个人缴费标准与居民医保参保率
——基于多期随机优化模型的理论分析和实证研究

贾宗穆　江振龙　徐达实

目录

附录 I　利用线性遗产函数求解公式推导

给定居民消费c_{t+j}和参保决策X_{t+j}，

$$\begin{aligned}\Delta U_{Z,t+j} &= \ln\left(c_{t+j}\right)\left(d_{max}+n-\max\left\{d_{t+j}-k,1\right\}\right)-\ln\left(c_{t+j}\right)\left(d_{max}+n-d_{t+j}\right)\\ &= \ln\left(c_{t+j}\right)\left(d_{t+j}-\max\left\{d_{t+j}-k,1\right\}\right),\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta J_{Z,t+j} &= \left\{\begin{matrix}\rho\left[a_{t-1+j}-c_{t+j}-f_{t+j}X_{t+j}-\left(1-\tau X_{t+j}\right)m_{t+j}\right](1+r)\\ +\rho H_{t+1+j}\left(n-\max\left\{d_{t+j}-k,1\right\},\max\left\{d_{t+j}-k,1\right\}\right)\end{matrix}\right\}\\ &\quad-\left\{\begin{matrix}\rho\left(a_{t-1+j}-c_{t+j}-f_{t+j}X_{t+j}\right)(1+r)\\ +\rho H_{t+1+j}\left(n-d_{t+j},d_{t+j}\right)\end{matrix}\right\}\\ &= \rho\left\{\begin{matrix}H_{t+1+j}\left(n-\max\left\{d_{t+j}-k,1\right\},\max\left\{d_{t+j}-k,1\right\}\right)\\ -H_{t+1+j}\left(n-d_{t+j},d_{t+j}\right)\\ -\left(1-\tau X_{t+j}\right)m_{t+j}(1+r)\end{matrix}\right\},\end{aligned}$$

故可得到正文公式(10)，

$$\begin{aligned}MRZ_{t+j} &= \Delta U_{Z,t+j}+\beta\Delta J_{Z,t+j}\\ &= \ln\left(c_{t+j}\right)\left(d_{t+j}-\max\left\{d_{t+j}-k,1\right\}\right)\\ &\quad+\beta\rho\left\{\begin{matrix}H_{t+1+j}\left(n-\max\left\{d_{t+j}-k,1\right\},\max\left\{d_{t+j}-k,1\right\}\right)\\ -H_{t+1+j}\left(n-d_{t+j},d_{t+j}\right)\\ -\left(1-\tau X_{t+j}\right)m_{t+j}(1+r)\end{matrix}\right\}.\end{aligned}$$

给定居民参保决策X_{t+j}，居民的最优消费满足，

$$\sum_{d=l}^{d_{max}}P(d)\cdot\frac{1}{c_{t+j}}\left(d_{max}+n-\max\left\{d-kZ_{t+j}(d),1\right\}\right)=\rho,$$

其中$P(d)=p^{1\{d<d_{max}\}}q^{d-l}$，是疾病为$d$的概率。故居民的最优消费为，

$$\begin{aligned}c_{t+j}^{*}\left(X_{t+j}\right) &= \frac{1}{\rho}\left(d_{max}+n-\sum_{d=l}^{d_{max}}P(d)\cdot\max\left\{d-kZ_{t+j}(d),1\right\}\right)\\ &= \frac{1}{\rho}\left(d_{max}+n-\sum_{d=l}^{d_{max}}P(d)\cdot d+\sum_{d\in D_{t+j}}P(d)\cdot[d-\max\{d-k,1\}]\right)\\ &= \frac{1}{\rho}\left(d_{max}+n+1-l-\frac{1-q^{d_{max}}}{p}+\sum_{d\in D_{t+j}}P(d)\cdot[d-\max\{d-k,1\}]\right),\end{aligned}$$

即为正文公式(11)。

令MRZ_{1t+j}为第$t+j$期参保情况下治疗疾病的收益，则

$$\begin{aligned}MRZ_{1t+j}(d) &= \ln\left(c_{t+j}^{*}(1)\right)(d-\max\{d-k,1\})\\ &\quad+\beta\rho\left\{\begin{matrix}H_{t+1+j}(n-\max\{d-k,1\},\max\{d-k,1\})\\ -H_{t+1+j}(n-d,d)\\ -(1-\tau)m_{t+j}(1+r)\end{matrix}\right\}.\end{aligned}$$

现在计算居民参保的收益，其中

$$\begin{aligned}\Delta U_{X,t+j} &= \ln\left(c_{t+j}^{*}(1)\right)\left(d_{max}+n-\max\left\{d_{t+j}-kZ_{1t}\left(d_{t+j}\right),1\right\}\right) \\ &\quad -\ln\left(c_{t+j}^{*}(0)\right)\left(d_{max}+n-\max\left\{d_{t+j}-kZ_{0t}\left(d_{t+j}\right),1\right\}\right) \\ &= \ln\left(\frac{c_{t+j}^{*}(1)}{c_{t+j}^{*}(0)}\right)\left(d_{max}+n-\max\left\{d_{t+j}-kZ_{0t}\left(d_{t+j}\right),1\right\}\right) \\ &\quad +\ln\left(c_{t+j}^{*}(1)\right)\left(\max\left\{d_{t+j}-kZ_{0t}\left(d_{t+j}\right),1\right\}-\max\left\{d_{t+j}-kZ_{1t}\left(d_{t+j}\right),1\right\}\right),\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta J_{X,t+j} &= \left\{\begin{matrix}\rho\left[a_{t-1+j}-c_{t+j}^{*}(1)-f_{t+j}-(1-\tau)Z_{1t+j}\left(d_{t+j}\right)m_{t+j}\right](1+r) \\ +\rho H_{t+1+j}\left(n-\max\left\{d_{t+j}-kZ_{1t+j}\left(d_{t+j}\right),1\right\},\max\left\{d_{t+j}-kZ_{1t+j}\left(d_{t+j}\right),1\right\}\right)\end{matrix}\right\} \\ &\quad -\left\{\begin{matrix}\rho\left(a_{t-1+j}-c_{t+j}^{*}(0)-Z_{0t+j}\left(d_{t+j}\right)m_{t+j}\right)(1+r) \\ +\rho H_{t+1+j}\left(n-\max\left\{d_{t+j}-kZ_{0t+j}\left(d_{t+j}\right),1\right\},\max\left\{d_{t+j}-kZ_{0t+j}\left(d_{t+j}\right),1\right\}\right)\end{matrix}\right\} \\ &= \rho\left\{\begin{matrix}H_{t+1+j}\left(n-\max\left\{d_{t+j}-kZ_{1t+j}\left(d_{t+j}\right),1\right\},\max\left\{d_{t+j}-kZ_{1t+j}\left(d_{t+j}\right),1\right\}\right) \\ -H_{t+1+j}\left(n-\max\left\{d_{t+j}-kZ_{0t+j}\left(d_{t+j}\right),1\right\},\max\left\{d_{t+j}-kZ_{0t+j}\left(d_{t+j}\right),1\right\}\right) \\ +\tau Z_{1t+j}\left(d_{t+j}\right)m_{t+j}-\left[Z_{1t+j}\left(d_{t+j}\right)-Z_{0t+j}\left(d_{t+j}\right)\right]m_{t+j}(1+r)-f_{t+j}(1+r)\end{matrix}\right\}.\end{aligned}$$

当$Z_{1t}\left(d_{t+j}\right)=Z_{0t}\left(d_{t+j}\right)$时，

$$\Delta U_{X,t+j}=\ln\left(\frac{c_{t+j}^{*}(1)}{c_{t+j}^{*}(0)}\right)\left(d_{max}+n-\max\left\{d_{t+j}-kZ_{0t}\left(d_{t+j}\right),1\right\}\right),$$

$$\Delta J_{X,t+j}=\rho\left[\tau Z_{1t+j}\left(d_{t+j}\right)m_{t+j}-f_{t+j}\right](1+r).$$

而当$Z_{1t}\left(d_{t+j}\right)=1$，$Z_{0t}\left(d_{t+j}\right)=0$时，

$$\Delta U_{X,t+j}=\ln\left(\frac{c_{t+j}^{*}(1)}{c_{t+j}^{*}(0)}\right)\left(d_{max}+n-d_{t+j}\right)+\ln\left(c_{t+j}^{*}(1)\right)\left(d_{t+j}-\max\left\{d_{t+j}-k,1\right\}\right),$$

$$\Delta J_{X,t+j}=\rho\left\{\begin{matrix}H_{t+1+j}\left(n-\max\left\{d_{t+j}-k,1\right\},\max\left\{d_{t+j}-k,1\right\}\right) \\ -H_{t+1+j}\left(n-d_{t+j},d_{t+j}\right) \\ -(1-\tau)m_{t+j}(1+r)\end{matrix}\right\}-\rho f_{t+j}(1+r),$$

$$\begin{aligned}\Delta U_{X,t+j}+\beta\Delta J_{X,t+j} &= \ln\left(\frac{c_{t+j}^{*}(1)}{c_{t+j}^{*}(0)}\right)\left(d_{max}+n-d_{t+j}\right)+\ln\left(c_{t+j}^{*}(1)\right)\left(d_{t+j}-\max\left\{d_{t+j}-k,1\right\}\right) \\ &\quad +MRZ_{1t+j}\left(d_{t+j}\right)-\rho f_{t+j},\end{aligned}$$

故可得到正文公式(12)，

$$\begin{aligned}MRX_{t+j} &= \sum_{d=l}^{d_{max}}P(d)\cdot\left(\Delta U_{X,t+j}+\beta\Delta J_{X,t+j}\right) \\ &= \sum_{d=l}^{d_{max}}P(d)\cdot\ln\left(\frac{c_{t+j}^{*}(1)}{c_{t+j}^{*}(0)}\right)\left(d_{max}+n-\max\left\{d-kZ_{0t+j}(d),1\right\}\right) \\ &\quad +\sum_{d\in D_{1t+j}-D_{0t+j}}P(d)\cdot MRZ_{1t+j}(d)+\rho\left(\sum_{d\in D_{0t+j}}P(d)\cdot\tau m_{t+j}-f_{t+j}\right).\end{aligned}$$

附录II　参数设定及其合理性说明

（一）参数设定

参数	参数描述	参数值	设定依据
τ	居民医保报销比例	0.7	2019 年 CHFS 数据、2020 年 CFPS 数据；医保政策
α	医疗费用参数	1000/3	2019 年 CHFS 数据
γ	医疗费用参数	3	2019 年 CHFS 数据
k	当期能够完全治愈的疾病范围	3	经验常识、敏感性分析
d_{max}	最严重的疾病	10	经验常识、敏感性分析
μ_a	初始财富分布均值	12.2	2019 年 CHFS 数据
σ_a	初始财富分布标准差	0.486	2019 年 CHFS 数据
μ_{nt}	剩余寿命分布均值	$84.5-t$	2020 年第七次全国人口普查居民分年龄死亡率
σ_{nt}	剩余寿命分布标准差	$12-0.05(t-59)$	2020 年第七次全国人口普查居民分年龄死亡率
μ_q	患病概率分布均值	0.267 或 0.305	简单回归、2020 年 CHARLS 数据
σ_q	患病概率分布标准差	0.085 或 0.118	简单回归、2020 年 CHARLS 数据

（二）参数合理性说明

关于居民初始财富，利用 2019 年的 CHFS 数据，可得到人均净资产（=家庭净资产/家庭人数）的均值为 19.6 万元，90%分位数为 44.9 万元。由于人均净资产的对数更接近正态分布，为了避免极端值的影响，设定居民初始财富（即刚满 60 岁时的财富）的对数 $\ln a_0 \sim N(12.2,0.486)$。在该设定下，居民初始财富的均值为 19.9 万元，90%分位数为 44.2 万元。

表 II1　居民医保报销比例

2019 年 CHFS 数据	2.城镇居民基本医疗保险	3.新型农村合作医疗保险	4.城乡居民基本医疗保险
住院费用报销比例（%）	50.6	49.1	48.4
非住院医疗支出报销比例（%）	39.5	30.8	31.7
2020 年 CFPS 数据	3.城镇居民医疗保险（含一老一小保险）	5.新型农村合作医疗	6.城乡居民基本医疗保险
医疗总花费报销比例（%）	62.4	51.3	60.0

关于报销比例，利用 2019 年 CHFS 数据和 2020 年 CFPS 数据，可得到居民医保报销比例，**如表 II1 所示**。在第四部分的参数校准中，考虑到 2024 年居民医保政策范围内住院费

用报销比例为 70%左右（见 https://www.gov.cn/zhengce/202403/content_6941339.htm），再结合文献的数值，将报销比例τ设为 60%。在正文模拟 2（使用 2024 年数据进行参数校准）中，τ设为 70%.

表 II2　2020 年 CHARLS 中的各年龄段居民疾病更差人数占比

	56~59	60~64	65~69	70~74	75~79	80~84	85~89	90~94
占比（%）	26.6	27.8	26.7	28.4	26.1	28.4	25.3	32.4
观测数	3590	5915	6418	4202	2563	1289	454	108

关于患病概率在老龄人口中的动态变化，利用 2020 年的 CHARLS 数据①，可得到各年龄段居民疾病较上次更差的数量占比，**如表 II2 所示。**在第五部分的数值模拟中，模拟 1（未使用 2024 年数据）设定$q_t \sim N(0.267, 0.085^2)$；模拟 2（使用 2024 年数据）设定$q_t \sim N(0.305, 0.118^2)$，该设定使得居民总体的模拟参保率接近真实参保率。我们惊讶地发现，模拟 1 和模拟 2 的患病概率均值处于上表范围之内，而该设定并未利用 CHARLS 数据或 CHFS 数据进行校准，很大程度上说明本文数值模拟相关设定是合理的。鉴于各年龄段更差占比非常接近，且并非随年龄严格递增，故分年龄设置患病概率q_t的意义不大。

表 II3　各年龄段居民人均医疗支出　　单位：元

	60~64	65~69	70~74	75~79	80~84	85~89	90~94	95~99
真实均值	**11200**	**12470**	**12964**	**13211**	**13005**	**13263**	**14322**	**11068**
真实标准差	26056	24907	28174	27569	20134	24699	31437	12701
观测数	2838	3065	2328	1352	809	386	125	23
模拟均值	**10262**	**9808**	**9466**	**9503**	**10027**	**11264**	**12900**	**14794**
模拟标准差	49129	42837	36721	32772	30941	32002	34446	36330
模拟观测数	55295	57683	41761	29177	21124	12499	4588	1092

关于医疗支出，利用 2019 年的 CHFS 数据②，可得到总医疗支出（=住院医疗支出+非住院医疗支出）③大于 1000 的居民医保参保群体的平均值和标准差，**如表 II3 所示。**可见，总医疗支出（模拟 1）的模拟均值与实际均值非常接近，模拟标准差稍高于实际标准差，99.989%的居民的医疗费用都不超过 72.9 万元，与实际的最高医疗支出 60.2 万元（不限定居民医保的最高值为 70 万元）非常接近，表明本文对医疗支出参数α、γ的设定是合理的。若考虑医疗费用的价格管制，限定医疗费用一年最高为 72.9 万元，则模拟标准差将在 2.96~3.72 万元之间，与实际标准差更加接近。

关于居民消费，利用 2019 年的 CHFS 数据，可得到年人均消费（=家庭总消费/家庭人数）小于 10 万的居民医保老年参保群体的平均值，**如表 II4 所示。**可以看到，年人均消费（模拟 1）的模拟均值明显低于真实均值。但是，通过计算，我们发现，净资产超过 5 万元的居民医保老年参保群体的消费占比（=家庭总消费/家庭净资产）的均值为 0.265，意味着不到 4 年就会花光净资产，而本文设定居民活到 80 岁大致消费完 80%的初始财富。因此，

---

① 较 CHARLS 数据，2020 年 CFPS 数据各年龄段居民健康状况更差占比更高，其中 60~64 岁为 37.2%，65~89 岁为 43%左右，可信度相对较差，一方面健康状况不如疾病具体，老年人健康会随年龄而变差，另一方面观测数大约只有 CHARLS 数据的一半。

② 均值与标准差均与 2020 年 CFPS 数据的医疗总花费类似，但观测数是后者的 4 倍多。

③ 缺失数据视作 0，平均住院医疗支出明显高于平均总医疗支出，约为后者的 1.5 倍。

我们认为数据口径存在问题，本文参数设定下的人均消费大体处于合理范围。年人均消费的模拟均值随年龄下降，真实均值也大致呈下降趋势，尽管下降幅度不如模拟均值。

表 II4　各年龄段居民年人均消费　　**单位：元**

	60~64	65~69	70~74	75~79	80~84	85~89	90~94	95~99
真实均值	17492	16278	16088	16204	16814	16427	17621	14142
模拟均值	11825	10439	9123	7991	7069	6356	5783	5290

附录Ⅲ 参数敏感性分析

对本文结果可能会造成重要影响的参数包括：当期疾病最大治愈程度k、报销比例τ、遗产效用因子ρ、居民自愈（非健康居民期初健康状况随机改善 1）概率p_{sc}。

表III1 展示了这些参数不同取值下居民参保率的数值模拟结果（与正文模拟 1 比较）。可以看到，在其他参数设定下，调整患病概率q_t居民总体分布的均值μ_q与标准差σ_q后，模拟结果与正文模拟 1（未利用 2024 年数据进行参数校准）的结果类似，表明本文模型具有很强的数据拟合能力。μ_q与σ_q的调整越小，说明关于参数越稳健。在上表中，只有居民医保报销比例τ的不同取值对μ_q与σ_q的调整较大，τ越大，拟合数据所需的均值μ_q越小。换言之，若患病概率居民总体分布与正文模拟 1 相同，则τ越大参保率越高。值得注意的是，根据 2020 年的 CHARLS 数据，μ_q合理的取值范围为[0.253,0.324]。

表 III1 居民医保参保率参数敏感性分析

	模拟 1	$k=2$	$k=4$	$\tau=0.5$	$\tau=0.7$	$\rho=\frac{410}{0.6a_0}$	$\rho=\frac{410}{a_0}$	$p_{sc}=0.5$
居民分布	$\boldsymbol{\mu_q=0.267}$ $\boldsymbol{\sigma_q=0.085}$	$\mu_q=0.269$ $\sigma_q=0.085$	$\mu_q=0.267$ $\sigma_q=0.085$	$\mu_q=0.28$ $\sigma_q=0.08$	$\mu_q=0.245$ $\sigma_q=0.08$	$\mu_q=0.273$ $\sigma_q=0.085$	$\mu_q=0.265$ $\sigma_q=0.085$	$\mu_q=0.267$ $\sigma_q=0.085$
2020	**96.505**	96.580	96.521	96.767	96.541	96.294	96.576	96.511
2021	**95.203**	95.297	95.239	95.438	95.195	95.077	95.202	95.209
2022	**93.831**	93.863	93.881	93.769	93.952	93.859	93.831	93.822
2023	**92.643**	92.674	92.734	92.525	92.820	92.809	92.713	92.654
2024	**91.180**	91.175	91.278	91.193	91.556	91.470	91.309	91.170
2025	**90.277**	90.217	90.390	90.190	90.677	90.636	90.418	90.265
2026	**89.285**	89.207	89.403	88.931	89.662	89.712	89.458	89.271
2027	**87.843**	87.605	88.045	86.941	87.955	88.333	88.085	87.855

注：正文结果模拟 1（未利用 2024 年数据进行参数校准）为 100 次模拟的均值，其余模拟结果均为 10 次模拟的均值。

附录Ⅳ　附表及附图

表 A1　健康居民退保时的剩余寿命

患病概率q	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18
个人缴费	初始财富$a_0 = 10 \times 10^4$								
250	20	2	1	1	1	1	1	1	1
280	20	20	2	1	1	1	1	1	1
320	20	20	20	6	1	1	1	1	1
350	20	20	20	20	5	1	1	1	1
380	20	20	20	20	20	4	1	1	1
个人缴费	初始财富$a_0 = 30 \times 10^4$								
250	20	1	0	0	0	0	0	0	0
280	20	20	1	0	0	0	0	0	0
320	20	20	20	2	0	0	0	0	0
350	20	20	20	20	2	0	0	0	0
380	20	20	20	20	20	2	1	0	0
个人缴费	初始财富$a_0 = 100 \times 10^4$								
250	20	0	0	0	0	0	0	0	0
280	20	20	0	0	0	0	0	0	0
320	20	20	20	0	0	0	0	0	0
350	20	20	20	20	0	0	0	0	0
380	20	20	20	20	20	0	0	0	0

注：20 表示健康居民一直不参加居民医保。

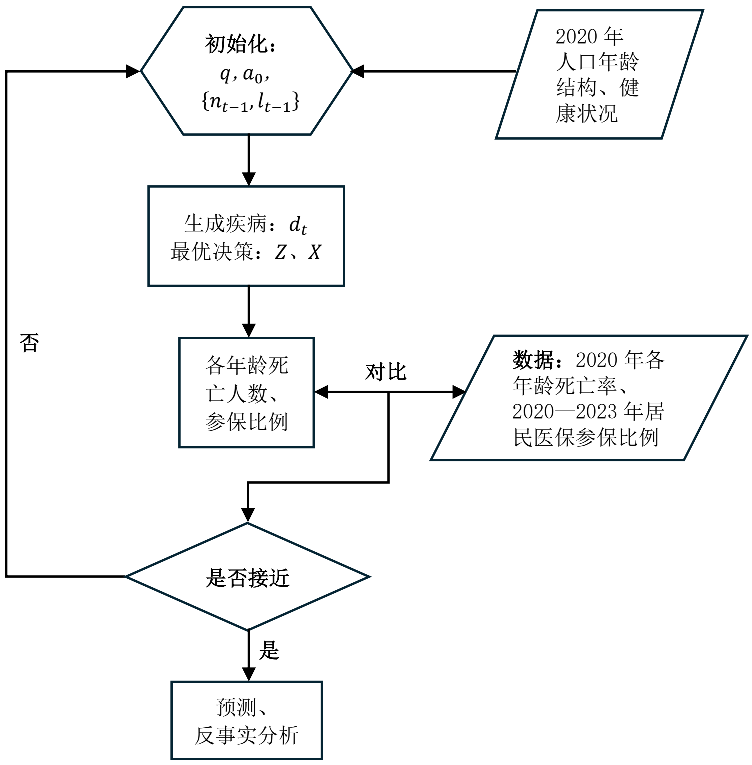

图 A1　居民整体参保情况模拟流程图

注：该附录是期刊所发表论文的组成部分，同样视为作者公开发表的内容。如研究中使用该附录中的内容，请务必在研究成果上注明附录下载出处。