

doi: 10.7690/bgzdh.2020.12.021

火炸药行业装药装配产线物料管理系统

王子烨¹, 李定刚², 张瀚铭¹

(1. 中国兵器装备集团自动化研究所有限公司智能制造事业部 四川 绵阳 621000;
2. 海军装备部, 北京 100000)

摘要: 针对部分传统火炸药行业装配生产线物料管理中存在的分类混乱、配送和物料需求计划与生产结合不紧密等问题, 对物料配送的流程进行了优化并对物料进行了精细化管理、使用数字化建模, 按原材料、制品、成品和危化品对物料进行分类, 将配送、物料需求计划和生产建立紧密的联系。结果表明: 使用物料管理系统后, 生产线物料管理流程清晰, 提高了物料配送和生产效率。

关键词: 火炸药; 装药装配; MES 系统; 物流管理
中图分类号: TJ55; TP315 **文献标志码:** A

Material Management System for Assembly Line in Explosive Industry

Wang Ziye¹, Li Dinggang², Zhang Hanming¹

(1. Department of Intelligent Manufacture, Automation Research Institute Co., Ltd. of
China South Industries Group Corporation, Mianyang 621000, China;
2. Navy Equipment Department, Beijing 100000, China)

Abstract: For some traditional explosive industry classification chaos existing in the assembly line material management, distribution and material demand plans and production are not closely connected, material distribution process was optimized and the material was managed precisely, use digital modeling, classify the material into 4 categories, including raw material, product, finished product and hazardous chemicals, and create closer ties among distribution, material demand plan and producing. The results show that after using the material management system, the material management process of the production line is clear, and the material distribution and production efficiency are improved.

Keywords: explosive; assembly; MES system; logistics management

0 引言

目前大部分传统火炸药行业装药装配生产线的物料库存管理仍停留在公司的 ERP 层面^[1], 没有一套独立的产线级别物料管理系统, 导致生产线的生产和管理人员仍使用 Excel 对物料信息进行管理^[2]。当产线上需要原材料时, 班组长向厂内库管员提出物料需求, 库管员通知司机配送的物料和地点信息。整体物流过程未实现闭环管理, 容易造成物料管理混乱和配送效率低下^[3]。

火炸药行业的装药装配生产线物料种类多且复杂, 国内使用的主流 ERP 系统大多只对原材料的仓储、采购、盘点等静态信息进行管理, 无法对生产过程中的物流过程进行动态管理^[4]。

为解决上述传统火炸药行业装药装配产线物料管理存在的问题, 笔者在为国内某火炸药工厂装药装配产线设计的数字化管控系统中, 通过设立单独的物料管理模块对物料静态信息和动态物流过程进行管控。

1 物料管理系统技术架构设计

1.1 开发环境

系统开发使用了以下开发工具和技术框架:
IDE: STS 3.9、JDK 1.8、Tomcat 8.0.15;
Web 应用开发框架: SpringMVC;
数据库: Oracle 11g;
中间件: MQTT、Redis。

1.2 数据采集层网络架构

图 1 是装药生产线数据采集层的网络架构。系统数据采集对象主要为物料的 2 维码、物流 AGV 小车的位置信息, 以及可识别员工 RFID 电子标签的防爆终端。物料的 2 维码在入库时根据物料批号和名称生成唯一的 2 维码, 在后续出库和配送等操作时, 通过扫码枪扫描 2 维码显示物料具体信息; 通过对接 AGV 小车的系统读取所有 AGV 小车的实时位置信息; 员工的 RFID 电子标签在员工用工卡刷防爆终端时进行采集。

收稿日期: 2020-07-26; 修回日期: 2020-09-12

作者简介: 王子烨(1996—), 男, 四川人, 学士, 助理工程师, 从事数字化管控系统研究。E-mail: 648991372@qq.com。

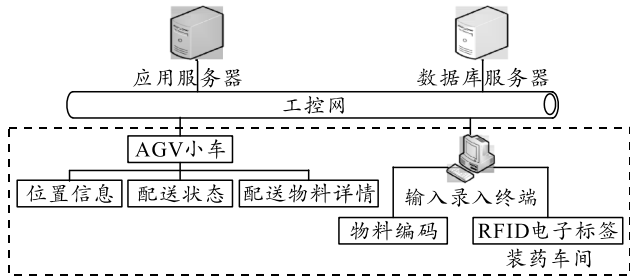


图 1 数据采集层网络架构

在获取数据后，应用服务器按照统一格式将数据保存在数据库服务器中，供上层软件使用。

1.3 系统架构

如图 2 所示，系统架构主要分为数据采集层、应用层和展示层。

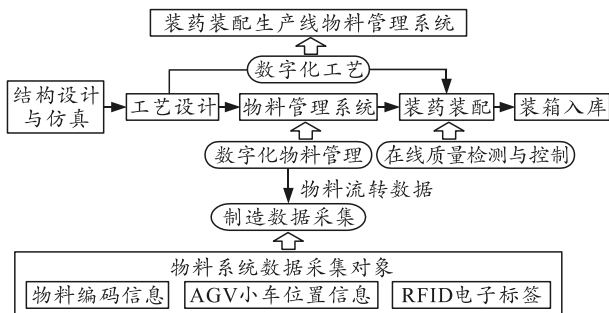


图 2 系统架构

数据采集层：采集主要对象为物料的 2 维码、物流 AGV 小车的位置信息，以及可识别员工的 RFID 电子标签的实时状态，将数据提供给上层进行数据存储、统计分析、运算以及展示。

应用层：应用层软件的开发基于 B/S 架构，主要包括数字化物料管理系统和生产管理系统。

展示层：展示层为物料管理系统提供给用户查看的前端视图。

2 物料管理系统功能研发

2.1 生产线数字化建模

为研究装药装配产线的物料管理技术，笔者首先基于装配生产线作业流程进行物料配送需求梳理，重点关注物料线边库库存管理、物料跟踪，排产后物料需求计划生成、运转，成品加工完成后的物料信息汇总、清点入库，物料类型分析，建立完善的信息数据模型。数据模型与产品 BOM、工艺配方、成品完成信息关联，以实现工厂模型全面管理，并在最大程度上提高车间生产效率，降低工序间转移时间及成本，增强物料流动率，来满足车间对物料管理的需要^[5]。

对生产线物料进行数字化建模，通过建立物料

数据库进行管理。主要建模对象包括属于非消耗品的直接物料(壳体)、可消耗的间接物料(TNT)、铝粉和功能助剂，其中直接物料与间接物料均属于原材料。如图 3 所示，对物料进行编码，做到物料的唯一性，对物料名称、库存、出库入库时间、位置、规格信息实现数字化管理。

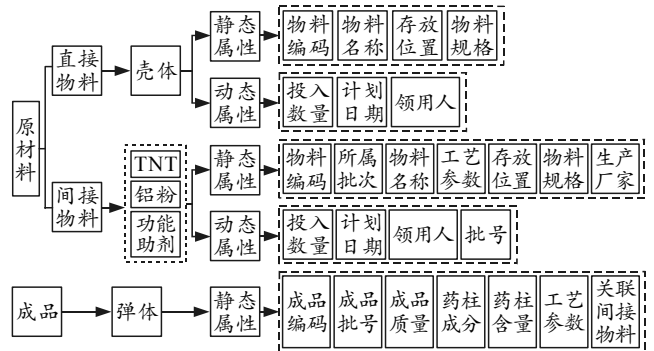


图 3 物料管理数字化模型

物料的静态属性包括在库房中存放时的库存编码、物料名称、存放位置、物料规格等信息，动态属性包括当生产计划下达后，随计划更新投入生产的数量、计划时间、投入工位等信息。原材料的静态属性包括物料编码、批号、此类物料投入生产的常用工艺参数、类型规格等。当装药工序完成后，根据产品 BOM 将原来材料的属性信息自动关联到成品中，成品信息包括各种原材料的静态属性(物料编码、批号、名称、规格等)和成品本身的静态属性(成品编码、成品批号等)。

2.2 物料分类精细化管理

装药装配产线物料的管理范围为原材料上线到装配完成，所以物料管理的对象为存入生产线线边库的原材料、生产过程中的在制品、装配完成后的成品。为实现物料的精化管理，物料分为原材料、在制品以及成品。如图 4 所示，对原材料库、在制品库和成品库进行数字化建模，明确不同物料与库房的存放关系。

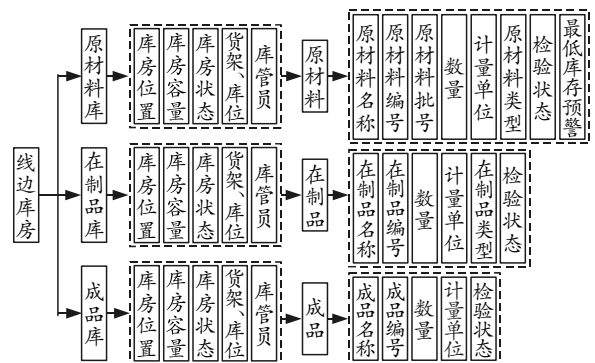


图 4 库房与物流数字化关系模型

2.2.1 原材料管理

在装药工房旁建立原材料线边库，实现装配生产线上原材料的临时暂存管理，主要功能包括原材料二级库出库入库、线边库入库、原材料编码扫码等。业务流程如图 5 所示。

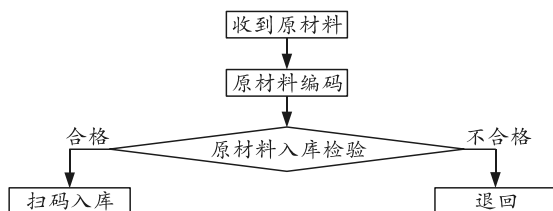


图 5 原材料入库业务流程

2.2.2 在制品管理

对在制品等重要物料采用单件管理，针对每件在制品的名称和批号生成 2 维码进行唯一身份标识，便于跟踪追溯。整条产线可通过扫码获得产品信息。每个工序后对应有相应的序后检验，与在线质量检测系统对接时，通过扫描 2 维码可查看检测参数和结果。

2.2.3 成品管理

成品管理模块包含出入库操作后形成记录、生成和打印成品的 2 维码，成品库存盘点，库存主账统计、查询和报表输出等数据分析功能，也可根据 BOM 对产品的原材料进行反向追溯。

2.2.4 危化品管理

由于火炸药行业的特殊性，需要将危化品单独区分出来建立一套自己的管理规则，对危化品实行单件管理和特殊管理。对危险爆炸品的分布、实时库存数量、出入库情况、现场流转进行全生命周期的跟踪管理，在危化品跟踪的页面可以查到危化品所有的详细信息。

同时，按物料、使用者、产品等多个维度对危险品的使用情况进行分析和监控，使得危险爆炸品的状态完全受控。同样多维度制定出对应的危化品预警规则，当危化品出现使用上不合规的操作时，能根据预警快速发现问题并且及时追溯到问题根源，以避免相同问题重复发生。

随着时间的推移，危化品分析模块能积累一定规模的数据，可结合大规模的数据模型进行不同维度的数据分析，得出可信度更高的结论。

2.3 物料需求计划管理

物料需求计划是生产管理系统和物料管理系统的连接点，当排产结束后，根据生产任务所需要的

产品种类和数量并结合产品 BOM，计算出所需要的原材料以及在制品的类型和数量。

所有的配送任务都是基于物料需求计划产生，既便于库管员清晰地查看物料需求计划的配送详情和完成进度，又便于通过配送任务去追溯物料需求计划。

2.4 物料配送任务管理

在使用数字化管控系统对物料进行管理之前，工厂组织生产时由车间操作者按照材料定额领取当班所需物料，并在库房进行分零。这种原始领料配送方式准备周期长，操作者易错领或错用物料，且间断式的人工操作导致产线生产不连续。

目前，物料会按配送过程实现了在安排生产任务后，根据装配工艺，产品 BOM 与模型通过物料管理系统进行关联，物料管理系统自动向模型中添加动态属性，并通知库房进行物料准备，将各类物料按时保量配送至指定工位。生产结束后，间接物料的各类属性和生产过程中的部分工艺参数汇聚至直接物料的属性中，形成成品模型的属性，实现产品物料的可追溯和物料流向的精益管理。物料配送过程如图 6 所示。

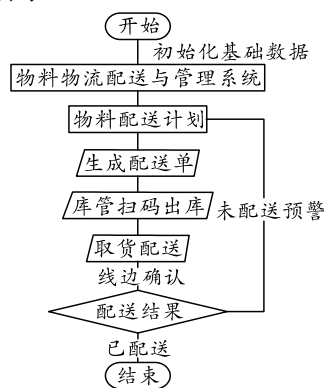


图 6 物料配送过程

生产现场采用推拉结合的物料管理模式。生产过程中，实时监控装配车间现场的物料需求，当装配过程中出现报废或插单情况需要补料时，可以在现场进行叫料，库房接到通知后及时响应并按需配送，实现物料拉动配送，提升物流管控的智能水平。

生产配送管理的工作主要由调度员、配送员和库管员共同完成。调度员接收生产车间发起的叫料申请，安排配送员和库房调度，最后将物料配送到指定的工车间。生产配送管理流程如图 7 所示。

生产配送管理主要供操作(车间)工人、物料调度员、配送员、库管员使用。用例如图 8 所示。

主要功能有物料配送任务管理、物料检查、物

料配送执行、领料收货确认、物料配送统计。

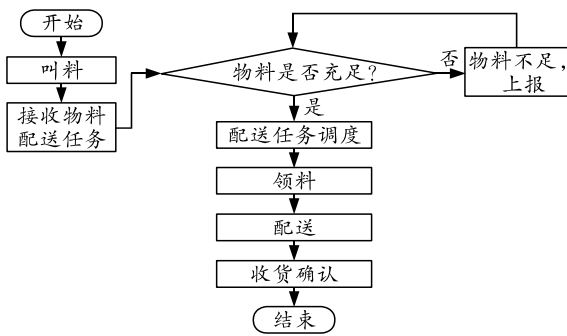


图 7 生产配送管理流程

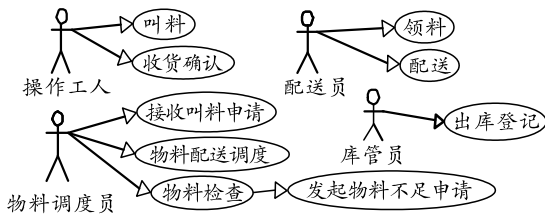


图 8 生产配送用例

3 结束语

经过物料管理系统的正式使用，工厂内部二级

(上接第 88 页)

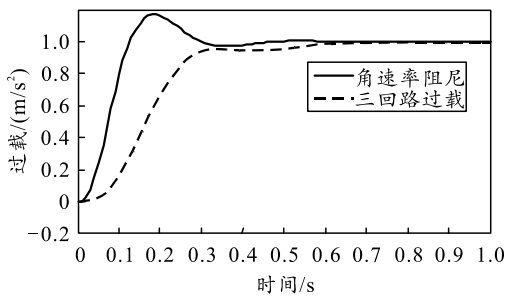


图 7 质心后移时阶跃响应

4 结论

笔者分析了对静稳定性变化对角速率单回路和三回路过载 2 种方案下弹体稳定回路的影响，得到三回路过载方案下弹体稳定回路鲁棒性更强的结论。导弹在生产装配过程中对质心位置的调整至关重要，往往会占用较多时间，不利于大批量快速生产。分析结果表明：该研究一方面可以在总体方案设计时为气动设计提供参考，另一方面也为装配工艺中质心位置要求提供依据。

参考文献：

[1] 朱倪瑶, 张波. 静稳定性超音速飞机的不足及应对措施[J]. 科技创新与应用, 2019(31): 135-136.

[2] 冯小刚, 李俨, 崔永青. 民机放宽静稳定性的研究[J].

库的日常管理比以前更加一致有序、易于维护。库管人员和配送人员反映工作流程更加简洁，工作效率也得到提高。使用危化品跟踪和预警后，危化品管控力度进一步加强。

从长远角度来看，物料管理系统的使用既减少了人力成本，又给管理决策层提供了有价值的信息，产生了一定的经济效益。

参考文献：

[1] 尹猛, 徐志刚, 贺云, 等. 刚柔耦合下战斗部自动装药装置的优化设计[J]. 兵工学报, 2018, 39(2): 411-416.

[2] 刘哲, 尹猛, 徐志刚, 等. 战斗部自动装药装置及其横梁的优化设计[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2018(3): 34-37.

[3] 岳超. 战斗部自动装药装置设计及关键技术研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2017.

[4] 丁文祥. 数字革命与竞争国际化[N]. 中国青年报, 2000-11-20(15).

[5] 祁建山, 谢后晴, 陆伟, 等. 一种铁路用工区级智能物料管理系统设计[J]. 中国科技信息, 2020(5): 100-101.

电子设计工程, 2013, 21(19): 118-119, 122.

[3] 李立, 白俊强, 郭同彪, 等. 考虑放宽静稳定度的民用客机气动优化设计[J]. 航空学报, 2017, 38(9): 208-221.

[4] 王超伦, 薛林. 导弹气动性能对弹体响应特性影响分析[J]. 现代防御技术, 2016, 44(6): 174-180.

[5] 樊会涛, 杨林冲. 无控火箭弹弹道失稳机理研究[J]. 弹道学报, 2018, 30(4): 1-6.

[6] 唐胜景. 导弹静稳定度动态变化范围研究[J]. 北京理工大学学报, 1999(6): 678-681.

[7] 吴文杰, 朱鸿翔, 张秀英. 导弹静稳定度设计的一个经验法则[J]. 兵工学报, 1999(1): 79-82.

[8] 刘军, 王正平, 谭林林. 导弹静稳定度对弹射式导弹发射特性影响研究[J]. 火箭与制导学报, 2009, 29(2): 102-104.

[9] 封普文, 曹林平, 曹俊杰. 无人机配载弹射式导弹静稳定性分析[J]. 火力与指挥控制, 2012, 37(6): 116-118.

[10] 方海红, 庄凌, 董春杨, 等. 一种确定火箭弹静不稳定性边界值的方法[J]. 导弹与航天运载技术, 2016(1): 77-80.

[11] 郭正玉, 梁晓庚, 张亚涛. 静不稳定导弹稳定回路简便设计法[J]. 火箭与制导学报, 2012, 32(3): 73-75.

[12] 杨延丽, 陈阳. 基于 μ 综合方法的导弹鲁棒自动驾驶仪设计[J]. 计算机仿真, 2019, 36(10): 75-78.

[13] PAUL Z. Tactical and Strategic Missile Design, second Edition[M]. Virginia: AIAA, Inc., 2006: 507-540.