



纽约华尔街股票交易所的繁忙景象

# 金融海啸与金融数学

吴立昕

07-08年发生的全球金融海啸使得投资组合、金融衍生品、次级贷款等稍显专业的词汇一时间成为了坊间酒肆的流行语，而作为推动这一系列金融投资行为的理论基础之一——金融数学，也吸引了人们更多的关注。金融数学又称金融工程，是一门用数学方法研究金融投资理论的学科。在金融衍生产品（又称衍生工具）蓬勃发展的上世纪九十年代，金融数学开始进入美欧一些大学的数学或工程学系。金融数学专业人才的培养以硕士学位为主，毕业生的就业去向集中在投资银行、对冲基金和证券公司。由于其诱人的就业前景，

金融数学迅速成为了各大学炙手可热的专业。即便是在金融海啸发生之后以及余波未平的近两年，与美欧诸多金融机构元气大伤、金融产品备受诟病的情形不同，金融数学的行情倒是“一路看涨”，在中港两地，过去一二年中报读金融数学专业的人数一直在持续增加。

从理论的角度看，金融数学是介于金融与数学之间的一门交叉学科。它的核心是金融学科中的资产定价理论。由于金融数学广泛和深入地应用了概率论、随机分析、随机控



哈里·马克维茨 (Harry Markowitz) 获得 1990 年度诺贝尔经济学奖。



马克维茨 (Markowitz)



默顿 (Merton)

从应用的角度看，金融数学学科大致有三个分支，分别为投资组合理论、衍生产品定价理论和风险管理理论。它们对数学工具的依赖也有差异。

制理论、偏微分方程和数值分析等数学分支理论，它在金融学领域中独树一帜。从应用的角度看，金融数学学科大致有三个分支，分别为投资组合理论、衍生产品定价理论和风险管理理论。它们对数学工具的依赖也有差异：投资组合理论倚重随机最优控制理论，衍生产品定价理论则较依赖随机分

析，而风险管理理论的核心内容是概率论和统计学，同时它还要利用前述两个分支的理论结果。

## 投资组合理论

投资组合理论由哈里·马克维茨 (Harry Markowitz) 于 1952 年开创<sup>[3]</sup>，他也因此荣获了 1990 年度的诺贝尔经济学奖。

1927 年 8 月 24 日，马克维茨出生于美国伊利诺伊州的芝加哥。尽管研究经济学并非他的童年梦想，但他 18 岁

时还是选择了芝加哥大学经济系并在两年后获得了学士学位。此后的 1950 年、1952 年，马克维茨在芝加哥大学连续获得了经济学硕士、博士学位。他最感兴趣的是不确定性经济学（当然，微观经济学与宏观经济学他也学得很好），特别是冯·诺伊曼-摩根斯坦及马夏克关于预期效用的论点，弗里德曼-萨凡奇效用函数以及萨凡奇对个人概率的辩解。马克维茨所创立的期望-方差 (Mean-Variance) 问题被认为是离散时间下投资组合理论的代表，其研究在今天看来无疑是金融经济学理论的前驱，这一工作也因此被誉为“华尔街的第一次革命”。

投资组合理论如今已经是一个硕果累累的学科，并已广泛应用于各资产管理机构。除马克维茨的学术贡献外，在连续时间理论方面，罗伯特·默顿 (Robert Merton) 于 1969 创立的最优投资-消费问题成为投资组合理论的代表<sup>[4]</sup>：

$$\max_{c_t, x_t} E \left[ \int_0^T e^{-\delta s} u(c_s) ds + e^{-\delta T} u(W_T) \right].$$

在上式中， $E$  代表期望， $T$  代表投资-消费期限， $W_t$  代表  $t$  时刻的财富， $c_t$  代表  $t$  时刻的消费， $u(c)$  是效用函数（或幸福函数），而  $\delta$  则是折现率。在任何时候  $t$ ，投资人（兼消费者）



罗伯特·默顿（左，1997年诺贝尔经济奖得主）和Eric Maskin（左三，2007年诺贝尔经济奖得主）等在论坛上。

要选择消费额  $c_t$ ，并按比重  $\{1-\pi_t, \pi_t\}$  将余下的财富分别投资到一个股票组合和活期存款中。假设股票价格的变化服从几何布朗运动，我们可以直接推导出财富  $W_t$  应服从的过程：

$$dW_t = [(r + \pi_t(\mu - r))W_t - c_t]dt + W_t\pi_t\sigma dB_t.$$

这里  $r$  是短期利率， $(\mu, \sigma)$  是股票组合的预期回报率和波动率， $dB_t$  是布朗运动的增量。效用函数要反映投资人的幸福感随财富增加，但增幅递减的常规，直观上它表现为一个凹函数 (concave function)。当我们的效用函数是常用的“相对风险厌恶函数”时，

$$u(x) = \frac{x^{1-\gamma}}{1-\gamma}, \quad 0 \leq \gamma < 1,$$

默顿问题有简洁的解析解。默顿问题至今已经有许多推广，包括采用其它效用函数（甚至非凹非凸函数）允许交易征费、允许参数随时间变化、允许破产等等。

默顿 1944 年 7 月 31 日出生于美国一个名叫哈斯汀

小镇，这个位于纽约郊外的小镇在当时人口不足 8000 人，但却聚居了一批诺贝尔奖的获得者。默顿从小就显示出了对货币和财务问题的兴趣。1966 年，默顿毕业于哥伦比亚大学工学院并获工程数学学位，一年后又获得了加州理工学院应用数学硕士学位。在加州理工学院学习期间，默顿产生了将他感兴趣的金融学与数学分析结合起来的想法。“我想如果一个人能对经济学做出贡献，那么他将有可能影响亿万人的生活。”正是要在经济学上有所建树的决心使默顿于 1968 年在麻省理工学院经济系开始了他的学术生涯，并成为保罗·萨缪尔森的学生及助手，共同研究认股权证定价理论。默顿事后回忆，研究生阶段是他效率最高的时期。

1970 年从麻省理工学院毕业的默顿经老师莫迪格莱尼的大力举荐而留校，在斯隆管理学院教授金融学。在斯隆学院的 18 年里，默顿保持了高效的工作状态，发表了大量的学术论文，对基础研究贡献巨大。1988 年，默顿接受了哈佛大学商学院的职位，并于 1998 年成为该院的约翰和纳蒂·麦克阿瑟荣誉教授。

在斯隆学院，默顿结识了布莱克 (Fischer Black, 1938 年 1 月 11 日 -1995 年 8 月 30 号) 和日后与他同年获诺贝尔奖的斯科尔斯 (Myron S. Scholes, 1941-), 三位天才携手合作, 共同推动了期权定价理论的研究进程。



布莱克 (右) 和斯科尔斯

布莱克是美国经济学家, 著名的布莱克 - 斯科尔斯模型的提出者之一, 他的一生充满传奇色彩。布莱克从没接受过系统的金融和经济学教育, 却在几年之内创立了现代金融学的基础。他在生活中处处规避风险, 却在学术研究和商业实践中主动寻求挑战。他轻松地获得了 (最起码在其他人的看来是这样) 芝加哥大学和麻省理工学院的终身教授头衔, 却又主动放弃, 再次投身到金融衍生品革命的大潮。他频繁地在象牙塔和华尔街之间穿梭、游弋, 理论与实践的转换在他的手里竟然是如此地容易。他与斯科尔斯和默顿共同创建了迄今为止最经典、应用最广、成就最高的模型: 布莱克 - 斯科尔斯期权定价模型。这一模型提供了人们计算选择期权价值的基本概念, 在今天已经成为全球金融市场的标准模型。在布莱克因病去世一年后, 诺贝尔基金会将经济学奖颁给了他的两位合作者, 布莱克终未获此殊荣。

## ■ 衍生产品的定价理论

衍生产品的定价理论起源于布莱克和斯科尔斯及默顿于 1973 年所开启的无套利定价理论 [1][5]。作为社会科学界最成功的理论之一, 无套利定价理论为其后三十多年金融衍生产品的普及奠定了理论基础。衍生品定价理论的核心是构造一个定价测度, 也称为风险中性测度。可以证明, 一旦有了这个定价测度, 衍生品现时的价格就是其 (经折现后的) 到期日的价格的期望值。让我们举股票期权为例。以  $S_t$  为  $t$  时刻的股票价格,  $T$  为期权的到期日,  $r$  为市场的短期利率,  $f(S_T)$  为到期日的合约价格函数, 则  $t$  时刻的期权价格 (即期权金) 由下式给出:

$$V(S_t, t) = E^Q \left[ e^{-r(T-t)} f(S_T) | S_t \right].$$

“对冲”是定价理论的一个重要概念。期权的风险与回报是不对称的: 它风险低而回报潜力高。透过支付期权金, 投资人将风险转移给庄家, 而庄家则通常要为期权淡仓作对冲。标准的做法是买入或卖出一定数量的股票, 而这个数量正是期权价格相对于股价的变化率:

$$\Delta_t = \frac{\partial V}{\partial S}(S_t, t) = E^Q \left[ e^{-r(T-t)} \frac{\partial f}{\partial S}(S_T) | S_t \right].$$

在股票价格的变化服从几何布朗运动的假设下, 布莱克 - 斯科尔斯和默顿分别证明  $V(S, t)$  满足如下偏微分方程 (PDE) 终值问题:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} - rV = 0,$$

$$V(S, T) = f(S)$$

这就是著名的布莱克 - 斯科尔斯 - 默顿方程。方程中的  $\sigma$  为股价的波动率。布莱克 - 斯科尔斯和默顿为偏微分方程在金融衍生品定价方面的应用打开了大门。



斯科尔斯于 1997 年从瑞典国王手里接过诺贝尔经济学奖

不难想象, 金融市场中有不少风险都无法被对冲掉,



巴塞尔 (Basel) 委员会

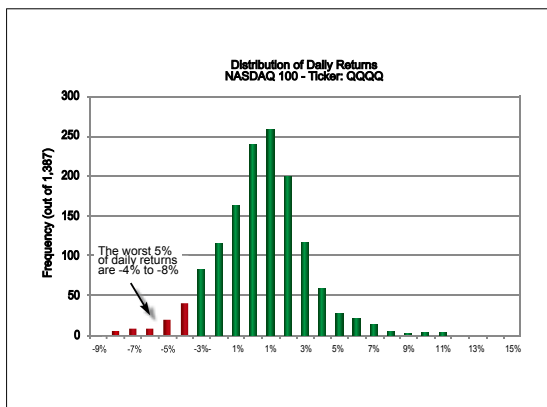
譬如股价暴跌的风险，流动性风险等等，市场也因此被称为是“不完备的”。在不完备的市场下，定价测度不再是唯一的。在过去二十年间，如何在不完备的市场下构造定价测度一直是金融数学的一个重要课题。它不仅需要复杂的数学工具，还需要经验和判断。

风险管理在金融机构中早已有之。而计量方法的普及则应归功于摩根大通在 1992 年推出的 Risk Metrics 系统（参见 <http://www.riskmetrics.com>）。Risk Metrics 系统的主要功能是可以计算风险准备金。在该系统下，风险准备金的设定取决

于“风险价值”（Value-at-Risk，简称 VaR），它的定义为一机构的金融资产在未来一段时间内和在一特定的置信水平下可能发生的最大损失。以  $V$  代表金融资产的价值， $\Delta V$  代表一段时间内的价值变化， $a$  为置信水平，则 VaR 可由下式定义：

$$\text{Prob}(\Delta V < -\text{VaR}) = 1 - a$$

不难看出，计算 VaR 的关键在于取得的分布函数。上图是纳斯达克 (NASDAQ) 交易所买卖基金 (QQQQ) 在一天内于 95% 置信水平的风险价值的表示图。



VaR 的计算

1998 年，巴塞尔委员会（专注于银行业风险管理的权威国际机构）将 Risk Metrics 纳入了其风险管理系统 Basel II 中。委员会建议用如下的公式计算风险准备金：

$$\text{MRC}_t = \max \left( k \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} \text{VaR}_{t-i}, \text{VaR}_{t-1} \right) + \text{SRC}_t.$$

在这里， $t$  代表当日， $k (\geq 3)$  是乘数因子，SRC 代表特别风险拨备（它取决于公司业务）。风险管理系统除了要计算风险准备金外，它的一个潜在的效果是迫使金融机构剔除不良资产或高风险的仓位。另外，对未来风险进行预测并建议相应的对策也是风险管理理论的重要组成部分，所谓压力测试是风险管理理论的例行工作之一。



索罗斯（左1）和西蒙斯（左2）在一起开会。

从1998年至今，巴塞尔委员会和金融界一直致力于改进风险管理系统。Basel II 仅仅度量市场和信用风险。经过研究和扩充，又加入了对流动性风险和操作风险的度量，形成了现在正在推广中的所谓 Basel III。在同一时期，金融数学界也进行了一些重要的探讨，目的是用更好的风险测度来取代 VaR。07-08 年金融海啸之后，如何加强金融机构的风险管理成为了一个更为热门的课题。

金融机构对金融数学的三个分支的依赖程度各有不同。其中资产管理公司，如退休基金、互惠基金和私人投资基金等，较倚重投资组合理论。投资银行则较依赖衍生产品

**当然，并不是所有的投资机构都重视或认同计量方法，投资大师索罗斯的量子基金就是一个反例。但是可以不过份地说，运用计量方法做投资决定或做管理风险是金融界在过去二三十年中的一个重要趋势。**

定价理论。至于风险管理，则是所有金融机构必须时刻面对的严肃课题。当然，并不是所有的投资机构都重视或认同计量方法，投资大师索罗斯的量子基金就是一个反例。但是可以不过份地说，运用计量方法做投资决定或做管理风险是金融界在过去二三十年中的一个重要趋势。计量方法还催生了许多对冲基金，其中最知名和最成功的当属詹姆斯·西蒙斯

(James Simons) 的文艺复兴基金<sup>[6]</sup>。

## ■ 对冲基金大师西蒙斯

提起巴菲特，投资者可说是无人不知，无人不晓。提起詹姆斯·西蒙斯 (James Simons)，如果不事先透露他的基金经理身份，人们也许会误认为这只是一名美国 NBA 球员的名字。即使华尔街的专业投资人士，也未必听说过西蒙斯和他所创立的文艺复兴科技公司 (Renaissance Technologies)。

西蒙斯是世界级的数学家，也是最伟大的对冲基金经理之一。2008 年，西蒙斯旗下的对冲基金实现了 80% 的净收益率，他也因自己的投资使身价比上年增加了 25 亿美元，高达 80 亿美元，排名福布斯亿万富豪榜第 9 位。他也是 20 年“最赚钱的基金经理”，从 1989 年到 2008 年，平均年收益率达到了惊人的 38.5%，而股神巴菲特也才不过 20%。

现年 72 岁的西蒙斯满头银发，特别偏爱穿颜色雅致的衬衫，总是光脚，随意地蹬一双 loafers 牌休闲鞋。在华尔街，韬光养晦是优秀的对冲基金经理恪守的准则，西蒙斯也是如此，即使是华尔街专业人士，对他及其旗下的文艺复兴科技公司也是所知甚少。然而在数学界，西蒙斯却是大名鼎鼎。1974 年，他与陈省身联合发表了论文《典型群和几何不变式》，



陈省身 - 西蒙斯楼在清华大学剪彩；西蒙斯和杨振宁等出席。



创立了著名的 Chern-Simons 理论。该几何理论被广泛应用到从超引力到黑洞的各大领域。两年后西蒙斯又获得数学领域里的最高荣誉之一——全美数学科学维布伦 (Veblen) 奖。

高中毕业后，西蒙斯进入麻省理工学院学习数学。天资聪慧加上后天的刻苦努力使得他在大一的时候就达到了毕业生的水平。西蒙斯师从著名数学家 Warren Ambrose 和 I.M. Singer。他经常以崇拜的眼光看着两位大师点完餐后，坐在餐厅讨论数学问题，直到深夜。西蒙斯对这种生活充满了向往。

3 年后的 1958 年，西蒙斯获得了学士学位。他来到加州大学伯克利分校继续深造。在这里还有一段有趣的小插曲。据说西蒙斯刚入校的时候，想跟陈省身先生（20 世纪著名几何学家，当时为伯克利的数学教授）学习微分几何，然而恰好陈先生那时去了欧洲。西蒙斯没有因此中断学习，他自己找书钻研，看懂了后贴出海报，让大家去听他讲。由于讲得很精彩，吸引了很多教授去旁听。1962 年，23 岁的西蒙斯拿到了博士学位。1961 年至 1964 年，西蒙斯先后在麻省理工和哈佛大学教授数学，开始实现他的人生追求。

然而由于经济和学术等各方面的种种压力，西蒙斯在 1964 年被迫离开了大学校园，进入美国国防部下属的一个组织——国防逻辑分析协会，进行代码破解工作。这份工作让他既有充裕的时间进行科研工作，又有足够的薪水养家糊口。然而没过多久，《时代》周刊上关于越南战争的残酷报

道让他意识到他的工作实际上正在帮助美军在越南的军事行动，于是他向《新闻周刊》写信说应该结束战争。当他把他的反战想法告诉老板时，自然，他被解雇了。

西蒙斯又回到了学术界，成为纽约州立石溪大学的数学系主任，在那里做了 8 年的纯数学研究。

在数学上获得斐然成就后，西蒙斯开始寻找新的方向。据说西蒙斯曾经找到陈省身先生咨询是从政好还是经商好，陈先生告诉他，从政比数学复杂多了，不适合他，还是经商吧。于是西蒙斯就转向了投资。

1977 年，西蒙斯离开纽约州立石溪大学，创立了私人投资基金。最初他也采用基本面分析的方式，例如通过分析美联储货币政策和利率走向来判断市场价格走势。1988 年 3 月西蒙斯成立了一只对冲基金 Medallion，最初主要涉及期货交易。当年该基金盈利 8.8%，而 1989 年则开始亏损，西蒙斯不得不在 1989 年 6 月份停止交易。在接下来的 6 个月中，西蒙斯和普林斯顿大学数学家 Henry Larufer 重新开发了交易策略，并从基本面分析转向数量分析。从此，西蒙斯转型

**针对不同市场设计量化的投资管理模型，以电脑运算为主导，并在全球各种市场上进行短线交易是西蒙斯的成功秘诀。对于数量分析型对冲基金而言，交易行为更多是基于电脑对价格走势的分析，而非人的主观判断。**

为“模型先生”。此后，这支基金屡创辉煌。1988年以来，Medallion 年均回报率高达 34%，这个数字较索罗斯等投资大师同期的年均回报率要高出 10 个百分点，较同期标准普尔 500 指数的年均回报率则高出 20 多个百分点；从 2002 年底至 2005 年底，规模为 50 亿美元的 Medallion 已经为投资者支付了 60 多亿美元的回报。这个回报率是在扣除了 5% 的资产管理费和 44% 的投资收益分成以后得出的。

作为一位数学家，西蒙斯知道靠幸运只有二分之一的成功概率，要战胜市场必须以周密而准确的计算为基础。西蒙斯曾经透露，公司对交易品种的选择有三个标准：即公开交易品种、流动性高并同时符合模型设置的某些要求。他表示：“我是模型先生，不想进行基本面分析，模型的优势一是可以降低风险。而依靠个人判断选股，你可能一夜暴富，也可能在第二天又输得精光。”

针对不同市场设计数量化的投资管理模型，以电脑运算为主导，并在全球各种市场上进行短线交易是西蒙斯的成功秘诀。对于数量分析型对冲基金而言，交易行为更多是基于电脑对价格走势的分析，而非人的主观判断。文艺复兴科技公司主要由 3 个部分组成，即电脑和系统专家、研究人员以及交易人员。西蒙斯每周都要和研究团队见一次面，和他们共同探讨交易细节以及如何使交易策略更加完善。不过西蒙斯对交易细节守口如瓶，除了公司 200 多名员工外，没有人能够得到他们操作的任何线索。

如果说西蒙斯是这只“黑箱”的心脏，那么员工就是流淌在“黑箱”中的血液，而他们共同的基因就是科学背景。文艺复兴科技公司将近二分之一的员工都是数学、物理学、统计学等领域顶尖的科学家，其中包括弗吉尼亚大学的物理学教授罗伯特·劳里。进入文艺复兴科技之后，虽然这些科学家研究的对象变成了各种资产价格，但是所用的研究工具没有什么不同。

西蒙斯从不雇用商学院毕业生，也不雇用华尔街人士，他说：“我们不雇用数理逻辑不好的学生。”因为“好的数学家需要直觉，对很多事情的发展总是有很强的好奇心，这对于战胜市场非常重要”。他甚至雇用了一些语音学家，包括贝尔试验室的著名科学家彼得·韦恩伯格，并从 IBM 公司招募了部分熟悉语音识别系统的员工，他说：“交易员和语音识别的工作人员有相似之处，他们总是在猜测下一刻会发生什么。”

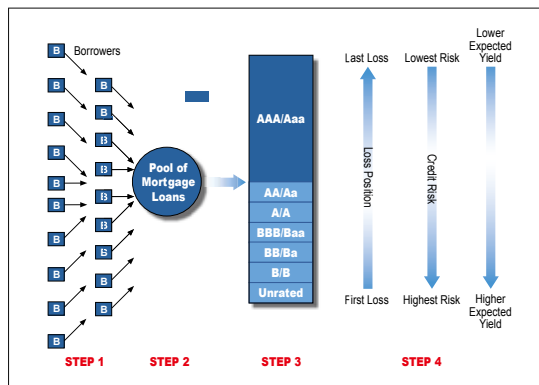
跟其他暴富的同行不同的是，西蒙斯没有把他的财富

用来享乐而是转向了慈善事业。西蒙斯和他的第二任妻子玛里琳成立了西蒙斯基金会，专门为教育、卫生、自然科学研究等项目提供资助。西蒙斯在数学方面的捐助金额也很可观。2006 年他向纽约州立石溪大学捐助了 2500 万美元用作数学和物理的研究经费，2008 年 2 月又捐助了 6000 万美元，这是纽约州历史上数额最大的捐助。由于西蒙斯和陈省身先生亦师亦友的亲密关系，西蒙斯也为中国教育做出了贡献，他为清华大学捐资建立了“陈-西蒙斯”专家公寓楼。陈先生生前常开玩笑说希望自己能多活几年，这样就可以跟西蒙斯多要一些钱了。可惜陈先生于 2004 年驾鹤西去，也许西蒙斯捐资中国教育的脚步也就此止住了。

2009 年 6 月 1 日，国际数学家联盟主席和秘书长发布公告，正式宣布：“国际数学家联盟和陈省身基金会将颁发数学中的新奖项——陈省身奖，以纪念杰出的数学家陈省身。奖金授予因数学成就得到最高赞誉的个人。每届一人，获得一枚陈省身奖章，以及 50 万美元奖金。奖金的一半要由获奖人捐助给一些支持数学的研究、教育和其他活动的社会机构，以推动数学的发展。”陈省身基金会主席、陈省身先生之女陈璞博士说，陈省身基金会的来源包括家属的捐献以及陈省身的生前好友与合作者西蒙斯的基金会捐赠。

西蒙斯很少在金融论坛上发表演讲，他最喜欢数学会议。西蒙斯曾经在一个几何学研讨会上庆祝自己的 60 岁生日，为数学界和患有孤独症的儿童捐钱，在发表演讲时，更常常强调是数学使他走上了投资的成功之路。

2009 年 5 月 11 日，度量几何和微分几何国际会议在南开大学陈省身数学研究所开幕。来自中、美、法、德、芬等国家的数十名在该领域最负盛名的学者参加。时年 71 岁的西蒙斯乘坐自己的私人飞机来到了天津参加了这次学术会议。他回忆道，首次见到陈省身距现在已有整整 50 年，



CDO 的构造和等级





金融海啸的大潮曾经无情地摧残了国际金融市场。

陈省身对数学研究所的爱令他感动。他认为数学是促使自己走上成功之路的重要因素，只要有机会，他愿意再次到省身楼这座“美丽的建筑”来访问交流。

## ■ 投资衍生产品和金融海啸

在上世纪九十年代以前，金融还是数学家未开垦的一块处女地。但基于以下两个重要原因，数学开始与金融分析结缘，且关系愈发密切。其一是“为财富找出路”。信息革命的蓬勃发展导致财富的激增，再投资的压力大大促进了金融投资产品的研发；其二是“为学者谋生路”。由于冷战结束，西方世界特别是美国政府在九十年代初大幅削减了与军备研究相关的资金投入，这迫使一部分数学家和物理学家“再就业”，而其中部分人在“华尔街”（投资银行业的代名词）落脚，并加快了这个行业的计量化。数学界很快地意识到，现代投资银行业开始变成概率论和随机分析的一个应用领域。许多数学系的毕业生，包括学士、硕士，特别是博士，开始把就业的目光投向华尔街。

数学人才的大量参与改造了华尔街甚至整个金融业。在1995年到2007年的十几年间，金融衍生产品的创新进入了全盛时期，投资交易的高潮也在各个市场逐个出现。上世纪九十年代的后期是股票市场的大牛市，与股票或股市指数相关的各色奇异期权大量出现，交易量也很可观。互联网泡沫破裂之后，股票及其衍生产品市场迅速沉寂下来，资金遂转移到了债券市场。9·11事件之后，以减息为主要手段的经济刺激政策造成了空前（而远非绝后）的低利率环

境，使得定息产品的回报偏低。为了增加定息产品的吸引力，各式各样的利率衍生产品被业界创造出来并嵌入到标准债券中，金融衍生品市场因此又迎来了一个繁荣期。而为了追求更高的回报，在2004年前后，资金开始大量进入以公司债券和房屋贷款为基础的信用市场，并催生了以信贷违约风险掉期 [credit default swaps (CDS)] 和抵押债务责任票据 [collateralized debt obligation (CDO)] 为代表的信用风险衍生产品。伴随着美国房屋市场的大牛市，以房贷为基础的CDO市场迅速膨胀。在盲目乐观情绪的影响下，各色金融机构，包括房贷公司、投资银行、对冲基金、保险公司和评级公司都参与了这场盛宴。可是，这次真的玩过了。

美国的债券市场由各级政府债券、公司债券和房贷债券市场组成；房贷债券市场的总量又远高于另外两个市场的总和。在这次房屋市场的大牛市中，由于资金泛滥，房屋买家能轻易地获得贷款，其中包括不少没有偿付能力的买房者和信用欠佳的投机客。这些不良房贷（即所谓次贷）经过投资银行打包和证券化，变成了CDO并最终落到债券买家的手中。除此之外，市场还大量交易由CDS合成的CDO。这些合成CDO凭空把房贷债券市场进一步扩充，风险当然也同步放大。为了抑制房屋市场的投机，美国联邦储备局于04年中开始加息，收紧银根；两年以后美国房价见顶，转而下落。随着房价的下跌，次贷的还贷人纷纷断供，CDO因现金流干枯而变得一钱不值，而合成CDO的价值也一同随之蒸发。信贷债券市场旋即发生崩溃，金融海啸发生（请参阅《纽约时报》专文“Credit Crisis — The Essentials”，2010年7月12日）。由于持有大量的CDO，许多金融机构面临灭顶之灾。如果不是山姆大叔出手搭救，它们都将加入雷曼兄弟的行列而陷入万劫不复的境地。一同被摧毁的当然还有美国的金融体系。

其实早在这次金融海啸以前，因投资衍生产品而引起的重大损失就不时发生过。最著名的当属1998年长期资本管理公司的倒闭事件<sup>[2]</sup>。但是这些事件的规模都远不足以动摇金融体系，因此政府和民间也未曾对金融衍生产品的功用作出严肃的检讨。可是这次不同了。海啸发生后，金融衍生品甚至金融数学都成为众矢之的。有一个代表性的意见是：大部分的金融衍生品都是圈钱

**但是，金融海啸再次暴露了金融数学的局限性：当危机来临的时候，为减低风险而做的投资多样化失效了；衍生产品的定价失误了，对冲失灵了；而风险管理系统则是大大低估了风险。事实上，目前几乎所有的数学模型都只是在正常而稳定的市况下有效。**

的玩意儿，是另类赌博，没有社会价值，应予限制甚至取缔；而金融数学则被认为是一个助纣为虐的学科。

这种批评意见似乎有一定的道理，但不免流于极端。它忽略了一个重要事实，就是金融海啸是由于对 CDO 产品的过度杠杆化即过度投机所引起的。平心而论，CDO 是众多衍生产品当中的佳作之一，它的定价模型虽不完善，但远不至于制造市场性的风险。而过度投机则不然。试想股指期货的交易量是现货交易量的十倍，市场又如何经得起一点风吹草动？事实上，在美国和各国政府介入并稳定了金融市场之后，金融界的首要工作就是去杠杆化。至于金融数学的各个模型，海啸过后则又继续生效。

但是，金融海啸再次暴露了金融数学的局限性：当危机来临的时候，为减低风险而做的投资多样化失效了；衍生产品的定价失误了，对冲失灵了；而风险管理系统则是大大低估了风险。事实上，目前几乎所有的数学模型都只是在正常而稳定的市况下有效。当市况出现急剧变化或危机的情况下，模型就很可能失效，而且还没有替代模型。试想，如果有数学模型帮助投资人安然度过危机，那还有危机吗？而如何减少和避免危机的出现，则是业界和金融监管当局共同的责任。奥巴马的金融改革法案最近在美国国会通过，表明发达国家从此次金融海啸中吸取了教训并做出了一些重要的变革。

现代金融业的一个重要特征就是衍生工具扮演了举足轻重的角色，这一特征并没有因为金融海啸的发生而改变。不少衍生产品在有效调配金融资源和控制风险方面有着重要价值。让我们举几个例子。股指期货、利率掉期和信贷违约风险掉期是分别用于股票、债券和信用风险市场的对冲工具。它的流通性高而成本低。如果没有这些衍生产品的话，股票、政府债券和公司债券市场的对冲将变得非常不方便，甚至于不可行。但是，并非所有衍生产品都有这种正面的价值。金融海啸荡涤了这个市场，淘汰了大量复杂的和缺乏透明度的衍生产品甚至投资陷阱，为今后金融市场的健康发展创造了空间。而金融数学也同样经历了一场洗礼。金融数学家不再热衷于奇异产品的制造和定价，不再沉迷于复杂的技巧，并开始更多地关心他们的理论研究是否能为市场带来正面的影响，以及所研究的产品是否能对投资人带来更佳的选择和更多的便利。

金融海啸的发生对我国的金融监管当局和业界也带来了重要的启示。第一是金融监管不能放松，不能迷信自由市场。在对外国金融机构和产品的开放方面依然应该遵守谨

慎和渐进的原则；第二则是应大力加强金融人才的培养，使国家能够更有效地保护和利用本国的财富。在金融海啸期间，我国不少央企因对冲商品价格和外汇而蒙受重大损失<sup>[7]</sup>。在许多它们交易的合同中，要么风险与回报极不对称，要么定价极其不公平。这反映出我国企业界的金融从业人员对这些合同一知半解，以至于给他人带来可乘之机。类似的重大损失也同样发生在香港企业方面<sup>[8]</sup>。有鉴于此，在中港两地，金融工程都大有提升的空间，而金融数学的教学和研究则应继续受到重视和扶持。

## 参考文献

1. Black, F. and M. Scholes (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy* 81 (3): 637-654.
2. Lowenstein, R. (2000). When Genius Failed: The Rise and Fall of Long-Term Capital Management. Random House.
3. Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance* 7 (1): 77-91.
4. Merton R.C. (1969). Lifetime portfolio selection under uncertainty: the continuous time case, *Rev. Econ. Stat.* 51: 247-257.
5. Merton, R. (1973). Theory of Rational Option Pricing. *Bell Journal of Economics and Management Science (The RAND Corporation)* 4 (1): 141-183.
6. Teitelbaum, R. (2008). The Code Breaker. Bloomberg Markets, January.
7. 黄明 (2008). 防范复杂衍生品陷阱。《财经》，10月27日。
8. 李伟 (2009). 多家央企涉足金融衍生产品，巨亏 114 亿。《学习时报》，12月1日。



### 作者介绍：

吴立昕，毕业于复旦大学数学系，加州洛杉矶大学博士，现为香港科技大学数学系教授，金融数学硕士课程主任。