

# 含有违约风险的利率风险管理<sup>①</sup>

王春峰, 杨建林, 蒋祥林

(天津大学管理学院, 天津 300072)

**摘要:** 旨在解决含有违约风险的利率风险管理问题, 指出了在商业银行资产负债管理中含有违约风险债券利率风险管理问题研究的必要性, 获得了违约风险债券久期的一般公式, 建立了含有对违约风险的控制、平均绝对离差约束、平衡表其它相关约束以及目标约束等在内的商业银行利率风险管理的目标规划模型; 并在给出数值实例的基础上, 讨论了违约风险的存在对银行利率风险管理的影响。

**关键词:** 利率风险; 违约风险; 久期; 商业银行

**中图分类号:** F830.49

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-9807(2006)02-0053-08

## 0 引言

在商业银行的利率风险管理实践中, 尽管基于久期缺口的免疫方法是主流的管理策略, 但迄今为止几乎所有文献中使用的久期概念都仅适用于无违约风险债券的情况, 而对利率变化与违约风险之间的关系则知之甚少。这一事实反映出在当前银行利率风险管理中对久期缺口模型研究存在着不足之处, 因为在商业银行的资产负债表中通常都包含了高收益的企业债券。当资产管理人员基于未经违约风险调整的现金流来计算这些债券的久期时, 其隐含的假定是违约风险的影响可以忽略。然而, 实证检验<sup>[1]</sup>表明该假定对于高信级的公司债券可能是合理的, 但对低信级的债券则未必。即是说, 在久期模型的应用中, 如果不考虑债券的信用等级, 统一使用无违约风险债券的公式必将产生较大误差。

在违约风险债券久期公式的研究方面, 文献[2]在平坦的期限结构假定下建立了各种期望违约形式的风险调整的久期表达式。文献[3]则使用或有期权方法得出了考虑违约风险约束的零息票

债券久期测度, 其假定的前提条件是违约会伴随着一次性即时的清算处理。而文献[4]则对前者做了推广, 在文献[5]利率期限结构公式的基础上, 获得了违约风险债券的一般公式, 包括了风险厌恶项, 采用了确定等价调整, 考虑了每一时期的违约概率、违约补偿以及发生违约与最终违约补偿之间的时滞。

鉴于目前在商业银行利率风险管理研究中存在的忽视违约风险的缺陷, 本文首次在商业银行利率风险管理中考虑了违约风险问题, 建立了含有违约风险的商业银行利率风险管理模型, 在对违约风险的处理方面施加了若干控制约束, 并在实现目标收益方面增加了“弹性”组合约束等限制条件, 从而增强了本文模型的实用性, 使其能够更好地指导商业银行的利率风险管理实践。

## 1 违约风险调整的债券久期

以时刻  $t$  代表时期  $t$  的期末, 假定公司在前  $t-1$  个时期没有发生违约, 在时期  $t$  不发生违约的概率是  $p_t$ , 如果时期  $t$  内不发生违约, 则将在时

① 收稿日期: 2003-06-18; 修订日期: 2005-12-20。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(79870090); 教育部跨世纪优秀人才基金资助项目(1999-50); 教育部青年教师奖励基金资助项目(2000-21)。

作者简介: 王春峰(1966—), 男, 河北隆尧人, 教授, 博士生导师。

刻  $t$  时支付息票  $r_{0,N}$ . 因此根据定义, 公司在时期  $t$  时违约的概率为  $1 - p_t$ , 一旦违约, 投资者在时刻  $t$  将得不到息票支付, 但将会在时刻  $t + s$  得到  $F_{t,s}$ , 其中的  $s$  代表违约发生后接受到最终清算补偿的年数.

从债券投资者的角度看, 1 元面值的债券在时刻  $t$  的预期的现金流是

$$[p_t r_{0,N} + (1 - p_t)] F_{t,s} (1 + I_{t,t+s})^{-s} \times \left( \prod_{j=1}^t p_{j-1} \right) \quad (1)$$

上式中,  $r_{0,N}$  表示息票支付率,  $I_{t,t+s}$  为时刻  $t$  到时刻  $t + s$  期间  $s$  个时期的无风险远期利率.

对于时刻  $t$  时风险厌恶的投资者来说, 接受上述风险性现金流还是它的确定等价值  $CET_t$  (即根据预期现金流乘以一个确定性等价因数  $Q_t$ ), 都是没有区别的. 与文献[5]的期限结构模型相一致, 在一个无摩擦的市场上风险债券的价格可以看成是顺次贴现成现值的确定型现金流的累加值

$$P = \sum_{t=1}^n \frac{(CET_t)(1 + I_{t,N})^{N-t}}{(1 + I_{0,N})^N} + \frac{(CEF)}{(1 + I_{0,N})^N} \quad (2)$$

上式中  $CET_t = Q_t [p_t r_{0,N} + (1 - p_t) F_{t,s} (1 + I_{t,t+s})^{-s}] \cdot \left( \prod_{j=1}^t p_{j-1} \right)$  是时期  $t$  时预期现金流确定等价值, 而  $CEF = Q_N \prod_{j=1}^N p_j$  是 1 元面值的确定等价值,  $Q_t$  是时期  $t$  时风险厌恶投资者的确定等价因数,  $I_{t,N}$  是时刻  $t$  时  $N - t$  个时期的无风险远期利率.

使用标准价格弹性方法可以得到基于方程(2)的债券定价的久期测度, 若再假定利率期限结构是平行移动的, 即  $dI_{t,N}/dI_{0,N} = 1$ , 则可得

$$D = \frac{1 + I_{0,N}}{P} \cdot \frac{dp}{dI_{0,N}} = \frac{1}{p(1 + I_{0,N})^N} \times N \left[ \sum_{t=1}^N (CET_t)(1 + I_{t,N})^{N-t} + (CEF) \right] - \sum_{t=1}^N (N - t)(CET_t)(1 + I_{t,N})^{N-t-1} \times (1 + I_{0,N}) + \sum SQ_t (1 - p_t) F_{t,s} \times (1 + I_{t,N})^{N-t} (1 + I_{t,t+s})^{-s-1} \times$$

$$\left( \prod_{j=1}^t p_{j-1} \right) (1 + I_{0,N}) \quad (3)$$

方程(3)给出了风险厌恶投资者的, 当前期限结构非平坦, 清算滞后于违约发生时含有违约风险的债券的久期计算公式. 实质上它与任何久期计算公式的基本思想是一致的, 也是债券现金贴现值与其价格百分比的时间加权平均. 通过引进风险厌恶项、违约概率、违约情况下的滞后清算处理以及非平坦的期限结构, 公式(3)推广了以前的久期测度. 如果清算在违约之后即刻发生, 即  $S = 0$ , 则第 3 项为零. 若再进一步假定期限结构是平坦的, 则公式(3)就变为

$$D = \frac{1}{P} \left\{ \sum_{t=1}^N \frac{t \cdot (CET_t)}{(1 + I_{0,N})^t} + \frac{N \cdot (CEF)}{(1 + I_{0,N})^N} \right\} \quad (4)$$

公式(4)可以看成 Macaulay 久期的确定等价形式, 但要注意这里

$$CET_t = Q_t [p_t r_{0,N} + (1 - p_t) F_{t,s}] \left( \prod_{j=1}^t p_{j-1} \right)$$

## 2 含有违约风险的商业银行利率风险管理模型

如前文所述, 利率风险管理是商业银行的一项常规业务, 当前最主要的利率风险管理的方法仍是基于久期缺口的免疫策略. 大量的实证研究<sup>[6-8]</sup>表明, 在接近目标收益中就减少风险的效果而言, 尽管免疫的组合不能完全消除利率风险, 但它要优于其它类型的组合. 在本部分将建立一个基于久期缺口的商业银行利率风险管理的目标规划模型, 由于在资产类中加进了具有违约风险的债券, 故在模型的建构上与传统的商业银行利率风险管理模型存在较大的区别, 这主要体现在对违约风险的控制上.

### 2.1 违约风险的控制

含有各种违约级别公司债券为资产的商业银行不仅需要管理利率风险而且需要控制违约风险. 控制违约风险的基本思想就是对资产重组中的各种违约级别的公司债券施加一定的分散约束以限制违约风险的暴露头寸. 实现分散化约束的方法之一就是规定出各组债券投资的上下限. 以  $\Gamma_j^{\min}$  表示第  $j$  组债券, 其投资下限为  $\gamma_j^{\min}$ , 上限为  $\gamma_j^{\max}$ . 再假设具有最小约束的最小债券组有  $\min$

个,具有最大约束的最大债券组有  $\max$  个,于是可得

$$\sum_{i \in I_j^{\min}} x_i \geq \gamma_j^{\min}, j = 1, 2, \dots, \min \quad (5)$$

$$\sum_{i \in I_j^{\max}} x_i \leq \gamma_j^{\max}, j = 1, 2, \dots, \max \quad (6)$$

第2类分散化约束涉及资产组合累加的违约风险溢酬,这可以通过计算每一债券的违约风险溢酬(从公司债券的收益率中减去政府债券的收益  $y_G$ ),然后再限制违约风险溢酬的加权平均不超过一个最大的可容忍水平  $\Delta$ . 以  $\delta_i$  表示第  $i$  种债券的违约风险溢酬,则该限制就可以写成如下形式

$$\sum_{i=1}^N x_i \delta_i \leq \Delta \quad (7)$$

以不等式(7)表示的第二类分散化约束的另一种可选办法就是给每一种债券任意指定一个违约风险级别,然后再基于风险级别为每一种债券规定一个指数,最后对指数的加权平均做出限制. 例如,政府债券可以指定为 0, Aaa 可以指定为 1, Aa 可以指定为 2 等等. 以  $f_i$  表示债券  $i$  的指数,该约束就可以写成

$$\sum_{i=1}^N x_i f_i \leq F \quad (8)$$

这里  $F$  代表最大可容忍的指数值.

## 2.2 平均绝对离差约束(或称弹形组合约束)(Mean Absolute Deviation, MAD)

投资者在构建一个免疫的债权组合时通常有无限种选择,这些可供选择的债券组合,通常可以划分成所谓“弹形”,“杠铃形”和“梯形”的组合. 弹形组合是由一些久期接近计划期末的低息票债券组成的;杠铃形的组合则是由一些久期非常短和一些久期非常长的债券组成的;梯形组合则是由一些现金流在久期内广泛范围内分布的债券组合构成的. 实证研究<sup>[9,10]</sup>表明了逼近目标收益方面“弹形”组合的表现要好于“杠铃形”组合和“梯形”组合. 因此,增加一条“弹形”组合约束将是适当的.

为了找到“弹形”的组合可以首先把所有可供选择的  $N$  个债权分成两组:组  $N_A$  由所有久期达不到持有期  $m$  的债券组成,组  $N_B$  则由所有久期超过持有期  $m$  的债券组成. 于是债券久期与持有期之差的加权平均绝对离差可以表示为

$$MAD = \sum_{i \in N_A} x_i (m - D_i) + \sum_{i \in N_B} x_i (D_i - m) \quad (9)$$

或者

$$MAD = \sum_{i=1}^N x_i |D_i - m| \quad (10)$$

“弹形”的组合约束可以通过规定  $MAD$  不能超过一个任意的数  $\beta$  来实现,这个任意小的数  $\beta$  可以根据债券组合的特性来选取.

## 2.3 平衡表其它相关约束

商业银行实际利率风险管理系统包含众多因素,不失一般性,只给出其框架模型,为此特作如下假设:

1) 模型只考虑一个决策期,且在决策期内没有利率波动. 因此商业银行要在决策期初做出各种投资交易决策,以实现决策期末的利率风险管理;

2) 采用市值记账法. 即银行资产负债表上的各账户都采用“盯市”操作;

3) 设模型中所有资产和负债在决策期内都不到期,这样商业银行就避免了再投资风险和再融资风险. 事实上,在商业银行利率风险管理的实践中,决策期常常是较短的(有的甚至是一天)所以这一假设是合理的.

4) 交易成本和管理费用是固定的,从而在模型中被省略;

5) 货币市场工具的到期期限与决策期末正好重叠,这样就可以使这两项资产和负债没有任何利率风险暴露,从而简化了模型. 我们的模型只讨论了一个决策期的情形,实际应用中的多期模型可以不断地滚动使用单期模型,所以这一假设也是合理的.

旨在说明违约风险债券对商业银行利率风险管理业务的影响,故商业银行模型建立的原则是在资产负债表中特别突出了具有违约风险的公司债券,而对其它的资产和负债做到尽可能地简化. 一个典型的商业银行资产负债表中,资产方通常包括各类债券、贷款、借款和现金储备,而负债方一般包括存款和货币市场借款. 主要约束如下

$$MMB \leq b[d + S(d)] \quad (11)$$

$$C' = a[d + S(d)](1 + r_d)^m \quad (12)$$

$$\sum_i x_i (1 + r_i^d)^m + MMI(1 + r_M)^m + C'$$

$$= [d + S(d)](1 + r_d)^m + MMB(1 + r_m)^m + E' \quad (13)$$

上述各式中,式(11)表明商业银行在货币市场借款额不能超过现有存款与新增存款的一定比例,这是监管机构为减少商业银行进行“再贷款借款”时发生违约的可能而设置的约束;式(12)是货币当局施加的法定存款约束,即现金储备应为存款总额的一定比例;式(13)是会计恒等式,即决策期末各项资产之和等于各项负债之和加上所有者权益。

### 2.4 目标约束

$$\sum_i x_i(1 + r_i^*)^m D_i - [d + S(d)] \times (1 + r_d)^m D_d + irr^- - irr^+ = 0 \quad (14)$$

$$E' - E + prf^+ - prf^- = VLN \quad (15)$$

上述两式中,式(14)是以久期缺口来描述的利率风险约束,这里的久期缺口定义为决策期末平衡表中利率敏感资产(各类债券)的久期加权平均利率敏感负债(各种期限存款)的久期加权平均之差。其中的正负偏差变量分别代表不足或超过免疫目标,即零久期缺口的量,亦即利率风险的暴露程度。该方法测量了决策期内由于利率变化导致的银行资本金的变化。如果不能实现完全免疫,银行负债视为无违约债券,它是利用 Macaulay 久期来计算的,而公司债券则视为不同等级的违约债券,利用式(3)进行计算。

式(15)为目标收益约束,这里的目标定义为假定利率为变化的情况下决策期末银行资本金

之差。右边是一个非常大的数,不足和超过分别以  $prf^-$  和  $prf^+$  表示。

### 2.5 目标函数

银行的目标是在满足前面所有约束的前提下,最大化决策期末银行的利润,同时最小化利率风险。最大化利润的实质是最小化利润目标的负偏差变量;对银行来说,最小化利率风险的实质则是最小化目标的正偏差,因为正偏差代表银行资产的暴露头寸。由于这两个目标是相互冲突的,因此必须根据其重要性赋予其一定的权值

$$\text{Min} = w_1 prf^- + w_2 irr^+ \quad (16)$$

## 3 数值实例与计算

为了检验模型的有效性,下面给出商业银行的一个实例。

### 3.1 债券数据

1) 模型中可供选择的债券集中包含了5种债券,实践中债券管理人员通常是根据经验选择债券的。为了说明问题,表1中列出了具有不同违约风险和到期期限的5种债券:一种政府债券(可视为无违约债券)以及4种违约等级的公司债券(Aaa, Aa, A, Baa)。违约风险的溢酬  $\delta_i$  以基点给出,它是每一债券年度化的到期收益与对应同期政府债券收益之差。每一债券的违约指数  $f_i$  是任意决定的,如政府债券为0, Aaa 级公司债券为1, Aa 级公司债券为2, A 级公司债券为3, Baa 级公司债券为4。

表 1 实例中的债券域

Table 1 Bond in the numerical example

债券描述	息票率(%)	违约等级	风险溢酬 $\delta$	到期年限	违约指数 $f$	年度化收益
国债	10 3/4	n. a.	0	7	0	0.107 7
公司 A	2 3/8	Aaa	0.003 8	4	1	0.106 6
公司 B	4 1/4	Aa	0.027 7	5	2	0.130 5
公司 C	6 3/4	A	0.023 1	15	3	0.132 9
公司 D	7 5/8	Baa	0.035 3	20	4	0.133 8

2) 至少 25% 的资金要投在政府债券上,即  $\gamma_1^{\min} = 0.25 \times (\text{可投资资金})$ 。

3) 对每一公司债券的投资不能超过可投资资金的 25%, 即  $\gamma_j^{\max} = 0.25 \times (\text{可投资资金})$ ,  $\Gamma_j^{\max} = \{j\}$ ,  $j = 2, 3, 4, 5$ 。

4) 对两种最低级别的公司债券(A 和 Baa) 的

投资不能超过可投资资金的 50%, 即  $\gamma_6^{\max} = 0.5 \times (\text{可投资资金})$ ,  $\Gamma_6^{\max} = \{4, 5\}$ 。

5) 违约风险溢酬的加权平均与一种评级为 Aa, 到期日接近决策期的债券相一致, 即  $\Delta = \delta_3 \times 0.027$ , 或者, 加权平均的违约风险指数与一种评级为 Aa 的公司债券一致, 即  $F = 2.0$ 。

6)“弹形”债券组合是通过如下方式构建的：各债券的平均绝对离差不能超过其中某一债券的绝对离差，该债券取为违约级别为 Aa 的公司债券，即  $\beta = |D_3 - m|$ 。

3.2 违约风险久期的计算

按照公式(3)计算违约风险债券的久期，首先需要确定其中参数的取值。为了模拟其中幸存概率和确定等价因素的时间结构，本文选取了单调下降的指数形式， $Q_t = Q^t$  和  $p_t = p^t$ ，其中确定

等价因数的选择取自文献[11]，该假定隐含着在确定等价方法和通常的贴现步骤之间存在着某种相似性。式(3)中风险厌恶投资者的初始确定等价价值  $Q_1$  取为 0.995；违约发生后承诺的本金赔偿比例  $F_s$  为 0.4。

由于通常的利率期限结构是向上倾斜的，本文假定了零息票的期限结构以递减的方式从年利率 6% 增加到 8%。

表 2 模型中的其它数据  
Table 2 Data in the model

平衡表中的变量			
C(现金)	120	$D_5$ (5年期存款)	800
MMI(货币市场投资)	80	MMB(货币市场借款)	100
S(可投资的债券资金)	800	E(资本金)	100
存贷款比例系数			
a(存款准备比例)	0.15	b(货币市场借款与存款比例)	0.2
利率参数			
r(MM)(货币市场)	0.05	$D_5$ (5年期存款利率)	0.05
期限参数			
m(决策期长度)	1	m(MMI)(货币市场投资期限)	1
m(MMB)(货币市场借款)	1		
目标参数			
$w_1$ (利润权重)	5	$w_2$ (利率风险权重)	5
		VLN(非常大的数)	1 000

3.3 结果分析

模型实质上是一个线性规划，利用 Lindo4.0 进行求解。

3.3.1 违约风险债券的久期分析

为了深入研究违约风险债券对商业银行利率风险管理业务的影响，需要弄清楚违约风险久期的特性。违约债券区别于一般债券的本质特征在于其本息的支付具有违约的可能性，故最能准确刻画违约债券本质特性的因素就是其在每一时期的幸存概率  $p_t$ ，为此对于所考虑的四种违约债券，首先给出了不同的取值，以考虑不同组违约债券久期的特征。

表 3 违约风险债券的初始生存概率

Table 3 Initiatory survival probability of bond with default risk

情形	公司			
	A	B	C	D
1	0.999	0.959	0.919	0.879
2	0.988	0.948	0.908	0.868
3	0.977	0.937	0.897	0.857
4	0.966	0.926	0.886	0.846
5	0.955	0.915	0.875	0.835

表 4 违约风险债券的久期 ( $Q_1 = 0.995, F_s = 0.40, s = 2$ )

Table 4 Duration of default bond

情形	公司			
	A	B	C	D
1	3.860 2	5.153 9	6.367 5	6.058 6
2	3.824 7	5.117 6	6.316 1	6.038 5
3	3.775 6	5.088 4	6.274 9	6.022 1
4	3.741 1	4.943 3	6.241 4	6.008 5
5	3.693 8	4.891 7	6.213 6	5.997 4

从表 3 与表 4 的对照可以看出，随着幸存概率的变小对应的每一违约风险债券的久期值也相应地逐步减小，其原因在于幸存概率标志着违约风险债券寿命的相对长短，债券的初始幸存概率越小其寿命就越短，在其它条件不变的情况下自然其久期测度就越小。

表 5 违约风险债券的久期 ( $Q_1 = 0.995, F_s = 0.40$ )

Table 5 Duration of bond with default risk

债券类型	幸存概率 $p_1$	一般久期测度			调整的 Macaulay 久期	未调整的 Macaulay 久期
		$s = 2$	$s = 1$	$s = 0$	$s = 0$	$s = 0$
		公司 A	0.999	3.860 2	3.852 2	3.842 9
公司 B	0.959	5.153 9	4.671 0	4.129 4	4.126 8	4.135 9
公司 C	0.919	6.367 5	4.984 3	3.513 4	3.492 8	3.514 6
公司 D	0.879	6.058 6	4.559	2.974 9	2.952 0	2.966 3

为了进一步深入研究违约风险债券对商业银行利率风险管理业务的影响,对于给定的一组幸存概率,计算了不同清算期情况下各债券的久期.从表 5 中可以看出,对于一般的债券久期随着清算期的减少,久期的值也逐渐下降,这是因为清算时机的缩短意味着债券现金流存续时间长度的减少,故它对利率的敏感性就降低,因此久期测度的值变小.其次计算了风险调整的 Macaulay 久期测度,与一般的久期公式相比,它同样考虑了违约概率和投资者的风险特征,但却假定了违约事件的即时赔偿以及平坦的期限结构.把风险调整的 Macaulay 久期测度与一般的久期测度相比较,可以看出由于忽略违约时机和对期限结构的简单处理的综合影响导致了它与一般久期测度的差异.最后还计算了未经风险调整的 Macaulay 久期测度,由于它忽略了风险特性,故其既有别于风险调整的 Macaulay 久期测度,更有别于一般的久期测度.

另外还考查了在其他条件不变的情况下,违约补偿额、风险厌恶程度对久期的影响,所得结果与违约清算的时滞相似.

由此看出,对于含有违约风险的债券来说,在其久期计算中幸存概率、违约清算时滞、违约补偿额、期限结构以及风险厌恶程度等都是需要考虑的重要因素,这些因素的存在及其影响势必对商业银行的利率风险管理产生影响.

### 3.3.2 违约风险债券的影响

首先注意到约束(7)与约束(8)的等价性(模型实际运算的结果也验证了这一点),无论在什么情况下它们都能产生相同的解,故在优化模型中任取其一即可.

其次来讨论不同组的初始幸存概率对商业银行资产负债管理业务的影响,对应于表 3 中不同组的初始幸存概率以及表 4 中相应的久期,所得商业银行的决策变量以及有关目标值如下表 6 所示.

表 6 模型的运算结果

Table 6 Numerical result of model

变量		情形				
		1	2	3	4	5
决策变量	X1	125				
	X2	62.5				
	X3	62.5				
	X4	0				
	X5	0				
	P(L)	40				
	MMI	274.625				
	S(d)	50				
	MMB	170				
	目标变量	irr <sup>+</sup>	1 523.589 5	1 527.576 0	1 522.113 5	1 509.483 2
irr <sup>-</sup>		0				
pf <sup>+</sup>		0				
pf <sup>-</sup>		932.187 5				
目标值:		2 464.776	2 459.763	2 454.301	2 441.670	2 434.745

从表 6 中的变量的取值可以看出,有以下几个值得注意之处:

1) 不同组的初始幸存概率仅影响利率风险正偏差,而对决策变量的取值无影响.

2) 就决策变量而言,负债方的存款吸收以及货币市场借款均达最大值,而资产方的发放贷款取最大值,同时债券类中的前三项债券都取较大的值,后两项债券则取为 0. 究其原因,可能的解释就是利润最大化是优化的目标之一,为实现该目标就需要最大限度地吸收存款和从货币市场进行融资;同时又因为利率风险的最小化(实际上仅

最小化利率风险正偏差,即资产方的利率风险暴露达到最小)也是商业银行的优化目标之一,故在资产方的决策变量中,利率敏感性较小的资产,如政府债券及公司债券 1、2 都取较大的值,而敏感性相对较大的资产,如 8 年期的贷款和公司债券 4、5 都取为最小值或为 0.

3) 就目标变量的取值看,不同情况下的利率风险负偏差以及利润正偏差均为 0,这是因为这两项指标未被列入目标函数的优化范围.

4) 就优化后的利率风险指标看,模型在经过管理之后利率风险的暴露程度仍很大,这是因为

在本模型中特别地考虑了企业债券,而这些企业债券的到期日都特别长,因此其久期也相应异常地大,同等条件下资产负债的久期缺口也就越大。

5)就目标函数值的变化趋势看,呈逐步递减趋势,这与各组对应的久期值的变化趋势是一致的。原因在于在其它条件不变(包括各决策变量的取值)的情况下,各违约债券的久期值越小,资产组合的久期值也就越小,又由于优化目标中的利润负偏差部分保持不变,故总目标值就趋于减小。

最后来讨论不同久期测度以及不同清算时间对商业银行资产负债管理业务的影响,模型运算的结果如表7所示。

表7 第1组幸存概率, ( $Q_1 = 0.995, F_{1s} = 0.40$ )

Table 7 Survival probability of the first group

目标变量	一般久期测度			调整的 Macaulay 久期	未调整的 Macaulay 久期
	$s = 2$	$s = 1$	$s = 0$	$s = 0$	$s = 0$
$irr^+$	1 532.58	1 447.83	1 253.67	1 251.67	1 255.16
$irr^-$	0	0	0	0	0
$prf^+$	0	0	0	0	0
$prf^-$	931.19	930.23	930.08	928.95	929.74
Min	2 464.77	2 378.06	2 183.75	2 180.62	2 184.90
$E(n)$	168.81	169.77	169.92	181.05	180.26

由表7可以看出,在不同的久期测度下以及对应于不同的清算时间模型执行的效果存在一定的差别,其根源在于对违约债券处理方式的不同。

#### 参考文献:

- [1] Ilmanen A, McGuire D, Warga A. The value of duration as a risk measure for corporate debt[J]. Journal of Fixed Income, 1994, (4): 70—79.
- [2] Bierwag G O, Kaufman G G. Durations of non-default free securities[J]. Financial Analysts Journal, 1988, (4): 39—46.
- [3] Chance D M. Default risk and the duration of zero-coupon bonds[J]. Journal of Finance, 1990, 45(1): 265—274.
- [4] Fooladi I J, Roberts G S, Skinner F. Duration for bonds with default risk[J]. Journal of Bank and Research, 1997, (21): 1—16.
- [5] Jonkhart M J. On the term structure of interest rates and the risk of default[J]. Journal of Banking and Finance, 1979, (3): 253—262.
- [6] Fisher L, Weil R. Copying with the risk of interest rate fluctuations: Returns to bondholders from naive and optimal strategies[J]. Journal of Business, 1971, (44): 408—431.
- [7] Bierwag G O, Kaufman G G, Toevs A. Bond portfolio immunization and stochastic process risk[J]. Journal Bank Research, 1983, 4(13): 282—291.
- [8] Brennan M J, Schwartz E S. Duration, bond pricing and portfolio management[A]. In: Kaufman G G, ed. Innovations in Bond Portfolio Management: Immunization and Duration Analysis[M]. Greenwich: JAI Press, 1983. 214—245.
- [9] Bierwag G O, Kaufman G G, Schweitzer R, Toevs A. The art of risk management in bond portfolios[J]. Journal of Portfolio Man-

从表7中可以看出:1)利率风险暴露程度的变化趋势与表4中债券久期的变化趋势相一致,这反映出含有违约风险的债券对商业银行利率风险管理业务的显著影响;2)利润负偏差也呈现出与表4中债券久期同样的变化趋势,或者说计划期末银行的资本金的变化正恰与债券久期同样的变化趋势相反,这是因为对于银行来说,利润最大化与利率风险最小化是两个相互冲突的目标,不可能同时实现“双赢”,一方的增加势必以另一方的递减为代价,反之亦然。

## 4 结 论

鉴于违约风险债券的违约特性在利率风险管理中常常被忽视,而违约风险债券又是商业银行资产负债表中重要资产类的事实,本文研究了含有违约风险的商业银行利率风险的测量和管理问题,指出了在商业银行资产负债管理中含有违约风险债券利率风险管理问题研究的必要性,获得了违约风险债券久期的一般公式,建立了含有对违约风险的控制、平均绝对离差约束、平衡表其他相关约束以及目标约束等在内的商业银行利率风险管理的目标规划模型,最后在给出数值实例的基础上,对模型的各种计算结果进行了广泛分析,重点讨论了违约风险的不同状况对商业银行利率风险管理效果的影响。

agement, 1981, 7(1): 27—36.

[10] Ingersoll J E. Is immunization feasible? Evidence from the CRSP data[A]. In: G. G. Kaufman, ed. Innovations in Bond Portfolio Management: Immunization and Duration Analysis[M]. Greenwich: JAI Press, 1983. 113—142.

[11] Robinczek A, Myers S. Conceptual problems in the use of risk-adjusted discount rates[J]. Journal of Finance, 1966, (21): 727—730.

## Management of interest rate risk with default risk

WANG Chun-feng, YANG Jian-lin, JIANG Xiang-lin

School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072, China

**Abstract:** To solve the problem of interest rate risk management with default risk, we point out the necessity of studying the problem of interest rate risk management for bonds with default risk within the framework of the asset and liability management for commercial banks, obtain the formula of Duration of bond with default risk and establish a goal programming model for the interest rate risk, mean-absolute deviation constraint, other related balance constraints and the goal constraint. After giving a numerical example, we discuss the impact of the existence of default risk on the interest rate risk management of banks.

**Key words:** interest rate risk; default risk; duration; commercial banks