

军工企业智能物流系统研究

金航数码科技有限责任公司 梁杰

摘要：随着新一轮工业革命的到来，德国“工业 4.0”、“中国制造 2025”等政策的发布及实施，智能制造已成为各国争夺制造业新制高点的核心，而智能物流是连接供应和生产的重要环节，是实现智能制造的基石。本文从智能物流发展趋势及核心，国内智能物流及军工行业物流问题出发，结合物联网、CPS、物流互联网、大数据等先进技术，为军工企业智能物流系统及建设提出了完整的体系架构及实施路线，以全面支撑军工企业智能制造的实现。

关键字：CPS、物联网、智能制造、智能物流

一、引言

关于智能物流，具有普遍意义的定义是指借助现在信息技术手段，如射频技术(RFID)、全球卫星定位系统(GPS)、通用无线分组业务(GPRS)、地理信息系统(GIS)、条码技术、无线传感技术、网络技术等，将物流活动过程中的作业环节、作业过程、附属管理等进行集成，使系统具有学习、推理判断和自行解决物流中某些问题的能力。

随着物联网、云计算、大数据、移动互联网等现代信息技术在物流领域应用的深入，现实物理世界的物流实体运作与网上虚拟的物流信息开始了全方位融合，现代物流进入了 4.0 时代。国内相关专家已开始了物流 CPS 研究，并提出了由控制中心、云计算中心、物流物理网络组成的体系结构，但具体系统如何实现到目前为止仍无落地案例。且智能物流是“工业 4.0”的核心主题之一，在工业 4.0 智能工厂的框架内，智能物流是连接供应和生产的重要环节，也是构建智能工厂的基石。智能单元化物流技术、自动物流装备以及智能物流信息系统是打造智能物流的核心元素，智能制造与智能物流融合是未来的大趋势。中航工业信息技术及先进理念研究一直走在国内军工企业前列，已经制定了智能制造框架及实施路线，并将智能物流作为实现智能制造的核心，

智能物流未来需向“数字化、网络化、智能化”方向发展，实现业务过程“动态感知、实时分析、精准执行、智能决策”。

二、系统架构设计

1. 总体架构

未来智能物流系统以物联网、物流互联网、CPS 技术为核心，构建物流 CPS 系统，核心由计算、通讯、控制三个要素组成。而智能物流系统内部又由不同的异构 CPS 组成，从而从整体到部分均实现对于物理世界的感知、处理、决策和反馈。计算单元由相应系统及软件组成，通讯单元由物联网、企业内网、物流互联网组成，控制单元由相应的通讯服务、流程引擎、传感器、驱动器组成。总体架构如图 1 所示。整个架构覆盖企业、价值链两个维度。

控制执行层：主要包括与生产设备向对应的搬运机器人、机械手、AGV、物流配送设备等下料执行及传输设备，相应的嵌入式软件、生产现场工业物联网，共同组成控制层的物流执行 CPS 系统。实现下料状态、设备状态动态感知、实时监控，精准下料，信息及时采集分析，规则自动匹配、问题及指令自主决策。

生产管理層：主要包括生产下料管理、智能生产物流

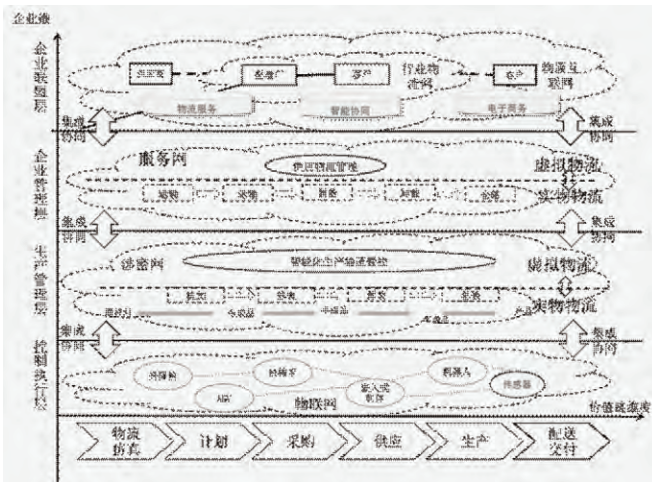


图1 智能物流系统总体架构

管理、物流运输等系统，消息通讯、数据传输、生产监控等设备，企业内部生产涉密管理网，共同组成生产管理层的生产物流 CPS 系统。实现物料状态、物流设备状态、物流故障实时监控、动态感知，物料、任务、故障实时分析，物流任务、管控指令精准执行，物流配送、作业调整、作业状态实时报警、自主决策。

企业管理层：由物流运输、仓储、搬运和配送等设备，相应系统及管理物联网，共同组成企业管理层的采购供应物流管理 CPS 系统。实现采购状态、运输状态、订单状态实时监控、动态感知，供应成本、供应效率、资源分布实时分析，物流任务、资源配送、物理出入库精准执行，物流调度、物流问题、供应需求自主决策。

企业联盟层：由企业之间的物流服务、物流智能协同、电子商务等系统，即时通讯、移动通讯、卫星定位等设备，基于互联网的物流互联网，组成企业联盟层物流联盟 CPS 系统。实现物流资源、环境状态、供应商、供应链动态感知，物流配送、物流调度、物资出入库、供应链精准执行，资源分布、交通状态、物流成本、供应商和第三方物流等实时分析，实现物流资源及信息的集成、共享、分析优化及动态决策。

2. 业务架构

参考《ISA-95 标准》、美国《智能制造系统现行标准体系》、《中航工业智能制造参考模型框架》，结合军工行业业务范围，建议未来智能物流业务包括价值链、生产生命周期两个维度。如图 2 所示。

在价值链维度，需覆盖产品未来生产物流设计、物流

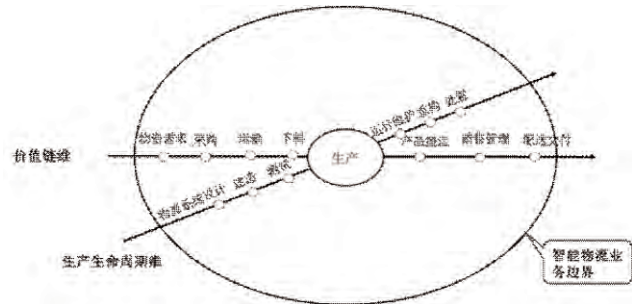


图2 智能物流系统业务边界

仿真、物资采购、运输、搬运、仓储、生产加工、包装、配送交付整个价值链过程；从生产生命周期维度，需要考虑生产所对应的物流系统设计、仿真、建造、测试、运行维护、重构及处置。同时需实现与工程设计、生产计划、物资采供、生产管理、制造执行、质量管理、销售交付等相关业务高效协同。

3. 应用架构

应用架构由物流基础应用、控制执行层应用、生产管理层应用、企业管理层应用、企业联盟层应用、物流标准体系、信息安全体系七部分构成，如图 3 所示。

物流基础应用为其它各层的基础应用支撑，包括条码管理、电子门禁、流程引擎、电子地图、卫星定位、短信通知等公共子系统及应用。

控制执行层应用主要支撑企业生产物流操作执行业务，包括立体仓库、AGV、自动传输、物料定位、等子系统及应用。

生产管理层应用主要支撑企业生产物流管理业务，包括物流计划管理、仓储管理、生产管理、缓存管理、智能配送、统计查询、智能分析及决策等子系统及应用。

企业管理层应用主要支撑企业管理层物流业务，包括智能仓储、智能车辆、智能配送、智能装卸、物流仿真优化、智能分析及决策等子系统及应用。

企业联盟层应用主要支撑企业与行业内部、外部单位直接等之间的物流服及协同业务，包括物流服务、智能协同、电子商务、移动物流等子系统及应用。

物流标准体系为支撑物流应用的技术、管理及应用标准，是支撑物流系统开发、应用、业务协同的基础保障。

信息安全体系为支撑物流应用的技术、管理、应用等安全技术及标准，是确保物流系统安全运行、物流数据资产安全的基础保障。



图3 智能物流系统功能架构

同时，必须通过物流基础、控制执行、生产管理、企业管理、企业联盟各层内部应用、各层之间应用及与其它相关系统全面集成，实现业务智能协同。

4. 技术架构

系统采用 SOA 架构，通过组件化、服务化可以根据不同的企业需求，灵活构建所需要的智能物流系统，技术架构如图 4 所示。

整个架构由物流设备、技术支撑、云数据中心、组件池、应用服务、物流技术标准、信息安全技术其部分组成。

物流设备是智能物流实现的基础，包括拆码垛机器人、机械手、传感器、AGV、车辆、传输系统、通讯设备等物流所需的硬件及自动化设备组成。

技术支撑是实现智能物流的核心技术，包括条码、RFID、GPS、GPRS、GIS、大数据和传感技术等核心技术。

云数据中心是实现物流数据存储、分析，CPS 智能计算的核心，未来需要采用云技术，建立与数据中心，对外提供数据服务，建立云计算中心，对外提供计算服务。以满足物流数据及 CPS 计算量大、效率高等要求，

组件池是支撑所有业务应用的功能组件中心，报告运输管理、物资跟踪、路径优化、仓储管理、车辆管理、数据采集等各种服务化、标准化应用组件，对外提供标准化业务服务，以支撑未来企业智能物流系统灵活配置、动态调整，构建灵活的物流 CPS 系统。

应用服务则是基于不同企业、不同业务需求，构建的不同层面的物流应用，以实现对不同企业不同层面业务的全面支撑，实现物流业务的智能化。

物流技术标准指支撑智能物流系统实现所需的技术协议及技术标准。

信息安全技术指支撑物流系统及业务安全应用所需的信息、数据安全技术。

三、实施路线设计

建议未来物流系统建设按照基础阶段、互连阶段、半智能化阶段、智能化阶段四个步骤推进。在基础期，以控制执行层智能物流控制系统及设备建设为核心，加大条码、RFID 技术推广应用，建立智能仓库，引入 AGV、物流传



图 4 智能物流系统技术架构

输设备，建立与生产相匹配的智能物流控制及传输系统、物料追溯及监控系统，实现生产物流执行的数字化、智能化。在互连阶段，以生产管理层生产物流管控系统为核心，实现生产物流系统与控制执行层物流系统，制造执行、视频监控、采购供应、质量管理等相关系统的高效集成互联，实现生产物流相关业务高效智能协同。在半智能化阶段，以企业管理层物流管理系统为核心，加大 GIS、GPS、大数据、物流仿真等技术应用，及与企业管理层系统的全面集成。初步建立物流数据中心，建立物流数据分析及决策应用，初步建立企业智能物流体系。在智能化阶段，构建基于企业联盟的智能物流应用，实现行业标准统一，环境高度智能，实现所有物品的覆盖，远程感知和控制，形成完整智能物流运作体系。

建议军工企业十三五期间物流建设以基础和互联阶段为核心，基础条件较好的企业可以向半智能化阶段迈进。

四、结语

随着“中国制造 2025”的发布实施，智能制造的规划及落地建设已迫在眉睫，智能物流系统作为实现智能制造的

基础支撑，加强规划、研发及建设已经刻不容缓，本文以军工行业智能制造落地为目标，为智能物流系统及建设提出了完整的体系架构及实施路线。未来军工企业物流系统建设应以数字化、网络化、智能化为方向，结合企业实际，突破理念、思维及行业局限，加大物联网、赛博物理系统（CPS）、大数据、物流互联网等先进技术的推广应用，对标先进、提升实效，构建适合企业自身的智能物流 CPS 系统，并实现与相关业务的深度融合，从而支撑企业逐步走向智能化。IM