

2020-2021工业制造领域 自然导航AGV/AMR 产业发展研究报告

■ 中国移动机器人（AGV/AMR）产业联盟
杭州迦智科技有限公司
新战略移动机器人产业研究所

联合发布



迦智科技
IPLUSMOBOT

新战略移动机器人
产业研究所

发布日期：2020年12月

前言

《2020-2021 工业制造领域自然导航 AGV/AMR 产业发展研究报告》是新战略机器人产业研究所根据中国移动机器人（AGV）产业联盟统计数据研究的最新成果，报告深度解析了当前我国自然导航 AGV/AMR 产业发展水平，对行业应用及趋势做了研究。

自然导航 AGV/AMR 是指应用在工业制造领域中，不依靠任何标识导引，具备自主导航能力，由车载控制系统控制，以轮式特征为特征，自带动力或动力转换装置的机器人。传统的磁导及二维码导航产品不计入该类别。本报告调研对象主要以自然导航 AGV/AMR 企业（专注这一细分领域，自然导航产品占总体业务 90% 以上）为主。

报告统计，2020 年度，中国工业制造领域自然导航 AGV/AMR 出货量约在 2800 台，市场规模约在 5.6 亿，市场增长迅速，头部企业表现出强劲的发展势头。2020 年，伴随着全国性乃至全球性的疫情影响，工业应用移动机器人（AGV/AMR）在经历过短暂阵痛后迎来了新一轮的发展机遇，而更具柔性的自主导航 AGV/AMR 逐渐成为市场增长的主要动力。

本报告以研判 2020 年国内工业制造领域自然导航 AGV/AMR 产业发展水平及特征趋势为目标，采取定性判断与定量分析相结合的方式，深度解析我国自然导航 AGV/AMR 产业发展状况，为国内广大企业提供发展方向、路径及模式的参考依据，为应用端客户提供选型参考依据，推动自然导航 AGV/AMR 应用。

编委会成员

编委会顾问：熊 蓉 李进科

主编：彭 晴

副主编：余熙文 樊晓东

成员：陈首先 孙逸超 刘晓东 杨 威 李陆洋 许 雄 沈昌欢 张 昊

目录

第一章：工业制造领域自然导航 AGV/AMR 市场概念定义	8
一、工业制造物流发展背景	8
1、关于工业制造物流的界定	8
2、发展背景	8
3、发展驱动因素	9
二、工业制造领域自然导航机器人（AGV/AMR）	11
1、基本介绍与界定	11
第二章：工业制造领域自然导航 AGV/AMR 产业发展概况	12
一、产业规模、竞争格局与增长趋势	12
1、市场空间与产业规模	12
2、发展现状	13
3、竞争格局分析	15
二、典型工业制造领域自然导航 AGV/AMR 企业分析	18
1、中国移动机器人（AGV）细分品类分析	18
2、产业生态组成与特点	18
3、代表企业分析	20
杭州迦智科技有限公司	21
快仓智能科技有限公司	22
未来机器人（深圳）有限公司	22
山东蓬翔汽车有限公司	23
浙江国自机器人技术股份有限公司	23
深圳优艾智合机器人科技有限公司	24
斯坦德机器人（深圳）有限公司	24
上海节卡机器人科技有限公司	25
第三章：中国新经济形势下工业制造领域自然导航 AGV/AMR 市场需求分析	26
一、新经济形势下的智造工厂物流新需求特点	26
二、工业物流新需求的驱动因素——数字化工厂，帮助企业进一步降本增效	26
三、工业物流市场新需求与未来增长趋势	28

第四章：工业制造领域自然导航 AGV/AMR 应用细分市场分析	29
一、应用环节划分（产线物流、仓储物流与园区物流）	29
1、产线物流	29
2、仓储物流	29
3、园区物流	30
二、细分行业划分	31
1、细分市场：半导体及电子行业	31
2、细分市场：面板行业	33
3、细分市场：新能源光伏行业	35
4、细分市场：输配电与控制设备行业	37
5、细分市场：PCB 行业	39
6、细分市场：园区级室外重载无人驾驶机器人选型特点与分析	41
7、细分市场：离散制造业	43
第五章：工业制造领域自然导航 AGV/AMR 应用案例	46
一、半导体行业	46
案例 1：半导体工厂百级无尘车间智能物流升级项目	46
案例 2：国内知名半导体晶圆生产企业内部智能物流搬运项目	47
案例 3：半导体工厂 SMT 车间柔性物流	48
二、电子行业	48
案例 1：日本著名打印机生产企业柔性物流配送项目	48
案例 2：电子制造车间快速高频换线项目	49
案例 3：ODM 专业代工工厂智能物料搬运项目	50
案例 4：电子行业数字化车间无人搬运项目	51
三、5G 设备制造业	52
案例 1：国内大型通信设备公司无线小基站智能工厂项目	52
四、面板行业	53
案例 1：柔性屏生产企业智能物流转运和上下料项目	53
案例 2：知名显示器制造企业内部物流智能化项目	54
五、输配电与成套设备制造行业	54

目录

案例 1: 智能配电设备绿色数字化生产基地建设项目	54
案例 2: 电气设备行业智能制造数字化工厂项目	56
六、新能源光伏行业	57
案例 1: 知名光伏电池片生产企业制造物流转型升级项目	57
七、医药行业	57
案例 1: 世界闻名的药用包装行业龙头企业重型物料柔性化频繁转运项目	57
案例 2: 国内首批非港口园区级室外重载运输项目	58
案例 3: 国内首批医药智能仓储机器人项目正式上线运营	59
八、汽车汽配行业	60
案例 1: 汽车零部件线边柔性配送及高层货架智能上下架项目	60
案例 2: 为知名汽配企业打造室外重载智能物流机器人项目	61
案例 3: 某知名汽车制造企业室内外车桥智能化转运项目	62
案例 4: 某汽配制造企业室内外轮毂制动鼓智能化转运项目	63
案例 5: 汽车零配件企业无人仓储解决方案	64
九、食品行业	65
案例 1: 某食品生产企业智能物料配送项目	65
十、离散制造业	65
案例 1: 纺织服装企业智造升级项目	65
案例 2: 打造全球领先的服装行业智能机器人解决方案	66
案例 3: 某办公文具生产商智慧物流项目	67
 第六章：工业制造领域自然导航 AGV/AMR 技术与趋势	69
一、技术发展历史	69
二、技术发展现状	69
三、技术发展趋势	71
1、更多样的导航方案	71
2、与 5G 及 AI 等新技术的加速融合	71
3、更高效的多机协同	71

第七章：工业领域自然导航 AGV/AMR 产业发展趋势展望	72
一、自然导航 AGV/AMR 与物流的融合之路	72
二、产业发展趋势	72
三、商业模式探讨	73

第八章：中国移动机器人工业物流方向发展策略与投资建议	74
一、坚持产品创新的领先战略	74
二、坚持细分突围战略	74
三、坚持合作共赢战略	74
四、坚持品牌建设的引导战略	74
五、坚持工艺技术创新支持战略	74
六、坚持市场营销及服务创新的决胜战略	74
七、实施国际化发展策略	74
八、对工业应用移动机器人行业发展建议	74

图表

图表 1：制造物流全流程示意图	8
图表 2：制造业智能化发展历程	9
图表 3：2016 年 1 月 -2020 年 1 月中国物流业景气指数	9
图表 4：2015-2019 年全国总人口增长趋势	10
图表 5：2013-2019 年中国人口出生率和死亡率	10
图表 6：各类导航技术对比	11
图表 7：2019 年各类移动机器人销售占比	12
图表 8：2017-2020 中国工业应用自然导航 AGV/AMR 销售规模与销量	12
图表 9：制造业的自动化痛点及难点	13
图表 10：2020 年自然导航 AGV/AMR 市场各类型企业数量占比	13
图表 11：2020 中国市场自然导航 AGV/AMR 各类型企业市场份额	13
图表 12：各类型企业进入自然导航 AGV/AMR 领域面临的壁垒	14
图表 13：自然导航 AGV/AMR 构成	14

目录

图表 14: 自然导航 AGV/AMR 领域 SLAM 核心算法自主研发比例	14
图表 15: 影响企业工业场景大项目服务能力的三大因素	15
图表 16: 中国工业移动机器人 (AGV/AMR) 220 家企业分布散点图	16
图表 17: 2020 年自然导航 AGV/AMR 企业销售额市场集中度	16
图表 18: 2020 年自然导航 AGV/AMR 行业应用分布	16
图表 19: 2020 年各行业融资事件以及金额	17
图表 20: 2020 年工业制造领域移动机器人行业投融资情况	17
图表 21: 工业制造领域移动机器人主要细分品类	18
图表 22: 工业应用移动机器人产业链图示	18
图表 23: 工业应用移动机器人主要部件国产进展情况以及发展趋势	19
图表 24: 2020 年自然导航 AGV/AMR 核心零部件国产化程度	20
图表 25: 国内工业应用自然导航 AGV/AMR 代表企业 (部分)	21
图表 26: 迦智科技自然导航 AGV/AMR 现场应用图	21
图表 27: 快仓智能系列机器人	22
图表 28: 未来机器人视觉工业无人车辆	22
图表 29: 蓬翔汽车系列重载平台	23
图表 30: 国自机器人系列产品	23
图表 31: 优艾智合系列机器人产品	24
图表 32: 斯坦德机器人标准移动平台	25
图表 33: 节卡协作机器人	25
图表 34: 传统生产模式	26
图表 35: C2M 生产模式	26
图表 36: 未来工业制造领域对于移动机器人导航方式的要求	27
图表 37: 数字化工厂核心要素	27
图表 38: 2020 年智能制造系统解决方案细分市场情况	28
图表 39: 物流区域、设备示意图	29
图表 40: 室外导航主要方案	30
图表 41: 半导体及电子行业智能制造工厂物流的关键设备与系统	32
图表 42: 面板行业智能制造工厂物流的关键设备与软件	34
图表 43: 新能源光伏行业智能制造工厂物流的关键设备与软件	36
图表 44: 输配电与控制设备行业智造工厂物流的关键设备与软件	38
图表 45: PCB 行业载具 + 应用机器人说明	40

图表 46: 移动机器人跨区域转运要素	40
图表 47: 移动机器人跨楼层转运要素	40
图表 48: 园区级室外重载无人驾驶方向的关键设备与软件	42
图表 49: 离散行业智造工厂物流的关键设备与软件	44
图表 50: 迦智科技 EMMA200 在半导体工厂应用	46
图表 51: 节卡协作机器人在 SMT 贴片车间应用	47
图表 52: 迦智科技“移动 AGV+ 机械臂”复合解决方案	48
图表 53: 迦智科技 EMMA200 在日本著名打印机工厂应用	49
图表 54: 迦智科技 AGV 在电子产品生产车间应用	50
图表 55: 迦智科技 AGV 在 ODM 专业代工工厂应用	50
图表 56: 未来机器人工业无人车辆在电子产品生产车间应用	51
图表 57: 迦智科技 AGV 在无线小基站智能工厂应用	52
图表 58: 迦智科技高精度侧叉物料取放机器人在柔性屏生产车间应用	53
图表 59: 迦智科技 AGV 在柔性屏生产车间应用	54
图表 60: 迦智科技重载全向 AGV 在配电设备车间应用	55
图表 61: 迦智科技全向重载 AGV 在输配电及控制设备工厂应用	56
图表 62: 迦智科技 AGV 光伏电池片生产车间应用	57
图表 63: 迦智科技 1.5T 重载 AGV 在医药包装车间应用	58
图表 64: 蓬翔汽车重载 AGV 在室外园区转送应用	59
图表 65: 快仓智能仓储机器人在医药行业应用	60
图表 66: 迦智科技 AGV 在汽车零部件车间应用	60
图表 67: 迦智科技室外激光无轨导航重载 AGV 在汽车行业应用	61
图表 68: 蓬翔汽车重载 AGV 应用示意图	62
图表 69: 蓬翔汽车重载 AGV 在汽配行业室外转运应用	63
图表 70: 未来机器人工业无人车辆在汽车零配件无人仓内应用	64
图表 71: 迦智科技智能叉取 AGV 食品生产车间应用	65
图表 72: 迦智科技多维侧叉 AGV 在纺织服装车间应用	66
图表 73: 快仓智能服装行业解决方案	67
图表 74: 快仓智能仓储机器人在办公用品行业应用	68
图表 75: 激光 SLAM 和视觉 SLAM 优劣势对比	70
图表 76: 工业物流领域移动机器人 4 大商业模式	73

01

工业制造领域自然导航 AGV/AMR 市场概念定义

一、工业制造物流发展背景

1、关于工业制造物流的界定

工业制造物流是指在生产制造工艺中的物流活动。一般是指原材料、外购件等投入生产后，经过下料、发料，运送到各加工点和存储点，以在制品的形态，从一个生产单位（仓库）流入另一个生产单位，按照规定的工艺过程进行加工、储存，借助一定的运输装置，在某个点内流转，又从某个点内流出，始终体现着物料实物形态的流转过过程。

这种物流活动是与整个生产工艺过程伴生的，实际上已经构成了生产工艺过程的一部分。过去人们在研究生产活动时，主要关注一个又一个的生产加工过程，而忽视了将每一个生产加工过程串在一起的、并且又和每一个生产加工过程同时出现的物流活动。例如，不断离开上一道工序，进入下一道工序，便会不断发生搬上搬下、向前运动、暂时停止等物流活动。实际上，一个生产周期，物流活动所用的时间远多于实际加工的时间。所以，企业生产制造物流研究的潜力，时间节约的潜力、劳动节约的潜力是非常大的。

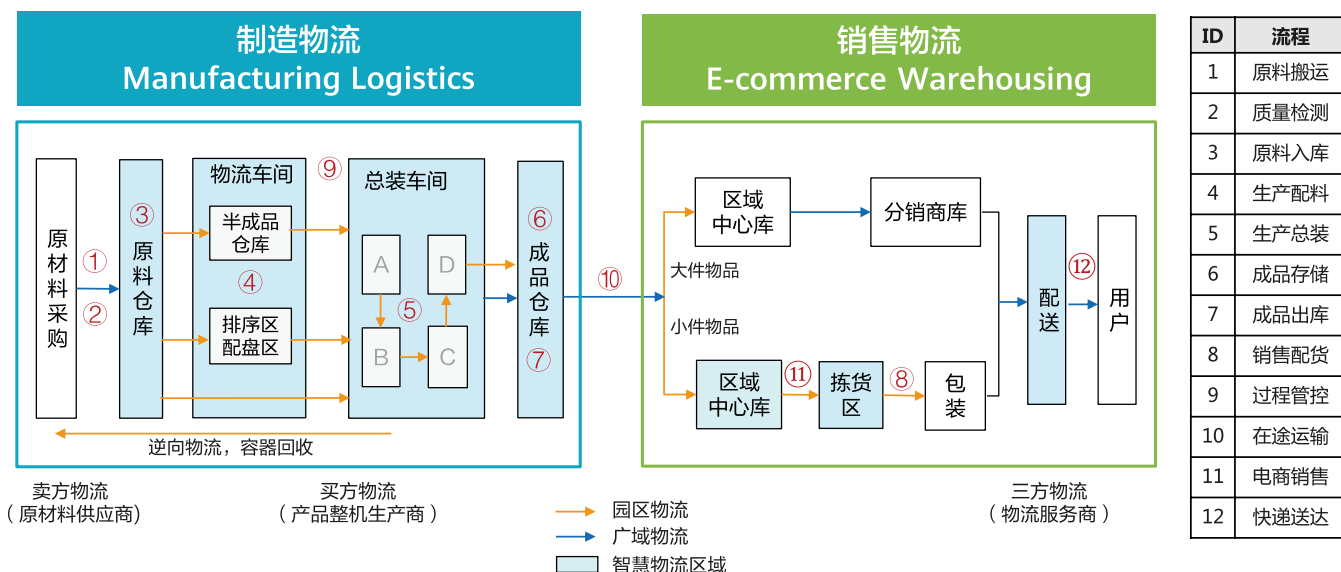
生产制造物流的基本工作是按照物资需求计划的指令，准时保量无差错地将生产所需要的物资配送到现场



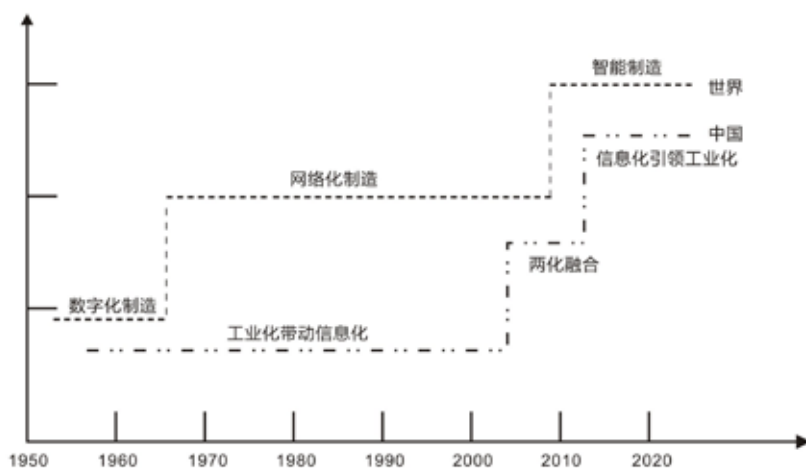
和每一个工作中心。制造业物流包括以下内容：（1）场内仓储管理（2）物流设施设备的选用（3）库存管理。

2、发展背景

工业制造物流的发展与制造业整体的变革息息相关。工业制造物流和制造流程同步，是从原材料购进开始直到产成品发送为止的全过程物流活动。它是制造产品的生产企业所特有的活动，如果生产中断了，制造物流也就随之中断了。制造物流的发展历经了人工物流—机械化物流—自动化物流—集成化物流—智能化物流五个阶段。



图表 1：制造物流全流程示意图



图表 2：制造业智能化发展历程

从各操作人员自身进行生产物料搬运，到配有专门的生产物流人员对生产物料进行手工配送，再到配有专门为生产物流服务的人工操作的物流运输工具，到如今的对生产物流系统中无人自动运输工具的应用的迅猛发展，生产物流的不断发展的主要因素在于制造模式的变化。

在传统模式下，主要的针对对象为大规模制造；对于流程控制、机台操作、信息整理、传递以及生产物流调度等生产物流活动多依赖于人工经验来进行操作，物流搬运更是依赖于人工作业和叉车；对于物流机器而言，设备间的作业都是相对独立的，软件不通用、不兼容，使信息流效率低；管理方面的管控实效性差，且主要以早期 ERP 系统为主。

而新型的智能生产物流系统模式在改革转型的智能生产制造模式下，



图表 3：2016 年 1 月 -2020 年 1 月中国物流业景气指数

将 IT 技术、互联网技术、物联网技术有机地应用于生产物流过程之中，模式针对对象转向了个性化定制制造。新型模式下，减少了对人工操作的依赖；生产制造物流作业通过机器自主感知、学习、推理判断，并进行智能决策，自行解决生产制造物流中某些问题；设备之间相互互联，以 MES 系统为主要核心，硬件、软件相互协同，信息实时同步，资源实现共享。

3、发展驱动因素

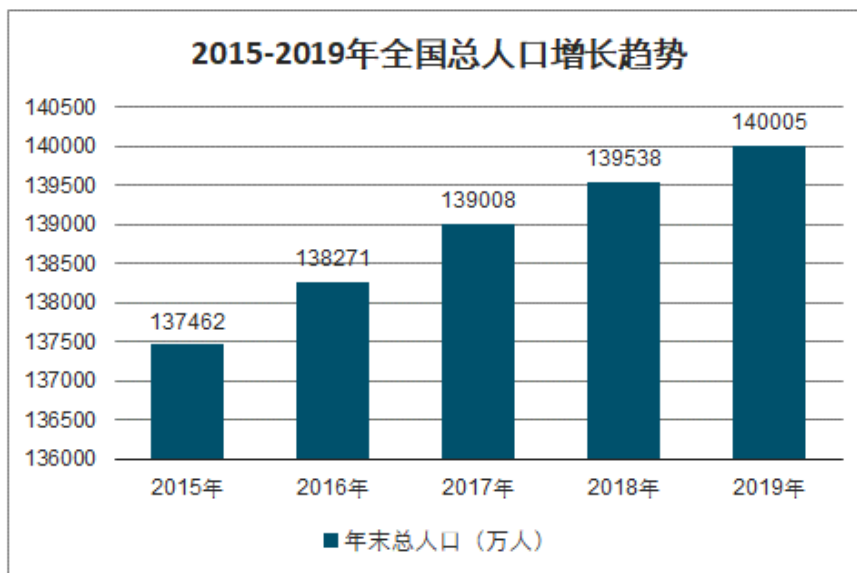
人口结构倒逼

2020 年年初，国家统计局发布了最新消息，称中国大陆的总人口已经达到了 14 亿零 5 万，比去年末增加了近 460 万人。在 2019 年，全年的出生率为 10.48%，达到了历史最低。死亡人口 998 万，人口的自然增长率为 3.34%。

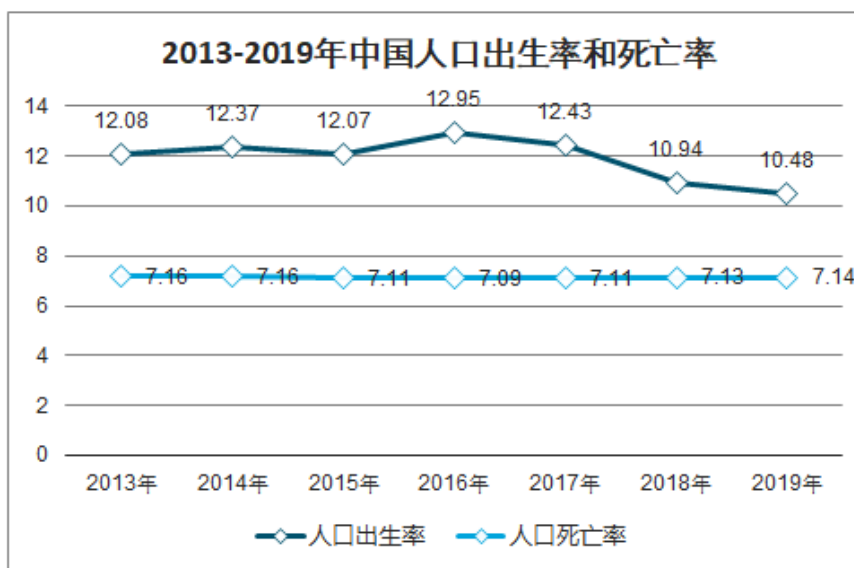
人口增速放缓，依靠人口数量多等因素而快速发展的日子一去不复返，随着出生率的下滑，中国劳动力人口也出现了持续下降。人口红利消失，劳动力成本上涨，再加上年轻一代不愿再从事体力劳动，造成制造业工人严重短缺等都在推动着“机器换人”的加快。

国家政策驱动

2015 年，国家发布《中国制造 2025》战略文件，《文件》中提到要以促进制造业创新发展为主题，以提质增效为中心，以加快新一代信息技术与制造业深度融合为主线，以推进智能制造为主攻方向，以满足经济社会发展和国防建设对



图表 4: 2015-2019 年全国总人口增长趋势



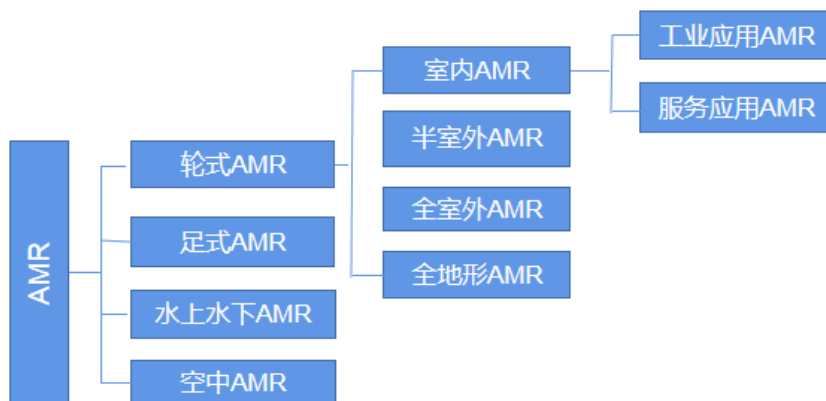
图表 5: 2013-2019 年中国人口出生率和死亡率

重大技术装备的需求为目标，强化工业基础能力，提高综合集成水平，完善多层次多类型人才培养体系，促进产业转型升级，培育有中国特色的制造文化，实现制造业由大变强的历史跨越。

自“中国制造 2025”战略发布以来，制造业开始了朝着信息化、智能化方向的改革之路，相应的，对其中的物流环节也提出了更多要求，驱动生产物流不断发展。

此外，2020 年 9 月，国家发展改革委会同工业和

信息化部、公安部、财政部、自然资源部、交通运输部、农业农村部、商务部、市场监管总局、银保监会、铁路局、民航局、邮政局、中国国家铁路集团有限公司等 13 个部门和单位联合印发《推动物流业制造业深度融合创新发展实施方案》，针对物流业制造业融合发展存在的主要问题，系统提出 11 方面发展任务。一方面，从企业主体、设施设备、业务流程、标准规范、信息资源等 5 个关键环节，对促进物流业制造业全方位融合提出明确要求，推动解决制约物流业制造业深度融合的主要障碍



图表 6: AMR 的分类

和“中梗阻”；另一方面，聚焦大宗商品物流、生产物流、消费物流、绿色物流、国际物流、应急物流等 6 个重点领域，明确了推动物流业制造业深度融合、创新发展的主攻方向。

产业升级驱动

伴随着制造业的不断发展，对各物流环节也提出了新需求，这些需求也促使着生产物流朝着智能化的方向发展。在消费者需求的驱动下，新版本、升级和产品更新变得越来越常见和频繁。在过去的几十年里，一件产品的寿命可能要数年才能被取代。然而，现在产品在更新之前可能只会在货架上停留数月（甚至数周）。其结果是，为了生产新产品，生产线需要比以前更频繁地进行调整。大规模个性化——产品有大量选择和定制化的趋势——给生产线带来巨大压力。消费者的需求意味着，生产线需要能够高效、灵活地生产出数量更少、变化更大的产品 SKU（Stock Keeping Unit，库存量单位），而不是简单地生产数千次相同的产品。

规模个性化定制化智能工厂之路，是一个包括智能设计、智能制造、智能营销在内的整体智能解决方案实践。工厂的改造从梳理整个定制化流程开始，一般的流程包括方案设计、现场测量、现场放样、报价、生产、物流以及安装，考虑到效率，就要去掉不产生价值的中间环节。

而工艺流程的优化，是要让个性化定制生产改变原来的离散型加工，形成“流”的生产。这其中物流的作

用不能忽视，物料进生产线的流动需要更加灵活和精确，因此产线之间要想实现柔性化的连接，生产制造物流必须朝着更加智能化的方向发展。

二、工业制造领域自然导航机器人 (AGV/AMR)

1、基本介绍与界定

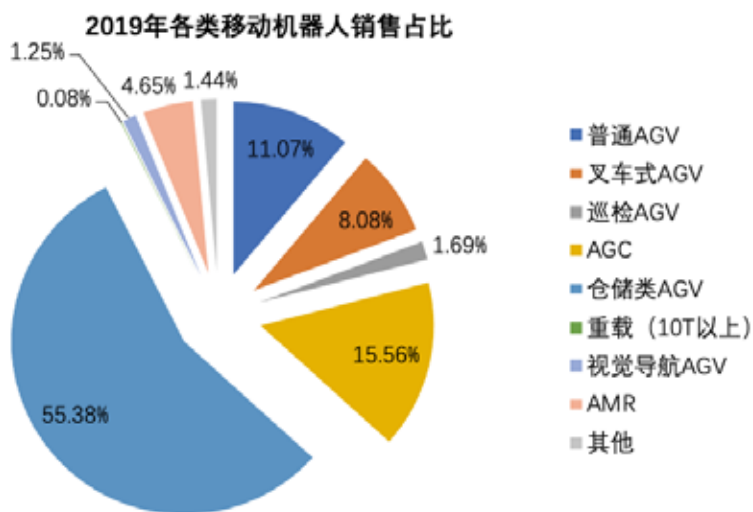
自然导航 AGV 是指不需要借助磁条、二维码等任何外部标识，基于 SLAM (simultaneous localization and mapping，即时定位与地图构建) 技术实现自主导航的移动机器人，近几年，为了更加突出产品的特点，业内开始沿用 AMR (Autonomous Mobile Robot，自主移动机器人) 这一名词概念，希望与传统产品区分。AMR “广义”上是指自主性很强的移动机器人。一般需要具备丰富的环境感知能力、基于现场的动态路径规划能力、灵活避障能力、全局定位能力等。AMR 的概念源自机器人技术科研领域，最早被冠以 AMR 之名的是 1948 年的 ELSIE，它能够主动对环境中的光线产生反应，避让障碍物在环境中移动。

AMR 的类别很多，目前工业应用领域的轮式 AMR 与自主导航 AGV 并没有本质的区别，本报告中所研究的自主导航 AGV 和 AMR 属同一类产品，都是指应用在工业及物流领域中，不依靠任何标识，具备自主导航能力，由车载控制系统控制，以轮式特征为特征，自带动力或动力转换装置的机器人。

一、产业规模、竞争格局与增长趋势

1、市场空间与产业规模

根据中国移动机器人（AGV）产业联盟数据显示，2019 年中国市场自主导航 AGV/AMR 销量在总体工业应用移动机器人销售数量中占比 4% 左右，销量在 1500 余台左右。根据增长趋势预计，2020 年国内市场自然导航 AGV/AMR 出货量大概在 2800 台左右，年增长率约为

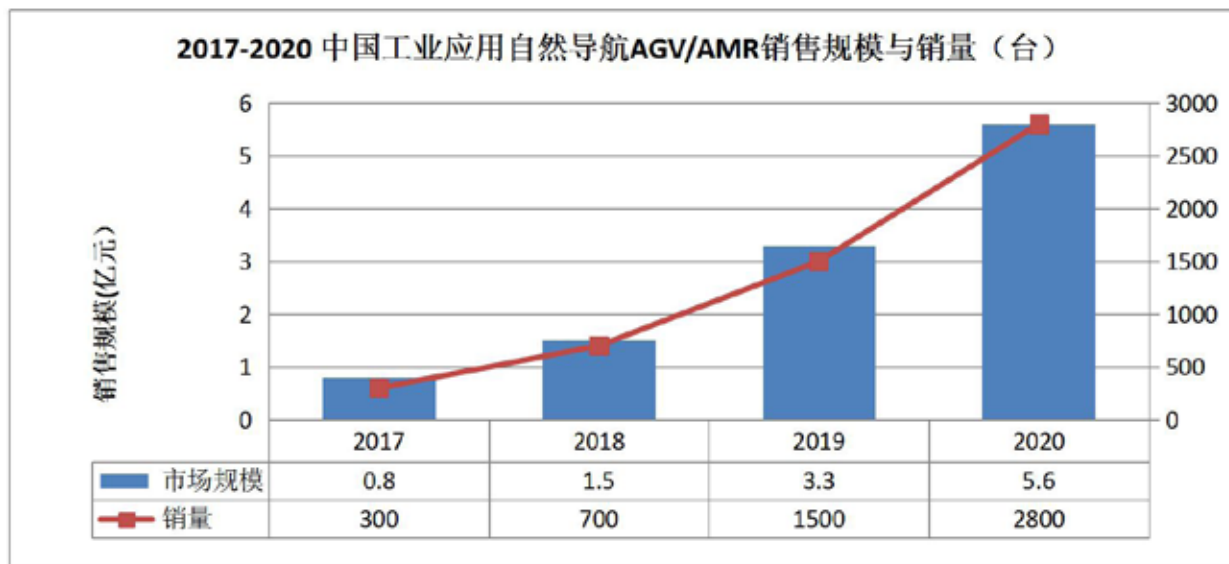


图表 7：2019 年各类移动机器人销售占比

86%，市场规模约在 5.6 亿。产品平均价格在 20 万左右。

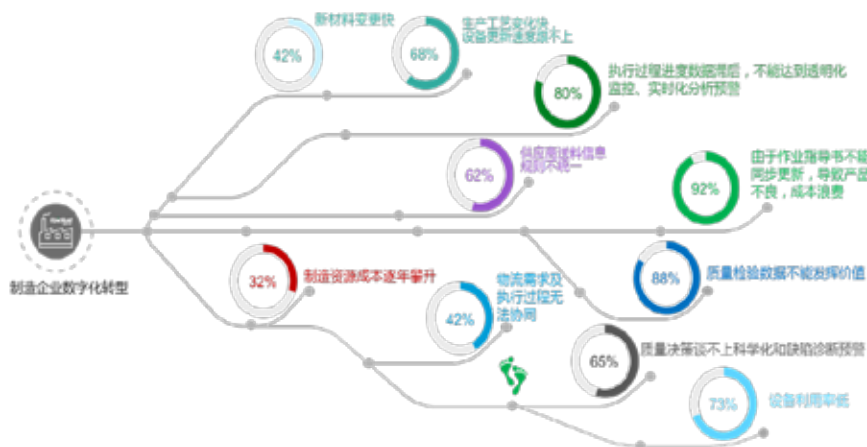
目前来说，自然导航 AGV/AMR 在工业物流领域的应用并不多，产业规模较小。一方面，整个工业应用移动机器人的市场并不大，另一方面，相较于传统的磁导 AGV 而言，自然导航 AGV/AMR 起步较晚，技术相对来说还没有那么成熟，目前还处于市场培育期。同时，当前自然导航 AGV/AMR 大部分用于产线物流，由于场景特性，产线物流中一般对于移动机器人数量需求并不多，这也是当前自然导航机器人应用规模较小的原因。

不过随着市场培育的进一步发展，应用端对于自然导航 AGV/AMR 的认可度正在逐步提高，这将有利于后续市场规模的快速扩展。同时，伴随着生产制造的发展，对制造灵活性的需求增加、产品周期缩短和加快、劳动力成本上升以及对使用环境人类安全趋势的需求的上升，都要求制造及物流场景必须具备快速应变能力以及更高的效率。自然导航 AGV/AMR 这种高度自动化的柔性搬运设备，将会是未来



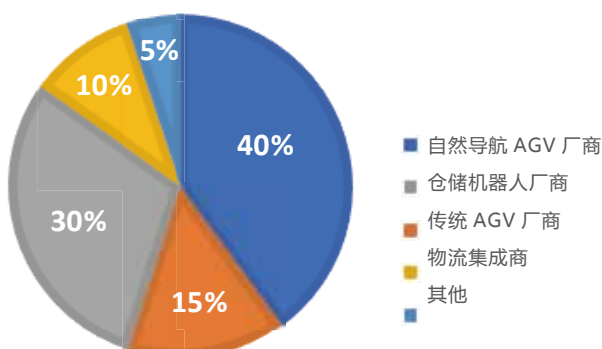
图表 8：2017-2020 中国工业应用自然导航 AGV/AMR 销售规模与销量

注：数据统计截止日期为 2020 年 11 月底，在此基础上估算的 2020 自然导航 AGV/AMR 销量与市场规模可能会与实际市场情况有细微差别。



图表 9：制造业的自动化痛点及难点

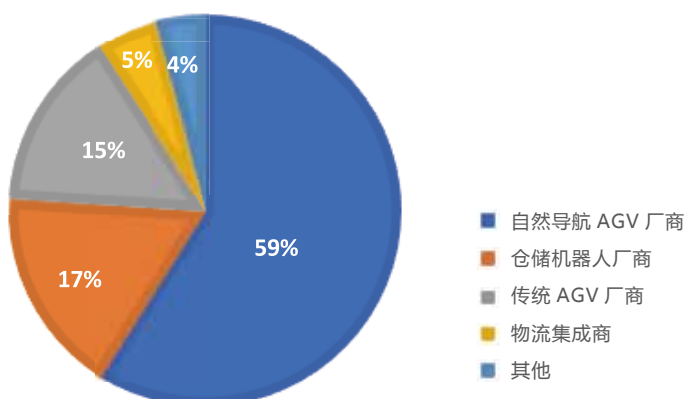
2020 年自然导航 AGV/AMR 市场不同类型企业数量占比



图表 10：2020 年自然导航 AGV/AMR 市场各类型企业数量占比

注：自然导航 AGV/AMR 厂商指专注于这一细分领域的企业
仓储机器人厂商指以类 kiva 式等仓储机器人业务为主的企业
传统 AGV 厂商是指以磁条、磁钉等业务为主的企业
物流集成商指以集成业务为主但也有自主研发 AGV 的企业

2020 年中国市场自然导航 AGV/AMR 各类型企业市场份额



图表 11：2020 年中国市场自然导航 AGV/AMR 各类型企业市场份额

产业升级自动化的大方向。

2、发展现状

企业数量与应用分布

中国市场，目前超过 60% 的工业应用移动机器人本体企业都拥有自然导航产品，且企业数量还在不断增多中，这其中有专注于自然导航产品的企业，也有传统的 AGV、仓储机器人厂商及物流集成商等。

从企业数量上来看，目前自然导航 AGV/AMR 市场中，有 40% 是专注于这一细分领域的企业，其次是传统机器人厂商，占比 30%，再是仓储机器人厂商及物流集成商等。传统 AGV 厂商和仓储机器人企业对自主导航 AGV 市场颇为关注。

从市场份额来看，目前专注于这一领域的自主导航 AGV/AMR 厂商占据了 59% 的市场份额，超过一半，其次是仓储机器人厂商，占整体市场份额的 17%，再就是传统 AGV 厂商和物流集成商，分别占比例 15% 和 5%，对于这一类企业来说，自主导航产品目前并不是其主要业务，例如新松、昆船等，但得益于近几年在这一领域的投入，也有一些落地项目。

从市场份额可以看出，相比于其他类型的厂家，专注该细分产品领域的企业入局早，项目经验更加丰富，产品已经经过成熟验证，拥有较大市场竞争优势。

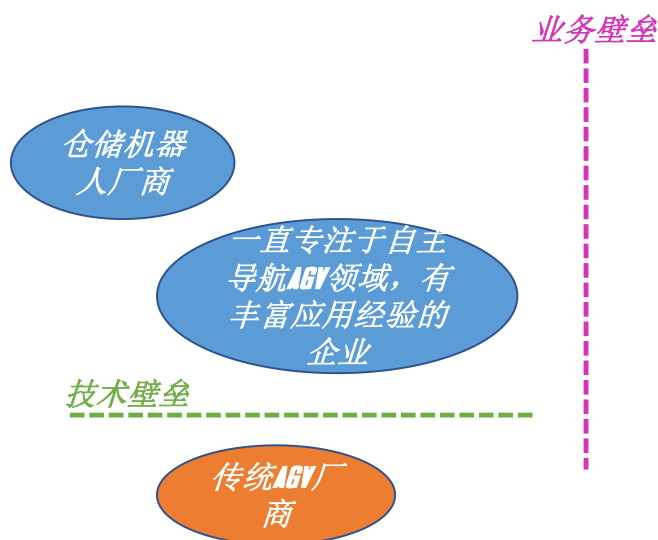


图 12: 各类型企业进入自然导航 AGV/AMR 领域面临的壁垒

注: 传统 AGV 厂商在进入自然导航 AGV/AMR 领域时, 面临的技术壁垒更高, 业务壁垒较低; 仓储机器人进入自然导航 AGV/AMR 领域有相对更高技术壁垒, 同时存在一定的业务壁垒。

产品价格与成本构成

目前, 市场上一台普通自然导航 AGV/AMR 的单机价格在 20 万左右, 重载型及叉车式的产品价格会更高, 不过企业实际的采购价格其实需要从项目规模及产品的定制化程度等方面来定, 一般来说, 项目规模越大, 单台 AGV 的采购价格会越低, 产品定制化程度越低, 价格也会越低。

自然导航 AGV/AMR 主要由硬件模块和软件系统两部分组成, 核心传感器是目前影响产品价格的主要因素。AGV 的自主导航目前主要是依靠 SLAM 技术来实

现, SLAM 技术根据其使用的传感器的不同又分为激光 SLAM 和视觉 SLAM, 当前激光传感器的价格要远高于视觉传感器, 因此相比之下, 视觉自主导航 AGV 的成本要低于激光导航 AGV, 但视觉技术还并不成熟, 采用纯视觉导航的机器人受环境制约因素大, 所以, 大部分的视觉导航 AGV 还是需要结合激光传感器采用融合导航方式, 因此, 在单机成本方面, 目前两者之间并没有太大的区别。

产品自研率与稳定性

前面提到, 实现 AGV 自主导航的关键在于 SLAM 技术, 目前业内的自主导航 AGV 厂商分为两类, 一是从本体到系统全部自研, 二是与专门的 SLAM 算法厂商合作, 购买软件算法, 搭载在自家的硬件产品上。

SLAM 算法自主研发比例在整体市场中超过一半, 自然导航 AGV/AMR 领域 slam 核心算法自主研发比例

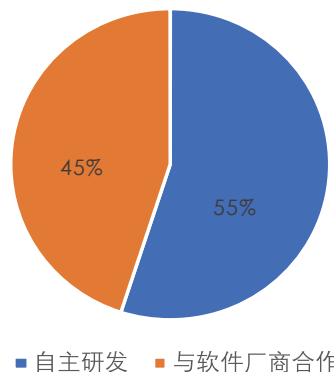


图 14: 自然导航 AGV/AMR 领域 SLAM 核心算法自主研发比例

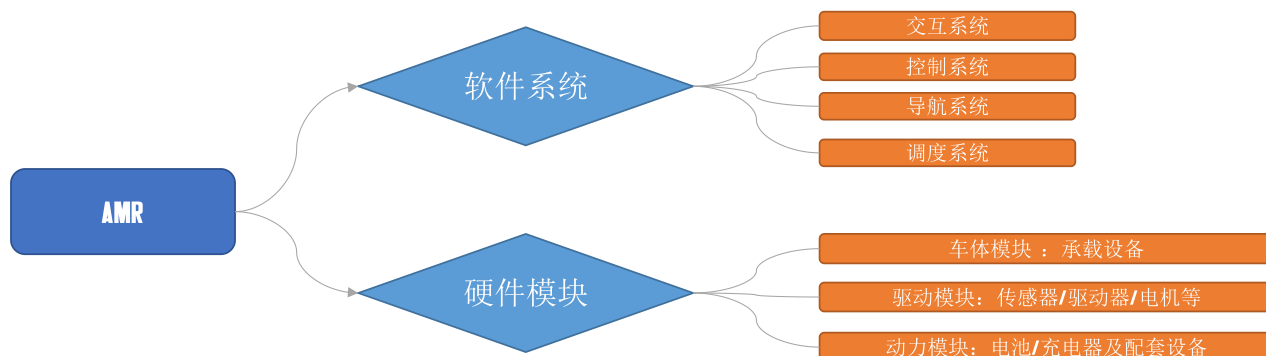


图 13: 自然导航 AGV/AMR 构成

目前专注于自主导航 AGV 的厂商基本上对 SLAM 技术都已经研究得比较透彻，一些规模较大的 AGV 厂商近年来也开始在 SLAM 方面加大研发投入，软件算法厂商主要面向的是中小型 AGV 企业以及部分想拓展产品线的传统 AGV 厂商。

导航算法的优劣是机器人稳定运行的关键，此外，单机设计与调度系统也是保障 AGV 稳定性的核心。为了保障机器人的稳定性，各家厂商会采用一些更稳定的结构设计，例如模组化的机器人机构设计、航空级接头及阻燃线缆设计等来实现超强机械稳定性，整机还要经过系列高强度和指标化的振动测试，保证机器在低温、高振动、高湿度、高电磁辐射等恶劣工况下的稳定性，实现 AGV7*24 小时持续稳定运行。而高效的调度管理系统能对机器人进行更智能的集群管理，系统会根据每台 AGV 的任务情况，进行合理的调度安排。通过优化任务分配和路径规划，调度系统能够高效提升了用户的工作效率和自动化水平，确保 AGV 能够实现不断岗的连续工作，始终保持着 7x24 小时行驶和稳定对接。

工业场景大项目服务能力分析

自主导航 AGV 在工业制造领域的应用规模正在不断扩大，单个工厂应用的机器人数量正在不断增多，因此企业的大项目服务能力至关重要，产品及集群调度能力、资金实力及人力资源是考察企业是否拥有工业场景大项目服务能力的三大因素。其中，产品是基础，大规模集群调度能力则是核心，事实上，单独看一个机器人的工作并不复杂，但对于多个机器人，调度问题就会变

得非常困难，而且数量越多，难度越大，目前国内头部自主导航 AGV 企业一般最大可以做到单仓 200 台的调度。

在硬件和调度软件之外，企业的资金和人力资源是大项目能够顺利实施的保障，因为项目越大，前期的资金投入和人力需求也越多。

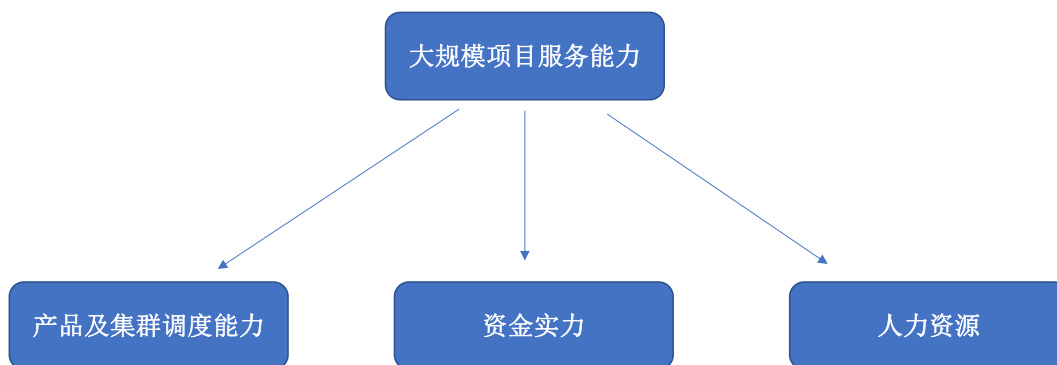
3、竞争格局分析

得益于工业制造市场近年来对于自主导航 AGV 需求的不断攀升，近几年进入这一赛道的玩家也越来越多，市场竞争由此也愈发激烈。

市场集中度分析

2019 市场表现较好的自然导航 AGV/AMR 厂商主要还是以专注这一细分领域的企业为主，迦智科技、未来机器人、斯坦德机器人、海康机器人、极智嘉、快仓智能等厂商都已具备一定规模和技术实力，其中极智嘉与快仓智能虽然是从仓储机器人领域跨足这一市场，但目前在自然导航 AGV/AMR 技术及应用方面也取得了突破。而这些头部企业占据了约一半的市场份额，行业集中度高。不过由于整体市场规模较小，这些头部企业自然导航 AGV/AMR 产品的销售额都未破亿，大部分企业的销售额都在千万以下。

与 2019 年相比，伴随着行业发展的进一步加快，尤其是后疫情时期工业制造领域旺盛的自动化需求，市场整体及企业的业务都得到了一定的增长，迦智科技等头部自然导航 AGV/AMR 企业 2020 销售额即将迈过亿

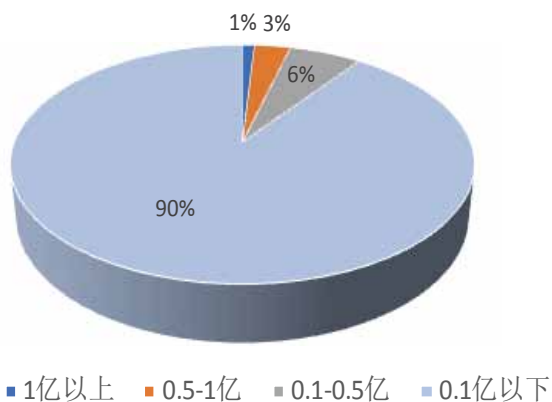


图表 15：影响企业工业场景大项目服务能力的三大因素



图表 16: 中国工业移动机器人 (AGV/AMR) 220 家企业分布散点图

2020 年自然导航 AGV/AMR 企业销售额市场集中度



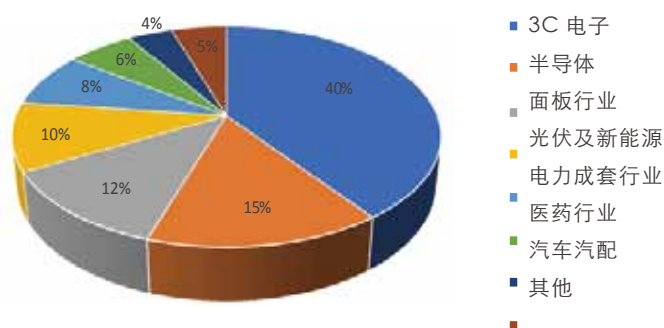
图表 17: 2020 年自然导航 AGV 企业销售额市场集中度

元门槛,而销售额处于 0.5-1 亿之间的企业也有所增多。

行业应用集中度分析

2020 年自然导航 AGV/AMR 应用主要集中在 3C 电子、半导体、面板行业、新能源及光伏、电力成套及医药行业等制造领域,其中 3C 电子行业应用规模最大,占比 40%。值得注意的是,2020 年自然导航 AGV/

2020 年自然导航 AGV/AMR 行业应用分布



图表 18: 2020 年自然导航 AGV/AMR 行业应用分布

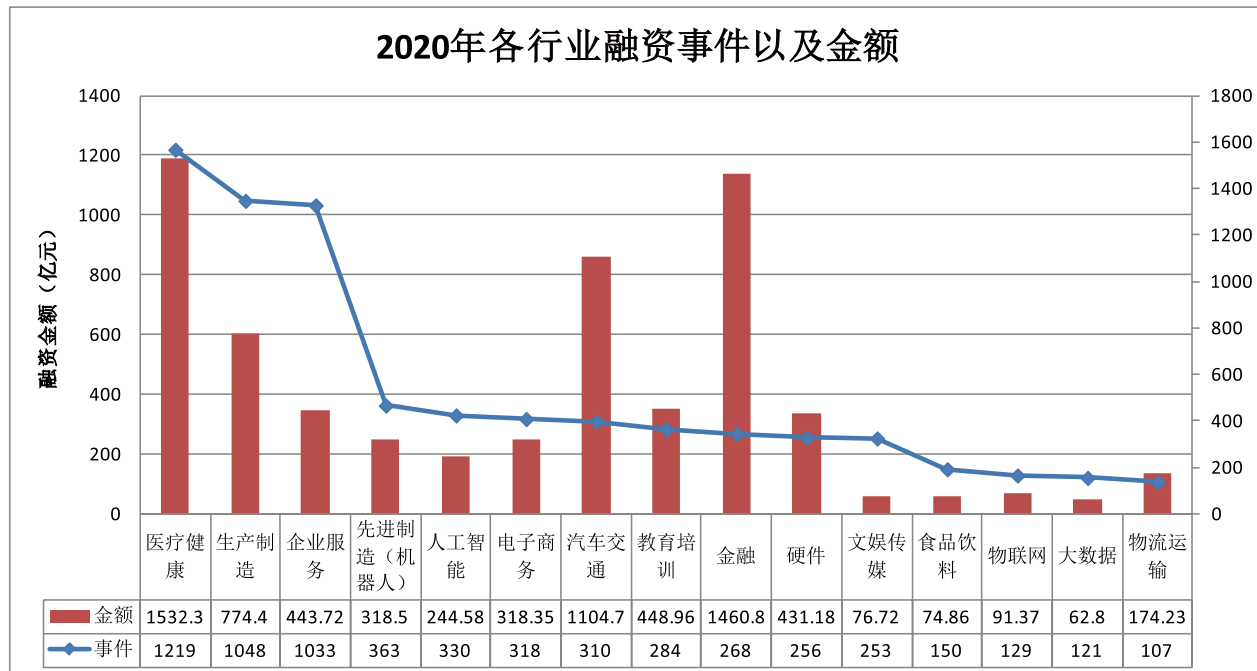
AMR 在传统的汽车市场也有渗透,但占比不大。主要原因在于新兴制造业对生产线的柔性化要求程度更高,因此自然导航 AGV/AMR 在这些领域更受青睐。不过伴随着自然导航 AGV/AMR 技术的进一步成熟以及制造业产业升级的加速,未来自然导航 AGV/AMR 将逐渐向更广阔的市场延伸。

4、产业投资情况分析

得益于智慧物流的不断发展,移动机器人行业近年

来也受到了资本市场的高度关注，一笔笔资金为行业发展注入了强劲的动力，行业发展加速，市场规模不断扩大。尤其是近一两年，伴随着技术的不断发展和升级，自主导航 AGV 厂家相比于传统 AGV 厂商获得了资本方更多的青睐。

2020 年国内先进制造业（机器人）投融资事件在 363 起左右，一线美元基金和大型 CVC 入场，且投资标的重合，资源开始向头部聚焦，获得关注的企业一是技术产品具有通用性，二是新技术加持，诸如人工智能、视觉、力控等。



图表 19：2020 年各行业融资事件以及金额

公司	城市	资金	轮次	投资方	技术方向	日期
坤厚自动化	苏州	数千万元	Pre-A轮	高捷资本	工业无人叉车	3月
灵动科技	北京	1亿元	B+轮	中白产业投资基金	视觉AMR机器人	4月
优艾智合	深圳	过千万元	Pre-A轮	HAX加速器、英诺天使基金/真格基金	移动机器人底盘，消毒机器人/巡检机器人	4月
炬星科技	深圳	逾千万美元	A+轮	红杉资本中国基金	物流AMR自主移动机器人	5月
凯乐士	德国汉堡	数亿元	D轮	中金资本旗下基金	物流机器人	5月
未来机器人	深圳	1亿元	B1轮	联想创投	视觉无人叉车	6月
牧星智能	苏州	近亿元	A1轮	鼎晖投资	AI算法+仓储智能机器人	6月
极智嘉	北京	2亿美元	C1+C2轮	云辉资本、鸿为资本、祥峰成长基金	AMR机器人及解决方案	6月
艾吉威	苏州	——	——	联想创投领投、苏州市科创投	叉车AGV	6月
斯坦德	深圳	1亿元	B轮	光速中国、源码资本	激光导航AMR	7月
隆博科技	深圳	数千万	——	常熟新动能产业常熟东之星	AMR	9月
海柔创新	深圳	1亿元	B轮	源码资本、华登国际零一创投	箱式仓储机器人	9月

图表 20：2020 年工业制造领域移动机器人行业投融资情况

根据中国移动机器人 (AGV/AMR) 产业联盟统计, 2020 前三季度工业制造领域移动机器人企业一共获得了 12 笔投融资, 其中大部分企业都是拥有成熟自主导航 AGV 产品的厂商, 包括坤厚自动化、灵动科技、优艾智合、炬星科技、未来机器人、极智嘉、艾吉威、斯坦德及隆博科技等, 且投资金融都在亿元左右, 可以看出, 资本对于自主导航 AGV 的未来十分看好。

二、典型工业制造领域自然导航 AGV/AMR 企业分析

1、中国移动机器人 (AGV) 细分品类分析

随着技术的不断发展, 移动机器人的品类也越来越丰富, 目前在工业制造领域, 可细分为几大品类: 叉式 AGV、传统磁导 AGV、仓储 AGV、自主导航 AGV/AMR 及重载 AGV, 不同类型的产品分别有各自适用的环节和场景。

2、产业生态组成与特点

工业移动机器人产业链可以分为上中下游, 上游是关键零部件生产厂商, 主要是传感器、控制系统、调度系统、伺服系统等。中游是机器人本体, 即机械设计本体等, 包括行走结构。下游是系统集成商, 根据不同的应用场景和用途进行有针对性的系统集成和软件二次开发。



图表 22: 工业应用移动机器人产业链图示

主要产品类型	适用环节及场景	市场应用现状
叉车AGV	室内外转运、存取以及外月台货车装卸	起步阶段, 增长速度较快, 2019年中国叉车AGV (含视觉导航) 销量达2700台, 较之于2018年度增长幅度为80%。
传统磁导AGV	固定路线物流输送/汽车合装产线应用等	发展历史悠久, 应用最为成熟, 目前在汽车制造/烟草/石油化工等传统行业仍旧是主流。
仓储机器人	电商仓储及制造业仓库	2015年左右开始在国内市场爆发, 此后一直处于快速增长阶段, 2019年仓储分拣AGV (包含了工厂物流用及料箱式) 销量近18500台。
自主导航AGV/AMR	制造业产线物流/线边库搬运等	起步相对较晚, 处于市场培育期, 目前在一些行业例如3C电子及半导体等已经取得突破, 应用规模正在不断提升, 技术也渐趋成熟。
重载AGV	大型机械制造业及室外园区/港口	伴随着技术的发展, 正在进入越来越多应用场景, 如重型机械厂、铁路交通、特种行业、港口机场、大型电压器厂、重型汽车制造厂等。

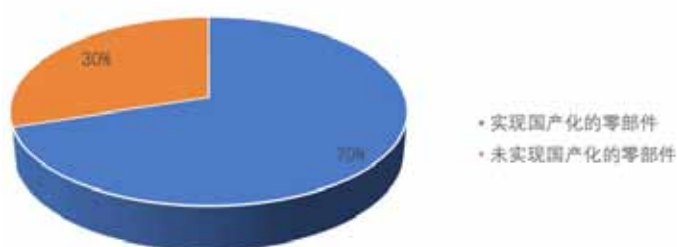
图表 21: 工业制造领域移动机器人主要细分品类

AGV 供应链	简介	国产趋势
AGV 管理监控系统	AGV 管理监控系统的主要功能是管理、监控和调度 AGV 执行搬运作业任务。	目前国内外中高端的 AGV 系统均有 AGV 管理监控系统。近年来，管理监控调度软件的研发工作得到了重视，国内 AGV 生产厂家纷纷建立自己的 AGV 管理监控调度软件系统研发平台，研制出自己的 AGV 管理监控调度软件产品。
AGV 车载控制器	AGV 车载控制器是 AGV 控制系统的核心，负责完成人机交互、路径规划、任务执行、定位与导航控制、电源管理、自主避障、安全信息提示，以及与 AGV 管理监控计算机进行通信，反馈 AGV 的当前状态，并接受 AGV 管理监控系统的调度和工作指令等任务。	随着计算机技术的飞速发展，嵌入式计算机的软硬件水平都得到很大提高，已经可以满足 AGV 产品的各种需要。此外，与工控机相比，嵌入式计算机系统具有结构紧凑、成本低、功耗小等明显优势，而这些对于必须使用自身携带电源的 AGV 产品尤其重要。因此，AGV 车载控制器硬件采用嵌入式计算机系统将是未来的技术发展趋势。
AGV 自主定位及导引系统	AGV 自身定位、对路径的规划以及决策。	电磁感应导引、磁带、磁点导引、光学导引、激光导引、视觉导引、惯性导引、复合导引。
AGV 运动控制系统	AGV 作为移动机器人的一个分支，其驱动方式主要包括单舵轮驱动、差速驱动、双舵轮驱动及多舵轮驱动等四种方式。多舵轮驱动一般用于载重 10t 以上的重载 AGV。	单舵轮驱动用于三轮车型、差速驱动用于三轮或四轮车型、双舵轮驱动用于四轮车型，多驱动用于多轮车型：多舵轮驱动是指 4 个以上的舵轮，一般都用于载重 10t 以上的重载 AGV，运动模型比较复杂。驱动部分目前基本实现国产化。
电机驱动总成	AGV 的电机驱动总成由伺服电机和减速机构组成，用于 AGV 本体驱动以及装卸载机构的驱动，是 AGV 的核心部件，对 AGV 的成本和性能影响很大。	目前国内电机驱动总成与国外相比仍有较大差距，国产 AGV 产品大多采用进口电机驱动总成及驱动器产品，成本很高。目前国内 AGV 生产企业主要采用的还是直流驱动技术，我国低压交流驱动控制技术在 AGV 中的应用才刚刚起步，市场前景将十分广阔。所以发展交流电机驱动 AGV(特别是重载 AGV)，势在必行。
AGV 能源系统	AGV 能源系统是 AGV 系统的关键系统之一，它包括：电池智能充电管理系统、智能充电机、电池电量检测和电池。	国内常用的还是电池供电方式，非接触感应供电方式在国外汽车等制造行业已经得到批量使用，国内近 1-2 年在需要 AGV 连续作业的场合也有了一些应用，但都是采用国外的一些产品及技术，电池技术目前基本成熟。
AGV 无线通信系统	AGV 系统中有多台 AGV 同时工作，为了指挥各台 AGV 按照 AGV 管理系统所接受的任务协调地工作，（即对 AGV 指派任务、进行交通管理等），所有的 AGV 以及系统中的其它自动化物流设备均由 AGV 管理监控计算机进行统一控制。	目前国内外 AGV 无线通信系统大多采用无线以太网标准协议 802.11b/g 的通用无线系统。无线通信系统技术的提升和硬件成本的降低可以促进 AGV 的发展。5G 技术的发展也正在给 AGV 的通信带来变革。

图表 23：工业应用移动机器人主要部件国产进展情况以及发展趋势

目前国产移动机器人 AGV 主要部件基本处于发展阶段，部分主要部件与国外核心部件相比有一定差距，所以多数的 AGV 企业以采购国外厂商部件为主，特别是激光雷达传感器。在整个核心部件的企业中，虽然国内也涌现出一批各个方面的企业，但受制于产量与性能问题，国产化率仍然较低。也正是如此才导致国内部分

2020 年自然导航 AGV/AMR 核心零部件国产化程度



图表 24：2020 年自然导航 AGV/AMR 核心零部件国产化程度

高端的 AGV 产品价格居高不下，部分应用厂商考虑投资成本与效益的问题难以引进 AGV 产品。

随着移动机器人（AGV）市场应用的拓展，核心零部件的性能与价格始终制约着整机的产品价格。未来，核心零部件的国产化呼声将越来越高，同时较早占据市场先机且性能稳定的品牌必将快速推进。

目前，AGV 企业已在大量试用国产核心零部件，超过 7 成的器件已经实现了国产化，但在激光雷达核心传感器部分目前大都还依赖于国外厂商。目前，国产化程度最高的核心零部件包括电池、导航、电机、伺服、控制器、驱动轮、机架钣金等。

3、代表企业分析

伴随着行业的发展，近几年进入自然导航 AGV/AMR 这一领域的企业越来越多，也出现了一批优秀的代表企业。

企业类型	企业	发展现状
自然导航 AGV/AMR 厂商	迦智科技	2016年成立，国内最早研究自然导航AGV/AMR的厂商之一，现已成长为国内自然无轨导航AGV市场占有率及行业应用场景数量领先企业，尤其是在电子信息制造行业、电力成套行业等行业占有率领先（激光叉车除外）。
	优艾智合	2017年成立，核心团队来自西安交大，具有完全自主知识产权的移动机器人核心算法，拥有大量业务场景无人化改造经验，在电厂巡检、车辆维保、汽车与半导体行业智能制造等垂直领域应用经验丰富。
	斯坦德	国内较早进入自然导航AGV/AMR领域厂商之一，实现了从机器人底层定位算法、操作系统、控制器等核心技术的自主研发全覆盖，目前主要业务为激光SLAM自主移动机器人及柔性物流解决方案。
	国自机器人	成立于2011年，从巡检领域逐渐延伸至智能物流领域，在SLAM自然导航技术方面积累深厚，目前国自机器人的搬运、拣选、分拨全系列物流机器人产品及解决方案，已经在工厂物流场景广泛落地。
	蓬翔汽车	2017年就已经研发出无轨自主导航重载AGV，突破智能无轨自主导航的技术难点，适应大场景、长距离、高速度、室外应用为主的自动重载物流需要。其重载AGV平台系列目前最大负重可以做到50t，产品当前在室外园区转运以及大型机械装备行业都有一定的应用。
	未来机器人	成立于 2016 年，聚焦于视觉工业无人驾驶技术的研发和应用。目前已与超过 10 家世界 500 强的行业头部企业达成合作，实现了超 50 个项目现场的无人化方案部署。

自然导航 AGV/AMR 厂商	仙工智能	2015 年成立，是一家以移动机器人控制与调度为核心的高新技术企业，在核心控制器及软件系统的基础上，仙工智能也推出了多款自然导航产品。
	山速机器人	2018 年成立，专注于自然导航移动机器人产品研发，在多传感融合技术、自然人机交互等技术领域有着丰富的研究开发经验。
仓储机器人 厂商	极智嘉	全球仓储机器人领先企业，同时也是物流机器人领域融资最多的企业，仓储机器人外，后期也逐渐推出了一系列自然导航AGV/AMR产品，已在一些行业得到落地应用。
	快仓智能	仓储机器人代表企业，后逐渐推出系列自然导航AGV/AMR产品，目前已经成为全球极少数完整覆盖电商、流通、制造三大场景的厂商，服务于全球15个国家30多个行业500多家企业用户。
	海康机器人	成立于2016年，以仓储机器人业务为主，同时也是国内较早研究自然导航AGV/AMR产品的厂商之一，目前，海康的移动机器人产品已经覆盖潜伏、移载、重载、叉取式等系列，落地多个行业。
传统AGV 厂商	新松机器人	国产AGV机器人领头羊，最早推动AGV落地应用，最早走向海外的国产AGV企业，在汽车、军工、重工业等领域拥有领先的市场地位，近几年也推出了系列自然导航AGV/AMR产品，已有落地应用。
	昆船智能装备	国内最早进入AGV行业的企业之一，在烟草行业、玻纤行业市场占率领先，新时期昆船积极拥抱新技术，也推出了系列自然导航AGV/AMR产品，目前已在一些行业得到了落地应用。
	CSG华晓	成立于2003年，2006年开始研发物流AGV产品，业务主要集中在汽车行业，目前已服务了中国超过90%的汽车品牌企业。近年也推出了激光SLAM自主导航产品，已有落地应用。

图表 25：国内工业应用自然导航 AGV/AMR 代表企业（部分）

● 杭州迦智科技有限公司

迦智科技成立于 2016 年，公司核心成员源自浙江大学控制学院机器人实验室，创始人熊蓉是浙大控制学院机器人实验室主任、教授、博导。迦智科技核心团队自 2000 年开始专注于机器人智能感知与控制方向，拥有超大范围高精地图构建、动态环境精确可靠定位、复杂环境导航语义认知、多机协作高效调度等多项国际一流技



图表 26：迦智科技自然导航 AGV/AMR 现场应用图

术。

迦智科技自成立以来一直专注于制造业，提供基于 SLAM 融合导航技术的激光无轨导航 AGV 和室内外工厂智慧物流解决方案。目前，迦智科技在产品端已经

做了全线布局。包括 EMMA 全系工业级搬运 AGV、智能无人叉车、室外 AGV、多机器人调度管理系统、物料管理系统及自主定位导航模块等，能够适应自主柔性搬运、立体库库台接驳、流水线上下料及室外园区转运等几乎所有智能制造物流应用场景需要。

在全线产品的基础上，结合近千家制造工厂大型智慧物流升级项目的成熟服务经验，迦智科技在半导体、3C 电子信息、医疗器械与医药制造、新能源等各制造业的一站式智慧物流解决方案，已在数百家中国头部高端制造企业的工厂高效落地。

从批量落地的基于激光 SLAM 的融合导航技术、多维侧叉自主作业技术，到室外 10T-60T 级重载无人驾驶 AGV 技术，再到正在验证落地的人机交互全身柔顺作业技术、高速动态跟随机器人技术、人群密集混杂空间智能移动技术等业界前瞻技术，迦智科技基于自身的技术领先优势，为用户提供最适用、最高性价比的智能物流整体解决方案。同时，迦智科技当前正在推动生态体系建设，将和合作伙伴一起，通过共建共享、协同、整合、共赢的生态体系，加速智能移动机器人在制造业多样化应用场景中的落地，赋能制造业智能化转型。

● 快仓智能科技有限公司

快仓智能成立于 2014 年，是国内类 kiva 式机器人的先行者，作为全球领先的智能仓储机器人系统解决方案提供商，快仓凭借在人工智能、机器人、自动驾驶、深度学习、数据分析等领域的丰富经验，打造出一个智能物流新生态。



图表 27：快仓智能系列机器人

快仓进入行业之初的主要产品是类 kiva 式的仓储拣选机器人，其业务范围起初主要集中在电商物流领域，后期伴随着行业的不断发展和公司业务范围的不断扩大，快仓一边不断升级迭代已有产品一边不断创新。

在硬件上，快仓智能通过多传感器融合、机器视觉、混合导航（已实现无码导航）、强大的计算力，赋予机器人自动驾驶、自主决策的能力；在软件上，快仓智能自主研发智慧大脑 2.0 系统，它能像智慧城市一样调度四面墙内所有的智能设备，让机器、人、路、仓库大脑之间实时协同和互联，同时对接 WMS、MES、ERP 等业务系统，通过数据挖掘和机器学习，动态优化库存结构，支持客户基于算法预测在不同季节提前做好“营销 + 物流”策略。

在软硬件的优势下，目前快仓已经成为全球极少数已完整覆盖电商、流通、制造三大场景的厂商，已服务于全球 15 个国家 30 多个行业 500 多家企业用户，其中包括 60 多家不同行业的全球头部企业，而其产品出货量也已经突破万台。



图表 28：未来机器人视觉工业无人车辆

● 未来机器人（深圳）有限公司

未来机器人（深圳）有限公司成立于 2016 年，由香港中文大学博士团队联合创办，是全球工业无人车辆领军企业。

未来机器人聚焦于视觉工业无人驾驶技术的研发和应用。通过将视觉控制、感知与 5G 技术融入工业车辆，致力为物流领域的装卸、存取、室外分拨等环节，提供柔性、智能、高性价比的无人搬运解决方案，是全球为数不多的视觉无人驾驶工业车辆的开发者和服务商。

基于在视觉技术上的多年理解和沉淀，目前未来机器人已经开发出五大类无人驾驶工业车辆标准产品，包括托盘式无人叉车、平衡重无人叉车、前移式无人叉车、电动无人牵引车及内燃重载无人拖车，适用于全品类存量工业车辆无人化升级的通用视觉无人驾驶模块，和适用于多层次系统对接的中控调度系统及用于多对象识别的库位检测系统，全流程、多维度帮助客户以高性价比实现物流节点的仓储无人化。

在商业化落地方面，未来基于对行业纵深场景的部署，沉淀了大量的场景数据，为规模化复制提供了参照库。目前未来机器人基于视觉的无人仓储方案已十分成熟，主要向终端客户售卖前装工业无人车辆整车（增量市场）和后装工业无人车辆改造（存量市场）服务，企业的投资回报时间可控制在 2 年以内。目前已与超过 10 家世界 500 强的行业头部企业达成合作，实现了超 50 个项目现场的无人化方案部署。公司预计 2020 年合同额达到 1 亿元人民币，实现 500-1000 万元净利润。

● 山东蓬翔汽车有限公司

山东蓬翔汽车有限公司隶属于中国兵器工业集团有限公司，是一家国有控股有限责任公司，公司拥有 50 多年的汽车零部件和整车设计经验，是国内唯一具备 8-25 吨转向驱动桥、负载 40-80 吨宽体自卸车和负载 65 吨无人驾驶矿山转运设备集设计开发生产于一体的综合型企业。公司拥有山东省企业技术中心创新平台、国家 CNAS 认可检测中心，是一家创新型高新技术企业。

自 2016 年，公司在大吨位转向驱动桥和矿用自卸车成熟产品基础上，开始进行智能移动机器人技术研究，目前已完成 1-30 吨级智能大负载移动产品开发，并建立了国内第一家室外重载 AGV 试验场。经过园区调试使用效果显著，能够替代人工实现户外恶劣环境下的智能化物料转运，产品已在多家企业生产园区开展示范化应用。

2019 年项目团队开发的 10 吨级室外重载 AGV 成功入选中国兵器工业集团有限公司民品市场培育项目，得到兵器集团的技术和资金支持。山东蓬翔室外重载 AGV 产品主要有以下特点：

1. 高可控新能源线控底盘。全驱全转向新能源线控



图表 29：蓬翔汽车系列重载平台

底盘，自研自产大吨位转向驱动桥覆盖范围广，目前已经覆盖 50 吨以下产品。

2. 多种导航融合技术。蓬翔室外重载 AGV 基于激光 SLAM 构建几何地图，并利用几何形状分析和聚类对激光点云中的平面和杆状物体进行提取，通过构建平面和杆状物体之间的数据关联，实现基于几何地图的特征地图构建。在特征地图里基于激光 +IMU+GPS 的融合无轨导航技术的多样化和柔性化，实现全天候远距离运输。通过多传感器融合和车路协同实现重复停车定位精度 $\leq \pm 30\text{mm}$ 。

3. 多车非合作场景调度系统。通过构建多车多设备的调度系统，既能实现与 WMS/MES 系统对接，以及建立实景实验场，包括 T 字路口，双向道路等，实现多个非合作车辆之间的汇车交互情景模拟。

● 浙江国自机器人技术股份有限公司

国自机器人正式成立于 2011 年，2014 年国自机器人完成其 A 轮融资，资方包括巨星科技、复聚投资和新



图表 30：国自机器人系列产品

锐浙商投资。2019 年 8 月，国自机器人完成了由美的集团旗下产业资本平台美的资本领投的数亿元融资。

国自机器人自创立以来一直围绕移动机器人深耕，并在 2017 年创新发布了全球领先的 STAR SYSTEM，一举突破北美市场，在业内引起不小轰动。公司目前已掌握智能移动机器人基于多传感器融合的环境学习与精确定位技术、动态路径规划与精确轨迹跟踪技术、移动机器人多轴协同高效平稳控制技术、基于深度学习与智能云的数据挖掘技术、多智能体分布式协作技术、特种环境防护技术与本质安全技术等一系列移动机器人技术。当前，在核心技术平台“GRACE”的基础上，国自已开发出适应仓储物流及工业物流的全系列机器人产品，例如首创多层料箱拣货机器人 PICKING，截止目前仅在北美地区已累计稳定运营超过千台；创新推出窄巷道叉式堆垛机器人 SLIM，重新定义叉式搬运机器人；重载系列机器人可满足 1-100T 载重定制需求。

国自机器人的系列产品已经广泛应用于电力、汽车、橡胶轮胎、物流、煤炭、铁路等行业，拥有国家电网、南网、巨星、杭叉、娃哈哈、中策等高端客户，业务范围涉及美洲、欧洲等地区，累计申请专利近千项。

目前国自机器人已经进入上市辅导期，即将登陆科创板。

● 深圳优艾智合机器人科技有限公司

优艾智合创立于 2017 年 5 月，创始团队来自于西安交大，是一家以机器人研发与制造为核心的高新技术企业，具有完全的自主知识产权的移动机器人核心算法，同时也拥有大量业务场景的机器人应用经验。

在硬件端，优艾智合自主研发的 3 款 AGV 底盘：Trans（标准室内自主移动机器人）、Corgi（轻型室

内自主移动机器人）、Kitt（紧凑型室外自主移动机器人）。在移动底盘的基础上，优艾智合通过多年的电子制造业赋能经验，目前已打造出负载、线边仓料箱配料、辊筒对接、封测车间移动上下料、智能叉车车间配送、PCBA 车间物料流转等应用机器人，全面覆盖工厂的全生产周期场内物流。

在软件端，优艾智合在最近发布了自主研发的 YOUI SYS 3.0 系列核心软件系统。搭配相应的机器人，向电子制造业输出全流程无人化操作的解决方案，实现工厂的网络化与智能化。

目前，优艾智合的移动机器人及解决方案遍布国内 17 个省（直辖市、自治区），产品出口日本、韩国、新加坡、西班牙、德国、意大利等 30 多个国家，在电厂巡检、车辆维保、汽车与半导体行业智能制造等垂直领域积累了丰富的智慧物流经验，成为米其林、中国华能、中国中车、法士特、中航工业、中国商飞、ASM、日立等众多国内外知名品牌的合作伙伴。

● 斯坦德机器人(深圳)有限公司

斯坦德成立于 2016 年，专注于工业级移动机器人的研发与生产，实现了从机器人底层定位算法、操作系统、控制器等核心技术的自主研发全覆盖，目前主要业务为激光 SLAM 自主移动机器人及柔性物流解决方案。

目前，斯坦德旗下主要产品为 Oasis 300/Oasis600UL 两款标准化移动平台，Oasis 系列基于自然无轨导航技术，无需场景改造，能够自动生成环境地图，实现调度规划快速部署。此外，Oasis 可以搭载协作机器人、辊台、自动充电桩、定制顶部模块、货架顶升、栈板搬运、核心控制器等，定位精度为 mm 级，适应环境动态变化，在标准化的调度系统下完成路径规划



图表 31：优艾智合系列机器人产品



图表 32: 斯坦德机器人标准移动平台

和交通调度，充当“顺风车、专车”的角色，实现跨楼层、跨厂房运作。

标准化的移动平台加上一些定制化的设计，很好的拓展了斯坦德机器人产品的场景适配性，柔性化程度得到大幅提升。目前，斯坦德已为 3C、汽配、电力、光伏、新能源、医疗等众多行业客户提供了成熟稳定的激光 AMR 产品及智能柔性物流解决方案，成功落地项目过百。

● 上海节卡机器人科技有限公司

节卡机器人，全球协作机器人革新领导者，是一家聚焦于新一代协作机器人本体与智慧工厂创新研发的高新技术企业。凭借一体化关节设计、力矩反馈、视觉识别、拖拽编程、无线示教等技术优势，节卡机器人已广泛应用于汽车零部件、3C、锂电、食品、化纤等多个行业。

针对移动工位物流，节卡机器人采用“移动平台 + 节卡系列协作机器人”实现多场景应用的轻量移动复合机器人。主要从续航能力、使用门槛、智能化水平三

个方面，全面提升复合机器人智能化水平。其中，高续航能力，是从机械结构优化、软 / 硬件平台搭建、数据通讯交互三个方面优化机器人本体，提高机器人的续航水平；低使用门槛，是通过图形化编程、导航保护 / 视觉防护 / 碰撞保护、扩展型夹具三个方面技术融合，提升机器人的易用化、智能化水平；高智能化水平，则是开发 OTA (Over The Air) 数据采集和“云 - 边 - 端”动态智能分析监控平台，并整合智能算法、边缘计算、5G 实时通讯等前沿技术，实现机器人快速部署能力。

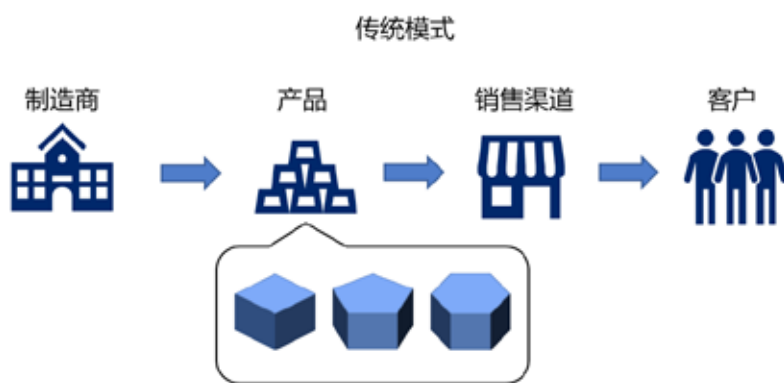
近年来，节卡机器人通过 5G、物联网、机器人等技术，积极布局智慧物流领域。尤其是在智慧工厂上，节卡机器人采用 AGV+JAKA Zu 3 协作机器人 + 产线终端接口结合，实现整个车间的生产原料自动配送，形成安全可靠柔性的智慧生产物流供应系统，推动协作机器人在智能仓储的重要尝试。



图表 33: 节卡协作机器人

一、新经济形势下的智造工厂物流新需求特点

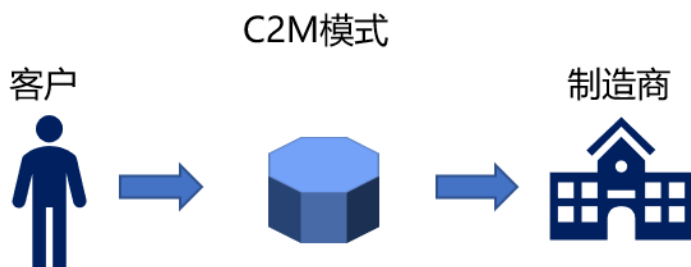
建立在制造业基础之上的旧经济，以标准化、规模化、模式化、讲求效率和层次化为其特点，而新经济则是建立在信息技术基础之上，追求的是差异化、个性化、网络化和速度化。新经济形势下，伴随着消费者个性化、差异化需求对制造业生产模式也带了革新。例如 C2M（Customer to Manufacturer，用户直连制造）就是新经济形势下出现的大规模定制模式。



图表 34：传统生产模式

消费者购买习惯的转变，从简单的电子产品到食品，甚至汽车，对生产设施的灵活性和速度提出了越来越高的要求。大规模个性化——产品有大量选择和定制化的趋势——给生产线带来巨大压力。消费者的需求意味着，生产线需要能够高效、灵活地生产出数量更少、变化更大的产品 SKU（Stock Keeping Unit，库存量单位），而不是简单地生产数千次相同的产品。

传统模式是大批量、规模化、流程固定的流水线，要求同质产品的低成本。但 C2M 模式下，个性化需求推动定制生产制造朝着智能化的方向前行。企业的 C2M 模式旨在实现生产者和消费者直接对接，基于大数据和智能制造实现消费者个性化订单的低成本生产，并同步构建产



图表 35：C2M 生产模式

业生态圈。

规模个性化定制化智能工厂之路，是一个包括智能设计、智能制造、智能营销在内的整体智能解决方案实践。工厂的改造从梳理整个定制化流程开始，一般的流程包括方案设计、现场测量、现场放样、报价、生产、物流以及安装，考虑到效率，就要去掉不产生价值的中间环节。

而工艺流程的优化，是要让个性化定制生产改变原来的离散型加工，形成“流”的生产。这对场内物流也提出了一些新需求。物料进出生产线的流动要更加灵活和精确，物流搬运系统需要与生产系统打通，能够根据生产需要及时调整搬运模式，这就需要不论是底层设备和上层系统都必须具备高度的柔性化。

作为物流搬运的核心设备，自主导航 AGV 相对于传统磁导 AGV 而言，其灵活性得到了更大的拓展，更加适合新经济形势下智造工厂的需要，如果移动了生产单元或添加了新的单元或流程，机器人可以快速轻松地加载新的构建地图，或者可以在现场重新映射，因此可以立即将其用于新任务。

二、工业物流新需求的驱动因素——数字化工厂，帮助企业进一步降本增效

数字化工厂（DF）以产品全生命周期的相关数据为基础，在计算机虚拟环境中，对整个生产过程进行仿真、评估和优化，并进一步扩展到整个产品生命周期的新型生产组织方式。数字化工厂（DF）是现



图表 36: 未来工业制造领域对于移动机器人导航方式的要求

代数字制造技术与计算机仿真技术相结合的产物, 同时具有其鲜明的特征。它的出现给基础制造业注入了新的活力, 主要作为沟通产品设计和产品制造之间的桥梁。

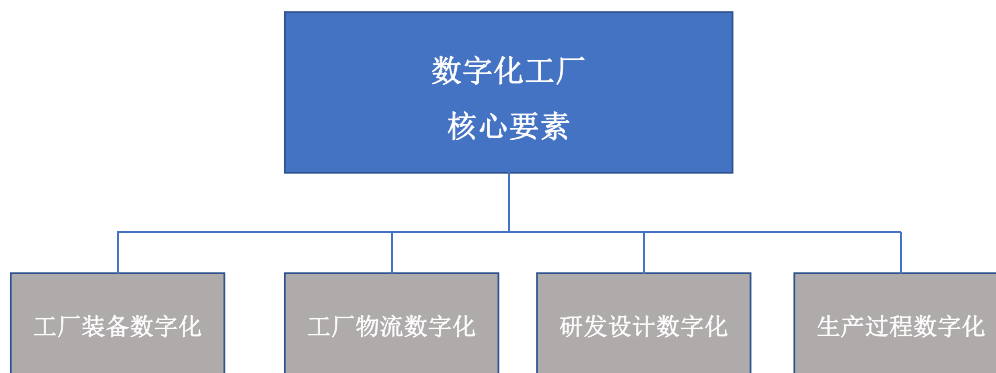
未来, 以“互联网+机器人”为核心的数字化工厂智能制造模式将成为制造业的发展方向, 是真正意义上将机器人、互联网、信息技术和智能设备在制造业的完美融合, 涵盖了对工厂制造的生产、质量、物流等环节, 是智能制造的典型代表, 不但解决了工厂、车间和生产线以及产品的设计到制造实现的转化过程, 还代表着机器人制造生产未来的发展方向。

在数字化工厂中, 物流规划的地位尤为重要, 智能化的物流系统是提升整厂效率的关键。智能物流是将物

联网、传感网与现有的互联网整合起来, 通过以精细、动态、科学的管理, 实现物流的自动化、可视化、可控化、智能化、网络化, 从而提高资源利用率和生产力水平。

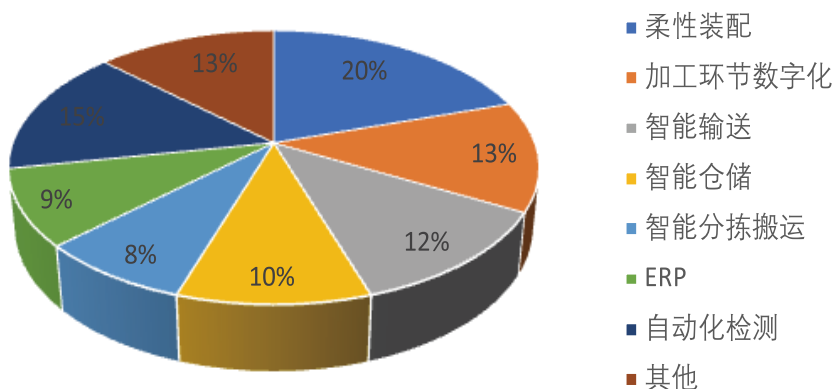
数字化工厂核心 4 要素中, 工厂装备数字化是数字化工厂建设的前提和基础, 为设计、研发、生产等各个环节提供基础数据的支持。工控产品, 如 PLC、伺服电机、传感器等仍然是数字化工厂不可或缺的部分。在此基础上, 工厂物流能够从被动感知变为主动感知, 实现透明、安全和高效, 包括产品运输过程跟踪, 运输车辆跟踪定位, 物料出库, 物料配送上线等。而不论是智能物料输送、仓储、还是分拣搬运, 移动机器人是实现高效率的关键。

从图表中可以看出, 智能输送、智能仓储及智能分



图表 37: 数字化工厂核心要素

2020智能制造系统解决方案细分市场情况



图表 38：2020 年智能制造系统解决方案细分市场情况

拣搬运三部分分别占智能制造系统解决方案的 12%、10%、8%，总体占比 30%，对整体系统解决方案的影响显著，因此，未来，伴随着数字化智能制造的发展，制造物流的智能化也会进一步加速。

三、工业物流市场新需求与未来增长趋势

新经济及数字化生产时代，工业物流市场也呈现出新的需求：

1、更复杂的工业物流智能化周转需求。原先工业物流领域中，AGV 主要是完成产线中点对点的简单搬运，当前，工业物流市场的需求开始从尝试性联合试点，向自身体系纵深全面拓展和行业纵深进一步拓进。同时伴随着数字化工厂的发展，生产物流呈现出由点到点、货到人搬运，向移动与作业相结合的端到端无人化及全场景应用趋势。因此，在物料搬运的基础上，需要实现产线物流的自动化与无人化，以及从产线到仓储等环节的全打通，这样才能真正实现整厂物流的智能化进而实现智能工厂的构想。

2、更广域的物料周转需求。在一些大型的制造业中，生产流程并不仅限于单个的厂房，因此物料的配送也不仅仅只在厂房内部，还涉及到厂房与厂房间的物流往来，从室内到室外，市场需求开始

由墙内移动智能物料周转走向基于室内外通用无人驾驶设备的室内外物料周转。

3、更快速与高性价比的智能化客制装备需求。新时代新的消费模式下，对于产品生产周期及定制化的需求在不断提高，相应的，工厂对于生产设备的需求也呈现出定制化的特点，同时，随着我国自主研发国产化模块的能力越来越强，市场需求呈现高性能、高性价比方向。因此市场需要具备机电感控一体化全栈机器人技术的企业，提供快速高效的依需定制。

4、更标准化的工业物流系统解决方案趋势。虽然物流装备行业一直呈现着定制化的特点，但伴随着行业应用广度深度的不断延伸，市场对于可快速复制且满足行业标准的系统化解决方案需求正在日益迫切，移动机器人厂商们也正在产品设计、设备选型、服务流程等方面逐渐实现标准化和模块化，根据下游客户的不同需求，快速提供标准化和模块化程度相对较高的系统集成解决方案。

在新时期各项新需求的驱动下，未来，具备更高效的人机共融、更灵活的柔性作业，更精准配送与高精对接上下料、跨楼层跨区域室内外配送、多机多设备设施高效协同、多软件系统互联互通协同的移动机器人及解决方案将成为市场青睐的对象，也会是推动行业增长的主要动力。

04 工业制造领域自然导航 AGV/AMR 应用细分市场分析

一、应用环节划分（产线物流、仓储物流与园区物流）

在工业物流领域，按照应用环节分，具体可分为三大部分：产线物流、仓储物流以及园区物流。

产线物流

产线物流是指原材料、半成品等按照工艺流程在各个加工点之间不停顿地移动、转移的过程。产线物流规划是为生产作业服务的，必须服从生产作业对物流的整体要求。所以，物流规划必须满足降低线边库存量、缩短零部件的运输距离、提高场地利用率、简化或省略物流作业等条件才是科学的、合理的。

目前产线物流是自然导航 AGV/AMR 应用最为广泛的环节，随着柔性制造系统的广泛应用，小批量、多批次的生产需求不断增强，“订单导向”生产已经成为趋势，对搬运设备的柔性化要求也越来越高。

在一些传统制造行业，主要用 AGV 完成产线中物料的简单搬运，传统的磁导 AGV 基本上能够满足物流搬运的需求。但伴随着行业的发展，尤其是在一些新兴制造领域，AGV 要在物料搬运的基础上，实现产线物

流的自动化与无人化，并将数据全打通。在无人化产线中，客户的需求点主要包括生产任务下达的无人化，AGV 取料和与上料机台的无人化对接，搬运过程中的无人化，AGV 与机台、设备对接的自动下料等。

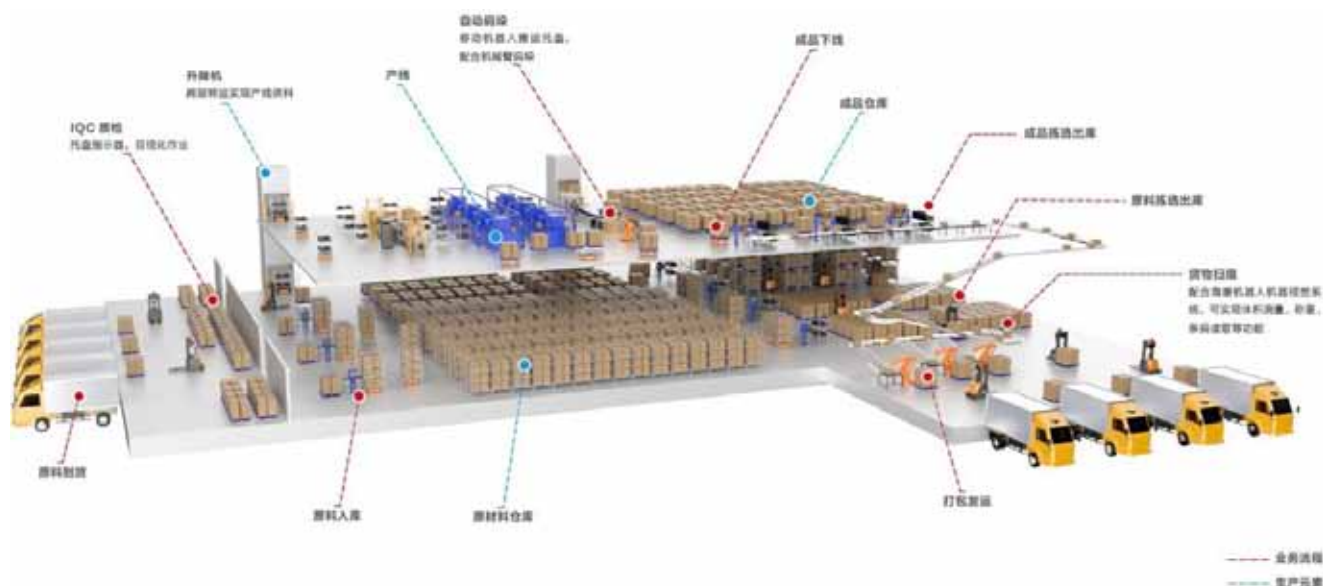
自然导航 AGV/AMR 可以实现产线工厂里面任何一点到另外一点的移动；其次，机器人能够实现作业中的柔性，包括机台与机台之间的柔性，任何两个作业点之间的全柔性调度；再者，机器人的柔性调度可以在任何时间选择一个合适的机器人完成某个任务；最后，自然导航 AGV/AMR 还可以满足产线快速变更的需求。

目前，自然导航 AGV/AMR 产线物流环节的应用正在不断扩大，相信未来会成为主流。

仓储物流

工业制造领域的仓储物流主要包括原材料或成品的进出、库存、分拣、包装、配送及其信息处理等六个方面。仓储物流的发展也经历了从机械化阶段到自动化再到智能化阶段。

机械化阶段物资的输送、仓储、管理、控制主要是依靠人工及辅助机械来实现。物料可以通过各种各样的传送带、工业输送车、机械手、吊车、堆垛机和升降机



图表 39：物流区域、设备示意图

来移动和搬运，用货架托盘和可移动货架存储物料，通过人工操作机械存取设备，用限位开关、螺旋机械制动和机械监视器等控制设备来运行。自动化技术对仓储技术和发展起了重要的促进作用。上世纪 50 年代末开始，相继研制和采用了自动导引小车（AGV）、自动货架、自动存取机器人、自动识别和自动分拣等系统。到上世纪 70 年代，旋转体式货架、移动式货架、巷道式堆垛机和其他搬运设备都加入了自动控制行列，但只是各个设备的局部自动化并各自独立应用，被称为“自动化孤岛”。随着计算机技术的发展，工作重点转向物资的控制和管理，要求实时、协调和一体化。计算机之间、数据采集点之间、机械设备的控制器之间以及它们与主计算机之间的通信可以及时的汇总信息，仓库计算机及时地记录订货和到货时间，显示库存量，计划人员可以方便地作出供货决策。信息技术的应用已成为仓储技术的重要支柱。

在自动化仓储的基础上继续研究，实现与其他信息决策系统的集成，朝着智能和模糊控制的方向发展，人工智能推动了仓储技术的发展，即智能化仓储。目前智能化仓储技术还处于初级发展阶段。

目前来说，在仓储物流领域，类 KIVA 式“货架到人”拣选模式的仓储机器人是应用主流。货架到人的核

心思路是把拣选人员取消，直接把货架搬到复核包装人员的边上，由复核打包人员完成拣选，二次分拣，打包复核三项工作，把人员压到最低，同时也取消了原来传输线完成的位移动作。

仓储中心 AGV 小车主要用于货物的智能拣选、位移，立体仓库的出入库，被称为仓储物流中最具有柔性化的环节。AGV 系统根据订单信息指派的 AGV 小车顶起订单货品所在货架自动搬运到操作台，工作人员根据订单信息将指定货位的货品取下，完成拣选后 AGV 小车再将货架送回原来的位置。AGV 输送系统负责将自动化立体仓库的物料按固定节拍向生产车间进行配送。自动化立体仓库管理系统向 AGV 调度管理系统发出作业指定，由 AGV 调度管理系统将所配送物料的出库位置站台号和要料工位站台号下发给当前处于空闲状态且运行时间最优的 AGV 小车，进行物料的出入库输送。

除类 KIVA 式的“货架到人”，近几年，“货箱到人”拣选模式的料箱机器人在仓储物流领域的应用也越来越多。

园区物流

在一些大型的制造业中，其制造流程并不仅限于单个的厂房，因此物料的配送也不仅仅只在厂房内部，还

导航方式		优点	缺点
室外固定路径导航	磁导航	AGV定位精确，不受光照、天气等影响。	需要对道路进行改造，不便于大规模推广。
	激光导航	能灵活规划路径、定位准确。	容易受降雨等天气等影响，成本过高。
室外自主导航	视觉导航	路径规划灵活，成本低，可提取语义信息。	算法技术开发难度高，受光照、污损影响大。
	GNSS	可提供全天候的3维坐标和速度以及时间信息的空基无线电导航定位。	GNSS定位依赖于空间卫星，首次定位反应较慢。
卫星定位系统	RTK技术	定位精度可精确到1-2厘米。	依赖于卫星定位系统作为接收配置来实现定位。

图表 40：室外导航主要方案

涉及到厂房与厂房间的物流往来，而在这种场景下就需要用到室外 AGV。

在汽车行业，已经开始对室外接驳 AGV 探索，汽车行业是 AGV 应用历史最为悠久的行业，对 AGV 的工艺和应用特点也十分熟悉。例如东风日产在中国的四大生产基地（广州花都、襄阳、郑州、大连）就使用了 1000 多台套 AGV。基于其丰富的应用基础，东风风神现已研制出适合于内部道路运行的无人牵引车，用于厂区之间的物流配送。

园区配送涉及到室外环境，AGV 的导航定位相对来说更为复杂，目前来说一般采用融合导航的模式。当前行业内越来越多企业开始了园区配送室外 AGV 的研发，但总体而言，园区室外配送这块目前还正在初步探索中。

二、细分行业划分

1、半导体及电子行业

（1）业务痛点与需求特点

随着我国国民经济的发展，用户的个性化需求持续增长，半导体及电子行业的生产制造呈现小批量、多批次、短周期的特点；现有生产车间的过程物料人工周转

方式，存在送料出错率高，效率低的短板，无法满足半导体及电子行业的生产线快速变线需求；同时，半导体及电子制造工厂关键零部件生产制造的质控要求越来越高，随着物流环节的物料存放标准化程度越来越高，引入智能物流运输设备，实现工厂物流环节数字化与智能化，成为需求趋势。

卡脖子难题：

①精密物料搬运机器人将物料运送到各个生产线边后，“最后一米”无人化高精度上下料难，真正实现生产车间内端到端物流无人化难；

②人、料、移动机器人车队、生产设备、车间设施多方高效协同作业难，有些工厂一度出现引入智能物流运输设备后，无法真正高效协同作业，最终无用废弃，带来很大的设备浪费。

（2）半导体及电子行业智能制造工厂物流的关键设备与系统

通过移动机器人底盘搭载不同半导体及电子行业各流程所需的上层载具，形成行业专用的产线物料周转智能设备，以满足智能移动机器人与不同生产线边机台的智能对接与无人化上下料作业。同时，结合机器人运维管理系统和物流管理系统等，实现整厂物流数字化互联互通。

类目	净室料盘 高精周转 机器人	净室弹夹 高精周转 机器人	净室料箱 柔性周转 机器人	输送线 上下料 机器人	料车周转 机器人	SMT 上 下板机 机器人	流力料 盒周转 机器人
智能 移动 机器人							

物料形式							
软件系统	机器人车队调度管理系统 实现数百台机器人车队，交通管制、实施监控、协同调度，满足生产线复杂任务的高效作业需求。 物料管理系统 无缝联通 WMS、MES、RCS 等软件系统及设备设施，助力整厂数字化互联，以实时监控、动态显示和智能化管理为手段，助力生产管理者实现对生产物料的运输、暂存、流通加工及配送全流程的闭环管理。						
三方设备设施互联互通	跨楼层周转 提升机、电梯等互联互通 跨区域周转 红绿灯、软帘门等互联互通						
配套设备与系统	机器人业务逻辑与动作示教系统 + 手动操作遥控手柄：便于一线工人轻松上手应用的配套软件系统，实现对移动机器人车队的快速部署实施进场与零门槛运营维护。 自动充电设备：自动充电桩，移动机器人车队 7*24H 作业的基础保障						

图表 41：半导体及电子行业智能制造工厂物流的关键设备与系统

（3）产品选型关联效益的关键技术评估重点

半导体及电子行业移动机器人选型的关键技术评估主要有以下几点：包括机械臂等在内的上层属具和 AGV 本体是否符合洁净室百级无尘以上作业环境要求；各类属具是否具备精密作业的能力，是否达到续航要求和经济性，是否对操作人员友好；移动机器人整体作业是否高效稳定，是否具备人机共融作业的特质，且其同类移动机器人产品是否经过规模化应用验证，可长期鲁棒高效作业；是否符合行业 $\pm 2\text{mm}$ 高精度上下料作业要求；机器人车队是否能够集群作业实现高效调度；同一环境下多源机器人、设备、设施是否能够与系统高效协同作业；整厂数字化及物料信息是否能实现互联互通等。

（4）服务与保障的选型评估重点

①新设备品类进场的应用难度：依需可满足洁净室作业要求，无需大量环境改造，无需大量人工标识即可应用，无需专业技术人员即可轻松上手应用，是否有专

业的快速应用上手工具保障，是否有专属工业场景的技术和产品保障；

②项目实施时间周期控制：物流机器人设备购置后，是否可在相对更短的时间内完成部署实施，是否有专业的快速部署实施工具保障；

③整体与分体制造工厂物流方案制定及大项目执行经验保障：依据导入周期量力而行、持续服务能力（规划期 - 试点期 - 推广期 - 成熟期），是否有大项目的执行服务经验，是否有足够多的不同阶段的已落地项目经验保障；

④多源机器人设备服务互通便利：是否可实现与多源设备协同作业，是否有先天的多源设备互通优势。

（5）项目收益评估维度

项目收益评估的 5 大维度：生产效率提升比例、运营成本控费比例、产品研产周期缩短程度、产品不良品率下降比例、能源利用效率下降比例。

2、面板行业

面板产业主要是指用于电视、台式电脑、笔记本和手机等电子设备的触控显示面板产业。当今时代已经是信息的时代，信息显示技术在人们社会活动和日常生活中的作用日益剧增，面板产业已经成为了光电产业的龙头，在信息产业中仅次于微电子行业，成为了最重要的产业之一。随着全球面板产业链的转移，日本、韩国、台湾地区的部分电子厂商将其液晶显示模组的生产线转移到中国大陆，中国已成为全球液晶显示模组的主要供应国，国内各大厂商积极投资新建高世代生产线，积极扩大产能，提高产品供应能力。

面板行业周期性较强，从供需角度分析，新技术的诞生会形成短暂供不应求的局面，同时会吸引更多的投资者及机构布局显示面板行业。新投资带来行业产能迅速扩张，导致生产过剩、价格下跌及产业衰退的情形，但价格下跌亦会推动面板需求扩大，衰退期产能缩减不能满足市场需求时，又出现供不应求的情况，如此循环往复。行业技术更新、市场需求变化也很快，需要厂商紧跟市场趋势，两年前规划的生产线根据需要也要及时调整迎合市场。同时面板行业的定制化、个性化需求程度高，这也加大了生产线对于柔性化、智能化的需求，未来，未来进一步控制成本、提高效益，借助数字化、智能化技术实现面板的柔性化生产会是大趋势。

(1) 业务痛点与需求特点

从上游背光模组等工厂到面板制造工厂，再到液晶显示器制造工厂，面板行业制造工厂的生产线自动化程度已相对较高，制造车间的物料周转与上下料作业的数字化与无人化，是这一轮智能制造技改的热点，以更柔性的自然导航移动机器人替代人工和巡线导航机器人，已成为趋势。用户的需求集中在如何真正实现工厂物流无人化与数字化，最终为整厂制造智能化更大化增值。

卡脖子难题：

① 净室超大范围作业环境内，物料点到点搬运后，最后一米无人化，即净室高精自主上下料技术；

② 人、料、移动机器人车队、生产设备、车间设施多方高效协同作业。

(2) 面板行业智能制造工厂物流的关键设备与软件

从背光模组等制造车间柔性出入库与自主上下料，到移动机器人搭载定制的高精度侧叉载具机构，实现在用户超大面积洁净车间内，自动对接各工艺段设备，完成 Tray 盘或物料箱在不同生产工序间的自动化转运，再到下游面板制造车间 SMT 产线物料柔性转运与自动上下料。不同的生产流程、工艺与工序，需要不同的智能机器人本体与上装，才能满足智造工厂物流的需要。

类目	TRAY 盘自主周转 上下料机器人	SMT 上下 板机机器人	皮带上下 料机器人	托盘举升移动 作业机器人	智能无人 叉车
智能 移动 机器人					

物料形式	         
软件系统	机器人车队调度管理系统 实现数百台机器人车队，交通管制、实施监控、协同调度，满足生产线复杂任务的高效作业需求。 物料管理系统 无缝联通 WMS、MES、RCS 等软件系统及设备设施，助力整厂数字化互联，以实时监控、动态显示和智能化管理为手段，助力生产管理者实现对生产物料的运输、暂存、流通加工及配送全流程的闭环管理。
三方设备设施互联互通	跨楼层周转 提升机、电梯等互联互通 跨区域周转 红绿灯、软帘门等互联互通
配套设备与系统	机器人业务逻辑与动作示教系统 + 手动操作遥控手柄：便于一线工人轻松上手应用的配套软件系统，实现对移动机器人车队的快速部署实施进场与零门槛运营维护。 自动充电设备：自动充电桩，移动机器人车队 7*24H 作业的基础保障

图表 42：面板行业智能制造工厂物流的关键设备与软件

(3) 产品选型关联效益的关键技术评估重点

①是否具备全栈机器人技术和多智能体协同作业的技术与能力保障，以满足用户从 SMT 产线物料周转专机及专用机台到多维侧叉高精移动上下料机器人，再到智能无人叉车的，全套智能工厂物流装备服务能力；

②是否所有的移动机器人产品需具备人机共融柔性作业的特质，且其同类移动机器人产品经过规模化应用验证，可长期鲁棒高效作业；

③洁净室百级无尘以上作业环境下，是否可满足 $\pm 2\text{mm}$ 高精度上下料作业要求，真正实现物料点到点转运后“最后一米”上下料无人化，具备实现产线端到

端物料无人化周转的能力；

④是否具备工业物流场景百台级机器人车队集群作业、高效调度能力与经验；

⑤是否能够实现同一环境下多源机器人、设备、设施与系统高效协同作业；

⑥能否打通整厂物料信息全流程，实现从原料、在制品、在途物料、线边物料、产成品全流程物料数据的实时监测与调度管理；

⑦是否能够将整厂生产制造与存储、物流所有软件系统打通，即实现整厂数字化互联互通的能力。

(4) 服务与保障的选型评估重点

①整体与分体面板行业上下游制造工厂的物流方案制定及大项目执行经验保障：对面板行业上下游制造工厂物流需求有较深入理解，是否有面板行业大项目的执行服务经验，是否有足够多的不同阶段的已落地项目经验保障，是否可依据用户实际，帮助用户量力而行，提供可持续服务的能力（规划期 - 试点期 - 推广期 - 成熟期）；

②新设备品类进场的应用难度：无需大量环境改造，无需大量人工标识即可应用，无需专业技术人员即可轻松上手应用，是否有专业的快速应用上手工具保障，是否有专属工业场景的技术和产品保障；

③项目实施时间周期控制：物流机器人设备购置后，是否可在相对更短的时间内完成部署实施，是否有专业的快速部署实施工具保障。

④多源机器人设备服务互通便利：是否可实现与多源设备协同作业，是否有先天的多源设备互通优势。

（5）项目收益评估维度

项目收益评估的 5 大维度：生产效率提升比例、运营成本控费比例、产品不良品率下降比例、能源利用效率下降比例、品牌形象与地位提升。

3、细分市场：新能源光伏行业

近年来国内经济的快速发展让中国一跃成为世界上第二大能源消耗国，对于各项能源的需求和消耗量仅次于美国，但现阶段国内主要能够倚靠的还是煤炭等常规能源，不仅不可再生且污染严重。因此，发展新能源产

业是毋庸置疑的国家层面的战略。

但值得注意的是，新能源在生产过程中很难用人力完成，从诞生之初就是自动化的，具备往“智能制造”发展的“基因”，这其中又以锂电产业和光伏最具代表性。基于全球新能源产业临近大规模爆发前夜，电池从 GWh 到 TWh 的制造需求被提出，产品安全更被视为重中之重。因此，实现智能化、柔性化、数字化生产，成就产品高一致性、高安全性、高品质、高效率生产，成为现阶段锂电池企业制造升级的迫切需求。而光伏行业技术发展较快，新的组件制造工艺将会倒逼上游装备技术的发展与提升，在效率、稳定性、适应性方面的要求将会越来越高。这也将进一步推动生产线实现智能化、信息化升级。

（1）业务痛点与新能源光伏行业需求特点

新能源光伏行业上中下游制造工厂内，积极拥抱移动机器人和 AI 技术，提升全制程物流的柔性、效率、可视性和可追溯性，是业内的普遍共识。

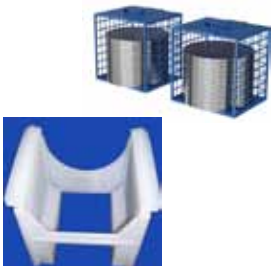
卡脖子难题：

人、料、移动机器人车队、生产设备、车间设施需要实现多方高效协同作业。

（2）新能源光伏行业智能制造工厂物流的关键设备与软件

新能源光伏行业上中下游各生产工序，从硅棒到电池组件，不同的料车、料架、料盘形态，需要差速、全向、叉车等不同智能机器人本体，搭载对应的上装机构，满足不同工序的智能物料周转需求。

类目	硅棒转运全向移动机器人	花篮自主周转与上下料机器人	复合移动作业机器人	智能无人叉车
智能移动机器人				

物料形式				
软件系统	机器人车队调度管理系统 实现数百台机器人车队，交通管制、实施监控、协同调度，满足生产线复杂任务的高效作业需求。 物料管理系统 无缝联通 WMS、MES、RCS 等软件系统及设备设施，助力整厂数字化互联，以实时监控、动态显示和智能化管理为手段，助力生产管理者实现对生产物料的运输、暂存、流通加工及配送全流程的闭环管理。			
三方设备设施互联互通	跨楼层周转 提升机、电梯等互联互通			
	跨区域周转 红绿灯、软帘门等互联互通			
配套设备与系统	机器人业务逻辑与动作示教系统 + 手动操作遥控手柄：便于一线工人轻松上手应用的配套软件系统，实现对移动机器人车队的快速部署实施进场与零门槛运营维护。			
	自动充电设备：自动充电桩，移动机器人车队 7*24H 作业的基础保障			

图表 43：新能源光伏行业智能制造工厂物流的关键设备与软件

（3）产品选型关联效益的关键技术评估重点

①是否具备全栈机器人技术和多智能体协同作业的技术与能力保障，以满足用户从花篮自主周转与上下料机器人到全向移动机器人，再到复合移动作业机器人和智能无人叉车的，全套智能工厂物流装备服务能力；

②是否所有的移动机器人产品需具备人机共融作业的特质，且其同类移动机器人产品经过规模化应用验证，可长期鲁棒高效作业；

③光伏行业工业物流场景下，是否具备调度数百台级的移动机器人车队真正高效协同作业的能力；

④是否能够实现同一环境下不同厂家多源机器人、设备、设施与系统高效协同作业；

⑤能否实现整厂物料信息及整厂数字化的互联互通。

（4）服务与保障的选型评估重点

①项目实施时间周期控制：物流机器人设备购置后，是否可在相对更短的时间内完成部署实施，是否有专业的快速部署实施工具保障；

②是否可提供项目全生命周期服务，从用户提出项目技术需求，到技术可行性评估、总体项目方案制定、关键点与难点技术实测论证、双边技术协议共审确定到现场实施操作、培训与维护支持、过程汇报与验收交付、预防性维护、长期技术与产品解决方案升级服务支持；

③是否有丰富的智能制造工厂物流总体方案设计经验保障，深入理解您的业务需求，可快速制定适合您高效落地的短期与长期物流升级改造方案；

④多源机器人设备服务互通便利：是否可实现与多源设备协同作业，是否有先天的多源设备互通优势；

⑤是否具备成熟的项目管理与实施能力保障：是否有系统完善的专业人才传帮带体系，是否有完善的工程管理组织架构，是否有成熟的工程文件管理体系与严格的工程项目实施规范；

⑥是否有全面的售后服务保障，贴心的快速售后服务响应，贴心的现场陪产及预防性维护保养服务，是否有专业的备品备件库可及时满足需求；

⑦是否具备持续的科学的升级服务的能力。随着后续用户生产加工工艺的持续迭代提升与机器人功能的不断迭代完善，是否具备针对用户需求的趋势洞察能力，也是选型的重点标准之一。

(5) 项目收益评估维度

项目收益 5 大评估维度：生产效率提升比例、运营成本占比比例、产品研产周期缩短程度、产品不良品率下降比例、能源利用效率下降比例。

4、细分市场：输配电与控制设备行业

输配电及控制设备制造产业是与电力工业密切相关的行业，受国民经济影响较大，也是国民经济发展重要的装备工业，担负着为国民经济、国防事业以及人民生活电气化提供所需的各种各样的电气设备的重任。近年来我国电力工业的长期发展潜力为输配电及控制设备制造提供了广阔的发展空间。

输配电与控制设备行业属于技术密集型行业，大部分产品为定制产品，近年来产品逐渐向小型化、智能化、高可靠性、低损耗方向发展，随着各种输配电设备及相关技术发展到一定程度和用户需求多样化及追求投资经济性方面要求的提高，为了降低产品设计、生产和售后服务等成本，提高应对反应速度和服务质量，通过整合产品技术类型，采用模块化、组装化和系统设计开发，通过统一的技术平台形成产品的标准化、系列化，提高产品的成套性等，为用户提供整体的解决方案必然是今后发展趋势。而发展智能制

造逐渐成为输配电设备企业战略核心，智能化、数字化将会成为输配电输配电与控制设备行业未来制造升级的主要方向。

(1) 业务痛点与需求特点

满足配电与控制设备制造行业车间物流的小批量、多批次的生产特性与难点，摆脱传统的人工满车间找料方式，增加工厂物流准确性与效率，同时结合不同工序及设备联动要求，通过工厂物流联动全厂，实现整厂自动化、无人化与数字化，进一步提升整厂产能及生产效率是用户所追求的目标。

卡脖子难题：

①整厂需多样化的异构机器人设备负责不同工序的数字化物流；

②人、料、异构移动机器人车队、生产设备、车间设施多方高效协同作业。

(2) 输配电与控制设备行业智造工厂物流的关键设备与软件

输配电与控制设备行业各生产工序，从中压生产车间到低压生产车间，再到原料与成品库之间，不同的物料形态，需要差速、全向、叉车等不同智能机器人本体，搭载对应的上装机构，满足不同工序的智能物料周转需求。

移动机器人和 AI 技术，提升全制程物流的柔性、效率、可视性和可追溯性，是业内的普遍共识。

卡脖子难题：

人、料、移动机器人车队、生产设备、车间设施需要实现多方高效协同作业。

(2) 新能源光伏行业智能制造工厂物流的关键设备与软件

新能源光伏行业上中下游各生产工序，从硅棒到电池组件，不同的料车、料架、料盘形态，需要差速、全向、叉车等不同智能机器人本体，搭载对应的上装机构，满足不同工序的智能物料周转需求。

类目	立库对接与上下料 移动作业机器人	托盘周转全向移动 作业机器人	智能无人叉车
智能 移动 机器人			
物料 形式			
软件 系统	机器人车队调度管理系统 实现数百台机器人车队，交通管制、实施监控、协同调度，满足生产线复杂任务的高效作业需求。 物料管理系统 无缝联通 WMS、MES、RCS 等软件系统及设备设施，助力整厂数字化互联，以实时监控、动态显示和智能化管理为手段，助力生产管理者实现对生产物料的运输、暂存、流通加工及配送全流程的闭环管理。		
三方设备 设施互联 互通	跨楼层周转 提升机、电梯等互联互通		
	跨区域周转 红绿灯、软帘门等互联互通		
配套设备 与系统	机器人业务逻辑与动作示教系统 + 手动操作遥控手柄：便于一线工人轻松上手应用的配套软件系统，实现对移动机器人车队的零门槛运营维护。		
	自动充电设备：自动充电桩，移动机器人车队 7*24H 作业的基础保障		

图表 44: 输配电与控制设备行业智造工厂物流的关键设备与软件

(3) 产品选型关联效益的关键技术评估重点

① 是否具备超大范围人机共融环境移动机器人车队全域可达作业能力；

② 是否能够实现同厂家异构机器人之间互联互通协同作业；

③ 是否拥有机器人车队长期鲁棒高效运行案例；

④ 是否具备快速匹配物料形态与生产线机台对接需求的移动机器人产品定制能力；

⑤ 是否拥有全栈机器人技术和多智能体协同作业的技术与能力保障，以满足用户从全向举升复合移动作业

机器人到立库对接上下料专用机器人，再到智能无人叉车的全套智能工厂物流装备服务能力；

⑥是否具备与不同厂家的机器人设备、电梯、升降机等跨域、跨楼层作业设施互联互通的能力以及和用户原有不同厂家提供的仓库管理系统、生产执行系统数字化互联互通的能力；

⑦产品是否具备系统的安全保障机制，是否通过 ISO9001:2005 等质量体系认证；

⑧是否适应对移动机器人技术要求高的应用场景要求，包括但不限于短距离密集产线间、空旷少墙场景内、室内外穿梭运输场景下的物料高效柔性周转需要；

(4) 服务与保障的选型评估重点

①整体与分体制造工厂物流方案制定及大项目执行经验保障：依据导入周期量力而行、持续服务能力（规划期 - 试点期 - 推广期 - 成熟期），是否有大项目的执行服务经验？是否有足够多的不同阶段的已落地项目经验保障；

②新设备品类进场的应用难度：无需大量环境改造，无需大量人工标识即可应用，无需专业技术人员即可轻松上手应用，是否有专业的快速应用上手工具保障，是否有专属工业场景的技术和产品保障；

③项目实施时间周期控制：物流机器人设备购置后，是否可在相对更短的时间内完成部署实施，是否有专业的快速部署实施工具保障；

④多源机器人设备服务互通便利：是否可实现与多源设备协同作业，是否有先天的多源设备互通优势；

⑤是否有全面的售后服务保障，贴心的快速售后服务响应，贴心的现场陪产及预防性维护保养服务，是否有专业的备品备件库可及时满足需求；

⑥是否具备持续的科学的技术升级服务能力。随着后续用户生产加工工艺的持续迭代提升与机器人功能的不断迭代完善，是否具备针对用户需求的趋势洞察能力，也是选型的重点标准之一。

(5) 项目收益评估维度

项目收益 6 大评估维度：生产效率提升比例、运营成本控费比例、产品研产周期缩短程度、产品不良品率下降比例、能源利用效率、品牌形象与地位提升。

5、细分市场：PCB 行业

目前整体行业加工工艺自动化水平一般，主要是因为专用设备都比较成熟。首先中小企业（产品批量性小，种类很多，尺寸范围过大等）自动化水平较低，主要以专用工艺设备 + 收放板 + 人工为主。而中大企业（批量性大，种类和规格较统一）自动化水平较高，主要以专用工艺设备 + 收放板 + 工业机器人为主，人工为辅助（巡视，维护作用）。

综合来看，中小企业的自动化改造需求仍然比较弱，而中大型企业则相反，无论是新规划的厂房还是旧有产线升级，都在积极规划机器人（工业 + AGV）的参与，针对 PCB 上游原材料需要建设更智能的仓储；针对 PCB 板厂需要有较完善的自动仓储系统，最好方便集成 ERP、MES 等。

现实情况虽然千差万别，但自动化、智能化仍然是发展的大方向。作为电子行业发展的基础，PCB 材料、PCB 板的规模和市场会随着 5G、智能汽车等的发展而不断壮大，因此对产品的质量和工艺的精度要求更高，则自动化及智能排产的需求也会不断提升。

其次，PCB 行业中产品种类多样，板材原料大且重，加工期间半成品或者成品的高效运输和管理，都可以提升生产效率，因此自动化水平也要随之提升。

无论是从产品迭代还是技术革新的角度来看，PCB 行业的自动化改造是必然，工业机器人的高效、精准使其成为行业改造升级的重要一步。

(1) 需求特点：

①行业生产特点：

- A. 工艺流程复杂
- B. 跨楼层、跨区域作业
- C. 中途取消、订单加急

②环境要求：

- A. 车间无尘等级要求
- B. 液压结构（漏油）

③线边仓立库规划：上下游工序线边仓设计、分区管理、均衡生产

④生产调试过渡期：

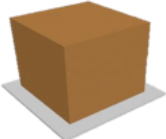
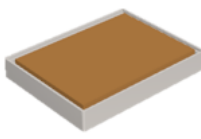
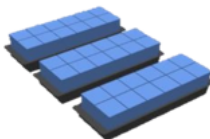
A. 前期无 MES 对接；

B. 后期需求对接 MES/ERP/ 梯控系统

(2) PCB 行业专供智能移动机器人产品形态

针对不同的场景设置不同的载具来满足装载（载具

按照客户现场来定，载具底盘结构尽可能一致），同时需要通过不同的车型来满足不同大小的物料搬运，针对不同的物料及对接场景可以根据实际场景需要选择应用车型。

载具+应用机器人说明				
项目	L-Rack+ 移动机器人	金属托盘+ 移动机器人	BOX+ 移动机器人	刀具（钻头是放在小的塑料盒子里的，可多组运输+移动机器人
物料/载具				
机器人				

图表 45：PCB 行业载具 + 应用机器人说明

(3) 产品选型关联效益的关键技术难点：

① 机器人需要实现跨区域转运

● 移动机器人通过与收放板机（Loader & Unloader）自动接驳，实现生产物料自动上下料；



图表 46：移动机器人跨区域转运要素

● 机器人调度系统与自动门控制器对接，实现物料跨区转运；

● 管理 WIP 线边仓物料信息，实现精确供料。

② 机器人需要实现跨楼层转运



图表 47：移动机器人跨楼层转运要素

- 移动机器人通过与收放板机自动接驳，实现生产物料自动上下料；
- 机器人调度系统与提升机控制器对接，实现物料跨区转运。

(4) 项目收益评估

项目收益 5 大评估维度：生产效率提升比例、运营成本控费比例、产品研发周期缩短程度、产品不良品率下降比例、能源利用效率。

6、细分市场：园区级室外重载无人驾驶机器人选型特点与分析

(1) 业务痛点与需求特点

随着信息化、工业化的不断融合，现代化港口、机场、工业园区、大型企业等行业智能化水平快速发展，且超长超重的大型设备和产品运输要求越来越严格，对大负载移动机器人系统的可靠性和安全性提出了新的挑战。目前国内主流港口和大型产业园区物料的转运主要以人工叉车、拖拉机或人工运输车为主，转运效率低，智能仓储系统和智能生产之间无法形成闭环，严重影响整个港口和园区的智慧发展。企业希望低成本、高效率实现大型、重载货物的智能转运，对大负载移动机器人的需求越来越大。

卡脖子难题：

- ① 园区级室内外通用的重载无人驾驶技术；
- ② 人、料、异构重轻载及室内外移动机器人车队、

生产设备、车间设施多方高效协同作业；

- ③ 室内外物流互联互通与整厂物流管理数字化。

(2) 园区级室外重载无人驾驶方向的关键设备与软件

当前市场上大部分 AGV 产品应用场景为室内，且大都采用舵轮、差速轮及麦克纳姆轮等结构，主要缺点是不适合室外运行；对路面要求很高，维护成本高；运行速度低，承载低。园区级室外重载 AGV 采用新能源卡车底盘结构，选用大直径实心橡胶轮胎，适合室外远距离运输，越野性能好，通过性强，能适应各种室内室外复杂路况。相比传统的舵轮结构和麦克纳姆轮结构有以下几个优点：

- ① 载重大，覆盖范围广，产品载重从 1t 到 50t 全覆盖，从而可以实现一次运输更多的货物，运输效率高；
- ② 实心橡胶轮胎，寿命长，使用成本低；对路面要求低，通过性强，减速带、坑洼地带均可顺利通过，针对北方下雪比较多，可选特制雪地胎；
- ③ 产品运行速度快，普通舵轮结构速度约为 40m/min，室外重载 AGV 重载速度可以达到 90m/min，空载可达 120m/min；
- ④ 可选装自动卷帘门结构，避免运输过程中运输介质受到雨、雪、强光照射，更适合运输特种介质。

类目	室内外通用重载无人驾驶机器人 - 背负式	室外通用重载无人驾驶辊筒对接机器人
智能移动机器人		
物料形式	 	

软件系统	机器人车队调度管理系统 实现数百台机器人车队，交通管制、实施监控、协同调度，满足生产线复杂任务的高效作业需求。该系统是室外 AGV 系统的核心，它包括室外 AGV 调度软件，AGV 监控软件、AGV 调度接口软件（仓管调度软件）或者工控 I/O 信号以及所需的硬件（AGV 管理监控计算机等）。AGV 上位控制系统用来完成 AGV 系统的路径规划设计、调度 AGV 执行输送任务、实时监控 AGV 系统运行、控制 AGV 自动充电、AGV 系统的故障诊断以及对外数据交互功能等。其主要功能包括： ◇ 对接上位系统（MES、WMS 等），实现任务接收和分配。 ◇ 根据 AGV 运行情况进行公共道路资源分配和管理。 ◇ 监控 AGV 运行情况，进行异常监控、诊断和报告。 ◇ 协调 AGV 按照事先配置的时间段进行自动充电。 ◇ 协调 AGV 按照配置的电量要求自动前往手动 / 自动充电点，等待人工充电。 ◇ 提供人机交互界面，允许对机器人任务执行过程进行人工介入。 ◇ 提供人机交互界面，允许对机器人执行任务信息进行查询及维护。 ◇ 负责协调 AGV 之间的交通管制问题。 物料管理系统 该系统是面向工业物流场景，室内外通用移动机器人协同作业的关键。该系统实现了无缝联通 WMS、MES、室内外 RCS 等软件系统及设备设施，助力整厂数字化互联；以实时监控、动态显示和智能化管理为手段，帮助生产管理者实现对生产物料的运输、暂存、流通加工及配送全流程的闭环管理。
三方设备设施互联互通	跨楼层周转 提升机、电梯等互联互通。 跨区域周转 红绿灯、软帘门等互联互通。
配套设备与系统	机器人业务逻辑与动作示教系统 + 手动操作遥控手柄：便于一线工人轻松上手应用的配套软件系统，实现对移动机器人车队的零门槛运营维护。 自动充电设备：自动充电桩，移动机器人车队 7*24H 作业的基础保障。

图表 48：园区级室外重载无人驾驶方向的关键设备与软件

（3）选型难点

室外重载 AGV 对路面要求较低，但是对路权要求较高，主要选型难点在于以下几点：

- ① 载重、运输介质、运输距离、运输频率、上下料方式、续航里程、环境情况；
- ② 人机混流的复杂程度，尤其是园区内不受控车辆、人流的数量以及与重载 AGV 交互的频次；
- ③ 园区内道路转弯半径、道路宽度、坡度、道路与建筑的距离、建筑物高度、道路四周环境变化程度；
- ④ 园区工业网络或 5G 覆盖程度，是否需要接受

MES、WMS 指令。

- ⑤ 异构机器人车队集群作业高效调度；
- ⑥ 同一环境下多源机器人、设备、设施与系统高效协同作业；
- ⑦ 整厂物料信息与整厂数字化的互联互通。

（4）服务与保障的选型评估重点

- ① 满足工业园区、港口机场等大型、重载货物智能转运需求

随着智慧港口集装箱船日渐大型化，码头吞吐量也在急剧增加，同时由于劳动力成本的增加和劳动力资

源的匮乏，建设环保、节能、高效的全自动化机场码头以及对传统机场码头进行半自动化、全自动化改造升级将是产业链升级的必然趋势。且在一些大型的工业制造园区，其制造流程并不仅限于单个的厂房，因此物料的配送也不仅仅只在厂房内部，还涉及到厂房与厂房间的物流往来，在这种场景下就需要用到室外 AGV，这些都为重载 AGV 的应用提供了广阔的发展空间与机遇。

②满足国防军工、航空航天领域设备制造等重大工程需求

传统国防军工、航空航天用的大部件在两个车间之间的运输主要采用人力或牵引车拖动，在运输过程中，通常采用专用工装对大部件进行固定，因此只能专车专用，适应性与灵活性较差，效率不高。重载 AGV 使大尺寸、高负载的组件能够在有限空间内灵活、精确地完成行走、转向、举升等作业，使国防军工、航空航天设备的生产和制造更加自动化、高效化。

③满足重型工业企业设备的智能化装配需求

重型工业包括冶金、机械、能源（电力、石油、煤炭、天然气等）、化工等工业行业。随着经济的增长，重工业得到迅猛发展，然而许多生产厂家在重载零部件的组装和调试过程中都遇到了诸多困难。传统运输重载货物的方式（桁吊、有轨系统、大型拖车等）相对比较单一，存在安装困难、体积巨大、无法实现全方位自由运动等缺点。而重载 AGV 则是重型工业领域转型升级的有力工具，可以有效减少人力成本、提高生产效率。

④新设备品类进场的应用难度：无需大量环境改造，无需大量人工标识即可应用，是否有专业的快速应用上手工具保障，是否有专属工业场景的技术和产品保障。

⑤满足多源机器人设备服务互通便利，是否可实现与多源设备协同作业，是否有先天的多源设备互通优势。

（5）项目收益评估维度

项目收益 6 大评估维度：生产效率提升比例、运

营成本控费比例、产品研产周期缩短程度、产品不良品率降低比例、能源利用效率下降比例、品牌形象与地位提升。

7、细分市场：离散制造业

相对于连续制造，离散制造的产品往往由多个零件经过一系列并不连续的工序的加工最终装配而成。加工和销售此类产品的企业可以称为离散制造型企业。例如属于生产资料生产的机械、电子设备制造业，属于生活资料生产的机电整合消费产品制造业。

从产品形态来说，离散制造的产品相对较为复杂，包含多个零部件，一般具有相对较为固定的产品结构和零部件配套关系。从产品种类来说，一般的离散制造型企业都生产相关和不相关的较多品种和系列的产品。这就决定企业物料的多样性。从加工过程看，离散制造型企业生产过程是由不同零部件加工子过程或并联或串连组成的复杂的过程，其过程中包含着更多的变化和不确定因素。从这个意义上来说，离散制造型企业的过程控制更为复杂和多变。因此，离散制造业对于设备的柔性化程度要求较大，而人工智能与机器人技术赋能制造业工厂物流供应链，提供厂内物流自动化与数字化，助跑企业竞争力，将激发离散制造业智能化的巨大潜力。

（1）业务痛点与需求特点

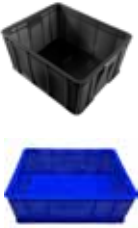
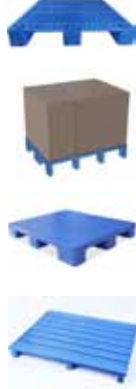
如何满足离散制造行业车间物流的小批量、多批次的生产特性与难点，摆脱传统的人工满车间找料方式，增加工厂物流准确性与效率，同时结合不同工序及设备联动要求，通过工厂物流联动全厂，实现整厂自动化、无人化与数字化，进一步提升整厂产能及生产效率是用户所追求的目标。

卡脖子难题：

①整厂需多样化的异构机器人设备负责不同工序的数字化物流；

②人、料、异构移动机器人车队、生产设备、车间设施多方高效协同作业。

（2）离散行业智造工厂物流的关键设备与软件

类目	举升式料车周转作业机器人	辊筒上下料机器人	举升式全向移动作业机器人	移动工位复合移动作业机器人	多维侧叉复合移动作业机器人	智能无人叉车	室内外通用重载无人驾驶机器人
应用场景	人机混杂场景下，点到点智能搬运	人机混杂场景下，端到端无人化搬运及上下料	人机混杂场景下，大重物料点到点智能搬运	移动工位人机混场复合移动作业	移动工位 + 移动仓储人机混场复合移动作业	托盘智能搬运、堆高、出入库周转	大重物料室内外通用周转
智能移动机器人							
物料形式							
软件系统	机器人车队调度管理系统 实现数百台机器人车队，交通管制、实施监控、协同调度，满足生产线复杂任务的高效作业需求。 物料管理系统 无缝联通 WMS、MES、RCS 等软件系统及设备设施，助力整厂数字化互联，以实时监控、动态显示和智能化管理为手段，助力生产管理者实现对生产物料的运输、暂存、流通加工及配送全流程的闭环管理。						
三方设备设施互联互通	跨楼层周转 提升机、电梯等互联互通						
	跨区域周转 红绿灯、软帘门等互联互通						
配套设备与系统	机器人业务逻辑与动作示教系统 + 手动操作遥控手柄：便于一线工人轻松上手应用的配套软件系统，实现对移动机器人车队的零门槛运营维护。						
	自动充电设备：自动充电桩，移动机器人车队 7*24H 作业的基础保障						

图表 49：离散行业智造工厂物流的关键设备与软件

(3) 移动机器人产品选型关联效益的关键技术评估重点

① 机器人本体的智能性评估：是否适应动态人机共融作业；引入移动机器人是否需要大量环境改造，是否存在人工标识物磨损所致的停产风险；是否可与您已有的生产线设备无缝互通，实现 mm 级对接与上下料精度；是否可与您的已有电梯、升降机等三方设施互通，满足全工厂跨区域、跨楼层的物料周转；是否可与您已有的软件系统无缝连接互通，实现物流环节数字化；产品是否具备系统的安全保障机制；产品是否通过 ISO9001:2005 质量体系认证；是否适应对移动机器人技术要求高的应用场景要求，包括但不限于短距离密集产线间、空旷少墙场景内、室内外穿梭运输场景下的物料高效柔性周转需要。

② 是否具备全栈机器人技术和多智能体协同作业的技术与能力保障，可最大化满足您的其他作业环境与指标要求；

③ 是否所有的移动机器人产品需具备人机共融作业的特质，且其同类移动机器人产品经过规模化应用验证，可长期鲁棒高效作业；

④ 是否具备同一环境下多源异构机器人、设备、设施与系统高效协同作业的能力，是否具备多源机器人设备服务互通便利，是否可实现与多源设备协同作业，是否有先天的多源设备互通优势；

⑤ 是否具备整厂物料管理系统与生产执行系统、仓储管理系统、机器人调度管理系统互联互通的能

力，助力用户实现整厂物流数字化。

(4) 服务与保障的选型评估重点

① 是否可提供项目全生命周期服务，从用户提出项目技术需求，到技术可行性评估、总体项目方案制定、关键点与难点技术实测论证、双边技术协议共审确定到现场实施操作、培训与维护支持、过程汇报与验收交付、预防性维护、长期技术与产品解决方案升级服务支持；

② 是否有丰富的智能制造工厂物流总体方案设计经验保障，深入理解您的业务需求，可快速制定适合您高效落地的短期与长期物流升级改造方案；

③ 是否具备成熟的项目管理与实施能力保障，是否有系统完善的专业人才传帮带体系，是否有完善的工程管理组织架构，是否有成熟的工程文件管理体系与严格的工程项目实施规范；

④ 是否有全面的售后服务保障，贴心的快速售后服务响应，贴心的现场陪产及预防性维护保养服务，是否有专业的备品备件库可及时满足需求；

⑤ 是否具备持续的科学的技术升级服务能力。随着后续用户生产加工工艺的持续迭代提升与机器人功能的不断迭代完善，是否具备针对用户需求的趋势洞察能力，也是选型的重点标准之一。

(5) 项目收益评估维度

项目收益 6 大评估维度：生产效率提升比例、运营成本控费比例、产品研产周期缩短程度、产品不良品率降低比例、能源利用效率下降比例、品牌形象与地位提升。

一、半导体行业

案例 1：半导体工厂百级无尘车间智能物流升级项目

客户需求

针对市场柔性化的生产需求对于企业内部物流搬运灵活性和稳定性的新要求，引入自动化的智能物流运输系统，减少用户车间产线的物流人员成本，提高物流管理水平，更好地满足日益庞大的生产需要。

解决方案

迦智科技为其提供了涵盖 11 台 EMMA200 升降辊筒车和 1 台 EMMA200 举升车、6 台自动充电桩、1 台服务器、1 套网络方案等硬件，以及 CLOUDIA 智能调度系统、MCS 物料管理系统等软件在内的整套智能物流解决方案，实现在国内首个百级无尘洁净车间内，迦智 AGV 搭载定制的可升降侧向伸缩插取式载具，突破 $\pm 2\text{mm}$ 对接精度，高精无缝对接厂区的物料对接台及上下料装置，完成三大种类、细分小项十余种的各种原材料、辅料及半成品、成品等物料的自动化配送。

实施难度

难点：

1、物料种类繁多，形状、大小、质量各异，常用的载具类型无法实现与第三方设备的有效对接，无法进行物料的自主传输；

2、半导体行业的特性，对于 AGV 设备的作业精度要求高；

3、半导体车间对生产环境的洁净度要求严格；

对策：

1、迦智科技根据用户实际工况，设计了一款可升降的侧向伸缩插取式载具，实现 AGV 与相关生产设备的高精高效无缝对接；

2、基于迦智的全栈机器人技术和算法优势，结合定制的载具机构，实现了客户需要的 $\pm 2\text{mm}$ 的物料对接放置要求；

3、迦智科技为用户提供的 EMMA200，满足了半导体车间的洁净度等级要求。

客户价值

1、改善车间物流运输效率——这是国内首例百级无尘环境 AGV 应用项目，EMMA200 是目前国内唯一符合行业标准、获得百级无尘作业要求检验报告的自然导航 AGV 机型，替代了原来的人工搬运物料，在满足行业管理规范的同时，降低配送成本，提升工作效率；

2、保证物料的及时供应，降低错误率——定制的可升降侧向伸缩插取式载具以及 $\pm 2\text{mm}$ 的高精对接表现，真正打通了该类用户场景下的生产设备与 AGV 间的精确对接及自动上下料难题，有效保障了厂内物料供给的时效性和准确率，全程无需人工操作。



图表 50：迦智科技 EMMA200 在半导体工厂应用

案例 2：半导体工厂 SMT 车间柔性物流

客户需求

华南知名半导体客户在 SMT 贴片车间上所生产的大量电子元件外形相似，靠人眼分辨容易混淆，虽然已经上了智能仓储系统，但是每条产线依然靠人工到仓库通过产品代码依次提取原料，非常不便利，且由于环境复杂、信息不通畅，经常会不清楚库存情况，出现了多条产线排队取料的情况，如此导致了产线成本高昂且效率低下，与其自动化的生产模式不相匹配。客户需要实现 SMT 车间自动化解决方案，节省人工成本，提升公司自动化水平。

解决方案

通过采用 AGV+JAKA Zu 3 协作机器人 + 产线终端接口结合实现整个车间的生产原料自动配送，形成安全可靠柔性的生产物流供应系统。

现场 AGV 通过 5G 高速网络与车间的十余条生产产线实时交互，实时了解产线状态信息。当 AGV 系统判定某条产线原料即将用完时，开始向智能仓储系统（以下简称仓库）移动，同时通过网络仓库发送需求信息，仓库开始准备物料。AGV 到达仓库后通过 JAKA Zu 3 协作机器人抓取物料，暂存于 AGV 小车上，JAKA Zu 3 协作机器人配置电动夹爪，能够自适应抓取多种规格产品；取料完成后 AGV 移动到相应产线，由 JAKA Zu 3 协作机器人将物料卸载到生产线。整套系统流程快速响应，稳定性高。

实施难度

难点：

1、产品种类繁多，形状、大小各异，无扩展型自动换装夹具；

2、通信系统的建立、信息采集分析和通信稳定性。

对策：

1、节卡系列协作机器人具有易扩展功能，方便用户快速更换夹具、应对任务变化。

2、基于 5G 高速网络，结合定制的载具机构，实现了客户需要的 $\pm 2\text{mm}$ 的物料对接放置要求。

客户价值

1、提升工作效率——替代了原来的人工搬运物料，在满足行业管理规范的同时，降低配送成本，提升工作效率；

2、节约成本——通过对整个车间信息及仓库信息的综合实时处理，能够合理运送物料，管控库存，带来了生产和管理上的极大便利。未来可应用在诸多行业，如家电、电子、医疗设备等具有 SMT 工艺的行业，仓储物流拆 / 码垛、搬运、存储、拣选等环节。



图表 51：节卡协作机器人在 SMT 贴片车间应用

案例 3：国内知名半导体晶圆生产企业内部智能物流搬运项目

客户需求

项目用户是国内知名的半导体晶圆生产企业，面对市场柔性化的生产需求，亟需提升厂内物料搬运的灵活性和稳定性。

解决方案

迦智科技为其提供了涵盖 1 台 EMMA400 举升车、2 台 EMMA 400 升降辊筒车和 3 台复合机器人、3 台自动充电桩、2 台服务器等硬件以及调度系统 CLOUDIA 等软件在内的整套智能物流解决方案，高效解决了原料、半成品等在晶圆生产线各道工序设备间的自动化流转和上下料，大幅提升了生产效率。

实施难度

难点：

1、半导体行业的生产特点，需要 AGV 能够满足无尘作业空间的等级要求；

2、半导体物料为易碎易损品，对于 AGV 的运输能力有要求；

3、半导体精密元件的生产，需要配套高效精准的 AGV 物流运输系统；

对策：

1、迦智科技针对半导体行业的百级无尘洁净车间环境提供了专用 AGV 机型，并获得了相关认证检验报告；

2、迦智 AGV 采用自研的激光融合导航技术，路径规划灵活，环境适应力强，即使在复杂的外界环境中，也能实现高精度定位，动态扰动下的对接精度达到



图表 52：迦智科技“移动 AGV+ 机械臂”复合解决方案

2mm，具备了超高的适应性、稳定性和鲁棒性，确保了在用户车间不同动态复杂作业场景下的物料运送稳定性和准确性；

3、项目中，迦智科技通过“移动 AGV+ 机械臂”的复合解决方案，实现了对晶棒等细微器件的精准抓取、放置，同时通过视觉辅助技术和机械臂伺服运动规划，成功达到了用户需求的 1mm 级高精度对接要求。

客户价值

1、改善用户产线产能——成功实施后，满足用户排产需求，协助产线提高生产效率；

2、提升产线智能化水平——通过迦智科技的自主移动 AGV 与复合机械臂的组合，成功实现与生产设备的自动对接，实现了相关物流环节的无人自动化，极大提升了生产柔性；有效降低人力成本并提高生产效率。

二、电子行业

案例 1：日本著名打印机生产企业柔性物流配送项目

客户需求

项目用户是日本某著名打印机生产企业，面对进一步增加产能和缓解成本压力，亟需一套完整的智能物流解决方案来实现厂内物料配送的智能化转型，同时对于

导入的 AGV 设备故障率要求低。

解决方案

迦智科技为其提供了涵盖 1 台 EMMA200、1 台自

动充电桩、1 台服务器、1 套网络方案等硬件以及智能调度系统 CLOUDIA 等软件在内的整套智能物流解决方案。

实施难度

难点：

1、用户车间环境复杂，对于 EMMA200 的导航方式和运行控制能力、避障能力要求较高；

2、车间线边仓的货架间距较小，需要 EMMA200 有较高的作业精度。

对策：

1、迦智智能移动机器人均采用激光无轨导航，运行灵活，控制能力强，安全性好，加上自研的核心算法加持，完全适应厂区动态复杂变化的作业环境，即使是在狭窄通道内也能运行自如；车身的多重安全护机制，确保了运行的安全可靠；

2、运行中，迦智 AGV 的定位精度可达 $\pm 1\text{cm}/1^\circ$ ，动态扰动下的对接精度可达 $\pm 2\text{mm}/0.2^\circ$ ，高效实现了有限空间内的 AGV 与料车精确对接，提升了 AGV 的作业效率和应用范围；



图表 53：迦智科技 EMMA200 在日本著名打印机工厂应用

客户价值

1、提高车间物流自动化水平——有效应对车间线边仓空间小的难题，更好地提升 AGV 的运输效率；

2、稳定可靠，持续为用户创造价值——项目中所使用的 EMMA200 已经在用户现场连续多年保持全天候稳定运行，用户反复追单。

案例 2：电子制造车间快速高频换线项目

客户需求

1、项目用户为浙江中控技术股份有限公司在杭州某产业园的电子生产车间，为了实现向柔性制造的转型，更好满足市场需求，需要通过更精准、快速的智能化物流配送模式来精益生产；

2、用户车间包含了 SMT、THT 和涂覆、调检等数条生产线，日均换线频次高，间隙工作人员还要到电梯口去等料，上述现象在生产高峰期更甚；新的智能物流系统要能够满足多仓多线间的物料频繁转运需求，尽量减少物料在各个工序的周转时间，缓解生产高峰期的物流配送压力；

解决方案

迦智科技为用户提供了涵盖 2 台 EMMA200 辊筒

车、6 套辊筒码头接驳台、1 台自动充电桩、1 台服务器等硬件以及智能调度系统 CLOUDIA 等软件在内的整套智能物流解决方案，用于实现生产物料在多产线间的自主配送、出入库无人化运输等。

实施难度

难点：

1、项目现场，EMMA200 辊筒车需要在没有标识物的情况下，在用户车间内自主行驶，和辊筒码头高精度对接，并实现跨区域、跨产线的物料柔性配送；

2、日常生产中，车间内两条 SMT 产线，两条 THT 产线，以及多条涂覆产线，平均每天每条产线又有着数十次的换线需求；而到了生产高峰期，这些物流频次约是平均水平的 150%，因而 EMMA200 辊筒车搬运任务

庞大，且运行路线变更频繁；

3、用户车间内人员走动频繁，对于 EMMA200 辘筒车的正常运行提出考验；

对策：

1、迦智 AGV 采用激光 SLAM 融合导航技术，只需告知目标地点，即可通过自主定位与导航，实现物料的按需按时送达，可随时满足用户变更产线和扩充产能的需求；

2、迦智机器人调度系统 CLOUDIA 结合用户 MES、WMS 等系统，对运行的所有 AGV 进行复杂任务高效调度和交通智能管控，充分满足了用户日常和生产高峰期的物流周转需要；

3、迦智 AGV 能很好地适应复杂作业场景，自主定位导航能够充分感知运行环境中的障碍，主动避让，可靠性高，稳定性强；



图表 54：迦智科技 AGV 在电子产品生产车间应用

客户价值

1、极大提升产线柔性——根据生产节拍，实现用户车间数十条产线的快速高频换线，满足柔性生产需要；

2、改善物流管理效率——减轻工人劳动强度，缩短物流周期，实现各类物料的精准高效运输。

案例 3：ODM 专业代工工厂智能物料搬运项目

客户需求

项目用户是行业领先的 ODM 专业代工厂商，世界 500 强企业。近年来，面对庞大的、多样化的市场产品需求，用户工厂原本使用的磁导航 AGV 仍然无法满足订单增长的需要，要求有更柔性的智能物流供应体系。

解决方案

根据用户需求，迦智科技为其提供了涵盖 5 台 EMMA200、2 台自动充电桩、1 个呼叫盒、1 台服务器、1 套网络方案等硬件，以及智能调度系统 CLOUDIA、WCS 对接系统、监控看板系统等软件在内的整套智能物流解决方案，负责实现 PCB 贴片生产线所需的各类盘料、卷料和板材由线边仓到产线的物流自动化配送。

实施难度

难点：

1、根据不同的工艺和场景需要，EMMA200 需要分别和料车、栈板等多种载具无缝对接；

2、用户车间已有磁导航 AGV 在使用，需要确保



图表 55：迦智科技 AGV 在 ODM 专业代工工厂应用

两种 AGV 运行不会相互冲突；

对策：

1、迦智 AGV 均采用国际领先的激光 SLAM 无轨导航技术，定位精准，抗干扰能力强。即使是在复杂的外界环境中，也能够实现高精度定位，定位精度可达 $\pm 1\text{cm}/1^\circ$ ，动态扰动下的对接精度可达 $\pm 2\text{mm}/0.2^\circ$ ，具备了超高的适应性、稳定性和鲁棒性；

2、在用户现场已有磁导航 AGV 的情况下，迦智

激光 SLAM 无轨导航 AGV，无需对现有环境进行改造施工，即可快速高效投入使用。结合调度系统的自研算法优势，完美实现了多台 AGV 之间的动态交通管制，确保了 AGV 运行路径互不干涉，保证了厂区内物流安全。

客户价值

1、有效减少了产线物料堆积——显著提高了线边

物流的周转效率，提升了车间的有效生产面积，降低企业运营成本；

2、大大提高企业内部物流周转效率——实现了对物流配送的精益化、智能化管理，在减少人工成本、减少错漏料损失的同时，有效提升了物流运作效率，成为该企业可复制的智能化物流转运模式，后期陆续在用户的国内和墨西哥海外工厂等地进行复制应用。

案例 4：电子行业数字化车间无人搬运项目

客户需求

浙江某电子行业科技公司，专业研发、生产、销售综合布线全系列产品，提供网络通信、网络能源、智慧城市产品与解决方案的研发、生产、销售及服务。该公司数字化车间无人搬运项目占地面积约 3000 多平方米，集成了机械臂、无人叉车等现代化物流设备，为进一步提升生产效率，满足日益庞大的生产需要，该公司急需对从原料仓到成品仓的物料搬运环节进行无缝衔接，实现全流程无人搬运。

解决方案

未来机器人结合自身技术优势，为客户制定了立体化的无人搬运方案，引入了协助企业科学库位管理的环境监控系统和具备视觉感知与导航的无人叉车产品。通过视觉技术，实现了从仓库顶端对暂存区的库位检测，以及地面从原材料区—冲压区—暂存区—折弯区—成品仓之间的金属件搬运。

实施难度

难点：

- 1、超长、非标的金属件搬运，对无人叉车的叉取/放货精度要求极高，稍有偏差将导致货物倾覆；
- 2、搬运流程中存在多段限位的短距离大幅度转弯情况，极易发生碰撞，对路径规划及无人叉车作业的多次重复精度要求高；
- 3、缓存区缺少库位规划，错位放货、不规则放货现象存在，给下一阶段的货物叉取造成了不小的麻烦。



图表 56：未来机器人工业无人车辆在电子产品生产车间应用

对策：

- 1、未来机器人无人叉车具备视觉识别、扫码以及自适应功能，可以精确地叉取和放置托盘，精度达 $\pm 10\text{mm}$ ，满足大部分制造业场景需求；
- 2、此次未来机器人无人叉车的稳定性和安全性经过有效验证，面对多端限位的短距离大幅度转弯要求，未来机器人通过 5 重安全避障、视觉伺服控制技术，可以精准定位、识别障碍物，并满足在多次转弯时的重复精度要求；
- 3、在缓存区，未来机器人安装了用于环境检测的“明眸”系统。“明眸”系统是未来机器人为帮助用户科学化管理缓存区库位而开发的产品，通过相机，“明眸”可以识别缓存区内的人/车/货情况，并对摆放不规范的货物、非法闯入的人员和车辆进行风险提示，必要情况下，“明眸”还可以调度无人叉车对缓存区货物进行搬运。

客户价值

1、该方案导入周期仅耗时 2 个月，在尊重客户原有的作业流程与现场的前提下，用未来机器人视觉导航无人叉车成功替代人工作业，满足客户柔性化、数字化车间建设的需求；

2、投放智能叉车与接入“明眸”系统，完成现场的多流程全局调度，通过信息化监控机台状态，及时将工位物流搬运至下一流程，提高生产效率，协助客户实现多流程自动化无缝对接，完成产线物流的无人搬运环节。

三、5G 设备制造业

案例 1：国内大型通信设备公司无线小基站智能工厂项目

客户需求

项目用户是全球领先的某大型通信设备公司，其无线小基站智能工厂项目，面对不断增长的市场需求和大规模批量生产的挑战，以往高度依赖人工转运、上下料，以及人工接插操作，成为制约企业 5G 基站产能的瓶颈之一。

解决方案

迦智科技为其提供涵盖了数十台多维侧叉举升机器人，自动充电桩、服务器等硬件，以及智能调度系统 CLOUDIA、物料管理系统 MCS 等软件在内的整套智能物流解决方案，用于实现在用户生产车间的狭窄通道内，大尺寸物料的自动上下机柜、暂存和搬运，确保了内部生产物流信息的可靠性及可追溯性，提高了生产质量和效率。

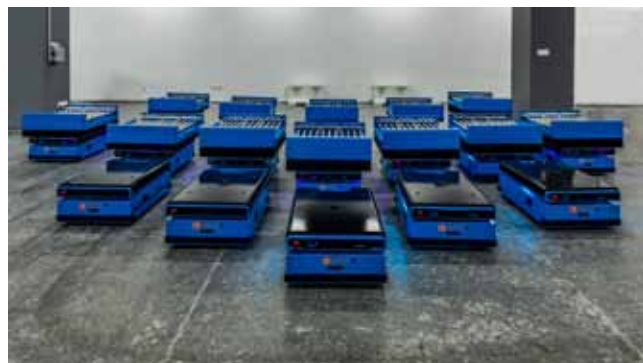
实施难度

难点：

- 1、根据用户既有作业场景，需设计定制高灵活性的载具实现 AGV 与生产设备的有效对接；
- 2、车间环境里设备布局紧凑，多为 1.8m 窄巷道；
- 3、AGV 设备的作业精度达标，并持续满足用户产品质量控制要求；

对策：

1、通过激光雷达与视觉融合导航技术、高精度视觉伺服精确物料取放控制等核心技术，迦智科技实现了车辆导航精度、库位检测精度与物料取放精度的全面提升，解决了用户即有场景中物料进出设备端需要人工辅



图表 57：迦智科技 AGV 在无线小基站智能工厂应用

助的核心痛点，实现物料运转环节的完全无人化；

2、根据用户实际工况量身定制了多维侧叉装载装置，在实际作业中，使 AGV 小车无需转向就能实现上下、前后、左右共六自由度的复合运动，准确、高效地完成多维度的物料取放，充分适应用户狭窄通道的作业环境；

3、基于迦智的全栈机器人技术和算法优势，借助视觉辅助技术和机械臂伺服运动规划，实现了 AGV 与项目现场多类型的生产设备高精度对接，同步达到 $\pm 2\text{mm}$ 的物料对接放置要求，完全胜任用户高精度物料运转的需要；

客户价值

迦智为用户提供的智能物流解决方案实现了 80kg 级 5G 基站的自动化物料转移与上下料，推进了 5G 基站生产过程中的无人化物流建设，有效提升流转效率，实现值守无人化、信息可追溯，既满足了用户精密作业的需求，又保障了生产过程的顺畅高效，实现安全生产，得到用户的充分认可和好评。

四、面板行业

案例 1：柔性屏生产企业智能物流转运和上下料项目

客户需求

用户是行业的龙头企业，通过高效的智能物流系统，能够实现在洁净室生产环境中，各种物料的灵活高效、柔性安全配送；同时配合用户在建的第 6 代 LTPS AMOLED 产线项目，带动公司的生产能力跃上新台阶。

解决方案

迦智科技为其提供了涵盖 121 台高精度侧叉物料取放机器人、90 台自动充电桩、5 台服务器等在内的硬件并配合 CLOUDIA 智能调度系统、MCS 物料管理系统等软件在内的智能物流整体解决方案，在满足了用户洁净室生产环境对于设备严格要求的基础上，有效解决了工厂现有设备和 AGV 之间的精确对接及自动上下料的隐形难题，真正实现了物料的自动化、智能化转运。

实施难度

难点：

- 1、用户车间面积大（近 4000 平），且陆续有其他设备搬入，车间环境动态变化大；
- 2、车间内部设备繁多，产线、工位也多，AGV 的信号对接繁琐；
- 3、用户的行业特性，对 AGV 的对接精度要求高；
- 4、根据用户的实际工况，常用的 AGV 载具无法实现与第三方设备的有效对接；
- 5、洁净室的生产环境，对 AGV 设备性能要求也较高；

对策：

- 1、迦智无轨导航 AGV 均采用分布式地图存储方式，可轻松实现单张地图 100,000m² 以上厂房面积内的人机共融作业；
- 2、迦智科技机器人智能调度管理系统 CLOUDIA，提供了多种接口，通过多种信息协议，可将 AGV 与厂内辊筒线、叉车接驳台、卷帘门、电梯等不同设备连接起来，各作业场景间自由切换；



图表 58：迦智科技高精度侧叉物料取放机器人在柔性屏生产车间应用

3、根据用户的生产场景需要，设计提供了高精度侧叉装载装置，同时优化程序算法，实现了与产线上下料装置及对接台精准无缝对接，准确高效地完成物料的侧向叉取和放置，同步达到 $\pm 2\text{mm}$ 的物料对接放置要求；

4、迦智科技为用户提供的侧叉物料取放机器人，满足了洁净室的洁净度等级要求。

客户价值

1、优化物流作业流程——摆脱以往繁琐而混杂的人工搬运流程，大大缩短了生产等待时间，实现了物料的快速、有序、准确运输；

2、有效提高生产效益——在保障了无灰尘、无污染的同时，节约成本，提升物流配送效率，使生产过程更加顺畅高效；

3、提升工厂智能化水平——通过迦智物料管理系统 MCS 和调度系统 CLOUDIA，实现了用户生产物流数据的互联互通，打造了生产物流全流程的闭环管理。

案例 2：知名显示器制造企业内部物流智能化项目

客户需求

为了应对产业转型和升级的压力，以及人工成本的上升和人员流动性大等因素的影响，作为全球知名的显示器生产制造企业，在其积极推进智能化改造的进程中，生产物流的智能升级是无法绕行的选择。

解决方案

迦智科技为其提供涵盖了 EMMA200 辊筒车型、自动充电桩、呼叫盒、服务器等硬件以及智能调度系统 CLOUDIA 等软件在内的整套智能物流解决方案，帮助用户实现 PCB 打件生产各环节间的物料精准高效配送。

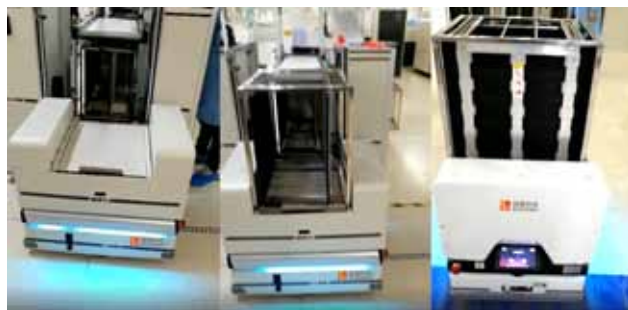
实施难度

难点：

- 1、用户车间生产制造流程的复杂和物料样式的繁杂，对整个 AGV 系统的智能化程度提出了高要求；
- 2、用户产品的高精密性，对于 AGV 设备的定位精度、导航方式等作业能力有着严格要求；

对策：

- 1、迦智机器人调度系统 CLOUDIA 可以无缝对接用户的 MES 系统，统一下发调度任务和进行最优路径规划，调度所有 AGV 快速响应产线需求，多机协同作业，



图表 59：迦智科技 AGV 在柔性屏生产车间应用
准确实现所需物料的及时按需配送；

2、迦智激光导航融合了各类导航技术优势，在运行过程中可根据需要随时自主切换导航方式，实现用户毫米级高精定位需求的同时，优化作业流程，提升产品质量；

3、运行过程中，迦智 AGV 的高精定位能力，使得 EMMA200 能够自主识别接驳台，根据自动升降的双层货架位置信息和 AGV 本身的物料状态信息，精准进行料箱的传输，并及时将执行情况汇总至 MES 系统；

客户价值

通过迦智科技的智能物流解决方案，用户提高了生产效率，减少了人工投入，降低了车间能耗，使生产制造过程实现柔性化。

五、输配电与成套设备制造行业

案例 1：智能配电设备绿色数字化生产基地建设项目

客户需求

项目企业是国内输配电及控制设备制造行业领先的龙头企业，为解决智能配电设备制造过程中的“订单小批量、交货周期短、非标程度高、运营维护复杂”等行业共性问题，实现柔性智造，通过建立自己的绿色数字化生产基地，来实现物流配送模式的智能升级。

解决方案

迦智科技为其提供了涵盖 23 台 500kg 级立库对接 AGV EMMA500-ST，1 台 1000kg 级全向重载 AGV

EMMA1000，2 台智能无人叉车 FOLA，4 台自动充电桩、1 台服务器等硬件，以及 CLOUDIA 智能调度系统、MCS 物料管理系统等软件在内的整套智能物流解决方案，通过与为用户定制的仓储系统（WMS）无缝对接，助力用户实现了在面积达 50000 多平方米的项目厂房内，多种原料在立库和线边仓间的自主、有序、高效配送。

作为当地省级智能智造试点示范项目，国家工信部制造业与互联网融合试点示范项目，及国家工信部智能智造专项，目前该项目已经高分顺利通过了广东省工业和信息化厅组织的正式验收。

实施难度

难点：

1、用户建成的绿色数字化生产基地是当前国内电力装备行业单一体量最大的项目，总投资 5 亿元，建设厂房面积 5.8 万平方米，涵盖了自动化生产线 16 条和立体仓库 9 座，物料转运任务庞大；

2、项目中，立库接驳 AGV EMMA500-ST 需要和近 50 个固定库台或链条机自动对接，对接精度要求达到 $\pm 5\text{mm}$ ；

3、生产基地内部，立体仓库、超大负载、超低车身、高速、防尘、窄通道等多样化的作业场景，对于 AGV 设备的性能要求较高。

对策：

1、迦智激光导航 AGV 采用分布式地图存储方式，可轻松实现单张地图 100,000 m^2 以上厂房面积内的人机共融作业；

2、EMMA500-ST 是迦智科技针对立库接驳场景自研的一款智能 AGV，500kg 的车身载重和 5mm 的库台对接精度，能够满足几乎所有立体库的库台对接需求，填补了国内激光导航（无反射板）立体库接驳 AGV 的细分市场空白；

3、迦智科技重载全向 AGV EMMA1000 额定负荷达到了 1200Kg，先进的自适应全向移动系统可实现灵活的连续直行、侧移、斜行、自转等全方位移动，满足了数字工厂对于大吨位原料的搬运需求，同时可根据用户的不同作业场景定制车体，车身多重安全防护机制，确保了运行的灵活安全；

4、调度系统 CLOUDIA 对所有 AGV 小车进行统一调度，实现了 EMMA500-ST、EMMA1000 和无人叉车 FOLA 在相同空间内的智能任务指派和交通管制，确保了这数十台 AGV 在高效协同完成作业任务的同时，避免发生路线冲突。

客户价值

高效推动了 AGV 在电力成套行业的广泛应用，极大程度上帮助用户解决了行业传统物流管理的痛点，实现了整厂物流的全自动化和高可靠性——

1、基于迦智提供的整套智能物流解决方案，用户

建成智能配电绿色数字化生产基地，并实现较好经济效益。2019 年，该生产基地实现投产，经实际测算，生产效率提高了 81.82%，运营成本降低了 21.54%，产品研制周期缩短了 31.4%，产品不良率降低 59.05%，能源利用率提升 13.16%，核心产品的各项技术指标、使用性能指标等达到了国内外同类产品水平，性价比高，竞争优势明显，市场前景好，经济效益十分可观。

2、打造以柔性制造为特征的配电设备智能制造模式示范。被认定为“2018 年广东省智能制造试点示范（离散制造试点示范）”，可为电工电器行业技术改造、转型升级发挥示范作用，推动离散制造业的智能化发展进程。



图表 60：迦智科技重载全向 AGV 在配电设备车间应用

案例 2：电气设备行业智能制造数字化工厂项目

客户需求

项目用户为国内某大型输配电及控制设备产品的研发、生产和销售企业，近年来在企业内部推行数字化转型。在导入 AGV 之前，生产车间内的物料周转频繁，且物料本身大且重，人工搬运的模式不仅工作量大，还存在着一定的安全风险。

解决方案

迦智科技为其提供了涵盖 7 台 1000kg 级全向重载 AGV EMMA1000，2 台智能无人叉车 FOLA，4 台自动充电桩、1 台服务器等硬件，以及 CLOUDIA 智能调度系统、MCS 物料管理系统等软件在内的整套智能物流解决方案，分别与立库、升降机、产线等不同第三方设备对接，实现电磁线、模具、线圈等不同物料在各生产工序间的柔性转运。

实施难度

难点：

- 1、物料种类繁多，且均为吨级计重，要求 EMMA1000 在取放物料时能够顺畅与不同的第三方设备对接，保持安全稳定；
- 2、车间环境复杂，通道狭窄，其最窄处距离 EMMA1000 的车身仅为 10cm；
- 3、根据生产节拍要求，同一楼层的数台 EMMA1000 之间需进行高效协同作业，完成不同物料在不同工序间的柔性转运和上下料；

对策：

- 1、根据转运物料的体积形状，迦智科技为其设计定制了多自由度伸缩举升载具，高效完成料盘的叉取和放置；
- 2、项目所采用的 EMMA1000 采用全向底盘设计，能够灵活适应厂区环境，即使在窄通道内也能运行自如；



图表 61：迦智科技全向重载 AGV 在输配电及控制设备工厂应用

车身多重安全防护机制确保了运行的稳定安全；

3、调度管理系统 CLOUDIA 强大的集群调度能力可同时容纳上千台 AGV 接入协同作业，充分满足高节拍生产线需要；

客户价值

1、实现了对用户车间物流运输的智能化、数字化管理——除了完成各类生产物料的按需按时配送外，用户还可依据生产指令对物料配送过程进行有效监管，避免错漏料造成的不必要损失；

2、降低物流成本——通过对厂内物料运输的统一高效管理，减少了人工劳动强度和成本，提升了生产效率；

3、打造生产物流全流程的闭环管理——通过迦智科技机器人调度管理系统 CLOUDIA 和物料管理系统 MCS，实现了对生产物料从出库、运输到暂存、配送等的全流程管控，满足用户柔性生产需要。

六、新能源光伏行业

案例 1：知名光伏电池片生产企业制造物流转型升级项目

客户需求

- 1、提升车间物流智能化、数字化水平，高效实现物料在各道工序间的自动化流转和上下料；
- 2、车间生产流程环环相扣，物流运输频繁，急需通过智能化的方式来提高物料运输效率，确保生产作业进度；

解决方案

迦智科技为其提供涵盖了 11 台 EMMA 200、4 台自动充电桩、1 台服务器、1 套网络方案等硬件以及智能调度系统 CLOUDIA、物料管理系统 MCS 等软件在内的整套智能物流解决方案，实现 BM（晶圆片盒）在 WINS（检测）、WB-Common（分类中转仓）和 WB（清洗 Wet Bench）各环节间的自动中转和上下料。

实施难度

难点：

- 1、用户的精密行业特性，需要有特定的载具实现晶圆片盒的精准抓取和放置；
- 2、根据电池片的生产特点，用户对于 AGV 设备的运行稳定性和对接精度都有着较高诉求；

对策：

- 1、迦智科技为用户量身定制的精密的双排双层的皮带输送线机构载具，准确、高效地完成晶圆料盒的叉取、配送，同步实现客户要求的 $\pm 2\text{mm}$ 的物料对接放置要求；



图表 62：迦智科技 AGV 光伏电池片生产车间应用

- 2、项目所采用的 EMMA200 在行驶过程中定位控制精准，定位精度可达 $\pm 1\text{cm}/1^\circ$ ；同时在运行过程中无任何噪声，车辆的转弯半径小，运行稳定性强；
- 3、EMMA200 的激光 SLAM 融合导航方式和重多的安全防护装置，高效实现了物料的有序安全、准确快速运送，并通过机器人调度系统 CLOUDIA、物料管理系统 MCS 与厂区 MES、WMS 系统无缝对接，完成整厂的信息化、自动化。

客户价值

- 1、极大提升产线效率——满足用户柔性制造需要，有效应用频繁复杂的物料进出转运需求，提高物流作业执行效率；
- 2、降低物流成本，精益生产——替代人工转运，通过与生产设备的高精对接和灵活高效运输，保障了生产所需物料在转运过程中的安全性和良品率，带来了整体运营效率的提升。

七、医药行业

案例 1：世界闻名的药用包装行业龙头企业重型物料柔性化频繁转运项目

客户需求

- 1、车间狭窄通道内，人流混杂环境下，大型超重物料在各工序间的安全频繁转运；
- 2、按照生产进度计划要求，保证所需物料的高效按时配送；

- 3、在企业不断采用新科技完善生产工艺和质量控制手段之余，也需要有智能化的物流配送体系相匹配，提升自身的综合实力和竞争力；

解决方案

迦智科技为其提供涵盖了 3 台定制的载重 1.5T 的 EMMA 辊筒车型、3 台自动充电桩、1 台服务器、1 套网络方案等硬件以及智能调度系统 CLOUDIA 等软件在内的智能物流整体解决方案，用于根据企业生产节拍需要，解决从产线到包装线、立体库间的物流自动化周转。

实施难度

难点：

1、车间中，迦智载重 1.5T 的 AGV 需要搭载辊筒架，背负重型物料进行运送，既要保持运行的稳定灵活，对于 AGV 长时间运行的定位精度要求也较高；

2、载重 1.5T 的辊筒 AGV 需要和立库辊筒线实现高精对接；

3、车间内人员流动频繁；

对策：

1、迦智为用户定制的 1.5 吨重载移动机器人，采用全向移动底盘技术，运行灵活，具有超强稳定的工作性能；除了可根据用户的不同场景定制车体外，车身的自适应全向移动系统还能实现车体的连续直行、侧移、斜行、自转、组合漂移等全方位移动，在狭小空间、人机物混杂等多种动态复杂的环境中依然行驶自如；

2、迦智 AGV 均采用领先的激光 Slam 融合导航技术，即使是在复杂的外界环境中，也能实现高精度定位，动态扰动下的对接精度达到 2mm，具备了超高的适应性、稳定性和鲁棒性；

3、迦智 AGV 支持人机共融作业，车体惯性大，刹车距离远，能够远距离自动识别运行线路上的障碍物，及时调整、重新规划行驶路线；车身多种的安全防护机



图表 63：迦智科技 1.5T 重载 AGV 在医药包装车间应用

制考虑到了各种工作状态下的安全防护措施，极大提高作业安全系数；

4、行驶过程中，EMMA 辊筒车需要通过无线 io 模块实现调度系统与厂区自动门的控制器通讯，进出多道自动门，进行物料的柔性搬运；

5、除激光雷达外，迦智 AGV 的核心导航模块、伺服驱动器、视觉传感器等核心零部件全自研，力求以最优性能、适配性和最高性价比帮助用户最大化实现降本增效。

客户价值

1、减员增效——满足了重型物料在各工序间的柔性化频繁转运需求，帮助企业节省了人力，提高了生产物流响应速度；

2、用户高度认可并追加订单——导入了迦智 1.5 吨重载 AGV 后，在用户工厂运行安全稳定可靠，大幅提升了物流作业效率，获得了高度评价，于是用户在其另一处的新厂又订购了几台同样机型的 AGV 投入使用。

案例 2：国内首批非港口园区级室外重载运输项目

客户需求

用户是行业内知名的大型医药制造企业，近年来借“退城入园”契机，以工业 4.0 为指导思想，以客户需求为导向，以数字化车间、智慧化工厂、智能化物流为载体，兼顾安全、环保、质量等合规性，致力于建设一整套涵盖人、机、料、法、环的智能化制药工业体系。

解决方案

山东蓬翔为其提供了涵盖 3 台室外重载 AGV、22 套辊道、1 台服务器，1 套网络方案等硬件，以及智能调度系统在内的整套室外智能物流解决方案，是国内首个非港口园区级室外重载运输方案。室外重载 AGV 车载辊道与车间外辊道实现高精度对接，完成五大种类、细分小项二十余种的各种原材料、辅料及半成品、成品

等物料的自动化配送。

实施难度

难点：

物料种类繁多，形状、大小、质量各异，最大质量 3.5 吨，需要与第三方设备交互，对接精度要求高；室外运输环境复杂、运输介质不能污染；需要与生产管理系统对接；

对策：

设计了一款带辊道、带卷帘门的室外重载 AGV，通过多种传感器实现与车间辊道自动化高精度对接。

客户价值

1、改善车间的物流运输效率——这是国内首例非港口园区级室外重载运输 AGV 应用项目，PXAGV03R 是一款基于 GPS+ 惯导 + 激光 SLAM 融合的室外重载 AGV，代替了原来的人工搬运物料，在满足行业管理规范的同时，降低配送成本，提升工作效率；

2、提高了企业形象——作为山东省首批“新旧动能转换项目”，室外重载 AGV 的应用实现了企业生产的智能化、数字化，实现了园区内物流自动化、智能化、高效化，提高了企业在行业内的形象。



图表 64：蓬翔汽车重载 AGV 在室外园区转送应用

案例 3：国内首批医药智能仓储机器人项目正式上线运营

客户需求

随着智能物流时代到来，智能仓储机器人已经被广泛应用在电商、3PL、零售、传统制造等行业，国内几大电商巨头也纷纷将仓储自动化智能化推向新的阶段。由快仓与国内知名系统集成商一同携手打造的国内某医药智能仓储机器人系统，将机器人引入传统医药行业，这标志着国内首个医药行业智能仓储机器人项目正式揭开她神秘面纱。

解决方案

该案例二期项目，整体方案从沟通确认到验收完工仅需 2 个月时间，主要涉及了智能机器人箱拣区、输送系统、自动分拣区。其中，机器人箱拣区的整箱货物来自高位货架区与零箱收货入库，主要负责整箱货物通过输送线至自动分拣区出库与补货至隔板货架拆零区；自动分拣区主要负责机器人区与拆零区货物的自动分拣。

最终在用户整个 1500 平米的仓库面积中，共采用了机器人 10 台，设拣选工作站 3 个，有货架数量 334 个，机器人的拣选效率达 600 箱 / 小时。

实施亮点

1、快仓打造的智能仓储系统以移动机器人实现“货到人”作业方式，在所有涉及到分拣库区的业务流程中（包括上架，补货，拣货，盘点，退货等），员工都无需进入分拣库区内部，只需在工作站等待，系统会自动指派移动机器人将目标货架运到工作站，待员工在系统指导下完成业务后，再将货架送回到分拣库区，大幅提高作业效率，有效降低人工强度及成本；

2、快仓智能仓储机器人不仅完成包括上架，拣选，补货、退货，盘点等流程的完整订单智能履行，同时还与 AS/RS，各式流水线 + 滑道、升降机等自动化设备高效联动，提高整体作业效率，堪称行业首例；



3、本项目采用了快仓新一代“玄武”系列重载型机器人，该机器人可承重 1 吨，在满载情况下最大行驶速度可达到 1.2m/s，并可连续工作 8 个小时，配合视觉、激光和最先进的 SLAM 技术，可满足各种不同工况下的作业，并与其他自动化设备无缝衔接配合；

客户价值

- 1、相比传统人工仓，机器人运作效率提升 2-3 倍，快仓系统单台工作站拣选效率可达 250 箱 / 小时；
- 2、相比传统货架，空间利用率提升 15%，仓库储量提升 1.5 倍多；
- 3、节省 5-7 成人工，大大降低劳动强度，员工流失率降低 15%；
- 4、系统柔性灵活，满足客户不同需求。



图表 65：快仓智能仓储机器人在医药行业应用

八、汽车汽配行业

案例 1：汽车零部件线边柔性配送及高层货架智能上下架项目

客户需求

面对智能制造的冲击，企业需要建立智能化的柔性物料配送体系，以提升工厂的整体运营效率和智能化水平。

解决方案

根据用户的实际需求，迦智科技提供了涵盖若干 300kg 级柔性搬运 AGV 举升车、智能无人叉车和呼叫设备、充电桩等硬件，以及智能调度系统 CLOUDIA 等软件的整套智能物流解决方案，用于实现汽车零部件车间的线边柔性配送及 WFAC 仓库恒温隔间高层货架智能上下架。

实施难度

难点：

- 1、用户车间的物料输送工作量大，对配送的及时性、准确性要求较高；
- 2、车间现场环境多变，且有部分为狭窄通道，迦智 AGV 需要搭载尺寸较大的带轮料车，完成相关工序间的自主上下料；



图表 66：迦智科技 AGV 在汽车零部件车间应用

对策：

1、迦智 AGV 采用激光 SLAM 融合导航技术，无需提前部署，应用稳定可靠；调度系统 CLOUDIA 通过统一的任务调度和路径规划，确保了所有 AGV 小车的高效精准运输；同时迦智 AGV 采用高性能的磷酸铁锂电池，支持快速充电，无任务执行时自动回充电桩充电，保证了 7*24 小时不间断运行；

2、迦智 AGV 车身设计小巧，运行灵活，能够很好地适用于窄通道的作业环境；

3、执行任务过程中，迦智智能叉车通过与车间已有 SAP、MES、SRM 等系统自动对接，根据指令灵活高效完成 WFAC 仓库恒温隔间高层货架的货物上下架及出入库，确保了生产所需零件的先进先出。任务完成

后，迦智智能叉车会将相关执行情况及时反馈给调度系统，并汇总至企业业务系统，实现了生产数据的互联互通。

客户价值

1、实现用户生产过程中物料快速周转，提高进出库及上下架效率——使用户生产的过程料等待时间由 2 小时缩减为 7 分钟，技术准确率 99.99%，过程料安全送达率 100%；

2、大幅降低物流成本——在大大降低劳动强度的同时，节省了 3 人的人工成本；

3、提升运营效率——减少人工操作带来的波动情况，有效避免人为操作失误；

案例 2：为知名汽配企业打造室外重载智能物流机器人项目

客户需求

项目企业是国内知名汽车制造企业，近年来积极将自身丰富的市场经验和技術积累进行智能转化，开发应对市场需求的新产品。现阶段，企业计划推出一款室外激光无轨导航重载 AGV，用于实现各类大型超重物料 / 设备在不同室外环境中的自动化无人运输，带动国内重载物流领域新的市场需求。

解决方案

迦智科技根据用户需求和应用场景提供了量身定制的工业级室外无人驾驶作业机器人 LUNA，以及机器人调度管理系统 CLOUDIA 和物料管理系统 MCS 用于替代传统的重型物料搬运模式，按照企业的生产节拍需要，实现从生产车间到仓库，以及产线间的大型物料柔性自动化配送。

迦智 LUNA 采用先进的基于 3D 激光雷达、视觉传感器、GPS 和 IMU 等多传感器融合的 SLAM 和定位导航技术，不但可以实现超大范围厂房面积内和人车混杂环境下的自主定位与导航，且不易受光线条件等环境变化影响，能够在室内外环境中无缝自如切换。

实施难度

难点：



图表 67：迦智科技室外激光无轨导航重载 AGV 在汽车行业应用

1、项目中，LUNA 需要背负重型物料在室内外环境中进行运送，厂区环境复杂多变，且有部分为狭窄通道，存在一定的安全风险；

2、LUNA 需要在用户超大大厂房面积内自主行驶，这对于 AGV 的运动控制能力、长时间运行的定位精度以及续航能力等有着较高的要求；

3、厂区环境内无规则的人员流动场景，对于 LUNA 的正常运行也是一个考验。

对策：

1、迦智科技工业级室外无人驾驶作业机器人 LUNA 基于自研的 SLAM 定位导航技术，融合激光、视觉等多种传感器形成业界领先的高精度高可靠导航方案，完全依赖环境中的自然特征就能实现在用户场景中的导航和物料搬运，路径规划灵活，能够随时满足用户产线变更和产能扩充的需求；

2、LUNA 支持单张地图 20 万平方米以上厂房面积内的人机共融作业，底盘对接精度和控制能力强，加上自研核心算法的加持，完全适应制造工厂动态复杂变化作业环境，无论是在空旷的室外环境亦或是狭窄的通道

内，都能穿梭自如；且续航能力强，支持快速充电，满载下的运行速度可达 20km/h，适应室外的大场景、长距离运输；

3、LUNA 车身多重的安全防护机制考虑到了各种工作状态下的安全防护措施，极大提高作业安全系数，使车体移动更灵活，运行更安全；

客户价值

和常规的送料方式相比，本项目中的迦智室外激光无轨导航重载 AGV 解决方案，实现了用户生产车间的高度物流智能化。在保障物料供给时效性，提高物流搬运效率的同时，助力客户提高生产效率，提高物料送达的准确率，实现前瞻性降本增效布局。

案例 3：某知名汽车制造企业室内外车桥智能化转运项目

客户需求

用户是国内某著名汽车制造集团的全资子公司，主导产品涵盖了不同载重的 120 多个品种。2020 年企业在市郊建立了新厂区，为了更好的展示用户在商用车行业内的自动化、智能化形象，新厂区的车桥装配线采用磁导 AGV，车桥下线到总装路线采用重载 AGV 运输，减少用户车间产线的物流人员成本，提高物流管理水平，更好地满足日益庞大的生产需要。

解决方案

蓬翔公司为其提供了涵盖 2 台载重 20 吨、长度 9.6m，翼开箱重载 AGV，12 台承载 1.5 吨、磁导 AGV，2 台自动充电桩、1 台手动充电桩、1 台服务器，1 套网络方案等硬件，以及智能调度系统、MCS 物料管理系统等软件在内的整套智能物流解决方案，在国内商用车行业首次实现室内外、产线和物流同时应用重载 AGV，完成 120 多个品种车桥的各种原材料、辅料及半成品、成品等物料的自动化配送。

实施难度

难点：



图表 68：蓬翔汽车重载 AGV 应用示意图

1、车桥生产工艺复杂，涉及的物料种类多样，其中最大规格的物料满载约 18 吨，对底盘要求较高；

2、重载 AGV 既有室内运输场景，也有室外远距离运输场景，对融合导航的无缝切换有着极高要求；

3、柳州天气雨水较多，室外物料运输不能长时间雨淋，且大雨天气会对导航的精度、速度带来一定影响；

4、12 台装配线磁导 AGV 与 2 台室外重载 AGV 共用一套调度系统，这就对调度系统的稳定性、兼容性等要求较高；

对策：

1、蓬翔汽车根据用户实际工况，设计了一款载重 20 吨的室内外重载 AGV；采用 GPS+ 惯导 + 激光 SLAM 融合的导航技术，可室内外无缝切换导航方式，实现在不同环境中的稳定运行；车身采用翼开箱结构，使运输物料免受雨水侵袭，同时多重的安全保障传感器确保了稳定运行；

2、专门为装配线 12 台室内磁导 AGV 和 2 台重载 AGV 设计的调度系统，既能满足生产需求，也可满足物流运输需求。

客户价值

1、改善产线生产效率——这是国内首例室内产线，室外物流运输共用一个调度系统的 AGV 应用项目，也是国内首个汽车行业室外 AGV 应用。节省了相关配送成本，实现了生产所需物料的精准高效配送；

2、为用户智能化转型赋能——作为集团第一个实现室外物料智能化转运项目，展示了用户在智能化、数字化工厂建设上的亮点、看点，提升了企业生产的智能化、数字化水平。

案例 4：某汽配制造企业室内外轮毂制动鼓智能化转运项目

客户需求

用户是一家股份制工业企业，致力于为中国重型卡车轻量化提供专业一体化解决方案。随着商用车市场日趋火爆，为降低物流成本，提高企业形象，提高管理水平，更好的满足市场需求，用户提出了建立自动化物料转运系统需要。

解决方案

蓬翔公司为其提供了涵盖 2 台载重 10 吨、1 台手动充电桩、1 台服务器，1 套网络方案等硬件，以及智能调度系统、MCS 物料管理系统等软件在内的整套智能物流解决方案，实现百余个品种轮毂制动鼓的不同规格物料的自动化转运。

实施难度

难点：

1、所运输的物料规格和重量不同，转运量大、频次高，对于底盘运行能力有较高要求；

2、人机混流的复杂环境，对于室外导航技术是个考验；

对策：

蓬翔汽车根据用户实际工况，设计了一款载重 10 吨室内外重载 AGV；采用 GPS+ 惯导 + 激光 SLAM 融合的导航技术，运用视觉、激光等多种传感器避障，实现室内外稳定运行；

客户价值

1、有效缩短物流等待时间——PXAGV10 替代了原来的人工搬运模式，提高了物料供应的及时准确性，保障了产线的顺畅高效；

2、提高智能化水平，稳定性高——实现了用户无人化运输的变革，在极大提升作业效率、降低工人劳动负担的同时，多重的安全措施保证了运行的稳定安全。



图表 69：蓬翔汽车重载 AGV 在汽配行业室外转运应用

案例 5：汽车零配件企业无人仓储解决方案

客户需求

客户为中日合资企业，华南汽车零配件厂商巨头，厂房占地面积约 13 万平方米，员工人数超 1500 人，单层总库位超 5000 个。其主营业务包括了汽车车身冲压焊接零部件生产经营、汽车车身外覆盖件冲压模具设计与制造，汽车轮胎、汽车夹具、检具设计与制造等，有大量的搬运需求。以往都是通过人力进行搬运作业，不仅效率低下，且搬运过程中工人受伤现象时有发生。为实现精益化生产，进一步提高库容率降低单位存储成本，保障作业安全，柔性化的无人仓储解决方案成为该客户的首选。

解决方案

未来机器人为客户定制了无人仓储解决方案，从功能定位、流程优化、人员精简、装备升级四个方面给出答案。通过对部分区域进行重新调整、搬运路径规划、优化人机配比，再部署未来机器人平衡重式无人叉车，完成移动式料框的多层精准无人堆叠，提高了整体的搬运作业效率与安全系数。

实施难度

难点：

1、多层料笼堆叠对精准性要求非常高，尤其是 4-6 层的堆叠，因高度和角度变动的因素，作业难度指数型上升，且因为零配件种类繁多且尺寸不一，厂内使用了 50 多种不同的料笼进行存储，给堆叠和搬运作业提出了高难度挑战；

2、出货高峰期厂内容易出现“堵车”现象，导致现场等候。因生产活动的上游不能按时交货或提供服务，导致下游总装车间的工作延误，从而影响到下一轮的物料调配计划。

对策：

1、针对料笼规格不同的问题，增加无人叉车的叉臂自适应功能，使其能够在三维空间内根据料笼的距离和高低不同，实现精准叉取和堆码；

2、对现场重新进行区域调整，所有堆存区以 100 平方米为一个单元划分功能，临近外月台的 7 个单元用



图表 70：未来机器人工业无人车辆在汽车零配件无人仓内应用

于快速出货，只存放当天出货的料笼，其他成品统一存放到远离月台的堆存单元；

3、合理进行路径规划，从产线转运到堆存区设置固定路线，投放 8 台托盘式叉车完成转运作业，不参与货车装车作业，每台车的行驶里程不超过 100 米。

客户价值

无人仓储解决方案的落地，带来的是整体作业效率以 50% 的速度得到提升，经对比，有四个方面的效益尤为突出：

1、增加有效搬运：区域调整和路径规划减少叉车的行驶里程，并减少交通堵塞带来的多余等待，每台叉车每天节省 1 公里的行驶里程，增加 30-120 分钟的有效搬运时间；

2、增加搬运数量：无人叉车无间歇作业，每天稳定地完成 600-700 个料笼的搬运和堆叠，比原来提升 70% 工作量；

3、减少人员投入：相较无人叉车，以 N-1 的速度减少了人工叉车和叉车司机的使用数量，节约成本并提高了作业安全系数；

4、提升作业效率：更精准，单位时间内的料笼堆叠数量不再受高度影响，能够保证对下游客户的供货稳定，从而使得自身生产及配送计划波动幅度降低，总体的生产效率提升 70%。

九、食品行业

案例 1：某食品生产企业智能物料配送项目

客户需求

满足生产节拍需要，实现物料在生产车间和立体库之间的自动化转运。当前，食品行业的智能化势在必行，用户期望在大幅改善劳动条件、提升管理效率的同时，能够进一步提升企业的整体运行效率，优化整合企业资源。

解决方案

迦智科技为其定制了涵盖 5 台载重 150kg 的背负式智能叉取 AGV，5 台充电桩、1 台服务器、1 套网络方案等硬件以及智能调度系统 CLOUDIA 等软件在内的整套智能物流解决方案，助力用户实现了物流效率的巨大提升。

实施难度

难点：

1、用户车间中存在狭窄过道，其中间隔最窄处仅为 5cm；

2、用户产品的生产特点，使得用户现场的环境湿度达到 90%；

对策：

1、根据用户现场环境，迦智科技为其定制了带货叉的背负式 AGV，不需铺设任何标识，即能背负物料在车间的狭窄通道中运输作业，安全精准输送物料；

2、项目现场，迦智智能叉取 AGV 的高效作业，满足了用户生产线高强度的生产节拍需要，既保障了产品品质，又实现了精益化生产；

3、迦智 AGV 具有较强的防锈防水能力，确保了在用户低温且湿度大的环境下稳定高效运行。

客户价值

1、提升物流配送效率——根据生产节拍需要，有效缩短了生产等待时间，有助于车间物流的自动化转型升级；

2、提高企业良品率——规范了生产流程，通过提高车间物流配送的准确性和有效性，降低运营成本。



图表 71：迦智科技智能叉取 AGV 食品生产车间应用

十、离散制造业

案例 1：纺织服装企业智造升级项目

客户需求

项目中的企业为一家纺织服装企业，随着人工成本的不断攀升，亟需对企业进行智能化改造升级，实现提质增效。

解决方案

迦智科技提供的整套智能物流机器人解决方案由 1 台多维侧叉机器人和 1 台充电设备、1 台服务器、1 套网络方案等硬件，以及智能调度系统 CLOUDIA 等组成，通过定制的多维侧插装载装置，实现用户产线物料无人化转运和自动上下料需求。

实施难度

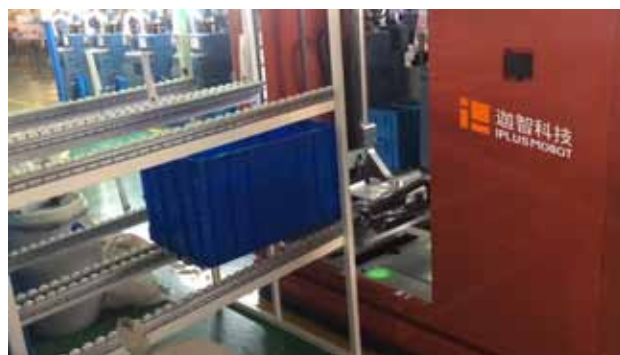
难点：

- 1、项目中，当物料进出现有生产设备时，需要人工辅助，无法实现真正的智能化；
- 2、AGV 在上下料时，需要和生产设备对接，对相关作业精度要求高；
- 3、车间内部通道狭窄、产线物料堆积，对 AGV 运行有一定影响。

对策：

- 1、针对用户实际工况，迦智科技提供了高精度多维侧叉机器人，与生产设备精确对接，通过灵活调整载具姿态，轻松实现上下、前后、左右共六自由度的复合运动，极大提升了物料取放的效率；
- 2、通过迦智科技自研的算法提升和视觉辅助技术，迦智 AGV 能够胜任高精度导航任务，并完美实现到点的 $\pm 2\text{mm}$ 高精度对接，精确接取、送出生产物料；
- 项目中，迦智多维侧叉机器人的多维侧叉装载装置能够与货架等生产设备精准对接（距离货架左右两边均只有 5mm），顺畅叉取料箱；
- 3、迦智多维侧叉机器人适应用户狭小空间、人机物混杂等动态复杂作业场景，能够自动识别和及时感知周边环境，并对动态障碍物进行预判，自主停避障，做到安全精准输送；

客户价值



图表 72：迦智科技多维侧叉 AGV 在纺织服装车间应用

- 1、提高产线自动化水平——迦智多维侧叉机器人有效实现了 AGV 设备与生产设备间的无缝对接，配合生产工艺流程需要自动灵活上下料，真正实现了工厂物流“最后一米”无人化；
- 2、提升用户整体产线运行效率——均衡车间物料配送节奏，精益生产物流，节省产线人力，降低生产成本。

案例 2：打造全球领先的服装行业智能机器人解决方案

客户需求

作为国民经济的基础消费产业，服装行业与人们的生产、生活息息相关，近年来服装行业出现了产能过剩的问题，整个线下销售的萎靡和线上存货的堆积，困扰服装企业。于是，上海快仓智能科技有限公司与某国际知名服务商携手打造的智能仓储机器人解决方案正式落地，并投入使用，通过智能化升级为服装行业重新注入了新动力。

解决方案

在服饰全渠道管理中不可避免面临着过季品的问题。

快仓系统针对用户线下零售门店中过季品的库存订单，门店铺货、退货和暂存，过季品分类理货、单一订单大批量的分散型订单等复杂的订单结构，提供快仓智能仓储系统拣选方案，以满足其物流中心拣选任务和仓库管理的要求。

实施难度

客户痛点：

过季品不会依据市场需求来供货，其订单结构复杂，具体表现在 SKU 品类多，订单货物非标，以及订单跳跃、批次多，这对订单管理系统提出了更高要求。

对策：

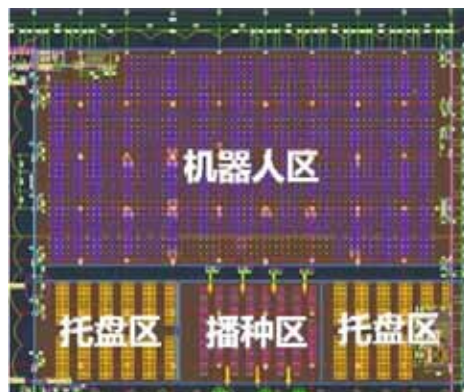
本项目中，快仓提供了高效的服装仓库布局规划，并结合丰富的项目实施经验，采用了 15 台朱雀系列 M60 智能仓储机器人，实行货到人边拣边分的作业模式。

在分拣库区的业务流程中（包括上架，补货，拣货，盘点，退货等），员工都无需进入分拣库区内部，只需在工作站等待，系统会自动指派移动机器人将目标货架运到工作站，待员工在系统指导下完成业务后，机器人再将货架送回到分拣库区。

客户价值

快仓作为服装行业智能机器人解决方案和主要设备供应商，提供的搬运机器人全都是自主研发、生产，混合导航性能强大，有自己的控制系统、决策系统以及软件系统，能够自主地运行，已取得明显成效，表现在：

- 运作效率提升 2 倍；
- 订单量提升了 65%；
- 空间利用率提升 60%；
- 节省人力成本 50%；
- 员工流失率降低 15%。



图表 73：快仓智能服装行业解决方案

案例 3：某办公文具生产商智慧物流项目

客户需求

办公用品相对于其他新兴行业来说虽属于比较成熟的行业，但市场前景却一直表现强劲。同时，由于办公用品涉及的品种多、范围广、更新频率快、价格波动大，全年合计支出大等特点，网上采购成为了未来办公用品最大的趋势。很多商家也开始通过各种线上与线下并进的方式进行产品推广，一批专业的办公用品领域 B2B 电商平台开始应运而生。此种方式对于提高采购效率有了很大改善，但同时也对于仓储物流的快速响应提出了要求。

本项目用户成立于 1993 年，是国外的著名办公用品供应商，在当地拥有多家办公用品超市与仓储分销中心，对于仓储系统智能化领域的需求巨大。

解决方案

快仓为其部署的“货到人”机器人仓库正式在国外上线，受到了用户端的高度认可。

项目一期仓储面积 1500 平米，在用户的国外仓库

中，在原有的人工拣选区外建设一个独立的快仓 AGV 仓库区域。机器人区域在用户的 WMS 系统中，作为一个库位存在，无需客户的 WMS 系统管理 agv 的具体货位。客户 AGV 区一共部署机器人 20 余台，货架数量 500 多组。为了实现门店当日达数量最大化，采用了 B2B 小批量拆零拣选的作业方式。

实施难度

客户痛点：

1、产品更新快：办公用品市场变化很快，每个季度甚至每个月的畅销品都不同，Deskright 传统的仓库需要人工对畅销品和滞销品进行核对，效率低下。同时由于对市场信息的把握不准确，也会导致仓储存货成本的增加；

2、SKU 数量大：办公用品 SKU 非常大，且每个 SKU 的数量也很多，如采用人工方式进行入库、批次、先进先出的管理，会导致拣货效率低，供货准确率难以保证。且员工工作负荷过大，流失率严重。

实施亮点：

1、“货到人”拣选模式提高效率

该项目拥有 4 个工作站，拣选员只需留在工作站，无需行走，系统会自动指派移动机器人将目标货架移至工作站，待员工在系统指导下完成业务后，再将货架送回分拣库区。“货到人”模式能大幅提高效率，实现每小时拣选能力超过 550 件左右。

2、大幅度节省劳动强度

在传统拣选作业中，随着订单处理量的不断增加，人员行走的路径就越长，“货到人”系统大幅度减少了拣选作业人员的行走距离，大幅度降低了劳动强度。

3、完善的系统算法

将客户 B-WMS 与快仓系统合理组合。实现用户 to B 订单的传入、上架、拣货、回传等系统处理过程。其中快仓 WMS 系统与上游系统 B-WMS 系统通过柔性对接，实现对客户库存、订单的高效管理。基于运筹学和非线性优化模型的算法仿真平台，使得机器人可以在短时间内验证各种算法效率及对业务场景的适配性，确保系统效率最优。

4、满足客户定制化需求

a. 货架热力图分析，动态调整货位——根据门店订单波次以及业务特性，动态调整货位位置，根据不同商品 SKU 的热销度来安排货架位置，以最大程度优化机器人搬运距离，提高出入库效率。

b. 多货主、多渠道管理——本项目存在多个货主，同一个出库单会存在多个货主的货物，快仓智能仓储系统支持不同货主的独立管理模式，针对货主定义不同的作业流程和策略算法，对多货主业务处理上在平台上实现统一服务管理模式。

客户价值

应用快仓智能仓储系统，使用户的仓库运作效率提升了 2 倍。同时针对用户特有的仓库作业特点，机器人系统实现了多批次、小批量的门店补货，实现当日配送的门店从全部门店数量的 40% 提高到 70%，同时减少库存量，保证了各门店业务的发展。



图表 74：快仓智能仓储机器人在办公用品行业应用

一、技术发展历史

自 1953 年第一台 AGV 问世以来，就被定义为在工业物流领域解决无人搬运运输问题的车辆；但早期 AGV 的定义仅仅是我们字面上理解的“沿着地上铺设的导引线移动的运输车”。因为 20 世纪移动机器人技术不发达，AGV 行业经历了 40 多年的发展，市场上的 AGV 都还是在导引技术里迭代升级。

随着移动机器人技术的发展，为了去掉地面上的实体导引线，出现了激光导航技术，通过高位反光板和定位激光雷达解决 AGV 精准定位的问题，然后用软件里面的虚拟导引线替代了地面上的实物导引线，这类技术的 AGV 被称为 LGV (Laser Guided Vehicle)，目前大部分无人叉车都是 LGV。

导引 AGV 多机作业时容易在导引线上阻塞，影响效率，而地标技术的 KIVA 类移动机器人很好地解决了这个问题。但不管是激光反射板还是地标二维码，导引标识的存在都在一定程度上限制着 AGV 的灵活性，在一些要求搬运柔性化的场景中，这类 AGV 并不能很好的满足应用端的需求。因此，实现机器人的自主导航开始成为行业探索的方向。

世界上第一台真正意义上的自主移动机器人 Shakey 是斯坦福研究院 (SRI) 的人工智能中心于 1966 年到 1972 年研制的。虽然 Shakey 只能解决简单的感知、运动规划和控制问题，但它却是当时将 AI 应用于机器人的最为成功的研究平台，它证实了许多通常属于人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 领域的严肃的科学结论。

Shakey 移动机器人装备了电视摄像机、三角测距仪、碰撞传感器、驱动电机以及编码器，并通过无线通讯系统由二台计算机控制，可以进行简单的自主导航。Shakey 的研制过程中还诞生了两种经典的导航算法：AI 算法 (the Asearch algorithm) 和可视图法 (the visibility graph method)。

从 20 世纪 70 年代末开始，随着计算机的应用和传感技术的发展，以及新的机器人导航算法的不断推出，

移动机器人研究开始进入快车道。

1988 年，Smith、Self 和 Cheeseman 提出 SLAM (simultaneous localization and mapping) 概念，也称为 CML (Concurrent Mapping and Localization)，即时定位与地图构建，或并发建图与定位。由于其重要的理论与应用价值，被很多学者认为是实现真正全自主移动机器人的关键。SLAM 问题可以描述为：机器人在未知环境中从一个未知位置开始移动，在移动过程中根据位置估计和地图进行自身定位，同时在自身定位的基础上建造增量式地图，实现机器人的自主定位和导航。

SLAM 技术最早应用在军事领域（核潜艇海底定位就有了 SLAM 的雏形），随后开始不断拓展应用范围，工业用途主要是集中在 AGV 领域，该领域早期的 SLAM 多利用单线激光雷达等传感器来实现。后伴随着计算机视觉的发展，利用摄像头的视觉 SLAM 开始成为研究热点。

在 SLAM 技术即时定位与地图构建的基础上，配合智能路径规划算法，AGV 的自主导航得以实现。

路径规划，指机器人规划从当前位置到达目标位置的路径。导引 AGV 是固定的路径，受地上导引线的束缚，通过不同导引线的组合很容易规划到达目标地点的路径。LGV 则是软件层面的导引线，可以随时改动，但也只能在自己的安全通道内规划路径。KIVA 类机器人的路径规划则比较复杂，通过不同地标点的组合，能够同时协调多台机器人同时作业，不易发生阻塞。而自主导航 AGV 的路径规划是基于地图的动态路径，更加灵活，多机协同效率高，结合避障还能实现高效的人机协同。

二、技术发展现状

目前来说，在工业物流领域，基于 SLAM 技术实现的 AGV 自主导航，因其传感器的不同也分为两个类别：激光 SLAM 和视觉 SLAM。

优/劣势	激光SLAM	视觉SLAM
优势	可靠性高，技术成熟	结构简单、安装的方式多元化
	建图直观、精度高、不存在累计误差	无传感器探测距离限制、成本低
	地图可用于路径规划	可提取语义信息
劣势	受Lidar探测范围限制	环境光影响大，暗处（无纹理区域）无法工作
	安装有结构要求	运算负荷大，构建的地图本身难以直接用于路径规划与导航
	地图缺乏语义信息	传感器动态性还需提高，地图构建时会存在累计误差

图表 75：激光 SLAM 和视觉 SLAM 优劣势对比

早在 2005 年的时候，激光 SLAM 就已经被研究的得比较透彻，框架也已初步确定。

激光 SLAM 脱胎于早期的基于测距的定位方法（如超声和红外单点测距）。激光雷达 (Light Detection And Ranging) 的出现和普及使得测量更快更准，信息更丰富。激光雷达采集到的物体信息呈现出一系列分散的、具有准确角度和距离信息的点，被称为点云。

通常，激光 SLAM 系统通过对不同时刻两片点云的匹配与比对，计算激光雷达相对运动的距离和姿态改变，也就完成了对机器人自身的定位。激光雷达距离测量比较准确，误差模型简单，在强光直射以外的环境中运行稳定，点云的处理也比较容易。同时，点云信息本身包含直接的几何关系，使得机器人的路径规划和导航变得直观。

而目前在激光 SLAM 的应用中，多采用单线激光雷达作为核心传感器，单线激光雷达是指激光源发出的线束是单线的雷达，获取的是 2D 平面扫描图。单线雷达可以帮助机器人规避障碍物，其扫描速度快、分辨率强、可靠性高。相比多线激光雷达，单线激光雷达在角频率及灵敏度上反应更快捷，所以在测试周围障碍物的距离和精度上都更加精准。但单线雷达只能平面式扫描，不能测量物体高度，并没有 3D 建模的功能，一些特殊工业场景下的 AGV 有时候也会需要对物体的高度信息进

行收集，一些厂商会选择进行视觉传感器融合的方法，另外也有些厂家可能会加入一个 8 线或者 16 线的激光雷达，但是总体来说还是以单线激光雷达为主。

视觉 SLAM 技术的发展要滞后于激光 SLAM。目前，以传感器而论，视觉的 SLAM 方案主要有 3 种实现路径：基于 RGBD 的深度摄像头、基于单目（鱼眼）摄像头、基于双目（或多目）摄像头。就实现难度而言，大致排序为：单目视觉 > 双目视觉 > RGBD。

单目相机 SLAM 简称 MonoSLAM，即只用一支摄像头就可以完成 SLAM。这样做的好处是传感器特别简单、成本特别低，所以单目 SLAM 非常受研究者关注。相比别的视觉传感器，单目相机无需获取环境的绝对深度，因此单目 SLAM 不受环境大小的影响，既可以用于室内，又可以用于室外。

相比于单目，双目（多目）相机通过多个相机之间的基线，估计空间点的位置，在运动、静置时均可估计环境深度。与单目不同的是，双目（多目）相机配置与标定均较为复杂，其深度量程受双目的基线与分辨率限制，因此需要 FPGA 配合完成距离的测算。

RGBD 相机是 2010 年左右开始兴起的一种相机，它最大的特点是可以通过红外结构光或 Time-of-Flight 原理，直接测出图像中各像素离相机的距离。因此，它比传统相机能够提供更丰富的信息，也不必像单目或双

目那样费时费力地计算深度。不过，现在多数 RGBD 相机还存在测量范围窄、噪声大、视野小等诸多问题。出于量程的限制，主要用于室内 SLAM。

总体而言，激光 SLAM 技术目前相对来说更加成熟，是市场应用主流，视觉起步较晚，被认为是未来的方向。但事实上，目前不管是基于激光还是视觉实现的机器人自主导航，都不是单一应用，还需要融合一些例如惯导、信标其他的导航方式。因为实际的应用场景，对于鲁棒性的要求非常高，需要更多的传感器去尽量保证机器人的稳定有效运行，尤其是视觉导航，虽然目前市面上已经有一些企业开发了纯视觉导航 AGV，但当下还在验证阶段，并未实际应用。

三、技术发展趋势

1、新行业的应用和特种需求不断增强

随着社会的发展和科技的进步，包括流程工业、重工业和航空航天设备制造业等在内的诸多行业都提出了智能化、无人化的建设需求。鉴于不同行业的特殊性，对于 AGV 导航技术的应用提出了新需求，比如在作业中需要满足防爆等级的需求，能够保持拖拽作业下的导航精度等，亟需我们去解决。

2、新技术持续融合推动产品更新换代

在此推动下，新技术持续融合推动产品更新换代逐渐成为市场关注的重点。面对纯电重载，需要解决环境污染和重载运输的难题，适应复杂多变的室外天气环境

等多样化的应用需求，企业深入研发，针对性的对接用户，积极促成高新技术成果的产业化对接，满足市场发展需要。

3、与 5G 及 AI 等新技术的加速融合

自然导航 AGV/AMR 的自主性主要体现在三方面：“状态感知”（机器人自身和周边的状态）、“实时决策”（在特定场景下应该如何动作）、“准确执行”（按照决策的结果做出精准的动作）。相应地，物联网技术、人工智能技术和机器人技术恰好对应了“感知”、“决策”和“执行”这三个方面。未来的高性能机器人装备一定不是单纯的硬件，而是集上述三种技术的综合体，让数据自由地流动，让算法指挥硬件发挥最大的效能。此外，5G 技术迎合了传统 AGV 企业基于机器人转型升级对无线网络的应用需求，能满足生产环境下机器人互联和远程交互应用需求，也将会是未来自主导航 AGV 发展的方向。

4、更高效的多机协同

在多样物料、多种设备、多产线、多仓库大规模生产制造中，多台甚至数百台 AGV 规模化集群作业成为发展的必然，AGV 调度系统也将变得越来越大。调度系统中会涉及不同车型、不同环节、不同作业要求、不同作业类型，并且涉及大范围大场景，如何对这样的系统进行高效的管理和高效的调度，来提高生产的效益，给企业提供更高的附加价值也是非常重要。

一、自然导航 AGV/AMR 与物流的融合之路

起步——产品的验证打磨

虽然高校对于自主移动机器人的探索早已开始，但国内自然导航 AGV/AMR 的商业化落地的起点是在 2016 年，行业内主流的自然导航 AGV/AMR 厂商大部分也都在 2016 年前后成立，例如迦智科技、未来机器人等。

从概念到产品的实际落地后，3C 制造业成为众多自然导航 AGV/AMR 厂商的首选，这主要是由于在整体的制造业中，3C 行业由于产品更新周期快，对于产线的柔性化需求更高。但工业场景对于设备的要求严谨，为了成功进入 3C 领域，各家厂商的自然导航 AGV/AMR 在工厂都经历了多轮的验证，事实上，从 2016 年到 2018 年，对于行业整体而言，都处于产品打磨和验证的阶段，真正应用的数量并不多。而这一时期，对于自然导航移动机器人的应用大部分都是点对点的简单物料搬运。

发展——更多领域的拓展

2019 年，自然导航 AGV/AMR 在一些 3C 头部厂商中都已经有了应用。在标杆案例的影响下，开始有越来越多的制造业厂商关注这一类产品，3C 之外，自然导航 AGV/AMR 的身影开始出现在越来越多的行业，以传统磁导应用为主的汽车行业也开始尝试，这一时期自然导航 AGV/AMR 的应用也开始从单个工序逐渐扩展到整体车间场景。发展原因主要基于以下几点：

新兴制造业的柔性化搬运需求。伴随着自动化物流的风潮，各行各业对 AGV 搬运的需求逐渐增多，而有些行业，传统的磁条二维码不能很好的满足其产线搬运的柔性化需求，自然导航 AGV/AMR 开始成为一些对柔性化要求高企业的首选。

技术进一步成熟。经过了前期的打磨应用，技术的进一步成熟，激光导航的稳定性也已经有了很大提升，同时在前期项目经验的基础上，企业对于产品与环境的适配性方面也有了更深的理解。

成本的下降。成本是应用端企业选择产品时的重要考量因素，近几年，随着 AGV 产业的发展，一些国产

零部件厂商业随之崛起，相关零部件的价格也有所降低，而激光传感器价格的降低也使得激光导航 AGV 的整体成本有所下降，同时，企业在产品标准化方面的探索也是降低成本的原因之一。

未来——全场景覆盖

当前，自然导航 AGV/AMR 正在从覆盖单个工序或车间场景拓展到覆盖整厂生产制造环节，打破工厂内数据孤岛，实现物流与工艺协同，为客户提供跨工艺车间、跨楼层、跨厂房的全场景端到端解决方案，形成在制造业项目场景的价值闭环。

而自然导航 AGV/AMR 也将更多的与人工智能、5G、大数据技术相结合，进一步提高 AGV 的单体智能和群体智能。

二、产业发展趋势

市场集中度进一步提高。自然导航 AGV/AMR 市场将引来新一轮的增长，企业做强、做大趋势显著，但企业之间规模差距会拉大，头部企业将进一步扩大优势，继续吸引投资，进一步得到发展。不过，规模更小的自然导航 AGV/AMR 企业也不会遇到太大困难，小型企业很有可能被大型制造商或物流公司收购，市场集中度将进一步提高。

应用场景大量拓展。工业制造领域市场广阔，目前自然导航 AGV/AMR 应用行业及场景还较少，但伴随着更多企业进入这一市场，挖掘细分会成为初创型企业的重点，同时产品技术的进一步成熟以及落地案例的不断增多也会加深应用端对自然导航 AGV/AMR 产品的认知，市场培育加快，应用规模进而不断扩大。

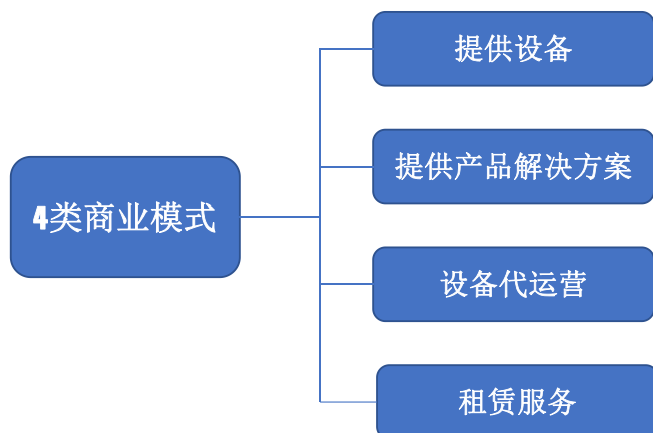
应用环节不断拓展。对于单一企业而言，其各个应用环节也在不断拓展，从仓库、产线拓展到装卸货、分拣、以及公路的运输等环节。港口、码头、以及园区“最后一公里派送”，也需要利用 AGV 解决其自动化、无人化的问题。

产品标准化的推进。AGV 行业整体上是一个定制化程度非常深的行业，往往不同行业的厂房环境差别较大，工艺流程也不同，因此对于 AGV 自动化搬运的需求也会不一样。但 AGV 解决方案的定制化在一定程度

上阻碍着 AGV 设备的规模化应用。目前市场上的自然导航 AGV/AMR 厂家多是以推出不同系列的标准化平台，再针对不同的应用场景搭载不同上装模具来尽可能平衡的标准产品与非标场景之间的矛盾，未来伴随着应用领域的进一步扩展，为了实现大规模的落地，在产品标准化方面的探索将会继续成为行业关注的重点。

三、商业模式探讨

除了聚焦于技术方面的升级外，AGV 厂商们在商业模式领域也展开了多样化的探索，当前工业物流领域移动机器人的商业模式主要可分为 4 大类：



图表 76: 工业物流领域移动机器人 4 大商业模式

1、提供设备：指为集成商提供单机设备产品，由机器人厂商提供相关产品，集成商根据实际应用环境去做规划设计，机器人厂商按照产品数量向集成商收取费用。

2、提供产品解决方案：指为企业建立自动化仓库，提供集规划设计、软件开发、设备生产、现场安装、售后为一体的服务，由企业对仓库进行管理，机器人厂商收取行业解决方案费用。

3、设备代运营（RASS）：指为企业运营一个智能化仓库，由物流机器人厂商提供设备、人员和运营服务，帮助企业运营仓库和负责发送到该仓库的订单。机器人厂商负责仓库的日常运营并按照仓库的发货数量收取一定的服务费用。这一模式的诞生主要是源自于物流行业的高风险属性：在不同时期，每家客户的业务需求量都不尽相同，只有相对平衡的供需关系才能避免机器人资源的浪费，实现利润最大化。

4、提供租赁服务：租赁模式目前主要分为两大类，一是以 AMR 厂商为主导的，针对一些难以承受机器人换人费用的中小型企业提供的仓储物流机器人租赁服务，AMR 厂商将按月或按年收取租赁费用；二是以第三方科技金融机构为主导，包括租赁公司向移动机器人厂商购进设备，终端用户可取得设备的使用权和收益权，支付固定金额租金的直接租赁模式以及针对企业增加流动资金的需求，租赁公司以公允价格向企业购买存量设备资产，再将同批设备出租给企业使用的售后回租等模式。

目前来说，提供产品及解决方案仍是行业最主要的业务模式，代运营和设备租赁都是近几年兴起的新模式，还处于初步的探索中。而自然导航 AGV/AMR 厂商在服务模式方面的多样化探索，其原因主要在于以下两点：

拓展业务。物流自动化目前的渗透率其实并不高，尤其对一些中小型电商或者制造企业来说，物流自动化改造的成本难以承担，而不管是设备代运营还是租赁，能够有效降低应用企业在投资机器人中的财务障碍，并可获得“即时”的投资回报（ROI），这无疑增强了企业的使用意愿。

培育市场的考量。在前期的市场教育期，面对不知道如何应用仓储机器人的客户，选择自己运营几个仓库，提供最实在的运营服务，这样能不断积累场景能力，更深切的体会客户的需求，进而改善和研发新产品，这也是部分厂商选择自营仓储的主要原因。

新模式拓宽了移动机器人的应用面，但在推广实施的过程中，其实也存在一些问题。例如设备代运营，移动机器人厂商需要另外组建专门的仓储运营团队，而智能仓库其实并不仅限于移动机器人，还有各种设备之间的相互配合，所以这种服务模式对于机器人厂商的技术、资金等方面的要求很高，一般厂商没有能力去实施这种模式，现在推行这类模式的也大多是行业头部企业，所以其实自营仓储对于大部分移动机器人厂商来说是不大适用的。

此外，关于设备租赁的问题，移动机器人其实并不是一种标准化的产品，在应用过程中大部分都需要根据具体的环境进行定制化的设计，移动机器人企业设备租赁在前期的投入其实并不会少费工夫，而收益则很难保障，这也是移动机器人厂商在新模式探索时需要考虑到的问题。

一、坚持产品创新的领先战略

作为工业应用移动机器人企业，产品的研发创新才是销售的真正起点。尤其是在当前业内产品同质化严重的环境下，创新能力的发展有助于企业提高在国内外市场的竞争力，专利新品可以提升企业的市场地位，打造企业品牌形象，并且可以提高销售利润率，避免了恶性价格战，也给行业注入新的活力。产品创新是行业可持续发展的保障，是生产制造企业的立命之本。

二、坚持细分突围战略

工业制造领域市场广阔，不同行业甚至同一行业不同的生产车间对于移动机器人都有不同的需求，企业要想做大做强，可以先从一个或几个细分领域开始，积累优势，做强做大细分市场，或专注技术门槛和毛利率较高的高端市场，拉开行业差距，以谋求利润增长点，在稳定脚跟之后再去拓展更大的市场。

三、坚持合作共赢战略

2020 年移动机器人行业企业的关系正在从“零和博弈”进入“正和博弈”：首先，深耕行业的企业越来越多，大家就会发现，自己拿项目，都不如几家企业加起来拿项目拿的更多一点——其次，客户需要的是更加综合、全方位的解决方案，一个公司是很难完成需求的，因此，在面向全场景的物流搬运需求时，企业间的合作可以实现产品互补，更好的为客户赋能。

四、坚持品牌建设的引导战略

品牌战略是我国 AGV 企业发展战略的重要组成部分，也是企业未来发展和扩张的重要依托。品牌力量的提升，可以降低更多成本，增加发展空间，提高企业各种资源包括人、财、物、资金、供应商、客户、代理商的凝聚力，可以创造一系列独特的文化标准和市场行为，品牌在市场上的知名度和诉求越有效，企业的形象、产品的魅力，市场的销售就越有效，越持久，品牌具有重

要的杠杆作用。我国 AGV 企业一方面要注意品牌的宣传、个性的打造，另一方面也要注意品牌商标权的保护。

五、坚持工艺技术创新支持战略

任何一个产品创新的实现首先必须依靠工艺创新去实现，只有不断的技术创新和整合才能保证一个新品的完好高效，低成本地落地。因此 AGV 企业要始终坚持工艺创新支持战略，包括支持供应商、协作商的技术创新，从而达到努力降低劳动强度，减少劳动人数，提高技术质量保证，进而推进产品质量的标准化和档次化。

六、坚持市场营销及服务创新的决胜战略

自然导航 AGV/AMR 行业要树立现代营销理念，围绕“以客户为核心和实现客户满意”的经营管理理念，努力创新营销模式及提高市场营销管理水平。如引入 CRM 管理模式与技术，强化客户关系管理与客户回访；加强销售资源的整合管理，进一步提高销售资源的利用率与回报率；做精做细客户考察接待管理流程，提高客户考察接待综合服务水平；丰富完善运用互联网络开展国内国际市场营销；丰富完善技术资料如详细的解决方案说明书，推进设计院所营销维护工作，提升企业整体营销管理水平。

七、实施国际化发展策略

随着自然导航 AGV/AMR 应用领域的不断扩大，一些企业在大力开拓国内市场的同时也将目光放到了国外，近两年，有越来越多的企业开始“走出去”。部分有实力的企业可以实施走出战略，开拓国外市场，在通过包括 CE 等各种认证之后，企业的技术水平包括产品品质都会有一个大的提升。

八、对工业应用移动机器人行业发展建议

行业的发展需要更多的专业人才，加大专业技术人才培养应该成为高校、企业的长期规划，做好技术传承；要实现核心技术的自主可控，今年中美关系的持续恶化，给移动机器人行业带来的启发就是要实现自主可控，移动机器人产业的发展，实现自主可控是必然趋势；共同建立起工业应用移动机器人标准体系和质量体系，规范

行业宣传，提升用户对产品的认知水平；在相同的产品标准体系下，共同建立起完善的售后服务体系，实现服务本地化；逐渐进行产业细分，加大工业应用移动机器人专用器件甚至机械配套件的标准化，系列化，通用化；软件，电气接口标准化；建立规范的生态合作机制，更好的发挥企业合作互补的优势。

免责声明

深圳市新产研咨询服务有限公司具备投资咨询业务资格。本报告所载资料的来源及观点的出处新产研咨询认为可靠，但新产研咨询对所采用其他出处的数据不做准确性保证。报告内容仅供参考，新产研咨询不对因使用本报告的内容而引致的损失承担任何责任，除非法律法规有明确规定。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策。

本报告反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表新产研咨询或其附属机构的立场。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当期的判断，可随时更改且不予通告。

本报告未经先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、转载和引用，否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、刊登、转载和引用者承担。

智能工厂 物流解决方案提供商

永续求索 以智能移动机器人推动社会进步



100+ 知名企业的选择
见证品质的力量！

邀您参观国内更多自然导航AGV落地实例

合作热线 400-100-6391



迦智官方微信

杭州迦智科技有限公司
Hangzhou Iplus Robot Technologies Co., Ltd.
杭州市滨江区东冠路611号金盛科技园8号楼1楼
www.iplusbot.com

