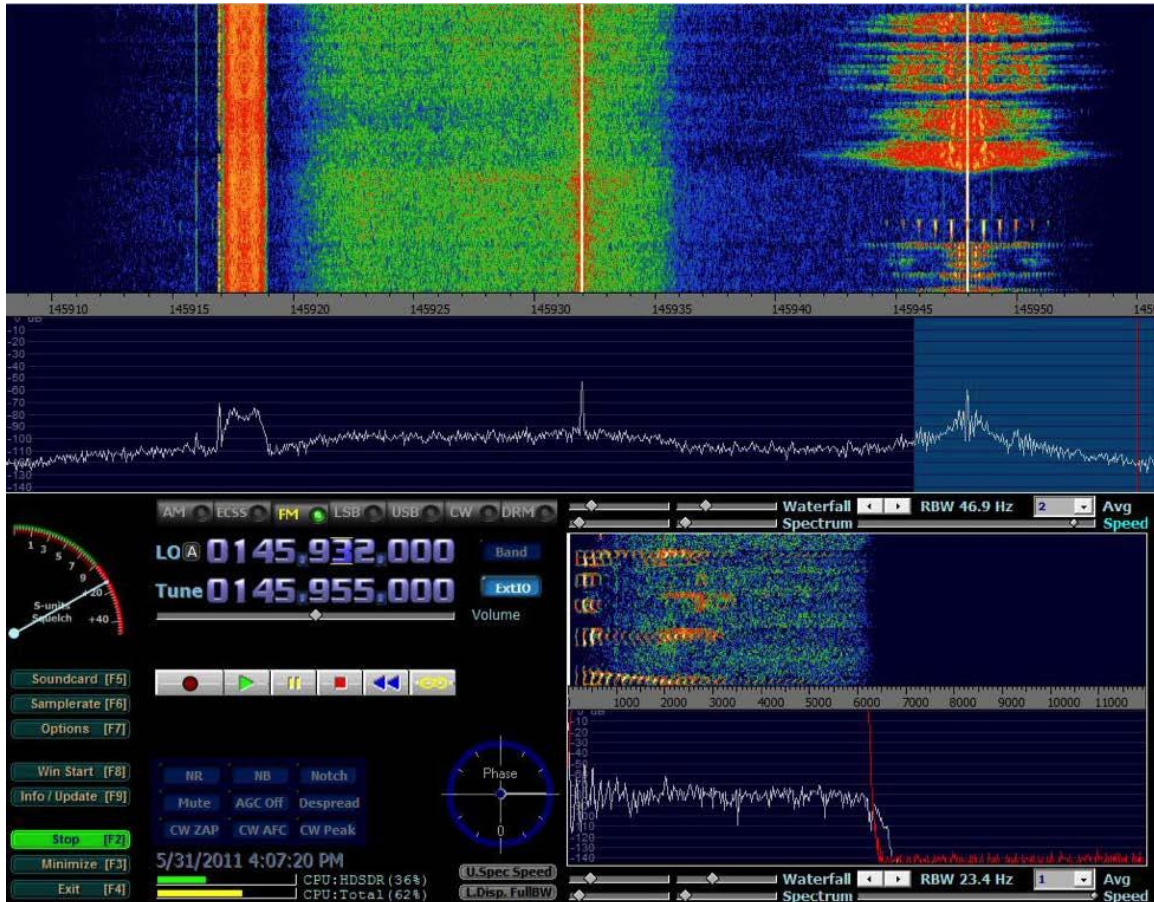
TYT 收音机要求您输入您的位置，但对发送没有限制。

软件定义接收器

软件定义接收器(SDR)将RF接口与计算机和一些非常复杂的软件相结合。计算机运行的软件充当带泛适配器的多频段、多模式接收器。SDR非常适合作为卫星站的接收器，因为它允许您看到卫星的整个通带，包括信标、遥测和通过卫星操作的所有站。只需稍加练习，您就能够直观地识别 FM、SSB、CW、SSTV 和遥测，并诊断诸如无感知之类的问题。

以SDR作为接收器和多模式收发信机作为发射器的卫星站是一种非常强大的组合，并且越来越受欢迎。

下面的计算机屏幕截图显示了整个多模式下行链路。在顶部的瀑布显示中，您可以清楚地看到（从左到右）CW消息、BPSK-1000遥测、16 kHz模拟CW/SSB应答器通带和FM语音/慢扫描TV信号。此图说明了软件定义无线电在接收卫星传输时的功能；屏幕截图来自较早版本的HDSDR（约v1.0）和FUNcube加密狗的原始版本。



SDR接收器硬件

有各种各样的特别提款权接收者，起价在20美元左右。许多连接到标准PC或Windows平板电脑上的USB（通用串行总线）端口。正如所预期的那样，购买价格与产品质量之间存在相关性，但具有优异性能的设备可以以99美元到200美元的价格购买。

当您购买SDR硬件时，您可能想要比较某些特性。模数转换器(ADC)的位深度越大，动态范围越好，处理强干扰的能力也越强。采样速率越快，SDR一次可以看到的带宽就越宽。对于单个卫星通带来说，这不是问题，但如果想同时处理整个业余2 m波段，这可能是一个考虑因素。前端滤波将对您与附近商用发射机可能出现的问题产生重大影响。您的SDR是否需要针对您的计算机和操作系统的特殊设备驱动程序，可能会影响您可以使用的计算机和应用程序。

下面列出了四种最流行的低成本SDR接收机。有关SDR无线电的详细列表，请参见https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_software-defined_radios

FUNcube适配电缆(FCD)Pro+

Howard Long, G6LVB开发了一种创新的USB多模式软件定义接收器，覆盖150kHz至240MHz和420MHz至1.9GHz。当您收听 FM、CW 和SSB 时，FCD 将使用 SDR#、SDR 控制台和HDSDR 等众多 SDR 程序之一向您显示来自卫星的信号。只需将FCD插入笔记本电脑，将天线连接到SMA连接器，运行软件，您就可以开始工作了。

FCD Pro+ 具有出色的可切换前端滤波功能，尤其适用于 2 m 和70 cm 的 ham 波段。对于PC或平板电脑，它看起来像一个标准的声卡，因此它不需要您获得或安装特殊的设备驱动程序。ADC深度为16位（可用12位），采样速率为192kHz,因此接收带宽限制为约180kHz。目前最宽的业余卫星转发器约为90 kHz,因此您可以在不改变LO的情况下查看和调谐整个卫星通带。

一些SDR程序直接支持此SDR加密狗，包括AMSAT FoxTelem和AMSAT-UK FUNcube Dashboard。FCD Pro+ 与 HDSDR、SDR 控制台和SDR# 工作良好。

出售FCD Pro+的部分利润用于建造和发射FUNcube系列卫星。您可以在<http://www.funcubedongle.com>找到更多信息并订购 FCD Pro+



SDRplay



SDRplay 有多种型号：**RSP1B**、**RSPdx**、**RSPduo**和联网的**nRSP-ST**。这些设备可与 HDSDR、SDR 控制台及其 SDRuno 和 SDRconnect 软件一起使用，但 SDR# 不支持这些设备。

有关 SDR、软件和购买详情的其他信息位于<https://www.sdrplay.com>。

Airspy R2和Mini

Benjamin Vernoux和Youssef Touil设计了Airspy SDR接收机。Youssef是SDR#的作者，SDR#是最流行的基于Windows的SDR软件应用程序之一（见下文）。Airspy R2覆盖24 MHz至1.7 GHz,具有12位ADC,采样频率为20 MHz（9 MHz可用带宽）。它包括一个前端跟踪滤波器。

有关 Airspy R2 的更多信息，请查看此处和Mini: <https://airspy.com>.



RTL-SDR(DVB-T)加密狗

在欧洲和世界上的许多国家（但美国、加拿大或墨西哥除外），地面广播电视使用一种称为数字视频广播（地面或DVB-T）的标准。这个巨大的市场催生了许多用于电视接收的非常低成本（约20美元）的SDR接收机。借助正确的软件和设备驱动程序，这些DVB-T转换器可用于业余无线电接收。在业余无线电社区中，DVB-T转换器被称为RTL-SDR转换器。

如果您的预算有限，并且您熟练使用计算机，那么RTL-SDR加密狗可能适合您。这些器件的性能明显低于上述采用8位ADC且几乎没有滤波的SDR。

用于DVB-T适配器的Windows随附的设备驱动程序用于电视接收，因此必须将标准Windows设备驱动程序替换为这些应用程序的自定义驱动程序。MacOS和最近的Linux发行版内置了驱动程序。

目前，两个最流行的RTL-SDR软件狗是<https://www.nooelec.com/>的Nooelec系列和<https://www.rtl-sdr.com/>的RTL-SDR系列（这也是了解该领域最新新闻的好地方）。

有关为业余无线电安装和使用RTL-SDR加密狗的最新信息和文章，请在互联网上搜索“RTL-SDR”。

SDR接收器软件

用于处理来自SDR接收器的数据流的新软件包不断涌现，它可以将你的PC或平板电脑转换成令人惊叹的收音机。

许多是自由的和跨平台的。甚至还有智能手机应用软件。我们建议您使用互联网搜索来查看当前流行的内容。下面我们将介绍一些目前流行的产品。

天使

SDRangel是一种非常流行、复杂但易于使用的、免费的跨平台应用程序，支持在许多SDR接收机和发射机上工作的插件。<https://www.sdrangel.org/>

软件提款权++

SDR++是另一种非常流行的、复杂但易于使用的、免费的跨平台应用程序，支持在许多SDR接收器上工作的插件。<https://www.sdrpp.org/>

GQRX公司

GQRX是另一个非常流行的应用程序，它只支持macOS和Linux,可以在许多SDR接收器上工作。<https://www.gqrx.dk/>

HSDR

HSDR 是仅适用于 Windows 的应用程序。当与 SatPC32（参见附录 B,升级业余卫星站）和具备 CAT 功能的发射机（例如，上述双频半双工收发器的无线电之一）结合使用时，您将为您的业余卫星站提供出色的无线电系统。

转到<http://www.hdsdr.de>下载 SDR 硬件的软件和驱动程序。

SDR 控制台

SDR控制台是仅适用于Windows的应用程序，能够在SDR通带中使用多达24个VFO解调不同信号。此外，它还支持客户端/服务器进行远程监控，并能够使用图形卡中的 GPU 来加速数据流的数字信号处理。<https://www.sdr-radio.com>

SDR编号

发音为“S-D-R sharp”的应用程序仅适用于Windows。SDR# 有许多粉丝，如果它支持您的 SDR 硬件，它可能会为您工作：它与 Airspy 和FUNcube Dongle Pro+ 一起工作，但不与 SDRplay 接收器一起工作。SDR# 包括一些非常高级的滤波、静噪和其他功能。<https://airspy.com/download/>

基于 Web 的应用程序

有许多基于 Web 的 SDR 应用程序，包括 OpenWebRX<https://www.openwebrx.de/>、WebSDR<http://websdr.org/>和 WSDR<https://wsdr.io/>。

第六章

操作调频卫星

前面的章节都讨论了有助于你在业余卫星上建立联系的信息。在本章中，我们将逐步介绍如何操作调频卫星。只要做好准备，注意细节，再加上一点点运气，结果将是你第一次接触卫星。

调频卫星很有趣，需要低的上行链路功率，需要简单的天线，在卫星演示、通用和低成本进入卫星操作方面是出色的。

第1步：选择一个或多个调频卫星

在写这篇文章时，有多个调频业余卫星正在工作。

在第1章“卫星简介”中，我们讨论了如何使用 AMSAT Live OSCAR Satellite Status Page（实时 OSCAR 卫星状态页面：<https://www.amsat.org/status/>）检查来自世界各地其他 Ham 的报告，从而确定卫星当前是否正在运行。

如果国际空间站状态页面显示哥伦布模块无线电计划处于交叉波段转发模式，则国际空间站是第一个类星体：<https://www.ariss.org/current-status-of-iss-stations.html>。的良好卫星由于ISS是V/u卫星，所以操作起来比较容易。

第二步：何时何地能看到你的卫星？

在第3章，定位业余卫星，讨论了几个智能手机应用和互联网网站。使用其中一个来确定您选择的卫星何时出现在您所在位置的地平线上(QTH)。考虑使用第二个应用程序或网站来检查第一个应用程序或网站的结果。尝试使用不属于您认为应该放置的位置的卫星是令人沮丧的。

如果在传球过程中，将带有这些信息的智能手机、平板电脑或笔记本电脑屏幕放在操作位置不方便，请打印或写下这些信息，以便于访问。您需要记下卫星上升到地平线(AOS)上的时间和位置（方位角）。记录卫星处于空中最高点(TCA)的时间和地点（方位角和仰角）。写下卫星到达地平线的时间和方位角(LOS)。

识别您的四字符或六字符 Maidenhead 网格方块（例如，EN60 或 EN60nk），并将其写在一张纸上。美国的标准卫星交换机是四字符，但六字符在欧洲和南美洲部分地区很常见。你可能会忘记它，在兴奋的联系！

确保您知道正确的时间。如果你用手机代替手表，它应该有正确的时间。如果你使用手表或笔记本电脑，请对照WWV或GPS接收器进行检查。几秒钟的时间可以改变你所认为的卫星的位置，而当你试图跟踪一颗卫星时，它实际上在哪里

望天而视。几分钟的间隔是听觉和听不见的区别。

最后，使用指南针、街道地图或智能手机的指南针应用程序，确定卫星升起和设置的地标。

第三步：组装天线

第4章“天线系统”和第5章“收音机系统”讨论了天线和收音机的一些选择。

可靠的卫星通信的关键是组合最好的接收站。如果你听得不好，当你发射信号时，你将会干扰(QRM)卫星的其他用户!

如果您使用的是像麋鹿对数周期或箭八木这样的便携式天线，请组装天线。天线的元件长度大致相同，但不相同。最短的元素最接近卫星。最长的元素离您最近。

三元或四元2米波束和七至八元70厘米波束将为所有低地球轨道卫星提供地平线覆盖。



Paul Bousquet, N1PEB, 正在使用改良的Elk对数周期天线和来自马萨诸塞州科德角FN51网格的Kenwood TH-D72A。

步骤4a: 设置卫星模式HT

如果您正在使用具有自动多普勒频移的卫星模式的双频半双工手持式收发器(HT), 您仍然需要将其配置为卫星操作。

此类无线电的例子有AnyTone AT-D878UVII Plus和TYT MD-UV380 (带有OpenGD77固件)。如果您没有使用此类收音机, 请跳到步骤 4b。

- 确保已在无线电中配置了无线电的位置 (如果启用了 GPS,则为自动) 和准确的时间 (如果需要, 包括 UTC 偏移)。
- 将电流Keps装入收音机。如果你在ISS工作, 你应该经常更新你的Keps。其他卫星需要过去一两周更新的Kep。
- 将收音机置于卫星模式并选择要操作的卫星。
- 确保卫星通行证的收音机投影与智能手机上的卫星投影或网站投影紧密一致。如果没有, 请更新 Kep,更正位置并设置时钟。如果他们不同意, 你不会在卫星上工作。
- 注意, 有些收音机在卫星到达地平线以上时才允许您发送信号。

跳过步骤4b并转到步骤5。

步骤4b: 对标准收音机进行编程

对于没有自动多普勒频移的旧式收音机, 使用卫星频率 (包括多普勒频移和 CTCSS 音调) 预编程五个存储信道。

第一个例子展示了如何使用国际空间站为V/u卫星编程你的无线电记忆。对于U/V卫星, 有一些不明显的区别, 我们稍后会考虑。

如第2章“卫星基础”所述, 频率越高, 多普勒效应越明显。低地球轨道卫星的VHF频率为 ± 3 kHz。UHF的频率是VHF的3倍, 多普勒频移是VHF的3倍。因此, 低地球轨道卫星的70 cm频率将变化 ± 10 kHz,从AOS到LOS总共为20 kHz。

如果收音机在 2 米处的最小频率步长为 5 kHz (手持式和移动式收音机非常常见), 则只需将卫星的标称 VHF 频率用于所有五个发射存储通道。(V/u)卫星接收机的AFC (自动频率控制) 应补偿多普勒的离频效应。对于(V/u)卫星的UHF发射机, 在对收音机的接收机存储器进行编程时, 将使用与标称卫星频率的+10 kHz、+5 kHz、无、-5 kHz和-10 kHz偏移。

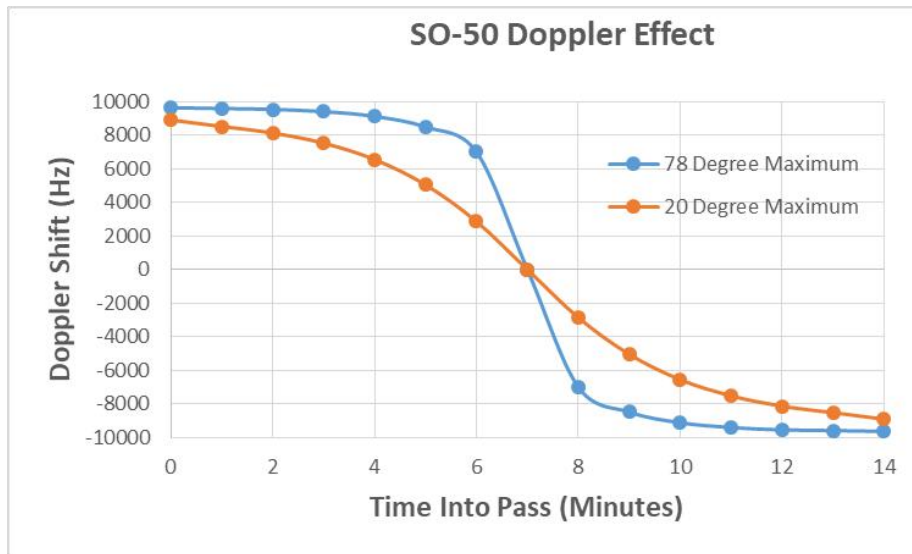
例如, ISS是V/u卫星, 标称频率为: 上行链路: 145.990
MHz FM [67.0 Hz CTCSS 音]下行链路: 437.800 MHz
FM[多普勒为 ± 10 kHz]

在ISS通过期间，您将在接收到的70 cm频率中经历20 kHz偏移。这意味着，如果不调谐接收器，将错过部分通道（如果不是大部分通道）。在传输过程中，使用内存通道调谐接收器，以保持信号强度并最大程度地减少离频失真。

对于ISS,将收音机上的5个记忆频道编程为这些频率和CTCSS音调。如上所述，注意下行链路UHF频率改变而上行链路VHF频率保持不变。

国际服务社	下行链路	上行
合格开始	437.810兆赫	145.990 MHz + 67.0 Hz 音调
早期通过	437.805兆赫	145.990 MHz + 67.0 Hz 音调
中间通过	437.800兆赫	145.990 MHz + 67.0 Hz 音调
后期通过	437.795兆赫	145.990 MHz + 67.0 Hz 音调
通过结束	437.790兆赫	145.990 MHz + 67.0 Hz 音调

下图显示了20°最大仰角通过和78°通过期间SO-50的70 cm模拟下行链路信号的接收频率。在较高海拔通道上，接收频率开始较高，结束频率较低，即，与低海拔(20°)通道相比，多普勒效应更多。



如果您的接收机使用的是软件无线电(SDR)，请将本振频率设置为比卫星标称下行链路频率低约15 kHz,以便来自卫星的信号不会与本振频率相交。设置调谐频率

多普勒调整的AOS频率。打开AFC（自动频率控制）。

有些调频卫星是 U/v 卫星。将对UHF上行链路频率进行调整，而不是调整下行链路VHF频率以补偿多普勒。U/V卫星上行链路的多普勒频移校正从低到高，这与下行链路从高到低的校正相反。使用具有较大调谐步长（如5 kHz）的收音机时，您需要调整 UHF 频率，而不使用 VHF 频率。

仅作为示例，AO-91（不再使用）的标称上行链路频率为435.250 MHz和145.960 MHz的下行链路频率，使其成为U/v卫星。要操作AO-91,您可以将收音机上的五个存储频道编程为下表中的频率和CTCSS音调。请注意，传输开始时的发射频率从低于公布的发射频率10 kHz开始，然后增加频率。AO-91还要求用户发送67.0 Hz CTCSS音。如上所述，注意下行链路UHF频率改变而上行链路VHF频率保持固定。

AO-91（任务结束）	下行链路	上行
合格开始	145.960兆赫	435.240 MHz + 67.0 Hz 音调
早期通过	145.960兆赫	435.245 MHz + 67.0 Hz 音调
中间通过	145.960兆赫	435.250 MHz + 67.0 Hz 音调
后期通过	145.960兆赫	435.255 MHz + 67.0 Hz 音调
通过结束	145.960兆赫	435.260 MHz + 67.0 Hz 音调

对于您打算操作的任何卫星，在线检查建议的内存通道频率对。

确保您的收音机电池、智能手机、平板电脑或笔记本电脑电池都已充电。

第五步：收听您的卫星

在传球过程中，使用录音机或计算机、智能手机或平板电脑上的录音程序/应用程序。录音是捕捉在通行证期间工作的某人的呼号和方格的一种方法。您可以在通过后重放记录以更新日志。如果程序/应用程序尚未执行此操作，请记下开始记录的日期和UTC时间。

当你等待卫星传送开始的时候，练习瞄准你的天线。从地平线上发生AOS的点开始。用天线在空中缓慢地画出弧线，上升通过TCA点，然后向下弧线到达视线。你希望天线的瞄准成为第二天性，这样你就可以专注于你的类星体。

在预计的AOS时间前一两分钟，打开收音机的静噪。当您第一次听到卫星时，信号强度不足以打开静噪，并且在通过中间时衰减是常见的。你们可能会发现，耳机有助于消除环境噪音，并将反馈降至最低。

在搜索卫星信号时，来回摆动天线，同时扭转手腕 $\pm 90^\circ$ 。一旦你找到卫星，你可以迅速调整你的天线的位置和它的扭曲，以获得最强的信号。继续使用天线跟踪跟踪数据，但以1到2英尺的圆圈移动天线以优化信号。准确观察方位角和仰角是很困难的，但是一旦你找到卫星，你就会用耳朵来跟踪，而不是方位角和仰角。

调频卫星在像美国或欧洲大陆这样的大人口中心，在白天和傍晚时分是很少见的。如果周日凌晨，卫星的大部分覆盖区域位于海洋或加拿大北部，那么可能只有一两个运营商。否则，可能会听到很多流量。

所以，你什么都没听到？以下是一些需要检查的事项：

- 检查您是否正在收听下行链路频率，而不是上行链路。
- 检查右天线是否连接到接收器
- 卫星真的是你认为的地方吗？在跟踪软件中检查您的位置。
- 检查您的手表或计时装置是否正确。您是否正确地将UTC时间转换为当地时间？
- [AMSAT Live OSCAR Satellite Status Page](#) 是否显示其他火腿正在收听此卫星？
- 天线、同轴电缆和收音机的组合是否听到另一调频收音机或本地中继器？

第六步：打电话

在您听过几次传球、练习指向和调谐、了解 FM 卫星QSO 的节奏和内容之后，您就可以开始第一次尝试了。

你的录音机在运行，对吧？

在发射之前，请先听卫星发出的信号。正如你所知道的，从收听几个通行证的交通，调频卫星是繁忙的。若你们听不到，那么你们就会遇到一个问题，通过传送和干扰你们听不到的卫星的其他用户，就无法解决这个问题。

请勿在调频卫星上呼叫指挥官！CQ呼叫，特别是长CQ呼叫，不必要地占用卫星，并烦扰其他十几个正在等待呼叫的火腿。

倾听谁在说话，以及他们是否特别在和某人说话。注意一个清晰站的呼号，听起来对他们的操作能力充满信心。

当他/她结束QSO时，给这个特定的电台打个短电话。不要只是把你的呼号混入其中——不太可能有人回答你。

如果您在呼叫时听到无声的空气，或者只是第一个单词的一部分，您是否记得在设置记忆频道时设置 CTCSS 音调？

如果您确信卫星正在运行，您的电台正在工作，并且您没有听到其他电台的声音，那么可以简短地宣布您的呼号和网格定位器，例如“威士忌4 Alpha Bravo Charlie,Echo Mike 83”。在您的通话和网格中使用语音！

请勿在调频卫星上呼叫指挥官!这是一个重要的一点，值得再次强调。

当您呼叫的电台回到您身边时，首先是他们的呼号，然后是您的呼号、网格定位符和简短的问候语或消息。例如，“K8YSE,威士忌4 Alpha Bravo Charlie,Echo Mike 83. QSL?”务必使用标准的拼音字母作为您的呼叫和方格。对于W9YB,使用 Wiskey Nine Yankee Bravo,而不是Wooly 9 Yogi Bear。标准拼音字母列表见附录A, 参考资料。

一旦你完成与另一个站的交换，给你的呼号结束QSO。例如，“W4ABC QSL”。

总之，在FM卫星上使用K8YSE的典型类星体是这样的。卫星运营商交换网格方块（以下示例中的EN91和EM83），而不是信号强度（例如，“59”）。假设您的呼叫是 W4ABC（请记住对您的呼叫和网格使用标准拼音字母）：

您：收听卫星，你会听到K8YSE强而清晰的信号。在类星体之间，你发射“K8YSE,威士忌4 Alpha Bravo Charlie,回声麦克83”。

K8YSE：作为回应，您听到“W4ABC、K8YSE、Echo 11月91日”。QSL?”

您：作为回复，您发送“W4ABC QSL”。

您呼叫的电台知道他的呼叫，因此您不需要语音。他不知道你的呼叫或方格，所以要使用语音。如果他正确地回答了你的呼叫，那么你就不需要再使用你的语音了。你们不知道他的格子，所以他应该用他的格子的语音来回应。你不会总是听到人们使用语音，但你会听到很多人要求纠正呼号和方格，因为他们不只听懂字母。

如果您使用的是较旧的非多普勒校正 HT,并且您从卫星收到的信号失真，这意味着当卫星穿越天空时，您没有改变无线电的记忆。返回并查看上述步骤4b。

通行证相对较短，数十个人可能试图使用同一通行证。在你接触之前，可能要经过几次。继续练习指向天线并收听其他电台。

请不要使用 FM 卫星与其他电台进行长时间通话，因为许多其他电台可能正在监听并希望进行QSO。线性卫星有更多的带宽，对于制造更长的类星体非常有用。

享受通过业余卫星操作的经验!

记住, 许多人是第一次接触卫星, 可能不知道良好的卫星操作实践。给予他们怀疑的好处, 与新运营商完成您的QSO,并在联系后尝试通过电子邮件联系他们, 就如何操作卫星提供友好的建议。尝试在广播中这样做是不推荐的, 因为这会让卫星受阻并使新运营商感到尴尬。

第七步: 使用LoTW记录QSO

恭喜!您进行了第一次卫星联系。对我们许多人来说, 第一次接触是一次不可思议的经历。

一旦肾上腺素冲动消退, 将你的联系人添加到日志中。写下当地日期、当地时间、卫星名称(例如: ISS), 您的联系人的呼号, 以及他们的方格。然后将本地日期和时间转换为 UTC。

你是否全神贯注于接触, 指着天线, 调谐收音机, 按下按键通话键, 试图交谈, 以至于忘记了他们的电话和他们的电话线?欢迎来到这个俱乐部, 这在我们许多人身上都发生过。

没问题。听听你做的录音。你忘了开录音机了?这也经常发生。使用电子邮件询问该通行证上的另一个电台, 是否他们有可以与您共享的录音。大多数卫星运营商在其QRZ.com列表中有其电子邮件地址。

虽然许多卫星运营商会回复QSL卡, 但使用ARRL的世界日志(LoTW)非常流行, 因为许多运营商都在追逐卫星奖。您可以在以下位置注册LoTW:
<http://www.arrl.org/logbook-of-the-world>。

LoTW中DX记录与卫星记录之间的区别在于, 卫星记录包括两行额外的数据(显然, 对于不同的卫星使用不同的标准化卫星名称:

<https://lotw.arrl.org/lotw-help/frequently-asked-questions/#sats>) :

- 传播模式: <PROP_MODE: 3>SAT
- 卫星名称: <SAT_NAME: 4>AO-7

大多数记录程序允许您轻松地记录卫星联系人。但是, 如果您发现您的卫星联系人没有获得 LoTW 积分, 请确保在 ADIF 数据中有上述两行。更多信息见LoTW 站点<https://lotw.arrl.org/lotw-help/satellite-qsos>

请使用 LoTW 记录您的卫星联系人。您可以为您提供自己或他人提供他们没有的州或网格方阵, 以获得卫星奖。

为什么有人在乎你确认一个格子方阵或一个州?很高兴你问...

经营奖项

正如其他地面运营一样, 卫星运营商与其他台站进行确认联系时也有奖励。这些奖项包括ARRL的所有工作州(WAS-确认与美国所有50个州的卫星联系)和VHF-

UHF Century Club (VUCC——确认与至少100个电网定位器的卫星联系)，以及一系列由AMSAT和其他机构颁发的奖项，包括为美国488个Maidenhead电网工作的AMSAT享有盛誉的GridMaster奖。有关奖励的更多信息，请参见 <https://www.amsat.org/awards-2/>

一些运营商（称为Rover）将离开其家乡站点，从其他州和/或电网定位器进行操作，以帮助运营商获得与这些地点的联系，其中一些很少通过卫星听到。许多卫星运营商住在一两个小时之内，离一个网格定位器不同于其本地站的定位器，而这些网格定位器中的许多并不经常在卫星上听到。由于卫星站可以非常便携，这可以为工作卫星增加一个独特的方面。这也是解决家庭所有者协会(HOA)对安装在房屋上的天线的限制的一种方式——对于许多火腿来说，这是一个不幸的现实。

关于卫星奖的更多信息可在以下网站查阅：

<https://www.amsat.org/awards/>（AMSAT奖） <https://www.arrl.org/awards>

（ARRL奖，包括WAS和VUCC）

卫星匹配

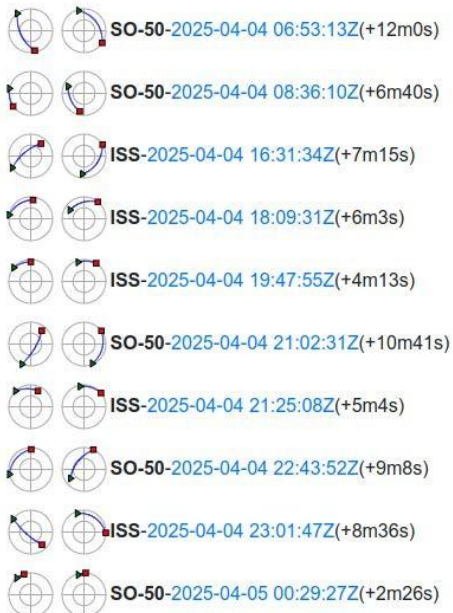
SatMatch<https://www.satmatch.com/>是一个非常好的资源，若你们正试图获得一个奖项所需的网格方格。填入一张卫星列表和你的网格，以及你想要的网格。

SatMatch 将返回所有可用通道，以及卫星占用空间中的两个网格方格，以及两个位置的通道的极坐标图像，以便您可以选择最佳通道。

Overlapping passes between em69 and dm76 (1620km) using ISS,SO-50

Searching for 24 hours starting 2025-04-04 at 05:28:33Z

[Previous 24 Hours](#) - [Next 24 Hours](#)





Sean Kutzko, KX9X, 正在怀俄明州DN74电网运行，俯瞰魔鬼之塔。他使用的是一架箭双频八木和一副Yaesu FT-817。

最佳实践

虽然通过调频卫星进行工作站是相当容易的，但有些操作规程是所有操作员都应该遵循的。由于调频卫星是一种共享资源，所有运营商在通行证期间需要帮助尽可能多的电台保持通行证的可访问性。

KX9X 的 Sean Kutzko 总结了这些最佳实践。这些准则中的许多都基于卫星运行的两个简单的“黄金法则”：如果您无法收听卫星，请勿传输。如果使用全双工操作，请在传输的同时收听卫星。

1) 分享通行证

调频卫星就像一个转发器：一次只有一个人可以发射信号。因为卫星在空中最多15分钟，所以每个操作员都希望进行一些联系。请不要独占通行证；让你的其他同事在通行证上也有一些时间。这需要很多自律，但有时候最好的接触就是做一个单一的QSO,然后坐下来聆听剩下的传球。

2) 让其他 QSO 完成

在您呼叫其他电台之前，请让其他电台完成其QSO。当你打电话给一个电台完成一个QSO,而另一个电台在你的QSO完成之前就开始通话时，这是非常令人沮丧的。打电话给刚刚给另一个电台打电话的人被认为是不礼貌的。这相当于被打断，没有人喜欢被打断。如果您听到正在进行的 QSO,请在您自己打电话之前让该 QSO 完成。

3) 最小化重复类星体

有时，您会听到您已经工作过几次的通行证上的电台。如果通行证有其他呼叫者，请不要呼叫您已联系过多次的电台。如果你仔细想想，在给定的通道中，只有这么多的类星体可以产生。在已经相互接触的两个台站之间产生的每个类星体防止另一个类星体发生，该类星体可能是另一个台站的新网格方格或状态，或者一个台站的第一个类星体。

4) 请勿致电CQ

请不要在 FM 卫星上呼叫“CQ 卫星”。这与在中继器上呼叫CQ是一样的；你只是没有这样做。一般情况下，最好是挑出一个电台，直接打电话给他们。但是，如果您想在低活动通过期间在 FM 卫星上宣布您的存在，只需拨打您的呼叫并发送表格（例如：“W1ABC FN32”）。如果您已多次发出呼叫信号，但仍未收到呼叫，则可能是您的电台有问题。休息一下，在再次发送之前检查一下你的电台。

5) 使用语音

在繁忙的传递过程中，要正确听到和理解呼号是非常困难的。使用标准语音（参见附录A,参考资料）将使您的呼号的初始副本更加容易，从而减少重复传输的需要。这使得每个类星体更短，这使得更多通道可供其他类星体使用。这不是比赛。没有必要快速发出呼号。

6) 稀有/便携式电台优先

卫星运营商通常随身携带设备到移动地点，从稀有电网广场或其他DX国家进行传输。应向这些电台提供礼遇；它们为所有卫星运营商提供了一个罕见的地点，并将在该地点停留一段有限的时间。如果听到来自罕见栅格或 DXCC 实体的电台，请在调用更常见栅格中的电台之前进行正确判断。如果较稀有的电台在通行证上工作很多人，那么最好让该电台工作尽可能多的人。总会有另一个通行证去工作更普通的工作站。

7) 仅使用所需的最小功率

一般来说，一个HT和定向天线发出的5瓦的功率足以让一个调频卫星在地平线上工作。

8) 使用新工作站

卫星是为每个人准备的，卫星社区很喜欢听到调频鸟类的新叫声。定期的卫星运营商在通过期间应密切注意。如果您听到一个陌生的呼号，请花点时间给他们打电话。你可能是该空间站的第一颗卫星，多么荣幸！

如何获取卫星活动的最新消息

卫星运营商有几种方法可以随时了解稀有电网或DXCC实体的运行情况。许多运营商现在使用流行的<https://hams.at/>来发布他们的移动和罕见的电网激活。

AMSAT的网站也有一个区域，用于显示即将到来的卫星操作

<https://www.amsat.org/satellite-info/upcoming-satellite-operations/>。定期查看最新信息。如果你在 Facebook 上，您也可以加入 AMSAT-NA Facebook 组；许多运营商会 在组内发布他们的活动新闻。

X(Twitter)经常用于宣布网格探险；从@AMSAT、@AMSAT-UK和@ARISS_Intl 开始了解更多实时卫星信息。此外，在X上，寻找你在卫星上听到的运营商的呼号；在X上有一组强大的卫星运营商可供学习。

最后，你总能听到传球。如果很多人打电话给某个特定的电台，这说明他们所处的位置很少。这在通道开始或结束时尤为重要，因为卫星覆盖区更可能包括DX 站。

我们希望这些准则为所有卫星用户提供合作和共享每一次通行证的途径。我们希望你们在许多电台工作，享受乐趣，但不要妨碍其他人也享受卫星上的快乐时光。做一个好邻居，一个好的卫星管家，我们都能玩很长一段时间。



Ron,AD0DX,在Vargas Island使用他的Arrow天线、用于SSB的双Yaesu FT-818和一架Yaesu VX-6R与用于FM的FT-70D配对。

第七章

运行SSB和CW卫星

一旦你习惯了使用调频卫星，你就会熟悉使用它们的主要挑战：在晚上和周末与其他几十个火腿竞争单个频道，甚至在野战日与数百个火腿竞争，这些频道遍布半个大陆。当您使用调频卫星时，没有其他人通过该卫星进行传输。

支持单边带和连续波通信的线性转发器卫星的主要优点是能够进行多次对话。如果愿意，您可以在不妨碍他人使用卫星的情况下进行更长时间的对话。

在本章中，我们将逐步指导您使用SSB操作SSB/CW卫星。虽然操作SSB卫星与操作FM卫星有许多相似之处，但也存在一些重大差异。

反相和非反相线性应答器

带有线性转发器的卫星有两种版本——反向线性转发器和非反向线性转发器。反相线性应答器（最常见）交换SSB边带(LSB/USB)，并且接收频率随着发射频率的增加而降低。同相线性转发器保持上行链路和下行链路的相同边带，并且接收和发射频率一起上下移动。

惯例是在下行链路上使用USB。

倒相线性应答器

反相线性转发器在一个边带上具有上行链路，而下行链路信号产生具有相反边带的信号。线性转发器不识别传输类型（SSB、FM、CW、PSK等）；它们只是转发所听到的内容。卫星接收器听到的任何信号，例如雷达、出租车或HAM无线电操作员，都与它们的接收信号强度成比例地重传。

由于惯例是在下行链路上使用USB,这意味着您应该使用LSB作为上行链路。您可能会发现此记忆辅助工具非常有用：下部站（在地球上）使用LSB；上部站（在卫星上）使用USB。

当您增加上行链路频率时，下行链路的频率将降低，反之亦然。发送到反相线性转发器的CW信号不会改变边带，但是上行链路和下行链路的频率将沿相反的方向跟踪。

大多数卫星（尤其是使用较高频率的较新卫星）选择逆变线性转发器的原因之一是，它减少了但不能消除多普勒频移对信号的影响。同相线性应答器放大了多普勒效应。

运行SSB和CW卫星53

例如，AO-7与模式A和模式B应答器一起工作。模式B(U/v)是反相线性应答器，因此当上行链路频率增加时，下行链路频率降低。

非逆线性应答器

同相线性转发器在一个边带上具有上行链路，而下行链路信号使用相同的边带。许多俄罗斯应答器使用非逆变线性应答器。

USB仍是首选的下行链路，但USB也用于上行链路。

例如，AO-7具有倒相模式B应答器，但AO-7也具有非倒相模式A(V/a)应答器。当AO-7处于模式A时，两个频率增加；随着上行链路频率增加，下行链路频率也增加。

断开USB 29.400 .410 .420 .430 .440 .450 .460 .470 .480 .490 29.500

USB 145.850 .860 .870 .880 .890 .900 .910 .920 .930 .940 145.950

第1步：选择 SSB 卫星

在第1章“卫星简介”中，我们讨论了如何使用 AMSAT Live OSCAR Satellite Status Page（实时 OSCAR 卫星状态页面：

<https://www.amsat.org/status/>）检查来自世界各地其他 Ham 的报告来确定卫星是否正在运行。

在AO-7的特殊情况下，您还可以确定卫星是处于模式A还是模式B。

如果状态页面显示它们正在工作，则 U/v 卫星是首次 SSB 卫星联系的良好选择。

54颗运营SSB和CW卫星

第二步：何时何地能看到你的卫星？

第3章，定位业余卫星，讨论几个智能手机应用和互联网网站。使用其中一个来确定您选择的卫星何时出现在您所在位置的地平线上(QTH)。考虑使用第二个应用程序或网站来检查第一个应用程序或网站的结果。尝试使用一个不适合你认为的

卫星是令人沮丧的。

如果在传球过程中，将带有这些信息的智能手机、平板电脑或笔记本电脑屏幕放在操作位置不方便，请打印或复制这些信息，以便于访问。您需要记录卫星上升到地平线之上的时间和位置（方位角）（信号采集或AOS）。记录卫星在其最近进近时间(TCA)的时间和地点（方位角和仰角）。写下卫星在地平线上的时间和方位角（信号丢失或LOS）。

识别您的四字符和六字符 Maidenhead 网格方块（例如，EN60 或 EN60nk），并将其写在一张纸上。在美国和加拿大，我们通常对卫星类星体使用四字符网格正方形，但欧洲和其他地区有时使用六字符网格。

确保您知道正确的时间。如果你用手机代替手表，它应该有正确的时间。如果你使用手表或笔记本电脑，请对照WWV或GPS接收器进行检查。几秒钟之后，当你试图跟踪一颗在天空中看不到的卫星时，你认为卫星的位置和卫星的位置有很大的不同。几分钟的间隔是听觉和听不见的区别。

使用地图或智能手机的指南针应用程序，确定哪个方向是北，并选择卫星升起和设置的地标。

第三步：组装天线

第4章“天线系统”和第5章“收音机系统”讨论了天线和收音机的一些选择。

可靠的卫星通信的关键是组合最好的接收站。如果你听得不好，当你发射信号时，你将会干扰(QRM)卫星的其他用户!

如果您使用的是像麋鹿对数周期或箭八木这样的便携式天线，请组装天线。天线元件的长度大致相同，但长度不同。最短的元素最接近卫星。最长的元素离您最近。

三元或四元2米波束和七至八元70厘米波束将为大多数低地球轨道卫星提供地平线覆盖。

天线系统的重要部分是馈线。使用高质量、低损耗、走线尽可能短的电缆将产生最佳效果。如果操作便携式，使用诸如Times Microwave LMR-240UF的电缆将提供手持天线和无线电之间所需的灵活性。当从固定位置操作时，诸如LMR-400或LMR-600的电缆将是合适的。对于较长的电缆敷设，可能需要带T/R开关的天线前置放大器。



Clayton, W5PFG, 在他的第五轮旅行拖车旁的野餐桌上使用Icom IC-821H。他拿着他的“短箭”，有两个2米的元素和四个70厘米的元素。它的增益比标准箭八木略小，但容易掌握。

第四步：设置接收器

当您操作调频卫星时，只有一个上行信道和一个下行信道。在卫星上，这些频率是固定的。您的挑战是补偿通过期间的多普勒频移，通常使用无线电存储频道中存储的频率仅调谐UHF频率。FM捕获效应和VHF接收器AFC（在卫星上用于V/u，或在无线电中用于U/v）处理任何小的VHF频率误差。

对于单边带，您显然需要能够操作单边带的无线电。对发射器和接收器的调谐对于边带操作是非常不同的。

首先，在接收单边带时，如果频率偏离25-100 Hz,您很容易听到，更糟糕的是，如果频率偏离几百 Hz,您可能无法理解正在说什么。没有AFC来纠正离频问题；您必须通过耳朵来纠正。当使用CW时，这不是一个重要的问题，因为音调可以在很宽的音频范围内复制。

第二，SSB卫星监听20kHz到100kHz宽的通带，并且它们重传整个20-100kHz通带。发射的SSB信号宽度可能约为3 kHz,因此，如果您不会因多普勒而漂移，则只占通带的3%-15%。其他火腿可以同时使用通带的其他部分。如果你们都彬彬有礼，使用适当的技巧，你们就不会互相干扰。

如果卫星不拥挤，人们聚集在中心周围是很常见的。按照惯例，下行链路始终是上边带(USB)。

忽略多普勒频移和卫星上振荡器频率的任何误差，以下是通带和信标频率：

U/v 20kHz宽转发器频带计划示例

上行链路(LSB/CW)下行链路(USB/CW)

435.235 MHz 145.855 MHz CW信标

435.230兆赫 145.860兆赫

435.225兆赫 145.865兆赫

435.220 MHz 145.870 MHz通带中心

435.215兆赫 145.875兆赫

435.210兆赫 145.880兆赫

从 AMSAT Live OSCAR Satellite Status Page<https://www.amsat.org/status/>选择卫星后，单击卫星名称以查找通带和信标频率，卫星是 V/u 还是 U/v,以及转发器是反向还是非反向。

正如第2章“卫星基础”所述，频率越高，多普勒效应越大。由于多普勒的原因，低地球轨道卫星的VHF频率将变化 ± 3 kHz。UHF频率比VHF高3倍，多普勒频移为3倍。因此，低地球轨道卫星的70 cm频率将变化 ± 10 kHz,从AOS到LOS总共为20 kHz。

卫星信标可以是连续波或数字数据模式中的一种的固体载体或稳定的遥测流。许多线性卫星具有CW信标。

信标很有用，因为您可以在天空和无线电中找到卫星。发布的信标频率与您收音机上的频率之间的差异会实时显示当时多普勒频移的大小。一般来说，您还希望从卫星返回的信号与信标强度相同。

设置 SDR 接收器

如果您的接收机使用SDR,则需要将其设置为接收上边带(USB)并更改LO,以使整个下行链路通带(带信标)显示在屏幕上。如果可能,设置LO频率(通常与中心或DC尖峰相关),使其完全低于下行链路通带。如果SDR带宽不足以使LO频率低于通带,则将LO置于卫星下行链路的较低部分。

记住,多普勒频移导致整个下行链路通带在AOS的频率更高,当卫星经过然后远离你时,频率缓慢下降。因此,如果下行链路在70 cm频带中,则允许SDR接收机上的下行链路通带上下10 kHz,或对于2 m下行链路,允许上下3 kHz。

设置常规接收器或收发器

如果您使用的是常规接收器(半双工收发器、全双工收发器或仅接收无线电),则需要检查多个设置。

- 如果您的接收机允许您在操作SSB时设置最小调谐步长,则选择一个小值(约10 Hz)。
- 选择正确的接收下行链路频带。VHF用于U/v或UHF用于V/u卫星。
- 始终为卫星下行链路选择 USB。
- 使接收频率高于卫星信标的公布频率。U/v卫星增加2-3 kHz,V/u卫星增加7-10 kHz。

第五步:收听您的卫星

在我们讨论向卫星传输之前,您需要练习跟踪卫星在天空中的路径,在您的无线电上找到卫星的下行链路,并调谐无线电以使信标保持稳定的音调,尽管卫星从AOS到TCA,再到LOS的多普勒效应。

听AOS的灯塔。根据通道的最大仰角,从AOS到LOS的多普勒频移约为20 kHz。多普勒频移将在通过的中部(TCA周围)最快。

在SDR接收器上监听

在SDR接收器上跟踪信标是直接的。您将看到它在瀑布显示屏上缓慢漂移。要侦听信标,请调整调谐频率,而不是LO频率。整个过程保持LO频率不变。

根据瀑布显示的速度,您可能能够从信标读取CW。你还可以很容易地看到瀑布上活跃的天体,如果你改变调谐频率,听听对话。请记住,您是在USB模式下监听。

在常规接收机或收发信机上进行监听

如果您使用的是常规接收机（半双工或全双工），则在收听信标的同时更改调谐以补偿多普勒频移相对容易。在寻找AOS附近的信标时，将预期的多普勒频移添加到信标的公布频率。

如果您没有立即找到信标，请记住，在通过过程中，信标的频率会缓慢下降。在TCA附近，信标将接近公布的信标频率。当然，就像调频卫星一样，你需要将天线指向卫星，然后扭转它来调整极性。

一旦你掌握了追踪信标的技术，尝试在通带中间找到卫星类星体。这些可能更具挑战性。除非操作员对传输信号使用计算机多普勒补偿，否则您将同时补偿您和他的多普勒频移。这并非不可能，只是更具挑战性。继续练习手动调谐接收器，以便对话保持可读性。

所以，你没听到灯塔的声音?以下是一些需要检查的事项:

- 检查您是否正在收听下行链路频带，而不是上行链路频带
- 检查接收器上连接的天线是否正确
- 卫星真的在你认为的地方吗?在跟踪软件中检查您的位置。
- 检查您的手表或计时装置是否正确。您是否正确地将UTC时间转换为当地时间?
- [AMSAT Live OSCAR Satellite Status Page](#) 是否显示其他火腿正在收听此卫星?
- 当您切换到调频并收听本地中继器时，天线、同轴电缆和收音机的这种组合是否能收听?

第六步：设置发送器

在设置发射机上行链路频率的初始估计时，当卫星接近您时，您需要减去多普勒频移，尤其是当您正在工作的卫星使用70 cm频段作为上行链路时。

多普勒补偿的最终设置是让计算机跟踪卫星并自动调谐上行链路和下行链路频率以调整多普勒。这称为全多普勒调谐(FDT)。在标题为“多普勒调谐的一个真实规则”一节中讨论了FDT的优点。使用卫星跟踪软件和用计算机控制无线电将在附录B“升级业余卫星站”中讨论。

我们在此假设您没有FDT,并建议您应如何手动调谐多普勒。

使用 V/u 卫星时手动调谐

当第一次学习在 V/u 卫星上操作 SSB 时，设置并保持发射频率固定（您的 VHF 发射）并调整 UHF 多普勒接收器，缓慢降低 UHF 接收频率，以便在卫星穿过天空时更好地听到您自己或其他电台的声音。

当您获得经验并想要更改 VHF 发射频率时，如果增加 VHF 发射频率，则需要降低 UHF 接收频率。

使用 U/V 卫星时手动调谐

如果您正在操作 U/V 卫星，您仍然保持 VHF 频率不变，并调整 UHF 频率。最大的改变是设置并保持 VHF 接收频率固定，并调整 UHF 发射机的多普勒频率，缓慢提高 UHF 发射频率，以更好地收听自己。

当收听其他电台时，您可能需要稍微调谐下行 VHF 频率以了解其他电台，这取决于许多因素。发射时，您保持下行 VHF 频率不变，并提高 UHF 发射频率，以调整多普勒频率，以更好地收听自己。

*一个非常重要的提示：*在发射器上调整多普勒时，从低电平开始并缓慢调高。这是接收机多普勒校正的相反方向！

SSB 操作疑难解答

- 如果变速器允许您在操作 SSB 时设置最小调谐步长，则选择一个小值（约 10 Hz）。
- 选择正确的上行频带。U/v 卫星的 UHF 传输。V/u 卫星的 VHF 传输。
- 卫星有反相转发器还是非反相转发器？大部分正在倒转。对于反相线性应答器，将发射机设置为下边带 (LSB)。对于同相线性应答器，使用 USB 传输。
- 在应答器中选择一个远离通带中心的频率对。
- 将发射器和接收器调谐到您选择的频率对。如果卫星的上行链路是 UHF，则从发射频率中减去 AOS 多普勒频移的三分之二。（对于倒相应答器，2m 偏移部分补偿了 70cm 偏移，因此为三分之二）。例如，您应该期望在 AOS 的 UHF 上出现 8-10 kHz 偏移（或 0.008 到 0.010 MHz），因此从您选择的上行链路频率中减去适当的数字。如果卫星的下行频带为 UHF，则需要将 AOS 多普勒频移添加到接收频率。

全双工无线电的卫星模式

一些全双工收发器具有耦合发送和接收VFO的“卫星模式”，因此当您在通带中改变位置时，可以同时调谐接收频率和发送频率。如果卫星的轨道非常高，并且位于多普勒频移非常小的地方，这非常有用。如果您的收音机具有此卫星模式功能，您需要知道如何打开和关闭它。

当您调整多普勒以便能够自我跟踪和收听时，关闭卫星模式，在发送时只更改 UHF 频率。

当您调整到最好地听到其他人的声音时，打开卫星模式，这样接收和发射频率都会改变。然后关闭卫星模式，这样您可以在再次发送时调整多普勒。

如果卫星具有反向线性转发器（几乎全部），则使用“反向卫星模式”。如果卫星具有非反相线性转发器（例如，AO-7模式A），使用“正常卫星模式”。这是违反直觉的，但“正常”并不正常。

第七步：在卫星上找到自己

下一个挑战：找到卫星通带中的信号。您使用的是全双工，因此您可以在传输时听到您的信号。当其他电台呼叫你时，他们会使用从卫星传回来的信号作为他们发送信号的地方。如果你听不到自己的声音，你也不会听到他们的声音。

如果你很擅长瞄准天线并将其对准卫星，如果你能可靠地找到正在进行的信标和其他类星体，那么当你发射信号时，你将有很好的机会击中卫星。几乎所有的SSB卫星都有良好的接收机。进入卫星并不成问题。使用太多的能量进入卫星是一个更常见的问题。

找到信号在通带中的位置，以便您可以听到它，这是一项挑战。给出的频率对仅为近似值：

- 大多数业余卫星没有物理空间或可用功率来操作其线性转发器中的高精度振荡器，因此它们经常随卫星的温度漂移。卫星的温度在阳光下上升，在日食时下降（当它们处于地球的阴影中时）。当使用收发器时，温度也会升高，而当收发器关闭时，温度也会降低。
- 大多数业余无线电（包括你的）在发射机或接收机中并没有完全精确的振荡器。它们也随温度漂移。一些无线电提供高精度振荡器作为选项，这表明标准振荡器并不完美。

公布的频率对和实际频率之间的误差量取决于卫星。当您熟悉卫星和无线电时，您将了解到什么频率偏移最有效。

相比之下，由于功耗预算有限，一些设计人员被迫使用不稳定低功耗振荡器设计。1U立方体卫星的太阳能空间非常小

电池和电池。结果，一些早期的卫星在一次通过期间以及从一通过到另一通过都漂移很多。公布频率和实际使用频率之间的典型误差可以是10-12 kHz（在UHF上行链路上）。2m遥测信标漂移2-3KHz。这不是批评；将线性转发器压入1U CubeSat是一个令人惊叹的工程成就。

在上面的步骤 6 中，您选择了应答器通带中远离通带中心的电话部分中的上行链路/下行链路频率对。（通带中心经常很拥挤，你试图找到传输的信号，而你不太可能干扰正在进行的对话。）

为了找到你自己，你将在上行链路上传输，同时收听你的信号在下行链路上返回。一些运营商发送一系列CW位。其他人对着麦克风吹口哨或说“测试，测试，1-2-3-4”。合法地标识你自己，并包括格子方格，可以建立你的早期联系。

请记住，您必须使用您的呼号合法地识别您的传输。如果你有麻烦的话，这可能会给你带来一些帮助（通过电子邮件）。（提示：将您当前的电子邮件地址放在<https://www.qrz.com>清单中是一个很好的主意。如果有人能找到你的电子邮件地址，你会对你的帮助感到惊讶。）

通常，在搜索信号时调整接收频率时，最好保持发射机频率不变。你可能干扰了别人的类星体（你选择一个远离通带中心的频率是有原因的），但至少你只会干扰一个类星体，而不是把你的干扰移过整个卫星的通带。对于 V/u 卫星，使用固定的发射频率比较容易，但对于 U/v 卫星，您也可以这样做。

您接收到的信号应该存在轻微但可察觉的延迟。延迟取决于你和卫星之间的距离，即距离。射程越大，无线电波以光速移动的时间就越长。

如果您无法检测到任何延迟，并且如果调谐接收器没有影响，则您所听到的信号可能是您传输的信号渗入您的接收器。

此问题的解决方案可能包括：

- 降低发射机功率
- 分离发射和接收天线
- 将滤波添加到接收器的输入。参见附录B“升级您的业余卫星站”中关于接收器不灵敏的讨论。

如果您在下行信号中听到颤音，您正在使用太多的功率来传输，并导致整个卫星通带变为“调频”！这在许多方面都不是很好：

- 你在干扰其他使用卫星的人。他们的信号正受到你引发的同样颤音的影响。
- 你在窃取他们下行信号的能量。卫星的发射机只能发射到它的输出极限，在活动的下行链路之间分配功率。

- 你可以导致卫星关闭，剥夺每一个它的使用，直到卫星下次重置和重启。（仅旧式太阳能AO-7对此特别敏感。）

在卫星通带中找到自己的细节取决于你的无线电系统。

SDR接收机

这是找到你自己的最直接的接收器。您已经设置了 SDR 瀑布和波段范围，以允许您看到整个卫星通带。当您发射时，您应该能够看到通带中的信号，然后调整调谐频率以收听它。

如果传输时整个屏幕亮起，说明接收器前端超载，您需要解决这个问题（见上文）。

用波段示波器比较你的信号功率和卫星信标的功率。你应该处于相同的能量水平。如果你的体力要高得多，那么你正在使用太多的能量来发射信号。退后。

半双工发射机和接收机对及全双工收发信机

使用全双工收发器或接收器和发射器对时，请保持发射器频率固定并调谐接收器，直到听到自己的声音。对于一个稳定的卫星，你不需要太远离多普勒调整的计算接收频率。典型调整为2-3 kHz。

即使存在多普勒频移，您也不应（或不能）偏离公布的频率对超过 ± 15 kHz。如果您正在搜索整个通带，或更糟糕的是，搜索通带之外的频率，请查找其他问题。检查您的计算结果，在下行信号应该所在的位置附近更仔细地倾听。检查以确保调谐步长为10 Hz,而不是1 kHz；调谐时可能会跳过信号。

第八步：呼叫CQ

不要忘记启动录音机，并记下开始录音的日期和UTC时间。注：某些数字录音机会创建带有日期/时间戳的文件名。

一旦你找到了你自己，试着从那个频率呼叫CQ。即使你不在通带最繁忙的部分，使用SDR接收器的火腿会在他们的显示器上看到你，并且会对你的信号进行QSY，看谁是新手，并检查你的方格。

与FM卫星不同，在FM卫星上，你不应该呼叫CQ,在SSB鸟类上呼叫CQ是正常的。相对较长的CQ,使用标准语音而不是仅仅字母来给你多次呼叫，而你的方格将给对方电台找你和调谐的时间。

根据卫星的不同，您需要调整 UHF 频率（上行链路或下行链路），以补偿多普勒频移。

SSB鸟类上的类星体持续的时间比调频卫星上的要长。虽然一些运营商主要专注于交换网格方格，但其他运营商可能更喜欢分享更多细节，例如名字，以及有关他们的天线和无线电的信息。由于这些卫星允许同时进行多次接触，因此速度会更轻松，除非你与试图在那次飞行过程中进行多次接触的探测器通话。

第九步：完成联系

完成后，记下信号所在的发射和接收频率。这些将为卫星的下一遍提供更好的起点。

通过写下当地日期、当地时间、卫星名称、联系人的呼号及其方格来记录您的联系人。然后将本地日期和时间转换为 UTC。

使用 LoTW 确认您的联系人。你可以为某人提供一个他们没有的状态或网格。

最佳实践

SSB/CW卫星的最佳做法与FM卫星大致相同，但有一些重要的区别。由于SSB/CW卫星是共享资源，所有运营商在一次通行时都需要帮助尽可能多的站点访问通行证。

这些准则中的许多都基于卫星运行的两个简单的“黄金法则”：如果您听不到卫星，则不要发送，如果可能的话，使用全双工功能进行操作，这意味着您可以同时发送和接收。如果接收器设置正确，即使没有人说话，你也能听到卫星通带发出的噪音。

1) 先听

在听到 SSB/CW 卫星上的信标之前，请勿发送。如果你在卫星高于你的地平线但你还没听到它之前发送信号，你很可能会干扰另一个类星体。

2) 不要对通带进行QRM

请不要在频段上来回“摇动”发射机频率，试图找到您的下行链路。做一些简单的计算，将提供一个与所选频率非常接近的上行链路频率，然后您就可以调谐您的接收机，而不是改变发射机频率。诸如MacDoppler、GPredict和SatPC32等软件将为您完成这些计算，并使您和他人操作更加舒适。

3) 识别您的变速器

在定位下行链路时发出呼叫，不要只是吹口哨或发送CW点。添加网格位置也很常见，可能会鼓励您进行联系。FCC法规47 CFR § 97.119规定了识别传输的要求。

4) 仅使用所需的最小功率

仅使用通信所需的电量。SSB/CW卫星转发器是一种“零和游戏”；您使用的功率会降低其他所有人的传输强度。调节发射机功率，使下行线路的S-meter读数与从信标接收的S-meter读数相同。你的信号功率太大，会干扰其他类星体，从而降低卫星上其他人的发射功率。您甚至可以调制整个通带或使整个通带随着传输而颤动。

5) 使用语音

正确听到和理解呼号是非常困难的。使用标准语音将使呼叫签名的初始副本更容易，从而减少重复传输的需要。这使得每个类星体更短，这使得更多通道可供其他类星体使用。这不是比赛。没有必要快速发出呼号。

6) 稀有/便携式电台优先

卫星运营商通常随身携带设备到移动地点，从稀有电网广场、州或DX国家进行传输。应向这些电台提供礼遇，因为它们为所有卫星运营商提供了一个罕见的位置，并将在该位置停留有限的时间。

7) 让其他 QSO 完成

请让其他电台在您打电话之前完成其 QSO。当你打电话给一个电台完成一个 QSO,而另一个电台在你的QSO完成之前就开始通话时，这是非常令人沮丧的。打电话给刚刚给另一个电台打电话的人是不礼貌的。如果您听到正在进行的 QSO,请在您自己打电话之前让该 QSO 完成。

8) 使用新工作站

卫星是为每个人准备的，而且卫星社区很喜欢听到关于SSB鸟类的新呼声。普通的卫星运营商在通过过程中应密切注意；如果你听到一个陌生的呼唤信号，请花时间给他们打电话。你可能是该空间站的第一颗线性卫星QSO,真是荣幸！

9) 使用全多普勒控制或调整最高频率

如果可以的话，对你的上行链路和下行链路频率使用完全计算机控制的多普勒校正。如果不可行，则通过调谐当前模式的较高频率来补偿多普勒频移，例如，如果使用模式V/u,则将接收下行链路频率更改为435 MHz；如果使用模式U/v,则更改70 cm发射上行链路频率。



John, K8YSE, 在他的2014年西部网格DXpedition上从景点操作。他使用一台Icom IC-910H和一台运行SatPC32的笔记本电脑进行多普勒控制，全部使用17安培小时的电池。箭头天线安装在带有配重的扬声器支架上。

第八章

接收卫星数字数据

许多卫星使用语音和CW在火腿之间通信，但我们建议新的卫星运营商在实际发射之前收听多颗卫星。

请记住，仅接收活动不需要许可证，所以您可以在参加业余考试之前接收图像和遥测！

除了收听其他业余爱好者交谈或发送代码之外，还有几种数字只收操作。

卫星遥测就是一个例子：大多数业余航天器都有发送航天器系统健康状况信息的方法。接收和解码这些数据不仅对单个火腿的分析很有趣，而且对卫星的运营商和创造者也大有帮助。该数据通常称为“遥测”（远距离测量）。

遥测技术也可用于在卫星上发送科学实验的结果。例如，范德比尔特大学在一些AMSAT Fox卫星上进行的辐射实验导致范德比尔特教员和学生发表了几篇博士论文和科学论文；如果没有世界各地的只接收站，这是不可能的。

此外，一些卫星偶尔发送图像，或者是卫星本身拍摄的照片，或者是存储了QSL卡片、宇航员和其他人、火箭发射等事物的图像，或者是某些特殊场合的纪念图像。你有时可以得到一个奖励或QSL卡，以表明你从国际空间站收到图片！

当然，业余爱好者之间的通信也可以以数字方式完成；我们在第九章“操作数字卫星”中介绍。

如今，虽然存在用于遥测和图像的大范围模式，但是典型操作者遇到的大多数模式可以由他们可能已经拥有的接口设备和软件接收，或者可以免费获得或以低成本获得。在本章中，我们将讨论几种接收图像和解码遥测的简单方法。

空间数字图像

SSTV

要在业余频带上从太空接收数字图像，你通常只需要一个业余接收器或HT（通常使用2M频带）、天线和解码软件。

有一套发送低分辨率图像的标准，通常使用智能手机或PC上的软件进行解码。这些标准被称为慢扫描电视(SSTV)，每个标准传输由几百个像素组成的图像。

尺寸，具体取决于具体的格式变体。相反，当前商业电视图像在一维中可以包含多达4000个像素。

SSTV使用一系列音调发送，因此可以使用标准FM或SSB在几乎任何能够在业余频带上接收语音的无线电接收。一些高端接收机的模式称为数字调频(Digital-FM)和数字数据(Digital-Data)，支持更宽的音频带宽，但对于SSTV来说通常不是必需的。

收音机的音频输出和计算机的音频输入之间的简单连接将允许您对 SSTV 图片进行解码。最简单的连接方式是将智能手机或数字录音机放在收音机扬声器旁边!

SSTV步骤1：安装SSTV解码器软件

有许多软件程序可以解码SSTV。以下是您可以尝试的一些更好程序的列表：

- iPhone: SSTV 慢速扫描
TV<https://apps.apple.com/us/app/sstv-slow-scan-tv/id387910013>
- Android: Robot36
https://play.google.com/store/apps/details?id=xdsopl.robot36&hl=en_US
- Linux:
[QSSTVhttps://www.cqstv.com/](https://www.cqstv.com/)
- Mac: 多扫描3B
SSTV<https://qsl.net/v/ve3elb/KD6CJI-MultiScan3B/>
- 窗口: RX-SSTV<https://www.qsl.net/on6mu/rxssstv.htm>或
MMSSTV<https://hamsoft.ca/pages/mmsstv.php>或YONIQ
<https://hamsoft.ca/pages/mmsstv-yoniq.php>

使用 SSTV 图像的音频记录测试您的软件解码器。以下是您应该能够解码的测试记录（PD120格式）：<https://soundcloud.com/spacecomms/pd120-sstv-test-recording>

请注意，我们说SSTV是一套标准。实际上有多种类似的格式，如机器人、马丁、斯科蒂和国际空间站使用的PD120。上面列出的程序可以识别和解码任何常见格式。

SSTV步骤2：拾取发送SSTV的卫星

一些业余无线电卫星包括照相机，并发送SSTV的地球图片，或者自动或命令。然而，最强和最可靠的信号是ARISS每年几次从国际空间站发出的SSTV信号。

如果你运气好，而且国际空间站正在发送照片（通常每年发送几天几次），试着接收这些照片；国际空间站有一个很强的发射器，很容易接收。

国际空间站无线电的状态可以在这里找到。查找维修模块无线电：
<https://www.ariss.org/current-status-of-iss-stations.html>

从国际空间站转播SSTV的特殊事件计划通常在此宣布：ariss-sstv.blogspot.com。
还请观看 AMSAT 公告牌和AMSAT Facebook 组，寻找发送SSTV 的其他卫星。

在第 1 章“卫星简介”中，我们讨论了如何使用 AMSAT Live OSCAR Satellite Status Page（实时 OSCAR 卫星状态页面：<https://www.amsat.org/status/>）检查来自世界各地火腿的报告，从而确定卫星是否正在运行。

SSTV步骤3：何时何地能找到你的卫星？

在第3章，定位业余卫星，讨论了几个智能手机应用和互联网网站。使用其中一个来确定您选择的卫星何时出现在您所在位置的地平线上(QTH)。考虑使用第二个应用程序或网站来检查第一个应用程序或网站的结果。尝试使用不属于您认为应该放置的位置的卫星是令人沮丧的。

SSTV步骤4：选择天线

如果您使用的是像麋鹿对数周期或箭八木这样的便携式天线，请组装天线。天线的元件长度大致相同，但不相同。最短的元素最接近卫星。最长的元素离您最近。

仔细检查装配说明。

确保您的收音机电池、智能手机、平板电脑或笔记本电脑电池都已充电。考虑寻找一个手提天线的支持，以拯救你的手腕（一个分叉的棍子工作!）

SSTV步骤5a：准备卫星模式收音机

如果您的卫星使用 FM 发送图像，并且您使用的是具有自动多普勒频移的卫星模式的双频半双工手持式收发器(HT)，则仍需要将其配置为用于卫星操作。此类无线电的例子有AnyTone AT-D878UVII Plus和TYT MD-UV380（带有OpenGD77固件）。如果您没有使用此类收音机，请跳到步骤 5b。

- 确保已在无线电中配置了无线电的位置（如果启用了 GPS,则为自动）和准确的时间（如果需要，包括 UTC 偏移）。
- 将电流Keps装入收音机。如果你在ISS工作，你应该经常更新你的Keps。其他卫星需要过去一两周更新的Kep。
- 将收音机置于卫星模式并选择要操作的卫星。
- 确保卫星通行证的收音机投影与智能手机上的卫星投影或网站投影紧密一致。如果没有，请更新 Kep,更正位置并设置时钟。如果它们不一致，您就听不到卫星的声音。

跳过步骤5b,转至步骤6。

SSTV步骤5b：调谐标准收音机

对于使用调频以2M发送图像的卫星，只需将收音机调谐到发射机的标称频率。幸运的是，收音机的自动频率控制(AFC)将补偿您在地面上看到的 ± 3 kHz多普勒。

如果您有UHF卫星，则使用5个存储通道对多普勒进行补偿可能有效，就像对V/u FM卫星进行补偿一样，但每次更换频道时，都会在接收到的图像中引入一个中断。

如果你看到一颗通过边带发送SSTV的卫星，你将需要一台计算机来不断地将无线电调谐到正确的频率。

SSTV步骤6：收听您的卫星

在传球过程中，在计算机、手机或平板电脑上使用录音机或录音程序/应用程序。录制将给您多次解码图像的机会，因为您可能需要调整解码软件参数。

如果你有经验和自信，你可以尝试在卫星从头顶经过时解码。否则，您应该记录该信号并在通过后对其进行解码。

当你等待卫星传送开始的时候，练习瞄准你的天线。从地平线上发生AOS的点开始。用天线在空中缓慢地画出弧线，上升通过TCA点，然后向下弧线到达视线。您希望天线的瞄准成为第二天性，以便您可以集中精力记录传球。

在预计的AOS时间前一两分钟，打开收音机的静噪。当您第一次听到卫星时，信号强度不足以打开静噪，并且在通过中间时衰减是常见的。

在搜索信号的同时来回摆动天线，并扭转手腕 $\pm 90^\circ$ ，直到找到卫星。一旦你找到卫星，你可以迅速调整你的天线的位置和它的扭曲，以获得最强的信号。继续使用天线跟踪跟踪数据，但以1到2英尺的圆圈移动天线以优化信号。准确观察方位角和仰角是很困难的，但是一旦你找到卫星，你就会用耳朵来跟踪，而不是方位角和仰角。

SSTV步骤7：解码您的录音

将录音输入解码软件。如果将录音机直接连接到带有解码软件的设备（如果可能），或者从录音机中取出mp3文件并将其用作输入，则音频质量会更好。

从国际空间站发送的SSTV图片示例如下。



气象卫星

最常见和最容易接收的图片是国际空间站的SSTV图片，但这些图片每年只发送几次。气象卫星虽然不是业余的卫星，但定期传送高分辨率的图像。您可以使用类似的技术和不同的软件进行解码。

如果你的无线电调低到137兆赫，你应该能够接收和解码NOAA气象卫星如下：

- NOAA 15 - 137.62 MHz±多普勒
- NOAA 18 - 137.9125 MHz±多普勒
- NOAA 19 - 137.1 MHz±多普勒

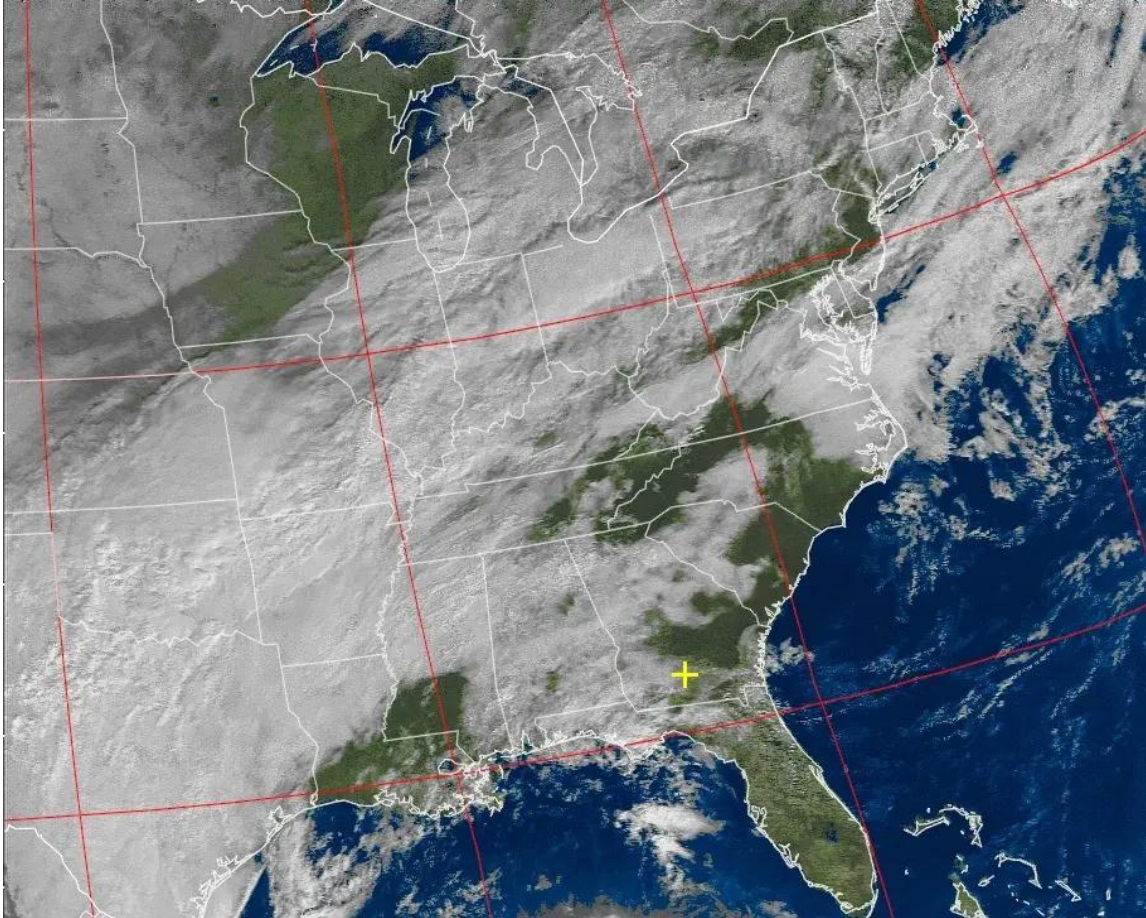
气象卫星解码软件可在以下位置找到：

- 开放式天气APT：基于 Web 浏览器的解码软件，用于录制音频：
<https://open-weather.community/decode/>

- SatDump: Windows、Linux和macOS软件需要一个SDR接收器，可以解码90个不同的卫星。这个软件既通用又非常复杂。

<https://docs.satdump.org>

原始天气图像是黑白的，但上面提到的软件包允许您对图像进行着色并添加地图覆盖。经过处理后，以下是NOAA-18的照片：



数字遥测

许多业余卫星发送遥测信号，提供有关航天器健康的信息，如温度、电池状态、自旋速率等。该信息可由个人业余人员分析，但通常也通过互联网转发给航天器操作员。

遥测可以由卫星使用许多不同的技术发送。最初，它以CW、RTTY或某些情况下的组合在传输信号上发送。OSCAR 1(1964)以CW方式发送了一系列“HI HI HI”消息，CW速度可以转换为航天器温度。然而，现在最常见的是经由表示数字1和0的音调或载波相移来发送数据。

基于AMSAT-UK FUNcube系列的航天器以及未来的AMSAT Golf系列航天器都是很好的例子。两者都有业余交流软件包，但也有对小学、大学及以上学生感兴趣的科学实验。

通过将信息复制并自动转发到中央数据存储库，您可以帮助指挥站管理航天器的最佳使用和寿命，并向科学实验的赞助商和全世界对科学、技术、工程和数学 (STEM)核心课程感兴趣的学生提供信息。广泛分布在世界各地的接收站允许运营商和赞助商从卫星轨道的较大部分获取数据，这对于理解卫星或实验行为至关重要。

在业余卫星世界中，对于以何种顺序和何种调制格式传输哪些遥测数据几乎没有标准化。因此，如果您想从特定卫星接收遥测，您必须找出需要什么软件来解码遥测。例如，您可能使用的软件包括使用 AMSAT 无线电的卫星的“FoxTelem”和基于 AMSAT-UK FunCube 卫星的 FunCube 仪表盘的变体

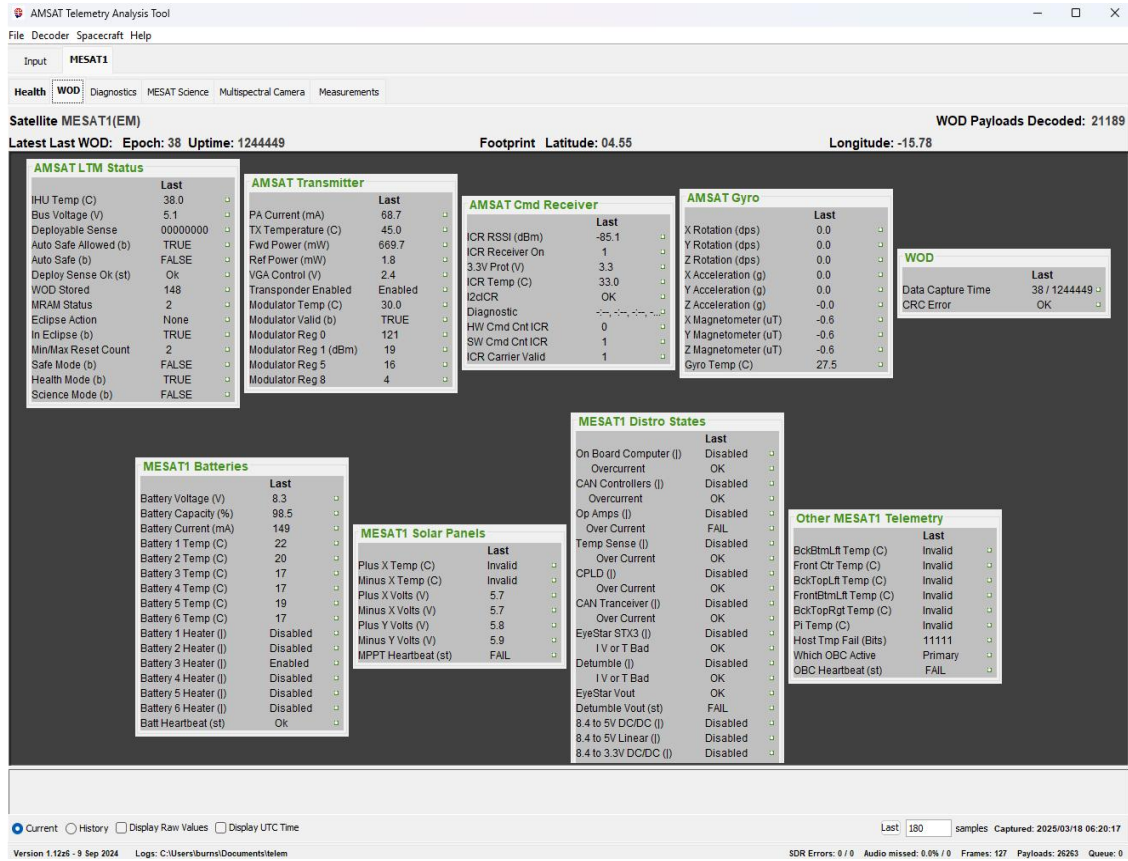
让我们看一下上述遥测程序。这些主要是例子，尽管它们经常被修改用于新卫星，因此可能使用一段时间。

这里有一个例子：来自FUNcube Dashboard的屏幕截图，显示eclipse期间EO-88(NAYIF-1)的系统状态。EO-88已重新进入，但AO-73在撰写本文件时仍可用。



感兴趣的用户可以查看系统随时间的变化，并使用其自身或仪表板软件的绘图功能来分析趋势。公民科学家的工作已经产生了若干学术论文和报告。FunCube-1 仪表板以及许多其他关于<https://funcube.org.uk/working-documents/>卫星的文档可用。

以下是AMSAT的FoxTelem屏幕截图，显示了缅甸大学MESAT1的数据，MESAT1使用名为LTM的AMSAT无线电设备。该程序也用于福克斯卫星和HuskySat-1,并将在未来用于高尔夫系列和其他可能的大学卫星。与Dashboard一样，FoxTelem具有许多绘图和其他分析功能。由于FoxTelem支持新卫星，新版本发布。



仅需要相当简单的硬件来解码遥测：您需要一台计算机、一个声卡以及声卡与收音机之间的连接。我们将在第9章中讨论，但使用软件定义的无线电硬件本身可以解码RF的程序更简单。下面，我们将这种方法描述为使用SDR加密狗设置FoxTelem的逐步列表。

FoxTelem 步骤 1: 安装软件

<https://www.amsat.org/foxtelem-software-for-windows-mac-linux/>上提供了最新发布的版本以及安装和运行文档。FoxTelem将在Windows PC或Linux（台式机/笔记本电脑或Raspberry Pi）上运行。它也应该在Mac上工作，尽管很少有人使用Mac。FoxTelem可以在多个操作系统上工作，因为它用Java语言编写的。但是，这意味着您需要Java JRE(Java Runtime Environment)。JRE 通常已安装在Windows 上，但此处可用于任何操作系统：

<https://www.java.com/en/download/manual.jsp>.

你可以查看<https://burnsfisher.com/AMSAT/FoxInABox/>了解更多关于在树莓派上使用FoxTelem的信息，但是从这本书开始，我们将讨论Windows版本。

FoxTelem 步骤 2: 安装软件定义无线电(SDR)硬件。

FoxTelem 支持两种 SDR 硬件：FunCube加密狗(FCD)和RTL-SDR。FCD更灵敏和更具选择性，具有更好的噪声特性，但也更昂贵。可在此订购：

<https://www.funcubedongle.com>.RTL-SDR有许多模仿者。我们推荐“真”的。还有两个版本。在撰写本文时，FoxTelem仅支持版本3。参见<https://www.rtl-sdr.com/buy-rtl-sdr-dvb-t-dongles/>,您可以在其中购买RTL-SDR；它还有一个Amazon链接。

我们建议使用小型USB“延长线”，一端带有USB-A公接头，另一端带有USB-A母接头。它不一定很长，只要足够消除电脑USB插头的压力。

FoxTelem 步骤 3: 连接天线

与上面的 SSTV 部分类似，您可以使用 Elk 或 Arrow 天线，但您不需要无线电，因为 FoxTelem 不仅将接收 RF,而且还将补偿多普勒频移。与许多HT一样，FCD和RTL-SDR均使用通用SMA连接器。

FoxTelem 步骤 4: 测试FoxTelem设置

FoxTelem的Windows版本附带了一个Windows应用程序，您可以运行它来启动FoxTelem。在其他操作系统上启动的方式不同。通过运行FoxTelem.exe启动FoxTelem；如果存在问题，您可能没有安装JRE。选择“输入”选项卡，然后选择您正在使用的 SDR 设备。单击开始按钮，您应该在底部面板中看到一条红线，在中间面板中看到一条黑线、红线和绿线。底部“图表”显示信号强度与频率的关系，顶部显示各种形式的解调输出。如果您有HT 或其他无线电，而且可以合法发射，请将无线电设置为最低的射频功率，并将频率设置为 FoxTelem 底部图表内的某个频率（例如，高于或低于

表示“中心频率”的文本框中的值。简要发送一个承运人（不要忘记ID）。您应该在底部图表上看到一个强信号。

FoxTelem 步骤 5：选择卫星并设置 FoxTelem 以接收它

查看此处的 AMSAT 服务器

<https://www.amsat.org/tlm/leaderboard.php?id=0&db=FOXDB> 是了解使用 FoxTelem 的哪些卫星当前正在运行的最佳方式。此页面是显示前10个遥测接收器的“主板”。然而，本页的右侧还有卫星列表，以及过去24小时内从每个卫星接收到的遥测数据量。

理想情况下，选择一颗最近收到过许多“帧”的卫星，该卫星将在您观看屏幕时经过您的位置（检查<https://www.amsat.org/track/index.php>上的时间）。如果 FoxTelem 上没有显示您选择的卫星的选项卡，请查看“航天器”菜单并选择“添加”，然后选择所需的卫星。例如，对于MESAT1,您将看到的名称为MESAT1.MASTER.如果您想要的航天器名称不存在，则可能需要更新版本的 FoxTelem。

你应该知道，许多业余卫星的名字在发射后几周就会改变。基本上所有卫星都有一个在建造和首次发射时使用的名称。在他们被证明是发射业余无线电信号之后，车主经常要求他们提供“OSCAR号码”和首字母。例如，缅因州大学开发了MESAT1,当它投入使用时，他们要求用字母M表示缅因州，并得到编号122,因此可以称为MO-122。

这一点很重要，因为FoxTelem跟踪卫星的轨道，它用来跟踪卫星的一组数字（称为TLEs或Keps）是用Oscar数字命名的。

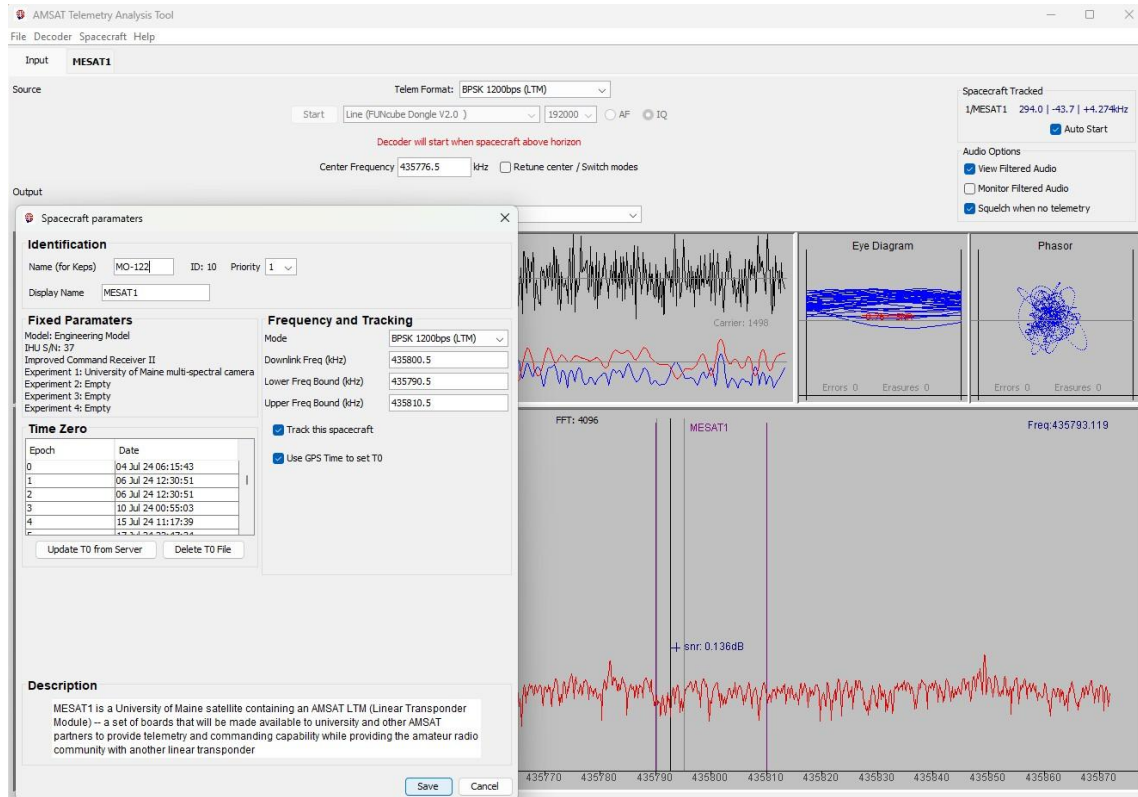
因此，FoxTelem必须具有TLE列表中列出的名称。对于较老的卫星，这将在FoxTelem中已经设置，但值得检查。在“卫星”菜单下，选择使“航天器参数”对话框出现的卫星名称。查看“标识”下。如果它有一个奥斯卡编号，该名称应出现在标有“Name(for Keps)”的文本框中。对于“显示名称”(Display Name)，您可以放置所需的任何内容，但通常是原始名称。

当您要设置卫星时，显示名称应显示在主“输入窗口”的右侧，名称右侧应显示“未跟踪”。如果您点击“Not Tracked（未跟踪）”，则应更改为显示当前姿态、方位角和多普勒校正（即使其低于地平线）。如果它显示其他内容，请尝试关闭 FoxTelem 并重新启动它。如果似乎仍然不起作用，请查看网站

<https://www.amsat.org/tle/dailytle.txt>,并将上面对话框中的名称与Keps列表中的名称进行比较。您可能键入错误（大写和破折号计数!）

在下面的 FoxTelem 屏幕截图中，您可以看到“航天器参数”对话框以及部分信号强度和解调图，以及右侧显示方位角、仰角和多普勒校正的部分。当然，MESAT1/MO-122只是本文撰写时的最新示例。

然后在靠近频率的中心选择“Retune Center/Switch Modes”，在右侧航天器名称下选择“Auto Start”。当视野中没有卫星时，FoxTelem将停止。双重确保选择了“Retune Center/Switch Modes（重调中心/切换模式）”，以确保FoxTelem在卫星可见时切换到正确的频率和模式。



FoxTelem 步骤 6: 等待、检查和调整

你应该试着观察你选择的卫星的最初几圈。当卫星可见的时间到达时，FoxTelem应启动，并且卫星的频率应在频率图中可见。当卫星上升得更高时，您应该会在频率图中看到一个信号（它不会像上面的HT测试那样强）。眼图应该显示似乎是睁开的眼睛，而相量将或多或少地显示一条直线。最后，您应该会在底部看到向上计数的“框架”。并非所有帧都相同，但过一会儿，您将在指定卫星的选项卡上看到越来越多的数据。如果已设置将数据发送到中央服务器（请参阅安装说明），则通常会在接收和发送帧时看到“队列”上下移动。

如果行得通，没问题。否则，调整 SDR 无线电的增益可能有所帮助。根据您使用的是 FCD 还是 RTL-SDR,SDR 增益会有所不同。当FoxTelem与FCD一起运行时，您将看到混频器增益和LNA增益复选框。尝试这些方法的不同组合，尝试在周围获得信号

40 dBm。RTL-SDR上有更多调整，但有“自动”设置，可以选择不同的增益数。这是最好的调整方法。

使用常规无线电和声卡的遥测和SSTV

基本上，任何SSTV和遥测程序都将有选择不同输入的方法。例如，MMSSTV,在选项菜单和“设置”选项下有一个框指定声卡。大多数遥测程序具有类似的选项。但是，使用计算机声卡和传统收音机需要将收音机和计算机连接在一起。对于仅接收操作，声卡可以是通用软件定义的无线电程序（如SDR# 或 HDSDR）的输出。这些连接与数字通信基本相同，因此我们将在第9章“操作数字卫星”中介绍。

gr-卫星

gr-satellites(<https://gr-satellites.readthedocs.io/en/latest/introduction.html>)是一个免费的、跨平台的GNU无线电模块，包含一组遥测解码器，支持大量卫星，包括业余无线电卫星

(https://gr-satellites.readthedocs.io/en/latest/supported_satellites.html)。该开源项目始于2015年，目标是为在业余无线电波段传输的所有卫星提供遥测解码器，并不断更新。

gr-satellites支持最流行的协议，例如AX.25、GOMspace NanoCom U482C和AX100调制解调器，它们是CCSDS堆栈的重要组成部分，FUNcube卫星中使用的AO-40协议，以及其他卫星中使用的若干ad-hoc协议。

由于gr-satellites是一个GNU无线电模块(<https://www.gnuradio.org/>)，它可以用作构建块，以实现其他卫星或其他地面站解决方案的解码器。

卫星

不提及SatNOGS,一个开放源码的全球地面站网络，对卫星遥测的讨论是不完整的。SatNOGS允许任何人建立一个简单的基于SDR的地面站，以将其纳入其网络，并请求任何卫星通过其任何地面站进行遥测。

SatNOGS不仅适用于业余卫星；例如，它们还可以接收NOAA气象卫星。

SatNOGS有用于部分但不是全部卫星遥测的解码器。

然而，可以下载SatNOGS网络已经接收的内容，并且使用卫星专用解码器对其进行解码。如果您对遥测技术感兴趣，那么看看<https://satnogs.org>是值得的，看看他们能提供什么以及您能做出什么贡献。

第九章

运营数字卫星

在第8章“接收卫星数字数据”中，我们将重点放在接收图像和遥测技术上。在本章中，我们将介绍通过卫星的双向数字通信。

到目前为止，最流行的双向数字通信是使用分组，特别是业余分组报告系统 (APRS)，通过国际空间站(ISS)上的数字转换器或通过专用分组卫星进行转发。

也使用其他模式，例如FT8/4和PSK31,但仅在专用于它们的卫星上。调频中继器是单信道，忙于语音联系。线性卫星旨在由相对有效的（RF功率）模式使用，例如SSB、CW和通带低端的极低功率FT4。线性卫星不用于具有高占空比的模式，例如FT8、PSK31、SSTV或分组。体贴的操作者会尊重这些限制。

卫星数字通信

国际空间站对任何对卫星感兴趣的人都特别感兴趣。因为它使用基本的AX.25 1200波特包，所以它也是最容易进行通信的。国际空间站的轨道相对较低，为350-400公里，有一个高功率发射机。尽管它使用145.825 MHz,但其功能与地面单元非常相似。

由于其他区域具有不同的分配，因此不使用在美国典型的144.390MHz的正常分组/APRS频率。

即使你只对接收信号感兴趣，对ISS包/APRS无线电进行解码也是一种很好的方式来学习你对诸如与装备的接口、天线跟踪、多普勒频移、软件解码和卫星可用性等主题的学习方法。一般来说，基本设备对于大多数其他数字技术都是有用的。如果你能听到并解码来自国际空间站的分组信号，你就是在解译卫星数字通信的道路上!

与ISS的分组操作

ISS最流行的操作模式是分组数字模式。在这里，您发送一个APRS类型的UI帧，在路径中包含ARISS,而ISS是开销。如果一个地面卫星网关从国际空间站收到你的数字包，它将被发布在ARISS网络上。要通过国际空间站看到世界各地的电台，请转到<http://www.ariss.net>

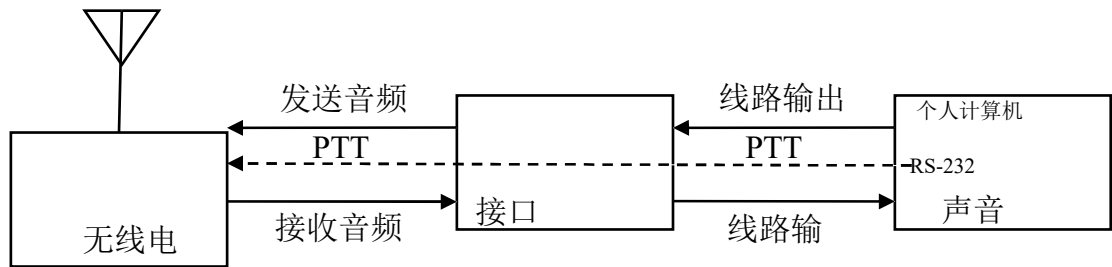
自从基于硬件的TNC的活动达到高峰以来，基于声卡的TNC软件现在已经取代了用于发送和接收AFSK分组信号的基于硬件的TNC的所有功能。实际上，基于声卡的TNC的测试已经表明它们比硬件TNC更好地解码。

除了声卡TNC软件之外，您还需要一种将收音机的音频连接到电脑的方法。如果您有较新的收音机，如Icom IC-9700,它们通常会内置声卡，您只需一根USB电缆即可完成任务，并可以跳到下面的Packet/APRS软件部分。

如果收音机没有内置声卡，则需要在收音机和计算机之间安装声卡接口，以使信号电平与声卡的数字信号处理兼容。以下是此方法的一些选项：

- Tigertronics SignaLink USB<https://tigertronics.com/>
- 西山电台<http://www.westmountainradio.com>的RIGblasters
- 数字接口<https://digirig.net/>
- 根据在 Internet 上找到的计划构建声卡接口。

以下是使用计算机声卡和软件操作ISS Digipeater的连接示意图：



声卡和无线电连接概述

- 软件将使用计算机中声卡的数字信号处理功能生成和解码AX.25 数据包信号。
- 需要使用声卡接口盒来设置电脑和收音机之间的适当声级。
- 一键通(PTT)试验台控制通常由软件通过设置RS-232串行接口的选定引脚生成。有些收音机，如Yaesu
如果在收音机的操作菜单中设置了VOX电平，FT-857D将在TX和RX功能之间可靠地切换。
- 如果您已经将您的无线电连接到其他业余无线电应用（如RTTY、PSK31、WSJT、SSTV）的声卡，那么您已经准备好与ISS或其他卫星进行AX.25分组操作——您只需下载、安装和配置一些免费软件即可。

由于您的收音机和您选择的声卡接口之间的连接特定于您的情况，我们将推迟讨论。您需要查阅无线电操作员手册和声卡接口说明书。在购买接口盒之前仔细研究会发现，许多领先的品牌也会向您销售针对您的收音机的接口电缆套件。

设置声卡级别

如果您已经将声卡用于其他业余无线电应用（如FT8），则通常可将相同的设置用于 Packet/APRS。正确设置输入和输出电平可能很棘手。我们建议您在互联网上搜索有关正确设置FT8界面级别的文章。

安装您需要的软件

卫星包操作软件免费下载。根据您的设置，通常需要两个软件：

- 声卡TNC软件 - 这取代了硬件TNC
- Packet/APRS 软件 - 发送和接收 Packet/APRS 消息

声卡软件 TNC

人们主要使用三种声卡跨国公司：

- UZ7HO 声音调制解调器（<http://uz7.ho.ua/packetradio.htm>上的 soundmodem114.zip）<http://uz7.ho.ua/packetradio.htm>
-它也可以在Wine下的Linux上运行。
- Dire Wolf 软件 TNC(<https://github.com/wb2osz/direwolf/releases>)- 适用于 Mac 和Linux。
- AGWPE（<https://www.sv2agw.com/downloads/>上的AGWPE.zip）

我们建议使用UZ7HO Soundmodem,因为它具有易于使用的瀑布显示，可帮助您设置和验证接口级别。它还将显示部分数据包，以帮助您调试问题。最后，UZ7HO在其网页上有其他声卡跨国公司，用于一些新的深奥的高速数字卫星。

Packet/APRS软件

目前有两种主要的Packet/APRS卫星应用：

- Greencube/CUBEBEL-2/LEDSAT/ISS终端
(<https://moonbounce.dk/hamradio/greencube-terminal-program.html>)
- UISS(<https://www.qsl.net/on6mu/uiss.htm>)

我们推荐Greencube/CUBEBEL-2/LEDSAT/ISS终端，因为它不仅涵盖国际空间站，而且具有广泛的功能和文件，并定期更新。

但是，如果您只使用ISS进行卫星数据包/APRS,则UISS是一个可行的选择。如果您使用UISS,请阅读“侧边栏：交换UZ7HO Soundmodem数据包”

程序代替

https://www.ariss.org/uploads/1/9/6/8/19681527/k9jkm_2012_symposium_ver2.pdf
上的AGWPE

使用Packet/APRS卫星的趣事

一旦您的卫星数据包被陆地互联网网关接收，您就可以将其路由到互联网上的许多不同的服务。你可以得到天气预报，发短信，甚至电子邮件!大卫，N9KT,在荒野地区没有手机服务时，通过卫星发送短信和电子邮件。

分组/APRS路由和网关是一个广泛的主题，这里将不详细讨论。我们建议您查看：

- <http://www.ui-view.net/files/APRS101.pdf>了解 APRS 和路由
- <https://www.aprs-is.net/Email.aspx>了解电子邮件网关
- <https://aprs.wiki/>了解 SMS 网关

网关来来去去，所以在互联网上搜索，看看哪些正在工作。请支持用于保持其工作的网关。

使用具有内置分组调制解调器的HT和移动电话



一些HT具有内置的包调制解调器!例如，以下是显示通过ISS 70 cm数字化仪进行数字化处理的WD9EWK数据包的屏幕。

在集成单元中，有少数钻机具有适当的分组能力。“第5章你们的无线电系统”中的“双频半双工HTs”列举了同样可以用卫星进行调频语音的例子。

仅分组示例是Kenwood HT TH-D72A和TH-D74A,以及诸如Kenwood TM-D710G和Yaesu FTM-400的移动单元。

请注意，使用HT和移动设备的分组操作远不如使用在计算机上运行成熟分组软件的基站灵活。尽管如此，它们对于便携式操作是方便的，并且有很多乐趣。



Pete, AI4QY和Mark, N8MH,使用麋鹿对数周期天线和Yaesu FT-817进行操作, 该天线来自Dry Tortugas国家公园的Garden Key北海滩, 位于佛罗里达州Key West以西约70英里处, 网格EL84。杰斐逊堡在幕后。

第十章

国际空间站



载人航天中的业余无线电始于1983年, 当时W5LFL的OwenGarriott在哥伦比亚号航天飞机上携带了一台手持式火腿无线电和安装在窗户上的天线。他定期与学生

交谈，并与土包火腿进行随机接触。这项活动是如此受欢迎，以至于比任何其它单一有效载荷都多的航天飞机飞行任务，NASA表示有兴趣让我们登上国际空间站。

1996年，业余无线电世界作出回应，成立了一个称为国际空间站业余无线电的国际工作组。ARISS负责协调国际空间站上的所有业余无线电活动。它由五到五只火腿管理

世界各区域，相当于支持国际空间站的五个空间机构。美国代表由ARRL和AMSAT任命。

ARISS继续Owen的努力，每年通过80-100次教育联系（学生与国际空间站工作人员交谈）促进科学、技术、工程和数学(STEM)教育。此外，ARISS无线电为火腿提供了多种通讯方式，可以相互交流，偶尔也可以与国际空间站机组人员进行交流。ARISS还为ISS提供备用通信。

您可以在<https://www.ariss.org/>了解有关ARISS的更多信息



ISS技术规范

姓名:	空间站, ARISS
对象编号:	25544
发布:	2000年9月 (首款业余装备)
周期:	92分钟
轨道:	圆形
倾角:	51.6度
海拔:	大约400 公里 (248 英里)
模式:	语音、数据包、SSTV、DATV

频率

仅语音和SSTV 145.800 MHz FM 下行链路
VHF包145.825 MHz FM单工
UHF包437.550 MHz FM单工
跨频直放站 145.990 MHz FM(CTCSS 67Hz)上行链路 437.800 MHz FM下行链路
HamTV(DATV)2.395 GHz、2.422 GHz、2.437 GHz、2.369 GHz下行链路

参见下文的ISS工作模式部分，了解使用的频率和时间。此外，ARISS在<https://www.ariss.org/current-status-of-iss-stations>.发布设备状态和预期运行时间表有关其他火腿最近活动的报告，请转到<https://www.amsat.org/status>.

国际空间站业余无线电台

国际空间站上有两个活跃的业余无线电台。一个在哥伦布舱里，在轨道上移动时，在空间站的前端。另一个在俄罗斯服务舱(Zvezda)的尾部。

哥伦布模块站

美国作战部分(USOS)的哥伦布舱内装有一个可互操作的无线电系统，有三个小天线——两个L/S波段贴片天线和一个VHF/UHF鞭状天线。当DATV Ham Video发射机恢复服务时，哥伦布也将成为DATV Ham视频发射机的所在地。

Columbus Ham无线电台大部分时间用作语音中继器，USOS机组人员按计划中断教育和其他联系。

互操作无线电系统(IORS)

国际空间站上的这个火腿设备包括一个定制的Kenwood TM-D710GA无线电和一个ARISS设计和制造的多电压电源。电源可从ISS上的两个电源系统（120 VDC和28 VDC）中的任一个供电。ARISS感谢 JVC Kenwood 捐赠的收音机及其大量工作来定制无线电硬件和固件以满足我们的需求。

国际空间站上两个业余电台使用的IORS无线电比早期的爱立信HT具有更高的功率，机组人员更容易操作，并改进了故障恢复。

ARISS使用TM-D710GA的编程模式功能来保存不同操作模式的配置。PM的使用如下：

下午	主要用途	输出功率
下午1	语音联系人，SSTV	25瓦
下午2	语音中继器	5瓦
下午3	数据（包数字转换器）	10瓦
下午4	实验	10瓦
下午5	ISS备份通信	25瓦



服务模块站

服务模块，在俄罗斯被称为Zvezda,装有第二个IORS无线电和四个多频段火腿天线安装在外面。这四个天线是由国际空间站的一个国际小组研制的，并由国际空间站的机组人员安装。这些天线环绕服务模块的后端。其中三个天线允许在2m、70cm以及L和S微波频带上工作。第四个用实验性HF(10 m)鞭代替VHF/UHF部分。

服务模块ham无线电台通常作为数字化仪运行，偶尔会因SSTV事件或宇航员的教育和其他联系而中断。

在国际空间站上使用的呼号俄罗斯

呼号： RS0ISS USA呼号：

北 方

1SS

欧洲呼号： OR4ISS、IR0ISS、GB1SS、DP0ISS、FX0ISS

NA1SS和RS0ISS是ISS业余无线电台在自动模式（如转发器和数显器操作）下工作的呼号。在教育 and 计划外语音联系中，您可能会听到这些呼号，甚至是机组人员的个人呼叫。需要不同的呼号来满足第三方交通规则。

所有使用业余无线电的USOS宇航员均获得许可，并自愿参加ARISS活动。宇航员也有类似的授权。

NASA掌握了目前国际空间站探险队员在
<https://www.nasa.gov/international-space-station/expedition-missions/>
的信息

可用性和时间表

ARISS无线电通常全天候工作。然而，机组安全规则要求在EVA、停靠和离坞期间关闭业余无线电。收音机可能在这类事件之前和之后的一天内关闭。此外，由于教育联系或特殊事件（如SSTV），语音中继器或数字电话操作偶尔会中断。

ARISS在其网站<https://www.ariss.org/current-status-of-iss-stations>发布预定停机时间和模式变更您还应该记住，由于发射失误和计划外事件，ISS时间表可能发生意外变化。

ISS操作模式

国际空间站上的业余无线电台为火腿提供了收听宇航员与地球上学生的谈话、通过语音转发器与其他火腿交谈以及直接与进行不定期联系的宇航员交谈的机会。

跨频带语音中继器

语音中继器是 Columbus 模块 Ham 无线电(NA1SS)的默认模式。当它处于活动状态时，您可以通过国际空间站与地面上的其他火腿通话。对于你的广播电台，任何与FM V/u卫星一起工作的东西都可以工作。上行链路要求与卫星相同，但由于国际空间站的输出功率较高，下行链路更容易接收。

宇航员语音操作

许多宇航员获得业余无线电执照，并自愿在空闲时间与学生交谈。有些人也登上中继器与火腿社区聊天。

教育联系人

宇航员大约每周与世界某处的学生交谈一两次。在距离联系地点几百英里以内的任何地方，你都可以在语音下行频率（145.800兆赫）上听到宇航员对学生问题的回答。ARISS网站和社交媒体上公布了待问问题，以及每个预定联系的地点和时间。

使用国际空间站中继器是有趣的，但是NASA允许在ISS上使用ham无线电的主要原因是hams所做的工作使学生对空间、无线电技术和STEM（科学、技术、工程和数学）感兴趣。

除了倾听之外，如果当地学校或其他教育团体主办了教育联系，您还可以参与教育联系。当地志愿者帮助架设天线，操作无线电，并经常教学生如何使用ham无线电。

乘务员联系人

在USOS中的宇航员只要拿起话筒，调大音量，就可以用语音中继器说话。然而，正如地球上的大多数人不是火腿一样，只有少数宇航员是热衷于进行这种不定期联系的操作员。当其中一人上船时，消息很快就传开了。耐心地倾听。船员日常工作日为

世界协调时 0800-1930虽然他们可以在任何时间听收音机，但是在他们有更多私人时间的时候，他们更有可能在工作前和下班后的一小时听到他们讲话。

数据包/APRS数字转换器

数字处理器是服务模块ham无线电(RS0ISS)的默认模式。它适用于任何 AX.25 格式的数据包。最流行的用法是利用APRS消息制作QSO,但是你可以用地面APRS或数据包做任何事情。

对于ISS数字化仪，使用1200 bps和路径ARISS、APRSAT或RS0ISS。数字接收器通常使用甚高频。使用UHF将事先通知。

有关通过航天器使用分组或APRS的详细信息，请参见第9章，操作数字卫星。

遥测 - 解码ISS信标数据包

两个IORS无线电以转发器模式（大约每5分钟，9600bps）和数字化模式（每3分钟，1200bps）传输数字信标信息。除了Kenwood信标包中包含的常规信息外，您还可以找到收音机的内部温度和当前程序模式的指示。

温度

收音机的内部温度（摄氏度）以纬度的分数分钟表示。（国际空间站内没有GPS信号，因此信标中的其余位置信息毫无意义。）因为TM-D710GA对信标使用Mic-E格式，所以纬度编码在AX.25数据包的目的地址中。例如，考虑以下示例数据包：

```
NA1ISS>0P0PS4,APRSAT: `v&amp;lt;0x1c>l <0x1c> SI]ARISS-ISSPM2=<0x0d>
```

目的地址是0P0PS4,它表示与某些其他信息相结合的纬度。在ISS信标中，目的地地址始终以0P0P开头，最后两个字符代表无线电温度，如下表所示编码。因此，S4代表34°C。

字符	磷, 0	问题 1	右侧, 2	序号: 3	电话: 4	铀, 5	五, 六	宽, 7	十, 8	是, 9
代表	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

在将纬度解码为度和分数分钟的收音机上进行查看时，您可以直接读取温度，如下所示：

N 00° 00.34'

在显示秒而不是分数分钟的收音机上，必须将秒除以 0.6 以获得温度。例如，如果您看到

N 00° 00' 20.4"

温度为 $20.4 \div 0.6 = 34^{\circ}\text{C}$ 。

程序模式

状态信息对应于收音机的当前编程模式，如下所示。

状态消息	用于
ARISS-ISS	PM关闭
ARISS-ISS	PM 1 (语音)
ARISS-ISS PM2	PM 2 (中继器)
ARISS-国际空间站	PM 3 (数码管)
ARISS-ISS PM4	PM 4 (实验)
ARISS-ISS PM5	PM 5 (备用通信)

慢扫描电视(SSTV)

慢扫描电视图像每年作为特殊事件传输几次。SSTV 操作使用计算机在语音下行链路频率上通过服务模块无线电发送图像。使用的格式（通常为PD120）在活动前公布，并附上运行时间和其他详细信息。大多数活动持续2-3天，但有些时间更长。您可以在 [ARISS SSTV Gallery\(https://ariss-usa.org/ARISS_SSTV\)](https://ariss-usa.org/ARISS_SSTV)中提交您收到的图像并查看其他火腿提交的图像。

除了ARISS事件之外，莫斯科航空研究所(MAI)也偶尔传输类似的图像集，作为其MAI-75试验的一部分。这些事件会持续几天，但通常只发生在当天飞越莫斯科的轨道上。

SSTV传输，包括ARISS和MAI,在ARISS网站和社交媒体上公布。

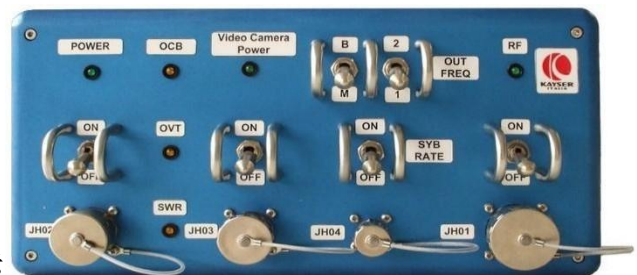
数字业余电视(DATV)

在撰写这篇文章时，Ham Video DATV发射器已安装在国际空间站上，等待在哥伦布舱中安装。这与2014年至2018年运行期间出现问题并返回地球进行维修的发射机相同。

Ham视频发射器使用NASA提供的摄像机和哥伦布舱上的一个L/S波段天线。称为HamTV的操作模式仅是下行链路。当HamTV恢复运行时，预计在教育接触期间传输偶尔被视频中断的测试信号。何时

HamTV正在传输，英国业余电视俱乐部将运几个地面站的视频流合并成用于教育用途的单一、更高质量的视频流。

您可以找到有关 Ham Video 发送器的详细信息，如何从 ISS 接收 DATV 信号，以及如何为https://wiki.batc.org.uk/HAMTV_from_the_ISS.的合并系统做出贡献



ISS操作提示

虽然ISS在技术上是一颗卫星，但在某些方面与其他业余卫星不同。在使用国际空间站无线电时，您需要牢记这些差异。

跟踪

与其他卫星不同，国际空间站通过每月提高高度1-2次（并根据需要避免轨道碎片）来补偿由于阻力造成的高度变化，从而改变其轨道要素。为了精确跟踪，请始终使用最新的开普勒元素集。每日 **Kep** 可在 AMSAT 网站 <https://www.amsat.org/tle/dailytle.txt> 上获得（在每个 UTC 天的第一个小时内更新）。每日/每小时更新可通过大多数跟踪程序获得，也可通过从 <https://celestrak.org> 等来源下载

ISS语音中继器提示

- 将发射机功率保持在100瓦EIRP以下（包括天线增益，有关EIRP的解释，请参见附录B中的发射机功率和天线增益）。
- 像在业余无线电中一样，在传送之前先听。
- 保持通话简短，并发送您的呼号及网格位置。请勿致电CQ。
- 如果语音中继器变得安静，则停止传输并给超时计时器一个重置的机会。
- 在可能的情况下，选择不那么繁忙的时间，比如深夜/清晨，或者（若你们在海岸附近）当国际空间站离岸时，在射程内的火腿较少。
- 要有耐心。有很多火腿和你一样渴望联系国际空间站。与宇航员

联系的QSL信息在ARISS网站上。

资源

以下是有关国际空间站业余无线电和国际空间站活动的一些信息来源：

- <https://www.ariss.org>（ARISS信息）
- <https://www.ariss.org/current-status-of-iss-stations>
- <https://www.ariss-usa.org>（关于托管美国教育联系人的信息）
- <http://www.ariss.net>（业余无线电台通过国际空间站数字化仪收听）
- https://ariss-usa.org/ARISS_SSTV（SSTV图像库）
- <https://www.nasa.gov/international-space-station/>（人员活动等）
- <https://www.amsat.org/status>

ARISS社交媒体

有关ARISS的信息可以在多个社交媒体网站上找到，包括X、Facebook、YouTube、Instagram、Mastodon、BlueSky、Threads、LinkedIn和Reddit。

关注@ARISS_Intl（或类似名称）获取有关设备状态、即将发生的事件和相关“太空火腿”新闻的最新信息。



史蒂夫，N9IP将他的箭头天线指向科罗拉多州欧文湖。注意在吊杆和同轴电缆上使用红色和蓝色胶带指示VHF和UHF连接。他戴着Heil Pro Micro Dual iC耳机，左手使用Heil PTT手动开关。收音机是 Icom IC-821H,现在被 IC-9700 取代。

附录A

参比物质

业余卫星模式

当前用于描述卫星所使用的频带的惯例是指定上行链路频带，之后是下行链路频带，由斜线分隔。例如，如果你用VHF（2米）向卫星发射信号，用UHF（70厘米）接收，这只鸟就是V/u模式卫星。以下是频段指示符字母的列表。

频率	波长	指示符
21兆赫	15米	H
29兆赫	10米	T或A
145兆赫	2米	V
435兆赫	70厘米	U
1.2千兆赫	23厘米	L
2.4 千兆赫	13厘米	S
5.7千兆赫	6厘米	C
10.5千兆赫	3厘米	X
24.0 千兆赫	1.5厘米	K

确定卫星所用波段的最初方案是用一个字母命名的。例如，AO-7具有模式A（现在称为模式V/a）和模式B（现在称为模式U/v）。模式J（现在称为模式V/u）首先由日本卫星使用。

随着一些业余卫星变得更加复杂（例如，AO-40），支持十几个或更多的乐队对，单字母模式名称变得笨拙且无法记忆。

旧模式名称	新模式名称	上行	下行链路
模式A	模式V/a	145.8-146.0兆赫	29.3 – 29.5兆赫
模式B	模式 U/v	435 – 438兆赫	145.8-146.0兆赫
模式J	模式V/u	145.8-146.0兆赫	435 – 438兆赫
模式K	模式H/a	21.26-21.30兆赫	29.40-29.50兆赫
模式L	模式L/u	1260–1270兆赫	435 – 438兆赫
模式S	模式U/s	435 – 438兆赫	2400 – 2450兆赫
模式T	模式H/v	21.26-21.30兆赫	145.8-146.0兆赫

标准语音学

在弱信号、QRM和衰落的情况下，很难理解呼号和方格。标准语音的使用加快了交换速度，并允许给定通道上有更多的联系。由于有几个“标准”拼音字母，以下是北美讲英语的人最可能理解的标准。

A	α	N	11月
B	布拉沃	O	奥斯卡
C	查理	P	爸爸
D	增量	Q	魁北克
E	回声	R	罗密欧
F	福克斯特罗	S	塞拉
G	高尔夫球	T	探戈
H	酒店	U	制服
I	印度	V	维克托
J	朱丽叶	W	威士忌
K	千瓦	X	X射线
L	利马	Y	洋基
M	迈克	Z	祖鲁

给出数字时，每个数字要分开说。例如，假设60是六零，而不是六十。

多普勒调谐的一个真规则

1994年1月，Paul Williamson,KB5MU撰写了一篇开创性的论文，讨论了当时和现在生效的用于手动调谐以补偿不断变化的多普勒频移的基本规则的优缺点：**调谐两个频率中的较高频率**。Paul指出，虽然这是最好的手动方法，但最佳策略是调谐发射和接收信号，使它们在卫星上的频率恒定。当时，实现这一目的的软件和硬件都不是现成的。在过去的二十年里，两者都变得普遍，尽管没有像人们所希望的那样被广泛使用。采用“一个真理”规则的最强有力的动力之一是，在卫星覆盖范围的两极进行许多接触，但相互可用时间不到一分钟。使用传统的人工方法，这些打破记录的接触将是困难的或不可能的。

在 AMSAT Journal 2010 年 7 月/8 月刊上，WA4SCA 的 Alan Biddle 提出了一篇基于 Paul 原创作品的更新文章。这表明传统的手工技术仍然有用，但在以下几种情况下严重失败：

在日常操作中遇到的。以下是艾伦原文的略微编辑版本。

将多普勒调谐的一个真规则带入21世纪

(或者, “DX处于什么频率?”!)

作者: Alan

Biddle,WA4SCAwa4sca@

amsat.org

摘要

1994年, Paul Williamson,KB5MU讨论了将现有的关于多普勒校正的传统观点扩展到所谓的“一个真规则”。[1]这描述了一种方法,即每个操作员调整其发射频率,经多普勒校正后,使其到达航天器的频率与其他操作员相同。同样,每个操作员将针对多普勒调整的接收频率调谐到航天器处的相同下行链路频率。这优化了线性转发器通带的使用,并且如果完全自动化,则大大减少了操作员的工作量。由于现有软件的局限性,只能在当时进行估算。仅仅5年后,软件就以基本的形式出现了。如今,所有主要的跟踪和调整软件都以基本透明的方式支持这一点。现在是时候回顾一下目前实施的方法的好处,并将其扩展到新的、明确的工作频率指定方法。

引言

地面和卫星操作之间最显著的区别之一是不仅需要跟踪卫星,而且需要跟踪上行链路和下行链路频率。迄今为止,我们最接近于“正常”地面操作的是在远地点附近的第3阶段卫星。它似乎在空中几乎静止了几个小时,一旦找到匹配的上行和下行频率,你就可以像在HF上那样调谐。当您接收频率调谐到一定量时,对大多数应答器来说,将发射频率调谐到相等且相反的量。一些钻机(如Yaesu FT-847)具有锁定此功能的硬件方法。远离这种空中固定转发器的近似,特别是当工作频率移入微波区域时,情况变得更加复杂。

历史上,手动调谐方法一直是调整最高频率,无论是上行链路还是下行链路。由于多普勒频移与频率成正比,如果你只调谐一个旋钮,这就是那个旋钮。一些人使用的一种改进方法是在每个站的传输开始时快速“修整”传输频率。这简单,原则上容易理解,并且可用于旧设备。它不需要额外的设备,这可以大大简化偏远地点的操作。它

为我们服务了几十年，至今仍被广泛使用。然而，除工作量外，它还存在重大缺陷，特别是在应用于低地球轨道(LEO)和中地球轨道(MEO)卫星时。

人们很容易认为，其他电台正在做与你基本上相同的校正，只是略有不同。在上面的阶段3示例中，这基本上是正确的。对于LEO或MEO卫星，由于窗口短得多和速度变化迅速，这种相似性是例外而非规则。除特殊几何形状外，每个卫星通行证对每个台站都是唯一的。如果这些电台在地理上彼此非常接近，那么它们将以相同的方式调谐。对于另一种情况，考虑同一纬度但不同经度的两个站。如果卫星在南北轨道正好经过它们之间，那么它们实际上将进行完全相同的调谐校正。

虽然可能，但这些配置很少见。

一个更现实的场景会导致一个站看到卫星接近头顶，而另一个站看到它更接近地平线。无论采用何种调谐方法，这些台站都会在不同的时间和数量上进行校正。例如，最接近时间法(TCA)是多普勒校正的变化率最快并且从接收频率的正校正变为负校正的任何通道中的时间。最重要的是，除了上面讨论的人为情况之外，TCA（和快速频率变化）在每个站的不同时间发生。图1显示了在我的台站和北面大约600英里的另一个台站的多普勒校正的差异。对于指示的时间段，大约2分钟，北部站正在应用大的负多普勒校正，而我仍然应用大的正多普勒校正。

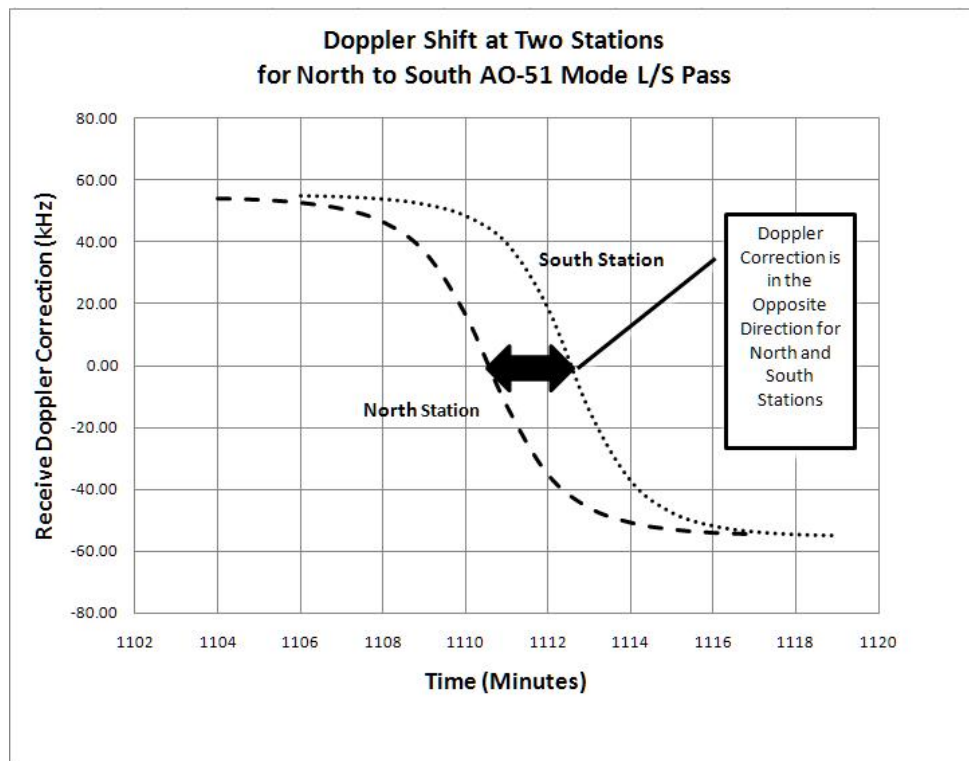


图1: 北向南AO-51型L/s通道中两站的多普勒频移

KB5MU在原始文章中简略地讨论了这些因素。[1] 他还详细讨论了优化传统调谐方法的使用。Tony Langdon, VE3JED对多普勒频移的差异进行了详尽的讨论[2], 并给出了高、低海拔通道良好的图形。这两种方法都强烈推荐给那些希望对多普勒频移和校正的细微方面有更多细节和更好感觉的人。由于它确实取决于你如何看待卫星, 下面对传统手动调谐局限性的简要讨论必然被简化。希望它能给人一种良好的定性感觉, 而不包括所有可能出现问题的独特方式。

首先, 如果我们使用传统的人工调谐方法, 在卫星通带中至少会有一些漂移。理想情况下, 如果每个人都使用相同的技术, 大多数类星体将大致平行漂移。同样, 在TCA周围, 特定台站可能向相反方向跳跃, 或“越过”邻近的类星体。不过, 只要没有人开始接近通带边缘, 一切都相当好。新电台只找到一个未使用的频率对, 然后跟着流走。即使是这种理想化的情况也是复杂的, 因为每个人都有自己的方式来实现给定的技术。现实的结果是, 在拥挤的通带中, 类星体相互碰撞。

第二, 你有圆桌类星体的情况。在一些卫星上, 如AO-7和FO-29, 它们仍然存在, 尽管有时很难找到一个由信号、方格和名称组成的类星体, 即使通道是空的。谈话更自然, 而不是一连串的独白。结果是, 如果您希望在每次传输时调整上行链路, 那么您会更频繁地这样做。(由于大多数跟踪程序将“单真规则”的实现称为“全多普勒调谐(FDT)”, 所以为了简单起见, 我将使用这个术语。) 相比之下, 我曾在AO-7和FO-29的圆桌上工作过多个台站, 所有台站都使用FDT, 从AOS到LOS, 没有明显的手动调整。最近对AO-7和FO-29进行的听力调查显示, 大约一半的人正在使用FDT。通常, 便携式站不需要额外的设备, 而家庭站需要。是否存在不应使用的情况? 是的。在少数卫星中, 接收和发射信号之间的差异由于差的热稳定性而漂移。AO-73是基本假设崩溃的一个例子。在这种情况下, 强烈建议用户使用纯手动调整。

最后, 在模式V和U上实际工作良好的技术对于模式L和更高频率也是具有挑战性的, 即使对于相对较不关键的FM模式也是如此。表1显示了在所选轨道中发现的典型最大多普勒频移。所示的三个高度大致是AO-51号卫星和其他低地轨道卫星、AO-7号卫星和目前正在考虑的较高中地轨道的高度。除TCA周围外, 即使模式U多普勒频移变化也足够慢, 足以进行正常的人体干预。在模式S, 2.45GHz下, 偏移是5-6倍大。更重要的是, 变化率也是如此。缺少一颗理想的静止卫星, 多普勒频移的变化对于所有人都太快了, 除了那些有钢琴家才能的人。甚至对于MEO卫星, 上行链路可能从先前的频率漂移得太远, 以至于新传输所需的调谐更接近于类星体开始时的初始搜索。

卫星模式	V	U	L	S
频率(MHz)	145.9	436.0	1280.0	2401.0
800公里	±3.0	±9.0	±26.2	±49.6
1500公里	±2.9	±8.6	±25.0	±47.3
8000公里	±2.1	±6.4	±18.5	±35.0

表1: 圆形轨道在选定高度处的最大多普勒频移(kHz)

使用我们拥有的

FDT到底是如何工作的?想象一下, 卫星转发器位于一个非常高的塔上, 或者等同于位于地球同步轨道上的航天器上, 比如传说中的第4阶段卫星。它相对于所有站点是固定的。在这种情况下, 没有多普勒频移。在相同频率上发射的所有站将在配对的下行链路频率上监听。如果另一个FTD站希望使用应答器, 则它们简单地找到未使用的下行链路频率并在匹配的上行链路频率上呼叫。该操作在概念上与地面中继器非常相似, 尽管大多数是FM并且仅容纳单个信道。

FDT使用现代计算能力和钻机控制反向处理问题, 使多普勒频移对操作员几乎是看不见的。该程序实际上“思考”卫星的频率, 并不断计算匹配的钻机频率。虽然钻机上的上行链路和下行链路可能都在快速变化, 但卫星的频率却没有变化。在实际意义上, 从操作员调谐的角度来看, 卫星看起来是静止的。

要做到这一点, 只需对每个卫星转发器进行简单的设置。您需要指定上行链路和下行链路频率之间的关系。各地的应答器标称值, 包括“通信卫星”下的AMSAT网站:

<https://www.amsat.org/two-way-satellites/>

所有主要的跟踪程序都有这种能力, 并解释它的用法。这相当于“锁定”导言中讨论的Phase 3卫星的频偏。然而, 有一个重要的区别。一旦完成, 它对轨道的所有部分都是有益的, 每个轨道![3]

达到此目标后, 您可以在通带周围进行调谐。将遵循匹配的上行链路频率。无论您的接收频率如何, 当您键入发射机时, 您将听到您的声音或CW返回您。不需要调整, 不要在过程中拖着“aaaaahhhhhhhh”穿过QSO,更好的是, 没人这样对你。实际上, 这使得卫星调谐非常像地面HF。你可以在很大程度上忘记发送器正在做什么, 因为计算机会为你处理这些事情。

现在假设有人回答, 他也在使用FDT。您将听到当前正在收听的频率上的回复。更重要的是, 随着时间的推移, 卫星的位置和相对速度会发生变化, 站台上行链路和下行链路都将

改变，但信号将在两个站保持调谐。如果另外一个FDT台加入QSO,这三个台将能够集中精力交谈，而不是调谐。这是因为每个站总是将其上行链路放在卫星的相同频率上，因此每个站逐秒知道在哪里寻找下行链路。相比之下，随着类星体进展，传统方法将上行链路分散在卫星通带的几百Hz到几kHz上。

这对仍在使用手动调谐的其他电台有用吗?是不是。大多数程序都有一种方法，可以选择您希望调谐上行链路、下行链路还是同时调谐两者。通过选择与较高频率相对应的频率，您可以稍微减少工作量，并获得FDT的大部分好处。实际上，如果使用全自动或手动方法，效果会更好。人们习惯于使用一种方法或另一种方法，但不是结合使用。有几次我尝试过混合模式，它同时引起了兴趣和困惑。在一些几何结构中，它实际上可以增加通过通带的行进速率。

另一实际应用是在具有非常有限的相互可见性窗口的工作站中。关于AO-7卫星和其他带有线性转发器的卫星，这一主题已列入AMSAT公告栏。在可能在一分钟或更短的时间内测量的窗口内，您不希望在上行链路和下行链路频率上浪费时间。有了FDT,如果你听到有人在呼叫CQ,你已经有了他的下行链路，并且你的上行链路已经归零。唯一不知道的是他在哪里听。如果他也使用FDT,你不在乎!把钻机关上，你应该有一个QSO。如果他不使用FDT,会发生什么?他将收听他的下行链路，因此在那个一瞬间，他将实际上进行FDT。取决于他和调谐的匹配程度，他会在频率上听到你的声音，或者至少足够近地引起他的注意。无论哪种情况，您都有您的QSO。

那么，缺少什么呢?FDT允许我们轻松地操作一个在调谐时能听到的电台。安排联系怎么样?地面交通网，或者与老朋友的预定QSO,很容易被指定为频率，±QRM。每个人都从这里开始，然后微调。即使使用FDT,我们仍然缺乏实现等效的方法。例如，两个计划在“435.000 MHz”上会合的台站可以将他们的设备调谐到该频率，但是由于多普勒频移对于每个台站是不同的，它们可能甚至不够接近以听到对方。我们希望有一个频率，每个站可以以与地面站相同的明确方式使用。我们将看到，这样的频率是存在的，尽管无论是钻机还是最新的跟踪程序都没有显示。

我们从这里到哪里去?

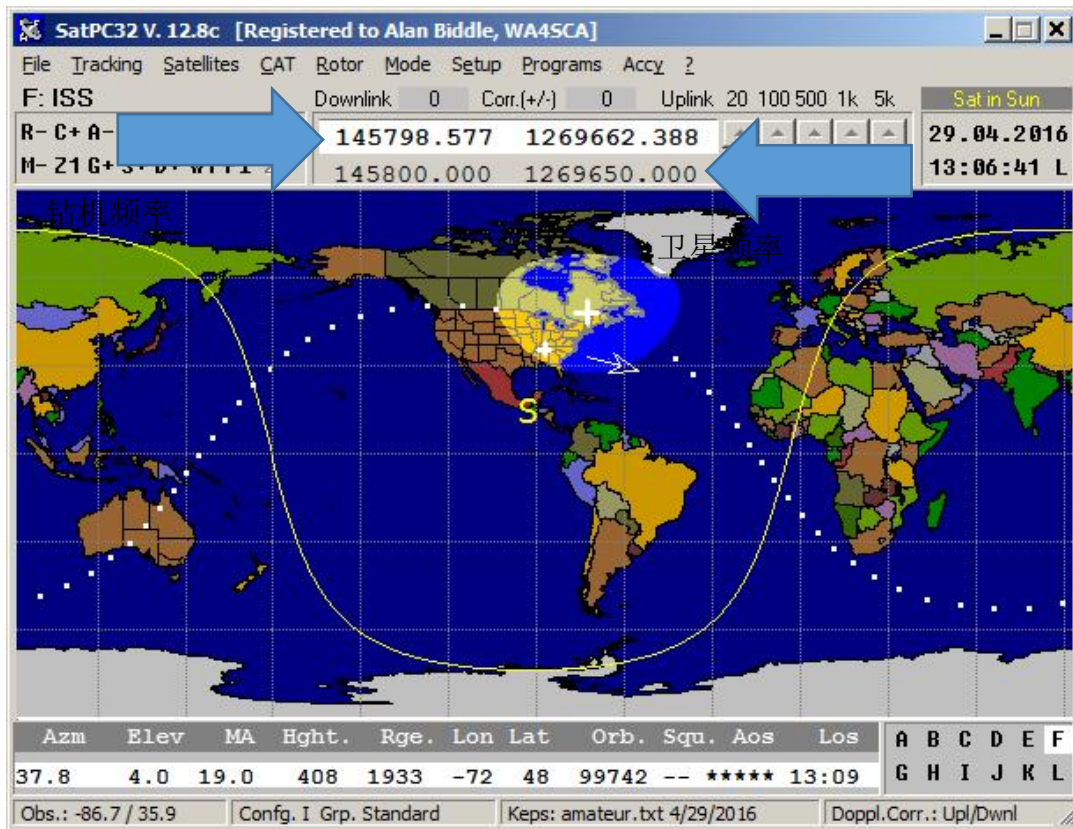
随着“一条真理”的充分实施，我们基本上消除了卫星通信的繁忙工作。有一个问题我们还不容易回答：“我们的频率是多少?”除非你正与街对面的电台通话，否则每个电台都将调谐到不同的接收和发射频率。从表1可以看出，在微波频率的情况下，这些频率可以是显著不同的频率。然而，在FDT的情况下，每个站将在卫星上收听相同的频率。无论类星体中有多少，这将是一个所有操作员都同意的不变数。

这种看似有特权的频率实际上不是一个新概念。现代追踪程序实际上以两种方式使用这个想法。对于信道化的 FM 卫星，可以指定中继器输入和输出。其余部分由程序完成。简单来说，上行链路为145.920MHz,下行链路为435.300MHz。简单地假设“±多普勒”，但我们没有将其放在QSL卡上。

另一种方式是在为线性转发器配置参考频率对时。对于AO-7,我发现432.14768 MHz的上行链路和145.950 MHz的下行链路与“Hello测试”校准匹配良好。追踪程序将从这里开始，就像调频案一样。区别在于，当您围绕下行链路调谐时，发射频率将适当改变。虽然笨拙，但我们可以在这里指定卫星的SSB/CW频率并实现目标。

正如我们所看到的，我们每天都使用以卫星为中心的频率，尽管这些频率在跟踪程序中通常不可见。我们如何才能使它们可见?跟踪程序通常会显示钻机频率，并校正多普勒频移。如果将这两个数字（包括符号）相加，则总和不会改变，即使两个分量可能都在快速变化。为什么?这总和就是我们要找的；宇宙飞船的频率!

图2：航天器频率调谐的SatPC32程序显示



SatPC32、Erich Eichmann、DK1TB的作者已经实现了此功能。典型显示见图2。我们如何使用它它如何改变我们的操作

技术?首先,我们改变思考和确定类星体频率的方法。完整版本为“ISS,145.800 MHz,航天器”。这给出了航天器和航天器的地面接收频率。没有问题或含糊不清,无论您的QTH。(这也是您的钻机在TCA附近调谐到的频率。)是否需要指定全模式,如L/u或V/u?不!AO-13和AO-40都有多个上行链路同时转换到同一下行链路的模式。虽然知道其他操作员进入哪个上行链路对于QSL卡来说是有趣的并且是合适的,但就QSO而言,这是多余的。在航天器上给出相同下行链路频率的任何上行链路都是等效的。

第二,主要调谐参考需要移动到计算机屏幕而不是钻机。人们可以调整钻机刻度盘,但可以观看屏幕上的“航天器频率”,或者可能是手动输入。随着软件无线电(至少是控制软件)的稳步发展,这很快就会变得很自然,而且已经对很多人来说了。

实施

我们怎么从这里到那里,我们应该吗?许多现有的跟踪程序使得估计相对容易,即使它们没有明确地实现它。

使用跟踪软件的FDT版本,可以查看钻机频率和多普勒频移,并在心里将它们结合起来,以获得所需的频率。如果您有使用此技术的另一个工作站的计划,那么它会让您更加接近,而不只是将装备调整到计划频率,然后必须四处搜寻。通常你离得足够近,可以听到另一个电台的声音。快速调谐你的接收频率,你就完成了,除了类星体.当该选项被添加到现有和未来计划中时,它将在简单性方面成为真正的“HF模式”,无论是假设的还是实际的。手动调谐虽然仍然可行,尤其是对于便携式电台,但最终可能以我们所考虑的“直键之夜”的方式来考虑。

考虑到基本的“一个真规则”在软件开始使用之后15年以上还没有被普遍使用,可以预期的是,我们如何指定“频率”的这种激进的范式转变将需要另一代人完全吸收并实施。尽管如此,随着工作频率的不断扩展,这种扩展可以测试、验证和改进,对更传统的用户影响很小甚至没有影响。但它有用吗?你来评判。经常存在这样的情况,即,在足迹最末端的工作站的机会窗口可能以秒为单位进行测量。使用这种技术,几个台站报告了洲际DX接触,这需要完美的协调,而不用花费时间来通过传统手段定位其他台站。

感谢KB5MU为本文提供的宝贵建议和见解。任何错误和遗漏都是我自己的贡献。

脚注

1. “The One True Rule for Doppler Tuning”, Paul Williamson,KB5MU。
OSCAR卫星报告#284,1994年1月1日。
<https://www.amsat.org/category/archive/>
2. “多普勒频移的特写”Antony
Langdon,VK3JED<https://vkradio.com/doppler.html>
3. 对于FM操作,标称值通常足够精确。对于CW和SSB,必须指定比最接近的kHz更近的值。对于自然发声接收,期望25Hz或更佳。这在名义上是一次性的校准,尽管在实际中,由于航天器的老化和温度变化,它需要修改,每年几次。这与用传统方法更新每个类星体相比很好。



Jim Wilson,K5ND,使用他的Arrow双频Yagi在密歇根州本顿港运行EN62电网。

附录B

升级业余卫星站

在这本书中，我们专注于以最少的投资尽快为您播出。在本附录中，我们概述了如何升级电台的每个部分，以扩展您的能力，并增加您享受业余爱好时的机会。把你的信号传送给卫星是出人意料的容易。在调频卫星上经常听到出租车使用

可靠的卫星通信的关键是组合最好的接收站。如果你听得不好，当你发射信号时，你将会干扰(QRM)卫星的其他用户！

ham gear（不合法）的声音。最常见的问题是用过大的功率撞击SSB/CW卫星，经常对他人造成有害干扰，有时导致卫星复位或改变模式。

良好地听到卫星是你获得许多令人愉快的联系和接受对你的电台和你的操作技巧的赞美的最好门票。



这张照片提示了您可能想要升级电台的另一个原因。LU3EMB的Miguel在阿根廷巴塔哥尼亚等卫星通行证时拍下了这张照片。

改进您的跟踪软件

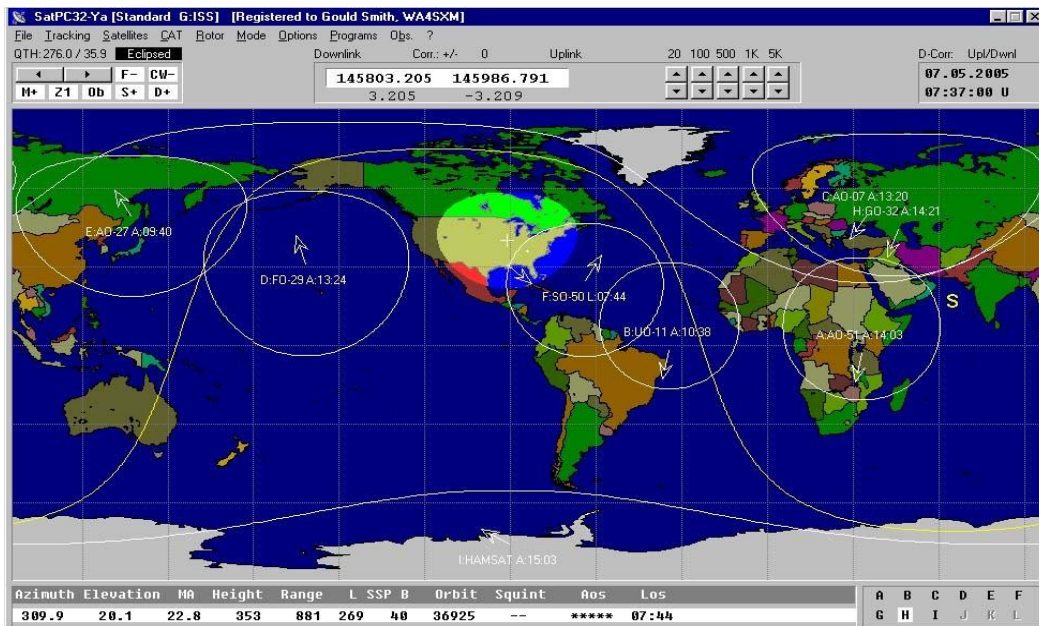
在第3章“定位业余卫星”中，我们调查了几种用于定位和跟踪业余卫星的智能手机/平板电脑应用程序和网站工具。当您刚开始使用业余卫星时，或者当您在远离家乡工作的时候，这些都非常有用。

当您从家中的固定站操作时，您需要升级到一个或多个软件包，这些软件包将在使用 Windows、macOS 或 Linux 的个人计算机上运行。除了预测卫星轨道，这些软件包将自动指向你的天线和调谐你的无线电。

除了基于个人计算机的软件包外，CSN Technologies还有自己的S.A.T.（自主式天线跟踪器），可以预测轨道并控制你的旋翼和无线电。下文也对其进行了描述。

Windows PC的卫星跟踪程序

SatPC32是一个运行在Windows下的优秀程序，具有几个强大的功能，并且是最受AMSAT会员欢迎的程序。它拥有您指尖（或鼠标光标）的所有可用功能。它有一个多卫星地图和卫星方向箭头，也进行旋翼控制和无线电控制。主屏幕上有大量可用信息，包括您在卫星上的频率（补偿多普勒频移）。这个设置是直截了当的，结果很出色。



DK1TB的Erich Eichmann编写了SatPC32,并继续支持该程序。大多数新用户发布他们的问题并从其他 AMSAT 成员或 AMSAT-BB 上的 Erich 获取答案。更新是免费的。演示版是免费的，功能齐全。如果您购买了注册密钥，则整个购买价格将转至 AMSAT <https://www.amsat.org/product/satpc32-by-electronic-download/>。

SatPC32被AMSAT的大多数控制站用来跟踪和控制我们的卫星。

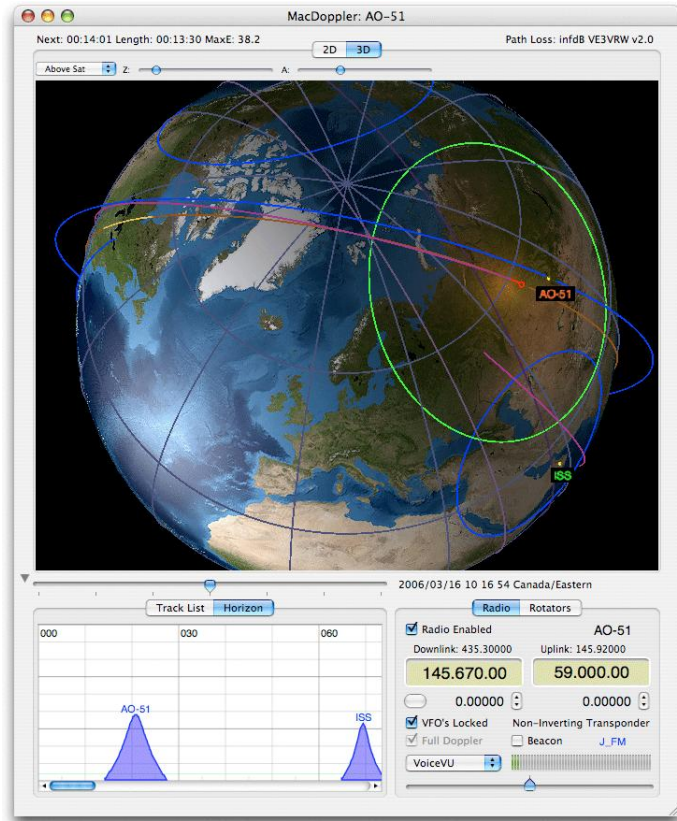
macOS的跟踪程序

对于运行macOS的Mac用户来说，MacDoppler是一个很好的程序。它提供所有基本功能，以及许多有用的功能和视图——典型的Mac质量计划。

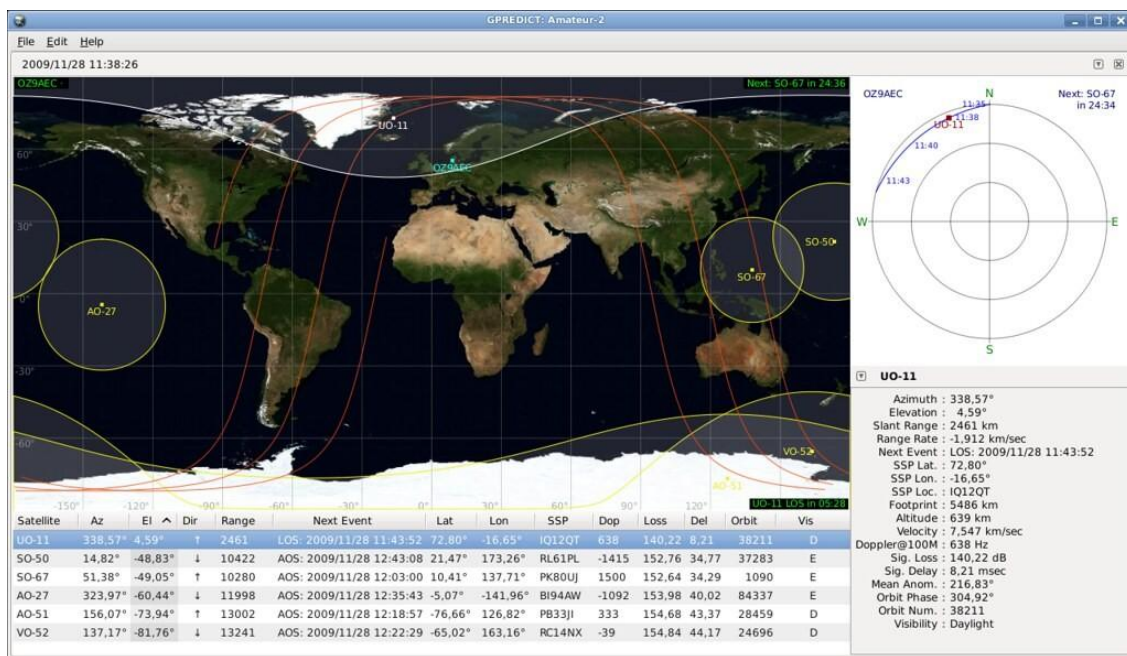
该程序由VE3VRW的Don Agro编写。它提供美丽的屏幕显示地球，卫星轨道，甚至3D斜视角度图形。它包括易于阅读的即将通过的文本列表，以及沿地平线在你的QTH上方的卫星最大仰角的图形显示。

多普勒显示和控制以及钻机和旋翼控制都是标准的。您可以在

<https://www.amsat.org/shop/>的AMSAT商店在线购买MacDoppler



GPredict (Linux、macOS 和Windows)



GPredict(<https://oz9aec.dk/gpredict/>)是一个优秀的免费、跨平台、全功能的跟踪和控制程序。它可以控制HamLib可以控制的任何无线电(<https://github.com/Hamlib/Hamlib/wiki/Supported-Radios>)和旋转器(<https://github.com/Hamlib/Hamlib/wiki/Supported-Rotators>)。

一个非常好的特性是详尽的配置选项，允许高级用户自定义该程序的功能和外观。查看屏幕截图以获得一个想法(<https://oz9aec.dk/gpredict/screenshots.php>)。

S.A.T.控制器

CSN技术

S.A.T.控制器是一个完全独立的设备，用于预测和跟踪卫星通过，同时控制Yaesu旋转器和调谐Icom卫星收发器。它还可以控制使用基于HamLib的应用程序（如SDRangel或GQRX）的任何SDR。

此外，该装置与PstRotator连接，以控制多种非Yaesu旋转器。它还

包括内置的GPS，因此您不必确定和输入纬度、经度或时间。

当装置具有小型LCD状态显示器时，主要用户界面是通过任何通过其内置WiFi连接到装置的装置上的网络浏览器。

这一描述只是对它的广泛功能进行了粗略的描写。有关完整信息和购买信息，请访问<http://www.csntechnologies.net/>。

设置跟踪计划

每个程序都有不同的设置。一些公司比其他公司需要更多的信息。通常，您需要的是您的呼号或姓名（不太难）、您的电台位置（经度、纬度和海拔）、时区以及您是否遵守夏令时。另一个非常重要的考虑因素是你的电脑时钟。确保正确!



电脑时钟

您的电脑时钟对于一般工作来说是足够接近的，但是对于实时卫星操作却不够。您需要“定期”校正您的电脑时钟。“定期”的含义取决于计算机偏离正确时间的快慢。根据标准检查您的电脑时间，并经常重置它。只需两分钟的车程，您就会看到距离卫星实际位置 100° 的距离。许多低地球轨道卫星最多有12-15分钟的时间窗，所以你可能会错过很多飞行，更不用说由于指向错误的方向而无法找到卫星了。一些跟踪程序具有连接到国家标准与技术研究所并校正系统时钟的功能，但您必须记住这样做。

保持计算机时钟高度准确的一种更复杂的方法是使用本地 NTP 客户端，例如 Meinberg NTP 或 NetTime。在 Windows 计算机上作为服务安装后，定期更新将使您的时钟精确到毫秒范围。您可以通过以下链接阅读有关 Meinberg NTP 和 NetTime 的更多信息：<https://www.meinbergglobal.com/english/sw/ntp.htm>和 <https://www.timesynctool.com/>。

UTC 和 DST

您需要知道您与 UTC（协调世界时 – 世界协调时间，以前称为 GMT 或格林尼治标准时间或祖鲁时间）相差多少小时。大多数跟踪项目和卫星计划都用 UTC 完成，因此您需要流利地使用 UTC 和 24 小时制。目前有许多时钟可通过 WWV 自动与 UTC 同步，只需不到 30 美元。确保在您的电台找到 WWV 接收可靠的位置。

北美 UTC 补偿		
标准时间	夏令时	时区
天门冬氨酸氨基转移酶-4	ADT-3	大西洋
估计值-5	EDT-4	东方
CST -6	CDT -5	中央
MST -7	MDT -6	山地
PST -8	PDT -7	太平洋
YST-9	YDT-8	育空
HST -10	未观察到	夏威夷语
NT-11		诺姆，亚克萨州

开普勒元素或“Keps”

跟踪程序根据开普勒元素（简称 Keps）信息计算卫星的位置和未来位置/时间表。这些都是以约翰内斯·开普勒命名的，他制定了许多轨道定律。开普勒元素是描述卫星越过赤道从南到北的轨道的数值。

对于业余卫星，你只需要每三到四周更新一次开普勒元素，但最好每周更新一次。ISS 是一个例外，它改变了

经常进行轨道运行，所以每天的轨道信息是必要的。检查第10章，*国际空间站*，以获得更多信息和来源。

这些元素可从多种来源获得；以下是两个适合您的元素：

(1) AMSAT网站(<https://www.amsat.org>)，选择“Satellite Info（卫星信息）”选项卡，向下滚动至“TLE/Keplerian Elements Resources(TLE/Keplerian Elements Resources)”

(2) <https://www.celestrak.com>,由Dr. T.维护。S.凯尔索

捕获开普勒数据

一些卫星跟踪程序将直接从互联网获取和加载当前的开普勒数据。例如，SatPC32有一个单击“更新您的卫星元素”按钮。

对于其他跟踪计划，从“卫星信息”选项卡下的AMSAT网站获取NASA或2行数据，并向下滚动至“TLE/Keplerian Elements Resources”。

检查结果!

配置跟踪程序并更新开普勒元素后，您有跟踪数据，但是否正确?设置跟踪程序时最常见的问题是：

- 时间 – 设置计算机的时钟、时区和夏令时
- 电站位置 – 检查您的纬度、经度和海拔
- 开普勒数据 – 确保信息是最新的

根据已知来源检查您的数据!这段时间是值得的；你将浪费大量的时间，并且会变得非常沮丧，试图工作一个不存在的卫星。

良好的跟踪来源是 AMSAT 网站、<https://www.amsat.org/track/>和智能手机应用程序。请注意，您的智能手机通过手机发射塔获得正确的时间，通过其内置GPS获得正确的位置，Keps从互联网自动更新。这样就避免了人们配置跟踪程序时出现的所有典型错误。

升级天线系统

与天线和天线系统相比，关于卫星站设备产生更多意见的话题很少。虽然我们认为以下所有建议都是好建议，但你可以很容易地找到不同意见的人。

优化接收站意味着获得或构建最好的天线。在天线处使用前置放大器将大有帮助。良好的天线和天线上的前置放大器将为您的接收机提供良好的信号，并使您的卫星体验更好。如果你精简接收天线，你会给自己带来很大的挫折感。

天线系统包括天线、转子、前置放大器和同轴电缆。每一个都会对你的卫星工作能力产生重大影响。这里还包括对接收者拒绝和如何对抗它的描述。

全向天线

除了无人值守的遥测收集（如下所述）外，全向天线（垂直天线、双锥天线、打蛋器天线、J极天线、Lindenblad天线或QFH天线）不适合卫星操作。它们在卫星的方向上没有提供足够的增益，并且它们从其他方向接收了太多的噪声。使用高增益全向天线会使情况更糟，因为增益来自地平线，不利于卫星所在地平线以上的信号。

对于接收卫星，并排比较总是得到相同的结果：小型定向天线比全向天线工作得更好，即使全向天线有前置放大器。对全向天线有良好经验的火腿通常位于远离广播发射机、无线电塔和其他人造RFI源的农村地区。

无人值守的遥测收集站是卫星接收全向天线的良好应用。无人值守的24/7转子操作容易出现故障，因此必须进行维修，但并不总是容易完成的任务。例如，Burns, WB1FJ居住在新罕布什尔州，但在夏威夷有一个无人值守的遥测收集站。他使用J-Pole天线，Raspberry Pi运行FoxTelem和SDR接收器。有关SD卡上安装的Fox-in-A-Box软件，请参阅AMSAT商店。

定向天线

取消全向天线后，您需要选择定向天线。基本上，波束是性能最好的天线，但需要方位角和（通常）仰角旋翼。

天线极性

您可能熟悉垂直和水平（线性）极化天线。麋鹿对数周期天线是垂直极化的，安装元件朝上和朝下。将天线扭转90°，使天线元件水平，此时天线处于水平极化状态。

右图显示了安装在桅杆上的麋鹿天线，因此它是垂直极化的。



Arrow卫星天线具有2 m元件，相对于70 cm元件成90°安装，这改进了两个天线之间的隔离。所以，如果你拿着天线使得2m个元件是水平的（因此水平极化），70cm的元件将被垂直极化。

一些卫星天线是圆极化的，或者右旋圆极化(RHCP)或者左旋圆极化(LHCP)。通常安装在天线上的继电器允许您在RHCP和LHCP之间切换。通常，圆极化天线使用水平和垂直元件构建，具有相控同轴馈电，该馈电以精确的关系分割RF以实现RHCP或LHCP。螺旋天线是圆极化天线的另一个例子。

对于哪种类型的极化天线最有效，您会发现许多分歧。一些运营商对线性极化天线感到满意，垂直极化天线比水平极化天线更常见，但两者都有效。其他运营商更喜欢圆极化天线。

线性和圆形支持者通常都会说，可切换极性（水平/垂直或RHCP/LHCP）可改善其结果。一些喜欢建造和试验天线的汉姆将建造一个交换系统，为他们提供四种选择：水平、垂直、RHCP和LHCP。

发射机功率和天线增益

在HF操作中，天线增益基本上受限于天线的物理尺寸。电站通过增加功率来补偿。由于卫星工作是在较高频率上进行的，天线是增加增益的最佳位置。你可以用5瓦特和像样的发射天线获得良好的卫星信号。您通常会听到信号电平远高于信标的电台，因为这些电台使用的功率比必要的功率大，因此它们可以在不适当的接收系统上收听。

在SSB/CW卫星上，由卫星发射的总功率量是固定的，并且在所有用户之间分配，因此以超过必要的功率撞击卫星降低了每个人的下行链路信号。足够强的上行信号将完全关闭其他用户的应答器!此外，通过优化您的接收系统，您将能够更容易地收听和工作站。这对于那些不能使用很多上行链路功率或者不能指向卫星的那些人来说尤其如此。

将下行信号保持在或低于信标电平。负责任地共享卫星。

使用公式 $EIRP = 10^{(dB/10) \times PWR}$ 计算EIRP（有效或等效各向同性辐射功率），其中^符号表示“提高至功率”。天线功率为12 dBi(dBi = dBd + 2.15)，馈电功率为10瓦时，EIRP为 $10^{(12/10) \times 10}$ 或 $10^{(1.2) \times 10} = 158.5$ 瓦。

天线增益与指向精度

一般来说，天线悬臂越长，天线的元件越多，其增益就越高。随着天线增益的增加，其波束宽度减小。如果使用非常高增益的天线，波束宽度会变得更窄。这意味着您需要高精度地指向天线，才能从天线的高增益中获益。

这与直觉相反，但如果您无法非常精确地指向两个天线，则最好使用更小、增益更低的天线。这也是 Elk、Arrow 和WA5VJB 手持式天线工作如此出色的部分原因。您可以将天线摆向大致正确的方向，然后通过扭动手腕和聆听信号来调整指向的位置和极性。

较高增益天线

具有较高增益的较大天线可从多个源获得。对于线性极化天线，请访问Arrow、Elk、Diamond、Cushcraft和M2天线系统等。对于圆极化天线，请查看M2天线，或者旧的KLM天线。KLM已经很多年没有制造了，但它们非常受欢迎。

M2 LEO-Pack是许多人使用的非常流行的天线系统。如果您决定购买AMSAT,请通过从AMSAT商店(<https://www.amsat.org/shop/>)购买来支持AMSAT,如果您在美国，您将获得免费送货服务!

当AO-40不再工作时，你会经常在AMSAT-BB或AMSAT杂志上看到“AO-40级”台站。AO-40卫星处于椭圆轨道，卫星的大部分时间都在离地50000公里或以上，国际空间站只有370公里，大多数低地球轨道卫星在600至1200公里。由于路径损耗，AO-40的可靠运行需要高增益、圆极化天线、极性可切换、低噪声前置放大器以及方位角和仰角旋翼。

这种类型的天线系统可以使LEO卫星从地平线到地平线工作。如果你迷上了业余卫星，你可能最终会建造一个这样的天线系统。卫星控制操作员可能有这种类型的精心设置，但你肯定不需要一个开始或享受卫星操作!

由于卫星很少直接从你头上经过，而且你使用的是具有宽波束宽度的小型天线，所以没有仰角旋翼你也能做得很好。使用这种固定仰角设置，您应该能够很好地接收约80至450（约300波束宽度）的微弱数字信号。这覆盖了大约97%的卫星通道，即使是头顶通道也只是短暂的头顶通道。

转子

对于固定（非便携式）台站，天线指向的正常方法是使用方位角转子将天线瞄准北、东、南、西以及两者之间的点。通常，但不总是，仰角转子用于将天线瞄准到地平线上以跟踪卫星的路径。

这张照片显示了一个Elk对数周期卫星天线，位于一个简单的AZ旋翼上，固定仰角为22.5°。

Harry, K4BAD, 报告说他对表演很满意。

对于低地球轨道卫星的固定站操作，具有单独的上行链路和下行链路天线的小悬臂工作良好。对于低地球轨道卫星，

元素，当与4或5元素2米八木配对时，70厘米八木是好的。这些天线价格低廉，可提供足够的增益和背景噪声



还原效果非常好。添加一个廉价的电视旋翼用于方位指向，将天线的仰角固定在地平线以上15到23度之间，你将拥有一个非常强大的低地球轨道天线系统。

最流行的卫星方位角和仰角（或az-el）旋翼是Yaesu G-5500。它不是最便宜的，也不是重型，但这是一个合理的折衷方案。它需要计算机和转子控制面板之间的接口。你的电脑，使用跟踪软件如SatPC32和MacDoppler,可以控制Yaesu旋翼和自动跟踪在天空中的卫星。要将 Yaesu 控制器连接到 PC 上，您需要一个接口，如 Fox Delta ST2、Vibroflex ERC-M 或 Yaesu GS-232,虽然价格昂贵，但经常是二手货。多年来，AMSAT销售组装的LVB跟踪器。二手货不时出售。对于建筑商来说，Arduino的设计是存在的。CSN Technologies S.A.T.内置了Yaesu转子接口。

如果你有一个更大的卫星天线阵列，并且你想要比Yaesu az-el转子更强的东西，你可以看看Spid Elektronik在波兰制造的AlfaSpid旋转器（由Alfa Radio、Green Heron等出售）和M2的EME级转子。许多用户推荐使用绿鹭控制器，而不是AlfaSpid控制器。

前置放大器

当使用小型定向天线（如Arrow yagi或Elk log periodic（或自制等效天线））和3英尺（1米）同轴电缆时，便携式操作可能不需要前置放大器。一些便携式运营商为70厘米接收添加相对便宜的宽带前置放大器，该放大器使用9V电池供电。

前置放大器与固定站操作有很大不同，因为在较长的同轴电缆运行中有损耗。高质量的前置放大器将提供大量附加信号，而不会增加大量噪声（寻找较小的噪声系数）。这比增加更高增益的较大天线、重型转子以及安装大直径低损耗同轴电缆更便宜。低噪声系数(< 1 dB)的前置放大器最佳。

将前置放大器安装在天线处，而不是在棚屋内。寻找不受天气影响并能自动从接收切换到传输的型号。

一些商用单元具有射频感应功能，在传输时自动绕过前置放大器。虽然价格较高，但它提供了重要的保护，防止了短暂的昂贵的注意力疏忽。另一种选择是使用前置放大器，该前置放大器通过同轴电缆从无线电装置供电，并且使用无线电装置，该无线电装置在接收时提供该电力，但在发送时移除该电力。Icom IC-9700是包括此功能的当前生产卫星收音机。

当预算紧张时，您可以使用室内前置放大器，但安装在天线处，并遮盖在塑料食物容器下。只需每年更换容器。那些为室外使用而建造的房子工作得很好，但价格要贵一些。

如果您使用30英尺或30英尺以上的同轴电缆，建议使用前置放大器，即使您使用的是小波束和良好的同轴电缆。前置放大器的主要用途是

补偿同轴电缆中的信号损失。如果接收器的灵敏度较差（“聋”），前置放大器可以帮助进行补偿。

同轴电缆

旧的备用RG8同轴电缆适合HF使用，但不适用于VHF、UHF或高频弱信号工作。70 cm信号在RG-8同轴电缆中有大量损耗：每100英尺5 dB；即使是435 MHz的低损耗同轴电缆也具有每100英尺2 dB的损耗系数。如果长期使用，与大直径、低损耗同轴电缆相比，前置放大器更便宜。

设置接收系统时使用低损耗同轴电缆。第一个问题是，许多制造商和供应商声称他们的同轴电缆“低损耗”。只能选择 9913 型同轴电缆或 Times Microwave LMR 系列。

标准的9913同轴电缆在新的情况下具有很好的损耗值，但是非常硬并且具有空芯。有很多故事说，当有人按下连接器时，小屋里就会出现水坑。有些是空芯的凝结，有些是渗水。较新的9913F更柔韧，更不易漏水。

我们建议使用正版Times Microwave Systems LMR 电缆。TMS LMR 电缆不仅是质量更好的电缆，而且随着时间的推移，它们仍可保持其特性（即，20年以上）、极端天气和机械应力（卷取和展开、转子移动）。除非您正在构建同轴电缆永远不会移动的永久性安装，否则请选择 Ultraflex 版本的 LMR 同轴电缆。

大多数非LMR同轴电缆使用带有气穴的泡沫塑料绝缘体，或带有螺旋聚乙烯绞合线(9913)的空气电介质，以保持内导体和屏蔽之间的间距。在老化、压力和极端天气允许湿气进入气腔之前，这种操作非常有效。非LMR同轴电缆上的箔屏蔽通常松散地缠绕在绝缘体周围，并且当同轴电缆在角落周围移动、盘绕、展开或弯曲时，可能被拉伸、撕裂或分离，从而在屏蔽中引入孔和泄漏。

考虑在家里使用Times Microwave LMR-400 Ultraflex,在便携式设置中使用LMR-240 Ultraflex。天线和转子周围的灵活性很重要。其他用户报告说，Messi & Paoloni(<https://messi.it/en/home.htm>)和Cable X-perts制造的CXP1318FX同轴电缆具有良好的长期效果。

连接器

每个端接同轴电缆的人都对哪种连接器比较好有意见：压接还是焊接。

焊接的连接器难以正确焊接，但并非不可能。常见的结果是机械连接不良、冷焊点和电缆熔化。连接器主体需要高瓦数枪，BNC或N连接器引脚需要低热量电笔。它们还易于短路或失效，因为连接器可能相对于电缆扭曲。

如果安装不正确，压接接头将拉开。使用正确的压接工具和模具（购买或借用）以及同轴电缆的正确连接器，您将获得牢固的机械和电气连接，不会扭曲或拉开。

在同轴电缆上使用热缩管和压接在同轴电缆上的套圈有助于防止水分进入同轴电缆编织层，使工作更加美观。可使用黑色以外的颜色来帮助识别电缆。

标准薄壁热缩管将以2:1的比例收缩。双壁粘合剂衬里热缩管将以3:1的比例收

缩，是户外安装的更好选择。

长度约为1.25”的管路似乎能够很好地覆盖压接连接器上的套圈。

LMR-240连接器上的套圈直径约为0.27”，因此0.375”(3/8”)管路可能是正确的选择。四分之一英寸直径的管路太紧。半英寸(1/2”)管是LMR-400连接器的正确选择。

您使用的连接器类型可能取决于您所连接的设备。例如，如果收音机或天线具有SO-239 UHF 型连接器，则要在电缆上使用 PL-259。

但是，如果您有选择，请选择 N 和BNC 连接器，因为它们是恒定阻抗连接器。这可降低电缆和连接器阻抗“凸点”引起的损耗和SWR。

当您购买压接连接器时，请索取提供推荐剥离尺寸的规格表。如果您无法获得它们，请购买一些额外的插脚以便进行实验，或者只购买 Amphenol 连接器并从 Amphenol 网站上的机械图纸中获取剥离尺寸。

此外，尽量避免使用适配器将同轴跳线与天线或收音机配对。作为经验法则，每个适配器将信号（而非噪声）降低0.1至0.3 dB。

接收器无感知

所有模式V/u卫星的一个共同问题是，由于上行链路的干扰，有时您无法听到下行链路。当传输的信号使接收器过载时，会发生这种情况。

如果你是卫星工作的新手，这可能是一个新现象。业余卫星上的模拟模式是全双工操作：你边说边听，就像电话一样。您希望在调频卫星上听到自己的声音，以便知道您已通过卫星捕获了接收器。对于 SSB/CW 鸟，在呼叫 CQ 之前，定位下行信号并将其定位在清晰的位置非常重要。

你的下行链路是你自己的声音或连续波信号被卫星转发，略有延迟。寻找下行链路时，如果您听到的信号失真并且是实时信号，您可能听到的不是下行链路信号，而是您的上行链路信号使您的接收器失敏。如果你不能正确找到来自卫星的下行链路信号，因为你的接收器没有感应，你很可能是在别人之上传输，并且没有意识到它。在主动尝试在模式V/u卫星上运行之前，解决这个问题是非常重要的。

解决不敏感问题的解决方案包括：

- 1) 将发射和接收天线分开8-10 英尺（2-3 米）
- 2) 降低发射功率
- 3) 检查SWR,如果SWR较高（即大于1.5:1）则修复问题
- 4) 问题可能是到达70厘米接收机的2米信号太强。尝试在下行链路同轴线路上添加双工器或其他高通或带通 435 MHz 滤波器，以在接收机之前衰减 2 米的信号。
- 5) 问题还可能是2m发射机的三次谐波，其可以是下行链路信号附近的强 70cm信号。将双工器或低通滤波器添加到上行同轴线路，以衰减发射机的三次谐波。

树的衰减

天线不需要很大高度，除非您身处公寓/公寓中心或森林中心。

当然，树木和建筑物会使接收的信号衰减很多。衰减随着信号波长的减小而增加。如果您对信号衰减感兴趣，请参阅2002 AMSAT研讨会论文集集中的影响AO-40接收的环境因素。实质上，信号必须经过的树的类型和树的厚度决定了衰减。

合理的经验法则是预期树的衰减为1-2 dB/M。

M是树木的厚度，单位为米。很多时候，信号必须穿过的不仅仅是一棵树。因此，请务必计算与卫星一致的所有树木的总距离（以米为单位）。研究表明，2/3的衰减来自树木的非叶部分。因此，当落叶落下时，你会看到落叶树在冬天有所改善。

中等落叶树导致的信号衰减：

接收信号衰减
UHF 10.5 dB
L波段11 dB
S波段18 dB
K波段23 dB

要改善这种情况：(1)在高度上移动，(2)从障碍物向后移动。

更好的无线电系统

在第5章“你们的无线电系统”中，我们调查了你们为业余卫星操作选择的大多数无线电。

升级至CAT控制和FDT

最可能的是，改善您的无线电系统的最佳方式是购买包含CAT控制的无线电，使您能够实施全多普勒调谐(FDT)。这些是更昂贵的无线电，并且通常也将有更好的接收器和发射器。

术语“CAT”来自Yaesu的“计算机辅助调谐”、“计算机辅助调谐”或“计算机辅助收发器”的缩写。他们使用了这三个名字。业余团体使用这个术语来表示允许计算机控制的任何品牌的无线电。

使用跟踪软件（如SatPC32、MacDoppler或GPredict）来控制FDT的无线电调谐应该是升级无线电的主要目标。这些程序将调谐一个无线电（全双工收发器）或两个无线电（发射器和接收器），以补偿多普勒频移，并允许轻松地上下调谐通带。

如果您的无线电是 Icom IC-9700,您应该考虑使用 CSN 技术 S.A.T.本章前面讨论的控制器。

升级到 SDR

如果您拥有较旧的非基于 SDR 的收发器，或具有卫星工作限制的收发器，如 Kenwood 的 TS-2000 小鸟或 Icom 的 IC-9700 4800 波特限制，则为您的接收器更改为良好的软件定义无线电(SDR)可能会显著改善您的卫星操作体验。在这种情况下，“好的”SDR不包括20美元的RTL-SDR转换器——您需要比RTL-SDR电源更好的前端滤波和更多的数字化位。

使用传统的无线电收发信机和SDR,以及“第5章您的无线电系统”中的SDR应用程序，以及上面“改进您的跟踪软件”中描述的卫星跟踪和控制程序，您将获得一个神奇的卫星通信电台。

与传统接收机相比，使用SDR的一些优势包括：能够立即查看整个卫星通带，查看卫星何时升至本地地平线以上，通过视觉识别CW、SSB和FM信号，以及查看您自己的信号的频率和调制。您几乎可以立即发现自己处于通带中，并且您可以快速移动到活动频率，而不是缓慢地上下调谐通带，寻找呼叫CQ的人。

在此设置中，您的 SDR 将用作接收器，而您的收发器用作发射器。结果是全双工设置，允许您在发送的同时接收。收发器可以是全双工卫星无线电或半双工无线电，因为它仅用作发射器。



组织

我们的愿

我们的愿景是部署卫星系统，以便提供广域和连续覆盖通信，继续积极参与载人航天飞行任务，并支持与教育界和其他业余无线电卫星小组合作开发的一系列低地球轨道卫星。

我们的使

AMSAT是一个非营利志愿组织，负责设计、建造和操作实验卫星，并促进空间教育。我们与政府、行业、教育机构和业余无线电协会合作。我们鼓励技术和科学创新，并促进对熟练的卫星和地面系统设计者和操作者的培训和发展。

我们的核心价

我们以身作则。
我们尊重个人。
我们为实现共同目标和共同目标而合作。
我们拥抱变革和创新，以帮助我们的成员、合作伙伴和我们自己。
我们致力于业余无线电卫星界。我们在沟通中是坦诚的。
最重要的是，我们以诚信行事。



战略卫星目标和组织目标

高椭圆轨道

1. 向上至HEO。开发和部署一系列能够从高地和地球静止转移轨道提供广域和连续覆盖的航天器。

更大的轨道，更大的占用空间

2个高尔夫球通过一个项目开发和部署一系列能力日益增强的航天器，以学习我们尚未具备必要低风险经验的技能和系统，包括主动姿态控制、可部署/可操纵太阳能电池板、较高轨道商业现货(COTS)部件的辐射耐受性以及推进。

国际空间站业余无线电

3.AREx-A. 与ARISS和ARISS-USA合作，促进业余电台的出现
在NASA的国际空间站、深空网关和阿耳特弥斯任务上
并提供与宇航员进行月球和深空操作的机会。

低地球轨道

4. LEO.支持与教育界和其他业余无线电卫星团体合作开发的一系列低地轨道卫星。

- 4.1 FM运营。**开发、部署和支持一系列1u航天器，以支持低地球轨道上FM业余卫星的持续运行。
- 4.2 伙伴关系。**为教育和其他业余无线电CubeSat项目开发即插即用通信解决方案，提供VHF/UHF遥测信标、命令接收器和线性应答器或FM中继器通信模块。

AMSAT STEM计划

5. AMSAT教育。支持科学、技术、工程和数学(STEM)倡议以及卫星和地面系统设计者和操作者的培训计划。

- 5.1 CubeSat模拟器。**继续开发AMSAT的CubeSat模拟器项目。
- 5.2 高空气球飞行。**制定计划，支持和赞助在高空气球(HAB)发射中使用业余无线电。
- 5.3 青年倡议。**制定教育外展计划，鼓励青年追求空间科学和通信技术的STEM兴趣。

没有更好的时机 立即加入 AMSAT!

50多年来，业余无线电卫星公司（正式名称为AMSAT）在显著提高空间科学、空间教育和空间技术的最新水平方面发挥了关键作用。通过成为会员，您可以帮助推动 AMSAT 进入未来 50 年的探索、冒险和刺激。

您的会员资格有助于支持AMSAT 活动，例如：

- 与政府、行业、教育机构和业余同行合作
无线电协会促进业余无线电参与空间研究和通信，
- 设计和建造在恶劣的空间环境中工作的通信卫星，
- 管理这些卫星，一旦它们进入轨道，并确保它们可供公众使用，
- 促进空间教育并将空间STEM举措付诸实施，
- 为学生提供与国际空间站宇航员交谈的机会，以及
- 收集、汇编和分享学到的东西，不仅与AMSAT成员，而且与全世界!
- 向所有无线电业余爱好者开放的资源，例如
 - 通过 AMSAT 构建的卫星进行语音和数字通信
 - AMSAT网站
 - AMSAT布告栏
 - AMSAT新闻服务
 - 卫星状况和轨道要素
 - 更多，更多!

此外，您的年度或终身会员资格包括以下独家优惠：

- AMSAT杂志订阅一年
- 访问过期的AMSAT期刊和研讨会论文集
- AMSAT商店中某些商品的折扣价格
- 有机会为委员会服务并获得宝贵的专业经验
- 获奖提名
- 选举中的投票权
- 竞选公职的机会

您的 AMSAT 会员资格比以往任何时候都重要，只需几分钟即可加入。

立即行动，当你正在考虑它的时候!转到launch.amsat.org并点击“立即加入我们”。您的会员资格有效期为自购买之日起一年。

东北H街712号无线电业余卫星公
司1653室
华盛顿特区
20002info@amsat.org



加入2025 AMSAT总统俱乐部

帮助保持业余无线电在太空中!

自四年前成立以来，
President's Club 会员
200,000美元用于帮助推进AMSAT项目：

业余无线电卫星返回高地轨道的高尔夫计划已取得长足进展，开发了全新3U空间框架，具有可部署的太阳能电池板；软件定义的无线电；内务电路、发电和管理；姿态探测和控制能力。

FOX-PLUS计划继续建立在原始和广受欢迎的FOX卫星上。新一代低地球轨道卫星将继续为入门级用户提供负担得起的太空通信接入，并为高级教育计划和科学实验提供有效载荷能力。

有了您的会员资格，AMSAT很高兴感谢您的慷慨。所有会员均可获得：

纪念币2”，带4色珐琅口音和抛光的金色饰面。



全彩会员证书

您可以使用信用卡进行单次支付或十二次可负担得起的月度支付。如需通过支票或电子转账付款，请联系Frank Karnauskas,开发部副总裁，电话：f.karnauskas@amsat.org.

了解更多信息 - 转到amsat.org/donate并立即加入!

层级	核心	青铜	银	黄金	铂	钛
年度捐赠	120 美元以上	300美元以上	600美元以上	1,200 美元以上	2,400美元以上	4,800美元以上
日记帐列表	X	X	X	X	X	X
证书	X	X	X	X	X	X
硬币	X	X	X	X	X	X
桌牌			X	X	X	X
TAPR/AMSAT 晚餐@代顿				X	X	X
研讨会入院					X	X
总统研讨会午餐					X	X
研讨会VIP表彰						X

重要提示:

- 总裁俱乐部会员资格与AMSAT年度会员资格分开。
- 认可项目仅适用于美国地址。有关其他方面的贡献，请联系Frank Karnauskas, f.karnauskas@amsat.org, 开发副总裁
- AMSAT是一家501(c)(3)公司。捐赠可以免税。请咨询您的税务顾问。



希望，KM4IPF,真的很喜欢出去激活调频卫星上的网格!在这张照片中，她在北卡罗来纳州杀死魔鬼山的赖特兄弟纪念碑上激活FM26。她8岁时首次获得驾照，9岁时获得课外驾照。

AMSAT 需要您!

没有一大群忠诚的志愿者，我们无法在太空中保持业余无线电。AMSAT需要多个领域的志愿者，你不需要具备技术或科学背景即可提供服务。

以下是几个机会，可以让您的业余无线电体验达到新的高度，并帮助您的卫星运营商和AMSAT会员：

复制和上传遥测 – 使用 FoxTelem 和FUNcube Dashboard 监控卫星的运行状况。我们收到的遥测报告提供了有关卫星健康的关键实时信息。

提供卫星状态信息 – 如果您使用、听到或未听到卫星，请告诉社区!在 AMSAT Live OSCAR Satellite Status Page at <https://www.amsat.org/status>上提交报告

AMSAT大使——成为AMSAT的面孔和声音!制作hamfest卫星演示，出席俱乐部会议，回答电子邮件和Facebook问题，并成为新行动的Elmer。有关详细信息，请参见

<https://www.amsat.org/ambassador/>

AMSAT新闻和通信——帮助编写和编辑AMSAT期刊和每周AMSAT新闻服务公告。

网站支持– 我们始终

寻找在WordPress,数据库管理和W



卫星开发– 如果您具有硬件或软件技术技能，以及直接适用于卫星设计的成熟经验，您可能具备帮助工程团队指定、设计、建造、测试和发射我们的业余卫星所需的技能。

教育活动 - AMSAT需要具有教育和课堂课程开发背景的志愿者。

有关帮助AMSAT的志愿服务的更多信息，请访问

<https://www.amsat.org/volunteer-for-amsat/>

