

© 亿欧智库

© 亿欧智库

© 亿欧智库

新质生产力系列 2024中国智慧环卫行业研究洞察报告

© 亿欧智库

亿欧智库 <https://www.iyiou.com/research>

Copyright reserved to EO Intelligence, Oct 2024

© 亿欧智库

© 亿欧智库

目录

CONTENTS

01 行业概述与转型背景

- 1.1 概念界定与核心特征
- 1.2 智慧环卫行业管理模式发展进程与驱动因素
- 1.3 智慧环卫产业链图谱
- 1.4 产业链供给端特征

02 智慧环卫市场现状

- 2.1 城市环卫行业现有与潜在市场规模
- 2.2 技术发展与实际应用差异
- 2.3 环卫行业转型解决方案

03 场景应用案例

- 3.1 优秀企业实践

04 趋势与展望

- 4.1 智慧环卫技术未来发展路径

目录

CONTENTS

01 行业概述与转型背景

02 智慧环卫市场现状

03 场景应用案例

04 趋势与展望

概念界定与核心特征

- ◆ 城市环卫主要指的是对市政道路、广场、水域、公厕、垃圾中转站等各类城乡公共区域的环境卫生进行综合管理，主要服务内容包括但不限于，垃圾清扫、收集、垃圾清运、绿化带养护、公厕和垃圾中转站等环卫设施运营管理、市容管理、垃圾分类、重大活动环卫保障等。
- ◆ 智慧环卫是一个依托物联网、大数据、云计算、移动互联网与地理信息GIS技术等先进技术手段，对环卫管理所涉及到的人、车、物、事进行全过程实时管理的综合解决方案。其核心理念在于通过智能化、信息化手段提升环卫作业质量，降低环卫运营成本，推动垃圾分类管理实效，进而实现城市环境卫生管理的精细化、可视化和实时化。

亿欧智库：智慧环卫“四大”核心特征



智能化管理

利用物联网技术将环卫设备、设施等连接起来，实时采集各种数据（如温度、湿度、污染物浓度等），并通过智能算法和模型进行数据处理



信息化集成

构建智慧环卫综合管理平台，整合环卫作业车辆、人员、设备、垃圾处理设施等各类信息，实现数据的集中管理和共享，提高管理效率。



高效化作业

通过智能调度和任务分配系统，合理规划环卫作业路线和时间，提高作业效率，降低人力和物力成本。



可持续发展

推动垃圾分类和资源化利用，优化垃圾处理和资源回收流程，降低能耗和减少碳排放，促进城市可持续发展。

◆ 随着中国城市化规模的不断扩大和城市人口的日益增多，推动了环卫行业的迅速发展。同时，环卫市场的扩大也伴随着一系列挑战，环卫管理模式由传统的人工方式逐渐向智能化模式转变，智慧环卫应运而生。

亿欧智库：环卫行业管理模式发展进程



◆ 环卫行业传统模式面临人口老龄化与劳动力短缺、提高效率与降低成本、环境保护与可持续发展、应对城市化进程、提升服务质量与公众满意度、促进产业升级与创新的挑战与需求。

亿欧智库：环卫行业传统模式面临挑战与需求

2023年，中国65岁及以上人口达2.17亿人，占全国人口的15.4%。智能环卫设备如无人驾驶清扫车、智能垃圾分类机器人等，能够显著减少人力需求，提升工作效率。

智能环卫系统实时监控环卫车辆和人员的工作状态，提高调度效率，相比传统方式，智能调度系统能够降低约20%的运营成本。无人驾驶清扫车在连续作业模式下，日均清扫面积可达数千平方米，是传统人工清扫的数倍。

智能垃圾分类系统的应用，能够显著提高垃圾分类的准确率，据某城市试点数据显示，垃圾分类准确率从人工分类的60%提升至智能分类的90%以上。通过智能环卫系统的优化调度，减少了环卫车辆空驶率，据估算，每年可减少碳排放数万吨。

人口老龄化与
劳动力短缺

传统环卫



应对城市化
进程

中国城镇化率已从2010年的49.95%上升到2023年的约65%。智能环卫系统使得环卫作业更加高效、有序，如某城市引入智能环卫系统后，环卫作业效率提升30%。

提高效率与降
低成本

环卫从业人员能够用更少的精力完成更高的环卫工作质量，而公民希望城市环境卫生的服务质量有所提升，如某新一线城市引入智能环卫系统后市民满意度提升20%。

提升服务质量
与公众满意度

环境保护与可
持续发展

近年来，智能环卫领域的技术创新层出不穷，如无人驾驶技术、物联网技术、大数据分析等，在环卫行业得到了广泛应用。近五年来，智能环卫领域的专利申请量年均增长率超过20%，显示出强烈的创新活力。

促进产业升级
与创新

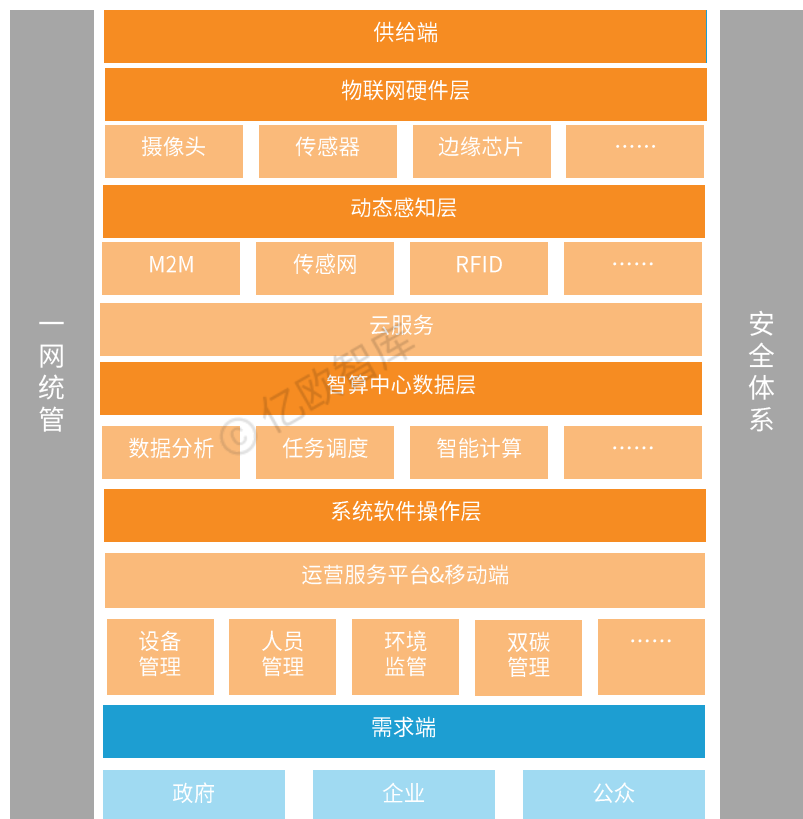
智能环卫



◆ 智慧环卫供给侧的解决方案涵盖了多项技术要素。包括物联网软件层和智能硬件支持的一网统管平台，其中涵盖了设备管理、人员管理和环境监控等功能。一网统管实现了数据的流通和整合，帮助政府、企业和公众更好地监控和管理环卫工作。同时，平台利用AIOT和大数据分析，实现了深度预测和优化管理，采用多层加密技术确保系统运行的安全性和可靠性。

亿欧智库：智慧环卫供给端解决方案技术特征

智慧环卫解决方案基础架构



一网统管

是一种网络化的综合监管方法，通过建立数据流通通道，打破壁垒，监管区域内全主体的管理。在一个平台上落实环卫解决方案全生命周期的运行与维护管理。

政府端可以通过平台进行指导和监管，并基于平台数据的分析提高决策效率，进一步提高城市的管理水平。

企业端可以通过平台进行网格化管理，实现产品运营和管理，提高自身运营效率、降低运营成本、提高服务质量

数字化管理

AIOT和IoT设备收集的数据被用于构建分析模型，为环卫管理者提供深入洞察和需求预测。

云服务及分析软件确保了资源的精准分配、环卫设备的及时维护和工作流程的最优化。基于收集数据可以建立更准确的预测模型，实现精准决策提升了服务效率和质量。

环卫数字化产品具备实时响应能力，增强了服务透明度，更好地满足了市民需求。

安全可靠

一网统管平台采用多层安全策略，确保数据和流程的安全性。通过加密技术保护数据传输和存储，防止未授权访问。平台的网络安全措施包括防火墙和入侵检测系统，以抵御外部威胁。

定期的安全审计和员工培训增强了内部安全意识。同时通过合规性检查确保平台运营符合法律法规要求，为政府、企业和市民提供一个可信的监管环境。

◆ 智慧环卫是由政府、企业和公众等需求端主体共同参与推动、建设，同时共享转型成果，对提升政府服务水平、促进组织机构变革，实现环卫企业降本增效、可持续发展，提高公众健康安全、增强生活获得感和幸福感等方面具有重大意义。

亿欧智库：智慧环卫需求端三类角色的需求特征

1) 提升环卫管理效率

智慧化措施不仅能突破传统经验和做法束缚，解决当下环境管理面临的种种问题，助力城市精细化治理和智慧城市建设。通过对环卫管理所涉及的人、车、物、事件进行全过程实时监督，提升环卫作业质量，降低环卫运营成本，提升城市固废管理的实效。

2) 充分发挥数据价值

环卫数字化转型将产生大量宝贵的数据，这些数据在多个方面具有重要价值，包括决策支持、资源优化、预测预警、监管执法、公众参与以及效果评估等。

3) 增强政府服务能力

环卫数字化转型能够显著增强政府在城市环卫管理中的服务能力。通过数字技术的应用和创新，政府可以在智能决策、精细调度和公众参与等方面得到技术支撑，从而为市民提供更高效、便捷和贴心的环卫服务。

1) 实现降本增效

降本增效是企业管理所追求的重要目标，可以帮助环卫企业提高效率、降低成本，实现资源最优配置和利润最大化，数字化转型是实现企业降本增效的有效途径之一。企业降本主要体现在对生产、管理和人员的优化。企业增效主要体现在效率转化、生产效率提高等方面。

2) 实现核心资产的全生命周期管理

企业核心资产全生命周期管理是指从资产的采购、投资、维护、更新、报废等不同环节对资产进行全方位、全过程管理和控制，以最大化提高资产的使用效益和降低资产管理成本为目标。

1) 增强公众环保意识

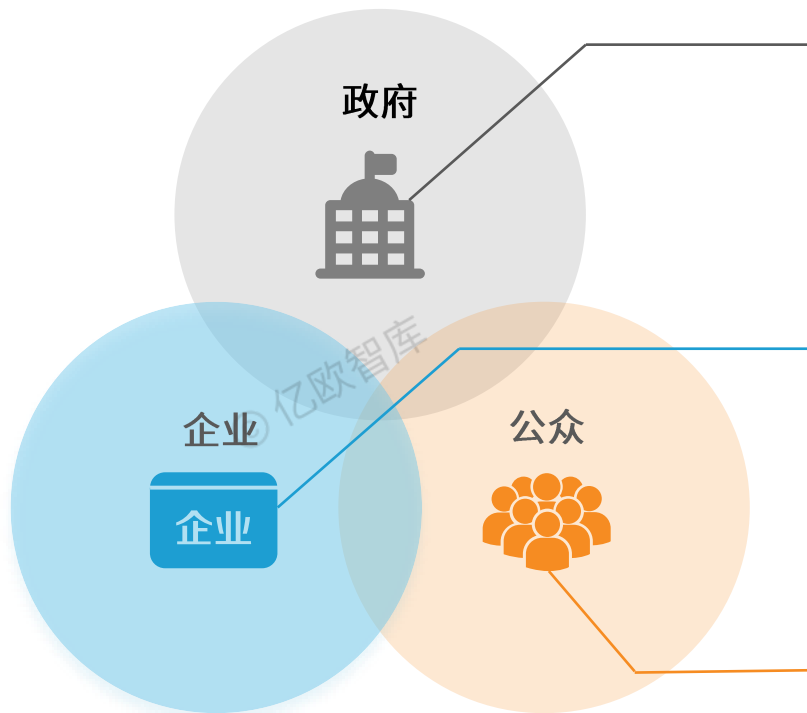
通过深入推进环卫数字化，加强对市民的宣传教育，积极提升全体市民的环保意识，可以提高环保信息的透明度，增强人民群众的参与感和责任感，提供便捷的环保服务，以及强化环保教育和宣传，从而激发人民群众的环保意识，使其更加积极参与环境卫生管理。

2) 环卫信息获取精细化

通过数字化手段，公众可以实时获取环卫设施的使用情况、垃圾箱的填充情况和清扫车辆的位置等信息，方便公众选择合适的时间和地点进行垃圾投放，减少环境污染。

3) 完善市民监督机制

建立和完善群众参与和配合机制让群众建言献策。如通过数字化手段建立接待日制度，数字城管信箱，数字城管网站，数字城管热线以及随机发放征求意见表等及时征求和听取群众意见。



目录

CONTENTS

01 行业概述与转型背景

02 智慧环卫市场现状

03 场景应用案例

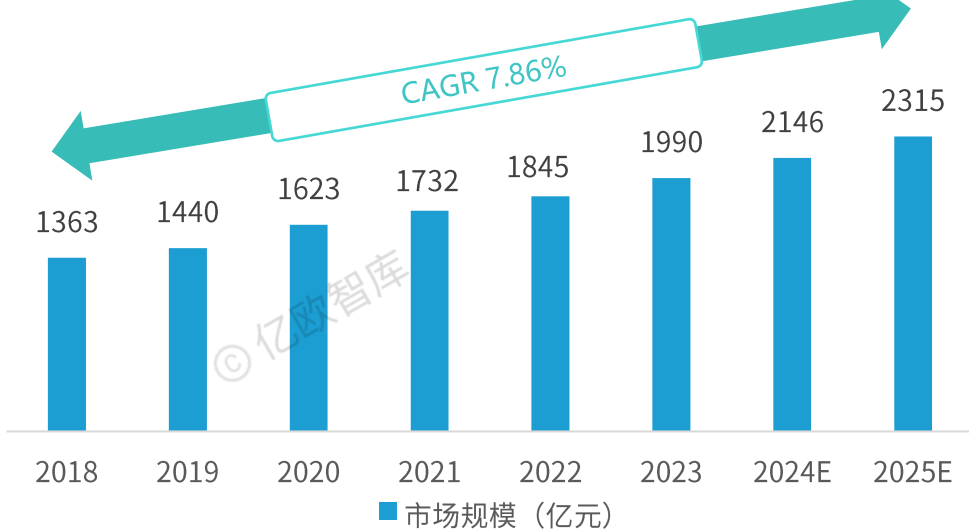
04 趋势与展望

城市环卫行业现有与潜在市场规模

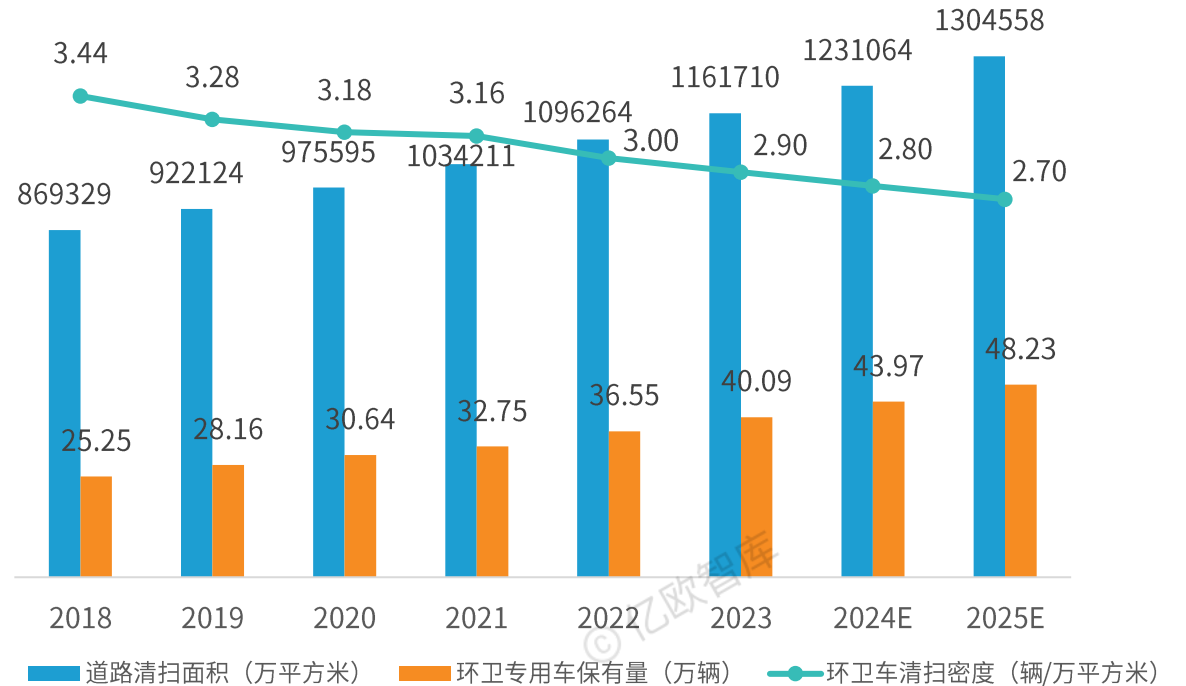
- ◆ 2023年中国城镇化率已达到65%，且呈增长趋势，随着城市化进程的推进，对清扫面积的需求不断增加，一线城市及新一线城市的清扫需求尤为明显，环卫专用车的数量持续增长，预计2025年超48万辆。而自动化、无人驾驶清扫车等技术的应用将使单位车辆能够覆盖更大的清扫面积，逐步提高工作效率。通过智能调度、无人驾驶清扫车和智能垃圾桶等新技术有望进一步减少运营成本和能耗。
- ◆ 预计2025年中国城市环卫行业市场规模达到2315亿元，2022-2025年中国城市环卫行业市场CAGR约为7.86%。2023年中国清洁环卫车销售量将超过48万辆，其中无人环卫车将达到5万辆，单位面积内的环卫车数量将逐步减少，环卫车得到更高效的运用，中国环卫行业正处于从传统模式向智慧化、自动化方向转型的关键阶段，未来将通过智能化技术进一步优化资源配置推动行业的可持续发展，带动城市绿色发展。

亿欧智库：城市环卫行业相关数据

2018-2025年中国城市环卫行业市场规模



2018-2025年中国环卫车相关数据



以深圳市为例，智慧环卫的渗透率约为10%，类似的模式正在全国逐步扩展，预计2025年，全国的渗透率达到7%即162亿的智慧环卫市场规模。而一台无人清扫车约能替代3个环卫工人，填补了20%-30%的环卫工人缺口，将大幅提高城市环卫的整体效率，使城市更洁净。

技术与实际应用差异

◆ 2023年随着《数字中国建设整体布局规划》的印发和环卫市场化业态研究初步形成，实时图像识别、智能控制、物联网等技术在环卫行业得到进一步应用，环卫行业从信息化时代发展到了智慧化时代。AI视觉设备及AIoT设备为智慧环卫提供了硬件基础；集成分析模型，决策式AI的数智化平台则为智慧环卫提供了软件支撑。无人智慧化阶段的到来将极大地提高环卫行业的效率、安全性和可持续性。

技术

物联网设备：

智能垃圾桶：具备自动感知垃圾填充程度的功能，能够在垃圾桶满溢时自动发出清运指令。
 车辆智能传感器：通过车联网技术实现车辆作业过程的全程监控，提供车队管理、路线优化和油耗监控等功能；通过5G通信及智能驾驶系统实现清扫车辆无人化。

云计算与大数据平台：

云端数据平台：用于收集和分析环卫设备的数据，提供实时监控和历史数据分析。
 大数据分析系统：通过对大量环卫数据的处理，挖掘出工作效率、成本管理、作业质量等关键指标，为政府和企业提供决策支持。

人工智能和自动化技术：

智能调度系统：利用AI算法优化垃圾清运路线和作业安排，减少无效工作，降低运营成本。
 无人清扫设备：无人驾驶清扫车和清洗设备已经在部分城市投入使用，通过自动感知和路线规划，实现无人作业。

移动应用与公众参与平台：

问题反馈：市民可以通过移动应用反馈城市卫生问题，例如垃圾满溢、路面污染等。
 作业透明化：提供清扫时间、清运路线等信息查询，提高环卫服务透明度和公众参与度。

实际应用差异

物联网设备：

智能垃圾桶和车联网设备具有提高运营效率、节约人力成本的特点。这类技术在一些发达城市的政府和企业中得到了积极应用。
 无人清扫设备技术含量高，但由于设备成本高、维护复杂，且在部分复杂城市环境中仍存在作业不稳定的情况，目前在一线城市有较大市场，中小城市接受度偏低。

数据平台接受度较为分化：

大城市的环卫部门和大型环卫企业对于数据平台接受度较高，主要用于优化资源分配和提升管理效率；而中小型企业由于技术投入成本较大、数字化基础薄弱，接受度相对较低，往往难以从技术投入中获得足够的回报。

人工智能与自动化技术发展迅速：

人工智能和自动化技术的快速发展正推动无人驾驶车辆、物流以及工业园AGV小车的进步。这些领域积累的丰富数据，为无人清扫设备的发展提供了坚实的基础。随着城市内部复杂场景算法问题的逐步解决，这些算法在不同规模城市中的复用效率较高。

公众参与平台的接受度有所提升：

随着市民对公共服务透明度和参与感要求的提升，越来越多的城市开始推广公众参与平台，但平台的功能能否真正解决市民需求，仍取决于数据的实时性、反馈的响应速度以及问题的解决效率。



◆ 道路保洁是环卫行业的重要组成部分，技术升级和管理优化可以有效提升作业效率和保洁质量。无人驾驶车辆、AGV小车发展中积累的大量经验可以在无人清洁车中应用，其车身小巧，低速行驶的特点安全隐患较低。同时V2X车联网结合后，智能化与清扫效率可以大大提升，未来的道路保洁将实现更高效、更环保、更安全的运营模式。

亿欧智库：城市环卫行业转型解决方案

道路保洁解决方案



依托人工智能物联网、无人驾驶技术和新能源设备，通过智能化手段实现道路保洁作业的高效管理、实时监控和自动调度。

01 物联网 (IoT) 与数据化管理

通过在清洁车上安装物联网传感器，可以实时采集车辆的运行状态，如行驶速度、油耗、水位、扫刷转速等数据。这些信息通过车载数传终端上传至云端管理平台，支持全面的实时监控。环卫管理人员可以通过云平台查看各个清扫车的实时数据和作业进度，确保任务按时完成，避免人为疏漏。清扫覆盖率、资源消耗等指标也通过数据反馈实现量化管理。

技术：**云计算** **AIoT** **机器学习**

02 无人驾驶技术与路径规划

无人驾驶清扫车利用激光雷达、摄像头和GPS等传感技术，能够实时感知周围环境，生成高精度的3D地图，进行路径规划。这使得车辆可以自主选择最佳路线，避开障碍物，进行清扫作业。路径规划结合了多种因素，如交通流量、道路污染程度等，实现动态优化作业。目前低车流量地区的无人清扫试点项目取得了较好的结果，为大规模推广提供了技术和数据沉淀。诸如赛特智能等企业已在语义地图等无人驾驶领域取得了良好成效。

技术：**GNSS** **LiDAR** **机器学习** **L4级自动驾驶**

03 V2X车联网技术的协同优化

V2X（车联网）技术通过车与车（V2V）和车与基础设施（V2I）的实时通信，使清扫车能够与交通信号灯、道路监控系统及其他车辆保持连接。清扫车利用蓝牙、射频识别等技术获取实时交通信息，并通过道路系统动态调整速度和路线，以识别并清理新出现的垃圾，优化作业路径，避免交通拥堵，从而提升清扫效率。

技术：**V2X** **5G** **蓝牙** **RFID**

04 新能源设备与碳排放监测

新能源驱动技术已经较为成熟，电力驱动的无人清扫车显著减少了燃油消耗和碳排放，并具备低噪音优势，尤其适合夜间或人流密集区域的清扫作业。通过物联网技术，清扫车的电池电量、充电状态及能耗数据可实时上传至管理平台，系统根据作业时间和任务需求智能调度车辆充电，避免高峰期用电，确保车辆始终处于最佳运行状态。同时，换电和快速充电技术确保车辆在紧急情况下能够迅速响应，保持高效作业。

技术：**AIoT** **区块链** **快充/换电技术** **高性能电机**

道路保洁全面智慧化

无人道路保洁将提升作业效率、降低人力成本和实现环保目标。通过引入自动化清扫设备，城市可以减少对人工的依赖，同时提高清扫精度。物联网与大数据分析能够优化设备的调度与维护，延长设备使用寿命并减少停机时间。此外，新能源设备的使用为城市带来显著的环保效益，助力绿色城市建设。

随着技术的进一步成熟，道路保洁的智能化将逐步从试点走向规模化应用。未来，结合AI、大数据分析和5G技术的清洁设备，将进一步提升作业效率，打造更加智能化的城市管理系统。

智慧化转型

◆ 垃圾分拣智能化解决方案从物联网、人工智能、区块链等先进技术的结合出发，旨在提升垃圾分类的效率和精度，并通过数字化管理系统，实现全流程的透明化与可追溯性。智能化垃圾分类系统将在未来发挥更大的作用，促进城市管理的可持续化和资源的循环利用，实现环保和资源保护的目标。

亿欧智库：城市环卫行业转型解决方案

垃圾分类解决方案



依托人工智能物联网、边缘计算技术和区块链等技术，通过智能化手段实现垃圾分类作业的高效运行、精确分拣和准确追溯。

01 小区智能垃圾分拣箱

社区垃圾分类系统通过智能回收设备为居民提供方便的垃圾分类途径。居民可以通过智能设备，将垃圾投入带有自动分类和称重功能的垃圾箱，垃圾箱可根据投放的垃圾类型进行即时分类处理。系统配备的数字化平台则会记录投放数据，并为居民记录积分，后续换取礼品，提高居民回收积极性。

技术：

云计算

AIoT

数据模型

02 智能分类设备

通过在分类设备上安装智能传感器、摄像头和AI识别系统，实时采集不同垃圾的种类、重量和投放来源等数据。通过引入更先进的深度学习模型和AI算法，垃圾分拣设备可以在分类时达到更高的准确率。在分拣系统内部引入边缘计算节点，可以就近处理分拣过程中产生的大量数据，减少云端依赖，实现分布式的计算资源调度。同时，边缘计算可以与AI系统结合，对设备状态进行实时监控，预防设备故障或能耗过高问题，确保设备的稳定运行。

技术：

5G

AI视觉

边缘计算

机器学习

03 智能分拣机器人

智能分拣机器人结合传感器和图像识别技术，可以进一步分拣不同类型的垃圾，如纸类、塑料、金属等。通过高精度的路径规划系统，分拣机器人可以根据垃圾类型自动选择最优传送路径，并避免分拣设备堵塞，提升整体分拣效率和准确性。动态规划系统还能够根据分拣设备的状态进行实时调整，确保系统稳定高效运行。

技术：

机械臂

AI视觉

蓝牙

机器学习

04 区块链技术助力垃圾处理溯源

利用区块链技术的不可篡改特性，可以对垃圾的投放、分拣、运输、处理全流程进行记录，确保整个垃圾处理过程透明可追溯。每个用户或企业的垃圾投放行为都可以追踪记录，保证资源回收和处理的合规性。这种溯源系统特别适用于大型工业废料、医疗垃圾、高回收价值垃圾以及有害垃圾等特殊垃圾。

技术：

AIoT

区块链

RFID

大数据

道路保洁全面智慧化

垃圾分类的全面智慧化不仅是技术进步的体现，更是推动资源高效利用、保护生态环境和实现可持续发展的必然路径。通过提升分类效率、优化资源回收、增强新质生产力的运用、提升废物回溯水平，全面促进智慧城市和循环经济的建设。对提高城市管理水平产生积极影响。

智慧化转型

智慧化还推动了资源循环利用，减少了环境污染，助力实现可持续发展目标。不仅为环保事业提供了技术支持，还促进了智慧城市和绿色经济的发展，是未来城市管理和可持续发展的重要趋势。

◆ 环卫基础设施是城市卫生管理的核心，涵盖了垃圾运输、中转、处理等环节的各种设施设备与管理模式。它们的功能是支持城市垃圾处理的高效运转，确保市容市貌的整洁，提高了环境的可持续性。

亿欧智库：城市环卫行业转型解决方案

环卫基础设施解决方案



依托AI视觉和传感器通信技术，通过智能化手段实现环卫基础设施的高效管理、数据实时处理和设备自动化调度，提升垃圾处理效率并优化资源利用。

01 中转站进出车辆管理智能化

实现中转站车辆管理智能化需要依靠AI道闸系统与物联网技术，通过车牌识别与智能审核，确保进入中转站的垃圾车是经过认证的，避免非法车辆或套牌车进入。系统可以对车辆进出进行自动化记录和监控，实现无人化管理，提升运营效率。结合车队管理系统，还可以实现对车辆运行轨迹的跟踪，优化调度。

技术：微波通信 AI视觉 AIoT

02 垃圾成分与含水率监控

通过非接触式的垃圾检测系统，垃圾的成分可以被快速、精准地分析，这对识别混合垃圾中的有机物、金属和塑料等材料非常有效。同时，垃圾的含水率监控技术使得垃圾处理过程中的质量得到了严格把控，提前预警高含水垃圾，防止对处理设备的影响。这种监控方式为垃圾分类和处理质量提供了更加全面的数据支持。

技术：AI视觉 太赫兹成像 多光谱成像

03 大中型垃圾中转站布局优化

大中型垃圾中转站布局的优化通过虚拟模型技术模拟了实际场景，使得管理者能够在物理建设之前优化设计，有效预防布局中的潜在问题。这种技术不仅提高了空间利用率，也为中转站的高效运行奠定了基础。同时，垃圾压缩技术的智能化应用，通过动态调整压缩力度，有效减少了垃圾的体积，优化了后续运输和处理的效率。中转站的模块化设计还使得其能够灵活扩展，满足不同城市的需求，增强了系统的适应性。

技术：AIoT 自动化控制 数字孪生

04 垃圾处理终端智能化

垃圾处理终端的智能化发展大幅提高了处理效率与环保性。在能源利用方面，通过高效储能技术的应用，不仅为设备提供了可持续的能源供给，还能够将垃圾处理过程中产生的能量进行回收，提升整体能效。实时的传感网络可以监控设备的状态，帮助管理者预测设备故障并进行智能维护，确保设备的稳定运行。

技术：AIoT 高效能储能技术 机器学习

环卫基础设施全面智慧化

环卫基础设施全面智慧化将提升城市垃圾管理的效率、精准性和可持续性。通过智慧化技术，如物联网、人工智能和大数据分析，环卫设施能够实现全程实时监控，从垃圾收集、运输到处理的每一个环节都得到精准管理。优化了资源调度，减少了运输成本，提升了运营效率。而数字孪生技术可以助力中转站快速建设和智能化升级。

智慧化技术将在整个环卫系统中更加深入集成。城市垃圾处理将朝着全流程闭环管理的方向发展，通过AI和区块链等技术实现垃圾从运输、中转、处理的全程追溯和透明化管理。

智慧化转型

◆ 环境治理的全面智慧化涵盖了建筑垃圾、堆埋垃圾、污水处理、空气质量监控、绿化管理等多个关键领域。通过物联网、AI、大数据分析等技术，环境治理变得更加智能和高效。随着智能传感器和监控系统的快速部署，各个领域的智慧化治理将显著提高环境保护的效率与精准度，同时推动更高效、更透明的城市管理，助力可持续发展。

亿欧智库：城市环卫行业转型解决方案

环境治理解决方案



依托人工智能物联网、无人驾驶技术和新能源设备，通过智能化手段实现环境治理的有效监管、实时监控和废物绿色化。

01 建筑垃圾运输的智能化监管

利用AI和物联网技术，建筑垃圾的运输过程将实现全程数字化监控。运输车辆将配备智能传感器，实时记录运输路线、行驶时间和垃圾的重量，确保建筑垃圾从指定收集点运输至指定的消纳场。这种实时追踪将大幅提高运输效率，并杜绝非法倾倒和跨区域运输等问题。

技术：

云计算

AIoT

数据模型

02 污水处理的高效智能化

通过膜过滤、纳米材料和生物反应器等技术，污水处理效率大幅提高。智能水质监测系统实时追踪关键指标，结合边缘计算技术快速处理数据，确保排放水质符合环保标准，减少水体污染风险，同时提高污水资源的再利用率。

技术：

RO膜

超滤膜

生物反应

纳米材料

03 堆埋垃圾处理的自动化管理

堆埋垃圾的处理引入智能传感器网络和无人机技术，实时监控堆埋场的环境数据，如气体和湿度，确保环境安全。无人机提供即时的高分辨率影像，降低人工监测成本，同时优化垃圾堆埋操作，减少现场作业中的环境影响。

技术：

V2X

5G

AIoT

机器视觉

04 空气与绿化的智能监控

在空气质量管理方面，激光雷达与大气传感器实时监测建筑垃圾消纳场和堆埋场的扬尘和空气颗粒物浓度。AI驱动的绿化管理系统优化灌溉效率，改善空气质量，并通过植物吸收空气中的有害物质，实现更高效的环境保护和资源管理。

技术：

AIoT

LiDAR

云计算

环境治理全面智慧化

通过技术手段提升环境管理的效率、精准度与可持续性。通过物联网、AI、大数据等新技术，环境治理过程中的污染监测、数据采集、决策支持都能够实现自动化和智能化。这不仅提高了污染源的监控能力，还使得环保措施的执行更加高效，减少了人为干预的失误，提升了治理的精准度。同时，智慧化使得环境管理更具透明性和可追溯性，实现环境保护的共同目标。

随着物联网、AI、大数据等技术的快速发展，环境治理将实现从监测到决策的自动化与智能化，政策支持和企业技术投入将进一步加快智慧化进程，推动环境保护向更高效、更透明的方向发展。

智慧化转型

◆ 智能环卫后市场服务在新能源电池管理和环卫团车险方面的技术与理论支持，包括IoT、AI、大数据、BMS和区块链等新兴技术，结合预测性维护、动态风险评估和透明保险理论，推动了环卫行业的智能化、低成本化和高效运营。

亿欧智库：城市环卫行业转型解决方案

智能环卫后市场服务解决方案



依托新能源电池技术及定制化团车险方案，通过智能化手段可实现智能环卫后市场服务的高效运营。

01 新能源电池管理的技术

物联网技术通过传感器对新能源电池的工作状态进行实时监控，数据包括电池电量、温度、充放电周期等关键信息。通过云平台和边缘计算，设备管理人员能够即时获取电池状态，确保电池在正常工作条件下运行，避免过度放电或过热情况。而基于大数据分析，新能源电池的运行数据可以被整合分析，用于预测电池的使用寿命、潜在故障等。这种预测性维护理论减少了传统定期维护的盲目性，能够更准确地规划电池维护周期，避免意外停机，结合BMS监控和管理每个电池单元的状态，确保均衡充电和放电，提升电池的整体效率。延长电池的使用寿命，降低设备的总拥有成本。

技术：

机器学习

BMS系统

大数据模型

03 定制化的环卫团车险

无人驾驶环卫车依赖车联网与AI技术，通过实时数据交换评估驾驶风险。保险公司利用这些动态数据分析车辆的路径规划、障碍物检测和反应时间，根据环境条件灵活调整保费，实现更加个性化的保险定价。无人驾驶车辆事故的责任界定主要涉及技术故障，通过传感器记录数据，保险公司能够追溯事故原因，从而更公正地处理理赔。自动驾驶技术的安全标准也会影响保险定价，符合更高安全标准的系统可获得保险优惠，鼓励采用更先进的无人驾驶技术以减少事故率。也通过共享的运营数据，如车辆维护、行驶轨迹和故障记录，灵活调整保费，为表现优异的车队提供优惠，动态数据的保险设计将提高无人驾驶车辆的安全性和经济性。

技术：

V2X

机器学习

精算模型

道路保洁全面智慧化

智能环卫后市场服务解决方案可以提升运营效率、降低维护成本、增强客户体验以及推动行业创新。通过物联网、AI、大数据等技术，后市场服务能够实现设备实时监控、故障预测和维护自动化，有效减少设备停机时间。而智慧化系统能整合设备使用数据，为企业提供更精准的决策支持，优化服务流程，提升资源利用效率。

智能传感器和监控平台的部署将广泛应用于设备的远程监控与故障诊断，实现预测性维护，大数据和AI将进一步整合，为企业提供更精准的客户行为分析和设备使用以及事故分析，推动个性化服务的普及。

智慧化转型

目录

CONTENTS

01 行业概述与转型背景

02 智慧环卫市场现状

03 场景应用案例

04 趋势与展望

- ◆ 库萨科技，作为城市服务机器人领域的创新者，专注于无人作业机器人和云端作业管理系统的设计与销售，致力于提供覆盖全生命周期的无人作业解决方案，助力客户实现无人作业的规模化落地。
- ◆ 团队由整车、自动驾驶、机器人、芯片、环保等行业的资深专家组成，拥有超过16年的环卫信息化和15年整车、机器人、自动驾驶研发及管理经验。团队中硕士及博士比例超过50%，为公司的技术创新和研发能力奠定了坚实的基础。

关于库萨

库萨科技秉持着将绿色和环保的理念融入产品设计、生产和运营的每一个环节，旨在提高城市环境的质量，并为全球的可持续发展目标作出积极贡献。公司坚持与客户及合作伙伴紧密合作，共同推进城市向更清洁、更高效的未来发展。

目前，城市服务无人清扫机器人已完成开发，并在上海、江苏、浙江、广东、四川等地进入商业化运营阶段；所有机器人可购买商业化保险（产品质量险及第三方责任险）。

企业入选上海市经信委《2023年度上海市智能机器人标杆企业与应用场景推荐目录》；并加入上海市市容环境卫生行业协会、中国汽车工程学会、低速无人驾驶产业联盟，担任会员单位；同时，担任全国智能网联行业产教融合共同体的常务理事单位。

技术积累和数据沉淀



库萨科技无人环卫解决方案



◆ 库萨科技打造了无人清扫机器人系列产品及智能云控平台系列产品，近期发布了城市保洁巡检的智能小精灵——库萨星洁™。

无人清扫机器人系列产品



库萨星洁®

擅长于城市主干道、辅道、混合车道等城市道路的清扫和巡检

应用场景：城市道路、公园/景区、园区/校园、港口、广场、机场/高铁站

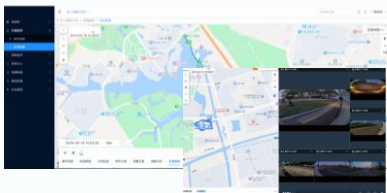


库萨星洁™

擅长于人行道、广场、公园/景区等公共场地的保洁和巡检

智能云控平台系列产品

智能调度管理平台



作业支持与指挥调度

一屏集中展示任务规划，助力管理者掌握任务全局，实现高效管理

作业数据分析与智能决策

通过数据分析和实时监控，确保作业质量严格遵循环卫考核标准，并通过实时监控保障作业的连续性和一致性。实现与业主作业的要求完美融合，为作业质量提供详尽的反馈和评估，提升决策效率。

多终端接入

支持PC端和APP端，方便现场管理操作

城市保洁巡检的智能小精灵

库萨星洁™

库萨星洁™专为公共场地的保洁与巡检任务而生，是城市环境的智能小精灵，以其小巧灵活的身躯和高效性能，星洁能够自主完成清扫、巡检、充电及垃圾倾倒等任务，成为城市环境维护与管理的得力助手。



智能调度管理平台

极简操作：直观操作面板，支持小程序/APP和PC端，实现跨平台的便捷操作体验。
任务管理：简化设备状态监控、任务分配及问题处理流程，大幅提升管理效率。
实时监控：监控机器人运行状态和作业数据，收到异常反馈时，及时启动处理流程。

智能清扫与巡检

双重功能：具备清扫与巡检双重功能，一次性满足城市环境的多重需求。
智能保洁：自主识别并清理地面垃圾，智能调整清扫模式。
自动巡检：无需人工值守，自动沿预设路径巡检，实时监测并上报城市家具及环境异常（如破损、污渍、安全隐患）至云平台。
灵活穿梭：身材小巧，具备强大的通过能力和地形适应能力，能在各种复杂环境中灵活穿梭，轻松应对狭窄空间。
快速响应：支持智能调度管理平台下达的临时任务，迅速响应并执行。

数据智能管理

数据驱动：收集清扫、巡检数据，提供全面的数据分析与报告，帮助管理者做出科学合理的决策。
迭代成长：基于数据分析结果，智能调整巡检路线和频率，确保高效覆盖关键区域，适应环境变化和保洁需求。
优化成本：通过智能化操作提高清洁效率、降低能耗，减少对人工巡检和日常保洁的依赖，从而实现成本效益的最大化。

- ◆ 赛特智能是国内领先的**无人驾驶全场景机器人解决方案提供商**，致力于自主导航、先进的高精度定位、复杂数据融合、具身任务规划等技术的开发以及具身智能的场景化研究和落地，拥有有效知识产权**超700项**，已成为室外清扫机器人细分场景的**领军品牌**；
- ◆ 赛特智能在智慧环卫等赛道商业化领域深耕多年，是行业内率先实现室外无人驾驶清扫机器人**标准化量产和高效规模化交付**的企业，城市服务已覆盖**200+城市**；
- ◆ 赛特智能结合现有数据积累及具身智能，率先将大模型实现**垂直场景商业化**。



◆ 盈峰环境是一家专注于环保装备和城市服务的高新技术企业，其主要业务领域包括智能装备、智慧服务、智云平台等。公司致力于成为受人尊敬和信赖的智能装备和服务的行业引领者，围绕以“智能装备、智云平台、智慧服务”为核心的智慧环卫战略打造出公司强大竞争力。

智云平台

智慧环卫云平台

基于互联网、物联网、人工智能、大数据、云计算等技术，公司自主开发国内领先的环卫全产业链智慧环卫云平台，融合“大云物移智”技术，实时互联城市服务中的人、车、物、事，形成全域服务治理模式，为智慧城市建设实现高效的生产空间、宜居的生活空间、和谐的生态空间赋能助力。



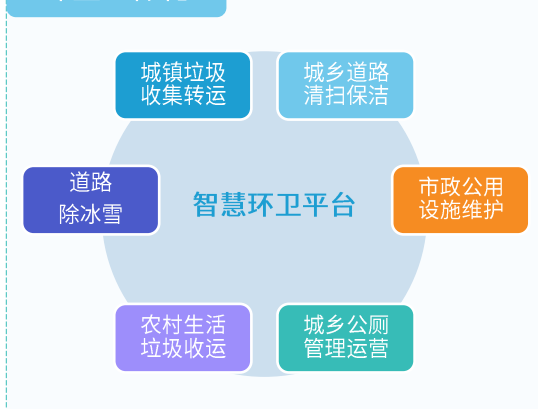
智慧环境管理

智慧环境管理充分利用物联网、移动互联、云计算、大数据等信息技术，采用感知为先、传输为基、计算为要、管理为本的理念，实现海量环境监测数据的安全存储和智能分析，打造涵盖智慧环保、智慧园区、智慧流域和智慧水务等在内的管理业务集群。



智慧服务

环卫一体化



主干道五位一体 | 次干道四位一体作业模式

机动车道：
夜间，大型高压清洗车对路面进行高压冲洗工作，强力去污；同时对路缘进行洗扫作业，集清扫、清洗、污水回收为一体，呈现路面本色。
白天，高压清扫车对路面进行快速冲洗作业，喷雾降尘。
非机动车道+人行道：
路面养护车对道路进行清洗作业，配合人工全天候巡回保洁。解决路面“牛皮癣”问题。

垃圾智慧分类收运

建立“分类投放、分类转运、分类终端处理”三大体系。依托智慧分类云平台，针对垃圾的分类投放、分类收集、分类转运、分类处理进行全流程监控管理。

智能装备

环保装备

- 道路清扫保洁
- 垃圾收转运
- 市政应急除雪

- 天然气装备
- 园林绿化



环卫机器人

在环卫装备领域大力发展小型化、智能化、无人化环卫装备，现针对城市毛细血管清洁，推出智能小型环卫机器人。

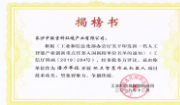


环境装备

环境装备制造分为村镇污水、渗滤液和餐厨垃圾无害化处理三个产业线。针对县级城市餐厨垃圾为主，豆渣酒糟、禽畜粪便协同综合处理为辅的处理规模≥25t/d，采用“智能收运+预处理+昆虫处理技术+有机产品加工+臭气处理”为核心处理工艺，以智能化收运、模块化设计、自动化控制为项目服务理念，实现县级城市餐厨垃圾处理项目建设周期短、投资成本低、附加值高的“三化”处理工艺。

科技创新

公司拥有三大研发创新中心：顺德中央研究院、深圳创新中心、长沙研发中心，是国内领先的环卫AI装备+智慧环卫技术研发+物联网集成应用+环卫一体化项目运营的高科技企业，是智慧城市和未来环境整体解决方案的综合服务运营商。具备国家级科研院所的科研实力和全球领先的环境装备制造能力，拥有全国最完善的环境、环卫装备产品线，包括智能环卫作业机器人、智能环卫车全系列、新能源环卫车全系列装备、氢能源环卫装备等。公司承担的项目，多次获得“中国机械工业科学技术奖”、“湖南省科学技术进步奖”、“华夏建设科学技术奖”等奖项。



- ◆ 作为以人工智能助力智慧城市环卫升级的高科技企业，云创智行致力于打造集合“人-车-物-云”四位一体的智慧环卫整体解决方案。
- ◆ 公司团队由无人驾驶科学家及环卫行业高管组成，以自主研发的全系列无人驾驶环卫车和结合物联网技术的环卫设备为载体，通过立体式云控平台进行数据管理和综合指挥，为智慧城市发展提供专业化的智能环卫生态链建设。通过智能科技，让环卫产业感受科技的温暖，让城市在清洁中焕发活力，让未来生活更加环保低碳。

优势产品



YC-200

智能巡检清扫安防 一机双用，火焰、烟雾、抽烟、人员跌倒安全隐患，实时报警远程获取车载监控一机两用



YC-800

根据作业需求，系统自主安排充电、加水、倒垃圾一键下单即可完成24小时零辅助无人清扫



YC-1000

集强力清扫、喷水降尘、高压冲洗、手持吸尘为一体同步清理台阶和花池周边垃圾

“人-车-物-云”四位一体

人机协同的**智慧环卫整包服务**

全系列**无人驾驶环卫车**

结合物联网技术的**环卫设备**

云平台



在智能清扫同时，通过车端及穿戴式智能设备端收集的多重数据，云端系统能够测算并指导无人驾驶环卫车进行精准作业，并通过大数据不断优化积累和深度学习，系统性做出调度指挥及更优决策，实现环卫工作智能升级。

核心技术

智能云控平台

简洁易用、好看舒适的智慧云端控制平台，打造贴心的多场景智能终端，功能快速迭代，满足多样化的环卫管理应用需求。



多模态环境感知

采用激光雷达、相机多模态融合感知方案与时序特征级融合算法，不仅能准确感知周围障碍物，更能理解各类作业场景特点。

高精定位和高精地图

基于自研厘米级3D定位技术，采用多源融合自适应定位算法，即便无网络、无GNSS信号，也能进行全天候、全时段，多场景的覆盖清扫，极致贴边。

复杂场景规划控制

结合高精度地图数据和动态图层，通过路径规划，满足封闭园区、市政辅路和主路等多场景作业规划需求，实现多任务处理、多车型窄道通行和多车型底盘精准控制，保障车辆稳定运行和灵活通行，减少清扫死角，

高可靠安全保障

采用多域合一底盘控制器，保证遥控、无人驾驶、远程驾驶等不同模式下的车辆安全要求，全域监测、主动躲避，层层防护，提供强大的安全保障。

目录

CONTENTS

01 行业概述与转型背景

02 智慧环卫市场现状

03 场景应用案例

04 趋势与展望

- ◆ 智慧环卫行业的技术发展路径包括四个方面：首先是机械设备智慧化，通过软件、硬件和应用集成提升设备自动化水平。其次是多功能集成平台的开发，将垃圾分类、园林绿化等不同功能融合，支持跨场景管理。第三是数据化平台的构建，通过传感器和数据分析技术实现数据的统一采集、传输和处理，以提升作业效率。最后是技术专利和研发投入，尤其是专利布局和创新激励，确保技术领先并满足行业需求。

亿欧智库：智慧环卫技术未来发展路径

机械设备智慧化的发展



软件开发

硬件开发

应用集成

短期内，行业仍以小型高压喷水车等机械设备为主，提升作业效率和替代人工，以适应当下的市场需求。中长期来看，行业将逐步迈向智慧化，结合AI、图像识别和自动驾驶技术，实现无人化清洁设备的应用。对于创业型企业来说，专注于智慧化单一环节的创新，可以通过AI和物联网技术在特定细分市场内实现技术突破。

多功能集成平台的开发



平台基础

功能集成

跨场景管理

未来的智慧环卫需要开发集成多功能的智慧平台，覆盖垃圾清洁、园林绿化、市政维护等一系列场景。通过统一平台管理和监控设备，实现跨场景、多任务的协调作业，提供智能化的城市管理解决方案。

一网统管的数据化平台



数据采集

数据传输

数据统一

使用传感器和数据分析技术来检测和优化环卫作业，比如通过传感器监测水质、空气质量、垃圾分类等，并通过AI分析清洁覆盖率和效率。并通过一体化的数字化平台提升管理效率，借助城市管理数据和场景化应用，实现实时监控与反馈机制，构建智慧环卫的一网统管平台。

加强技术专利和研发投入



研发激励

人才引进

投入研发

创业型企业需强化在技术上的专利布局，以保持在前沿技术上的竞争优势。大型公司则应继续推动研发创新，增强技术壁垒，并通过并购补充技术短板，进一步巩固行业地位。

- ◆ 智慧环卫行业的To G市场需求刚性强，主要涵盖城市管理，而ToB市场需求量小但应用场景独特，适合企业定制化服务。大型企业可通过全产业链布局 and 并购实现多元化发展，扩展至园林绿化和市政维护等领域，而初创企业应专注细分市场的单点突破，逐步在智慧城市生态中扮演更重要的角色。

亿欧智库：智慧环卫市场未来发展路径

- ToG（政府）市场仍是智慧环卫的主要应用场景，包括城市街道、河道和公共绿化的维护等。虽然增长有限，但其需求刚性较强。ToB（企业）市场的应用场景，如商场、机场、地铁站等虽需求总量不大，但应用场景独特，适合定制化和小规模服务，可以成为企业开拓市场的补充领域。

ToG与ToB市场的场景化拓展

- 对于龙头企业，整体布局覆盖全产业链，进行多场景、多领域的拓展。对于初创企业来说，应专注于垂直细分市场的单点突破，在市场需求较大的单一产品或服务上建立品牌效应与用户忠诚度，以便更好地在大型企业主导的市场中占据独特位置。

灵活的市场策略和差异化定位

智慧环卫市场未来发展路径

智能环卫到智慧城市的拓展

- 随着智慧城市概念的推进，智慧环卫的市场需求已从单一环卫服务向更广泛的市政管理延伸，包括园林绿化、市政设施维护等。通过整合环卫与其他市政管理服务，智慧环卫行业将成为智慧城市生态的重要组成部分，扩大市场需求和业务覆盖范围。

兼并收购及产业协同

- 大型企业可通过并购获得新业务增长点，尤其是能够补充和扩展现有业务链条的企业，如再生资源管理、垃圾回收分拣等领域。同时，将延伸出新的市场机会，例如园林和市政维护的智慧管理的细分市场，有助于实现业务的多元化。

涉及主体

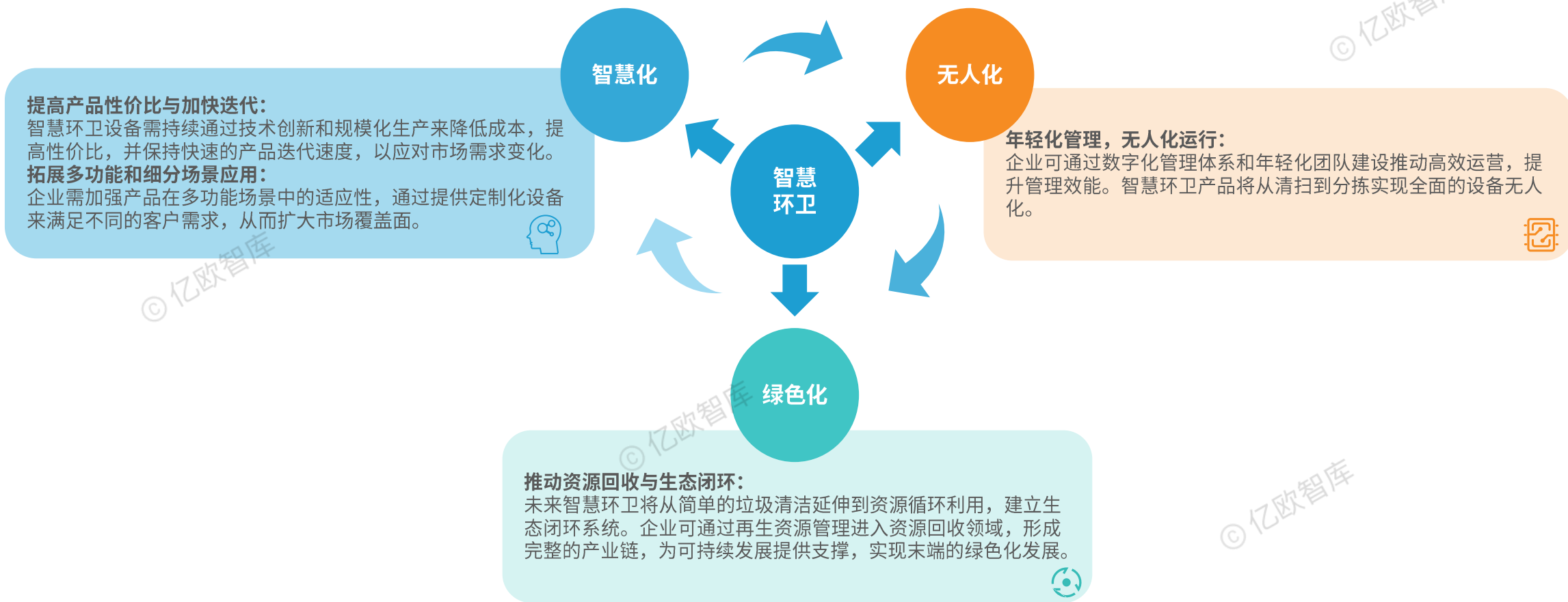
中小企业

大型企业

政府部门

- ◆ 智慧环卫行业未来将以“智能化-数据化-绿色化”的趋势发展，实现设备的高性价比、多功能应用和资源循环利用。环卫企业需快速迭代产品、提供定制化解决方案，以适应多元场景需求并推动可持续城市治理。智慧环卫的智慧化新路径发展将提升作业效率、资源利用率和城市治理的可持续性，为智慧城市建设提供重要支撑。

亿欧智库：智慧环卫行业趋势与展望



- ◆ 亿欧智库经过桌面研究及对相关企业、专家访谈后作出此份报告。报告重点对智慧环卫产业最新发展现状和未来发展进行研究分析，在此，亿欧智库感谢相关企业及业内专家的鼎力支持。
- ◆ 未来，亿欧智库将持续密切关注智慧环卫产业相关领域，通过对行业的深度观察，持续输出更多有价值的研究成果，助力产业可持续创新发展。欢迎报道读者与我们交流联系，提出报告建议。
- ◆ 特别鸣谢：



◆ 团队介绍:

亿欧智库 (EO Intelligence) 是亿欧旗下的研究与咨询机构。为全球企业和政府决策者提供行业研究、投资分析和创新咨询服务。亿欧智库对前沿领域保持着敏锐的洞察，具有独创的方法论和模型，服务能力和质量获得客户的广泛认可。

亿欧智库长期深耕新科技、消费、大健康、汽车出行、产业/工业、金融、碳中和等领域，旗下近100名分析师均毕业于名校，绝大多数具有丰富的从业经验；亿欧智库是中国极少数能同时生产中英文深度分析和专业报告的机构，分析师的研究成果和洞察经常被全球顶级媒体采访和引用。

以专业为本，借助亿欧网和亿欧国际网站的传播优势，亿欧智库的研究成果在影响力上往往数倍于同行。同时，亿欧内部拥有一个由数万名科技和产业高端专家构成的资源库，使亿欧智库的研究和咨询有强大支撑，更具洞察性和落地性。

◆ 报告作者:



何舒阳

亿欧智库 分析师

Email: heshuyang@iyiou.com

◆ 报告审核:



孙毅颂

亿欧智库 研究总监

Email: sunyisong@iyiou.com

◆ 版权声明:

本报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于智库的专业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。本报告的信息来源于已公开的资料，亿欧智库对该等信息的准确性、完整性或可靠性作尽可能的追求但不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映亿欧智库于发布本报告当日之前的判断，在不同时期，亿欧智库可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。亿欧智库不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，亿欧智库对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者可自行关注相应的更新或修改。

本报告版权属于亿欧智库，欢迎因研究需要引用本报告内容，引用时需注明出处为“亿欧智库”。对于未注明来源的引用、盗用、篡改以及其他侵犯亿欧智库著作权的商业行为，亿欧智库将保留追究其法律责任的权利。

◆ 关于我们:

亿欧是一家专注科技+产业+投资的信息平台和智库；成立于2014年2月，总部位于北京，在上海、深圳、南京、纽约设有分公司。亿欧立足中国、影响全球，用户/客户覆盖超过50个国家或地区。

亿欧旗下的产品和服务包括：信息平台亿欧网（iyiou.com）、亿欧国际站（EqualOcean.com）、研究和咨询服务亿欧智库（EO Intelligence），产业和投融资数据产品亿欧数据（EO Data）；行业垂直子公司亿欧大健康（EO Healthcare）和亿欧汽车（EO Auto）等。

◆ 基于自身的研究和咨询能力，同时借助亿欧网和亿欧国际网站的传播优势；亿欧为创业公司、大型企业、政府机构、机构投资者等客户类型提供有针对性的服务。

◆ 创业公司

亿欧旗下的亿欧网和亿欧国际站是创业创新领域的知名信息平台，是各类VC机构、产业基金、创业者和政府产业部门重点关注的平台。创业公司被亿欧网和亿欧国际站报道后，能获得巨大的品牌曝光，有利于降低融资过程中的解释成本；同时，对于吸引上下游合作伙伴及招募人才有积极作用。对于优质的创业公司，还可以作为案例纳入亿欧智库的相关报告，树立权威的行业地位。

◆ 大型企业

凭借对科技+产业+投资的深刻理解，亿欧除了为一些大型企业提供品牌服务外，更多地基于自身的研究能力和第三方视角，为大型企业提供行业研究、用户研究、投资分析和创新咨询等服务。同时，亿欧有实时更新的产业数据库和广泛的链接能力，能为大型企业进行产品落地和布局生态提供支持。

◆ 政府机构

针对政府类客户，亿欧提供四类服务：一是针对政府重点关注的领域提供产业情报，梳理特定产业在国内外的动态和前沿趋势，为相关政府领导提供智库外脑。二是根据政府的要求，组织相关产业的代表性企业和政府机构沟通交流，探讨合作机会；三是针对政府机构和旗下的产业园区，提供有针对性的产业培训，提升行业认知、提高招商和服务域内企业的水平；四是辅助政府机构做产业规划。

◆ 机构投资者

亿欧除了有强大的分析师团队外，另外有一个超过15000名专家的资源库；能为机构投资者提供专家咨询、和标的调研服务，减少投资过程中的信息不对称，做出正确的投资决策。

◆ 欢迎合作需求方联系我们，一起携手进步；电话 010-53321289，邮箱 hezuo@iyiou.com

© 亿欧智库

© 亿欧智库

© 亿欧智库

亿欧智库

网址: <https://www.iyiou.com/research>

邮箱: hezuo@iyiou.com

电话: 010-53321289

© 亿欧智库

© 亿欧智库

© 亿欧智库

北京: 北京市朝阳区关庄路2号院中关村科技服务大厦C座4层 | 上海: 上海市徐汇区桂平路391号新漕河泾国际商务中心B座1703

深圳: 广东省深圳市南山区华润置地大厦 C 座 6 层 | 纽约: 4 World Trade Center, 29th Floor-Office 67, 150 Greenwich St, New York, NY 10006