

第5章 蜂窝小区初始规划



本章导读

图 5-1 所示为蜂窝小区规划流程，初始规划是整个规划的基础，其基本方法是根
据电波传播特性及业务负载统计特性，做出定性分析，进行基站站址选择、热点区域
规划、无线网络控制器规划等，实现良好覆盖。本章首先介绍不同区域蜂窝小区覆盖
规划的基本方法，然后分别介绍基站规划、配套设施规划及无线网络控制器规划等内
容，在后续章节中，将分别介绍容量规划、小区覆盖规划和链路预算及频率规划等内
容。与前几章不同的是，本章没有习题，而是提供了一个研讨题，目的是希望能够通
过面向实际问题的工程设计，使大家对蜂窝网络的规划有一个全面的、直观的深刻
认识。

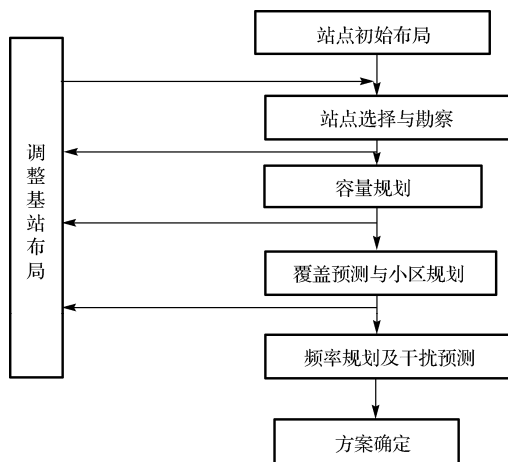


图 5-1 蜂窝小区规划流程

5.1 不同区域的蜂窝小区基本覆盖规划

不同区域的地形、地貌特点、话务密度有很大区别，因此，应采用不同的覆盖方
式。本节分别对市区和郊区、农村给出低成本覆盖方案。为了降低建网成本，出现
了很多新型覆盖方式，这里给出以下 3 种新型方案。

射频拉远单元 RRU 是一种新型的分布式网络覆盖模式,它将大容量宏蜂窝基站集中放置在可获得的中心机房中,基带部分集中处理,采用光纤将基站中的射频模块拉到远端射频单元,分置于网络规划所确定的站点上,从而节省了常规解决方案所需要的大量机房;同时通过采用大容量宏基站支持大量的光纤拉远,可实现容量与覆盖之间的转化。

直放站也是一种以拉远方式完成无线覆盖的基站组网方式,但与射频拉远方式有本质区别。射频拉远是将基带信号转成光信号传送,在远端放大。直放站只是将无线信号转成光信号传送。直放站会将噪声同时放大,而射频拉远则不会。

直放站一般分为光纤直放站、无线直放站、移频直放站。光纤直放站一般采用基站直接耦合方式,经光纤中继设备将信号传输到远端覆盖区。输出信号频率与输入信号频率相同,透明信道,不存在直放站收发隔离问题,覆盖区天线可根据地形情况选择全向或定向天线。光纤中继距离可达 20km,并且一个光中继设备可同时与多个覆盖端机连接。无线直放站,即通过采用施主定向天线从基站引入信号的方式,所以直放站的站址处必须能接收到良好的基站信号。其输出信号的频率与输入信号的频率相同,因此又称为同频无线直放站。移频直放站采用移频转发技术,具有无线转发,双向放大基站上、下行链路信号,有效扩展和填补移动通信覆盖盲区的功能,只需较小的收发天线隔离度,就可以输出足够的系统增益和输出功率,比较好地解决这些地域网络的覆盖。

寻呼区划分技术,该技术在建网初期,通过对话务量或负载的粗略估计,在不同的区域采用不同的策略对基站分组,减小呼损率,比如,在一类区和二类区一般用 5~6 个基站控制器分为一个寻呼区组,而在人流最为密集的繁华区域就适当缩小范围,只用 2.5~3 个基站控制器就分为一个寻呼区组;对于三类区可以适当扩大,用 6~8 个基站控制器分组;对于郊县甚至可以将整个城区作为一个寻呼区。

1. 市区

(1) 室外覆盖

城市市区因话务较为集中,室外覆盖一般以三扇区室类型基站设备为主。

对室外局部高话务密集区和小面积覆盖阴影区,例如,无法用宏蜂窝基站解决覆盖的商业街局部、居民小区等区域,设置射频拉远或室外微蜂窝基站。对覆盖距离较远而且馈线较长的小区,可以引入塔放,增加上行链路覆盖范围。

(2) 室内覆盖

针对无法靠室外基站解决的室内覆盖问题,根据重要程度和商业价值建设室内分布系统。

2. 小型县城、乡镇、郊区和农村

小型县城、乡镇、郊区和农村话务密度低于市区，且依次逐渐减小，建筑物的遮挡也依次减少，因此，覆盖措施有很大不同。

一般来说，在小型县城、乡镇、郊区和农村，地域较开阔，建筑物遮挡较少，一般选择全向天线，在话务密集区，可将功率分配到多个定向扇区。由于小基站设备具有全天候环境适应、设备小巧、功率低、交流供电、安装简便等特点，可以用于此类地区的室内覆盖、室外话务热点地区。

在一些特殊区域，如对有话务需求但分布较分散的小面积区域，采用射频拉远基站解决覆盖问题；对馈线较长的小区，可以引入塔放，增加上行链路覆盖范围；对需要覆盖但话务需求极少的地区，如道路的某些路段、隧道等，可以采用光纤直放站或者射频直放站，对较长的路段，还可以采用直放站级联。

在初期工程中，可以采用功分器等手段，将全向基站分裂为多扇区天线发射和接收，达到扇区化基站覆盖的效果，同时节省设备投资。在后续工程中，则可以根据话务负荷的实际情况，将基站升级为扇区化设备。

在基站建设中可以通过合理的站址选择、机房建设、传输、电源、铁塔等措施，尽量减少配套投入，从而降低建网成本：比如，尽量选择楼面高度接近基站天线挂高的楼房做站址，考虑使用室外型基站，从而减小馈线长度、节省机房购置或租赁费用及对电源配套的需求；采用合理、易于过渡的传输方式，配置安全、适度的电池容量配置，使整个传输网络的结构和能力具有一定的超前能力；对重要的和有需求的基站设置环境监控系统，以提高维护效率和保证设备的正常运转；在满足覆盖要求的前提下，尽量采用综合造价低的增高设施，如增高架、简易铁塔、拉线塔等，都是切实可行的措施。

5.2 基站规划

5.2.1 基站选址

基站一般分为宏蜂窝基站和微蜂窝基站两类。宏蜂窝基站具有发射功率高、覆盖范围广的优点；但是它对建站环境要求高，要求具备传输、电源、土建等方面的建站条件，建站周期相对较长。微蜂窝基站相比于宏蜂窝基站安装便利，投资较小，但输

出功率略小。微蜂窝设备一般只有 3 架, 包括 1 架主设备、1 架传输设备, 1 个扩容预留位; 天线高度一般采用 1.5m 抱杆, 高度一般不超过 3m。

基站站址选择主要从有利于无线电波传播特性的角度出发, 包括站点具体位置、机房位置、铁塔定点、天线高度、天线方位角及供电情况、传输路由等内容。不同的基站类型有不同的选址原则。宏蜂窝基站设置时应注意遵循以下原则。

1. 站高的确定

基站站高一般应高于建筑屋顶, 在一般城区, 根据目前的建筑物密度和平均高度, 天线高度选择 35m 左右比较合适。在农村地区, 由于人口相对较少, 建筑物也不是很密集, 同时基站站距也较大, 因此要求天线高度较高, 选择 50m 左右比较合适。对个别地区, 如果要求的覆盖范围很大, 如沿海海域, 则站高应尽可能高, 以扩大覆盖范围。

市区基站中, 对于小蜂窝区 ($R = 1 \sim 3\text{km}$), 基站宜选高于建筑物平均高度但低于最高建筑物的楼房作为站址, 对于微蜂窝区基站, 则选低于建筑物平均高度的楼房设站且四周建筑物屏蔽较好。

2. 站距的确定

一般城区, 在 35m 左右的站高条件下, 700m 左右的站距比较合适, 这个站距, 一方面基站设备容量能满足所吸收的话务方面的需求, 另一方面, 也能满足室内深度覆盖的要求。在其他区域, 应该根据容量需求和站高条件, 来确定基站的站距。增加站高, 应适当增加站距; 减少站高, 应适当减少站距。宏蜂窝基站之间的距离不能太小, 最小站间距控制在 400m 为宜。基站之间的距离最好为 400m 的倍数, 以便在话务量增加时进行小区分裂。

3. 抗干扰

(1) 在选择站址过程中应充分注意机房周围是否有建筑物遮挡、反射等因素。在边远地区, 高层建筑的遮挡会给基站覆盖带来影响; 在城区, 距基站 300~500m 的高层建筑是防止频率干扰的有利屏障, 城区基站 100m 范围内不得有高大建筑物, 郊区基站 200m 范围内不得有高大建筑物。

(2) 基站选址应远离高压电线, 城区距高压电线路等危险物的距离不得小于 30m, 郊区距高压电线路等危险物的距离不得小于 50m。

(3) 避免在高山上设站。

(4) 避免在树林中设站。如要设站, 应保持天线高于树顶。

(5) 避免在 UHF TV 台设站。

(6) 避免在雷达站附近设站。

(7) 市区基站应避免天线方向与大街方向一致而造成对前方同频基站的严重干扰,也要避免天线前方近处有高大楼房而造成障碍或反射后干扰其后方的同频基站。

(8) 避免选择今后可能有新建筑物影响覆盖区或同频干扰的站址。

(9) 不同制式(如 2G 和 3G)基站要注意水平和垂直隔离。

4. 地形因素

(1) 主要为覆盖高速公路的基站,一般情况下距离高速公路的水平距离宜在 100m 左右,以便在高速公路上提供更好的信号。

(2) 对于山区和丘陵地区,还应根据地形将基站选在制高点。

5. 便利性

(1) 交通方便、市电可靠、环境安全及占地面积小。

(2) 重要用户和用户密度大的市区有良好的覆盖。

(3) 尽量选择现有电信枢纽楼、邮电局或微波站作为站址,并利用其机房、电源及铁塔等设施。

6. 安装 GPS 的基站选址

安装 GPS 的基站被作为空中帧同步相位调整的参考源。为保证可靠的全网同步,通常每 40~50 个相邻基站就需要安装一部 GPS,而且安装 GPS 的基站相距通常不大于 3km,一般选择安装高度在 8~10 层并且视野非常开阔的基站位置安装 GPS。对于安装了 GPS 的基站需要特别说明,并在基站站址分布图上用彩笔标注。

5.2.2 室外型小基站选址

小基站主要用作大基站信号盲区的覆盖及高话务量地区话务量的分担,与大基站配合使用,优势互补。小基站放置站址的选择过程如图 5-2 所示。

室外型小基站安装地址的选择注意以下几点。

(1) 由于小基站的覆盖范围相对较小,因此主要考虑移动速率慢的地方,如步行街、居民小区、商业广场等,以减少切换次数,尽量避免安装在车行道旁。

(2) 小基站的同步方式和大基站相同,均采用 GPS 同步方式,但小基站没有 GPS 接口,因此,为了保证同步性能,小基站在选点时应该尽量选在大基站的覆盖范围内,

并且大基站的同步级别应该尽量高一些，以达到较好的同步效果，当然小基站之间也能相互同步，其同步级别逐级递减。

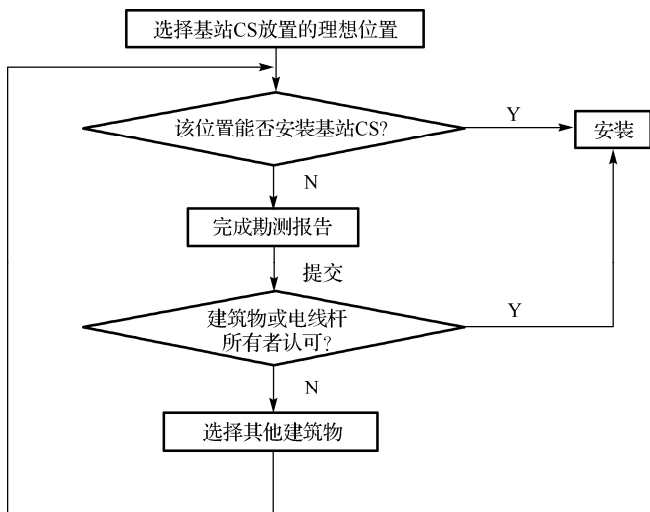


图 5-2 小基站放置站址的选择过程

(3) 小基站之间应该保证有一定程度的覆盖重叠，为了保证通话质量，在每个点上尽量保证可以收到至少两个基站的信号，并且至少有一个基站的信号在 $35\text{dB}\mu\text{V}$ 以上。

(4) 为避免基站之间相互干扰，基站之间应保持一定距离。如果基站天线位于同一水平面，且相互目视可见，则小基站间距离应大于 2m 。如果一个地方需放置两个或以上小基站，建议小基站分层放置，即小基站处于同一个垂直面内。

(5) 天线应垂直于地面，倾斜应小于 3° 。当然，如果基站安装位置较高（如 5~8 层楼高），可考虑将基站天线朝主要照顾区域倾斜 $5^\circ\sim 10^\circ$ （其他区域的覆盖不重要的情况下），以利于该热点区域的覆盖。

(6) 基站不能安装在其他天线辐射方向的 $\pm 45^\circ$ 之内。当基站安装在其他无线电设备辐射方向上时，或者即使基站物理位置上在其他无线电设备的方向之外，但是由于反射，基站可能对其他无线电设备造成影响。

(7) 基站应尽量远离其他天线，在其安装位置 3m 以内，不能有其他无线电设备（比如 TV 天线）。尽量保证基站和其他无线设备之间保持足够远的距离，以免互相干扰。

(8) 室外型小基站的安装位置应远离高压电线等强信号干扰区域。

(9) 室外型基站还应考虑防雷问题。如其安装位置高且突出, 应保证其在避雷针的有效范围之内 (45°)。

(10) 从小基站天线处看, 其视野尽量保证开阔。小基站 2m 以内不能有障碍物。

(11) 室外型小基站的安装可有 3 种方式: 固定在房子上, 安装在电线杆上或者悬挂在水平铁丝上。

(12) 特别注意不要安装在有枝叶的树干上, 一则防雷击, 二则避免树枝及树叶对信号的散射, 影响小基站的覆盖效果。

5.2.3 室内型小基站选址

对于话务量特别密集的大楼, 可采用室内小型基站补盲或提高话务量。其选址要求如下。

(1) 建议安装在办公楼长过道中央, 收发天线连线垂直于过道方向, 天线离墙壁的距离大于 1m。商场等方形区域建议挂在房间中央, 以对整个楼层有较好的覆盖作用。如果楼房不超过 50m, 中间一个基站就基本可覆盖三个楼层 (不考虑话务量)。不同楼层基站位置最好错开, 即不要在一条垂线上。如果一定要贴墙安装, 建议基站离开墙壁 10cm 以上。

(2) 在选择安装位置时, 应保证至少有一个小基站可以接收到大基站的信号, 然后其他小基站可以同步到该小基站上。

(3) 和室外型基站的网络规划一样, 大基站信号不宜过高, 同时在任何一个点上, 应可以收到至少两个基站的信号, 并且至少有一个基站的信号幅度大于 $35\text{dB}\mu\text{V}$, 另外, 不要求大基站对整个商场都实现覆盖, 因为小基站之间也可互相同步。

(4) 除墙壁外, 基站周围 2m 内不能有障碍物, 尽量保证其周围视野开阔。

(5) 为避免基站之间相互干扰, 基站之间应保持一定距离。如果基站天线位于同一水平面, 且相互目视可见, 则小基站间距离应大于 2m。如果一个地方需放置两个或以上小基站, 建议小基站分层放置, 即小基站处于同一个垂直面内。

(6) 基站应尽量远离其他天线, 在其安装位置 3m 以内, 不能有其他无线电设备 (比如 TV 天线)。尽量保证基站和其他无线设备之间保持足够远的距离, 以免互相干扰。

(7) 基站不能安装在其他天线辐射方向的 $\pm 45^\circ$ 之内。当基站安装在其他无线电设备辐射方向上时, 或者即使基站物理位置上在其他无线电设备方向之外, 但是由于反射, 基站可能对其他无线电设备造成影响。

5.3 基站配套设施规划

5.3.1 基站机房规划

基站机房的面积视设备需求而定，安装一整套设备（含一套基站设备、传输设备、电源设备、电池组等）一般至少要 15m^2 ，为了方便后续工程的扩容，还应预留相应数量的扩展设备机架摆放位置。

机房环境要求包括以下内容。

（1）选房：尽量租用房屋，实在没有房屋的，考虑采用活动机房，原则上不选用私人住房，基站房应具备屋顶使用权。

（2）地面：水泥地面（或经过装修的水泥地面），最好具备防水功能。

（3）楼层：楼高适合的及房屋适合建铁塔的最好为顶楼，屋顶不得有漏水现象；需建落地塔的最好为底楼，基站房距铁塔不得高于 5m 。

（4）高度：城区为 35m 左右，郊区为 45m 左右，市区城乡结合部的高度为 $35\sim 45\text{m}$ ，不具备高度要求的地方应具备修建铁塔条件或建简易支架。

（5）排水：活动机房要特别注意排水问题，以免积水进入机房内。

（6）基站天面：应选择高度尽量靠近理想天线挂高的楼顶平台作为基站天面，尽量不要选择高度明显高于所需挂高的楼顶平台。如果机房所处楼房的顶层高度不够在天面上安装增高架（高度一般为 $6\sim 12\text{m}$ ），这种情况一般需要 $5\text{m}\times 5\text{m}$ 左右的天面，或者，在天面上安装简易拉线塔（高度一般为 $10\sim 20\text{m}$ ），这种塔的塔身占地面积不大，一般在 0.5m^2 之内，然后从杆的上部多点拉线至楼面并固定，拉线在楼面上的固定点需要和塔身有相当的距离才能保证塔的稳定，也就是说采用这种塔需要一定的楼面面积。

5.3.2 铁塔工艺要求

如需要建设铁塔，建议铁塔应设置安装基站天线的平台，定向基站天线数量一般为 6 副或 3 副，全向基站数量为 2 副。天线在平台上应能灵活地调整方向，铁塔应设馈线爬梯，每个基站有 6 根或 2 根 $7/8"$ 同轴馈线，馈线爬梯应为其预留安装位置。

对楼顶天线增高架的工艺要求包括以下内容。

1) 天线增高架一般设在机房楼顶, 铁塔制作一般有专门的工艺要求, 比如, 不同风速下的变形限制、载荷要求等, 来制作。

2) 天线在增高架上应能灵活地调整方向, 增高架应设馈线爬梯, 每个扇区有 2 根 7/8" 同轴馈线, 馈线爬梯应为其预留安装位置。

3) 如增高架上安装微波天线, 则应考虑微波天线的负荷。

4) 基站的防雷接地须根据“YD5068—98《移动通信基站防雷与接地设计规范》”的相关要求实施。

(1) 基站的接地应采用联合接地方式, 将工作接地、保护接地、防雷接地接在一起。基站接地系统的电阻值应小于 5Ω 。

(2) 与其他通信系统的基站公用同一建筑物时, 其接地应采用与其他通信系统公用同一组接地体的联合接地方式。

(3) 天馈线系统防雷与接地: 天线应在接闪器的保护范围内, 接闪器应设置专用雷电流引入线, 材料采用 40×4 的镀锌扁钢。基站同轴电缆天馈线的金属外护层, 应在上部、下部和经走线架进机房入口处就近接地, 在机房入口处的接地应就近与地网引出的接地线妥善连通, 当铁塔高度大于或等于 60m 时, 同轴电缆天馈线的金属外护层还应在铁塔中部增加一处接地。同轴电缆进入机房后, 与通信设备连接处应安装馈线避雷器, 以防来自天馈线引入的感应雷。馈线避雷器接地端子应接至室外馈线入口处的接地排上, 选择馈线避雷器时应考虑阻抗、衰耗、工作频段等指标与通信设备相适应。

(4) 进入基站的低压电力电缆宜从地下引入机房, 其长度不应小于 50m (当变压器高压侧已采用电力电缆时, 低压侧电力电缆长度不限)。电力电缆在进入机房交流屏处应加装避雷器, 从屏内引出的零线不作重复接地。

基站供电设备的正常不带电的金属部分, 避雷器的接地端, 均应作保护接地, 严禁作接零保护。基站直流工作地, 应从室内接地汇集线上就近引接, 接地线截面积应满足最大负荷的要求, 一般为 $35\text{mm}\times 95\text{mm}$, 材料为多股铜线。

基站电源应符合相关标准、规范中关于耐雷电冲击指标的规定, 交流屏、整流器 (或高频开关电源) 应设有分级防护装置。

(5) 电源避雷器和天馈线避雷器的耐雷电冲击指标等参数应符合相关标准、规范的规定。

(6) 信号线路的防雷与接地: 信号电缆应穿钢管或选用具有金属外护套的电缆, 由地下进出基站, 其金属外护套或钢管在入站处应作保护接地, 电缆内芯线在进站处应加装相应的信号避雷器, 避雷器和电缆内的空线对均应作保护接地。站内严禁布放架空缆线。

(7) 通信设备的保护接地：机房内的走线架应每隔 5m 作一次接地。走线架、吊挂铁件、机架（或机壳）、金属门窗及其他金属管线，均应作保护接地。

(8) 其他设施防雷与接地：基站和铁塔应有完善的防直击雷及抑制二次感应雷的防雷装置（避雷网、避雷带和接闪器等）。

5.4 无线网络控制器 RNC 规划

1. RNC 的设置原则

(1) 可持续发展性、易维护性。

(2) 容量：根据无线网络容量、基站数量、扇区载频数、传输电路数量和 RNC 的能力等因素合理确定 RNC 的设置数量。

(3) 距离：由于基站和基站控制器间的 U 口线路传输数字信号，对于线路环阻和线路损耗随距离的变化比较敏感，通常在使用 0.4mm 线径的线缆作为 U 口线路时，对于室外大功率基站，限制最大外线长度在 3km 左右，对于普通小功率基站，限制最大外线长度在 2.2km 左右。

2. 初步规划

(1) 机房资源：可用的模块局机房、端局机房、接入网点等，以及这些机房内的资源状况，包括电源容量、传输设备容量，外线覆盖区域及可用空间等。

(2) 按照基站控制器和基站控制器机柜对于机房资源的具体要求，初步确定可放置基站控制器的机房。

(3) 基站与基站控制器机房的归属：按照基站选址位置的外线状初步确定关系。如果某基站可以连接到多个基站控制器机房，则选择连接线路最短的机房。

3. 具体配置

(1) 确定基站与机房的归属关系：基站与基站控制器机房的实际连接长度超出限制，则必须调整归属关系，直到实际连接长度满足要求，如果仍不能寻找到合适机房，则可以考虑“并线”连接，将每个 U 口的一对双绞线连接改为两对双绞线连接，一般可以满足 U 口线路指标。

(2) 确定机房内基站控制器数量：对于一个基站控制器，满配置 5 块基站接口板，可以最多连接 10 个 1C7T 大功率基站或 20 个 1C4T 大功率基站。但是当连接 8 个 1C7T

基站就可能占用 56 个话路时隙，当连接 16 个 1C4T 基站就可能占用 64 个话路时隙，而目前一个基站控制器在开通 2 个 2M 通道时最多提供 60 个话路时隙。

因此在规划大量使用 1C7T 基站和 1C4T 基站的区域，一个基站控制器最多只能配置 4 块基站接口板，还要考虑扩容，建议在初期规划时一个基站控制器只配置 3 块基站接口板，相应的就是一个基站控制器最多 6 个 1C7T 大功率基站或 12 个 1C4T 大功率基站或其他组合。按照以上原则，就可以计算出每个机房内所需基站控制器的数量。按每机柜容纳 6 个基站控制器的标准，可以计算出所需基站控制器机柜的数量。

4. 基站控制器（Node B）设置原则

- （1）根据业务预测结果，确定建设规模。
- （2）根据覆盖及话务的要求，确定站址。既要将基站设置在真正有话务需求的地区，又应考虑基站的有效覆盖范围，使系统满足覆盖目标的要求。
- （3）根据目前技术手段和可使用频段，确定基站设置密度和容量。
- （4）重点覆盖：保证重要区域能够为用户提供移动通信业务，如国家重点旅游区、主要公路、金融区、居民密集区及一些大型企业集团。

研讨题

1. 请统计你所在校园的业务负载特性，根据你所在校园的地形地貌及建筑物分布特点，进行蜂窝小区初始规划，要求提交基站选址及选型、热点区域小基站规划、机房规划、无线网络控制器规划、寻呼区划分等方案。

