

人口结构变化对自然利率的影响^{*}

王 博 陈开璞

内容提要:人口结构变化对自然利率有着长期重要的影响。本文基于联合国发布的 1978—2100 年世界人口展望数据,参考 Papetti(2019)的框架,通过内生劳动变量并与中国统账结合的养老金制度相结合,构建包含家庭、厂商、政府三部门的两期和多期 OLG 模型,研究中国人口结构变化对自然利率的影响。研究发现,中国已经步入人口老龄化时期,人口结构变化对自然利率产生了长期的下行影响。通过对影响渠道的分解发现,人口老龄化对自然利率的影响是有效劳动增长率、总人口增长率、养老金以及人口政策调整四个渠道综合作用的结果。当前我国处于人口老龄化程度不断加深时期,有效劳动增长率的下降速度快于总人口增长率的下降速度,对自然利率产生了较大的负向影响,储蓄率的下降对自然利率产生了较小的正向影响,人口结构变化对自然利率总体呈负向影响,并且将持续到 2035 年。之后,随着全面二孩政策的实施,人口因素造成的自然利率的下行压力将得到一定的缓解。需要进一步放开生育政策,并提高劳动者劳动效率,以缓解有效劳动不足的影响,同时降低社会统筹账户养老金替代率、提高个人账户养老金替代率或出台政策鼓励家庭购买商业养老保险等方式,能够有效缓解自然利率的下行趋势。

关键词:人口结构变化 人口老龄化 自然利率

作者简介:王 博,南开大学金融学院教授,300350;

陈开璞(通讯作者),南开大学金融学院博士研究生,300350。

中图分类号:F820.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-8102(2021)12-0053-16

一、引 言

中国是人口基数最大的国家,然而近年来却面临人口出生率快速下降、老年人口比重提高、有效劳动增长率下降等人口老龄化问题。1978 年以来,中国的人口结构变化大致可以分为三个阶段:1978—2008 年是计划生育政策推行时期;2008 年以后进入老龄化进程加快时期;2013 年以后

^{*} 基金项目:国家自然科学基金面上项目“外部冲击对中国金融稳定的影响机理:不确定性与公共事件冲击视角”(72073076);国家自然科学基金面上项目“基于大数据的中国金融系统性风险测度及其演化规律研究”(71873070);南开大学文科基金重点项目“金融双向开放、国际资本流动与系统性风险防范”(ZB21BZ0103)。感谢匿名审稿专家的宝贵意见,文责自负。陈开璞电子邮箱:chenkaipu@126.com。

进入人口政策调整时期(李建伟、周灵灵,2018)。中国当前正处于人口红利消失、未富先老的时期(蔡昉,2019)。人口老龄化进程的加快会对经济社会产生一系列的影响(陈东升,2020),诸多文献开始重视人口结构变化对宏观经济影响的研究。

自然利率是使资本供求平衡的利率,即对应于资本边际产量的均衡利率,从长期意义上看,自然利率与均衡实际利率的含义一致(李宏瑾等,2016)。自然利率是宏观决策的重要变量,它为校准货币政策立场提供了一个基准。徐忠和贾彦东(2019)提出下一步政策选择的关键是以结构性改革为导向,努力提高自然利率和潜在产出,从而有效改善货币政策条件。因此,准确分析自然利率的形成机制和影响因素具有重要意义。现有文献发现自然利率的长期变化在很大程度上可以归因于人口结构的变化(Summers,2014),在过去几十年里,主要发达国家的人口老龄化都伴随着自然利率的长期下降(Sudo 和 Takizuka,2018)。现有研究发现人口变量可以通过四个渠道影响自然利率,但是对各个渠道作用的相对大小还存在较大分歧(Carvalho 等,2016)。

中国是人口大国,人口数量和结构变化对包括自然利率在内的宏观经济变量必然会产生重大影响,然而国内对这一问题的研究仍较为缺乏。国内一部分研究证实我国人口结构变化对自然利率具有显著影响(李宏瑾等,2016;马理、张方舟,2017),但缺乏对影响渠道的研究,并且在研究方法上主要采用两期 OLG 模型,忽略了不同年龄劳动者的劳动生产率和参与率不同,从而无法刻画不同年龄劳动者的劳动有效性对自然利率的影响。Papetti(2019)提出的框架可以同时量化预期寿命、有效劳动供给减少以及储蓄率变化三个因素对均衡实际利率的影响,但他假设劳动外生,没有同时考虑养老金的影响。我们在研究人口结构变化对自然利率的影响时,还考虑了中国独特的养老保险制度的影响。中国自 20 世纪 90 年代开始不断探索养老保险制度从现收现付制转向积累制的改革道路,自 2005 年以来一直实行的是统账结合的养老保险制度(张熠等,2020)。然而人口老龄化程度的加深以及制度转轨产生的隐性成本不断增加,造成大量个人账户空账运行(汪伟,2012)。本文在建模时将这一问题考虑进去,能够更好地刻画中国人口结构变化对自然利率的影响。

本文综合采用两期和多期 OLG 模型来研究中国人口结构变化对自然利率的影响。两期 OLG 模型通过假定劳动外生给定和经济中个体只存活两期,能够推导出均衡的解析式,可以直观地看出均衡时人口结构变量对自然利率的影响渠道和影响方向。多期 OLG 模型能够考虑不同年龄劳动者劳动生产率的差异对自然利率的影响,并且将劳动内生,模型设定更加合理。通过数值模拟的方法不仅能够解决自然利率的动态问题,而且能够比较人口结构变量对自然利率影响的相对大小。两个模型结果略有差异,但是互为补充,采用两个模型综合分析这一问题将更加全面。本文不仅研究了人口结构变化对自然利率的总体影响,而且量化分析了其影响渠道,弥补了国内对这一问题研究的空白。

除引言外,本文结构如下:第二部分给出了一个简化的两期 OLG 模型,并推导出简洁的解析式,直接分析人口因素对自然利率的影响方向和渠道;第三部分给出了扩展的多期 OLG 模型;第四部分给出了模型定量分析的结果;第五部分是结论与启示。

二、两期 OLG 模型

为了理解人口结构变化对自然利率的影响机制,首先考虑一个能得到解析解的简化模型。假设不包含名义刚性,价格完全灵活,此时模型的均衡利率即自然利率。模型中唯一的外生冲击是人口变化,并且每一期的人口变化都是被家庭预知的。根据《中华人民共和国社会保险法》的规

定,基本养老保险实行社会统筹与个人账户相结合,用人单位按职工工资总额的一定比例缴纳基本养老保险费,记入统筹账户;职工按本人工资的一定比例缴纳基本养老保险费,记入个人账户。然而个人账户资金经常被挪用以缓解统筹账户的财政困境,参考汪伟(2012)的做法,假设个人账户资金被挪用比例为 λ 。

(一)模型设定

这个模型中家庭存活两期,在第一期工作,在第二期退休。在 t 时期经济中处于工作状态的人数为 $N_{t,0}$,每个工人提供一单位劳动,所以经济中的劳动总量也为 $N_{t,0}$ 。在 $t+1$ 时期老年退休人数为 $N_{t+1,1}$,等于 t 时期的劳动总量,即 $N_{t+1,1} = N_{t,0}$ 。家庭面临的消费跨期决策问题为:

$$\max \log c_{t,0} + \beta \rho \log c_{t+1,1} \quad (1)$$

其中, $c_{t,0}$ 表示 t 时期年轻人的消费, $c_{t+1,1}$ 表示 $t+1$ 时期老年人的消费,消费的效用函数为 $\log c$ 。 β 表示把下一期效用贴现到当期的贴现率。 ρ 是一个与预期寿命相关的变量,预期寿命越长, ρ 就越大,表示人口老龄化越严重,家庭越可能通过增加储蓄来平滑消费。家庭在第一期选择持有 $a_{t+1,1}$ 的资本,并且在第二期获得 r_{t+1} 比例的收益;供给一单位劳动,得到 w_t 的报酬,并支付 τ 比例的工资税,这些税费进入养老金个人账户,以无风险资产利率存储。家庭在第二期获得一笔未被挪用的个人账户养老金的本金和收益 b_{t+1} ,以及一笔社会统筹账户养老金 p_{t+1} 。

$$c_{t,0} + a_{t+1,1} = (1 - \tau)w_t \quad (2)$$

$$c_{t+1,1} = a_{t+1,1}(1 + r_{t+1}) + b_{t+1} + p_{t+1} \quad (3)$$

假设没有技术冲击,厂商的生产函数是柯布-道格拉斯生产函数:

$$Y_t = K_t^\varphi L_t^{1-\varphi} \quad (4)$$

其中, Y_t 表示总产出, K_t 表示资本投入, $L_t = N_{t,0}$ 表示生产使用的劳动总量。企业要缴纳税率为 η 的养老金税给社会统筹账户,则企业利润最大化问题可以表示为:

$$\max \pi = Y_t - (r_t + \delta)K_t - (1 + \eta)w_t L_t \quad (5)$$

其中, $r_t + \delta$ 表示资本收益率, r_t 表示实际利率, w_t 表示完全竞争的劳动市场支付的工资,假设完全折旧 $\delta = 1$ 。

政府负责收取企业缴税并存入社会统筹养老金账户,连同挪用的个人账户资金一起支付给当期老年人:

$$N_{t+1,1}p_{t+1} = (\eta + \lambda\tau)w_{t+1}N_{t+1,0} \quad (6)$$

假设社会统筹养老金替代率为 \bar{d} ,则:

$$p_{t+1} = \bar{d}w_{t+1} \quad (7)$$

政府收取的个人养老金存入个人账户并收取无风险收益,在年老时一同返还给家庭:

$$b_{t+1} = (1 + r_{t+1})(1 - \lambda)\tau w_t \quad (8)$$

家庭储蓄和未被挪用的个人账户养老金储蓄以相同的收益存入银行,借给厂商作为生产的资本为:

$$K_{t+1} = N_{t,0} [a_{t+1,1} + (1 - \lambda) \tau w_t] \quad (9)$$

每单位劳动资本存量表达式为:

$$k_{t+1} = \frac{K_{t+1}}{N_{t+1,0}} \quad (10)$$

(二)模型结果分析

通过固定有效资本存量 $k_t = k$ 能够得到模型的平衡增长路径。在这一均衡中,劳动人口增长率是固定的: $g_t^N = g^N$ 。^① 平衡增长路径上的总储蓄率和自然利率表达式为:

$$\bar{S} = \frac{S_t}{Y_t} = \frac{\beta \rho \varphi (1 - \varphi) (1 - \lambda \tau)}{\varphi + \beta \rho \varphi + \beta \rho \varphi \eta + \eta + (1 - \varphi) \lambda \tau} \left(1 - \frac{1}{g^N}\right) \quad (11)$$

$$1 + r^* = (g^N - 1) \frac{\varphi}{\bar{S}} = \frac{\varphi + \beta \rho \varphi + \beta \rho \varphi \eta + \eta + (1 - \varphi) \lambda \tau}{\beta \rho (1 - \varphi) (1 - \lambda \tau)} g^N \quad (12)$$

首先,从式(12)可以看到,储蓄率和自然利率呈负相关。劳动人口增长率 g^N 下降,导致自然利率 r^* 下降。这是因为 g^N 下降使得年轻人的数量相对于老年人的数量减少 $\left(\frac{\text{劳动人口}}{\text{总人口}} = \frac{N_{t,i}}{N_{t,i} + N_{t-1,i}} = \frac{1}{1 + \frac{1}{g^N}}\right)$,由于模型假定储蓄只由年轻人完成,所以经济中的储蓄率会下

降,这使得资本供给稀缺并使得利率上升。劳动人口增长率不仅可以通过储蓄率影响自然利率,而且可以对其产生直接影响。原因是 g^N 下降使得劳动供给越来越少,从而劳动力相对于资本更稀缺,使得自然利率下降。理论上劳动增长率对自然利率的影响占主导,所以总体上看 g^N 下降,自然利率也应该下降。人口结构变化还体现在预期寿命的变化上,在模型中用 ρ 的变化表示。当预期寿命增加时, ρ 相应增加,并且 ρ 总是作用在贴现率 β 上从而影响自然利率。这表明当人们预期到寿命增加时,会在年轻时增加储蓄以供老年时使用,从而使得贴现率和自然利率降低。

式(12)还显示了人口老龄化通过社会保障体系对自然利率的另一种间接影响。为了研究个人账户资金被挪用比例对自然利率的影响,我们给出个人账户资金不被挪用时的自然利率表达式: $1 + \hat{r} = (g^N - 1) \frac{\varphi}{\bar{S}} = \frac{\varphi + \beta \rho \varphi + \beta \rho \varphi \eta + \eta}{\beta \rho (1 - \varphi)} g^N$ 。对比发现,当个人账户资金不被挪用时,对家庭征收的养老金税率不影响自然利率,个人账户的表现类似于强制性储蓄,可以将其作为家庭储蓄的一部分一并考虑。而对厂商征收的养老金税率会影响自然利率。统筹账户养老金征收税率 η 上升时,企业支付给家庭的工资相应减少,从而家庭可支配收入减少,导致私人储蓄减少,自然利率上升。如果政策制定者想在人口老龄化的情况下保持社会保障福利稳定,就需要提高对企业征收的养老金税率,从而使得劳动家庭的储蓄减少,以推高未来的资本回报率,统筹账户养老金征收税率 η 的调整缓解了自然利率受 g^N 直接影响的下降幅度。当个人账户资金被挪用时,个人账户养老金征收税率 τ 和个人账户资金被挪用比例 λ 都对自然利率有正向影响,被挪用的资金越多,意味着更多的资金直接被当期的老年人消耗掉,而没有进入国民储蓄账户,致使储蓄率降低,从而提升了自然利率。表1总结了上述人口结构变量影响自然利率的各个渠道和方向。

^① $g_{t+1}^N = \frac{N_{t+1,0}}{N_{t,0}} = \frac{N_{t+1,0}}{N_{t+1,1}}$,表示劳动人口增长率或劳动人口与老年人口之比。

表 1
 人口结构变量对自然利率的影响渠道及方向

变量	变化方向	影响渠道	影响方向
劳动人口增长率(g^N)	下降	直接影响:人均资本增加,资本的边际回报减少	负向
		间接影响:减少储蓄	正向
预期寿命函数(ρ)	上升	提高贴现率,增加储蓄	负向
统筹账户养老金征收税率(η)	上升	减少家庭储蓄	正向
当个人账户资金被挪用时			
个人账户养老金征收税率(τ)	上升	减少家庭储蓄	正向
个人账户资金被挪用比例(λ)	上升	减少社会总储蓄	正向

综上所述,人口结构变化可以通过四种渠道影响自然利率,分别为劳动人口增长率的直接影响渠道、劳动人口增长率的间接影响渠道、预期寿命渠道以及养老保险渠道(统筹账户养老金征收税率、个人账户养老金征收税率和个人账户资金被挪用比例统称为养老保险渠道),并且影响方向各不相同,所以需要进一步建立扩展模型来定量测度这些影响的相对大小,并分析 1978—2100 年人口结构变化如何影响中国自然利率。

三、扩展的多期 OLG 模型

本部分把两期 OLG 模型扩展到多期劳动内生生化模型,并采用 Jones(2018)的方法把多期 OLG 模型转换为加总形式,结合中国社会统账结合的养老金制度,量化分析人口结构变化对中国自然利率的影响。根据封进和宋铮(2006)的处理方法以及本文两期 OLG 模型的结论,模型要求养老保险体系实现自我平衡,因而只确定目标替代率,并且可以将个人账户视作私人储蓄,不需要进行专门处理,社会统筹账户的替代率能够反映社会统筹账户和个人账户的规模。假设不包含名义刚性,价格完全灵活,此时模型的均衡利率即自然利率。

(一)模型描述

根据 Jones(2018)的方法,可以用一个总量方程来近似代替多期 OLG 模型中的家庭效用最大化问题,即使不知道家庭之间的财富分布也可以求解总量模型,大大简化了计算。总量方程的家庭效用最大化问题表示如下,变量用有效劳动单位表示:

$$\max_{C_t, \bar{K}_t, \tilde{l}_t} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{\Psi_t}{L_t^{\sigma-1}} \frac{(\bar{C}_t)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \tilde{v}_t \frac{(\tilde{l}_t)^{1+\phi}}{1+\phi} \right] \tag{13}$$

$$\bar{C}_t + L_{t+1}^g \bar{K}_t = w_t \tilde{l}_t + (1+r_t) \bar{K}_{t-1} + \tilde{T}_t \tag{14}$$

其中, \bar{C}_t 表示 t 时期每单位有效劳动的总消费; \bar{K}_t 表示 t 时期每单位有效劳动的总资本存量; \tilde{T}_t 表示政府给家庭每单位有效劳动的转移支付; \tilde{l}_t 表示给定劳动工资时,家庭选择的内生有效劳动占总有效劳动供给 L_t 的比例, $0 < \tilde{l}_t < 1$; w_t 表示每单位有效劳动的工资; ϕ 表示劳动供给弹性。 \tilde{v}_t 表示一个外生的人口楔子,把不同年龄家庭各自决策问题和家庭问题总表达式联系起来, Papetti(2019)给出了具体表达式,即 $\tilde{v}_t = [\sum_{j=0}^J (\bar{h}_j)^{1+\frac{1}{\phi}} N_{t,j} (v_j)^{-\frac{1}{\phi}}]^{-\phi}$,其中 $\bar{h}_j = \frac{h_j}{L_t}$ 。 ψ_t 表示把有限期代理人的 OLG 模型和无限期代理人加总模型联系起来的参数,它捕捉了每期的人口数量,

$\psi_t = [\sum_{j=0}^J N_{t,j}(\lambda_j)^{\frac{1}{\sigma}}]^{\sigma}$, 其中 λ_j 表示福利权重。假设 $\lambda_j = 1$, 则 ψ_t 可化简为 $(N_t)^{\sigma}$, 其中 N_t 表示经济中的总人口。 L_t 表示 t 时期外生的总有效劳动供给, $L_t = \sum_{j=0}^J h_j N_{t,j}$ 。

假设厂商没有技术冲击, 生产函数服从柯布 - 道格拉斯生产函数:

$$Y_t = (K_{t-1})^{\varphi} (\tilde{L}_t L_t)^{1-\varphi} \quad (15)$$

其中, Y_t 表示厂商的总产出, K_t 表示厂商生产使用的总资本, φ 表示产出的资本弹性, $1 - \varphi$ 表示产出的劳动弹性。假设劳动力市场完全竞争, 商品市场也完全竞争, 厂商给每个劳动者缴纳养老保险, 则厂商利润最大化问题可以表示为:

$$\max \pi = Y_t - (r_t + \delta) K_{t-1} - (1 + \eta_t) w_t L_t \tilde{L}_t \quad (16)$$

其中, w_t 表示每单位有效劳动的实际工资, $r_t + \delta$ 表示资本的租金率, δ 表示资本折旧率, η_t 表示厂商为有效劳动缴纳的社会统筹账户养老金税率。

政府的社会统筹账户实行现收现付的养老金制度, \bar{d} 表示养老金替代率, η_t 表示政府设定的养老金征收税率以使预算平衡:

$$d_t = \bar{d} w_t \bar{h} \quad (17)$$

$$\eta_t w_t L_t \tilde{L}_t = d_t \sum_{j=jr+1}^J N_{t,j} = T_t \quad (18)$$

$$\bar{h} = \frac{\sum_{j=0}^{jr} h_j}{jr + 1} \quad (19)$$

其中, \bar{h} 表示一生平均有效工作时长; T_t 表示政府转移支付, 即社会统筹账户的养老金总量。总资源约束方程为:

$$Y_t = C_t + K_t - (1 - \delta) K_{t-1} \quad (20)$$

(二) 模型的动态均衡

模型的动态均衡由 7 个方程构成:

$$r_t + 1 = \frac{(L_{t+1}^g)^{\sigma}}{\beta (N_{t+1}^g)^{\sigma}} \left(\frac{\tilde{C}_{t+1}}{\tilde{C}_t} \right)^{\sigma} \quad (21)$$

$$\tilde{C}_t = \tilde{Y}_t - [\tilde{K}_t L_{t+1}^g - (1 - \delta) \tilde{K}_{t-1}] \quad (22)$$

$$\tilde{Y}_t = (\tilde{K}_{t-1})^{\varphi} (\tilde{L}_t)^{1-\varphi} \quad (23)$$

$$\tilde{K}_{t-1} = \tilde{L}_t \left(\frac{\varphi}{r_t + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\varphi}} \quad (24)$$

$$\tilde{L}_t = \left[\frac{(N_t)^{\sigma}}{\tilde{v}_t (L_t)^{\sigma-1}} (\tilde{C}_t)^{-\sigma} w_t \right]^{\frac{1}{\varphi}} \quad (25)$$

$$w_t = \frac{1 - \varphi}{1 + \eta_t} \left(\frac{\tilde{K}_{t-1}}{\tilde{L}_t} \right)^{\varphi} \quad (26)$$

$$\eta_t = \frac{\bar{d} \bar{h}(\sum_{j=r+1}^J N_{t,j})}{L_t \tilde{l}_t} \quad (27)$$

其中, $\tilde{Y}_t = \frac{Y_t}{L_t}$, 表示 t 时期每单位有效劳动的总产出; $\tilde{K}_{t-1} = \frac{K_{t-1}}{L_t}$, 表示 t 时期每单位有效劳动的总资本。通过求解均衡模型可以量化四个渠道的影响。第一, L_{t+1}^g 减少, 即劳动力数量相较于上期减少导致人均资本增加, 从而人均资本的边际产出减少, 自然利率降低, 对应第三部分渠道 1 (劳动人口增长率的直接影响渠道)。第二, $\frac{N_{t+1}^g}{L_{t+1}^g}$ 增加意味着经济中劳动人口增长率小于总人口增长率, 即人口老龄化问题加剧, 导致贴现率上升, 家庭通过增加储蓄来平滑消费, 从而降低自然利率, 对应第三部分渠道 3 (预期寿命渠道)。第三, 由于老年人收入较少, 储蓄较少, 老龄化问题导致总储蓄率下降, 从而使得自然利率上升, 对应第三部分渠道 2 (劳动人口增长率的间接影响渠道)。第四, 内生劳动模型的养老金表现与第三部分外生劳动模型的渠道 4 (养老保险渠道) 有所不同。在外生劳动模型中, 企业缴纳的养老金仅通过影响储蓄率进而影响自然利率; 而在内生劳动模型中, 养老金通过储蓄率和实际产出增长率影响自然利率。当人口老龄化加剧时, 养老金征收税率相应上升, 企业从职工工资中扣除一部分作为养老金, 导致劳动者实际工资减少。在外生劳动模型中, 家庭永远提供一单位劳动, 所以工资变化对社会总劳动数量没有影响, 但是家庭收入减少会导致储蓄减少, 从而使得自然利率上升。在内生劳动模型中, 一方面, 家庭自由选择提供多少比例的劳动, 当工资减少时, 社会总体的劳动数量减少, 总体产出也相应减少, 导致自然利率下降; 另一方面, 家庭收入减少导致储蓄减少, 自然利率上升。当劳动内生时, 提高养老金征收税率对自然利率的影响方向变得不确定, 需要通过数值模拟进行定量分析。

四、定量分析

假设 1978 年之前是初始稳态, 我们研究自然利率在受到确定性外生人口冲击后如何变化。家庭在期初知道未来人口如何变化, 人口结构变化从 1978 年开始一直持续到 2100 年, 之后外生人口增长率趋于 1。模拟中假设最终稳态在足够远的 2300 年, 我们关注存在外生人口冲击期间自然利率的变动。

(一) 模型校准

模型的每一期相当于一。根据李稻葵等 (2012) 的方法, 把资本产出弹性 φ 设置为 0.487; 根据刘金全和石睿柯 (2017) 给出的季度折旧率为 0.025, 可以求出年度折旧率 δ 为 0.0963。由于贴现率 β 与稳态均衡实际利率有关, 而稳态均衡实际利率与资本产出比有关, $r = \varphi / (K/Y) - \delta$, 所以需要校准贴现率 β 值, 使得资本产出比符合实际数据, 由数据实际求得的初始资本产出比 (K/Y) 为 4.147 (根据世界银行世界发展指标)。① 通过数据还可以求出初始稳态投资产出比 (I/Y) 为 0.3994。由稳态方程推得的贴现率 β 为 0.979, 初始稳定状态的实际利率为 2.112%。根据蔡群起和龚敏 (2016) 的设置, 假设常相对风险规避系数 σ 的值为 1.4597。根据杨再贵 (2008) 的方法设

① 初始资本存量 (基准年为 1978 年) 使用 Papetti (2019) 给出的公式 $K_{1978} = \frac{I_{1978}}{g_t + \delta_K}$ 计算, 其中 I_{1978} 是 1978 年的资本形成总额; $\delta_K = 0.06$, 表示资本折旧 (McQuinn 和 Whelan, 2016)。资本存量动态方程表示为: $K_t = I_t + (1 - \delta) K_{t-1}$ 。由上述公式能够求出实际数据的资本产出比。

置社会统筹养老金替代率(\bar{d})为 35%。根据 Papetti(2019)的设定,劳动供给弹性 ϕ 为 2。与个体年龄相关的劳动负效用参数 ν_j 参照 Jones(2018)的设定,通过计算得到。参数校准情况见表 2。

表 2 参数校准

参数	校准值	来源
φ	0.487	李稻葵等(2012)
δ	0.0963	刘金全和石睿柯(2017)
β	0.979	$\beta = 1/[\varphi/(K/Y) + 1 - \delta], K/Y = 4.147$
σ	1.4597	蔡群起和龚敏(2016)
\bar{d}	35%	杨再贵(2008)
J	85	15 岁开始工作,100 岁死亡
jr	50	15 岁工作,65 岁退休
h_j	见图 1	Domeij 和 Floden(2006)
ϕ	2	Papetti(2019)
ν_j	$\nu_j = a_0 + \left(a_1 \frac{j}{J+1}\right) \int_{-\infty}^j \frac{1}{(J+1)a_3 \sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{x - (J+1)a_2}{(J+1)a_3}\right]^2\right\} dx$	计算得到
N_t^g	见图 2	联合国世界人口展望数据
L_t^g	见图 2	联合国世界人口展望数据

假设家庭从 15 岁($j=0$)开始工作,65 岁($j=jr=50$)退休,100 岁($j=85$)死亡。使用联合国世界人口展望数据可以得到 1978—2100 年中国每个年龄的人口数 $N_{t,j}$,从而求出总人口 $N_t = \sum_{j=0}^J N_{t,j}$ 和总人口增长率 $N_t^g = \frac{\sum_{j=0}^J N_{t,j}}{\sum_{j=0}^J N_{t-1,j}}$ 。用 Domeij 和 Floden(2006)给出的有效单位家庭劳动供给的值进行插值,得到每个年龄对应的有效单位劳动供给 h_j ,并标准化均值为 1。^① 图 1 给出了外生劳动有效性的曲线,劳动有效性随着年龄增长先升高后降低。总有效劳动表达式为 $L_t = \sum_{j=0}^{jr} h_j N_{t,j}$,相应的总有效劳动增长率 $L_t^g = \frac{\sum_{j=0}^{jr} h_j N_{t,j}}{\sum_{j=0}^{jr} h_j N_{t-1,j}}$ 。

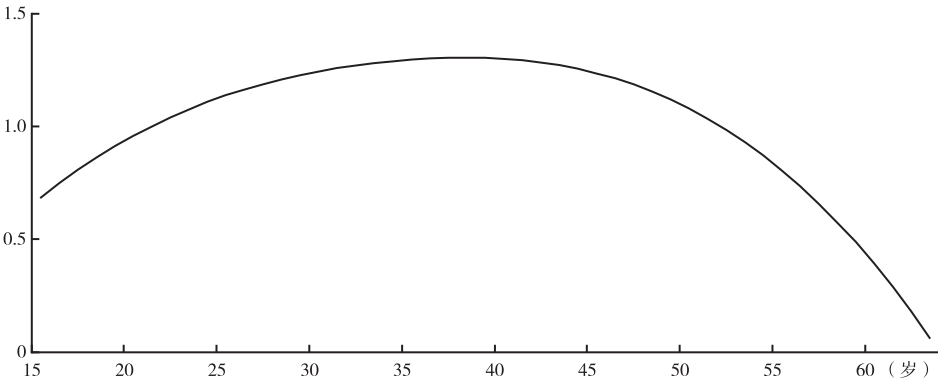


图 1 外生劳动有效性

① 虽然实际上各个国家不同年龄劳动者的劳动生产率和参与率不尽相同并且是时变的,但是文献证明了这些差异对模型变量估计的影响很小,可以忽略不计(Jones,2018)。

图 2 给出了 1978—2100 年直接进入模型的 4 个人口结构变量的变化。可以看出,2008 年之前总有效劳动增长率、内生有效劳动增长率和总人口增长率趋势基本相同,水平值也近似,这一时期有两个峰值,分别对应 20 世纪 60 年代和 80 年代两次“婴儿潮”时期。2009 年之后,受计划生育国策的影响,人口红利逐渐消失,这一时期总有效劳动增长率和内生有效劳动增长率明显下降,与总人口增长率的差值迅速拉大,劳动增长速度远远慢于总人口增长速度,人口老龄化问题开始显现。到 2030 年,总有效劳动增长率降到 -0.89% 。2015 年 12 月,全国人大常委会表决通过了《人口与计划生育法修正案(草案)》,全面二孩政策于 2016 年 1 月 1 日起正式实施,之后总有效劳动增长率有所回升。然而,据联合国世界人口展望数据预测,2040—2050 年总有效劳动增长率仍有所下降。一直到 2050 年前后,总有效劳动增长率逐渐回升;到 2058 年前后,总有效劳动增长率与总人口增长率趋近,并保持基本平稳,这一时期家庭选择更多的劳动供给,使得内生有效劳动增长率明显高于总人口增长率。

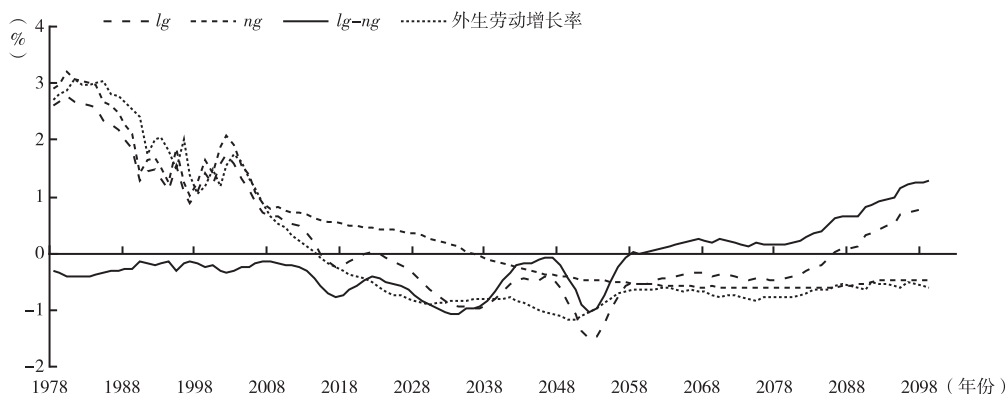


图 2 4 个人口结构变量的变化

注: ng 表示总人口增长率,其表达式为 $(N_t^e - 1) \times 100\%$; lg 表示内生有效劳动增长率,即劳动内生模型中家庭选择提供的有效劳动增长率; $lg - ng$ 为内生有效劳动增长率与总人口增长率之差,差值大(小)于 0 表示内生有效劳动的增长速度快(慢)于总人口的增长速度;外生劳动增长率表示总有效劳动增长率,其表达式为 $(L_t^e - 1) \times 100\%$,即家庭所能提供的总有效劳动增长率。

(二) 主要结论

图 3 给出了基本模型的数值模拟结果。从总体情况看,2001 年以来人口变化压低了自然利率,到 2030 年下降趋势放缓,2052 年有所回升,2068 年后又显著下降。在预测期结束时,自然利率比初始稳态低 2.2 个百分点。基准模型的一般均衡分析表明,2001—2055 年,自然利率变化的主要推动力是相对稀缺的劳动力导致的边际人均资本产出减少。2052 年前后内生有效劳动增长率与总人口增长率之差(见图 2 中的 $lg - ng$)开始回升,自然利率开始反弹。在 2065 年前后,老年人口与实际劳动力之比趋于平稳,劳动力增速快于总人口增速,并且这一时期的家庭倾向于提供更多的劳动力,此时自然利率变化的主要推动力是劳动力快速增长导致的储蓄迅速增加和资本存量增加导致的资本产出比增加的共同作用。

人口老龄化意味着低出生率和高存活率。随着时间的推移,有效劳动力的供应变得越来越稀缺,资本变得比劳动力更为丰富。因此,资本劳动比和资本产出比随着时间的推移而增加,抑制了资本的边际产量和自然利率。人口因素可以通过两种方式影响储蓄率进而影响自然利率,一方

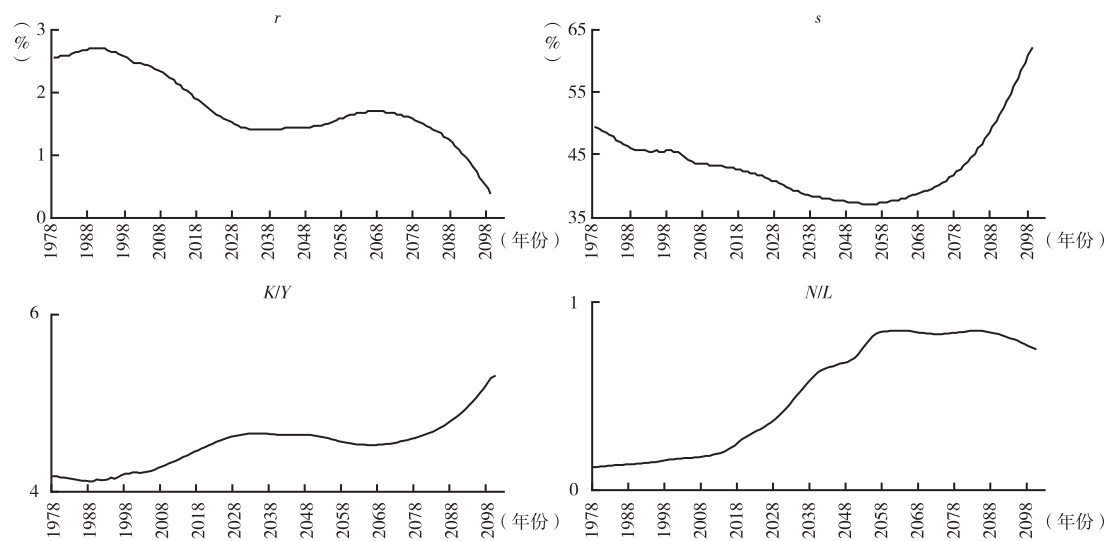


图3 主要变量变化趋势

注： r 表示自然利率； s 表示储蓄率； K/Y 表示资本产出比，它与每单位有效劳动资本的变化方向一致， $K/Y = (K/L)^{1-\varphi}$ ； N/L 表示老年人口与实际劳动力之比。

面,家庭由于预期到更长的寿命而在年轻时期增加储蓄来平滑消费,储蓄的增加使得自然利率降低;另一方面,老年人不工作只消费,储蓄率为负,所以经济中老年人口占比提高时,总储蓄率会下降,从而推高自然利率。由图3可以看出,储蓄率在2015年前后,即第一次“婴儿潮”时期出生的人口退休时开始显著下降,直到2055年前后大多数第三次“婴儿潮”时期出生的人口已经退休,老年人口与实际劳动力之比在2015—2055年升高了0.6031,储蓄率下降了8.31个百分点。可见,这一时期储蓄率下降的部分原因是退休人口增加造成的储蓄减少。^①理论上这一时期的自然利率应该上升,但是估计结果显示自然利率反而下降了,这说明储蓄率对自然利率的正向影响较小,被其他渠道的负向影响抵消了。

图4给出了三种自然利率和人口驱动因素的对比。1978—2018年,人口结构变化导致模型的自然利率 r 先升高0.15个百分点,后降低0.75个百分点,人口结构变化导致自然利率降低了0.6个百分点。 $data$ 表示用资本的边际产品求得的均衡利率,^②对比实际数据可以发现,多期OLG模型能够较好地捕捉实际利率数据中的长期变化趋势,以及中国进入人口老龄化时期以来,人口结构变化对自然利率产生的下行影响。两个序列的均值和中位数很接近,^③但模型估计的自然利率序列的标准差(0.0024)小于实际数据序列的标准差(0.0068),这说明本文模型估计的自然利率捕捉了实际数据中的低频变化。两个序列的相关系数为0.947,自然利率序列与实际数据序列高度相关。用本文估计的自然利率数据对实际数据求得的自然利率进行拟合,发现拟合的 R^2 为0.867,说明本文估计的自然利率较为合理。 r 外生劳动表示模型中劳动是外生的自然利率,即 $l_t = 1$ 的情况,可以看出两个自然利率在2069年之前整体差异不大,但在2070年后有较大偏离,原

① 这一结论与汪伟和艾春荣(2015)通过实证模型估计的2015—2050年的储蓄率变化相一致。
② 资本的边际产品求得的均衡利率 $r = \varphi / (K/Y) - \delta$ 。
③ 数据均值为0.0262,中位数为0.0284;估计的自然利率均值为0.0224,中位数为0.0226。

因在于 2070 年后,劳动人口增长速度较快,劳动人口较多,劳动市场竞争较强,劳动者倾向于提供更多劳动,从而收入增加、储蓄增多,并且由于劳动者储蓄率高于老年人,所以社会总储蓄率升高,自然利率降低。 dg 表示自然利率公式中由贴现率、劳动年龄人口比以及风险规避参数构成的外生成分的变化路径,这一外生成分的表达式为 $\frac{(L_{t+1}^g)^\sigma}{\beta(N_{t+1}^g)^\sigma}$,可以看出它与外生劳动驱动的自然利率的运动轨迹基本相同,并且人口因素作为自然利率的驱动因素,其变化略快于自然利率。 dgl 表示内生劳动情况下的驱动因子,其表达式为 $\frac{(L_{t+1}^g \times \tilde{l}_t^g)^\sigma}{\beta(N_{t+1}^g)^\sigma}$,可以看出 2070 年后实际劳动增长率明显升高,社会总储蓄增加,压低了自然利率,这与上文的分析相一致。

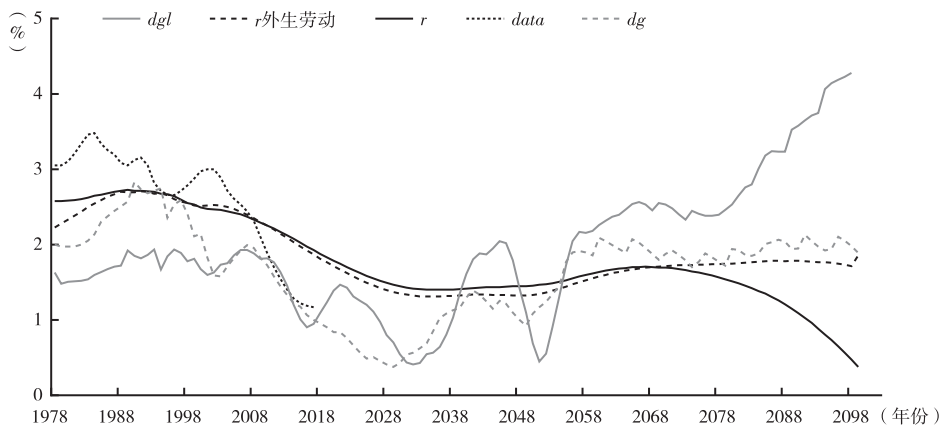


图 4 三种自然利率和人口驱动因素对比

中国当前正处于人口红利消失、人口老龄化程度日益加深时期,由数值模拟结果发现人口老龄化已经对自然利率产生下行压力。近年来生育政策正逐步放开,但是全面二孩政策实施后出生的人口将在 2030 年前后开始工作,这期间人口老龄化将进一步压低自然利率,并且由模拟结果可以看出,全面二孩政策对缓解人口老龄化问题的作用比较有限。因此,我们进一步对人口结构影响自然利率的渠道进行分解,试图找到其他缓解人口老龄化对自然利率长期下行影响的方法。

图 5 把人口因素的影响分成两个成分:一个是劳动力数量,即 15 ~ 64 岁人口总和变化的影响;另一个是劳动有效性的影响。可以发现,在 2000 年之后,人口红利时期的劳动力变老,生产率逐渐降低,劳动有效性对自然利率的影响逐渐下降,并在 2010 年变为负向影响。与此同时,劳动力数量对自然利率的正向影响也显著下降,预计在 2030 年前后劳动力数量对自然利率的影响转为负向,这一时期劳动力数量和劳动有效性对自然利率的影响都变为负向。此时,劳动力数量下降及其老龄化造成的生产率降低共同导致了自然利率的下降。在 2055 年前后,生产率逐渐升高,劳动有效性对自然利率的影响变为正向,这一时期劳动力数量也在回升,对自然利率的负向影响逐渐减小。在 2070 年之后,劳动力数量的急剧增长导致储蓄迅速增加,从而大幅压低了自然利率。劳动力数量不足在一定程度上可以通过提高劳动有效性来弥补,一方面可以通过延长退休年龄、鼓励退休职工再就业等方式提高劳动参与率;另一方面可以通过对在岗职工进行技术培训等方式提高工人的劳动生产率,从而减轻人口老龄化对宏观经济的影响。

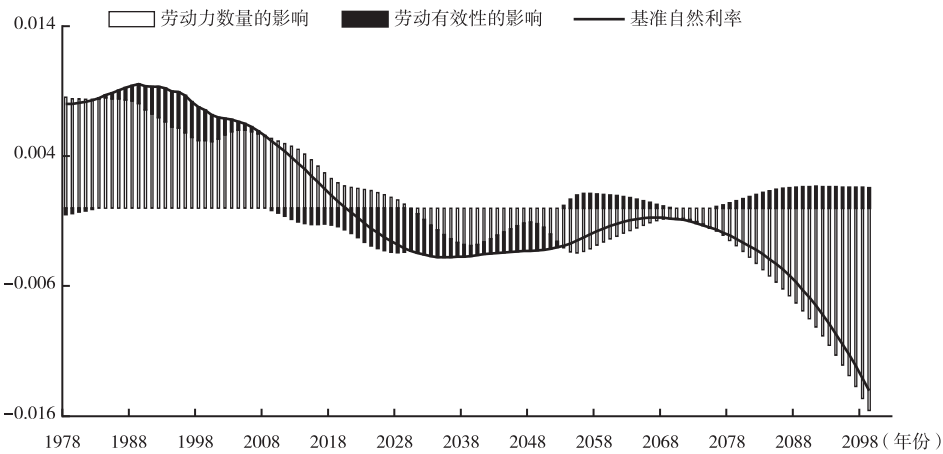


图5 自然利率的劳动力数量和劳动有效性分解

注:基本模型表示利用 $L_t = \sum_{j=0}^T h_j N_{t,j}$ 得到的自然利率,劳动力数量对自然利率的影响表示剔除劳动有效性的影响后,利用 $L_t = \sum_{j=0}^T N_{t,j}$ 得到的自然利率,两个序列均做去均值处理,劳动有效性对自然利率的影响即二者之差。

(三)影响渠道分解

通过第三部分的分析可知,劳动内生模型中养老金征收税率的变化对自然利率有两个方向的影响,这一点与第二部分的渠道4(养老保险渠道)不同。图6给出了养老金对自然利率影响的数值模拟结果。在2010—2050年老龄化问题较为严重时期,劳动力紧缺,劳动力对工资较为敏感,征收养老金使其工资减少,导致社会总劳动力减少,社会总产出减少,自然利率低于不包含养老金的情况。2050年后,随着劳动力的增加,劳动力对工资的敏感性降低,养老金对自然利率的影响逐渐减弱。2066年后,劳动力数量多且增长快,这一时期劳动力对工资不敏感,并且受到竞争压力,劳动力会增加自己的工作时间,所以养老金对自然利率的负向效应不显著。这一时期征收养老金会减少储蓄,从而使得自然利率升高。

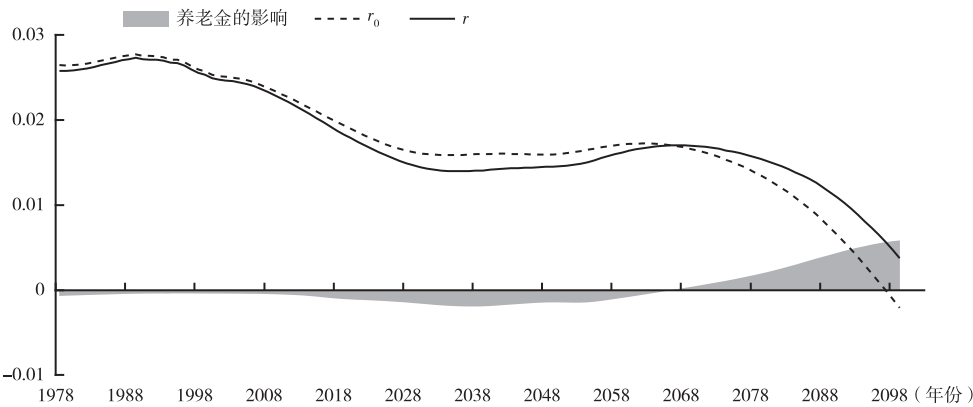


图6 养老金对自然利率的影响

注: r 表示模型中包含养老金时的自然利率, r_0 表示不包含养老金时的自然利率,二者之差即阴影部分,表示养老金对自然利率的影响。

下面通过分解自然利率的影响因素来分析储蓄率的下降在多大程度上能缓解自然利率的降低。首先建立一个固定储蓄率模型与基准模型进行比较。假设储蓄率固定在其初始水平,如图 7 所示,1990—2030 年的自然利率都显著低于基准模型,储蓄率对自然利率有 0.346% 的影响。当有效劳动相对于总人口增长较慢时,处于劳动年龄的人口往往会增加储蓄,这在一定程度上能缓解人口老龄化带来的储蓄率的下降。2006 年之后劳动增长率明显低于总人口增长率,这一时期计划生育政策已经实施了一段时间,家庭对人口老龄化的影响有了充分了解,会在年轻时期就通过增加储蓄来预防老龄化的影响,所以 2006 年之后储蓄率对自然利率的影响小于刚开始实施计划生育政策时期。2030 年之后固定储蓄率模型的自然利率则高于基准模型。这说明在 2030 年之前,储蓄率受老年人口不断增加的影响一直下降,对自然利率存在正向影响;在 2030 年之后,人口老龄化问题得到一定程度的改善。直到 2070 年之后,劳动力急剧增加,储蓄率快速上升,对自然利率有显著的负向影响。

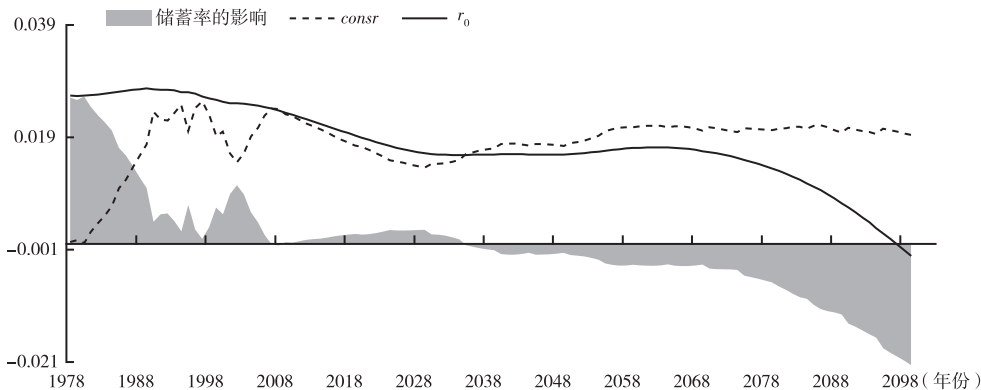


图 7 储蓄率对自然利率的影响

注: r_0 表示剔除养老金影响后储蓄率随时间变化的自然利率, $consr$ 表示当储蓄率固定不变且不含养老金时的自然利率,阴影部分为两个自然利率之差,表示储蓄率对自然利率的影响。

图 8 将自然利率的变化分解为养老金、储蓄率、劳动增长率以及老年人口增长率对自然利率的影响。^① 可以看出,1990 年之前劳动增长率和总人口增长率较高,劳动增长率低于总人口增长率,储蓄率降低对自然利率有正向影响,这一时期养老金对自然利率几乎没有影响,劳动力和储蓄率的变化速度比总人口的变化速度慢,所以这一时期 4 个因素对自然利率的总影响是正向的。1990—2035 年,劳动增长率总体在下降,在 2008 年前后下降尤其明显,总人口增长率总体也下降,但是下降程度不及劳动力下降程度,这一时期储蓄率也在下降,对自然利率有正向影响,但是

① 对自然利率的影响因素分解分成三步。第一步,分解养老金对自然利率的影响,通过假设企业对员工支付的社会统筹账户养老金税率 $\eta_t = 0$,求得不包含养老金时的自然利率,其与基准模型的自然利率之差即养老金对自然利率的影响。第二步,在剔除养老金影响的基础上,假设储蓄率固定在其初始水平,即在原来的均衡解上施加储蓄率为固定值的约束,即 $s = \frac{\tilde{K}_t L_{t+1}^s - (1 - \delta) \tilde{K}_{t-1}}{\tilde{Y}_t}$,从而求得储蓄率固定条件下的自然利率。与不含养老金的自然利率做差即储蓄率的影响。储蓄率固定时的自然利率受经济中老年人口数量和有效劳动数量变化的影响。第三步,假设有效劳动数量不变,始终保持在 1978 年的水平,在模型中代入 $L_t^s = 1$,并重新计算劳动力保持不变时每一期的人口总数和人口增长率 N_t^s ,此时所有人口增长率的变化都是由老年人口数量的变化造成的,由此可以得到经济中老年人口增长率对自然利率的影响。

影响较小,养老金对自然利率的影响也为负向,所以这一时期 4 个因素对自然利率的总影响是负向的。2035—2066 年,总人口增长率为负,对自然利率有正向影响,由于全面二孩等政策实施的影响,这一时期劳动增长率有显著回升,总人口增长率和劳动人口增长率都趋于平稳,老龄化问题逐渐改善,养老金对实际利率的负向影响逐渐减小,储蓄率对自然利率的影响转为负向,这一时期的总效应为自然利率有所回升。2066 年之后,储蓄率对自然利率有较大的负向影响,储蓄的增加使得自然利率降低。

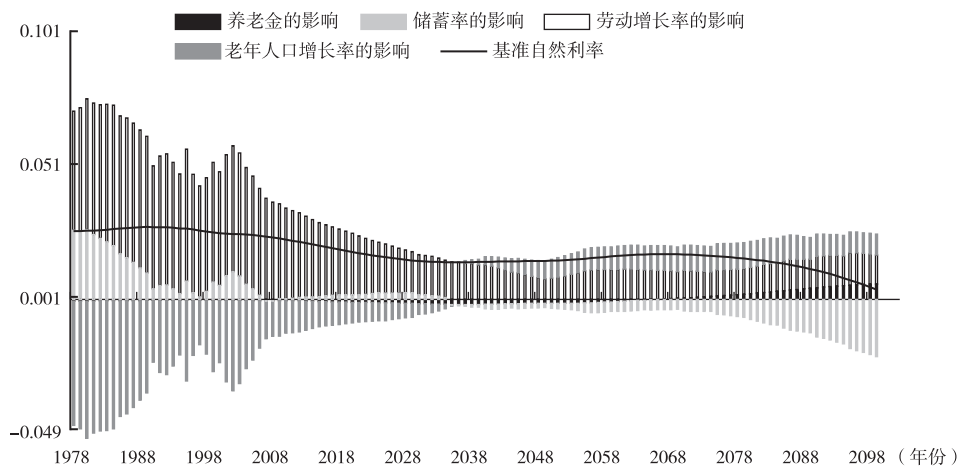


图 8 自然利率的影响因素分解

(四) 社会统筹账户养老金替代率对自然利率的影响

养老金替代率的设定是政策制定者所关心的内容,如何在不同时期设定不同的养老金替代率从而使人口老龄化对经济的影响最小是研究的重点。我国实行统账结合的养老金制度,设定总养老金替代率的目标后如何在统筹账户和个人账户中分配也需要进一步研究。图 9 给出了不同社会统筹账户养老金替代率对应的自然利率,在人口老龄化较为严重时期,即 2009—2050 年,社会统

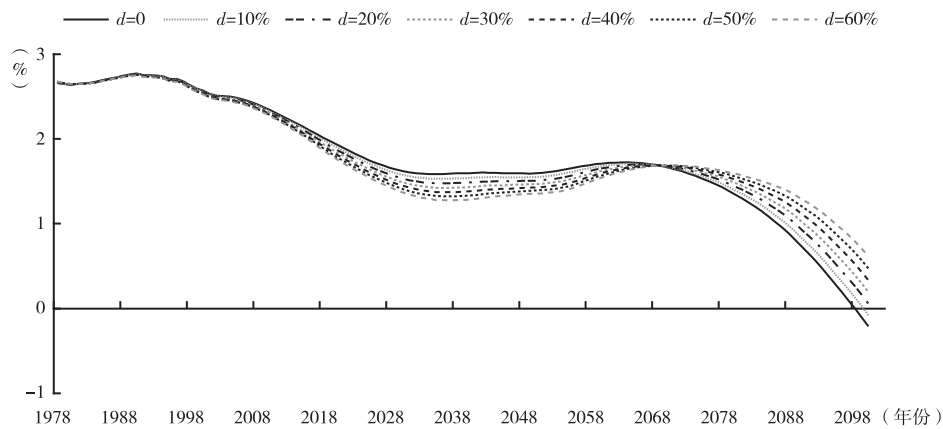


图 9 不同养老金替代率对应的自然利率

注: d 表示社会统筹账户养老金替代率。

筹账户养老金替代率越高,自然利率下降越多,人口结构变化对自然利率的影响越大。2050—2066 年,随着人口老龄化的逐渐改善,社会统筹账户养老金替代率对自然利率的影响逐渐减小。2066 年之后,社会统筹账户养老金替代率越高,自然利率就越高。这说明当人口老龄化较为严重时,为防止自然利率下降过多,可以降低社会统筹账户养老金替代率,提高个人账户养老金替代率或出台政策鼓励家庭购买商业养老保险。而当社会中劳动力充足时,可以通过提高社会统筹账户养老金替代率来提高自然利率。

五、结论与启示

本文采用包含家庭、厂商、政府三部门的两期和多期 OLG 模型,研究中国人口结构变化对自然利率的影响。通过两期 OLG 模型直观地分析了人口结构变化对自然利率的影响渠道,而多期 OLG 模型对自然利率的分解,量化了人口结构变化影响自然利率的不同渠道的重要程度。研究发现,第一,总体上看,我国人口老龄化导致了自然利率的下降。本文中人口结构变化表现为劳动人口增长率下降和总人口增长率上升,以及不同年龄组的人口变化。劳动人口增长率下降,导致自然利率下降;总人口增长率上升,预期寿命增加,自然利率降低;不同年龄组的人口变化通过各组的异质性生产率对自然利率产生不同的影响。第二,从影响渠道看,人口结构变化可以通过资本产出比、储蓄率、养老金替代率直接或间接地影响自然利率。人口老龄化时期,劳动力数量和劳动有效性变化对自然利率影响较大。劳动力数量较为充足时期,储蓄率对自然利率的影响较大。第三,人口老龄化时期,社会统筹账户养老金替代率越高,自然利率下降越多,人口结构变化对自然利率的影响也越大。在劳动力充足且增长较快时期,社会统筹账户养老金替代率越高,自然利率就越高。

当前我国正逐渐步入人口老龄化时期,本文得到的政策启示如下。第一,在制定货币政策时,应考虑人口老龄化导致的自然利率下降的影响,适当降低政策利率以维持货币政策的有效性。在制定人口政策时,也应考虑人口结构变化对自然利率的影响,当劳动力过多、人口增长过快时,会造成自然利率的下跌。第二,应根据不同时期影响渠道的相对重要性,及时并有针对性地采取措施,以缓解人口结构变化对自然利率的影响,如提供劳动技能培训等。第三,当人口老龄化较为严重时,自然利率的下降会降低宽松货币政策的有效性,为防止自然利率下降过多,可以降低社会统筹账户养老金替代率,提高个人账户养老金替代率或出台政策鼓励家庭购买商业养老保险。而当社会中劳动力充足时,可以通过提高社会统筹账户养老金替代率来提高自然利率。

参考文献:

1. 蔡昉:《阻断递减曲线,应对老龄挑战》,《中国人大》2019 年第 10 期。
2. 蔡群起、龚敏:《中国的自然利率有多高——基于 DSGE 模型的再估算》,《财贸研究》2016 年第 6 期。
3. 陈东升:《长寿时代的理论与对策》,《管理世界》2020 年第 4 期。
4. 封进、宋铮:《中国人口年龄结构与养老保险制度的福利效应》,《南方经济》2006 年第 11 期。
5. 李稻葵、徐欣、江红平:《中国经济国民投资率的福利经济学分析》,《经济研究》2012 年第 9 期。
6. 李宏瑾、苏乃芳、洪浩:《价格型货币政策调控中的实际利率锚》,《经济研究》2016 年第 1 期。
7. 李建伟、周灵灵:《中国人口政策与人口结构及其未来发展趋势》,《经济动态》2018 年第 12 期。
8. 刘金全、石睿柯:《利率双轨制与货币政策传导效率:理论阐释和实证检验》,《经济学家》2017 年第 12 期。
9. 马理、张方舟:《人口老龄化对长期实际利率的影响研究》,《湘潭大学学报(哲学社会科学版)》2017 年第 4 期。
10. 汪伟:《人口老龄化、养老保险制度变革与中国经济增长——理论分析与数值模拟》,《金融研究》2012 年第 10 期。
11. 汪伟、艾春荣:《人口老龄化与中国储蓄率的动态演化》,《管理世界》2015 年第 6 期。

12. 徐忠、贾彦东:《自然利率与中国宏观政策选择》,《经济研究》2019年第6期。
13. 杨再贵:《企业职工基本养老保险、养老金替代率和人口增长率》,《统计研究》2008年第5期。
14. 张熠、张书博、汪润泉:《中国养老金改革的逻辑和福利效果:基于人口“数量-质量”转换的视角》,《经济研究》2020年第8期。
15. Carvalho, C., Ferrero, A., & Nechio, F., Demographics and Real Interest Rates: Inspecting the Mechanism. *European Economic Review*, Vol. 88, 2016, pp. 208 – 226.
16. Domeij, D., & Floden, M., Population Aging and International Capital Flows. *International Economic Review*, Vol. 47, No. 3, 2006, pp. 1013 – 1032.
17. Jones, C., Aging, Secular Stagnation and the Business Cycle. IMF Working Papers, No. 18/67, 2018.
18. McQuinn, K., & Whelan, K., The Prospects for Future Economic Growth in the Euro Area. *Intereconomics: Review of European Economic Policy*, Vol. 51, No. 6, 2016, pp. 305 – 311.
19. Papetti, A., Demographics and the Natural Real Interest Rate: Historical and Projected Paths for the Euro Area. ECB Working Paper, No. 2258, 2019.
20. Sudo, N., & Takizuka, Y., Population Ageing and the Real Interest Rate in the Last and Next 50 Years—A Tale Told by an Overlapping Generations Model. Bank of Japan Working Paper Series, No. 18, 2018.
21. Summers, L. H., Reflections on the “New Secular Stagnation Hypothesis”. *Secular Stagnation: Facts, Causes and Cures*, 2014, pp. 27 – 40.

The Effect of Demographic Changes on the Natural Rate of Interest

WANG Bo, CHEN Kaipu (Nankai University, 300350)

Abstract: Demographic changes have an important impact on the natural rate of interest. Based on the United Nations' world's population prospects data (1978 – 2100), referencing Papetti (2019) framework, we built a model with households, firms and government to study the effect of demographic changes on the natural rate of interest. We combined the OLG model with China's pension system and found that China has an aging population and the change in the demographic structure has a long-term downward impact on the natural rate of interest. Through the breakdown of influence channels, we found that the aging of population influences the natural rate of interest from four aspects, namely the comprehensive effect of labor growth rate, total population growth rate, pension and population policy adjustment. China is now experiencing accelerated population aging, and the labor growth rate declines faster than the population growth rate does, which causes a great negative impact on the natural rate of interest. The decline in savings rate has a slight positive impact on the natural rate of interest. Demographic changes generally have a negative impact on the natural rate of interest, which is expected to last until 2035, when the downward pressure on the natural rate of interest caused by demographic factors will be relieved to some extent due to the full implementation of the two-child policy. We can relieve the labor shortage through improving the efficiency, reduce the pension replacement rate of the social pooling account while increasing that of the personal account, or promote the development of commercial pension insurance, so as to effectively alleviate the downward trend of the natural rate of interest.

Keywords: Demographic Changes, Population Aging, Natural Rate of Interest

JEL: E43, E44

责任编辑:非同