

DOI:10.19452/j.issn1007-5453.2017.02.053

# 航空发动机研制阶段供应商管理体系建设方法研究

刘海年\*, 隋岩峰, 李昌红, 刘庆东, 王桂华

中国航空发动机集团有限公司 沈阳发动机研究所, 辽宁 沈阳 110015

**摘 要:** 在航空发动机研制阶段, 加强供应商管理成为提升发动机研制质量的重要措施之一。本文介绍了国外发动机公司供应商管理的模式和体系建设情况, 对比分析了国内供应商管理的不足, 结合国内航空发动机科研阶段供应商管理的特点, 提出了全生命周期供应商管理的建议, 为实现发动机总师单位和供应商之间的良性互动, 提升发动机研制质量, 降低研制成本, 缩短研制周期。

**关键词:** 航空发动机; 研制阶段; 供应商管理; 体系建设

**中图分类号:** V268.7, V23

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-5453 (2017) 02-0053-06

航空发动机作为技术高度复杂的综合集成系统, 具有研制周期长、系统组成复杂、技术难度大、经费投入多、投资风险大<sup>[1]</sup>等特点, 这就决定了其不可能由一家制造商独立完成所有的研制任务。为了提高产品研制质量、降低研制成本、缩短周期, 航空发动机研制必须依靠外部的供应商。美国通用电气公司(GE)、英国罗尔斯·罗伊斯公司(RR)和美国普拉特·惠特尼公司(PW)等世界先进航空发动机公司的供应商管理模式, 采取了“主承制商-供应商”的管理模式和“风险共担, 利益共享”的合作方式。国内发动机研制采用类似的协作模式, 即发动机配套系统/成附件与供应商联合设计, 由供应商负责制造、试验并提供给总师单位; 发动机整机部件由总师单位自行设计, 供应商制造并提供给总师单位。

然而我国对航空发动机供应商管理的研究尚处于初级阶段, 供应商管理体系尚需完善, 对供应商寻源和准入、合同管理、过程控制、绩效管理、培育和发展等问题都急需探讨研究<sup>[2]</sup>。本文在借鉴国外供应商管理最佳实践的基础上, 针对航空发动机科研阶段供应商管理存在的不足, 提出了全生命周期供应商管理的改进建议, 旨在实现发动机总师单位和供应商之间的良性互动, 提高发动机研制质量, 降低研制成本,

缩短研制周期的目的。

## 1 国内外供应商管理体系现状对比分析

### 1.1 国外供应商管理体系研究现状

GE、RR和PW等发动机公司已经建立了完善的全生命周期的供应商管理体系和实施重点, 如表1所示。供应商管理体系包括了供应商寻源、准入、合同管理、过程控制、绩效管理和培育发展等6部分, 从寻源到培育的全过程中施行全面的监督、考核和动态管理, 实现产品质量、成本和交付进度的有效管理。

从表1可以看出, 国外发动机公司在供应商管理过程中, 注重对供应商的全生命周期管理: 供应商寻源采取面向市场竞争的寻源策略; 供应商准入评价中注重对供应商质量保证体系、批产能力、产品试制能力的审查; 采用全生命周期的合同管理; 过程控制注重对产品特殊过程、关键工序、首件鉴定、产品研发过程的控制; 供应商绩效管理强化对产品质量、交付、价格、服务和创新能力等多个维度的考核; 供应商培育和发展, 强化对供应商的培育和淘汰, 实现供应商全过程控制, 保证提供满足客户需求的产品。

收稿日期: 2016-11-07; 录用日期: 2017-01-18

\*通讯作者: Tel.: 024-24283008 E-mail: 283506493@qq.com

**引用格式:** LIU Hainian, SUI Yanfeng, LI Changhong, et al. Research of supplier management system in the development phase of aero-engine [J]. Aeronautical Science & Technology, 2017, 28(02): 53-58. 刘海年, 隋岩峰, 李昌红, 等. 航空发动机研制阶段供应商管理体系建设方法研究 [J]. 航空科学技术, 2017, 28(02): 53-58.

表1 航空发动机全生命周期供应商管理体系  
Table 1 The lifecycle supplier management for aero-engine

| 组成   | 寻源        | 准入             | 合同管理      | 过程控制       | 绩效考核    | 培育和发展      |
|------|-----------|----------------|-----------|------------|---------|------------|
| 实施重点 | 供应商需求制定   | 供应商分类标准        | 全寿命期合同管理  | 关键工序、特殊过程、 | 绩效考核标准  | 供应商关系管理    |
|      | 面向市场竞争    | 资质认证           | 模块化合同模板   | 首件鉴定等控制    | 供应商等级   | 供应商培育和发展计划 |
|      | 的寻源策略     | 产品认证(特殊过程审查、产品 | 合同索赔和质量条款 | 图纸的工程化验证   | 评价准则    | 供应商淘汰制度    |
|      | 供应商基本信息审查 | 试制审查、批产能力审查)   | 合同履行的监督审核 | 技术评审体系的审查  | 供应商奖惩制度 | 供应商培训      |
|      | 潜在供应商确定   | 质量保证能力审查       |           | 风险和技术状态管理  |         |            |

1.2 国内航空发动机供应商管理体系建设现状

国内航空发动机研制单位已经从供应商准入、合同管理、过程控制和绩效考核等4方面初步建立了供应商管理体系,制定了供应商管理程序、供应商管理手册、外包过程控制程序等要求,具备了一定的供应商管理能力和经验,但由于

传统计划经济理念所限制,供应商管理体系基本沿用半计划和半市场的运营模式,供应商缺少危机意识,总师单位缺少有效的供应商监督和管理手段,存在供应商寻源和培育能力不足、过程管控不到位、供应商考核激励作用不明显等问题,与国外差距很大,如表2所示。

表2 国内外供应商管理体系差异性对比  
Table 2 Analysis of the difference between supplier management system at home and abroad

| 寻源       | 准入         | 合同管理      | 过程控制      | 绩效管理    | 培育和发展 |
|----------|------------|-----------|-----------|---------|-------|
| 无寻源战略    | 质量保证能力审查不足 | 缺少对合同的全寿  | 首件鉴定要求不完整 | 缺少供应商奖惩 | 缺少供应商 |
| 缺少竞争激励   | 产品开发过程中特殊  | 命期的跟踪     | 和批准过程不规范  | 制度及奖惩措施 | 关系管理  |
| 限于行业内部   | 过程审核不重视    | 合同模板不规范   | 风险技术状态    | 无供应商等级  | 缺少供应商 |
| 军民融合较少,  | 产品试制过程关注较少 | 合同监控和执行较弱 | 管控不严      | 评价制度    | 的培育计划 |
| 外部资源利用较弱 |            |           | 技术评审过程    |         | 供应商培训 |
|          |            |           | 控制不严      |         | 不到位   |

2 航空发动机研制阶段供应商管理体系建设

结合国内航空发动机供应商管理的现状,首先分析了发动机研制阶段供应商管理的特点,在此基础上,提出适用于研制阶段供应商管理的工作建议,为建立有效运行的供应商管理体系提供指导。

2.1 研制阶段供应商管理的特点

航空发动机研制阶段的产品研制具有小批量、多批次、工艺过程不稳定、技术状态多变、技术成熟度不高等特点,同时,研制阶段供应商选择影响批产阶段供应商选择,表3给出了发动机研制阶段的供应商管理的特点,可以看出,发动机研制阶段注重供应商的研发能力、制造能力、技术状态变更的敏捷性和产品质量的控制,以满足研制阶段产品研制的需求。

2.2 供应商寻源

供应商寻源过程中需要考虑发动机的长远规划和发动机型号研制的需要,根据相关部门提出的新供应商需求,形成供应商需求清单,供应商管理部门综合决策制定供应商寻源计划,利用行业内部、外部资源,收集供应商的初步信息,确定潜在供应商。

2.3 供应商准入评价方法

供应商准入评价的目的是为了寻找最优秀的供应商为

表3 研制阶段供应商管理特点

Table 3 The characteristics of supplier management in the development

| 项目        | 供应商                             |
|-----------|---------------------------------|
| 批量        | 小批量,多批次<br>关注于研制技术的验证           |
| 产品研发能力和响应 | 关注产品开发和制造能力<br>需要满足产品研发过程的更改    |
| 供应商选择策略   | 关注于制造能力和研发能力<br>对产品技术状态变化响应的敏捷性 |
| 风险管理      | 保证成熟的制造工艺和风险控制                  |
| 质量        | 质量过程控制                          |

总师单位提供满意的产品和服务。在供应商准入评价过程中,应根据供应商提供的不同产品类别,审查和评估的重点也有不同。

2.3.1 供应商的分类

按照供应商是否参与研发过程,可以将供应商分为承研供应商(按照总师单位的技术协议要求进行产品设计和制造)和承制供应商(按照总师单位提供的图纸进行产品制造);参考器材供应单位供应商质量保证能力评定<sup>[3]</sup>,按照产品重要度和是否为行业内部单位2个维度对供应商进行“四分法”分类,将现行供应商分类确定为战略供应商、关键供应商、一般一类供应商和一般二类供应商,供应商分类标准如表4所示。

表 4 供应商分类标准  
Table 4 Supplier classification standard

| 供应商类别   | 分类标准                         | 产品名称                   |
|---------|------------------------------|------------------------|
| 战略供应商   | 按图纸、技术文件生产复杂结构件；关键部位的重要件和关键件 | 风扇、燃烧室、高压涡轮、低压涡轮、附件机匣等 |
| 关键供应商   | 提供具有独立功能的关键配套产品、分系统          | 燃油泵、散热器、起动机等           |
| 一般一类供应商 | 普通结构件                        | 传感器等成附件                |
| 一般二类供应商 | 除上述产品以外的供应商                  | 支架、标准件等 结构件            |

### 2.3.2 供应商准入评价工作流程

供应商准入的工作流程如图1所示,主要包括供应商资质审查、质量保证能力审查、准入风险评估、准入审批、合格供应商名录确定等,质量保证能力审查是供应商准入的核心。承制单位在质量保证能力审查过程中需要关注特殊过程、工艺方案、首件鉴定、批产等能力审核;承研单位质量保证能力审查过程中除上述要求外,还需要关注产品设计开发过程的规范和完整性,如产品分解结构和工作分解结构制定、需求分析及验证矩阵制定、技术状态管理、风险管理、技术成熟度水平、技术评审体系等能力。

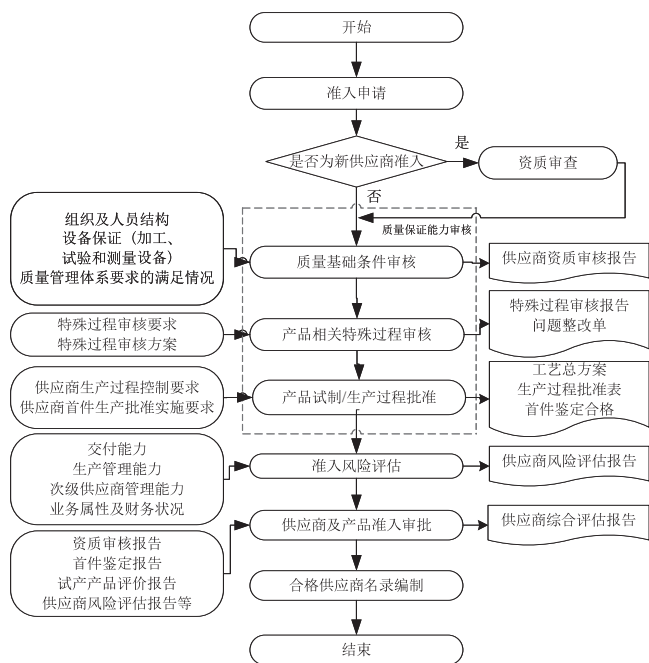


图1 供应商准入工作流程

Fig.1 The flowchart of supplier approvability

## 2.4 供应商合同管理

合同管理既是供应商管控和协调的基础,也是控制项目风险必不可少的手段。规范合同谈判、签约、评标和变更的实施要求和 workflows,建立合同模板,细化合同质量、交付、验收和赔偿条款等要求,实现从合同形成、更改到结束的全寿命周

期管理,合同管理还应对项目的成本起到监控作用。合同管理不仅是监督合同的执行,还要起到管理和告警的作用<sup>[4]</sup>。

## 2.5 供应商过程控制

### 2.5.1 供应商质量管理要求

按照质量管理体系要求<sup>[5]</sup>,从成品设计和开发计划控制、制造过程计划控制、技术状态管理、设计更改管理、生产过程控制要求、首件鉴定、代料管理、批次管理要求、关键过程管理、特殊过程管理、监视和测量管理、不合格品管理、质量问题处理要求、交付证明文件要求、标准样件的选定和管理、软件成品管理、记录控制要求等方面明确质量管理要求,强化供应商质量控制。承制单位过程控制的重点:

### (1)加强图纸的工程化验证

工程化图纸的制定需要大量的工程化验证试验,试验出来的零部件工程化设计图纸,其重要尺寸要求、公差要求等要有大量的试验数据及分析作为依据,促使工艺标准的产生。不仅符合产品质量、性能等要求,还适用于产品的快速、稳定、自动化的批生产。

### (2)加强首件鉴定管理

参照国外首件包的管理模式,强化对工程来源批准的控制,加强对产品特殊过程的审查,加强对材料毛坯件的质量控制,明确对关重件工艺试验验证的要求,完善首件鉴定的工作流程,注重设计与工艺人员的协同,实现工艺对设计、制造对工艺的符合性。

承研单位过程控制的重点:

### (1) 加强对承研单位的需求管理

建立基于系统工程的需求管理方法<sup>[6]</sup>,承研单位根据总师单位的技术协议要求,开展需求确认、分析、分配等需求管理工作,形成产品的需求验证计划,确保产品开发满足总师单位需求。

### (2)加强供应商的技术状态管理

按照技术状态管理<sup>[7]</sup>的要求,建立以产品为核心的技术状态管理方法,确定产品的功能基线、分配基线和产品基线,通过控制基线的更改,确保产品设计结果与客户需求保持一致、制造结果与设计要求保持一致、交付的产品与制造结果保持一致,并确保所出现更改的可控性、有效性及产品的可追溯性。

### (3)建立技术评审体系

按照研制阶段技术审查要求<sup>[8]</sup>,建立供应商产品开发过程的技术评审体系,如图2所示。承研单位在产品转段评审前,需要完成系统需求评审(SRR)、初步设计评审(PDR)、关键设计评审(CDR)、首件交付评审(FUAR)、首飞评审

(FFR)、物理技术状态审核(PCA)等关键评审点的技术评审,支撑转段评审;总师单位应明确F转C、C转S、S转D等转段评审要求,明确评审点的技术指标、评审要素、规则制度;同时,对技术风险、成本控制、研制周期等进行评估,确保产品研制满足协议要求,降低项目的风险。

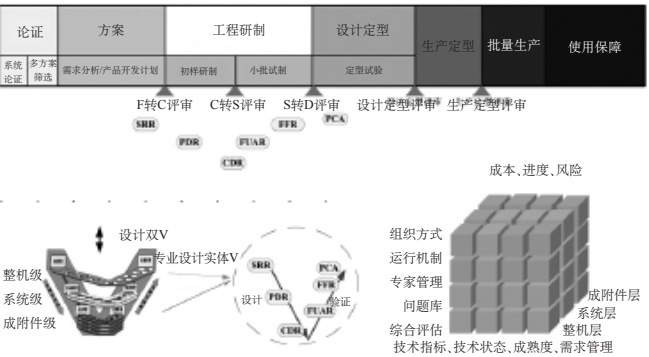


图2 供应商技术评审体系架构

Fig.2 The structure of supplier technical review systems

2.5.2 供应商风险管理

参考武器装备研制项目风险管理指南<sup>[9]</sup>,明确供应商风险管理方法和工作流程,如图3所示。供应商应制定风险管理计划,按不同研制阶段<sup>[10]</sup>(论证阶段、方案阶段、工程研制阶段、设计定型阶段、生产定型阶段、批量生产阶段、使用和保障阶段)实施风险分析,从技术、质量、进度、费用等方面,进行风险识别、风险发生可能性、风险的后果及影响、风险排序、风险应对等方面进行分析。根据风险分析的结果,对存在的风险提出规避、应对措施,降低产品研制风险。

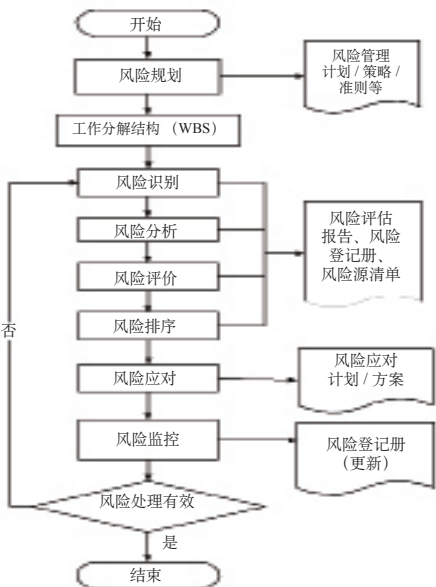


图3 供应商风险管理工作流程

Fig.3 The flowchart of supplier risk management

2.6 供应商绩效考核

供应商绩效评价结果是指导供应商等级评价、奖惩和整改工作的重要指导依据,其目的是提高供应商工作的积极性和供应商产品研制质量。

2.6.1 供应商绩效考核指标的确定

供应商绩效考核指标主要从质量、交付、价格和服务等方面制定考核办法<sup>[11]</sup>,主要考核指标为供货质量、质量问题和影响、交付进度、产品价格、服务质量、质量改进、创新能力等,具体指标如表5所示。

表5 供应商绩效评价指标

Table 5 Supplier evaluation system index

| 评价项目 | 指标                                                             |
|------|----------------------------------------------------------------|
| 供货质量 | 验收合格情况                                                         |
| 质量问题 | 质量问题和影响                                                        |
| 交付进度 | 交付进度                                                           |
| 产品价格 | 价格                                                             |
| 服务质量 | 归零情况<br>技术支持<br>服务情况                                           |
| 质量改进 | 质量改进情况                                                         |
| 创新能力 | 创新解决问题的能力<br>开发新技术和新产品的能力<br>应用新技术、新材料和新工艺能力<br>现有产品或工艺流程改进的能力 |

2.6.2 供应商评价等级

供应商绩效级别分为金牌、银牌、铜牌、黄牌与红牌5个级别,依据供应商年度绩效得分得出。供应商年度绩效评级结果是实施采购、外委、外包和供应商变更的重要依据,分别对应不同的奖惩方法。供应商评级的分数限值要求如表6所示。

表6 供应商分类等级标准

Table 6 Supplier classification level standard

| 序号 | 绩效得分                           |                              | 等级 |
|----|--------------------------------|------------------------------|----|
|    | 承制类供应商                         | 承研类供应商                       |    |
| 1  | 综合得分 $\geq 100$ 且各单项得分均不低于100分 | 综合得分 $\geq 90$ 且各单项得分均不低于95分 | 金牌 |
| 2  | 综合得分 $\geq 95$ 且各单项得分均不低于95分   | 综合得分 $\geq 85$ 且各单项得分均不低于90分 | 银牌 |
| 3  | 综合得分 $\geq 75$ 且各单项得分均不低于75分   |                              | 铜牌 |
| 4  | 综合得分 $\geq 60$ 且各单项得分均不低于60分   |                              | 黄牌 |
| 5  | 综合得分 $< 60$ 或各单项得分任意一项低于60分    |                              | 红牌 |

2.6.3 供应商奖惩

供应商绩效奖惩方式分为行政性方式和市场性方式两大类。对于行政性方式,主要是上级机关单位进行通报表扬,并在年终的考核中给予一定加分;对于市场性方式,通常则

体现在日常的采购活动中,增加采购量、优先付款、优先培育等措施。行政性方式主要适用于行业内部供应商;而市场性方式则通常同时适用于行业内部和外部供应商。

2.7 供应商培育和发展

综合供应商的年度绩效考核评价结果和供应商的战略地位,制定供应商的培育和发展计划,加强对供应商的培训。

2.7.1 供应商关系管理

供应商关系管理主要根据供应商分类,制定不同的管理策略<sup>[12]</sup>,在保证产品高质量的同时,提高供应商的管理水平和积极性,降低总师单位的管理成本,确定不同类别的供应商管理策略,如表7所示。

表7 供应商分类管理策略

Table 7 Supplier classification management strategy

| 管理策略     | 战略型  | 关键型    | 一般一类型 | 一般二类型  |
|----------|------|--------|-------|--------|
| 关系管理     | 战略伙伴 | 稳定合作性  | 一般合作  | 交易关系   |
|          | 关系   | 关系     | 关系    |        |
| 供应商管理的目标 | 长期合作 | 保证供应的  | 采购成本最 | 管理成本最小 |
|          | 获得双赢 | 连续性    | 小化    | 化      |
| 基本策略     | 双方关系 | 降低供应风险 | 网上竞标  | 降低交易次数 |
|          | 持续改善 | 建立稳定合作 | 适当扩大采 | 降低采购不确 |
|          |      | 关系     | 购规模   | 定性     |

对于一般一类及一般二类供应商,该类供应商产品相对简单,工艺稳定,生产的提前期和交货期比较短,只需进行日常管理,无需投入大量的人力、物力进行管理。

关键型供应商,该类供应商提供的产品的市场风险较大,直接影响发动机研制,产生潜在性的风险。供应商管理过程中应扩大对关键型供应商的采购量,并将关键型供应商可能上升为战略型供应商。

战略型供应商,技术含量高,可替代性差,开发周期长,转换成本高,很难找到该类供应商的替代者,需要进行改进和有效管理。

2.7.2 供应商培育和发展计划

综合供应商的绩效表现和供应商的战略地位,对战略和关键供应商进行培育和发展,制定产品整改计划,并帮助进行整改,提高供应商的水平。同时,建立供应商的淘汰机制,制定淘汰的准则和流程,淘汰长期不合作及能力、信用差的供应商;对淘汰的供应商应积极从潜在供应商中进行培育和发展,及时增补进合格的、优秀的供应商,实现对供应商的动态管理。

2.7.3 供应商培训

加强对供应商的培训和学习,提高供应商对产品研制质量、过程控制和交付进度等方面的重视,熟悉总师单位

供应商管理流程和考核办法,确保供应商在产品研制过程中,满足总师单位的需求,实现总师单位和供应商的良性循环。

3 结束语

国内航空发动机研制阶段的供应商管理模式正在探索中前进,供应商管理工作也在不断的丰富和完善。本文研究了国外先进发动机公司供应商管理的最佳实践,明确了供应商管理体系的架构,针对现行航空发动机供应商管理体系中存在的不足,提出适用于发动机研制阶段供应商管理的工作建议,可为供应商管理完善和改进提供指导。有效的供应商管理体系能够缩短研发时间、提升产品质量、降低研制成本和研制风险,在实现双赢的同时,能确保提供高质量的产品,提升发动机的研制水平和质量。

AST

参考文献

[1] 刘大响,陈光. 航空发动机—飞机的心脏[M].北京:航空工业出版社,2003.  
LIU Daxiang, CHEN Guang. Aero-engine-the heart of aircraft [M]. Beijing: Aviation Industry Publishing House, 2003. (in Chinese)

[2] 李仁. 航空发动机研制供应商管理现状分析与策划[J]. 航空发动机,2014:1-8.  
LI Ren. Strategy and analysis of supplier management in the development of aero-engine [J]. Aeroengine, 2014:1-8. (in Chinese)

[3] 国防科学技术工业委员会. GJB1404-92: 器材供应单位供应商质量保证能力评定[S]. 国防科学技术工业委员会,1992.  
COSTIND. GJB1404-92: Assessment of quality assurance capability for supplier[S]. Commission of Science, Technology and Industry for National De-fence, 1992. (in Chinese)

[4] 汤小平. 对供应商管理的一点思考[J]. 民用飞机设计与研究, 2011(3):1-6.  
TANG Xiaoping. Key characteristics of the Supplier management [J]. Civil Aircraft Design and Research, 2011(3):1-6. (in Chinese)

[5] 中国人民解放军总装备部. GJB 9001B-2009: 质量管理体系要求[S]. 中国人民解放军总装备部,2009.  
The General Reserve Department of PLA. GJB 9001B-2009: Quality management systems requirements[S]. The General Reserve Department of PLA, 2009. (in Chinese)

[6] 中国人民解放军总装备部. GJB 8113-2013: 武器装备研制系统工程通用要求[S]. 中国人民解放军总装备部,2013.

- The General Reserve Department of PLA. GJB 8113-2013: General requirement of systems engineering for weapon and equipment development [S]. The General Reserve Department of PLA, 2013. (in Chinese)
- [7] 中国人民解放军总装备部. GJB 3206A-2010: 技术状态管理[S]. 中国人民解放军总装备部, 2010.
- The General Reserve Department of PLA. GJB 3206A-2010: Configuration management [S]. The General Reserve Department of PLA, 2010. (in Chinese)
- [8] 国防科学技术工业委员会. GJB3273-1998: 研制阶段技术审查 [S]. 国防科学技术工业委员会, 1998.
- COSTIND. GJB3273-1998: Technical reviews in development phase[S]. Commission of Science, Technology and Industry for National Defence, 1998. (in Chinese)
- [9] 中国人民解放军总装备部. GJB/Z 171-2013: 武器装备研制项目风险管理指南[S]. 中国人民解放军总装备部, 2013.
- The General Reserve Department of PLA. GJB/Z 171-2013: Guide for the risk management of weapon and equipment development program[S]. The General Reserve Department of PLA, 2013. (in Chinese)
- [10] 刘廷毅. 航空发动机研制全寿命管理研究及建议[J]. 航空发动机, 2012, 38(1):1-6.
- LIU Tingyi. Research and suggestion of lifecycle management for aero-engine development [J]. Aeroengine, 2012, 38(1):1-6. (in Chinese)
- [11] 陈红. 供应商管理体系改进途径[J]. 中国质量, 2013(10):85-87.
- CHEN Hong. The improvement method of supplier management system [J]. China Quality, 2013(10): 85-87. (in Chinese)
- [12] 李国豪. PW公司原材料供应商的评估和选择策略研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2011.
- LI Guohao. Research on strategy of raw material suppliers evaluation and selection for PW company [D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 2011. (in Chinese)

#### 作者简介

刘海年(1984— ) 男, 硕士, 高级工程师。主要研究方向: 发动机研发体系建设。

Tel: 024-24283008 E-mail: 283506493@qq.com

## Research of Supplier Management System in the Development Phase of Aero-engine

LIU Hainian\*, SUI Yanfeng, LI Changhong, LIU Qingdong, WANG Guihua

AECC Shenyang Aero-engine Institution, Shenyang 110015, China

**Abstract:** The supplier management is one of the most critical methods to improve production quality in the development phase of aero-engine development phase. In this paper, it introduced the mode and system construction of supplier management of foreign aero-engine companies, analyzed the shortages of supplier management in China. Combining with the characteristics of supplier management, a new life-cycle supplier management suggestions for aero-engine were presented to create the good communication between main manufacturer and suppliers, improve production quality constantly, reducing development cost and cycle.

**Key Words:** aero-engine; development phase; supplier management; system construction

Received: 2016-11-07; Accepted: 2017-01-18

\*Corresponding author. Tel. : 024-24283008 E-mail: 283506493@qq.com