

精细化一体化软件协同研发平台设计构建与实施

白明洋

(中国航空工业集团公司洛阳电光设备研究所, 河南 洛阳 471000)

✉ bmy613@163.com



摘要:在当前军队装备面临跨越式发展的背景下,军用软件研发领域仍存在着低效低质、协作不力等一系列问题。该研究提出了一种基于产品协同的开发方法,通过体系方法的迭代改进、信息化固化,构建了一体化的软件研发平台。依托该平台,可实施软件研发过程的精细化管理,实现由传统开发模式向产品线协同、并行的开发模式转变。通过这种协同研发平台的构建与实施,能够确保产品质量和进度目标的达成,实现客户定制化需求的快速交付。

关键词:协同;并行;精细化;一体化;效率;质量

中图分类号:TP311.5 **文献标志码:**A

Design, Construction and Implementation of a Refined and Integrated Software Collaborative R&D Platform

BAI Mingyang

(Luoyang Electro-Optic Equipment Research Institute, China Aviation Industry Corporation, Luoyang 471000, China)

✉ bmy613@163.com

Abstract: In the current context of leap-forward development of military equipment, there are still a series of problems in the field of military software research and development (R&D), such as low efficiency, low quality, and poor cooperation. In this paper, a development method based on product collaboration is proposed, and an integrated software development platform is constructed through iterative improvement and information solidification of the system method. Based on this platform, refined management of software development process can be implemented, and the traditional development mode is transformed into the collaborative and parallel development mode of the product line. The construction and implementation of the collaborative R&D platform ensures the product quality and the realization of schedule objectives, and achieves rapid delivery of customized customer needs.

Key words: collaboration; parallel; refinement; integration; efficiency; quality

0 引言 (Introduction)

近年来,我国的军品研制单位逐渐将工作重点放在了装备硬件能力及基础功能的提升上,硬件的标准化及技术水平取得

了长足进步,尤其是部分核心计算能力逐渐接近物理极限。但是,在此过程中一部分军品研制单位出现了重硬件、轻软件和重技术、轻应用的现象,对软件研发、软件质量关注度较低,对

软件价值、软件定义装备的内涵认识不足。

当前,军队装备建设面临跨越式发展的机遇,武器装备由“一型号一辈子”向多型号并举,由仿制型向创新型转变,新型号的武器装备研制周期大幅缩短,型号项目数量大幅增加,需求与能力、资源间的矛盾日益突出,主要表现在以下方面:(1)激增的项目数量与现阶段串行、低效的研制交付能力相矛盾;(2)武器装备高质量、高可靠性要求与现有产品质量不稳定、问题多相矛盾;(3)高效开发所需一体化协同平台与当前人拉肩扛、作坊式开发环境相矛盾。

随着军事变革的深入,军方对软件质量和交付周期的重视程度不断提升,对军用软件开发过程管理提出了更新、更高的要求。围绕软件高质、高效的要求,需要软件开发工作在技术上不断升级,在过程中不断改进,在模式上不断创新^[1-3]。

国内外研究人员在软件过程体系标准、工程技术及工具链、软件集成验证手段、软件资产积累复用等方面取得了丰富的成果,但只有将这些最佳实践成果融合运用,构建基于系统工程的数字化软件产品生产线,实施精细化一体化软件协同研发,才能完成军用装备软件工厂模式转型,解决软件产品全生命周期中的主要矛盾。

1 解决思路与实施方案(Solution and implementation plans)

基于军工行业的业务特点和当前需求,结合国家军用标准《军用软件能力成熟度模型》(GJB 5000B—2021)的推进,提出了针对军用软件研制的应用解决方案,主要内容是以软件开发流程建设为主线,运用系统工程思想,融入项目管理与产品管理,构建共享、协同的研发平台^[4-5]。

该解决方案的总体思路示意图如图1所示,实施方案示意图如图2所示。

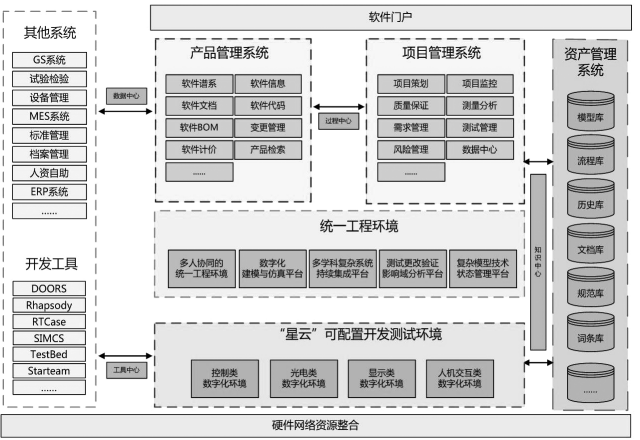


图1 总体思路示意图

Fig. 1 Diagram of overall solution

该解决方案包括总体目标、一条主线、一个核心、管理支撑和知识共享。

(1)总体目标:以产品协同开发流程为主线,牵引组织过程改进和能力建设,建立高效、顺畅的开发流程和规范运作机制,



注:GS为“浪潮”GS管理软件;BOM为物料清单

图2 实施方案示意图

Fig. 2 Implementation plan diagram

实现向产品线协同、并行的开发模式的转变;以系统工程为核心提升从需求分析、系统设计到系统验证的工程化能力,在设计中预测产品质量、控制产品成本;加强项目管理、产品管理等支撑能力的建设,提升产品开发的过程管控能力,确保产品质量和进度目标的达成,促进效率和质量的不断提高;构建产品平台和CBB(Common Building Blocks)库,实现基于平台、满足客户定制化需求的快速交付能力;通过以上举措,系统地提升软件开发的“系列化、通用化、模块化”能力,实现按期、高质量完成任务的目标。

(2)一条主线:以软件开发流程建设为主线,组建协同式产品开发的项目团队。协同式软件开发项目组织是由计划、设计、测试、质量等各部门人员组建的跨部门团队,实现项目经理负责制下的团队目标捆绑、责任捆绑、利益捆绑;梳理研制流程,明确各角色的关键活动以及各角色之间的协同关系,改变以往靠行政手段协调各部门工作的低效模式,实现基于规则和流程的协同开发;针对关键活动,设计模板、指导书、检查单,将专家的知识和经验转化成文档,并固化成体系文件,传承与推广到其他项目,保障流程落地和见效。

(3)一个核心:应用系统工程框架和方法论,将整个系统分解为多个层次或级别,再逐层测试验证,保证军工产品的高质量交付,包括从产品需求到设计需求再到设计规格,实现从功能需求到多系统的落地、逐层验证,确保各层均能达到设计要求,实现需求闭环管理和产品的高质量交付;收集、挖掘、定义系统需求,从源头上提升需求质量,避免后期频繁返工;测试验证紧贴产品开发流程,完成多层需求、规格、设计的闭环验证,提高产品质量。

(4)管理支撑:多措并举,将管理活动融入产品开发流程,为交付质量和周期目标的完成提供保障。具体措施包括将产品开发流程作为项目管理工作分解结构的输入;制订面向领导、部门、员工的计划;开展风险识别、风险监控和风险管理,使

问题得到及时有效解决;强化质量保证人员队伍的建设,确保质量活动的落地和质量目标的达成;建立规则,做实同行评审,制定评审检查单,通过评审尽早发现问题,避免问题遗留到下游环节,实现在设计中预测产品质量,做到质量可控。

(5)知识共享:实施产品线管理,提高技术共享程度,构建核心竞争力。具体措施包括分析产品种类,归类产品,重整产品系列;分析产品构成,进行差异化分析,识别公共组件;建立共享开发机制,提前进行公共组件开发,根据计划将成果迁移到相应的产品开发中,并持续完善;在产品开发中尽可能多地采用成熟的模块,降低产品的复杂度,消除软件开发的技术与进度风险,同时提高产品的质量。

2 信息化平台的设计构建(Design and construction of the information platform)

针对装备软件开发过程中的问题,可基于系统工程国际委员会(International Council on Systems Engineering, INCOSE)的系统工程思想,按照《军用软件能力成熟度模型》(GJB 5000B—2021)梳理软件研制过程,建立顶层业务体系,包括产品管理、项目管理、工程过程、知识管理业务板块。每个业务板块自顶向下逐层分解为多个业务单元,针对每个业务单元进行建模,模型包括人员、任务、时间、流程、模板、数据、资源等要素(图3)。业务执行过程中,按照产品技术成熟度从低到高建立组织模型数据、人员使用模板,利用资源按照定制的流程完成任务。通过不断完善业务模型,实现标准化、规范化和自动化作业。使用工程中间件构建软件工程平台,通过过程中心、数据中心、任务中心、工具中心等工程中间件有机地组织业务模型的各个因素,保证软件人员在统一的平台上协同工作,动态采集数据,形成报表,提示风险,同时不断积累企业在软件开发过程中产生的各种知识、经验和方法,并封装为模板,为后续型号的研制提供支持。

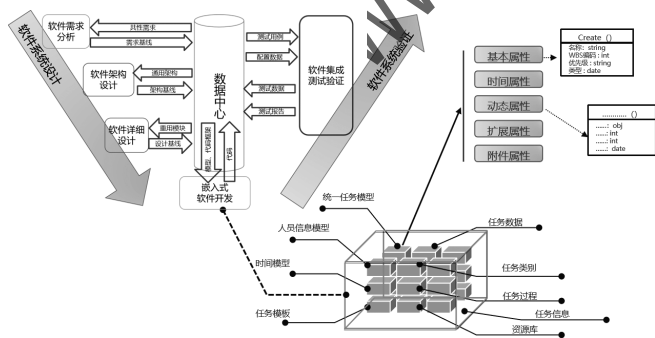


图3 业务单元设计示意图

Fig. 3 Diagram of business unit design

按照系统工程思想构建的全新软件开发模式,提高了复杂系统软件开发过程中的整体管控能力,可以从软件系统的整体性、全面性出发,精细化管理和控制软件开发中的进度、质量、风险、变更等问题;过程管理体系文件和工程技术文件可以细

化定制到业务模型中,在业务执行过程中,软件从业人员不用专门学习体系文件,可以通过向导式的项目管理平台和软件工程环境一步一步完成任务,即可满足《军用软件能力成熟度模型》(GJB 5000B—2021)对软件产品的要求,完成任务的过程中使用组织提供的模板和历史数据,可以大幅节约完成任务的时间;利用工程中间件建设的软件集成研发平台^[6-7],将产品管理、项目管理和工程实施有机联接,产品管理从系统产品谱系中形成软件产品谱系、管理软件产品状态,通过过程中心定制产品研发的生命周期,形成软件项目,在项目管理过程中通过任务中心和数据中心发布任务、监控任务状态,工程实施过程中通过工具中心有效地组织研发工具,知识管理通过知识中心为项目管理和工程实施提供支持。

2.1 以产品管控为视角的软件产品管理

产品软硬件一体化管理体系:与综合设计平台对接,在覆盖现有专业的基础上扩展软件工程研制体系,综合设计平台将以管理软件、硬件一体化为目的,形成统一的型号产品工程协同体系。

多维度的产品管理过程:建立产品谱系,为项目之间的产品复用提供支持;通过产品基线的控制,将软件产品的状态和变更统一管理,规范软件 BOM(Bill of Material)清单,为软件产品生产交付提供支持。

软件计价管理体系:以产品为顶层管理,以项目管理和工程管理为依托,从低到高地全面覆盖软件研制过程,以定量的方式管理软件产品的研发,将计价模型植入产品管理中,使软件计价有章可循。

研制全过程协同:从企业级进行型号产品研制过程的整体管控、任务下达、工作统一部署,形成企业级产品研制过程的统一管理体系。

2.2 以模型驱动为核心的项目管理

贯彻军用软件研发标准:将《军用软件能力成熟度模型》(GJB 5000B—2021)中对软件工程化要求的相关标准真正落实,提升软件工程化研制及管理水平。

执行以模型驱动为核心管理思想:由组织提炼研发过程业务模型,并将业务模型转化为任务模型,将任务模型灵活组织为软件生命周期模型植入管理平台中,在项目实施过程中不断收集数据、完善模型,将生产效率、生产规模、研制流程等数据指标与模型集成,可以自动对项目管理过程进行策划、执行、监控及分析。在管理过程中规范质量管理、需求管理、配置管理、变更管理等相关流程,并纳入模型中,从而对整体过程进行模型驱动管理。项目管理过程可以自动收集工作指标、研发情况等数据,并进行分析汇总,用于支持项目测量,通过灵活的方法对项目管理过程进行定制,最终将项目数据提交回组织,由组织分析、筛选,达到闭环的集成项目管理。

构建精细的全面管理座舱:项目管理活动包括项目过程管理、工程过程管理、支持过程管理,它们围绕项目开发活动开展,贯穿于整个开发活动的各个阶段,既为开发活动提供支持,又使开发活动的工作产品受控,同时与开发活动一起为组织过程管理提供支撑,迭代式地促进组织软件过程能力的改进。围绕全生命周期项目管理提供视图管理功能,根据不同角色关心的不同数据,从过程中提取各类型数据,并形成不同的管理视图,供管理人员查看。

2.3 以工程环境为依托的软件研发过程

健全管理过程加强研发手段:在工程研制过程中,以《军用软件开发通用要求》(GJB 2786A—2009)、《军用软件开发文档通用要求》(GJB 438B—2009)为工程参考依据进行建设,整合软件研发业务活动中的任务、流程、工具、数据等要素,使软件人员可以在统一环境中协同工作。结合《军用软件能力成熟度模型》(GJB 5000B—2021)突出系统工程的思维方法,强调对工程能力的重视,加强软件研制中的需求分析、设计、开发、测试等手段,以此为基础提高软件质量,降低研发成本,缩短研制周期。

形成软件集成研发管理一体化机制:在工程人员的日常工作中,可以通过统一工作环境,将贯穿软件各阶段的工程过程与管理过程打通,覆盖软件研发的全生命周期,形成一整套软件集成研发与管理手段,工程人员在统一的研发环境中能快速使用工具、实现软件研制工程层面上的全生命周期的一体化研发管理体系。

建立研制数据统一管理能力:建立统一的、标准的集成数据中心,所有的工具软件都建立与该数据中心的交互关系。在数据中心之上构建一个数据中间层,提供对企业内产品研制过程的数据统一管理,有效维护软件研发数据的完整性、关联性,从而降低管理的复杂度。

2.4 以硬件虚拟化特征的数字化软件开发验证环境

在系统生命周期的早期对复杂系统进行系统建模,采用分析方法验证系统功能需求和质量,可以更好地评估系统概念原理和需求。同时,将分析后的系统模型转换到可运行的验证平台,对系统的功能需求和质量指标进行动态的分析验证,形成更加全面和准确的系统需求。通过研究建模技术和平台构建技术,建设虚拟集成开发验证工具平台,对系统需求进行建模,设计大规模、复杂的系统架构;依据架构模型快速构建可配置运行系统,支持不同成熟度的系统模型集成,验证系统质量属性。

通过硬件建模语言,构建常用虚拟硬件模型,在硬件环境缺失的情况下,为嵌入式软件提供虚拟运行环境^[8-11],降低软件对硬件环境的依赖和运行环境构建的难度,为可配置运行系统提供运行环境。研究开放式体系架构,面向军用装备领域,

对系统构型的每个层次的内涵、功能、采用的技术和实现方式进行定义,该技术能够降低应用程序、系统和硬件之间的耦合度以及系统集成成本,提高功能模块的移植性和复用性。以数据为中心的分布式实时通信技术采用订阅/发布体系结构,提供统一开放的数据访问接口以及丰富的通信服务质量策略,具有软件和硬件解耦、服务质量可配置等特点,能够保证通信的实时性、可靠性,提升系统的移植性、扩展性。

2.5 以数据为中心的全面质量管理体系

以数据为中心的全面质量管理体系具有以下功能。

(1)能够从企业价值链、内外部供应链的角度出发,为质量的全过程管理提供全程、多维度的质量控制,实现质量信息资源的优化配置和质量管理的网络化协同。

(2)能够深入各类产品的研发项目中,具备对规划论证、需求分析、系统设计、产品实现、集成验证、工艺设计、生产制造、验收交付、服务保障等产品研发各阶段过程中工程过程、管理过程的数据采集分析及监督控制能力,具备对产品全生命周期范围内各阶段中间产品、最终产品质量数据的采集分析及监督控制能力。同时,能够对接顶层质量目标的要求,具备对顶层质量目标向各类项目进行分解、分配的能力。

(3)支持在各项目过程中设置必要的数据采集点,实现对各项目级原始质量数据的自动化采集、计算;能够根据组织定义的质量和过程绩效模型,基于全部项目数据对组织级质量和过程绩效结果进行自动化的汇总、计算及辅助分析,能够支撑产品缺陷及质量趋势的分析预测。

(4)基于组织级、项目级提供的质量数据,可对质量问题类型、归因、规模、成本、趋势、客户评价等指定的宏观质量数据进行分析 and 图形化展示,为高层领导决策提供直观、准确、及时的信息支持。提供面向全体员工的质量信息看板,提供实时产品质量信息、团队质量绩效、重大质量问题及质量风险的查询、展示及讨论,为企业质量文化建设提供支持。

3 平台实施效果(Implementation effect of the platform)

(1)各种管理标准落地:平台建立后,将《军用软件能力成熟度模型》(GJB 5000B—2021)、《军用软件开发通用要求》(GJB 2786A—2009)、《军用软件开发文档通用要求》(GJB 438B—2009)等标准过程与工程人员日常的工程实践相结合,为工程人员建立统一、完善、严谨的工作规范,使所有工程人员全部围绕着标准工作,管理中的数据来源于工程,形成统一的工程管理一体化机制。

(2)工具和方法集成:经过对工具软件和工程方法的集成与封装,使工具软件的使用门槛大大降低,从而面向学科类型的工具上升至面向产品研发的专业软件过程;使设计人员得以从繁杂的工程技术实现中解放出来,专注于产品技术研发本身,

大大降低了人工的重复性劳动,固化了知识和经验,也使快速的研发迭代、敏捷过程成为可能,并且通过工具的封装,有效地解决了工具的三员分立、密级管理等问题。

(3)流程集成与管理:构建集成研发的流程管理体系,帮助企业解决新型号研发过程中的计划调整频繁、任务密集、参与人员众多、组织协调机制复杂、人员沟通不畅、信息反馈零散滞后、进度难以保障等问题。主要以《军用软件能力成熟度模型》(GJB 5000B—2021)为基础,直观、方便地定义计划、编制任务、建立流程,通过时间、逻辑、状态、消息4种模式引擎驱动任务之间的流转,可以动态处理任务之间复杂的关联关系,克服了目前任务管理方法中驱动因素单一、形式固定所造成的局限性等缺点,实现流程任务管理范围的最大化,实现设计过程规范性、可见性、可控性和可溯性。

(4)数据集成与管理:建立一个统一、标准的集成数据中心,所有的应用系统都建立与该数据库中心的交互关系。在集成数据中心之上构建一个数据中间层,提供对集成数据中心的标准操作,每一个应用系统只需与集成数据中心的中间层进行交互,从而降低协同研发平台的复杂度,为产品研发提供一个安全、可靠、稳定、高性能的数据集成管理基础设施,提高数据维护、数据转换与集成效率,保证产品研发的数据同步和协调,满足数据项的可追溯性要求,进而提高了数据管理的质量和效率。

(5)全过程协同:将研发不同阶段需要的工具、资源、人员、数据形成一个有效的整体,打通研制过程中管理与工程之间的各个环节,采用流程模式与数据中心模式相结合,实现了跨部门、跨专业的分布式、协同化设计、研发过程。避免了大量的重复性建模、分析、代码、测试等工作,还可以通过构建协同任务管理和协同流程管理系统,按照自上而下、任务计划驱动、实时反馈的思想,对研制人员工作中产生的信息、数据进行抽取、汇总、统计,以多视图形式全面展示,完美实现企业顶层管控能力,为领导层提供决策参考。

(6)知识工程:构建各种面向专业应用的知识库,同时覆盖从体系建设、项目管理、流程管理到工具软件多层面的知识方法积累需求。通过构建创新式知识工程推送体系,并且在模板开发环境和集成设计客户端环境、工程数据管理系统中采用国际领先的知识捕捉技术,使设计人员积累的经验和知识封装到设计系统中,当其他设计人员再次使用时,系统又会智能化地推送相关知识,真正赋予了知识工程以旺盛的生命力。

4 结论(Conclusion)

本文基于系统工程思想提出了创新管理解决方案,并进行了信息化平台建设,通过先进的管理理念与技术将人力资源、

项目任务、工作进度、过程数据和最终产品等进行集中式分级管理,实现了不同类型活动间无歧义的高效衔接,在过程数据高效采集的基础上进行大数据分析和应用,实现精细化管理,在项目管理、产品管理和研发效能管理等方面取得了不错的落地效果。

本文建设的信息化平台采用了SOA(面向服务软件体系结构)架构,服务之间通过组合调用形成一定的业务流程。但在SOA开发框架中,模块之间在类、方法、属性上存在严重的依赖调用关系,模块之间的复杂程度高,可能会出现牵一发而动全身的情况。而在微服务开发框架下则可以控制模块之间的多层交互依赖关系,在必要时进行“服务降级”与“服务熔断”,因此下一步拟开展研究,将协同研发平台向微服务架构推进。

参考文献(References)

- [1] 韩雨泓. 面向军事复杂软件系统的协同演化开发研究[D]. 成都:四川大学,2021.
- [2] 郭靖. 基于GJB 5000A的软件产品研制过程管理改进[J]. 电子质量,2022(5):123-126.
- [3] 张伟杰. 基于软件开发方法的创新与发展过程研究[J]. 电子技术与软件工程,2015(10):71.
- [4] 周婷. 面向敏捷模式的软件开发协同工作系统[D]. 成都:电子科技大学,2018.
- [5] 张文雅. 基于协作开发平台的软件项目管理系统的设计与实现[D]. 武汉:华中科技大学,2017.
- [6] 韩永生. 一种面向复杂信息系统的综合集成工程实践方法[J]. 计算机与网络,2020,46(17):53-56.
- [7] 钱建华. 基于Oracle轻量级集成中间件的设计与实现[D]. 厦门:厦门大学,2017.
- [8] 肖寅,吴捷,屈国栋. IMA系统管理功能的逻辑建模及性能分析[J]. 航空电子技术,2015,46(4):29-32,54.
- [9] 李斌,李雯. 基于simics的综合核心处理机仿真技术研究[J]. 航空计算技术,2019,49(1):123-126.
- [10] MEUNIER Q L, PÉTROU F. Lightweight transactional memory systems for NoCs based architectures: design, implementation and comparison of two policies[J]. Journal of parallel and distributed computing, 2010, 70(10): 1024-1041.
- [11] Wind River. Wind river simics model builder user's guide 4. 6[Z]. Alameda:Wind River,2012.

作者简介:

白明洋(1979-),男,硕士,高级工程师。研究领域:软件工程。