

# 基于多主体建模的社会化养老形成分析

赵娜, 陈凯

(东北大学工商管理学院, 辽宁沈阳 110169)

**摘 要:**在国家大力推进社会化养老服务体系不断发展的背景下,研究了社会化养老的形成.根据效用最大化原则,利用多主体建模方法,构建了一个包含政府、养老机构、家庭三大类主体的社会化养老仿真模型,模拟了社会化养老行为这一宏观社会经济现象的形成.仿真结果表明,就业率和工资水平对社会化养老的形成有显著影响,政府补贴对社会化养老有效需求的产生影响不显著,而对服务供给产生较大影响,而老年人的财富水平、对父母的关爱水平、对下一代资金投入和对下一代关爱水平对社会化养老的形成影响不显著.

**关键词:**社会化养老;复杂适应系统;效用最大化;政府补贴

中图分类号:F 202 文献标志码:A 文章编号:1005-3026(2016)05-0751-05

## Analysis of Formation of Social Endowment Insurance Based on the Multi-agent Model

ZHAO Na, CHEN Kai

(School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110169, China. Corresponding author: CHEN Kai, professor, E-mail: chenka@neuq.edu.cn)

**Abstract:** The mechanism formation of social endowment insurance was studied under the background that the government vigorously promotes the development of social endowment insurance system. By adopting the multi-agent method, a model containing government-agent, nursing-home-agent and family-agent was established based on the principle of utility maximization in order to simulate the formation of such a macro social economic phenomenon. The results showed that the employment rate and wage level are the main factors affecting the formation of social endowment insurance; the government subsidy impacts the effective demands of social endowment insignificantly, but has a significant impact on the service supply; the wealth level of the aged, the care degree for parents, the fund investment on the next generation and the care degree for the next generation do not have a remarkable effect on the formation of social endowment insurance.

**Key words:** social endowment insurance; complex adaptive system; utility maximization; government subsidy

社会化养老是养老支持重心逐渐由家庭转向社会的过程和趋势.如今小型化的家庭结构使老年人可获得的家庭照料资源非常有限,“未富先老”的国情导致国家养老保障功能捉襟见肘.传统自助型家庭养老功能的不断弱化和政府养老保障能力的局限,预示着“社会化养老”已经成为养老服务的发展方向<sup>[1]</sup>.众多学者对社会化养老问题展开了研究,Hanaoka等<sup>[2]</sup>认为子女提供家庭

照料的机会成本对其父母是否选择入住养老机构有显著影响;Jacobs等<sup>[3]</sup>发现就业率是影响老年人照料成本的最主要因素;Rodríguez<sup>[4]</sup>认为高收入水平和非正式照料资源的可获得性对正式照料均产生了消极影响;Tokunaga等<sup>[5]</sup>认为需求因素和成本因素对营利性养老机构的市场进入有较大影响;王洪娜<sup>[6]</sup>研究发现老年人对养老机构的认知和评价对其入注意愿有极大影响.近年来,源于

系统科学领域的多主体仿真技术被逐渐引入到社会学和经济学分析领域,并取得了丰富的研究成果. Chiang 等<sup>[7]</sup>利用多主体建模技术研究了养老机构保健服务的利用. Murata 等<sup>[8]</sup>利用多主体模型分析了一家医院关闭对邻近医院的影响. Gray 等<sup>[9]</sup>描述了多主体建模技术在急性护理系统和老年护理系统的互动应用,并对相关政策环境进行了仿真实验.

本文从系统科学的角度出发,采用多主体仿真方法对社会化养老形成过程进行了模拟分析. 本研究力求在 3 个方面有所突破:一是扩展研究空间,从已有文献的老年人和养老机构角度扩大到基于家庭照料提供者,即子女的视角来考察这一问题,拓宽了社会化养老的分析视野;二是充实实证数据,为我国社会化养老的形成和演化提供新的证据;三是采用多主体建模人工智能研究方法,将涉及到的各微观主体纳入到一个封闭系统并赋予其自主学习能力,该复杂自适应系统对于研究复杂的社会科学问题具有较好的实际应用价值.

## 1 主体属性描述

### 1.1 家庭主体属性描述

长期照料对家庭经济收入有不利影响,子女长期照料残疾父母会影响家庭和自身事业发展,导致家庭经济拮据,影响生活水平和照料质量<sup>[10]</sup>. 基于“理性经济人”理论,子女会以效用最大化为目标决定是否亲自照料父母. 假设每个家庭都是三代家庭,即父母、子女、孩子,且都有一个需要长期照料的老人. 子女的效用来自消费效用  $u(c)$  和履行社会责任的效果评价效用  $v(x)$ , 子女的效用函数可以表示为

$$U = [u(c) v(x)]. \quad (1)$$

子女除对父母的关爱与照料投入外,还需对下一代在经济和精力上的投入,因此,基于家庭整体角度,子女亲自照顾父母的效用函数为

$$U_1 = \ln[w(H-h) + G - A] + \beta_1 \ln Fh + \beta_2 \ln A. \quad (2)$$

将父母送往养老机构的效用函数为

$$U_2 = \ln[wH + (G - Fh) - A] + \beta_1 \ln Fh + \beta_2 \ln A. \quad (3)$$

其中  $w$  为子女工资水平;  $H$  为子女整个生命周期工作时间;  $h$  为父母需要长期照料时间;  $G$  为父母财富水平;  $\beta_1$  为子女对父母的关爱水平;  $\beta_2$  为子女对孩子的关爱水平;  $A$  为子女对孩子的资金投

入;  $F$  为入住养老机构需要支付的费用.

每个仿真周期,子女根据  $U_1$  和  $U_2$  大小,在亲自照顾父母和将父母送往养老机构之间进行抉择.

### 1.2 政府主体属性描述

顺应社会发展趋势和国家号召,各级政府陆续出台了一系列促进养老机构发展的利好政策,如养老机构用地规划、对养老机构税费优惠与财政补贴、投资权益政策及金融信贷政策等. 这些政策目标可以概括为两大类:一类是为养老机构发展创造良好环境;二是降低成本,增强养老机构市场竞争力. 本研究只考虑政府对养老机构成本降低的政策,并且将这些政策效果归结到政府补贴( $s$ )这一因素.

### 1.3 养老机构主体属性描述

假设只存在一家营利性养老机构,在成立初期得到政府补贴,且经营过程中会发生成本支出. 养老机构经营成本有固定成本和可变成本之分,固定成本为租房费,可变成本包括护工工资及其他相关费用. 养老机构每张床位的平均租房费为  $M$ ,并且假设养老机构能够根据入住需求随时调整床位数  $N$  且不产生调整成本. 用  $Q_1, Q_2, Q_3$  分别表示入住的轻度、中度、重度日常生活自理能力受损的老年人人数,则养老机构的固定成本( $C_F$ )可以表示为

$$C_F = MN = M(Q_1 + Q_2 + Q_3). \quad (4)$$

养老机构根据入住老年人的失能程度配备护工,假设一个护工可以照顾 6 个轻度失能或 4 个中度失能或 2 个重度失能的老年人. 则所需护工人数  $Q'$  为

$$Q' = |1/6Q_1| + |1/4Q_2| + |1/2Q_3|. \quad (5)$$

用  $\gamma$  表示护工工资,养老机构的可变成本为

$$C_v(Q') = \gamma Q'. \quad (6)$$

根据《中国经济周刊》的相关报道,养老机构运营过程中租房费和员工成本费约占总成本的 70%~80%. 参照这个标准,本文按照租房费和员工成本费约占总成本 75% 计算,养老机构年度经营总成本( $C$ )为

$$C = [M(Q_1 + Q_2 + Q_3) + \gamma Q'] \cdot 0.75. \quad (7)$$

养老机构成立之初获得国家一次性床位补贴,因此,养老机构第一年经营总成本为

$$C_1 = [(M - s)(Q_1 + Q_2 + Q_3) + \gamma Q'] \cdot 0.75. \quad (8)$$

生活自理能力受损程度不同,入住费用也不同. 轻度失能者年入住费用为  $F_1$ ,中度失能者年入住费用为  $F_2$ ,重度失能者年入住费用为  $F_3$ . 因

此,养老机构年营业收入为

$$I = \sum_{i=1}^3 F_i Q_i. \quad (9)$$

养老机构年度利润为

$$\pi = \sum_{i=1}^3 F_i Q_i - C. \quad (10)$$

养老机构每年年底进行结算,根据年度经营状况,调整第二年收费标准.

## 2 仿真实验及分析

### 2.1 参数设置

#### 2.1.1 家庭主体参数设置

参照国际划分方法,本文将一到两项日常生活不能自理定义为轻度失能,三到四项日常生活不能自理定义为中度失能,五到六项日常生活不能自理定义为重度失能.按 2006 年《中国城乡老年人口状况跟踪调查》结果换算出轻度失能比例  $p_1 = 84.3\%$ ,中度失能比例  $p_2 = 5.1\%$ ,重度失能比例  $p_3 = 10.6\%$ .借鉴曾毅等《老年人口家庭、健康与照料需求成本研究》中的相关结论,将各失能程度所需护理时间设定在  $[1.5, 3]$ ,按平均分布概率随机取值.按国家统计局统计数据换算,将子女就业状况按就业率  $95.9\%$  进行随机分配,子女工资水平在  $[2, 6.78]$  按平均分布随机取值.假定子女在 25 岁前以学习为主,女性在 25~55 岁、男性在 25~60 岁以工作为主,且不离开劳动市场.据此,将工作时间  $H$  在  $[30, 35]$  按平均分布随机取值.徐安琪<sup>[11]</sup>经调研发现上海市徐汇区父母养大一个身体健康的孩子平均花费为 49 万元.根据上海市徐汇区与全国经济发展水平及物价水平换算,父母对孩子资金投入  $A$  约为 37 万元.假设老年人财富水平  $G$  为 10 万元,子女对父母和孩子的关爱程度  $\beta_1, \beta_2$  均为 0.5.

#### 2.1.2 政府主体参数设置

各地方政府纷纷出台了鼓励和引导社会资本进入养老服务领域的政策及补贴制度,西安、宝鸡、贵州等地按照每张床位 3 000 元的标准进行一次性补助.据此,本文将政府补贴  $s$  初始值设定为 3 000 元,且只在养老机构成立第一年进行一次性补贴.

#### 2.1.3 养老机构主体参数设置

养老机构入住的各程度失能老年人人数  $Q_1, Q_2, Q_3$  及护工人数  $Q'$  在成立初期均为零,综合考虑 2013 年发布的养老护理员平均月薪 2 145 元及物价和工资水平上涨等问题,将护工工资  $\gamma$  初

始值设定为 3 万元/年,每张床位租房费  $M$  初始值为 1 万元/年.借鉴谢红等<sup>[12]</sup>的研究结果,将轻度失能、中度失能、重度失能的年均收费标准分别取值 2.16, 2.64, 3.36 万元.

### 2.2 仿真程序实现步骤设计

本文在 Swarm 平台上进行仿真实验,步骤如下:

1) 生成一个政府对养老机构的补贴额度  $s$ .

2) 生成一个养老机构,对其进行初始化,每张床位租房费为  $M$ ,入住的轻度、中度、重度失能人数分别为  $Q_1, Q_2, Q_3$ ,对应的年均入住费用分别为  $F_1, F_2, F_3$ ,护工人数和工资分别为  $Q', \gamma$ .

3) 生成 1 000 户家庭,根据失能概率  $p_1, p_2, p_3$ ,每个家庭随机生成一个生活自理能力受损的老年人及其财富水平  $G$  和需要护理的时间  $h$ .

4) 对应 1 000 户家庭,随机生成 1 000 个子女的就业状况  $Y$ 、工资水平  $w$ 、工作时间  $H$ 、对父母关爱水平  $\beta_1$ 、对下一代的资金投入  $A$  和关爱水平  $\beta_2$ .

5)  $Y=0$  表示子女失业,则亲自照料父母,家庭护理老年人数量  $Q^H$  增加 1;  $Y=1$  表示子女能够就业,且需要在是否亲自照料父母上进行权衡,调用效用函数(2)和(3)进行比较:  $U_1 > U_2$ ,则  $Q^H$  增加 1;  $U_1 < U_2$ ,养老机构对应此失能程度的人数增加 1.

6) 养老机构确定支付给护工的工资  $\gamma$ ,同时调用函数(5)确定护工需求量  $Q'$ .

7) 养老机构进行年底结算,调用函数(4)~(10)计算年度利润.

8) 一轮运行完毕后,养老机构将本期运行结果和上期运行结果进行比较,并据此修改下一年度收费标准,年均费用变动幅度为 0.06 万元.在收费变动上,采用美国 ASPEN 模型的遗传算法学习分类系统赋予系统自学习能力,保留并“遗传”使养老机构利润升高的行为,淘汰导致利润降低的行为.

9) 重复执行 2)~8).

## 3 实验结果及分析

养老机构入住人数能够充分体现对社会化养老的有效需求,养老机构利润则反映社会化养老的供给,因此,本文主要观察养老机构入住人数和养老机构利润的变化,并截取了 0~1 000 期的仿真数据进行分析(见图 1).在 0~274 期,养老机构入住人数围绕 900 人上下波动,入住率高达

90%左右,表明社会化养老有效需求较大.274期以后,入住人数开始出现持续下滑.养老机构的利润在初期有较大幅度提高,在第7期达到一个小高峰后出现急速下滑,到第57期跌至最低值-26万元后开始缓慢回升,经历了一个缓慢的波动回升期后,在第227期再次回落最低值-26万元,自227期至仿真结束,利润持续上升.

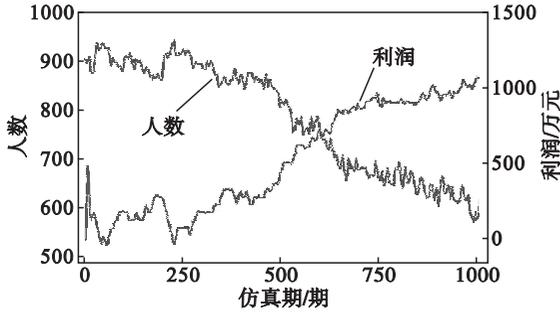


图1 养老机构入住人数和利润时序图

Fig. 1 Sequence diagram of nursing home population and profits

### 3.1 实验一:老年人财富水平对社会化养老行为的影响

其他参数值不变,将老年人财富水平 $G$ 增加至50万元,仿真结果见图2.老年人财富水平增加后,入住人数及养老机构利润走势没有发生明显变化,表明老年人财富水平对社会化养老行为影响不大.这与褚湜婧和孙鹃娟,黄俊辉和李放等的研究结论略有不同.可能的解释是上述研究主要是围绕老年人个体特征分析得出的结论,而本研究则是站在整个家庭效用的角度来考察问题.不同的研究视角和研究方法导致了研究结论的不同.

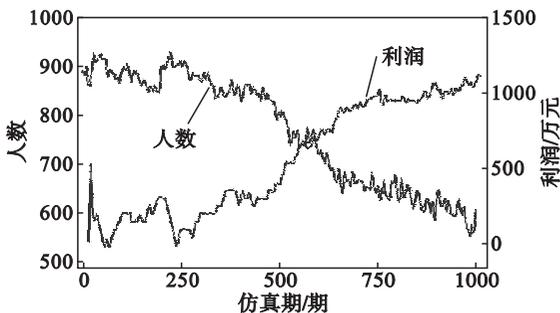


图2 老年人财富水平对养老机构入住人数和利润的影响  
Fig. 2 Changes of nursing home population and profits influenced by the wealth level of the aged

### 3.2 实验二:政府补贴对社会化养老行为的影响

其他参数值不变,将政府补贴 $s$ 调整为5000元.政府补贴对养老机构入住人数变化影响不大,对初期利润影响较大,但对利润的长期走势影响

微弱(见图3).可见,政府的一次性补贴对养老机构初期利润的形成有较大刺激作用,能够促进社会资本参与养老服务业的建设,但是,持续的稳定经营发展还需养老机构自身不断提高经营水平来实现.

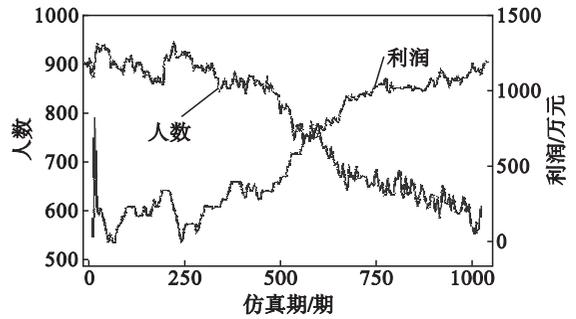


图3 政府补贴对养老机构入住人数和利润的影响  
Fig. 3 Changes of nursing home population and profits influenced by government subsidies

### 3.3 实验三:就业率对社会化养老行为的影响

其他参数值不变,将就业率由95.9%调整为94%.仿真初期入住人数有所降低,第0~322期,入住人数约为875人左右.从整个仿真周期来看,入住人数曲线下降较缓慢,同时,利润曲线上升缓慢(见图4),表明就业率通过影响有效需求对社会化养老行为产生影响,这与Boaz,McLanahan等的研究结论是一致的.

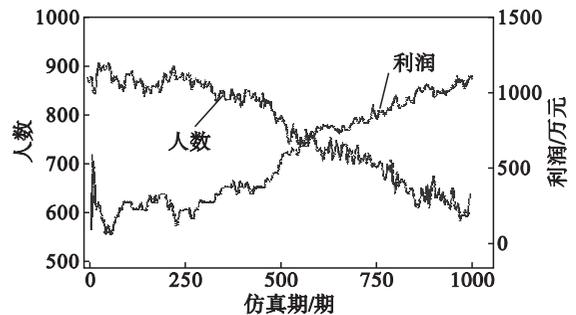


图4 就业率对养老机构入住人数和利润的影响  
Fig. 4 Changes of nursing home population and profits influenced by the employment rate

### 3.4 实验四:工资水平对社会化养老行为的影响

其他参数值不变,将工资水平调整至 $[3, 8]$ 区间后,入住人数明显增多,在第0~612期始终保持在950人左右,且在整个仿真周期保持在800人以上(见图5),表明工资水平的提高对社会化养老的有效需求具有显著影响.这与贾清显“子女对父母的护理时间与工资水平成反比”的结论是一致的.

利润曲线较对比实验来说波动稍大,曲线最

低点对应第57期的-29万元,最高点为第722期的1236万元。虽然从157期开始,利润又出现下滑,但是到第182期降至25万元后,一直保持持续缓慢上涨的趋势。与对比实验相比,高工资水平下养老机构的利润回升更快,到第380期时,利润就回到了第7期时的水平,这表明,在工资水平提高后,对养老机构的经营也是利好的。

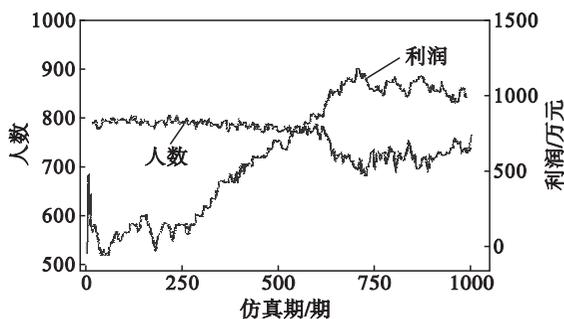


图5 工资水平对养老机构入住人数和利润的影响

Fig. 5 Changes of nursing home population and profits influenced by the wage level

另外,经仿真检验,对父母关爱水平、对下一代关爱水平及对下一代资金投入等因素对养老机构入住人数及养老机构的利润影响不大。

## 4 结 论

1) 就业率和工资水平对社会化养老的形成有显著影响。

2) 政府补贴对社会化养老有效需求产生的影响不显著,而对服务供给产生较大影响。

3) 老年人的财富水平、对父母的关爱水平、对下一代资金投入和对下一代关爱水平对社会化养老的形成影响不显著。

### 参考文献：

[ 1 ] 付诚,王一. 政府与市场的双向增权——社会化养老服务的合作逻辑[ J ]. 吉林大学社会科学学报, 2010( 5 ): 24 - 29.  
( Fu Cheng, Wang Yi. The two-way increases the power of the government and the market logic—social endowment service cooperation [ J ]. *Jilin University Journal Social Sciences Edition* 2010( 5 ) 24 - 29. )

[ 2 ] Hanaoka C, Norton E C. Informal and formal care for elderly persons how adult children's characteristics affect the use of formal care in Japan[ J ]. *Social Science & Medicine*, 2008, 67( 6 ): 1002 - 1008.

[ 3 ] Jacobs J C, Lilly M B, Ng C, et al. The fiscal impact of informal caregiving to home care recipients in Canada: how the intensity of care influences costs and benefits to government[ J ]. *Social Science & Medicine*, 2013, 81( 3 ): 102 - 110.

[ 4 ] Rodríguez M. Use of informal and formal care among community dwelling dependent elderly in Spain [ J ]. *The European Journal of Public Health*, 2014, 24( 4 ): 668 - 673.

[ 5 ] Tokunaga M, Hashimoto H. Factors affecting the entry of for profit providers into a price regulated market for formal long-term care services: a case study from Japan. [ J ]. *Social Science & Medicine* 2013, 76( 1 ): 143 - 149.

[ 6 ] 王洪娜. 山东农村老人入住社会养老机构的意愿与需求分析[ J ]. 东岳论丛, 2011, 32( 9 ): 169 - 173.  
( Wang Hong-na. Analysis of the willingness and demand to social pension institution of Shandong elderly in rural areas [ J ]. *Dong Yue Tribune*, 2011, 32( 9 ): 169 - 173. )

[ 7 ] Chiang C Y, Hsu S J, Chan C T. A resident's behavior simulation model for nursing home healthcare services[ J ]. *Biomedical Materials and Engineering*, 2014, 24( 1 ): 69 - 75.

[ 8 ] Murata T, Morimoto G, Tokura S. Survey-based hospital closure estimation using agent-based simulation[ J ]. *IEEE*, 2011, 10( 1 ): 233 - 238.

[ 9 ] Gray L C, Broe G A, Duckett S J, et al. Developing a policy simulator at the acute-aged care interface[ J ]. *Australian Health Review* 2006, 30( 4 ): 450 - 457.

[ 10 ] 姚远. 从宏观角度认识我国政府对居家养老方式的选择[ J ]. 人口研究, 2008( 3 ): 18 - 24.  
( Yao Yuan. A macro perspective on China's choice in oldage support at home[ J ]. *Population Research*, 2008( 3 ): 18 - 24. )

[ 11 ] 徐安琪. 孩子的经济成本: 转型期的结构变化和优化[ J ]. 青年研究, 2004( 12 ): 1 - 8.  
( Xu An-qi. The economic costs of the child: the structural changes in the transformation and optimization[ J ]. *Youth Studies* 2004( 12 ): 1 - 8. )

[ 12 ] 谢红, 王敏, 尚小梅, 等. 北京市护理院收费方案和标准的探索性研究[ J ]. 中国护理管理, 2011( 6 ): 12 - 15.  
( Xie Hong, Wang Min, Shang Xiao-mei, et al. The exploratory research on nursing home charging scheme and standard of Beijing[ J ]. *Chinese Nursing Management* 2011( 6 ): 12 - 15. )