

# 新兴技术项目的 CTMS风险特征 及测度方法

XINXING JISHU XIANGMU DE  
CTMS FENGXIAN TEZHENG JI CEDU FANGFA

孔建会 张凤英 周宗放 著



西南财经大学出版社

# 新兴技术项目的 CTMIS风险特征 及制度方法

《中国工程咨询协会工程咨询分会工程风险管理专业委员会》  
《中国工程咨询协会工程咨询分会工程风险管理专业委员会》

王成德 王成德 王成德 编



中国工程咨询协会工程咨询分会工程风险管理专业委员会

# 新兴技术项目的 CTMS风险特征 及测度方法

XINXING JISHU XIANGMU DE  
CTMS FENGXIAN TEZHENG JI CEDU FANGFA

孔建会 张凤英 周宗放 著



西南财经大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

新兴技术项目的 CTMS 风险特征及测度方法/ 孔建会, 张凤英, 周宗放著. —成都: 西南财经大学出版社, 2017. 6

ISBN 978 - 7 - 5504 - 2955 - 0

I. ①新… II. ①孔…②张…③周… III. ①技术项目—风险评价  
IV. ①F062. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 096680 号

## 新兴技术项目的 CTMS 风险特征及测度方法

孔建会 张凤英 周宗放 著

责任编辑: 张明星

助理编辑: 周晓璇

责任校对: 唐一丹

封面设计: 墨创文化

责任印制: 封俊川

|      |                                                           |
|------|-----------------------------------------------------------|
| 出版发行 | 西南财经大学出版社(四川省成都市光华村街 55 号)                                |
| 网 址  | <a href="http://www.bookcj.com">http://www.bookcj.com</a> |
| 电子邮件 | bookcj@foxmail.com                                        |
| 邮政编码 | 610074                                                    |
| 电 话  | 028 - 87353785 87352368                                   |
| 照 排  | 四川胜翔数码印务设计有限公司                                            |
| 印 刷  | 郫县犀浦印刷厂                                                   |
| 成品尺寸 | 148mm × 210mm                                             |
| 印 张  | 4.875                                                     |
| 字 数  | 120 千字                                                    |
| 版 次  | 2017 年 12 月第 1 版                                          |
| 印 次  | 2017 年 12 月第 1 次印刷                                        |
| 书 号  | ISBN 978 - 7 - 5504 - 2955 - 0                            |
| 定 价  | 35.00 元                                                   |

1. 版权所有, 翻印必究。

2. 如有印刷、装订等差错, 可向本社营销部调换。

# 前 言

科学技术的发展日新月异，新兴技术层出不穷，全球科学技术已进入前所未有的、以创新为主导的时代。随着新兴学科的迅猛发展，网络技术、信息与电子技术、生物技术等已经将新兴学科和技术创新活动置于当今科技革命的最前沿。这些不断涌现的技术过去被学术界和业界笼统地称为“新技术”（New Technology），直到 20 世纪 90 年代中期，“新兴技术”（Emerging Technology，简称 ET）作为一个明确的概念才在管理科学研究中被提出来。目前，新兴技术还没有统一和严格的定义，使用较为普遍的定义是“新兴技术是建立在科学基础上的革新，它们可能创造一个新行业或者改变某个老行业”<sup>①</sup>。

当前，全球范围的科技创新与变革方兴未艾，其发展步伐不断加快。从世界各国科技发展历程来看，新兴技术的发展带动了工业技术的革命，工业化反过来又促进了新兴技术的发展。自 20 世纪 90 年代以来，世界各国特别是发达国家都在大力加强新兴技术的研发，把发展新兴技术，作为争夺战略主动权的重

---

<sup>①</sup> 乔治·戴，保罗·休梅克，沃顿论新兴技术管理 [M]，石莹，等，译。北京：华夏出版社，2002。

要举措。目前,技术创新水平<sup>①</sup>已成为衡量各国科技现代化水平的重要标志之一。

基于中国的国情,本书对“新兴技术”的界定如下:应用现代科学技术的基本原理和方法所开发的全新技术或者对现有技术的功能、产品或服务进行创新或升级,并且具有技术创新特征的新技术。新兴技术项目(Emerging Technology Project,简称ETP)是指依托新兴技术而展开科学研究的项目,包括项目的研发、项目产品生产、经营和市场销售等各个环节。新兴技术项目企业(Emerging Technology Project Enterprise,简称ETPE)是新兴技术项目的载体,是指集新兴技术项目的研发、生产、经营和产品销售为一体的企业。这类企业主要依托某一个或几个新兴技术项目来开展研发、生产和经营活动。新兴技术项目在研发、产品生产和市场等各个环节均存在较大的不确定性,这种不确定性表明新兴技术项目较传统项目存在更大的风险。可以认为,风险是新兴技术项目的重要特征,是影响新兴技术项目成败的关键因素。“九五”以来,尽管国家不断加大科学技术的研发投入,然而,我国的新兴技术项目管理体系一直存在不适应新兴技术发展的研发和管理模式的问题,存在明显的计划经济痕迹,同时也存在技术基础能力和研发创新能力薄弱、产品不适应市场发展的需要、项目风险失控和收益水平不高等诸多亟待解决的问题。

本书所讨论的新兴技术项目主要指民用的新兴技术研发项目。由于新兴技术项目的成败在很大程度上直接依赖于项目的载体、技术、市场和服务,而覆盖载体、技术、市场和服务的风险主要是新兴技术项目的内生性风险,同时内生性风险也是项目执行者自身能够通过采取适当的措施加以控制和管理的风险。

---

<sup>①</sup> 技术创新的主要表现形式是新兴技术的水平,这与新兴技术项目的研发水平直接相关。

险，因此，本书认为内生性风险是测度新兴技术项目风险的重点。基于此，本书从新兴技术项目内生性风险的角度，提出了新兴技术项目面临的四类重要的风险特征，即信用风险（Credit Risk，简称 CR）特征、技术风险（Technical Risk，简称 TR）特征、市场风险（Market Risk，简称 MR）特征和技术服务风险（Technique Service Risk，简称 TSR）特征，因为技术服务风险重在服务，故本书统称该四类风险特征为新兴技术项目的 CTMS 风险特征。

本书称由该四类风险所张成的四维特征空间为新兴技术项目的 CTMS 风险特征空间，结合偏序空间结构理论，本书构建了新兴技术项目 CTMS 风险特征空间上的风险特征模型。进一步，针对新兴技术项目的 CTMS 风险特征，本书提出了相应的测度方法，由此构建了新兴技术项目的 CTMS 风险测度体系，同时给出了 CTMS 风险测度的流程和实施路径。本书所构建的新兴技术项目 CTMS 风险测度体系是测度新兴技术项目风险的重要内容。

企业信用风险反映了企业的履约风险和融资能力，新兴技术项目的信用风险来自于新兴技术项目的载体（即新兴技术项目企业）的信用风险。为了测度新兴技术项目的信用风险特征，本书采用改进的模糊 ISODATA 聚类算法（IF-ISODATA 聚类算法），给出测度新兴技术项目企业信用风险水平的架构；为了测度新兴技术项目的技术风险特征，本书采用熵值法对新兴技术项目的技术创新能力进行测评，以此刻画新兴技术项目所面临的技术风险特征；为了测度新兴技术项目的市场风险，本书采用模拟技术和交叉熵测度方法对新兴技术项目产品的市场扩散能力和集聚效应进行度量；针对新兴技术项目的技术服务风险特征（指新兴技术项目产品的售后技术服务能力），本书采用定量化和定性化相结合的方法，对新兴技术项目产品的技术服务

代理商进行优选。

伴随着工业现代化与科技创新步伐的快速推进，中国新兴技术的发展正面临着新的机遇与挑战，本书的研究成果将对促进中国新兴技术的发展及新兴技术项目承担企业（以下简称新兴技术项目企业）的健康、有序发展有着积极而深远的理论和现实意义。

本书获得国家自然科学基金项目（70971015、71271043）的资助，可供从事新兴技术管理、项目风险评价的政府部门、金融机构、科研院所、高等学校以及相关企事业单位的教学、科研、技术和管理人员阅读。

除笔者外，课题组的张瑛博士、何应龙博士以及苏州汇誉通数据科技有限公司大数据事业部总监周一懋也对本书的问世提供了帮助与支持，在此一并表示感谢。

由于笔者学识和能力有限，疏漏之处在所难免，敬请读者斧正。

作者

2017年5月

# 目 录

## 1 绪论 / 1

### 1.1 背景与意义 / 1

### 1.2 拟探讨的问题 / 4

### 1.3 本书概要 / 5

### 1.4 主要贡献 / 8

## 2 相关概念解析及文献综述 / 9

### 2.1 相关概念 / 9

#### 2.1.1 风险与风险测度 / 9

#### 2.1.2 新兴技术的概念及主要特征 / 16

#### 2.1.3 新兴技术项目的概念及主要特征 / 19

#### 2.1.4 新兴技术项目的风险 / 20

#### 2.1.5 服务代理的概念 / 24

### 2.2 相关文献综述 / 26

2.2.1 项目风险评估方法的相关研究 / 26

2.2.2 新兴技术项目企业的相关研究 / 28

2.2.3 常见的企业信用风险评估模型 / 31

2.2.4 服务代理商选择问题 / 34

2.3 简单评述 / 40

### 3 新兴技术项目的风险要素与特征 / 42

3.1 新兴技术项目的风险要素 / 42

3.1.1 来自新兴技术项目企业的信用风险 / 43

3.1.2 由技术约束导致的技术风险 / 44

3.1.3 由市场环境约束造成的市场风险 / 46

3.1.4 由新兴技术项目技术服务保障能力不足导致的风险 / 46

3.2 新兴技术项目的 CTMS 风险特征 / 48

3.2.1 信用风险特征 / 48

3.2.2 技术风险特征 / 49

3.2.3 市场风险特征 / 50

3.2.4 技术服务风险特征 / 51

3.3 新兴技术项目的 CTMS 风险特征空间与风险特征模型 / 52

3.3.1 偏序空间结构的概念 / 52

|       |                                            |    |
|-------|--------------------------------------------|----|
| 3.3.2 | 帕累托最优 /                                    | 54 |
| 3.3.2 | 不完全偏序空间结构的概念 /                             | 55 |
| 3.3.3 | 新兴技术项目的 CTMS 风险特征空间 /                      | 56 |
| 3.3.4 | 新兴技术项目的 CTMS 风险特征模型 /                      | 57 |
| 3.4   | 本章小结 /                                     | 58 |
| 4     | 新兴技术项目信用风险的测度方法 /                          | 60 |
| 4.1   | 改进的模糊 ISODATA 聚类算法 (IF-ISODATA 聚类<br>算法) / | 62 |
| 4.2   | 集成粗糙集和 IF-ISODATA 聚类算法的评估步骤 /              | 64 |
| 4.2.1 | 粗糙集的基本概念 /                                 | 64 |
| 4.2.2 | 粗糙集和 IF-ISODATA 模糊聚类的集成算法 /                | 64 |
| 4.3   | 示例分析 /                                     | 65 |
| 4.4   | 本章小结 /                                     | 69 |
| 5     | 新兴技术项目技术风险的测度方法 /                          | 70 |
| 5.1   | 熵的概念 /                                     | 71 |
| 5.2   | 信息熵与熵值法 /                                  | 72 |
| 5.2.1 | 信息熵 /                                      | 72 |
| 5.2.2 | 离散型分布的熵 /                                  | 73 |
| 5.2.3 | 连续型分布的熵 /                                  | 74 |

|       |                          |    |
|-------|--------------------------|----|
| 5.2.4 | 熵值法 /                    | 75 |
| 5.2.5 | 熵值法的计算步骤 /               | 76 |
| 5.3   | 示例分析 /                   | 78 |
| 5.3.1 | 初选指标 /                   | 78 |
| 5.3.2 | 初选指标的筛选 /                | 79 |
| 5.2.3 | 确定熵值、权重和综合评价 /           | 83 |
| 5.4   | 本章小结 /                   | 85 |
| 6     | 新兴技术项目市场风险的测度方法 /        | 86 |
| 6.1   | 交叉熵 (Cross-Entropy) 测度 / | 86 |
| 6.1.1 | 交叉熵的原理 /                 | 86 |
| 6.1.2 | 交叉熵的数学定义及性质 /            | 88 |
| 6.2   | 新兴技术项目产品市场扩散分布的模拟 /      | 89 |
| 6.2.1 | 小世界网络和元胞自动机 /            | 89 |
| 6.2.2 | 交叉熵测度 /                  | 89 |
| 6.3   | 示例分析 /                   | 90 |
| 6.3.1 | 模拟过程 /                   | 90 |
| 6.3.2 | 示例 /                     | 91 |
| 6.4   | 本章小结 /                   | 93 |

## 7 新兴技术项目技术服务风险的测度方法 / 94

### 7.1 基于粗糙集的 A 类技术服务代理商定量化评价指标 / 96

#### 7.1.1 定量化评价指标体系的构建原则 / 96

#### 7.1.2 定量化评价指标的初选 / 97

#### 7.1.3 评价指标的筛选及权重计算 / 99

### 7.2 基于定量化指标的模糊综合评价 / 108

#### 7.2.1 模糊综合评价法的原理 / 109

#### 7.2.2 示例分析 / 109

### 7.3 基于定性化指标的模糊多属性决策 / 113

#### 7.3.1 模糊多属性决策原理 / 114

#### 7.3.2 示例分析 / 117

### 7.4 综合分析 / 119

### 7.5 本章小结 / 119

## 8 新兴技术项目 CTMS 风险测度结果的综合应用规则 / 121

### 8.1 新兴技术项目 CTMS 风险测度的帕累托最优原则 / 121

### 8.2 CTMS 风险测度结果的综合应用原则 / 122

### 8.3 本章小结 / 124

## 9 总结 / 125

### 9.1 本书的主要结论 / 125

### 9.2 本书的不足之处 / 128

## 参考文献 / 129

## 后 记 / 143

# 1 绪 论

## 1.1 背景与意义

新兴技术（Emerging Technology，简称 ET）是具有新技术特征，反映了科学技术领域中具有开拓性和实验性的创新技术，是引领社会经济发展和现代化建设的重要驱动力。自 20 世纪 90 年代以来，全球范围的技术创新和变革方兴未艾，世界各国特别是发达国家在加快经济发展步伐的同时，都加强了新兴技术设备和产品的研制，产品的新兴技术含量不断提高。就当前世界科技发展的格局来看，欧美发达国家之所以成为科技强国，抢占了科技发展的先机，其重要原因就是其技术创新能力和科技发展水平占有领先甚至几乎垄断的地位。因此，一些国家已把大力发展新兴技术，抢占技术优势，作为提升综合国力和争夺发展主动权的重要举措。新兴技术和技术设备的整体水平，已经成为各国现代化发展水平的重要体现。

新兴技术对于中国经济发展和现代化建设有着特殊的战略意义。自 20 世纪 90 年代以来，互联网、电子信息技术、纳米技术、生物技术等新兴技术代表了最先进的生产力，成为引领中国社会经济持续发展的重要驱动力。新兴技术产业的崛起正在

成为我国科技和经济发展的新亮点，但其发展也面临着新的机遇与挑战。我国国民经济支柱之一的高科技产业，无疑肩负着大力发展新兴技术、促进我国科技现代化发展的历史使命<sup>①</sup>。当前，新兴技术不仅在经济建设和现代化发展中起到举足轻重的作用，在国防、核工业和航天航空等领域的应用也越来越广泛。如何适应世界科技发展和变革的趋势，实现现代化的跨越式发展是当前我国面临的重要问题。具体来讲，如何加强以新兴技术为核心技术的元器件研发、设计与系统仿真、系统集成、试验验证、考核评估等科研、生产系统和核心基础软件开发环境的建设？如何加强和引导科技自主创新能力？这些问题是实现我国科技现代化战略的基础。因此，实现“以新兴技术促进科技强国”的战略目标还任重道远。实施科技强国战略、提升综合国力的迫切要求是：大力发展新兴技术，提高我国新兴技术项目研发和科学管理水平，加快我国现代化发展的步伐。

当前，中国的产品市场具有制度文化方面的独特性，其规模效应、社会网络效应是一般国家难以企及的。一旦新兴技术与我国产品市场成功对接，将会在短时间内创造出规模巨大、利润可观的新兴技术项目产品的市场，为新兴技术项目企业<sup>②</sup>提供广阔的发展空间。

根据中国的国情，新兴技术项目是指依托新兴技术而展开的科技项目，包括研发、产品设计、生产、经营和市场销售等多个环节。新兴技术项目企业（ETPE）是指承担新兴技术项目的企业，其特征是将项目的研发、产品生产、经营和销售置为

---

① 新兴技术带动了工业现代化的发展，同时工业现代化又促进了新兴技术的发展，因此，提高新兴技术项目的研发和应用水平是我国实现工业现代化的重要战略举措。

② 新兴技术项目企业指承担新兴技术项目的研发任务，并将新兴技术项目进行商业化运作的企业。

一体,企业的经济活动主要依托某一个或几个新兴技术项目而开展。迄今为止,无论是从项目承担企业的研发能力、承担企业的履约及融资能力、项目产品的市场需求,还是从项目的评估方法来看,现行的科研项目评估体系几乎没有体现出新兴技术项目的风险特点,更缺乏系统、科学的新兴技术项目风险评估体系。因此,研究和制定新兴技术项目的风险测度体系和管控方法,对科技管理部门而言已迫在眉睫。值得一提的是,大型的新兴技术项目(含攻关项目)主要由国家财政全额投资或部分出资,通常属于国家或地方建设急需的新技术研制和生产的项目,并由有关部委或省市科技主管部门负责项目的立项、实施及验收等全过程管理<sup>①</sup>。在国家财政投入的新兴技术项目的管理过程中,目前依旧保留着非常浓厚的计划经济色彩,科技项目<sup>②</sup>评估的原则和依据主要是国家或地方科学技术的发展需要,项目评估的原则与依据很少考虑到项目在研发和实施过程中面临的风险。

本书是新兴技术项目风险管理领域的系列图书。本书从新兴技术项目面临的主要风险特征和测度方法着手展开了一系列的探讨,并且提出了一些新的观点和方法。本书对识别新兴技术项目的价值和风险,改善新兴技术项目的投融资环境,拓展新兴技术项目风险测度的方法体系,促进我国新兴技术产业的发展,均具有重要的学术价值与现实意义。

---

<sup>①</sup> 例如,2004年3月1日中国电子科技集团公司(CETC)挂牌成立,该集团公司成员单位所申报的新兴电子类技术项目均由国家相关部委负责立项、实施及验收。

<sup>②</sup> 以下所提及的科技项目均包括新兴技术项目。