

# 广州市移动通信基站规划建设与管理实践

□ 魏冀明, 马 星, 杨晓羚, 刘文凤

[摘要] 提高移动通信网络覆盖的广度和深度, 是建设新一代通信网络的工作重点。但目前移动通信基站的规划建设与管理仍未完善, 导致建设难、效率低、管理弱等问题。文章在反思当前基站“规、建、管”困境的基础上, 以广州市移动通信基站纳入城市管理工作为例, 探索建立“政企合作, 规划统筹、制度支撑”的“协同式”的工作模式, 变“被动”为“主动”, 为规范移动通信基站的“规、建、管”工作提供经验。

[关键词] 移动通信基站; 政企合作; 智能选址模型; 制度支撑

[文章编号] 1006-0022(2019)10-0060-07 [中图分类号] TU984 [文献标识码] B

[引文格式] 魏冀明, 马星, 杨晓羚, 等. 广州市移动通信基站规划建设与管理实践 [J]. 规划师, 2019(10): 60-66.

The Planning, Construction, and Management of Mobile Communication Base Stations in Guangzhou/Wei Jiming, Ma Xing, Yang Xiaoling, Liu Wenfeng

[Abstract] Improving the coverage of mobile communication network is a major task in the new era. The planning, construction, and management base stations of mobile communication needs to be improved. With a reflection on the dilemma of base station development, the paper studies the case of Guangzhou that incorporates base stations with urban management, explores the model of “government-enterprise partnership, planning integration, institutional support” in a proactive way, and provides experience for the planning, construction, and management of mobile communication base stations.

[Key words] Mobile communication base stations, Government-enterprise partnership, Smart location choice model, Institutional support

## 0 引言

《2017年中国互联网络发展状况统计报告》指出, 截至2017年6月, 我国移动互联网用户规模已达7.24亿, 移动互联网普及率已达52.35%。在移动互联网普及率逐年提升的同时, 对移动通信基站(以下简称“基站”)信号强度和覆盖范围的要求越来越高。基站是支持移动通信网络的重要基础设施。长期以来, 基站由各家电信企业通过市场化的方式分头建设。政府部门对基站的规划和建设缺乏有效的引导与管理, 导致建成区基站重复建设、新建城区配置不足、与城市景观不协调等

问题<sup>[1-3]</sup>。在国家提出构建下一代国家信息基础设施、全面推进信息化建设的背景下, 科学编制通信基础设施专项规划, 将其纳入国土空间规划体系, 加强基站的规划管理工作, 是依法保障通信基础设施的规范建设和安全运行的重要举措。当前, 学界对基站规划编制技术的讨论较多, 将基站纳入国土空间规划已经在很多城市有所实践, 上海、深圳和苏州等城市已经开展基站站址规划, 探索形成分区布局的编制方法<sup>[4-6]</sup>。但对在规划、建设、管理一体思维下开展基站规划编制, 多途径地将基站纳入城市管理的讨论较少。本文从政企合作、多规合一、共建共享的思维出发, 以广州市

[作者简介] 魏冀明, 工程师, 现任职于广东省城乡规划设计研究院规划三所。

马 星, 高级工程师, 注册城乡规划师, 广东省城乡规划设计研究院大数据中心副主任。

杨晓羚, 助理工程师, 现任职于广东省城乡规划设计研究院大数据中心。

刘文凤, 工程师, 现任职于广东省城乡规划设计研究院规划三所。

移动通信基站站址布局专项规划的编制工作为例,探索一种“主动协同式”的工作模式。

## 1 移动通信基站规划建设管理的困境

传统基站的建设是由各家电信企业按照客户的需求,被动式地开展基站布局、建设和维护等工作的。由于政府仍未建立针对基站规划、建设的管理机制,导致基站出现建设难、效率低和管理弱等困境。

### 1.1 建设难:即时需求决定规划部署

(1) 基站建设落后于城市建设。当前基站的规划主要根据目标区域的用户需求进行部署。用户的需求具有即时性,而且需求大部分集中在城市建成区,建设以年度进行。另外,对城市新区缺乏提前规划,导致基站的建设往往滞后于城市建设。待新区建设成熟后,再进行基站建设,则会与居民环保意识、商业、居住小区产权人和物业管理产生冲突,导致基站落地难<sup>[3]①</sup>。

(2) 基站的选址、建设、实施相关制度和法规不完善,对应的行政审批流程亦不明确。在铁塔公司和电信企业推进基站建设工作的过程中,难以找到责任部门,而且部分基站建成后,由于缺乏相关法律、政策支持,被责令拆除<sup>[1,7]</sup>。

(3) 基站电磁辐射的环保知识缺乏宣传,公众对其有恐惧和抵触情绪。随着人民生活物质水平的提高,公众对环境保护的重视程度日益增加。公众普遍担心基站带来的电磁辐射会对身体健康、环境质量带来负面影响,从而从心理上对基站建设工作产生抵触情绪,加大基站建设的难度<sup>[5]</sup>。

### 1.2 效率低:基站建设缺乏统筹协调

(1) 由于用户分布、业务量差异,电信企业建设各自为政,而且电信企业之

间缺乏基站建设的统筹协调,导致大量基站的重复建设,造成空间资源浪费,影响城市景观<sup>[2,8]</sup>。广州市在2014年铁塔公司成立以前,基站重复建设现象普遍存在。经统计,2015年共享率仅为19%(图1)。

(2) 基站选址未充分与城市公共资源有效结合。当前基站建设主要位于居住小区、商业、办公楼的楼顶以及道路、河流两侧空地。但基站属于城市公用设施,仍未与政府建筑、车站、广告牌和路灯等公共资源充分结合建设。经统计,当前广州市的基站主要分布在居住用地、商业用地和道路与交通设施用地上,占现状基站总数的58.9%。

### 1.3 管理弱:规划建设缺乏有效引导

(1) 基站专项缺位,导致建设缺乏总体部署和规划管控。传统城乡规划体系在通信领域的专项规划主要是通信管廊规划,未对基站开展专项研究与规划,使基站缺乏科学合理的规划与引导。同时,法定规划体系也缺乏相应的专项内容,导致基站在用地出让上缺少规划支撑。

(2) 基站规划、设置、选址、建设、管理和保护是由多部门、多企业协作共

同推进的工作。当前基站建设主要由铁塔公司和电信企业主导开展,由于长期的管理缺位,缺乏政府政策性文件的指导,导致形成难建设、难管理的局面。

(3) 在完全市场竞争模式下,传统的移动通信基站规划、管理和建设的模式导致基站建设效率低、资源浪费等问题的出现。新时期,在明晰基站自身问题的基础上,从“规、建、管”三方面出发,主动求变。

## 2 移动通信基站规划建设与管理的转变

### 2.1 工作组织转变:政企合作,统筹部署

(1) 由铁塔公司统筹电信企业的基站建设。铁塔公司是由三大移动通信电信企业出资成立的通信设备公司,主要负责统筹建设、运营和维护移动通信基础设施。在铁塔公司成立后,将统筹多家电信企业的基站建设需求,优化存量基站,部署新增基站建设。

(2) 由市工信部门委托铁塔公司,组织编制移动通信基站站址布局专项规划。因基站建设属于市场化行为,故由铁塔

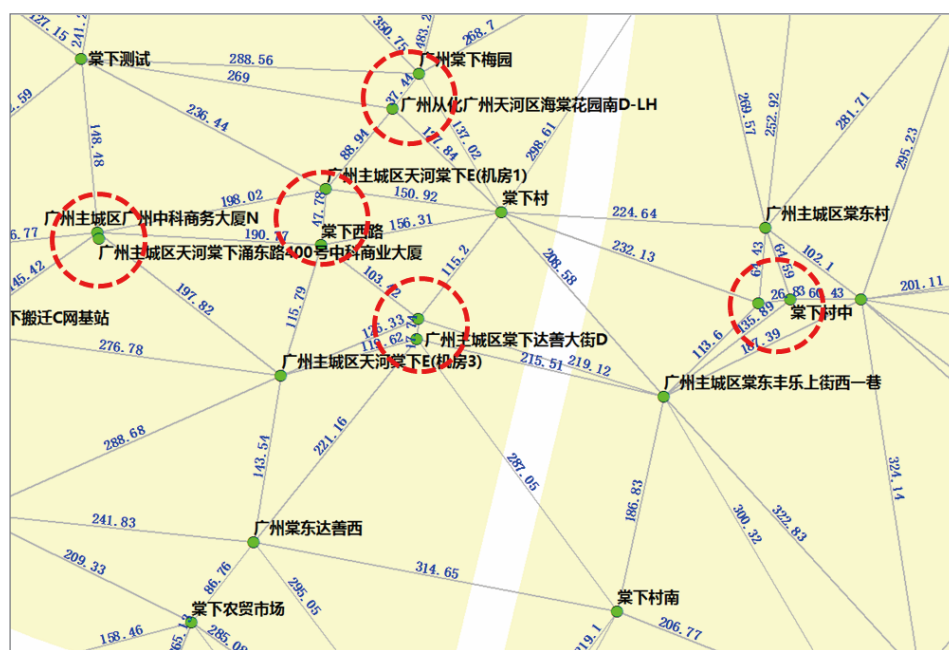


图1 广州市天河区棠下社区现状基站分布情况

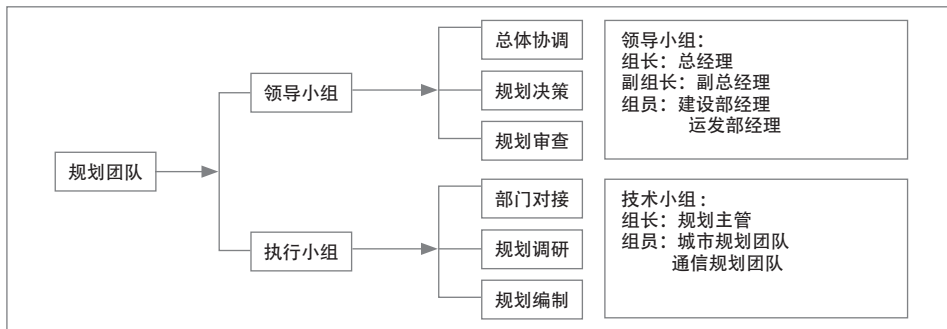


图2 工作组织结构图

公司统筹电信企业的建设需求，通过政府指导、专家领衔和部门协作，完成专项规划的编制，作为统筹全市基站建设的纲领。

(3) 省市两级主管部门之间需要加强信息的互联互通，搭建好信息监督、检查和共享机制，保障移动通信基础设施工作按规有序地快速推行。

## 2.2 规划编制转变：全域覆盖，多规衔接

(1) 基站选址布局需要在电信企业年度建设需求的基础上，结合城市空间发展方向，综合考虑城市的用地、交通等方面的发展重点，制定基站的规划布局。其不仅要面向城市建成区域，还需综合考虑城市新区、农村地区和生态地区的移动通信要求，以共建共享为出发点，统筹基站总体布局，保障全域4G全覆盖。

(2) 移动通信基站站址布局专项规划是城乡规划的重要组成部分。专项规划以城市总体规划和控制性详细规划为基础，与土地利用总体规划、环境保护总体规划和林业保护规划充分衔接，落实“三区三线”的管控要求，在法定规划的框架下开展规划编制。

(3) 专项规划需要与城市近期建设充分衔接。基站规划编制应与发改、住建、交通、林业、环保、园林、文物、城管、机场、铁路等部门和企业的近期建设要求衔接，在总体部署的基础上，重点与近期建设项目衔接，优先满足项目移动通信要求。

## 2.3 建设管理转变：融入规划，完善政策

(1) 专项规划的实施需要融入法定规划管控体系，规划编制内容需要充分与管理要求对接。规划内容需要做好与“总、控”两级法定规划的管控要求的衔接，并适度预留弹性。总体规划层面以“总量+分区”为管控内容，建立全市基站布局框架；控制性详细规划层面以“规模+单元布局+站点管控”为管控内容，适度预留弹性，一方面形成明确的土地出让条件，指导下层次规划设计编制，另一方面需要考虑实际建设的不确定性。

(2) 专项规划的实施，需要配套管理实施细则。工信部门在专项规划获批后，开展基站管理实施细则的制定工作，明确专项规划编制、公共资源开放与使用、基站审批程序、基站选址与建设、管理与保护等内容，保障专项规划的实施，规范基站的建设和管理。

(3) 从工作组织方式、编制思路和建设管理三方面进行转变。改变以往“各自为政”的建设局面，以政企合作、多规衔接、融入管理的思路开展编制“协同式”规划，并制定管理实施细则，理顺行政管理关系，逐步实现“先规划、后建设”，促进基站建设合法化。

## 3 “协同式”移动通信基站站址规划编制方法

为了支撑“宽带广州”的建设，进一步提升广州市信息化水平，2018年4

月原广州市工业和信息化委员会（以下简称“工信委”）委托中国铁塔有限公司广州分公司（以下简称“广州铁塔公司”），组织编制《广州市移动通信基站站址布局专项规划（2017—2020年）》。本次规划的编制从工作组织、编制思路和技术手段3个方面进行探索，旨在建立地级市移动通信基站站址布局专项规划编制模式。其是以宏基站和微基站组成的室外基站为研究对象，室内分布系统不在规划范畴。

## 3.1 构建政企合作、多专业协作的工作组织模式

规划打破以往专项规划编制以政府主导“唱独角戏”的模式，由工信委负责工作协调、行政和技术审查等，委托广州铁塔公司组织开展规划编制工作（图2）。

(1) 领导挂帅，统筹协调推进编制工作。广州铁塔公司组建领导小组和技术小组，领导小组由公司总经理任组长，负责规划编制工作的总体协调、规划决策和规划审查等工作；执行小组由规划部门主管和规划技术团队构成。

(2) 规划牵头，双专业协作完成编制技术工作。基于专项规划技术的复杂性，规划技术团队由城乡规划团队和通信规划团队组成。工作由规划团队牵头，统筹移动通信技术与空间规划需求、政府诉求、企业要求，并转化为空间布局与政策指引。通过团队组合，发挥各自的技术专长。

(3) 层层审查，高质量把关。在规划编制过程中，经过多部门、多专家的评审。前后由广州铁塔公司、广东铁塔公司、工信委，以及移动、联通、电信三大电信企业对规划方案进行6轮评审，由规划、通信等专家进行论证，层层把关，严格控制规划编制成果的质量。

## 3.2 以多部门规划为基础，统一工作底图

专项规划要科学合理地布局基站，

必须落实上层次规划，衔接相关规划。专项规划编制以城乡规划的法定规划为基础，对接各部门规划，建立统一规划底图。《广州市移动通信基站站址布局专项规划(2017—2020年)》以《广州市城市总体规划(2010—2020年)》为底图，并且以广州市各控制性详细规划管理单元为规划单位。

规划编制与原国规委、原建委、原交委、水务局、林业和园林局、原环保局等13个市直部门、11个区的信息化主管部门相关。因此，专项规划衔接《广州市城市环境总体规划(2014—2030年)》《广州市综合管廊专项规划(2016—2030年)》等与基站建设相关的各类规划，作为规划编制的基础。在充分衔接各部门规划的基础上开展专项规划编制(图3)。

### 3.3 创新智能选址布局模型，支撑基站总体科学布局

#### 3.3.1 多方法模拟，确定基站规模

以蜂窝模型为基础，基站布局需要综合考虑需求覆盖面积和单站的覆盖面积。首先，需求覆盖范围以总体规划确定的城市总体布局为对象，以控制性详细规划管理单元为单位，结合城市空间建设高度、密度、强度对全市进行无线电特征分区，建立密度分区。结合铁塔公司和电信企业现有的规划场景划分，将全广州市划分为5类密度分区，明确各个需求分区的范围(图4，图5)。其次，综合各家电信企业4G工作频段和站间距，对各种类型规划场景进行链路预算，模拟建立5类密度分区的站间距范围。最后，综合密度分区和站间距，明确基站总规模(表1)。

#### 3.3.2 多原则规定，确定选址布局

在明确密度分区和站间距的基础上，制定选址原则，并将选址原则转化为GIS机器语言进行智能化选址。

(1) 原则一：满足无线覆盖要求。对于新建区域，以密度分区和站间距为标准制定基站选址布局方案，在无线通信

技术要求下实现网络全覆盖。对于已建成区域，由于该区内存在已建设的基站，基站布局需要考虑现状用户要求和存在问题来提出解决方案，完善通信网络。特别是对于交通线性廊道，需按照上述要求进行重点处理。

(2) 原则二：共建共享。新建区域新增基站全部按照共建共享的原则进行处理；在已建成区域，新增基站需求优先匹配到存量基站站址，在存量无法满足的情况下，整合各家电信企业需求，实现已建成区域新增基站的共建共享(图6)。

(3) 原则三：规划引导，公共开放。规划改变当前优先在经营性用地上布局基站的市场化模式，由政府统筹，主动开发公共资源，优先保障基站建设。对于新建区域，以控制性详细规划确定的用地性质为基础，优先把基站布局在公

共管理和公共服务设施、绿地与广场、道路交通设施、市政公用设施及商业服务业设施等用地上，其次再考虑居住、工业和物流仓储等用地。对于已建成区域，规划布局优先利用公共建筑及市政公用设施、公共管理与公共服务设施、绿地与广场、道路交通设施、市政公用设施及商业服务业设施用地等，并且结合三旧改造标图建库，在城市更新中的经营性用地上预留基站用地，同时需要避开历史保护建筑。

(4) 原则四：整合存量站址，优化空间布局。当前广州市分布着大量存量基站，造成空间资源的浪费。规划提出对存量基站更新整合的要求。存量基站整合遵循以配套资源充足的站点整合其他同址站点，以覆盖条件较好的站址整合因站址高度不理想导致站间距过近的存



图3 广州市各部门“十三五”项目布局

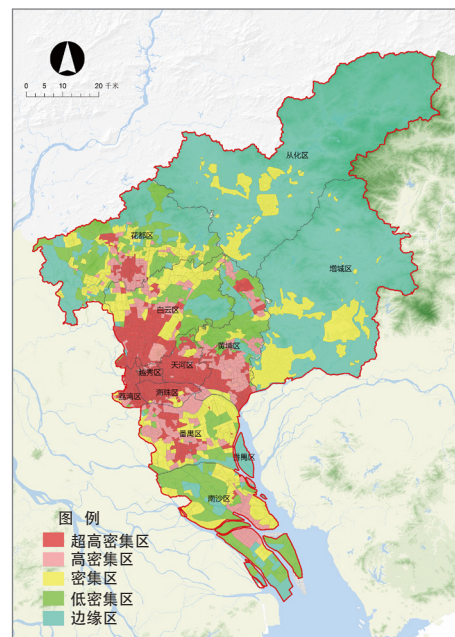


图4 广州市移动通信基站密度分区

表1 各密度分区的站间距和站址密度预测范围

密度分区	站间距/m	单站覆盖面积/km <sup>2</sup>	站址密度(站/平方千米)
超密集区	200~250	0.03~0.05	13.3~16.0
高密集区	250~350	0.05~0.11	8.0~10.2
密集区	350~500	0.11~0.22	4.1~5.4
低密集区	500~800	0.22~0.55	2.2~2.8
边缘区	800~2000	0.55~3.47	0.8~1.1

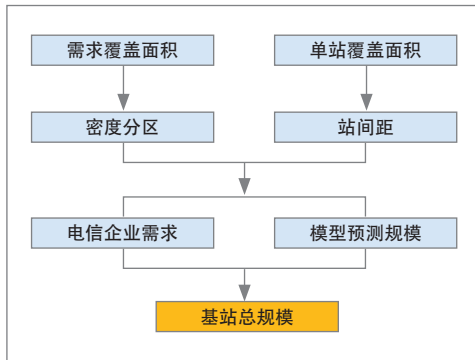


图5 以蜂窝模型为基础的基站规模确定思路  
注：基站规模 = 需求覆盖面积 / 单站覆盖面积。



图6 整合三家电信企业站址需求

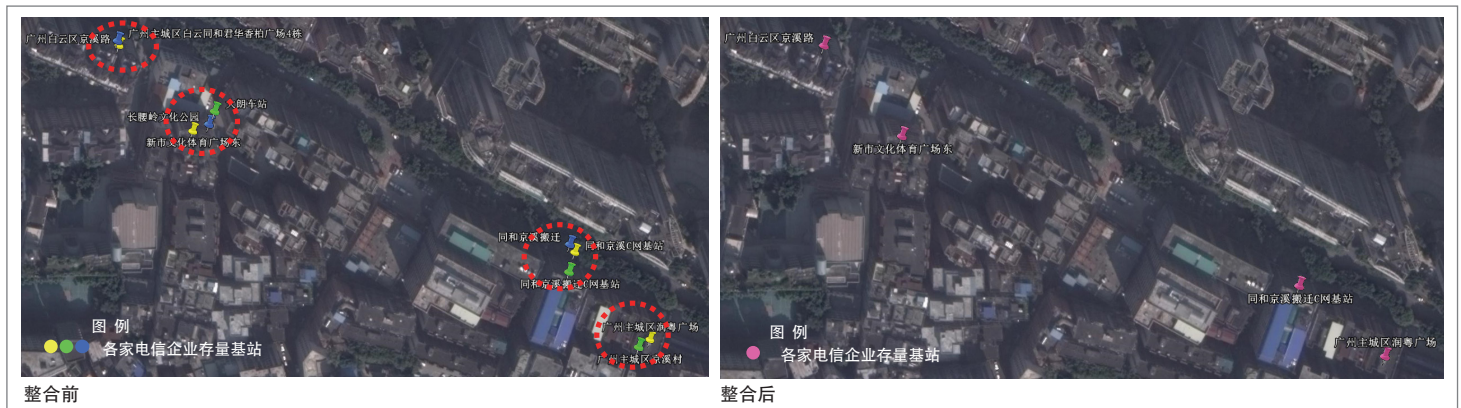


图7 存量基站整合

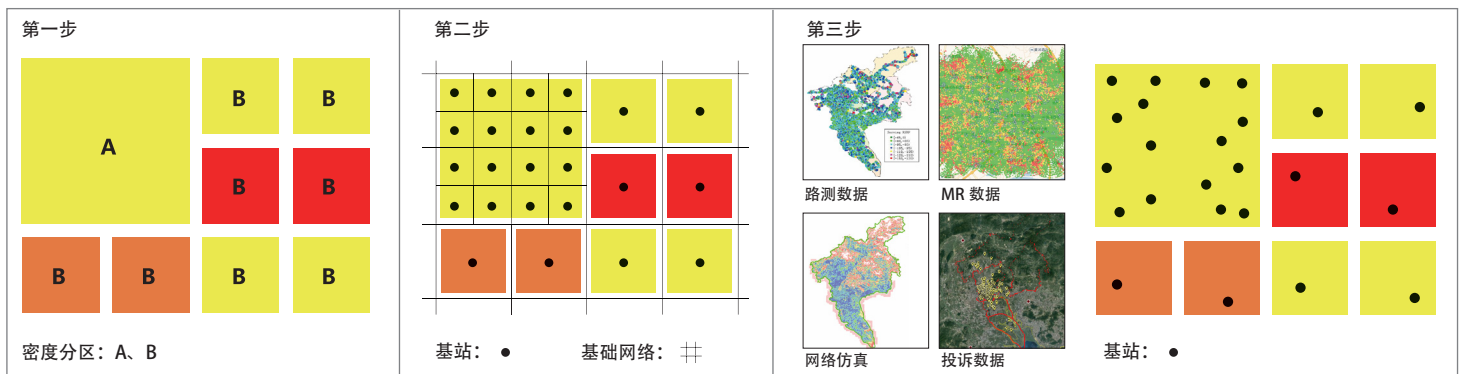


图8 智能选址模型示意图

量站址的原则；在同址站点容量受限、无法通过改造满足电信企业新增需求的情况下，新建站址考虑整合附近原有站址；站址搬迁时需为整合附近存量站址预留资源（图7）。

（5）原则五：符合环境安全要求。移动通信基站需要与机场、铁道、道路、供电设施和油库等重要基础设施或危险基础设施保持一定的安全距离，也需要满足防洪要求，符合电磁辐射防护规定，防止对居住生活环境产生影响。

在以上5条主要原则的基础上，规

划利用 ArcGIS10.2 数据库开展智能选址：  
①在全市密度分区的基础上，对地块赋予站间距和站址密度属性要求；②利用 Model Builder 在 ArcGIS 中生成基础网格，在存量基站的基础上，识别各密度分区基站服务未覆盖区域，作为新增基站布局的目标区域；③按照选址原则，将不同密度分区及其对应的站间距、用地优先级顺序、环境安全距离等因素转换为参数输入 ArcGIS，形成基站选址的初步方案；④结合铁塔公司和电信企业的路测数据、投诉数据，利用无线网络仿真、

MR 数据分析等手段，对初步方案进行调整，形成合理的基站布局（图8）。

### 3.3.3 多主体校对，精准站址落地

基站的布局和建设需要三家电信企业与多个部门共同协作完成。电信企业结合客户需求，校对站址匹配性。部门结合管理权限，对相应的管理空间进行核对。在初步落实方案评审后，由工信委组织各市直部门和各区对规划进行核对；铁塔公司组织各家电信企业对方案进行核对。通过政企双重校对，进一步精细化基站选址。第一阶段，在智能选

址完成后, 先由规划技术团队进行校对, 结合用地情况进行微调(图9); 第二阶段同步征求政府部门和电信企业意见, 进一步完善基站选址(图10)。

### 3.3.4 弹性规划, 应对建设不确定性

在基站的实际建设中, 由于5G的发展、城市建设的调整、与业主洽谈的困难及工程建设的偏差等因素, 规划与实施存在一定的偏差。专项规划的编制在三方面对基站规划进行弹性设计。

(1) 对配建标准提出布局的弹性。考虑到各密度分区下垫面复杂的情况, 规划在确定站间距时采用区间方式进行预留, 并且规定在不同密度分区可以存在20%~35%的站址偏移范围, 在该范围内同样可以满足移动通信要求。

(2) 对规划管理提出管控的弹性。以控制性详细规划管理单元实现总体规模刚性控制, 对具体站址坐标进行引导。

土地使用需要结合具体建设项目的要求进行优化调整。专项规划制定的是总体规划层面的基站布局, 不能实时根据实际土地出让进行调整。规划以管理单元控制总体规模以及以各类密度分区的站间距作为刚性管理条件, 保障该区域的基站使用。对每个具体基站不做刚性要求, 结合具体情况进行调整。

(3) 对总体规模提出数量的弹性要求。综合考虑选址困难、电信企业5G等新型业务的要求、特殊区域补盲要求、部分站点被拆除补点和规划调整等不确定因素, 考虑预留10%的基站, 以应对各分区、单元建设的不确定性。

### 3.4 满足城市近期建设要求, 纳入规划管理体系

专项规划既要满足城市近期移动通信的需求, 也要为后续纳入城乡规划管

理体系做准备。

(1) 对接部门“十三五”建设计划, 保障城市近期发展的通信需求。基站布局对接广州市26个重点平台和各部门的“十三五”规划重点项目, 满足交通、林业、园林、住建、城管等部门提出的交通廊道、保障性住房、产业园区、森林公园和景观片区建设的移动通信要求(图11)。

(2) 规划从两方面提出基站纳入城乡规划管理的途径。一是结合法定规划体系, 在专项规划中提出对接各层次法定规划的要求, 结合国土空间规划的编制和控制性详细规划的编制与修编, 将专项规划内容逐步融入相关规划; 二是结合专项规划制定基站的行政管理实施细则, 理顺基站规划、审批、建设和保障等方面的要求。

(3) 规划在广州市国土空间规划体系的基础上, 提出各层次管控要点(表2)。

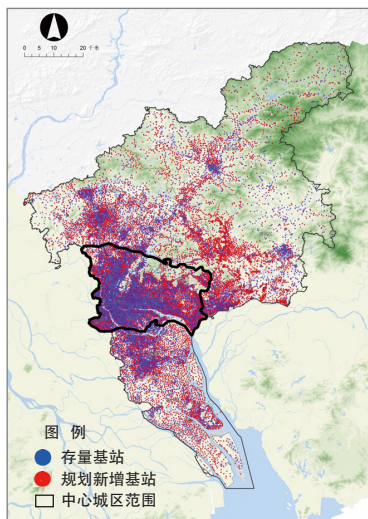


图9 移动通信基站规划布局图

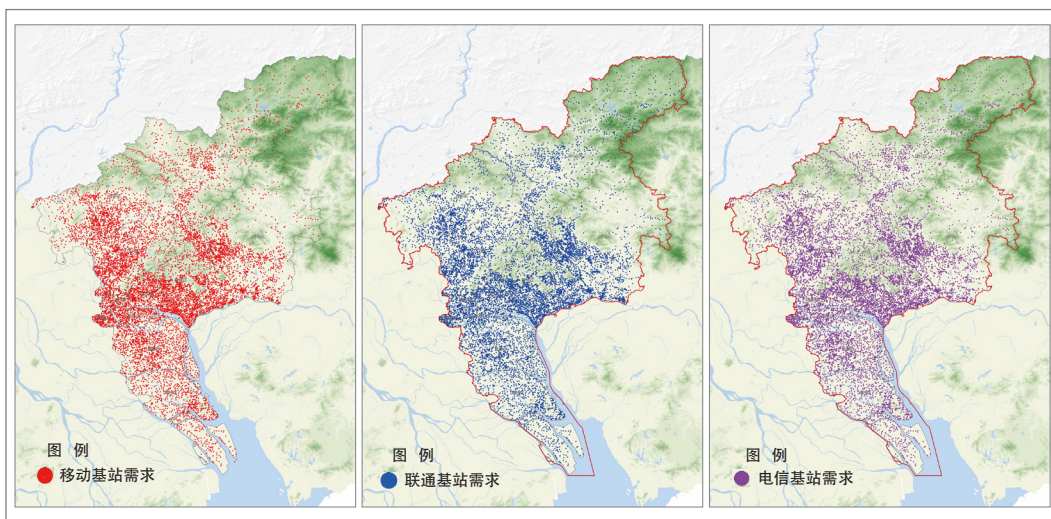


图10 三大电信企业(从左到右依次为移动、联通、电信)基站需求

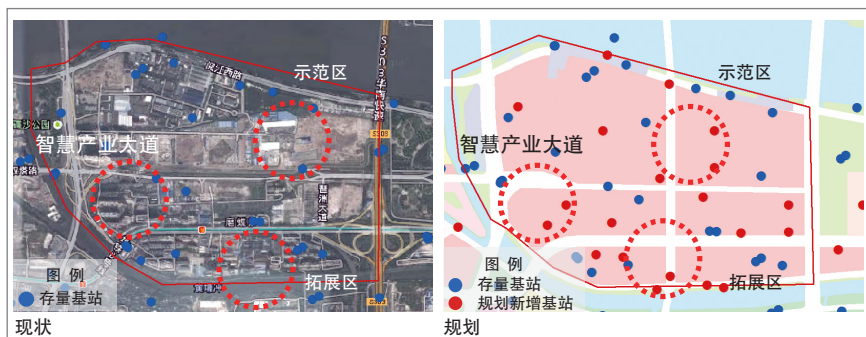


图11 琶洲互联网创新集聚区基站规划布局

表2 多层次法定规划体系对应的规划管控内容

法定规划体系	专项规划内容
城市总体规划	①目标; ②基站总规模; ③密度分区
特点地区总体规划分区规划	①各分区基站规模; ②各分区密度分区
控制性详细规划	①图: 基站经纬度坐标; ②表: 各管理单元控制指标表; ③则: 管理单元基站总规模; ④塔型、设置位置、塔高等要求

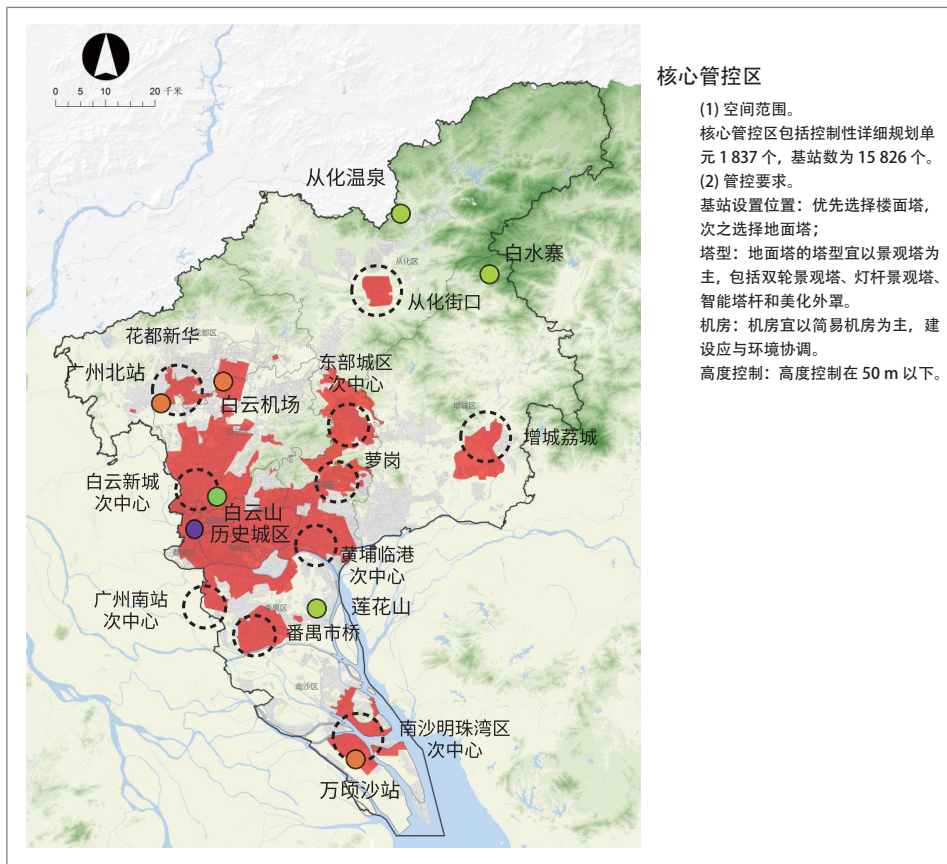


图 12 核心管控区基站管控要求

在市级国土空间规划层面, 将专项规划的内容目标、基站总规模和密度分区作为专项内容; 在控制性详细规划层面, 以管理单元为核心, 将基站总规模、基站布点、塔型、设置位置和塔高等作为控制性详细规划管理要素, 在规划成果中形成对应控制性详细规划管理单元的基站清单, 后续将其纳入控制性详细规划管理平台(图 12)。

(4) 规划建议开展《移动通信基站管理实施细则》的编制。基站的审批、建设和保护等工作涉及多个部门, 故应结合部门现有的法律法规和行政职能, 从基站审批、与市政设施结建等方面对各个部门提出基站建设的管理建议, 以便于基站建设实施管理。

#### 4 结语

政府、企业正在对移动通信基站规划建设、管理工作进行全面梳理。广州

市探索形成“政企合作, 规划统筹、制度支撑”的基站建设工作模式。在 2017 年底, 专项规划获得市政府同意, 开始全面实施。同时, 工信委开展《广州市公用移动通信基站管理实施细则》的制定工作, 逐步完善基站规划建设、管理的行政管理措施, 有力地推进了“智慧广州”的建设。

移动通信技术的发展日新月异。2017 年底, 广州市开通国内首个 5G 商用基站<sup>[9]</sup>。以 4G 技术为基础的专项规划编制和管理手段, 在 5G 技术的冲击下需要主动求变, 适应新时代新技术的要求<sup>[10]</sup>: 不仅要关注室外基站, 还要统筹考虑室内分布系统, 全面支持高频段、高速度的 5G 网络要求。规划管理要主动求变, 不仅要关注独立占地的宏基站, 还要考虑建筑、市政、道路等工程与微基站、室内分布系统的关系, 做好工程对接与预留, 在物联网来临之前, 做好充分的准备。□

#### [注释]

①广州南站商务区规划建设用地为 3.41 km<sup>2</sup>, 现状共有 24 个基站, 每平方公里仅有 7.04 个基站。

#### [参考文献]

- [1] 刘清海. 基于城市规划的移动通信基站布局规划 [J]. 电信快报, 2016(9): 35-39.
- [2] 陈锦根. 纳入城市规划的移动通信基站布局规划研究 [C]// 城市时代, 协同规划——2013 中国城市规划年会论文集 (05—工程防灾规划), 2013.
- [3] 吴淑花, 蒋成煜. 结合城市发展规划的移动通信基站选址 [J]. 电信工程技术与标准化, 2006(9): 56-58.
- [4] 张文平, 温标荣, 龚跃龙. 深圳公众移动通信基站站址规划的探索与研究 [J]. 中国无线电, 2017(8): 13-15.
- [5] 陈爽. 基站空间布局探讨——以苏州工业园区为例 [C]// 新常态: 传承与变革——2015 中国城市规划年会论文集 (02—城市工程规划), 2015.
- [6] 祁超, 全依婷. 解读《上海市公用移动通信基站站址布局专项规划 (2010—2020 年)》 [J]. 上海信息化, 2011(8): 28-31.
- [7] 徐望. 基于城市规划的移动通信基站布局规划探讨 [J]. 中国新通信, 2017(18): 74.
- [8] 陈永海. 探讨城市移动通信基站专项规划 [J]. 城市规划, 2010(11): 83-87.
- [9] 张亚朋. 新时期的通信设施专项规划编制方法探讨 [C]// 新常态: 传承与变革——2015 中国城市规划年会论文集 (02—城市工程规划), 2015.
- [10] 刘正伟. 中兴联合中移动在广州拨通国内首个 5G 电话 [EB/OL]. [http://news.ifeng.com/a/20180402/57262260\\_0.shtml](http://news.ifeng.com/a/20180402/57262260_0.shtml), 2018-04-02.

[收稿日期] 2018-04-16