

第二講天線的分類與選擇

移動通信天線的技術發展很快，最初中國主要使用普通的定向和全向型移動天線，後來普遍使用機械天線，現在一些省市的移動網已經開始使用電調天線和雙極化移動天線。由於目前移動通信系統中使用的各種天線的使用頻率，增益和前後比等指標差別不大，都符合網絡指標要求，我們將重點從移動天線下傾角度改變對天線方向圖及無線網絡的影響方面，對上述幾種天線進行分析比較。

2.1 全向天線

全向天線，即在水平方向圖上表現為 360° 都均勻輻射，也就是平常所說的無方向性，在垂直方向圖上表現為有一定寬度的波束，一般情況下波瓣寬度越小，增益越大。全向天線在移動通信系統中一般應用於郊縣大區製的站型，覆蓋範圍大。

2.2 定向天線

定向天線，在水平方向圖上表現為一定角度範圍輻射，也就是平常所說的有方向性，在垂直方向圖上表現為有一定寬度的波束，同全向天線一樣，波瓣寬度越小，增益越大。定向天線在移動通信系統中一般應用於城區小區製的站型，覆蓋範圍小，用戶密度大，頻率利用率高。

根據組網的要求建立不同類型的基站，而不同類型的基站可根據需要選擇不同類型的天線。選擇的依據就是上述技術參數。比如全向站就是採用了各個水平方向增益基本相同的全向型天線，而定向站就是採用了水平方向增益有明顯變化的定向型天線。一般在市區選擇水平波束寬度 B 為 65° 的天線，在郊區可選擇水平波束寬度 B 為 65° 、 90° 或 120° 的天線（按照站型配置和當地地理環境而定），而在鄉村選擇能夠實現大範圍覆蓋的全向天線則是最為經濟的。

2.3 機械天線

所謂機械天線，即指使用機械調整下傾角度的移動天線。機械天線與地面垂直安裝好以後，如果因網絡優化的要求，需要調整天線背面支架的位置改變天線的傾角來實現。在調整過程中，雖然天線主瓣方向的覆蓋距離明顯變化，但天線垂直分量和水平分量的幅值不變，所以天線方向圖容易變形。

實踐證明：機械天線的最佳下傾角度為 $1^\circ - 5^\circ$ ；當下傾角度在 $5^\circ - 10^\circ$ 變化時，其天線方向圖稍有變形但變化不大；當下傾角度在 $10^\circ - 15^\circ$ 變化時，其天線方向圖變化較大；當機械天線下傾 15° 後，天線方向圖形狀改變很大，從沒有下傾時的鴨梨形變為紡錘形，這時雖然主瓣方向覆蓋距離明顯縮短，但是整個天線方向圖不是都在本基站扇區內，在相鄰基站扇區內也會收到該基站的信號，從而造成嚴重的系統內乾擾。另外，在日常維護中，如果要調整機械天線下傾角度，整個系統要關機，不能在調整天線傾角的同時進行監測；機械天線調整天線下傾角度非常麻煩，一般需要維護人員爬到天線安放處進行調整；機械天線的下傾角度是通過計算機模擬分析軟件計算的理論值，同實際最佳下傾角度有一定的偏差；機械天線調整傾角的步進度數為 1° ，三階互調指標為 -120dBc 。

2.4 電調天線

所謂電調天線，即指使用電子調整下傾角度的移動天線。電子下傾的原理是通過改變共線陣天線振子的相位，改變垂直分量和水平分量的幅值大小，改變合成分量場強強度，從而使天線的垂直方向性圖下傾。由於天線各方向的場強強度同時增大和減小，保證在改變傾角後天線方向圖變化不大，使主瓣方向覆蓋距離縮短，同時又使整個方向性圖在服務小區扇區內減小覆蓋面積但又不產生干擾。實踐證明，電調天線下傾角度在 $1^\circ - 5^\circ$ 變化時，其天線方向圖與機械天線的大致相同；當下傾角度在 $5^\circ - 10^\circ$ 變化時，其天線方向圖較機械天線的稍有改善；當下傾角度在 $10^\circ - 15^\circ$ 變化時，其天線方向圖較機械天線的變化較大；當機械天線下傾 15° 後，其天線方向圖較機械天線的明顯不同，這時天線方向圖形狀改變不大，主瓣方向覆蓋距離明顯縮短，整個天線方向圖都在本基站扇區內，增加下傾角度，可以使扇區覆蓋面積縮小，但不產生干擾，這樣的方向圖是我們需要的，因此採用電調天線能夠降低呼損，減小干擾。另外，電調天線允許系統在不停機的情況下對垂直方向性圖下傾角進行調整，實時監測調整的效果，調整傾角的步進精度也較高（為 0.1° ），因此可以對網絡實現精細調整；電調天線的三階互調指標為 -150dBc ，較機械天線相差 30dBc ，有利於消除鄰頻干擾和雜散干擾。

2.5 雙極化天線

雙極化天線是一種新型天線技術，組合了 $+45^\circ$ 和 -45° 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，因此其最突出的優點是節省單個定向基站的天線數量；一般GSM數字移動通信網的定向基站（三扇區）要使用9根天線，每個扇形使用3根天線（空間分集，一發兩收），如果使用雙極化天線，每個扇形只需要1根天線；同時由於在雙極化天線中， $\pm 45^\circ$ 的極化正交性可以保證 $+45^\circ$ 和 -45° 兩副天線之間的隔離度滿足互調對天線間隔離度的要求（ $\geq 30\text{dB}$ ），因此雙極化天線之間的空間間隔僅需 $20 - 30\text{cm}$ ；另外，雙極化天線具有電調天線的優點，在移動通信網中使用雙極化天線同電調天線一樣，可以降低呼損，減小干擾，提高全網的服務質量。如果使用雙極化天線，由於雙極化天線對架設安裝要求不高，不需要徵地建塔，只需要架一根直徑 20cm 的鐵柱，將雙極化天線按相應覆蓋方向固定在鐵柱上即可，從而節省基建投資，同時使基

站佈局更加合理，基站站址的選定更加容易。對於天線的選擇，我們應根據自己移動網的覆蓋，話務量，干擾和網絡服務質量等實際情況，選擇適合本地區移動網絡需要的移動天線：

---在基站密集的高話務地區，應該盡量採用雙極化天線和電調天線；

---在邊、郊等話務量不高，基站不密集地區和只要求覆蓋的地區，可以使用傳統的機械天線。

我國目前的移動通信網在高話務密度區的呼損較高，干擾較大，其中一個重要原因是機械天線下傾角度過大，天線下傾角度過大，天線方向圖嚴重變形。要解決高話務區的容量不足，必須縮短站距，加大天線下傾角度，但是使用機械天線，下傾角度大於 5° 時，天線方向圖就開始變形，超過 10° 時，天線方向圖嚴重變形，因此採用機械天線，很難解決用戶高密度區呼損高、干擾大的問題。因此建議在高話務密度區採用電調天線或雙極化天線替換機械天線，替換下來的機械天線可以安裝在農村，郊區等話務密度低的地區。