

团体标准

T/ITS XXXX—XXXX
代替 T/ITS 0147.2—2021

港口无人驾驶集装箱车技术要求 第2部分 无线通讯和信息安全

Technical requirements for port driverless container vehicle
Part 2: wireless communication and information security

(征求意见稿)

(本草案完成时间: 2026 年 8 月 26 日)

在提交反馈意见时, 请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 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、定义和缩略语..... 1

4 无线通讯技术要求..... 2

5 信息安全技术要求..... 5

中国智能交通产业联盟

前 言

本文件按 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。

本文件是对 T/ITS 0147《港口无人驾驶集装箱车技术要求》的第2部分。T/ITS 0147 已经发布了以下部分：

- 第1部分：驾驶场景和行驶行为。
- 第2部分：无线通讯和信息安全。
- 第3部分：车辆功能要。
- 第4部分：车辆测试方法。

本文件代替 T/ITS 0147.2-2021《港口无人驾驶集装箱车技术要求 第2部分：无线通讯和信息安全》，与 T/ITS 0147.2-2021 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了无线网络“覆盖指标要求”（见 4.2.1）；
- b) 增加了无线网络“重叠覆盖要求”（见 4.2.2）；
- c) 增加了无线网络“时延指标要求”（见 4.2.3）；
- d) 增加了无线网络“基站站间距要求”（见 4.2.4）；
- e) 删除了无线网络“自动驾驶场景、远控驾驶场景”带宽上、下行的要求（见 4.2.5、4.2.6）；
- f) 增加了无线网络“遥控场景要求”（见 4.2.7）

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提出并归口。

本文件起草单位：中国移动通信集团有限公司、东风商用车有限公司、中远海运港口有限公司、厦门远海集装箱码头有限公司、交通运输部公路科学研究所、招商局检测车辆技术研究院有限公司、阿里巴巴（中国）有限公司、宁波大榭招商国际码头有限公司、北汽福田汽车股份有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、北京经纬恒润科技股份有限公司、上研智联智能出行科技（上海）有限公司、招商局国际科技有限公司等。

本文件主要起草人：蒋鑫、李阳、王敏、于海滨、闫名慧、王沈元、黄庭、余翔宇、祝绍嵩、董轩、杨志魁、林建喜、张锦阳、周炜、王戡、牛成勇、王琳、李飞、林麒、乐群凯、金大鹏、田俊涛、曹建永、费音、张林、吴临政、吴海飞、周安伍、汪沛。

港口无人驾驶集装箱车技术要求 第2部分 无线通讯和信息安全

1 范围

本文件规定了港口无人驾驶集装箱车无线通讯和信息安全。

本文件适用于为实现港口集装箱车无人驾驶的无线通讯系统建设。

注：本文件中港口无人驾驶集装箱车包括港口牵引车和半挂车组合形式，以及平板式无人驾驶运输车形式等。

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 31024.1 合作式智能运输系统专用短程通信 第1部分：总体架构

GB/T 31024.2 合作式智能运输系统专用短程通信 第2部分：媒体访问控制层和物理层规范

GB/T 31024.3 合作式智能运输系统专用短程通信 第3部分：网络层和应用层规范

YD/T 3594-2019 基于LTE的车联网通信安全技术要求

T/CSAE 53-2020 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（第一阶段）

T/ITS 0097-2016 合作式智能运输系统 通信架构

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

港口无人驾驶集装箱车 port driverless container vehicle

搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置，并融合现代通讯与网络技术，实现车与X（人、车、路、云端等）智能信息交换、共享，具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能，实现“安全、高效、节能”行驶，适应港口生产作业S环境，承担港区内集装箱水平运输功能，能够持续地执行部分或全部动态自动驾驶任务的运输车辆。

3.1.2

自动驾驶系统 autonomous driving system

能持续地执行部分或全部动态驾驶任务和/或执行动态驾驶任务接管的硬件和软件所共同组成的系统。

3.1.3

指令 instruction

调度员输入信号、码头生产管理系统调度任务下达、车管平台下达干预信息，测试车辆通过感知、地图等信息自主发出的信号。

3.1.4

智能车管平台 intelligent vehicle management platform

智能车管平台负责和港口生产管理系统对接并将调度指令传递给港口无人驾驶集装箱车实现智能化业务运营，并将港口无人驾驶集装箱车的实时工作状态及智能驾驶信息回传给港口生产管理系统进行动态检查，智能车管平台能自动判断港口无人驾驶集装箱车异常状态，根据异常状态的紧急程度进行不

同程度的预警和干预。

3.1.5

调度员 dispatcher

在港口无人驾驶集装箱车无驾驶员操作的条件下,通过激活驾驶自动化系统以实现车辆调度服务但不执行动态驾驶任务的用户。

注:装备有4级和5级驾驶自动化功能,且其设计运行范围覆盖整个行程的车辆才可被调度。如果驾驶自动化系统未规划线路,调度员还需要指定目的地。

3.2 缩略语

以下缩略语适用于本文件:

MEP: 多接入边缘平台 (Multi-access Edge Platform)

OBU: 车载单元 (On-Board Unit)

OTA: 空中下载技术 (Over-the-Air Technology)

RB: 资源块 (Resource Block)

S-NSSAI: 单一网络切片选择辅助信息 (Single Network Slice Selection Assistance Information)

UPF: 用户面功能 (User Plane Function)

V2X: 车用无线通信技术 (Vehicle to Everything)

5G: 第五代移动通讯技术 (the 5th Generation mobile communication technology)

4 无线通讯技术要求

4.1 无线网络技术要求

4.1.1 无线侧根据带宽需求和港区容量,采用单频段组网或者混合组网模式,3.5GHz 或 4.9GHz 频段适合港区大带宽上行业务需求;2.1GHz 或者 2.6GHz 频段适合港区集装箱堆场密集、高度错落,无线环境复杂;采用 2.1GHz+3.5GHz 或者 2.6GHz+4.9GHz 混合组网模式能降低基站间的干扰影响。港口无线通讯网络架构,见图 1。

4.1.2 按不同业务所对应的网络服务类型规划行业专用切片 S-NSSAI,以满足业务隔离和网络性能保障要求。

4.1.3 堆场无线网络信号覆盖 4-6 层箱高,以满足水平和垂直覆盖需求。

4.1.4 通过无线侧 RB 资源预留,采用基于切片的 RB 资源预留,不同业务享有专有 RB,实现码头业务、公网业务的隔离。

4.1.5 针对低时延高可靠不同需求,UPF 和 MEP 下沉至港口机房。

4.1.6 使用双网冗余备份来保证数据传输可靠性。在有光缆的情况下,用 5G 网络作为备份,在光缆无法铺设的情况下,5G 和 WiFi 互为备份。

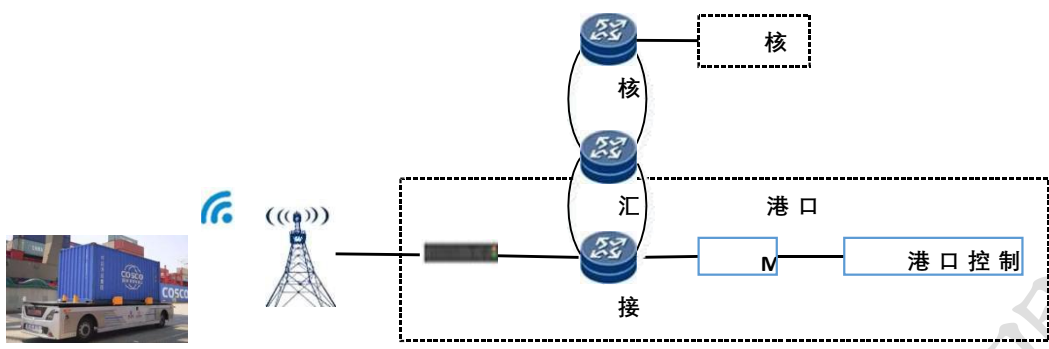


图 1 港口无线通讯网络架构

4.2 无线网络性能要求

本章节规定港口无人驾驶在引入 5G 无线通信作为主要车-路-云通信链路时,所应满足的 5G 无线网络覆盖指标要求。

本要求适用于港口作业区（包括堆场、码头前沿、进出闸口、水平运输通道等）范围内的 5G 网络规划、建设和验收。

4.2.1 覆盖指标要求

4.2.1.1 覆盖区域划分

表 1 覆盖区域划分要求

区域类型	典型场景	覆盖要求等级
A 类（核心作业区）	码头前沿交接、堆场翻箱、水平运输主动段	最高
B 类（辅助作业区）	进出闸口、等待缓冲区、道路出入口	高
C 类（扩展区域）	停车场、维修区、办公与港区边界过渡区	中等

4.2.1.2 覆盖电平强度

表 2 覆盖电平强度要求

区域等级	RSRP 参考取值	边缘覆盖率要求
A 类	$\geq -95\text{dBm}$ （参考信号接收功率）	边缘用户 $\geq 95\%$ $\geq -95\text{dBm}$
B 类	$\geq -100\text{dBm}$	边缘用户 $\geq 90\%$ 概率 $\geq -105\text{dBm}$
C 类	$\geq -105\text{dBm}$	边缘用户 $\geq 85\%$ 概率 $\geq -110\text{dBm}$

4.2.1.3 信噪比

表 3 5G 信噪比要求

业务类型	最低 SINR 要求	推荐 SINR 目标
控制信令（URLLC）	$\geq 10\text{dB}$	$\geq 15\text{dB}$
感知数据/地图下载	$\geq 5\text{dB}$	$\geq 10\text{dB}$

视频监控回传（上行）	$\geq 3\text{dB}$	$\geq 8\text{dB}$
V2X 广播消息(周期性)	$\geq 5\text{dB}$	$\geq 10\text{dB}$

4.2.2 重叠覆盖度要求

4.2.2.1 同一小区覆盖重叠度（同一信号强度区间内可接入小区数）： ≥ 2 个（不含本小区），不大于 4 个。

4.2.2.2 切换区间的 RSRP 差值（Serving cell 与 Neighbor cell）： $\geq 6\text{dB}$ 触发异频切换。

4.2.2.3 建议配置双覆盖小区，避免单点故障导致的通信中断。

4.2.3 时延指标要求

港口 5G 车路云场景打底覆盖需满足时延 $\leq 50\text{ms}@99\%$ ，根据业务类别划分时延，参照 3GPP URLLC（超可靠低时延通信）标准分级：

表 4 不同业务类别时延分级

业务类别	端到端时延要求	可靠性要求	典型应用
紧急制动控制	$\leq 10\text{ms}$	99.999%	障碍物检测联动
远程驾驶接管	$\leq 20\text{ms}$	99.999%	异常工况人工接管
协同换道/避让	$\leq 50\text{ms}$	99.99%	多车协同调度
高精度定位校准	$\leq 100\text{ms}$	99.9%	RTK 差分定位
感知数据上传	$\leq 100\text{ms}$	99.9%	传感器融合云端处理
视频监控回传	$\leq 200\text{ms}$	99.5%	远程视频监控

4.2.4 基站站间距要求

4.2.4.1 港口环境具有以下特征：金属集装箱堆叠遮挡、多路径效应显著、电磁环境复杂，站间距规划需结合覆盖仿真与实测试证。

4.2.4.2 在 A 类区域，基站挂高建议不低于 20m，以获得较好的 LOS（视距）覆盖比例。

4.2.4.3 港区基站建议采用 64T64R 或 32T32R 大规模天线阵列，提升垂直覆盖能力。

4.2.4.4 建议配置小区分裂或室内微基站，对集装箱堆垛遮挡形成的信号盲区进行补盲。

表 5 不同业务类别时延分级

区域类型	推荐站间距	站址布局原则
A 类（堆场/码头）	300 - 500m	灯杆/龙门吊安装为主，避开大面积金属遮挡阴影区
B 类（通道/闸口）	400 - 600m	沿运输通道线性部署，重点保障切换带连续覆盖
C 类（港区边界）	500 - 800m	与运营商公网衔接，室外覆盖为主

4.2.5 自动驾驶场景要求

港口基于车路协同的自动驾驶系统由车路协同平台子系统、路侧子系统、车辆子系统和网络子系统组成。车辆子系统包含 OBU 和智能驾驶系统，OBU 通过 V2X 通讯方式将车辆信息传输给路侧子系统，同时接收来自路侧子系统的数

据，智能驾驶系统利用视频摄像头、雷达传感器等设备来了解周围的交通状况。自动驾驶无线网络需求，见表 6。

表 6 自动驾驶无线网络需求指标

业务名称	整体需求描述	通讯需求				
		带宽		传输时延	可靠性	小区切换时延
		上行	下行			
自动驾驶（控制部分）	低时延	≥3Mbps	50-100Kbps	≤30ms	≥99.99%	≤100ms
自动驾驶（视频部分）	大带宽	10-20Mbps	/	≤100ms	≥99.99%	≤200ms

4.2.6 远程控制场景要求

港口无人驾驶集装箱车如果车辆出现严重异常行为（车辆异常加速、爆胎、冲撞电子围栏等），调度员在智能车管平台进行远程接管，通过摄像头查看周边环境、进行故障判断，远程操作港口无人驾驶集装箱车退出故障区。远程控制无线网络需求，见表 7。

表 7 远程控制无线网络需求指标

业务名称	整体需求描述	通讯需求			
		带宽		传输时延	可靠性
		上行	下行		
远程控制	低时延，大带宽	≥80Mbps	50-100Kbps	≤30ms	≥99.99%

4.2.7 遥控场景要求

4.2.7.1 遥控系统采用无线方式，在空旷无障碍环境下，无线遥控工作距离不应小于 800 米。网络部署应保证在该距离范围内，遥控指令与状态数据的双向传输稳定可靠。

4.2.7.2 遥控接收系统（含 15 m 外置吸盘天线）的接收灵敏度应优于-101dBm，以确保在弱信号条件下仍能维持有效遥控链路

4.2.7.3 从发射系统发出指令到接收系统执行输出（含 CANOPEN 及急停继电器输出）的端到端响应时间应小于 100ms。无线网络应满足该实时性要求，避免因网络拥塞或重传导致超时。

5 信息安全技术要求

5.1 通讯安全技术要求

车辆敏感或重要信息通讯过程，对通讯双方实施双向身份认证，对通讯进行必要的加密处理，能够防范重放攻击和中间人攻击，应符合以下要求：

5.1.1 对传输信息实行安全保护策略，对传输信息进行分级保护。

5.1.2 实施网络加密技术，对传输数据进行加密。通过使用数字证书的方式进行身份认证和数据完整性校验，保证数据的不可篡改性及保密性。

5.1.3 采用备份响应措施，根据实际需求采用冗余链路、冗余节点和冗余系统等方式，提供一定的网络恢复能力；业务数据、设备配置数据、性能数据等关键数据有异地或本地数据备份。

5.2 数据安全技术要求

车载终端所采集的与用户身份、位置信息等相关的敏感数据，应通过显式的方式告知用户并获得用户确认，应说明数据采集的依据。车载终端对用户数据的采集应在提供相应服务的同时进行。若出于业务需要而应事先采集相关数据，应向用户明示事先采集的目的和范围，并且只有在用户同意的情况下采集。车载终端采集用户使用行为等用户数据时，应提示用户并向用户提供关闭数据采集的功能。在执行此类操作前，应首先对用户身份进行认证。

车载终端具备支持国家监管部门依法进行数据采集工作的能力，应符合以下要求：

5.2.1 数据安全存储需求

5.2.1.1 车载终端在将用户敏感数据（例如：用户身份、位置信息）存储在车内系统时，应为保存数据的文件设置适当的权限，以防止未授权的访问和篡改。

5.2.1.2 存储涉及用户生物特征的数据时，应采用加密形式保存。

5.2.1.3 车载终端不应有未向用户明示且未经用户同意，擅自修改用户数据的行为。

5.2.1.4 安全存储的文件应具备标识信息，无法在非授权设备中使用。

5.2.2 数据安全传输

5.2.2.1 使用防护措施，对所传输数据的完整性和可认证性进行保护。

5.2.2.2 使用国密算法对重要数据进行加密传输。

5.2.3 数据安全删除

5.2.3.1 共享类应用，在当前用户退出后，该用户的敏感数据被清空。

5.2.3.2 通过车载终端采集的用户数据，在传送到后台服务器后，具备相应的脱敏措施，防止用户隐私信息泄露。

5.2.3.3 车载终端设备更换件后，换下的旧件所存放的数据需安全删除，相关用户数据需同步新件，以防止用户数据泄漏或丢失。

5.3 OTA 升级安全技术要求

OTA 升级安全技术要求 OTA 升级过程中车端与服务端采用安全的双向认证、建立安全通道以及对 OTA 升级包进行验证，确保 OTA 升级包的完整性、机密性和可用性。

5.4 总线安全技术要求

5.4.1 总线安全技术要求车内总线通讯发送节点不被恶意应用调用从而向车内网络发送恶意数据，同时车内总线通讯接收节点对接收到车内数据信息进行合法性校验，必要时对关键的信息采用一定保护机制（例如：防重放机制、加密机制）。

5.4.2 在车内通讯时，车载信息交互系统作为车内网络架构中的控制器节点，通过 CAN 或车载以太网等总线与车内其他控制器节点进行数据交互。在进行重要数据传输时，需使用安全机制对传输数据的可靠性、合法性及完整性进行保证。

5.5 操作系统安全技术要求

5.5.1 车辆操作系统及时进行补丁升级；提供安全调用控制与呈现能力；对应保留的本地或远程管理功能，则要采取必要的安全访问控制措施；通过技术手段对整个系统进行必要的机密性、完整性和可用性防护。

5.5.2 在安全存储区域存储操作系统签名。操作系统启动时使用可信机制，在验证操作系统签名并判定通过后，再从可信存储区域加载车载终端操作系统，避免加载被篡改的操作系统。

5.5.3 如车载终端存在多个操作系统，采用隔离机制，保障不同操作系统之间的安全防护。

5.5.4 提供安全机制，保障操作系统只能加载启动可信的车载终端应用程序，能够验证应用的来源和完整性，避免运行恶意程序。采用完整性校验手段，对关键代码或文件进行完整性保护。

5.5.5 车载终端系统不应存在国家漏洞管理机构发布了 6 个月及以上的高危安全漏洞。系统具有能够及时进行漏洞修复的功能。

T/ITS XXXX-XXXX
1/1

中国智能交通产业联盟

标准

港口无人驾驶集装箱车技术要求 第 2 部分：无线通讯和信息安全

T/ITS XXXX-XXXX

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>

20XX 年 X 月第一版 20XX 年 X 月第一次印刷