

基于投资者视角的长寿债券设计

——来自 EIB/BNP 的案例分析

尚 勤

(大连理工大学 管理与经济学部 工商管理学院, 辽宁 大连 116024)

摘要: 伴随着人口老龄化进程的加快, 长寿风险的管理越来越引起人们的重视。长寿债券作为一类新型的风险证券化产品, 能够突破传统风险管理方法的局限, 成为管理长寿风险的有力工具。为了更好地利用这项金融创新, 本文从投资者视角对欧洲投资银行(EIB)和法国巴黎银行(BNP)联合发行长寿债券的失败案例进行研究。本文主要从息票支付、违约风险、风险承担机制以及模型参数的不确定性四个方面剖析了该长寿债券发行失败的原因, 并结合中国国情分别给出了解决方案。研究结论可为长寿债券设计和定价的进一步完善提供参考。

关键词: 证券化; 长寿债券; 风险; 死亡率

中图分类号: F840 **文献标志码:** A **DOI 编码:** 10.7511/JMCS20140503

0 引言

随着经济的发展、医学的进步以及健康意识的提升, 世界范围内的人均寿命普遍延长。长寿给人们带来好处的同时也加剧了人口老龄化, 对未来经济和社会的发展形成严峻挑战。许多国家的养老金都出现了大规模的亏空^[1]。中国是世界上唯一一个老年人口超过 1 亿的国家。研究报告显示, 2013 年中国养老金的缺口达到 18.3 万亿元, 中国对基本养老保险的财政补贴已经超过了 1 万亿元。

长寿风险已受到越来越多的关注, 世界各国政府、企业以及保险公司都在积极采取措施来化解该风险^[2]。然而, 利用传统的风险管理办法难以实现长寿风险的分散和转移^[3]。为了寻找新的风险配置方式, 人们开始将目光转向

发达的资本市场。利用资本市场极强的风险消化能力实施风险证券化, 成为金融创新的一个发展趋势^[4-5]。长寿债券是长寿风险证券化的典型产品。长寿债券的发行, 不仅能够提供新的风险转移途径, 有效分散长寿风险, 还将为资本市场带来新的商机, 具有广阔的发展前景^[6]。但截至目前, 世界范围内长寿债券的应用还十分少见。是什么阻碍了长寿债券的发行和应用? 投资者面对长寿债券交易的困惑有哪些? 应该如何走出困境让长寿债券发挥其功能? 带着这些疑问, 本文从投资者视角对 2004 年欧洲投资银行(EIB)和法国巴黎银行(BNP)联合发行长寿债券的案例进行详细剖析, 指出该长寿债券设计和发行中亟待解决的问题, 并结合中国实际给出相应的解决方案, 以期为中国长寿债券的发展和应用提供借鉴和理论支持。

收稿日期: 2014-07-21

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(71101015); 辽宁省教育厅科学研究一般项目(L2014024)

作者简介: 尚勤, 女, 吉林长春人, 汉族, 博士, 大连理工大学管理与经济学部工商管理学院讲师, 主要研究方向为金融工程。

1 文献回顾

1.1 长寿风险的界定

长寿风险在广义上是指个人或总体人群未来的平均实际寿命高于预期寿命产生的风险,可以从个体和整体两个层面来定义长寿风险。个体长寿风险(individual longevity risk)是指个人在其生存年限内的花费超过了自身所积累的财富,此类风险可通过参加相关养老保险进行管理,如参加政府的社会养老保险、参加企业的养老保险、购买人寿保险公司的年金产品等^[7]。整体人群的长寿风险称为聚合长寿风险(aggregate longevity risk),是指一个群体的平均实际生存年限超过了预期的年限,该风险是无法根据大数法则进行分散的系统风险^[8],无论是人寿保险公司、企业的养老金计划,还是政府的社会保险计划,都难以对聚合长寿风险进行有效的管理^[9]。本文中的长寿风险指聚合长寿风险。

1.2 息票支付方式

长寿债券的息票支付依赖于一个生存指数。Blake和Burrows最先考虑利用资本市场来规避长寿风险,他们设想了一种生存债券(survivor bond),后来被称为长寿债券,该债券期限长达30年,由政府发行并且可以在市场上公开交易。息票支付方式为连续型,即随生存指数的变化发生连续变动。生存指数为债券发行日的参考人群(如65岁的退休人群)中仍然存活的比率。随着存活人数逐年减少,年息票支付金额也随之减少,直到债券到期为止^[10]。

在此基础上,Lin和Blake等提出了息票支付为触发型的长寿债券,他们给息票支付规定了一个阈值。在债券期限内,若生存指数低于一定水平,长寿债券的投资者将获得约定的利息和本金。但若满足触发条件,长寿债券的发行方将提取一定的本金,而债券投资者会丧失部分或全部本金,并且利息也将随着本金减少而下降^[11-12]。因此这种长寿债券也可被看作死亡率看跌期权,这种类似于期权的或有支付的特点,使触发指数对债券设计的合理性至关重要。随后,有不少学者深入研究了如何提高死亡率预测的准确性,完善生存指数的构造工作。

1.3 不完全市场定价方法

长寿债券的交易是在不完全市场上进行的,基于完全市场假设的定价方法不再适用。Friedberg和Webb应用资本资产定价模型(CAPM)和以消费为基础的资本资产定价模型(CCAPM)计算长寿风险的费用。结果表明CAPM基于完全市场假设,用其度量死亡率风险时难以避免出现较大的误差^[13]。Milevsky和Young等提出了所谓的瞬时夏普比率的不完全市场定价方法,已取得了阶段性成果,但将这种方法应用于长寿债券定价还有待进一步研究^[3,14]。Dahl和Cairns等将风险中性定价方法应用于长寿风险套期保值的金融产品定价中^[15-16]。Wang将概率分布扭曲的方法应用于金融和保险风险的定价中,提出一类均衡定价方法^[17-18]。Cox、Lin和Denuit等运用Wang的定价方法对长寿债券的定价进行了研究^[19-21]。Daniel Bauer等对Wang的定价方法与其他定价方法进行了比较分析,认为Wang的定价方法较其他方法更加适合长寿债券的定价研究^[22]。

长寿债券的理论研究在息票支付的设计和定价方法的完善方面已取得一定进展,但在实际应用领域,长寿债券的交易一直十分低迷,似乎这项金融创新产品并没有引起投资者多大的兴趣。目前,有关这方面的原因分析还很少。本文采用案例研究方法,并更多地从投资者的视角剖析EIB/BNP长寿债券设计和定价中可能存在的问题,并结合中国实际,讨论如何完善长寿债券的设计,使其能够成为更加适用于中国管理长寿风险的有效工具。

2 研究设计

2.1 研究思路

通过文献回顾可以看出现有的长寿债券研究是从产品自身的特点出发的,这个层面的研究丰富了金融衍生品定价理论,但却难以解释为什么长寿债券没能得到投资者青睐的问题。为了解答这个来自真实市场的疑问,本文采用案例研究方法,挖掘EIB/BNP长寿债券交易过程中各参与方的利益关系,找到影响该长寿债券不能吸引投资者的主要因素,从投资者视角重新审视长寿债券的设计与定价问题。本研究还将结合中国国情,并充分考虑投资者的类

型、投资者的目标、投资的风险和收益等方面，提出有针对性的策略。本文的研究思路突破了产品设计的单向思维模式，转向对投资者和发行方以及其他参与方互利共赢的思考。

2.2 研究样本

本研究遵循典型性原则，选取 2004 年由 BNP 进行设计并由 EIB 发行的长寿债券作为研究案例对象。就债券发行方而言，BNP 和 EIB 是欧元区的大银行，具有良好的信用等级，是引领国际金融创新的先驱机构。本案例的代表性还在于 EIB/BNP 长寿债券是全球第一支长寿债券，虽然最终没能发行成功，但该债券的设计以及定价对各国进行长寿债券的尝试具有普遍的借鉴意义。

2.3 资料收集

本案例数据资料主要来源于三个方面：一是通过 BNP 和 EIB 公布的相关资料进行整理；二是国际期刊文献资料的归纳和总结；三是通过与国外学者建立的合作关系获得了国外学者调研得到的资料。资料的获取以公开发布为主、调研资料为辅，较为全面可靠，为案例研究奠定了基础。

3 案例描述

3.1 案例企业简介

EIB 隶属于欧洲联盟（简称欧盟），是欧盟成员国下属的唯一银行，代表了欧盟成员国的利益，EIB 与欧盟机构合作密切，确保了欧盟政策的有效执行。EIB 作为欧盟规模最大的多边贷款人和贷款人，长期提供资金和专业知识以及健全且可持续的投资项目，为促进欧盟政策目标的实现做出了贡献。超过 90% 的 EIB 活动都集中于欧洲，同时也支持欧盟的对外发展

政策。银行主要业务为贷款、融资调配与咨询，其主要活动范围涉及四个领域：创新与科技、中小企业融资渠道、应对气候变化、战略基础设施建设。

BNP 是欧元区首屈一指的全球性银行及金融服务机构，其业务范围遍及世界上 78 个国家，包括所有主要的国际金融市场，拥有最广泛的全球银行网络。BNP 在商业和金融范围内具有广泛影响力，在企业、投资银行以及私人银行的资产管理中发挥了杰出的作用，在小额银行业务、投资决策方案以及企业及投资银行三方面均稳占全球重要位置。

3.2 EIB/BNP 长寿债券的运作模式

2004 年 11 月，EIB 与 BNP 联合发布了 25 年期的长寿债券，债券最初的市场价值为 5.4 亿英镑，最初息票为 5 000 万英镑。与息票支付相联系的生存指数是英国威尔士 2003 年 65 岁的男士。将 2004 年 12 月 31 日作为 $t=0$ 时刻， $t=1$ 代表 2005 年 12 月 31 日，以此类推。 $m(y, x)$ 代表了 y 年期国家统计数据中 x 年龄人群的粗死亡率，对生存指数 $S(t)$ 作以下构造：

$$S(0) = 1$$

$$S(1) = S(0) \cdot (1 - m(2003, 65))$$

$$S(t) = S(0) \cdot (1 - m(2003, 65)) \cdot (1 - m(2004, 66)) \cdot \dots \cdot (1 - m(2002 + t, 64 + t))$$

对于 $t=1, 2, 3, \dots, 25$ ，债券支付息票额为初始息票 5 000 万英镑与当年生存指数 $S(t)$ 的乘积。

投资者的初期投入为 5.4 亿英镑，合约期限内每年领取死亡率相关的年金支付为初始息票 5 000 万英镑乘以当年生存指数 $S(t)$ ，投资者与 EIB 之间的现金流向如图 1 所示。

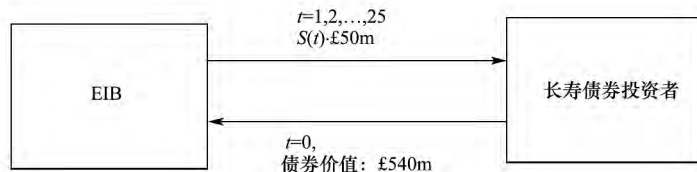


图 1 投资者与 EIB 之间的现金流向

Fig. 1 Cash flow between investors and EIB

百慕大再保险公司根据现实中英国威尔士 2003 年 65 岁男士的死亡率状况向 EIB 每年支

付浮动息票。EIB 根据 UK 政府精算部门的 2002 年对死亡率做出的核心预测，再根据百慕

大再保险公司内部对这些预测的调整每年支付固定的息票给百慕大再保险公司。EIB 和 BNP 之间进行利率互换(固定的英镑与浮动欧元交换)。债券定价使用的是英国精算部门提

供的生存数据。债券价格按照伦敦同业拆借利率(LIBOR)减去 35 个基点进行折现。EIB/BNP 长寿债券交易的现金流向如图 2 所示。

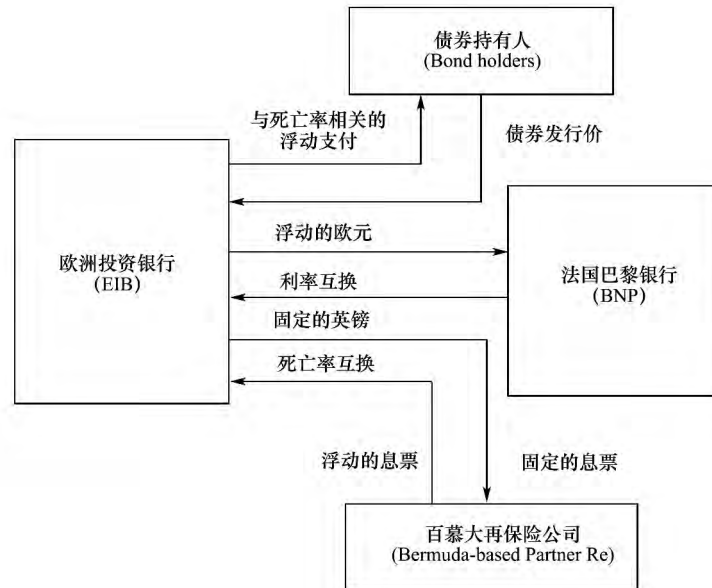


图 2 EIB/BNP 长寿债券交易的现金流向

Fig. 2 Cash flow in EIB/BNP longevity bond transactions

图 2 显示的 EIB/BNP 长寿债券实际上由三部分组成：第一部分是由 EIB 发行的浮动利率年金债券，以欧元支付。第二部分是 EIB 与 BNP 之间的交叉货币利率互换，EIB 支付浮动欧元年金，并每年从 BNP 方接收固定英镑支付。固定支付 $s(t)$ 的设定必须确保互换初始价格为 0，这就要求其值无限接近但不等同于预定现金支付 $\bar{s}(t)$ 。从 EIB 的角度来讲，实质上是发行了一个浮动利率的欧元债券。第三部分也是该债券最特殊的一个设计，即 EIB 与百慕大再保险公司之间的死亡率互换，EIB 在互换期限内的每个支付日将固定支付 $s(t)$ 与浮动支付 $s(t)$ 进行交换。

严格来说，第三部分实质上是 BNP 与百慕大再保险公司之间的场外交易，而第二部分则变成了 BNP 与 EIB 之间的浮动支付 $s(t)$ 与浮动欧元支付的互换，第三部分中的死亡率互换现金流直接绕过 BNP。忽略违约风险，第二部分和第三部分中的两个互换综合效果其实是将 EIB 的浮动欧元支付转换成了浮动利率支付 $s(t)$ ，而两部分互换的协议价格将取决于 $s(t)$ 的设定水平。

EIB/BNP 长寿债券是第一次真正意义上的长寿风险债券化尝试，该债券的设计给出了长寿风险证券化的基本框架，其风险分散原理可以帮助养老保险提供机构对冲长寿风险。但令人遗憾的是 EIB/BNP 长寿债券只进行了部分认购，发行不久就被召回要求重新设计。那么该债券的设计存在哪些不足？又应如何改进呢？

4 案例研究

本文从投资者视角考虑投资者的投资目标、风险偏好以及投资的风险和收益，分析 EIB/BNP 长寿债券生存指数构造、风险分担机制、信用风险、超长期限以及基差风险问题。并结合中国的客观实际，提出改善长寿债券设计的实施方案。

4.1 息票支付规则与投资者信心

息票支付与生存指数相关联，是长寿债券设计的关键环节，也是投资者在选择债券产品之初最关心的问题之一。如果该债券的息票支付规则令投资者质疑，则会直接导致投资者的信心不足。长寿债券的息票支付规则的制定主

要涉及息票支付方式和标的人群的设定。下文将分别从这两方面对 EIB/BNP 案例进行分析。

息票支付方式一般分为连续型和触发型两种。从 3.2 的描述可以看出 EIB/BNP 长寿债券的息票支付方式属于 Blake 和 Burrows 提出的连续型^[10],即债券每年的息票支付额都与之前年份的死亡率相关联,随着标的人群幸存者的减少,息票支付额将逐年连续减少。这意味着债券投资者在未来 25 年的息票收入将不断减少,伴随未来通货膨胀率和利率不可预计的波动,这种支付方式难免会动摇投资者的信心。而从其他证券化产品成功发行的经验看,相对于连续型而言,触发型的息票支付方式对投资者更具吸引力。如瑞士再保险公司发行的极端死亡率债券得到了投资者的追捧,其息票支付方式即为触发型。因此,长寿债券也应尝试触发型息票支付方式。

标的人群的设定关系到长寿债券对冲长寿风险的有效性。EIB/BNP 长寿债券的标的人群为 65 岁英国威尔士男性,在对冲养老金发放机构的不同年龄群体或女性群体的长寿风险时,该长寿债券的风险分散能力会降低。这意味着 EIB 所发放的长寿债券并不能为年金计划提供有效对冲,而这种观念将使得投资者对这款金融产品失去信心。

实际上,年金组合一般是由不同年龄和性别的人群构成的,一个构成复杂的人群用 65 岁的男性来表征不可避免会出现一定的偏差。

可见,EIB/BNP 长寿债券的息票支付方式和标的人群的设定均差强人意,难以提振投资者信心。因此,债券的息票支付规则设定不合理是导致 EIB/BNP 长寿债券发行失败的主要原因之一。

4.2 风险承担机制与投资者类型

在真实市场中,投资者一般可分为积极型、稳健型和保守型,不同类型的投资者对风险的承受能力不同。EIB/BNP 长寿债券只给出一种风险承担模式,显然难以满足不同类型投资者的多样化需求。在国际上,信用衍生产品债务抵押债券(Collateralized Debt Obligation,简称 CDO)发行量巨大,美国 2005 年 CDO 的发行量已达到 2 895 亿美元。CDO 之所以能吸引各类投资者,与其分券层的设计是密不可分

的。依据 CDO 的分层标准可将债券价格划分为高级分券层(Senior Tranche)、中级分券层(Mezzanine Tranche)和低级分券层(Equity Tranche)。其中,中级分券层还可根据不同的投资需求进一步细分。得到的本金按照“瀑布”机制进行分配,即首先满足高级分券层的支付,其次是中级分券层,依此类推,最后是低级分券层。而所发生的损失则首先由低级分券层承担,然后依次由中级分券层、高级分券层承担,分券层级别越高,所承担的风险越低,得到的收益也相应越低。不同分券层对应不同的风险承担水平和投资收益率,投资者可以根据自身的风险偏好选择适合的层级进行投资。

相比 CDO 产品能够为投资者提供的多种投资选择,EIB/BNP 长寿债券单一的风险承担机制则难以与不同类型的投资者相匹配,这难免会影响 EIB/BNP 长寿债券的发行量,最终导致 EIB/BNP 长寿债券发行不久就被召回要求重新设计。

4.3 信用风险与投资收益

信用风险直接关系到投资收益,是影响投资者制定投资决策的关键因素。近十年,全球发生了多起由信用违约引发的金融危机。长寿债券属于场外交易,不可避免会面临交易对手违约的风险。增加信用风险的度量,不仅可以使投资者的收益得到保障,还可以使风险和收益在投资者与发行机构之间更加合理地分担。

EIB/BNP 长寿债券的发行包含了多方面的信用风险。EIB 与 BNP 之间存在潜在的信用风险,当随机因素变动导致互换的价格偏离 0 时,这种信用风险将被凸显;在 BNP 与百慕大再保险公司的互换中,BNP 面临信用风险,BNP 面临的风险在于百慕大再保险公司是否违约;同样的,EIB 面临的风险还有 BNP 是否会违约。当然,债券是由 EIB 发行的,无论百慕大再保险公司与 BNP 违约与否,EIB 都有义务对投资者进行支付。而对于投资者而言,他们最关心的是 EIB 的信用风险。然而,EIB/BNP 长寿债券在定价时,每一期预定现金流的定价由 LIBOR 减去 35 个基点进行折现计算,并没有考虑违约风险溢价。欧洲投资银行利率曲线通常在 LIBOR 下方 15 个基点。这就意味着 EIB/BNP 长寿债券的投资者在承担违约风险的同时还要额外支付 20 个基点来对冲长寿

风险。值得强调的是,违约风险具有一个主要的特征,即传染性。2008年源于次级抵押贷款的美国金融危机所引发的全球性多米诺骨牌效应,就是这种特征的突出表现。在EIB/BNP长寿债券发行案例中,直接发行机构是EIB,而BNP和百慕大再保险公司与其利益相关,它们的违约行为也会加大EIB的违约风险。

然而,EIB/BNP长寿债券在设计和定价过程中并没有对其信用风险进行有效的分析和度量。这使其投资者在原本并不乐观的预期收益率面前,还无形地承担着债券发行方可能违约的风险,如此不具吸引力的投资收益率使众多投资者望而却步。可见,缺乏信用风险的度量是EIB/BNP长寿债券发行失败的另一个重要原因。

4.4 模型参数不确定性与投资风险

除了信用风险,投资者还面临EIB/BNP长寿债券定价模型参数不确定性导致的风险。这种不确定性是由长寿债券的超长期特征引起的,并不是EIB/BNP长寿债券所独有的。EIB/BNP长寿债券的期限长达25年,事实上,很可能存在期限更长的长寿债券。超长的期限对应一成不变的模型和参数,这意味着投资者将承受无法预计的利率风险、死亡率风险、基差风险等。

当前研究主要采用改进预测模型的方法,以期降低这些不确定因素对长寿债券定价准确性的影响,通常是运用随机过程理论对随机波动性进行刻画^[23-26]。然而,即便利用高度复杂的随机过程,要准确捕捉到这些不确定因素的长期变化趋势也是十分困难的。并且,随着定价模型复杂程度的增加,模型的运算性质和可操作性往往会降低。

这种高度不确定性无法取悦潜在的投资者和发行者。即使EIB/BNP长寿债券能够提供完美的风险对冲,其发行价格与浮动支付的不确定性仍然会使很多投资者止于观望、放弃投资。可以说,超长期给长寿债券的设计和定价带来的挑战是巨大的,这也是制约长寿债券发展的主要瓶颈。

5 结 论

长寿债券作为长寿风险证券化的代表性产品,将为世界各国的养老基金和寿险公司对冲

长寿风险提供新途径。然而,截至目前,世界上仅有少量长寿债券发行,资本市场上的投资者对该产品仍持谨慎态度。

本文以EIB和BNP联合发行的长寿债券为例,从投资者视角剖析并揭示了EIB/BNP长寿债券发行失败的四个主要原因:①债券息票支付规则设定不合理;②债券定价的风险承担机制单一;③缺乏违约风险的度量;④定价模型参数设置不确定性较高。这些源自EIB/BNP案例的分析结果,可为长寿债券在中国的设计和发行提供有益的参考。

结合中国的实际情况,未来中国的长寿债券设计应采取如下策略:

完善息票支付方式和标的人群的设定,增强投资者信心。一方面,鉴于EIB/BNP长寿债券息票支付方式采用连续型支付的弊端,在设计长寿债券息票支付方式时应采用触发型的支付方式。另一方面,EIB/BNP长寿债券的标的人群为65岁的英国威尔士男性,难以表征不同年龄群体或女性群体的长寿风险,影响该债券的风险分散能力。在目前中国编制的养老金业务表中,男性的平均寿命为79.7岁,女性的平均寿命为83.7岁,并且进入退休年龄的女性生存概率普遍大于男性。因此,在设定长寿债券标的人群时,要考虑年龄和性别的差异,使其覆盖不同年龄和性别的人群。

采用分层定价策略,拓展客户群体。为突破EIB/BNP长寿债券的单一价格及风险承担模式对债券发行的影响。可将国际上CDO的分券层设计理念应用到长寿债券的定价中。给出长寿债券不同的风险承担机制和收益水平,不同层的债券支付与该层对应标的人群生存人数的上下界值相关联。通过分层,为具有不同风险偏好的投资者提供多种长寿债券的投资选择,增强产品的吸引力。

注重违约风险及其传染性特征的描述,保障投资收益。EIB/BNP长寿债券缺乏违约风险的度量,投资风险较大。中国对证券化产品的推行一直持谨慎态度,信用风险问题是其主要原因之一。因此,中国在设计 and 定价长寿债券时要注重信用风险的分析 and 度量。其主要工作包括违约率、回收率的测算,违约风险传染性特征的刻画,以及含违约风险的长寿债券定价模型的构建。在此基础上得出的长寿债券价格

则包含了违约风险溢价,进而消减了发行方违约对投资收益的不利影响。

实施阶段性调整定价策略,突破超长期限的不利影响。EIB/BNP 长寿债券以及所具有超长期限特征的金融产品均面临由定价模型参数不确定性带来的风险。仅依赖预测模型的改进来解决此类问题是不太可行的,对于中国目前所处的研究阶段更为困难。为了从根本上消减超长期限对长寿债券定价准确性的影响,可将长寿债券的期限分成几个时间区间,定价模型中的参数经过一定时间间隔进行重新调整和设定,利用模型参数的阶段性调整来增强预测效果。这样,就可以得到一个随着客观情况的变化而动态调整的价格体系。这种阶段性调整定价策略转变了国际上现有的研究思路,既可以降低模型难度、增强模型可操作性,又能够提高模型的适应性与准确度,更加适用于中国长寿债券的研发环境。

参考文献:

- [1] El Mekkaoui de Freitas N, Oliveira Martins J. Health, pension benefits and longevity: How they affect household savings? [J]. *The Journal of the Economics of Ageing*, 2014, 3(1): 21-28.
- [2] Ngai A, Sherris M. Longevity risk management for life and variable annuities: The effectiveness of static hedging using longevity bonds and derivatives [J]. *Insurance: Mathematics and Economics*, 2011, 49(1): 100-114.
- [3] Milevsky M A, Promislow D, Young V R. Killing the law of large numbers: Mortality risk premiums and the Sharpe Ratio [J]. *The Journal of Risk and Insurance*, 2006, 73(4): 673-686.
- [4] Cairns A J G, Blake D, Dowd K. Pricing death: Frameworks for the valuation and securitization of mortality risk [J]. *ASTIN Bulletin*, 2006, 36 (1): 79-120.
- [5] Yang S S, Wang C W. Pricing and securitization of multi-country longevity risk with mortality dependence [J]. *Insurance: Mathematics and Economics*, 2013, 52: 157-169.
- [6] Meyricke R, Sherris M. Longevity risk, cost of capital and hedging for life insurers under Solvency II [J]. *Insurance: Mathematics and Economics*, 2014, 55: 147-155.
- [7] Post T, Hanewald K. Longevity risk, subjective survival expectations, and individual saving behavior [J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2013, 86: 200-220.
- [8] Stallard E. Demographic issues in longevity risk analysis [J]. *The Journal of Risk and Insurance*, 2006, 73(4): 575-609.
- [9] MacMinn R, Brockett P, Blake D. Longevity risk and capital markets [J]. *The Journal of Risk and Insurance*, 2006, 73(4): 551-557.
- [10] Blake D, Burrows W. Survivor bonds: Helping to hedge mortality risk [J]. *The Journal of Risk and Insurance*, 2001, 68(2): 339-348.
- [11] Lin Y, Cox S H. Securitization of mortality risks in life annuities [J]. *The Journal of Risk and Insurance*, 2005, 72(2): 227-252.
- [12] Blake D, Cairns A J G, Dowd K, et al. Longevity bonds: Financial engineering, valuation and hedging [J]. *The Journal of Risk and Insurance*, 2006, 73(4): 647-672.
- [13] Friedberg L, Webb A. Life is cheap: Using mortality bonds to hedge aggregate mortality risk [R]. CRR working paper, 2005-13.
- [14] Young V R. Pricing life insurance under stochastic mortality via the instantaneous Sharpe Ratio [J]. *Insurance: Mathematics and Economics*, 2008, 42 (2): 691-703.
- [15] Dahl M, Möller T. Valuation and hedging of life insurance liabilities with systematic mortality risk [J]. *Insurance: Mathematics and Economics*, 2006, 39(2): 193-217.
- [16] Cairns A J G, Blake D, Dawson P, et al. Pricing the risk on longevity bonds [J]. *Life and Pensions*, 2005, 1(2): 41-44.
- [17] Wang S S. A universal framework for pricing financial and insurance risks [J]. *ASTIN Bulletin*, 2002, 32(2): 213-234.
- [18] Wang S S. Equilibrium pricing transforms: New results using bushman's 1980 economic model [J]. *ASTIN Bulletin*, 2003, 33(1): 57-73.
- [19] Cox S H, Lin Y, Wang S. Multivariate exponential tilting and pricing implications for mortality securitization [J]. *The Journal of Risk and Insurance*, 2006, 73(4): 719-736.
- [20] Lin Y, Cox S H. Securitization of catastrophe mortality risks [J]. *Insurance: Mathematics and Economics*, 2008, 42(2): 628-637.
- [21] Denuit M, Devolder P, Goderniaux A C. Securitization of longevity risk: Pricing survivor bonds

- with wang transform in the Lee-Carter framework [J]. *The Journal of Risk and Insurance*, 2007, 74(1): 87-113.
- [22] Bauer D, Börger M, Ruß J. On the pricing of longevity-linked securities[J]. *Insurance: Mathematics and Economics*, 2010, 46(1): 139-149.
- [23] Wills S, Sherris M. Securitization, structuring and pricing of longevity risk[J]. *Insurance: Mathematics and Economics*, 2010, 46(1): 173-185.
- [24] Shen Y, Siu T K. Longevity bond pricing under stochastic interest rate and mortality with regime-switching[J]. *Insurance: Mathematics and Economics*, 2013, 52(1): 114-123.
- [25] Renshaw A E, Haberman S. A cohort-based extension to the Lee-Carter model for mortality reduction factors [J]. *Insurance: Mathematics and Economics*, 2006, 38(3): 556-570.
- [26] Lin T, Tzeng L Y. An additive stochastic model of mortality rates: An application to longevity risk in reserve evaluation[J]. *Insurance: Mathematics and Economics*, 2010, 46(2): 423-435.

Longevity Bond Design from the Perspective of Investors: Case Analysis from EIB/BNP

SHANG Qin

(School of Business Administration, Faculty of Management and Economics, Dalian University of Technology, Dalian 116024, Liaoning, China)

Abstract: With the acceleration of population aging, more and more attentions has been paid to longevity risk management. Longevity bond, as a new risk securitization product, can break through the limitation of traditional methods of risk management, and has become a powerful tool for longevity risk management. In order to make better use of this financial innovation, this paper studies the failed longevity bond jointly issued by European Investment Bank (EIB) and BNP Paribas(BNP) from the perspective of investors. This paper has discerned the reasons for the failure from four aspects: the coupon payments, the default risk, the risk allocation mechanism, and the uncertainty of model parameters. Combined with the Chinese conditions, this paper suggests the corresponding solutions to those problems. The research findings can provide reference to further improving the design and pricing of longevity bond.

Key words: securitization; longevity bond; risk; mortality rate