

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T XXXX—XXXX

基于 5G 的远程遥控驾驶信息交互系统
物流车遥控驾驶技术要求

Technical requirements of 5G enabled remote driving information
interaction system for remote driving of logistics-related vehicles

(报批稿)

XXXX - XX - 发布

XXXX - XX - XX 实施

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

本文件是“基于5G的远程遥控驾驶业务交互系统”系列标准之一。该系列标准的结构及名称预计如下：

- 基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 总体技术要求；
- 基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 远程遥控泊车技术要求；
- 基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 城市运营车紧急接管技术要求；
- 基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 自动驾驶出租车云端控制技术要求；
- 基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 高速公路车队远程遥控技术要求；
- 基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 矿山遥控作业技术要求；
- 基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 物流车遥控驾驶技术要求；
- 基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 港口遥控作业技术要求；
- 基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 测试评估方法；
- 基于5G的远程遥控驾驶信息交互系统 音视频传输技术要求。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国通信标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：重庆大学，之江实验室，阿里巴巴(中国)有限公司，中兴通讯股份有限公司，中国移动通信集团有限公司，中国联合网络通信集团有限公司，北京京东乾石科技有限公司，北京紫光展锐通信技术有限公司，中国信息通信研究院，高通无线通信技术(中国)有限公司，北京邮电大学，中国汽车工程研究院股份有限公司，腾讯云计算（北京）有限责任公司，中汽研智能网联技术(天津)有限公司，高新兴科技集团股份有限公司，中国信息通信科技集团有限公司，北京百度智行科技有限公司，招商智行（重庆）科技有限公司，上海机动车检测认证技术研究中心有限公司，无锡物联网创新中心有限公司，国汽(北京)智能网联汽车研究院有限公司，招商局重庆交通科研设计院有限公司，中国第一汽车集团有限公司，新奇点智能科技集团有限公司。

本文件主要起草人：韩庆文，叶青，廖臻，王琳，陈亚迷，张阳，许玲，敖婷，周晓萌，雷剑梅，曾少旭，朱孔林，刘云涛，张学艳，余冰雁、葛雨明，路宏，雷艺学，邱佳慧，林晓伯，陈新海，马凌峰，张博，魏文渊，邓辉，彭伟，陈冬梅，刘建行，薛宇，殷悦，张云飞，高崇桂，陈晓，朱永东，朱勇旭，孙博逊，杨君云。

基于 5G 的远程遥控驾驶信息交互系统 物流车遥控驾驶

1 范围

本文件规定基于5G的远程遥控驾驶典型业务——物流车遥控驾驶的定义、业务架构以及业务交互流程,主要包括:物流车遥控驾驶的业务定义与交互流程;不同类别的业务对通信、计算资源的功能需求和性能要求。本标准适用于物流园区及其他特定园区、小区场景。

本文件适用于支持远程遥控驾驶的5G无线通信系统和业务系统。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

实时监控 real-time monitoring

远程遥控驾驶平台在车端以及路侧单元的协助下,采集和监控驾驶行为、车辆状态及驾驶环境数据、道路交通数据等,此时远程遥控驾驶控制平台不需要参与车辆驾驶控制。实时监控信息为远程遥控驾驶平台判断是否需要进入驾驶指引或者远程接管状态提供依据。

3.2

可靠性 reliability

在服务所需时间限制内网络层成功传输数据包数量除以网络层传输的数据包总数所得的百分比。

3.3

用户体验数据速率 user experienced data rate

用户获得所需体验质量的最小需要的数据速率,不包含广播类服务。

3.4

在线车辆密度 active vehicle dense

单位面积内同时处于远程遥控状态的任务车数量。

3.5

覆盖 coverage

为满足所需应用通信服务质量要求的最大通信距离。

3.6

物流车 logistics vehicles

根据相关行业标准定义，用于运送货物的车辆，根据其物流配送特征可分为基本物流车和终端物流车。

注：基本物流车包括物流园区行驶的大、中、小型、有人类驾驶员物流车，该类物流车执行区间物流运输任务。终端物流车包括各类园区内行驶的小型有人类驾驶员物流车，以及具备自动驾驶功能的社区无人配送车/机器人，该类物流车主要用于执行终端包裹投送任务。

3.7

多接入边缘计算平台 multiple access Edge Computing

安装在边缘侧的计算平台，支持无线、有线多种接入方式的计算平台。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

5G	第五代移动通信技术	The 5th Generation mobile communication technology
MEC	多接入边缘计算	Multiple Access Edge Computing
RSM	路侧单元消息	Road Side Message
RSU	路侧单元	Road Side Unit
VRU	弱势交通参与者	Vulnerable Road User
V2X	V2X	Vehicle to Everything

5 应用定义

物流园及终端物流（例如低速无人配送车）的远程遥控驾驶是指基于 5G 等网络通信技术，在所规定的物流园区或指定的物流配送路径上由物流车主动发起或触发远程遥控驾驶模式，路侧设备配合远程驾驶端实现对物流车的全流程全天候接管。本应用包括但不限于以下类型：

- 物流园基本物流车辆远程遥控驾驶；
- 物流园/社区终端物流车辆远程遥控驾驶。

具体的应用分类和预期效果见表 1。

表 1 物流车遥控驾驶应用分类和预期效果

	应用状态	预期效果

物流园基本物流车	安全监控及行驶策略建议	云控中心实时监控物流园中行驶的大、中型物流车行驶状态，并为其提供行驶路径规划、行驶速度/行驶轨迹提示和建议。	
	远程接管及遥控驾驶	物流车或云控中心根据物流园中行驶的大、中型物流车实时行驶状态确定接管时机，有效接管后对物流车执行远程高精度控制和高可靠遥控驾驶。	
物流园/社区终端物流车	投放路径规划	云控中心根据物流任务匹配执行物流车/机器人，规划执行物流车/机器人的投放路径，提升终端物流车/机器人投放效率。	
	实时监控及行驶策略实时控制	云控中心向执行物流车/机器人下发行驶策略，包括行驶速度建议、行驶车道引导、轨迹引导等；实时监控向执行物流车/机器人的行驶状态，并根据实际行驶情况更新行驶策略。	
	远程接管及遥控驾驶	小型物流车（有人类驾驶员）	物流车/MEC/云控中心根据物流车实时行驶状态确定确定接管时机，有效接管后对物流车执行远程高精度控制和高可靠遥控驾驶。
无人配送车/机器人		云控中心根据需要对无人配送车/机器人执行远程高精度控制和高可靠遥控驾驶。	

物流车遥控驾驶应用设计运行条件见表2。

表2 物流车遥控驾驶 设计运行条件

	应用状态	工况条件	车载端配置条件	路侧配置条件	云端配置条件
物流园基本物流车	安全监控及行驶策略建议	物流园内部道路，车速范围0~30km/h	基本传感配置要求：摄像头、超声波雷达、毫米波雷达、激光雷达、定位信息（厘米级精度），搭载车载5G模组。	基本传感配置要求：路侧雷达（毫米波雷达/激光雷达）、摄像头、交通流信息、位置信息、红绿灯信息，具备路侧数据上传能力（5G/以太网）	5G蜂窝网络覆盖、支持车辆状态远程监控与诊断、障碍物识别能力、路线规划能力、动态高精度地图、环视大屏等
	远程接管及遥控驾驶		基本传感配置要求：摄像头、定位信息、毫米波雷达；搭载车载5G模组，支持远程接管（具备线控功能），具备一定的本地计算能力。 车辆传感器要求：前向机动车感知范围50m，非机动车和行人45m，横向>100°，纵向垂直>15°；侧向感知障碍物为2m，后向非机动车感知5m，机动车感知10m	基本传感配置要求：路侧雷达（毫米波雷达/激光雷达）、摄像头、交通流信息、位置信息、红绿灯信息，具备路侧数据上传能力（5G/以太网）MEC（可选）。	

物流园/社区无人配送车/机器人 （注：有人类小型物流车运行条件见“城市运营车辆紧急接管分册”）	表1 定义所有应用状态配置相同	物流园/社区，本车车速范围0~15km/h	基本传感配置要求：摄像头、定位信息、毫米波雷达；搭载车载5G模组，支持远程接管，具备一定的本地计算能力。 自动驾驶等级需求：L4级别及以上自动驾驶； 车辆传感器要求：前向机动车感知范围20m，非机动车和行人15m，横向>100°，纵向垂直>15°；侧向感知障碍物为2m，后向非机动车感知5m，机动车感知10m	基本传感配置要求：路侧雷达（毫米波雷达/激光雷达）、摄像头、交通流信息、位置信息、红绿灯信息，具备路侧数据上传能力（5G/以太网） MEC（可选）。	5G蜂窝网络覆盖、支持遥控驾驶舱、驾驶模式切换、紧急情况介入、车辆状态远程监控与诊断、障碍物识别能力、路线规划能力、车端控制能力、动态高精度地图、环视大屏等
--	-----------------	-----------------------	--	---	--

6 系统架构与业务流程

6.1 系统架构

物流园远程遥控驾驶系统架构见图2。

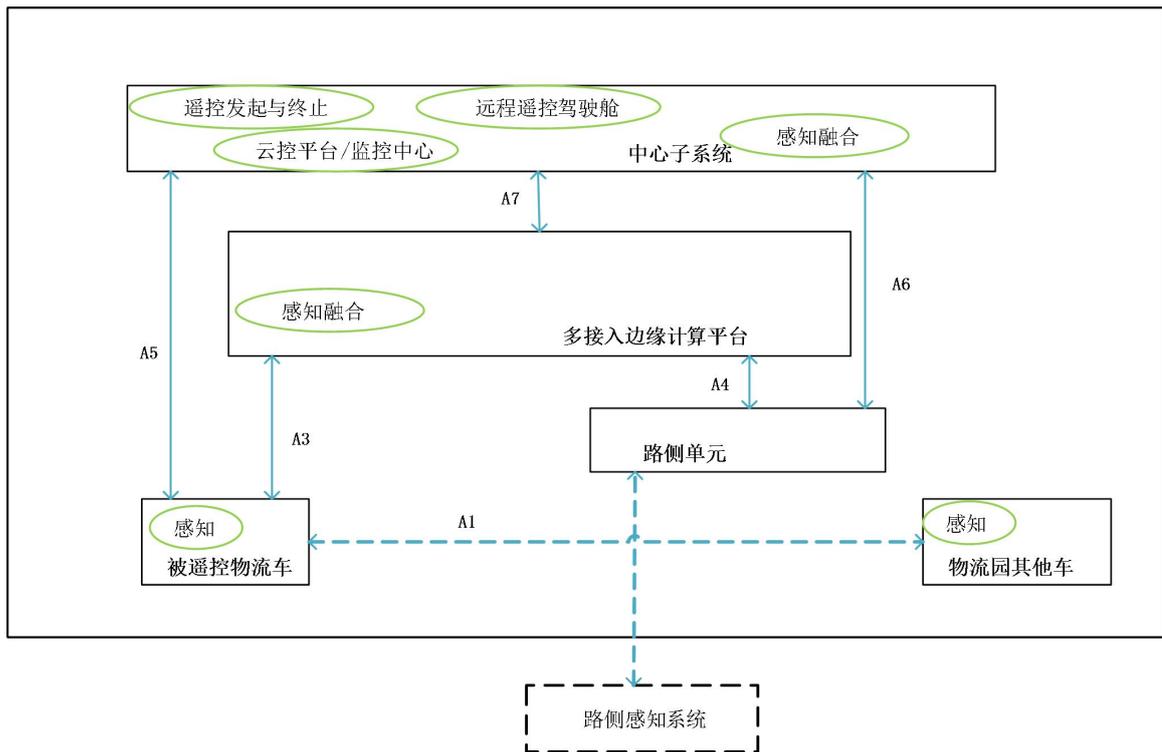


图 2 物流园远程遥控驾驶信息通信架构图

注 1：当图 2 中的 MEC 没有配置时，则感知融合功能可由车端实施。

注 2：当图 2 中的 MEC 配置后，中心子系统的云控、遥控和驾驶舱功能可以根据具体场景和业务等级，按需下沉到 MEC 实施，例如考虑到本地化运营需求、时延和遥控可靠性需求等。

其中各网元业务功能要求见下：

- 车端：搭载车载硬件包括摄像头、超声波雷达、毫米波雷达、激光雷达、车载定位终端等设备，实现对周围环境（V2X 预警信息）和自身状态（包括制动踏板、方向盘转角、加减速信息、航向信息、起始点、终点、途经点、计划时间等信息）的感知融合，并将检测到的信息（原始视频、传感器数据）通过 5G 网络传输到 MEC（A3 接口）和中心子系统（A5 接口）；
- 路侧 RSU：协助路侧感知信息的收集与融合。路侧雷达、摄像头等设备完成交通流等周围环境状态信息的感知，并通过路侧 RSU 将传感器采集信息上传至 MEC（A4 接口）或中心子系统（A6 接口）；
- MEC：对收集到的点云、图像、视频、车辆状态等信息进行数据融合、数据分析等任务，且将处理好的感知信息上传至中心子系统（A7 接口）；
- 中心子系统：具备与车端、路侧端、MEC 通信的能力，负责物流园区远程遥控驾驶的全局信息感知以及全局业务策略控制，支持云控平台和远程遥控驾驶舱功能。云控平台基于对信息的全面聚合与应用，重点实现被控车辆的视频监控、路径规划、自动报警、远程接管等功能；远程遥控驾驶舱包含驾驶模拟器、方向盘等套件，实现对车辆方向盘、油门、刹车等控制功能，远程实现车端控制（A5 接口）。同时，中心子系统根据路侧数据，将路径规划等信息通过控制指令发送给所控车辆（A5 接口）。

6.2 业务流程

本标准将根据物流车类型分别定义基本物流车和终端物流车业务流程。多接入边缘计算平台可选，如无，可忽略相关业务流程。

6.2.1 基本物流车业务流程

基本物流车业务流程可分为安全监控及行驶策略建议、远程接管及遥控驾驶两个阶段。

6.2.1.1 安全监控及行驶策略建议

业务启动条件：1) 物流车辆启动；2) 物流园区4G/5G信号全覆盖。

业务执行：

- a) 中心子系统以公告方式通过 A5 接口向进入物流园物流车发布业务办理指导信息，如，信息交易、集中仓储、配送加工、多式联运、辅助服务、停车场等；
- b) 物流车车载子系统将车辆信息（当前位置、当前时间、车辆运行状态和驾驶员属性或自动驾驶车辆属性）和物流服务需求信息通过 A5 接口提交给中心子系统，中心子系统进行物流服务匹配，并根据匹配结果生成物流车调度任务，以之为基础生成园区行驶路径、“途经点”（接受业务引导服务而停留的地点），以及行进参数，通过 A5 接口下发至物流车车载子系统，并通过 A7 接口下发至多接入边缘计算平台（可选，如无多接入边缘计算平台可不传）；
- c) 物流车根据行驶路径和行进参数在园区内行驶，物流车车载子系统以一定频率通过车载子系统与中心子系统接口（A5 接口）和多接入边缘计算平台接口（A3 接口）交互行驶参数；中心子系统/多接入边缘计算平台向物流车车载子系统以一定频率发送行驶轨迹指导信息，包括行驶速度，建议车道等。
- d) 如下情况时，中心子系统/多接入边缘计算平台需通过 A5/A3 接口向物流车车载子系统发送提示信息：
 - 中心子系统/多接入边缘计算平台发现物流车行驶参数异常，如超速、未按规定车道、前后车距异常；
 - 中心子系统/多接入边缘计算平台根据车辆上传的视频信息、路侧设备感知的交通流和 VRU 信息判断驾驶员出现情绪波动；
 - 中心子系统/多接入边缘计算平台根据路侧交通感知设备发现危险 VRU 或危险车辆。
- e) 业务终止：①物流车调度任务完成；②车辆所在位置无5G信号覆盖，车辆3s内未收到中心云信息主动终止。

业务流程：

业务流程图如图 3 所示。

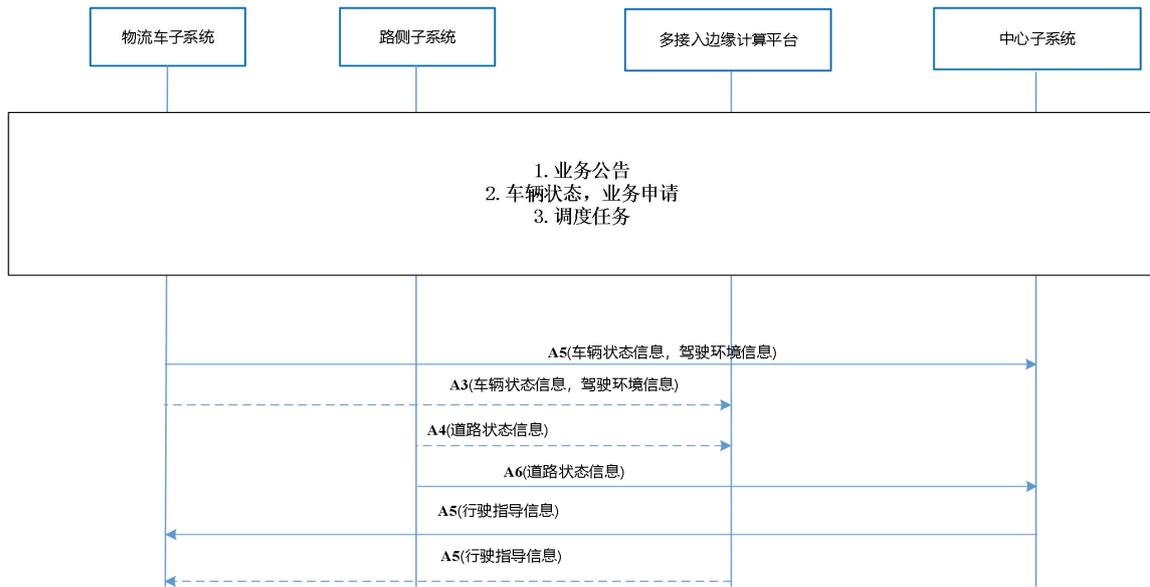


图3 安全监控及行驶策略建议业务流程图

6.2.1.2 远程接管及遥控驾驶

当物流园中运行的物流车发生行驶异常（如速度异常、轨迹异常、行驶车道异常、违法行驶）、驾驶员状态异常（如突发疾病，路怒症）、外部环境异常、VRU或其他因素导致的行驶风险过高时，应启动远程接管和遥控驾驶。该业务也可根据特定应用要求由中心子系统发起。

业务启动条件：1) 通信性能满足应用要求；2) 中心子系统/多接入边缘计算平台算力满足应用需求。
业务执行：

a) 车端申请接管：物流车驾驶员因自身状态异常，无法继续执行驾驶任务

(1) 物流车驾驶员发起接管请求，物流车车载子系统通过 A5/A3 接口将请求信息发送至中心子系统/接入边缘计算平台；

(2) 物流车车载子系统通过 5G 上传视频流信息，路侧单元通过 A6/A4 接口将路侧监控信息（视频流，雷达）发送至中心子系统/接入边缘计算平台；

(3)中心子系统/边缘遥控驾驶舱根据车端和路侧信息确定接管/遥控方案并执行；

(4)业务终止：1) 接管/遥控方案完成，2) 物流车驾驶员恢复正常，向中心云端申请解除遥控驾驶，经中心云端确认后解除，3) 物流车所在位置无 5G 信号覆盖，车辆 3s 内未收到中心云/边缘遥控驾驶舱信息主动终止。

b) 中心云端发起接管（行驶异常）：因物流车行驶异常或因外部环境异常导致行驶风险过高而启动的强制接管和遥控驾驶。业务流程见“基于 5G 的远程遥控驾驶信息交互系统 城市运营车紧急接管技术要求”。

c) 中心云端发起接管（特定业务需求）：因特定物流车应用需求，由中心云端发起的远程接管和遥控驾驶

(1) 中心子系统确定接管任务，定制接管方案，并向物流车车载子系统通过 A7 接口发布接管公告；

(2) 物流车车载子系统通过 A5 接口以直连方式向中心子系统广播车辆状态数据，包含车辆位置、速度、运动方向、加速度、是否为特种车辆等，并通过 5G 上传视频流信息；路侧单元通过 A6 接口将路侧监控信息（视频流，雷达）发送至中心子系统/；

(3) 中心子体系根据车端和路侧信息执行远程接管和遥控驾驶；

(4) 业务终止：①接管/遥控方案完成，②车辆所在位置无 5G 信号覆盖，车辆 3s 内未收到中心云

/边缘遥控驾驶舱信息主动终止。

安全监控及行驶策略建议

业务流程：

业务流程如图 4 所示。

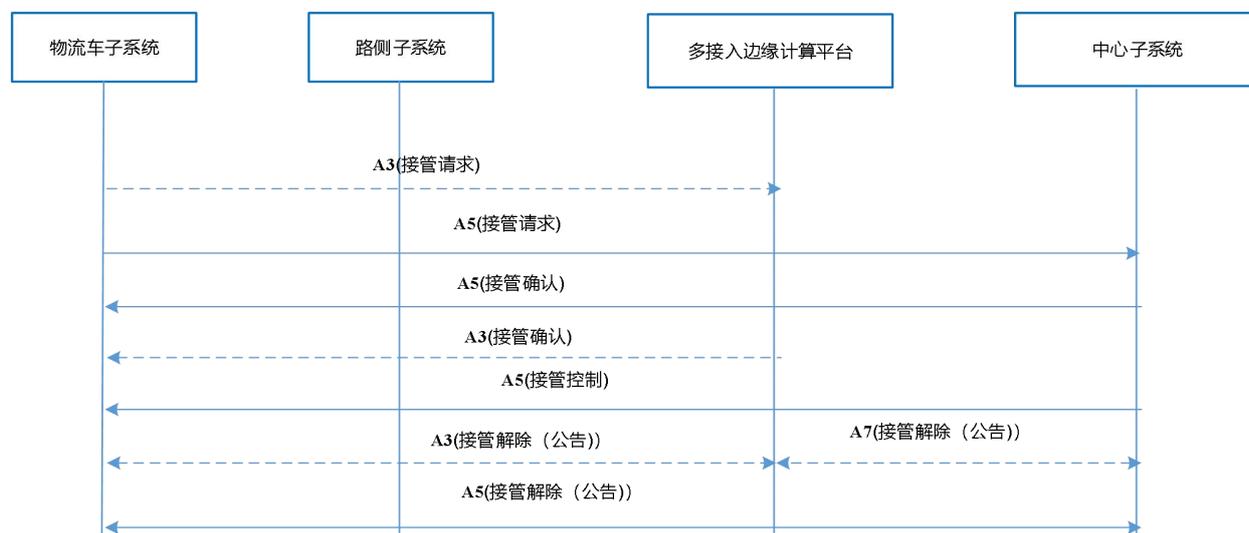


图 4 远程接管及遥控驾驶业务流程图

6.2.2 终端物流车业务流程

终端物流车业务流程可分为业务匹配及下发、安全监控及行驶策略下发、远程应急三个阶段。

6.2.2.1 业务匹配及下发

业务启动条件：1) 中心自系统收到物流配送申请；2) 物流园区4G/5G信号全覆盖。

业务执行

- a) 中心子系统收到寄货客户发送的请求，判断请求是否合法：
 - 合法：匹配物流车，确定投放路径规划，1) 向寄货客户发送确认应答信息：包括业务受理公告、取件时间、取件地点、物流车信息等；2) 向配送物流车发送配送指令信息：包括取件时间、取件地点、寄货客户信息、投放路径规划信息。
 - 不合法：向寄货客户发送携带错误信息的应答。
- b) 物流车取件；
 - 正常取件：物流车向中心子系统上报取件成功信息，中心子系统下发投放路径信息；
 - 未正常取件：物流车向中心子系统上报取件错误信息及错误代码，中心子系统重置配送任务或取消配送任务。
- c) 收货人取件：物流车到达配送终点，中心子系统向收件人发送取货信息及取货验证验证信息，收件人出示取货验证码等信息，向中心子系统发送取件请求：
 - 收件正常：中心子系统平台端接收到取件请求，判断请求合法，向收件人和配送物流车发送合法应答，取件完成；
 - 收件异常：中心子系统平台端接收到取件请求，判断请求非法，向收件人发送携带错误信息的应答，并公告异常原因，取件失败。
- d) 业务终止：①配送投递完成；②配送投递异常，等待申述。

业务流程图如图5所示。



图 5 业务匹配及下发业务流程图

6.2.2.2 安全监控及行驶策略下发

有人类驾驶员物流车此类业务流程与基本物流车业务流程相同，本部分仅定义社区无人配送车/机器人业务流程。

业务启动条件：1) 社区无人配送车/机器人启动；2) 物流园区4G/5G信号全覆盖。

业务执行

- a) 中心子系统通过 A5 接口向社区无人配送车/机器人下发行驶规划指令，包括行驶路径、途经点、行驶速度、行驶车道等；
- b) 社区无人配送车/机器人根据行驶控制指令在园区内行驶，并以一定频率通过车载子系统与中心子系统接口（A5 接口）和多接入边缘计算平台接口（A3 接口）交互行驶参数，通过 5G 上传视频流信息；路侧子系统通过 A4/A6 接口向中心子系统/多接入边缘计算平台发送实时交通流数据、VRU 数据，通过 5G 上传视频流信息，中心子系统/多接入边缘计算平台根据以上信息生成行驶规划指令，下发至社区无人配送车/机器人，修正行驶参数。
- c) 如下情况时，中心子系统/多接入边缘计算平台需通过 A5/A3 接口向社区无人配送车/机器人发送提示信息：
 - 中心子系统/多接入边缘计算平台发现社区无人配送车/机器人行驶参数异常，如超速、未按规定车道、前后车距异常；
 - 中心子系统/多接入边缘计算平台根据路侧交通感知设备发现危险 VRU 或危险车辆。
- d) 业务终止：①社区无人配送车/机器人配送任务完成；②车辆所在位置无 4G/5G 信号覆盖，车辆 3s 内未收到中心云信息主动终止。

业务流程图如图6所示。

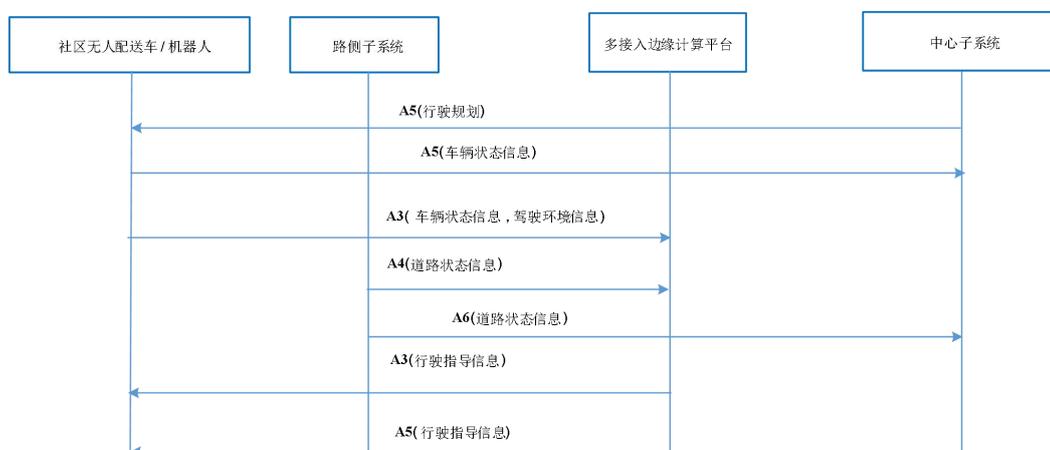


图6 安全监控及行驶策略下发业务流程图

6.2.2.3 远程应急

当社区无人配送车/机器人发生行驶异常，如脱困失败、行驶速度异常、行驶车道异常、遭遇外来不可抗拒破坏（人为破坏）等，应启动远程应急和遥控驾驶。该业务也可根据特定应用要求由中心子系统发起。

业务启动条件：1) 通信性能满足应用要求；2) 中心子系统/多接入边缘计算平台算力满足应用需求。

业务执行：

- a) 社区无人配送车/机器人通过 A5/A3 接口向中心子系统/多接入边缘计算平台周期性(10Hz)广播车辆状态数据，包含车辆位置、速度、运动方向、加速度等，并通过 5G 上传视频流信息；路侧子系统通过 A4/A6 接口向中心子系统/多接入边缘计算平台发送实时交通流数据、VRU 数据，通过 5G 上传视频流信息；
- b) 中心子系统/多接入边缘计算平台根据社区无人配送车/机器人信息和路侧感知信息发现异常状态，判断异常状态属性；
- c) 中心子系统/多接入边缘计算平台根据异常属性，结合实时信息做出应急决策，包括：
 - 遥控脱困；
 - 远程接管，控制社区无人配送车/机器人行驶速度和行驶车道；
 - 遭遇人为破坏，如抢劫货物等，对嫌疑人拍照并执行人脸识别，通过路侧摄像头对嫌疑人定位并跟踪轨迹；调度物流园区安保人员执行相关公务。
- d) 业务终止：1) 社区无人配送车/机器人物流车恢复正常，2) 人为破坏问题解决，3) 社区无人配送车/机器人所在位置无 4G/5G 信号覆盖，车辆 3s 内未收到中心云/边缘遥控驾驶舱信息主动终止。

业务流程图如图 7 所示。



图 7 远程应急业务流程图

6.3 应用层接口信息

物流车遥控驾驶专有应用层接口信息见表 3。

表 3 物流车遥控驾驶专有应用层信息交互

接口	发送→接收	消息名称	定义
A3/A5	中心子系统（云控平台 A）/多	行驶路径规划信息	YDT 3977-2021 表 15

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/676211142225010153>