

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号



团 体 标 准

T/ZJSAE XXX—2025

功能型无人车通用技术条件

General technical specifications for functional unmanned vehicle

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

浙江省汽车工程学会 发 布

目 次

前 言..... II

1 范围..... 3

2 规范性引用文件..... 3

3 术语和定义..... 3

4 技术要求..... 4

5 特定要求..... 9

6 试验方法..... 10

7 使用说明..... 13

8 试验规则..... 13

9 标志..... 14

10 包装..... 14

11 运输..... 14

12 存贮..... 14

附 录 A （规范性） 车辆产品标牌..... 16

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。

本标准参考国内外相关标准编制。

本文件由浙江省汽车工程学会标准化工作委员会提出并归口。

本文件负责起草单位：浙江亚太智能网联汽车创新中心有限公司。

本文件参加起草单位：浙江亚太智能网联汽车创新中心有限公司、浙江亚太机电股份有限公司、浙江大学工程师学院、杭州职业技术学院、杭州吉利汽车有限公司、中国质量认证中心杭州分中心、浙江方圆检测集团股份有限公司、南陵县邮政业发展中心、浙江测讯汽车科技有限公司、浙江曼汇科技有限责任公司、杭州世宝汽车方向机有限公司、杭州奥保行汽车销售服务有限公司

本文件主要起草人：

功能型无人车通用技术条件

1 范围

本文件规定了功能型无人车的术语和定义、技术要求、特定要求和试验方法。

本文件适用于非机动车道和特定使用场景使用的功能型无人车，包括无人物流车、无人巡逻车、无人零售车、无人清扫车等。

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 2423.22-2012 环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化
- GB/T 3565.4—2022 自行车安全要求 第4部分：车闸试验方法
- GB/T 4094.2-2017 电动汽车 操纵件、指示器及信号装置的标志
- GB 4785-2019 汽车及挂车外部照明和光信号装置的安装规定
- GB 11564-2024 机动车回复反射装置
- GB/T 12123-2008 包装设计通用要求
- GB 17761-2024 电动自行车安全技术规范
- GB/T 18384-2020 电动汽车安全要求
- GB/T 31484-2015 电动汽车用动力蓄电池循环寿命要求及试验方法
- GB/T 31486-2024 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及试验方法
- GB 38031-2025 电动汽车用动力蓄电池安全要求
- GB/T 38628-2020 信息安全技术 汽车电子系统网络安全指南
- GB/T 41798-2022 智能网联汽车 自动驾驶功能场地试验方法及要求
- GB/T 43254-2023 电动汽车用驱动电机系统功能安全要求及试验方法
- GB/T 44719-2024 智能网联汽车 自动驾驶功能道路试验方法及要求
- ISO 23793-1:2024 智能交通系统 自动驾驶的最小风险操纵（MRM） 第1部分：框架、直行停车和车道内停车
- YD/T 3750-2020 车联网无线通信安全技术指南
- T/SHV2X 3-2023 配送类低速无人驾驶装备技术要求及场地测试方法
- T/ZJSAE 014-2023 分布式驱动线控底盘通用技术条件
- 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
- T/CSAE 286.1-2022 功能型无人车 第1部分：术语和定义

3 术语和定义

T/CSAE 286.1-2022界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

功能型无人车 functional unmanned vehicle

搭载传感器、控制器、执行器等装置，融合通信与网络技术，采用无驾驶舱设计，具备自动行驶功能，用于物流、巡检、零售、环卫等特定用途的轮式行驶设备。

3.2

无人物流车 unmanned logistics vehicle

实现货物运输任务的功能型无人车。

3.3

无人巡逻车 unmanned patrol vehicle
实现巡逻等功能任务的功能型无人车。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 功能型无人车整车长度（L）、宽度（W）、高度（H），离地间隙（h）、前接近角（Y1）、后离去角（Y2）如图 1 所示，尺寸参数如表 1 所示。

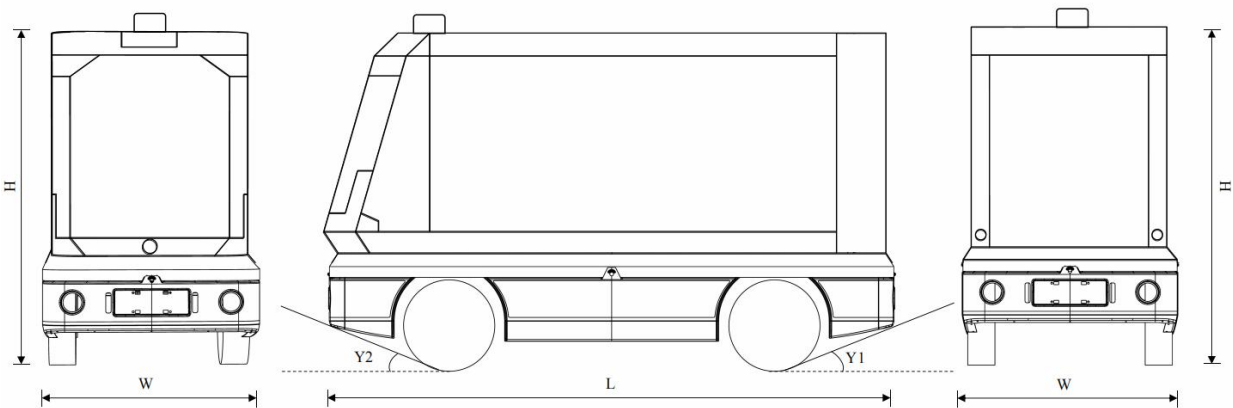


图 1 尺寸图

表 1 尺寸参数表

类型	整车长度 L	整车宽度 W	整车高度 H	离地间隙 h	前接近角 Y1	后离去角 Y2
无人物流车	$1500 \leq L \leq 3000\text{mm}$	$900 \leq W \leq 1200\text{mm}$	$1300 \leq H \leq 1700\text{mm}$	$h \geq 150\text{mm}$	$Y1 \geq 20^\circ$	$Y2 \geq 20^\circ$
无人巡逻车	$1000 \leq L \leq 3000\text{mm}$	$900 \leq W \leq 1700\text{mm}$	$600 \leq H \leq 1900\text{mm}$	$h \geq 150\text{mm}$	$Y1 \geq 20^\circ$	$Y2 \geq 20^\circ$
无人零售车	$1500 \leq L \leq 3000\text{mm}$	$900 \leq W \leq 1200\text{mm}$	$1300 \leq H \leq 1700\text{mm}$	$h \geq 150\text{mm}$	$Y1 \geq 20^\circ$	$Y2 \geq 20^\circ$
无人清扫车	$700 \leq L \leq 5000\text{mm}$	$600 \leq W \leq 2500\text{mm}$	$900 \leq H \leq 2200\text{mm}$	$h \geq 150\text{mm}$	$Y1 \geq 20^\circ$	$Y2 \geq 20^\circ$

- 4.1.2 功能型无人车应按照规定程序批准的产品图样文件制造。
- 4.1.3 功能型无人车用紧固件连接的各零件、部件应按要求连接可靠，不应有松动现象。重要部位紧固件的拧紧力矩应符合产品图样或使用说明书的规定。
- 4.1.4 功能型无人车出厂前应配备随车文件（如：合格证、产品说明书、维护保养手册等）。
- 4.1.5 以突出物形式存在，能导致伤害使用者的管和刚性部件应加以防护。突出物末端保护物的尺寸和形状没有明确规定，但应给出一个合适的形状避免发生身体伤害。螺栓会构成刺伤的风险，其超出内螺纹配合部分的突出物长度不应大于螺栓外径尺寸。
- 4.1.6 功能型无人车的零部件和附件应检验合格后方可进行装配。
- 4.1.7 功能型无人车应在下列条件下正常工作：
- a) 环境温度 $-20^\circ\text{C} \sim 45^\circ\text{C}$ ；
 - b) 空气相对湿度 25%~75%；

- c) 包括小雪、小雨、轻雾、轻霾等非极端天气。
- 4.1.8 功能型无人车应具备线控底盘系统、自动驾驶系统、功能模块装置、云平台等, 功能如下:
 - a) 线控底盘系统应包含线控驱动、线控制动、线控转向功能。
 - b) 自动驾驶系统应包含自主行驶功能。
 - c) 功能模块装置应包含作业功能。
 - d) 云平台应包含管理、控制、调度功能。
- 4.1.9 人机交互功能应具备运营管理交互、行驶状态交互、运维数据交互等。具备人工介入功能, 且接管优先。

4.2 整车要求

- 4.2.1 每次启动时, 功能型无人车应进行系统异常检查、传感器异常检查, 发现异常情况时, 应向安全员、远程驾驶员和云平台发出警告。
- 4.2.2 在运行过程中, 功能型无人车应持续探测自身功能完整性, 当出现失效导致无法继续执行功能任务时, 功能型无人车应执行最小风险策略, 最小风险策略应符合 ISO 23793-1 要求。
- 4.2.3 功能型无人车车载设备应当记录和存储事故或者故障前至少九十秒的车辆位置、运行状态、驾驶模式、车内外监控视频等数据, 并保持数据的连续性和完整性, 车端存储时间应不小于 72 小时。
- 4.2.4 功能型无人车应具备用以完成指定功能任务且不影响车辆安全运行的结构和设备。
- 4.2.5 功能型无人车应具备紧急停止装置。
- 4.2.6 发生碰撞事故后, 功能型无人车应立即发出警示, 同时向远程驾驶员和云平台发出报警。
- 4.2.7 功能型无人车前端或后端应设置牵引钩, 整车应设置运输开关, 当功能型无人车失效时能安全快速地撤离现场。
- 4.2.8 功能型无人车应在车身设置醒目的无人驾驶相关标识, 方便交通参与者识别。
- 4.2.9 功能型无人车应设置产品标牌, 并固定在明显位置。标注内容见附录 A 中表 A.1。
- 4.2.10 功能型无人车应有提示音装置, 发出的音量应在 65dB (A) -75dB (A) 之间。
- 4.2.11 功能型无人车应具有蜂窝网络通信或短距离通信等功能, 具备远程控制所要求的通信能力, 应符合 YD/T 3750 的规定。

4.3 性能要求

- 4.3.1 功能型无人车设计速度 $\leq 25\text{km/h}$ 。
- 4.3.2 功能型无人车的制动性能应符合表 2 的要求, 在相应的制动距离内平稳安全地停住。

表 2 制动试验速度与制动距离

试验条件	试验速度 km/h	状态	最大校正的制动距离 m
干态	25	空载	7
		满载	15
湿态	25	空载	10
		满载	20

- 4.3.3 功能型无人车在坡度为 20%的坡道上起步, 不溜坡。

4.4 安全要求

4.4.1 电气安全

4.4.1.1 功能型无人车其他电气安全应符合 GB/T 18384 的要求。

4.4.1.1.1 功能型无人车直流充电插座应有端子将车辆电平台和外接电源的保护接地相连接。功能型无人车直流充电插座的绝缘电阻,包括充电时传导连接到车辆直流充电插座的电路,当充电接口断开时,应满足 GB/T 18384-2020 中 5.1.4.1 的要求。

4.4.1.2 功能型无人车动力蓄电池安全应符合 GB 38031 的要求。

4.4.1.3 功能型无人车驱动电机的功能安全应符合 GB/T 43254 的要求。

4.4.2 信息安全

4.4.2.1 功能型无人车应建立通信网络安全防护措施,其电子系统网络安全应满足 GB/T 38628 的要求。

4.4.2.2 功能型无人车应具备存量数据防篡改能力。

4.4.2.3 功能型无人车若具备远程软件升级功能,完成升级后各功能应正常、有效。

4.4.2.4 功能型无人车涉及采集数据的,应符合相关法律及法规规定。

4.4.3 机械防护

4.4.3.1 功能型无人车应安装具有碰撞防护功能的装置,避免或减轻对交通参与者和自身的伤害。

4.4.4 充放电管理

4.4.4.1 功能型无人车电压应符合以下要求

- a) 除主回路及与动力蓄电池直接连接的电路之外,其他任何电路在任何状态下电压不大于 35.0V (直流)和 16.0V (交流)。
- b) 停止作业时,切断动力蓄电池输出端与主回路之间的连接,其输出端口(与主回路连接)的电压为 0V (直流)和 0V (交流)。

4.4.4.2 充放电保护:

a) 主回路保护

动力蓄电池在充电状态下,其输出端与主回路应切断,其输出端口(与主回路连接)的电压应为 0V (直流)和 0V (交流)。

b) 充电过压保护

动力蓄电池应有充电过压保护功能。当动力蓄电池的充电电压值大于制造商明示的充电过压保护值时,其应在 1S 内切断充电电路。动力蓄电池判断充电过压的精度误差应为 $\pm 1\%$ 。

c) 充电过流保护

动力蓄电池应有充电过流保护功能。当动力蓄电池的充电电流值大于制造商明示的充电限流保护值时,其应在 1S 内切断充电电路。动力蓄电池判断充电过流的精度误差应为 $\pm 5\%$ 。

d) 放电保护

功能型无人车动力蓄电池应有放电过流保护功能。动力蓄电池在放电过程中,当放电总电流(主回路电流加 次回路电流)达到车辆最大工作电流(取实测值与制造商明示的限流保护上限值的较大值)的 105%时,其应在 1S 内切断所有放电电路。动力蓄电池判断放电过流的精度误差应为 $\pm 5\%$ 。

车辆制造商明示的限流保护值应小于其配备蓄电池组明示的最大放电电流的 95%。

e) 温度保护

功能型无人车动力蓄电池应有温度保护功能。当动力蓄电池的充电工作温度高于制造商明示的最高充电工作温度或低于制造商明示的最低充电工作温度时,以及当动力蓄电池的放电工作温度高于制造商明示的最高放电工作温度或低于制造商明示的最低放电工作温度时,其应在 30S 内切断充电或放电电路。

4.4.4.3 保护措施

a) 功能型无人车应有动力蓄电池温度异常报警功能。当动力蓄电池的内部温度或某一单体电池的温度达到限值时,车辆或动力蓄电池应在 30S 内发出不低于 85dB (A) 的报警声音。

b) 采用锂离子动力蓄电池的车辆在任何状态下出现保护装置失效时,应能立即切断动力蓄电池的内部连接,且不能自动恢复连接。

4.5 主要部件要求

4.5.1 线控底盘

4.5.1.1 驱动系统

4.5.1.1.1 驱动系统机械要求

- a) 驱动系统轮端部件承载能力应能大于整车最大轮端载荷。
- b) 功能型无人车行驶过程中电机与制动器间不应产生拖滞,避免导致车辆失稳。
- c) 在指定工作循环中,驱动系统轮端部件应满足产品技术文件的要求。
- d) 驱动系统经过 AMS、下长坡、连续的驱动与制动交替进行的试验后,驱动系统应都能正常工作。

4.5.1.1.2 线控驱动系统故障诊断及处理

- a) 驱动系统应具有故障诊断功能,当子系统出现故障时应及时发送故障信息给整车控制器。
- b) 当功能型无人车出现故障时,驱动系统应进入跛行故障行车模式,使车辆以最低速度行驶或者能车辆缓慢靠边停车。

4.5.1.2 线控转向系统

4.5.1.2.1 线控转向机械要求

- a) 线控转向系统应满足 GB/T 17675 的要求,转向系统装配后,左右转向应灵活,无阻滞、抖动和急跳现象。线控转向系统应设置转向限位装置。
- b) 转向机构效能应与轴载质量相适应。
- c) 线控转向系统应具备冗余备份方案,在系统出现故障时,备份系统可提供不小于 50%最大转向力矩。
- d) 线控转向最大角速度应 $\geq 500^{\circ}/s$ 。
- e) 转向器额定功率应满足底盘长时工作工况,峰值功率应满足底盘载重原地转动轮胎时的负载 1min。
- f) 线控转向应满足整车车速设计要求,在全车速范围内可受控,具备可执行边界的限值。
- g) 转向器应有过热保护功能,系统温度过高时可降低功率运行。

4.5.1.2.2 线控转向通信速率要求

线控转向控制指令和反馈报文周期应 $\leq 10ms$ 。

4.5.1.2.3 线控转向控制精度要求

应具有转向角度范围应符合产品技术文件的要求，角阶跃试验超调角小于目标值的 10%，超调时间应小于 200ms；转向角控制精度应小于等于 1° ，转动执行最大时延不大于 300ms。

4.5.1.2.4 线控转向系统功能安全要求

线控转向系统功能安全等级应达到 ASIL D。

4.5.1.3 制动系统

4.5.1.3.1 制动系统必须装有彼此独立的行车制动装置和驻车制动装置。行车制动装置和驻车制动装置应兼有应急制动的功能。

4.5.1.3.2 制动系统应装设不少于两条独立回路作为冗余备份，当其中一条回路故障失效时，其余部分不受影响，且整车的制动效能不低于原设计值的 30%。

4.5.2 功能模块

4.5.2.1 功能模块不可超过车辆规定的长、宽、高；

4.5.2.2 功能模块的质量不应超过车辆规定的最大载重能力；

4.5.2.3 行驶过程中，功能模块应可靠固定；

4.5.2.4 功能模块应采用模块化设计，便于功能扩展和升级；

4.5.2.5 功能模块应能够根据业务需求增加新的新的功能。

4.5.3 照明、信号装置和其他电气设备

- a) 功能型无人车外部照明和信号装置的数量、位置、光色和最小几何可见度应符合 GB 4785-2019 的规定。对称设置、功能相同的灯具的光色和亮度不应有明显差异。照明和信号装置的任一条线路出现故障，不允许干扰其他线路的正常工作。
- b) 功能型无人车的前照灯的远光光束及发光强度按 GB/T 18320-2008 中 4.5.2 中规定。
- c) 功能型无人车的远近光灯应按 GB/T 18320-2008 中 4.5.3 中规定。
- d) 功能型无人车的危险信号装置和转向灯装置按 GB/T 18320-2008 中 4.5.4 中规定。
- e) 功能型无人车的前、转向信号灯、危险警告信号及制动灯白天在距其 100m 处应能观察到其工作状态，后位灯夜间好天气时在距其 300m 处应能观察到其工作状态；制动灯的发光强度应明显大于后位灯。
- f) 功能型无人车应在车身后部及侧面安装或粘贴同一类型或等级的非三角形回复反射器以起到警示作用，应符合 GB 11564 要求。
- g) 功能型无人车的非三角形后回复反射器安装数量、安装位置、间隔距离及几何可见度应符合 GB 4785-2019 中 5.14 要求。
- h) 功能型无人车的非三角形侧回复反射器安装数量、安装位置、间隔距离及几何可见度应符合 GB 4785-2019 中 5.17 要求。

4.5.4 轮胎

- i) 功能型无人车底盘同一轴上的轮胎规格和花纹应相同，轮胎规格应符合整车制造厂的出厂规定。轮胎负荷不应大于该轮胎的额定负荷，轮胎气压应符合该轮胎承受负荷时规定的压力。轮胎螺栓应完整齐全，并应按规定力矩紧固。
- j) 车轮内应装有胎压监测装置并预留监测接口，支持通过 CAN 总线上传胎压信息。

4.5.5 云平台

- 4.5.5.1 云平台应实时监控功能型无人车的状态，包括电池电压、电池温度、速度、任务信息、功能模块信息等；
- 4.5.5.2 云平台能够根据车辆信息和安全策略进行异常事件报告；
- 4.5.5.3 云平台具备多车协调能力，能够合理分配任务，规避潜在冲突，提高作业效率；
- 4.5.5.4 云平台应支持专业人员对功能型无人车的远程干预和接管操作，在接管请求响应后不超过0.5秒内完成控制权转移。

5 特定要求

5.1 防火阻燃安全

功能型无人车所用非金属材料防火阻燃性能应符合 GB 17761 要求，如下：

- 5.1.1 所有电气回路及其连接的电气部件（如充电回路、电气开关、短路保护装置、电源连接器、接插件等，导线除外）所含非金属材料的燃烧性能，应符合 GB/T 5169.16 中 V-0 级的要求。
- 5.1.2 与电池组直接接触的非金属材料（如电池仓等）的燃烧性能等级应符合 GB/T 5169.16 中 V-0 级的要求。
- 5.1.3 所有电气回路导线垂直火焰蔓延应 $\leq 425\text{mm}$ 。
- 5.1.4 其他非金属材料（如装饰性部件、挡泥板等，但轮胎除外）的燃烧性能应符合 GB/T 5169.16 中 V-1 级的要求。对于易弯曲的薄试样以及有超过 1 个遇火蜷缩但不起燃的试样，其燃烧性能应符合 GB/T 40302 中 VTM-1 级的要求。

5.2 防护等级

- 5.2.1 功能型无人车防护等级应符合 IP67 要求。

5.3 关键参数

整车整备质量及最小转弯半径范围见表3。

表 3 整车整备质量及最小转弯半径范围

类型	整车整备质量 M	最小转弯半径 R
无人物流车	$500\leq M\leq 1500\text{kg}$	$M<700\text{kg}, R\leq 3\text{m}$
		$M>700\text{kg}, R\leq 5\text{m}$
无人巡逻车	$200\leq M\leq 1500\text{kg}$	$L<2\text{m}, R\leq 3\text{m}$
		$L>2\text{m}, R\leq 5\text{m}$
无人零售车	$500\leq M\leq 1500\text{kg}$	$M<700\text{kg}, R\leq 3\text{m}$
		$M>700\text{kg}, R\leq 5\text{m}$
无人清扫车	$200\leq M\leq 4000\text{kg}$	$L<2\text{m}, R\leq 3\text{m}$
		$2>L>4\text{m}, R\leq 5\text{m}$
		$L>4\text{m}, R\leq 9\text{m}$

5.4 环境适应性

车辆环境适应性见表4。

表 4 环境适应性

类型	所具备环境适应能力
无人物流车	应具备仓库和城市道路下自动驾驶能力，具有但不仅限于交通标志识别、交通标线识别、交通信号灯识别、障碍物识别、功能任务识别、道路环境识别等。

无人巡逻车	应具备夜间和恶劣天气下自动驾驶能力，具有但不仅限于轨迹跟踪、交通标志识别、交通标线识别、交通信号灯识别、障碍物识别、功能任务识别、道路环境识别等。
无人零售车	应具备城市街道、公园、居民区等环境下自动驾驶能力，具有但不仅限于交通标志识别、交通标线识别、障碍物识别、功能任务识别、道路环境识别等。
无人清扫车	应具备城市街道、公园、居民区等环境下自动驾驶能力，具有但不仅限于交通标志识别、交通标线识别、障碍物识别、功能任务识别、道路环境识别等。

5.5 无人物流车

5.5.1 功能要求

- 5.5.1.1 货柜应具备自锁能力。
- 5.5.1.2 应具备货物管理能力，能够实时监测货物的状态、数量和位置，确保货物的安全和完整。
- 5.5.1.3 宜具备自动化的货物装卸设备。

5.6 无人巡逻车

5.6.1 功能要求

- 5.6.1.1 无人巡逻车应具备事件识别能力，发现异常情况及时发出警报。
- 5.6.1.2 无人巡逻车应具备应急响应能力，如自动追踪、现场处置等。
- 5.6.1.3 无人巡逻车应具备长续航、快速充电的能力。

5.7 无人零售车

5.7.1 功能要求

- 5.7.1.1 无人零售车应具备自动化交易系统，系统支持顾客自主选购、支付和取货，系统应确保交易过程的安全性和准确性。
- 5.7.1.2 无人零售车应具备智能服务系统，能够为顾客购物提出建议。
- 5.7.1.3 无人零售车应具有潜在客户识别系统，能够精准识别潜在顾客。
- 5.7.1.4 无人零售车应具有恒温货柜。

5.8 无人清扫车

5.8.1 功能要求

- 5.8.1.1 无人清扫车应配备清扫设备和垃圾分类系统。
- 5.8.1.2 无人清扫车应具备好的稳定性，适应不同气候和道路条件的工作。
- 5.8.1.3 无人清扫车应具备长续航、快速充电的能力。

6 试验方法

6.1 车辆技术检验项目及方法

功能型无人车的车辆基础技术检验项目及方法详见表5。

表 5 车辆基础技术检验项目及方法

序号	检验项目		检验方法
1	整车与外观	外廓尺寸	使用皮尺测量车辆的长宽高。
2		车辆整备质量	使用地磅测量车辆的整备质量。
3		尖锐物与凸起物检查	检视车身外部是否有使人致伤的尖锐凸起物。

4		外部照明和信号装置	检视转向信号灯、制动灯、倒车灯、前照灯以及故障信号灯是否齐全、完好、有效。
5		反射器	检视转反射器安装是否齐全、外观是否完好、功能是否有效。
6		轮胎	测量轮胎花纹深度； 检视轮胎破损情况。
7		紧急停止装置	检视车辆是否具有紧急停止装置。
9	车辆 部件 检查	骨架	检视车架变形、锈蚀、弯曲裂纹情况；骨架表面涂层是否完好。
10		紧固件	检视螺栓、螺母缺少或松动情况。
		直流充电插座	检视车辆电平台和外接电源的保护接地是否有端子相连接
11		管路/线束	对于固定在车架的管路/线路采用目测的方法，对于轮端的管路和线束，转动转向轮观察管路/线路是否干涉、摩擦等现象。
12		漏水/漏油情况	将车辆静置 1h，观察各个管接头，油管，水管是否存在漏水漏油的现象。
13		悬架系统	检视悬架弹簧是否有变形，密封件是否有裂纹及球头销是否有松旷等情况。
14		转向系统	检视转向器是否固定牢固； 检视转向节臂、横拉杆及球头销有无裂纹、损伤或松旷情况。
15		驱动系统	检视电机是否会与制动盘卡滞，电机是否有异响。

6.2 温度循环试验

功能型无人车在装配完成后应按照GB/T 2423.22-2012试验方法进行试验，验证功能型无人车在低温（-40—85℃）的温度条件下底盘各系统功能状态是否正常。

6.3 驱动系统试验

对分布式驱动系统，按 T/CSAE 190.3 相关试验方法进行。

6.4 转向系统试验

转向系统的试验准备按T/CSAE284.3-2022中6.1进行准备，转向行程测试、阶跃响应测试、正弦跟随测试、故障性能测试以及系统切换测试T/CASE 284.3-2022中6.2的规定进行试验。

6.5 制动系统试验

制动系统的制动性能按GB/T 3565.4—2022中4.6.3描述的方法进行试验。

6.6 动力蓄电池试验

6.6.1 动力蓄电池安全性能试验

动力蓄电池的安全性能试验，按GB 38031的规定试验。

6.6.2 动力蓄电池放电容量试验

动力蓄电池放电容量试验，按GB/T 31486中6.2进行测试。

6.6.3 动力蓄电池寿命试验

动力蓄电池寿命试验，按GB/T 31484中6.4进行测试。

6.6.4 动力蓄电池充电时长试验

在动力蓄电池处于最低电量的状态下,使用车辆使用说明书规定的充电插头进行充电,从功能型无人车检测到充电机处于充电状态下开始计时,直至整车电量 $\geq 90\%$,记录充电时长。

6.6.5 动力蓄电池最低电量要求

将功能型无人车的动力蓄电池处于最低电量的状态下,将车辆处于干净、平坦的道路上,通过遥控驾驶或者无人驾驶的方式,从静止开始,释放驻车,当车辆稳定行驶速度 $\geq 5\text{km/h}$ 开始计算里程,记录车辆完全无法移动时的里程数以及车上各个电器系统的运行状态,是否会出现因供电不足出现工作不良。

6.7 自动驾驶系统试验

功能型无人车自动驾驶系统试验,按GB/T 41798-2022中6 试验方法、GB/T 44719-2024中5 试验方法及要求进行试验。

6.8 动力性试验

6.8.1 最高车速试验

试验前将功能型无人车加载至其设计应用场景下所允许最大满载质量,增加的质量应均匀分布。功能型无人车在平直的跑道上进行加速,使功能型无人车驶入测量区前能够达到最高稳定车速,测量并记录该车速,重复上述测试过程,记录3组数据,取3组数据的算术平均值。

6.8.2 爬坡度试验

试验前将功能型无人车加载至其设计应用场景下所允许最大满载质量,增加的质量应均匀分布。试验方法按照GB/T 18385中7.6的规定进行,调整测功机使其增加一个相当于20%坡度的附加载荷,观察四轮是否能平稳在测功机上运行。调整测功机使其增加一个相当于4%和12%的坡度附加载荷,记录此时底盘实际的爬坡速度,记录3组数据,取3组数据的算术平均值。

6.9 稳定性试验

6.9.1 侧倾稳定性试验

试验前将功能型无人车加载至其设计应用场景下所允许最大满载质量,试验方法应符合GB/T 14172的规定。

6.9.2 操纵稳定性测试

对于功能型无人车的操纵稳定性测试,按GB 17675-2021、QC/T 1081-2017相关试验方法进行。

6.9.3 车辆转向不足的测试

当功能型无人车转向车轮转到约最大转向角的一半,且车速不低于 10km/h 时,发送指令使转向操纵装置固定在这一位置,底盘应维持在原来的转向半径轨迹上或转向半径变大。

6.9.4 最小转弯半径的测试

- 在前外轮和后内轮胎面中心的上方,在车体离转向中心最近点和最远点垂直地面方向,分别装行驶轨迹显示装置。
- 功能型无人车以低速行驶,方向盘转到极限位置,保持不动,待车速稳定后启动显示装置,使各测点分别在地面上显示出封闭的运动轨迹之后,将车开出轨迹外。
- 用钢卷尺测量各测点在地面上形成的轨迹圆直径,应互相垂直的两个方向测量,取算术平均值作为试验结果。
- 功能型无人车向左转和向右转各测定一次。

6.9.5 直线行驶稳定性

6.9.5.1 加速平衡性性能试验

对于直线加速行驶稳定试验,按GB/T 41600-2022相关试验方法进行。

6.10 电气试验

对于功能型无人车电气系统的试验，按GB/T 18384-2020相关试验方法进行。

6.11 淋水试验

将试验底盘驱动轮离地，试验前使得车辆处于“Ready to Go”的状态，采用符合GB/T 4208中规定的喷头晒水设备，向底盘各个角度持续喷水5min。试验结束后，擦干底盘水渍，对试验底盘进行绝缘电阻测量，结束后将底盘档位调整至D挡，释放驻车，底盘从静止开始加速，车速能稳定速度 $\geq 5\text{km/h}$ ，即可视为合格。

7 使用说明

概述

凡提供给用户的功能型无人车及可拆卸式的属具都应附有中文说明书，该说明书应包括操作说明和定期维护说明，并指出所有已被确认的危险。

由制造商或其授权代表的专业人员。

7.1 使用说明书

使用说明书应至少包含下列信息：

- a) 制造商或其授权代表的名称和地址；
- b) 整备质量以及最大允许载荷；车辆及其附件的描述；
- c) 所允许可拆卸式功能模块及其装配注意事项；
- d) 允许使用的轮辋以及充气胎的气压；
- e) 储能装置及充电器的技术参数；
- f) 储能装置充电程序和说明；
- g) 安全装置和警示标志的说明。

7.2 车辆操作说明

使用说明书应有提醒操作者的安全注意事项，至少包含下列信息：

- a) 使用车辆前应仔细阅读使用说明书，缺乏使用说明书会导致事故；
- b) 车辆及附件的预期用途及危险误用的示例；
- c) 操控装置和显示装置的功能；
- d) 有/无乘员的操作说明；
- e) 故障车辆牵引说明，例如牵引点或者举升点信息说明；
- f) 不得私自改装车辆或改变车辆用途；
- g) 冷却系统在膨胀水箱盖子控制的压力下工作；当系统发热时，卸下该盖是危险的，应注意要慢慢拧盖子，在盖子完全拧下前应先停下使压力释放；在膨胀水箱压力盖没有卸下前，不得卸下散热器顶部的盖子；
- h) 行驶时所有车门应锁止，严禁车门未关闭时行驶；
- i) 维修电路前应切断电源总开关。

8 试验规则

8.1 检验类别

检验类别包括出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

每台车辆必须经生产厂质量检验合格，并签发合格证后，方能出厂。

8.3 型式检验

- a) 有下列情况之一时，应进行型式检验：
- b) 新产品或老产品转厂生产时；
- c) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变可能影响车辆性能时；
- d) 停产一年后，恢复生产时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

9 标志

每台车辆在前轴右侧底架的易见部位打上VIN码。各指示器及信号标志应满足GB/T 4094.2的要求。

10 包装

10.1 强度

预先应掌握内装物的强度及脆值等因素，采用适当缓冲技术措施。选择内装物强度较大的位置作为支持点，施加固定或缓冲技术措施，选择有利于装卸稳定的包装单元及包装容器，应符合GB/T 12123要求。

10.2 耐水、耐潮性

对于耐水及耐潮性，应考虑如下因素：

- a) 不受水及潮气影响的产品，可采用花格箱、捆扎包装、底盘包装或裸装等；
- b) 易受水影响的产品，可采用防水容器或防水包装等；
- c) 易受潮气影响的产品，可采用防潮包装或防水材料进行防潮包装。

10.3 耐腐蚀性

对于易腐蚀产品，要考虑流通环境条件，采取防锈处理及防水或防潮包装。

11 运输

- a) 运输时应使用所有电气线路处于非导通状态。
- b) 拖拽时，应确保电机非发电状态。
- c) 运输过程中，包括附件、随车工具，应保证在正常运输中不致损伤和丢失。
- d) 运输过程中，应使用雨蓬，避免风沙、雨雪等的侵蚀，以确保电气设备不受潮。
- e) 运输车辆时，位置应尽可能远离火源、热源、高压线、易燃、易爆等危险物品，并设置高压警示标志。

12 存贮

- a) 车辆贮存时应使所有电气线路处于非导通状态。
- b) 车辆应存放于专用场地，如需放在室外，应采取防雨防晒措施，并避免存放在潮湿或低洼地带。

- c) 长时间放置的车辆，应有专业人员对车辆、关键零部件及功能模块进行定期检查和维护。

附 录 A
(规范性)
车辆产品标牌

A.1 功能型无人车产品标牌应标明的内容及规范见下表 A.1。

表 A.1 功能型无人车产品标牌

标示项目	规范	适用范围
品牌	包含完整标示中车辆品牌，如“品牌：XXX”	所有功能型无人车
整车型号	完整车辆应表示整车型号，非完整车辆表示底盘型号	所有功能型无人车
制造年月	至少应标示出车辆制造完成时的年份和月份，如“2024-12”	所有功能型无人车
生产厂名及制造国	应标示制造厂名称全称，如“生产厂名：XXX” 应标示制造国，如“制造国：中华人民共和国”	所有功能型无人车
驱动电机最大净功率/转速	驱动电机最大净功率单位为kW，数值多标示到小数点后1位 转速单位应为r/min，数值标示到个位	所有功能型无人车
最大总质量	单位为kg，数值标示到个位	所有功能型无人车