

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: 15620061151050

UDC\_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

我国台风债券利率定价研究

**A Study on the Pricing of Interest Rate of  
Typhoon Bond in China**

林 曦

指导教师姓名: 许 莉 副 教 授

专 业 名 称: 保 险 学

论文提交日期: 2009 年 4 月

论文答辩时间: 2009 年 月

学位授予日期:

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2009 年 3 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

巨灾指的是诸如地震、台风、冰雹和洪灾等可能造成重大财产损失的巨大自然灾害。在当前环境下,巨灾事件的频发给全球经济的高速发展蒙上了一层阴影。由于巨灾事件发生概率低、破坏范围集中、产生损失巨大,不仅给保险业也给政府带来了压力。而巨灾风险证券化将保险市场的风险分散到资本市场,从资本市场上获得了大量资金,扩大了保险业的承保容量,有效提高了保险业抵御风险的能力,同时,也使政府能够摆脱“最后保险人”的尴尬境地。因此,巨灾风险证券化成了解决巨灾事件难以承保的出路。

巨灾风险证券化的产品种类繁多,包括巨灾期权,巨灾期货,巨灾互换和巨灾债券。而其中的巨灾债券由于自身相较其他巨灾产品的优点,正被广泛地运用到巨灾风险管理中。

我国是自然灾害多发的国家,特别是因为所处的地理位置,常年遭受台风灾害的影响,给居民的生产生活带来了巨大损失。因此,在我国进行巨灾风险证券化,特别是台风风险证券化的意义重大。本文从此出发,结合我国资本市场的具体实际,考虑到债券的形式在我国的接受程度较高,将台风风险和巨灾债券相结合,计算了当前我国发行台风风险债券适用的利率水平。

文章首先介绍了巨灾风险证券化的发展和研究历史,介绍了不同的证券化产品,特别是其中巨灾债券的主要优势;其次介绍了巨灾债券独特的运作模式和具体类型,并对巨灾债券引入资本市场的优势进行了数理分析;然后,即本文的重点,文章结合巨灾债券的特性,从Cox模型出发,推导设计了既突出巨灾债券特性又符合我国国情的台风债券利率定价模型;最后,结合我国的1991年~2006年的台风损失数据,计算了我国台风事件的发生概率,以实际数据为基础,计算在我国发行一年期台风债券的可行利率,同时对此进行了敏感性分析。

关键词: 巨灾风险证券化; 台风债券; 定价模型

## Abstract

Catastrophe is natural disaster which can make heavy property loss like earthquake, typhoon, hailstone, flood and so on. Right now, the catastrophe takes a shadow to the high rape of the world economics. Because of the low happen probability, the mass damage range and the big loss, catastrophe takes pressure to the insurance and the government. While the catastrophe risk securitization can shift the catastrophe risk to the capital market, raise capital from the capital market, increase the capacity of the insurance, in the some time, it can help the government to break away from the role of “the last insurer”. Therefore, the catastrophe risk securitization creates the outcome for the insurance. There are lots of kinds of catastrophe risk securitization derivatives such as catastrophe (CAT) future, catastrophe (CAT) option, catastrophe (CAT) swap and catastrophe (CAT) bond. Among of these products, catastrophe bond is widely used in risk management because of its advantage.

China is regarded as a country had heavy catastrophe risk. Because of our geographical position, China has to suffered the huge loss which made by typhoon every year. So, it's very important to develop the catastrophe risk securitization in our country, especially the typhoon risk securitization. In consideration of the reality of our country that bond is the most suitable securitization product in China, this paper combines the typhoon risk and catastrophe bond to calculate the most suitable interest rate of typhoon bond in China.

First, the paper introduces the developing process and history of catastrophe securitization, introduces the type of catastrophe derivatives especially the advantage of the catastrophe bond.

Second, this paper introduces the different of the running process of the catastrophe bond and the type of catastrophe bond. At the same time,

the paper uses the mathematical method to compute the advantage of the catastrophe bond if it comes into the capital market.

Third, the main part of this paper, based on the Cox model, models the loss distribute and typhoon bond interest rate which fitted the reality of China.

Last, the paper uses the typhoon data from 1991 to 2006, calculates the typhoon occur probability of China. Then, the paper calculates the one-year interest rates of typhoon bond in China and the sensitivity of interest rate of this typhoon bond.

Key words: Catastrophe Risk Securitization; Typhoon Bond; Pricing Model

## 目 录

<b>0 绪论</b> .....	<b>5</b>
<b>0.1 选题背景</b> .....	<b>5</b>
<b>0.2 文献综述</b> .....	<b>8</b>
0.2.1 巨灾风险定义及特性.....	8
0.2.2 巨灾风险证券化的研究.....	9
0.2.3 巨灾风险债券定价模型.....	10
<b>0.3 本文的研究目的和结构</b> .....	<b>13</b>
<b>0.4 本文的创新与不足</b> .....	<b>14</b>
<b>1 巨灾风险证券化</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1 保险风险证券化的定义</b> .....	<b>15</b>
<b>1.2 巨灾风险证券化的研究</b> .....	<b>16</b>
<b>1.3 巨灾风险证券化的类型</b> .....	<b>17</b>
1.3.1 巨灾期货.....	17
1.3.2 巨灾期权.....	18
1.3.3 巨灾互换.....	19
1.3.4 巨灾债券.....	21
<b>2 巨灾债券的研究</b> .....	<b>25</b>
<b>2.1 巨灾债券的运行结构</b> .....	<b>25</b>
2.1.1 巨灾债券参与者.....	25
2.1.2 巨灾债券运作过程.....	25
<b>2.2 巨灾债券的类型</b> .....	<b>26</b>
<b>2.3 巨灾债券的数理分析</b> .....	<b>28</b>
<b>3 我国台风债券利率定价模型设计</b> .....	<b>30</b>
<b>3.1 国内台风债券定价模型的不足</b> .....	<b>30</b>
<b>3.2 我国台风债券定价模型的构建</b> .....	<b>30</b>
3.2.1 损失分布的建模.....	31
3.2.2 台风债券利率模型的建模.....	32

4 我国台风债券利率定价的实证算例 .....	36
4.1 台风损失分布建模实证 .....	36
4.2 台风债券利率建模实证算例 .....	40
4.3 台风债券敏感性分析 .....	41
4.4 本章小结 .....	45
5 本文结语 .....	47
附表 1 经验剩余期望值与理论剩余期望值比较 .....	49
附图 1 帕累托分布残差图 .....	53
参考文献 .....	54
致    谢 .....	58



**C O N T E N T S**

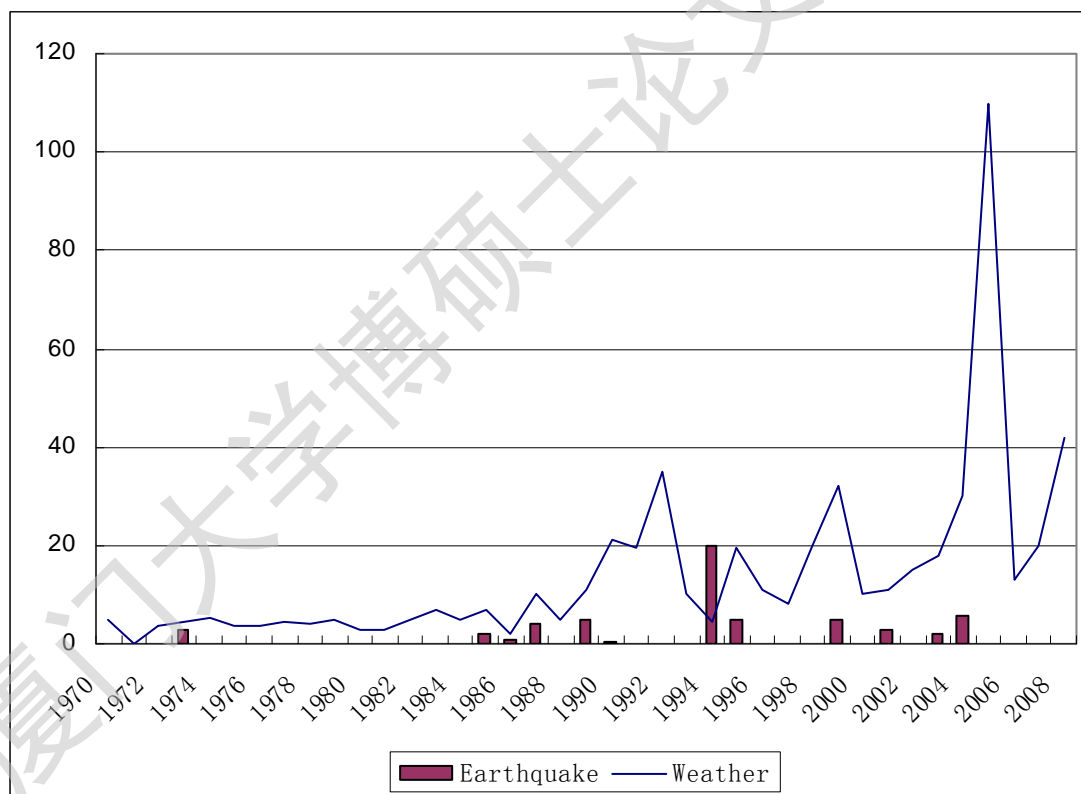
<b>0 Introduction.....</b>	<b>5</b>
<b>0.1 Background .....</b>	<b>5</b>
<b>0.2 Summarize .....</b>	<b>8</b>
0.2.1 Catastrophe risk.....	8
0.2.2 Catastrophe risk securitization.....	9
0.2.3 The pricing model of catastrophe risk bond.....	10
<b>0.3 Purpose and structure .....</b>	<b>13</b>
<b>0.4 Advantage and shortcoming .....</b>	<b>14</b>
<b>1 Catastrophe risk securitization.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Insurance risk securitization .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Catastrophe risk securitization.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3 The type of catastrophe securitization .....</b>	<b>17</b>
1.3.1 Catastrophe future.....	17
1.3.2 Catastrophe option.....	18
1.3.3 Catastrophe swap.....	19
1.3.4 Catastrophe bond.....	21
<b>2 The study on catastrophe bond.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1 The running structure of catastrophe bond .....</b>	<b>25</b>
2.1.1 The participants of catastrophe bond.....	25
2.1.2 The running process of catastrophe bond.....	25
<b>2.2 The type of catastrophe bond .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3 Using mathematical method on the catastrophe bond .....</b>	<b>28</b>
<b>3 The design of typhoon bond model in China.....</b>	<b>30</b>
<b>3.1 The shortcoming typhoon bond model in China .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2 the design of typhoon bond interest rate model .....</b>	<b>30</b>
3.2.1 Modeling of loss distribute.....	31
3.2.2 Modeling of typhoon bond interest rate.....	32

<b>4 Demonstration of typhoon bond rate model in China.....</b>	<b>36</b>
4.1 Demonstration of loss distribute .....	36
4.2 Demonstration of typhoon bond rate model .....	40
4.3 Sensitivity of typhoon bond .....	41
4.4 Summary .....	45
<b>5 Summary.....</b>	<b>47</b>
<b>Attached table 1.....</b>	<b>49</b>
<b>Attached chart 1.....</b>	<b>53</b>
<b>References.....</b>	<b>54</b>
<b>Acknowledgement.....</b>	<b>58</b>

## 0 绪论

### 0.1 选题背景

巨灾 (Catastrophe) 指的是诸如地震、台风、冰雹和洪灾等可能造成重大财产损失的巨大自然灾害。在全球经济步上高速增长轨道的情况下, 巨灾风险成为了横亘在发展之路上的巨大阴影。瑞士再保险公司 (Swiss Re) 的研究报告表明, 20世纪70年代以来, 巨灾事件不论是发生的频率还是造成的损失都呈逐年上升的态势。2007年全球因巨灾造成的财产损失估计在700亿美元左右, 而到了2008年, 巨灾总共对社会造成的经济损失已达2250亿美元。全球每年因各类巨灾造成的损失统计如图0-1所示:



资料来源: Swiss Re, Guy Carpenter & Company, LLC

图0-1 1970~2008年全球巨灾损失分布 单位: 十亿美元

如图0-1所示, 虽然巨灾损失在某些年份有所下降, 但是从长期趋势来看, 全球范围的巨灾损失数额仍是呈震荡上行分布。

巨灾产生的损失给保险公司和再保险公司造成了沉重的负担，其中，2007年保险公司承保损失达276亿美元，比2006年高出107亿美元。而到了2008年，保险业的赔付更是超过500亿美元，成为保险史上的第二大赔付年。

在因巨灾产生的保险赔付中，单个保险公司所面临的往往是巨额赔付，而巨额赔付又伴随着巨额亏损，保险公司极易因为几次的巨额赔付出现经营困难，面临破产的危险。在此之下，保险公司传统的解决方式通常有三种：提高保费、减少保险供给、求助再保险。但是，这三种方式对急需解决所面临巨灾风险的保险公司来说，存在着自身的缺点。首先，从长远来看，前两种方式对于保险公司的发展无疑是杀鸡取卵，不利于其发展。其次，在巨灾面前，再保险也存在着局限性，再保险公司的援助通常也只是杯水车薪。而且，由于巨灾的频发，再保险公司也不得不相继收紧再保险条件，提高再保费率。2009年2月份全球最大的再保险公司慕尼黑再保险（Munich Re）就已经表示考虑到自然灾害相关损失将继续上升，计划提高其在全球范围内的自然灾害相关再保险费率，平均提高至少30%。这对处在巨灾威胁下的保险公司来说不啻于雪上加霜。

我国作为自然灾害多发的发展中国家，灾害种类多、发生频率高、分布地域广、造成损失大。全国有2/3的国土面积不同程度地受到洪水威胁，经济发达的沿海地区多数易遭受台风袭击，有近半数的城市分布在地震带上。随着我国经济的迅速发展，由于人口和财富的不断聚集及全球大环境下自然灾害发生频率的升高，巨灾所造成的重大损失呈明显上升趋势。据民政事业发展统计报告显示，近10年来我国因洪水、台风、地震等自然灾害造成的经济损失每年维持在2000亿元人民币左右。2008年汶川地震灾害，不仅给我国民众带来巨大伤痛，更使国民经济遭受了巨大的损失。

如果说类似地震灾害的巨灾风险是多年一遇，那么，作为我国南方的老“常客”——台风则是年年拜访了。由于我国的地理位置东临太平洋，每年都会遭受台风侵袭，再加上东部沿海地区多为经济发达地区和人口聚集区，台风灾害所造成的损失更是不容忽视。以2004年CPI指数定基计算，2000年~2006年造成损失超过100亿元的台风就达9次之多，具体数据如表0-1所示：

表 0-1 2000 年~2006 年重大台风损失 单位：亿元人民币

登陆时间	台风		损失
	名称	最大风力（级）	
2001.07	尤特	11	176.95
2004.08	云娜	12	202.95
2005.07	海棠	12	105.89
2005.08	麦莎	12	177.21
2005.09	泰利	12	150.89
2005.09	卡努	12	138.61
2005.09	达维	12	119.94
2006.07	碧利斯	11	337.05
2006.08	桑美	17	190.24

数据来源：《中国气象年鉴》，2002~2007 年

我国每年因为台风灾害产生的损失金额巨大，但是基于台风损失的巨大性和风险的集中性，使得商业保险公司对台风风险一般采取相对谨慎的承保态度。目前虽然已有保险公司将台风损失包含在正常的保险责任范围内，如在家庭财产保险、企业财产保险、机动车辆保险中涵盖因为台风、暴雨、暴风带来的损失赔付，但市场上还没有真正的专门的台风保险。有关部门也规定此类险只能作为企业财产保险的附加险，不得作为主险单独承保。

事实上，我国保险公司在对台风损失上也是根本赔不起，2005 年在浙江登陆的 5 次台风，总共造成浙江省 286.81 亿元的损失，虽然最后总赔付金额和总损失相差甚远，仅为 6 亿元，但却已经让保险公司不堪重负。因此，台风过后的经济损失实际上多数由政府承担，政府扮演了“最后保险人”角色，过多的救灾支出挤占了其它项目的投资支出，存在着较高的机会成本，这不仅不利于我国保险业的发展，对国民经济的平稳有序发展也产生了不利影响。

可见，无论是从促进国内保险业的发展，还是从减轻国家财政压力的角度来看，传统保险的变革创新不可避免，巨灾保险不能仅局限于保险业中坐井观天，巨灾风险证券化在此之下应运而生。开发和运用巨灾证券化衍生产品，是充分发

挥资本市场的风险分散能力、推动保险市场和资本市场的良性互动、保障巨灾保险有序发展的良好途径。据统计,我国保险业在 2006 年底的保费收入为 5640.15 亿元,其中财险保费收入仅为 1510.4 亿元,而同期债券一级市场总量已达 2.25 万亿元,仅国债部分就有 8883 亿元,二级银行间债券市场现券交易量达 10.26 万亿元,日均 409 亿元。这说明我国的资本市场已具备了一定的分化巨灾风险的能力。

## 0.2 文献综述

### 0.2.1 巨灾风险定义及特性

虽然巨灾风险在全球产生的危害如此严重,但是在世界范围内对巨灾还没有明确统一的定义,各国根据自身实际情况,都有着不同的定义。根据Cummins和Geman(1995)<sup>[1]</sup>对巨灾所下的定义,造成超过500万美元的财产损失且同时影响到大量保险人与被保险人的事件即可以被称为巨灾。美国保险服务局(ISO)

(1998)<sup>[26]</sup>用定量的方法以1998年的物价水平为依据,将巨灾风险定义为:引起至少2500万美元被保险财产损失并影响多位保险人和被保险人的事件。瑞士再保险(Swiss Re)(1996)<sup>[26]</sup>则将此具体地划分为自然灾害和人为因素两种情况,指在大面积或有限空间内造成严重破坏,或导致大量财产损失、人员伤亡或环境破坏等的事件,并自1970年以来,每年公布全世界的巨灾风险损失。美国总审计署(General Accounting Office,GAO)(2002)<sup>[2]</sup>认为,巨灾就是能够导致严重经济损失的罕见事件。魏巧琴(2002)<sup>[3]</sup>认为,巨灾风险是指洪水、地震、飓风等自然灾害造成的一定地域内大量的保险标的物同时受损,引发巨额保险索赔而对保险企业业务经营稳定带来巨大影响的风险。

虽然对巨灾的定义各有差异,但都有着明显的特性,GAO(2002)<sup>[2]</sup>认为巨灾风险的特点包括:发生频率低、造成大量经济损失、很难得到可靠的预测。赵正堂(2002)<sup>[4]</sup>将其概括为:发生频率极低且几乎无法预测;所造成的巨大损失带来极大的风险,但同时也带来了市场机会;历史资料与数据的参考价值极低。张志明(2006)<sup>[5]</sup>将特征列举为:发生频率低,但是一旦发生则影响范围广且造成的损失巨大;会随着社会经济的发展而不断发展和增加;传统上属于不可保风险。

综上所述，巨灾风险的特征其实包括三点：第一，发生概率极低；第二，破坏范围集中；第三，产生损失巨大。这就造成了巨灾风险引起的个体保险损失和理赔之间不是相互独立而是有较强的正相关性，这与保险分散风险的基础理论“大数法则”相矛盾。因此，不可按传统保险理论和方法加以承保。

### 0.2.2 巨灾风险证券化的研究

因为巨灾风险独有的特性造成了无法用传统的保险理论和方法加以承保，巨灾风险证券化 (Catastrophe Risk Securitization) 就成了巨灾保险发展的出路之一，它是保险风险证券化的具体表现，指的是保险人对巨灾风险进行证券化处理，将传统上不可保的巨灾风险通过金融证券的创造和发行转移给资本市场，利用从资本市场上筹集的资金化解巨灾风险的一种融资方式。保险风险证券化的概念最早是在 1973 年由美国学者 Robert Goshay 和 Richard Sandor 于《构建再保险期货市场的可行性研究》<sup>[4]</sup>一文中阐述的。这篇文章对保险市场与资本市场的结合进行了探讨，提出将再保险风险转移至资本市场，通过风险证券化或保险衍生产品来解决再保险市场承保能力的不足。

姚壬元 (2004)<sup>[6]</sup>认为，巨灾风险证券化是由资本市场直接参与、以巨灾风险转移和损失分散为目的的保险交易，它将某一特定保险在当期和未来收到的保险金，构造为在资本市场可流通的证券，由资本市场投资者在约定的未来事件发生时，提供债务赦免或资金支持，以解决巨灾造成的风险损失。则巨灾风险证券化是金融业与保险业一体化发展的结果，不仅为保险提供了规避转移风险、筹集资金的新型金融工具，同时也为各种金融机构提供了新的发展空间。Skipper (1998)<sup>[7]</sup>认为保险证券化是金融与保险中的风险汇集与转移技术所创造出的一组资产或负债的现金流量支持的证券。董芸 (2007)<sup>[8]</sup>认为，保险证券化可以定为保险公司通过创立和发行金融证券，将承保风险转移到资本市场的过程，其包括两点：一、将承保现金流转化为可买卖的金融证券；二、通过证券交易，将承保风险转移给资本市场。

周伏平 (2002)<sup>[9]</sup>归纳了市场对巨灾风险证券化的产生需求主要原因有：一、传统再保险的缺陷；二、巨灾风险证券化能给投资人带来的好处。李勇权 (2005)<sup>[10]</sup>以 Markowitz 的均方差模型，分析了金融市场对巨灾风险证券化产品的需求。

同时李勇权(2005)<sup>[10]</sup>进一步指出,巨灾风险证券化市场存在着加速发展的趋势,理由包括:巨灾造成的被保险财产损失明显增加、保险公司的融资成本和保险业的容量限制、投资者的需求、投资者对巨灾风险证券化产品更加熟悉和评级机构的促进作用。

发展至今,目前巨灾风险证券化产品的主要形式有巨灾期货、巨灾期权、巨灾互换、巨灾权益卖权、巨灾债券等。其中,巨灾债券是迄今为止中运用得最为广泛和成熟的巨灾证券化产品之一。

### 0.2.3 巨灾风险债券定价模型

巨灾债券作为从传统金融产品债券衍生而来的巨灾风险衍生品,拥有债券和风险衍生品的双重特性。首先,它的债券的特性使得保险公司和投资者对此有着明显的偏好,它的接受程度较高;另一方面,它的风险衍生品的特性又造成了定价困难,投资者不易了解,阻碍了发展。目前,定价问题的研究,即债券的利率为多少合宜,是巨灾债券集中研究的重点。不过当前巨灾风险衍生品的定价研究以巨灾期权定价为多,巨灾债券的定价研究的相对较少,理论的系统研究开始于20世纪90年代,目前仍处于初始发展阶段。因此,新的巨灾债券模型不断被推出,又不断被改进。

以下依市场情况假设的不同,大致将其分成完全市场模型和不完全市场模型两种情况,分别介绍巨灾债券的定价模型。

#### 0.2.3.1 完全市场模型

Lane 博士(2000)<sup>[11]</sup>通过对巨灾债券市场价格的观察,认为证券利率由两部分组成,无风险利率和保险超越损失。前者可用 LIBOR 代替,后者为超过 LIBOR 的调整部分。其中,后者还可以进一步再分为两部分,第一部分用于补偿投资者的期望损失(EL),第二部分用于补偿投资者的投资风险,同时也被称为期望超越回报(EER)。那么,债券的利率实际上可以写为:  $Spread = LIBOR + EL + EER$ 。

通过对1998年数据的分析,Lane 博士推测利率构成中的 EER 的函数式类似于 C-D 生产函数:  $EER = \gamma(PEL)^\alpha \times (CEL)^\beta$ 。在将1999年的巨灾债券市场的数据代入回归计算后,Lane 博士得出了各参数的具体值,其中,  $\gamma = 55\%$ ,  $\alpha = 49\%$ ,



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](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库