

5G 智慧物流 创新示范白皮书

中国物流与采购联合会 苏宁物流

江苏移动 中兴通讯 极智嘉 未来机器人 真机智能

联合发布

目录

第一章 物流行业关于 5G 应用的初步探索	1
1.1 智慧零售和智慧物流	2
1.2 苏宁物流的智能化升级和供应链整合	4
1.3 5G 关键技术	6
第二章 5G 助力仓储智能化发展	7
2.1 AGV 实现 5G 云化升级	8
2.2 无人叉车 5G 创新应用	12
2.3 5G 融合定位提升仓储性能	18
第三章 5G 助力无人配送智慧升级	20
3.1 无人车行业发展现状	21
3.2 5G 和车联网技术, 为自动驾驶发展带来新机遇	22
3.3 无人车 5G 升级改造	22
3.4 5G 无人车系统框架介绍	23
3.5 5G 无人车配送场景解决方案	24
第四章 5G 赋能物流园区智能安防	26
4.1 物流安防概述	27
4.2 5G 时代, 视频安防的发展趋势	27
4.3 5G 智能安防方案	28
第五章 5G 引领物流产业变革	31
5.1 AGV 和无人叉车产业的升级转型带动效应	33
5.2 无人配送商用实践探索示范效应	35
5.3 基于 5G 的物流定位探索示范效应	35
5.4 智慧云仓带动示范效应	36

第一章

物流行业关于 5G 应用的初步探索



1.1 智慧零售和智慧物流

随着 5G 技术到来, 5G 将与云计算、物联网、计算机视觉、机器学习、自然语言理解等技术深度融合, 届时, 5G 将融入到智慧零售的运营、服务、供应链、产品、制造等各个环节, 满足消费者、产品、场景等各要素之间的全链路需求, 实现广泛、深度的零售互联。

2019 年 6 月 6 日, 工信部正式发放 5G 牌照, 开启了我国的 5G 时代。伴随着它对基础信息网络的革新, 5G 可能随之引发下一个零售时代的革命。

过去十年, 中国零售市场经历了数字化增长奇迹。2020 年, 对苏宁而言多了一层特别的意义, 不仅是 30 周年庆, 也是下一个十年的崭新开端。苏宁 30 年里, 先后走过了专业零售十年、连锁零售十年和互联网零售十年。这 30 年苏宁更换变化的是零售创新的形式, 不变的是专注服务的初心, 服务一直都是苏宁唯一的产品。苏宁将未来十年定义为“场景零售服务十年”, 由“零售商”全面升级为“零售服务商”, 零售服务商需要强大的赋能平台做保障, 不论是前台的销售还是后台的物流和金融, 都需要更具竞争力的产品来提供更好的服务。

智慧零售的打造离不开智慧物流的支撑, 伴随着苏宁的成立, 1990 年即开始进行物流能力的建设。目前, 苏宁物流已经发展成为国内领先的供应链服务企业, 依托苏宁智慧零售生态发展, 以“在身边, 有温度”为服务理念, 秉持“开放、智慧、共赢”的发展理念, 面向中国零售行业, 以科技和效率驱动, 为全领域合作伙伴, 提供高效率、高品质的全场景物流基础设施服务, 共同致力于提升社会经济运营效率, 降低社会物流成本。

苏宁物流拥有触及全国的网络覆盖, 在快速转型发展中, 逐渐成长为中国零售业最大的自建物流平台。截至目前, 苏宁物流全国仓储及相关配套面积 1200 万平方米, 业务覆盖供应链、快递、冷链、即时配送、物流地产、售后等六大板块, 建立了“区域中心仓群 + 前行仓群 + 前置仓群”三级仓网布局, 末端网点超过 26000 个, 在全国 95% 以上的区域可以实现 24 小时达。

在智慧零售驱动下, 苏宁物流在智能化与绿色化发展上进行了大量应用性投入和前瞻性布局。基于 5G、大数据、物联网等技术, 自主研发的乐高、天眼、天机三大系统平台构建起“智慧大脑”, 协同不同层级的智能化基础设施投入场景应用, 智慧园区、智能仓储、智能分拨场、智能快递站的四大终端实现了全流程智能化建设, 最大程度提升运营效率和开放协同。

随着近年来苏宁线上的快速崛起而面临的快递业务量爆发式增长, 其订单海量性、时效高、批量小、频次高等特点对仓储物流更高的包裹处理效率以及更低的配送成本提出了严峻挑战。尤其在 818 和双 11 电商促销期间, 订单量阶段性暴涨导致物流作业需求大幅增加, 需要更灵活和柔性的作业方式。同时随着苏宁“智慧零售”、“C2M”等各种新型商业模式不断涌现, 消费者需求也从单一化、标准化, 向差异化、个性化转变, 这对物流服务提出了多样化的要求。但受制于网络技术瓶颈, 限制了物流数字化、信息化和智慧化转型, 阻碍了物流成本和效率的深度优化。随着人口红利的消失, 如何高效率、低成本、灵活准确的进行订单履约, 问题和挑战愈发突出,

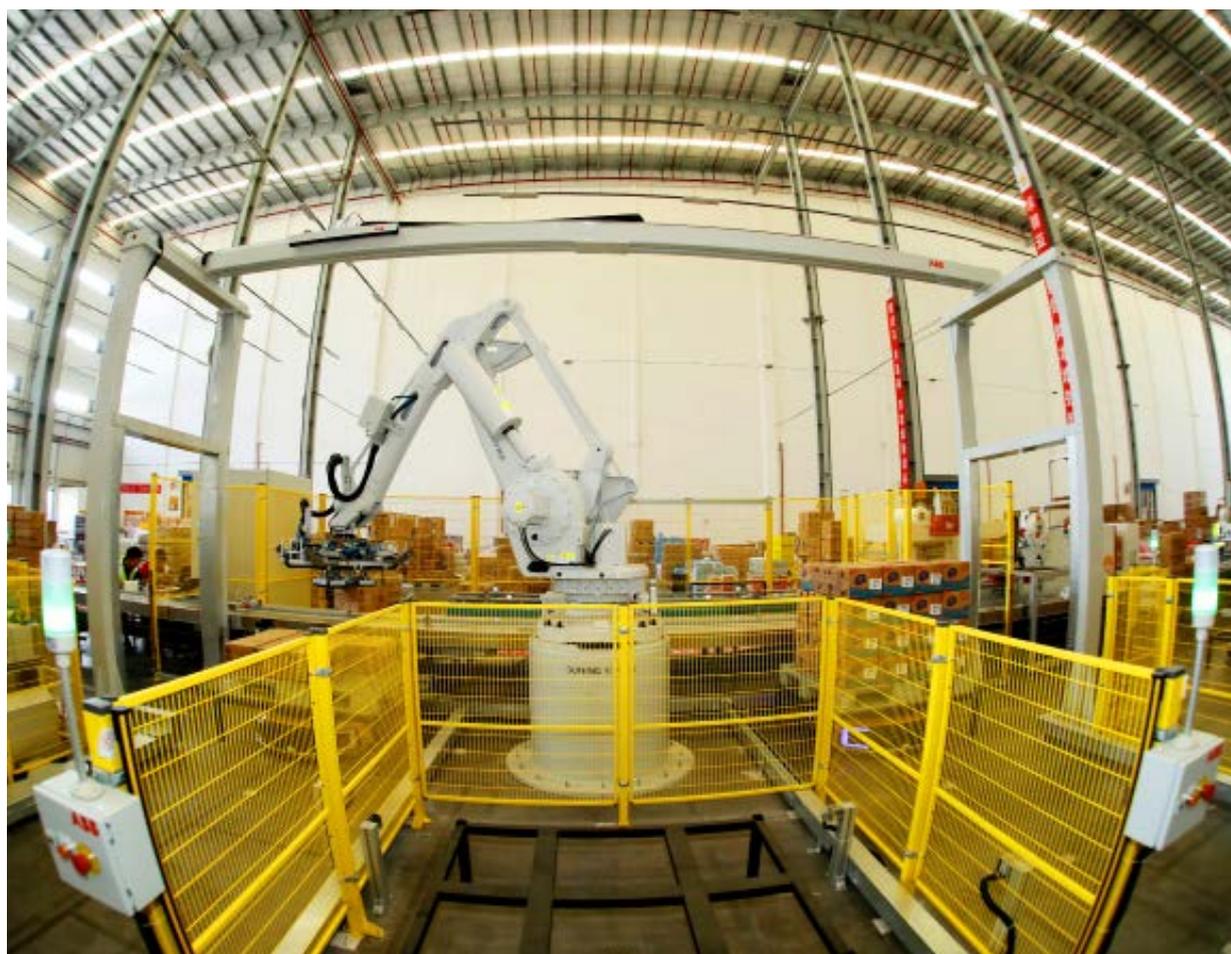
这也是当下物流行业共同面临的问题。

现代物流供应链具有“业务复杂、规模庞大、数据繁杂”等特点，给物流业带来了前所未有的挑战。作为以科技和效率驱动的物流企业，苏宁物流一直坚信通过科技创新才是解决办法的最好途径。

5G 将各物流系统连接在一起，实现超高计算能力的平台，并通过大数据和人工智能对生产制造过程进行实时运算控制。让物流运作相关的信息更迅捷地触达设备端、作业端、管理端，实现端到端无缝连接。

在 5G、大数据、人工智能等新技术的助力下

苏宁的智慧型物流的整体架构正在形成：智慧化平台（大脑）、数字化运营（中枢）、智能化作业（四肢）和泛在化感知连通（触角）。苏宁根据自身业务特点和资源优势，依托 5G 网络以物流信息平台，通过科技赋能物流供应链；同时，依托独有的线上、线下零售场景，构建 5G+ 智慧零售、智慧物流技术架构，探索整体解决方案。依托全方位系统能力、运营服务及平台资源，助力智慧物流产业链转型升级。随着物流产业要素集聚平台智慧化深入，高效整合并实现物流、信息流、金融流等资源联动，实现降本增效，体现物流价值。



1.2 苏宁物流的智能化升级和供应链整合

苏宁物流结合自身场景需求立足以下几个方面进行探索突破。

1.2.1 基于 5G 建设的数字化物流

数字化是物流行业发展面临的机遇，也是物流行业发展战略的中心，数字化物流不仅体现在物流产品信息数字化而是实现物流系统所有要素数字化，包括仓库设备和运作数字化运输车辆和调度数字化，包装和信息处理数字化等。物流数字化可以显著地提升企业在市场上的竞争力，物流信息经过各环节的流通得以优化，同时，运作效率也将更高、更透明。现代物流的数字化、云化，拥有的海量信息存储和高效信息分析能力主要依赖于大数据和云计算的应用，5G 高速宽带的特征不仅能够进一步提高“云物流”构架的实用性，还能够提供边缘计算的高速通信，从而进一步优化新一代的物流计算方案，并且其海量接入特征也可以使集中式计算和边缘计算实现无缝融合。现代物流的应用场景中大部分节点都是边缘通信节点，5G 接入新一代物流中将实现物流所有移动节点能够将数据的计算、存储、缓存等置于终端的网络边缘，然后边缘服务器再负责和远端数据云计算通信进行数据同步，同时可以降低多余计算和数据传输带来的资源损耗。

1.2.2 推动物流仓储环境全面智能化

5G 通信技术让智能物流仓储信息系统的运作更加高效稳定，基于 5G 的泛在智能、端-边-云网络架构让载体执行层面中的入库、拣选、分拣机器人等的使用更加高效和柔性，同时可实现执行层数据传输的去中心化，系统运作时执行层末端数据源基于 5G 的大带宽和低延时直接传递到 MEC

边缘侧，经计算处理后然后向下发出系统指令和作业指令，推动物流仓储环节从货物入库、拣选、盘点、分拣和发货等操作实现物流仓储环境全面数据化、可视化和智慧化。

1.2.3 最后一公里智能配运

现代物流行业为了提高物流运输配送效率，保障运输配送安全和降低运输配送的人力成本，不断探索物流运配环节自动化和网络化。物流运输配送环节全自动的实现需结合车联网、自动驾驶系统的使用，5G 和车联网、自动驾驶是天然的合作伙伴，5G 让无人驾驶和车联网的研究和落地提供了链路保障、计算能力等，打通了车载终端设备的互联，实现对车辆所有工作情况和静、动态信息的采集、存储并发送，利用移动网络实现人车交互。5G 能够满足车联网、无人驾驶环境需要的自组织网络构建、数据即时共享海量传输以及低时延高可靠等优质性能，从而可促进由车联网、无人驾驶技术支撑的自动化运输配送和无人驾驶等场景在智慧物流中的应用。5G 主要运用于物流运输配送的终端通信，其低延时的特点，可以让物流运输配送环节的作业端的运输车辆的车辆状况和路况场景等相关信息与远程控制的云端的数据交互和通信更迅捷，让端到端实现无缝连接，从而提高远程控制中心进行调度规划的效率。5G 作为新一代高效性能的移动通信技术，可以使得物流运输使用的车辆能够突破感知、数据信息即时共享等技术的智慧化进程瓶颈，助力实现物流运配的智慧化升级。

1.2.4 智慧物流园区建设升级

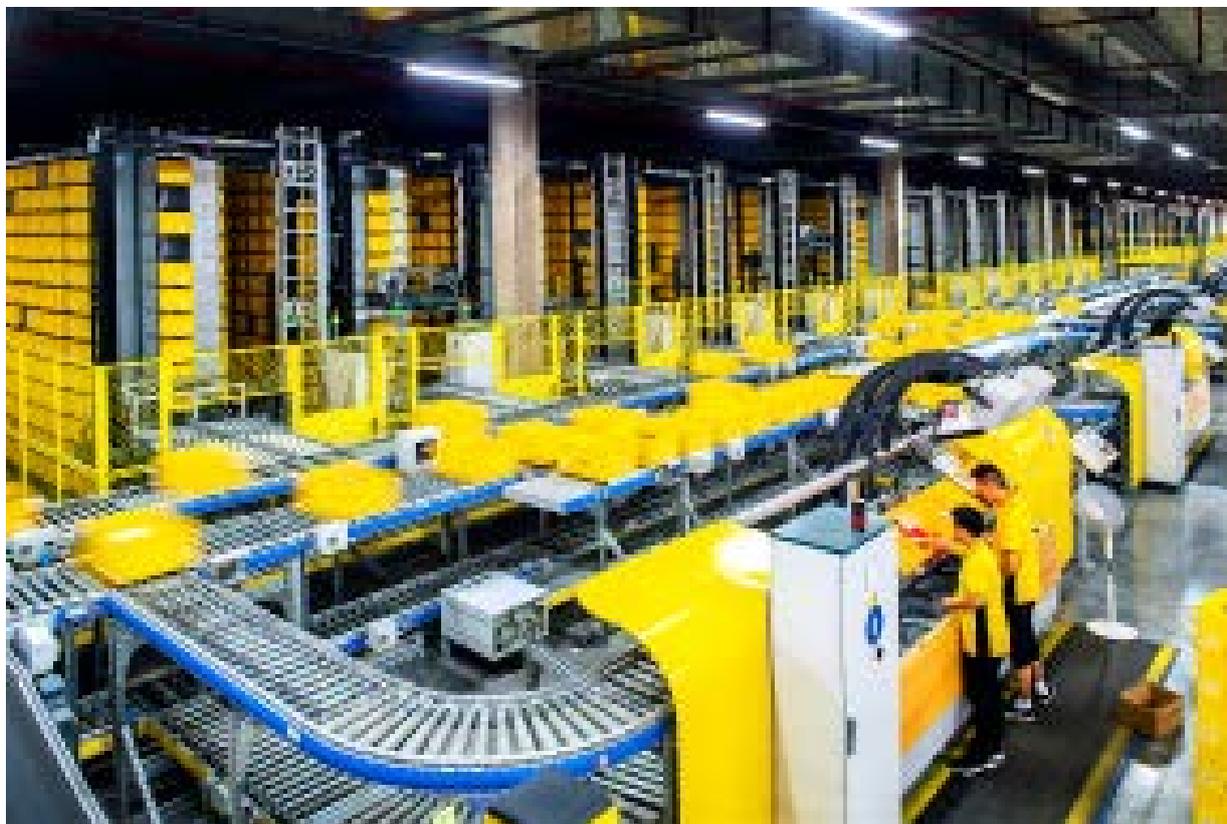
通过 5G、AI、IoT、无人化设备等新技术体系

的赋能,构建现代智慧物流园区,构建智慧物流网络,实现产业共享化、产业智慧化、跨界融合化,提高流通效率、降低物流成本,打通物流服务体系与园区管理体系,提高企业协同作业水平,提升园区整体运行效率。

园区管理平台利用 5G 全方位打通智慧大厅、智慧安防、智慧停车、车辆管理、人员管理等园区智能管理系统,搭建园区一体化网络,全面提高园区运行效率。5G 融合定位可以做到亚米级定位,5G 大带宽能力可助力异常问题以图片和视频等数据及时上传至系统的数据处理中心进行高效处理,并根据处理结果进行智能决策和远程智能指导,5G 能够保障新一代物流监控系统更加高效智能,保障物品安全,降低成本,从而真正实现即时定位和追踪。同时通过 5G+AI 仓储安防建设实现视频的实时 AI 分析。实现人脸识别、违规行为实时识别和虚拟区界的违规侵入实时报警。除了园区内智能管理系统,

运输过程中信息全程跟踪和溯源。新一代的物流追踪结合大数据、云计算和人工智能等前沿技术,利用 5G 这一稳定、超低延时、高速宽带和海量接入的通信技术,进一步实现对物流产品的温度和湿度等环境进行实时的监控,对运输过程中车辆和人员状况,物品损坏和运输路线等进行立体监控和调度。基于 5G 通信技术的超低延时、高速宽带和海量接入三大特点,能护航智慧物流综合服务平台的稳定高效运行,帮助解决智慧物流供应链化面临的数据问题,构建更加健全、高效运作和具备协同处理能力的智慧物流商业模式。5G 让物流供应链数据高度高效共享,打造 C2M 零售平台的重要组成环节。

此次苏宁物流研究院联合江苏移动、中兴通讯共同搭建 5G 测试网络环境进行创新应用探索,旨在为后续物流行业和苏宁建设发展 5G 高标物流供应链提供决策依据。



1.3 5G 关键技术

5G 为第五代通信技术具备超低延时(uRLLC)、高速宽带(eMBB)和海量接入(mMTC)三大特征,其理论速度为 10Gb/s,能达到 4G 速度的百倍,稳定性可达 99.999%,并且时延不到 10ms。

5G 核心特点:

1) 高速度

相对于 4G, 5G 要解决的第一个问题就是高速度。网络速度提升, 用户体验与感受才会有较大提高, 网络才能面对 AR/VR/ 超高清业务时不受限制, 对网络速度要求很高的业务才能被广泛推广和使用。

2) 泛在网

随着业务的发展, 网络业务需要无所不包, 广泛存在。只有这样才能支持更加丰富的业务, 才能在复杂的场景上使用。一定程度上, 泛在网比高速度还重要, 只是建一个少数地方覆盖、速度很高的网络, 并不能保证 5G 的服务与体验, 而泛在网才是 5G 体验的一个根本保证。在 3GPP 的三大场景没有讲泛在网, 但是泛在的要求是隐含在所有场景中的。

3) 低时延

5G 的一个新场景是无人驾驶、工业自动化的

高可靠连接。人与人之间进行信息交流, 140 毫秒的时延是可以接受的, 但是如果这个时延用于无人驾驶、工业自动化就无法接受。最低 1 毫秒, 甚至更低的延时要求。这就对网络提出严酷的要求。

4) 网络切片

就是把运营商的物理网络切分成多个虚拟网络, 每个网络适应不同的服务需求, 这可以通过时延、带宽、安全性、可靠性来划分不同的网络, 以适应不同的场景。通过网络切片技术在一个独立的物理网络上切分出多个逻辑网络, 从而避免了为每一个服务建设一个专用的物理网络, 这样可以大大节省部署的成本。

5) 边缘计算

在靠近物或数据源头的一侧, 采用网络、计算、存储、应用核心能力为一体的开放平台, 就近提供最近端服务。其应用程序在边缘侧发起, 产生更快的网络服务响应, 满足行业在实时业务、应用智能、安全与隐私保护等方面的基本需求。5G 要实现低时延, 如果数据都是要到云端和服务端中进行计算机和存储, 再把指令发给终端, 就无法实现低时延。边缘计算是要在靠近无线基站边缘或无线基站内部就可提供计算和存储能力, 在最短时间完成计算, 发出指令。

第二章

5G 助力仓储智能化发展



苏宁着力推动 5G+ 物流产业落地探索实践并进行了创新示范项目实施，2019 年至 2020 年，苏宁在南京雨花区物流云仓完成了 5G 终端模组—园区物流 MEC—核心网—业务全链路打通，完成物流仓储 AGV、无人叉车、智能安防方案在 5G

网络环境中的部署实施，旨在降低物流产业中机器人设备成本，释放物流作业端、设备端、管理端的自动化、智能化能力，实现物流产业的降本增效实际示范。



南京苏宁超级云仓

苏宁超级云仓位于南京雨花物流基地，是亚洲第一、世界前三的智慧物流基地，部署有 AS/RS、miniload、SCS、无人叉车和 AGV 等自动

化系统，建筑面积达 20 万平方米，可存储 2000 万件商品，日处理包裹 181 万件。

2.1 AGV 实现 5G 云化升级

2.1.1 AGV 的发展现状

我国国家标准《物流术语》中，对 AGV(

Automated Guided Vehicle) 小车的定义为：有自动导引装置，能够沿规定的路径行驶，在车体上

具有编程和停车选择装置、安全保护装置以及各种物料移栽功能的搬运车辆。

从 1913 年美国福特汽车公司开始使用有轨道的导引车辆算起，到目前为止 AGV 已经经历了 3 代：

第一代 AGV：1913 年到 60 年代

AGV 刚刚诞生，技术不成熟，车载智能性极低，仅能服从简单的编程指令，功能较为单一，主要以固定路线为主，比如磁导航、陀螺仪导航等。

第二代 AGV：60 年代——2015 年

伴随着科技的不断进步，尤其是计算机技术的发展，AGV 也得到了飞速发展，AGV 上部署了计算单元，智能化有所提升，同时也能够完成激光、视觉、二维码等导航方式，提高了 AGV 的灵活性和准确性，使得 AGV 应用范围越来越广。

第三代 AGV (AMR)：2016 年——至今

现在的 AGV 导航需借助磁条、导轨、二维码等外部基础设施，但都是在特定场景下按照预先设定好的地图场景进行导航工作。随着业务场景越来越复杂，需要更灵活和聪明的导航机器人——AMR (Autonomous Mobile Robot) 应运而生，其拥有多种传感器融合技术，更强大的运算大脑，能够更自主地获取环境地图，并通过实时计算获取全地图定位，自主规划路径，能够自主而聪明地避开障碍物，像人一样聪明地走到目标地点，是目前技术最先进的移动机器人。

2.1.2 5G 将加速 AMR 的迭代和创新

目前的 AMR 主要基于 WIFI 网络方案，实现 AMR、附属设备（拣货站、扫描枪、电子标签等）与服务器之间的相互通信。主要有以下几个棘手的问题：

WIFI 网络自身问题

由于 WIFI 使用的是非授权频段，非常容易受干扰，再加上仓库和工厂中有大量的金属货架，导致信号衰减严重，会加剧现场无线网络的可靠性，造成延时大，丢包率高甚至 AMR 掉线。

算力制约 AMR 进一步智能化

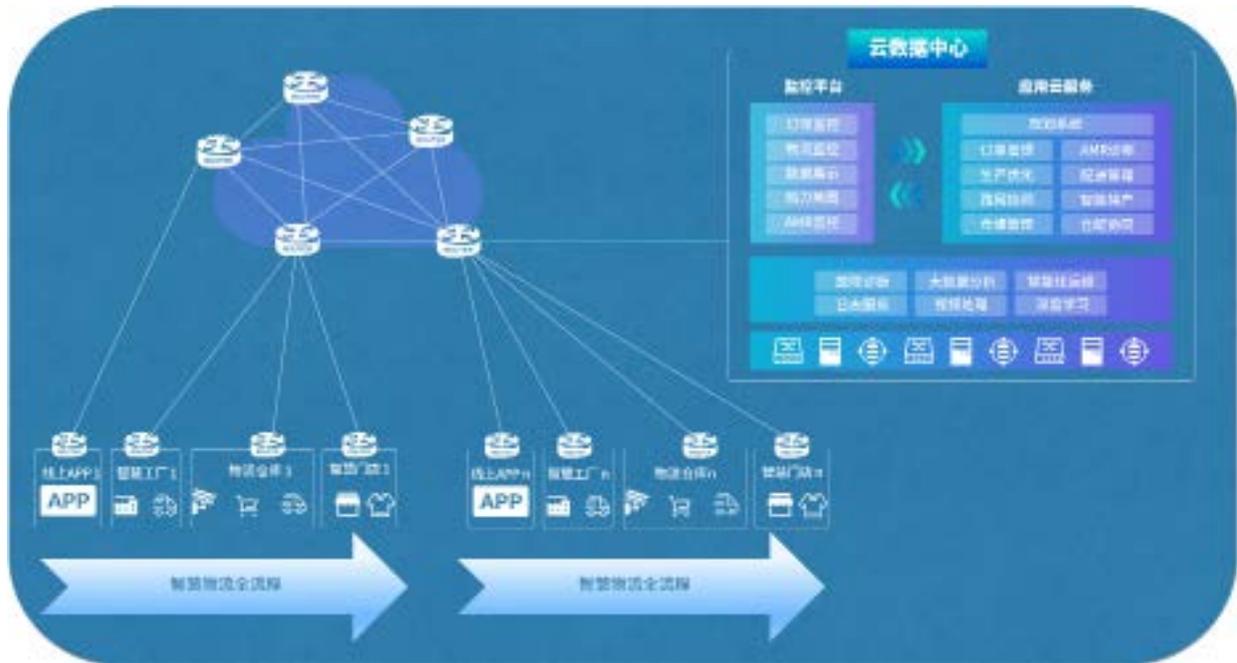
在视觉和激光导航场景下，为了提高安全性，需要 360° 激光雷达以及多个摄像头，这对 AMR 本体的算力提出很大挑战，尤其是 AMR 智能化和小型化是后继发展的趋势，在有限空间内提升算力已经比较困难，已经成为制约 AMR 智能化的瓶颈。

2.1.3 设计思路及建设目标

(1) 设计思路

相比较于 WIFI 的各种棘手问题，5G 的高速率、大带宽和低时延特性，能够带来更广泛的网络覆盖、更稳定的网络连接和更高效的数据传送。再结合 MEC 边缘计算、云计算、大数据和人工智能等技术，会进一步提高 AMR 的智能，使其能够胜任更多的应用场景。

AMR 通过 5G 和 Cloud 互联，结合物联网、大数据、人工智能等关键技术，实现了从订单——生产——物流——运输——配送——门店/个人的智慧物流全流程贯通。



云化 AMR 设计思路

苏宁联合江苏移动、中兴通讯、Geek+ 在苏宁云仓完成了 5G 赋能苏宁云仓柔性化生产创新示范方案。

(2) 建设目标

通过该创新示范项目，主要达到以下目标：

AMR、拣货站、电子标签等终端设备能够通过 5G 稳定地连接到网络；

MEC 实现 AMR 小车与 RMS 服务器之间网络数据转发；

订单信息能够通过公网传递到 RMS 服务器，RMS 服务器根据订单信息生成调度指令，下发给 AMR

RMS 的 app 能够部署到 MEC 容器内，降低硬件成本；

2.1.3 实施方案

(1) 激光导航与视觉导航

AMR 采用最新的 P 系列机器人，标配支持二维码导航，最大负载 800kg。

得益于 5G 的大带宽传输性能，AMR 可以搭配激光导航和视觉导航模块，并通过 5G 将大量数据上传到 MEC，实现云化 AMR。

激光导航方案在 AMR 前端会增加一个激光雷达，点云数据通过 5G 上传到 MEC 完成加速计算，并完成地图绘制、更新、导航算法以及路径规划等功能；

视觉导航会在 AMR 前端增加一个或多个摄像头，通过 5G 上传到 MEC，利用 MEC 的视频加速处理模块以及神经网络加速模块，完成目标识别、导航、路径规划等功能。



(2) 功能设计

整体框图如图所示，根据功能需求主要分为3部分功能：

硬件：实现激光 / 视觉数据的采集与上传

软件：根据激光 / 视觉数据完成 SLAM、导航与控制。

网络：实现 5G 网络可靠连接。



功能设计

(3) 总控平台改造

AMR 部分:

AMR 主控盒进行改造, 通过 USB 连接 ZM9000 模组, 实现 5G 网络传输;

充电站、拣货站、电子标签采用 5G CPE (MC801), 实现以太网转 5G, 连接 5G 网络;

网络部分:

RMS 服务器采用 HPE DL388 Gen10, 第一期目标调度系统还是在 RMS 上实现, MEC 只做网络数据透传; 第二期目标, 期望把 RMS 的 APP 部署到 MEC 上, 利用 MEC 实现 AMR 的调度与管理。

2.2 无人叉车 5G 创新应用

2.2.1 工业无人车辆现状分析

无人驾驶工业车辆是工业车辆的一个全新细分领域, 包括无人货车、无人拖车、无人仓储车等品类。无人驾驶工业车辆近年发展迅速, 根据高工产业研究院 (GGII) 发布的数据, 2012 年国内无人工业车辆制造企业约 80 家, 2018 年则超过 250 家; 2017 年国内运行的无人工业车辆只有 2000 台左右, 2018 年增长至近 4000 台, 每年增速达 200%。

无人驾驶工业车辆步入发展快车道, 得益于以下几点因素:

内生需求。随着我国人口红利的消失以及人口结构的改变, 拥有千亿级市场规模的工业车辆及物流应用正面临着人力资源短缺和劳务成本上升的严峻考验。

根据国家统计局的数据, 2012 年中国劳动年龄人口规模减少 345 万人, 此后 7 年, 数字持续下降, 到 2018 年已跌破 9 亿。数据显示, 2008-2017, 我国制造业就业人员平均工资翻了近 3 倍。人口红利的消失意味着中国企业不仅面

临产业结构调整 and 产能升级的压力, 还将面临“招工难”、人力成本居高不下的现状, 因此, “机器换人”势在必行。

终端市场的需求。传统物流的运作模式难以满足当前新零售经济多元化、差异化的需求, 自动化、数据化、智慧化成为越来越多的仓储、物流, 甚至传统制造企业开始采用工业机器人的关键着眼点。工业移动机器人是综合应用较多的一类工业机器人, 由于对安全控制、智能化程度、系统柔性要求较高, 备受国内外企业以及研究机构关注。从数据看, 2018 年我国全社会物流总额占 GDP 总额比例为 14.8%, 依然处于较高水平。促使物流产业降本增效有赖于新科技, 尤其是机器人技术的支撑, 其中作为仓储和工厂物流刚需的工业车辆产业是重要的一环。随着未来 3-5 年制造业和物流业的需求不断释放, 追求更加模块化、柔性化和适用于工厂复杂场景的工业无人驾驶车辆将迎来爆发式增长。

政策引导。在“工业 4.0”和“中国制造 2025”的背景下, 国家宏观层面对企业引入无人

化技术实现降本增效和可持续发展给予了高度重视及大力扶持。自 2013 年以来，为了促进产业转型、激励工业机器人发展，国家陆续发布了一系列政策，包括：

2013 年 12 月，工业和信息化部关于《推进工业机器人产业发展的指导意见》（工信部装[2013]511 号）计划到 2020 年，机器人密度（每万名员工使用机器人台数）达到 100 以上，基本满足国防建设、国民经济和社会发展需要；

2015 年 5 月，国务院印发《中国制造 2025》，明确指出要加快发展智能制造装备和产品，“加快人机智能交互、工业机器人、智能物流管理技术和装备在生产过程中的应用”；

2016 年 12 月 8 日，工业和信息化部、财政部《智能制造发展规划（2016-2020 年）》（工信部联规〔2016〕349 号），重点创新产学研用合作模式，研发高档数控机床与工业机器人、增材制造装备、智能传感与控制装备、智能检测与装配装备、智能物流与仓储装备五类关键技术装

备；

2016 年 3 月 21 日，工业和信息化部、发展改革委、财政部关于印发《机器人产业发展规划（2016 - 2020 年）》的通知（工信部联规〔2016〕109 号），指出机器人产业发展要推进重大标志性产品率先突破，在工业机器人领域，聚焦智能生产、智能物流，攻克工业机器人关键技术，提升可操作性和可维护性。

2.2.2 5G 助力无人叉车云化升级

随着 5G 技术的逐渐成熟，5G 在工业领域出现了各式各样的应用，无人工业车辆也不例外。早在 2019 年 4 月，“5G 无人叉车”的概念就已经被提出，但仅限于使用 5G 网络实现无人叉车与中央控制系统的网络互联；同年 10 月，基于 5G 的远程控制叉车陆续出现，该类系统利用 5G 网络将车载行车记录仪的视频数据传回，为远端的工作人员提供控制辅助，实现了叉车的“远程控制”。然而截至目前，无人工业车辆与 5G 的结合仍然处于功能性验证阶段，并没有深度结合。



5G 与无人驾驶工业车辆的结合应该突出以下几个方面:

与视觉结合,充分利用边缘计算

视觉技术具有信息量大、成本低等优点,但也面临大量数据计算的需求。在无人驾驶工业车辆的应用中,5G与边缘计算与视觉技术形成互补:视觉相机采集的信息通过5G网络传送至云端,利用边缘计算提取和处理图像信息,辅助工业车辆的无人驾驶。视觉与5G的结合降低了无人工业车辆的实施成本,在保证技术稳定性的同时,提升了车辆的智能化程度。

云化无人工业车辆

5G技术具备大连接、低时延的特性,实现了异地设备间的通讯。通过将车载设备的信息、运算单元移动至远端,极大地降低了单车成本、最小化改造模块,使“云车辆”成为可能。

远程人机协同达成人员配置优化

基于5G技术万物互联技术,人工可远程接管无人工业车辆,使各个物流节点共享同一套人工班底成为可能。随着物流自动化程度的加深,大量重复性的工作和数据传输移交到工业机器人,人工将更加专注于临时性的、非标准的盘点、巡检、

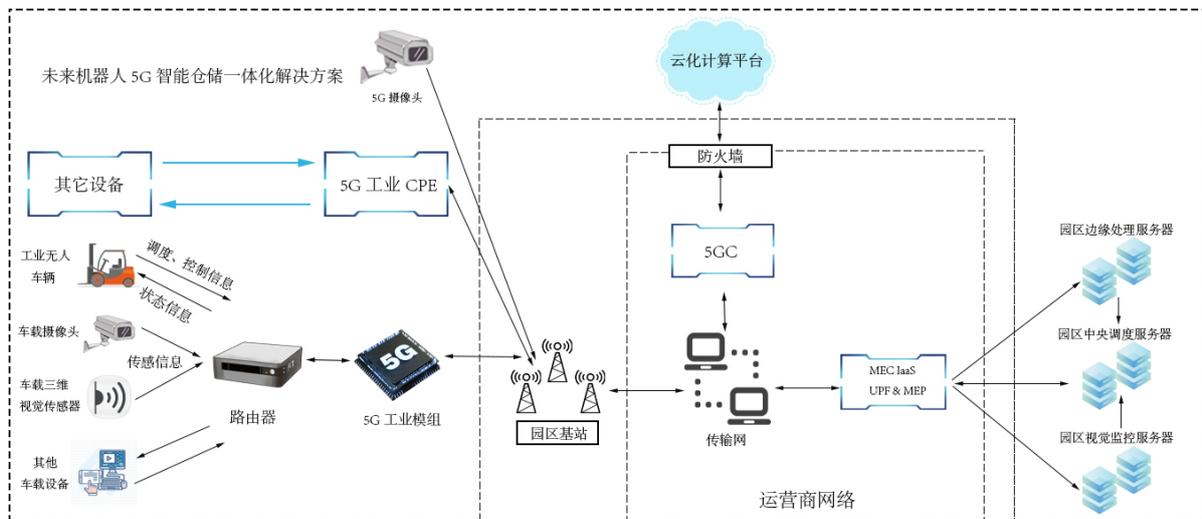
查找、核对等复杂工作环节,人员的培训和调度将更加专业化、标准化,实现最优配置。

基于移动网络的大尺度大规模调度

物流节拍的强健性和时效性是衡量物流效率的重要指标,区间内短波运输、主干网络之间物料迁移以及仓到端的配送环节无人化变得至关重要。如何对网络内各核心要素进行有效组织,对运输线路、仓储节点、配送支线上的各类无人设备集中调度,将是大规模物流网络面临的巨大挑战。搭建一个通讯时延相对较低和运动不确定性相对较少的场景,集群化的工业无人车辆协作将成为可能。移动通讯技术是针对设备大范围移动的专用技术,特别适用于大规模物流网络下的移动车辆信息上传和调度信息下载,而5G技术将使得网络内信息的实时性和透明度得到较大保证。

2.2.3 实施方案

5G无人叉车提供基于5G技术的智能仓储一体化解决方案,包括无人工业车辆调度、有人/无人车辆监控系统以及仓储系统内其他车载设备,下图展示了该一体化解决方案的网络架构图。



5G 智能仓储一体化解决方案网络架构图

如图所示，车载设备（包括车载工控机、车载高清摄像头、车载三维视觉传感器等）通过 5G 工业模组接入园区 5G 网络，其带宽要求适中，对稳定性及延时有较高要求（10ms）；5G 摄像头（用于仓内环境要素识别与监控）直接接入园区网络，其带宽要求高，延时要求适中；其他设备（包括流水线到位传感器、卷帘门等）通过工业 CPE 接入 5G 网络，这些数据接入点多，但带宽、延时要求较低。

园区内一整套智能仓储设备通过 5G 基站以及园区下沉的 UPF 及 MEP 服务器，直接与园区内的相关服务器进行通讯，完成对车载数据及其他数据的智能化分析，并将分析结果、车辆调度信息反馈给无人工业车辆。

针对上述网络架构，苏宁在 5G 无人叉车方面制定了三个实施步骤：

(1) 基于 5G 的无人叉车实时调度

电商物流的高流量、严时效的特点对当前的工业无人车辆的系统效率与柔性提出了极高的要求，无人工业车辆处理爆发式的任务流时需要强大的中控调度系统。传统无人车辆通常使用的 WIFI 无线网络，在处理爆发式任务流时有以下几

个问题：

- ★覆盖能力弱
- ★延时不可控
- ★信号干扰强

基于 WIFI 无线网络的车辆调度信息在传输与确认过程中往往需要几秒的时间，极端情况下（信号不好或者网络负担大的情况）甚至会出现更长的通讯时延。此外，为了确保无人车辆在不稳定网络环境下稳定运行，车与车之间的安全间距必须随网络的最大延时的增加而增加，这使得工业车辆需要不断的减速停车重新启动，极大地限制了整个系统的效率提升。

5G 技术具有延时可控、覆盖范围广、延时低、干扰低等特点，利用 5G 传输调度信息，能有效的将通讯时延控制在毫秒级。如上文所述，5G 技术或将是基于移动网络的大尺度大规模调度的唯一解决方案。未来机器人平衡重式无人叉车（VNPD15）内集成了行业 5G 模块 ZM9000，通过 5G 专网直接与服务器通讯，实现了 5G 与无人工业车辆调度相结合的应用落地。

(2) 基于 5G 与边缘计算的云化叉车

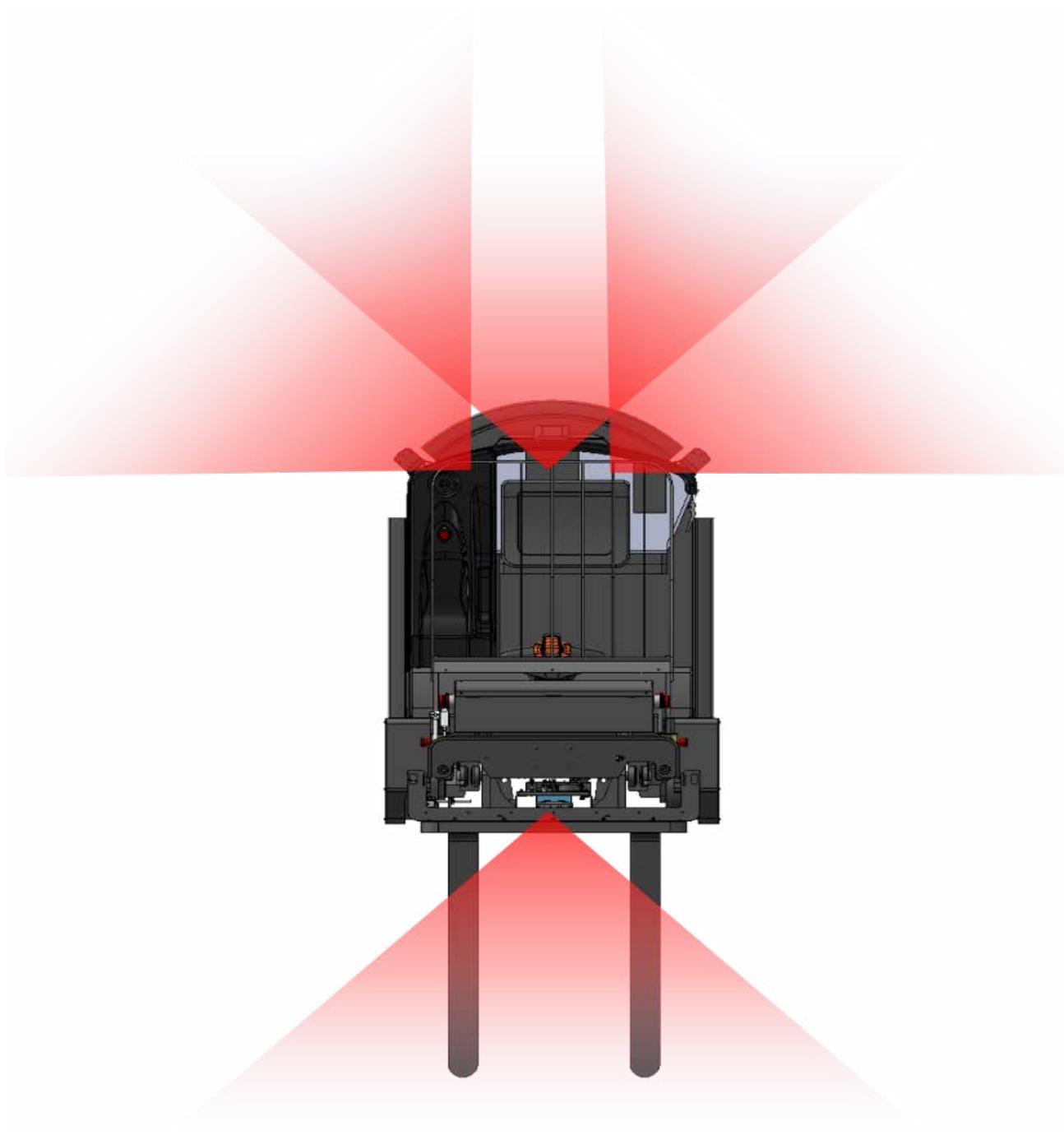


与 5G 技术结合的平衡重式无人叉车

本次 5G 项目落地实施主要聚焦于 5G 与视觉及边缘计算的结合：在基于视觉技术的无人叉车顶部安装 4 个高清相机（如上图），利用 5G 技术连接至高速虚拟专网，与视觉图像处理服务器相连，实时获取行车记录仪的图像数据。通过

对无人车辆异常情况的远程图像反馈与控制，实现部分基于视觉的障碍物识别与测量。本次应用包括以下边缘计算与控制功能：

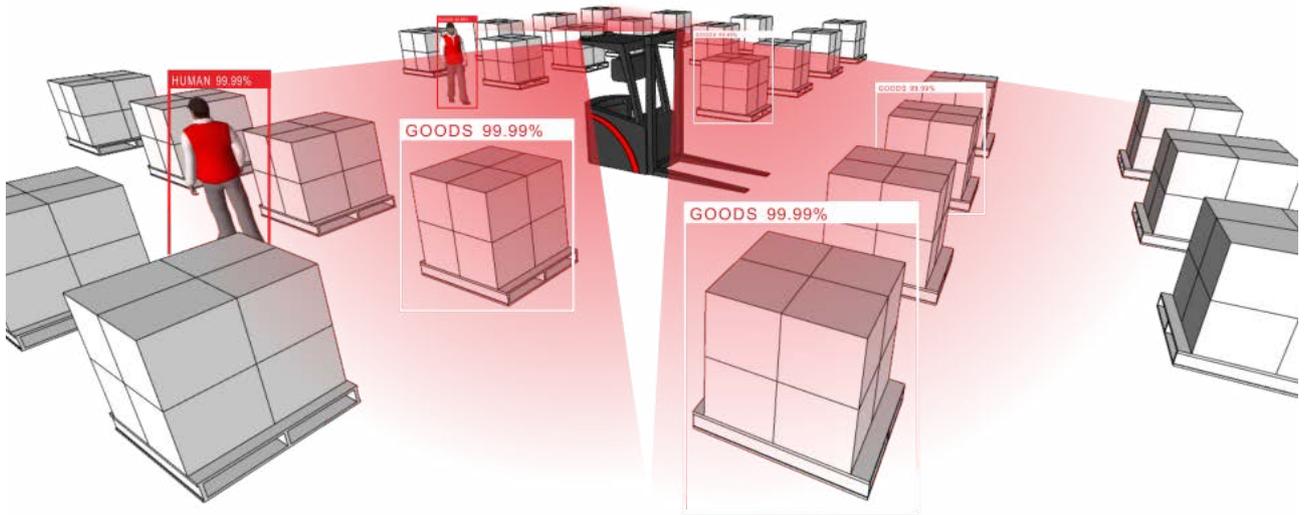
远程监控，工作人员可以远程排除无人车辆的异常情况；



车载高清摄像头的视野范围

障碍物识别，并根据障碍物的属性（人、有人操作的叉车、无人操作的叉车、静态货物）及

其位置，采取不同的避障措施，提升系统安全性；



基于 5G 的视觉障碍物识别示意图

提取行车路径上的人员骨骼，完成运动巡检。如系统可识别和获取非库内人员及其位置信息，及时报送监控人员，辅助仓库内部安保。

(3) 基于 5G 的 Life-Long SLAM

SLAM，全称是 Simultaneous Localization and Mapping，即同时定位与建图，指机器人从未知环境的未知地点出发，在运动过程中通过重复观测到的地图特征（比如，墙角，柱子等）定位自身位置和姿态，再根据自身位置增量式的构建地图，从而达到同时定位和地图构建的目的，该项技术被广泛应用于物流、服务、军工等领域，可以极大的加速工业移动机器人的部署速度。

然而受限于算力及内存，SLAM 技术在物流

领域的实际应用并不理想。当前大部分 SLAM 技术实施，往往先建立离线地图，再根据已建立好的离线地图进行定位。这样实施的缺点在于，当场景改变时，移动机器人往往无法与地图匹配，导致定位丢失。5G 技术的引入，让多移动机器人、大场景的 Life-Long SLAM 得以实现。

Life-Long SLAM 技术是指多个移动机器人将采集到的图像数据实时传输至服务器，服务器根据各个移动机器人的运动数据、实时图像数据以及历史地图数据，不断地更新优化现有地图，并把最新的地图分发到场内的所有移动机器人，以保证移动机器人的准确定位。

蓝牙网关通过网线连接 pRRU 的 POE 口, pRRU 为蓝牙网关供电。同时, 蓝牙网关有级联网口, 可以连接多个, BBU 通过光纤将数据回传至 MEC。

数据解算层是实现标签位置计算的关键。位置解算引擎将蓝牙网关回传的数据, 经过数据清洗, 依据不同的定位算法 (TOF/TDOA/AOA/AOD 等),

解算出标签位置坐标。解算引擎部署在 MEC, 可以充分利用 MEC 平台提供的计算资源、存储容量、处理能力, 发挥 5G 网路高速率, 低时延, 大链接的优势, 进而提升网络利用效率和增值价值。

应用层利用 5G 融合室内定位技术, 完成业务层面的呈现, 提供人与物的定位, 助力企业安全管控和生产效率提升。

第三章

5G 助力无人配送智慧升级



3.1 无人车行业发展现状

3.1.1 国家持续加强对物流无人车政策支持

2019年9月，中共中央国务院印发《交通强国建设纲要》明确建设智能交通，加强智能网联汽车（智能汽车、自动驾驶、车路协同）研发，形成自主可控完整的产业链。推进装备技术升级，智能化、数字化交通装备。广泛应用智能高铁、智能道路、智能航运、自动化码头、数字管网、智能仓储和分拣系统等新型装备设施，开发新一代智能交通管理系统。

同样在9月，国家邮政局组织在深圳召开2019年邮政业科技创新工作会议，同时国家邮政局党组书记、局长马军胜部署2019年6个方面重点工作，提到要着力稳固行业发展态势，并具体指出“完善法规标准体系。开展邮政法修订施行10周年情况评估。全面贯彻落实电子商务法、《快递暂行条例》，制修订《智能快件箱寄递服务管理办法》《邮政行业安全监督管理办法》《快递市场管理办法》等部门规章。建立邮政管理系统法律人才库，推动组建法律顾问和公职律师队伍。持续加强行政复议等执法监督。推动修订《住宅信报箱》国家标准，发布实名收寄信息交换、安检设备配置、寄递地址编码编制规则、包装基本要求等行业标准，开展快递无人机、无人车、智能安检机相关技术标准研制。研究制定专业末端收投等新业态服务规范。”

3.1.2 电商物流行业在无人车领域积极布局

随着市场的发展与沉淀，最后一公里场景下自动驾驶发展重点不再是技术的创新能力，而是如何利用技术在具体场景之下提高效率以及降低

成本。具体来说，一方面在于技术如何实现对于具体复杂场景的应对能力；另一方面在于如何降低整体解决方案的成本来实现足够的产品功能。未来趋势：人力配送成本的逐渐上升与机器配送成本的逐渐下降都是未来必然的发展趋势，因此未来市场爆发的时间点在于这两条线的交汇节点，因此在这种趋势背景之下，业内仍会选择持续在此领域进行研发投入和布局。

3.1.3 疫情期间末端无接触交付方式再次推上舞台

尤其是在2020年初，受新冠肺炎疫情的影响，消费者对于到家服务的需求出现了爆发式增长，据调研至少有8家无人车厂家或者技术服务商在疫情期间提供无人车配送服务，服务类型包括，送餐、送快递、送蔬菜、送药、消毒清洁和测量体温。当前，不论是到店还是到家的城市配送都关乎百姓的日常生活，推动社会商业和快递业高速发展是保障居民生活质量的必要条件，更是社会消费升级的重要抓手。受此次疫情的影响，“最后100米”配送无接触交付显得异常重要，结合我司近3年智慧零售门店的发展与布局，从商品类型、订单结构、配送距离、配送质量和配送时效等方面，为实现“最后100米”无人配送提供了一个发展平台。

3.1.4 快递量不断增加，快递员招聘难度大，无人车成为末端配送重要补充力量

2020年全国日均快递业务量预计突破2亿单，其中即时订单量增长迅速，给末端配送带来不少压力。过去十年快递业务量增长速度迅猛，预计2020年快递业务量将达到740亿单，日均

快递业务量突破 2 亿单，其中即时配送快递量增长速度普遍高于全国快递业务量增长速度，末端配送压力剧增。据统计我国劳动力人口(16-59岁)

近五年以来持续减少，未来末端配送压力雪上加霜。

3.2 5G 和车联网技术，为自动驾驶发展带来新机遇

5G 对于车联网技术的发展具有重要意义，而车联网技术是自动驾驶实现的基础，因此 5G 与车联网对于自动驾驶的发展均具有推动作用。通信技术的迭代能够帮助车联网技术释放巨大能量。5G 通信技术由于其“低延时、高可靠、大带宽”的特性，可以为用户提供毫秒级的端到端时延和接近 100% 的业务可靠性，降低时间延迟及道路参与者的不确定性。它能够帮助提升车与周围环境之间的数据传输速度，让不同智能交通应用组件之间更为联动，从而提高交通系统的智能化程度及驾驶的安全性。

车联网技术作为自动驾驶实现的支持基础可以推动其实现快速发展。从技术角度来看，由于

单车感知在某些方面存在不足，感知能力易受到限制，车联网是提高自动驾驶车辆感知成功率的重要发展方向，它可以为车辆提供雷达探测之外的更丰富的实时信息。例如人类司机或自动驾驶车的车载传感器由于视角与视线的局限，无法感知到全部的路况信息，但通过车联网配备路侧感知设备之后，利用高清摄像头等多种传感器加上边缘计算设备的识别能力，就可以把路口范围内的全部交通信息共享给路口的所有车辆，极大地减少了安全隐患。从成本角度来看，车联网技术的发展让路测基础设施更加完善，这将进一步为车端硬件的改造减轻成本负担，降低车辆的量产成本，更好地推动自动驾驶技术的落地。

3.3 无人车 5G 升级改造

苏宁智能无人配送车，主要应用于便利店到用户、高端小区、医院隔离区、政府园区，公司园区及工业园区的无接触末端配送。其核心的自主定位导航是以多线激光雷达数据的激光 SLAM 为主，并结合 GNSS、编码器等惯性导航传感器的数据为辅助。机器人能判断行进前方的障碍物，

并进行绕行或制动，以此保证运行的安全。同时机器人还配备了 5G 通信模块、摄像头等，能够将机器人状态数据与视频流回传至机器人云平台，而云平台也能够对机器人下发相关指令，做到 Dashboard 监控机器人运行状态，远程人工手动操作处理异常状况等。



图 2 无人车配送流程图

3.4 5G 无人车系统框架介绍

苏宁智能无人车的整体框架可以主要分为三个部分：软件、硬件及前后端。

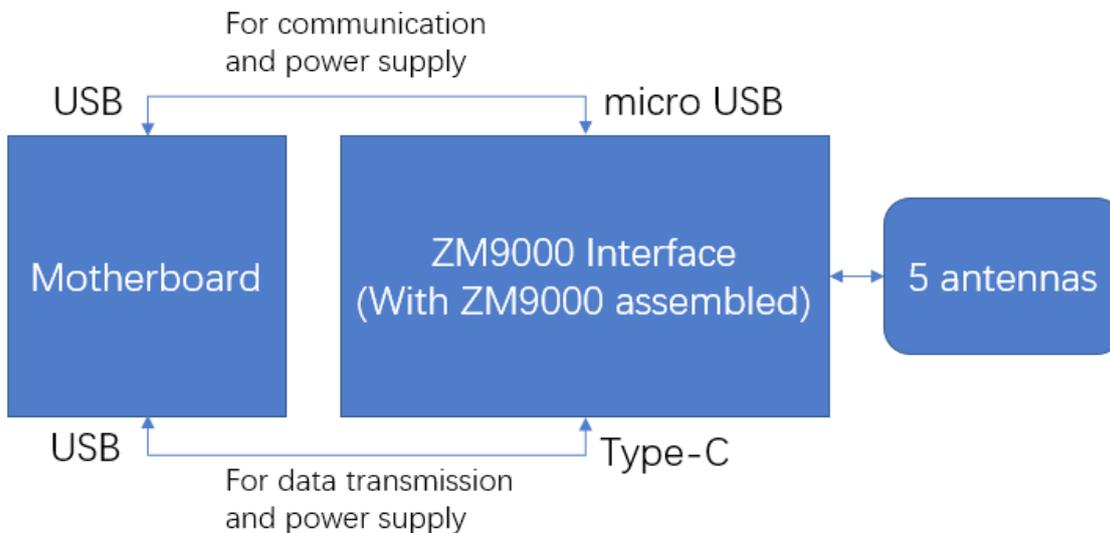
软件 (software) 方面：软件部分自上而下又可大概分为应用层 (applications)、算法

(algorithms)、中间件 (middleware) 及驱动 (Drivers) 以及底层系统 (OS)。这些软件系统组成了无人车的“大脑”，使得无人车能够进行自主导航，完成各项任务。



硬件 (hardware) 方面：硬件部分包含了承载上位机软件系统的主板 (motherboard)、与各项硬件交互的控制板 (control board)、感知环境的传感器们 (sensors)、执行各项动作的执行器 (actuators) 以及与云端服务器通信的网络通信模

块 (network module)。在 5G 无人车改造中，网络通信模块将会使用 5G 模组，机器人将能够接入 5G 网络，实现高带宽、低延迟的通信，为远程实时视频监控等功能带来巨大的提升。具体的接入方式如下图所示：



5G 模组接入流程

由上图可知，需主板两个 USB 串口连接转接板，转接板上安装有 ZM9000 模块及相应的 5G 物联网 SIM 卡。其中 USB 转 micro USB 的接口是进行通信以及供电；USB 转 Type-C 的接口是进行数据传输及供电。同时，ZM9000 模块需要连接 5 根 5G 天线，来保障模块 5G 通信的质量。相应驱动(drivers)已经在上位机软件通过了验证。

前后端 (front-end & back-end) 方面：前后端是部署在云端服务器上的，虽然严格来说不是无人车本体的一部分，但是确实是苏宁智能无人车系统的一部分。后端 (back-end) 起着收集信息、发送指令任务、监控状态等功能。前端

(front-end) 则可以下发指令给机器人，并展示各项信息，包括机器人状态、实时监控画面等，是人与机器人交互的重要媒介。

随着 5G 基站的普及，5G 无人配送车能够在各种小区、园区更好更快地提供智能配送服务。在高带宽低延迟的 5G 网络支持下，无人配送车可以不只是无人配送工具，它也可以提供更多的智能服务，如实时安保监控、智能引导、云端客服等。同时在未来，广泛部署的 5G 无人配送车将会成为车路协同、车车协同的重要组成部分之一，为协同系统提供实时视频信息、地图信息等。

3.5 5G 无人车配送场景解决方案

无人车 5G 升级分为两个阶段：第一阶段是语音和视频实施传输，实现末端智能交付功能；

第二阶段是打造 5G 环境下多车调度和车路协同平台，助力末端数字化、互联化和智慧化交付。

3.5.1 语音和视频传输“零间隔”

在语音和视频实时传输方面，在卧龙无人车上增加 5G 模组，峰值传输速率达到 10Gbit/s。通过 5G 的连接能力，满足了卧龙一号无人配送车的远程操作、自动和协作驾驶的连接要求，替代或者补充现有连接技术，支持了卧龙一号无人车控制系统与云端系统之间频繁的信息交换。在卧龙一号无人配送车的人工解救脱困的应用中，卧龙一号无人配送车由远程的操作员来进行控制，RTT 时延需要小于 10 毫秒，使系统接收和执行指令的速度达到人感知的速度，5G 网络满足了这一需求。在 5G 超低时延(小于 10 毫秒)的支持下，机器人的转向、加速和制动等实时控制信号得到了保障，最终实现了卧龙一号无人配送车的 MPI (Miles Per Intervention) 超过 2000 公里的运营指标。

卧龙一号无人车将看、听、说和理解的能力嵌入到系统应用中。在 5G 通信的基础设施之下，从视频和音频文件中获取有价值的见解，应用提取的原数据用于改善用户体验。将自然语音转换为可处理指令，形成智能在线助理，例如退货、查话费，订餐，咨询等任务中。同时，后台运营监控人员可以在包裹交接过程中随时介入，由云服务机器人转为人工服务，辅助无人车实现包裹交接过程，满足用户定制化服务需求，提升用户生活服务体验。

3.5.2 车 - 车、车 - 路协同平台化

构建车车和车路协同平台，卧龙一号无人车结合 5G 技术建立车车和车路协同运营平台同时为无人车运营提供安全支持。通过极低时延的 5G 和 C-V2X 通信后，卧龙一号无人车的车车和车路协同的作用可以迎来蜕变，红绿灯的情况，十字路口的交通流量，甚至是路面发生的突发情况，都可以通过 5G 网络和 C-V2X 网路，让卧龙一号无人车、人、路之间实时互通有无，安全性也就大幅提升。

多车调度功能通过零人工干预的高速实时的闭环，依据数百维特征数据，形成超过多台无人车的智能派单和智能规划，构建了无人配送局部网络。无人车作为末端配送的重要补充力量，将以社区零售店为中心，以 3 公里为服务半径，提供智能配送服务，未来 5 年，预计无人车的数量将达到数以万计或十万级的规模，后台操作平台通过路径规划、多车协同和应急处理等手段实施监控车辆状态和运营情况，形成无人车与配送人员共同参与下的人机协同无人配送智能调度系统。

车路协同功能不仅可以缓解安全问题，还能在一定程度上提升交通效率。交通环境动态感知可降低对卧龙一号无人车高精度传感器的依赖，高精度地图与定位可有效提高和保证位置精确度，交通主体的协同决策可保证运行、动作和决策信息共享。

第四章

5G 赋能物流园区智能安防



4.1 物流安防概述

我国第一部强制性邮政行业标准《邮政业安全生产设备配置规范》将从2016年9月1号起施行。标准从消防、隔离等6方面对快递企业营业场所和处理场所的安全生产设备的配置作了规定。

标准要求，快递企业的营业场所、处理场所、与外相通的各出入口、停车与装卸区等区域要安装视频监控摄像头，图像资料保存不少于30天。

我国物流产业诸多公司长期以来处于粗放状态，特别是对仓储的安防方面缺乏有效、全域、智能的监管手段。物流的核心是对过程的监控。对物流场所、人、货物物资的全面安防管理是物流仓储的基本保障力。

在仓储安防环节中，最需要关注的就是物流视频监控环节，苏宁云仓储存物资包括粮、油等多种类型，是转运和储存物资的重要场所，同时，库区的往来车辆以及仓库工作人员往来频繁，例如在“618、818”等电商大型促销活动中，进出仓库的人员异常复杂，如果只靠库区保安人员进行巡逻工作是远远不能解决问题的。

一般说来，物流仓储安防的主要要解决的核心问题有以下几个方面：

(1) 人员管理。

对进出仓库的人员进行管理、特别是重大活

动时，人员复杂度较高区域和时段，进行重点布控。人员管理从功能上又有不同的问题：一方面人员进出权限和禁区权限需要管控，另一方面，对人员的场所内行为进行管控，预判高风险行为，提前预警布控。

(2) 物资管理。

物资管理主要体现在MINILOAD、叉车、传送带等自动化生产设备过程中，物资的跌落、摔落、分拣颠簸导致物品损毁等方面。

(3) 禁区管理

仓储内特定区域有特定人员负责甚至不需要任何人进入禁区，针对禁区，需要通过信息化手段自动化布控。

(4) 全域管理。

一般来说，现代仓库安全管理系统中都会有门禁系统、视频监控系统和防盗报警系统等等。这些设备设施具有红外线和音频视频传感器，能够对仓库实施有效的监控，不会疏漏进进出出的每一个车辆和人员。但依然在仓储的不同时段、零散角落或存在电、水、人等多方面未知因素导致的安全事故风险。全域安全管理要求现代电商物流仓储要做到无死角管理，所有时刻的安全保障。

视频安防是仓储实现上述四个方面无人化、自动化、智能化管理的有效手段。

4.2 5G 时代，视频安防的发展趋势

传统视频安防都停留在人为监督阶段，视频利用基本是靠事后的人员倒查，效率低下且很耗人力。由于大数据和人工智能技术的发展，尤其

是计算机视觉技术所取得的长足进展使智能视频分析成为了现实。智能视频分析的应用有效的提升了视频安防系统的价值，前端轻智能提供检测

和抓拍能力，后台重智能提供检测、识别和应用等的智能化能力。对于视频画面中出现的人员、车辆以及其他目标进行智能化的检测、分析和追踪，主动判断紧急状况和可以行为，防范治安事件或灾害。

安防产业对清晰度的追求是行业发展重要驱动力，从最初的标清（D1）、到目前高清（720P）、全高清（1080P），甚至于超高清（4K、8K 甚至更高）。

人工智能在图像分类、图像语义分析、人脸识别、光学字符识别等计算机视觉领域表现非常突出，尤其是涉及到视频图像的结构化处理、分析方面，人工智能可以发挥其独特的优势。

5G 超高清网络摄像机，可实现前端视频的 5G 无线传输，避免用户挖沟埋缆，方便部署到无有线网络覆盖地区，进行移动无死角拍摄。该摄像机内置 M2 标准接口 5G 模组，适用于各种室外监控环境。在成像效果上，该摄像机采用高性能 800 万像素 1/2.5 英寸 CMOS 图像传感器，在 5G 网络下输出 4K 视频实时图像，图像更清晰更流畅，呈现更多细节；集成多种图像增强算法，如 H.265 智能编码、3D 降噪、光学透雾、强光抑制、背光补偿、电子防抖等，大大提高了摄像机在全天候环境与复杂光线条件下的图像质量，超低照度下图像信噪比高达 55dB。另外，该款摄像机支持单摄像头双流输出，可同时输出全景和特写信号，采用全定制自动对焦无畸变摄像头，广角视场角高达 120 度。

4.3 5G 智能安防方案

4.3.1 5G 安防硬件配置



图 2: 5G 摄像机

产品特性:

- 采用高性能 800 万像素 1/2.5 英寸 CMOS 图像传感器，图像清晰度高；
- 最大可输出 800 万 (3840×2160)@30fps；
- 支持 H.265/H.264 智能编码，ROI 区域增强，

适用不同带宽和存储环境；

- 支持 IP66 防护等级，防浪涌，防静电，防雷设计；
- 支持 5G 网络输出 4K 视频实时图像。

产品详细参数见下表：

摄像机	
传感器类型	1/2.5 英寸, CMOS, 最大像素 850 万
扫描方式	逐行
镜头卡口类型	M12
镜头一 (可选)	焦距: f=7.35mm, 水平视场角: 46°
镜头二 (可选)	焦距: f=3.5mm, 水平视场角: 84°
镜头三 (可选)	焦距: f=2.8mm, 水平视场角: 120°
最低照度	0.5 Lux @ (F1.8, AGC ON)
电子快门	1/30s ~ 1/10000s
白平衡	自动, 室内, 室外, 一键式, 手动, 指定色温
数字降噪	2D, 3D 数字降噪
背光补偿	支持
网络特性	
视频编码标准	H.265 / H.264 / MJPEG
视频码流	第一路码流、第二路码流
第一路码流分辨率	1920x1080, 1280x720, 1024x576 等
第二路码流分辨率	3840x2160, 920x1080,720x576(50Hz),720x480(60Hz), 320x240
视频码率	32Kbps ~ 102400Kbps
码率控制	可变码率, 固定码率
帧率	50Hz: 1fps ~ 25fps, 60Hz: 1fps ~ 30fps
音频压缩标准	AAC,G.711
音频码率	48Kbps, 64Kbps, 96Kbps, 128Kbps
网络协议	L2TP、IPv4、IGMP、ICMP、ARP、TCP、UDP、DHCP、PPPoE、RTP、RTSP、DNS、DNS、NTP、FTP、HTTP、HTTPS、802.1X、SIP

接入标准	GB/T28181, ONVIF
远程通讯	
工作制式	FDD LTE,TDD LTE, TDD NR
支持运营商	移动, 联通, 电信
输入输出接口	
网络接口	1 路 RJ45: 10M/100M 自适应以太网
电源接口	DC 12V
天线接口	3 个 SMA 母头
SIM 卡槽	标准卡
通讯接口	1 路, RS-485 接口
音频输入接口	1 路, Line-in 接口
摄像机尾线	标配, 支持电源 DC 公口, RJ45 网口
一般规范	
供电方式	DC 12V / POE 供电
防护等级	IP66
工作温度	-10°C ~ 40°C
工作湿度	<95%
外观	室外防护罩, 亚安色, ZTE logo
外壳材料	金属+塑料
功耗	15W
尺寸	25.0cm x 9cm x 7.25cm(长 x 宽 x 高)
重量	2.5kg
天线	标配, 3 根船型可弯折天线
支架	选配, (壁挂支架, 吊装支架)
包装	中性包装

表 2-1: 5G 摄像机详细参数

4.3.1 5G 智能安防实施方案

5G+AI 仓储安防系统总共分为 3 个部分。

第一部分前端设备，使用 5G 超高清网络摄像机采集视频流。

第二部分视频分析平台系统，通过先进的人工智能技术，将海量视频资源中包含的人员、车辆、移动物体等各类信息资源提取出来进行存储和分

析研判。基于深度学习构建算法模型，深度提取图像数据中目标特征(人脸、人形、车辆、行为等)，结合关联数据，形成模块化的功能应用。

第三部分客户端，管理员通过登陆 Portal 可以实现对视频分析平台系统的所有任务进行管理，日志查看等操作，视频分析的告警也会在 Portal 中呈现。



第五章

5G 引领物流产业变革



物流活动一直是经济活动的基石，从古代的物物交换开始，随着生产力的发展和社会经济水平的不断提高，物流一直扮演着生产和流通活动中的重要角色。至上世纪中期，因生产力提高，社会产品空前丰富，流通成本快速上升，物流活动开始受到关注并成为社会经济中的研究热点，现代物流科学也随之诞生。此后，人们很快发现改善物流系统带来的巨大经济效益，因此现代物流也被称为“第三利润的源泉”。

我国是全球物流大国，经过 30 多年的发展，物流业已经发展成为重要的现代服务业，是国民经济的支柱产业。2013 年，我国物流市场规模首次超过美国，成为全球第一。2017 年，全国社会物流总额达到 252.8 万亿元，铁路货物发送量、铁路货物周转量、公路货运量、港口吞吐量、集装箱吞吐量、快递量均居世界第一，民航货运量居世界第二。物流费用占 GDP 的比例每降低 1 个百分点，就可带来 4000 多亿元的经济效益，对降低制造业成本和拉低物价水平有重要意义，物流业的发展程度和水平高低已经是一个国家现代化程度和综合国力的重要标志之一。随着社会的发展，生产销售进入小批量、多品种阶段，对物流系统的要求也在不断变化和提高，尤其是进入信息时代，随着电子商务的出现，网络经济对物流的强烈影响和更加严格的要求，促使物流业必须提高现代化程度，如何低成本实现高效通畅的把产品送到用户手中，是现代物流企业生存和竞争的可靠保障。

随着“5G 新基建”的推进，未来我国物流行业数字化、信息化和智能化的水平会进一步提升。

“新基建”就是在修建“信息高速公路”，为包括物流行业在内的众多产业服务。物流行业的未来离不开大数据、物联网、人工智能、区块链等

新兴技术的发展，而 5G 为这些新技术的开发和运用提供了非常好的“土壤”，最终技术变革将推动产业变革，助力物流行业全面升级。

苏宁物流探索 5G 物流创新示范，对 5G 与物流产业的结合具有创新示范效应，对全面实现 5G 技术落地物流产业具有重要意义。

据统计，此前几年，电商传统 AGV 平均价格逐渐降至 6.5 万元/台。预计 5G 商用带动 AGV 产业成熟稳定之后，单车成本降至 5 万元以内，更多的功能通过部署到 MEC 端进行统一调度和计算，5G 云化 AGV 的应用效果与人工拣选相比较，2 年内即可实现投资收益，可观的成本优势将大大推动机器代人的进程。

无人叉车 5G 化改造后，从单车成本的角度来看，主流的安全传感器成本动辄上万，且防护范围只有几米，不能完全满足无人工业车辆对于安全预警的需求。而具备同等性能的相机，成本只有几百块，可以观察近 15m 的区域。随着 5G 和边缘计算的引入，视觉相机将突破相关技术、硬件及算力限制，帮助无人工业车辆通过低成本方案完成避障。不仅如此，5G 技术和边缘计算也降低了单车对处理器性能与成本的要求。根据现有设备成本估算，“云化叉车”的改装成本可降至现有普通无人车辆的 50%。将传统无人叉车 5~6 年的投资收益期压缩至 2 年投资收益期，将极大调动物流产业无人叉车部署的活力。

随着不同类别的自动化及智能化设备越来越多地进入到物流环境中，设备的调度与协同成为影响设备工作效能的关键因素之一。在 5G 时代，尤其是在 5G 和边缘计算结合深度学习与运筹优化算法的驱动下，设备调度系统在准确性、灵活性、自主性方面取得显著提升。

5.1 AGV 和无人叉车产业的升级转型带动效应

本次项目中为物流仓储进行了 AGV 改造升级，由 AGV 到 AMR，在适应物流产业需求和问题的过程中，探索了 AGV 的发展路径。

根据 Interact Analysis 发布的移动机器人市场销量报告，2018 年 AMR 全球出货量超过 20,000，是 2017 年销售量的两倍。其中包含的地区（美洲，欧洲，中东和非洲，亚太地区）均实现了巨大增长，亚太地区尤其是中国是推动增长量最大的国家之一。

另外，根据 Interact Analysis 调研预测，到 2022 年，工业移动机器人在制造业的销售额将达到 32 亿美元，其中 3/4 都会是 AMR，而 AMR 在物流供应链领域，将达到 30 亿美元的年销售额。AMR 替换 AGV 趋势非常明显，主要是因为 AMR 具有如下优势：

1) 成本优势

AMR 采用基于 SLAM 技术的激光导航或者视觉导航，不需要借助其他外部设施，不需要对实际工厂进行改造，既节省成本，又节省工期。

2) 灵活性

AMR 对现场生产环境依赖不高，当需要进行业务变更或者行走路径变更时，只需要让 AMR 按照既定路线行走，采集地图并更新地图即可完成，可以很快速的适配场景变化，非常柔性化。

3) 智能性

由于 AMR 有很强的计算能力，基于深度学习技术，可以很容易的识别障碍物并绕开障碍物

继续工作，同时，基于 SLAM 导航技术，更智能的 AMR 能适应更多的复杂场景，所以更受市场青睐。

随着 5G 商用逐步成熟，AGV 升级到 AMR、穿梭车、无人叉车、堆垛机、分拣机器人等不同类别的自动化及智能化设备越来越多地进入到物流应用中，在 5G 和边缘计算结合深度学习与运筹优化算法的驱动下，设备调度系统在准确性、灵活性、自主性方面取得显著提升。AGV 智能调度系统能够灵活指挥数百乃至上千台 AGV 完成任务最优匹配、协同路径规划、调整货架布局、补货计划生成等多项业务，并随数据积累与学习不断自主优化算法。可以说，本项目为后续 AGV 技术和业务结合，技术发展，应用经验积累等多方面提供了实践意义的支撑。

从无人叉车的测试数据来看，5G 在稳定性、带宽以及覆盖范围上有着和 4G 和 WIFI 无法比拟的性能。

稳定性：时延最低为 8ms，最高 26ms，若网络负载增加，WIFI 的稳定性将飞快下降；

带宽：2018 年 speedtest 在全国范围内对三大运营商的 4G 网络测试结果显示，4G 网络实际的平均上传速度仅为 15Mbps。而在此次实施方案中，单个高清车载摄像头码率已达 16Mbps，普通 4G 网络根本无法支撑系统的网络需求。5G 带宽测试中，单个工业 5G 模组配合 SA 5G 网络的实测上行带宽上限可达到 247Mbps；

5.2 无人配送商用实践探索示范效应

无人配送是车联网重要的研究领域之一，同时也是现阶段“物流最后一公里”小批量、高频次、高成本痛点的有效解决方案之一。车联网是5G最主要的应用之一，4G的延时平均在100毫秒左右，5G加边缘计算赋能车联网，可以实现无人车实时快速响应，灵活自如、自动避障、紧急情况远程处理、红绿灯路口自动决策等关键功能。

苏宁“5G卧龙”无人配送车在5G技术支撑之下，智能化功能得以大幅度提升，速度更快，常规运营速度平均8公里/小时，最快可达15公

里/小时；同时，可检测到100米外的障碍物，并能迅速做出应对判断。基于5G技术大带宽、低时延的特性，后端管理人员可以通过车身上360度环视摄像头，看到无人车的实时运行状态。遇到紧急情况如交通障碍，可对车做人工接管和远程控制。

车车协同、车路协同将有效帮助无人车识别红绿灯，与周围车辆、交通环境产生实时交互和互联，制定十字路口通行策略。未来，一个无人配送监控中心将实现对数百台无人车的监控，全面实现无人配送的常态化运营。

5.3 基于5G的物流定位探索示范效应

仓储物流作为货物流通过程的中枢环节，越发成为决定企业发展及产业链竞争力的关键。仓库的作业场景，通过将5G室内定位技术与蓝牙、UWB、二维码等结合，使得周转过程中的每一个元素都可以被感知和被追踪，结合不断优化的大数据分析平台进行分析，使企业的物流能力进一步优化和提高。室内定位技术在仓储物流中发挥的重要作用主要体现在以下方面：

高效人员管理。基于对人员的实时定位数据，进行人员考勤、工时统计、到岗/离岗等工作状态的管理等。有了精准室内定位的加持，可以作用于提升仓库工作人员的实时调度、作业区域管理、安全通道聚集预警的准确率。比如库内常见的复核、拣货操作，可以根据人员和包裹的位置提前

做好拣选路径优化，实现货物拣选的成本最优化。同时，不断记录人员的轨迹信息，和货物拣选行为做数据分析，通过无监督学习，持续优化拣货路径推荐结果。同时，通过人员热力的呈现，也能辅助仓储内管理人员更加合理的人力布局以及做考勤等业务管理。

车辆设备智能调度与安全管理。通过定位技术实现对叉车/拖车的统筹管理，使得仓库内叉车、地牛、笼车的管理更加简单，可操作性更高。实际应用方面，比如对叉车作业时托盘货物的装卸、码垛、短距离运输，以及车辆的反向寻找、路径规划导航等。以及基于实时位置精准追踪可以作用于人车安全、车车安全，减少仓内事故。

货物实时动态有序管理。通过室内定位技术对

仓储物流众多数量及品种的物资进行实时动态有序管理，实现物资的入库、出库、移动、盘点、查找等流程的智能化管理水平及物资流转速度，最大程度避免入库验收时间长、在库盘点乱且数量不准、出库拣货时间长且经常拣错货，以及货物损坏、丢失或过期等索赔问题。基于对每个货

物的精准定位，结合 CV，可以快速定位到破损或者滑落滑道的异常货品。以及对于滑道口堵塞、运输不畅通等作业进行预警。同时对于上架作业的布局合理性、拣货的最佳路径结合方面做最优化库房上架管理。并且流转的分拣中心时时，可以有效防止货物被分拣道错误的网点或者分拣中心。

5.4 智慧云仓带动示范效应

5G 给物流行业带来了三方面的变化：一是设备和设施智能化应用的普及，无人车、无人机、仓储机器人 等更多地得到应用，提升人的效率；二是人与车、货、仓的互联互通，物联网和 AI 技术将让车、货、仓拟人化并与人沟通联动，实现更高效的互动；三是服务的动态化、透明化和智

能化。

苏宁云仓 5G 升级示范项目，在 5G 商用元年进行设计，2020 年进行投入测试并使用，为物流行业“吃螃蟹”，实现更多创新技术的落地应用，为中国仓储物流产业在智能化转型发展提供新动能。