

学校编码: 10384
学号: 17720101151063

分类号____密级____
UDC____

廈門大學

硕士学位论文

基于蒙特卡罗模拟的 BOT 项目特许定价研究

BOT Project Concession Pricing Based on Monte Carlo Simulation

贺永芳

指导教师姓名: 李兵副教授

专业名称: 技术经济及管理

论文提交日期: 2013 年 4 月

论文答辩时间: 2013 年月

学位授予日期: 2013 年月

答辩委员会主席: _____

评阅人: _____

2013 年 4 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈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其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

特许经营权价格是交通设施 BOT 项目特许经营协议谈判的重要问题,政府和项目公司之间能否有效的、顺利的解决特许经营权定价的问题,成为保证公共交通 BOT 项目成功的运作的关键。

本文对 BOT 项目特许经营权价格、政府角色以及风险对 BOT 项目的相关研究进行文献回顾,发现现存的文献不足,如公共交通 BOT 项目的定价问题,没有考虑到政府与项目公司之间主导形式对特许经营权定价影响。因此,本文将政府与项目公司合作关系结合考虑进特许经营权定价模型中。

首先,在假定双方信息对称的前提下,建立政府社会福利函数和项目公司的利润函数,在合作博弈基础上,根据纳什均衡的原理求解出一个均衡稳定的最优值,为后续特许经营权价格的确定和调整提供依据。然后,按照特许期是否可变以及价格主导权方式,将特许经营权定价模式分为三种模式,分别为项目公司主导型的固定特许期的定价模式、政府主导性固定特许期定价模式以及可变特许期定价模式。最后,通过蒙特卡罗模拟计算在不同定价模式下的特许经营权价格,以及价格调整机制。

研究表明,政府主导性固定特许期定价模式下政府制定的特许经营权价格要小于项目公司主导型的固定特许期的定价模式下的报价;可变特许期模式下的特许经营权价格要高于项目公司主导型的固定特许期的定价模式的价格;还有项目公司主导型定价模式中,项目公司对特许经营权价格的制定有主导权,会产生一定的垄断效益。

关键词: BOT; 特许经营权定价; 蒙特卡罗模拟

Abstract

Concession pricing is a critical issue in BOT project contract negotiation. Under the situation of promoting private finance initiative in the reform of infrastructure investment in China, effective cooperative pricing between governments and private company has become key issue to assure successful operation of BOT projects.

Literature on concession pricing, government responsibility, risk allocation has been analyzed. The results indicated that the problem of concession pricing have not been solved yet. The limitation was a neglect ion of the cooperation of government and private company in pricing. This paper aims to explore the problems, of which the government cooperated with the private company considering entering the franchise pricing model.

The first one is to introduce risk into social welfare function and profit function under the assumption of symmetrical risk information between government and project company; establish two-person cooperative games model; where the Nash negotiation solution and calculate prices and adjustment design based on loss using Nash Product mapping. Secondly, concession pricing model can be divided into three modes according to various type of the concession period. Respectively is private company dominant concession pricing mode, government dominant concession pricing mode and flexible-term pricing. Then use the simulation to get goal price. The fourth part is to calculate toll price by Monte Carlo simulation.

The simulation results show that the models of concession pricing and adjustment can produce satisfying prices for governments and project company based on reasonable contract condition. The price of private company dominant concession pricing mode is high than government dominant concession pricing mode's, but lower than flexible-term pricing mode's. In private company dominant concession pricing mode, project company will produce certain monopoly benefits.

Key Words: BOT; Concession Pricing; Monte Carlo simulation

目录

第一章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的和研究内容	4
1.2.1 研究目的.....	4
1.2.2 研究内容.....	4
1.3 研究方法	5
1.3.1 文献分析法.....	6
1.3.2 数学建模法.....	6
1.3.3 蒙特卡罗模拟法.....	6
1.4 技术路线	7
1.5 研究意义	8
1.5.1 理论意义.....	8
1.5.2 实践意义.....	9
1.6 主要创新点	9
1.7 全文结构	10
第二章 BOT 公共交通项目研究	11
2.1 BOT 模式实践进展	11
2.1.1 国外 BOT 模式实践发展.....	11
2.1.2 国内 BOT 模式实践发展.....	11
2.2 BOT 的相关研究成果	12
2.2.1 政府 BOT 模式中角色相关文献研究.....	13
2.2.2 BOT 项目特许期定价决策的研究.....	14
2.2.3 BOT 项目价格风险因素相关文献研究.....	14
2.3 蒙特卡罗在工程项目中的研究	16

第三章 BOT 特许经营权定价与影响因素研究..... 18

3.1 特许期与特许经营权定价的概念 18

3.1.1 特许期的概念..... 18

3.1.2 特许经营权定价..... 19

3.2 特许经营权定价方法 19

3.2.1 净现值定价法..... 19

3.2.2 成本反算法..... 22

3.2.3 类比法..... 22

3.2.4 级差效益法..... 23

3.2.5 影子定价法..... 23

3.2.6 各种定价方法的比较..... 24

3.3 特许经营权定价影响因素识别 25

3.3.1 交通量..... 25

3.3.2 项目投资成本..... 26

3.3.3 运营维护成本..... 26

3.3.4 项目特许期..... 26

3.3.5 经济水平..... 27

3.3.6 投资收益率..... 27

3.4 影响特许经营权定价关键风险识别 28

3.5 关键风险的概率分布假设 31

3.5.1 完工风险概率分布..... 32

3.5.2 市场风险的概率分布..... 32

3.5.3 法律风险的概率分布..... 33

3.5.4 通货膨胀的概率分布..... 33

3.5.5 不可抗力风险的概率分布..... 33

第四章 特许经营权定价决策模型 35

4.1 政府和项目公司合作博弈模型 35

4.1.1 政府和项目公司各自追求的目标..... 35

4.1.2 政府和项目公司合作博弈模型..... 36

4.2 特许经营权定价模式	39
4.2.1 项目公司主导型的固定特许期定价模式.....	40
4.2.2 政府主导型的固定特许期定价模式.....	43
4.2.3 可变特许期下的定价模式.....	43
4.3 项目公司主导型的固定特许期定价模式	44
4.3.1 项目公司对经营权价格的确定.....	45
4.3.2 政府部门对经营权价格的确定.....	47
4.4 政府主导型的固定特许期定价模式	48
4.4.1 项目公司对经营权价格的确定.....	48
4.4.2 政府部门对经营权价格的确定.....	48
4.5 可变特许期下的定价模式	48
4.5.1 项目公司对经营权价格确定.....	48
4.5.2 政府对经营权价格确定.....	49
4.6 BOT 项目特许经营权价格调整.....	49
4.6.1 特许经营权价格调整阶段划分.....	50
4.6.2 特许经营权价格调整策略.....	50
4.6.3 特许经营权价格调整幅度.....	52
4.7 特许经营权定价决策构建步骤	52
4.8 小结.....	53
第五章 蒙特卡罗数据模拟分析.....	55
5.1 案例背景.....	55
5.2 模拟工具的选择	57
5.3 项目公司特许经营权价格模拟分析	58
5.3.1 预测交通量.....	58
5.3.2 运营及维护费.....	60
5.3.3 项目公司最优特许经营权价格.....	60
5.4 项目公司主导型定价模式下政府最优特许经营权价格	61
5.5 政府主导型定价模式下政府最优特许经营权价格	66
5.5 可变特许期下政府最优特许经营权价格分析	68

5.6 特许经营权价格的调整模拟分析	70
5.7 小结.....	73
第六章 结论.....	74
6.1 研究结论.....	74
6.2 研究不足.....	75
6.3 研究建议.....	76
参考文献.....	77
附件 1 变量含义.....	84
附件 2 英文缩写的全称及其中文含义.....	86
致 谢	87
研究成果.....	89

Contents

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Research Background.....	1
1.2 Research Purposes and Research Content	4
1.2.1 Research Purposes	4
1.2.2 Research Contents.....	4
1.3 Research Method.....	5
1.3.1 Literature Analysis	5
1.3.2 Mathematical Modeling Method.....	6
1.3.3 Monte Carlo Simulation.....	6
1.4 Technology Roadmap.....	7
1.5 Research Significance	8
1.5.1 Theoretical Significance	8
1.5.2 Practical Significance.....	9
1.6 Innovation Point	9
1.7 Thesis Structure	10
Chapter 2 Research of Public Transport BOT Project.....	11
2.1 BOT Practice Progress.....	11
2.1.1 BOT Model Practice Development Abroad	11
2.1.2 BOT Model Practice Development Domestic	11
2.2 Literature Review on BOT Project	13
2.2.1 Literature Review on Government Role	13
2.2.2 Literature Review on Concession Pricing.....	14
2.2.3 Literature Review on Risk Allocation.....	15
2.3 Monte Carlo Study in Engineering Projects.....	17

Chapter 3 Overviews on BOT Concession Pricing and Influencing Factors.....	18
3.1 Concept of Concession Period and Concession Pricing.....	18
3.1.1 Concept of Concession Period	18
3.1.2 Concept of Concession Pricing	21
3.2 Concession Pricing Method.....	21
3.2.1 NPV Pricing Method.....	21
3.2.2 Cost of the Algorithm.....	24
3.2.3 Analogy Method.....	24
3.2.4 Differential Benefit Method	25
3.2.5 Shadow Pricing	25
3.2.6 Comparison of Various of Pricing Method	26
3.3 Concession Pricing Factors Identification	27
3.3.1 Traffic Volume	27
3.3.2 Construction Investment	28
3.3.3 Operation Costs.....	28
3.3.4 Concession Period.....	28
3.3.5 Economic Level	29
3.3.6 Investment Return.....	29
3.4 Key Risk Identification.....	30
3.5 Probability Distribution of Key Risk Hypothesis.....	31
3.5.1 Completion Risk Probability Distribution	32
3.5.2 Market Risk Probability Distribution.....	32
3.5.3 Legal Risk Probability Distribution	33
3.5.4 Inflation Probability Distribution.....	33
3.5.5 Force Majeure Risk Probability Distribution.....	33
Chapter 4 Franchise Pricing Decision Model.....	35
4.1 Government and Project Company Game Model	35
4.1.1 Target of Government and Project Company.....	35

4.1.2 Government and Project Company Game Model.....	36
4.2 Concession Pricing Model	39
4.2.1 Project Company Leading Fixed-term Pricing Model.....	40
4.2.2 Government Leading Fixed-term Pricing Model.....	43
4.2.3 Flexible-term Pricing Model.....	43
4.3 Project Company Leading Fixed-term Pricing Model	44
4.3.1 Project Company to Determine Right Price.....	44
4.3.2 Government to Determine Right Price	47
4.4 Government Leading Fixed-term Pricing Model.....	47
4.4.1 Project Company to Determine Right Price	47
4.4.2 Government to Determine Right Price	48
4.5 Flexible-term Pricing Model	48
4.5.1 Project Company to Determine Right Price.....	48
4.5.2 Government to Determine Right Price	50
4.6 BOT Project Concession Price Adjustment	50
4.6.1 Concession Price Adjustment Division.....	51
4.6.2 Concession Price Adjustment Strategy	51
4.6.3 Concession Price Adjustment Amplitude.....	53
4.7 Steps of Concession Pricing Decisions.....	54
4.8 Summary.....	54
Chapter 5 Case Study.....	55
5.1 Case Background	56
5.2 Simulation Analysis Tool	58
5.3 Project Company Franchise Price Simulation Analysis	60
5.3.1 Forecasting Traffic Volume	60
5.3.2 Operation and Maintenance	61
5.3.3 Project Company Optimal Price Concession.....	61
5.4 Project Company Optimal Price	61
5.5 Government Optimal Price.....	66

5.5 Flexible-term Optimal Price	68
5.6 Adjust Simulation Analysis of Concession Price	70
5.7 Summary.....	73
Chapter 6 Conclusion	74
6.1 Research Conclusions	74
6.2 Limitation	75
6.3 Suggestions for Future Research	76
References	77
Appendix 1	84
Appendix 2	86
Acknowledgements.....	87
Paper and Project during Study.....	89

第一章 绪论

1.1 研究背景

“十二五”时期，我国社会主义经济将进入一个全新的发展阶段，交通运输服务也将迈进一个新的发展时期。中国社会经济快速而稳健的发展是交通基础设施建设的内驱力，尤其在国家政策大力扶持下，我国公共交通基础设施将得到大力的发展，人民的生活水平也会得到逐步地提高。预计到 2015 年底，我国公路总里程将达 450 万公里，其中高速公路将达到 10.8 万公里，占到 20 万人口城市的 90%以上。国家发改委交通技术与规划研究中心主任郭文龙认为，“十二五”期间的公共交通的项目投资成本达到 10 万亿是没有问题的。预计“十二五”期间全国公共交通的总项目投资成本将在“十一五”的总体水平上保持每年约 12-15%的增幅（如表 1-1 所示）。

随着“十二五”公共交通建设越来越多，政府部门却面临这资金短缺，没有大量的闲置资金来适应公共交通（public transportation）的快速发展。因此，政府必然引入民间资本，如 Build-Operate-Transfer (BOT) 等融资模式建设基础设施项目，这种方式缓解了政府巨大的财政资金压力，减少了政府的压力，扭转了交通基础设施建设完全依赖于政府，有效吸引了私人投资者进行投资，不仅拓宽了投资渠道，还可以充分利用资本市场上的闲置资金，必将为交通基础设施建设带来全新的局面。

BOT 融资模式，即项目公司融资建设某项基础设施，并在规定时间内经营该设施，经营阶段获得的利润项目公司所有，待到特许期满后将该项目转交给政府或其他公共机构的一种新的融资方式。世界银行《1994 年世界发展报告》指出 BOT 融资模式主要包括以下三种：1, *Build-Operate-Transfer (BOT)*，即建设-运营-移交；2, *Build-Own-Operate-Transfer (BOOT)*，即建设-拥有-运营-移交；3, *Build-Own-Operate (BOO)*，即建设-拥有-运营^[1]。

表 1-1 交通运输“十二五”发展指标汇总

指标数	基础设施指标	2010年	2015年
1	公路网总里程（万公里）	398.4	450
2	高速公路总里程（万公里）	7.4	10.8
3	国家高速公路通车里程*（万公里）	5.8	8.3
4	高速公路覆盖20万以上城镇人口城市比例（%）	80	≥90
5	二级及以上公路总里程（万公里）	44.5	65
6	国道二级及以上公路比例**（%）	60	≥70
7	每年实施国省道大中修工程比例（%）	13	≥17
8	国省道总体技术状况（MQI，%）	72	>80
9	农村公路总里程（万公里）	345.5	390
10	国家公路运输枢纽客货运输站场建成率（%）	21、13	50、40
11	沿海港口通过能力适应度	0.98	1.1
12	沿海港口深水泊位数（个）	1774	2214
13	内河高等级航道里程（万公里）	1.02	1.3
14	内河高等级航道达标率（%）	54	70
15	五年累计改善三级及以上航道里程（公里）	2700	3500
16	民航机场总数（个）	175	≥230
17	邮政局所数量（万个）	4.8	6.2

资料来源：交通部 《交通运输“十二五”发展指标汇总》

BOT 项目的参与方主要包括政府部门、发起人、项目公司、承包商、运营商、保险公司等。他们之间的关系如下图 1-1 所示。发起人通过持股方式组成项目公司，而政府部门与项目公司进行特许权协议，在特许经营期内执行协议，协议中的重要内容包括特许期和收费机制。其他为支持性协议，如授权勘察设计公司对 BOT 项目进行勘察，而项目公司支付成果费用，勘察设计公司交付勘察成果。担保公司对项目公司进行担保，银团贷款人将现金贷款给项目公司，政府为该项目公司提供支持和担保。承包商对项目建设，项目公司支付建设费用，运营商对项目进行运营维护。

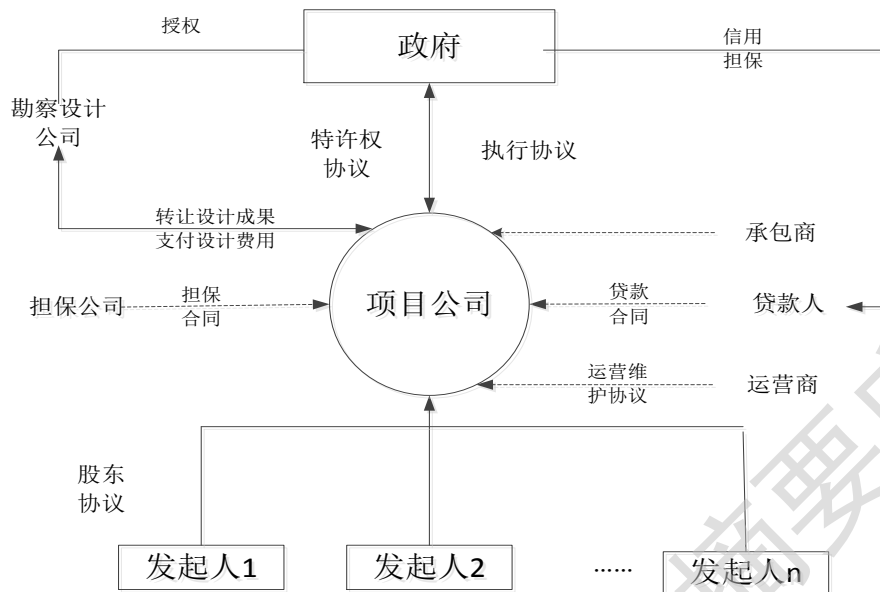


图 1-1 BOT 项目的参与人

采取 BOT 模式建设的过程中，合理的特许经营权定价 (*Concession Pricing*) 是 BOT 项目得以成功实施的关键因素^[1]，特许经营权定价，即在满足政府所要求的社会福利最大化目标并且能够保证项目公司获得合理利润的同时，为项目提供的产品或服务制定出的通行费用。政府和项目公司双方进行谈判，并且在特许经营协议(*Concession Contract*)上制定合理的通行费用和特许期限，使得双方利益均衡，形成共赢局面，保证公共交通 BOT 项目健康稳定运作。

如何对 BOT 公共交通进行合理定价是学术界一直探讨的问题。杨海 (2000)^[4]、Ferrari^[5] (2004)、Verhoef^[6] (2004)，都对公共交通 BOT 项目特许经营权价格做出初步研究。杨海认为公共交通由于项目的项目投资成本大、特许期长，所承受的风险大，与传统的交通项目相比，BOT 项目需要承受更大的风险。政府在 BOT 项目中不再是唯一的价格制定者了，应该与项目公司共同分担合作，设计出符合 BOT 项目政府与项目公司合理的共担、实现双方利益均衡特许经营权价格。

进行特许经营权定价过程中，存在着关键因素对特许经营权价格的影响的问题，这个问题在以后的研究中至关重要。因此，叶苏东 (2003) 根据特许经营权价格调整的 3 个规则，即交通需求量的需求、通货膨胀、汇率等风险提出了具体的特许经营权价格调整公式^[7]。

虽然，目前存在许多的特许经营权定价方法，但是目前来看公共交通基础设施 BOT 项目的特许经营权定价的在实践中的效果不理想，甚至有些项目由于特许

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.

厦门大学博硕士论文摘要库