

武器装备研制项目 风险管理

张健壮 承文 史克禄 编著



中国宇航出版社

武器装备研制项目 风险管理

张健壮 承 文 史克禄 编著



中国宇航出版社

·北京·

版权所有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

武器装备研制项目风险管理/张健壮,承文,史克禄编著.
—北京:中国宇航出版社,2010.8

ISBN 978-7-80218-796-2

I. ①武… II. ①张… ②承… ③史… III. ①武器
装备—研制—风险管理 IV. ①E139

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 149268 号

责任编辑 张艳艳 责任校对 陈琳 封面设计 03 工舍

出版 中国宇航出版社

社址 北京市阜成路 8 号
(010)68768548

网址 www.caphbook.com / www.caphbook.com.cn

经销 新华书店

发行部 (010)68371900 (010)88530478(传真)
(010)68768541 (010)68767294(传真)

零售店 读者服务部 北京宇航文苑
(010)68371105 (010)62529336

承印 北京画中国画印刷有限公司

版次 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

规格 880×1230

开本 1/32

印张 7.125

字数 198 千字

书号 ISBN 978-7-80218-796-2

定价 45.00 元

本书如有印装质量问题,可与发行部联系调换

前 言

武器装备研制项目风险管理是促进我国国防工业又好又快发展的极为重要的知识领域，关系到我国新型武器装备研制任务能否按期保质保量完成，研制的武器装备能否“招之即来，来之能战，战之能胜”。

风险是对武器装备研制项目成功的威胁。武器装备研制项目风险管理的目的是：在研制项目技术、研制经费和研制周期的约束条件下，系统地、积极地、全面地、经济可行地识别、分析、减小、接受和控制项目风险。

风险隐藏在武器装备研制项目的所有工作流程之中，风险识别是每一个研制人员工作的一部分。风险管理必须贯穿于武器装备的整个研制过程。

风险管理是项目管理的基本工具。风险管理涉及许多管理学科的知识和技能，其中包括项目管理、系统工程、挣值管理、生产规划及保障工程等，目的是建立一套方法体系，以确保实现费用、进度和性能的项目目标。

本书介绍了武器装备研制风险管理的发展历史以及美国、欧洲和我国在武器装备研制项目中开展的风险管理活动。基于遵循武器装备研制程序是降低研制风险的有效途径的理念，本书详细介绍了我国通用的武器装备研制程序。本书列举了我国武器装备研制项目通常面临的风险，并对风险生成的主要原因进行了细致深入的分析。本书的重点

是阐述风险管理概念和风险管理过程以及风险管理技术与方法，用较多的篇幅详细地介绍风险管理概念和风险管理过程，清晰地描述产品研制中风险管理的核心步骤，指出风险管理的重点是风险缓解策划与实施，而不是风险规避、风险转移或风险承担。附录部分包括：风险清单示例、风险登记表示例、风险排序表示例、风险评估报告示例、ABC项目风险管理计划示例以及案例——战斧巡航导弹的技术风险评估与控制，所有这些示例和案例可有效地帮助读者策划风险管理活动，制定和实施风险管理计划，选择风险管理过程，采用适当的方法和技术降低研制风险。

本书的目的是帮助我国武器装备研究、设计和生产单位有效地进行研制项目的风险管理。建议研制项目管理人员把本书提出的基本原则应用到系统、分系统、硬件、软件等全部要素，根据研制项目的实际情况，选用适当的风险管理过程、风险管理方法和技术。

由于作者水平有限，书中不妥之处在所难免，诚恳希望读者批评指正。

编著者

2010年5月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 风险管理的发展	1
1.2 范围	5
1.3 方法	6
1.4 目的	6
1.5 结构	6
1.6 风险管理政策与程序	9
1.7 术语与定义	10
第 2 章 美国和欧洲的风险管理活动	13
2.1 美国的风险管理活动	13
2.2 欧洲的风险管理活动	17
第 3 章 中国的武器装备研制与风险管理活动	20
3.1 中国武器装备研制程序	21
3.2 中国武器装备研制风险的主要成因	25
3.3 中国武器装备研制的风险管理活动	36
第 4 章 风险与风险管理	42
4.1 风险概念	42
4.2 风险分类	43
4.3 风险管理概念	49
4.4 风险管理过程	53
4.5 风险管理目标	61
4.6 风险管理在研制项目中的实施	62

4.7 风险管理在研制阶段中的实施	63
第5章 风险管理策划与准备	65
5.1 风险管理策划	65
5.2 风险管理计划	66
5.3 风险管理的组织工作	68
5.4 风险管理的组织机构及职责	69
5.5 风险管理培训	74
第6章 风险管理过程	75
6.1 风险管理过程结构	75
6.2 风险识别	76
6.3 风险分析	78
6.4 风险缓解策划	82
6.5 风险缓解计划实施	85
6.6 风险跟踪	86
6.7 风险文件编制与报告	89
6.8 风险管理信息系统	90
第7章 风险管理方法与技术	94
7.1 引言	94
7.2 概述	94
7.3 风险管理策划方法与技术	95
7.4 风险评估方法与技术	98
7.5 风险排序方法与技术	125
7.6 风险处理方法与技术	128
7.7 风险监测方法与技术	145
7.8 软件风险管理方法与技术	158
7.9 风险管理信息系统与文件编制	173
附录 A 风险清单示例	178

附录 B 风险登记表示例	179
附录 C 风险排序表示例	180
附录 D 风险评估报告示例	181
D.1 引言	181
D.2 引用文件	181
D.3 综述	181
D.4 评估方法	181
D.5 原则	181
D.6 汇总	182
D.7 评估	182
D.8 结论	182
D.9 附件	182
附录 E ABC 项目风险管理计划示例	183
E.1 引言	183
E.2 风险管理策略和方法	186
E.3 风险管理过程和程序	187
E.4 风险管理信息系统与文件编制	197
附录 F 案例——战斧巡航导弹的技术风险评估与控制	200
F.1 美国巡航导弹发展历史的回顾	200
F.2 战斧巡航导弹项目概述	203
F.3 战斧巡航导弹研制项目的风险	204
F.4 战斧巡航导弹项目的技术风险评估	205
F.5 战斧巡航导弹项目的技术风险控制	208
F.6 结论	213
参考文献	215

第1章 绪论

风险是武器装备研制项目的固有属性。我国国防工业历来重视武器装备研制过程中的风险,几十年来武器装备研制生产管理部门颁布了多个涉及风险管理的军用标准,要求对武器装备研制生产风险进行严格的风险评估和风险控制,使得研制产品达到技术性能指标,满足实战的要求。

20世纪90年代后期以来,我军由半机械化向机械化、信息化复合发展转变,武器装备加快发展,形成了以二代装备为主体、三代装备为骨干的现代武器装备体系。为满足我国国家安全的需要,我国需要发展更先进的新一代武器装备,为我军现代化建设和军事斗争准备提供坚实的物资技术支撑。

新一代武器装备性能要求高,投资大,研制周期长;结构复杂、涉及学科专业门类多;研制中探索性强,未知因素多。以上这些因素使研制项目在研制过程中面临的风险加大,风险因素之间的内在关系错综复杂,各种风险因素之间交叉影响多元多面。因此,实施有效的风险管理对武器装备研制的成功至关重要。

风险管理的目的是:在产品技术、研制周期和研制经费的约束条件下,系统地、积极地、全面地、经济可行地识别、分析、减小、接受和控制产品风险,确保实现研制项目的性能、进度和费用目标。

1.1 风险管理的发展

(1) 萌芽阶段

1956年美国国防部启动海军核潜艇北极星导弹武器系统项目。该项目涉及大量的研制制造合同,由于研制费用、研制时间和进度

不能够准确地估算,几乎每份研制制造合同都含有不确定性。相关专家认为项目的完成时间是个随机变量。他们发明了计划评审技术(Project Evaluation and Review Technique),解决了时间和进度不确定性问题,接着考虑了费用因素,解决了费用不确定性问题。由于计划评审技术的成功运用,弹长 9.4 米、直径 1.4 米、射程 2 200 千米、1 百万吨级核弹头的北极星导弹在 1961 年就成功发射^[1]。

1967 年 1 月 27 日,阿波罗工程 AS-204 项目做试验时三名航天员丧生。这个惨痛的事件使项目的研制时间倒退了 18 个月,丧失了大量公众的支持,1 500 人介入调查工作,造成直接经济损失 4.1 亿美元。从这时起,NASA 开始采用系统的风险评估技术和方法,普及概率风险分析技术,侧重分析技术风险和安全性风险^[2]。

(2) 发展阶段

风险管理的快速发展是在越南战争和以美苏为代表的东西两大军事集团对峙的背景下完成的。

为了打赢越南战争,遏制苏联及其东欧盟友的数量军事优势,美国每年投入巨额资金研发和采购各类新型高科技武器装备。1965 年美国派出数万军人对越南进行直接军事干涉,1969 年美国在越南驻扎 50 多万人的兵力,装备了大量的新式武器,武器装备采购的费用几乎到了失控的状态。以 AH-64 阿帕奇攻击直升飞机为例,计划价格每架 900 万美元,到交付时,价格涨到 1 700 万美元,比 F-16 战斗机还贵。再例如:M-1 主战坦克的价格是 M-60 坦克价格的 3 倍;1 架 F-15E 的购置费用可以购买 5 架 A-10 飞机。

武器装备采购费用膨胀的原因是:过低估计通货膨胀、费用估算误差过大、采办进度拖延、批产量变化大、设计更改频繁,但主要原因是美军方热心于高新技术。随着科学技术的发展,美军方对武器装备高新技术含量的要求愈来愈高,高新技术大量采用的结果,导致武器系统研究、设计、生产、采购的费用直线上升,交货期迟迟后延。据美国国防部相关人员统计,武器系统的性能每提高 5% ~ 10%,武器系统的单位费用将增加 20% ~ 50%。项目所增加费用的

三分之一和项目全部问题的三分之二可直接归因于武器系统最后提高的10%性能^[3]。

过分地追求高新技术不仅使研制和采购费用暴涨,交货期一拖再拖,也带来巨大的技术风险,往往导致一些研制项目失败。例如,美国陆军的约克中士(Sgt. York)高射炮、谢里登(Sheridan)坦克、蝮蛇(Viper)反坦克火箭筒、AH-56夏安(Cheyenne)攻击直升机、天鹰座(Aquila)无人机等研制项目,都以失败而告终。

新研制的武器系统采纳过多的复杂的高新技术,使美国国防预算连年走高,研制项目失败消息频传,这些问题引起美国国会和社会舆论的严重关注。美国国会的一些议员行动起来,推动美国国防部武器装备采办改革,力图通过改革降低武器装备研制和生产的风险。

1969年,时任美国国防部副部长的戴维·帕卡特在向诸军种提交的一份备忘录中指出:风险评估是武器系统采办中的一个重要问题,在制定采购策略时,除了从军事战略和资源方面考虑外,还应考虑技术手段,包括设计、试验、技术鉴定以及风险管理的各个环节,如采用什么技术、如何控制风险度等。同时还要对采购计划、采购管理进行风险分析,包括技术、费用和进度等诸方面的风险。

1981年,美国国防部副部长弗兰克·卡卢奇公布一份名为“改善采办过程”的备忘录,提出了32项倡议,目的是改进采办过程和方式。其中第11项倡议名为“技术风险应急资金”,要求国防部采取行动,评估技术风险,量化技术风险,为技术风险提供预算资金^[4]。

为迎合美国国防部对采办风险管理的要求,1983年,美国防务系统管理学院出版《风险评估技术:项目管理人员手册》一书。该书提出了风险分析和风险评估的基本概念,介绍了网络技术、决策分析技术、工作分解结构仿真技术、费用估算关系式技术等。

20世纪80年代中期,美国财会总署(United States General Accounting Office)审查了国防部25个武器装备研制项目技术风险评估

情况,在此基础上,于1986年4月发布了《技术风险评估报告——国防部当前工作的状态(Technical Risk Assessment: The Status of Current DoD Efforts)》。该报告指出,25个武器装备研制项目技术风险评估中存在许多问题,如没有统一的技术风险定义、技术风险评估要求不一致、技术风险评估没有形成工作的重点等。

报告要求国防部尽快解决技术风险评估中存在的问题。国防部责成防务系统管理学院针对存在的问题,起草关于技术风险评估的文件。

根据国防部的指示,防务系统管理学院在1983年出版的《风险评估技术:项目管理人员手册》的基础上进行修改,于1989年3月出版了《风险管理:概念与指南(Risk Management: Concepts and Guidance)》。

《风险管理:概念与指南》不仅讨论技术风险,也涉及费用风险和进度风险。不久,防务系统管理学院于1990年出版《系统工程管理指南(Systems Engineering Management Guide)》。这两本书定义了风险、风险事件、风险策划、风险评估、风险分析和风险控制,构造了风险管理的基本框架。

(3) 成熟阶段

从1998年到2003年,防务系统管理学院先后发行了5个版次的《国防部采办风险管理指南(Risk Management Guide for DoD Acquisition)》,国防部在2006年颁布最新版的《国防部采办风险管理指南》。后续版本补充了国防部对风险管理的新要求,吸收了新的风险管理经验和技術。

美国国防部和国防采办大学于2001年发行新版《系统工程概论(Systems Engineering Fundamentals)》,于2003年出版《美国国防部项目管理知识体系(U. S. Department of Defense Extension to: A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide))》,于2004年颁布《国防采办指南(Defense Acquisition Guidebook)》。这三个文件全面论述了风险和风险管理的基本概念,构造了风险管理

框架,明确了风险管理在系统工程体系、项目管理体系和国防采办管理体系中的地位与作用。至此,完整的风险管理体系建立起来。

1.2 范围

本书仅讨论与武器装备研制有关的“项目风险”,不涉及“自然灾害风险”、“社会动乱风险”、“入侵战争风险”等其他风险,因为,这些风险或超出了武器装备研制管理的范畴,或属于其他科学技术管理的知识领域。

讨论的重点是从项目管理办公室或产品管理办公室的角度看待项目风险管理。项目管理办公室或产品管理办公室被赋予了决策的职责,而每项决策都含有不确定的成分,因此,项目管理与风险管理之间没有绝对的界限。风险管理是项目管理职能的有机组成部分,是项目管理的一种方法,或是项目管理的一个工具,而不是一个独立于项目管理其他职能的部分。

风险源或风险事件可能给武器装备的研制带来不利的影响,产生有害的变化,有时可能导致灾难性的后果。风险管理是一种评估和控制风险源或风险事件的管理方法,而且是一种基于可靠信息的管理方法。

本书阐述武器装备研制风险管理的原则和要求,讨论通用的风险管理过程,这个过程适用于武器装备研制的全过程,覆盖硬件和软件。建议研制管理人员把本书提出的基本原则应用到项目研制的全部工作流程,贯穿到研制产品的全部要素,包括系统、分系统、单机,所有的硬件和软件。由于不同的武器装备研制项目在规模、复杂性、特点、功能及性能指标等方面既有相同的地方,也有差异的地方,更多的是面临不同的性能风险、费用风险和进度风险,建议项目管理人员根据研制项目的特殊情况,剪裁风险管理过程,选用风险管理方法和技术,以适应各自的项目研制任务和研制阶段。

1.3 方法

人们一般用技术性能、研制费用和研制周期这三个随机变量测评研制项目的完成情况。从我国武器装备研制数十年的历程,以及欧美国国家武器装备的发展史看,研制项目技术性能降低、经费超支、研制周期延长是个普遍存在的现象。本书从性能、费用、进度三个方面讨论产品研制的风险,性能风险、费用风险和进度风险构成了研制风险的三个方面,这三个方面的风险相互关联,相互作用。性能风险、费用风险、进度风险产生于许多不同的风险源或风险区,实践表明,主要源自于设计、生产、试验、基础设施、后勤保障及项目管理等方面。

技术性能风险是人们在研制产品时主要关注的风险,在很多情况下,性能风险直接导致费用风险和进度风险,当然,如果费用或进度方面出现了问题,也可能影响到产品性能,因此在重点讨论技术性能风险的同时,也应充分讨论费用风险和进度风险。

1.4 目的

本书是为研制项目管理办公室和研制人员提供一部应对武器装备研制项目风险的参考书,既可用于风险评估和风险控制实践活动,又可用于风险管理培训。

本书的目的是帮助武器装备研究、设计、生产及试验单位有效地管理武器装备研制生产的风险,所提出的管理概念和思想提倡采用基于风险的项目管理。

1.5 结构

全书分为8个部分:1)绪论;2)美国和欧洲的风险管理活动;

3) 中国的武器装备研制与风险管理活动; 4) 风险与风险管理; 5) 风险管理策划与准备; 6) 风险管理过程; 7) 风险管理方法与技术; 8) 附录。

绪论部分叙述武器装备研制项目风险管理的萌芽、发展和成熟的历程, 界定本书的知识范围, 阐述讨论研制项目风险管理的切入点, 明确本书的目的, 重点介绍我国军用标准和行业标准有关风险分析和风险控制的相关政策和程序, 定义风险与风险管理有关的术语。

美国和欧洲的风险管理活动部分介绍美国国防部颁布的有关风险管理的指令指示、军用标准、管理指南以及在不同时期的风险管理理论框架, 阐述美国国家航空航天局和欧洲航天局风险管理的基本框架和风险管理过程。

中国的武器装备研制与风险管理活动部分着重描述我国武器装备研制的通用程序, 全面而深入地分析我国武器装备研制项目常常面临的技术性能风险、费用风险、进度风险以及风险生成的主要根源, 重点介绍宇航产品研制研究院开展的各具特色的风险评估和风险控制活动。

风险与风险管理部分的内容是使读者对风险、风险分类、风险管理及风险管理过程有基本的了解, 明确风险管理应遵守的基本准则和风险管理是否成功的判定标准。这部分全面介绍美国国防部、美国国家航空航天局及欧洲航天局目前实施的风险管理过程和中国项目管理研究委员会建议的风险管理过程, 在此基础上提出我国武器装备研制项目应采用的风险管理过程, 最后阐述风险管理在项目管理中的地位 and 作用, 建议在不同的研制阶段应开展的风险管理活动。

风险管理策划与准备部分侧重于阐述如何制定风险管理策略及其实施办法, 如何编制风险管理计划, 如何建立风险管理组织机构, 风险管理组织机构应具备哪些职责, 项目管理办公室人员、技术管理人员、工程技术人员和其他参研人员应接受什么样的风险管理培

训等。

风险管理过程部分清晰描述并简洁解释项目研制风险管理过程的各个环节,如风险识别、风险分析、风险缓解计划制定、风险缓解计划实施及风险管理活动监测等,强调风险管理的重点是风险缓解策划与实施。

风险管理方法与技术部分是向风险管理人员介绍风险管理的基本概念,综述缓解风险的基本技术和方法。这种安排允许读者根据面对的具体情况选用适合的风险管理策略。所介绍的风险管理技术与方法包括定性的和定量的管理技术和方法,其中有:风险管理策划技术、风险评估技术、风险处理技术、风险监测技术和软件风险管理方法等。

风险管理策划技术有会议策划、综合与评估。

风险评估技术包括产品(工作分解结构)风险评估、过程(风险区)风险评估、项目文件评价风险识别、外来威胁和性能要求风险评估、费用风险评估、进度风险评估、专家访谈、类推比较和经验教训研究、风险排序等。

风险处理技术包括风险控制、风险回避、风险承担和风险转移。

风险监测技术部分介绍了挣值管理、技术性能度量、管理指标体系等三项在美国武器装备研制中行之有效的技术,同时也介绍了虽然简单但很实用的监视单方法。

软件风险管理方法部分重点介绍了中国运载火箭技术研究院的基于软件工程的风险管理方法、软件工程奠基人勃姆的软件风险管理方法和世界软件工程研究中心美国卡内基·梅隆大学软件工程研究所的软件风险评价方法。

附录的内容有:附录 A,风险清单示例;附录 B,风险登记表示例;附录 C,风险排序表示例;附录 D,风险评估报告示例;附录 E,ABC 项目风险管理计划示例;附录 F,案例——战斧巡航导弹的技术风险评估与控制。

1.6 风险管理政策与程序

任何新型武器装备研制活动中都有风险,特别是技术性能风险,风险是任何一个新型武器装备研制工程或项目固有的属性,因为先进的性能要求可能超出了当前技术的能力。风险是无法回避的,无论进行怎样严格的评审和监督,武器装备研制项目中依然存在风险。

在武器装备研制过程开始之前或在过程之中,如果对技术风险没有足够的认识,不能够把技术风险控制在可以接受的水平上,很有可能会导致研制费用超出计划目标,研制周期延长的问题,甚至导致性能指标一降再降,不能满足作战使用要求。

我国国防工业主管部门非常重视武器装备研制生产过程中的风险,特别是技术风险,在20世纪90年代和21世纪初就在多个军用标准和行业标准中提出武器装备研制生产应实施风险分析、风险评估、风险控制和风险管理等要求。下面介绍几个国家军用标准和行业标准,它们规定了有关风险分析和风险控制的政策和程序。

(1) GJB 2993—1997 武器装备研制项目管理

该国家军用标准制定了风险管理的要求和准则,规定承担武器装备研制任务的使用方和承制方必须进行研制风险分析和控制,降低研制风险。承制方应在武器装备研制的不同阶段开展侧重点不同的风险分析和管理工作。

(2) GJB 9001A—2001 质量管理体系要求

该国家军用标准要求承制单位对复杂产品实现的各阶段都应进行风险分析和评估,形成各阶段风险分析文件,并提供给顾客。

(3) QJ 3133—2001 航天产品项目阶段划分和策划

该行业标准规定:阶段的划分和策划应建立在研制风险分析的基础上;确定关键技术和特性以及在系统层次上,对技术性能、不确定性和风险程度进行预测;承制方应根据对性能水平的比较,进行技术风险、成本和运行费用的评估及周期方面的分析权衡。