

第二章 高频放大器设计与制作

2-1 高频信号放大器所应具备的特征

放大电路可以说是模拟信号处理电路的基本单元，尤其对高频接收机与发射机而言。在接收机里，放大电路要将从天线所输入的 μV 单位的小信号加以放大，在发射机方面，功率放大电路也要将信号放大至以 W 为单位的信号级别。

在本章中，将依次分析小信号高频放大器，宽频带放大器，功率放大器等 3 种不同类型的放大电路。

2-1 在高频放大电路所要求的特性

- 对于所使用的频带的功率增益要高

在直流放大和低频放大电路中，增益(Gain)一般是指电压增益；而在高频率电路中，增益一般常用功率增益来表示。

例如，在图 2-1 所示的电路中，由天线所输入的信号为 -30dBm (0.001mW)，当高频放大器的功率增益为 25dB 时，输出信号变成为 -5dBm 。

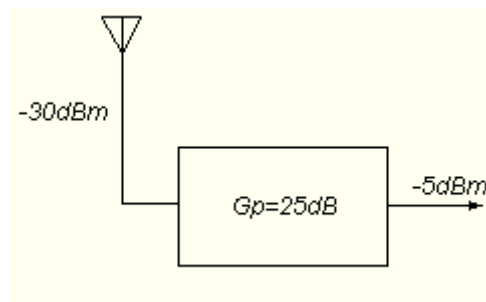


图 2-1 高频电路的增益为功率增益(在高频放大器中，一般是以每级功率增益限制在 $20\sim 30\text{dB}$ 的程度来设计。如图若输入信号为 -30dBm ，增益为 25dB 时，放大後的信号成为 -5dBm 。)

- 产生的杂讯要很小

S/N 称为信噪比，常用于表示信号的品质，反映具体信号中 useful 信号和杂讯的比率。

如图 2-2 所示，由於放大器在放大信号的同时，内部本身也会产生杂讯，故信号在输出端较之输入端的 S/N 值要小，品质会变差。

對於由於放大而造成信号 S/N 变化，可以用杂讯指数 NF 表示。理想放大器的 NF 为 0dB 。

图 2-3 所示的为改善 NF 的例子，在杂讯指数为 8dB 的接收机，连接前置放大器(pre-amplifier)的高频放大器。此时的前置放大器的 NF 为 2dB，功率增益为 25dB。因此，连接前置放大器後的 NF 可以用以下公式表示。

$$NF = 10 \log \left(F_p + \frac{F_r - 1}{A_p} \right)$$

F_p 前置放大器的NF (倍)
 A_p 前置放大器增益 (倍)
 F_r 接收机的NF (倍)

将数值代入此公式，可以得到连接前置放大器後的 NF 成为

$$NF = 10 \log [1.58 + (6.3 - 1) / 316] = 2.03 \text{dB}$$

由此可以看出，加入前置放大器，可以改善全体的 NF，而得到高增益，低杂讯的放大器。

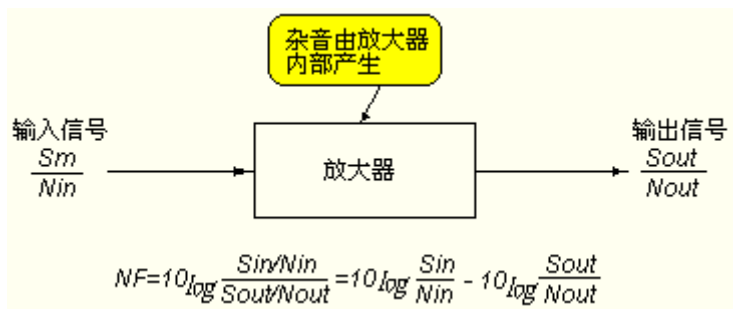


图 2-2 放大器的杂讯指数 NF(S/N 为表示信号品质的值。在高频放大器中，由於放大器内部会产生杂讯，导致 S/N 恶化。利用杂讯指数 NF，可以分析由於内部杂讯而使 S/N 降低的情况。内部没有杂讯的放大器称为理想放大器，其 NF 为 0dB。)

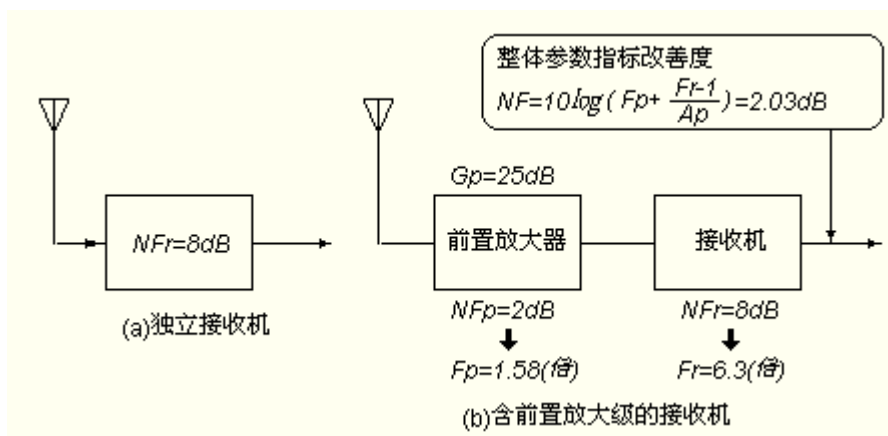


图 2-3 改善杂讯指数 NF

• 截取点(IP: intercept point)要高

高频放大电路的输入信号有很多复杂成分，尤其是在高频放大电路的选择性在不很高时，更有可能输入多种成分的输入信号。

因此，在高频放大电路中，由於多种成分的信号间会互相干扰而产生多余的信号。另外，由於放大电路的非直线部分也会产生高谐波，这些信号互调，也会产生多余的信号。

由于以上情况的存在，所产生的信号成为对於接收机造成干扰的假像(SpuriOtIS)成分、高谐波成分等杂讯。在这里，把影响最严重的 3 次互调失真成分与信号进行比较，这以比较可以用截取点(Intercept Point)表示。

图 2-4 所示的为截取点的方法。在图上的信号电平与 3 次相互调变失真的电平相等的点，称为截取点。由於实际的放大器电平已达饱和，因此用虚线所示的假想延长线来求出截取点。

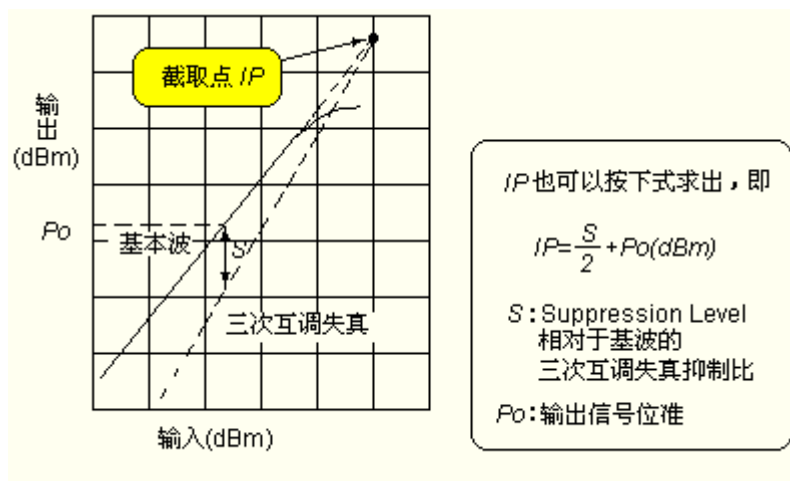


图 2-4 截取点(在高频放大电路中，目的信号以外的干扰信号成分称为假像成分，假像成分中，最构成问题的是第 3 次互调失真。基本信号与第 3 次互调失真位准为相同的点，称为截取点。)

小结：在实际的高频放大电路设计中，最重要的是要针对以上三点来展开设计，这很重要。