

不确定性下的创新、技术传递、人口政策与经济增长: 一个随机一般均衡模型

王 勇(北京大学中国经济研究中心 100871)

楚天舒(明尼苏达大学 美国)

摘 要: 本文构造了一个简单的动态随机一般均衡模型,在弗农-克鲁格曼产品周期模型的基础上假定水平创新服从高尔顿-瓦斯顿简单分支过程,并同时引入垂直创新。本文证明这两种创新对于促进世界贸易与各国经济增长的作用是不同的。我们还分析了各国消费者的消费结构和贸易结构的差异,并证明人口政策对于贸易和经济增长具有重要作用。最后针对我国的贸易政策提出了一些建议。

关键词: 创新 技术传递 贸易 经济增长

一、引言

20世纪90年代以来,国际经济学领域最迅猛的发展之一是将80年代中期兴起的内生增长理论与国际贸易分析结合起来,突出了技术的创新与传递在国际贸易与经济增长中的地位,从而在开放条件下研究各国的技术、贸易与经济的动态变化。著名国际经济学家格罗斯曼与赫普曼曾在《国际经济学手册》上就此专门给出了一个非常出色的文献综述(格罗斯曼与赫普曼,1995)。虽然相关文献浩瀚如海,但其思想原型则是著名的弗农-克鲁格曼产品周期模型(弗农,1966;克鲁格曼,1979)。该模型假定世界上只有两个国家,即可以进行技术创新但生产要素价格较高的发达国家(北方)和只能模仿技术而要素成本较低的发展中国家(南方)。通过引入迪克西特-斯蒂格里茨效用函数,克鲁格曼将技术进步模型化为产品种类的增加,即所谓的水平创新。两国技术和要素价格的差异导致了南北贸易和共同的经济增长。但是北方凭借着技术优势而攫取了拟垄断租(quasi-rent of monopoly),从而经济上领先于南方。当北方的创新速度相对于南方的模仿速度加快时,南北贫富差距拉大,反之则差距缩小。由于该模型为全球视角下的各国经济增长提供了清晰的理论图景和分析平台,从而引发了大量相关性研究。如简森和瑟斯比在该框架下引入了可贸易品和非贸易品,并将水平创新率内生(简森和瑟斯比,1987)。随后人们又纷纷开始研究产品质量的提高(垂直创新)对于贸易和经济增长的影响,代表性的有阿菲恩和霍维特(1992),格罗斯曼和赫普曼(1991a, 1991b),塞格斯特罗姆(1990, 1991)。在最近的研究中,伊顿和科塔姆等人还进一步将上面的双边贸易扩展为多边贸易,并考

虑了贸易的各种交易成本(伊顿和科塔姆,2001)。

然而所有这些模型都假定提高技术水平是获取动态比较优势的唯一源泉,而通过创新或者模仿各国的技术总是在不断进步,因此这些模型都只能解释世界经济的增长,却无法从理论上解释技术进步与经济的衰退共存的可能性。事实上,我们发现在开放条件下,人口政策对于世界贸易与经济增长都具有非常重要的促进或阻碍作用,因此原来所有模型中“各国人口保持不变”的假定需要修正。另外,在建模技术上,由于现有的绝大多数模型都将垂直创新与水平创新分开考虑,所以就无法在统一的分析框架下比较垂直创新与水平创新的不同效应,进而都没有深入分析世界贸易结构、贸易数量与贸易价值的动态变化。而且在这些文献中也都没有直接分析各国消费者的消费结构的变化,而这些对于我们理解世界经济的增长与贸易格局的形成,以及分析相关政策的利弊是非常重要的。

基于上述认识,本文构造了一个简单的随机动态一般均衡模型,我们假定水平创新是一个随机过程,并同时引入垂直创新,从而新旧产品以非对称的方式进入效用函数。我们还进一步放松各国人口保持不变的假定,探讨了人口政策对于贸易和增长的作用。

二、模型

为了使模型尽量简化,我们依然假定世界上只有两个国家,北国和南国。北国进行产品的水平创新和垂直创新,即不仅使产品的种类不断增加,而且使得产品的质量也不断提高。在 t 时刻,北国创新出 $Q_{N,t}$ 种新产品,我们假定 $\{Q_{N,t}\}$ 服从 G-W 简单分支过程,这个随机过程的状态空间是整个非负整数集。也就是说,创新出来的产品数量也可能是零,在这种情况下创新就永远停止,技术不再进步。我们称这种现象为“创新完全停止”(complete innovation halt)。我们可以将 t 时刻的创新理解为在 $t-1$ 时刻生产 $t-1$ 期创新产品时的“副产品”。然而,只要在某一期没有生产新创新出来的产品,则创新自动停止。在这种意义上,我们可以将产品创新这一技术进步看成是“边干边学”式的内生过程(阿罗,1962),但这里它是一个随机过程。

南国自己不能创新,只能通过对外开放学习和模仿北国的先进技术。而技术的传递和模仿存在时滞,为简单起见,将其标准化为一期,并同时假定这种技术的传递与模仿是完全的^①。因此,在 t 期南国新模仿到的产品种类为 $Q_{S,t} = Q_{N,t-1}$ 。为了引入熊彼特的“创造性毁灭”的思想,我们进一步设定每种产品如果质量升级两代以后,则原有产品就会被淘汰,亦即在技术进步的过程中,每种产品只能存在两期,所以在 t 期,南国可以生产的所有产品都是 $t-1$ 期的创新产品,其种类数量为 $Q_{S,t} = Q_{N,t-1}$ 。而对于全世界而言,在任意 t 期,共有 $Q_{S,t} + Q_{N,t}$ 种产品可供生产和消费。

南国和北国的居民具有相同的经修正的迪克西特-斯蒂格里茨 CES 型效用函数如下:

$$u(C_{N,t}, C_{S,t}) = \frac{\sum_{i=1}^{Q_{N,t}} U[C_{N,t}^T(i) - 1] + \sum_{i=1}^{Q_{S,t}} U^{-1}[C_{S,t}^T(i) - 1]}{T}, \quad 0 \leq T < 1, U > 1 \quad (1)$$

其中 $C_{N,t}$ 是对北国产品(即创新产品)的消费向量,而 $C_{S,t}$ 则是对南国产品的消费向量。 U 度量了

^① 为使行文方便,在我们后面的讨论中,对于产品质量、消费、工资、人口等变化速度的考察都一律采用这一时间标度。同时,我们指出如果分析存在三个或三个以上的国家的世界经济时,在技术水平链条上处于不同位置的各个国家之间技术的传递与模仿速度是互不相同的,而且技术模仿也可能是不完全。本文只考虑了最简单的情况。

产品质量的提高,即在其他条件不变的情况下,一单位 t 期的产品要比一单位 $t-1$ 期的产品所带来的边际效用更高。但是同期产品和非同期产品之间的消费的跨期替代弹性是相同的,皆为 $U = \frac{1}{1-\tau}$

在生产方面,我们假定劳动是唯一的生产投入品,并且将单位标准化以后,一单位的劳动只可以生产一单位的产品。商品市场是完全竞争的,而在要素市场上我们采用李嘉图假定,即劳动在国内各产业间自由流动,但是不可跨国界流动。所以同期创新产品的价格是相同的,且都等于单位生产成本,即工资 w_t 。由于工资是每个消费者的唯一收入来源,所以在北国,一位代表性消费者的问题就归结为在下面这条预算约束下最大化效用函数(1):

$$\sum_{i=1}^{Q_{N,t}} [p_{t,CN,t}(i)] + \sum_{j=1}^{Q_{S,t}} [P_{t-1CS,t}(j)] \leq w_t \quad (2)$$

其中 p_t 和 p_{t-1} 分别为 t 期和 $t-1$ 期产品的价格。

我们可以得到 $\frac{c_{N,t}(i)}{c_{S,t}(j)} = \left[\frac{w_t}{U_{w_{t-1}}} \right]^{-\epsilon} \quad (3)$

再来看劳动力市场,假定在这个一般均衡模型中是完全就业的,则我们马上推出:

$$\frac{L_N}{L_S} = \frac{Q_{N,t} c_{N,t}(i)}{Q_{S,t} c_{S,t}(j)} \quad (4)$$

从(3)式和(4)式,我们推出如下递归方程:

$$Q_{N,t} w_t^{-\epsilon} = U^{\epsilon} \frac{L_N}{L_S} Q_{S,t} w_{t-1}^{-\epsilon} \quad (5)$$

假定北国产品种类的初始数量为 $Q_{N,0} = Q_N$,并将 0 期的工资标准化为 1,则根据方程(5),我们得到:

$$Q_{N,t} w_t^{-\epsilon} = A^t Q_N \quad (6)$$

其中 $A \equiv U^{\epsilon} \frac{L_N}{L_S}$ 。注意 $Q_{N,t}$ 和 $w_t^{-\epsilon}$ 都是随机变量,但是它们的积却是遵循一条确定性的时间路径。

对(6)式两边取数学期望,我们有

$$\begin{aligned} E(Q_{N,t} w_t^{-\epsilon}) &= E(Q_{N,t}) E(w_t^{-\epsilon}) + \text{cov}(Q_{N,t} w_t^{-\epsilon}) \\ &= A^t Q_N \end{aligned} \quad (7)$$

在创新这个简单分支过程中,对于 t 期的每一种产品,它对应应在 $t-1$ 期的产品种类的期望数量为 λ_N ,这可以用来衡量水平创新的强度。根据著名的沃尔德等式,我们可以得到 $E(Q_{N,t}) = Q_N \lambda_N^t$

结合假定 $\text{cov}(Q_{N,t}, w_t^{-\epsilon}) = 0$,我们将得出如下结论:

$$E(w_t^{-\epsilon}) = \left[\frac{A}{\lambda_N} \right]^t \quad (8)$$

特别地,当消费的替代弹性恰好等于 1 时,我们可以直接从(6)式中导出 $E(w_t) = \left[\frac{A}{\lambda_N} \right]^{-t}$ 。在我们的模型中,工资率也可以理解为人均真实 GDP,因而上面的这条公式给出了预

① 这样假定的一个理由是:工资率是根据在前一期契约确定的,所以它与 t 期实现的创新产品数量是互相独立的。但是这里我们潜在假定理性预期成立,因而在 $t-1$ 期决定的工资率恰好使得 $Q_{N,t}$ 在 t 期实现后(6)式成立

期将来经济增长的基本趋势。根据 $\frac{A}{\lambda_N}$ 是否大于 1,可分为三种不同的情况,这样我们就有如下的引理:

引理 当 $\frac{A}{\lambda_N} > 1$,则预期的人均 GDP将以指数速度递减;当 $\frac{A}{\lambda_N} = 1$,则预期的人均 GDP将保持不变;当 $\frac{A}{\lambda_N} < 1$,则预期的人均 GDP将以指数速度递增。

这个引理明确指出,当综合创新速度(定义为 $U\lambda_N$)小于北南两国的人口比例时,预期的工资水平就会下降。可见只有当创新速度超过某一阈值时经济才会有正的增长。因此我们就从理论上证明了技术进步与经济衰退共存的可能性。同时,这条引理也为我们提供了两条促进经济增长的思路,即提高创新速度和改善人口比例。我们下面将围绕这两点作进一步的分析。

这里我们应该注意到,即使当工资率预期要下降时,北国在下一期也仍然要生产新的产品,否则的话,就会导致技术进步的永久性停止,两国工资水平相等,整个世界经济也将停滞不前。北国只有继续生产创新产品并提高创新速率才有可能保持经济上的领先地位,并同时带动经济恢复正的增长。正是由于预见到这一点,北国将一直生产创新产品,即使预期工资水平会下降。

定理 1 提高的水平创新强度(用 λ_N 衡量)或者提高垂直创新率(用 U 衡量)都会以指数速度提高预期人均 GDP。但是相对而言,垂直创新比水平创新能更为有效的提高收入水平。

证明:注意 $A = U \frac{e N_N}{L_S}$,且当 $T \neq 0$ 时有 $e = \frac{1}{1-T} > 1$,根据引理,我们可以立即得到这个结论。

该定理告诉我们不同形式的创新对于促进经济增长作用是不同的,我们必须分清创新的本质并适当地给与垂直创新以更多的鼓励与支持。

但是我们也不能极端地认为所有创新资源都应该贡献给垂直创新部门,因为我们还必须保证不要进入“完全创新停止”的发展陷阱。更精确地,我们可以证明如下定理:

定理 2 如果水平创新强度不大于 1,则创新活动会以概率 1 在有限时间内完全停止;即使 $\lambda_N > 1$,仍然有一个正的概率使得创新会完全停止。然而水平创新强度越大,创新停止的概率就越小。

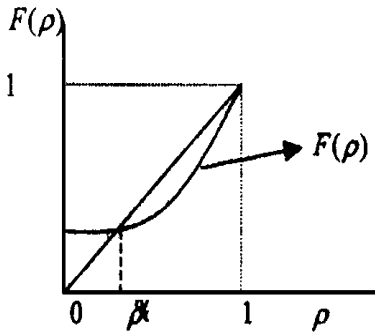
证明:这个定理是 G-W 分支过程的直接结果。这里再重复一下重要的证明步骤。我们定义 $d_{k,0} = P_i(f_{i0}(\vec{k}) < +\infty)$,其中 $f_{i0}(\vec{k}) = \inf\{t | Q_t = 0\}$ 。令 $d = P_1(f_{10}(\vec{k}) < +\infty)$,则由于互相独立,我们有 $d_{k,0} = d$ 。

$$d = P_1(f_{10}(\vec{k}) < +\infty) = P_{1,0} + \sum_{k=1}^{\infty} P_1(Q_1 = k)(f_{10}(\vec{k}) < +\infty)$$

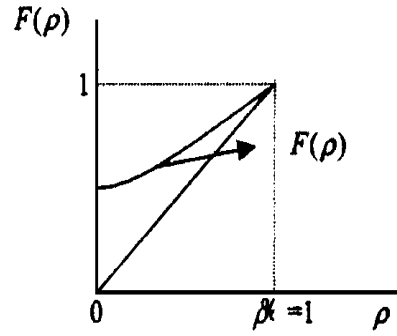
$$= P_{1,0} + \sum_{k=1}^{\infty} P_{1,k} d_{k,0} = \sum_{k=1}^{\infty} P_{1,k} d^k = F(d)$$

其中, $F(d)$ 恰好为生成函数。因此, d 是映射 $F: [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ 的不动点。我们很容易证明 $\lambda_N = F'(1)$ 。当 $F'(1) > 1$ 时,根据中值定理, $\exists!$ $\phi_0 \in (0, 1)$, s.t. $F(\phi_0) = \phi_0$ 。因此, $0 < \phi_0 = d_{k,0} < 1$ 。当 $F'(1) \leq 1$ 时, $d = 1$ 是闭区间 $[0, 1]$ 上唯一的不动点。证毕。

这两种情况可以在下图中很清楚地看到:



情形一: $F'(1) > 1$



情形二: $F'(1) \leq 1$

这个定理指出,我们必须找到一个恰当的水平创新强度,它既不可以太小,但也不可以太大,否则它可能会占用过多的创新资源。最优选择要依赖于决策者对于创新完全停止之前的预期经济增长率和发生完全创新停止的风险之间的权衡。如果发生创新完全停止的情况,则北国工人将不得不与南国工人一起在旧产品的生产上进行竞争,两国的人均 GDP 将趋同,并且经济不再增长,人民生活福利也不再提高,陷入发展的陷阱。

现在让我们再来分析一下两国居民的实际消费,这是最终决定消费者福利水平的最根本的变量。方程 (3) 确定了在 t 期的即期消费决策,由于 $Q_{N,t}$ 和 $Q_{S,t}$ 在当时已经实现,因而也就没有必要也不应该提前做出消费决策,所以给定工资率下的消费路径是确定的。

如果我们将到 t 期之前过程 $\{Q_{N,t}\}$ 的真实实现值近似用 $Q_{N,t} \approx Q_{N\lambda_N^t}$ 来代表,则我们可以导出以下命题:

命题 1 北国消费者和南国消费者对于创新产品的人均消费数量是个近似不变的常数,该常数与两国人口比例 $O \equiv \frac{L_N}{L_S}$ 正相关,而两国消费者对于旧产品的人均消费量也是一个几乎不变的常数,该常数与两国人口比例负相关。

证明: 在预算约束 (2) 式下最大化效用函数 (1), 我们将得到北国对于每种创新产品的人均消费量为

$$c_{N,t}(i) = \frac{1}{Q_{N,t} + Q_{S,t} \left[\frac{U_{Wt-1}}{w_t} \right]^{-\epsilon} \frac{W_{t-1}}{w_t}}$$

结合 (3), (4) 两式和 $Q_{N,t} \approx Q_{N\lambda_N^t}$, 我们推出北国对创新产品和旧产品人均总消费量分别为

$$c_{N,t}(i) Q_{N,t} \approx \frac{1}{1 + \frac{1}{dO\lambda_N^{1-\tau}}} \quad \text{和} \quad c_{S,t}(i) Q_{S,t} \approx \frac{1}{O + \frac{1}{\tau\lambda_N^{1-\tau}}}$$

而我们知道南国消费者与北国消费者之间唯一的不同就是收入差异,所以类似地,我们还可以很容易计算出南国对于创新产品的人均消费总量为

$$c_{N,t}^*(i) Q_{N,t} \approx \frac{1}{dO^* \lambda_N^{1-\tau} + \frac{1}{O}}$$

$$\text{和对旧产品的人均消费总量 } c_{S,t}^*(i) Q_{S,t} \approx \frac{1}{1 + dO\lambda_N^{1-\tau}} \quad \text{证毕。}$$

这个命题意味着对于北国而言,人均总消费量是一个近似不变的常数,同样的结论对于南国也成立,因为总产出一直等于 $L_N + L_S$ 。进一步地,我们应该注意到人口比例恰好还等于每个

消费者对于新旧产品的消费结构比例。因此,很容易看出即使对旧产品的消费总量是增加的,对于旧产品的人均消费量仍然有可能下降,只要两国人口比例,或者是说总产出结构保持稳定的话。

命题 2 世界贸易数量近似是一个常数,而贸易的价值量却以与经济增长率大致相同的速度指数增长。

证明: 我们可以很容易导出北国的总出口数量为 $\frac{L_s}{\mathcal{U}^T \lambda_N^{1-T} + \frac{1}{\mathcal{O}}}$, 进口数量为 $\frac{L_N}{\mathcal{O} + \frac{1}{\mathcal{U}^T \lambda_N^{1-T}}}$, 所以贸易总量是一个常数。我们还可以看到,如果创新速度加快,则北国的贸易出口数量反而会下降,而进口数量则会增加,尽管外贸的净收入为零(收支始终平衡)。

贸易的价值量为

$$\begin{aligned} \frac{L_s w_t}{\mathcal{U}^T \lambda_N^{1-T} + \frac{1}{\mathcal{O}}} + \frac{L_N w_{t-1}}{\mathcal{O} + \frac{1}{\mathcal{U}^T \lambda_N^{1-T}}} &\approx w_{t-1} \left[\frac{L_s \mathcal{U}^T \lambda_N^{1-T}}{\mathcal{U}^T \lambda_N^{1-T} + \frac{1}{\mathcal{O}}} + \frac{L_N}{\mathcal{O} + \frac{1}{\mathcal{U}^T \lambda_N^{1-T}}} \right] \\ &\approx \left(\frac{\lambda_N}{\mathcal{U}^e \mathcal{O}} \right)^{(1-T)(t-1)} \left[\frac{L_s \mathcal{U}^T \lambda_N^{1-T}}{\mathcal{U}^T \lambda_N^{1-T} + \frac{1}{\mathcal{O}}} + \frac{L_N}{\mathcal{O} + \frac{1}{\mathcal{U}^T \lambda_N^{1-T}}} \right] \quad \text{证毕} \end{aligned}$$

接下来,我们回到经济增长的分析上来。根据前面得到的引理,为了促进经济增长,除了提高创新速度以外,我们还可以采取其他方式比如人口政策。

为了分析的深入,从现在起我们放松两国人口比例保持不变的假定,而是设北国和南国分别以速率 λ_N 和 λ_S 指数增长,两国的初始人口分别为 $L_{N,0}$ 和 $L_{S,0}$ 。我们很容易可以得到如下结果:

$$E(w_t^e) = \frac{\prod_{m=1}^t L_{N,0} e^{N^m} \left(\frac{\mathcal{U}^e}{\lambda_N} \right)^t}{\prod_{m=1}^t L_{S,0} e^{S^m}} \quad (9)$$

上式表明,长期来看两国人口增长速率的差别将对世界经济增长产生主导性的作用。更正式地,我们提出如下命题:

命题 3 如果南国人口增长率超过北国的人口增长率,则全球经济长期来讲会加速增长,即使没有垂直创新(即 $\mathcal{U} \geq 1$),而且初始人口分布长期来讲对于经济的增长影响不大^①。

这个命题告诉我们人口政策可能是促进长期经济增长的一个更为有效的方式。但是对于南国与北国来讲,人口政策的含义恰好相反。对北国而言,人口的增长不应该得到鼓励,而南国人口增长的速度应该超过北国,只要完全就业这个条件得到满足。否则的话,无论北国的创新速度有多快,长期人均 GDP 的预期值将会下降,因为南国是无法自己创新的。

当然,人口政策也有它自己的缺点,一方面是人口政策执行效果需要较长的时滞才能体现出来,而且由于涉及伦理问题在现实中执行起来也比较困难。另一方面更为重要的是,假如北国真的保持比南国更低的人口增长速度,则长期而言,从全球角度来看发达的北国人口在全球人口中的比例将会越来越小,直至可以忽略不计。这一点对于北国政府而言也许是不希望看到的。如果北国在追求经济以尽可能快的速度发展,而同时又不想使本国在世界人口中所占的比

^① 这里,如果假定人口增长是按几何速度进行的话,结论仍然成立。

重下降的话,则北国最好是保持与南国同样的人口增长速度。然而南国一直有扩张人口的激励,其唯一受到的约束是北国采取的报复性的“触发策略”:如果南国人口过快增长则北国人口报复性地以更高的速度增长,从而降低世界经济的增长率。在现实中,人口扩张政策还受到真实就业水平的制约。所以人口政策只有在相对短期的时间内才可以用来刺激经济。

三、结论与政策含义

在我们这个简单的随机动态一般均衡模型中,我们得出重要结论:水平创新强度应该保持足够大,尽管垂直创新能够更有效的促进经济的增长并使人们的消费结构得以更快的升级。我们还注意到,政府不应该盲目的鼓励创新,而是要根据创新的性质区别对待,对于专门从事垂直型创新的科研部门应该适当的给与更多的支持。当然这主要是针对发达国家而言的。目前在我国的总体技术水平还比较低,基本上处于技术传递链条的下游,对于先进技术的完全模仿时滞也比较长(在我们的模型中可能是2期、3期以上)。随着我国加入世界贸易组织,则技术的传递与模仿速度将进一步加快,这有利于加速我国的产业结构和出口结构的升级。

我们还考察了创新与贸易之间的关系。我们发现贸易价值随着经济的增长不断增加,尽管贸易的实物数量是相对稳定的。在理论界,我们知道在“贸易是否是经济增长的原因”这个问题上存在长期的分歧,很多实证研究无法令人信服的证明贸易(格兰杰)导致经济的增长(罗默,1999 et al;王勇,2001)。而我们的模型在理论上为技术进步和贸易与经济增长之间的因果关系提供了证明,并且我们同时还指出事实上就贸易数量而言,随着创新速度的提高,发达国家出口将减少而进口将增加,这是因为这些国家在技术上的优势转化为生产上的垄断,进而转变为在贸易条件上的优势,所以少量出口就可以换取大量的进口品,最终使得该国居民的收入与福利得以提高。这一分析对于一国的贸易具有重要的政策含义,其中之一就是最重要的是要提高出口产品的质量而不仅仅是增加出口产品的实物数量。在这一点上,我国是有着深刻教训的。在80年代我国曾为了扩大对外贸易而将大量做工粗糙的丝绸制品推入欧美市场,导致国内同行之间发生恶性的价格竞争,同时也在国外丧失了原先长期积累起来的品牌效应,并受到“倾销”的指控。所以我国现在虽然已经加入世贸组织,但是在出口的质量和数量上都应该有所把关,注重品牌效应。

本文的模型还突出了在长期经济发展中人口政策的重要作用。我们指出,发达国家与发展中国家之间如果人口比例不合理,就会使经济发生衰退,即使技术是在进步的。为了更有效促进世界经济的增长,发达国家的人口增长应该受到一定的抑制而发展中国家的人口增长应该适当快于发达国家。虽然人口政策在现实中的实施比较困难,效果也不是立竿见影,但是在一个长度恰当的时期内正确的实施人口政策会有助于世界各国,尤其是落后国家爬出由创新不足导致的“发展陷阱”。我们的分析还表明,发达国家和发展中国家之间应该采取协调性的人口政策,这样才能避免两国人口的竞争性膨胀,更有效的促进世界经济的增长。

最后必须要指出的是,虽然我们在理论上证明了当人口结构相对于创新速度不合理时(见前文中的引理)技术落后国的人均收入预期反而会高于技术发达国家。但是在我们的模型设定中,由于落后国家无法自己创新,所以该国的命运完全取决于发达国家,如果发达国家中断与发展中国家之间的贸易关系,则发展中国家就会失去科技进步的可能,从而生活水平将无法提高。事实上,我们证明了只要当发达国家的水平创新率达到一定水平以后,发展中国家几乎无

法赶上甚至超过发达国家。一般来讲,只有当后进国家自己可以创新并且创新速度高于发达国家的创新速度时,才有可能摆脱发达国家的经济控制并且实现赶超。但显然在现实生活中,各国之间的技术差距是非常大的,高新技术的创新需要较高的成本,而且由于技术专利等制度因素的存在使得技术的实际传递速度也相对较慢,因此技术相对落后的国家可能会在较长时间内主要通过对外贸易等途径加速对已有先进技术的模仿。当然,在这一方面的进一步研究已超出了本文的范围,需另文专述,这里就不再展开了。

〔参考文献〕

- (1) Aghion, Philippe and P. Howitt, 1992, "A Model of Growth through Creative Destruction," [J] *Econometrica*, Vol. 60, No. 2 (March, 1992): 323- 351.
- (2) Arrow, Kenneth J., 1962, "The Economic Implications of Learning by Doing," [J] *Review of Economic Studies* 29(June): 155- 173.
- (3) Eaton, J., Kortum, S., 2001, "Technology, trade, and growth: A unified framework," [J] *European Economic Review* 45 742- 755.
- (4) Grossman Gene M., and Helpman Elhanan., 1989, "Product Development and International Trade," [J] *Journal of Political Economy*, Vol. 97, NO. 6(December): 1261- 1283.
- (5) Grossman, Gene M., and Helpman, Elhanan, 1991a, *Innovation and Growth in the Global Economy*. [M] Cambridge MIT Press.
- (6) Grossman, Gene M., and Helpman, Elhanan, 1991b, "Quality Ladders in the Theory of Growth," [J] *Review of Economic Studies*, Vol. 58 43- 61.
- (7) Grossman, Gene M., and Helpman, Elhanan, 1995, "Technology and Trade," [M] *Handbook of International Economics*, 3, Chapter 25 1279- 1337.
- (8) Jensen, Richard. and Thursby, Marie, 1987, "A Decision Theoretic Model of Innovation, Technology Transfer and Trade," [J] *Review of Economic Studies* 631- 647.
- (9) Krugman, Paul R., 1979, "A Model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income," [J] *Journal of Political Economy*, 87 (April): 253- 266.
- (10) Rivera-Batiz, L. A., and Romer, Paul M., 1991, "Economic Integration and Endogenous Growth," [J] *Quarterly Journal of Economics* 107 531- 556.
- (11) Ross, Sheldon M., 1996, *Stochastic Processes (Second Edition)*, [M] John Wiley & Sons, Inc.
- (12) Segerstrom, Paul. S., Anant, T. C. A., and Dinopoulos, Elias., 1990, "A Schumpeterian Model of the Product Life Cycle," [J] *American Economic Review*, 80 (December): 1077- 1091.
- (13) Segerstrom, Paul. S., 1991, "Innovation, Imitation, and Economic Growth," [J] *Journal of Political Economy*, Vol 99 (August): 807- 827.
- (14) Wang, Yong, 2002, "A Model of Innovation Under Uncertainty, Technological Transfer, Population and Economic Growth," *Mimeo*, CCER, Peking University.
- (15) 王勇:《不确定性下的动态科研行为——一个代表者模型》[J],《世界经济文汇》2002年第 2期。
- (16) 王勇:《评林毅夫的人口增长假说》[N],《经济学消息报》2002年总第 485期。

(ZH)