

# 汽车智能仓储实施方法研究及应用

李洪茹<sup>1</sup> 付岩<sup>2</sup>

1. 北京福田戴姆勒汽车有限公司 2. 北京新能源汽车股份有限公司北京分公司

**摘要:** 围绕汽车智能仓储实施所必需的业务流程、业务数据、软件基础以及硬件设施 4 个维度, 介绍了适用于所有整车企业智能仓储实施的条件, 并利用某商用车动力总成车间智能仓储实施案例展开介绍了智能仓储建设实施步骤。最后提出了通过智能仓储实施带动供应商库存协同管理、精准配送等场景升级, 最终实现供应链可视化的展望。

**关键词:** 汽车供应链; 智能仓储

## 0 前言

随着汽车零部件种类愈加复杂多样, 加上大规模个性化定制生产模式的出现, 对整车企业的仓储管理提出了更高的要求和挑战。在汽车智能仓储中, 利用仓储场地及物流设备, 基于整车企业对仓储管理的需求, 应用智能仓储管理系统, 实现汽车所需零部件物料的卸货收货、储位推荐、入库搬运、储存作业、库存管理、盘点作业、生产订单处理、分拣作业、出库搬运、上线配送和结算管理等执行过程的智能化, 提升作业效率和仓储管理水平。

## 1 智能仓储实施条件

智能仓储实施需要具有清晰的业务流程、完整的业务数据和适配的软硬件设施。

### 1.1 清晰的业务流程

智能仓储是汽车供应链体系中的业务流程之一, 与供应链内的其他业务有着密切的业务联系和数据关联。在实施智能仓储前, 应对现有的业务流程进行系统性梳理和必要性评估, 实现流程规范化、标准化和简洁化。

### 1.2 完整的业务数据

智能仓储业务流程所产生的数据, 与其相关联的业务数据, 均应具有数据库、数据分析平台等数据存储和数据处理系统, 以支持仓储管理实时监控和智能分析。仓储管理涉及来料卸货送检、收货入库、储位管理、厂内仓储、分拣出库和上线配送等仓储运营全流程, 相关业务的数据计算受到生产计划、物料需求计划、零件设计变更、生产进度和财务统计等关联业务影响, 因此智

能仓储的实施需要关联业务的数据基础, 如表 1 所示。

### 1.3 基本的软件基础

智能仓储运行是通过智能仓储管理系统来实现库存管理、物料追踪、任务调度优化和设备协同等功能。智能仓储管理软件可以选择企业自研、采购外部成熟软件和自研与外采组合 3 种模式, 其优缺点对比如表 2 所示。

### 1.4 必要的硬件设施

智能仓储能够应对库存风险、生产进度及设备故障等异常进行物流任务自适应管理。因此硬件主要包含数据采集终端、网络环境硬件和物流设备三方面, 能够实时或者周期性采集工厂生产管理系统数据、具有与现场物流自动化设备系统对接能力, 在出现网络通信故障时, 具备数据备份和手工系统补录的功能, 其硬件内容如表 3 所示。

## 2 智能仓储实施

本商用车动力总成智能仓储项目应用于某商用车整车企业新工厂, 在原有工厂物流管理模式转型基础上, 结合我公司工业 4.0 战略规划, 新工厂采用智能仓储管理系统实现仓储管理过程智能化, 实现智能仓储的全方位信息透明可视、数据集成以及供应商协同, 建设智能化仓储响应动态的应用场景、适应定制化高柔性制造模式。

### 2.1 项目规划

根据业务痛点分析, 该项目对动力总成车间物流业务进行流程再造, 通过实现信息系统与智能设备联动, 实现仓储管理智能化、提升运营效率。发动机动力总成车间智能仓储项目总体规划如图 1 所示。

表 1 智能仓储实施所需关联业务数据

| 序号 | 数据类型 | 数据内容                                                     |
|----|------|----------------------------------------------------------|
| 1  | 基础数据 | 零件物料清单 BOM、生产计划、生产出勤制度、物料变更信息、包装信息、终端设备地址信息、用户信息和权限管理信息  |
| 2  | 工艺数据 | 车间工艺布局、工艺路线、生产节拍、零件装配工位和零件单车用量                           |
| 3  | 仓库数据 | 零件物料属性、仓库层级、仓库地址、卸货地址、发运地址、配送地址、储位地址、储位容量、零件与储位关系和物流作业路径 |
| 4  | 库存数据 | 仓库库存数据、线边库存数据、在制库存数据、成品库存数据、库存修正信息、不合格品信息、工废料废信息和在途库存数据  |
| 5  | 任务数据 | 物流提前期、岗位作业节拍、作业频次、工作日历、物料移动路线和作业岗位及人员                    |
| 6  | 报工数据 | 工单信息、报工信息、实际完成数量和实际完成时间                                  |
| 7  | 规则数据 | 零件物料变更规则、储位分配规则、任务分配规则、优先级规则、特殊零件物料质保期规则和用户权限规则等仓储相关规则   |

表 2 智能仓储软件实现技术路径

|    | 企业自研                                      | 外部采购                                 | 自研与外采组合                              |
|----|-------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 优点 | 可针对业务特殊需求定制开发，完全符合业务需求<br>不受合同周期限制，灵活控制进度 | 不需具备开发能力<br>可大量借鉴其他企业成熟经验            | 涉及核心部分自研<br>可大量借鉴其他企业成熟经验<br>周期、成本可控 |
| 缺点 | 需进行大量对标<br>无法重用其他企业失败经验<br>新数字化技术应用没有成熟经验 | 需专家把关进行验收<br>上线后应用推广有一定风险<br>费用高、周期长 | 对合作对象合作能力要求较高<br>需大量沟通、协调            |

表 3 智能仓储实施所需硬件设施

| 序号 | 设备类型   | 设备功能      | 设备内容                                            |
|----|--------|-----------|-------------------------------------------------|
| 1  | 数据采集终端 | 传感器设备     | 温度传感器、湿度传感器、压力传感器和光强度传感器等                       |
|    |        | 图像语音采集类设备 | 摄像头、传声器和机器视觉工业相机等                               |
|    |        | 定位类设备     | UWB 室内定位器等                                      |
|    |        | 标签类设备     | RFID 标签 / 电子纸、RFID 读取器和二维码 / 条形码系统              |
|    |        | 终端类设备     | PDA 数据采集器、激光扫描枪、灯光拣选装置、叉车工业车载屏、智能穿戴设备和可编程逻辑控制器等 |
| 2  | 网络环境硬件 | 网络环境硬件    | 无线 AP、工业协议网关、路由器、交换机、服务器和防火墙等                   |
| 3  | 物流设备   | 存储设备      | 单元化器具、立体库货架、穿梭车、提升机、输送机、RGV 小车和堆垛机器人等           |
|    |        | 拣选设备      | 多轴拣选机器人、自动打包机器人和安东拣选系统等                         |
|    |        | 移载设备      | 电动叉车、牵引车、叉取机器人、料箱机器人、潜伏机器人和移载重载机器人等             |
|    |        | 辅助设备      | 充电设备、安防监控设备等                                    |

(1) 需求拉动：当动力总成车间内生产线边有零件供给需求时，相关供给信息直接发送给物流设备及库内集配人员，完成零件的集配作业，设备开始供给任务。

(2) 设备选型：从功能性、安全性、便利性、成熟性和经济性 5 个方面完成对符合要求的设备选型，挑选综合得分最高的物流设备。

(3) 系统功能架构设计：根据仓储管理业务流程进行智能仓储管理系统功能架构设计，将实际业务逻辑体现在系统数据流中。

(4) 整体方案设计：多台设备能够自动选择最优路径，优化人员作业时的供给距离，确保设备投入数量最优。形成信息流、设备选型和设备路径规划最优方案。

(5) Demo 测试验证：方案锁定后在 Demo 测试环

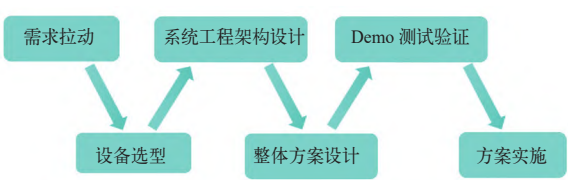


图 1 发动机动力总成车间智能仓储项目总体规划

境中进行系统集成测试、第一次验收测试、内部单元测试和第二次验收测试，同时开展相关用户培训。

(4) 方案实施：业务流程和设备选型等方案确定后，进行软硬件导入、开展项目实施工作。

2.2 业务流程梳理

智能仓储管理系统需与 QMIS、SAP、SRM 和 MES 等系统进行业务数据交互，根据业务内容梳理出

3大核心管理流程，分别是原材料收货管理、原材料仓储管理以及原材料拉动管理，如图2所示。

(1) 原材料收货管理：由智能仓储管理系统计算缺料信息，缺料信息经过 ARM 和 SAP 系统传递给供应商，供应商依据缺料信息进行备货送货。物料到货后在智能仓储管理系统上读取 ASN 信息并依据检验策略传递给 QMIS 系统，IQC 判定后将可用库存信息传递给智能仓储管理系统。智能仓储管理系统依据反馈信息和实物进行收货。收货操作完成后根据入库路径和仓储能力进行入库操作。

(2) 原材料仓储管理：在完成入库后，系统对原材料进行仓储管理操作，包括库存管理、盘点、交易细节查询、库存提前预警和输出库龄报告等。当 MES 产生库存变化时信息传递给智能仓储管理系统触发物料拉动，系统依据拉动信息进行物料拣配、发运及装载操作。

(3) 原材料拉动管理：系统完成仓储发运操作后依据拉动路径、拉动订单，选择拉动模式生成不同配线任务，执行配线操作，配线任务完成后系统数据会传递给 MES 进行库存移动。

### 2.3 软件/平台架构

本智能仓储管理项目通过传感网络、终端设备、通信网络和系统平台，对终端获取数据进行智能化判断、决策，并将结果反馈终端，指挥终端设备和操作者作业，系统架构如图3所示。

(1) 功能层：包含收货管理、仓储管理和拉动管理3大核心管理流程，同时具备包装管理、变更管理、集

装箱管理与交互系统对接功能。

(2) 基础数据层：底层逻辑分为数据管理、系统管理两部分。数据管理用于实现供应商数据、零件基础信息、BOM 以及包装信息等基础数据管理。系统管理从系统控制角度实现账户管理、授权管理、角色管理、接口管理和日志管理等功能。

(3) 报告层：根据业务运营及管理监控需求，报告层可实现订单计划报告、库存报告、表现报告和预警报告等。订单计划报告包括订单查询报表、订单状态报表。库存报告包括库存查询报告、历史记录报告。表现报告包括订单表现、库存表现报告。预警报告包括订单 BOM 预警报告、库存缺料预警报告等。

业务管理者进入系统响应模块，可根据关键字一键生成所需报表，并可以导出不同格式的数据。同时，系统可定时向管理者发送业务报告，通过 OA、企业微信等方式传递关键信息。

### 2.4 硬件应用

动力总成车间智能仓储项目是在新建配套设施较好的车间内，车间建设初期已预留必要的物流终端设备所需的基础设施、地面平整度等要求。因此该项目硬件应用主要是用于数据采集、网络环境和终端执行设备方面，硬件应用如表4所示。

## 3 智能仓储实施收益

本商用车动力总成智能仓储案例的实施，实现了多项收益。

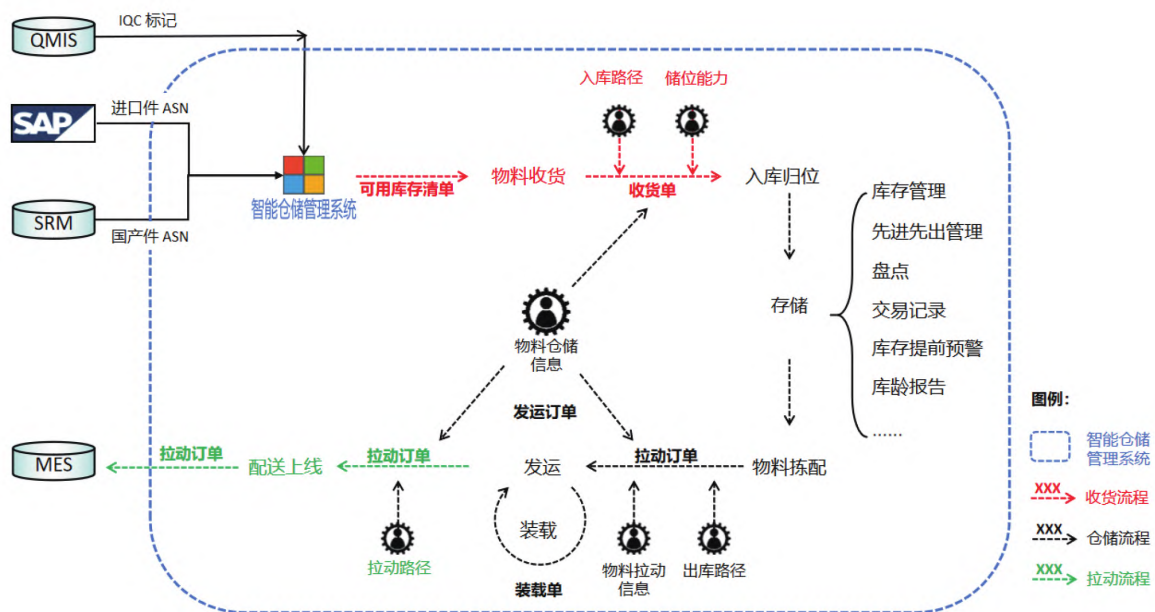


图2 动力总成车间仓储业务流程

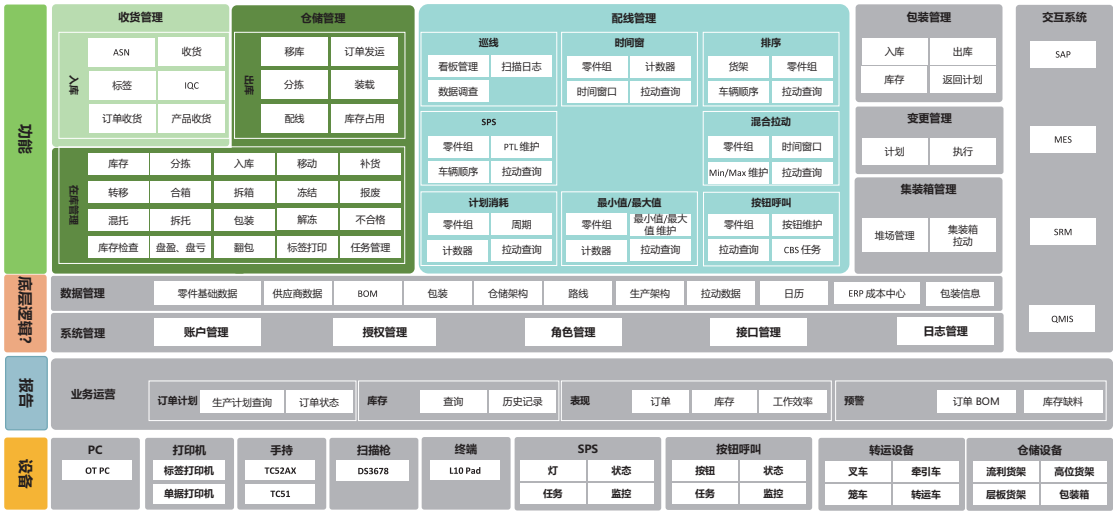


图 3 动力总成车间智能仓储管理系统架构

- (1) 提高仓储作业能力：应用智能仓储管理系统提高了原材料出 / 入库效率，提升了收货能力、入库能力和分拣能力，本项目实施后相对老工厂数据对比如表 5 所示。
- (2) 优化库存周转率：提供精确的库存预测和补货建议，库存周转率由 10 次 / 月提升至 15 次 / 月。
- (3) 实现端到端可视化：实现端到端各环节数据可

视化，提高整体响应速度，实现物料领用、预留、盘点及分拣等库存资产在线账务协同处理，库存准确率提高至 97% 以上。

(4) 提高仓储操作准确性：减少了人为因素导致的错误和疏漏，作业准确率提高至 96% 以上。

(5) 从传统的依靠经验管理转变为依靠数据分析的精细化管理，从事后分析转变为实时监控，加速资金周转，提升供应链响应速度。

表 4 动力总成车间智能仓储项目主要硬件应用列表

| 硬件类型   | 设备名称             | 规格型号                                 |
|--------|------------------|--------------------------------------|
| 数据采集   | 二维数据采集终端         | PTL-SRE                              |
|        | 激光打印机            | HP M405n                             |
|        | PC 机柜            | TS.6832<br>600 cm × 800 cm × 1655 cm |
| 网络环境   | 工业智能网关           | 至强 Xeon- 银牌                          |
|        | 无线 AP            | 华为                                   |
|        | IOT 设备网络点        | /                                    |
| 终端执行设备 | 工控机              | I7-4790/8GB/1TB                      |
|        | 显示器              | 1920 × 1080 × 22"                    |
|        | 打印机              | ApeosPort-VII P5021                  |
|        | 手持终端             | RFBUS-SRAN300                        |
|        | SPS 料车           | 定制                                   |
|        | 料车地面导轨           | 定制                                   |
|        | 扫描枪              | Honeywell 1900GSR                    |
|        | Call-Button 呼叫按钮 | OMINI-ID®iew 3 & View 4              |
|        | 流利货架             | 定制                                   |
|        | 高位货架             | 定制                                   |

表 5 智能仓储管理系统提升仓储作业能力

| 仓储作业能力 | 老工厂       | 新工厂       |
|--------|-----------|-----------|
| 收货能力   | 30 车 / 天  | 50 车 / 天  |
| 入库能力   | 50 托 / h  | 80 托 / h  |
| 分拣能力   | 200 单 / h | 300 单 / h |

4 结语

智能仓储的落地实施，能够促进物流业务各环节协作、规范物流管理秩序、提高仓储管理效率、节省劳动力和库存空间。智能仓储是汽车数字化供应链的重要环节，通过智能仓储实施可以带动供应商库存协同管理、精准配送和可视化供应链的落地实施，增强企业的市场竞争力。

参考文献

[1] 张军，张华伟．新能源整车个性化定制对供应链的挑战及对策[J]．装备维修技术，2023(6): 4-8.

[2] 工业和信息化部办公厅 国家发展改革委办公厅 财政部办公厅 国务院国资委办公厅 市场监管总局办公厅．关于开展 2023 年度智能制造试点示范行动的通知．工信厅联通装函〔2023〕212 号．2023 年 7 月 28 日．

[3] 付岩，王利刚．基于 2023 年度智能制造示范工厂揭榜单位和优秀场景名单的汽车智能制造场景研究[J]．汽车文摘，2024(8): 56-62.