

教你如何制作 Wi-Fi 信号放大器

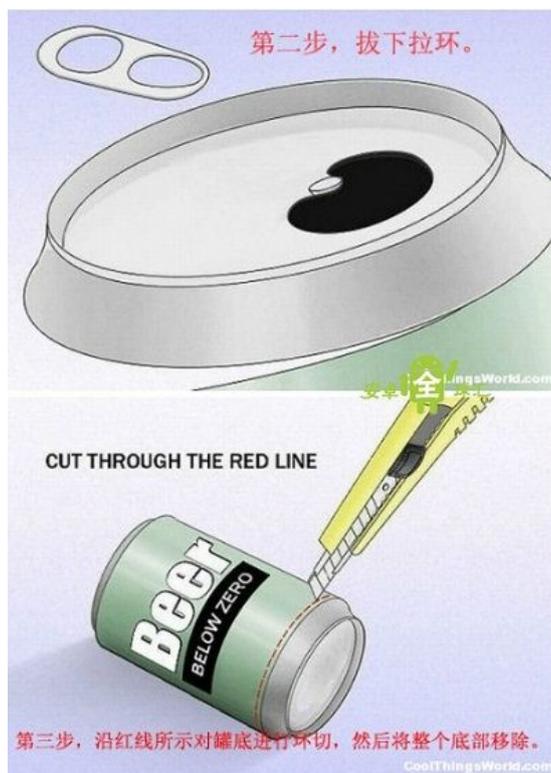
这个制作的要点在于制作一个免费的 Wifi 波导天线（虽然需要一些自备材料）。

普通用来架设无线网的路由器使用全向天线发送和接收信息包，这些信号以相同的强度向各个方向发送。比较悲剧的一件事是普通路由器的天线不算给力，范围也不过 50 到 100 英尺。

而定向天线的信号集中在一个特定的方向，虽然牺牲了其他方向的信号强度，但在需要的方向上可以获得更大的通信距离。

网上也曾有过制作 wifi 信号放大器的介绍，比如下图：





第五步，在所留白线的反面垂直画一条红线，
CUT OPPOSITE TO THE PIECE OF METAL
沿红线剪开。ATTACHING THE BASE



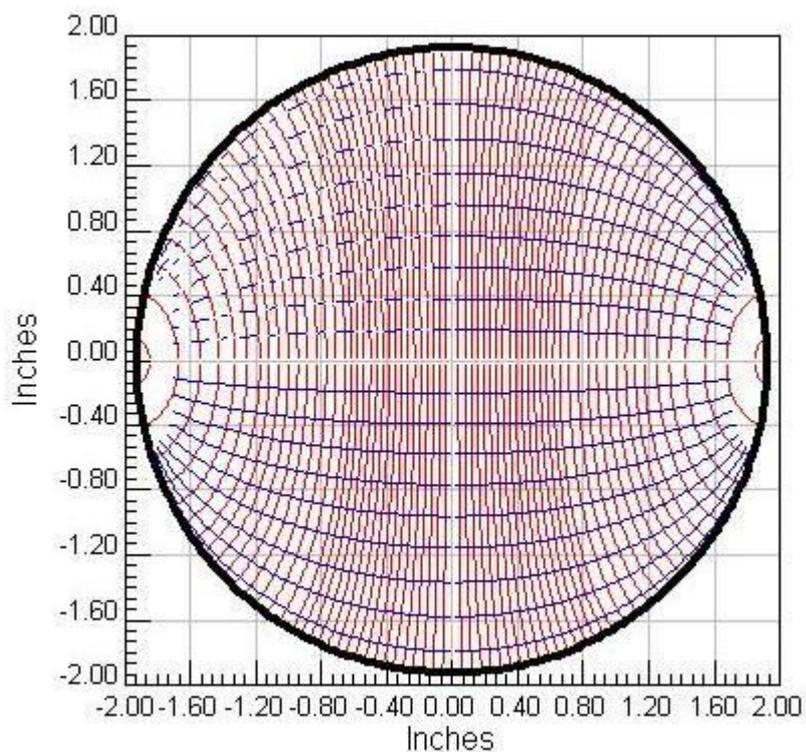
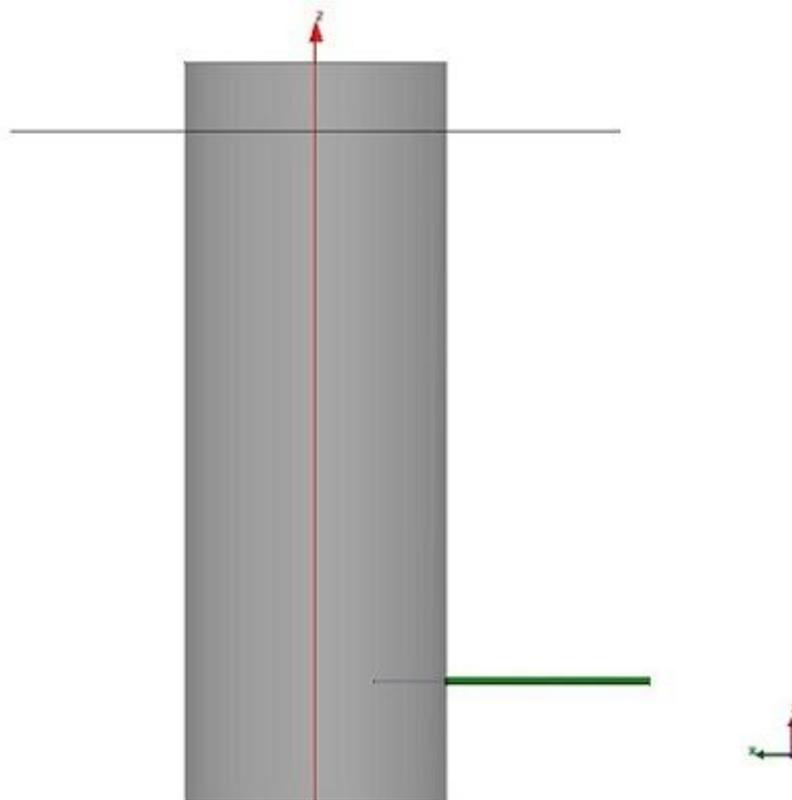


但此种放大器的缺点在于，仅弧形铝皮焦点附近较小区域内，信号才能得到增强，而且效果没预期的那么明显。

另外一种比较流行的做法是用一个漏勺，在很多野外作业现场会用到这种方法，不过考虑到不是每个人手上都有闲置的漏勺，所以还是推荐这种用罐子的方法。

我们今天介绍的这种金属罐天线是为了扩大廉价路由器的通讯范围而设计的，它是一个金属制成的定向天线，可以用一个N型连接器通过同轴电缆连接到路由器本体。

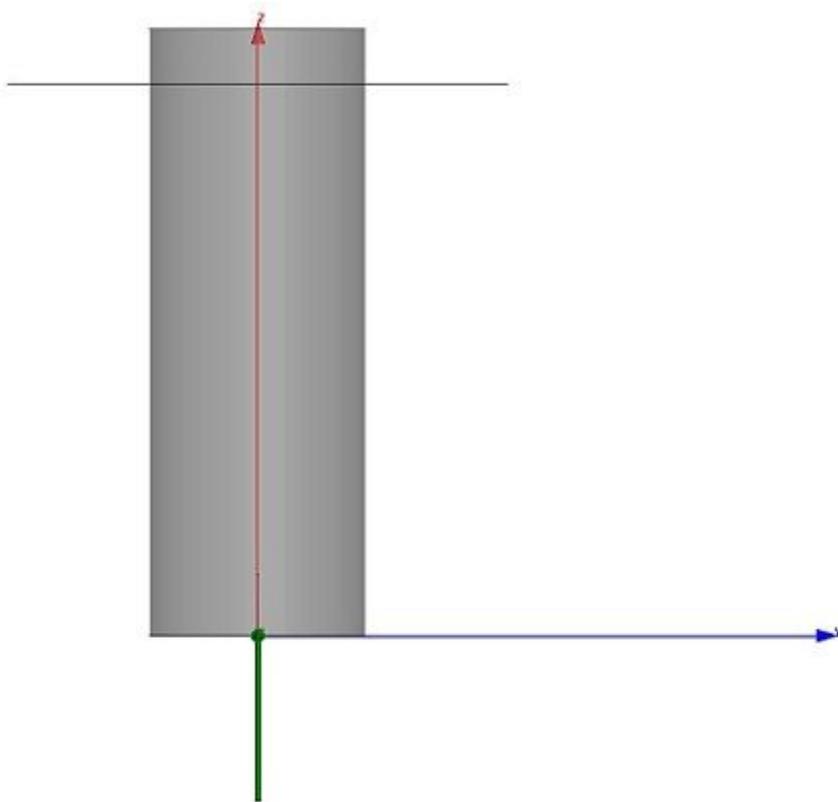
1 波导原理

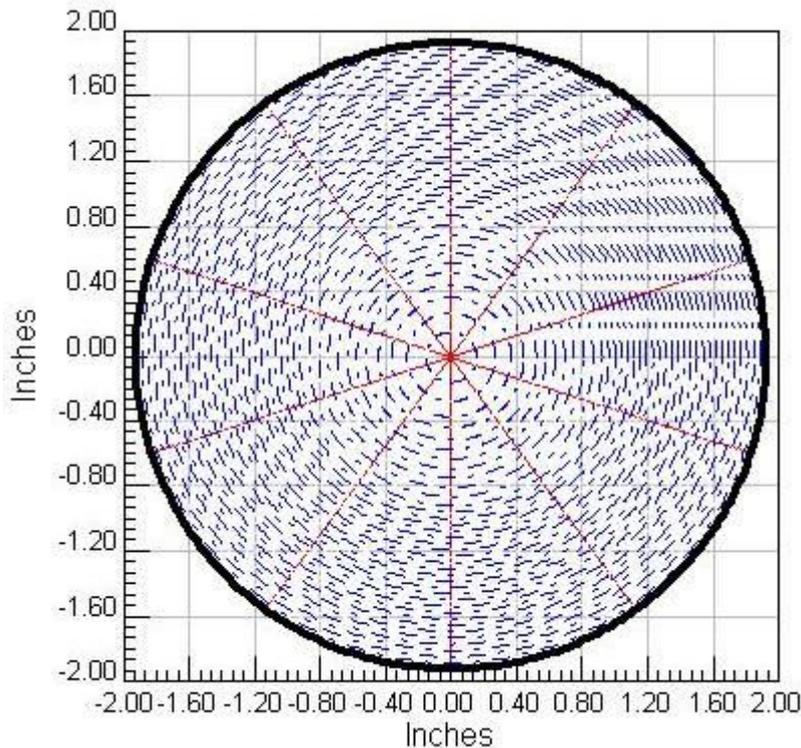


我们要做的金属罐天线是一个引导电磁波向指定方向传播的通道，用专业名词来说叫做波导。波导里，电磁场只能以特定的模式存在。那些最好的波导里只容许单独一种模式，因为不同的模式在波导中以不同的速度传输，这会引起散射，

信号的脉宽会扩展，使接收变得困难。同时不同的模式也有不同的辐射方向，上面展示的是一种横向电场（TE）和一种横向磁场（TM）模式——圆形波导中的主要模式。

首先拿 TE₁₁ 模式做个例子，这种模式在圆形波导中占据优势地位。上面是波导的侧视图和馈线。灰色的矩形是罐子天线，小的绿色馈线里的中心导体伸入罐中。它离罐底四分之一驻波波长，这会激发出 TE₁₁ 模式：图中电场用红色画出，而磁场用蓝色绘制。





现在假设你从罐形天线的底面而不是底部附近接入馈线，这会激发和上面不同的另一种模式。这叫做 TM₁₁ 模式，电场用红色，磁场用蓝色表示。

2 参数计算

就像上面说的，在波导天线中只希望激发单一的 TE 模式（这决定了需要采用从罐壁伸入馈线的设计）。对此可以选择合适的金属罐，它的直径刚好容许 TE₁₁ 模式生成但是能够禁止 TM₀₁ 模式。考虑日常使用的 Wifi 网络的频率，大多数的 802.11 网络，比如 808.11b/g 使用 2.4GHz 频段，808.11n 使用 2.4 和 5GHz 频段，但是长距离传输时还是 2.4GHz 信号较强。为了简单起见，只考虑常用的频带在 2.412~2.462GHz 的 808.11b/g 无线网络。对于这一频带需要在设计金属罐天线时让 TE₁₁ 模式在 2.412GHz 时即能激发，并且在 2.462GHz 工作时仍不会激发 TM₀₁ 模式。

想快速解决的话，参考这个网页，里面有个在线计算器可以帮助你计算罐子直径和馈线位置。

在线计算器

或者也可以拿出纸和笔开始计算：

首先是罐子的合适直径。

TE11 模式会在 $f = 2.412\text{GHz} > f_{\text{cutoff}} = 2*c/(3.41*D)$ 时被激发。

TM01 模式在 $f = 2.462\text{GHz}$

我们需要 $f_{\text{cutoffTE11}}$

由此解出 2.87 英寸

一般来说这里的直径下限比较重要。罐子需要比 2.87 英寸大才能在 2.4G 下有效工作，而上限虽然有些影响，但并不是天线能否工作的硬性限制。

接下来我们需要计算馈线的位置。

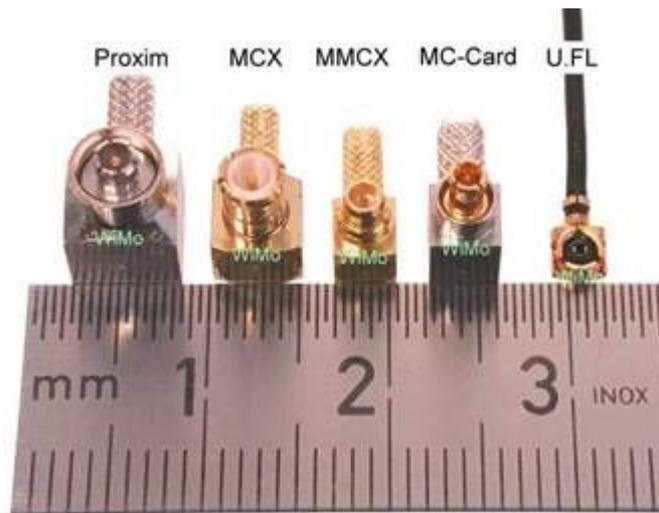
之前提到过，为了激发 TE11 模式，馈线应该安放在 $1/4$ 波长的位置，而整个罐形天线的长度是 $3/4$ 波长。在开放空间里，只需要将光速 c 除以频率就可以得到电磁波的波长，但是罐形天线内部情况有些变化，这里的驻波波长需要按照下式计算：

$$L_g = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{1.706 * D}\right)^2}}$$

于是就可以从满足要求的罐子的直径 D ，计算出罐子切割后的剩余长度 $3/4L_g$ 和馈线位置离罐底距离 $1/4L_g$ ，这就是之前在线计算器给出的结果。

最后，当我们从罐壁引入馈线时，伸入罐内的金属导体需要的长度 L_o 为 $1/4$ 波长。

3 所需材料

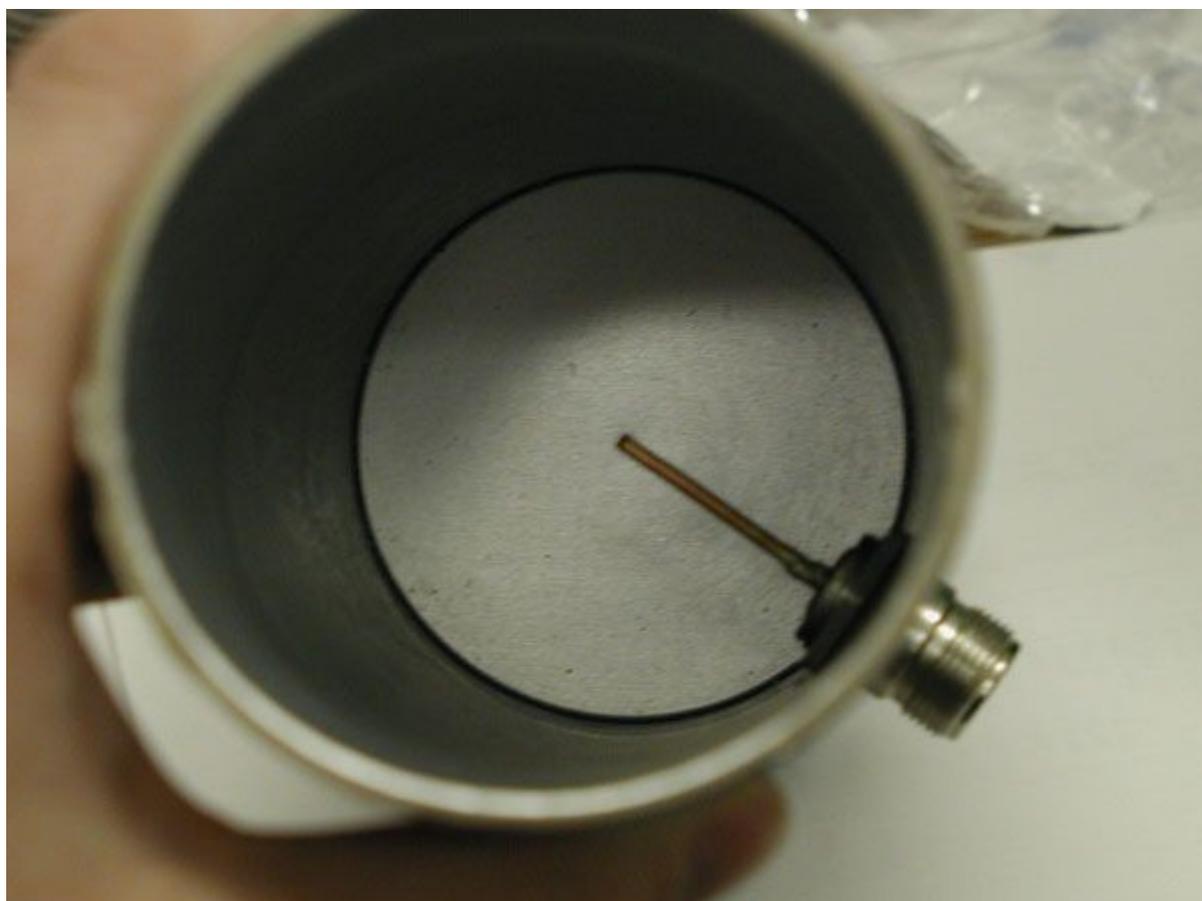


- 一小段粗铜线
- 一些螺丝和螺母
- 带有外接天线接口的路由器（这次用的其实是一张无线网卡）
- 合适大小的金属罐（尺寸的选择已经在上面说了）
- 将路由器连接到金属罐的馈线，以及相应的连接座
- 一些固定工具（比如三脚架，用来固定天线的朝向）

4 组装天线



把各种罐子整理干净。



在粗铜线上切下一段长度为 $1/4$ ，约 1.23 英寸的铜线。

把这段铜线焊接在 N 型连接器的芯柱上。

从罐底量出正确的馈线位置。

钻孔，安装连接器。注意将连接器的金属外壳与罐壁相连。



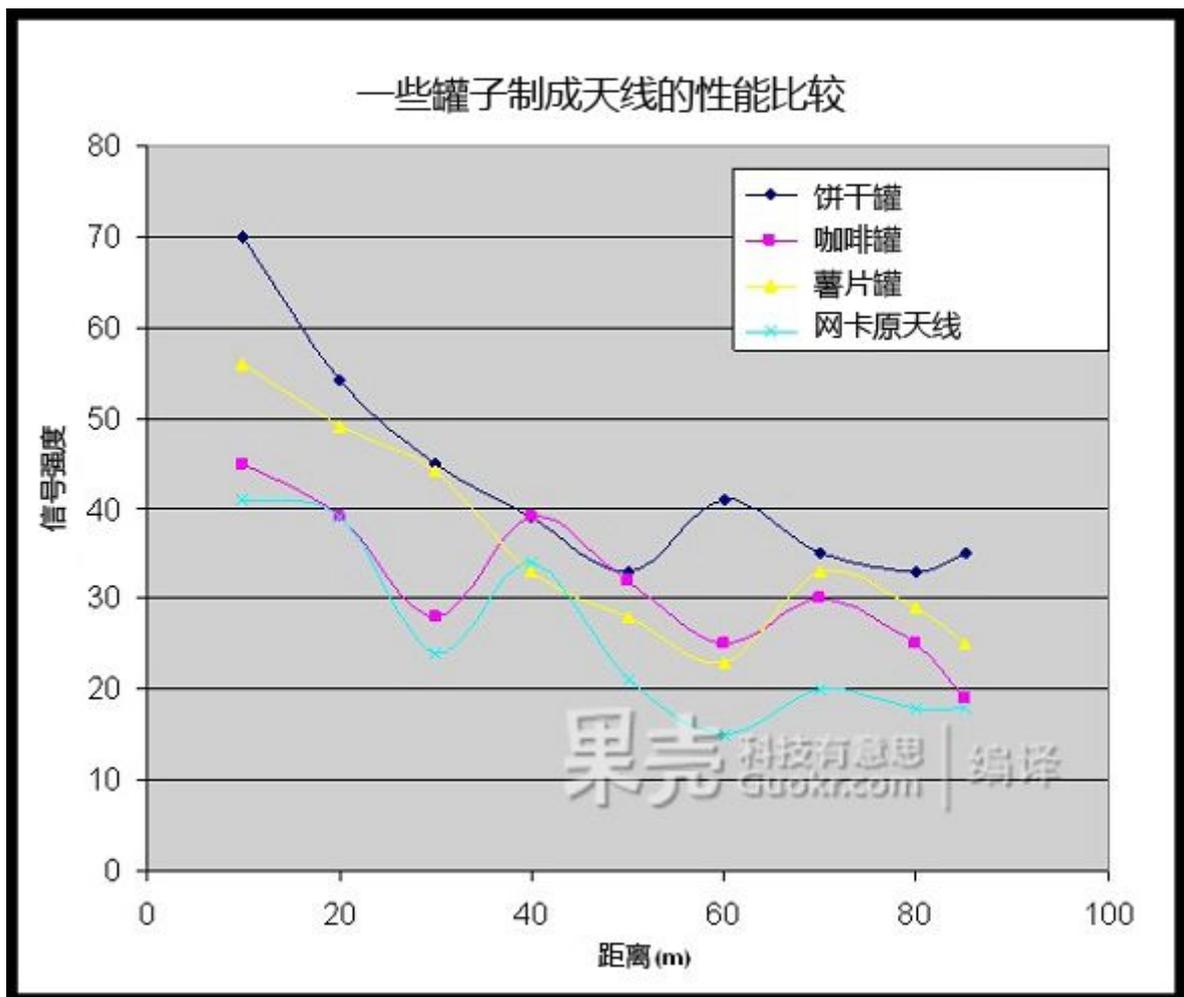
把罐子安装到支架上。尽量避免在罐内有其它东西，固定用的螺丝螺母尽量少。

5 性能测试

距离	饼干罐	咖啡罐	薯片罐	网卡原天线
10	70	45	56	41
20	54	39	49	39
30	45	28	44	24
40	39	39	33	34
50	33	32	28	21
60	41	25	23	15
70	35	30	33	20
80	33	25	29	18
85	35	19	25	18
450	11			

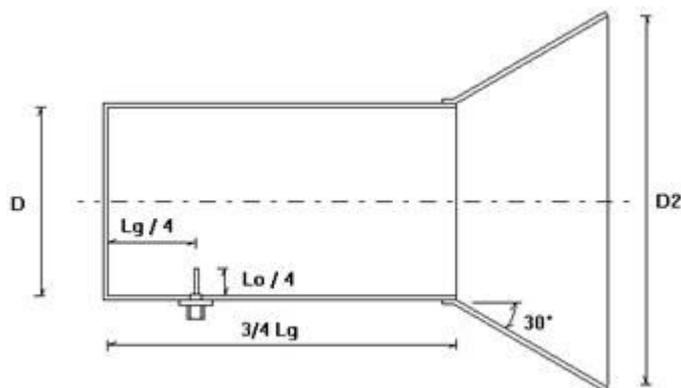
这些数据通过安装了 Stumbler 应用程序的 iPod Touch 采集，这个程序能显示附近任何无线路由器的信号强度。测试结果里不包含单位，因为它只是个相对值。观察到的最大信号值是 76，降到 10 以后信号源就不可见了。

这些数据在物理系门厅采集，因此有可能被其他路由器或任何其他设备干扰，但从这个基本的测试里，也可以看出一些地方（40 米和 70 米）的信号有随距离增加的趋势，这和天线本身的设计有关。



在长距离测试里，信号在 100 米外下降很快，但在 365 米内仍然高于 10。这个结果是逐步远离路由器，直到失去信号时测试出来的。它的局限性很大，但仍不失为一个可借鉴的参考。测试时走的是下山路，并且信号即将消失的时候和天线之间的视线被树木遮挡了。在较好的情况下通讯距离也许会提高到 1/4 英里。

6 改进建议



下面这些建议可能有助于获得更好的性能，在有条件时可以试验一下。

让同轴电缆可以方便地在不同的金属罐天线之间切换。

或许如上图一样，在金属罐天线的开口添加一个喇叭口可以收集更多的电磁波。

分别用无线路由器和无线网卡作为天线的信号源，观察效果是否不同。

在天线前增加有源放大器。

把两个汤罐或者品客薯片罐背靠背装在一起看看效果如何。

涂装天线内壁。也许原先的罐体涂些油防锈就足够好了。还有问题是或许可以加个能透过电磁波的绝缘盖。

使用两个与同轴电缆连接的金属罐作为中继器，来绕过物体（建筑物，山脉等）传输信号。