

基于 ROC 曲线的银行危机识别方法的效果分析

陶菁², 余垠¹

(1. 上海第二工业大学理学院, 上海 201209; 2. 宁波大学商学院, 浙江 315211)

摘要: 利用受试者工作特征 (ROC) 曲线及曲线下面积, 将对信号识别效果的要求转换成 3 个统计评价标准。应用这些标准, 从识别能力和稳定性 2 个维度、全样本和子样本 2 个方面测试了基于指标的和基于货币压力指数的 2 种银行危机定义方法。研究发现, 基于指标的危机定义的识别能力好于基于货币市场压力指数的识别能力, 而名义利率下的货币压力指数的识别效果好于实际利率下的识别效果。不同的危机识别信号效果随着时间的推移和样本范围的不同则有较大的波动。

关键词: 银行危机识别; 受试者工作特征曲线; 曲线下面积

中图分类号: G32; G33; G38

文献标志码: A

0 引言

最近的研究认为^[1], 金融危机对潜在产出可能具有永久性影响。作为连接微观经济与宏观经济的核心和纽带, 银行体系风险对引发金融危机起着重要的作用。银行危机能产生比其他形式的金融危机更大的破坏性^[2], 一旦爆发, 会产生更大的援助成本。因此, 发展早期预警模型以便早期识别银行危机具有重要的现实意义。

开发早期预警系统 (EWIs) 的第一步是定义和识别危机, 或者定义构成风险的主要因素, 然后是构建识别模型, 利用样本数据确定事件发生的时间。在实证研究中, 定义和识别银行危机的方法有 3 种: 有基于事件的、基于指标的^[3]和基于货币市场压力指数的。

基于事件的方法综合了各种银行事件, 诸如银行挤兑, 金融机构被迫关闭、兼并或者政府干预其经营, 或者政府对银行业大规模的支持等确定银行危机的发生及时间^[3-10]。这种方法虽然容易获得政府干预的时间和银行监管变化等方面的数据, 但对危机的确定比实际发生的时间要晚很多; 对月度数据而不是年度数据时, 确定银行危机的时间就变得很困难; 并且仅仅依靠政府干预时间这一个信息既不能精确定义危机的日期, 也无法判定是不是系统

性危机^[3-4,10-11]。

基于指标的方法使用不良贷款、银行救助成本占比等指标作为标准识别银行危机的发生及时间^[12-14]。这种方法有效地规避了前种方法不能判定危机是系统性的还是非系统性的不足, 但在获取可靠数据以及无偏差或小偏差数据上存在一定的困难^[3]。Hagen 等^[15]进一步认为, 不管是基于事件的方法还是基于指标的方法要有效地识别出危机意味着市场要存在较强的触发事件。

基于货币市场压力指数的方法基于 ERW 指数^[16], 定义货币市场压力指数为储备占银行存款的比率和短期利率两个指标变化值的加权平均。该方法简单直观, 不仅需要的数据量不大, 而且对月度数据有较好的效果。

3 种识别方法各有利弊, 哪一种识别方法对银行危机的识别效果更好? 涉及这个问题的文献很少。一个描述性的比较研究认为, 基于货币市场压力指数的方法与基于指标方法的识别结果有较好的一致性^[15]。另一个评估货币市场压力指数识别效果的研究指出, 货币市场压力指数和 ERW 指数一样, 过于依赖样本和研究者的经验^[17-18]。

在不同识别方法中根据特定效用进行优化选择也意味着在两类错误间进行取舍, 一种可供选

收稿日期: 2017-09-25

通信作者: 余垠 (1968-), 女, 新疆人, 教授, 博士, 研究方向为金融风险管理、智能金融。E-mail: yuyinnn@163.com。

基金项目: 教育部人文社科规划项目 (12YJAZH183), 上海第二工业大学学校学科建设项目 (XXKPY1604) 资助

择的方法是利用对两类错误的取舍可以全面考虑的 ROC (Receiver Operating Characteristic Curve) 曲线及曲线下面积 (Area Under the Curve, AUC) 分析方法^[19]。ROC 曲线源于信号探测理论, 是一种用构图法揭示连续变量的敏感性和特异性相互关系的方法。通过将连续变量设定出多个不同的临界值, 它计算出一系列敏感性为纵坐标, 以一系列 (1- 特异性) 为横坐标, 绘制出一系列不同的分界值或决定阈 (二分类方式) 的曲线。ROC 曲线及 AUC 分析是一种结构化的分析方法^[20]。它能够很容易地识别在任意阈值的观察信号, 能够选择最佳的判断阈值, 能够有效地比较 2 种或 2 种以上不同模型对观察信号的识别能力, 具有建模自由和适用性广泛 (对任何危机类型均适用) 的特点^[21]。目前, ROC 曲线及 AUC 分析在金融危机预警领域的应用有 2 个方面: ① 定义“好信号”, 评估不同预警指标预警效果的优劣性^[19,22]; ② 利用 ROC 曲线及 AUC 分析能够为多个模型提供共同尺度下的直观比较, 评估预警系统模型的预警准确性^[20-21,23-25]。

已有研究通常把基于事件的识别银行危机认为是一种解决问题的思维更甚一种具体的技术方法。因此, 本文认为它是融于另两种方法之中的而不纳入进行比较分析。本文的主要工作是利用 ROC 曲线, 从识别能力和识别稳定性 2 个方面评估基于指标的和基于货币市场压力指数的 2 种银行危机识别方法的识别效果。

1 研究设计及样本选择

1.1 评估标准

在金融危机预警的经验研究中, 1 次危机通常被定义为 1 种情景: 时间 t 发生危机, 是给定的指标或指数 (或其所发出的信号) $S_{i,t}$ 在时间 t 大于预先设定的阈值 θ (cut-off)。一般地, 可以表示为:

$$\text{Crisis}_t(\theta) = \begin{cases} 1, & \text{if } S_{i,t} > \theta \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

式中, $S_{i,t}$ 为选定的指标或构建的指数 (或者称它们发出的信号)。要评估信号 $S_{i,t}$ 对银行危机的识别效果, 需要从 2 个方面进行: ① S_i 对银行危机是否具有识别能力 (或准确性); ② $S_{i,t}$ 对银行危机的识别是否具有稳定性。

根据 ROC 曲线下面积 AUC 的性质, 定义 $S_{i,t}$ 对银行危机具有识别能力是 $\text{AUC}(S_{i,t}) > 0.5$ 。如果信号 $S_{i,t}, S_{j,t}$ 在相同的时间域内均发出了危机识别信号, 那么对应着 AUC 更大的那个信号更优。即:

定义 1 如果 $\text{AUC}(S_{i,t}) > 0.5$, 则 $S_{i,t}$ 是一个好的信号, 且 $\text{AUC}(S_{i,t})$ 越大, $S_{i,t}$ 的信号强度越强。

定义 2 满足定义 1 的条件下, 在相同时间域, 如果 $\text{AUC}(S_{i,t}) > \text{AUC}(S_{j,t}), i \neq j$, 则 $S_{i,t}$ 优于 $S_{j,t}$; 反之, $S_{j,t}$ 优于 $S_{i,t}$ 。

要判断哪个信号更好, 还必须对信号的鲁棒性进行研究^[26]。一个信号 $S_{i,t}$ 对银行危机的识别不具有稳定性, 也就是当时间域缩短时, 信号 $S_{i,t}$ 的质量会出现恶化^[19]。这需要确定参照点。在危机发生前的一段时间域内, 随着危机的临近, 危险信号会表现强劲。尽管监管部门进行了政策干预, 危险信号或有所减弱但依然强劲, 直至爆发危机。本文认为好的危机识别信号, 应该满足 Drehmann 等^[19]提出的 2 个条件: ① 能足够早地识别出危险信号, 以便政策能及时有效地实施; ② 不能太早地识别出危险信号, 以免提高政策成本。也就是说, 危机识别信号不仅能在危机发生时识别危机期与非危机期, 其质量也不应在危机潜伏期恶化。基于上述考虑, 本文以 $t = -3$ 时的 $\text{AUC}(S_{i,-3})$ 为参照, 定义信号 $S_{i,t}$ 对银行危机的识别具有稳定性, 是 $\text{AUC}(S_{i,-3})$ 以后的 $\text{AUC}(S_{i,-2})$ 和 $\text{AUC}(S_{i,-1})$ 不小于 $t = -3$ 之前的 AUC 值。也即:

定义 3 满足定义 1 的条件下, 当 1 个信号 $S_{i,t}$ 满足条件 $\text{AUC}(S_{i,-3+k}) \geq \text{AUC}(S_{i,-3-k})$ 时, 信号 $S_{i,t}$ 是稳定的, 其中 $k = 1, 2$ 。

1.2 识别指标

本文评估的第 1 个识别方法是 Demirgüç-kunt 等^[14]的识别定义中 (简称 DD 指数) 基于指标的部分。本文分析不良资产和银行救助成本 2 个指标的识别能力, 也即: 一个国家银行系统在 t 年发生银行危机, 那么其银行系统中不良资产占总资产的比率 $r_{NP_t} > 10\%$, 或者银行救助成本占 GDP 的比率 $r_{ct} \geq 2\%$ 。

对银行救助成本 r_{ct} 的度量, 本文采用危机成本作为替代变量。在相关研究中对危机成本接受度更广泛的测度思路是计算包含直接危机损失以及由危机发生所引致的经济增长率的下降。按照这一思路,

借鉴刘锡良^[27]对危机成本的计算:

$$\sum r_{ct} = \sum_{t=t_0}^{t_N} (G_p - G_t) \quad (2)$$

式中: t_0 为金融危机出现的年份; t_N 为危机结束的年份; G_p 为潜在 GDP 增长率, 被定义为危机发生前 3 年 GDP 的平均增长率; G_t 为实际 GDP 增长率。

本文评估的第 2 个方法是基于货币市场压力指数的 Hagen 等^[15]的识别定义 (简称 V 指数)。V 指数创新性地定义 t 年的货币市场压力指数 V_{IMP_t} 是储备占银行存款的比率 r_t 和短期利率 I_t 2 个指标变化值的加权平均, 其中权重 σ 是 2 个指标的样本标准差。也即:

$$V_{IMP_t} = \omega_1 \Delta r_t + \omega_2 \Delta I_t \quad (3)$$

式中, $\omega_1 = \frac{1}{\sigma(\Delta r_t)}$, $\omega_2 = \frac{1}{\sigma(\Delta I_t)}$ 。当 IMP_t 超过一国样本规模 98.5% 的分位数, 或相比上一期而言, 该期指数上升 5% 以上, 那么一次银行危机就发生了。

V 指数的构建中没有考虑采用滚动窗口波动率作为权重, 如果过小会使得相应指标数据变化过于剧烈这一因素, 荆中博等^[18]和 Jing 等^[28]对 V 指数各指标的权重进行了修正, 定义 I_{IMP_t} 是储备占银行存款的比率 r_t 和短期利率 I_t 两个指标变化值的加权平均, 其中权重 σ 是两个指标的样本标准差。货币市场压力指数 I_{IMP_t} 如下:

$$I_{IMP_t} = \omega_3 \Delta r_t + \omega_4 \Delta I_t \quad (4)$$

式中,

$$\omega_3 = \frac{\frac{1}{\sigma(\Delta r_t)}}{\frac{1}{\sigma(\Delta r_t)} + \frac{1}{\sigma(\Delta I_t)}}, \quad \omega_4 = \frac{\frac{1}{\sigma(\Delta I_t)}}{\frac{1}{\sigma(\Delta r_t)} + \frac{1}{\sigma(\Delta I_t)}}$$

这样, J 指数中各个指标的权重经过修正后落在了 [0,1] 之间。J 指数采用了 V 指数相同的危机阈值定义。与 V 指数不同的是, V 指数的组成部分中采用的是短期实际利率和滚动窗口波动率, J 指数则认为选择短期名义利率, 用固定权重比和滚动窗口波动率构建货币市场指数有更好的识别效果。本文选择固定权重构建 V_{IMP_t} 和 I_{IMP_t} 。

本文将评估信号集 $S_{i,t} = \{r_{NP_t}, r_c, V_{IMP_t},$

$J_{IMP_t}\}$ ($i = 1, 2, 3, 4$) 中的 4 个变量识别银行危机的能力及识别的稳定性。

1.3 数据来源与范围

上述的识别方法涉及以下 7 个经济指标: 银行不良资产率 (ratio of nonperforming assets, NPA), 银行救助成本 (cost of the rescue operation, CRO), GDP, 银行储备 (bank reserves, BR), 银行存款 (bank deposit, BD), 短期名义利率 (short-term nominal interest rates, SNI), 短期实际利率 (short-term real interest rate, SRI)。选择 29 个国家 (地区) 的 54 次危机作为分析样本, 在表 1 中汇总了这些样本发生银行危机的期间。其中, 2007 年及以后爆发的危机, 只给出了开始年, 对危机结束年则统一没有标注。由于在分析中使用的是危机开始时间, 故这种标识并不会对分析结果产生影响。

按照 IMF 的定义, 银行不良资产率是银行不良贷款与贷款总额的比率为不良贷款额, 再除以包括扣除专项贷款损失准备金之前的不良贷款在内的贷款组合总额。对于短期利率的确定, 按照荆中博等^[18]的做法, 首先采用货币市场利率, 如果该数据出现缺失, 则依次采用短期国库券利率、国债利率、存款利率、贷款利率或者贴现率进行代替。参照 Hagen 等^[15]、荆中博等^[18]的方法, 以存款银行的储蓄存款、定期存款和外债作为银行总存款, 以货币当局对银行的信贷作为中央银行提供的资金。以 CPI 作为通货膨胀率指标。所有涉及的指标从 1970~2015 年的年度数据均来源于 IFS、世界银行数据库以及各个国家网上官方统计数据库。

2 实证结果与分析

选择 Laeven 等^[5]和 Reinhart 等^[7]对银行危机的标识为“金标准”(见表 1), 利用 ROC 曲线分析评估信号集 $S_{i,t}$ 中 4 个变量是否符合 3 个定义, 从全样本和不同样本的范围 2 个角度分析 4 个变量对银行危机的识别能力及稳定性。其中, 估计 ROC 曲线通过非参数方法, 计算 AUC 值则选用梯形近似地平滑估计的曲线。

2.1 全样本下指标的识别能力

选择从 1970~2015 年的整个时间窗对信号集中各变量的 AUC 值进行分析, 结果在表 2 中。对于 V_{IMP_t} 和 I_{IMP_t} 2 个变量, 分别从名义利率和实际利率 2 个角度对它们进行了测度。

表 1 所选样本的银行危机 (1970~2015)

Tab. 1 The bank crisis of selected samples (1970—2015)

序号	国家或地区	危机开始年	危机结束年	序号	国家或地区	危机开始年	危机结束年
1	阿根廷	1980	1982	14	厄瓜多尔	1982	1986
		1989	1991			1998	2002
		1995	1995	15	芬兰	1991	1995
		2001	2003	16	瑞典	1991	1995
2	巴西	1990	1994			2008	2009
		1994	1998	17	肯尼亚	1985	1985
3	马来西亚	1985	1988			1992	1994
		1997	2002	18	智利	1976	1976
4	墨西哥	1981	1985			1981	1985
		1994	1996	19	哥伦比亚	1982	1982
5	菲律宾	1981	1987			1998	2000
		1997	2001	20	希腊	2008	—
6	西班牙	1977	1981	21	匈牙利	1991	1995
		2008	2009			2008	—
7	德国	2008	2009	22	意大利	2008	—
8	印度尼西亚	1992	1992	23	冰岛	2008	—
		1994	1994	24	安尔兰	2008	—
		1997	2001	25	尼日利亚	1991	1995
9	日本	1992	2001			2009	—
10	泰国	1983	1986	26	俄罗斯	1998	1998
		1997	2000			2008	—
11	中国香港	1982	1982	27	乌克兰	1998	1999
		1983	1986			2008	—
		1998	1999	28	英国	1990	1992
12	韩国	1986	1986			2007	—
		1997	1998	29	美国	1988	1988
13	葡萄牙	2008	—			2007	—

数据来源: 参考文献 [5] 和 [7]。当两者的危机起止时间有差异时, 按最大时间窗取值

表 2 $S_{i,t}$ 的 AUC 值: 全样本Tab. 2 AUC value of the $S_{i,t}$: Full sample

$S_{i,t}$		AUC	标准误	渐进显著性
r_{NP_t}		0.941	0.024	0.000
r_{c_t}		0.787	0.030	0.000
V_{IMP_t}	名义利率	0.659	0.040	0.000
	实际利率	0.602	0.035	0.011
I_{IMP_t}	名义利率	0.659	0.040	0.000
	实际利率	0.602	0.035	0.011

从 AUC 值可以看出, 信号集 $S_{i,t}$ 中 4 个变量的 AUC 值均大于 0.5, 根据定义 1, 说明它们均具有识

别银行危机的能力。根据定义 2, 银行不良贷款率 r_{NP_t} 对银行危机的识别能力最好, AUC 值为 0.941。其次是银行救助成本 r_{c_t} , 其 AUC 值为 0.787。在识别能力方面, 基于指标的方法要优于基于货币市场压力指数的方法。

V_{IMP_t} 和 I_{IMP_t} 的 AUC 值分别为 0.659, 0.602, 对危机的识别能力一般。与荆中博等^[18]和 Jing 等^[28]的结论相同, 用名义利率的识别能力要好于用实际利率的。 I_{IMP_t} 在 V_{IMP_t} 基础上标准化了 2 个变量的权重, 然而却有着相同的 ROC 曲线。这表明, 与已有的一些研究结论不同, 对权重进行标准化这一优化方法可能不具有提升指数识别危机能力的作

用。

2.2 不同样本范围下指标的识别能力

前面的分析结果基于所选的国家或地区是一个样本, 本部分从样本范围方面进一步分析信号集 $S_{i,t}$ 中 4 个变量的识别能力。将所选择的样本国家或地区分为 2 个子样本。其中, 第 1 个样本包括中国香港、新加坡、韩国和日本 4 个发达经济体, 其他发展中经济体为第 2 个样本。为了保证每一个样本都有足够的危机数, 本文选用非均衡面板数据。

表 3 列示了两个样本 4 个变量的 AUC 值。信号集 $S_{i,t}$ 中各变量的 AUC 值均大于 0.5, 表明这几个变量对发达经济体和发展中经济体的银行危机均

具有识别能力。表现最好的是不良贷款 $r_{NP,t}$, AUC 值分别为 0.934 和 0.948。其次是银行救助成本 $r_{c,t}$, AUC 值分别为 0.815 和 0.778。不良贷款 $r_{NP,t}$ 对银行危机的识别能力在发展中经济体的表现好于在发达经济体中的表现, 而其他几个指标的识别能力则是在发达经济体中的表现优于在发展中经济体的表现。

在 2 个不同样本范围内, 由名义利率构建的指数 $V_{IMP,t}$ 和 $I_{IMP,t}$ 的 AUC 值分别为 0.739、0.635 和 0.699、0.539, 名义利率构建的指数的识别能力均好于由实际利率构建的指数。对于 2 个子样本, 基于指标的方法优于基于货币市场压力指数的方法。

表 3 $S_{i,t}$ 的 AUC 值: 子样本
Tab. 3 AUC value of the $S_{i,t}$: Subsamples

$S_{i,t}$		样本 1				样本 2			
		AUC	下限	上限	标准误差	AUC	下限	上限	标准误差
r_{NP_t}		0.924	0.847	1.000	0.045	0.948	0.904	0.992	0.022
r_{c_t}		0.815	0.725	0.905	0.046	0.778	0.704	0.851	0.038
V_{IMP_t}	名义利率	0.739	0.603	0.874	0.069	0.635	0.537	0.732	0.050
	实际利率	0.699	0.553	0.845	0.075	0.539	0.454	0.624	0.043
I_{IMP_t}	名义利率	0.739	0.603	0.874	0.069	0.635	0.537	0.732	0.050
	实际利率	0.699	0.553	0.845	0.075	0.539	0.454	0.624	0.043

注: 上、下限是在 95% 的置信区间下取得的

3 稳定性检验

按照国家维度, 采用重复分层抽样的方式, 递次地抽取了危机前 5 年至危机前 1 年期间的数据作为样本, 分析信号集 $S_{i,t}$ 对危机的指标识别能力的稳定性。在检验中, 不对不同变量间的 AUC 值的统计差异进行比较^[19]。

3.1 全样本下的稳定性检验

表 4 列示了信号集 $S_{i,t}$ 中 4 个变量的 AUC 值、置信度为 95% 的上下限值及标准误差。从总体看, 在 $t \in [-5, -1]$, $r_{NP,t}$ 、 $r_{c,t}$ 比 $V_{IMP,t}$ 和 $I_{IMP,t}$ 在识别能力方面有着更优秀的表现。用名义利率计算的识别能力要好于用实际利率计算的。用名义利率和实际利率分别计算的 $V_{IMP,t}$ 和 $I_{IMP,t}$ 依然有着相同的 AUC 值。再一次说明, 对权重进行标准化的优化可能不具有提升指数识别危机能力的作用。

$r_{NP,t}$ 和 $r_{c,t}$ 在危机前 5 年各时间域的 AUC 值均满足定义 1, 对银行危机识别的准确性比较好。其

识别能力在危机爆发前 5 年都比较强, 在危机前第 3 年降低, 然后增加到危机前 1 年最强。其中, $r_{NP,t}$ 和 $r_{c,t}$ 的 AUC 取值分别为 0.935 和 0.829。根据定义 3, $r_{NP,t}$ 和 $r_{c,t}$ 对银行危机的识别能力是稳定的。

名义利率计算的 $V_{IMP,t}$ 和 $I_{IMP,t}$ 的 AUC 值在 $t \in [-5, -1]$ 均满足定义 1, 但对银行危机识别的准确性一般。其 AUC 值 $t = -2$ 时最大, 为 0.692。由于满足定义 3, 因此名义利率计算的 $V_{IMP,t}$ 和 $I_{IMP,t}$ 对银行危机的识别能力具有稳定性。

实际利率计算的 $V_{IMP,t}$ 和 $I_{IMP,t}$ 的 AUC 值在 $t = -1$ 时满足定义 1, 取值为 0.526, 识别能力比较弱。其他时间域的 AUC 值则均不满足定义 1。根据定义 3, 实际利率计算的 $V_{IMP,t}$ 和 $I_{IMP,t}$ 对银行危机的识别能力具有稳定性。

3.2 不同样本范围下的稳定性检验

针对 2 个样本, 考察了时间域 $t \in [-5, -1]$ 的 AUC 值 (见表 4、表 5)。与前面的分析一样, 对不同变量间的 AUC 值的统计差异不进行比较。2 个样本

中, 在 $t \in [-5, -1]$, 不良贷款率 r_{NP_t} 和银行救助成本 r_{c_t} 在识别能力方面依然比 V_{IMP_t} 和 I_{IMP_t} 有着更优秀的表现。用名义利率计算的 V_{IMP_t} 和 I_{IMP_t} 识别能力要好于用实际利率计算的。用名义利率和实

际利率计算的两指标分别地依然有着相同的 AUC 值。再一次说明, 对权重进行标准化的优化可能不具有提升指数识别危机能力的作用。

表 4 不同时间域的 AUC 值: 全样本
Tab. 4 AUC values of different time domains: Full samples

$S_{i,t}$			时间域				
			-5	-4	-3	-2	-1
v_{p_t}	AUC		0.896	0.920	0.938	0.942	0.948
			0.838	0.847	0.883	0.891	0.899
			0.954	0.992	0.993	0.994	0.996
			0.030	0.030	0.035	0.040	0.041
			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
r_{c_t}	AUC		0.820	0.820	0.819	0.822	0.829
			0.758	0.747	0.743	0.741	0.742
			0.894	0.892	0.895	0.904	0.916
			0.035	0.037	0.039	0.042	0.044
			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V_{IMP_t}	名义利率	AUC	0.636	0.643	0.672	0.692	0.677
		下限	0.539	0.542	0.569	0.585	0.537
		上限	0.733	0.743	0.774	0.800	0.818
		标准误差	0.050	0.051	0.052	0.055	0.072
		渐近显著性	0.008	0.009	0.003	0.003	0.034
	实际利率	AUC	0.496	0.482	0.491	0.476	0.526
		下限	0.394	0.375	0.376	0.350	0.365
		上限	0.597	0.589	0.605	0.603	0.686
		标准误差	0.052	0.055	0.058	0.065	0.082
		渐近显著性	0.931	0.736	0.874	0.714	0.758
I_{IMP_t}	名义利率	AUC	0.636	0.643	0.672	0.692	0.677
		下限	0.539	0.542	0.569	0.585	0.537
		上限	0.733	0.743	0.774	0.800	0.818
		标准误差	0.050	0.051	0.052	0.055	0.072
		渐近显著性	0.008	0.009	0.003	0.003	0.034
	实际利率	AUC	0.496	0.482	0.491	0.476	0.526
		下限	0.394	0.375	0.376	0.350	0.365
		上限	0.597	0.589	0.605	0.603	0.686
		标准误差	0.052	0.055	0.058	0.065	0.082
		渐近显著性	0.931	0.736	0.874	0.714	0.758

注: 上、下限是在 95% 的置信区间下取得的

表 5 不同时间域的 AUC 值: 子样本
Tab. 5 AUC values of different time domains: Subsamples

$S_{i,t}$		时间域										
		样本 1					样本 2					
		-5	-4	-3	-2	-1	-5	-4	-3	-2	-1	
r_{NP_t}	AUC	0.887	0.915	0.928	0.936	0.941	0.881	0.901	0.913	0.920	0.936	
	下限	0.830	0.847	0.873	0.881	0.889	0.827	0.830	0.843	0.851	0.879	
	上限	0.944	0.982	0.983	0.991	0.993	0.934	0.972	0.983	0.989	0.993	
	标准误差	0.030	0.030	0.034	0.035	0.039	0.035	0.035	0.038	0.042	0.044	
	渐近显著性	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
r_{c_t}	AUC	0.854	0.850	0.884	0.889	0.857	0.792	0.789	0.793	0.793	0.835	
	下限	0.741	0.735	0.774	0.775	0.717	0.702	0.694	0.694	0.688	0.729	
	上限	0.928	0.925	0.993	1.000	0.997	0.882	0.883	0.891	0.899	0.941	
	标准误差	0.048	0.048	0.056	0.058	0.072	0.046	0.048	0.050	0.054	0.054	
	渐近显著性	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
V_{IMP_t}	名义利率	AUC	0.679	0.691	0.754	0.806	0.788	0.637	0.626	0.636	0.658	0.643
		下限	0.496	0.506	0.574	0.637	0.588	0.523	0.505	0.510	0.524	0.464
		上限	0.861	0.876	0.935	0.975	0.987	0.751	0.747	0.761	0.792	0.821
		标准误差	0.093	0.094	0.092	0.086	0.102	0.058	0.062	0.064	0.068	0.091
		渐近显著性	0.066	0.058	0.018	0.010	0.058	0.021	0.050	0.049	0.041	0.147
	实际利率	AUC	0.604	0.608	0.625	0.613	0.688	0.562	0.505	0.492	0.475	0.531
		下限	0.408	0.405	0.416	0.385	0.448	0.446	0.378	0.355	0.320	0.339
		上限	0.801	0.811	0.834	0.840	0.927	0.678	0.633	0.629	0.630	0.723
		标准误差	0.100	0.104	0.107	0.116	0.122	0.059	0.065	0.070	0.079	0.098
		渐近显著性	0.283	0.285	0.244	0.343	0.215	0.300	0.933	0.904	0.747	0.752
I_{IMP_t}	名义利率	AUC	0.679	0.691	0.754	0.806	0.788	0.637	0.626	0.636	0.658	0.643
		下限	0.496	0.506	0.574	0.637	0.588	0.523	0.505	0.510	0.524	0.464
		上限	0.861	0.876	0.935	0.975	0.987	0.751	0.747	0.761	0.792	0.821
		标准误差	0.093	0.094	0.092	0.086	0.102	0.058	0.062	0.064	0.068	0.091
		渐近显著性	0.066	0.058	0.018	0.010	0.058	0.021	0.050	0.049	0.041	0.147
	实际利率	AUC	0.604	0.608	0.625	0.613	0.688	0.562	0.505	0.492	0.475	0.531
		下限	0.408	0.405	0.416	0.385	0.448	0.446	0.378	0.355	0.320	0.339
		上限	0.801	0.811	0.834	0.840	0.927	0.678	0.633	0.629	0.630	0.723
		标准误差	0.100	0.104	0.107	0.116	0.122	0.059	0.065	0.070	0.079	0.098
		渐近显著性	0.283	0.285	0.244	0.343	0.215	0.300	0.933	0.904	0.747	0.752

注: 上、下限是在 95% 的置信区间下取得的

2 个样本的 r_{NP_t} 和 r_{c_t} 在 $t \in [-5, -1]$ 上的 AUC 值均满足定义 1, 对银行危机识别的准确性较好。并且, 根据定义 2, 它们对发达经济体银行危机的识别能力高于对发展中经济体的。 r_{NP_t} 在 2 个样本中的 AUC 均表现出稳定上升的趋势, 在样本 1 中的表现好于在样本 2 的表现。也就是说, r_{NP_t} 对发

达经济体银行危机的识别更具稳定性。在样本 1 中, 银行救助成本 r_{c_t} 的 AUC 值在 $t = -1$ 时最大, 为 0.899。AUC 值在 $t = -3$ 之后的各 AUC 值均大于它之前的, 根据定义 3, 它对发达经济体银行危机的识别具有稳定性。在样本 2 中, 银行救助成本 r_{c_t} 的 AUC 值在 $t = -1$ 时最大, 为 0.835, 且满足定义 3。

它对发展中经济体银行危机的识别具有稳定性。

样本 1 中, 名义利率计算的 V_{IMP_t} 和 I_{IMP_t} 的 AUC 值均满足定义 1。在 $t \in [-5, -4]$ 对银行危机识别的准确性一般, 在 $t \in [-3, -1]$ 的识别能力比较强。其 AUC 值 $t = -2$ 时最大, 为 0.806, 且满足定义 3。因此, 名义利率计算的 V_{IMP_t} 和 I_{IMP_t} 对发达经济体银行危机的识别能力具有稳定性。而实际利率计算的 V_{IMP_t} 和 I_{IMP_t} 的 AUC 值在 $t \in [-5, -1]$ 均满足定义 1, 对银行危机识别的准确性一般。其 AUC 值 $t = -1$ 时最大, 为 0.688, 满足定义 3。因此, 实际利率计算的 V_{IMP_t} 和 I_{IMP_t} 对发达经济体银行危机的识别能力具有稳定性。

根据定义 1, 将 $AUC(S_{i,t})$ 值粗略地划分为以下几个强度区间: $AUC(S_{i,t}) \in [0.9, 1.0]$, 强; $AUC(S_{i,t}) \in [0.8, 0.9]$, 较强; $AUC(S_{i,t}) \in [0.7, 0.8]$, 一般; $AUC(S_{i,t}) \in [0.6, 0.7]$, 较弱; $AUC(S_{i,t}) \in [0.5, 0.6]$, 弱。信号集 $S_{i,t}$ 中 r_{NP_t} , r_{ct} , V_{IMP_t} , I_{IMP_t} 4 个变量对银行危机的识别效果列示在表 6 中。在综合识别能力和稳定性 2 个方面, 基于指标的危机定义的识别能力好于基于货币市场压力指数的危机定义的识别能力, 而用名义利率计算的 V_{IMP_t} 和 I_{IMP_t} 的识别效果好于用实际利率计算的 V_{IMP_t} 和 I_{IMP_t} 的识别效果。

表 6 4 个变量的识别效果

Tab. 6 Identification effect of the four variables

$S_{i,t}$	识别能力 (准确性)			稳定性		
	总样本	样本 1	样本 2	总样本	样本 1	样本 2
r_{NP_t}	强	强	强	稳定	稳定	稳定
r_{ct}	一般	较强	一般	稳定	稳定	稳定
V_{IMP_t}	名义利率	较弱	一般	稳定	稳定	稳定
	实际利率	较弱	一般	稳定	稳定	不稳定
I_{IMP_t}	名义利率	较弱	一般	稳定	稳定	稳定
	实际利率	较弱	一般	稳定	稳定	不稳定

4 结 论

对危机进行准确地定义一直是金融危机预警研究的第一环节, 那么采用哪种危机定义对于提高预警效果就显得尤为重要。本文选择 29 个国家的 54 次银行危机为样本, 利用 ROC 曲线及其曲线下面积 AUC 评估了基于指标的和基于货币压力指数的 2 种银行危机定义的识别效果。本文的显著特点是更加重视危机定义信号的对比分析, 主要结论是:

(1) 基于指标的银行危机定义对危机的识别效果优于基于货币压力指数的识别方法。不论是选择的全样本, 还是在区分发达经济体和发展中经济体的子样本中, 基于指标的银行危机识别方法均比基于货币压力指数的方法表现更好, 也更稳定。这说明, 在货币危机预警中被广泛使用的货币压力指数识别方法在银行危机的识别中不具有更突出的优势。

(2) 不同的危机识别信号效果随着时间的推移

和样本范围的不同有比较大的波动。这表明 EWIs 的表现更多地与预警时间域相关, 并更多地依赖于对样本范围的选择。因此, 在进行跨区域危机预警研究中, 选择合适的预警时间和样本范围在进行跨国比较中更显重要。同时, 这对于银行危机 EWIs 预警效果的统计评估过程的选择具有重要影响。

(3) 选择基于指标的方法或选择基于货币压力指数的方法, 意味着要考虑它们存在的条件: 出现重大的危机事件, 产生足够大的政策干预成本, 并以此为基础评价它们的识别能力和稳定性。从这个意义上说, 弱化危机的定义也不失为好的选择。

以上结论提醒金融危机预警研究者对危机定义的选择要更为谨慎, 避免因危机定义的选择不当而降低预警效果。

参考文献:

- [1] FURCERI D, MOUROUGANE A. The effect of financial crises on potential output: New empirical evidence from OECD countries [J]. Journal of Macroeconomics, 2012,

- 34(3): 822-832.
- [2] HUTCHISON M M, NOY I. How bad are twins? Output costs of currency and banking crises [J]. *Journal of Money, Credit and Banking*, 2005, 37(4): 725-752.
- [3] BANK A D. Early warning systems of financial crises: Application to East Asian [M]. New York: Palgrave Macmillan, 2005.
- [4] LAEVEN L, VALENCIA F. Systemic banking crises: A new database [J]. *Imf Working Papers*, 2012, 8: 1-78.
- [5] LAEVEN L, VALENCIA F. Systemic banking crises database [J]. *Imf Economic Review*, 2013, 61(2): 225-270.
- [6] LAEVEN L, VALENCIA F. Resolution of banking crises: The Good, the Bad, and the Ugly [J]. *IMF Working Papers*, 2010, 170(3): 415-441.
- [7] REINHART C, ROGOFF K. This time is different: Eight centuries of financial folly [M]. New Jersey: Princeton University Press, 2009.
- [8] GOLDSTEIN M, KAMINSKY G L, REINHART C M. Assessing financial vulnerability: An early warning system for emerging markets [M]. Washington: Peterson Institute Press, 2000.
- [9] IMF. Financial crises: Characteristics and indicators of vulnerability [M]//*World Economic Outlook*. Washington D.C.: International Monetary Fund, 1998: 74-97.
- [10] CAPRIO G, KLINGEBIEL D. Bank insolvencies: Cross-country experience [J]. *The World Bank Policy Research Working Paper*, 1996, 1620: 1-60.
- [11] KAMINSKY G L, REINHART C M. Financial crises in Asia and Latin America: Then and now [J]. *American Economic Review*, 1998, 88(2): 444-448.
- [12] DEMIRGC-KUNT A, DETRAGIACHE E. Cross-Country empirical studies of systemic bank distress: A survey [J]. *National Institute Economic Review*, 2005, 192: 68-83.
- [13] DEMIRGC-KUNT A, DETRAGIACHE E. Does deposit insurance increase banking system stability? An empirical investigation [J]. *Journal of Monetary Economics*, 2002, 49(7): 1373-1406.
- [14] DEMIRGC-KUNT A, DETRAGIACHE E. The determinants of banking crises in developing and developed countries [J]. *IMF Staff Papers*, 1998, 45(1): 81-109.
- [15] HAGEN V J, HO T K. Money market pressure and the determinants of banking crises [J]. *Journal of Money, Credit and Banking*, 2007, 39(5): 1037-1066.
- [16] EICHENGREEN B, ROSE A K, WYPLOSZ C, et al. Exchange market mayhem: The antecedents and aftermath of speculative attacks [J]. *Economic Policy*, 1995, 10(21): 249-312.
- [17] ABIAD A G. Early warning systems: A survey and a regime-switching approach [J]. *IMF Working Papers*, 2003, 3(32): 993-1052.
- [18] 荆中博, 杨海珍, 杨晓光. 基于货币市场压力指数的银行危机预警研究 [J]. *金融研究*, 2012(5): 45-55.
- [19] DREHMANN M, JUSELIUS M. Evaluating early warning indicators of banking crises: Satisfying policy requirements [J]. *International Journal of Forecasting*, 2014, 30(3): 759-780.
- [20] ALESSI L, ANTUNES A, BABECKY J, et al. Comparing different early warning systems: Results from a horse race competition among members of the Macro-prudential Research Network [Z]. <http://ssrn.com/abstract=2566165>, 2015: 1-27.
- [21] CANDELON B, DUMITRESCU E-I, HURLIN C. How to evaluate an Early-Warning system: Toward a unified statistical framework for assessing financial crises forecasting methods [J]. *IMF Economic Review*, 2012, 60(1): 75-113.
- [22] BONFIM D, MONTEIRO N. The implementation of the countercyclical capital buffer: Rules versus discretion [R]. *Economic Bulletin & Financial Stability Report Articles*, 2013(11): 87-110.
- [23] ANTUNES A R, BONFIM D, MONTEIRO N, et al. Early warning indicators of banking crises: Exploring new data and tools [R]. *Economic Bulletin & Financial Stability Report Articles*, 2014(4): 90-103.
- [24] LANG M, SCHMIDT P G. The early warnings of banking crises: Interaction of broad liquidity and demand deposits [J]. *Journal of International Money and Finance*, 2016, 61: 1-29.
- [25] SARLIN P. On policymakers' loss functions and the evaluation of early warning systems [J]. *Economics Letters*, 2013, 119(1): 1-7.
- [26] KAMIN S B, BABSON O D. The Contributions of domestic and external factors to Latin-Americans devaluation crises: An early warning systems approach [J]. *International Finance Discussion Papers*, 1999, 12(3): 317-336.
- [27] 刘锡良. 中国金融国际化中的风险防范与金融安全研究 [M]. 北京: 经济科学出版社, 2012.
- [28] JING Z B, HAAN J D, JACOBS J, et al. Identifying banking crises using money market pressure: New evidence for a large set of countries [J]. *Journal of Macroeconomics*, 2015, 43: 1-20.

Effect Analysis of the Banking Crisis Identification Method Based on the Roc Curve

TAO Jing², YU Yin¹

(1. School of Sciences, Shanghai Polytechnic University, Shanghai 201209, China;

2. School of Business, Ningbo University, Zhejiang 315211, China)

Abstract: The requirement for signal recognition effect was transformed into three statistical evaluation standards by using ROC curve and area under the curve. Two methods of banking crisis definition including based on money market pressure and based on indicator were tested by applying these standards from two dimensions of recognition ability and stability and two aspects of the whole sample and the subsamples. It was found that identification ability based on indicator was better than that based on money market pressure, and the identification ability based on money market pressure in the nominal interest rate was better than that in the real interest rate. Different effect of crisis identification signal had larger fluctuation with change in time and range of sample.

Keywords: banking crisis identification; receiver operating characteristic (ROC) curve; the area under the curve

简 讯

上海第二工业大学经济与管理学院 教师主持制定的 2 项国家标准批准发布

近日, 中国国家标准化管理委员会发布 2017 年第 26 号中华人民共和国国家标准公告, 我校经济与管理学院郝皓、林慧丹、邬星根主持制定的 GB/T 34404-2017《非危液态化工产品逆向物流通用服务规范》、GB/T 34403-2017《非危液态化工产品物流突发事件处理》2 项国家标准经国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会批准发布, 2018 年 5 月 1 日正式实施。其中, 《非危液态化工产品逆向物流通用服务规范》(GB/T 34404-2017) 是我国首个逆向物流国家标准, 填补了该领域国内标准的空白。标准凝聚了我校在相关领域持续 5 年多的研究积累和多项理论、方法创新, 以及 9 个参加单位的合作研究成果。

2 项国家标准的批准发布确立了我校在国内逆向物流研究领域的领先地位, 进一步扩大了我校逆向物流研究在全国物流行业、企业及科研院校中的影响力。