



# 短波通信培训讲义

新维电信有限公司  
北京新维科麦电信有限公司

2009



# 目 录

第一章	短波通信的概述.....	1
1.1	短波通信原理.....	1
1.1.1	无线电波.....	1
1.1.2	无线电波传播方式.....	1
1.1.3	电离层对短波通信的作用.....	2
1.1.4	短波频率范围.....	2
1.1.5	短波的传播途径.....	3
1.2	单边带的概念.....	3
1.2.1	单边带的定义.....	3
1.2.2	单边带的优点.....	5
1.2.3	CCIR 规定的短波发射类型标识符.....	5
1.2.4	短波电台的功率.....	5
第二章	短波天线	
2.1	短波天线的一般原理.....	6
2.1.1	地波天线和天波天线.....	6
2.1.2	行波天线和驻波天线.....	8
2.1.3	天线的仰角.....	8
2.1.4	正确架设天线.....	8
2.1.5	正确铺设和连接地线.....	9
2.1.6	正确选用和正确连接馈线.....	9
2.1.7	电台与天线的匹配.....	9
2.2	短波基站天线.....	9
2.3	短波车载天线.....	10
2.4	短波个人携带台天线.....	13
第三章	HF-90E基站台的安装和使用.....	
3.1	设备的安装和连接.....	14
3.2	基站台的使用.....	14
3.3	基站台的日常维护.....	15
第四章	HF-90E车载台的安装和使用	
4.1	设备的安装和连接.....	
4.2	车载台的使用.....	
4.3	车载台的日常维护.....	
第五章	设备故障的简易检查方法	
5.1	分段检查和替换法检查的概念.....	18
5.2	检查外部工作环境.....	18
5.3	用CN801功率表检查设备.....	18
5.4	短波通信系统易发故障提示.....	19



# 短波通信培训讲义

新维电信有限公司

## 第一章 短波通信的概述

### 1.1 短波通信原理

#### 1.1.1 无线电波

无线电广播、通信、雷达等，都要依靠无线电波来传播。

无线电波一般指波长由100,000米至0.75毫米的电磁波。根据电磁波的传播特性，又分为超长波、长波、中波、短波、超短波等若干波段，其中：

超长波的波长为100,000米~10,000米，频率3~30千赫；

长波的波长为10,000米~1,000米，频率30~300千赫；

中波的波长为1,000米~100米，频率300千赫~3.0兆赫；

短波的波长为100米~10米，频率为3.0~30兆赫；

超短波的波长为10米~1毫米，频率为30~300,000兆赫（注：波长在1米以下的超短波又称为微波）。

频率与波长的关系为：频率=光速 / 波长。

电波在各种介质及其分界面上传播的过程中，由于反射、折射、散射及绕射，其传播方向经历各种变化，仅由于扩散和介质的吸收，其场强不断减弱。为使接收点有足够的场强，必须掌握电波传播的途径、特点和规律，才能达到良好的通信效果。

#### 1.1.2 无线电波传播方式

##### (1) 地波（地表面波）传播

沿大地与空气的分界面传播的电波叫地表面波，简称地波，传播途径如下图所示。其传播途径主要取决于地面的电导特性。地波在传播过程中，由于能量逐渐被大地吸收，很快减弱（波长越短，减弱越快），因而传播距离不远。但地波不受气候影响，可靠性高。超长波、长波、中波无线电信号，都是利用地波传播的。短波近距离通信也利用地波传播。



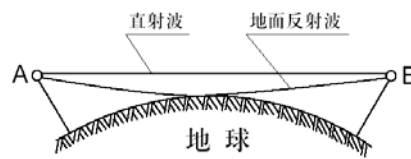
地波传播示意图

##### (2) 直射波传播

直射波又称为空间波，是发射点从空间直线传播到接收点的无线电波，传播途径如下图所示。由于地球表面曲率，直射波传播的距离限于视距范围。在传播过程中，它的强度衰减较慢。超短波和微波通信都属于直射波传播。

直射波通信，接收点的场强由两路组成：一路由发射天线直接收收天线，另一路由地面反射后到达接收天线，如果天线高度和架设方向不当，容易造成相互干扰。

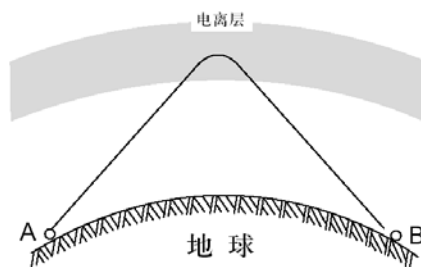
限制直射波通信距离的因素主要是地球表面弧度，以及山、楼房、树林等障碍物，因此超短波和微波天线要求尽量把架设高度增高，以便增加通信距离。



直射波传播示意图

### (3) 天波传播

无线电波由天线向高空辐射，遇到大气电离层折射后返回地面，称为天波，传播途径如下图所示。电离层只对短波波段的电磁波产生反射作用，因此天波传播主要用于短波通信。



天波传播示意图

#### 1.1.3 电离层对短波通信的作用

电离层对短波通信起着主要作用。

电离层指距地面大约60公里至2000公里之间处于电离状态的高空大气层。上疏下密的高空大气层在太阳紫外线、太阳日冕的软X射线和太阳表面喷出的微粒流作用下，气体分子和原子中的电子分裂出来，形成离子和自由电子，这个过程叫电离。产生电离的大气层称为电离层。

电离层分为D、E、F1、F2 四层。其中：

D层高度60~90公里，白天可反射2~9MHz的频率；

E层高度85~150公里，这一层对短波的反射作用较小；

F层对短波的反射作用最大，分为F1和F2层。F1层高度150~200公里，只在日间起作用，F2层高度大于200公里，是F层的主体，日间夜间都支持短波传播。

电离层的浓度对工作频率的影响很大，浓度高时反射的频率高，浓度低时反射的频率低。电离的浓度以单位体积的自由电子数（即电密度）来表示。

电离层的高度和浓度随季节、时间、太阳黑子活动等因素的变化而变化，这决定了短波通信的频率也必须随之改变。

在各种影响因素中，太阳黑子的每日变化非常大，对短波通信影响最大。当太阳黑子数值很高时，电离层对短波信号的衰减很大，信号甚至会穿透电离层，完全不反射，造成一段时间内短波通信大面积中断。

#### 1.1.4 短波频率范围

电离层最高可以反射40MHz的频率，最低可以反射1.5MHz的频率。根据这一特性，短波工作频段被国际电联确定为1.6MHz~30MHz。

#### 1.1.5 短波的传播途径

短波的基本传播途径有两个：一是地波，二是天波。

地波沿地球表面传播，传播距离取决于地表介质的电导特性。海面介质的电导率高，对电波传播最为有利，短波地波信号可以沿海面传播1000公里；陆地表面介质电导特性差，电波衰耗大（不同的陆地表面介质对电波的衰耗程度不一样，潮湿水网地面衰耗小，干燥沙石地面衰耗大），短波信号沿陆地地面一般只能传播十多公里。地波传播不需要经常改变工作频率，但要考虑障碍物的阻挡，这与天波传播是不同的。

短波的主要传播途径是天波。电波由天线发出，经电离层反射回地面，又由地面反射回电离层，可以反射多次，因而传播距离很远（从几百公里至上万公里），而且不受地面障碍物阻挡。但天波很不稳定，在天波传播过程中，路径衰耗、时间延迟、大气噪声、多径效应、电离层衰落等因素，都会造成信号的弱化和畸变，影响通信效果。这正是短波技术界多年来一直致力研究的课题。

## 1.2 单边带的概念

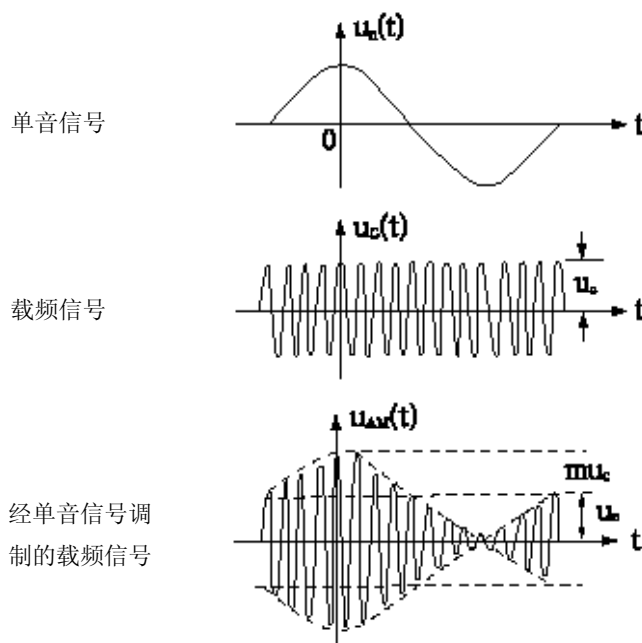
在无线电通信中，传送信息的载体是特定频率的载波（也称为主频）。那么信息又是如何放到载波上的呢？这就引出了“调制”的概念。调制就是将动态信息通过一定形式加到载波上发送出去，接收台收到被调制的载频信号后，再还原成原来的信息。调制分为幅度调制（简称“调幅”）、频率调制（简称“调频”）、相位调制（简称“调相”）三种。中波、短波主要采用调幅方式，超短波一般采用调频方式。

根据国际协议，短波通信多使用单边带调幅方式（SSB），短波广播节目可以使用双边带调幅方式（AM）。因此短波电台也称为单边带电台。

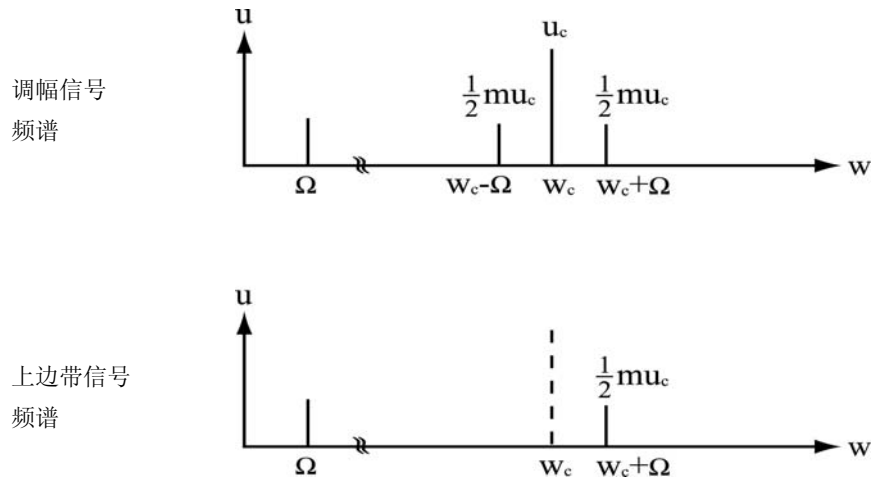
### 1.2.1 单边带的定义

调幅信号的频谱是由中央载频和上下两个边带组成的。将载频和其中一个边带加以抑制，剩下一个边带成为单边带。如果用一个边带再加上部份载频或全部载频，就成为兼容式调幅信号。下面用图示的方法说明单边带信号是怎样产生的。

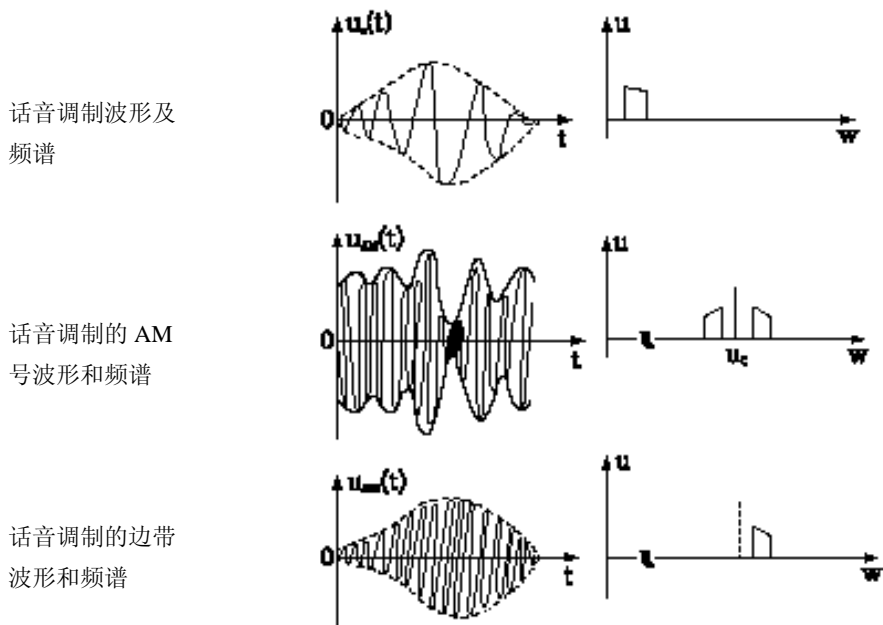
(1) 单音调制的调幅信号波形如下图所示。



(2) 单音调制的调幅信号和上边带信号频谱如下图所示。

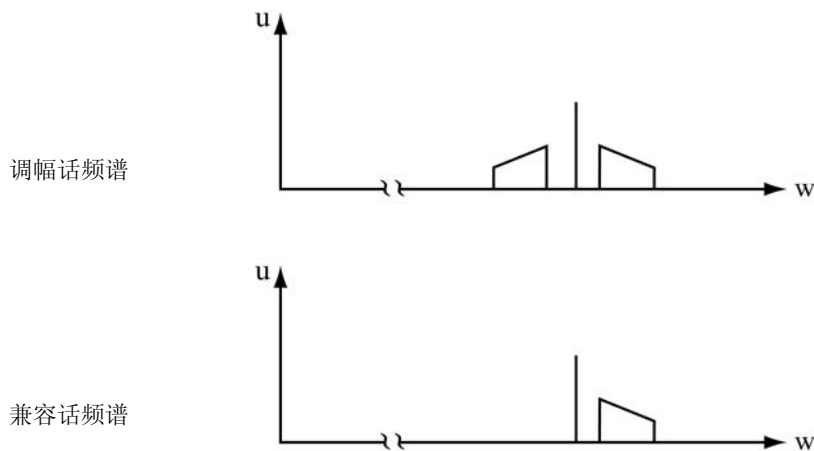


(3) 受话音调制的调幅信号和边带信号波形及频谱如下图所示。





(4) 调幅话与兼容话的频谱如下图所示。



### 1.2.2 单边带的优点

- ① 提高了频谱利用率，减少了信道拥挤；
- ② 节省发射功率约四分之三；
- ③ 减少信道互扰；
- ④ 抗选择性衰落能力强。

综合而言，一部 100W 单边带电台的通信效果，相当于一部 1600W 双边带电台。

### 1.2.3 CCIR 规定的短波发射类型标识符

J3E	单边带，抑制载波（用于短波通信）
R3E	单边带，缩减载波（用于短波通信）
H3E	单边带，全载波（用于短波通信）
A3E	双边带，全载波（用于短波广播）
A1A	高频载波键控（用于莫尔斯电报）

短波发射类型还有很多，这里只列出了有关的几种。在陆地普通短波通信中，最常用到的发射类型是 J3E 和 A1A。

### 1.2.4 短波电台的功率

#### 发射机平均功率

平均功率是指在标准工作条件下，发射机在相当长一段时间内传输给匹配天线的功率平均值。

#### 发射机峰值功率

峰值功率也称为峰包功率，是指在最大信号电平时，在高频载波一个周期内的平均功率，即在包络达到峰值时的高频平均功率，用 PEP 表示。

#### CW 功率

CW 定义为等幅波，因此 CW 功率指在等幅波条件下的发射机输出功率，例如用手电键发报的功率。CW 功率通常比平均功率高一些。

## 第二章 短波天线

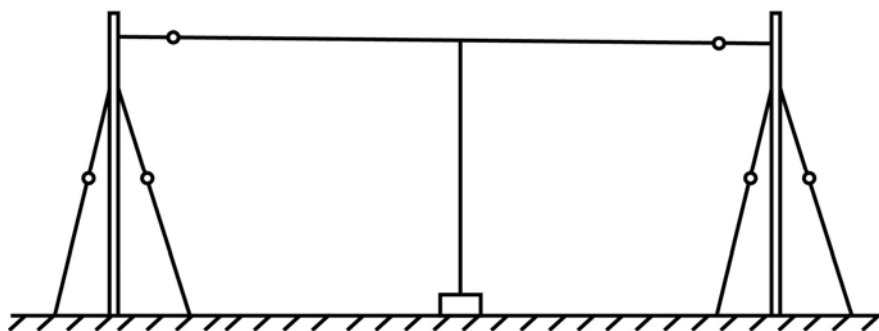
### 2.1 短波天线的一般原理

短波天线种类较多，用途各异。本章对短波天线的原理、分类和使用要点，作简单介绍，重点介绍各种台站的优选天线。

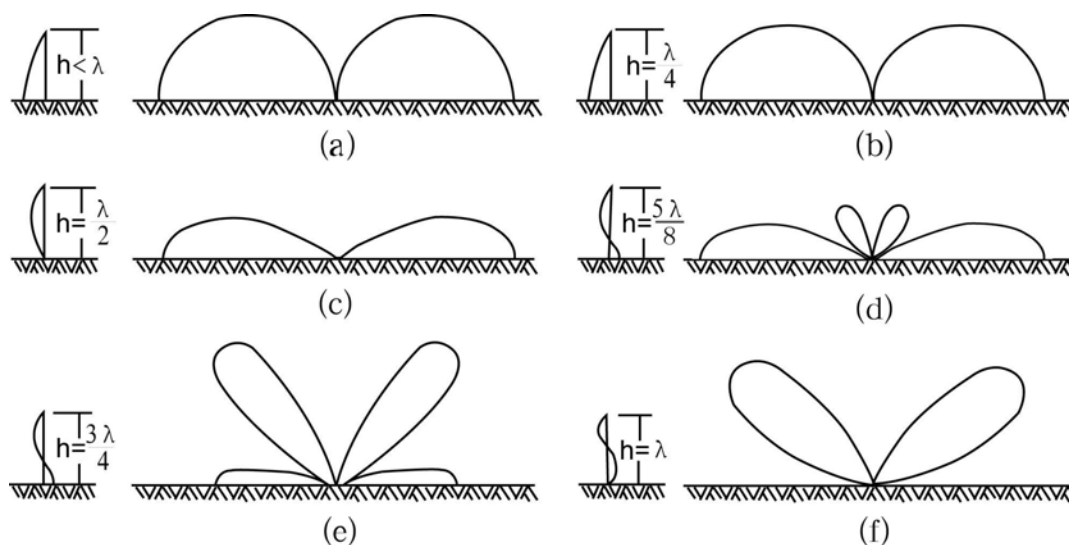
#### 2.1.1 地波天线和天波天线

按照辐射特性，短波天线可分为地波天线和天波天线两大类。

地波天线包括鞭状天线、倒L形天线、T形天线等。这类天线发射的电磁波是全方向的，主要以地波形式向四周传播，故称全向地波天线，常用于远距离通信。典型地波天线和波瓣分布如下图所示。地波天线的效率主要看天线的高度和地网的质量。天线越高、地网质量越好，辐射效率就越高，当天线达到二分之一波长时，辐射效率最高。

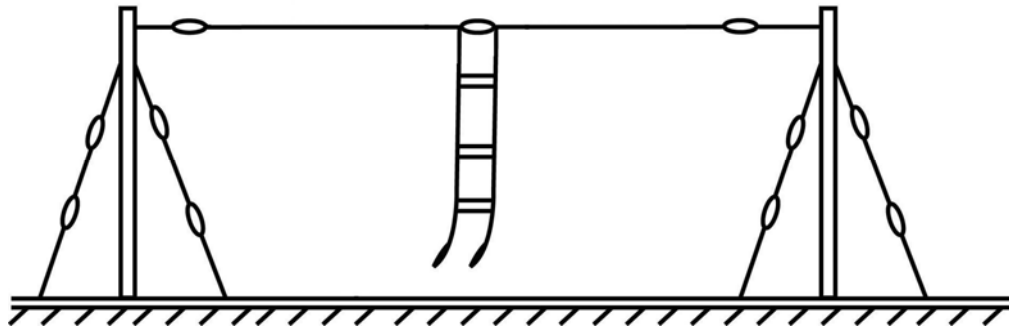


T形地波天线结构示意图

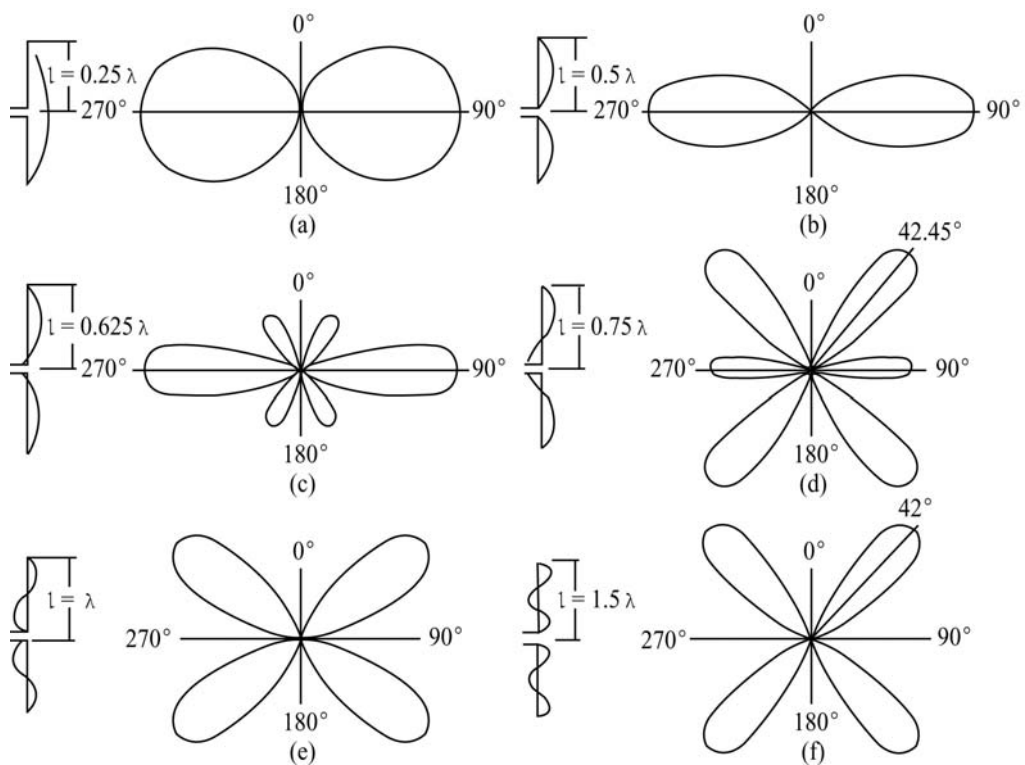


典型地波天线垂直波瓣分布图

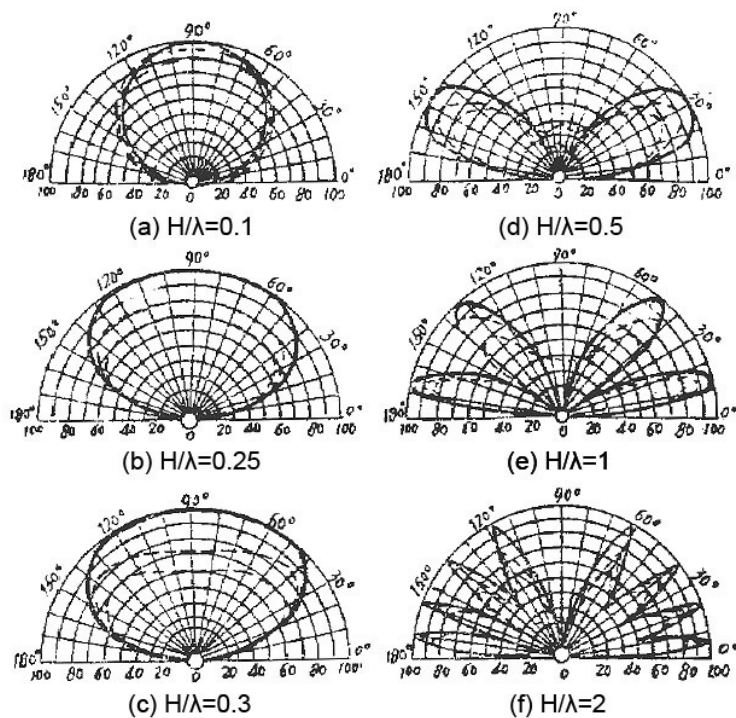
天波天线主要以天波形式发射电磁波，分为定向和全向两类。典型的定向天波天线包括：双极天线、笼形天线、对数周期天线、水平三线天线等，它们向一个方向或两个相反方向发射电磁波，通过天线的架设高度来控制发射仰角（不同仰角适应不同通信距离）。典型的全向天波天线如：角笼形天线、倒V形天线等。它们向全方向发射电磁波，通过也是天线的架设高度来控制发射仰角，典型天波天线和波瓣分布如下图所示。



典型天波天线（双极天线）结构示意图



典型天波天线水平波瓣分布图



典型天波天线垂直波瓣分布图

天波天线辐射效率的简单规律为：水平振子每一臂的长度达到二分之一波长时，水平波瓣主方向的辐射效率最高。天线高度越高，发射仰角越低，通信距离越远；反之，天线高度越低，发射仰角越高，通信距离越近。天线高度与波长之比（ $H/\lambda$ ）达到二分之一时，垂直波瓣主方向的辐射效率最高。

### 2.1.2 行波天线和驻波天线

按照天线振子上的电场分布特性，短波天线可分为行波天线和驻波天线。

行波天线是指在天线振子的终端接有吸收电阻，振子上没有驻波的天线。吸收电阻与天线的特性阻抗相匹配，在无损耗和完全匹配的理想状态下，天线上各点的电流（或电压）的振幅值相等。常见的行波天线有倒V形天线、菱形天线、鱼骨形天线等。

驻波天线是指没有终端吸收电阻，工作在驻波状态的天线。常见驻波天线有双极天线、笼形天线等。

### 2.1.3 天线的仰角

天线的仰角指天线在垂直面发射电磁波最强的方向与地平面之间的夹角。

短波无线链路是利用电离层反射电磁波建立的，因此在垂直面上，最佳发射仰角取决于电离层的高度和通信距离，选择和架设天线应以电磁波反射传播所需要的仰角为设计着眼点，使发射的电磁波经电离层反射到达接收地点时信号最强。

### 2.1.4 正确架设天线

选好适合的天线后，还必须正确架设，才能发挥其性能。

天线的物理结构是不能改变的。但由用户可以按照通信方向、距离、频率，正确确定天线的架设方向和高度。架设天线的场地以开阔地面为好，也可以架在楼顶上。天线高度指天线发射体与地面或楼顶之间的垂直距离。架在楼顶时，高度应按楼顶与天线发射体之间的距离计算。

注意：切忌因为架设场地受限制或图美观，不按规范架设天线，否则很难保证通信效果。

### 2.1.5 正确铺设和连接地线

地线常常被很多用户草率处置甚至忽视，造成通信效果差。短波台站的地线是至关重要的。特别对于行波天线，地线实际上是整个天线辐射体的重要组成部分。短波地线不是交流供电系统的电源地或建筑物的保安地，而是信号地，也称高频地。信号地不能接到电源地或保安地上，必须按有关标准单独在地下埋设接地体。接地体的接地电阻不应大于4欧姆，接地体与接地引线之间必须用编织铜线或大截面优良导体连接，才能起到高频接地作用。良好的高频接地是提高辐射效率降低噪声的前提。

### 2.1.6 正确选用和正确连接馈线

馈线是指从电台输出端至宽带天线匹配器或天调的50Ω同轴电缆。

天线的另一个要点是馈线的选用和布设。馈线是将电台的功率送到天线进行发射的唯一通道，如果馈线不畅通，电台和天线再好，通信效果不会好。选用同轴电缆时要注意线径和衰耗指标。一般应注意几点：①电缆直径越粗衰耗越小；②电缆分为低损耗电缆（发泡介质层）和普通电缆（聚乙烯介质层），二者损耗差别很大；③电缆的铜编织外套如果不密实，传输损耗也加大。市售的各种电缆外观差不多，但性能相差很大，要仔细鉴选，不能只图低价选了劣质电缆或规格过小的电缆，降低了通信质量。

天线在选位和架设时，应尽可能缩短馈线。布设电缆应尽量减少弯曲度，严禁打死弯，以减少射频功率损耗。

### 2.1.7 电台与天线的匹配

理论的“匹配”指达到无损耗馈电，实际上完全无损耗做不到，只能追求低损耗。只有当电台、馈线、天线三者的高频输入输出阻抗尽量一致，才能实现低损耗馈电。短波电台的射频输出输入阻抗通常为 50 欧姆，而天线的特性阻抗一般比较高，因此天线不能直接连接射频电缆，中间必须加阻抗匹配器。阻抗匹配器的输入端阻抗与射频电缆的阻抗一致（50 欧姆），输出端阻抗与天线的特性阻抗一致。阻抗匹配器的最佳安装位置是在天线根部，直接连接振子。

天线和电台之间的匹配状态说明电台的功率有多少从天线发了出去。反映匹配状态的技术指标是电压驻波比（VSWR），简称驻波比。驻波比越大说明匹配越差；驻波比越小说明匹配越好。一般认为驻波比 1.5:1 以下匹配很好，2:1 以下匹配较好，2.5:1 以下勉强可用，3:1 以上匹配很差（不能用）。驻波比大还说明反射功率大，反射过大可能损坏电台。检测驻波比通常是在电台与射频电缆之间串接功率 / 驻波比表，也有些电台自带驻波比显示。

自动天线调谐器简称自动天调，也是匹配天线和电台的阻抗用的。自动天调的输入端与电台连接，输出端与天线连接。

## 2.2 短波基站天线

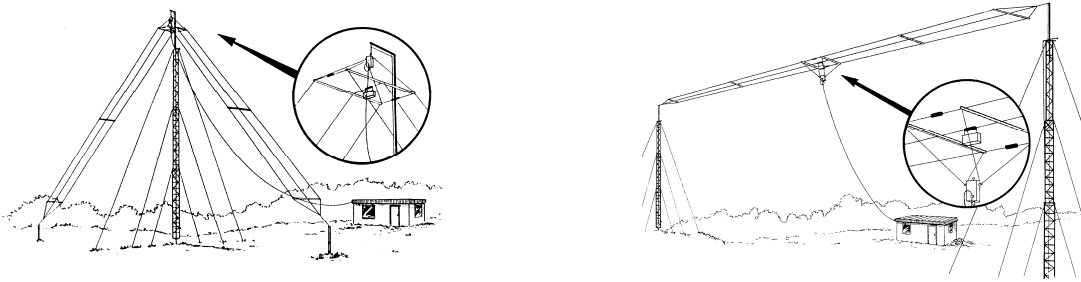
当前国际流行趋势，主要使用综合性能优秀的三线天线，经多年大量的实际使用，证明其性能、质量、价格均能满足广大用户的普遍使用要求。

#### 综合性能上佳的AB230系列三线式天线

AB230天线属于偶极宽带天线类，但其性能是普通偶极天线无法相比的。概括有以下优点：

1. 辐射效率高，平拉架设时全频段驻波比小于2:1，倒V架设时全频段驻波比小于2.2:1。
2. 架设状态平稳，抗风能力很强。
3. 平拉架设支持远距离定向通信，不仅在天线宽边方向辐射强，在窄边方向也有较强辐射，兼顾近距离全向通信，支持300公里以内全向通信。
4. 倒V架设时在近距离和中距离为全向全角通信，远距离为定向通信。

AB230天线的功率可选择300W PEP、500W PEP、1KW PEP、2KW PEP、4KW PEP。



AB230天线的振子材质为耐腐蚀高级不锈钢绞线，以特种工艺加工；匹配器使用高性能磁性材料，电磁转换效率高；匹配负载为石英基无感电阻；支撑材料和绝缘子的抗电强度高，抗老化性能好，尤其适合海洋性腐蚀环境和抗御台风。

### 2.3 短波车载天线

车载运动中通信一直以来都是短波通信的难点。车上没办法安装大型天线，因此辐射条件肯定比不上固定台，只能依靠合理选择天线和合理架设来弥补，尽可能利用车体的辅助作用。常用的车载天线是鞭天线和环天线，其中鞭状天线因为价格便宜安装方便，用的最多。

#### ● 车载鞭天线

目前大多数军用和民用车载台都用鞭状天线，主要原因一是易安装，二是价格便宜。

#### 车载鞭天线的通信距离

受限于行进中通信，车载鞭天线的长度多为2~3米，军队野战车辆的鞭天线有的长一些。这个长度比基站天线小得多。因此车载鞭天线的地波通信距离，在北方地区大约10~15公里，南方地区略远一些。

天波反射第一跳落地约100公里，最远可达1500公里以上。

在地波和天波不能衔接的区间形成盲区，通信效果很差（详见下文介绍）。盲区是车载鞭天线的原理所致，并非天线产品的性能所决定，有些厂家和销售商宣传自己的车载鞭天线能够克服盲区，这种说法是违背科学的。

#### 车载鞭天线的安装位置

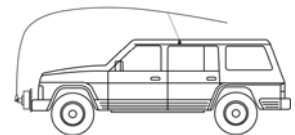
鞭天线通常要加装天调。天调最好安装在车外，如果安装在车内，车壳对留在车内的一段天线引线产生屏蔽，幅射衰耗非常大。将天调与天线鞭结合为一体的自调谐鞭状天线，天调输出端与天线直接连接，高频损耗最小，效率最高。

鞭状天线应安装在车的侧前方或侧后方，已便充分利用车体的反射作用，提高辐射效率。我们发现有的用户为了美观，把天线装在车顶，结果通信效果很差。

如果天线鞭比较短，通常直立。如果天线鞭比较长（超过2米），通常俯卧。俯卧在近距离盲区内要好一些，远距离通信时这两种方式区别不大。



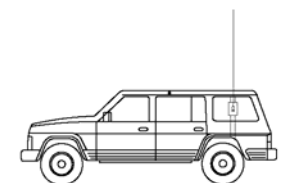
车尾扛安装



车前扛安装



尾胎架安装



侧窗安装



### 高能效AV天线鞭

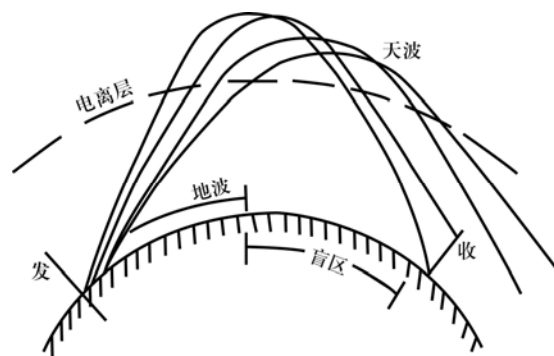
多数车载鞭天线是一条简单的钢丝鞭，辐射效率低。

新维公司研制的AV天线鞭，采用内芯直振子和外圆螺旋振子复合结构，目的是在工作频率较低（10MHz以下）时，用螺旋振子延长鞭的“电长度”，使其接近理想的1/4波长，提高辐射效率，有利于改善通信效果。这种天线的接头无焊点，表面玻璃钢纤维层耐腐蚀，耐高低温，耐撞击和磨损，电性能和机械性能都超过进口天线。

#### ● 近距离盲区与ML半环无盲区天线

短波通信常谈到的盲区是由于天波和地波两个传输路径不衔接所产生的。具体原因是：内陆地面电导率低，地波传播很近（用125W电台在我国北方地区最远可达15公里。南方地区地表潮湿，电导率较高，地波略远一些）。而天波从电离层第一次反射落地（第一跳）的最短距离约100公里，于是在15至100公里这一段，地波和天波都够不到，形成了“盲区”（如下图所示），盲区内通信是比较困难的。

解决盲区通信有两个途径：一是通过加大电台功率和选用地波天线来延长地波传播距离；二是选用高仰角天波天线（仰角说明见前节）。仰角越高，电波第一跳落地的距离越短，盲区越少，当仰角达到90°，天波0公里落地，盲区就不存在了。这两个途径中，以抬高天线辐射仰角更可行。



电波越距现象及盲区

对于基站，选用高仰角天线，容易消除盲区。前节推荐的两种基站天线都能够消除盲区。

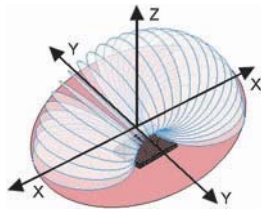
海上通信的盲区也不明显。因为海面电导率很高，地波沿海面传播超过数百海里，船与船通信没有盲区。但是岸台的位置如果距海岸超过几公里，对船台的通信可能也有少量盲区。

解决车载通信的盲区问题就不那么简单了。我们常发现一个现象：车载台收固定台的信号好，固定台收车载台的信号不好。这正说明了车载台因天线的限制，发射弱于固定台。

消除近距离盲区的唯一天线是ML电磁环天线，这种天线的外观像一个不完整的环，因此也称为半环天线。半环天线能够产生“高仰角”的对天辐射，横向仰角约30°~90°，纵向仰角0°~90°，天波落地最近距离为0公里，因此不存在盲区。这种天线在一些大用户中已经推广使用。

常见的调谐应都是电压调谐，是通过寻找最小驻波比来实现确认调谐完成，但是驻波比最小并不意味着高频电流最大，因此辐射效率低。ML半环天线的调谐方式为电流调谐，是通过检测最大高频电流值来确认调谐，辐射效率非常高。

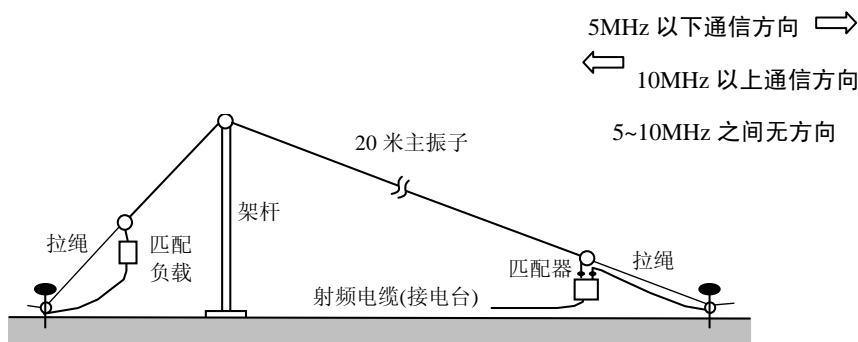
澳大利亚科麦克公司的ML天线实通距离0~1000公里，其中0~500公里为全向通信区域，超过500公里后渐呈方向性。这种天线除了无盲区之外，接收效果明显优于其它天线，而且由于与车体不导通，隔绝了车体噪声，收信噪声很低。



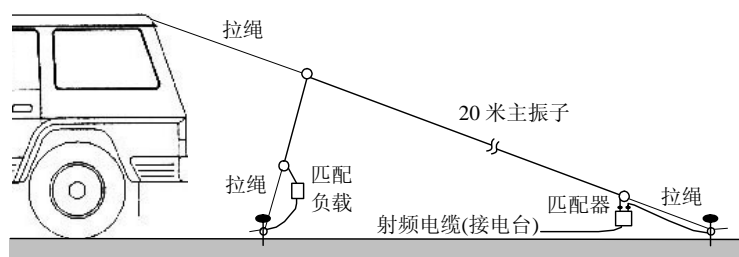
● AP20V 快速宽带天线

如果限于经费和车辆条件只能安装鞭天线，加配一副 AP20V 快速宽带天线就能够克服盲区。停车后架设 AP20V 天线可通 0~1500 公里（无盲区），AP20V 是新维公司针对野外临时固定通信需求专门研制的，天线振子长 25 米，在 2~30MHz 全频段工作，属于单线行波天线，辐射效率高，体积小，重量轻，架设速度快，多年来经军地用户大量使用，受到广泛好评。因此建议使用鞭天线的车辆，备份一副 AP20V 天线，停车时使用。这种天线主要采用地面斜拉架设，支持 0~1000 公里无盲区通信。也可以采用水平架设，压低辐射仰角，加强方向性，通信距离更远。

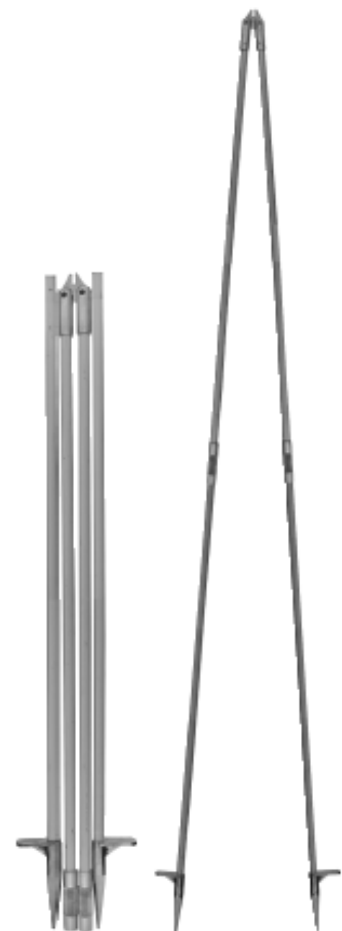
斜拉架设图示：



用架杆在地面上架设



利用车辆架设



3 米人字形快速组合架杆



## 2.4 短波个人携带台天线

为了减轻重量和省电，个人携带电台功率都较小（最小的5W，最大的50W，常见的是20~30W），因此更要依赖天线来保证通信质量。

携带台经常使用的天线包括：鞭天线、斜天线、快速宽带天线、双极天线等。

鞭天线只有2~3米长，配合25W~50W电台，平原地区只能通8~10公里左右。

携带台如果配备自动天调，可以使用斜拉天线来延长距离。但因为斜天线要求架设成40~45°角，天线长了不好架设，因此便携斜天线的长度多在10米以下，辐射效率肯定不高，通信距离最远数百公里。

如果要求通得更远，可以选用AP20P快速宽带天线，或π形双极天线，通信距离约0~1000公里。

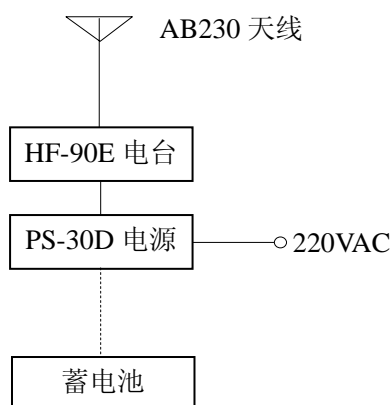
双极天线要求携带台必须配自动天调，其优点是定向通信距离远，缺点：一是不易架设（两端高10米以上），二是100公里内有盲区。

AP20P天线的工作原理和架设方式与前节介绍的AP20V快速宽带天线相同，它的优点是：不用天调（不耗电），无盲区，体积小，重量轻，便于携带，架设简便。

## 第三章 HF-90E基站台的安装和使用

### 3.1 设备的安装和连接

HF-90E基站由HF-90E短波电台、PS-30D稳定电源、AB230-30-150三线天线、天线架杆等组成。



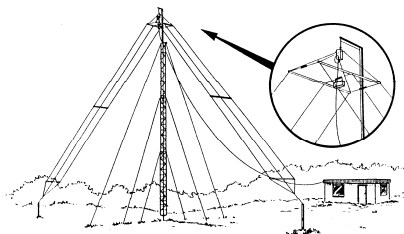
HF-90E电台和PS-30D稳定电源用固定支架连为一个整体。

如果配备应急蓄电池，应将电池的电源线连接在PS-30D稳定电源背面板的电池连接端子上。当220VAC正常供电时，PS-30D在给电台提供13.8V直流电源的同时，还给蓄电池进行充电。当220VAC停电时，自动转为蓄电池供电方式。

AB230天线用中央12米架杆架设成倒V方式，天线的射频电缆延着架杆绑扎固定，并从地面拉至电台的机房。电缆的接头接到同轴防雷器的端子上，防雷器的另一端通过射频短电缆连接到电台的射频输出口，防雷器的外壳连接地线。

各部位的射频接头在连接好之后，都要用绝缘胶带进行缠裹密封，防止进水或腐蚀。

所有设备安装和连接完成后，应使用驻波表进行检测，保证基站设备处于正常工作状态。



倒V架设



### 3.2 基站台的使用

开始通信之前先开启PS-30D电源，然后开启HF-90E电台。关机时顺序相反。

开机后看到电台的显示为正常，即可按照设定的信道开始进行通信（详见电台使用说明）。

### 3.3 基站台的日常维护

电台工作时应注意LED显示，如发现异常应关机检查，排除异常后再开机工作。

如果发现台站工作不正常，或通信质量下降，应使用功率表测量驻波比和输出功率，判断本站的各项设备是否有故障。

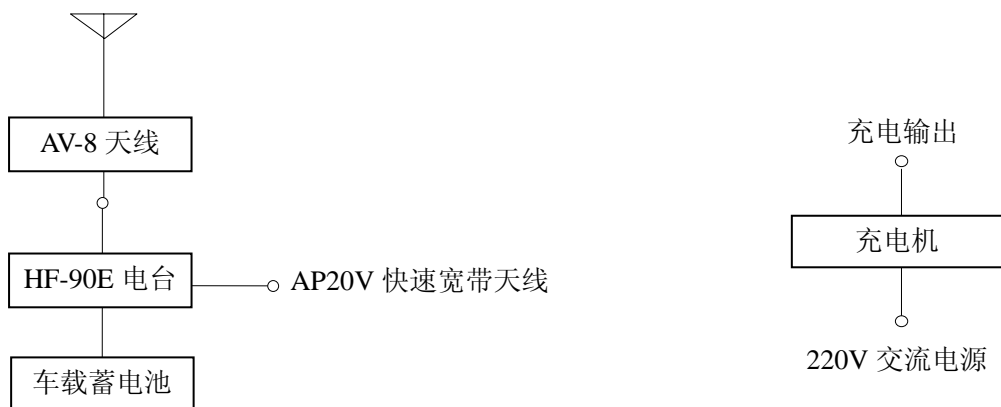
应每隔几个月检查一次电台、天线、同轴防雷器的接头部位是否有松动或者密封损坏的情况，并及时重新密封，保证接头部位良好。

同轴防雷器的使用寿命通常为半年至一年，超过使用期限后，防雷效果会下降，因此应定期更换防雷器（每年更换一次）。

## 第四章 HF-90E车载台的安装和使用

### 4.1 设备的安装和连接

HF-90E车载台由HF-90E电台、12V100Ah蓄电池、充电器、AP20V天线、AV-8天线等组成。



HF-90E电台通常在驾驶台的合适位置安装。先在选定位置安装电台支架，然后将电台固定在支架上。

电台的直流电缆线连接到车载蓄电池（电源线上串接保险座），连接电缆时注意正极和负极不能接反。电缆应尽量缩短，多余的电缆应裁掉，以减少电源线路上产生的电压降。

车载音箱通常固定在驾驶舱的上方，音箱的引线连接到电台。

AV-8车载鞭天线应安装在车辆的前后四个侧角位置。其它位置的通信效果不好。天线基座的安装位置距地面不应超过1.5米。选定好位置后，可加工一个安装基板，先将AV-8天线的基座固定在基板上，然后将基板固定在选定位置。

AV-8基座引出的电源线应连接电台或电瓶（注意正负极性不能接反）。基座引出的射频电缆连接到电台的射频输出端。射频电缆和电源线在穿过车壳进入车体时，应小心避开尖锐物体以防割伤，射频电缆在车体上固定时不能过小折弯，以免增加射频损耗。

AV-8基座引出的地线应连接到车体的大梁上，并将大梁与车壳、车厢等大面积金属物体用粗的铜导线连接起来，这样做是为了增强辐射效果。注意：所有的连接部位都必须导通良好，如果导通不好可能导致调谐不正常。



## 4.2 车载台的使用

开始通信之前先开启车载蓄电池，然后开启HF-90E电台。关机时顺序相反。

开机后看到电台显示正常，即可按照设定的信道开始进行通信（详见电台使用说明）。

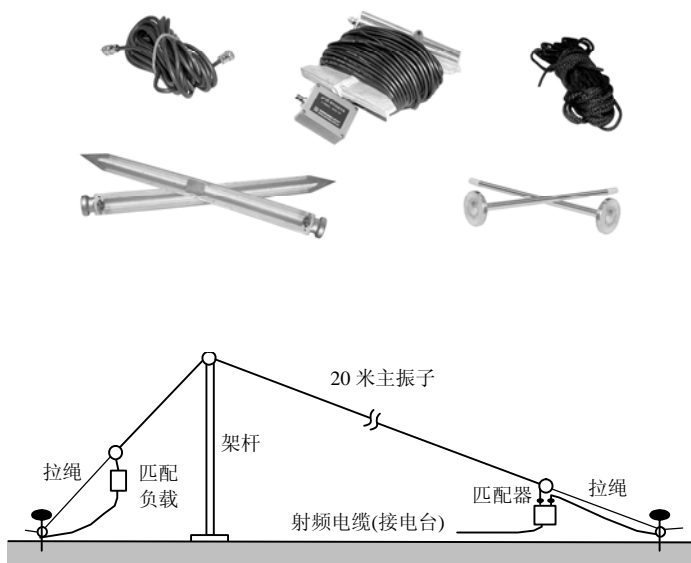
如果使用AV-8天线，应将各节鞭杆可靠拧紧。天线鞭直立时远距离通信效果更好，天线鞭拉弯有利于改善近距离通信效果。为了防止天线鞭摇晃损坏，应使用配备的尼龙拉绳将天线鞭在车辆上定位，但天线鞭不能靠近车体。

警示：切勿在鞭体处于直立状态时用拉索拉弯天线鞭！这可能造成 1.6 米 AV 鞭的底部折断。

AV-8天线的经验可通距离为：0~10公里和100~1000公里。在10~100公里之间存在技术原理上的通信盲区。在此区域内通信应停车架设AP20V快速宽带天线。

AP20V天线通常利用3米架杆斜拉架设（详见天线说明书），经验可通距离为：0~1000公里。

电台专用的蓄电池通常应单独使用，不连接车辆自有电瓶，这样可以减少噪声。使用中应经常在电台发射时检查蓄电池的电压，不应低于11.5V。如果电压过低，说明储电量已经大幅下降，应及时使用充电器对蓄电池充电。



## 4.3 车载台的日常维护

电台工作时应注意LED显示，如发现异常应关机检查，排除异常后再开机工作。

如果发现台站工作不正常，或通信质量下降，应使用功率表测量驻波比和输出功率，判断本机站的各项设备是否有故障。

应每隔几个月检查一次电台、天线、电源的接头部位是否有松动或者密封损坏的情况，并及时进行重新密封，保证接头部位良好。

蓄电池经过长期充放电使用后会逐渐老化，内阻加大，容量降低，应视情进行更换。

蓄电池如果长期不用应每两个月进行一次充电养护，以防损坏。

## 第五章 设备故障的简易检查方法

### 5.1 分段检查和替换法检查的概念

“分段检查”结合“替换检查”，是判断故障的实用方法。

可以把台站设备分为电台、天线、射频电缆、地线、稳压电源、交流供电等部分，然后一部分一部分检查。检查顺序应该由简至繁，由易至难，先检查馈线、地线、交流电源等易查部分，然后再检查稳压电源、天线本体、电台等复杂设备。

替换检查是利用已知没有故障的设备（或独立部件）替代被检查的某相应设备和部件。替换后如果故障排除了，说明被换下来的设备有问题。如果替换后仍然有故障，就应该继续更换其它部分设备，直至找到故障设备。

要注意的是，在很少见的情况下，可能不只一处设备有故障，是多处设备存在问题，则应仔细分析，仍使用分段检查和替换法。

### 5.2 检查外部工作环境

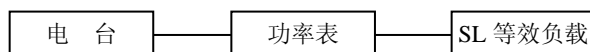
总结多年以来大量用户的使用情况发现，短波系统通信不好的原因，多数出现在外部环境上，只有很少部分是设备问题。

外部环境包括：电源、地线、电缆连接、周边电磁环境、天线的架设、频率选择等等。

### 5.3 用CN801功率表检查设备

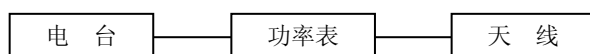
在大多数情况下，故障容易出在发射部分。检查发射设备的实用工具是功率驻波表。CN801功率表可以显示正向输出功率、反射功率、驻波比，直观地发现问题。具体检查方法是：

#### 5.3.1. 测试电台



以功率表和等效负载代替天线，连接到电台的 50Ω 天线插口。按下电台的 PTT 讲话或按下选呼、天线调谐等键发射，功率表显示发射功率值。若功率值不正确，说明电台有问题。

#### 5.3.2. 测试天线

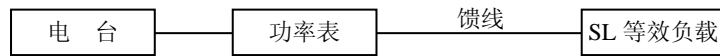


按下电台的 PTT 发射，从功率表可以看到正向功率、反射功率、驻波比。反射功率越大、驻波比越大说明天馈线匹配越差，反之越好。

通常驻波比在 1.5:1 以下很好；2:1 以下较好；2.5:1 以下勉强可用；3:1 很差；超过 3:1 不能用。驻波比在 2.5:1~3:1 之间说明天线或射频电缆性能差，超过 3:1 说明天线或馈线有质量问题。

### 5.3.3. 测试射频电缆

若驻波比超过 3:1 甚至无穷大，可能是天线或电缆出现了故障。此时应先测试电缆：



若用等效负载替代天线进行测试，功率表指示电台工作正常，说明天线有故障。若功率表指示仍不正常，应检查馈线：接头是否短路或接触不良？标称阻抗是否为 50Ω？

**注意：**排除馈线故障后还要再一次测试天线，确定天线是否正常。

特别要说明的是，如果用功率驻波表检查后证明台站的所有设备都工作正常，但仍通信不好，就不能再怀疑设备了。应该从工作频率、对方台的工作状况等方面去找原因了。

### 5.3.4. 功率表使用注意事项

- ① 测试前应查看功率表的最大功率和频率范围是否与被测电台相适应，并在测试时选择正确功率挡位。
- ② 功率表的输入端（接电台）和输出端（接天线或负载）不要接错。

## 5.4 短波通信系统易发故障提示

1. 射频馈线阻抗不对，接头部位锈蚀，接口部位断路或短路。
2. 天线振子被风刮坏（不明显的接头部位断线、搭线等）。
3. 未加同轴防雷器的电台被静电电涌击坏。
4. 天调未加电或入端电压过低、接地不良等导致调谐不正常。
5. 电瓶老化或新电瓶质量差（伪劣产品），电瓶内阻大，导致发射时供电不足（现象出在电台和天线上，问题根源在电瓶上）。
6. 数传遥控系统因数据线和接头屏蔽不良，导致射频自激。
7. 车载鞭天线安装位置错误（例如安装在车顶上），虽然驻波比小，但通不上。
8. 电台编程或面板设置错误，导致不通。