

团体标准

T/ITS 0xxx-202x

合作式智能运输系统应用集 智慧矿山车路协同系统

Collaborative intelligent transportation system application set
Intelligent mining vehicle infrastructure collaborative system

202x-xx-xx 发布

202x-xx-xx 实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

引 言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1	1
3.2	1
4 缩略语	1
5 系统总体架构	2
6 露天矿山车路协同典型应用	3
6.1 露天矿山典型应用场景	3
6.2 异常车辆提醒	3
6.2.1 场景要求	3
6.2.2 工作流程	4
6.2.3 性能要求	4
6.2.4 数据交互需求	5
6.3 车辆状态及规划轨迹共享	5
6.3.1 场景要求	5
6.3.2 工作流程	5
6.3.3 性能要求	6
6.3.4 数据交互需求	6
6.4 盲区提醒	6
6.4.1 场景要求	6
6.4.2 工作流程	7
6.4.3 基本性能要求	7
6.4.4 数据交互需求	7
6.5 协作式通行	7
6.5.1 场景要求	7
6.5.2 工作流程	8
6.5.3 基本性能要求	9
6.5.4 数据交互需求	9
6.6 入离场协同引导	9
6.6.1 概述	9
6.6.2 场景要求	9
6.6.3 工作流程	11
6.6.4 基本性能要求	11
6.6.5 数据交互需求	11
6.7 协作式装载与驶离	13
6.7.1 场景要求	13
6.7.2 工作流程	13
6.7.3 基本性能要求	14

6.7.4 数据交互需求	14
7 消息层技术要求	15
7.1 消息层基本介绍和要求	15
7.2 消息层数据集定义	15
7.2.1 概述	15
7.2.2 消息帧	16
7.2.3 消息体	16
7.2.4 扩展数据帧	20
7.2.5 新增数据帧	20
7.2.6 扩展数据元素	22
7.2.7 新增数据元素	25

中国智能交通产业联盟

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。

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：

本文件主要起草人员：

中国智能交通产业联盟

中国智能交通产业联盟

引 言

为了保持标准的适用性与可操作性，各使用者在采标过程中，及时将对本标准规范的意见及建议函告第一编写单位，以便修订时研用。

中国智能交通产业联盟

合作式智能运输系统应用集 露天智慧矿山车路协同系统

1 范围

本标准规定了合作式智能运输系统中露天智慧矿山领域车路协同系统，包括系统总体架构，矿山典型应用和应用层数据交互技术要求等内容。

本文件适用于合作式智能运输系统中露天智慧矿山领域车路协同应用场景的开发与验证。

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 45315-2025 基于 LTE-V2X 直连通信的车载信息交互系统技术要求及试验方法

YD/T 3709-2020 基于 LTE 的车联网无线通信技术 消息层技术要求

T/CSAE 157-2020 合作式智能运输系统 车用通信系统 应用层及应用数据交互标准（第二阶段）

T/CSAE 315.1-2023 合作式智能运输系统 应用层交互技术要求 第 1 部分：意图共享与协作

T/CSAE 315.2-2024 合作式智能运输系统 应用层交互技术要求 第 2 部分：感知数据共享

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

矿用车辆 mining vehicle

用于满足矿山作业中各项用途的车辆。包括矿用卡车、挖掘机、平地机、推土机、指挥车、洒水车等。

3.2

V2X

车载单元与其他设备通信，包括但不限于车载单元之间通信（V2V），车载单元与路侧单元通信（V2I），车载单元与行人设备通信（V2P），车载单元与网络之间通信（V2N）。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ASN.1: 抽象语法记法一（Abstract Syntax Notation One）

BSM: 基本安全消息（Basic Safety Message）

EV: 装载通信系统的车辆（Equipped Vehicle）

HV: 主车（Host Vehicle）

- ISM: 意图共享消息(Intention Sharing Message)
- OBU: 车载单元 (On-Board Unit)
- PAM: 停车场地图 (Parking Area Map)
- RSC: 路侧协调消息 (Road Side Coordination)
- RSI: 路侧交通消息(Road Side Information)
- RSM: 路侧安全消息(Roadside Safety Message)
- RSU: 路侧单元(Roadside Unit)
- RV: 远车 (Remote Vehicle)
- SPAT: 信号灯消息(Signal Phase and Timing Message)
- UPER: 非对齐压缩编码规则 (Unaligned Packet Encoding Rules)
- VIR: 车辆意图和请求(Vehicle Intention And Request)

5 系统总体架构

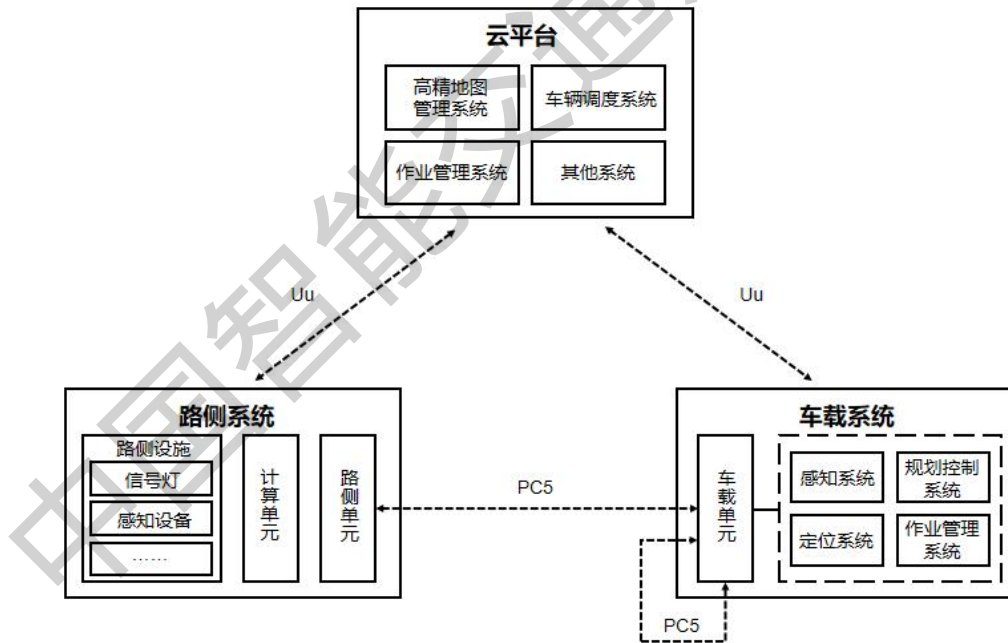


图 1 露天智慧矿山车路协同系统架构示意图

露天智慧矿山车路协同系统架构见图 1。

系统应包含车载系统、路侧系统及云平台。其中：

a) 车载系统：车载系统根据其所搭载车辆性质决定其组成单元。对于非自动驾驶车辆，车载系统主要包括车载单元，其负责接收周边具备通信能力的车辆、路侧系统及云平台信息，触发相关应用；同时可向周边车辆、路侧系统及云控系统发送自身运行状态和信息。对于自动驾驶车辆，车载系统还应包含自动驾驶系统（由感知系统、定位系统、规划控制系统及作业管理系统构成），支撑车辆的自动驾驶功能；

b) 路侧系统：路侧系统由路侧设施（信号灯、感知设备等）、计算单元及RSU构成，备覆盖范围内的矿山道路环境监测、事件识别和车辆状态感知能力，，并将信息共享给车载系统及云控系统，同时，在特定场景下，RSU也可下发决策规划数据到矿用车辆；

c) 云平台：云控系统由高精地图管理系统、车辆调度系统、作业管理系统及其他系统构成；支持接收车载系统和路侧系统上报的数据，并提供全局或局部的车路协同应用服务。

车载系统与车载系统之间、车载系统与路侧系统之间通过PC5直连方式进行通信，车载系统与云平台、路侧系统与云控平台采用蜂窝通信。本文件定义的车路协同场景及数据交互内容仅针对车-车及车-路通信场景。

注：本文件仅涉及露天智慧矿山场景基于车路协同系统的各个组成单元之间的应用层面交互，底层通信技术不作详述。

6 露天矿山车路协同典型应用

6.1 露天矿山典型应用场景

本文件仅对露天矿山典型车路协同场景进行定义，场景列表见表1。对于其他文件已定义的应用场景，本文件不再重复描述。

表1 矿区典型应用场景列表

序号	场景名称	通信模式	主要消息
1	异常车辆提醒	V2V/V2I/V2N	Msg_BSM Msg_SSM
2	车辆状态及规划轨迹共享	V2V/V2I	Msg_ISM
3	盲区提醒	V2I	Msg_SSM
4	协作式通行	V2V/V2I	Msg_VIR Msg_RSC
5	入离场协同引导	V2I	Msg_VIR Msg_PAM Msg_RSC
6	协作式装载与驶离	V2V	Msg_VIR

6.2 异常车辆提醒

6.2.1 场景要求

异常车辆提醒的场景要求应符合表2中的要求：

表2 异常车辆提醒场景要求

场景名称	异常车辆提醒
应用定义	当远车（RV）在行驶中发生故障、处于异常或者失控状态时，打开车辆危险信号灯，对外广播消息中表明“车辆异常状态”或“车辆紧急状态”，主车（HV）根据收到的消息内容，识别出其属于异常车辆；或者HV根据RV广播的消息，判断RV车速为静止或慢速（显著低于周围其他车辆），识别出其属于异常车辆；或者RSU根据RV行驶状态，判断RV车速为静止或慢速（显著低于周围其他车辆），识别出其属于异常车辆，并向周边广播。当识别出的异常车辆可能影响HV行驶路线时，提醒HV注意避让，提高通行安全。RV可向云平台报告自身状态，根据实际需求请求救援、靠边停车或自动收车维修。

预期效果	识别道路中的异常车辆，提醒 HV 注意避让，提高通行安全
功能描述	<p>HV 功能描述如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——HV 在道路上正常行驶，接收到来自 RV/RSU 的异常车辆提醒； ——HV 根据收到的消息内容识别出 RV 属于异常车辆，或 HV 根据 RV/RSU 广播的消息，判断 RV 车速为静止或慢速（显著低于周围其他车辆），从而识别出其属于异常车辆； ——HV 根据该提醒消息识别出异常车辆可能影响本车行驶路线，必要时调整驾驶行为，提高通行安全。 <p>RV 功能描述如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——RV 在行驶中发生故障、处于异常或者失控状态时，打开车辆危险信号灯； ——RV 对外广播消息中表明车辆故障状态或车辆紧急状态； ——RV 向云平台报告自身状态，根据实际需求请求救援、靠边停车、或自动收车维修。 <p>RSU 功能描述如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——RSU 通过路侧感知系统判断出 RV 属于异常车辆； ——RSU 向周边广播 RV 异常车辆信息。 <p>云平台功能描述如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——云平台接收 RV 自身状态消息。
功能参与方	HV/RV/RSU/云平台
前提条件	<p>HV、RV、RSU 应满足如下前提条件：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——HV 和 RV、RSU 具备 C-V2X 直连通信能力（V2V、V2I）； ——RV 具备通过蜂窝无线网络与云控平台交互信息的能力（V2N）。
触发条件	RV 在行驶中发生故障、处于异常或者失控状态。
通信方式	广播
结束条件	RV 异常状态解除。

6.2.2 工作流程

异常车辆提醒的工作流程如图 2：

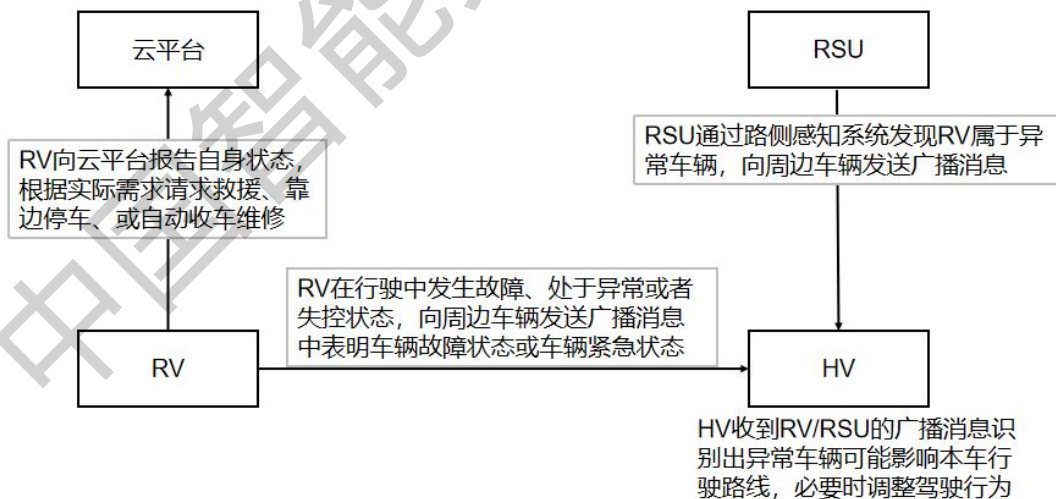


图 2 异常车辆提醒工作流程示意图

6.2.3 性能要求

- 主车车速范围（0~40）km/h；
- 通信距离 ≥ 150 m；
- 数据更新频率典型值 10 Hz；
- 系统延迟 ≤ 100 ms；

——定位精度 ≤ 1.5 m。

6.2.4 数据交互需求

异常车辆提醒的 RV 数据发送需求如表 3:

异常车辆提醒的 RSU 数据发送需求应符合 T/CSAE157-2020 中表 3。

表 3 异常车辆提醒 RV 发送数据交互需求 (BSM)

数据	单位	备注
时间	ms	
位置 (经纬度)	deg	
位置 (海拔)	m	
车头方向角	deg	
速度	m/s	
车辆关键事件		危险信号灯、打滑、爆胎等
车辆故障状态		可选: 向云上报 严重故障: 无法行动, 需人工救援 一般故障: 缓速慢行, 靠边停车 轻微故障: 降速行驶, 自动收车维修

6.3 车辆状态及规划轨迹共享

6.3.1 场景要求

车辆状态及规划轨迹共享的场景要求应符合表 4 中的要求:

表 4 车辆状态及规划轨迹共享场景要求

场景名称	车辆状态及规划轨迹共享
应用定义	HV 将自身当前的车辆载重状态 (空载、重载) 以及驾驶员状态 (有人驾驶、无人驾驶)、规划轨迹等信息广播给周边其他网联车辆 RV 及路侧单元 RSU, 使周边网联车辆 RV 和 RSU 提前判断轨迹冲突与碰撞风险, 并可根据 HV 的状态信息调整驾驶行为或引导建议, 减少交通事故, 提高效率。
预期效果	使矿卡或 RSU 提前判断轨迹冲突与碰撞风险, 调整驾驶行为或引导建议, 减少交通事故, 减少油耗。
功能描述	HV 功能描述如下: ——HV 广播自身当前的车辆载重状态、驾驶员状态以及规划轨迹等信息; RV/RSU 功能描述如下: ——RV 接收来自 HV 的信息, 判断轨迹冲突与碰撞风险, 必要时调整驾驶行为; ——RSU 接收来自 HV 信息, 可进行引导建议。
功能参与方	HV、RV/RSU
前提条件	HV、RV/RSU 应满足如下前提条件: ——HV、RV/RSU 具备 C-V2X 直连通信能力 (V2V、V2I);
触发条件	HV 识别到自车规划行驶路线上有其他车辆或车辆到达交叉口停止线的时间小于某一阈值或距离小于某一范围
通信方式	广播
结束条件	车辆识别自车规划行驶路线上无其他车辆或 HV 通过交叉口后。

6.3.2 工作流程

车辆状态及规划轨迹共享的工作流程如图 3:

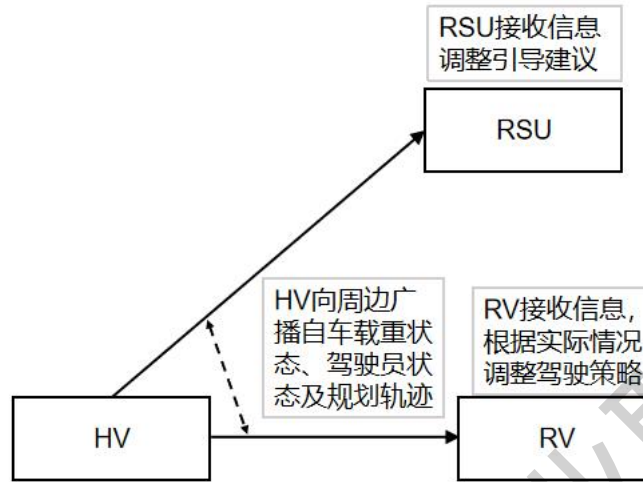


图 3 车辆状态共享工作流程示意图

6.3.3 性能要求

此应用基本性能要求如下：

- 主车车速范围（0~40）km/h；
- 通信距离≥150 m；
- 数据更新频率典型值 10 Hz；
- 系统延迟≤100 ms；
- 定位精度≤1.5 m。

6.3.4 数据交互需求

车辆状态及规划轨迹共享的数据交互需求如表5所示：

表 5 车辆状态及规划轨迹共享数据交互需求（ISM）

数据	单位	备注
时间	ms	
当前位置（经纬度）	deg	
当前位置（海拔）	m	
航向角	deg	
速度	m/s	
关联路段	-	
规划路线（规划路径点）	deg	
预估到达时间	m/s	
计划驾驶行为		
车辆载重状态		空载、重载等
车辆驾驶员状态		有驾驶员、无驾驶员

6.4 盲区提醒

6.4.1 场景要求

盲区提醒的场景要求应符合的场景要求应符合表 6 中的要求：

表 6 盲区提醒场景要求

场景名称	盲区提醒
应用定义	在矿区存在山体遮挡的弯道或车辆处于通信及视野盲区时，RSU 向周边发送检测到的通信覆盖范围内的交通参与者、障碍物、交通事件等信息，提醒网联车辆（EV）注意避让，提高通行安全。
预期效果	通过 RSU 发布盲区交通参与者、障碍物、交通事件等信息，应对矿区复杂路况，有效降低碰撞风险，提升通行安全。
功能描述	RSU 功能描述如下： ——RSU 向周边网联车辆发布感知共享信息。
功能参与方	EV、RSU
前提条件	EV、RSU 具备 C-V2X 直连通信能力；
触发条件	RSU 应满足如下触发条件： ——RSU 检测到周围有交通参与者、障碍物或交通事件； ——RSU 检测到周围有 EV 存在。
通信方式	广播
结束条件	RSU 应在满足下述任一条件下，结束功能： ——路侧设备检测到覆盖范围内无交通参与者、障碍物、交通事件；或 ——路侧设备检测不到 EV。

6.4.2 工作流程

盲区提醒的工作流程如图 4：

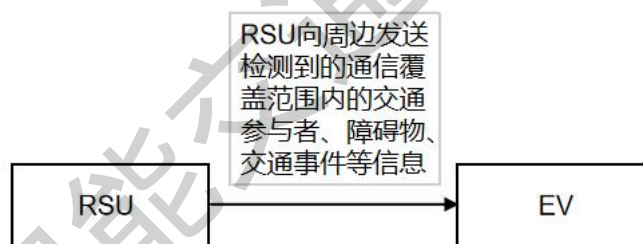


图 4 盲区提醒工作流程示意图

6.4.3 基本性能要求

此应用基本性能要求如下：

- 主车车速范围（0~40）km/h；
- 通信距离 ≥ 150 m；
- 数据更新频率典型值 10 Hz；
- 系统延迟 ≤ 100 ms；
- 定位精度 ≤ 1.5 m。

6.4.4 数据交互需求

盲区提醒的RSU数据交互需求应符合T/CSAE157-2020中表3。

6.5 协作式通行

6.5.1 场景要求

协作式通行的场景要求应符合的场景要求应符合表 7 中的要求：

表 7 协作式通行场景要求

场景名称	协作式通行
应用定义	协作式通行是指车辆（HV）在会车或通过交叉口时，根据路侧设施条件与交叉口控制方式开展协同通行：在无信号灯且无路侧引导方（RSU）的场景下，HV 向相关车道车辆（RV）发送意图协作请求，RV 依据自身情况决策并反馈结果，HV 根据反馈信息及自身状态调整驾驶行为完成通行，即为车车协作式通行；在有路侧引导方（RSU）的场景下，HV 向路侧引导方发送协作请求，由路侧引导方依据感知的周边车辆（RV）信息生成引导建议并下发至 HV 与 RV，HV 根据引导建议及自身情况调整驾驶行为完成通行；若该交叉口配备可控信号灯，路侧引导方可结合信号灯相位信息与周边车辆（RV）信息，同步生成信控策略与引导建议，并将信控策略下发至信控机、引导建议下发至 HV 与 RV，HV 依据引导建议及自身情况调整驾驶行为，最终完成交叉口通行。该通行方式可有效降低重载车辆的启停次数，从而实现提升通行安全与降低能耗的目的。
预期效果	实现车车、车路低件安全高效的协作式通行，减少重载车辆的启停次数，有效提升通行安全，降低能耗。
功能描述	HV、RV、RSU 功能描述如下： ——HV 向周边 RV/RSU 发送意图共享请求； ——RSU 接收到 HV 的意图协作请求，根据周围车辆信息、信号灯相位信息、其他传感器感知的周边环境信息生成协同方案，并将协同方案发送给 RV； ——RV 接收到 HV/RSU 的意图协作请求，根据自身信息、周围车辆信息、其他传感器感知的周边环境信息进行决策，并将决策结果发送给 HV/RSU； ——RSU 接收到 RV 的决策结果，结合道路实际状况为 HV 生成引导建议，并发送给 HV。若信号灯可控，RSU 可向信控机发送信号控制策略； ——HV 根据 RV 的决策结果/RSU 的引导建议，以及周围车辆的行驶情况，决策并完成通行过程。
功能参与方	HV、RV/RSU
前提条件	HV、RV/RSU 应满足如下前提条件： ——HV、RV/RSU 具备 C-V2X 直连通信能力； ——HV 应能获取到交叉口的地图信息； ——HV 能识别出自在交叉口的通行意图，入通过转向灯激活状态； ——能支持意图协作业务。
触发条件	HV 到达交叉口路口停止线的时间小于某一阈值或距离小于某一范围。
通信方式	可支持广播、组播、单播
结束条件	HV 通过交叉口后，结束功能。

6.5.2 工作流程

协作式通行的工作流程如图 5，图 6：



图 5 车车协同工作流程示意图

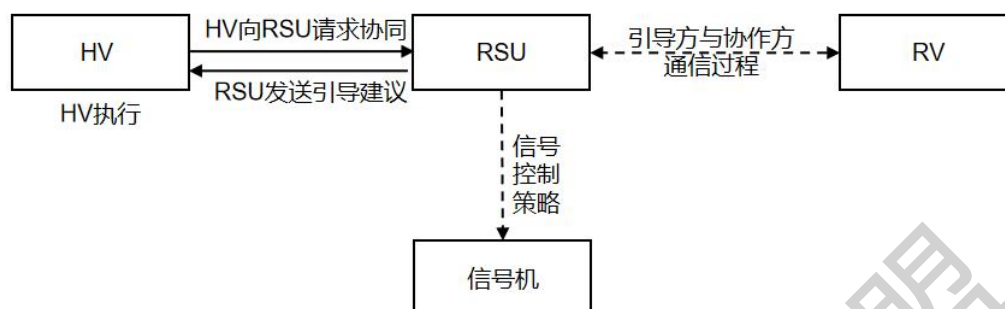


图6 车车协同工作流程示意图

6.5.3 基本性能要求

此应用基本性能要求如下：

- 主车车速范围（0~40）km/h；
- 通信距离 ≥ 150 m；
- 数据更新频率典型值 10 Hz；
- 系统延迟 ≤ 100 ms；
- 定位精度 ≤ 1.5 m。

6.5.4 数据交互需求

车车、车路协作中请求方车辆的数据交互需求如表 8 所示，车路协作中路侧引导的数据交互需求需求应符合 T/CSAE157-2020 中表 10。

表 8 车车车路协作请求方车辆数据交互需求（VIR）

数据	单位	备注
时间	ms	
当前位置（经纬度）	deg	
当前位置（海拔）	m	
航向角	deg	
速度	m/s	
关联路段	-	
规划路线（规划路径点）	deg	
预估到达时间	m/s	
计划驾驶行为		
车辆载重状态		空载、重载等
车辆驾驶员状态		有驾驶员、无驾驶员
协作方ID		车辆或RSU
请求信息		
协同信息		协同类型

6.6 入离场协同引导

6.6.1 概述

入离场协同引导是指矿卡在进入或离开场点前（如装料点、卸载点等），向 RSU 发送请求，RSU 通过 V2I 的方式，向进入的车辆提供场点状态、位置信息，同时为车辆提供路径引导服务。入离场协同引导包含装料区协同引导、卸载区协同引导。

6.6.2 场景要求

6.6.2.1 装料区协同引导

装料区协同引导的场景应符合表 9 中的要求：

表 9 装料区协同引导场景要求

场景名称	装料区协同引导
应用定义	车辆到达装料入场点时，向 RSU 发送入场请求；RSU 结合作业区域实时作业状态，决策是否允许车辆进入，并向车辆下发场站地图信息；随后 RSU 协同引导车辆驶入适配装料点或对应泊车等待点。车辆完成装料作业后，RSU 依据区域内车辆信息，引导车辆有序驶离作业区域。
预期效果	通过 RSU 统一调度与引导，实现车辆在装料区域的有序进出，高效完成泊车等待、装料作业等流程，并在作业完成后有序驶离，整体运行安全顺畅、组织高效。
功能描述	RSU 功能描述如下： —— 接收车辆发送的入场请求； —— 根据作业区域实时作业状态，完成车辆准入决策并向车辆下发场站地图信息； —— 统筹调度并协同引导车辆驶入合适的装料点或泊车等待点； —— 在车辆完成装料作业后，结合区域内车辆信息，引导车辆有序驶离作业区域。 HV 功能描述如下： —— 从主路行驶至装料入场点时，向 RSU 发送入场请求； —— 接收 RSU 下发的场站地图信息及行驶引导指令； —— 根据 RSU 引导驶入对应装料点或泊车等待点； —— 完成装料作业后，接收 RSU 驶离引导信息，按照引导指令安全驶离作业区域。
功能参与方	HV、RSU
前提条件	HV、RSU 应满足如下前提条件： —— HV、RSU 具备 C-V2X 直连通信能力； —— RSU 能够下发场站地图数据，查询场站内泊车等待点和装料点的实时状态；
触发条件	HV 到达装料入场点，向 RSU 发送入场请求
通信方式	可支持广播、组播、单播
结束条件	HV 完成装料作业后，按照 RSU 引导安全驶离作业区域。

6.6.2.2 卸载区协同引导

卸载区协同引导的场景应符合表 10 中的要求：

表 10 卸载区协同引导场景要求

场景名称	卸载区协同引导
应用定义	车辆到达卸载入场点时，向 RSU 发送入场请求；RSU 向车辆下发场站地图信息，并根据卸载作业区域内卸载点的使用情况引导车辆驶向指定的卸载点。车辆卸载完毕后，RSU 依据区域内车辆信息，引导车辆有序驶离卸料工作面。
预期效果	通过 RSU 统一调度与引导，实现车辆在卸载区域的有序进出，高效完成卸载作业，并在作业完成后有序驶离，整体运行安全顺畅、组织高效。
功能描述	RSU 功能描述如下： —— 接收车辆发送的入场请求； —— 根据作业区域实时作业状态，完成车辆准入决策并向车辆下发场站地图信息； —— 统筹调度并协同引导车辆驶入合适的卸载点； —— 在车辆完成卸载作业后，结合区域内车辆信息，引导车辆有序驶离作业区域。 HV 功能描述如下： —— 到达卸载入场点时，向 RSU 发送入场请求； —— 接收 RSU 下发的场站地图信息及行驶引导指令； —— 根据 RSU 引导驶入对应卸载点； —— 完成卸载作业后，接收 RSU 驶离引导信息，按照引导指令安全驶离作业区域。
功能参与方	HV、RSU

前提条件	HV、RSU 应满足如下前提条件： ——HV、RSU 具备 C-V2X 直连通信能力； ——RSU 能够下发场站地图数据，查询场站内卸载点的实时状态；
触发条件	HV 到达卸载入场点，向 RSU 发送入场请求
通信方式	可支持广播、组播、单播
结束条件	HV 完成卸载作业后，按照 RSU 引导安全驶离作业区域。

6.6.3 工作流程

6.6.3.1 装料区协同作业

装料区协同作业的工作流程如图 7：

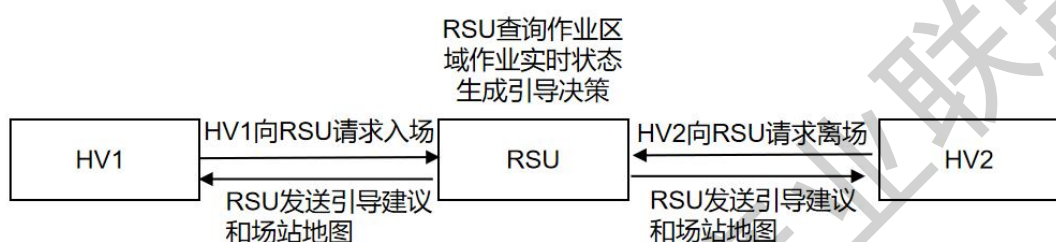


图 7 装料区协同作业工作流程示意图

6.6.3.2 卸载区协同作业

卸载区协同作业的工作流程如图 8：

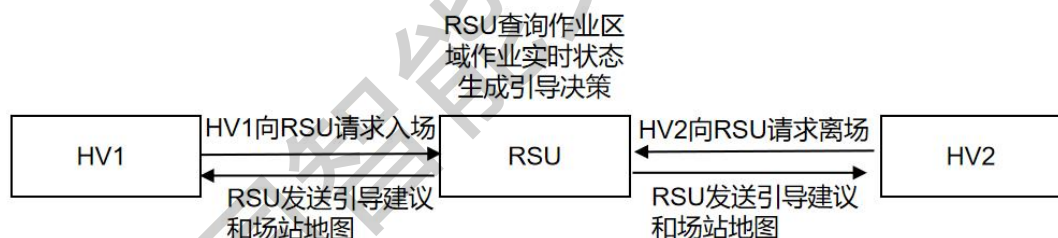


图 8 卸载区协同作业工作流程示意图

6.6.4 基

本性能要求

此应用基本性能要求如下：

- 主车车速范围（0~40）km/h；
- 通信距离 ≥ 300 m；
- 数据更新频率典型值 10 Hz；
- 系统延迟 ≤ 100 ms；
- 定位精度 ≤ 0.2 m。

6.6.5 数据交互需求

装料区/卸载区协同作业车辆请求入离场的数据交互需求如表 11 所示，RSU 发送场站地图的数据交互需求如表 12 所示，RSU 发送路侧引导的数据交互需求如表 13 所示：

表 11 车辆请求入离场数据交互要求 (VIR)

数据	单位	备注
时间	ms	
当前位置 (经纬度)	deg	
当前位置 (海拔)	m	
目标RSU ID		
请求状态		未知, 请求, 确认, 取消
请求信息		请求入场、请求离场
车辆类型		

表 12 RSU 发送场站地图的数据交互需求 (PAM)

数据	单位	备注
时刻	ms	消息发送时刻
停车场信息		
停车点ID		
停车点类型		停车等待区, 装料点, 卸载点
描述		
场站内停车点总数		
停车场的层数		
停车场的自动泊车类型		描述停车场支持的自动泊车类型, 如: 原始停车场、标准停车场、带有特殊标识的停车场、带有路侧设备的停车场、带有路侧设备与 V2X 功能的停车场、自动泊车停车场
场站地图节点信息		
道路节点ID		
道路节点位置		
节点所在楼层		
节点属性		进入、离开、上楼、下楼……
连接到此节点的道路信息		
上游节点ID		
道路ID		
道路是否被隔开		道路是否被分割为不同的两个运动方向
道路限速		
高度限制		
道路宽度		
车道数量		道路的车道数量
道路的位置点信息		
道路的运动属性信息		

表 13 路侧引导数据交互要求 (RSC)

数据	单位	备注
时间	ms	
关联路段	-	
规划路线 (规划路径点)	deg	
预估到达时间	m/s	
引导建议		
给请求方规划的行驶路线 (路径点)		
协同信息		协同类型: 入离场协同引导

原因		如果拒绝需要填写原因
----	--	------------

6.7 协作式装载与驶离

6.7.1 场景要求

协作式装载与驶离的场景应符合表 14 中的要求：

表 14 协作式装载与驶离场景要求

场景名称	协作式装载与驶离
应用定义	在装载区作业场景中，挖机（HV）通过 V2V 的方式向装载区内的矿卡（RV）提供当前挖机的装载物料信息、装载位信息、挖机工作状态等信息，使矿卡能够快速识别到目标装载位，规划路径进入装载位装载。同时，在挖机完成装载动作后，通过 V2V 的方式向装载位车辆发送离场信息，通知矿卡完成装载，驶离装载位。矿卡在收到挖机的离场指令后回复确认信息，同时挖机在收到矿卡的回复信息后提示挖机作业矿卡已离开装载点。
预期效果	通过挖机与矿卡间 V2V 协同作业，实现精准对位、同步作业与联动驶离，提升装载区整体作业效率与运行安全性。
功能描述	<p>HV 功能描述如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> —— 通过 V2V 向 RV 下发装载物料信息、装载位信息及自身工作状态； —— 完成装载动作后，通过 V2V 向对应矿卡发送离场信息； <p>RV（矿卡）功能描述如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> —— 通过 V2V 接收挖机下发的装载物料信息、装载位信息及工作状态； —— 根据接收信息识别目标装载位并规划路径驶入； —— 装载完成后，接收挖机发送的离场信息，刷新自身载重状态； —— 依据离场指令驶离装载位。
功能参与方	HV、RV
前提条件	HV、RV 应满足如下前提条件： <ul style="list-style-type: none"> ——HV、RV 具备 C-V2X 直连通信能力；
触发条件	矿卡到达装料点，或挖机装料点空闲，有矿卡在停车点等待，挖机通过协商，让矿卡行驶到特定装载位装载。
通信方式	可支持广播、组播、单播
结束条件	RV 收到 HV 的离场指令，驶离装载位。

6.7.2 工作流程

协作式装载与驶离的工作流程如图 9：

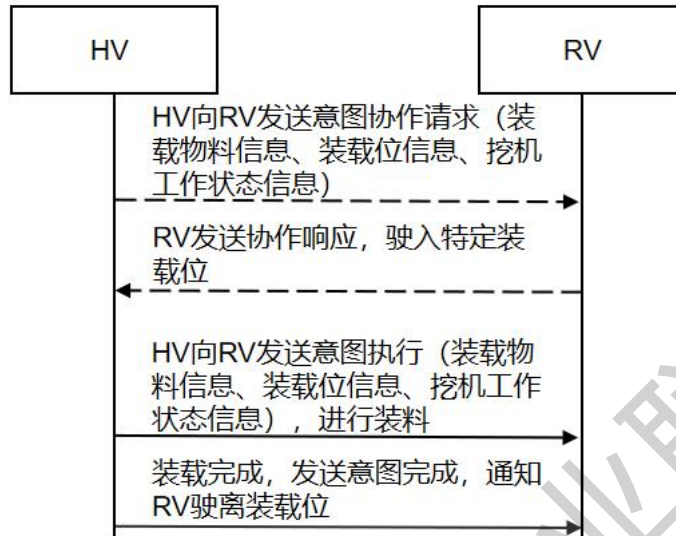


图 9 协作式装载与驶离工作流程示意图

6.7.3 基本性能要求

- 此应用基本性能要求如下：
- 主车车速范围 (0~40) km/h;
 - 通信距离 ≥ 150 m;
 - 数据更新频率典型值 10 Hz;
 - 系统延迟 ≤ 100 ms;
 - 定位精度 ≤ 0.2 m。

6.7.4 数据交互需求

挖机意图协作请求与意图执行数据交互需求如表 15 所示，矿卡协作响应数据交互需求如表 16 所示，挖机意图完成通知矿卡驶离装载位的数据交互需求如表 17 所示：

表 15 挖机意图协作请求与意图执行数据交互需求 (VIR)

数据	单位	备注
时间	ms	
请求方ID		挖机的ID
车辆工作状态		运营中、待机、故障、停用……
请求方车辆类型		挖机
装载物料类型		煤、土石方、砂石骨料
装载位置 (经纬度)	deg	
装载位置 (海拔)	m	
装载位航向角	deg	
速度	m/s	
协作方ID		矿卡的ID
请求信息		驶入装载点, 执行装载
协同信息		具体场景 (协作式装载与驶离)

表 16 矿卡协作响应数据交互需求 (VIR)

数据	单位	备注
时间	ms	

请求方ID		挖机的ID
车辆当前位置		
车辆意图请求和车辆意图响应信息		
装载位航向角	deg	
速度	m/s	
协作方ID		矿卡的ID
协同信息		协同类型：协作式装载与驶离

表 17 挖机意图完成请求离场数据交互需求（VIR）

数据	单位	备注
时间	ms	
车辆ID		挖机的ID
协作方ID		矿卡的ID
请求方车辆类型		挖机
请求信息		驶离装载点
协同信息		协同类型：协作式装载与驶离

7 消息层技术要求

7.1 消息层基本介绍和要求

消息层数据集用 ASN.1 标准进行定义，遵循“消息帧-消息体-数据帧-数据元素”层层嵌套的逻辑进行制定。

数据集交互的编解码方式遵循非对齐压缩编码规则 UPER。

本文件仅对本文件所列场景中新出现的或在 YD/T 3709-2020、T/CSAE 157-2020、T/CASE 315.1-2023 及 T/CASE 315.2-2024 基础上扩展的数据元素与数据帧进行定义，其余数据元素与数据帧参考标准 YD/T 3709-2020、T/CSAE 157-2020、T/CASE 315.1-2023 及 T/CASE 315.2-2024。

7.2 消息层数据集定义

7.2.1 概述

本文件定义的消息层数据集，以统一的消息帧格式打包；消息帧包含 YD/T 3709-2020 中定义的 5 个消息，T/CSAE 157-2020 定义的 4 个消息及 T/CSAE 315.1-2023 定义的 1 个消息，如图 10 及图 11 所示。

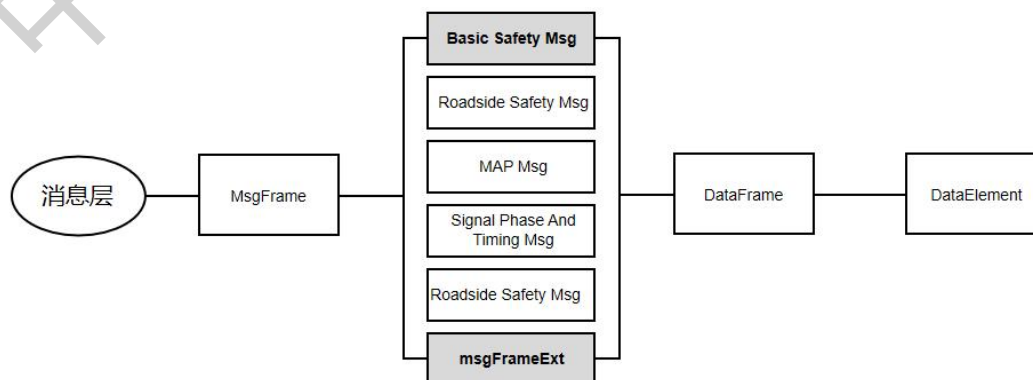


图 10 应用层交互数据集构成

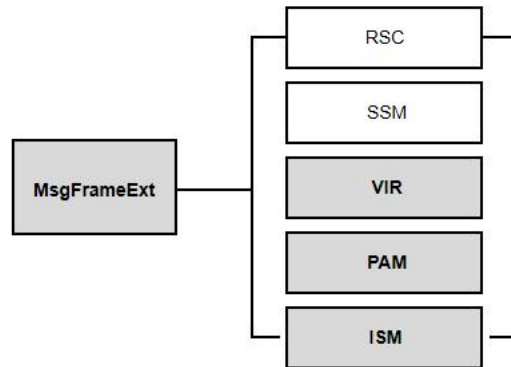


图 11 二阶段及本文件消息

7.2.2 消息帧

消息帧是单个应用层消息的统一打包格式，是数据编解码的唯一操作对象。消息帧由不同类别的消息体组成，并支持扩展。

【ASN.1代码】

```

-- Main message frame
MessageFrame ::= CHOICE {
    bsmFrame BasicSafetyMessage,
    mapFrame MapData,
    rsmFrame RoadsideSafetyMessage,
    spatFrame SPAT,
    rsiFrame RoadSideInformation,
    ...,
--
-- Day 2 & new added message frames
--
    msgFrameExt MessageFrameExt,
    ...
}

```

7.2.3 消息体

7.2.3.1 Msg_MessageFrameExt

【定义】

二阶段及新增的扩展应用层及应用数据交互标准消息。

【ASN.1代码】

```

MessageFrameExt ::= SEQUENCE {
    messageId MESSAGE-ID-AND-TYPE.&id({MessageTypes}),

```

```

value MESSAGE-ID-AND-TYPE. &Type ( {MessageTypes} {@. messageId}),
...
}

MESSAGE-ID-AND-TYPE ::= CLASS {
  &id ExmsgID UNIQUE,
  &Type
} WITH SYNTAX {&Type IDENTIFIED BY &id}

MessageTypes MESSAGE-ID-AND-TYPE ::= {
  {RoadsideCoordination IDENTIFIED BY rscData } |
  { SensorSharingMsg IDENTIFIED BY ssmData } |
  {VehIntentionAndRequest IDENTIFIED BY virData } |
  { PAMData IDENTIFIED BY pamData } |
  {IntentionSharingMessage IDENTIFIED BY ismData}|,
  ...
}
ExtMsgID ::= INTEGER(0..32767)
rscData ExtMsgID ::= 11
ssmData ExtMsgID ::= 12
virData ExtMsgID ::= 13
pamData ExtMsgID ::= 14
ismData ExtMsgID ::= 27

```

7.2.3.2 Msg_BSM

【定义】

在YD/T3709-2020定义的BSM消息基础上，进行兼容性扩展，支持针对矿山场景的车辆类型。

【ASN.1 代码】

```

BasicSafetyMessage ::= SEQUENCE {
  msgCnt MsgCount,
  id OCTET STRING (SIZE(8)),
  -- temporary vehicle ID
  secMark DSecond,
  timeConfidence TimeConfidence OPTIONAL,
  pos Position3D,
  posAccuracy PositionalAccuracy OPTIONAL,
  -- Accuracy for GNSS system
  posConfidence PositionConfidenceSet OPTIONAL,
  -- Realtime position confidence
  transmission TransmissionState,
  speed Speed,
  heading Heading,
  angle SteeringWheelAngle OPTIONAL,
  motionCfd MotionConfidenceSet OPTIONAL,

```

```

    accelSet AccelerationSet4Way,
    brakes BrakeSystemStatus,
    size VehicleSize,
    vehicleClass VehicleClassification,
    -- VehicleClassification includes BasicVehicleClass and other extendible
type
    safetyExt VehicleSafetyExtensions OPTIONAL,
    emergencyExt VehicleEmergencyExtensions OPTIONAL,
    ...
}

```

7.2.3.3 Msg_ISM

【定义】

在T/CSAE315.1-2023所定义的ISM消息基础上，进行兼容性扩展，新增了车辆载重状态和车辆驾驶员状态，用以支持矿山场景下意图共享和协作式通行。

【ASN.1 代码】

```

IntentionSharingMessage ::= SEQUENCE {
    msgCnt MsgCount,
    id OCTET STRING (SIZE(8)),
    -- temperary vehicle ID
    -- same as id in BSM
    secMark DSecond,
    refPos Position3D,
    -- vehicle real position relates to secMark
    currentPos PathPlanningPoint,
    -- current position in MAP
    pathPlanning PathPlanning OPTIONAL,
    -- real time path planning that is shared with neighbors
    -- list in chronological order
    targetRoadResource TargetRoadResource OPTIONAL,
    currentBehavior DriveBehavior,
    -- drive behavior related to the path planning
    intShare DriveIntention,
    withDriver BOOLEAN,
    --0 is no driver, 1 is with driver,
    loadStatus VehicleLoadStatus,
    -- Vehicle load status
    ...
}

```

7.2.3.4 Msg_PAM

【定义】

在T/CSAE 157-2020定义PAM消息基础上，进行兼容性扩展，新增了停车点类型信息，支持矿山场景下的作业区内部的不同区域类型。

【ASN.1 代码】

```

PAMData ::= SEQUENCE {
    msgCnt MsgCount,
    timeStamp MinuteOfTheYear OPTIONAL,
    parkingLotInfo ParkingLotInfo,
    -- Basic info of this parking area
    pamNodes PAMNodeList,
    -- intersections or road endpoints in parking area
    parkingAreaGuidance SEQUENCE (SIZE(1..16)) OF ParkingGuide OPTIONAL,
    -- parking area path guidance for individual vehicles
    -- are list here
    loadPointInfo LoadPointInfo OPTIONAL,
    -- Information for driving into loading point
    ...
}

```

7.2.3.5 Msg_VIR

【定义】

在T/CSAE 315.1-2023定义的VIR消息基础上，进行兼容性扩展，新增了车辆载重状态、车辆驾驶员状态、请求类型、车辆工作状态、请求方车辆类型、装载物料类型、装载位置和协同类型等信息，用于支持矿山场景下的协作式通行、入离场协同引导和协作式装载与驶离。

【ASN.1 代码】

```

VehIntentionAndRequest ::= SEQUENCE {
    msgCnt MsgCount,
    id OCTET STRING (SIZE(8)),
    -- temporary vehicle ID
    -- same as id in BSM
    secMark DSecond,
    refPos Position3D,
    -- vehicle real position relates to secMark
    intAndReq IARData,
    -- vehicle intention and request
    withDriver BOOLEAN,
    --0 is no driver, 1 is with driver,
    loadStatus VehicleLoadStatus,
    -- Vehicle load status
    workStatus VehicleWorkStatus OPTIONAL,
    -- Vehicle working status
    requesterVehicleClass BasicVehicleClass OPTIONAL,
    -- Requester vehicle class
    materialType LoadMaterialType OPTIONAL,
    -- Loaded material type for open-pit mine
    coordinationInfo CoordinationInfo OPTIONAL,
    -- Detailed use cases related to current coordination
    loadPointInfo LoadPointInfo OPTIONAL,
    -- Information for driving into loading point
    ...
}

```

7.2.4 扩展数据帧

7.2.4.1 DF_ParkingSlot

【定义】

在T/CSAE 157-2020的基础上对停车位属性进行扩展，新增工作点类型，包含装载点，卸载点，停车等待点。

【ASN.1 代码】

```
ParkingSlot ::= SEQUENCE {
    slotID          INTEGER (0..65535),
    position        ParkingSlotPosition OPTIONAL,
    sign            DescriptiveName OPTIONAL,
    parkingType     ParkingType,
    status          SlotStatus,
    parkingSpaceTheta ParkingSpaceTheta,
    parkingLock    ParkingLock,
    workPointType  WorkPointType OPTIONAL,
    ...
}
```

7.2.4.2 DF_ReqInfo

【定义】

在T/CSAE 135.1-2023的基础上，新增矿用车辆请求类型，用以支撑矿区场景下的协同。

【ASN.1 代码】

```
ReqInfo ::= CHOICE {
    laneChange Req—LaneChange,
    vehMerge Req—LaneChange,
    no—signalIntersectionPassing ReferenceLinkList,
    — 1 or more links connecting to
    clearTheWay Req—ClearTheWay,
    signalPriority Req—SignalPriority,
    sensorSharing Req—SensorSharing,
    parking Req—ParkingArea,
    miningVehicleReq MiningVehicleRequest,
    — Mining vehicle related requests
    ...
}
```

7.2.5 新增数据帧

7.2.5.1 DF_LoadPointInfo

【定义】

定义挖机向矿卡发送的驶入装载点的详细信息。

【ASN.1 代码】

```

LoadPointInfo ::= SEQUENCE {
    loadPointPos Position3D,
    -- Loading point position
    heading Heading,
    -- Vehicle heading
    timeOffset TimeOffset,
    -- Estimated arrival time offset
    ...
}

```

7.2.5.2 DF_MiningVehicleRequest

【定义】

定义了矿用车辆请求类型。

【ASN.1 代码】

```

MiningVehicleRequest ::= CHOICE {
    requestEntry Req—MiningEntry,
    -- Request to enter the mine
    requestExit Req—MiningExit,
    -- Request to exit the mine
    driveToLoadingPoint Req—DriveToLoading,
    -- Drive to the loading point
    executeLoading Req—ExecuteLoading,
    -- Execute loading operation
    driveAwayFromLoadingPoint Req—DriveAwayFromLoading,
    -- Drive away from the loading point
    ...
}

```

7.2.5.3 DF_Req—DriveAwayFromLoading

【定义】

定义请求驶离装载点信息。

【ASN.1 代码】

```

Req—DriveAwayFromLoading ::= SEQUENCE {
    nextTargetPosition Position3D,
    -- Next target position after leaving loading point
    ...
}

```

7.2.5.4 DF_Req—DriveToLoading

【定义】

定义请求驶入装载点信息。

【ASN.1 代码】

```

Req—DriveToLoading ::= SEQUENCE {
    targetPosition Position3D,
    -- Target loading point position
    ...
}

```

7.2.5.5 DF_Req—ExecuteLoading

【定义】

定义请求执行装载信息。

【ASN.1 代码】

```
Req—ExecuteLoading ::= SEQUENCE {  
    loadingStatus BOOLEAN,  
    -- Loading status  
    -- 1=executing, 0=cancel  
}
```

7.2.5.6 DF_Req—MiningEntry

【定义】

定义请求入场信息。

【ASN.1 代码】

```
Req—MiningEntry ::= SEQUENCE {  
    entryPoint Position3D,  
    -- Entry position,  
    ...  
}
```

7.2.5.7 DF_Req—MiningExit

【定义】

定义请求出场信息。

【ASN.1 代码】

```
Req—MiningExit ::= SEQUENCE {  
    exitPoint Position3D,  
    -- Exit position, gate position  
    ...  
}
```

7.2.6 扩展数据元素

7.2.6.1 DE_BasicVehicleClass

【定义】

在YD/T 3709-2020的基础上对车辆基本类型进行扩展，新增矿用车辆类型。

【ASN.1 代码】

BasicVehicleClass ::=INTEGER(0..255)

unknownVehicleClass BasicVehicleClass ::=0

--Not Equipped, Not known or unavailable

specialVehicleClass BasicVehicleClass ::=1

--Special use

--Basic Passenger Motor Vehicle Types

passenger-Vehicle-TypeUnknown BasicVehicleClass ::=10--default type

passenger-Vehicle-TypeOther BasicVehicleClass ::=11

--various fuel types are handled in another element

--Light Trucks, Pickup, Van, Panel

lightTruck-Vehicle-TypeUnknown BasicVehicleClass ::=20--default type

lightTruck-Vehicle-TypeOther BasicVehicleClass ::=21

--Trucks, Various axle types, includes HPMS items

truck-Vehicle-TypeUnknown BasicVehicleClass ::=25--default type

truck-Vehicle-TypeOther BasicVehicleClass ::=26

truck-axleCnt2 BasicVehicleClass ::=27--Two axle, six tire single units

truck-axleCnt3 BasicVehicleClass ::=28--Three axle, single units

truck-axleCnt4 BasicVehicleClass ::=29--Four or more axle, single unit

truck-axleCnt4Trailer BasicVehicleClass ::=30--Four or less axle, single trailer

truck-axleCnt5Trailer BasicVehicleClass ::=31--Five or less axle, single trailer

truck-axleCnt6Trailer BasicVehicleClass ::=32--Six or more axle, single trailer

truck-axleCnt5MultiTrailer BasicVehicleClass ::=33--Five or less axle, multi-trailer

truck-axleCnt6MultiTrailer BasicVehicleClass ::=34--Six axle, multi-trailer

truck-axleCnt7MultiTrailer BasicVehicleClass ::=35--Seven or more axle, multi-trailer

--Motorcycle Types

motorcycle-TypeUnknown BasicVehicleClass ::=40--default type

motorcycle-TypeOther BasicVehicleClass ::=41

motorcycle-Cruiser-Standard BasicVehicleClass ::=42

motorcycle-SportUnclad BasicVehicleClass ::=43

motorcycle-SportTouring BasicVehicleClass ::=44

motorcycle-SuperSport BasicVehicleClass ::=45

motorcycle-Touring BasicVehicleClass ::=46

motorcycle-Trike BasicVehicleClass ::=47

motorcycle-wPassengers BasicVehicleClass ::=48--type not stated

--Transit Types

transit-TypeUnknown BasicVehicleClass ::=50--default type
transit-TypeOther BasicVehicleClass ::=51
transit-BRT BasicVehicleClass ::=52
transit-ExpressBus BasicVehicleClass ::=53
transit-LocalBus BasicVehicleClass ::=54
transit-SchoolBus BasicVehicleClass ::=55
transit-FixedGuideway BasicVehicleClass ::=56
transit-Paratransit BasicVehicleClass ::=57
transit-Paratransit-Ambulance BasicVehicleClass ::=58

--Emergency Vehicle Types

emergency-TypeUnknown BasicVehicleClass ::=60--default type
emergency-TypeOther BasicVehicleClass ::=61--includes federal users emergency-Fire-Light-Vehicle
BasicVehicleClass ::=62
emergency-Fire-Heavy-Vehicle BasicVehicleClass ::=63
emergency-Fire-Paramedic-Vehicle BasicVehicleClass ::=64
emergency-Fire-Ambulance-Vehicle BasicVehicleClass ::=65
emergency-Police-Light-Vehicle BasicVehicleClass ::=66
emergency-Police-Heavy-Vehicle BasicVehicleClass ::=67
emergency-Other-Responder BasicVehicleClass ::=68
emergency-Other-Ambulance BasicVehicleClass ::=69

--Other V2X Equipped Travelers

otherTraveler-TypeUnknown BasicVehicleClass ::=80--default type
otherTraveler-TypeOther BasicVehicleClass ::=81
otherTraveler-Pedestrian BasicVehicleClass ::=82
otherTraveler-Visually-Disabled BasicVehicleClass ::=83
otherTraveler-Physically-Disabled BasicVehicleClass ::=84
otherTraveler-Bicycle BasicVehicleClass ::=85
otherTraveler-Vulnerable-Roadworker BasicVehicleClass ::=86

--Other V2X Equipped Device Types

infrastructure-TypeUnknown BasicVehicleClass ::=90--default type
infrastructure-Fixed BasicVehicleClass ::=91
infrastructure-Movable BasicVehicleClass ::=92
equipped-CargoTrailer BasicVehicleClass ::=93

```

-- Mining & Construction Vehicles
miningVehicle-TypeUnknown BasicVehicleClass ::= 110 -- Default type
miningVehicle-Other BasicVehicleClass ::= 111 -- Other mining/construction
vehicles
miningVehicle-MiningTruck BasicVehicleClass ::= 112 -- Mining dump truck
miningVehicle-Excavator BasicVehicleClass ::= 113 -- Excavator
miningVehicle-WheelLoader BasicVehicleClass ::= 114 -- Wheel loader
miningVehicle-Bulldozer BasicVehicleClass ::= 115 -- Bulldozer
miningVehicle-Crane BasicVehicleClass ::= 116 -- Crane
miningVehicle-Roller BasicVehicleClass ::= 117 -- Road roller
miningVehicle-MixerTruck BasicVehicleClass ::= 118 -- Concrete mixer truck
miningVehicle-DumpTruck BasicVehicleClass ::= 119 -- Engineering dump truck

```

7.2.6.2 DE_CoordinationInfo

【定义】

在T/CSAE 157-2020的基础上对单车协调规划信息对应的用例类型进行扩展，新增矿区场景相关用例类型。

【ASN.1 代码】

```

CoordinationInfo ::= BIT STRING {
    cooperativeLaneChanging(0),
    cooperativeVehMerging(1),
    laneChangingAtIntersection(2),
    no-signalIntersectionPassing(3),
    dynamicLaneManagement(4),
    laneReservation(5),
    laneRestriction(6),
    signalPriority(7),
    entryExitGuidance(8), -- Entry and exit coordination guidance
    cooperativeLoadingDeparture(9) -- Cooperative loading and departure
} (SIZE(10,...))

```

7.2.7 新增数据元素

7.2.7.1 DE_LoadMaterialType

【定义】

定义装载的物料类型。

【ASN.1 代码】

```

LoadMaterialType ::= ENUMERATED {
    coal(0), -- Coal
    earthRock(1), -- Earth and rock
    sandGravel(2), -- Sand and gravel aggregate
    other(3), -- Other materials
    unknown(4), -- Material type unknown
    ...
}

```

7.2.7.2 DE_WorkPointType

【定义】

定义矿区内工作点类型。

【ASN.1 代码】

```
WorkPointType ::= ENUMERATED {
    waitingArea    (0),
    loadingPoint   (1),
    unloadingPoint (2),
    ...
}
```

7.2.7.3 DE_VehicleLoadStatus

【定义】

定义车辆的载重状态。

【ASN.1 代码】

```
VehicleLoadStatus ::= ENUMERATED {
    unloaded(0),          -- Unloaded / Empty
    halfLoaded(1),       -- Half loaded
    fullyLoaded(2),      -- Fully loaded
    unknown(3),          -- Status unknown
    notApplicable(4),    -- Load status not applicable (e.g., Excavator, Crane)
    ...
}
```

7.2.7.4 DE_VehicleWorkStatus

【定义】

定义挖掘机的工作状态。

【ASN.1 代码】

```
VehicleWorkStatus ::= ENUMERATED {
    operating(0),        -- Operating / in service
    standby(1),          -- Standby / waiting
    fault(2),            -- Fault / error
    stopped(3),          -- Stopped / out of service
    unknown(4),          -- Status unknown
    ...
}
```

T/ITS xxxx-202x

T/ITS 0xxx-202x

中国智能交通产业联盟

中国智能交通产业联盟

标准

合作式智能运输系统应用集 智慧矿山车路协同系统

T/ITS 0xxx-202x

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>

202x 年 xx 月第一版 202x 年 xx 月第一次印刷