

# 第一講天線的基礎知識

表徵天線性能的主要參數有方向圖，增益，輸入阻抗，駐波比，極化方式等。

## 1.1 天線的輸入阻抗

天線的輸入阻抗是天線饋電端輸入電壓與輸入電流的比值。天線與饋線的連接，最佳情形是天線輸入阻抗是純電阻且等於饋線的特性阻抗，這時饋線終端沒有功率反射，饋線上沒有駐波，天線的輸入阻抗隨頻率的變化比較平緩。天線的匹配工作就是消除天線輸入阻抗中的電抗分量，使電阻分量盡可能地接近饋線的特性阻抗。匹配的優劣一般用四個參數來衡量即反射係數，行波係數，駐波比和回波損耗，四個參數之間有固定的數值關係，使用那一個純出於習慣。在我們日常維護中，用的較多的是駐波比和回波損耗。一般移動通信天線的輸入阻抗為 $50\Omega$ 。

駐波比：它是行波係數的倒數，其值在1到無窮大之間。駐波比為1，表示完全匹配；駐波比為無窮大表示全反射，完全失配。在移動通信系統中，一般要求駐波比小於1.5，但實際應用中VSWR應小於1.2。過大的駐波比會減小基站的覆蓋並造成系統內乾擾加大，影響基站的服務性能。

回波損耗：它是反射係數絕對值的倒數，以分貝值表示。回波損耗的值在0dB的到無窮大之間，回波損耗越大表示匹配越差，回波損耗越大表示匹配越好。0表示全反射，無窮大表示完全匹配。在移動通信系統中，一般要求回波損耗大於14dB。

$$VSWR = \frac{\sqrt{\text{发射功率}} + \sqrt{\text{反射功率}}}{\sqrt{\text{发射功率}} - \sqrt{\text{反射功率}}}$$

## 1.2 天線的極化方式

所謂天線的極化，就是指天線輻射時形成的電場強度方向。當電場強度方向垂直於地面時，此電波就稱為垂直極化波；當電場強度方向平行於地面時，此電波就稱為水平極化波。由於電波的特性，決定了水平極化傳播的信號在貼近地面時會在大地表面產生極化電流，極化電流因受大地阻抗影響產生熱能而使電場信號迅速衰減，而垂直極化方式則不易產生極化電流，從而避免了能量的大幅衰減，保證了信號的有效傳播。

因此，在移動通信系統中，一般均採用垂直極化的傳播方式。另外，隨著新技術的發展，最近又出現了一種雙極化天線。就其設計思路而言，一般分為垂直與水平極化和 $\pm 45^\circ$ 極化兩種方式，性能上一般後者優於前者，因此目前大部分採用的是 $\pm 45^\circ$ 極化方式。雙極化天線組合了 $+45^\circ$ 和 $-45^\circ$ 兩副極化方向相互正交的天線，並同時工作在收發雙工模式下，大大節省了每個小區的天線數量；同時由於 $\pm 45^\circ$ 為正交極化，有效保證了分集接收的良好效果。（其極化分集增益約為5dB，比單極化天線提高約2dB。）

## 1.3 天線的增益

天線增益是用來衡量天線朝一個特定方向收發信號的能力，它是選擇基站天線最重要的參數之一。一般來說，增益的提高主要依靠減小垂直面向輻射的波瓣寬度，而在水平面上保持全向的輻射性能。天線增益對移動通信系統的運行質量極為重要，因為它決定蜂窩邊緣的信號電平。增加增益就可以在一確定方向上增大網絡的覆蓋範圍，或者在確定範圍內增大增益餘量。任何蜂窩系統都是一個雙向過程，增加天線的增益能同時減少雙向系統增益預算餘量。另外，表徵天線增益的參數有dBd和dBi。dBi是相對於點源天線的增益，在各方向的輻射是均勻的；dBd相對於對稱陣子天線的增益 $dBi = dBd + 2.15$ 。相同的條件下，增益越高，電波傳播的距離越遠。一般地，GSM定向基站的天線增為18dBi，全向的為11dBi。

## 1.4 天線的波瓣寬度

波瓣寬度是定向天線常用的一個很重要的參數，它是指天線的輻射圖中低於峰值3dB處所成夾角的寬度（天線的輻射圖是度量天線各個方向收發信號能力的一個指標，通常以圖形方式表示為功率強度與夾角的關係）。

天線垂直的波瓣寬度一般與該天線所對應方向上的覆蓋半徑有關。因此，在一定範圍內通過對天線垂直度（俯仰角）的調節，可以達到改善小區覆蓋質量的目的，這也是我們在網絡優化中經常採用的一種手段。主要涉及兩個方面水平波瓣寬度和垂直平面波瓣寬度。水平平面的半功率角（H-Plane Half Power beamwidth:  $(45^\circ, 60^\circ, 90^\circ)$ 等）定義了天線水平平面的波束寬度。角度越大，在扇區交界處的覆蓋越好，但當提高天線傾角時，也越容易發生波束畸變，形成越區覆蓋。角度越小，在扇區交界處覆蓋越差。提高天線傾角可以在移動程度上改善扇區交界處的覆蓋，而且相對而言，不容易產生對其他小區的越區覆蓋。在市中心基站由於站距小，天線傾角大，應當採用水平平面的半功率角小的天線，郊區選用水平平面的半功率角大的天線；垂直平面的半功率角（V-Plane Half Power beamwidth）：

（ $48^\circ, 33^\circ, 15^\circ, 8^\circ$ ）定義了天線垂直平面的波束寬度。垂直平面的半功率角越小，偏離主波束方向時信號衰減越快，在越容易通過調整天線傾角準確控制覆蓋範圍。

## 1.5 前後比(Front-Back Ratio)

表明了天線對後瓣抑制的好壞。選用前後比低的天線，天線的後瓣有可能產生越區覆蓋，導致切換關係混亂，產生掉話。一般在25－30dB之間，應優先選用前後比為30的天線。

### 案例常見天線參數設置

#### 電性能( Band 1 )

技術參數	性能指標
增益Gain	16dBi
頻率範圍Frequency Range	870 --- 960 MHz
雙極化Polarisation Dual	Slant $\pm 45^\circ$
端口隔離度Isolation between ports	330 dB
水平平面-3dB功率角 Horizontal Plane -3dB Power Beamwidth	65°
垂直平面-3dB功率角 Vertical Plane -3dB Power Beamwidth	8°
水平面-10dB Power Beamwidth Horizontal Plane -10dB Power Beamwidth	125°
阻抗Impedance	50 Ohm
回波損耗Return Loss 870-960 MHz	316 dB
前後比Front to Back Ratio	325 dB
端口最大輸入功率Max Input Power per port	150 W
Electrical Downtilt	1 to 10°
Downtilt Setting Accuracy	$\pm 0.5^\circ$

#### 電性能(Band 2)

增益Gain	16dBi
頻率範圍Frequency Range	1710-1880 MHz
雙極化Polarisation Dual	Slant $\pm 45^\circ$
端口隔離度Isolation between ports	330 dB
水平平面-3dB功率角 Horizontal Plane -3dB Power Beamwidth	65°
垂直平面-3dB功率角 Vertical Plane -3dB Power Beamwidth	8°
水平面-10dB Power Beamwidth Horizontal Plane -10dB Power Beamwidth	120°
阻抗Impedance	50 Ohm
回波損耗Return Loss 870-960 MHz	314 dB
前後比Front to Back Ratio	325 dB
端口最大輸入功率Max Input Power per port	125 W
電調下傾角度Electrical Downtilt	1 to 10°
電調下傾角度精確度Downtilt Setting Accuracy	$\pm 0.5^\circ$

#### 電性能(一般)

連接器類型Connectors Type	7/16 DIN, N optional
----------------------	----------------------

**機械性能**

高度Height	2258 mm
寬度Width	400 mm
深度Depth	139 mm
額定風速度Rated Wind Speed	200 km/hr

Thrust at Wind Speed of 160 km/hr kgf 175

重量(除安裝機架) TBOOutline Drawing No MK105kg  
Weight(excluding mounting brackets)