第 1 卷第 1 期　　经济学(季刊)　　Vol. 1, No. 1
2001 年 10 月　　China Economic Quarterly　　Oct., 2001

调整过程中的价格刚性与失业要素波动：一个动态一般均衡角度的分析

鞠建东*

摘　要　运用多产品和多要素的动态一般均衡模型，本文研究了从一个均衡价格向另一个均衡价格过渡的调整过程。应用搜寻模型，本文建立了一种联系产品市场和要素市场的调整技术，随后求解了一个最优控制问题，并证明最优价格调整路径必然是渐进的、逐步的。

关键词　调整过程，关税改革，失业

一、引　言

当经济环境（技术水平、人口数量、宏观经济政策、世界市场价格等）改变时，经济系统的均衡价格也随之改变。比如在旧的经济环境下，均衡价格可能要求 30% 甚至更高的关税，而新的环境下的均衡价格则可能要求关税降至 10% 以下。这种关税的降低过程就是一种价格调整过程。在一定的环境下，某些产品的计划定价可能有利于社会福利，而环境变化后，对这些产品的市场定价则有利于社会福利。一种从计划定价到市场定价的开放过程也是一种价格调整。

一般而言，价格调整可以描述如下：在时间 0 之前，经济系统为状态 0，均衡价格是 P^0。从时间 0 开始，经济系统为状态 1，新的状态要求均衡价格为 P^1。价格从 P^0 到 P^1 的调整就是价格调整。当调价成本为零时，价格应该立即调整到 P^1；而当价格调整成本不为零时，最优调价路径既可能是一次性的立即调整，也可能是渐进的逐步调整。

调价路径的核心在于何时调、调多少。中国即将加入 WTO，关税将会大幅下调。比如农产品的关税将从 25% 左右降至 15% 左右，甚至更低。一次性将关税降至 10% 的调价路径与 10 年内每年降低 1% 的调价路径将会对国民经济产生非常不同的影响。运用多产品和多要素的动态一般均衡模型，求解最优调价路径是本文的中心议题。我们在常规的微观经济假设条件下，严格证明了当要素在不同产业部门之间流动需要时间时，最优调价路径必然是渐进的、逐步的。

我们假设经济环境的变化要求降税，但要素在部门间的调整需要时间。一方面由于降低关税反应了新的均衡价格的要求，因而降税本身增加社会福利；另一方面，降税过程导致不同部门对资本、劳动力等要素需求的变化。要素需求的减

* 俄克拉荷马大学经济系。通信地址： 729 Elm Avenue, Room 329, Norman, OK 73019; 电话：(405) 325-5492； Email: josephw@ ou.edu. 作者感谢俄克拉荷马大学、肯特基大学、明尼苏达大学和北京大学中国经济研究中心的学术讲座参加者们对文章的有益评论。 Kevin B. Grier 、 James Hartigan 、 Nancy L. Stokey 、 Daniel Sutter 、姚洋、赵耀辉和陈平的讨论和建议显著地提高了文章的质量。本文作者文责自负。

少导致结构性要素失业，而要素需求的增加导致职位空缺。失业的要素随后通过搜寻过程寻找新的就业位置。在搜寻过程中，结构性要素失业产生调价的社会成本。最优调价路径则由动态净收益—调价所增加的社会福利和结构性失业带来的社会成本之差 — 所决定。

我们证明调价的动态净收益等于跨期净收益与动态余项之和；在常规条件下，动态余项为负数。降税的时间由动态净收益决定：当动态净收益大于或等于零时，则应当降税。降税的幅度则由跨期净收益来确定：降税的幅度应使得跨期净收益恰好为零。

在时间 0 点，跨期净收益和动态净收益都大于零。我们因而在时间 0 点进行第一次降税，降税的幅度使得跨期净收益为零。由于动态余项为负，因而紧接着第一次降税之后，动态净收益为负。负的动态净收益阻止了进一步的降税。随着时间的推移，失业的要素找到新的位置，因而调价的社会成本下降，直至使动态净收益重新为零。一旦动态净收益为零，下一轮降税随之开始。因而最优调价路径是逐步的。我们证明只要失业的多少影响调价的跨期净边际收益，那么最优调价路径必然是分步的，因而是渐进的。

在国际贸易理论中，近几十年来调价路径一直是重要的政策问题。 Mussa (1982) 在假设存在要素流动成本的前提下研究了调整机制，但他没有考虑失业问题。 Mussa(1984) 得出结论：如果不存在市场扭曲，最优价格调整路径是直接跳跃到自由贸易。 Neary(1982) 考虑了失业问题，但是他使用了一个特殊的调整机制。从政治经济学的角度，Dewatripont 和 Roland (1992)，Staiger (1995) 及 Bond 和 Park (1998) 阐明最优降税可以是渐进的。 Furusawa 和 Lai (1999) 分析了最具合作性与自我实施性的降税路径，并指出降税一般应是渐进的。

在下一节中我们建立了一个静态一般均衡模型，第三节建立了要素市场的一种调整技术，第四节考虑了稳定性条件，第五节建立了一个以跨期社会效用最大化为目标的最优控制问题，第六节证明最优调价路径是逐步的。最后，第七节给出了一些讨论。

二、静态模型

在一个开放经济 [1] 中存在 n 种产品和 m 种要素。设 $P^h=(p_1^h,p_2^h,\cdots,p_n^h)$ 代表状态 h 的均衡价格向量，其中 $h\in\{0,1\}$ 。 $W^h=(w_1^h,w_2^h,\cdots w_m^h)$ 是均衡要素价格向量。在时间 $t=0^-$ 时经济处于状态 0，当 $t\geq 0$ 时处于状态 1 。假设经济中存在 K 个部门， [2] 用 $X^k(P,W)$ 和 $V^{dk}(P,W)$ 分别代表部门 k 的产品产出与要素需求。厂商最大化利润并用式

$$\begin{aligned}\Pi^k(P,W)=&\max_{X^k,V^{dk}}\left\{P'X^k-W'V^{dk}\,|\,(X^k,V^{dk})\,\text{feasible}\right\}\\=&P'X^k(P,W)-W'V^{dk}(P,W)\end{aligned}\tag{1}$$

定义利润的最大值。我们假设 $\prod^k(\cdot)$ 具有所有的标准性质。偏导数用下标表示。所有的包络结果适用于此处，因此有 $\Pi_p^k(P,W)=X^k(P,W)$ 和 $-\Pi_w^k(P,W)=$

[1] 这些可以是最终产品或中间产品。中间产品以负值进入产出向量，纯粹的中间产品在需求向量中用 0 表示。我们将所有的向量用列向量表示，并用 “,” 表示转置。

[2] 每个部门可以生产多种产品。

$X^{dk}(P,W)$。总供给向量和派生需求向量分别定义为 $X=\sum_{k=1}^{k}X^k$ 和 $V^d=\sum_{k=1}^{k}V^{dk}$。则有

$$X=\sum_{k=1}^{K}X^k=\sum_{k=1}^{K}\Pi_p^k(P,W)=\Pi_p(P,W),$$
$$V^d=\sum_{k=1}^{K}V^{dk}=-\sum_{k=1}^{K}\Pi_w^k(P,W)=-\Pi_w(P,W).$$

其中总利润 $\Pi(P,W)=\sum_{k=1}^{K}\Pi^k(P,W)$ 。假设市场完全竞争、生产函数规模报酬不变并且利润为 0。

用 $U(C,V^s)$ 表示代表性消费者的效用函数，其中 C 和 V^s 代表消费和要素供给。消费者的问题是

$$\max_{C,V^s} U(C,V^s).$$

预算约束为 [3]

$$\begin{aligned} P'C =& W'V^s+T_m'M+T_c'C+T_w'W \\ =& W'V^s+E, \end{aligned} \tag{2}$$

其中净进口向量为 $M=C-X(P,W)$ 。$T_\alpha(\alpha=m,c,w)$ 表示进口税、消费税和要素收入税的向量。 E 表示对消费者的一次性转移支付。最大化效用得到需求和要素供给函数 $C=C(P,W,T_\alpha)$ 和 $V^s=V(P,W,T_\alpha)$ 。用 $S=S(P-T_m,\phi)$ 代表产品市场的世界供给，它依赖于世界价格 $P-T_m$ 和其他外生变量向量 ϕ。经济均衡由下式给出：

$$M(P,W,T_\alpha)=S(P-T_m,\phi) \tag{3}$$
$$V^d(P,W)-K=V^s(P,W,T_\alpha). \tag{4}$$

方程（3）要求在世界范围内产品市场出清。相应的要素价格由方程（4）决定，其中要素市场不一定出清，K 表示摩擦性失业向量。假设 $K\geq\underline{k}$，其中 $\underline{k}$ 是自然失业向量。在两种状态的稳态均衡中失业率等于自然失业率。自然失业率依赖于所处的状态；为简化起见我们假设它们保持不变。因此，$K^0=K'=\underline{k}$。在 $t=0^-$ 时，有 $P^0=P(T_\alpha^0,\phi^0)$ 和 $W^0=W(P^0T_\alpha^),\phi^0)$。然后税收与其它外生变量 [4] 变化到状态 1，从而市场均衡条件相应要求 $P^1=P(T_\alpha^1,\phi^1)$ 和 $W^1=W(P^1,T_\alpha^1,\phi^1)$。假设 $P^1\leq P^0$，社会计划者为了最大化跨期社会效用将调整 P^0 到 P^1，并且调整需时间 t^*。下面几节将研究最优的调整路径。

[3] 为简化分析，我们假设在静态均衡中消费者根据现期预算约束最大化瞬时效用。其背后的直觉是消费者面临流动性约束；这样 Bellman 最优化原理将确保这些假设对消费者是动态最优的。

[4] 其中包括技术创新、货币供给以及政府消费支出。技术创新可能进入每个部门的生产函数，而货币供给和政府消费支出则可能进入消费者的预算约束。对于宏观经济政策的分析超出了本文的范围，将有待于进一步研究。

三、调整技术

在现实经济中，生产资源不能马上转移至其余用途。众所周知，价格突然变化之后的调整过程将不仅引起资源的逐渐变动，而且将引起一段时间内某些资源的大量失业。

用 $P(t)$ 和 $W(t)$ 代表 t 时刻的价格向量。用 $v_{ij}(t)=v_{ij}(P(t)、W(t))$ 代表生产 i 产品对第 j 个要素的需求。要素 j 的总派生需求为 $v_j(t)=\sum_{i=1}^{n}v_{ij}(t)$。$v_j$ 表示要素需求向量 $V^d(P,W)$ 的第 j 个分量。当第 i 个部门中的要素市场出清时，如果状态 1 的要素需求 $v_{ij}^1=v_{ij}(P^1,W^1)$ 少于状态 0 的要素需求 $v_{ij}^0=v_{ij}(P^0、W^0)$，在转换阶段要素 j 将流出第 i 个部门。在调整中要素需求减少的部门用所有部门的一个子集 $O\in N=[1,2,\cdots,n]$ 表示，而 $I=N\backslash O$ 表示要素需求增加的部门集合。

决策的顺序如下：在时间 t，社会计划者作出一个价格调整 $\dot{P}(t)$。厂商根据价格调整来调整派生需求函数，摩擦性失业随之产生。要素价格 $W(t)$ 由方程（4）决定，从而要素供给等于要素需求减去摩擦性失业。t 时刻的瞬时派生需求调整为：

$$v_{ij}=\frac{\partial v_{ij}(P,W)}{\partial P}\dot{P}(t). \tag{5}$$

给定要素价格 W 和小的时间变化 $\Delta t>0$，有

$$v_{ij}(t+\Delta t)=v_{ij}(t)+\dot{v}_{ij}(t)\Delta t, \tag{6}$$

其中若 $i\in O$ 则 $\dot{v}_{ij}(t)\le 0$。因为 $P^1\le P^0$ 所以 $\dot{P}(t)\le 0$，这样当 $i\in O$ 时公式（5）要求 $\frac{\partial v_{ij}(P,W)}{\partial P}\ge 0$。若 $i\in I$ 则 $\dot{v}_{ij}(t)\ge 0$。t 时刻要素 j 的总流出量为

$$\dot{v}_j^O(t)=\sum_{i\in O}\dot{v}_{ij}(t). \tag{7}$$

$\dot{v}_j^0(t)$ 表示 t 时刻由于价格调整产生的瞬时失业要素 j 的量。t 时刻要素 j 的总流入量为

$$\dot{v}_j^I(t)=\sum_{i\in I}\dot{v}_{ij}(t). \tag{8}$$

$\dot{v}_j^I(t)$ 表示 t 时刻由于价格调整产生的瞬时空缺要素 j 的量。我们假定失业和空缺将引起新的就业流动，这其中产生一个搜寻过程。假设在时间 s 每单位的 $\dot{v}_j^O(t)$ 发现新职位的概率分布为 $F_j(s-t)$，其中 $F_j(0)=0、F_j(+\infty)=1$。类似地，在时间 s 每单位的 $\dot{v}_j^I(t)$ 雇佣新职员的概率分布为 $F_i^1(s-t)$。匹配过程要求。

$$\dot{v}_j^O(t)F_j(s-t)=\dot{v}_j^I(t)F_j^1(s-t).$$

假设时间的一个划分为 $0=t_0<t_1<\cdots<t_g=t$。在时间间隔 $[t_v,t_{v+1}]$ 内由价格调整引起的 t 时刻失业要素 j 的数量近似等于 $-\dot{v}_j^O(t)\Delta t_v(1-F_j(t-t_v))$，其中 $\Delta t_v=t_{v+1}-t_v,v=0,1,L,g$。$t$ 时刻当 $\Delta t=\max\{t_{v+1}-t_v|v=0,1,L,g\}$

收敛到 0 时，失业要素 j 的总量将趋向于 $-\dot{V}_j^O(t)\Delta t_v(1-F_j(t-t_v))$ 对 j 求和的极限。因此，

$$k_j(t)=\lim_{\Delta_t\to 0}-\sum_{v=0}^{g}\dot{v}_j^O(t_v)\Delta t_v(1-F_j)(t-t_v)), \tag{9}$$

这等价于

$$k_j(t)=-\int_0^t \dot{v}_j^O(s)(1-F_j(t-s))ds.$$

要素市场的均衡条件为 $V^d(P,W)-K=V^s(P,W)$，其中 K 是由 k_j 组成的向量。[5] 注意到任何价格变化引起要素流出量 K 的增大，因而，$\frac{DK}{DP}$ 非负。

令 $\dot{V}^O(\cdot)$ 表示由 $\dot{v}_j^O(\cdot)$ 组成的向量，同时 $I-F$ 表示第 j 个对角元素为 $1-F_j(t-s)$ 的对角矩阵。则有

$$K(t)=-\int_0^t (I-F(t-s))\dot{V}^O(s)ds$$

假设对每一个 j，F_j 假设为指数分布函数 [6] 即 $F_j(\tau)=1-e^{-\theta_j\tau}$。注意到 $1-F_j(\tau)=e^{-\theta_j\tau}$ 及 $\dfrac{d(1-F_j(t-s))}{dt}=-\theta_j e^{-\theta_j(t-s)}=-\theta_j(1-F_j(t-s))$。因此

$$\begin{aligned}\dot{K}=&\frac{dK(t)}{dt}=-\dot{V}^O(t)+\Theta\int_0^t(I-F(t-s))\dot{V}^O(s)ds\\ =&-V_p^O(P,W)\dot{P}(\tau)-\Theta K(t),\end{aligned} \tag{10}$$

其中 Θ 为第 j 个对角元素为 θ_j 的对角矩阵。方程（10）为由价格调整引起的失业路径，产品市场和要素市场由此相互联系。现有文献通常采用特殊的调整机理 (Neary, 1982)。以上得到的产品市场和要素市场之间的联系给我们提供了以后章节的最优控制问题的分析基础。我们现在转向讨论经济稳定性条件。

四、稳定性条件

将外生变量略去不写，要素市场条件（4）给出 $W=W(P,K)$。令

$$\begin{aligned}&U^\wedge(P,K)=U\left[C(P,W(P,W)),V^s(P,W(P,K))\right]\\&V^\wedge(P,K)=V(P,W(P,K)).\end{aligned}$$

$U^{\&}(P,K)$ 和 $V^\wedge(P,K)$ 分别为依赖于状态变量 P 和 K 的效用函数和派生需求。以 (P^*,K^*) 表示均衡价格和失业，则必有 $\frac{DU^\wedge(P^*,K^*)}{DP}=0$ 和 $\frac{DU^\wedge(P^*,K^*)}{DK}=0$。我们首先来看由微分方程系统公式(11)给出的最简单的试探性 (tatonnnement)

[5] 这里假设的变化瞬时实现。固定要素供给是这一假设的一个特例。

[6] 如果假设失业至多存在 T 期，那么分布函数定义为：$F_j(\tau)=\begin{cases}\frac{1-e^{-\theta_j\tau}}{1-e^{-\theta_j T}}, & \tau\le t\\ 1, & \tau>T\end{cases}$

调整。

$$\dot{P} = \frac{DU^\wedge(P,K)}{DP}, \qquad \dot{K} = \frac{DU^\wedge(P,K)}{DK}, \tag{11}$$

以上方程在 (P^*,K^*) 的小邻域范围内可以线性化表示为:

$$\dot{P} = \frac{D^2U^\wedge(P^*,K^*)}{DP^2}(P-P^*) + \frac{D^2U^\wedge(P^*,K^*)}{DPDK}(K-K^*), \tag{12}$$

$$\dot{K} = \frac{D^2U^\wedge(P^*,K^*)}{DKDP}(P-P^*) + \frac{D^2U^\wedge(P^*,K^*)}{DK^2}(K-K^*). \tag{13}$$

一般的全局稳定性条件为公式（ 12 ）、（ 13 ）的系数矩阵 A 处处半负定。

$$A = \begin{bmatrix} \frac{D^2U^\wedge(P,K)}{DP^2} & \frac{D^2U^\wedge(P,K)}{DPDK} \\ \frac{D^2U^\wedge P,K)}{DKDP} & \frac{D^2U^\wedge(P,K)}{DK^2} \end{bmatrix}. \tag{14}$$

令 r 为时间贴现率， t 时刻价格调整的跨期边际社会福利（ intertemporal marginal social welfare ）为 $r^{-1}\frac{DU^\wedge(P(t),K(t))}{DP}$，它的值为负，因此价格下降是有利的。在 t 时刻由于价格调整引起的失业增加为 $V_p^{\wedge O}(P(t),K(t))$，又由于 $\frac{DU^\wedge(\cdot)}{DK} \leq 0$ 并且 $V_p^{\wedge O}(\cdot) \geq 0$，则由调整引起的瞬时边际社会成本 $\frac{DU^\wedge(P(t),K(t))}{DK} V_p^{\wedge O}(P(t),K(t)$ 为负。由于 $K(t)$ 自身以速率 Θ 下降，价格调整的跨期边际社会成本为 $(r+\Theta)^{-1}\frac{DU^\wedge(l}{DK}$ $V_p^{\wedge O}(P,K)$ 。令

$$R^0(P,K) = r^{-1}\frac{DU^\wedge(P,K)}{DP} - (r+\Theta)^{-1}\frac{DU^\wedge(P,K)}{DK}V_p^{\wedge O}(P,K),$$

表示 t 时刻价格调整的跨期边际净收益。相应地， R^0P 表示 t 时刻价格调整的跨期净收益。当 $R^0 \leq 0$，跨期边际净收益超过跨期边际净成本，则价格应该下降。我们现在考虑由微分方程系统公式（ 15 ）给出的另一种调整:

$$\dot{P} = R^0(P,K), \qquad \dot{K} = \underline{k} - K. \tag{15}$$

线性化表示为:

$$\dot{P} = \frac{DR^0(P^*,K^*)}{DP}(P-P^*) + \frac{DR^0(P^*,K^*)}{DK}(K-K^*), \tag{16}$$

$$\dot{K} = -(K-K^*), \tag{17}$$

公式（ 16 ）、（ 17 ）的系数矩阵为

$$B = \begin{bmatrix} \frac{DR^0(P,K)}{DP}, & \frac{DR^0(P,K)}{DK} \\ 0 & -I \end{bmatrix}. \tag{18}$$

同上述一致，通常的全局稳定条件要求 B 处处半负定。因而我们假定:

矩阵 A 、 B 为半负定。

满足上述性质的一个重要特例为 Metzler 矩阵：非对角元素为正，对角元素为负。因此，在本文中假设系数矩阵为 Metzler 矩阵。 R^0 为 $n\times 1$ 向量。令 $R_i^0(P,K)$ 表示向量的第 i 个元素。如果仅考虑 p_i 和 k_i 的改变， B 为 Metzler 矩阵确保了 $R_i^0(p_i,k_i)$ 向上倾斜（ upward sloping ）。

五、最优控制

社会计划者通过最大化跨期社会效用来调整价格。与价格调整相联系的跨期社会效用为：

$$J=\int_0^\infty U^\wedge(P,K)e^{-rt}dt. \tag{19}$$

记 $Z=\dot{P}(t)$ 为控制变量。 P 和 K 的转移方程可写为：

$$\dot{P}(t)=Z(t) \tag{20}$$

$$\dot{K}(t)=-V_p^{\wedge O}(P,K)Z(t)-\Theta K(t). \tag{21}$$

最优控制问题以最大化 J 为目标，同时满足转移方程即公式 (20)、(21) 和状态变量约束

$$K-\underline{k}\geq 0, \tag{22}$$

以及满足初值和终值条件：[7]

$$P(0)=P^0,\qquad K(0)=\underline{k},\quad P(t^*)=P^1.$$

现值的哈密尔顿方程 (Hamiltonian) 为：

$$H=U^\wedge(P,K)+\lambda_I'Z+\lambda_J'[-V_p^{\wedge O}(P,K)Z-\Theta K] \tag{23}$$

$$=U^\wedge(\cdot)+(\lambda_I'-\lambda_J'V_p^{\wedge O})Z-\lambda_J'\Theta K, \tag{24}$$

与约束相关的拉格朗日函数为：

$$L=H+q'[K-\underline{k}], \tag{25}$$

其中 λ_I,λ_J,q 为乘子向量（ vectors of multipliers ），

$$q\geq 0, q'[K-\underline{k}]=0. \tag{26}$$

在最优路径中， Z 可通过在约束下最大化 H 而得到。注意到当 $P^1\leq P^0$ 时 $Z\leq 0$ 。问题化简为：

$$\max_z(\lambda_I'-\lambda_J'V_p^{\wedge O})Z,\qquad Z\leq 0 \tag{27}$$

其中 λ_I 为由价格调整引起的边际社会福利， λ_J 为由失业变化引起的边际社会成本， $V_p^{\wedge O}$ 为由价格调整引起的失业量。因而 $\lambda_J'V_p^O$ 表示由价格调整引起的边

[7] $\underline{k}$ 可为 0 。由于最后一次的价格调整后摩擦性失业仍然可以存在， $K(t^*)$ 可以不等于 $\underline{k}$ 。

际社会成本。公式(27)表明,在最优路径中的任何时点,社会净收益应该由价格调整而达到最大化。公式(27)要求:

$$Z^*(t)=0,\lambda_I'-\lambda_J'V_p^{\wedge O}>0, \tag{28}$$

如果 $\lambda_I'-\lambda_J'V_p^{\wedge O}=0$,则 $Z^*(t)$ 不确定。当 t 时刻时,P 应该调降(负方向的阶跃)。λ_I 和 λ_J 满足微分方程:

$$\dot{\lambda}_I=r\lambda_I-\left(\frac{\partial L}{\partial P}\right)', \tag{29}$$

$$\dot{\lambda}_J=r\lambda_J-\left(\frac{\partial L}{\partial P}\right)', \tag{30}$$

其中

$$\frac{\partial L}{\partial P}=\frac{DU^{\wedge}(P,K)}{DP}-\lambda_J'\frac{DV_p^{\wedge O}(P,K)}{DP}Z, \tag{31}$$

$$\frac{\partial L}{\partial K}=-\lambda_J'\Theta+\frac{DU^{\wedge}(P,K)}{DP}-\lambda_J'\frac{DV_p^{\wedge O}(P,K)}{DP}Z+q'. \tag{32}$$

我们定义动态边际净收益(net dynamic marginal gain)为 $R=\lambda_I'-\lambda_J V_p^{\wedge O}$,它是决定最优价格调整路径的关键方程。相应地,$RZ=R\dot{P}$ 为价格调整的动态净收益。

六、周期性价格调整

以上最优控制问题为开关(bang-bang)控制问题。我们将提出满足全部必要条件的备选解(solution candidate),然后证明它们也满足充分条件。$\lambda_I(0)$ 为在0时刻由价格减少引起的边际社会福利,而 $\lambda_J(0)$ 为在0时刻的边际社会成本。因此我们考虑:

$$\lambda_I(0)=r^{-1}\frac{DU^{\wedge}(P_0,K_0)}{DP}, \tag{33}$$

$$\lambda_J(0)=(r+\Theta)^{-1}\frac{DU^{\wedge}(P_0,K_0)}{DK}, \tag{34}$$

其中 $P_0=P^0$、$K_0=\underline{k}$,。从 $t=0^-$ 时刻开始,由于 P^0 为均衡价格,则在状态0有 $\frac{DU^{\wedge}(P_0,K_0)}{DP}=0$。然而,当 $t_0=0$ 经济在状态1时,有 $\frac{DU^{\wedge}(P_0,K_0)}{DP}<0$。假设在自然失业状态下福利最大化,在 $t=0$ 时刻有 $\frac{DU^{\wedge}(P_0,K_0)}{DP}=0$。因此,我们得到 $\lambda_I(0)-\lambda_J(0)V_p^{\wedge O}(0)<0$,它意味着在 $t=0^+$ 时刻价格必须下调。

令价格减少至 P_1。则在 $t=0^+$ 时刻失业变为:

$$K_1=-[V^O(P_1,W_0)-V^O(P_0,W_0)],$$

其中 $W_0=W^0$。价格下调直至跨期边际净收益 $R^0=0$ 为止。这样,P_1 通过

下式求解：

$$r^{-1}\frac{DU^\wedge(P_1,K_1)}{DP}-(r+\Theta)^{-1}\frac{DU^\wedge(P_1,K_1)}{DK}V_p^{\wedge O}(P_1,K_1)=0.$$

在 $t=0^+$ 时刻价格调整后，我们令 $0^+<t<t_1$ 时价格调整 $Z=0$，其中 t_1 为事后确定的下一次价格减少发生的时刻。在这一阶段，由方程（31）和（32）得到 $\frac{\partial L}{\partial P}=\frac{DU^\wedge(t)}{DP}$ 和 $\frac{\partial L}{\partial K}=-\lambda'_J\Theta+\frac{DU^\wedge(t)}{DK}+q'$。[8] 微分方程（29）和（30）随之变为：

$$\dot{\lambda}_I=r\lambda_I-\left[\frac{DU^\wedge(t)}{DP}\right]', \tag{35}$$

$$\dot{\lambda}_J=(r+\Theta)\lambda_J-\left[\frac{DU^\wedge(t)}{DK}+q\right]'. \tag{36}$$

注意到由条件（26），当 $K>\underline{k}$ 时 $q=0$。求解方程（35）和（36），[9] 我们得到：

$$\lambda'_I(t)=r^{-1}\frac{DU^\wedge(0^+)}{DP}e^{rt}-\int_0^t\frac{DU^\wedge(\tau)}{DK}e^{r(t-\tau)}d\tau, \tag{37}$$

$$\lambda'_J(t)=(r+\Theta)^{-1}\frac{DU^\wedge(0^+)}{DK}e^{(r+\Theta)t}-\int_0^t\frac{DU^\wedge(\tau)}{DK}e^{(r+\Theta)(t-\tau)}d\tau. \tag{38}$$

另外，由于 P 在期内保持不变并且仅有取决于时间 τ，我们得到：

$$\begin{aligned}-\int_0^t\frac{DU^\wedge(\tau)}{DP}e^{r(t-\tau)}d\tau&=\int_0^t r^{-1}\frac{DU^\wedge(\tau)}{DP}d[e^{r(t-\tau)}]\\&=r^{-1}\frac{DU^\wedge(\tau)}{DP}e^{r(t-\tau)}\Big|_0^t-\int_0^t\frac{D^2U^\wedge(\tau)}{DPDK}\dot{K}r^{-1}e^{r(t-\tau)}d\tau\\&=r^{-1}\frac{DU^\wedge(\tau)}{DP}-r^{-1}\frac{DU^\wedge(0^+)}{DP}e^{rt}\\&\quad-\int_0^t\frac{D^2U^\wedge(\tau)}{DPDK}\dot{K}r^{-1}e^{r(t-\tau)}d\tau.\end{aligned} \tag{39}$$

将 (39) 代入 (37)，我们得到：

$$\lambda'_I(t)=r^{-1}\frac{DU^\wedge(t)}{DP}-\int_0^t\frac{D^2U^\wedge(\tau)}{DPDK}\dot{K}r^{-1}e^{r(t-\tau)}d\tau. \tag{40}$$

类似地，有：

$$\lambda'_J(t)=(r+\Theta)^{-1}\frac{DU^\wedge(t)}{DK}-\int_0^t\frac{D^2U^\wedge(\tau)}{DK^2}\dot{K}(r+\Theta)^{-1}e^{(r+\Theta)(t-\tau)}d\tau, \tag{41}$$

8 $\frac{DU^\wedge(P(t),k(t))}{DP}$ 用 $\frac{DU^\wedge(t)}{DP}$ 简化表示，其它符号也采用类似的简化。

9 $\frac{DU^\wedge(t)}{DP}$ 独立于 λ_I,$[\frac{DU^\wedge(t)}{DP}+q]$ 独立于 λ_J。因此，微分方程是线性的。线性微分方程 $\frac{dy}{dx}+p(x)y=q(x)$ 的解为 $y=e^{-\int p(x)dx}[\int q(x)e^{\int p(x)dx}+y_0]$.

这样就有:

$$R(t)=\lambda_I'(t)-\lambda_J'(t)V_p^{\wedge O}(t)=R^0(t)+R^d(t), \tag{42}$$

其中 $R^0(t)=r^{-1}\frac{DU^\wedge(t)}{DP}-(r+\Theta)^{-1}\frac{DU^\wedge(t)}{DK}V_p^{\wedge O}(t)$,并且有

$$R^d(t)=-\int_0^t\frac{D^2U^\wedge(\tau)}{DPDK}\dot{K}r^{-1}e^{r(t-\tau)}d\tau \tag{43}$$

$$+\left[\int_0^t\frac{D^2U^\wedge(\tau)}{DK^2}\dot{K}(r+\Theta)^{-1}e^{(r+\Theta)(t-\tau)}d\tau\right]V_p^{\wedge O}(t). \tag{44}$$

因此,由价格调整引起的动态边际收益 $R(t)$ 可分解为 t 时刻的跨期边际净收益 $R^0(t)$ 和其边际动态余项(marginal dynamic residual) $R^d(t)$。当 $Z=0$ 时 $\dot{K}=-\Theta K\leq 0$,由定义有 $V_p^{\wedge O}(t)\geq 0$。再根据第4节假设的稳定性条件,我们可知边际动态余项 $R^d(t)\geq 0$。

当对某些要素 k_j 而言 $K\geq k$ 为紧(binding)时,则向量 q 相应的第 j 个元素 (q_j) 为正。因此有

$$\lambda_J'(t)=(r+\Theta)^{-1}\frac{DU^\wedge(t)}{DK}-\int_0^t\left[\frac{D^2U^\wedge(\tau)}{DK^2}\dot{K}(r+\Theta)^{-1}e^{(r+\Theta)(t-\tau)}+q'\right]d\tau \tag{45}$$

$R=(R_1,R_2,\cdots,R_n)$ 其中 $R_i(i=1,\cdots,n)$ 为 p_i 调整的动态边际净收益。

图1描述了仅考虑一个要素 k_j 时 p_i 的调整路径。零跨期边际净收益曲线 $R_i^0(p_i,k_j)=0$ 为向上倾斜的曲线 AA。由于 k_j 的增加使边际成本增加,使得在 AA 下方有 $R_i^0>0$,在 AA 上方有 $R_i^0<0$。当 $q=0$ 时,零动态边际净收益曲线 $R_i(p_i,k_j)=0$ 为向上倾斜的曲线 CFE_1,它在 AA 之上,它们之间的差为 $R_i^d(p_i,k_j)$。$R_i>0$ 在 CE_1 下方,$R_i<0$ 在 CE_1 上方。$B_hB_h(h=1,\cdots,N)$ 表示向下倾斜的曲线

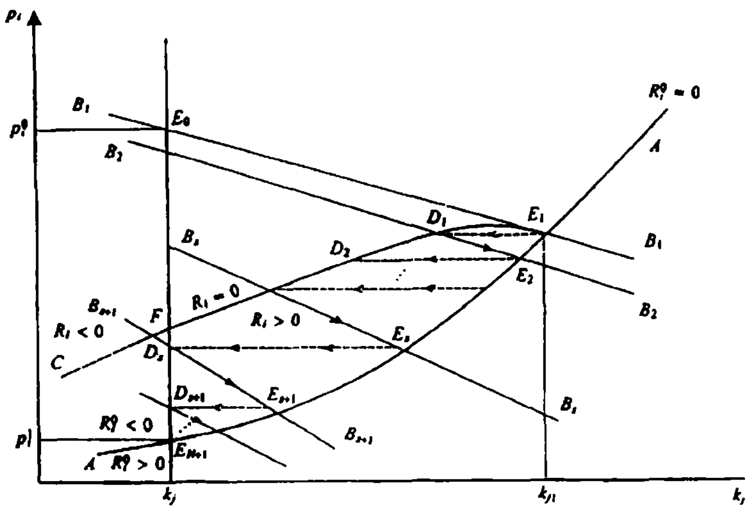

图 1

$$k_j = -[v_j^O(P, W_{h-1}) - v_j^O(P_{h-1}, W_{h-1})],$$

它是由于价格调整引起的派生要素需求的减少量。$E_0 = E^0$ 为在状态 0 的均衡，$E_{N+1} = E^1$ 为状态 1 的均衡。$E_1 = (p_{i1}, k_{j1})$ 为 0^+ 时刻的第一次价格调整，E_1 由 B_1B_1 和 AA 交点决定。在第一次降价后，在 $0 < t < t_1$ 时间段，由于 $R_i(t) > 0, z_i^*(t) = 0$。$k_j(t)$ 以速率 θ_j 下降，在 $R_i(p_{i1}, k_{j1}(t_1^-)) = 0$ 时达到 D_1。第二次价格调整出现在 t_1^+，记为 $E_2 = (p_{i2}, k_{j2})$，它是 B_2B_2 和 AA 交点。在第二次降价后，在 $t_1 < t < t_2$ 时间段，由于 $R_i(t) > 0$ 使得 $z_i^*(t)$ 又一次为 0。这样将会达到 D_2, 并且在 t_2^+ 时进行第三次价格调整。

在 E_s 处进行第 s 次的降价[10]后，$k_j(t)$ 将在 t_s^- 时刻达到自然失业 $\underline{k_j}$，而 $R_i(\cdot)$ 在 t_s^- 时依然为正。换句话说，D_s 在线 CFE_1 右侧。现在约束（22）的第 j 个元素是紧的，因此 q_j 为正。q_j 由 $R_i = 0$ 决定，其中 λ_J 由表达式（45）给出。从现在开始，零动态边际净收益曲线 $R_i(p_i, k_j) = 0$（其中 $q_j > 0$）由线 FE_{N+1} 表示。接着在 t_s^+ 时刻的第 $s+1$ 次调价导致 E_{s+1}。从此以后，当所有由于前一次价格减少引起的失业要素量找到新的位置，并且已经达到自然失业率时，后一次的价格减少将发生。最终在 N 次周期性价格减少后将达到新的均衡。

现在考虑所有要素，我们提出类似于上述单模型要素的解。唯一的差别是，现在只要有一个失业要素达到自然失业率时，新一轮的价格减少将开始。因此，当 $R_i(p_{is}, K)|_{q=0} > 0$ 时 k_j 可以视为在第 s 轮以最短的时间达到自然率的要素。向量 P 的备选解与以上类似。我们只需在以上表达式中用 P 替代 P_i，R 替代 R_i，R_0 替代 R_i^0。[11] 我们将以上所提出的解总结如下，并证明其的确为最优。

命题 1　假设 $U^\wedge(P, K)$ 为凹，则最优价格调整为逐步的。转换时期分为 N 个时间段 $[t_{h-1}, t_h]$, 其中，$h = 1, \cdots, N, t_0 = 0$ 和 $t_N = t^*$。在每一阶段，在 t_{h-1}^+ 时刻价格调整发生。价格减少量由价格调整的跨期边际净收益 $R^0(P, K) = 0$ 时决定。在 (t_{h-1}, t_h) 阶段内价格是固定的，并且失业要素以速率 Θ 下降，直至价格调整的动态边际净收益 $R(P, K) = 0$ 为止；接着下一轮的价格调整开始。

证明　注意到我们根据每一阶段 (t_{h-1}, t_h) 的标准必要条件求解。为证明命题，我们需要证明相应的充分条件得到满足。按照 Arrow（1970）的建议，与给定策略（包括跳跃[12]）相联系的效用为：

$$\int_0^\infty U^\wedge(P, K)e^{-rt}dt + \sum_{h=0}^{N} -[\overline{U}_h(t_h^+)P(t_h^+) - \overline{U}_h(t_h^-)P(t_h^-)]$$

$$= \sum_{h=0}^{N} \int_{t_h^+}^{t_{h+1}^-} U^\wedge(P, K)e^{-rt}dt + \int_{t_{N+1}}^{\infty} U^\wedge(P, K)e^{-rt}dt \tag{46}$$

$$+ \sum_{h=0}^{N} -[\overline{U}_h(t_h^+)P(t_h^+) - \overline{U}_h(t_h^-)P(t_h^-)], \tag{47}$$

10　$t_h(h=1, \cdots, s)$ 由 $R_i(p_{ih}, K_j(t_h^-)) = 0$ 决定。

11　在价格刚调整后的瞬时失业 $k_j(t_h^+)$ 在图 1 中下降。然而这在多产品和多要素的情况下可能不成立。

12　与一个单位的价格下降相联系的边际效用为负。

表达式（46）中的第二项为稳定状态 1 的跨期效用，其不依赖于调整路径。对于表达式（46）中的第一项，我们需要证明 $Z^*(t)$ 在每一区间 (t_h, t_{h+1}) 是最优的。采用标准充分条件，我们需要证明在该区间中最大化的哈密尔顿值 H^* 和约束为凹。将 $Z^*(t)=0$ 代入（23），我们有：

$$H^* = U^\wedge(P, K) - \lambda_J' \Theta K$$

和约束方程：

$$G = K - \underline{k}.$$

其在 (P, K) 空间确实为凹的。

现在仅剩表达式（47）未分析。$\overline{U}_h(\cdot)$ 为与状态变量 P 的单位减少相联系的边际效用。因此，$\overline{U}_h(\cdot) = a\frac{DU(t)}{DP} + b\frac{DU(t)}{DK}\frac{DK}{DP}$，其中 a 和 b 分别为 P 和 K 的边际效用的跨期权重。相应地，$a = r^{-1}$，$b = (r+\Theta)^{-1}$，而由方程（10）有 $\frac{DK}{DP} = -V_p^O(t)$。因此，$\overline{U}_h(t) = R^0(t)$。为证明 $-[\overline{U}_h(t_h^+)P(t_h^+) - \overline{U}_h(t_h^-)P(t_h^-)]$ 得到最大化，我们需要证明在 $P = P(t_h^+)$ 时，$-R^0(P, K)P + R^0(P(t_h^-), K(t_h^-))P(t_h^-)$ 得到最大化。由于当 $P \geq P(t_h^+)$ 时 $R^0(P, K) \leq 0$，当 $P < P(t_h^+)$ 时 $R^0(P, K) > 0$，上式显然成立。　　证毕

最优路径是连续的唯一可能是调整路径与零动态边际净收益线 $R(P, K) = 0$ 重合。然而这是不可能的，因为 $k = -V_p^O(P, W)P(\tau) - \Theta K(t)$，，对于任意的价格调整，$K$ 并不总是使 $R(P, K) = 0$。

价格调整的动态净收益 $R\dot{P}$ 为跨期净收益 $R^0\dot{P}$ 和其动态余项 $R^d\dot{P}$ 之和。在任意价格调整中，调整的动态收益和动态成本并不总是相互抵消的，这是因为方程 $R(P, K) = 0$ 和 $K = -V_p^O(P, W)\dot{P}(\tau) - \Theta K(t)$ 并不总是存在相同 (P, K) 的解。价格调整的最优量由跨期净收益 $R^0\dot{P}$ 为零确定。然而，由于动态余项 $R^d\dot{P}$ 为负，价格调整后动态净收益立即变为负。负的动态净收益阻止进一步的价格调整。随时间推移，失业要素找到新的位置，并且动态净收益达到零；然后下一轮的价格调整开始。因而，价格是刚性的，而失业要素则沿优化调整路径波动。

我们现在考虑价格调整是否为渐进的，从而调整是多次的、分步的。如果调整只有一步，E_1 和 E_{N+1} 或者重合、或者在同一条水平线上。因此，或者 B_1B_1 曲线垂直，或者 $R^0(P, K) = 0$ 是水平的。垂直的 B_1B_1 曲线意味着无摩擦性失业，本文已排除这种情况。若 $R^0(P, K)$ 是水平的，则意味着失业量的变化不影响价格调整的跨期边际净收益。因此，我们得到命题 2。

命题 2　如果失业量的变化影响价格调整的跨期边际净收益，那么价格调整是渐进的。

只要搜寻过程需要耗费时间，生产资源就不能在不同的用途间立即转移。不仅调整成本存在，而且在一定时期内某些资源中大量的失业也存在。根据 Massa（1984）文章，调整成本并不能作为渐进性的基本原因和解释，本文则证明大量的结构失业存在，却为渐进性提供了基础。

七、讨　　论

本文证明最优价格调整是逐步的、周期性的。这种价格调整产生调整过程中的价格刚性和失业要素的波动。经济系统无时不在调整之中，因而这个模型也可以用来分析经济周期。

在研究工资、价格刚性与经济波动的一般理论时，Stiglitz(1999) 提出工资和价格调整将产生大幅度经济波动的假说。不同部门间要素流动的重要性在 Davis 和 Haltiwanger(1999) 的研究中得到记录。他们发现在 1972 年 2 季度到 1988 年 4 季度的时期内，每个部门中都存在大量的劳动力流动，平均每季度的劳动力再分配占就业的 10.7 % 调整时期要素的失业已被经验研究所证实。Topel(1990)、Ruhm(1991) 以及 Jacobson 、 Lalonde 和 Sullivan(1993) 的研究估计了劳动力的再分配对工人个体的影响。他们发现被替换的工人经历的失业期较长，并且永久收入蒙受的损失也很大。 Ramsey 和 Shapiro(1998) 的研究表明，减少生产的过程会导致资本最终出售前存在一段显著的开工不足时期。

面临进入 WTO 之后的大幅降税，研究现实中的最优降税路径会很有意义。如果农产品的大幅降税造成农业对劳动力需求下降的话，那么农业劳动力向其他部门转移的速度将是降税速度和规模的重要决定因素。最优降税路径的核心是降税的社会收益必须等于由降税而造成结构性要素失业所带来的社会成本。社会收益大于社会成本，则降税幅度太小，反之则太大。由降税所引起要素需求下降的很多部门和地区技术不发达，劳动力教育水平低，因而这些部门和地区的劳动力向其他产业转移可能遇到困难。因降税而增加要素需求的部门和地区使用一些资源去提高结构性失业要素的转移速度，不仅有利于经济效率的提高，也有利于社会的稳定。

不同的价格调整路径在现实中常常带来非常不同的结果。俄罗斯在 90 年代初采用了一次性的震荡式放价路径，计划价格在很短的时间内变为自由价格。而中国的计划价格向市场价格的逐步、渐进调整从 80 年代初开始，直到现在，20 年的时间才大部分完成。俄罗斯的经济现实证明一次性震荡式不是最优调价路径，而这也被本文的一个简化而抽象了的模型所证实。降税和放价是非常不同的调价过程，尽管如此，本文的结果至少指明降税过程中的结构性要素失业是不容忽视的。

参考文献

[1] Arrow, Kenneth J. and Mordecai Kurz, *Public Investment, The Rate of Return, And Optimal Fiscal Policy*, Maryland: The John Hopkins Press, 1970.

[2] Bond, E. and J. Park, " Gradualism in Trade Agreements with Asymmetric Countries", Mimeo, 1998.

[3] Davis, Steven J. and John Haltiwanger , "Sectorial Job Creation and Destruction Responses to Oil Price Changes", NBER Working Paper No. 7095, 1999.

[4] Dewatripont, W. and G. Roland, "Economic Reform and Dynamic Political Constraints", *Review of Economic Studies*, 1992, 59, 703–730.

[5] Jacobson, L., R. LaLonde and D Sullivan, "Earning Losses of Displaced Workers", *American Economic Review*, 1993, 83, 685–709.

[6] Mussa, M., "Government Policy and the Adjustment Process", In Jagdish N. Bhagwati eds, *Import Competition and Response*, 1982, 73–120.

[7] Mussa, M., "The Adjustment Process and the Timing of Trade Liberalization", NBER Working Paper No. 1458, 1984.

[8] Neary, Peter J., "Intersectoral Capital Mobility, Wage Stickiness, and the Case for Adjustment Assistance", In Jagdish N. Bhagwati eds, *Import Competition and Response*, 1982, 39–67.

[9] Ramey V. and M. Shapiro, "Displaced Capital", NBER Working Paper, No. 6775, 1998.

[10] Ruhm, C., "Are Workers Permanently Scarred by Job Displacements?" *American Economic Review*, 1991, 81, 319–323.

[11] Seierstad, Atle and Knut Sydseter, *Optimal Control Theory With Economic Applications*, New York: North-Holland, 1987.

[12] Staiger, R. "A Theory of Gradual Trade Liberalization", in *New Directions in Trade Theory*, ed. by J. Levinsohn, A. Deardor., and R. Stern, Ann Arbor: University of Michigan Press, 1995.

[13] Stiglitz, Joseph E., "Toward a General Theory of Wage and Price Rigidities and Economic Fluctuations", *American Economic Review*, 1999, 89, 75–80.

[14] Stokey, N., "Are There Limits to Growth?" *International Economic Review*, 1998, 39, 1–31.

[15] Topel, R., "Specific Capital and Unemployment: Measuring the Costs and Consequences of Worker Displacement", Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, 1990, 33, 181–214.

Price Rigidities and Unemployment Factor Fluctuations in the Adjustment Process : A Dynamic General Equilibrium Approach

JIANDONG JU

(*The University of Oklahoma*)

Abstract Using a dynamic general equilibrium model with many goods and factors, this paper studies the adjustment process in a transition from one equilibrium to another. Applying a search process, an adjustment technique is developed to link the product and factor markets. Then an optimal control problem is solved and the optimal price is shown to be periodical, which generates price rigidities and unemployment factor fluctuations. Optimal price adjustment takes more than one period. Therefore, the optimal price adjustment is gradual.

JEL classification E20, E30, F10