

城市 HAM 的挣扎 鱼竿天线也疯狂

■ 文/田伟（BG8IL）

城市 HAM 的苦衷

业余无线电界流传着一个说法：好电台不如好天线，好天线不如好传播。足见天线在整个业余无线电通信系统中所占的重要地位。每个爱好者都希望能拥有一个庞大的天线系统，有增益的八木天线自然是首选，但是有了八木天线，就需要有相应的铁塔、旋转器，更重要的是楼顶要够有足够的空间来安装它们。可是，随着城市化进程的推进，能拥有这些便利条件的 HAM 越来越少，大多数人只能“望顶兴叹”。

日本是一个无线电大国，和我们的状况相似的是，日本 HAM 中的很多人也无法上楼顶安装大型天线，于是他们不断改进，研究了很多种天线的形式，在阳台、窗口、楼与楼之间艰难地搭建天线，艰难地进行着 QSO。因陋就简、因地制宜成为了 HAM 天线设计的准绳。

鱼竿天线的分析

其实 HAM 在无法把天线安装到楼顶的时候，可以考虑在窗口架设简单的天线，基本要求是：（1）. 结构不复杂；（2）. 波段能满足日常的 QSO 需要；（3）. 总体重量要轻；（4）. 选材容易、架设容易、调试容易。综合来说，鱼竿天线能满足以上 4 点要求，成为窗口、阳台天线的首选。

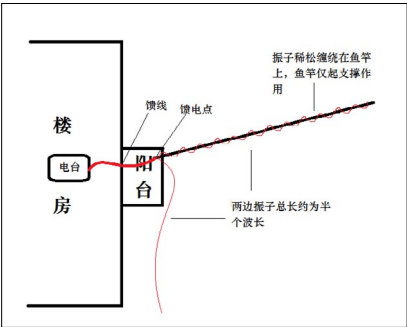
鱼竿天线的来源是水平偶极天线，也称为 Dipole，简称 DP 天线。主要特征是振子总长约为工作频率对应波长的一半，中部馈电，使用了巴伦。两边振子对称架设，长度相等。

波长和频率的关系公式：波长 × 频率 = 光速
简便公式：波长（m）× 频率（MHz）= 300 × 10⁶（取 300 方便计算）。我们以设计中心频点为 14.250MHz 的天线为例，计算振子长度：

频率：14.250MHz
波长 = 300 / 14.250 ≈ 21.05（m）
半波长 = 波长 / 2 = 10.525（m）
半波长即为振子总长，则：单边振子长度 = 半波长 / 2 = 5.2625（m）
缩短系数取 0.95，实际单位振子长度 = 单边振子长度 × 0.95 ≈ 5.00（m）

实际使用中，由于电波在导线中传播比在空气中传播要“慢”，所以我们需要引入一个“缩短系数”的概念，通常这个系数选为 0.94 ~ 0.96，我们选取 0.95。

预期架设方案



架设方案图

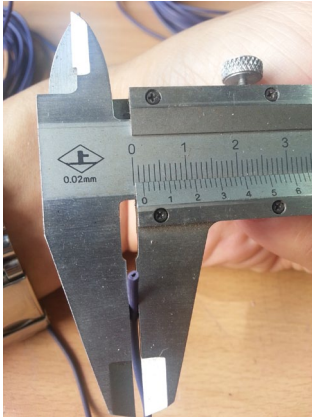
最大辐射方向为垂直于两振子所在平面。有了这个思路的指导，我们可以开始下一步工作了。

材料工具准备



截取长度为5m整的导线两段备用

线材使用 0.3mm² 的绝缘导线，鱼竿使用标称长度 7.2m 玻璃钢鱼竿，由于玻璃钢鱼竿的结构有重叠部分，实际长度约为标称长度的 80%，7.2m 长的鱼竿实际长度约为 5.7m；另需准备热缩管若干，剪刀、斜口钳、尖嘴钳、美工刀等常用工具。



测量导线外径



内导体有16根铜丝，可承受100W功率

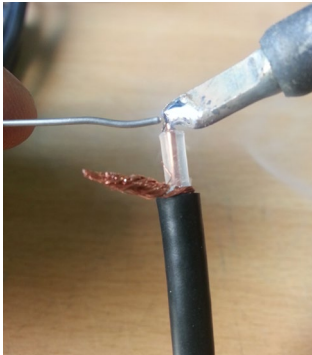
截取 5m 长 0.3mm² 绝缘导线两段。使用细导线的目的是为了减轻重量，不让鱼竿过度的下垂。实际使用情况来看，细导线承受 100W 功率是没有问题的。

制作过程

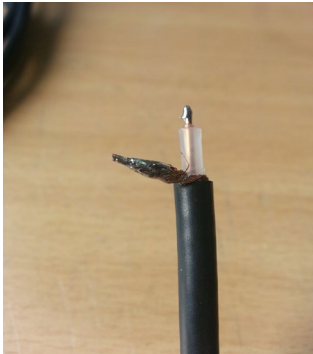
将馈线外皮剥掉约 1cm 长，露出编织铜网，用镊子理顺编织铜网，将所有编织铜网在一边拧成一股。剥去芯线的绝缘层约 2mm，用烙铁和焊锡给芯线与屏蔽网搪锡。



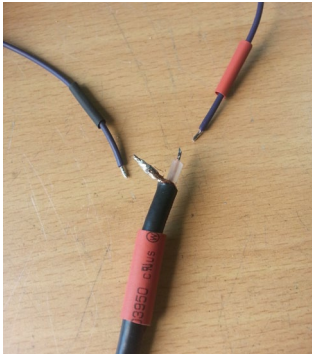
馈线剥去1cm长外皮



为芯线与屏蔽网搪锡



搪锡完毕的状态



区分导线，套上热缩管

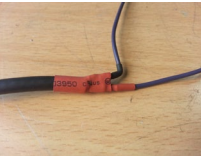
将两根振子线分别对应于馈线的芯线和编织铜网，套上不同颜色的热缩管以区分。



焊接导线



套入馈线的热缩管



密封完成

焊接好以后，套入热缩管，用热风枪或者打火机烤烧热缩管使其收缩，再套入馈线上的热缩管，使其密封成为一个整体。

缠绕鱼竿

使用扎丝捆绑在鱼竿末梢，如果觉得这段鱼竿过细，可以剪掉这一小段。

将振子稀疏缠绕在鱼竿上，一小节鱼竿缠绕一圈，不必太密集，主要目的是不让振子掉下来。不缠绕而是每隔一段用扎带或者扎丝



连接端点固定



馈电点固定

固定也行。辐射是靠导线，鱼竿只起一个支撑作用。理论上说，任何长度在 5m 以上且强度足够的材料均可作为支撑，只不过鱼竿是最为轻便、最为易取的而已。

馈电点处的馈线用扎带固定在鱼竿上，可以用两根扎带以保证强度，垂下的振子折 90° 方便垂下。

馈线足够长的话，可以在馈电点出来的地方绕 8 ~ 10 匝直径 15 ~ 20cm 的圈，不必太在意圈数和直径。空心巴伦就是这个形状的，是“扼流圈”类型的巴伦。

经过我的实际使用，在馈电点处加入巴伦和不加巴伦，效果差不多。有个奇特的现象：加了巴伦后，垂下的振子位置对谐振点的影响比较大，不加巴伦的时候，影响反而很小。



鱼竿顶端下垂不是很严重



架设鱼竿天线仰视图

架设

利用周围一切可以利用的条件固定鱼竿，千万要注意的是，固定点要足够坚固，否则鱼竿掉到楼下，问题就严重了。在伸出去之前请再次确认鱼竿各节之间是否牢固接触，必要的时候可以使用胶带缠绕各节的连接处。

下垂的振子离墙越远越好。越远，墙体对谐振频点的影响就越小，辐射效率也会更高。

测试

如果单边振子长度 5m 控制很严格，此天线几乎可以免调试。使用 KVE-60C 天线分析仪对鱼竿天线进行驻波和阻抗的测试。

1. 驻波曲线

使用天线分析仪的曲线切换功能，切换到阻抗曲线，此时天线在 14.260MHz 附近的复合阻抗为 46Ω ，接近 50Ω 。复合阻抗越接近 50Ω ，匹配就变得越容易（针对 50Ω 输出阻抗的设备）。



全频段扫频测试，驻波曲线

2. 阻抗曲线

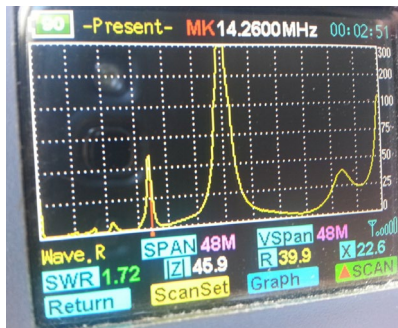
48MHz 扫宽下观察电阻曲线图，在复合阻抗接近 50Ω 的时候，电阻越大，辐射效率越高，通过天线发射出去的电波就越多。测试此鱼竿天线电阻约为 40Ω ，接近 50Ω 标准值。



全频段扫频测试，阻抗曲线

3. 电阻曲线

一般来说，电抗值越小，天线效率越高。遗憾的是，我们只知道电抗的数值，却不知道它的正负，所以无法决定是加感还是加容来微调天线。不过，对于鱼竿天线这样的“入门级”天线来说，似乎这个问题不那么重要了。毕竟，我们解决的是有无的问题，并非最优解。在 14MHz 附近，电抗值不是那么高，大约有 6MHz 带宽的频率，电抗值都在 10Ω 到 50Ω 之间徘徊。对此结果我们比较满意，毕竟环境的影响在不同天线上表现得不一样。



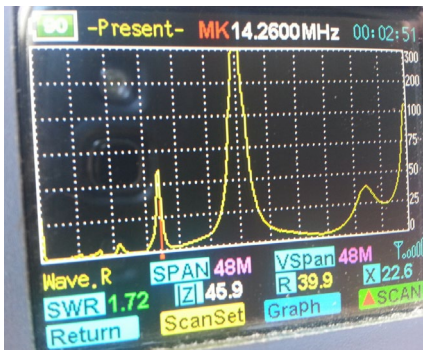
全频段扫频测试，电阻曲线

4. 电抗曲线

为了精确显示结果，我们不妨把扫宽进一步减小到 2.4MHz。这样，每小格就是 0.2MHz 了。减小扫频宽度，会得到更准确的曲线图，在图中可以看到谐振点在 14.172MHz，谐振点复合阻抗 58.6Ω ，电阻 57.8Ω ，电抗 9.5Ω 。完美的天线状态应该是阻抗接

近 50Ω ，电阻接近 50Ω ，电抗接近 0。测试结果接近完美状态，相信性能也会很不错的。

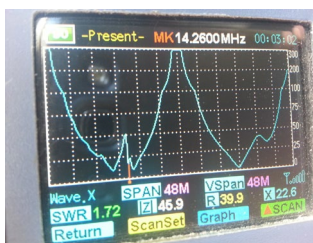
驻波 2.0 以内的部分，大约是 14.172-0.24=13.932 (MHz) 到 14.172+0.24=14.392 (MHz)，带宽大约是 0.46MHz，能完美覆盖业余段 14.000 ~ 14.350MHz 的范围。



全频段扫频测试，电抗曲线

5. 驻波曲线

使用天线分析仪的单频点测试功能对 14.160MHz 测试。这样能更清晰的看到各个参数的实时对比。较小扫宽得到的数据比较大扫宽得到的数据更具准确性。



扫频宽度减小，驻波曲线



单独在 14.160MHz 看各个参数

实战使用

经 20W 电台 FM 模式下连续发射与钻石 SX600 功率驻波表测量，天线驻波值最小点出现在 14.180MHz，与天线分析仪测得的数据一致。14.000MHz 至 14.500MHz 范围内测得的驻波值均小于 2，达到设计要求。

接上 FT-817ND，使用 5W 功率，在测试当天 17:40 和日本的高见先生 (JH4CBM) 在 14.275MHz 建立了有效联络，收到高见先生信号报告 59，高见先生返回信号报告 58，两地之间距离 2 560km。能通联到中国重庆的 QRP 电台，高见先生表示很高兴。

1. Aug 07 20 09 10 14 25 JH4CBM USB 58 59 高见先生，日本松江县，5W QRP, 2560km

通联 JH4CBM 的日志

后记

通过我的介绍，不知道您对鱼竿天线的制作与用处是否有了更多了解？在没有条件安装更好的天线的情形下，DIY 一根鱼竿天线用来 QSO，先解决最基础的通联问题，再考虑优化和改进。让我们一起体验神奇的鱼竿天线、神奇的 QRP、神奇的 HF！