

中国外汇储备最优规模的实证研究* ——基于改进的动态优化模型

李增刚¹ 赵擎²

(1.山东大学经济研究院; 2.齐鲁证期货有限公司研究所, 山东, 济南, 250100)

摘要：许多研究表明，资本流入的停止对一国经济造成了重大不利影响，降低了该国消费者的福利，而充足的外汇储备则可以减缓甚至抵消资本流入骤停的冲击。以 Jeanne 和 Rancière 建立的基于短期外债流入停止的外汇储备动态优化模型为基础，加入了更多的资本流入项目如长期外债、外商直接投资等，得出了更加符合中国实际的理论模型。在开放的经济环境中，一国为抵御国际资本流动冲击而储备的外汇存在一个最优的规模，并由以下因素决定：资本流入骤停的概率；资本流入骤停发生后的产出损失；资本流入的各项如短期外债、长期外债、外商直接投资与国内生产总值的比例；以及消费者的风险厌恶系数等。将动态优化模型运用于我国 1988-2009 年外汇储备最优规模的实证分析，发现我国外汇储备的最优规模与国内生产总值的比例约为 20.4%。1988-2001 年我国实际的外汇储备规模不足，2002 年储备规模基本适当，2003 年以后外汇储备规模过剩，特别是 2007 年以后严重过剩，实际规模已超过最优规模的一倍多。如此高额的外汇储备对我国经济造成的不利影响难以估量。

关键词：外汇储备；最优规模；资本流入骤停；动态优化

Empirical Study on Optimal Scale of Chinese Foreign Exchange Reserve ——Based on Expanded Dynamic Optimization Model

Abstract : Many studies show that sudden-stop of capital inflows significantly reduces the welfare of consumers and sufficient foreign exchange reserves can slow or even offset the impact of capital inflows. Jeanne and Rancière had established a dynamic optimization model of optimal international reserves to capture sudden-stop of capital inflow. we improved Jeanne and Rancière's and added more items such as long-term debt capital inflows, foreign direct investment to it, aim to more closed to reality. Through analysis from the new model, we can see that there is an optimal scale of a country's foreign exchange reserves, in an open economy. Optimal scale of foreign exchange reserves to GDP ratio is depend on the following factors: the probability of sudden-stop; output losses after crisis; short and long-term external debt to GDP ratio, foreign direct investment to GDP ratio; and consumer risk aversion. With the increase of all the factors above, the optimal

* 本文是 2012 年度国家社科基金一般项目“双层博弈框架下的国际经济关系研究”(批准号: 12BJL051) 和 2011 年度山东省自然科学基金面上项目“人民币国际化与国际金融体系改革方向研究”(ZR2011GM004) 的阶段性成果之一。

size of a country's foreign exchange reserves has correspondingly expanded. And the long-term growth rate, the cost of foreign capital almost has no effect on the optimal size of foreign reserves. We adapt the model to estimate the optimal size of foreign exchange reserves in China, from 1988 to 2009. From the research, we found that the optimal size of China's foreign exchange reserves to gross domestic product is about 20.4%, and have a conclusion about the actual foreign exchange reserves of China over the past 22 years: reserve is insufficient from 1988 to 2001; it is optimal in the year of 2002; it is over-sufficient after 2003. The problem of over-sufficientness of reserves particularly serious after 2007, the actual size of reserves is more the twine of optimal. The scale of foreign exchange reserves is too large to that its adverse affection cannot be measured.

Key word: Foreign Exchange Reserve; Optimal Scale; Sudden-Stop; Dynamic Optimization

引 言

从 2006 年开始中国的外汇储备达到万亿并超过日本，成为世界上持有外汇储备最多的国家。截止 2010 年 12 月，中国的外汇储备规模为 28,473 亿美元（第二位日本为 11096 亿美元）。2011 年中国的外汇储备继续增长，到 8 月份达到了 3.18 万亿美元。普遍认为，一个国家持有充足的外汇储备有许多益处，如维持本国币值的稳定、调节国际收支差额、保障国际清偿能力；不过也要承担一定的成本，如高昂的机会成本和资源的浪费、减弱中央银行独立实施货币政策的空间和效果。那么，这就涉及到中国外汇储备最优规模的问题。

对外汇储备最优规模的研究形成了大量的文献，如比例分析法、成本收益分析、存货缓冲模型、动态优化模型等。（1）比例分析法。Triffin 于 1946 年提出在判断一国的外汇储备数量是否充分时，应该关注该国是否有能力支付可能的对外贸易赤字。1960 年 Triffin 研究了 1950 年到 1957 年间西方十多个国家的经济运行状况后提出，一国的外汇储备对进口的恰当比例约为 35%，即一国合适的外汇储备规模应当能满足该国 3-4 个月的进口所需。比例分析法在理论上缺乏经济学依据，也难以满足现实的需要。许多学者对传统的比例分析进行了改进，提出了外汇储备对短期外债比例（亦被称作为“Greenspan-Guidotti 规则”）、外汇储备对广义货币供给量的比例、外汇储备对 GDP 比例等指标。

（2）外汇储备规模的成本收益分析。Heller(1966)突破了长期以来只关注外汇储备最低需求的讨论，认为外汇储备的最优规模由三个因素决定：①当外部经济不平衡而对国内经济进行调整的成本；②持有外汇储备的机会成本；③外部经济不平衡发生的概率。持有外汇储备资产的收益可以按其所节省的宏观经济调节的成本来衡量，边际收益(MR_a)即为 $MR_a = 1/m$ （其中 m 为边际进口倾向）；持有外汇储备的机会成本为外汇储备资产投资于国内获得收益与储备资产投资于国外的收益差额，边际成本 $MC_f = r$ ，其中 r 即为收益率之差。当外汇储备的边际收益等于其边际成本，此时的外汇储备规模即为最优。（3）存货控制模型。Hamada 和 Ueda(1977)延续了 Heller 模型的基本思想，开始讨论对外失衡的随机性，并引入了 Miller 和 Orr(1966)模型的存货分析技术。他们认为，当发生国际收支赤字时，该国政府并不是一开始就在动用外汇储备来弥补赤字或对实体经济进行调节这两种方案之间进行选择。而实际情况往往是，该国的外汇储备几近耗竭后，政府才会采取相应调节政策纠正对外赤字。Ben-Bassat 和 Gottlieb(1992)发展了存货缓冲模型的思想并提出了新的模型。他们认为，当一国的外汇储备资源耗竭时会发生对外债务违约，而对外债务违约会对经济造成严重损害，中央银行需要持有一定数量的外汇储备以防备对外债务违约的发生。持有外汇储备的总成本包含两个构

成部分：① C_0 ，即该国外汇储备耗竭后对外债务违约对经济造成的损失；② C_1 ，持有外汇储备的机会成本。一国持有的外汇储备总成本即为两者的期望值和，即： $EC = \pi c_0 + (1 - \pi)c_1$ ， π 为对外违约的概率。当其总预期成本最小时的外汇储备持有量，便是最优的外汇储备规模。（4）动态优化模型。Jeanne 和 Rancière（2006）提出外汇储备规模的动态优化模型，该模型讨论的是当一个国家面临资本流入骤停造成该国产出的下降时，持有足够的外汇储备可以延续对外信贷和对本国居民进行转移支付，平滑国内消费，减小产出下降的幅度，达到降低危机冲击的目的。Jeanne 和 Ranciere 的模型巧妙地把外汇储备最优规模表示为储备对 GDP 的比例，估算了 34 个新兴市场国家最优外汇储备规模，并得出对于新兴市场国家来说外汇储备的最优规模大约相当于其国内生产总值的 9%，这与“Greenspan-Guidotti”规则所建议的水平也非常接近。Jeanne 和 Rancière 的模型已被应用于分析个别国家如约旦（Chami 和 McGettigan，2007），乌拉圭（Fernando，2007）及南高加索与中亚六国（Floerkemeier and Sumlinski，2008）的外汇储备的最优规模问题。Barnichon(2008)更进一步讨论了当一国受到一种以上的外部冲击，如资本流动的突然停滞、贸易条件变动、或者自然灾害等等造成该国的 GDP 下降情况下该国应持有的最优外汇储备的规模。根据 Barnichon(2008)的实证分析，最优的外汇储备对进口的比例，在自然灾害和贸易条件恶化这两类冲击同时发生的情况下，对于加勒比地区国家和非洲撒哈拉地区国家分别为 1.78 或 4.13。

国内许多学者利用比例分析法和成本收益分析研究了中国外汇储备最优规模的问题。（1）运用比例分析法。武剑（1998）分析了各项国际收支指标对我国外汇储备需求的影响程度，并运用比例分析法建立了数量模型，对我国 1991-1997 年间的外汇储备的适度规模进行了界定，认为外汇储备的合适规模是一个动态的变化概念，它与国家的开放程度和国际收支结构密切相关；1991~1993 年我国外汇储备规模基本上处于不充足状态；1994 年外汇体制改革以后，外汇储备规模落入合理区间之内；1995 年逼近适度规模“上限”；至 1996 年底，外汇储备规模已达 1051 亿美元，超出了适度规模的范围。时建人、郭恩才（2001）运用比例分析法，考察了我国的外汇储备与进口比例、外汇储备与外债余额的比例、外汇储备与国内生产总值的比例，结果表明我国的外汇储备规模已远远高于合理水平。陈德胜（2005）对我国的储备与进口比例、储备与短期外债比例、储备与外债余额比例进行了分析，计算表明，通过这三个比例计算的我国外汇储备的规模在 20 世纪 90 年代初期基本处于适度区间内，20 世纪 90 年代中期以后开始猛增，2000 年后远高于外汇储备适当规模的上限。高国华（2009）运用比例分析法研究表明，我国外汇储备在 1997-2003 年间处于适度区间，2003 年以后则出现了超额外汇储备。（2）运用成本收益分析。魏晓琴和尤元宝（2003）对 Agarwal 模型作了改进，考虑到了外汇储备的偿债性需求和预防性需求，并运用改进后的 Agarwal 模型测算了我国外汇储备的适度规模，结果表明：1994-1996 年间，我国实际外汇储备量在适度外汇储备规模的下限以下，外汇储备明显不足；1997-2000 年间，实际外汇储备量处于适度外汇储备区间内，外汇储备量是适度的；2001-2002 年实际外汇储备量高于适度外汇规模的上限，外汇储备规模过大。游碧蓉和周丽萍（2007）根据我国外汇用途的特殊性，计算了我国 1996-2005 年的外汇储备的适度规模，并得出 1996 年我国的外汇储备不足、1997-2001 年我国外汇储备规模在适度区间内、2002-2005 我国外汇储备规模过大的结论。

对中国外汇储备最优规模的研究还主要集中在比例分析法和成本收益分析法。或者缺乏一定的微观理论基础，或者不可避免其方法本身的缺陷，无法真实的反映我国外汇储备的最优规模及其背后的影响因素。本文在 Jeanne 和 Rancière 外汇储备动态最优模型的基础上，加入了更多的资本流入

项目如长期外债，外商直接投资等，提出中国外汇储备的动态最优模型，计算中国外汇储备的最优规模，与中国外汇储备的实际规模进行比较，判断中国外汇储备的状况，并分析各个因素对外汇储备最优规模有何种影响及其影响程度。

除引言外，以下分为三部分：第二部分分析外汇储备的动态最优模型，并进行改进；第三部分实证分析中国外汇储备的动态最优规模；第四部分是全文的结论和有待进一步研究的问题。

1 外汇储备的动态优化模型——J-R 模型及其改进

二十世纪 90 年代以来新兴市场国家相继发生的货币危机，使得纯粹以交易动机为考量的外汇储备最优规模的理论，因未考虑国际资本流动所带来的冲击而难以真实反映外汇储备的最优规模，特别对于许多依赖国际资本的流入来发展本国经济的发展中国家而言，更是如此。在新的背景下，Jeanne 和 Rancière (2006) 提出了外汇储备的动态优化模型，该模型以吸收分析法为出发点，考虑到资本流入骤停的现象发生时，会造成该国产出的衰退，而持有足够的外汇储备，则可以减少对于国内居民的消费水平的冲击，不致于因为资本流入骤停而导致产出大幅度的下跌。

1.1 外汇储备平滑消费的作用机制

首先阐明资本流入停止时有国内消费、投资、产出和外汇储备的基本的行为过程。沿着 Jeanne 和 Rancière 所建立的模型中所做的假设：在开放的经济环境中，根据国民经济收入恒等式 $Y_t = C_t + I_t + X_t - M_t$ ，记本国的消费和投资为 A_t ，即 $A_t = C_t + I_t$ 。此部分即为国内产出与扣除贸易顺差的部分（若贸易逆差，则为国内产出与贸易逆差额之和）

$$A_t = Y_t - TB_t \quad (1)$$

式 (1) 中， Y_t 为产出水平， $TB_t = EX_t - IM_t$ 为贸易差额。而根据国际收支平衡等式，可以将贸易差分解为：

$$TB_t = -KA_t - IT_t + \Delta R_t \quad (2)$$

式 (2) 中， KA_t 为资本和金融项目余额， IT_t 为来自国外的收入和转移支付，而 $\Delta R_t = R_t - R_{t-1}$ 为中央银行的外汇储备的增加额。根据国际收支平衡等式 $CA_t + KA_t = \Delta R_t$ 以及 $CA_t + KA_t = \Delta R_t$ ，合并式 (1) 与式 (2)，可以得到国内消费与投资的部分、资本和金融账户、国际收入转移与储备增加额的关系等式：

$$A_t = Y_t + KA_t + IT_t - \Delta R_t \quad (3)$$

式 (3) 可知，资本和金融项目余额 KA_t 的减少即等价于国内消费和投资水平的降低。而 KA_t 的减少对消费和投资的影响并不仅限于此， KA_t 的减少会导致国内产出的下降，而国民收入的减少会对国内消费和投资产生负面作用。由式 (3) 可看出，当资本流入停止时期，充足的外汇储备将可缓和国内消费和投资下降的幅度，减小其对经济的影响。

Jeanne 和 Rancière 在 2006 年的文章中统计了 1975-2003 年间三十四四个中等收入国家资本流入骤停时期经济的表现。在资本流入停止时期，资本和金融账户余额与前一年 GDP 的比例 (KA_t / GDP_{t-1}) 下降了 9.5%，而资本流入停止时期国内生产总值与上一年相比 ($\Delta GDP_t / GDP_{t-1}$) 平均下降 2.6%，远远低于资本和金融账户余额下降的幅度。此证据表明在新兴市场国家，经济发展较好的时期积累

足够数量的外汇储备可以平滑资本流入骤停时期的国内消费和投资的水平，达到保护经济稳定增长的目的。

1.2 模型的假设

1.2.1 基本假设

当资本流入骤停现象发生时，一国所持有的外汇储备应为多少才能缓冲国内消费和投资的减少？假设一个小型的离散的无限期（ $t = 0, 1, 2, \dots$ ）的经济体，只存在一种商品。在没有外部的冲击下，此经济体将沿着稳定增长的路径发展，而当外部冲击发生（即资本流入骤停）时将偏离其正常的发展路径。

Jeanne-Rancière 模型将经济体系分为政府部门与私人部门，政府部门为实施财政政策的政府和决策货币政策的中央银行；其他部门均为私人部门，以其可获得的资源进行消费。外汇储备由中央银行所持有，在危机时期政府可以通过转移支付来补贴私人部门，则有第 t 期私人部门消费的预算约束式为：

$$C_t = Y_t + L_{s,t} - (1 + r_s)L_{s,t-1} + Z_t \quad (4)$$

其中， C_t 为私人部门第 t 期的消费， Y_t 为第 t 期的收入， $L_{s,t}$ 为第 t 期的短期外债， Z_t 为第 t 期的公共部门的移转支付（也即为私人部门第 t 期的移转收入）， r_s 为短期外债利率。

Jeanne 和 Rancière（2006）的文章中，假定私人部门的外债全部为短期外债，而这与我国实际情况并不是很相符^①。且式（3）中私人部门的预算约束只考虑了短期外债的流入的影响，外商直接投资的部分并没有反映。对于我国来说，外商直接投资的部分比外债流入的部分对消费者的影响更大^②。因此可以将式（3）的预算约束扩展为以下形式：

$$C_t = Y_t + \Delta L_{s,t} - r_s L_{s,t-1} + \Delta L_{l,t} - r_l L_{l,t-1} + \Delta F_t - r_F F_{t-1} + Z_t \quad (5)$$

式（4）中 $\Delta L_{s,t}$ 为第 t 期短期外债的净流入额， $r_s L_{s,t-1}$ 为短期外债的付息额， $\Delta L_{l,t}$ 为第 t 期长期外债的增加额， $r_l L_{l,t-1}$ 为第 t 期的长期外债的付息额， F_t 为第 t 期吸收外商直接投资的累计总额， ΔF_t 为第 t 期当期的外商直接投资， $r_F F_{t-1}$ 为第 t 期的外商直接投资的收益中利润汇出的部分。此约束式（4）表明第 t 期私人部门的消费预算约束为当期的收入加上本期资本流入（包短期外债、长期外债和外商直接投资）的净增加额，减去利息支付和利润汇出的部分，再加上政府移转的收入。

记 $IN_t \equiv \Delta L_{s,t} - r_s L_{s,t-1} + \Delta L_{l,t} - r_l L_{l,t-1} + \Delta F_t - r_F F_{t-1}$ 为第 t 期的资本净流入总额。

1.2.2 经济增长的路径

^①外债是指一国居民所欠非居民的以外国货币计量的具有契约性偿还义务的全部负债。根据《外汇管理暂行办法》我国的外债包括：（1）我国政府向外国政府的借款；（2）我国政府向国际金融组织的借款；（3）境内机构向非居民借的商业性贷款。2004 年以前我国的外债余额主要长期外债余额占绝大部分，2004 年以后短期外债余额才逐渐超过长期外债余额。

^②到 2010 年末我国的外债余额为 5489.4 亿美元，实际吸收外商投资累计余额为 12343.1 亿美元，非金融类企业对外直接投资累计余额为 590 亿美元。

经济的运行存在两种状态：未发生资本流入骤停时记为“n-状态”；发生资本流入骤停的时期记为“s-状态”。

在正常状态下，经济沿着均衡的路径增长，其增长率为 g ：

$$Y_t^n = (1 + g)^t Y_0 \quad (6)$$

当发生资本流入骤停时，国内产出下降，记产出减少比例为 γ ：

$$Y_t^s = (1 - \gamma) Y_t^n \quad (7)$$

1.2.3 储备保险

假定第 t 期私人部门通过与公共部门签订“保险合同” (R_t, x_t) 。

当第 $t+1$ 期未发生资本流入骤停时（“n-状态”）：

$$Z_{t+1}^n = -x_t R_t \quad (8)$$

当第 $t+1$ 期发生资本流入骤停时（“s-状态”）：

$$Z_{t+1}^s = (1 - x_t) R_t \quad (9)$$

式（8）表明在正常时期时，私人部门向公共部门转移一部分收入形成了外汇储备；式（9）表明在危机时期，公共部门运用外汇储备资产向私人部门转移支付，以平滑其消费和投资的水平。即私人部门在两种状态下都付出了 $x_t R_t$ 的成本，但是在资本流入骤停发生时期，私人部门获得了 R_t 的转移支付金额。此处设定 $x_t < 1$ ，因此此保险合同便可实现稳定经济的目的。

1.2.4 私人部门的预算约束

定义短期债务、长期债务、外商直接投资与国内生产总值的比例分别为 λ_s 、 λ_l 、 λ_F 。在经济正常增长时期，短期外债、长期外债和外商直接投资均与经济同比例的增长，即有：

$$L_{s,t}^n = (1 + g)^t L_{s,0}^n = \lambda_s Y_t^n \quad (10)$$

$$L_{l,t}^n = (1 + g)^t L_{l,0}^n = \lambda_l Y_t^n \quad (11)$$

$$F_t^n = (1 + g)^t F_0^n = \lambda_F Y_t^n \quad (12)$$

在危机发生时期，资本流入停止，私人部门无法对其短期债务展期，长期债务和外商直接投资的净增加额为 0，即有：

$$L_{s,t}^s = 0 \quad (13)$$

$$L_{l,t}^s = L_{l,t-1}^n = \lambda_l Y_{t-1}^n \quad (14)$$

$$F_t^s = F_{t-1}^n = \lambda_F Y_{t-1}^n \quad (15)$$

将式 (10) - (15) 代入式 (4) 中, 即可得第 $t+1$ 期“ n -状态”和“ s -状态”下私人部门消费的预算约束式分别为:

$$C_{t+1}^n = \left[(1+g) + g(\lambda_s + \lambda_l + \lambda_F) - (r_s + r_l + r_F) \right] Y_t^n - x_t R_t \quad (16)$$

$$C_{t+1}^s = \left[(1+g)(1-\gamma) - \lambda_s - (r_s + r_l + r_F) \right] Y_t^n + (1-x_t) R_t \quad (17)$$

1.3 模型的求解

假定消费者在整个期间的福利函数为:

$$U_t = E_t \left(\sum_{i=0}^{\infty} (1+r)^{-i} u(C_{t+i}) \right) \quad (18)$$

消费者的效用函数为常数风险厌恶效用函数:

$$u(c) = \frac{c^{1-\sigma}}{1-\sigma}, \sigma \neq 1$$

其中 σ 为风险厌恶系数且 $\sigma \geq 0$ 。

中央银行面临的问题即为如何选择第 t 期的外汇储备的规模 R_t , 以便在未来“ s -状态”发生时, 将储备资产转移支付给消费者以平滑其消费, 使消费者福利最大化:

$$R_t = \arg \max \left[(1-\pi_t) u(C_{t+1}^n) + \pi_t u(C_{t+1}^s) \right] \quad (19)$$

式 (19) 中的 C_{t+1}^s 和 C_{t+1}^n 由分别由式 (16) 和式 (17) 给出, 仅仅只有转移支付水平 Z 由外汇储备的规模 R_t 决定, 一阶最优化条件即为:

$$(1-\pi_t) u(C_{t+1}^n) \frac{\partial z_{t+1}^n}{\partial R_t} + \pi_t u(C_{t+1}^s) \frac{\partial z_{t+1}^s}{\partial R_t} = 0 \quad (20)$$

将式 (16) 和式 (17) 代入式 (20) 中, 则一节条件可以改写为:

$$\pi_t (1-x_t) \dot{u}(C_{t+1}^s) = (1-\pi_t) x_t \dot{u}(C_{t+1}^n) \quad (21)$$

等式 (21) 左边为资本流入骤停发生的概率乘以资本流入停止时期的边际效用, 等式右边为正常状态的概率乘以此时的“保险费率”。在一定的假设条件下, 此一阶条件便可得到外汇储备规模最优解。记 P_t 为正常时期与危机时期的边际效用的比例, 即:

$$P_t = \frac{\dot{u}(c_{t+1}^n)}{\dot{u}(c_{t+1}^s)} \quad (22)$$

P_t 的值可能等于 1 也可能小于 1。当 $P_t = 1$ 时, 无论是否发生资本流入停止, 国内消费的水平没有变化, 此时消费者的福利得到了完全的保障; 当 $P_t < 1$ 时, 危机时期的消费水平则比正常时期低, 此时消费者的福利只得到了部分的保障。由式 (21) 及 (22) 的有:

$$P_t = \frac{\pi_t(1-x_t)}{x_t(1-\pi_t)} \quad (23)$$

一国消费者福利保障的需求（即储备的需求）随着资本流入骤停发生的概率 π_t 的上升而增加，随着“保险费” x_t 的增大而减小（由式（10）可以看出 $(1-x_t)R_t$ 即为消费者收到用于转移支付的总额）。我们假设 $x_t \geq \pi_t$ ，即 $P_t \leq 1$ 。

定义 ρ_t 为外汇储备的规模占国内产出的比例，即 $\rho_t = R_t / Y_{t+1}^n$ 。根据以上的模型分析，外汇储备的最优规模占 GDP 的比例为（记 $q = P_t^{-1/\sigma}$ ）：

$$\rho_t^* = \frac{1}{q(1-x_t) + x_t} \left\{ \begin{array}{l} (1+g)[1-q(1-\gamma)] + (q+g)\lambda_s \\ + (\lambda_t + \lambda_F) + (r_s + r_t + r_F)(q-1) \end{array} \right\} \quad (24)$$

此模型所描述的开放经济体的外汇储备的最优规模由以下变量所决定：资本流入骤停发生的概率 π_t ；资本流入骤停产出损失率 γ ；短期外债、长期外债、外商直接投资与国内生产总值的比例 λ_s 、 λ_t 、 λ_F ；“n-状态”和“s-状态”下消费的边际效用之比 P_t ，为筹集储备资产消费者所放弃的收入 $x_t R_t$ ，长期的产出增长率 g ，消费者的风险厌恶系数 σ 以及流入外资的成本 r_s 、 r_t 、 r_F 。

在其他条件不变的情况下，该国外汇储备最优规模占国内生产总值的比例均随着短期外债、长期外债、外商直接投资占国内生产总值的比例、流入外资的成本、产出的下降比例、以及资本流入骤停发生的概率增加提高；当资本突然停止流入发生与未发生时两期之间的消费边际效用比例、国内生产总值的增长率等参数越高时，外汇储备最优规模占GDP的比例越低。

2 中国外汇储备动态优化规模的实证研究

2.1 各参数的确定

以外汇储备最优规模的理论结果——即式（24），估计 1988-2009 年我国外汇储备的最优规模。首先需要根据我国的实际情况对模型中的各个参数进行设定。

2.1.1 资本流入骤停发生的概率 π_t

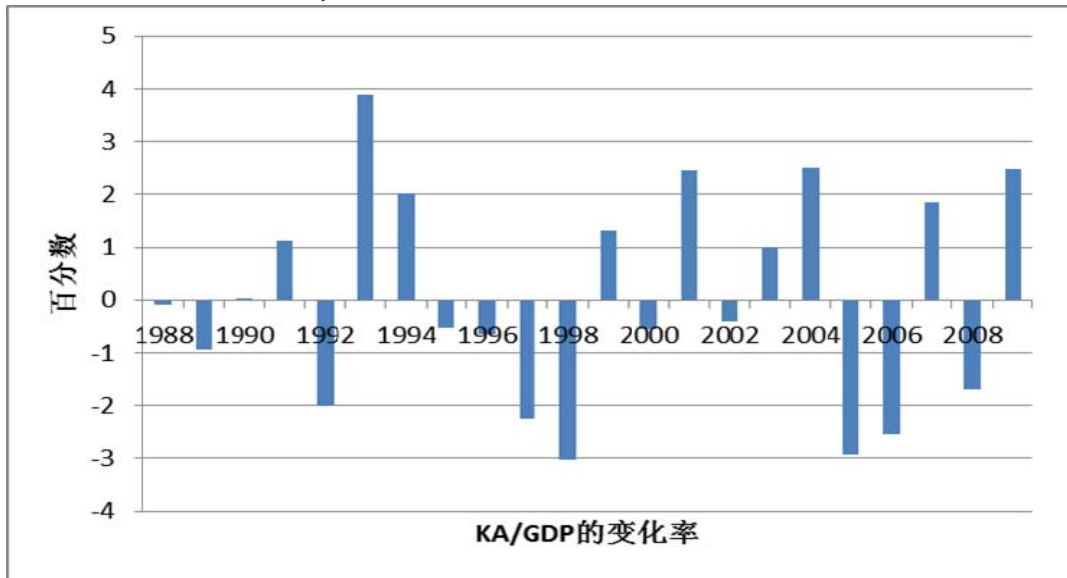
根据 Guidotti 及其他一些学者提出的资本流入骤停（sudden-stop）的概念，我们定义 t 年度的资本和金融项目余额^①与国内生产总值的比例为 k_t ，即 $k_t \equiv KA_t / Y_t$ ，若 k_t 与上一期 $(k-1)$ 年度相比较下降了 5%，即为发生了资本流入骤停。

$$\text{资本流入骤停} \Leftrightarrow k_t < k_{t-1} - 5\%$$

在 Jeanne 和 Rancière 的文章中对新兴市场国家进行估计得出资本流入骤停的概率约为 10%。根据以上 k_t 下降 5% 的定义，我国在最近 22 年^①内并没有发生资本流入骤停的现象，最差的情况也只是

^①资本和金融账户是由资本账户和金融账户组成的。资本账户主要是记录资本输出和资本输入情况，包括资本转移和非生产、非金融资产的收买或放弃等。金融账户包括涉及一经济体对外资产和负债所有权变更的所有交易，按功能分为直接投资、证券投资、其他投资和储备投资。

在 1998 年和 2005 年资本和金融项目与国内生产总值之比较上一年下降约为 3% 左右。可见我国发生资本流入骤停的风险大大低于其他新兴市场国家。在过去一个阶段我国经济体制正处于转轨时期，并且随着我国金融体制的逐步开放，我国国内经济发展受国际金融冲击的影响进一步加深，可以适当收紧国外学者提出的资本流入骤停的概念，在本文中假定我国发生资本流入骤停的概率为 5%，即为 20 年遭遇一次资本流入骤停的概率水平。在随后的敏感性分析中可以看到概率 π_t 的变化对外汇储备最优规模的影响，当 π_t 超过 10% 时对外汇储备的最优规模的影响并不大。



数据来源：外汇管理局

图 1 1988-2009 年度 KA/GDP 的变化率

2.1.2 “保险金” x_t 、消费边际效用之比 P_t 、对外融资的成本 r_s 、 r_t 、 r_F

要确定参数 x_t 和 p_t 的数值，我们先回顾式 (8) 和式 (9) 的储备保险合同，该合同所描述的是消费者在下一期的依情况而定的选择权，若下一期处于“ n -状态”，则支付一定的成本以保障未来若发生资本流入骤停时可以获得一笔转移支付的收入，平滑其消费；若下一期处于“ s -状态”，则立即获得一笔转移支付收入，以缓冲资本流入骤停发生所造成的冲击。假定消费者并没有与政府达成储备保险合同，而是对外发行长期债务筹集储备资产，在下一期，储备资产产生 r 的无风险收益，发行的债务随时有可能违约。未发生资本流入骤停的情况下， t 期一单位的外债在第 $t+1$ 期产生 $(1+r)$ 的收益，而必须支付一单位的本金以及 $(r+x_t)$ 单位的利息；当资本流入骤停发生时，债务人将会违约，只支付 $(r+x_t)$ 的利息，即由如下方程所描述：

$$\text{“n-状态”下: } (1+r)R_t - (1+r+x_t)R_t = -x_tR_t$$

$$\text{“s-状态”下: } (1+r)R_t - (r+x_t)R_t = (1-x_t)R_t$$

^① 我国对外公布国际收支平衡表数据始于 1985 年，但对外公布的外债数据始于 1988 年，故本文所研究的外汇储备规模的时间范围为 1988-2009 年。

以上方程与式（8）和式（9）完全相同，储备保险合同完全可以由此债券所复制，该债券的期望收益为（将 δ_t 记为外债的风险溢价： $\delta_t = r_t^l(i) - r_t^s(f)$ ）：

$$(1 - \pi_t)(1 + r + x_t) - \pi_t(r + x_t) = 1 + r + \delta_t$$

则有债券的风险溢价：

$$\delta_t = x_t - \pi_t \quad (25)$$

将（25）式代入（23）式中，则有

$$p_t = \frac{\pi_t(1 - \pi_t - \delta_t)}{(1 - \pi_t)(\pi_t + \delta_t)} \quad (26)$$

由于储备资产大多以美元计，可以将无风险利率以美国短期国债利率近似替代。由以上分析需要确定关键参数 δ_t ：

$$\delta_t = r_t^l(i) - r_t^s(f) = [r_t^l(i) - r_t^l(us)] + [r_t^l(us) - r_t^s(f)] \quad (27)$$

上等式右边第一项即为外债发行国的长期债券与美国长期国债的利差，第二项即为美国长期国债与短期国债的利差。在本文中，长期国债和短期国债分别用 10 年期和 1 年期的债券代替，可以计算出 1988-2009 年间美国短期国债的平均收益率为 4.5%，美国 10 年期国债和 1 年期国债的收益率差约为 1.3%，即式（27）右边第二项的值为 1.3%。在其他的文献中的研究表明，新兴市场国家外债收益率与发达国家外债收益率的差异并不显著（如 Klingen, Weder and Zettelmeyer, 2004）；而在 Broner, Lorenzoni and Schmukler(2007)的文献中通过不同的方法计算出 1993-2003 年间此数据为 0 到 1.5% 之间。据以上分析，在此处将 $\delta_t = 1.3\%$, $r_s = 4.5\%$, $r_l = 5.8\%$ ，而外商直接投资的利润率没有确切的统计资料，一般的文献中此数值为 12% 到 18% 之间，本文将其设定为 15%，在稍后的各参数的敏感性分析中将会看到，此参数对于模型的模拟计算结果影响很小，将其设定为 15% 是合适的。根据式（26）可以计算出 $p_t = 0.76$ 。

表 1 1988-2009 年美国 1 年期和 10 年期国债收益率（%）

年份	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1 年期	7.65	8.53	7.89	5.86	3.89	3.43	5.32	5.94	5.52	5.63	5.05
10 年期	8.85	8.49	8.55	7.86	7.01	5.87	7.09	6.57	6.44	6.35	5.26
年份	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1 年期	5.08	6.11	3.49	2	1.24	1.89	3.62	4.94	4.53	1.83	0.47
10 年期	5.65	6.03	5.02	4.61	4.01	4.27	4.29	4.8	4.63	3.66	3.26

数据来源：美国联邦储备局网站

2.1.3 资本流入骤停产出损失率 γ 、风险厌恶系数 σ

根据 Jeanne 和 Rancière 的统计，1975-2003 年间三十四中等收入国家在资本流入骤停发生后的平均国内生产总值平均下降 4 个百分点，当他们把样本缩小到那些资本流入骤停发生后造成国内

生产总值下降的这类国家的样本时，国内生产总值下降 9 个百分点。在此文的实证分析中，产出损失率 γ 取中间值 6.5%。

本文参照有关亚洲国家和地区的实证分析文献，将其取值为 6^①。在稍后的个参数的敏感性分析当中，我们将看到此参数对于外汇储备的最优规模的影响。

2.1.4 g 、 λ_s 、 λ_l 、 λ_F 的取值

在 Jeanne 和 Rancière 的原文中去掉资本流入骤停的年份，新兴市场国家收入国家 1975-2002 年的 GDP 的真实增长率约为 3.3%。而据相关统计数据显示 1988-2009 年间，我国的经济持续较快增长，年均增长率约为 10.1%，远远高于 1975-2002 年中等收入国家的经济的增长速度。如表 3 所示，即有 $g = 10\%$ 。我国与 2001 年外债统计口径有所变更^②，从 2001 年开始将未来一年内到期的中长期债务纳入短期债务的统计范畴。如表 3 所示，短期外债占 GDP 的比例、长期外债占 GDP 的比例在 2001 年前后有较大差异，而根据上一章的理论模型中消费者预算约束的分析，新统计口径下的 λ_s 、 λ_l 才符合模型的假设。因此我们以 2001 年以后的 λ_s 、 λ_l 值作为模拟计算的基准，即有 $\lambda_s = 6.4\%$ ， $\lambda_l = 5.8\%$ ， $\lambda_F = 4.1\%$ 。

表 2 1988-2009 年 GDP、外债及 FDI 相关数据

年份	GDP	长期外债	短期外债	FDI	g	λ_l	λ_s	λ_F
1988	4042	327	73	102	11.3	8.1	1.8	2.5
1989	4513	370	43	101	4.1	8.2	1.0	2.2
1990	3903	458	68	103	3.8	11.7	1.7	2.6
1991	4092	503	103	116	9.2	12.3	2.5	2.8
1992	4882	585	109	192	14.2	12.0	2.2	3.9
1993	6132	700	136	390	14	11.4	2.2	6.4
1994	5592	824	104	432	13.1	14.7	1.9	7.7
1995	7280	947	119	481	10.9	13.0	1.6	6.6
1996	8561	1022	141	548	10	11.9	1.6	6.4
1997	9527	1128	181	644	9.3	11.8	1.9	6.8
1998	10195	1287	173	586	7.8	12.6	1.7	5.7
1999	10833	1367	152	527	7.6	12.6	1.4	4.9
2000	11985	1327	131	594	8.4	11.1	1.1	5
2001	13248	1195	838	497	8.3	9.0	6.3	3.7
2002	14538	1156	871	550	9.1	8.0	6.0	3.8
2003	16410	1166	1028	561	10	7.1	6.3	3.4
2004	19316	1243	1387	641	10.1	6.4	7.2	3.3

^① 杨政郎、简仲德、颜厚栋（2010）：“台湾最适外汇准备持有量之评估”，《发展经济学论坛》2009 年第 1 期。

^② 见国家外汇管理局颁布的汇发（2001）174 号文件：《国家外汇管理局关于调整我国外债口径及其相关问题的通知》。

2005	22576	1249	1717	638	11.3	5.5	7.6	2.8
2006	27135	1394	1992	671	12.7	5.1	7.3	2.5
2007	34957	1535	2357	783	14.2	4.4	6.7	2.2
2008	45218	1639	2263	953	9.6	3.6	5.0	2.1
2009	49905	1694	2593	918	9.2	3.4	5.2	1.8

数据来源：中经网、外汇管理局网站。其中：GDP、长短期外债、FDI 数据的单位为亿美元， g 、 λ_s 、 λ_l 、 λ_F 均为百分比数。

2.2 我国外汇储备的最优规模

将以上各个参数值（如表 3）代入式（24）中，可以计算出 1988-2009 年间我国外汇储备的最优规模与国内生产总值的比例为 20.4%。1988-2009 年各年的实际外汇储备与最优的外汇储备规模的数值如表 4 所示。

表 3 各参数的基准值

π_t	λ_s	λ_l	λ_F	g	r_s	r_l	r_F	γ	σ
0.050	0.064	0.058	0.041	0.101	0.045	0.058	0.150	0.065	6

表 4 1988-2009 年我国实际的外汇储备规模与最优的外汇储备规模

年份	实际比例	最优比例	差额数量 (亿美元)	年份	实际比例	最优比例	差额数量 (亿美元)
1988	0.8%	-19.6%	-790.8	1999	14.3%	-6.1%	-663.1
1989	1.2%	-19.2%	-865.2	2000	13.8%	-6.6%	-789.2
1990	2.8%	-17.6%	-685.2	2001	16.0%	-4.4%	-581.0
1991	5.3%	-15.1%	-617.6	2002	19.7%	-0.7%	-101.7
1992	4.0%	-16.4%	-801.6	2003	24.6%	4.2%	684.9
1993	3.5%	-16.9%	-1039.0	2004	31.6%	11.2%	2158.8
1994	9.2%	-11.2%	-624.6	2005	36.3%	15.9%	3583.2
1995	10.1%	-10.3%	-749.1	2006	39.3%	18.9%	5127.9
1996	12.3%	-8.1%	-696.1	2007	43.7%	23.3%	8151.3
1997	14.7%	-5.7%	-544.5	2008	43.0%	22.6%	10235.8
1998	14.2%	-6.2%	-630.1	2009	48.1%	27.7%	13810.8

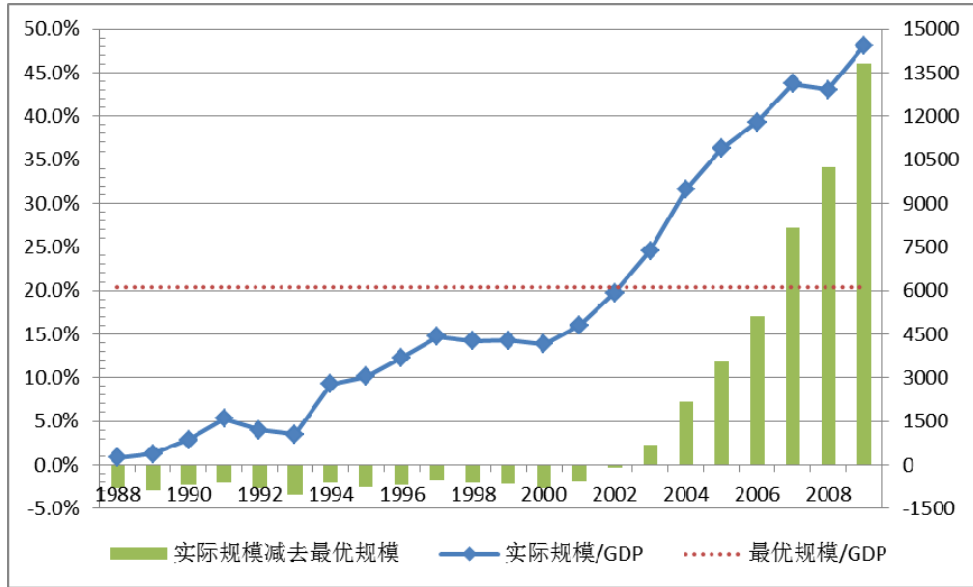


图2 1988-2009年实际外汇储备规模与最优外汇储备规模的比较

1988-2009年间我国外汇储备的实际规模与最优规模的差异如图2所示，可以得出以下结论：

(1) 1988-2001年我国实际的外汇储备规模不足，与最优规模的差距明显，其缺口大致维持在600-800亿美元之间，个别年份如1993年其缺口甚至超过千亿美元。外汇储备与国内生产总值的比例逐年提高，由1988年的0.8%上升到了2001年的16.0%，接近最优规模与国内生产总值的比例。

(2) 2002年我国的外汇储备规模基本适当。随着20世纪末21世纪初我国外汇储备的迅速增长，我国外汇储备短缺的局面得到了根本改善。2002年外汇储备规模已基本达到了最优的水平。

(3) 2003年以后我国的外汇储备明显过剩。此阶段我国实际外汇储备规模特征明显，过剩的规模不仅数量大而且还逐年加速增长，从2003年超过最优规模684.9亿美元一直加速扩大到2009年的13810.8亿美元。2007年以后每年的实际规模超过最优规模的1倍还多。

2.3 敏感性分析

我们已经分析了动态优化模型中的各个参数的取值，并通过数值模拟计算出了1988-2009年间我国外汇储备的最优规模。一方面由于此模型中的固定参数较多，而且许多参数对于各个不同的国家或地区存在一定的差异，虽然在本文中我们根据了我国的实际情况调整了Jeanne & Rancière原始模型中的参数数值，但对于有些参数，相关的文献资料并没有取得一致的认同。另一方面我们也需要探寻各个固定参数对外汇储备最优规模的实证结果究竟产生何种的影响及其影响程度。因此在本部分中，我们对如下参数进行敏感性分析：资本流入骤停发生的概率 π_t ；资本流入骤停产出损失率 γ ；短期外债、长期外债、外商直接投资与国内生产总值的比例 λ_s 、 λ_l 、 λ_F ；“n-状态”和“s-状态”下消费的边际效用之比 p_t ，为筹集储备资产消费者所放弃的收入 $x_t R_t$ ，长期的产出增长率 g ，消费者的风险厌恶系数 σ 以及流入外资的成本 r_s 、 r_l 、 r_F 。此11个变量的变化范围变化范围如表5所示

表5 敏感性分析中各个参数的变化范围

参数	π_t	γ	λ_s	λ_l	λ_F
----	---------	----------	-------------	-------------	-------------

变化范围	[0,0.15]	[0,0.15]	[0,0.15]	[0,0.15]	[0,0.15]
参数	g	r_s	r_l	r_F	σ
变化范围	[0,0.15]	[0,0.15]	[0,0.15]	[0,0.15]	[1,8]

如图 3 至图 5（图中虚线部分为上一节实证分析的结果）显示了各个参数对我国外汇储备的最优规模的影响。

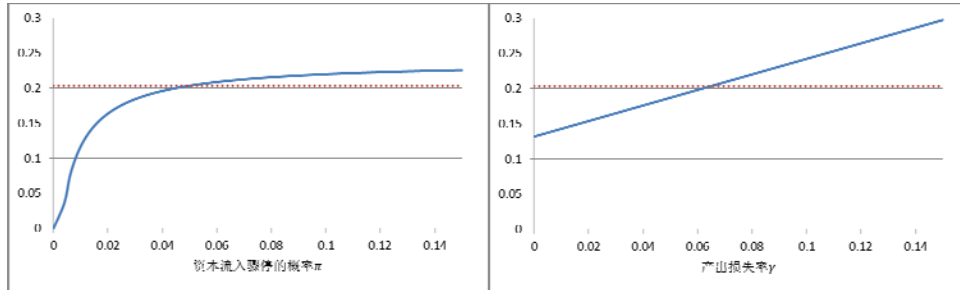


图 3 π 及 γ 对外汇储备最优规模 ρ_t^* 的影响

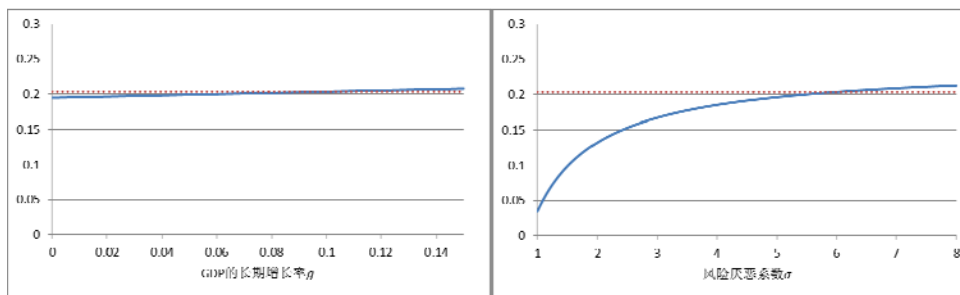


图 4 g 及 σ 对外汇储备最优规模 ρ_t^* 的影响

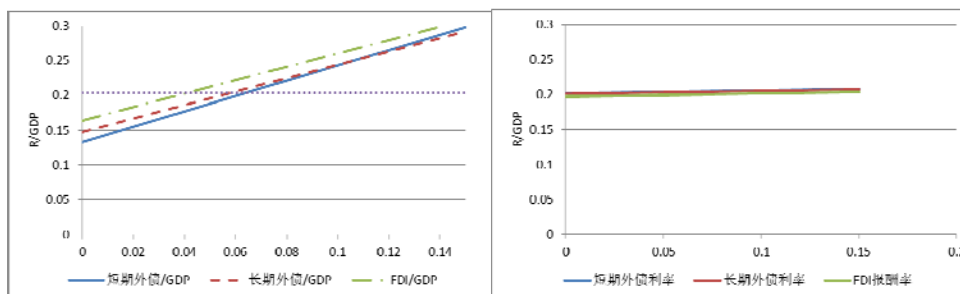


图 5 λ_s 、 λ_l 、 λ_F 及 r_s 、 r_l 、 r_F 对外汇储备最优规模 ρ_t^* 的影响

(1) 如图 3，外汇储备最优规模与 GDP 的比例 ρ_t^* 随着资本流入骤停发生的概率 π 及产出损失率 γ 的增加而增大。这是因为当危机发生的概率及产出损失率增加时，为平滑国内消费者的消费水平则需要更多的储备资源对消费者进行转移支付，一国外汇储备的最优规模与 GDP 的比例也会相应提高。

资本流入骤停发生的概率 π 增加时，外汇储备最优规模与 GDP 的比例呈现出非线性的增长，当 π 由 0% 增加到 2% 时， ρ_t^* 由 0 增加到 12.4%，而当 π 由 2% 增加到 5% 时， ρ_t^* 增加到了 20.4%，当 π 增加到 5% 以上时， ρ_t^* 的增长幅度非常小。通过统计软件可计算出，当 π 等于 0.5 时， ρ_t^* 达到了最大 23.3%。可见资本流入骤停发生的概率如在 5% 以上时，其变动对外汇储备的最优规模的影响并不大。这表明危机发生的概率超过一定的界限时，外汇储备抵御外部冲击的作用极其有限。

外汇储备最优规模与 GDP 的比例随着产出损失率 γ 的增加线性增大，其斜率为 1.1，即在 0 到 15% 的范围内， γ 每增加一个百分点，外汇储备最优规模与 GDP 的比例增大 1.1%。若货币当局有意持有更多的外汇储备以防御损害更大的危机，则以上的实证分析的结果将会更大，或者这也许是目前我国外汇储备规模如此之大的原因之一。

(2) 如图 4，长期的产出增长率 g 对外汇储备的最优规模与 GDP 的比例几乎没有影响，这是由我们的理论模型中假设资本流入的各项与国内生产总值同比例的增长所决定的。

外汇储备的最优规模与消费者的风险厌恶系数 σ 呈现出非线性的正相关。当 σ 较小时， ρ_t^* 对 σ 的变化较为敏感。而随着 σ 的增大，其影响程度也越来越小。 σ 的取值从 1 增加到 2 时， ρ_t^* 从 0.3% 增加到了 13.2%，从 2 增加到 5 时， ρ_t^* 增加到 19.6%，而当 σ 增加到 6 以后， ρ_t^* 的增长幅度非常小。若一国消费者的风险厌恶程度越高，越有规避风险的倾向，该国则会倾向于持有更多的外汇储备应对可能发生的危机。正如 Aizenman, Lee & Rhee 在其 2007 年的文章中所证明的，韩国在东南亚金融危机之后大量积累外汇储备正是针对国际资本流动冲击的主动反应。但是其他条件不变时， ρ_t^* 随着 σ 的增加而增长到一定的程度，该国持有的最优规模足以使消费者的消费得到“完全平滑”（即消费者在“ s -状态”下消费水平不会下降）， σ 的增加对 ρ_t^* 几乎就没有影响了。

(3) 如图 5，外汇储备最优规模与 GDP 的比例 ρ_t^* 随着短期外债、长期外债、外商直接投资与国内生产总值的比例 λ_s 、 λ_l 、 λ_F 的提高而线性增加。其中短期外债与国内生产总值的比例 λ_s 对 ρ_t^* 的影响比长期外债与国内生产总值的比例 λ_l 、外商直接投资与国内生产总值的比例 λ_F 对 ρ_t^* 的影响更大，这是由短期外债流入的波动性更大所导致的。在图 9 中还可以看到，虽然 λ_l 与 λ_F 对 ρ_t^* 的影响相同，但是直线 λ_F 在直线 λ_l 的上方，这是因为在上一节的实证分析中，根据历史数据得出 λ_l 的平均值比 λ_F 平均值更大，则 λ_l 为 0 时求解出的 ρ_t^* 将会较 λ_F 为 0 时 ρ_t^* 的结果小。

外资的成本 λ_s 、 λ_l 、 λ_F 对外汇储备最优规模与 GDP 的比例 ρ_t^* 有正向影响，但是影响微乎其微。外资的成本提高，则需要储备多一些外汇资产以备在危机支付更多的利息。而根据本文的动态优化模型，可以将外汇储备的成本解释为私人部门在经济正常增长时期为筹集储备资产所放弃的效用，外汇储备的收益为私人部门在经济危机时期获得转移支付收入而增加的效用，因此外资的成本对外汇储备最优规模的影响及其有限。

3 结论及有待进一步研究的问题

在开放的经济环境中，一国为抵御国际资本流动冲击而储备的外汇存在一个最优的规模。外汇储备的最优规模与国内生产总值的比例由以下因素决定：资本流入骤停的概率；资本流入骤停发生后的产出损失；资本流入的各项如短期外债、长期外债、外商直接投资与国内生产总值的比例；以及消费者的风险厌恶系数等。且随着以上各个因素的增大，一国外汇储备最优的规模也相应扩大。而一国的长期产出增长率、外资的成本几乎对外汇储备的规模没有影响。

对我国 1988-2009 年的外汇储备规模进行实证分析发现我国外汇储备的最优规模与国内生产总值的比例在 20.4% 左右，由此可以结论：1988-2001 年我国实际的外汇储备规模不足，2002 年储备规模基本适当，2003 年以后外汇储备规模过剩，特别是 2007 年以后严重过剩，实际规模已超过最优规模的一倍多。

当动态优化模型中的参数如资本流入骤停的概率、资本流入骤停产出损失率以及外债与国内生产总值的比例高于预计水平时，当前阶段的外汇储备规模也仍然远远高于最优的规模。如此巨大的超额储备，对我国的外汇储备管理提出了更高的要求。

本文的不足主要有两点：首先，本文继承了 Jeanne-Rancière 模型中资本流入骤停的概率外生性的假定。而根据现有的研究表明，一国外汇储备的规模越大，因外部冲击而发生危机的概率越小。其次，在浮动汇率制度下，一国资本流入骤停发生时往往伴随着汇率的剧烈波动而对其国际收支造成更大的冲击，可见汇率的波动与外汇储备最优规模之间也存在一定的联系，未考虑汇率因素也是本文的另一不足之处。在以后的研究中，在明确资本流入骤停的概率、汇率等与外汇储备规模之间的关系的基础上，可以加入更多更重要的因素对此模型进行扩展。

参考文献

- 陈德胜,郭建伟,雷家骕.2005.对中国 1985-2004 年间的外汇储备适度规模的实证研究.当代经济管理,(6):141-145.
- 高国华.2009.我国外汇储备适度规模与结构风险分析.科学技术与工程,(13):3932-3936.
- 李杰,寸无旷,梅松.2008.亚洲金融危机后西方国际储备理论的新发展.中央财经大学金融学院工作论文.
- 刘莉亚,任若恩.2003.我国外汇储备适度规模的研究综述.经济问题,(5):40-42.
- 刘红忠,周赟.2008.基于产出冲击的国际储备需求的跨期均衡分析.财经研究,(8):17-28.
- 时建人,郭恩才.2001.关于我国外汇储备规模的实证分析.辽宁师范大学学报,(24):202-204.
- 魏晓琴,尤元宝.2004.论我国适度外汇储备规模——对 Agarwal 模型的改进及运用.世界经济研究,(8):343-347.
- 魏晓琴,李蔚蔚,王法量.2007.中国外汇储备与货币供给量的关系——基于双对数模型.广东金融学院学报,(7):22-26.
- 吴丽华.1997.我国适度外汇储备量的模型与外汇储备的管理.厦门大学学报,(4):78-83.
- 武剑.1998.我国外汇储备规模的分析与界定.经济研究,(6):20-29.
- 王红夏.2003.中国外汇储备适度规模与结构研究.对外经济贸易大学博士学位论文.
- 奚君羊.2000.国际储备研究.北京:中国金融出版社.
- 俞颖.2007.中国外汇储备适度规模研究综述.经济问题,(8):96-98.
- 张曙光,张斌.2007.外汇储备持续积累的经济后果.经济研究,(4):18-29.
- 张志超.2009.最优国际储备理论与测度:文献综述.华东师范大学学报(哲学社会科学版),(2):72-82.
- Aizenman J. 2003.Capital account opening, international reserves and development: evidence and some policy controversies.NBER Reporter,9-12.
- Aizenman J, Lee J. 2007. International reserves: precautionary versus mercantilist views, theory and evidence. Open Economy Review,18(2):191-212.
- Ben-Bassat A,Gottlieb D. 2005.Optimal international reserves and sovereign risk.Journal of International Economics, 33(3): 345-362.
- De B W J O, Kapteyn A. 2001.Reserve adequacy in emerging market economics. IMF Working Paper, WP/01/143.
- Dooley M. D, Garber P.2004. Direct investment rising real wages and the absorption of excess labor in the periphery . NBER Working Paper, No.10626.
- Durdu C B, Mendoza E G, Terrones M E. 2007. Precautionary demand for foreign assets in sudden stop economies . NBER Working Paper, No. 13123.

-
- Frenkel J, Boyan J. 1981. Optimal international reserve: A stochastic framework. *The Economic Journal*, 91(362): 507-514.
- Hamada K, Ueda K. 1977. Random walks and the theory of the optimal international reserves. *The Economic Journal*, 87(348):722-742.
- Heller R. 1966. Optimal international reserves. *The Economic Journal*, 76(302):296-311.
- Jeanne O, Ranciere R. 2006. The optimal level of international reserves in emerging market countries: formulas and application. IMF Working Paper, 06/229.
- Jeanne O. 2007. International reserves in emerging market countries: too much of a good thing. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2007(1):1-55.
- Obstfeld M. 1999. Models of currency crises with self-fulfilling features. *European Economic Review*, 40(3):1037-1047.
- Obstfeld M J, Shambaugh C, Taylor A.M. 2008. Financial stability, trilemma, and international reserves. NBER Working Paper No. 14217.
- Triffin R. 1961. *Gold and the Dollar Crisis*. 2nd edition, Yale University Press.