



30.275MHz 调频无线对讲机原理与调试

一. 主要技术指标:

1. 频率: 30.275MHz
2. 调制方式: 调频
3. 频偏: 5KHZ
5. 通信方式: 同频单工
6. 电源电压: 9.6V 10% (镍镉充电电池 8 节, 负极接地。有些机型是 6 节)
7. 消耗电流:
静噪守候: 10mA 以下
接 收: 150mA 以下
近程发射:
远程发射: 0.7A 以下
8. 载频输出功率: 2W
9. 接收灵敏度: 1.0uV 以下(信噪比 12dB 以上)
10. 静噪灵敏度: 0.5uV
11. 中频频率: 455 KHz
12. 音频不失真功率: 大于 200 mW
13. 体积: 125 x 55 x 30 mm
14. 重量:

二. 工作原理

整机由接收和发射两部分组成, 两部分除天线和阻抗匹配电路外, 其它电路都是相互独立的。

1. 接收机

由天线接收到的高频无线电信号经 L1, L2, C1, C2, C4 组成的低通滤波器滤除频带以外的干扰信号, 经 C6 送至 D1, D2 和 L3 组成选频电路, 这个选频电路谐振频率为 30.275MHz, 选出对讲机发来的载频信号, 而滤除其它干扰电波. 经 C7 送到 N1 和 N2 组成的联级高频信号放大电路进行高频放大, 这种联级高频信号放大电路具有增益高, 工作稳定, 无须使用中和电容等优点, N1 组成共射电路, N2 接成共基电路, 共射电路具有增益高的优点, 而共基电路具有工作稳定的特点, 经 N1, N2 放大后的高频信号由 L4, C9, T1, C12 组成双调谐回路再次选频后经 C16 送入 IC1 (MC3361) 的 16 脚内部混频级进行混频。

N3 和 CRY1, L5 等元件组成本机振荡器, L5 和相应的回路电容谐振于 10.243MHz 的三次谐波上, 即 $10.24333 \times 3 = 30.730\text{MHz}$, 它比发射频率 30.275MHz (10.0917 的三倍频, 即 $10.0917 \times 3 = 30.275\text{MHz}$) 高出一个中频 455kHz (即 $30.730 - 30.275 = 0.455\text{MHz}$), 本振信号也送到 IC1 的第 1 脚, 在 IC1 内部进行混频。

IC1 (MC3361) 是窄带调频接收专用集成电路, 其内部包含振荡器, 混频器, 高增益的限幅中频放大器, 鉴频器和有源滤波器, 静噪触发电路及音频放大电路。它的限幅灵敏度为 2uV, 它是整机的主要增益级, 中放增益可达 65dB。

在 IC1 内部混频得到的 455kHz 中频信号由 IC1 的 3 脚输出, 由陶瓷滤波器 CRF1 选出中频信号, 而滤除其它谐波分量, 选出的中频信号由 IC1 的 5 脚输入, 在 IC1 内部进行高增益的中频放大, 最后经鉴频器解调出音频信号, 由 IC1 的 9 脚输出。

从第 9 脚输出的信号一路由 C30, R13 和 C32 组成去加重电路去加重和滤波后经电位器 VR1 送入 IC2 进行音频功放后推动喇叭发声, 另一路则由电位器 VR2 送入 IC1 内部的有源滤波器选频放大后由 IC1 的 11 脚输出, 经 D3, D4 进行倍压检波, 控制其内部的静噪触发电路, 在 13 脚输出一个控制电平, 控制 N4, N5 的导通和截止, 使 IC2 的电源受控, 达到静噪目的。

我们知道，调频接收机的灵敏度很高，在没有收到信号时，喇叭中将会发出极强的噪声，而一旦收到信号，它的信噪比却很高，噪声的主要频谱是分布在 10-25kHz 范围之内，音频信号的频谱范围则在 100-3000Hz 之间，我们可以采用一个特殊的滤波器选出这一噪声信号，经检波变成直流分量，再通过一个电子开关电路就可以控制一个电路工作，达到静噪目的，这样在接收机没有收到信号时，喇叭将寂静一片，以消除讨厌的噪声，一旦收到对讲机发来的信号，又能自动打开放大电路进行联络。同时，设置静噪电路还可以达到省电目的。

N11 组成稳压电源，稳压输出取决于 DZ1 的值，DZ1 选用 6.2V，稳压输出约为 5.6V，N11 同时又是收发转换的开关三极管，N9 则是发射部分的电源开关管，当 SW-PTT 开关按下时，D6 导通，N11 截止，收音机失去电压而停止工作，N9 由于是正偏故而导通，电源经 N9 向 IC3 供电，发射机前级得到电源而开始工作。所以这种收发转换电路也称为电子 PTT 开关，这是其它业余对讲机中所没有的新电路。它的优点是可以用微动开关来控制大电流，使电路工作更可靠。发射级的 N7，N6 虽然也接在公用的电源回路上，但守候状态时，由于它得不到基极激励而截止，所以对讲机在守候时，发射部分是不工作的。

1. 发射机

发射部分由话音放大器，主振级，缓冲放大级，推动级和末级功率放大级组成。

话音信号由 N13，N14 组成的两级音频放大器放大，经 C74，C71，C70，L13 组成高频滤波器滤除高频分量，防止振荡器的高频信号干扰话放级的工作，同时也将话音信号进行预加重，经 C70 送到变容二极管 DC 以实现调频。

主振级由 N15，CRY2 及外围元件组成，其振荡频率主要取决于 CRY2 的工作频率，在本电路中，CRY2 选 10.0917MHz（因 $10.0917 \times 3 = 30.275\text{MHz}$ ），它的三倍频信号由 T5，C64 选频回路选频（即发射频率 30.275MHz），并由 T5 藕合至缓冲放大级。

载频信号经 N10 组成缓冲放大器进行放大，T4 和槽路电容 C61 也谐振在三次倍频上（即发射频率 30.275MHz），以滤除其它谐波分量，N7 是推动放大级，为功放级提供足够的推动电流，经 C55，C51，L8，选频和匹配藕合至末级功率放大级 N6 进行功率放大，N7，N6 都工作在丙类放大状态，它们的工作点分别取决于 R23 和 R21，由于丙类放大器输出的二次谐波分量很大，必须用 LC 选频电路选出基波分量，推动电路中由 C55，C51，L8 选频，功放电路中由 C48，C47，L6 组成串联谐振电路选频，最后由 L1，L2，C1，C2，C4 组成低通滤波器对载频信号进行选频和阻抗匹配，载频电流由天线这个换能元件变成电磁波向空中辐射出去。

电路图中的 R7，D3 这个支路的作用是，在收发转换瞬间，由于收音部分电容的储能作用，收音机的工作并非立即截止，而 IC1 的 13 脚未能从高电平立即变成低电平，IC2 的工作也就未能立即停止工作，这样，在收发转换瞬间，喇叭中就会发出短暂的收发噪声，使人听起来极不舒服，因此，在电源转换至发射电路时，经 R7，D3，这个支路加至 IC1 的 12 脚，使 IC1 的 13 脚立即变成低电平，N4，N5 截止，IC2 停止工作，以消除转换噪声。

三. 制作工艺及元件选用

对讲机制作的成败，除了与理论、经验、准确的工作频率和正确的调试方法等人为因素外，还有个关键的元件的质量问题，就是其中某个元件质量欠佳，可能会使您经过几个不眠之夜的奋斗，也未必能成功，根据笔者十多个对讲机的制作心得，接收机的灵敏度与 N1，N2 关系最密切。N1、N2 除了与它们的高频特性有关外，还有个重要的参数是它们的噪声系数，普通的 S9018 等廉价高频管噪声系数均较大，难以实现预期的灵敏度。除了 N1、N2 高频三极管外，CRF1 陶瓷滤波器对整机的灵敏度影响也很大，应选用正品元件，最好是选用五



端的陶瓷滤波器，因为它的选频特性比三端滤波器要好。高频瓷片电容要选用漏电小，热稳定性好的元件。除了提到的这些元件，其他元件选用普通的元件即可，业余条件下完全可以，据笔者经验，那些非主要元件对收音灵敏度影响十分轻微。

因为 IC1 是专用的窄带调频接收芯片，性能一般都得到保证。质量最优的要算 MOTOROLA 公司的产品，如图。其次 MALAYSIA 生产的也不错。值得一提的是笔者拿到了数片 made in China 的 MC3361

芯片，通过采用德国的信号发生器（频率在 50MHz 量程精确到 10Hz，输出分辨率可达 0.01uV）等仪器对比实验，国产的产品灵敏度与 MOTOROLA 公司的产品基本无差别。所以 IC1 的性能参数完全不必多虑。

电阻选用一般碳膜电阻即可，对精度也无特殊要求，1/8W，1/16W 均可。

当然，对讲机都希望体积越小越好，业余制作的也不例外，所以元件应尽可能选用超小型的元件。

发射部分的元件也是制作成败的关键部分，其中影响最大的要算推动级和功率级的晶体管，笔者曾试验过几种管子，型号均为 2SC2078，只是产地不同。早先使用的是一般的管子（从外观看，丝印不是很清晰，工艺也较差），使用 9.6V 电源，排除其他因素外，功率无论如何也调不到 2W，发射级电流只有区区 400mA 多一点。以为是频率没有调在 10.0917 的三次谐波上，可能为四次或五次谐波，后用示波器和频率器校对无误，推断为功率管的质量欠佳，换上三菱生产的 2SC2078，接通电源，电流猛升至近 0.8A，功率计测量为 2.6W。这说明末级的功率管质量好坏直接影响着功率输出，这将明显左右着对讲机的通话距离。

此外，高频功率管是否选用频率越高越好呢？例如有些爱好者乐于采用象 2SC1971，2SC1972 等高达 175MHz 的 VHF 频段的管子，笔者不推荐使用频率过高的功率三极管，第一是因为这样的管子价格相当昂贵。第二是频率过高，电路反而容易自激，不易于调试。笔者就遇到这样的问题，在台式机中使用 2SC1969，电路工作相当正常，功率也可达到 8W 左右，都使用了很长时间。后改为 2SC1971，电路却严重自激，花了很大的功夫，采取了很多措施才能以解决，实际输出功率与 2SC1969 基本无异。

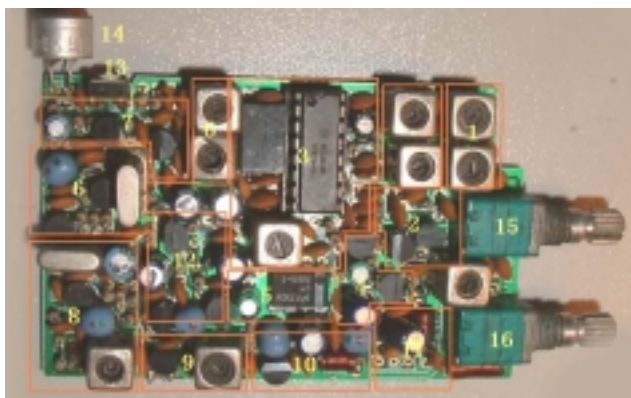
除了晶体管外，石英晶体的频率一定要选用准确，频率偏差将明显影响着通话距离，调试部分我们将会说明。高频部分的线圈匝数已在电路图中标明，可在高频磁芯或中周磁芯上用 $\phi 0.17-0.35\text{mm}$ 漆包线绕制，L1, L2 线径需大些，因为它们亦是载频功率的传输回路，中频鉴频线圈用现成的 455kHz（或 465kHz）中周代替即可。

其它元件没有特殊要求，阻容件的选用与接收部分一样。

四. 装配与调试

对讲机的装配方法与一般无线电整机的装配方法差不多，应当注意的是，元器件的引脚应尽可能的短，以便紧贴印刷板，引至天线座的连线也应尽可能的短，否则输出功率也会明显下降。如果输出端离天线座距离较远，一般来说大于 10mm 就应当采用 50Ω 同轴电缆连接。

元件的布局，PCB 的走线是业余制作的关键，如果乱走一通，调试中会出现许多不可预见的问题，级间的串扰、耦合、自激，而这些问题也许还不能通过其他方法解决，最后不得不重走一遍 PCB，重新装配，重新调试，走许多弯路。高频板的 PCB 走线原则大致是：每一级均需尽可能放一块（一个区域），同时工作的电路，大功率的输出级应尽可能远离小信号电路，级与级之间需采用大地线包围结构，巧妙地利用中周等铁质屏蔽罩隔离级间电路，可能的话，小信号（特别是接收部分）还需要安排屏蔽罩，并可靠接地。有一点非常重要，中



注：[1]为输入输出阻抗匹配电路。[2]是高放电路。[3]是中放电路。[4]静噪控制电路。[5]是音频功放电路。[6]是本振电路。[7]为话放电路。[8]为主振电路。[9]是缓冲放大部分。[10]是推动电路。[11]是载频功率放大电路。[12]电子开关切换电路。[13]键空 PTT 开关。[14]是话筒。[15]静噪控制电位器。[16]音量控制电位器。

频谐振线圈 T2 必须紧靠 IC1 的第 8 脚，如果走线过长就会出现灵敏度很低，并可能带来其他自激等问题，同样道理，中频滤波器 CRF1 也必须紧靠 IC1。PCB 布局时绝不能忽略这一点。

PCB 元件的布局不要单纯追求美观工整，应以其能可靠工作为原则。当然既能保证电路可靠稳定地工作又可使元件布局美观漂亮，乃高手也！

下图是笔者其中一款对讲机的 PCB 走线图，当然是经过 N 次修改完善后的作品，有兴趣不妨看一下，仅供参考，相信对初学者还是有所帮助的。

整机的装配结束后，应仔细检查无误后方可开机调试，这四份电路的直流工作点是无须调整的，它们的工作状态，已在设计时予以充分保证，可检查一遍电压点，相差不多即可。无线对讲机的调试一般需借助仪器，以保证其性能指标，调整时所需的仪器一般有以下几种：

1. 高频信号发生器 (如 XFG-6 型)
2. 示波器 (如 VP5204 型 40MHz)
3. 数字频率计 (如 CFC-8450 型, 0-1000MHz)
4. 功率计 (如 GZ-3 型)
5. 直流稳压电源 (如 WYJ-30V/5A 型)
6. 万用表 (如 MF-47 型, 如有数字表 Fluke-87 等高档仪表配合最佳)
7. 场强计 (可自制)

当然还有扫频仪，完备的仪器将给调试带来极大的方便，同时也能保证整机的性能指标。

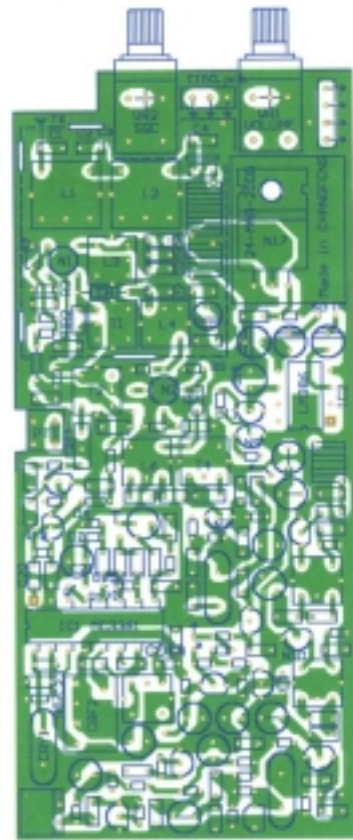
对于一般的业余爱好者普遍没有上述仪器，但频率计是不可少的，在此我们将结合业余和专业的特点，详细介绍调频无线对讲机的调试方法。

1. 发射机的调试

调试顺序一般为：先调振荡级，倍频级，推动级，末级功率放大级。最后调话音放大电路。

在总电源回路串一电流表 (3A 量程)，开机，按下发射开关，若此时，电流值大于 1.5A，说明整机还有短路存在，应排除故障后方可再开机。虽然本机可以在 13.6V 电源下安全的工作，开始时也不要使用太高的电源电压，以防电路失谐时烧毁末级功率管，一般使用 8.6V 的电源电压就可以完成调试。注意末级功率管需加上足够大的散热器。

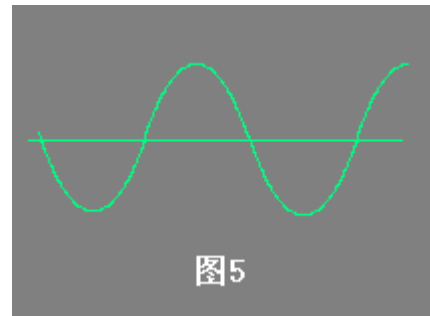
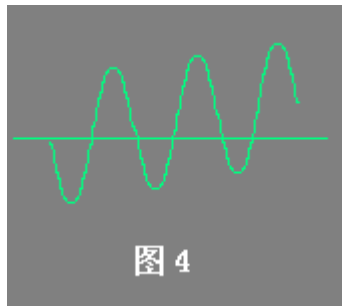
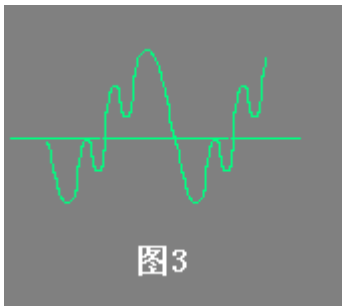
首先判断主振级是否起振，方法是用万用表测量 N15 的发射极电压，正常为 2V 左右，若起振，该电压应和基极电压一样高，甚至比基极电压还要高，这是振荡电路起振的一个明显的特征，业余制作没有示波器，必须掌握这个原理，它对调试非常有用。有示波器可用示波器观察 N15 的集电极，将会观察到如图 3 的波形，若波形幅度过小，可调 T5，一般可以调出该波形来，若观察不到波形，说明电路还有故障 (一般为 T5 绕制不良)，应找出原因，排除故障，电路不起振时将会工作在线性放大状态，发射极电压将比基极电压低 0.65V 左右。



确定电路起振后，可用频率计探头接至 N15 的集电极，测出振荡频率，正常应为 30.275MHz (或 10.917MHz，视调整 T5 的情况和频率计的连接有关，测出频率为 10.917MHz 是因为测量的是晶体的基频，而测得的值为 30.275MHz 则为三次谐波)，若有误差，应调整 C69 的容量，直至达到要求，也可改变 R32, R33 的阻值予以调整，但不能改变太多它们的阻值，只能作小范围调整。要求载频频率误差不得大于 1.5kHz，此时可用示波器观察 T5 次级的波形，调整 T5 的磁芯，使三次谐波的波形清晰，无毛刺，且幅度最大，但必须以波形稳定为原则，开关电源数次都能正常起振为好。然后观察 N7 的集电极，调整 T4 的磁芯，使波形最好，幅度最大，接近正弦波，参见图 4。在天线端接一个 50Ω 假负载，可串一个低电压小功率小灯泡并在略大于 50Ω 的假负载上，观察灯泡的亮度来判断输出功率。分别调整 L8, L6, L1, L2，使输出功率最大，正弦波波幅最大，波形良好，参见图 5，对着话筒讲话时，波形不变化，此时电流值约为 0.75A。若没有示波器，可用自制的场强仪 (参考图 6) 放在天线旁监视，调整 L8, L6, L1, L2 使放在天线旁的场强计指示最大为好。

有一点须注意：当调整在谐振频率上时，电流指示最小，但调整 T5, T4 时，若偏离谐振点，幅度会减小，电流也会减小，这在调整时必须区别对待，一般是调 L8, L6，电流越大越好，功率会越大，而调 L1, L2 时电流应适当，经反复调试，确保频率准确，输出功率最大。

有时，调试中会出现功率怎样也调不大，电流值达不到 0.75A, 此时应考虑所使用的功率管及推动管质量是否可靠，一般应选用质量好的正品三极管。末级功率管质量的好坏直接影响着功率的输出。



调试时应以电路工作稳定为前提, 不要一味追求大功率输出忽略稳定这个因素, 同时应将电源电压降至 7V 或升至 12V, 电路都应能可靠稳定的工作。

话音处理电路的调试: 实际上这一级只要元件可靠, 电路是无须调试的, 若要检查, 可在话筒输入端送入 1kHz/50mV 的音频信号, 在 N14 的集电极用毫伏表或示波器测量, 应有 2V_{p-p} 左右的音频电压。

2. 接收机的调试

业余条件下, 接收机的最后总调可以用调好的发射机作信号源来进行联合调试。业余条件下无频率计, 用发射机的信号来调整, 如果发射频率相差几 kHz, 接收机也跟着偏差几 kHz, 对制作影响不大, 业余制作完全可以, 只是性能指标略低。一般距离调试无需太大的功率, 信号源辐射太强, 接收机很难调到最佳点, 即不易调到谐振点, 以刚好能收到发射机的信号略带一点噪声为宜。

首先用万用表测 N11 的发射极电压, 正常应为 5.6V, 保险起见, 可测电路各点的工作电压, 数值参见电路图, 一般应与电路图中的数值相近, 否则说明电路仍存在问题。这样可对电路的工作状态有一个大致的了解。

先判断本振级是否起振, 方法与调发射机的主振级相似, 用频率计测 N3 的集电极, 频率应为 30.730MHz, 若有误差, 可在 CRY1 的两端并上一个几 P-20P 的电容, 使频率符合要求, 同样, 频率误差不得超过 1.5KHz, 有示波器, 可用示波器观察 T3 次级的波形, 调 L5, T3 使波形最好, 幅度最大, 达到 80mV-100mV_{p-p}。

关闭静噪电位器, 使喇叭出现噪声, 调 T2 的磁冒, 使喇叭中的噪声最大, 还可以用示波器观察喇叭两端的波形, 调 T2, 使噪声波形 (此时波形应是杂乱无章的) 幅度最大, 波形对称。

将信号发生器设置为: 频率为 30.275MHz, 频偏 5kHz, 调制频率 1kHz, 在天线端输入此信号, 逐步增大信号电平, 一般在十多 uV 就可在喇叭中听到音频声, 调 T2, T1, L4, L3 使声音最大, 逐步减小信号电平, 再调上述可调元件, 必要时可调 L5, T3, 使音频声最大, 音质最好, 一般可将收信灵敏度调至 1.0uV, 当然此时并非一点噪声都没有, 它是指在 12dB 的信噪比时的收信灵敏度。

移开信号源, 缓慢调整静噪电位器, 使噪声刚好消失, 将信号源的电平再降至 0.5uV, 重新把信号接上天线端, 此时应能打开静噪门, 收信机应能收到信号。

如果能调出上述灵敏度, 接收机就算基本调好了。交换两台机器, 调好它们的发射接收部分, 接下来就是进行联合调试。

3. 联合调试

将调试好的整机, 装入机壳, 接好电池, 连好天线, LED 和话筒, 这里需声明一下, 天线对通话距离有着举足轻重的作用, 业余自制的天线, 在没有调好发射接收机时, 很难保证其性能, 有条件最好先选用成品的天线, 并且一定是 30MHz 频段的, 否则通话距离难以达到设计的要求。用一台作发射机 (发射机应将末级功率级去掉, 以减小射频功率), 而另一台作接收机, 拉开两台机的距离至刚好收到信号为宜, 微调接收机的 T2, T1, L4, L3, L2, L1 使收到的信号最强, 音质最好, 再拉开两机的距离, 再调整, 直到两机的通话距离最远, 这里需注意, 一般只能微调, 因为经上述调整后, 一般都将频率调得较准了, 如果再大幅度的调整, 有时只能越调越乱。

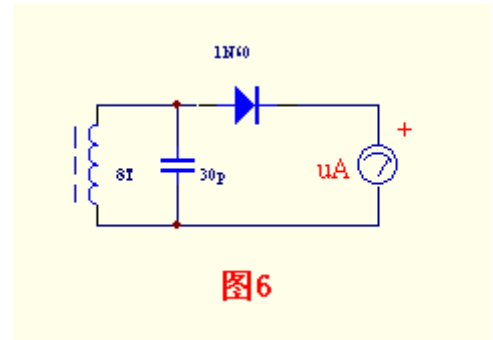
接上发射机的末级功率管, 接上本机天线, 一般只需微调 L1, L2, 使发射机旁的场强计指示最大即可, 因为匹配网络没能调好, 将严重影响发射功率, 也就是发射的电功率是足够大, 但从天线辐射出去的电磁波能量

却小得多，因为载频电流没有完全输送到天线上，而是有一部分的载频电流以驻波的形式返回了功放级，显然，这样的电路效率就会大打折扣，也将大大缩短通话距离。

最简单也是最可靠的方法是利用场强计放在对讲机旁监测，发射机的调试以场强计的指示最大为准。凭自己多年的实践心得，不要小看自制的信号场强仪，它在整个制作过程中非常有用，如果认为仪器一定是成品的，或是进口高档仪器才能调试设备，这是普遍存在的一个误区，要充分相信自己制作的简单但很现实的仪器，依靠它们同样能制作和调试出性能优良的对讲机。这才不违背业余爱好的初衷。

联合调试时，应使发射机的功率尽可能小，以使收音机调得较准，逐步拉开距离调试。一般发射机调好后就不宜再乱调发射机的线圈，否则，可能将发射机的状态调乱，调 L1 和 L2 时有时会出现发射机和接收机相互牵制的矛盾，这时应以照顾接收机为宜。

上述调试方法仅供参考，在实际的调试中可能会遇到许多问题，应在实践中不断总结，并作好调试记录，业余爱好者有个通病，自己的作品可能做了一大堆，到头来却没有自己文字化的东



西，有问题也不知道去查找原因，或者没有依据可查，因为没有记录，所以强烈建议业余爱好者养成一种勤做笔记（记录）的习惯，第一是成就的记录，第二，一旦有问题方便自己追溯和分析。只要认真分析电路工作原理，掌握调试要领，一定能制作出性能良好的无线对讲机。

四. 关于通话距离

无线对讲机工作于超短波频段，频率高，绕射能力差，主要靠直达波，传播距离主要在视线距离以内。由于地球表面是曲面，假设在平原的平坦地带，有两个人体高为 1.8m，那么，他们能互相见到对方的头部的视线距离约为 10-12 公里，（我们指的是视线距离，并非真正肉眼可见，类似于借助望远镜平视），由于电波的波长很短，30MHz 的电波波长为 10m。地面上的不大建筑物对于电波都有明显的影响，如高山、树木、建筑物、高压输电线路等介质，电磁波要在其中感应出电流，都要损失能量，加上空中有不同程度的干扰电波，这都会减少通话距离。

在这种情况下，若他们使用 30MHz 频段的对讲机，配以 0.15m 的法向模螺旋天线，相距 10-12 公里，是难于通话成功的，即使在视线距离内，也非都可以清晰通话。

实际情况的通话距离如下：

1. 在城市，建筑物林立，电磁环境污染大，电波干扰强，通话距离只能 1 公里左右，使用拉杆天线，只能约 2 公里。
2. 若登上 3-4 层楼，使用拉杆天线，或者在上面所说的平坦地带，使用拉杆天线，通话距离可达 3-5 公里。
3. 持对讲机的一方或双方，站在 10-20m 的高处，或使用室外天线，配 50 Ω 的同轴馈线，又没有高山阻挡，这样等于增大视线距离，通话距离可达 5-10 公里。
4. 因此，使用者如何选择通话地点，或一方配以室外天线，充分发挥手中器材的效力，增大通话距离，是值得探导的。
5. 就对讲机而言，接收机灵敏度的高低对通话距离有着明显的影响，而提高发射功率，对通话距离的增加不大明显，发射功率增大 10 倍，通话距离有时可能只有 1 倍。
6. 另外，30MHz 频段的电磁波有时也可以被电离层反射，所以，在晚上或春夏之交，可以收到几十甚至几百公里以外的对讲机信号，这不奇怪，但信号不会很稳定。
7. 在城市，各种工业电磁干扰相当严重，所以 30MHz 频段的对讲机比较适合干扰较少的农村使用。有条件的城市爱好者亦可到郊外试验，效果会更好。
8. 对讲机为了携带方便一般都是配备本机天线（即法向模螺旋天线），长度较短，增益较低，通话距离一般都不远，为了实现远距离通信，有条件应配备 0.5m-1.0m 的底部加感拉竿天线。0.5m-1.0m 的底部加感拉竿天线可自制，方法可参阅以下资料。

五. 30MHz 对讲机天线的自制

1. 法向模螺旋天线

对讲机用法向模螺旋天线一般都较短，长度只有 12-16cm，它是在一个绝缘的骨架（可为空心结构，直径约为 11mm，如聚丙烯塑料棒等）用相互绝缘金属导线（如漆包线）均匀绕制在骨架上再加上天线座而成，若长度在 16cm，线圈的圈数约为 120T 左右，若长度在 12cm，线圈的圈数约为 155T 左右，具体的调试方法是：将绕好的天线（要多绕十圈左右）接上对讲机，在旁边放一场强计，按下发射开关，从天线顶部开始，一圈一圈的剪短线圈，直到场强计指示最大即为天线的谐振状态，此时将天线的松紧状态作一些微调，使场强计指示最大即将天线用绝缘胶布缠绕牢固即可。

天线谐振时有一个明显的特点，人手靠近天线，差不多接触，天线的顶部的导线将幅射出很强的火花（如果对讲机的功率足够大的话，3W 左右即可感觉到这种现象），可用手明显感觉到。如果对讲机的功率达到 3W-5W，手部将有明显的灼烧感。但是对讲机的功率太大，不推荐使用这种方法试验，因为有可能导致对人体的伤害！这在实验中必须谨慎！

2. 底部加感天线

底部加感天线制作的方法是在天线座上套一空心的绝缘骨架，长读约为 50mm，直径为 10mm，再在绝缘骨架的顶端套上 0.5m 长的拉竿天线，骨架上用 0.5-0.7mm 的磁包线绕 34T，伸缩拉竿天线来判断增减线圈圈数，直到天线全部拉出时使场强计指示最大，将线圈固定。

底部拉竿天线在没有完全拉出时增益是比较低的，这是因为，此时的天线并没有匹配，但是当天线完全拉出时，天线处于谐振状态，增益却比法向模螺旋天线高，所以通话距离也比较远。

3. 中部加感天线

现在还有一种是中部加感天线，原理和制作方法与底部加感天线差不多，只不过是加感线圈置于天线的中部，有兴趣的朋友亦可试验。

4. 1/4 波长布朗天线（室外天线）

室外天线的类型很多，比较易做，增益也较高的是 $1/4 \lambda$ 天线，如果制作得好，增益可达 3-5dB，制作方法是：取 4 根长度为 2.5m 的铝管，没有铝管亦可用普通导线代替，效果稍差。其中一根垂直放置作为主振子，其余三根互为 120 度，与垂直方向为 60 度均匀的分布，作为辐射振子，主振子与辐射振子需绝缘，50 欧同轴电缆的芯线接主振子，地网接辐射振子，架高 15m 即成，由于室外天线的增益较高，又没有阻挡物，所以配以室外天线，对讲机的通话距离将大大增加，手持机的天线较短，但台机的功率较大，一般都达 10 W-15W，正好可以弥补手持机增益低的缺点，而手持机的功率普遍较小，但台机使用的是室外天线，增益较高，也可以弥补这一不足，所以台机与手持机组网，双方通话质量是基本一致的。

六. 关于二次变频技术

[1]. 这些电路均为单一频道的对讲机，二次变频的对讲机工作原理亦基本相似，象 F36 就是二次变频对讲机线路，爱好者很易看出电路的异同点，二次变频的电路只是在一次变频电路的基础上多加了一级中放电路和第二本振级，其他电路均大同小异。

二次变频是为了对讲机的增益和灵敏度更高、工作更稳定而设计的。我们知道，单一级放大电路的增益不可能无限的增加放大级数来提高增益的，因为单级电路增益过高，就不可避免带来级间的串扰和自激问题，工作变得不稳定，甚至变为不能正常工作。二次变频就可较好地解决这个问题，因为放大电路分为多级，不同的级电路放大的是不同频率的信号，级间的干扰可通过陷波、滤波等手段加以克服，使每一级电路均可稳定可靠的工作，总的增益就可以做得很高。象短波段（或 VHF）30-150MHz，接收电路首先进行高放，增益约设为 10-20dB，再变频为如 10.7MHz 的第一中频，再进行增益约为 10-15dB 第一中频放大，然后再由第二变频级进行二次变频，产生 455kHz 第二中频信号，再进行 65dB 左右的高增益中放，这样整个电路的增益就可做得很高。二次变频电路的对讲机灵敏都很容易做到 0.2-0.5uV。这样高的收信灵敏度是提高对讲机通话距离的关键所在。

值得一提的是，二次变频灵敏度高达 0.2 μ V，甚至有些专业机（如 TK208, TK308, TK378）灵敏度可达 0.16 μ V，这样高的灵敏度，高放管的噪声系数就显得很重要了，一般均不选用晶体三极管，而是采用噪声系数小，阻抗高的双栅场效应管来担任高频放大，这在 C36 电路图中就可看到。

[2]. 这次让朋友下载的四份电路图，均为笔者多年参考其它专业、业余对讲机、多种无线电接收设备，综合性能和业余自制两方面因素设计而成的电路，据笔者经验，太“业余”的电路，性能得不到保证，通话距离很短，发烧友玩不上瘾，就是做出来了，也没有多少成就感，俗话说不好玩，这是其一。第二，如果太专业的电路，需要的元件太多，电路过于复杂，元件难购，需要的设备可能就不是业余爱好者所能承受的，装配调试复杂，只有想做的热情，但不具备自制的物质条件，一样玩不起来。

[3]. 多频道的对讲机，低档的电路是使用多组晶体组成多频道，采用机械或电子开关切换。而比较高级的电路则使用锁相环和频率合成技术来实现，如 MC145152 和 uPB569C 等专用 IC。更高档的机器则使用微处理器实现频率的合成和切换，如一代名机 C450 的微处理器 uPD7514G 等。使用这些电路自然使机器性能优越得多，但要求业余爱好者除了掌握无线电技术以外，还要精通数字电路甚至微处理器编程及开发技能。这却不是大多数业余爱好者所能做到的。

[4]. 台式机与手持机电路基本一致，只是在末级再增加一级功率放大级，30MHz 频段可选用 2SC1969 (TO-220) 或 2SC1945 等三极管，调试良好输出功率可达 10-15W，当然 L1, L2 需选用更大的线径绕制。

[5]. 这四份电路的中放电路全部使用了窄带调频专用接收集成电路 MC3361，其实实现中放功能的电路还有很多，如 TK10487M，仅 MOTOROLA 公司的产品就有十来个，象 MC3357, MC3359, MC3362, MC3363, MC3367, MC3371, MC3372。MC3363 它集成了包括高放在内的几乎所有二次变频的全部电路，笔者也自制过两台，此款 IC 性能非常优越。有兴趣的发烧友可参考其相关资料，获取数据手册有困难的朋友，可访问我们的网站 http://www.zymcu.com/other_file/radio/radio1.htm，我们汇集了部分专用接收集成电路的数据手册，同时编译了部分中文资料，供大家参考。

七. 业余爱好精神探讨

[1]. 这四份电路个人认为还是比较适合业余爱好者自制的电路，所有的元件都容易获得，所需的仪器设备又不多，只是仪器多便于调试，较易成功罢了，但没有专用的仪器设备不等于就做不出来。笔者做第一台对讲机时，仅仅具备一个万用表，场强计自己制作，一样能做出性能还不错的对讲机，具体的参数指标无法知道，从通话距离来衡量，在开阔地，使用法向模螺旋天线，同样可达到 3-4km 的距离。这就说明，专用设备不是最主要和必须的，最主要的是自己的爱好和工作热情。相反，没有专用设备可能会走很多弯路，但也可以学到很多东西，从另一个角度来说，未免不是个好事。我认为我们这些爱好者绝大多数是没有太多的专用设备的，没有仪器设备是不是就不爱好了呢？就不发烧了呢？我看未必。说这话的目的只有一个，鼓励我们这些爱好者、发烧友积极进取，不要一味依赖仪器设备，没有专用设备的情况下，逼着自己埋头苦干，有条件要上，没有条件创造条件也要上！这才是业余爱好的精神！也是业余爱好者最为可贵之处，只要有这种精神，困难是会向您低头的。我相信，我们的爱好者一定有很多优秀的人才，一定可以设计出比这四份电路更优秀的电路，一定可以制作出性能更加优良的对讲机，这无需多加讨论。

当然，作为业余爱好者，理论的指导作用不要低估，扎实的理论功底对制作的成败有着非常重要的作用。没有谁说过，业余就不需要理论指导的。同样，一个优秀的爱好者，没有超出常人的毅力、自信、热情，是不可能做出优秀的作品来，至少我是这样认为。

[2]. 这篇文章均为十多年前自己设计和制作对讲机的一点心得体会，手持机曾制作过是十多部，包括外壳均自制，台式机也做了几部，算是一名无线电爱好者与新老朋友一起探讨吧。近十多年来，在下一直从事单片机和数控工程的开发，这些无线电领域几乎尘封了，也没有过多的精力去研究，现在看到新老朋友弄这些玩意，玩得不亦乐乎，手又痒痒的，不过精力所限，看来也没有太多时间去继续“发烧”。由于笔者水平有限，时间也较仓促，文中错漏在所难免，希望朋友们不惜指正。

编者：覃中源

2003 年 12 月 21 日

地址：深圳市福田区华强北路 1015 号华强电子世界 2A219

电话：0755-83687059 0755-83651053

传真：0755-83650531

网址：<http://www.zymcu.com>

电子邮件：zymcu@zymcu.com

邮编：518031