

第四講移動通信系統天線參數調整

4.1 天線高度的調整

天線高度直接與基站的覆蓋範圍有關。一般來說，我們用儀器測得的信號覆蓋範圍受兩方向因素影響：

- 一是天線所發直射波所能達到的最遠距離；
- 二是到達該地點的信號強度足以為儀器所捕捉。
- 900MHz移動通信是近地表面視線通信，天線所發直射波所能達到的最遠距離（S）直接與收發信天線的高度有關具體關係式可簡化如下：
 - $S=2R(H+h)$
 - 其中：R-地球半徑，約為6370km；
 - H-基站天線的中心點高度；
 - h-手機或測試儀表的天線高度。

由此可見，基站無線信號所能達到的最遠距離（即基站的覆蓋範圍）是由天線高度決定的。GSM網絡在建設初期，站點較少，為了保證覆蓋，基站天線一般架設得都較高。隨著近幾年移動通信的迅速發展，基站站點大量增多，在市區已經達到大約500m左右為一個站。在這種情況下，我們必須減小基站的覆蓋範圍，降低天線的高度，否則會嚴重影響我們的網絡質量。其影響主要有以下幾個方面：

- 話務不均衡。基站天線過高，會造成該基站的覆蓋範圍過大，從而造成該基站的話務量很大，而與之相鄰的基站由於覆蓋較小且被該基站覆蓋，話務量較小，不能發揮應有作用，導致話務不均衡。
- 系統內乾擾。基站天線過高，會造成越站無線乾擾（主要包括同頻干擾及鄰頻干擾），引起掉話、串話和有較大雜音等現象，從而導致整個無線通信網絡的質量下降。
- 孤島效應。孤島效應是基站覆蓋性問題，當基站覆蓋在大型水面或多山地區等特殊地形時，由於水面或山峰的反射，使基站在原覆蓋範圍不變的基礎上，在很遠處出現“飛地”，而與之有切換關係的相鄰基站卻因地形的阻擋覆蓋不到，這樣就造成“飛地”與相鄰基站之間沒有切換關係，“飛地”因此成為一個孤島，當手機佔用上“飛地”覆蓋區的信號時，很容易因沒有切換關係而引起掉話。

4.2 天線俯仰角的調整

天線俯仰角的調整是網絡優化中的一個非常重要的事情。選擇合適的俯仰角可以使天線至本小區邊界的射線與天線至受干擾小區邊界的射線之間處於天線垂直方向圖中增益衰減變化最大的部分，從而使受干擾小區的同頻及鄰頻干擾減至最小；另外，選擇合適的覆蓋範圍，使基站實際覆蓋範圍與預期的設計範圍相同，同時加強本覆蓋區的信號強度。

在目前的移動通信網絡中，由於基站的站點的增多，使得我們在設計市區基站的時候，一般要求其覆蓋範圍大約為500M左右，而根據移動通信天線的特性，如果不使天線有一定的俯仰角（或俯仰角偏小）的話，則基站的覆蓋範圍是會遠遠大於500M的，如此則會造成基站實際覆蓋範圍比預期範圍偏大，從而導致小區與小區之間交叉覆蓋，相鄰切換關係混亂，系統內頻率干擾嚴重；另一方面，如果天線的俯仰角偏大，則會造成基站實際覆蓋範圍比預期範圍偏小，導致小區之間信號盲區或弱區，同時易導致天線方向圖形狀的變化（如從鴨梨形變為紡錘形），從而造成嚴重的系統內乾擾。因此，合理設置俯仰角是保證整個移動通信網絡質量的基本保證。

一般來說，俯仰角的大小可以由以下公式推算：

- $\theta = \arctg(h/R) + A/2$
- 其中： θ --天線的俯仰角
- h--天線的高度
- R--小區的覆蓋半徑
- A-天線的垂直平面半功率角

上式是將天線的主瓣方向對準小區邊緣時得出的，在實際的調整工作中，一般在由此得出的俯仰角角度的基礎上再加上1-2度，使信號更有效地覆蓋在本小區之內。

4.3 天線方位角的調整

天線方位角的調整對移動通信的網絡質量非常重要。一方面，準確的方位角能保證基站的實際覆蓋與所預期的相同，保證整個網絡的運行質量；另一方面，依據話務量或網絡存在的具體情況對方位角進行適當的調整，可以更好地優化現有的移動通信網絡。

根據理想的蜂窩移動通信模型，一個小區的交界處，這樣信號相對互補。與此相對應，在現行的GSM系統（主要指ERICSSON設備）中，定向站一般被分為三個小區，即：

- A小區：方位角度0度，天線指向正北；
- B小區：方位角度120度，天線指向東南；
- C小區：方位角度240度，天線指向西南。

在GSM建設及規劃中，我們一般嚴格按照上述的規定對天線的方位角進行安裝及調整，這也是天線安裝的重要標準之一，如果方位角設置與之存在偏差，則易導致基站的實際覆蓋與所設計的不相符，導致基站的覆蓋範圍不合理，從而導致一些意想不到的同頻及鄰頻干擾。

但在實際的GSM網絡中，一方面，由於地形的原因，如大樓、高山、水面等，往往引起信號的折射或反射，從而導致實際覆蓋與理想模型存在較大的出入，造成一些區域信號較強，一些區域信號較弱，這時我們可根據網絡的實際情況，對所地應天線的方位角進行適當的調整，以保證信號較弱區域的信號強度，達到網絡優化的目的；另一方面，由於實際存在的人口密度不同，導致各天線所對應小區的話務不均衡，這時我們可通過調整天線的方位角，達到均衡話務量的目的。當然，在一般情況下我們並不贊成對天線的方位角進行調整，因為這樣可能會造成一定程度的系統內干擾。但在某些特殊情況下，如當地緊急會議或大型公眾活動等，導致某些小區話務量特別集中，這時我們可臨時對天線的方位角進行調整，以達到均衡話務，優化網絡的目的；另外，針對郊區某些信號盲区或弱區，我們亦可通過調整天線的方位角達到優化網絡的目的，這時我們應輔以場強測試車對周圍信號進行測試，以保證網絡的運行質量。

4.4 天線位置的優化調整

由於後期工程、話務分佈以及無線傳播環境的變化，在優化中我們曾遇到一些基站很難通過天線方位角或傾角的調整達到改善局部區域覆蓋，提高基站利用率。為此就需要進行基站搬遷，換句話說也就是基站重新選點過程。下文摘錄了我們平時做規劃時的一些經驗。

(1) 基站初始佈局

基站佈局主要受場強覆蓋、話務密度分佈和建站條件三方面因素的製約，對於一般大中城市來說，場強覆蓋的製約因素已經很小，主要受話務密度分佈和建站條件兩個因素的製約較大。基站佈局的疏密要對應於話務密度分佈情況。

但是，目前對大中城市市區還作不到按街區預測話務密度，因此，對市區可按照：

- (a) 繁華商業區；
- (b) 賓館、寫字樓、娛樂場所集中區；
- (c) 經濟技術開發區、住宅區；
- (d) 工業區及文教區；等進行分類。

一般來說：

- (a)(b)類地區應設最大配置的定向基站，如8/8/8站型，站間距在0.6~1.6km；
- (c)類地區也應設較大配置的定向基站，如6/6/6站型或4/4/4站型，基站站間距取1.6~3km；
- (d)類地區一般可設小規模定向基站，如2/2/2站型，站間距為3~5km；若基站位於城市邊緣或近郊區，且站間距在5km以上，可設以全向基站。

上幾類地區內都按用戶均勻分佈要求設站。郊縣和主要公路、鐵路覆蓋一般可設全向或二小區基站，站間距離5km- 20km左右。

結合當地地形和城市發展規劃進行基站佈局：

- a. 基站佈局要結合城市發展規劃，可以適度超前；
- b. 有重要用戶的地方應有基站覆蓋；
- c. 市內話務量“熱點”地段增設微蜂窩站或增加載頻配置；
- d. 大型商場賓館、地鐵、地下商場、體育場館如有必要用微蜂窩或室內分佈解決；
- e. 在基站容量飽和前，可考慮採用GSM900/1800雙頻解決方案。

(2) 站址選擇與勘察

在完成基站初始佈局以後，網絡規劃工程師要與建設單位以及相關工程設計單位一起，根據站點佈局圖進行站址的選擇與勘察。市區站址在初選中應作到房主基本同意用作基站。初選完成之後，由網絡規劃工程師、工程設計單位與建設單位進行現場查勘，確定站址條件是否滿足建站要求，並確定站址方案，最後由建設單位與房主落實站址。選址要求如下：

- 交通方便、市電可靠、環境安全及佔地面積小。
- 在建網初期設站較少時，選擇的站址應保證重要用戶和用戶密度大的市區有良好的覆蓋。
- 在不影響基站佈局的前提下，應盡量選擇現有電信樞紐樓、郵電局或微波站作為站址，並利用其機房、電源及鐵塔等設施。
- 避免在大功率無線發射台附近設站，如雷達站、電視台等，如要設站應核實是否存在相互干擾，並採取措施防止相互干擾。
- 避免在高山上設站。高山站干擾範圍大，影響頻率復用。在農村高山設站往往對處於小盆地的鄉鎮覆蓋不好。
- 避免在樹林中設站。如要設站，應保持天線高於樹頂。
- 市區基站中，對於蜂窩區(R=1~3km)基站宜選高於建築物平均高度但低於最高建築物的樓房作為站址，對於微蜂窩區基站則選低於建築物平均高度的樓房設站且四周建築物屏蔽較好。

- 市區基站應避免天線前方近處有高大樓房而造成障礙或反射後乾擾其後方的同頻基站。
- 避免選擇今後可能有新建築物影響覆蓋區或同頻干擾的站址。
- 市區兩個網絡系統的基站盡量共址或靠近選址。
- 選擇機房改造費低、租金少的樓房作為站址。如有可能應選擇本部門的局、站機房、辦公樓作為站址。