

面向5G规模演进的C-RAN架构部署方案

C-RAN Architecture Deployment Scheme for 5G Scale Evolution

黄小光,汪 伟,赵品勇(华信咨询设计研究院有限公司,浙江 杭州 310014)
Huang Xiaoguang,Wang Wei,Zhao Pinyong(Huaxin Consulting Co.,Ltd.,Hangzhou 310014,China)

摘要:

对无线网运营及面临的问题进行分析,提出采用“面、点、线”策略提前开展C-RAN组网部署规划。对C-RAN范围进行综合评估发现,单个C-RAN区为8~10个宏站点位,不同场景下覆盖面积为0.5~5 km²;按演进及专业融合需求对机房需求空间进行分析,建议C-RAN机房配置20 m²以上并给出选址建议;对前传接入技术进行对比评估,建议现阶段C-RAN组网中利用彩光前传,并给出相关组网路由建议;结合某地区试点应用成果,总结当前C-RAN组网面临的主要问题,为C-RAN组网推广部署提供实际的规划应用参考。

Abstract:

It analyzes the problems and challenges faced by the operation of wireless networks, and proposes to carry out C-RAN network deployment planning ahead of time by adopting the "area, point and line" strategy. A comprehensive evaluation of the C-RAN area shows that a single C-RAN area covers 8~10 macro sites, and the area of 0.5~5 square kilometers under different scenarios is more reasonable. Based on the analysis of 5G evolution and equipment deployment requirements, it is suggested that C-RAN office buildings should be allocated more than 20 square meters and the location suggestions are given. By comparing and evaluating the forward access technology, it is suggested that CWDM scheme should be used in C-RAN network at this stage, and the related routing suggestions are given. Based on the experimental results of C-RAN in a certain area, this paper summarizes the main problems faced by C-RAN deployment, and provides practical planning and application reference for the promotion and deployment of C-RAN architecture.

Keywords:

5G;C-RAN;D-RAN;Fronthaul;Network planning

引用格式:黄小光,汪伟,赵品勇.面向5G规模演进的C-RAN架构部署方案[J].邮电设计技术,2019(11):39-42.

关键词:

5G;C-RAN;D-RAN;前传;网络规划
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2019.11.009
中图分类号:TN929.5
文献标识码:A
文章编号:1007-3043(2019)11-0039-05

0 引言

移动互联网的快速发展和物联网业务的快速增长,使传统通信网络却处于进退两难尴尬境地:一方面,为了应对爆发式增长的数据流量,需要加大网络基础设施建设,这不仅耗费大量的投资成本,同时也造成包括无线机房、无线设备、传输设备、后备电源、空调等设备重复投资和能源消耗;另一方面,网络的

扩容,数据流量增长并没有给运营商带来相应的收入回报,实际收入增长缓慢。同时,以高清视频、网购、VR/AR、网联无人机等为代表的新型互联网业务均需更低的网络时延从而确保更好的用户体验,这类业务单纯提升速率已不能满足不同场景下的低时延需求,还必须将内容进一步下沉至边缘网络,因此,兼顾业务时延和计算能力需求,构建MEC核心能力,分场景灵活部署MEC是未来运营商拓展新业务模式,提升产业价值的重要解决方案。

在面向RAN2020的演进过程中,接入网侧新引入

收稿日期:2019-09-03

C-RAN架构,从而构建实时功能与非实时资源的灵活部署,功能模块化,协同弹性化,RAN切片化的能力。虚拟化、集中化、可编排等方面的突破性创新不仅有利于实现MEC下沉部署,而且可支持多样的5G业务应用以及灵活、自动化的运维管理需求;另一方面,通过采用BBU集中化模式,不仅可以有效减少基站机房数量,降低能耗,提升站点主设备及配套资源利用效率,而且有利于协作化、虚拟化技术的部署实施,实现资源协作,提高频谱效率,以实现低成本、高带宽和灵活度的运营方式^[1-2]。现阶段,如何提前开展面向5G系统演进及业务部署的C-RAN组网架构部署规划是运营商需要迫切考虑的问题。

1 C-RAN 规划概述

1.1 C-RAN 原理架构

C-RAN通过集中化的基带处理、高速的光传输网络和分布式的远端无线模块,形成集中化处理(Centralized processing)、协作化无线电(Collaborative Radio)、云计算化(real-time Cloud Computing Infrastructure)的绿色清洁(Clean)无线接入网构架。

C-RAN采用RRU拉远、BBU规模池化集中的方式组网,即在C-RAN机房中集中所有基站的数字信号处理单元,包括物理层基带处理、高层协议处理、主控及时钟等,同时基带和主控可在内部进行互联和数据交换,然后通过高速光纤接口连接分布式的远端射频单元。该架构下,远端无线射频单元和基带处理单元之间不存在固定连接关系,池化后的基带资源为其下挂所有的远端无线射频单元共享。每个远端射频单元上发送和接收信号的处理都是在一个虚拟的基带基站完成的,而这个虚拟基站的处理能力是由实时虚拟技术分配基带池中的部分处理器构成。4G网络开展C-RAN架构组网规划,可以实现以下目标。

a) 站间协同。BBU池化后有利于框间高速互联互通,实现站间和小区间协作信息的高带宽、低时延交互,推动CoMP技术应用,有效降低或消除邻区干扰,提高边缘用户的吞吐量,提升边缘用户体验。

b) 站间载波聚合。CA可获取更大的传输带宽,从而获取更高的峰值速率和吞吐量,在C-RAN架构下开启站间CA,相比传统模式,C-RAN架构下站间CA功能有20%的性能提升。

c) 节约传输。RRU拉远对前传光纤的需求大,C-RAN通过引入前传增强技术(如无源彩光或CPRI

汇聚方案),有效减少远端光纤资源需求,降低传输复杂度。

d) 面向演进。C-RAN架构有利于5G NR架构下DU池化部署,有利于满足未来基础设施云化演进需求,同时有利于实现MEC内容下沉部署。

1.2 C-RAN 规划思路

在“一张光缆网”目标背景下开展C-RAN架构部署规划,无线基站的传输接入建立在全业务光缆网架构基础上,不仅可以保障网络能力和安全,也有利于做到投资效益最大化。由于C-RAN采用远端RRU、近端BBU池和中间传输3级架构,开展C-RAN架构部署可以采用“面”“点”“线”策略。其中“面”规划解决C-RAN覆盖区域范围、大小问题;“点”规划解决BBU池机房选址部署问题;“线”规划解决近端BBU与远端RRU间的传输问题。

基于以上原则,进行C-RAN规划部署时需做好传输专业、无线专业与机房土建专业间的协同配合。其中,传输专业提前开展综合业务区规划,无线专业则以单个传输综合业务区为边界,结合无线组网性能、主设备能力等,将单个综合业务区合理划分为1~N个C-RAN覆盖区。每个C-RAN区域内需选定1个机房作为BBU池机房,远端RRU至近端BBU间的前传接入由传输线路专业完成传输接入路由的规划,C-RAN规划流程及专业分工如图1所示。

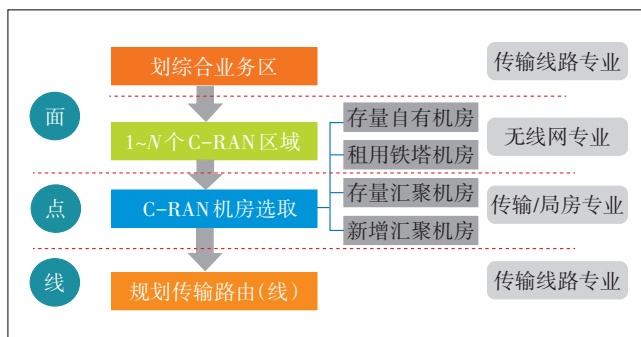


图1 C-RAN规划思路及专业分工建议

2 基于“面点线”的C-RAN组网规划

2.1 区域覆盖范围规划

采用C-RAN架构组网后,单C-RAN区覆盖范围大小与网络安全性、投资成本效益、网络性能、演进能力等密切相关。这里从BBU池化集中度及单个C-RAN区面积2个维度进行分析,其中,BBU集中度体现了当前C-RAN区的整体负荷能力,其与设备能力、机

房空间、配套需求、网络性能提升、演进条件等指标密切相关,而C-RAN覆盖面积大小影响站点前传接入距离、路由方案。

a) 从投资成本效益角度分析。相比传统D-RAN模式,采用C-RAN组网模式后,近端BBU机房需增加满足更高安全等级的机房及配套设施投资,而在远端RRU侧主要差异包括:需要采用新的彩光光模块或者利用其他前传汇聚设备;由于BBU采用汇聚,故远端无需PTN环路;远端无需机房,只需租用塔桅资源,对应租金及维护成本降低;远端RRU设备需要单独提供蓄电保护。以某地区按照5年成本分析为例,采用D-RAN组网、C-RAN组网(利旧机房)、C-RAN组网(租用机房)、C-RAN组网(新购机房)的投资成本对比如图2所示。从图2可以看出:如果选用利旧有机房,C-RAN成本都小于D-RAN;如果选择租用汇聚机房,当单个C-RAN区域内超过8个物理点后,C-RAN成本小于D-RAN;如果选择新购机房,当单个C-RAN区域内超过14个物理后,C-RAN投资成本低于D-RAN。

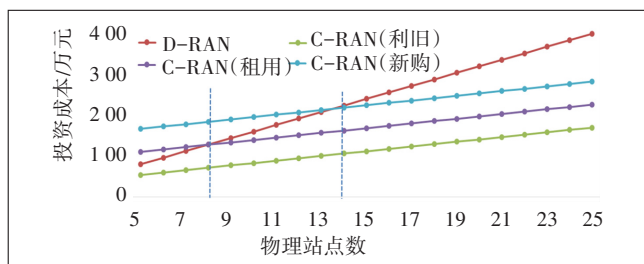


图2 C-RAN与D-RAN投资成本对比结论

b) 从设备能力及挂接需求分析。不同的区域场景因站址密度不同,需池化BBU能力数以及C-RAN覆盖范围大小也不尽相同。对于站址密度高的场景,

比如城区业务热点区域,网络部署的宏微站点多,远端RRU密度高,BBU需求较大,前传纤芯消耗多,故单C-RAN覆盖面积不宜过大。对站址密度小的区域,诸如城郊区域,业务相对稀疏,多以宏站保障覆盖为主,RRU及BBU需求相对较少,C-RAN区规划需要着重考虑前传路由的要求。以某地区C-RAN规划分析为例,建立密集城区、一般城区、郊区3类覆盖场景,基于各场景的站址密度及未来5G高密组网演进需求进行综合分析,得出各场景下不同C-RAN区面积对应的设备挂接能力需求如表1所示。

结合现有无线厂家主设备能力及规格参数,标准2m机架通常可以布放8~10个BBU,按照单机房2~3个主设备机架位考虑,可以得出结论:对于密集城区而言,单个C-RAN区池化BBU不大于30个,C-RAN区覆盖面积合理区间为0.5~0.9 km²;对于一般城区,单个C-RAN区覆盖面积为1 km²左右比较合理;对于郊区场景,BBU池化能力受限不明显,重点考虑传输接入条件,C-RAN区域覆盖范围可以在1.5 km²以上。

综上所述,从投资成本效益及BBU池化能力需求2个维度看,单个C-RAN区覆盖范围为8~10个宏站物理站址的覆盖区域较为合理,按照站间距300~500m计算,单个BBU池的覆盖能力在0.5~5 km²,实际可根据C-RAN所处场景进行适当调整。

2.2 BBU池化机房规划

C-RAN机房(点)的合理设置是实现BBU集中部署的重要基础,机房配置需考虑存量BBU汇聚、未来5G系统DU/CU部署、全业务OLT下沉需求。若现有机房空间、电源、承重等条件均较好,可满足集中放置

表1 不同场景下C-RAN设备挂接能力评估

区域场景	C-RAN面积/km ²	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
密集城区	宏站数	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17
	微站数	19	26	32	38	45	51	58	64	70	77	83	90	96
	RRU数	59	78	97	117	136	156	175	194	214	233	253	272	291
	BBU数	10	13	17	20	23	26	30	33	36	39	43	46	49
一般城区	宏站数	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14
	微站数	19	26	32	38	45	51	58	64	70	77	83	90	96
	RRU数	56	74	92	111	129	148	166	184	203	221	240	258	276
	BBU数	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46
郊区	宏站数	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	7
	微站数	2	3	3	4	5	5	6	7	8	8	9	10	10
	RRU数	9	11	14	17	20	22	25	28	31	33	36	39	42
	BBU数	3	3	4	5	5	6	7	7	8	9	9	10	11

BBU、传输业务收敛需求等,则可直接利旧现有机房,包括普通传输汇聚机房及传统基站机房;若机房空间、电源等条件较差,无法满足C-RAN区内BBU集中放置和其他业务收敛需求,则优先考虑是否能够通过机房整改满足,整改仍无法满足的,需要新建机房。针对新建机房而言,为降低选址难度、节约投资,提升机房利用率,规划建设中需要统筹无线、传输、核心网内容下沉(MEC部署)等多专业需求,实现“单专业建设,多专业共用”的目标。

以某地区C-RAN机房规划为例,新建机房具备无线C-RAN汇聚机房+传输接入层机房的双重属性,机房面积、承重、交流引入容量、机房装修等要求一步到位,开关电源及蓄电池按照机房内设备部署进度分阶段满足。假设条件:

a) 无线专业按4G BBU池设备机架2个,5G DU池机架2个,CU/MEC下沉机架1个估算。

b) 传输专业按4G/5G传输设备各1个,OLT及ODF架各1个估算。

c) 电源配套(开关电源、蓄电池)、机房配套(空调、消防、照明灯)据实按需配置。

d) 无线及传输主设备功耗按单机架位3 000 W,OLT按照1 000 W估算。

e) 传输及无线分开备电,按传输备电8 h,无线备电3 h估算。

C-RAN规划初期以满足4G网络部署需求为主,远期需按照满足4G/5G融合部署需求进行估算,此时C-RAN机房的总体需求配置如表2所示。

按照无线5个机架、传输4个机架考虑,若采用传

表2 新建C-RAN机房的需求配置方案建议

专业配置	设备分类	空间(机架位数)/个	初期				远期			
			机架数/个	外电负荷/kW	后备电池需求/Ah	蓄电池配置	机架数/个	外电负荷/kW	后备电池需求/Ah	蓄电池配置
无线及MEC设备	4G BBU	2	2	28.04	800	1组 1 000 Ah	5	54.54	1 900	2组 1 000 Ah
	5G DU	2								
	5G CU/MEC	1								
传输主设备	4G PTN设备	1	1	1 100	1组 1 000 Ah	2	1	54.54	1 900	2组 1 000 Ah
	5G传输设备	1								
	OLT设备	1	1							
	ODF架	1	1							

统铅酸电池备电,建议机房空间配置25 m²以上;若采用新型磷酸铁锂电池,建议机房空间配置20 m²以上。

C-RAN机房需选在传输管道资源丰富的区域(尽量在综合业务区一级光交环路的光交箱附近),后续进出维护方便,且避免短期内被拆迁拆除,此外需考虑是否满足GPS室外安装条件。

2.3 前传技术选型及路由规划

C-RAN传输接入需考虑2个方面内容:一是BBU(DU)与RRU(AAU)之间的前传技术;二是远端传输接入点及传输路由。

前传技术选用需综合考虑组网方案合理性、系统扩容及网络演进能力、光路传输资源消耗、网络维护便利性、前传时延抖动指标等因素。当前典型前传技术主要有白光直驱、CWDM彩光、OTN/WDM技术。其中,白光直驱技术BBU与RRU间通过光纤直连,目前在D-RAN模式下被广泛应用;CWDM彩光利用波分复用技术将多个射频信号以不同波长承载复用到一对光纤传输;OTN/WDM方案采用波分复用技术在一

对光纤中实现对多个RRU的信息传输,通常一对光纤可支持十几个甚至几十个基站,并引入OTN封装、管理和保护机制^[8]。3种前传技术对比如表3所示。

通过以上对比分析,考虑到彩光方案在技术成熟度、部署成本方面比较有优势,按照上文的C-RAN划分标准,前传拉远距离不会过远,近期建议优先采用无源彩光方案,未来根据OTN前传技术试点应用成果,可以逐步考虑采用OTN技术方案实现前传。

前传路由设计需按照“一张光缆网”要求进行规划,前传光缆应满足区域内所有RRU设备的接入需求。对于新建站点,优先就近从二级分纤点、小区光交、现网基站ODF(该站已与综合业务区传输光缆实现互通)接入,建议选择12芯光缆;对于现网共址改造站点,应核查现网传输资源,同相关部门制定接入组网方案。

3 C-RAN部署案例及问题分析

某C-RAN试点区为高校及密集城区场景,区域面

表3 前传接入技术选型对比

前传方案	优势	劣势	建议
白光直驱	可满足C-RAN传输的频率抖动和带宽要求等各项技术指标要求;点对点的组网结构简单;光模块成熟且成本低	占用光纤资源较多	适用场景为光纤资源丰富、短距离C-RAN传输
CWDM彩光	一对光纤传输多路射频信号,占用光纤资源较少;满足短距离C-RAN传输的频率抖动、带宽要求等指标要求	成本相对较高,同时由于每个RRU占用不同波长,实际部署时RRU的选择与布放应提前做好规划,彩光直驱涉及波长数较多时,建设和维护难度较大	对中间传输光纤资源消耗少,适合中短距离C-RAN传输
OTN/WDM方案	OTN传输设备产业链较成熟,可同时承载C-RAN和其他类型业务,不仅占用光纤资源少,同时有利于扩容演进,基本满足50ms的保护倒换要求	BBU侧和RRU侧需配置OTN/WDM设备,设备成本高且需要配备相应的电源、散热装置,因此还需考虑设备安装条件。此外,多个OTN/WDM级联的频率抖动是否满足有待进一步验证	一对光纤可支持数十个基站,成本相对较高,但有利于演进与维护

积0.88 km²,区域内现有4G宏站10个,微站3个,平均站间距约300 m,采用彩光前传方式进行13个逻辑站点C-RAN架构改造。通过C-RAN改造前后测试及运维指标对比分析发现,区域内网络整体覆盖、干扰、业务、掉话率等指标差异不明显,C-RAN架构对现有网络KPI指标影响很小。该区域进一步开通CoMP功能后,网络整体RSRP、SINR、上下行速率均有3%~5%的提升效果,主要得益于小区边缘用户指标性能改善,充分体现了C-RAN组网模式下的协同性能优势。

进一步对C-RAN试点改造过程进行分析总结发现,C-RAN组网架构部署主要受限因素包括:

a) 机房问题:主要体现在机房资源不足及现有机房空间不满足2个方面,以该地区机房需求为例,约40%的C-RAN区机房能满足4G挂接需求,约5%的C-RAN机房满足未来5G演进需求,机房缺口大。对于无机房区域,建议按机房配置标准,提前启动机房规划。

b) 传输管线及路由:对现有传输管道资源、接入路由信息不清楚,C-RAN组网时易重复布光缆,不仅浪费宝贵的管孔资源,同时造成投资浪费,影响建设进度。C-RAN组网设计阶段,建议提前排查可用前传接入点信息,同时完成传输路由规划。

c) 传输纤芯资源:目前纤芯资源可用情况未知,纤芯使用不合理造成大量纤芯资源消耗,尤其是主干环路上的纤芯资源。建议无线站址明确后,传输专业需提前启动相关纤芯资源信息排查,做好C-RAN纤芯

资源的专项预留规划,实现纤芯统配管理。

d) 光交资源配置:包括无接入光交、有光交但可接入条件不清楚、可用逻辑光交信息未掌握等方面。建议传输先行,提前开展综合业务区内的光交资源规划,对现有光交信息提前开展资源排查,纳入C-RAN规划进行考虑。

4 结束语

本文基于C-RAN技术及原理架构,提出基于“面、点、线”规划策略,并重点对C-RAN组网及规划技术进行研究。首先,基于投资成本效益及不同覆盖场、不同面积下的BBU池化能力要求2个维度评估C-RAN覆盖合理范围;其次,根据C-RAN机房定位及各专业设备部署需求,重点评估新增C-RAN机房的配置标准及面积建议,并给出机房选址策略;再次,通过对不同前传技术进行对比,建议现阶段C-RAN组网可考虑采用无源彩光方案,并给出彩光前传时的路由规划建议。最后以某地区试点为例,对影响C-RAN组网部署的主要因素进行分析并给出具体思路建议。由于5G NR新型设备形态尚未明确,同时5G需面向更为多样化的业务应用场景,不同业务对带宽、时延、可靠性、安全性等方面的需求存在巨大差异,作为面向5G业务云化演进的新型C-RAN架构,本文C-RAN规划分析中未考虑新设备形态带来的影响,关于新业务部署对C-RAN的影响也有待进一步研究。C-RAN架构是未来5G无线网云化演进的基础,现阶段按照“面、点、线”策略开展C-RAN组网规划,不仅有利于提升现有资源利用效率,改善边缘用户感知,同时也可以发现现有网络在机房资源、传输资源配置方面存在的短板,提前做好相关资源储备,为未来5G快速部署奠定基础。

参考文献:

[1] 王友祥,范斌,冯毅,等. BBU池技术研究及干扰抑制性能验证[J]. 邮电设计技术,2017(6):16-21.
[2] 罗清,黄冕. BBU池部署策略研究[J]. 邮电设计技术,2017(9):35-41.

作者简介:

黄小光,毕业于重庆邮电大学,高级工程师,硕士,主要从事无线网络规划、优化、设计等工作;汪伟,毕业于浙江大学,高级工程师,硕士,主要从事移动通信网络的规划、设计工作;赵品勇,毕业于南京邮电大学,高级工程师,硕士,主要从事无线网络规划、咨询、管理等工作。