

中国联通5G基站设备架构

5G Base Station Architecture and Evolution
Requirements of China Unicom

及演进要求

曹 亘,吕 婷,张 涛,李福昌,冯 毅(中国联通网络技术研究院,北京 100048)

Cao Gen,Lü Ting,Zhang Tao,Li Fuchang,Feng Yi(China Unicom Network Technology Research Institute,Beijing 100048,China)

摘 要:

介绍了5G基站设备的分类方法和基站设备类型、基站设备产品硬件架构及设备中采用的关键器件。总结了5G基站设备中衡量不同类型设备能力差异的关键指标。为满足5G商用部署要求,5G基站设备需要综合考虑频谱、组网场景、设备成熟度等因素,规划相关基站设备路标及能力要求。

关键词:

5G网络;无线基站设备;基站设备架构及演进
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2019.08.003
中图分类号:TN929.5
文献标识码:A
文章编号:1007-3043(2019)08-0012-04

Abstract:

It introduces the 5G base station classification method, the base station types, hardware architecture and key component. The key performance indicators for all types of 5G base stations are summarized. In order to fulfill the 5G commercial deployment requirements, the spectrum, scenarios and the maturity of 5G base station should be taken into consideration for roadmap planning and the capability requirements.

Keywords:

5G network; Wireless network base station; Base station architecture and evolution

引用格式:曹亘,吕婷,张涛,等. 中国联通5G基站设备架构及演进要求[J]. 邮电设计技术,2019(8):12-15.

0 前言

3GPP国际标准组织于2018年12月底宣布基本完成非独立组网(NSA——Non-Standalone)Option3系列架构和独立组网(SA——Standalone)Option2架构的标准规范的制定工作^[1]。全球5G设备厂商加快商用设备研发进度,5G网络建设全面驶入快车道。韩国、美国、英国等电信运营商相继宣布5G商用网络开通。中国联通于2019年4月上海合作伙伴大会上发布“7+33+n”5G网络部署计划,在北京、上海、广州、雄安等7个城市正式开通5G试验网,其他33个城市实现热点

区域覆盖,同时选择 n 个城市开展5G行业应用试验^[2]。

随着5G标准逐步成熟,运营商需要考虑5G基站设备的商用部署规划、5G频段、组网场景等实际需求,本文主要从设备分类、设备功能、设备能力等几方面综合规划5G基站设备能力要求。

1 5G基站设备分类及要求

5G基站要完成与终端、核心网之间的全部通信功能。5G基站设备可以分为专用硬件平台和通用硬件平台两大类。专用硬件平台经过多年发展,基站设计方案比较成熟。5G基站设备主要采用专用硬件平台,通过定制化芯片、器件、配套软件等实现方案,可以高效地实现3GPP标准相关协议的功能。但是,基于通

收稿日期:2019-06-20

用硬件平台(例如X86平台)也可以实现某些协议功能,例如RRC、SDAP和PDCP等协议功能。随着相关技术发展成熟,通信系统的硬件与软件功能将逐渐实现分层解耦,通用硬件平台将会支持更多软件功能。

下面分别从基站设备分类、设备架构及模块、设备重要性能指标等几方面介绍基站设备分类及要求。

1.1 5G 基站类型分类

5G 基站按照设备物理形态和功能,可以分为宏基站设备和微站设备两大类。宏基站主要用于室外广覆盖场景,一般设备容量大,发射功率高;微站设备主要用于室内场景、室外覆盖盲区或室外热点等区域,设备容量较小,发射功率相对较低。

3GPP R15标准定义了CU/DU分离架构,CU和DU设备为逻辑单元,其中,CU设备可基于通用设备(如X86服务器)或专用设备实现。而DU设备可划分为BBU和AAU设备或者BBU、RRU和天线等设备。

CU/DU分离架构下,5G基站一般由1个CU设备和若干DU设备组成,CU和DU设备之间通过F1接口连接。CU设备支持RRC、SDAP和PDCP协议栈功能(如Option2架构,此时连接5G核心网)或者RRC和PDCP协议栈功能(如Option3x架构,此时用于EPC场景)。DU具备RLC、MAC和PHY协议栈功能^[3]。如图1所示,宏基站射频部分和天馈部分集成为AAU设备,或射频部分为RRU设备,天馈部分为独立天线设备。AAU设备通道数一般大于或等于16通道,同时为了减少馈线损耗,将射频天馈2部分集成在一起。在通道数较少的场景,采用RRU和天线独立的设备形态。

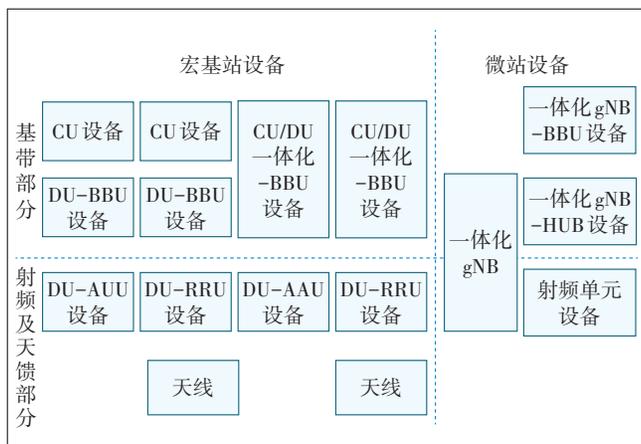


图1 5G基站设备分类

对于CU/DU一体化设备类型,由于5G BBU设备集成CU和DU功能,其设备形态与3G、4G基站设备形

态基本相同。AAU、RRU和天线设备与CU/DU分离架构的设备相同。目前,CU/DU分离架构设备还不成熟,不能满足商用要求。商用宏基站设备为CU/DU一体化设备。

微站设备一般分为一体化基站(gNB)和分布式微站2类,如图1“微站设备”所示。一体化gNB主要用于室外或室内场景,完成单点覆盖。分布式微站由基带部分(BBU设备提供信源)、汇聚单元(HUB设备)和射频单元组成,一般用于室内场景,其射频单元功率较低,覆盖范围较小。

1.2 5G 基站设备架构

如图2所示,5G基站设备按功能可划分为基带单元、射频单元、天馈单元等几个主要模块,各模块之间通过外部接口或内部接口相连。

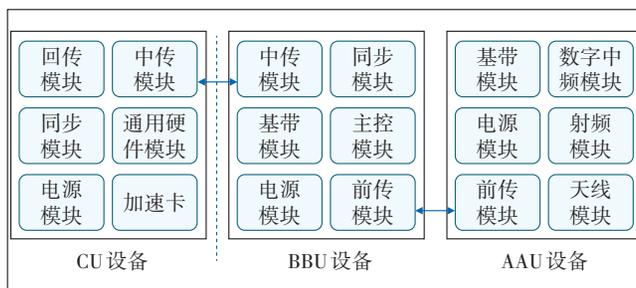


图2 5G基站设备分类(以CU/DU分离架构为例)

在CU/DU分离架构下,CU设备与DU设备之间通过中传接口相连(F1接口^[4-8]),CU设备与5G核心网之间通过NG接口^[9-14]相连。CU设备若采用通用硬件平台,为了便于用户数据处理,除通用硬件处理模块以外,还配置硬件加速卡,主要完成加密/解密、数据包分段/组合等功能。同时,也需要考虑电源、同步等模块要求。

5G基带单元(主要指BBU设备)负责完成5G PHY层(部分功能)、MAC层、RLC层等协议基本功能以及接口功能,其中包括用户面及控制面相关功能,接口功能包括基站设备与核心网之间的回传接口、基带模块与射频模块之间前传接口(例如eCPRI接口^[15])、时钟同步等物理接口。

5G射频单元(例如AAU设备)主要完成数字信号与射频模拟信号之间转换,以及射频信号的收发处理功能,同时还需要支持上移到射频模块中的部分物理层功能。

CU/DU一体化基站设备如图3所示,BBU设备增加了回传模块替换中传模块,基带模块具备PDCP/

SDAP、RLC、MAC、PHY层(部分PHY层)功能。

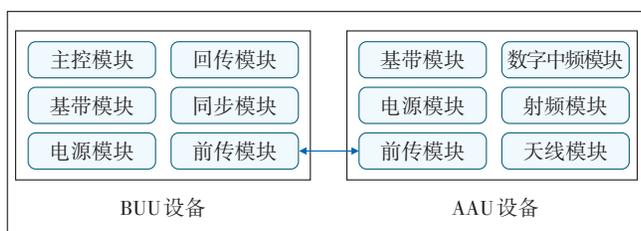


图3 5G基站设备分类(以CU/DU一体化架构为例)

BBU设备形态可分为基带主控一体型、基带主控分离型2种产品形态。对于基带主控一体式BBU,基带处理单元、主控单元、传输接口单元集成在一块物理板卡上,该架构具有集成度高、功耗低等特点。对于基带主控分离型BBU,基带处理单元与主控单元分别对应基带板和主控板,分离式架构支持板卡间灵活组合,便于硬件灵活扩容。

1.3 5G基站设备关键器件

基站设备广泛采用模块化设计方案,关键器件定制开发,集成度高,完成专有功能效率高。5G基站BBU设备关键器件主要包括多核处理器、基带芯片,接口模块,存储、电源等模块。AAU设备关键器件包括基带芯片、数字中频芯片、数模转换芯片、功放器件、低噪放器件、双工器等。上述关键器件决定基站设备最大处理能力、设备重量、尺寸、功耗等指标。

核心芯片随着工艺提高,芯片集成度及能力都有显著提高,这对于减少设备尺寸、放松散热要求、降低设备功耗等都有重要意义。当然,核心器件自主研发及供应链能力,也是确保产业链供货稳定、企业长久发展的核心能力要求。

1.4 5G基站设备重要指标

5G基站设备的指标是衡量设备能力是否满足商用网络建设要求的重要标准。由于CU设备暂不成熟,目前重点考虑支持小区数、最大用户数以及用户数据处理能力等指标,后续应根据商用产品完善CU设备衡量指标。目前,应重点考虑CU/DU一体化架构的设备重要指标,其中,按照设备类型可以划分为BBU设备指标和AAU设备指标。

1.4.1 BBU设备指标

BBU设备指标包括最大小区数、载波带宽、用户面处理能力、信令处理能力、前传带宽及接口数量、回传带宽及接口数量等指标。BBU用户面处理能力主要包括数据处理能力、最大数据流数、激活用户数、并

发调度用户数等核心指标。数据处理能力包括单小区峰值速率和多小区最大峰值速率。数据处理能力是基带板、主控板的硬件的核心处理能力,与支持小区数、载波带宽、调度用户数等密切相关,综合体现设备硬件能力与软件处理能力。由于5G采用Massive MIMO技术,多流处理能力对提高基站容量有重要意义。多流处理能力与AAU通道数、天线数、基带算法等紧密相关。目前,64T64R AAU设备已支持下行16流/上行8流的处理能力。BBU用户面处理能力相对4G系统有大幅提高。

BBU信令处理能力指标包含RRC连接数、BHCA等,BBU设备信令处理能力不受限于硬件资源,目前,BBU信令处理能力远高于单站移动互联网(eMBB)业务对信令处理能力的要求(例如RRC连接数等指标),后续应考虑支持mMTC等垂直行业用户的大连接密度需求。

1.4.2 AAU设备指标

AAU设备指标包括工作频段、工作带宽、最大发射功率、设备通道数、天线阵子数、峰值速率等基本指标,还包括接收机、发射机等射频指标以及方向图等天线指标。

AAU设备通道处的天线阵子数等指标主要影响AAU设备的外观尺寸和重量,而其他指标对设备性能影响较大。

目前,AAU设备必须支持3.5 GHz工作频段,工作带宽应满足100 MHz载波带宽。若考虑共建共享场景,AAU设备应具备支持150~200 MHz带宽的能力。比较成熟的AAU商用设备主要是64T64R最大发射功率为200 W的设备,可满足5G建设初期密集城区的部署需求。若支持共建共享200 MHz带宽,则输出功率应满足400 W的要求。

另外,5G AAU通过大规模天线阵技术和波束赋形技术,既可以支持灵活的广播信道波束配置方案,也支持业务信道的多种配置方案。对于64T64R AAU,天线阵子数已达到192个,通过波束赋型可灵活改变AAU下行覆盖能力。

2 5G基站设备演进需求

2.1 5G无线网络架构选择

3GPP R15标准规范了Option3、Option2、Option4和Option7等多种网络架构,为运营商网络演进提供多种技术演进路线。目前,全球主要运营商重点关注

Option3x 和 Option2 2 种架构, 分别对应 NSA 组网方案和 SA 组网方案。对于国内运营商而言, 5G 频谱资源稀缺, 基站设备投资成本高, 为了提高设备利用率同时兼顾不同组网架构的商用网络部署需求, 需要推动 NSA/SA 双栈能力研究。

2.2 中国联通 5G 基站设备部署的思考

中国联通 5G 基站设备演进应综合考虑频谱需求、组网场景、设备类型及成熟度等因素。

2.2.1 频谱情况

中国联通已获得 3.4~3.5 GHz 频段, 共计 100 MHz 用于部署 5G 网络。由于该频段上行和下行覆盖不平衡, 5G 小区覆盖主要受限上行小区覆盖能力。借鉴国外运营商的成熟经验, 随着 5G 终端渗透率不断提高, 运营商将优先重耕现有频谱。未来中国联通可考虑重耕现网 2.1 GHz、1.8 GHz 等频段, 从而解决网络覆盖问题。

2.2.2 组网场景

5G 基站应优先考虑部署在城区数据热点区域或示范区域, 后续再逐渐扩大到一般城区。目前看来, 5G 商用初期, 国内运营商会选择以 NSA 模式部署网络, 抢占用户市场, 然后再考虑在剩余区域部署 SA 架构或者 NSA/SA 双栈架构。

对于 64T64R AAU 设备和 BBU 等成熟商用设备, 也将从密集城区向一般城区扩大规模部署。这就要考虑 32 通道数等低通道解决方案, 从而与 64 通道数 AAU 设备形成“高配-低配”组合。对于高铁、隧道等场景, 由于站间距等组网要求, 需要考虑采用更低通道数 RRU 设备同时外接高增益天线的组网方案。

2.2.3 设备成熟度

现有的 5G 基站设备基带能力比较低, 未来随着相关工艺技术不断改进, 基带能力也会有所提升。但是不同类型的 AAU/RRU 设备在收发通道数、总发射功率、工作带宽指标方面等差异比较大。在 5G 网络部署中, 需要结合具体场景, 综合考虑设备能力、综合成本等因素, 选择最合适的设备类型。

3 结论

随着 5G 商用进展加快, 运营商对 5G 商用基站设备关注度日益提高。5G 基站设备从设备类型、部署适用场景、设备能力等方面全方位满足网络建设近期、中远期的需求。本文总结了现阶段研究成果和产业界发展情况, 对后续 5G 基站设备规划提出一些建议与

思考, 为 5G 商用网络建设提供技术参考。

参考文献:

- [1] RAN adjusts schedule for 2nd wave of 5G specifications [EB/OL]. [2019-03-21]. https://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/2005-ran_r16_schedule.
- [2] 中国联通首发 5G 品牌“5G”, 释放多个重要信号 [EB/OL]. [2019-03-21]. <http://www.cww.net.cn/article?id=451580>.
- [3] 曹亘, 吕婷, 李轶群, 等. 3GPP 5G 无线网络架构标准化进展 [J]. 移动通信, 2018.
- [4] NG-RAN; F1 general aspects and principles: 3GPP TS 38.470 [S/OL]. [2019-03-21]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/38_series/38.470/38470-f50.zip.
- [5] NG-RAN; F1 layer 1: 3GPP TS 38.471 [S/OL]. [2019-03-21]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/38_series/.
- [6] NG-RAN; F1 signalling transport [S/OL]. [2019-03-21]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/38_series/38.472/38472-f0.zip.
- [7] NG-RAN; F1 Application Protocol (F1AP): 3GPP TS 38.473 [S/OL]. [2019-03-21]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/38_series/38.473/38473-f50.zip.
- [8] NG-RAN; F1 data transport: 3GPP TS 38.474 [S/OL]. [2019-03-21]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/38_series/38.474/38474-f50.zip.
- [9] NG-RAN; NG general aspects and principles: 3GPP TS 38.410 [S/OL]. [2019-03-21]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/38_series/38.410/38410-f20.zip.
- [10] NG-RAN; NG layer 1: 3GPP TS 38.411 [S/OL]. [2019-03-21]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/38_series/.
- [11] NG-RAN; NG signalling transport: 3GPP TS 38.412 [S/OL]. [2019-03-21]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/38_series/38.412/38412-f20.zip.
- [12] NG-RAN; NG Application Protocol (NGAP): 3GPP TS 38.413 [S/OL]. [2019-03-21]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/38_series/38.413/38413-f20.zip.
- [13] NG-RAN; NG data transport: 3GPP TS 38.414 [S/OL]. [2019-03-21]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/38_series/.
- [14] NG-RAN; PDU Session User Plane protocol: 3GPP TS 38.415 [S/OL]. [2019-03-21]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/38_series/38.415/38415-f20.zip.
- [15] eCPRI Specification V2.0 [S/OL]. [2019-03-21]. http://www.cpri.info/downloads/eCPRI_v_2.0_2019_05_10c.pdf.
- [16] 吕婷, 曹亘, 李轶群, 等. 基站架构及面向 5G 的演进研究 [J]. 邮电设计技术, 2017(8): 46-50.

作者简介:

曹亘, 高级工程师, 博士, 主要从事无线新技术研究工作; 吕婷, 高级工程师, 硕士, 主要从事 5G 基站及组网方案研究工作; 张涛, 高级工程师, 硕士, 主要从事无线技术研究及组网方案研究工作; 李福昌, 教授级高级工程师, 博士, 主要从事无线新技术研究、管理工作; 冯毅, 教授级高级工程师, 主要从事无线新技术研究、5G 新业务研究及管理工作。