

5G网络部署分析

Analysis of 5G Network Deployment

曾昭才¹,孙地²,袁鹏²(1. 中国联通广东分公司,广东广州 510627;2. 中讯邮电咨询设计院有限公司广东分公司,广东广州 510627)

Zeng Zhaocai¹,Sun Di²,Yuan Peng²(1. China Unicom Guangdong Branch,Guangzhou 510627,China;2. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co.,Ltd. Guangdong Branch,Guangzhou 510627,China)

摘要:

5G相比4G对网络连接、带宽、速率的提升达到空前的高度,满足云计算、大数据、人工智能、虚拟增强现实等技术的飞速发展。为了把握5G发展的先机,从核心网侧到无线侧对5G网络架构、设备形态进行深入研究,总结适用于运营商现网情况的5G网络部署建议及部署前期需求准备。

关键词:

5G;网络架构;网络部署
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2019.03.002
中图分类号:TN929.5
文献标识码:A
文章编号:1007-3043(2019)03-0007-05

Abstract:

Compared with 4G, 5G has achieved unprecedented progress in network connection, band-width and speed, which meets the rapid development of cloud computing, big data, artificial intelligence and virtual reality technology. In order to grasp the opportunities for 5G development, it studies the 5G network architecture and device form from the core network side to the wireless side, and summarizes the 5G network deployment recommendations suitable for the current network of operators.

Keywords:

5G; Network architecture; Network deployment

引用格式:曾昭才,孙地,袁鹏. 5G网络部署分析[J]. 邮电设计技术,2019(3):7-11.

0 前言

5G无线技术将促进网络速度、容量、效率的提升,增加网络的灵活性、智能化及开放程度。在ITU的报告中,5G明确支持增强移动宽带(eMBB)、海量低功耗连接(mMTC)和低时延高可靠连接(uMTC)三大场景,三大场景中包含了多样化、差异化的应用。5G第1阶段全功能标准化工作已经完成,5G的商用已箭在弦上。

5G的快速发展给运营商带来了发展机遇和挑战。

5G频谱、网络架构与4G网络相比差异较大。传统的部署模式已经不能满足5G的需求。本文从核心网侧到无线侧对5G的网络架构进行分析研究,同时调研设备厂家最新设备形态,结合4G现网站址情况给出5G网络部署建议。

1 5G网络架构

5G组网功能元素可以分为4个层次(见图1)。

中心级:以控制、管理和调度职能为核心,例如虚拟化功能编排、广域数据中心互连和BOSS系统等,可按需部署于全国节点,实现网络总体的监控和维护。

汇聚级:主要包括控制面网络功能,移动性管理、

收稿日期:2019-01-09

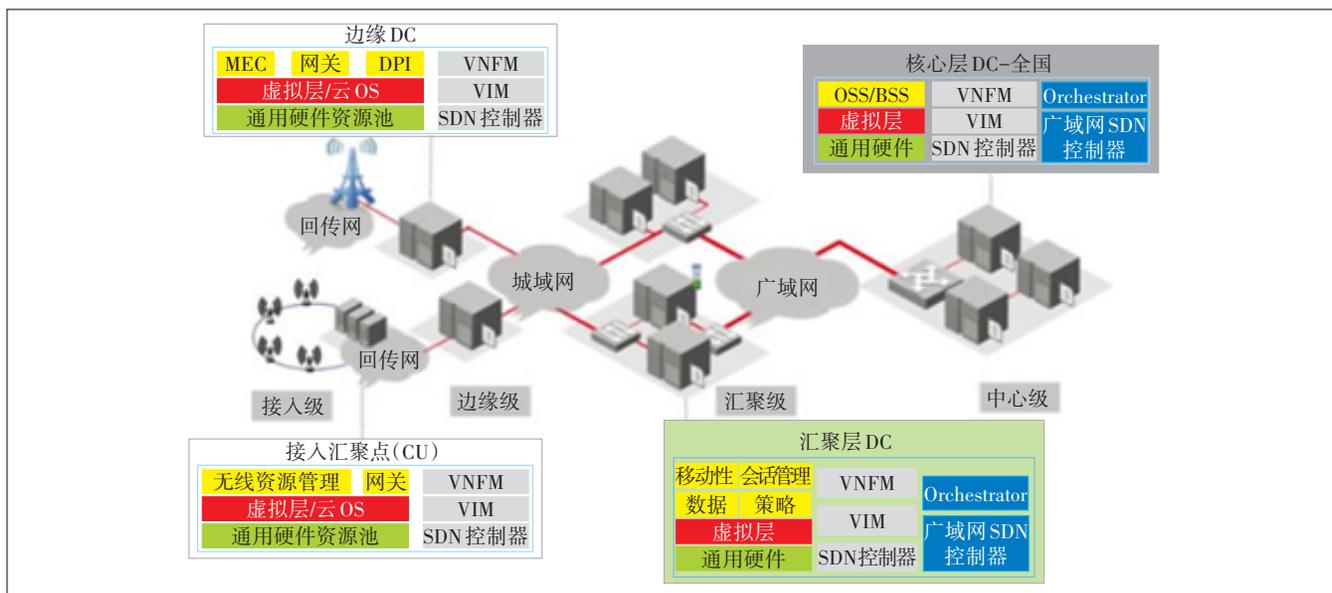


图1 5G网络架构

会话管理、用户数据和策略等。按需部署于省分一级网络。

区域级:主要功能包括数据面网关功能,重点承载业务数据流,可部署于地(市)一级。移动边缘计算功能、业务链功能和部分控制面网络功能也可以下沉到这一级。

接入级:包括无线接入网的CU和DU功能, CU可部署在回传网络的接入层或者汇聚层;DU部署在用户近端。CU和DU间通过增强的低时延传输网络实现多点协作化功能,支持分离或一体化站点的灵活组网。

借助于模块化的功能设计和高效的NFV/SDN平台。在5G组网实现中,上述组网功能元素部署位置无需与实际地理位置严格绑定,可以根据每个运营商的网络规划、业务需求、流量优化、用户体验和传输成本等因素综合考虑,对不同层级的功能加以灵活整合,实现多数据中心和跨地理区域的功能部署。

2 5G核心网侧部署分析

5G网络系统架构设计原则:实现“融合化”“轻量化”“开放化”的全新网络架构(见图2)。

5G主要分为NSA与SA 2种组网模式。NSA组网架构为4G+5G协同,可以利用旧原有EPC,而SA组网架构为新建5G机构,需新建5G核心网。NSA具有一步规划,分布实施,聚焦重点,投资可控的特点,使得NSA组网方成为首选。

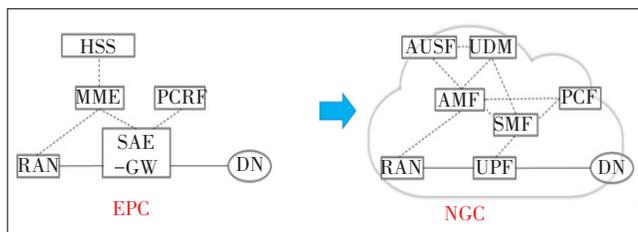


图2 5G核心网网络架构变化

目前3GPP规定的NSA的组网方式有Option 3、Option 4、Option 7共3种(见图3)。核心网侧首选Option 3对原有EPC进行改造实现5G。

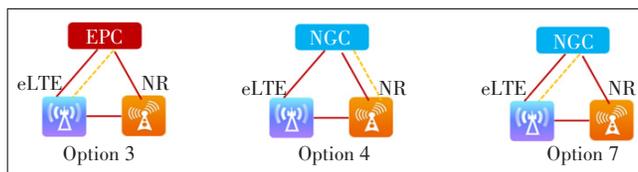


图3 5G NSA网络架构

EPC升级有3种路径。

路径1:加速虚拟化,3年实现全网EPC虚拟化。升级融合4G的HSS与5G的UDM实现用户签约信息的存储,4G的PCDF与5G的PCF实现QoS控制、额度管理、计费功能。新增SMF网元实现会话管理、UP选择和控制在,新增UPF网元实现数据报文路由、转发、检测及QoS处理功能(见图4)。

路径2:融合网元去耦合,EPC升级支持私有接口,5G NGC维持现有各省厂商格局按需部署。升级融合4G的HSS与5G的UDM、4G的PCDF与5G的

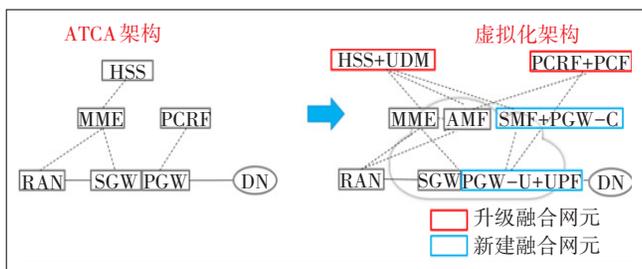


图4 EPC升级路径1

PCF。原EPC中PGW网元引入私有接口连接5G核心网的SMF与UPF网元。从而规避异厂家4G、5G互操作(见图5)。

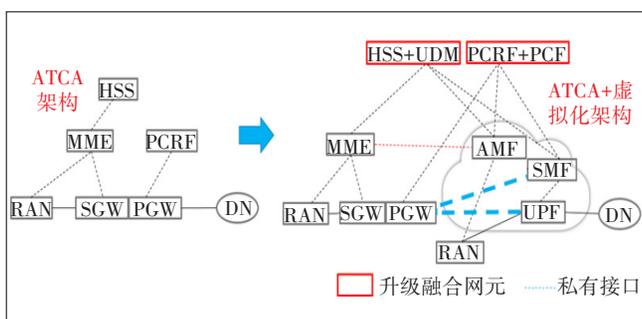


图5 5G核心网网络架构

路径3:对于ATCA MME升级支持DECOR,具备识别5G NR接入用户自动将用户转接到vEPC/NGC融合网元的能力,各省的NGC可仅与vEPC部分融合部署。

表1给出了EPC升级路径的对比。结合5G的业务发展及节省投资抢占市场先机的策略,核心网侧采用EPC升级5G的策略,同时选择路径2作为EPC演进路径。

3 5G 传送侧部署分析

如图6所示,5G传送侧架构与4G有明显区别,分

表1 EPC升级路径对比

| 路径 | 方案内容 | 优点 | 缺点 |
|-----|---------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 路径1 | 加速虚拟化,3年内完成全网EPC虚拟化 | 规避了现网ATCA设备升级,节省投资;5G NGC提前洗牌新建,可节省投资;融合网元,简化4G、5G互操作 | 重构核心网,建设量大 |
| 路径2 | 融合网元去耦合 | 私有接口,规避异厂家4G、5G互操作,利于快速部署 | 需要EPC升级私有接口支持互操作;厂家格局固定,不利于商务谈判 |
| 路径3 | MME升级支持DECOR | 不需要EPC进行大规模虚拟化替换 | 标准不成熟,DECOR目前不包含5G选网场景;需要MME升级支持DECOR功能 |

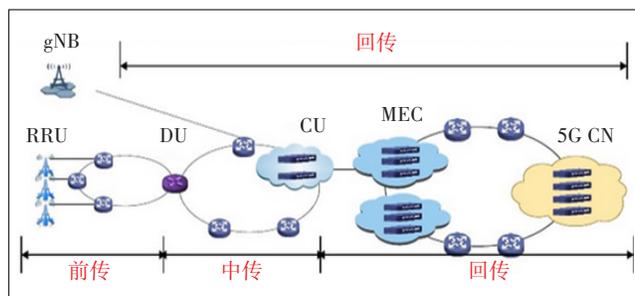


图6 5G传送网网络架构

为前传、中传、回传3部分。

前传采用eCPRI接口,IQ信号经有效采样,分组化,距离1~2 km以内,时延要求高,传输时延小于100 μs;中传的带宽与回传相当,时延要求不高,小于3 ms;回传距离在200 km之内,时延与业务要求相关联。

5G传送侧前传:AAU—DU,以光层传输技术为主;中传DU—CU、回传CU—核心网,可以采用同样的传输技术:Pe-OTN技术、UTN技术、WDM技术,这3种技术在网络可靠性、扩展性、业务适应性、业务资源管理以及成本实现难易程度几个方面的对比如表2所示。结合G省联通的实际情况,5G的传送侧选用100G Pe-OTN技术,省市联动,重构OTN/MSTP网络,适应高带宽、低时延的底层承载需求。

表2 传输技术对比

| 项目 | Pe-OTN | UTN | WDM |
|-----------|---------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 方案特点 | 具备L2分组功能,不具备L3分组功能,利用PeOTN进行端口汇聚和流量收敛,收敛比较小 | 具备分组的流量汇聚和收敛,具备L2/L3功能,收敛比较大 | 基于WDM技术,光纤利用率高,无收敛,刚性管道 |
| 网络可靠性 | 光层和电层保护 | 分组层保护 | 光层保护 |
| 网络扩展性 | 电层汇聚和收敛,可采用电层或光层(WDM)扩展,易扩展 | 更换板卡、增加端口、设备扩展,扩展性差;可引入WDM接口,光层扩展 | 通过波长预留和增加纯光层扩展,易扩展 |
| 业务适应性 | 支持不同业务类型 | 支持不同业务类型,业务汇聚功能 | 业务透明,支持不同业务类型 |
| 业务资源管理 | 电层加光层,简洁 | 分组,复杂 | 电层加光层,简洁 |
| 成本及实现难度分析 | 100G WDM相干成本较高 | 后期扩容需支持WDM接口,无标准化 | 10G接口成熟,成本低,需高集成度板卡 |

4 5G 无线侧部署分析

基站形态随着基站架构的演变经历了机柜式宏基站、分布式基站、多模基站这几个阶段。

5G众多低时延业务、高流量本地业务要求网关功能下移, 网关数量会大大增加, 而传统网关CU耦合, 配置管理复杂, 转发效率低, 业务时延大。采用CU-DU分离部署使得复杂控制逻辑与转发分离, 复杂控制逻辑与控制面功能融合集中部署, 分布式转发功能形成转发模型支持可编程控制。CU是中央单元, 负责处理高层协议功能并集中管理多个DU; DU是分布式接入点, 负责完成部分底层基带协议及射频处理功能。CU、DU是逻辑功能实体, 在5G基站设备实现中存在CU、DU分布在2个不同的设备实体上, 也可能集中在1个设备实体上, 这与4G设备存在显著差异。同时5G设备将天面集成到AAU中, 与独立部署天面的4G设备相比设备更加简化、部署更为灵活(见图7)。

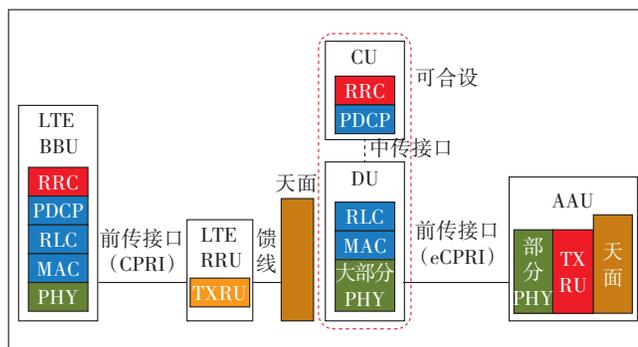


图7 4G与5G基站对比

对3个设备厂家进行5G设备的调研如表3所示, 从表3可以看出, 受限于5G标准及运营商企标的冻结时间, 5G设备普遍存在功耗大、重量重等特点。

表3 主设备厂家5G设备参数

| 主设备参数 | | 厂家A 5G设备参数 | 厂家B 设备参数 | 厂家C 5G设备参数 | 4G设备参数 |
|-----------|----------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| CU/ DU | 尺寸 | 446 mm(19inch)×88 mm×930 mm(6U) | 446 mm(19inch)×88 mm×310 mm(2U) | (446 mm×178 mm×350 mm) (4U) | 446 mm(19inch)×88 mm×310 mm(2U) |
| | 重量/kg | 55 | ≤20 | 最小配置<6.5 最大配置<19.5 | 典型配置6.75 满配置8.75 |
| | 供电方式 | -48V DC | -48V DC | -48V DC | -48V DC |
| | 典型功耗/W | 3 900 | 2 000 | 最小配置123 最大配置500 | 145 |
| AAU | 尺寸及迎风面 | 800 mm×400 mm×170 mm | 860 mm×390 mm×190 mm | 1 160 mm×475 mm×158.5 mm | 422 mm×218 mm×133 mm |
| | 频段 | 3.4~3.6 GHz | 3.4~3.6 GHz | 3.4~3.6 GHz | 1 800/2 100 MHz |
| | 机顶输出功率/W | 200 | 120 | 200 | 2×60 |
| | 供电方式 | -48V DC | -48V DC | -48V DC | DC: -48V; AC: 220V/110V |
| | 典型功耗/W | 1 500 | 1 000 | 1 000 | 450 |
| | 重量/kg | 45 | 40 | 47 | 14 |

5G的设备参数导致5G部署在空间、动力、承重方面都面临挑战。

空间方面主要是主设备放置的空间、备电蓄电池放置空间、天面架设物的空间。

动力方面, CU/DU、AAU的典型功耗与现网4G设备的差异巨大, 现网机房的供电都无法满足当前5G设备的需求; 通过跟主设备厂家交流, 预计AAU的功耗在后续的研发中能下降到1 000 W左右, CU/DU的典型功耗能下降到750 W左右, 届时机房的供电压力将有所缓解。

承重方面主要考虑主设备的承重、备电蓄电池的承重和天面的承重(见表4和表5)。

通过对目前5G主设备形态的收集研究, 结合G市现网的站址情况及其对5G设备的满足度进行了分析(见表6), 发现现网站址对5G设备满足度低, 5G部署

表4 无线侧空间承重需求

| 项目 | DU集中机房 | 普通机房 | 一体化电源柜 | 天面 |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|
| 空间 | ①需20U的DU空间; ②如需新增综合柜, 按一个综合柜占地面积1.6 m ² 预留; ③如需替换蓄电池空间, 按2.32 m ² 预留 | ①需2U的DU空间; ②如需替换蓄电池空间, 按2.17 m ² 预留 | 天面需预留1.02 m ² | 天面需预留2 m ² |
| 承重风载 | ①按10个DU需新增200 kg; ②蓄电池重量543 kg, 根据更换情况核算增量值 | ①DU需新增20 kg; ②蓄电池重量447 kg, 根据更换情况核算增量值 | 新增66.5 kg | ①3个AAU新增135 kg; ②迎风面增加0.96 m ² |

建议提前抢占天面资源以及做相应的电源改造。

5 5G室分研究

G省联通对现网DAS系统各年度的各类器件、馈线进行抽查测试, 评估在3.3~6 GHz频段的网络支持

表5 无线侧空间动力需求

| 备电项目 | 市区普通机房 | 郊区普通机房 |
|--------------|--------|--------|
| DU功耗增量/kW | 1.5 | 0.5 |
| AAU功耗/kW | 9 | 3 |
| 配套传输功耗增量/kW | 0.3 | 0.3 |
| 现有负载均量/kW | 3.845 | 3.845 |
| 备电时长 | 3 | 4 |
| 备电蓄电池 | 1 847 | 1 286 |
| 蓄电池充电功耗/kW | 4.24 | 3.18 |
| 照明动环及其他功耗/kW | 0.5 | 0.5 |
| IP空调/kW | 1.47 | 1.47 |
| 总功耗/kW | 20.855 | 12.795 |

表6 现网站址5G满足情况

| 位置 | 天线架设方式 | 现网物理站址比例/% | 现网典型站高/m | 现网规格 | 5G需求规格 | 现网满足度/% | 现网电力/kW | 新增空间满足度/% |
|----|--------|------------|----------|-----------------|-----------|---------|---------|-----------|
| 楼面 | 抱杆 | 20.20 | 6 | 70~83 | 83以上 | 5 | 4 | 20 |
| | 支撑杆 | 15.00 | 15 | 100~194 | 124以上 | 5 | | 50 |
| | 美化天线 | 37.00 | 2~4 | 600×600~800×800 | 800×800以上 | 5 | | 20 |
| 地面 | 增高架 | 5.08 | 25 | 76~110 | 124以上 | 0 | 11.5 | 50 |
| | 路灯杆 | 1.95 | 10 | 100~150 | 124以上 | 30 | | 0 |
| | 监控杆 | 0.87 | 10 | 83~120 | 110以上 | 30 | | 0 |
| 塔类 | 塔类 | 20.00 | 40 | 1 120~1 700 | 1 100 | 100 | 11.5 | 18 |

行双路改造。

方案2:存量系统NSA部署,热点区域叠加部署点状NR;存量系统不变,通过NSA的架构将原有系统接入NGC,4G室分搭建底层网络;在高人流量高业务量高价值场景部署点状NR,进行热点覆盖。

方案3:存量系统SA部署,NR全覆盖。

这3种方案各有优缺点,方案2物业协调、工程实施难度低,建设成本低,具有明显优势。

综合考虑物业协调难易程度、工程实施可行性、建设成本、技术复杂性,建议R15版本冻结后采用方案2。

6 总结

综上所述,本文对目前5G的发展现状进行了探讨,对5G的网络架构从核心网侧、传送网侧、无线侧与4G进行了对比分析。在核心网侧、传送网侧及室内分布系统领域给出了网络部署演进的思路与方案。根据当前调研的无线设备形态,给出了5G无线侧部署的空间、动力、承重需求。

参考文献:

[1] 杨帆. 5G移动通信发展趋势与若干关键技术探讨[J]. 中国新通

情况:现网1/2、7/8馈线基本可支持3.3~5 GHz频段部署,但传输损耗大;现网功分器、耦合器、电桥、合路器、天线等无源器件无法支持3.3~5 GHz频段部署。

存量室分站点业务量集中程度高,20%站点承载了约80%的流量,话务集中程度超过业内经验数据,存量室分站点绝大部分为单通道,各类器件、天线不支持3.3 GHz+频段部署。

对目前的存量室分的改造,目前提出了3种方案。

方案1:合路部署3.3~3.6 GHz,部分站点双路改造;替换原有不符要求的无源器件、天线,将3 GHz信源合路至现有分布系统;对于重要场所/高话务场所进

信,2016(23):27.

[2] 李可才. 关于5G移动通信发展趋势与若干关键技术的探讨[J]. 电子技术与软件工程,2016(16):39.
 [3] 吴强. 5G移动通信发展趋势与若干关键技术分析[J]. 教育教学论坛,2016,11(22):82-83.
 [4] 赵新亚,张诗淋. 5G移动通信发展趋势与若干关键技术研究[J]. 中国新通信,2016(1):56.
 [5] 尤肖虎,潘志文,高西奇,等. 5G移动通信发展趋势与若干关键技术[J]. 中国科学:信息科学,2014(5):551-563.
 [6] 曹越. 移动通信网络中5G技术的探究[J]. 无线互联科技,2014(9):52.
 [7] 夏威,刘冰华. 5G概述及关键技术简介[J]. 电脑与电信,2014(8):51-52+55.
 [8] 熊必成. 5G网络通信技术应用的前瞻性思考[J]. 信息通信,2014(11):230.
 [9] 月球,王晓周,杨小乐. 5G网络新技术及核心网架构探讨[J]. 现代电信科技,2014(12):27-31.
 [10] 肖清华. 蓄势待发、万物互连的5G技术[J]. 移动通信,2015(1):33-36.
 [11] 李晖,付玉龙. 5G网络安全问题分析与展望[J]. 无线电通信技术,2015(4):1-7.

作者简介:

曾昭才,硕士,主要从事移动通信网络规划建设;孙地,硕士,主要从事移动通信网络规划工作;袁鹏,学士,主要从事移动通信网络规划、咨询和设计工作。