

风险矩阵法在武器装备采办风险评估中的运用

李忠民^{1,2,3}, 魏一鸣¹, 汤淑春³, 陈健³

(1. 中国科学院科技政策与管理科学研究所, 北京 100080; 2. 中国科学技术大学商学院, 合肥 230026;
3. 第二炮兵装备研究院, 北京 100085)

[摘要] 在对国外广泛采用的风险矩阵评估方法进行全面分析和系统总结的基础上, 对风险矩阵方法在我国武器装备采办风险评估中的运用进行了探讨, 并从风险影响和风险概率两个准则入手, 以某武器型号采办为例示范性地进行了风险评估, 从而为制定科学合理的武器装备采办风险管理提供决策依据。

[关键词] 风险矩阵方法; 风险评估; 武器装备采办

[中图分类号] F830.59 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2006)06-0095-05

1 引言

武器装备采办是指开发、获取和使用高新技术武器装备的全过程, 包括确定需求、设计、研制、试验、生产、部署、保障、改进、更新和最后退役处置等活动^[1]。武器装备本身具有特殊的商品属性: 武器装备需求具有国家任务性质, 满足武器装备需求采取的是国防合同方式; 武器装备属专卖产品; 买方介入研制生成过程。武器装备特殊的商品属性使得武器装备采办具有垄断性和有限竞争的特点, 涉及面广、规模庞大、系统环节多, 具有周期长、耗费资金多、内部结构复杂、外部联系广泛、采办成败影响巨大的特点; 同时武器装备采办具有复杂性、一次性以及客观上要求采办只能成功、不能失败的特点。这些特点迫切要求加强武器装备采办风险评估研究, 以便能够动态、适时、准确地评价和监控武器装备采办过程的风险。

2 风险矩阵方法简介

风险矩阵方法 (risk matrix) 是美国空军电子系统中心 (Electronic System Center) 的采办工程小

组于 1995 年 4 月提出的一种基于采办全寿命周期的风险评估和管理方法^[2]。它能够对采办管理过程中风险 (风险集) 重要性进行识别, 还能够进一步对采办风险 (风险集) 潜在影响进行评估, 为风险管理决策提供科学依据。风险矩阵方法在美军的武器装备采办风险管理中得到了广泛运用, 在民间各领域的风险管理中也获得了积极的推广和利用。

风险矩阵方法在对武器装备采办风险进行评估和管理时, 其基本思想就是从需求和可能这两个方面作为思考问题的出发点, 以此为基础来辨识分析装备采办过程中存在的风险, 并按照风险的二维特性即风险发生的概率和风险对采办目标的潜在影响进行评估。美国米托公司 (MITRE Corporation) 对美国空军电子系统中心 (Electronic System Center) 的风险矩阵方法过程进行了改进和扩展, 创建了所谓的基线风险评估过程^[3], 如图 1 所示。

美国米托公司对风险矩阵方法本身进行了扩张和改进, 形成了两种风险矩阵模式: 基本模式和高级模式^[4]。风险矩阵高级模式见表 1 (不含风险概率序值栏), 基本模式见表 1 (不含总任务数栏、最坏任务颜色栏、Papf 栏和 Ponm 栏)。

[收稿日期] 2005-02-24; **修回日期** 2005-05-27;

[基金项目] “十五”国防重大预研资助项目 (413040502)

[作者简介] 李忠民 (1976-), 男, 四川中江县人, 第二炮兵装备研究院助理研究员, 博士生, 研究方向为管理系统工程、风险管理等

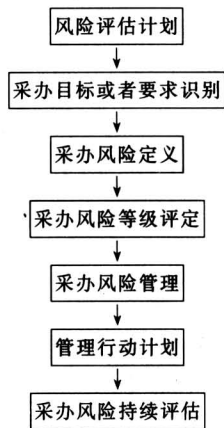


图 1 基线风险评估过程

Fig.1 Baseline risk assessment process

表 1 风险矩阵的高级模式和基本模式

Table 1 Advanced mode and basic mode of risk matrix

风险序号	事件类型	Borda 序值
相关风险数目	风险影响	风险等级
一体化产品小组	风险概率/%	总任务数
采办需求	风险影响序值	最坏任务颜色
可用技术	风险概率序值	Pap/ $\%$
风险	Ponm 序值	Ponm/ $\%$
最早时间	Borda 数	风险管理
最晚时间		

事件类型 是用户为了对条目进行分类而定义的条目属性，如 C 代表费用， S 代表进度， P 代表性能。

风险影响 如果一个风险产生后，它对整个采办的影响进行评价，其格式为“ Q_1 （关键）、 Q_2 （严重）、 Q_3 （一般）、 Q_4 （微小）、 Q_5 （可忽略）”5 种文本，如表 2 所示。

表 2 风险影响等级

Table 2 Rate of risk impact

风险影响等级	等级定义或者说明
关键 (Critical)	如果风险事件发生，最低可接受要求不能得到满足，采办失败。
严重 (Serious)	如果风险事件发生，采办将面临费用/进度大幅增加，采办的最低可接受要求能够得到满足，但大多数二级要求不能满足。
一般 (Moderate)	如果风险事件发生，采办将面临费用/进度一般程度增加，采办的最低可接受要求能够得到满足，但有一部分二级要求不能满足。
微小 (Minor)	如果风险事件发生，采办将面临费用/进度小幅度增加，采办的最低可接受要求能够得到满足，大部分二级要求能够得到满足。
可忽略 (Negligible)	如果风险事件发生，它对采办没有影响，所有要求都能得到满足。

风险概率 (%) 是一体化小组对某个风险发生的可能性的估计。在风险矩阵方法中，对风险发生概率的估计是采用相对的尺度，如表 3 所示。

表 3 风险发生概率定义

Table 3 Definition of risk probability

风险概率/%	概率定义或者解释性说明
0 ~ 10	非常不可能发生。
11 ~ 40	不可能发生。
41 ~ 60	不排除发生的可能性，为偶然性发生。
61 ~ 90	可能发生。
91 ~ 100	极可能发生。

风险影响序值 是对采办过程中的所有风险，按照对采办目标的影响进行排序的结果。如果 j 代表风险事件的可能影响等级的数目，一个风险事件的影响结果可能为“关键、严重、一般、微小、可忽略”等 5 种等级，因此 $j=5$ 。 Q_j 代表第 j 种风险影响评估等级，则有 $Q_1 = \text{关键}$ ， $Q_2 = \text{严重}$ ……； M_j 代表采办过程中拥有 Q_j 这种风险等级的风险事件的个数，则属于第 j 风险等级的风险事件的风险影响序值 I_j 的计算方法为^[5-7]

$$I_j = (2C_j + 1 + M_j)/2,$$

其中 $C_j = \sum_{r=1}^{j-1} M_r$ ($j > 1$ 且 $C_1 = 0$)。

风险概率序值 是对采办过程中的所有风险，按照风险事件发生的概率可能性大小进行排序的结果。如果 h 代表风险事件的发生概率范围（等级）的数目，如 $h=5$ ，一个风险事件的发生的概率大小可能为“91% ~ 100%，61% ~ 90%，41% ~ 60%，11% ~ 40%，0 ~ 10%”等 5 种范围。如果 G_h 代表风险事件的第 h 种风险概率范围，则有 $G_1 = 91\% \sim 100\%$ ， $G_2 = 61\% \sim 90\%$ ……。 N_h 代表采办过程中拥有 G_h 这种风险概率范围的风险事件的个数，则属于第 h 风险概率范围的风险事件的风险概率序值 P_h ，计算方法为

$$P_h = (2B_h + 1 + N_h)/2, B_h = \sum_{r=1}^{h-1} N_r,$$

其中 ($h > 1$, $B_1 = 0$)^[5-7]。

Borda 数 是对采办过程中发生的风险事件的风险重要程度的度量。一个风险事件的 Borda 数 B_i 最大，则它在采办过程中所有风险集中为最关键的风险。具体计算方法为 $B_i = (N - r_{i1}) + (N + r_{i2})$ ，其中 N 为武器装备采办过程中总的风险数， r_{i1} 为采

办过程中第 i 个风险的风险影响序值; r_{i2} 为采办过程中第 i 个风险的风险概率序值^[8-10]。

Borda 序值 对一个给定风险, Borda 序值是比其风险程度更为严重的风险数目。把风险的风险 Borda 数按照由大到小的顺序排列, 其相应的 Borda 序值为 0, 1, ..., 如 Borda 数排列在第一位风险, 其相应的 Borda 序值则为 0^[8-10]。

风险等级 是依据风险影响和风险概率两者共同确定。一般划分为 3 个等级, 如表 4 所示。

表 4 风险等级尺度

Table 4 Risk rating scale

风险概率 /%	风险影响				
	可忽略	微小	一般	严重	关键
0~10	低	低	低	中	中
11~40	低	低	中	中	高
41~60	低	中	中	中	高
61~90	中	中	中	中	高
91~100	中	高	高	高	高

总任务数 是针对某个风险所采取的行动计划条目数。

最坏任务颜色 是针对某个风险所采取的行动计划条目的任务状态而言, 每个行动计划条目的任务状态有 4 种颜色 (蓝色、绿色、黄色、红色), 每一种颜色代表该项行动计划可能失败的概率。行动计划的颜色与该行动计划可能失败的概率的对应关系如表 5 所示:

Papf (probability of action plan failure, %) 是行动计划失败概率, 它是有关行动计划条目和它们相应任务状态的颜色函数。

Ponm (probability occurrence not mitigate, %) 是未缓解的风险发生概率。它的计算分为 2 种: 如果针对某个风险, 没有相应的行动计划条目进行风险缓解, 其值就是该风险的风险概率; 否则其值就是风险概率和行动计划失败概率的乘积。Ponm 实质是风险发生和缓解行动计划失败的联合概率。

表 5 行动计划的颜色与其失败的概率对应表

Table 5 Corresponding table of action plan color and action plan failure probability

颜色	解释与说明	默认失败概率
蓝色	行动计划已完成	0.0
绿色	行动正在按计划进行	0.1
黄色	行动不能按照计划完成	0.5
红色	行动计划不可能实现	1.0

风险管理 是管理或缓解风险的策略。

3 风险矩阵法在采办风险评估中运用

武器装备采办风险是指阻碍武器装备采办的费用、进度和性能等目标实现的事件^[11]。武器装备采办风险系统由主观因素、客观因素、内部因素以及外部因素等有机构成, 具有层次性、开放性和总体性^[12]。由于武器装备采办风险评估是一种目标驱动活动, 按武器装备采办风险系统中的风险对武器装备采办目标的影响分为: 性能风险、进度风险、费用风险^[13]。按武器装备采办风险的来源分为: 需求风险、计划风险、技术风险、管理风险、环境风险、合同风险、组织人才风险、信用风险等^[14-16]。依据故障树分析的思想, 采用层次分析方法构建武器装备采办风险指标体系如图 2 所示。

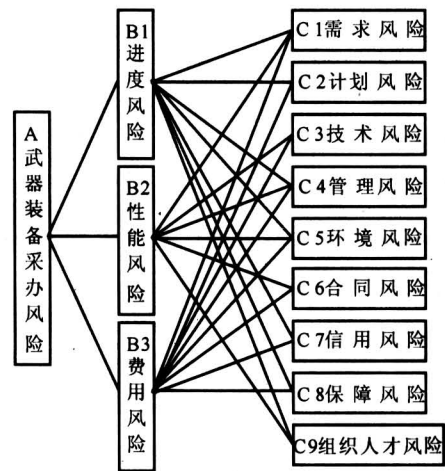


图 2 武器装备采办风险指标体系

Fig.2 Acquisition risk index system for weapon and equipment

3.1 武器装备采办风险评估

依据上述风险矩阵方法, 结合我国武器装备采办风险管理的实际, 设计的风险评估矩阵如表 6 所示; 在表 6 中针对某导弹武器型号采办实践, 邀请工业部门的专家、军方型号跟踪专家及军方主管部门联合组成专家组对该导弹武器型号采办过程中的论证阶段的各种风险进行评估。依据风险矩阵的评估方法, 该项采办风险评估结果如表 6 所示。

由上述的风险矩阵评估结果可知:

1) 依据风险来源对该导弹武器型号采办过程中的论证阶段的风险进行划分而获得的各风险之间

表 6 武器装备采办风险评估矩阵

Table 6 Acquisition risk assessment matrix for weapon and equipment

风险评估 风险来源	风险 序号	相关风 险数目	事件类型 (C, S, P)	风险 影响	风险 概率/%	风险影 响序值	风险概 率序值	Borda 数	Borda 序值	风险 等级
需求风险	1	0	C, S, P	关键	20~40	1.5	5.5	11	1	高
计划风险	2	0	C, S	严重	20~40	3.5	5.5	9	3	中
技术风险	3	0	C, S, P	关键	25~40	1.5	5.5	11	1	高
管理风险	4	0	C, P	严重	45~60	3.5	2.5	12	0	中
环境风险	5	0	C, S, P	一般	20~40	6	5.5	6.5	5	中
合同风险	6	0	C, P	微小	0~10	8.5	9	0.5	6	低
信用风险	7	0	C, S	微小	65~70	8.5	1	8.5	4	中
保障风险	8	0	C, S,	一般	20~40	6	5.5	6.5	5	中
组织人才风险	9	0	S, P	一般	45~60	6	2.5	9.5	2	中

的耦合作用较小,基本相互独立,从而表明所建立的武器装备采办风险指标体系的科学性与合理性。

2) 依据风险矩阵方法的风险等级评估结果而言,该导弹型号论证阶段的采办风险可以分为3个层次:第一层次为需求风险、技术风险,第三层次为合同风险,其余的采办风险都属于第二层次;而从依据 Borda 序值的风险评估结果来看,该导弹型号采办论证阶段的采办风险分为8个层次:首要的是管理风险,其次是需求风险和技术风险,最后的是合同风险。从两种风险评估结果来看,都形成了风险结(风险结就是处于同一等级具有基本相同属性、可以进一步细分的风险模块)。综合两种风险评估结果,该导弹型号采办论证阶段的风险管理必须重点关注需求风险、技术风险、管理风险,这3种风险是决定该导弹型号采办论证阶段成功的关键因素。当然,组织人才风险、计划风险、信用风险、保障风险、环境风险和合同风险也是该采办阶段不可忽略的风险管理要素。

3) 风险矩阵中依据 Borda 序值的风险评估结果和风险等级的评估结果相互支持、相互印证、互相补充,在采办风险评估中,两种评估方式不可或缺,而且依据 Borda 序值的评估方式比依据风险等级的评估方式更具有区分度。

3.2 武器装备采办风险管理对策和建议

从上述某典型导弹武器型号采办过程中的论证阶段风险评估分析结果看,给我国的武器装备采办一个重要的启示:在目前的采办环境下,武器装备采办过程中出现风险的概率是较高的,任何一个麻

痹和疏忽都可能酿成日后的严重后果。武器装备采办管理部门应该加强对风险的重视程度,针对该导弹武器型号,尤其要注重如下方面的建设:

1) 在深入贯彻新时期军事战略方针、用高新技术加速国防现代化建设之际,对武器装备需求和使命的科学性、预见性及规范性提出了更高的要求,加强武器装备顶层设计和需求论证能力建设,建立以综合集成方法为指导的武器装备采办需求论证综合集成研讨厅,势在必行。

2) 进一步加强国防工业建设,着力提高国防科技整体能力建设,同时,重点发展基于仿真的武器装备采办技术建设,有效降低技术风险。

3) 在武器装备采办管理过程中,从上到下推行武器装备采办风险管理,研究和发 展风险管理和计划技术,提高风险管理水平和能力,降低采办过程中的管理风险和计划风险,确保在规定的费用约束下,规定的采办期限内获得规定性能的武器装备,是我国武器装备采办建设中的一项艰巨任务。

4 结语

我国武器装备采办风险管理尚处于研究和运用的起步阶段,而武器装备采办风险评估为武器装备采办风险管理提供了重要的依据和方向。在全面分析、系统总结风险矩阵方法的基础上,对风险矩阵方法在我国武器装备采办风险评估中的运用进行了探讨,并从风险影响和风险概率2个准则入手,以某导弹武器型号采办过程中的论证阶段为例,示范性地 进行风险评估。结果表明,风险矩阵方法不仅具有简单易操作特点,而且能够对武器装备采办过

程中的风险实现动态评估, 从而为制定科学合理的武器装备采办风险管理决策提供决策依据, 使得风险管理决策更具有针对性、实效性和准确性。

参考文献

- [1] 邹国晨, 赵澄谋, 邱衡. 武器装备采办管理[M]. 北京: 国防工业出版社, 2003. 6~10
- [2] Garvey P R, Lansdowne Z F. Risk matrix: an approach for identifying, assessing, and ranking program risks [J]. Air Force Journal of Logistics, 1998, 22(1): 16~23
- [3] Willhite M A. Establishing a Program Risk Baseline, an Annotated Briefing [R]. Bedford: The MITRE Corporation, 1998. 1~10
- [4] Engert P A, Lansdowne Z F. Risk Matrix User's Guide [R]. Bedford: The MITRE Corporation, 1999. 18~39
- [5] Cook W D, Seiford L M. On the borda-kendall consensus method for priority ranking problems [J]. Management Science, 1982, 28: 621~637
- [6] Lansdowne Z F. Ordinal ranking methods for multicriterion decision making [J]. Naval Research Logistics, 1996, 43: 613~627
- [7] Lansdowne Z F, Woodward B S. Applying the borda ranking method [J]. Air Force Journal of Logistics, 1996, 20(2): 27~29
- [8] Fishburn P C, Gehrlein W V. Borda's rule, positional voting, and condorcet's simple majority principle [J]. Public Choice, 1976, 28: 79~88
- [9] Van Newenhizen J. The borda method is most likely to respect the condorcet principle [J]. Economic Theory, 1992, 2: 69~83
- [10] Saari D G. Geometry of Voting [M]. New York: Springer-Verlag Press, 1994. 23~35
- [11] Defense Acquisition University Defense Systems Management College. Risk Management Guide for DoD Acquisition (Fourth Edition) [M]. Virginia: Defense Systems Management College Press, 1998. 29~33
- [12] 管清波, 罗小明, 杜红梅. 模糊综合评判法在装备采办风险评价中的运用研究[J]. 装备指挥技术学院学报, 2002, 13(4): 18~20
- [13] Defense Acquisition University (DAU). Risk Management Guide for DOD Acquisition [M]. Virginia: Defense Systems Management College Press, 2001. 5~9
- [14] Bailey R O. Analysis of Current Department of Defense Risk Management Practices in Weapon System Acquisition: A Case Study of the Advanced Amphibious Assault Vehicle PDRR and SDD Risk Management Practices [D]. California: Naval Postgraduate School, 2003
- [15] Ross J P. A Risk Management Model for the Federal Acquisition Process [D]. California: Naval Postgraduate School, 1999
- [16] Ansell J W. Risk: Analysis, Assessment, and Management [M]. New York: New York Press, 1992. 34~63

The Application of Risk Matrix to Acquisition Risk Evaluation for Weapon and Equipment

Li Zhongmin^{1,2}, Wei Yiming¹, Tang Shuchun³, Chen Jian³

(1. China Academy Science Institute of Policy and Management, Beijing 100080, China;

2. Business School, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China;

3. The Equipment Institute of the Second Artillery, Beijing 100085, China)

[Abstract] Risk evaluation is the basis of acquisition management for weapon and equipment. Based on the totally analyzing and summarizing risk matrix widely used abroad, the paper firstly discusses the application of risk matrix in acquisition risk evaluation for weapon and equipment in China. Then, the paper, beginning with the two rules of risk impact and risk probability, demonstrates risk evaluation of a type of weapon and equipment as a case study, thus lays a basis for the scientific and rational risk management decision making.

[Key words] risk matrix; risk evaluation; acquisition for weapon and equipment