

## 昆明市城镇职工医疗保险微观模拟模型的构建

李玲<sup>1</sup>, 贾建海<sup>2</sup>, 熊林平<sup>1\*</sup>, 龚明星<sup>2</sup>, 马修强<sup>1</sup>, 胡克坚<sup>2</sup>, 孟虹<sup>1</sup>

(1. 第二军医大学卫生勤务学系卫生统计学教研室, 上海 200433; 2. 昆明市劳动和社会保障局, 昆明 650000)

**[摘要]** **目的:**探讨微观分析模拟模型在昆明市医疗保险基金趋势预测中的应用。**方法:**以 SAS8.2 为平台, 利用计算机仿真技术和 ARENA 仿真软件, 构建昆明市城镇职工医疗保险微观分析模拟模型。**结果:**昆明市城镇职工医疗保险微观分析模拟模型构建分为 4 个步骤: (1) 明确模拟目标; (2) 构造微观数据文件; (3) 模型系统设计与编程; (4) 程序运行与结果预测。系统主要由状态子模型、行为子模型、政策子模型构成。**结论:**本模型是一个基本符合昆明近期参保职工类别分布的模型, 模拟结果可以反映出近期医保政策执行的效果。

**[关键词]** 微观分析模拟模型; 医疗保险; 统筹基金; 预测

**[中图分类号]** R 195.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2006)09-0987-05

### Construction of microsimulation model of urban employees' medical insurance in Kunming city

LI Ling<sup>1</sup>, JIA Jian-hai<sup>2</sup>, XIONG Lin-ping<sup>1\*</sup>, GONG Ming-xing<sup>2</sup>, MA Xiu-qiang<sup>1</sup>, HU Ke-jian<sup>2</sup>, MENG Hong<sup>1</sup> (1. Department of Health Statistics, Faculty of Health Services, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China; 2. Bureau of Labor and Social Security of Kunming, Kunming 650000)

**[ABSTRACT]** **Objective:** To discuss the application of microsimulation model in forecasting the change of medical insurance risk-pooling fund in Kunming city. **Methods:** Taking the SAS8.2 software as the platform, we constructed a microsimulation model for urban employees' medical insurance in Kunming city using computer simulation technology and ARENA simulation software. **Results:** The construction process included 4 steps: (1) to confirm the simulation object; (2) to construct the micro data file; (3) to design the system and to program; (4) to run the program and forecast the result. The system mainly consisted population status module, action module and policy module. **Conclusion:** The present model complies with the latest type distribution of employees in Kunming, and its simulation result can reflect the effectiveness of medical insurance policy in recent years.

**[KEY WORDS]** microanalysis simulation model; medical insurance; risk-pooling fund; forecast

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2006, 27(9): 987-991]

城镇职工基本医疗保险是一项覆盖面很广的社会保障事业, 在借鉴国际上“储蓄医疗保险”和“社会医疗保险”模式的基础上, 我国城镇职工医疗保险主要采用了“个人帐户与社会统筹基金相结合”的医疗保险模式。医疗保险基金能否收支平衡是医疗保险可持续性发展的基础, 是医疗保险管理部门关注的焦点问题之一。昆明市职工基本医疗保险自 2001 年 4 月正式启动, 2004 年参保职工达到 70 余万人, 基本统筹基金面临着基金风险问题, 这引起了当地医疗保险管理部门的高度关注。本研究通过构建昆明市城镇职工医疗保险微观分析模拟模型 (microanalysis simulation model) 来预测未来 5 年昆明市统筹基金收支情况。

### 1 资料

课题资料来源于昆明市医疗保险中心提供的 2002~2004 年昆明市基本医疗保险参保职工的个人基本情况资料、参保职工人事变动信息、医疗保险

基金缴费信息与医疗消费信息。

### 2 方法

本研究采用微观分析模拟模型 (即微观分析仿真模型) 来实现未来 5 年昆明市统筹基金收支情况的预测。微观分析模拟模型是一种政策分析模型, 以个人或家庭等微观单位作为描述和模拟对象, 用计算机模型来模拟现实社会的经济政策实施过程及结果。它作为一种政策分析的工具, 在各国卫生经济政策的制订、卫生资源区域规划、分析政策实施的宏观效果方面起着重要作用<sup>[1,2]</sup>。

**[基金项目]** 昆明市协作课题, Supported by Cooperation Subject of Kunming City.

**[作者简介]** 李玲, 硕士, 助理研究员。

E-mail: liling\_cyx@hotmail.com

\* Corresponding author. E-mail: xiongliping@yahoo.com.cn

昆明市城镇职工医疗保险微观模拟模型是根据昆明市现行的城镇职工医疗保险政策具体条款建立,以昆明市参保职工为模拟分析的微观单位,来模拟预测昆明市城镇职工医疗保险改革方案的实施效果。模型构建分为以下4个步骤<sup>[3,4]</sup>。

2.1 明确模型构建目标 模型模拟的目标旨在预测按现行的基本医疗保险政策运行,昆明市2005~2009年医保统筹基金收支情况及患者个人支付医疗费用占年收入的比例。统筹基金余额和患者年支付比例是本模型的两个主要模拟目标。统筹基金余额=统筹基金收缴金额-统筹基金支付金额;患者年支付比例=(患者发生的费用总额-统筹基金支付金额)/患者个人年收入。

2.2 构造微观数据文件 微观数据文件是活动实体即微观单位与相应政策行为有关的特征数据,这些数据是描述微观单位与政策行为有关的特征值,这里包括微观单位本身的属性特征,医保职工的个人属性有年龄、收入等,还包括社会经济信息对微观单位有影响的特征变量,如个人缴纳费用;或是微观单位行为的特征量,如就诊类别、就诊医院等级;这种特征量称为运行特征量。所有微观单位的全部特征量(属性和运行特征)组成的一个数据表格或数据库称为微观数据文件。

构造微观数据文件主要有两部分工作。一是确定微观单位的特征变量,二是给状态特征量、中间特征量赋值,这是微观数据文件初始的输入数据。

2.2.1 微观单位的状态特征量 (1) 参保职工个人属性特征量:包括性别(男=1,女=2)、年龄( $\leq 34$

岁在职=1;35~49岁在职=2;50~69岁在职=3; $< 70$ 岁退休=4; $\geq 70$ 岁在职或退休=5)、上年工资收入、参保状态(新参保=11;退保=21)。(2) 参保职工个人医疗行为运行特征量:包括医院等级(一级医院=01;二级医院=02;三级医院=03)、就诊类别(普通门诊=11;住院=31;特种病门诊=13;门诊抢救=16;门诊特检=17;慢性病门诊=18)。

2.2.2 抽样构成微观数据文件主体 我们所要模拟的微观单元数量十分庞大,而且每个微观单元的特征属性又很多,因而在描述这些微观单元的状态,并把它们从一个状态模拟转换成另一个状态时,需要处理的数据量非常大。在实际处理问题时,采取从总体中随机抽样,对样本进行模拟。

首先对2004年参保职工原始数据进行抽样,以构成数据文件的主体<sup>[5]</sup>。然后确定模型需要的中间特征量,并计算这些中间特征量数值,完成进行状态模拟的初始数据文件。初始微观数据文件是采用抽样技术对总体进行抽样,先对2004年昆明市参保职工原始数据进行抽样。考虑到参保职工性别、年龄及工资收入对医疗消费行为的影响,抽样时采取了分层随机抽样的方法,各层都以相同的抽样比(10%)抽取样本。各层抽样均采用完全随机抽样的方法,由SAS统计软件给每个职工对应的记录赋予一个 $[0,1]$ 区间的均匀随机数,按照蒙特卡洛方法,凡随机数小于抽样比的记录被抽中,共72 212人。抽样样本性别频数偏差在千分之一以下,代表性较好。抽样样本年龄和工资偏差很小,基本与总体一致;表1可见,抽样效果是比较理想的。

表1 抽样样本年龄的代表性

Tab 1 Age consistency between population and sample

( $\bar{x} \pm s, t/a$ )

Item	<35 years(S)	35-49 years(S)	50-69 years(S)	<70 years(R)	$\geq 70$ years(S & R)
Population	28.5 $\pm$ 3.84	41.8 $\pm$ 4.31	53.5 $\pm$ 2.85	60.4 $\pm$ 6.67	77.1 $\pm$ 4.73
Sample	28.5 $\pm$ 3.85	41.9 $\pm$ 4.30	53.5 $\pm$ 2.85	60.4 $\pm$ 6.66	77.0 $\pm$ 4.70

S: Employee; R: Retiree

### 2.3 模型系统设计与编程

2.3.1 参保职工状态模型的构造 在模拟过程中,如果微观单位的属性在一定的时间间隔中会发生变化,就要构造一个状态模型来表述这种变化。状态模型构造的主要工作是将模块中各个关系部件按一定的关系和流程组成有关的事件模块。比如职工参保过程的状态模拟就有死亡、工作调离、续保、新参保、工资增减等事件变化。

状态模型模拟的时间单位为年,每1年改变1个状态。由3个模块组成<sup>[6]</sup>。一个是退保模块(包括死亡和由于其他原因退保的职工),一个是新参保模块,一个是收入模块。状态模型模块参数通过2004年事件发生的经验概率分布得到。

2.3.1.1 退保模块 由于昆明医保数据中死亡和由于其他原因退保的职工均由同一代码表示,因此在本次模拟中均以退保来表示,其模块流程见图1。

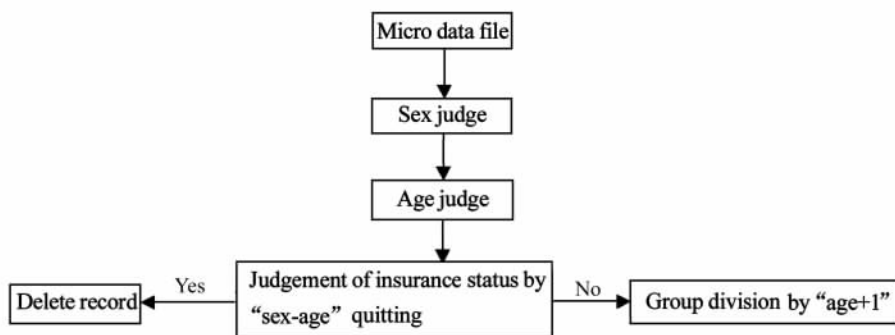


图1 退保模块流程图

Fig 1 Flow chart of employees quitting medical insurance

分析2004年参保职工各年龄段男女职工退保情况,得到性别-年龄段退保概率(表2)。

表2 性别-年龄段退保概率(%)

Tab 2 Medical insurance quitting probability of employees of different sexes and ages

Sex	Employees in active service			Retirees
	≤34 years	35-49 years	50-69 years	
Male	0.87	0.33	0.22	0.22
Female	0.47	0.18	0.12	0.18

微观分析模拟模型有两种模拟方式<sup>[3,7]</sup>:一种是确定的模拟方式,就是按实际确定的规则进行模拟;另一种是随机的模拟方式,模拟对象的特征变量要根据相应的概率分布而改变其值,随机模拟方式是运用蒙特卡洛方法实现的。

蒙特卡洛方法是一种试验的方法,它利用随机数进行统计试验,以求得统计特征值,做为待解问题的解。用计算机进行模拟时,首先对研究对象产生[0,1]区间的均匀随机数,凡随机数小于等于某一事件发生的概率,则判断该事件发生。以≤34岁组段男职工为例说明判断某名参保职工是否发生退保的

过程。模拟时,首先赋予每个参保职工一个[0,1]区间的均匀随机数,按照随机赋值的方法,凡随机数≤0.0087则判断其退保,删除记录;否则将继续参保,进入下个模块。以同样的方法,给其他类别职工工资赋值。

2.3.1.2 新参保模块 新增参保职工受就业率及医保政策影响极大。本次模拟新参保职工保持2004年新增参保职工结构进行模拟。对93209名新增参保职工进行10%分层抽样,得到的9320名新参保职工作为每年新参保职工进行模拟。

2.3.1.3 收入模块 参保职工以上年工资水平作为医疗保险基金缴纳的基数,是非常重要的一个特征量。以35岁以下职工为例说明参保职工工资产生过程。模拟时,首先赋予每个参保职工一个[0,1]区间的均匀随机数,按照随机赋值的方法,凡随机数≤0.5467,工资增长19%;凡0.5467<随机数≤0.6166,工资下降19%;凡随机数>0.6166,工资不变。以同样的方法,给其他类别职工工资赋值。

表3为2003~2004年不同类别职工的年工资变动概率。

表3 2003~2004年不同类别职工的年工资变动

Tab 3 Wage alterations of different types of employees in 2003-2004

Types	Wage rise		Wage fall		Unchanged probability
	Probability	Rising rate	Probability	Falling rate	
≤34 years(S)	54.67	19	6.99	19	38.34
35-49 years(S)	57.45	19	6.92	15	35.62
≥50 years(S)	51.05	19	8.99	15	39.96
Retirees	23.47	9	5.25	14	71.27

S: Employee

2.3.2 行为模型 统筹基金支付一定比例费用的

就诊类型为住院、特种病门诊、门诊抢救、门诊特检、

慢性病门诊;由于住院和慢性病门诊占其总费用的95%以上,本模型构建主要模拟患者这两类就医行为及患者发生的费用,构建了住院模块和慢性病门诊模块。

2.3.2.1 住院模块 住院模块的主要任务是模拟参保职工的住院医疗消费行为过程。

以年为最小模拟时间单位,其流程见图2。

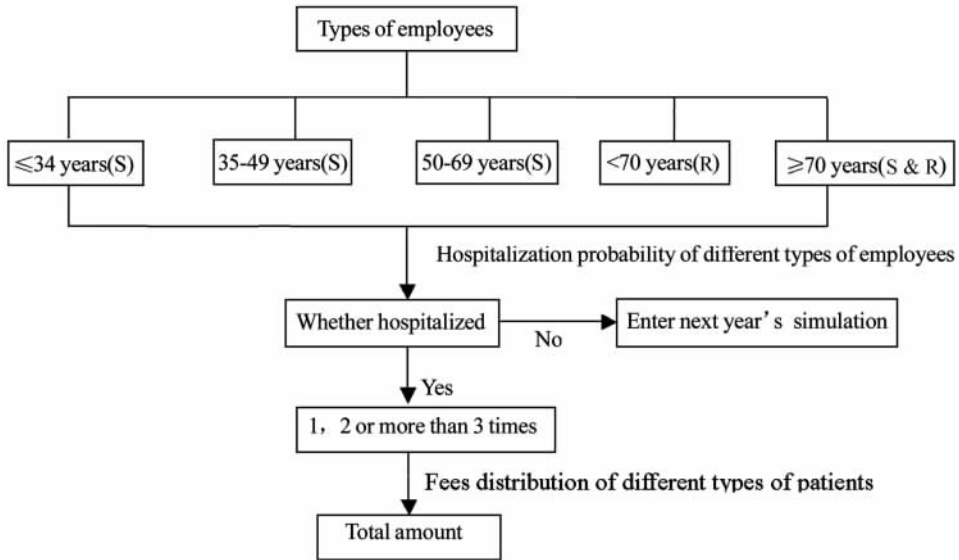


图2 住院模块流程图

Fig 2 Flow chart of inpatients module

S: Employee; R: Retiree

住院模块参数设置:根据昆明医保政策,参保人在1年内发生1、2、3次住院费用起付标准有区别,超过3次均不再支付起付标准。因此在模拟中,根据2004年医疗消费数据构建发生住院次数的概率分布(略)。

费用概率分布是本模型建立的主要难点。在以前的研究中,往往假定费用服从均匀分布,再取各组段费用均值来预测患者在未来某年发生的医疗费

用。这种假设分布与实际情况不相吻合,本研究对费用拟合方法进行了探索。根据2004年患者发生的住院医疗费用发现,患者发生的年医疗费用分布区间广(10, 1000000元),离散程度大,总体难以拟合某种理论分布。故本研究对医疗费用取对数(0, 6)后用仿真软件ARENA进行反复分段拟合,表4为住院费用拟合结果,图3反映了最后一个费用组段的拟合结果,P值大于0.05,拟合效果较好。

表4 患者年住院费用总额对数值概率分布

Tab 4 Logarithmic probability distribution of inpatients' fees

Item	0-	3-	3, 6-	4-	4, 6-	4, 8-6
Probability by subsection	0.003 9	0.212 3	0.464 5	0.260 3	0.036 5	0.022 4
Accumulation probability	0.003 9	0.216 2	0.680 7	0.941 0	0.977 6	1.000 0
Simulation distribution	beta	beta	beta	Uniform	beta	beta

费用预测过程:以(4.8~6)段为例。先对每名参保职工生成(0~1)之间的均匀随机数。随机数大于0.9776的记录被抽中,再对这些记录根据图3的beta分布参数(0.768, 5.65)生成随机数<sup>[8]</sup>,代入beta分布的表达式,则得到每名参保职工的费用预测值。

2.3.2.2 慢性病就诊模块 慢性病模块的主要任

务是模拟参保职工的慢性病医疗消费行为过程。慢性病费用占总费用的10%左右。根据2004年慢性病就诊数据,可得到各类别职工慢性病就诊概率和费用分布拟合。拟合结果显示费用在0~、2300~、2900~5500各组段分别服从beta分布、均匀分布及指数分布。

2.3.3 参保职工行为模型的构造 政策模型主要

体现在经济政策法规的具体条款和具体的实施过程,它们形成了这些政策的经济行为;在本模型中,根据昆明医保政策,什么条件下个人缴纳多少费用;职工单位缴纳多少费用;按多少比例划入个人账户和统筹基金等,它们构成了政策模拟模型的内容。如在职工住院医疗费自付比例在一、二、三级医院分别为9%、12%和15%<sup>[9]</sup>。

2.4 程序运行与结果预测 以SASA8.2为平台进行编程,完成模块的构建并实现随机模拟。从而利用政策行为模型和状态模型,对微观数据文件中的每一名参保职工进行扫描考查,根据模型参数进行随机模拟,得到输出的运行特征值,即每名参保职工在医保政策下的响应(模拟变量值)。将每名参保职工的政策响应汇总综合,就可以估计推断出现行医保政策实施的宏观效果。

值得注意的是,昆明医疗保险微观模拟模型是在以下假设条件下进行的:(1)在模拟5年期间医保基金筹集和支付政策没有变化;(2)模拟期间,新参保职工的性别、年龄分布仍保持2004年的分布。

因此,本模型是一个基本符合昆明近期参保职工类别分布的模型,模型运行结果可以反映出近期医保政策执行的效果及将要出现的问题;并可以通过政策参数的调整来比较不同政策的实施效果,给决策部门提供有力的依据。

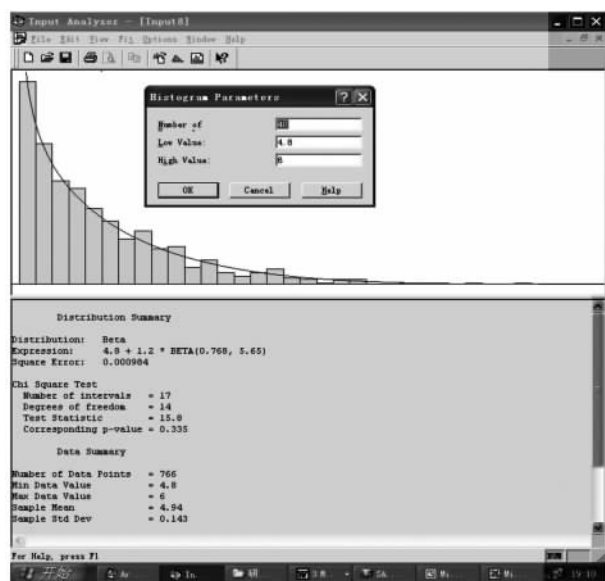


图3 年住院费用总额(4.8~6)段拟合结果

Fig 3 Simulated results of subsection fee logarithmic distribution (4.8-6) of inpatients annual expenditure

### 3 讨论

社会医疗保险经济运行过程中受控因素很多,并且很大程度上受到人为因素的影响,这就决定了其经济运行的复杂性,仅仅通过数学模型进行描述是不够的,必须借助于计算机仿真技术来构造模拟模型,从而再现社会医疗保险系统的主要特征<sup>[10,11]</sup>。微观分析模拟模型在社会经济系统的建模和解释方面具有独到的优势,它以“相对简单的微观个体活动可以突现出宏观层面的复杂行为”的角度理解社会和经济过程,在模拟过程中,可以把不同设计方案加在同一个微观数据文件上,得到不同的实施结果,便于人们分析和比较不同方案的好坏或者把政策中多个条款、多个变量和决策参数同时纳入模型,让它们同时发生变化,最后得出理想的结果。但从微观模型的开发和应用看,该模型也有一定局限性。其对数据质量要求较高,对计算机容量要求较大,模型中要引入许多行为假定。

### [参考文献]

- [1] 李善同,高嘉陵. 微观分析模拟模型及其应用[M]. 北京:机械工业出版社,1999:44-59.
- [2] Kozub D. Microsimulation model of national economy MS-MNE-02[EB/OL]. <http://dankozub.com/simulation>. [2006-06-20]
- [3] 李一平,熊林平,吴雁鸣,等. 镇江市医疗保险微观模拟政策模型的设计和建立[J]. 中国卫生经济,2005,24(2):33-34.
- [4] 熊林平,张罗漫,张美进,等. 军队医院医疗消费改革中的微观模拟模型应用研究[J]. 中国医院统计,2000,7:72-74.
- [5] 马修强,郑伟一,熊林平,等. 镇江市医疗保险微观模拟数据文件的构造[J]. 中国卫生经济,2005,24(3):30-32.
- [6] 马修强,熊林平,李一平,等. 镇江市医疗保险微观模拟模型中的事件模块[J]. 中国卫生经济,2005,24(3):28-29.
- [7] 卢燕,舒传模. 蒙特卡洛法在导弹末制导雷达对目标的位置捕获概率估计中的应用[J]. 战术导弹技术,2005(1):55-58.
- [8] 高惠璇. SAS系统 Base SAS 软件使用手册[M]. 北京:中国统计出版社,2001:74-78.
- [9] 昆明医疗保险协会. 参保人员必备手册[M]. 昆明:云南民族出版社,2004:1-4.
- [10] 张世伟,李学,樊立庄. 养老保险政策的微观模拟[J]. 吉林大学社会科学学报,2005,45:79-84.
- [11] 张世伟,邓创. 微观模拟模型与宏观经济分析[J]. 东北亚论坛,2003(3):1-6.

[收稿日期] 2006-07-03

[修回日期] 2006-07-10

[本文编辑] 尹茶