

学校编码: 10384
学 号: 200115137

统一分类号: _____
密 级: _____

实物期权在公司运营决策中的应用
——Z 公司案例分析

**Application of Real Option in Operating
Decision-making Mechanism
- A Case Study on Z Company**

胡 荣 炜

指导教师姓名: 吴世农 教授

申请学位级别: 工商管理硕士 (MBA)

专业名称: 工商管理

论文提交日期: 2005 年 2 月

论文答辩时间: 2005 年 3 月

学位授予单位: 厦 门 大 学

学位授予日期: 2005 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

内容提要

本文研究实物期权在公司运营管理中的应用，采用的方法是理论探讨和案例研究，目标是解决案例企业在面对外部不确定时，如何灵活运用开业、临时停产、重新启动和永久停产等一系列决策来规避风险，抓住机会。

全文分四大部分，共九章。第一部分包括第一章和第二章，简要介绍了实物期权方法，提出了全文的研究问题、研究框架和技术路线图。第二部从第三章到第五章，着重探讨实物期权的理论和模型，并勾画出实物期权方法的技术脉络。第三部分从第六章到第八章，主要是在第二部分搭建的理论框架的基础上研究真实的案例问题。第四部分为第九章，在总结全文的基础上提出实物期权应用的外部条件和内部条件。

研究工具方面，全文在运用解析法和模拟法两大方法求解实物期权的过程中，整理了有关不确定源类型识别、实物期权定价模型的流程图，并创造性地编写了基于二叉树模拟数值求解方法的计算机程序。

本文的研究结论是，面对外部的不确定性，企业应该摒弃传统的静态决策方法，建立起基于动态理性预期的决策方法和决策体系，而公司为规避外部不确定性所创造出的各类期权必须经过有效定价才能转换为具体的运营方案。从某种意义上说，本文仅仅是对这一问题的研究进行了初步地尝试。

关键词：实物期权；运营决策；案例研究

ABSTRACT

This Diploma Project, with the purpose to study the applications of real option in corporate operation decision-making process, is on the theoretical and demonstrative bases. A live case is introduced in this Project to study a company's options to invest, to mothball, to reactivate or to abandon in the face of the external uncertainties.

This Project contains 4 parts, viz. 9 chapters. Part 1, covering Chapter 1 and Chapter 2, sketches out the terminology, the case study purpose, the analysis framework and the technical roadmap. Part 2 is from Chapter 3 to Chapter 5, introducing some classical theories and useful models that are to be employed in the case study thereafter. In the Part 3, this Project launches a case on a soybean processor and its operation decision-making system, attempting to find out how the real option is applied in a company's operation plan. This part covers Chapter 6, 7 and 8. In the final part, viz. Chapter 9, this Project focuses on the external and internal environments and resources for a company to support the implementation of the real option.

From the technical perspective, this Project employs PDE methods and simulation methods to work out the decision-making trigger thresholds. Some byproducts, such as the flow chart for the data analysis and the flow chart for real option valuation model, are harvested together with the progress of the study. A computer program is also initiated to work out the numerical solution based on the binomial tree model and the simulation procedure.

As a conclusion, this Project points out - when facing the continual uncertainties, a company should give up the traditional decision-making principle based on the static expectations, but build up the vision of dynamic rational expectation, and then put it into practice by establishing the relevant decision-making mechanism and the execution framework. In this procedure, an effective valuation method can convert the real option from the conceptual ideas into the exercisable operating actions. To some extent, this project only initiates the pilot study on the captioned topic.

Key words: Real Option, Operating Decision-making, Case Study

目 录

第一部分 决策问题的提出

第一章 引言	2
第一节 实物期权的类型与决策规则	2
一、实物期权的类型	2
二、实物期权方法的决策规则	5
第二节 本文的研究问题、方法与框架	7
一、研究的问题及意义	7
二、研究方法	8
三、研究框架图与技术路线图	9
第二章 某豆油生产企业运营决策问题	14
第一节 行业背景	14
第二节 决策问题	16
一、案例公司简介	16
二、决策难题	17
三、决策实践	18
第二部分 理论基础与研究方法	
第三章 构造应用框架的基础理论	20
第一节 不确定性来源的识别	20
一、布朗运动的解析表示	20
二、均值回归的解析表示	22
三、几何布朗运动的识别与表示的技术路线图	23
第二节 运营中企业的期权集及决策规则	27
一、投资期权与放弃期权	27
二、封存期权、重新启动期权与废弃期权	28
三、运营状态的转换	29
四、决策规则	30

第四章 实物期权的定价方法之一——解析法	31
第一节 解析法期权定价的理论基础	31
一、伊藤引理	31
二、复制组合	34
三、偏微分方程求解与经济含义	36
四、研究方法小结	38
第二节 解析法求解最优运营转换边界	39
一、基本参数与基本假设	39
二、公司价值的动态复制	40
三、转换点的价值匹配条件及平滑粘贴条件	42
四、流程图	43
第三节 结论分析	44
第五章 实物期权的定价方法之二——模拟法	47
第一节 布朗运动的随机游动表示	47
第二节 动态规划与模拟	49
一、动态规划与基于二叉树图的期权定价	49
二、模拟	50
三、研究方法小结	52
第三节 模拟法求解最优转换边界	53
一、基本思路	53
二、技术难题	55
三、流程图	55
第三部分 案例分析	
第六章 应用框架的分析与构建	60
第一节 价格数据分析	60
一、价格样本的选取说明	61
二、价格的随机过程分析	62
三、产出结构与随机过程分析	70
第二节 运营流程与决策目标	74

一、单周期运营流程	74
二、公司连续经营的运营流程	75
三、原材料采购、运营成本与状态转换沉没成本	79
四、决策目标	82
第七章 实物期权定价的应用分析.....	84
第一节 PDE法求解期权	84
一、公司价值的动态复制	85
二、求解最优边界的解析系统	87
第二节 二叉树模拟与数值解	88
一、模拟样本路径	89
二、启动与停止的区间预估	91
三、最优转换边界的数值解	94
第八章 结论分析与再设计.....	97
第一节 结论分析	97
一、运营转换边界间的相互关系	97
二、动态决策边界的扩散	99
三、最优动态决策边界的特性	99
第二节 可变采购支出与期权再设计	103
一、产出与投资的不确定性	104
二、状态变量 p	105
三、对运营决策的指导意义	108
第三节 案例研究的局限性	109
一、均值回归还是布朗运动	110
二、基于相关资产的期权定价	111
三、波动率是否随机变化	112
四、行业竞争与反射壁	112

第四部分 总结与启示

第九章 实物期权方法应用的外部与内部条件.....	115
第一节 实物期权方法的技术难题	115

第二节 实物期权方法应用的外部条件	117
第三节 实物期权方法应用的内部条件	118
附件一：价格数据.....	121
附件二：贴现率.....	123
附件三：数值计算程序源代码.....	125
附件四：符号集.....	131
主要参考文献.....	133

厦门大学博硕士论文摘要库

CONTENTS

PART ONE ORIENTATION

CHAPTER 1:INTRODUCTION 2

- 1.1 CATEGORIES AND DECISION MAKING 2
 - 1.1.1 *Categories of Real Option* 2
 - 1.1.2 *Principle of Decision-making* 5
- 1.2 STUDY PURPOSE, METHOD AND FRAMEWORK 7
 - 1.2.1 *Purpose* 7
 - 1.2.2 *Method* 8
 - 1.2.3 *Framework and Technical Roadmap* 9

CHAPTER 2: OPERATING DECISION-MAKING DILEMMA 14

- 2.1 INDUSTRIAL BACKGROUND 14
- 2.2 DECISION-MAKING DILEMMA 16
 - 2.2.1 *Company Background* 16
 - 2.2.2 *Dilemma* 17
 - 2.2.3 *Solution in Practice* 18

PART TWO THEORY AND MODEL

CHAPTER 3: INFRASTRUCTURE - FUNDAMENTAL 20

- 3.1 SOURCE OF UNCERTAINTY 20
 - 3.1.1 *Brownian Motions* 20
 - 3.1.2 *Mean Reversion* 22
 - 3.1.3 *Criterion and Flowchart* 23
- 3.2 REAL OPTIONS IN OPERATION 27
 - 3.2.1 *Option to Invest and Option to Abandon* 27
 - 3.2.2 *Option to Mothball, Option to Reactivate and Option to Scrap* 28
 - 3.2.3 *Operating Status Switches* 29
 - 3.2.4 *Principle of Decision* 30

CHAPTER 4: REAL OPION VALUATION MODEL I - PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATION 31

- 4.1 MATHEMATIC TOOL 31
 - 4.1.1 *Ito's Lemma* 31
 - 4.1.2 *Portfolio Replication* 34
 - 4.1.3 *PDE Solution and Economic Implication* 36
 - 4.1.4 *Brief Summary* 38
- 4.2 PDE METHOD AND OPTIMAL SWITCH 39
 - 4.2.1 *Parameters and Hypothesis* 39
 - 4.2.2 *Dynamic Programming* 40
 - 4.2.3 *Value Matching and Smooth Pasting* 42
 - 4.2.4 *Flowchart* 43
- 4.3 SOLUTION REVIEW 44

CHAPTER 5: REAL OPION VALUATION MODEL II - SIMULATION 47

- 5.1 BROWNIAN MOTIONS AND BINOMIAL TREES 47
- 5.2 DYNAMIC PROGRAMMING AND SIMULATION 49

5.2.2 Simulation	50
5.2.3 Brief Summary	52
5.3 SIMULATION METHOD AND OPTIMAL SWITCH	53
5.3.1 Basic Procedure	53
5.3.2 Technical Puzzle	55
5.3.2 Flowchart	55

PART THREE CASE STUDY

CHAPTER 6: INFRASTRUCTURE – ANALYSIS AND DESIGN 60

6.1 PRICE DATA ANALYSIS	60
6.1.1 Sample Survey	61
6.1.2 Hypothesis Testing	62
6.1.3 Constructed Price	70
6.2 OPERATING PROCESS AND DECISION MAKING	74
6.2.1 Single Stage Operating Process	74
6.2.2 Infinite-horizon Operating Process	75
6.2.3 Cost Structure	79
6.2.4 Decision Making	82

CHAPTER 7: REAL OPTION VALUATION - APPLICATION 84

7.1 PDE METHOD VALUATION	84
7.1.1 Replicating Company Value	85
7.1.2 PDE Valuation	87
7.2 SIMULATIONS AND NUMERICAL SOLUTIONS	88
7.2.1 Sample Paths	89
7.2.2 Inference about Thresholds of Investment and Abandonment	91
7.2.3 Numerical Solution	94

CHAPTER 8: SOLUTION REVIEW AND REDESIGN 97

8.1 SOLUTION REVIEW	97
8.1.1 Inherent Relationship in Switch Threshold Matrix	97
8.1.2 Extension of Dynamic Programming Threshold	99
8.1.3 Characteristic of Dynamic Programming Threshold	99
8.2 VARIABLE PURCHASING COST & REAL OPTION REDESIGN	103
8.2.1 Uncertainty in Output and Investment	104
8.2.2 Status Parameter p	105
8.2.3 Guide to the operation	108
8.3 LIMITATION IN CASE STUDY	109
8.3.1 Mean Reversion or Brownian Motions	110
8.3.2 Options on Correlated Assets	111
8.3.3 Stochastic Volatility Models	112
8.3.4 Industrial Competition and Barrier Control	112

PART FOUR SUMMARY AND DISCUSSION

CHAPTER 9: EXTERNAL AND INTERNAL ENVIRONMENT FOR IMPLEMENTATION OF REAL OPTION 115

9.1 TECHNICAL DILEMMA	115
9.2 EXTERNAL ENVIRONMENT	117
9.3 INTERNAL ENVIRONMENT	118

APPENDIX 1: DATA	121
APPENDIX 2: DISCOUNT RATE	123
APPENDIX 3: SOURCE CODE FILE	125
APPENDIX 4: SYMBOL	131
SELECTIVE REFERENCE	133

厦门大学博硕士学位论文摘要库

第一部分

决策问题的提出

第一部分将首先简要介绍实物期权的定义、类型及决策规则，并提出全文的分析框架，以及本文涉及的两大技术模块的技术路线图；第二章则简要介绍“案例公司”所处的行业背景，面临的决策难题及企业的管理实践。

第一章 引言

从作为金融衍生产品的金融期权到把真实世界中的各种选择权看作是一种期权，这是一场思维范式的革命。

本章首先简要介绍实物期权的类型和其具有革命意义的决策规则；然后提出本文研究的主要问题、研究方法和全文的逻辑架构。

第一节 实物期权的类型与决策规则

期权是一种合约，这一合约赋予持有人在某给定日期或该日期之前的任何时间以固定价格购进或售出一项资产的权利。然而，期权的意义绝不仅仅在于它是一种新的金融工具，更重要的是，它是一种处理不确定性的新的思维方式。

将实物期权的思维范式引入公司理财带来了一场革命，传统公司理财中有关资本结构、资本预算等领域都可以用实物期权方法来重新定义，它带给我们一种全新的视野。本文将研究的重点放在实物期权在资本预算中的应用，而较少涉足资本结构领域。

一、实物期权的类型

(一) 实物期权分类 I

马莎·阿姆拉姆、纳林·库拉蒂拉卡从不确定性的来源对实物期权进行了如下的分类¹：经营期权（Operating Option）、增加投资和抽回投资期

¹ 参见：马莎·阿姆拉姆、纳林·库拉蒂拉卡著，张维 等译 《实物期权：不确定性环境下的战略投资管理》（中文版），机械工业出版社 2001 年版，第 133~134 页

权（Investment and dis-investment Option）以及合约期权（Contractual Option）

经营期权是指当资产正在使用或经营时，该期权能针对不确定性提出灵活的策略。这样的例子包括：什么时候转换输入？什么时候转换产出？什么时候临时关闭厂房？等等。实物期权分析中，资产的价值包含了所有经营期权都被最优运用时所产生的价值。

增加投资和抽回投资期权包括投资规模的决策（扩张、收缩或处置）、在不同类别和规模的投资中进行选择的决策。此类期权也包括了时间类期权，如加速或延迟投资的期权。还有一些投资通过改变未来的可行决策来创造期权，从而改变可能的投资策略。例如，当平台投资（如 R&D）用于产品周期较短的行业中时，上一周期的投资将为下一周期创造机会。

合约期权是指通过一些特殊的合约条款，改变资产所有者面临的风险特征。例如，通常风险投资者所要求的合约条款能为他们提供资产变现的优先权（价值下跌时的保护）和随同后续投资者一起投资的权利（保护向上增值的潜力不被削弱），这类合约期权在公司并购案例中往往可以发现。

本文中案例研究所涉及的主要是经营期权，这一期权的特点是它内涵于企业的日常运营之中，而不是来自于投资者的选择或是刻意的合约安排，从这个意义上看，经营期权较其他两类期权更为隐蔽。

（二）实物期权分类 II

我们还可以将实物期权划分为“拓展期权”（标的资产的看涨期权）和“放弃期权”（标的资产的看跌期权），这些期权与不同的资产组合，又可衍生出以下几种情形：

等待投资期权，其本质是一种“拓展期权”。等待投资期权内涵于项

目的投资决策之中，项目持有者有权推迟对项目的投资，以解决现在时刻投资项目所面临的一些不确定性。等待投资期权在资源采掘业、农业、造纸业和房地产开发业中特别有价值，因为这些行业有较高的不确定性和较长的投资周期，并且这种类型的投资具有不可回收型、投资大的特点。

增长型期权，这类期权的本质是一种“拓展期权”。增长型期权中，第一期的投资形成的资产是项目实体资产（第一期投资的现金流折现）和是否进行第二期投资的拓展期权的资产组合。项目的投资者获得初始的投资成功后，在未来的时间内，能够获得一些新的投资机会。公司的增长期权能够提供将来的一些投资机会，对公司来讲，具有十分巨大的战略重要性。许多早期投资可以看作是一系列相关投资项目的前提。早期投资项目的价值与其说是来自于预期可以产生的现金流的价值，不如说来自于它能够提供的将来增长机会的价值。增长期权存在于所有的基础设施投资项目、公司战略性的投资项目、跨国公司投资项目和战略性兼并的投资项目。

退出型期权，这类期权本质是一种“放弃型期权”。事实上，任何运营中的项目都是项目实体资产与退出型期权的资产组合。这类期权同样是蕴含于一个运营中的项目之中，传统的 NPV 法上忽略了企业这种选择权的价值。如果项目的收益不足以弥补投入的成本或市场条件变坏，则投资者有权放弃该项目。这类期权大多存在于研发密集型产业（特别是制药业），这些项目具有高度的不确定性、开发周期长的特点。

柔性期权，这类期权的本质是“拓展型期权”与“放弃型期权”的组合。在未来的时间内，项目的持有者有权在多种决策之间进行转换。由于项目投资的可变性，相应的转换期权蕴含于项目的初始设计之中。灵活的生产设备允许生产线在产品之间容易地进行转换，转换期权将成为设备成本的一部分，传统的投资决策工具很难处理这样的柔性投资策略，使用实物期权法能帮助管理者更好地从可选的方案中进行选择。

学习型期权，其本质是“拓展型期权”和“放弃型期权”的组合。学习型期权是内涵于学习型投资之中的，所谓的学习型投资就是获得由其他途径无法得到的信息的行为。学习型投资能够降低未来项目成本的不确定性，从而也使得学习型投资的价值不断下降。学习型投资的这一个特征是其与增长型期权之间最大的差异。在增长型期权中，项目的不确定性是既定的，并不因为投资行为而有所下降。学习型投资主要的运用是石油勘探和 R&D。

二、实物期权方法的决策规则

实物期权理论对决策规则的革命性改进在于其将静态决策规则转变为动态决策规则。

传统的决策规则强调 $NPV > 0$ ，并且在多个备选项目中选择能带来最大 NPV 的项目，这种决策并未将未来的不确定性以及企业管理不确定性的能力考虑进来：

第一，NPV 方法建立在静态理性投资的基础之上，但事实上，任何公司的决策都是在动态的环境下进行的，传统的 NPV 方法忽略了投资者延期投资的能力或为了获得这种能力而进行的投资，这种能力表明投资者可以等到项目的外部环境条件变得有利的时候再进行投资，因此，这种能力是有价值的，任何投资决策的做出都意味着投资者将失去这一有价值的资产，因此它构成了项目投资的机会成本，任何项目的净现值必须超过项目的初始有形投资和投资者延迟投资的能力所具备的价值之和方是可接受的；

第二，延迟投资的能力所具有的价值对项目未来的不确定性高度敏感，项目未来的不确定性越大，延迟投资越有价值，进而项目投资的机会成本越高；

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库