



北京 2022 年冬奥会官方合作伙伴
Official Partner of the Olympic Winter Games Beijing 2022

中国联通 5G 基站设备技术白皮书

中国联通
2019 年 6 月

目录

1	引言	1
1.1	背景	1
1.2	技术愿景	2
1.3	白皮书目标	2
2	5G 网络建设挑战与基站设备演进趋势	3
2.1	5G 网络建设的主要挑战	3
2.2	5G 基站设备演进趋势	4
3	5G 网络架构及基站设备功能	7
3.1	5G 网络架构	7
3.2	5G 基站设备功能	7
4	5G 基站设备硬件架构	12
4.1	概述	12
4.2	专用硬件平台设备	12
4.3	通用硬件平台设备	15
5	5G 基站设备路标规划	17
5.1	5G 网络长期演进目标	17
5.2	5G 基站设备演进规划	18
6	总结与展望	22

1 引言

1.1 背景

随着 3GPP 公开发布第一个 5G R15 国际标准，韩国、美国等国家都相继宣布 5G 商用计划，全球进入 5G 商用网络部署阶段。6 月 6 日，工信部向中国联通正式颁发 5G 牌照，中国正式进入 5G 商用元年，国内 5G 商用驶入快车道。

与 4G 国际标准不同，5G 国际标准通过候选方案讨论、标准讨论等过程，最终形成全球统一的标准，从而集中全球产业链加快 5G 发展。5G 标准从技术层面竞争，逐步上升到国家综合实力的竞争，争夺 5G 标准核心技术和重大技术创新是各国企业的首要目标。

5G 基站设备历经原型设备、第一代商用设备的发展，主设备厂家正在研发第二代甚至第三代商用设备产品。与 4G 基站设备发展历程相似，5G 基站设备产品类型充分考虑市场需求和运营商 5G 网络部署节奏，基本延续“先宏基站，后微站”的研发节奏。5G 基站设备与 4G 基站设备产品规划也存在不同之处，即 5G 基站设备在研发阶段已经考虑从专用硬件平台向通用硬件平台研发的转变，将软件功能与硬件逐步解耦，从而支持更灵活、高效的部署方式。

随着 5G 标准冻结和产业链的发展，5G 基站设备产品类型也将逐步丰富，从满足 5G 首发频段的设备要求，到逐步考虑 2G/3G/4G 系统重耕频段的基站设备需求，以及从单一制式基站设备向多制式融合设备演进等。5G 基站设备形态和功能演进需要满足运营商网络建设的要求，基站设备演进要适应运营商网络部署节奏，同时，基站设备研发应谨慎预留运营商后续几年演进所需的硬件能力，降低网络升级的复杂度和不可预知的支出成本。

1.2 技术愿景

基站设备能力演进和设备路标规划一直都是运营商网络建设的重中之重。基站设备能力演进要兼顾无线网络建设的实际需求以及无线新技术发展方向，无线网络长期演进目标必须要适应运营商业务发展需求，详细规划无线网络的关键技术、基站设备产品路标。

本白皮书基于中国联通无线网络长期演进需求，按照 5G 商用网络架构及典型部署场景要求，规划宏基站、微基站等一系列基站产品，以建设业界领先 5G 精品网络为目标，大力推进建设一张高效、绿色、智能的通信网络。

1.3 白皮书目标

本白皮书根据 5G 网络架构演进、关键技术路标以及对 5G 网络建设的主要挑战，提出了 5G 基站设备硬件架构、设备形态及能力要求，并对 5G 基站设备路标做了目标规划。通过公开发布《中国联通 5G 基站技术白皮书》，我们向业界合作伙伴，特别是主设备厂家、微站设备厂家阐述中国联通对 5G 基站设备演进的思路，号召合作伙伴积极响应中国联通 5G 基站设备的演进需求，做好 5G 基站新产品研究工作，并加快新技术、新工艺等在 5G 基站设备中的应用，满足中国联通 5G 商用建设要求。

2 5G 网络建设挑战与基站设备演进趋势

2.1 5G 网络建设的主要挑战

5G 通信系统设计指标与 4G 网络相比，各项性能指标大幅提高，5G 基站设备单站处理能力比 4G 基站设备能力提升了几十倍甚至上百倍。随着 5G 基站设备能力的大幅提高，对 5G 网络建设也提出了更高的要求，5G 网络建设将面临新挑战。

✧ 业务需求多样化

5G 网络的应用市场已拓展到诸多垂直行业，不仅要提供 5G 网络覆盖，还需要提供定制化、差异化的全业务服务，5G 网络需要支持网络切片的定制、管理等功能。

✧ 组网复杂难度高

5G 时代将出现 2G/3G/4G/5G 多制式网络共存的情况，网元数量倍增，5G 网络的部署需要考虑与现有 2G/3G/4G 网络之间的互操作、4G 网元的升级改造等。5G 网络与其他制式网络的多网融合发展是网络建设需要考虑的关键问题之一。另外，随着 5G 网络向云化网络架构演进，网元之间的关系更加复杂，5G 网络的建设、运维等工作将发生根本性的变化。

✧ 新增站址需求多

5G 系统设计目标很高，为了满足各类超高带宽、超低时延的业务需求，5G 基站数量需要增加，总规模将进一步扩大。新增站址意味着增加建设、投资、维护等费用，也给无线网规划、建设和维护都带来成倍增加的工作难度。

✧ 配套设施改造难

- (1) 5G 基站对机房空间要求高。现网 BBU 设备广泛采用 BBU 堆叠的部署方式，现有机房需要解决 5G BBU 设备的空间需求。

- (2) 5G 基站对电源的要求。5G 基站设备功耗大幅提高，现有机房电源将不能满足新增 5G BBU 和 AAU 设备的供电需求，需要对电源等供电设备进行新建或改造。
- (3) 5G 基站对天面的要求。5G AAU 设备由于尺寸、体积、重量等都有较大增加，AAU 设备无法与现网 2G、3G、4G 设备共用天面，5G AAU 设备上塔必须使用独立天面。
- (4) 5G 基站对回传带宽的要求。5G 基站能提供更高的峰值速率，对回传网络带宽要求也大幅增加。因此，机房传输资源必须满足 5G 回传对纤芯数量、回传带宽、时延等要求。

2.2 5G 基站设备演进趋势

在无线业务宽带化、多样化发展的驱动下，移动通信网络经历了从 2G、3G、到 4G 的发展历程，网络性能持续提升。5G 新技术的飞速发展也推动基站设备的持续演进，基站设备在硬件能力、集成度以及软件功能等方面不断提高，向着性能更优、体积更小、绿色智能等方向继续演进。

5G 商用网络以面向多样化、差异化的业务场景为目标，需要灵活满足高速率、低时延、高流量、大连接数等性能要求。随着 5G 基站设备的硬件能力和软件功能进一步快速演进，呈现出通用性、扩展性、多场景适应性、云化、智能化等新的发展趋势。

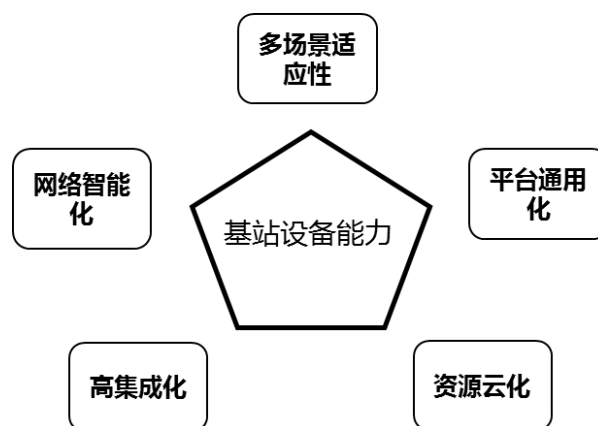


图 2-1 5G 基站设备演进趋势

➤ 多场景适应性

5G 网络支持的业务已扩展到垂直行业领域，5G 初期主要支持 eMBB 业务，随着技术的发展，5G 网络需要全面支持 uRLLC、mMTC 全业务场景。通过端到端的网络切片管理，按需部署网络资源，支撑各类垂直行业应用以及多样化的业务需求。

➤ 平台通用化

多种制式的通信系统将在 5G 时代长期共存。为了进一步降低运营商的 CAPEX 和 OPEX，基站设备硬件平台要具备兼容不同制式系统的能力，基站设备可以按需开通不同制式，实现通信网络灵活部署。基站设备硬件平台通用化也可以提高设备资源利用率，延长设备生命周期，降低网络建设成本。

➤ 设备高集成化

随着硬件产业链的发展，5G 芯片的处理能力要不断提高，半导体工艺也需要更新换代，通过采用高性能、高集成度的芯片（如 AISC 大规模应用），采用更先进的半导体工艺技术（如 7nm 工艺），5G 基站设备的集成度不断提高，设备体积更小、功耗更低，有利于节约机房空间，降低耗电量和 OPEX 成本。

➤ 网络智能化

无线网络智能化是未来重要的发展方向。5G 组网中大规模 MIMO、波束赋形等新技术将带来网络部署与运维的难度，随着人工智能技术的不断成熟，人工智能算法将会广泛应用于无线网络资源管理、自动配置与优化、能耗智能管理等方面，从而更高效、更智能、更便捷地实现通信网络资源的管理与网络性能优化，降低网络运维复杂度，降低人力成本，加快构建智能、绿色、高效的全新通信网络。

➤ 设备资源云化

随着 ICT 融合技术的发展，硬件通用化、软件云化成为 5G 基站未来的发展趋势。目前，5G 核心网采用虚拟化技术，基于通用的硬件平台实现软硬件解耦。从发展趋势来看，无线基站设备向着实现通信协议各层功能与基站硬件解耦的方

向演进。5G 高层协议功能对实时性的要求相对宽松，易于移植到通用硬件平台（如 X86 服务器）实现。未来，随着通用硬件性能的提升以及虚拟化技术的发展，底层协议功能也有可能逐步在通用硬件平台上实现。

3 5G 网络架构及基站设备功能

3.1 5G 网络架构

根据 5G 与 LTE 网络的部署关系，3GPP 提出了独立部署（SA）与非独立部署（NSA）两类 5G 组网架构。

SA 架构（3GPP Option2）不依赖与现有 LTE 网络，5G 网络是一张完全新建的网络。如图 3-1 所示，5G 基站（gNB）直接连接至 5G 核心网（5GC），都是新建的 5G 无线网设备和核心网设备。

NSA 架构基于 LTE 与 NR 紧耦合架构，3GPP 提出了多种候选架构，目前业界主要考虑 Option3X 架构，如图 3-1 所示。LTE eNB 作为主基站连接到 EPC，gNB 作为辅基站，核心网与无线基站只存在唯一的控制面连接，用户面数据可以通过 LTE 基站和 NR 基站的同时发送给用户。

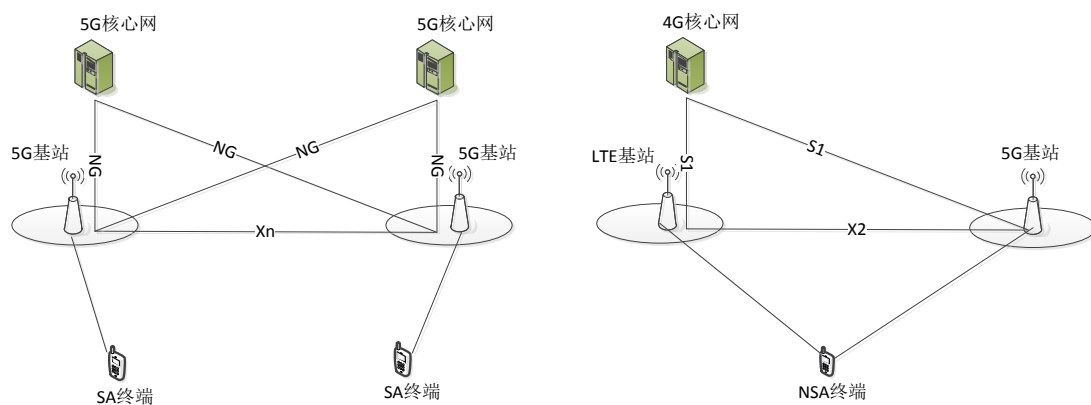


图 3-1 SA（Option2）与 NSA（Option3X）网络架构

3.2 5G 基站设备功能

5G 基站设备功能基于 3GPP 国际标准协议开发，R15 版本于 2019 年 6 月冻结 ASN.1，R16 版本计划于 2020 年 6 月冻结 ASN.1。按照版本和重点功能特性，5G 基站软件功能规划路标分阶段支持 R15 和 R16 功能。

考虑到网络演进，4G 和 5G 网络仍将长期并存，协同发展。5G 基站功能应包

括 NSA 网络功能和 SA 网络功能。其中 NSA 网络功能用于规范在 Option 3X 架构下 gNB 作为辅站的基本功能；SA 网络功能用于规范 gNB 独立组网 Option 2 架构下的基本功能。



图 3-2 5G 基站设备功能路标规划

3.2.1 NSA R15 版本功能要求

NSA R15 版本要求采用 2018 年 12 月版本。帧结构为 2.5ms 双周期帧结构，网络架构采用 Option3x 架构。

3.2.1.1 上行和下行分流功能

下行分流要支持静态分流功能，也要支持按照业务流量的动态分流功能。

上行分流要支持根据 NR 和 LTE 侧的信道质量动态配置主通路，支持按照门限进行上行分流；

分流功能要支持基于 LTE 网络负荷情况，灵活选择 LTE 为 NR 分担部分业务流量，充分利用 4G 网络资源。

3.2.1.2 自干扰规避功能

由于中国联通 5G 终端存在自干扰问题，可以通过频域、时域调度算法解决该问题。特定的调度算法可以避免特定频段 NR 与 LTE 共存场景（1.8GHz LTE+3.5GHz NR）下，由于二次谐波（下行）和交调（上行）对 UE 造成的干扰。

3.2.1.3 SSB 波束

支持时域上配置 1 至 7 个 SSB 波束，也可以支持灵活配置 SSB 在频域的位置。SSB 波束可以根据部署场景配置波束类型和数量，应支持 SSB 波束的动态配置和优化。

3.2.1.4 QoS 功能

QoS 功能是为不同优先级业务提供差异化服务，结合核心网配置的 QoS 参数、业务优先级、用户优先级等参数提供差异化服务。

3.2.2 SA R15 版本功能要求

SA R15 版本以 2018 年 12 月协议版本为基础，按照协议更新内容，以 3GPP 最终修订版本为准。帧结构采用 2.5ms 双周期帧结构，网络架构采用 Option2 方案。

3.2.2.1 切片功能

切片功能是 5G 时代拓展垂直行业客户的必备网络能力，如果 5G 网络不支持该功能，将无法满足不同垂直行业客户的各种差异化需求。无线接入网切片的基本功能集包括：核心网 AMF 选择/重定向，业务切片感知，切片间差异化调度，切片内流量的 QoS 差异化保障等。

3.2.2.2 EPS 回落功能和 VoNR

EPS 回落功能是 5G SA 架构的基础语音方案。语音呼叫回落到 4G 网络使用 VoLTE 来承载 5G 语音。否则，SA 下无法支持语音基础业务。空闲态/连接态两种状态下，基于切换和基于重定向的 EPS 回落功能是语音方案的必要功能。

VoNR 方案成熟后，5G 语音不需要 EPS 回落到 4G 网络，可以在 5G 网络直接发起语音，时延等指标均会优于 EPS 回落方案。

3.2.2.3 SSB 波束

SSB 波束功能与 NSA R15 SSB 波束功能要求相同。

3.2.2.4 QoS 功能

R15 SA 功能中 QoS 参数为 5QI 参数。

3.2.3 SA R16 版本功能要求

SA R16 版本功能处于标准制定阶段，具体功能要求将随着标准制定进展更新。

3.2.3.1 R16 支持的两种典型场景

URLLC 类应用场景，例如工业自动化、电力控制等；

5G 车联网，包括 LTE 和 NR 交叉控制 LTE-V 和 NR-V。

3.2.3.2 R16 主要功能

✧ URLLC 增强功能

完善物理层、高层功能，进一步提升可靠性和低时延指标；

✧ CA 和 DC 增强

改进 CA 性能，完善 5G 系统内双连接应用场景；

✧ V2X

支持增强 V2X 型应用场景，例如车辆编队，远程驾驶等；

✧ IIoT

支持无线以太网和时延敏感网络；

✧ 解决远端干扰的增强功能

解决远端干扰（如大气波导干扰）或动态 TDD 产生的干扰的增强功能；

✧ IAB

支持无线回传/中继功能，适用于毫米波场景；

✧ NR 定位

5G 定位精度增强；

✧ 无线大数据

支持 5G SON 功能、MDT 功能等。

4 5G 基站设备硬件架构

4.1 概述

5G 基站负责与终端、核心网之间的通信功能。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互连。

5G 基带单元负责实现 5G 协议物理层、MAC 层、RLC 层等协议基本功能以及接口功能，其中协议基本功能包括用户面及控制面相关协议功能，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的前传接口、同步接口等。5G 射频单元主要完成数字信号与射频模拟信号之间转换，射频信号的收发处理功能，还需要支持上移到射频模块中的一部分物理层功能等。

按照基站设备硬件类型划分，5G 基站设备可分为专用硬件平台和通用硬件平台两类。目前，基于专用硬件的基站设备比较成熟，5G 基站设备主要基于专用硬件平台上实现，通过定制化芯片、器件、配套软件等，可以高效的实现协议功能。5G 基站设备也可以基于通用硬件平台来实现部分协议功能，例如 RRC、SDAP 和 PDCP 层功能。随着技术发展，通信系统的硬件与软件功能将逐步解耦，通用硬件平台将支持更多基带协议功能。

本章节将按照专用硬件平台和通用硬件平台两部分，分别介绍基站设备硬件架构及形态。

4.2 专用硬件平台设备

目前，5G 基站设备基于专用硬件平台，采用硬件和软件定制开发的实现方案，实现 5G 协议规定的全部功能。基于专用硬件平台的 5G 基站设备可划分为 BBU 设备和 AAU 设备，或者 BBU 设备、RRU 设备和天线。按照基站部署场景，可以将基站划分为宏基站设备和微基站两种类型。宏基站主要用于提供广覆盖场景，微基站用于室内、补盲、热点等区域。

4.2.1 5G 宏基站设备

从设备架构角度,5G 宏基站可分为 CU/DU 一体化、CU/DU 分离两种类型。CU、DU 是 5G 基站设备的两个逻辑模块,二者共同完成 5G 协议的全部功能,实现类似于 4G 系统 BBU 设备、RRU 设备和天线的功能。CU 负责 RRC/SDAP/PDCP 层基带协议处理,并提供与核心网、网管等设备之间的接口,DU 完成 RLC/MAC/PHY 协议以及射频处理功能,并提供与射频单元之间的前传接口(如 eCPRI 接口),CU 与 DU 之间通过 F1 逻辑接口交互信令和用户数据,该接口为点对点的逻辑接口。

CU/DU 分离架构的 5G 宏基站由 CU 设备、DU 设备、AAU 或者 RRU+天线三种类型设备构成。CU 设备基于专有硬件平台或者通用硬件平台实现,将会支持软件与硬件解耦。

CU/DU 一体化架构的 5G 宏基站主要采用 BBU、AAU 组成形式,或者 BBU、RRU 和天线组成形式。如果采用大规模天线技术,则射频设备和天线需要集成为 AAU 设备;否则,采用 RRU 和天线两种独立设备组成形式。

5G BBU 设备与传统 3G/4G BBU 类似,分为一体化板卡、机框式 BBU 两种典型的设备形态。前者将所有的基带处理功能、接口功能、信令处理功能等集成在单个板卡,硬件集成度及可靠性较高,功耗较低。由于单板硬件资源有限,扩容场景需要同时增加硬件及软件。后者由基带板、主控板、电源等不同类型的板卡组成,可根据组网需求,按需配置各型号板卡组合,网络部署和升级具有较强的灵活性。

5G AAU 设备为了解决多天线设备产品设计的难点,将射频处理单元与大规模天线阵列集成在一起,从而构成有源天线阵列,以此实现 Massive MIMO(大规模天线)技术。采用 Massive MIMO(大规模天线)技术,对传统 BBU 和 AAU 架构的接口传输能力带来巨大挑战。5G 宏基站设备已将部分基带功能上移到 AAU,从而减小基带单元和射频单元之间传输带宽。该接口定义为前传接口,采用 eCPRI 协议,该协议基于 IP-RAN 技术实现,目前 eCPRI 协议提出了多种技术方案,不同方案的前传接口需要的传输带宽不同,差别在于不同方案上移的物理层功能有区别。

AAU 设备目前主要适用于 3.5GHz 等中频频段以及 6GHz 以上的毫米波频段，也需要考虑 2.1GHz、1.8GHz 等可用于 5G 频率重耕的频段。对于 6GHz 以下频段，AAU 设备主要包括 64T64R、32T32R、16T16R 三种类型，三种类型设备主要区别在于设备收发通道数的差异。64T64R AAU 设备有 64 收发通道，单 AAU 设备容量最高，优先部署在密集城区等 5G 数据热点区域。而 32T32R、16T16R 可根据网络实际业务量差异，规划部署在密集城区、一般城区等典型场景。在地铁、隧道、高铁等特殊覆盖场景需要考虑应用 8T8R、4T4R 等较少通道数 RRU 设备。虽然 8T8R 和 4T4R RRU 设备的系统容量较小，但可以通过外接天线扩大覆盖范围，适用于容量不高的覆盖场景。

对于 6GHz 以上的毫米波频段，由于电磁信号传播特点，AAU 设备的通道数较少（一般低于 8 通道），需要采用大规模天线阵列技术来弥补电磁信号空中传播带来的巨大损耗。5G 毫米波 AAU 设备需要大规模天线阵列和波束赋形技术，从而提高信号覆盖能力。

对于 2.1GHz 等重耕频段，由于可用频段的带宽较小（一般小于 40MHz），为了兼顾网络覆盖和网络容量，5G 基站设备将会增加通道数，或者采用大规模天线技术。

4.2.2 5G 微基站设备

5G 微基站设备用于解决宏基站难以解决的室内场景、覆盖盲区等场景。5G 微基站可划分为室外一体化微 RRU 设备，室内一体化微站、室内扩展型微站等设备形态。一体化微 RRU 与宏基站 AAU/RRU 设备主要区别于发射功率，一体化微 RRU 设备集成度更高。而室内扩展型微站，一般由交换设备和射频远端单元组成，具备较好的扩展性。

4.2.2.1 5G 室内微基站

5G 室内微基站设备要求参考《中国联通 5G 数字化室分技术白皮书》。

4.2.2.2 5G 室外微基站

5G 室外微基站应用于室外场景,主要由一体化微 RRU 设备和基带单元组成。其中,基带单元一般与宏基站 BBU 设备通用。一体化微 RRU 设备采用较少通道数(例如 4T4R RRU 等),每通道最大发射功率不高于 10W,用于宏基站的弱覆盖区域、业务热点区域等。

4.2.2.3 专用硬件 5G 白盒基站

专用硬件白盒基站设备主要是采用统一的专用硬件参考设计架构,白盒基站厂商可以根据参考设计,自选核心器件等生产白盒基站的硬件。白盒基站的软件基于硬件平台进行开发,软件功能可以采用独立开发或者合作开发的模式,从而具备完整的基站功能。通过这种方式,白盒基站设备实现了硬件和软件解耦。

4.3 通用硬件平台设备

5G 核心网已采用了 NFV/SDN 技术,核心网网元支持虚拟化技术方案,从而实现软件与硬件解耦。对于无线基站设备,未来也将逐步向硬件平台通用化、硬件资源云化、基站功能虚拟化等方向演进。基站设备集成大量专有器件,通用硬件很难全部替代专用硬件,实现硬件平台的通用化。

目前,基于通用硬件平台的 5G 基站设备主要分为如下两类:

第一类通用硬件平台实现 5G 协议栈部分协议功能。例如,CU、DU 分离架构,CU 设备可以使用通用硬件平台实现。

第二类通用硬件平台提供标准化的参考设计,即白盒基站实现方案。根据标准化的硬件设计,设备厂商可以根据参考设计自行采购器件,而基站软件由软件供应商提供。

4.3.1 通用硬件 5G 基带设备

目前,通用硬件平台 5G 基站设备主要基于 CU、DU 分离架构实现,通过将 5G 协议栈划分为高层协议功能与低层协议功能,使用通用硬件平台实现部分高层协

议功能。CU 设备实现 RRC/PDCP/SDAP 等高层协议功能,可基于通用硬件平台(X86)实现。由于 RLC/MAC/PHY 等低层协议功能对实时性处理的要求比较高,通用硬件平台处理能力还无法满足设计要求,现在仍需要使用专用器件实现上述低层协议功能。随着通用硬件平台处理能力不断增强、算法不断优化以及虚拟化技术的不断发展,基带设备有可能逐步实现虚拟化。

4.3.2 通用硬件 5G 白盒基站

通用硬件白盒基站设备采用统一的通用硬件平台。白盒基站的配套软件一般采用开源平台,多方合作共同开发的模式。根据硬件公共接口规范进行开发,从而不断完善软件功能,直至支持完整的基站功能。通过这种合作模式,逐步实现白盒基站设备硬件和软件之间的解耦。

5 5G 基站设备路标规划

5G 网络建设需要综合考虑频率、设备、终端、业务等发展成熟度，按照 5G 业务发展规律，合理规划 5G 设备演进路标。

5.1 5G 网络长期演进目标

中国联通 5G 网络建设远景目标是建设“4G+5G”两张网，两张目标网的定位如下：

✧ 5G 目标网，以 3.5GHz 频段作为城区连续覆盖的主力频段，2.1GHz 频段可用于提高 5G 覆盖及容量补充，后续新申请的毫米波频段 26GHz+40GHz 作为城区数据热点的重要补充；

✧ 4G 目标网，以 900MHz 和 1800MHz 频段作为主要频段，900MHz 主要用于广覆盖（兼顾 NB-IoT、eMTC 等物联网业务），1800MHz 为 LTE 网络容量层（远期根据 4G 业务量情况逐步重耕用于 5G）；

✧ 2G 和 3G 网络将逐步实现退网，将频率重耕用于 4G 和 5G。

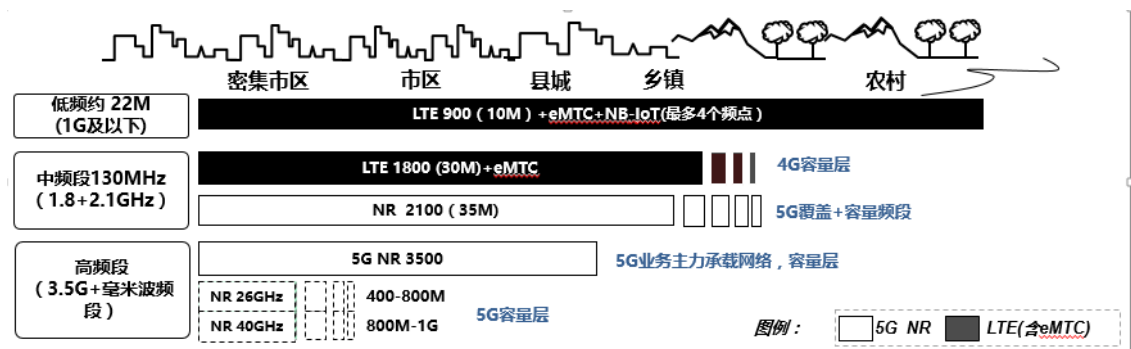


图 5-1 网络演进目标

5.2 5G 基站设备路标演进要求

5.2.1 5G 宏基站设备路标

5G 基站设备规划 3.5GHz、2.1GHz 等频段基站设备形态。根据 5G 产业链整体发展情况，各频段及相应型号设备规划要求如下。

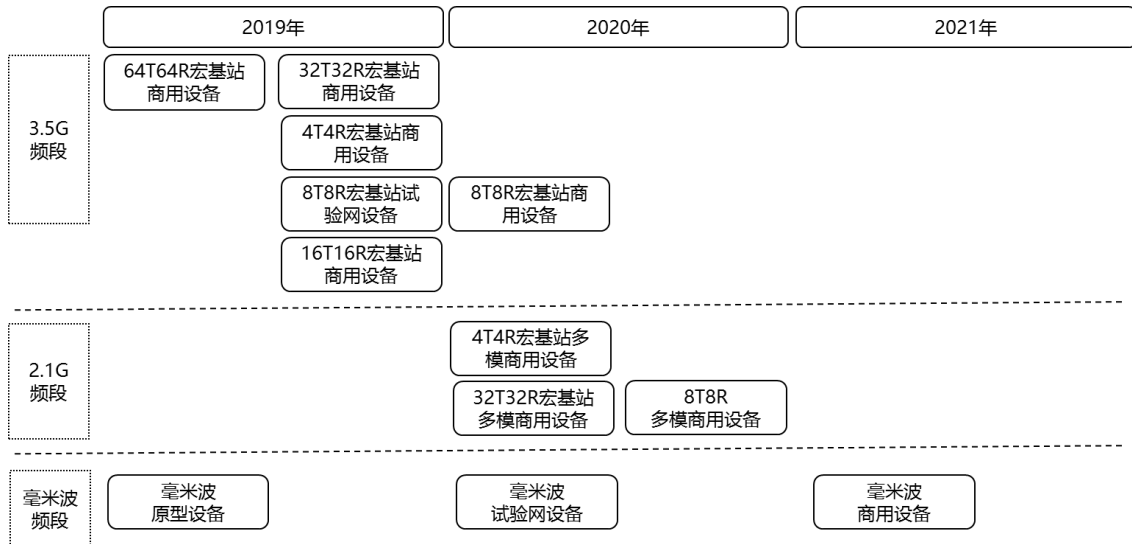


图 5-2 5G 宏基站设备路标规划

✧ BBU 设备

BBU 设备主要提供 5G 基带处理能力，可以支持连接不同类型的 AAU 或 RRU 设备，也可以为微基站设备提供 5G 信源。

✧ 多通道 AAU/RRU 设备

2019 年需要加快推进完善 3.5GHz 频段商用设备，如 64T64R AAU 设备、32T32R AAU 设备、16T16R AAU 设备等应满足商用需求。16 通道及以上的 AAU 设备的性能差异在于覆盖能力、网络容量，不同型号 AAU 设备可满足不同应用场景，其各型设备的能力要求如下。

✓ 64T64R AAU 设备

64T64R AAU 设备主要用于密集城区及高容量热点场景覆盖。64T64R AAU 设备水平方向最大有 8 个自由度（受限于 2.5ms 双周期的帧结构，时间维度最多支持 7 个 SSB 波束），垂直方向有 4 个自由度，可以同时兼顾水平和垂直方向的立

体覆盖场景，通过 MU-MIMO 功能可以支持下行 16 流，上行 8 流的处理能力；同时可通过垂直方向上的波束赋形实现对传统天线旁瓣弱覆盖区域的有效覆盖，其覆盖性能也最优。

✓ 32T32R AAU 设备

32T32R AAU 设备用于一般城区中高层楼宇集中的场景覆盖。32T32R AAU 设备水平方向最大有 8 个自由度，垂直方向有 2 个自由度，可以同时兼顾水平和垂直方向的立体覆盖场景，系统容量较优，同时可通过垂直方向上的波束赋形实现对传统天线旁瓣弱覆盖区域的有效覆盖。

✓ 16T16R AAU 设备

16T16R 不支持垂直立体覆盖，主要用于一般城区低层楼宇、郊区和农村等场景覆盖。16T16R 设备水平方向最大有 8 个自由度，可以实现水平方向的波束赋形覆盖，系统容量较低，不能满足高层覆盖的要求。

✓ 8T8R RRU 设备

8T8R RRU 设备初步考虑可作为高铁覆盖场景的备选方案，也可以考虑用于农村场景覆盖。8T8R RRU 设备不支持波束赋型功能，主要采用外接天线进行覆盖，可以根据覆盖场景的要求选择天线进行覆盖。

✓ 4T4R RRU 设备

4T4R RRU 设备考虑用于无源系统，作为地铁和高铁隧道场景下泄露电缆的信源输入。后续也考虑应用于室外密集组网场景。

5.2.2 5G 微基站设备路标

5G 微基站设备首先规划 3.5GHz 频段基站设备形态。根据 5G 产业链整体发展情况，各类型 5G 微基站设备规划要求如下。

	2019年	2020年	2021年
室内一体化微RRU	5G单模 4T4R, 250mW 3.5~3.6GHz 100MHz 5G/4G多模4T4R/2T2R 250/100mW 100MHz/ 30MHz+40MHz	5G外接天线 4T4R/2T2R, 250mW 3.5~3.6GHz 100MHz 5G/4G多模4T4R/2T2R 250/100mW 100MHz/ 40MHz 5G单模 (共享型) 4T4R, 250mW 3.3~3.6GHz 100MHz 5G单模 (共享型) 外接天线 4T4R/2T2R, 250mW 3.3~3.6GHz 100MHz	5G单模 (共享型) 4T4R, 250mW 3.3~3.6GHz 200MHz 5G单模 (共享型) 4T4R, 250mW 3.3~3.6GHz 300MHz
室外一体化微RRU		5G单模 4T4R, 5W/10W 3.5~3.6GHz 100MHz	5G+4G多模 4T4R+2T2R 10W/5W 5G 100MHz, 4G 30MHz+40MHz
室内一体化微站/室内扩展型微站	扩展型微站 4T4R, 250mW 3.3~3.6GHz 100MHz	一体化微站4T4R, 250mW 3.3~3.6GHz 100MHz 5G单模 (共享型) 4T4R, 250mW 3.3~3.6GHz 200MHz	5G单模 (共享型) 4T4R, 250mW 3.3~3.6GHz 300MHz
室内白盒微基站		白盒微基站 5G单模 4T4R 250mW 3.5~3.6GHz 100MHz	

图 5-3 5G 微基站设备路标规划

◇ 室内一体化微 RRU 设备路标

✓ 室内一体化 5G 单模微 RRU 设备

室内一体化 5G 单模微 RRU 设备已有 4T4R 250mW 类型的微站设备。2019 年已规划 5G 外接天线的 4T4R/2T2R 250mW 类型的微站设备。

对于室内共享场景，4T4R 一体化微 RRU 设备和外接天线类型的 4T4R/2T2R 微 RRU 设备应首先支持 3.3~3.6GHz 频段，IBW 支持 100M 带宽。2020 年，该类型设备应规划 IBW 达到 200MHz 带宽 4T4R 一体化微 RRU 设备；至 2021 年，该类型设备支持的 IBW 带宽达到 300MHz。

✓ 室内一体化 4G/5G 双模微 RRU 设备

室内一体化 4G/5G 双模微 RRU 设备应支持三个载波或两个载波的能力，三载波能力为支持 5G 100MHz 单载波、4G 30M 和 40M 两个载波，双载波能力为支持 5G 100MHz 单载波、4G 40M 载波。

◇ 室外一体化微 RRU 设备

2020 年，5G 室外一体化 4T4R 微 RRU 设备（微站）应支持功率为 5W 或 10W，工作频段为 3.5~3.6GHz。2021 年规划支持 4G 和 5G 多模，发射功率为 5W 或 10W

类型的微 RRU 设备，该设备可同时支持 5G 单载波和 4G 双载波的能力。

◇ 室内一体化微站及室内扩展型微站

2020 年 H2 规划 4T4R 5G 单模室内共享型一体化微站，最大发射功率为 250mW，支持 3.3-3.6GHz 频段，IBW 为 100MHz。

2019 年 Q4 规划支持室内共享场景的扩展型 4T4R 微站，支持 3.3-3.6GHz 频段，IBW 为 100MHz，发射功率为 250mW。随着室内共享设备能力增强，该类型设备规划 2020 年 H2 和 2021 年分别支持 IBW 为 200MHz 和 300MHz 带宽的能力。

◇ 室内白盒微基站

考虑白盒设备技术逐步成熟，2020 年 H2 规划 5G 单模 4T4R 250mw 白盒微基站设备。

6 总结与展望

2019 年是中国 5G 商用元年，5G 网络建设需要考虑多种建设场景，5G 基站设备规划必须要适应 5G 建设节奏以及丰富的建设场景的要求，需要多种类型的 5G 基站设备，满足多种室外、室内等一般场景，高铁、隧道等特殊场景的部署需求，要尽快推动产业界形成比较完备的 5G 基站设备产品体系。

虽然 3.5GHz 频段已明确为 5G 首发频段，随着 5G 网络建设规模不断扩大，需要充分发掘联通现有低频、中频的频谱资源，着手规划 2.1GHz 等重耕频谱的 5G 基站设备的研发和商用时间表。

因此，加快推进 5G 基站设备新产品研发、新技术应用是加快 5G 商用网络成熟发展的迫切要求，我们号召合作伙伴共同推进 5G 技术持续演进，5G 基站设备不断完善，共同打造中国联通 5G 精品网络。