

亿欧智库https://www.iyiou.com/research

Copyright reserved to EO Intelligence, December 2026

-18°C的效能革命:
食品冷链仓储自动化白皮书

ATOMIX 亿欧

亿欧智库 EO Intelligence

研究报告

目 录

序言1：-18°C的生存困局，食品冷链仓储的六大顽疾 01

序言2：从冷库大国到冷库强国，自动化是必由之路 02

一、冷链物流中心的三种典型类型 03

1.1 生产型：生产加工型冷链物流中心

1.2 流通型：流通交易型冷链物流中心

1.3 服务型：第三方物流服务型冷链物流中心

1.4 三种类型冷链物流中心对比总结

二、冷链物流中心四大典型自动化方案 05

2.1 托盘方案-堆垛机

2.2 托盘方案-四向车

2.3 托盘方案-AGV/AMR

2.4 箱式方案-多层穿梭车

2.5 四大方案评述及方案选型

三、ATOMIX方案：PS标准化子仓方案 08

3.1 方案层

3.2 硬件层

3.3 软件层

四、适配三大冷链仓储场景的Atomix方案 10

4.1 方案1：生产型仓储——整托进，整托出，直连产线

4.2 方案2：流通型仓储——整托进，整托出/整箱出

4.3 方案3：3PL服务型仓储——多货主混合运营

五、冷库项目12条避坑指南 12

5.1 冷库设计与货架选型

5.2 冷链设备选型与适配

5.3 施工联调顺序与实践

六、食品冷链典型案例 15

6.1 某农业产业化龙头企业

6.2 某国际餐饮连锁巨头

6.3 某全国性冷链物流头部企业

结语：深耕冷链，长期同行 21

序言 1

-18°C的生存困局，食品冷链仓储的六大顽疾

痛点一

人力成本高，招人用人难

-18°C及以下作业环境，招聘难度是常温库的**3-5倍**，人工成本高出**30-50%**；人员流动率高，干满三个月就算老员工；风湿、关节炎等职业病与劳动纠纷风险并存。

痛点二

空间不够用，旺季瞬间满仓

传统平库或横梁式货架空间利用率不足**40%**，通道和低层货架浪费大；扩建受土地、审批、数千万投入制约，业务增长下空间永远"差一口气"。

痛点三

效率不够高，车等货、人等单

-18°C环境中，拣选员平均每单走1公里，找货时间占作业总时长**60%**以上；"人找货"模式导致人员疲沓、加班费高、订单履约延迟。

痛点四

时有发错货，损失不少

依赖人工记忆和纸质单据，多SKU、多批次下差错率可达**0.5%-1%**；一次客诉隐性成本可吃掉该单利润的**3-5倍**，过期品流出更会动摇客户信任。

痛点五

季节性波动大，业务怎么管?

按旺季峰值配人，淡季负担过重；按淡季均值配人，旺季履约不足；临时工填补缺口，培训与管理成本攀升。需建立与业务波动匹配的作业能力。

痛点六

冷库环境，机器常"罢工"，人也不愿待

普通自动化设备易故障：润滑油凝固、车轮碎裂、传感器结霜、电池无法充电；设备一停，人工补位难。自动化易成"花架子"，选型不当代价更大。

建设贵、运维贵、管理贵，
冷库运营的痛点本质是低温环境对人、设备、成本结构的系统性挑战，
需从方案层面系统重构。

白皮书支招

选对方案 匹配空间、省人、效率需求的最合适方案。

选对型号 冷链专用版设备，-18°C稳定运行、省电35%。

用对策略 分期部署，旺季增车、淡季少投，投资节奏匹配业务波动。

管对流程 WMS批次效期管理，差错率降至0.1%以下。

建对方案 一次规划、分步实施，空间预留、设备分批，告别"瞬间满仓"。

本白皮书的判断与建议来自于食品冷链三大场景真实项目沉淀：生产端工厂仓库、流通端品牌分拨中心、服务端3PL冷链物流园。已服务行业头部客户，具备方案设计、设备选型、施工交付、运营验证的全链路能力。

典型项目

生 产 端 中粮重庆/漳州、海天味业、南侨食品、蓝威斯顿、北票宏发、大咖国际

流 通 端 沃尔玛、百胜中国、百事食品

服 务 端 万纬冷链

海外案例 罗马尼亚-28°C深冻四向车密集库、希腊-25°C深冷自动化项目

覆盖高密度存储、高效周转、效期管理、产线衔接、全渠道履约、多货主运营及深冷自动化。

序言 2

从冷库大国到冷库强国，自动化是必由之路

规模初具，但“大”不等于“强”

过去十年，中国冷库**容量增长3.2倍**。截至2025年上半年，全国冷库**总容量达2.67亿m³**，折合约**1.04亿吨**。但人均保有量仅**0.15-0.18m³**，与发达国家差距数倍。

国家/地区	冷库总容量	人均冷库保有量	自动化立体库占比
中国	2.67 亿 m^3（2025年）	0.15-0.18 m^3/人	19.7%（2025年）
日本	约 3,400 万 m^3（近年）	0.31-0.34 m^3/人	超 60%
美国	约 1.13 亿 m^3（2025年，毛容量）	0.42-0.52 m^3/人	超 60%

*数据来源：国际冷藏协会（IARW）、日本冷藏仓库协会（JARW）、美国农业部（USDA）2025年双年度报告、中物联冷链委2025年数据、国际冷链联盟（GCCA）历史报告。

国际镜鉴:

发达国家走过的“自动化”必由之路

欧美日经验表明，冷库自动化是消费升级后的必然选择。

- 美日冷链成熟，人均保有量达高位后，普遍转向自动化立体库，提效降本。
- 日本受老龄化、劳动力萎缩及AS/RS技术生态驱动，广泛应用高位立体库、自动分拣，全球领先。
- 欧美为降人工成本，广泛采用自动化立体冷库；欧洲多地案例人工成本降低70%。

中国实践:

政策、技术、市场多重驱动

中国正以更快的速度追赶并融合自动化技术。

- **政策推动：** “十四五”冷链物流规划鼓励传统冷库智慧化改造，推广自动立体货架、智能分拣、物流机器人、无人冷链仓；补贴与用地审批向高密度、智能化倾斜。
- **技术渗透：** 以四向穿梭车为代表的国产自动化方案已完成大量冷链验证，具备规模化交付和全链路落地能力。
- **市场支撑：** 中国拥有全球最大食品消费市场，连锁餐饮、商超、电商网络密集，可摊薄投入成本，缩短投资回收期。

土建、保温、制冷、货架、自动化设备，冷库建设是典型重资产投入。建成后改造代价高，必须初始建设即高质量部署。土地、人力、能耗三重约束下，自动化成为必然选择。

对照**欧美自动化占比超60%，中国19.7%**既是差距，更是空间。行业正从**“规模扩张”**转向**“质量提升”**，通过仓储自动化实现降本增效，是从**“冷库大国”**迈向**“冷库强国”**的必由路径。

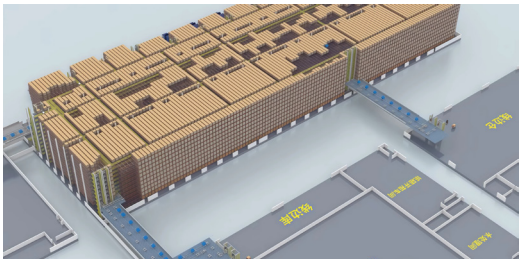
一、冷链物流中心的三种典型类型

1.1 生产型：生产加工型冷链物流中心

核心定位 制造业生产线的延伸，服务于生产端短期缓存与快速流转。

运营主体 大型食品生产制造企业。

核心功能 加工后半成品/成品短期储存，快速转运至下一环节，强调“整进整出”。



物流特点

吞吐大、周转快
以小时或天为单位周转，保障生产线连续运转；

整进整出、批量供货
面向渠道商供货，以整托出货为主；

温控严格、分区精细
常设多温区，适配不同品类半成品/成品的存储要求；

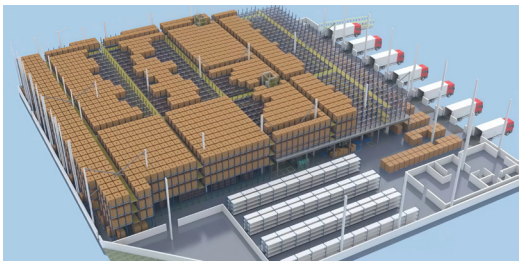
自动化高、集成强
立体库、AGV、智能分拣与生产系统高度集成。

1.2 流通型：流通交易型冷链物流中心

核心定位 商品流通的“市场枢纽/超级中转站”，服务于品牌、批发、零售环节的集散与交易。

运营主体 品牌商、批发商、大型零售商。

核心功能 以商品集散分拨为核心，B2B渠道履约，追求“快进快出”。



物流特点

B2B渠道履约
冷链通常以B2B为主，服务连锁零售门店、下一级渠道商、餐饮门店等；

拆托不拆零
以整托或整箱出货为主，批量较大，支持区域分拨与渠道下沉；

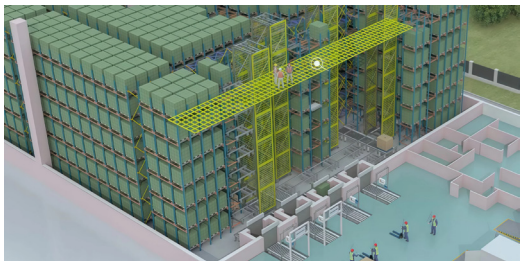
快进快出
库存周转快，面向餐饮门店配送时效性较强。

1.3 服务型：第三方物流服务型冷链物流中心

核心定位 独立于货主的专业服务平台，以“多货主共享”为核心运营模式。

运营主体 独立第三方冷链物流企业。

核心功能 集仓储、运输、配送及增值服务于一体的综合物流服务，本质是多货主共用的物流作业平台。



物流特点

多货主混仓，管理高度复杂

同仓服务数十至上百家货主，涵盖生鲜、冻品、医药等多品类，SKU编码、存储要求、作业流程差异大；

强烈依赖信息系统精准管控

通过WMS为每个货主建立独立“虚拟仓库”，实现物理隔离、独立计费，并严格遵循FIFO/FEFO原则；

全程自动化作业

通过RF手持终端、自动化分拣线等设备，实现全流程精准操作与可追溯。

1.4 三种类型冷链物流中心对比总结

对比维度	生产型	流通型	服务型
核心定位	生产线延伸	流通市场枢纽	多货主共享服务平台
运营主体	生产制造企业	品牌/批发/零售商	独立3PL冷链物流公司
货物流向	整进整出	整托进整托出 / 整托进整箱出	多货主、多流向
核心功能	短期缓存、快速转运	集散分拨、展示交易	综合仓储+运输+增值服务
管理核心	产线协同与温控精度	周转效率与渠道履约	多货主信息系统与精细化运营

二、冷链物流中心四大典型自动化方案

对比维度	托盘-堆垛机	托盘-四向车	托盘-AGV/AMR	箱式-多穿
一句话定位	巷道中的重型起重机， 成熟稳重	货架内的智能网格车， 密度王者	地面的灵活搬运工， 随需而变	轨道上的高速列车， 效率至上
设备形态	巷道式堆垛机 +高层货架	四向穿梭车+提升机 +密集货架	自主移动机器人 （叉取/举升式）	轨道小车 +垂直提升机
运动方式	固定巷道内水平 +垂直运动	货架内四向自由穿梭， 提升机换层	地面二维平面自主导航， 无固定轨道	水平轨道运行， 依赖提升机换层
空间利用率	★★★★☆ 垂直高度可达40m+， 但固定巷道占用一定空间	★★★★★ 密集存储，比堆垛机提升 库容30%+，密度最高	★★☆☆☆ 地面平面存储为主， 垂直高度利用受限	★★★★★ 极窄巷道(可达0.85m) +超高货架(30m+)， 空间利用极致
作业效率与吞吐能力	★★★☆☆ 单机作业， 吞吐受巷道数量硬性约束， 扩容需增巷道	★★★★★ 多车并行， 可通过加车线性扩展吞吐， 无瓶颈	★★★☆☆ 依赖导航与 集群调度算法，大规模时效率 上限受限	★★★★★ 多车协同+高速提升机， 单巷道可达1,100箱/H， 吞吐能力最强
柔性与扩展性	★★☆☆☆ 增加库容通常 需新增巷道， 周期长、成本高	★★★★☆ 车辆数量随业务增长 平滑扩展， 无需改造货架主体	★★★★★ 快速部署，按需增减， 支持分批投入， 场景适应性强	★★☆☆☆ 系统紧密耦合， 扩展需新增巷道或 整套系统，改造代价高
部署速度与土建要求	★★☆☆☆ 高精度地坪+预埋件， 土建要求严格	★★★☆☆ 货架轨道精度要求高， 但基础地面要求低于堆垛机	★★★★★ 无需固定轨道和地面改造， 老旧仓库即可部署	★☆☆☆☆ 高精度货架/轨道， 一次性投入，建设周期长
载重能力	1~3吨（可定制更高）， 适用于重工业、汽车、钢铁	主流1~1.5吨 （可定制更高）	车型差异大， 数百公斤~1.5吨不等	料箱/周转箱级载荷， 通常≤50kg
冷库适配性	★★★★★ -25°C环境运行 可靠性最优， 验证周期最长	★★★★☆ 冷链专用版成熟， -18°C场景节能优势显著 （省电35%+）	★★★☆☆ 需冷链专用电池与 防凝露设计，-30°C已有案例 但可靠性待验证	★★★★★ 在-25°C深冷环境 验证数十年， 技术成熟度最高
适用场景	数十年验证，逻辑清晰， 可靠性最高；复杂度中低	调度算法为壁垒，联调难度大、 周期长；复杂度最高	导航算法与集群调度 持续迭代中；复杂度中等	技术最成熟，MTBF≥2400h， 工程验证充分；复杂度中低
系统成熟度与复杂度	净高>20m、业务稳定、 重载（>1.5吨）、 深冷（-25°C）的 大型生产库或流通库	追求高密度存储、 业务快速增长、 -18°C冷链节能优先， 支持分期投入	旧库快速改造、 产线柔性搬运， 最低门槛起步， 中小规模灵活部署	业务量大且稳定、 净高>20m、 追求极致吞吐的大型中心仓， 深冷可靠





2.1 托盘方案-堆垛机

- 适用净高20m以上、需求稳定、整托出入库的大型生产/流通仓；
- -25°C以下深冷可靠性最优，是重载（单托1.5t以上）唯一成熟选择；
- 适合大型食品冷冻成品库。
- 巷道一次性投入，适合资金充裕、业务预期明确的场景。

2.2 托盘方案-四向车



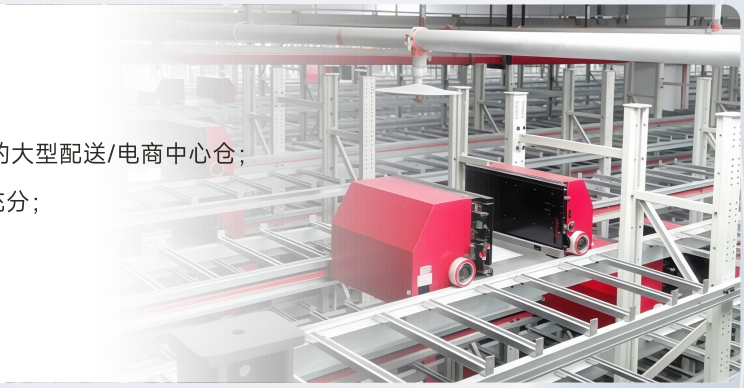
- 适用高密度、快速增长期冷库/常温库，尤其-18°C冷链场景；
- 自重轻、节能，适配不规则布局和分期投入，可增车提吞吐；
- 适合3PL冷链中心、生鲜电商区域仓、快消流通中心等波动大、需灵活扩容场景。



2.3 托盘方案-AGV/AMR

- 适用老旧仓库快速自动化改造，无需改地面和货架；
- 最适配产线-仓库柔性搬运、人机混合作业；
- 适合中小仓、线边配送、制造业场内物流。
- 冷库需冷链专用版，适合-18°C小型改造、低门槛起步。

2.4 箱式方案-多层穿梭车



- 适用业务量大且稳定、SKU适中、追求极致吞吐的大型配送/电商中心仓；
- 尤其净高20m以上新建高标库，-25°C深冷验证充分；
- 适合医药流通、电商区域分拨、服装零售统仓。
- 系统刚性强，适合模式成熟、订单稳定企业。

2.5 四大方案评述及方案选型

托盘自动化比箱式更早进入冷库，低温运行验证更久。托盘是贯穿仓储全流程的“万能单元”，覆盖整托存储到拆托拣选；箱式更聚焦拆零拣选。

在冷库这个重资产投入的场景中，投资回报是核心考量。
托盘四向车方案在成本上具备显著优势：

空间利用率高
相比传统堆垛机方案，四向车方案的空间利用率可提升超过**30%**。

成本节约显著
相比堆垛机，四向车运维成本节约超过**40%**，电费节约**35%**以上。

实施周期短
项目实施周期可缩短**50%**以上，能更快投产、更快产生收益。

可柔性扩展
可根据业务需求灵活增减车辆，对业务波动性大的冷链物流场景尤为匹配。

在实际项目中，以上四种方案常组合使用：

托盘四向车做整托主存储 +多穿做箱式拣选 + AGV做外围搬运，形成多层次系统架构。

生产端选型

- 优先保障生产连续性，仓储形态需与产线节拍匹配。
- 常温场景AGV（产线联动）+四向车（成品存储）的组合方案适用性广；
- -18°C冷库优先四向车（节能）；
- -25°C深冷首选堆垛机（可靠性）。

流通端选型

- 追求高库存周转和订单履约效率。
- 大规模稳定业务用堆垛机/多穿；
- 高增长业务用四向车分期投入。

3PL服务端选型

- 平衡多客户服务能力与投资回报。
- 追求密度+灵活出租用四向车；
- 追求快速改造快速创收用AGV；
- 追求极致效率的大型枢纽用堆垛机；
- 深冷仓用堆垛机。



三、ATOMIX方案：PS标准化子仓方案

面向生产型、贸易型、服务型三大冷链场景，我们提供基于冷链自动化实践的Atomix方案：

以河图软件为核心，融合托盘四向车、提升机、AMR等设备，构成PS标准化子仓方案，实现高密度存储、柔性搬运和货到人拣选，支持灵活扩展与柔性部署，适配三大冷链物流中心。

3.1 方案层

PS标准化子仓

以托盘四向车为核心的存搬拣一体化标准模块，
软硬件边界定义清晰。

方案构成

河图系统 + 托盘四向车 + AMR + 提升机 + 智能密集货架

核心功能

高密度存储

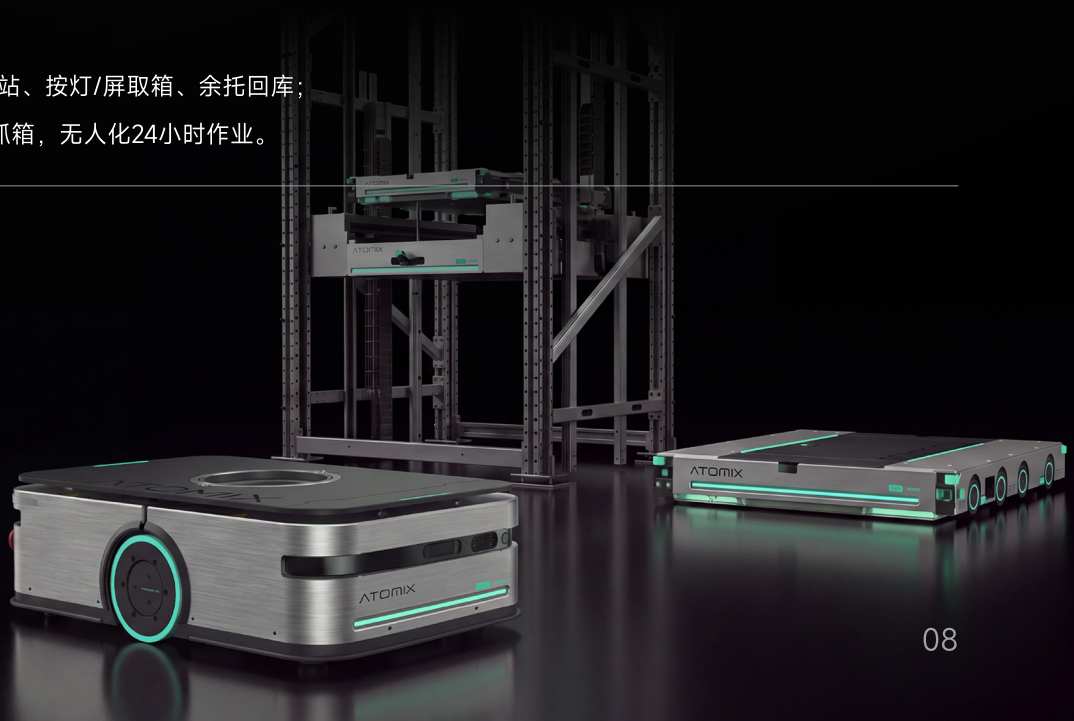
- 托盘四向车密集存储，较堆垛机方案提升库容30%以上；
- 河图动态储位规划，热货外置、冷货内置，储位利用率90%+，闲时理货消除蜂窝库存。

柔性灵活搬运

- 入库支持输送线/叉车/叉车AGV/AMR接驳；
- 四向车全库区+跨楼层垂直搬运，一车到底，按WCS/TES最优路径执行；
- AMR可乘电梯/提升机跨楼层，完成产线配送、拣选及回库搬运；
- 出库由四向车或AMR接驳至拣选工作站。

高效出库拣选

- 货到人拣选，整托到站、按灯/屏取箱、余托回库；
- 或视觉+机械臂自动抓箱，无人化24小时作业。



3.2 硬件层

冷链专用版托盘四向车

产品定位

核心存储与搬运设备，货架平面内四向穿梭，借助提升机覆盖仓库三维任意货位。

冷库适配

- -18°C极寒下，钛酸锂电池+工业级宽温器件，7×24小时稳定运行；
- 低温润滑油脂、低温减速机；
- 充电桩适配低温线束，-20°C库区直接充电。



核心技术

矩阵激光防护系统

对角平扫激光+前后ToF

检测范围+60%

ToF偏载检测

偏载误报率降低70%

智能双视觉

免子轨二维码支架，码位识别率99%

全齿轮行走

稳定低噪，高强度连续作业

全型谱冷库车型获CE认证、
部分获北美NRTL、FCC。

核心参数

行走速度 **1.5/1m/s** (空载/带载)	加速度 **2/0.3m/s²** (空载/带载)
换向时间 **2.5/3.5s** (空载/带载)	电池类型 **40Ah/46V钛酸锂**
载重 **1.5-1.8T**	续航 **充电<2h | 续航≥7.5h**

适配托盘

标准托盘	非标/大托盘
1200×800(mm)	1200×1100(mm)
1200×1000(mm)	1200×1200(mm)
1100×1100(mm)	1400×1200(mm)
	1350×1350(mm)

关键数据

- 托盘四向车销量全球领先，方案已落地20余个国家；
- 单项目集群规模多次突破100台，落地80+台集群项目数量全球第一。

冷链专用版托盘AMR

产品定位

地面柔性搬运设备，与四向车协同构成“存搬一体化”闭环。

冷库适配

- -18°C环境下，以集群路径规划高效率完成“货到人/机械臂”拣选搬运；
- 钛酸锂低温电池+工业级宽温器件；
- 低温线束充电桩，支持-18°C库区直接充电。

核心技术

- 双段式底盘，地面通过性更强；
- 自研SoC主控，数据处理、决策与运动控制能力强；
- 自研机器人OS，高性能自主导航，复杂环境精准定位；
- 多层次安全保护。

核心参数

速度 **2.25/1m/s** （空载/满载）	加速度 **2/0.7m/s²** （空载/满载）
载重 **1T**	电池 **40Ah/46V钛酸锂**
定位精度 **±10mm**	续航 **充电<1.5h | 续航≥8h**

关键数据

- 交付全国最大规模AGV冷库；
- 稳定供应日本等严苛国际市场。



冷库适用版提升机



产品定位

四向车系统垂直换层核心设备，连接各楼层/货架，实现托盘快速跨层运输。

核心参数

适配-20~45°C宽温，适应冷链；

运行速度 **0.6m/s**	运行加速度 **0.3 m/s²**
定位精度 **±2mm**	适配载重 **2T（含小车+输送机）**
对接形式 **托盘/车/托盘+车**	适用高度 **≤30m**

关键数据

提升机及配套产品已获得CE/UL证书

3.3 软件层

四向车、AMR、提升机三大设备由ATOMIX自研的河图智慧物流软件平台统一调度。



能力维度	核心价值
储位分配	储位动态规划算法，闲时智能理货，储位利用率高至**99%**
运力分配	最小费用最大流算法，全局效率最优，空驶率降低**15-20%**
集群路径规划	带权重A*算法，毫秒级集群路径规划，整体调度效率提升约**25%**
跨设备协同	统一调度四向车+AMR+提升机+三方设备，协同**千台级设备高效运转**，支持API对接ERP/OMS/WMS
系统可用率	**99.9%**，支持异常自愈与高标准恢复
效期/批次管理	河图系统记录每托生产日期、批次、效期； 出库强制执行FIFO/FEFO，优先搬运临近到期品，杜绝过期损耗

依托上述能力，河图系统助力食品冷链客户实现“空间+效率”双优：以高密度存储与动态储位规划提升空间利用率，以集群调度与多设备协同提升作业效率，并以效期管理保障食品安全合规。

四、适配三大冷链仓储场景的ATOMIX方案

4.1 方案1：生产型仓储 —— 整托进，整托出，直连产线

适用场景

承接产线成品下线，以整托为单位入库存储，向2B渠道（经销商/大客户）批量发货。

核心仓储特点

- 整托进出，SKU较少但批量大
- 对产线对接效率要求高，需无缝衔接生产节拍

推荐方案

ATOMIX-PS标准化子仓方案

（河图软件 + 四向车 + 提升机 + 输送线）

流程说明

产线末端输送线直连四向车密集库区，成品下线后经自动扫码、称重、缠膜，由输送线自动分配至就近巷道，四向车根据河图系统WES指令完成上架存储；发货时，系统按FIFO/FEFO等逻辑规则，由四向车取出整托，经提升机输送至发货月台。

客户核心价值

产线联通

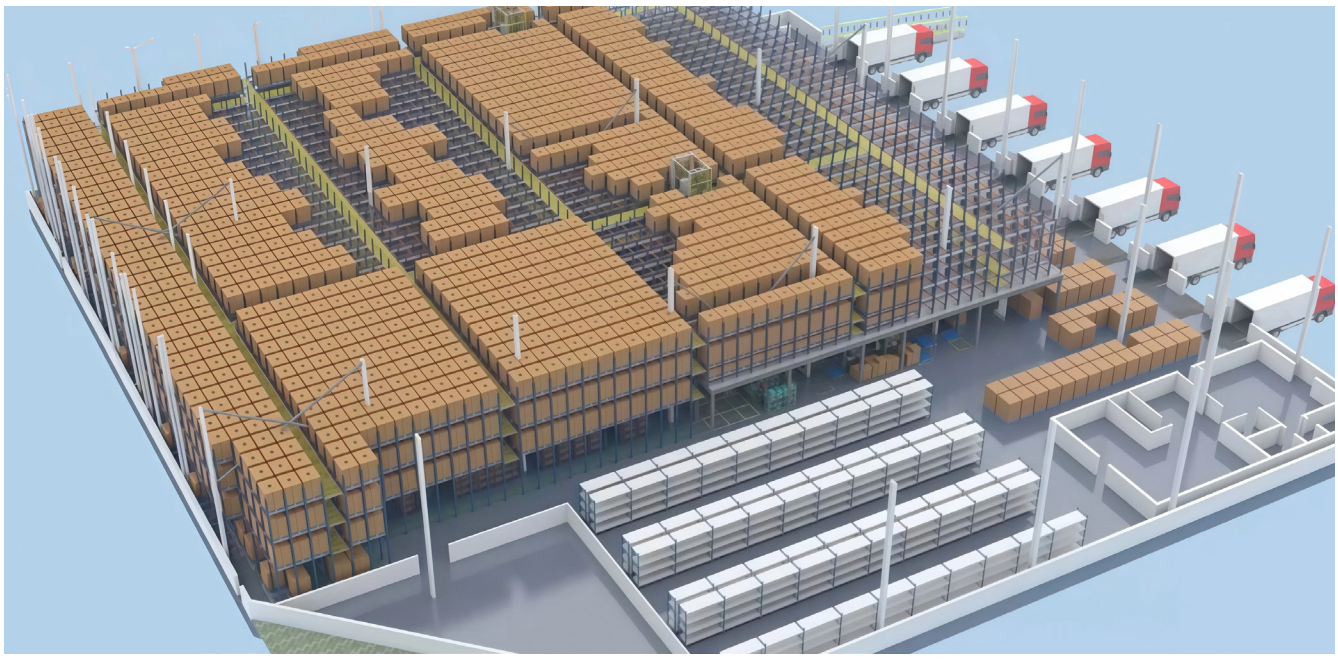
实现生产与仓储无缝衔接，消除下线暂存区，节省人工搬运

密集存储

利用四向车高密度存储，提升坪效，尤其适合冷库高价值空间

大吞吐能力

多台四向车协同作业，满足产线连续下线高峰时段需求



4.2 方案2：流通型仓储 —— 整托进，整托出/整箱出



适用场景

区域集散中心，承接上游整托入库，面向下游门店、电商或二级批发商进行整托/整箱混合发货。

核心仓储特点

- 以整托入库为主，出库时需支持拆托（按箱）拣选
- 库存周转快，需高频补货与理货

推荐方案（两种技术路线可选）

ATOMIX-PS标准化子仓方案

（河图软件 + 四向车 + 提升机 + AMR）+ 机械臂/人工拣选站点

流程说明

- 整托入库后存入四向车密集库；出库时，系统下发任务，四向车将目标整托送至拣选层，AMR将整托背负至拣选站点，剩余尾托由AMR回库或暂存：
- 拣选站支持人工/机械臂两种模式： 人工模式按系统指示拆托取箱，按单拣选；机械臂自动拆垛，单箱按订单格口完成拣选分流，人工仅扫码校验、贴标。
- 拣选完成的整箱经输送线/AMR/叉车送至复核打包区，形成从整托入库、密集存储、货到人拣选到尾托回库、复核打包的完整闭环。

客户核心价值

密集存储 + 精准发货

兼顾存储密度与拆零出库灵活性

货到人/机械臂拣选

四向车+AMR送托到站，人不动货动，避免人工来回走动找货；机械臂自动拆垛分流，降低低温作业强度，提升拣选效率

闲时理货

利用作业间隙进行库存整理、批次调整，提升库容利用率

智能补货

按订单预测和库存水位，自动触发存储区到拣选区的补货



4.3 方案3：3PL服务型仓储 —— 多货主混合运营

适用场景

服务多个货主（品牌商、渠道商），按订单进行多品类、多批次拣选，并完成2B发货。

核心仓储特点

- 多货主、多SKU、多批次混合存储
- 需按货主进行精细计费（存储费、操作费、增值服务费）
- 需对接上游货主系统（ERP/OMS），处理复杂的订单合并与路由

推荐方案

ATOMIX-PS标准化子仓方案

（河图软件 + 四向车 + 提升机）
+AMR/输送线+ 人工拣选站点

软件能力说明（OTWB与工程对接经验）

OMS（订单管理系统）

统一接收多货主订单，进行波次计划、库存分配和拣选策略优化

TMS（运输管理系统）

对接承运商，生成发货计划与装车顺序

WMS（仓储管理系统）

管理多货主库存，支持储位动态分配、效期管理、批次追溯

BMS（计费管理系统）

按货主配置个性化费率模板（如存储费按托盘日、操作费按件/按订单、增值费按服务类型），自动生成对账单

向上对接

河图具备丰富的接口适配能力，支持SAP等主流ERP系统，已积累API中间表、Web Service、MQ消息队列等多种对接模式，确保与货主系统快速集成

客户核心价值

获得极致货位数

四向车密集库+动态储位规划，单位面积货位数最大化，储位利用率90%+，在有限仓容内服务更多货主、提升存储收益

一套系统双重管理

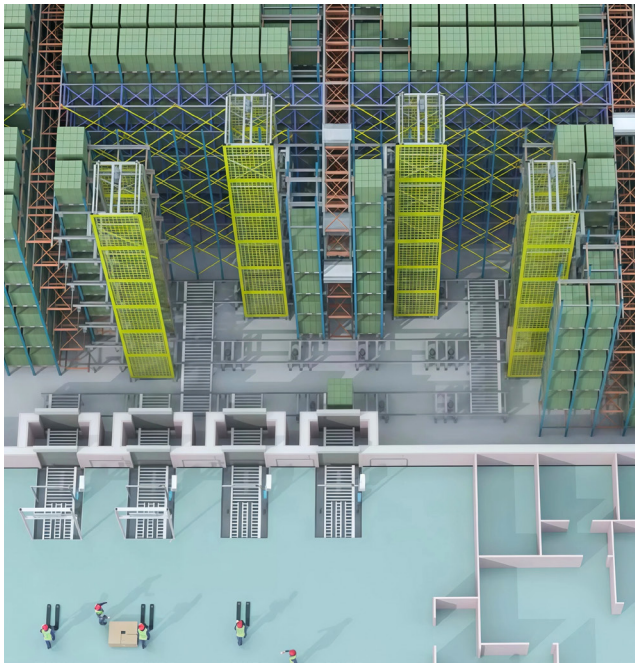
同时实现精细化订单调度与多维度仓储计费，避免多套系统割裂

灵活应对多货主

通过智能策略实现库存隔离、配额控制和优先级调配，确保不同货主互不干扰

降低管理成本

自动化计费和报表，减少人工对账，提升财务效率



五、冷库项目12条避坑指南

5.1 冷库设计与货架选型

1、门区防凝露

- 库内外温差可达40°C，四向车距门＜3.5m易凝露打滑、传感器失灵，调度须限制门周3.5m；
- 输送机穿门设过渡段+局部加热除湿；
- 高空轨道加电加热防霜；
- 门区光电优先对射式，避免镜反射式水膜失效。

2、货架材质

- -25°C普通碳钢易冷脆，选D型耐低温钢或Q355D（冲击韧性≤-20°C）；
- 采用闭口截面，防积水结冰冻裂、减少藏污，符合食品卫生。

3、安装与地坪

- 尽量≥5°C施工；
- 立柱高度>20m时，垂直度偏差≤L/2000且不大于15mm；对角线长度差≤3mm；
- 120%额定荷载静载4h无变形验收。
- 地坪多层复合（防潮+保温+隔热架空+耐低温高强混凝土），隐蔽逐层验收，防沉降/冻鼓。

4、门洞加热预埋

- 保温门洞地面加热槽须土建阶段预留，避免后切难、切断钢筋、回填结合差、冷热应力裂缝。

5.2 冷链设备选型与适配

5、行走轮

- 用脆化温度≤-40°C耐低温聚氨酯或钢芯包胶轮；

6、润滑

- 轴承、导轨、齿轮箱用低温润滑脂，适用≤-40°C、滴点≥180°C；

7、电控

- 工业级宽温器件，覆盖-30 ~ +60°C；
- 光电配加热视窗或压缩空气吹扫防雾。

8、电池

- 选钛酸锂（-50 ~ +60°C，-20°C可充放电）；
- 磷酸铁锂/三元低温衰减、充电析锂有起火风险。

9、低温启动

- 设备上电先自检，低速空载5 ~ 10分钟，油温与电气稳定后再全速；
- 禁止强行冷启动。

10、桥架

- 食品安全级库房用304不锈钢，禁用热镀锌，防锈粉污染，符合GB 14881、BRC/HACCP。

5.3 施工联调顺序与实践

11、先联调后打冷

- 常温完成四向车、提升机、输送线、WCS/WMS空载与带载联调，再制冷。
- 三阶段降温，每日≤5°C（常温→0→-10→-18°C）；
- 每阶段后复测货架垂直度与轨道平行度。

12、打冷后验证

- 稳定后至少72h满载模拟；
- 查电池续航（-18°C钛酸锂衰减15-25%）、传感器/通讯（AP衰减、二维码霜遮挡）、结霜轨道防滑、霜层＞2mm识别精度，并建立周期性除霜制度。





六、食品冷链典型案例

6.1 某农业产业化龙头企业

客户简介

集种鸡饲养、孵化、养殖、肉鸡加工、熟调生产于一体，是农业产业化国家重点龙头企业、中国白羽肉鸡十强企业。数字化建设投入数亿元，引进国内首条白羽肉鸡加工全流程自动化生产线，部署ERP、SAP、智能仓储系统。

需求与挑战

在-18°C至-20°C冻库中，建设高密度、高效率、全流程可追溯的智能立体冻库。

01 高效流转压力
满足产线节拍，日吞吐1500余托

02 全程追溯要求
从养殖到餐桌全链条数字化追溯

03 食品安全底线
冻鸡肉及熟调产品效期、批次精准管控

解决方案（生产型）

库区设计

库区面积	库位数
4,000㎡	6,450个

设备选型

10台	4台	1套
ATOMIX冷库版四向车	提升机	河图系统

吞吐流量

120托/小时	1,500+托/天

技术先进性

01 无人叉车对接产线
精准匹配生产节拍，实现平稳入库

02 严格效期与批次管理
数字化管理手段全面保障食品安全

03 高效订单履约
稳定满足2B渠道发货需求

价值亮点

4,000㎡冻库内实现高密度存储，储位利用率提升60%；

120P/H满足预制菜项目高峰作业需求，7x24小时稳定作业；

冻库与上游自动化分割线、预制菜车间无缝衔接，全流程贯通“生产—仓储—配送”。

6.2 某国际餐饮连锁巨头

客户简介

某国际餐饮连锁巨头是中国最大餐饮公司，在2,100+城市运营超18,000家门店；旗下供应链公司负责全国性仓储物流中心运营，实现全温区、全流程数字化闭环。上海南翔项目是继西安后再次合作，定位华东冷链整合支点，兼顾各子品牌与第三方业务运营。

需求与挑战

01 数千SKU的极致存储需求
需在有限空间内为数千SKU货品提供充足货位，降低单位货位能耗；

02 海量门店高频配送
服务上海及周边近2,000家门店的每日新鲜配送，对供应链的响应速度和稳定性要求极高；

03 冷库环境作业下的人力替代
-20°C冻库环境对人体危害大，需以机器替代人工作业，降低健康风险；

04 食品安全的极致追求
效期与批次管理必须精准可控，确保食材从入库到门店的全流程可追溯。

解决方案（流通型）

库区设计

库区面积	层高	库位数
6,000㎡	13.6m	14,305个

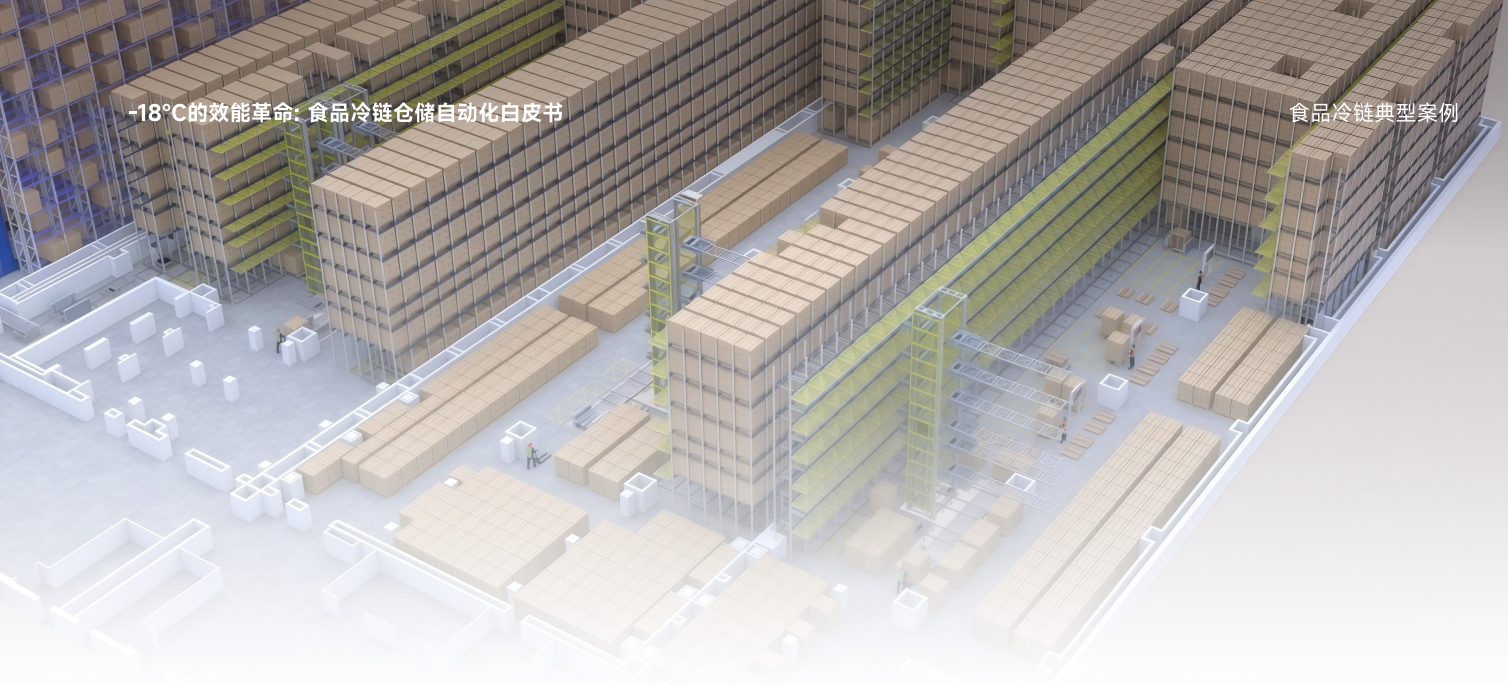
设备选型

16台 ATOMIX冷库版托盘四向车	78台 冷库版AMR
4台 提升机	1套 河图系统

吞吐流量

四向车流量	AMR流量
150托/小时	950托/小时





技术先进性

01 全国规模领先的“上存下拣”库：空间与效率双跃升

高密度存储

13.6m高、6,000m²，规划14,305个货位，库存密度提升50%以上。

高效机器人作业

入库至出库大部分由机器人完成，单工作站货到人拣选260+箱/小时，达-20°C冷库优秀水平。

AI分时调度

固定时点截单，集中补货、拣选、理货错峰执行，实现“削峰填谷”。

02 打破品牌物理分区，支持混合拣选

河图系统在软件层面实现品牌区隔，物理上支持跨区域、多品牌、多门店订单混合拣选，配合集货区二次分拣，提升拣选效率与订单命中率。

03 极寒环境下设备稳定性验证

四向车与AMR冷库机型专项设计：钛酸锂电池支持-20°C正常充放电；工业级宽温器件覆盖-28°C~+60°C；通过-28°C冷库72小时满载耐久测试。

价值亮点

极致密集存储

6,000㎡内规划**14,305个**货位，
库存密度提升**50%**以上；

拣选效率飞跃

AMR实现**货到人拣选**，
效率提升**50%-70%**；

精准履约

服务上海及周边近**2,000家**门店，
当日截单、**次日凌晨送达**；

人力解放

机器人冷库作业，
有效减少员工寒冷环境**作业时长**，
人员**留存率显著提升**；

食品安全的价值闭环

从**“人工记录”**到**“系统质控”**，
从入库锁定、库内预警、出库拦截到门店追溯，
河图系统**全面守护食品安全**。

6.3 某全国性冷链物流头部企业

客户简介

某全国性冷链物流头部企业于2017年进军冷链。冷链仓库规模138万m²居全国第一，占高标冷库10.1%；布局47城、170+物流园（冷链园50+），仓储超1,200万m²，服务客户超2,600家，提供全温层仓储、仓配及供应链服务。低碳冷链物流园位于郑州经开区，定位城配存储型多温区综合物流园，占地94.5亩，可租3.1万m²，冷库3.7万托（含7,300托自动化库），干仓8,000m²，覆盖-25°C至常温。

需求与挑战

客户覆盖商超零售、连锁餐饮、快消制造、肉类、预制菜等。

01 多货主、多品类并行

数十家货主在SKU编码、存储要求、作业流程、计费规则上差异大，管理复杂度远高于单货主仓。

02 空间与能耗双重约束

冷库空间、货位有限，存储密度制约增长；-18°C制冷与设备能耗高，单位货物能耗偏高，成本叠加压缩盈利。

03 低温作业效率受限

-18°C考验设备稳定性、人员安全与现场管理；周转量决定收入，需自动化提效，将周转能力转化为盈利增量。

解决方案（服务型）

库区设计

库区面积	层高	库位数
2,100㎡	18m	7,161个

设备选型

7台
ATOMIX冷库版托盘四向车

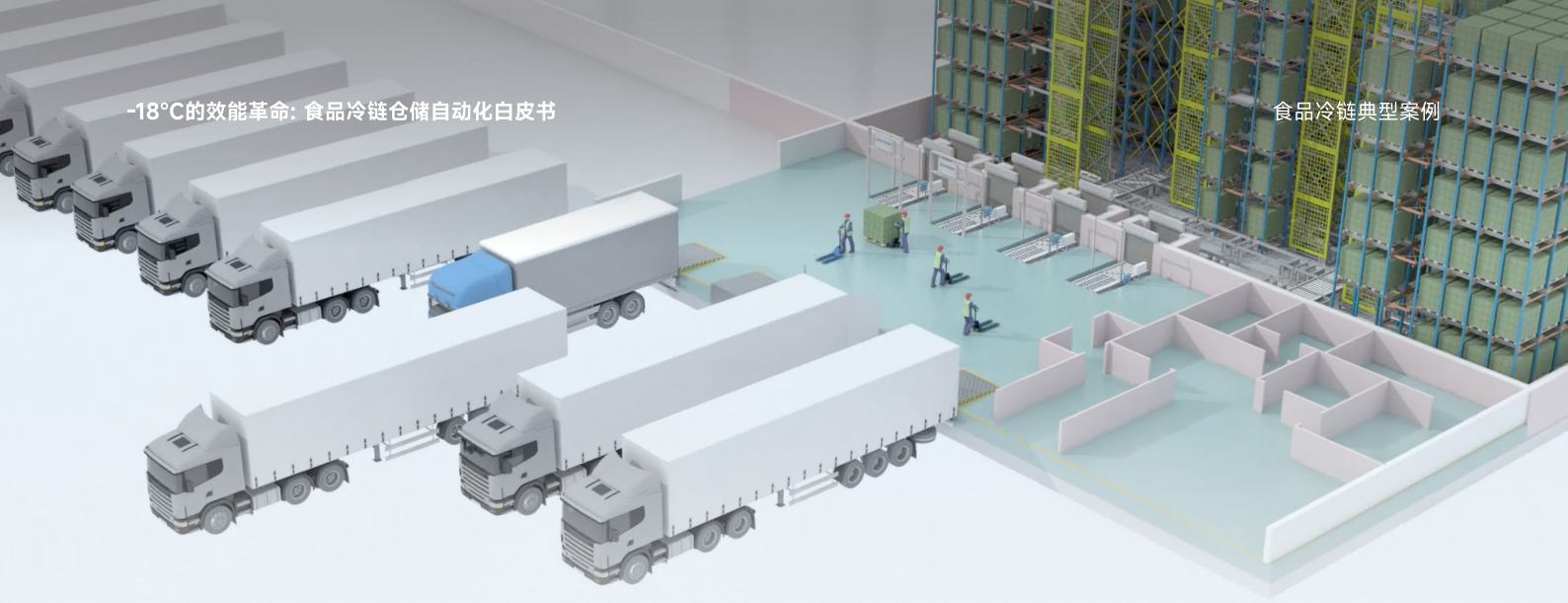
4台
提升机

1套
河图系统

吞吐流量

四向车流量
72托/小时





技术先进性

01 多货主系统对接与一体化运营能力

多货主对接管理

河图以OTWB（OMS/TMS/WMS/BMS）为数字底座，支持与货ERP/WMS/TMS/财务系统通过API/EDI对接；多租户隔离、权限管控、主数据映射，统一接单并智能调度。

BMS计费对接

内置多规则引擎，按货主、库位类型、托盘时长、出入库频次自动计费，实现多货主独立核算。

订单履约管理

基于实时库存、时效、温区与车辆资源，完成波次合并、库位优化、负载均衡、路径规划与多车协同，提升准时率和资源利用率。

02 软硬一体柔性扩展，适配3PL业务波动

四向车系统可随业务灵活增减设备，满足不同货主个性化需求，优化投入产出比，尤其适合货主流向不固定、业务量波动大的3PL场景。

价值亮点

极致密集存储

2,100㎡内规划**7,161个**货位，

存储量较堆垛机方案提升**25%**以上。

大幅节能降耗

四向车自重比优于堆垛机，

用电量节省**35%**以上。

多货主柔性运营

系统可灵活增减设备，

支撑**多货主、多品类复杂运营**。

信息系统全面贯通

OTWB实现订单、仓储、运输、计费**全链路数字化**，

支持**多货主统一调度与精准计费**。





结语

深耕冷链，长期同行

食品冷链，连接田间地头与万家餐桌，关乎民生，关乎品质。冷库是能耗最高、环境最严、人力最紧的环节，自动化是高质量发展的必经之路。

在众多自动化方案中，托盘四向车凭借高密度存储、可分期部署、易维护、运维成本低等综合优势，已成为冷库场景的第一选择。它既能在-18°C的冷库环境中稳定运行，又能以“搭积木”的方式柔性扩展。这正是我们眼中“最智能且最经济”的方案。

ATOMIX将长期扎根食品冷链行业，以河图软件平台为核心，以PS标准化子仓为载体，交付可落地、可运营、可进化的自动化能力。从设计到运维，长期陪伴，共同发展。

ATOMIX 亿欧

原力聚合（重庆）机器人科技有限公司

https://www.atomixrobot.com.cn/

ATOMIX视频号

ATOMIX微信公众号