

文章编号: 1674-8190(2022)06-184-07

# 航空研制企业实施绿色供应链影响因素研究

张红旗

(中航西安飞机工业集团股份有限公司 型号管理部, 西安 710089)

**摘要:** 航空研制企业实施绿色供应链涉及众多项目利益相关方,项目利益相关方的参与期望对绿色供应链的实施有重要影响。在对航空研制企业实施绿色供应链项目利益相关方进行分析的基础上,通过文献研究初步提取项目利益相关方视角下航空研制企业实施绿色供应链的影响因素,采用问卷调查和因子分析将这些影响因素进一步筛选和分类,并结合某航空研制企业进行应用分析。结果表明:航空研制企业实施绿色供应链受到期望收益、合作机制、市场驱动力和企业绿色管理程度4类共计9个因素的影响。

**关键词:** 航空研制企业;项目利益相关方;绿色供应链;影响因素;因子分析

**中图分类号:** [V2-9]; X322; F274

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.16615/j.cnki.1674-8190.2022.06.20

**开放科学(资源服务)标识码(OSID):**



## Research on Influencing Factors of Implementing Green Supply Chain in Aviation Development Enterprises

ZHANG Hongqi

(Model Management Department, AVIC Xi'an Aircraft Industry Group Co., Ltd., Xi'an 710089, China)

**Abstract:** The implementation of green supply chain in aviation development enterprises involves many project stakeholders. The participation expectation of project stakeholders has an important impact on the implementation of green supply chain. Based on the analysis of the stakeholders in the implementation of green supply chain in aviation development enterprises, through literature research, the influencing factors of the implementation of green supply chain in aviation development enterprises are extracted preliminarily from the perspective of project stakeholders preliminarily, the questionnaire survey and factor analysis are used to further screen and classify these influencing factors, and an aviation development enterprise is combined for application analysis. The results show that the implementation of green supply chain in aviation development enterprises is affected by a total of 9 factors in 4 categories, which are expected income, cooperation mechanism, market driving force and the degree of enterprise green management.

**Key words:** aviation development enterprises; project stakeholders; green supply chain; impact factors; factor analysis

收稿日期: 2021-07-26; 修回日期: 2022-04-25

通信作者: 张红旗, 7801015@qq.com

引用格式: 张红旗. 航空研制企业实施绿色供应链影响因素研究[J]. 航空工程进展, 2022, 13(6): 184-190.

ZHANG Hongqi. Research on Influencing factors of implementing green supply chain in aviation development enterprises[J]. Advances in Aeronautical Science and Engineering, 2022, 13(6): 184-190. (in Chinese)

# 0 引言

“以经济社会发展全面绿色转型为引领,坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路”<sup>[1]</sup>是未来绿色航空发展的必然要求。绿色供应链作为一种综合考虑环境影响和资源效率的现代管理模式,是践行绿色发展理念,实现碳达峰、碳中和目标的重要路径<sup>[2]</sup>。

航空研制企业作为航空研制供应链上的核心企业,对绿色供应链的实施效果起着决定性作用。供应链管理体系方面,冯亮<sup>[3]</sup>分析了我国航空制造服务供应链的现状和问题,提出了供应链服务平台化、管理精益化和运营流程化的相关建议;赵宝刚<sup>[4]</sup>结合大规模定制的理论和方法,从政策管理架构、业务管理架构、标准件数据和信息化系统四个方面阐述了航空标准件供应链集成服务体系的设计方案;在影响因素研究上,张璇等<sup>[5]</sup>构建了绿色供应链管理实践影响因素的研究框架,并运用元分析研究方法对三类影响因素和绿色供应链管理实践的关系强度进行了系统分析;郝姿容<sup>[6]</sup>提出信息技术、社会责任感、绿色能源、政府支持、模块化、企业间协作和人才培养都是实行绿色供应链的重要驱动力量。

当前,航空研制项目多品种、小批量特点愈发显著<sup>[7]</sup>。航空研制企业实施绿色供应链需要涉及大量的项目利益相关方,但航空研制企业在传统绿色供应链管理模式下对项目利益相关方重视程

度不够。因此本文从项目利益相关方视角出发,在分析航空研制企业绿色供应链实施的项目利益相关方构成的基础上,通过文献研究、问卷调查和因子分析等方法,对航空研制企业绿色供应链实施的影响因素及因素间的内在联系进行深入探寻,以期为我国航空研制企业绿色供应链的实施提供有效支持。

## 1 航空研制企业绿色供应链实施的项目利益相关方分析

利益相关方(Stakeholders)的概念在 20 世纪 60 年代被首次提出,表示与企业有密切关系的所有人。对于项目利益相关方,美国项目管理协会(Project Management Institute,简称 PMI)给出的定义是:项目利益相关方是介入项目过程或者是受到项目成果影响的组织或个人。这个定义被项目管理界广泛使用。对于本文而言,探讨项目利益相关方视角下航空研制企业实施绿色供应链的影响因素,首要工作是识别出航空研制企业绿色供应链实施的项目利益相关方。根据丁荣贵<sup>[8]</sup>提出的项目利益相关方识别模型,识别项目利益相关方的关键在于明确项目实施过程,以此分析项目中每个活动涉及的组织或个人。基于此,本文对航空研制企业绿色供应链实施过程进行梳理,分析航空研制企业绿色供应链实施的项目利益相关者构成,如图 1 所示。

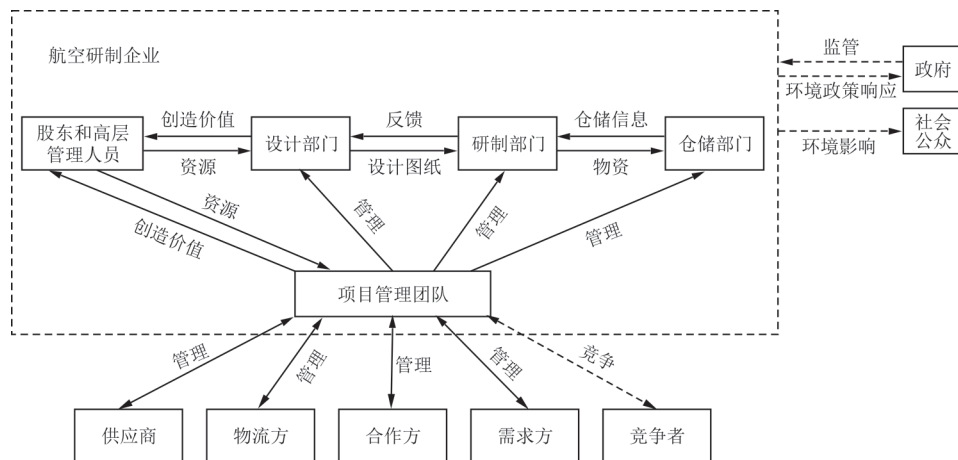


图 1 航空研制企业绿色供应链实施的项目利益相关方构成

Fig. 1 Composition of stakeholders in the implementation of green supply chain in aviation development enterprises

在图 1 中,通过航空研制企业组织边界,将航空研制企业实施绿色供应链的项目利益相关方分为企业内部和外部利益相关方。企业内部利益相关方包括项目管理团队和参与航空新产品研制的设计部门、研制部门、仓储部门以及企业股东和高层管理人员。首先项目管理团队是航空研制项目的直接管理者,对项目绿色供应链实施的效果有直接影响,是航空研制项目最密切的利益相关方。其次参与航空新产品研制的设计、研制、仓储部门在项目管理团队的管理下,是航空研制企业绿色供应链实施过程中的实际操作者,对企业绿色供应链实施也会产生较大影响。例如在航空研制企业绿色供应链实施过程中,设计作为产品研制的起点,想要保证新产品的绿色度,必须在设计之初就将环境因素考虑进去;除此之外,股东和高层管理人员不仅影响企业的绿色战略,在航空新产品研制过程中更提供人力和物力资源,与企业绿色供应链实施联系紧密,同样是利益相关方之一。

企业外部利益相关方包括供应商、物流方、合作方、需求方、竞争者以及政府和社会公众。首先,航空企业新产品研制的目的是满足需求方的要求,因此需求方对航空研制企业绿色供应链的实施会产生很强的影响作用。其次,为了更全面

地实现绿色供应链实施效益,航空研制企业需要与企业外部的供应商、物流方、合作方和需求方以合作的方式将对方纳入到日常运营的管理范围当中;在社会层面,政府对航空研制企业绿色供应链实施的影响主要体现在政府会依据环境保护相关要求对研制企业进行监管,控制企业在工作过程中的气体排放等会对环境产生破坏的行为。最后,研制企业及其产品运输道路周边社会公众的生活质量会受到研制活动的影响,社会公众也是利益相关方之一。

## 2 绿色供应链实施的影响因素分析

### 2.1 项目利益相关方视角下航空研制企业绿色供应链实施的影响因素

针对企业绿色供应链实施这一问题,国内外众多研究者从不同角度展开了研究,得出了许多具有借鉴意义的成果,这些研究成果为本文探寻航空研制企业绿色供应链实施影响因素提供了一些研究基础。绿色供应链实施影响因素相关的研究成果如表 1 所示,通过对这些研究成果的研究,本文初步提炼出航空研制企业绿色供应链实施的 10 个影响因素。

表 1 初步提取的航空研制企业绿色供应链实施影响因素

Table 1 Preliminary extraction of influencing factors of green supply chain implementation in aviation development enterprises

作者	航空研制企业绿色供应链实施影响因素相关表述	可提取的因素
温璐 <sup>[9]</sup>	通过航空制造业供应链生态圈,形成以供应链体系与机制建设为抓手,制定行为准则	环保法规 国家的支持政策 高层管理者的态度
朱庆华等 <sup>[10]</sup>	供应商在开发环境友好产品方面的改进;考虑产品绿色度的供应链横向竞争博弈及定价	产品绿色化在市场中的价值
李锟等 <sup>[11]</sup> ,张于喆等 <sup>[12]</sup>	推行绿色建设,加强绿色设计和绿色施工及运营的技术管理和实施;以技赋能、以技增效,为航空工业的市场化主体注入新动能。	企业核心竞争力 企业绿色供应链管理技术
李刚等 <sup>[13]</sup>	对于系统外部的供应商应该建立长远利益关系和风险共担机制,以应对航空研制项目过高的质量与进度要求和频繁设计变更对目标成本实施的影响	绿色供应链中风险共担机制
廉春慧等 <sup>[14]</sup>	企业社会责任信息与消费者购买意向正相关	企业绿色声誉
冯亮 <sup>[3]</sup> ,黄赶祥等 <sup>[15]</sup>	提高飞机燃油效率可促进全要素生产率的增长;排放约束降低企业全生产要素的增长率	成本
陈宇科等 <sup>[16]</sup>	合作创新可以增强上下游企业在供应链中的参与感、带动整体利润上升	各方在项目中的技术合作

表 1 中的“成本”可分为两种,一是为实现绿色产品实施的新产品研制、工艺改进付出的成本,可

表述为“研制项目资源成本”;二是为了保护环境需要对废弃物料预处理后合理排放、填埋,可表述

为“废料处置成本”。考虑到近年来国际航空产品贸易量持续上升、国际间航空技术交流日益频繁,对环境问题十分重视,采购产品时会对绿色度提出一些要求,通过“产品出口”反映这一影响。在此基础上,结合图1分析得出航空研制企业绿色供应链实施项目利益相关方构成,对初步提炼出的影响因素进行整理归纳,得出12个项目利益相关者视角下航空研制企业实施绿色供应链的影响因素,如表2所示。

表2 项目利益相关者视角下航空研制企业绿色供应链实施的影响因素

Table 2 Influencing factors of green supply chain implementation in aviation development enterprises from the perspective of project stakeholders

项目利益相关方	影响因素
航空研制企业内部 项目利益相关方	研制项目资源成本
	废料处置成本
	企业绿色供应链管理技术
	高层管理者的态度
	企业核心竞争力
	企业的绿色声誉
航空研制企业外部 项目利益相关方	环保法规
	国家的支持政策
	产品出口
	产品绿色化在市场中的价值
项目利益相关方之间的关系	各方在项目中的技术合作
	绿色供应链中的风险共担机制

在表2中,内部项目利益相关方对航空研制企业绿色供应链实施的影响表现在研制项目资源成本、废料处置成本、企业绿色供应链管理技术、企业竞争力、高层管理者的态度和企业的绿色声誉6个方面。外部项目利益相关方对航空研制企业绿色供应链实施的影响表现在环保法规、国家的支持政策、产品出口和产品绿色化在市场中的价值4个方面。除此之外,包括各方在项目中的技术合作和绿色供应链中的风险共担机制在内的项目利益相关方之间的关系也会影响航空研制企业绿色供应链的实施。

## 2.2 问卷调查与数据分析

在对航空研制企业绿色供应链实施特点及其影响因素进行分析的基础上,本文采用问卷调查法对这些影响因素进行实证研究。除了个人信息

的调查外,问卷中包含12个有关航空研制企业实施绿色供应链的影响因素,对每个因素均采用五级李克特量表将等级分为“完全不重要”“不太重要”“一般重要”“重要”“十分重要”,对应分值为1~5分。共向参与研制项目的企业人员发放问卷303份,回收有效问卷201份。使用SPSS软件对有效问卷进行统计分析,得到描述性统计分析结果如表3所示。

表3 描述性统计分析  
Table 3 Descriptive statistics

因素设置	均值	标准差
环保法规	4.21	0.859
国家的支持政策	4.03	0.837
产品绿色化在市场中的价值	4.08	0.890
产品出口	4.29	0.704
绿色供应链中的风险共担机制	4.56	0.784
企业竞争力	4.37	0.792
企业的绿色声誉	4.15	0.801
高层管理者的态度	4.33	0.808
研制项目资源成本	4.73	0.729
废料处置成本	3.93	0.734
各方在项目中的技术合作	4.58	0.698
企业绿色供应链管理技术	4.20	0.693

对变量相关性进行分析,结果表明12个变量间存在相关性,相关系数大部分在0.3以上。采用因子分析法探寻影响因素之间的内在关联。首先采用KMO检验统计量和Bartlett球度检验测试变量是否适合作因子分析。其中,KMO检验统计量的值为0.825,说明数据符合因子分析要求;Bartlett球度检验结果显示显著性水平为0,可以对以上变量进行因子分析。在此基础上,选择主成分法进行因子分析。为了简化数据分析,每次删除一个在每个因子的载荷都小于0.35的变量,对剩余变量再次作因子分析,直至没有变量的因子载荷小于0.35。三次因子分析之后,分别删除“产品出口”“国家的支持政策”和“企业绿色声誉”这3个变量,对剩余9个变量再次作因子分析,并按照特征根大于1以及最大方差法进行因子矩阵旋转,得出KMO统计值为0.803。提取出的方差总和占全部方差88%以上的4个主成分如表4所示,旋转后的因子载荷矩阵如表5所示。



表4 因子特征值和贡献率  
Table 4 Factor eigenvalue and contribution rate

公共因子	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
$F_1$	3.427	25.832	25.832
$F_2$	2.882	21.063	46.895
$F_3$	2.701	21.096	67.991
$F_4$	2.769	20.158	88.149

表5 旋转因子载荷矩阵  
Table 5 Rotation factor load matrix

调查因素	公共因子统计值				共同度
	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	
研制项目资源成本	0.837	—	—	—	0.817
废料处置成本	0.928	—	—	—	0.906
产品绿色化在市场中的价值	0.803	—	—	—	0.764
各方在项目中的技术合作	—	0.936	—	—	0.910
绿色供应链中风险共担机制	—	0.905	—	—	0.887
企业核心竞争力	—	—	0.929	—	0.913
环保法规	—	—	0.856	—	0.825
高层管理者的态度	—	—	—	0.903	0.891
企业绿色供应链管理技术	—	—	—	0.884	0.851

从表5可以看出:所有因素的共同度都在0.8以上,共同度较高,表明所提取的公共因子可以包络绝大部分变量的信息。其中,“研制项目资源成本”“参与绿色供应链的成本”和“产品绿色化在市场中的价值”可由公共因子 $F_1$ 解释;“各方在项目中的技术合作”和“绿色供应链中风险共担机制”可由公共因子 $F_2$ 解释;“企业竞争力”和“环保法规”可由公共因子 $F_3$ 解释;“高层管理者的态度”“企业绿色供应链管理技术”可由公共因子 $F_4$ 解释。

考虑供应链的特点是企业间的协调合作以谋求整体利润最大化,因此依据企业合作的因素对公共因子进行命名: $F_1$ 为“期望收益”、 $F_2$ 为“合作机制”、 $F_3$ 为“市场驱动力”、 $F_4$ 为“企业绿色管理程度”,其中“期望收益”特指参与者期望绿色供应链能够带来收益。在此基础上,构建航空研制企业实施绿色供应链影响因素模型如图2所示。

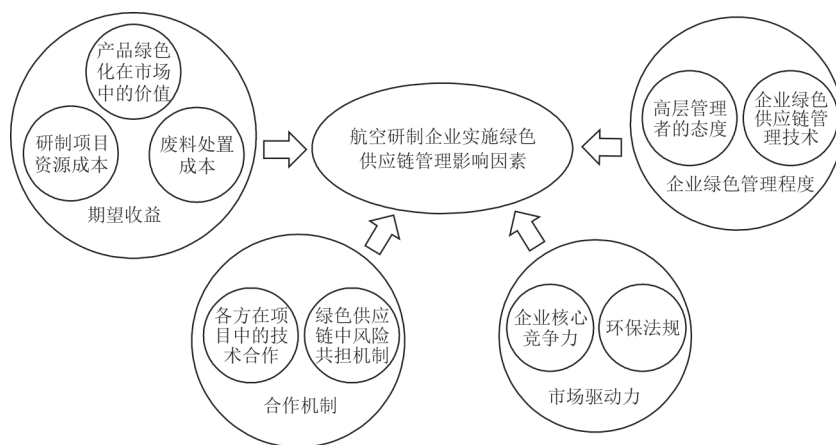


图2 航空研制企业实施绿色供应链影响因素模型

Fig. 2 Influencing factors model of implementing green supply chain in aviation development enterprises

### 3 应用分析

某航空企业研制的工作内容包括设计、试制、试飞及其涉及的关键技术攻关工作,以及研保条件、批量生产制造体系及运行维护体系等能力建设。总体来看,研制周期长,交付产品成本高,研制装备投入巨大且需突破的关键技术较多。研制过程中参与主体多,涉及专业面广且行业跨度大,利益相关方众多。结合某航空研制企业绿

色供应链管理实际,对本文研究成果进行初步应用,并对实施效果进行分析如下。

(1) 期望收益方面。重点针对废料管理,企业建立了废料处理管理机构,集中管理企业在航空研制项目供应链环节产生的各种余料、废料以及产品报废处理全过程的材料,对产品研制过程各供应链环节产生的废料进行了有效处理、利用,使得企业新产品研制成本整体降低了6%。

(2) 市场驱动力方面。重点强化航空研制企

业采购管理职能,在型号设计阶段,综合考虑目前的原材料、标准件库存以及市场信息,及时向型号设计部门进行反馈,促进设计部门及时优化设计中的材料种类及规格,以保障后期制造过程顺利开展同时减低公司材料库存,从而有效降低采购成本,使得该企业采购和库存成本降低了14%。

(3) 合作机制方面。技术是项目利益相关方最关心的核心之一,该航空研制企业拥有先进核心技术,通过以技术为牵引与其他关键项目利益相关方构建战略联盟,签订合作协议,综合考虑各项目利益相关方的需求期望,建立风险共担和利益共享机制,既可以增强对各利益相关方参与绿色供应链的管理,又降低双方合作成本,从而与供应链上下游的各利益相关方建立了良好的合作关系,提高彼此的忠诚度,较大程度上提升了项目利益相关方的参与积极性。

(4) 企业绿色管理程度方面。建立了航空研制项目全生命周期的绿色管理理念和机制。在绿色理念传递方面,企业高层通过专题会议探讨绿色供应链实施相关机制建立,出台文件对绿色供应链实施提供支撑,在人员绩效考核中加入相应内容提高企业内部绿色供应链实施的积极性,通过高层的重视,层层推动和落实绿色供应链相关理念。在人才培养方面充分分析型号对人才的需求,建立全生命周期的技能人才需求矩阵,构建了研制一体化团队,包括构建人才成长阶梯、开展联合攻关培养、强化特殊人才引进等方式,加速研制团队成长,为保障和推动航空研制企业开展绿色供应链奠定了基础。

## 4 结 论

(1) 本文从航空研制企业实施绿色供应链项目利益相关方视角出发,得出了航空研制企业实施绿色供应链的9个影响因素,并将其划分为4大类。

(2) 本文研究结果应用到某航空研制企业绿色供应链实施过程中,使得该企业在研制成本、项目利益相关方参与度、人才培养等方面有了明显改进,有效提升了该企业绿色供应链的实施效率。

## 参考文献

- [1] 新华社. 中共中央、国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见[EB/OL]. (2021-09-22)[2022-04-25]. [http://www.gov.cn/zhengce/2021-10/24/content\\_5644613.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2021-10/24/content_5644613.htm).  
Xinhua News Agency. Opinions of the CPC Central Committee and the State Council on completely, accurately and comprehensively implementing the new development concept and doing a good job in carbon peak and carbon neutralization [EB/OL]. (2021-09-22)[2021-07-26]. [http://www.gov.cn/zhengce/2021-10/24/content\\_5644613.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2021-10/24/content_5644613.htm). (in Chinese)
- [2] 林强, 刘名武, 王晓斐. 嵌入区块链信息传递功能的绿色供应链决策[J/OL]. 计算机集成制造系统: 1-23[2021-10-08]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5946.tp.2021-1006.1222.006.html>.  
LIN Qiang, LIU Mingwu, WANG Xiaofei. Research on green supply chain decision-making embedded with information transfer function of blockchain[J/OL]. Computer Integrated Manufacturing Systems: 1-23[2021-10-08]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5946.tp.20211006.1222.006.html>. (in Chinese)
- [3] 冯亮. 航空制造供应链管理模式的升级[J]. 山西财经大学学报, 2020, 42(s2): 10-14.  
FENG Liang. Current situation and upgrade of the management mode of aviation manufacturing supply chain[J]. Journal of Shanxi University of Finance and Economics, 2020, 42(s2): 10-14. (in Chinese)
- [4] 赵宝刚. 基于大规模定制的航空标准件供应链集成服务体系研究[J]. 供应链管理, 2020, 1(10): 62-71.  
ZHAO Baogang. Research on integrated service system of aviation standard parts supply chain based on mass customization[J]. Supply Chain Management, 2020, 1(10): 62-71. (in Chinese)
- [5] 张璇, 马志军, 田东红, 等. 企业绿色供应链管理实践的影响因素研究——基于元分析方法的探索[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(12): 183-195.  
ZHANG Xuan, MA Zhijun, TIAN Donghong, et al. Meta-analysis on the affecting factors of green supply chain management practice[J]. China Population, Resources and Environment, 2017, 27(12): 183-195. (in Chinese)
- [6] 郝姿容. 航空制造企业实现可持续供应链管理对策分析[J]. 全国流通经济, 2017(3): 22-23.  
HAO Zirong. Analysis on countermeasures of aviation manufacturing enterprises to realize sustainable supply chain management[J]. China Circulation Economy, 2017(3): 22-23. (in Chinese)
- [7] 黄柯鑫, 方进法. 多品种小批量下航空研制企业业务管理流程优化设计[J]. 航空工程进展, 2018, 9(3): 411-417.

- HUANG Kexin, FANG Jinfa. Optimization design for business management process of aviation development enterprise under the production mode of multispecies and small batch [J]. *Advances in Aeronautical Science and Engineering*, 2018, 9(3): 411-417. (in Chinese)
- [8] 丁荣贵. 项目利益相关方及其需求的识别[J]. *项目管理技术*, 2008(1): 73-76.
- DING Ronggui. Identification of project stakeholders and their needs[J]. *Project Management Technology*, 2008(1): 73-76. (in Chinese)
- [9] 温璐. 大数据背景下航空制造业供应链生态圈构建研究[J]. *经营与管理*, 2020(8): 95-99.
- WEN Lu. Research on the construction of supply chain ecosystem of aviation manufacturing industry under the background of big data [J]. *Management and Administration*, 2020(8): 95-99. (in Chinese)
- [10] 朱庆华, 耿勇. 中国制造企业绿色供应链管理因素研究[J]. *中国管理科学*, 2004(3): 82-86.
- ZHU Qinghua, GENG Yong. Study on factors of green supply chain management among Chinese manufacturers [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2004(3): 82-86. (in Chinese)
- [11] 李锟, 徐婷婷, 韩振超, 等. 民航机场绿色供应链构建策略与实施路径研究[J]. *环境科学与管理*, 2016, 41(11): 163-166.
- LI Kun, XU Tingting, HAN Zhenchao, et al. Construction and implementation of green supply chain in civil airport[J]. *Environmental Science and Management*, 2016, 41(11): 163-166. (in Chinese)
- [12] 张于喆, 王海成. 基于产业链、供应链和价值链“三链”视角的航空工业军民一体化发展[J]. *军民两用技术与产品*, 2019(11): 32-35.
- ZHANG Yuzhe, WANG Haicheng. Military civilian integration development of aviation industry from the perspective of "three chains" of industrial chain, supply chain and value chain [J]. *Dual Use Technologies & Products*, 2019(11): 32-35. (in Chinese)
- [13] 李刚, 陈航航. 航空复杂产品供应链目标成本管理策略研究[J]. *中国物价*, 2020(6): 93-96.
- LI Gang, CHEN Hanghang. Research on target cost management strategy of aviation complex product supply chain [J]. *China Price*, 2020(6): 93-96. (in Chinese)
- [14] 廉春慧, 王跃堂. 企业社会责任信息与利益相关者行为意向关系研究[J]. *审计与经济研究*, 2018, 33(3): 73-82.
- LIAN Chunhui, WANG Yuetang. Research on the relationship between CSR information and stakeholders' behavioral intention[J]. *Journal of Audit & Economics*, 2018, 33(3): 73-82. (in Chinese)
- [15] 黄赶祥, 景崇毅, 王红岩. 碳排放约束下我国航空公司全要素生产率研究[J]. *交通运输系统工程与信息*, 2018, 18(4): 19-24, 31.
- HUANG Ganxiang, JING Chongyi, WANG Hongyan. Total factor productivity of China airlines under carbon emission constraints[J]. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 2018, 18(4): 19-24, 31. (in Chinese)
- [16] 陈宇科, 孟卫东, 邹艳. 竞争条件下纵向合作创新企业的联盟策略[J]. *系统工程理论与实践*, 2010, 30(5): 857-864.
- CHEN Yuke, MENG Weidong, ZOU Yan. Alliance strategy of vertical cooperative innovation enterprises under condition of competition [J]. *Systems Engineering-Theory & Practice*, 2010, 30(5): 857-864. (in Chinese)

#### 作者简介:

张红旗(1966-),男,硕士,研究员级高级工程师。主要研究方向:型号项目管理。

(编辑:丛艳娟)