

面向5G回传的IP RAN网络演进方案

IP RAN Network Evolution Plan for 5G Backhaul

周楠(江苏省邮电规划设计院有限责任公司,江苏 南京 210019)

Zhou Nan(Jiangsu Post & Telecommunications Planning and Designing Institute Co.,Ltd.,Nanjing 210019,China)

摘要:

针对5G技术高带宽、低时延、大连接的特点分析了5G对回传网络的需求,结合运营商现有的IP RAN网络提出了面向5G回传的IP RAN网络演进方案,并给出了分阶段演进步骤。该方案全面考虑了5G承载需求、IP RAN现网实际情况、设备特点等因素,具有较强的可行性。

关键词:

5G;回传;IP RAN;演进

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2018.05.004

中图分类号:TN913.7

文献标识码:A

文章编号:1007-3043(2018)05-0013-04

Abstract:

According to the characteristics of 5G technology of high bandwidth, low latency and massive connectivity, it analyzes the demand of 5G backhaul network. Based on the existing IP RAN network, it proposes an IP RAN network evolution plan for 5G backhaul and gives the gradual evolution steps. The scheme has fully considered the 5G bearing demand, actual IP RAN situation, equipment features and so on, and has strong feasibility.

Keywords:

5G; Backhaul; IP RAN; Evolution

引用格式:周楠. 面向5G回传的IP RAN网络演进方案[J]. 邮电设计技术, 2018(5): 13-16.

1 概述

2013年和2014年我国工业和信息化部分别颁发了TD-LTE和FDD-LTE的牌照。经过5年左右的建设,国内三大运营商均建成了全世界首屈一指的4G无线和承载网络基础设施,有力支撑了近年来移动支付、在线直播等新兴业务发展。随着科技发展,人们对移动互联网的需求日趋多样化,驱使移动通信网络向着速率更高、时延更低、连接更大的方向发展,5G技术孕育而生。5G相对于4G在网络性能上是革命性的

(例如理论空口速率提升近10倍);在技术上却是演进的,5G多址方案仍然沿用4G的OFDM技术,速率提升主要来源于频谱带宽的增加(20 MHz到100 MHz)和Massive MIMO(2T2R到64T64R)等技术^[1]。5G本身的演进特性决定了5G承载网络也是可以通过现有4G承载网络演进满足的。中国移动已经明确采用基于PTN演进的SPN方案^[2];而中国电信和中国联通尚在L3 OTN方案和IP RAN方案之间徘徊。从后2家运营商网络现状看,L3 OTN方案需要大规模建设具备L3功能的OTN设备,并且L3 OTN技术尚未成熟;IP RAN方案则可以较好地从现在的IP RAN/UTN网络进行演进。本文将对5G回传承载需求进行分析,并结合运营

收稿日期:2018-04-02

商IP RAN网络现状,提出具备可行性的面向5G回传的IP RAN网络演进方案。

2 5G承载需求

2.1 5G RAN架构变化

现有的4G网络基于CPRI接口实现了BBU和RRU的分离,而在5G网络200 MHz带宽和256天线的情况下,所需CPRI带宽为2 560 Gbit/s,现有的光模块技术远远无法满足,只有对现有RAN架构进行重构才能有效降低前传的带宽需求。同时,结合低时延和虚拟化的需求,5G RAN网络将演进为有源天线处理单元(AAU)、分布单元(DU)、集中单元(CU)3级结构。原有RRU和部分BBU的基带处理功能合并成为AAU,从而有效降低前传带宽;原有BBU非实时功能独立出来,并结合部分核心网功能成为CU,负责处理非实时协议和服务,并可采用虚拟化技术实现;剩余的BBU功能成为DU,负责处理物理层协议和实时服务。相应地,5G承载网将根据AAU、DU、CU分割为前传、中传和回传3个部分。在5G演进的初期,也可采用DU和CU合设的形式,在这种情况下承载网仅包括前传和回传(见图1)。本文重点关注5G回传网络的IP RAN演进方案。

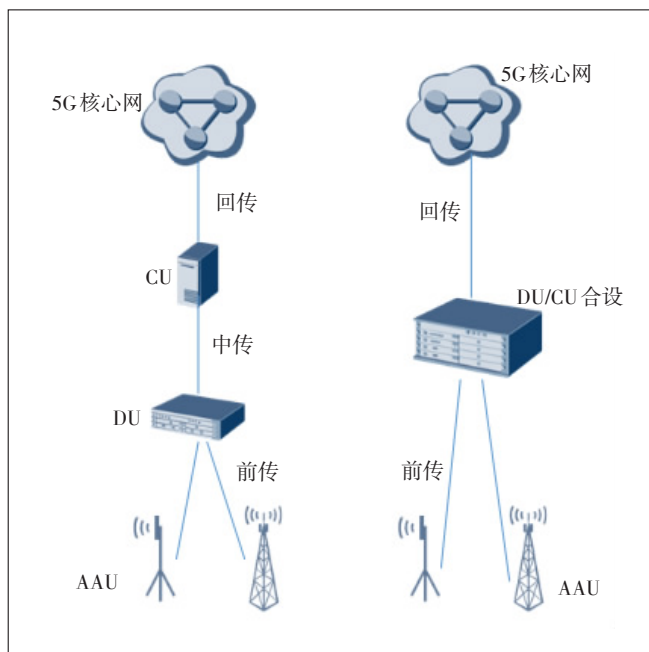


图1 5G RAN结构图

2.2 5G核心网架构变化

由于5G网络对时延的要求不断加大,核心网架构也将随之变化。首先,5G核心网的位置将由省会下降

至地(市)核心;其次,原有的EPC拆分成New Core和移动边缘计算(MEC)2个部分,并且5G核心网设备将全部实现云化。其中,MEC将部署在城域汇聚层或更低的位置。5G回传网络主要承载CU至云(MEC)以及云到云(MEC至MEC、MEC至New Core)的灵活组网流量,回传网络的全IP化成为必然。同时,5G核心网提出了网络切片概念,要求5G承载网络也具备相应的技术方案,以满足不同切片的差异化承载需求。

2.3 5G回传承载需求

3GPP定义了5G三大应用场景(见图2):高带宽(eMBB)、大连接(mMTC)和低时延(uRLLC)^[3],每种应用场景都对网络性能提出了不同的要求。

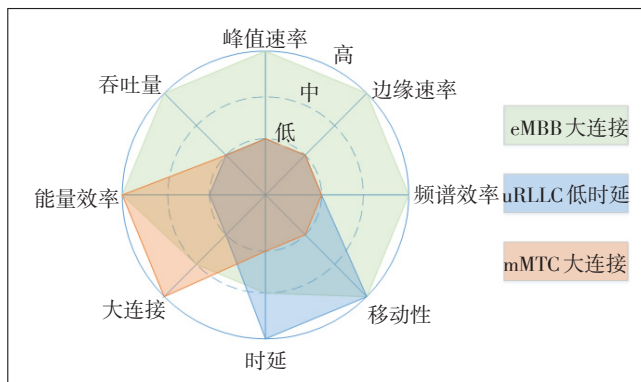


图2 5G三大应用场景

eMBB场景主要用于满足移动环境下4K/8K视频直播、AR/VR等对带宽需求较大的移动宽带业务,扇区峰值速率由4G的百兆提升至数Gbit量级,需要极高的吞吐量和频谱效率。eMBB场景决定了5G承载网的带宽需求。以5G低频(3.4~3.5 GHz)频谱资源,频宽100 MHz)为例,在基站配置为S111、64T64R、1:3 TDD上下行配比、10%封装开销、20% Xn流量的情况下,单小区峰值频谱效率为40 bit/s/Hz,均值频谱效率为10 bit/s/Hz,则单小区峰值带宽为40 bit/s/Hz×100 MHz×1.1×0.75=3.3 Gbit/s,单小区均值带宽为10 bit/s/Hz×100 MHz×1.2×1.1×0.75=0.99 Gbit/s。按照NGMN的带宽规划原则,单站峰值带宽=(3.3+2×0.99)=5.28 Gbit/s,单站均值带宽=3×0.99=2.97 Gbit/s。若以此作为5G回传承载的带宽需求,现有的IP RAN网络面临极大压力。同时,5G采用TDD方式,基本业务要求1.5 μs的时间同步精度要求,现有的IP RAN网络支持1588V2和同步以太技术,可以满足5G基本业务要求。

uRLLC场景主要用于满足移动环境下车联网、自动驾驶、工业控制等业务。这部分业务对带宽和连接

数量要求不高,但对时延和移动性要求极高,NGMN定义的端到端时延不高于1 ms^[4]。为此,核心网MEC将深度下沉,甚至下沉到边缘CU。故可认为uRLLC业务将终结于5G回传网络的汇聚路由器甚至更低,此时L3到边缘和低时延设备成为必需。

mMTC场景主要用于满足移动环境下能够提供每平方千米百万级的连接数量,应用于智能物流、智慧城市等应用场景。mMTC场景对5G回传网乃至整个承载网没有特殊需求。

综上所述,5G业务对回传网络的需求主要是超宽带、高精度时间同步、L3到边缘、低时延设备以及网络切片。而中国电信和中国联通现有的IP RAN/UTN网络完全可以通过演进逐步满足。

3 IP RAN网络演进方案

3.1 IP RAN网络现状

经过多年建设,中国电信和中国联通均建成了广覆盖、高汇聚、高收敛的IP RAN/UTN网络。每台接入路由器视BBU集中情况承载1台或多台BBU,每个接入环带不超过6台接入路由器;每对汇聚路由器下挂3~20个接入环;部分地(市)在区县再设置一对区县汇聚路由器,汇聚本区县内的汇聚路由器流量;每个本地网设置一对核心路由器,用于汇聚全市流量与EPC CE对接。基本网络拓扑如图3所示。

最初IP RAN网络是按照4G基站峰值均值带宽需求进行建设的,然而运行多年之后仍然轻载。根据XX运营商对不限流量业务开通后热点场景LTE基站全年峰值流量的抽样,高流量基站全年最大的突发峰值(毛刺点)一般不超过200 Mbit/s,全年日峰值平均不

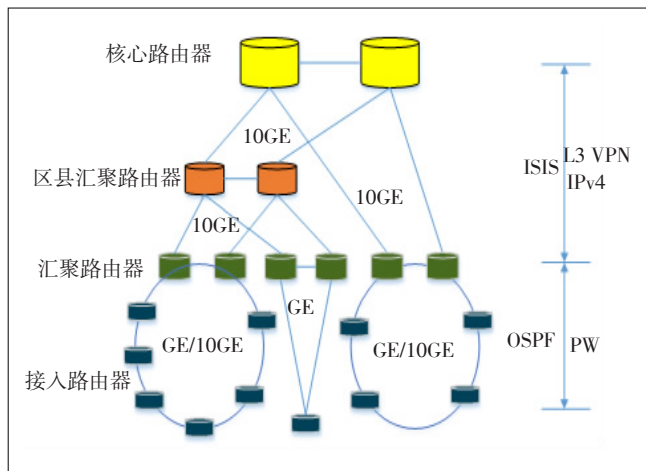


图3 IP RAN网络结构现状图

超过40 Mbit/s;普通基站则为100和20 Mbit/s;全网基站的均值流量在3~4 Mbit/s,仅为理论带宽的10%,大大低于预期^[5]。故在规划5G承载网时并不建议按照无线带宽峰值均值作为测算依据。

3.2 IP RAN网络演进方案

考虑到4G网络能力尚未完全释放,5G业务需求亦不强烈,运营商不会建设一张独立的覆盖全境的5G网络,5G建设将以覆盖热点地区为主,4G和5G网络将长期共存。基于此,4G与5G承载网络的融合统一和平滑演进显得愈发重要。结合现网IP RAN架构,面向5G的IP RAN网络目标结构图如图4所示,仍将保持核心、汇聚、接入3层架构不变。接入层:4G/5G共址站统一接入5G接入路由器,初期采用10GE环网,待流量增长之后按需扩容至25GE/50GE;汇聚层和核心层:考虑现网高度收敛特性,根据实际流量情况按需配置带宽,初期按照N×10GE进行配置,后续可使用50GE和100GE,核心层未来可演进至200GE和400GE。

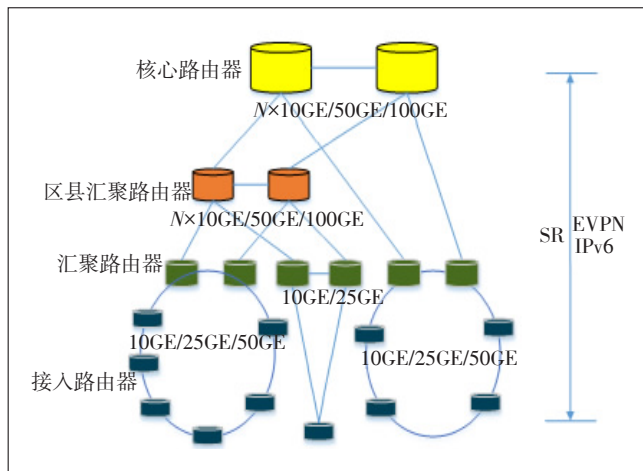


图4 IP RAN回传网络目标结构图

在技术层面,由于5G需要支持3层到边缘,IP RAN网络需要全网使用3层协议,取代现有的汇聚路由器以下使用2层PW的现状。为此,考虑到全网数十万接入路由器规模,亟需部署IPv6能力,提供基站和核心网的IPv6连接。为了简化3层转发,将使用全新的分段路由(Segment Routing)功能。为了实现网络切片功能,IP RAN网络还需要软件升级以支持增强VPN(EVPN,软切片)和灵活以太网技术(FlexE,硬切片)。同时,FlexE等新的Cache和转发技术也会将IP RAN设备转发时延降低至10~25 μs以下。

根据对主流设备厂家的调研,绝大多数现网具备

扩容条件的IP RAN设备均支持平滑演进至5G。现有的GE接口的小型接入路由器和三槽位的小型汇聚路由器由于槽位不足无法扩容,将无法满足5G承载。中型接入路由器和大中型汇聚和核心路由器可通过更换价格较低的交叉控制板、软件升级和板卡扩容满足5G大容量、低时延等承载需求。同一厂家的汇聚核心层路由器板卡可通用,故在升级的过程中,低速板卡可以通过调拨利旧的方式平滑演进、降低投资。同时,厂家也为5G承载研发了部分新的设备平台,具备更多的槽位和更大的背板带宽。

基于此,面向5G回传的IP RAN网络演进可以分为3个阶段。第1阶段是5G试点阶段,该阶段内主要面向eMBB场景,接入层使用具备扩容能力的接入路由器10GE组环,汇聚核心层使用 $N \times 10GE$ 即可满足需求,部分城市可以试点尚未成熟的25GE/50GE板卡和光模块。第2阶段是5G试商用阶段,该阶段仍然仅有eMBB业务需求,接入环仍然使用10GE组环,部分热点区域可升级至25GE/50GE环,汇聚与核心层使用 $N \times 10GE$,并按需升级至50GE/100GE,同时全网升级为IPv6协议并开启SR功能。第3阶段是5G规模商用阶段,此时需要承接eMBB、mMTC和uRLLC多种业务场景,接入环按需建设或升级至25GE/50GE,汇聚核心层路由器应演进至100GE/200GE/400GE,同时全网软件升级支持EVPN和FlexE技术,全面支持网络切片,实现不同业务的隔离承载。

4 结束语

为了保持我国在移动通信领域的国际领先地位,近期发改委联合国内三大运营商在部分发达地(市)启动了5G应用示范工程,3种5G回传承载方案(SPN、L3 OTN和IP RAN)均会落地验证。结合中国电信和中国联通IP RAN网络现状,本文提出的面向5G回传的IP RAN演进方案可以较好地满足5G回传承载需求的基础上融合承载,保护投资,具有较强的适用性和可行性。

参考文献:

- [1] 朱晨鸣. 5G: 2020后的移动通信[M]. 北京:人民邮电出版社, 2016.
- [2] 通信世界网. 中国移动李晗:5G传输新技术崭露头角 明年底具备部署条件[EB/OL].[2017-08-14]. <http://www.cww.net.cn/article?id=413336>.
- [3] 中国电信. 5G时代光传送网技术白皮书[EB/OL].[2017-08-14].

http://www.sohu.com/a/192506543_673855.

- [4] NGMN. NGMN 5G WHITE PAPER V1.0[EB/OL].[2017-08-14]. <https://www.ngmn.org/5g-white-paper/5g-white-paper.html>.
- [5] 李立奇,王智. 面向移动互联网的融合通信方案研究[J]. 移动通信, 2012, 36(5): 21-26.
- [6] 韩柳燕,程伟强,王磊,等. 面向5G的下一代传输需求、技术和组网架构研究[J]. 电信网技术, 2017, (9): 1-6.
- [7] 平殿伟,王超绵. 5G承载方式的探讨[J]. 中国新通信, 2017, 19(12).
- [8] 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, 44(5): 551-563.
- [9] 王志勤,罗振东,魏克军. 5G业务需求分析及技术标准进程[J]. 中兴通讯技术, 2014, 20(2): 1-4.
- [10] 王胡成,徐晖,程志密,等. 5G网络技术研究现状和发展趋势[J]. 电信科学, 2015, 31(9): 149-155.
- [11] 柴蓉,胡均,李海鹏,等. 基于SDN的5G移动通信网络架构[J]. 重庆邮电大学学报(自然科学版), 2015, 27(5): 569-576.
- [12] 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.
- [13] 方箭,李景春,黄标,等. 5G频谱研究现状及展望[J]. 电信科学, 2015, 31(12): 103-110.
- [14] 郑庆国,刘雅. VR终端时延和带宽需求分析[J]. 移动通信, 2017(23).
- [15] 李俊杰. 面向5G的光传送网承载[J]. 高科技与产业化, 2017(10).
- [16] 于耀程. 面向移动数据业务的融合网络拓扑优化研究[D]. 北京邮电大学, 2015.
- [17] 耿亮,张德朝,王世光,等. 5G回传网络技术探讨[J]. 电信网技术, 2015(9): 15-17.
- [18] 付道繁. 5G网络小小区面临的挑战及解决方案探讨[J]. 广东通信技术, 2017(6): 64-67.
- [19] 王光全,沈世奎. 满足5G承载新需求 G.metro技术优势明显[J]. 通信世界, 2017(24): 47-47.
- [20] 程伟强. 5G传输迈出新步伐 运营商技术路线逐渐求同存异[J]. 通信世界, 2017(26): 23-23.
- [21] 李光,赵福川,王延松. 5G承载网的需求、架构和解决方案[J]. 中兴通讯技术, 2017, 23(5): 56-60.
- [22] 马忠,马宏锋,郭群,等. 5G毫米波蜂窝网组网关键技术综述[J]. 中国有线电视, 2016(12): 1394-1400.
- [23] 王迎春,高军诗,李勇,等. 面向5G的传送网承载方案研究[J]. 移动通信, 2017(20): 80-84.

作者简介:

周楠,毕业于中国科学院上海微系统与信息技术研究所,工程师,硕士,主要从事光通信相关咨询设计工作。

