

“十二五”
国家重点图书出版规划项目

无线电



ARRL

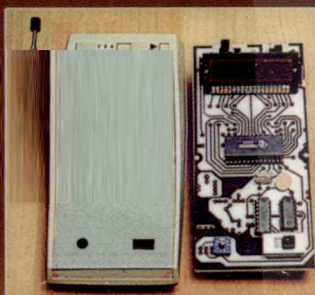
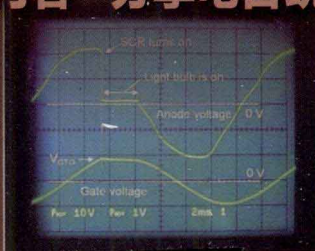
业余无线电丛书

业余无线电技巧荟萃

【美】美国业余无线电转播联盟 编
张辉(BA6IT) 方明(BA6AA) 傅道坤(BG4XTL) 等 译

Hints & Kinks for the Radio Amateur

来自QST杂志经典栏目的实战内容 分享电台玩家的独门技巧



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

“十二五”
国家重点图书出版规划项目

业余无线电丛书

业余无线电技巧荟萃

Hints & Kinks for the Radio Amateur

【美】美国业余无线电转播联盟 编
张辉(BA6IT) 方明(BA6AA) 傅道坤(BG4XTL) 等 译

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

业余无线电技巧荟萃 / 美国业余无线电转播联盟编
; 张辉等译. — 北京 : 人民邮电出版社, 2012. 6
(业余无线电丛书)
ISBN 978-7-115-27489-2

I. ①业… II. ①美… ②张… III. ①无线电技术
IV. ①TN014

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第079432号

内 容 提 要

本书是美国业余无线电转播联盟 (ARRL) 编著并出版的《Hints & Kinks for the Radio Amateur》的中文 译本。

全书主要内容共分 11 章, 分别从电台设备、电源、天线、软件、电台室及故障检修等方面介绍了与业余无线电应用有关的诸多经验、技巧、使用心得, 以及一些可在特殊应用中使用的创意。

本书既适合于业余无线电爱好者的日常参考之用, 也适合有意加入无线电爱好者行列的入门者阅读。

业余无线电丛书

业余无线电技巧荟萃

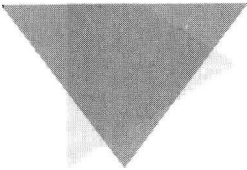
-
- ◆ 编 【美】美国业余无线电转播联盟
译 张 辉 (BA6IT) 方 明 (BA6AA)
 傅道坤 (BG4TXL) 等
责任编辑 房 桦
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 13.5
字数: 290 千字 2012 年 6 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2012 年 6 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2010-2139 号

ISBN 978-7-115-27489-2

定价: 55.00 元

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



编前语

“Hints & Kinks”是美国业余无线电协会 ARRL 的会刊《QST》杂志的经典栏目，该栏目自创立以来深受读者欢迎，为爱好者提供了丰富而实用的各种关于业余无线电的操作小经验和小技巧，内容具有很强的实践指导性，很多是无线电爱好者的实战必备知识。本次出版的是其英文原版的第 17 版，从图书版次就足见其内容受欢迎的程度。

本书的各个章节内容相对独立，特色明显。为了更好地呈现本书的特点，我们邀请了多位译者来完成对本书的翻译，他们分别是：

第 1～3 章 方明 (BA6AA)、傅道坤 (BG4TXL)

第 4 章 翁恺 (BA5AG)

第 5 章 刘胜杰 (BG3PJT)

第 6 章 王龙 (BA4RX)

第 7 章 曾学明 (BD4RU)

第 8 章 刘燕北 (BD2BH)

第 9 章 孙忆南 (BD1NAL)

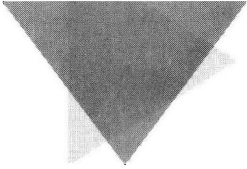
第 10 章 张辉 (BA6IT)

第 11 章 王龙 (BA4RX)

感谢上述译者对本书的翻译贡献。当然，由于译者的语言风格各有千秋，全书各章节间难免有术语表达不一致之处，甚至也会有翻译、编辑过程中产生的错漏，还请读者见谅并随时指正。

《无线电》杂志编辑部

2012 年 4 月



前言

欢迎来到《业余无线电技巧荟萃》(第 17 版)的世界。本书将 QST 杂志中广受欢迎的 Hints & Kinks 专栏内容整合到一起,以方便读者查阅,而且这还使得 Hints & Kinks 的原有传统得以继承。该版图书还囊括了 QST 刊登的“求医问诊”专栏内容,以及同一时期内 Ward Silver(N0AX)编写的“Hands-On Radio”专栏内容。

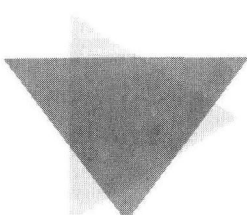
本书将业内人士丰富的见识、知识和智慧融合到一起,读者势必可以在本书中找到可用于自己电台的知识,以及可在特殊应用中使用的创意。

如果你在操作电台期间积累了一些“独门技巧”,并愿意与其他电台爱好者团体共享,欢迎大家分享出来。

73 !

David Sumner(K1ZZ)

ARRL 执行副总裁



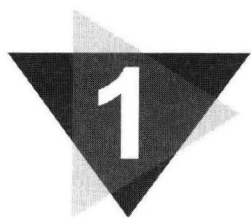
目 录

第 1 章 设备提示和模型	1
1.1 电池充电器的正负极性?	2
1.2 其他 PSK31 滤波器	2
1.3 YAESU VX-150 的小按钮改进	3
1.4 安静地控制功放	4
1.5 增强 HF 接收	5
1.6 ASTRON RS-20A 电源射频干扰 (RFI) 问题	6
1.7 SWEEP-TUBE 替代品的选择	6
1.8 YAESU VX-5R 到 Kenwood VC-H1 的接口	6
1.9 业余无线电设备和航空耳机	9
1.10 Kenwood TS-850 自动天线调谐器修改	10
1.11 JUNK-BOX 话筒的扩张	12
1.12 IC-706 的外部键控	14
1.13 Ten-Tec Paragon 电池警告	15
1.14 其他头戴式航天耳机	16
1.15 Radioshack HTX-100 上的话筒增益	17
1.16 ICOM IC-910H 放大器键控	18
1.17 双管 Tuna Tin 发射器 (T5) 的可替换元器件	19
1.18 低速外置的风扇冷却收发器	21
1.19 延长信号灯的寿命	21
1.20 在 ICOM IC-706MKIIG 中存储“松动的螺丝”	22
1.21 YAESU FT-920 的数据端口电缆	23
1.22 YAESU FT-50 设备的新旋钮	23
1.23 固定键控开关	23

1.24	简单的电源开关保护装置	24
1.25	话筒的 A-B 开关	25
1.26	电视接收机屏幕周围的注意事项	26
1.27	更换 Kenwood TS-850(S) 电池	27
1.28	求医问诊	28
第 2 章	电池和其他电源	33
2.1	另一种移动式双电池解决方案	34
2.2	电池充电设备	35
2.3	碱性电池和锌锰电池在业余无线电设备和测试设备中的对比	36
2.4	RIGrunner 的浮动充电和电池备份	36
2.5	求医问诊	38
第 3 章	移动和便携式电台	46
3.1	一个便携电台室	47
3.2	移动和便携式电台的日志	49
3.3	求医问诊	50
第 4 章	软件与计算机	55
4.1	所有计算机都适用的 PIC 编程器	56
4.2	USB、EIA-232 与业余电台	59
4.3	关于 USB、EIA-232 与业余电台的简单回答	60
4.4	另一个 USB 的故事	60
4.5	求医问诊	61
第 5 章	故障检修与测试装置	63
5.1	用你的扫描仪给电路板做“透视”	64
5.2	使用天线分析仪测量馈线损耗	65
5.3	贴片元件表面贴装测试镊子	68
5.4	求医问诊	70
第 6 章	恢复	71
6.1	电池漏液的去除	72
6.2	拯救“模糊”的塑料	72
6.3	求医问诊	72
第 7 章	制作和维修	74
7.1	从电路板上拆有用元件的补充	75
7.2	自制标签的补充	75
7.3	一个改进的电阻	76
7.4	用在偶极鞭状天线上的绝缘体	78

7.5	只花 2 美元的按压式天线调节记忆器	79
7.6	修复磨掉了字符	81
7.7	适合吗?	82
7.8	一种快干胶溶剂	83
7.9	一个矿石收音机	83
7.10	安装控制面板的正确方法	84
7.11	自制一个简单的防盗报警器	85
7.12	在写字和贴标签前把油漆打磨光滑	87
7.13	有关键盘字符的更多技巧	87
7.14	在音频电路中使用线性电位器	88
7.15	PL259 接线的另外一个技巧	89
7.16	同轴连接器野外防水处理	90
7.17	快速制作电路板的方法	90
7.18	便携式工作灯	91
7.19	用接线帽自己制作手拧螺母	92
7.20	在铁塔上干活时用的零件盒	93
7.21	求医问诊	94
第 8 章	天线系统	99
8.1	一种十分简单的 LOOP 天线绝缘子安装方法	100
8.2	使用功率驻波比表测量馈线损耗	101
8.3	在大树间灵活悬挂天线	102
8.4	自己动手架设平行多波段偶极天线	103
8.5	天线铁塔基础知识	107
8.6	为“白胡桃”垂直天线上增加 60m 波段	108
8.7	水和海蓝 TH-7 天线陷波器	109
8.8	对 2m 波段铜质环形天线的改进	110
8.9	线型 J 型天线的调试	111
8.10	进一步降低驻波	111
8.11	谐振频率	111
8.12	更多的相关信息	112
8.13	“天调”——一种简易的“螺丝刀”天线控制器 /SWR 显示器	112
8.14	天调控制显示部分	113
8.15	接口电路	114
8.16	实际操作	117
8.17	求医问诊	117

第 9 章 操作	133
9.1 使用小写字母加速 PSK-31 的传输	134
9.2 穷人的 QRP	134
9.3 求医问诊	135
第 10 章 在电台室周围	152
10.1 也许你已经有了 一条 6m 波段的移动天线	153
10.2 用于梯形馈线的老式射频电流表	153
10.3 用乐器校音器匹配 CW 频率	154
10.4 风吹向哪里	156
10.5 接地棒的安装, 便宜且容易的方法	158
10.6 安装接地棒——安全第一!	161
10.7 安装接地棒的简单方法	161
10.8 没有“诱人的滋扰”(天线塔守卫)	161
10.9 用于应急通信的“强大鸭”	162
10.10 再次轻松地密封瓦楞纸箱	163
10.11 窗式馈线的支撑	164
10.12 清理天线的振子线	165
10.13 N 型接头失效	165
10.14 失效	166
10.15 DEET 驱虫剂警告	166
10.16 定制的耳机	167
10.17 电池漏液清理剂	167
10.18 新奇的话筒支架	168
10.19 N0AX 实验室的开放参观日	168
10.20 求医问诊	173
第 11 章 干扰(射频干扰和电磁干扰)	193
11.1 一个精致的电源适配器加上一个一氧化碳探测器等于射频干扰	194
11.2 一氧化碳探测器射频干扰	194
11.3 解决令人困惑的电视干扰	195
11.4 驯服电脑电源噪声	195
11.5 求医问诊	196
附录: 英制 - 公制转换说明	206



设备提示和模型

1.1 电池充电器的正负极性？

我的废物箱中有多块电池充电器和“壁式”电池充电器，它们的电压和极性各不相同，而且有一些充电器只有交流电输出。对此，只要在用电设备的电源输入电路中安装一个简单的整流桥就可以解决极性問題，而且如果电源只有交流输出，安装的整流桥还可以调整电压，以使用电设备始终能够获得正确的极性（输入连接器必须悬浮在机壳上面。如果连接器如同大多数 RCA 连接器那样要求一端接地，则需要更换连接器）。

——Zack Lau/W1VT, ARRL Lab

整流桥种类很多。标有“~”的两个针脚是输入针脚。它们可以接受任何极性：正极、负极或交流电。另外两个针脚分别用“+”和“-”来标识，即使已连接直流源的极性反转，这两个针脚产生的极性也会始终与标识的极性相同。遗憾的是，由于电流必须穿越整流桥中的两个结型硅二极管，因此其输出电压要比输入电压低 1.4V。

如果使用“壁式”充电器来取代 9V 的电池，则需要添加一个额外的滤波电容。选用 3000 μ F/16V 的滤波电容可以满足这个要求。图 1.1 所示为电路结构。该电路的直径为 0.65 英寸，高为 1.05 英寸，而且具有 0.3 英寸的引线间距。

——H.M.knickerbocker/K6SK, knick k6sk@aol.com

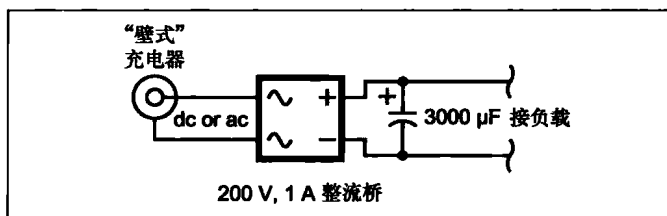


图 1.1 K6SK 建议在每一个具有外接电源的用电设备中都安装一个简单的整流桥和滤波器。这样，在用电设备接错电源极性时，对其进行保护。

1.2 其他 PSK31 滤波器

我在 2002 年 4 月份杂志专栏中看到过“在 PSK31 中使用 Kenwood TS-570 选用滤波器”这样一篇文章。我有另外一个心得，它可以让读者在不需要对设备进行任何物理改动的情况

下，使用更窄的 CW 滤波器。

该心得使得我们可以使用设备中的 CW 滤波器来接收 PSK31，即使设备不允许在 SSB 模式中使用 CW 滤波器。我的老掉牙的 TS-690S 有这样一个好处：无论在运行在哪一种模式，它都可以就使用的任何滤波器进行选择。而许多较新的设备（比如 TS-570 和我的 TS-870S）却不允许使用 CW 滤波器来接收 SSB。

有一个简单的诀窍是在分离模式下操作 PSK31：在 CW 模式下接收（使用 CW 滤波器），而在 SSB 模式下发射。该诀窍通过调整接收频率的方式消除了侧音，这就可以让接收到的 PSK31 信号与发射的 SSB PSK31 信号相一致。通过 RIT 旋钮或者通过调节接收 VFO 可以调整 CW 接收频率。

例如，我们来考虑这样一个情况：在 14.070.000MHz 上操作 PSK31，其侧音为 700Hz。将接收模式设置为 CW，并将接收 VFO 调节为 14.070.700MHz（或者是将 VFO 调节为 14.070.000MHz，然后调节 RIT 旋钮，使其加上另外的 700Hz），然后将发射模式设置为 SSB，频率为 14.070.000MHz。设置完毕！CW 滤波器将在接收 PSK31 时发挥作用，同时你仍然可以使用 SSB 模式发射。

我在 TS-870 中使用到了这个诀窍，使得我可以将接收带宽调到窄至 50Hz，从而有效地消除了任何相邻信号的干扰。该诀窍在 TS-570 中应该也会运行良好。

使用该诀窍进行设置时会有些棘手，但是起码不需要改动滤波器了。在 TS-570 上，该诀窍除了使用 AF-DSP 将接收音频响应调节至 500Hz IF 波段之外，还可以将接收音频响应调窄至 50Hz。此外，我们仍然可以使用 IF SHIFT 功能来调整滤波器。

——Alan Wolke/W2AEW, w2aew@arrl.net

（如果还不奏效，可以试着减少 700Hz，或者是使用 CW 反转模式来取代 CW 普通模式（如果可用的话）。CW 反转功能通常与波段相关——所以，我们可能需要在每一个波段上进行试验。如果移动了载波振荡器，边带将发生反转，就像从 USB 反转为 LSB 那样。

——Zack Lau/W1VT, ARRL Lab)

1.3 YAESU VX-150 的小按钮改进

前段时间我购买了一个 Yeasu VX-150。我非常喜欢这个新的装备，这是我 10 年来的第一个新手台。操作过一段时间以后，我感觉在开、关这个装备时有点麻烦，因为开关旋钮与另外一个旋钮距离天线的间隔太近。我的手指又太粗，操作这样的小旋钮确实有些困难。有一次，我用完设备并将它关闭了——而实际上我并没有关掉设备。因此，下次我再使用这台设备时，发现电池已经没有电了。我开始思考如何才能避免再次发生这样的情况。经过几次试验，我发现这个旋钮太小，而且它离频道选择旋钮和天线的距

离也太近。

为了解决这个问题，我尝试了几个方法。有一个奏效的方法是把一小截乳胶管套在原来的小旋钮上，使得旋钮大一些、长一些。这样就解决了我的问题。

在解决上述问题的过程中，我发现这个小旋钮能够从旋钮开关轴上脱落。我还发现了一个用来将旋钮固定到音量控制按钮阀杆上的小薄垫片。大家在使用该方法时注意不要丢失这个小薄垫片。我拿下旋钮，然后装上这一截乳胶管，这样做是担心在将乳胶管往旋钮上套装时，可能会因为力度不当而损坏音量控制按钮或开关。在安装乳胶管时，不建议使用任何润滑剂或粘合剂，因为这可能会导致设备保修失效。我的这个解决方法在随后的几个月里一直表现良好，我再也没有遇到过电池电量耗光的情况。

——Richard Bergantzel/K6TRZ

1.4 安静地控制功放

我喜欢用 Kenwood TS-850 来操作 full-QSK CW。Kenwood 的设计使得我们可以很容易地给 TS-450 和 TS-850 添加功放。一个简单的菜单设置就可以激活一个内部继电器，以用来键控大多数现代的功放。在使用 TS-850 操作 QSK 时，通常是很安静的，但是当切换到这个内部的键控功放继电器后，安静的局面就不复存在了。这个继电器相当嘈杂，即使戴上耳机也难以让人集中精力。我最初的解决办法是在不使用功放时，就关掉继电器。虽然这样做意味着我每次都需要进行适当的菜单设置，可起码避免了听到继电器发出的嘈杂声。

鉴于我喜欢追逐 DX，功放必不可少，于是我就想找一个方法来键控功放，不再使用内部继电器，以便可以随心所欲地使用功放。我发现在 ACCY 连接器的背面有一根 +12V 的键控针脚。接下来的事情就好办了：我设计了一个简单的电路（见图 1.2），该电路使用 ACCY 连接器的 12V 针脚来键控功放，这样就可以不用嘈杂的内部继电器了。最初的设计用到了 Q1（Zetex ZTX-657-ND 或其他具有相同作用的元器件），外加两个 $1k\Omega/2W$ 的偏置电阻（RadioShack 271-1118 或其他具有相同作用的元器件）。这 3 个元器件都是在零件箱里找到的。我使用了一个 1 英寸 × 1 英寸的电路板，粗糙地搭建了电路。经过考虑之后，又加上了 D1（1N4002 或其他具有相同作用的元器件），以防止设备因功放产生的瞬变而遭到损坏。完工后的电路板放置在靠近键控插座的位置，并使用 3 滴 RTV 胶进行固定。与 TS-850 中的内部继电器相比，这种方法工作起来寂静无声，清爽无比。该电路适用于带有正极键控电压的任何设备。

过去的两年中，我一直在使用该电路，没有出现任何问题。我可以安静地使用 100W 的 QSK，并且能够迅速地切换到功放，以追逐新的 DX！

——Tom Branch/K4NR, k4nr@arri.net

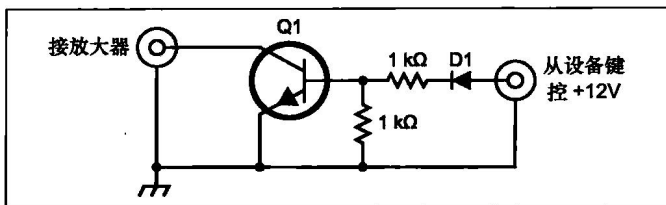


图 1.2 K4NR 的简单电路。该电路使用 +12V 来对功放进行键控。Q1 的额定值是 300V、0.5A。D1 的额定值为峰值反向电压 100V、1 A。

1.5 增强 HF 接收

无论你的无线电设备是一个扫描接收机，还是一个新的 Kenwood TH-F6A，你都可以使用图 1.3 中的 3 个方法之一来增强 HF 的接收。在一个非金属管上缠绕 30 圈电线，然后将它套在原装天线上。一些更高级的设备，可以使用有源天线来替代原装天线（注意不要发射，否则将会烧了它）。最后，还有一个简单但是比较拙劣的方法：在橡胶天线上缠绕几圈电话听筒线（听筒线别从电话上扯下来）。经过这样的简单处理，大多数无线电设备都能很好地接收 HF 信号！

——Bill Breuer/KE4SGV, ke4sgv@juno.com

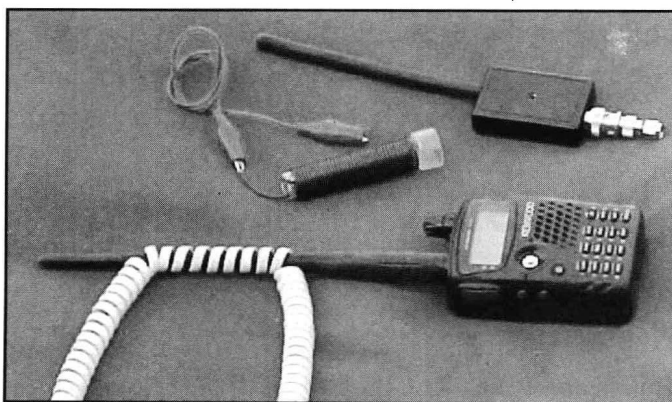


图 1.3 用来增强全频段手台（带有小型橡胶天线）接收 HF 信号的几种方法。

1.6 ASTRON RS-20A 电源 射频干扰 (RFI) 问题

在使用临时天线时，我注意到，当收发信机满功率工作时，我的 Astron RS-20 电源的输出电压跌落到了 10V 左右。这就导致收发信机工作不稳定，只有在大幅度减小输出功率后，情况才有所改观。

通过对该问题进行探究后发现，RF 信号沿着同轴电缆的屏蔽层进入了操作室。在电缆上放置一些铁氧体磁珠后，问题得到了缓解，但是并没有完全消除。我确信是进入电源内部的 RF 信号被整流之后，导致稳压 IC 减小了输出电压。

通过仔细查看电源示意图可以发现，尽管电源在出厂时已经安装了一些用于 RF 滤波的电容，但是，电路的一些敏感区域仍然易受 RF 干扰的影响。于是，我在如下位置添加了 4 个 0.01 μ F 的电容：分压调整器的对面 (R6、R5、R7)、通向调整芯片的 V_{CC} 对面 (IC 的针脚 12 到针脚 7)，以及每一个直流滤波电容的对面 (C1、C5)。

如今，不需要在同轴电缆上安装任何铁氧体磁环，就可以在全功率下进行操作了。而且，RF 影响电源性能的情况也不复出现。

——Harvey Mandel/WA2AAE

1.7 SWEEP-TUBE 替代品的选择

有时候，相同的灯管使用的灯丝电压并不相同。使用较高加热电压的灯管并对灯管进行适当改造，可以提升加热电压。例如，26JB6 (或其他相似的产品) 通常要比 6JB6 便宜好多。

——David M. Colburn/KD4E, kd4e@arrl.net

1.8 YAESU VX-5R 到 Kenwood VC-H1 的接口

由于 SSTV 在 Huntington Beach RACES 操作中相当有趣，所以我决定深入研究这种 RACE 模式。我需要一个便携式 SSTV 系统用来进行视觉侦查。我的便携电台是 Yaesu VX-5R，当它与 Kenwood SSTV 一并使用时，它们就变成了“巡回数码图片站 (roving digital-image station)”，以便直观地报道紧急情况。

我曾经制作了一根简单的电缆，用以将这两个设备连接起来。然而，这个特殊 16 针脚 Kenwood 接口相当昂贵，于是我决定制作能与很多设备单元相兼容的电缆，而不仅仅是只适用于我的手持设备。这个接口盒的灵感来自于计算机中的 RS-232 接线盒（breakout box）。读者可能已经注意到：它们采用大型的背靠背 DB-25 连接器制成，附带有 LED，并带有一个插接跳线的地方，以实现端口之间的连接。

图 1.4 所示就是这样一个类似的装置。接口盒使用粘扣带固定在软纸包（soft case）的底部。我曾经想过将接口盒直接粘在设备上，却发现这在更换电池时会相当麻烦。



图 1.4 VX-5R 到 VCH1 的装置。接口盒包含相互链接的跳线，以用于设备的变更。话机插头的功能增加，可以支持许多收发器设备。

如果使用专门的四相插头，则可以不使用 Yaesu 适配器（CT-44）。我在购买设备时顺带买了四相插头，所以它就派上了用场。将电缆分成 2.5mm 和 3.5mm 的话机插头配置，其他的无线电设备就可以连接到该系统（见图 1.5）。

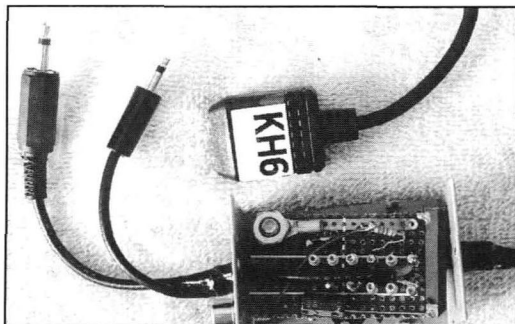


图 1.5 VC-H1 电缆的每根线的终端都是镀金的针脚。11 个针脚提供了多功能性。如果更改了无线电设备，通过这 11 个针脚可以很容易地重新配置针脚连接。盒内左上角的焊片上提供了接口盒与穿孔板上接地总线之间的接地连接。

表 1.1

SSTV 和扬声器话筒的 VC-H1 连接

电 线 颜 色	VC-H1 针脚	连 接
橘色 / 红色	4	机壳接地
屏蔽	16	机壳接地
黄色 / 黑色	7	PTT
灰色 / 红色	11	PTT
粉色 / 红色	14	音频输入 (话筒)
白色 / 黑色	9	音频输出
灰色 / 黑色	13	音频输出

元器件列表

1 机箱盒, LMB # MOO, 1 $\frac{1}{2}$ 英寸 $\times$ 2 $\frac{1}{4}$ 英寸 $\times$ 1 $\frac{3}{8}$ 英寸 (WDH)

1 线缆, 16-Pin, Kenwood # E30-3352-08

1 显适配器, Yaesu CT-44

1 3.5mm 耳机插头 *

1 2.5mm 耳机插头 *

1 47 μ F, 16V 电解电容 **

1 10 μ F, 16V 电解电容 **

1 2K Ω , $\frac{1}{4}$ W 电阻

11 镀金元件引脚

其他, 屏蔽电缆, 线, 焊料等

* 你可替换掉特殊的 Yaesu 四相插头, 见前文。

** 价格不是关键。

结构

这只是一个简单的废料箱 (junk-box) 音频项目, 因此没有很多重要的东西 (见元器件列表)。然而, 为了避免设备的嘈杂声和 RFI 的敏感性, 导线应该尽可能地保持简短并直连。话筒电缆使用微型同轴电缆, 如 RG-174 或屏蔽音频电缆。总体花费应该在 5 美元左右, 其中最贵的部件应该是金属机箱盒。

我在这个项目中使用了一些镀金元件针脚 (见图 1.6)。然而, 如果有一小块无焊剂的原型板会更加理想, 这样跳线就可以不需要工具的帮助轻易地插入、拔出。我这个项目需要一