

ICS 43.160

T51

备案号:

团 体 标 准

T/STACAES XXXX-XXXX

无人驾驶环卫作业机具技术要求

Technical Requirements for Unmanned Sanitation Operation Machinery

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

上海市市容环境卫生行业协会 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 基本规定 2

5 技术要求..... 2

6 无人驾驶功能技术要求： 4

7 防护和安全要求 7

8 线控驱动系统要求 8

9 电源系统管理 8

10 故障诊断接口： 8

11 自动驾驶域控制安全 8

12 数据备份/恢复 8

13 在线升级（OTA） 8

14 试验方法..... 8

附录 11

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。

本文件由上海市市容环境卫生行业协会提出并归口。

本文件起草单位：上海市市容环境卫生行业协会设备专业委、烟台海德专用汽车有限公司、山东浩睿智能科技有限公司、上海仙途智能科技有限公司、上海酷移机器人有限公司、上海库萨科技有限公司、广州文远知行科技有限公司、福龙马城服机器人科技有限公司、长沙中联重科环境产业有限公司、南通明诺电动科技股份有限公司、上海诺法环保科技有限公司、上海陆家嘴市政绿化管理服务有限公司、上海嘉定城发环境服务有限公司。

本文件主要起草人：张志坤、张寅、汤辉、王璐、孙国明、李征文、赵磊、刘旺太、袁磊、佟逸扬、尚光远、刘羿翔、蒲彦汝、金锋、张党辉、李伟文、陈增志、张水田根、吴作清、郭涛、文亚龙、邵建根、顾逢平、万春阳、张勤、史胜虎、丁笑清。

本文件承诺执行单位：

无人驾驶环卫保洁作业机具团体标准

1 范围

本文件规定了无人驾驶环卫保洁机具的一般要求、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，提供环卫作业服务的保洁机具。

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 4208 外壳防护等级

GB 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 31012 环卫车辆设备用图形符号

GB 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求

GB/T38661 电动汽车用电池管理系统技术条件

GB/T 40429 汽车驾驶自动化分级

GB/T 43947 低速线控底盘技术要求

JB/T 10856 道路施工与养护机械设备 扫路机

T/CSAE 285—2022 功能型无人车自动驾驶功能场地试验方法及要求（中国汽车工程学会）

T/STACAES 001-2021 绿化市容专用轮式作业机具 作业性能与安全要求

T/STACAES 023-2021 绿化市容专用轮式作业机具 四轮清扫机具

3 术语和定义

3.1 无人驾驶环卫保洁作业机具

选用非汽车类专用底盘，由动力蓄电池作为唯一动力来源，装有环卫专用清扫作业装置，无需人工驾驶即可自动完成环卫保洁作业的无人驾驶轮式作业机具。以下简称“机具”。

单模无人环卫机具：机具本身无驾驶室或驾驶位，仅能通过遥控、远程控制、无人驾驶进行作业的轮式作业机具；

双模无人环卫机具：机具本身具有驾驶室或者驾驶位，除遥控、远程控制、无人驾驶作业外，也可通过人工驾驶的方式实现环卫作业的机具；

3.2 扫净率：指在规定的测试条件和要求下，一次作业所清除的路面垃圾质量与作业前路面垃圾质量的比值，以百分率表示；

- 3.3 清扫宽度：机具直行进行清扫作业所形成的作业面的最大宽度；
- 3.4 水箱容积：常温状态下，水箱箱体所能容纳水的最大体积。
- 3.5 手动控制装置：一种用于人工操作、命令输入及状态反馈的装置。控制形式包括物理连接式手动控制和无线遥控式手动控制。
- 3.6 手动控制装置：通过线缆、操作连杆、无线电、光通信等方式，实现机具控制的控制装置。
- 3.7 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 L4 级驾驶自动化系统。
- 3.8 行车制动：对运行中的机具进行减速或停车的制动方式。
- 3.9 驻车制动：为防止处于静止状态的机具，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：机具运行期间由安全装置触发，即刻实现机械制动的方式。

4 基本规定

机具的最大行驶速度应符合T/STACAES 001-2021安全要求-整机安全性能-外廓尺寸、质量及最高行驶速度限值中的相关要求；。

机具外露的自动驾驶感知传感器防护等级应不低于IP67。

机具标识图形应符合GB/T 31012 的要求。（GB/T 31012-2014环卫车辆设备用图形符号）

机具的动力蓄电池应符合 GB 38031-2020 电动汽车用动力蓄电池安全要求

机具的电池管理系统应符合 GB/T 38661-2020 《电动汽车用电池管理系统技术条件》

5 技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 机具的外观质量应符合T/STACAES023-2021中4.5的相关规定；
- 5.1.2 机具的外廓尺寸、质量及最高行驶速度限值应符合表 A1 的规定

表 1 外廓尺寸、质量及最高行驶速度限值

序号	项目名称	单位	技术要求	备注
1	整机长度	mm	≤4100	不含作业装置及传感器
2	整机宽度	mm	≤1500	不含作业装置及传感器
3	整机高度	mm	≤2300	含作业指示灯和遮阳装置
4	最大允许总质量	kg	≤3800	
5	最高行驶速度	km/h	≤30	空载

- 5.1.3 机具的清扫宽度、**最小转弯直径**应符合 T/STACAES023-2021 中 4.6 的相关规定；
- 5.1.4 机具的侧倾稳定角应符合 T/STACAES023-2021 中 4.7 的相关规定

- 5.1.5 在标准工况，动力电池电量 100%的情况下，机具的连续作业时间应不少于 2h；
- 5.1.6 机具水箱容积，应满足机具连续降尘喷水作业时间的要求，应符合 T/STACAES023-2021 中 4.9 的相关规定
- 5.1.7 机具采用倾翻卸料垃圾箱的，**垃圾箱倾翻卸料时最大卸料角**应符合 T/STACAES023-2021 中 4.10 的相关规定
- 5.1.8 机具伸出机体外的扫刷或其它作业装置应符合 T/STACAES023-2021 中 4.11 的相关规定
- 5.1.9 机具的垃圾箱应符合 T/STACAES023-2021 中 4.13 的相关规定
- 5.1.10 机具的电气系统应符合 T/STACAES023-2021 中 4.14 的相关规定
- 5.1.11 机具装有液压系统时，其液压系统应符合 T/STACAES023-2021 中 4.15 的相关规定
- 5.1.12 机具的可靠性应符合 T/STACAES023-2021 中 4.17 的相关规定。
- 5.1.13 通讯与接口：机具的通讯与接口应符合 GBT43947 中 5.9 的相关要求；

5.2 作业性能

- 5.2.1 机具的作业噪声应符合T/STACAES001-2021中4.8的相关规定；
- 5.2.2 机具的扫净率应符合T/STACAES001-2021中5.1的相关规定；
- 5.2.3 机具的作业扬尘浓度应符合T/STACAES001-2021中5.2的相关规定；
- 5.2.4 作业机具的爬坡能力应符合 T/STACAES001-2021 中 5.8 的相关规定；
- 5.2.5 机具应设置行驶制动系统和机械驻坡制动系统，应符合T/STACAES001-2021中6.1.3的相关规定；

5.3 信号与标识

- 5.3.1 机具的照明、转向、警示等装置应符合T/STACAES001-2021中6.3.1、6.3.3、6.3.4的相关规定；

有驾驶位或驾驶室的，应配备安全带，同时应符合T/STACAES001-2021中6.3.2的相关规定；

- 5.3.2 机具须具备安装声音信号的接口；

5.4 电气防护

- 5.4.1 机具的整车电气元器件的外壳防护等级应符合T/STACAES001-2021中6.4.1的相关规定；
- 5.4.2 机具淋雨后的电阻应符合T/STACAES001-2021中6.4.3的相关规定；

5.5 安全装置

- 5.5.1 机具倾翻卸料的垃圾箱应设置防止垃圾箱倾翻后自动下落的安全支撑装置；
- 5.5.2 带驾驶位（室）的机具应设有安全带，且安全带应可靠有效，安装位置合理，固定点有足够的强度

5.6 专用作业装置要求

专用作业装置控制器须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。

5.7 自动驾驶技术要求

5.7.1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。

5.7.2自动驾驶系统应确保在发生紧急情况时，能够进行人工操作接管。

5.7.3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。

5.7.4视频监控：机具配置车载监控设备，提供机具作业时车身四周的监控视频，支持存储至少72h的历史视频。

5.7.5机具在进行作业时，行人、车辆等动态障碍物从车辆侧面靠近并存在碰撞风险，应能紧急制动并停止环卫上装作业。

5.7.6机具应布置两种及以上自动驾驶感知传感器。

5.7.7机具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。

5.7.8定位信号失效等系统故障时，自动驾驶环卫车应立即停止作业且不能自行恢复的能力。

5.7.9机具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。

5.7.10 远程控制通用功能：

- a) 远程接管，应具备远程人工操作接管功能
- b) 任务下发：具备任务下发功能，可设置实时任务、定时任务等。
- c) 状态查看：支持查看硬件状态、运行状态、位置、故障告警等。

6 无人驾驶功能技术要求：

机具处于无人驾驶作业状态时，无人驾驶系统应具备表A2中列明的功能：

表 A2 机具无人驾驶功能

分类	功能	功能明细	技术要求
1	交通标志和标线识别及响应	限速标志识别及响应	机具前端超越限速标志且在限速路段行驶时，速度应不高于限速标志牌数值；机具尾部通过解除限速标志 100 m 后，行驶速度不低于解除限速标志数值
		禁止驶入标志	机具在禁止驶入标志牌前停车或调头；机具停车后，车辆最前端应不越过禁止驶入标志牌； 机具调头过程中，任何部位应不越过禁止驶入标志牌
		禁止停车标志	机具不执行停车指令，并驶离禁停区域。
		停车让行标志标线	机具应在停车让行标线前停车，且最前端与停车让

			行线距离应不大于 2m；机具静止时间应不超过 3s。
		车道线	应能准确识别到车道线并保持在车道内稳定行驶；车辆在行驶过程中无明显摆动，且车轮应不触及到车道线。
		道路边沿	应能准确识别到道路边沿并保持在车道内稳定行驶；机具在行驶过程中无明显摆动，且车轮应不触及道路边沿。
		减速带	识别到前方减速带并减速通过。
		人行横道线	识别到人行横道线，应减速通过；允许短时间停于停止线前方，且停止时间不超过 3s。
2	交通信号灯识别及响应	机动车信号灯	当进行绿灯状态试验时，机具应通过路口且在通过过程中应不存在停止行驶的情况。 当进行红灯状态试验时，要求如下： a) 直行或左转机具应在红灯点亮后停止于停车线前，且最前端与停止线最小距离应不大于2m；当信号灯变为绿色后，起动时间应不超过3s； b) 右转机具应通过路口且在通过过程中应不存在停止行驶的情况
		方向指示信号灯	当进行绿灯状态试验时，试验车辆应通过路口且在通过过程中应不存在停止行驶的情况。 当进行红灯状态试验时，要求如下所示： a) 机具在红灯点亮后应停止于停车线前； b) 机具最前端与停止线最小距离应不大于2m；当信号灯变为绿色后，起动时间应不超过3 s。
		非机动车信号灯	当进行绿灯状态试验时，试验车辆应通过路口且在通过过程中应不存在停止行驶的情况。 当进行红灯状态试验时，要求如下所示： a) 机具在红灯点亮后应停止于停车线前； b) 机具最前端与停止线最小距离应不大于2m；当信号灯变为绿色后，起动时间应不超过3s。
3	障碍物识别及响应	交通锥	识别到交通锥，应开启转向灯，采用变更车道方式绕行，并避免与交通锥发生碰撞。
		水马	识别到水马，应开启转向灯，采用变更车道方式绕行，并避免与水马发生碰撞。
		机非隔离护栏	应能准确识别到机非隔离护栏并保持在车道内稳定行驶；机具在行驶过程中无明显摆动，且应不触及到机非隔离护栏。
		升降栏	识别到升降栏，并在距离升降栏 2m 内停车，且机具最前端不触及升降栏；升降栏抬起后，应在 3s 内起步通行。
		其他障碍物（20cm×20cm×20cm）	识别到该障碍物，并采用绕行或停车的方式避免与该障碍物发生碰撞。
4	行人和两轮	静态行人	识别到目标行人，并采用绕行或停车的方式避免与

	车识别及响应		目标行人发生碰撞。
		行人通过人行横道线	应不与行人发生碰撞。 若机具停止行驶，待行人通过机具所在车道后启动，且启动时间不超过3s。
		行人横穿道路	应不与行人发生碰撞。
		行人沿车道运动	若采用跟随方式，机具应不与行人发生碰撞，并在行人离开本车道后加速行驶。 若采用绕行方式，机具应完成超越且不与行人发生碰撞。
		静态两轮车	识别到目标两轮车，并采用绕行或停车的方式避免与目标物发生碰撞。
		两轮车通过人行横道线	应不与目标两轮车发生碰撞。 若机具停止行驶，待目标两轮车通过试验车辆所在车道后启动，且启动时间不超过3s。
		两轮车沿车道行驶	若采用跟随方式，机具应不与两轮车发生碰撞，并在两轮车离开本车道后加速行驶。 若采用绕行方式，机具应完成超越且不与两轮车发生碰撞。
5	车辆识别及响应	前车静止	应不与目标车辆发生碰撞。
		前车紧急制动	应不与目标车辆发生碰撞。
		前方车辆切入	应不与目标车辆发生碰撞
		前方车辆切出	应不与目标车辆发生碰撞。目标车辆切出后，机具应执行加速动作。
		对向车辆借道行驶	若减速量小于5km/h，机具应于本车道内完成会车且不与目标车辆发生碰撞。 若减速量大于5km/h，当目标车辆驶回后，机具应继续行驶。
6	车辆停车功能	指定位置停车	距离停车点最近距离不大于 1m，且机具右侧距离车道内侧最大距离不大于 0.3m。
		停车点占用	避开障碍物并在停车点附近停车，机具右侧距离车道内侧最大距离不大于 0.3m。
7	车辆跟车		应跟随目标车辆且不与目标车辆发生碰撞；机具启动时间应不大于 3s。
8	换道超车		应正确开启转向灯，并顺利完成超车动作，返回本车道后保持在车道中间行驶；且超车过程中应不与目标车辆发生碰撞。
9	交叉路口调头		应正确开启转向灯，并顺利完成调头动作，且调头后保持在车道内行驶。
10	交叉路口通过功能	直行通过路口时与车辆冲突通行	应驶入对应车道且不与目标车辆发生碰撞。
		右转通过路口时与车辆冲突通行	应驶入对应车道且不与目标车辆发生碰撞。
		左转通过路口时与车辆冲突通行	应驶入对应车道且不与目标车辆发生碰撞。
		右转通过路口时行人冲	应驶入对应车道且不与行人发生碰撞。

		突通行	
11	远程控制		应能及时向远程驾驶员交出驾驶权限，交出权限后，自动驾驶系统应不自主恢复自动驾驶模式；机具应能正确响应远程驾驶员的驾驶指令。

7 防护和安全要求

7.1 防护装置

7.1.1 一般要求

机具应安装有接触式防护装置，并且应满足以下要求：
机具的碰撞保护应符合 GBT 43947 中 4.3 的相关规定；
a) 在主要运行方向上安装防护装置；
b) 在自动模式下，防护装置要覆盖车体自身及其负载的宽度；
c) 应防止当机具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；
d) 安装于机具的防护装置不允许有安全死角，接触式防护装置的任何部位受到压缩性接触时，均能发出使机具紧急停止的信号。

7.2 电磁兼容性要求

机具电磁兼容要求和试验方法应符合 GB 34660 和 GB/T18387 的规定。

7.3 急停装置

机具的急停装置应符合 GBT43947 中 4.2 的相关规定，安装数量不少于两个且布置于机具两侧。

7.4 手动控制装置

7.4.1 一般要求

当机具采用物理连接式手动控制装置操控时，应满足下列安全要求：
a) 手动控制装置应具备控制行驶方向、速度、制动的功能；
b) 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；
机具的无线遥控式手动控制装置应满足以下安全要求：
c) 无线遥控式手动控制装置的遥控距离和底盘执行的响应时间应符合 GBT 43947 中 4.4.1 的相关规定；
d) 当机具处于“可行驶模式”，且遥控器超过1min未操作情况下, 遥控器应解锁后才能正常操纵低速线控底盘。
e) 机具超出远程驾驶系统的规划控制范围后, 远程驾驶系统应发出报警信号, 低速线控底盘应能立即停车并保持静态驻车；
f) 当一台以上的机具在同个区域内以手动模式运行时，无线遥控不应相互干扰；
g) 无线遥控式手动控制装置须具备连接状态显示功能；
h) 无线遥控式手动控制装置应具备控制机具急停的功能。

7.5 控制安全要求

7.5.1 整车控制模式安全要求

a) 机具控制模式应包含人工控制模式、自动驾驶模式，远程接管模式，各模式之间可自由切换；
b) 在自动驾驶系统关闭的状态下，机具不应执行动态驾驶任务的任何操作。但可转为人工控制模式或远程接管模式。

7.5.2 远程接管

车辆应具备远程接管能力，在获得授权的情况下，随时可以被远程接管及远程控制；

8 线控驱动系统要求

8.1 线控驱动系统要求：

机具的线控驱动系统应符合 DB/T43947 中 6.1 的相关要求；

8.2 线控转向系统要求

机具线控转向系统应符合 DB/T43947 中 6.3 的相关要求；

9 电源系统管理

机具电源管理系统应满足 GB/T38661 中 5.3 的相关要求；

10 故障诊断接口：

机具配置相应的故障诊断接口，其接口定义应满足 GB/T34589 的相关要求；

11 自动驾驶域控制安全

11.1 失速保护

机具应设置足以使其减速、停车的制动系统或装置。机具具备速度控制能力，包括跟车控制及限速控制。机具需具备坡道防溜坡功能。

机具超速开关的整定值取决于控制系统性能和额定下降速度，机具行走速度不大于 10Km/小时，在达到的 1.25-1.4 倍时触发超速保护功能。

11.2 通讯中断保护

机具应具备远程控制所需要的通信功能，机具通讯中断时应提供报警提示运营人员解决异常情况。

12 数据备份/恢复

机具的重要数据信息应具备传输和存储的完整性及保密性、车端数据备份恢复性（重要数据信息包括时间、位置、朝向、驻车、速度、档位、油门、制动、转角、电池、行驶模式和故障、作业视频等。）

13 在线升级（OTA）

机具的在线升级（OTA）功能应满足 GB/T43947 中 5.9.5 的相关要求；

14 试验方法

14.1 试验条件

- a) 试验样机应经装配检验合格，并按制造厂的规定使动力蓄电池 SOC 值试验范围 100%~20%。
 - b) 试验仪器为经国家法定机构或法定机构委托的校定部门校准，并在校验有效期内。
 - c) 试验时的环境温度为 1℃~40℃；无雨；风速不大于 2 m/s，试验项目中另有规定的按其具体要求执行。
 - d) 试验场地应为干燥平整混凝土路面，路面宽度大于样机清扫宽度的 1.5 倍，试验用直线段路面不小于 50 m，场地各向坡度不大于 2%，试验项目中另有规定的按其具体要求执行。
 - e) 垃圾模拟物为 15%当量直径在（2~8）mm 的砾石，65%直径小于 2mm 的沙子及 20%的尘土组成的均匀混合物。
- a-e 参考《道路施工与养护机械设备 扫路机》JB/T 10856-2018，并在此基础上调整了垃圾模拟物的组成成分，便于实际操作。

14.2 试验方法和试验结果 14.2.1 尺寸参数、质量参数及外观检测：外廓尺寸、质量参数采用直接测量的方法检测，涂装、标识等采用目测方法检测，将检测结果记入表 1、表 2、表 3。

14.2.2 机具清扫宽度的检测方法按照 J/BT10856 中 6.3.2 相关内容进行，将检测结果记入试验记录表 4。

14.2.3 机具最大卸料角的检测方法按照 J/BT10856 中 6.2.2 相关内容进行，将检测结果记入试验记录表 5。

14.2.4 机具的侧倾稳定角的检测：应按照 T/STACAES 023—2021 中 5.3.3 的相关要求进行；将样机约束在侧倾台上，样机纵向中心线与侧倾台的纵向中心线平行（偏差不超过25 mm），约束能防止样机在试验中发生侧翻，且不应影响试验结果。侧倾台角度缓慢增加（速度不大于 0.25 ° /s），直到侧翻临界点，记录该点的侧倾台侧倾角度。将检测结果记入试验记录表 6。

14.2.5 扫净率应取样三处, 取样距离为 2m, 取样宽度为清扫宽度。
扫净率测试：将垃圾模拟物均匀撒布在在洁净干燥试验路面上，形成撒布密度约为 150g/m²，长度不小于 30m，宽度为清扫宽度 90%的矩形散布区域。按图 2 所示称量 3 个抽样段垃圾模拟物的质量。当样机为湿式扫路机时，尚应测量垃圾模拟物的湿度。
样机在散布区域沿道路纵向直行并按标准工况进行清扫作业。作业完毕后，收集 3 个抽样段残余模拟物并进行称量（湿式扫路机试验后，残余垃圾模拟物先烘干至与原垃圾模拟物相同湿度）。按式（2）计算扫净率。将检测结果记入试验记录表 7。

$$\mu = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：
μ ——扫净率；
W₀ ——清扫前路面垃圾模拟物质量，单位为克（g）；
W₁ ——清扫后路面垃圾模拟物质量，单位为克（g）。

单位为米

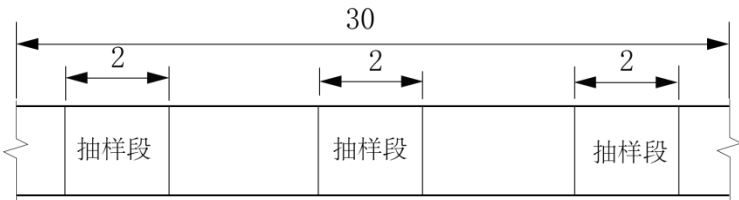


图 2 取样区域示意图

14.2.6 连续作业时间：样机按制造厂的规定使动力蓄电池全充满后以标准工况进行清扫作业。测量样机从开始作业至样机电量为 20%或缺电报警时的总作业时间，并扣除作业中由于加水等耗费的非作业时间。将检测结果记入试验记录表 8。

14.2.7 噪音测试：测量场地应平坦、空旷，在以测量场地中心为基点、半径（R）为 25 m 的范围内应没有大的声反射物，背景噪声至少应比被测样机的作业噪声低 10 dB(A)。样机以标准工况进行清扫作业，用声级计“慢”档测量作业噪声（A 计权声级）。声级计距地面（1.2±0.02）m，位置见图 3。样机经过图示位置时，记录声级计最大示值，测量 3 次，每点的测量结果之差应小于等于 2 dB（A），取平均值。将检测结果记入试验记录表 9。

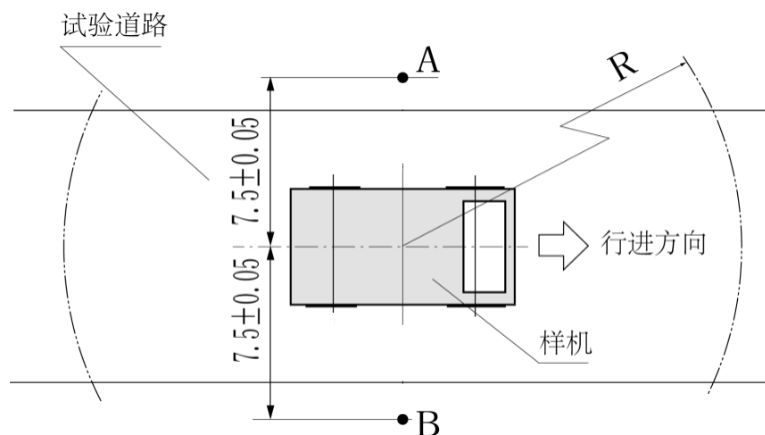


图3 噪声测量方法

14.2.8 扬尘浓度：机具的扬尘浓度检测方法，按照 T/STACAES001-2021 中 7.5.2 规定的内容进行，将检测结果记入记录表 10。

14.2.9 机具的爬坡能力检测方法按照 J/BT10856 中 6.3.3 相关内容进行，将检测结果记入试验记录表 11。

14.2.10 机具的行车制动和驻车制动检测方法按照 J/BT10856 中 6.4.3 相关内容进行，将检测结果记入试验记录表 12（行车制动性能检测记录表）、表 13（驻车制动性能检测记录表）。

14.2.11 机具的可靠性检测方法按照 J/BT10856 中 6.5 相关内容进行，将检测结果记入试验记录表 14（可靠性试验记录表）、表 15（作业可靠性试验汇总表）。

14.2.12 机具的连续喷水作业时间检测方法：

将清水水箱加满水（加水至水箱溢水口或水位计上限标记线），按标准工况进行清扫作业，将水路系统的喷水阀门开至能保证扬尘达标的最小位置，开始清扫作业，至水位到水位计下限或喷水阀门不能连续喷水时停止，记录作业时间；然后将清水箱补水至原水位高度（水箱溢水口或水位计上限标记线处），再次开始清扫作业；连续测试三次，记录作业时间，然后取平均值 T ； $T \geq 60\text{min}$ ；将试验记录记入试验记录表16。

14.2.13 机具的最大卸料角检测方法：

测量场地应平坦、空旷；测量卸料角时，空载举升垃圾箱到最大卸料角位置，在样机左、右两侧用角度仪测量垃圾箱底平面与地面间的夹角，取平均值。将测量结果记入试验记录表17。

14.3 无人驾驶系统测试：

14.3.1 测试准备：

机具的无人驾驶功能测试，其测试场地、测试环境、测试设备、测试记录内容按照 T/CSAE 285—2022 中 4 一般要求中的相关内容执行，并将检测结果记入表 18。

14.3.2 测试内容及方法：

- a) 机具的交通标志和标线识别及响应功能测试按照T/CSAE 285—2022 6.1的相关内容进行；
- b) 机具的交通信号灯识别及响应功能测试按照T/CSAE 285—2022 6.2的相关内容进行；
- c) 机具的障碍物识别及响应功能测试按照T/CSAE 285—2022 6.3的相关内容进行；
- d) 机具的行人和两轮车识别及响应功能测试按照T/CSAE 285—2022 6.4的相关内容进行；
- e) 机具的车辆识别及响应功能测试按照T/CSAE 285—2022 6.5的相关内容进行；
- f) 机具的车辆停车功能测试按照T/CSAE 285—2022 6.6的相关内容进行；
- g) 机具的车辆跟车功能测试按照T/CSAE 285—2022 6.7的相关内容进行；
- h) 机具的换道超车功能测试按照T/CSAE 285—2022 6.8的相关内容进行；
- i) 机具的交叉路口调头功能测试按照T/CSAE 285—2022 6.9的相关内容进行；
- j) 机具的交叉路口通行功能测试按照T/CSAE 285—2022 6.10的相关内容进行；
- k) 机具的远程控制通行功能测试按照T/CSAE 285—2022 6.11的相关内容进行；

附录

表 1 机具检测记录表（基本信息）

检验设备	新购/在用		检验时间	
基本信息	产品名称		产品品牌	
	产品型号		制造厂名称	
	制造日期		识别代码（出厂编号）	
	整备质量 Kg		整机最大允许总质量，kg	
	最高行驶速度，km/h		电池类别，锂电/铅酸	
	动力电池额定电压，V		动力电池额定容量，Ah	
	使用单位名称		备案号	
	备案日期		在用机具号牌号码	

表 2 机具检测记录表（作业性能及行走）

检测记录	检测项目	单位	要求	检测结果
	作业噪声	dB (A)		
	扫净率（清扫机具）	%		
	扬尘浓度（清扫机具）	mg/m ³		
	爬坡能力	%		
	整机长度(不含作业装置)	mm		
	整机宽度(不含作业装置)	mm		
	整机高度(含作业指示灯和遮阳装置)	mm		
	制动距离	m		
	驻坡能力	%		

表 3 机具检测记录表（外观）

检验类型	序号	项目	判定
检验记录	1	生产企业资质是否符合要求	
	2	产品标牌安装及标牌内容是否符合要求	
	3	产品识别代码是否打刻，及是否与标牌保持一致	
	4	前、后号牌板（架）位置、尺寸是否符合要求	
	5	外露黑色金属表面是否进行防腐处理	
	6	行驶发动机或行驶驱动电机启动要求	
	7	行驶驱动电机的调速装置是否予以锁定	

	8	倾翻卸料的垃圾箱设置有能防止垃圾箱倾翻后自动下落的安全支撑装置	
	9	是否配备有安全带（带驾驶位作业机具）	
	10	照明、信号装置是否符合要求	
	11	外后视镜视野是否符合要求（带驾驶位作业机具）	
	12	反光标识设置是否符合要求	
	13	安全标识设置是否符合要求	
	14	电气元器件外壳防护等级符合情况	
	15	作业机具完成淋雨试验后能否正常使用，绝缘性能是否符合要求	

表 4 清扫宽度试验记录表

样机名称： 样机型号：

VIN： 试验地点：

出厂日期： 试验人员：

项目	测量处	设计值	测量值	备注
清扫宽度	1			
	2			
	3			
	平均			

表 5 最大卸料角试验记录表

样机名称： 样机型号：

VIN： 试验地点：

出厂日期： 试验人员：

检验项目		单位	设计值	试验值	平均值	备注
卸料角	左	(°)				
	右	(°)				

表 6 侧倾稳定角试验记录表

样机名称： 样机型号：

VIN： 试验地点：

出厂日期： 试验人员：

项目		结果 (°)	平均值 (°)	是否合格	备注
最大 侧倾 稳定 角	左侧 倾	第一次			
		第二次			
		第三次			
	右侧 倾	第一次			
		第二次			
		第三次			

表 7 扫净率试验记录表

样机名称： 样机型号：
VIN： 试验地点：
出厂日期： 试验人员：

撒布区域		散布量 w_0 (g/m^3)	作业速度 Km/h	风机转速 r/min	垃圾模拟物残 量 w_1 (g/m^3)	扫净 率%
长度 m	宽度 m					

表 8 连续作业时间试验记录表

样机名称： 样机型号：
VIN： 试验地点：
出厂日期： 试验人员：

	开始时间	结束时间	备注
时作业起止间	时 分	时 分	
剩余电量 SOC 值			
非作业起止间	时 分	时 分	
注：“非作业起止间”指加水等非清扫作业时间			

表 9 作业噪声试验记录表

样机名称： 样机型号：
VIN： 试验地点：
出厂日期： 试验人员：

测量	作业工况		噪声测量值 (dB)A		计算值 (dB)A	备注
	样机作业 速度 km/h	风机转速 m/s	A 点	B 点		
第一次						
第二次						
第三次						

表 10 扬尘浓度试验记录表

样机名称：样机型号：

VIN：试验地点：

出厂日期：试验人员：

检测设备：

	环境粉尘	检测位置		备注
	本底值 mg/m ³	机后检测点 mg/m ³	出风口检测点 mg/m ³	
第一次				
第二次				
第三次				
平均值				
最终结果	本底值-检测 测平均值			

表 11 爬坡能力试验记录表

样机名称：样机型号：

VIN：试验地点：

出厂日期：试验人员：

	测速区段长度 m	测速区坡度%	实测爬坡速度 km/h	最大爬坡能力%

表 12 行车制动试验记录表

样机名称：样机型号：
VIN：试验地点：
出厂日期：试验人员：

载荷 状况	试验 道路	通道 宽度	制动初速度 m/s	制动距离 m	制动时间 t	制动减速 m/s ²	超出通道 边界 mm

表 13 驻车制动试验记录表

样机名称：样机型号：
VIN：试验地点：
出厂日期：试验人员：

制动控制力 N	移动	
	车头朝上	车头朝下
	有□ 无□	有□ 无□

表 14 可靠性试验记录表

样机名称：样机型号：
VIN：试验起止日期：
出厂日期：数据整理人员：

试验 日期	天气	气温	作业时间 h	维护保养			维护时间 h	累计故障			累计修复时间 h
				内容	时间 h	人数		内容	修理时间 h	人数	

表 15 作业可靠性试验汇总表

样机名称：样机型号：

VIN：
试验起止日期：： 数据整理人员：

项目	单位	试验数据	备注
试验班次	--		
累计作业时间	h		
累计故障时间	h		
累计养护时间	h		
折算故障次数	--		
首次故障前工作时间	h		
平均无故障间隔时间	h		
可靠度	%		

表 16 连续喷水作业时间试验记录表

样机名称： 样机型号：
VIN： 试验地点：
出厂日期： 试验人员：

	开始时间	结束时间	连续喷水作业时间 T
第一次	时 分	时 分	
第二次	时 分	时 分	
第三次	时 分	时 分	
平均值			

表 17 垃圾箱最大卸料角试验记录表

样机名称： 样机型号：
VIN： 试验地点：
出厂日期： 试验人员：

检测项目		单位	设计值	试验值			备注
卸料架	左	(°)			平均值		
	右	(°)					

表 18 无人驾驶功能测试项目及结果记录表

样机名称： 样机型号：
 VIN： 试验地点：
 出厂日期： 试验人员：

分类	测试功能	功能明细	检测方法	检测结果
1	交通标志和标线识别及响应	限速标志识别及响应	6.1.1	
		禁止驶入标志	6.1.2	
		禁止停车标志	6.1.3	
		停车让行标志标线	6.1.4	
		车道线	6.1.5	
		道路边沿	6.1.6	
		减速带	6.1.7	
		人行横道线	6.1.8	
2	交通信号灯识别及响应	机动车信号灯	6.2.1	
		方向指示信号灯	6.2.2	
		非机动车信号灯	6.2.3	
3	障碍物识别及响应	交通锥	6.3.1	
		水马	6.3.2	
		机非隔离护栏	6.3.3	
		升降栏	6.3.4	
		其他障碍物 (20cm×20cm×20cm)	6.3.5	
4	行人和两轮车识别及响应	静态行人	6.4.1	
		行人通过人行横道线	6.4.2	
		行人横穿道路	6.4.3	
		行人沿车道运动	6.4.4	
		静态两轮车	6.4.5	
		两轮车通过人行横道线	6.4.6	
		两轮车沿车道行驶	6.4.7	
5	车辆识别及响应	前车静止	6.5.1	

		前车紧急制动	6.5.2	
		前方车辆切入	6.5.3	
		前方车辆切出	6.5.4	
		对向车辆借道行驶	6.5.5	
6	车辆停车功能	指定位置停车	6.6.1	
		停车点占用	6.6.2	
7	车辆跟车		6.7	
8	换道超车		6.8	
9	交叉路口调头		6.9	
10	交叉路口通过功能	直行通过路口时与车辆冲突通行	6.10.1	
		右转通过路口时与车辆冲突通行	6.10.2	
		左转通过路口时与车辆冲突通行	6.10.3	
		右转通过路口时行人冲突通行	6.10.4	
11	远程控制		6.11	

起草单位：[具体起草单位名称]

主要起草人：[具体起草人姓名]

注：本标准草案，具体条款和数值需根据实际情况和专家评审意见进行调整和完善。