

doi: 10.7690/bgzd.2018.07.009

基于 ESB 的轻武器研制单位多系统集成技术

于冬梅, 朱镜丽, 卢欢, 李坤

(中国兵器工业第二〇八研究所信息中心, 北京 102202)

摘要: 针对传统集成方式的不足, 基于 ESB 对轻武器研制单位多系统集成技术进行研究。首先对轻武器研制单位的数字化建设现状和需求进行分析, 对数字化系统间集成方法的选择思路进行描述, 并基于研制业务和管理业务的实际需求, 提出了各数字化系统间的集成信息关系, 明确了各类数据的源头。在此基础上, 提出了基于 ESB 总线的数字化系统总体集成规划, 明确了数据间结构关系, 对基于 ESB 的多系统集成技术实现方案进行了详细设计, 包括数字化系统间集成技术实现方案, 以及基于门户系统的数字化系统单点登录和统一待办事务集中处理集成技术实现方案。该技术实现了不同系统间的数据共享和有效流转, 消除了网状接口问题, 降低了维护成本。

关键词: 设计制造试验一体化; 多系统集成; 企业服务总线 (ESB)

中图分类号: TP399 **文献标志码:** A

Multi-system Integration Technology of Small Arms Research Institute Based on ESB

Yu Dongmei, Zhu Jingli, Lu Huan, Li Kun

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

Abstract: Aiming at the shortcoming of traditional integration, this paper researches the multi-system integration technology of small arms research institute based on ESB. First, it analyses the present situation and requirement of digital construction of small arms research institute, describes the selection of the integration methods between digital systems, and proposes the integrated information relationship between digital systems based on the actual requirements of development and management operations, identifies the source of all types' data. On this basis, the overall integrated planning of the digital system based on ESB is proposed, the structural relationship between data is clarified, the realization scheme of multi-system integration technology based on ESB is detailed designed, including the realization scheme of digital system integration technology, and the realization scheme of single sign-on and unified centralized processing of to-do transactions in digital system based on portal system. Through the technical proposal, the data sharing and effective transfer between different systems is realized, the mesh interface problem caused by point-to-point integration is eliminated, and the cost of integrated development and maintenance of digital system is reduced.

Keywords: integration of design; manufacture and test; multi-system integration; enterprises services bus (ESB)

0 引言

近年来, 各行各业陆续开展了数字化系统的实施、开发和应用工作。传统的“点对点”集成方式因开发工作量大、系统升级改造困难, 逐渐被淘汰。SOA(service oriented architecture)是以服务为导向的软件开发思想。它要实现的是服务和技术的完全分离, 从而达到服务的可重用性。随着 ESB(enterprise service bus)技术的成熟, 为基于 SOA 架构整合应用的实现提供了基础。目前, 国内外各行各业, 包括航空、航天、船舶、汽车、电子等行业, 陆续开展了基于 ESB 总线的数字化系统集成技术研究和系统开发, 实现了设计、工艺、制造、质量、管理等数据在不同系统间的自动流转, 使之能够协同工作, 并取得了良好的应用效果^[1]。

自 2010 年起, 轻武器研制单位就开始了数字化建设规划和系统实施工作, 起初以研制为重点, 实施了 PDM、工艺、可视化等系统, 并通过点对点集成方式实现了设计数据、工艺数据在系统间的传输。随着数字化建设和投资力度的不断加强, 以及 ESB 集成技术在各企业应用的逐步深入, 轻武器研制单位也开始进行系统集成的全面规划, 并引入 IBM ESB 总线开展集成开发工作。

ESB 是基于开放的标准消息总线, 通过标准的适配器和接口, 来提供各程序和组件之间的互操作功能。它支持相互独立的异构环境中服务、消息及基于事件的交互, 并且具有适当的服务级别和可管理性。基于 ESB 的多系统集成技术是基于企业服务总线, 搭建集中的数据中转平台, 采取数据服务的集中注册、数据流转路线的统一规划等手段, 进行

收稿日期: 2018-04-28; 修回日期: 2018-05-30

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, 工程硕士, 研究员级高级工程师, 从事数字化系统建设研究。

设计、仿真、制造、管理等数字化系统的信息集成，通过数据交换平台实现数字化系统间的数据安全传输，从而解决各数字化系统间因编程语言差异、通信协议差异和数据差异导致的异构性问题，实现各系统信息和数据的自动流转、安全传输和共享。笔者针对轻武器研制单位的数字化建设现状和需求，基于 ESB 对轻武器研制单位多系统集成技术进行研究。

1 数字化建设现状及需求分析

近年来，轻武器行业通过数字化建设，在工程研制方面，陆续实施了项目管理、质量管理、CAD、模型检测、产品数据管理(PDM)、仿真数据管理(SDM)、工艺设计与管理(MPM)、可视化制造执行、试验数据管理(TDM)等系统，支撑设计、仿真、工艺、制造等业务过程；在综合管控方面，陆续实施了人力资源管理、财务管理、供应链管理、档案管理等系统，实现了人员、财务、物资等的统一电子化管理。建成了支撑企业全业务运作的统一门户平台，实现了信息的集中发布、资源的有效共享和个人办公集中管理。建立了完善的信息安全体系和标准规范体系，有效保证了各数字化系统的实施应用，让业务更高效、更便捷^[2]。

随着各数字化系统的应用和推广，各项业务逐渐规范化、标准化，随之带来的是对各系统支撑业务之间的流程自动流转、数据自动传输的紧迫需求。主要体现在以下方面：

任务自动下发和反馈：以项目管理系统为源头，实现设计任务、仿真任务、加工任务、试验任务在各系统之间的自动下发和反馈等；

设计制造试验一体化：实现设计数据、工艺数据在 PDM、SDM、工艺管理、现场可视化制造执行、档案管理等系统间的自动传输，保证数据源头唯一和数据版本的一致性控制；

质量的统一控制：对来料、半成品、成品等质量检验信息统一管理，有效控制采购和加工质量；

数据的自动归档：实现项目管理数据、产品研制数据、公文数据等从支撑不同业务的数字化系统的自动归档。

笔者从实际业务需求出发，梳理了各数字化系统之间的业务流程关系，提出了各数字化系统之间的集成方案，并针对集成技术的实现进行了详细的探讨。

2 集成方案

2.1 集成方法的选择

基于数字化建设的现状，综合考虑目前较为成熟的各种集成方法的优缺点，本期集成建设选用依托 SOA 架构，以 Web Service 为代表的技术，采用基于 ESB 的多系统集成开发方案^[3]，建立了统一的信息和数据集成平台，并制定了统一的技术标准和规范，通过数据服务的集中注册、数据流转路径的统一规划、消息和协议统一转换等，解决了各数字化系统之间因编程语言差异、通信协议差异和数据格式差异导致的异构性问题，实现不同体系架构多个数字化系统的信息集成和数据集成。

2.2 数字化系统间集成信息关系

各数字化系统间集成信息关系见图 1。

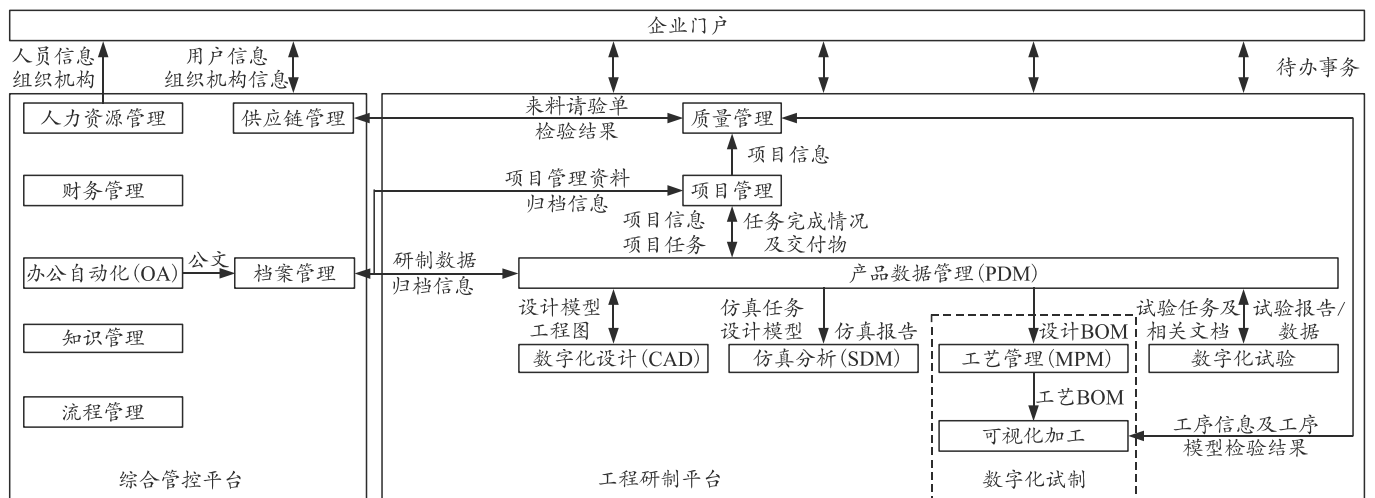


图 1 系统集成信息关系

人力资源管理系统：作为组织机构和人员信息的源头，统一人员编码。并通过人力资源管理-门户

-所有数字化系统的集成,保证人员和组织机构信息的全局唯一。

项目管理系统:作为项目信息和任务的源头,通过项目与 PDM/质量等系统的集成,实现项目信息和任务信息在各系统间的自动流转和源头唯一。

PDM 系统:作为设计 BOM 数据的源头^[4],向仿真数据管理、工艺管理等系统推送产品设计 BOM 数据,保证设计数据的源头唯一,并实现产品设计数据、仿真数据、试验报告等的统一管理^[5]。

工艺管理系统:工艺 BOM 数据在工艺管理系统中形成,并通过与可视化制造执行系统的集成,

实现工艺数据的源头唯一,并实现产品工艺数据(含工艺 BOM、工艺模型、加工仿真文件、NC 程序等)的统一全面管理。

质量管理系统:全面管理质量检验信息,通过质量管理与物资管理和现场可视化制造执行系统集成,实现来料检验和加工工序检验信息的统一管理。

档案管理系统:作为数据的最终归宿,通过档案管理与项目管理/PDM/OA 等系统的集成,实现项目管理数据、产品研制数据及公文等的自动归档。

主要数据产生和使用系统见表 1。

表 1 主要数据产生和使用系统

序号	信息	门户	项目	质量	PDM	SDM	MPM	现场可视化	供应链	TDM	OA	档案
1	人员信息	▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2	组织机构	▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
3	项目信息		▲	△	△	△						△
4	设计任务		▲		△							
5	设计任务完成信息		△		▲							
6	仿真任务				▲	△						
7	仿真报告				△	▲						
8	加工任务				▲		△					
9	试验任务				▲						△	
10	试验数据/试验报告				△					▲		△
11	管理文件		▲									△
12	设计 BOM(含三维设计模型、工程图)				▲	△	△	△				△
13	变更通告				▲		△					△
14	技术文件				▲							△
15	工艺 BOM 信息(含工序模型、NC 代码、数控仿真文件)						▲	△				
16	工序检验信息			△				▲				
17	工序检验结果			▲				△				
18	来料信息			△					▲			
19	来料检验结果			▲					△			
20	公文信息										▲	△

注:▲:信息产生系统;△:信息使用系统

2.3 基于 ESB 的总体集成规划

基于 ESB 的总体集成主要包括系统间集成和统一数据管理 2 部分(包括统一用户和统一待办管理)。

系统间集成:涉及项目、质量、PDM、SDM、工艺管理、现场可视化、TDM、OA、档案管理、供应链管理等 10 余个数字化系统之间的集成。各数字化系统输入输出信息关系见图 2^[6]。



图 2 基于 ESB 的各数字化系统输入输出信息关系

统一数据管理：包括基于人力资源管理系统和门户系统的用户统一管理，基于门户系统的各数字化系统单点登录和待办事务集中办理等功能。

2.4 数据的一致性控制

各数字化系统间集成通过对象编码和对象版本实现数据的一致性和自动关联。数据关系模型见图 3。

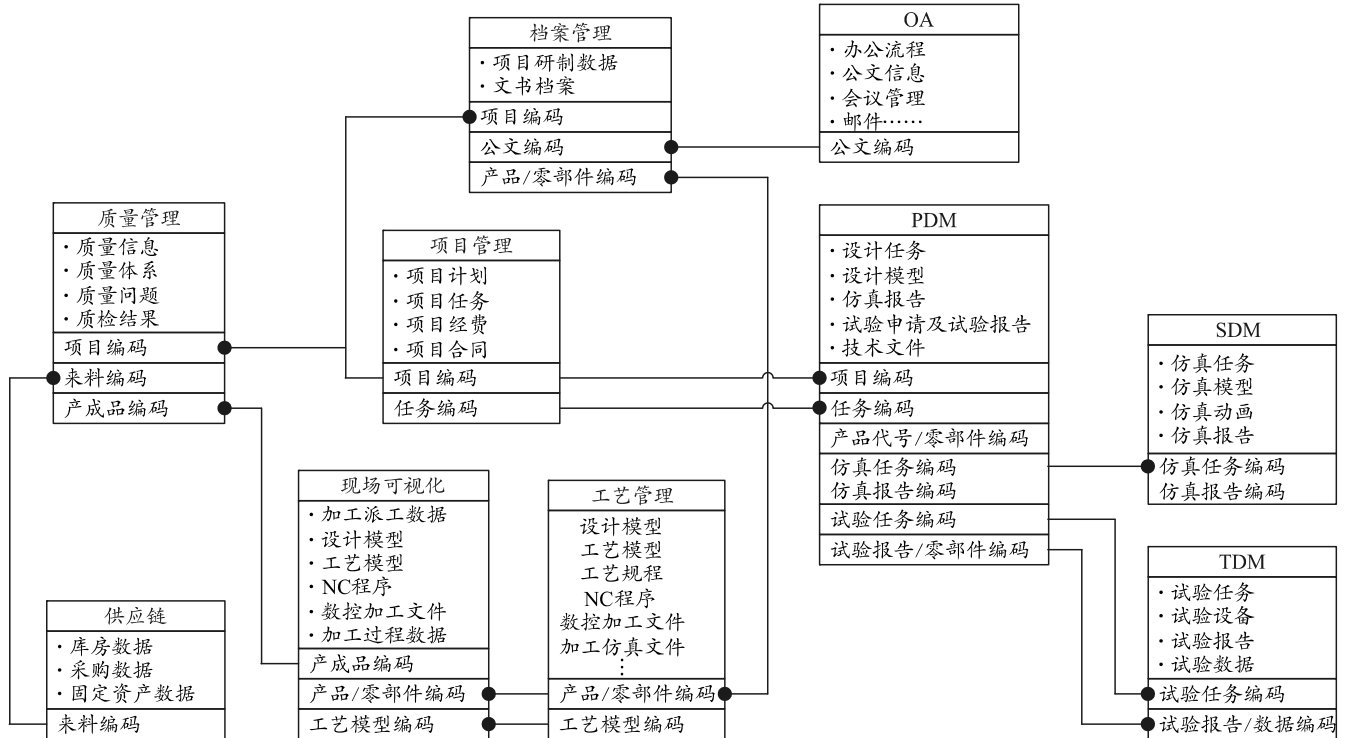


图 3 数据关系模型

主要对象编码产生及使用情况见表 2。

表 2 主要对象编码产生及使用情况

序号	编码名称	使用系统	产生系统
1	人员/机构编码	其他所有系统	人力资源管理
2	项目编码	PDM、SDM、质量	项目管理
3	设计任务编码	PDM	
4	仿真任务编码	SDM	
5	试验任务编码	TDM	
6	产品编码/零部件编码	工艺、可视化、档案	PDM
7	设计变更通告编码	工艺、档案	
8	技术文件编码	档案	
9	仿真模型编码	自用	SDM
10	仿真报告编码	PDM	
11	工艺模型编码		
12	NC 程序编码	现场可视化	MPM
13	数控仿真文件编码		
14	试验数据/试验报告编码	PDM	TDM
15	生产计划编码	自用	现场可视化

笔者以 PDM 与 MPM 集成为例，简单介绍数据版本关联逻辑关系如图 4。

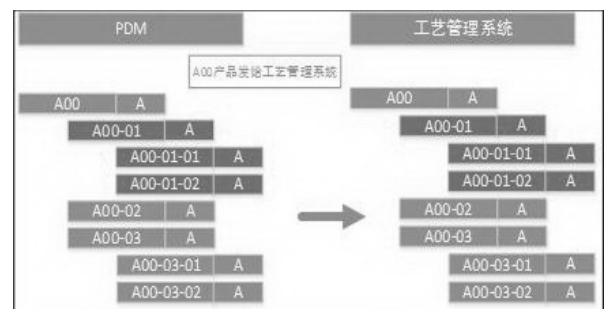
图 4(a)：工艺管理 MPM 直接接收 PDM 发送的产品 A00 数据；

图 4(b)：PDM 系统中产品 B00 借用 A00-01 部件，在 MPM 接收数据时，将借用件直接关联到 B00 产品下；

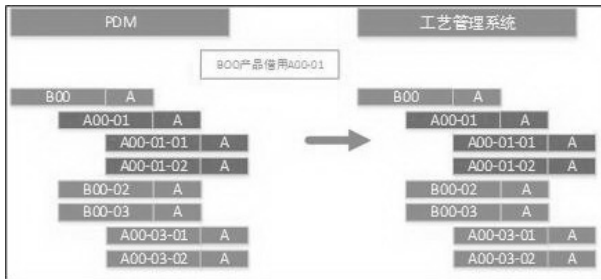
图 4(c)：PDM 系统中产品 A00 升版，A00-01 升版，同时增加零部件 A00-04、A00-03-03，删除零件 A00-03-01，MPM 接收数据时产品 A00 升版，A00-01 升版，增加零部件 A00-04、A00-03-03，并移除零件 A00-03-01，结构关系与 PDM 系统中保持一致，产品 B00 的借用件 A00-01 自动升版；

图 4(d)：PDM 系统只发送 C00 产品下的一个部件 C00-04，在 MPM 系统中将创建产品 C00，并接收 C00-04 部件；

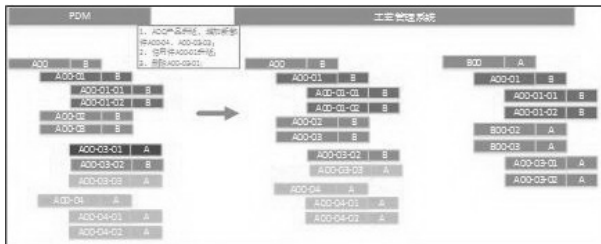
图 4(e)：PDM 系统将 C00 整个产品发给 MPM 系统，MPM 系统自动创建 C00 产品结构，同时将已经存在系统的 C00-04 按照产品结构创建。



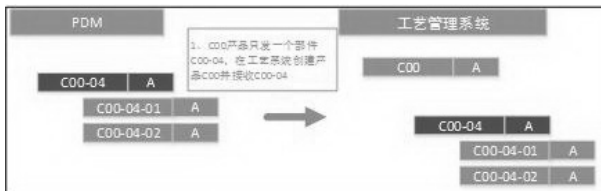
(a) A00 产品结构发送



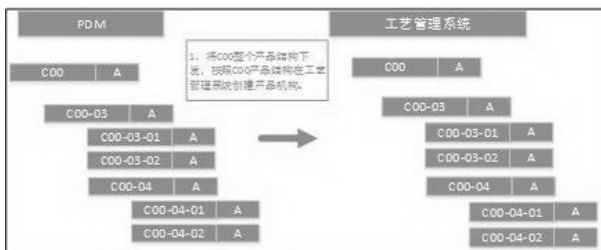
(b) 借用 A00 部件的 B00 产品结构发送



(c) A00 产品升级版后发送



(d) C00 产品单个部件发送



(e) C00 产品结构发送

图 4 PDM 与 MPM 集成数据关联关系

3 集成技术实现

3.1 基于 ESB 的集成总体架构

基于 ESB 的集成总体架构见图 5。

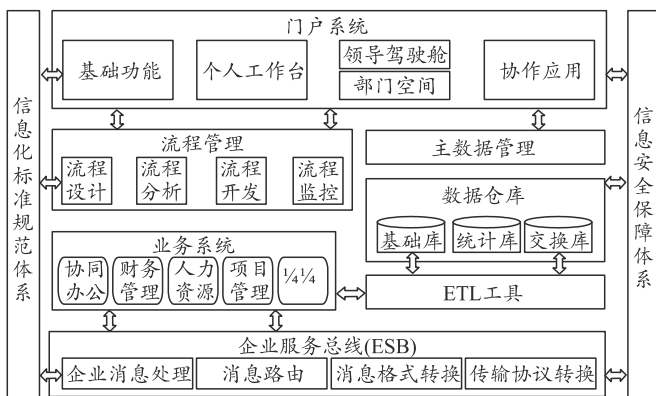


图 5 集成总体架构

搭建基于 ESB 的企业应用集成框架，构建面向

SOA 的体系架构，对企业数字化系统进行整合，实时动态地处理各类数据的交互，并保证数据的唯一性、安全性和响应速度。通过应用企业服务总线的相关技术与架构，使得通过数字化系统之间的集成，实现各相关业务领域的协同协作，提高业务执行效果和效率。使用统一标准与实用的信息技术标准和规范，实现对现有信息资源的整合与利用^[7]。

技术体系架构见图 6。企业服务总线 ESB 为不同体系架构的数字化系统提供统一的接入平台，通过统一的服务注册，实现信息的集成。

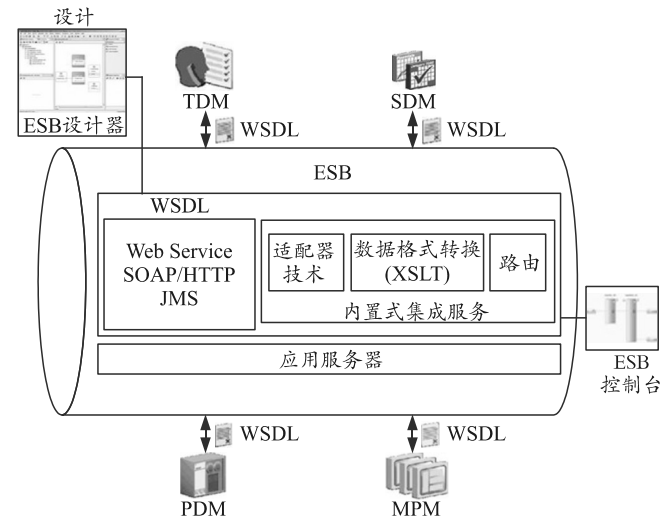


图 6 技术体系架构

3.2 系统间集成技术实现

数据接收系统提供 Webservice 服务，在 ESB 总线注册，并通过 ESB 路由配置，供数据产生系统调用。技术实现方式见图 7。

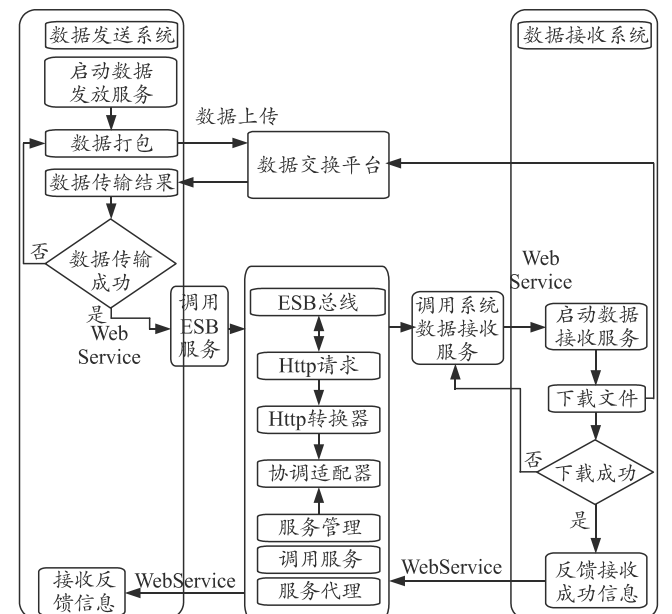


图 7 基于 ESB 的集成技术实现方式

首先，数据产生系统启动数据发放服务，将发送数据文件打包上传到数据交换平台指定路径下，数据文件传输成功后，调用 ESB 总线开放的 Webservice 服务，传输接口参数；通过 ESB 总线的统一路由配置，调用数据接收系统提供的数据接收 WebService 服务；数据接收系统接收接口参数信息，根据数据文件地址和文件名称访问数据交换平台，下载数据文件，下载成功后，反馈接收结果给数据产生系统。

通过 ESB 总线的路由配置和服务封装，实现各类信息在系统间的传递，其中项目基本信息、团队信息、分系统信息等通过路由配置实现从项目管理向 PDM、质量管理等数字化系统的传递，减少了传统的点对点集成方式带来的接口开发工作量；同时 PDM 等系统开放产品设计 BOM 等通用信息接口，为未来新系统的实施和信息使用奠定了基础。

在本次集成中，大数据文件(如产品模型)在系统间的传递打破了传统的 FTP 文件传输方式，数据交换平台采用电子文档安全传输 NAS 系统。在 NAS 系统中为数据产生系统和接收系统建立专门的用户和存储空间，用于数据传输，通过系统服务实现数据文件的自动上传和下载，并进行数据传输日志的完整记录，实现了数据的安全传输和控制。

3.3 统一数据管理技术实现

门户系统提供统一用户管理功能，进行各数字化系统用户的统一管理和统一授权，并实现各数字化系统基于门户的单点登录和待办事务集中展现^[8]。

1) 统一用户管理。

人力资源管理系统与门户系统提供的统一用户管理模块集成，实现用户和组织机构的定时同步。在门户系统中，根据业务需求统一进行各系统用户授权，实现了用户的统一推送和统一维护更新，保证了各系统的用户源头唯一。

由于轻武器单位计算机均配置安全中间件 USB-Key，本次通过门户与 USBKey 的集成，实现门户系统基于 USBKey 的单点登录。通过门户与各系统集成，实现各系统基于门户的统一身份认证和单点登录^[9]。

2) 统一待办。

门户系统建立统一的待办数据库，开放待办 Webservice 服务供各系统调用，各数字化系统产生待办时调用该服务，统一推送到集中的待办数据库中。门户系统从统一待办数据库中获取最新的待办和待阅数据，并最终将待办信息和链接集中展现在门户系统首页上的“待办事宜”上。

用户通过门户系统点击待办链接时，跳转到应用系统的待办页面，完成待办处理后，由应用系统通知门户系统上的待办栏目刷新页面，并关闭弹出的待办处理页面。

4 集成效果

通过各数字化系统总体集成，打通了轻武器研制任务线和数据链，实现了项目从立项-设计-仿真-试制-试验-归档全流程任务及数据的全贯通^[10]。

产品研制任务流转过程如图 8。产品研制数据流转过程如图 9。

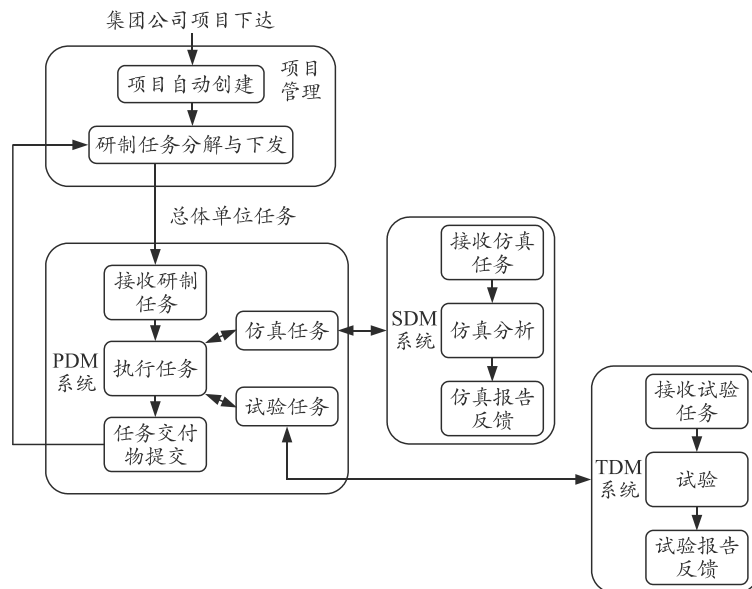


图 8 产品研制任务流转过程

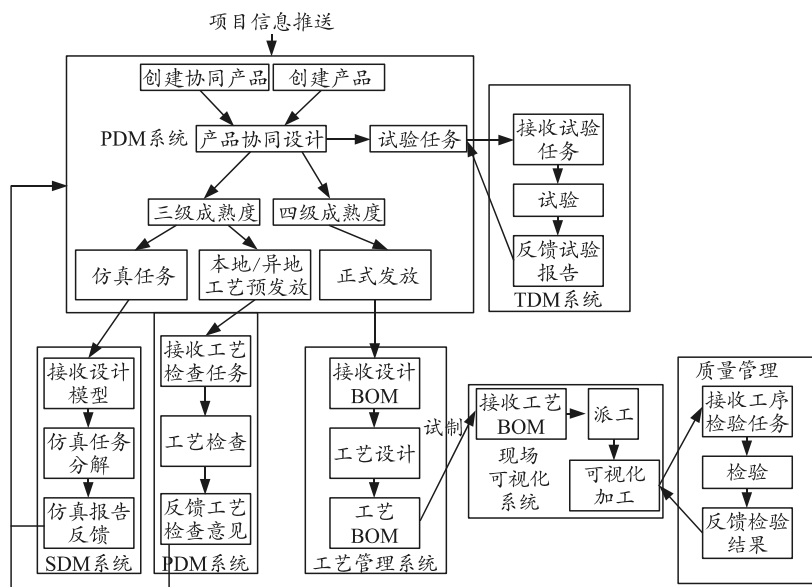


图 9 产品研制数据流转过程

5 结束语

笔者重点介绍轻武器各数字化系统之间的集成信息关系，并详细介绍系统间的集成方法和技术实现方式，通过各系统集成有效解决了不同系统和不同业务间的数据共享和流转问题。基于 ESB 的集成方法降低了各数字化系统集成开发成本及后期的维护成本，同时消除了“点对点”集成带来的网状接口问题，提高了系统间信息共享的安全性。该集成方法具有高扩展性、高兼容性的特点，可适应轻武器研制单位未来不断拓展的应用需求。集成技术研究及开发的集成接口在轻武器研制单位进行了大范围的应用，取得了良好的效果，实现了全业务流程的贯通，在轻武器研制效率提升、管理水平提升方面起到了积极的促进作用。

参考文献：

[1] 刘三平, 龚伟, 王辉. 浅析基于 ESB 智能制造信息系统集成设计方法[J]. 技术与市场, 2016(6): 17-20.

- [2] 曹涛, 王代智, 孙礼明, 等. 基于信息系统指挥机构指挥效能评估[J]. 兵工自动化, 2017, 36(2): 92-96.
- [3] 郭志强. 云计算环境下异构系统数据通信分析与设计[J]. 网络空间安全, 2016, 7(2): 60-64.
- [4] 崔中华, 王君. 基于 XML 的 PDM 与三维 CAD 双向系统集成研究[J]. 机械设计与制造, 2012(2): 79-81.
- [5] 罗少敏, 王亚平, 陈诚, 等. 现代自动武器数字化设计制造流程研究[J]. 机械设计与制造, 2015(1): 204-207.
- [6] 晏晓辉, 张智能, 黄辉宇, 等. 基于 SOA 的制造企业信息系统集成模型研究[J]. 东莞理工学院学报, 2016(1): 63-68.
- [7] 李萌, 魏玮. 基于 SOA 的主数据管理架构设计及实践[J]. 兵工自动化, 2015, 34(8): 49-51.
- [8] 王平. 统一信息门户建设方案探讨[J]. 科技视界, 2015(35): 172.
- [9] 陈亚杰, 祁鹏, 王洋, 等. 基于企业多信息系统集成的单点登录技术研究[J]. 机电设备, 2016, 33(3): 28-32.
- [10] 周加永, 王晶, 孟小净, 等. 集成化智能柔性外骨骼作战系统关键技术[J]. 兵器装备工程学报, 2017(8): 36-40.