

## 电磁兼容暗室里的天线

电子产品的电磁兼容性测试，包含在第三方的 CCC 认证测试过程中（出口到欧洲，过 CE 认证），CCC 认证报告是电子产品上市的准生证。一般地，电子产品的电磁兼容性测试的辐射发射与辐射敏感度测试，一定要通过宽带接收天线与发射天线完成。下面就深扒一下电磁兼容暗室里测试的这两类天线。

### 测试原理与接收天线

先讲讲，辐射发射的测试意义。电子产品在工作的过程中，不可避免的会对外空间辐射某些频率的电磁波，这个电磁波在一定的距离内，不要超过一定的电场或磁场值，不同的频段，其限制值不同，俗称限制线。不同的产品，不同的应用场合，这个考核频率和限制线都不相同，主要集中在 10KHz—18GHz，限制值从 20dBuV 到 65dBuV 不等。限制值在水平极化和垂直极化两方向均要满足以上限制要求。因此，接收天线与接收系统（用接收机，也可以用频谱仪），就是只要测试到准确的就行了，往往采用的是测试值与修正因子结合。对接收天线的某些指标可以放宽或都不做要求，比如天线的增益，VSWR 等不作要求，天线接收到的信号强度传导到接收机或频谱仪上，往往偏小数 dB 至数十 dB，但是没有关系，可以统一修正因子上补偿回来。通信设备的民用考核频率为 30MHz-1GHz，军用考核 10KHz-18GHz。

10KHz—30MHz：有源鞭天线

30M—200MHz:双锥天线或对周天线

200M—1GHZ：喇叭或对周天线

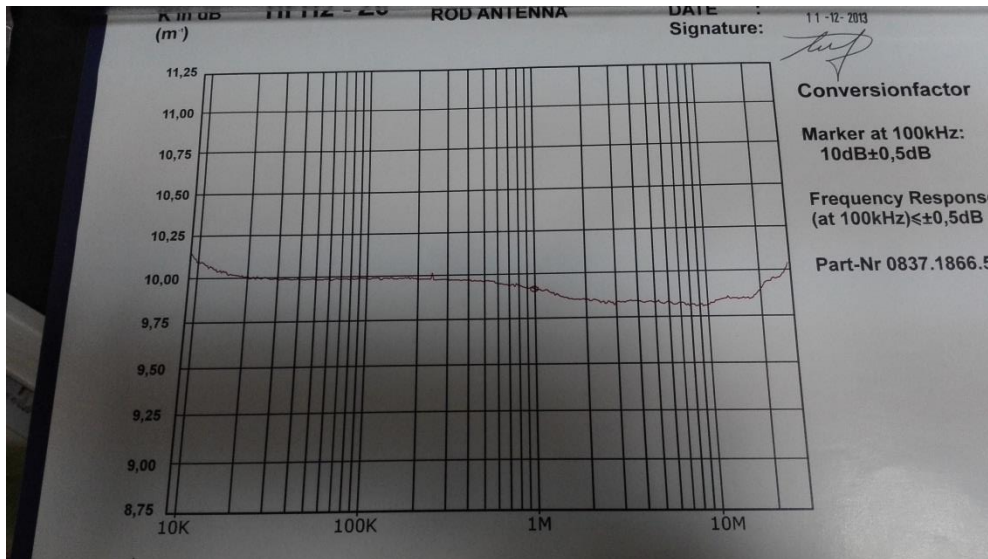
1GHz-18GHz:小喇叭天线

### 10KHz—30MHz：有源鞭天线

这里有一点，大家得想想，10kHz-30MHz 为什么一定要用有源天线？因为频率较低，天线电小，增益太低（接收效率太低了）。有人也许会问，你不是有修正因子嘛，多加一点就 OK 了。你想想几十 K 的频率，对应的波长是千米级的，天线才长 1 米，这个频率下，天线的频率低得你无法想象，频率仪的底噪也就是-110dbm 至-150dbm 左右，这个低频的东西，已经沉在这个底噪里了，加功放的做法是业内通用的。



一般采用进口的 ETS 和 RS 的，国产也是有的，只是因子的平坦度不够好。这个可以这样理解，因子的平坦度代表了天线接收到的信号随频率变化比较剧烈，误差就会比较大，测试得到的场强误差也会比较大。通常情况下，为了得到较高好的平坦度，RS 天线振子设计得比较精，像国产的用拉杆设计，辐射体很细，平坦度受限。



RS 公司 ROD 天线的增益

请注意了，同型号天线的增益曲线也不完全一样，因此，天线与曲线是一一对应的关系。

10—30MHz 频段，GJB151 的电磁兼容要求中只测试垂直极化，因此不用转极化，竖着测试就够用了。

### 30M—200MHz:双锥天线/对数周期天线

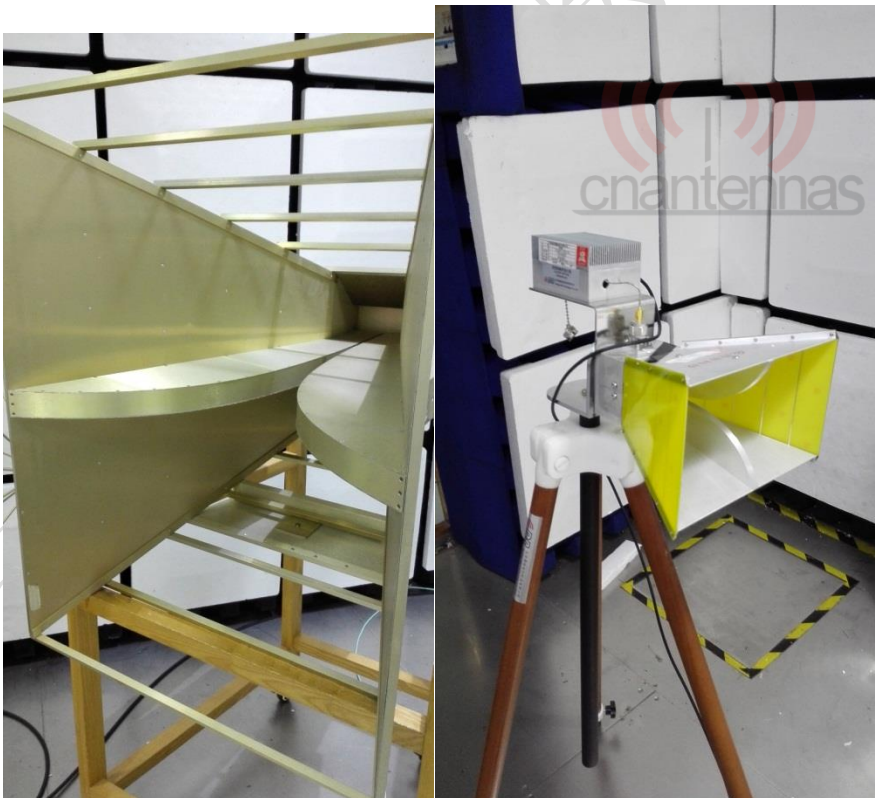
双锥天线是双极天线的变种，锥形化后，天线有较大的驻波比宽带。有万用表量两个锥之间的直流电阻为 0，是因为巴伦的缘故。一般地，30MHz 以上的频率，辐射发射是要测垂直与水平两个极化方向，可以通过旋转天线来实现。在 GB9254 里，常用对数周期天线，增益高，但是天线的波束角宽相对较小，在 GB9254 里的 3 米法时，可以覆盖全部的 EUT，军标 1 米法时，对数周期天线难以覆盖全部的 EUT。



接收用的双锥天线

### 200M—18GHz 喇叭天线

此处用的喇叭多为两脊喇叭天线，线极化方向好，增益高，垂直水平转换方便。一般的，200-1GHz 的喇叭为无源的，1-18GHz 为有源的，有源喇叭注意防 ESD。



接收用的双锥天线

值得注意的是，以上天线是 1 米法，3 米法和 10 米法的测试被测电子产品电场辐射的接收天线。在军用标准中，还有近场磁场测试，采用环天线距 70cm 的近场测试。在此不多解释了。

### 测试原理与发射天线

电子产品无时无刻地，不可避免地在或多或少的空间电磁辐射环境中工作，为了认证被测电子产品抗电磁辐射的能力，将采用发射天线对被测电子产品发射一定的场强。采用功放+天线的发射方式，探头的修正反馈方式。比如：当要求被测产品为 100V/M 时，天线发射电磁波注入空间辐射干扰，一个探头（可认为是一种接收天线）检测到被测产品附近的电场强度。

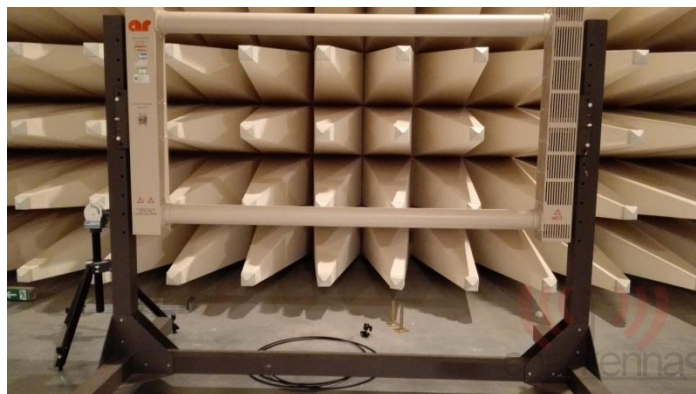


电场接收探头

探头有 X, Y, Z 两上方向，所测试数据这三个方向上的幅值。

### 低频发射的方框天线

10K—100MHz 的发射天线，业界均使用方框天线。低频效率低，天线的两侧均有散热片，VSWR 小于 2。目前，美国的 AR 公司和德国的 BONN 几乎垄断了电磁兼容的功放市场，少数国内的品牌，如纳特，占用量很少。天线几乎都是 AR 的，国人需努力！



3000W 的方框天线

## 对周期天线

对周天线宽频宽（电磁兼容里 100M—1GHz 或 100MHz-500MHz），功率容量大，适合发射状态下使用。低频下，受尺寸限制，只最长的几个振子，设计成折弯或是加载辐射面的形成。



对数周期发射天线

## 喇叭天线

500MHz 或是 1GHz 以上的频率，一般用的喇叭天线，与接收天线相类似，甚至可以共用，高频带功放的接收喇叭除外。

