

智能机器人

(2026 版)

城市空间场景应用指南



2026 年 1 月

前言

为总结与推广“十四五”期间智能机器人在环境清洁、安防巡检、物流配送、康养陪护等领域取得的成效，贯彻实施《“机器人+”应用行动实施方案》，响应《关于深化智慧城市发展、推进城市全域数字化转型的指导意见》《城市数字公共基础设施标准体系》《国务院办公厅关于加快场景培育和开放推动新场景大规模应用的实施意见》，推动将智能机器人系统纳入智慧城市发展框架，明确城市市场场景对机器人规模化、商业化应用的关键牵引作用，本指南系统梳理了智能机器人在城市空间应用的核心场景、技术要求和实施路径，以期为企业研发、产品选型、系统集成、运营管理及相关标准研制提供参考。

本指南共分为 11 个章节，主要内容包含 1 总则；2 应用概述；3 环境清洁；4 安全巡检；5 设施养护；6 物流配送；7 零售服务；8 导览接待；9 康养陪护；10 智慧停车；11 城市保障。

本指南于“2026 智能机器人城市空间应用场景大会”发布，由编制组负责具体技术内容的解释和说明。

主编单位：国家机器人检测与评定中心（重庆） 四川省机器人工程学会

重庆凯瑞机器人技术有限公司

参编单位：成都越凡创新科技有限公司 北京猎户星空科技有限公司 天府绛溪实验室机器人训练技术创新中心 北京智行者科技股份有限公司 布法罗机器人科技（成都）有限公司 奇勃（深圳）科技有限公司 广州高新兴机器人有限公司 杭州云象商用机器有限公司 四川新诚机器人科技有限公司 万勋科技（深圳）有限公司 浙江探诺科技有限公司 伊娃云智（成都）科技有限公司 西航投（成都）航天科技有限公司 国科础石（重庆）软件有限公司 成都高新蓉创芯华科技发展有限公司 四川犍小莱科技有限公司 西蜀智能科技（成都）有限公司 成都宜泊信息科技有限公司 火星加速器 山东中检校准技术有限公司 中国检验认证集团四川有限公司 中国矿业大学 中国人民财产保险股份有限公司重庆市分公司

主要起草人员：江山、刘翔、彭鹏、孙添飞、韩文香、施开波、魏敦文、周楠、赵洋、伏伟斌、欧强、吴瑞、陈宜君、张士鹏、吴翔、房锐、刘洪权、霍舒豪、付东洋、邹航宇、王雪松、周沛建、柏林、张翼、李伟、刘新明、王琳、张羽泽、王周、郭莉、张祎枢、王迪、胡松、李炳儒、万义才、徐剑、王佩、陈超、燕志强、陈亮、周琴、李博、刘典阳、杨曦、江林、谷国政、牛善栋、平凡、周星宇、赵军、童媛媛、廖秋菊、邓渝川、胡淞侨

1 总 则

1.1 “十四五”时期，我国机器人产业蓬勃发展，技术取得了显著进步。为进一步推进智能机器人在城市空间大规模推广应用，提供成本、场景、规则、信任等更深层次需求的解决方案，加快发展先进适用的智能机器人产品落地，经过深入研究，形成本指南。

1.2 本指南系统梳理智能机器人在城市空间应用的核心场景、技术要求、实施路径和预期成果，以期为企业研发、产品选型、系统集成、运营管理及相关标准研制提供参考。

1.3 本指南指导项目应用过程中，应符合国家和省市现行有关标准的规定。

2 应用概述

2.1 智能机器人为具有依靠感知其环境、和/或与外部资源交互、调整自身行为来执行任务的能力的机器人。智能机器人至少要具备以下三个要素：一是感知要素，用来认识周围环境状态；二是执行要素，对外界做出反应性动作；三是推理要素，根据感知要素所得到的信息，推理出采用相应动作进行反应。智能机器人通过分担清洁、巡检等重复人力劳动提升城市运行效率，凭借 24 小时预警增强公共安全，并以无人配送、康养辅助、零售服务等方式直接服务居民，共同提升城市生活品质与安全感。

2.2 本指南系统梳理了智能机器人在城市空间应用的核心场景、技术要求和实施路径，概括归纳智能机器人在环境清洁、安全巡检、设施养护、物流配送、零售服务、导览接待、康养陪护、智慧停车、城市保障及其他高价值场景的应用。为智能机器人系统纳入智慧城市发展提供参考。

2.3 本指南适用于为企业研发、产品选型、系统集成、运营管理及相关标准研制提供参考。

2.4 场景应用过程中，应采用合理的数据安全管理措施保证数据应用安全，如采用加密传输、权限控制和本地化部署等。

2.5 在不影响预期成果的前提下，鼓励优先采用国产大模型或相关软件平台开展应用。本指南所涉及的机器人，应符合国家强制性标准规定，宜符合国家推荐性标准规定。

2.6 各城市空间所适用的不同细分领域的解决方案，可参考表 2.6.1 所示，进行快速查找。城市空间使用的智能机器人，宜经有资质的国家第三方机构检测认证。

表 2.6.1 城市空间对应细分领域快速索引

序号	城市空间	细分领域	对应页码
1	商业综合体	室内地面清洁	10
		地下车库清洁	12
		高空立面清洁	17
		楼宇室内巡逻	20
		石材养护	28
		楼宇室内配送	33
		城市物流配送	38
		具身分拣（食品/药品/快递包裹）	41
		自助饮品服务（咖啡）	43
		即时零售服务	46
		迎宾与引导	51

		停车场智能调度与管理	67
		车辆充电对接服务	69
		城市安全巡检	77
2	写字楼	室内地面清洁	10
		地下车库清洁	12
		高空立面清洁	17
		室内外一体配送	31
		楼宇室内配送	33
		具身分拣（食品/药品/快递包裹）	41
		自助饮品服务（咖啡）	43
		停车场智能调度与管理	67
3	公寓	地下车库清洁	12
		高空立面清洁	17
		室内外一体配送	31
		楼宇室内配送	33
		城市物流配送	38
		具身分拣（食品/药品/快递包裹）	41
		即时零售服务	46
		陪伴与社交交互	58
4	会展中心	室内地面清洁	10
		石材养护	28
		室内外一体配送	31
		具身分拣（食品/药品/快递包裹）	41
		自助饮品服务（咖啡）	43
		即时零售服务	46
		迎宾与引导	51
		讲解导览	54
		灾情侦察与保障	72
5	酒店	室内地面清洁	10
		地下车库清洁	12
		高空立面清洁	17
		石材养护	28
		楼宇室内配送	33
		具身分拣（食品/药品/快递包裹）	41
		即时零售服务	46
		车辆充电对接服务	69
6	学校	室内地面清洁	10
		绿化养护	26
		室内外一体配送	31
		城市物流配送	38
		自助饮品服务（咖啡）	43
		即时零售服务	46

7	医院	室内地面清洁	10
		室内外一体配送	31
		楼宇室内配送	33
		城市物流配送	38
		具身分拣（食品/药品/快递包裹）	41
		即时零售服务	46
		迎宾与引导	51
		陪伴与社交交互	58
		康复训练辅助	62
		停车场智能调度与管理	67
		保障物资投送	75
8	住宅社区	室内地面清洁	10
		地下车库清洁	12
		室外总坪清扫	15
		室外区域巡逻	22
		绿化养护	26
		室内外一体配送	31
		楼宇室内配送	33
		具身分拣（食品/药品/快递包裹）	41
		即时零售服务	46
		陪伴与社交交互	58
		停车场智能调度与管理	67
		城市安全巡检	77
9	养老院	室内地面清洁	10
		楼宇室内配送	20
		城市物流配送	38
		迎宾与引导	51
		陪伴与社交交互	58
		康复训练辅助	62
		保障物资投送	75
10	交通枢纽（机场、地铁站、高铁站、火车站等）	地下车库清洁	12
		室外总坪清扫	15
		高空立面清洁	17
		楼宇室内巡逻	20
		室外区域巡逻	22
		石材养护	28
		室内外一体配送	31
		具身分拣（食品/药品/快递包裹）	41
		自助饮品服务（咖啡）	43
		迎宾与引导	51
		停车场智能调度与管理	67
		车辆充电对接服务	69

		灾情侦察与保障	72
		城市安全巡检	77
11	产业园区	地下车库清洁	12
		室外总坪清扫	15
		高空立面清洁	17
		室外区域巡逻	22
		绿化养护	26
		室内外一体配送	31
		城市物流配送	38
		具身分拣（食品/药品/快递包裹）	41
		即时零售服务	46
		讲解导览	54
		灾情侦察与保障	72
		保障物资投送	75
		城市安全巡检	77
12	工厂	楼宇室内巡逻	20
		绿化养护	26
		室内外一体配送	31
		楼宇室内配送	33
		工厂物料搬运	35
		灾情侦察与保障	72
		城市安全巡检	77
13	物流仓储中心	楼宇室内巡逻	20
		室内外一体配送	31
		楼宇室内配送	33
		工厂物料搬运	35
		城市物流配送	38
		具身分拣（食品/药品/快递包裹）	41
		停车场智能调度与管理	67
		灾情侦察与保障	72
		城市安全巡检	77
14	市政公共空间（公园、广场、政务中心、景区文旅等）	室外总坪清扫	15
		高空立面清洁	17
		室外区域巡逻	22
		绿化养护	26
		石材养护	28
		室内外一体配送	31
		楼宇室内配送	33
		具身分拣（食品/药品/快递包裹）	41
		自助饮品服务（咖啡）	43
		即时零售服务	46
		迎宾与引导	51

		讲解导览	54
		灾情侦察与保障	72
		保障物资投送	75
		城市安全巡检	77

3 环境清洁

3.1 室内地面清洁

3.1.1 目的意义

传统室内清洁依赖人工，存在成本高、标准不统一、效率波动大、特殊时段清洁不足等痛点，大型公共场所难稳定保障高频次全覆盖清洁，影响环境品质并增加管理难度。引入智能清洁机器人系统，以全流程自动化方案解决传统痛点，依托精准导航与感知技术，集成多功能清洁功能，可安全高效完成大面积清洁任务。其核心价值在于降低运营成本，提升清洁质量一致性，释放人力至高端岗位，强化场所智能化形象，实现“降本、提质、增效、塑形象”目标。

3.1.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1) 具备自主导航能力的室内地面清洁机器人，建议具备多传感器融合感知系统（如激光雷达、深度相机、超声波等），支持动态避障、精准定位与路径规划。

2) 支持扫吸-清洗-拖干-自清洁等多功能集成作业。

3) 标配或选配充电/补水/排污工作站，提高长期无人化运行能力。

4) 建议整机噪音 $\leq 60\text{dB}@1\text{m}$ ，适配办公、医疗等安静场所。

5) 支持云端管理或调度平台，对运行状态进行远程监控与管理。

（2）环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

1) 适用于瓷砖、大理石、木地板、环氧地坪等硬质地面。

2) 主要通行走廊与公共区域宽度建议 $\geq 0.8\text{m}$ ，转角区域应避免锐角阻挡。

3) 地面坡度建议 $\leq 10^\circ$ ，表面需基本平整。

4) 现场具备稳定 Wi-Fi 或 4G/5G 网络覆盖。

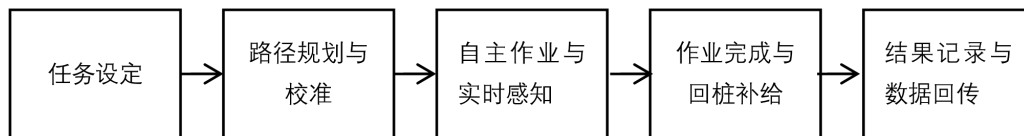
5) 建议划定固定停靠点与补给点，便于运行管理。

（3）系统与软件要求

方案提供商须：

- 1) 配置统一的机器人管理平台或调度系统。
- 2) 支持任务计划、区域划分、运行日志记录与数据统计。
- 3) 可与物业现有系统进行接口对接（如有需要）。
- 4) 建议具备远程升级与远程诊断能力，以降低维护成本。

3.1.3 应用流程



（1）任务设定：物业或运营方通过管理平台设定清洁区域、作业时间、清洁模式与频次，可按区域分级配置差异化策略。

（2）路径规划与校准：机器人基于建图结果自动规划最优作业路径，并结合现场环境进行动态调整，保证覆盖率与效率。

（3）自主作业与实时感知：机器人在作业过程中利用多传感器实时监测周边环境，自动避让行人与障碍物，可实现连续作业与中斷续航。

（4）作业完成与回桩补给：任务完成后机器人自动返回补给站进行充电与清洗维护，避免人工频繁参与。

（5）结果记录与数据回传：系统自动生成清洁面积、轨迹、耗时、异常情况等运行数据，为管理评估与持续优化提供依据。

3.1.4 预期成果

（1）管理减负与效率提升

机器人可承担大面积、高频次地面清洁任务，显著降低对人工重复劳动的依赖，提高单位面积清洁效率与人均产出。

（2）清洁品质稳定可控

通过标准化路径与参数配置，减少人为操作差异，提高卫生质量一致性，适应医院、酒店等高标准环境需求。

（3）运营数据可视化支撑决策

清洁覆盖率、运行时长、设备利用率等数据可被系统化记录，便于后续资源配置、人员排班与精细化管理。

（4）用户体验与空间形象提升

低噪音运行能够减少对办公、诊疗、住宿等安静环境的干扰，同时展示智能化管理水平，提升整体服务形象。

（5）长期综合成本优化

通过“设备投入+数字化管理”模式，降低人工强度和离职培训成本，形成可量化、可预期的运营体系。

3.1.5 适用空间类型参考

该方案适用于具备较大公共通行区域、对环境品质要求较高的城市空间，包括但不限于：

- （1）商业综合体、写字楼与酒店公共区域
- （2）医院、医疗中心等公共卫生场所
- （3）学校、培训机构等教育空间
- （4）住宅社区公共大厅与走廊
- （5）养老机构与公寓式住宅
- （6）大型体育馆、会展中心

在这些场景中，机器人可持续承担高频基础清洁工作，与人工形成优势互补，提升整体环境卫生与运营管理水平。

具备类似运营特征的其他空间亦可适用本方案。

3.2 地下车库清洁

3.2.1 目的意义

传统地下车库清洁存在高度依赖人工、人力成本高、作业环境恶劣、作业质量不稳定、夜间安全风险及管理不可量化等核心痛点。商用清洁机器人系统通过“云端任务规划—机器人自主执行—数据闭环反馈”的全自动化流程，将传统依赖于人的非标准化服务，转化为可预测、可衡量、可展示的标准化生产力资产，最终实现运营成本的结构优化、清洁效率的有效提升、环境服务品质的稳定改善，以及从传统劳动密集型模式向科技赋能、数据驱动转型，以全时段、标准化的智能作业重塑高端服务品质。

3.2.2 应用准备

(1) 硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1) 机器人本体：须具备自主导航（通常基于激光 SLAM 与视觉融合）、洗地功能模块、自主充电换水及包括减速带在内的越障能力与行人、机动车等避让能力。

2) 关键配套：需部署指定数量的自动充电换水工作站，并确保其点位供电稳定，能够自动上下电梯。

(2) 环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

1) 物理空间：车库车道净空高度 $\geq$ 机器人高度 + 安全余量（通常建议 $\geq 2.2\text{m}$ ），作业区域及转弯半径处通行区域地面平整（坡度通常要求 $\leq 5\%$ ），减速带高度符合国家标准，通常净高应不超过 5cm，净宽应满足机器人车体宽度 + 30cm 以上的安全余量，通常净宽不低于 100cm。

2) 地面材质：方案适用于环氧地坪、金刚砂、磨光水泥等硬质地面。对于排水沟槽，其宽度应小于机器人轮径的 1/4，或需加装盖板，确保机器人顺利通过。

3) 网络环境：需要车库有基本的 4G/5G 网络信号覆盖或专用 Wi-Fi 节点。

4) 补给设施和选址要求：工作站应部署在车库内非核心通行区、不占用标准车位且靠近水电接口的区域，需人工定期取出垃圾。建议选择环境相对干燥、通风良好的位置。工作站区域需提供 220V 交流电源，需接入排水管网（地漏）和给水管线（角阀）。

(3) 系统与软件要求

1) 操作平台：操作平台可使用手机 APP、小程序或者云端管理平台一键下发任务，查看当前机器人的运行状态、作业进度以及日常维护提醒。

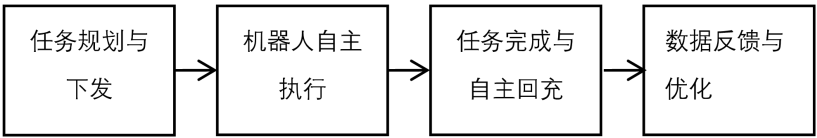
2) 管理平台：具备数字化地图管理功能，支持对机器人进行远程监控、实时定位、路径调整、任务规划。管理人员可远程查看机器人的剩余电量、水量及作业进度，实现对清洁任务的精细化排班。

3) 系统对接：若涉及跨楼层车库作业，系统必须具备标准化的梯控对接协议（如云端 API 或本地加装模块），实现机器人自主呼叫电梯并切换楼层。若需要穿过门禁系统，系统应支持与防火门、感应门等门禁系统联动，确保

机器人在执行任务时能够安全、顺畅地穿梭于不同分区。

4) 软件升级：系统需支持 OTA 远程更新，确保机器人能持续获取最新的避障算法与清扫模式，使资产具备持续进化的价值。

3.2.3 应用流程



(1) 任务规划与下发

保洁人员可通过清洁机器人车载屏幕、手机 APP、云端管理平台，进行清洁任务下发（如指定区域、清洁模式、执行时间），也可以通过机器人本体的控制设备触发自动定时清洁任务。

(2) 机器人自主执行

1) 自动出勤：机器人将按指令或计划从工作站自主出发，通过已建地图、规划路径与实时感知（激光、视觉等）进行导航，安全避让动态与静态障碍物。

2) 清洁作业：抵达作业区域后，自动启动所需的清洁任务模式，根据任务模式进行主通道及车位清洁，并按区域和时间要求完成作业。

3) 跨区通行：如需跨楼层作业，机器人将自动呼叫电梯，通过协议对接完成楼层转换。

(3) 任务完成与自主回充

完成预设任务后，机器人将自动返回工作站进行自主充电换水，并通过自研云平台上报“任务完成”状态与基础数据。

(4) 数据反馈与优化

小程序同步生成本次任务的执行报告（含作业时长、覆盖面积、能耗等）。

3.2.4 预期成果

(1) 内部运营优化

通过地下车库清洁机器人投入使用，有效减少清洁用工人数量，实现清洁运营的“成本优化”“管理减负”与“资源释放”。管理人员可从排班、巡检、质量抽查等日常事务中解放出来，转向更高价值的规划与监督工作。清洁人力成本转变为可预测的固定设备投入，此外还能规避夜间作业的人身安

全风险与相关管理负担。

（2）对外服务与形象提升

提供 7×24 小时稳定的标准化清洁服务，显著提升车库环境洁净度的持续性与一致性。这将直接改善车主体验，减少因清洁不及时引发的投诉，并通过持续运行的智能化设备，塑造智能化、高端化的服务形象，成为品质服务的可见标志。

（3）提供数据化决策支撑

系统自动生成包含作业覆盖率、清洁频次、能耗等维度的多维数据报表。这些客观数据为量化评估外包清洁绩效、优化清洁路线与资源分配（如重点区域加强清洁）提供了精准依据，推动物业管理从经验判断向“数据驱动、持续优化”的科学管理模式转型。

3.2.5 适用空间类型参考

（1）商业综合体与高端酒店：其地下车库是服务形象与客户体验的关键触点，需维持高标准、不间断的清洁状态。

（2）住宅社区与公寓：满足业主对私密、安静居住环境及高品质物业服务的期待，同时有效管理人力与运营成本。

（3）交通枢纽与产业园区：其人流车流量大、运营时间长，对夜间自动化作业及稳定、高效的清洁保障有刚性需求。

（4）写字楼宇与办公园区：办公通行车流稳定、运营时间固定，有明确和刚性的车库清洁需求。

具备类似运营特征的其他空间亦可适用本方案。

3.3 室外总坪清扫

3.3.1 目的意义

传统室外公共区域清扫依赖人工，标准化不足，成本攀升。大型开放空间受天气、体能制约，难以实现全天候高品质覆盖，易漏扫、重复作业，影响城市质感。引入智能清扫机器人，以高阶自动驾驶为核心，融合感知与清洁算法形成全链路自动化方案，具备清扫、降尘功能，适配常规场景。可大幅降低人力与管理成本，以标准化作业提升整洁度，凭低噪、科技感外观塑造智慧绿色城市形象，兼顾效率与品质。

3.3.2 应用准备

(1) 硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

核心设备为智能清扫机器人，搭载自动驾驶套件与多传感器融合系统，具备贴边清扫、断点续扫、低电自主召回等功能；配备大容量储能单元与高效清洁模组，可适应多元天气，支持长续航、高频次作业；配套专属充电桩与运维配件，规划专用停放及作业区，保障设备稳定运行。

(2) 环境要求

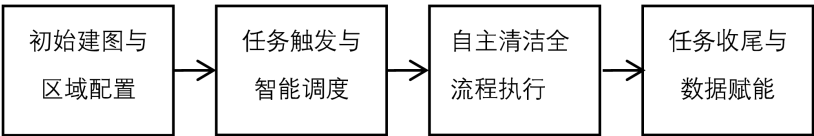
场景应用方应满足以下环境要求：

作业区域需为平整硬质铺装地面，无明显高差与障碍物；环境温度需匹配设备运行范围，规避极端天气影响；作业区需实现网络与定位信号全覆盖，保障设备定位精度与远程调度能力；需人工定期取出垃圾。

(3) 系统与软件要求

方案提供商须部署专属智能环卫管理平台，支持多终端操作，可实现任务排程、设备监控及数据统计分析；平台预留开放接口，可按需对接园区管理、安防系统及智慧城市中枢，实现数据共享与联动管控；内置安全授权机制，搭配远程急停与现场应急双重保障，筑牢作业安全防线。

3.3.3 应用流程



- (1) 初始建图与区域配置：低峰时段完成全域建图，通过平台编辑地图、标注管控规则，绑定停靠与补给点。
- (2) 任务触发与智能调度：支持预设自动与人工手动触发任务，平台根据设备状态与优先级智能派单，保障清洁无死角。
- (3) 自主清洁全流程执行：机器人沿规划路径行进，动态避障、适配清洁需求；触发补给阈值时自动补给并接续作业。
- (4) 任务收尾与数据赋能：任务完成后返回待机，上传作业数据并生成报表，为管理决策提供量化依据。

3.3.4 预期成果

（1）运营效率提升与人力释放

通过自动化作业大幅降低对人工的依赖，减少人力配置与现场管理投入，实现“少人化”运维，提升整体清洁作业效率。

（2）环境品质与服务形象升级

以标准化作业模式保障清洁覆盖的全面性与均匀性，有效改善室外公共区域环境整洁度；以机器人的科技属性与低干扰运行特点，助力塑造智慧化、绿色化的城市空间形象，提升用户体验。

（3）数据驱动的持续优化

积累的作业数据可精准定位脏污高发区域、设备运行瓶颈等关键信息，为清洁策略调整、资源优化配置提供数据支撑，推动管理模式精细化升级。

3.3.5 适用空间类型参考

（1）产业园区：主干道、停车场、员工活动广场等公共区域的日常清扫，保障企业形象与员工办公生活环境品质。

（2）住宅社区：小区内部道路、中心花园、休闲广场等区域清扫，减轻物业保洁压力，提升居住环境质感。

（3）市政公共空间：城市公园步道、市民广场、滨水绿道等区域清洁，助力智慧城市与生态城市建设。

（4）交通枢纽：高铁站前广场、机场外围道路等大面积硬质区域的基础保洁，缓解高峰期清洁压力，保障枢纽环境整洁有序。

具备类似运营特征的其他空间亦可适用本方案。

3.4 高空立面清洁

3.4.1 目的意义

随着城市化推进，城市中高层建筑幕墙、公共空间设施等外立面的清洁维护长期面临着三大难题：人工高空作业安全风险高、效率低且难以处理复杂和异形作业场景、综合作业成本高。

高空立面清洗系统通过整合无人机+智能清洗机器人+水处理系统，可颠覆传统高空清洗模式，破解行业长期痛点。该系统依托无人机的灵活机动性和机器人在高空的柔韧作业能力，既能适配异形、超高层幕墙的复杂结构，又能避免人工

作业，大幅降低高空作业安全事故率。同时，其智能化操控可实现精准清洗、批量作业，显著提升清洗效率与覆盖范围，降低人力与运维成本。

3.4.2 应用准备

(1) 硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1) 核心设备：系留无人机、具备柔韧智能作业能力的清洗机器人、清洗专用水处理系统、具备可靠的供电系统。

2) 关键配套设备：小型行业级无人机（用于勘察）、多样化喷嘴和专用清洁剂、系留供水系统、作业辅助及安全防护装置、勘察与验收记录套件。

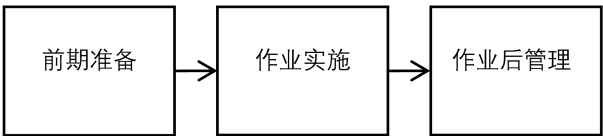
(2) 环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

1) 作业空间：地面需划定足够操作空间的设备部署与操作区域。作业立面前方无高压线、树枝等空中障碍物。

2) 网络与空域：作业区域具备稳定的 4G/5G 网络信号，保障控制与图传。作业前须按规定完成空域申请与飞行报备。

3.4.3 应用流程



(1) 前期准备

1) 查看演示地点是否处于禁飞区，是否需要申请飞行许可；

2) 现场勘察：评估作业环境（风力、障碍物、电磁干扰等）。确定清洗区域、脏污评级及安全警戒范围；

3) 设备部署；

4) 设备检查；

5) 清洗方案制定：选择清洗介质（清水/清洗剂）。设定飞行路径、喷淋压力、清洗频次等参数。

(2) 作业实施

1) 作业面分区：将作业面分为不同的矩形清洗区域；

2) 清洗作业实施；

3) 应急处理：如遇强风（ ≥ 6 级）、雨雪天气、设备故障或信号丢失，立即启动应急返航或悬停。（作业应参考 GB 3608 - 2022《高处作业分级》以及各地方性法律法规）

（3）作业后管理

1) 设备维护；

2) 现场清理。

3.4.4 预期成果

（1）降低安全风险

通过机器人作业，不仅彻底消除了人员高空坠落伤亡的风险，实现了安全风险归零，同时也依托智能和柔韧作业能力，以无损作业模式高度保障了作业设备与建筑外立面的安全，且全流程标准清晰、责任明确，大幅减少了现场协调与监督所需的管理投入。

（2）提升品牌形象

该创新应用也推动了服务品质的升级与品牌形象的重塑，不仅提升了作业的专业性与可靠性，也持续向客户、访客及公众传递出重视安全、追求效能、积极拥抱技术革新的现代化品牌形象。

3.4.5 适用空间类型参考

（1）商业综合体与酒店：人流量大，外立面维护需求高，机器人作业可最大限度减少对营业环境的干扰，同时保持建筑外观的整洁与形象。

（2）交通枢纽：如地铁高架站台等，结构复杂、作业时间受限，机器人可高效完成清洗，避免影响公共交通正常运行。

（3）产业园区：建筑集群规模大，人工清洗协调难、成本高，本方案可实现标准化、高效率的集中维护。

（4）市政公共设施：包括桥梁、文物建筑、地标景点等，这些场所往往对作业安全性、精细度要求极高，柔韧机器人安全保障的特点能充分满足其保护性清洗需求。

具备类似运营特征的其他空间亦可适用本方案。

4 安全巡检

4.1 楼宇室内巡逻

4.1.1 目的意义

针对商业综合体、交通枢纽、工厂、物流仓储中心四类空间的核心痛点，室内巡逻巡检机器人依托多传感器融合、AI 视觉识别、自主路径规划及无线通信技术，提供全天候智能化巡检解决方案，实现从传统人工“粗放式管理”向数字智能“精细化管控”的转型。

商业综合体与交通枢纽面临人流密集、安全隐患隐蔽、应急响应滞后等问题，人工巡检易出现盲区与漏检；工厂及物流仓储中心则存在设备巡检烦琐、数据记录不规范、高危区域作业风险高等痛点。机器人通过预设巡检路线与实时动态避障，精准覆盖关键点位，同步采集环境参数、设备状态及人员行为数据，经边缘计算实时分析异常并联动后台告警，形成“感知—分析—预警—处置”闭环，核心价值在于提升安全防控效能、规范巡检标准、降低人力成本，为运营管理提供可靠技术支撑。

4.1.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1) 机器人本体：具备 SLAM 导航功能，云台升降功能，悬崖检测功能。续航应满足对应巡检任务需要，具备红外热成像检测异常温度的功能，拥有 200 万及以上像素的高清摄像头能够完成设备异常状态的检测。

2) 配套设备：提供匹配的充电桩，支持自动回充与离线充电。

（2）环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

1) 室内道路：坡度 $\leq 5^\circ$ ，通道最小宽度 $> 80\text{cm}$ ，路面平整（高低差 $\leq 20\text{mm}$ ），平整硬质地面（环氧地坪、瓷砖、水泥压光）；

2) 网络传输：室内 Wi-Fi/4G/5G 信号连续（ $\geq -90\text{dBm}$ ）；

3) 过渡区域：门槛 $\leq 2\text{cm}$ ，透明门有防撞标识，设专用通道标识；

4) 电力条件：充电点位附近配备标准 220V 交流充电电源；

5) 设施条件：电梯、门禁系统支持机器人通过标准协议（如 HTTP、RS485）

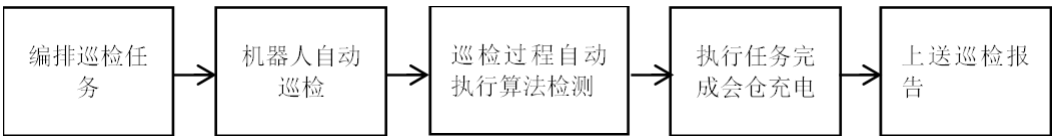
对接，也可采用加装梯控等非侵入式改造方案实现通行控制。

（3）系统与软件要求

1) 基础平台：方案提供商须部署机器人云端或本地调度系统与运维人员等关系人员操作终端（如 APP、小程序、管理后台），支持点位录制、任务编排、在线视频监控、录像前端及后端存储、远端控制、状态监控与数据统计功能。

2) 对接需求：方案提供商需要提供可用于接入电动门禁、闸机、电梯的解决方案，以便机器人可自主乘坐电梯和无障碍通行闸机、门禁。场景应用方需要确保现有门禁为自动门或支持加装。

4.1.3 应用流程



- （1）编排巡检任务：根据已经录制好的点位，配置好相关算法。用户（运维人员）或工作人员通过终端创建巡检任务。
- （2）机器人自动巡检：机器人执行室内巡检任务，机器人能稳定、平滑地完成室内外定位与导航。
- （3）巡检过程自动执行算法检测：机器人到点位，执行相应的任务，包括但不限于抓拍、检测、图像识别、异常声音识别等。
- （4）执行任务完成回仓充电：完成编排好的任务后，机器人回仓充电。
- （5）上送巡检报告：在机器人巡检过程中，需建立异常情况（如算法检测异常、路径受阻、通信中断等）的标准处理流程，确保服务可靠性和连续性，并上传巡检报告与异常报告。

4.1.4 预期成果

（1）内部运营优化

使用机器人在各场景巡检，减少人力投入，商业综合体、交通枢纽高峰时段巡检频次大幅提升，工厂设备巡检耗时显著缩短，实现巡检数据自动录入与统计分析，替代纸质台账，大幅降低管理冗余。

（2）对外服务与形象提升

商业综合体消防安全保障提升、不文明行为显著降低，交通枢纽秩序违

规识别率提升明显，显著改善公众体验；工厂生产安全事故发生率下降，物流仓储中心消防设施完好率保持较高水平，依托智能化设备塑造场所安全、高效的品牌形象。

（3）提供数据化支撑

构建全场景巡检数据看板，实时呈现设备健康度、风险分布等核心指标，为运营优化提供决策依据；通过历史数据迭代 AI 预警模型，实现设备故障提前预警，推动管理模式从“被动抢修”向“主动防控”转变。

4.1.5 适用空间类型参考

（1）室内商业综合体：在商场公共通道、消防通道、设备机房及地下车库等区域，开展安全隐患排查、环境参数监测（温湿度、空气质量）及公共秩序维护。

（2）交通枢纽（机场、地铁站、高铁站、火车站等）：在候车/候机大厅、换乘通道、安检区域、设备机房及站台等关键区域，进行客流疏导辅助、安全巡查、消防设施检查及应急事件预警。

（3）工厂：在生产车间、设备机房、仓储辅助区及厂区通道等区域，对设备运行状态进行实时监控、生产区域安全规范巡查及隐患预警上报。

（4）物流仓储中心：在货架通道及消防死角等区域，开展货物堆放合规性检查、消防设施巡检、环境安全监测（温湿度、烟雾）及仓储区域安防巡查。

具备类似运营特征的其他空间亦可适用本方案。

4.2 室外区域巡逻

4.2.1 目的意义

室外安保巡逻巡检机器人旨在解决传统人工巡逻存在的核心业务痛点：人力成本高、夜间疲劳作业风险大、恶劣天气下巡逻质量下降、突发情况响应不及时、巡逻记录难以量化追溯等问题。

针对这些痛点，机器人系统通过多传感器融合技术（高清摄像头、红外热成像、激光雷达等）实现多机 24 小时不间断自主巡逻，结合 AI 算法对异常行为、入侵人员、火灾隐患等进行智能识别与预警，并通过 5G 网络实时传输现场数据至指挥中心。其工作原理基于 SLAM（同步定位与地图构建）技术实现自主导航避障，结合深度学习模型对异常事件进行精准识别。

最终可实现替代部分原有安保人力，降低人力成本，提升巡逻频次，异常事件响应时间缩短，实现巡逻轨迹、异常事件、处置结果的全流程数字化管理，为安保工作提供可量化、可追溯的数据支撑。

4.2.2 应用准备

(1) 硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1) 硬件设备：需部署具备室外无障碍通行能力的巡检机器人，配备双目云台、语音对讲系统及视频播放系统。

2) 配套设备：RTK 高精定位，为应对复杂及空旷环境；需配置专用充电桩，接入 220V 市电。

(2) 环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

1) 整个巡逻路径应满足无障碍通行的基本标准，避免存在永久性固定障碍。

2) 主要通行路径需满足最小宽度（建议 ≥ 0.9 米）与坡度 $\leq 15^\circ$ 要求。

3) 确保路面平整或不超过 5cm 的台阶。

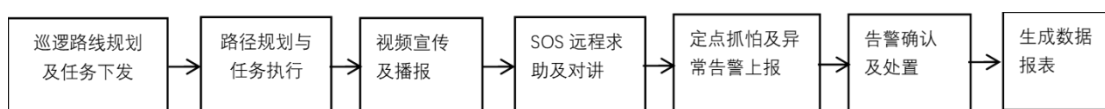
4) 巡检区域须具备连续、稳定的 4G/5G 或无线局域网络覆盖。

(3) 系统与软件要求

1) 终端软件具备可选功能包括：人机交互、视频宣传、语音播报、SOS 求助、设备设施抓拍、热源温度检测、烟火检测、温湿度及环境质量监测、人脸识别、人体检测、车牌识别等安防巡检检测算法并将检测结果实时上送。

2) 后台可配置统一的云端调度管理平台，用于任务管理、全流程实时监控、异常信息上送，监控中心可在线处置并通过多种呈现方式推送警情，及时协同保安人员到现场处置，达到事中闭环处置、事后溯源分析的目的。

4.2.3 应用流程



(1) 巡逻路线规划及任务下发

用户在客户端或平台可按照业务需要配置巡逻计划和巡逻路线，设置巡逻过

程中播报语音、视频播放、设施抓拍等动作，同时机器人本体和服务器均具备录像存储功能，根据组网方式配置录像存储方案。

（2）路径规划与任务执行

机器人根据地图环境与巡检任务点位置，规划全局路径，并开始执行。机器人依托激光雷达与 SLAM 技术进行自主导航移动，途中通过多传感器实时感知环境，并运用局部路径规划算法实现动态避障。

（3）视频宣传及播报

用户可通过后台下发宣传教育视频或配置语音播报，机器人在巡检过程中或定点位置会在机器人交互屏幕上播放视频进行宣传教育或进行语音报告。

（4）SOS 远程求助及对讲

用户按下机器人本体上的 SOS 按键，可与机器人后台接通，进行远程求助或与后台进行远程的语音对讲。

（5）定点抓拍及异常告警上报

用户可在巡逻路线的点位上或过程中添加针对设施或异常行为的图像抓拍动作，机器人将在自动巡逻时定点图片抓拍，并将图片在巡逻报表中呈现，产生异常后机器人向客户端推送告警信息，本体主动播报告警语音，同时在客户端呈现告警信息，并生成弹窗。

（6）告警确认及处置

用户通过后台对异常上报的告警进行确认，然后安排相关人员针对上报的异常进行处置，无需处置的告警确认后关闭。

（7）生成数据报表

机器人每巡逻/值守一次均会形成报告，报告内容包括任务时间、运动轨迹、告警图片、抓拍图片、人脸识别图片等，便于后续巡逻数据追溯。

4.2.4 预期成果

（1）内部运营优化

机器人可替代大多数夜间及恶劣天气巡逻任务，实现管理减负，释放人力从事更高价值工作；通过自动化排班与任务调度，降低管理复杂度，提升资源利用效率；巡逻数据自动生成报表，减少人工统计工作量，实现管理效率提升。

（2）对外服务与形象提升

多机 24 小时不间断巡逻提升安全感，社会群体体验明显改善；机器人具备远程喊话、警示功能，可及时制止违规行为，维护公共秩序；科技感形象塑造现代化、智能化品牌形象，提升场所整体品质感与科技含量。

（3）提供数据化支撑

积累海量巡逻数据（轨迹、异常事件、处置记录等），通过大数据分析识别安全隐患规律，为安保策略优化提供决策依据；基于历史数据持续优化巡逻路线与频次，形成“数据驱动—策略优化—效果验证”的闭环管理机制，实现安保工作的持续改进与智能化升级。

4.2.5 适用空间类型参考

（1）住宅小区：机器人可替代保安夜间巡逻，通过人脸识别对陌生人员进行身份核验，对烟火、火焰、乱停乱放等行为进行抓拍取证，遇紧急情况可一键报警并联动物业中心，提升小区安全等级与居民安全感。

（2）产业园区：针对园区面积大、企业多、人员流动复杂的特点，机器人可实现周界巡逻、重点区域值守、访客引导等功能，通过车牌识别对进出车辆进行管理，对消防通道占用、违规作业等行为进行智能识别与预警，保障园区安全运营。

（3）市政公共空间（公园、广场等）：在人员密集场所，机器人可进行人流监测与疏导，对踩踏草坪、乱扔垃圾等不文明行为进行语音提醒，通过热成像技术对火灾隐患进行早期预警，遇突发情况可快速响应并引导疏散，提升公共空间管理效率。

（4）交通枢纽（机场、地铁站、高铁站、火车站等）：机器人可协助进行安检口秩序维护、旅客引导、票务咨询等服务，通过人脸识别对重点人员布控，对可疑物品遗留、人员聚集等异常情况进行智能识别与预警，提升交通枢纽的安全保障能力与服务水平。

具备类似运营特征的其他空间亦可适用本方案。

5 设施养护

5.1 绿化养护

5.1.1 目的意义

传统绿化养护中，人工割草面临成本高、效率低、质量不均的问题。户外作业还需应对恶劣天气和复杂地形，不仅劳动强度大，还存在安全隐患。

引入智能割草机器人，能适配公园、社区、园区等多样城市空间，通过标准化无人作业，解决人工养护的痛点。既降低人力成本和安全风险，又能让绿地景观保持整洁统一，助力精细化环境管理。

5.1.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

智能割草机器人须具备自主导航与避障能力，自主作业能力，能适配城市绿地常见地形，切割高度可灵活调节，满足不同草坪景观需求。续航能力要覆盖日常作业面积，支持自动回充，减少人工干预。配备安全防护功能，避免作业时对行人、绿植造成损伤。

（2）环境要求

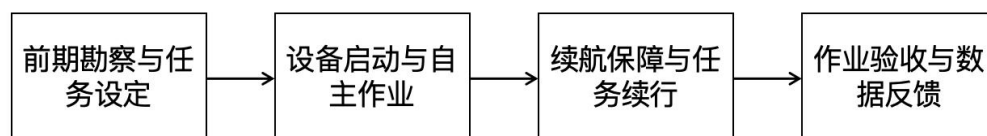
场景应用方应满足以下环境要求：

作业区域需清理大型杂物，明确边界范围，保障设备顺畅作业。绿地坡度、湿度需符合设备安全作业条件，避免设备故障。充电区域要平整、通电稳定，且不影响行人通行。

（3）系统与软件要求

方案提供商需配备简单易操作的管理平台，支持管理人员快速设定作业参数、查看作业进度。设备能自动反馈作业状态和故障信息，方便及时处理，无需复杂操作培训。

5.1.3 应用流程



（1）前期勘察与任务设定：管理人员实地查看绿地情况，明确作业范围、需避开的区域（如景观雕塑、灌溉设施），通过管理平台设定割草高度和作业时间。

（2）设备启动与自主作业：智能割草机按设定方案自动作业，遇到障碍物或复杂地形时自行避让，无需人工操控，实现全区域无死角覆盖。

（3）续航保障与任务续行：作业中电量不足时，设备自动前往充电点补充电量，充满后返回断点继续作业，确保任务不中断。

（4）作业验收与数据反馈：设备完成作业后自动停靠指定位置，同步作业面积、时长等数据至管理平台。管理人员现场核查草坪平整度、无漏割情况，确认养护效果。

5.1.4 预期成果

（1）运营效率提升

替代人工完成重复性割草工作，大幅减少专职养护人员配置，降低人工成本和管理成本。设备可全天候作业，相比人工效率提升显著，尤其适合大面积绿地快速养护。

（2）养护质量优化

割草高度均匀一致，无漏割、重割现象，绿地景观更整洁美观。作业过程安静无干扰，不影响周边居民、行人正常活动，提升环境舒适度。

（3）管理更趋科学

通过平台记录作业数据，为制定后续养护计划提供依据。设备故障、作业进度实时可查，方便管理人员精准调度，实现科学化养护管理。

5.1.5 适用空间类型参考

（1）市政公共空间（公园、广场等）：适用于大面积开阔绿地的标准化养护，保障景观统一性；

（2）产业园区/工厂：满足园区内绿地的常态化养护需求，提升园区环境形象；

（3）住宅社区：适配社区内公共绿地、景观草坪的养护，减少人工作业对居民生活的干扰；

（4）学校：适用于校园内操场周边、绿地公园等区域的割草作业，保障校园环境整洁安全。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

5.2 石材养护

5.2.1 目的意义

石材表面养护长期面临技术工人短缺、人工成本高、培训周期长、专业技能参差不齐、夜间作业疲劳及作业效率低等核心痛点。

石材养护机器人以人机协作模式为核心，通过自动化技术替代传统重体力人工作业，依托标准化流程保障养护质量，从根源解决劳动力短缺、效率低、效果不稳定的难题。

该解决方案既延长了石材使用寿命、维护建筑高端整洁形象，又凸显了场景科技属性，推动石材养护从“重人力依赖”向“智能化管理”转型，实现运营降本、服务提质与科技赋能的三重价值。

5.2.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

- 1) 机器人本体具备自主导航与精准作业能力，可实现自动化作业。
- 2) 适配大理石、花岗岩、人造石等常见石材的表面养护需求。
- 3) 表面养护作业效率不低于 60 m²/h，养护效果可实现从 60° 至 80° 的光泽度提升。
- 4) 机器工作噪音≤65db。
- 5) 支持 7h 连续作业，满足单日作业需求（例如：夜间 23:00-6:00 的连续作业需求）。
- 6) 配备专用充电器。

（2）环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

- 1) 室内场景，地面需平整，无大于 5mm 的凸起或凹陷，坡度≤2°，无绳索、线缆等易缠绕障碍物。
- 2) 作业区域须具备稳定 4G/5G 网络覆盖，支持设备联网与数据上传。

3) 可提供平坦干燥的室内充电区域。

(3) 系统与软件要求

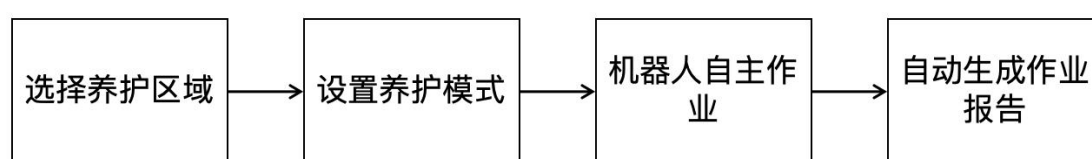
方案提供商需提供：

1) 用户操作系统：建议为机载 APP，界面清晰易懂，适配非专业用户。

2) 云端管理调度平台：支持多机器人协同调度与运行管控。

3) 数据&运维中台：实时记录机器人运行数据、设备状态，支撑数据溯源与远程运维。

5.2.3 应用流程



(1) 选择养护区域：通过石材养护系统选择需要养护的作业区域。

(2) 设置养护模式：根据石材类型和磨损程度设置合适的养护模式和养护参数。

(3) 机器人自主作业：石材养护机器人接收任务后，自主导航避障、适配参数，完成全流程养护作业。

(4) 自动生成作业报告：作业完成后，系统自动统计作业面积、时长、耗材消耗量、设备状态等数据，形成作业报告，同步存储于本地与云端数据库中。

5.2.4 预期成果

(1) 成本优化明显

通过人机协同作业模式减少新员工培训成本，显著降低人力配置与日常管理投入，直接压缩运营成本。

(2) 效率显著提升

较传统人工养护效率显著提升，且支持多机联动 24 小时不间断作业，大幅缩短养护周期。

(3) 质量高度一致

标准化作业流程确保石材养护效果均匀一致，能有效恢复石材原有光泽，使固光时长延长，延缓石材褪色、脱落等损耗问题，降低返工率及后续翻新成本。

（4）形象大幅升级

具身智能养护机器人的实际应用，搭配养护后整洁光亮的环境，既强化了建筑空间的高端质感与舒适度，又优化了用户直观体验，助力场景应用方的品牌形象升级。

5.2.5 适用空间类型参考

（1）商业综合体：商场、购物中心等高频人流区域的地面石材养护。

（2）酒店：高端酒店大堂、走廊、宴会厅等核心区域石材维护。

（3）政务中心：政务服务大厅、会议室等公共区域石材长期养护。

（4）会议会展中心：展厅、接待区等大跨度空间的石材表面养护。

（5）交通枢纽：机场、高铁站、地铁站等的候车/候机大厅、走廊及换乘区域石材养护。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

6 物流配送

6.1 室内外一体配送

6.1.1 目的意义

传统配送模式面临效率低下与人力成本攀升的双重压力，同时在安全管理上存在外来人员身份复杂、管控困难的风险，加之服务响应不及时、流程标准化程度低，难以满足夜间及高峰时段的弹性服务需求。

通过构建基于室内外一体配送机器人的智能化配送体系，提升跨空间物流效率，实现全天候连续配送，显著降低运营风险，同时提升用户满意度，塑造智慧化服务标杆形象。

6.1.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1) 机器人本体：具备激光 SLAM 导航能力；满足日常物资承载重量；电池续航需满足单日配送任务需求；支持在高温高湿、小雨、轻雾、强光环境下工作。

2) 配套设备：提供匹配的充电桩，支持自动回充与离线充电。

（2）环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

1) 室外道路：坡度 $\leq 15^\circ$ ，通道宽度 ≥ 1.5 米（最窄处 ≥ 1 米），路面平整（直角坎高差 $\leq 2\text{cm}$ ，减速带高差 $\leq 7\text{cm}$ ），连续硬化。

2) 网络覆盖：室外 4G/5G 信号连续（ $\geq -90\text{dBm}$ ），室内外切换无中断。

3) 过渡区域：门槛 $\leq 2\text{cm}$ ，透明门有防撞标识，设专用通道标识。

4) 安全规范：人车分流。

5) 电力条件：充电点位附近配备标准交流充电电源。

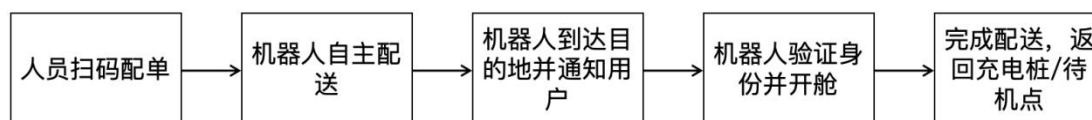
6) 设施条件：电梯、门禁系统支持机器人通过标准协议（如干接点、RS485）对接，也可采用加装梯控等非侵入式改造方案实现通行控制，电梯井高度不超过 200 米。

（3）系统与软件要求

1) 基础平台：方案提供商须部署机器人云端调度系统与物业/用户等关系人员操作终端（如小程序、管理后台），支持任务分派、状态监控与数据统计。

2) 对接需求：方案提供商需要提供可用于接入电动门禁、闸机、电梯的解决方案，以便于机器人可自主乘坐电梯和无障碍通行闸机、门禁；场景应用方需要确保现有门禁为自动门或支持加装。

6.1.3 应用流程



(1) 人员扫码配单：用户（骑手/快递员等）或工作人员通过终端创建配送任务。

(2) 自主配送：机器人执行跨环境配送，机器人能稳定、平滑地完成室内外定位与导航模式。

(3) 到达目的地并通知用户取货：机器人到达目的地，多重通知方式（App、短信）通知用户取货并提供便捷且安全的身份验证方案。

(4) 验证身份开舱：提供便捷且安全的身份验证方案。

(5) 配送完成：用户取货后，机器人上报完成并返回充电桩/待机点。

(6) 异常处理：需建立异常情况（如超时未取、路径受阻、通信中断等）的标准处理流程，确保服务可靠性和连续性。

6.1.4 预期成果

(1) 实现跨场景全天候连续配送，突破室内外环境限制，建立端到端自动化物流闭环。

(2) 显著降低跨区人力调度与管理复杂度，通过一体化配送优化长期综合运营成本。

(3) 以全程无缝、精准可靠的科技配送体验，塑造场景应用方智慧化服务标杆形象。

(4) 成功案例形成行业示范效应，增强场景应用方在复合场景下的整体解决能力与市场竞争力。

(5) 拓展跨楼宇、跨区域配送服务，开拓空间物流增值业务，直接提升营

收来源。

（6）提供稳定、可预期的配送服务，显著提升不同场景用户满意度，促进服务复购与场景延伸。

6.1.5 适用空间类型参考

（1）工厂/产业园区/物流仓储中心：在研发楼、生产车间、物流中心之间配送零部件、样品。

（2）医院：在主院区、附属楼、住院部之间配送药品、采样、应急物资等。

（3）住宅社区：在小区驿站/快递柜与各住宅单元之间配送家庭物资、生鲜包裹。

（4）会展中心/交通枢纽：连接各功能区域，提供一站式送达服务。

（5）学校：链接快递驿站、生活超市、食堂、各学院等，为师生配送物资。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

6.2 楼宇室内配送

6.2.1 目的意义

传统人力配送存在响应不及时、流程难以统一、夜间及高峰时段服务能力不足的问题，同时面临人力成本持续上升的压力，服务质量也因人员波动而难以保持稳定。

通过构建基于室内配送机器人的智能化配送体系，替代高重复性人力劳作，实现长期运营成本的结构优化，创造可扩展的智能服务营收模块，提升用户满意度，塑造智慧化、高效且值得信赖的高端服务形象。

6.2.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1）机器人本体：具备激光 SLAM 导航能力；满足日常物资承载重量；电池续航需满足单日配送任务需求。

2）配套设备：提供匹配的充电桩，支持自动回充与离线充电。

（2）环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

1) 室内通道：坡度 $\leq 8^\circ$ ，通道 ≥ 1 米（最窄处 ≥ 0.8 米），路面平整（高差 $\leq 2\text{cm}$ ），连续硬化。

2) 网络覆盖：室内 4G/5G 信号连续（ $\geq -90\text{dBm}$ ）。

3) 过渡区域：门槛 $\leq 2\text{cm}$ ，透明门有防撞标识，设专用通道标识。

4) 电力条件：充电点位附近配备标准交流充电电源。

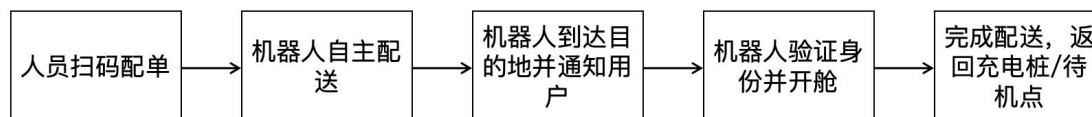
5) 设施条件：电梯、门禁系统支持机器人通过标准协议（如干接点、RS485）对接，也可采用加装梯控等非侵入式改造方案实现通行控制，电梯井高度不超过 200 米。

（3）系统与软件要求

1) 基础平台：方案提供商须部署机器人云端调度系统与物业/用户等关系人员操作终端（如小程序、管理后台），支持任务分派、状态监控与数据统计。

2) 对接需求：方案提供商需要提供可用于接入电动门禁、闸机、电梯的解决方案，以便于机器人可自主乘坐电梯和无障碍通行闸机、门禁；场景应用方需要确保现有门禁为自动门或支持加装。

6.2.3 应用流程



（1）人员扫码配单：用户（骑手/快递员等）或工作人员通过终端创建配送任务。

（2）自主配送：机器人执行跨环境配送，机器人能稳定、平滑地完成室内外定位与导航模式。

（3）到达目的地并通知用户取货：机器人到达目的地，多重通知方式（App、短信）通知用户取货并提供便捷且安全的身份验证方案。

（4）验证身份开舱：提供便捷且安全的身份验证方案。

（5）配送完成：用户取货后，机器人上报完成并返回充电桩/待机点。

（6）异常处理：需建立异常情况（如超时未取、路径受阻、通信中断等）的标准处理流程，确保服务可靠性和连续性。

6.2.4 预期成果

- (1) 24h 自动化配送，实现标准化、数字化的高效运营。
- (2) 降低人力依赖，优化长期综合运营成本。
- (3) 以精准、科技的配送体验提升服务品质，强化品牌形象。
- (4) 项目落地提升场景应用方行业影响力，增强招商竞争力。
- (5) 多重安全设计保障人机协同，降低运营风险与潜在纠纷。
- (6) 配送服务可拓展为增值模块，直接贡献收入增长。
- (7) 稳定可靠地配送提升用户体验，提升客户满意度。

6.2.5 适用空间类型参考

室内配送机器人尤其适用于以下具有明确路径、高频次点对点配送需求的场景，以下为部分典型示例：

- (1) 商业综合体：用于办公楼内的文件、快递、午餐配送等。
- (2) 医院：医院内运送药品、检验样本、无菌器械包、病历。
- (3) 养老院：养老院内送餐、送药、送生活物资等。
- (4) 酒店：为客房提供送餐、送洗漱用品、送快递等服务。
- (5) 住宅社区：为住宅用户配送家庭物资、快递包裹、外卖等生活物资。
- (6) 智能工厂与仓库：在车间或仓库内部，配送小型零部件、工具包至指定工位，实现精益生产。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

6.3 工厂物料搬运

6.3.1 目的意义

工业仓储面临自动化不足、劳动成本高、较高的安全风险、空间利用不够、批次管理困难、数据可视化低等核心痛点。

厂智能仓储物流解决方案以自主移动机器人作为智能物流设备，与企业仓储管理系统（WMS）制造执行系统（MES）相互配合，满足企业智能化仓储、物流、搬运等需求，并且根据各行业自动化生产工艺流程灵活集成不同的业务功能模块，

实现企业仓储和物流管理更加智能化、柔性化。

6.3.2 应用准备

方案提供商提供以下硬件设备：

(1) 硬件要求

- 1) AGV/AMR 本体：具备激光 SLAM 导航能力；满足场景需求承载重量。
- 2) 服务器：适配服务器。
- 3) 电池：支持 8h 连续作业，满足单日作业需求。
- 4) 配套设备：提供匹配的充电桩，支持自动回充与手动充电。

(2) 环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

项目	要求
使用环境	室内运输，0℃～50℃（湿度 10%—90%，无压缩冷凝）
行驶地面	地面平整，无破损，无空鼓，无油污、胶液等污染物
坡度要求	无明显坡度，<3%
台阶高度	≤0.3cm 的台阶
间隙要求	<1cm
无线网络协议	IEEE802.11 a/b/g/n/ac 支持信道： 2.412 to 2.472 GHz (13 channels)，具体信道号为 1，2，3，4，5，6，7，8，9，10，11，12，13 5.180 to 5.240 GHz (4 channels)，具体信道号为 36，40，44，48 5.260 to 5.320 GHz (4 channels)*，具体信道号为 52，56，60，64 5.500 to 5.700 GHz (11 channels)*，具体信道号为 100，104，108，112，116，120，124，128，132，136，140 *表示 DFS（动态频率选择）信道，请参考国家法规。
宽带速度值	≥100Mbps
信号强度要求	≥-60dBm
网络延时要求	平均延时时间≤100ms

（3）系统与软件要求

1）基础平台：方案提供商须部署 AGV/AMR 相关调度系统（RDS）与用户等关系人员操作终端（服务器、工业手持终端），支持任务分派、状态监控与数据统计。

2）对接需求：方案提供商需要提供可用于接入电梯的解决方案，以便于机器人可以自主乘坐电梯；部署 AGV/AMR 调度系统接口可对接企业仓储管理系统（WMS）和制造执行系统（MES）相互配合。

6.3.3 应用流程



（1）创建任务：人工在 PDA（工业手持终端）上下发出库信息。

（2）任务下发：WMS 将出库任务下发给 RDS（机器人调度系统）。

（3）RDS（机器人调度系统）调度：RDS 调度空闲 AGV/AMR 执行任务。

（4）执行任务：AGV/AMR 从空闲点出发，前往起始库位，举升栈板，并将栈板输送到终点，放下栈板。

（5）完成任务。

6.3.4 预期成果

（1）减轻人员劳动强度并减少了员工的长距离走动，提高了工作效率、保障了物流效率、提升作业安全。

（2）大幅减少了运输时间。

（3）显著节省人力。

（4）降低物流费用。

6.3.5 适用空间类型参考

（1）3C 电子厂：提高发货速度降低人工成本，解决企业面临的人工成本高、搬运效率低的课题，以更智能更灵活的产线流转形式。

（2）纺织厂：实现产线缓存区至仓库之间的运输、仓库至发货口之间的运输、夜间自动理库。降低用人成本，大幅提升搬运效率。

（3）元器件厂：解决在加工车间需对半成品频繁转换加工场地，用机器人取代人工。解放人力，让技术人员有更多时间和精力投入产品研发与测试，提高了车间的生产效率，减少出错率，提升车间自动化水平。

（4）物流仓库：完成仓库货物周转运输和立库接驳，RDS 统一资源调度系统用于协调机器人交通管制和任务接收与派发，在任务管理界面，用户可以随时观测到执行状况或异常，业务进度全掌握。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

6.4 城市物流配送

6.4.1 目的意义

传统城市物流配送面临“最后一公里”成本高、人力依赖强、服务体验波动大等核心痛点。城市物流配送机器人通过多传感器融合感知环境，依托 AI 算法与高精地图进行路径规划与导航，在云端调度平台指挥下，实现全程无人化、点对点运输。

通过引入城市物流配送机器人，能实现配送成本显著降低，整体运输效率大幅提升，已成为物流行业降本增效、提升服务确定性与标准化水平的关键工具。

6.4.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1）机器人本体：需达到 L4 级自动驾驶标准，具备在城市公开道路安全行驶能力。设计时速通常 ≤ 40 公里/小时，续航 ≥ 100 公里，载重 ≥ 500 公斤。

（2）环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

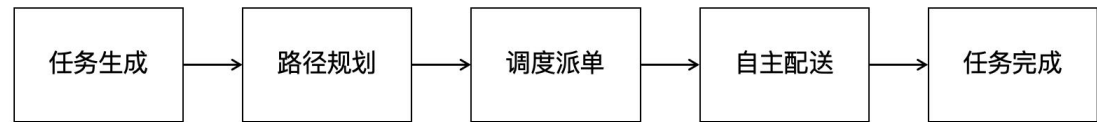
- 1）行驶路线：需相对固定并可制作高精地图。
- 2）网络覆盖：作业区域需有连续、稳定的 4G/5G 网络覆盖。
- 3）电力条件：充电点位附近配备标准交流充电电源。
- 4）设施条件：需在起讫点规划专用的停靠、装卸货区域。

（3）系统与软件要求

方案提供商需提供：

- 1) 基础平台：部署智能调度监控平台，支持任务分配、路径规划、状态监控与预警。
- 2) 对接需求：需与物流业务系统及外部设施进行 API 或协议对接。

6.4.3 应用流程



- (1) 任务生成：用户在客户端提交配送需求，平台审核订单信息，确认无误后生成配送任务。
- (2) 路径规划：平台结合实时交通路况、配送点位置、机器人实时状态，通过算法规划最优配送路径，明确途经路线、停靠顺序及预计送达时间。
- (3) 调度派单：平台根据任务需求及机器人状态，自动匹配机器人，下发配送任务与规划路径，机器人接收任务后启动自检。
- (4) 自主配送：机器人依据规划路径自主行驶，行驶过程中通过多传感器融合感知系统实时识别行人、车辆、障碍物，自动完成减速、避让、转弯等操作；调度中心实时监控机器人行驶状态、位置信息及货物状态。机器人抵达目的地后通过电话、语音等方式通知用户取货。
- (5) 任务完成：机器人完成单次配送任务后，自动向调度平台反馈任务完成状态；平台更新订单状态并生成配送记录；机器人根据后续任务安排，自主前往下一个配送点或返回起点补充电量。

6.4.4 预期成果

- (1) 显著降低物流成本，并通过多机 24 小时运行与全流程数字化提升管理效率，优化人力资源分配。
- (2) 提升了配送的确定性与品质，同时有助于改善区域交通秩序并塑造运营方智能化、绿色的科技品牌形象。
- (3) 运行中积累的海量场景数据能为算法优化提供精准决策支持，形成驱动系统迭代的“数据飞轮”。

6.4.5 适用空间类型参考

- (1) 物流仓储中心与快递网点：适用于连接“转运中心—网点—驿站”，

完成干支线的无缝衔接。

（2）大型产业园区与校园：适用于进行楼宇间的文件、物料、实验器材、团餐等定点配送，服务企业员工或师生。

（3）商业综合体与连锁商超网络：适用于从城市仓到各门店的日常补货、调货，实现零售供应链的即时响应，降低门店库存压力。

（4）大型住宅社区与公寓：适用于在社区内提供从驿站到单元楼的“最后一百米”自动化配送服务，或承接社区团购“网格站—团长”段的物资运输。

（5）医院与养老院：适用于院内药品、医疗器械、餐食、洁净布草等物资的定时定点安静配送，避免对人员造成干扰，提升运营效率。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

7 零售服务

7.1 具身分拣（食品/药品/快递包裹）

7.1.1 目的意义

当前，在食品、药品及快递包裹等货品的即时分拣与配送领域，传统人工作业模式面临两大核心痛点：传统人工拣选+人工配送的方式对人力依赖程度较高，且难以实现 7×24 小时不间断服务；普通的自动零售货架存在对于商品尺寸、规格、数量等存在较为严苛的要求，大部分非标产品无法适用。

通过引入“具身分拣系统（智慧零售空间+拣货机器人+配送机器人）”替代人工完成非标产品的智能分拣和室内外场景的无人化配送，提升场景智慧化和科技感，拓展新的商业模式。

7.1.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1）智慧零售空间用于存放货品以及为机器人充电\待机\分拣\接驳提供封闭作业空间。

2）拣货机器人和配送机器人均需配备自主定位导航能力，确保在智慧零售空间内高效精准作业。

3）拣货机器人应具备高自由度与负载能力，可满足日用百货等常见商品的分拣需求。

（2）环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

1）作业区域地面需平整，无明显坑洼与障碍物。

2）作业区域照明需均匀，避免强光或阴影干扰视觉识别。

3）配送通行路径需要满足《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB 55019-2021 施工规范要求。

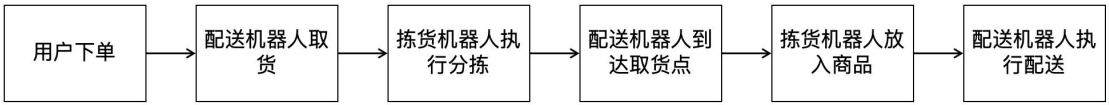
4）运行区域内需具备稳定的 Wi-Fi\4G\5G 网络覆盖，确保机器人可实时通信。

（3）系统与软件要求

方案提供商需提供：

1) 该平台负责任务管理以及拣货机器人、配送机器人的调度管理和协同作业。

7.1.3 应用流程



(1) 用户下单：用户在平台进行货品选择并下单后，系统将自动生成拣货+配送任务。

(2) 配送机器人前往取货：平台将任务指令下发至空闲的配送机器人，机器人自主规划路径，前往【智慧零售空间】的取货点位进行取货。

(3) 拣货机器人执行分拣：拣货机器人接收到拣货清单，此时开始依次进行货品拣选，可通过摄像头精准识别目标商品（包括品类、数量），控制机械臂调整姿态，使用最合适的夹取工具（如夹爪）完成稳定抓取。

(4) 配送机器人到达取货点：配送机器人到达取货点后，此时即自动执行舱门开启等动作，并进入待装载状态，准备接收拣货机器人投放的商品。

(5) 拣货机器人放入货品：拣货机器人携带已拣选商品驶至交接点，与配送机器人货舱进行精准对位，将商品平稳投入舱内。若为多批次订单，可循环执行投放直至该订单商品全部装载完毕。

(6) 开始配送：货品装载完成后，配送机器人自动关闭舱门，向调度系统反馈“装载完成”。随即根据任务中用户指定的目标地址，规划配送路径，自主导航至目的地。抵达后提示用户取货，完成服务闭环。

7.1.4 预期成果

(1) 24 小时无人化作业，降本增效

通过多机器人全流程协同作业，替代重复性人工操作，实现 24 小时不间断运行，显著降低长期人力成本与运营负担，大幅提升作业效率与服务连续性。

(2) 非标货品兼容，灵活适应

突破传统自动化分拣设备对标准化包装的依赖，系统通过高适应性视觉识别与柔性抓取技术，可准确处理各类食品、异形药品、日用百货及快递包裹，满足多行业复杂物品的分拣需求。

（3）场景智慧化，科技生活

全面提升用户在该场景下的科技体验，助力场景智慧化建设。

（4）场景适应性强，快速部署

负载空间采用独立化设计，可根据不同空间条件灵活设置，所有机器人均配置于独立空间内，支持快速迁移、快速部署与调整，高效应对多种特殊场景。

7.1.5 适用空间类型参考

（1）商业综合体：实现售卖商品的暂存、自动化分拣与配送，提升用户体验。

（2）公寓：实现快递、外卖包裹的暂存、自动化分拣与配送到户，构建品质化的物业服务。

（3）会展中心：用于演示智慧化的未来生活，提升场景科技化能力。

（4）酒店：用于客房用品、饮料零食的自动化补充与递送。

（5）医院：构建院内无人化物流系统，自动分拣配送药品、输液包、检测样本及无菌物资。

（6）住宅社区：实现快递、外卖包裹的暂存、自动化分拣与配送到户，构建品质化的物业服务。

（7）交通枢纽：实现售卖商品的暂存、自动化分拣与配送，提升用户体验。

（8）产业园区：用于产业园区内的商品零售，用户下单、自动分拣并配送。

（9）物流仓储中心：可用于线上订单的分拣处理和配送服务。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

7.2 自助饮品服务（咖啡）

7.2.1 目的意义

传统咖啡服务依赖人工操作，存在效率不稳定、出品品质参差、人力成本持续上升及服务时间受限等问题。尤其在高峰时段、夜间或节假日期间，人工服务难以弹性响应，易导致排队时长增加、体验下降。此外，人员流动性大、培训成本高、操作标准化程度低，也制约了服务规模与质量的进一步提升。

通过部署咖啡机器人系统，构建“智能点单—自动制作—自助取餐”全流程无人化服务，可显著提升出品效率与一致性，降低对人力的依赖与综合运营成本，实现 24 小时不间断服务。系统通过全程数据采集与分析，为原料管理、销售预测、用户偏好洞察提供支持，推动服务从劳动密集型向智能化、标准化、可复制的模式转型，提升场景服务能力与品牌科技形象。

7.2.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1) 机器人本体：集成萃取、调制、加盖等核心功能模块，具备原料自动识别与补给能力，支持清洁自维护。

2) 感知与控制系统：配备环境感知与运动控制模块，确保制作过程稳定精准。

3) 配套设备：包括合规的进排水系统、专用供电接口、通信模块及必要的安全防护装置。

（2）环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

1) 空间布局：安装位置应便于用户取餐与设备维护，地面平整稳固，周围留有安全操作距离。

2) 基础设施：具备持续稳定的电力供应、符合饮用标准的给排水条件，以及可靠的网络覆盖。

3) 环境卫生：工作区域应保持清洁，符合食品安全相关规范，建议设有防尘、防溅等基础防护。

4) 系统兼容性：如已有餐饮管理、支付或会员系统，应具备协议对接能力，支持数据互通。

（3）系统与软件要求

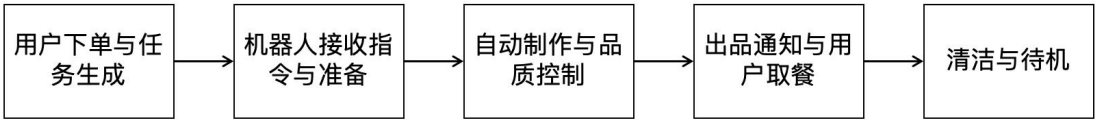
方案提供商需提供：

1) 管理平台：支持远程菜单管理、订单调度、设备状态监控、库存预警、销售数据统计等功能。

2) 用户交互界面：提供扫码、触摸屏、小程序等多种下单方式，支持支付集成与取餐通知。

3) 对接扩展能力：具备与常见餐饮系统、物联网平台及第三方服务对接的接口能力，便于生态集成。

7.2.3 应用流程



- (1) 用户下单：通过现场或远程渠道完成点单与支付。
- (2) 任务分配：系统指派订单至可用机器人，生成制作指令。
- (3) 准备与自检：机器人自动准备原料，并完成设备状态自检。
- (4) 自动制作：按标准程序执行制作，过程中实时监测关键参数。
- (5) 出品与取餐：制作完成后通知用户，经验证后取餐。
- (6) 清洁与复位：单次任务完成后自动清洁，并返回待机状态。
- (7) 异常处理：如遇制作失败、通信中断等异常，系统记录并尝试恢复或转人工处理。

7.2.4 预期成果

- (1) 效率与成本优化
实现快速响应与连续出品，显著降低人力依赖与运营成本，提升坪效。
- (2) 服务标准化与体验提升
通过程序化控制确保出品品质一致，结合 24 小时服务提升可及性与满意度。
- (3) 运营数字化提升
全流程数据沉淀支持原料管理、销量预测、用户行为分析，助力精准运营与产品优化。
- (4) 场景形象升级
以智能化、科技感服务增强场所吸引力，塑造创新服务标杆形象。
- (5) 业务模式拓展
支持融入会员体系、跨场景配送、活动定制等服务，拓展营收来源与服务边界。

7.2.5 适用空间类型参考

（1）文旅景区：为游客提供快捷、互动的咖啡体验，增强场景科技感与打卡属性。

（2）交通枢纽：覆盖机场、高铁站等流动场所，应对高峰客流与夜间服务需求。

（3）连锁零售空间：嵌入便利店、书店、购物中心等，丰富业态并提升停留时长。

（4）写字楼大堂与商务中心：为上班族提供高效早餐与午间饮品，缓解排队压力。

（5）高校图书馆与宿舍区：满足学生平价、便捷的咖啡需求，尤其适用于夜间学习场景。

（6）会展中心与商业综合体：在餐饮区、中庭等处设置，作为补充服务点提升体验。

（7）各类活动配套：展会、会议、沙龙、演出等临时场景提供标准化饮品服务。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

7.3 即时零售服务

7.3.1 目的意义

传统即时零售配送长期依赖人工，随着订单增长人工配送成本难以控制。同时配送效率和服务质量高度依赖人员对环境的熟悉程度，在复杂场景下体验差异明显，导致用户消费意愿下降，难以形成稳定消费。并且人工配送过程中用户信息多次流转，存在隐私与安全风险，也给场地经营者带来外来人员频繁进出的管理与安防压力。

在机器人+商城的即时零售服务模式，用户无需到店即可完成消费，将不确定性转变为稳定的日常行为，机器人可以规划最优配送线路，固定路径与自动调整减少了人为波动因素，机器人的路径、时长、等待、异常均可量化，使“准时交付”成为可复制能力，减少人员降低人力成本，稳定的配送效率提升用户体验，同时机器人配送降低用户隐私信息泄露风险，提升用户隐私安全性。并且可以减少外来流动人员随意进出，缓解降低经营者对外来人员频繁进出的管理与安防压力。

7.3.2 应用准备

(1) 硬件要求

方案提供商提供以下机器人设备：

- 1) 具备激光 SLAM 导航能力。
- 2) 满足日常物资承载重量。
- 3) 电池续航需满足单日配送任务需求。
- 4) 小雨环境可正常运行。
- 5) 轻雾环境下可正常运行。
- 6) 可短时间接受阳光直射。
- 7) 可在 0℃-40℃ 工作待机。
- 8) 提供匹配的充电桩。
- 9) 支持自动回充与离线充电。

(2) 环境要求

室外场景需要场景应用方应具备以下条件：

- 1) 室外道路：坡度 $\leq 15^\circ$ ，通道宽度 ≥ 1.5 米（最窄处 ≥ 1 米），路面平整（直角坎高差 $\leq 2\text{cm}$ ，减速带高差 $\leq 7\text{cm}$ ），连续硬化。
- 2) 网络覆盖：室外 4G/5G 信号连续（ $\geq -90\text{dBm}$ ），室内外切换无中断。
- 3) 过渡区域：门槛 $\leq 2\text{cm}$ ，透明门有防撞标识，设专用通道标识。
- 4) 安全规范：人车分流。
- 5) 电力条件：充电点位附近配备标准交流充电电源。
- 6) 设施条件：电梯、门禁系统支持机器人通过标准协议（如干接点、RS485）对接，也可采用加装梯控等非侵入式改造方案实现通行控制，电梯井高度不超过 200 米。
- 7) 商铺门店：场地范围内商铺门店可无障碍直达。

室内场景需要场景应用方应具备以下条件：

- 1) 室内通道：坡度 $\leq 8^\circ$ ，通道 ≥ 1 米（最窄处 ≥ 0.8 米），路面平整（高差 $\leq 2\text{cm}$ ），连续硬化。

2) 网络覆盖：室内 4G/5G 信号连续 ($\geq -90\text{dBm}$)。

3) 过渡区域：门槛 $\leq 2\text{cm}$ ，透明门有防撞标识，设专用通道标识。

4) 电力条件：充电点位附近配备标准交流充电电源。

5) 设施条件：电梯、门禁系统支持机器人通过标准协议(如干接点、RS485)对接，也可采用加装梯控等非侵入式改造方案实现通行控制，电梯井高度不超过 200 米。

6) 商铺门店：场地范围内商铺门店可无障碍直达。

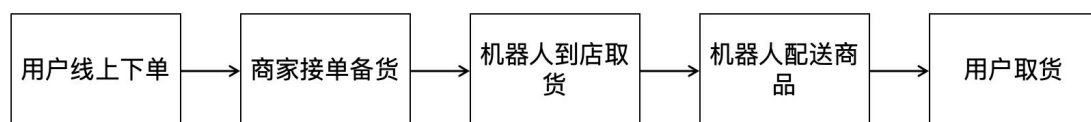
(3) 系统与软件要求

1) 基础平台：方案提供商须部署机器人云端调度系统与物业管理人员操作终端（如小程序、管理后台），支持任务管理、状态监控与数据统计。

2) 方案提供商须提供与云端调度系统打通的商城 SAAS 服务，实现订单和配送的统一调度，商家可以通过操作终端（如小程序、APP、管理后台等）管理商品、订单、售后、收益分析等操作；用户可以通过操作终端（如机器触控屏、小程序、APP 等）购买商品、开舱取货、售后申请、进度查看等操作。

3) 场景应用方需要提供可用于接入电动门禁、闸机、电梯的解决方案，以便于机器人可自主乘坐电梯和无障碍通行闸机、门禁。

7.3.3 应用流程



(1) 用户线上下单：用户通过 APP 或小程序等线上方式完成商品的选购，支付成功后等待商家通过机器人将商品配送上门。

(2) 商家接单：用户下单后订单信息同步商家，通过消息通知、语音播报、小票等消息渠道通知商家备货，商家根据订单内容完成商品备货准备。

(3) 机器人到店取货：商家接单后，同步机器人生成执行任务并前往商家位置进行取货，机器人依托激光雷达与 SLAM（即时定位与地图构建）技术进行自主导航移动，途中通过多传感器实时感知环境动态避障。机器人可自动通行门禁、呼叫电梯，抵达目的位置后，通过语音播报、消息推送、电话、短信等方式通知商家放货，商家通过机器触控屏、小程序或 APP 扫码等验证方式开启舱门放入用户下单的商品后，关闭舱门即可。

（4）机器人配送商品：商家放货完成后，机器人依托激光雷达与 SLAM（即时定位与地图构建）技术进行自主导航移动，途中通过多传感器实时感知环境动态避障。机器人可自动通行门禁、呼叫电梯，抵达目的位置后，通过短信、电话、语音、消息推送等方式通知用户取货。

（5）用户取货成功：用户收到送到提醒通知后出门取货，通过机器触控屏、小程序或 APP 扫码等验证方式开启舱门取出商品。

7.3.4 预期成果

（1）服务体验提升

用户：购物过程流畅度提升，增强用户的消费意愿和复购意愿。

商家：减少履约配送的承担，更专注商品与服务本身，提升商家服务质量，给用户带来更好的服务体验。

场景应用方：智能化服务可被用户直观感受，提升场景方的品牌形象和传播价值。

（2）隐私安全提升

用户：无人化配送减少与陌生配送人员直接接触，配送过程全程可追踪，用户隐私安全提升。

商家：商品交付责任边界更清晰，减少因配送引发的责任纠纷。

场景应用方：减少外来流动人员随意进出，机器人路径与权限可控，场地整体安全与秩序更稳定。

（3）运营收益提升

商家：扩大辐射范围，从到店消费覆盖到全场地均可随时消费，提升单量和收入。

场景应用方：商业吸引能力提升，和商家的合作加深，间接增强商家续租意愿和稳定性，场地整体商业价值与变现能力提升。

（4）人力成本降低

商家：商家配送环节人工成本降低，更加聚焦经营本身，提升商品和服务质量，增加用户消费意愿。

场景应用方：场地内配送由机器人承接，减少人力调度压力，服务类人力规模可控，长期营运成本下降。

7.3.5 适用空间类型参考

- (1) 公寓：配送住户购买的生活日用品、饮用水、零食饮料等商品。
 - (2) 商业综合体：配送顾客购买的咖啡奶茶、餐食、衣服、鞋子等商品。
 - (3) 住宅社区：配送住户购买的生活日用品、食材、零食饮料、柴米油盐等商品。
 - (4) 产业园区：配送用户购买的咖啡、奶茶、餐食等商品。
 - (5) 会展中心：配送用户购买的餐食、咖啡奶茶、零食饮品等商品。
 - (6) 酒店：配送住客或员工购买的餐食、咖啡奶茶、零食饮品等商品。
 - (7) 医院：配送医护或患者购买的餐食、生活用品等商品。
 - (8) 学校：配送教职工和学生购买的餐食、零食饮品、咖啡奶茶等商品。
- 具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

8 导览接待

8.1 迎宾与引导

8.1.1 目的意义

传统迎宾与导览服务长期受多重痛点制约，包括人力成本高企、高峰期接待能力不足、服务态度易受情绪波动影响、服务标准难以统一，且多语言服务能力匮乏、被动式服务效率低下。本指南围绕智能迎宾导览机器人系统（融合大模型 / AI 智能体、多模态感知与生成式人工智能技术）的引入与应用展开，核心目的在于破解传统服务痛点，构建“主动感知 - 智能交互 / 应答 - 精准引领 / 指引”的标准化服务闭环。

通过多台机器人 7×24 小时全天候在岗，可实现情绪稳定的标准化热情接待与即时响应，有效分流人工服务台重复性咨询压力；借助角色人设定义（如亲切客服、专业顾问）提供个性化服务，结合多语言无障碍交互提升公共空间国际化形象与服务转化率；同时通过大数据联动沉淀全流程访客行为与服务数据，为空间运营优化、管理决策提供量化依据。其核心意义在于推动传统被动式服务体系升级，打造具备科技感、数据化、高效率的主动服务模式，将传统人力前台转化为数字化智能终端，系统性提升服务质量、运营效率与管理精细化水平。

8.1.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1) 交互终端：配备高清触控显示屏，建议采用主流商用尺寸（如 10 英寸及以上）与高清晰度屏幕，可清晰承载地图导览、多媒体信息展示等功能，保障访客交互体验。

2) 语音交互系统：集成多通道麦克风阵列，支持声源定位与回声消除技术；在环境噪声场景下应具备中远距离有效拾音能力（建议覆盖 3—5 米范围），确保免唤醒连续交互的流畅性，实现清晰语音沟通。

3) 机器人本体：具备自主导航避障与多模态交互核心能力；支持拟人化躯干动作，增强交互自然度，提升访客沟通体感。

4) 续航与动力系统：电池容量需满足高频次服务需求，支持连续工作 ≥ 6 小时（适配单日服务时长）；具备低电量自动回充功能，确保服务连续性。

（2）环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

1) 物理空间与通行条件：服务区域地面需平整、防滑、无积水，坡度控制在 $\leq 5^\circ$ 以内；通道宽度需适配机器人通行需求，最小宽度建议 ≥ 0.8 米（匹配机身宽度），主要通道宽度建议 ≥ 1.2 米，确保机器人灵活穿行及双向避障；同时需避免存在大面积高透玻璃或强反光材质，防止干扰机器人感知系统正常工作。

2) 网络覆盖：部署空间需实现连续稳定的网络覆盖，可选择 Wi-Fi、4G 或 5G 移动网络；网络需保障低延迟响应，满足云端大模型语义解析、机器人交互沟通需求，同时支撑系统 OTA 远程升级，确保设备功能持续优化。

3) 定位环境要求：需提前对服务空间完成高精度激光 SLAM 建图，并精准标注关键地点，为机器人精准导航、定位指引提供基础环境支撑。

4) 配套设施要求：需在非主通道区域预留充电桩安装位置，安装位需接入 100V—240V 标准市电，保障机器人能够自主前往补能，维持连续服务能力。

（3）系统与软件要求

1) 知识库构建与管理：方案提供商须提供本地化知识图谱，全面覆盖店铺位置、促销活动、楼层分布等场景核心信息，并支持模糊语义解析，确保精准响应访客多样化咨询；还须部署云端知识库管理平台，支持私有知识库快速构建，具备 PDF/Word/PPT 等常见格式文档的一键导入与解析能力，助力机器人快速学习企业专属业务知识，提升服务专业性。

2) 多语言引擎支持：方案提供商须提供多语言自适应引擎，至少支持中、英 2 种主流语言的自动识别与实时切换，满足国际化服务场景下不同语种访客的交互需求，消除语言沟通壁垒。

3) 系统集成与对接：方案提供商须提供标准化二次开发接口（API/SDK），支持与多类系统实现数据打通与联动 —— 包括 CRM 系统、会员管理系统、门禁系统、梯控系统 & 企业预约等业务系统，可根据实际需求灵活接入，实现针对性服务推送与全场景服务协同。

8.1.3 应用流程

（1）访客感知与主动迎宾：机器人处于待机或巡航状态，当感知到访客靠近时，通过调整姿态锁定访客位置，并主动发起语音问候。

（2）身份识别与个性化服务：系统识别访客身份，根据属性（如 VIP/普通访客）播报对应的欢迎语，提供更具温度的定制化接待。

（3）咨询交互与意图确认：访客通过语音或触摸屏进行咨询，机器人解析访客意图（如查询位置或询问业务流程），并给出准确反馈。

（4）智能伴随与动态引导：确认引导任务后，机器人引领访客前往目的地，行进中实时避让行人及障碍物。

（5）到达提醒与任务复位：到达目的地后，机器人播报提醒并询问是否需要其他帮助；确认任务完成后，机器人自动返回待机点准备下次服务。

8.1.4 预期成果

（1）运营提效与成本优化

单台机器人可独立承担标准咨询、代理等高频重复性工作，有效释放人力资源，使其专注于复杂问题处理、高价值服务等核心事务；依托多台机器人 7×24 小时不间断在岗能力，彻底解决人员倒班、高峰期短缺等痛点，显著降低人力招聘、培训、排班等综合运营成本。

（2）服务体验与标准化升级

借助大模型技术保障回答的准确性与服务态度的一致性，完全消除人为情绪波动对服务质量的干扰；通过多语言自适应交互打破国际化交流壁垒，为不同语种访客提供无缝服务；同时以科技化服务模式提升场所的高端感与品牌调性，大幅提升访客满意度。

（3）管理决策数字化转型

将线下访客咨询、互动等行为转化为可量化的线上数据，通过会话数据看板、访客提问热词、高频动线等数据的分析，助力管理者精准洞察访客核心需求与关注重点（如特定商品、科室的咨询激增）；基于数据支撑动态优化资源配置、营销策略、空间布局及标识系统，实现从经验驱动管理向数据驱动精细运营的转型。

（4）智慧化品牌形象塑造

以全程无缝衔接、精准可靠的智能服务为载体，打造场景应用方的智慧化服务标杆，强化场所的科技感与创新形象，增强品牌竞争力与市场辨识度。

8.1.5 适用空间类型参考

（1）交通枢纽类：包括机场、高铁站等，可提供多语言换乘指引、时刻表查询等核心服务，适配跨区域流动访客的高频咨询需求。

（2）医疗服务类：涵盖医院、医疗中心等，核心服务包括科室分流引导、专家排班查询、健康宣教，以及协助患者快速定位取药窗口等，有效缓解导诊台

压力。

（3）商业消费类：包含商业综合体、大型购物中心 / 商超等，可实现店铺精准导航、优惠活动推广、会员服务对接，同时能引导顾客寻找服务台、停车位，助力提升消费体验与转化效率。

（4）文化展览类：如会展中心、博物馆、展厅等，主要承担展品定点讲解、参观线路引导功能，可按既定路线带领观众参观并深入解读展品信息。

（5）政务办公类：涵盖政务大厅、产业园区 / 办公楼、办公大楼等，核心服务包括办事流程咨询、窗口分流、访客身份识别、会议室引导及访客登记接待，提升政务与办公场景的服务效率。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

8.2 讲解导览

8.2.1 目的意义

传统展馆与园区讲解服务长期受多重痛点制约，具体表现为专业讲解员编制不足、高峰期服务覆盖不全面、人工讲解水平参差不齐，且重复劳动易导致工作人员倦怠，难以保障稳定优质的讲解体验。本指南围绕智能导览讲解机器人系统的引入与应用展开，核心目的在于破解上述传统服务难题，构建“标准化讲解 - 自主引领 - 互动体验”的全新服务模式。

依托智能导览讲解机器人的智能化部署，可实现特定参观路线的自动化导览，一方面能有效解决访客“听讲解难”的核心痛点，确保每一位访客都能获得内容准确、生动详实的标准化解说服务；另一方面通过拟人化交互反馈与多媒体融合呈现，显著提升参观过程的趣味性与科技感，优化访客整体体验。其核心意义在于，将稀缺的人工讲解资源从基础、重复的接待工作中解放出来，使其聚焦于高价值接待场景；同时推动标准化讲解成为场馆可随时调用的基础服务设施，全面提升讲解服务质量、扩大服务覆盖范围，优化资源配置效率。

8.2.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1) 形态设计与作业能力：机器人须具备多维度交互反馈机构（如可灵活指向的机械单元），能在讲解过程中通过肢体化动作（如指向展品、手势示意等）强化与访客的互动感；底盘须具备平稳移动能力，适配展馆、园区内

不同地面环境，确保导览过程顺畅安全。

2) 感知系统配置：集成高精度定位感知组合，具备强环境感知能力，可实现人流密集场景下的精准避障，保障机器人自主导航与讲解服务的稳定性。

3) 配套基础设施：需配置适配的自动充电桩，为机器人提供便捷补能保障，确保其满足全天候连续服务的续航需求。

(2) 环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

1) 通行条件：导览路线地面需平整，无高低落差（坡度建议 $\leq 8^\circ$ ），通道宽度建议 ≥ 1.2 米，以容纳机器人与跟随的访客队伍。

2) 网络覆盖：部署空间需实现连续稳定的网络覆盖，可选择 Wi-Fi、4G 或 5G 移动网络；网络需保障低延迟响应，满足云端大模型语义解析、机器人交互沟通需求，同时支撑系统 OTA 远程升级，确保设备功能持续优化。

3) 定位环境要求：需提前对服务空间完成高精度激光 SLAM 建图，并精准标注关键地点，为机器人精准导航、定位指引提供基础环境支撑。

4) 配套设施要求：需在非主通道区域预留充电桩安装位置，安装位需接入 100V—240V 标准市电，保障机器人能够自主前往补能，维持连续服务能力。

(3) 系统与软件要求

1) 高精地图构建与点位标定：方案提供商须在部署阶段完成场馆全域激光 SLAM 高精地图绘制，同步在地图中预先精准标定所有讲解点、最佳站位点及规划最优移动路径，为机器人自主导航、精准驻点讲解提供基础数据支撑。

2) 讲解内容编排与联动配置：方案提供商须为每个标定讲解点匹配专属语音讲稿，同时预设对应的肢体动作指令（如指向展品、手势示意等），实现讲解内容与肢体交互的协同联动，保障讲解过程的生动性与连贯性。

8.2.3 应用流程

(1) 任务触发与交互启动：机器人处于待机点，通过视觉感知并吸引访客。当访客靠近时，机器人主动发起交互，展示可选路线并引导访客确认导览任务。

(2) 自主引领与安全动态避障：确认任务后，机器人语音提示“请跟我来”并开启路径引领。行进过程中，机器人根据周边人流动态平稳规避行人及障碍物。

(3) 定点讲解与肢体配合：到达讲解点前，机器人自动调整机身朝向，停

靠在最佳观赏位。随后配合指示性动作同步播放讲解内容（如指向特定展品），实现语音与动作同步的导览体验。

（4）环节衔接与转场过渡：单点讲解结束后，机器人自动提示下一站信息并继续引领，直至完成既定路线上所有点位的讲解。

（5）服务闭环与自动补能：完成导览后进行结束致谢。随后机器人根据电量及任务计划，自主返回补能点或回到接待区域等待新任务。

8.2.4 预期成果

（1）运营提效与成本优化

单台机器人可独立承担标准咨询、代理等高频重复性工作，有效释放人力资源，使其专注于复杂问题处理、高价值服务等核心事务；依托多台机器人7×24小时不间断在岗能力，彻底解决人员倒班、高峰期短缺等痛点，显著降低人力招聘、培训、排班等综合运营成本。

（2）服务体验与标准化升级

借助大模型技术保障回答的准确性与服务态度的一致性，完全消除人为情绪波动对服务质量的干扰；通过多语言自适应交互打破国际化交流壁垒，为不同语种访客提供无缝服务；同时以科技化服务模式提升场所的高端感与品牌调性，大幅提升访客满意度。

（3）管理决策数字化转型

将线下访客咨询、互动等行为转化为可量化的线上数据，通过会话数据看板、访客提问热词、高频动线等数据的分析，助力管理者精准洞察访客核心需求与关注重点（如特定商品、科室的咨询激增）；基于数据支撑动态优化资源配置、营销策略、空间布局及标识系统，实现从经验驱动管理向数据驱动精细运营的转型。

（4）智慧化品牌形象塑造

机器人“声、动”结合的讲解方式，能提供比传统语音导览器更生动的体验，打造场景应用方的智慧化服务标杆，强化场所的科技感与创新形象，增强品牌竞争力与市场辨识度。

8.2.5 适用空间类型参考

（1）博物馆/纪念馆/美术馆：适配常设展览长期服务需求，提供标准化、长周期的专业导览讲解，保障不同时段、不同批次访客均能获得内容一致、翔实准确的解说体验。

（2）企业展厅/园区接待中心：聚焦商务访客团队接待场景，精准传递企业发展历程、产品技术优势、园区规划布局等核心信息，提升商务接待的专业性与效率。

（3）科技馆/科普中心：契合场馆科技属性，针对青少年群体打造寓教于乐的互动式科普讲解服务，通过趣味交互强化科普知识传播效果，提升访客学习体验。

（4）政务服务大厅：适配政务服务场景需求，为办事群众提供办事流程解读、区域分布指引、关键注意事项告知等服务，助力分流咨询压力，提升政务服务效率与群众办事体验。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

9 康养陪护

9.1 陪伴与社交交互

9.1.1 目的意义

随着人口老龄化进程加速、独居长者群体规模扩大，以及儿童照护资源紧张、失能人员照护专业化不足等社会问题凸显，传统康养照护模式正面临人力供给短缺、服务覆盖范围有限、情感陪伴支撑不足等多重核心挑战。尤为关键的是，长者群体尤其是独居长者普遍承受居家孤独感困扰，部分还面临认知功能减退等问题；儿童群体在成长过程中存在陪伴缺失、早期教育资源不均等问题；失能人员则需要持续性、专业化的生活照护与康复辅助。而传统人力照护模式受时间、精力、专业技能等限制，难以实现全天候、个性化、情感化的持续陪伴与针对性照护。

本指南聚焦康养陪护机器人的应用与落地，核心目的在于推动康养陪护机器人成为传统康养体系的智慧延伸，构建“科技 + 情感”深度融合的智慧康养服务体系。其核心意义在于通过科技赋能破解传统照护痛点，精准匹配长者、儿童及失能人员的情感陪伴与健康照护需求，同时推动银发经济、儿童照护与助残服务协同发展，引领智慧康养产业向人性化、可持续的高质量发展模式转型，为多类特殊群体提供更有温度、更具保障的康养服务。

9.1.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1) 机器人本体：具备轻量灵活的移动能力，搭载激光 SLAM 导航系统，可实现居家复杂环境下的精准定位与自主避障，适配长者日常活动空间；内置自然语音交互与情感识别模块，支持多轮顺畅对话及方言适配功能，契合长者沟通习惯；集成高清摄像头与高精度跌倒检测传感器，可实现人脸识别、实时视频查看、动态行为监测及远程监控功能，及时响应长者安全需求；支持选配血压、血氧等生命体征监测辅助设备，助力长者居家健康数据采集；设计药盒、水杯、手机等常用物品储物空间，兼顾实用性与便捷性；外观造型亲和圆润，采用无锐角安全设计，符合长者审美偏好与居家使用安全标准；设计儿童的教育互动模块（如故事播放、益智问答）和失能人员的辅助操作功能（如语音控制家电、紧急呼叫一键触发），并强化无锐角安全设计与防误触机制。

2) 配套设备：配备匹配的专用充电桩，支持低电量自动回充功能，保障

机器人全天候稳定运行，满足持续陪伴与服务需求。

（2）环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

1) 空间布局：地面需平整光洁，避免铺设松散地毯；地面高差 $\leq 1\text{cm}$ 、坡度 $\leq 5^\circ$ ，防止机器人通行受阻或倾倒；地面线缆截面尺寸 $\leq 7\text{mm}$ ，避免缠绕机器人底盘；需预留 $\geq 1\text{米} \times 1\text{米}$ 的机器人移动与回转空间，透明门体需张贴清晰防撞标识，降低碰撞风险；增加地面防滑处理。

2) 网络覆盖：室内需实现全域 Wi-Fi 连续稳定覆盖，信号强度 $\geq -70\text{dBm}$ ，确保机器人自然语音交互、实时视频通话、远程监控等功能流畅运行，无卡顿延迟。

3) 充电点位：充电点位需靠墙设置在非通行主干道、无遮挡区域，附近配备标准交流电源接口，保障机器人低电量自动回充便捷性，同时避免占用活动空间，充电点位无障碍可达要求。

4) 声光环境：避免持续强噪声（建议 $\leq 60\text{dB}$ ）干扰机器人语音识别；室内照明需均匀柔和，避免强光直射或强背光场景，既保障摄像头成像清晰，也保护长者视觉舒适。

5) 隐私保护：在机器人摄像头覆盖区域需张贴明确标识，清晰地告知覆盖范围及数据使用规范，并提前征得用户书面或口头同意，保障长者隐私安全，满足医疗数据管理标准。

6) 温湿度控制：室内温湿度需控制在 $18\text{--}26^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $30\%\text{--}70\%$ 范围内；机器人摆放及充电区域需远离潮湿区域或高温热源（如暖气、灶台），防止设备受潮或过热损坏。

（3）系统与软件要求

1) 基础平台：方案提供商机器人搭载陪伴交互系统，支持语音唤醒、日程提醒、娱乐内容播放、体征监测记录、视频通话、紧急呼叫；提供家属移动端 APP，支持远程视频、消息发送、异常提醒；具备后台管理系统，提供用户管理、内容更新、日志查看；确保所有数据加密传输，隐私设置符合用户意愿。具备儿童语音交互专属模式（如卡通语音包、简单指令识别），并支持与失能人员康复训练设备的数据联动（如轮椅控制、健康监测数据同步）。

2) 对接需求：方案提供商支持客户/用户已有健康管理系统或智能家居设备的接入，支持紧急呼叫对接客户护理呼叫系统或应急平台。

9.1.3 应用流程

（1）初始化设置：录入服务对象（长者、儿童或失能人员）基本信息、亲情联系人、日常作息、用药计划（如适用）、教育内容偏好（儿童）、康复训练目标（失能人员）等。

（2）日常陪伴交互：机器人主动问候，如天气播报、新闻简报、音乐播放等；针对儿童提供故事讲述、益智问答、学习辅导等教育互动；针对失能人员提供生活技能指导、康复动作提醒、语音控制家电等辅助功能；支持语音点播，如音乐、广播、视频等；支持兴趣记忆、情绪识别，并进行认知训练。

（3）健康与安全监护：定时语音提醒用药、饮水、活动等；针对儿童增加防走失定位、危险行为预警；针对失能人员强化体位变换提醒、压力疮预防提示；支持按钮或语音触发呼叫功能；跌倒等异常行为识别，自动发送急救呼叫。

（4）社交互动支持：家属可通过 APP 查看儿童的学习进度和活动记录，进行远程互动；为失能人员提供一键呼叫、视频通话等便捷沟通方式。

9.1.4 预期成果

（1）提升长者个体福祉：通过主动陪伴、个性化认知训练与深度情感交流，有效改善长者心理健康状态、提升生活满意度，显著缓解独居带来的孤独感与抑郁情绪，助力长者维持积极健康的生活心态。

（2）强化情感链接纽带：搭建家庭、机构与长者之间的高效情感沟通桥梁，打破空间与时间限制，强化彼此情感纽带，减少长者与外界的疏离感，让长者获得更充分的情感支撑。

（3）筑牢健康监护防线：依托用药精准提醒、生命体征动态监测、紧急情况快速呼叫等核心功能，构建全周期居家健康监护体系，有效降低独居长者健康风险，减少意外事件及不便后果的发生，为长者安全保驾护航。

（4）优化照护服务效能：大幅减轻家属照护压力与机构护理人员的陪伴负担，显著提升照护服务效率；推动养老服务资源向高价值、高复杂度的照护场景倾斜，实现养老资源的科学优化配置。

（5）提升机构核心竞争力：助力养老机构塑造兼具科技感与人文关怀的智慧康养品牌形象，打造差异化竞争优势，增强在养老服务市场中的核心竞争力与品牌影响力。

（6）赋能增值服务延展：系统积累长者交互行为、健康状态、需求偏好等核心数据，为定制化康养服务方案的制定提供精准数据支撑；同时为心理疏导、兴趣拓展等增值服务的开发与落地奠定基础，丰富康养服务内涵。

（7）促进儿童全面发展：通过分龄教育互动、AR 益智游戏、语言能力培养

等陪伴功能，激发儿童学习兴趣与认知潜能，同时防走失定位与危险行为预警机制为儿童安全成长提供保障，助力构建健康、安全、益智的成长环境。

（8）改善失能人员生活质量：借助康复训练提醒、个性化文娱内容推送、日常认知维护等陪伴服务，帮助失能人员维持生理机能与心理健康；体位变换提醒、压力疮预防及家属远程辅助功能，有效降低护理风险，提升失能人员的独立生活能力与幸福感。

9.1.5 适用空间类型参考

（1）家庭场景：适用于有儿童或失能人员的家庭，可在客厅、卧室等生活区域提供日常陪伴、教育互动、康复辅助及安全监护服务。

（2）儿童福利机构：包括幼儿园、儿童福利院等，可在活动区、教室等空间开展教育陪伴、安全看护及互动游戏等服务。

（3）残疾人康复中心：适用于康复训练室、生活照料区等，为失能人员提供康复训练辅助、生活技能指导及情感陪伴服务。

（4）特殊教育学校：可在教学区、活动区等场所，为特殊儿童提供个性化教育陪伴、认知训练及安全监护服务。

（5）社区服务中心：涵盖社区活动室、日间照料中心等公共空间，可为社区内儿童提供托管陪伴服务，为失能人员提供康复辅助与社交陪伴服务。

（6）居家养老家庭：重点适配独居、空巢长者家庭，作为长者专属陪伴伙伴，核心提供全天候情感陪伴、亲情联络桥梁搭建（如视频通话协助）及安全监护兜底（如跌倒监测、紧急呼叫）服务，填补居家养老的陪伴与安全空白。

（7）养老院/护理院：适配机构集中养老场景，可为入住长者提供日常情感陪伴、集体文娱活动组织引导（如趣味互动、才艺展示主持）、个性化安全监护及健康提醒等服务，丰富机构养老服务内涵，缓解护理人员压力。

（8）社区养老服务中心：适配社区普惠养老场景，主要在长者日常活动中承担个性化陪伴与协助角色，比如辅助长者参与手工、棋牌、健康讲座等社区活动，提供即时咨询与引导，提升社区养老服务的精准度与温度。

（9）老年大学：适配长者学习与社交场景，可担任课堂助教（如辅助教学内容讲解、学习疑问解答）、活动主持（如校园文娱活动组织）及学习伙伴（如陪伴练习、兴趣交流），助力活跃课堂氛围，提升长者学习体验与社交参与感。

（10）康复医院：适配长者康复疗养场景，核心提供康复训练科学引导（如辅助完成基础康复动作）、心理慰藉疏导（如情绪陪伴、压力缓解）及娱乐调节（如趣味互动改善心情）等服务，助力提升康复效果，改善长者疗养期间的身心

状态。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

9.2 康复训练辅助

9.2.1 目的意义

随着人口老龄化加速及心脑血管、神经损伤等疾病高发，因卒中、脊髓损伤、脑外伤等导致运动功能障碍的患者数量持续增长。传统人工康复治疗模式面临治疗师资源严重短缺、训练强度与精度难以保证、数据量化记录困难、患者主动参与度与积极性不足等核心瓶颈，导致康复周期漫长、效果有限，患者生活质量难以有效提升。

本指南聚焦医用康复外骨骼机器人的临床应用与推广，核心目的在于将其打造成为现代康复医学体系的智能化、标准化、高精度延伸。其核心意义在于通过可穿戴机器人技术，赋能康复治疗师、激活患者潜能，构建“评估—训练—再评估”的智能闭环康复新范式。通过提供高强度、重复性、任务导向且数据驱动的精准康复训练，显著提升神经可塑性与功能重建效率，最终实现减轻社会医疗负担、提升康复医学整体服务水平、引领康复产业向科技化、个性化方向高质量发展的目标。

9.2.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商应提供以下核心设备：

外骨骼机器人本体：

结构与驱动：针对下肢或上肢/手部功能康复，采用轻量化高强度材料（如碳纤维、航空铝合金）构架。关节驱动需高扭矩、低噪音，运动平滑且具备多重安全阻尼。

人机交互：具备多维度传感器系统，集成功觉、位觉、肌电（sEMG）传感器，实时感知患者运动意图与交互力。步态训练机型应适配跑步机或具备地面行走能力。

精准适配：设计应便于穿脱，关键结构（如腿杆、绑带）具备快速调节机制，可在数分钟内完成对患者肢体尺寸的个性化适配，确保人机对位精准、压力分布均匀。

安全保障：内置多重实时安全监控算法，具备异常姿态检测、防跌倒保护、急停硬件开关等功能。物理结构无尖锐棱角，具备防误触设计。

配套设备：

主控系统与显示单元：集成或独立的高性能控制计算机与高清触摸显示屏，用于运行康复软件、显示训练场景与数据。

安全防护系统：必备体重支撑系统（用于步态训练，如天花板吊索或落地式框架），以及配套的防护绑带、安全马甲。

辅助训练设施：根据方案，可能需配套跑步机、训练台阶、实物操作台等任务导向训练环境。

（2）环境要求

场景应用方应满足以下条件：

1）空间与布局：

训练室净高 ≥ 2.8 米（若使用顶置式体重支撑系统），地面平整坚固（如专业PVC地胶），单台设备建议预留不少于4米 $\times$ 3米的独立训练区域。

确保区域内无突出障碍物，通道宽敞，便于治疗师辅助操作及紧急情况处置。

2）设施与安全：

具备稳定的220V标准电源，建议配备稳压器或UPS。地面防滑、无障碍。

所有配套设备（跑步机、体重支撑系统）需定期进行安全检验与维护。网络与隐私参照《医疗器械网络安全注册技术审查指导原则》《信息安全技术 健康医疗数据安全指南》（GB/T 39725）及各地区相关标准执行：

训练区域具备稳定有线/无线网络，支持训练数据实时上传与远程技术支持。

训练区域视为医疗操作空间，需注意患者隐私保护，必要时设置隔断或帘幕。

（2）系统与软件要求

方案提供商应提供：

1) 智能康复训练系统:

软件平台应提供多种训练模式: 被动训练(完全助力)、主动辅助训练(按需助力)、主动对抗训练(增强肌力)、镜像训练等。

内置丰富的虚拟现实(VR)交互场景(如行走、避障、购物、游戏), 以任务和趣味性驱动患者主动参与, 提升训练依从性。

具备完整的患者管理、方案定制、训练控制与数据分析模块, 可量化评估关节活动度、对称性、用力程度、完成度等核心指标。

2) 数据对接与扩展:

系统应支持数据导出(如图表、报告), 并具备与医院 HIS、康复信息管理系统或科研数据库的标准化对接能力。

支持未来功能模块(如新的评估量表、训练场景)的扩展与升级。

9.2.3 应用流程

(1) 前期评估与适配:

由康复医师和治疗师对患者进行全面的功能评估(如 Brunnstrom 分期、Fugl-Meyer 评估、肌力、关节活动度等), 严格把握外骨骼训练适应症与禁忌症。根据评估结果为患者选择并物理适配外骨骼设备, 设置初始的关节活动范围、助力大小、训练难度等参数。

(2) 个性化训练实施:

治疗师主导: 治疗师根据方案, 在训练系统中为患者选择并启动当次训练模式与场景。

人机协同训练: 患者在外骨骼辅助和 VR 场景引导下进行训练。治疗师全程监护, 观察患者状态, 并实时通过软件微调辅助策略、鼓励患者。

实时数据监测: 治疗师通过显示屏监控患者的实时力学数据、完成质量与生理状态(如心率、疲劳度)。

(3) 训练后总结与方案优化:

单次训练结束后, 系统自动生成训练报告, 记录训练时长、步数/次数、对称性指标、主动参与度等。

治疗师结合报告与临床观察, 与患者沟通反馈, 并基于本次数据为下一次训练调整难度和策略, 形成个性化康复闭环。

(4) 周期评估与疗效判断:

每经过一个治疗周期（如 2-4 周），使用标准化量表与外骨骼客观数据进行联合中期评估，量化康复进展，并向患者及家属反馈。

根据评估结果，决定后续康复重点：是继续强化当前训练，还是调整目标（如从站立训练过渡到步行训练）。

9.2.4 预期成果

（1）提升患者康复疗效与效率

通过提供高强度、高重复性、目标导向的精准训练，有效促进神经功能重塑与运动功能代偿，显著缩短功能恢复平台期，提升行走能力、上肢功能及日常生活活动能力。

（2）实现康复量化与精准医疗

将主观的康复评估转化为客观、连续、可量化的数据指标，为治疗师制定和调整方案提供精准依据，推动康复治疗从经验化走向科学化、标准化。

（3）激发患者内在动机与参与度

游戏化的 VR 训练场景极大提升训练的趣味性和挑战性，变“被动治疗”为“主动训练”，有效改善患者心理状态，提升治疗依从性。

（4）赋能康复治疗师与科室

将治疗师从繁重的体力辅助中解放出来，使其更专注于方案设计、过程监护和人文关怀。同时，提升科室的科技化水平与服务能力，打造特色康复品牌。

（5）积累临床数据与科研价值

系统积累的规模化、高质量康复训练数据，为康复医学研究、疗效循证、新技术与新疗法开发提供宝贵的数据基石。

9.2.5 适用空间类型参考

（1）综合医院康复医学科/康复专科医院：作为核心训练设备，用于卒中、脊髓损伤、脑外伤、帕金森等疾病导致的中重度运动功能障碍患者的黄金期康复训练，是康复科技术实力的重要体现。

（2）康复中心/护理院：适用于稳定期患者的长期康复与功能维持训练，帮助患者进一步改善功能，预防并发症（如肌肉萎缩、关节挛缩），提升生活质量。

（3）残疾人康复机构：为脊髓损伤等导致的截瘫患者提供标准的步行重建训练，不仅是一种物理治疗，更能带来巨大的心理获益和生活希望。

（4）高端体检中心或健康管理机构：可作为预防性康复与运动功能增强的先进设备，服务于有步态异常、肌力减退风险的中高净值人群或老年人。

（5）高校及科研机构康复实验室：用于运动科学、康复工程、人机交互等领域的前沿科学研究与教学演示。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

10 智慧停车

10.1 停车场智能调度与管理

10.1.1 目的意义

为破解传统停车场管理“感知盲区多、响应速度慢、数据碎片化”的痛点，以及人工巡逻与固定监控难以实现全时段精细化管控、无法即时处置违停拥堵及安全隐患等问题，指南提出引入停车场智能巡检机器人系统，旨在构建“全域动态感知与智能联动治理”体系；通过机器人移动式感知终端实现物理环境高频扫描与数字化映射，并深度融合安防、消防、清洁等系统，推动管理模式从被动人工应对转向主动系统治理，从而显著提升停车场的安全等级、运营效率与用户体验。

10.1.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1) 机器人本体：应具备成熟的自主导航能力，能够适应地下车库弱光、长廊、多柱等复杂环境；配置多维环境感知模组（如激光雷达、视觉传感器等），满足对车辆、行人及障碍物的精准识别需求；电池续航需满足长时间连续作业要求，并具备自动回充功能。

2) 配套设备：需在场内非主干道区域（如立柱旁、边角位）部署标准化自动充电桩，支持机器人自主归位补能。

（2）环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

1) 道路与通行：巡检路径范围内地面需平整硬化，无积水及明显坑洼；关键通道与转弯区域的净宽、净高需符合机器人通行标准；坡道角度应控制在机器人爬坡能力许可范围内。

2) 网络覆盖：作业区域需实现 4G/5G/Wi-Fi 等无线网络的稳定覆盖，确保视频流、环境数据及控制指令能够实时双向传输，杜绝通信盲区。

3) 安全规范：建议在机器人主要行驶路径设置明显标识或提示，引导车辆与行人注意避让，保障人机共存环境下的运行安全。

（3）系统与软件要求

1) 基础平台：需部署机器人云端智能管理平台，该平台应具备设备集群调度、状态实时监控、电子地图编辑及可视化数据看板功能。

2) 对接需求：系统须具备开放的标准 API 接口，支持与停车场管理系统、消防报警主机、楼宇自控系统及门禁/道闸系统进行协议互通，进而实现跨系统的数据融合与业务联动（如联动抬杆、联动报警等）。

10.1.3 应用流程

（1）任务生成与触发：根据停车场管理的忙闲规律，系统自动生成定时巡检任务，或由管理人员通过终端下发临时排查指令。

（2）自主巡检与感知：机器人依据规划路径执行巡逻，在移动中实时扫描场内状态，对车位占用情况、通道畅通度及环境参数进行采集，并动态更新场内数字地图。

（3）异常识别与研判：基于智能算法，系统实时甄别业务异常，例如识别违停占道、发现地面遗留物、检测到异常高温或烟雾等安全隐患。

（4）智能联动与处置：针对不同异常触发相应策略，如发现违停联动诱导系统、发现环境脏乱生成保洁工单、发现火情隐患立即触发分级报警并推送现场实时影像。

（5）结果反馈与归位：异常处理完毕后，系统记录处置结果与闭环数据；任务完成后，机器人自动返回充电桩补能并进入待机状态。

（6）异常处理机制：建立设备运行异常（如被困、通信中断、低电量）的标准应急预案，确保在设备自身出现故障时能及时告警并人工介入，保障服务连续性。

10.1.4 预期成果

（1）通过智能化替代传统高频次的人工巡逻，显著降低安保人力成本，同时实现多机 7×24 小时无间断的标准化作业，提升管理覆盖面。

（2）将场内环境数据的更新频率提升至实时级别，消除管理盲区，为车位资源调度、反向寻车及未来自动驾驶服务提供精准的数据底座。

（3）实现对火情、入侵、车辆刮擦等风险事件的秒级预警与主动干预，大幅降低安全事故发生率与财产损失风险。

（4）通过科技化的巡检形象与主动服务能力（如求助响应、路况引导），改善用户在封闭空间内的停车体验，提升物业品牌形象。

（5）沉淀完整的运营数据（如拥堵热力图、违停高发点），为停车场动线

优化、车位管理策略调整提供客观的数据支撑。

（6）提供稳定、可预期的配送服务，显著提升不同场景用户满意度，促进服务复购与场景延伸。

10.1.5 适用空间类型参考

（1）交通枢纽（机场/高铁站）：应对超大尺度空间下的全覆盖管理需求，保障客流高峰期的微循环通畅与公共安全。

（2）商业综合体/高端写字楼：满足高净值客群对服务品质与隐私的诉求，提升物业管理的智能化形象。

（3）大型医院：适应车流周转快、急救通道保畅要求高的特点，协助疏导交通秩序。

（4）物流仓储中心：保障内部物流动线的畅通，对货物堆放状态及环境安全进行实时监测。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

10.2 车辆充电对接服务

10.2.1 目的意义

在新能源汽车智能化的浪潮下，自动充电已被视为智慧出行的关键一环，适配乘用车、商用车及老旧小区、高速服务区等多场景需求，其关键意义在于，既能优化用户体验，实现全程无人工干预的充电服务，规避恶劣天气操作风险、节省时间成本，又能提升补能效率与资源利用率，更能推动自动驾驶、人工智能与能源网络的融合发展，完善智慧出行生态，为新能源汽车普及提供核心支撑；

为保障自动充电技术在多场景下稳定落地，服务尽可能多的车型和不同充电口，自动充电机器人需通过“仿生柔韧关节 + 视触觉 AI”模拟人类手臂的柔顺与交互特性，不依赖高精度力传感器和复杂算法即可实现自适应柔和校错、准确对接不同充电口，同时自适应车身意外扰动从而防卡死，此外，其具备的高环境防护等级、强高低温耐受能力等特性，可帮助机器人灵活应对不同天气、光线、温度、湿度等环境变化，保证充电服务的高成功率与可靠性。

10.2.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1) 机器人本体：需配备用于精准识别车辆位置及充电口的 3D 视觉模组、实现灵巧运动与充电枪插接动作的仿生柔韧机械手臂，以及保障数据与指令传输的通讯系统等核心部件。

2) 关键配套设备：需配置充电终端、充电枪适配工装等辅助设备。

3) 必要性能规格：机器人具备 IP65 级别室内外部署运行防护能力，零下 20 摄氏度至零上 50 摄氏度宽温域运行范围，以及昼夜亮暗微光环境运行能力；机器人能够提供满足国标要求 140N 或以上充电枪插接力以及不小于 10 千克枪线负载；机器人具有柔性机械臂、原生柔性适应能力和适配的视触觉 AI，以满足插接安全及耐用性，适应悬架晃动不小于正负 2 度。

(2) 系统与软件要求

方案提供商须提供：

1) 操作交互界面：配备人性化、便捷化的操作及交互界面，适配不同类型用户的使用需求。

2) 设备管理调度平台：搭建设备管理及调度平台，支持对机器人进行远程维护与升级；可通过高级权限访问设备运行数据，并对异常情况实施远程操控。

3) 场站端通讯适配：具备协议互通能力，可通过局域网络等形式与充电终端、充电场站运营平台实现通讯，构建智能化、集成化的充电业务流程。

4) 车端及设备端互联：支持近场或云端连接模式，能与车辆及其他相关设备完成数据交互，为完全智慧化、无人化的充电服务场景提供技术支撑。

10.2.3 应用流程

(1) 自动充电机器人以用户触发需求为核心节点构建标准工作闭环，具体流程如下：用户预先完成账号注册，相关信息同步至 APP、云端及车机端；当用户通过 APP 发起充电预约后，云端系统匹配可用充电服务位置并生成导航指引，自动充电机器人同步进入待指令就绪状态。

(2) 用户驾车进入服务区后，机器人接收车辆就绪信号及服务启动指令，自动识别车辆充电接口并完成充电枪对接，随后充电终端启动充电流程；充电完成后，机器人自动执行脱枪动作并返程归位，充电终端同步终止充电流程，系统通过交互端向用户推送补能完成提醒，用户确认后驾车离场。流程收尾阶段，车端及充电桩将充电全流程信息同步至云端，APP 自动完成费用结算，整个服务闭环结束。

10.2.4 预期成果

（1）赋能车企、车主与场站服务方

为用户带来即时性“解放双手”的便捷充电体验，无需人工干预即可完成补能；同时，自动充电机器人精准稳定的充电枪插拔等关键操作，可有效减少人为失误与设备损耗，进而系统性提升充电设施利用率与场站运营效率。

（2）助力无人化运营落地

为无人出租车、无人巴士、无人矿卡等无人化运营服务商打通补能“最后一公里”，通过补齐无人补能关键环节，助力实现更安全、高效、低成本的全无人运营闭环。

10.2.5 适用空间类型参考

（1）自动驾驶车辆运营场站：充电机器人可与车辆自动驾驶系统无缝对接，实现车辆自主泊入后的全程自动充电，极大提升车队运营效率与能源补给自动化水平。

（2）商业综合体：机器人能够提供标准化、不间断服务，提升顾客停留与消费体验。

（3）交通枢纽（机场、火车站）：网约车、出租车及私家车充电需求高频且时间紧迫，机器人可提供高效、稳定的自动化服务。

（4）酒店：为入住宾客及访客车辆提供便捷的“即停即充”服务，是提升酒店服务品质与科技化形象的有效设施，增强酒店的市场竞争力。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

11 城市保障

11.1 灾情侦察与保障

11.1.1 目的意义

灾情侦察与保障是城市保障响应中挽救生命、减少财产损失的关键环节，其核心目标在于快速定位幸存者、精准评估灾情、切实保障救援人员安全。在夜间侦查与搜救作业中，照明是至关重要的核心环节，更是贯穿救援安全、作业效率、信息通信及人员心理疏导全链条的关键要素。

传统应急照明系统，尤其是大范围泛光照明系统，多依托大型应急照明车、应急照明灯塔等装备搭建，存在设备采购成本高昂、能源转化率偏低、装备体积笨重、应急出动效率低下等短板。为此，引入照明机器人系统，旨在构建便捷高效的应急照明体系，打造中继通信、风速风向监测、可燃及有毒有害气体探测、声光驱离等功能于一体的多功能驻空保障系统，使其成为夜间应急救援指挥链中的关键支撑节点。

11.1.2 应用准备

(1) 硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1) 机器人本体：系统需部署兼具室内外超长滞空时间与低速机动能力的照明机器人；整机须具备单兵便携、快速部署的特点，适配应急救援快速响应需求。

2) 导航与定位：机器人系统应搭载物理单北斗 GNSS-RTK 导航定位模块及全向避障雷达；在高大建筑室内等 GNSS 拒止环境、扬尘等复杂场景下，需支持扩展集成多传感器融合导航系统（含视觉 SLAM 定位、超宽带定位 UWB 技术、激光雷达等），满足室内外全场景导航定位需求。

3) 环境适应能力：机器人系统须具备较强防水、防尘、耐低温能力，可抵御大暴雨、中雪等恶劣天气；内置动力电池组需配备加热保温功能，保障极端低温环境下稳定运行。

4) 核心模块：机器人系统应配备高强度泛光照明系统、中强度聚光照明系统其中一种或两者兼具；具备高清多光谱图像采集能力；支持扩展广播喊话、风速风向探测、窄带中继通讯等任务模块。

5) 数据传输：机器人需集成无线/有线传输链路，满足高带宽、高速率、

抗干扰加密数据传输要求；配备可对接各应急救援部门数据传输系统的专用接口，实现跨部门数据互通。

6) 无人值守作业：系统应具备无人值守自动作业功能，支持单套或多套机器人分点部署；可响应预设触发条件或接收远程控制指令，自动完成起飞、悬停、执行任务等流程，触发条件解除或接收到归位指令后自动降落，并具备自动收缆、自动充电等功能。

7) 硬件接口：机器人系统需配备 LAN、WIFI、USB、HDMI、蓝牙等硬件接口，支持用户或管理单位接入自有硬件平台，实现数据传输与交互功能。

(2) 环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

1) 温度适应：机器人系统使用环境温度 $-20^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

2) 室外场景：具有 $10\text{m}\times 10\text{m}$ 起降落地，至少 2 个方向无高大建筑遮挡。

3) 无人机值守场景：点位应具有 $30\text{m}\times 30\text{m}\times 60\text{m}$ 净空条件。

4) 室内外 GNSS 拒止场景：满足场地 $30\text{m}\times 30\text{m}\times 10\text{m}$ 无遮蔽空间，室内应用时，机器人驻空时，粉尘浓度 $\leq 100\text{mg}/\text{m}^3$ 。

(3) 系统与软件要求

方案提供商须提供：

1) 机器人系统中控制软件系统采用分布式布置，可在地面控制系统、手持控制台支持进行操作，用于电源管理、数据链路管理、任务载荷管理及飞控控制。

2) 控制软件应提供数据对接软件接口，支持对接用户或管理单位云平台，实现云端调度管理、视频画面实时分发等功能。

11.1.3 应用流程

(1) 系统准备：操作人员将机器人系统按要求部署到合适点位，连接电缆，系统开机，电源系统、导航系统、电缆系统进行自检，准备作业。

(2) 手动/自动起飞：自检完成后，操作人员设置作业高度，机器人自动起飞或操作人员在手持遥控设备上解锁起飞。

(3) 执行任务：机器人达到预设作业高度后，自动打开泛光照明、聚光照明、多光谱图像吊舱执行任务，回传数据；或根据扩展任务载荷执行相关任务。

(4) 返航、降落、待机：机器人接收到返航指令或供电中断等情况下，自

动返航，返航图纸可规避障碍物，自动收回线缆；无人机值守情况下，系统待机。

（5）响应事件或接收远程指令：机器人无人值守应用情况下，处于休眠状态的机器人系统，接收到预设的响应事件条件或远程控制指令，从休眠状态唤醒，自主自检。

（6）布置导航基站、构建自主坐标系：室内或 GNSS 拒止应用条件下，操作人员人工布置若干导航基站，构建自主坐标系，系统启动融合导航算法，系统进入相对坐标系定位状态。

11.1.4 预期成果

（1）成本显著优化

该驻空照明系统可替代传统大型应急照明车辆，在同等照明覆盖范围与照明强度条件下，采购成本相比传统大型应急照明车辆大幅降低；在使用阶段优势突出，系统能耗较传统装备大幅降低，同时可减少操作人员多人，大幅压缩运维人力与能源成本。

（2）服务品质升级与形象重塑

驻空机器人系统为单兵便携化装备，具备出动响应快、部署难度低的特点，可实现出动准备时间大幅缩短、现场部署准备时间显著缩短，大幅提升应急救援的响应速度与作业效率，助力救援队伍实现服务品质升级与专业形象重塑。

（3）数据赋能决策提效

驻空机器人可占据救援现场制高点，持续实时回传多光谱光电吊舱采集的全局监视画面，实现救援现场全域态势感知；同时同步传输风速、风向等环境传感数据，为救援指挥员提供全局视野与精准数据参考，显著提升决策效率与决策质量。

11.1.5 适用空间类型参考

（1）开敞室外场景：适用于开阔无遮挡的露天应急救援作业区域，可满足大范围、无阻碍的应急照明与现场监测需求。

（2）室外无人值守场景：适用于交通枢纽、市政公共空间等开放式应急保障区域，以及看守所、保税区等需重点安防的管控区域，适配无人值守状态下的应急响应与防护需求。

（3）室内及 GNSS 拒止场景：适用于体育场馆、会展场馆、工业厂房、物流仓储中心等高大封闭建筑内部，可精准匹配无 GNSS 信号环境下的室内应急救

援作业需求。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

11.2 保障物资投送

11.2.1 目的意义

传统保障物资配送主要依赖人工结合车辆运输等方式，不仅耗时耗力，遇交通拥堵时还会延误保障需求；在特殊地形条件下，更是完全依靠人工搬运，普遍存在配送效率低、运营成本高、管理难度大、物资到位不及时等突出问题。

为此，引入保障物资投送无人机系统，核心目标是精准匹配应急管理需求，通过构建“云端任务调度 - 自主执行”的全流程闭环，实现保障物资无人化配送，同时依托全天候作业能力，快速响应紧急需求，显著提升应急响应与物资配送效率。

该系统的核心优势在于，能够突破地形条件限制，借助索降系统可在不停桨、不降落的状态下，从高空将保障物资平稳精准地自动投送至指定点位；实现全地形覆盖配送，有效提升应急响应速度、缩短物资抵达时间，让应急配送更高效、便捷、迅速。

11.2.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1) 无人机本体：需部署搭载应急物资投送系统的无人机；为适配复杂应急场景，机身需集成多传感器及多重挂载融合系统，挂载设备包含热成像云台相机、激光雷达、探照灯、喊话器等，满足多样化应急作业需求；无人机须具备一定防水防尘能力，可适应室外常规雨雪天气。

2) 配套设备：配置可移动便携式基站或固定式基站，基站接入 220V 市电即可投入使用，可实时获取气象数据；同时支持单台或多台无人机开展长距离蛙跳式作业。

（2）环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

1) 空域条件：作业空域需满足无人机飞行标准，具备合法有效的任务批文；支持按规定开展合规空域申报，或申请特定专属航线，确保无人机飞行

合法合规。

2) 通信保障条件：无人机常规作业依托 4G/5G 通讯基站联网，长距离应急救援场景需确保通讯信号全域覆盖；特殊无信号环境下，无人机需支持自组网联络模式或卫星通讯，保障应急救援工作正常开展。

3) 基站场地条件：基站的设置位置需满足地面硬化、平整坚实的要求，且具备稳定的网络与电力接入条件，接入 220V 市电即可保障设备正常运行。

(3) 系统与软件要求

方案提供商须提供：

1) 无人机飞行管控管理平台：需配置无人机飞行管控管理平台，该平台支持与应急管理平台系统联动融合；核心功能包括飞行任务全流程管理、作业实时画面监控、各类挂载设备的远程控制与运行状态监测，同时可实时采集无人机飞行数据及基站相关数据（含气象数据、电池充电数据等），保障无人机飞行作业安全可控。

2) 点单式管理终端：需配置点单式 APP 管理后台或小程序，支持应急物资配送任务的接收、派发，以及任务执行情况、设备运行数据等相关信息的统计分析。

10.2.3 应用流程

(1) 任务接收与派发：用户通过客户端（点单 APP 或小程序）提交配送需求；飞行管控平台接收订单并生成配送任务，由系统算法自动匹配就近最优无人机，或直接指定无人机执行任务。

(2) 无人机航线规划：无人机基于地形图与目标任务点位置，自动规划飞行航线（包含飞行高度、速度及路径参数），规划完成后启动飞行任务。

(3) 无人机自动取货与投送：

1) 无基站场景：无人机通过飞控系统自主飞行至取货点，依托激光雷达实时把控对地高度，到达指定高度后手动或自动释放索降绳，物资挂载后收回索降绳并通过防脱钩系统固定；随后自主飞行至投送点完成投送，物资触地后自动脱钩，同步回收索降绳与钩子，全程无需人工操作。

2) 有基站场景：无人机停靠移动式基站时，可手动或远程操作索降解锁键释放钩子，物资挂载后点击上锁键完成固定；停靠固定式基站时，远程控制索降放下钩子，挂载物资后收挂至无人机底部或机舱内。投送时，若投送点有基站则停靠后投送；若配合机库使用，则停靠机库后将物资投送至货舱。

（4）送达确认与数据同步：物资送达后，通过电话、喊话器或 APP 小程序消息通知用户，并借助云台实时画面确认物资取走情况；无人机返回机库或停靠基站后，系统默认任务完成。

若为无人机机库场景，用户通过扫码、触屏等交互方式完成取货确认，货舱自动解锁开启；取货完成后系统自动确认任务完结，全程状态实时回传至管理平台，更新任务记录与设备运行数据。

10.2.4 预期成果

（1）保障响应效率显著提升

依托悬停式即取即送作业模式，省去无人机频繁起飞、降落、停靠的耗时，大幅缩短物资投送周期，高效提升应急救援响应速度。

（2）建设运维成本大幅降低

无需占用大面积土地建设专用停机坪、机场等基础设施，有效节约场地规划与建设成本，降低系统整体部署门槛。

（3）全地形复杂场景全覆盖投送

可突破山区、河湖水面、丛林等复杂地形的通行限制，无视地面交通条件约束，精准将应急物资投送至指定点位，满足各类极端场景的应急配送需求。

（4）投送作业高效安全便捷

无人机可自动规划最优飞行航线，进一步缩短应急物资配送时间；采用索降空投的作业方式，全程无需人机接触，既提升了取送货的安全性，又简化了作业流程，实现高效便捷的物资投送。

10.2.5 适用空间类型参考

（1）医院：在中心血库、街道乡镇医院、综合中心医院（县市级）等之间，可以进行安全、高效地配送血清、药品、标本、无菌包及应急物资。

（2）水面/山地救援：在特殊地形环境下的紧急救援，危险性较大、时效性要求更高，而无人机应急物资投送，可以响应快速，不惧地形限制，起到高效救援作用。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

11.3 城市安全巡检

11.3.1 目的意义

传统城市安全巡检多依赖人工定时巡查，存在覆盖范围受限、响应迟缓、夜间及恶劣天气下作业安全风险高、隐患识别结果主观性较强等诸多痛点。城市安全巡检机器人的应用，旨在构建“全天候监控—智能识别—快速预警”的一体化巡检体系，精准破解人工巡检的短板问题。其核心价值在于，依托多机 24 小时不间断巡检能力，显著提升安全隐患发现的及时性与准确性，大幅降低人工巡检的作业风险与劳动强度，为城市安全处置提供快速、精准的数据支撑，从而最大限度降低安全事故的发生概率与损失，切实保障城市空间内的人员与财产安全。

11.3.2 应用准备

（1）硬件要求

方案提供商提供以下硬件设备：

1) 核心感知与监测模块：选用具备巡检功能的专用机器人，需集成高清摄像头、红外热成像仪、气体传感器（可检测可燃气体、有毒气体等）及声音监测模块，实现多维度环境与安全隐患感知。

2) 定位与通信模块：支持 GPS / 北斗定位功能，配备 4G/5G 远程通信模块，确保巡检数据实时传输至管理平台，保障信息同步及时性。

3) 移动与续航能力：具备自主导航与智能避障功能，可适应复杂路面环境；续航时间需 ≥ 8 小时，满足长时间不间断巡检作业需求。

4) 预警与交互模块：配备声光报警装置，可实现现场安全预警；设置紧急呼叫按钮，支持现场人员紧急联络，保障处置响应效率。

（2）环境要求

场景应用方应满足以下环境要求：

1) 巡检区域物理环境要求：巡检区域需无大面积障碍物遮挡；主要通行通道宽度 ≥ 0.8 米，路面平整无严重坑洼，保障机器人顺畅通行与稳定作业。

2) 网络通信环境要求：作业区域需覆盖稳定的网络信号，确保机器人与管理平台之间的数据实时传输及远程控制指令的有效下达。

3) 关键监测点环境要求：消防设施、燃气管道、配电房周边等关键监测点需无遮挡，保障机器人搭载的各类传感器能够精准开展检测工作，确保监测数据有效可靠。

（3）系统与软件要求

方案提供商须提供：

1) 基础巡检管理功能：部署巡检管理平台，支持巡检路线自定义规划，可实时查看巡检机器人回传的视频画面，同时具备巡检数据的存储、查询与分析能力，实现巡检全流程可视化管理。

2) 智能隐患识别功能：平台需搭载隐患智能识别算法，可自动识别烟雾、明火、气体泄漏、设备异常发热等典型安全风险，提升隐患排查的精准度与及时性。

3) 多系统联动预警功能：支持与城市管理系统、物业安保系统等外部平台互联互通，实现安全预警信息的快速推送与共享，助力处置高效响应。

11.3.3 应用流程

(1) 巡检规划与任务下发：工作人员通过管理平台设定巡检路线、监测点、巡检频次（如每 2 小时 1 次），明确重点监测区域（如消防通道、燃气阀组）；系统生成巡检任务并下发至机器人。

(2) 自主巡检与数据采集：机器人按照预设路线启动巡检，途中通过各类传感器实时采集环境数据（如气体浓度、温度、声音），高清摄像头与红外热成像仪同步录制视频与热成像画面；遇到障碍物自动避障，确保巡检路线完整覆盖。

(3) 隐患识别与预警处置：若检测到异常数据（如气体浓度超标、发现烟雾），机器人立即启动声光报警，同时将预警信息（含位置、图片、数据）实时上传至管理平台；工作人员收到预警后，可通过平台远程查看现场情况，下达应急处置指令（如派专人前往核查）。

(4) 任务完成与数据归档：巡检任务结束后，机器人返回指定位置，系统生成巡检报告，包含巡检路线、监测数据、隐患记录等信息；所有数据自动存档，供后续追溯与安全分析。

11.3.4 预期成果

(1) 安全防控能力提升实现多机 24 小时不间断巡检，隐患发现响应时间缩短至分钟级，避免人工巡检的遗漏与延迟，大幅降低安全事故发生概率。

(2) 作业安全性与效率优化，替代人工在夜间、恶劣天气、高危区域（如燃气管道周边）作业，降低人员安全风险；机器人巡检效率较人工大幅提升，可同时监测多项指标，提升巡检覆盖面与综合效率。

(3) 处置支撑强化，通过实时数据传输与精准定位，为处置提供快速、准确的决策依据，缩短响应时间，减少事故损失；数据化存档为安全管理优化、隐患溯源提供客观支撑。

11.3.5 适用空间类型参考

（1）产业园区：适用于园区内公共设施、道路及人员密集区域的常态化安全巡检。

（2）工厂厂区：适用于生产车间、仓储库房、危化品存放区等重点区域的设备与环境安全监测。

（3）市政公共空间：涵盖公园、广场等开放式场所，可开展公共设施完好性及异常状况巡检。

（4）交通枢纽：适用于车站、机场、地铁站等人员流量大的区域，保障公共安全与设施稳定运行。

（5）物流仓储中心：适用于仓库内部、货物堆放区及装卸作业区的消防安全与环境隐患排查。

（6）商业综合体：适用于商场、写字楼等封闭或半封闭商业空间的安全巡检与应急预警。

（7）住宅社区：适用于小区公共区域、地下车库、消防通道等区域的日常安全巡查。

具备类似空间与运营特征的其他场景亦可适用本方案。

智能机器人[®]

城市空间场景应用指南



扫码分享
应用指南

