
基于华为 AirEngine Wi-Fi 6 AGV 无损漫游无线通信方案

华为技术有限公司&上海快仓智能科技有限公司

1 概述

随工业、物流自动化发展浪潮，全球物流 IT 投资额持续快速增长。其中仓储物流是物流产业中最重要的一环之一，也是对网络需求最多的物流子场景，仓储 IT 投资在整个物流行业中占比达 47%。从行业趋势上看，仓储物流行业向信息化、自动化、智能化发展。

物流行业需求快速发展的同时，自动机器人控制、调度对 WLAN 通信实时性、可靠性、并发能力提出了前所未有的要求。而针对传统上网或人工仓储应用的现有网络难以满足特性和规格要求，为 WLAN 自动仓储应用方案带来新的机遇和挑战。本方案采用 Wi-Fi 6 技术与 AGV 技术结合，解决了无人仓高性价比、多机高并发、低时延、高可靠无线通信的要求。未来还可以扩展至工业环境其他的 AGV 场景。

1.1 背景

随着工业、物流自动化发展的浪潮，全球物流 IT 投资额持续快速增长。其中仓储物流是物流产业中最重要的一环之一，也是对网络需求最多的物流子场景，仓储 IT 投资在整个物流行业中占比达 47%。从行业趋势上看，仓储物流行业向信息化、自动化、智能化发展，具备如下特征：

- 1) 电商作为强有力的驱动力，促进物流市场空间迅速增长，

CAGR 超过 12%;

- 2) 人力成本提高及需求的不断增加促进物流产业向自动化、智能化发展;
- 3) 第三方物流厂商在物流产业比重不断提高, 欧美最高可达 70%以上, 专业性提高;
- 4) 电商促进冷链建设, 对设备环境要求提高。



图1-1 仓储应用从人工操作向自动机械模式演进

从业务形态上看, 呈现出传统的人工操作物流机械、扫描设备向机器人、全自动化方向快速演进 (见图 1-1)。智能仓储装备成为物流行业发展的下一个风口。行业预期 5 年内世界仓储物流机器人出货量增长 15 倍, 达到 62 万台, 市场规模增长 11 倍达到 224 亿美金 (见图 1-2)。

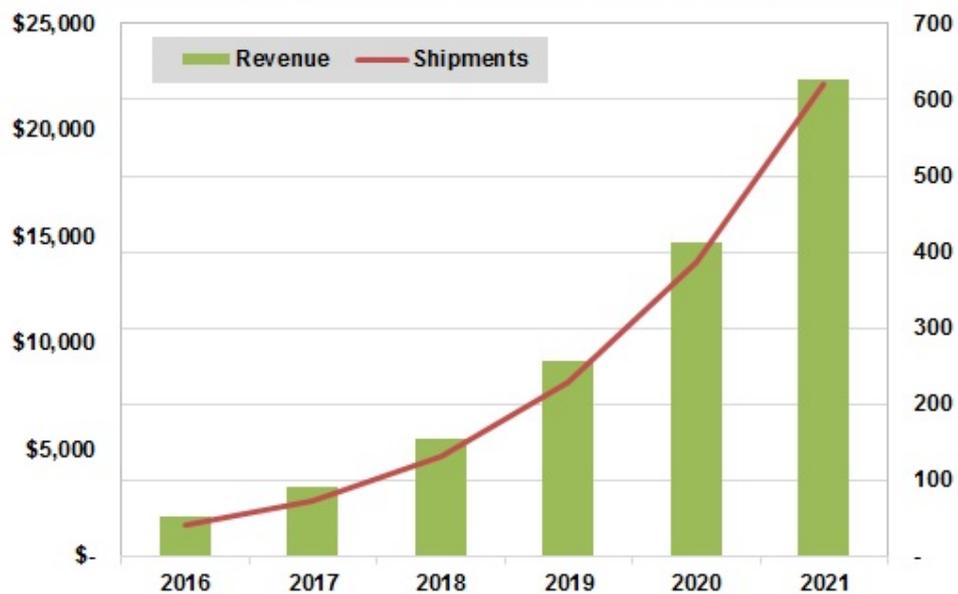


图1-2 全球仓储物流机器人出货量及市场规模

国内近年电商业务快速发展和竞争的日益激烈是推动仓储物流建设需求持续增长主要因素。同时为提升效率和降低成本，主流电商和物流平台积极推动仓储物流的自动化。例如，京东仓储规模保持每年 40% 增长率（见图 1-3），其无人仓自 2017 年开始试点，首个商用全程无人分拣中心在昆山试运行。后续将逐步商用和部分替代普通仓库，预计 3 年内部署 10 万台 AGV，自动化、智能化是电商仓储的未来发展趋势。

2017 年 8 月国内目前规模最大的自动分拣仓库，在菜鸟广东惠阳分拣中心投入使用。菜鸟计划从 2017 年开始逐步复制自动无人仓储模式，全国多地开始使用分拣机器人。预计 2020 年菜鸟物流预计达到 1300W 平米的仓储规模，智能仓储是未来 5 年菜鸟物流的 4 大重点投资领域之一。

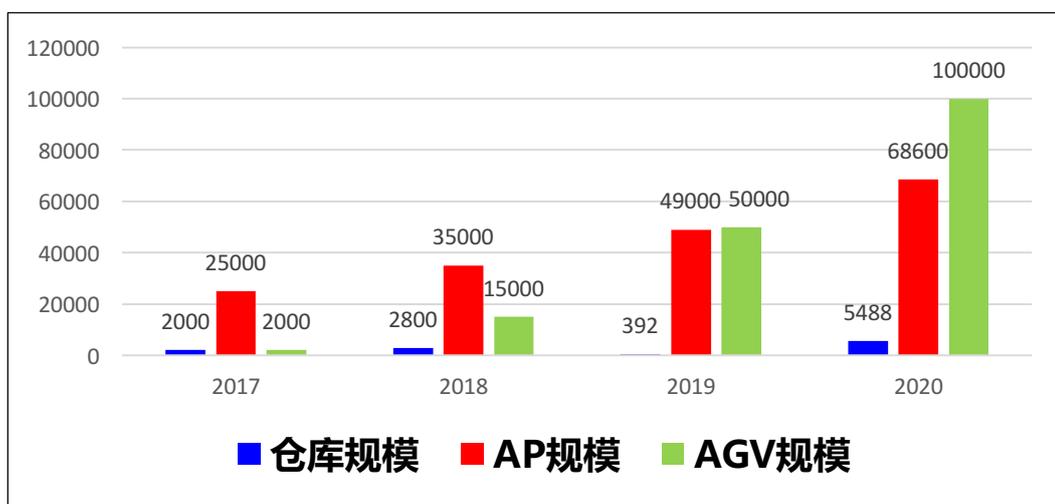


图1-3 京东仓储、智能仓储增长趋势

1.2 实施目标

本方案主要针对解决以下三个问题：

- 1) 目前物流仓储实际项目使用中存在的典型问题是终端与 WLAN 网络来自不同供应商，由于 WLAN 的协议没有规定

终端应该在什么状态下进行漫游，因此终端的漫游行为往往依赖于芯片厂商提供的默认保守配置。这就导致在情况及其恶劣的下仍发生漫游，而此时网络连接已经极差；

- 2) 11k 与 11r 这两项专门用于提高漫游速度的协议并非强制，相当比例的终端并不支持，这一问题导致终端在与前一 BSS 连接断开、漫游前需进行全信道扫描，这对于连续的、延迟敏感的网络业务来说是灾难性的；
- 3) 工业级场景下 AP 的挂高较高，因此覆盖区域内可能存在大量小车并发的时候大量空口交互、退避，导致一定比例的终端无法得到及时调度，从而产生一片区域瘫痪的情况。

1.3 适用范围

本解决方案适用于工业互联网的仓储物流、智能生产、运输等应用场景。

1.4 在工业互联网网络体系架构中的位置

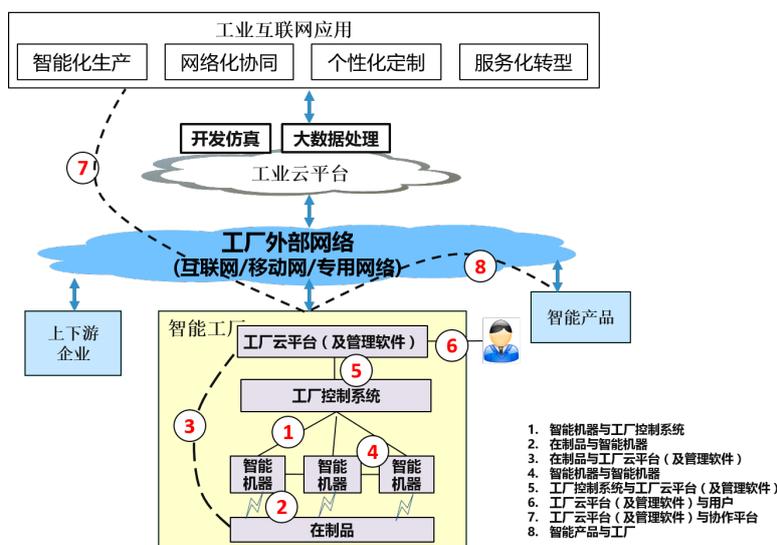


图 1-4 工业互联网互联示意图

在图 1-4 工业互联网体系架构中，处在“1 在制品和智能机器位置”，为在制品提供原料、配件、半成品、成品的自动运输和物流仓储，通过更加智能的手段，更可靠的调度和分配，节省人力物力，提高生产和物流效率。

2 需求分析

当前自动仓储主要包括三种应用场景：AGV 自动拣选、自动货架装卸、AGV 自动分拣。

1) AGV 自动拣选

传统有人仓库，货物采用人工拣选方式。即人员根据订单信息，在货架区域中寻找货物。然后将找到所有货物扫码、装框后交给打包环节。需要人力投入大、劳动强度较高、拣选效率难以满足忙时要求。



图 1-5 AGV 自动拣选

自动拣选由后台控制 AGV 将相应货架托举到拣选区域，排队等候完成扫码装框。提升人员拣选效率、降低工作强度，提升仓库货物吞吐量。

2) 自动货架装卸

在堆货货架区域，传统采用人工或人工操作叉车取放货物。自动货架 Shuttle（见图 1-6），根据后台指令负责在立体货架区域的货物装卸操作。



图 1-6 自动货架装卸

目前，该环节不是自动物流主要效率瓶颈；目前接触的主流仓储客户暂无大规模建设的计划。且技术上有被无人叉车等其他技术替代的可能性。该场景不在本案例需求分析优化范围之内。

3) AGV 自动分拣

传统人工分拣或传送带分拣存在错误率较高、效率较低、忙时大量货物积压的情况。

AGV 自动分拣场景（见图 1-7），分拣机器人自动扫描包裹条码，将包裹和分发指令下发给分拣 AGV。AGV 自动导航到指定的分拣口，将货物投入物流框。该场景下 AGV 密度较高，1000 平方米分拣库区，忙时 AGV 可达 200 台。



图 1-7 AGV 自动分拣

对于以上提到的拣选、分拣场景，都需要通过 WLAN 网络实现 AGV 小车位置、状态信息上报，和任务、运行控制指令的下发。WLAN 网络需要保障运行控制信息实时、可靠、正确传递给目标设备。

3 解决方案

3.1 方案介绍

在本方案中，华为主要聚焦在通信管道领域，为自动仓储系统提供稳定可靠的 WLAN 通信系统解决方案，包括针对性优化网络控制算法和特性设计，需要同时提升 AGV 网卡软硬件可靠性、优化终端侧算法机制，以配合网络侧实现端到端的空口性能可靠。此外，需要 AGV 终端配合采集网络和终端运行信息、提供调测接口，以满足网络仓储自动网络的运维要求。上海快仓主要负责在端测调用接口，进行端管适配，构建完整的方案。

3.2 系统架构

WLAN 仓储 AGV 通信系统由 AC、AP、AGV 网卡（或 CPE）三部分共同组成（见图 1-8）。

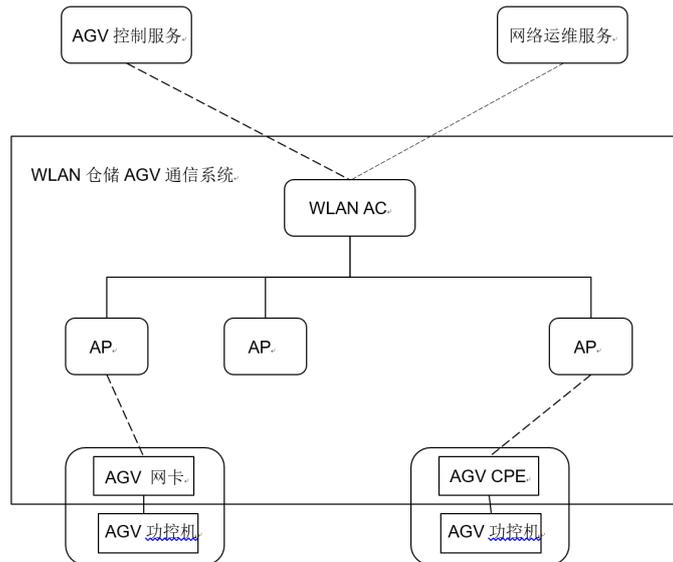


图 1-8 WLAN 仓储 AGV 通信系统模型

外部接口包括：

1) AGV 业务控制系统：

AGV 终端网络信息接口（系统获取 AGV 终端网络侧连接状态、流量统计、漫游切换等信息）。

AGV 设备信息接口（通报 sta 对应的 AGV 设备 ID、状态、位置、速度等信息）。

2) 网络运维平台：

网络设备运维接口（上报网络侧统计、状态、漫游、速率、异常日志等信息）。

AGV STA 运维接口（上报 STA 链接状态、漫游切换、异常日志等信息）。

系统接口包括 AP/AGV 终端接口，主要负责 AGV 状态、网络扫描等信息上报网络，网络控制引指令、推送信息下发等功能。

3.3 网络拓扑设计

本系统网络拓扑如图 1-9 所示。

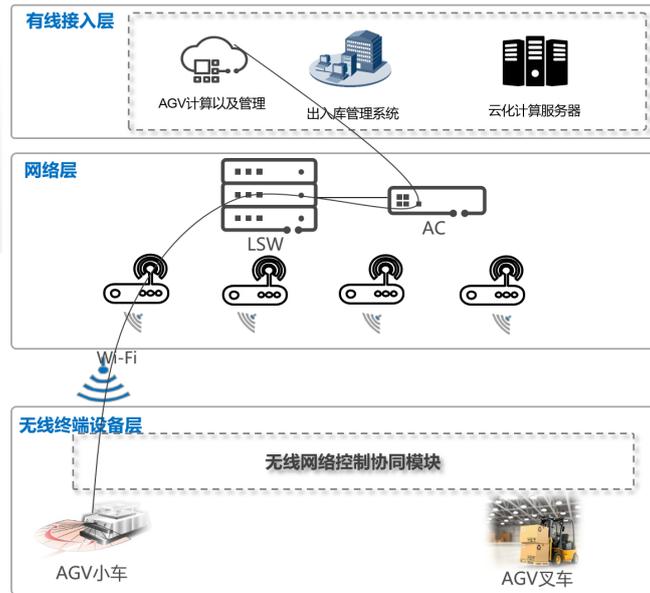


图 1-9 系统网络拓扑

3.4 功能设计

工控机的无线网络作用在于提供工控机核心运算单元到后台服务器数据链路。可通过以太网口外接独立 CPE 无线网卡获取，也可在工控机内部以 mini PCIe 或 USB 的方式增加 Wi-Fi 模块，并通过馈线与外部天线连接的方式实施。

在以太网口外接独立 CPE 无线网卡的部署方式下，共涉及两个接口，分别为电源接口与数据接口。若工控机的以太网口和 CPE 网卡支持 PoE 功能，且电压、功率都匹配，则供电接口和数据接口可归一为 RJ-45 等以太网接口。否则需分别连接电源与数据，即 AGV 需为 CPE 网卡提供额外的电源接口。同时，为了保证数据链路，工控机需部署以太网模块。从安装方式的角度来看，AGV 需为 CPE 无线网卡提供安装与固定位置、走线的固定方式，且保证 CPE 的无线网卡不被金属部件遮蔽。在这一场景下，CPE 无线网卡对工控机来说仅仅是一个网络设备，所有的传输控制、空口行为、协议栈都由 CPE 无线网卡负责，无线

网卡的组成部分为 CPU、Wi-Fi 芯片；此时工控机本身无需任何处理，无线网络与操作系统完全解耦。在操作系统内网络外设拥有某一 ip 地址，CPE 无线网卡拥有 2 个 ip 地址，其中一个 ip 地址用于连接工控机，另一个 ip 地址用于网络侧通信。该场景下接口示意如图 1-10 所示。

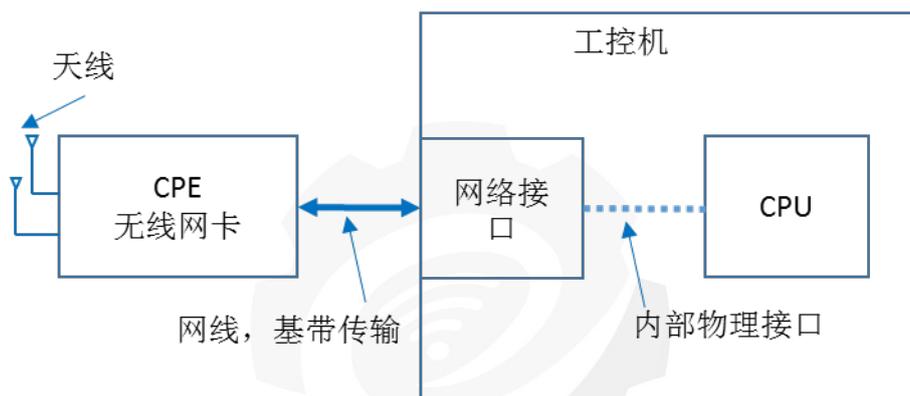


图 1-10 以太网口外接独立 CPE 无线网卡场景接口示意

在无线网卡部署于工控机内部的场景下，由于 mini PCIe 或 USB 接口都提供标准的供电能力，且提供数据接口，因此仅需考虑网络接口。工控机的核心运算单元通过高速物理接口、PCB 走线连接至无线网卡的高速物理接口，传输基带信号，由无线网卡进行调制、解调的功能。此时 CPU 即为工控机的 CPU、无线网卡仅为 Wi-Fi 芯片，协议栈部分由操作系统中的驱动部分负责。在这一场景下，无线网络与操作系统耦合较为紧密，空口行为的修改需配套对操作系统进行调整。该场景下接口示意如图 1-11 所示。

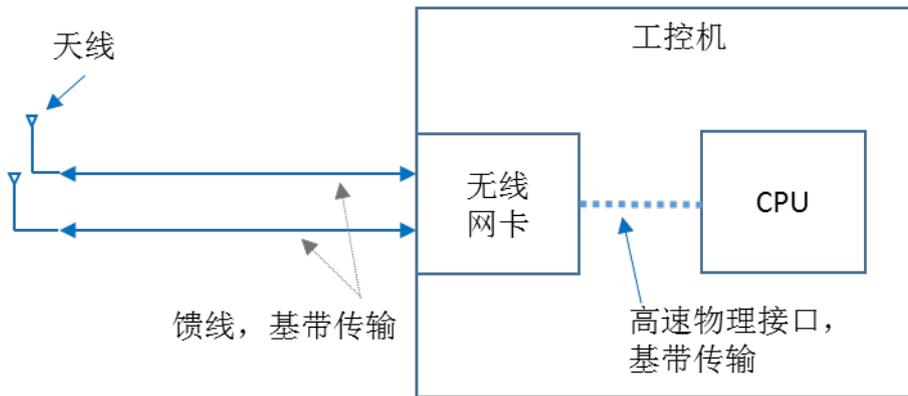


图 1-11 无线网卡部署于工控机内部场景接口示意

3.5 优化效果

在华为和快仓的端管方案和 WIFI6 AP 的助力下，经过实际测试，优化效果如图 1-12 所示。

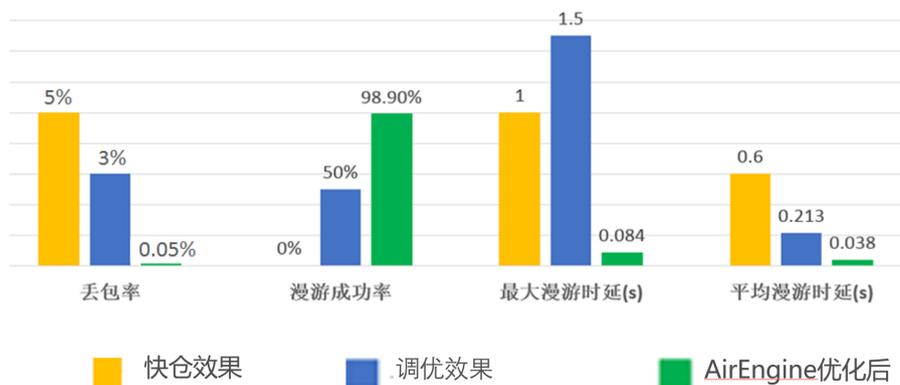


图 1-12 方案优化对比

4 成功案例

汕头某仓库使用本方案网络升级改造后，AGV 速率提升 25%，承载 AGV 数量从 500 提升 750，网络无故障运行时间从 24 小时提升至 72 小时。运维效率提升 50%。出单成功率从 10 万单/天提升至 13 万单/天，出单率提升 30%。

从快仓的实际使用情况来看，该方案为业内最佳无线承载方案。接下来快仓计划在快仓的惠阳、汕头、无锡等仓储基地进行广泛复制。