

汽车零部件包装数据智能管理系统的开发与应用

巨杨妮^{1,2}, 于超^{1,2}, 谭磊^{1,2}, 张辉鲁^{1,2}, 付兆利^{1,2}, 闫玉^{1,2}

(1. 内燃机可靠性国家重点实验室, 潍坊 261000; 2. 潍柴动力股份有限公司, 潍坊 261000)

摘要: **目的** 为实现汽车零部件包装设计高效化、包装管理精益化及数据化, 开发一套零部件包装数据智能管理系统。**方法** 在对零部件包装设计 & 包装方案管理现状进行分析的基础上, 明确系统的开发目标, 即包装方案的数据化、BOM 化、版本化以及标准化, 并基于创建包装视图、重构零部件存储库、搭建相似包装方案重用逻辑、分类存储包装文档等方法, 开发智能管理系统, 并打通该系统与采购系统、工艺系统的数据接口, 实现全流程数据交互。**结果** 系统上线后, 零部件包装数据管理水平得到了有效提升。**结论** 所述包装数据管理系统作为支持企业迈向智能制造的底层数据管理方式是有效可行的。

关键词: 包装数据; 智能设计; 包装视图

中图分类号: TB487 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2018)23-0025-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.23.005

Development and Application of Intelligent Packaging Data Management System for Auto Parts

JU Yang-ni^{1,2}, YU Chao^{1,2}, TAN Lei^{1,2}, ZHANG Hui-lu^{1,2}, FU Zhao-li^{1,2}, YAN Yu^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Internal Combustion Engine Reliability, Weifang 261000, China;

2. Weichai Power Co., Ltd., Weifang 261000, China)

ABSTRACT: The work aims to develop an intelligent management system for component packaging data for the purpose of achieving high efficiency in packaging design of auto parts, and lean and digital packaging management. On the basis of analyzing the present situation of parts packaging design and packaging scheme management, the objectives of system development were specified, i.e. datamation, BOM, versioning and standardization of the packaging scheme. The intelligent management system was developed by creating a packaging view, rebuilding parts repository, building similar reconstruction logic of packaging scheme, sorting and storing the package documents and other methods, and was connected with the data interface of the procurement system and process system, so as to achieve the the whole process data interaction. Component packaging data management level had been effectively improved after the system went online. As the underlying data management method which supports enterprises to move towards intelligent manufacturing, the proposed packaging data management system is effective and feasible.

KEY WORDS: packaging data; intelligent design; packaging view

包装作业过程既处于零部件制造过程的末端, 又处于零部件物流过程的开端, 在汽车零部件流通过程中具有特殊的地位。随着智能制造、智慧物流^[1]等理念逐步被企业认可并得到实践, 作为衔接制造环节与物流环节的包装环节, 也面临着智能化改造升级的转型挑战。

1 汽车零部件包装现状及存在的问题

1.1 现状分析

受科技进步、排放升级、消费者需求日趋多元化等因素的综合影响, 汽车行业新产品、新机型的

收稿日期: 2018-08-03

作者简介: 巨杨妮 (1988—), 女, 工程师, 主要研究方向为零部件包装与缓冲防护等。

增量呈上升趋势,随之而来的新增零部件以几何级数增长。随着国内车企“走出去战略”的实施,海外建厂、海外生产逐渐成为打破贸易壁垒的重要举措^[2]。零部件种类多,且物流运输范围广成为零部件包装设计时需考虑的2个重要客观条件。基于上述现状,李杨等^[3]对零部件的包装类型进行了细化分类,即面向国内工厂的零部件入厂物流包装,面向海外工厂的整车打散(KD)出口物流包装,以及面向国内外服务站的售后备件物流包装,并且指出,由于流通过程(国内/海外)、终端用户(面向生产线的生产件/面向终端客户的备件)的差异,同一个零部件需要采用多种类型的包装方式。刘帅等^[4]从优化供应链的运作效率、降低运作成本的角度,提出针对大量零部件的包装设计,需建立包装式样模型、对同类型零部件设定最优包装、建立包装方案信息系统等建议。

1.2 主要问题

1.2.1 包装设计交付周期漫长

面对海量零部件的包装设计任务,多数企业沿用传统的包装设计方法:基于上游客户反馈的零件包装设计需求,通过测量实物/模型的方法,采集零部件的包装属性(长、宽、高、体积、质量),按照缓冲设计六步法进行方案设计^[5-6]。该方式应用于企业实际生产时,存在设计流程冗长的问题:针对同一个零部件,需要对其入厂物流包装、全散件包装(CKD)、售后包装分别进行设计、验证、再优化,所需设计周期往往比客户期待的交付周期长。输入滞后和设计流程冗长,导致整个包装设计交付周期漫长,影响客户体验。

1.2.2 包装方案管理形式粗放

多数企业至今仍采用本地 Excel 表单存储包装方案,将每个零部件编号对应于使用的包装容器编号、内部缓冲材料编号及数目。实际应用中,针对外形尺寸相近、防护需求相同的零部件,通常采用同一包装方案。由于采用本地存储,且零件种类较多,包装工程师之间无法共享所有包装方案,因此存在给同一个包装方案多次编码并应用于不同零部件的情况,导致包装方案重用率低,无形中增加了数据维护成本。文献^[4]虽提出包装方案信息系统、包装信息数据库等理念,然而,针对该信息系统的具体结构和逻辑并未展开进行详细说明,仅作为管理优化建议进行了简单探讨。

1.2.3 对智能制造支持力度不足

智能制造正成为未来制造业发展的重要趋势,对包装业务而言,包装材料库存动态化监控、包装工序工时精益化管理是企业在包装板块实现智能制造的必由之路。目前,零部件材料库存管理仍沿用传统的库存管理方式,由于未实行库存状态监控,因此大批量采购、长周期仓储现象普遍存在,不仅存在随着仓

储周期的延长包装材料性能存在下降的风险,而且占用企业资金,不利于精益管理。此外,包装作业环节数据化程度低,工时统计无系统支持等问题也逐渐凸显。包装业务智能化程度低是影响企业全流程智能化的技术短板^[7-9],如不对其数据管理方式进行优化改造,将严重制约企业向智能制造方向的全面迈进。

2 汽车零部件包装数据管理系统的开发需求

2.1 包装容器数据化管理

包装容器的数据化管理要求系统对每个包装容器实现独立编码,并维护相应的三维模型、二维图纸,以及关于该包装容器的失效模式分析、市场破损率等相关文档,支持后续设计优化。

2.2 包装方案 BOM 化管理

包装方案 BOM(物料清单)化,即包装某零部件的所有包装容器清单及用量均实现表单管理,该措施的实施保证了特定零部件包装方案具有一致性与连贯性。

2.3 包装容器与包装方案的版本化管理

版本化管理确保了包装容器定型、包装方案批量实施后,后续对其进行的结构、尺寸、明细变动均可通过图纸版本的变化进行追溯,确保质量管控处于较高水平。

2.4 包装容器的标准化与通用化

智慧物流^[10-12]实施的最终目的是提高货物的运输效率,满载率是衡量运输效率的重要标志,因此,系统需支持对包装容器的标准化、通用化进行校验,确保包装容器为标准容器,以便后续拼装^[13-14]。

3 系统设计

3.1 包装数据结构

基于上述开发需求,制定系统数据结构搭建原则:将包装方案作为零部件的虚拟子件,用于描述该零部件在特定流通模式下的包装形式,系统需支持1个零部件下包含多个包装方案子件,用以满足不同的运输/仓储环境;将包装容器作为包装方案的子件,用于描述特定包装方案所用到的包装材料明细(BOM化);在包装方案/包装容器部件下,均支持添加多种文档,用于描述该包装方案/包装容器,见图1。

3.2 系统架构

为有效支持企业进行智能制造改造升级,消除包装方案设计需求填报不及时,包装容器采购与零件发

货计划脱节，包装方案设计与包装工时、包装作业过程脱节等问题，系统需打通数据接口，将零部件包装方案管理系统与企业其他系统实行数据交互，并作为子系统支持企业各关联系统的正常运行。结合包装材料管理、方案管理等需求，确定的系统架构见图 2。

3.3 各模块设计思路详述

3.3.1 基于业务场景创建包装视图

在零部件由概念产品转换为商品这一过程中，会

经历详细设计，加工及装配，包装与物流等 3 个阶段，见图 3。以编码为 10001 的零件为例，基于各阶段物理场景差异，在其数据管理系统中，配置差异化的数据存储模块，简称“视图”。例如，在 10001 的 Design 视图里，存储该零部件设计过程记录文档及设计成果的文件，包括评审报告、设计图纸等；在 10001 的 Manufacture 视图里，存储记录该零部件加工及装配过程的文档，包括加工图纸、总装示意图等。根据此理念，系统针对零部件的包装与物流阶段创建有别于

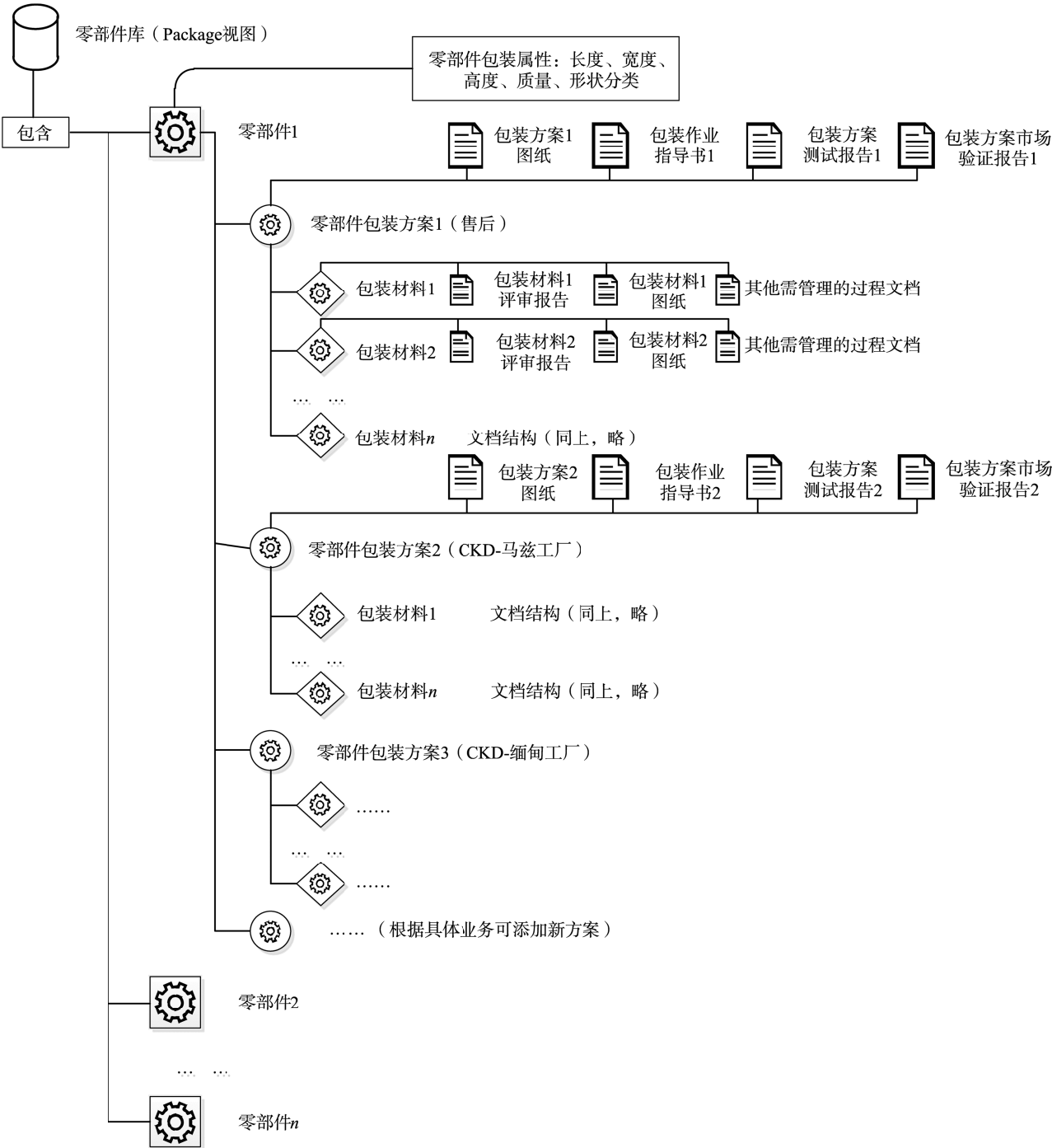


图 1 零部件包装数据结构
Fig.1 Package data structure of the parts

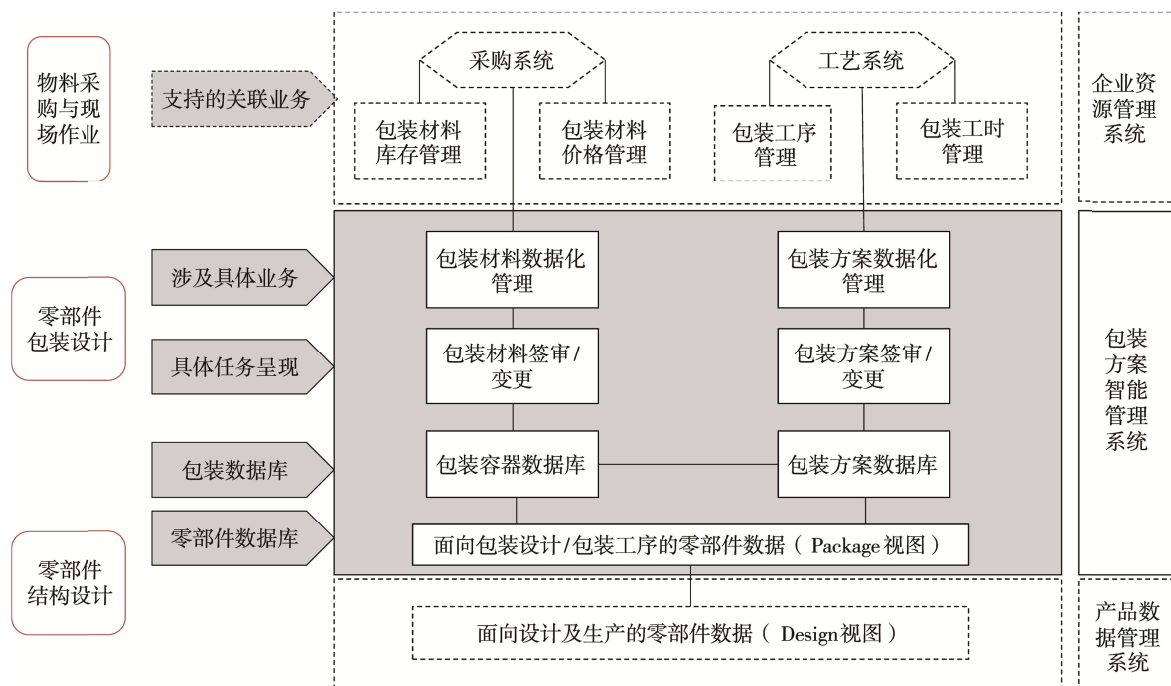


图2 系统架构

Fig.2 System architecture

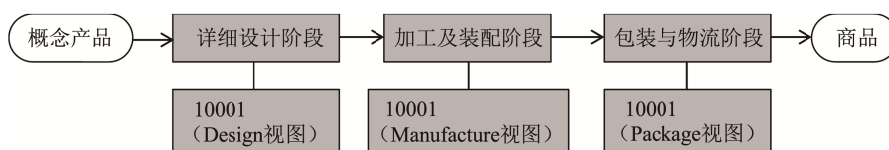


图3 零部件生产流程

Fig.3 Parts production process

Design 视图及 Manufacture 视图的 Package 视图，并在该视图下记录并存储相关文档。

3.3.2 零部件存储模块设计

发动机同其他机械类产品一样，具有分系统设计、分系统装配的特点，因此，特定机型的数据存储也按照系统进行划分，不同的产品系列有相似的数据结构，见图4。

零部件包装设计具有一个显著特点：不同系列相同系统的零部件，其结构相似、材质相近，对包装防护的需求一致，后续包装工艺也高度一致，存在进行通用性设计的可能。该系统基于这一具体业务场景，在产品由 Design 视图转 Package 视图阶段，将图4所述存储方式优化为图5，重构零部件存储逻辑，采用“弱化产品系列强化零部件类型”的存储原则，同一类型的零部件^[15]，系统自动归类至该类零部件的存储目录下，见图5。包装工程师通过参阅同类零部件的存储库，即可了解该类存储库下的零部件包装方案现状。

3.3.3 包装容器存储模块设计

汽车零部件用包装容器主要包括销售/储运用各类外包装容器、周转用包装容器、缓冲用填充物、防

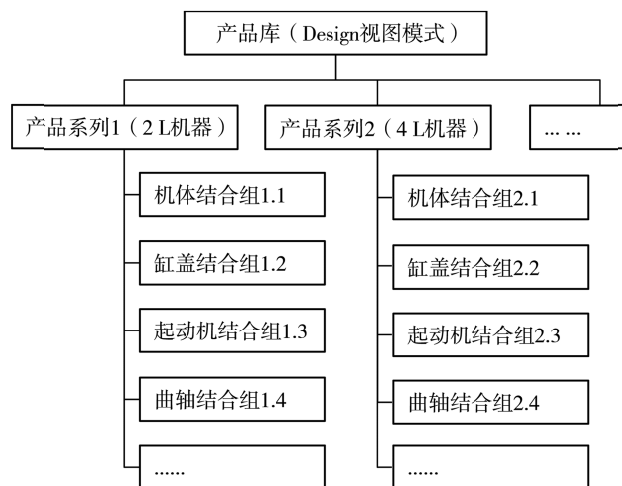


图4 面向设计及生产的零部件数据存储结构

Fig.4 Component data storage structure for design and production

锈用填充物以及各类包装辅助材料。系统基于包装容器类型的分析，搭建包装容器库，见表1，支持包装工程师在其中创建各类包装物料，每种包装容器都有对应的流水号。针对每种包装容器创建包装图纸，填写各自的包装属性（如箱类的箱型、长、宽、高、质量、堆码层数，塑料袋的长、宽以及材料厚度等）。

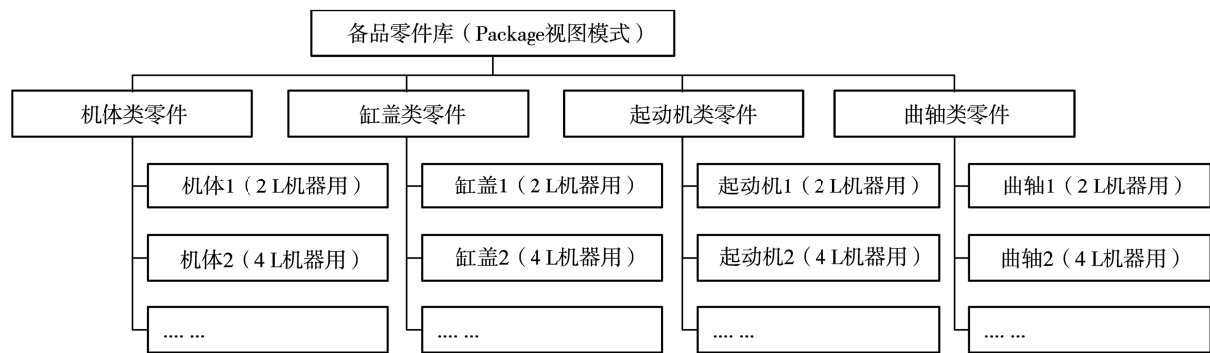


图 5 面向包装的零部件数据存储方式
Fig.5 Component data storage mode for package

表 1 包装容器的分类定义
Tab.1 Classification and definition of packaging containers

序号	功能分类	容器类型
1	销售/储运用包装容器	瓦楞纸箱、木箱、普通塑料袋、折叠纸盒
2	周转用包装容器	木托盘、塑料托盘、周转架
3	缓冲用填充物	纸衬垫、EPS衬垫、EPE泡沫、充气袋
4	防锈用填充物	干燥剂、防锈油、防锈纸、防锈膜、防锈袋
5	包装辅助材料	打包带、缠绕膜、铁钉、钢带、钢板扣、胶带

3.3.4 包装方案存储模块设计

相同方案重复赋号会带来后续维护成本、变更成本、管理成本的持续上升，因此，系统尽可能地支持包装工程师采用满足条件的已有成熟包装方案，用以避免包装容器与包装方案的重复设计。为解决此问题，搭建零部件包装方案创建逻辑，见图 6，零部件设计图纸发放后，会自动生成 Package 视图，并由系统生成该零部件的包装方案创建任务。此时，系统支持包装工程师搜索与此件匹配的包装容器并直接应用，也支持将已有包装方案微调明细后另存使用。如某款曲轴需要对其进行出口包装方案设计，系统搜索显示存在一个包装方案，除防锈油不符合出口牌号要求外，其余包装容器均可应用于出口产品包装。此时，包装工程师便可另存原方案，将其中的防锈油修改为符合要求的即可。

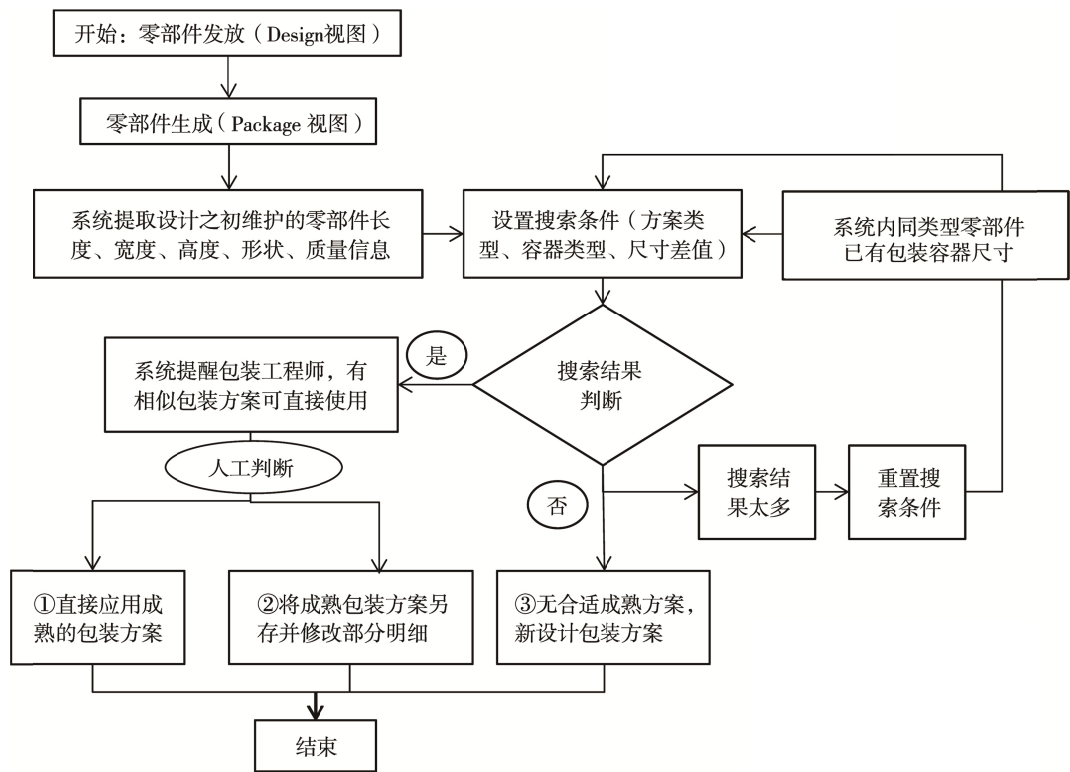


图 6 包装方案创建逻辑
Fig.6 Creation logic of the packaging scheme

3.3.5 包装容器与包装方案的签审与版本管理

包装容器、包装方案在其设计周期内,需经设计人员、校对人员、审核人员进行相应设计过程确认方可发放,发放之后为 A 版。如需对方案进行调整,则需新建变更流程,将原有版本升级至 B 版并更新、调整方案,确保包装方案相关数据的完整性。

4 系统实施结果

基于上述系统架构及各模块设计原则,开发包装数据管理系统,经系统测试优化并部署,2016 年 7 月实行至今,经实际使用,满足初始开发需求。

4.1 包装容器数据化管理效果

系统部署后,原有包装容器的设计信息、属性信息均通过系统管理,新设计包装材料时即进行标准化核查,包装容器的通用性得到大幅提高。包装容器的版本化管理使包装容器的变更有源可溯,包装容器质量管控力度得到增强。通过在包装物料管理系统与企业资源计划管理系统(ERP)之间创建数据接口,实现

了包装容器库存管理、成本核算、采购进料的信息化与智能化,消除了包装容器物料数据、包装作业过程数据与企业 ERP 之间的信息孤岛,企业的业务管理水平明显提升一个台阶。

4.2 包装方案 BOM 化管理效果

系统部署后,自设计系统发放的零部件经系统识别并推送至包装方案智能管理系统,在其内生成 PBOM 编制任务。随机选取近 4 年设计系统内发放的四大类零部件进行分析,见表 2。虽然除 A 类零部件外,B 类、C 类、D 类零部件每年的新增数均呈下降趋势,但年增量仍处于较高水平。包装方案管理系统内,每类零部件包装方案的增量均呈现下降趋势。2015 年系统未部署,各类零部件的包装方案由于采用本地化管理,因此均处于最高值;2016 年系统部署后,通过对包装方案进行排查、整理,在系统内维护具有唯一性的包装方案;2017 到 2018 年,新增备品的包装方案通过采用相似包装方案搜索及比对,包装方案的设计效率及重用率得到大幅提高,因此,包装方案的新增数呈递减趋势,企业的包装数据管理水平逐步提高。

表 2 新增零件数与包装方案数统计
Tab.2 Statistics of the number of new parts and new packaging schemes

年份	A类		B类		C类		D类	
	零部件 新增数目	包装方案 新增数目	零部件 新增数目	包装方案 新增数目	零部件 新增数目	包装方案 新增数目	零部件 新增数目	包装方案 新增数目
2015	95	15	55	9	125	10	95	7
2016	108	12	60	7	168	8	107	4
2017	93	3	52	4	98	2	39	3
2018	117	1	37	3	68	1	25	1

5 结语

从包装容器数据化管理、零部件包装方案 BOM 化管理以及零部件与包装方案智能匹配角度,论述了包装方案设计管理系统的基本模块及部分应用逻辑,经过实际应用,取得了较好效果。如需实现全流程智能化,还需持续优化,打通与物流管理系统的数据接口。此外,该系统基于容器类型、零件外尺寸进行了包装方案匹配,针对需要进行缓冲防护的零部件,其内部缓冲材料的智能匹配及应用问题尚未解决,如零部件易损部位与缓冲材料的匹配确认、零部件脆值与系统已有缓冲材料的匹配验证、多个包装箱的装箱图及装箱顺序等,仍需包装工程师人工确认,这也是后续该系统需持续优化的方向。

参考文献:

[1] 时红林,时武林.浅谈汽车 KD 零部件包装设计方法

[J]. 企业技术开发,2016,35(12): 11—13.

SHI Hong-lin, SHI Wu-lin. Discussion on Packaging Design Method of Automobile KD Parts[J]. Enterprise Technology Development, 2016, 35(12): 11—13.

[2] 杨忠阳. 中国车企“走出去”彰显实力和自信[N]. 中国高新技术产业导报,2007-8-21(11).

YANG Zhong-yang. Chinese Car Companies' "Going Out" Shows Strength and Confidence[N]. China New and High Technology Industry Herald, 2007-8-21(11).

[3] 李杨,董婧. 浅谈 ISTA 标准在汽车零部件包装中的应用[J]. 上海包装,2016(12): 18—21.

LI Yang, DONG Jing. On the Application of ISTA Standard in Auto Parts Packaging[J]. Shanghai Packaging, 2016(12): 18—21.

[4] 刘帅,刘道杰,康笑阳,等. 浅析汽车主机厂零部件精益包装思路[C]// 河南省汽车工程学会,2017.

LIU Shuai, LIU Dao-jie, KANG Xiao-yang, et al. Lean Packaging Ideas for Automotive Main Engine Parts[C]// Henan Automotive Engineering Society, 2017.

- [5] 蒋宁. 汽车企业包装管理模式的探讨[J]. 中国包装工业, 2013(4): 83—84.
JIANG Ning. Discussion on Packaging Management Mode of Automobile Enterprises[J]. China Packaging Industry, 2013(4): 83—84.
- [6] 彭国勋. 物流运输包装设计[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2011.
PENG Guo-xun. Logistics Transportation Packaging Design[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2011.
- [7] PACAUX-LEMOINE M P, TRENTESAUX D. Designing Intelligent Manufacturing Systems through Human-machine Cooperation Principles: A Human-centered Approach[J]. Computers & Industrial Engineering, 2017(1): 581—595.
- [8] YIN Y H, NEE A Y C, ONG S K, et al. Automating Design with Intelligent Human-machine Integration[J]. CIRP Annals-manufacturing Technology, 2015, 64(2): 655—677.
- [9] SONMEZ N O. A Review of the Use of Examples for Automating Architectural Design Task[J]. Computer-Aided Design, 2018, 96: 13—30.
- [10] 张军, 梅仲豪. 基于物联网技术的物流包装及其应用研究[J]. 包装工程, 2014, 35(17): 135—139.
ZHANG Jun, MEI Zhong-hao. Logistics Packaging and Application Based on the Internet of Things Technology[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(17): 135—139.
- [11] 倪卫涛. 基于智能物流的供应链包装系统集成分析[J]. 包装工程, 2016, 37(23): 203—208.
NI Wei-tao. Integrated Analysis on Supply Chain Packaging System Based on Intelligent Logistics[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(23): 203—208.
- [12] 殷科. 汽车零部件整体包装解决方案研究[D]. 西安: 陕西科技大学, 2013.
YIN Ke. Research on the Overall Packaging Solutions of Automotive Parts[D]. Xi'an: Shaanxi University of Science and Technology, 2013.
- [13] 夏文汇, 蒋文娟, 夏乾尹. 物联网技术在物流包装应用中的问题及对策[J]. 包装工程, 2017, 38(11): 214—217.
XIA Wen-hui, JIANG Wen-juan, XIA Qian-yin. Problems and Countermeasures of the Application of Internet of Things Technology in Logistics Packaging[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(11): 214—217.
- [14] 梁林蒙. 云技术背景下我国物流业发展路径探索[J]. 物流管理, 2018(12): 106—108.
LIANG Lin-meng. The Development Path of China's Logistics Industry under the Background of Cloud Technology[J]. Logistics Management, 2018(12): 106—108.
- [15] 米娜. 基于MRP的汽车零部件产品包装物料需求计划模型研究[D]. 西安: 西安石油大学, 2013.
MI Na. Research on Packaging Material Requirement Planning Model of Automobile Parts and Components Based on MRP[D]. Xi'an: Xi'an Petroleum University, 2013.