



中国联通 5G 数字化室分技术白皮书

中国联通
2019 年 6 月

目 录

1 引言	4
2 5G 室内网络演进的驱动力	5
2.1 5G 业务需求	5
2.1.1 流量需求持续增长	5
2.1.2 室内流量占比将超 80%，室内应用需求激增	6
2.2 室内 5G 业务对网络的需求	6
3 5G 室内网络部署面临的挑战	9
3.1 室外覆盖室内性能降低	9
3.2 无源分布系统演进困难	9
3.3 5G 室内数字化产品带来运维挑战	10
4 数字化室分产品演进趋势	11
4.1 宽带化	11
4.2 多样化	11
4.3 共享化	12
4.4 融合化	13
4.5 网管统一化	14
4.6 接口标准化	14
4.7 运维智能化	15
4.8 白盒化	16

5 中国联通数字化室分产品规划.....	17
5.1 一体化微 RRU 设备	17
5.2 扩展型微站设备	18
5.3 数字微分布设备	20
6 中国联通 5G 数字化室分创新发展联盟及推进计划	22
6.1 中国联通 5G 数字化室分创新发展联盟	22
6.2 中国联通 5G 数字化室分创新发展联盟推进计划	22
7 总结与展望.....	24

1 引言

随着通信技术的演进以及用户行为习惯的变化，移动数据业务呈现指数级增长。目前室内区域产生的移动网络流量在整个网络中已经占有了非常高的比例，伴随着 5G 业务种类的持续增加和行业边界的不断扩展，业界预测未来更多的移动业务将发生在室内。因此，5G 时代的室内移动网络至关重要，将成为运营商的核心竞争力之一。

而在 5G 网络时代，部署频率与原有网络存在较大差异，与 4G 相比，5G 将在 C-Band 和毫米波上部署，因此如何提升室内用户的体验将是未来运营商所需要面临的挑战。而在另一方面，在室内业务占比进一步提升的情形下，室内站点话务占比例却很低，难以满足未来 5G 大话务量的需求。相比于现有的 4G 网络，5G 网络通过支持大带宽、高频段以及更多天线端口等关键技术从而实现了用户体验的提升。因此对于未来的 5G 室内部署而言，传统 2G/3G/4G 时代的解决方案也面临着巨大的挑战和创新的需求。

数字化室内分布式系统是一种支持多业务接入，目前已经成为有效解决未来 5G 室内覆盖的方案之一。其采用数字化技术，基于光纤或网线承载无线信号传输和分布的微功率室内多模覆盖方案。具有架构简单、部署灵活、工程成本低、多制式深度覆盖的特点，适用于热点扩容和盲点补充，帮助运营商快速解决室内网络覆盖问题。

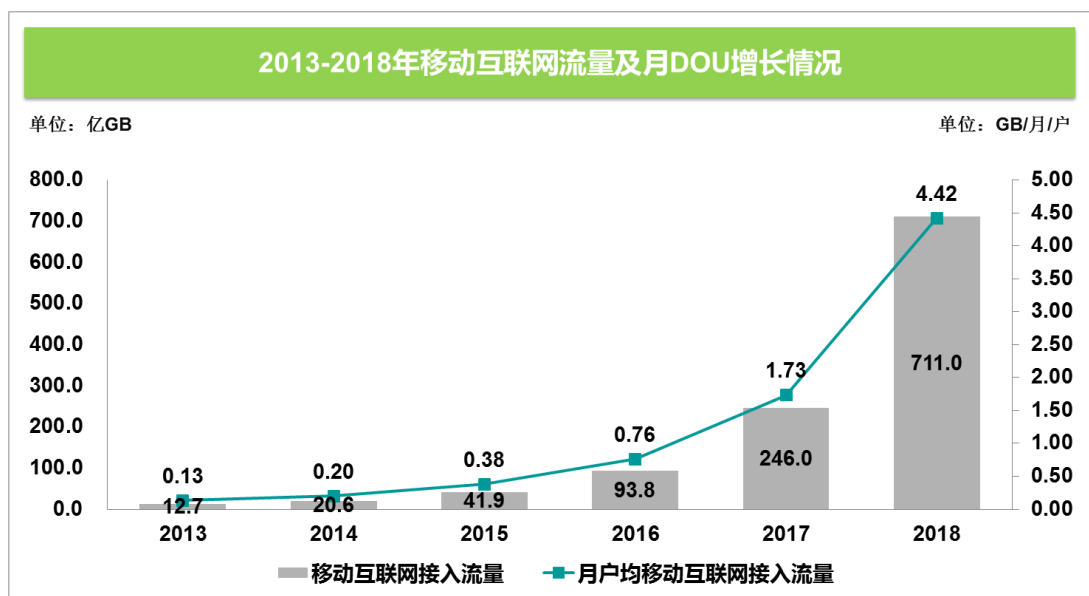
中国联通于 2015 年发布了《中国联通 LIGHT-Net 技术白皮书》，提出了一种基于宏微紧密协同的新型综合解决方案；并在 2018 年发布了《面向 5G 的室内覆盖数字化演进白皮书》，指明了中国联通 5G 数字化室分演进的思路。本白皮书进一步提出了数字化室分产品演进的趋势以及中国联通数字化室分产品规划。同时为推动 5G 室内数字化产品生态范围扩大，中国联通拟成立 5G 数字化室分创新发展联盟，联合业界各厂家共同推动 5G 数字化室分生态链，推动数字化室分产品的开发和应用推广，助推联通 5G 精品网络建设。

2 5G 室内网络演进的驱动力

2.1 5G 业务需求

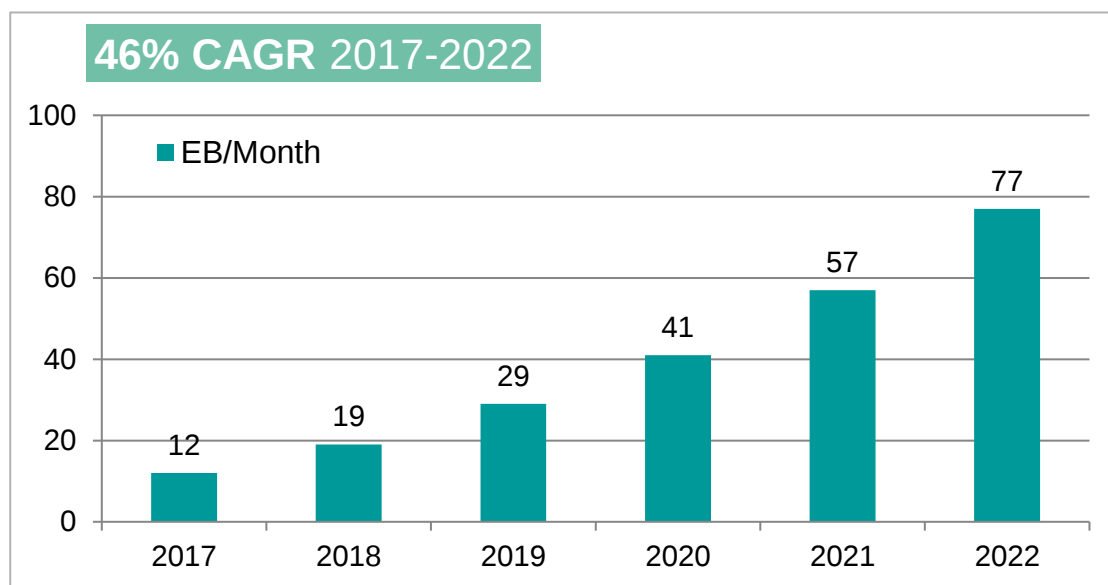
2.1.1 流量需求持续增长

移动互联网高速发展带来了流量需求的持续爆发性增长。新业务层出不穷，网络高清视频、小视频应用、物联网、AR/VR等应用的兴起，对网络流量及带宽提出巨大的需求。从图1所示，2013年至2018年六年之间，移动互联网流量增长超过了50倍。而我国“互联网+”国家战略明确指出，未来电信基础设施和信息服务要在国民经济中下沉，满足农业、医疗、金融、交通、流通、制造、教育、生活服务、公共服务、教育和能源等垂直行业的信息化需求，改变传统行业，催生跨界创新。如图2所示，据思科VNI报告，预测未来三年全球移动数据流量年复合增长46%，到2022年月度流量达到77 Exabytes（EB， 10^{18} Byte）。



数据来源：中国工信部官网

图 1 移动互联网流量及月度用户流量持续高速增长



数据来源: Cisco Visual Networking Index 2019

图 2 2017-2022 年全球移动数据流量预测

2.1.2 室内流量占比将超 80%，室内应用需求激增

伴随 5G 业务种类持续增多和行业边界不断扩展，新增各种应用需求包括智能家居、智慧城市、AR/VR、自动驾驶、远程医疗、工业自动化、游戏云应用、高可靠应用、超高清视频等等。统计表明，目前超过 80% 的业务发生在室内场景。越来越多的业务发生在室内，例如无线工厂，触觉互联网，移动 AR/VR，同步视频等。业界预测未来 5G 超过 80% 的移动业务将发生在室内场景，因此运营商室内移动网络能力至关重要。

2.2 室内 5G 业务对网络的需求

网络技术本身在不断的演进与发展，行业业务应用与需求也随着网络技术的发展而愈加明晰，如基于技术进步下的工业物联，网络技术与行业业务应用特点两方面彼此相互促进、相辅相成，两者的结合日渐成为技术研究的重点与行业的关注焦点。

伴随 5G 业务种类持续增多和行业边界不断扩展，新增各种应用需求包括智能家居、智慧城市、AR/VR、自动驾驶、远程医疗、工业自动化、游戏云应用、高可靠应用、超高清视频等等。在业务层面，5G 室内网络演进凸显出了两个关键性要素：

- ✓ 室内网络宽带化演进
- ✓ 室内网络低时延化演进

表 1 展示了不同的 5G 业务对网络的需求。

表 1 不同 5G 业务对网络的需求

业务类型	子类型	传输速率	E2E 时延	可靠性
360 度视频 VR	入门级	96Mbps	<10ms	中
	高级	419Mbps		
Cloud VR	入门级	100~150Mbps	<10ms	较高
	终极	4.7Gbps		
超高清视频 全景直播	1080P	6Mbps	10~50ms	中
	2K 视频	10Mbps		
	8K 视频和云游戏	50M~100Mbps	<10ms	较高
无线医疗	远程内窥镜 360 度 4K+触觉反馈	50Mbps	<5ms	高
	远程超声波 AI 视觉辅助，触觉反馈	23Mbps	<10ms	高
智能制造	无线工业相机	1-10Gbps	<100ms	高
	工业穿戴设备	1Gbps		

室内定位	精度 1m (BW: 100MHz)	不依赖	不敏感	不依赖
------	--------------------	-----	-----	-----

从上表可以看出,为了满足 5G 新生的业务,5G 需要具备比 4G 更高的性能,支持 0.1~1Gbps 的用户体验速率,毫秒级的端到端时延,室内定位精度达到米级。同时,5G 还需要大幅提高网络部署和运营的效率,相比 4G,频谱效率提升 5~15 倍,能效和成本效率提升百倍以上。

3 5G 室内网络部署面临的挑战

3.1 室外覆盖室内性能降低

目前 2G/3G/4G 移动网络都是采用 sub-3G 频段进行覆盖，5G 移动网络将在更高的 C-Band 和毫米波频段上部署，从而满足 5G 业务对超大频谱带宽的要求。和 4G 时代的 sub-3GHz 频段相比，在高频段部署的 5G 宏基站信号在室外照射来覆盖室内场景的时候面临更大的链路损耗问题，导致室内深度覆盖严重不足。相比于 sub-3GHz 频段 4G 宏基站信号，C-Band 频段室外信号穿透混凝土墙壁时每穿透 1 面墙壁会产生额外的 8-13dB 链路损耗，根据目前中国联通外场测试的数据，C-Band 对于室内只能进行穿透一层墙体的浅层覆盖，对于室内的深度覆盖远远满足不了 5G 体验的覆盖要求。

更高的毫米波频段 5G 信号导致的巨大衰减导致其基本丧失穿墙能力，毫米波信号穿透混凝土水泥墙的损耗超过 60dB。室外 5G 宏基站信号打进室内覆盖的方式相对于 4G 将更为困难，需要配合在室内建设专门的室分网络，才能提供最优质的室内场景 5G 业务。

因此，室内场景的 5G 室分网络和室外 5G 网络同步部署，才能够保障移动用户室内外体验一致性。这跟 4G 时代先建设室外宏站来覆盖室内室外，再加强室内数字化室分建设的方式是有差异的。

3.2 无源分布系统演进困难

无源分布式天线系统由功分器、耦合器、馈线、吸顶天线等组成，目前已建的无源分布式天线系统不支持 5G 频段，系统改造面临技术不可行、难实施、成本高等巨大的挑战。主要体现在以下几个方面：

1) 3.5GHz 系统难以利旧现有无源分布式系统。传统室分系统中很多元器件如合路器、功分器等还不支持 3.5GHz 或成本过高，更换难度很大。多组抽样测

试结果表明，Sub3G 器件在 3.5GHz 频段的关键性能指标（如插损、耦合度、驻波比）无法满足要求。

2) 3.5GHz 覆盖收缩：C-band 和 Sub 3G 相比，链路损耗（含无源分布式天线系统传输损耗、空中损耗、隔墙穿透损耗）更大，导致需要增加 C-band 信源以满足同覆盖要求。新建 5G 无源分布式系统，也将面临损耗大、成本高的问题。C-band 和 Sub 3G 的实际测试结果如下表：

表 2 不同频段室内网络综合损耗差

频段（GHz）	综合损耗（dB）
1.8	-9.9
3.5	基准

3) 4*4 MIMO 工程建设难度高，1T1R/2T2R 升级到 4T4R 工程实施难度大：4 路 DAS 需要部署 4 根馈线、4 套器件和天线，工程无法落地，另外，还会导致链路不平衡，引起性能问题；目前全球存量市场上有 90% 以上的室内网络是 DAS，室内网络演进面临着非常严峻的挑战。

4) 无源分布式系统无法满足可视化管理要求：无源器件（功分器、耦合器、馈线、吸顶天线）无论那一端出现故障，都需要人工逐步排查线路问题，头端和各网元不可视造成维护成本高，影响运维体验。

3.3 5G 室内数字化产品带来运维挑战

5G 时代网络设备部署密度加大，为室内网络设备智能化运维带来挑战。室内密集组网面临邻区管理、干扰控制，覆盖与容量优化等众多问题，考虑现存的多种制式网络，室内设备管理和维护均非常复杂。如何根据设备信道条件和用户业务需求自动优化网络资源，如何做到网络的可视化运维和故障的自动检测和愈合，直接决定了网络维护的人工成本和运营商的 OPEX。

4 数字化室分产品演进趋势

4.1 宽带化

为应对 5G 典型室内业务对移动网络的大带宽需求，如初级 AR 要求下行 50Mbps、入门级 VR 要求下行 100Mbps，5G 网络需要以 100MHz 带宽、4T4R 配置为基础，才能保障足够的边缘体验速率和充分的容量增长潜力。

业务驱动网络的建设，更大带宽是 5G 网络最主要的特征，用户对业务体验和网络速率的要求越来越高。并且 5G 核心网的虚拟化为 5G 的部署提供了强有力的支持，以满足 eMBB、URLLC 和 mMTC 的技术要求。5G 的接入能力将是 4G 的百倍以上，海量机器类通信的应用支持、无上限的连接数密度的需求以及网络虚拟化后各数据中心之间的连接能力都将对传输带宽提出前所未有的挑战。

考虑未来 AR/VR、4K/8K 高清视频等大带宽业务大部分发生在室内，5G 数字化室分产品向宽带化趋势进行演进势在必行。为了满足 5G 网络容量及用户速率，数字化室分需具备向 100MHz 带宽以上及 4*4MIMO 演进的能力，未来能够匹配室内场景大容量的需求。

4.2 多样化

室内产品数字化演进是大势所趋，5G 数字化室分设备部署规模将明显提升，但多样化室内场景有多样化网络需求，5G 数字化室分设备需支持多种形态。高价值高流量大型场景以室内高性能产品为主，具备数字化运营，弹性扩容；容量需求适中中小场景以室内中低性能产品为主；容量需求低小微场景需要低成本的数字化室分产品。

4G 和 5G 网络会在今后的相当一段时间内并存，这要求数字化室分产品需要具备多频多模的能力，比如用于 5G 网络叠加的 C-band 独立模块，支持新建场景的 C-band+Sub 3G 集成模块以及将来的毫米波模块等。

从具体产品形态看，为降低演进成本，在某些亟需降低前期投入以及二次进场成本的特殊场景，宜要求部署的 4G 模块支持后续跟 5G 模块的级联；另外，室内场景多样化，数字化头端需要根据不同场景需求，支持外置天线和内置天线等不同形态，满足室内不同场景需求。

总的来看，面对多样化的 5G 网络演进需求，5G 数字化室分产品需支持多种形态：

- ✓ 面向不同部署场景需求，需支持高性能数字化产品、中低性能数字化产品；低成本的数字化产品；
- ✓ 面向不同模式需求，需支持 4G+5G 多模数字化产品、5G 单模数字化产品、支持级联 4G 的 5G 单模数字化产品；
- ✓ 面向不同天线需求，需支持具备内置天线数字化产品、可外接定向天线的数字化产品、可外接局部 DAS 的数字化产品。

4.3 共享化

室内多运营商共享技术可以帮助运营商在建设高性能数字化网络的同时，获得更好的 ROI（投资回报率），共享投资成本，同时，多个运营商站点共享还缓解了站址资源短缺的问题，降低物业协调难度和维护成本，所以多个运营商数字室分网络共享正逐渐成为 5G 室内网络建设的一个重要特性。

室分系统的共建共享可以两个或多个运营商何用一个分布系统，减少重复建设，节约成本，最大化系统的复用程度。目前国内多家设备厂商先后推出了室内数字化多运营商共享解决方案，依赖强大的全带宽能力，满足运营商超高速室内移动宽带建网和多个运营商共建共享等多种需求。

为响应国家十三五规划提出的“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展新理念，中国电信、中国联通已初步达成 5G 室内共建共享开展深度合作的意向，以避免重复建设，降低网络成本。

4.4 融合化

室内网络更多使用室内产品部署，将极大抬升室内网络投资，因此需要为中低价值、中低容量、全数字化部署成本较高（如密集隔断）场景寻求高收益比解决方案，将数字化方案与 DAS 融合、用 DAS 拓展数字化末端单元的覆盖边界，可以兼顾数字化方案与 DAS 方案的优点，提供了降低部署成本的一种选择。

室内一体化微 RRU 和扩展型微站，均可以在室内通过对末端射频单元/远端单元外接局部室内分布系统的方案，实现扩展末端单元覆盖能力、均化覆盖质量，尤其适用于隔断场景和中低容量需求的空旷场景，具体包含直接混合和数字化混合两种方案。

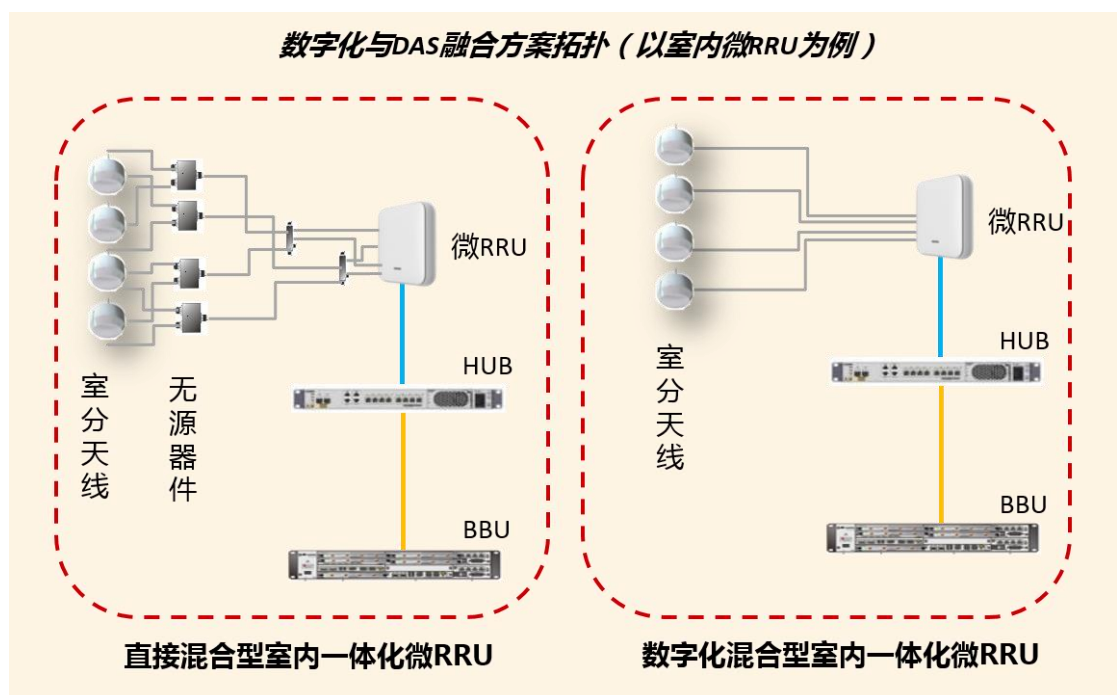


图 3 数字化与 DAS 融合方案拓扑

相比较直接混合方案，数字化混合方案能够更完整的支持可视化运维、并具有更低的施工复杂度，可以更充分的兼顾数字化方案与 DAS 方案的优点。

4.5 网管统一化

在 5G 数字化室分产品形态多样化的趋势下，随着 5G 网络设备的种类和数量增加，整个网络的复杂性日益提高，多厂商问题非常突出，特别是在 5G 时代，网络需具备快速部署和全网的综合管理的能力，包括：集中监控、分析、优化，及时掌握全网运行情况并进行有效控制，从而提高运营商信息化管理水平，最终提高移动通信的服务质量和运营效益。

支持网络切片的编排与管理，是 5G 网管系统最重要的新功能之一。为客户提供一致化的服务体验等方面，也会面临异厂家切片技术互操作的挑战。尤其是在面向复杂的垂直行业应用场景时，甚至会出现不同子域的网络设备归属于不同的运营商的问题。实现 5G 端到端的统一网管，将垂直行业用户的具体业务需求映射为对接入网、核心网、传输网中各相关网元的功能、性能、服务范围等具体指标要求，有助于提供最优的业务体验和全局决策。

4.6 接口标准化

5G 接入网架构在设计之初，相对于 4G 接入网而言，有了几个典型的需求，如下：

- （1）接入网支持 DU（Distributed Unit，分布式单元）和 CU（Central Unit，集中单元）功能划分，且支持协议栈功能在 CU 和 DU 之间迁移。
- （2）支持控制面和用户面分离。
- （3）接入网内部接口需要开放，能够支持异厂商间互操作。
- （4）支持终端同时连接至多个收/发信机节点（多连接）。
- （5）支持有效的跨基站间协调调度。

依托 5G 系统对接入网架构的需求，5G 接入网逻辑架构中，已经明确将接入网分为 CU（Central Unit，集中单元）和 DU（Distributed Unit，分布式单元）

逻辑节点，CU 和 DU 组成 gNB 基站，其中，CU 是一个集中式节点，对上通过 NG 接口与核心网（NGC）相连接，在接入网内部则能够控制和协调多个小区，包含协议栈高层控制和数据功能；DU 是分布式单元，广义上，DU 实现射频处理功能和 RLC（无线链路控制）、MAC（媒质接入控制）以及 PHY（物理层）等基带处理功能；狭义上，基于实际设备实现，DU 仅负责基带处理功能，RRU（远端射频单元）负责射频处理功能，DU 和 RRU 之间通过 CPRI（Common Public Radio Interface）或 eCPRI 接口相连。CU 和 DU 之间通过 F1 接口连接。

在设备实现上，CU 和 DU 可以灵活选择，二者可以是分离的设备，通过 F1 接口通信；或者 CU 和 DU 也完全可以集成在同一个物理设备中，此时 F1 接口就变成了设备内部接口，CU-DU 无论是合设还是分离，其中间接口 F1 都实现标准化，有利于异厂商进行互操作以及协商。

4.7 运维智能化

随着 5G 商用时代的开启，数据流量的激增，网络复杂度的不断提升，给传统的网络运维工作带来巨大挑战，现有的管理模式已经难以适应 5G 网络部署全面云化、智能化的需求，同时依靠大量人工的传统运维方式已经无法满足成本和效率的需求，急需引入 AI、大数据等新技术，推动网络运维的自动化、智能化发展，与此同时，未来的运维将从关注稳定性、安全性转向应用需求和用户体验。

AI 作为构建 5G 网络竞争力必不可少的一环，已成为业界共识。2017 年，3GPP 在 R15 引入网络数据分析功能（NWDAF），其有望成为网络功能的 AI 引擎。同年，ETSI 成立 ZSM 工作组，旨在实现自动化智能化网络运维。同时，全球领先运营商与设备商也在 AI 助力网络领域强化合作。业界正在应用人工智能技术实现 5G 网络智能化。

5G 网络的智能化演进，是长期的系统性工程。随着 5G 商用进程的加速，5G 网络在各垂直领域的应用实践逐渐开花，人工智能对 5G 网络的助力效果极具想象力。伴随标准对 NWDAF 的完善，网络功能层次的智能化闭环将得以实

现：利用 NWDAF 辅助实现切片的智能选择，利用 NWDAF 实现 QoS 的实时管控与优化，都将成为现实。而更高层次的智能化闭环，从洞察客户意图，到网络的自动创建、优化，也将成为可能。我们或将看到，只需对着交互终端说一句，计划某时间在某地举办一场赛事，网络就自动完成了该赛事所需 eMBB 切片的创建与激活。5G 智能网络的美好，值得畅想与期待。

4.8 白盒化

基站白盒化是指基站侧设备采用开源软件+通用器件来代替传统专用设备，通用器件特点是“软硬件分离”，可通过外部编程来实现各种功能，它的优点是产量大、成本低、灵活性高。目前 O-RAN 中讨论的白盒化基站，所说的通用器件不仅包括通用处理器，也包括 RRU 射频器件等，通过发布硬件参考设计，同时开放 BBU 和 RRU 之间的前传接口，利用核心器件的规模效应摊薄研发成本，从而通过硬件的白盒化降低接入网的综合成本。

目前，国外的白盒基站研究的应用场景包括宏基站和小基站，国内的白盒基站研究则聚焦在室内小基站领域，5G 时代伴随室内小基站的大量应用，将会带来无线网络建设与运维成本的巨大压力，因此低成本的白盒基站首先将聚焦在这一类场景。而小基站部署具有覆盖范围小、场景单一的特点，对设备性能指标要求较宏基站也将有所降低。

5G 基站的白盒化将使移动通信产业链由封闭逐步走向开放，有利于吸引一大批有创新能力的中小企业进入移动通信产业，进一步激活产业活力，重塑产业生态；同时也给电信运营商带来了新的机遇，使运营商可以更加快速高效低成本地提供新兴业务与应用，满足普通客户和垂直行业的各类特殊需求。

5 中国联通数字化室分产品规划

5G 时代数字化室内网络产品部署规模将明显提升，多样化室内场景有多样化网络需求，中国联通规划了 3 种不同形态的数字化室分产品，不同产品形态对应不同室内场景，形成差异化部署。

高价值高流量大型场景以一体化微 RRU 设备为主，具备数字化运营，弹性扩容；容量需求适中中小场景以扩展型微站为主；容量需求低小微场景以数字微分布设备产品为主。

5.1 一体化微 RRU 设备

室内一体化微RRU适用于高价值高流量大型场景，如体育场馆/交流枢纽/大型场馆/公共场所等高人流密度、高容量需求热点场景。一体化微RRU设备由基带单元设备、汇聚单元设备和远端单元设备三部分构成，如图4所示，其中远端单元设备先通过星形级联的方式与汇聚单元设备连接，汇聚单元设备再通过星链混合级联的方式与基带单元设备相连，基带单元设备再与核心网连接。

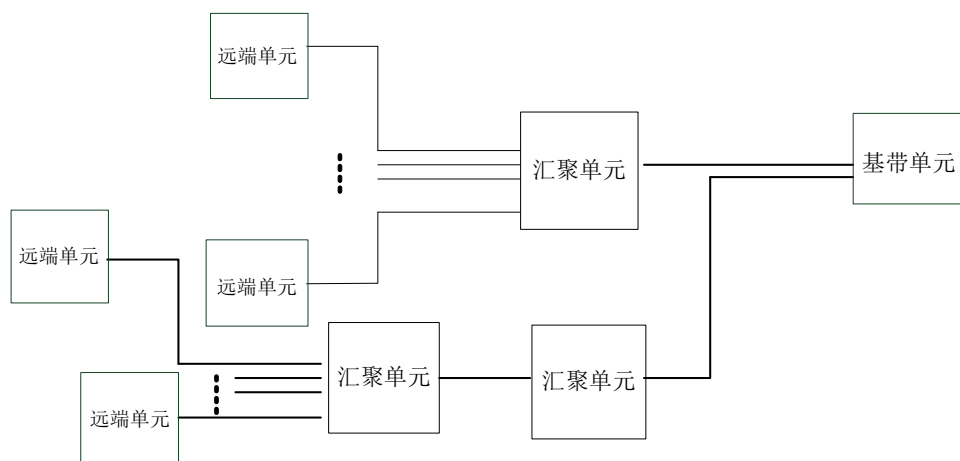


图 4 5G 室内一体化微 RRU 设备架构图

中国联通 5G 一体化微 RRU 产品基本能力如表 3 所示。

表 3 中国联通 5G 一体化微 RRU 产品基本能力

内容	5G 单模 RRU	4G+5G 多模一体化 RRU
每通道发射功率	$\geq 250\text{mW}$	4G 模式: $\geq 100\text{mW}$
		5G 模式: $\geq 250\text{mW}$
通道数	4*4	4G 模式: 2*2
		5G 模式: 4*4
支持的带宽	$\geq 100\text{MHz}$	4G 模式: $\geq 30+40\text{MHz}/40\text{MHz}$
		5G 模式: $\geq 100\text{MHz}$
是否支持外接天线	是	是
体积	$\leq 2\text{L}$	$\leq 3\text{L}$
重量	$\leq 2\text{kg}$	$\leq 3\text{kg}$
支持模式	5G	5G 单模模式
		4G+5G 并发模式
支持 4G 载波能力	--	4G+5G 并发时支持 4G 配置为 4 个载波

5.2 扩展型微站设备

扩展型微站是适用于办公楼宇、商场超市、宾馆酒店、宿舍住宅等多种室内覆盖场景。扩展型微站设备由主机单元、扩展单元、远端单元三部分组成，其中：

主机单元负责基站的协议栈处理，操作维护功能，由通用 X86 服务器+FPGA 板卡或 Soc 芯片组成。

扩展单元负责远端单元的 IQ 数据下行分发、上行汇聚，时钟同步，POE 供电等，包含 CPU 处理模块，FPGA 汇聚与分发模块，PSE 供电与外围电路模块；

远端单元为小功率 RRU 设备，具备射频收发功能（内置天线），包含 CPU 控制模块，传输接口模块，POE 供电与外围电路模块，RF 收发模块。

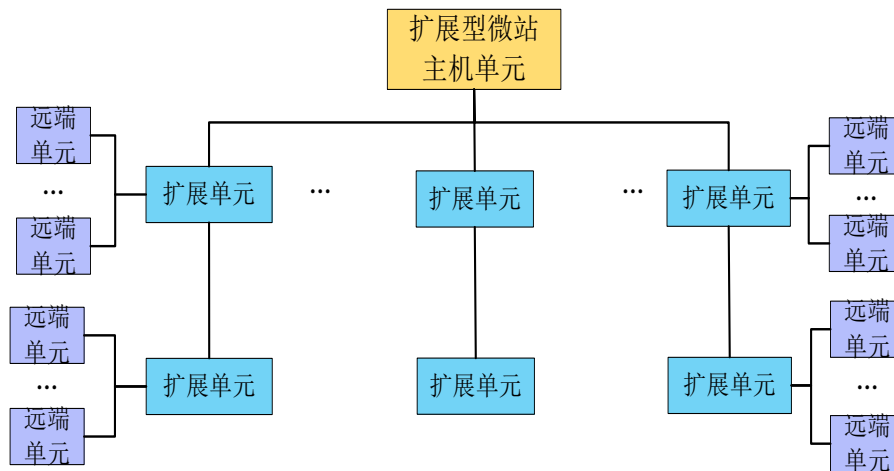


图 5 5G 扩展型微站组网架构

扩展型微站设备同时支持 SA、NSA，灵活应对 5G 网络架构需求；通过软件配置支持 CU/DU 分离和合设，满足不同的场景的配置需求，采用光纤/以太网布线的方式，可大大节省工程难度和建网时间。

中国联通 5G 扩展型微站产品基本能力如表 4 所示。

表 4 中国联通 5G 扩展型微站产品基本能力

内容	5G 单模 RRU	4G+5G 多模一体化 RRU
每通道发射功率	$\geq 250\text{mW}$	4G 模式: $\geq 100\text{mW}$
		5G 模式: $\geq 250\text{mW}$
通道数	2*2/4*4	4G 模式: 2*2
		5G 模式: 2*2/4*4
支持的带宽	$\geq 100\text{MHz}$	4G 模式: $\geq 20\text{MHz}$
		5G 模式: $\geq 100\text{MHz}$
是否支持外接天线	是	是
支持模式	5G	5G 单模模式

作为 5G 深度覆盖的低成本解决方案，数字微分布设备适用于中小场景的覆盖区域，利用其快速建设、组网灵活、工程简单等特点，可以短时间快速解决低价值盲区的信号覆盖问题。同时，数字微分布设备通过无线回传，将室外信号扩展到室内进行覆盖，扩展了室外信号的覆盖范围，提高室外基站业务量。

系统架构

The diagram illustrates the system architecture of a 3GPP network. It shows the following components and connections:

- 基站 (Base Station):** Represented by a tower icon, it connects to the **接入单元AU (Access Unit AU)** via a **3DFB 同轴电缆 (3DFB Coaxial Cable)**.
- 接入单元AU (Access Unit AU):** A device that receives signals from the base station and connects to the **控制单元MU (Control Unit MU)** via a **3DFB 同轴电缆 (3DFB Coaxial Cable)**.
- 控制单元MU (Control Unit MU):** A central unit that manages the network. It is connected to the **覆盖单元RU (Coverage Unit RU)** via **3DFB 同轴电缆 (3DFB Coaxial Cable)**. A cloud icon labeled **控制单元对系统集中供电 (Control Unit provides centralized power to the system)** is connected to the control unit.
- 覆盖单元RU (Coverage Unit RU):** Multiple units that provide coverage to mobile phones. Each unit is connected to a mobile phone via a lightning bolt symbol, representing a radio signal.
- 网管监控平台 (Network Management and Monitoring Platform):** A yellow box containing a **SMSC 服务器 (SMSC Server)** and a **网管中心 (Network Management Center)**. It is connected to the **控制单元MU (Control Unit MU)** via a green line.
- SMS SMPP:** A cloud icon representing the Short Message Service (SMS) and Short Message Peer-to-Peer (SMPP) protocol, connected to the **控制单元MU (Control Unit MU)** via a lightning bolt symbol.

中国联通 5G 数字微分布产品分为一体化微分布和扩展型微分布产品，产品基本能力如下所示：

版权所有 ©中国联通网络技术研究院, 2019

- ✓ 系统带宽：100M
- ✓ MIMO：支持 2T2R
- ✓ 接入形式：无线接入
- ✓ 低功率：小于 100mW
- ✓ 低功耗：单模块小于 10W
- ✓ 低时延：≤1us
- ✓ 组网方式：链状+星状拓扑结构，由控制单元、扩展单元、覆盖单元组成，覆盖单元单元支持扩展；
- ✓ 传输方式：扩展单元集中供电，控制单元和覆盖单元通过同轴电缆远程供电；
- ✓ 监控能力：可监可控，可以监控到每个远端覆盖单元；
- ✓ 抗干扰：系统采用数字处理技术，结合系列不干扰网络算法，有效控制发射噪声。

6 中国联通 5G 数字化室分创新发展联盟及推进计划

6.1 中国联通 5G 数字化室分创新发展联盟

为推动 5G 室内数字化产品生态范围扩大，中国联通拟成立数字化室分创新发展联盟，联盟以“求同存异，合作共赢”为主题方向，聚合联盟成员资源，共同推动 5G 数字化室分产品生态范围扩大，推动数字化室分产品的开发和应用推广，做大市场规模，助推联通 5G 精品网络建设，实现共赢。

6.2 中国联通 5G 数字化室分创新发展联盟推进计划

数字化室分产品解决方案是中国联通应对 5G 网络网络演进和 5G 业务发展需求而提出的系统解决方案，涵盖了对网络架构、设备产品、技术方案等多方面的研究，是一个系统工程。因此，数字化室分产品设备研究必须采用逐步演进路线，即分阶段逐步推进数字化室分产品的实现，近期推进规划如下：

（1）. 成立数字化室分创新发展联盟

- ✓ 与各合作单位共同成立数字化室分创新发展联盟；
- ✓ 完成中国联通 5G 数字化室分技术白皮书制定并发布；

（2）. 制定产品技术标准

- ✓ 制定室内一体化微 RRU、扩展型微站、数字微分布各设备技术要求；
- ✓ 推动相关产品/设备研发；
- ✓ 在实验室及外场进行产品以及方案的验证；
- ✓ 推进试点的应用部署，进而推广至全网应用；

（3）. 网管统一

- ✓ 制定统一的南/北向接口规范；
- ✓ 所有厂家数字化室分产品纳入统一标准化管理；

（4）. F1 接口标准化

- ✓ F1 接口标准化，异厂商进行互操作与协商；
- ✓ 实现 CU 单元标准化，方便管理；

推动不同设备形态数字化室分产品研发和落地，实现 5G 室内覆盖差异化部署；后续以前期成果为指导，推动 F1 接口标准化研究和白盒化基站设备研发；形成一个开放的产业链格局，保障新老设备、异厂家间的接口互通，实现数字化室分产品灵活而方便的部署。

7 总结与展望

5G 网络将部署在 C-Band 及更高频段上，频段越高，信号损耗更加严重，室外覆盖室内已无法满足深度覆盖需求，现网无源器件无法兼容 5G 频率，无法直接合路升级支持 5G，新天馈器件在 5G 频段损耗高，部署成本高；同时，大量的业务需求又势必要求多天线技术在室内也开展广泛的应用，业务的需求也驱动室内网络整体性的向数字化转型，5G 室内系统全面向数字化，大容量、易部署、可监控演进。

5G 时代数字化室内网络产品部署规模将明显提升，多样化室内场景有多样化网络需求，需扩大 5G 室内数字化产品生态范围，不同产品形态对应不同室内场景，形成差异化部署。

我们诚挚的邀请所有电信设备厂商、IT 系统厂商、芯片厂家以及所有关注数字化室分的研究机构共同参与到 5G 数字化室分产品的研发以及推广，扩大数字化室分产品生态圈，实现共赢。