



航天科技图书出版基金资助出版

航天工程技术风险 管理方法与实践

鲁宇 主编



中国宇航出版社

航天科技图书出版基金资助出版

航天工程技术风险 管理方法与实践

鲁宇 主编



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

航天工程技术风险管理方法与实践 / 鲁宇主编. --北京:
中国宇航出版社, 2014.9

ISBN 978-7-5159-0807-6

I. ①航… II. ①鲁… III. ①航天工程—技术风险—
风险管理—管理方法 IV. ①V4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 232167 号

策划编辑 易新
责任编辑 易新

责任校对 王妍
封面设计 文道思

出版
发行

中国宇航出版社

社址 北京市阜成路8号 邮编 100830
(010)68768548

网址 www.caphbook.com

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 北京画中国印刷有限公司

版次 2014年9月第1版

2014年9月第1次印刷

规格 787×1092

开本 1/16

印张 22.25

字数 580千字

书号 ISBN 978-7-5159-0807-6

定价 180.00元

本书如有印装质量问题,可与发行部联系调换

航天科技图书出版基金简介

航天科技图书出版基金是由中国航天科技集团公司于 2007 年设立的,旨在鼓励航天科技人员著书立说,不断积累和传承航天科技知识,为航天事业提供知识储备和技术支持,繁荣航天科技图书出版工作,促进航天事业又好又快地发展。基金资助项目由航天科技图书出版基金评审委员会审定,由中国宇航出版社出版。

申请出版基金资助的项目包括航天基础理论著作,航天工程技术著作,航天科技工具书,航天型号管理经验与管理思想集萃,世界航天各学科前沿技术发展译著以及有代表性的科研生产、经营管理译著,向社会公众普及航天知识、宣传航天文化的优秀读物等。出版基金每年评审 1~2 次,资助 10~20 项。

欢迎广大作者积极申请航天科技图书出版基金。可以登录中国宇航出版社网站,点击“出版基金”专栏查询详情并下载基金申请表;也可以通过电话、信函索取申报指南和基金申请表。

网址: <http://www.caphbook.com>

电话: (010) 68767205, 68768904

序

50 多年来，中国航天取得了举世瞩目的辉煌成就，圆满完成了神舟飞船、交会对接、探月工程等多项重大航天工程任务。然而，航天工程仍然是一项高风险的事业，航天人始终在与风险抗争，一直在总结经验和吸取教训、努力探索和把握规律、有效化解和克服风险中成长。

风险是不确定性对目标实现带来的负面影响。对于航天工程而言，风险存在于技术、产品质量、操作、人员和系统管理等各个方面。国内外航天界都高度重视风险控制和管理。近 20 年来，美国与欧洲的航天机构和专家进一步系统梳理、完善了航天工程风险控制与管理，陆续更新和发布了相关的标准和手册，逐渐形成了更为系统的理论、方法和规范。近十几年来，国内航天工程任务快速增长，对风险管理提出了新的更高的要求，风险管理已经成为航天工程管理中的重要组成部分。为了有效地辨识和控制风险，中国航天科技集团在继承我国航天成功经验的基础上，进行了大量的探索、研究和实践，形成了一系列新的管理要求和办法，对确保航天工程任务的成功起到了关键的作用。

鲁宇同志主编的《航天工程技术风险管理方法与实践》一书，针对技术风险管理这一课题，以运载火箭为分析对象，按照航天系统工程的管理理论，详尽阐述了风险管理的模式、流程、方法以及航天工程各组成部分的主要技术风险点及控制措施。该书对技术风险的分析，按系统组成分类，自上而下包括了总体、分系统、单机、零部件、元器件、原材料及相应软件；按研制阶段分类，包括了从预先研究到工程设计、定型批产或发射服务的全寿命周期；按产品实现过程分类，包括从任务书下达到产品设计、试验、制造和产品验收交付使用的全过程。对以上内容，该书均给予了较为系统的阐述。同时，对小子样飞行试验等实际问题，书中介绍了如飞行时序动作分析与确认、成功数据包络分析与控制和单点故障模式识别与控制等有特色、也非常有效的技术风险识别与控制方法。应该说，该书是结合我国运载火箭的设计、

试验与制造技术的现状，系统总结我国航天工程风险管理和实践的专著，具有很好的借鉴性。

鲁宇同志与我共事多年，长期从事运载火箭的研制、生产、管理工作，具有扎实的专业基础和丰富的管理经验。为该书写序，我感到非常高兴，真诚地希望该书能够获得广大读者，特别是航天工作者的喜爱，并能够从中有所收获。

习近平总书记提出了实现中华民族伟大复兴的“中国梦”，号召我们“发展航天事业、建设航天强国”。在此，我衷心祝愿我国的航天事业蒸蒸日上，创造更大的辉煌。

吴燕生

2014年8月

前 言

航天是一项高风险的事业。无论是美国挑战者号和哥伦比亚号航天飞机的机毁人亡，还是中国长征三号乙运载火箭首飞坠落发射场附近造成人员伤亡等重大损失，都表明在航天活动中，系统庞大、技术复杂、环境苛刻、风险高、影响大和严格的质量要求是其鲜明的特征。当我们回顾世界航天发展给我们的启示，总结中国航天半个多世纪发展中的经验和教训时，不难看出航天工程的风险表现为成功不等于成熟，成熟不等于可靠。在一些成功的航天发射和飞行的背后暗藏着幸运和差一点失败的隐患；同样，在许多失败中往往存在着差一点的成功，惊心动魄之事时有发生。这驱使我们从科学技术的角度，渴求和探索降低风险、避免失利的技术途径与工作方法，而不会因为风险高而停止创新和前进的脚步。

航天工程的风险来自于技术、产品制造与质量、操作和系统工程管理等。本书将重点介绍对技术风险的控制与管理。对技术风险管理而言，失败的逻辑在哪里？成功的方法是什么？我们在找错、排错、纠错，在发现问题中探索前行。希望本书能引起航天科技工作者的反思和读者的思考，思考科学的方法，思考如何克服人们认识的局限性和行为的局限性以及如何找到应对风险的有效方法，支撑中国航天的快速发展和高密度发射任务，确保成功。同时也希望本书能为其他行业从事技术风险管理的人员提供有益的借鉴和参考。

本书总结了我国航天发展 50 多年的经验与教训，针对技术风险管理形成的一些好的作法，结合了近十年来中国航天科技集团公司的领导和专家的一些意见和要求，以中国运载火箭技术研究院技术风险管理的实践为基础，将运载火箭作为典型航天产品展开系统的分析，并借鉴国内外关于技术风险管理方面的先进理念和工具，针对技术风险管理梳理了一些行之有效的方法。

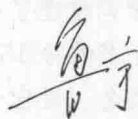
全书共分 15 章。第 1 章概述，介绍了风险管理的一般概念和航天工程技术风险管理的概念，提出了技术风险的分类、管理原则和行为因素等。第 2 章航天工程技术风险管理的模式与基本过程，介绍了航天工程技术风险管理的模式、原则和产生过程等，提出了技术风险的识别重点和各阶段的关注要点。第 3 章航天工程技术风险管理的主要方法，介绍了风险管理主要的工具和方法，特别是我国的一些做法。从第 4 章到第 10 章，按总体和分系统，结合各自特点和实践经验，分别总结了总体技术风险管理应用，再入飞行器、箭体结构、动力、控制、飞行测量与发射支持等系统的技术风险管理应用。第 11 章典型单机产品技术风险的管理应用，结合航天单机产品的特点和工程实践，主要阐述了有代表性的阀门、电气、机电和火工等产品的技术风险管理应用。第 12 章软件类产品的技术风险管理应用，按照工程化、高安全、高可靠的特点与要

求,系统地阐述了对软件产品的技术风险管理。第13章工艺及生产过程的技术风险管理应用,覆盖了产品制造、金属结构与非金属结构、单机到总装、总测等工艺与制造过程的技术风险管理。第14章航天产品地面试验验证的技术风险管理应用,结合地面试验的特点与实践,介绍技术风险管理应用。第15章元器件、原材料的技术风险管理应用,阐述了其风险源、识别、验证与应对等。为了便于理解和使用,每章都给出了应用示例。全书覆盖了系统、分系统、单机、元器件、原材料、工艺与制造及软件等各个方面,可供航天工程技术人员、管理人员和相关专业师生阅读参考。

本书主要的编撰者有,第1章至第3章,鲁宇、荆泉、李京苑、樊灵芳、王立炜;第4章,韩松、李文钊、范瑞祥;第5章,刘连元、徐福荣、卢淑桂、赵振平;第6章,邵英翠、王江、范瑞祥;第7章,汤波、王楠、周晓勃、毕作滨;第8章,陶晓强、谢晓巍;第9章,蒋玉萍、王飞、徐洪平;第10章,高强、王镇;第11章,崔景芝、宗晓飞、宋保永、刘宝安、余仿春、吕钢、娄路亮、陶晓强、杨瑶;第12章,解月江、王晓玲;第13章,冯叶素、余仿春、张立;第14章,胡彦平、张正平;第15章,李森、林德健;鲁宇、李福昌、余仿春、荆泉对全书进行了统稿,最终由鲁宇定稿。

中国航天科技集团公司总经理吴燕生对编写本书给予了热情鼓励,并为本书欣然作序;中国运载火箭技术研究院院长李洪对编写工作给予了有力支持,质量保证部协助组织了编写工作,给予了保障;杨双进对本书框架提供了建议,崔照云、刘敏、李艳霞、刘欣、刘军、沈立军、王星来、姜铁华、伍贻军、何波、李伶、王辉、刘瀛、李长森、万筠、刘俊阳、朴忠杰、胡正中、邓刚、方璐、余亚晖、王大伟、王闯等同志为本书的编撰提供了大量资料;中国宇航出版社为本书的编辑、出版提供了许多帮助;在此一并表示衷心的感谢!

本书于2010年开始编写,2014年年初定稿,其间经过多次修改,几易其稿,力求做到结构完整、概念准确、阐述清晰、反映一些最新成果,但因为涉及专业面广、探索性强、编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者指正。



2014年8月

目 录

第 1 章 概述	1
1. 1 风险管理概要	1
1. 2 航天工程技术风险管理概论	6
第 2 章 航天工程技术风险管理模式与基本过程	19
2. 1 航天工程技术风险管理模式	19
2. 2 航天工程技术风险管理基本过程	20
2. 3 航天工程技术风险管理的主要关注点	34
第 3 章 航天工程技术风险管理主要方法	41
3. 1 航天工程技术风险管理主要方法概述	41
3. 2 通用技术风险管理方法	46
3. 3 我国航天工程特有的技术风险管理方法	52
第 4 章 总体技术风险管理应用	64
4. 1 总体技术的特点	64
4. 2 总体技术风险识别	66
4. 3 总体技术风险分析	73
4. 4 总体技术风险应对	73
4. 5 总体技术风险验证与评估	78
4. 6 应用示例	78
第 5 章 再入飞行器技术风险管理应用	84
5. 1 再入飞行器的特点	84
5. 2 再入飞行器技术风险识别	86
5. 3 再入飞行器技术风险分析	93
5. 4 再入飞行器技术风险应对	94
5. 5 再入飞行器技术风险验证与评估	95
5. 6 应用示例	96
第 6 章 箭体结构技术风险管理应用	99
6. 1 箭体结构设计的特点	99
6. 2 箭体结构设计技术风险识别	102
6. 3 箭体结构设计技术风险分析	106
6. 4 箭体结构设计技术风险应对	108

6. 5	箭体结构设计技术风险验证与评估	109
6. 6	应用示例	114
第 7 章	动力系统技术风险管理应用	118
7. 1	动力系统的特点	118
7. 2	动力系统技术风险识别	119
7. 3	动力系统技术风险分析	124
7. 4	动力系统技术风险应对	132
7. 5	动力系统技术风险验证与评估	136
7. 6	应用示例	136
第 8 章	控制系统技术风险管理应用	139
8. 1	控制系统的特点	139
8. 2	控制系统技术风险识别	140
8. 3	控制系统技术风险分析	147
8. 4	控制系统技术风险应对	148
8. 5	控制系统技术风险验证与评估	151
8. 6	应用示例	152
第 9 章	飞行测量及安全系统技术风险管理应用	157
9. 1	飞行测量及安全系统的特点	157
9. 2	飞行测量及安全系统技术风险识别	161
9. 3	飞行测量及安全系统技术风险分析	163
9. 4	飞行测量及安全系统技术风险应对	166
9. 5	飞行测量及安全系统技术风险验证与评估	169
9. 6	应用示例	177
第 10 章	发射支持系统技术风险管理应用	178
10. 1	发射支持系统的特点	178
10. 2	发射支持系统技术风险识别	179
10. 3	发射支持系统技术风险分析	191
10. 4	发射支持系统技术风险应对	191
10. 5	发射支持系统技术风险验证与评估	197
10. 6	应用示例	199
第 11 章	典型单机产品技术风险管理应用	205
11. 1	阀门类产品技术风险管理应用	205
11. 2	电气类产品技术风险管理应用	217
11. 3	机电类产品技术风险管理应用	229
11. 4	火工装置技术风险管理应用	255
第 12 章	软件类产品技术风险管理应用	277
12. 1	软件类产品的特点	277

12. 2	软件类产品技术风险识别	278
12. 3	软件类产品技术风险分析	284
12. 4	软件类产品技术风险应对	285
12. 5	软件类产品技术风险验证与评估	286
12. 6	应用示例	295
第 13 章	工艺及生产过程技术风险管理应用	298
13. 1	工艺及生产过程的特点	298
13. 2	工艺及生产过程技术风险识别	301
13. 3	工艺及生产过程技术风险分析	306
13. 4	工艺及生产过程技术风险应对	307
13. 5	工艺及生产过程技术风险验证与评估	308
13. 6	应用示例	308
第 14 章	航天产品地面试验验证技术风险管理应用	314
14. 1	地面试验验证的特点	314
14. 2	地面试验验证技术风险识别	316
14. 3	地面试验验证技术风险分析	320
14. 4	地面试验验证技术风险控制	321
14. 5	地面试验验证技术风险评估	326
14. 6	应用示例	327
第 15 章	元器件、原材料技术风险管理应用	331
15. 1	元器件、原材料的特点	331
15. 2	元器件、原材料技术风险识别	332
15. 3	元器件、原材料技术风险分析	335
15. 4	元器件、原材料技术风险应对	335
15. 5	元器件、原材料技术风险验证与评估	338
15. 6	应用示例	339
附表	专用词汇中英文对照表	
后记		

第1章 概述

航天工程是复杂的巨系统，具有涉及学科领域多、技术难度大、创新点多、周期长、投资强度大等特点，在其研制过程中存在着很大的不确定性，因而带来很大的风险。在其全寿命周期内，一旦对其风险因素不能有效识别和控制，就会带来重大损失。自中国航天诞生之日起就始终面临技术风险的挑战，随着航天工程产品更新换代的速度加快，新技术的不断应用，系统的复杂度日益提高，技术风险问题日益突出和严峻，对技术风险进行管理已成为航天系统工程的重要组成部分。本章以航天工程开展风险研究的背景和意义为牵引，系统介绍了风险、风险管理的概念与内涵。在此基础上，详细说明了风险管理在航天工程中的应用，并指出技术风险是航天工程的主要风险，研究航天工程技术风险的管理与控制是非常必要的。

1.1 风险管理概要

1.1.1 风险的概念与内涵

1.1.1.1 风险的定义

关于风险（risk）的定义有很多，观察角度不同，对项目风险的理解也就不同。不同的组织对项目风险也有着不同的定义。

国际标准化组织在 ISO 31000—2009 中的定义是：风险是不确定性对目标的影响。

美国国防部的定义是：风险是在规定的费用、进度和性能约束条件下实现项目目的和目标中不确定性的度量。

欧洲航天局的定义是：风险是有可能发生并对项目产生负面影响的不利形势或不利情况。

我国针对装备研制，在《装备研制风险分析要求》（GJB 5852）给出的定义是：风险是在规定的费用、进度和技术等约束条件下，对不能实现装备研制项目目标的可能性及所导致的后果严重性的一种度量。

虽然不同的组织对风险的定义不尽相同，但其内涵基本一致，特别是都表述了风险具有不确定性且会影响项目目标实现的特点。

这里强调，风险是在规定的约束条件下，对实现目标的不确定性的一种度量，不确定性一般包括发生的可能性和所导致后果的严重性。

1.1.1.2 风险的特点

通过对风险特性的分析，归纳出风险具有以下特点。

（1）风险是相对的

不同的目标、不同的方案、不同的项目团队，其风险不同，即使是同一方案，目标不

同,风险也不一定相同。

(2) 风险是客观存在的

风险由其内部因素所决定,不以人的意志为转移,是独立于人的意识之外的。

(3) 风险是不确定的

风险发生时间、信息的不对称、影响因素的多少、影响程度的大小等的不确定导致风险的发生及对风险的度量存在不确定性。

(4) 风险是多维的

对于项目管理,既存在进度风险、经费风险,也存在技术风险,各种风险并存,并且是相互影响制约的。

(5) 风险是动态变化的

同一项目的不同阶段,由于客观条件的变化、环境状态的变化,其存在的风险也随之变化。

(6) 风险是可度量的

对于辨识到的风险可以利用相应的方法和手段来分析、度量它的不确定性,并对风险实施应对。

(7) 风险是可控的

对于辨识到的风险,可以通过采取相应的措施使之消除或降低到可接受范围内。

对风险特点的了解和认识,使我们分析风险、控制和管理风险有了针对性。

1.1.1.3 风险的分类

为了有效地进行风险管理,对各种风险进行分类是必要的,只有这样才能对不同的风险采取不同的规避或消减措施,实现风险管理目标。

按照不同的分类标准,风险分为以下不同的几类。

(1) 按风险的存在性质划分

① 客观风险

客观风险是指实际结果与预测结果之间的相对差异和变动程度。这种差异和变动程度越大,风险就越大;反之,风险就越小。

② 主观风险

主观风险是指由于认识或所获取信息的正确性所引起的不确定性,以及由精神和心理状态所引起的不确定性。

(2) 按风险产生的主要因素划分

① 自然风险

自然风险是指由于自然力的非规则运动所引起的自然现象或物理现象导致的风险。如风暴、火灾、洪水等所导致的物质损毁、人员伤亡的风险。

② 社会风险

社会风险是指由于国家政治、经济、军事斗争形势等变化以及社会需求、社会环境的变化所造成的风险。

③ 经济风险

经济风险一般是指在商品的生产和购销过程中,由于经费投入不足、经营管理不力、市场预测失误、价格变动或消费需求变化等因素导致经济损失的风险。

④ 技术风险

技术风险一般是指伴随着科学技术的发展、生产方式的改变而产生的风险,主要类型是技术不足风险、技术开发风险、技术保护风险、技术使用风险、技术取得和转让风险等。

(3) 按风险的特性划分

① 静态风险

静态风险又称纯粹风险,这种风险只有损失的可能而无获利的可能。静态风险的产生一般与自然力的破坏或人们的行为失误有关。静态风险的变化较有规则,可利用概率论中的大数法则预测风险频率,它是风险管理的主要对象。

② 动态风险

动态风险又称投机风险,是指既有损失可能又有获利可能的风险。它所导致的结果包括损失、无损失、获利3种。如股票买卖、股票行情的变化既能给股票持有者带来盈利,也可能带来损失。动态风险常与经济、政治、科技及社会的运动密切相关,远比静态风险复杂,多为不规则的、多变的运动,很难用大数法则进行预测。

(4) 按对风险的可承受程度划分

① 可接受的风险

可接受的风险是指风险对目标实现所带来的危害,确认项目执行能够承受最大损失的程度,凡低于这一限度的风险称为可接受的风险。

② 不可接受的风险

不可接受的风险与可接受的风险相对应,是指风险已经超过经济单位在研究自身承受能力、财务状况的基础上所确认的承受最大损失的限度,这种风险不可接受。

(5) 按风险的可验证性划分

① 可验证风险

可验证风险是指基于已有的经验和认知能力,利用科学的方法和手段来验证风险的可能性是否真实存在,以检验对风险是否可能存在的判断的正确性。

② 不可验证风险

不可验证风险与可验证风险相对应,是指无法利用科学的方法和手段来验证风险是否存在,从而也无法检验对风险是否可能存在的判断的正确性。

1.1.2 风险管理的基本概念

风险管理是针对风险开展的用以管理和控制风险的一系列活动,是识别、确定和度量风险,并制定、选择和实施风险处理方案的过程。项目风险管理是一个在项目寿命周期内反复循环的过程,要求在项目整个寿命周期内不断地识别和控制风险,不断地做出决策和选择。

因为项目风险的来源、形成过程、潜在的破坏机制、影响范围以及破坏力等关系错综复杂,所以单一的管理技术或单一的工程技术、财务、组织、教育和程序措施都有其局限性,都不能完全奏效。项目管理组织综合运用多种方法、手段和工具辅助项目管理者管理项目风险,理解项目出现偏差的危险信号,尽可能早地采取正确的行动,以最低的成本将各种不利后果减小到最低程度。所以,项目风险管理是一种综合性的管理活动。

管理项目风险的主体是项目管理组织，特别是项目经理。项目风险管理要求项目管理组织采取主动行动，而不应仅仅在风险事件发生之后被动地应付。项目管理人员在认识和处理错综复杂、性质各异的多种风险时，要统观全局抓主要矛盾，创造条件，因势利导，将不利转化为有利，将威胁转化为机会。项目风险管理的基础是充分有效的信息分析和研究，调查和收集资料，必要时还要进行试验与验证。只有认真地研究项目本身和环境，以及两者之间相互影响和相互作用的关系，才能识别项目面临的风险。

1.1.3 风险管理的特点

1.1.3.1 必须关注承担风险的利益相关者

对于不同的利益相关者，他们承担的风险也是不同的。例如哥伦比亚号航天飞机失事时，美国国家航空航天局（NASA）的风险是其财产和信誉，而对于飞机上的航天员而言，最大的风险则是他们的生命。

1.1.3.2 要按阶段进行风险管理

不同的风险可能只存在于项目的某一阶段，因此要按阶段对风险进行管理。同样，风险的承担者也只在这特定的时间内才承担这些风险。

1.1.3.3 要不断做出风险的选择和决策

风险管理是在风险识别的基础上，对风险的控制和规避方案进行选择，按阶段做出风险决策，以推动项目进行。

1.1.3.4 风险管理随项目进展而变化

一旦项目的目标、时间和费用计划确定，该项目的风险管理计划也应当随之完成。在项目执行过程中，如果项目的时间、费用等约束有重大变化时，相对于这些约束的风险也要重新进行评估。

1.1.3.5 风险管理有代价

一方面，项目风险管理的计划编制、识别、分析、监控和处置都需要相应的资源保障；另一方面，要对存在的各种风险进行综合权衡，以便有效控制不确定性带来的危害。

1.1.3.6 风险管理的目的在于预防

在风险事件发生前，其首要目标是使潜在损失最小；在风险事件发生后，其首要目标是使实际损失减小到最低程度。

1.1.4 风险管理的基本过程

项目风险管理发展的一个主要标志是建立了风险管理的系统过程，从系统的角度来认识和理解项目风险，从系统过程的角度来管理风险。项目风险管理过程，一般由若干主要阶段组成，这些阶段不仅其间相互作用，而且与项目管理的其他管理领域互相影响，每个风险管理阶段的完成都需要项目风险管理人员的努力。

美国、欧洲以及我国的有关机构和组织构造了各自的项目风险管理过程结构。

1.1.4.1 美国国防部的风险管理过程

美国国防部在 2006 年颁布了新的《国防部采办风险管理指南》，将风险管理过程调整为一个简洁的闭环系统，如图 1-1 所示。

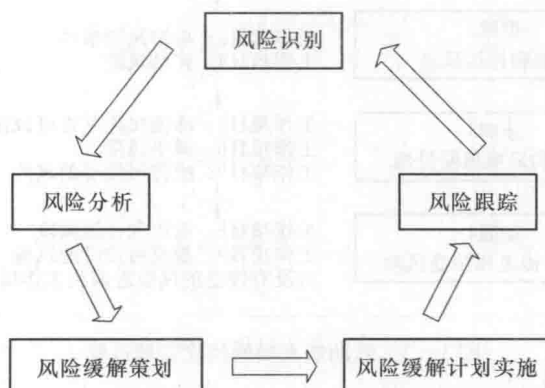


图 1-1 美国国防部 2006 年定义的风险管理过程

1.1.4.2 美国国家航空航天局的风险管理过程

美国国家航空航天局的风险管理过程包括风险识别、风险分析、风险计划、风险监控和风险控制几个环节，也是一个闭环系统，如图 1-2 所示。



图 1-2 美国国家航空航天局的风险管理过程

1.1.4.3 欧洲航天局的风险管理过程

欧洲航天局把工程项目风险管理过程分为 4 个迭代步骤和 9 项任务，4 个步骤分别为：确定风险管理实施目标；识别和评估风险；决策和采取风险措施；监测、传递和接受风险。如图 1-3 所示。

1.1.4.4 我国项目风险管理过程

我国对项目风险管理的研究虽然起步较晚，但通过学习、吸收、引进、创新，形成了较为完整的理论与方法体系，特别是在大型建设工程、经济和金融领域、航天项目研制等各个不同的专业领域，研究成果丰富并已推广到国民经济各领域。较为典型的项目风险管理过程如图 1-4 所示。

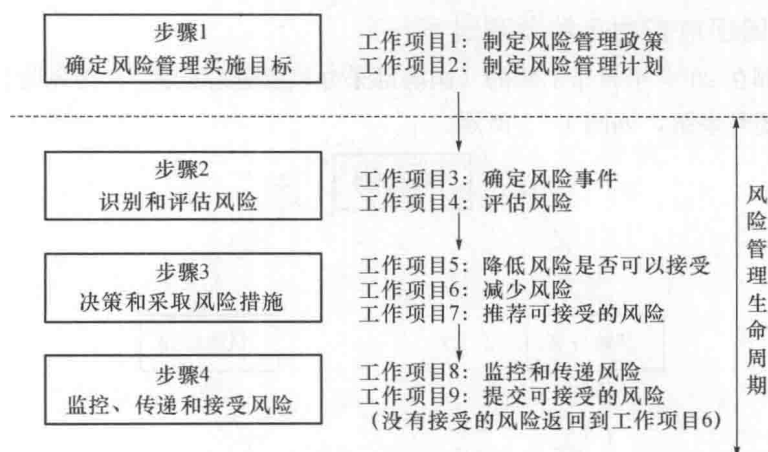


图 1-3 欧洲航天局的风险管理过程

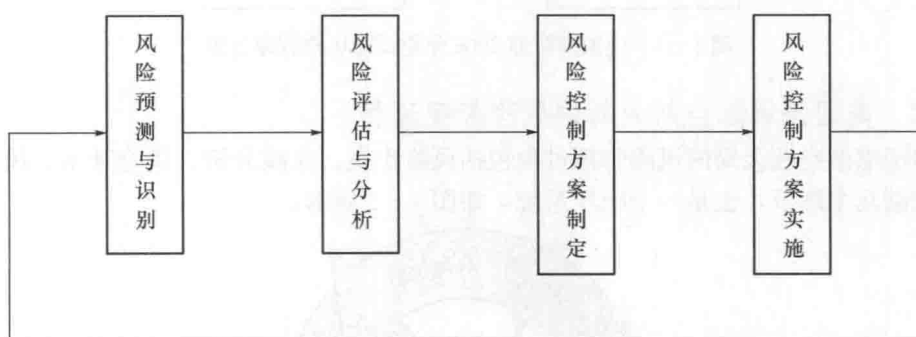


图 1-4 我国项目风险管理过程

1.2 航天工程技术风险管理概论

1.2.1 航天工程风险管理的必要性

航天工程研制，就是在一定的约束条件下，完成航天特定目标的系统工程。除具有一般项目的特征外，航天项目还具有以下特点：

1) 科技含量高、创新性强。航天工程所要解决的问题往往是前人不曾解决过的，在项目研制过程中未知领域较多、创新点多、探索性强、不确定性大、风险大。

2) 复杂巨系统。航天工程项目有数万个元器件、零部件，几十万个焊点，涉及数百种专业和众多的研制、生产单位。一个工程项目的研制，一般要经过可行性论证、方案论证、工程研制（初样研制、试样/正样研制，其中试样/正样研制简称为试样研制）、定型、生产、售后服务等阶段。在各阶段之间、各专业厂所之间的技术经济协作关系十分复杂。一般认为，系统的可靠性取决于各个子系统的可靠性，系统越复杂，其可靠性越低，风险也越高。

3) 投资规模大。航天工程的研制是一项规模庞大的系统工程，需要投入大量的资金。