

ICS 03.220.20

CCS R85

团体标准

T/ITS 0355-2025

自主式交通系统 互操作承载技术要求

Autonomous transportation system —
Technical requirements of interoperability bearer

2025-12-23 发布

2025-12-23 实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 互操作承载架构	2
6 互操作承载控制技术要求	4
7 互操作承载传输技术要求	6
8 互操作承载流程	7
9 互操作承载层间接口技术要求	15

中国智能交通产业联盟

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》的规定起草。

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。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件主要起草单位：北京邮电大学、北京交通大学、中国信息通信研究院、中国信息通信科技集团有限公司、中国联合网络通信集团有限公司、北京航空航天大学，南京大学。

本文件主要起草人：李静林、袁泉、董宏辉、葛雨明、房家奕、周光涛、辛亮、任毅龙、周海波。

自主式交通系统 互操作承载技术要求

1 范围

本文件规定了自主式交通系统的互操作承载技术框架和技术要求,包括自主式交通系统承载语义信息的互操作承载架构和接口描述,以及支持语义信息交互的互操作控制技术要求、互操作传输技术要求等。

本文件适用于自主式公路交通系统、自主式轨道交通系统、自主式水路交通系统等自主式交通系统的交通主体间互操作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 7027—2002 信息分类和编码的基本原则与方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自主式交通系统 autonomous transportation system

以自主感知、自主决策、自主执行为特征的高度智能、高度自治的交通系统。

3.2

互操作 interoperability

两个或两个以上的系统或组件之间交换数据并使用相互间理解的已交互数据的能力。

3.3

互操作承载 interoperability bearer

在需要互操作的实体之间提供满足互操作交互控制和内容传输需求的基础支撑环境。

3.4

语义错误率 semantic error rate

语义错误率是语义内容损失情况的描述，即接收到的语义信息中未能被正确理解的语义信息比例，不同语义信息模型有不同的语义错误率计算方式。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CBR: 信道忙率 (Channel Busy Ratio)

LTE: 长期演进技术 (Long Term Evolution)

LTE-V2X: 基于LTE的车用无线通信技术 (LTE Vehicle to Everything)

RSRP: 参考信号接收功率 (Reference Signal Receiving Power)

RSSI: 接收信号强度指示 (Received Signal Strength Indication)

SINR: 信号与干扰加噪声比 (Signal to Interference plus Noise Ratio)

5 互操作承载架构

5.1 互操作承载架构

自主式交通系统涉及道路、水运、轨道等多种交通方式，支持人-载运装备-基础设施-交通管控系统等多种自主式交通主体。自主式交通主体对自身状态和环境感知信息进行语义信息抽取，通过对自身行为意图或多主体间行为意图进行语义抽象，在自主式交通主体间进行语义信息的交互。多自主式交通主体间通过互操作承载完成语义信息交互，实现自主式交通主体间的互操作，完成协同认知或协同决策等自主协同任务。

自主式交通系统互操作承载技术要求仅针对交通环境中的人与载运装备之间，载运装备之间，载运装备与路侧、轨旁或航道侧的基础设施之间，基础设施之间，基础设施和交通管控系统之间的互操作。

自主式交通系统的互操作承载架构如图1所示。

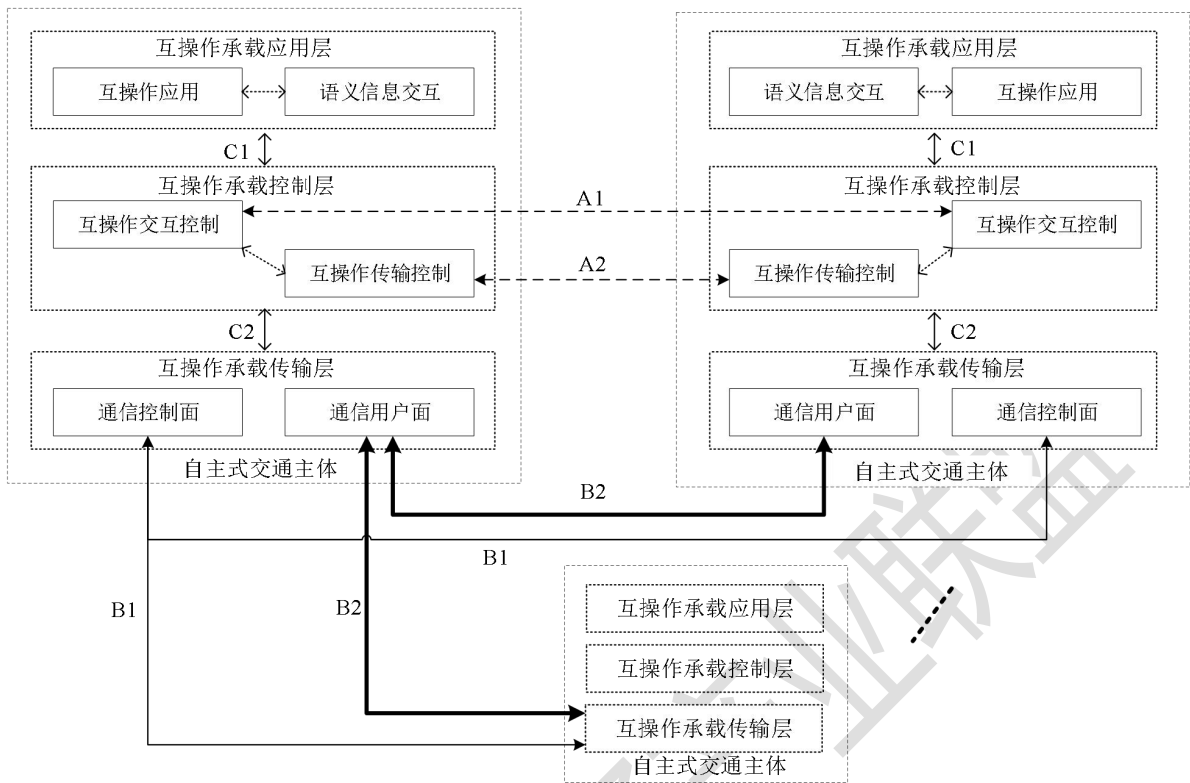


图1 自主式交通系统互操作承载架构

5.2 互操作承载层次

自主式交通主体的互操作承载层次包括互操作承载应用层、互操作承载控制层、互操作承载传输层。

- 互操作承载应用层提供自主式交通主体的互操作应用，通过使用互操作承载与其他自主式交通主体进行语义信息交互，完成自主式交通主体之间的互操作。
- 互操作承载控制层完成自主式交通主体间互操作的全过程控制，提供可交换语义信息的自主式交通主体发现，自主式交通主体间互操作交互控制，自主式交通主体间互操作传输控制等能力，保障自主式交通主体间的语义信息能够按需正确的进行交换。
- 互操作承载传输层完成自主式交通主体间互操作信息的数据传输，适配不同的网络和通信制式，提供网络的通信和传输状态，保障传输质量。

5.3 互操作承载接口

互操作承载控制对等层间接口由A1、A2接口定义，互操作承载传输对等层间接口由B1、B2接口定义，互操作承载应用与互操作承载控制层间接口由C1接口定义，互操作承载控制与互操作承载传输层间接口由C2接口定义。

- a) A1 接口是互操作交互控制的接口，提供互操作应用能力发现，互操作交互模式与交互拓扑的控制能力，保障处于运动过程中的多自主式交通主体之间的互操作过程能够正常完成。
- b) A2 接口是互操作传输控制的接口，提供互操作信息数据封装与传输过程控制，承载类型切换控制能力，保障多自主式交通主体之间互操作信息的可靠传输。
- c) B1 接口作为通信控制面完成互操作交互控制接口 A1 的承载。
- d) B2 接口作为通信用户面完成互操作传输控制接口 A2 的承载。
- e) C1 接口用于向互操作承载应用层提供可互操作的自主式交通主体及其能力信息，接受向互操作承载控制层下发互操作意图，提供编码好的要发送的互操作信息内容，并在无法按要求交换互操作信息时通知应用层互操作失败。
- f) C2 接口用于向互操作承载控制层提供多制式多模式互操作信息收发通信能力，并在接收数据时提供通信性能探测指标，在传输故障时通知控制层重新协商承载方式。

6 互操作承载控制技术要求

6.1 互操作承载模式要求

互操作过程中，需支持多种交互拓扑，主要包括点到点单跳、点到点多跳、点到多点单跳、点到多点多跳、广播交互拓扑等。

互操作过程中，需支持多种交互模式，主要包括：

- a) 拉取模式，是自主式交通主体主动向一个或多个自主式交通主体请求互操作信息，请求的信息同步返回；
- a) 推送模式，是自主式交通主体主动向一个或多个自主式交通主体发送互操作信息；
- b) 订购通知模式，是自主式交通主体向一个或多个自主式交通主体请求所需要的互操作信息，对方完成互操作信息准备后异步返回；
- c) 混合模式，自主式交通主体根据需求，同时或前后相继的使用拉取、推送、订购通知模式，完成预期的互操作过程。

6.2 互操作交互控制技术要求

互操作过程中，需提供合作群体发现、合作拓扑构建、数据传输承载协商等互操作交互控制能力。

自主式交通主体合作群体发现控制能力的技术要求主要包括：

- a) 需支持基于广播拓扑和推送模式的互操作应用能力数据定时发布，无需响应；
- b) 需支持基于广播拓扑和推送模式的互操作应用能力数据查询，并同步反馈查询结果；

- c) 需提供自主式交通主体的互操作应用能力描述，包括类型、标识、位置、语义信息服务能力、通信配置等，根据不同自主式交通主体的类型，还可包括主体自身的速度、方向等辅助信息；
- d) 根据收到的周边其他自主式交通主体推送的互操作应用能力数据，识别环境中其他可协作的自主式交通主体。

自主式交通主体间合作拓扑构建能力的技术要求主要包括：

- a) 需支持基于点到点、点到多点、广播的交互拓扑模型，选择不同模式对应的对端标识；
- b) 需支持基于拉取模式、推送模式、订购通知模式、混合模式的语义信息交互过程控制。

自主式交通主体间数据传输承载协商能力的技术要求主要包括：

- a) 互操作数据发送方，需根据通信状态选择可用于传输互操作数据的通信制式，提供可选的数据传输承载类型、传输地址、传输协议等信息；
- b) 互操作数据接收方，需根据通信状态选择可用于传输互操作数据的通信制式，从数据发送方提供的可选传输承载类型中，确认选择合适的承载类型、传输地址、传输协议，并提供自身的传输地址；
- c) 当已选择的通信连接存质量问题或中断，需重新进行承载协商，并根据重协商结果，对数据传输过程进行切换和管理。

自主式交通主体间通过A1接口完成互操作交互控制过程，至少应具备以下要求：

- a) 支持使用目标标识在非 IP 网络中进行目标寻址；
- b) 需提供交互过程的可靠性保障，包括无需 ACK 的最多一次尽力而为方式，和使用 ACK 的至少一次确认可靠性保证方式；
- c) 需提供交互过程的优先级控制，包括对控制指令提供最高优先级，对数据信息提供较低优先级。

6.3 互操作传输控制技术要求

互操作数据传输过程中，需提供不同传输承载类型的获取与设置，传输连接启动与关闭，传输过程控制等能力。

自主式交通主体间互操作传输控制技术要求主要包括：

- a) 需提供互操作数据收发接口，对承载类型、传输地址、传输协议进行获取与设置，承载类型包括通信接口类型等，传输地址包括承载类型匹配的通信对象标识或地址信息，传输协议包含传输协议标识、通信优先级、通信质量标识等；
- b) 针对非 IP 承载类型，需提供基于通信对象标识的目标寻址能力，针对 IP 承载类型，需提供基于通信对象 IP 地址的目标寻址能力；

- c) 针对互操作数据的不同通信优先级与通信质量标识,需提供不同等级的传输优先级调度和传输可靠性质量保障;
- d) 需提供对互操作数据传输质量的统计能力,评价当前承载方式是否适合互操作数据传输;
- e) 需提供发送速率与语义重要性指示信息,用于自适应调整,以应对网络拥塞等问题;
- f) 根据数据传输质量的统计结果和网络通信状态判断当前承载方式是否满足互操作数据传输要求,如果不满足要求,需要请求互操作交互控制重新进行承载协商。

自主式交通主体间通过A2接口完成互操作传输控制过程,至少应具备以下要求:

- a) 支持使用目标标识在非 IP 网络中进行目标寻址;
- b) 需提供传输控制过程的可靠性保障,支持无需确认的最多一次尽力而为方式,至少一次确认的可靠性保证方式,和使用批量确认的可靠性保障方式;
- c) 需提供超长数据包处理机制,支持超长数据包的拆包、重组、顺序重排等能力;
- d) 需提供数据流并行管理机制,支持无数据流传输、单数据流传输、多数据流并行传输等模式;
- e) 需提供数据流切换连续性保障机制,支持在数据流切换过程中,数据包的重传、续传;
- f) 需提供数据流传输报告,主要包括数据流的传输延迟、丢包、抖动等指标。

7 互操作承载传输技术要求

7.1 互操作承载传输接口 B1 技术要求

满足互操作交互控制过程的通信接口需具备以下功能要求:

- a) 需支持 LTE-V2X 等非 IP 直连广播通信,还需支持 4G/5G 等 IP 网络通信和其他通信能力的扩展;
- b) 需提供网络接口状态获取,对于无线网络通信接口,可提供 RSRP、SINR、RSSI 等无线通信指标状态,提供 CBR 等无线通信资源池状态获取;
- c) 需支持配置多个网络接入点,并提供选择不同网络接入点完成数据收发能力;
- d) 可支持设置网络通信质量,支持通信带宽、延迟等通信质量参数设置。

7.2 互操作承载传输接口 B2 技术要求

满足互操作传输控制过程的通信接口需具备以下功能要求:

- a) 需支持 4G/5G 等 IP 网络通信,还需支持其他 IP 网络通信,或 LTE-V2X 等非 IP 直连广播通信能力的扩展;
- b) 需提供网络接口状态获取,对于无线网络通信接口,可提供 RSRP、SINR、RSSI 等无线通信指标状态,提供 CBR 等无线通信资源池状态获取;

- c) 需支持配置多个网络接入点，并提供选择不同网络接入点完成数据收发的能力；
- d) 可支持设置网络通信质量，支持通信带宽、延迟等通信质量参数设置。

8 互操作承载流程

8.1 合作群体发现流程

8.1.1 定时广播模式

自主式交通主体可以通过定时广播“合作发现”消息实现合作群体发现，流程如图2所示：

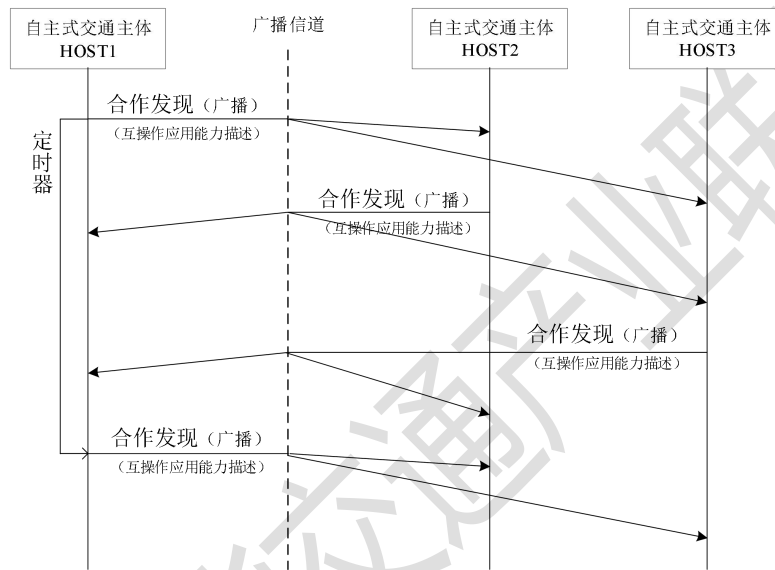


图2 基于定时广播模式的自主式交通主体合作群体发现交互流程

- a) 自主式交通主体 HOST1 定时广播“合作发现”消息，携带自身所能提供的互操作应用能力数据，供广播范围内的其他自主式交通主体发现互操作应用能力状态；
- b) HOST1 发送“合作发现”消息后启动定时器，定时器超时重复发送“合作发现”消息；
- c) 接收“合作发现”消息的自主式交通主体，提取互操作应用能力，构建可合作的自主式交通主体群体状态；
- d) 对于非固定合作的自主式交通主体群体，定时器随主体速度调整时间间隔长度；
- e) 对于固定合作的自主式交通主体群体，定时器随主体间约定的智能合约调整时间间隔。

8.1.2 按需查询模式

自主式交通主体可以通过按需广播合作发现消息实现合作群体查询，流程如图3所示：

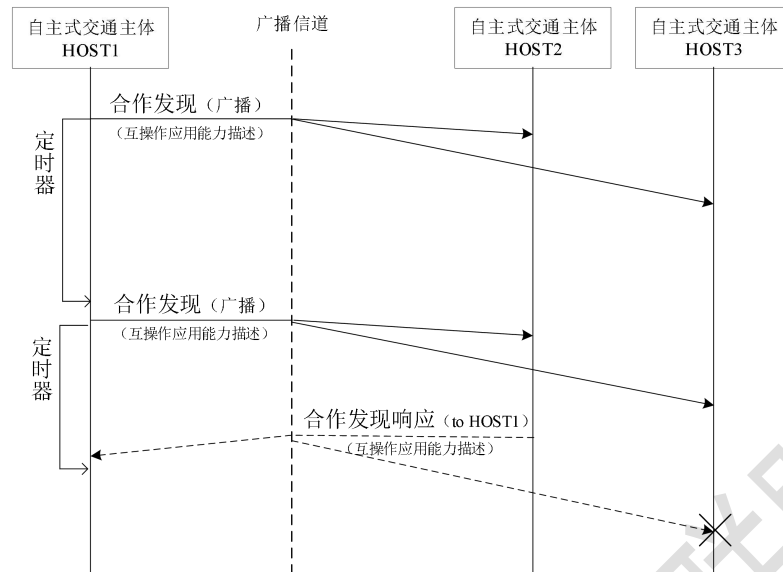


图3 基于按需查询模式的自主式交通主体合作群体发现交互流程

- 自主式交通主体 HOST1 在需要合作时广播“合作发现”消息，携带所需的互操作应用能力描述数据，用于向广播范围内的其他自主式交通主体询问是否具备互操作应用能力；
- HOST1 发送“合作发现”消息后启动定时器，定时器超时重复发送“合作发现”消息，实现动态环境下的持续互操作应用能力查询，定时器时间间隔由发起查询的自主式交通主体随速度、服务需求而调整；
- 接收到“合作发现”消息的自主式交通主体，根据自身服务能力决定是否响应该合作发现请求；
- HOST2 发送“合作发现响应”消息，消息目标设置为 HOST1；
- HOST1 收到响应消息，完成合作发现过程，其他非发送目标的自主式交通主体抛弃收到的广播响应消息。

8.2 互操作承载流程

8.2.1 信息拉取模式

自主式交通主体可以通过广播“拉取”消息实现互操作信息的同步拉取，流程如图4所示：

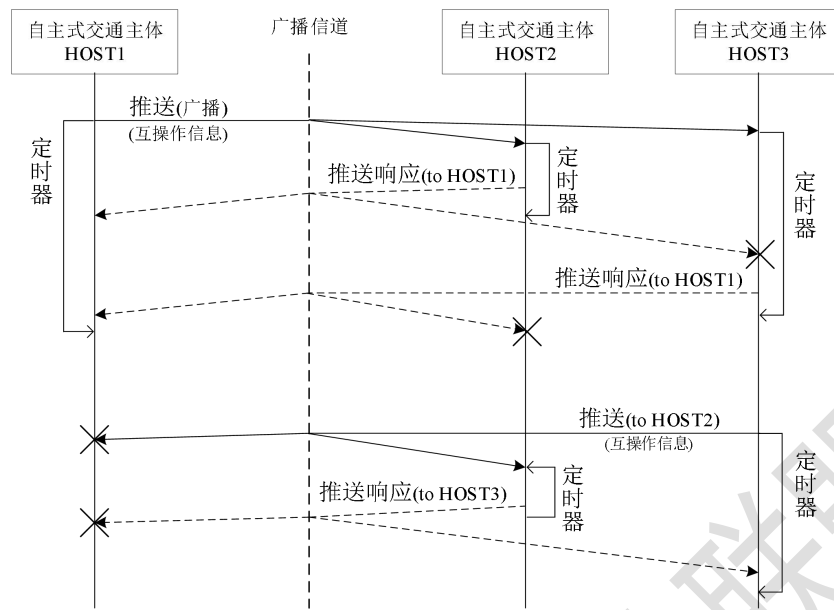


图5 自主式交通主体互操作信息主动推送流程

- 自主式交通主体 HOST1 根据合作需求主动发送“推送”消息，携带自身的标识、目标标识组及所需推送的互操作信息等，向指定的一个或多个目标主机推送；
- 如果发送的“推送”消息需要确认响应，HOST1 需启动定时器，定时器超时重复发送“推送”消息；
- 收到“推送”消息的自主式交通主体，如果是“推送”消息的请求目标且需要确认响应，则反馈“推送响应”消息，同时启动定时器，在定时器超时前如果重复收到“推送”消息，则重发“推送响应”消息，并重置定时器；
- 其他非发送目标的自主式交通主体抛弃收到的“推送”或“推送响应”广播消息；
- 语义信息拉取过程和语义信息推送过程可以组合使用，完成自主式交通主体之间的互操作。

8.2.3 信息订购与通知模式

在互操作过程中，如果自主式交通主体无法同步回复互操作信息，则需要通过订购通知模式执行异步信息交互过程，流程如图6所示：

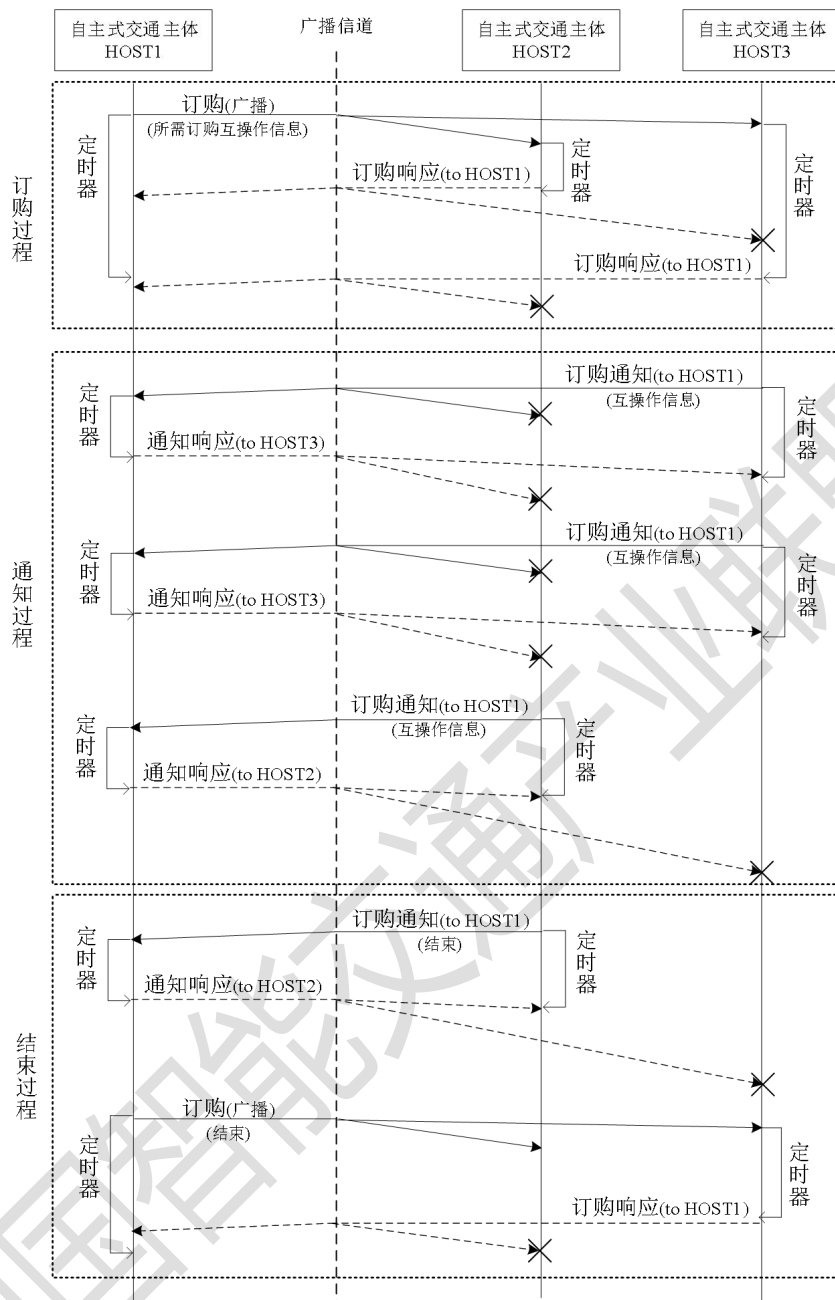


图6 自主式交通主体互操作信息订购与通知流程

- 自主式交通主体 HOST1 在异步获取互操作信息的时候，可发送“订购”消息，携带自身的标识、目标标识组及所需订购的互操作信息等，向指定的一个或多个目标主机按需订购互操作信息；
- HOST1 发送“订购”消息后启动定时器，定时器超时重复发送“订购”消息；
- 收到“订购”消息的自主式交通主体，如果“订购”消息为广播消息或请求目标为自己，则反馈“订购响应”消息，携带自身的标识，同时启动定时器，在定时器超时前如果重复收到“订购”消息，则重发“订购响应”消息，并重置定时器；

- d) 自主式交通主体再确认接受订购的时候，向 HOST1 发送“订购通知”消息，携带自身的标识、HOST1 标识及收集到的互操作信息，发送“订购通知”消息后启动定时器，定时器超时重复发送“订购通知”消息；
- e) HOST1 收到“订购通知”消息，反馈通知响应，并启动定时器，在定时器超时前如果重复收到“订购通知”消息，则重发通知响应，并重置定时器；
- f) “订购通知”消息可以发送多次，直到 HOST1 认为已经收集到足够互操作信息，向 HOST3 发送结束订购的“订购”消息，或者 HOST2 认为已经没有额外的互操作信息可以提供，向 HOST1 发送结束订购的“订购通知”消息；

8.2.4 混合模式

在互操作过程中，拉取模式、推送模式、订购与通知模式可以混合使用，以完成复杂的互操作过程，流程如图7所示：

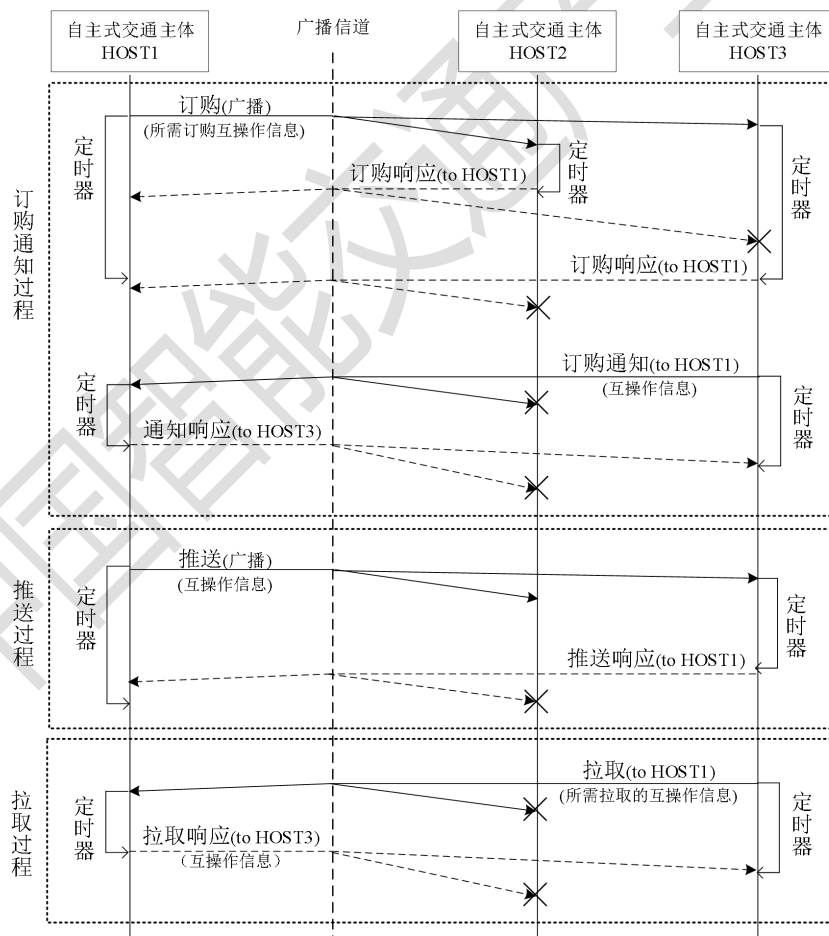


图 7 自主式交通主体混合模式互操作承载流程

- 自主式交通主体 HOST1 通过“订购”消息向指定的一个或多个目标主机按需订购互操作信息，并得到 HOST3 的订购确认；
- 在互操作信息准备好后，HOST3 向 HOST1 定向发送订购通知，实现互操作信息的异步交互；
- HOST1 在获得订购通知后，可以向 HOST3 定向发送推送请求，将互操作信息主动推送给 HOST3，从而通过异步通知和主动推送完成 HOST3 与 HOST1 之间的互操作；
- 在 HOST3 向 HOST1 定向发送订购通知后，HOST3 也可以主动向 HOST1 发送拉取请求，从而通过异步通知和主动拉取，完成 HOST3 与 HOST1 之间的互操作。

8.3 跨承载类型的互操作承载流程

8.3.1 跨承载类型的互操作流程

在自主式交通主体之间需要传递大量互操作信息时，需要协商专用承载链路用于完成互操作信息的流式传输，流程如图8所示：

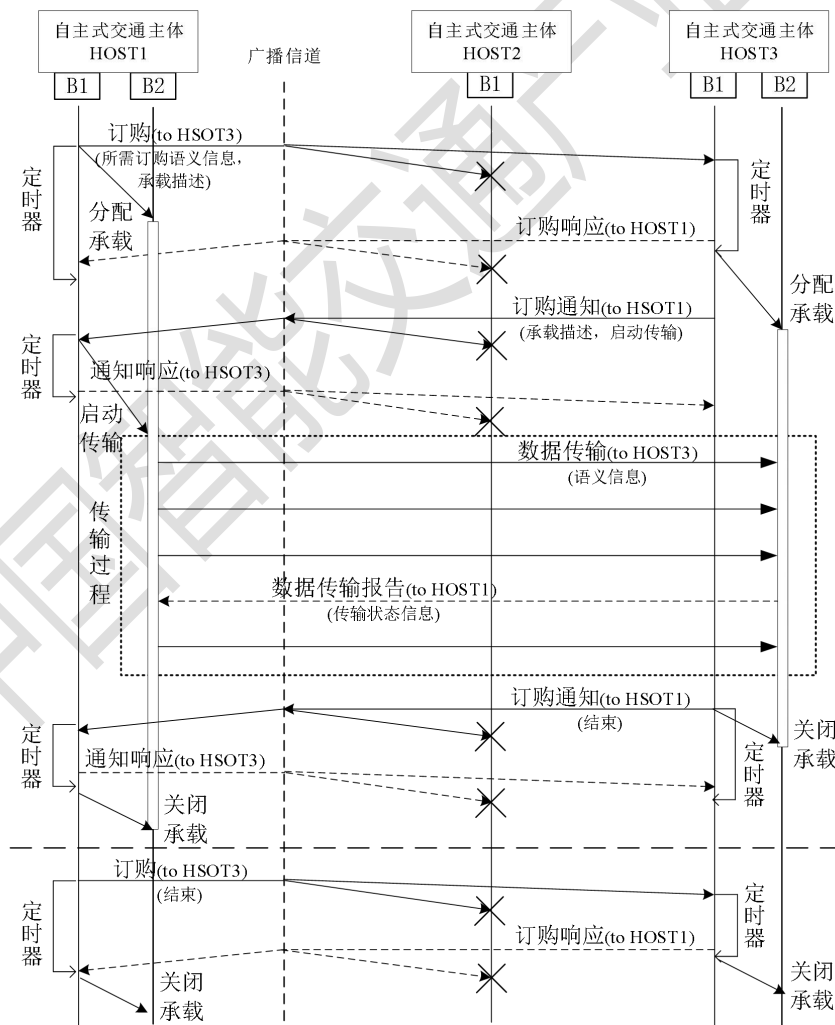


图 8 自主式交通主体基于专用传输通道的互操作承载流程

- a) 自主式交通主体之间需要在较长时间段内交互大量互操作信息数据的时候，可发送“订购”消息，携带自身的标识、目标标识、所需订购的互操作信息、承载描述等，向目标自主式交通主体请求专用传输通道完成互操作信息交互，如采用 5G 作为 B2 接口承载类型，承载描述携带 IP 地址和端口号；
- b) 在收到 HOST1 “订购”消息携带的所需订购互操作信息和承载描述后，HOST2 发送“订购通知”，并携带承载描述，确认采用 5G 作为 B2 接口承载，并携带互操作信息发送的 IP 地址和端口号；
- c) HOST1 收到“订购通知”同时，确认选择 5G 作为承载类型，发送数据；
- d) HOST3 持续收到“数据传输”传递的互操作信息，并根据需要发送“数据传输报告”，向 HOST1 提供互操作信息内容的传输状态信息，供通知方进行重发、流控等传输控制操作；
- e) 互操作信息可以持续传输，直到 HOST1 发送结束订购的“订购”消息，或者 HOST3 发送结束订购的“订购通知”消息，结束数据传输，并在一定时间内无数据抵达后，关闭承载。

8.3.2 互操作过程中承载切换流程

在自主式交通主体之间传递大量互操作信息时，可能存在因为移动、通信质量等导致已经建立的传输通道不能支撑后继互操作信息交互情况，需要建立新的传输通道完成后继互操作信息传输，此时HOST1可以主动向HOST3重新发起订购过程，完成承载描述的更新（流程与图8一致）。如果HOST3主动发起承载更新，流程如图9所示：

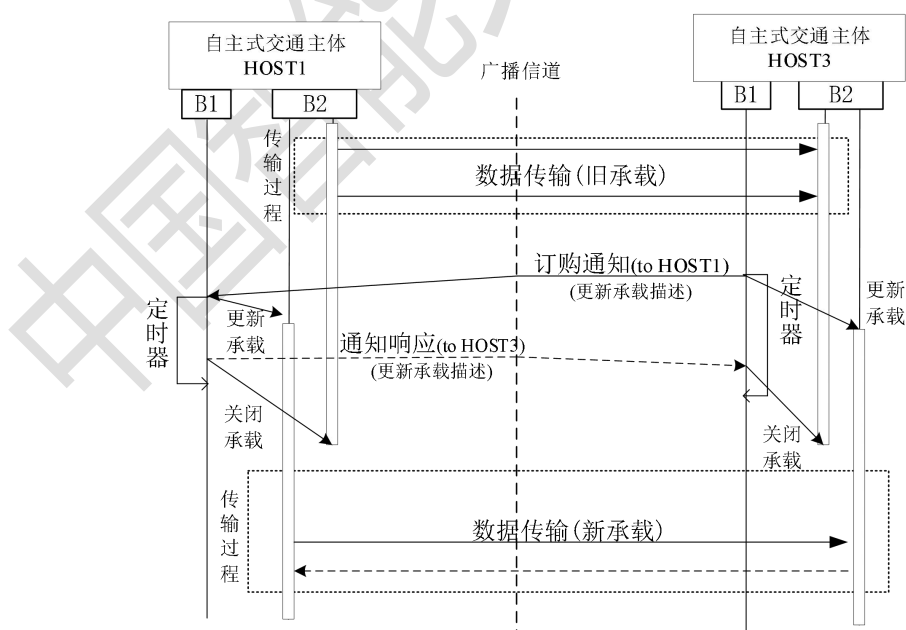


图9 自主式交通主体切换专用承载链路保障互操作信息传输流程

- a) HOST3 发起承载重协商时，HOST3 向 HOST1 发送“订购通知”携带更新的承载描述；
- b) HOST1 接收到订购通知，如果接受承载描述更新，则使用更新的承载描述切换承载链路分配；
- c) HOST1 接收到订购通知，如果无法接受承载描述更新，则需要根据 HOST3 反馈的承载描述，重新发起订购过程，完成承载描述的更新（流程与图 8 一致）。

9 互操作承载层间接口技术要求

9.1 互操作承载层间 C1 接口技术要求

互操作承载应用层通过C1接口向互操作承载控制层下发互操作意图，主要包括：

- a) 需要指示使用的互操作交互拓扑；
- b) 需要设置使用的互操作交互模式；
- c) 需要基于互操作需求等，将互操作信息划分为不同重要等级，并通过重要性信息进行指示；
- d) 需要基于互操作需求等，设置互操作信息的可靠性等级，并通过可靠性信息进行指示。

互操作承载应用层通过C1接口向互操作承载控制层下发互操作信息内容，互操作信息支持语义信息表示，主要包括：

- a) 基于自然语言的语义表示，使用自然语言的语法结构和词汇，以句子或短语的形式表达语义内容；
- b) 基于本体的语义表示，使用形式逻辑语言，通过系统地定义概念体系及其内在逻辑关系来表示语义信息；
- c) 基于规则的语义表示，使用预定义的规则描述体系及其内在含义来标识语义信息；
- d) 基于神经网络编码的语义表示，通过神经网络学习机制，将数据编码为特征向量，以向量形式捕捉和表达数据中的语义信息；
- e) 不同类型的语义表示需采用合适的封装格式进行数据封装。

互操作承载控制层通过C1接口向互操作承载应用层上报的信息主要包括：

- a) 上报可互操作的自主式交通主体及其互操作能力信息；
- b) 上报接收到的互操作信息内容；
- c) 上报互操作信息传输过程中的传输质量；
- d) 在无法按要求交换互操作信息时上报互操作失败。

互操作承载应用层在接收到基于语义表示的互操作信息后，需要完成语义信息评估，主要包括：

- a) 对语义信息的表达能力进行评估，根据语义错误率指标更新语义信息模型与语义库；

- b) 根据不同语义信息重要性要求和接收到的语义信息的语义错误率进行评估，确定是否重传。

9.2 互操作承载层间 C2 接口技术要求

互操作承载控制层通过C2接口向互操作承载传输层下发互操作信息，主要包括：

- a) 需要指示使用的网络和通信承载类型，支持基于 IP 或非 IP 承载；
- b) 需要设置使用的网络传输类型，基于连接的传输或基于报文的传输；
- c) 需要设置使用的互操作交互模式；
- d) 通过设置目标标识或目标地址选择希望使用的互操作交互拓扑，包括设置单个目标标识或单播地址完成点到点拓扑，设置多个目标标识、多个目标地址或组播地址完成点到多点拓扑，不设置目标标识或设置广播地址完成广播拓扑。

互操作承载传输层通过C2接口向互操作承载控制层上报互操作信息，主要包括：

- a) 接收到的互操作信息所携带的源端标识或源端地址；
 - b) 接收到互操作信息的网络和通信承载类型；
 - c) 接收到互操作交互模式；
 - d) 接收到互操作信息的网络接口状态或无线通信接口状态。
-

中国智能交通产业联盟

中国智能交通产业联盟

标准

自主式交通系统 互操作承载技术要求

T/ITS 0355-2025

北京市海淀区西土城路 8 号（100088）

中国智能交通产业联盟印刷

网址：<http://www.c-its.org.cn>

2025 年 12 月第一版 2025 年 12 月第一次印刷