SMART FEED & RETURN

产品白皮书 · PRODUCT WHITEPAPER

FRXact 仓产智配云

WMS × WCS 仓产协同平台

让仓库与产线同频，让物料按计划智配

—— 面向制造业的智能仓储与产线协同管理系统

一个 Hub · 双向直通 · 百台群控 · 云—边—端协同

河南省 863 软件孵化器有限公司

版本 V1.0 | 2026 年 9 月

FRXact

目录• CONTENTS

摘要 2

01 行业背景：制造业物流的三大断点 3

02 产品定位：一个 Hub · 双向直通 · 百台群控 4

03 总体架构：三层一脑，云—边—端协同 6

04 WMS：基于 RFID 的智能仓库管理系统 7

05 WCS：智能仓库控制系统 10

06 FRXact 调度引擎：大规模混编调度的核心 12

07 仓产智配关键场景 14

08 智能硬件生态与自动识别体系 16

09 数据安全与部署模式 19

10 标杆案例 20

11 实施路径与服务保障 23

12 关于我们 24

附录 A：指标口径说明 25

摘要

Executive Summary

FRXact 仓产智配云是面向制造业的智能仓储 — 产线协同管理系统：以生产计划为牵引，通过 WMS × WCS 双引擎协同驱动物流执行，打通原料入库、产线配送、成品回仓全流程，让仓库与产线同频、物料按计划智配。

行业痛点 · 三大断点

信息断点	物流断点	设备断点
WMS 、 MES 、 WCS 各自为政，库存、工单、设备状态互不可见	原料上线与成品回仓依赖人工搬运，时效与节拍失控	升降机、行车、机械臂、 AGV 各自为战，缺乏统一指挥大脑

产品定位 · 一个平台管好仓、产、配

一个 Hub	双向直通	百台群控
一套平台统一管理仓、产、配三大环节	原料上线与成品回仓双向直达，信息流与实物流同步闭环	FRXact 调度引擎混编群控，单 Hub 支持百台级 AGV 协同作业

总体架构 · 三层一脑，云—边—端协同

应用层	WMS 业务决策 · 数字孪生可视化
调度层	FRXact 调度引擎 · 毫秒级任务调度与路径规划
执行层	多协议适配 · AGV / 机器人 / 行车等智能设备接入

支持 SaaS 多租户云端部署与本地化部署；针对涉密场景提供传输、交互、存储三环节专项安全方案。

核心价值 · 已交付项目实测

2–3 倍	约 40%	99.9%+	20%–30%	15%–20%
拣选效率提升	人工成本降低	库存准确率	库存周转天数缩短	设备利用率提升

核心价值基于已交付项目实测统计；数据来源及指标口径见附录 A，实际效果因项目规模、现场条件与实施方案而异。

本白皮书系统介绍仓产智配云的产品定位、总体架构、WMS 与 WCS 两大核心系统、FRXact 调度引擎、关键应用场景、智能硬件生态、安全与部署模式及标杆案例，为制造企业的仓储物流数字化升级提供参考。

CHAPTER 01

01 行业背景：制造业物流的三大断点

在智能制造的浪潮中，生产线的自动化水平不断提升，但连接仓库与产线的厂内物流环节，却普遍停留在"人海战术"阶段。计划员靠 Excel 拼接生产计划，调度员靠对讲机喊话指挥搬运——行业调研普遍反映，传统仓储的"人找货"模式下，拣货员约 **60%** 的作业时间消耗在无效行走上。深入分析制造企业的物流现状，可以识别出三个结构性断点。

1.1 信息断点：系统割裂，数据不通

WMS 管仓库、MES 管产线、WCS 管设备，三套系统各自为政，库存状态、工单进度、设备状态互不可见。仓库不知道产线什么时候要料，产线不知道仓库的物料是否齐套，管理层看不到实时的库存与执行数据，决策依赖滞后的报表与经验判断。

1.2 物流断点：人工搬运，节拍失控

原料从仓库到产线、成品从产线回仓库，依赖人工叉车与手工记录。一个节拍延误，整条产线等待；一次送错料，整批工单报废。物料流转的时效性与准确性完全取决于人的状态，无法匹配自动化产线的节拍要求。

1.3 设备断点：各自为战，没有大脑

升降机、传送带、行车、机械臂、AGV 独立运行：AGV 没电没人管，行车与 AGV 抢通道，机械臂等料等到休眠。单台设备的自动化并不等于系统的智能化——缺少统一的调度大脑，设备越多，冲突与空驶越严重，整体效率反而下降。

断点的本质

三大断点指向同一个根因：仓库与产线之间缺少一个以生产计划为牵引、软硬一体的协同枢纽。这正是仓产智配云要解决的核心问题——不是再上一套孤立的系统或再买一批孤立的设备，而是让仓、产、配在同一套平台上同频运转。

CHAPTER 02

02 产品定位：一个 Hub • 双向直通 • 百台群控

仓产智配云是面向制造业的智能仓储—产线协同管理系统，打通 WMS 仓库管理、WCS 设备控制与多 AGV / 机器人 / 行车混编调度，实现原料到产线、成品回仓库的全流程无人化、智能化、可视化。

2.1 三大定位支柱

产品的三大定位支柱，概括了仓产智配云区别于单点系统的核心价值形态：

一个 Hub —— 仓储与产线的中心节点

仓产智配云是数据与物流的交汇点，以一套平台统一管理仓、产、配三大环节，向上对接 ERP、MES 等企业管理系统的生产计划，向下驱动仓库作业与设备执行，消除系统之间的信息孤岛。

双向直通 —— 原料上线 • 成品回仓

物料在仓库与产线之间双向直达：下行方向，生产计划驱动工单叫料，物料按计划准时配送到工位；上行方向，完工成品自动触发入库，实时回仓上架。信息流与实物流同步闭环，账目随业务实时更新。

百台群控 —— 多设备混编调度

AGV、机器人、行车、输送线等各类设备由统一的调度引擎指挥——不同于单一机型的规模化堆叠，FRXact 的核心在于多机型异构混编：单 Hub 支持百台级异构设备协同作业，并可按厂区规模弹性扩展，支撑大型工厂的全厂物流自动化。

2.2 命名释义

FRXact —— Smart Feed & Return，智能馈送与回库，寓意仓产双向直通的精准执行；"仓产智配"则概括了产品的核心范式：以生产计划为牵引，仓储系统（WMS）与设备调度（WCS）协同驱动物流执行，实现仓库与产线同频、物料按计划智配。

F：Feed，仓库给产线送料；R：Return，产品回送仓库；X：变化、多样性、智能控制与决策；act：执行。寓意平台通过决策引擎对多品类"具身智能"设备统一调度，实现高效率、高精度仓产智配。

2.3 对不同角色的价值

角色	核心价值	说明
工厂管理者	降本 · 增效 · 可视	人力与库存成本显著下降，产线等待时间大幅压缩，经营数据实时可视、决策有据
设备主管	利用率提升 30% 以上	设备统一调度、状态实时监控、异常自动处置，设备从 " 各自为战 " 变为 " 协同编队 "
信息主管（CIO）	一套平台打通仓 — 产 — 配	微服务架构、标准协议开放接入，与 ERP / MES 无缝集成，避免重复建设与数据孤岛

2.4 可量化的核心价值

2–3 倍	40%	99.9%+	20–30%	15–20%
拣选效率提升	人工成本降低（全厂物流综合口径）	库存准确率	库存周转天数缩短	设备利用率提升（多项目均值）

数据来源：公司已交付项目实测统计与内部测算（截至 2026 年）；指标口径见附录 A。

CHAPTER 03

03 总体架构：三层一脑，云—边—端协同

仓产智配云采用"三层一脑"总体架构：应用层负责业务决策与可视化，调度层承担智能调度，执行层负责设备控制；FRXact 调度引擎是贯穿三层、统一指挥全场的调度大脑，实现云—边—端的高效协同。

应用层 **业务决策**	**WMS 仓库管理 · 产线协同 · 数字孪生** 业务决策 / 数据分析 / 可视化监控，向上对接 ERP 、 MES 、 CRM 等企业管理系统 ▼ 任务计划 · 业务指令　　▲ 状态反馈 · 数据回传
调度层 · FRXact 调度引擎 **统一调度大脑 · 核心壁垒**	**任务调度 · 路径规划 · 充电管理 · 避障协同** 启发式算法 + 强化学习，毫秒级响应 ▼ 作业指令 · 精准下发　　▲ 执行反馈 · 异常上报
执行层 **设备控制**	**升降机 · 传送带 · 行车 · 机械臂 · AGV · 四向穿梭车** 物理执行 / 状态反馈 / 异常上报，多协议即插即用接入

3.1 云—边—端协同

在部署形态上，系统采用云—边—端协同架构：云端智能分析平台负责数据分析与决策优化，边缘节点承担实时任务调度（响应延迟 **<100ms**），设备端执行自动化作业并实时反馈状态。一套体系兼顾集中智能与现场实时性，即使在弱网环境下，边缘节点也可保障核心业务的连续稳定运行。

3.2 技术路线

系统采用微服务化架构，支持独立部署与弹性扩展：后端基于 Java + Spring Cloud 微服务体系，前端基于 Vue + TypeScript；支持 SaaS 多租户模式（Schema 级隔离，兼顾安全性与运维成本），模块化设计支持分阶段上线、先试点后推广，降低实施风险。

3.3 系统集成与开放接口

系统提供标准开放接口体系，与企业现有 IT 环境平滑集成：标准 REST API（业务单据与状态实时交互）、消息队列（任务与事件异步解耦）、中间表视图（适配老旧系统批量同步）三种方式按需组合；物料、

BOM、组织权限等主数据由上游系统统一下发，确保账实同源。已交付项目中完成与金蝶 ERP、国网 ERP 等企业系统的对接验证。

> **架构设计要点：**业务与调度分层解耦——WMS 专注业务规则与库存账目，FRXact 引擎专注调度优化与设备控制，二者通过标准接口交互。企业可以先上 WMS 实现仓储数字化，再按需接入设备与调度能力，演进路径平滑、投资节奏可控。

CHAPTER 04

04 WMS：基于 RFID 的智能仓库管理系统

WMS 利用无线射频识别技术实现仓储管理的智能化与信息化，由 RFID 标签、RFID 读写器与后端软件系统组成，以非接触、准确、高效的自动识别能力，显著提高仓库作业效率与智能化水平，做到账实相符、全链追溯。

4.1 核心能力

实时库存可视化

实时捕捉每一笔出入库、移库变动，提供全局、透明、精准的库存动态视图，大幅降低盘点与核对成本，让管理者随时掌握"货在哪里、有多少、状态如何"。

批次与序列号全链路追溯

批次号、唯一序列号、效期精细化管理，商品全生命周期数据完整记录与回溯，来源可查、去向可追。原料批次—工单—成品批次全链路绑定，质量问题秒级定位，适配医药、电子等强合规行业。

库位智能分配

基于 SKU 周转率、体积、重量与关联性，由 AI 推荐最优库位，支持立体库与平面库全场景适配，持续提升库位利用率与拣选效率。

库存三级预警

安全库存、呆滞库存、效期库存分级预警，自动触发补货与调拨建议，支撑多库房统一管控。

动态盘点不停产

WMS 下发盘点任务，由 AGV 巡航扫描执行、结果实时回传核对；RFID 单次扫描 100+ 标签、识别距离 10cm–20m，对比人工盘点，效率提升约 **10 倍**且无需停产。

多库房统一管理

原材料库、生产车间、半成品库、成品库全方位作业管理，覆盖从入厂到发货的全生命周期。

99.9%+	100+	10 倍	全周期
库存准确率	RFID 单次扫描标签数	盘点效率提升	入厂到发货覆盖

数据来源：公司智能仓储系统解决方案及已交付项目实测统计。

4.2 策略算法库：让仓库"越用越聪明"

WMS 内置可配置的策略算法库，覆盖上架、拣选、补货、盘点四大决策环节；策略按仓库类型与业务特征灵活组合，并随运营数据持续优化参数——系统上线不是终点，而是效率持续爬坡的起点。

策略类别	核心算法与规则	业务价值
上架策略	AI 库位推荐（周转率 × 体积 × 重量 × 关联性多维权衡）· ABC 分类动态调整 · 就近 / 均衡 / 聚拢多模式	缩短后续拣选动线，库位利用率持续提升
波次策略	动态波次组单（按时效、路线、载具、品类聚类）· 紧急订单插单优先 · 波次容量自适应	合并拣选减少往返，紧急订单秒级响应
拣选策略	边拣边分 / 先拣后分 · 路径 S 形 / 中点优化 · 巷道均衡防拥堵	拣选动线最短化，高峰期多巷道负载均衡
补货策略	安全库存触发 · 波次前预补货 · 被动补货（拣选缺货即时触发）	拣选面不断货，补货与拣选互不干扰
盘点策略	动态盘点（动碰盘点）· 循环盘点（按 ABC 等级定频）· 差异自动复核	盘点不停产，差异当日闭环
效期与批次策略	先进先出 / 效期先出 / 指定批次 · 临期自动锁定与预警	杜绝过期流出，质量追溯秒级定位

4.3 功能全景：入库、库内、出库、逆向四域全覆盖

业务域	核心功能
入库管理	预约收货 · 到货质检 · 收货组盘 · 收货异常处理（短收记录 / 超收容差管控） · 上架策略（AI 推荐库位） · 批次与序列号建档
库内管理	库存实时可视 · 库存锁定与冻结（出库预占原子操作、超时自动释放） · 补货与移库 · 动态盘点 · 库存三级预警 · 先进先出策略
出库管理	波次拣选 · 拣选复核 · 尾托回库 · 集货装车 · 发运交接 · 发运跟踪
逆向物流	退货入库 · 不良品隔离 · 报废管理（申请、多级审批、处置扣减） · 载具（容器具）收发与周转管理 · 空框回收闭环

其中载具管理覆盖托盘、料箱、工字轮、空框等容器具的收发、位置追踪与周转闭环，已在多个产线协同项目中验证（见第十章案例）。

4.4 库房形态全覆盖

系统同时适配立体库与平面库两类库房形态，管理模型各有侧重、灵活组合：

立体库管理模型

- 多层立体货架垂直拓展存储空间，适配 SKU 量大、周转率高的标准化货品
- 结合堆垛机或穿梭车实现自动化无人作业
- 五级库位编码（仓库-区域-排-列-层），是设备精准寻址的核心依据



图 1　CTU 料箱机器人立体库实景

平面库管理模型

- 支持单元货格式布局与多品种混存，以标准托盘为载体
- 衔接高位自动化货架与传统地面堆放
- 覆盖生产型、存储型、成品库及半成品库全场景

4.5 多模态盘点体系

系统支持三种盘点方式灵活组合：RFID 自动盘点（AGV 巡航扫描 / 固定天线，对比人工盘点效率提升约 10 倍、免停产）、PDA 人工盘点（移动作业、实时回传）、通道门无感盘点（出入库即盘点）；作业模式上支持明盘、盲盘与差异复盘，满足不同库房形态与管理要求。

CHAPTER 05

05 WCS：智能仓库控制系统

WCS 是实时监控和协调仓库各项作业的软件系统，以 FRXact 调度引擎为智能内核，负责监控仓库内的各种设备并协调其作业，实现对设备的集中控制与管理，由 FRXact 调度大脑统一指挥全场设备，提高设备运行效率与作业安全性。

5.1 设备执行四步闭环

01	**实时通信**	与现场设备保持实时连接，状态毫秒级同步
02	**任务匹配**	将 WMS 下发的业务任务与设备能力精准匹配
03	**指令下发**	作业指令精准下达至对应设备，驱动物理执行
04	**状态反馈**	执行状态实时回传，完成 WMS 任务闭环

5.2 四大核心职责

职责	说明
设备调度	协调输送系统与各设备运行，完成 WMS 下达的任务，并调度设备回到初始位置待命
设备监控	实时监控与 WMS 的连接状态、设备运行状况与任务执行情况，实现执行过程实时模拟
任务管理	接收 WMS 传递的任务计划，跟踪任务全生命周期，并实时反馈任务状态
故障提示	设备出现故障即时提醒并提示故障原因，支持自动切换备用路径、任务自动重分配

5.3 设备接入与运维能力

在设备接入与日常运维侧，WCS 提供四项关键能力，保障全场设备长期高效运转：

多协议接入，设备即插即用

支持 Modbus、OPC UA、MQTT、HTTP/REST 等主流工业协议，通过标准协议适配器快速接入全球主流 AGV、机械臂、行车、传送带品牌，打破设备孤岛。WCS 负责设备接入、指令编排、状态监控与异常处置；FRXact 调度引擎负责全局任务与路径调度，WCS 将调度结果下发至 AGV、机器人、行车、输送线等设备并回传执行状态。

设备状态实时监控

升降机高度、传送带速度、行车位置、机械臂姿态、AGV 电量与任务状态，全部实时可视，异常即时感知。



图 2　料箱机器人巷道取送作业实景

异常自动处置

设备故障时自动切换备用路径、任务自动重分配，无需人工介入，保障产线物流不中断。

OTA 远程升级

设备固件云端统一下发、批量升级不停机，持续获得最新的功能与安全更新。

CHAPTER 06

06 FRXact 调度引擎：大规模混编调度的核心

FRXact 调度引擎是仓产智配云的技术核心，以 AI 原生设计实现多类设备的大规模混编调度——让百台设备像一支乐团，各奏其声，共成一曲。

6.1 引擎四大能力

能力	说明
任务调度	多目标优化：完成时间、能耗、设备利用率、负载均衡，全局统筹任务分配
路径规划	A* 全局规划 + Dijkstra 局部精算混合算法，动态避障、实时重规划
充电管理	低电量预警后自主导航充电，满电自动归队；任务预测 + 电量模型，提前 30 分钟预约充电位
数字孪生	1:1 三维建模、全要素数字化，现场运行状态实时映射，支持仿真预演与策略验证

6.2 AI 原生设计：毫秒应急 + 策略进化

启发式算法——最近邻优先、最早到期优先、最小化空驶等策略，把老师傅的调度经验系统化、实时化，毫秒级应对突发状况。**强化学习**——离线训练 + 在线微调，像下棋 AI 一样自我进化，越用越聪明；规则引擎安全兜底，确保任何决策不突破安全硬约束。

100+ 台	弹性扩展	<100ms	99.9%+
单 Hub 百台级多机型混编调度	按厂区规模集群扩容	边缘调度响应延迟	系统可用率

注：百台级调度能力经公司实验室压测验证；其余为已交付项目实测值。

6.3 大规模集群调度策略

面向百台级 AGV 集群与"行车 × AGV"异构混编两类典型场景，调度引擎内置成体系的协同策略：

百台 AGV 集群

- **分区调度**：场地划分微 Hub，每区管辖 10–15 台，由 FRXact 调度引擎统一协调
- **动态充电**：任务预测 + 电量模型，提前 30 分钟预约充电位
- **潮汐调度**：高峰启用单向快速通道，低谷恢复双向通行
- **故障隔离**：故障 AGV 自动撤离至待修区，主通道不受影响

行车 × AGV 混编

- **空间分层：**行车区与 AGV 区动态划分，交叉区域时间独占
- **优先级仲裁：**重载行车优先、空载 AGV 让行，紧急任务临时提级
- **协同预约：**AGV 进入行车通道前申请净空许可
- **三重防护：**激光围栏 + 视觉检测 + UWB 厘米级定位，越界即急停

实测效果：集群效率 ≥85%，充电等待时间下降 70%，行车利用率提升 20%，人工干预频次下降 90%；混编事故率的设计目标为零。

数据来源：公司已交付项目实测统计与实验室压测数据。

CHAPTER 07

07 仓产智配关键场景

仓产智配的价值最终体现在具体业务场景中。本章聚焦仓产协同的三大差异化场景：原料出库到产线配送、成品下线到仓库上架、拆零拣选作业。供应商收货质检与销售发运环节同样纳入同一平台管理，此处不再展开；大规模集群调度能力见第六章。

7.1 场景一：原料出库到产线配送（下行直通）

01	**工单解析**	MES 下发工单，WMS 解析 BOM，锁定原料批次
02	**任务生成**	调度引擎生成拣货任务，分配最优 AGV
03	**协同取料**	AGV 至库位，机械臂 / 升降机协同取料，视觉校验 SKU
04	**精准投放**	送达产线工位投放，RFID / 二维码确认签收
05	**库存闭环**	WMS 自动扣减库存，MES 更新工单进度

99.97%	**≥99%**	**60–80%**
拣货准确率	配送准时率目标（时间窗 ±5 分钟）	人工成本下降（拣选配送环节口径）

7.2 场景二：成品下线到仓库上架（上行直通）

01	**触发入库**	产线质检合格， MES 自动触发入库指令
02	**资源分配**	调度引擎分配空闲 AGV 与最优空闲库位
03	**成品转运**	机械臂抓取成品， AGV 运载至指定库位
04	**自动上架**	升降机 / 堆垛机完成上架，WMS 实时更新库存
05	**波次衔接**	如需发货，自动触发波次拣货，进入下一循环

3–5 倍	**25–40%**	**<0.01%**
入库效率提升（对比人工作业）	库位利用率提升	发货差错率

数据来源：公司已交付项目实测统计与实验室压测数据。

7.3 场景三：PTL 亮灯拣选（拆零拣选场景）

在拆零拣选区部署 PTL 电子标签：软件系统驱动标签实时点亮目标货位灯光，指引操作员快速、精准完成拣选，把"凭经验找货"变为"跟着灯光拿货"。系统具备五大特性：灯光指引精准定位目标货位；信息化管理减少人为干预；条码管理一物一码；实时监控快速纠错；与 ERP、WMS 等第三方系统无缝集成，数据实时同步更新。

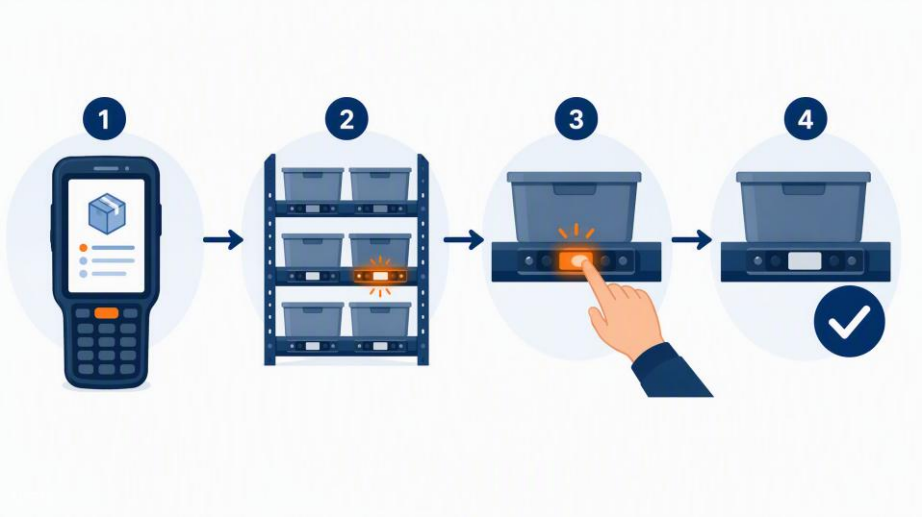


图 3　PTL 亮灯拣选四步流程



图 4　PTL 亮灯拣选作业场景

CHAPTER 08

08 智能硬件生态与自动识别体系

仓产智配云以开放协议兼容全球主流智能设备品牌，通过标准协议适配器快速接入、即插即用，打破设备孤岛；同时构建了以 RFID 为核心的自动识别体系。

8.1 自动识别技术选型：为什么选 RFID

100+	10cm–20m	1/1000s	非接触
单次批量扫描标签数	识别距离范围	单次读取时间	穿透性识别 · 免拆箱

相比条码逐一扫描，RFID 支持批量、远距离、非接触识别，是实现"出入库即盘点""边走边盘"等自动化作业的基础。系统同时兼容条码 / 二维码体系，支持两种识别方式混合部署、平滑过渡。



图 5　RFID 通道门：托盘货物批量、非接触识别

8.2 智能硬件体系

类别	设备	在系统中的作用
1. 托盘立体存储与自动存取	托盘立体货架、托盘四向穿梭车、托盘堆垛机	以托盘为主要存储单元，立体货架提供高密度存储货位，四向穿梭车和堆垛机完成托盘的自动入库、库内存取及出库接驳。
2. 料箱存储与自动存取	料箱机器人（CTU）、料箱货架	以料箱为存储单元，完成料箱的自动存取和搬运，配合拣选工作站实现货到人拣选。
3. 移动搬运机器人与无人叉车	搬运型 AGV/AMR、无人叉车	完成仓库、暂存区、接驳区与产线之间的柔性搬运和配送。搬运型 AGV/AMR 负责物料移动，无人叉车负责托盘叉取、转运和堆垛。
4. 输送与仓内接驳	输送线、提升机	输送线负责托盘、料箱等载荷的固定路径水平输送、缓存和设备间交接；提升机负责不同楼层或不同高度之间的垂直转运，共同连接立体货架、料箱机器人、暂存区和产线工位。
5. 工位取放与自动上下料	桁架式机械手	在固定作业范围内完成物料、托盘或料箱的抓取、移位和放置，配合输送线、工装及生产设备完成工位交接和自动上下料。
6. 自动识别、标识与数据采集	RFID 通道门、RFID 手持读写器、RFID 标签、条码打印机	RFID 通道门用于出入库批量识别，手持读写器用于移动盘点和现场复核；RFID 标签和条码承载物料、载具或托盘身份，条码打印机用于生成标识，实现出入库核验和全流程追溯。
7. 拣选作业与移动终端	PTL 电子标签、PDA 手持终端	PTL 通过灯光、数量等信息指导拣选和播种作业，并支持操作确认；PDA 用于收货、上架、拣选、盘点、复核和异常登记等移动作业。
8. 出入管控与视频安防	智能门禁、安防监控设备	对库区人员和车辆进行权限控制、出入记录和现场监控，支持异常告警、视频回溯及安全管理。
9. 运营可视化终端	数据看板、数据大屏、显示终端	展示库存、任务进度、设备状态、作业效率和异常信息，为现场作业管理和中控室集中监视提供支持。



图 6　RFID 手持读写器



图 7　PDA 手持作业终端

8.3 可视化运营：一屏一端，仓库尽在掌握

系统提供数据大屏与移动端应用：大屏端呈现全库作业动态、设备状态与库存总览，支撑中控室集中监控；移动端支持审批、查询与异常提醒随时随地处理，让管理者不在现场也能掌控全局。



图 8　仓储数据大屏（示意界面）



图 9　移动端应用（示意界面）

CHAPTER 09

09 数据安全与部署模式

系统支持 SaaS 多租户云端部署与本地化部署两种模式，兼顾通用仓库的成本敏感与涉密仓库的安全合规两类极端场景。

9.1 两种部署模式

两种部署模式各有侧重，企业可按数据敏感性、IT 资源与成本结构灵活选择：

云端部署

- **基础设施托管**：无需硬件采购与机房建设，专注核心业务
- **弹性资源伸缩**：按业务潮汐动态扩缩容，成本最优
- **全托管轻运维**：服务商兜底运维，无需庞大团队
- **极速交付上线**：上线时间从数月缩短至数周

本地化部署

- **自主可控**：部署于企业内网，数据与权限完全掌控
- **物理隔离**：业务数据不出内网，满足高等级合规
- **深度定制**：按独特业务流程灵活定制功能模块
- **断网可用**：弱网环境核心业务连续稳定运行

9.2 通用仓库：低成本常规通信

采用 WIFI / 5G / 以太网常规通信方案，覆盖范围广、实施成本低、传输安全可靠，可充分利用现有网络基础设施，适合大多数通用型仓库，是当前市场主流方案。数据链路为：PDA / RFID / 设备 → 车间无线覆盖 → WMS / WCS 服务器 → ERP 同步，全链路加密传输，满足常规商业数据安全要求。

操作日志与审计：系统全量记录操作日志（含 PDA / APP 移动端）、权限变更日志与业务流程日志，加密存储并校验防篡改，留存不少于 6 个月，支持分级审计查询与导出，满足等保及医药、军工等强合规行业的审计要求。

9.3 涉密 / 涉军仓库：传输 • 交互 • 存储三环节专项措施

涉密场景须防止数据泄露、篡改或未经授权访问，系统在三个环节采取非常规措施：

环节	措施	说明
传输环节	自由空间光通信（FSO）	激光束定向传输，波束窄且不可见，难以在空中发现或截获通信链路，特别适用于保密通信
交互环节	离线操作数据迁移	PDA 离线完成入库、出库、盘点，数据经数据线迁移至 PC，通过安全性与规范性校验后更新库存，同步过程确保时间戳一致
存储环节	国产替代	服务器、操作系统、数据库全面国产化：数据安全防篡改、用户访问权限防护、阻止非法复制、支持多种加密方式

CHAPTER 10

10 标杆案例

仓产智配云已在服装制造、焊接材料、铁路物资、能源、新材料等多个行业规模化落地。以下为部分典型案例（客户名称均已脱敏）。

10.1 仓产智配典型案例：仓库与产线的双向直通

以下三个项目完整呈现了"仓库—产线"双向直通的落地形态与量化成效：

案例一　河南某头部帽业 OEM 企业 • WMS+WCS+AGV+PLC 多车间协同

客户为年产能 2500 万顶、产品出口 38 个国家和地区的头部帽业企业。项目贯通第一、二、三车间的半成品入库、工段叫料、帽头转库、成品出库与空框回收闭环，以"计划号"驱动物料入库—叫料—转库—出库—完工上报全程追溯；WMS 在同一事务中更新库存、载具位置与转移记录，并实时上报金蝶 ERP，实现账实闭环。5G+AI 智慧工厂生产效率提升约 **30%**。



图 10　帽业多车间协同项目实景：料箱库 + 输送线 + 机器人协同作业

案例二　华中某焊接材料企业 · WMS+WCS+PLC 仓产协同产线

客户为大型央企集团下属国有高新技术企业。沿焊材产线布局六大功能区域，桁架机械手、AGV、滑台、输送线替代人工搬运，钢带与工字轮从入库、存储、供料到成品地堆全流程自动化。454 个可视化库位、22 个自动化上下线工位、13 台滑台接入调度，批次全程留痕，满足船舶、核电、桥梁等领域的质量追溯要求。

案例三　某铁路机务库智能仓库改造 · WMS+WCS+RCS 物资供应标杆*

客户为大型能源集团铁路公司机务仓库。1 号库两层 + 2 号平库分区改造：密集库四向穿梭车存大件、料箱库 CTU 机器人拣小件，RFID 出入库口批量识别，出库按先入先出与批次管控自动执行。系统对接国网 ERP，机务物资入库—存储—出库—盘点全流程自动化，中控室 4 块大屏集中监控全库作业。





图 11 铁路机务库改造项目实景：无人叉车、提升机与输送设备协同作业

共同范式：三个项目的共同范式——生产计划 ⇄ 仓库执行同频驱动：物料按计划自动流转，账目随业务实时闭环。

数据来源：已交付项目脱敏资料及运行数据；客户名称已脱敏，实际结果因项目条件、设备配置和生产节拍而异。

10.2 更多案例：物资供应与集群管控

项目	规模与成效
某铁路物资供应站立体仓库	2000 ㎡ 、 4000+ 种物料、库存 8000 万元；324 托盘位 + 3520 料箱位；四向车、智能叉车、 AGV 、输送线等 20+ 台设备统一调度
某大型能源集团小微仓项目	三条铁路沿线 118 个小微仓标准化建设，中心仓 — 边缘仓库存共享与调拨协同
华北某新材料企业智能仓库	高性能纤维企业智能立体库，料箱拣选机器人与智能叉车近 20 台，无人化出入库作业
某涉军物资装备仓库	非常规通信 + 离线存储 + 时间戳数据同步，满足高保密战备要求
智慧仓储集群管控平台	CIMS + WMS + WCS + HDMS 微服务架构，仓库群统一管理与调度，资源共享与物料统一调拨
某煤机行业龙头配套基地	覆盖原材料入库 → 车间生产 → 半成品转运 → 成品下线 → 销售出库全业务流程，库存空间利

	用率与管理质量双提升

* RCS：机器人集群调度，是 FRXact 调度引擎面向机器人设备的调度形态。案例资料来源：公司项目交付材料，客户名称均已脱敏处理。

CHAPTER 11

11 实施路径与服务保障

采用"四阶段交付法"，从诊断设计到持续运营全流程护航，支持分阶段上线、先试点后推广，最大程度降低实施风险。

11.1 四阶段交付法

阶段	周期	关键工作	里程碑
Phase 1 诊断设计	2–3 周	现状调研报告 · 蓝图设计 · ROI 测算	方案确认会
Phase 2 系统部署	4–8 周	软件安装 · 设备接入 · 数据迁移	单场景跑通
Phase 3 联调优化	2–4 周	全场景贯通 · 压力测试 · 参数调优	试运行验收
Phase 4 持续运营	长期	运维监控 · 策略迭代 · 功能升级	年度复盘会

11.2 项目成功四要素

基于多个项目的交付经验，项目成功离不开以下四个关键要素：

一把手工程

总经理挂帅、多部门协同，保障资源投入与决策效率。

数据先行

历史订单与设备台账提前整理，缩短数据准备周期。

分步验证

先单仓、单线、单场景跑通，验证后再逐步扩展。

人员转型

搬运工转岗 AGV 运维与数据质检，实现人机协同。

依托二十余年软件研发与行业交付积淀，公司提供从咨询规划、系统实施到运维运营的全生命周期服务；CMMI3 级软件成熟度管理体系保障交付质量，模块化产品设计支持功能按需扩展、系统持续进化。

CHAPTER 12

12 关于我们

河南省 863 软件孵化器有限公司成立于 2001 年 9 月，是由国家科技部批准组建的软件专业孵化器，负责国家 863 中部软件园的建设与运营，致力于发展河南软件产业、增强信息产业创新能力和国际竞争力。公司深耕软件研发与行业数字化交付二十余年，为仓产智配云提供产品研发、实施交付与运维支持。



图 12　国家 863 中部软件园

园区占地面积 133 亩，总建筑面积 12.9 万平方米，其中可自主支配的孵化场地总面积 1.59 万平方米。经过二十余年的发展，公司建立了完善的产学研合作与国际科技合作体系，形成了"创业苗圃 + 孵化器 + 加速器 + 产业园区"的科技创业孵化链条，并在软件测试、软件过程改进以及大数据、人工智能技术等方面形成了专业化、平台化的特色服务能力。

资质与荣誉

类别	资质与荣誉
国家级	软件专业孵化器（国家科技部批准组建） · 首批国家技术转移示范机构 · 郑州（国家）现代服务业软件产业化基地
省级	河南省科技企业孵化器 · 河南省新型显示和智能终端产业重点园区 · 河南省软件与信息技术服务业国际科技合作基地 · 河南省物流软件工程技术研究中心
平台与认证	CMMI3 级国际认证 · 863 软件评测实验室（CNAS 国家认可） · 移动互联网软件测试云服务平台 · 企业精准营销商机大数据服务平台 · 郑州市大数据企业

地址：河南省郑州市高新技术产业开发区翠竹街 6 号国家 863 中部软件园 | 服务热线：0371-60937025

附录 A：指标口径说明

指标	口径与来源
拣选效率提升 2–3 倍	对比传统＂人找货＂人工拣选模式，基于已交付项目实测
人工成本降低约 40%	全厂物流环节综合口径（多项目均值）；单一拣选配送场景可达 60%–80%
库存准确率 99.9%+	账实相符率（账面库存与实物一致的比例）

指标	口径与来源
拣货准确率 99.97%	拣选作业 SKU 与数量正确率
发货差错率 <0.01%	发货环节错发、漏发比例
设备利用率提升 15%–20%	已交付项目均值，因项目基线不同而异
单 Hub 百台级多机型混编调度	设计容量指标，经公司实验室压测验证

统一说明：除另有注明外，文中经营效果指标均来自公司已交付项目的脱敏运行数据汇总、方案测算及实验室测试。指标按同口径进行上线前后对比；项目数量、统计周期和原始记录以公司项目台账、验收报告及运行报表为准。不同项目因规模、设备配置、班次与初始水平不同而存在差异，文中区间为项目均值或典型实测范围，不构成单一项目承诺。

免责声明：本白皮书中的数据来源于公司已交付项目实测统计及内部测算模型，实际效果因客户业务规模、现场条件与实施方案而异；文中客户名称均已脱敏。本白皮书内容不构成任何要约或承诺，产品功能与参数以正式合同及最新版本文档为准。相关资质与荣誉以公司最新有效证书和正式资料为准。

让仓库与产线同频

FRXact 仓产智配云

SMART FEED & RETURN

河南省 863 软件孵化器有限公司

FRXact 仓产智配云 产品白皮书 V1.0 · 2026

商标声明：FRXact、仓产智配云均为河南省 863 软件孵化器有限公司申请注册的商标。