

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/CAAMTB

中国汽车工业协会团体标准

T/CAAMTB XXXX—2023

自动驾驶环卫车 第 2 部分：自动驾驶技术要求及试验方法

Automated driving sanitation vehicles
Part 2: Technical requirements and test methods for automated driving

(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

中国汽车工业协会 发布

目 次

前 言.....	II
引 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般要求.....	1
5 专用作业装置要求.....	1
6 自动驾驶技术要求.....	2
7 自动驾驶环卫车道路场景定义.....	2
8 试验方法.....	3

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。

文件由中国汽车工业协会专用车分会提出。

本文件由中国汽车工业协会归口。

本文件起草单位：XXX、XXX、XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX、XXX。

引 言

传统环卫服务面临如环卫工人老龄化严重、工作时间长、工作环境差、意外事故频发、人力短缺、服务管理难、劳动力成本占比高等行业痛点。自动驾驶环卫车的应用能够缓解环卫服务行业用工难、人力成本高等问题。在整体运营成本方面，自动驾驶结合智能化扫地作业的方案，能够提升清扫作业效率，同时精简环卫工人数量，降低人员招聘与管理成本。本系列标准将持续引导各个自动驾驶环卫车研发企业提高产品技术能力和安全水平，为进一步加快自动驾驶环卫车的规模化应用、加速高级别自动驾驶技术迈向全面商业化提供坚实的合规参照基础。

《自动驾驶环卫车》由两个部分组成：

- 第1部分：车辆运营技术要求。
- 第2部分：自动驾驶技术要求和试验方法。

本文件为第2部分。

自动驾驶环卫车

第2部分：自动驾驶技术要求及试验方法

1 范围

本文件规定了自动驾驶环卫车辆的一般要求、专用作业装置要求、自动驾驶技术要求及试验方法。本文件适用于具备4级及以上驾驶自动化能力，提供环卫运营服务的车辆。其他运营模式相近的车辆类型可参考执行。

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 7258 机动车运行安全技术条件
GB/T 24973 收费用电动栏杆
GB/T 31012 环卫车辆设备用图形符号
GB/T 40429 汽车驾驶自动化分级
GB/T 41798 智能网联汽车自动驾驶功能场地试验方法及要求
GB/T 4208 外壳防护等级
QC/T 1087 纯电动城市环卫车技术条件
QC/T 51 扫路车
QC/T 52 垃圾车
QC/T 54 洒水车
QC/T 652 吸污车
QC/T 957 洗扫车
DB11/T 1880 自动驾驶地图特征定位数据技术规范

3 术语和定义

GB/T 41798-2022、GB/T 40429-2021界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自动驾驶系统 Driving Automation System

实现自动驾驶功能的硬件和软件所共同组成的系统。

注：该术语指3级、4级和5级驾驶自动化系统。

4 一般要求

- 4.1 车辆应符合 GB 7258 的要求。
- 4.2 车辆应符合 QC/T 1087 的要求。
- 4.3 非作业状态车速 $\leq 20\text{km/h}$ ，作业状态车速 $\leq 8\text{km/h}$ 。
- 4.4 车辆外露的自动驾驶感知传感器防护等级应不低于 IP67。
- 4.5 车辆标识图形应符合 GB/T 31012 的要求。

5 专用作业装置要求

- 5.1 所有上装动作应由上装控制器自动控制。

- 5.2 上装作业装置与自动驾驶系统之间可互相通讯，采用包括但不限于 CAN2.0B 标准通讯协议。
- 5.3 上装控制器应能响应自动驾驶系统控制需求，并能向自动驾驶系统反馈当前上装作业状态，包括但不限于控制信号、垃圾满载及低水量等传感器信号、指示灯信号。
- 5.4 自动驾驶环卫车辆的作业性能应符合相关标准的要求。

6 自动驾驶技术要求

- 6.1 自动驾驶系统的动态驾驶任务执行、失效识别与安全响应、最小风险策略、人机交互、产品运行安全、网络安全和数据安全、软件升级、数据记录应符合国家、地方法规的要求。
- 6.2 自动驾驶系统应确保在发生紧急情况时，驾驶员能够进行人工操作接管。
- 6.3 车辆作业采用自动驾驶模式状态下，平均人工接管率 ≤ 3 次/10km。
- 6.4 自动驾驶模式下，公开道路测试累计无故障安全运行里程 ≥ 1000 km。
- 6.5 自动驾驶环卫车辆应能自动驶入运营区域内的停放点，完成停车后，车辆侧边缘线与停车位边界线的夹角 $\leq 3^\circ$ ，轮胎外边缘接地点不应压车位边线。
- 6.6 自动驾驶环卫车辆应能自动驶入运营区域内的垃圾倾倒点；若车辆配置自动垃圾倾倒功能，当上装控制器发出垃圾满载警报，车辆及时响应并自动循迹至垃圾倾倒点，应能准确倾倒垃圾，无漏撒。完成垃圾倾倒后，车辆自动驶离垃圾倾倒点。
- 6.7 自动驾驶环卫车辆应能自动规划路径驶入运营区域内的加水点；若车辆配置自动加水功能，当上装控制器发出低水量警报，车辆及时响应并自动循迹至加水点，完成自动加水后，水量不能超出或低于加水设定值的 10%，车辆自动驶离加水点。
- 6.8 自动驾驶环卫车辆应能自动规划路径驶入运营区域内的充电点；若车辆配置智能充电功能，当车辆 SOC $\leq 20\%$ ，自动循迹至充电点，完成自动充电后，电量达到 100%，车辆自动驶离充电点。
- 6.9 自动驾驶环卫车辆应能在距离通行栏杆 20 cm 前停止，并在栏杆抬起后行驶通过。
- 6.10 自动驾驶环卫车辆在进行作业时，行人、车辆等动态障碍物从车辆侧面靠近车辆，车辆应能发出警告，若存在碰撞风险，应能紧急制动并停止环卫上装作业。
- 6.11 自动驾驶环卫车应能检测工作区域内的可清扫对象，将不可清扫的对象视为静止障碍物。
- 6.12 车辆应布置两种及以上自动驾驶感知传感器。
- 6.13 至少配置一套导航定位系统，在运行设计域内，为自动驾驶系统提供位置、航向等信息。
- 6.14 自动驾驶地图特征定位数据满足 DB11/T 1880 的技术要求。
- 6.15 定位信号受到干扰时，自动驾驶环卫车应具备应急处理的能力。
- 6.16 自动驾驶环卫车在直线道路上以自动驾驶模式作业时，不应出现明显的蛇行、跑偏等异常现象。
- 6.17 自动驾驶环卫车作业过程中遇不可避开的障碍物时，应能重新规划作业路径。

7 自动驾驶环卫车道路场景定义

表 1 自动驾驶环卫车道路场景

序号		场景
1	通用自动驾驶作业场景	机动车信号灯识别及响应
		方向指示信号灯识别及响应
2		限速标志识别及响应
		停车让行标志标线识别及响应
		车道线识别及响应
3		人行横道线识别及响应
		行人横穿马路
		行人沿道路行走
		两轮车横穿马路
4		两轮车沿道路骑行
		车辆驶入识别及响应

		对向车辆借道本车车道行驶识别及响应
		前方车辆部分占用本车车道识别及响应
5		障碍物测试
		误作用测试
6		稳定跟车行驶
		停-走功能
7		靠路边应急停车
		最右车道内靠边停车
9		邻近车道无车并道
		邻近车道有车并道
		前方车道减少
10		直行车辆冲突通行
		右转车辆冲突通行
		左转车辆冲突通行
11		环形路口通行
12		上下高架桥匝道通行
13		隧道行驶
15		前车静止
		前车制动
16		远程控制
17		人工操作接管
18	环卫车专有作业场景	上装自动控制
19		自动加水
20		自动充电
21		作业安全控制
22		可清扫对象识别及响应

8 试验方法

8.1 通用自动驾驶作业场景的试验方法应符合 GB/T 41798 的要求。

8.2 人工接管率试验

试验车辆以自动驾驶模式在开放道路运行 100 公里，统计平均接管率，应满足 6.3 的要求。



图 1 人工接管率试验场景示意图

8.3 无故障安全试验

试验车辆以自动驾驶模式累计运行1000公里，应满足6.4的要求。



图2 无故障安全试验场景示意图

8.4 上装自动控制试验

8.4.1 试验场景

测试区域为运营区域内的垃圾倾倒点，标记车辆停车区域，该区域 $L=L_{\text{vehicle}}+60\text{cm}$ ， $W=W_{\text{vehicle}}+60\text{cm}$ ， $L_i=10\text{cm}$ 。

说明：

L ——停车区域长度；

W ——停车区域宽度；

L_i ——停车区域线宽；

L_{vehicle} ——试验车辆车身长度；

W_{vehicle} ——试验车辆车身宽度。

注：本文件下文中的符号与此处含义相同，下文不重复解释。

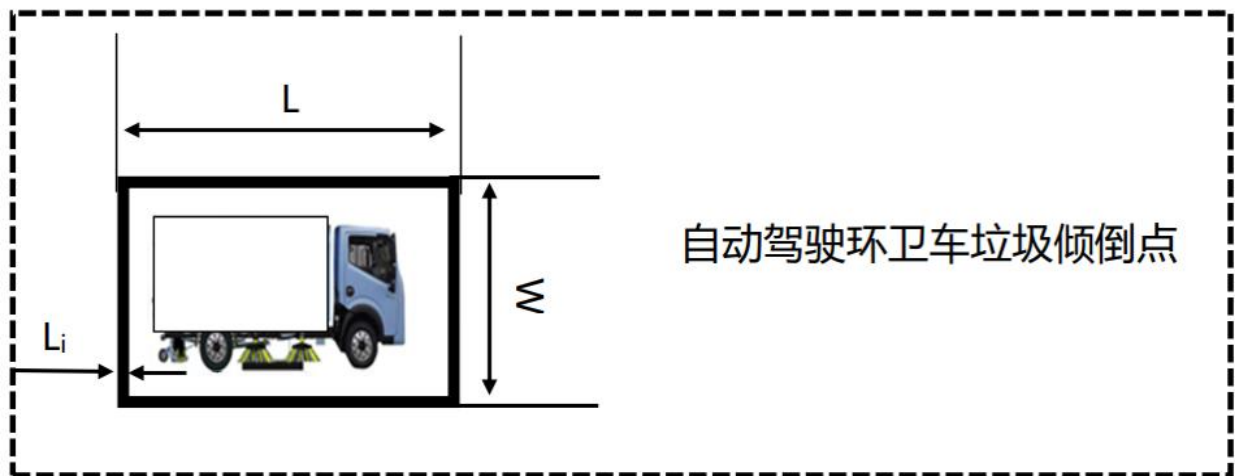


图3 上装自动控制试验场景示意图

8.4.2 测试方法

试验车辆在距离垃圾倾倒点位置不小于100m处，上装控制器发出垃圾满载警告，试验车辆自动规划路径到垃圾倾倒点，识别并定位到停车区域，车辆停止后，上装作业装置开始进行垃圾自动倾倒，应满足6.5、6.6的要求。

8.5 自动加水试验

8.5.1 试验场景

测试区域为运营区域内的自动加水点，标记车辆停车区域，该区域 $L=L_{vehicle}+60cm$ ， $W=W_{vehicle}+60cm$ ， $L_i=10cm$ 。

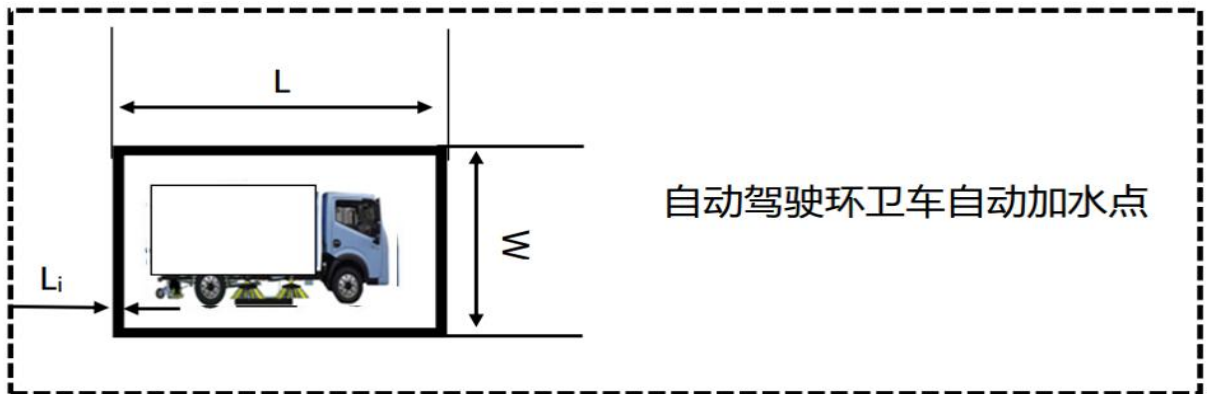


图4 自动加水试验场景示意图

8.5.2 测试方法

试验车辆在距离加水点位置不小于100m处，上装控制器发出低水量警报，试验车辆自动规划路径到加水点，识别并定位到停车区域，车辆停止后，进行自动对接。设定加水值，发送加水信号开始加水，水量达到设定值后发送停止加水信号，加水停止，试验车辆自动断开对接，应满足6.5、6.7的要求。

8.6 自动充电试验

8.6.1 试验场景

测试区域为运营区域内的自动充电点，标记两处车辆停车区域，充电桩状态正常及非正常各设一处停车区域，该区域 $L=L_{vehicle}+60cm$ ， $W=W_{vehicle}+60cm$ ， $L_i=10cm$ 。

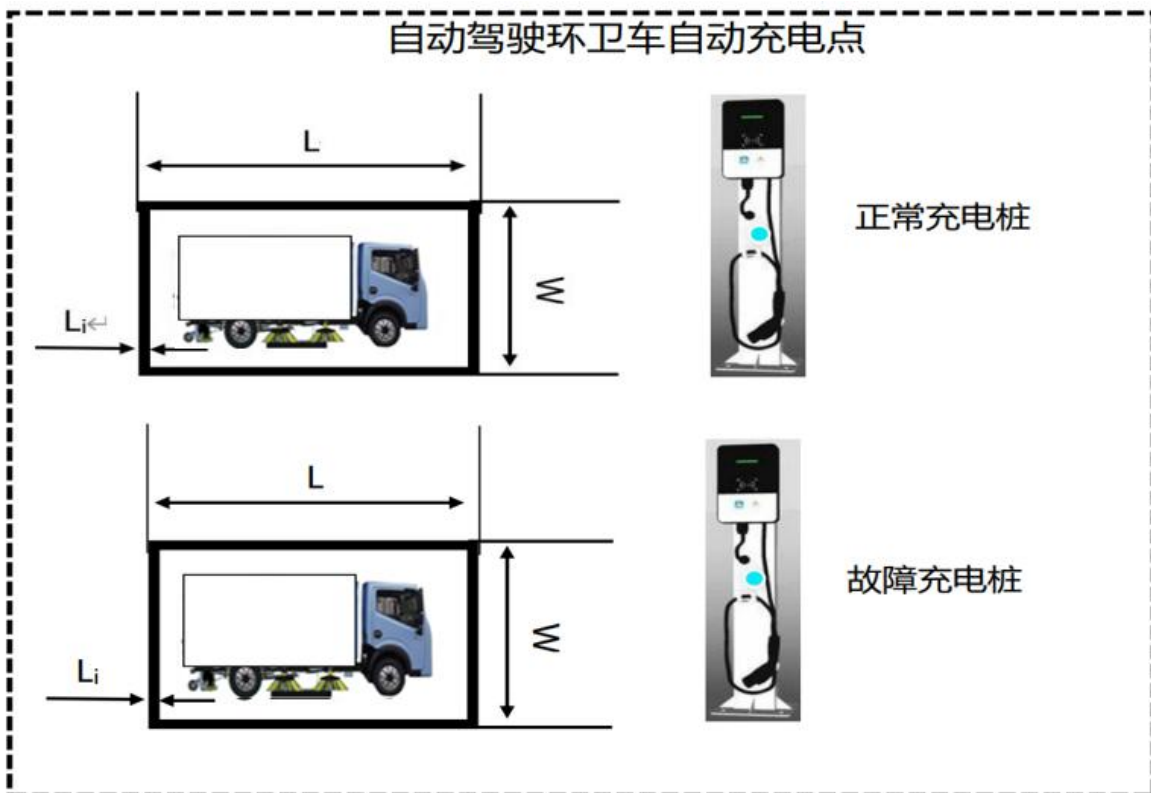


图5 自动充电试验场景示意图

8.6.2 测试方法

试验车辆在距离充电点位置不小于100m处，SOC \leq 20%，试验车辆自动响应低电量警报，自动规划路径到达充电点，检测充电桩状态信息，识别并定位到正常状态充电桩停车区域，车辆停止后开始充电，应满足6.5、6.8的要求。

8.7 作业安全控制试验

8.7.1 试验场景

试验道路为至少包含一条车道的长直车道，车道右侧存在行人，行人横穿试验道路，如图6所示。



图6 作业安全控制试验场景示意图

8.7.2 试验方法

自动驾驶模式下，试验车辆以5km/h的速度正常作业，行人从车辆侧面5m处开始，行人的加速距离为1m，以1m/s的速度靠近车辆，减速距离为0.5m，在距离试验车辆0.2m处停止，车辆应提醒行人注意安全，满足6.10的要求。

8.8 可清扫对象识别及响应试验

8.8.1 试验场景

试验车辆进行单个可清扫对象检测和区域污染情况检测。

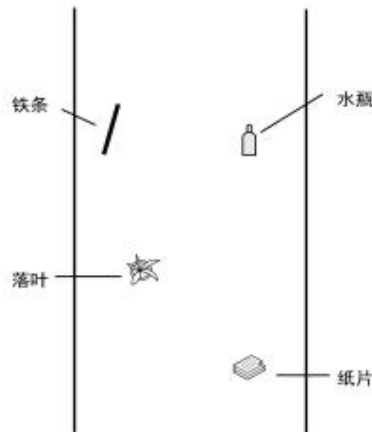


图7 单个可清扫对象检测示意图

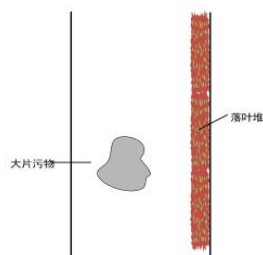


图 8 区域污染情况检测示意图

8.8.2 测试方法

设置不同的杂物放置情况，记录试验车辆能否检测到所有可清扫对象。可清扫单个对象检测结果见图9；可清扫区域对象检测结果见图10。

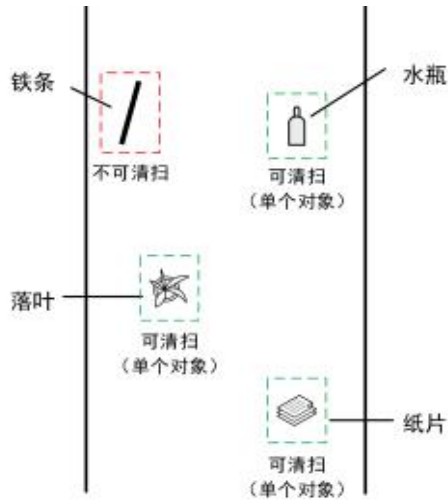


图 9 单个对象检测结果

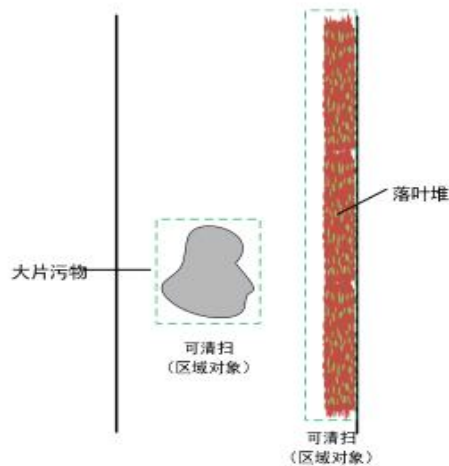


图 10 区域对象检测结果

8.9 抗干扰能力试验

8.9.1 试验场景

测试道路为至少包含一条车道的长直道，长度不少于150m，路面平坦无明显凹坑，开阔无遮挡。



图 11 定位模块试验场景示意图

8.9.2 测试方法

试验车辆在自动驾驶模式下以5km/h的作业速度匀速行驶,开启定位信号干扰器或关闭试验车辆GPS信号源。试验车辆应能语音播报信号丢失,启动自动紧急制动,并打开危险警告信号灯。

8.10 决策规划模块试验

8.10.1 试验场景

试验车辆在至少包含一条长直车道上进行作业,在距离起点50米处设置水马。



图 12 图决策规划模块试验场景示意图

8.10.2 测试方法

试验车辆在自动驾驶模式下,以3km/h的作业速度进行作业,在试验车辆前方50米处,使用水马堵死道路,待试验车辆在水马前停稳30s后,移除水马。试验车辆应能在水马移除后继续行驶至终点,且测试过程中,试验车辆不发生任何碰撞。