

寿命有限条件下的理性成瘾行为分析^①

任庆忠, 张 荣*

(重庆大学经济与工商管理学院, 重庆 400030)

摘要: 在 Becker 与 Murphy 的“理性成瘾”理论基础上进行了拓展研究. 在假定成瘾者预期寿命有限的条件下, 构建了有限时域理性成瘾模型, 并运用最优控制理论获得了最优成瘾消费与成瘾资本的显式表达式. 研究表明, 预期寿命的延长, 理性成瘾者会相对降低对成瘾品的消费量; 成瘾品的消费量与成瘾者的风险偏好、耐心程度和成瘾资本衰减速率等因素有关; 成瘾消费具体表现为随年龄增长而单调上升或者先缓慢下降然后再快速上升这两种情形. 基于中国健康与营养调查(CHNS) 香烟与酒类消费数据, 实证分析了寿命有限约束下理性成瘾理论的合理性. 研究还表明, 在控制和戒除有害成瘾行为的过程中, 应该充分考虑成瘾者的个体特征以及成瘾物品本身特性所产生的潜在影响.

关键词: 理性成瘾; 成瘾消费; 有限寿命; 动态优化

中图分类号: C61; D01; I10; K32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2019)08-0046-13

0 引言

很多人都在使用着可能会引起上瘾的物品, 而这一行为可能导致十分严重的后果^[1]. 2012年世界卫生组织报告指出, 酒精、烟草两类成瘾物品每年分别造成全球约250万人和500万人死亡^[2]. 同年, 中国吸烟人数超过3亿, 其中男性吸烟率高达52.9%, 非吸烟者中暴露于二手烟的比例为72.4%. 全国18岁及以上成人的人均年酒精摄入量达到3升, 其中饮酒者中有害饮酒率为9.3%, 烟酒等成瘾性消费在中国非常普遍. 2015年6月, 国务院发布的《中国居民营养与慢性病状况报告》中指出, 吸烟、过量饮酒是导致中国人慢性病发生、发展的主要危险因素. 有害成瘾行为往往会对成瘾者造成身体和心灵的双重伤害. 除毒品与烟酒类成瘾品以外, 游戏、饮食、网购等成瘾行为也越来越受到社会的关注.

早期的经济学家把对成瘾品的消费视为非理

性行为, 认为其不符合建立在理性假定基础上的效用最大化模型. 1988年, 芝加哥大学诺贝尔经济学家 Becker 与 Murphy 在行为经济学的理论框架下, 研究了成瘾消费的动态行为特征, 指出成瘾消费是具有稳定偏好下的最优化行为^[3]. Becker 与 Grossman 后续又对该假设进行了完善和补充^[4], 这就是经济学界广为人知的“理性成瘾理论”: 消费者在发生成瘾性消费行为的时候是理性的, 而且随着时间的变化, 消费者在实现自身效用最大化的过程中始终保持前后一致, 即理性成瘾消费行为会一直延续. 此后, 研究学者对理性成瘾理论的正确性做了大量的理论与实证研究, 以检验理性成瘾理论的合理性. Chaloupka^[5] 利用美国第二次健康与营养调查数据对理性成瘾模型进行了实证分析, 发现吸烟是一种成瘾性消费行为, 并且吸烟者并不是缺乏远见之人, 高教育水平的成瘾者更具有远见, 其香烟消费水平相对较低. Becker 等^[6] 收集了1955年~1985年美国各

① 收稿日期: 2015-10-26; 修订日期: 2018-12-19.

基金项目: 国家社会科学基金资助项目(16BGL136).

通讯作者: 张 荣(1969—), 男, 重庆渝北人, 教授, 博士生导师. Email: zhangrong@cqu.edu.cn

州的香烟消费数据,其实证研究也支持理性成瘾理论的合理性. Bentzen 等^[7]收集了北欧四国丹麦、芬兰、挪威和瑞典 35 年的酒精消费数据,考察了过去和未来消费对当前消费的影响,实证结果验证了成瘾品所具有的强化效应以及理性成瘾理论的合理性. 除此之外, Teresa 等^[8]和 Grossman 等^[9]也认为酒精消费符合成瘾理论的预测. 在有关咖啡成瘾消费的研究中, Olekalns 等^[10]采用了美国农业经济研究服务部 1967 年~1992 年关于人均咖啡的消费数据,实证分析同样支持理性成瘾理论,并认为该理论为非法成瘾性物品消费和福利经济学的研究打开了一扇大门. Gruber 等^[11]将偏好的时间非连续性纳入理性成瘾模型中,实证分析表明,成瘾者在成瘾消费中具有理性人的决策思维,适度增加成瘾品消费税可以提高税收的有效性^[7]. Fenn 等^[12]基于对 50 个国家 37 年香烟消费面板数据的研究,指出 1979 年可能是成瘾消费由非理性阶段跨入理性阶段的时间节点^[8]. Marcus 等^[13]对狂欢作乐的酗酒也进行了实证研究,而 Landry^[14]最近分析了在不同的情境中暗示是如何产生性成瘾的. Yang 等^[15]则重点分析了不确定性对成瘾消费以及成瘾资本所产生的动态影响. 近年来,国内研究理性成瘾问题的文献还相对较少,在该领域主要集中于与理性成瘾相关的习惯形成及其影响的分析^[16-20].

在 Becker 等^[3]的理性成瘾理论研究框架中,符合成瘾物品特征的效用函数需要满足三个重要条件:退出效应,容忍效应与强化效应. 退出效应表示,成瘾者降低或者停止成瘾消费会感到非常难受. 容忍效应表示随着成瘾资本水平的增长,成瘾者只有对成瘾品的当前消费量不断增加,才能获得同以往相同的效用水平. 强化效应指成瘾资本的会增加会导致当前成瘾消费边际效用的增加,即成瘾资本水平越高,可能会使得成瘾消费越高,强化效应刻画了成瘾品的独特性. 注意到无论是理论模型还是实证分析,研究理性成瘾的论文许多是以无限寿命为假定而展开的,这估计是受 Becker 等^[3]文章的影响. 到目前为止,仅有为数不多的理论模型分析了时域有限的情况,比如, Laurence^[21]在形式上给出了有限时域理性习惯形成模型,但其侧重点是分析导致成瘾(addiction)

与厌腻(satiation) 的条件,并阐明了什么是有害成瘾与有益成瘾; Suranovic 等^[22]建立了有限时域香烟成瘾模型,该模型显式地给出了香烟消费的退出效应以及后期出现的副作用,分析了相关的成瘾消费行为以及不同的治疗途径; Gruber 等^[23]研究了在有限期限下离散形式的理性成瘾模型,分析了香烟税与时间不一致性(time-inconsistent), 给出了时域长度与其它因素的相对重要性; Clarke 等^[24]给出了有限时域的理性成瘾模型,但其重点分析了在 Becker 和 Murphy 模型中相关参数对最优解的影响,他们给出的模型虽然是有限时域的,但实际上研究的主要内容却是模型的稳态性质,因此实际上仍然关注的是无限时域问题; Kristian 等^[25]给出了一类有限时域适度成瘾问题,该模型在成瘾资本积累的动态方程中引入了最优心理水平,但其分析的仍然主要是稳态的性质,因而模型实际上主要考虑的仍然是无限时域问题.

从上述这些文献中可以看出,即使其理性成瘾模型采用了有限时域的形式,但它们的讨论重点多数也并不是分析有限时域的影响. 鉴于此,将重点讨论有限寿命这一因素对理性成瘾行为的影响. 考虑寿命有限的主要目的是让假定更接近于现实:在现实世界中,人的寿命总是有限的. 从理论上说,有限寿命与无限寿命在控制问题中分别对应于有限时域与无限时域问题,时域长度对结果的影响并不能一概而论,这还要结合效用函数以及状态方程等来共同决定. 但一般来说,有限时间问题可能会使得决策者在接近结束时点时产生短视行为^[26];而当有限时域很长时,最优行为要求在开始时尽快移动到无限时域中的最优路径,在接近终点时移动到期望的目标值,这即是所谓的大道定理(turnpike theorem). 当然,更加接近现实的假定应该引入寿命的概率分布,这是因为,虽然人的寿命都是有限的,但人却不知道寿命的结束时间. 这一假定在涉及投资与保险的研究中更为常见,该领域经典的论文可参见 Yaari^[27], 后来有众多的文献对此进行过研究. 其结论也不是一概而论的,它受目标函数、资产收益率的不确定性、收益率与寿命不确定性的相关性等因素的影响. 但对于 CRRA 效用函数,许多问题的结论

与寿命确定有限的情形基本一致. 综合上述原因, 同时也考虑数学上便于处理, 假定人的寿命是确定有限的基础上, 从理论上分析理性成瘾行为的特点及其决策含义.

本研究的主要工作和创新如下: 在假定成瘾者预期寿命有限的条件下, 结合幂函数形式的成瘾效用函数, 获得了最优成瘾消费与成瘾资本的显式表达式, 在此基础上研究了成瘾者的预期寿命、耐心程度、风险厌恶程度等因素对成瘾消费行为的动态影响, 同时基于中国健康与营养调查 (CHNS) 调查数据, 分析了寿命有限约束下理性成瘾理论的合理性. 本研究可为有效控制和戒除有害成瘾行为提供一定的理论支持.

1 模型描述

成瘾品的效用函数不同于一般商品的效用函数. 在 Becker 与 Murphy 的理性成瘾模型中, 成瘾者在 t 时刻的效用取决于对正常商品的消费 $z(t)$ 、成瘾品的消费 $c(t)$ 以及成瘾资本水平 $A(t)$ [3]. 其中, 成瘾资本 $A(t)$ 反映了成瘾者的成瘾程度. 对于成瘾消费, 效用函数 $u(A(t), c(t), z(t))$ 需要满足退出效应、容忍效应、强化效应三个假定条件, 分别由式 (1) ~ 式 (3) 给出.

退出效应:

$$u_c > 0, \mu_{cc} < 0 \tag{1}$$

容忍效应:

$$u_A < 0, \mu_{AA} < 0 \tag{2}$$

强化效应:

$$u_{cA} > 0 \tag{3}$$

从数学表达式来看, 退出效应表示同正常商品一样, 成瘾品仍然满足边际效用为正且递减. 容忍效应式 (2) 表示成瘾程度越高, 成瘾者效用越低, 并且成瘾程度边际效用递减. 容忍效应意味着, 随着成瘾程度的增强, 成瘾者只有通过不断增加对成瘾品的当前消费, 才能获得同以往相同的效用水平. 式 (3) 所示的强化效应是成瘾品最为显著的特征, 它表示随着成瘾资本水平的上升, 当前成瘾消费所带来的边际效用也就越高, 因此将刺激成瘾者增加当前成瘾消费, 这也强化了成瘾者对成瘾品的依赖. 在 Becker-Murphy 模型中,

如果理性成瘾者预期寿命为 T , 其选择消费策略 $c(t), z(t)$ 以最大化终身效用, 因此成瘾者面临的最优决策问题为式 (4) [3].

$$\begin{aligned} & \max_{c(t), z(t)} \int_0^T u(A(t), c(t), z(t)) \exp(-\rho t) dt \\ & \text{s. t. } \dot{A}(t) = c(t) - \delta A(t), A(0) = A_0 > 0 \tag{4} \\ & \int_0^T [z(t) + p_c(t) c(t)] \exp(-rt) dt \leq R_0 \end{aligned}$$

其中 $A_0 > 0$ 为初始的成瘾资本, T 为成瘾者的预期寿命. 模型假设正常品的价格为 1, 成瘾品价格为 $p_c(t)$, 理性成瘾者的累计消费支出不高于终生收入的贴现值 R_0 . $\rho > 0$ 是成瘾者的时间贴现率, 其越大说明成瘾者越看重当前的成瘾消费, 越没有耐心等待未来消费; $\delta > 0$ 是成瘾资本自然衰减系数, 它可能与成瘾品以及成瘾者的个人特征有关. 如果成瘾者放弃或者降低成瘾消费, 成瘾程度可能会随时间衰减.

浦科学等 [28] 综述了理性成瘾的相关文献, 发现成瘾品效用函数主要有三种不同形式, 分别为二次函数效用函数、对数效用函数、世代交替形式的效用函数. 为了使得效用函数满足成瘾消费的三个特征, 效用函数必须附加许多限制条件, 这在很大程度上增加了模型分析的难度 [13]. 二次函数效用函数是由 Becker 和 Murphy 于 1998 年提出来的, 在增加了相关的约束条件后, 很难求出最优成瘾消费路径 [3]. 按照理性成瘾的理论框架, Fe-na [12] 提出了世代交替形式的 CRRA 效用函数, Gavrilina 等 [29] 提出了对数效用函数, 虽然这两种模型在某种程度上减少了约束条件, 相对简化了分析难度, 但最终也无法求出成瘾最优消费和成瘾资本的显式解.

基于成瘾消费效用函数的三个特征, 使用下面 (5) 式所示的幂函数形式的效用函数, 在有限时域条件下研究理性成瘾行为. Yang 等 [15] 详细地分析了该幂函数效用函数的相关性质. 在 $\beta \geq \alpha + 1, \alpha > 0$ 的条件下, 容易验证幂函数形式的效用函数符合成瘾消费效用函数的三个基本特征, 同时满足关于 $A(t)$ 与 $c(t)$ 的联合凹性.

$$u(A(t), c(t)) = -\frac{A(t)^\beta}{c(t)^\alpha}, \beta \geq \alpha + 1, \alpha > 0 \tag{5}$$

其中 β 反映效用函数对成瘾资本 $A(t)$ 的弹性,

$-\alpha$ 表示效用函数相对成瘾消费 $c(t)$ 的弹性。 $\beta - \alpha$ 的大小反映效用函数的曲率, 其越大表明成瘾者更加厌恶风险。在式(5)的效用函数下, Yang 等^[15] 将不确定环境因素引入无限时域理性成瘾模型, 并且详细分析了 α, β 以及不确定因素对成瘾消费和成瘾资本的动态影响。

为了更加清晰地分析理性成瘾者寿命有限条件下的最优成瘾消费行为, 假设正常商品的消费为常数, 理性成瘾者无预算约束。在以上相关的假设下, 成瘾者面临的最优决策问题式(4)变为

$$\begin{aligned} \max_{c(t)} \int_0^T \left[-\frac{A(t)^\beta}{c(t)^\alpha} \right] \exp(-\rho t) dt \\ \text{s. t. } \dot{A}(t) = c(t) - \delta A(t), A(0) = A_0 > 0 \end{aligned} \quad (6)$$

2 模型求解与分析

命题 1 设 $\tilde{J}(t, A(t))$ 为最优化问题式(6)的值函数, 令 $J(t, A(t)) = -\tilde{J}(t, A(t))$, 则

$$\begin{aligned} \tilde{J}(t, A(t)) = -J(t, A(t)) = -\left(\frac{\alpha}{\beta - \alpha}\right) \times \\ \left[\frac{1}{\eta} \left(1 - \exp\left(\frac{\eta(\beta - \alpha)(t - T)}{\alpha}\right) \right) \right]^{1 + \alpha} A(t)^{(\beta - \alpha)} \end{aligned} \quad (7)$$

其中 $\eta = \frac{\alpha}{1 + \alpha} (\frac{\rho}{\beta - \alpha} + \delta) > 0$ 。

证明见附录。值函数 $\tilde{J}(t, A(t))$ 表示理性成瘾者在 $[t, T]$ 内的总效用水平。由命题 1 中值函数的表达式容易看出, 如果成瘾资本 $A(t)$ 越大, 那么 $\tilde{J}(t, A(t))$ 就越小, 这表明初始成瘾资本越高, 其一生的总效用就会越低。吸毒、抽烟、喝酒等成瘾行为虽然能带来暂时的快感, 但从一生来看, 其效用是会因此而降低的。同时易见, 只要初始成瘾资本大于零, 其带来的边际效用实际上始终是负数。因此, 为了提高效用, 在治理像吸毒之类的成瘾消费时, 需要采取措施让成瘾资本下降至零。在现实中, 这意味着强制戒毒等措施对于成瘾者可能是必要的。

命题 2 最优成瘾消费 $c(t)^*$ 和最优成瘾资本 $A(t)^*$ 分别为

$$c(t)^* = A_0 \eta \exp((\eta - \delta)t) \times$$

$$\frac{\left[1 - \exp\left(\frac{-(\beta - \alpha)\eta T}{\alpha}\right) \right]^{\frac{1}{\beta - \alpha}}}{\left[1 - \exp\left(\frac{\eta(\beta - \alpha)(t - T)}{\alpha}\right) \right]^{\frac{\beta + 1 - \alpha}{\beta - \alpha}}} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} A(t)^* = A_0 \exp((\eta - \delta)t) \times \\ \left[\frac{1 - \exp\left(\frac{-(\beta - \alpha)\eta T}{\alpha}\right)}{1 - \exp\left(\frac{\eta(\beta - \alpha)(t - T)}{\alpha}\right)} \right]^{\frac{1}{\beta - \alpha}} \end{aligned} \quad (14)$$

证明 由最优化问题的一阶条件可得

$$\begin{aligned} c(t)^* = \left(\frac{\alpha A^\beta}{J_A}\right)^{\frac{1}{1 + \alpha}} = \\ \frac{\eta}{1 - \exp\left(\frac{\eta(\beta - \alpha)(t - T)}{\alpha}\right)} A(t) \end{aligned} \quad (15)$$

将式(15)代入式(6)可得

$$\begin{aligned} \frac{\dot{A}(t)^*}{A(t)^*} = \frac{\eta}{1 - \exp\left(\frac{\eta(\beta - \alpha)(t - T)}{\alpha}\right)} - \delta, \\ A(0)^* = A_0 \end{aligned} \quad (16)$$

对式(16)两边同时对 t 积分可得 $A(t)^*$ 的显式解式(14), 将式(14)代入式(15)化简后可得 $c(t)^*$ 显式解式(13)。证毕。

由命题 2 中的式(13)与式(14)可得, 同无限寿命假设的理性成瘾模型相比, 在有限寿命条件下的最优成瘾消费量以及成瘾资本路径将不再是关于时间 t 的单调函数, $c(t)^*$ 与 $A(t)^*$ 不仅受成瘾者的风险厌恶程度 $\beta - \alpha$ 、寿命 T 、时间偏好系数 ρ 等因素的影响, 它们还是关于初始成瘾资本 A_0 的线性函数。这表示成瘾者初始成瘾程度越高, 成瘾消费 $c(t)^*$ 就越高。这意味着, 对于像海洛因、冰毒等恶性成瘾品, 初始成瘾资本 A_0 一旦形成, 将难以戒绝。因此, 对青年人加强教育与监管以防止他们在早期沾染上有害成瘾品, 显得尤为重要。命题 2 还说明, 成瘾消费也受成瘾者的风险厌恶程度、预期寿命、消费的决心程度等因素影响, 因此, 在制定与控制成瘾行为相关的政策措施时, 应该充分考虑不同成瘾者的个体行为特征。

命题 3 当 $\frac{\alpha}{(\beta - \alpha)\eta} \ln(1 - \frac{\eta}{\delta}) < T$ 时, 存在 $t_A^* = T + \frac{\alpha}{(\beta - \alpha)\eta} \ln(1 - \frac{\eta}{\delta})$, 使得最优成瘾

资本 $A(t)^*$ 在 $t \in (0, t_A^*)$ 上单调递减, 在 $t \in (t_A^*, T)$ 上单调递增; 当 $\frac{\alpha}{(\beta - \alpha)\eta} \ln(1 - \frac{\eta}{\delta}) > T$ 或者 $\eta \geq \delta$ 时, 最优成瘾资本 $A(t)^*$ 在 $t \in [0, T]$ 上单调递增.

证明 由式(16)可知, 若 $\dot{A}(t) = 0$, 则 $\frac{\eta}{\delta} = 1 - \exp[\frac{\eta(\beta - \alpha)(t - T)}{\alpha}]$, 可得 $t_A^* = T + \frac{\alpha}{(\beta - \alpha)\eta} \ln(1 - \frac{\eta}{\delta})$. 若 $\frac{\eta}{\delta} \geq 1$, 显然 t_A^* 没有意义; 若 $1 > \frac{\eta}{\delta} \geq 1 - \exp[\frac{(\alpha - \beta)\eta T}{\alpha}]$, 可得 $t_A^* \leq 0$. 在以上两种情况下, 由于 $\beta > \alpha > 0, \eta > 0$, 易知对于任意 $t \in [0, T]$ 均有 $\dot{A}(t) > 0$ 成立, 故当 $\frac{\eta}{\delta} \geq 1 - \exp[\frac{(\alpha - \beta)\eta T}{\alpha}]$ 时, $A(t)^*$ 在 $t \in [0, T]$ 上单调递增. 当 $\frac{\eta}{\delta} < 1 - \exp[\frac{(\alpha - \beta)\eta T}{\alpha}]$, 易得 $0 < t_A^* < T$. 当 $t \in (0, t_A^*)$ 时, $\dot{A}(t) < 0$, 而当 $t \in (t_A^*, T)$ 时, $\dot{A}(t) > 0$. 换句话说, $A(t)^*$ 在 $t \in (0, t_A^*)$ 上单调递减, 而在 $t \in (t_A^*, T)$ 上单调递增. 证毕.

命题3表明, 最优成瘾资本 $A(t)^*$ 随着时间的变动路径有两种: 单调上升或者先缓慢下降然后再上升. 注意到条件 $\eta \geq \delta$ 等价于 $\frac{\alpha\eta}{\beta - \alpha} \geq \delta$.

$\frac{\alpha\eta}{\beta - \alpha}$ 反映了成瘾者的风险偏好、耐心程度等特征. δ 表示成瘾资本的衰减速率, 其大小取决于成瘾品的特点以及成瘾者的自制力^[30], 例如海洛因成瘾程度衰减速率普遍来讲一般低于香烟. $\frac{\alpha\eta}{\beta - \alpha}$ 大于 δ 说明, 成瘾者缺乏消费耐心或者成瘾资本的衰减速率较慢, 均将导致 $A(t)^*$ 随时间而单调递增; 当理性成瘾者在预期寿命不长时, 即 $T < \frac{\alpha}{(\beta - \alpha)\eta} \ln(1 - \frac{\eta}{\delta})$ 时, 由于增加成瘾品即期消费能够提高效用水平, 理性成瘾者会出现成瘾消费“放纵”行为, 从而使得成瘾资本会随时间单调递增. 因此在以上两种情况下, 成瘾资本路径最终在 $t \in [0, T]$ 上单调递增. 当 $\frac{\alpha}{(\beta - \alpha)\eta} \ln(1 - \frac{\eta}{\delta}) < T$, 即当成瘾者预期寿命

T 足够长时, 成瘾者会克制成瘾消费, 使得成瘾资本 $A(t)^*$ 在开始单调递减, 然后当 $t > t_A^*$ 时, 理性成瘾者仍然会出现成瘾消费的“放纵”行为.

命题4 若存在 $t_c^* = T + \frac{\alpha}{\eta(\beta - \alpha)} \times \ln[\frac{\alpha(\delta - \eta)}{(\beta + 1 - \alpha)\eta + \alpha(\delta - \eta)}] > 0$, 则当 $0 < t_c^* < T$ 时, 成瘾消费 $c(t)^*$ 在 $t \in (0, t_c^*)$ 上单调递减, 而在 $t \in (t_c^*, T)$ 时 $c(t)^*$ 单调递增; 否则当 $t_c^* \leq 0$ 时, 成瘾消费 $c(t)^*$ 在 $t \in [0, T]$ 上单调递增.

$$\text{证明 设 } m(t) = \frac{\exp[(\eta - \delta)t]}{[1 - \exp(\frac{\eta(\beta - \alpha)(t - T)}{\alpha})]^{\frac{\beta + 1 - \alpha}{\beta - \alpha}}}$$

由式(13)可知 $c(t)^*$ 的单调性同 $m(t)$ 的单调性一致. 令 $\dot{m}(t) = 0$, 则不难看出, $\exp(\frac{\eta(\beta - \alpha)(t - T)}{\alpha}) [(\beta + 1 - \alpha)\eta - \alpha(\eta - \delta)] + \alpha(\eta - \delta) = 0$, 由此可解得 t_c^* . 易见, 当 $t \in (0, t_c^*)$ 时, $\dot{m}(t) < 0$; 当 $t \in (t_c^*, T)$ 时, $\dot{m}(t) > 0$. 换句话说, 成瘾消费 $c(t)^*$ 在 $t \in (0, t_c^*)$ 上单调递减, 而在 $t \in (t_c^*, T)$ 时 $c(t)^*$ 单调递增. 而且易见, 当 $t_c^* \leq 0$ 时, 成瘾消费 $c(t)^*$ 在 $t \in [0, T]$ 上单调递增. 证毕.

命题4表明 $c(t)^*$ 的变动趋势也有两种情形, 同时由状态方程 $\dot{A}(t)^* = c(t)^* - \delta A(t)^*$ 可以看出, $c(t)^*$ 的变动趋势决定了 $A(t)^*$ 走势. 当 $0 < t_c^* < T$ 时, $c(t)^*$ 在 $t \in (0, t_c^*)$ 上单调递减, 此时理性成瘾者表现为通过克制降低成瘾消费, 使得成瘾程度 $A(t)^*$ 不断下降. 当理性成瘾者在预期剩余寿命不长时, 即当 $t > t_c^*$ 时, 由于增加当前成瘾消费能够提高效用水平, 理性成瘾者会出现成瘾消费“放纵”行为, 成瘾消费 $c(t)^*$ 在 $t \in (t_c^*, T)$ 上单调递增, 从而提高成瘾资本 $A(t)^*$, 陷入成瘾程度不断上升的恶性循环. 这也表明当人们接近于寿命终点时, 可能出现短视行为, 这意味着在控制成瘾行为的资源有限时, 可能不宜过多地分配于这类人群. 若具有经济含义的 t_c^* 不存在, 那么 $c(t)^*$ 在 $t \in [0, T]$ 上始终单调递增, 成瘾者会放纵当前消费, 而由于成瘾消费具有强化效应, 因此成瘾者最终也会陷入成瘾泥潭.

命题5 最优成瘾消费 $c(t)^*$ 与最优成瘾资

本 $A(t)^*$ 分别是预期寿命 T 的单调减函数, 即 $\frac{\partial A(t)^*}{\partial T} < 0, \frac{\partial c(t)^*}{\partial T} < 0$.

证明 首先证明成瘾资本 $\frac{\partial A(t)^*}{\partial T} < 0$. 令 $n = \frac{-\eta(\beta - \alpha)}{\alpha}, x(T) = \frac{1 - \exp(nT)}{1 - \exp(nT - nt)}$. 由式(14)可知, $x(T)$ 关于 T 的单调性与 $A(t)^*$ 关于 T 的单调性一致. 注意到 $\frac{\partial x(T)}{\partial T} = \frac{n \exp(nT) (\exp[-nt] - 1)}{(1 - \exp(nT - nt))^2}$, 由于 $n < 0, \exp(-nt) > 1$ 因此 $\frac{\partial x(T)}{\partial T} < 0$. 这表明 $A(t)^*$ 是关于 T 的单调减函数. 注意到式(15)中 $c(t)^*$ 与 $A(t)^*$ 的关系, 在注意到 $1 - \exp\left[\frac{\eta(\beta - \alpha)(t - T)}{\alpha}\right] > 0$ 且其为 T 的单调递增函数, 于是有 $\frac{\partial c(t)^*}{\partial T} < 0$ 成立. 证毕.

命题5说明 随着成瘾者预期寿命 T 的增长, 理性成瘾者将降低未来任意 t 时刻成瘾消费 $c(t)^*$. 由于成瘾资本 $A(t)^*$ 取决于对成瘾品的累积消费量, 因此当前成瘾消费的下降, 将有助于降低未来的成瘾资本水平 $A(t)^*$.

命题6 当 $T \rightarrow \infty$ 时, 最优化问题(6)变成无限时域模型. 当 $\eta > \delta$ 时, $c(t)^*$ 与 $A(t)^*$ 分别在 $t \in [0, \infty)$ 上单调递增; 当 $\eta < \delta$ 时, $c(t)^*$ 与 $A(t)^*$ 分别在 $t \in [0, \infty)$ 上单调递减.

证明 当 $T \rightarrow \infty$ 时, 由命题3可知, $A(t)^* = A_0 \exp[(\eta - \delta)t], c(t)^* = A_0 \eta \exp[(\eta - \delta)t]$. 易见, 当 $\eta > \delta$ 时, $A(t)^*$ 与 $c(t)^*$ 随时间指数增长; 当 $\eta < \delta$ 时, $A(t)^*$ 与 $c(t)^*$ 随时间而指数下降最终趋近于0. 证毕.

命题6表明 对于无限时域模型和寿命有限模型, 理性成瘾者的 $A(t)^*$ 与 $c(t)^*$ 的性质是存在差异的. 如果成瘾者的预期寿命 T 无限长, 理性成瘾者的成瘾消费路径 $c(t)^*$ 只取决于 η 与 δ 的大小. 若 $\eta \geq \delta$, 即成瘾者相对缺乏耐心或者成瘾资本衰减速率较慢时, 成瘾者将在成瘾泥潭中会越陷越深, $c(t)^*$ 与 $A(t)^*$ 将随时间单调递增. 而当 $\eta < \delta$ 时, 命题6表明理性成瘾者有戒除成瘾的可能性, 命题

结论与 Yang 等^[15]的研究结果一致.

3 模型仿真分析

3.1 $\eta < \delta$ 条件下寿命对成瘾消费的影响

命题3与命题4表明, 预期寿命 T 将影响成瘾者的最优消费 $c(t)^*$ 与成瘾资本 $A(t)^*$. 当 $\eta < \delta$ 时, 即成瘾者相对具有消费耐心或者成瘾资本衰减速率较快, 成瘾消费 $c(t)^*$ 与成瘾资本 $A(t)^*$ 在考察时域内先单调递减, 然后再单调递增. 为了直观展现这种情形下的 $c(t)^*$ 与 $A(t)^*$ 随时间的变化过程, 参数 ρ 和 δ 的取值参见 Yang 等^[15], α 和 β 的取值满足 $\beta - \alpha \geq 1$ 即可, 文中取值 $\alpha = 1, \beta = 2$ ^②. 在 $\rho = 0.1, \delta = 0.15$ 的参数取值下, 图1展示了不同预期寿命下的仿真结果. 在 T 取值20或 T 取值30时, 则存在 $0 < t_c^* < T, 0 < t_A^* < T$, 成瘾者 $c(t)^*$ 和成瘾者 $A(t)^*$ 随时间增加先缓慢下降, 当时间接近 T 时又快速增加. 当 T 取值10时, 即预期寿命较短时, $c(t)^*$ 和 $A(t)^*$ 将随时间单调递增.

以上结果表明, 如果理性成瘾者预期寿命较长, 其最优成瘾消费应该首先缓慢下降. 这是因为, 预期寿命较长情况下, 理性成瘾者为了终生效用最大化考虑, 不希望自己过早深陷成瘾泥潭. 但是退出效应将使得降低成瘾消费会给当前带来痛苦, 因此在退出效应约束下, 理性成瘾者不会快速地降低成瘾消费速率. 成瘾消费的缓慢下降使得成瘾资本也可能出现缓慢下降的变动趋势. 然而, 当成瘾者寿命接近终点时, 与成瘾资本在未来带来的负面效应相比, 成瘾消费带来的当前快乐会更加明显, 成瘾者此时会更倾向于当前消费、及时行乐, 当前成瘾消费因此快速上升. 如果预期寿命较短时, 相同的仿真参数取值下, 成瘾消费与成瘾资本随时间单调递增, 表现为成瘾者“放纵”消费. 因此, 在寿命有限条件下, 如果没有外力约束成瘾者, 成瘾者很难完全戒除成瘾行为. 另外, 从对比不同预期寿命长度下的成瘾消费路径中可以看出, 随着预期寿命的增长, 理性成瘾者会相对降低成瘾消费.

② 只要 α 和 β 等参数满足相关的限制条件, 其数值仿真结果均与理论分析结果一致.

综合命题3、命题4以及上述仿真结果来看,当成瘾者相对具有耐心或者成瘾资本衰减速率较快时,若成瘾者的预期寿命还有足够长,那么理论上预示着成瘾消费实际上是有可能存在下降阶段的.在一般的正常消费模型中,并不具有这一性质.这一结论预示着重要的政策含义:与通常的政策措施相比,治疗有害成瘾消费的政策应该时间前移.这一点也是由成瘾品的特点所决定的,因为它具有强化作用,因此及早地采取措施抑制有害成瘾消费会起到更大

的效果.这也意味着政策需要更关注年轻人的成瘾消费问题,比如烟酒消费、网购、垃圾食品成瘾消费等等.另一方面,从命题3与命题4的理论与仿真结果图1可以看出,当人们接近于寿命终点时,可能出现短视行为,成瘾行为会加剧,这意味着在控制成瘾行为的资源有限时,可能不宜过多地分配于这类人群.实际上,在现实中经常见到因抽烟形成的肺癌晚期患者,家人或医生并不十分阻止其继续吸烟,可能也是一种理性的反映.

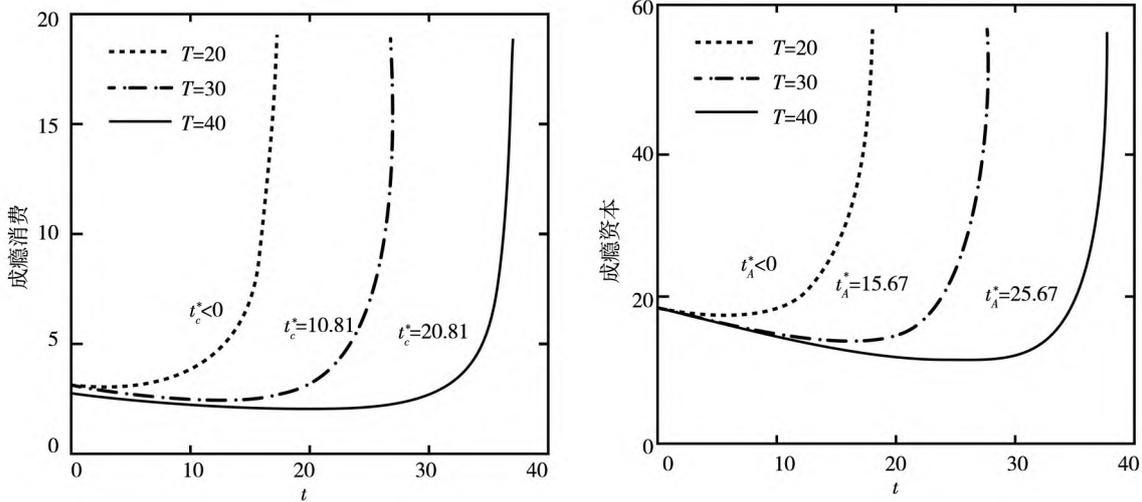


图1 $\eta < \delta$ 条件下寿命对成瘾消费和成瘾资本的影响

Fig. 1 The impact of lifetime on addictive consumption and addictive capital under $\eta < \delta$

3.2 $\eta > \delta$ 条件下寿命对成瘾消费的影响

在 $\eta > \delta$ 情形下,命题3,命题4中具有经济含义的 t_A^* , t_c^* 不存在,成瘾消费量 $c(t)^*$ 以及成瘾资本 $A(t)^*$ 在 $t \in [0, T]$ 上单调递增.

在给定 $\alpha = 1$, $\beta = 2$, $\rho = 0.3$, $\delta = 0.1$ 参数取值情况下,图2给出了不同的预期寿命 T 所对应的成瘾消费 $c(t)^*$ 与成瘾资本 $A(t)^*$ 的变化路径.

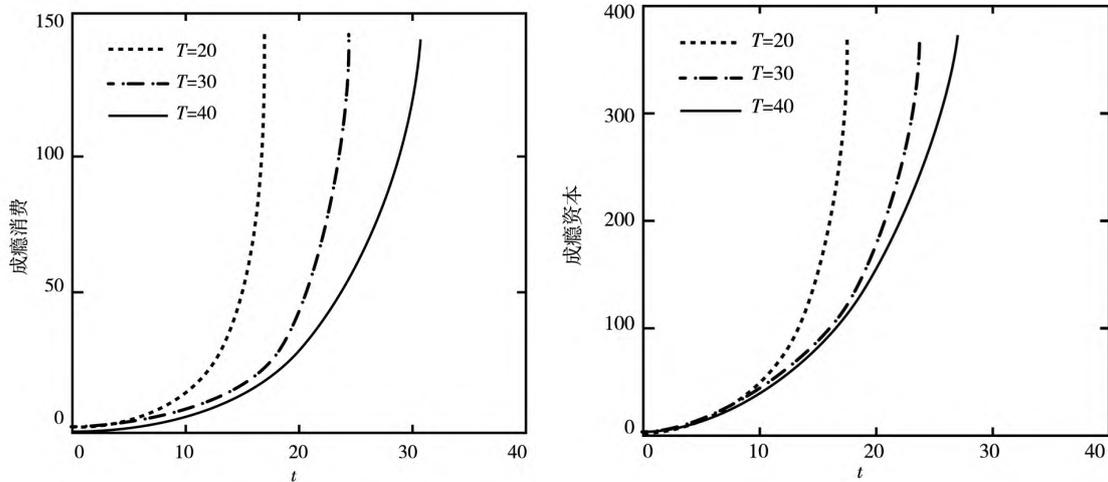


图2 $\eta > \delta$ 条件下寿命对成瘾消费和成瘾资本的影响

Fig. 2 The impact of lifetime on addictive consumption and addictive capital under $\eta > \delta$

容易看出, $\eta > \delta$ 等价于 $\alpha\rho/(\beta - \alpha) > \delta$, 这表示当成瘾缺乏耐心、更加偏好风险或者成瘾资本衰减较慢时, 以上三种情况均可能导致 $\eta > \delta$. 从图2中的仿真结果来看, 此时无论成瘾者预期寿命长短如何, 成瘾消费以及成瘾资本将均随着时间而增长. 这一结论预示, 在制定治疗成瘾消费的政策措施时, 应充分考虑成瘾者不同的个体特征. 若成瘾者缺乏耐心或者成瘾者更加偏好风险, 都将使得成瘾治疗的难度增大. 因此, 对成瘾者进行心理测试以获得成瘾者的成瘾程度、耐心程度、风险偏好程度等, 将有助于科学制定戒毒措施. Xue等^[31]研究发现, 通过引入 PES 智能心理测评, 合理应用普萘洛尔能够抑制尼古丁相关记忆, 将大幅降低成瘾者对尼古丁心理渴求的影响, 提高戒烟有效率. 另外, 对于海洛因、冰毒等恶性成瘾品, 成瘾资本衰减系数较小, 一旦成瘾减少消费后往往又会令成瘾者产生很大的痛苦. 这在一定程度上也说明, 成瘾者即使是理性的, 也很难戒除类似的成瘾消费行为. 对于像海洛因、冰毒等恶性成瘾品, 加强对青少年的教育、监管以及强制戒除成瘾措施是十分必要的.

4 香烟与酒消费实证研究

在理性成瘾模型框架下, 假设效用函数满足幂函数形式, 研究了有限预期寿命下的成瘾消费. 获得了理性人最优成瘾消费与成瘾资本的显式解. 结果表明, 如果成瘾者是理性的, 成瘾消费随时间变化路径主要存在两种情形, 即先缓慢下降然后快速递增或者一直单调递增. 为检验结果的合理性, 基于中国健康与营养调查(China health and nutrition survey, 简称 CHNS) 数据进行实证分析, 以验证我国烟酒消费者是否符合寿命有限理性成瘾理论.

4.1 数据来源

数据来源于北卡罗来纳大学和中国疾病预防控制中心联合进行的国际合作项目——中国健康与营养调查(CHNS), 其调查人口涉及广西、黑龙江、河南、湖北以及山东等9个省份, 2006年调查样本为9788人. 为了更好地反映调查对象的特征, 除了选取了性别、收入、教育、健康状况等变量作为解释变量外, 将受访者的职业特征也引入模型. 剔除年龄、吸烟、饮酒相关数据无效样本后, 表1给出了相关变量子样本的描述性统计.

表1 描述性统计
Table 1 Descriptive statistics

变量描述	样本人群	均值	标准差
年龄	9 695	46.11	15.34
性别(男性)	4 568	1	0
吸烟量(支/天)	2 567	16.39	6.50
开始吸烟年龄	2 982	21.88	6.51
饮酒频率(每天) ^③	3 054	2.69	1.62
实际收入(可支配收入/年)	6 932	11 535	5 994.68
受教育年限	9 695	8.57	3.34
患病年龄(重症)	172	61.23	0
当前职业			
专业技术人员	444	1	0
行政管理人員	207	1	0
一般办公室人员	279	1	0
农民、渔民	2 662	1	0
一般工人	889	1	0
警察军人	28	1	0
调查数量	9 695		

③ 由于调查问卷中饮酒量数据涉及不同酒的种类, 具体酒精含量难以测算, 故使用每日饮酒频率反映成瘾程度.

4.2 香烟与酒的实证结果

为分析年龄等因素对吸烟、酗酒成瘾的影响,建立如下式(17)所示的多元回归模型,将年龄、性别、收入等调查者身份特征因素纳入回归模型。其中,性别、职业分类、健康状况(重症与否)变量通过哑变量赋值方式引入回归模型,变量的处理方法参考尹志超等^[30]、Chaloupka^[5]等文献, c 表示成瘾消费。在多元回归参数估计中,采用广义最小二乘法(GLS),从而降低模型异方差、自相关等问题所带来的影响。

$$c = \alpha + \beta_1 age + \beta_2 age^2 + \gamma_1 male + \gamma_2 income + \gamma_3 edu + \gamma_4 health + \varphi occ + \varepsilon \quad (17)$$

表2给出了香烟以及酒类消费对相关解释变量的回归分析结果。从香烟消费的影响因素来

看,实际收入、性别、吸烟年龄、受教育程度等因素对香烟消费在1%显著水平下存在影响,患病对香烟消费在10%显著水平下影响显著。实际收入水平、男性性别对香烟消费量具有正向影响,受教育程度、患病、开始吸烟年龄对当前香烟消费具有负向影响。专业技术人员、一般办公室人员、农民以及渔民等群体更加偏好吸烟。从饮酒频率的影响因素来看,男性相对更偏爱酗酒,实际收入在10%显著性水平附近对酒消费具有正向影响,一般办公室人员、农民以及渔民群体在5%显著水平下对酒类消费具有正向影响。从多元回归模型的整体实证结果来看,香烟、酒类消费两模型整体F统计量均大于10,在1%水平下显著,但拟合优度 R^2 在0.18左右,这说明回归方程具有统计学意义。

表2 香烟与酒消费的回归分析

Table 2 Regression analysis of cigarette and alcohol consumption

变量描述	香烟消费的回归结果			酒类消费的回归分析结果		
	系数	T 值	P 值	系数	T 值	P 值
年龄	0.873 1	7.43	0.000	-0.089 8	-5.90	0.000
年龄平方	-0.007 2	-7.43	0.000	0.006 8	4.42	0.000
实际收入	0.004 8	4.24	0.000	0.005 1	1.60	0.110
性别	4.051 0	4.35	0.000	0.797 6	3.26	0.001
受教育年限	-0.086 1	-2.64	0.008	-	-	-
患病(重症)	-2.554 7	-1.72	0.086	-	-	-
开始吸烟年龄	-0.188 4	-5.74	0.000	-	-	-
职业						
专业技术人员	-2.361 0	-2.5	0.012	0.199 8	1.69	0.094
行政管理人員	1.574 8	1.70	0.093	-	-	-
一般办公室人员	-3.161 0	-2.98	0.003	0.346 2	2.19	0.029
农民、渔民	0.437 3	2.30	0.037	0.555 2	3.69	0.000
普通工人	-	-	-	-	-	-
司机	-	-	-	-0.412 1	-1.72	0.085
常数	-6.064 9	-1.71	0.088	6.547 3	11.24	0.000
F 值	13.97			10.23		
R^2	0.184			0.179		

从年龄因素来看,年龄以及年龄平方项对吸烟、酗酒的影响在1%水平下均存在显著影响。随着酗酒消费者年龄的增大,酒类消费首先单调下降,当年龄高于62岁时,酒类消费然后出现递增

趋势。酒精消费群体的行为习惯是符合理性成因理论 $\eta < \delta$ 情形,年龄对酒消费的影响是先下降后上升趋势,青年与老年群体酒类消费量相对较多。从理性成瘾理论角度来看,老年群体的行为

容易得到解释,有限时间问题可能会使得决策者在接近结束时产生短视的行为。而对于青年群体酒类消费相对旺盛的现象,虽然在一定程度上与 Chaloupka^[5]观察到的结果一致^④,但其背后的影响因素可能十分复杂,除了模型中的有限寿命、风险偏好以及耐心程度等因素外,可能还与酒类成瘾品本身的特性以及成瘾者其它未进入模型的因素有关。比如,Kollins^[32]的研究报告以及 Field 等^[33]的研究均表明,青少年中酗酒者的成瘾资本衰减率显著高于其他年龄阶段饮酒者,这说明对于青少年来说,条件 $\eta < \delta$ 更容易得到满足,因此时变的成瘾资本衰减速率可能更有助于解释这一现象。尹志超等^[30]基于 CHNS 数据实证研究发现,吸烟对收入没有显著影响,饮酒对收入均具有显著的正向影响,饮酒的个人收入比不饮酒的高出 7.43%,在非公共部门,饮酒对青年群体收入影响更强。这一定程度反映,青年群体酗酒也可能是出于对工作收入等因素的考虑。当然,也不能排除部分青年人本身可能是非理性的^[34]。

与酗酒相比,年龄对吸烟行为的影响不同。随着香烟消费者群体年龄的增大,香烟消费量首先单调上升,当年龄超过 61 岁时,香烟消费量出现下降趋势。从表面上看,这似乎与模型的理论结果有一定差异,但其解释仍然与上面酒类成瘾的解释类似。事实上,长期吸烟会对寿命产生很大的负面影响,《中国吸烟危害健康报告》指出,吸烟者与不吸烟者相比,平均寿命约减少 10 年,吸烟者人均预期寿命约 65 岁,人们在 60 岁或 50 岁时戒烟可分别赢得约 3 年或 6 年的预期寿命^[35]。表 1 给出的患病样本中,患病(重症)吸烟

者得病年龄的平均值为 61.23 岁。这意味着在上述统计分析中,吸烟群体在 61 岁左右开始降低香烟消费可能是因为患病等模型以外的因素所导致的。因此,香烟的消费数量随年龄的增加应该是递增的,即香烟消费属于前面理论分析中的 $\eta > \delta$ 情形。

5 结束语

在 Becker-Murphy 模型基础上,借助于幂函数形式的效用函数,建立了有限时域动态优化模型,并通过最优控制理论获得了最优成瘾消费与成瘾资本的显式解。研究结果表明,随着预期寿命增长,理性成瘾者会相对降低成瘾消费;理性成瘾者最优成瘾消费和成瘾资本随时间大致表现为两种情形:单调上升或先缓慢下降然后再快速上升,这取决于成瘾者的预期寿命、耐心程度、风险偏好以及成瘾资本衰减速度。基于中国健康与营养调查(CHNS)中关于香烟与酒类消费的统计数据,从实证分析的角度研究了寿命有限约束下理性成瘾理论的合理性。相关的政策含义主要包括以下几个方面:由于成瘾品具有强化效应,治疗有害成瘾消费的政策应该时间前移,需要更关注年轻人的成瘾消费问题;对于像吸毒、香烟等成瘾消费虽然能带来暂时的快感,但一生的总效用会因此而降低,因此在治理这类成瘾消费时,强制的戒毒等措施可能是十分必要的;在控制和戒除有害成瘾行为的过程中,应该综合考虑成瘾者个体以及成瘾品本身特征所产生的影响;由于寿命有限可能导致短视行为,这意味着不宜平均分配控制成瘾行为的有限资源。

参考文献:

- [1]Robinson T E ,Berridge K C. Addiction[J]. Annual Review of Psychology ,2003 ,54(1) : 25 - 53.
- [2]World Health Organization. WHO Global Report: Mortality Attributable to Tobacco[M]. Geneva: WHO ,2012.
- [3]Becker G S ,Murphy K M. A theory of rational addiction[J]. Journal of Political Economy ,1988 ,96(4) : 675 - 700.
- [4]Becker G S ,Grossman M ,Murphy K M. Rational addiction and the effect of price on consumption[J]. American Economic Review ,1991 ,81(2) : 237 - 241.

^④ Chaloupka^[5]利用美国第二次健康与营养调查数据对理性成瘾模型进行了实证分析,发现青年消费者和低教育程度消费者可能更容易成瘾。

- [5]Chaloupka F J. Rational addictive behavior and cigarette smoking[J]. *Journal of Political Economy*, 1991, 99(4): 722-42.
- [6]Becker G S, Grossman M, Murphy K M. An empirical analysis of cigarette addiction[J]. *American Economic Review*, 1994, 84(3): 396-418.
- [7]Bentzen J, Eriksson T, Smith V. Rational addiction and alcohol consumption: Evidence from the nordic countries[J]. *Journal of Consumer Policy*, 1999, 22(3): 257-279.
- [8]Teresa M W, Frank A S. Why do people drink? Tests of the rational addiction model[J]. *Applied Economics*, 1995, 27(8): 727-736.
- [9]Grossman M, Chaloupka F J, Ismail S. An empirical analysis of alcohol addiction: Results from the monitoring the future panels[J]. *Economic Inquiry*, 1998, 36(1): 39-48.
- [10]Olekalns N, Bardsley P. Rational addiction to caffeine: An analysis of coffee consumption[J]. *Journal of Political Economy*, 1996, 104(5): 1100-1104.
- [11]Gruber J, Köszegi B. Is addiction “Rational”? Theory and evidence[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 2000, 116(4): 1261-1303.
- [12]Fenn A J, Antonovitz F, Schroeter J R. Cigarettes and addiction information: New evidence in support of the rational addiction model[J]. *Economics Letters*, 2001, 72(1): 39-45.
- [13]Marcus J, Siedler T. Reducing binge drinking? The effect of a ban on late-night off-premise alcohol sales on alcohol-related hospital stays in Germany[J]. *Journal of Public Economics*, 2015, 123(3): 55-77.
- [14]Landry P. Bad habits and the endogenous timing of urges[J]. *Review of Economic Studies*, 2018, 1-22.
- [15]Yang Z, Zhang R. Rational Addictive Behavior under Uncertainty[R]. Discussion Paper, 2014.
- [16]高松, 刘宏, 孟祥轶. 烟草需求、烟草税及其在中国的影响: 基于烟草成瘾模型的经验研究[J]. *世界经济*, 2010, (10): 98-119.
Gao Song, Liu Hong, Meng Xiangyi. Tobacco demand, tobacco tax and its impact on China: An empirical study based on tobacco addiction model[J]. *Chinese Economics*, 2010, (10): 98-119. (in Chinese)
- [17]刘晓鸥, 孙圣民. 消费理性成瘾、公共健康与政府行为——基于消费者对碳酸饮料过度消费行为的案例研究[J]. *经济学(季刊)*, 2011, 11(1): 349-366.
Liu Xiaoou, Sun Shengmin. Public health, rational addiction and government intervention: A case study based on consumers’ excessive consumption of carbonated soft drinks[J]. *China Economic Quarterly*, 2011, 11(1): 349-366. (in Chinese)
- [18]杨剑侠, 陈宏民, 孙武军. 自我控制、上瘾与最优定价: 理论与经验证据[J]. *管理科学学报*, 2013, 16(11): 1-16.
Yang Jianxia, Chen Hongmin, Sun Wujun. Self-control, addiction and optimal pricing: Theory and evidence[J]. *Journal of Management Science in China*, 2013, 16(11): 1-16. (in Chinese)
- [19]陈国进, 晁江锋, 赵向琴. 灾难风险、习惯形成和含高阶矩的资产定价模型[J]. *管理科学学报*, 2015, 18(4): 1-17, 72.
Chen Guojin, Chao Jiangfeng, Zhao Xiangqin. Disaster risk, habit formation and an asset pricing model with higher moments[J]. *Journal of Management Science in China*, 2015, 18(4): 1-17, 72. (in Chinese)
- [20]熊和平, 李淑懿, 余均. 消费习惯、异质偏好与资产定价[J]. *管理科学学报*, 2012, 15(9): 64-73.
Xiong Heping, Li Shuyi, Yu Jun. Habits formation, heterogeneous preferences and asset pricing[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2012, 15(9): 64-73. (in Chinese)
- [21]Laurence R I. Addiction and satiation[J]. *Economics Letters*, 1986, 21(1): 95-99.
- [22]Suranovic S M, Goldfarb R S, Leonard T C. An economic theory of cigarette addiction[J]. *Journal of Health Economics*, 1999, 18(1): 1-29.
- [23]Gruber J, Köszegi B. Is addiction “Rational”? Theory and evidence[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 2001, 116(4): 1261-1303.
- [24]Clarke H R, Danilkina S. Talking Rationally about Rational Addiction[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

- [25] Kristian B , Bjorn L. The double faceted nature of health investments—implications for equilibrium and stability in a demand-for-health framework [J]. NBER Working Papers , 2012 , 47.
- [26] Sethi S P , Thompson G L. Optimal Control Theory: Applications to Management Science and Economics [M]. London: Kluwer Academic Publishers , 2006.
- [27] Yaari M E. Convexity in the theory of choice under risk [J]. Quarterly Journal of Economics , 1965 , 79(2) : 278 – 290.
- [28] 浦科学, 张 荣. 一类成瘾函数的设计及其应用 [J]. 系统工程 , 2013 , 31(8) : 123 – 126.
Pu Kexue , Zhang Rong. A addiction utility function design and its application [J]. System Engineering , 2013 , 31(8) : 123 – 126. (in Chinese)
- [29] Gavrilă C , Feichtinger G , Tragler G , et al. History-dependence in a rational addiction model [J]. Mathematical Social Sciences , 2005 , 49(3) : 273 – 293.
- [30] 尹志超, 甘 犁. 香烟、美酒和收入 [J]. 经济研究 , 2010 , (10) : 90 – 100.
Yin Zhinchao , Gan Li. Smoking , drinking , and earnings in China [J]. Economic Research Journal , 2010 , (10) : 90 – 100. (in Chinese)
- [31] Xue Y X , Deng J H , Chen Y Y , et al. Effect of selective inhibition of reactivated nicotine-associated memories with propranolol on nicotine craving [J]. Jama Psychiatry , 2017 , 74(3) : 224 – 232.
- [32] Kollins S H. Delay discounting is associated with substance use in college students [J]. Addictive Behaviors , 2003 , 28(6) : 1167 – 1173.
- [33] Field M , Christiansen P , Cole J , et al. Delay discounting and the alcohol strop in heavy drinking adolescents [J]. Addiction , 2010 , 102(4) : 579 – 586.
- [34] Reynolds B , Fields S. Delay discounting by adolescents experimenting with cigarette smoking [J]. Addiction , 2012 , 107(2) : 417 – 424.
- [35] 中华人民共和国卫生部. 中国吸烟危害健康报告 [M]. 北京: 人民卫生出版社 , 2012.
Ministry of Health P. R. China. China Report on the Health Hazards of Smoking [M]. Beijing: People's Medical Publishing House , 2012. (in Chinese)

Rational addictive behavior with finite lifetime

REN Qing-zhong , ZHANG Rong^{*}

School of Economics and Business Administration , Chongqing University , Chongqing 400030 , China

Abstract: On the basis of Becker and Murphy's theory of rational addiction , this paper makes an extended study. Under the assumption that the life expectancy of addicts is limited , a rational addiction model with finitetime horizon is constructed , and the explicit expressions of optimal addictive consumption and addictive capital are obtained by using the optimal control theory. Studies show that with the increase of life expectancy , rational addicts will reduce their addictive consumption. The addictive consumption is related to the addict's risk preference and degree of patience and the depreciation rate of addictive capital. The optimal consumption paths demonstrate two typical patterns—monotonically increasing or first slowly decreasing and then rapidly increasing with age. Based on the data of cigarette and alcohol consumption from CHNS , the new model is briefly investigated from an empirical perspective. The study also indicates that in the process of controlling and eliminating harmful addictive behavior , more attention should be paid to the individual characteristics of addicts and addictive goods themselves.

Key words: rational addiction; addictive consumption; finite lifetime; dynamic optimization

附录

命题 1 证明

证明(必要性) 由连续时间的动态最优化原理可知, $J(t, A(t))$ 满足 $J(T, A(T)) = 0$ 且 HJB 方程为^[26]

$$\rho J(t, A(t)) = \min_{c(t)} \left[\frac{A(t)^\beta}{c(t)^\alpha} + J_t + J_A(c(t) - \delta A(t)) \right] \quad (8)$$

由一阶最优化条件可知 $c(t)^* = \left(\frac{\alpha A(t)^\beta}{J_A} \right)^{\frac{1}{1+\alpha}}$ 将其代入 HJB 方程整理可得

$$\rho J(t, A(t)) = J_t + A(t) \frac{\beta}{1+\alpha} J_A \frac{\alpha}{1+\alpha} \frac{1}{\alpha} \left(\frac{\alpha+1}{\alpha} \right) - \delta J_A A(t) \quad (9)$$

根据 HJB 方程形式 猜测 $J(t, A(t)) = a(t) A(t)^\gamma$ 形式^[26] 则 $J_t = \dot{a}(t) A(t)^\gamma$, $J_A = \gamma a(t) A(t)^{\gamma-1}$. 将 J_t, J_A 表达式代入 HJB 方程可得

$$\rho a(t) A(t)^\gamma = \dot{a}(t) A(t)^\gamma + (\gamma a(t)) \frac{\alpha}{1+\alpha} \alpha^{\frac{1}{1+\alpha}} \left(\frac{\alpha+1}{\alpha} \right) A(t)^{\frac{\alpha\gamma+\beta-\alpha}{1+\alpha}} - \gamma \delta a(t) A(t)^\gamma \quad (10)$$

由于对于任意 t 时刻式(10)均成立, 则有 $\gamma = \frac{\alpha\gamma + \beta - \alpha}{1 + \alpha}$, 化简可得 $\gamma = \beta - \alpha$. 同时结合值函数的边界条件, 由式(10)可得 $a(t)$ 满足的微分方程(11)及其边界条件 $a(T) = 0$.

$$\dot{a}(t) + \gamma \frac{\alpha}{1+\alpha} \alpha^{\frac{1}{1+\alpha}} \left(\frac{\alpha+1}{\alpha} \right) a(t) \frac{\alpha}{1+\alpha} - (\rho + \gamma\delta) a(t) = 0 \quad (11)$$

设 $\eta = \frac{\alpha}{1+\alpha} \left(\frac{\rho}{\beta-\alpha} + \delta \right)$, 易见式(11)是关于 $a(t)$ 的 Bernoulli 微分方程, 解之可得

$$a(t) = \left(\frac{\alpha}{\beta-\alpha} \right) \left[\frac{1}{\eta} \left(1 - \exp\left(\frac{\eta(\beta-\alpha)(t-T)}{\alpha} \right) \right) \right]^{1+\alpha} \quad (12)$$

将 $\gamma = \beta - \alpha$ 与 $a(t)$ 的解析式代入 $J(t, A(t)) = a(t) A(t)^\gamma$ 即可得命题 1.

充分性 充分性的证明即横截条件 $\lim_{t \rightarrow T} J_A A(t) e^{-\rho t} = 0$ 成立. 由于 $J_A = (\beta - \alpha) a(t) A(t)^{\beta-\alpha-1}$, $a(T) = 0$, 因此 $\lim_{t \rightarrow T} J_A A(t) e^{-\rho t} = (\beta - \alpha) a(T) A(T)^{\beta-\alpha} e^{-\rho T} = 0$. 证毕.