

文章编号:1674-8190(2016)04-489-07

基于价值链的航空装备全寿命维修信息 共享体系构建分析

王振华¹, 陈进辉², 张戈³

(1. 海军航空工程学院 指挥系, 烟台 264001)

(2. 陆军武汉军事代表局驻衡阳地区军事代表室, 衡阳 421001)

(3. 北京航天飞行控制中心 指控室, 北京 100094)

摘要: 航空装备全寿命维修信息共享体系的构建, 涉及多方面要素, 是一项复杂的体系工程。价值链管理思想具备处理资金流、物流和信息流的自组织和自适应能力。在建立航空装备全寿命维修信息共享体系价值链模型的基础上, 提出增值管理模型, 并进行应用价值分析。结果表明: 基于价值链理论构建航空装备全寿命维修信息共享体系, 能有效提高经济效益和军事效益。

关键词: 价值链; 航空装备; 全寿命; 维修; 信息共享体系

中图分类号: E926.3

文献标识码: A

DOI: 10.16615/j.cnki.1674-8190.2016.04.015

Analysis on the Establishment of Aeronautic Equipment Life-cycle Maintenance Information Sharing System Based on Value Chain

Wang Zhenhua¹, Chen Jinhui², Zhang Ge³

(1. Department of Command, Naval Aeronautical and Astronautical University, Yantai 264001, China)

(2. Wuhan Military Representative Bureau of PLA Ground Force Resident in Hengyang
Region, Hengyang 421001, China)

(3. Bureau of Command and Control, Beijing Aerospace Control Centre, Beijing 100094, China)

Abstract: It is a complicated system engineering to establish the aeronautic equipment maintenance information sharing system, in which many factors are involved. The idea of value chain management has the self-organization and adaptive abilities to handle the flows of capital, goods and information. On the basis of the value chain model of aeronautic equipment maintenance support information sharing system, value-added management model is built and the value of the model is analyzed. It is indicated that the life-cycle maintenance information sharing system based on the value chain theory can effectively improve the economic benefit and military benefit.

Key words: value chain; aeronautic equipment; life-cycle; maintenance; information sharing system

0 引言

20世纪80年代以来, 美国、英国等主要军事发达国家通过实施“持续采办与寿命周期保障”(Continuous Acquisition and Life-cycle Support,

简称 CALS) 战略, 从制定正确的全寿命信息管理方针政策、建设良好的信息基础设施、积极研究和推广交互式电子技术手册(Interactive Electronic Technical Manual, 简称 IETM)、建设承包商集成技术信息服务(Contractor Integrated Technical Information Service, 简称 CITIS) 系统平台、改进优化采办业务流程等方面^[1], 开展航空装备全寿命信息共享业务, 促进了航空装备全寿命维修信息共享体系的逐步完善。近年来, 按照一体化作战、一

收稿日期: 2016-07-26; 修回日期: 2016-10-27

通信作者: 王振华, 805876833@qq.com

体化保障要求,中国人民解放军在航空装备维修信息化建设理论研究与实践探索方面,取得了一定成绩。但是,由于航空装备维修实践中主体多元、利益交叠,军地双方关于航空装备维修信息化建设仍处于各自为政的状态,航空装备的可靠性增长工作无法有效开展,严重制约着航空装备战技性能发挥。

贯彻全系统全寿命的管理理念,借鉴国外成功经验,构建航空装备全寿命维修信息共享体系是实现航空装备维修军民融合式发展的重要支撑,是提升新型航空装备维修能力的客观需要。航空装备维修信息共享涉及资源、技术、标准规范、人才队伍、资金投入、政策法律等多个要素,是一项复杂的系统工程。价值链管理思想强调将组织内部与外部资源进行优化和重组,使组织成为具有价值增值功能的链式系统,具备处理资金流、物流和信息流的自组织和自适应能力。因此,本文运用价值链管理思想,构建航空装备维修价值链,进而建立航空装备全寿命维修信息共享体系价值链模型及其增值管理框架,并进行应用价值分析,为军地双方在航空装备维修工作中顺利开展协同维修、可靠性增长等增值活动提供思路。

1 航空装备维修信息化现状分析

近年来,通过总体部署、加大投入,航空装备维修信息化建设取得了一些进展。毕雁翎^[2]从空军航空机务系统实际出发,提出了空军航空装备维修保障信息化建设目标和发展对策。刘中昆^[3]基于分析航空装备维修保障信息管理现状提出了航空装备维修保障信息综合集成建设的构想及对策。戴震球等^[4]分析了航空装备维修保障信息化的发展趋势,论述了航空装备维修保障信息化是提升空军信息化保障能力的必然途径,提出了航空装备维修保障信息化建设的对策。陈玉科等^[5]分析比较了美军航空装备维修保障信息应用现状和我军航空装备维修保障信息化发展情况,并给出了启示。童伟等^[6]讨论了推进陆航装备维修管理体系创新发展的总体目标、基本原则、主要内容和主要途径。刘日勇等^[7]提出了一线航空装备维护保障信息化建设的对策及建议。吴熠^[8]提出了航空装备维修保障信息化评估方法。武维新等^[9]和王长生^[10]从航空装备维修军民融合式发展的角度,对航空装备

军民一体化保障建设进行了研究和探索。但是,航空装备军地维修主体之间数据共享平台还未建立,各信息系统条块分割、多头管理,难以发挥信息化的整体效益。可见,航空装备维修信息化建设仍处于组织无序,军地发展失衡、整体进展缓慢的状态,主要原因在于:

(1) 缺乏集中的统一协调,建设过程容易导致无序化。由于航空装备维修涉及军地双方不同部门,信息化建设无统一的规划,必然会出现应用过程中信息化与实际管理脱节的现象,难以起到应有的作用。

(2) 缺乏系统的理论指导,建设目标容易出现偏差。信息化战争条件下,航空装备维修信息化建设已经从一种支持性服务上升到提升航空装备维修保障能力的关键性因素。现有的信息化建设缺少一个全面分析航空装备维修活动的理论,缺乏军地双方都认同的信息化模型,导致航空装备信息化需求与各项信息系统脱节。

(3) 技术手段尚未突破,建设过程容易出现停滞。航空装备维修主体现有的信息系统大多是缺乏体系的软件孤岛,航空装备维修各项活动难以关联,影响了航空装备维修工作的集成性。目前,航空装备维修信息化的关键在于如何整合现有的信息系统,构建军方主导的工业部门全寿命支持的航空装备维修数据集成环境。

因此,为了更好地发挥工业部门、修理厂和院校对航空兵部队的支援保障作用,必须摒弃各自为政的观念,运用新理论,逐步开展航空装备全寿命维修信息共享体系的理论研究与实践探索,才能引领新型航空装备维修模式的改革。

2 航空装备维修价值链

2.1 价值链理论的基本思想

价值链理论是迈克尔·波特于1985年在其所著的《竞争优势》中提出的。波特的价值链分析把企业内外价值增加的活动分为基本活动和支持性活动,如图1所示。基本活动主要涉及进料后勤、生产、发货后勤、销售、售后服务等;支持性活动主要涉及财务、人事、研究与开发、采购等。基本活动和支持性活动构成了企业的价值链^[11]。

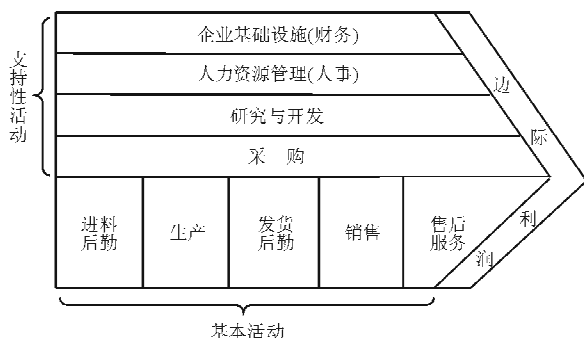


图 1 迈克尔·波特价值链模型
Fig. 1 Potter Michael value chain model

根据迈克尔·波特的观点,依据企业与相应供应方和需求方的关系,将企业价值链分别向其前、后方向延伸就形成了产业价值链。这种产业价值链是基于专业化分工和协作的不同企业构成的。在价值链的视角下,企业信息化的发展必然表现为企业内外价值链的协同信息管理,将企业内部的信息集成、功能集成向过程集成、企业间集成和网络集成的方向发展,整合企业价值链的信息传递关系,把相互影响、相互依存的企业信息系统集成起来,实现整个价值链的信息共享,为企业各项业务活动的决策提供必要的信息支持^[12-13]。

2.2 航空装备维修价值链模型

航空装备维修价值链是指在航空装备全寿命周期过程中,以作战使用需求为引导,对航空维修协调进行统筹规划和科学管理,实现维修目标的动态创造性活动的总称。

运用迈克尔·波特的价值链理论,结合航空装备维修工程实际,建立航空装备维修价值链,如图 2 所示。

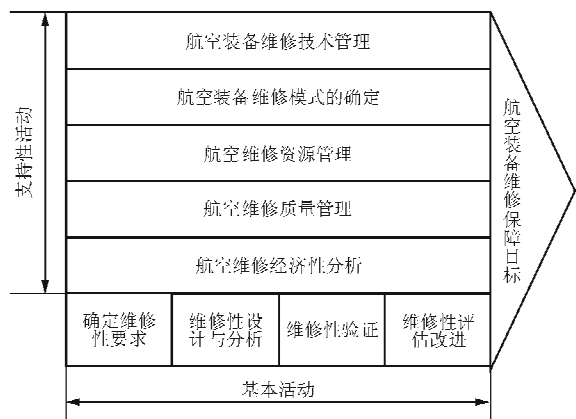


图 2 航空装备维修价值链模型
Fig. 2 Aeronautic equipment maintenance value chain model

航空装备维修价值链中的基本活动包括确定维修性要求、维修性设计与分析、维修性验证、维修性评估改进,是航空装备维修的主要价值来源。支持性活动主要为基本活动提供支持与保障,涉及航空装备维修技术管理、航空装备维修模式的确定、航空维修资源管理、航空维修质量管理、航空维修经济性分析。

3 航空装备全寿命维修信息共享体系价值链

3.1 模型构建

在航空装备维修价值链中,每一种价值活动包含一个物理元素和一个信息处理元素,物理元素是指需要执行的价值活动的物理任务,信息处理元素则是执行价值活动必需的数据。每一种价值活动的信息处理元素的收集、处理、传递和利用,都由相应的信息系统来控制。通过航空装备维修价值链分析,首先,可以确定航空装备维修活动中各类信息系统的功能需求,从而确定航空装备全寿命维修信息共享体系的结构。然后,在航空装备全寿命维修信息共享体系构建过程中,要充分考虑航空装备维修活动各环节之间的协同效应,利用信息技术,集成各阶段的信息系统,发挥整体作用。

在航空装备维修价值链模型的基础上,构建航空装备全寿命维修信息共享体系价值链模型需考虑以下三点:①以航空装备维修保障数据库、航空装备维修信息模型以及航空装备维修信息网络交互平台为航空装备全寿命维修信息共享体系价值链运行支撑基础;②将航空装备全寿命周期过程中相关维修主体及其阶段工作按照信息价值链的信息输入端、信息流程域、价值输出端三个部分进行流程重组;③具体化、可视化信息价值链的信息输入端、信息流程域、价值输出端三个部分,目的是突出信息流在航空装备全寿命维修信息共享体系中的流动过程和增值过程,如图 3 所示。

航空装备全寿命维修信息共享体系价值链模型由技术体系、组织体系和法规体系三部分构成。技术体系完成航空装备全寿命维修信息共享体系价值链的基本活动,由资源层、核心层、交互层和应用层组成。其中,资源层是航空装备维修保障数据

库,核心层是航空装备维修信息模型,交互层是航空装备维修信息网络交互平台,应用层需要工业部门建立确定维修性要求信息模型、维修性设计与分析信息模型和维修性验证信息模型,航空兵部队和军、地双方维修力量共同创建维修性评估改进信息模型。

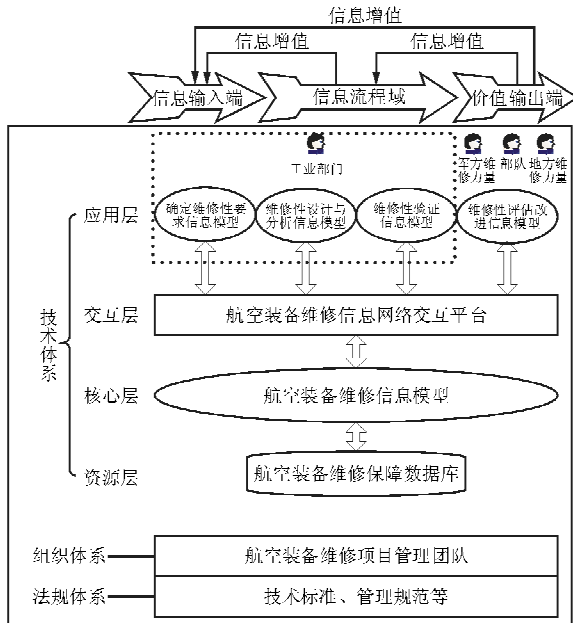


图 3 航空装备全寿命维修信息共享体系价值链模型
Fig. 3 Aeronautical equipment life-cycle maintenance information sharing system value chain model

从航空装备论证阶段开始,航空装备维修保障数据库就正式建立,并随着项目的开展,信息和数据不断丰富。不同阶段的航空装备维修主体可以从中提取所需资料,实现一次建模,无限利用。组织体系和法规体系完成航空装备全寿命维修信息共享体系价值链的支持活动。其中,组织体系主要指航空装备维修项目管理团队,包括:航空装备各级管理部门和军地双方维修力量等;法规体系主要是指与航空装备维修有关的技术标准和管理规范等。

3.2 增值管理框架

为了对航空装备全寿命维修信息共享体系价值链中的信息资源进行有序的、系统的、可重复的和高效利用的管理,建立其增值管理框架,如图 4 所示。

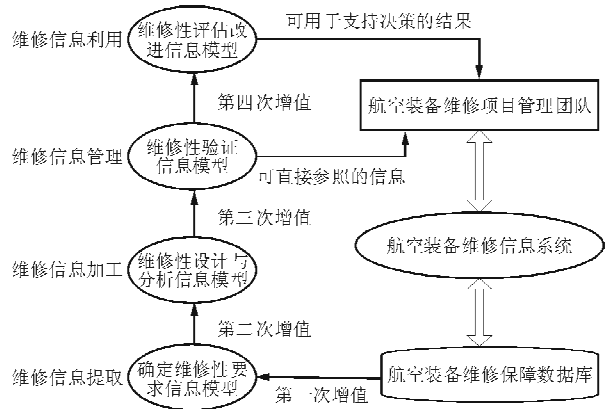


图 4 航空装备全寿命维修信息共享体系价值链增值管理框架

Fig. 4 Framework of value-added management of aeronautical equipment life-cycle maintenance information sharing system value chain

根据增值管理框架,航空装备维修项目管理团队通过利用信息系统积累历史维修信息,经过维修信息提取、维修信息加工、维修信息管理、维修信息利用四个步骤,可得到用于支持维修管理决策的结果。其中,维修信息提取用于从历史信息中提取维修信息,维修信息加工用于将维修信息按照相应标准进行加工,获得标准维修信息;维修信息管理用于对标准维修信息进行存储、维护、查询、浏览、导出等方面的管理;维修信息利用用于对标准维修信息进行分析以获得可支持维修管理决策的结果。

(1) 维修信息提取在确定维修性要求阶段进行,为航空装备全寿命维修信息共享体系价值链的信息输入端,维修信息的来源为航空装备维修信息系统。针对航空装备维修管理进行分析,了解分析维修项目管理的主要内容,进行调研,归纳得到论证部门可再利用的维修信息,进行第一次信息增值。

(2) 维修信息加工在维修性设计与分析阶段进行,为航空装备全寿命维修信息共享体系价值链的信息流程域。维修信息基于相关技术标准组织、交换、分析,形成技术解决方案,进行第二次信息增值。

(3) 维修信息管理在维修性验证阶段进行,为航空装备全寿命维修信息共享体系价值链的信息流程域。维修信息管理步骤将维修性试验与评价的日常使用记录信息标准化,进行存储、维护、查询

等方面的管理,通过分析,为航空维修管理部门提供有效的信息服务,进行第三次信息增值。

(4) 维修信息利用在维修性评估改进阶段进行,为航空装备全寿命维修信息共享体系价值链的价值输出端。由于新型航空装备数字化设计制造的核心是三维模型与面向对象,需要考虑结合三维模型特点,进行可视化及知识发现,完成第四次信息增值。

增值管理概念框架可从源头上解决信息流管理效率较低的问题,即每个维修项目一旦结束,就从其累积的信息中提取维修信息,存入维修信息库,以备今后使用,其他信息则不入库,从而有效地减少进入维修信息库的信息量,降低维修信息管理和处理的难度。在维修信息入库之前,对其进行标准化,可以提高维修信息处理的效率。

4 应用价值分析

4.1 定性分析

在航空装备全寿命维修信息共享体系的构建过程中,应用价值链管理思想,能够克服目前航空装备维修信息化建设中的问题,保证航空装备全寿命维修信息得到有效的管理和共享。航空装备全寿命维修信息共享体系价值链模型的应用价值主要体现在以下两个方面:

(1) 为航空装备维修项目管理团队的统一协同工作提供理论框架。构建航空装备全寿命维修信息共享体系,需要航空装备维修项目管理团队的统一协同工作。航空装备全寿命维修信息共享体系价值链模型的解决方案提供了网络交互平台,可以实现协同工作、保证信息的共享、各种文件的提交、审批、审核和利用,从而对航空装备维修质量、进度、成本等管理目标进行监督和管理。

(2) 为实现航空装备全寿命维修信息的无缝对接提供理论参考。航空装备维修信息模型依据相关技术标准和管理规范,集成了全寿命阶段的维修信息,在进行数据存储、交换和共享的过程中可以流畅地实现数据之间的调用、互用,减少数据互用的成本,从而避免“信息孤岛”现象的出现,可最大化地提高维修信息的利用率。

4.2 定量分析

航空装备全寿命维修信息共享体系价值链是

航空维修活动的神经网络,通过管理和控制航空维修活动指导航空装备的科学维修,实现航空维修信息价值创造。在复杂多变的航空维修环境中,成功构建航空装备全寿命维修信息共享体系价值链,实现全寿命维修信息共享,对优化维修内容、优化航空维修资源配置和创新维修系统管理具有重要意义。通过建立航空维修信息不共享和共享时航空器材供应成本的数学模型,阐述航空装备全寿命维修信息共享体系价值链模型的应用价值。

假设 H 为生产或采购航空器材的批量; C_1 为军工企业的总存储费用; C_2 为航空器材周转仓库的总存储费用; L 为军工企业的生产速度; P 为航空器材的总需求量; D 为军工企业对单位产品的存储费用; B 为航空器材采购部门每次订购的费用; M 为航空器材采购部门对单位产品的存储费用; E 为军工企业生产的准备成本。

当不存在信息共享时,军工企业与航空器材订购部门的成本分别为

$$C_1 = \frac{PE}{H} + \frac{PH}{2L}D \quad (1)$$

$$C_2 = \frac{PB}{H} + \frac{H}{2}M \quad (2)$$

总成本为

$$EC = C_1 + C_2 = \frac{P}{H}(E + B) + \frac{H}{2}\left(\frac{P}{L}D + M\right) \quad (3)$$

以军工企业选择的最优生产批量为自变量,对式(1)求偏导可得:

$$\frac{\partial C_1}{\partial H} = -\frac{PE}{H^2} + \frac{P}{2L}D \quad (4)$$

令式(4)等于0,求得军工企业选择最优订货批量:

$$H_m = \sqrt{\frac{2LE}{D}} \quad (5)$$

此时,总成本为

$$EC_m = P(E + B) \sqrt{\frac{D}{2LE}} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2LE}{D}} \left(\frac{P}{L}D + M\right) \quad (6)$$

以航空器材采购部门选择最优订货批量为自变量,对式(2)求偏导可得:

$$\frac{\partial C_2}{\partial H} = -\frac{PB}{H^2} + \frac{M}{2} \quad (7)$$

令式(7)等于0,求得航空器材采购部门选择

最优订货批量为

$$H_n = \sqrt{\frac{2PB}{M}} \quad (8)$$

此时,总成本为

$$EC_n = P(E+B) \sqrt{\frac{M}{2PB}} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2PB}{M}} \left(\frac{P}{L} D + M \right) \quad (9)$$

信息共享时,目标函数为 $\min[EC(H)]$,则联合经济批量为

$$H_t = \sqrt{\frac{2(P+E)}{M + \frac{PD}{L}}} \quad (10)$$

总成本为

$$EC_t = \sqrt{2P \left(M + \frac{PD}{L} \right) (E+B)} \quad (11)$$

比较 EC_m 、 EC_n 、 EC_t , 得出 $EC_t < EC_m < EC_n$, 说明航空维修实现信息共享可以降低成本,提高绩效。

5 结束语

价值链体现了系统的、整体的思想,是战略控制与管理的重要手段,它依托价值运行路径,利用信息技术不断地整合企业乃至行业过程,保持企业增长潜力和发展优势。在构建航空装备全寿命维修信息共享体系过程中,运用价值链理论,可实现航空装备维修信息的全寿命管理及共享,能有效避免各自为政的局面。因此,为了实现航空装备维修信息共享的目标以及创造更大的价值,应该在航空装备全寿命维修信息共享体系价值链的建设上采取相应的策略,丰富技术细节,从而获得航空装备全寿命维修信息共享体系价值链更为广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 《现代武器装备持续采办与全寿命支持——CALS》编委会. 现代武器装备持续采办与全寿命支持——CALS[M]. 北京: 航空工业出版社, 2007: 25.
The Editorial Board of *Continuous Acquisition and Life-cycle Support of Modern Weapons and Equipment—CALS*. Continuous acquisition and life-cycle support of modern weapons and equipment—CALS[M]. Beijing: Aviation Industry Press, 2007: 25. (in Chinese)
- [2] 毕雁翎. 空军航空装备维修保障信息化建设研究[J]. 空军装备, 2005(4): 10-12.
- [3] 刘中昆. 空军航空装备维修保障信息综合集成建设研究[J]. 空军装备, 2007(3): 13-15.
Liu Zhongkun. Research on the information integrated construction of airforce[J]. Airforce Equipment, 2007(3): 13-15. (in Chinese)
- [4] 戴震球, 黄受安, 孙永军. 航空装备维修保障信息化建设刍论[J]. 空军装备, 2008(9): 10-11.
Dai Zhenqiu, Huang Shouan, Sun Yongjun. Research on the information construction of aviation equipment maintenance support[J]. Airforce Equipment, 2008(9): 10-11. (in Chinese)
- [5] 陈玉科, 高峰. 关于深化航空装备维修保障信息应用的思考[J]. 空军第一航空学院学报, 2011, 19(5): 17-20.
Chen Yuke, Gao Feng. Thoughts on deepening the application of aviation equipment maintenance support information [J]. Journal of Airforce Primary Aviation College, 2011, 19(5): 17-20. (in Chinese)
- [6] 童伟, 李强, 吴传方. 推进陆航装备维修管理体系创新发展的思考[J]. 装备学术, 2013(1): 31-33.
Tong Wei, Li Qiang, Wu Chuanfang. Thoughts on promoting the innovation and development of the army air equipment maintenance management system[J]. Equipment Academic, 2013(1): 31-33. (in Chinese)
- [7] 刘日勇, 张安鹏. 加强一线航空装备维修保障信息化建设的几点思考[J]. 空军西安飞行学院学报, 2014(3): 102-104.
Liu Yueyong, Zhang Anpeng. Some thoughts on strengthening the information construction of the frontline troops aviation equipment maintenance support[J]. Journal of the Air Force Flight College of Xi'an, 2014(3): 102-104. (in Chinese)
- [8] 吴熠. 航空装备维修保障信息化评估方法研究[J]. 空军航空大学学报, 2009, 2(2): 32-34.
Wu Yi. Research on evaluation method of aviation equipment maintenance support information[J]. Journal of Air Force Aeronautics University, 2009, 2(2): 32-34. (in Chinese)
- [9] 武维新, 迟宝山, 李春宏. 装备维修保障新技术新方法及应用(上册)[M]. 北京: 国防工业出版社, 2010: 1-6.
Wu Weixing, Chi Baoshan, Li Chunhong. New method and technology and their application of equipment maintenance support(No. 1)[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2010: 1-6. (in Chinese)
- [10] 王长生. 着眼使命任务需要, 构建军民融合式空军装备维修保障体系[J]. 装备, 2012(10): 24-25.
Wang Changsheng. The construction of civil military integration of air forces equipment maintenance support system with the aim of mission[J]. Equipment, 2012(10): 24-25. (in Chinese)

- [11] Porter M E. Competitive advantage: creating and sustaining superior performance[M]. New York: Free Press, 1985: 1-54.
- [12] 李丹凤. 价值视角下产业链整合实例分析[J]. 商业时代, 2011(30): 116-117.
Li Danfeng. An example analysis of the integration of industry chain from the perspective of value[J]. Commercial Times, 2011(30): 116-117. (in Chinese)
- [13] 李莉. 基于价值链理论的工业企业信息化在成本领先战略中的应用研究[J]. 生产力研究, 2010(10): 234-236.
Li Li. Research on the application of industrial enterprise information based on the value chain theory in the cost lead strategy[J]. Productivity Research, 2010(10): 234-236. (in Chinese)

作者简介:

王振华(1984—),男,博士,助理工程师。主要研究方向:航空装备维修管理。

陈进辉(1984—),男,本科,工程师。主要研究方向:装备质量管理。

张戈(1983—),男,硕士,工程师。主要研究方向:指挥自动化。

(编辑:赵毓梅)

(上接第476页)

- Zhao Xiaohu, Wu Yun, Li Yinghong, et al. Separation structure and plasma flow control on highly loaded compressor cascade[J]. Acta Aeronautica et Astronautica Sinica, 2012, 33(2): 208-219. (in Chinese)
- [9] 张海灯, 李应红, 吴云, 等. 高速压气机叶栅纳秒脉冲等离子体流动控制仿真研究[J]. 航空学报, 2014, 35(6): 1560-1570.
Zhang Haideng, Li Yinghong, Wu Yun, et al. Simulation research of nanosecond pulsed plasma actuation flow control on high speed compressor cascade[J]. Acta Aeronautica et Astronautica Sinica, 2014, 35(6): 1560-1570. (in Chinese)
- [10] 刘东健. 轴流压气机端壁区域复杂流动特性的实验与仿真研究[D]. 西安: 空军工程大学, 2014.
Liu Dongjian. Experimental and numerical researches on the complex flow characteristics of the area closing to stall of compressor[D]. Xi'an: Air Force Engineering University, 2014. (in Chinese)

[11] Shyy W, Jayaraman B, Andersson A. Modeling of glow discharge-induced fluid dynamics[J]. Journal of Applied Physics, 2003, 92(11): 6434-6443.

[12] McGowan R, Corke T C, Matlis E H. Pulsed-DC plasma actuator characteristics and application in compressor stall control[C]. AIAA-2016-0394, 2016.

作者简介:

吴阳阳(1992—),男,硕士研究生。主要研究方向:等离子体流动控制。

张耘玮(1991—),男,硕士研究生。主要研究方向:等离子体传感器。

马彩东(1985—),男,讲师。主要研究方向:叶轮机械气动热力学。

(编辑:马文静)