

# 宇航项目经费管理风险识别及量化研究

于喆 刘浩淼 刘畅 张博

中国空间技术研究院 北京 100094

DOI: 10.12238/ems.v5i3.6283

**[摘要]** 航天项目研制是复杂的系统工程,需要先进的技术储备、高端的人才支撑,更需要强大的资金保障。经费管理是航天器项目管理中的核心要素(质量、进度、经费)之一。国内传统宇航企业大多以“任务保障型”宇航经费管理模式为主要导向,经费管理相对粗放。伴随着装备竞争性采购制度的深入推进,以及国内外商业航天突飞猛进的发展态势,传统的管理模式弊端逐渐显现,亟需将经费管理提升至与质量、进度同等的高度。因此,控制经费管理风险,对提高生产经营效益及构建可持续发展能力具有极为重要的意义。

本文以宇航项目经费管理风险为研究对象,采用半定量方式确定项目经费管理风险矩阵模型,明确项目经费管理风险等级并举例提出了高风险事项的控制手段。

**[关键词]** 宇航项目; 经费管理; 风险识别; 量化研究

## Research on Risk Identification and Quantification of Aerospace Project Funding Management

Yu Zhe, Liu Haomiao, Liu Chang, Zhang Bo

China Academy of Space Technology Beijing 100094

**[Abstract]** The development of aerospace projects is a complex system engineering that requires advanced technological reserves, high-end talent support, and even stronger financial support. Funding management is one of the core elements (quality, schedule, and funding) in spacecraft project management. Most traditional domestic aerospace enterprises are mainly guided by the "mission support" aerospace funding management model, with relatively extensive funding management. With the deepening of the competitive procurement system for equipment and the rapid development of commercial aerospace at home and abroad, the drawbacks of traditional management models are gradually becoming apparent, and it is urgent to elevate funding management to the same level as quality and progress. Therefore, controlling the risk of fund management is of great significance for improving production and operation efficiency and building sustainable development capabilities.

This article takes the risk of aerospace project funding management as the research object, uses a semi quantitative method to determine the risk matrix model of project funding management, clarifies the risk level of project funding management, and provides control measures for high-risk items with examples.

**[Keywords]** Aerospace project funding management risk identification and quantification research

一、前言

国际标准 ISO31000 (风险管理——原则与指南) 对风险的定义为: 所有类型和规模的组织都面临内部和外部的、使组织不确定是否及何时实现其目标的因素和影响, 这种不确定性所具有的对组织目标的影响就是“风险”。

在国内航天企业实施风险管理工作中, 一般都停留在“就风险谈风险”的层面, 在风险管理落地的问题上缺乏具体措施。因此识别风险只是第一步, 重点是如何针对识别出的风险进行管理并提出解决方案。

本文针对宇航项目经费管理风险, 为便于经费管理者对风险进行精细化和差异化的管理, 通过四个步骤提出了最终的风险控制预案。首先, 对宇航项目经费风险管理设置评估准则, 建立量化模型; 其次, 根据宇航项目的研制特点, 梳理识别经费管理中的三、四级风险; 第三步, 按评估准则对梳理出的风险进行打分, 明确项目经费管理风险可接受容忍等级; 最后, 根据风险识别的结果, 找出风险防控的解决方案。

二、国际宇航项目风险管理

NASA 典型项目的全生命周期可分为7个阶段: 方案定义, 方案设计, 初步设计, 设计开发测试与评估, 生产, 特定情况生产和运行保障与退役。NASA 在项目全生命周期内开展参

数化成本估算和持续成本风险管理 CCRM (见图1)。CCRM 是一个用成本分析数据需求表 CADRe 来收集、分析和整理数据, 不断识别工作分解结构 WBS 中的风险元素, 持续运用独立变量 CAIV 等方法在整个项目的生命周期中对风险和成本进行权衡、控制和管理的过程。CCRM 分3阶段, 12个步骤, 各阶段主要工作 (见表1)。

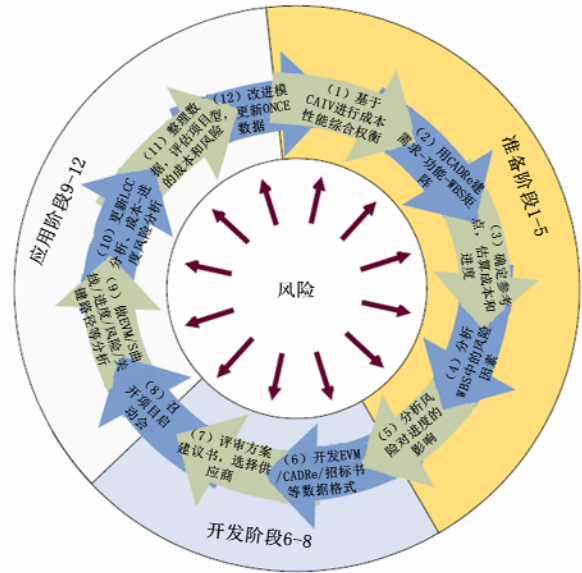


图1 NASA 持续成本风险管理过程 (CCRM)

表1 CCRM 过程中的主要工作

阶段	主要工作
第1阶段: 准备阶段	建立基线与机制, 以管理和控制项目的成本及风险
第2阶段: 开发和获取数据阶段	NASA 的工作人员必须用标准的报告机制来收集和报告成本性能数据, 从而管理风险、风险-成本的关系。不管风险存在于 WBS 元素结构的什么地方, 都要确定风险源并进行管理。 相关报告 (比如风险管理、技术效能衡量等) 必须和成本与性能数据的报告保持一致, 并且 LCC 至少每年更新一次
第3阶段: 应用阶段	使用第2阶段得到的信息和要求来管理风险、风险-成本的关系。

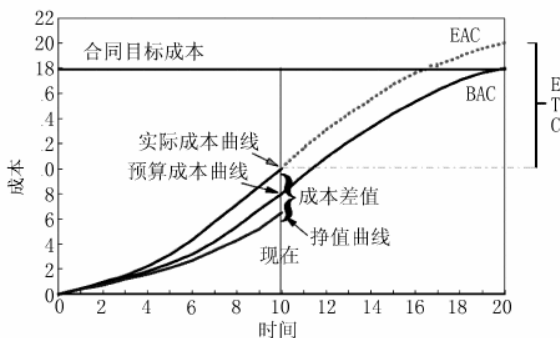


图2 通过挣值管理来控制过程成本和风险

同时, NASA 在项目研制生产阶段不断使用项目的挣值管理 EVM 方法来监控成本风险。项目的挣值管理 EVM 是用与进度计划、成本预算和实际成本相联系的 3 个独立的变量, 进行项目绩效测量的一种方法 (见图2)。它比较计划工作量 (预算成本)、WBS 的实际完成量 (挣值) 与实际成本花费, 以决定成本和进度绩效是否符合原定计划。可以在项目某一特定时间点上, 从完成工作量、时间、成本 3 项指标上评价项目所处的状态。

Thales 集团在风险控制方面, 提出在项目竞标、项目执行和合同管理流程控制的管理模式。一是执行严格的项

目竞标评审流程，扩大评估流程，将收入、利润、现金流、保障条件等因素纳入项目竞标评审；二是聚焦项目评审，建立动态项目清单实施项目季度评审，对重点项目实施深入的项目评审管理，持续加强工程、合同和财务的综合管理；三是加强合同管理，重点合同安排专业管理团队进行管理。

在这一管理模式中，Thales 创新性地提出了两个衡量盈利能力的关键指标——自由经营性现金流 (FOCF) 和已用资本回报率 (ROCE)。这两个指标可以从不同角度对公司盈利能力进行考察。FOCF 主要反映公司的发展能力和盈利水平，Thales 主要关注 FOCF 与 EBIT 的比值。2011-2013 年，Thales 集团 FOCF 与 EBIT 的比值为 55%，2014-2017 年这一比值要提升到 65-70%。为此，Thales 集团必须加强重点设施和能力的投资，淘汰落后产能，提升系统工程、集成和测试能力；在集团内部各个组织层级设置现金流管理目标，强化现金流管理。ROCE 反映出公司资本利用效率，是价值创造能力的一种

表征。Thales 集团通过优化现有业务的资源配置，强化对资本运行效率的管理，提升 ROCE 水平。

三、宇航项目经费风险管理评估准则

宇航项目经费管理风险仅仅通过定性的分析还是不够的，为便于管理者在经费管理过程中的精细化管理和差异化管理，本文提出了经费风险量化的概念，通过量化模型的建立，达到对风险的准确识别的目的，明确项目经费管理风险等级。风险等级采用半定量模型确定，即风险影响程度与风险发生可能性的乘积： $R=C \times P$ ，R 代表风险等级，C 代表风险影响程度，P 代表风险事件发生可能性。

风险影响程度 (C) 是指风险事件发生时造成的影响，可能体现在其中的一个或几个方面，评价时可选择合适的方面作为参考。对项目经费管理风险影响程度大小的评价从项目经济目标实现情况的单一维度进行描述，影响程度分为 5 个等级，分别赋予 1 分至 5 分，表示影响程度依次加强，1 分代表轻微影响，5 分代表非常严重的影响 (见表 3)。

表 3 宇航项目经费管理风险事件影响程度

分值	1 分 (轻微)	2 分 (较低)	3 分 (中等)	4 分 (较高)	5 分 (非常严重)
风险事件发生影响程度描述	风险事件一旦发生，对项目经济目标实现影响较为轻微。	风险事件一旦发生，会影响项目经济目标实现，但影响不严重。	风险事件一旦发生，对项目经济目标实现有一定影响。	风险事件一旦发生，对项目经济目标实现有较大影响，导致型号结余大幅缩减。	风险事件一旦发生，对项目经济目标实现有颠覆性的影响。

代表风险事件发生可能性(P)是指在目前的管理水平下，风险事件发生概率的大小，或者发生的频繁程度。风险事件发生的可能性分为 5 个等级，分别赋予 1 分至 5 分，表示可

能性逐渐增加。1 分表示该风险发生的可能性极低，5 分表示该风险事件几乎确定会发生 (见表 4)。

表 4 宇航项目经费管理风险事件发生可能性

分值	1 分 (极低)	2 分 (较低)	3 分 (一般)	4 分 (较高)	5 分 (极高)
风险事件发生可能性描述	风险事件发生的可能性非常小，几乎不会发生。	风险事件发生的可能性很小，只在极少情况下才发生。	风险事件有可能发生。	风险事件很可能发生。	风险事件几乎确定发生

采用半定量方式确定项目经费管理风险矩阵，明确项目经费管理风险可接受和容忍等级，以  $R=C \times P$  表示风险等级，建立三个风险带 (见表 5)。

风险带 I： $11 \leq R \leq 25$  (红色)，高风险带，应避免。

风险带 II： $5 \leq R \leq 10$  (黄色)，中等风险带，应加强管理。

风险带 III： $1 \leq R \leq 4$  (绿色)，低风险带，可接受。

四、宇航项目经费风险识别及量化研究

由于航天型号研制的复杂性，即研究、设计、试制和实验过程中不可预见的因素较多，工程规模大、研制周期长，在型号研制过程中存在不断出现的新问题或试验失利等不可预见因素，这些造成型号经费管理的不确定性。因此，在项目经费管理的各个环节，要充分融入对“未来的可能性”的考虑，并在管理的过程中制定应对措施和预警机制，才能使经费管理流程更趋于顺畅，避免不必要损失的出现。

因此，通过收集宇航项目经费管理相关问题，梳理经费

管理相关风险, 根据风险来源, 将航天项目风险树中的二级风险中的经费风险分解为6个三级风险, 其中外部风险主要包括政策约束风险、市场环境风险, 内部风险主要包括研发技术风险、研制质量风险、研制质量风险、管理风险。在三级风险框架下, 进一步细化整理出15项四级风险(见图3)。

表5 宇航项目经费管理风险带

非常严重	5	5	10	15	20	25
较高	4	4	8	12	16	20
中等	3	3	6	9	12	15
较低	2	2	4	6	8	10
轻微	1	1	2	3	4	5
影响程度等级 (C)		1	2	3	4	5
	可能性等级 (P)	极低	低	一般	高	极高

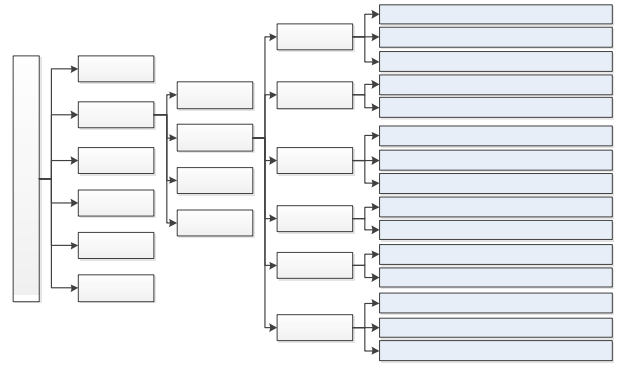


图3 宇航项目经费管理风险分析图

按照前文提出的评估准则, 采用经费领域专家打分求平均分的方式, 对上述15个四级风险项进行评估打分, 最终得出市场收入调整、技术状态变化、产品出现质量问题、型号举一反三4项风险处于高风险带, 免税政策变化等9项风险处于中风险带, 外购产品、器件价格变动等2项风险处于低风险带(见表6)。

表6 宇航项目经费管理风险带

序号	三级风险	四级风险	风险描述	风险影响程度 (C)	风险发生可能性 (P)	风险等级 (R)	风险等级
1	政策风险	免税政策变化	免税政策变化导致税金增加	5	2	10	中
2		汇率变化	汇率变化导致引进部件、元器件价格上涨	2	5	10	中
3		禁运风险	禁运导致引进产品需国产化替代导致价格上涨	5	2	10	中
4	市场风险	市场收入调整	由于发射失利, 尾款无法到位; 以支代收的定价模式	5	4	20	高
5		外购产品、器件价格波动	外购成品及原材料、元器件价格上涨	2	2	4	低
6	技术风险	技术状态变化	技术状态变化导致经费变化	4	3	12	高
7		投产配套变化	新增初样投产导致经费变化	4	2	8	中
8		试验项目变化	新增试验导致经费变化	4	2	8	中
9	质量风险	产品出现质量问题	项目本身出现质量问题导致成本增加	5	3	15	高
10		其他型号导致的举一反三	由于举一反三导致成本增加	5	3	15	高

11	进度风险	研制流程调整	研制流程调整导致额外增加工作	3	3	9	中
12		研制周期变化	研制周期增加导致额外存储等成本	2	4	8	中
13	管理风险	经济目标设定合理性	经济目标设定不合理导致结果偏差	5	2	10	中
14		过程监控有效性	过程监管失效导致结果偏差	5	2	10	中
15		经费管理人员变动	过程中人员变动导致信息交接错误	4	1	4	低

### 五、风险事项应对策略及举例

通过对经费管理风险开展风险评估和量化识别后,原则上提出高风险带事项对战略规划的完成有重大危害,对于此类风险,应召开专题会议提出降低风险的有效措施,并做好专项风险防控,在日常工作中,做好数据监测工作,防止数据持续走低,由专人负责监控管理;对中等风险带事项必须规定管理责任,加强月度经济数据监测工作,做好异常数据风险分析工作,消除或者减少风险发生的因素,控制不再出现类似风险的发生;对低风险带事项加强日常监督管理工作。通过量化分析风险,有指向性的解决问题,控制了大部分的经费中高风险事项。

以“技术状态变化”风险为例,通过将技术状态控制经费纳入总体单位分承研合同,并结合预先预控开展考核,激励项目总体单位发挥主动性,开展“技术状态变化”的风险管控。

以“市场收入调整”风险为例,以承研单位、承研分系统、型号类型、型号领域等为特征分类整理统计历年来积累的各领域的相关经费数据,通过综合分析,筛选出符合实际的数据。根据型号经费管理数据特征,考虑型号业务开展趋势和具体特点,在兼容规范化和差异化的基础上,采用统计分析法和回归分析法开展算法研究,提出符合本单位的型号经费预分预控算法。

### 六、结语

宇航项目经费管理风险因素对企业经营战略关系重大,提前分析并识别经费管理风险并采取相应的措施,是项目顺利实施的重要保障。面对竞争日益激烈的宇航市场环境,加强对于宇航项目经费风险的全过程管理,特别是经费风险量

化评估,是新形势下对宇航企业提出的必然要求。随着研究的不断深入,后续将继续拓宽对宇航项目经费管理风险认识,进一步开展对经费管理风险项目和评估准的进一步研究。

### [参考文献]

- [1]金恂叔.美国宇航局(NASA)的组织管理[R].北京:512所,2003.
- [2]朱彬,刘进.航天项目风险综合评价模型研究[J].管理工程学报,2004,16(z1),206-208.
- [3]程大林,田玉蓉,司群英,张鹭,任净涛.航天项目研制风险识别分析与探索[J].中国电子工程科学报,2019,14(2):146-150.
- [4]贺琳,郑唯唯.基于AHP灰色模糊法的航天项目财务风险评价.哈尔滨商业大学学报(自然科学版),2017,33(6):760-763.
- [5]孙璐.基于模糊综合评价法的航天型号项目风险评估[J].航天工业管理,2012(6):12-18.
- [6]安泰环球技术委员会.管理风险-创造价值[M].人民邮电出版社
- [7]企业风险管理制度与流程设计,黄益建,[M]机械工业出版社
- [8]王卫东,杨维垣,李宇峰.航天器研制项目风险管理[J].项目管理技术,2007,2
- [9]李存建,李素鹏.论我国等同采用国际风险管理标准的必要性[J].标准化理论研究,2010,4
- [10]袁家军.中国航天系统工程与项目管理的要素与关键环节研究[J].宇航学报,2009,3