

5GSA 切片产业联盟系列白皮书
5G 行业终端切片白皮书

2021 年 6 月

联合编写单位及作者

中国联通智网创新中心：陈斌，冯毅，童磊，陈璇，庞博文

中国联通研究院：魏进武，许珺，朱子园，姜琳，周晶

鼎桥通信技术有限公司：张韶井，冯翔，佟学俭，杨小倩，孔胜淼，鲜柯，杨坤，姜盛琪

中国电力科学研究院有限公司：王智慧，孟萨出拉，杨德龙，韩金侠，朱思成，陈端云，苏素燕，陈锦山，夏炳森，陈瀚

珠海格力电器股份有限公司：李斌，谢义东

数字王国集团有限公司：数字王国

中国移动通信有限公司研究院：丁海煜，邓伟，李男，宋丹，金晨光，韩艾彤

中国电信集团有限公司：中国电信研究院

华为技术有限公司：任永铮，刘鹤贤，乔雷，童高升

物联网智库：彭昭，黄云皓

思博伦通信（亚洲）有限公司：于源江

亚信科技（中国）有限公司：朱多智，王志刚，曾港，王达

目录 Contents

01 前言

02 5G 行业终端切片典型业务场景

- 2.1 监控类终端
 - 2.2 自动控制类终端
 - 2.3 远程控制类终端
-

03 R15 到 R17 网络切片标准进展

- 3.1 R15 阶段标准
 - 3.2 R16 阶段标准
 - 3.3 R17 阶段标准
-

04 终端支持网络切片关键技术要求

- 4.1 终端切片系统总体架构
 - 4.2 终端切片流程中的关键参数
 - 4.3 终端基本切片功能
-

05 5G 行业终端切片解决方案

- 5.1 5G 行业终端与消费者终端支持切片差异化
 - 5.2 5G 行业终端支持切片解决方案
 - 5.3 5G 行业终端参考设计方案
-

06 切片与其他行业关键技术的结合

- 6.1 切片与 NPN
 - 6.2 切片与 5G LAN
-

07 5G 行业终端切片应用案例

- 7.1 多媒体行业切片
 - 7.2 智慧电力切片
 - 7.3 智慧港口切片
 - 7.4 智慧工厂切片
-

08 小结与展望



本白皮书主要通过对行业切片典型业务场景的分析，体现了行业终端切片的优势；结合网络切片的标准进展及终端支持网络切片关键技术要求，阐述了现阶段行业终端切片的能力现状和基本功能。对比行业终端和消费者终端支持切片的差异，提出了行业终端支持切片的解决方案，并展示了行业终端切片的具体应用实例。

02 5G 行业终端切片 典型业务场景



2.1 监控类终端

视频监控类终端是应用最广的行业终端，视频监控终端需要将摄像头采集到的图像、视频等上传到视频监控平台，对上行带宽有较高的需求。

视频监控与机器视觉、人工智能等技术结合形成智能监控系统，可广泛应用于城市安防、交通监控、工业巡检等场景，是实现平安城市的重要手段。当前视频监控业务主要使用 1080P 传输，并逐渐呈 4K、8K 等高清化趋势发展。

根据不同的分辨率需求，视频监控业务对上行网络性能的需求如下：

分辨率	网络速率要求	时延
1080P	≥ 4 Mbps	≤ 50 ms
4K	≥ 15 Mbps	≤ 50 ms
8K	≥ 60 Mbps	≤ 50 ms

5G eMBB 网络切片能满足视频监控业务的移动、多视角、高清的上行大带宽需求，为视频监控类业务进行端到端网络保障；同时，终端侧需要支持 5G 上行载波聚合功能以支持上行大带宽需求。

2.2 自动控制类终端

工业自动化控制类终端通常对网络的时延和可靠性有较高要求，以智能电网为例，其涉及的工业控制类场景包括智能分布式配电自动化、精准负荷控制等，对无线网络时延和可靠性提出了较高要求。

分布式配电自动化通过将主站的集中处理能力下沉到配电终端，通过配电终端之间的对等通信进行信息比对，从而实现快速故障定位、隔离及非故障区域的供电恢复，最大可能减少了因配电故障导致的停电时间和范围。由于分布式配电自动化依赖于终端之间的相互通信，对通信的可靠性有了更高的要求，需要网络满足 15ms 时延，5 个 9 (99.999%) 的可靠性，以及高安全隔离要求。

精准负荷控制系统是特高压直流电网的主要保护系统。特高压直流故障初期，为了阻止频率快速下降，调控中心需要快速切除可中断负荷。可中断负荷用户通常包括普通工业用户、大型商业用户、电动汽车充电站等日常负荷量较大的用户，具备用户数多、分布广的特点。通过 5G 切片实现配电终端的毫秒级精准负荷控制，快速切除可中断的非重要负荷，将经济损失和社会影响降到最低。

智能电网中控制类业务的网络需求如下表，通过 5G URLLC 网络切片可以满足智能电网的低时延、高可靠性需求。由于 URLLC 业务的关键增强技术大多在 R16 版本中实现，对于低时延业务类终端需要支持 R16 功能的相关特性以匹配 URLLC 网络需求。

应用	时延	带宽	可靠性
分布式配电自动化	≤15ms	≤2Mbps	99.999%
精准负荷控制	≤50ms	≤2Mbps	99.999%

2.3 远程控制类终端

对于远程控制类终端，通常需要多种切片同时保障大带宽视频信号和低时延控制信号。行业终端在远程操控等场景会同时接入 eMBB 切片和 URLLC 切片，需要在这种多业务并发场景仍能保障 URLLC 的业务体验。R16 通过定义多种场景下，业务和业务资源碰撞，不同信道碰撞时的优先级和抢占规则，对两种业务进行区分。即使在不同终端多种业务共存/复用时，可以保障 URLLC 业务的体验。

以智慧港口为例，其涉及的远程控制类场景有以下两类：

远程龙门吊。传统龙门吊是特殊工种，需要在 30 米的高空控制吊桥实现集装箱从船到岸的装卸，具有很大的安全隐患。通过远程控制龙门吊可以在地面中控室观看多路视频进行远程操作，一名远程控制人员可以操作 3-6 台龙门吊，极大提高了工作效率及作业安全性。单台龙门吊远程控制一般需要回传 10-15 路监控视频，1080P 分辨率下对带宽需求约 30Mbps，同时中控室与龙门吊的 PLC 通信对网络时延要求在 18 毫秒以内。

无人集卡（港口内部集装箱卡车）。传统港口通过内集卡来负责集装箱在堆场和码头间的水平运输，纯机械式作业极易造成卡车司机的疲劳驾驶。港口内部路况单纯，是实现内集卡自动驾驶的理想场景。调度平台通过控制信号实现对无人集卡的自动化调度，同时无人集卡要加装至少 4 路摄像头以便出现故障时实现远程故障判断和远程操作。

智慧港口的远程控制类业务网络需求如下表所示。5G 多切片可以在一个终端上同时实现 eMBB 切片和 URLLC 切片，同时保障视频信号和控制信号的稳定传输，满足远程控制类终端的多种网络需求。

应用	时延	带宽	可靠性
远程龙门吊（控制部分）	<18ms	≤2Mbps	99.999%
远程龙门吊（视频部分）	<50ms	≥30Mbps	99.9%
无人集卡（控制部分）	<18ms	≤2Mbps	99.999%
无人集卡（视频部分）	<50ms	≥15Mbps	99.9%



3GPP 最早在 SA1 的 TR 22.864 报告中提出了网络切片的需求，并在 TR 23.799 报告中对网络切片方案进行了初步研究。在 R15 阶段，SA2 正式把网络切片的相关概念、方案写入了 TS 23.501 标准中。而 SA3 负责研究网络切片安全方面的问题，SA5 则进行了网络切片管理的研究以及网管设备的标准化；此外，RAN 对网络切片也进行了研究，并最终在 RAN 侧支持网络切片的功能，实现了端到端的网络切片。在 R16 阶段，针对已具备可使用基础能力的网络切片，标准进一步完善了切片鉴权、计费及自动化编排管理的能力，以更好的适配丰富的行业应用需求。SA2 在 R17 阶段针对 GSMA NG.116 中定义的网络切片属性立项，进行网络切片增强第二阶段的研究。而 CCSA 也开展了“5G 网络切片 端到端网络切片模板 (NST) 技术要求”项目的研究。

3.1 R15 阶段标准

3.1.1 网络切片的架构与标识

网络切片是将 PLMN 从单个网络转换为创建逻辑分区的网络，并通过适当的网络隔离，资源，优化的拓扑结构和特定的配置来满足各种服务需要。SA2 在 TR 23.799 报告中根据控制面功能的共享情况，网络切片的架构设计可以有三种可选方案。标准最终选择了只有部分核心网网元进行隔离的架构方案（包含核心网的控制面网元共用，用户面网元进行隔离的架构）。

而不同的业务需要不同的网络切片，那么运营商就需要部署多个网络切片为不同的业务提供服务，且对于请求多个业务的终端也有同时接入多个网络切片的需求。标准定义的网络切片标识为单一网络切片选择辅助信息（S-NSSAI），S-NSSAI 是一个端到端的标识，即终端、基站、核心网设备都可以识别该切片标识，其由切片/服务类型（SST）和切片差异化（SD）两部分组成。而考虑到终端可以使用多个网络切片的场景，S-NSSAI 的组合被定义为 NSSAI，标识一组网络切片，其在切片选择过程中起到非常重要的作用。

3.1.2 网络切片的操作

核心网为切片选择专门引入的网络切片选择功能 NSSF 实体，其主要功能包括为终端选择网络切片实例集合，确定 Allowed NSSAI，确定为终端服务的 AMF 集合、候选 AMF 列表。

终端的切片操作主要包含终端初始注册时的 AMF 选择，并在此过程中获得 Allowed NSSAI，以及终端在切片内的 PDU 会话建立：选择支持网络切片的服务 AMF 包括注册到网络切片集、修改终端网络切片集，及支持网络切片的 AMF 重定向；终端在切片内建立 PDU 会话包括终端根据 UE 路由选择策略（URSP）中的网络切片选择策略（NSSP）选择切片，并根据切片信息查询或选择相关 NF，最终建立 PDU 会话。

3.1.3 网络切片的管理

SA5 在 TR 28.801 报告中提出的三层切片管理架构包括通信服务管理功能（CSMF）、网络切片管理功能（NSMF）和网络切片子网管理功能（NSSMF），以便为管理自动化提供适当的抽象级别；此外，SA5 将一个完整的网络切片分为如无线切片子网、核心网切片子网、传输切片子网等小的切片子网，以便端到端的网络管理。

3.2 R16 阶段标准

3.2.1 网络切片的优化

在 R16 的网络切片能力增强工作项目中，主要是在注册过程中增加切片对终端的认证过程，以及在 4G 到 5G 切换时，增强切换和注册流程，以使得 5G 侧能够选择更合适的网络切片。

1、网络切片特定鉴权与授权功能

在 R16 中，引入了一个网络切片特定鉴权与授权 NSSAA 的概念，即需要第三方厂商和终端针对是否允许终端使用该网络切片进行再次鉴权；AMF 将 S-NSSAI 的 NSSAA 状态存储为挂起，当 NSSAA 完成时，S-NSSAI 将成为允许的 NSSAI 或拒绝的 S-NSSAI。此外，AMF 可以随时为支持 NSSAA 的终端调用此功能。

2、支持与 4G 网络的互操作

SA2 在 R16 的 TS 23.502 标准中，AMF 可以结合从 PGW-C-SMF 获得的 S-NSSAI，并通过 AMF 重定位选择一个更合适的目标 AMF，即将 AMF 重定位过程嵌入切换过程，如此尽可能多地保留 PDU 会话，以提升用户体验。此外，目标 AMF 也可以根据获取的终端使用的切片信息来选择服务 SMF。

3.2.2 网络能力的扩展

R16 相对于 R15 在网络能力扩展、挖潜以及降低运营成本等方面做了改进，包括超可靠低延迟通信 URLLC 的增强、对垂直行业 and LAN 服务的支持、蜂窝物联网的支持与扩展、增强 V2X 支持、5G 定位和定位服务等。而 5G 三大应用场景中的大规模机器通信 mMTC 则还要等到最早 2021 年底冻结的 R17 来实现。

3.3 R17 阶段标准

3.3.1 NG.116 定义的网络切片属性

GSMA 于 2019 年 5 月 23 日发布的 NG.116 规范中包含了通用切片模板的概念，其中，对和终端用户业务绑定相关的属性进行了明确定义，如每个切片支持的 PDU 会话数、每切片支持的终端数、每切片支持的最大上下行速率等，当前 R17 网络切片增强课题针对这些在当前 5G 系统中尚未支持的能力，提出了如下需要研究的关键问题，包括如何支持网络切片的最大终端数、如何支持网络切片的最大 PDU 会话数、如何限制一个终端在网络切片中的上下行速率、如何支持网络切片配额事件通知、如何限制网络切片上下行的速率、多个网络切片同时使用的限定、5GC 协助接入网络切片的小区选择以及业务区域，影响漫游 PLMN 的选择；并开始讨论针对上述问题的可选解决方案。

3.3.2 CCSA 起草的网络切片模板标准

5G 端到端网络切片模板（NST）是网络切片快速部署的基础，端到端网络切片模板 NST 需要定义统一标准，为切片设计、切片部署及切片运营提供技术依据。端到端切片模板 NST 将实现与各个切片子网模板 NSST 之间的关联和协同，确保端到端网络切片模板从切片客户需求到切片网络实现之间的有效衔接。“5G 网络切片 端到端网络切片模板（NST）技术要求”项目主要对 5G 端到端网络切片模板（NST）制定技术标准，包括 NST 包含的信息元素、参数属性及切片组网关系进行定义和描述等内容。



4.1 终端切片系统总体架构

目前，终端切片系统采用部分控制面 CP 功能（如移动性管理、鉴权功能）在切片间共享；其余的控制面功能（如会话管理）与用户面 UP 功能则是各切片专用的系统架构。此架构支持终端在同一时间接入控制面功能部分共享的多个网络切片。

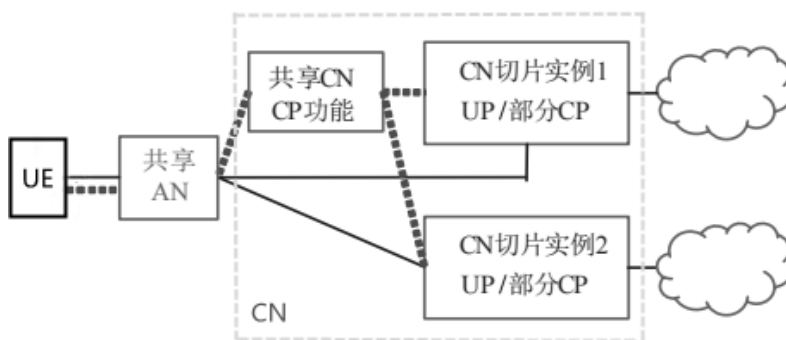


图 1 5G 终端切片总体架构

终端切片业务流程由终端进行发起，终端负责切片参数的管理、切片的建立/维护，以及 URSP 匹配等功能。

4.2 终端切片流程中的关键参数

4.2.1 NSSAI

NSSAI 是协议中比较常见的和切片有关的概念，可以理解为终端侧切片的表示形式，NSSAI 的结构如下所示：

8	7	6	5	4	3	2	1	
NSSAI IEI								octet 1
Length of NSSAI contents								octet 2
S-NSSAI value 1								octet 3
S-NSSAI value 2								octet m octet m+1*
...								octet n* octet n+1*
S-NSSAI value n								octet u* octet u+1* octet v*

NSSAI 由一组 S-NSSAI value(s) 组成，一个 S-NSSAI value 代表一个切片，因此 NSSAI 表示的是一组切片的集合，目前规范定义了以下 NSSAI 参数类型：

- Default Configured NSSAI
- Configured NSSAI
- Requested NSSAI
- Allowed NSSAI
- Rejected NSSAI

此外，在网络侧的用户数据库中，还记录了用户签约的 S-NSSAI 及其关联信息，该 S-NSSAI 被称作 Subscribed S-NSSAI。

UE 在 Registration request 消息中可以携带 Requested NSSAI，来显式指定想要注册的网络切片：

IEI	Information Element	Type/Reference	Presence	Format	Length
	Extended protocol discriminator	Extended Protocol discriminator 9.2	M	V	1
	Security header type	Security header type 9.3	M	V	1/2
	Spare half octet	Spare half octet 9.5	M	V	1/2
	Registration request message identity	Message type 9.7	M	V	1
	5GS registration type	5GS registration type 9.11.3.7	M	LV	2
	ngKSI	NAS key set identifier 9.11.3.32	M	V	1/2
	Spare half octet	Spare half octet 9.5	M	V	1/2
	5GS mobile identity	5GS mobile identity 9.11.3.4	M	LV	5-TBD
C-	Non-current native NAS key set identifier	NAS key set identifier 9.11.3.32	O	TV	1
10	5GMM capability	5GMM capability 9.11.3.1	O	TLV	3-15
2E	UE security capability	UE security capability 9.11.3.54	O	TLV	4-10
2F	Requested NSSAI	NSSAI 9.11.3.37	O	TLV	4-74

在以下 3 个场景，Registration request 中要携带 Requested NSSAI：

- 1) UE 保存有当前注册网络的 Configured NSSAI；
- 2) UE 保存有当前注册网络的 Allowed NSSAI；
- 3) UE 既没有当前网络的 Configured NSSAI，也没有 Allowed NSSAI，但是本身有配置和网络无关的 NSSAI。

Registration accept 中网络可以下发 Allowed NSSAI、Configured NSSAI 和 Rejected NSSAI：

IEI	Information Element	Type/Reference	Presence	Format	Length
	Extended protocol discriminator	Extended protocol discriminator 9.2	M	V	1
	Security header type	Security header type 9.3	M	V	1/2
	Spare half octet	Spare half octet 9.5	M	V	1/2
	Registration accept message identity	Message type 9.7	M	V	1
	5GS registration result	5GS registration result 9.11.3.6	M	LV	2
2C	5G-GUTI	5GS mobile identity 9.11.3.4	O	TLV	13
4A	Equivalent PLMNs	PLMN list 9.11.3.45	O	TLV	5-47
54	TAI list	5GS tracking area identity list 9.11.3.9	O	TLV	9-114
70	Allowed NSSAI	NSSAI 9.11.3.37	O	TLV	4-74
11	Rejected NSSAI	Rejected NSSAI 9.11.3.46	O	TLV	4-42
31	Configured NSSAI	NSSAI 9.11.3.37	O	TLV	4-146

在以下 2 个场景，Registration accept 中要包含 Allowed NSSAI：

1) Registration request 中携带了 Requested NSSAI，且其中有 S-NSSAI 是允许注册的；或者

2) Registration request 没有携带 Requested NSSAI，或者 Requested NSSAI 中没有 S-NSSAI 是允许的，但是存在默认签约的 NSSAI。

Allowed NSSAI 中要将允许注册的 S-NSSAI 发给 UE，Allowed NSSAI 区分 3GPP 和 Non-3GPP 单独保存。

如果 Registration request 中携带了 Requested NSSAI，但是部分 S-NSSAI 是不允许注册，或者当前区域内是不允许注册的，那么 Registration accept 中可以携带 Rejected NSSAI，将不允许注册的 S-NSSAI 通知给 UE。

Registration accept 中 Configured NSSAI 是可选的，将该网络的 Configured NSSAI 发给 UE。

Configuration update 是 5G 下新增的一个过程，Configuration update command 用来支持网络更新 UE 的信息，其中包括 Allowed NSSAI、Configured NSSAI 和 Rejected NSSAI 以及 Network slicing indication 的信息：

IEI	Information Element	Type/Reference	Presence	Format	Length
	Extended protocol discriminator	Extended protocol discriminator 9.2	M	V	1
	Security header type	Security header type 9.3	M	V	1/2
	Spare half octet	Spare half octet 9.5	M	V	1/2
	Configuration update command message identity	Message type 9.7	M	V	1
	...				
70	Allowed NSSAI	NSSAI 9.11.3.37	O	TLV	4-74
	...				
9-	Network slicing indication	Network slicing indication 9.11.3.36	O	TV	1
31	Configured NSSAI	NSSAI 9.11.3.37	O	TLV	4-146
11	Rejected NSSAI	Rejected NSSAI 9.11.3.46	O	TLV	4-42

Allowed NSSAI 用来通知 UE 新的 Allowed NSSAI。

Configured NSSAI 用来通知 UE 新的 Configured NSSAI。

Rejected NSSAI 用来通知 UE 原来的 Allowed NSSAI 中的 S-NSSAI(s) 不再允许注册了。

网络切片在使用的时候，是和 PDU Session 关联在一起的。在 PDU Session 建立的时候，会通过 UL NAS Transport 消息携带 PDU session establishment request，此时会携带 S-NSSAI 信息表明要使用哪个切片：

IEI	Information Element	Type/Reference	Presence	Format	Length
	Extended protocol discriminator	Extended protocol discriminator 9.2	M	V	1
	Security header type	Security header type 9.3	M	V	1/2
	Spare half octet	Spare half octet 9.5	M	V	1/2
	UL NAS TRANSPORT message identity	Message type 9.7	M	V	1
	Payload container type	Payload container type 9.11.3.40	M	V	1/2
	Spare half octet	Spare half octet 9.5	M	V	1/2
	Payload container	Payload container 9.11.3.39	M	LV-E	3-65537
70	PDU session ID	PDU session identity 2 9.11.3.41	C	TV	2
61	Old PDU session ID	PDU session identity 2 9.11.3.41	O	TV	2
8-	Request type	Request type 9.11.3.47	O	TV	1
22	S-NSSAI	S-NSSAI 9.11.2.8	O	TLV	3-10
25	DNN	DNN 9.11.3.21	O	TLV	3-102
24	Additional information	Additional information 9.11.2.1	O	TLV	3-n

4.2.2 URSP

URSP 是对终端进行切片配置与管理的核心规则。在切片业务流程中作用于终端，用于指导终端根据业务特征将业务数据承载到相应的切片上，终端根据网络侧下发的策略，为应用/业务选择匹配的切片，3GPP 规范定义了 URSP 用于描述来自业务应用的业务流与切片的关联关系。

Information name	Description	Category	PCF permitted to modify in a UE context	Scope
Rule Precedence	Determines the order the URSP rule is enforced in the UE.	Mandatory	Yes	UE context
Traffic descriptor	<i>This part defines the Traffic descriptor components for the URSP rule.</i>	Mandatory	Yes	UE context
Application descriptors	It consists of OSId and OSAppId(s).	Optional	Yes	UE context
IP descriptors	Destination IP 3 tuple(s) (IP address or IPv6 network prefix, port number, protocol ID of the protocol above IP).	Optional	Yes	UE context

Domain descriptors	Destination FQDN(s)	Optional	Yes	UE context
Non-IP descriptors	Descriptor(s) for destination information of non-IP traffic	Optional	Yes	UE context
DNN	This is matched against the DNN information provided by the application.	Optional	Yes	UE context
Connection Capabilities	This is matched against the information provided by a UE application when it requests a network connection with certain capabilities.	Optional	Yes	UE context
List of Route Selection Descriptors	A list of Route Selection Descriptors. The components of a Route Selection Descriptor are described in table 6.6.2.1-3.	Mandatory	Yes	UE context

其中，路由选择描述用于描述与业务流描述相符合的业务流所使用的切片 S-NSSAI 及其它通信路由特征。

Information name	Description	Category	PCF permitted to modify in URSP	Scope
Route Selection Descriptor Precedence	Determines the order in which the Route Selection Descriptors are to be applied.	Mandatory	Yes	UE context
Route selection components	<i>This part defines the route selection components</i>	Mandatory	Yes	UE context
SSC Mode Selection	One single value of SSC mode.	Optional	Yes	UE context
Network Slice Selection	Either a single value or a list of values of S-NSSAI(s).	Optional	Yes	UE context
DNN Selection	Either a single value or a list of values of DNN(s).	Optional	Yes	UE context
PDU Session Type Selection	One single value of PDU Session Type	Optional	Yes	UE context
Non-Seamless Offload indication	Indicates if the traffic of the matching application is to be offloaded to non-3GPP access outside of a PDU Session.	Optional	Yes	UE context
Access Type preference	Indicates the preferred Access Type (3GPP or non-3GPP) when the UE establishes a PDU Session for the matching application.	Optional	Yes	UE context

4.3 终端基本切片功能

4.3.1 终端切片参数管理

终端需要管理切片相关参数，包括 NSSAI 和 URSP 信息，终端为业务建立切片 PDU 会话前，需要通过注册消息获取切片相关参数。

关于 NSSAI，网络通过 Registration accept 消息下发 Allowed NSSAI、Configured NSSAI 和 Rejected NSSAI，或通过 Configuration update command 消息对 Allowed NSSAI、Configured NSSAI 和 Rejected NSSAI 更新，终端需要接收上述消息并将 NSSAI 信息保存或更新到本地。

对于 URSP，网络通过 MANAGE UE POLICY COMMAND 消息下发或更新 URSP 配置信息，终端接收上述消息并将 URSP 信息保存或更新到本地。

4.3.2 终端切片建立

当终端业务数据需要无线切片网络进行传输时，终端需要建立基于切片的 PDU 会话，在建立 PDU 会话的过程中携带相关的 S-NSSAI 信息，以请求网络选择对应的切片，为网络应用业务提供相应的切片服务，其中 S-NSSAI 信息可以通过 URSP 获取，也可通过终端或网络侧指定某个特定的 S-NSSAI，并且 S-NSSAI 需要满足网络侧下发的 Allowed NSSAI、Configured NSSAI 和 Rejected NSSAI 的要求。

如果网络不支持 URSP，或者暂时还没下发 URSP，应用使用缺省 DNN 不带切片参数发起 PDU 会话建立，作为默认 PDU 会话，用来支持基本的数据业务。

4.3.3 终端切片维护

当网络侧切片信息更新后，终端会将更新后的 NSSAI 和 URSP 信息保存在本地，终端需要判断当前切片 PDU 会话是否需要删除和重新建立。

当终端收到 NSSAI 信息更新后，需要判断当前已建立的切片 PDU 会话对应的 NSSAI 是否在更新后 Allowed NSSAI 或 Configured NSSAI 中，若不在则需要断开当前 PDU 会话，并重新选择其他 NSSAI 建立切片 PDU 会话。

当终端收到 URSP 信息更新后，需要判断已建立的切片 PDU 会话对应的 NSSAI 是否存在更新后的 URSP 信息中，若不存在需要断开当前 PDU 会话，并重新基于更新后的 URSP 信息建立切片 PDU 会话。

4.3.4 终端 URSP 匹配

终端接收到 URSP 信息后，需要根据 Traffic Descriptor 去匹配 URSP 以及路由选择，匹配成功后，终端发起新的切片 PDU 会话建立，并且把匹配的业务流绑定在对应的切片上，Traffic Descriptor 可以为 IP 三元组、APP ID、DNN、FQDN 等。

05 5G 行业终端切片解决方案



5.1 5G 行业终端与消费者终端支持切片差异化

消费者终端与行业终端对切片的支持，都需要遵从标准规定的协议流程。但是从使用场景、业务标识获取、实现方案上存在一定差异。

5.1.1 使用场景差异

消费者终端一般采用 Android、IOS 等智能操作系统，承载各种通用的应用，不同应用可能会使用不同的切片，而且要求尽量对应用透明。行业终端一般采用嵌入式操作系统，承载的业务相对单一，且行业业务应用一般没有强烈的通用性，应用有能力与操作系统做对接。

5.1.2 业务标识获取差异

消费者终端中 APP ID、IP 三元组、DNN 等信息只能由操作系统获取，目前不支持向模组/芯片传递。以 DNN 为例，多种 DNN 被抽象为网络能力后，一般只能映射到语音、短彩信与 internet 三种 APN 中，不支持 DNN 与数据业务直接进行关联，并且支持的 DNN 数量受可用 NetworkCapability/APN type 的限制，导致 Modem 无法做到精细识别业务，这将限制运营商为业务应用灵活配置切片的服务能力。行业终端一般由上位机和 5G 通信模组组成，两者通过控制接口和数据接口进行交互，相对消费者终端而言，层间交互修改难度小一些，IP 三元组、DNN 等信息更易传递，降低了终端切片的实现难度。

5.1.3 实现方案差异

消费者终端有两种实现方式：一种是以操作系统为中心，Modem 将 URSP 映射规则传递给操作系统，由操作系统根据 TD 做出切片选择，通知 Modem 建立正确的切片承载；第二种方式是由 Modem 实现，操作系统负责把 TD 传递到 Modem，再由 Modem 按照 URSP 映射选择正确地切片 ID，从而建立切片承载。行业终端因为业务单一以及接口定义简单，可以考虑选择通过控制接口传递 TD，更多由模组承担相关的工作，简化对终端上位机修改要求。

5.2 5G 行业终端支持切片解决方案

5.2.1 IP 三元组

IP 三元组包括目的 IP、端口和 IP 类型，终端可以通过预设的方式确定该应用 IP 三元组信息，也可以通过解析应用业务数据包确定 IP 三元组信息，IP 三元组信息确定后，根据三元组信息去匹配 URSP 规则，若匹配到对应的切片，则绑定该规则中对应的切片标识 S-NSSAI，并检查该 S-NSSAI 是否存在 Allowed NSSAI 或 Configured NSSAI 中，若存在则根据该 S-NSSAI 去建立 PDU 会话，否则继续匹配其他 URSP 规则选择切片，若最终 URSP 中有没有匹配到对应的切片，终端就会为该应用分配一个缺省切片 S-NSSAI 并建立 PDU 会话，通过三元组信息成功建立 PDU 会话后，终端需要通过路由模块建立该业务与该 PDU 会话的映射，即该业务的数据包需要路由到该 PDU 会话，从而保证该业务数据承载对应的切片上。

5.2.2 APP ID

Application ID 是终端应用的身份标识，即业务应用的名称，当终端使用某个应用时，获取该应用的 APP ID，再根据该 APP ID 去匹配 URSP 规则，若匹配到对应的切片，则绑定该规则中对应的切片标识 S-NSSAI，并检查该 S-NSSAI 是否存在 Allowed NSSAI 或 Configured NSSAI 中，若存在则根据该 S-NSSAI 去建立 PDU 会话，否则继续匹配其他 URSP 规则选择切片，若最终 URSP 中有没有匹配到对应的切片，终端就会为该应用分配一个缺省切片 S-NSSAI 并建立 PDU 会话，通过 APP ID 成功建立 PDU 会话后，终端需要通过路由模块建立该 APP ID 对应业务与该 PDU 会话的映射，即该 APP IP 应用业务的数据包需要路由到该 PDU 会话，从而保证该业务数据承载对应的切片上。

APP ID 代表应用程序的唯一身份标识，与消费者终端不同，在行业场景下，通常终端操作系统不具备应用合法身份验证机制，这会限制 APP ID 在行业终端的应用范围，也是未来需要共同探讨的问题。

5.2.3 DNN

DNN 是终端应用所使用的数据网络网关名称，终端可通过预设的方式设置某业务的 DNN 属性，再通过该 DNN 去匹配 URSP 规则，若匹配到对应的切片，则绑定该规则中对应的切片标识 S-NSSAI，并检查该 S-NSSAI 是否存在 Allowed NSSAI 或 Configured NSSAI 中，若存在则根据该 S-NSSAI 去建立 PDU 会话，否则继续匹配其他 URSP 规则选择切片，若最终 URSP 中有没有匹配到对应的切片，终端就会为该应用分配一个缺省切片 S-NSSAI 并建立 PDU 会话，通过 DNN 成功建立 PDU 会话后，终端需要通过路由模块建立该 DNN 对应业务与该 PDU 会话的映射，即该 DNN 应用业务的数据包需要路由到该 PDU 会话，从而保证该业务数据承载对应的切片上。

5.2.4 其他

除了 IP 三元组、APP ID、DNN 三种方式以外，还有 FQDN、目标 MAC 地址等匹配方式，但行业终端使用较少，目前未识别典型应用，这里暂不展开。

5.3 5G 行业终端参考设计方案

5.3.1 总体框架

集成 5G 通信模组的终端，实现基于 URSP 切片匹配方案的总体实现框架如下：

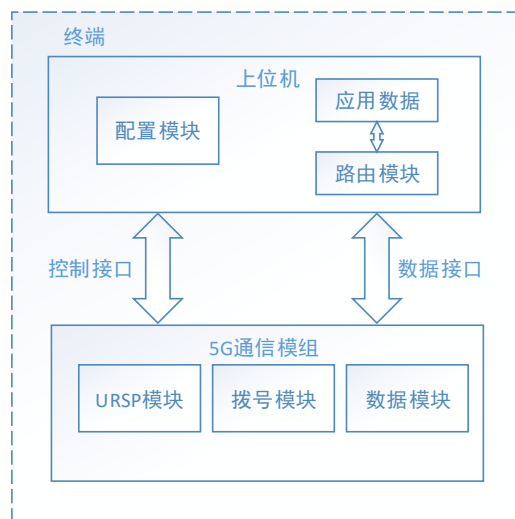


图 2 基于 URSP 切片匹配方案的 5G 行业终端总体实现框架

终端主要由上位机和 5G 通信模组组成，上位机和 5G 通信模组通过控制接口和数据接口进行交互。

(1) 上位机：主要负责切片应用配置管理，以及应用数据路由管理

1) 配置模块：主要负责终端切片 URSP 相关参数配置，并通过控制接口将参数配置给 5G 通信模组；

2) 路由模块：负责将终端应用层数据映射到对应的切片数据通路接口，将应用数据转发到对应的切片管道上。

(2) 5G 通信模组：主要负责 URSP、拨号连接和数据通路处理

1) URSP 模块：包括 URSP 的接收、更新和删除，以及基于上位机下发的业务标识相关参数和从运营商同步的 URSP 规则进行切片匹配；

2) 拨号模块：根据上位机拨号请求，与网络侧（基站、核心网）建立 PDU 会话，建立基于指定切片的数据管道；

3) 数据模块：给上位机提供指定切片管道数据接口，并将应用数据映射到空口的 PDU 会话。

5.3.2 关键流程

集成 5G 通信模组的终端，实现基于 URSP 切片匹配方案的关键流程如下：

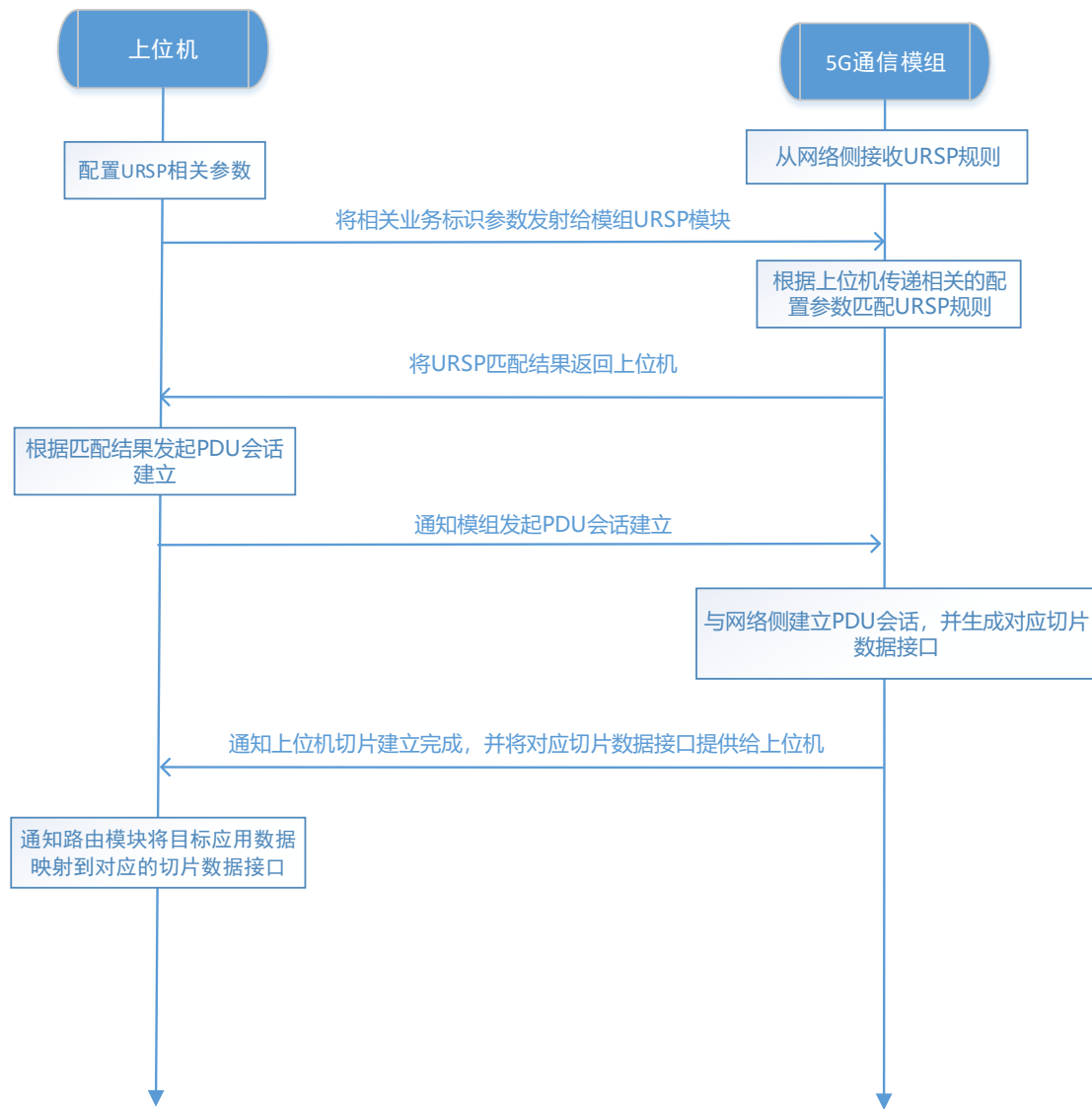


图 3 基于 URSP 切片匹配方案的关键流程

- 1) 终端开机入网后，5G 通信模组从网络侧接收 URSP 规则参数；
- 2) 上位机配置模块根据用户要求配置 URSP 相关参数，并将相关业务标识参数发送给 5G 通信模组 URSP 配置模块；
- 3) 5G 通信模组根据上位机传递相关的配置参数，基于已从运营商同步的 URSP 规则，匹配对应的网络切片，并将匹配结果返回给上位机；
- 4) 上位机根据匹配结果发起业务，并通知模组建立 PDU 会话；
- 5) 切片的 PDU 会话建立完成后，模组生成对应的切片数据接口，并通知上位机切片建立完成，同时将对应切片数据接口提供给上位机；
- 6) 上位机将接收的数据接口发送给内部路由模块，路由模块将对应的应用数据接口映射到模组的切片数据接口上。



6.1 切片与 NPN

非公共网络 (NPN , Non-Public Network) 是 3GPP 在 R16 引入的为非公共使用场景而部署的基于 5G 系统架构的专用网络。分为独立非公共网络 (SNPN : Stand-Alone Non-Public Networks) 和公共网络集成的非公共网络 (PNI-NPN) 两种部署方式。

切片为客户提供端到端差异化业务保障，但不能禁止非授权用户驻留小区，因此随机接入过程可能会出现拥塞的风险。NPN 设置 CAG 封闭进入码组，拒绝非授权用户的小区驻留，降低 RA 的拥塞风险。NPN 技术结合切片，将非授权终端排除在网络外，同时根据授权终端业务的 URSP 配置，接入到不同切片，为客户提供更好的业务体验。

为了支持 CAG，可以使用允许的 CAG 列表和 CAG-only 指示对终端进行预配置或 (重) 配置，以上 CAG 信息包括在签约数据中，作为移动限制的一部分；而终端需要在 PLMN 网络中签约该特性。

6.2 切片与 5G LAN

3GPP 在 R16 中的垂直局域网研究中定义了组网解决方案：5G LAN-type Services，即 5G LAN 是 5G 系统提供的，使用主要是以太网类型的通信的专用通信服务。

5G LAN 模式下可以解决多场景问题而非单一场景，同时可以代替 LAN/WLAN、骨干网专线，形成一揽子解决方案；可以实现局域网，广域网，VLAN 隔离等场景。5G LAN 支持直接对接 L2 层 APP 以太帧的应用场景，无需再搭配 AR 路由器。简而言之，5G LAN 可以实现用一张网络替代多张物理网络，从而简化网络架构、节约成本。

切片实现了网络物理资源或逻辑资源的切分，实现了不同业务承载的差异化通道。而 5G LAN 提供了适用于行业网络环境中常见的二层以太网系统基于 5G 进行通信的技术手段，而不需要额外建立二层隧道。切片结合 5G LAN，可以更好的支持与行业网络的集成，支持行业业务系统的部署。

5G LAN 需要终端支持 5G 网络接入和 5G 相关的链路层协议。5G LAN 类型业务，终端需要支持创建 Ethernet 类型的 PDU 会话；而 5G LAN 业务的 PDU 部分，则需要终端支持 Ethernet 相关的交换协议；应用部分则取决于具体的应用要求。

07 5G 行业终端切片应用案例

7.1 多媒体行业切片

2019 年 5 月，基于 5G 网络切片的直播专线完成，该业务是基于 5G SA 网络的 4K 超高清直播 E2E 切片应用。外场测试结果表明，5G 网络切片可以有效保障高清视频直播业务；在端到端大流量灌包情况下，该业务在无线、传输及核心网环节均得到有效保障。

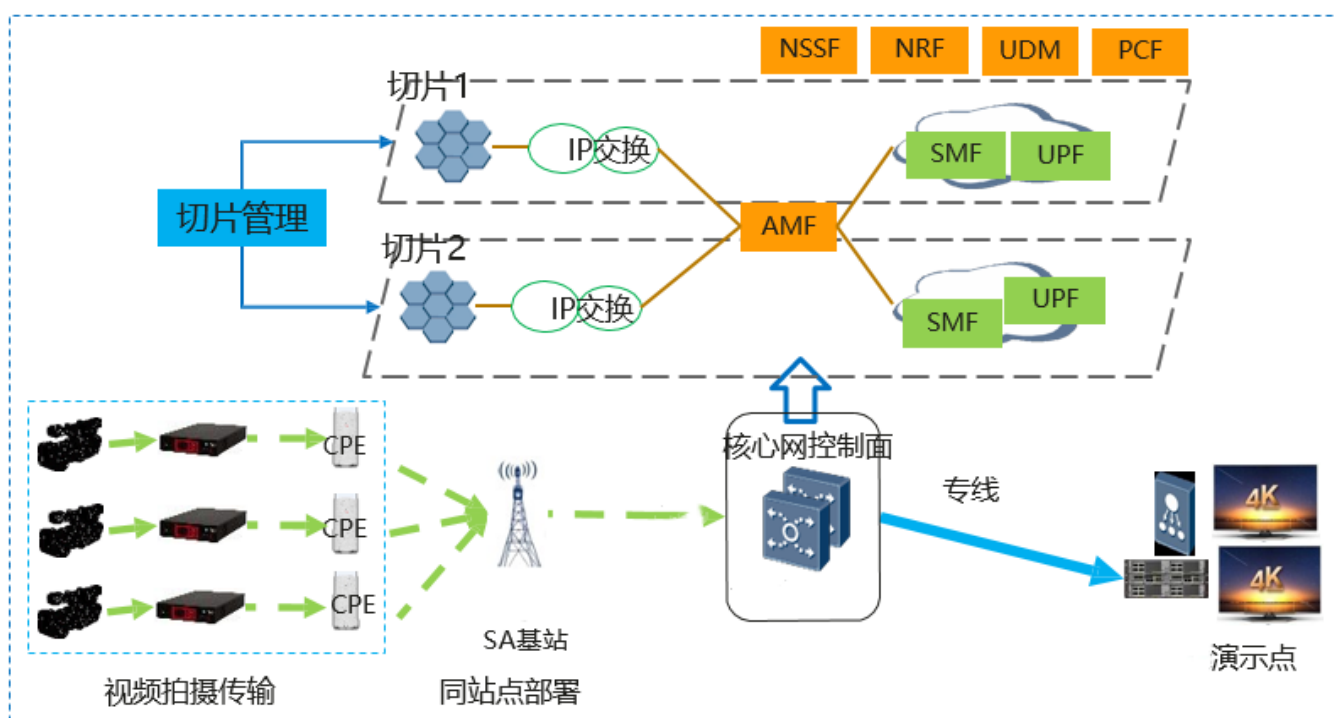


图 4 5G SA 网络切片环境下的超高清视频直播

7.2 智慧电力切片

2020 年 6 月，面向商用的基于 PRB 预留的 5G 切片的配网差动保护应用成功上线。公众业务切片灌包后大量丢包，业务平均时延大于 1s，基于 PRB 预留的电力专用切片无影响，外场验证了基于 PRB 预留的电力切片的预留能力以及与公众业务切片间的安全隔离，端到端切片之间业务初步验证互不影响。

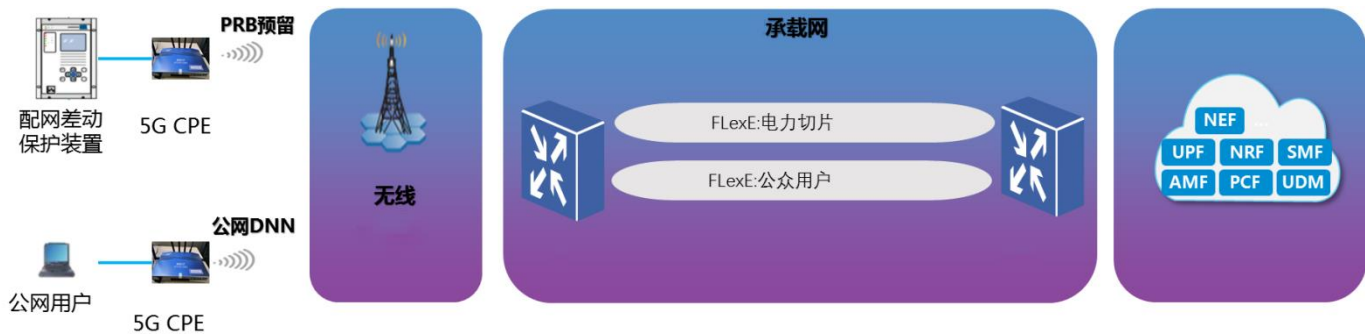


图 5 基于 PRB 预留的 5G 电力切片

7.3 智慧港口切片

2019 年 11 月，基于 5G 网络切片的智慧港口业务成功上线。AGV、智能理货等 5G 应用顺利投入日常生产，现场实测端到端的业务时延稳定保持在 8ms 左右；测试业务无丢包，时延较传统方案降低 96%、较 5G NSA 方案降低 60%，使 AGV 不再因网络中断、时延过高无法收到控制指令导致作业中断，大幅提高了 AGV 的连续作业能力与作业可靠性，并同时兼顾了港区内的公网业务需求和专网安全性。

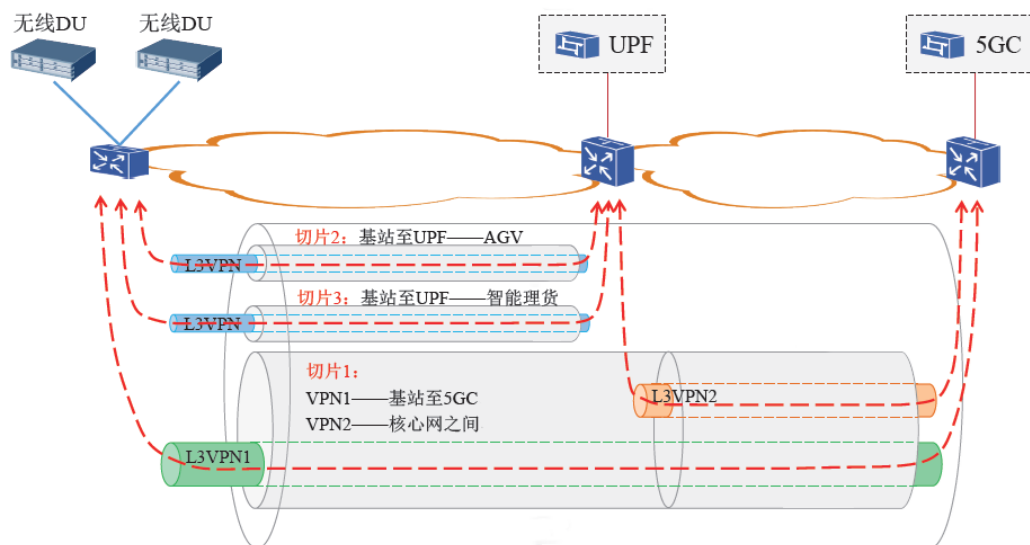


图 6 基于 5G 网络切片的智慧港口业务

7.4 智慧工厂切片

2020 年 4 月，智能制造领域的 5G 端到端硬切片专网成功部署。此次的 5G 硬切片改造，将 5G 网络从“高速”转为“专属高速”，保证网络即用即有，整体将园区内 5G 终端到企业内网的时延从原来的 20ms 降低到 9ms，有效确保了园区业务的独立性、安全性和稳定性。在现场业务验证中，该技术为工厂某产线关键岗位视频监控提供上行 60M 确定性带宽保障，在 160M 灌包压力测试下，该业务带宽稳定在 60M 左右，现场视频清晰流畅不卡顿，现场测试效果完全符合预期。

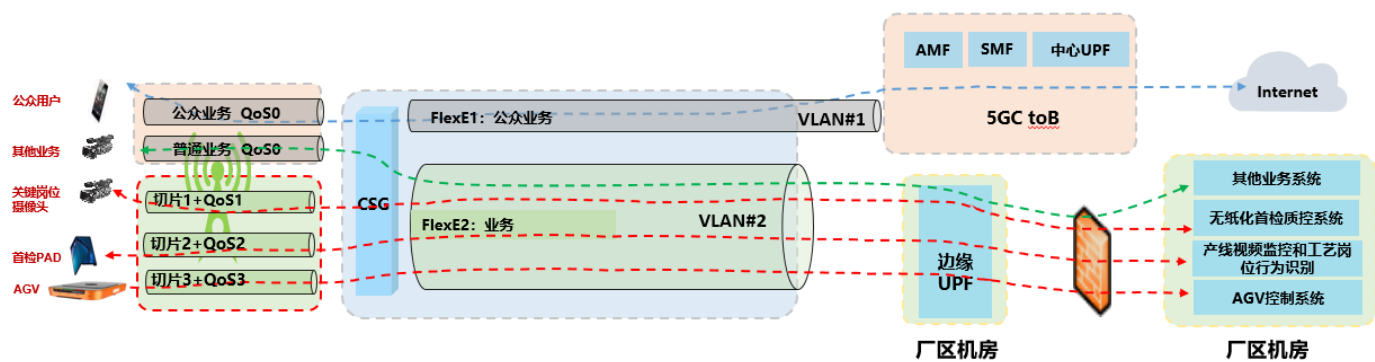


图 7 基于 5G 网络切片的智慧工厂业务

08 小结与展望



终端是支持端到端切片的重要环节。终端切片的解决方案探讨涉及消费者终端（智能手机）和行业终端（内嵌通信模组的专业行业设备、行业 CPE 等）。对现有的终端设备而言，如何通过 URSP 规则为业务应用选择网络切片还处于初探阶段。作为一种全新的实现方案，终端切片的主要技术难点在于需要打通底层芯片模组切片能力和上层应用的连接，需要对操作系统进行改造。而消费者终端的主流操作系统，例如 Android 和 IOS，还没有提供基于原生操作系统的终端切片解决方案。但是针对专业行业终端和行业 CPE，从使用场景、业务标识获取上相对简单，方案上可以相对简化实现。通过运营商、行业终端厂家、模组厂商、芯片厂家的进一步深入合作，先一步推动切片在垂直行业的产业链配套成熟。

同时，基于切片的行业专网可以通过结合采用 5G LAN、NPN 等行业组网的能力，进一步为行业客户提供定制化、差异化、有保障的服务。