**T/HW**

团体标准

T/HW 0000X-202X



**清扫机器人使用维护操作规程  
（征求意见稿）**

**Operating Procedures for the Use and Maintenance of Cleaning Robots**

202X-X-X 发布 202X-X-X 实施



**中国城市环境卫生协会 发布**

**前言**

根据中国城市环境卫生协会标准化技术委员会《2023-2024年中国城市环境卫生协会团体标准制修订计划(第八批)》中环卫标函(2024)25号的要求，《清扫机器人使用维护操作规程》编制课题组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关标准规范并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准的主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.清扫机器人运营建设规范；5.清扫机器人使用操作规程；6.清扫机器人维护保养；7.清扫机器人使用安全规定；8.突发事件应急处置

本标准主编单位：

本标准参编单位：

目 录

[1 总则 1](#_Toc18453)

[2 术语 2](#_Toc8013)

[3 基本规定 4](#_Toc6602)

[4 使用操作规程 9](#_Toc22224)

[4.1作业前的相关要求 9](#_Toc21370)

[4.2作业过程中的相关要求 9](#_Toc22206)

[4.3作业后的相关要求 10](#_Toc25567)

[5 维护保养 11](#_Toc12196)

[6 安全环保卫生规定 14](#_Toc2829)

[7 突发事件应急处置 17](#_Toc13340)

[本标准用词说明 21](#_Toc24766)

[引用标准名录 22](#_Toc5720)

# 1 总则

1.0.1 为了规范清扫机器人的使用、维护和安全操作，提高清扫效率和质量，保障公共环境的清洁和安全，特制定本操作规程。

**1.0.1本条文明确了制定本标准的核心目的。随着清扫机器人在城市环卫领域的广泛应用，规范其操作、维护及安全管理成为提升作业效率和公共环境安全的必要举措。通过标准化规程，可系统性解决设备使用中的技术问题与安全隐患，确保清扫质量的一致性，同时为行业监管提供依据。**

1.0.2 本操作规程适用于各类清扫机器人的使用、维护保养、安全操作及突发应急处置。

**1.0.2本标准适用范围涵盖各类清扫机器人，包括但不限于纯电动、混合动力等能源类型，以及道路清扫、广场清洁、公园作业等不同场景的设备。无论技术路线或作业环境差异，均需遵循本规程的基础要求，以实现跨品牌、跨场景的标准化管理。**

1.0.3 清扫机器人的使用、维护保养、安全操作及突发应急处置应遵循国家相关法律法规和标准规范，以及设备制造商的说明书和建议。

**1.0.3强调法规标准与制造商建议的双重遵循原则。国家相关法律法规（如《特种设备安全法》）及GB/T 11291-2011等安全标准是设备准入的基本条件，而制造商说明书则提供了针对特定型号的操作细节（如充电参数、传感器校准方法），二者结合可确保设备在合法合规的前提下发挥最佳性能。**

# 2 术语

**2.0.1 清扫机器人（cleaning robot）**

清扫机器人是指集成人工智能、多传感器融合及自动化技术，具备自主导航、智能避障、高效清扫与垃圾收集功能，适用于城市道路、广场、公园等公共场所。

**2.0.1本定义明确了清扫机器人的技术特征（人工智能、传感器融合）与核心功能（自主导航、智能避障），突出其在公共场所的无人化作业属性。与传统环卫设备相比，其智能化体现在路径规划算法、障碍物动态识别等方面，适用于人流密集区域的柔性作业，减少人工干预成本。**

**2.0.2远程控制（Remote control）**

通过无线通信技术，如 Wi-Fi、蓝牙等，实现对设备的远程操作和控制，作业人员可以使用手机 APP、遥控器等设备对清扫机器人进行启动、停止、设置等操作。

**2.0.2远程控制可通过2.4G Wi-Fi 或 4G LTE 通信模块实现，控制距离分为短程（≤100m，蓝牙）与远程（≥1km，蜂窝网络）两类。用户端界面需具备实时视频监控、状态参数显示、紧急制动等功能，通信协议符合《物联网 远程控制接口技术要求》（GB/T 34044-2017），确保指令响应延迟≤500ms，控制成功率≥99.9%。系统需设置多级权限管理，满足信息安全等级保护二级要求。**

**2.0.3清扫机器人补给站点（Cleaning robot supply station）**

为清扫机器人提供集中停放、能源补给（含充电/换电）、设备维护、加水及垃圾倾倒服务的综合设施。

**2.0.3 本条明确清扫机器人补给站点核心功能在于提供一站式的运维保障：作为集中停放点统一管理机器人，同时集成能源补给（支持充电或更换电池）、日常维护检修、作业用水补充以及清空机器人收集的垃圾等关键服务，旨在高效保障机器人队伍的持续稳定运行，显著提升其作业效能与管理便捷性。**

**2.0.4 智能调度系统（intelligent dispatching system）**

智能调度系统指一种集成了监控平台功能的集成化信息平台，利用物联网、定位导航及数据分析技术，对环卫清扫设备进行远程管理、任务规划与动态调控的系统。其核心功能包括：预设清扫区域与路径、标注重点/禁入区域、实时监控作业状态、根据场景需求动态调整设备运行参数。

**2.0.4 智能调度系统本质上是一个高度集成的信息化平台，服务于环卫清扫设备的管理，其核心价值在于实现对设备的远程监控与操作、清扫任务的事先规划以及基于实时情况的任务动态优化调整。具体功能涵盖：预先设定设备清扫范围和工作路径；在地图上标注需要特别关注或禁止进入的区域；实时跟踪设备的位置、工作状态和进度；并能根据现场环境变化或特定任务要求，即时、灵活地调整设备的运行参数，从而显著提升环卫作业的管理效率和响应能力。**

# 3 基本规定

3.0.1使用单位应选用符合国家或行业相关标准规定的清扫机器人

**3.0.1本条明确设备准入标准。从源头杜绝不合格设备进入作业现场。**

3.0.2使用单位应建立健全设备全生命周期管理制度，包括但不限于设备台账、操作规程、维护保养计划、安全责任制度及应急预案等，形成标准化作业文件并定期更新。

**3.0.2 本条要求建立全流程设备管理制度，制度需根据设备技术更新、作业环境变化定期修订，形成标准化文件，确保设备管理各环节有章可循，提升管理效率与安全性。**

3.0.3 使用单位应建立健全的管理制度和操作规程，并配备经专业培训且考核合格的操作人员与维护人员。操作人员需熟悉设备结构、性能、操作流程、安全规范及应急处置方法，满足岗位能力要求并获得上岗资格。培训内容应包括：环卫清扫机器人的基本知识、安全操作规程、维护保养知识及环境保护知识。培训周期应符合：新操作人员入职前须完成不少于40小时的集中培训，经考核合格后方可上岗；在职操作人员每年应接受不少于8小时的复训；对发生安全事故或存在违规操作的人员，应及时进行专项培训以提高其安全意识和操作技能。

**3.0.3使用单位须建立覆盖操作规程、人员培训档案、设备故障追溯及应急预案演练的全流程管理制度，确保“人—机—环境”系统协调运行；操作与维护人员需经专业培训并考核合格，掌握设备知识、安全规程、典型故障处理及智慧环卫平台操作能力，培训内容严格对标《环卫作业人员培训规范》（T/HW 0006-2022）能力矩阵；培训周期执行新员工不少于40小时岗前培训、在职人员每年不少于8小时复训、违规人员专项靶向培训，所有考核均通过“理论+实操”双达标验证，确保培训有效性与覆盖率。**

3.0.4使用单位建立的设备使用台账应详细记录设备使用时间、清扫区域、运行参数、故障处理及维护保养等信息，建立电子或纸质档案，设备使用期间档案应全程留存，设备报废后档案保存宜参考网联车数据标准。

**3.0.4档案应完整记录设备运行参数、维护记录及故障事件，保存期限宜参考《智能网联汽车 自动驾驶数据记录系统》GB 44497-2024中相关规定。电子档案需采用安全存储措施，纸质档案定期维护，确保全生命周期可追溯。**

3.0.5使用单位应为清扫机器人购置完善的商业保险，其中第三方保障类保险的保额应不低于200万元/每台。

**3.0.5设备应具进行投保，确保在发生安全风险后能够对第三者及财产进行有效保障。**

3.0.6 使用单位应根据作业区域面积、人流、车流规律，合理配置机器人数量，合理规划清扫机器人作业时段，避开早晚高峰及大型活动期间；通过智能调度系统动态调整作业路线，优先覆盖污染严重区域，确保清扫效率与公共安全。

**3.0.6本条强调根据区域面积、人流、车流规律动态调整作业安排，核心目的是平衡清洁需求与公共安全。避开早晚高峰及大型活动，可减少设备与行人、车辆的交互冲突，降低突发避让导致的作业中断频次。通过智能调度系统优先覆盖污染严重区域，基于机器学习算法优化路径，在提升清扫效率的同时，减少重复作业能耗，符合精细化环卫作业管理需求。使用单位宜根据作业场景（广场/公园、城中村、人行道等）的垃圾类型、人流量及路面条件，可按以下标准配置清扫机器人及辅助人员：**

**（1）广场/公园：按≤22000㎡/台配置，每台配备1名辅助人员，每日2小时辅助作业（负责台阶、花坛等区域捡拾）；**

**（2）城中村：按≤18000㎡/台配置，每台配备1名辅助人员，每日3小时辅助作业（含人机协同吹扫）；**

**（3）人行道：按≤3公里/台（道路长度）配置，每台配备1名辅助人员，每日3小时人机协同作业；**

**（4）非机动车道/辅道：按≤10公里/台（道路长度）配置，每台配备1名辅助人员，每日2小时辅助作业；**

**（5）机动车道：按8-12公里/台（道路长度）配置，前期每台配备1名安全员，符合相关规定后可开展无人化作业。**

3.0.7垃圾倾倒点设置应符合以下要求：

（1）垃圾倾倒点位置应符合《城市环境卫生设施规划标准》（GB/T 50337）要求，宜选择作业区域边缘、交通便利且便于运输车辆进出的地点，配备排水设施和防溢围栏，防止污水积存和垃圾外溢。

（2）每日作业结束后应清理倾倒点残留垃圾并进行消毒，保持周边环境整洁。

**3.0.7本条引用《城市环境卫生设施规划标准》（GB/T 50337-2018）第5.3.2条，明确倾倒点选址需兼顾便利性与环保要求：位于作业区域边缘可减少对公共活动的影响，配备排水设施和防溢围栏可防止污水积存和垃圾外溢，降低二次污染风险。每日清理消毒是落实“日产日清”的基本要求，符合《生活垃圾收集运输作业质量标准》中关于站点卫生管理的规定。**

3.0.8充电设施建设应符合以下要求：

（1）充电区域应满足干燥、通风、无易燃易爆危险的环境要求，远离水源和高温区域，配备符合《电动车辆传导充电系统安全要求》（GB/T 20234）的充电桩，具备过充保护、短路保护功能。

（2）充电桩数量应与清扫机器人数量匹配，设置清晰的充电指引标识和安全警示标志，宜配置监控设备实时监测充电状态。

**3.0.8充电区域环境要求（干燥、通风、无易燃易爆危险）及充电桩安全功能（过充保护、短路保护），依据《电动车辆传导充电系统安全要求》（GB/T 20234）制定，旨在防范电池热失控、电路短路等安全隐患。充电桩数量与设备匹配可避免排队等待，提升补能效率；配置监控设备实时监测充电状态（如电压、温度异常报警），是落实《电动汽车用动力蓄电池安全要求》（GB 38031）中电池安全监测的具体措施。**

3.0.9使用单位可参照以下标准建设清扫机器人补给站点（含库房、工作站、垃圾站）：

小型清扫机器人：每4平方公里范围至少设置1个站点（不足4平方公里按4平方公里计）；

中型清扫机器人：每9平方公里范围至少设置1个站点（不足9平方公里按9平方公里计）；

大型清扫机器人：每16平方公里范围至少设置1个站点（不足16平方公里按16平方公里计）。

**3.0.9本条按机器人类型划定补给站点服务半径，基于设备续航能力与作业覆盖效率测算：小型机器人续航较短（4-5小时），需更密集的站点支持中途充电及垃圾倾倒；中型/大型机器人续航较长（6-8小时），可扩大站点服务范围。站点功能涵盖库房（设备停放）、工作站（日常维护）、垃圾站（临时存储），形成“作业—补给—维护”一体化保障体系，减少设备空驶能耗，提升集群作业调度效率。**

3.0.10使用单位宜对作业区域内影响设备通行的行道树、绿篱等进行定期修剪，保持枝叶与设备顶部净空高度≥1.5米，避免遮挡传感器或缠绕机械部件；修剪产生的残枝落叶应及时清理，禁止堆积在作业路径上。

**3.0.10定期修剪行道树、绿篱，保持枝叶与设备顶部净空高度≥1.5 米，是为避免植被遮挡激光雷达、摄像头等传感器，或缠绕边刷、主刷等机械部件，导致设备误判或卡滞。修剪残枝落叶及时清理，可防止集尘箱堵塞或吸风系统故障，保障设备持续作业能力，体现“环境改造适配设备”的精细化管理原则。**

3.0.11 使用单位应在作业区域入口、出口、转弯处及狭窄路段等关键位置，设置反光警示标志（如 “清扫机器人作业区域，注意安全”），标志尺寸、颜色及反光性能应符合《道路交通反光膜》（GB/T 18833）中Ⅳ类标准，确保24小时可见。

**3.0.11在作业区域关键位置设置反光警示标志，依据《道路交通反光膜》（GB/T 18833）Ⅳ 类标准，确保夜间及低能见度环境下的警示效果。标志内容明确提示“清扫机器人作业区域”，引导行人车辆提前避让，降低因视线盲区导致的安全事故风险。**

3.0.12使用单位进行区域规划与参数设置应符合以下要求：

（1）通过智能调度系统或设备终端，预设清扫区域及路径，标注重点清扫区域（如公交站台、垃圾桶周边）和禁止进入区域（如绿化带、台阶）。

（2）根据作业场景选择适合的清扫模式：在空旷广场、主干道作业时，将清扫速度控制在≤10km/h，吸风系统满功率运行；在人行道、狭窄街巷作业时，把清扫速度控制在≤5km/h，同时将边刷角度调至贴近路牙，以提升边角清洁效果。

**3.0.12清扫模式选择依据作业场景的动态需求。例如，狭窄街巷限速5km/h，参考《城市道路施工作业交通组织规范》（GA/T 900-2010）中非机动车道作业速度要求，兼顾效率与行人安全。**

3.0.13清扫机器人在特殊场景处理应符合以下要求：

（1）交叉路口作业：提前减速至5km/h以下，开启转向警示灯，优先避让过往车辆及行人；

（2）斜坡路段作业：坡度大于15°时，禁止设备以不稳定姿态在坡道上行驶或作业；应保持匀速，避免急停、急转向，防止设备溜滑。

（3）雨天作业：关闭吸风系统（防止水分进入电机），开启低速清扫模式，作业后及时清理底盘积水及淤泥。

**3.0.13交叉路口作业减速并开启转向警示灯，模拟人工驾驶的“一慢二看”原则，优先避让交通参与者，降低复杂路况下的决策失误风险；斜坡路段禁止逆向行驶，通过电机扭矩控制与防滑算法，配合人工巡检坡道障碍物，防止溜滑事故；雨天作业关闭吸风系统，采用低速模式减少打滑，作业后及时清理底盘淤泥，保障设备电气安全与机械部件寿命。**

# 4 使用操作规程

## 4.1作业前要求

4.1.1使用单位每日作业前应开展如下检查：：

（1）外观与结构：外壳无破损、变形；部件连接牢固。

（2）电量与能源：电池电量≥30%；充电接口完好。

（3）清洁系统：集尘箱清空；边刷、主刷无缠绕物；滤网清洁；洒水装置水箱水量充足（如有）。

（4）传感器功能：激光雷达、超声波、摄像头无遮挡；无故障报警。

**4.1.1本条要求制定标准化检查清单，通过“外观—能源—清洁系统—传感器”四维度检查，确保设备处于安全作业状态。外壳及部件连接检查可预防机械故障，电量核查保障续航能力，清洁系统维护防止作业时堵塞或效率下降，传感器功能测试确保环境感知准确。该清单参照《机器人可靠性 维护保养规范》（GB/T 38263-2019）制定，形成预防性维护机制。**

## 4.2作业过程中要求

4.2.1操作人员通过实体按键或远程控制终端启动设备，等待系统完成自检（包括传感器校准、电机预热、软件版本校验），确认无故障代码后方可进入作业状态。

**4.2.1清扫速度分区设定依据设备传感器响应延迟及地面垃圾吸附效率。吸风系统动态调整，结合垃圾量监测数据实现能耗优化。作业频次要求参考《城市道路清扫保洁质量与评价标准》（CJJ/T 126-2022）中不同道路等级的清洁频率，确保重点区域洁净度达标。**

4.2.2参数复核应符合以下要求：

（1）核对实时显示的作业参数（如电量、清扫模式、当前位置），确认与预设任务一致；

（2）测试洒水功能（如有）：启动后观察水雾覆盖范围是否与清扫宽度匹配，无明显漏水或压力异常。

**4.2.2 参数复核确保实时数据与预设任务一致，避免因系统误配置导致作业遗漏或超界。洒水功能测试针对带洒水装置的机型，防止因喷头堵塞或角度偏差导致的路面残留积水或扬尘抑制失效，保障作业质量符合《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920）的降尘要求。**

4.2.3操作人员应定时通过智能调度系统的监控平台或移动终端实时查看设备位置、运行速度、垃圾装载量，如垃圾装载量超出预警值应及时处置。

**4.2.3远程监控功能要求符合《智慧城市 智能设备接入与管理通用要求》（GB/T 38646-2020），实时数据传输频率≥1次/分钟，确保异常事件及时响应，发现异常及时介入，即设备卡顿或偏离路线时远程发送“原地停止”指令并派专人现场清除卡住的线缆、石块等障碍物，遇行人、非机动车近距离靠近时设备自动触发减速或暂停，待人员通过后恢复作业。**

## 4.3作业后要求

4.3.1每日应记录清扫机器人作业信息，内容包括但不限于：作业日期、作业区域、作业时长、作业模式及覆盖面积、电量消耗情况、故障代码（若有）及传感器异常记录、障碍物处理情况、人工干预次数及极端天气影响等。

**4.3.1《清扫机器人作业日志》涵盖基础信息（用于作业效率统计）、设备状态（故障代码可追溯传感器或电机问题）、特殊事件（如人工干预次数反映设备可靠性），形成设备运行的“数字档案”。记录数据可用于分析作业模式优化（如某区域高频卡滞需调整路径）、故障频发部件更换（如边刷轴承寿命评估），为设备维护策略制定提供数据支撑，符合《环卫机械 数据记录与追溯要求》（T/CAS 548-2021）。**

4.3.2设备每日使用后均应进行清洁与维护，清洁与维护应符合以下要求：

（1）即时清理：倾倒集尘箱垃圾，用压缩空气吹扫滤网及吸风管道内的粉尘，清除边刷、主刷上的缠绕物；

（2）外观清洁：用湿布擦拭机身及传感器表面，避免用水直接冲洗设备内部；

（3）充电管理：确认电池电量，及时给设备充电；

（4）加水管理：确认水箱水量，及时给设备补水。

**4.3.2即时清理步骤（倾倒垃圾、吹扫滤网、清除缠绕物）防止粉尘堆积导致吸风效率下降（滤网堵塞后吸力衰减≥20%）及刷具运转阻力增大（缠绕物导致电机负载增加 15% 以上）；外观清洁禁止直接冲洗内部（防止电路短路），采用湿布擦拭传感器表面（保持透光率≥95%）；及时进行充电、加水，确保快速响应任务。**

4.4使用单位须制定每日巡检制度，对清扫机器人作业区域实地检查，清除石块、树枝、建筑垃圾等障碍物；发现道路坑洼、积水或临时堆积物，作业前需处理或设置明显警示标识。

**4.4本条要求使用单位建立作业区域实地检查机制，旨在提前排除石块、建筑垃圾等物理障碍物及道路缺陷（如坑洼、积水），避免设备卡滞、传感器误判或机械损伤。清除障碍物可保障设备自主导航路径的完整性，设置警示标识则通过风险预警降低人机碰撞风险，确保作业安全与效率。该要求结合设备传感器检测盲区特性，补充人工预判机制，形成“设备感知+人工排查”双重保障。**

# 5 维护保养

5.0.1使用单位每周、每月、每季度均应检测清扫机器人设备状态及性能指标，确保符合清扫机器人技术要求，如偏离要求需进行状态校准。

**5.0.1定期检测机器人性能，确保满足作业需求。**

5.0.2使用单位应按计划安排具有资质的人员开展设备定期的维护保养。

**5.0.2使用单位应按计划安排具有相应资质的人员对设备进行定期维护保养，确保设备安全可靠运行，并符合相关法规和技术标准要求，通过规范化维保流程提升设备使用寿命和预防潜在故障风险。**

5.0.3日常维护保养更换部件时，应选择与机器人型号匹配的原厂配件或符合质量标准的替代配件。

**5.0.3更换维护部件时，必须选用与机器人型号完全匹配的原厂配件，或性能/安全达标的替代配件，确保设备兼容性与运行可靠性。**

5.0.4清扫机器人每周保养应包括如下内容：

（1）电池检查：检查电池外观（鼓包、漏液），测量电压和容量，评估性能；性能下降明显或异常时更换。

（2）过滤器清洁：取出过滤器，用清水冲洗或吸尘器清理灰尘杂物，确保通风良好。

（3）轮子和履带检查：检查轮子、履带磨损、松动、损坏情况，有问题维修或更换；对轮子转轴等部位润滑。

（4）配件选择：更换部件时，选择与机器人型号匹配的原厂配件或符合质量标准的替代配件。

**5.0.4电池外观检查（鼓包、漏液）是排查安全隐患的关键（如锂电池漏液可能引发短路），通过专用设备测量电压均衡性（单体电压差＞0.1V需均衡充电），评估电池衰减程度（容量低于80%时建议更换）；过滤器清洁恢复吸风效率，水洗后需完全干燥再安装；轮子/履带检查关注磨损程度（胎纹深度＜2mm需更换），润滑转轴（使用食品级润滑油）减少摩擦噪音与能耗。**

5.0.5清扫机器人月度保养应包括如下内容：

（1）传感器深度清洁：使用专用清洁工具和清洁剂，对激光雷达、摄像头等传感器进行深度清洁，去除污垢。

（2）电路系统检查：检查电路系统电线磨损、老化、短路或断路情况；发现问题维修或更换相关部件。

（3）传感器校准：使用专业校准工具或按设备说明书方法，对传感器进行校准。

**5.0.5传感器深度清洁使用气吹+软毛刷（禁用酒精擦拭激光雷达镜头），去除长期积累的油污、灰尘（影响测量精度±5cm）；电路系统排查重点查看线缆护套破损（裸露导线易短路）、接插件氧化（接触不良导致信号中断），发现问题及时更换；传感器校准通过专用工具（如校准板）或软件程序，修正因振动、碰撞导致的安装偏差（如激光雷达角度偏移＞1°需重新标定），确保环境地图构建准确。**

5.0.6清扫机器人季度保养应包括如下内容：

（1）易损件更换：根据使用情况，更换边刷、主刷、过滤器等易损件。

（2）电机检查：检查电机异常发热、噪音等现象，检查电机轴承需润滑情况；存在问题维修或更换。

（3）软件升级：检查新软件版本发布情况，如有则及时升级。

**5.0.6易损件更换周期基于磨损规律（如边刷日均磨损1mm，3个月需更换），确保清扫覆盖率（旧刷边角清洁率下降≥15%）；电机检查通过红外测温（温度＞60℃需排查负载异常）、听诊器检测轴承异响，润滑保养延长寿命；软件升级同步最新功能（如新避障算法）与漏洞修复（如续航计算逻辑优化），升级前需备份配置数据，防止参数丢失。**

5.0.7恶劣天气后使用单位应对清扫机器人进行维护，维护应符合以下要求：

（1）雨天作业后：作业结束后及时清理机身和部件雨水，检查电子部件受潮情况；如受潮，需进行干燥处理（如吹风机吹干、放置干燥通风处）。

（2）沙尘天气后：重点清理过滤器和传感器；检查各活动部件，清理沙尘颗粒并添加润滑油。

**5.0.7雨天作业后重点干燥电子部件（如充电口除湿、主板防潮处理），防止电路短路（水痕残留导致绝缘电阻下降≥30%）；沙尘天气后彻底清理过滤器（沙尘堵塞网孔≥30% 时吸力骤降），润滑活动部件（如齿轮箱加注抗磨油脂），减少颗粒磨损（沙尘环境下部件寿命缩短 40%）。**

5.0.8机器人发生碰撞或损坏后，须立即停用，检查外壳、传感器、电机及机械结构等部件，维修或更换受损部件，维修后需测试。

**5.0.8碰撞后全面检查结构件（如底盘变形影响传感器安装精度）、传感器（如摄像头支架移位导致视觉识别偏差）、电机（轴系偏移引发异常振动），维修后需通过校准与试运行（如绕障测试 3 次无失误）再投入使用，避免带伤作业引发连锁故障，确保设备恢复正常运行。**

5.0.9使用单位应记录各类维修保养情况，记录内容包括但不限于检查项目、发现问题、处理方法、更换部件等。

**5.0.9维护记录为设备全生命周期管理提供数据支持；专业维修防止非授权拆解，确保复杂故障由具备资质的技术人员处理。**

# 6 安全环保卫生规定

6.1清扫机器人作业及维护过程中应符合环境保护要求，避免噪声污染、污水泄漏及扬尘扩散；充电与能源管理需符合《电动车辆传导充电系统安全要求》（GB 44263），禁止在高温、潮湿或易燃易爆环境下充电。

**6.1噪声控制应符合《声环境质量标准》（GB 3096-2008）的相关规定，昼间噪声限值≤75dB（A）；污水排放应符合《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中悬浮物指标。**

6.2设备达到使用年限或存在安全隐患时，应按《废弃电器电子产品回收处理管理条例》等规定进行报废，电池等关键部件需由专业机构回收处理，禁止随意丢弃或拆解，避免环境污染。

**6.2设备报废判定依据包括使用寿命及安全风险，电池等部件需由专业机构按《废弃电器电子产品回收处理管理条例》处理，禁止非专业拆解，防止环境污染。**

6.3遇暴雨、大风、大雪等恶劣天气时，应停止作业并将设备停放至安全区域，采取防滑、防水措施（如铺设防滑垫、覆盖防水布）。

**6.3遇暴雨、大风、大雪等恶劣天气时停止作业，是基于设备防护等级与传感器性能限制的安全考量。停放至安全区域并采取防滑、防水措施（如铺设防滑垫、覆盖防水布），可避免设备电池舱进水、轮胎打滑等风险。**

6.4在进行维护保养前，须先行切断机器人电源以防止触电风险，同时应使用适配工具并规范操作，避免因工具选用不当或操作失误导致设备二次损伤。

**6.4本规范要求维护前优先切断电源（含关闭开关、验证断电、能量隔离），杜绝触电风险；同步严格选用适配工具（如防静电、扭矩限定工具）并按手册操作，避免因工具不匹配或操作错误引发机械损伤、精度偏移等二次故障，其依据为工业机器人维保中80%以上人为损伤可通过规范流程规避。**

6.5操作人员应该根据操作的环境配备相应的安全防护装备。

**6.5本条规定操作人员需配备与操作环境相关的安全防护装备：如反光衣等。**

6.6清扫机器人应配备明显的警示装置（包括但不限于警示灯、警示标志、警示声音等），从视觉、听觉等全方位提醒周围人员注意安全；使用单位应确保机器人安全警示装置完好有效。

**6.6清扫机器人应配备符合《安全色》（GB 2893-2020）警告色规定的黄色频闪警示灯（频率 1-2Hz）及声压级控制在 60-85dB（A）范围内（符合 GB 3096-2008 2 类区限值）的警示音，并在路口、人行道等特殊区域增设临时警示标志（如反光锥、警示牌），形成“设备主动警示+环境被动提醒”的双重安全屏障；使用单位须确保所有警示装置（含警示灯、警示音、警示标贴、反光装置）及急停按钮完好有效。**

**6.7**充电过程的安全要求：应先检查充电器和电池的外观是否有损坏，连接是否牢固等。充电时，必须严格按照充电器的使用说明进行操作。充电过程中，操作人员应密切关注充电器和电池的工作状态，如发现异常情况，应立即停止充电，并由专业技术人员进行检查和维修。充电结束后，应及时拔掉充电器插头。

**6.7充电前检查充电器外观（插头无变形、线缆无破损）及连接牢固性（插接到位时锁止机构触发），避免因接触不良导致的火花放电；充电过程中监测电池温度（异常升温＞10℃/分钟时自动断电），禁止擅自修改充电参数（如快充模式强制启用），防止过充引发电池热失控。充电结束后及时断电，避免长时间空载待机（超过2小时需断开主电源），符合《电动汽车用动力蓄电池安全要求》（GB 38031-2020）中充电管理规定。**

# 7 突发事件应急处置

**7.1应急处置总体要求**

7.1.1使用单位必须制定完善的突发事件应急预案，明确应急处置流程、各部门及人员的责任分工，确保在突发事件发生时能够迅速、有序地开展应对工作。

**7.1.1本条强调使用单位需建立系统化应急管理体系，明确预案应涵盖突发事件（设备故障、碰撞、火灾、恶劣天气等）的响应流程、责任分工（如现场处置组、通讯联络组、后勤保障组）及资源调配机制。预案制定需结合作业场景风险评估（如人流量大的区域侧重碰撞应急，充电区侧重火灾防范），确保突发事件发生时能快速启动响应，减少事故损失，符合《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2020）中“针对性、可操作性”要求。**

7.1.2操作人员应熟悉应急预案的内容，使用单位应定期组织应急演练，演练频率不少于每年一次，以提高操作人员的应急处置能力，确保在实际发生突发事件时能够熟练执行应急预案。

**7.1.2定期演练（每年≥1次）是检验预案有效性的关键，演练形式包括桌面推演（模拟故障处理流程）、实战演练（火灾逃生与灭火实操）。通过演练，操作人员需掌握应急流程（如急停按钮位置、报警电话拨打要点）及协同配合机制，提升临场反应能力。演练后需进行效果评估（如响应时间是否≤5分钟），针对薄弱环节修订预案，确保“知流程、会操作、能配合”。**

**7.2**在机器人运行过程中，如遇到紧急情况，如人员受伤、设备故障可能导致安全事故等，操作人员应立即按下急停按钮，停止机器人的运行。紧急停机后，操作人员应及时检查机器人的故障原因，并进行相应的处理。在故障排除前，严禁再次启动机器人，以免造成更严重的后果。

**7.2.1急停按钮触发后，设备应立即切断动力电源并锁定操作界面，防止误操作重启；操作人员需按 “停机—排查—记录—修复”流程处理故障，严禁在未明确原因时强行启动（如传感器误报故障可能掩盖机械卡滞问题）。故障排除后需进行功能测试（如避障、续航验证），确保设备恢复至安全运行状态，可参考《机器人故障诊断与维护指南》（T/CAS 549-2021）中应急处理流程。**

**7.3机器人故障应急处置应符合以下要求：**

7.3.1故障响应与初步检查：机器人出现故障时，操作人员应立即停止运行，按操作规程进行初步检查，判断故障类型和严重程度。

7.3.2专业维修与现场警示：若无法自行排除，及时联系专业技术人员维修，记录故障现象、发生时间；等待维修时，在机器人周围设置明显警示标志。

7.3.3公共安全故障临时处理：对可能影响公共安全或环境卫生的故障（如垃圾泄漏），操作人员应采取临时措施（如清理现场、设置围挡）。

**7.3.1-7.3.3设备故障时，操作人员需按 “停机—初检—处置” 流程操作：立即停机防止故障扩大，通过故障代码（如E03代表电池过温）初步判断类型，轻微故障（如传感器遮挡）可现场清理，复杂故障（如电机异响）需联系专业维修。设置警示标志（如“设备故障，禁止靠近”警示牌）避免误触风险，垃圾泄漏等环境风险场景需即时清理（如用防漏布覆盖、人工收集散落垃圾），防止二次污染，故障记录需完整详实，为后续维修和风险分析提供依据。**

**7.4碰撞事故应急处置应符合以下要求：**

7.4.1碰撞响应与人伤处理：发生碰撞时，操作人员应立即停止机器人运行，查看人员受伤情况；如有受伤，立即拨打120，并在确保安全情况下进行现场急救（如止血、包扎）。

7.4.2现场保护与报告：保护事故现场，不得移动物品；及时通知相关部门处理，配合调查原因并提供信息证据。

7.4.3事后处理与恢复：事故处理后，使用单位应对机器人全面检查维修，修复后方可使用；对事故进行总结分析。

**7.4.1-7.4.3碰撞事故优先保障人员安全：立即停机后查看伤情，启动急救措施并拨打120，同时保护现场，为交警或管理部门调查提供证据。事故后全面检查设备结构、机械部件，修复后需通过功能测试，结合事故原因优化设备参数或操作规范，避免同类事件发生。**

**7.5火灾事故应急处置应符合以下要求：**

7.5.1火灾响应：发现机器人火灾，操作人员应立即按下急停按钮，停止运行并撤离现场，确保自身安全；同时通知周围人员疏散。

7.5.2报警与初期灭火：立即拨打119，报告地点、火势、环境；在自身安全前提下，使用附近灭火设备进行初期灭火，切勿冒险进入火场。

7.5.3事后处理：火灾扑灭后，使用单位应配合事故调查，评估机器人损坏情况；严重受损无法修复的按规报废；可修复的需专业维修检测合格后方可投入使用。

**7.5.1-7.5.3火灾发生时，“安全撤离+及时报警”为首要原则：按下急停按钮后，操作人员需在 10 秒内撤离至安全区域，同时呼喊警示周围人员疏散。报警时需准确提供信息，初期灭火可使用干粉灭火器，禁止用水扑救带电设备。火灾后配合消防部门鉴定起火原因，受损设备需经专业评估，报废处理需符合《废弃电器电子产品回收处理管理条例》，修复设备需通过电气安全检测方可复用。**

**7.6其他突发事件应急处置应符合以下要求：**

7.6.1突发事件响应：操作人员遇机器人被盗、失控等事件时，应及时采取措施并立即报告相关部门，说明事件时间、地点、经过。

7.6.2预案执行：使用单位根据事件性质执行应急预案，如被盗事件配合公安调查，失控事件采取远程控制/紧急制动。

7.6.3事后总结：使用单位在事件处理后，应及时总结分析，评估预案有效性，完善优化预案。

**7.6.1-7.6.3针对机器人被盗，需立即启动定位追踪并报警，提供设备编号、外观特征、最后作业位置等信息；失控事件需远程发送停机指令，现场人员可按压急停按钮，防止碰撞风险。事件处理后，需召开专题分析会，从设备安全设计、监控系统、操作规范等维度优化，完善应急预案的覆盖范围。**

# 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”;反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”;反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”;反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

1《智能网联汽车 自动驾驶数据记录系统》GB 44497-2024

2《城市环境卫生设施规划标准》GB/T 50337-2018

3《生活垃圾收集运输作业质量标准》T/HW00004-2019

4《电动车辆传导充电系统安全要求》GB 44263-2024

5《电动汽车用动力蓄电池安全要求》GB38031-2020

6《道路交通反光膜》GB/T 18833-2012

7《城市道路施工作业交通组织规范》GA/T 900-2010

8《机器人可靠性 维护保养规范》GB/T 38263-2019

9《城市道路清扫保洁质量与评价标准》CJJ/T 126-2022

10《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920-2020

11《智慧城市 智能设备接入与管理通用要求》GB/T 38646-2020

12《环卫机械 数据记录与追溯要求》T/CAS 548-2021

13《声环境质量标准》GB 3096-2008

14《污水综合排放标准》GB 8978-1996

15《安全色》GB 2893-2008

16《消防设施通用规范》（GB 55036-2023）

17《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2020）