



实物期权 及其应用

复旦博学·金融学系列

复旦博学·金融学系列

◆ 杨春鹏 著

复旦博学·金融学系列

复旦博学·金融学系列

复旦大学出版社

博
學



金融学系列

实物期权 及其应用

■ 杨春鹏 著

复旦大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

实物期权及其应用/杨春鹏著. —上海:复旦大学出版社,
2003.11

(复旦博学·金融学系列)

ISBN 7-309-03816-9

I. 实… II. 杨… III. 期货交易-研究 IV. F830.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 093534 号

实物期权及其应用

杨春鹏 著

出版发行 复旦大学出版社

上海市国权路 579 号 邮编 200433

86-21-65118853(发行部) 86-21-65109143(邮购)

fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

责任编辑 徐惠平

装帧设计 马晓霞

总编辑 高若海

出品人 贺圣遂

印刷 同济大学印刷厂

开本 787×960 1/16

印张 14 插页 2

字数 215 千

版次 2003 年 11 月第一版 2003 年 11 月第一次印刷

印数 1—3 100

书号 ISBN 7-309-03816-9/F·831

定价 25.00 元

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

A large, faint watermark of the Fudan University seal is centered on the page. The seal is circular and contains the university's name in Chinese characters, the founding year '1905', and a central emblem.

“博学而笃志，切问而近思。”

(《论语》)

博晓古今，可立一家之说；
学贯中西，或成经国之才。

作者简介

杨春鹏，男，河北沧州人，博士，教授，博士生导师，出生于1965年11月，1994年7月获得南开大学理学博士学位，目前主要从事金融工程与管理、行为金融学的研究与教学工作。发表有关研究论文50多篇。

内 容 提 要

实物期权是管理者对所拥有实物资产进行决策时所具有的柔性投资策略。

全书分为三个部分十四章，对实物期权的类型、实物期权的定价和实物期权的具体应用进行研究介绍。第一部分主要阐述实物期权的基本概念和金融期权的一些基本概念、定价方法和定价原理，同时介绍了金融期权定价的两个最为重要的定价模型：二叉树期权定价模型和Black - Scholes 期权定价模型。第二部分主要阐述实物期权与金融期权的区别和实物期权的分类、定价模型。第三部分主要研究实物期权的应用。首先阐述了应用实物期权研究具体问题的应用过程和实物期权的基本应用框架，其次列举了实物期权在一些具体领域的应用，最后研究了实物期权在我国国有企业改革中实施的“债权转换股权”的应用和实物期权在专利权价值评估中的应用，并且介绍了实物期权将来的主要研究方向。

本书适合各大专院校金融、经济、管理专业等高年级以上学生，以及对期货、实物期权等感兴趣的读者。

目 录

第一章 实物期权的基本概念	1
一、不确定性与传统投资决策方法	1
二、实物期权的概念	4
三、实物期权的基本类型	4
1. 推迟投资期权	5
2. 扩张投资期权	5
3. 收缩投资期权	6
4. 放弃期权	6
5. 转换期权	6
6. 增长期权	6
四、实物期权方法的应用	10
1. 期权是一种或有决策权	10
2. 期权定价同金融市场的定价联系紧密	10
3. 期权思想可用来事先积极地设计和管理战略性投资	10
第二章 股票期权的基本概念	13
一、期权的简介	13
二、期权的种类	14
1. 按照期权的有效执行时间划分进行分类	14
2. 按照标的资产的不同划分期权的种类	15
3. 一些新型期权	15
三、影响股票期权价格的因素	16
1. 股票价格与执行价格	16
2. 期权的到期期限	16

3. 波动率	17
4. 无风险利率	17
5. 红利	17
四、期权价格的上下限	17
1. 股票期权价格的上限	18
2. 不付红利股票看涨期权下限	19
3. 不付红利的欧式看跌期权下限	20
五、看跌期权与看涨期权的平价关系	22
六、红利对期权价格的影响	23
1. 欧式看涨期权和欧式看跌期权下限	23
2. 红利对美式期权执行时间的影响	24
3. 看涨期权与看跌期权之间的平价关系	24
第三章 期权的二叉树定价模型	25
一、单期二叉树模型	25
1. 二叉树模型的例子	25
2. 期权的二叉树计算公式	27
3. 期权的风险中性定价	29
二、两期二叉树模型	31
三、二叉树模型的应用	33
第四章 Black-Scholes 期权定价模型及其拓展	35
一、股票价格的运动过程	35
1. 布朗运动	36
2. 几何布朗运动	38
3. Ito 随机过程和 Ito 定理	39
4. 模型的参数	41
二、Black-Scholes 微分方程的一些基本假设	41
1. 股票价格的对数正态分布特征	41
2. 收益率的分布	43
3. 从历史数据估计波动率	43
4. Black-Scholes 微分方程的基本假设	44
三、Black-Scholes 微分方程的推导	46

四、期权的风险中性定价理论	48
五、Black-Scholes 期权定价公式	49
六、支付已知红利股票的期权定价公式	51
七、标的资产不可交易的期权定价公式	53
第五章 金融期权与实物期权	57
一、实物期权与金融期权的区别	57
二、实物期权的复杂性	59
1. 隐蔽性	59
2. 随机性	60
3. 条件性	61
4. 组合性	61
5. 相互影响性	61
三、应用实物期权方法需要注意的问题	62
1. 经验 1: 较大的不确定性将增加期权的价值	62
2. 经验 2: 期权创造了价值,但得到期权有可能是昂贵的	63
3. 经验 3: 从一个简单透明的框架体系开始	63
4. 经验 4: 辨别项目具有的所有期权	64
5. 经验 5: 透视公司的投资机会	64
6. 经验 6: 通过金融市场获取相关信息	64
7. 经验 7: 不要过分追求准确度	64
8. 经验 8: 不要在实物期权的细节上浪费过多的精力	65
9. 经验 9: 期权必须是能够识别和可以执行	65
10. 经验 10: 实物期权实施的关键价值	65
11. 经验 11: 实施实物期权需要一个团队	65
第六章 实物期权的定价	66
一、离散型实物期权的计算	66
1. 推迟期权的计算	67
2. 扩张期权(增长期权)的计算	68
3. 收缩期权价值的计算	69
4. 放弃期权价值的计算	70
二、连续型实物期权的计算	71

1. 推迟权的计算	71
2. 放弃权的计算	72
3. 转换权的计算	73
4. 复合期权的计算	73
三、具有随机执行时间的实物期权计算	74
第七章 实物期权之间的相互影响	76
一、多种期权条件下的投资机会	76
1. 传统的净现值法(NPV)和管理的灵活性	77
2. 模型的具体化和假设	78
二、实物期权之间的相互作用和不可加性	78
三、多种期权的估价结果	81
1. 单个期权估价	81
2. 存在相互作用的期权组合	82
第八章 传统投资决策方法	85
一、NPV方法及其扩展	85
1. 确定情况下的 NPV	85
2. 不确定性下的 NPV	88
3. 约当当量风险调整方法	89
4. 风险调整贴现率法	92
5. 资本资产定价模型	93
二、处理不确定性的其他方法	100
1. 敏感性分析方法	100
2. 决策树分析	101
三、总结	106
第九章 实物期权的应用过程	108
一、实物期权应用框架的构造	108
1. 期权的分类	110
2. 不确定性的来源	111
3. 不确定性的形式	111
4. 特有风险	112
5. 资产价值的漏损	112

6. 决策规则	112
7. 参考金融市场	113
8. 检查透明性和简单性	113
9. 应用框架构造中的常见错误	113
二、实物期权的计算	116
1. 偏微分方程法	117
2. 动态程序法	118
3. 模拟方法	118
4. 实物期权理论的数学分析	119
5. 二叉树期权定价模型	119
三、实物期权计算公式的调整	126
1. 根据价值漏损对期权定价模型进行调整	126
2. 实物资产的现金流	127
3. 有便利收益的实物资产	127
4. 根据标的资产的漏损,调整期权定价模型	128
5. 单一现金支付	128
6. 调整具有单一现金支付的期权定价模型	129
7. 现金支付	130
8. 漏损的常数比率	131
9. 随时间或标的资产的价值变化而变化的漏损	132
10. 由期货价格计算便利收益率	132
四、总结	133
第十章 实物期权的应用案例分析	135
一、创业公司的投资决策问题	135
1. 创业公司向风险投资公司呈交了简单的商业计划书	135
2. 要解决的问题	137
3. 应用框架	137
4. 计算结果	138
二、创业公司的价值评估	139
三、空地投资的价值评估	141
四、实物期权在药物开发中的应用	142

1. 需要解决的问题	143
2. 应用框架	143
3. 结论	144
五、对自然资源项目的估价	145
六、实物期权在 R&D 中的应用	148
七、实物期权在其他领域的应用	150
第十一章 实物期权在债权转换股权中的应用	151
一、债权转换股权简介	151
二、债权转换股权的比例测算	153
1. 基于 Black-Scholes 期权定价公式的债转股比例框架	153
2. 非上市公司的股权价值估计与债转股比例定价模型	155
3. 含有股权回购合约的债转股比例测算	156
三、债权转换股权企业的风险度量	158
1. 实施债转股中风险的量化分析	158
2. 结论	162
四、债权转换股权企业的风险控制	162
1. 测算实施债转股企业的亏损概率	163
2. 结论	163
五、债权转换股权企业的效果分析	163
1. 债权转换股权的比例划分模型	163
2. 评估债权转换股权的概率标准	165
3. 结论	167
第十二章 实物期权在专利权价值评估中的应用	168
一、实物期权在专利权价值评估中的应用	168
二、实物期权在专利技术入股比例中的应用	170
1. 无约束条件下的技术入股比例模型	171
2. 投资者限定亏损概率下的技术入股比例研究	172
3. 总结	173
第十三章 实物期权在新股增发定价中的应用	175
一、新股增发介绍	175
二、中国证券市场增发新股的实践	177

1. 我国增发新股的定价模式	178
2. 证券市场对增发新股的反映及其原因探悉	180
三、增发新股对股票市场价格的影响与实证研究	185
1. 新股增发的财富再分配效应	185
2. 我国证券市场增发新股的实证研究	188
四、传统的新股增发定价理论	192
1. 贴现现金流(DCF)定价模式	192
2. 市盈率定价模式	194
3. 市净率定价模式	195
4. 收入成长性定价模式	197
5. 边际利润保障倍数定价模式	198
五、基于BS期权定价公式的新股增发定价模型	199
1. 增发新股的BS定价模型	199
2. 样本结果	201
3. 几种增发定价模式的比较	202
第十四章 实物期权未来的主要研究方向	205
一、含有实物期权的资本预算	205
二、实物期权的未来研究方向	207
三、总结	208
主要参考文献	209

第一章 实物期权的基本概念

本章我们将介绍关于实物期权的一些基本概念和实物期权的基本类型,通过阅读本章的内容,可以对实物期权有一个初步的认识,并为以后应用实物期权的思想、技术方法做好准备。关于实物期权的其他介绍,可以参考 Amram, M. and N. Kulatilaka (1999), Dixit, A. and R. Pindyck (1994), Trigeorgis. L. (1996,1999)和 Ottoo. R. (2001)。

一、不确定性与传统投资决策方法

当外部条件变化时,公司经常需要做出修改投资计划、放弃已经投资的项目、放弃购买项目的投资权等投资决策。传统的投资决策理论(如:净现值分析方法、决策树分析方法和模拟方法)认为,要么现在马上进行投资,要么永远放弃投资,而利用实物期权理论,管理者可以依赖于未来事件发展的不确定性做出一些或有决策,而不一定是传统上必须马上投资和永远放弃投资的两项选择,否则投资者有可能失去一些较好的投资机会。下面我们阐述在不确定条件下,传统投资决策方法的缺陷。

当今的市场条件下,决策者经常需要在非常不确定的环境下做出一些重要的战略投资决策,此时的市场规模、进入市场的机会、开发成本、竞争者的行动方案等等都是未知的。在这种情况下,由于传统的投资决策工具存在一定的缺陷,利用传统投资工具评估的结果,往往会引起投资者的犹豫不决和担心害怕,并且决策者有一种在黑暗中决策的感觉(例如:决策者有时要投资于净现值为负的投资项目)。另外,由于决策者要求要做的和现有决策工具所能够做的存在巨大的差别,因此,决策者经常在不依靠数量分析(经常依靠经验、感觉和粗糙的数量分析)的情况下,做出有

关公司未来发展非常重要的投资决策。

随着外部经济环境变化速度的加快和变化幅度的不断加大,越来越多的研究人员和实际工作者,感觉到传统的投资决策分析方法(如:净现值分析方法、决策树分析方法和模拟方法)与公司的实际决策存在较大的差异,如果遵循这些传统的投资分析方法的结论,经常会导致错误的投资决策或者使得投资者失去一些有利的投资机会。例如:在新经济时代,一些公司经常要投资于一些净现值为负的投资项目(例如:风险投资家在项目的种子期选择相应的项目进行投资;投资一些还没有产生正的现金流的投资项目);另外,在股票市场上,一些未来发展机会较多的上市公司,其股票价格相对于一般上市公司股票价格要高出很多。我们已经无法利用传统的投资决策分析工具解释这些现实的经济现象。

事实上,现金流折现方法自身存在一定的缺陷,这种方法本身没有考虑到管理者的积极主动进行决策、有关投资项目内外信息的不断变化和项目技术的一些不确定性,实际上,现金流折现方法隐含着如下假设:一旦投资者决定投资,就要始终坚持投资直到项目的生命终结。然而,在实际的市场上,公司投资所面临的环境是各种各样的不确定性和竞争性,项目所产生的现金流也不是像投资者所预测的那样,是一成不变的。随着时间的变化,当投资者获得新的信息时,项目有关的一些不确定性将逐渐得到解决(如:随着项目的不断进展,有关项目技术的不确定性将会越来越小)。因此,在初始时刻,投资者对投资项目的决策,会面临多种选择,而不是简单地接受或者拒绝项目的投资,例如:对于需要多阶段投资的项目,在项目的实施过程中,决策者有权采取推迟(Defer)、扩张(Expand)、收缩(Contract)和放弃(Abandon)等多种柔性投资策略。

在投资项目的实施过程中,投资者所具有的上述多种可变柔性经营策略,就像金融市场上的期权合约(看涨期权是期权合约持有人在未来一定时间内,有权以确定的价格购买某一标的资产,看跌期权是持有权期权合约者在未来一定时间内,有权以确定的价格购买某一标的资产)。对于这些投资策略,当市场条件有利时,投资者有权实施;当市场条件不利时,投资者不必实施。随着新的市场信息的不断出现,在市场条件好时,投资者可以采取扩张经营策略;在市场条件不好时,投资者可以采取收缩的投资策略,采取这些可变经营策略后,投资者一方面可

以控制投资风险,避免损失;另一方面,又可以不失去未来的投资机会,以获取更大的利润。所以,投资者具有的这些可变柔性经营策略具有一定的价值。因此,投资者在对具体项目进行评估时,要充分考虑这些可变经营策略的价值,否则会低估这些项目的价值,以至于失去一些较好的投资机会和投资项目。

总之,传统的投资决策方法有两个非常重要的缺陷。第一个缺陷是一些投资决策方法(如:现金流折现方法和决策树方法)要求预测将来具体的现金流量,如预测项目的具体增长率和具体利润是多少。由于在这种不确定的情况下,决策分析中只使用单一数据预测,因此,预测结果的准确性受到质疑。项目管理者们经常将上述传统方法得出的单一结果视为投资的现实,这样做的结果为将原本不确定的投资变成了数字为确定性投资的假象。为了弥补这一缺陷,一些使用这些决策方法的公司,试图把这种分析扩展到一些预测和方案中。对具体的工作者来讲,这些努力看上去是严格的,但是对其他人看来却是随意的,最终使得对原本项目现金流不确定性很大的预测,变成了一个人为因素很强的非常主观的预测。

在经常使用的投资决策方法中,第二个缺陷是未来所有的投资决策在一开始就确定下来。在项目的实施过程中,管理者们不能更新和修改投资决策方法,正像大多数方法所构造的那样,这种分析仅仅包括了初始的投资计划。随着时间的变化和项目的不断进展,项目投资的内部条件和外部条件都会发生变化,但所使用的模型却是静态不变的。随着传统投资决策方法和现实投资之间差距的不断加大,这些传统的投资决策方法已经不能够解释一些现实的投资现象,因此,对于公司来讲,一些重要的投资决策被管理者们看成是战略性决策。

从后面各章的案例分析将会看到,由于像高新技术、药业开发和石油开采这些行业中的投资项目都含有多种多样的实物期权,因此这一类项目的投资决策,已经不能够在传统的投资决策过程和投资决策方法框架下很好地实施,利用传统投资决策方法评估的结果往往是净现值为负数,从而按照传统的决策准则,应该放弃对项目的投资。而实物期权方法能够弥补传统投资决策方法所具有的一些缺陷。下面,我们从实物期权的基本概念开始,认识和学习实物期权。

二、实物期权的概念

什么是实物期权？实物期权是金融期权理论对实物(非金融)资产期权的延伸。因此,我们可以将标的资产为非金融资产的期权称为实物期权。在金融期权的合约中,对于期权合约的各项参数规定的很详细,而嵌入在各种各样战略性投资中的实物期权必须经过认真的识别和鉴定。从金融期权的领域转移到实物期权的领域需要一种思维方式的转变,即需要把金融市场上的交易规则转移到公司的一些具体的投资决策。

1977年,MIT 斯隆管理学院的 Stewart Myers 教授,首先认识到金融期权在实物投资决策中的应用,并用“实物期权”这个术语来刻画金融期权与公司战略性计划之间的差别。与传统的投资决策分析方法相比较,实物期权的思想方法不是集中于对单一的现金流预测,而是把分析集中在项目所具有的不确定性问题,即现金流的所有可能变化范围,用概率的语言来描述,就是项目未来现金流的概率分布状况。当使用关于现金流的概率分布和未来预期的市场信息时,实物期权分析方法把金融市场与投资项目的决策联系起来,对未来现金流没有人为主观的预测。与传统的决策分析方法相比,实物期权分析方法的结果是投资项目的不确定,投资机会伴随有更大的投资价值。

一般地,就投资者选择投资项目来讲,投资者所具有的实物期权来自于三个方面:首先是项目本身的特性,其次是投资者所具有的可变柔性经营策略,最后是投资者所创造的合约。目前,人们所研究的实物期权类型多为上述三个方面所产生的实物期权,例如:推迟权、扩张权、收缩权、放弃权、增长权和一些复合权等。在了解了实物期权的基本概念后,下面一节,我们具体介绍实物期权的基本类型。

三、实物期权的基本类型

实物期权可以分别存在于投资者手中、投资项目之中和投资合约之中。一般地,根据实物期权的特点,我们可以将实物期权分为以下六种情形:推迟投资期权(the Option to Defer)、扩张投资期权(the Option for