附 录

脚注 3 的证明过程

根据零需求条件：

$$q(\omega)=\frac{1}{\lambda p(\omega)}-\frac{1}{z(\omega)}=0$$

其中，λ是拉格朗日乘子。根据上式可以得到：

$$\tilde{p}^{*}=\frac{p(\omega)}{z(\omega)}=\frac{1}{\lambda}=\frac{R+\int_{\omega\in\Omega}\tilde{p}(\omega)\mathrm{d}\omega}{\int_{\omega\in\Omega}\mathrm{d}\omega}=\frac{R+P^{*}}{M_e}$$

脚注 9 的证明过程

先求得：

$$\frac{\partial\tilde{p}_x^*(\varphi)}{\partial t}=\beta_2\frac{(\eta-1)(1-\alpha+\alpha\eta+2\kappa\eta)}{2\eta\,(1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta)}(1+(n-1)\tau^{\frac{-\kappa}{1-\alpha+\alpha\eta}})^{\frac{1-\alpha+\alpha\eta}{2(1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta)}}\tau^{\frac{1}{2\eta}}t^{\frac{(\eta-1)(1-\alpha+\alpha\eta+2\kappa\eta)}{2\eta\,(1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta)}-1}\varphi^{\frac{\alpha-\alpha\eta-1}{2\eta}}>0,$$

然后在求$\frac{\partial^2\tilde{p}_x^*(\varphi)}{\partial t\partial\tau}$，因为$\frac{\partial\tilde{p}_x^*(\varphi)}{\partial t}$公式过长，我们可以仅对$\frac{\partial\tilde{p}_x^*(\varphi)}{\partial t}$中含有$\tau$的项求解偏导即可，也即对$(1+(n-1)\tau^{\frac{-\kappa}{1-\alpha+\alpha\eta}})^{\frac{1-\alpha+\alpha\eta}{2(1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta)}}\tau^{\frac{1}{2\eta}}$求$\tau$的偏导。

可以得到$(\frac{1-\alpha+\alpha\eta}{2\eta(1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta)}(n-1)\tau^{\frac{-\kappa}{1-\alpha+\alpha\eta}}+\frac{1}{2\eta})(1+(n-1)\tau^{\frac{-\kappa}{1-\alpha+\alpha\eta}})^{\frac{1-\alpha+\alpha\eta}{2(1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta)}}\tau^{\frac{1}{2\eta}}\tau^{-1}$，显然是大于 0 的，也即$\frac{\partial^2\tilde{p}_x^*(\varphi)}{\partial t\partial\tau}>0$

脚注 13 的证明过程

$$E=\int_{\varphi^*}^{\infty}eM\mathrm{d}G(\varphi)$$

将 e 带入得：

$$E=\int_{\varphi^*}^{\infty}\frac{(\frac{1}{\eta-1})^{-\frac{1}{\eta}}t^{\frac{-1+\alpha-2\kappa\eta-\eta-\alpha\eta^2}{2\eta(1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta)}}(\frac{1+\frac{1-\alpha+\alpha\eta+2\eta\kappa}{1-\alpha+\alpha\eta}}{\beta^{\frac{\kappa\eta}{1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta}}})^{\frac{1}{2}}}{((\frac{1}{\eta-1})^{\frac{-1}{\eta}}+(\frac{1}{\eta-1})^{\frac{\eta-1}{\eta}})^{\frac{1}{2}}}\varphi^{\frac{\alpha-1-\alpha\eta}{2\eta}}M\frac{\kappa b^{\kappa}}{\varphi^{\kappa+1}}\mathrm{d}\varphi-\int_{\varphi^*}^{\infty}t^{-\frac{1}{\eta}}(\frac{1}{\eta-1})^{-\frac{1}{\eta}}\varphi^{\frac{\alpha-1-\alpha\eta}{\eta}}M\frac{\kappa b^{\kappa}}{\varphi^{\kappa+1}}\mathrm{d}\varphi$$

化简得到：

$$E=M\kappa b^{\kappa}(\frac{1}{\eta-1})^{-\frac{1}{\eta}}(\frac{t^{\frac{-1+\alpha-2\kappa\eta-\eta-\alpha\eta^2}{2\eta(1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta)}}(\frac{1+\frac{1-\alpha+\alpha\eta+2\eta\kappa}{1-\alpha+\alpha\eta}}{\beta^{\frac{\kappa\eta}{1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta}}})^{\frac{1}{2}}}{((\frac{1}{\eta-1})^{\frac{-1}{\eta}}+(\frac{1}{\eta-1})^{\frac{\eta-1}{\eta}})^{\frac{1}{2}}}\frac{\varphi^{*^{-(\frac{1-\alpha+\alpha\eta}{2\eta}+\kappa)}}}{\frac{1-\alpha+\alpha\eta}{2\eta}+\kappa}-t^{-\frac{1}{\eta}}\frac{\varphi^{*^{-(\frac{1-\alpha+\alpha\eta}{\eta}+\kappa)}}}{\frac{1-\alpha+\alpha\eta}{\eta}+\kappa})$$

脚注 14 的计算过程

对于开放情形消费者福利的计算，污染带来的负效用的计算方式与脚注 13 的计算方式相同。对于消费者消费产品所带来的效用，以消费外国产品带来的效用为例说明计算过程。

$$\int_{\varphi_x^*}^{\infty}\ln(\frac{\tilde{p}^*}{\tilde{p}_x(\varphi)})J\mathrm{d}G(\varphi)$$

$$=\int_{\varphi_x^*}^{\infty}\ln(\frac{\tilde{p}^*}{\beta_2(1+(n-1)\tau^{\frac{-\kappa}{1-\alpha+\alpha\eta}})^{\frac{1-\alpha+\alpha\eta}{2(1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta)}}\tau^{\frac{1}{2\eta}}t^{\frac{(\eta-1)(1-\alpha+\alpha\eta+2\kappa\eta)}{2\eta(1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta)}}\varphi^{\frac{\alpha-\alpha\eta-1}{2\eta}}})J\mathrm{d}G(\varphi)$$

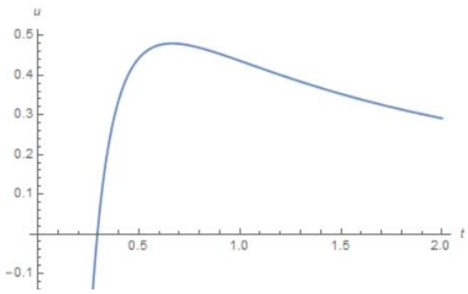
$$=\mathrm{J}\mathrm{b}^{\kappa}\varphi_x^{*-\kappa}(\ln\frac{\tilde{p}^*}{\beta_2 t^{\frac{(\eta-1)(1-\alpha+\alpha\eta+2\kappa\eta)}{2\eta(1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta)}}}-\ln(1+(n-1)\tau^{\frac{-\kappa}{1-\alpha+\alpha\eta}})^{\frac{1-\alpha+\alpha\eta}{2(1-\alpha+\alpha\eta+\kappa\eta)}}\tau^{\frac{1}{2\eta}}$$

$$-\frac{\alpha-\alpha\eta-1}{2\eta}(\ln\varphi^*+\ln(\tau)^{\frac{1}{1-\alpha+\alpha\eta}}+\frac{1}{\kappa}))$$

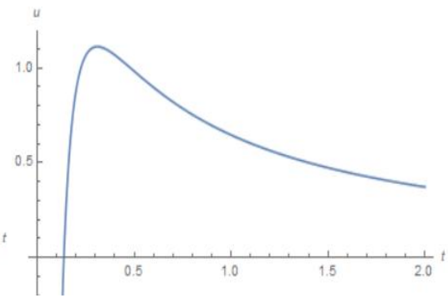
然后，将求出的均衡条件，最优质量、最优价格、成功进入企业数以及临界生产率等代入，即可求得消费外国产品带来的效用。最后，将消费和污染对消费者的影响加总，即可得到开放情形下消费者的总效用。

脚注 18 企业废气排放的图

从企业废气排放的角度，也即当$\alpha=3.5$时，分析环境规制与消费者福利之间的关系，同样考虑贸易成本的作用，下面分别通过数值模拟画出当$\tau=1.5$和$\tau=1.3$时，环境规制和消费者福利的关系，如附图 1 所示。



$\tau=1.5$



$\tau=1.3$

附图 1　当贸易成本取值不同时环境规制与消费者福利的关系

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。