

文章编号: 2095-2163(2023)08-0125-04

中图分类号: TP391.9

文献标志码: A

适应装备发展的作战软件工程过程研究

赵鑫业¹, 李 宁², 高成志¹, 王义涛¹

(1 海军大连舰艇学院, 辽宁 大连 116018; 2 中国船舶集团有限公司综合技术经济研究院, 北京 100094)

摘要: 当前作战软件工程过程都是采用标准的软件工程过程, 而作战软件不同于普通商用软件的特点在于用户无法直接提出软件需求, 从而导致后期软件不断调整变化, 用户也不满意。通过研究建立适应作战软件特点工程过程, 包括作战软件需求工程、作战软件人因工程设计和作战软件人因测试过程, 将需求获取确认、用户体验验证、人因测试等纳入研制过程, 形成一套行之有效的具有作战软件研制特点的标准工程过程。

关键词: 作战软件; 质量管理; 体系建设; 软件工程过程

Research on operational software engineering process adapting the equipment

ZHAO Xinye¹, LI Ning², GAO Chengzhi¹, WANG Yitao¹

(1 Dalian Naval Academy, Dalian Liaoning 116018, China; 2 Research Institute of Comprehensive Technology and Economics of China State Shipbuilding Corporation, Beijing 100094, China)

【Abstract】 The current operational software engineering process adopts the standard software engineering process, and the feature of operational software is different from ordinary commercial software in that users cannot directly put forward software requirements, which leads to continuous adjustment and changes in the later software, and users are not satisfied. In view of the situation, the paper establishes an engineering process adapted to the characteristics of operational software through research, including operational software engineering process model, operational software requirements engineering, operational software human factors engineering design and operational software human factors testing process, requirements acquisition confirmation, user experience verification, human factors testing, etc. are incorporated into the development process. During the development process, a set of effective standard engineering process is formed with the characteristics of operational software development.

【Key words】 operational software; quality management; system construction; software engineering process

0 引言

ISO 9000:2000《质量管理体系基础和术语》将“过程”定义为:“一组将输入转化为输出的相互关联或相互作用的活动”^[1-2]。当前, 作战软件工程过程都是采用标准的软件工程过程, 而作战软件不同于普通商用软件的特点在于用户无法直接提出软件需求。通过研究建立适应作战软件特点工程过程, 将需求获取确认、用户体验验证、人因测试等纳入研制过程, 形成一套行之有效的具有军用软件研制特点的标准工程过程。其中, 需求获取确认阶段的主要任务是对用户需求调研中收集到的软件需求进行

归并分类, 形成初步的用户需求文档, 并与用户进行沟通确认; 人因工程设计阶段的主要任务是在完成软件需求分析并开发出软件原型系统后, 由用户代表基于原型系统进行体验验证, 并根据用户感受与意见对软件需求进行进一步完善; 人因工程测试阶段的主要任务是对软件的人因要素进行测试确认。

1 作战软件研制工程过程

软件工程涉及如何规范化地管理和开发软件, 其基本思想为: 用工程化方法系统、且合理地规范软件产品的开发, 从而经济地获得可靠的、在实际机器上高效运行的软件。作战软件的发展必须综合考虑

作者简介: 赵鑫业(1984-), 男, 博士, 助理研究员, 主要研究方向: 作战建模与仿真、舰载作战软件; 李 宁(1990-), 男, 博士研究生, 高级工程师, 主要研究方向: 人机交互、人因工程; 高成志(1981-), 男, 博士, 助理研究员, 主要研究方向: 信息系统、质量管理; 王义涛(1973-), 男, 博士, 研究员, 主要研究方向: 作战软件设计。

通讯作者: 赵鑫业 Email: zhaoxinye@nudt.edu.cn

收稿日期: 2022-09-01

各项发展指标,实现软件功能和质量的最大化^[3-4]。作战软件过程是软件工程的基础,有效应用软件工程技术就必须定义合适的软件过程框架,包括工具方法的有效使用、质量保证、项目管理、里程碑建立等。作战软件过程的控制和优化是最关键的环节。

传统的软件工程观点,软件研制周期包括以下8个基本阶段(以螺旋开发模型为例):系统需求分析与设计;软件的需求分析;概要设计;详细设计;编码与单元测试;集成测试;合格性测试与验收;系统集成^[5]。简要来说,软件工程研制过程可进一步归并划分为软件需求分析、软件设计、软件编码、软件测试、软件维护5个阶段。

基于系统工程的组织管理方法是指在“系统思

维+战略思维”、“复杂适应+持续改进”思想的指引下,应用系统工程方法论,将作战软件工程看成由若干环节组成的系统工程来研究和解决问题,通过拆分成各个环节、分析环节组成、了解各个环节的作用、分清环节的轻重主次、掌握环节之间的关系,最终促使所有环节的运转朝着整体最优的目标发展^[1]。针对作战软件工程的研制特点,基于上述系统工程的思想,在传统5个阶段的基础上,将需求获取确认、用户体验验证、人因测试3个阶段扩展加入原有标准软件过程,据此,作战软件标准软件过程包括需求获取确认、软件需求分析、用户体验验证、软件设计、软件编码、软件测试、人因测试、软件维护八个阶段,具体研制过程如图1所示。

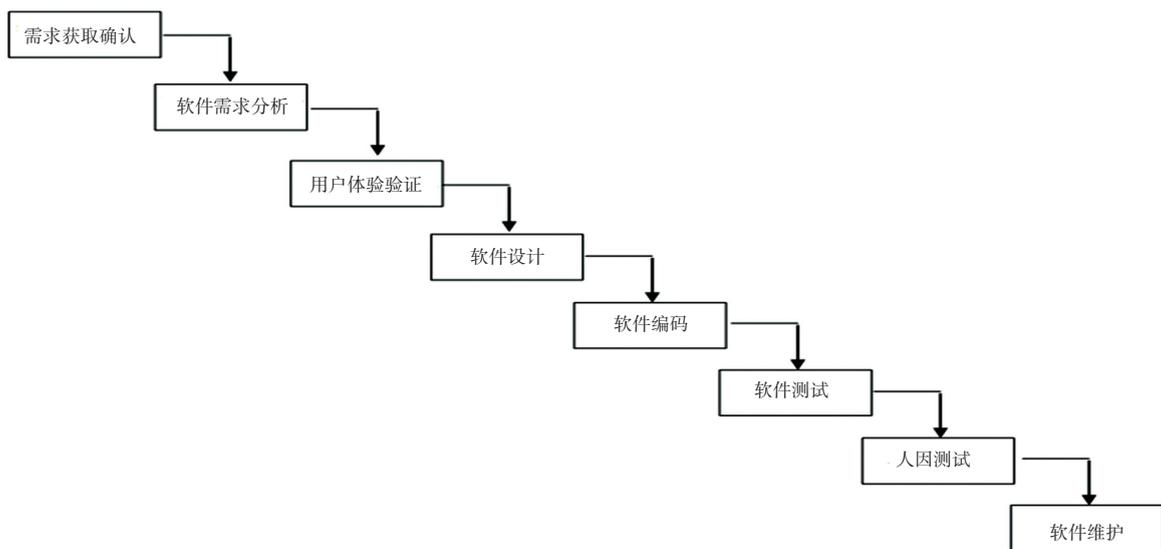


图1 作战软件工程研制过程

Fig. 1 The development process of operational software engineering

对比传统软件工程研制过程的5个阶段,深入分析作战软件工程研制过程扩展的各个阶段,主要改动为:将需求分析阶段拓展为需求确认、需求分析和用户体验验证阶段,增加了人因测试阶段。

2 作战软件需求工程

近年来,包括作战软件在内的军用指挥信息系统凸显装备效能倍增器—“神经中枢”的作用^[6-8]。高效的作战软件不仅是设计出来的,也是不断试用和修改出来的。作为软件工程的重要方面和关键首步,需求工程日益主导着作战软件研制任务的进程乃至成败。

需求工程是一组与最终需求规约制定和商讨相关的活动。在开发作战软件时,设计人员必须清楚并充分理解这些需求。然而,经常发现需求会侵入到“如何做”的部分,从而进入解决方案设计的领域。应尽量将需求限制在“做什么”的部分,但这样清楚的划分通常很难。科学的作战软件工程项目管理要求软件的生产均在可控制之下,生产的作战软件要可靠、高效、便于维护,同时也应具有一定的鲁棒性,最终目的是能满足部队用户的需求。软件工程的重点就是参与者的交流和软件组成部分的重用。随着计算机技术的发展,结构化编程模式、面向对象技术、软件体系结构、构件原理、建模技术以及

面向服务设计框架等理论和技术有力地保障了作战软件的发展,但随着作战软件复杂度的迅速增长,涉及作战软件各行业领域内和行业领域之间的构件使这种复杂度上升到一个空前的高度。现在,用户需求的重要性被广泛认可。无论作战软件开发过程模型如何,管理需求和用户参与正在成为软件开发的关键任务。参见图1,作战软件工程研制过程新拓展的3个阶段,包括需求分析、需求确认和用户体验验证阶段^[8-9]:

(1)需求分析阶段。通过需求调研,将部队的各种使用需求转化为作战软件的产品需求,同时考虑设计的技术可行性、成本等因素。另外,需求分析阶段要承担装备软件与硬件需求之间的划分任务。

(2)需求确认阶段。主要任务是对用户(部队)需求调研中收集到的软件需求进行归并分类,形成初步的用户需求文档,并与用户进行沟通确认。需求获取确认的目的在于:确定要构建的作战软件需要具备包括功能的、性能的及其它非功能属性的需求。

(3)用户体验验证阶段。用户体验验证阶段的主要任务是在完成软件需求分析并开发出软件原型系统后,由用户代表基于原型系统进行体验验证,并根据用户感受与意见对软件需求进行进一步完善。

当前,我军作战软件的需求工程应该借鉴国外先进经验,强调以联合作战为核心的能力建设,注重军事需求与规划计划的有机结合,把新的实战需求及时有效地融入国防和军队新时期规划当中,更好地建设作战软件的需求工程。在借鉴军事强国先进经验的基础上,提出我军作战软件军事需求开发和管理制度化设计构想:目标明确,重视规划;健全制度、统揽全局;用户主导、突出需求。

3 作战软件人因工程设计和测试

传统的软件工程观点,软件研制过程可划分为软件需求分析、软件设计、软件编码、软件测试、软件运行与维护等五个阶段。针对作战软件的研制特点,基于系统工程的思想,在传统五阶段的基础上,将需求获取确认、用户体验验证、人因测试等阶段扩展加入研制过程。两伊战争后^[9-10],行业内普遍认识到,人因工程设计对于作战系统的装备性能至关重要,只有着力解决软件装备使用过程中人机结合的辅助决策问题,才能充分发挥嵌装舰载作战软件

的效能。

对于图1新增加的人因测试阶段,其主要任务是对软件的人因要素进行测试确认,例如针对作战指挥系统存在的人机关系问题,开展人机界面优化设计工作,通过对软件框架、功能表页、图形、工具栏等显示元素的信息显示、交互方式等人机交互功能的反复优化测试,目的是在显示交互方面增强作战系统的人机交互能力、降低舰员的操作负荷、提高舰员的操作效率、提升装备战斗力等。

3.1 作战软件人因工程设计

软件人机界面设计是“主观性”比较强的工作,人机界面设计不仅要听取用户的直接意见反馈,更看按照人因工程的设计过程来加以控制。人与作战软件之间的交互产生人机关系,面向软件中的实时决策类、方案指挥类等典型任务,区分人与软件各自的功能优势,如果人与软件都可以完成且共同完成某些功能,分析人与软件各自承担工作量的额度,确保总体作业效率达到最优值。针对软件界面的交互反馈、显示布局、格式及要素等,设计操作单元的交互方式与图形、表页、字符等信息的呈现方式,使指挥员易于感知和理解,操作便捷。

3.2 作战软件人因测试过程

人因工程学,旨在研究特定作战任务背景下人的因素与机器、环境之间的相互作用,使机器、环境等设计更加符合人的生理、心理等特点,以提高工作效率、安全性、舒适性等目标性能^[11]。人因工程学通过科学客观规范的实验、仿真、测试、分析等,以达到整体效能最佳为目的,提出特定任务条件下的人机关系解决方案,达到安全、高效、健康、经济的目的^[12-13]。

定义作战软件人因工程为:将人因工程的理论与技术手段系统性地应用于作战软件的研制中,把人与作战软件相结合,组成“人-软件-环境”整体,探讨人、软件、环境的相互关系与作用。面向指挥员的指挥决策能力特点,结合作战任务和工作环境,围绕态势处理、方案拟制、实时决策等信息处理过程^[12],开展人机交互、人员配置以及作业流程的优化设计,使软件符合指挥员的认知操作特性和作战使用需求,实现人机有效结合下软件装备的最大作战效能。以舰载作战软件为例,其人因工程实践路线如图2所示。

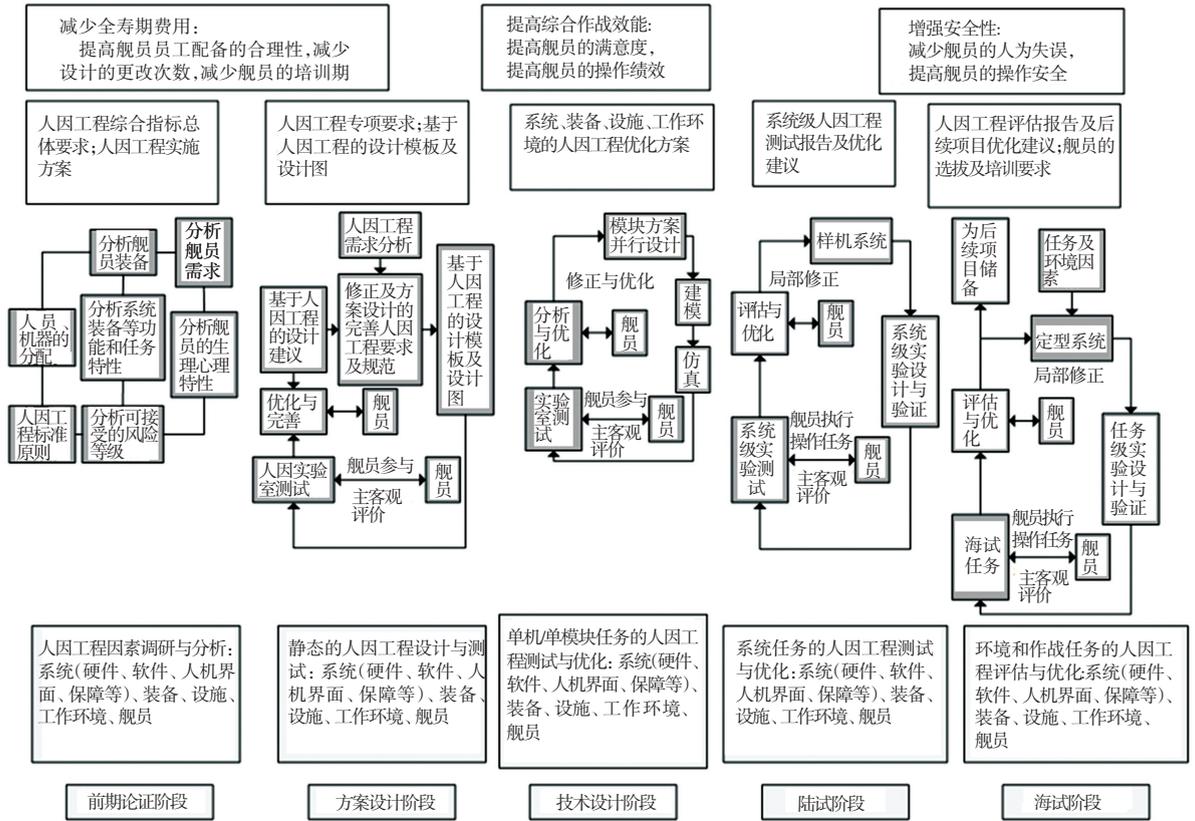


图2 舰载作战软件人因工程实践路线图

Fig. 2 The roadmap of human factors engineering practice for shipborne operational software

4 结束语

依托前沿军事理论和科学技术,创新适应装备发展的作战软件工程过程研究,及时找出在作战软件产品生存周期中需求分析、作战软件人因工程设计和作战软件人因测试过程等阶段的存在的主要问题,积极采用合理适宜的作战软件工程过程解决和缓解矛盾,为构建新一代智能化作战指挥辅助决策软件维护与升级机制奠定管理制度基础,为发挥作战软件在现代战争中的核心作用,全面形成服务于信息化体系作战的决策支持能力提供有力支撑^[14]。

参考文献

[1] 何加浪. 软件工程化在装备软件研制中的应用[J]. 软件导刊, 2013, 12(10): 124-126.
 [2] 赵晓哲. 舰艇作战软件系统工程管理[M]. 北京: 国防工业出版社, 2000.
 [3] 万会兵, 刘阳. 基于需求工程的军品研制技术要求确认与传递[J]. 直升机技术, 2020(01): 18-27.
 [4] 李华北, 刘小茵. 过程改进基本原理及CMMI实施[M]. 北京:

中国标准出版社, 2009.
 [5] 何加浪, 谢梦. 装备配套软件可靠性工程实践[J]. 电子质量, 2013(12): 25-29.
 [6] 王文基, 赵丕福, 李伟, 等. 大型复杂装备软件需求分析研究[J]. 计算机与网络, 2015, 41(23): 72-75.
 [7] 陈亨轩, 黄河. 提高军用软件可靠性的方法与策略[J]. 科技研究, 2012, 28(3): 39-40.
 [8] 段采宇, 余滨. 军事需求工程面临的困难及典型对策[J]. 国防科技, 2007(12): 54-58.
 [9] 段采宇, 陈超, 余博超. 外军需求论证模式对军校人才培养的启示[J]. 科技情报开发与经济, 2010, 20(08): 175-177, 184.
 [10] 曾鹏, 何中文, 张小凡, 等. 蓝军舰艇指挥控制系统人因工程设计[J]. 现代防御技术, 2018, 46(04): 45-52.
 [11] 陈霞, 刘双. 海军装备领域人因工程研究现状及发展[J]. 舰船科学技术, 2017, 39(04): 8-13.
 [12] 石剑琛. 作战系统人因工程应用现状及发展思考[J]. 船舶标准化与质量, 2017(05): 5.
 [13] 李玲, 解洪成, 陈圻. 应用人因工程技术分解舰船系统功能的研究[J]. 船舶工程, 2006(02): 51-54.
 [14] MADNI A M, BOEHM B, GHANEM R G, et al. Disciplinary convergence in systems engineering research & model-based systems engineering: Motivation, current status, and needed advances[C]// Disciplinary Convergence in Systems. Cham: Springer, 2018: 311-325.