

基于YAAHP软件实现的航天装备军民融合式维修保障风险评估

许庆^{1,2}, 侯兴明¹

(1. 航天工程大学 航天保障系, 北京 102206; 2. 航天工程大学 士官学校, 北京 102200)

摘要: 利用基于层次分析法的YAAHP软件, 实现航天装备军民融合式维修保障风险评估, 结合航天装备维修保障的特点和军地维修保障建设现状对评估结果进行了解析, 为规避风险和科学决策提供了模型支撑。

关键词: 航天装备; 军民融合; 维修保障; 风险评估

本文引用格式: 许庆, 侯兴明. 基于YAAHP软件实现的航天装备军民融合式维修保障风险评估[J]. 兵器装备工程学报, 2019, 40(5): 99–104.

Citation format: XU Qing, HOU Xingming. Risk Assessment of Military-Civil Integration Space Equipment Maintenance Support Based on YAAHP Software [J]. Journal of Ordnance Equipment Engineering, 2019, 40(5): 99–104.

中图分类号: E91; E075

文献标识码: A

文章编号: 2096–2304(2019)05–0099–06

Risk Assessment of Military-Civil Integration Space Equipment Maintenance Support Based on YAAHP Software

XU Qing^{1,2}, HOU Xingming¹

(1. Department of Space Support, Space Engineering University, Beijing 102206, China;

2. School of Non-Commissioned Officer, Space Engineering University, Beijing 102200, China)

Abstract: We used YAAHP software based on analytic hierarchy process to realize the risk assessment of military-civil integration space equipment maintenance support. Combined with the characteristics of aerospace equipment maintenance and support and the status quo of military maintenance and support construction, the evaluation results were analyzed, which provides a model support for risk avoidance and scientific decision-making.

Key words: space equipment; civil-military integration; maintenance support; risk assessment

为科学分析航天装备军民融合维修保障模式中存在的风险, 本文建立了航天装备军民融合式维修保障风险评估的指标体系, 运用层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 对军民一体化装备维修保障风险进行评估模型的定量分析, 并利用YAAHP软件实现评估, 得到了可靠的评估结论。

1 航天装备军民融合式维修保障风险分析

风险的识别是一项复杂的活动, 既要对各种倾向、趋势

进行推测、做出判断, 也要对各种可能导致风险的因素反复比较, 还要考虑不同阶段、不同任务背景的各种内外因素及其变量进行评估^[1]。因此, 需要通盘考虑风险因素, 并对其中的主要风险因素进行具体深入的分析。如图1所示, 结合航天领域特点对开展军民融合式维修保障面临的主要风险进行分析。

1.1 政治风险

我军发展航天领域装备的军民融合模式维修保障是为了做好信息化战争条件下军事斗争准备的, 旗帜鲜明讲政治

收稿日期: 2018–10–19; 修回日期: 2018–11–30

基金项目: 军内科研项目“装备维修保障体系建设与资源优化研究”(TJ20172B05001)

作者简介: 许庆(1990—), 男, 硕士研究生, 主要从事航天装备维修保障研究。

通讯作者: 侯兴明(1970—), 男, 硕士, 教授, 研究生导师, 主要从事装备保障研究。

是党对人民军队一以贯之的核心要求。在试验阶段,维修保障领域就可能面临敌对力量和势力的渗透,干扰科研进度,甚至影响航天装备先天的维修性保障性水平,从而阻碍维修保障建设的整体建设。在平时,各维修承接方人员队伍的政治立场、政治观点和宗教信仰不能保证,出现敌对力量拉拢破坏和邪教迷信误导的隐患随之加大,越是在政治环境比较复杂的敏感地区,这种风险出现的可能性就越大。在战时,随着战局动荡和作战任务行动的危险性和不确定性的突

显,开展军民融合式的维修保障,特别是由商业的维修承接方参与其中时,就带来了诸多未知性。从美军多次“施里弗”太空作战模拟军事演习实践表明^[2],民方的商业的维修承接力量由于其自身企业运作的性质,会从自身的利益出发,在实行合同式维修保障机制时,会出现单方面减少或终止与军方的合作,从而损害军方利益,甚至出现竞价选取,在敌我阵营徘徊,造成不可估量的后果。

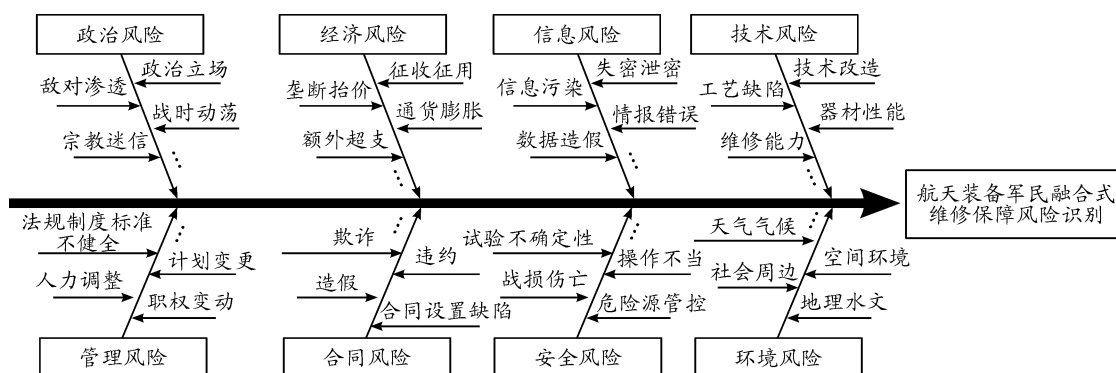


图1 航天装备军民融合式维修保障风险分析鱼骨图

1.2 经济风险

航天装备由于其运用的特殊性,虽不具备大批量的投产列装,但维修保障费用高昂,所以无论在试验、平时、战时,高额的维修保障经济成本支出都是军方决策层必须要考虑的问题。在试验阶段,由于任务频次的不断增多导致航天装备的维修保障额外费用随之提高。在平时建设过程中,进行支出成本的核算分析时很容易产生对间接费用估算不足导致的预算超支。目前,军方开展维修保障标准引领机制尚处起步,并且缺乏严格规范的维修成本审核依据,而多数民方的研制厂所同时承担装备的维修保障工作,这些厂家在各自领域处于技术垄断地位,随之自然出现对该行业价格的垄断和控制,军方难以进行平等的价格谈判,这导致维修承接方的维修费用很可能要高于军方的预期^[3]。航天装备领域由于具有高新材料多和技术创新快的特点,导致维修保障的价格也更新快、波动大,军方的装备维护修理价格标准由于更新不及时,也会和民方存在一定的差异。此外,从内部考虑,企业性质的民方维修承接单位存在企业转型、产权变更、经营破产等风险。从外部考虑,受市场经济的变化以及通货膨胀影响,也给军民融合式维修保障的发展带来更多的挑战。在战时,由于作战任务需要的征收征用,会给维修承接方带来不可避免的经济损失,使得军方事后补偿和额外支出的风险不断加大。

1.3 信息风险

在航天装备军民融合式维修保障过程中,由于信息渠道不融合导致维修承接方的科研生产出现盲目被动,军方也难以完整、准确、及时地获得承接方的信息^[4]。特别是在项目合作之前,维修承接方容易片面或单方面宣传有利的信息,

掩盖不利信息,从而造成假象。在项目合作开展后,维修承接方往往掌握更多活动信息和数据资源,存在着数据造假的可能,由于军方不能全程掌握维修承接方全部具体的工作细节,特别是在维修承接方在有合同保障之后利用自己的信息优势,通过隐蔽方式减少维修要素投入或采取趋利的投机主义行为来达到最大利益满足,这些手段使得军方往往处于被动位置,造成利益的损害。由于军方任务的特殊性和保密性,信息安全尤为重要,一旦出现信息上的失泄密将会影响全局。在厂家远程支援维修保障的同时,数据获取、收集、储存、传输和使用的信息污染问题也将愈发凸显,特别是在战时维修保障力量将面临电子对抗和敌方干扰,信息平台的可靠性将面临严重挑战。装备耗损、维修需求、抢修计划、方案决策等情报的准确性也不容忽视,如有偏差和错误将会降低维修保障的整体质量效果。

1.4 管理风险

目前在航天装备领域,无论是预备役编设、高新技术动员,还是厂家远程支援机制、供修合作商准入都尚处于起步探索阶段,各项法规制度标准尚不健全,导致在维修保障工作过程中没有指导规范,特别是区分试验、平时、战时等各不同时期计划任务的不同以及应急处理突发情况的管理制度标准仍然不够完善。在国防和军队调整改革不断推进过程中,体制职权的变更,力量的重新部署,人力资源的变动都将在短期给组织管理带来阵痛从而造成一定程度的影响。在军地力量的组织整合方面,针对维修保障领域军地联合试验,联合建设,联合攻关,也面临管理指挥权责的分配问题,特别是在特定的任务活动中将进行的维修保障力量的临时编组,从指挥管理机构上讲,军地力量融合在一起,既要考虑

具体的技术层面的保障效益,也要通盘考虑作战层面的整体效果,这需要平衡和协调各方力量,做出科学决策。

1.5 技术风险

航天装备对可靠性的要求极高,这必然需要与之相匹配的维修保障高标准。维修承接方维修能力的强弱,人员技术水平的高低,维修设施设备及零配件配套率和质量都会造成不同程度的技术风险^[5]。随着航天装备发展的不断深入,在航天装备维修保障过程中军方对维修承接方提出了更多的要求,维修承接方不仅要满足现阶段的装备维修任务,还必须与军方一同具有应对未来各种变化的能力、技术改进发展和创新能力^[6]。在人员技术水平、维修零部件使用、维修技术工艺、机具设备的使用、装备的检测试验等技术环节上必须加强风险管控。例如,维修承接方在零配件存在工艺缺陷,用临时工代替有经验的修理工,对约定的维修质量打折扣等,这些都损害了军方的利益,导致装备质量的连锁性下滑。在试验和平时阶段,伴随着科技创新速度的加快,应用于维修保障中的技术改造也不可避免的存在技术风险。而在战时,军方的一旦出现多个单位同时提出维修需求,要求维修承接方在短时间内完成超出合同规定的维修工作总量,或者在规定的时间内对某项维修任务进行改造,这就对维修承接方的应急机动处置能力、操作工艺条件、维修器材数量和性能、操作人员的数量和技术水平、维修服务的质量等技术环节提出了更高的要求。而在这方面维修承接方与军方之间却很难达到同步发展,维修承接方由于自身产能效能的局限性,要么不能满足军方对维修业务工作量的变化,要么不能对军方的临时性要求迅速给出反应,这些应急突发性的技术风险需要通过精算细算评估、联合演训等不断提高和完善。

1.6 合同风险

在实施航天装备军民融合式维修保障的具体任务层面上主要采取与维修承接方签订合同形成契约的方式手段,由于管理者认知能力的局限性和外部环境的不确定性,在决策过程中对整个过程中可能发生的情况和遇到的困难估计不足,造成合同条款疏漏、不适用、表达不准等合同设置的缺陷,从而带来风险。航天装备领域的维修保障项目大多数属于投资大、周期长的工程,如果政策不具有连续性,法律条款不够完善将会带来合同的参照困难,难寻依据,也就提高了维修保障活动的合同风险。同时,由于在立法、执法及其他方面环境因素的影响,合同签订者本身的专业素质及道德素质,承接方信用水平,对合同管理混乱等多方面的原因,也会导致产生合同造假、欺诈的风险^[7]。在平时,军方由于对相关行业信息和资料的掌握并不能做到全面准确透彻,无法对维修承接方的维修能力、维修条件、经营业绩、服务理念、口碑声誉、软实力等情况进行长时间全方位系统性的审查。在合同签订实施后,军方也无法进行装备保障情况的全程实时监控,而只能在合同所规定的时间节点对装备维修保障的效果进行评估检查,从而让航天装备维修质量存在隐患^[8]。在战时,由于诸多不可预见的突发情况是事前合同契约都无法

提前准确考量的,一旦维修承接方处于自身考虑提出违约,这种损失将影响整体进程,直接作用于军方任务。

1.7 安全风险

航天装备多属于高新技术的复杂装备,从试验阶段就存在着诸多不确定性,本身就伴随着诸多安全风险。在平时开展装备维修保障任务期间,大量地方人员出入营区,这也给人防安全带来了新的隐患。参与维修保障的单位和配套厂家越多,这种安防管控就越要摆在突出位置。同时,参与维修保障工作的人员队伍越来越复杂,人员的安全操作培训难以统一规范,这就要求维修承接人员必须具备较强的技术业务水平,任何的操作不当都将影响维修保障的效果质量甚至带来安全风险。另外,诸如特然加注等典型航天任务活动也增加了与危险源接触的几率,必须采取严格的管控避免安全风险的出现。在战时,战斗损伤、人员伤亡都会大幅度增加安全风险系数。针对维修承接方参保力量的指挥协调、安全规定、战时非战斗人员保护、伤亡处理等问题,目前军方尚未出台相关的法规制度加以约束和防范。

1.8 环境风险

航天装备涉及的空间环境复杂,从运载装备的发射升空到航天器的入轨运行,涉及重力、大气、真空、微流星体和太空垃圾、辐射环境、带电粒子等诸多空间环境因素的影响^[9]。这使得开展航天装备维修保障研究的环境适应性问题远远多于传统装备维修保障所考虑的范畴。在对地面的任务操控系统的维修保障力量部署方面,涉及地域广,任务期间各地域的地理水文情况不同,既有戈壁大漠,也有山地高原,甚至有沿海和境外远洋作业。同时,大跨度的温差和复杂多样的气候天气,诸如高寒、热带、风沙、干燥、潮湿、盐雾等恶劣环境条件也对航天装备军民融合式维修保障作业带来诸多不利影响。诸如暴雨、山洪、地震、台风、海啸等自然灾害的发生,也给固定性质的航天发射场站系统和测控站系统带来了风险,不容忽视。另外,维修保障地域的周边社会环境也必须考虑其中,诸如不同地域的风俗文化、少数民族习俗以及敏感地区的社情民情等,如若处理不当将给维修保障任务造成额外的工作量并分散队伍人员的时间精力。在战时,航天装备涉及的通信、遥感、导航等任务领域都属于敌我争夺的重点,战场环境带来的对抗性问题随之增多,面临的环境风险有增无减。

2 基于 AHP 法的 YAAHP 软件实现计算实例

层次分析法(Analytic Hierarchy Process,简称 AHP 法)是将与决策总是有关的元素分解成目标、准则、方案等层次,在此基础上进行定性和定量分析的决策方法^[10]。YAAHP 软件是采用层次分析法可视化建模与计算的辅助软件,为使用层次分析法的评估决策过程提供模型构造、计算和分析等方面的帮助^[11]。可以非常直观方便使用 YAAHP 绘制层次模型、生成判断矩阵、两两比较数据输入、排序权重计算、计算数据导出及灵敏度分析。本文选取 3 个典型的航天装备军

民融合式维修保障实例方案进行风险评价,分别为:方案1以军方建制力量为主体,预备役和高新技术动员维修承接力量为辅助;方案2以预备役维修力量为主体,军方建制和高新技术动员维修承接力量为辅助;方案3以高新技术动员力量为主体,军方建制和高新技术动员力量为辅助。

2.1 绘制结构模型图

在YAAHP软件中绘制递阶层次结构模型,如图2。其中一级目标层即为航天装备军民融合式维修保障风险;二级准则层指标为上文风险分析形成的8个风险因素;三级方案层指标即为待评价的3个备选方案。

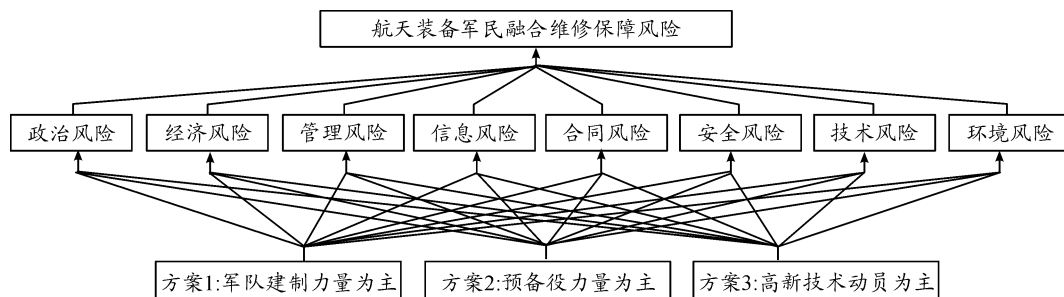


图2 YAAHP软件中航天装备军民融合式维修保障风险评估结构模型

2.2 判断矩阵值的录入及结果导出

建立结构模型后,采用1~9标度方法进行每2个元素间的相对比较,通过编制专家调查表对各指标进行赋值,获得各指标权重值^[12]。为避免成员结构单一对评估结果造成影响,专家组成员包括从事航天试验装备工作的科研单位研究员,从事航天装备保障教学工作的院校专家教授,从事航天装备维修保障工作的厂家高级工程师等,满足了跨军地单位联合集智攻关的要求,从而增强评估结果的客观性和科学性。由于专家组成员工作经验和背景不同,看问题的角度各不相同,结合德尔菲法的思路,邀请3名专家采取收集、总结、再反馈的重复评价,由于录入的判断矩阵较多(共2轮评价的判断矩阵总计54个),本文列举一次专家确定判断矩阵值的截图,如图3所示。具体计算中,通过对航天装备军民融合式维修保障风险影响的8个因素指标和对应的3个方案的评价结果进行汇总、梳理,构造两两比较判断矩阵,经过对判断矩阵的归一化处理,计算出组内各因素相对权重,判

断矩阵的结果导出表格(表1)以及8个二级指标的权重(表2~表9)。



图3 一次YAAHP软件中目标层—准则层判断矩阵的录入

表1 航天装备军民融合式维修保障风险评估判断矩阵

判断矩阵一致性比值:0.094 3; $\lambda_{\max} = 8.931 2$

风险评估	政治风险	经济风险	管理风险	信息风险	合同风险	安全风险	技术风险	环境风险	Wi
政治风险	1.000 0	9.000 0	6.000 0	7.000 0	3.000 0	3.000 0	8.000 0	6.000 0	0.359 4
经济风险	0.111 1	1.000 0	3.000 0	0.250 0	0.250 0	0.111 1	0.333 3	0.333 3	0.032 2
管理风险	0.166 7	0.333 3	1.000 0	0.333 3	0.250 0	0.125 0	0.200 0	0.200 0	0.024 1
信息风险	0.142 9	4.000 0	3.000 0	1.000 0	1.000 0	0.200 0	1.000 0	0.200 0	0.060 3
合同风险	0.333 3	4.000 0	4.000 0	1.000 0	1.000 0	0.166 7	2.000 0	0.333 3	0.080 1
安全风险	0.333 3	9.000 0	8.000 0	5.000 0	6.000 0	1.000 0	6.000 0	3.000 0	0.251 1
技术风险	0.125 0	3.000 0	5.000 0	1.000 0	0.500 0	0.166 7	1.000 0	0.250 0	0.058 3
环境风险	0.166 7	3.000 0	5.000 0	5.000 0	3.000 0	0.333 3	4.000 0	1.000 0	0.134 6

表 2 政治风险影响因素权重
判断矩阵一致性比值: 0.063 3; $\lambda_{\max} = 3.065\ 8$

政治风险	方案 1	方案 2	方案 3	Wi
方案 1	1.000 0	5.000 0	7.000 0	0.723 5
方案 2	0.200 0	1.000 0	5.000 0	0.193 2
方案 3	0.142 9	0.333 3	1.000 0	0.083 3

表 3 经济风险影响因素权重
判断矩阵一致性比值: 0.003 6; $\lambda_{\max} = 3.003\ 7$

经济风险	方案 1	方案 2	方案 3	Wi
方案 1	1.000 0	3.000 0	5.000 0	0.647 9
方案 2	0.333 3	1.000 0	5.000 0	0.229 9
方案 3	0.200 0	0.500 0	1.000 0	0.122 2

表 4 管理风险影响因素权重
判断矩阵一致性比值: 0.017 7; $\lambda_{\max} = 3.018\ 4$

经济风险	方案 1	方案 2	方案 3	Wi
方案 1	1.000 0	2.000 0	0.166 7	0.148 1
方案 2	0.500 0	1.000 0	0.125 0	0.084 8
方案 3	6.000 0	8.000 0	1.000 0	0.767 2

表 5 信息风险影响因素权重
判断矩阵一致性比值: 0.071 3; $\lambda_{\max} = 3.074\ 1$

经济风险	方案 1	方案 2	方案 3	Wi
方案 1	1.000 0	4.000 0	3.000 0	0.608 0
方案 2	0.250 0	1.000 0	0.333 3	0.119 9
方案 3	0.333 3	3.000 0	1.000 0	0.272 1

表 6 合同风险影响因素权重
判断矩阵一致性比值: 0.084 0; $\lambda_{\max} = 3.087\ 4$

经济风险	方案 1	方案 2	方案 3	Wi
方案 1	1.000 0	0.500 0	0.200 0	0.112 7
方案 2	2.000 0	1.000 0	0.166 7	0.168 4
方案 3	5.000 0	6.000 0	1.000 0	0.718 9

表 7 安全风险影响因素权重
判断矩阵一致性比值: 0.031 3; $\lambda_{\max} = 3.032\ 5$

经济风险	方案 1	方案 2	方案 3	Wi
方案 1	1.000 0	0.250 0	0.142 9	0.079 6
方案 2	0.500 0	1.000 0	0.333 3	0.264 8
方案 3	7.000 0	3.000 0	1.000 0	0.655 5

表 8 技术风险影响因素权重
判断矩阵一致性比值: 0.052 1; $\lambda_{\max} = 3.054\ 1$

经济风险	方案 1	方案 2	方案 3	Wi
方案 1	1.000 0	0.333 3	0.166 7	0.093 4
方案 2	3.000 0	1.000 0	0.125 0	0.221 3
方案 3	6.000 0	4.000 0	1.000 0	0.685 3

表 9 环境风险影响因素权重
判断矩阵一致性比值: 0.003 6; $\lambda_{\max} = 3.003\ 7$

经济风险	方案 1	方案 2	方案 3	Wi
方案 1	1.000 0	3.000 0	5.000 0	0.647 9
方案 2	0.333 3	1.000 0	0.125 0	0.229 9
方案 3	0.200 0	0.500 0	1.000 0	0.122 2

2.3 灵敏度分析

评估航天装备军民融合式维修保障风险需要可以动态地掌握指标权重变化对结果的影响,从而为更高层面上的决策作出支持^[13]。通过灵敏度分析,能够确定某个风险指标

的权重发生变化时,对各个备选方案权重产生的影响,从而引导决策者作出科学合理的方案决策。由表 1 可见,政治风险、安全风险、环境风险权重值较高,占主要地位,所以要针对这 3 个风险指标进行灵敏度分析,如图 4 所示。

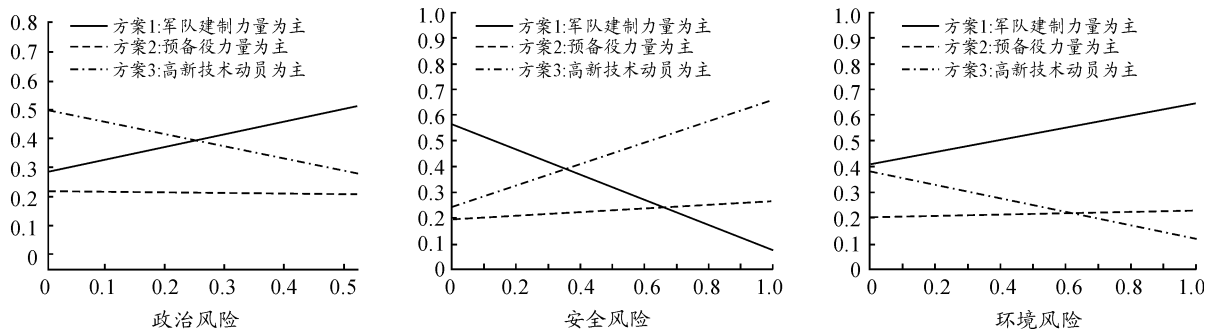


图 4 在 YAAHP 软件中进行灵敏度分析

图4中,横轴分别表示政治风险、安全风险、环境风险3选中指标要素的权重,纵轴表示备选方案对选定决策目标的权重。分析图4中的4个交点得知,提高政治风险和环境风险的指标权重,结果中方案1优于方案2和方案3的程度更大。提高安全风险的权重时,方案3将会超越方案1成为优势的方案选择。

3 结果分析与建议

通过一致性检验,得到8个二级指标相对于总目标航天装备军民融合式维修保障风险的影响力权重。经过对权重的计算排序,在航天装备军民融合式维修保障风险评估的8个风险指标中,政治风险的影响最大,占35.94%;其次是安全风险和环境风险,分别占比为25.11%和13.45%;再次为合同风险、信息风险、技术风险,依次占比为8.00%、6.03%、5.83%;经济风险和管理风险的影响相差不大,占比均未超过5%。如图5所示,在方案层中得到了方案1以军队建制保障力量为主,预备役和高技术动员保障力量为辅的最优结果,占比为44.28%。结论与新时期、新阶段航天装备军民融合式维修保障建设方向相符合。

目标:航天装备军民融合维修保障风险

方案1:军队建制力量为主 0.4428

方案2:预备役力量为主 0.2099

方案3:高新技术动员为主 0.3473

图5 在YAAHP软件中输出方案层指标的权重结果

经过分析,提出以下对策建议:

一是要完善风险防范机制和配套法规制度,合理区分建制保障、预备役保障和高技术动员保障的职能范围,明确保障职责,让以远程支援为代表的维修保障信息化平台建设与信息安防建设同步进行;

二是要制定军地风险排查清单,健全供修合作商准入标准,将政治审核、安全培训、环境适应等纳入准入考核;

三是要规范作业流程,强化质量管理,严格落实协调沟通、下厂跟修、指导培训、监督评价和激励机制,提高质量和效益;

四是要做好关注人员的思想状况、心理素质和生理状况,尽可能地消除人为风险因素,控制人员风险的发生;

五是要不断强化维修保障队伍操作业务能力,将地方保障人员以预备役、国防动员等多种形式,纳入军方维修保障训练体系中,通过建立常态化的联合训练机制,降低风险的发生。

4 结论

随着国防和军队改革的不断深入,各军兵种的装备作战

背景更为明确,装备运用特点愈发鲜明,传统装备维修保障领域通过一个模型达到多领域装备的维修保障风险评估指标模型已经不能适应当前我军建设的新要求。风险评估的结果反映了当前航天装备军民融合式维修保障建设的现实情况,对开展航天装备维修保障的风险规避、体系建设和未来规划具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 吴云超,任蕾.国际工程承包项目风险评价——基于AHP的Yaahp软件实现[J].黑龙江对外经贸,2009(11):28-30.
- [2] 汤泽滢,吴萌.美军“施里弗”系列太空作战演习解读[J].装备学院学报,2017,28(1):59-65.
- [3] 王晖,何鹏.构建军民融合式装备保障体系的风险分析及建议[J].价值工程,2017,36(22):51-53.
- [4] 任远,安理,陈宏宽.军地装备保障信息资源开发利用融合发展问题研究[J].四川兵工学报,2014,35(11):81-83.
- [5] 王双川,吕瑞强,李德权,等.基于比较语言的军民融合式装备维修保障风险评估[J].指挥控制与仿真,2016,38(4):78-83.
- [6] 叶文,赵建忠,吕晓峰.基于多级物元分析法的机载弹药技术保障安全风险综合评价[J].兵工自动化,2018(1):85-88.
- [7] 李延喜,顾力刚.中小企业设备维修外包风险分析[J].科技广场,2009(2):121-123.
- [8] 刘志勇,姚俊金,赵美.高新装备军民融合维修保障风险评估方法[J].兵工自动化,2016,35(6):27-30.
- [9] 塞勃(Sellers J.J.).理解航天:航天学入门[M].北京:清华大学出版社,2007.
- [10] ZHANG J H. Combination evaluation method of Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Comprehensive Evaluation based on yaahp[EB/OL]. [2015-03-25]. http://www.jeffzhang.cn/yaahp-fce-introduction.
- [11] 胡杨,张毅.基于YAAHP软件实现AHP模型下BOT项目资本结构风险分析[J].项目管理技术,2011(8):27-31.
- [12] 吴文广,张继红,魏龔伟,等.莱州湾泥螺生态安全风险评估——基于AHP的YAAHP软件实现[J].水产学报,2014,38(9):409-418.
- [13] 刘心喜,阮慧锋,张志勇,等.天然气分布式能源系统综合评价方法——基于AHP的yaahp软件实现[J].绿色科技,2017(10):148-151.

(责任编辑 周江川)