

4G/5G 社会化基站应用与部署

Application and Deployment of 4G/5G Social Base Station

王东洋,郭希蕊,张琳,张涛(中国联通研究院,北京 100048)

Wang Dongyang, Guo Xirui, Zhang Lin, Zhang Tao (China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China)

摘要:

社会化基站系列产品具有造价低、建设方式灵活等特点,不仅可以作为传统建设方式有效补充,完善中、低流量场景的网络覆盖,还可以面向行业用户提供差异化服务,实现低成本高效建网,降低运营商资本压力,提升网络收益率。通过对4G/5G社会化基站系列产品的分类、架构、特点、性能等进行研究,分析不同应用场景情况下的产品部署方案,为当前5G网络建设,尤其是社会化基站系列产品的大规模部署和应用提供建议。

关键词:

社会化基站;架构;性能;成本;方案

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2022.02.008

文章编号: 1007-3043(2022)02-0045-05

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

The socialized base station series products have the characteristics of low cost and flexible construction methods. They can not only improve network coverage in specific scenarios as effectively supplement for traditional construction, but also provide differentiated services for business users, which can realize low-cost and efficient network construction, reduce the capital pressure of operators, and improve the network profitability. It studies the category, architecture, characteristics, performance of the 4G/5G social base station, and analyzes the deployment schemes of the products under different application scenarios, which provides suggestions for the current 5G network construction, especially for the large-scale deployment and application of the social base station series products.

Keywords:

Social base station; Architecture; Performance; Cost; Solution

引用格式: 王东洋,郭希蕊,张琳,等. 4G/5G 社会化基站应用与部署[J]. 邮电设计技术, 2022(2): 45-49.

1 概述

由于数字化微站结构简单,部署方便,且硬件成本远低于宏站产品,所以全球运营商纷纷布局数字化微站。该类产品主要应用于室内覆盖场景,以解决C-Band、毫米波穿透能力较弱而无法覆盖室内覆盖要求的问题,同时也可以应用于室外特殊场景补弱和吸热;同时数字化微站将为垂直行业提供特色的、差异化服务能力,所以未来几年数字化微站将持续、爆发增长。面对市场的巨大需求,诸多芯片厂商、射频厂

商纷纷参与小站产品各个环节研发和设计工作,从而加快了该行业及产品的快速迭代、健康发展。

本文把除华为、中兴、爱立信、诺基亚、大唐等传统电信设备制造商外的厂商所提供的数字化微站产品称为社会化基站。目前国内有数十家企业提供社会化基站产品、解决方案等服务。本文通过对4G/5G社会化基站系列产品进行深入研究,分析不同应用场景下的产品部署方案,对4G/5G社会化基站系列产品的大规模部署和应用给出了一些思考和建议。

2 社会化基站分类

根据功能不同,社会化基站产品可以分为基站类

收稿日期: 2021-12-20

产品和直放站类产品,两者最大区别就是基站类产品自带了基带资源,而直放站类产品没有基带资源。从发射功率差异的维度来看,基站类产品又分为低功率微站、中功率室外微站,直放站类产品也分为大功率直放站、中功率数字直放站、低功率微分布系统,具体见图1。

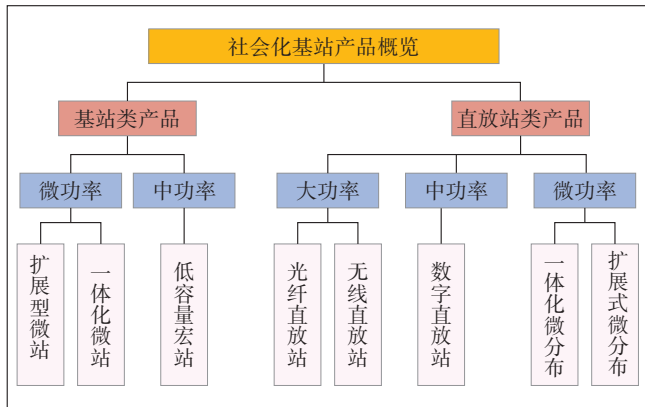


图1 社会化基站产品分类

图1中的基站类设备主要是基于通用处理器开发,支持的小区数和用户数略低,相对于传统电信制造商的产品,具有成本优势;直放站类设备主要是通过射频耦合或者无线耦合信源,实现覆盖范围的延伸,成本优势更加明显。

2.1 基站类产品

社会化基站类产品类型较多,包括扩展型微站、企业级/家庭级一体化微站、室外微站等产品。当前5G社会化基站协议栈采用通用的X86服务器+FPGA板卡或Soc芯片来处理,然后根据不同场景需求将基带资源、射频模块集成处理,或分立拉远处理等方式,从而产生一体化产品和扩展型产品。

扩展型微站由主机单元、扩展单元、远端单元组成,如图2所示。

a) 主机单元负责基站的协议栈处理,操作维护功能。

b) 扩展单元负责远端单元的IQ数据下行分发、上行汇聚、时钟同步、POE供电等,包含CPU处理模

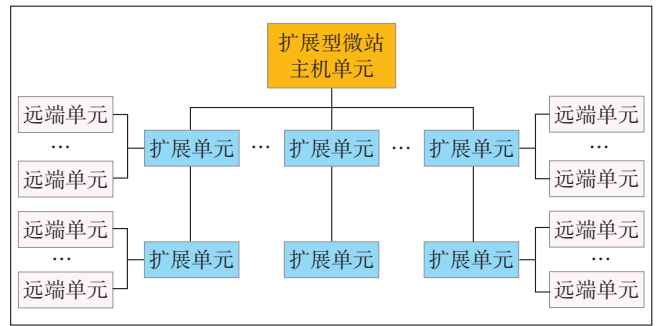


图2 扩展型微站网络架构

块、FPGA汇聚与分发模块、PSE供电与外围电路模块。

c) 远端单元为小功率RRU设备,具备射频收发功能(内置天线),包含CPU控制模块、传输接口模块、POE供电与外围电路模块、RF收发模块。

按照网络制式,当前现网采用的4G扩展型微站支持4G模式,未来5G多模扩展型微站将会支持4G、5G双模式。

一体化微站将主机单元、射频单元和天馈一体化集成设计的微功率设备,它也可以通过光纤拉远的方式单独或外接天线部署,该产品可灵活地通过固网宽带接入到核心网,具备即插即用的功能特性,可快速解决网络部署需求。一体化微站按应用场景分为企业级和家庭级。

扩展型微站、一体化微站均属于低功率微站序列,该类产品的单通道最大发射功率不超过1W,大部分为mW级。例如现网采用的4G扩展型/一体化微站功率为毫瓦级(50/100/125mW),射频发射支持2T2R方式,覆盖半径较小,主要应用于室内广覆盖和扩容,该类产品参数如表1所示。

从表1中可以看出,4G扩展型/一体化微站系统支持10/20MHz带宽,单用户的下行峰值速率高达73/148Mbit/s,上行峰值速率高达24/49Mbit/s,足以满足4G网络运维的要求。未来5G扩展型/一体化微站单通道发射功率将会高达500mW,并且支持100MHz的系统带宽以及4T4R的射频方式,峰值速率将会达到1Gbit/s以上,并支持级联更多远端单元、更大的拉远距

表1 4G基站类产品——微站性能

| 产品类别 | 下行峰值速率/(Mbit/s) | | 上行峰值速率/(Mbit/s) | | 业务 | | | 双向切换 | |
|----------|-----------------|--------|-----------------|--------|---------------|---------|------|-------|-------|
| | 20 MHz | 10 MHz | 20 MHz | 10 MHz | VoLTE用户数 | 数据最大用户数 | CSFB | 由宏站切入 | 向宏站切出 |
| 扩展型微站 | 149.00 | 73.00 | 49.00 | 24.00 | 64/96/128 | 128 | 支持 | 支持 | 支持 |
| 企业级一体化微站 | 149.20 | - | 49.78 | - | 32/48/64 | 32 | 支持 | 支持 | 支持 |
| 家庭级一体化微站 | 148.58 | - | 49.93 | - | 8/16/24/48/56 | 8 | 支持 | 支持 | 支持 |

离等。

室外微站/低容量宏站支持更大发射功率,最高可到 100 W,主要用于室外广覆盖,如农村和郊区等,以及用于特殊区域补弱补盲覆盖。该产品由主机单

元和远端单元组成,主机单元一般与室内扩展型微站通用。

现网 4G 室外微站/低容量宏站支持带宽为 5 和 10 MHz,射频支持 1T1R、2T2R 方式,具体参数见表 2。

表 2 4G 基站类产品——室外微站/宏站产品性能

| 产品类型 | 下行峰值速率/(Mbit/s) | | 上行峰值速率/(Mbit/s) | | 业务 | | | 双向切换 | | 组网方式 | |
|---------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|-------|------|-------|-------|------|----|
| | 10 MHz | 5 MHz | 10 MHz | 5 MHz | VoLTE 用户数 | 数据用户数 | CSFB | 由宏站切入 | 向宏站切出 | 星形 | 链型 |
| 室外微站/宏站 | 34.75 | 17.45 | 23.58 | 11.04 | 64/96 | 128 | 支持 | 支持 | 支持 | 支持 | 支持 |

从表 2 可以看出,在系统带宽为 5/10 MHz 时,下行单用户峰值速率为 17/35 Mbit/s,上行峰值速率为 11/24 Mbit/s。该类 5G 产品将支持 100/200/300 MHz(共建共享),支持 4T4R 方式,发射功率可选模式也将更多,覆盖范围更广,覆盖半径为 500 m 以上,系统容量和单用户峰值速率都将超过 1 Gbit/s。

2.2 直放站类产品

大功率直放站分为光纤直放站、无线直放站,前者通过射频馈入基带信源方式引入,后者通过无线耦合基带信源方式引入,该产品发射功率都是 10 W 及以上,架构如图 3 所示。

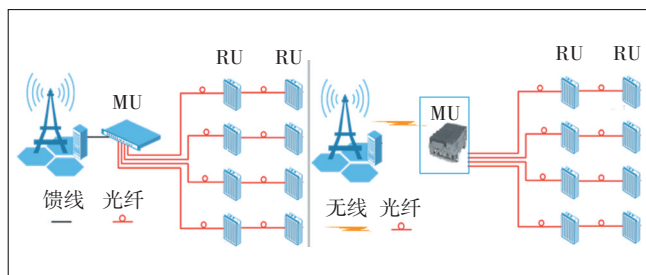


图 3 无线/光纤直放站产品

光纤直放站分为接入单元(MU)和远端单元(RU)。

a) 接入单元接收下行信源耦合进行数字信号组帧,经过光电信号转换后通过光纤传送至远端单元,同时将远端单元上传的光电信号进行转换成数字信号、解帧后成为上行射频信号传至基带信源。

b) 远端单元放大下行射频信号、接收上行信号,将下行信号进行数模转换、调制后通过射频系统发送至覆盖区域,同时将接收上行信号处理后发送至接入单元。

直放站产品性能指标包括杂散辐射、隔离度等,4G 现网应用和部署的直放站类产品性能指标如表 3 所示。

从表 3 中可以看出,光纤/无线直放站类产品在不同频段的杂散辐射指标、带外抑制指标、系统干扰指标和噪声系数均能达到相关要求。未来 5G 直放站中将支持 1.8 GHz、2.1 GHz、3.5 GHz 频段,支持 55/100 MHz 系统带宽,射频方式支持 2T2R/4T4R 方式,单通道支持 10/20 W 甚至更高的发射功率。

表 3 4G 直放站类产品性能

| 产品类型 | 杂散辐射/dBm | | | 多系统间干扰/dB | | 带外抑制 LTE/dB | |
|-------|-------------|-----------------|-----------------|-----------|------|----------------------|----------------|
| | 885~915 MHz | 1 710~1 785 MHz | 2 110~2 170 MHz | 主集通道 | 分集通道 | 3 MHz<f_offset<5 MHz | 5 MHz<f_offset |
| 光纤直放站 | ≤-98 | ≤-98 | ≤-52 | ≤-50 | ≤-50 | ≥20 | ≥25 |
| 无线直放站 | ≤-98 | ≤-98 | ≤-52 | ≤-10 | | ≥20 | ≥25 |

中/低功率直放站类产品还有数字微分布系统,该产品设备通过无线回传、链状+星状结构的多级有源放大方式,并兼容有线接入,可以短时间快速解决低价值盲区的信号覆盖问题,但受限于系统容量该产品只能应用于小微场景覆盖,其网络架构如图 4 所示。

现网部署的 4G 微分布系统产品的杂散、隔离度、体积、功耗等指标均满足相关规范和标准要求,其单通道发射功率支持 100 mW/200 mW/500 mW/2 W,系

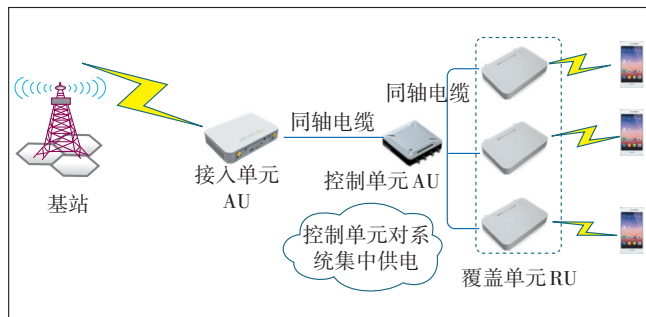


图 4 微分布系统网络架构

统带宽支持 5/10 MHz。未来 5G 微分布产品将支持 100/250 mW 甚至更高的发射功率、55/100/200 MHz 系统带宽、支持 2T2R、4T4R 方式。

3 社会化基站部署方案

3.1 场景需求

随着数据业务迅猛发展,网络覆盖场景划分标准从基于话务量逐渐调整为基于数据流量和用户接入次数。业界一般将网络场景划分为 3 类:高流量口碑场景、中流量重要场景、低流量一般场景,具体标准如表 4 所示。

表 4 网络覆盖场景划分标准

| 场景分类 | 日均现网全天流量/GB | 日均全天业务次数/(万人次) | 重要性分类 |
|------|-------------|----------------|-------|
| 高流量 | >115 | >4.5 | 口碑 |
| 中流量 | 50~115 | 2~4.5 | 重要 |
| 低流量 | <50 | <2 | 一般 |

电信运营商面临的 CAPEX/OPEX 压力越来越大,对投资与收益更加敏感。此时社会化基站系列产品由于造价低、部署灵活等特点,不仅可作为传统网络建设有效补充,针对中、低流量场景完善网络覆盖,还可以面向行业用户提供差异化服务,提升管理效率、降低成本。

3.2 部署方案

社会化基站系列产品主要应用于室内的中、低流量覆盖以及室外广覆盖和特殊场景的覆盖。其具体方案包括新建场景、存量场景和传统 DAS 场景。其中在农村、郊区建议部署低容量社会化宏站;在室内中流量场景根据投资成本、场景价值高低、现场资源是否充足等依次部署一体化微站、扩展型微站、直放站、数字微分布等产品;在低流量场景依次部署直放站、数字微分布以及 3.5 GHz DAS 变频等产品。图 5 给出了社会化基站系列产品在不同场景下的部署建议。

在后期网络建设和社会化系列产品部署时,均需考虑并满足运营商共建共享对设备和频段资源的要求。

3.2.1 新建场景

在新建场景,建议优先部署支持 4G、5G 网络的双模设备产品,如 4G/5G 一体化微站、4G/5G 扩展型微站、4G/5G 直放站等。该产品不仅可以满足 4G LTE 2T2R 和 5G NR 2T2R/4T4R,还可以自由切换,完全满足 4G 向 5G 平滑演进(软件升级即可实现),简化了升

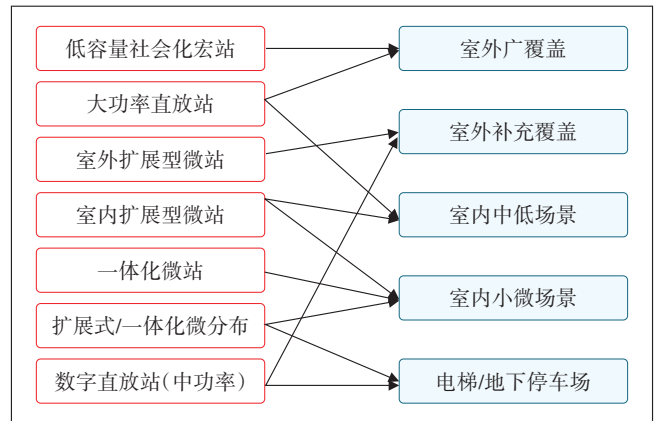


图 5 社会化基站系列产品应用场景

级流程,降低了网络投资成本,同时也节省了设备占用空间资源。

在大型居民区、中小企写字楼/政企大楼、三星级以下宾馆、4A 级以下景区等场景下,初期网络建设目标是广覆盖,对网络容量要求不高,可以部署 4G/5G 一体化/扩展型微站产品,该类产品均采用光纤/光电复合缆作为传输通道,方式灵活。在做网络设计时还需要考虑并满足中国联通、中国电信共建共享对频谱资源的要求。

针对特殊场景,如电梯、车库、小型居民楼等,当需要低成本、快速建设网络来实现深度覆盖时,往往采用部署 4G/5G 直放站产品。然后结合网络状况、现场资源、建设目标等灵活选择直放站的馈入方式,如光纤、无线。

3.2.2 存量场景

由于存量场景中存在诸多不确定因素以及各种特殊条件,本文仅给出扩展型微站的 2 种部署建议方案,如图 6 所示。

方案 1:将原 4G 主机单元、扩展单元和远端单元升级为支持 4G、5G 的设备,此方案可实现最少的设备部署量,减少设备的功耗。

方案 2:在原 4G 设备基础上叠加 5G 主机单元、扩展单元和远端单元,该方案同时部署 2 套系统,且增加了设备的功耗。

通过对 2 种方案的对比分析,可以发现方案 1 实施简单,节约空间,但是需要更换设备较多,旧设备须搬迁,成本相对较高;方案 2 实施复杂,后期维护难度较大,投资成本相对较低。

存量场景中不管 4G 是无源分布系统还是扩展型微站,都需要新增 1 套 5G 扩展型微站设备。

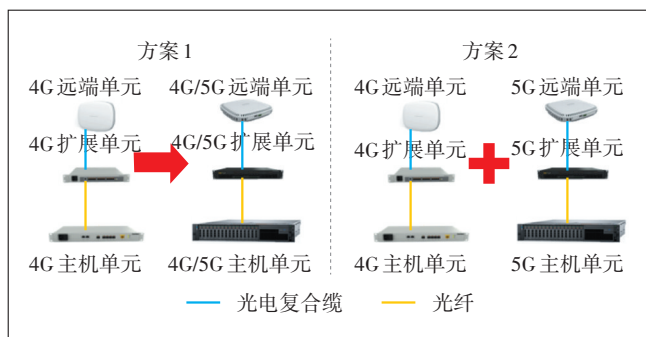


图6 4G/5G扩展型微站部署方案(存量)

5G一体化微站的部署方案与上述2种方案基本一致,这里不再赘述。

3.2.3 传统DAS场景

在传统DAS场景中通过数字变频技术来引入5G信号,实现5G室内覆盖并利旧现网资源,也是降低5G室分网络建设成本的热门方案之一。数字变频系统由变频合路单元、变频远端单元和远端供电单元组成。该系统将下行5G射频信号变频至1 100~1 600 MHz,然后与现网射频信号通过变频合路单元进行合路,最后馈入传统DAS系统,然后与馈线上的2G/3G/4G射频信号合路输出,最后通过内置天线发射,具体如图7所示。

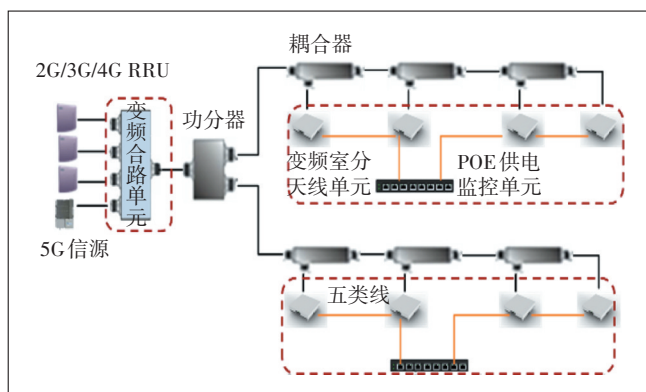


图7 数字变频系统部署方案

从图7可以看出,该方案不需对原室分系统进行大的改动,只增加变频合路单元、远端变频单元以及远端供电单元,可实施性较强,而且通过1根馈线可实现2T2R,2根馈线即可实现4T4R。本方案充分利用旧DAS系统,适用于空间资源有限、封闭(如电梯)的低价值场景进行补弱、补盲。

3.3 需要思考的问题

相对于传统主设备服务商的产品推广渗透度,社会化基站系列产品尚有较长的历程要走,一方面需要

通过产品、接口标准化来推动产品研发,另外还需要基于社会化系列产品的优势和场景匹配度等特点在电信运营商大力推广,同时针对垂直行业的个性化需求及时推出特定产品及服务,从而迅速在行业用户中应用和部署社会化基站系列产品。

通过对4G社会化基站系列产品在电信运营商中部署分析,发现缺乏统一的社会化基站设备网管是该系列产品难以大规模推广的原因之一。面向众多社会化基站系列产品及其对应的供应商,运营商往往顾虑部署产品的管控复杂度和效率,因为需要接入并管控多厂家多类型产品对应的网管。

4 结束语

从现网运行的4G社会化基站系列产品来看,其在功能、容量、性能等诸多方面均能满足中、低流量场景的覆盖要求,同时也能降低运营商CPAEX及OPEX的压力,提高利润率。所以在未来部署5G社会化基站系列产品时,技术层面基本没有风险,从投资和收益角度方面应该大规模部署和应用该类产品,尤其是面向垂直行业的应用。

社会化基站系列产品实际部署时应与应用的实际场景高度匹配,从而实现投资、运营双丰收。从提高网络管控角度来看,应该尽快部署社会化基站系列产品的统一管控系统,提升网络运营效率,同时实现网络运维智能化,并能面向不同用户提供大数据服务和差异化服务。

参考文献:

- [1] 郭希蕊,张涛,李福昌,等. 中国联通5G数字化室分演进方案探讨[J]. 邮电设计技术,2019(8):7-11.
- [2] 郭希蕊,张涛. 传统室内分布系统向5G演进探讨[J]. 邮电设计技术,2019(9):56-60.
- [3] 曹亘,吕婷,李轶群,等. 3GPP 5G无线网络架构标准化进展[J]. 移动通信,2018,42(1):7-14.
- [4] 方绍湖,李馨,卜斌龙. 基于开放平台小基站的5G数字化室分解决方案[J]. 电信科学,2019,35(7):69-77.
- [5] 王东洋,郭希蕊,张涛,等. 5G一体化微RRU性能研究[J]. 邮电设计技术,2020(3):19-22.

作者简介:

王东洋,高级工程师,硕士,主要从事移动通信新技术研究、标准制定及相关工作;郭希蕊,高级工程师,硕士,主要从事移动通信新技术研究、标准制定及相关工作;张琳,高级工程师,硕士,主要从事移动通信新技术研究、标准制定及相关工作;张涛,高级工程师,硕士,主要从事移动通信新技术研究、标准制定及相关工作。