

文章编号:1674-8190(2020)04-549-07

飞机使用保障中的技术状态管理方法研究

王江三^{1,2}, 朱威仁³, 王福新¹

(1. 上海交通大学 航空航天学院, 上海 200240)

(2. 航空工业第一飞机设计研究院 型号管理部, 西安 710089)

(3. 航空工业第一飞机设计研究院 适航与通用质量特性研究所, 西安 710089)

摘要: 目前,我国军用飞机由使用方自行规划开展飞机在使用保障阶段的技术状态管理工作,缺乏信息化手段,效率低下,且与飞机研制交付阶段的技术状态管理工作存在断层。通过研究飞机使用保障中的技术状态管理内涵,分析技术状态标识、技术状态控制、技术状态记实、技术状态审核等内容,提出一种适用于飞机使用保障中的技术状态管理方法,并在某型号工程研制中进行工程实践。结果表明:该方法可显著提高飞机使用保障中的技术状态管理效率。

关键词: 使用保障;技术状态;构型项;保障信息系统

中图分类号: V267

文献标识码: A

DOI: 10.16615/j.cnki.1674-8190.2020.04.013

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research on Configuration Management Approach of Aircraft in Operational and Support Stage

WANG Jiangan^{1,2}, ZHU Weiren³, WANG Fuxin¹

(1. School of Aeronautics and Astronautics, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

(2. Department of Project Management, AVIC The First Aircraft Institute, Xi'an 710089, China)

(3. Department of Airworthiness and General Quality Characteristics,
AVIC The First Aircraft Institute, Xi'an 710089, China)

Abstract: At present, configuration management in operational and support stage of our military aircraft mainly depends on user own, which is short of informatization and has low efficiency, also is separated from configuration management in development and delivery stage. The connotation of configuration management in operational and support stage is researched, then a configuration management approach in operational and support stage based on analysis of configuration identification, configuration control, configuration status accounting, configuration audit is proposed. The proposed approach is applied to aircraft engineering, which shows high efficiency.

Key words: operational and support; configuration management; configuration item; autonomic logistics information system

收稿日期:2019-12-19; 修回日期:2020-02-28

通信作者:王江三, wjs4292@163.com

引用格式:王江三, 朱威仁, 王福新. 飞机使用保障中的技术状态管理方法研究[J]. 航空工程进展, 2020, 11(4): 549-555.

WANG Jiangan, ZHU Weiren, WANG Fuxin. Research on configuration management approach of aircraft in operational and support stage[J]. Advances in Aeronautical Science and Engineering, 2020, 11(4): 549-555. (in Chinese)

0 引言

20 世纪 50 年代,技术状态管理起源于美国,是一种伴随着复杂武器系统研制而形成的系统工程管理方法。后经多年发展,技术状态管理在多项重大型号管理中得到了广泛应用,形成了一套成熟的管理方法体系。如今,美国和欧洲均已制定了比较完善的技术状态管理标准^[1-5]。我国参考 ISO/9004-7《技术状态管理指南》和 MIL-STD-973《技术状态管理》等国外标准,于 1998 年颁布了 GJB 3206—1998《技术状态管理》,并于 2010 年颁布了 GJB 3206A—2010《技术状态管理》^[6-7]。

目前,国内外军用飞机技术状态管理各阶段均有相关的研究。总体来看,以美国为代表的军用飞机技术状态管理比较充分地考虑了全寿命周期管理方式,但都是通过军方为主导地位、研制方配合的方式来保证技术状态管理工作的全寿命周期一体化^[8-10]。国内的军用飞机技术状态管理缺乏全寿命周期统一规划,军用飞机设计研制、生产制造、使用保障等阶段虽然都有技术状态管理工作的相关研究和应用^[11-16],但大多是按照各阶段单独进行规划,相互分离,尤其是飞机在使用保障阶段的技术状态管理,目前主要由使用方自行规划开展,效率低下,且与飞机研制交付阶段的技术状态管理工作存在明显断层。由于飞机在使用保障过程中会频繁地发生技术状态变更,而且新型号飞机装机设备种类多、数量多,十分不利于技术状态管理。

为了满足快捷、精确、全寿命周期的保障需求,迫切需要军用飞机研制单位主导开展使用保障过程的技术状态管理研究,充分规划和衔接好研制阶段和使用保障阶段的技术状态管理工作,确保使用方能更高效无误地开展使用保障阶段的技术状态管理。基于此,本文对飞机使用保障过程中的技术状态管理工作开展研究,提出一种高效的、适用于飞机使用保障过程的技术状态管理方法,并进行实践验证。

1 飞机使用保障中的技术状态管理内涵

在使用保障阶段,飞机受一系列维修保障任务的影响,使得其构型处于不断变化之中:比如定期检修、排故而进行的换件;来自总师单位的技术更改而执行的硬件更改和软件升级;飞机和装机件使

用寿命到达翻修期限而进行的翻修;地面测试或备件不足而引起的串换件等。需要针对飞机使用保障阶段开展技术状态管理方法研究,统筹规划好飞机在设计研制、生产制造、使用保障等阶段的相应工作,衔接好技术状态管理不同阶段的工作和数据。

飞机使用保障中的技术状态管理工作主要包括技术状态标识、技术状态控制、技术状态记实和技术状态审核^[17-18]。

(1) 技术状态标识

通过合理确定构型项、构型项采集信息、生成全机初始构型来完成技术状态标识。

(2) 技术状态控制

在飞机交付技术状态基础上,持续实施控制流程,实施技术状态更改,保证飞机、技术状态记录、保障资源的一致性。

(3) 技术状态记实

记录并报告飞机使用保障中产生的技术状态更改。

(4) 技术状态审核

在飞机进行串换件、加改装等技术状态更改中进行审核,在技术状态审核通过确认后,才能进行技术状态更改。

2 飞机使用保障中的技术状态管理方法

飞机使用保障中的技术状态管理需要飞机总师单位和总装厂在飞机交付使用方之前建立飞机使用保障阶段的初始构型,作为技术状态管理标识的重要内容,在飞机交付使用方后,以初始构型数据为基础,随着飞机一系列维修保障任务产生的技术状态变化,围绕构型数据完成对技术状态的控制、记录和审核,如图 1 所示。

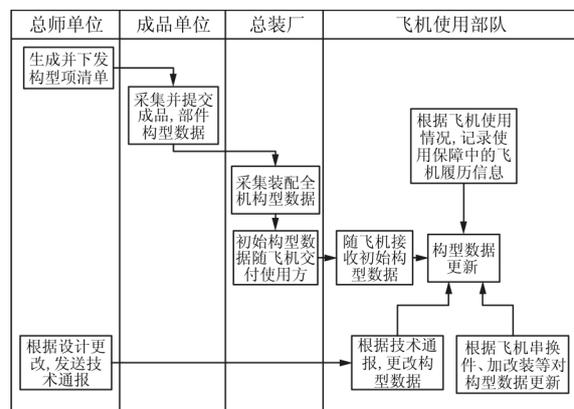


图 1 技术状态管理流程图

Fig. 1 Procedure diagram of configuration management

2.1 技术状态标识

在飞机研制生产过程中,构型项自身就带有很多信息,比如名称、型号、性能数据、安装信息等;在飞机使用维护过程中,构型项又会产生使用时间等多项信息。这些信息多而繁杂,需要根据使用维护的需求对其进行挑选,将确实需要的信息纳入技术状态标识范围^[19-21],在飞机交付使用方之前建立飞机使用保障阶段的初始构型。

根据以往型号飞机外场维护经验,基于状态维修的需求和使用方精细化维修的需要,将构型项需要管理的信息分为基本信息、履历信息和安装信息三大部分进行采集和管理。具体信息及纳入理由如表1所示。

表1 飞机初始构型信息组成

Table 1 Composition of aircraft initial configuration data

分类	信息名称	类型	纳入理由
基本信息	飞机批架次	重要	基本信息是对构型项的最原始的描述,从设计、研制、生产一直延续到使用维护阶段的信息。
	SNS 编码	重要	
	产品名称	重要	
	产品型号	重要	
	计时类型	重要	
	物品码	次要	
	出厂编号	重要	
	研制单位	次要	
	生产日期	次要	
履历信息	机载软件名称	重要	履历信息是从纸质履历本中需要记录的信息中提炼出来的,为实现履历本电子化提供数据基础。
	总寿命	重要	
	首翻期	重要	
	计时内容	重要	
	设计性能参数	次要	
	实际性能参数	次要	
	机载软件版本	重要	
软件更新日期	次要		
安装信息	启封日期	次要	安装信息是为了表现出构型件下级和上级之间的装配关系,为维修人员在维护工作中对构型件进行准确定位提供参考信息。
	安装日期	次要	
	安装单位名称	次要	
	安装单位代码	次要	
	实际安装位置	重要	

表1所示数据包括了飞机设计、生产、制造、装配、交付各阶段产生的数据,满足飞机使用维修保障信息化管理需求。通过总师单位生成并下发构型项清单、机载设备单位交付成品构型数据、机体

制造厂交付机体部件构型数据、总装厂采集装配全机构型数据的方式完成飞机使用保障阶段的初始构型数据生成,并随飞机交付使用方。

2.2 技术状态控制

飞机技术状态在使用保障过程中会发生频繁变化,需要借助飞机构型来进行管理,对构型的变化进行严格控制,才能确保飞机技术状态的正确性^[22-23]。飞机使用保障中的技术状态控制主要包括以下工作:

(1) 飞机交付使用方时,连同创建的初始构型一起交付,确保构型数据与交付飞机技术状态一致,飞机接收负责人确认交付构型与交付飞机技术状态一致时才能完成飞机交付,其中需要重点确认类型为“重要”的项目;

(2) 在飞机使用保障过程中,每次飞行或发动机试车后,录入飞机、发动机的使用时间,以履历信息中的重要类型信息为依据,对构型上的关联设备使用时间进行自动累积;

(3) 飞机构型中自动累积的使用时间,通过履历信息中的重要类型信息作为判据,可以用来动态预报到期工作、周期性工作剩余时间和有寿件到寿更换时间;

(4) 飞机由于故障维修发生机件拆装后,根据当前飞机构型数据,在飞机构型数据中进行故障件拆卸,然后将安装件在对应位置装上(如果为更换地面备件情况,需要提前录入备件数据),保证构型数据与当前实际装机状态一致;

(5) 飞机构型中的所有更改变化,需要采集生成相应记录,写入电子履历。

上述飞机使用保障中的技术状态控制工作均可通过信息化手段实现自动、便捷、精确地录入和更新^[24-25]。

2.3 技术状态记实

技术状态记实需要满足技术状态的实时记录、查询和报告,能够记录飞机使用维护阶段的状态和过程记录信息,构建出飞机使用维护阶段的关键点,为飞机的使用和维护活动提供可靠的技术状态信息。

通过记录飞机使用保障过程中重要类型的电子履历信息,比较任意时间点之前电子履历与当前

电子履历信息,得出差异,利用差异信息,根据型号飞机当前构型状态,可以回溯到任意时间点的飞机构型状态。

通过统计信息可以查看飞机使用保障过程中关注信息的汇总统计,分类逐条反映出型号飞机的纪实事件,方便使用方有选择地进行追溯和查看。通过信息化手段,以重要类型数据为依据,可以将构型数据选择通过计时构型(按计时关系组织)、物理构型(按拆装关系组织)、功能构型(按工作单元代码关系组织)等不同视图显示和管理,如图 2 所示。

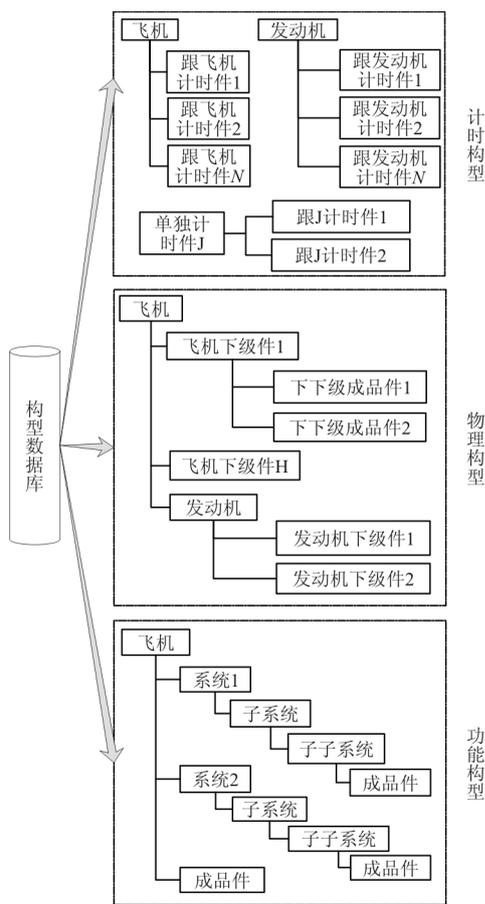


图 2 按不同视图管理构型数据示意图
Fig. 2 Schematic diagram of configuration data management by different view

2.4 技术状态审核

飞机技术状态审核是为技术状态控制服务的,只有将影响技术状态变化的记录进行审核确认后,技术状态才能作相应的更改^[26]。主要通过故障登记、串换件登记、加改装登记等流程中增加审核

节点来对飞机技术状态的更改进行严格控制。

3 型号应用及经验教训

3.1 型号应用情况简介

在某型号工程配套保障信息系统研制中,按照上述研究思路,研制技术状态管理分系统软件进行飞机在使用保障中的技术状态信息化管理。保障信息系统中的技术状态管理分系统功能模块的组成如图 3 所示。保障信息系统构型管理页面如图 4 所示。

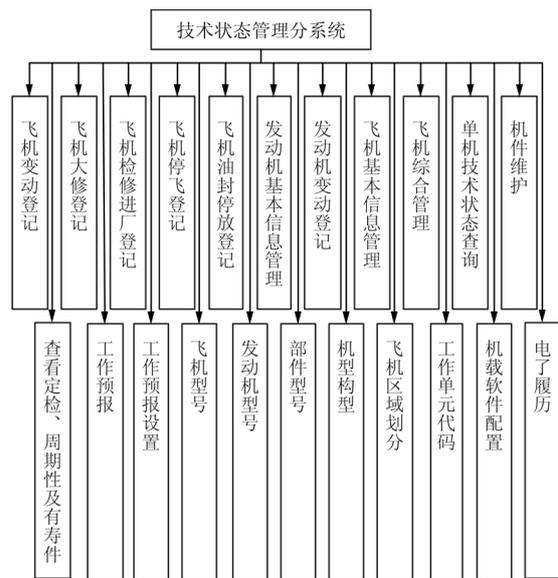


图 3 某型号保障信息系统中技术状态管理分系统功能模块组成

Fig. 3 Module composition of configuration management subsystem for a certain type autonomic logistics information system



图 4 某型号保障信息系统构型管理页面
Fig. 4 Configuration management page of a certain type autonomic logistics information system

在该型号保障信息系统交付部队使用过程中,根据走访调研和部队使用反馈情况,技术状态管理分系统对使用部队的维修保障效率提高和减少差错主要体现在如下三个方面:

(1) 该系统由飞机研制单位进行设计研制,充分考虑了从研制交付到使用保障阶段的技术状态管理工作衔接。按照规划,飞机初始构型数据是由总装厂在进行飞机装配时同步形成的,保证了交付部队的初始构型数据的完整性和准确性,使用方接收数据后可直接在此基础上开展使用保障阶段的技术状态管理,显著减少了使用方数据初始化的工作量;

(2) 通过信息化手段,确保飞机由于串换件、加改装等工作发生的技术状态变更能够被详细记录下来,并可自动同步更新飞机技术状态数据为最新状态,改进了以往使用方需多次手动纸质登记的工作方式;

(3) 通过对该型号保障信息系统的总体设计,实现技术状态管理分系统与其他分系统的联动,使用方进行的日常登记工作可以自动更新相关技术状态数据,而技术状态数据可通过模块间接口和后台算法触发飞机定检、有寿件更换等工作自动提前预报,减轻了使用方多次反复登记和人工监控定检项目的工作负担。

在后续型号的技术状态管理工作中,可借鉴上述成果。

3.2 经验教训

在某型号工程中通过规划采集初始构型数据,研制技术状态管理软件对飞机使用保障阶段的技术状态进行信息化管理,打通了从型号研制阶段到使用保障阶段的技术状态管理流程,在很大程度上提高了使用方的技术状态管理效率,降低出错率,同时为保障信息系统的其他分系统功能提供了基准和依据。但是,在实际使用过程中也发现了如下问题:

(1) 现阶段各机载设备单位仍保留着以纸质履历本为主的方式传递产品履历数据,已不能满足信息化的要求,且与构型数据存在着重复登记的问题;

问题;

(2) 目前,初始构型数据中基本信息为总师单位各设计专业填写,履历信息由机载设备单位填写,安装信息由机体制造商填写,多次出现填写信息格式不一致情况;

(3) 现阶段按照型号研制要求,机载设备的构型数据有正式流程可以采集,但对于备件没有明确采集流程,备件数据无法随设备交付,导致备件的构型数据缺失,在使用保障阶段,备件的信息还需要使用方手动录入系统中。

在后续型号研制中,为充分吸取经验教训,提升技术状态管理工作效果,可从以下三个方面进行提升改进:

(1) 规划研究和推广基于射频识别(Radio Frequency Identification,简称RFID)的电子履历方式传递产品信息,使用CPU卡附着履历本作为履历数据安全存储、传递的介质,方便在机载设备全寿命周期各阶段记录、更新状态信息,且方便履历信息接入研制方、制造方和使用方的信息管理系统,保证了数据同源,减少重复登记工作,提升信息化水平;

(2) 通过规划研制构型数据采集软件,规范定制各填写项目格式,推广至主机所、成品单位、制造厂等研制全线统一使用,确保各项目填写格式保持一致;

(3) 后续型号进一步明确交付备件的构型数据生成和管理流程,确保备件的构型数据与设备同步交付。

4 结束语

本文针对当前国内军用飞机技术状态管理工作缺乏全周期规划、效率低下的现状,开展飞机使用保障中技术状态管理方法研究,以飞机研制总师单位的站位,规划在研制阶段构建初始构型数据,在使用保障阶段围绕构型数据,通过信息化方式开展对飞机技术状态的控制、记录和审核等工作。该方法在某型号工程上进行了工程应用,型号应用效果良好,证明了通过本文方法可有效提升飞机在使用保障中的技术状态管理效果,后续型号可通过研

究 RFID 电子履历、研制推广构型数据采集软件、明确备件交付数据流程等方法进一步提升改进技术状态管理工作。

参考文献

- [1] BURGESS T F, MCKEE D, KIDD C. Configuration management in the aerospace industry: a review of industry practice[J]. *International Journal of Operations & Production Management*, 2005, 25(3): 290-301.
- [2] CHIOCCHIO S, MARTIN E, BARABASCHI P, et al. System engineering and configuration management in ITER [J]. *Fusion Engineering and Design*, 2007, 82: 548-554.
- [3] GONZALEZ P J. A guide to configuration management for intelligent transportation systems[R]. United States: Department of Transportation, 2002.
- [4] WHYTE J A, LINDKVIST S C. Managing change in the delivery of complex projects: configuration management, asset information and 'big data' [J]. *International Journal of Project Management*, 2016, 34(2): 339-351.
- [5] ANDREW S P. Systems engineering and management for sustainable development (Volume I) [M]. U. S.: EOLSS Publications, 2009.
- [6] 马海彦. 论装备技术状态管理的实施[J]. *电子世界*, 2012(12): 77-78.
MA Haiyan. Implementation of equipment configuration management[J]. *Electronics World*, 2012(12): 77-78. (in Chinese)
- [7] 赵寒, 张荣霞. 模型驱动的航天型号技术状态管理方法研究[J]. *航天制造技术*, 2013(4): 4-8.
ZHAO Han, ZHANG Rongxia. Research on model-driven aerospace configuration management method[J]. *Aerospace Manufacturing Technology*, 2013(4): 4-8. (in Chinese)
- [8] PARDESSUS T. Concurrent engineering development and practices for aircraft design at Airbus[C]// *Proceedings of the 24th ICAS Conference*. Yokohama, Japan: ICAS, 2004: 1-6.
- [9] HILL D S. Aircraft configuration management using constraint satisfaction techniques[C]// *1994 International Conference on Control-Control '94*. Coventry, UK: IET, 1994: 1278-1283.
- [10] YANG X S, DAOWEN H L. Study of product structure breakdown of aircraft configuration management[J]. *Civil Aircraft Design and Research*, 2010(3): 115-121.
- [11] 郭晓. 军用飞机使用技术状态标识与控制研究[J]. *航空维修与工程*, 2013(6): 81-83.
GUO Xiao. Research on military aircraft configuration identification and control in the application phase[J]. *Aviation Maintenance & Engineering*, 2013(6): 81-83. (in Chinese)
- [12] 陈明晖, 彭战武, 赵兴国, 等. 面向研制单位的型号研制技术状态管理方法及其标准化研究[J]. *新技术新工艺*, 2019(11): 69-75.
CHEN Minghui, PENG Zhanwu, ZHAO Xingguo, et al. Research on management method and its standardization of model development technology state oriented [J]. *New Technology & New Process*, 2019(11): 69-75. (in Chinese)
- [13] 何凡, 崔甲子, 孙为民. 航空军工产品定型阶段技术状态显性化管理[J]. *直升机技术*, 2019(2): 22-27.
HE Fan, CUI Jiazi, SUN Weimin. The explicit management of technical state in the finalizing stage of aviation military products[J]. *Helicopter Technique*, 2019(2): 22-27. (in Chinese)
- [14] 黄梅. 武器装备研制与生产技术状态管理探究[J]. *空军预警学院学报*, 2013, 27(2): 146-148.
HUANG Mei. On technical state management of weapon equipment development and production[J]. *Journal of Air Force Early Warning Academy*, 2013, 27(2): 146-148. (in Chinese)
- [15] 任世杰. 技术状态管理在飞机使用过程中的实现[J]. *装备制造技术*, 2011(3): 125-127.
REN Shijie. The realization of configuration management in aircraft use [J]. *Equipment Manufacturing Technology*, 2011(3): 125-127. (in Chinese)
- [16] 周文明, 李孝鹏, 李福秋, 等. 航天工程的技术状态管理流程探讨[J]. *航天标准化*, 2018(4): 7-13.
ZHOU Wenming, LI Xiaopeng, LI Fuqiu, et al. Research on the process of configuration management for aerospace project[J]. *Aerospace Standardization*, 2018(4): 7-13. (in Chinese)
- [17] 闫伟. 飞机维修技术状态管理系统的设计与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2018.
YAN Wei. Design and implementation of the aircraft maintenance configuration management system [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2018. (in Chinese)
- [18] 曹亢, 唐定勇, 刘丽. 基于 PDM 系统的技术状态管理信息化解决方案[J]. *电脑知识与技术*, 2011, 7(22): 5360-5361.
CAO Kang, TANG Dingyong, LIU Li. The information solutions of PDM-based configuration management [J]. *Computer Knowledge and Technology*, 2011, 7(22): 5360-5361. (in Chinese)
- [19] 王婕, 杨小良, 乔朝阳. 技术状态项目选择难点分析[J]. *航空兵器*, 2012(4): 58-61.
WANG Jie, YANG Xiaoliang, QIAO Zhaoyang. Difficulty analysis of the configuration item choice[J]. *Aero Weaponry*, 2012(4): 58-61. (in Chinese)
- [20] 许峰. A 单位的产品技术状态管理信息化规划及应用[D]. 上海: 上海交通大学, 2015.
XU Feng. The informatization planning and application of

- product configuration management by a company [D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2015. (in Chinese)
- [21] 肖丽. 浅谈技术状态管理在产品级武器装备研制、生产过程中的应用[J]. 标准科学, 2016(9): 83-86.
XIAO Li. Brief discussions on configuration management application in the development and production process of weaponry products[J]. Standard Science, 2016(9): 83-86. (in Chinese)
- [22] 焦亮. 航天产品技术状态管理方案应用研究[D]. 北京: 中国地质大学, 2013.
JIAO Liang. Research of technology state management for aerospace product[D]. Beijing: China University of Geosciences, 2013. (in Chinese)
- [23] 陈京生, 周博, 何华, 等. 技术状态管理计划编制研究[J]. 兵器装备工程学报, 2018, 39(5): 143-146.
CHEN Jingsheng, ZHOU Bo, HE Hua, et al. Research on planning of technical configuration management[J]. Journal of Ordnance Equipment Engineering, 2018, 39(5): 143-146. (in Chinese)
- [24] 李洪斌, 高兵. 技术状态管理方法在武器装备靶场试验中的应用研究[J]. 标准科学, 2014(3): 80-83.
LI Hongbin, GAO Bing. Applied research on configuration management method in the test on weaponry range[J]. Standard Science, 2014(3): 80-83. (in Chinese)
- [25] 孙肖芬, 何伟, 王成程, 等. 基于流程化设计的大科学工程技术状态管理信息系统浅析[J]. 项目管理技术, 2018, 16(3): 44-52.
SUN Xiaofen, HE Wei, WANG Chengcheng, et al. The research of configuration management system of a great science project based on flow design[J]. Project Management Technology, 2018, 16(3): 44-52. (in Chinese)
- [26] 玄克诚. 陆军装备技术状态建模与信息管理系统研发[D]. 长春: 吉林大学, 2018.
XUAN Kecheng. Army equipment technology state modeling and information management system developing[D]. Changchun: Jilin University, 2018. (in Chinese)

作者简介:

王江三(1985—),男,硕士研究生,高级工程师。主要研究方向:飞机综合保障、项目管理。

朱威仁(1991—),男,硕士,工程师。主要研究方向:飞机综合保障、信息化保障设备研制。

王福新(1966—),男,博士,研究员。主要研究方向:空气动力学、飞机低速空气动力学试验技术。

(编辑:马文静)