



2025年

任务驱动式 智能互联技术白皮书



发布单位：中移智库

编制单位：中国移动通信研究院

前言

当前，数字经济与智能技术深度融合，智能终端规模化普及、应用场景多元化拓展，推动“万物互联”向“万智智联”加速演进。然而，传统移动通信网络以“连接”为核心，难以适配复杂场景下动态变化的互通任务需求。

本白皮书以“任务驱动式智能互联”为核心主线，系统梳理智能互联领域的场景诉求与技术挑战。其中，船船互联场景聚焦内河航行中船舶动态目标多、识别维度复杂的痛点，揭示“目标难识别”的核心矛盾；人车家互联场景针对车辆移动性、家庭网络封闭性、个人终端多样性的特征，剖析“通信链路跨域跨网难构建”的现实阻碍；智能体互联场景围绕机器人、AR设备等交互终端的意图传递需求，指出“通信意图难感知”的技术短板。基于三大场景的诉求拆解，本白皮书进一步提炼出智能互联面临的“目标识别精度不足、跨域链路适配性差、意图感知协同性弱”三大挑战。

针对上述挑战，本白皮书创新性提出任务驱动式智能互联网络“敏捷意图感知，快速目标确认，动态智能互联”的设计理念，以“任务”为锚点重构互联逻辑，构建“终端身份识别、终端态势感知、端网任务协同、动态群组创建、智能数据互通、跨网跨域融通”六大关键技术体系，形成从“任务感知”到“链路构建”再到“协同互联”的全流程解决方案。最后，本白皮书介绍了船船互联场景下的专网实践案例，通过技术验证为智慧船舶领域的网络建设提供可复用、可推广的技术范式。

本白皮书旨在系统呈现任务驱动式智能互联的理念框架、技术路径与实践成果，为产业链上下游企业、科研机构、行业从业者提供参考，推动智能互联技术在更多领域的创新应用，助力数字经济时代下智慧场景的高质量发展。

目录

•	前言	
1	• 概述	01
2	• 智能互联需求场景	02
	2.1. 概述	02
	2.2. 船船互联场景：通信目标识别难	02
	2.3. 人车家互联场景：通信链路构建难	04
	2.4. 具身智能互联场景：通信意图感知难	05
3	• 智能互联面临的挑战	07
	3.1. 挑战 1：通信目标识别难	07
	3.2. 挑战 2：通信链路构建难	08
	3.3. 挑战 3：通信意图感知难	08
4	• 任务驱动式智能互联网络	10
	4.1. 设计理念	10
	4.2. 技术体系	10
	4.3. 关键技术	11
	4.3.1. 数字身份认证	11
	4.3.2. 终端态势感知	12
	4.3.3. 端网任务协同	12
	4.3.4. 动态群组创建	12
	4.3.5. 智能数据互通	13
	4.3.6. 跨网跨域融通	14
5	• 5G-A 船船通专网实践	16
6	• 总结与展望	19
	• 缩略语列表	20
	• 联合发布及编制单位	21

1 概述

随着“网络强国”、“数字中国”战略的深入推进，以 5G/5G-A、边缘计算、云计算为代表的新一代信息技术正加速融入千行百业。中国移动端云互通网络作为承载多样化、高质量用云需求的关键基础设施，已初步建成规模，通过人、车、家等泛在终端的智能连接，为用户提供了跨域访问、就近分流等创新服务，显著提升了网络效率与用户体验。然而，随着国民经济和“人工智能+”的快速发展，基于 AI 原生的新业态、新模式孕育出全新的互联形态。从国家政策顶层设计来看，《“十四五”能源领域科技创新规划》《新能源汽车产业发展规划（2021 年—2035 年）》等政策构建了信息消费“新三样”（智能网联汽车、人工智能终端、具身智能机器人）的全产业链支持体系，明确推动其向智能化、网联化跃迁，核心目标是打造“人、车、家”全域互联的新型消费生态。这一政策导向不仅激活了消费端智能产品的创新活力，更催生了以“协同”为核心的新型智能互联场景。未来，以智能手机为交互中枢、智能车辆为移动空间、家庭智能机器人为场景化服务载体的“家庭新三样”，将成为社会新生活的主线条，重构个人日常场景的连接逻辑。

面对未来千万亿级别终端的动态、泛在、按需接入需求，当前以静态配置为核心的互通策略与路由管理机制，其灵活性与智能化水平已难以完全适配，亟待向更加动态、智能、场景化的新范式演进。一方面，消费端“人、车、家”全域互联需求激增，要求网络具备跨网、跨域协同，动态资源调度能力；另一方面，智能体终端基于动态任务协作，要求网络具备互通意图感知、通信目标锁定、动态智能互联能力。

2 智能互联需求场景

2.1 概述

在国家政策引导与技术创新双重驱动下，“行业端场景深化”与“消费端场景爆发”形成共振，共同勾勒出全维度智能互联需求图谱。无论是智慧城市、智慧交通、工业制造等垂直行业的效率变革，还是“人、车、家”全域互联的生活形态重塑，亦或是智能体基于状态感知的动态协同，都对网络的精准适配能力提出了更高要求。

2.2 船舶互联场景：通信目标识别难

当前水路交通场景下船舶动态数据共享和位置追踪主要是通过船舶自动识别系统（AIS）来实现的，该技术主要用于船舶之间以及船舶与岸基之间的信息共享和交换，其中，共享信息包括了船舶的位置、航向、航速、船舶类型、呼号等信息。基于这些信息共享帮助船舶驾驶员及时获取周围船舶的动态，避免碰撞。同时，岸基管理部门可以通过 AIS 监控船舶交通，优化航道管理，提高港口效率。在搜救行动中，AIS 信息有助于快速定位遇险船舶。此外，AIS 数据还可用于海事安全分析和环境保护，例如监测船舶排放。

AIS 系统主要依托 VHF 频段的 161.975MHz（CH87B）和 162.025MHz（CH88B）双信道传输数据，采用自组织时分多址（SOTDMA）协议，将每分钟划分为 2250 个时隙（每个 26.67ms），确保多船同时通信无冲突。A 类设备（强制安装于 300 吨以上商船）通过 SOTDMA 自主分配时隙，B 类设备（如渔船）采用 CSTDMA 协议随机占用时隙。定位方面，AIS 集成 GPS 和北斗系统，定位精度可达 3 米。

AIS 系统通过高效通信、精准定位和多系统协同，成为现代航运安全与管理的基石，但存在通信质量保障低、数据泄密严重、船岸协同能力差等痛点，无法适应内河船舶智能航行的需求。

一是通信质量保障待提升。从实际运行数据来看，现有系统的数据更新频率普遍较低，通常超过 10 秒甚至达到 30 秒，难以满足实时监控与调度需求；在通航密集区域，数据通信还存在信道冲突现象，导致数据丢失，影响船舶动态跟踪的准确性；同时，现有 AIS（船舶自动识别系统）不具备联接高速动态更新数据设备的能力，无法适配船舶导航、环境监测等场景下的高频数据交互需求。

二是存在数据泄密风险，对国家安全构成潜在威胁。AIS 采用的 VHF 频率为国际通用的公开频段，具体包括 161.975 MHz（87B 频道）和 162.025 MHz（88B 频道），且 AIS 协议属于国际公开标准，个人或组织无需特殊技术即可轻松获取内河船舶 AIS 数据，导致战略信息泄露风险难以管控。

三是船岸协同能力差进一步制约了内河航运的智能化升级。目前内河船舶的船 - 船、船 - 岸通信主要依赖 VHF（甚高频）通信技术，而 VHF 通信存在天然的容量瓶颈，无法承载船岸间高效的数据互通需求，既难以支持船舶航行状态、货物信息等批量数据的实时传输，也无法满足远程调度、应急指挥等场景下的高带宽交互需求，成为内河航运数字化转型的重要阻碍。

随着国内智能航运快速发展，内河船舶作为水上物流运输与区域经济联通的重要载体，对船间通信的高效性与安全性需求日益迫切，移动通信网络正成为内河船舶探索“船船通（S2S）”升级的关键支撑。一方面，依托 5G 技术高可靠、低时延的核心优势，内河船舶可实现航行状态、水文气象、航道障碍物等关键信息的实时交互与同步共享，大幅缩短船间信息传输延迟，有效提升船舶协同性，从根本上改善传统船舶互联通信质量不稳定的问题；另一方面，移动网络内生的多重安全防护机制，能够对船舶航行计划、货物运输信息、船舶设备运行数据等敏感信息进行全链路加密保护，有效抵御数据拦截、篡改、泄露等安全风险，切实保障航运作业的安全性与保密性，为国内智能航运在内河领域的深化发展提供有力保障。

在这个场景中，“通信目标识别难”成为亟待突破的重要难题。从当前船舶互通需求来看，每一艘船舶需将自身的船舶信息（如位置、航向、航速等），以广播形式精准发送至以自身为中心 5 公里范围内的其他船舶，这一过程要求移动网络必须精准匹配互通目标。然而，内河航道中每一条船舶的航行轨迹均具有随机性，以任意一艘船舶为中心的 5 公里广播范围内，接收信息的目标船舶始终处于动态流转状态。前一秒处于 5 公里范围内的船舶，可能因航行远离脱离广播覆盖，新的船舶又可能因航行靠近进入覆盖范围，这种无固定规律的目标实时变化，使得移动通信网络难以提前识别、持续确定每一次广播的具体接收目标，对网络的实时感知、动态组网与快速适配能力提出了极高要求。

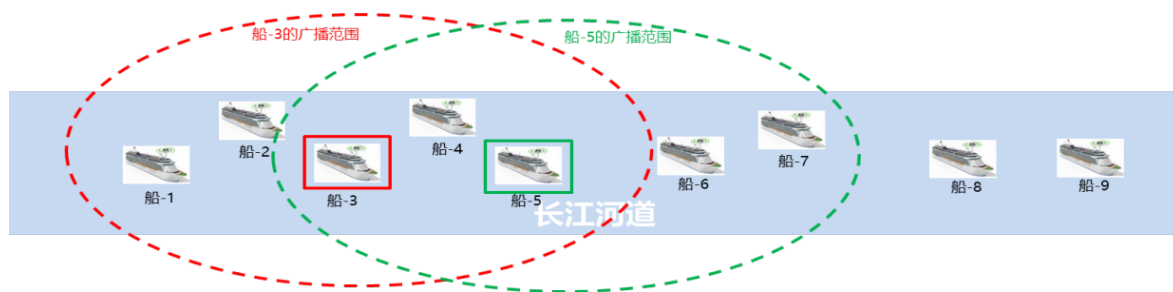


图 1 船舶互联场景

2.3 人车家互联场景：通信链路构建难

随着智能手机、智能网联车的普及与家庭智能设备的发展，人车家互联场景成为智慧生活的重要组成部分。

第一，人车互联——聚焦智能手机与网联车协同，优化出行体验。

传统代客泊车功能常出现视频回传不稳定、画面卡顿等现象，影响用户体验。需构建高效稳定的人车数据传输链路，提升视频流传输稳定性，避免泊车指令响应滞后，实现车辆自主泊入和出库等动作，用户可通过手机实时观看泊车视频，消除等车或找车焦虑，推动代客泊车从功能可用向体验可靠转变。

哨兵模式作为车辆安防功能，其稳定运行需两大通信支撑：一是建立手机与车辆的低延迟传输链路，解决视频绕行互联网导致的高延迟、易卡顿问题，确保用户远程观看告警视频流畅不中断；二是将车机视频无缝同步至手机或云端，突破车机存储容量瓶颈，实现海量视频弹性管理，提供更便捷安全的出行体验。

第二，车家互联——以智能车为家庭空间的延伸，打破车和家的资源壁垒。

传统车机受系统生态限制，娱乐资源库规模有限，难以满足户外露营、长途旅行时的高品质影音需求。通过打通车家跨域互联通路，可实现车机与家庭 NAS 的稳定连接，访问 NAS 私有媒体库，适配 4K/8K 高清视频，同时支持远程访问办公文件、备份照片，摆脱车机本地资源依赖，将车内空间升级为移动私人影院。

因受到硬件性能与游戏资源限制，传统车机无法满足副驾、后座乘客的高品质游戏需求。若借助车家互联打破算力壁垒，通过车机安装游戏主机 App，与家庭 PS、XBOX、Steam 等主机建立远程连接，则将车机大屏转化为沉浸式显示终端，可流畅运行各类 3A 大作，享受流畅、沉浸的专业级游戏体验。

第三，人家互联——围绕智能手机与家庭智能设备互通，守护智慧家庭。

家庭安防功能通常依赖互联网传输，易出现画面卡顿、延迟等问题，需依托人家互联，搭建手机与家庭安防设备的直接链路，支持用户通过手机 App 实时查看监控，第一时间关注儿童动态，避免靠近阳台等危险区域；掌握老人健康状态，确保安全预警即时推送，避免救助延误，守护家人的安全与健康。

传统办公文件交互需绕行互联网或依赖 PC 中转，存在卡顿、隐私泄露风险及流程繁琐问题。建立手机与家庭 NAS、PC、打印机的端到端直连，实现文件调取、同步备份、远程打印及手机编辑工作文档功能，打破办公空间壁垒，提升移动办公效率，消除办公文件多次转存与公网转发的繁琐流程。

2.4 具身智能互联场景：通信意图感知难

在数智化转型的浪潮中，具身智能正在将人工智能从虚拟世界带入现实生活，成为推动产业智能化升级的关键力量。从工业机器人的精密协作到人形机器人的灵活交互，从无人机集群的协同作业到AGV小车的群体协同，具身智能体正在重新定义智能系统与物理环境的交互模式。相较于传统的固定业务模式，具身智能交互的通信需求呈现出高动态性、强突发性和强临时性三大特征。

第一，工业协作机器人场景——多机器人动态任务分配与实时协同

高水平智能工厂中，多台协作机器人需要在共享工作空间内完成复杂装配任务。以汽车生产线为例，当多台工业机器人同时进行车门装配、焊接、喷涂等作业时，每台机器人都需要根据当前工件状态、其他机器人位置、工艺流程进度等多维信息，实时调整自身的作业策略和运动轨迹。

生产现场的动态变化对传统的预编程控制模式带来了巨大挑战。当某台机器人检测到零部件缺陷需要更换，或者工件传输出现延迟时，整个机器人集群必须立即重新规划任务分配和协作时序。这种动态重构需要机器人之间进行高频度、低延迟的状态信息交换，需要新型网络支撑密集的确定性通信需求。

更为复杂的是，机器人的通信意图往往具有强烈的上下文相关性。同样是发送“位置信息”，在避障场景下需要毫秒级响应，而在常规巡检时则可容忍秒级延迟；同样是“任务协调”消息，紧急停机时需要广播给所有设备，而正常作业调整可能只需要通知相邻的数台设备。这种意图的多样性和动态性使得网络难以预先配置最优的通信策略。

第二，人形机器人场景——复杂环境下的多元交互与突发协同

在智能家庭场景中，人形机器人、机器狗作为家庭智能助手，需要在高度动态的生活环境中与家庭成员、智能设备、外部服务进行复杂交互。家庭环境的时变性和人机交互的突发性，使得此类设备面临前所未有的通信挑战。

多元任务交互：人形机器人需要同时处理多重任务，例如通过语音交互了解行程规划，通过视觉识别判断人、宠物的情绪状态，调用天气服务获取实时信息，控制咖啡机和早餐设备，甚至还要走出家门陪伴老人和儿童进行安全监护。这个看似日常的场景背后，隐藏着复杂的通信决策难题。

突发业务涌现：家庭场景中突发事件层出不穷。当机器人检测到厨房烟雾报警时，原本进行的日常对话瞬间切换为应急处理模式——需要立即联系消防系统、通知家庭成员、控制通风设备、调用视频监控，同时可能还要协调邻里互助或物业管理。这种从“日常模式”到“应急模式”的瞬时切换，对网络的动态感知和快速响应能力提出极高要求。

第三，无人机集群场景——大规模协同与动态时变重组

在智慧物流的“最后一公里”配送中，50架无人机需要在城市上空协同完成包裹派送任务。每架无人机都是独立的智能体，具备路径规划、避障、降落等自主能力，但同时需要与其他无人机保持密切协作。

集群飞行的复杂性在于其通信意图的高度动态性。在正常飞行状态下，无人机之间主要交换位置、航向、速度等基础状态信息，通信频率相对较低。但当检测到突发天气变化或空中交通管制指令时，整个集群需要立即进入应急协调模式：重新计算飞行路径、调整编队形态、分配备用降落点等。

这种从“常规模式”到“应急模式”的切换往往在数秒内完成，但通信需求却发生实时变化——数据传输量可能增加10倍以上，延迟容忍度从秒级降至毫秒级，参与协调的无人机数量从相邻几架扩展至整个集群，且随着环境的变化，这些需求可能会频繁的建立、调整、删除。需要通信网络能够突破原有传统的静态网络配置以适应剧烈的时变需求波动，即时建立专用通信信道，并按需拆除避免资源浪费和安全隐患。



3 智能互联面临的挑战

3.1 挑战 1：通信目标识别难

与预定义规则的通信（如固定 IP 绑定、预设终端清单匹配）不同，行业终端、智能体的互通目标无需依赖静态标识建立绑定关系，而是可灵活依赖空间距离、终端属性等动态因素作为判定依据。从移动网络视角来看，这类场景的通信对象不存在固定的标识（如 IMSI、设备 ID）与通信源的强绑定关系，而是以“相对距离阈值”和“终端功能属性”作为通信链路建立的核心标准。

以 2.2 章节中描述的船舶通（S2S）场景为例，船舶的通信目标可能不仅以“6 公里空间距离”为基础判定维度，还会结合其他船舶的“终端属性”（如船舶类型为客船、货船或救援船，航行状态为正常行驶或应急避险）调整交互优先级。若救援船进入范围，则会自动提升救援船的数据传输带宽，确保应急指令高效传递。整个过程中，当船舶进入距离阈值且属性匹配时，互通链路自动建立；一旦船舶驶出范围或属性不再符合交互需求（如救援任务结束），链路则随之释放，完全脱离固定标识绑定的限制。

再如应急救援领域的智能体协同场景：在山区地震搜救任务中，空中侦查的无人机终端需动态判定通信目标，寻找“空间距离最近”，即优先与自身 1 公里范围内的搜救机器狗、地面智能机器人建立链路；同时会结合“终端属性”进一步筛选：若某机器狗携带生命探测仪（属性标签为“生命搜救”），无人机则会优先向其下发实时侦查到的生命信号坐标；这种判定逻辑下，无人机的通信目标并非预先设定的固定机器狗或机器人，而是随自身飞行轨迹、地面设备移动位置及设备功能属性实时变化，也可能会随着飞行轨迹迅速切换链路。

这类基于“空间距离+终端属性”的动态组网逻辑，与传统依赖固定标识绑定的通信场景形成显著差异，对移动网络提出了双重新要求：一是需具备实时高精度的距离测算能力，确保距离阈值判定的准确性；二是需支持终端属性的快速识别与动态更新，实现属性匹配的即时性。

3.2 挑战 2：通信链路构建难

随着未来智能终端协同范围从单一区域扩展至跨域、跨网场景，通信链路的构建难度进一步因“跨网、跨域”需求升级而加剧。未来智能终端的交互将频繁涉及不同类型网络（5G/ 卫星 / 边缘网）、不同管理域（运营商网络、公共网络与行业专用网）的互通，使得本就复杂的链路构建更添阻碍。

以跨区域山地 - 城市联合应急救援场景为例，一架负责空中侦查的无人机，在城市边缘时依托 5G 公网通信，当飞至山区无 5G 覆盖区域，需自动切换至低轨卫星网络；以人 / 车 - 家互通场景为例，当用户临时发起“远程访问家庭设备”的意图时（如下班途中突然想起忘关家中空调，或临时想通过家庭摄像头查看宠物状态），需打通移动网络与家庭固网的跨网链路。家庭固网设备多处于路由器分配的私有 IP 网段，用户手机无法提前知晓设备的公网映射地址，难以精准定位通信目标；在人 - 车跨运营商互通场景（例如远程泊车），需打破运营商壁垒构建互通通道。例如用户下班后在商场门口临时发起“远程泊车”意图（想通过手机 APP 控制车辆自动驶入地下车库），此时用户的手机 SIM 卡归属的运营商和车辆搭载的车联网卡分属不同运营商管理域，存在三重关键难题：一是跨域身份认证难题；二是跨运营商资源调度延迟；三是目标网络归属难预判。

这对移动通信网络提出新的要求，需突破传统“单网、单域”的设计逻辑，构建“实时跨域资源调度体系”，实现带宽、信道等资源的秒级分配和通信链路的搭建。

3.3 挑战 3：通信意图感知难

在移动网络的传统通信模型中，终端互通通常依赖预设的用户签约，而新型互通场景则要求终端侧“自主决策 - 主动发起”闭环任务，通信意图随之呈现出显著的临时性、随机性与难以感知性，与传统通信形成鲜明反差。

以应急救援领域的无人机与机器狗协同搜救任务为例，无人机终端并非按预设时间表或固定指令发起通信，而是依赖对周边智能体实时状态的感知自主触发。当无人机通过传感器检测到某台负责废墟探测的机器狗电量低于 20%，或因建筑物遮挡导致信号强度弱于阈值时，会即时生成“请求周边空闲机器狗接替探测”的协同指令，并主动向 1 公里范围内符合“空闲状态 + 具备废墟探测功能”的机器狗终端发起通信。从通信意图的产生来看，它既不依赖云端提前调度，也没有固定的发起时间节点，完全由机器狗的实时电量、信号状态这类动态因素触发，凸显出极强的“临时性”——前一秒可能无任何通信需求，后一秒因突发状态变化便立即产生通信意图，且意图存续时间短（仅需完成指令下发与响应确认，通常仅数秒），完成后便终止通信。

同时，未来智能体通信意图具有极强的“难以感知性”：一方面，智能体的自主决策过程完全在终端侧完成，无需向移动网络提前上报“潜在通信需求”，网络无法通过预设签约信息或前置信令预判通信意图的产生。例如无人机在未检测到机器狗异常前，网络无法知晓它后续是否会发起协同指令，也无法预判指令的接收对象；另一方面，通信意图的触发因素（如电量阈值、信号强度、环境变化）均为动态变量，且不同智能体的决策逻辑存在差异（如 A 无人机设定电量 15% 触发请求，B 无人机设定 20%），网络难以通过统一规则捕捉意图产生的规律。

这种“临时、随机、难感知”的通信意图，对移动网络的资源调度能力提出了特殊要求：传统基于“长期规划、固定分配”的资源模式已无法适配，网络需支持“即时接入、即时释放”的灵活调度。在智能体突发通信意图时，能快速分配信令信道与数据带宽，完成链路建立与信息传输；通信意图终止后，立即释放资源以避免浪费，从而适配智能体高频次、短时长、无规律的自主通信需求，这也成为移动网络适配智能互联场景的核心挑战之一。

4 任务驱动式智能互联网络

4.1 设计理念

为解决未来智能互联场景面临的三大挑战，下一代智能互联技术将以“任务”为核心锚点，围绕任务全生命周期构建“敏捷的意图感知—快速的目标确认—动态的智能互联”三维技术脉络，提出任务驱动服务（TDS）技术体系，打破传统互联模式中“连接先行、任务后置”的局限，通过终端自主协同、动态感知适配、资源弹性调度，实现对复杂场景下多元互通需求的精准响应。

- 敏捷的意图感知：面向智能终端任务需求的实时捕捉，依托 TDS 端网任务协同模块与资源即时响应能力构建感知体系，从“被动响应”到“意图感知”的转变，为后续互通环节争取时效。
- 快速的目标确认：面向互通目标不确定问题，通过数字身份认证、终端态势感知能力，实时采集互通目标的空间位置、设备属性、工况状态等关键数据，经智能分析算法快速处理后完成目标定位与身份核验。
- 动态的智能互联：面向链路资源的柔性适配，在确认任务与目标后，根据任务需求与目标状态，动态调整网络连接关系、通信参数与资源分配，实现互联能力与任务需求的实时匹配。

4.2 技术体系

为了实现任务驱动式智能互联网络的三大核心理念，需围绕任务全生命周期构建“敏捷的意图感知—快速的目标确认—动态的智能互联”三维技术脉络：

首先，针对敏捷的意图感知，通过统一的数字身份管理、实时的终端态势感知、交互式端网任务管理，为快速的目标确认创造前提条件；其次，针对快速的目标确认，接收终端或应用发起的专网任务需求，基于 AI 辅助模型库实现需求意图识别、网络任务规划 / 生成 / 决策、服务链编排；最后，针对动态的智能互联，通过动态群组创建、智能数据互通、跨网跨域融通，从规则预先配置升级到规则动态派生，实现端 - 网 - 云一体化实时协同，实现差异化体验专网。



图 2 任务驱动式智能互联技术体系

4.3 关键技术

4.3.1 数字身份认证

统一数字身份识别是基于 5G 网络内生安全能力构建的实体可信认证体系，通过多模态生物特征或者设备数字标识的验证，在端-网-云协同架构下实现用户、设备、服务的全域可信身份映射与动态授权。

在人车家协同场景中，车辆需无缝接入家庭能源系统、社区安防设备等异构终端，要求实现车主、访客及公共服务设备的跨域身份互认与细粒度权限控制。当访客车辆临时使用充电桩时，需动态验证其授权时效与操作范围；低空无人机物流场景下，无人机飞行过程中需实时验证起降场站、空管制平台及智能货柜的合法性，防止恶意节点仿冒指令导致货物劫持或坠机事故；内河船联网场景则要求船舶与港口闸机、货主系统、海事监管中心建立双向可信认证，确保航行指令与货物数据的不可抵赖性，如船舶进港时自动触发装卸权限核验。

针对上述需求，数字身份识别技术需实现全域统一的标识体系，为车载 OBU、无人机飞控单元、船舶 AIS 终端等设备分配唯一的身份标识；同时支持基于任务上下文的动态权限治理，例如依据无人机配送阶段自动收缩设备访问范围；并集成隐私增强机制，在身份验证过程中保护用户生物特征、货物品类等敏感数据。数字身份识别正从被动认证向主动信任演进，成为智能互联网络的“安全基因”。

4.3.2 终端态势感知

终端态势感知指通过 5G 网络赋能终端设备的多源环境感知与智能决策能力,利用机载传感器(LiDAR、摄像头、IMU)、网络侧信道特征(如 5G-A 通感信号)及边缘算力融合处理,实现从“被动响应”到“主动预判”的跨越。

低空无人机超视距作业场景要求终端实时感知空域气象突变、临时禁飞区动态及邻近无人机轨迹,以规避碰撞与违规风险;车路协同自动驾驶场景中,车辆需融合盲区行人定位、交通信号灯状态及周边车辆紧急制动信息,支撑 L4 级自动驾驶系统在复杂路况下的毫秒级决策,如儿童突然冲出车道时的瞬时制动响应;内河船舶智能航行场景则依赖雷达、AIS 与岸基视觉数据的融合分析,实现狭窄航道暗礁探测、夜间漂浮集装箱识别及对向船舶避让意图解析。

终端态势感知技术的核心目标是构建多源异构数据融合引擎,集成终端传感器、网络侧平台及边缘计算节点信息;建立实时威胁感知能力,对空域入侵、航道障碍等异常目标实现分级预警;并基于历史数据与机器学习模型预判风险演化趋势,例如推演船舶航迹冲突概率并生成主动避让策略。终端态势感知正推动 5G 网络从“连接管道”向“认知神经”进化,为全域智能任务提供环境理解底座。

4.3.3 端网任务协同

端网协同任务指基于 5G 核心网控制面能力(如 TSN、网络切片)动态调度终端、边缘节点、云平台的算力与网络资源,实现任务需求与资源供给的全局最优匹配。其本质是通过“网络即服务”(NaaS)模式将离散终端整合为有机智能体,解决传统垂直系统中资源僵化、响应滞后等痛点。

无人机集群应急救援场景需协调百架级无人机执行三维测绘、物资投送等任务,动态分配航路以避免空域资源冲突。例如在山区洪灾救援中,无人机群需自主重组通信链路保障关键图像回传。车家无缝互联场景要求车辆驶住宅地理围栏时,自动联动家庭空调启动、车库门开启等操作,实现车载网络与家庭 IoT 系统的跨域服务衔接。船舶自动靠离泊场景中,通过动态的识别船舶的靠离泊行为,为船舶动态分配更多的无线资源,提升业务保障等级。

实现此类协同需建立任务意图翻译引擎,将业务语言转化为网络 SLA 策略;设计多维资源联合编排器,实现无线 PRB、边缘 GPU、终端算力的统一调度;构建端网数字孪生沙盒,支持复杂任务链路的仿真预演与风险预测。端网协同任务标志着 5G 专网从“连接服务”向“智能任务代理”的跃迁,为千行百业提供确定性的智能互联体验。

4.3.4 动态群组创建

在任务驱动模式下,用户能够基于任务需要,动态创建智能群组。

智能群组是一个因任务而建的子网,该子网可以汇聚接入任务所需的各类专网、切片、NPN、5G

LAN、ToC 连接、ToB 连接，提供彼此的无障碍互通能力；同时，子网可将为任务服务的通感数据、无缘物联数据、无人机数据、车联数据等汇聚在一起，共同为子网内的设备提供支持和服务。

智能群组建立的子网，可以以实体的专网、切片、NPN 为基础构建，也可以以 5G LAN，企业 VPN 这样的虚拟网络为基础构建。

智能群组建立后，可具备群组子网唯一标识，并且，加入群组子网的各切片，专网，个体连接等，都能够借助智能群组标识互相发现彼此，并通过各类传输通路接入到子网。同时，原本的专网、切片、个体连接等也能够借助智能群组子网标识，标记特定的数据流，签约特定的 QoS，完成特定任务的专属计费等操作。

因任务加入了智能群组后，智能群组可为各类终端提供单播、广播、组播类通讯能力，并支持群组内终端设备、特定业务之间彼此相互发现，自动形成最优的转发拓扑。

智能群组也具备智能化终端管理能力，智能群组中，网络提供 TDS 智能体，与智能化终端之间完成意图交流，并基于意图进一步推动任务分解，任务执行，细化和完善群组子网的调整和运营。

在智能群组中，TDS 智能体也将以自身智能，持续感知业务流需求，动态部署云边算力，动态编排东西向转发路径，保障确定性传输和沉浸式体验。TDS 智能体也将持续演进，为用户提供网络自治化运维能力，最大限度降低对客户的技术屏障，提升 SLA 的全程保障能力。

4.3.5 智能数据互通

智能群组中，数据互通能力也将基于任务所需，具备更智能，更高效特性。

在 TDS 任务驱动模式下，业务终端能够基于当前所处的位置，动态加入以地域为标识的网络，终端可获得本区域的边缘服务，同时，也能够和本区域内的其他业务终端相互发起访问。

在交通和物流任务中，通常所见的车路协同，水路协同，空域协同，都需要终端在接入本区域网络之后，能够获得高带宽，低时延，高可靠的数据传输，以便满足高清摄像头数据分享，视觉和雷达数据快速分析和检索的需求，以便帮助车辆，船舶，无人机等及早感知险情，尽快做出协同互动等操作。

上述这些需求，都要求智能群组子网中具备高效的路径编排能力，能够为每个终端做出最佳的接入点选择，动态安排边缘算力跟随，快速解析数据流，并为其中最关键任务提供超低时延，超高可靠性的空口保障。具备了高效编排能力之后，也就具备了智能数据互通的基础。

接下来，TDS 将持续跟踪，感知每个终端的变化，并维护复杂多变的智能群组子网拓扑。在动态多变的拓扑中，始终维持着每一条业务路径的传输质量，使其保持最佳的业务体验，与此同时，持续面对终端的加入、退出、聚集到热点区、进入弱覆盖区、进入异构无线覆盖区等等事件，为突发事件提供及时的拓扑调整，资源竞争应对等手段。这些都要求 TDS 具备充足的智慧。为此，TDS 将引入了智能辅助，通过智能大脑完成业务路径的智能化编排。

随着技术的发展，5G 网络也有了 ToC、ToB 网络、WiFi 补充覆盖等差异化网络技术。同时，无线模组也有了 IP 模组、Ethernet 模组、WiFi 模组等不同无线制式的区分。将来自不同网络的终端，将不同形态的模组都纳入到同一个智能群组子网之中，使其能够彼此互通，这也是智能数据互通的关键点。

针对上面的需求，TDS 也提供了用户面代理网关功能。不同的网络连接、不同的模组，都可以通过代理网关的中继或转换，同时接入到一个智能群组中。并且，这些跨网、跨模式的终端之间也能够彼此发现，彼此无障碍通讯。为此，TDS 需要具备终端类型感知，指导代理网关进行协议栈中继或转换的能力。

TDS 除了能够为智能群组子网提供智能路径编排等能力之外，还将具备与智能终端直接互通的能力。

随着终端智能化的快速演进，车载、机载、船载终端都将具备高度智能，这些智能终端能够自主感知和探索世界，能够自主发起任务，能够彼此高效互联，并通过紧密协同完成复杂的任务。

为了能够让任务驱动更高效，TDS 智能体能够与智能终端之间通过 MCP、A2A 协议完成意图化交流。TDS 能够从智能终端侧动态获取任务诉求，并基于任务诉求，快速完成子网创建，子网变更等操作。同时，TDS 也能够将网络状态、环境和事件预测等信息快速传递给智能终端，促使智能终端做出及时的调整，智能终端也能够更好地完成任务。

4.3.6 跨网跨域融通

现实中，想要完成一项复杂任务，需要跨运营商，需要有线、无线，需要运营商大网、企业专网等不同网络中的终端共同完成协作。

例如，在一个港口、或者一个物流中心之中，来往的船只、车辆、无人机川流不息，船只和车辆加载了不同运营商大网的通讯卡，港口或物流中心的无人机接入运营商为企业搭建的专网，工作人员的办公装备接入在有线专网中。当这些设备之间需要彼此按需访问，设备产生的数据需要按需分享，以便驱动港口或码头的智能机械高效工作，这就产生了跨网、跨设备类型的任务驱动群组业务。

面对复杂的网络互联环境，任务驱动机制给出了如下的解决方案。

首先，TDS 智能体将开放接口，通过 SBI/MCP/A2A 接口模式，处于不同运营商域，处于无线、有线不同网络域，处于大网、专网不同域内的 TDS，或其他类似功能智能体，彼此之间能够相互沟通，彼此交互任务信息，完成初步的任务协同。

不同域内的 TDS 智能体需要各自生成本域内的任务蓝图规划，并与其他域的任务蓝图进行蓝图共享，蓝图合并，蓝图推演，最终，基于蓝图生成跨网、跨域的最佳互联互通方案。

其次，TDS 体系需要引入更强的用户面代理网关功能。不同域内的 TDS 智能体完成了任务蓝图编排，并结合当前的时间、地点，完成当前子任务的编排，并将子任务下发到用户面代理网关来执行。

用户面代理网关将基于任务子网，执行跨网、跨域的彼此发现，并完成动态互联，并且，用户面代理网关在子任务的存续期内提供业务传输路径的中继、转换等工作，也将持续提供路径度量和微调的操作，保障本域内子网路径的敏捷高效。

用户面代理网关也将为复杂数据提供代理功能，面对高清视频、雷达数据等海量数据，用户面代理网关能够传递数据特征扫描、特征化数据分发、再加工等任务，即保障了数据的分享需求，也保障了企业、个人的数据安全，数据主权等权益。数据代理能力，将为智能终端作业提供强大的辅助支撑。

第三，一切跨网、跨域的操作，都需基于行业规范、通讯标准有序推进。

TDS 任务驱动型智能互联机制是面向用户诉求，面向行业需要而进行的网络业务能力整合，特别是在跨网、跨域的操作中，既需要考虑智能作业任务的高效进行，也需要考虑每个网络的现状和问题，所以，汇聚群体智慧，经过充分的讨论，最终形成业界认同的规范，将是任务驱动型智能互联的关键目标。



5 5G-A 船舶通 专网实践

4.1 设计理念

基于任务驱动式智能互联理念，当前已结合行业需求开展了部分产业实践。

如 2.2 章节中描述的船舶互联场景，内河船舶 AIS 系统作为船舶自动识别与通信的核心基础设施，在提升航行安全与效率方面发挥了重要作用。然而，当前内河 AIS 系统在实践中面临多重挑战：数据更新频率普遍低于 10 秒，远不能满足内河复杂环境下实时避碰的需求；在通航密集区域，大量船舶广播的 AIS 报文因冲突导致信息丢失率高达 30%，数据质量难以保障；更关键的是，传统 AIS 依赖 VHF 窄带通信，仅支持语音与低速数据传输，无法承载智能航行所需的高带宽、低延迟交互。此外，安全漏洞日益凸显，由于 AIS 信号通过开放频段传输，船载数据易被非法截取，而内河作为国家战略物资运输通道，此类信息泄露将带来显著的安全风险。

针对上述痛点，为推动内河 AIS 系统向智能化、安全化转型，中国移动联合湖北省公司、湖北理工大学基于中国移动 5Gw 拟专网，开展了“船舶通（S2S）”专网实践，打造了首个面向内河港航全场景智能化应用打造的船岸云协同系统。并完成了试点测试。

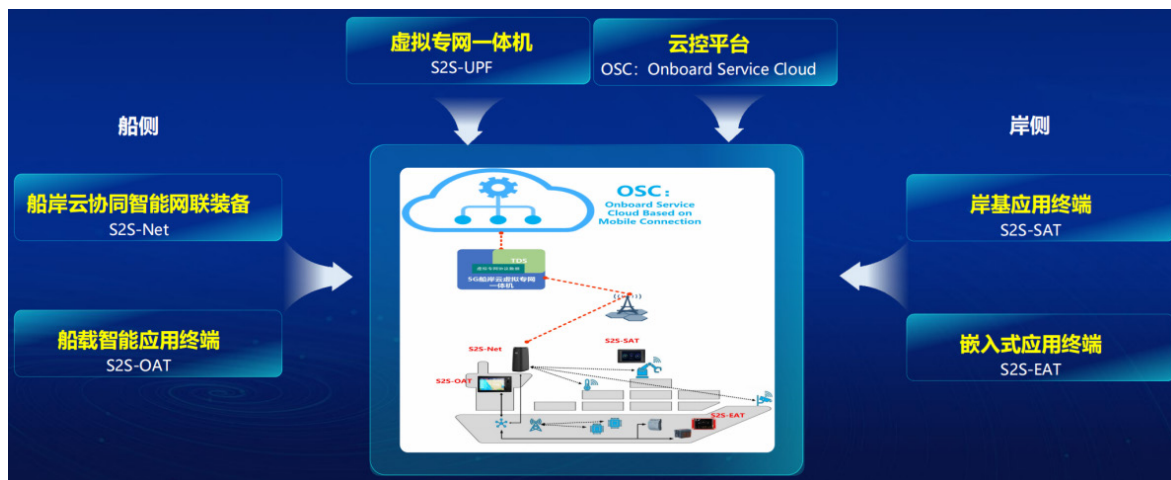


图 3 “船舶通（S2S）”船岸云协同系统

其核心优势在于：一是通过 5G 技术重构 AIS 数据传输模式，将船舶动态信息广播频次提升至秒级，配合高精度定位技术，为船舶自主避碰提供实时决策依据。二是依托 5G 实现船 - 船、船 - 岸全域互联，突破传统 VHF 通信的物理限制，使船舶无需依赖单一基站即可形成动态组网，尤其在长江等长达千公里的航道中，可有效消除雷达盲区与通信中断区域。技术层面，系统部署 TDS 作为核心枢纽，通过 UE IP 与 ICCID 映射实现船舶身份与网络资源的动态绑定，并为船只提供基于任务驱动式的广播转发 / 单播转发功能。

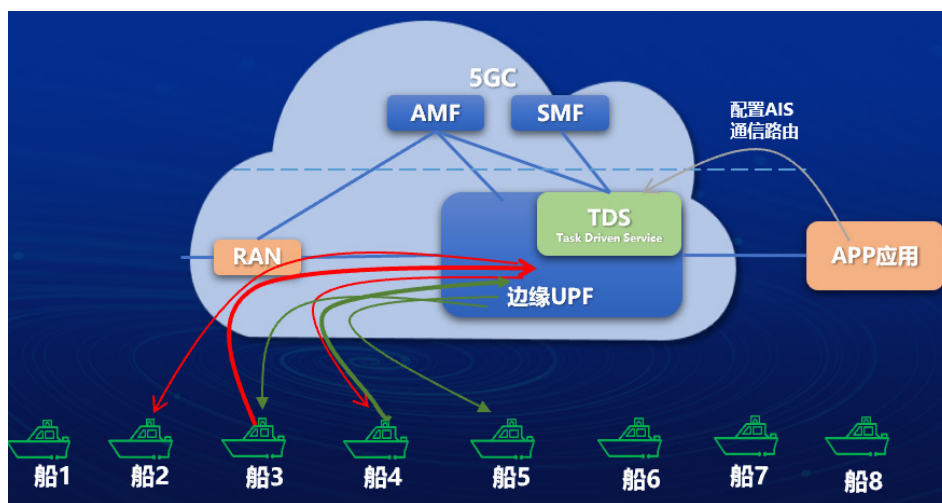


图 4 任务驱动式智能互联 - 赋能“船舶通（S2S）”技术方案

基于任务驱动式智能互联技术能力，构建了一套以船舶实际任务为核心的弹性网络架构：它能实时识别船舶当前场景和任务需求，并根据任务优先级动态调整通信目标，调配网络数据互通资源，从“被动提供通用网络”转向“主动匹配任务需求”，真正实现了网络为船舶行业的“按需赋能”。

在信息共享层面，该技术突破了传统船舶信息传输的时延瓶颈，达成秒级船舶动静态信息共享，实现数据采集、处理、上传、分发的全流程秒级响应。

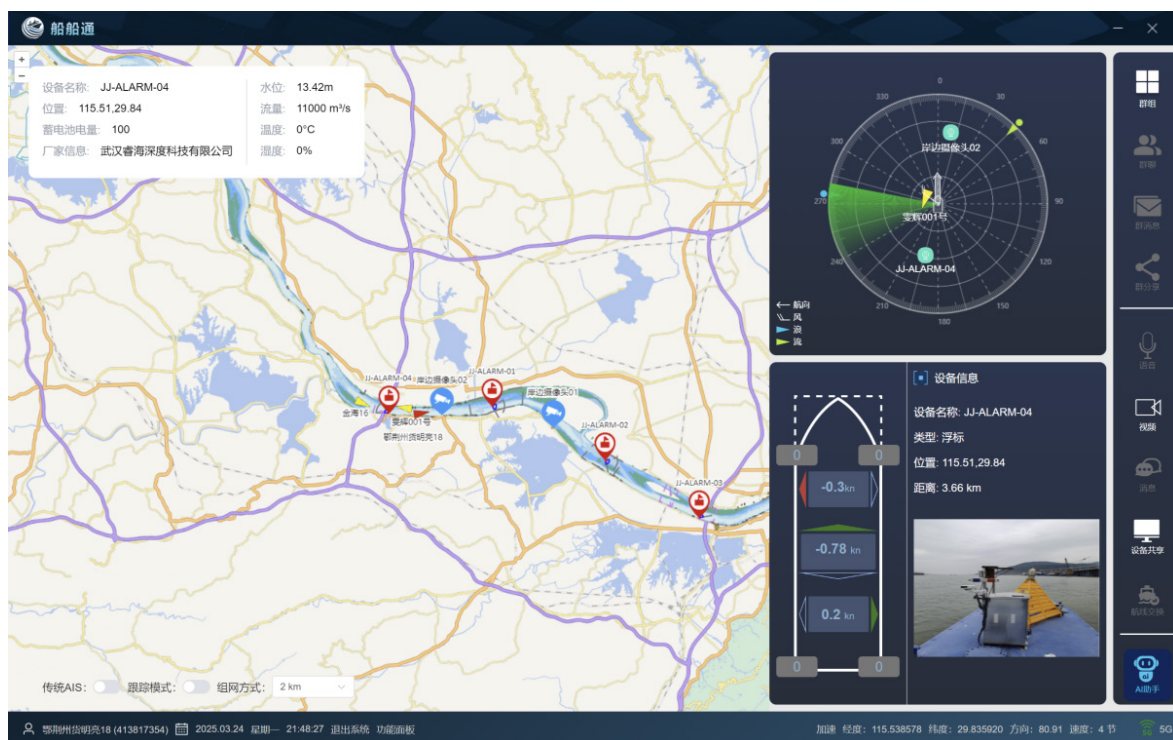


图5 “船舶通（S2S）”秒级监控系统

海事部门可实时监控船舶轨迹以规避碰撞风险，船公司能远程预判设备故障并提前制定维修计划，港口可根据船舶实时到港动态优化泊位分配，大幅提升全链条运营效率。

本次，以任务驱动式智能互联为核心的专网实践，不仅解决了船舶行业长期面临的高效通信难题，更从运营效率、安全保障、人员体验三个维度为智慧航运注入新动力，成为推动船舶行业向数字化、智能化转型的关键支撑。

6 总结与展望

未来，任务驱动式智能互联技术将在技术深化、场景拓展、产业协同三大维度持续突破，推动智能互联向更高效、更智能、更泛在的方向发展。

在技术深化方面，六大关键技术将向“智能化、自适应”升级：终端态势感知将融合 AI 大模型提升多维度数据的分析精度，实现“预判式”态势预警；动态群组创建将结合实时任务优先级，实现群组成员的自动增减与资源的动态分配；跨网跨域融通将突破固网、卫星、5G、专网等多网络壁垒，构建“无感知切换”的泛在链路，进一步提升智能互联的响应速度与可靠性。

在场景拓展方面，技术应用将从船舶互联、人车家互联、智能体互联向更多领域延伸：在工业互联网场景中，可通过任务驱动实现生产线设备的动态协同，解决多设备跨车间的链路适配问题；智慧交通场景中，可通过目标确认与链路构建，实现车辆、道路、云端的实时协同，助力自动驾驶的规模化落地。

在产业协同方面，任务驱动式智能互联将推动“标准共建、生态共筑”：一方面，需联合产业链上下游制定统一标准，解决技术碎片化问题；另一方面，需加强产学研协同，推动高校、科研机构与企业的技术合作，加速技术成果的转化落地，同时培育涵盖芯片、终端、网络、应用的完整产业生态。

未来，随着技术的持续迭代与场景的不断拓展，任务驱动式智能互联将成为“万智智联”的核心支撑技术，为数字经济高质量发展注入新动能，助力构建更智能、更高效、更安全的互联世界。

缩略语列表

缩略语	英文全称	中文解释
3GPP	3rd Generation Partnership Project	第三代合作伙伴计划
4/5G	4/5th Generation Mobile Network	第四 / 五代移动通信
5G-A	5G-Advanced	5G 技术的演进和增强版本
5G LAN	5G Local Area Network	5G 局域网
AGV	Automated Guided Vehicle	自动导引车
AI	Artificial Intelligence	人工智能
AIS	Automatic Identification System	船舶自动识别系统
AR	Augmented Reality	虚拟现实
CSTDMA	Carrier Sense Time Division Multiple Access	载波侦听时分多址
GPU	Graphics Processing Unit	图形处理单元
GPS	Global Positioning System	全球定位系统
ICCID	Integrated Circuit Card Identifier	集成电路卡识别码
ID	Identification	身份标识号
IMSI	International Mobile Subscriber Identity	国际移动用户识别码
IMU	Inertial Measurement Unit	惯性传感器
LiDAR	Light Detection and Ranging	激光雷达
NAS	Network Attached Storage	网络附加存储
NPN	Non-Public Network	非公共网络
OBU	On Board Unit	车载单元
PC	Personal Computer	个人计算机
PRB	Physical Resource Block	物理资源块
PS	PlayStation	PlayStation 游戏主机
S2S	Ship to Ship	船舶互联
SIM	Subscriber Identity Module	用户识别模块
SLA	Service Level Agreement	服务级别协议
SOTDMA	Self-Organized Time Division Multiple Access	自组织时分多址
TSN	Time-Sensitive Networking	时间敏感网络
VHF	Very High Frequency	甚高频
XBOX	Xbox	Xbox 游戏主机

联合发布及编制单位

本白皮书编制过程中，得到了产、学、研、用合作伙伴的大力支持，为白皮书的观点形成和编写提供了有力的支撑，后续本白皮书将根据技术演进和业务实践适时修订。

联合发布单位（排名不分先后）：中移智库、中国移动通信研究院、华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、武汉理工大学、中国移动通信湖北有限公司。

编制单位（排名不分先后）：中移智库、中国移动通信研究院、华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、武汉理工大学、中国移动通信湖北有限公司。

