5G小基站国产化方案的蝶变之旅

广东森越科技有限公司　胡应添

目 录

01 / 5G与行业深度融合与热点政策解读

02 / 端到端5G NR专网解决方案

03 / 5G基站与核心网产品国产化方案和演进

01 5G与行业深度融合与热点政策解读

中国5G发展速度引领全球

- 截至目前，我国已部署**5G行业专网超过10000余个**，覆盖工业、教育、文旅、医疗、交通等多个行业，形成一批具有商业价值的典型应用场景，5G专网建设和创新应用进入快车道；
- 5G与工业互联网融合应用更是从生产外围环节逐步延伸至研发设计、生产制造、质量检测、故障运维、物流运输、安全管理等核心环节，**5G从由浅入深赋能工业互联网**。

264万个基站数量
占全球比例超过60%

5.5亿 5G连接数
占比全球超过65%

17亿物联网连接数
占比全球70%

2万+个5G行业应用
覆盖40多个垂直行业

双增长运营商收入和利润
收入+8%，利润+12%

前三
中国三大运营商在GSMA排名

附：数据来源 GSMA报告

5G To-B业务持续突破，行业需求日臻旺盛

- **5G专网建设进入旺盛期**

- 前期建设驱动力仍然以典型行业为主，**后续需要面向全行业展开**

- 产品类型稳定，**在现有基础上的优化、组合和创新为主**

产品、技术、网络日臻成熟

- R15/R16 eMBB基础版本已经完全
- 产品系列完备、整体成本向4G靠拢
- 网络基础框架稳定，专网需求旺盛



全频段、全行业5G化

- 低频段重耕快于预期
- 部分区域开始多层网络建设，频段系统初现成效
- **首张5G专网频段发布**

产业链的新机会

- 随着R17版本的发布，面向行业的拓展更加宽泛
- RedCap标准与技术带来产业链的新机会

5G与行业融合技术产业发展路径，日渐清晰

第一阶段：5G基础技术及产业叠加赋能

管理系统融合产业

- 超高清视频监控
- 生产周边信息采集
- 质量监测

基础5G技术产业

- 超高清视频监控
- 生产周边信息采集
- 质量监测

第二阶段：5G面向行业技术和产业优化赋能

单系统控制融合产业

- 5G+PLC/DCS控制
- 5G+机器视觉检测
- 5G+大型机械远程控制

增强5G技术产业

- 精简化5G RedCap
- 高精度室内定位
- 即插即用5G LAN

第三阶段：5G融合技术和产业变革赋能

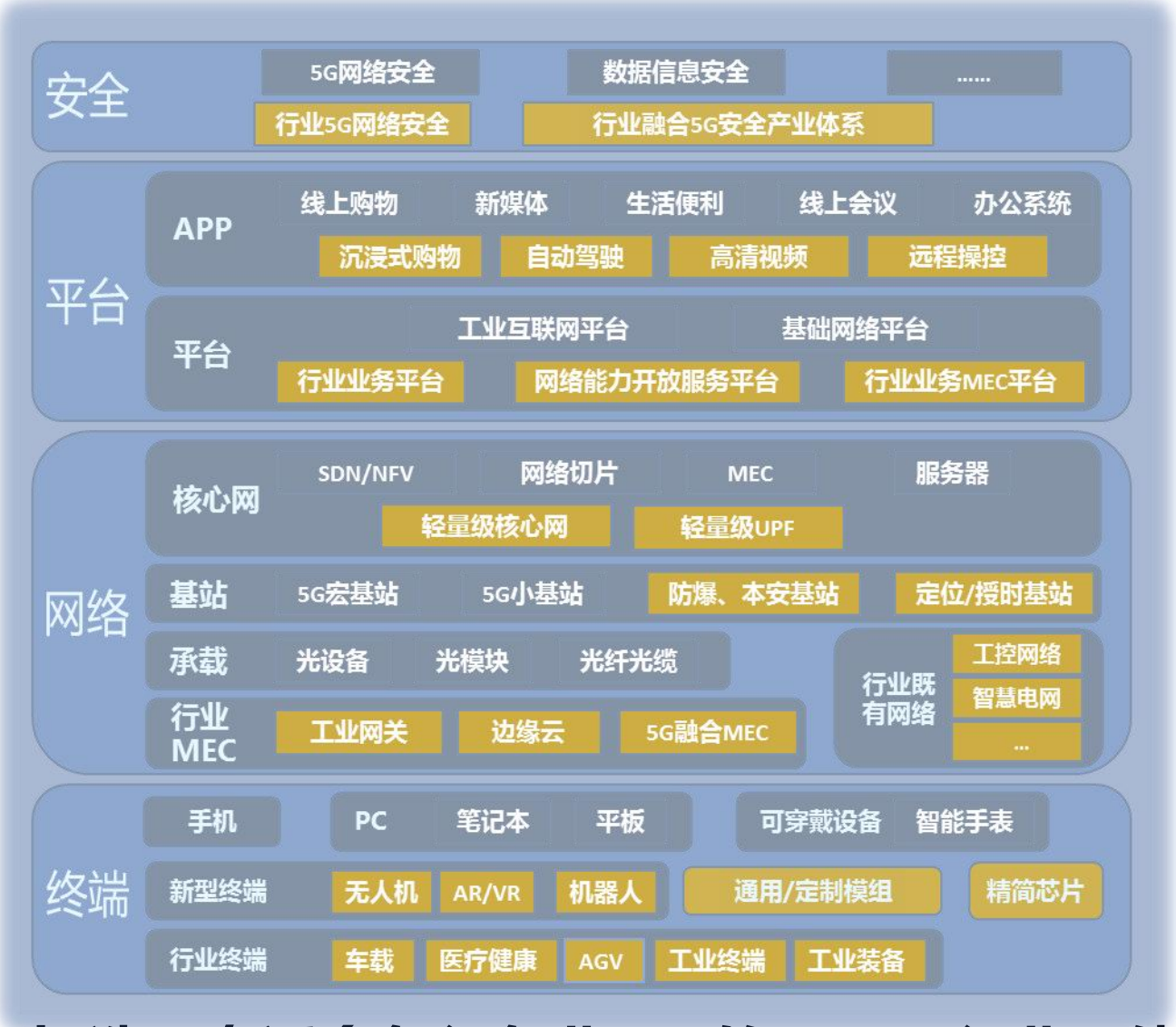
多系统融合产业

- 5G+全连接工厂
- 5G+柔性产线
- 5G+数字孪生

智能5G技术产业

- 云网、算网融合
- 确定性通信
- AI自智网络

5G与行业深度融合，催生新的产业体系



5G与行业的紧密融合，涉及终端、网络、平台、安全等领域的全方位变革：

- 终端：适配行业需求的功能和性能，低成本，多样化；
- 网络：可独享、安全可靠、低成本、根据行业需求可伸缩；
- 平台：基于云平台、行业 APP 的融合应用综合性解决方案；
- 安全：既满足公知安全体系，也满足行业自有安全诉求。

可持续发展的商业模式的持续创新：

- 打破传统纯设备销售的模式，走向行业方案整合；
- 行业自身利用其经验优势向上游技术和产品创新；
- 端到端的整体解决方案，IT+CT+OT 融合的综合性解决方案；
- 云网融合已从概念走向应用，协同模式雏形初现；
- 网络流量服务的商业模式走向多量纲模式。

打造一套适合各行各业DIY的”5G+行业“体系更符合5G时代？---”易“融合

热点政策1--工信部发放首张企业5G专网频率许可（1/2）

- 工信部2022年11月已给中国上海商飞发放了第一张企业5G专网的频率许可，**5925~6125MHz和24.75~25.15GHz为工业无线专用的频段。**

附：新闻内容

工联网消息(IItime) 在今天召开的“2022年中国 5G 发展大会”上，中国工程院院士邬贺铨表示，应发挥频谱领航作用，助力5G应用扬帆。他建议为工业互联网应用划出专用频段，这样不仅可避免与公众业务间干扰，而且5G CPE/工业模组不必再按多频多模配置，可显著降低成本。

邬贺铨指出，5G企业网分为三种模式：中小企业可以通过网络切片方式使用公众通信网；运营商向企业出租专用基站和下城到企业的UPF，核心网控制面在运营商，但基于IPv6的UPF分流，可保证企业敏感数据不在公众网落地；**大企业可申请专用频率自建5G专网，可实现灵活按需分配TDD上下行时隙，该专网仍可交由运营商代维。**

“5G面向消费应用时TDD下行容量高于上行，而企业应用有相反需求。在运营商同一载频内不同上下行配置的信道间易产生互相干扰。”邬贺铨建议，为工业互联网应用划出专用频段，这样不仅可避免与公众业务间干扰，而且5G CPE/工业模组不必再按多频多模配置，可显著降低成本。还可考虑为企业应用提供单独的上行载频，适应大上行的应用。

据悉，工信部近日已给中国上海商飞发放了第一张企业5G专网的频率许可，5925~6125MHz和24.75~25.15GHz为工业无线专用的频段。



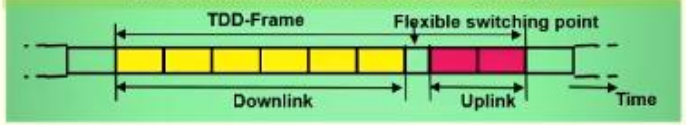
热点政策1--工信部发放首张企业5G专网频率许可（2/2）

专家解读

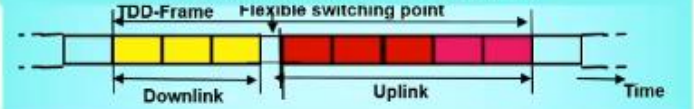
发挥频谱领航作用助力5G应用杨帆

模式	基站	核心网（5GC）	
		用户面	控制面
1	企业	企业	企业
2	运营商	企业	企业
3	运营商	运营商	运营商

面向消费者应用的TDD上下行配置



面向工业应用的TDD上下行配置



5G面向消费应用时TDD下行容量高于上行，而企业应用有相反需求。在运营商同一载频内不同上下行配置的信道间易产生互相干扰

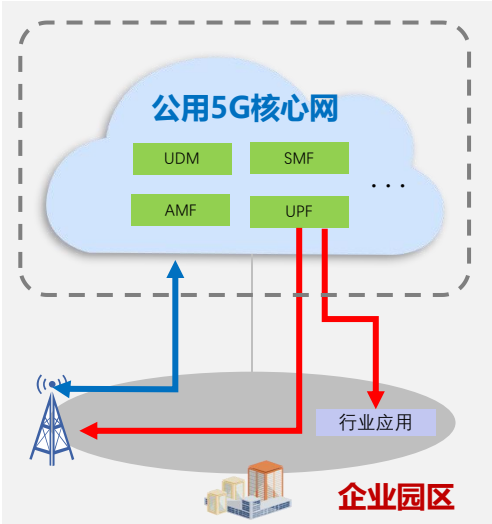
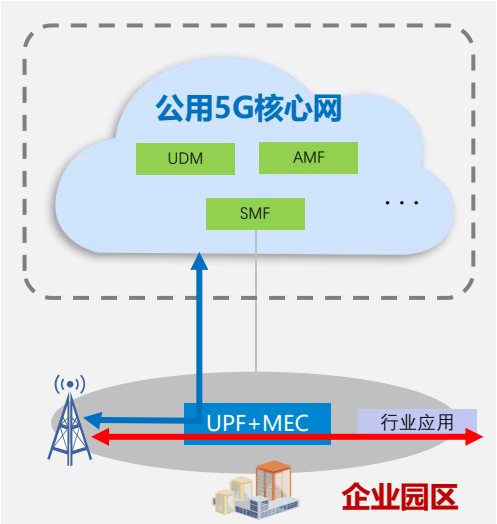
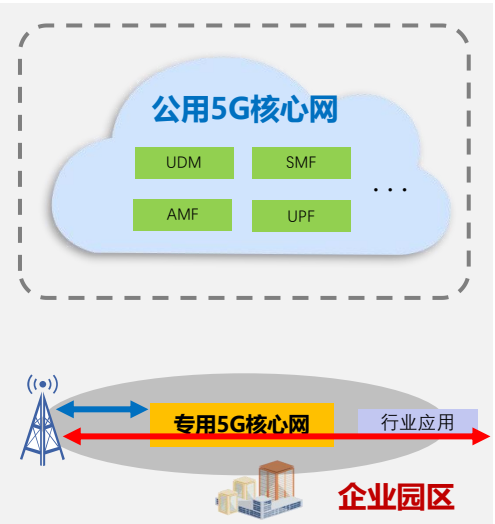
- 通过对2G/3G频谱重耕，为5G提供更多低频段频谱。
- 5G企业网模式
  - 中小企业可以网络切片方式使用公众通信网；
  - 运营商向企业出租专用基站和下沉到企业的UPF，核心网控制面在运营商，但基于IPv6的UPF分流，可保证企业敏感数据不在公众网落地；
  - 大 企业可申请专用频率自建5G专网，可实现灵活按需配置TDD上下行时隙。该专网仍可交由运营商代维。
- 建议为工业互联网应用划出专用频段，不仅可避免与公众通信业务间干扰，而且5G CPE/工业模组不必再按多频多模配置，可显著降低成本。还可考虑为企业应用提供单独的上行载频，适应大上行的应用。
- 工信部现已划出 5925~6125MHz和24.75~25.15GHz为5G工业无线专用频段。



02 端到端5G NR专网解决方案

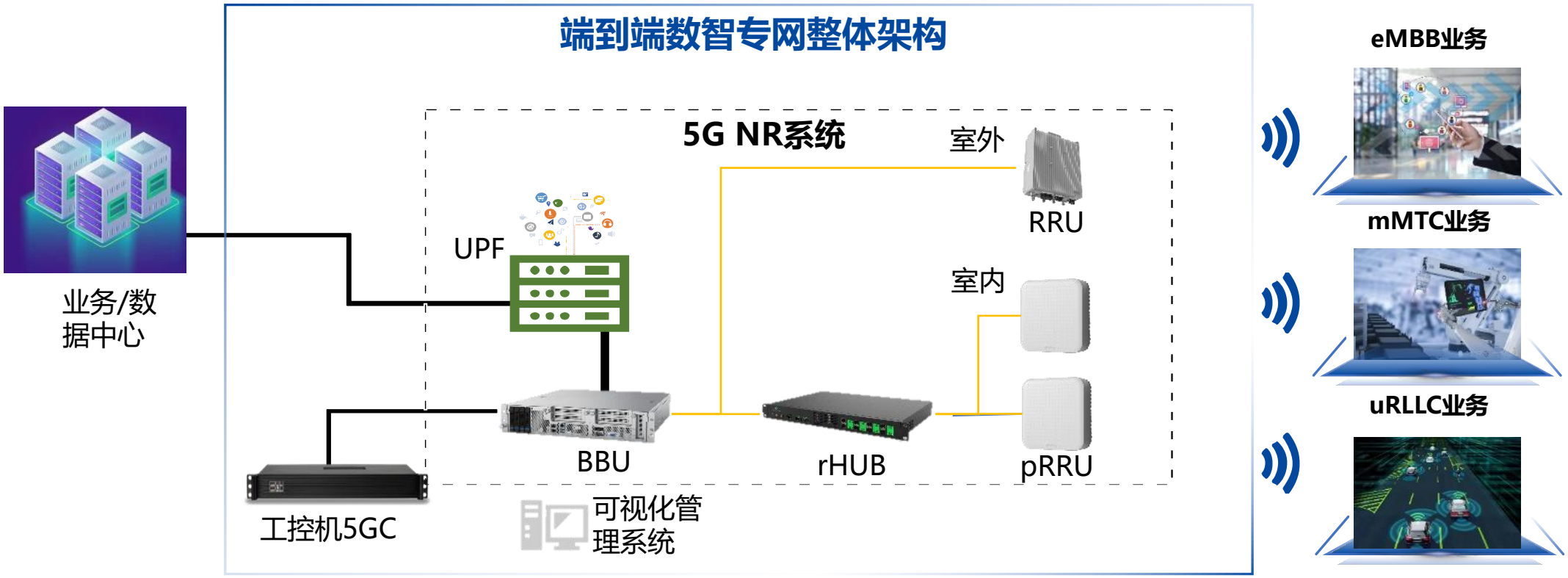
3种典型5G专网部署场景，独立专网更加安全

➢ 通过5G专网实现与行业的业务集成，**实现5G网络向行业的进一步延伸**，赋能和助力行业的数字化演进

部署场景	1、共享专网	2、混合专网	3、独立专网
			
信令传输路径 媒体传输路径			
部署特点	**复用运营商大网为企业构建虚拟专网**	**控制面公用、UPF/MEC下沉企业园区**	**专用5GC整体下沉企业园区，与公网隔离**
优势	• 充分复用大网资源构建企业专网，运营商可规模建网应对千行百业需求 • 企业无建网成本	• UPF部署在园区，可保证低时延 • 控制面复用大网，企业建网成本低	• **5GC物理隔离，保证企业数据高安全** • 网络自主可控，定制灵活
劣势	• 企业数据安全取决于运营商网络安全 • 时延取决于运营商的UPF部署位置	• 对于需要物理隔离和信令/数据不出园区的特定行业，本部署方式无法满足	• 运营商管控能力弱 • 企业需要具备5GC基础运维能力

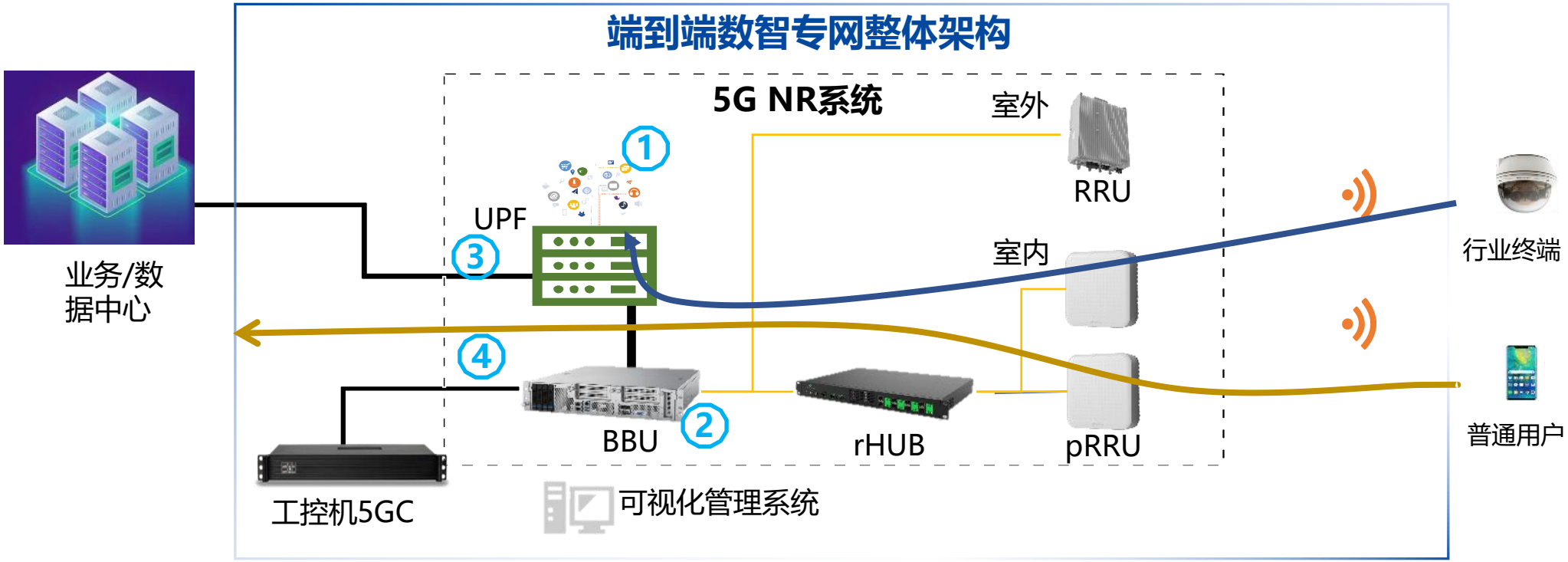
端到端5G NR独立专网解决方案

- 通过5G专网实现与行业的业务集成，**实现5G网络向行业的进一步延伸**，赋能和助力行业的数字化演进



“5G+数智专网”为端到端产品解决方案，提供包括**企业级5G核心网、UPF、5G基站系统、CPE终端**等，为To-B行业提供“确定性+服务化”5G NR专网建设，支持行业面向5G的数智化转型与升级。

提供更加安全的本地化业务集成，确保业务与数据安全



5G 开放平台小基站网络能力开放

① UPF能力开放

- ICT网络连接能力开放
- 第三方应用集成能力开放

② 小基站本地分流能力

- BBU 支持本地流量卸载，低时延；
- 数据不出厂，安全保障；

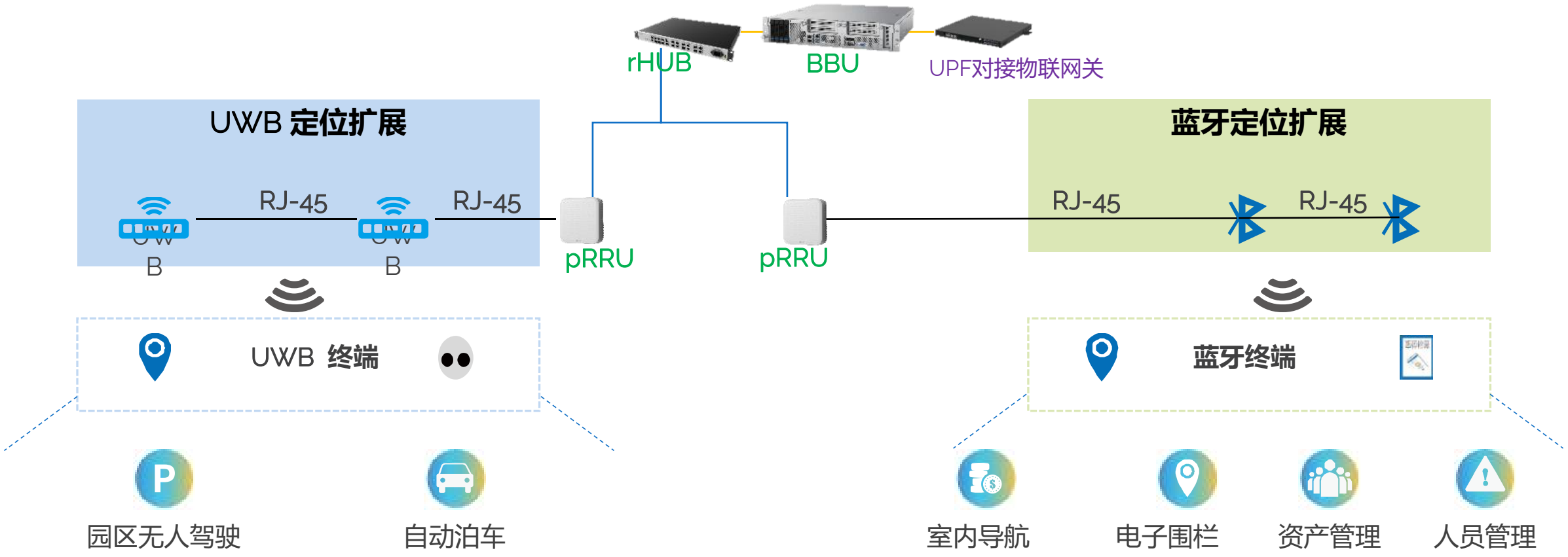
③ 本地业务集成

- 标准化5G数据面下沉，低时延
- 数据不出厂，安全保障；

④ 轻量级核心网能力

- 支持工控机部署5GC，
- 物理专网解决方案，最高安全需求保障
- 低延时、高可靠

支持物联扩展定位，业务分层分级，满足行业差异化需求



物联接口开放特性

- 支持RJ45 POE物联接口，物联数据IP透传至智慧网关
- 通信、导航、定位、物联一体化
- UWB室内定位精度：20厘米-50厘米
- 蓝牙室内定位精度：3米-5米

端到端5G专网产品总览

5G 无线网

室外设备

大功率小基站

室内设备

皮基站

一体化



5GC核心网

5G 核心网

工控机5GC

企业级5GC

云化5GC

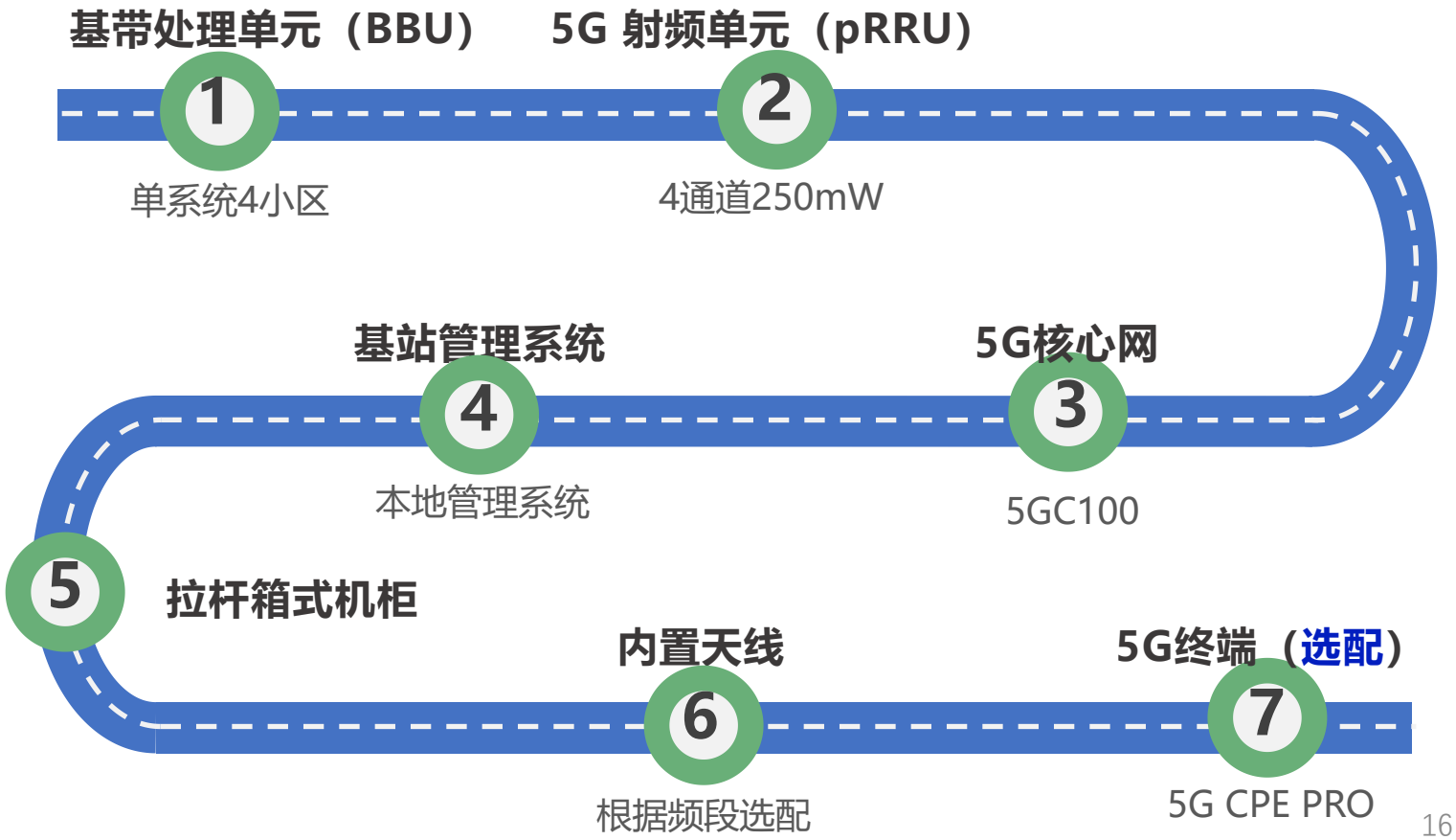
核心网：5GC、UPF、IMS

（BOSS、Netnuman网管)

可移动式5G专网一体机产品与解决方案

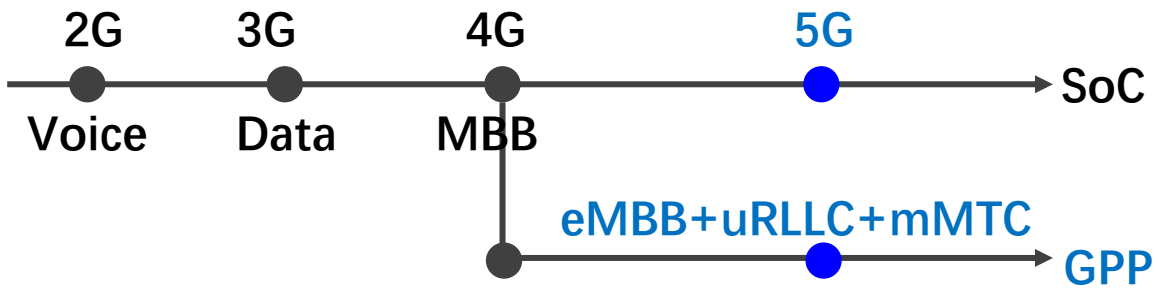
- 集成了5GC核心网、UPF、5G NR 基站的“5G专网+边缘计算”的一体化产品；
- 具有云化融合、功能全面、轻量节能、私密可靠、应急独立运行、结构紧凑、体积小、功耗低等特点；
- 采用工控机，部署5GC、MEC和5G基站系统，满足高温、低温的场景需求，适用更多的应用场景；

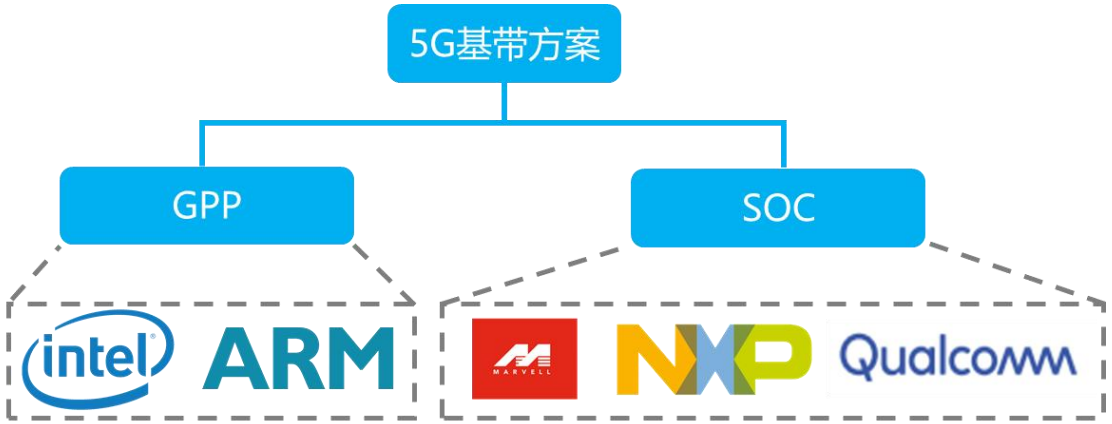




5G开放平台小基站芯片现状

面向开放架构的芯片产业化能力已经成熟，满足5G网络开放性的建网诉求





- 4G中后期，通用处理器平台GPP方案逐步成熟，并在日本规模商用，成为RAN的一个技术分支
- 5G不仅面向人-人通信，更多聚焦人-物通信，物-物通信，**GPP开放平台以其灵活性及与IT天然亲近性，将在5G有更大更多应用场景**
- **GPP方案，更容易实现5G无线“云网算业”融合**

产业成熟度

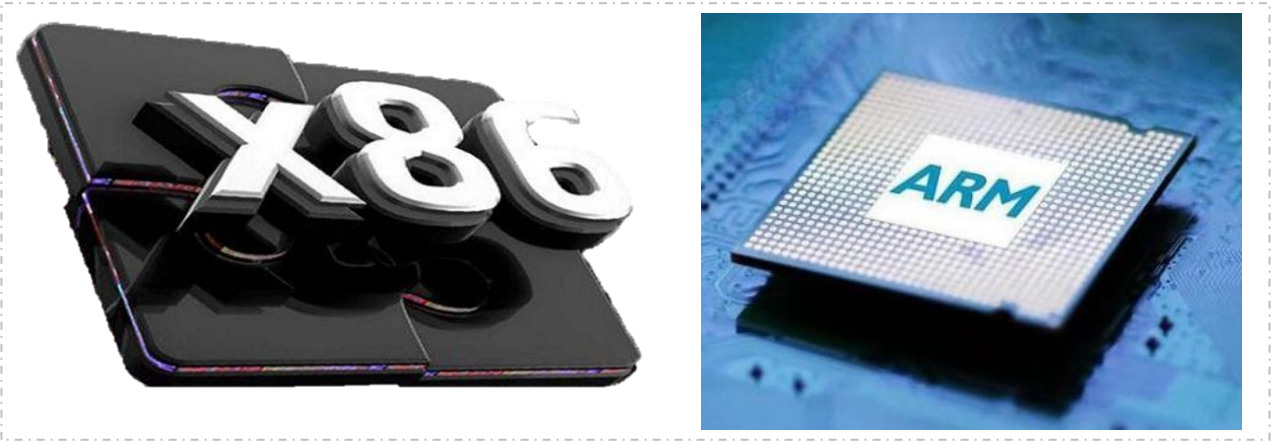
- GPP在5G提前发力，Intel方案在众多方案中成熟度最高，已达到规模商用状态
- 高通SOC方案已经推出，正在加速成熟
- 21H1开始，5G基带方案产业链已经成熟，促进**低成本方案**的加速商用

03 5G基站与核心网产品国产化方案和演进

对国计民生领域，基于ARM架构的芯片与应用，存在安全隐患

- X86与ARM阵营，仍然存在指令集架构已形成垄断、专利壁垒森严、产业链安全瓶颈等诸多问题及网络安全隐患；
- 自主研发，才能回归解决安全之本，而基于RISC-V的芯片自主研发，方显突围之策；

基于RISC-V指令集的芯片自主研发与国产化突破



- 指令集架构已形成垄断
- 专利壁垒森严
- 产业链安全瓶颈 (“卡脖子”)
- 存在安全隐患

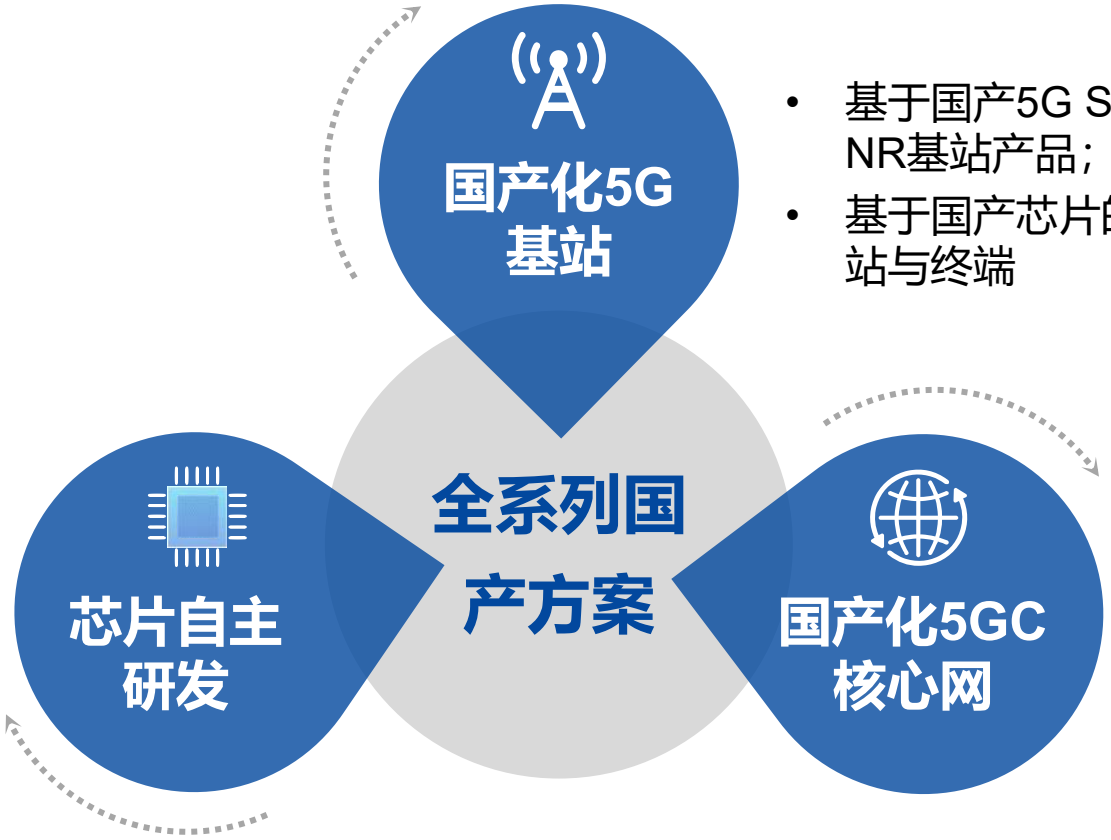


RISC-V 典型优势：

- **技术优势:** 没有历史包袱；
- **市场优势:** 新的市场足够支持RISC-V的发展；
- **管理优势:** 目前暂时没有任何一家企业主导RISC-V

从芯片、基站到5GC核心的全面国产化发展

- 为应对日趋严峻的网络安全形势，需要实现了5G网络产品从芯片、终端、基站到5GC核心端到端的全面国产化方案与应用实践；



- 基于国产5G SOC的5G NR基站产品；
- 基于国产芯片的RedCap基站与终端

- 基于RISC-V的系列化芯片国产化；
- 基于RISC-V的RedCap终端与网络芯片国产化

- 5GC国产化平台与芯片适配；
- 信创UPF

国产化5GC核心网产品

基于国产芯片与操作系统核心网研发

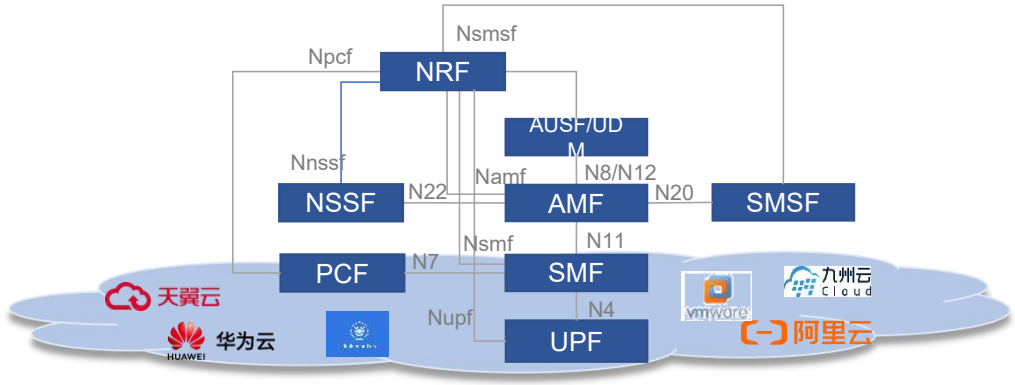
操作系统：Kylin-Server-10-SP1-Build20-20210518

内核版本：4.19.90-23.8.v2101.ky10.aarch64

国产化服务器适配：信创服务器

国产化芯片适配：FT-2000+/64

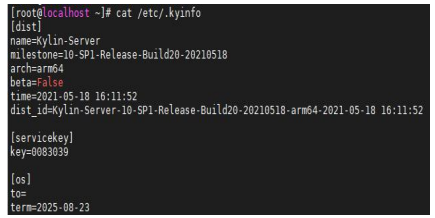
- 对于面向未来6G的无线云平台，国产化也必不可少，核心网系统先行进行国产化，从cpu芯片到操作系统均使用国产化产品替代，用飞腾芯片替代intel芯片，用麒麟操作系统替代linux操作系统，形成自主可控技术，逐步推广到整个平台。



麒麟操作系统Kylin-Server-10

信创服务器、国产CPU FT-2000+/64







5GC&UPF核心网的国产化验证进展与适配

- 国产化5GC方案成熟，且已经完成多方国产化功能测试与验证；

功能与安全验证

类别	验证进展	结果
功能验证	已完成	满足标准要求
性能验证	已完成	满足标准要求
网元验证	已完成	满足标准要求
安全认证	已完成	满足标准要求
信创UPF	已完成	满足标准要求
信创5GC	已完成	满足标准要求

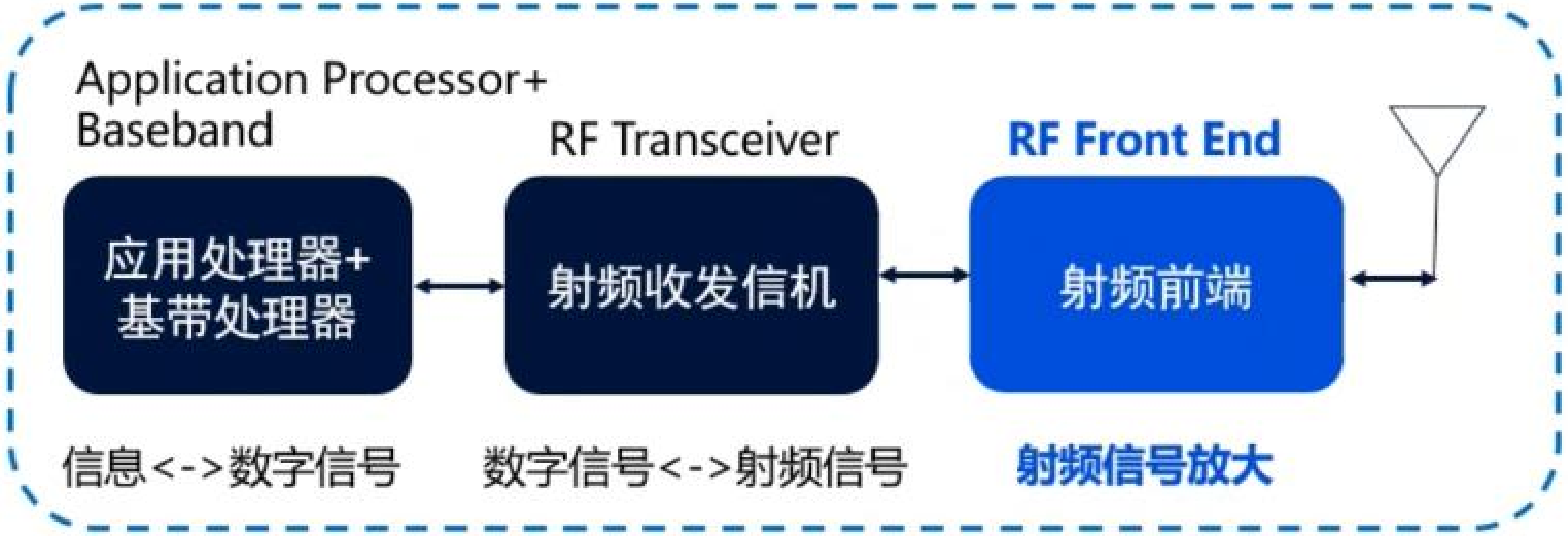
国产化芯片适配

芯片厂家	芯片型号
华为	鲲鹏系列
飞腾	飞腾 FT-2000+/64系列
紫光	紫光恒越 Hygon 7280
海光信息	海光已完成

国产化服务器适配

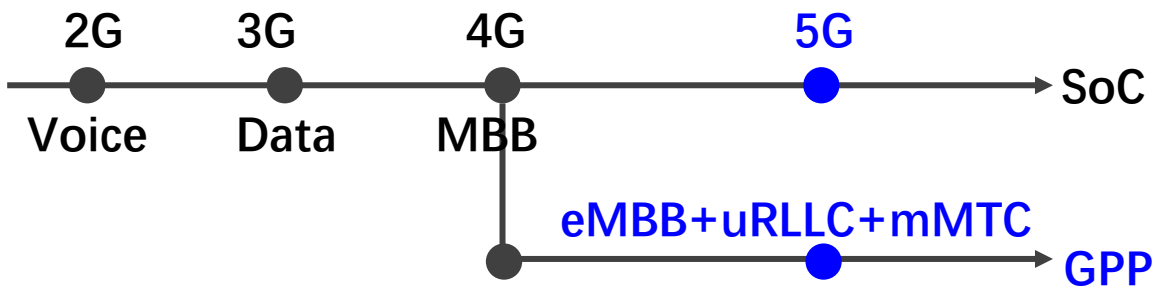
芯片厂家
华为
中兴
浪潮
新华三
广电五舟
中科曙光
中国长城

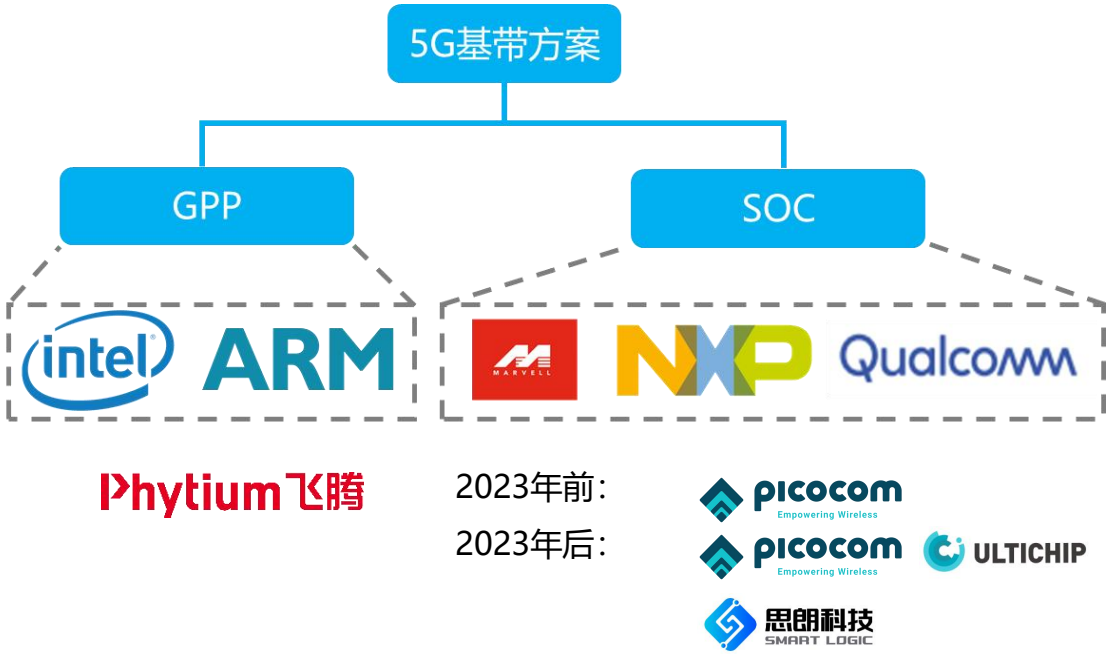
5G小基站信号处理全链条



5G开放平台小基站基带芯片国产化演进

面向开放架构的芯片产业化能力已经成熟，满足5G网络开放性的建网诉求





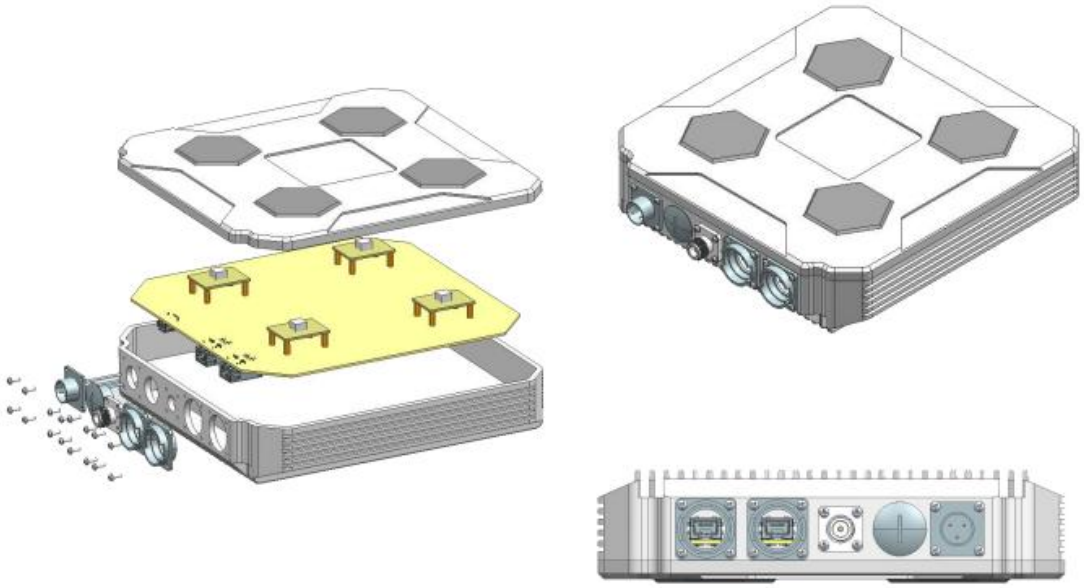
■ 技术发展路线

- 4G中后期，GPP方案逐步成熟，并在日本规模商用，成为RAN的一个技术分支
- 5G不仅面向人-人通信，更多聚焦人-物通信，物-物通信，**GPP开放平台以其灵活性及与IT天然亲近性，将在5G有更大更多应用场景**

■ 产业成熟度

- GPP在5G提前发力，X86方案在众多方案中成熟度最高，已开始规模商用
- 22H1开始，GPP基带国产化方案产业链逐渐商用
- 比科奇的SoC方案已经推出，小基站产品试商用
- 更多国产化SoC方案正在推出，

基于比克奇的PC802的一体化小基站国产化方案



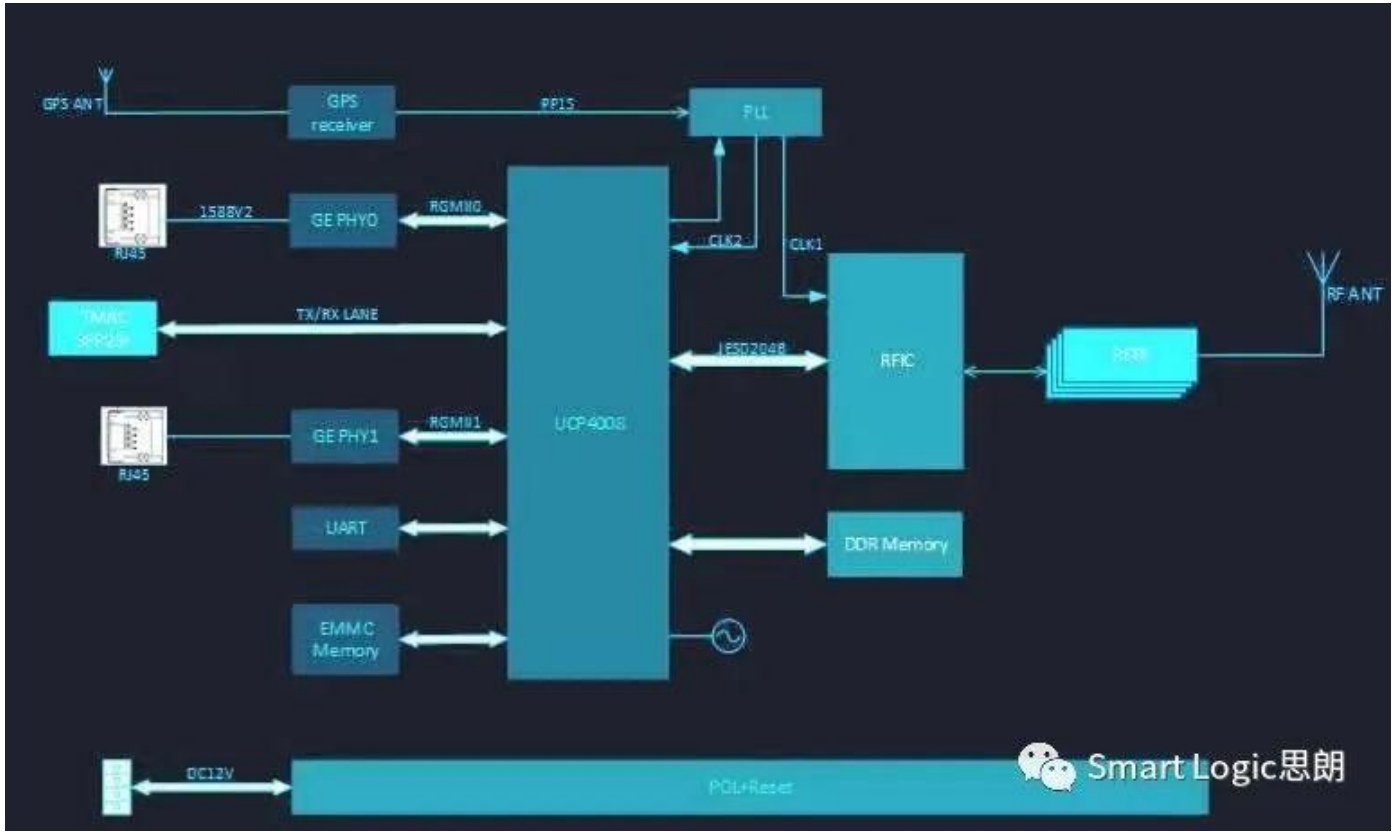
- 模块化硬件设计架构，灵活应对不同频段及制式
- 支持多运营商N41/N78/N79 频段
- 支持SFP光口和GE电口



思朗科技推出高性能、低成本5G小基站解决方案

思朗科技凭借多年来在国产自主处理器研发的技术积累，聚焦无线通信小基站芯片市场，相继推出上一代UCP1002和最新的UCP4008，其中UCP1002已经在行业市场得到应用。最新的UCP4008，采用12nm工艺，典型功耗15瓦，集成了数字基带核和NPU协议栈核，单芯片可以实现整个基站L1，L2和L3的运行。

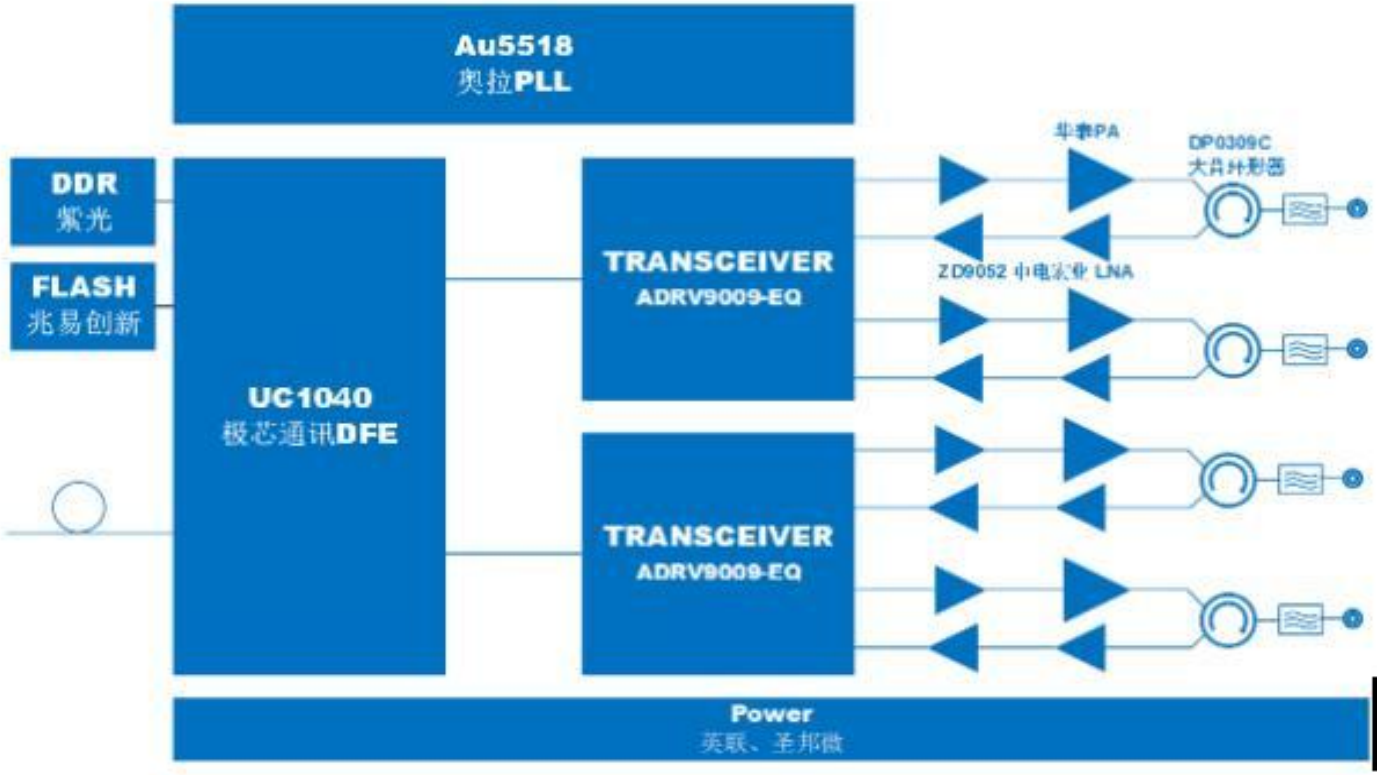
UCP4008的接口丰富，适用于多种基站形态，也同时支持GPS，1588V2，SyncE和空口同步。思朗科技将进一步丰富小基站的产品体系，也正在研发支持16T16R的微基站基带芯片和更低成本的家庭站芯片。



基于极芯DFE芯片的pRRU国产化方案

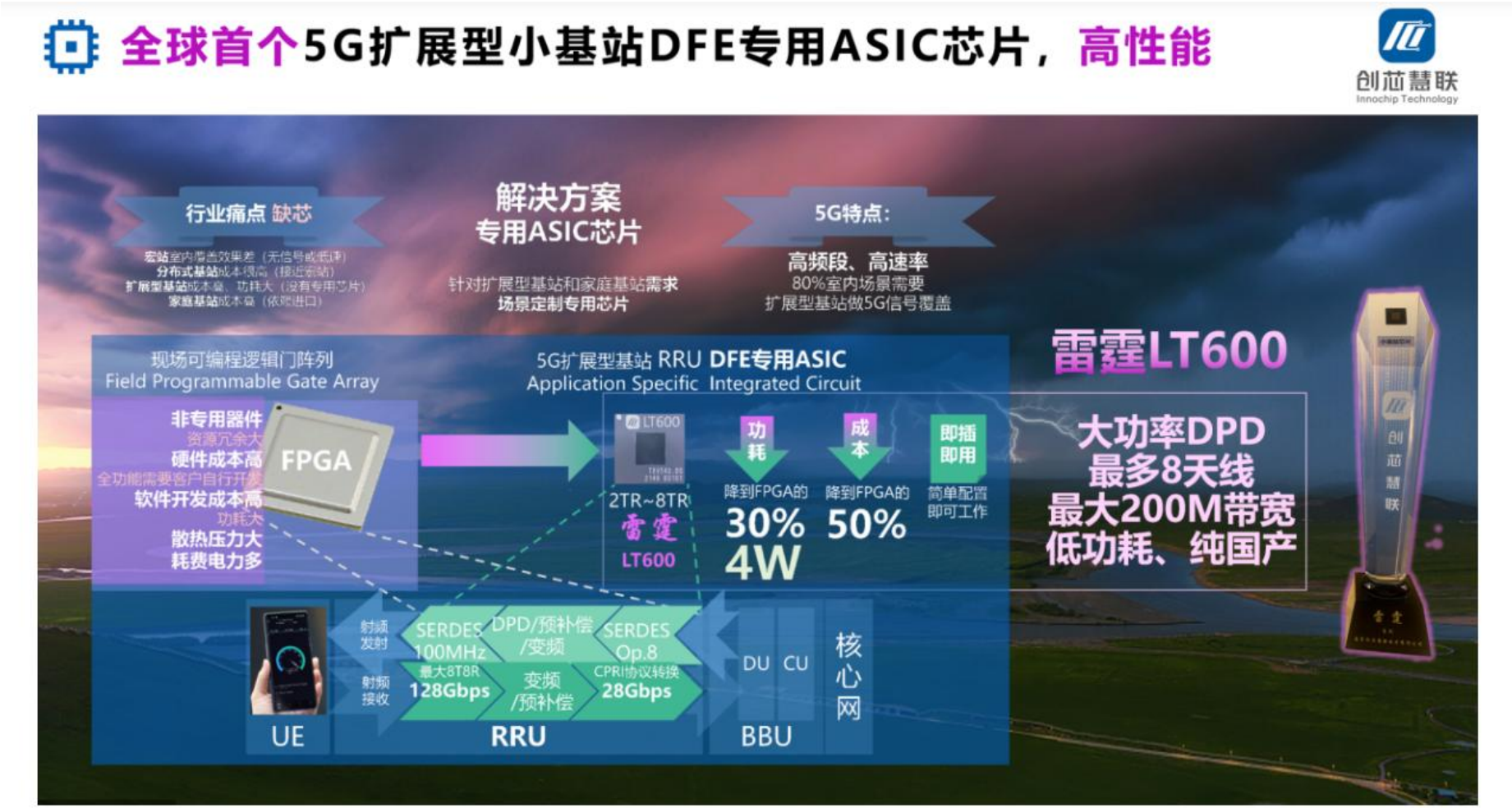
极芯通讯与中国移动研究院联合开发了一款5G无线云小站参考设计，该参考设计采用极芯通讯的梅里UC1040芯片，集成紫光存储、苏州华泰、中电宏业，奥拉、大普等的芯片，实现了一款支持4T4R/2T4R 4G、5G双模的国产化RU的参考设计。



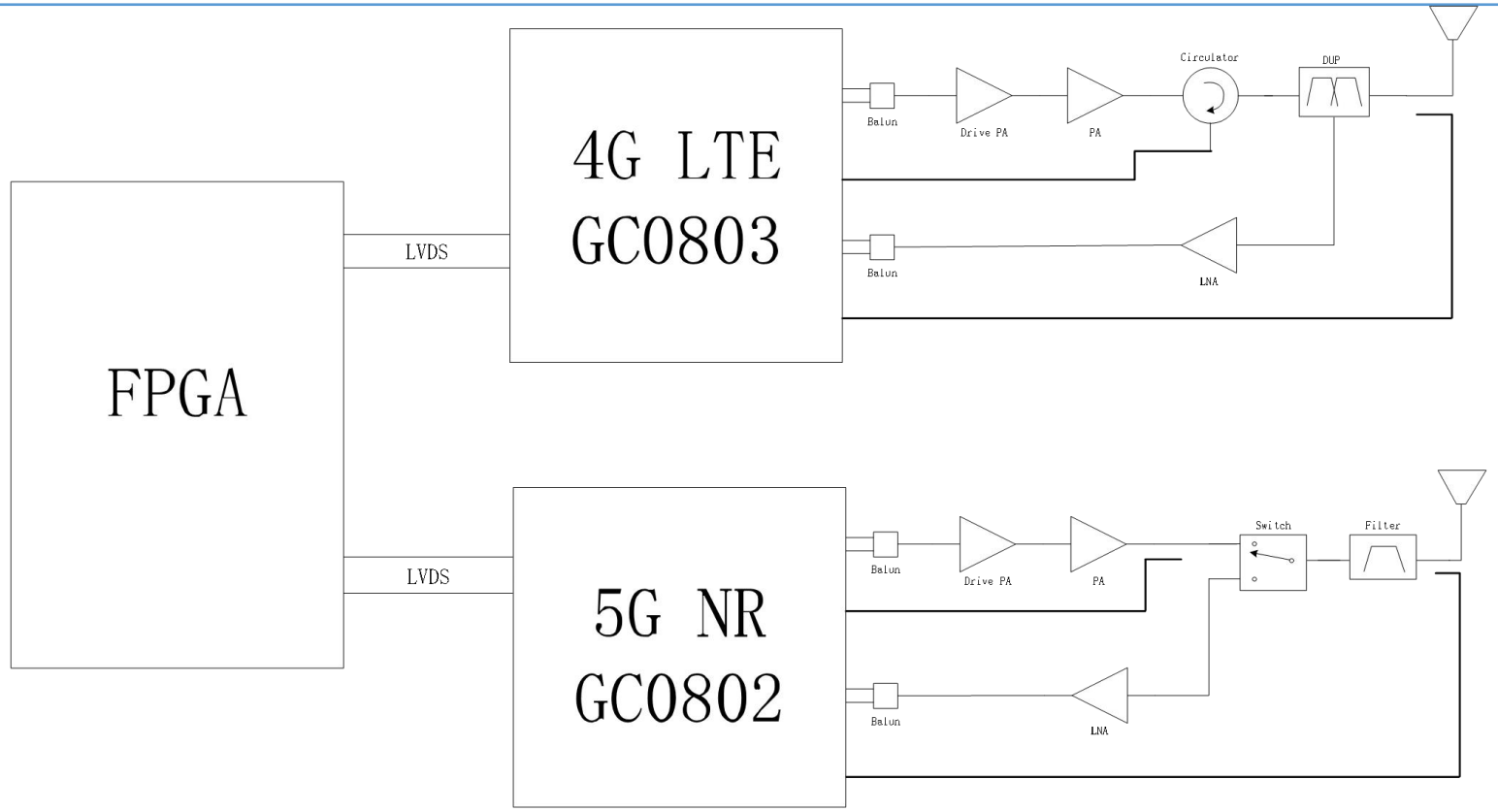


创芯慧联首发全球首款5G扩展型基站DFE商用芯片-雷霆7900

雷霆7900支持高性能DPD、最大10流收发通道、具有2TR到8TR灵活配置、全面支持OTIC最新规范、可以达到同等配置FPGA的30%功耗和50%成本，能够有效破解城市公共热点区域5G高频信号深度覆盖的难题。”



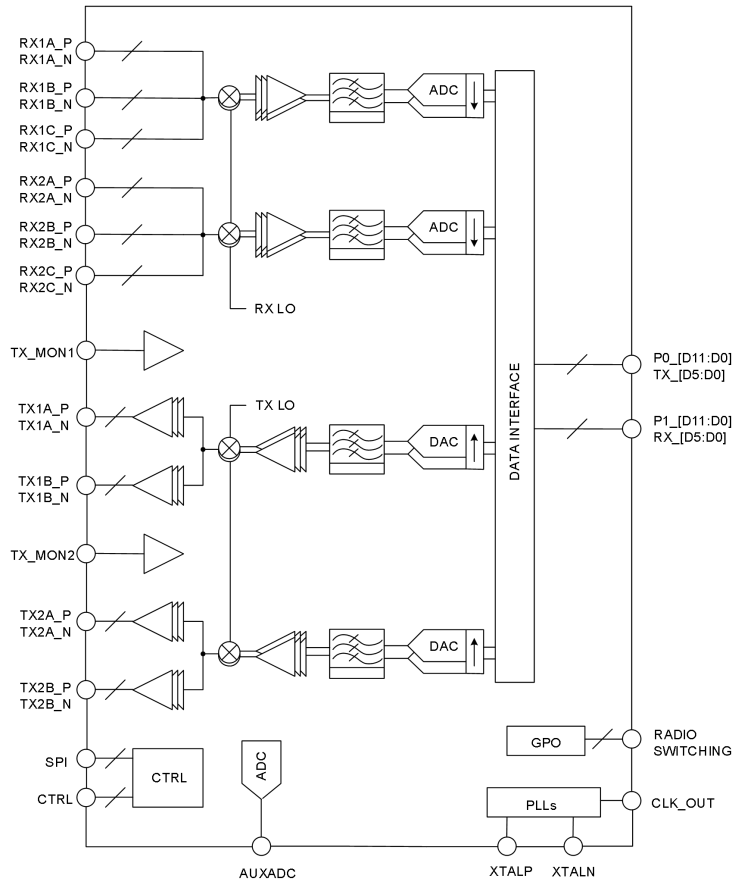
地芯科技国产化Transceiver-GC080X应用方案：5G小基站



1. 使用地芯的GC080X系列芯片，基于LVDS接口
2. 图中4G、5G都只画出了一路，实际应用中都有两路，只是复制即可
3. 每一颗GC080X可以带2路TRX通路，4G的选GC0803，5G的选GC0802

地芯科技主力5G国产化Transceiver产品：GC0802

10 × 10 mm ，2T2R Transceiver for 5G Applications



特性

- 可支持到100M 带宽，主要用于5G NR 100M的宽带通信
- 介于AD936X和AD937X之间的产品，不带DPD和ORX通道
- 支持虚拟芯片分割
- Freq.：200M-5GHz
- Bandwidth：12k-100M
- TX EVM <-40dB
- RX EVM <-38dB
- 功耗 TDD 100M 2TR < 800mW
- TX发射功率(CW) <7 dBm
- TX本振泄露<-55dB
- TX镜像抑制 <-55dB
- RX本振泄露 <-55dB
- RX镜像抑制 <-55dB
- RX线性度 IIP3= -13 dBm

优势

- 国内领先的5G收发机产品，性能可与国外标杆产品媲美
- 低功耗，并且供电可选用DC/DC芯片
- 硬件上P2P兼容AD936X，在应用系统中可以有效减省外围BOM成本

应用

5G小基站、5G光纤/无线直放站、无人机图传、特种通信

P2P: AD936X

当前状态：量产

GC080X 射频收发机芯片产品优势

地芯科技射频收发芯片性能及优势

超宽频、超宽带
- 30MHz-6.0 GHz超宽带工作频率，涵盖大部分通信频段
- 支持通道带宽范围为12 kHz 至 100 MHz

高集成度
- 集成双发双收通道
- 集成12bit高速高精度ADC/DAC
- 集成了所有VCO和环路滤波器器件
- 集成宽频，低相位噪声PLL及小数N分频频率综合器

可重构、可配置
- 搭载可重构、高动态范围ADC
- 支持TDD和FDD可配
- 双通道RX：6路差分或12路单端输入可配
- RX增益最大调节范围：102dB（52dB模拟/50dB数字）
- TX功率最大调节范围：98dB（48dB模拟/50dB数字）
- 多器件同步可配

高性能、超低功耗
- 极佳的TX矢量幅度误差：TX EVM <-40dB
- 出色的RX灵敏度：噪声系数可达3dB
- 超低功耗：<550mW (1T1R FDD)

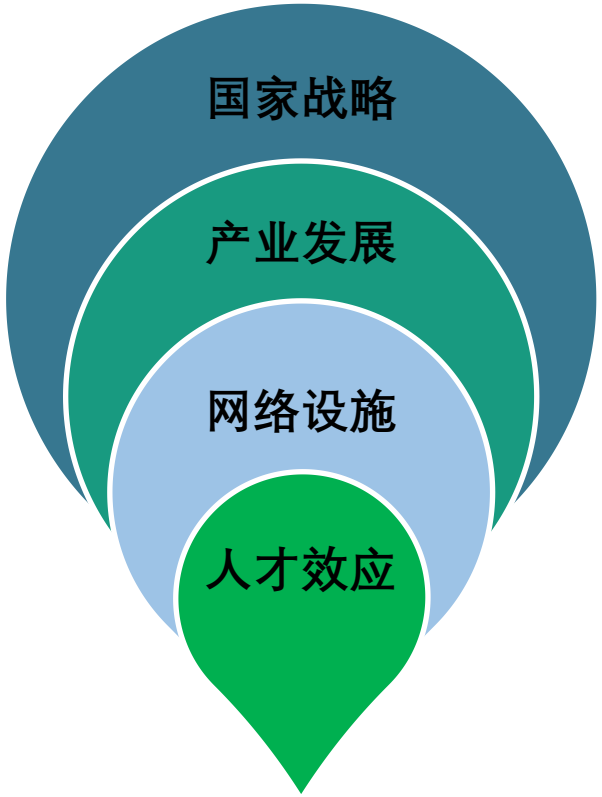
性能指标	AD936X	GC080X	对比
芯片面积	21.4 mm2	10.4 mm2	☺☺
频宽	70 MHz-6 GHz	30 MHz-6 GHz	☺
带宽	200K-56M	12K-100M	☺
功耗	>800mW	<550mW	☺☺
TX发射功率(CW)	7.5 dBm	10.5 dBm	☺
TX线性度	EVM < -40dB	EVM < -40dB	😐
TX本振泄露	<-50dB	<-55dB	☺
TX镜像抑制	<-55dB	<-55dB	😐
RX本振泄露	<-50dB	<-55dB	☺
RX镜像抑制	<-55dB	<-55dB	😐
RX灵敏度	NF=3dB	NF=4dB	☹

*FDD 1T1R 2.4G 20M 数据

国产化的战略意义：保障全产业链自主安全

面向全产业链的自主可控及产业链国产化，保障全产业链自主安全

秉承自主研发的理念，面向5G/6G及新一代通信与网络系统，持续技术创新，坚持走国产化道路，**从芯片到产品、从方案到设计均以国产化实现为第一目标，研发新一代安全网络产品**，实现面向全产业链的自主可控及产业链的国产化；



- 构建技术自主，安全可控的国产化生态，**夯实国家安全基础**
- 保障全产业链自主安全

- **抢占技术制高地，摆脱“卡脖子”困境**，带动产业链共赢；
- 打破芯片行业霸权主义的影响和制约；

- 网络基础设施全面国产化；

- 促进上下游产业链人才的培养与发展；

谢谢

