商业银行控制利率风险的资产负债组合优化模型*

——基于M-vector方法

杨婉茜　成力为

摘要：本文以最大化资产组合的月利息收入为目标函数，以免疫收益率曲线非平行移动风险的M-vector零缺口和满足合规性要求、资产负债管理要求为约束条件，提出商业银行优化利率风险控制的资产负债组合优化模型。一方面，本文采用M-vector方法控制收益率曲线非平行移动带来的利率风险，该方法与传统久期相比具有更广泛的实用性；另一方面，本文推广了现金流离散度M-absolute方法，实例计算发现M-vector方法的利率风险免疫效果明显优于M-absolute方法。

关键词：利率风险　M-vector方法　非平行移动　组合优化模型

中图分类号：F830.33　**文献标识码**：A　**文章编号**：1009-1246（2017）06-0053-10

一、引言

利率风险是市场利率变动的不确定性给商业银行造成损失的可能性。巴塞尔委员会在其发布的《利率风险管理原则》中将利率风险定义为：利率变化使商业银行的实际收益与预期收益或实际成本与预期成本发生背离，使其实际收益低于预期收益，或实际成本高于预期成本，从而使商业银行出现遭受损失的可能性。目前市场利率的波动性和不确定性主要表现在三个层面：一是资产、负债重新定价出现时间差，存在资产负债期限错配的风险；二是资产、负债不匹配引起长短期利差收窄甚至出现倒挂，银行的息差收入下降；三是银行客户会依据利率变化调整其资产和负债，

* 本文受国家自然科学基金项目“R&D资金配置主体技术选择协同与配置效率提升机制研究：产品空间理论视角”（71473025）资助。

银行控制利率风险的难度有所增大。

对于银行的利率风险管理，学界进行了比较广泛的研究，构建了大量相关的资产负债管理优化模型，概括起来大致可以分为两大类，包括资金缺口管理模型和久期缺口管理模型。第一类是资金缺口管理模型（Brewer，1995；Wright and Houpt，1996；Charumathi，2008）。这类模型存在忽略时间价值的主要缺陷，Brewer（1995）对此进行了修正，但仍旧无法刻画各期现金流所受到的利率波动影响。第二类是久期缺口管理模型，大体上可细分成5种：一是基于Macaulay久期的风险控制模型（Sealeycw，1999；Cronind，1995）。其主要缺陷在于假定收益率曲线发生平行、一次性的"瞬时"移动，这与现实不符，导致它在实际应用中存在很大的局限性。二是基于Fisher-Weil久期的风险控制模型（Jacobyg，2003）。这类模型改进了Macaulay久期模型中关于不同期限利率具有水平结构的假设，但仍然假定收益率曲线是平行移动的。三是基于随机久期的风险控制模型（Reitano，1991）。它可以免疫收益率曲线非平行移动条件下的利率风险，但计算成本大、建模技巧高、可能导致随机过程风险等因素限制了应用。四是基于方向久期的风险控制模型（La Grandville and Olivier de，2001；Fabozzi，1993）。这种模型对方向参数的设定存在一定的随意性，也导致应用受限。五是基于有效久期的风险控制模型（杨婉茜和成力为，2014）。本质上依旧假定收益率曲线发生平行移动，而且其计算还异常复杂，需要借助提前偿付模型和模拟技术。

综上所述，现有久期模型要么假定收益率曲线平行移动而应用受限，要么因为计算成本过高而只能停留在理论层面上。鉴于此，本文提出基于M-vector方法的利率风险免疫模型，不仅可以应用于收益率曲线非平行移动的一般情况，而且计算相对简单，免疫效果也比较理想。

二、基于M-vector方法控制利率非平行移动风险原理

（一）M-vector方法的基本思路

M-vector方法由Nawalkha and Chambers（2007）在Fong and Vasicek（1984）提出的M-square方法和Nawalkha（1996）提出的M-absolute方法的基础上拓展而来，三者均致力于解决收益率曲线非平行移动产生的风险问题，M-vector方法相比后两者能减少传统久期模型无法消除的50%以上的利率风险，M-vector方法能减少95%以上的利率风险（Nawalkha and Chambers，1997）。受刘艳萍等（2009）将M-absolute方法应用到商业银行利率风险管理的启发，本文将M-vector方法应用到商业银行管理利率风险的实践中，并通过实例证明M-vector方法比M-absolute方法具有更理想的风险免疫效果，基于现金流M-vector零缺口免疫的商业银行资产负债组合优化思路如图1所示。

（二）M-vector方法的基本原理

1. 远期利率连续复利贴现因子

远期利率是隐含在即期利率中的从未来的某一时点到另一时点的利率水平。利用远期利率构造连续复利贴现因子，能准确把握收益率变化对现金流的影响，避免了用固定名义利率来贴现现金流产生的不足。设$f_t(\tau)$

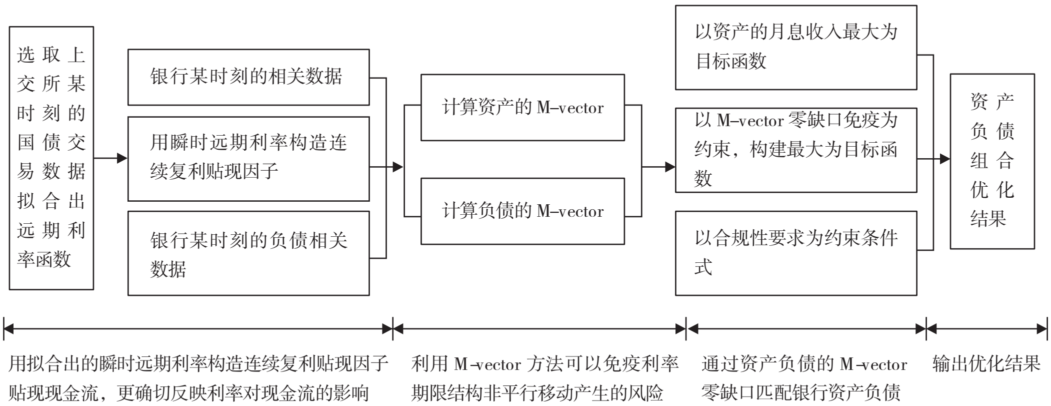

图1 基于现金流M-vector零缺口免疫的商业银行资产负债组合优化思路

为 t 时刻的远期利率函数，根据连续复利原理，计算 t 时刻的现金流现值的贴现函数是：

$$\delta(t)=\exp\left(-\int_0^t f_t(\tau)\,d\tau\right) \qquad (1)$$

Svensson（1995）在NS模型的基础上增加一个曲率因子，提出了SV模型且该模型的远期利率为：

$$f_t(\tau)=\beta_0+\beta_1\exp(-\lambda_1\tau)+\beta_2(\lambda_1\tau)\exp(-\lambda_1\tau)+\beta_3(\lambda_2\tau)\exp(-\lambda_2\tau) \qquad (2)$$

其中，β_i、λ_j（i=0，1，2，3；j=1，2）是相应的参数。SV模型不仅能够描绘出更加复杂的利率曲线，而且其参数还具有显著的经济意义。朱世武等（2003）分别用多项式样条法和SV模型拟合了上海证券交易所国债的利率期限结构，通过比较发现SV模型更加符合中国的实际情况。因此，本文采用SV模型来描述我国国债的利率期限结构。关于NS模型参数的估计，Barrett（1988）认为可以事先确定的值，再利用最小二乘法估计其他参数的值；Manousopoulos（2009）等文献则提出可以采用非线性优化方法直接求解SV模型的参数。为了避免用最小二乘等方法拟合SV模型过于依赖初值的缺点，本文采用遗传算法，选用上海证券交易所若干个交易日国债交易数据直接拟合①，得到如下参数值：

$$\beta_0=0.0500、\beta_1=-0.0341、\beta_2=0.0034、\beta_3=0.0970、\lambda_1=0.2156、\lambda_2=0.0500 \qquad (3)$$

将各参数值代入（2）式得 t=0时刻的远期利率：

$$f_0(\tau)=0.0500-0.0341\exp(-0.2156\tau)+0.0034(0.2156\tau)\exp(-0.2156\tau)+0.0970(0.0500\tau)\exp(-0.0500\tau) \qquad (4)$$

将（4）式代入（1）式可得：

$$\delta(t)=\exp[-0.0500t+0.1424(1-\exp(-0.2156t))+0.0034t\exp(-0.2156t)-1.9400(1-\exp(-0.0500t))+0.0970t\exp(-0.0500t)] \qquad (5)$$

2.M-vector方法的免疫原理

本质上，债券组合可以看成一只具有复杂现金流的单一债券，假设其投资规划期为

①数据来源于国泰安数据库，目标在于免疫该时刻的利率风险。

H②。规划期内一共产生 N 次现金流，c_i 为债券组合第 i 次现金流。根据连续复利原理，债券组合的初始价值为 $V_0=\Sigma_{i=1}^{N} c_i \exp(-\int_0^{t_i} f_t(\tau)d\tau)$，期末价值为 $V_H=V_0\exp(\int_0^{H} f_t(\tau)d\tau)$。假设债券组合购买后，远期利率瞬时变为 $f_t'(\tau)=f_t(\tau)+\Delta f_t(\tau)$，$\Delta f_t(\tau)$ 是远期利率变化量，ΔV_H 为规划期末债券组合价值因远期利率改变产生的改变量，则债券组合到期终值的变化率为③：

$$\frac{\Delta V_H}{V_H} \approx -\sum_{m=1}^{Q}\frac{1}{m!}M^m X_m \qquad (6)$$

其中，式（6）中的参数满足：

$$X_1=\Delta f_t(H)$$

$$X_2=[\frac{d\Delta f_t}{d\tau}-(\Delta f_t)^2]\Big|_{\tau=H}$$

$$\cdots\cdots$$

$$X_Q=[(-1)^{Q+1}(\Delta f_t)^Q+\cdots+\frac{d^{Q-1}(\Delta f_t)}{d\tau^{Q-1}}]\Big|_{\tau=H} \qquad (7)$$

$$M^m=\frac{\sum_{i=1}^{N}c_i\delta(t_i)(t_i-H)^m}{\sum_{i=1}^{N}c_i\delta(t_i)}, m=1,2,...,Q$$

M^m 即为债券组合的 M-vector。从（6）式可知债券组合到期终值的变化率由 M-vector 和移动向量｛X_m｝构成，（7）式表明 M-vector 由债券组合的期限结构决定，完全可以由投资者控制；移动向量｛X_m｝则取决于利率期限结构的移动，不由投资者决定。M-vector 越小，债券组合面临的利率风险越小，只需调整债券组合使其M-vector为零，无论利率如何波动，都可以保证债券价值不受影响，对利率风险完全免疫，这就是 M-vector 方法的核心思想。

观察（7）式可知，M-vector 本质上仍体现时间的概念：M^m 是现金流支付时间与规划期的加权 m 阶平均离差，权重就是 t 时刻现金流现值占债券组合现值的比重。m=1 时，M^m 表示传统久期与规划期之差；m=2 时，M^m 表现为现金流发生时刻与规划期离差的加权平方和，与现金流离散度 M-absolute 表示的现金流发生时刻与规划期距离的加权类似，而 M-absolute 类似于 Nawalkha and Chambers（1996）构建的模型，因而 M-vector 利率风险免疫模型可近似看作是 M-absolute 模型的推广；$m>2$ 时，M^m 则有效反映了利率发生显著变动或现金流发生时刻远离规划期末对债券组合期末价值变化的影响。其经济学含义是：以 m 阶的方式度量了债券组合现金流支付时间与组合持有时间的加权平均间隔，体现了债券组合现金流在规划期附近的离散程度。

（三）基于 M-vector 方法的利率风险免疫条件：基于银行净值变化的分析

由于商业银行的资产、负债受利率变动的影响与债券类似，因而构建模型时可以把它们分别视为债券，用各自的现金流分别构造 M-vector 来免疫利率风险。设银行净值的改变量是 ΔV，等于总资产价值改变量 ΔA 与总负债价值改变量 ΔL 之差，由（6）式可得：

$$\Delta V=\Delta A-\Delta L\approx -[\sum_{m=1}^{Q}\frac{1}{m!}M_{GAP}^m X_m] \qquad (8)$$

②规划期 H 的经济学含义就是银行控制利率风险实施资产分配的区段（刘艳萍等，2009），其取值依据银行贷款的平均周期或者资产负债的平均持续期而定，银行决策者也可以根据本行的存贷款的期限交叠规律的具体情况而定。

③具体推导过程见 Nawalkha and Chambers（1997）。

其中 M-vector 利率风险免疫缺口为：

$$M^m_{GAP}=\Sigma^n_{i=1}A_iM^m_i-\Sigma^k_{j=1}L_jM^m_j\ (m=1,2,\cdots,Q) \quad (9)$$

其中，A_i、L_j 分别表示银行的第 i 类资产和第 j 类负债，银行资产和负债的类别总数分别是 n、k。（9）式的经济学含义是：通过调整银行资产负债组合来改变各自现金流的 M-vector，进而改变利率风险免疫缺口、影响银行的净值变化，当未来利率的变化方向不明确时，风险中立的决策者应该调整资产负债组合，使 M-vector 缺口尽可能趋近于零，达到控制利率风险保护股东权益的目的。因此我们得到：

$$\Sigma^n_{i=1}A_iM^m_i=\Sigma^k_{j=1}L_jM^m_j\ (m=1,2,\cdots,Q) \quad (10)$$

此时银行净值改变量 ΔV 趋于零，无论利率如何变化，银行资产配置都能免受市场利率变化的影响。故而将（10）式称作 M-vector 零缺口的利率风险免疫条件。

与现金流离散度 M-absolute 零缺口约束相比，M-vector 零缺口约束的主要特点在于：一是实际应用的有效性更高。现金流离散度 M-absolute 零缺口约束只能解决利率期限结构发生微小移动时的利率风险免疫问题，当发生较大位移时则需借助 M-vector 零缺口约束来解决。二是利率风险的免疫效果更好。现金流离散度 M-absolute 零缺口约束反映的是利率风险的一阶加权绝对隔离，而 M-vector 零缺口约束反映的是利率风险的阶加权隔离，衡量利率风险的精度更高，能更有效的免疫利率风险。

（四）基于 M-vector 零缺口免疫的优化模型

1. 目标函数的建立

设银行资产种类为 n，第 i 项资产的市场价值是 A_i，它的月度收益率为 r_i。假定不存在交易成本，银行的目标是在风险可控的前提下获得最大月度利息收益，依此来构建目标函数：

$$\max\Sigma^n_{i=1}r_iA_i \quad (11)$$

2. 约束条件

（1）流动性约束条件

设 a_i 为第 i 种资产的流动性约束系数，b 是与资产负债比率相关的常数，那么流动性约束条件可以表示为：

$$\Sigma^n_{i=1}a_iA_i \leqslant (\text{or}=,\ \text{or} \geqslant)\ b \quad (12)$$

（2）合规性约束条件

基于银行管理的流动性原则、数量结构对称原理、时间匹配原则，再结合合规性要求④构建约束条件（迟国泰等，2006），既保证资产配置的合规性，又避免发生流动性危机。

（3）非负约束

此外，为了得到有意义的解，银行的资产配置满足非负约束：

$$A_i \geqslant 0\ (i=1,2,\cdots,n) \quad (13)$$

3.M-vector 零缺口风险免疫条件

利率的变化经常被看作随机波动过程，银行难以在预测利率变化方向上获利，对于风险偏好中立的银行决策者，其最优的选择是基于 M-vector 零缺口来调整资产负债组合，即：

$$\Sigma^n_{i=1}A_iM^m_i=\Sigma^k_{j=1}L_jM^m_j\ (m=1,2,\cdots,Q) \quad (14)$$

④本文所指的合规性要求是指资产负债管理需要符合相关的法律法规、行业管理规定、银行内部规定的要求。

这样就能做到完全免疫利率变化的风险，维护股东的权益安全。

三、资产负债组合优化计算实例及不同模型的对比分析

假设某日某银行的负债及所有者权益的相关情况如表 1 所示，计算的相关步骤包括计算出负债的 M-vector、计算出资产的 M-vector、根据目标函数和约束条件求解模型，并在此基础上对比分析 M-vector 模型和 M-absolute 模型。

（一）负债的 M-vector

1. 存款类负债的 M-vector

该银行根据历史数据统计发现活期存款的平均到期间隔为 n_1=2.4 个月，其他债券和存款的期限见表 1 中第 4 列的 2—9 行。假定该银行的决策者根据过去资产组合的平均持续期来确定规划期 H=3 年。为了风险免疫效果较优且不致计算繁琐，本文取 Q=2，下文提到的 M-vector 均指 2 维向量，不再重复说明。鉴于各类银行存款均属于到期一次还本付息的“到期债”，根据（7）式可以计算出各类负债的 M-vector，计算结果见表 1 第 1—6 行的第 5—6 列。

2. 债券类负债的 M-vector 的计算

首先计算 3 年期债券的 M-vector。该银行 3 年期债券是每半年付息一次，3 年共付息 6 次，将每次现金流发生的时间点分别代入（5）式，得到各期连续复利贴现因子，且由表 1

表 1 某日某银行的权益与负债

项目	市场价值 L_j（千元）	月息 r_j（‰）	期限 n_j（月）	M_j^1	M_j^2
1. 负债总额	92000	—	—	—	—
其中：（1）活期存款	8000	0.6	2.4	–2.8	7.84
（2）3 个月期存款	5000	2.4	3	–2.75	7.5625
（3）6 个月期存款	4000	2.7	6	–2.5	6.25
（4）1 年期存款	33000	3.0	12	–2	4
（5）3 年期存款	22000	3.975	36	0	0
（6）5 年期存款	14000	4.275	60	2	4
（7）3 年期债券	3000	3.267	36	–0.1401	0.2585
（8）5 年期债券	2000	3.775	60	1.5281	3.6284
（9）7 年期债券	1000	4.025	84	3.0014	12.6121
2. 负债总额	92000	—	—	—	—
3. 所有者权益	8000	—	—	—	—
4. 负债和所有者权益	100000	—	—	—	—

可知3年期债券的半年期利率为 r'_7=13.92%。将相关数据代入（7）式得 M^1_5=−0.140，M^2_5=0.2585。接下来计算其他债券的M−vector。假设该银行5年期和7年期债券均为半年付息、到期还本的“分期债”，类似于3年期债券的M−vector的计算，可得5年期和7年期债券的M−vector，所有计算结果见表1第7—9行的第5—6列。

（二）资产的M−vector

1. 非贷款类资产的M−vector

（1）无息类资产（A_1）的M−vector。表2给出了同一日该银行的资产情况。由于现金不产生现金流，故而其M−vector为零。同理，固定资产和其他资产也不产生现金流，所以各自的M−vector也是零。（2）法定存款准备金（A_2）的M−vector。法定存款准备金是依照法律规定必须存在央行的资金，完全不受利率波动的影响，其M−vector同样为零。（3）备付金（A_3）的M−vector。备付金是指银行依据每日的清算为应付下一日常规业务而保留的现金资产，其M−vector也为零。（4）上存总行（6个月）资产（A_4）的M−vector。这部分资产按月付息，6个月一共付息6次，将各期付息的时点分别代入（5）式计算得到各期连续复利贴现因子。将相关数据代入（7）式得 M^1_4=−2.5037、M^2_4=6.2697。

2. 贷款类资产的M−vector

假设银行贷款类资产 A_5–A_9 均是按月付息到期还本的“分期资产”，各自的M−vector可参照上存总行（6个月）资产的计算。先将各期现金流的发生时点代入（5）式，计算出相应的连续复利贴现因子，再结合规划期 H=3年及各自月利率 r_5–r_9，根据（7）式计算就能得到相应的M−vector，计算结果见表2的第5—9行第3—4列。

表2　某日某银行的资产情况

资产（千元）	月息 r_j（‰）	M^1_j	M^1_j
（A_1）现金	0	0	0
（A_2）法定存款准备金	1.575	0	0
（A_3）备付金	1.575	0	0
（A_4）上存总行（6个月）	3.0	−2.5037	6.2697
（A_5）1个月期贷款	5.1	−2.9167	8.5069
（A_6）6个月期贷款	5.1	−2.5062	6.2830
（A_7）1年期贷款	5.775	−2.0301	4.1398
（A_8）3年期贷款	5.85	−0.2699	0.5361
（A_9）5年期贷款	6.075	1.2599	3.5227
（A_{10}）固定资产	—	0	0
（A_{11}）其他资产	—	0	0

（三）根据目标函数和约束条件求解模型

1. 目标函数

目标函数是最大化月利息收入，将表2中月利率 r_1—r_{11} 代入（11）式得：

$$\max\Sigma_{i=1}^{11} r_i A_i = \max\{1.575‰\times A_2+1.575‰\times A_3+3.0‰\times A_4+5.1‰\times A_5+5.1‰\times A_6+5.775‰\times A_7+5.85‰\times A_8+6.075‰\times A_9\} \quad (15)$$

2. 约束条件

（1）资产负债的M−vector零缺口约束。分别将表1中各负债及其M−vector和表2各项资产及其M−vector代入（14）式得M−vector零缺口约束条件：

当 m=1 时，
$$-2.5037\times A_4-2.9167\times A_5-2.5062\times A_6-2.0301\times A_7-0.2699\times A_8+1.2599\times A_9=-78510 \quad (16)$$

当 m=2 时，$6.2697\times A_4+8.5069\times A_5+6.2830\times A_6+4.1398\times A_7+0.5361\times A_8+3.5227\times A_9=334180$ （17）

（2）其他约束条件。不失一般性，根据相关的法律法规、行业管理规定并援引某上市银行的内部规定，并结合本文收集的数据和模型求解的需要，得到如表 3 所示的其他约束条件⑤。

表 3 除零缺口约束之外的其他约束条件

约束类别	表达式
资产规模约束（资产 = 负债 + 所有者权益）	$\Sigma_{i=1}^{11}A_i=100000$
基于流动性的库存现金比例(银行测算)	$A_1\geqslant 0.6\%\Sigma_{j=1}^{6}L_j=516$
基于盈利性的库存现金比例(银行测算)	$A_1\leqslant 1.5\%\Sigma_{j=1}^{6}L_j=1290$
法定存款准备金比例	$A_2\geqslant 16.5\%\Sigma_{j=1}^{6}L_j=14190$
资产流动性比例	$A_1+A_3+A_5\geqslant 25\%L_1=2000$
中长期贷款比例	$A_8+A_9\leqslant 120\%(L_5+L_6)=43200$
中长期贷款结构	$A_8\geqslant A_9$
五年期资产负债的时间匹配约束⑥	$A_9\leqslant L_6+L_8+L_9=1700$
固定性约束	$A_{10}=1000$、$A_{11}=600$
非负约束	$A_i\geqslant 0$（i=1，2，…，11）

3. 求解资产负债组合优化模型并进行对比分析

采用 Matlab 求解由目标函数和约束条件(包括(15)—(17)式以及表 3 中出现的表达式)构成的线性规划模型，可得既能控制利率风险和流动性风险，还能获得相对理想收益的资产最优分配方案，配置结果见表 4 第 2—12 行的第 2 列。

表 4 资产分配方案对比

分配结果	M-vector 模型	M-absolute 模型
A_1	516.00	516.00
A_2	18221.95	14190.00
A_3	2820.25	0.00
A_4	0.00	0.00
A_5	27702.12	1418.00
A_6	0.00	0.00
A_7	5939.66	58498.22
A_8	26200.00	11855.89
A_9	17000.00	11855.89
A_{10}	1000	1000
A_{11}	600	600
月利息总收益	456.27	509.13
M_{GAP}	[0 0]	[−32835.59 −31261.04]
ΔV(利率下降)	0	−75.05

M-absolute 模型是基于现金流离散度零缺口免疫的资产负债组合优化模型。现金流离散度是指：

$$M=\Sigma_{i=1}^{N}c_i\delta(t_i)|t-H|\Sigma_{i=1}^{N}c_i\delta(t_i) \quad (18)$$

其中各符号意义与上文相同，现金流离散度本质上就是现金流发生时刻与规划期距

⑤随着时间推移，相关的法律法规、行业管理规定、银行内部规定会有所变动，此时可以根据需要调整合规性约束条件，但这并不影响本文的结论。

⑥时间匹配约束只采用五年期的，其他资产负债的时间匹配约束因与前面约束条件嵌套故省略。

离的加权平均，权数为 t 时刻现金流的现值与债券组合现值的比值。现金流离散度零缺口的免疫条件是：

$$\Sigma_{i=1}^{n} A_i M_i = \Sigma_{j=1}^{k} L_j M_j \quad (19)$$

基于表 1 和表 2 相关数据，以（15）式为目标函数,以表 3 所包含的表达式以及（19）式为约束条件，采用 Matlab 求解得到该银行的资产配置方案及相应的最大月度利息收入值，详见表 4 第 2—12 行的第 3 列。将依据 M-vector 模型和 M-absolute 模型所得的资产配置结果分别代入（9）式，得到两个模型的 M-vector 利率风险免疫缺口 M_{GAP}，结果见表 3 第 13 行的 2—3 列。模型对比的结果表明：

（1）资产配置分散化。根据表 3 所展示的结果，M-absolute 模型在短期贷款上趋近于零，与现实差距较大，M-vector 模型在为期 1 个月贷款上分配为 27702.12 千元，资产配置更加分散。

（2）利率风险免疫缺口。从表 3 第 13 行的 2—3 列可以看出，M-vector 模型的利率风险免疫缺口为零，基本不受利率波动的影响；而 M-absolute 模型却存在较大的风险免疫缺口，一旦利率发生变动，银行净值将遭受较大影响。

（3）银行净值的变化 ΔV。如果银行存贷款利率全面下调，其中 1 年期定期存款利率下调幅度达 40%，由于 $\Delta f_t(\tau)$ 是瞬时远期利率在 t=0 时的增量，近似于连续两日的远期利率之差，即 $\Delta f_t(\tau)=f_1(\tau)-f_0(\tau)$。采用遗传算法得次日的远期利率函数：

$$f_1(\tau)=0.0448-0.0304\exp(-0.1003\tau)+0.0573(0.1003\tau)\exp(-0.1003\tau)+0.0992(0.0500\tau)\exp(-0.0471\tau) \quad (20)$$

那么可以得到 X_1=0.1414%、X_2=0.1830%。将相关数据代入（8）式可知：M-vector 模型管理下的银行净值改变量 ΔV=0，使银行净值不受利率波动的影响，对利率风险完全免疫；而 M-absolute 模型管理下的银行净值改变量为 ΔV_1=-75.05 千元，导致银行净值从利率下跌中遭受损失。

四、主要结论

（一）基于 M-vector 零缺口免疫利率风险的模型进行资产配置和管理，商业银行不仅能规避流动性风险和利率风险，还能实现盈利。

（二）M-vector 模型不仅对收益率曲线水平及其平行移动具有良好风险免疫效果，对于非平行移动的一般情况也有很好的免疫效果。M-vector 利率风险免疫模型是 M-absolute 模型的近似推广，通过实例对比分析发现，无论是在资产分配分散化方面，或是在资产和负债的风险缺口方面，还是在利率变化影响银行净值方面，M-vector 模型的利率风险免疫效果都明显优于 M-absolute 模型。

（三）M-vector 模型的计算精度依赖于对远期利率的精确估计。但是目前我国的国债市场还存在一些缺陷，国债利率期限结构尚有待优化，因此对收益率曲线的精确估计也是一个极具挑战性的任务。

参考文献:

[1]E. Brewer. Bank Gap Management and the Use of Financial Futures [J]. Federal Reserve Bank of Chicago, Economic Perspectives, March- April , 1995 .

[2]Wright, David M., James V Houpt. An Analysis of Commercial Bank Exposure to Interest-Rate Risk[R]. Federal Reserve Bulletin, February, 1996. 115-128.

[3]Dr. B. Charumathi. Asset Liability Management in Indian Banking Industry: with Special Reference to Interest Rate Risk Management in ICICI Bank[EB/OL]. Proceedings of the World Congress on Engineering 2008 Vol II, July 2-4, 2008.

[4]Duan J, Sealeycw. Managing Bank's Duration Gaps When Interest Rates Are Stochastic and Equity Has Limited Liability[J]. International Review of Economics and Finance, 1999(8): 253-265.

[5]Cronind. Irish Loan-Deposit Interest Rate Margins: A Duration-Based Approach[J]. Applied Financial Economics, 1995(5): 27-32.

[6]Jacobyg. A Duration Model for Defaultable Bonds[J]. The Journal of Financial Research, 2003, 26(1):129-146.

[7]Vasicek, Oldrich A. An Equilibrium Characterization of the Term Structure [J]. Journal of Financial Economics, 1977, 5:177-188.

[8]Reitano Robert R. Non-parallel yield curve shifts and spread leverage [J]. Journal of portfolio management, 1991: 82-87.

[9]La Grandville, Olivier de. Bond Pricing and Portfolio Analysis: Protecting Investors in the Long Run[M]. Cambridge, Mass: MIT Press, 2001.

[10]Fabozzi, F., Kalotay, A.,Willams, G. A model for valuing bonds and embedded options [J]. Financial Analysts Journal, Charlottesville, 1993, 49(3): 35-46.

[11]Nawalkha, S. and D. Chambers. The M-vector model: Derivation and testing of extensions to M-square [J]. The Journal of Portfolio Management, 1997, 23, (2): 92-98.

[12]Svensson, L. E. O.. Estimating Forward Interest Rates with the Extended Nelson & Siegel Method [J]. Sveriges Riksbank Quarterly Review, 1995(3): 13-26.

[13]Barret W B.Term Structure Modeling for Pension Liability Discounting [J]. Financial Analysts Journal, 1988, 44(6):63-67.

[14]Manousopoulos P, Michalopoulos M. Comparison of Non-linear Optimization Algorithms for Yield Curve Estimation [J]. European Journal of Operational Research, 2009, 192:594-602.

[15]Nawalkha, S.K. and D.R. Chambers. An Improved Immunization Strategy: M-Absolute [J]. Financial Analysts Journal, 1996, 52(5): 69-76.

（下转第 98 页）

[6]Paul J. Santoro,The Evolution of Treasury Cash Management during the Financial Crisis[J].Current Issues in Economics and Finance，2012，(3).

[7]Kenneth D. Garbade，John C. Partlan，Paul J. Santoro. Recent Innovations in Treasury Cash Management[J].Current Issues in Economics and Finance，2004，(11).

作者简介：

朱丽彬，男，供职于中国人民银行苏州市中心支行；

徐日，女，供职于中国人民银行苏州市中心支行。

（责任编辑：**刘清环**　校对：CL）

（上接第 62 页）

[16] 杨婉茜，成力为 . 基于 Nelson-Siegel 模型控制利率风险的资产负债组合优化模型 [J]. 系统工程，2014，32（2）：12-20.

[17] 刘艳萍，巩玉芳，迟国泰 . 基于利率非平行移动风险控制的资产负债组合优化模型 [J]. 管理学报，2009，6（9）:1215-1225.

[18] 朱世武，陈健恒 . 交易所国债利率期限结构实证研究 [J]. 金融研究，2003，（10）:63-73.

[19] 迟国泰，许文，王化增 . 兼控利率风险和流动性风险的资产负债组合优化模型 [J]. 控制与决策，2006，21，（12）：1407-1411.

作者简介：

杨婉茜，女，博士，南通大学商学院讲师；

成力为，女，大连理工大学经济学院教授、博士生导师。

（责任编辑：**彭恒文**　校对：JZY）