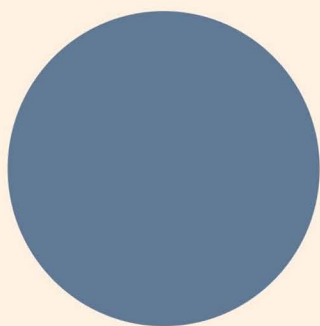


金融工程 及其在中国 的应用研究

谢一青 著



Financial Engineering:
Principles,
Instruments and
Applications
in China



上海社会科学院出版社
SHANGHAI ACADEMY OF SOCIAL SCIENCES PRESS

金融工程 及其在中国的应用研究

谢一青 著

$$= e^{r\tau} S \Phi_0 \left[\frac{\ln \frac{S}{X} + (r + \sigma^2/2)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \right]$$



上海社会科学院出版社
SHANGHAI ACADEMY OF SOCIAL SCIENCES PRESS

图书在版编目(CIP)数据

金融工程及其在中国的应用研究 / 谢一青著 . — 上海 : 上海社会科学院出版社, 2020
ISBN 978 - 7 - 5520 - 3192 - 8

I. ①金… II. ①谢… III. ①金融工程—研究—中国
IV. ①F832.29

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 090548 号

金融工程及其在中国的应用研究

著 者: 谢一青

责任编辑: 刘欢欣

封面设计: 周清华

出版发行: 上海社会科学院出版社

上海顺昌路 622 号 邮编 200025

电话总机 021 - 63315947 销售热线 021 - 53063735

<http://www.sassp.cn> E-mail: sassp@sassp.cn

排 版: 南京展望文化发展有限公司

印 刷: 上海信老印刷厂

开 本: 720 毫米×1000 毫米 1/16

印 张: 26.25

插 页: 1

字 数: 388 千字

版 次: 2020 年 8 月第 1 版 2020 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5520 - 3192 - 8/F · 617

定价: 88.00 元

版权所有 翻印必究

前 言

自从布雷顿森林体系崩溃之后,外汇市场、货币市场、债券市场以及股票市场上各种金融风险无不时时袭击着每一个投融资的主体,甚至危及整个国家金融体系的稳定。

在早期,由于金融工具较少,人们对规避风险的金融目标不宜期望过高。但随着信息处理技术的飞速发展,在金融业界人士的积极努力推动下,一场大规模的金融创新浪潮从 20 世纪 70 年代开始了,至今仍方兴未艾。金融工具创新层出不穷,如金融期货、金融互换、金融期权、互换期权等。我国也不例外,金融市场迅速发展,金融产品不断涌现,股指期货、国债期货、权证、理财产品等形形色色新的金融产品活跃在我国的证券市场上。国际金融市场上众多的金融创新工具给予了现代金融分析家们种种启示。他们能根据各种金融业务的需求,对各种金融风险进行分析,运用类似于机械工程、电子工程和航天航海工程等工程思路,充分利用金融工具,达到各种规避风险的目的,从而产生了金融工程这门学科。

虽然现代金融工程浩如烟海,但是透过它的复杂建造系统,其中的最基本原理是显而易见的,那就是,围绕金融目标,应用金融工具,分解与组合、设计与开发、创新金融产品。在复杂的金融市场环境下,人们遵循金融工程的基本原理,综合地采用数学建模、数值方法、仿真模拟、网络图解以及优化方法等各种工程技术方法,以实现预期的金融目标。金融工程的创新特征,足以表明它是当今金融行业中的高科技;这种高科技的魅力就在于:更加有效地规避金融风险,降低借贷成本,提高金融市场的流通性,发现未来价格,促进经济健康、稳定、高效地发展。

实践证明,一国或一地区金融业缺乏金融工程这门高科技的支持,金融风险意识薄弱,金融监管体系建设滞后,金融主体抗风险能力较差,若长期这样,恐怕难以承受来自自由化矛盾突发而来的冲击波,危机自然难免,如1994年的墨西哥及1997年的东南亚金融危机。

然而在一个金融工程应用较广泛的金融市场中,形形色色的金融衍生工具,各种各样的套利和保值策略,大大增强了管理和转化各类风险的能力。在这种环境下,金融自由化不仅不会引起城门失火、殃及池鱼,而且会对社会经济稳定发展具有重大作用。如20世纪80年代中期美国股票出现了类似于1929年的金融风暴,90年代后期美国长期资金管理公司的倒闭,以及2008年的金融海啸(以美国次贷危机引起的全球金融危机),这些金融风波并未引起美国长期金融恐慌、经济危机。其中,最主要的奥妙之一是:金融工程的功能确保了它的经济发展。

反观2010年欧洲债务危机,耐人寻味。欧盟诸国经济虽然没有像东南亚各国因1997年金融危机而长期陷入困境,但也没有像美国那样很快走出危机,却折腾了好几年。这充分反映出:同样为发达地区,欧盟诸国的金融工程功能不及美国。

随着我国改革开放的不断深入,我国的企业、金融业加大了向国际惯例接轨的步伐。我国金融市场已拥有各类交易品种(如股票、债券、基金及其衍生品等)和先进的交易系统,形成巨大的市场规模。现今我国股票和债券的总市值均位居全球第二。我国的金融市场尽管取得了举世瞩目的成就,但是与发达的国际金融市场相比,还是比较粗放的,依然充斥着风险。因此,及时开展金融工程及其在我国的应用研究,具有非常重要的现实意义。

正是本着这一初衷,笔者确立了《金融工程及其在中国的应用研究》一书的框架。

第一篇,金融工程的基本工具。第一章至第五章分别讲述了股票、债券、货币与外汇等各种市场上的基础工具,讨论了由他们各自最初衍生出来的远期合约、互换合约、期权合约的性质与特征。该篇中每一种金融工具都是组建金融工程大厦的最基本砖块。

第二篇,金融工程原理。第六章至第八章分别以远期合约、互换合

约、期权合约及其他基础产品为主体,阐述了它们与其他金融产品创生金融工具的演变规律。第六章,阐述了远期合约的创生原理,即单纯远期合约的组合原理、远期合约分别与互换合约和期权合约的组合原理、远期合约的分解原理、远期合约的设计与开发原理;第七章,阐述了互换合约的创生原理,即互换合约的设计与开发原理、互换合约分别与远期合约和期权合约的组合原理、互换合约的分解原理等;第八章,阐述了期权的创生原理,即期权的组合原理、期权的设计与开发原理。

第三篇,金融工程在我国的一些应用。本篇将重点展开金融工程在我国股票指数及其期货构造、股指期货定价、期现套利策略设计、债券市场创新开拓以及与我国债券市场相适应的定价建模等方面的应用研究。本篇共分七章。第九章,从我国股指期货构建过程中,领悟金融工程的创设原理是成功建设我国证券市场的重要理念,并透过股指期货的主要功能及其作用,体现出金融工程高超技术的魅力所在;第十章,运用了工程上的组合原理及其数学建模思路,分别为完善市场和我国市场的股票指数期货进行定价建模;第十一章,展示了我国股指期货期现套利策略的实现过程;第十二章,说明金融工程理念在我国债券市场的开拓及其产品的创设过程中所起的重要作用;第十三、十四和十五章,运用金融工程原理及其技术方法(数学建模、数值方法、仿真模拟、网络图解、优化控制等工程技术方法),先后讨论了适合我国债券市场的利率模型、债券及其一些衍生品的价格模型。

由于《金融工程》这门学科在世界上比较年轻,理论体系尚待进一步完善,加上我国金融市场起步较晚,特别是由于本人认识的局限性,书中难免会有不妥甚至错误之处,敬请读者批评指正。

最后,感谢唐云松老师、刘欢欣老师为出版本书所做出的努力。

作 者

2020年3月26日

目 录

前言	1
----	---

第一篇 金融工程的基本工具

第一章 基本的股权工具	3
第一节 基础的股权工具	3
第二节 股权远期	5
第三节 股权期货	7
第四节 股权期权	13
第五节 股票及其衍生资产的现代定价理论	19
第二章 基本的债券工具	38
第一节 基础的债券工具	38
第二节 债券期货	44
第三节 债务期权	51
第四节 债券期权的定价	60
第三章 基本的货币市场工具	69
第一节 基础的货币市场工具	69
第二节 远期利率	74
第三节 短期利率期货	82

第四节 短期利率期权	92
第四章 基本的外汇市场工具	102
第一节 即期外汇	103
第二节 外汇远期	108
第三节 外汇期货	129
第四节 外汇期权	133
第五节 外汇期权的定价	143
第五章 基本的金融互换工具	152
第一节 收益率曲线	152
第二节 互换特征与结构	166
第三节 利率互换与货币互换的价值	179

第二篇 金融工程原理

第六章 远期合约的创生原理	192
第一节 单纯远期合约组合	192
第二节 远期合约与互换合约组合	198
第三节 远期合约与基本期权组合	200
第四节 远期合约的分解	213
第五节 远期合约的设计与开发	218
第七章 互换合约的创生原理	227
第一节 互换合约的设计与开发	227
第二节 互换合约及与远期合约组合	236
第三节 互换合约与期权组合	239
第四节 互换合约的分解	247

第八章 期权的创生原理	254
第一节 期权的组合	254
第二节 期权的设计与开发	286

第三篇 金融工程在我国的一些应用

第九章 我国股指期货的创建及其作用	307
第一节 我国股票指数与股指期货	308
第二节 股指期货功能及其作用	312
第十章 完善市场和我国市场的股指期货定价原理	316
第一节 完善市场条件下的远期合约与期货合约的定价原理	316
第二节 适应我国股票指数期货市场的一般套利模型	322
第十一章 我国股指期货期现套利策略的实现过程	329
第一节 股票指数现货的构造	329
第二节 股指期货套利成本分析	332
第三节 一种特定的期现套利	340
第十二章 我国债券市场的创新开拓与产品的创设开发	349
第一节 我国债券市场的开拓	349
第二节 我国债券产品的开发及其创设	351
第十三章 利率期限结构理论与模型	357
第一节 利率期限结构理论	357
第二节 利率期限结构模型	359
第三节 即时远期利率模型——HJM 模型	364
第四节 多因子利率模型	365
第五节 利率期限结构模型在我国的适应性	367

第一篇

金融工程的 基本工具

自从布雷顿森林体系于 20 世纪 70 年代崩溃以来,金融全球化成为世界经济全球化极其重要的组成部分。金融创新浪潮不仅积极地推动世界经济的迅速发展,更重要的是,它深刻地改变了金融市场的面貌与机制。特别是进入 20 世纪 90 年代,几乎任何一种传统金融市场的工具(如股权、债券、货币及其外汇等市场的工具)都有可能充当“变色龙”,衍生为其他金融工具。传统的金融市场扮演出一种新的角色——金融衍生市场。当今世界上大多数的银行和金融机构都在积极地从事金融衍生业务,极大地推动着世界交易量迅猛增加。金融衍生市场已成为当今金融领域中的主旋律。

按照金融市场的这一新的特征,对于每一种金融市场,均可将它分解成为基础市场(underlying market)和衍生市场(derivatives market)来加以认识。基础市场包括传统的股票市场、债券市场和外汇市场等,股票的价格或股票指数、债券与货币面值、利率等都是基础价格。衍生市场是基础市场的延伸领域。一般来说,衍生工具(产品)是一种价值基于某种或某些基础工具(产品)之上的金融工具(产品),每一种衍生合约取决于基础工具的价格,或为基础工具价格的函数。例如,股票指数期权,是股票指数的衍生品,它的价值将随着股票指数变化而变化,是股票指数的函数。须强调一点,本篇所指的基本金融工具,包括基础市场上的传统工具以及 4 种衍生工具(远期、期货、期权及互换等合约)。

经过 40 多年来的金融创新,金融工具实在令人眼花缭乱,头晕目眩。因本篇的篇幅有限,我们不可能对这些琳琅满目的金融工具一一进行展示,只打算着重讲述金融市场上较常见的基本工具及其演变过程,为掌握金融工程原理、研究金融风险管理技术打下基础。

第一章

基本的股权工具

当今的股权市场包括传统的股票市场和股权衍生市场。传统的股票市场是最基础的股权市场,股权衍生市场又可分为股权远期市场、股权期货市场和股权期权市场。本章基本上按照这一市场的框架,来讨论有关的股权工具。

第一节 基础的股权工具

最基础的股权工具是公司的股票。股票的最基本的性质是公司的所有权凭证。股票持有者,一般拥有与其所持股份成比例的投票权。所有权的典型代表是占股份多数的股东或股东群体具有重大决策的决定性影响力,股权的规模经济实际上挤占了少数股东的所有权,使得他们在自己的意愿无法实现时不得不“用脚投票”。

但在盈余分配上,同质的股票不管数量的多少具有同样的权利。股利的分配可以采用两种方式:现金股利和股票股利。现金股利是以一定数量的现金支付给每一股份,一般,支付现金股利后,每股净资产减少,股票价格会随之下降。股票股利的发放形式是按持股的比例给予每个股东增发股票,这与现金股利发放的效果是一样的,即每股净资产减少,股价大致同比例下降,所不同的是,股票股利就像未分配利润,乃是公司内部一种融资方式。

通常,股票可以分为普通股和优先股。这两种类型的股票在发行公司进入破产清算时所获得求偿权是不一样的。虽然持有股票的股东是公

司资产变卖后所得收益的最后受益人,但优先股的股东在所有债权人获得清偿后可以获得比例或全额清偿,在优先股的股东获得全额清偿后,普通股股东才可以按其比例获偿剩余的部分。就是说,优先股股东对发行公司资产的求索权位于普通股和债券之间。

股票的风险是很大的,这主要表现在两个方面:第一,通过股票获得未来的收入是不确定的。因为公司没有承诺何时归还当初投资于股票的现金,也没有保证何时一定要支付股息。第二,在发行公司破产的情况下,股东拥有的求偿权也在所有债权人之后。尽管如此,持有股票的投资者还是大有人在。由于风险与报酬之间存在着一定的相关关系,因此持有股票面临额外风险的投资者,期望获得额外收入,以此来得到补偿。这就是股权风险的诱惑力。

股票市场有一级市场和二级市场之分。一级市场即为发行市场,二级市场为已经发行股票的流通市场。股票的发行一般通过证券商进行,证券商提供承销、推销和咨询服务。股票的发行有面向公众发行,也有面向特定的机构私募发行。前者能够吸引众多的潜在投资者,后者可以降低融资的成本。

股票的交易可以在股票交易所内进行,也可以在场外(OTC)进行。在股票交易所上市的公司需要履行交易所规定的义务,当然包括定期财务报告在内的信息披露。如果公司不能满足交易所上市条件或情愿少披露信息,那么可选择场外交易。世界上最大的股票市场是纽约股票交易所(NYSE),其次是伦敦股票交易所和东京股票交易所。

另一种基础的股权工具是股票指数(stock index),它以特定的时点为基数(比如100点,1000点等),一个特定股票组合的某种加权平均通常是用流通股份作为权数。组合中的股票可以有相同的权重,或权重以某种方式随时间变化。如果将整个股票市场的所有股票作为一个股票组合,这就是一个全集,此种股指的变动理所当然反映了整个市场状况,这样股指称为综合指数。实证分析表明,20个以上股票组合的风险基本上是系统风险。由几十个股票组合构成的股指来反映整个市场的走势,这样的股票指数被称为成分股指。采用这种方法编制的股指比较普遍。例如,主要市场指数MMI,该指数是由在纽约交易所上市的20只蓝筹股组

合而编制的;道·琼斯工业平均指数也是包含相对较少的几种股票的组合;标准普尔 500 指数,简称 S&P500 指数,包括 500 种股票的组合,其中有 400 种工业股、40 种公用事业股、20 种交通事业股和 40 种金融机构股;由东京股票交易所交易的 225 家最大股票组合而构成的日经 225 股票平均指数;而 NYSE 指数包括了在纽约股票交易所上市的所有股票,该指数当然是综合指数,等等。

第二节 股权远期

一、定义

股权远期合约是一种最简单的股权衍生资产。这种合约是在将来某一特定时间按照某个确定的价格买卖特定的股权或进行特定交易的合约。我们称合约中将来某一特定时间为到期日(maturity);称某个确定的价格为交割价格(delivery price);称特定的股权为基础资产(underlying);称购买特定的股权的一方为多头(long position),另一方为空头(short position)。对于买卖双方来说,在合约签署时,股权合约的价值都为零,这意味着股权远期合约可以免费进行。这一原则适应于任何一种远期合约(如外汇远期合约,利率远期合约,等等)。

二、股权远期合约的损益

股权远期合约到期日必须交割。多头持有者以交割价格支付现金获得空头持有者交付的股权资产。由于签署远期合约时刻股权远期合约价值为零,因此,远期价格等于交割价格。这一结论同样适应于外汇远期合约、利率远期合约以及任何一种远期合约。随着时间向后发展,股权的远期价格可能发生变化,而交割价格不变,远期价格和交割价格可能不再相等,股权远期合约的价值可能为正,也可能为负。

如果我们用 X 表示股权远期合约的交割价格, S_T 为到期时股权的即期价格,那么一单位股权远期合约多头的损益 (pay-off) 为 $S_T - X$, 而合约的空头损益为 $X - S_T$, 如图 1-2-1 所示。

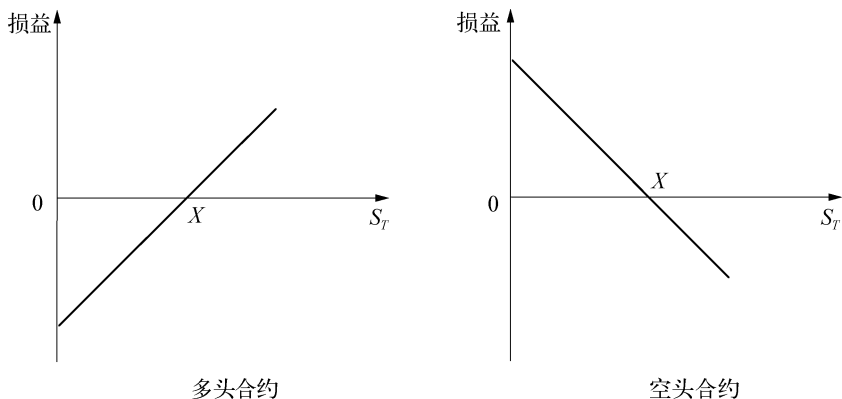


图 1-2-1 股权远期合约的损益

三、市场参与者

金融衍生市场参与者可分为三大类：保值者(hedger)，投机者(speculator)，套利者(arbitrageur)。这三种参与者同样活跃在股权远期市场上。保值者的目的是要减少未来的不确定性，而不在于增加未来的盈利。比如某个人购买一种股票远期合约，对于他来说，股票价格的上升或许是很难承受的，然而他并不指望从股票价格的可能大降中节省成本或者他认为这种可能性不大。投机者的目的与保值者的目的相反，他希望增加未来的不确定性，进行股票远期合约交易旨在赚取远期价格与实际价格之间的差额，打赌股票价格上涨，或者打赌股票价格下降。比如出售一种股票，他很自信这种股票的价格必定要下跌，或者愿为股票价格下跌时获益而承担涨价的可能损失。套利者可以在某一瞬态在两个或多个市场进行同一股票远期交易，以锁定一个无风险的收益，也可以在不同的时点上进行远期套利。前者为跨市套利；后者为跨时套利。跨市套利或跨时套利将使得不同地点市场价格或不同时间的价格趋于一致。

四、股权远期合约的缺点

股票远期合约存在着两个缺点：第一，二级市场很难发展。股票远期合约不易于在到期前就在二级市场上出售掉，从而不需要履行实物交

割的义务。原因是,远期合约是由具体的买卖双方制订的,合约中的条件很难被其他第三者所接受。这就导致二级市场的交易费用较高,大多数的远期合约在柜上交易。当然也有少数的远期合约在交易所内进行交易。第二,存在违约风险(信用风险)。上述远期合约的特点决定了远期合约的违约风险也较高。这一缺点是相对于其他衍生市场(如期货市场、期权市场)而言的,本书将在以后的章节中来逐步论述。

第三节 股权期货

通常,在股权期货市场上,基础资产指的是股票指数,简称股指。股指期货是一种典型的现金结算合约。下面具体地介绍这一基本的股权衍生工具。

一、定义

股票指数期货(stock index futures)是按照交易所的规定设定和交易安排进行买卖和维护相应股票指数面值的远期合约。但与远期合约不同,股票指数期货合约是一种交易所内标准化的远期协议,这使得股票远期合约双方相当明白某一特定时期某特定的一篮子股票,只剩下交割价格作为竞争目标。由于股指期货合约的双方不一定相识,因此不像远期合约由交易双方商定协议的每一个细节,交易所根据详细规定的标准化条款,为交易双方提供该期货合约的承兑保证。

二、股票指数期货的标准化

股票指数期货的标准化涉及交割标的品种、规格、数量、期限、交割地点等。这里的标的就是基础资产,即股票指数,上节中已列举了一些股票指数的实例。股票指数通常由几十个或几百个股票构成,股票指数期货合约都是通过赋予指数一定的价值或乘数(multiplier)来确定名义值的。例如,标准普尔500指数期货合约价值为该指数乘以500美元;日经225指数期货合约的价值是该指数乘以1000日元等。股票指数期货是以指数点来进行报价的,最小变动价位有0.05点,0.5点,0.1点,1点以及5