

金融投资丛书

风险度量原理

姜青舫 陈方正 著

(国家社会科学基金项目)

同济大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

风险度量原理/姜青舫等著. —上海:同济大学出版社,2000.8

ISBN 7-5608-2149-9

I. 风… II. 姜… III. 风险分析 IV. C934

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 26270 号

金融投资丛书

风险度量原理

作者 姜青舫 陈方正

责任编辑 张智中 责任校对 徐 栩 装帧设计 陈益平

出版 同济大学出版社
发行 (上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)
经销 全国各地新华书店
印刷 同济大学印刷厂
开本 850mm × 1168mm 1/32
印张 11.5
字数 324000
版次 2000 年 8 月第 1 版 2000 年 8 月第 1 次印刷
书号 ISBN 7-5608-2149-9/F·219
定价 22.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换

内 容 速 览

由金融、投资及其相关领域引出的风险度量问题至今仍未得到真正解决.它目前涉及到怎样理解风险概念,怎样界定风险度量目标和范围,怎样导出行为人的效用函数等.本书基于人与风险之间的关系,考察和分析现实中的风险现象,总结并归纳出关于风险的若干特有属性,据此给出了符合科学要求的风险定义;在此基础上对风险度量的目标和范围进行了严格界定;通过系统描述风险决策行为,研制出分别定义在损失与收益两个集合上而又有确定效用函数与之对应的**多阶风险偏好与投机偏好**数学模型,将迄今所见的风险偏好行为一并纳入一致性定量表述的逻辑结构中,由此导出了一种严格而又符合真实性的风险度量.

本书可供金融工程、金融数学前沿领域的研究工作者参考,也可供大专院校管理科学、运筹学、应用数学等专业的师生和研究生参考,并可作为研究生阶段教材.

目 录

引言	1
第一章 风险现象	14
§ 1.1 风险及其影响	14
§ 1.2 困难的风险处理	17
§ 1.3 风险现象及其规律	20
§ 1.4 需要一门科学的风险理论	24
第二章 风险研究的主要问题及其目标	26
§ 2.1 概述	26
§ 2.2 传统归纳法的弊端	27
§ 2.3 四种不同的风险理解	30
§ 2.4 一般风险概念形成条件	33
§ 2.5 风险研究的目标	36
第三章 风险本质与风险定义	44
§ 3.1 作为一种思维形式的风险概念	44
§ 3.2 风险的特有属性和本质属性	46
§ 3.3 风险定义	49
第四章 风险的数学表述与风险计量问题	53
§ 4.1 一般风险集	53
§ 4.2 风险分布的评定	58
§ 4.3 风险与概率分布集	65
§ 4.4 风险计量及其重要性	69
§ 4.5 风险计量问题的提法	71
§ 4.6 三种可能存在的风险度量	73
第五章 Markowitz 理论和其他理论的问题及目前风险 研究的焦点	77

§ 5.1	风险评价与选择的 portfolio selection 问题	77
§ 5.2	Markowitz 理论	80
§ 5.3	投资组合选择	82
§ 5.4	风险的方差度量	87
§ 5.5	经济概念与数学概念的混淆	89
§ 5.6	“均值-方差”优劣原理的缺陷	92
§ 5.7	“均值-方差”替代原理的理论性错误	99
§ 5.8	方差与风险的同义反复	103
§ 5.9	其他风险度量研究及进展	105
§ 5.10	目前风险度量研究的焦点	108
第六章	风险计量的公理方法与风险度量函数的存在性	115
§ 6.1	风险计量的特殊性	115
§ 6.2	风险计量的公理化	117
§ 6.3	风险度量的存在性公理	119
§ 6.4	弱序 \leq 和 \leq 的导出关系	123
§ 6.5	风险度量函数的存在性	125
第七章	风险度量函数的线性性质	133
§ 7.1	连续性公理的等价表述	133
§ 7.2	独立性与线性风险度量函数公理系统	135
§ 7.3	风险度量函数的线性性质	137
第八章	损失结果集 L 上的险度函数	146
§ 8.1	损失分布与收益分布	146
§ 8.2	险度函数 $h(p)$ 的单点变换	149
§ 8.3	与 \mathcal{P} 中 h 相容的 L 中的险度函数	152
§ 8.4	集合 L 中损失结果值的危害性度量问题	158
§ 8.5	期望损失悖论	161
§ 8.6	关于导出集合 L 上险度函数 h 所涉及的两类问题	165
第九章	风险偏好特性	167
§ 9.1	行为人风险反应的潜在心理特性	167
§ 9.2	行为人风险偏好特性类型	170

§ 9.3	损失分布当量系数 θ 与行为人风险偏好特性	175
§ 9.4	行为人风险偏好特性的鉴别	179
第十章	定常风险偏好特性险度函数	182
§ 10.1	定常风险偏好特性险度函数的导出	182
§ 10.2	定常风险偏好特性险度函数 h 的 两种形式及其参数确定	188
§ 10.3	偏好特征母函数 G 的基本性质	193
§ 10.4	险度函数 h 的凹凸性与风险偏好特性水平	201
§ 10.5	标准险度函数与度量系统的等效变换	204
§ 10.6	定常风险偏好特性险度函数表	211
第十一章	可变风险偏好特性与险度变差	213
§ 11.1	可变风险偏好特性的数学表述	213
§ 11.2	递减风险偏好特性案例	215
§ 11.3	递减风险偏好特性变化规律	219
§ 11.4	风险角逐险度变差递减律	224
§ 11.5	风险规避险度变差递增律	232
第十二章	二阶和多阶风险偏好特性险度函数	238
§ 12.1	二阶风险偏好特性	238
§ 12.2	二阶风险偏好特性险度函数及其引出的数学问题	241
§ 12.3	函数 G 产生的数学结果	247
§ 12.4	幂组合函数分式结构方程组解的存在性问题	254
§ 12.5	二阶风险偏好特性结构方程组解的唯一性与险度函数的 导出程序	259
§ 12.6	多阶风险偏好特性及其险度函数	268
第十三章	投机偏好特性及其价值函数	273
§ 13.1	投机偏好特性	273
§ 13.2	定常投机偏好特性及其价值函数	278
§ 13.3	可变投机偏好特性与价值变差	282
§ 13.4	二阶投机偏好特性价值函数	285
§ 13.5	多阶投机偏好特性及其价值函数	291

第十四章	风险度量	294
§ 14.1	风险度量标准	294
§ 14.2	风险综合评价度量概念	296
§ 14.3	风险度量的规范条件	299
§ 14.4	风险 p 的标准化与风险度量类	302
§ 14.5	一类风险度量	307
§ 14.6	二类风险度量	309
§ 14.7	三类风险度量	313
§ 14.8	四类风险度量	318
附录 I	有关定理的数学证明与讨论	326
附录 II	含随机变量参数幂和函数构造的非线性方程组解的 存在性、唯一性及其算法	339
附录 III	φ_* 值表	351
参考文献	356

引 言

摆在读者面前的,是一本关于风险的理论研究的著述.但在介绍这一研究及所获成果之前,作者却想先谈谈与此无关的另一领域的话题,这个领域便是理论物理学.

人类科学发展历程最辉煌的时期,无疑要算即将过去的 20 世纪.这个世纪三项最伟大的科学成就,有两项属理论物理学——相对论与量子力学.尽管它们当中的每一项都足以改变我们生存的这个世界,但就对人类思想所产生的影响看,相对论却不能与量子力学相比^[1].对今天一切已知的事物而言,量子力学是关于基元过程唯一逻辑一致的理论.它对大量现象(从原子物理、固体物理到化学现象等等)的预言赢得空前惊人的成功,其意义已经超出了物理学范围,甚至超出了自然科学范围.

量子力学及其理论堪称科学思想智慧的顶峰.在科学史上,还不曾有过一种理论能够像量子力学那样对人类思想产生如此深远影响.而最令人惊异的,是它居然确立了与我们长期坚持的决定论相悖的另一种哲学思想.N. Bohr 把量子理论的核心称为 Complementarity.这里 Complementarity 直译成中文为**互补性**,我国物理学界多将其译为**并协性**.后者可能更贴切.所谓并协性,是说对某一现象的描述若需要使用两个互斥的概念或理论,且对描述的完备

[1] 相对论的创始人 A. Einstein 至今在科学史上的影响仍大于量子力学及其理论体系的几位创始人如 N. Bohr, W. Heisenberg, E. Schrödinger, J. von Neumann 等人,但后者开创的学科由于确立了一种新的哲学和世界观而被认为对人类思想有更为深远和广泛的影响.

性而言二者均必不可少,那么它们之间必将满足一种所谓**相反相成的新型逻辑关系**^[2],从而人们必须按**非决定论**方式来对待这种不能同时考虑却又都得使用的概念或理论.并协性作为一种已获检验的理论,它证明,整个经验世界在本来意义上没有一个统一映象,一切已知事物归根结底要用两种互斥概念或理论才得以完备描述.科学家由此相信它代表着一种所谓**终极真理**的哲学思想,并且预示了人类试图按**决定论**安排事物变化进程这一永恒目标的终结.

即将过去的这个世纪的确演化了一段值得人类必须深刻反省自己的历史,这种重新认识自己的需要有史以来还不曾有过.大规模核武器的制造和威胁,电子计算机进入人类生活各个领域,太空探索和克隆技术,此起彼伏的金融危机,美国总统绯闻案以及其他一些重大事件,使得人类预感到所生存的这个**世界原先起决定性作用的那些力量和因素正在改变或已经改变**.现实太多的困惑,未来太多和太大的不确定性.所有这些已经不是所熟悉和曾一直有效的手段或方式能够对付得了的.历史演进需要一种新的哲学.这种哲学应当是 21 世纪人类世界观的基础.

本书无意讨论现代科学与哲学.就风险研究这一论题,其所受到的较多关注依然来自经济学和金融学,而其方法则归属管理科学^[3],与物理学包括量子力学尚无什么联系.而从其目前所提出的问题看,也不能与自然科学前沿问题相比.然而,有一点或许会引起许多正热衷于从事非确定性现象前沿研究的科学家们注意.

[2] “相反相成”是 N. Bohr 用于表述并协性的象征性语言,它源于拉丁谚语.

[3] 指与 Operational Research(运筹学)同一的 Management Science. 自 1996 年起,美国运筹学会(ORSA)与管理科学学会(TIMMS)正式并为一个学术团体 INFORMS.

这就是:如果你想知道的不仅仅是非确定性的统计规律,而且也是非确定性的作用及影响效应,那么,你就会认为还有必要建立另一种并行的理论,可称之为**非确定性价值测度理论**.而风险及其度量的研究,很可能就是这一理论的核心.

历史地看,风险研究提出的问题,从一开始就极具挑战性.其中未必没有可供长期采掘的重大科学问题.众所周知,量子力学放弃因果关系而遵循统计规律,它的基础是概率.而概率论的创始人之一 D. Bernoulli 虽未曾料到概率概念后来成了量子力学自然法则的构成基础,却在他那个时代发现了概率所引致的关于非确定性价值判定关系的重大问题^[4].他对**圣彼德堡悖论**的研究一直影响至今^[5].到了 20 世纪 20 年代,年轻的天才数学家和哲学家 F. P. Ramsey,首次提出了非确定性条件下人类选择和判断的公理系统轮廓和要点^[6].1944 年,当代最有影响的数学家,也是历史上最重要和最有影响的量子力学形式体系的创建者 J. von Neumann 涉足非确定性价值测度领域,正式创立了可作为此后风险研究基础的**期望效用理论**^[7].

风险研究与量子力学虽无直接联系,但二者在数理逻辑上却

-
- [4] 即数学期望不能一般地作为随机变量体现的事物所起作用大小的量度.
- [5] 圣彼德堡悖论是概率论早期思想中有重要科学价值的问题之一. D. Bernoulli 1738 年发表了一篇至今 200 多年来一直著称于世的论文,它是关于货币效用思想的最早研究. 参见 D. Bernoulli (1738).
- [6] 指 F. P. Ramsey 发表于 1931 年的“Truth and Probability”一文,参见本书 § 3.3 中有关内容或 38 页脚注[5].
- [7] 指 J. von Neumann 和 O. Morgenstern 在数理经济学上的划时代巨著“The theory of games economic behavior.”参见 J. von Neumann and O. Morgenstern(1947).

免不了有些缘份。这里的牵线搭桥者，自然是刚提到的 von Neumann。作为一名学者，von Neumann 是 20 世纪唯一能在若干重大领域同时取得划时代成就的科学天才^{〔8〕}。他的量子力学形式体系由五条公理组成，而他的可测效用公理系统则为三条公理。两者虽表述着不同范畴的问题，逻辑上却存在着相同背景；它们的中心问题均涉及测量，共同使用的基本概念是概率。所不同的，是 von Neumann 为量子力学创建的公理系统很快为物理学家们理解、掌握和应用，并作为其数理逻辑基础在此后量子理论的建立和发展中发挥了重要作用。理论物理学界一致推崇 von Neumann 的贡献。而他为经济学建立的可测效用公理系统，至今过去了半个世纪，除了得到数理经济学家的理解外，一直被束之高阁。以至于到了世纪之末，我们仍要在此谈论什么是风险，怎样理解风险和解释风险，风险能不能度量等一类低级话题。比起物理学等一类自然科学来，经济学显得实在是有些悲哀。

善哉！以上从量子理论谈到哲学，再从哲学谈到社会、经济，转着圈子绕到了风险研究，而最后却终于经济学的悲哀。然而我们还是不能就此打住，因为就这样结束太令人丧气。其实，这些看似不伦不类的话题，亦古亦今的圈点，却预示了许多混沌中将要萌发的理性和生机。而对经济学相关领域的研究，特别是诸如非确定性或风险一类现象的研究而言，我们事实上已经弄清了以下两个问题：

1. 20 世纪显然已经把持续进步了 500 年的人类近现代科学推向了高点。如同一切事物的发展都呈波浪式形态一样，科学进程也需要调整。21 世纪的人类将处在一个消化、应用已有的前沿科学理论并将其渗透到一切适用领域而形成新的世界观的时代。由

〔8〕 J. von Neumann 至少在以下几个领域同时达到了当代的顶峰：现代数学、量子力学理论、计算机科学、数理经济学，等等。

于人类大脑的相同结构决定了其所产出的知识应该具有整体性,因此没有一门基于理性的学科有权拒绝当代科学前沿已获检验的理论的指导作用。一个领域每当遇到难题甚至出现危机,一般都能从这种理论指导中得到解脱并产生转机。就经济学目前状况而言〔9〕,接受这种理论指导比单纯模仿自然科学研究方法还要重要。那种以为在经济分析中引进数学方法和模型便能解决问题的想法是幼稚的,它同考虑经济问题而完全拒绝任何使用数学方法的分析一样令人不敢恭维。

2. 风险现象涉及的问题目前大多属经济学问题,故就风险研究的过去和现状看,接受以上所说科学前沿的理论指导更加刻不容缓。固然,目前基础性的工作还轮不到产生两种不可约化而都能有效地解释风险现象的理论需要互补,但从诸如并协原理或量子测量的思想中能够得到的方法论的启迪决非可有可无。特别是在量子力学领域成功地使用了公理方法和测量观念的 von Neumann,又在以风险现象为主要特征的非确定性经济学领域使用公理方法建立效用测量理论后,我们再无视这种理论指导作用便只能说明自己的愚蠢。常识告诉我们,沿着 von Neumann 的思想做下去,解决目前我们仍深感困惑的问题,其成功的概率将会很大。

本书介绍的作者关于风险理论及风险度量的研究工作,正是在上述两种想法下完成的。尽管与建立完善的关于风险理论的学科体系尚有距离,但已做的一切却算得上是一个良好的开端。

〔9〕 中国大陆近些年热衷于引进西方经济学,这从解决某些问题的实用角度看是必要的和可行的,但作为经济学的主流,这门学科虽有长达 200 年的历史,其学术水平却相当有限,其研究方法有严重缺陷。除数理经济学外,经济学从整体上与科学要求尚有不小距离。

凭心而论,在学术界或科学界,经济学的形象一直欠佳.诺贝尔经济学奖^[10]自1969年至今已颁发三十届,虽为其赢得一定声誉但却未赢得多少学术尊严.但尽管如此,这个学科及其实践领域仍然为我们提供了不少具有科学研究价值的素材和课题.特别是近些年来,随着全球市场一体化趋势加剧,在地球资源日益匮乏的条件下,企业竞争及利润争夺愈演愈烈.各国政府和企业纷纷挥舞金融大棒,国际资本市场和银行业务竞争剧烈.在前所未有的高效和快捷的电子化交易手段下,市场参与者财富增值的机会和财富损失甚至破产的风险均空前增大.金融震荡此起彼伏,局部甚至全球性金融危机不时发生.这一切,都使得认识非确定性对经济的影响,不仅在理论上、而且也在实践需要上成了极具研究价值的课题,也使得风险现象的认识和研究很快引起了科学界的注意^[11].

从防范风险和对付风险的要求看,怎样对所说风险予以识别和衡量至关重要.而怎样量度风险之大小以便采取正确的对策,则成了问题的核心.

风险能不能测量,若能,又该怎样测量?这个问题谈论了许多年,其实它的答案仅仅取决于能否找到一个合适的度量,称作**风险度量**,依靠它,可按不同需要用于计量各种情形下风险影响及其作用的大小.

虽然风险度量的科学理论与方法迄今尚未建立,但出于实用需要却曾有过许多被认为已在实践中得到应用的风险度量.资料

[10] 指1968年由瑞典中央银行在300周年时为纪念诺贝尔本人而设立的奖金.全称应为“纪念诺贝尔之经济学奖”.由瑞典皇家科学院委任组成的经济科学委员会评定.每年一届.

[11] 中国学术界在这一研究领域基本上是空白.但科学界不乏有识之士.1996年,国家自然科学基金发布“九五”首批重大项目申请指南,把金融及其风险研究列为十个重大项目之一.

显示的这类度量多达十几种^[12]。可惜的是,其中没有一种能真正地用于计量风险的大小。包括诺贝尔经济学奖获得者、美国人 H. M. Markowitz 和 W. F. Sharpe 等人首创并长期使用的方差度量及其改进的度量,也属这类实际上应当被否定的度量^[13]。造成上述情况的原因很多,但以下两点是基本的:

1. 把本应成为不折不扣的科学概念的风险,视同于经济学中常使用的一些简单概念,以至于长时间以来都在含混不清的所谓风险概念下来考察和研究其实并不知其为何物的风险。对经济学和金融学有较多了解的人都清楚,此类学科过去和现在都在使用着对经验事实的直接观察和归纳的研究方法。这几乎是这一领域讨论问题和分析问题的唯一方法。须知,这种寻常逻辑的使用在通常情况下有效而在特定情况下却会失灵。正是这种简单归纳逻辑的局限,使得研究者没有能力在真正超越实体概念和绝对概念的更高层次上来理解风险。

风险不是一个直观的概念。它的特有属性,尤其是决定性的特有属性即本质属性,都不是显而易见的。它不像经济学过去常讨论的那些实体对象,例如利润、亏损等概念,能够在经营者头脑中产生鲜明印象,因而容易对之作出准确解释和定义。它虽长期存在于人们头脑中,甚至存在于人们的通常观念中,但却不会自动生成概念明晰的映象。在这种意义上,风险是不能通过所谓解释而得到定义的。它应当通过构造一种新的思维形式才能得到定义。可以这样说,迄今经济学或金融学关于风险的解释没有一种是准确的,所见

[12] 这还不包括实际业务部门使用的度量。H. Levy 在 1992 年一篇综述文献中列举的学术界曾提出使用的风险度量就有四五种之多。其他文献也介绍过另一些不同的度量。参见本书第五章的讨论以及 H. Levy(1992)。

[13] 参见本书 § 5.1—§ 5.8。

到的若干种对风险的定义无一能合乎其真实概念的要求,都是由于没有或不懂得构造这样一种有效的思维形式所造成的.在这种情况下,也就很难甚至不可能对风险及其度量做出有价值的研究和讨论.

2. 迄今的大多数研究均把风险误以为是独立于行为的一种纯粹客观的事件或对象,因此都在试图找出一种与人的偏好属性无关的度量用以计量风险大小.然而,如果事情本不是这样则所有努力都将白费.迄今研制的风险度量,包括 Markowitz 的方差度量及其改进的均半方差(mean semivariance)度量、平均基尼(mean Gini)指标等等,均有意或无意地在上述错误前提下考虑风险度量问题,故终因不可能绕开人的偏好问题而导致诸多无法解决的矛盾,有的甚至自相矛盾.这样,它们不可能成为真正合理的风险度量也就是很自然的了.

从本质上看,风险度量问题应是一个关于测量的理论与方法问题.须知,测量概念及其理论在科学上绝不是简单的.人类思想的理性,在本来的意义上,无非是为了在主观世界与客观世界的相互作用中,能够保证人按自身需要而始终对客观事件或对象的影响和作用做出准确判断或评估.当客观事件或对象包含的主要因素体现为量的属性,则人类判断将主要依赖于测量.在这种意义上可以说,测量是人类思想理性的基础^[14].

不过,风险度量所涉及的测量理论还不可能是很深奥的.人的偏好卷进风险构成要素而一并成为计量对象,如今不应存在逻辑

[14] 按照著名物理学家 N. Campbell 的说法,整个物理学都是关于测量的科学.事实上,现代科学技术取得的任何一项重大进展与成就,均直接或间接地与测量有关.参见 N. Campbell, *An Account of the principles of measurement and calculation*, Longmans and Green, London, 1928.

上的困难.这是因为量子力学的测量理论事实上已洞穿了过去和现在关于一切已知事物在测量方面的难点.而从根本上解决这些难点并开创了现代测量理论的,不是别人,正是与风险研究有缘、已为非确定性经济现象奠定了分析基础的 von Neumann.

涉及人的偏好的风险度量问题,与涉及观察者心智与意识的量子测量问题,两相比较,二者难度不可相提并论;前者比之后者,只是小巫见大巫.

按照 von Neumann 理论,一个完备的、逻辑一贯的测量理论必须涉及人类意识.当观察者与被观察的对象相互作用时,此种相互作用过程并不发生在世界的被观察部分,无论想象观察部分与被观察部分之界限多么深入观察者的身体,二者也是不可约化的.此种相互作用只能发生在观察者的意识中.因此,一次完整的测量必将包括观察者意识.这一测量观念既是量子力学公理化表述的顶峰,也是迄今几乎所有测量理论的构架.

显然,比起刻划观察者的意识来,人的偏好卷进风险度量在逻辑上要简单得多.在风险行为中,此种偏好毕竟还是被观察的对象.因此,对包括行为人偏好在内的风险进行测量,虽不排除存在着许多技术上的困难问题,但却不存在逻辑上的障碍.

本书是作者就风险度量问题所做研究工作的阶段性成果.这项工作曾得到国家社会科学基金立项资助.已获结果包括以下四个方面:

1. 建立了一个可行的风险分析与度量的理论构架.与国际上已有的关于风险及其度量的研究相比,本工作提供的理论结构,可算是一个逻辑严谨且能自治和自治的系统.它由四个部分组成:基本要素及思维形式,逻辑基础与分析结构,推理系统及演绎程序,结果陈述.

前面已经提到,风险研究长时间来之收效甚微,原因之一,当是始终没有找到可供分析论证且能反复使用的基本思维形式即要

素.这便是全面刻划特有属性尤其是本质属性的风险概念、定义及其形式.本工作引入风险现象一词,并通过对此类现象的反复观察、分析和综合,首次归纳出迄今所见各种风险共有的三项特有属性:行为过程**隶属性**、潜在损失**危害性**和利害互应**并协性**.其中决定性的特有属性即本质属性是潜在损失危害性.由此可将风险严格定义为具有以上特有属性的一种具有**演化潜能**的事件或状态,简称**事态**.它不可能通过普通变量的数学形式来表述,它的数学形式是**分布**,即本书所称的**风险分布**.在我们的理论中,风险分布将是一种作为推理起点并可供反复使用的基本思维形式.在其基础上,赋予已可作为特定讨论对象的**风险分布集**一种分析结构^[15],据此,数学分析的一套方法便可用于其中.通过对行为主体偏好特性的系统描述,以及使用本工作首次研制的几种数学方法,便可演绎出适用于不同行为人的风险度量系统.

2. 在分析风险特有属性的基础上,明确了对风险的所谓计量,实际上是按照防范和对付风险的需要而对风险的相关属性进行分析和测量.以往研究大多从抽象的而实为含义不明的大小关系上来一般化讨论风险度量问题.与所有其他研究均不相同,本工作按照风险度量问题的准确提法,导出全部可能的风险度量关系不止一种而是三种,即风险的损失危害度量、投机价值度量和综合评价度量.与此相应的三种度量函数作为成果也一并获取.它们是**险度函数**(h)、**价值函数**(v)和**组合函数**(R).这三种函数将在三种不同但有关联的度量关系中,分别担当各可能类型的风险测量.

3. 将行为主体的偏好按其属性分别定义在损失分布集和收益分布集上,首次获得了在理论和应用上均有重要意义的两类不

[15] 指可分度量空间的拓扑结构.参见本书 § 6.3, § 6.4 和 § 7.1 的讨论.