

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

DB 4502

柳 州 市 地 方 标 准

DB 4502/T XXXX—XXXX

面向车联网的智能环卫技术规范

Intelligent Sanitation Technical Specification for the Internet of Vehicles

（征求意见稿）

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

柳州市市场监督管理局 发 布

目 次

目 次..... I

前 言..... 1

面向车联网的智能环卫技术规范..... 2

1 范围..... 2

2 规范性引用文件..... 2

3 术语和定义..... 3

4 缩略语..... 7

5 基本要求..... 7

6 技术要求..... 7

 6.1 整车..... 7

 6.2 专用装置..... 8

7 无人环卫车功能要求..... 8

 7.1 自动驾驶能力要求..... 9

 7.2 一般作业功能要求..... 10

 7.3 接管功能要求..... 10

8 无人环卫车安全要求..... 10

 8.1 作业安全要求..... 10

 8.2 整车安全要求..... 11

9 智能环卫配套设施要求..... 16

 9.1 停车点..... 16

 9.2 垃圾收集点..... 16

 9.3 综合工作站..... 16

10 远程运维平台功能要求..... 16

 10.1 实时监控..... 16

 10.2 远程操控..... 16

 10.3 运营调度..... 16

 10.4 数据记录..... 16

11 V2X要求..... 16

 11.1 场景需求..... 16

 11.2 系统组成..... 17

 11.3 功能要求..... 17

 11.4 安全需求..... 18

12 信息安全要求..... 18

 12.1 基本要求..... 18

 12.2 通信安全..... 18

 12.3 数据安全..... 19

 12.4 远程控制安全..... 19

 12.5 OTA安全..... 19

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。

本文件由柳州市大数据发展局提出并归口。

本文件起草单位：广西汽车研究院、柳州市东科智慧城市投资开发有限公司、中国信息通信研究院、柳州汽车检测有限公司、国家汽车质量检验检测中心(广西)、广西汽车集团、珠海南方智运汽车科技有限公司、信通院车联网创新中心(成都)有限公司、北京星云互联科技有限公司、中信科智联科技有限公司、城市之光(深圳)无人驾驶有限公司。

本文件主要起草人：黄劼、李大川、张元方、覃桂林、张吉宇、贾晓东、吴宇涵、邓婷婷、梁鸿宇、孙武能、罗风云、余冰雁、雷凯茹、杨硕、文明、黄伟、李小林、陆锡华、王金龙、王莹、陈星筑、柳锐聪、叶磊、张冰、李龙杰、秦付华、李源。

面向车联网的智能环卫技术规范

1 范围

本标准规定面向车联网的智能环卫技术规范的典型应用场景，涉及了智能环卫设备技术要求（包括但不限于作业安全要求、机械安全要求、电气安全要求及控制安全要求等）、智能环卫配套基础设施要求、远程运维平台功能要求、V2X要求以及信息安全要求等。

本标准适用于柳州市从事智能环卫技术研发、生产、销售、服务等相关行业的人员，以便在智能环卫领域推动标准的发展和实施；本标准适用于柳州市的环卫部门，以确保环卫部门的工作符合相关的规定和标准；本标准适用于柳州市的智能环卫企业或组织，以确保产品或服务符合当地的质量标准和法规要求。

本文件适用于面向车联网的智能环卫技术规范。

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 4785 汽车及挂车外部照明和信号装置的安装规定
GB 7258 机动车运行安全技术条件
GB 1589 汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值
GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求
GB/T 7932 气动对系统及其元件的一般规则和安全
GB/T 4094.2 电动汽车操纵件、指示器及信号装置的标志
GB/T 12265.3 机械安全避免人体各部位挤压的最小间距
GB/T 12673-2019 汽车主要尺寸测量方法
GB/T 12674-1990 汽车质量（重量）参数测定方法
GB/T 16754 机械安全急停设计原则
GB/T 16855.1-2018 机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分：设计通则
GB/T 18411 机动车产品标牌
GB/T 18384 电动汽车安全要求
GB/T 18385 电动汽车动力性能试验方法
GB/T 23821 机械安全防止上下肢触及危险区的安全距离
GB/T 25981 道路隔离装置清洗车
GB/T 35273 信息安全技术个人信息安全规范
GB/T 40429-2021 汽车驾驶自动化分级
JB/T 7303-2007 路面清扫车
JB/T 10856-2018 道路施工与养护机械设备 扫路机
JT/T 1242-2019 营运车辆自动紧急制动系统性能要求和测试规程
GB 28373-2012 N类和O类罐式车辆侧倾稳定性
QC/T 54-2006 洒水车
GB/T 18487.1 电动汽车传导充电系统 第1部分 通用要求
GB/T 18488.1 电动汽车用电机及其控制器 第1部分：技术条件
GB/T 20234 电动汽车传导充电用连接装置
GB/T 32960 电动汽车远程服务与管理系统技术规范
GB 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求

QC/T 1087 纯电动城市环卫技术条件

GB/T 17454.2 机械安全 压敏保护装置 第2部分：压敏边和压敏棒的设计和试验通则

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 27544-2011 工业车辆 电气要求

GB/T 31012-2014 环卫车辆设备用图形符号

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低速无人环卫车 Low-speed Sanitation Vehicle

具备城市市容整理、清洁、清扫、清运等一种或多种自动化保洁功能，可自主完成指定道路、广场、人行道等城市区域内的清洁作业，具备全流程无人干预作业能力的专用车辆，根据具体用途又可分为清扫车、洗地车、洒水车、垃圾清运车等。

3.2

运营设计条件 Operational Design Condition (ODC)

运营设计时确定的驾驶自动化功能可以正常工作的条件，包括低速无人环卫车运营设计域、操作员状态以及其他必要条件。

3.2.1

运行设计域 Operational Design Domain (ODD)

在低速无人环卫车自主功能设计时，确定的适用于其功能运行的外部环境，包括但不限于速度、环境、道路、交通等条件。

3.3

驾驶自动化等级划分 Levels of Low-Speed Unmanned Vehicles Driving Automation

本标准引用GB/T 40429-2021中3.4各驾驶自动化等级要求，对低速无人环卫车的驾驶自动化能力进行如下3.3.1-3.3.6项的约定，本标准仅涉及满足3.3.4-3.3.6三个等级驾驶自动化能力的车辆。

3.3.1

L0级驾驶自动化（应急辅助） Level 0 Driving Automation

低速无人驾驶车辆不能持续执行动态驾驶任务中的车辆横向或纵向运动控制，但具备持续执行动态驾驶任务中的部分目标和事件探测与响应的能力。

3.3.2

L1级驾驶自动化（部分驾驶辅助） Level 1 Driving Automation

低速无人驾驶车辆在其运营设计条件内持续地执行动态驾驶任务中的车辆横向或纵向运动控制，且具备与所执行的车辆横向或纵向运动控制相适应的部分目标和事件探测与响应的能力。

3.3.3

L2级驾驶自动化（组合驾驶辅助） Level 2 Driving Automation

低速无人驾驶车辆在其运营设计条件内持续地执行动态驾驶任务中的车辆横向和纵向运动控制，且具备与所执行的车辆横向和纵向运动控制相适应的部分目标和事件探测与响应的能力。

3.3.4

L3级驾驶自动化（有条件自动驾驶） Level 3 Driving Automation

低速无人驾驶车辆在其运营设计条件内持续地执行全部动态驾驶任务。

3.3.5

L4级驾驶自动化（高度自动驾驶）Level 4 Driving Automation

低速无人驾驶车辆在其运营设计条件内持续地执行全部动态驾驶任务和执行动态驾驶任务接管。

3.3.6

L5级驾驶自动化（完全自动驾驶）Level 5 Driving Automation

低速无人驾驶车辆在任何可行驶条件下持续地执行全部动态驾驶任务和执行动态驾驶任务接管。

3.4

动态驾驶任务 Dynamic Driving Task (DDT)

低速无人环卫车在路上行驶时完成的具有一定目的的驾驶行为。驾驶行为包含：感知周边环境，车辆自主横向和纵向运动，提醒周边交通参与者等。

除策略性功能外，完成车辆驾驶所需的感知、决策和执行等行为，包括但不限于：

- ① 车辆横向运动控制；
- ② 车辆纵向运动控制；
- ③ 目标和事件探测与响应；
- ④ 驾驶行为决策；
- ⑤ 车辆照明及信号装置控制；
- ⑥ 其他与本次驾驶任务相关的业务行为。

3.4.1

车辆横向运动控制 Lateral Vehicle Motion Control

动态驾驶任务中沿着Y轴（如图1）实时、持续的低速无人驾驶车辆运动控制。

3.4.2

车辆纵向运动控制 Longitudinal Vehicle Motion Control

动态驾驶任务中沿着X轴（如图1）实时、持续的低速无人驾驶车辆运动控制。

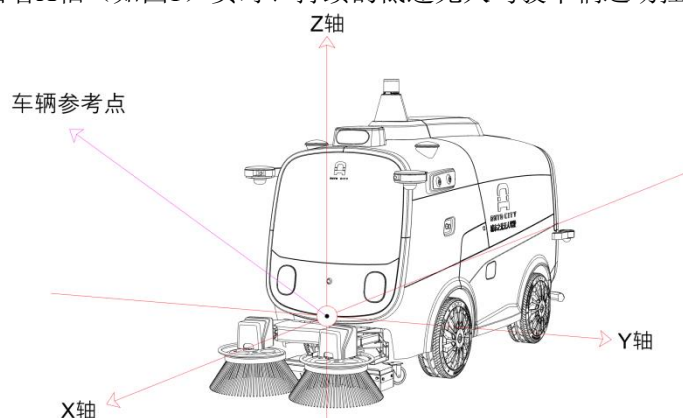


图1 低速无人环卫车运动坐标系

3.5

碰撞防控 Crash-avoidance Control

包括防止与前车发生碰撞事故，并对存在潜在碰撞的后方车辆进行警告。

3.6

贴边作业 Edge Cleaning

为了保证作业效果，无人环卫车在作业路段上始终保持车辆与路沿以适当的相对位置而采取的一种作业模式。

3.7

覆盖作业 Complete Coverage Cleaning

无人环卫车对给定大范围区域中的所有主要面积都进行作业的一种作业模式。

3.8**行车制动 Service Brake**

对运行中的低速无人环卫车进行减速或停车的制动方式。

3.9**驻车制动 Parking Brake**

为防止处于静止状态的低速无人环卫车，因外力或地面不平造成的位移而采取的制动方式。

3.10**紧急制动 Emergency Brake**

低速无人环卫车运行期间由安全装置触发，即刻切断动力电源并实现机械制动的方式。

3.11**操作员 Dispatcher**

具有在相应时刻接管对应低速无人环卫车的能力，能够保证该车辆运行安全的、具有事先赋予的一定车辆控制权限（如运行、管理、运维或整备等权限）的人员，包括管理员、安全员、调度员、运维人员、现场操作人员和远程驾驶员等。

3.11.1**远程驾驶员 Remote Driver**

系指可通过远程方式实时监控并通过手动方式直接干预和操作车辆的制动、加速、转向和换挡等操纵装置的驾驶员，可以在车辆出现异常情况下对车辆进行远程接管，接管后实时执行部分或全部动态驾驶任务的人员。远程操作员须取得相关认证。

3.12**接管 Take Over Control**

自动驾驶车辆出现故障或即将超出运营设计域或安全员（远程驾驶员）主动要求，由安全员或远程驾驶员接管车辆执行动态驾驶任务。

3.13**远程控制 Remote Control**

一种低速无人环卫车控制模式，在该种模式下，远程驾驶员不需要与车辆接触即可持续地控制车辆的各种行为。

3.14**最小风险操作 Minimal Risk Manoeuvre (MRM)**

由低速无人环卫车触发和执行的应急规划或应急操作以实现最小的风险状态。

3.15**最小风险条件 Minimum Risk Condition (MRC)**

当给定的行驶条件或环境不满足要求时，车辆执行最小风险操作（MRM）的条件，以降低发生安全事故的可能性。

3.16**停车点 Parking Lot**

无人环卫车停车的专用区域，车辆可在该区域停放。

3.17

垃圾收集点 Dumping Site

无人环卫车在作业过程中可进行垃圾收集的固定站点，该站点需配置专用垃圾箱或其他垃圾收纳装置。

3. 18

综合工作站 Compositive Workstation

用于无人环卫车充电、加水、排水的专用工作站，亦可用于无人环卫车的临时停靠。

3. 19

数据记录器 Data Logger

用来存储数据的装置或设备。

3. 20

产品铭牌 Scutcheon

低速无人环卫车应当至少装置一个能永久保持的产品铭牌，并规范标明产品的必要信息。

3. 21

车辆识别代码 Vehicle Identification Number (VIN)

车辆识别代号构成如图2所示，由世界制造厂识别代号（WMI）、车辆特征代码（VDS）和车辆指示码（VIS）三部分组成，共计17位。

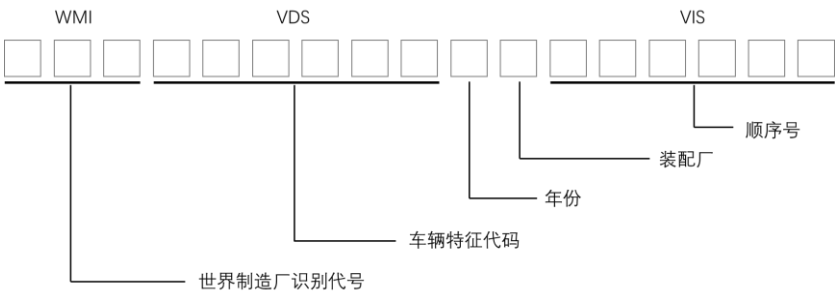


图2 车辆识别代号的构成

3. 21. 1

世界制造厂识别代号(WMI)

第一部分（WMI）——世界制造厂识别代号由三位字码组成，按照 GB16737 的规定，由国家有关部门指定。第1位编码为“L”，代表中国；第2位至第3位，由各生产企业自行确定，如长沙行深智能科技有限公司的世界制造厂识别代号，自定义为：“LXS”，并向相关管理部门备案即可。

3. 21. 2

车辆特征代码(VDS)

车辆的特征代码（VDS）的构成，如图3所示。

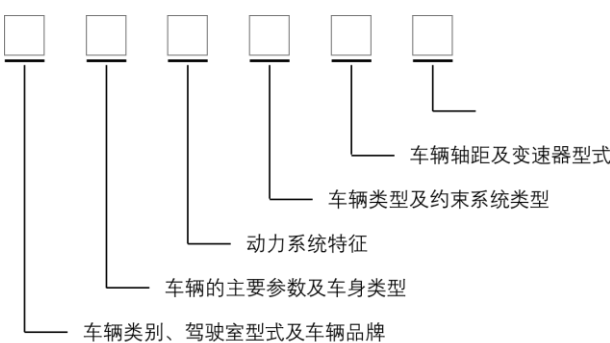


图3 车辆特征代码的构成

3. 21. 3

车辆指示码(VIS)

车辆指示码由8位字符构成，如图4所示。

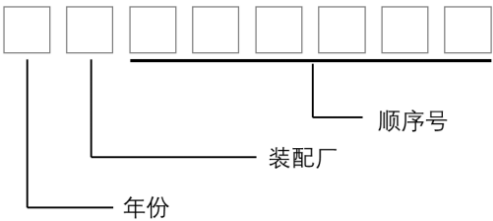


图4 车辆指示码的构成

4 缩略语

- OTA: 空中下载技术, Over the Air;
- V2X: 车对车、车对外界的信息交换, Vehicle to Everything;
- V2I: 车联网到车辆, Vehicle to Infrastructure;
- GNSS: 全球导航卫星系统, Global Navigation Satellite System;
- FOTA: 固件空中下载技术, Firmware Over the Air。

5 基本要求

- (1) 本标准的车辆应符合国家和所准入地区对环卫车的安全、排放、噪声、环保等相关法规和强制性标准要求;
- (2) 外购件、外协件应符合相关标准的规定,并具有制造厂的合格证,所有自制零部件、总成件经检验合格后方可装配使用;
- (3) 车辆表面应光洁平整,不得有明显的凹凸和锤痕,外露黑色金属表面均应做防锈、防腐处理,具有良好的耐腐蚀性能;
- (4) 车辆的各联接件、紧固件应连接可靠,不得松脱;
- (5) 水路和电路等管线应夹持牢固,不应与运动部件干涉;
- (6) 车身电控开关应动作灵活、回位正常,各指示灯、照明灯及仪表等应能正常工作;
- (7) 操作按钮或操作手柄应有直观的作业标识,各操作标识、安全标识应清晰、完整;
- (8) 车辆标识图形应符合GB/T 31012-2014《环卫车辆设备用图形符号》和GB/T 19095-2019《生活垃圾分类标志》中相关规定要求;
- (9) 车辆应设有专用号牌和铝合金产品铭牌,标识清晰耐久且易于识别,铭牌上标明信息应包含:制造企业名称、品牌、产品名称和型号、制造日期、车辆识别代码(VIN)、整机装备质量、整机最大允许总质量、最高行驶速度、动力电池电压/容量、行驶驱动电机功能、作业宽度或其它专用作业主参数。

6 技术要求

6.1 整车

- 6.1.1 车辆最高车速: 不大于 32km/h。
- 6.1.2 车辆最高作业速度: 不大于 15km/h。
- 6.1.3 使用环境: 满足在环境温度-10℃~45℃,相对湿度 10%~85%的环境中正常使用。
- 6.1.4 制动性能: 空载情况下,车辆最高行驶速度下的制动距离应符合下表规定:

表1 车辆制动性能要求

序号	类型	整备质量(m)	制动初速度	空载制动减速度	空载制动距离
1	微型	m<150kg	最高车速	3.8~5.0m/s ²	≤2.0m
2	小型	150kg≤m<1300kg	最高车速	3.8~5.0m/s ²	≤4.0m

序号	类型	整备质量(m)	制动初速度	空载制动减速度	空载制动距离
3	中型	1300kg≤m<2000kg	最高车速	3.8~5.0m/s ²	≤5.0m
4	大型	2000kg≤m<3200kg	最高车速	3.8~5.0m/s ²	≤6.0m

6.1.5 驻车要求：车辆至少能够在 15%的坡道上驻车并且不溜车。

6.1.6 爬坡度：车辆额定满载爬坡能力应不小于 15%。

6.1.7 防水等级：车辆外露的关键部件防水等级应不低于 IP65，包括激光雷达、摄像头、毫米波雷达等感知器件，以及储能、动力、传动部件等。

6.1.8 通过性能：至少能够通过 5cm 高度的减速带或其他高于路面的交通基础设施。

6.1.9 声音警示要求

(1) 车辆应设置具有连续发声功能的扬声器，以在必要时发出声音警示，声音分贝根据工作环境应控制在 45db-90db 之间；

(2) 车辆应具备声音告警功能，低速提示音的设置应符合运行区域的噪声环保要求和车辆工作安全需求，其工作应稳定可控。

6.1.10 灯光要求

(1) 车辆应配备左右转向灯、警示灯、倒车灯、制动灯、前后照明灯，并满足设计运行范围照明条件的灯光配置，其数量和位置参照 GB 4785 执行；

(2) 灯具应安装牢靠、完好有效，不允许因车辆振动而松脱、损坏、失去作用或改变光照方向。车辆不得安装遮挡外部照明和信号装置透光面的装置，除上述车辆必备灯具外，车辆其他外部灯具不得闪烁；

(3) 需要夜间作业的低速无人环卫车应设置必要的照明装置，以满足车辆的作业需求；

(4) 在能见度小、车辆故障、交通事故、运行区域内临时停车等情况时，需要自动开启警示灯以提示行人或其他车；

(5) 车辆作业时应开启警示灯、LED 显示或特效音乐，不宜开警报器。

6.1.11 监控与记录装置：车上应安装记录装置，并能按照第三方监管要求提供必要的工作数据。

6.1.12 OTA 升级：低速无人环卫车应具备远程在线升级能力，并确保车辆进行在线升级时处于安全状态。

6.1.13 安全防护要求：

(1) 低速无人环卫车应有限速功能或使用限速装置，使车辆满足作业道路最高车速限制要求；

(2) 低速无人环卫车与人体接近的车辆部位，应安装防止人体因触及而受到伤害的保护装置。

6.2 专用装置

低速无人环卫车专用装置应符合 JB/T 7303-2007、JB/T 10856-2018、QC/T 54-2006、GB/T 25981 的相关要求。

6.2.1 清扫车

6.2.1.1 清扫车一次清扫洁净率应大于等于 90%，作业后作业区域内不能留有带状或当量直径大于等于 5cm 的块状残留物。

6.2.1.2 清扫车一次连续喷水降尘作业时间不低于 60min，作业扬尘浓度应小于等于 2.5mg/m³。

6.2.1.3 扫刷、吸盘装置升降、运动平稳，高度可调，动作时不应有干涉和冲击现象，拆装方便更换，刷盘应具有防碰撞自动回弹保护功能。

6.2.1.4 水路系统应设有必要的过滤装置、水位检测装置等，在额定工作压力下应无渗漏水现象，并具有电机防堵转保护功能。

6.2.1.5 垃圾倾倒作业过程应尽量保证无垃圾撒落、无污水滴漏等，并保证将垃圾倒尽。

6.2.2 洗地车

洗地车洗扫作业后的路面应无可见垃圾、无积水现象，应能分别进行清扫、清洗、洗扫等作业。

6.2.3 洒水车

洒水车高压清洗后的路面应无积水现象，清洗洒水车的高压水泵压力应大于等于8 MPa，低压水泵流量应大于等于800 L/min。

6.2.4 垃圾清运车

垃圾清运车装载垃圾桶的箱体应采用密闭结构，保证作业期间无垃圾撒落、无污水滴漏等。

7 无人环卫车功能要求

7.1 自动驾驶能力要求

7.1.1 自动驾驶等级

- (1) 本标准低速无人环卫车不同驾驶自动化等级划分应符合本标准3.3中的驾驶自动化等级要求；
- (2) 低速无人环卫车在进行3级自主行驶时，应通过持续人工监管以保障车辆、人员和场地安全；
- (3) 低速无人环卫车在进行4级自主行驶时，应符合4级驾驶自动化最低操作能力的要求。

7.1.2 系统失效要求

低速无人环卫车自动驾驶系统应具备持续监测自主功能完整性的能力，评估系统能力是否满足当前动态驾驶任务要求，如不满足则应发出人工接管提醒。

7.1.3 最低操作能力

7.1.3.1 低速无人环卫车的最低操作能力应能执行以下功能：

- (1) 按照预定路线完成行驶或作业路线；
- (2) 持续检测运行环境中的危险情况；
- (3) 启动制动、转向，以避免或减轻与障碍物的碰撞；
- (4) 进行最小风险操作；
- (5) 对自动驾驶系统的故障信息进行有效提醒；
- (6) 在出现紧急情况时，向交通参与者提供警告。

7.1.3.2 未达到4级驾驶自动化等级能力的低速无人环卫车，在非作业状态下从停放地点到达作业地点需采用其他符合交通法规的方式完成。

7.1.4 自主行驶功能要求

7.1.4.1 基础行驶能力

低速无人环卫车应具备速度控制、转向控制、循迹行驶、变道行驶、自主掉头等基础行驶能力。

7.1.4.2 最小风险操作

低速无人环卫车最小风险操作应在满足以下任一条件时自动触发：

- (1) 检测到车辆无法解决的危险情况；
- (2) 检测到DDT性能相关的系统故障；
- (3) 失去安全关键的V2X通信；
- (4) 检测到自动驾驶系统即将违反ODD条件；
- (5) 未收到操作员的安全确认授权。

系统应将其MRC的信息传达给操作员，操作员在确认低速无人环卫车安全性的情况下，应按规程对车辆执行相关操作。

7.1.4.3 自主避障

- (1) 低速无人环卫车在正常运行过程中，应具备对障碍物的识别能力；
- (2) 低速无人环卫车应具备在行驶过程中，避免与障碍物相撞的能力。障碍物包括但不限于道路上的标志标牌、交通信号与交通设施、行人、机动车、非机动车、动物等交通参与者，包含静止和动态障碍物；
- (3) 低速无人环卫车根据相应的应用场景，及职能管理部门和利益相关方的要求，可以增加额外的障碍物识别要求。

7.1.4.4 紧急停车

当低速无人环卫车出现不能安全行驶或失控等紧急情况时，应在自动驾驶系统、远程驾驶舱、车身或手动控制装置上均应具有使车辆紧急停车的功能。

7.1.4.5 定点泊车

低速无人环卫车应具备在指定位置自主泊车的能力，运行时应保证车辆安全。

7.1.4.6 碰撞防控

低速无人环卫车前向紧急制动功能的目标检测区域、碰撞预警、紧急制动、车内通信，以及后向碰撞预警功能，可参考JT/T1242-2019中的相关要求执行，采取相应的防控措施。

7.1.4.7 侧翻防控

车辆应保证在其运行设计条件下以最大速度行驶不发生侧翻，侧倾稳定性要求及试验方法可参考GB 28373-2012中的相关要求执行。

7.2 一般作业功能要求

7.2.1 除自主行驶基本功能要求外，低速无人环卫车应能够完成自动唤醒、贴边作业、覆盖作业、自动倾倒垃圾等作业功能要求，主要包括：

- (1) 当车辆处于关机状态时，可通过云端平台进行远程上电，实现车辆自动唤醒；
- (2) 按照作业任务规划，扫刷保持与路沿距离 $\leq 10\text{cm}$ 进行贴边清扫作业，如有异物伸出路沿，车辆应避免剐蹭；
- (3) 按照作业任务规划，车辆完成封闭路段内的全覆盖清扫作业，作业覆盖率 $\geq 85\%$ ；
- (4) 车辆可自动检测垃圾箱剩余可用容量，并在垃圾箱满时，自动前往指定地点进行垃圾倾倒。

7.2.2 低速无人环卫车在行驶和工作状态下，应能够判断道路宽度是否具备可通过性，并控制车辆底盘及环卫机械设备协同动作，来完成穿过狭窄区域的动作。

7.2.3 低速无人环卫车在非工作状态下，如需在公开道路上行驶，应该达到4级驾驶自动化等级下的道路通行能力。

7.3 接管功能要求

低速无人环卫车涉及的接管方式分为远程接管方式和本地接管方式，具体要求如下：

- (1) 本标准所涉及的车辆达到4级驾驶自动化等级能力的，均应具备本地接管能力和远程接管能力，未达到4级驾驶自动化等级能力的，至少应具备本地接管能力；
- (2) 本地接管一般在测试和维护中使用，本地接管应通过操作员和遥控设备的安全验证来确保接管的安全性；
- (3) 远程接管应具备必要的安全身份认证，验证通过后方可进行远程控制，每次操作指令应具备完整的日志记录，可在车辆遇到紧急状况时使用；
- (4) 进行远程接管时，车辆应具备安全的控车通道、安全的数据通道，并应具备满足远程控制接管功能的通信能力，车辆应为紧急安全停车提供备份接管控制信道；
- (5) 当自动驾驶系统发出接管提醒时，操作员应能够直接接管车辆，当操作员进行紧急制动时，能够直接接管车辆；
- (6) 进行远程接管时，远程驾驶员应对远程车辆的状态、运行环境及接管后果有清晰认知，并按远程接管流程预案执行标准化操作。

8 无人环卫车安全要求

8.1 作业安全要求

8.1.1 环境要求

环境要求主要包括天气、光照、通信等要素，保证低速无人环卫车能够自主作业的使用环境应至少满足下述要求。

- 8.1.1.1 风速不大于 3m/s ；

- 8.1.1.2 雾天作业，水平能见度在 1.0-10.0km 以内；
- 8.1.1.3 霾天作业，水平能见度在 3.0-10.0km 以内；
- 8.1.1.4 降雨量 $<10\text{mm/d}$ （小雨）；
- 8.1.1.5 环境温度： -10°C - 45°C ；
- 8.1.1.6 相对湿度：10%-85%；
- 8.1.1.7 结冰期间，清扫保洁作业用水应添加环保型防冻材料；
- 8.1.1.8 不具备扫雪铲冰的无人环卫车，如遇降雪天气，全部暂停作业；
- 8.1.1.9 常规作业光照强度在 1 万-10 万 lux 之间，如需夜间作业，应设有必要的照明装置；
- 8.1.1.10 车辆作业区域内需至少保证有 4G 信号和 GNSS 信号覆盖。

8.1.2 道路要求

道路要求主要涉及车辆作业的道路表面、道路边缘、道路宽度等要素，低速无人环卫车开展自主作业的道路条件应符合：

- 8.1.2.1 平整、干燥的沥青路面、混凝土路面、花岗岩或砖石路面等；
- 8.1.2.2 道路表面无严重凹陷，最大凹陷落差不大于 3cm，负障碍宽度不超过轮胎宽度的 1/3；
- 8.1.2.3 道路宽度应不小于最小清扫宽度；
- 8.1.2.4 道路两侧绿植不大量伸出路面，不覆盖路沿；
- 8.1.2.5 道路连接处落差不大于 10cm；
- 8.1.2.6 交通标识、标志线清晰可见。

8.1.3 作业要求

8.1.3.1 作业车辆如需在人行道行驶或作业，应与作业地区的城市道路人行道设施设置技术要求相匹配。

8.1.3.2 低速无人环卫车在作业过程中，车辆负载不得高于车辆最大作业载重限制，并提供超重报警功能。

8.1.3.3 运营单位应能提供应对突发事件的应急作业预案，如遇道路环境突发事件，应按要求进行作业。

8.2 整车安全要求

8.2.1 机械安全要求

8.2.1.1 外观和结构安全要求

8.2.1.1.1 一般要求

低速无人环卫车整车及其专用作业装置应符合 JB/T 7303-2007、JB/T 10856-2018、QC/T 54-2006、GB/T 25981 的相关要求。

8.2.1.1.2 车体结构

低速无人环卫车的本体结构应满足以下安全要求：

- （1）低速无人环卫车本体应保证在正常运行时产生的扭曲和变形量不会引发功能故障和安全风险；
- （2）本体覆盖件的形状应避免可能引发的危险，同时应具有适当的强度，以防止与其他物体发生碰撞时产生功能故障。

8.2.1.1.3 驱动轮与从动轮

驱动轮与从动轮应分别考虑驱动力及承载力的安全要求。

8.2.1.2 防护装置

8.2.1.2.1 一般要求

防护装置应满足下列安全要求：

- （1）在车辆的主要运行方向上应设有防护装置；
- （2）在自动模式下，防护装置的检测范围至少要涵盖车体自身及其负载的宽度；

- (3) 防护装置应保持开启状态，只有在完成安全风险评估的前提下，防护装置才允许被关闭；
- (4) 防护装置的相关安全控制部件应满足GB/T 16855.1-2018中相关标准要求。

8.2.1.2.2 接触式防护装置

接触式防护装置应满足以下安全要求：

- (1) 符合GB/T 17454.2的要求；
- (2) 应防止当低速无人环卫车与人或物体发生碰撞时产生的伤害或故障，在接触式防护装置的接触面上，不允许直接使用对人有潜在危险的材料或结构；
- (3) 当低速无人环卫车与人或障碍物发生碰撞时，接触式防护装置触发力应小于250N；
- (4) 不许有安全死角，接触式防护装置的任何部位受到压缩性接触时，均能发出使低速无人环卫车停止的信号。当其被压缩至极限位置时，静止力不应超过400N；
- (5) 装置底边缘距地面的高度不应高于车体边缘最低点，应能保证与人体正常接触，其本身不会对人体造成伤害。

8.2.1.2.3 非接触式防护装置

- (1) 应符合GB/T 19436适用部分的要求；
- (2) 宜设置减速区和紧急停止区；
- (3) 应确保低速无人环卫车在与其它障碍物接触之前停车(不包括从侧面突然闯入紧急停止区)；
- (4) 应确保对应用环境中的特征物均能可靠检测。

8.2.2 电气安全要求

8.2.2.1 通用电气安全要求

8.2.2.1.1 接地

低速无人环卫车高低压地线需有效隔离，避免出现信号串扰与系统的相互冲击。

8.2.2.1.2 绝缘

常态下，低速无人环卫车的电源电路、控制电路与外露可导电部件之间的绝缘电阻值应大于20MΩ；淋水和涉水后，绝缘电阻值应大于2MΩ。

8.2.2.1.3 保护电路与系统安全分析

- (1) 在低速无人环卫车设计时，应对控制部件故障或程序故障产生的潜在危险进行分析，适当增加保护电路；
- (2) 低速无人环卫车急停时的反向电动势及反向电流不应对其本身产生影响；
- (3) 低速无人环卫车电池管理系统应将电池保持在其正常工作电压阈值范围内进行充电或放电，如果超过正常限值，应限制或关闭充电或放电；
- (4) 对低速无人环卫车运行环境的安全要求进行系统安全分析，选择符合的安全防护等级。

8.2.2.1.4 传感器与控制器

- (1) 用于障碍物检测的接触式或非接触式防护装置应确保实际工况下的可靠性；
- (2) 控制器应具有独立的运行安全监控设计，当控制失效时，应确保车辆处于停止状态；
- (3) 导航传感器在失效的情况下，应确保不再采用失效位置信息。

8.2.2.1.5 电磁兼容性要求

低速无人环卫车电磁兼容应符合GB 18384-2020中5.9的规定。

8.2.2.2 急停装置

- (1) 急停装置应符合GB 16754-2008规定的0类停止或1类停止；
- (2) 急停装置控制系统的安全相关部件应满足GB/T 16855.1-2018中3类，PL_r等级要求；
- (3) 急停装置恢复后，需要经人工确认复位，车辆才能恢复急停前的状态，急停装置复位不能导致额外风险发生，急停装置的设计要求应满足GB16754-2008中4.4的要求；

- (4) 急停装置应位于操作员容易触及的范围内;
- (5) 车身应至少具备一个急停按钮并有清晰标志, 宜采用红色按钮;
- (6) 生产过程中, 容易被操作人员误碰的急停按钮应增加保护措施;
- (7) 禁止为急停按钮设计屏蔽回路。

8.2.2.3 制动装置

8.2.2.3.1 一般要求

制动装置应满足下列安全要求:

- (1) 对安全防护等级达到C级及以上的低速无人环卫车应安装制动装置;
- (2) 低速无人环卫车的制动方式包括紧急制动、行车制动、驻车制动、失电制动;
- (3) 在失去速度控制或失去转向控制时启动;
- (4) 应确保低速无人环卫车能够在防护装置保护范围内停止(考虑负载、摩擦)坡度和磨损等因素;
- (5) 在最大运行坡度上, 能够使低速无人环卫车在其额定负载状态下保持静止。

8.2.2.3.2 紧急制动

紧急制动器宜采用机械装置, 并需要来自制动器外部的动力来释放。在自动运行时, 由安全装置触发该制动器启动和停止, 应在低速无人环卫车与障碍物撞击之前使车辆停车。

8.2.2.3.3 行车制动

行车制动用于减速或停车, 可以是驻车制动器或紧急制动器的一部分或全部。

8.2.2.3.4 驻车制动

驻车制动器可以是行车制动器或紧急制动器的一部分或全部。

当低速无人环卫车停止时, 应启动驻车制动器, 以防止因外力或地面坡度造成车辆的意外移动。

8.2.2.3.5 失电制动

当低速无人环卫车在运行过程中断电时, 应启动失电制动器, 以保证其安全制动。

8.2.2.4 手动控制装置

8.2.2.4.1 一般要求

当低速无人环卫车采用手动控制装置操控时, 应满足下列安全要求:

- (1) 手动控制装置应具备控制车辆行驶方向和行驶速度的功能;
- (2) 当手动控制装置的行驶方向控制功能复位时, 应自动触发停车功能;
- (3) 手动模式下低速无人环卫车的运行速度不宜大于2.0m/s;
- (4) 手动控制装置应安全可靠, 以防意外激活;
- (5) 低速无人环卫车应优先采用无线遥控式手动控制装置。

8.2.2.4.2 无线遥控式手动控制装置

无线遥控式手动控制装置应满足以下安全要求:

- (1) 应满足无线电管理要求及GB/T 5226.1-2019中9.2.7的相关要求;
- (2) 无线遥控信号的传输范围应至少满足操作者与低速无人环卫车之间保持足够的安全距离, 并能够看清行驶方向的道路;
- (3) 当一台以上的低速无人环卫车在同个区域内以手动模式运行时, 无线遥控不能相互干扰;
- (4) 无线遥控式手动控制装置应具备连接状态显示功能。

8.2.2.5 声光告警装置

8.2.2.5.1 一般要求

- (1) 在自动模式开始运行前, 声光告警装置应开启工作, 提醒周围人员离开;
- (2) 正常运行、出现故障及产生安全风险时, 车辆应能发出声、光警报以示提醒。

8.2.2.5.2 警示灯

警示灯应满足以下要求:

- (1) 应满足GB/T 5226.1-2019中10.3.2的相关要求;
- (2) 安装位置及亮度应易于被观察到。

8.2.2.5.3 声音报警器

声音报警器应满足以下安全要求:

- (1) 定期检查声音报警器的音量, 音量水平应由实际工况确定;
- (2) 应考虑实际应用环境噪声, 与背景噪音有明显区分。

8.2.2.6 电池和连接器

8.2.2.6.1 电池

本标准所述的低速无人环卫车使用的电池或电池组可参考UN38.3的相关要求。

8.2.2.6.2 连接器

充电连接器应满足以下安全要求:

- (1) 在非充电状态时, 充电连接器与电池不应导通;
- (2) 若低速无人环卫车的充电连接器不能满足GB/T 27544-2011中6.23的要求, 则低速无人环卫车应在充电机关闭充电输出端后才能离开;
- (3) 充接电缆应具有与额定电压相适应的绝缘性能;
- (4) 应对充电连接电缆加以保护, 以避免直接接触发热部件或移动部件;
- (5) 充电连接器应具备短路保护功能, 以避免因短路造成的危险。

8.2.3 控制安全要求

8.2.3.1 整车控制模式

低速无人环卫车整车控制模式应至少包含自动驾驶模式、遥控模式、远程驾驶模式, 各模式需要区分优先级: 高优先级模式可抢占低优先级模式, 当高优先级模式有效时, 低优先级模式无法进入; 当车辆上电或模式切换时, 车轮需自动回正;

当车辆出现紧急情况时, 无论车辆处于何种控制模式, 均应能够触发车辆紧急响应, 在保证安全的前提下, 使车辆停车并驻车, 所有运动与作业系统均停止工作。

8.2.3.1.1 自动驾驶系统关闭

在自动驾驶系统关闭的状态下, 低速无人环卫车不应执行动态驾驶任务的任何操作, 但可被遥控模式或远程驾驶模式接管, 被接管前车辆应处于驻车状态。

8.2.3.1.2 自动驾驶系统激活

在低速无人环卫车自动驾驶系统激活状态下, 车辆可执行动态驾驶任务。进入自动驾驶模式前, 车辆应:

- (1) 验证运行设计域条件是否得到满足, 以便能够激活自动驾驶系统;
- (2) 处于驻车状态。

8.2.3.1.3 遥控模式

车辆具备本地遥控接管能力, 遥控模式具有最高控制优先级, 可随时接管并控制车辆。

8.2.3.1.4 远程驾驶模式

车辆应具备远程驾驶接管能力, 在获得授权的情况下, 当车辆处于自动驾驶模式或待命状态时, 可被远程驾驶接管控制。

8.2.3.2 电源系统

低速无人环卫车的电池均应配备电池管理系统，并满足GB 38031-2020的安全要求，电源管理系统应能实时监控低压及高压电池的状态，当低压蓄电池剩余电池容量过低时，高压系统应能及时为蓄电池充电，以防蓄电池亏电；

当动力电池出现故障时，应能及时反馈故障信息及故障等级，当出现严重故障时，车辆应立即切断电源并停车；

车辆应具备网络管理系统，能够支持远程唤醒、充电唤醒及严重故障唤醒等功能。

8.2.3.3 线控系统

8.2.3.3.1 整车控制系统

低速无人环卫车整车控制系统负责整车的行驶安全、模式切换、故障诊断、软件刷新及整车的电源管理，当车辆出现紧急状况时（例如碰撞、动力电池严重故障等），整车控制系统可及时切断电源，限制动力输出并使车辆驻车。

8.2.3.3.2 转向系统控制

低速无人环卫车线控转向系统出现非预期转向时，车辆能够主动急停，当转向系统出现故障时，能够及时反馈故障信息并提醒。

8.2.3.3.3 行车制动系统控制

低速无人环卫车制动装备的设计、制造和安装应保证车辆在正常使用中，无论受到何种振动，都能满足本标准要求；制动装备的设计、制造和安装应使其具有抗腐蚀相抗老化能力；制动装备的效能不应受磁场或电场的不利影响。

制动管路应为专用的耐腐蚀的高压管路，安装应保证具有良好的连续功能、足够的长度和柔性，以适应与之相连接的零件所需要的正常运动，而不致造成损坏；制动管路应有适当的安全防护，以避免擦伤、缠绕或其他机械损伤，同时应避免安装在可能与机动车排气管或任何高温源接触的地方。制动软管不应与其他部件干涉且不应有老化、开裂、被压扁、鼓包等现象。其他气动装置在出现故障时不应影响制动系统的正常工作。

不论车速高低、载荷大小，车辆上坡还是下坡，行车制动系应能控制车辆行驶，使其安全、迅速、有效地停驻。

线控行车制动系统应支持目标车速和目标油门开度控制；当车速失效时，行车制动系统能保证车辆安全，稳定停车。

制动距离：初速度 $V=20\text{km/h}$ ，满载制动距离 $\leq 5\text{m}$ 。

制动减速度：初速度 $V=20\text{km/h}$ ，满载制动减速度 $\geq 4.0\text{m/s}^2$ 。

当行车制动系统失效时，车辆应提供另外的一套制动装置，保证车辆能在 $>2.44\text{m/s}^2$ 的减速度下停车。当行车制动系统故障时，能够及时反馈故障信息并提醒。

当控制器收到有效的紧急制动信号后立刻执行紧急制动。

8.2.3.3.4 驻车制动系统控制

- (1) 低速无人环卫车应具有线控驻车制动装置，支持状态信号反馈、故障诊断和软件更新；
- (2) 驻车制动系统的工作部件应能通过纯机械装置锁住，能在上、下坡道上保持静止状态；
- (3) 线控驻车系统应支持总线请求驻车及释放控制，驻车系统应能满足车辆满载时在 $\leq 15\%$ 的坡道上保持驻车，不出现溜坡现象；

(4) 当驻车制动系统启动或者解除时，云端应能同步车辆驻车状态；

(5) 当驻车制动系统故障时，能够及时反馈故障信息并提醒，禁止执行一切动态驾驶任务；

(6) 切断电源后，车辆应立即停车并且不能产生由自身驱动系统造成的非预期行驶。

8.2.3.3.5 驱动系统控制

(1) 低速无人环卫车驱动系统电机在启动、停止和运行过程中都应平稳、无抖动现象；

(2) 驱动系统电机防护等级要求达到IP67；

(3) 驱动系统应能实时反馈电机的电压、电流、转速、扭矩、温度等参数；

(4) 驱动系统应能检测电机的故障，并将故障信息实时上传云端。

8.2.3.4 自动驾驶域

低速无人环卫车在自动驾驶模式下，应具备对自动驾驶相关的软硬件状态监控能力，当系统判断软硬件异常时，应根据故障等级予以相应处理，对于影响车辆运行的严重故障，需要立即执行紧急停车，同时将故障信息上传云端并提醒。

8.2.3.5 故障诊断

低速无人环卫车所有电气设备及作业机构应具有故障自检的能力，当车辆发生故障时，可根据故障等级予以相应的故障处置；对于直接影响车辆运行的严重故障，车辆需能够立即停车并发出相应提醒，例如灯光提醒，同时将故障信息实时上传云端并提醒；

至少能够记录故障事件发生前后15s内的数据，车载本地数据存储时间不少于48h，并应在故障发生24h内上传云端备份，远程存储时间不少于60d。

9 智能环卫配套设施要求

9.1 停车点

运营单位应为车辆提供一处长度和宽度至少相较车长和车宽大于1米的长方形区域供车辆停靠。

9.2 垃圾收集点

运营单位应根据实际情况，在车辆作业区域内设置数个垃圾收集点，垃圾收集点内垃圾收集容器的容量应视情配置，最低不应低于车辆自带垃圾箱容积的2倍。

9.3 综合工作站

运营单位应为车辆提供一处固定专用工作站，以便为车辆进行充电、加水、日常维保和清洁等。

10 远程运维平台功能要求

低速无人环卫车在运营期间，需配备远程运维平台，远程运维平台至少需要包含以下基本功能，包括实时监控、远程操控、运营调度和数据记录。

10.1 实时监控

能够提供低速无人环卫车的实时运行状态和运行环境情况，包括车辆任务信息、车辆基本状态信息、车辆报警信息等，以及对异常状态车辆进行处置，确保车辆正常运营。

10.2 远程操控

能够通过云端对车辆进行远程上下电和远程任务下发等操作，同时当车辆出现紧急状况时，能够进行远程接管控制。

10.3 运营调度

基于车辆的作业任务完成情况，对整个区域内的作业车辆进行统一优化调度，操作车队协同作业，提升整体运营效率。

10.4 数据记录

获取低速无人环卫车的所有运行信息、设备信息，用以分析车辆故障，发现车辆运行的潜在风险，进行自动驾驶系统的后续持续优化迭代。

11 V2X 要求

11.1 场景需求

11.1.1 低速无人环卫车与道路协同包含封闭区域协同和开放道路协同两种。

11.1.2 低速无人环卫车车路协同路侧辅助能力应至少包含车辆行驶环境信息协同感知、规划控制辅助功能，具体路侧感知设备选型、组合方案设计应依据实际场景确定。

11.1.3 低速无人环卫车在运营区域没有车路协同设施也能依靠车辆本身完成任务。

11.1.4 低速无人环卫车协同场景主要包括：

- (1) 交通要素汇聚节点感知协同（如复杂交叉口、无信号灯控制交叉口）；
- (2) 线路通行受阻（前方道路临时施工、障碍物等导致的无法通行）；
- (3) 无固定交通标志、标线且道路使用者角色多样、交通行为错杂无序的封闭区域（如公园作业场景，面临同向、逆向靠道路边缘慢跑者、散步者或骑行爱好者）；
- (4) 其他（如单车感知盲区、存有不足或短板的场景）。

11.1.5 通信方式：V2I，配合路侧终端设备信息广播和转发。

11.1.6 低速无人环卫车车路协同路侧感知设备采集的环境信息除了通过路侧终端设备转发给车辆外，还应同步上传至车路协同云控平台，平台根据运营总体规划下发全域调度控制指令，必要时实现车辆远程接管控制。

11.1.7 低速无人环卫车 V2X 相关方可根据实际需求，就近部署边缘计算单元节点设备或机房服务器等，为车辆运行提供就近计算服务。通过边缘计算完成车辆运行环境的计算分析和指令下达，辅助车辆安全行驶。

11.2 系统组成

车路协同系统由智能感知设备、通信设备、信息发布设备、安全预警设备、V2X平台等组成。

11.2.1 智能感知设备

车路协同智能感知设备主要包括智能摄像头、激光雷达、毫米波雷达、微波雷达、气象监测器以及路面环境监测器等，通过在路侧布设相关感知设备，实现对交通流检测、交通事件检测、交通参与者检测、路面以及气象环境监测等功能，基于以上交通信息的采集、分析、融合处理等，实现区域交通整体监控、优化管理以及特定交通场景的安全预警保障等功能。

11.2.2 通信设备

11.2.2.1 车路协同对路侧通信网具有以下基本要求：

- (1) 开放道路协同区域沿线需覆盖5G信号；
- (2) 对路侧设备无法通过有线网络回传数据的节点，需要有5G无线通讯网络信号覆盖，以实现通过5G无线网络回传数据的功能；
- (3) 对路侧感知设备提供数据回传的网络，要满足数据回传的数据带宽及延时要求。

11.2.2.2 路侧通信设备功能要求：

- (1) 低速无人环卫车的路侧通信设备与自动驾驶智能网联汽车使用的路侧通信设备应能相互兼容，具备符合一致性认证的协议栈软件；
- (2) 路侧通信设备的功能、通信能力、接口模式、传输方式等，均能与智能网联汽车自动驾驶V2X车联网相互兼容；
- (3) 路侧通信单元支持低速无人环卫车的各种典型应用场景。

11.2.3 信息发布设备

11.2.3.1 信息发布设备包括可变信息标志和停车诱导设施。

11.2.3.2 可变信息标志应遵循现行的《LED 道路交通诱导可变信息标志》（GA/T 484）中的基本功能要求，停车诱导设施应遵循《停车诱导信息集》（GB/T 26770）的相关规定。

11.2.4 安全预警设备

车路协同设备及系统应具备基本的安全预警能力，使其对低速无人车行驶安全中产生影响的条件及要素产生及时预警作用。

11.2.5 V2X 平台

车路协同控制/业务平台汇集路侧、车端以及其它平台端的数据，V2X平台应具备数据存储、查询、索引、分析等功能，具备对海量数据的存储、计算、接口服务能力，通过安全、梳理、整合等一系列处理，产生可信及可用的信息，能够提供接口服务并供二次开发应用，为各种应用提供数据支撑。

11.3 功能要求

11.3.1 周边环境感知能力

(1) 周边环境定义：通过环境感知设备能够探测到的，处于低速无人环卫车行驶路线上的即将抵达的区域。

(2) 感知设施类型：

- ① 道路及道路标线、路肩、路侧固定设施；
- ② 机动车、非机动车、行人等交通参与方；
- ③ 道路施工、锥桶、围挡等临时道路管制设施。

(3) 行驶环境感知能力：

—通过车载感知设备感知低速无人环卫车在行驶或停车过程中的周边环境；通过路侧感知设备感知低速无人环卫车在行驶路线上的周边环境。

11.3.2 盲区环境感知能力

(1) 盲区环境定义：通过车载或路侧设备无法探测到的，处于低速无人环卫车行驶路线上的、即将抵达的区域。

(2) 感知目标：机动车、非机动车、行人及其他交通参与方。

(3) 感知目标类型：

- ① 动态目标：低速无人环卫车行驶路线上的处于运动状态的目标；
- ② 静态目标：低速无人环卫车行驶路线上的处于静止状态且无法转变为运动状态的目标；
- ③ 潜在目标：低速无人环卫车行驶路线上的当前处于非运动状态，但是未来可能会呈现运动状态的目标。

(4) 盲区环境感知能力：

—通过车载感知设备感知低速无人环卫车行驶路线上的路侧设备无法探测到的周边环境；—通过路侧感知设备感知低速无人环卫车行驶路线上的车载设备无法探测到的周边环境。

11.4 安全需求

对于在运行过程中对低速无人环卫车行驶安全产生影响的条件及要素，应针对不同的安全等级采取必要的安全预警对策和安全响应措施。

11.4.1 安全等级划分

- 一级，危险报警区域，障碍物位于行驶中的低速无人环卫车1米范围内；
- 二级，告警区域，障碍物位于行驶中的低速无人环卫车1米到3.5米范围内；
- 三级，安全区域，障碍物位于行驶中的低速无人环卫车3.5米范围外。

11.4.2 安全响应措施

主动预警：低速无人环卫车主动采取声音提示、报警灯提示等方式提示周边交通参与者的注意；

预警上报：低速无人环卫车通过车路协同设备，将风险信息上报到车辆运营方；

预警规避：低速无人环卫车通过安全预警区域主动采取的用以提高安全等级的规避措施。

12 信息安全要求

12.1 基本要求

低速无人环卫车应满足以下要求：

- (1) 在网络（包括互联网、局域网等）中，应具有信息传输加密机制；
- (2) 数据信息不应被非授权（非法）访问、篡改或删除；
- (3) 应能阻止非授权（非法）信息的入侵，包括对此类信息的识别、判断、阻止和提示等功能；

- (4) 不应拒接授权（合法）用户对信息和资源正常使用；
- (5) 应具有信息溯源机制。

12.2 通信安全

低速无人环卫车、用户、远程运维平台采用网络通讯手段时均应具备相应的网络安全防护措施，以保障云服务与车端之间、车端与移动终端之间、车端与路侧单元之间的信息安全，相关安全措施包括但不限于：

(1) 底盘通信应至少包含访问控制、拒绝服务攻击检测、数据帧健康检测、数据帧异常检测、UDS会话检测等功能，保证外部威胁与内部网络之间的安全隔离，保证车内子系统和数据的保密性、完整性，保证车辆功能正常；

(2) 在车端与云服务、移动终端、路边单元之间的通信过程中应采用安全的通信协议，基于通信通道加密、双向身份认证机制，保障通信双方身份的真实性，减少网络安全风险事件发生；

(3) 云服务在对车辆进行远程信息收集、远程控制及远程软件更新的过程中，宜通过数据加密、消息认证码、访问控制等方式保障通信数据的机密性、完整性和非越权访问。

12.3 数据安全

数据安全要求应能保证车端所采集、存储、处理、传输的用户及车辆数据的安全性，确保车辆及用户数据的机密性、完整性和可用性得到有效的防护，同时具有清除机制，保护数据生命周期各环节的安全性；

低速无人环卫车应配备车载自动驾驶数据记录装置和系统（也称数据记录器），数据记录器应在以下安全关键事件发生时存储数据：

- (1) MRM
- (2) 紧急停车
- (3) 碰撞
- (4) 利益相关方（如地方职能部门、服务提供商、制造商等）要求的特定事件

针对关键事件的数据记录应能保存至少48h不被覆盖，且应在24h内将相关数据上传至云端，并应定期进行备份。

12.4 远程控制安全

低速无人环卫车的远程控制平台信息安全要求应满足GB/T 40855-2021中的相关要求；

远程控制通道的建立采用基于X509证书的双向认证机制，保证车端对云端平台进行认证，云端平台要对车端进行认证；

远程控制指令要有完整的日志记录，并可将远程控制指令与远程驾驶员、车端上传的视频数据建立关联关系，并保证不被篡改；

车端向云端传输的数据流/视频流，需要采用加密通道进行上传，防止上传的视频数据被篡改。

12.5 OTA 安全

低速无人环卫车的关键零部件需要支持OTA升级，包括动力系统、底盘系统、自动驾驶系统等核心部件的控制系统；

低速无人环卫车应在非工作状态下进行OTA升级，升级过程全程可控，升级中断或升级失败需自动回溯到更新前的版本；

车端在进行OTA升级时，车端OTA客户端和云端OTA服务器之间应采用双向身份认证；

升级包的传输应采用加密措施；

OTA客户端接收升级包后，应对升级包的数字签名信息进行验证，校验升级包的完整性；

OTA客户端对数据包解压后进行升级包分发，OTA升级过程，需要详细的日志记录和过程监控；

车端零部件OTA升级完毕，OTA客户端需要收集OTA后的状态信息，并将状态信息加密上报给云端服务器。

13 检测与试验标准

本系列标准涉及的低速无人环卫车按公共安全产品的认证和检测流程执行。企业向认证机构提交申请资料后，认证机构开展认证受理，委托具有资质的检测机构开展检验检测，实施设计评估（技术审查）、运行考核（现场检查）等，形成认证决定，发放认证证书和标志。检测流程参照具有资质的检验检测机构的具体流程和本标准附录中的检验方法执行，其中，检测方法和试验标准要求参考QC/T 1087-2017中相关要求执行。