

doi: 10.7690/bgzd.2020.04.011

产品研制流程执行监控系统

于冬梅, 阚玉红, 郭 施

(中国兵器工业第二〇八研究所信息中心, 北京 102202)

摘要: 为满足企业产品研制业务能力和效率提升的需求, 根据产品研制业务流程的特点, 基于 BPM 软件, 提出一种产品研制流程执行监控系统的功能设计和技术实现方案, 并对主要功能模块进行描述。对信息化管理系统之间的集成关系进行分析, 提出了系统集成方案, 实现了业务入口统一、项目信息源头唯一、数据统一管理、基于流程的基础数据推送等。最后对流程执行监控系统在产品研制过程中的应用效果进行介绍。应用效果表明: 该方案提高了产品研制效率和研制质量, 降低了产品研制风险。

关键词: 产品研制; 流程执行; 流程跟踪; 系统集成

中图分类号: TP277.2 **文献标志码:** A

Product Development Process Execution Monitoring System

Yu Dongmei, Kan Yuhong, Guo Shi

(Information Center, No. 208 Research Institute of China Ordnance Industries, Beijing 102202, China)

Abstract: In order to meet the requirement of enterprise product development business ability and efficiency improvement, according to the characteristics of product development business process, based on BPM software, the function design and technical realization of product development process execution monitoring system are presented, and the main functional modules are described. At the same time, the integration relationship between information management systems is analyzed, the system integration scheme is put forward, it realizes the unity of business entrance, the unique source of project information, the unified management of data, the push of basic data based on process, and so on. Finally, the application effect of process execution monitoring system in the process of product development is introduced, the application results show that the scheme improves the efficiency and quality of product development, the risk of product development is reduced.

Keywords: product development; process execution; process tracking; system integration

0 引言

随着信息化技术的不断发展, 国内外各行各业信息化的实施和应用水平也在突飞猛进, 陆续实施了产品数据管理 (product data management, PDM)、仿真数据管理 (simulation data management, SDM)、工艺管理 (manufacturing process management, MPM)、企业资源计划管理 (enterprise resource planning, ERP)、车间制造执行 (manufacturing execution system, MES)、试验数据管理 (test data management, TDM) 等系统。信息化水平较高的企业开展了系统的总体集成开发工作, 实现了设计、仿真、工艺、制造、试验等各类业务数据自动流转和有效传输, 实现了产品设计—制造—试验的一体化运作, 对提升企业的的核心数据管理和资源共享能力起到了极大的促进作用。

但是这些信息化系统的实施大多以数据为中心进行规划和建设。在推进产品研制业务能力和提升

效率上发挥的作用极其有限。信息化系统的建设也逐渐由以数据为中心向以流程为中心转变。一些新的信息系统技术和方法应运而生。其中最具代表的是业务流程管理 (business process management, BPM) 技术。笔者将 BPM 技术应用到产品研制过程中, 以某设计所产品研制过程为对象, 开发了符合安全要求的基于 BPM 的产品研制流程执行监控系统。该系统的应用, 将有效规范产品研制过程, 形成新型的研制管理模式, 降低产品研制风险^[1]。

1 产品研制流程管理需求分析

BPM 是一套达成企业各种业务环节整合的全面管理模式, 通过将业务人员、工作业务、基础数据、专业应用等内容的优化组合, 实现跨部门、跨环节、跨应用的业务运作和数据流转^[2]。流程具备的特点主要包括: 多部门多人参与、不同环节存在上下游关系、环节内部和环节之间具体业务存在前

收稿日期: 2019-12-09; 修回日期: 2020-01-23

基金项目: 无人化作战平台机电协同设计技术 (JCKY2016209B001)

作者简介: 于冬梅 (1980—), 女, 黑龙江人, 硕士, 高级工程师, 从事数字化规划及系统实施研究。E-mail: wsydm@21cn.com。

后端关系,各业务数据存在大量交叉引用,工作业务对专业应用依赖性较高等。

IBM 公司从技术的观点将 BPM 描述为:在业务流程的整个生命周期中对业务流程进行建模、开发、部署和管理来实现业务策略的管理过程。BPM 系统的开发和实施将对企业业务流程进行全面规范、运营,并通过改进优化和再造,将给企业带来巨大的效益。

产品研制流程管理具有特殊性如下:

环节多且复杂。研制流程涉及多个阶段,每一阶段可能又涉及策划、设计、工艺、加工、试验、评审等多个环节,各环节类型和操作过程不同,各环节还可以继续向下分解,层级多且有所不同。

逻辑关系复杂。各环节运行都可能存在循环反复的情况,如评审不通过,要返回到前面的环节,具体环节也需要根据实际执行情况确定。

传输数据形式多,且处在不同业务系统中。流程各环节形成的数据多种多样,有模型、技术文档、表单等多种形式;同时,不同的数据存放在不同的系统中,如设计数据存储在设计数据管理系统中,工艺数据存储在设计数据管理系统中,加工数据存储在生产管理系统中,试验数据存储在设计数据管理系统中,涉及多个系统与流程系统的集成。

流程执行关联信息多。任何一个研制环节或活动都需要参考前端环节或活动所产生的结果、与活动相关的标准规范、管理制度、数据库以及工作表单等多类信息,只有实现这些信息与任务的紧密关联,才能真正提升业务执行效率^[3]。

监控层级多。产品可能涉及多个分系统,每一分系统研制过程又涉及不同阶段,每一阶段又存在多个环节,产品研制流程监控需要分层分级显示,才能清晰展现。

因此,要想基于 BPM 系统,实现产品研制流程的自动化执行和实时监控,对系统提出了更高的要求。

2 现状分析

目前,市场上有很多成熟的 BPM 系统。这些系统在企业的应用中,大多数是针对办公、人力、财务、物资等管理业务开展的。管理流程具有如下 3 个特点:1) 格式较为单一,多数以表单形式存在。2) 流程环节较为简单,多数是围绕表单的审批流程,步骤较少,逻辑简单。对于一些流程,可能需要在多个系统中进行流转,但是多停留在数据库字

段的传输层面。3) 监控形式简单,仅为审批步骤和环节的监控。目前,BPM 系统在产品研制流程上的应用,尤其是基于系统的流程信息推送、流程环节跳转、交付物的管理和自动传递等成熟案例较少。

在产品研制管理上,大多数企业是基于项目管理系统进行项目计划分解和过程控制的。项目管理系统多定位在实现基于 WBS 的计划分解和执行,以及任务交付物的管理,对于基于任务的流程模型、交付物模板、标准/管理制度、数据库等的推送功能较弱。

市场上也有很多设计分析集成软件,以产品研制任务为主线,开发业务流程和工程模板,实现任务的执行和标准、数据库等信息的推送,基本满足产品研发流程的执行需求,已有不少应用成功案例。此类软件多用于产品研发,对于研制全过程中的试制、试验等环节、未来的多单位异地协同流程驱动,以及管理类流程(如办公流程)应用较少。

对于一个企业来说,不仅有大量的管理类业务,而且有大量的研制类业务,并且在多年的信息化建设过程中,已经建立了标准规范管理、数据库管理、PDM、TDM 等系统。在流程建设过程中,需要兼顾企业现有信息化建设成果,并将管理和研制 2 类业务的流程整合到一起,基于统一的平台进行流程显性化定制,以及流程的执行和监控开发,以用户需求为主线,建立一套集流程查询、流程执行、信息推送、流程监控,以及个人工作平台于一体的流程中心,将有效改进工作状态,提高用户体验,提升工作效率。

笔者依托成熟的商用 BPM 软件,按照产品研制业务需求,对流程系统进行整体规划和定制实施。产品研制流程执行监控系统需具有功能^[4]如下:

业务流程建模:业务人员完全以业务的视角,用流程图描述业务过程。

业务流程执行:根据定义好的流程,在 BPM 系统中能够自动执行,流程的传递不需要人工干预,构建“事找人”的驱动应用模式。实现业务全过程的衔接和自动执行,业务数据的互联互通,在正确的时间将正确的信息自动推送给正确的人,信息能够按照流程脉络在各个系统中流转。

业务流程监控:能够可视化监控流程的执行情况,对流程执行过程中出现的意外进行预警。

业务流程优化:对流程执行的情况(包括效率、成本、瓶颈、负载)进行统计、分析,根据统计分析

结果，对流程进行改造，以优化流程的执行。

系统集成：流程执行不仅由人来参与，部分环节由其他 IT 系统执行，部分交付物由其他应用系统进行管理，数据须在 BPM 和其他系统中进行流转。

3 产品研制流程执行监控功能设计和实现

根据产品研制流程的特点，笔者将产品研制流程执行监控系统设计成流程模型、启动流程、流程执行、个人任务、流程跟踪、查询统计、基本配置 6 大功能模块，并与 PDM、项目管理等系统集成，实现了流程的自动化执行和进度监控。

主要功能模块描述如下：

1) 流程模型。

制定流程建模规范，流程管理维护人员用统一的对象和符号进行流程建模。首先建立统一的组织机构、工作角色、应用系统、标准制度体系、表单模板等对象，并为每一个对象创建专有的属性进行描述；在每一个流程建模过程中都使用相同的符号进行绘制^[5]。流程建模符号定义见表 1。

表 1 流程建模符号定义

序号	对象名称	门户
1	组织机构	组织单元
		组
		角色
2	制度体系	标准规范
		程序文件
		管理制度
3	表单模板	技术术语
4	应用系统	应用系统类型
		应用系统
5	流程级别	一级流程
		二级流程
		三级流程
6	流程对象	流程
		阶段
		事件
7	流程逻辑符号	功能
		应用接口
		逻辑与 逻辑异或 逻辑或

流程模型包括末级流程和研制端到端流程。末级流程以一个业务环节(如详细设计)为对象，详细描述流程环节的每一个活动，活动的输入、输出、工作角色、交付物、支撑系统等信息，以及活动相关的质量控制要求，有助于新人快速进入工作角色，按要求完成任务。末级流程实例见图 1。研制端到端流程是按照产品研制阶段和研制过程，将一系列末级流程进行串接形成的。流程模型也是流程执行的基础。产品研制端到端流程实例见图 2。

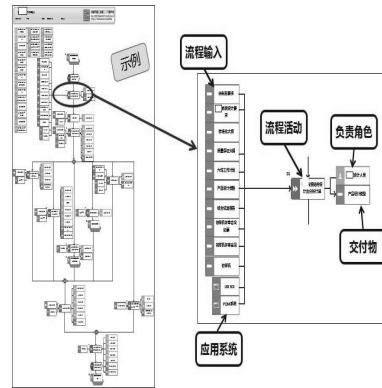


图 1 末级流程实例

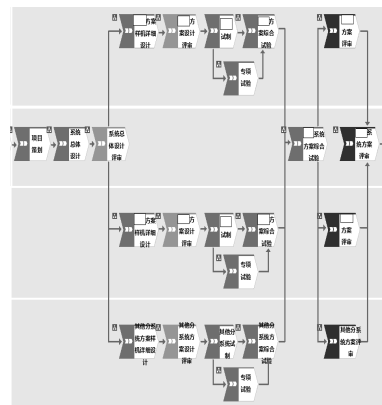


图 2 产品研制端到端流程实例

2) 启动流程。

启动产品研制流程，录入项目基本信息、团队信息、产品组成，以及研制过程中所需的公共类文档，如产品研制合同、立项批复文件等。整个研制过程中，团队人员可以直接获取。

不同类型的产品研制流程环节、交付物要求有所区别。为了保证流程的通用性，开发了流程配置模块，项目管理人员可以基于流程模型推送的标准配置进行适配。流程配置见图 3。

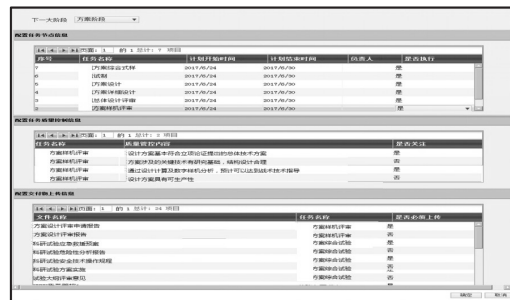


图 3 流程配置页面

3) 流程执行。

以产品研制端到端流程为重点进行开发实现，将其中的转阶段评审流程作为子流程进行开发执行。系统底层流程定制见图 4 和图 5。流程执行监控系统按照定制开发的流程环节和逻辑关系有序执行。

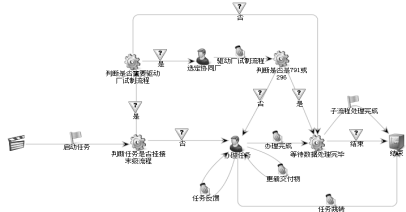


图 4 产品研制端到端流程定制

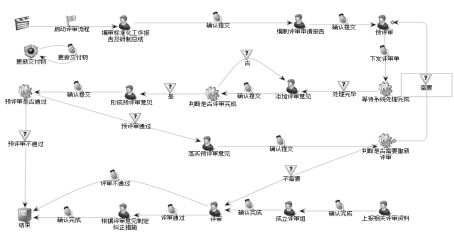


图 5 转阶段评审流程定制

在研制端到端流程中，针对试验、总体设计评审/设计评审/转阶段评审等环节，均设置了流程跳转功能，在试验和评审不通过的情况下，可以实现研制流程向前端环节的跳转。同时，在各评审流程中，增加专家评审意见落实环节。在这个环节，业务人员可以根据专家提出的意见，对流程交付物进行修改和更新^[6]。

4) 个人任务。

个人任务用于接收分配给个人的任务，包括任务描述、任务时间要求、任务执行流程，并基于任务实现了前端环节形成的技术文件，完成任务所需的标准规范、管理制度、相关数据库、交付物模板、所用 IT 系统或工具软件等信息，以及任务相关质量控制要求的提醒和推送。业务人员只有按照任务的规定，提交要求的交付物，并按照质量控制要求执行节点检查或评审，记录控制结果，才能提交完成任务。这样不仅实现了在正确的时间，按照正确的要求做正确的事，研制过程更加规范化，而且大幅提高了任务执行效率，

流程任务页面见图 6。



图 6 流程任务页面

5) 流程跟踪。

流程跟踪可以实时监控流程执行进度，流程各环节执行的具体情况，并对交付物、质量控制执行情况汇总。其中流程进度实现了分层分级展现，方便领导及项目负责人实时查看，并对问题进行及时协调。流程监控页面见图 7。

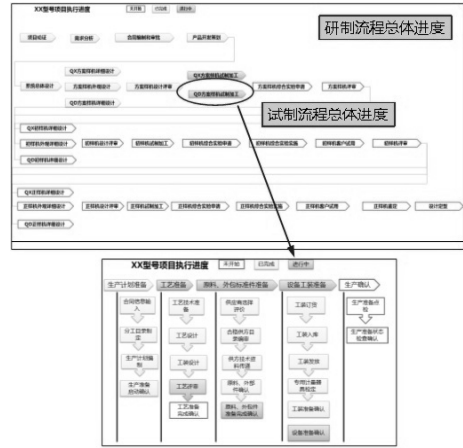


图 7 流程监控页面

4 系统集成

企业信息化系统实施只有建立在业务入口统一、信息源头唯一的基础上，才能真正实现高效运转，充分发挥各信息化系统的优势地位。流程执行监控系统作为企业产品研制过程执行的管理系统，要实现以下方面的集成：

业务入口统一。企业门户作为业务人员的统一入口，实现与 BPM 系统的统一用户管理、单点登录和待办事务集中办理。

项目信息源头唯一。项目管理作为项目的源头，将为 BPM 系统提供项目基本信息、团队信息、产品组成等。同时 BPM 系统将任务执行信息和交付物信息推送到项目管理系统，作为项目考核的重要依据。

数据统一管理。PDM 系统、试验管理(TDM)系统作为设计、试验等数据的统一管理平台。需要将交付物相关信息和存储位置推送到 BPM 系统中。实现交付物统一管理和快速获取。

基础数据支撑。企业的标准规范、数据库往往由独立的系统进行管理、查询和使用。为了实现基于任务的标准、数据库等信息快速获取，BPM 系统需与其集成，并通过流程模型读取任务相关标准、数据库信息。通过标准编码、数据库地址实现基于任务的快速调用。

流程执行监控系统与其他信息化系统的集成关系见图 8。

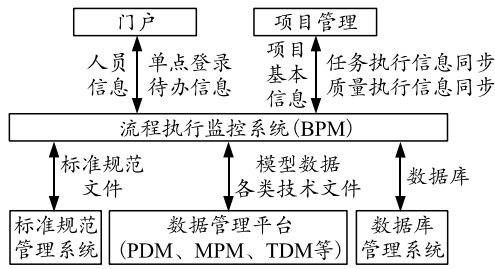


图 8 系统集成关系

5 应用效果

通过产品研制流程执行监控系统的开发和应用，横向实现了产品研制端到端流程的有序执行和质量控制；纵向实现了转阶段评审流程的规范执行，提高了产品研制效率和研制质量。

产品研制端到端流程有序执行。

如图 9 所示，以一个研制阶段为例，实现基于任务产品研制端到端流程的规范有序流转，以及关联信息的自动推送。

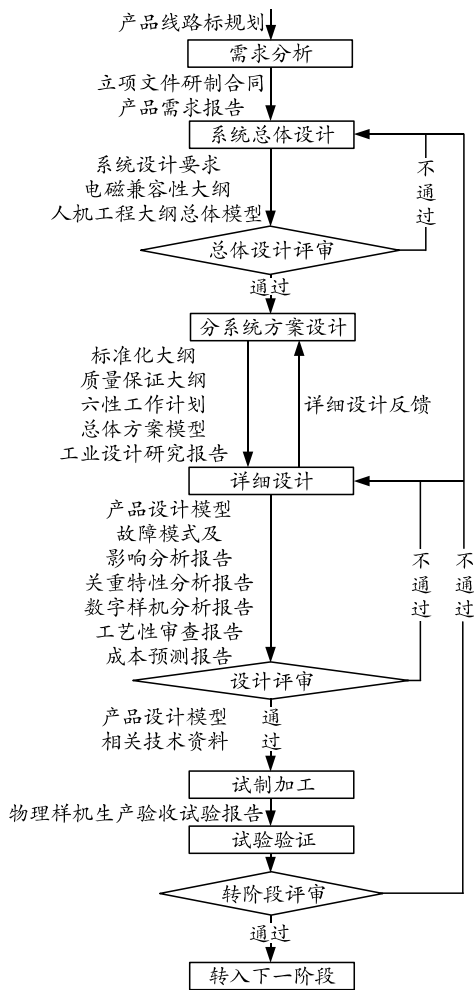


图 9 产品研制端到端流程

如图 10，以详细结构设计任务为例，实现关联信息基于任务的自动推送和快速获取。



图 10 任务关联信息示例

转阶段评审流程在线执行。

如图 11 所示，转阶段评审流程实现从评审资料编制、评审申请、评审专家选择、评审任务下发和执行、评审意见汇总和确认等环节基于系统的在线执行。

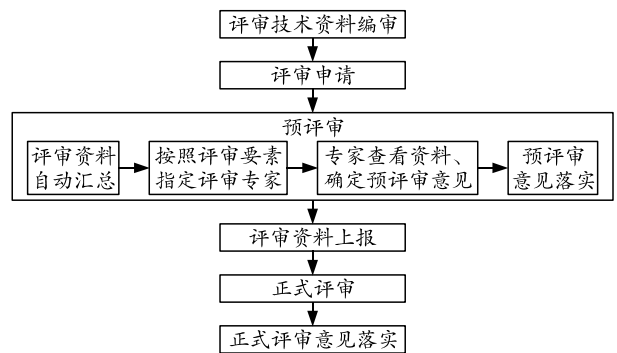


图 11 转阶段评审流程

6 结束语

产品研制流程执行监控系统的开发和实施，规范了产品研制过程，加强了质量控制，即使是新员工也能够快速明确工作的流程和依据，保证了知识的传递，使管理有章法。改变了以前管理粗放、办事凭经验的缺点，提高了产品研制效率，保证了产品研制质量，降低了产品研制风险。

参考文献：

[1] 蔡云星, 陈彩凤, 仲梁维, 等. 基于 BPM 的生产过程管理系统研究与实现[J]. 通信电源技术, 2015, 32(6): 54-60.

4 结论

根据仿真结果可以看出：经过优化后的缓冲器有效地降低了航炮后坐、前冲力和后坐前冲位移，使最大后坐、前冲行程之和小于 25 mm，最大后坐阻力小于 25 kN，达到了技术要求。连续射击 0.15 s 后，航炮的前冲运动被抵消掉，达到了浮动射击的效果。环簧—液压式缓冲器比环簧式缓冲器的缓冲效率高，能够更多地吸收后坐动能，缓冲效果更好。

在实际设计工作中，可以根据实际需要调整各部分结构尺寸。该思路可以为航炮缓冲器的设计提供一种新方法。

参考文献：

[1] 王永存, 周霖, 袁稳新, 等. 一种降低后坐力的火炮发射方法[J]. 火炮发射与控制学报, 2007(4): 10-12.
 [2] 蒲玉成, 王惠源, 解志坚. 转管武器总体技术的若干问题[J]. 火炮发射与控制学报, 2005(1): 9-16.

(上接第 49 页)

[2] 吴俊, 黄晓明, 林晨, 等. 基于业务流程管理的智能变电站配置文件全寿命周期管控工程化应用[J]. 电工技术, 2016(5): 81-82.
 [3] 李翌辉, 史亚斌, 胡进寿, 等. 基于改进型遗传算法的复杂产品生产车间布局优化方法[J]. 兵工自动化, 2018,

(上接第 65 页)

参考文献：

[1] 史逸民, 史达伟, 郝玲, 等. 基于数据挖掘 CART 算法的区域夏季降水日数分类与预测模型研究[J]. 南京信息工程大学学报(自然科学版), 2018, 10(6): 760-765.
 [2] 马海荣, 程新文. 一种处理非平衡数据集的优化随机森林分类方法[J]. 微电子学与计算机, 2018, 35(11): 28-32.
 [3] 赵丽娜. Fisher 判别法的研究及应用[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2013: 30-32.
 [4] 陈春玲, 吴凡, 余瀚. 基于逻辑斯蒂回归的恶意请求分类识别模型[J]. 计算机技术与发展, 2019, 29(2):

[3] 郝秀萍, 蒲玉成, 王惠源. 超高射速自动机缓冲装置参数优化设计方法[J]. 火炮发射与控制学报, 2009(4): 32-33.
 [4] 齐晓林. 航空自动武器[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008: 63-75, 205-216.
 [5] 余驰, 张钢峰, 杨超. 航炮射击炮振响应抑制特性分析[J]. 兵工自动化, 2019, 38(4): 20-23.
 [6] 蒲玉成, 王惠源, 李强. 自动机结构设计[M]. 北京: 国防工业出版社, 2009: 312-329.
 [7] 王月梅. 理论力学[M]. 北京: 兵器工业出版社, 1996: 44-48.
 [8] 高跃飞. 火炮反后坐装置设计[M]. 北京: 国防工业出版社, 2010: 305-320.
 [9] 张相炎. 火炮设计理论[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2005: 98-101.
 [10] 姚养无. 火炮与自动武器动力学[M]. 北京: 兵器工业出版社, 2000: 71-77, 131-136.
 [11] 郭竞尧, 刘彦, 李勇, 等. 某液压弹簧式浮动机仿真及优化[J]. 液压与气动, 2014(2): 85-87.

[4] 郑世华, 张艳丽. 工作流程管理系统-BPM 的特点与应用分析[J]. 科技视界, 2015(1): 254-262.
 [5] 王履华, 高权忠, 陈海华. GIS-BPM 引擎的设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息, 2015, 38(1): 137-140.
 [6] 陈立云, 罗均丽. 跟我们学建流程体系[M]. 北京: 中华工商联合出版社, 2014: 193-207.

124-128.
 [5] 周苏, 胡哲, 文泽军. 基于 K 均值和支持向量机的燃料电池在线自适应故障诊断[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2019, 47(2): 255-260.
 [6] 丁世飞, 齐丙娟, 谭红艳. 支持向量机理论与算法综述[J]. 电子科技大学学报, 2011, 40(1): 2-10.
 [7] FORTE R M. 预测分析: R 语言实现[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016: 122-123.
 [8] 郝知远. 基于改进的支持向量机的股票预测方法[J]. 江苏科技大学学报(自然科学版), 2017, 31(3): 339-343.
 [9] 郭轶斌, 郭威, 秦宇辰, 等. 基于 Kappa 系数的异质性检验及其软件实现[J]. 中国卫生统计, 2016, 33(1): 169-171.