

米波段通讯天线的制作和架设

10米频段是 HF 频段中频率最高的频段，这个频段有着许多神奇的特性，在传播开放时由于电离层的衰减很小，即使只用很小的发射功率就能进行出人意料的远距离的通讯。10米频段因频率较高，天线的尺寸较小，容易自制和架设，而且制作所用的材料成本低廉，只要按照一定的要求进行制作、架设和调整，即可自制出与产品天线相媲美的天线。拥有一条性能良好的天线比选择一部性能优越的收发信机重要。在此笔者介绍四种容易制作，成本低廉，效果不错的天线。



(一)1/2波长垂直天线

这种天线的基本结构是把两条1/4波长振子上下垂直架设（如图一）。天线在水平面上是无方向性的，可以随时和360度各方向的电台通联。在垂直方向是约3~5度的低辐射角，天线收发的是垂直极化波，是一种适合作远距离 DX 通讯的天线。

名 称	规 格	数 量
铝管	直径15mm 长2.5m	2
塑料管	电工用 PVC 内径16mm 长35cm	1
毛竹或木杆	直径40mm 长5m	1
铜螺丝	4mm x 25mm	2
线耳	4mm 用	2

U 型夹	与主杆直径对应	6
绝缘胶布	馈线防水用	若干
扎带	固定电缆用	若干



●制作

天线所用的材料如表一所示，都是采用容易买到的廉价的东西，一般只要花上一个上午就可买齐。天线的支撑主杆采用约5米长的毛竹或木杆（主杆长一点对电波的辐射有利，但天线的机械强度会降低，要加拉线补强），毛竹要挑结实笔直的，若采用木杆最好要预先涂上几层油漆，以提高耐侯性。把铝管的一头按照图三中所示的部位和尺寸套着电工用 PVC 管钻洞。用铜螺丝把塑料管和两条铝管振子连接固定起来。注意 PVC 管的一边的孔是大一点的，以使螺丝头能与铝管接触。把同轴电缆分别抽出约20mm 芯线和屏蔽线，分别焊上线耳。把同轴电缆的芯线接到准备架设在上面的铝管的铜螺丝上，把屏蔽线接到下面的铝管的铜螺丝上。用绝缘胶布缠绕在接头和同轴电缆上，使天线和电缆防水。用 U 型夹把铝管振子固定在主杆上，U 型夹可以利用旧的电视天线上的。同时用扎带把电缆固定好。在铝管振子顶上安上一个瓶盖之类的盖子，防止雨水进入铝管振子里面。

天线的材料也可以利用你手头上容易找到的东西代替。并且在架设时也可以依据实际情况进行变化。例如，若 PVC 塑料管不好找时，可以不用，只要使上下两根铝管振子相隔约5mm 固定在

主杆上，同轴电缆直接用铜螺丝和两振子端连接就行了（如图一中的示意图），只不过这样一来，天线的防水性能就会差一些，在下雨较小的地方估计影响不会很大。天线振子也可以用多种金属材料来替代，如铝型材、电工用铁穿线管、细铁水管和空调机铜管等等。U型夹可以用铁丝或尼龙绳等代替，只要能把振子结实地固定在主杆上就行。主杆也可以采用1寸铁水管，这时天线也可以如图二那样架设，天线振子和拉线构成上下1/4波长振子。拉线既有固定天线主杆的作用，又有作为天线地网的作用，拉线的绝缘子既可以用厚的环氧树脂板加工，也可以用后面介绍的方法用塑料管等绝缘材料制作，这样制作出来的天线同样工作得很好。而且，天线树立起来看起来就是十足专业天线的样子。

●架设

把各部分组装好以后，检查固定连接是否结实，之后找几个人帮忙，一起把主杆竖立起来。天线的架设地点对天线的性能很重要，应选择开阔无阻挡的地方（如楼顶、屋顶等），尽量避开高压线、电话线、电视天线、铁架或其他金属物体，以免互相干扰和影响。天线要尽可能地架高，以提高其效能。在天线未调整好之前，先虚固定或用人在下面撑着，等天线完全调整好以后，再对天线进行紧固定。一般若主杆靠墙固定，用两三个Ω型的铁卡分上中下三个地方固定，就能十分稳固了。若主杆没有稳固的依靠，就要先想办法固定主杆的底部使其不能移动，然后在用三到四条绝缘拉绳分别从三到四个方向把主杆拉稳。在放拉绳时要几个方向同时平均用力，否则主杆会因受力不均匀而折断，留一个人在主杆底监测主杆是否垂直兼作指挥，当同时把拉绳拉紧而且主杆垂直时，这时即使摇动主杆不会晃动，就可把拉绳固定。

●调试

这种天线的调整很简单，天线架设完成后，在机器输出端接上SWR表，通过调整上下振子的长度或者拉线振子的角度，对天线的驻波比（SWR）特性进行调整，使天线与馈线电缆获得良好的匹配，以提高天馈线系统的效率。

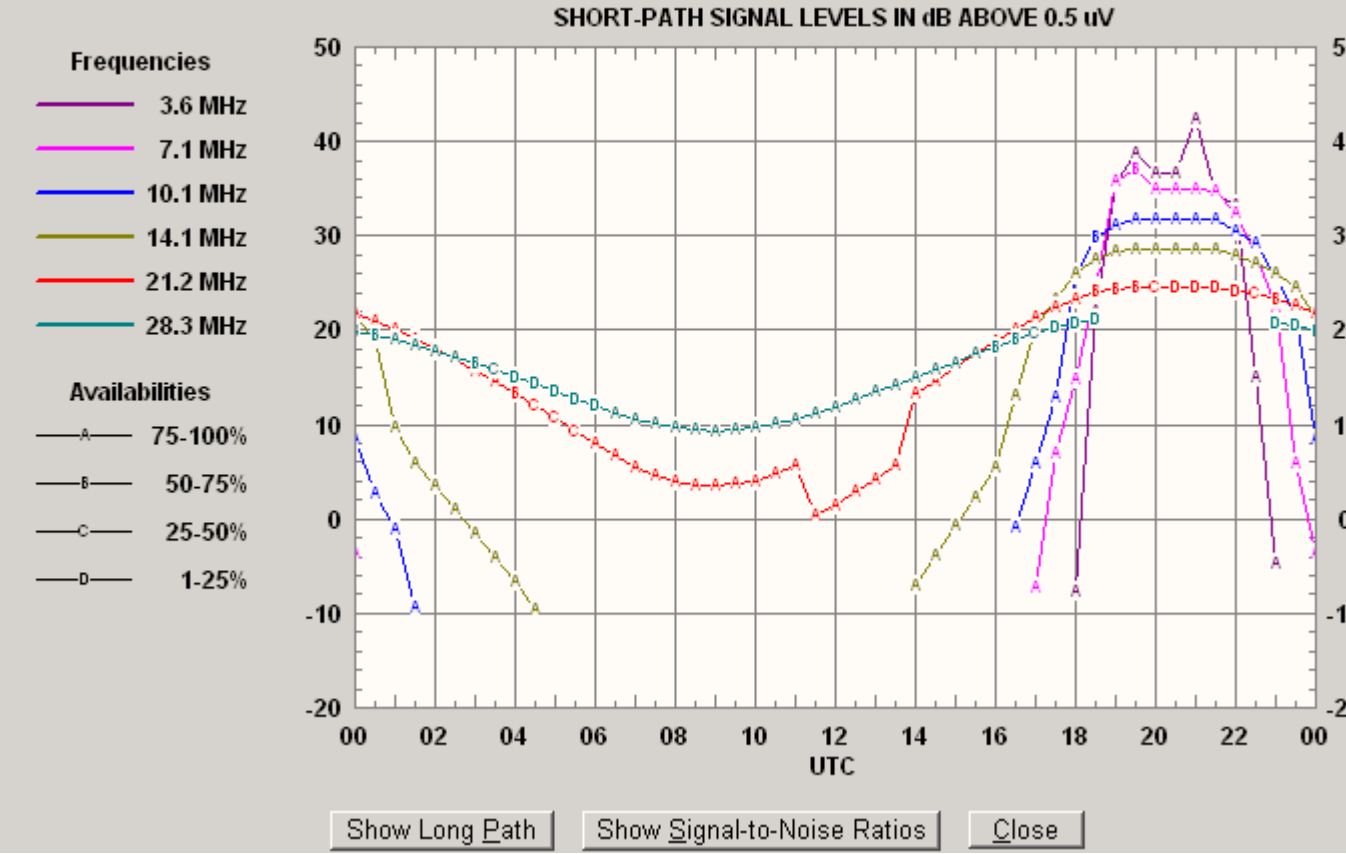
Geomagnetic Indices		
Ionospheric Condition	K index	A index
Quiet	0-1	0-7
Unsettled	2	8-15
Active	3	16-29
Minor storm	4	30-49
Major storm	5	50-99
Severe storm	6-9	>99

(二)1/4波长缩短型天线

在移动运用或架设地方狭窄，使用上面介绍的全尺寸天线就显得庞大；一些住在楼房的业余无线电爱好者，由于种种原因不能在楼顶上架设天线，这样架设天线就成为一件非常令人伤脑筋的事情。因为在钢筋水泥楼房的室内是无法收发信号的。所以，可能的办法是从阳台或窗口伸出小型的天线进行 QSO。1/4波长缩短型天线就是让这些 HAM 也能实现 DX QSO 的梦想而设计的天线。

这种天线的结构和原理如图四，是把原来1/4波长的振子缩短，并在振子的端部加入一个加感线圈，使得缩短后的天线的电气长度与原来相等，而另一半振子通过接地实现。加感线圈上设置了若干的抽头，用于对天线进行调整。若是打算把天线设置在固定的地方运用的话，也可以通过先试验确定加感线圈的圈数，就不用抽头，这样天线就更美观，耐候性也更好。

TERMINAL A: 32.00 N 118.00 E ba4rf Sunrise/Set: 2153/1017 UTC Bearing to B: 301.8
TERMINAL B: 8.50 N 12.50 W Sierra Leone Sunrise/Set: 0644/1850 UTC Bearing to A: 46.8
SSN: 207.8 Flux: 250.0 K: 1 Path Length: 1309



●制作

天线所用的材料如表二所示，理论上天线的振子越接近 $1/4$ 波长，天线的效率越高，因此，在架设条件允许的话，铝管应尽可能的长。买的铝管和塑料管最好选用使铝管能刚好插进塑料管的尺寸，这样不但加工方便，也使制作成的天线机械强度高。若打算把天线作移动运用时，铝管可以用拉杆天线代替。先按照图五所示的尺寸加工铝管和塑料管。加工完成后就开始绕线圈，把漆包线一头去掉绝缘层并用铜螺丝固定，在塑料管外间绕约20圈，隔3圈做一个抽头（如图五），刮

掉漆包线的绝缘层再焊上裸铜线。一般铝管振子越长，需要的线圈圈数就越小，当振子等于1/4波长（2.5米）时，就不需要加感线圈了。若要提高加感线圈的耐候性，当线圈制作完成后，在线圈外涂上环氧树脂，若加感线圈没有抽头，也可用热缩胶管密封。铝管振子与线圈用预先焊好线耳的绝缘导线连接。

名 称	规 格	数 量
铝管	直径15mm 长约1.8m	1
塑料管	电工用 PVC 内径16mm 长30cm	1
漆包线	直径1.2mm 长约1m	1
铜螺丝	4mm x 25mm	4
铜螺丝	4mm x 20mm	2
线耳	4mm 用	2
U 型夹	与主杆直径对应	1
绝缘电线	2mm 长2.5m	1
鳄鱼夹	切换线圈抽头用	1

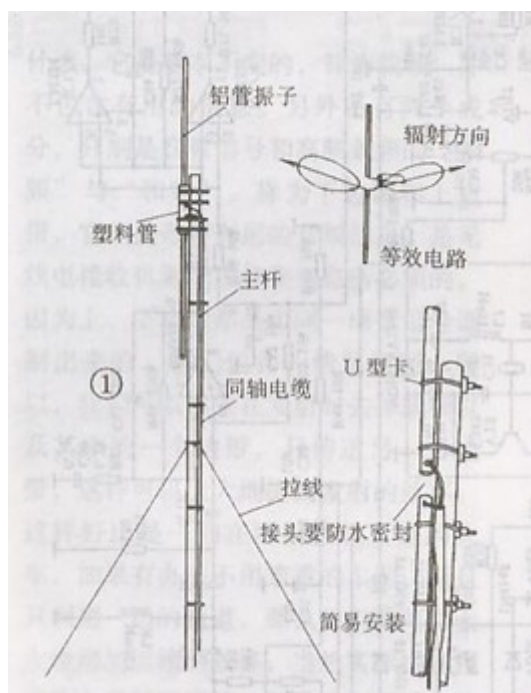
●架设

为了使天线产生最大的效能，注意配合自己的阳台或窗口，天线要尽量架设在远离建筑物的位置。天线可以斜上45度地伸出去，当在上面没有阻挡时可以垂直地设置，也可以水平地伸出去（如图四），利用原有的凉衣架来固定本天线是个好办法。由于这种天线属于接地型的天线，接地的好坏会决定天线的性能和辐射效果，但要在阳台或窗口上装置真正的接地是不容易也是不现实的。可以试试利用阳台的栏杆或窗口的金属部分来代替接地看看。在靠近天线馈电点的地方钻一个小洞，用自攻螺丝把电缆的外屏蔽层接上，最好外屏蔽层焊个线耳，这样就可使连接既方便又牢固。连接好以后，要进行防水处理，防止日后生锈造成许多麻烦（如图五的示意图）。另外，也可以把电缆的外屏蔽层接上一到两条2.5米长的电线来代替高频接地，电线要尽量拉直，与天线振子成90到130度张开，以不影响美观和他人为妙（如图四）。

●调试

首先，接上 SWR 表，一边改变加感线圈抽头的连接，一边测量天线的驻波比，若接地正常的话，驻波比应该可以下降到非常低的值。当调试到最低点仍嫌驻波比太大或者驻波比无法调小时，就说明接地有问题。检查电缆的外屏蔽层和接地的连接是否可靠，作地线的电线伸展得是否足够，天线的周边是否有金属物的影响等等。最后，还要确认一下所用的电缆是否50欧姆的。若在没有驻波比测试仪器的情况下，只能根据接收效果来粗略调整，因为天线具有收发两重性，接收效果好的天线，发射效果也是好的（当然反过来也是一样的）。把接收机调到灵敏度最高，调整加感线圈抽头，使接收到的噪声或信号最强（最好能请本地的 HAM 发射信号协助调试），然后试改变作地线的电线位置或与天线所成的角度，寻找信号最强点。试发射信号，请本地的 HAM 确认你的信号强度，不断调整加感线圈抽头和地线位置直至对方接收到信号最强点。

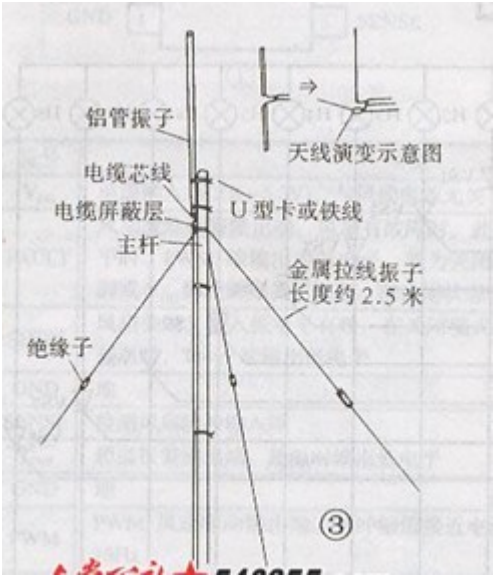
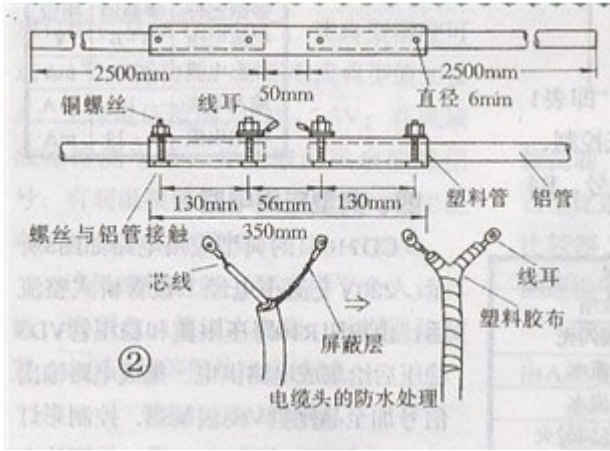
这种天线不单可以应用在10米频段，通过增加或减少加感线圈的圈数，还可以使天线工作于其他的业余频段。当调试熟练后，转换频段只要转换加感线圈的抽头就可以。要获得精细的调谐，就要制作更多的抽头，或者采用天线调谐器。



(三)倒“V”型天线

垂直天线是没有方向性的，能够接收四面八方的信号包括干扰噪声等。如果希望常与某个方向的电台进行通讯，又或者需要避开某个方向的干扰的话，就可架设倒“V”型天线（如图六）。倒“V”型天线的水平方向辐射图是8字型的，天线在0和180度辐射最大；而在90和270度几乎没有辐射。倒“V”型水平天线收发的是水平极化波，而一般地面上的干扰大多表现为垂直极化波。因此，倒“V”型水平天线的接收噪音和抗干扰性能比垂直天线好。倒“V”型天线在性能上可能

不如水平1/2波长偶极天线好，但这种天线所用的支撑主杆只用一根，安装架设相对比较方便，调整也相对容易。



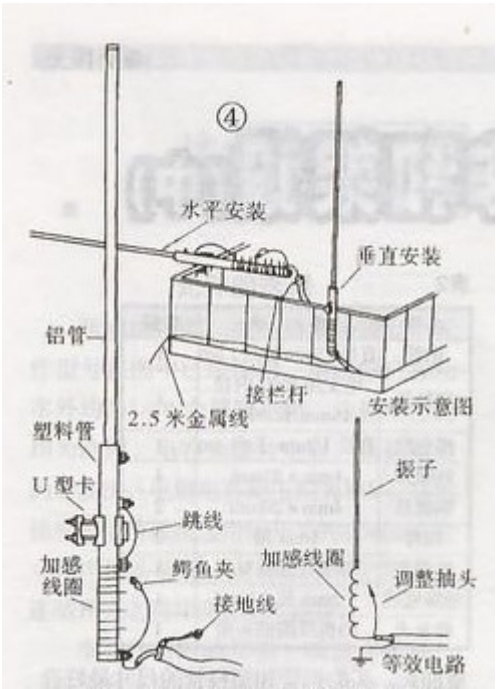
●制作

天线所用的材料如表三所示，先把PVC塑料管裁好，因为它只是作为绝缘和支撑的功用，因此也可以利用手头的其他绝缘物代替。按图七的尺寸钻好洞。因振子并不太长，因此振子采用较粗的2mm绝缘导线制作，当然也可以用裸铜线或裸铁线等代替。把作振子的绝缘电线焊上线耳，穿过塑料管上的洞打结固定好，把电缆和振子拉线连接好，做好防水措施后，就完成了天线的馈电部分的制作。再用U型夹把塑料管馈电部分固定在主杆上（如图七所示）。绝缘电线的另一端穿过作绝缘子的塑料管后，先假固定，不要扎死结，以方便以后进行调整。导线可以先预留长一些，这样就可避免发现振子短了以后要接长导线。在靠近天线馈电点的地方，把电缆以80mm的直径绕成一个约9圈的线圈（如图六），作为平衡-不平衡转换器，然后固定在主杆上。当然也可以采用产品的平衡-不平衡转换器，甚至不用。不过若不用平衡-不平衡转换器的话，在电缆的屏蔽层外就有高频电流流过而产生寄生辐射，不但扰乱天线的辐射方向图，同时会引起TVI（对电

视机的干扰)等干扰。绝缘子可以用其它绝缘材料制作,也可以干脆不用,用作拉线的尼龙绳直接打结绑住振子端头,只是这种做法其耐久性差一点,但用作移动运用临时架设时就没有问题。振子的拉线最好采用金属以外的材料,以免拉线影响天线的辐射。主杆采用4~6米长的毛竹或木杆(主杆不能过短,否则辐射效果会大打折扣)。主杆也有用铁水管的,但据说金属的主杆对天线的方向图稍有影响,我没有认真比较过差别。

●架设

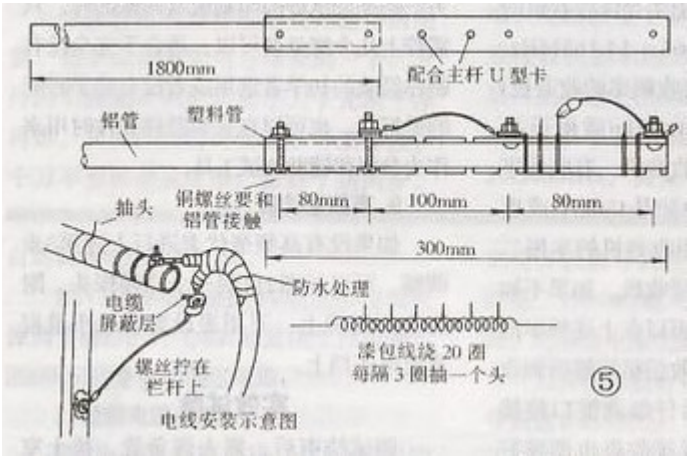
名 称	规 格	数 量
绝缘电线	直径2mm 长约2.5m	2
塑料管	电工用 PVC 内径16mm 长15cm	3
尼龙绳	直径1.75~2mm 长7m	2
毛竹或木杆	直径40mm 长5m	1
铜螺丝	4mm x 25mm	2
线耳	4mm 用	4
U 型夹	与主杆直径对应	6
绝缘胶布	馈线防水用	若干
扎带	固定电缆用	若干



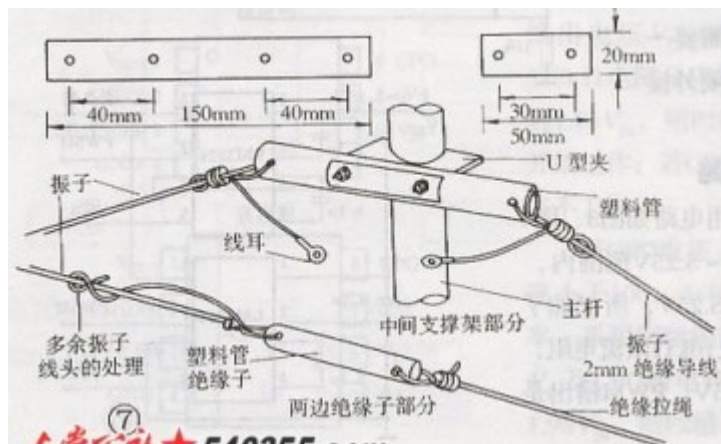
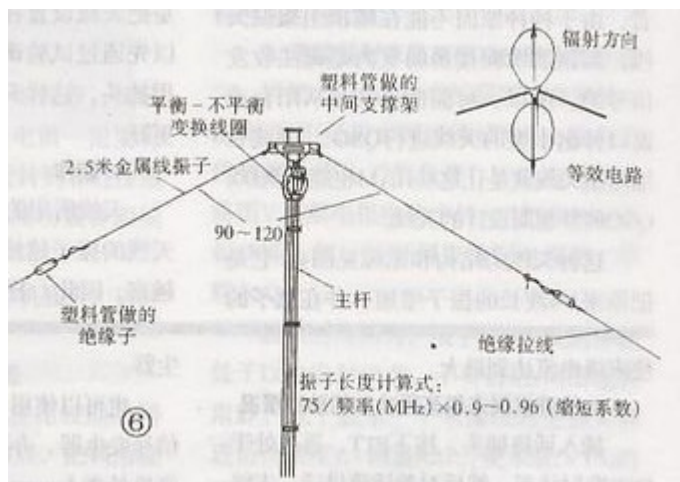
各部分安装完成后，小心竖立起主杆然后固定好主杆的底部。慢慢向两边拉开振子线，最好一个人拉一边振子，一个人扶住主杆并察看主杆的垂直情况。振子拉好后先进行假固定，等完全调整后再对拉绳进行紧固。两边振子应尽量在一个平面上（成180度）拉开，这个平面应正对着你欲通联的方向。同时两边振子与主杆所成的夹角应尽量相等；天线的两臂夹角应在90到120度之间，可以获得最佳的辐射效果，同时可获得与电缆的匹配。若夹角小于90度，两臂的辐射会部分抵消，使天线的辐射性能变差。若夹角大于120度，天线将变成水平偶极天线的性能。振子端离地面或楼面的距离应在2米以上。若振子两端太靠近地面（楼面），会产生电容效应，地面（楼面）会吸收损耗一部分电波。当主杆竖立垂直并拉好振子后，发现主杆不牢靠，应在主杆的适当地方加尼龙绳等绝缘材料拉线进行补强，以提高天线的安全性，对此绝不能掉以轻心。

●调试

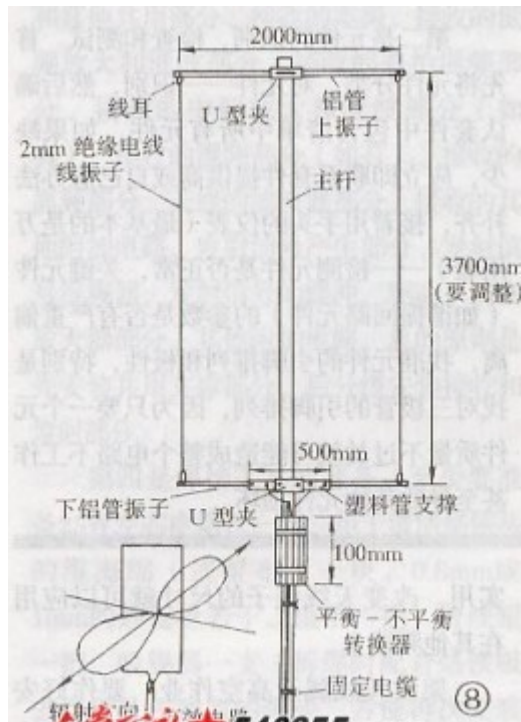
制作天线振子的导线可以预留长一些，在两端捆绑时留出一点线头。天线架设完成后，接上 SWR 表大致测试一下天线的 SWR，调整发射频率，确定天线的谐振频率，在发射信号调试天线时，功率要尽量减少，以免造成干扰和损坏发射管。若天线的谐振频率偏低，可适当缩短振子的长度或使天线两臂的夹角增大。缩短振子的长度时并不用真的剪短振子，而是把天线的端头缩短后缠绕捆绑起来就可以（如图七）。当发现天线的频率偏高时，还可以放松出来。这样，经过逐步地修整，可使天线的 SWR 最小。



当天线没有加入平衡-不平衡转换器或电缆自制的平衡-不平衡转换器的圈数不足时，会出现两臂振子的长度不相等，天线的 SWR 才能调好的现象。



天线调整测试时，人应远离天线，否则天线调整的结果不准确。天线调试完成后，紧固好天线的固定点，确保天线牢固可靠。

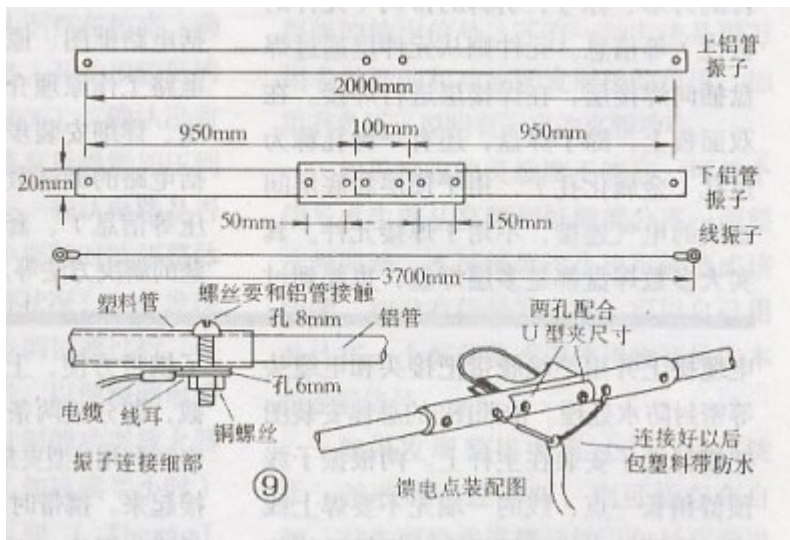


(四)框型天线

框型天线不但有方向性，而且比偶极天线的增益高，因此接收和发射的效能更好。框型天线天线的周长约为1个波长，横向支撑是用铝管制作，为了左右绝缘，用 PVC 塑料管支撑馈电部分，纵向振子是用直径2mm 绝缘电线制作，调整线的长度可以使天线 SWR 降低（天线总体安装图如图八所示）。框型天线的馈电和倒“V”型天线一样是平衡的，所以在与50 Ω 同轴电缆连接时，要进行平衡-不平衡转换。这种天线等效为两条1/4波长垂直天线，水平面的方向性为尖尖的8字型。

●制作

天线所用的材料如表四所示，都是垂手可得的平常物品。购买材料时要注意铝管的外径和 PVC 塑料管的内径配合。按照图纸的尺寸加工铝管和塑料管，用钢锯锯开铝管后在其端部会产生许多毛刺，使铝管不能顺利插入塑料管里，因此，要用锉刀磨去这些毛刺。把铝管按图九的尺寸插入塑料管内并略加临时固定，然后把铝管和塑料管一起钻孔，这样做的好处是可以使钻出来的孔都能对位准确。但要注意的是，如果钻头不锋利，再加上钻的时候用的压力太大的话，会使铝管的铝锋口嵌入外面的塑料里，卡住铝管而不能再拉出来。所有的孔钻好后，拉出铝管，按图中所示在塑料管的一边打四个大孔，以使螺丝头能陷进去与铝管接触。完成各铝管的加工和装配后，把电缆接上并用绝缘胶带把接头和电缆头等密封防水处理。依照图八中的总体安装图所示把横杆管子安装在主杆上。两根振子线预留稍长一点，线的一端先不要焊上线耳，等调整完成后焊上。把振子线临时固定在两根铝管振子之间。



●架设

全部元件都安装妥当后，把同轴电缆以约100mm 的直径绕成一个约9圈的线圈，作为平衡-不平衡转换器，用绝缘胶带固定好形状后，再用扎带牢固地固定在主杆上（如图八所示）。如果找不到 U 型夹，可以用铁线等固定横杆，但是调整时没有 U 型夹来得方便。把整个天线架设起来后，若用的主杆太细会有头重脚轻的感觉，这时就要另加绝缘拉绳固定。因为天线有方向性，若要求天线要随时旋转，就要考虑加上能使天线灵活转动和锁定的措施。一般的做法是先用角铁焊接一个铁塔架，里面安装电动的旋转器带动天线旋转。如若打算把本天线用于移动运用，可以预先制作并调试好各振子。为了携带方便，上部铝管振子可以裁成两截，即分成两条长约1米的铝管，使用时中间利用 U 型夹加补强条再把两条铝管驳接起来。携带时拆分成四跟振子连两条振子线、螺丝、U 型夹等，放入一个钓鱼竿袋里。到设置地点，把主杆竖起来，只需约二十分钟就可架设起来使用，十分方便。

●调试

名 称	规 格	数 量
-----	-----	-----

铝管	直径15mm 长约2m	2
塑料管	电工用 PVC 内径20mm 长50cm	1
绝缘电线	直径2mm 长约3.7m	2
水管、毛竹或木杆	直径40mm 长5m	1
铜螺丝	6mm x 25mm	8
线耳	6mm 用	6
U 型夹	与主杆直径对应	2
绝缘胶带	馈线防水用	若干
扎带	固定电缆用	若干

这种天线主要是靠调整纵向的绝缘电线长度来进行，接上 SWR 表大致测试一下天线的 SWR，调整发射频率，确定天线的谐振频率。一般稍微切短预先留长的绝缘电线，就能在工作频率上获得最低的 SWR 值。等 SWR 调整完成后，再把线耳焊上，固定各部分螺丝，然后把全部螺丝连接处用绝缘胶带进行防水处理，务求使天线能承受得住今后的风风雨雨。

以上所介绍的天线都是很适合入门级的业余制作的，不但材料的要求比较灵活，而且制作的重复性好，调试简单而实用。改变天线振子的尺寸就可以应用在其他频段上。很多朋友在星期天上午到五金店等把零件材料买齐，下午进行制作，傍晚找几个朋友架起来，晚上就可以 QSO 了。对于喜欢玩移动通讯的 HAM，可以先制作好各部分，到达移动运用地，充分地形地物，依靠能找到的材料，就可以在半个小时之内架设起来，和各地的 HAM 联络了。

架设天线属于高空作业，要作好安全保护措施，严防人员和物体从高处掉下。切莫掉以轻心，牢记安全第一。天线不要架设在牢靠或者靠近电力线路的地方，就算勉强架起来，也令人日夜担心，带来无尽的烦恼。在下雨和打雷时要暂停施工，下雨使施工场地湿滑、环境变得恶劣，容易导致危险，而且，潮湿的环境会影响天线的特性，使天线的调整不准确。

天线架设好以后，要时时留意天线 SWR 的变化，当 SWR 突然变坏时，就说明天线遭受不测。每年要例行对天线检查两次，查看天线的防水胶带是否有脱落和变质，天线和电缆有否进水，拉线是否松脱，主杆是否牢靠等，发现异常立刻处理。

在业余无线电活动中，秉持业余精神，制作天线就是一项实践业余精神的活动，只要用心制作，细心调整，必会成为一件精巧的作品。