

地(市)级别 5G IP RAN 承载网络 规划研究

Research on Planning of 5G IP RAN Bearer Network at City Level

张 蒙(南方电信规划设计院有限公司珠海分公司,广东 珠海 519000)

Zhang Meng(China Southern Telecom Planning & Design Institute Co.,Ltd. Zhuhai Branch,Zhuhai 519000,China)

摘要:

随着5G时代的到来,以大带宽、低时延、大连接为技术特性的5G技术,将产生全新的应用场景,如8K超高清视频、无人驾驶(车联网)、远程医疗、智能制造、云VR/AR等。针对5G技术的特性,相应地也有了新的无线承载网技术,以IP RAN作为5G承载网技术。对地(市)级别的IP RAN承载网络规划进行探讨研究,提出5G网络规划方案及发展建议。

关键词:

承载网;5G;IP RAN

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2019.08.018

中图分类号:TN915.63

文献标识码:A

文章编号:1007-3043(2019)08-0082-06

Abstract:

With the coming of 5G Era, 5G technology with large bandwidth, low delay and large connection as its technical characteristics will produce new application scenarios, such as 8K UHD video, driverless (vehicle networking), telemedicine, intelligent manufacturing, cloud VR/AR and so on. According to the characteristics of 5G technology, there are also new wireless bearer network technology. The planning of IP RAN bearer network at city level is discussed and studied, and the 5G network planning scheme and development suggestions are put forward.

Keywords:

Bearer network; 5G; IP RAN

引用格式:张蒙. 地(市)级别 5G IP RAN 承载网络规划研究[J]. 邮电设计技术,2019(8):82–87.

1 概述

2019年是5G规模建设和商用的元年。5G是移动网络演进的方向和趋势,以其大带宽、低时延、大连接等特性,提供了前所未有的网络接入服务,实现万物互联,将深刻影响社会变革和人们的工作生活。5G网络采用灵活的空口资源配置,能提供更高速率、更低时延、更多连接,能针对各种业务场景实现网络切片;5G网络面向服务的架构确保了统一网络接口,能有效满足eMBB、uRLLC和mMTC等三大应用场景以及各

种数据业务、语音业务和物联网业务需求。

5G网络的三大特性,对与之相匹配的新一代承载网在带宽、容量、时延和组网灵活性方面提出了新的要求,而为了满足5G网络架构的变化,新一代承载网也需要在结构上、技术上进行优化。如何利用一张统一的承载网既满足5G不同业务的承载需求,又能升级运营商原传输网络所承载的3G、4G、政企专线等业务,是5G承载网规划建设所面临的巨大挑战。

2 IP RAN 承载网现状分析

从2G网络开始到即将到来的5G时代,无线承载网络发展了30年,从SDH技术发展到IP RAN/PTN技

收稿日期:2019-06-18

术,再到5G时代的IP RAN2.0/SPN/M-OTN技术,无线承载网络基本是每10年更新一代,承载网随无线技术发展历程如图1所示。

2.1 地(市)级别IP RAN承载网现状

4G时代的地(市)级别IP RAN承载网主要采用城域ER、汇聚ER(P设备)、汇聚层B设备、接入层A设备来进行组网,承载LTE、IP化3G基站以及一些有大带宽高可靠需求的政企业务。A设备采用裸纤或城域波分接入B设备,具体典型拓扑图如图2所示。

图2的4G网络结构中,接入层的A1设备主要用

于4G基站BBU采用D-RAN模式时的对接,接入环带宽均为GE,A1设备的产品形式为盒式设备,不能进行灵活的插卡扩容;接入层的A2设备主要用于4G基站BBU采用C-RAN模式时的对接,或者接入一些政企业务,接入环带宽为10GE,A2设备为具有3槽位能灵活扩容板卡的槽式设备。

2.2 现有4G IP RAN承载网存在问题分析

a) 接入层A设备:现4G承载网所承载的无线基站、室分接入层都是采用盒式的A1设备,光端口为GE端口,不能满足5G业务的发展需求。

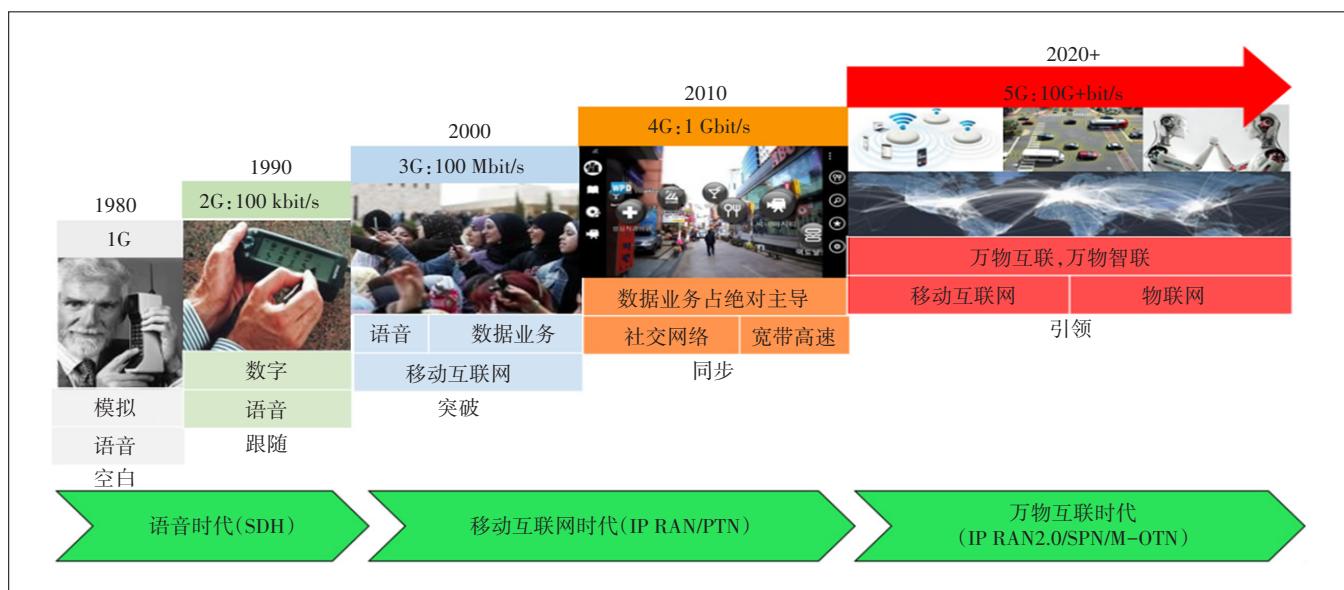


图1 承载网随无线技术发展时间示意图

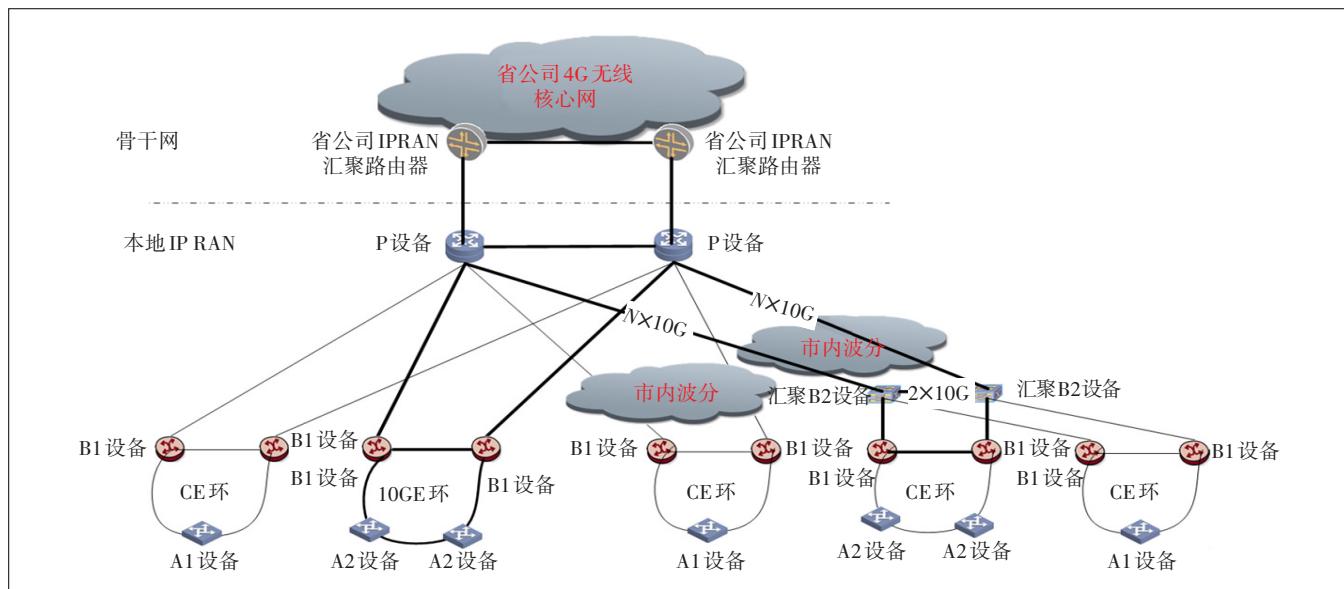


图2 典型地市IP RAN承载网拓扑示意图

b) 汇集层 B 设备: 现 4G 承载网所承载的无线基站、室分汇聚层 B 设备主要采用的是 3 槽 B1 设备, 不能扩容 100GE 端口, 不能满足 5G 业务的发展需求。

c) 汇聚 ER: 已建设的汇聚 ER 上联城域 ER 主要采用 $n \times 10\text{GE}$ 的链路, 在 5G 建设过程中能通过扩容 100GE 端口满足 5G 业务的发展需求, 但有可能存在部分汇聚 ER 没法扩容, 需要更换设备的情况。

d) 城域 ER: 已建设的城域 ER 设备上联省汇聚路由器的带宽主要是通过波分通道, 采用 $n \times 10\text{GE}$ 的链路, 在 5G 建设初期能通过扩容 100GE 端口满足 5G 业务的发展需求, 而同时也需要配套建设能承载 100G 带宽的 OTN 设备。而在 5G 规模建设阶段, 5G 的业务量会迅速增长, 并将在本地核心层部署 MEC, 因此还需要增加城域 ER 设备。

3 5G 承载网规划方法

3.1 5G 网络简介

5G 基站架构相对于 4G 发生了很大的变化, 将由 4G BBU、RRU 2 级结构演进到 CU、DU 和 RRU/AAU 3 级结构, 如图 3 所示。

集中单元(CU)是由原 BBU 非实时部分分割出来的, 处理非实时协议和服务。

分布式单元(DU)负责处理物理层协议和实时服务, 为了节省 RRU 与 DU 之间的传输资源, 部分物理层功能可上移至 RRU。

同时, 为了满足 5G 低时延业务处理的时效性, 需要将原有部署在机楼的核心网部分功能下移。以减少用户设备到核心网的时延。因此, 在核心网侧需要

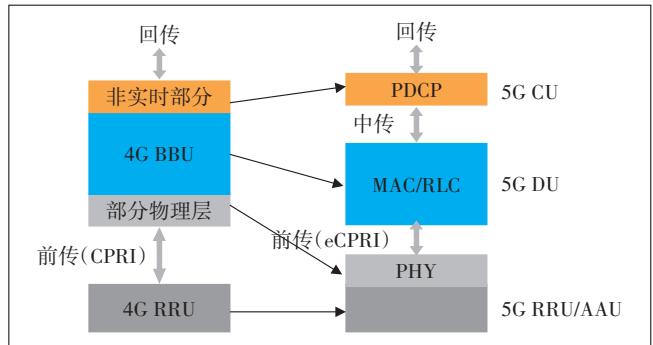


图 3 5G 功能模块重构示意图

推动移动边缘计算(MEC)的标准化, 同时考虑 MEC 下移以及云化。将核心网从核心层下沉到汇聚层, 原先的 4G 核心网拆分成 New Core 和 MEC 2 个部分。其中 New Core 将云化部署在汇聚层的区域汇聚中心, MEC 将部署在区域汇聚或更低的位置汇聚层, 这对承载网提出更加灵活的 Mesh 组网需求。综合考虑产业成熟情况, 减少网元数, 降低网络规划和工程实施难度, 减少时延, 缩短建设周期, 在 5G 建设的初级阶段, CU 和 DU 2 个逻辑单元建议合设为 BBU 设备形态。5G 网络拓扑图如图 4 所示。

5G 的 BBU 组网方式主要分为 D-RAN(BBU 分散设置)、C-RAN(BBU 集中设置)2 种场景模式。

a) 如果在基站端机房环境良好、光缆路由及资源充分的情况下, 可采用 D-RAN。

b) 考虑到 5G 前端基站规模数量将是现有 4G、3G 基站数量的 3~4 倍, 运营商还需要新增数量庞大的 5G 前端基站。采用 C-RAN, 将 BBU 设备集中设置于运营商自己的通信机房, 前端基站只需要安装开通 AAU 即

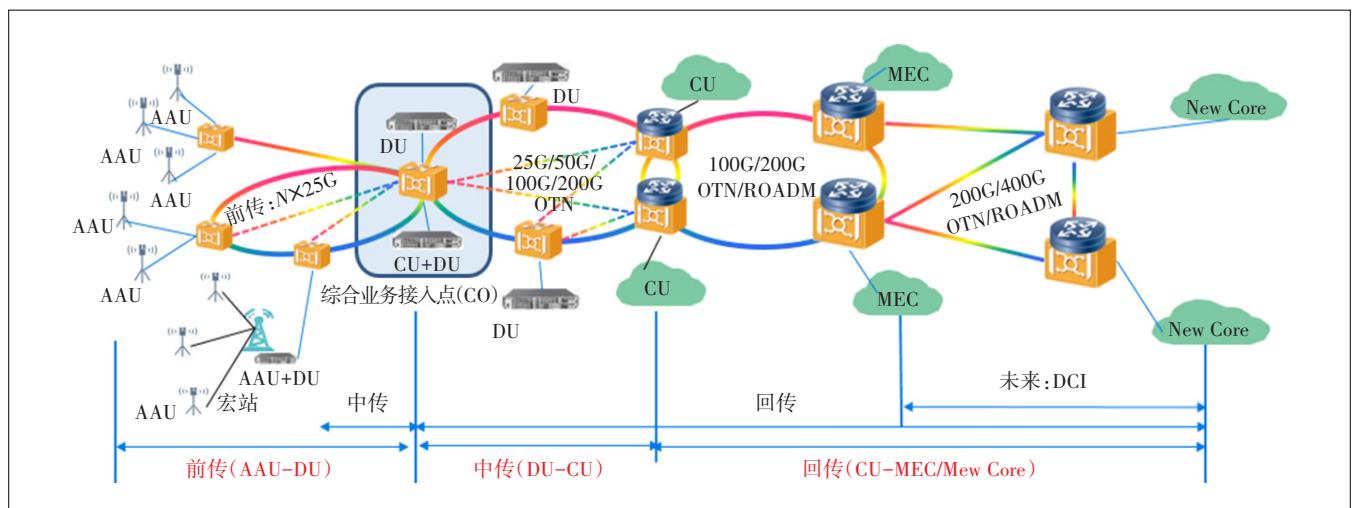


图 4 5G 网络拓扑图

可,即不需要再建设基站机房(需要完成租赁或自建),只要明确安装AAU空间以及完成供电、引入光缆的建设即可开通5G基站。这样既节省基站建设的投资,又加快开站的速度,因此新建5G前端基站采用C-RAN模式是运营商的首选。

3.2 5G 承载网络与 4G 承载网的差异分析

因5G技术产生的新需求、新业务,使5G承载网络对比4G承载网呈现出以下差异。

a) 4G承载网络主要是以4G核心网为中心提供点到多点(P2MP)业务,而由于5G核心的云化架构,使5G承载网络以DC为中心提供更复杂的多点到多点(MP2MP)业务和数据中心互联(DCI)业务。

b) 针对eMBB业务的需求,5G承载网络单站的带宽需求已从100~300 Mbit/s大幅提升到3~10 Gbit/s,现有的4G承载网是没办法满足需求的,需要采用新的、更大带宽能力的承载设备来组建新的5G承载网络。

c) 5G承载网络采用L3到边缘技术(降低横向时延)、MEC/CDN下沉(降低纵向时延)以及新承载设备(采用低时延转发技术)等手段,可以将时延从4G时代的小于10 ms优化到小于2 ms,以满足uRLLC的要求。

d) 在4G承载网络中,LTE FDD采用的是频率同步,同步要求是 $\pm 1.5 \mu\text{s}$;而在5G承载网络中,将时钟源下移到汇聚层以减少无线空口与时钟源之间的跳数,提高承载设备精度,单点设备同步精度提高到15 ns并能支撑大于20跳的组网,从而做到eMBB同步时间在 $\pm 1.5 \mu\text{s}$,uRLLC同步时间达到 $\pm 390 \text{ ns}$ 。

e) 针对垂直行业,由于5G网络引入的网络切片技术,实现海量物联网,使得物连接数量从4G时代的1万/km²大幅提升到了100万/km²。

3.3 5G 承载网需求预测

承载网带宽需求分析均基于对5G业务的流量预测。结合4G用户带宽流量使用情况以及5G基站带宽能力,5G带宽峰值按3.36G,5G带宽均值初期按300M、中期按700M测算。5G承载网需求预测见表1。

a) 采用D-RAN模式,5G规模建设阶段接入层环采用10GE带宽,建议一个接入层环上所带5G基站

(BBU)数量不超过10个。

b) 采用C-RAN模式,5G规模建设阶段接入层环采用10GE带宽,建议一个接入层环上所带5G基站(BBU)数量不超过20个。

c) 采用C-RAN模式,5G规模建设阶段接入层环采用50GE带宽,建议一个接入层环上所带5G基站(BBU)数量不超过50个。

3.4 5G 承载网规划原则

地(市)级5G承载网络需要按5G建设最终规模来制定与之相符合的目标网架构。5G承载网汇聚层及核心层应按目标网架构进行组网,分阶段按需建设;接入层需要结合无线网建设计划分阶段进行建设。主要的规划原则建议如下。

3.4.1 接入层规划原则

a) 5G BBU优先采用C-RAN模式部署,对于光缆等资源不足或其他因素受限的情况可考虑D-RAN模式部署。

b) A设备原则上与无线BBU同机房部署,BBU与A设备之间采用10GE光口对接。

c) A设备应充分利用现网资源,尽量避免同址多台A设备对堆叠;同时结合光缆情况选用10GE或50GE环组网;C-RAN模式新增A设备类型(采用A2设备),D-RAN模式可以采用新型A1或A2设备。

d) 按无线新增BBU数乘以2折算为基站数(无线一个BBU最多可带6个AAU,3个AAU为一个站),D-RAN模式下,环上所带5G基站不超过10个;C-RAN模式下,10GE环上所带5G基站不超过20个,50GE环上所带基站不宜超过50个。

e) 接入层应统筹考虑4G/5G基站的综合接入:

(a) 5G环覆盖范围内:有4G基站建设需求,若原有A设备有空闲端口,可接入现有接入环,否则优先接入新建环。

(b) 5G环覆盖范围外:对于未来有5G需求的,统筹考虑4G/5G需求,采用新型A1或A2设备建设;对于无明确5G需求的偏远地区,可考虑采用原A1设备建设,通过本地调拨解决。

表1 5G承载网需求预测

接入层	环上基站数	5G规模建设阶段		5G成熟阶段	
		预测带宽	组网带宽需求	预测带宽	组网带宽需求
D-RAN	<10	6.1G($1 \times 3.36G + 9 \times 300M$)	10GE环	9.7G($1 \times 3.36G + 9 \times 700M$)	10GE环,高流量地区按需升级为50GE环
C-RAN	<20	9.1G($1 \times 3.36G + 19 \times 300M$)	10GE环	16.7G($1 \times 3.36G + 19 \times 700M$)	50GE环
	<50	24.2G($3 \times 3.36G + 47 \times 300M$)	50GE环	43G($3 \times 3.36G + 47 \times 700M$)	50GE环

3.4.2 汇聚层规划原则

a) B设备成对进行组网,原则上设置在机楼(包括核心机楼和一般机楼)。

b) 应尽量避免同址多套B设备对堆叠,新增B设备的前提是不增加站点内B设备数量,因此需要先对原有B设备进行替换割接,特别是存在B设备堆叠问题的站点,起码要先按1:2的比例进行旧B1设备的替换割接。

c) 一般情况下,按流量峰值利用率来衡量B设备上行链路是否需要扩容。当利用率达到60%或以上时,每台B设备扩容1条10GE链路;成对B设备流量峰值超过100GE时,上行改用100GE链路。

d) 新增B设备需预留100GE板卡槽位。

e) 鉴于原有B1设备接入能力较低,业务槽位少,扩容受限,难以满足5G业务承载并且IP RAN骨干网的路由规模过大,需要减少B设备网元数量,提升网络稳定性。对于存在B设备堆叠问题的情况需要进行整改,整改措施包括:

(a) 如果有新增B设备需求的站点,需先进行旧B设备替换,替换B设备与新增B设备比例不少于2:1,以提高设备集中度并节省机房空间。

(b) B设备采用8槽或16槽大容量设备,尽量控制机房内B设备数量。

f) 综合考虑到B设备交换能力和集中度,建议每对B设备下挂基站数不超过400个,包括250个5G基站、150个4G基站。

3.4.3 本地核心层规划原则

a) 汇聚ER一般设置在县城机楼、大型城市的部

分区域核心机楼,以减少多对B设备对长距离光缆/波分资源的占用;可参考城域网MSE网络扁平化部署策略,结合地(市)光缆和波分资源情况,对区域内汇聚ER设置的必要性进行分析。

b) 汇聚ER设备建设原则上应按需扩容,如果需要新增汇聚ER节点至少按1:2的比例对现有设备进行替换。

c) 汇聚ER设备上行参考B设备上行链路带宽,原则考虑上行链路数量和带宽。

d) 城域ER/省级ER上行一般采用100GE或n×100GE链。

e) 城域ER:根据需求进行板卡扩容或设备升级(单槽能力从100G升级到200G),后续根据业务发展适时进行升级替换。

4 5G 承载网规划方案

根据前面章节对典型地(市)运营商在4G时代已建成比较成熟的IP RAN承载网的现状分析,并结合5G承载网规划方法、原则,5G承载网可按3个建设阶段来规划建设。3个发展阶段示意见图5。

第1阶段:2019年,典型地(市)运营商都会提出多个5G商业展示点,并针对每个展示点建设5G无线站点。该阶段由于5G建设未形成规模,因此可依托现有已建的接入层10GE环,5G的BBU就近部署在有A2设备的接入网机房,接入现有的IP RAN承载网。如就近没有A2设备,可以新建A2设备组成10GE接入环接入就近的B1设备。总的来说,第1阶段,主要根据小规模的5G BBU数量,增加A2设备或者对原A2设备扩容

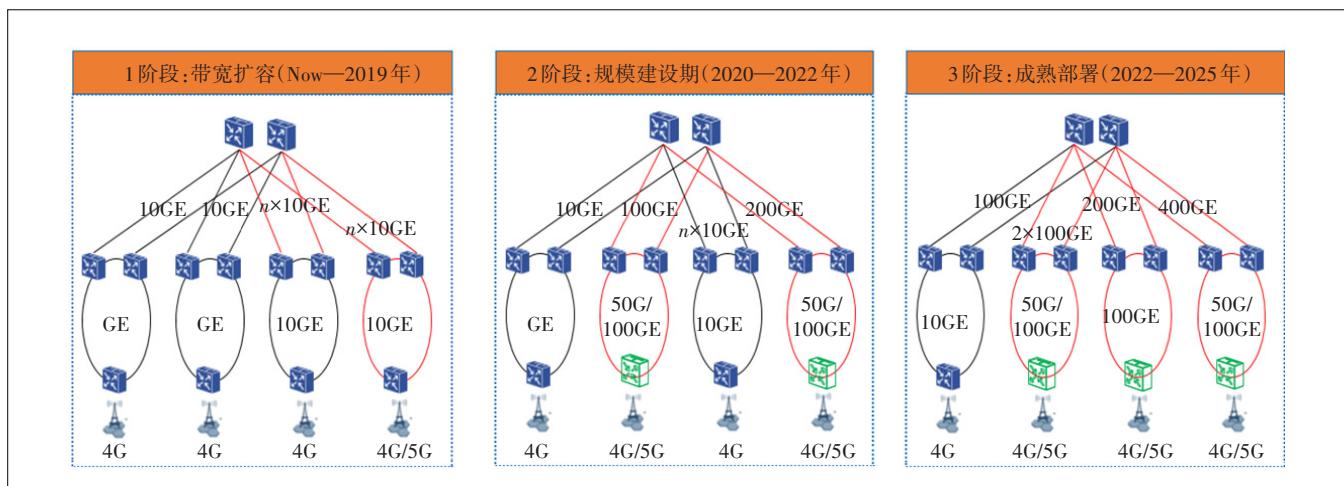


图5 5G承载网建设的3个发展阶段示意

10GE 端口。

第 2 阶段:预计在 2020—2022 年,这 3 年规划建设时间,典型地(市)运营商应将会分批建设 5G 基站,预计在 2020 年 5G 建站规模将与 3G/4G 无线站点数量相当,到 2022 年会初步达到 5G 网络全覆盖的规模(或至少达到人口密集区域全覆盖),无线站点数量为 3G/4G 的 3~4 倍。因此,原有的 IP RAN 承载网以及设备均不能满足建网的要求。在该阶段,接入层、汇聚层以及核心层均规划采用新的设备。

a) 接入层采用新型 A2 设备来组网,主设备厂家提供的主要是 DU 和 CU 合设的 BBU 设备,5G BBU 优先采用 C-RAN 模式建设。按 10GE 环上所带 5G 基站不超过 20 个的原则(无线 1 个 BBU 最多可带 6 个 AAU,3 个 AAU 为 1 个站)以及新型 A2 设备性能情况,建议按 C-RAN 模式建设的接入网机房内 1 台新型 A2 设备最多接入 10 台 5G BBU 设备,而按第 2 阶段建设中平均每台新型 A2 设备接入 6 台 5G BBU(相当于 12 个无线站点)估算,典型地(市)运营商在第 2 阶段如果需要建设 8 000 个 5G 站点则需要安装 667 台新型 A2 设备。

b) 汇聚层主要由新型 B1 设备组成,B1 设备采用成对设置,下联接入新建 A2 设备组成的 10GE 环,上联通过口字型接入汇聚 B2 设备或者直连城域 ER,按照每对 B 设备下挂基站数不超过 400 个,包括 250 个 5G 基站、150 个 4G 基站的原则,典型地(市)运营商在第 2 阶段如果需要建设 8 000 个 5G 站点,按平均每对新型 B1 设备下挂基站 200 个估算,则需要新建 B1 设备 40 对,即平均每对 B1 设备收敛 17 台 A2 设备。而 B1 设备上联可根据 B1 设备布局位置、密度等综合情况,分别选择建设汇聚 B2 设备汇聚后上联城域 ER 或者 B1 设备直接上联城域 ER。上联链路带宽根据运行流量从初步的 $n \times 10GE$ 到 $100GE$ 链路逐步升级扩容。

c) 按照典型地(市)运营商最终规划的 5G 建站数量考虑,在核心层需要新建 2 台城域 ER,并部署 5G 的 ME。上联省级 ER 则根据运行流量从初步的 $n \times 10GE$ 到 $n \times 100GE$ 链路逐步升级扩容,同时需要扩容、新建配套的省内 OTN 系统。同时新建的 2 台城域 ER 横向与原 IP RAN 城域 ER 通过口字型 10GE 链路连通,原 IP RAN 内连接的 5G 站点通过新城域 ER 设备上联。

第 3 阶段:预计在 2022—2025 年,5G 网络将会大规模使用,本阶段主要是 5G 网络的优化、补点工作,并根据实际运行流量情况把部分接入层 10GE 环升级为

50GE 环,汇聚层上联带宽从 $100GE$ 升级到 $200GE$ 、 $400GE$ 带宽,城域 ER 可从 $n \times 100GE$ 链路升级扩容到 $n \times 400GE$ 链路等。同时在此阶段,可以用已建成的新 IP RAN 承载网络逐步割接原 IP RAN 内还在使用的 4G 站点和政企专线,使原 IP RAN 设备逐步退网,最终统一到新 IP RAN 承载网中,并为新 IP RAN 承载网后继的补点扩容腾出空间。

参考文献:

- [1] 朱浩.下一代移动网络发展趋势与关键技术[J].中国电信业,2016(2):36~39.
- [2] 平殿伟,王超绵.5G 承载方式的探讨[J].中国新通信,2017,19(12):76~77.
- [3] 张东林.5G 时代传输网络建设策略探讨[J].科技创新导报,2016,13(25):95~96.
- [4] 李伟.C-RAN 架构及其承载方式的研究和应用[D].天津:南开大学,2015.
- [5] 胡建国,王成帅.C-RAN 传输承载方案研究[J].山东通信技术,2017,37(3):21~23.
- [6] 刘方森,王建,王仔强,等.面向 5G 的 C-RAN 技术与 C-RAN 规划案例分析[J].电信工程技术与标准化,2018,31(3):14~18.
- [7] 张鹏远,周伟平,王莉.面向 5G 的 C-RAN 演进探讨[J].通讯世界,2017(7):92~92.
- [8] 单祥茹.Qorvo:两大核心技术让 5G 从梦想走入现实[J].中国电子商情:基础电子,2016(3):15~16.
- [9] 盛利,夏宇星.面向 5G 通信网络传输承载方案的探讨[J].通讯世界,2017(18):17~18.
- [10] 潘永球.面向 5G 中传和回传网络承载解决方案[J].移动通信,2018(1):54~57.
- [11] 刘吉成.5G 系统对本地传送网的技术要求[J].数码世界,2017(12):312~313.
- [12] 倪斌.5G 和云时代的承载网演进[J].中国有线电视,2017(11):1243~1246.
- [13] 王艳涛.5G 传输网络建设策略与发展[J].通讯世界,2017(13):108~109.
- [14] 史红蓓.浅谈 5G 传输技术[J].通信设计与应用,2017,11(1):55~56.
- [15] 曹磊.构建 5G 时代的移动承载网[J].通信产业报,2016(18):178~179.

作者简介:

张蒙,高级工程师,原广东南方电信规划咨询设计院有限公司珠海分公司支部书记兼副总经理,主要从事电源、传输、无线等设计与管理工作。

