

面向5G的IP RAN承载网

Evolution of IP RAN Bearer Network
Architecture for 5G Network

架构演进方案

董劲松(中国联通吉林分公司,吉林 长春 130000)

Dong Jinsong(China Unicom Jilin Branch, Changchun 130000, China)

摘要:

5G网络架构的变化对承载网提出了新的挑战,通过研究和跟进IP RAN侧的演进与内容重构,探讨5G网络承载需求,分析网络不确定性对承载网建设的影响,并结合近年来基础网络架构的搭建,给出IP RAN作为5G承载网技术的网络建设方案及发展建议。

关键词:

承载网;5G;IP RAN

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2020.07.013

文章编号:1007-3043(2020)07-0071-08

中图分类号:TN913

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

The changes of 5G network architecture bring new challenges to the bearer network. By studying and following up the evolution and content reconstruction of IP RAN side, it discusses the demand of 5G network bearer, analyzes the impact of network uncertainty on the construction of bearer network, and combined with the construction of basic network architecture in recent years, it gives the network construction scheme and development suggestions of IP RAN as 5G bearer network technology.

Keywords:

Bearer network; 5G; IP RAN

引用格式:董劲松. 面向5G的IP RAN承载网架构演进方案[J]. 邮电设计技术, 2020(7): 71-78.

0 引言

2019年是中国5G商用元年,中国正式迈进第五代移动通信时代。5G三大典型应用场景业务(eMBB、uRLLC、mMTC)的主要特性是大带宽、低时延、高可靠和海量连接。这对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挑战。为了提升网络运营效率,深入研究承载网的架构以满足5G等不同业务的承载需求,推进以客户为中心、功能融合、架构扁平化的下一代承载网络演进成了共同关注的话题。

收稿日期:2020-05-15

1 IP RAN承载网现状

1.1 无线承载网

无线承载网络技术经历了淘汰、选择、归一,逐步发展成为现有的形式。1990年左右出现的第一代移动通信系统,主要提供语音通信,无线基站接口以E1为主,通过PDH传输网络承载;第二代移动通信系统提供语音的同时开始提供数据业务,无线基站接口仍是E1,主要通过SDH传输网络承载;2008年左右出现的第三代移动通信系统,主要提供语音、高速数据和互联网业务。无线基站接口主要是E1和FE,通过MSTP传输网络承载,并且逐渐切换为PTN网络承载。

2013年左右出现的第四代移动通信系统,主要提供语音、高速数据、互联网业务以及视频业务。无线基站

接口主要是GE,通过IPRAN/PTN网络承载,传送承载网的位置如图1所示。随无线技术更新,无线承载网

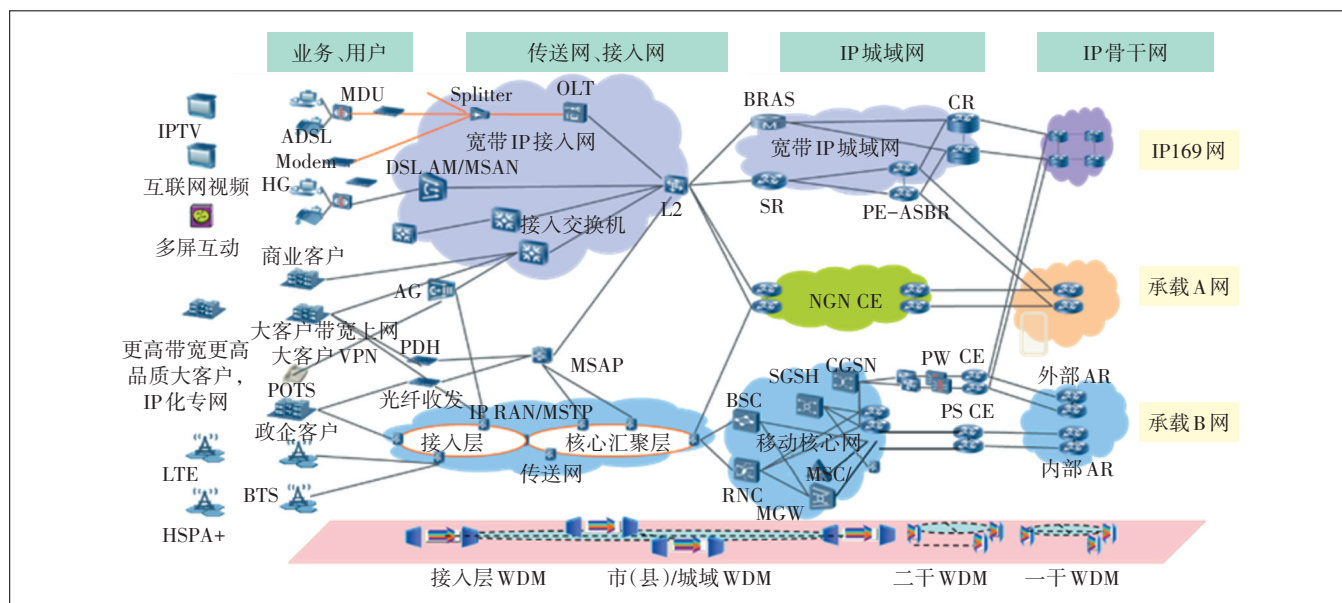


图1 传送承载网的位置

迎来5G时代的IP RAN2.0/SPN/M-OTN技术。

1.2 IP RAN承载网络现状

IP RAN承载网络采用核心层、汇聚层、接入层3层组网结构,典型拓扑图如图2所示。核心层结构和局点保持相对稳定,P设备设置一步到位。汇聚层主要包括汇聚P设备和汇聚层B1设备。汇聚P层的建设主要是为了收敛B1设备上行的流量和端口,以此减少B1设备对市(县)/城域波分资源的大量消耗,节约建设投资。接入层原则上采用裸光纤直连,对于距离过长或者已无纤芯的段落采用波分承载。用A1设备组网时,只能组成单GE环。A2设备速率采用10GE,需要串联成环或双归。当LTE BBU≤10,采用A1设备,当LTE BBU>10,优先考虑A2设备,不能采用交换汇聚BBU后再接入B设备的组网方式。当前IP RAN网络提供基站BBU池和政企专线等多业务综合接入承载,实现网络化管理与资源集中管控。在城区政企A2专用,体现了宽带充裕、节点安全的优点。郊县及农村采用无线和政企的综合承载,以此节约纤芯资源和投资。

1.3 IP RAN承载网存在问题

IP RAN网络承载需要满足3G/4G/5G移动业务承载、政企以太专线、本地云专线及长途云专线、CN2 VPN业务的延伸接入以及承接本地网DCI/本地云间高速流量。

1.3.1 接入层A设备

通过对省会城市联通城区约350个接入环(约1.1万BBU)取样分析,平均单环峰值流量640 Mbit/s,均值流量约390 Mbit/s。按照5G流量约为4G流量5~10倍估算,5G接入环需采用10GE以上端口,才能满足大多数地(市)需求。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,68%光端口为GE端口,32%的光端口为10GE端口,不能满足5G业务的发展需求。

1.3.2 汇聚层B设备

汇聚设备情况:现网核心设备以8槽位为主,总槽位利用率为45%,网络冗余端口为35%左右。核心设备均是200G平台,具备可演进能力。汇聚设备端口基本为10GE端口,并且冗余的10GE端口较多。结合接入环10GE组网,可利旧部分10GE端口接入。具备单端口100G的扩容能力。

1.3.3 P设备

汇聚P设备情况:现有网络经过整改,基本已经消除汇聚P设备,现网运行的只有1到2台。

城域P设备情况:已建设的城域P设备上联省汇聚路由器的带宽主要是通过波分/裸线进行连接,采用n×10GE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。在5G规模建设阶段,5G

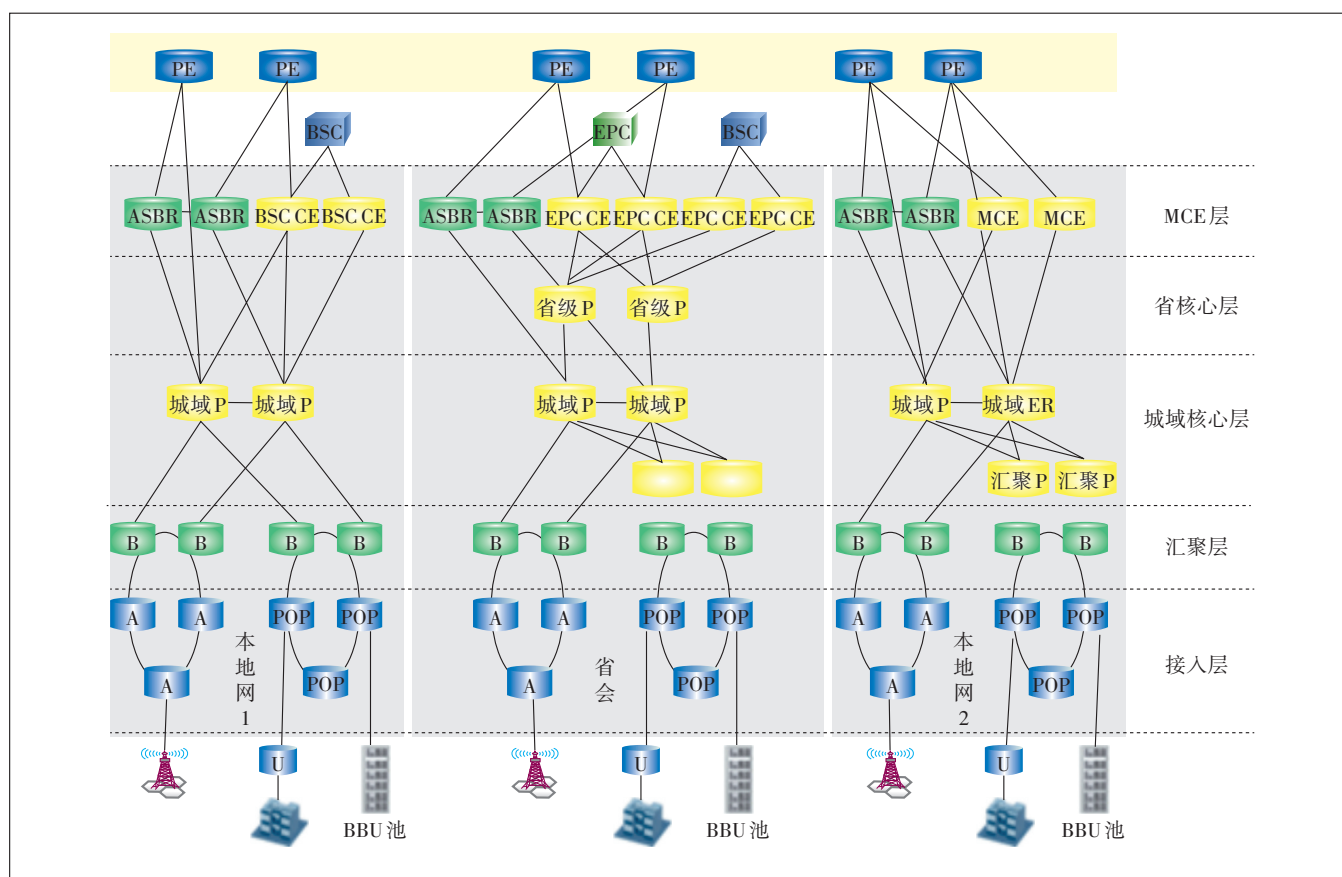


图2 典型地(市)IP RAN承载网拓扑示意图

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P设备。

总之,IP RAN 承载网存在如下问题。

a) 核心汇聚层多为新建,设备投资大,且目前核心汇聚机房电源、机房空间及光缆资源紧张,部分核心汇聚分局无法满足新建设备需求。

b) 接入层设备均为新建,市区内基站光缆及电源无法满足新建设备需求,县、乡、农村波分投资过大。

c) 建设周期长,无法满足2020年5G基站的大规模建设需求。

d) 中国联通和中国电信5G共建共享,建设方与共享方IP RAN网络对接问题亟待解决。

2 IP RAN承载网目标架构

2.1 5G承载网要求

4G IP RAN承载业务有2G/3G/4G业务、专线业务以及云网融合业务和动环监控。5G对承载网提出了更高、更多的需求,5G IP RAN通过需增加新功能,提高了性能,满足5G等多业务综合承载需求,5G承载网

需求如图3所示。

承载网络指标包括带宽、时延、时钟同步等,从理论指标分析来看,5G网络相对于4G网络主要变化如下:

a) 5G基站带宽需求大幅提升,预计为4G带宽的10~100倍。

b) 端到端时延需求缩短,主要体现在uRLLC超低时延业务,eMBB及mMTC业务相对于4G变化不大。

5G承载网的带宽需求除了考虑理论需求值外,还需综合分析用户行为、用户渗透率及新业务引入速度等相关因素。IP RAN承载网接入层链路测算如表1所示,5G基站峰值按3.36G计,均值初期按300M计、中期按700M计。

IP RAN承载网汇聚核心层链路测算如表2所示,B和P设备带基站数量多,要求高度收敛,汇聚和核心上行链路易于扩容,链路按照实际流量需求逐步建设。

5G承载网另一关键需求为可靠的超低时延业务。目前4G IP RAN现网可满足5G大部分业务的时延需

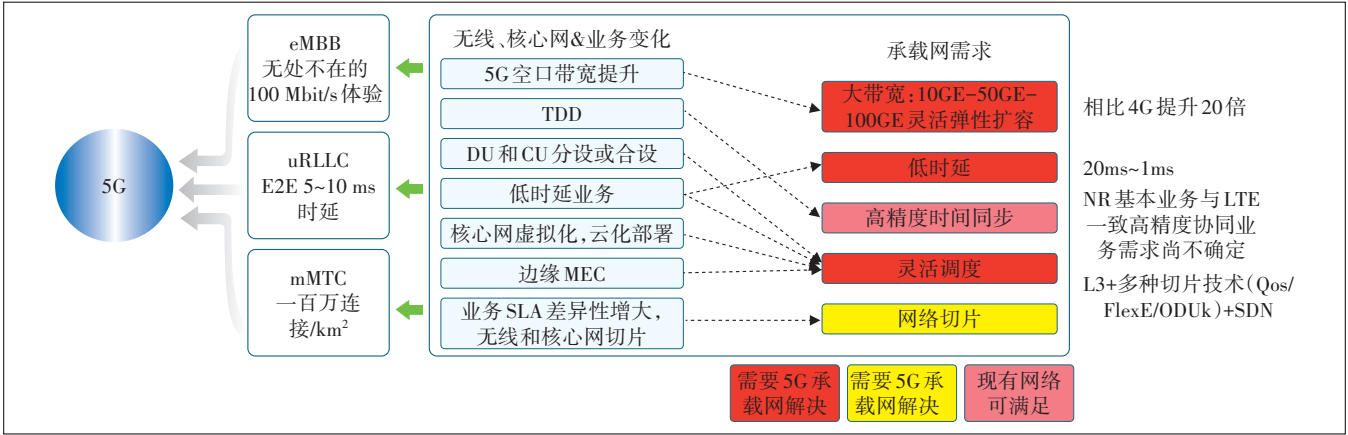


图3 5G承载网需求

表1 IP RAN承载网接入层链路测算

	接入环A设备点/个	环上基站数	5G初期		5G中期	
			预测带宽	组网带宽	预测带宽	组网带宽
BBU分散型	3~8	<10	6.1G (1×3.36G+9×300M)	10GE环	9.7G (1×3.36G+9×700M)	10GE环,高流量地区按需升级25/50GE环
BBU集中型 (小集中)	3	<20	9.1G (1×3.36G+19×300M)	10GE环	16.7G (1×3.36G+19×700M)	25/50GE环
BBU集中型 (大集中)	6	<40	18.1G (2×3.36G+38×300M)	25/50GE环	33.3G (2×3.36G+38×700M)	50GE环

表2 IP RAN承载网汇聚核心层链路测算

	一对B下挂基站数	带宽评估方式	5G初期		5G中期	
			预测流量	组网带宽	预测流量	组网带宽
B - 汇聚P	100	100×站均实际流量	30G (100×300M)	50GE上行	70G (100×700M)	N×50GE/100GE上行
汇聚P - 城域P	-	流量驱动按需扩容	50G/100G (10×5G/10×10G)		100G/200G/400G (10×10G/5×50G+5×10G)	

求,对于时延要求严格的业务(如uRLLC),可通过网络架构的调整(按需核心网网关下沉)满足业务低时延需求。

2.2 IP RAN目标架构及业务综合承载

考虑到4G和5G网络之间将在较长的一段时间内仍需要互相协作,3GPP定义了独立组网(SA)和非独立组网(NSA)2种网络架构,并且提出了4G和5G混合承载需求。

在SA组网方式下,4G和5G是2种独立的网络,为了保持业务连续性,现网的4G基站和EPC需要升级来支持跨核心网的移动性。考虑到新型业务支持和扩展能力,5G SA方案的承载网络可独立新建,在核心层实现4G和5G核心网元之间的互通,也可结合实际业务需求采用4G和5G承载网络混合组建。

在NSA组网方式下,原4G和5G形成了混合网络,单纯的NG-eNB网络不能全面支持5G全业务,尤其是低时延要求的业务。可以下沉部分核心网功能,改善部分低时延要求业务的体验,减少基站与核心网之间的传输时延,对于承载网络,4G和5G混合承载的组网方案势在必行,成为必不可少的选择。

5G承载网可实现4G/5G业务及政企专线业务统一承载,5G业务承载场景如图4所示。在流量模型方面,DC间流量一般是东、西向,用户到网关流量是南、北向;在大带宽方面,网络按需引入25GE/50GE/100GE/200GE端口;在低时延方面,uRLLC网关下沉到边缘DC,提供低时延业务保障;在差异化多业务承载能力(网络分片)方面,网络具备资源共享软分片(VPN+QoS)和硬分片(FlexE+SR-TE)能力,提供

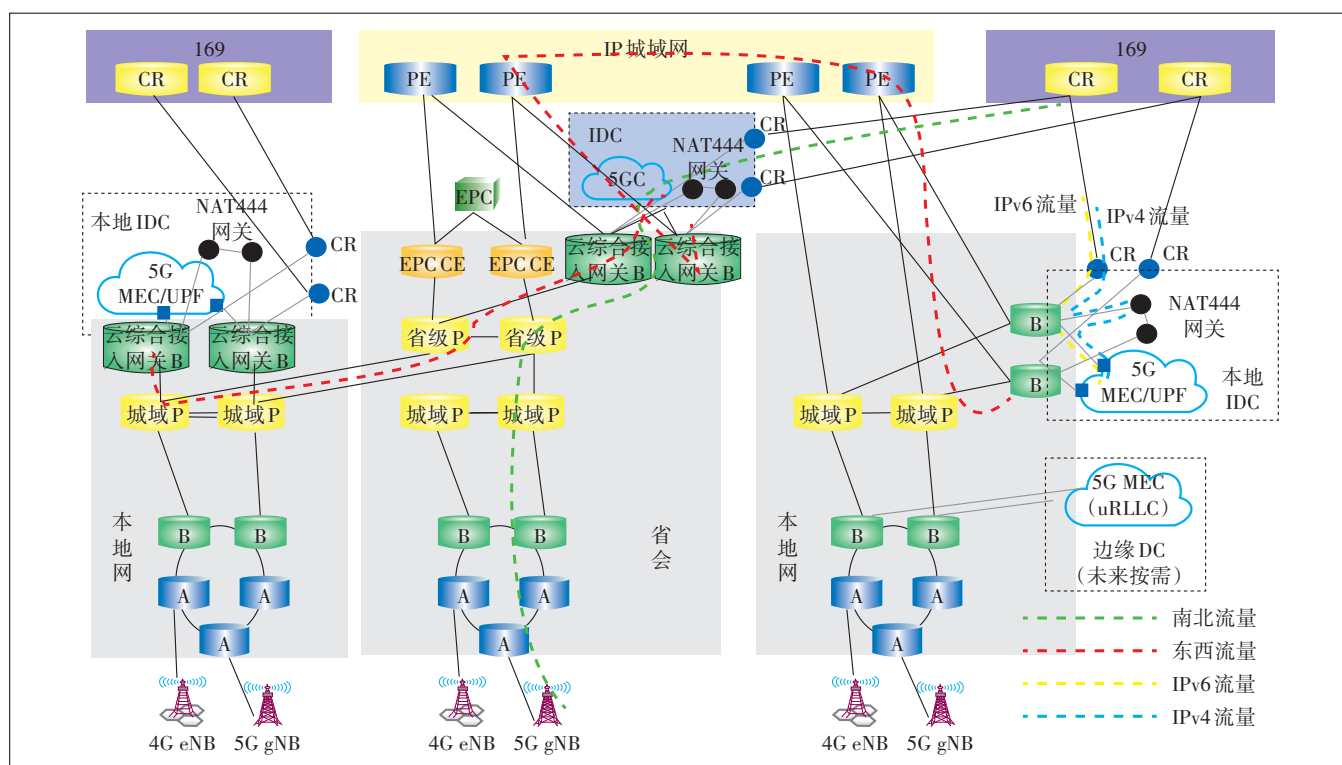


图4 5G业务承载场景

eMBB、mMTC、uRLLC、政企专线等业务差异化承载能力;在SDN智能管控方面,网络引入EVPN/SR技术,实现基于SDN智能管控的回传。

IP RAN网络各层设备部署位置建议如表3所示。

表3 各层设备部署位置建议表

集团对局所的分类	市区		县/镇
	大型城市	一般城市	
核心机楼	城域P	城域P	-
一般机楼	B	B	汇聚P
综合业务局站	A2	A2	B/A2
接入局所	A1/2	A1/2	A1/2

2.2.1 针对市区范围

- 城域P设备设置在市区核心机楼(枢纽楼)。
- 针对本省情况,可不设置汇聚P设备,简化网络层级,使网络扁平化。
- B设备部署在一般机楼及以上层面,一般不建议部署到综合业务局站或以下层面;在A设备数量大,光缆路由限制物理成环情况下,少量B类设备也可以下移到市区的综合业务局所。
- 综合业务局站部署A2设备,实现对4G/5G/政企专线的综合接入。
- 接入局所按需部署A1或A2设备,如无业务需

求,也可不部署IP RAN设备。

2.2.2 县/镇范围内

a) 县城中心机楼(属于一般机楼)部署一对汇聚P设备,汇聚各镇B设备对后,上联城域P设备。该汇聚P设备可以兼做县城B设备,直接接入县城的A设备,乡镇B设备可部署在综合业务局。

b) 一般乡镇各设置一对B设备(设置于综合业务局站),接入乡镇及下属村的A设备。乡镇的综合业务局站同时需设置A2设备,实现对4G/5G/政企专线的综合接入。

c) 乡镇、村的接入局所按需部署A1或A2设备,如无业务需求,也可不部署IP RAN设备。

3 4G/5G 共同承载的IP RAN网络演进方案

基于5G网络对承载网的需求,对采用IP RAN技术的5G/4G承载网共存互通、演进发展方向进行分析,提出一些方案建议。

3.1 接入层A设备演进方案

5G RAN组网方式分为D-RAN(CU/DU分散)、C-RAN(CU/DU集中)2种场景模式。

3.1.1 C-RAN接入层

C-RAN接入层设备演进方案有利旧原A2设备、

节点替换、替换+旁挂以及新建接入环4种模式,如图5所示。

利旧原A2设备适用于适合4G和5G的BBU均较少(如<10)的场景;节点替换适合4G BBU较少(如<

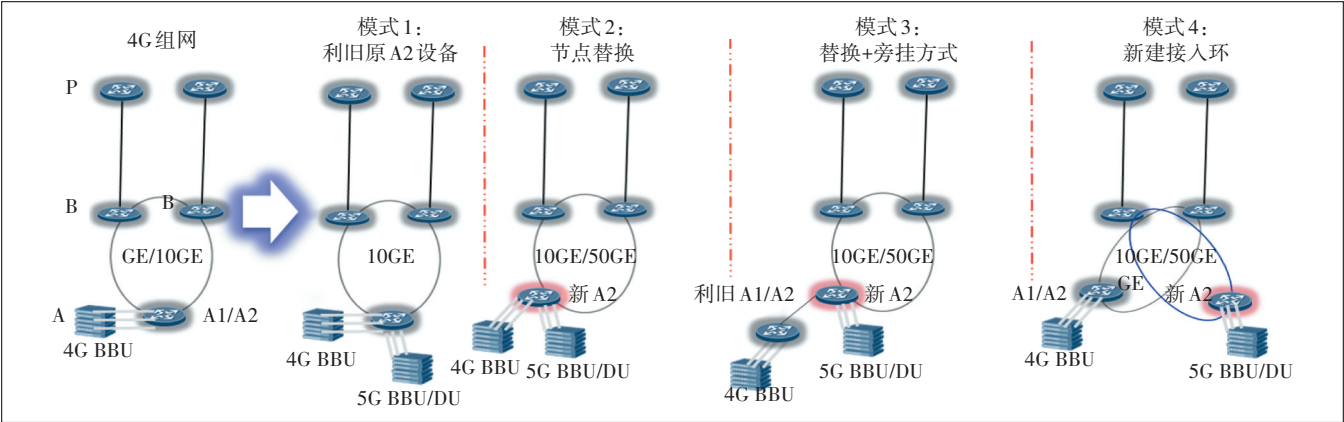


图5 C-RAN接入层A1/A2设备演进方案

10)的场景;替换+旁挂方式适合4G BBU数量较多(如10~20)的场景;新建接入环适合4G BBU多(如>20)的场景。在BBU集中(C-RAN)模式下,BBU/DU一般位于机楼或综合业务局站,纤芯资源可满足新建接入环需求(部分节点甚至和B设备对同机房),演进建议如下:

a) 一般情况下,在BBU同机房部署新A2设备接入5G BBU。4G BBU较多的场景,保持原有A2设备接入不变(模式4);4G BBU较少的场景,可割接到新A2设备统一接入(模式2/3)。

b) 4G和5G的BBU均较少(如<10)的情况下,可利旧现有A2设备组建10GE环;同时接入4G和5G的BBU(模式1)。

3.1.2 D-RAN接入层

a) A1设备演进方案。D-RAN接入层A1设备演进方案有节点替换和新建接入环2种。节点替换方案适应于基站光缆纤芯资源不足,B设备业务端口资源紧张的场景。新建接入环方案适合基站光缆纤芯资源和B设备业务端口资源都充足的场景。近期,基站光缆纤芯资源和B设备端口资源充足的场景,可采用新建环模式。中远期,逐步采用10GE环统一接入4G/5G基站。

b) A2设备演进方案。D-RAN接入层A2设备演进方案分为:增配10GE子卡、升级160G主控板以支持50GE 2种方式。增配10GE子卡适用于绝大部分采用A2接入的D-RAN场景;升级160G主控板以支持50GE方式适用于可明确预见5G流量超大的D-RAN场景。

现网采用A2接入分散式4G BBU场景的站点,建议使用模式1承载D-RAN模式的5G基站,通过A2设备增配10GE子卡升级为10GE环,并同时接入4G和5G基站。未来,如个别区域带宽能力不足的,再按需升级为25GE/50GE环。A设备规格能力如表4所示。

表4 A设备规格型号对比表

	名称	升级前		升级后	
		A1	A2	A1	A2
接入设备	设备型号	ATN 910	ATN 950B	ATN 910C	ATN 950C
	槽位数量	3	6	-	6
	端口类型	E1/FE/GE	E1/FE/GE/10GE	4×10G+4×GE(O)+4×GE(E)	25GE/50GE/100GE
	整机容量	13G	56G	48G	160G

3.2 B设备演进方案

B设备演进方案如图6所示。如现网为B1设备,可采用B1(3槽)增配板卡(模式1),B2/新B(8槽)替换原B1(3槽)(模式2),新建B2/新B(8槽)设备对(模式3)3种模式。模式1适合业务量小的郊区或偏远乡村、目前设备尚有空余槽位场景;模式2适合现网为B1设备的大部分场景;模式3适合现网为B1设备且全省B设备数量不大的场景。其中,模式2优点明显,8槽能力扩展强,能满足中长期带宽增长要求,且不新增B设备数量。

如现网为B2设备,则采用原B2设备新增板卡模式,适合现网为B2设备的大部分场景。

演进建议,现网为B2设备的场景,通过新增相应

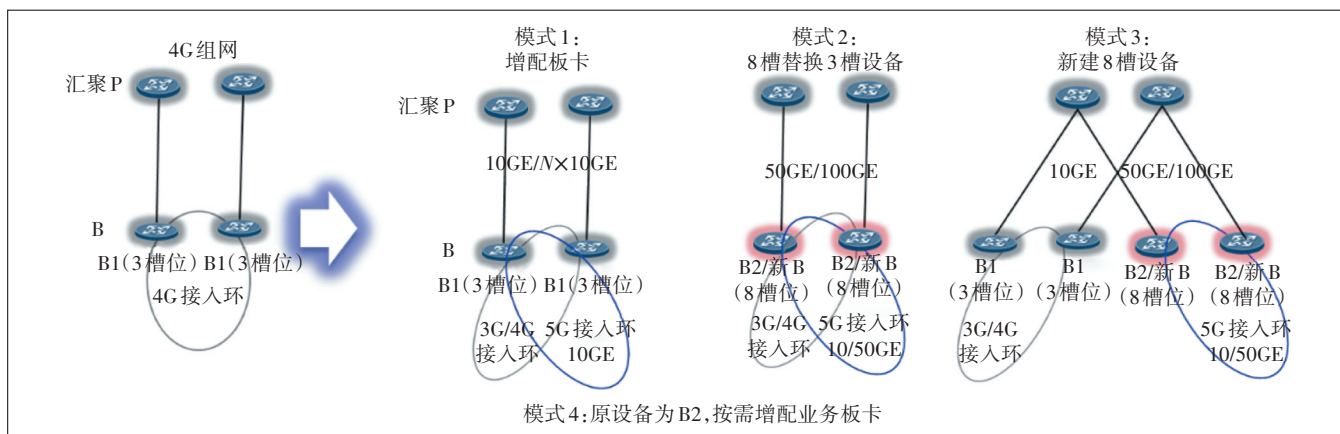


图6 B设备演进方案

业务板卡满足4G/5G承载。现网为B1的场景,原则上采用B2或新B设备(8槽)原址替换原B1设备(3槽)。

B设备的规格型号如表5所示。

表5 B设备型号规格对比

汇聚设备	升级前		升级后	
	网络层级	B1	B2	B1
	设备型号	CX600-X8	CX600-X3	CX600-X8/X8A
	槽位数量	8	3	8
	端口类型	支持 100G、10G、GE	支持 10G、GE	支持 100G、50G、10GE、GE
	整机容量	800G	300G	1.6T~3.2T

3.3 城域P设备演进方案

城域/汇聚P设备演进分为扩容P链路和替换城域P节点,扩容汇聚P上行链路2种方式,如图7所示。

扩容P链路适合原有城域P容量满足带宽增长需求,具备利旧原设备空闲槽位,满足5G初期承载要求优势,但随带宽增长,原城域P可能出现端口和容量不足。替换城域P节点和扩容汇聚P上行链路,适合业务量增长大的本地网。这种本地网有B或汇聚P上行端口速率快速扩容到50GE/100GE的需求。引入新城域P设备,可以满足未来长期需求。城域P替换过程需要割接LTE业务。

演进建议,汇聚P原则上采用8槽设备(原B2设备或新B/汇聚P设备),按需扩容,目前可暂保持现有城域P/省级P设备不变,按需扩容端口;未来不能满足流量增长需求时,按需逐步替换成新城域P/省级P设备。

3.4 演进方案小结

IP RAN现网设备演进方案小结如表6所示。

3.5 共建共享与IP RAN的演进

为实现1+1>2,多快好省建5G,中国电信和中国联通在全国区域的5G无线网络及承载网上开展共建

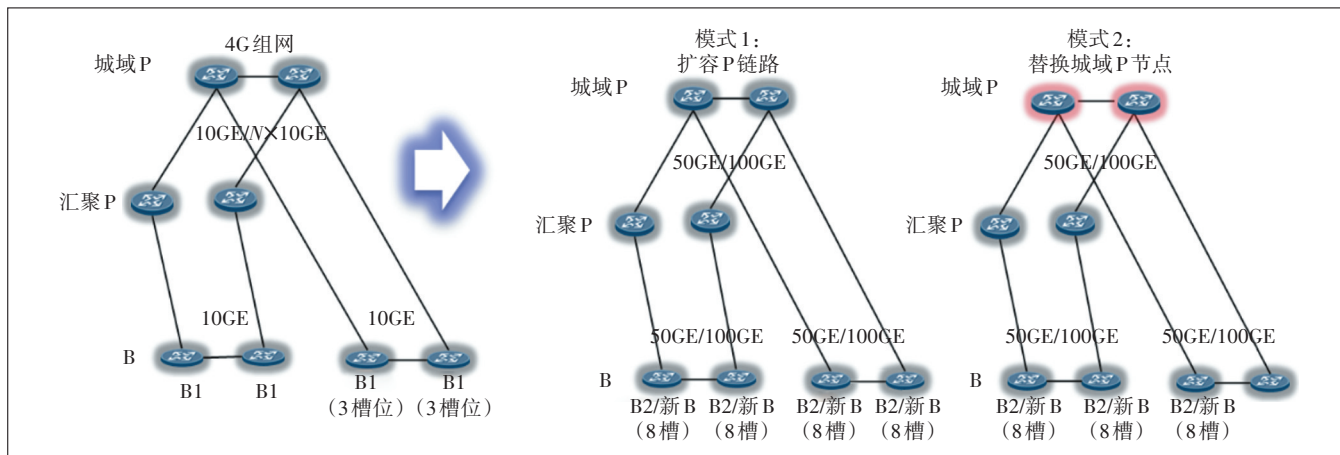


图7 城域/汇聚P设备演进方案

表6 IP RAN 现网设备演进方案

网络层次	基站部署方式	组网设备	演进模式
接入层	D-RAN(BBU分散部署)	A1	节点替换
			新建接入环
		A2	增配10GE子卡
	C-RAN(BBU集中部署)	A1/A2	升级160GE主控板支持50GE
			利旧原A2设备
			节点替换
汇聚/核心网	-	汇聚层B1(3槽)	节点替换+老设备旁挂
			新建A2设备新建接入环
		汇聚B2(8槽)	B1(3槽)增配板卡
			B2/新增(8槽)替换B1(3槽)
		汇聚/城域ER	新建B2/新B1(8槽)设备对

共享。作为北方承建省份,吉林省联通承担无线网与承载网的主要建设任务。共建共享网络结构如图8所示。

升级后,IP RAN网络具备5G初期及中期的承载能力,接入层提供10G端口,汇聚、核心按需开通10G/50G/100G链路,同时打通中国电信和中国联通承载网络,形成双网互通,中国联通为主的局面。面对5G可以实现网络的快速转身,引领、推动5G的建设给运营商带来更低的建设成本、更高效的网络利用率,同时做好2家的基础网络支撑,在5G时代可以更好地与同城友商开展竞争,实现市场效益最大化,符合双方的利益。

4 总结和展望

5G对承载网提出多样化的业务需求,基于IP

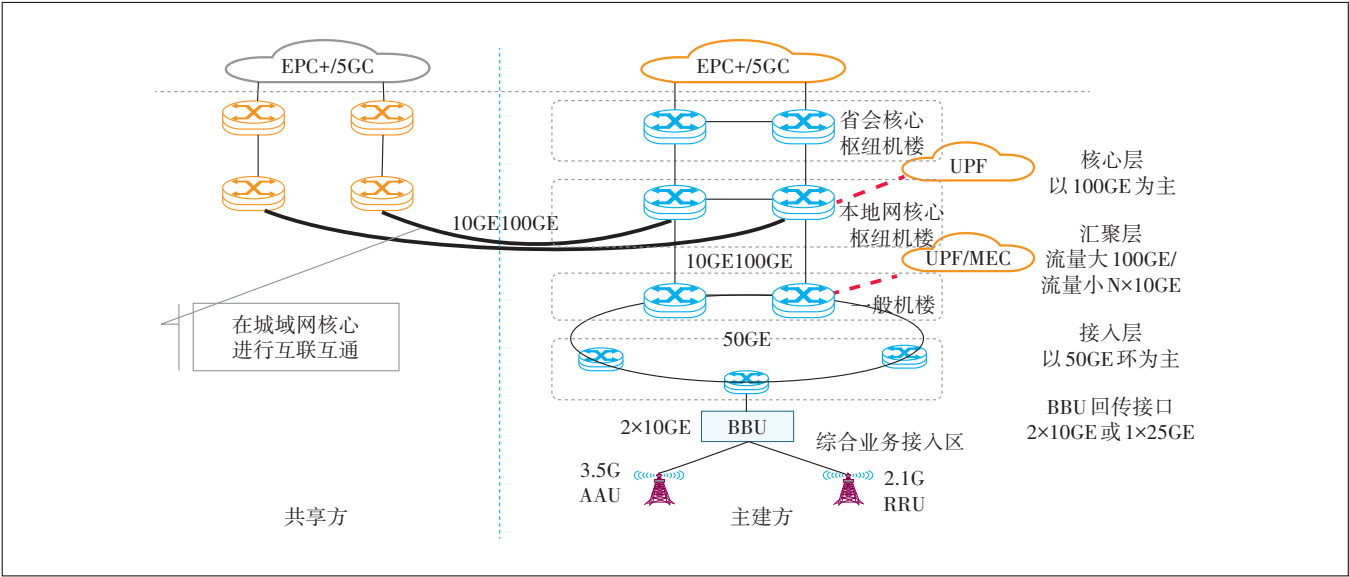


图8 共建共享网络示意图

RAN技术的承载网是满足5G网络快速部署,4G网络平稳过渡需求的最佳选择之一,通过对现有4G承载网的适当升级、改造,可得到有效解决5G初期的大带宽业务承载需求问题,而随着低时延业务的出现,未来IPRAN网络需要结合SR、SDN等技术提升性能。

参考文献:

[1] 孙嘉琪,李玉娟,杨广铭,等. 5G承载网演进方案探讨[J]. 移动通信,2018(1):1-6.
[2] 杨征,高欣. 面向5G业务的IP/RAN承载思路探讨[J]. 科技资讯,2019(18):18.
[3] 韩柳燕. 承载网络如何支持5G发展[J]. 通信世界,2019(19):

24.
[4] 吴晓峰,王晓义. 5G将至承载先行——浙江移动探索5G承载方案[J]. 电信技术,2018(1):5-10,19.

作者简介:

董劲松,高级工程师,学士,主要从事省内干线、本地传输网、移动网传输配套等建设工作,对本省传输网项目、网络状况比较熟悉。

