

文章编号:1000-582X(2004)01-0135-04

环境资本与人力资本的纳什均衡动态机制*

李嘉明, 敬希冷

(重庆大学经济与工商管理学院, 重庆 400030)

摘要:在纳入人力资本因素所建立的两资本(物质资本和人力资本)的内生经济增长模型基础上,将环境的外部有效性引入模型,考察利用划分有限边界情况下,同一代人产生的环境矛盾和各代人之间产生的环境矛盾对人力资本形成产生的影响。采用一个世代交叠模型研究环境和人力资本的纳什动态机制,推出了均衡的一般形式及简化形式,并考察了均衡路径的特征及经济含义。结果表明,自由放任的经济是否停滞、增长或衰退,取决于环境资本和人力资本学习回报的情况,经济的最初状态,以及环境产品和消费品的价格。

关键词:环境资本;人力资本;纳什动态均衡

中图分类号:F019.2

文献标识码:A

卢卡斯 1988 年在《货币经济学杂志》上发表的《论经济发展的机制》一文中,在新古典增长模型的基础上,把人力资本积累因素纳入进来,建立了一个包括两种资本(物质资本和人力资本)的内生经济增长模型。Lucas 的学习函数^[1]可写成离散形式 $h_{t+1} - h_t = \delta l_t \cdot h_t$, δ 一般来说取决于个人的能力,健康状况和教育质量等等。环境也影响着人力资本的形成(环境通过影响人的健康,影响人的学习和培训,最后影响人力资本的形成),因此对经济增长也具有重要作用。Gradus 和 Smulders^[2]将环境的外部有效性引入卢卡斯模型,考察了持续的环境治理对经济长期增长的作用。他们的模型没有分析同一代人产生的环境矛盾和各代人之间产生的环境矛盾对人力资本形成产生的影响,因此,需要利用划分有限边界的经济模型进行分析。

1 模型的建立^[3]

1.1 模型的主要变量

N : 劳动力人数; c_t : 消费品; g_t : 环境商品; n_t^i : 休闲时间; l_t^i : 学习时间。生于 t 阶段的个人 i 在一生中每一时期有一单位时间禀赋。在幼年时,他将这一单位时间分配为 $n_t^i, l_t^i, n_t^i + l_t^i = 1$; H_t^i : t 阶段人力资本存量; G_t : 环境资本存量; t : 时间变量

1.2 基本假设条件

假设一个含有竞争企业和世代交叠个人的经济,在 t 阶段含有两种商品,消费品和环境商品。

1) 假定对消费品生产的唯一投入为有效劳动 h_t^i , 一次性技术投入产出率等于 1, 消费品生产函数 $c_t = h_t^i$

2) 假定环境产品生产函数由下面一次性投入产出率为 p 的技术给出 $g_t = h_t^e/p$

3) 市场充满了竞争和公司利润最大化,均衡时利润为零。每个人渡过两个阶段,幼年时闲暇阶段和成年工作阶段,本模型不含退休阶段。每一阶段个人具有相同的潜力、偏好、时间禀赋以及继承的相同人力资本存量。他们是同质的,意味着属性(除人力资本)相同。

假定下面学习函数,人力资本形成所需投入是必需的;学习的边际生产率是常数;环境资本的生产率为正且递减,父母的人力资本生产率为正且递减;学习函数和 Lucas(1988) 年类似。在文中, $\delta = G^\lambda$, 因为假定环境资本影响个人的健康状况。

$$H_{t+1}^i = (1 - n_t^i)(G_t)^\lambda (H_t^i)^\gamma$$
$$0 < \lambda < 1, 0 < \gamma < 1 \quad (1)$$

4) 在成年时期,个人 i 将所有时间用于工作,他的工作时间与人力资本结合成有效劳动。个人的工资收入等于 H_{t+1}^i , 用来购买消费品和环境产品 c_{t+1}^i, g_{t+1}^i 。令工资为一般等价物,消费品和环境产品价格分别为 1 和 p 。假设模型中没有退休,工资收入不被用来储蓄,因此预算线为

$$c_{t+1}^i + pg_{t+1}^i = H_{t+1}^i \quad (2)$$

* 收稿日期:2003-08-17

作者简介:李嘉明(1965-),男,四川绵阳人,重庆大学工商管理学院副教授,研究方向:人力资本理论。

5) 环境资本对所有人均相同, 视为纯公共产品。假定效用函数是二阶可导, 严格正且拟凹, 并且边际效用递减, 同时假定所有产品都是正常品, 每人只关心成年时的环境资本, 环境资本 G_{t+1} 动态方式为

$$G_{t+1} = (1 - \alpha)G_t - \beta \sum_{i=1}^N c_{t+1}^i + \sum_{i=1}^N g_{t+1}^i, \quad 0 \leq \alpha \leq 1, \beta > 1 \quad (3)$$

α 是 G_{t+1} 的自然折旧率, β 是 G_{t+1} 在 t 时期消费活动引起的折旧率。

1.3 基本模型

个人的偏好由效用函数表示

$$U_{t+1}^i = U(n_t^i, c_{t+1}^i, G_{t+1}) \quad (4)$$

生于 t 的个人 i 认为他介于消费和环境产品之间的选择不会影响其他人的决策, 但对环境资本有累积影响, 因此, 在式(1) ~ (3) 的约束下, 最大化个人效用(4)。

将父母的人力资本和环境资本(H_t^i, G_t) 和他人提供的消费和环境产品(c_{t+1}^i, g_{t+1}^i), 以及产品的价格 p 视为不变。因此从预算线中消去(g_{t+1}^i, H_{t+1}^i), 有

$$\max U^i(n_t^i, c_{t+1}^i, G_{t+1})$$

$$\text{s.t. } \omega_t n_t^i + q c_{t+1}^i p G_{t+1} = y_{t+1}^i$$

此时:
$$\begin{cases} \omega_t \equiv (G_t)^\alpha (H_t^i)^\gamma \\ q \equiv \beta p + 1 \\ y_{t+1}^i \equiv \omega_t + p(1 - \alpha)G_t + p(-\beta \sum_{j=1}^N c_{t+1}^j + \sum_{j=1}^N g_{t+1}^j) \end{cases} \quad (5)$$

ω_t 是休闲的有效价格(例如, 工资收入随学习时间减少而降低), q 是消费品的价格(βp 等于环境资本减少而损失的效用价值), y_{t+1}^i 是包括了工资, 继承的环境资本存量, 以及环境资本折旧或改善价值的实际收入。

2 纳什均衡动态机制^[4]

2.1 均衡的一般形式

2.1.1 均衡条件

将间接效用函数, $V_t^i = V^i(W_t^i, q, p, y_{t+1}^i)$ 作为内部最优解。从中解出 y_{t+1}^i , 可以(由支出函数)得到预算方程 $y_{t+1}^i = E^i(V_{t+1}^i, w_t^i, q, p)$

预算方程分别对 ω_t^i, q 和 p 微分, 得到下面补偿需求函数(对 n^i, c^i, G^i)^[5]

$$E_\omega^i = n^i(V_{t+1}^i, \omega_t^i, q, p),$$

$$E_q^i = c^i(V_{t+1}^i, \omega_t^i, q, p),$$

$$E_p^i = G^i(V_{t+1}^i, \omega_t^i, q, p)$$

1) 均衡时, 环境资本的存量等于所有人对它的需

求, 即 $G_{t+1} = G^i(V_{t+1}^i, \omega_t^i, q, p)$ 对所有的 i , 由于为正常品($G_v > 0$), 这个条件又可写为 $V_{t+1}^i = F(G_{t+1}, \omega_t^i, q, p)$

2) 市场均衡条件:

$$\begin{cases} h_{t+1}^c + h_{t+1}^g = \sum_{i=1}^N H_{t+1}^i \text{ (有效劳动)} \\ \sum_{i=1}^N C_{t+1}^i = c_{t+1} \text{ (消费品)} \end{cases}$$

3) 环境产品的均衡条件为 $\sum_{i=1}^N g_{t+1}^i = g_{t+1}$ 。

2.1.2 均衡的一般形式

将均衡条件带入模型(5)中

$$\sum_{i=1}^N E^i(V_{t+1}^i, \omega_t^i, q, p) = \sum_{i=1}^N \omega_t^i + (N-1)pG_{t-1} + (1-\alpha)pG_t$$

在式(1)中用补偿需求函数代替休假, 有

$$H_{t+1}^i = [1 - n^i(v_{t+1}^i, \omega_t^i, q, p)] \omega_t^i$$

由于个人是同质的, 所以 $H_t^i = H_t, \omega_t^i = \omega_t, V_{t+1}^i = V_{t+1}$, 给定预定变量(G_t, H_t), 消去 V_{t+1} , 就能通过关于(G, H) 的微分方程推出动态纳什均衡模型的一般形式:

$$E[F(G_{t+1}, w_t, q, p), w_t, q, p] = w_t + \left(\frac{N-1}{N}\right)pG_{t+1} + \frac{1}{N}(1-\alpha)pG_t \quad (6)$$

$$H_{t+1} = \{1 - n[F(G_{t+1}, w_t, q, p), w_t, q, p]\} w_t \quad (7)$$

2.1.3 简化的均衡形式

上述模型的一般形式使分析难以展开, 给出特别的对数化的效用函数 $U(n_t, c_{t+1}, G_{t+1}) = 1nn_t + 1nc_{t+1} + L_n G_{t+1}$, 这个效用函数具有下面关于边际效用的特性: 当 $k \rightarrow 0, U_k \rightarrow \infty$; 它自身能够产生上述效用最大化问题内部解($k > 0$ 时)。在这种情形下, 支出函数 $E(X) = 3(w_t p q V_{t+1})^{\frac{1}{3}}, X = (V_{t+1}, w_t, q, p)$ 补偿需求函数由下式给出

$$n(X) = (p q V_{t+1})^{\frac{1}{3}} w_t^{\frac{2}{3}}, c(X) = (w_t p V_{t+1})^{\frac{1}{3}} q^{-\frac{2}{3}},$$

$G(X) = (w_t q v_{t+1})^{\frac{1}{3}} p^{-\frac{2}{3}}$ 环境成本均衡条件为 $V_{t+1} = F(G_{t+1}, w_t, q, p) = p^2 G_{t+1}^3 / w_t q$, 将此式代入支出及补偿需求函数, 有

$$E(X) = 3pG_{t+1}, n(X) = pG_{t+1}/w_t, c(X) = pG_{t+1}/q$$

因此, 动态的纳什均衡模型简化为

$$pG_{t+1} = \left(\frac{N}{2N+1}\right)w_t + \left(\frac{1-\alpha}{2N+1}\right)pG_t \quad (8)$$

$$H_{t+1} = \left(\frac{N+1}{2N+1}\right)w_t - \left(\frac{1-\alpha}{2N+1}\right)pG_t \quad (9)$$

即环境和人力资本(G_{t+1}, H_{t+1}) 由工资收入 w_t 和环境成本的支出 pG_t 决定。

3 均衡轨迹的特征

当学习函数关于人力与环境资本的回报不变 ($\gamma + \lambda = 1$), 递减 ($\gamma + \lambda < 1$), 增加 ($\gamma + \lambda > 1$) 时, 长期纳什均衡的存在性和动态均衡路径和特征。

为了简单起见, 假设环境资本只有一个持续时间阶段, 即 $\alpha = 1$, 动态纳什均衡模型为

$$G_{t+1} = \frac{1}{p(2N+1)} N(G_t)^\lambda (H_t)^\gamma \quad (10)$$

$$H_{t+1} = \left(\frac{N+1}{2N+1}\right) (G_t)^\lambda (H_t)^\gamma \quad (11)$$

因此, 资本比率除了基期外为常数, $\frac{H_t}{G_t} = \bar{h} = p\left(1 + \frac{1}{N}\right) > p$

这就意味着在 t 期人力资本和环境资本在非负空间 $G-H$ 的射线 $H = \bar{h}G$ 上, 此时有两个问题值得考虑。

1) 在这条射线上, 短期纳什问题解的时间路径是什么? 2) 如果长期均衡解存在, 它稳定吗?

3.1 环境资本

定义函数 $\Phi = \Phi(G_t, H_t) \equiv G_{t+1} - G_t = \left(\frac{N}{2N+1}\right) \frac{1}{p} (G_t)^\lambda (H_t)^\gamma - G_t$, 在 $G-H$ 空间, 曲线 $\Phi = 0$ 表示为 $H = \phi(G) \equiv \bar{h}(G)^{1-\lambda}$, $\bar{h} = \left[p\left(\frac{2N+1}{N}\right)\right]^\frac{1}{\gamma} > 0$ 。

环境资本在曲线 ϕ 上并不随时间改变。如果学习函数递减、不变或递增, 这条曲线就对应地为严格凸曲线, 直线, 或为通过原点的斜向上的严格凹曲线。函数 Φ 关于 H_t 微分, 有 $\Phi_H = \frac{\gamma}{p} \left(\frac{H}{2N+1}\right) (G_t)^\lambda (H_t)^{\gamma-1} > 0$, 环境成本存量在曲线 ϕ 上方增加。如果环境资本相对于人力资本相对小或大, 它有稳定性, 且随时间递增或递减。效用 $V_{t+1} = \frac{pN}{p(2N+1)} G_{t+1}^2$ 。也就是说, 均衡时效用和环境资本同方向变化。

3.2 人力资本

定义 Ψ 函数为 $\Psi = \Psi(G_t, H_t) \equiv H_{t+1} - H_t = \left(\frac{N+1}{2N+1}\right) (G_t)^\lambda (H_t)^\gamma - H_t$, 那么曲线 Ψ 表示为 $H = \Psi(G) \equiv \bar{h}(G)^{1-\gamma}$, 此处 $\bar{h} = \left(\frac{N+1}{2N+1}\right)^{\frac{1}{1-\gamma}} > 0$ 。

人力资本在 Ψ 曲线上并不随时间而改变。如果学

习函数递减, 不变或增加, 这条曲线就是对应为通过原点的严格凹的曲线, 直线, 严格凸的向下的曲线, 曲线 Φ 和曲线 Ψ 是对称的, 对 Ψ 关于 G_t 微分, 得到 $\Psi_G = \lambda \left(\frac{N+1}{2N+1}\right) (G_t)^{\lambda-1} (H_t)^\gamma > 0$, 从 $\Psi(0, H_t) = -H_t < 0$, 和 $\Psi(\infty, H_t) = \infty$, 人力资本存量在 Ψ 曲线上方曲线递减, 因此人力资本稳定的递增 (递减), 如果对给定水平环境资本相对小 (大)。

3.3 均衡轨迹的特征

3.3.1 学习函数回报递减情况

如果学习回报递减, 环境成本只持续一个时期, 纳什均衡的经济将从最初状态汇合至正的长期均衡。只有当环境资本和人力资本二者之一具有足够低的最初水平时, 下一代状况才会变好。具有递减学习回报的纳什均衡路径, 虚线箭头表示在此路径上未来人们的效用水平提高, 如图 1 所示。

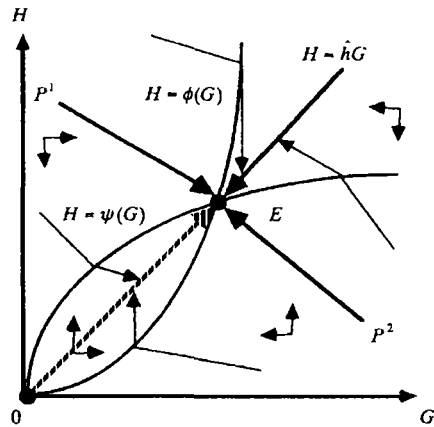


图 1 递减学习回报的纳什均衡路径

3.3.2 稳定的学习回报

如果学习回报是稳定的, 动态纳什均衡路径取决于环境产品价格。如果环境产品价格比消费品高, 纳什经济从最初态分离并汇合至零稳定点, 使未来人们的情况变坏。但是如果环境产品足够便宜, 纳什经济有可能沿着均衡路径向上移动, 使所有人的状况变好。具有稳定学习回报的纳什均衡路径, 环境产品价格较高情况, 如图 2 所示。

3.3.3 学习回报递增的情况

与回报递减情况是对称的。如果两种成本具有足够高的最初水平, 未来的状况会不断地变好。

4 结 论

人力资本对经济增长的重要作用已经不容置疑,

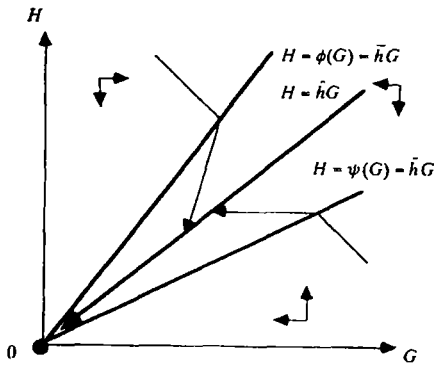


图2 稳定学习回报的纳什均衡路径

人力资本可以提高劳动力的生产效率,还可以提高物质资本的生产效率^[6]。其形成如果考虑到环境因素的影响,应该将二者对经济增长的作用结合起来。环境影响着当代和后代的幸福安宁,把它看作是一种资本,从影响人力资本学习回报的情况分析其对经济增长的影响。同一代人在考虑采用何种策略以维持环境资本时会产生矛盾,从长期来看,随着经济的增长,环境趋于恶化,环境问题引起的矛盾又在各代人之间产生。中国虽然不是自由放任的经济,上述三种情况仍然具有借鉴作用。经济的稳定、停滞、增长,以及人们

境况的改善有赖于人力资本的投资作用和环境资本的成本。作为一国政府,不管是其短期行为或长期行为,均须充分考虑到二者对经济增长的影响。

参考文献:

- [1] LUCAS ROBERT E JR. On the Mechanic Of Economic Development[J]. Journal of Monetary Economics, 1988, 22: 4 - 42.
- [2] MASATOSHI YOSHIDA. Nash Equilibrium Dynamics of Environmental and Human Capital[J]. Journal of International Tax and Public Finance, 1998, 5: 357 - 377.
- [3] GRADUS R, SMULDERS S. The Trade - Off Between Environmental Care and Long - Term Growth - Pollution in Three Prototype Growth Models[J]. Journal of Economics, 1993, 58: 25 - 51.
- [4] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海三联书店、上海人民出版社, 1996.
- [5] 吴易风. 西方经济学[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1999.
- [6] 李建民. 人力资本通论[M]. 上海: 上海三联出版社, 1999.

Nash Equilibrium Mechanic of Environmental and Human Capital

LI Jia-ming, JING Xi-ling

(College of Economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: The externality of surrounding is introduced into the 2 - capital of economical increasing models, which includes human factors, to explore the influences of circumstances contradiction on the human capital formation. The normal and special nash equilibrium of environmental and human capital is presented through a limited boundary model of overlapping generations. The character of equilibrium trail and its economical meaning are examined. The study on the model shows that laissez faire economy will be either stagnant, growing, or collapsing in the long - run, depending on the returns of the learning technology with respect to the two kinds of capital, the initial state of economy, and the relative price of the environmental and consumption goods.

Key words: environmental capital; human capital; nash equilibrium mechanics

(编辑 刘道芬)