贸易保护、演化博弈与福利分析

海闻

北京大学中国经济研究中心 教授

沈琪

北京大学中国经济研究中心 博士

通信地址：北京大学中国经济研究中心 2003 级博士

邮政编码：100871

Email：qishen@pku.edu.cn

电话：13021917187

贸易保护、演化博弈与福利分析

海闻　沈琪
（北京大学中国经济研究中心，　北京　100871）

摘　要：建立在规模经济和不完全竞争基础上的贸易保护理论认为，政府可以通过适当的贸易政策达到提高本国福利水平的目的。但这种贸易保护政策在具体实施过程中，却经常使博弈双方陷入囚徒困境。结合 Sarim 从演化博弈角度对囚徒困境的分析，本文考察了不同初始值条件对博弈结果的影响并进行了比较静态分析。通过设定线性主观评价修正方式，考察国际贸易双方博弈演进过程和福利水平。利用本文框架进行了欧美之间贸易磋商的案例分析并考察 WTO 对各国演化路径的影响。

关键词：贸易保护 囚徒困境 演化博弈
JEL：F11-0，F113，F114.41

Trade Protection, Evolutionary Game and Welfare Analysis

Wen Hai (China Center for Economic Research, Peking University)
Qi Shen (China Center for Economic Research, Peking University)

Abstract

Countries with strategic trade policy always fall into Prisoner's Dilemma. This paper analyzes the effect of initial values to the result of strategic trade policy using evolutionary game theories, describes the evolutionary path of the trade parties and their welfare based on linear updated subjective assessments. This paper analyzes the trade negotiation between European and the United States using the framework of the model and the effect of WTO on the evolutionary path of the partners.

Key Words: trade protection, Prisoner's Dilemma, evolutionary games

一　介绍

经济学家和民众对国际贸易与国家福利关系的理解随时间经历了一个演化过程。即使在WTO 业已建立并且其成员国日益增加的今天，自由贸易和贸易保护之争依然存在。国际贸易会改变一个国家的福利水平和国家内部利益分配格局，因此国家在制定和改变贸易政策时，总会引发较多的关注和争论。

虽然理论经济学家不断的从不同角度论证和捍卫自由贸易的优越性，但并不是所有国家都自始至终坚定不移的实行完全自由贸易。在这个存在信息不对称和充满不确定性的现实经济中，一个国家的贸易政策往往根据该政策的实施效果而不断进行修正甚至改变。

大国之间的贸易政策往往不独立，一个国家实行某种贸易政策得到的福利水平不仅取决于本身决策，还可能取决于其贸易伙伴的贸易政策。特别是在战略性贸易政策下，一国实行某种贸易政策所能达到的福利水平与其贸易伙伴实行的贸易政策密切相关。

在情况下，国际贸易政策不完全

首先，最初人们对贸易的理解存在偏差。国家认为出口好，进口不好；顺差好，逆差不好。

后来，人们对贸易的理解逐渐明晰，意识到贸易有可能是双赢的结果，因此自由贸易会提高双方的福利水平。虽然贸易会改变国家内部的利益分配。

但是，战略性贸易政策指出可以以邻为壑实行贸易保护政策。这为贸易保护提供了新的理论支持

Dixit 和 Norman（1980）以及 Lancaster（1980）等在前人研究的基础上，提出了除比较优势和禀赋差异外，规模报酬递增也是产生国际贸易的原因之一的观点，且认为规模报酬递增基础上产生的国际贸易将促进各国间专业化分工，提高贸易双方的福利水平。Brander 和 Spencer（1985）为战略性贸易政策[1]（新贸易干预主义）提供了理论基础。Krugman（1987）通过波音和空中客车的实例表明政府可通过适当的贸易干预政策提高本国生产者剩余（国家福利），同时指出：战略性贸易政策可能引发贸易伙伴国的报复从而引发贸易战，使战略性贸易政策得不偿失。贸易战将使贸易双方陷入囚徒困境博弈。Krugman（1987）认为一个定义清晰的简明规则（自由贸易规则）可以在某种程度上将贸易战的风险降到最低。Bagwell 和 Staiger（2001）研究了农产品贸易中的战略性贸易政策，指出各出口国可通过 GATT 中的约束条款达到逃离囚徒困境的目的。但这些研究均未分析战略性贸易政策的演化机理和过程。

自由贸易和贸易保护之争由来已久。国际贸易改变国内不同利益集团收入分配状况，因此每一次推动全球自由贸易的会议都不可避免遭到反对者们的抗议和抵制。反对者并不是真正受到了伤害，而是感觉受到了伤害（主观而不是客观）。

并不是所有的国家从一开始都意识到自由贸易的好处。自由贸易与贸易保护之争经历了一个不断发展演化的过程。

一种对自由贸易的反对是自由贸易虽然能够从总体上提高一个国家的福利水平，但会改变一个国家内部利益分配。因此

Sarin（1999）从“主观博弈”的角度阐释了囚徒困境博奕的演化路径。本文将 Sarin（1999）的观点应用于对新贸易干预政策的分析，并进一步通过比较静态分析讨论博弈收益矩阵对博弈初始状态的影响。通过设定线性主观评价修正方式，考察不同初始值情况对演化路径的影响并进行相应福利分析后发现：两国政府的初始主观意愿、博弈收益矩阵、演进策略等对新贸易干预政策的动态演化结果及福利水平有显著影响。两国政府初始时越“友善”，两国福利水平就可能越高。主观合作态度可以使两国政府少走弯路，提高各自福利水平，回归自由

[1] Brander（1995）将战略性贸易政策定义为那些影响企业（这些企业往往是垄断企业且战略上不独立）间战略关系的贸易政策。

贸易。贸易保护政策不可能长期提高一国福利，“以邻为壑”的策略在长期动态演进过程中通常很难奏效。

本文主要有四点贡献：第一，将演化博弈思路应用于对新贸易干预政策的分析。第二，通过比较静态分析考察博弈收益矩阵对博弈初始状态的影响。第三，线性主观评价修正方式的设定使博弈演化过程和结果更加直观和翔实。第四，福利分析的结果表明：主观上持开放贸易政策的两国或具有“同质性”[2]的两国可以通过演化博弈走出囚徒困境，达到较高福利水平；抵制自由贸易（给自由贸易一个很低的主观评价）的政府将将损害本国福利。虽然自由贸易已经不像以前描述的那么完美，但是与贸易保护相比，它仍然是现实中的最优政策（巴格沃蒂（2004，P25））。

本文结构如下：第二部分介绍了模型、通过比较静态分析考察博弈收益矩阵对博弈初始状态的影响；第三部分通过具体的演化设定分析演化博弈路径；第四部分为福利分析；第五部分为案例，第六部分是结论及模型可能的扩展方向。

二　模型

假设有两个国家 A 和 B。两国市场上均存在规模经济和不完全竞争。参照 Krugman（1987），假设两国都需要在补贴和不补贴的贸易政策之间进行选择。两国支付矩阵如下：

		B 国 不补贴	B 国 补贴
A 国	不补贴	a,a	b,c
	补贴	c,b	d,d

其中，$c>a>d>b$。不难看出，左边博弈的纳什均衡为（补贴，补贴），两国陷入囚徒困境。

根据 Sarin（1999），与“客观博弈”相对应，定义主观博弈为：博弈参与者给她可选择的每个策略一个先验主观评价，并根据实际结果对这个主观评价进行修正。修正值位于先验评价和实际结果构成的区间内。没有实际发生的策略的主观评价值不更新。

假设参与者 $i(i=A,B)$ 在第零期对“不补贴”策略所能得到收益的先验主观评价为 $u_f^i(0)$，且 $u_f^i(0)\in(b,a)$；对“补贴”策略所能得到收益的先验主观评价为 $u_p^i(0)$，且 $u_p^i(0)\in(d,c)$。

定理[3]：当 $u_f^A(0)>u_p^A(0)$ 且 $u_f^B(0)>u_p^B(0)$ 时，双方一直停留在策略（不补贴，不补贴）。其它情况下，演化博弈的过程可能会历经四个博弈可能结果。（补贴，不补贴）和（不补贴，补贴）都不是稳定均衡，（不补贴，不补贴）是唯一的吸点并总能以正的概率达到。

在 Sarin 的基础上，本文进一步讨论博弈收益矩阵对博弈初始状态的影响。

图 1 中浅色区域表示 $u_f^i(0)$ 的取值范围，深色区域表示 $u_p^i(0)$ 的取值范围。下面分三种情况讨论博弈收益矩阵对初始状态的影响。

（一）特殊情况 1

如果 $u_f^i(0)$ 服从区间 (b,a) 上的均匀分布，$u_p^i(0)$ 服从 (d,c) 区间上的均匀分布，那么

2 “同质性”的定义见下文

3 Sarin(1999)给出了这个定理的证明

“$u_f^A(0) > u_p^A(0)$ 且 $u_f^B(0) > u_p^B(0)$” 发生的概率为 $p = (\dfrac{\frac{1}{2}(a-d)^2}{(a-b)(c-d)})^2$。如图 2 所示：深色三角形面积占矩形面积的比例既是所求的概率）。不难证明：$\dfrac{\partial p}{\partial a} = 2(\dfrac{(\mathrm{a-d})^2}{2(\mathrm{a-b})(\mathrm{c-d})})\dfrac{(a-d)(a+d-2b)}{2(c-d)(a-b)^2} > 0$，$\dfrac{\partial p}{\partial b} > 0$，$\dfrac{\partial p}{\partial c} < 0$，$\dfrac{\partial p}{\partial d} = 2(\dfrac{(\mathrm{a-d})^2}{2(\mathrm{a-b})(\mathrm{c-d})})\dfrac{(a-d)(a+d-2c)}{2(a-b)(c-d)^2} < 0$。博弈双方直接进入合作博弈并且将一直合作下去的概率为 p。p 随着 a、b 的增加而增加；随着 c、d 的增加而减少。不论对方采取补贴还是不补贴，当博弈参与者从不补贴策略中得到的收益增加时，p 会增加；不论对方采取补贴还是不补贴，当博弈参与者从补贴策略中得到的收益增加时，p 会减少。博弈双方在第零期给“不补贴”策略的主观评价越高，双方越容易进入（不补贴，不补贴）的永久合作均衡。

（二）特殊情况 2

另外一种比较特殊的情况是：当 $u_f^i(0) \in (\mathrm{b,d})$ 时，博弈将始终停留在（补贴，补贴）。“$u_f^i(0) \in (\mathrm{b,d}) \quad \mathrm{i = A, B}$” 的概率为 $q = (\dfrac{d-b}{a-b})^2$（如图 3 所示）。不难证明：$\dfrac{\partial q}{\partial a} < 0$，$\dfrac{\partial q}{\partial b} = 2(\dfrac{d-b}{a-b})\dfrac{d-a}{(a-b)^2} < 0$，$\dfrac{\partial \mathrm{q}}{\partial c} = 0$，$\dfrac{\partial q}{\partial d} > 0$。博弈双方将始终陷入囚徒困境的概率为 q。q 随着 a、b 的增加而减少；随着 d 的增加而增加；不随 c 的改变而改变。不论对方采取补贴还是不补贴，当博弈参与者从不补贴策略中得到的收益增加时，q 会减少；不论对方采取补贴还是不补贴，当博弈参与者从补贴策略中得到的收益增加时，q 不会减少。博弈双方在第零期如果给“不补贴”策略一个很低的主观评价（小于 d），则双方将始终处于（补贴，补贴）的囚徒困境而无法自拔。

（三）其它情况

在特殊情况 1 和特殊情况 2 之外的其它情况，博弈不会始终停留在某一个结果，而是需要经过一个演化过程。其中，（不补贴，补贴）以及（补贴，不补贴）都不会是演化的长期均衡解。长期演化均衡解只能是（不补贴，不补贴）或者（补贴，补贴）。

三　演化路径

不同初始值情况下的演化路径不尽相同。下面分四种情况讨论双方博弈的演化路径

（一）第零期，A 国和 B 国都选择不补贴

为了具体讨论博弈双方的演化路径，假设博弈参与者在第 t 期对第 t-1 期主观评价的修正遵循如下公式：在第 t 期，实际发生策略的收益为 ξ，第 $\mathrm{t-1}$ 期对实际发生策略的主观评

价为$\eta(t-1)$，则博弈参与者将该策略的主观评价更新为$\eta(t)=(\eta(t-1)+\xi)/2$[4]；没有发生策略的主观评价不修正。

命题 1：当$u_f^A(0)\ge u_p^A(0)$，$u_f^B(0)\ge u_p^B(0)$[5]时，博弈必然将走向（不补贴，不补贴）的均衡结果，且$\lim_{t\to\infty}u_f^A(t)=a,\lim_{t\to\infty}u_p^A(t)=u_p^A(0)$，$\lim_{t\to\infty}u_f^B(t)=a,\lim_{t\to\infty}u_p^B(t)=u_p^B(0)$。

命题 1 的证明见附录 1。

命题 1 表明：如果两国在初始状态下均倾向于不补贴（$u_f^A(0)\ge u_p^A(0)$，$u_f^B(0)\ge u_p^B(0)$），则双方将一直不补贴。以欧盟为例，参与国在加入欧盟初始时期在主观评价中，均认为不补贴策略的收益高于补贴策略，则博弈参与者在动态演化过程中，将不断调高对不补贴策略的主观评价，并最终达到双方不补贴所能带来的客观收益值（$\lim_{t\to\infty}u_f^A(t)=\lim_{t\to\infty}u_f^B(t)=a$）；对补贴策略的主观评价维持不变（$u_p^A(t)=u_p^A(0)$，$u_p^B(t)=u_p^B(0)$，$\forall t\in N$），一直保持在较低水平；从而贸易参与者得以一直规避贸易战，维持双方不补贴状态。

（二）第零期，A 国和 B 国都选择补贴

因为（不补贴，补贴）和（补贴，不补贴）都不是稳定均衡。因此如果博弈存在稳定均衡的话，只能是（不补贴，不补贴）或者（补贴，补贴）。通过下面数值实例可以发现：在第零期，如果 A、B 国都选择补贴，那么最终均衡可能是（不补贴，不补贴），也可能是（补贴，补贴）。

实例一：假设 $b=10,d=20,a=90,c=100$，$u_f^A(0)=30,u_p^A(0)=60$，$u_f^B(0)=30,u_p^B(0)=60$，可以证明，从第 2 步开始，博弈将陷入（不补贴，不补贴）的均衡结果。

实例二：假设 $b=10,d=20,a=90,c=100$，$u_f^A(0)=30,u_p^A(0)=40$，$u_f^B(0)=30,u_p^B(0)=80$，可以证明，从第 114 步开始，博弈将陷入（补贴，补贴）的均衡结果。

考虑到技术上的可操作性，本文着重讨论当 A、B 两国具有“同质性”的情况：在第零期 A、B 两国对不补贴策略的主观评价相同、对补贴策略的主观评价相同，并且 A、B 两国在第零期均选择补贴策略。

命题2：当$u_f^A(0)=u_f^B(0)$，$u_p^A(0)=u_p^B(0)$，并且$u_f^A(0)<u_p^A(0)$，$u_f^B(0)<u_p^B(0)$，$u_f^A(0)=u_f^B(0)\in(d,a)$[6]时，博弈必然将走向（不补贴，不补贴）的均衡结果，且存在一个

---

[4] 将本期的主观评价调整为上期的主观评价和本期实际收益的代数平均

[5] 当博弈参与者对自由贸易策略和贸易保护策略的主观评价相同时，假设她将采取自由贸易策略

[6] 前文中已经证明，当$u_f^A(0)=u_f^B(0)\in(b,d)$时，双方将一直停留在（补贴，补贴）的囚徒困境。

非负整数 N *，使得* $\lim_{t\to\infty}u_f^A(t)=a,\lim_{t\to\infty}u_p^A(t)=\dfrac{u_p^A(0)+(2^N-1)*d}{2^N}$，

$\lim_{t\to\infty}u_f^B(t)=a,\lim_{t\to\infty}u_p^B(t)=\dfrac{u_p^B(0)+(2^N-1)*d}{2^N}$。

命题 2 的证明见附录 2。

在上面命题 2 的基础上，将前文中 $\eta(\mathrm{t})=(\eta(\mathrm{t}-1)+\xi)/2$ 的假设放宽为 $\eta(\mathrm{t})=(1-\alpha)\eta(\mathrm{t}-1)+\alpha\xi$，$\alpha\in(0,1)$。这里，$\alpha$ 表示博弈参与者在修正主观评价时赋予策略实际收益的权重，当 $\alpha=1/2$ 时，$\eta(\mathrm{t})=(\eta(\mathrm{t}-1)+\xi)/2$。$\alpha$ 越大，表示博弈参与者越看重策略的实际收益，越不看重上一期自身对该策略的主观评价。

在这种假设条件下，如果博弈双方在第 n 期仍选择补贴，那么第 n 期修正后的对补贴策略的主观评价为 $u_p^A(n)=(1-\alpha)^n*u_p^A(0)+(1-(1-\alpha)^n)*d$，$u_p^B(n)=(1-\alpha)^n*u_p^B(0)+(1-(1-\alpha)^n)*d$，且 $u_A^f(n)=u_A^f(0)=u_B^f(0)$。令 $(1-\alpha)^n u_p^A(0)+(1-(1-\alpha)^n)d<u_f^A(0)$，则博弈从（补贴，补贴）结果转变为（不补贴，不补贴）结果的时期 N 为：$N=\mathrm{int}((\ln\dfrac{u_f^A(0)-d}{u_p^A(0)-d})/\ln(1-\alpha))+1$[7]。易知：$\dfrac{\partial N}{\partial u_f^A(0)}<0$，$\dfrac{\partial N}{\partial u_p^A(0)}>0$，$\dfrac{\partial N}{\partial d}>0$，$\dfrac{\partial N}{\partial \alpha}<0$[8]。假设两国在第零期是同质的。两国在第零期对不补贴策略的主观评价相同，对补贴策略的主观评价相同，且对补贴策略的主观评价大于对不补贴策略的主观评价。在本文的框架下，在某个时期 N 之后，两国终将回归不补贴。两国在第零期对不补贴策略的主观评价（$u_f^A(0)$）越高；对补贴策略的主观评价（$u_p^A(0)$）越低；双方都实行补贴时两国得到的收益（d）越小；博弈参与者越看重策略的实际收益（α）；则回归不补贴所需时期（N）越小，这个结果与直觉相符。特别的，α 表征两国改正错误的积极性。两国越积极改正第 t-1 期对补贴策略主观评价与第 t 期补贴策略实际收益的差距，则两国越容易从贸易战回归到不补贴。反之，α 越小，表明双方越不愿意修正错误，则双方在囚徒困境中的时间就越长。当 $\alpha\to 0$ 时，$N\to\infty$。

具有本文设定的“同质性”性质的两国，即使初始时期两国选择补贴策略，但在具体实施补贴策略的过程中，由于贸易战带来的低实际收益使得两国不断调低对补贴策略的原本较高的主观评价，直至在某个时期 N，双方对补贴策略的主观评价均低于对不补贴策略的主

---

[7] 当 $(\ln\dfrac{u_f^A(0)-d}{u_p^A(0)-d})/\ln(1-\alpha)$ 为整数时，$N=\mathrm{int}((\ln\dfrac{u_f^A(0)-d}{u_p^A(0)-d})/\ln(1-\alpha))$

[8] 因为 N 为整数型变量，严格说来，应为 $\dfrac{\partial N}{\partial u_f^A(0)}\le 0$，$\dfrac{\partial N}{\partial u_p^A(0)}\ge 0$，$\dfrac{\partial N}{\partial d}\ge 0$，$\dfrac{\partial N}{\partial \alpha}\le 0$，下同

观评价（$u_p^A(N)=u_p^B(N)<u_f^A(N)=u_f^B(N)$）。双方开始由贸易战转为双方不补贴，并均得到不补贴策略的高收益a，在此之后，双方便开始不断修正对不补贴策略原本相对较低的主观评价，同时维持双方不补贴状态。并最终将不补贴策略的主观评价调至a（$\lim_{m\to\infty}u_f^A(m)=\lim_{m\to\infty}u_f^B(m)=a$），对补贴策略的主观评价维持在时期$N$的水平（$\lim_{m\to\infty}u_p^A(m)=\lim_{m\to\infty}u_p^B(m)=u_p^A(N)=u_p^B(N)$）。

两国如果在初始时期均选择补贴策略但不具备“同质性”，那么两国并不能必然走向双方不补贴均衡，存在最终陷入囚徒困境均衡的可能性。两国在初始时期均实际获得补贴策略的低收益d，在第一期两国均将调低对补贴策略的主观评价。由于两国不具备“同质性”，因此可能在第n期，A 国已经将补贴策略的主观评价调低至低于不补贴策略主观评价的水平，而 B 国对补贴策略的主观评价仍然高于对不补贴策略的主观评价，从而 A 国实行不补贴策略，B 国实行补贴策略。A 国实行不补贴策略非但没有给自身带来好处，反而不得不接受不补贴策略的低实际收益b；B 国实行补贴策略带来了意想不到的高回报c。在第$n+1$期，A 国调低对不补贴策略的主观评价，B 国调高对补贴策略的主观评价……直至 A 国转而再次采用补贴策略，双方再此陷入贸易战……。不具备“同质性”的两国，在调整自身对不同博弈策略的主观评价时，可能会彼此踏错节拍、阴差阳错，兜来转去之后仍难以调和步调，在不断的彼此退让和报复之后陷入囚徒困境而无法自拔。“同质性”两国则不存在这个问题。两国即使在初始时期剑拔弩张，在不得不面对执行贸易保策略带来的低收益事实之后，双方不断相同程度的悄然修正对补贴策略的主观评价，直至在某个时期双方同时“幡然悔悟”，放弃补贴策略转而实行不补贴策略，并将不补贴一直持续下去。“同质性”带来两国相同的主观策略修正结果和同时的策略转变。双方同时转变策略后，均体会到不补贴策略带来的高收益a而不是之前的补贴策略带来的低收益d，这种良性激励使双方同时调高对不补贴策略的主观评价而不再理会补贴策略的主观评价，进而双方可以将（不补贴，不补贴）的博弈结果一直维持下去，形成均衡解。

（三）第零期，A 国选择不补贴、B 国选择补贴

当$u_f^A(0)>u_p^A(0)$，$u_f^B(0)<u_p^B(0)$时，两国有可能最终回归（不补贴，不补贴），但也有可能陷入（补贴，补贴）的囚徒困境。

实例三：当$u_f^A(0)=80$，$u_p^A=40$；$u_f^B(0)=40$，$u_p^B=80$时，两国博弈的长期均衡结果为（不补贴，不补贴）。

实例四：当$u_f^A(0)=50$，$u_p^A=40$；$u_f^B(0)=40$，$u_p^B=80$时，两国博弈的长期均衡结果为（补贴，补贴）。

实例三、实例四的证明从略。

由于 A 国选择不补贴、B 国选择补贴，因此两国“同质性”条件不再满足。假设两国存在“显著差异”：在第零期，A 国对不补贴策略的主观评价为不补贴策略所能得到的最高收益a，对补贴策略的主观评价为补贴策略所能得到的最低收益d；B 国对不补贴策略的主观评价为不补贴策略所能得到的最低收益b，对补贴策略的主观评价为补贴策略所能得到的最高收益c，可得命题 3。

命题 3：当$u_f^A(0)=a,u_p^A(0)=d$，$u_f^B(0)=b,u_p^B(0)=c$时，博弈必将走向（补贴，补

贴）的均衡结果，且存在一个非负整数 N^* *，使得* $\lim\limits_{t\to\infty} u_f^A(t) = \dfrac{a+(2^{N^*}-1)*b}{2^{N^*}}, \lim\limits_{t\to\infty} u_p^A(t) = d$ *，* $\lim\limits_{t\to\infty} u_f^B(t) = b, \lim\limits_{t\to\infty} u_p^B(t) = d$ *。*

命题 3 的证明见附录 3。

在上面命题 3 的基础上，将 $\eta(\mathrm{t}) = (\eta(\mathrm{t}-1)+\xi)/2$ 的假设放宽为 $\eta(\mathrm{t}) = (1-\alpha)*\eta(\mathrm{t}-1)+\alpha*\xi$，$\alpha \in (0,1)$。在这种假设条件下，如果博弈双方在第 n 期仍然处于（不补贴，补贴）状态，那么第 n 期修正后主观评价为 $u_f^A(n) = (1-\alpha)^n * a + (1-(1-\alpha)^n)*b, u_p^A(n) = d$，$u_f^B(n) = b, u_p^B(n) = c$。令 $u_f^A(n) = (1-\alpha)^n * a + (1-(1-\alpha)^n)*b = u_p^A(n) = d$，则博弈从（不补贴，补贴）的结果转变为（不补贴，不补贴）结果的时期 N^* 为：$N^* = \mathrm{int}((\ln\dfrac{d-b}{a-b})/\ln(1-\alpha))+1$[9]。易知：$\dfrac{\partial N^*}{\partial d} < 0$，$\dfrac{\partial N^*}{\partial a} > 0$，$\dfrac{\partial N^*}{\partial b} > 0$，$\dfrac{\partial N^*}{\partial \alpha} < 0$。这表明：假设两国在第零期存在“显著差异”。A 国对不补贴策略的主观评价极高，对补贴策略的主观评价极低，B 国反之。在本文框架下，在某个时期 N^* 之后，两国终将陷入（补贴，补贴）的囚徒困境。两国陷入囚徒困境之后得到的收益（d）越小；两国均实行不补贴时得到的收益（a）越大；对方实行补贴策略、自身实行不补贴策略时自身得到的收益（b）越大；博弈参与者越不看重策略的实际收益（α）；则陷入囚徒困境所需时期（N^*）越大，这个结果与直觉相符。特别的，α 表征两国改正错误的积极性。两国越积极修正自身主观评价，则两国越容易陷入囚徒困境。反之，α 越小，表明双方越不愿意修正错误，则双方在（不补贴，补贴）中提留的时期越长。当 $\alpha \to 0$ 时，$N^* \to \infty$。

命题 3 阐述了一个秉承不补贴理念的国家和一个秉承补贴理念的国家之间的博弈过程。在博弈初期，实行补贴的国家可以从对方处榨取利益（B 国获得高收益 c，A 国获得低收益 b）；但 B 国持续的“以邻为壑”策略会使 A 国不断修正自身对原本秉承的不补贴策略的主观评价，直至在一段时间之后，A 国放弃不补贴策略转而实行补贴策略。从而双方陷入（补贴，补贴）的囚徒困境均衡。

A 国原本赋予不补贴策略很高的主观评价，然而在受到顽固坚持补贴策略的 B 国的持续伤害之后，A 国必将在某个时期 N^* 放弃不补贴策略转为补贴策略。B 国虽然在博弈初期可以坐享高收益 c，但在时期 N^* 之后会因为 A 国的策略转变而只能得到大小为 d 的收益，而无缘双方不补贴的收益 a（$c > a > d$）。

---

[9] 当 $(\ln\dfrac{d-b}{a-b})/\ln(1-\alpha)$ 为整数时，$N = \mathrm{int}((\ln\dfrac{d-b}{a-b})/\ln(1-\alpha))$

α越大，表示A国受到B国伤害后越大幅度调低对不补贴策略的主观评价，则A国转变自身策略所用时间N^*越小，B国能从A国捞到高收益c的时期越短。反之，α越小，则A国受B国伤害的时期越长。当$\alpha \to 0$时，似乎可以用东郭先生形容A国了。但是，无论α是大还是小，A、B两国都不可能进入（不补贴，不补贴）的均衡结果，而是必然走向囚徒困境均衡。造成这种结果的主要原因是B国持续的补贴策略致使A国不得不转变主观评价和博弈策略。

（四）第零期，A国选择补贴、B国选择不补贴

与（三）的情况类似，不再赘述。

四　福利分析

与不同演化路径相对应，分四种情况分析两国福利。

（一）第零期，A国和B国都选择不补贴

根据命题1，（不补贴，不补贴）将一直延续下去，成为稳定均衡。假设时间贴现因子为β，则A，B两国的福利水平为：

$$W_{(1)}^{A} = a + \beta * a + \beta^2 * a + ... = \frac{a}{1-\beta}$$

$$W_{(1)}^{B} = W_{(1)}^{A} = \frac{a}{1-\beta}$$

其中，W_i^j表示在第i种情况下j国的福利水平。

（二）第零期，A国和B国都选择补贴

由前文中的实例一和实例二知，演化博弈有可能收敛于（不补贴，不补贴），也可能收敛于（补贴，不补贴）。这里，福利分析仅计算命题2对应的情况。

在命题2的框架下，两国第零期至第N-1期的收益均为d，第N期及之后的收益均为a。两国的福利水平为：

$$W_{(2)}^{A} = d + \beta * d + ... + \beta^{N-1} * d + \beta^{N} * a + \beta^{N+1} * a + ... = \frac{d*(1-\beta^N) + a*\beta^N}{1-\beta}$$

$$W_{(2)}^{B} = W_{(2)}^{A} = \frac{d*(1-\beta^N) + a*\beta^N}{1-\beta}$$

（三）第零期，A国选择不补贴、B国选择补贴

由前文中的实例三和实例四知，演化博弈有可能收敛于（不补贴，不补贴），也可能收敛于（补贴，不补贴）。这里，福利分析仅计算命题3对应的情况。

在命题3的框架下，第零期至第$N^* - 1$期，A国选择不补贴策略，收益为b；B国选择补贴策略，收益为c。第N^*期之后，A、B 两国均选择补贴策略，收益均为d。两国的福利水平为：

$$W_{(3)}^{A}=b+\beta*b+...+\beta^{N^*-1}*b+\beta^{N^*}*d+\beta^{N^*+1}*d+...=\frac{b*(1-\beta^{N^*})+d*\beta^{N^*}}{1-\beta}$$

$$W_{(3)}^{B}=c+\beta*c+...+\beta^{N^*-1}*c+\beta^{N^*}*d+\beta^{N^*+1}*d+...=\frac{c*(1-\beta^{N^*})+d*\beta^{N^*}}{1-\beta}$$

（四）第零期，A 国选择补贴、B 国选择不补贴

与（三）的情况类似，不再赘述。

作为福利分析的参照，如果两国从第零期开始一直选择不补贴策略，则两国福利水平均为 $W_f=\frac{a}{1-\beta}$；如果两国从第零期开始一直选择补贴策略，则两国福利水平均为 $W_p=\frac{d}{1-\beta}$，且 $W_f>W_p$。

下面分别比较在（一）、（二）和（三）的情况，各国福利水平的与 W_f、W_p 的差异。

在（一）的情况下，双方一直实行不补贴策略，福利水平 $W_{(1)}^{B}=W_{(1)}^{A}=W_f>W_p$。双方没有进入囚徒困境，而是一直处于（不补贴，不补贴）结果中。双方对不补贴策略的主观评价在长期将趋于（不补贴，不补贴）策略所能带来的真实收益 a。彼此开放（倾向于不补贴而不是补贴）的两国将一直处于不补贴之中，可以规避贸易战，达到较高的福利水平。

在这种情况下，从第零期两国便进入均衡，其中短期福利和长期福利均等于自由贸易时的福利水平。

在（二）中命题 2 的情况下，双方从贸易战转向彼此不补贴，福利水平 $W_p<W_{(2)}^{B}=W_{(2)}^{A}=\frac{d*(1-\beta^{N})+a*\beta^{N}}{1-\beta}<W_f$。福利水平位于纯不补贴的福利水平（$W_f$）和纯贸易战的福利水平（$W_p$）之间。因为 $\frac{\partial N}{\partial u_f^A(0)}<0$，$\frac{\partial N}{\partial u_p^A(0)}>0$，$\frac{\partial N}{\partial d}>0$，$\frac{\partial N}{\partial \alpha}<0$，可以证明 $\frac{\partial W_{(2)}^{A}}{\partial u_f^A(0)}>0$，$\frac{\partial W_{(2)}^{A}}{\partial u_p^A(0)}<0$，$\frac{\partial W_{(2)}^{A}}{\partial d}<0$，$\frac{\partial W_{(2)}^{A}}{\partial \alpha}>0$，对 B 国也有相同结论。两国第零期对不补贴策略的主观评价（$u_f^A(0)$）越高；对补贴策略的主观评价（$u_p^A(0)$）越低；双方都实行补贴时两国得到的收益（d）越小；博弈参与者越看重策略的实际收益（α）；则两国福利水平（$W_{(2)}^{A},W_{(2)}^{B}$）越高。

在这种情况下，从第零期至第 N 期，两国的福利水平均等同于贸易战中的福利水平。从第 N 期开始，两国进入双方不补贴的均衡，其均衡状态时的福利水平等于自由贸易时的福利水平。

在（三）中命题 3 的情况下，博弈从（不补贴，补贴）转为双方贸易战。A 国的福利水

平 $W_{(3)}^{A}=\frac{b*(1-\beta^{N^*})+d*\beta^{N^*}}{1-\beta}<W_p<W_f$；B 国的福利水平 $W_{(3)}^{B}=\frac{c*(1-\beta^{N^*})+d*\beta^{N^*}}{1-\beta}>W_p$，但 $W_{(3)}^{B}$ 与 W_f 的相对大小不确定。这是因为 $W_{(3)}^{B}-W_f=\frac{c*(1-\beta^{N^*})+d*\beta^{N^*}-a}{1-\beta}$ [10]，虽然 N^* 内生，但 $N^*=\text{int}((\ln\frac{d-b}{a-b})/\ln(1-\alpha))+1$，与 c 无关，且 $N^*\geq 1$。所以，$\lim_{c\to\infty}(W_{(3)}^{B}-W_f)>0$，$\lim_{c\to a}(W_{(3)}^{B}-W_f)<0$。

记 $N^*=f(a,b,d,\alpha)$，则 $W_{(3)}^{B}-W_f=\frac{c*(1-\beta^{f(a,b,d,\alpha)})+d*\beta^{f(a,b,d,\alpha)}-a}{1-\beta}$，其中 $\frac{\partial f}{\partial a}>0$，$\frac{\partial f}{\partial b}>0$，$\frac{\partial f}{\partial d}<0$，$\frac{\partial f}{\partial \alpha}<0$。可知，$\frac{\partial(W_{(3)}^{B}-W_f)}{\partial b}>0$，$\frac{\partial(W_{(3)}^{B}-W_f)}{\partial c}>0$，$\frac{\partial(W_{(3)}^{B}-W_f)}{\partial \alpha}<0$。

第零期，A 国采用不补贴策略，B 国采用补贴策略。A 国得到收益 b，A 国在第一期将修正对不补贴策略的主观评价。b 越大，修正后的主观评价越大，A 在第一期越有可能继续采取不补贴策略，从而 B 国在第一期越有可能继续得到补贴带来的高收益 c，而不是双方补贴时得到的收益 d。第二期的情况类似……，所以 $\frac{\partial(W_{(3)}^{B}-W_f)}{\partial b}>0$。

c 越大，B 国从补贴策略中得到的收益越大（当 A 国实行不补贴策略时），即当对方（A 国）采取合作态度时，B 国“背叛”的收益越大，则 B 国福利水平越高，$\frac{\partial(W_{(3)}^{B}-W_f)}{\partial c}>0$。当 $c\to\infty$ 时，B 国福利水平将高于双方完全不补贴时的福利水平 W_f。

α 越大，A 国越迅速调整自身对不补贴的主观评价，越早结束 B 国享有较高收益 c 的状态，B 国福利水平越低，$\frac{\partial(W_{(3)}^{B}-W_f)}{\partial \alpha}<0$。当 $\alpha\to 1$ 时，B 国福利水平很可能低于双方完全不补贴时的福利水平 W_f，从而使 B 国对双方不补贴的偏离得不偿失；当 $\alpha\to 0$ 时，B 国福利水平将高于双方完全不补贴时的福利水平 W_f（$\lim_{\alpha\to 0}W_{(3)}^{B}=\frac{c}{1-\beta}$），但 B 国此时的高

[10] 分子可以理解为 d 与 c 的加权平均（权数为 β^{N^*}）减去 a（由已知条件知 $c>a>d$）

福利水平建立 A 国低福利水平的基础上（$\lim_{\alpha \to 0} W_{(3)}^{A} = \frac{b}{1-\beta}$），并不是双赢的结果。

在这种情况下，从第零期至第 N^* 期，A 国的福利水平为 b，不仅低于双方自由贸易的福利水平，而且低于贸易战时的福利水平 d。从第 N^* 期开始进入均衡，A 国的长期均衡福利水平为贸易战时的福利水平 d。从第零期至第 N^* 期，B 国的福利水平为 c，高于双方自由贸易时的福利水平 a。从第 N^* 期开始进入均衡，B 国的长期均衡福利水平为贸易战时的福利水平 d。

（四）第零期，A 国选择补贴、B 国选择不补贴

与（三）中的情况类似，不再赘述。

从福利分析可以看出，两国初始状态（$u_f^A(0)$，$u_p^A(0)$，$u_f^B(0)$，$u_p^B(0)$）对博弈演化路径、均衡结果以及两国福利水平都有显著影响。如果两国第零期均倾向于不补贴策略，则两国将一直保持不补贴并得到较高福利水平;如果两国第零期均倾向于补贴或者一国倾向于不补贴而对方倾向于补贴，则博弈演化的结果可能归于（不补贴，不补贴）的均衡结果也可能归于（补贴，补贴）的均衡结果，取决于双方初始主观评价值、修正主观评价值的方式以及博弈收益矩阵。不同演进过程和均衡结果给两国带来的福利水平也大不相同。

如果两国第零期均倾向于补贴并且两国“同质”(参见命题 2)，则两国最终将必定走向（不补贴，不补贴）的均衡结果，两国的福利水平位于双方完全补贴的福利水平（W_p）和双方完全不补贴的福利水平（W_f）之间。如果两国第零期一国倾向于不补贴而对方倾向于补贴并且两国存在“显著差异” （参见命题 3)，则两国最终将必将走向（补贴，补贴）的均衡结果，最初实行不补贴的国家的福利水平低于双方完全补贴时的福利水平（W_p），最初实行补贴的国家的福利水平高于双方完全补贴时的福利水平（W_p）而与双方完全不补贴时的福利水平（W_f）之间大小关系不确定。各外生参数（a,b,c,d,α 等）对福利水平均有不同程度、不同方式的影响。

补贴可能带来短期收益的同时，更可能引发福利损失。在本文框架下，补贴不可能带来长期利益。开放(第零期均倾向于不补贴而不是补贴)的两国将能在动态演化博弈中享有 W_f 的福利水平；处于贸易战的“同质性”两国在演进和修正的动态博弈过程中终将走出囚徒困境；一国持续的补贴策略将注定引发它国调整主观评价，很可能导致该国福利水平低于双方完全不补贴的福利水平（W_f）。

五　案例分析

Bagwell 和 Staiger（2001）详尽论述了美国和欧洲面粉出口贸易政策的实际演变过程。

Bagwell 和 Staiger（2001）指出：1975 年，美国国家面粉联盟（U.S. Millers' National Federation）援引 301 条款（Section 301）向美国商务代表会 USTR（United States Trade Representative）提起诉讼，认为欧洲国家的面粉出口补贴政策严重损害了美国面粉出口商的利益。美国政府随即将此问题诉诸 GATT 但未得到 GATT 的明确支持。直至 20 世纪 80 年代初，GATT 仍未对欧洲国家的面粉出口补贴进行约束和限制，美国不得不在 1983 年开始补贴本国面粉出口以报复。根据 Rhodes（1993），当时美国盛行的观点是：只有当美国对面粉出口采取和欧洲国家同等程度的补贴时，才会使欧洲国家真正重视美欧之间存在的面粉贸易问题。这引发了美欧之间面粉补贴的贸易战。

在 20 世纪 80 年代中期，贸易战的成本逐渐被意识到。Croome（1995）指出：绝大多数政府都逐渐意识到贸易补贴给本国预算和纳税人带来的负担，通过贸易补贴带来的竞争优势只会招致他国的报复从而降低双方的福利水平，陷入得不偿失的贸易战。乌拉圭回合如能有效降低双方补贴水平将会达到双赢的效果。实际结果是：尽管欧美在补贴削减幅度上存在分歧，但双方均显著降低了农产品补贴程度。

本文的研究框架和结果可一定程度上解释上面的案例。在美欧之间的面粉贸易中，欧洲首先采取了贸易补贴政策，以损失美国利益为代价获得超额回报。美国原本采取不补贴的贸易政策，但在屡次受到欧洲贸易补贴政策的伤害后，不得不采取补贴政策从而双方陷入贸易补贴的囚徒困境（命题 3）。贸易战损害双方福利，面对贸易补贴带来的低实际收益，贸易双方逐渐反思并在乌拉圭回合有效降低了双方的补贴水平（命题 2）。

六　结论和扩展方向

古典自由贸易政策建立在市场有效的前提下，当代世界经济中的不完全竞争、规模经济和市场失灵等使自由贸易受到挑战，通过贸易保护政策提高本国福利水平成为可能，但实行贸易保护政策引发的贸易战往往使两国陷入囚徒困境。

本文从演化博弈角度通过定义一个主观博弈框架考察了参与国际贸易两国的政策演进过程和福利水平。

如果两国政府初始时期对不补贴策略的主观评价高于对补贴策略的主观评价，则两国政府将始终处于不补贴状态，完全规避补贴的囚徒困境，达到完全不补贴时的福利水平。随着时间的推移，博弈参与者将逐渐增大其对不补贴策略的主观评价，并收敛至博弈支付矩阵中双方均实行不补贴策略时的收益。博弈收益矩阵中不补贴策略可能的收益越高，补贴策略可能的收益越低，两国实现此种博弈结果的概率越大。

如果两国政府初始时期对补贴策略的主观评价高于对不补贴策略的主观评价且具有“同质性”，则两国政府将在某个时期走出补贴的囚徒困境，转变为双方不补贴，并将不补贴的状态持续下去。两国福利在贸易战中频频受损，使双方不断降低对补贴策略的主观评价，直至低于对不补贴策略的主观评价时，两国走出囚徒困境。两国的福利水平低于完全不补贴时的福利水平，高于完全贸易战时的福利水平。特别的，如果两国初始时期对不补贴策略的主观低于博弈收益矩阵中双方均实行补贴策略时的收益，则双方将一直陷于囚徒困境。

如果初始时期一国采取不补贴策略，另一国采取补贴策略并且两国具有“显著差异”，则两国终将在某个时期之后陷入囚徒困境而无法自拔。

与客观博弈不同，主观博弈双方对不同贸易政策策略的主观评价会显著影响博弈的演进过程和双方福利水平。秉承开放理念（对不补贴策略的主观评价大于对补贴策略的主观评价）或具有“同质性”的两国可以完全规避或最终走出囚徒困境，达到较高福利水平。

本文进一步可能的扩展方向主要为以下几点。第一：本文给出的博弈收益矩阵是对称的。在实际中，两国在国际贸易博弈中面对的收益矩阵可能并不对称（如下表所示）。放松收益

		B 国	
		不补贴	补贴
A 国	不补贴	a^A, a^B	b^A, c^B
	补贴	c^A, b^B	d^A, d^B

矩阵对称性的假设对本文结果没有显著影响。第二：本文假设博弈双方对策略收益主观评价的修正服从线性方式，这样假设可以使各个结论比较简洁直观。放宽线性假设会扩展模型的适用范围，但有可能无法给出显示解析解和明确结论。第三：本模型中博弈矩阵为 2×2 矩阵，可考虑将此博弈矩阵拓展到更高维。第四：两国在演进博弈过程中，可能会受到外来因素的冲击而改变演化路径。如：加入 WTO 后，WTO 规则下两国不能再根据主观评价的改变随意进行贸易补贴。最后：本文未考虑贸易政策变动的成本和经济影响。不同演进路径达到均衡点所需要的时期和演进过程不同，在某些情况下，博弈参与者可以直接进入均衡策略；而另外一些情况下，博弈参与者需要经过或多或少的政策变化才能进入均衡状态。贸易政策变动引发的成本和经济影响可以考虑在以后的研究中纳入到模型中去。

参考文献

[1] Bagwell Kyle and Staiger Robert W. (2001) “Strategic Trade, Competitive Industries and Agricultural Trade Disputes”, *Economics and Politics*, Volume 13, Issue 2, 113-128

[2] Brander J.A. (1995), “Strategic Trade Policy”, working paper, No. 5020, National Bureau of Economic Research, February 1995

[3] Brander J.A. and Spencer B. (1985) “Export Subsidies and International Market Share Rivalry”, *Journal of International Economics*, 16, 83-100

[4] Croome John (1995), *Reshaping the World Trading System: A History of the Uruguay Round*, World Trade Organization: Geneva

[5] Dixit K. Avinash and Victor Norman (1980), *Theory of International Trade*, Cambridge, Nisbet, 1980

[6] Jackson John (1997), *The World Trading System: Law and Policy of International Economic Relations*, 2nd edition, The MIT Press: Cambridge

[7] Krugman R. Paul (1987), “Is Free Trade Passe?”, *the Journal of Economic Perspectives*, Vol. 1, No. 2. (Autumn, 1987), pp. 131-144

[8] Lancaster Kelvin (1980), “Intra-industry Trade Under Perfect Monopolistic Competition” *Journal of International Economics*, 1980, 10, 151-175

[9] Rhodes Carolyn (1993), *Reciprocity, U.S. Trade Policy, and the GATT Regime*, Cornell University Press, Ithaca, New York

[10] Sarin Rajiv (1999) “Simply play in the Prisoner’s Dilemma”, *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 40 (1999) 105-113

[11] Trebilcock Michael J. and Howse Robert (1999), *The Regulation of International Trade*, 2nd edition, Routledge: New York

[12] 巴格沃蒂（2004），《今日自由贸易》，巴格沃蒂著，海闻译，2004 年 5 月，P25

附录 1：

命题 1：当 $u_f^A(0)\ge u_p^A(0)$，$u_f^B(0)\ge u_p^B(0)$ 时，博弈必然将走向（不补贴，不补贴）的

均衡结果，且 $\lim_{t\to\infty}u_f^A(t)=a,\lim_{t\to\infty}u_p^A(t)=u_p^A(0)$， $\lim_{t\to\infty}u_f^B(t)=a,\lim_{t\to\infty}u_p^B(t)=u_p^B(0)$。

证明：因为 $u_f^A(0)\ge u_p^A(0)$， $u_f^B(0)\ge u_p^B(0)$，所以在第零期双方均选择不补贴，均得到收益 a。在第一期，双方对补贴策略的主观评价保持不变 $u_p^A(1)=u_p^A(0)$， $u_p^B(1)=u_p^B(0)$；对不补贴策略的主观评价修正为 $u_f^A(1)=\frac{u_f^A(0)+a}{2}>u_f^A(0)$， $u_f^B(1)=\frac{u_f^B(0)+a}{2}>u_f^B(0)$。可知，博弈双方第 n 期修正后的对各博弈策略的主观评价分别为 $u_f^A(n)=\frac{u_f^A(0)+(2^n-1)*a}{2^n}$ ， $u_f^B(n)=\frac{u_f^B(0)+(2^n-1)*a}{2^n}$ 且 $u_p^A(n)=u_p^A(0)$ ， $u_p^B(n)=u_p^B(0)$ 。不难看出， $\lim_{n\to\infty}u_f^A(n)=a,\lim_{n\to\infty}u_p^A(n)=u_p^A(0)$ ， $\lim_{n\to\infty}u_f^B(n)=a,\lim_{n\to\infty}u_p^B(n)=u_p^B(0)$。命题 1 得证。

附录 2：

命题 2：当 $u_f^A(0)=u_f^B(0)$， $u_p^A(0)=u_p^B(0)$，并且 $u_f^A(0)<u_p^A(0)$， $u_f^B(0)<u_p^B(0)$， $u_f^A(0)=u_f^B(0)\in(d,a)$ 时，博弈必然将走向（不补贴，不补贴）的均衡结果，且存在一个非负整数 N ，使得 $\lim_{t\to\infty}u_f^A(t)=a,\lim_{t\to\infty}u_p^A(t)=\frac{u_p^A(0)+(2^N-1)*d}{2^N}$ ， $\lim_{t\to\infty}u_f^B(t)=a,\lim_{t\to\infty}u_p^B(t)=\frac{u_p^B(0)+(2^N-1)*d}{2^N}$。

证明：因为 $u_f^A(0)<u_p^A(0)$， $u_f^B(0)<u_p^B(0)$，所以在第零期双方均选择补贴，均得到收益 d。在第一期，双方对不补贴策略的主观评价保持不变 $u_f^A(1)=u_f^A(0)$， $u_f^B(1)=u_f^B(0)$；对补贴策略的主观评价修正为 $u_p^A(1)=\frac{u_p^A(0)+d}{2}<u_p^A(0)$， $u_p^B(1)=\frac{u_p^B(0)+d}{2}<u_p^B(0)$。如果博弈双方在第 n 期仍然选择补贴，那么第 n 期修正后的对补贴策略的主观评价为 $u_p^A(n)=\frac{u_p^A(0)+(2^n-1)*d}{2^n}=\frac{u_p^B(0)+(2^n-1)*d}{2^n}=u_p^B(n)$ ，且 $u_f^A(\quad = \quad = n) \quad \frac{A}{f}$ 。不难看出， $\lim_{n\to\infty}u_p^A(n)=\lim_{n\to\infty}u_p^B(n)=d$ ，结合 $u_f^A(0)=u_f^B(0)\in(d,a)$ 的假设可知： $\exists N$，当 $n<N$ 时， $u_f^A(n)<u_p^A(n),u_f^B(n)<u_p^B(n)$；

当 $n \ge N$ 时，$u_f^A(0)=u_f^A(N)\ge u_p^A(N)=\frac{u_p^A(0)+(2^N-1)*d}{2^N}$，$u_f^B(0)=u_f^B(N)\ge u_p^B(N)=\frac{u_p^B(0)+(2^N-1)*d}{2^N}$ [11]。因此，在第 N 期，双方将同时放弃补贴策略转而采用不补贴策略。

在第 N +1 期，A、B 两国均修正对不补贴策略的主观评价，得到 $u_f^A(N+1)=\frac{u_f^A(0)+a}{2}, u_p^A(N+1)=\frac{u_p^A(0)+(2^N-1)*d}{2^N}$，$u_f^B(N+1)=\frac{u_f^B(0)+a}{2}, u_p^A(N+1)=\frac{u_p^B(0)+(2^N-1)*d}{2^N}$。因为 $u_f^A(N+1)>u_p^A(N+1)$，$u_f^B(N+1)>u_p^B(N+1)$，所以在第 N +1 期，双方仍均实行不补贴策略。

对 $\forall m \ge N$，双方均实行不补贴策略，博弈双方对各个策略的主观评价为 $u_f^A(m)=\frac{u_f^A(0)+(2^{m-N}-1)*a}{2^{m-N}}, u_p^A(N+1)=\frac{u_p^A(0)+(2^N-1)*d}{2^N}$，$u_f^B(m)=\frac{u_f^B(0)+(2^{m-N}-1)*a}{2^{m-N}}, u_p^B(N+1)=\frac{u_p^B(0)+(2^N-1)*d}{2^N}$。双方一旦同时采用不补贴策略，则（不补贴，不补贴）的结果将一直延续下去，且 $\lim_{m\to\infty} u_f^A(m)=a, \lim_{m\to\infty} u_p^A(m)=\frac{u_p^A(0)+(2^N-1)*d}{2^N}$，$\lim_{m\to\infty} u_f^B(m)=a, \lim_{m\to\infty} u_p^B(m)=\frac{u_p^B(0)+(2^N-1)*d}{2^N}$。命题 2 得证。

附录 3：

命题 3：当 $u_f^A(0)=a, u_p^A(0)=d$，$u_f^B(0)=b, u_p^B(0)=c$ 时，博弈必将走向（补贴，补贴）的均衡结果，且存在一个非负整数 N^*，使得 $\lim_{t\to\infty} u_f^A(t)=\frac{a+(2^{N^*}-1)*b}{2^{N^*}}, \lim_{t\to\infty} u_p^A(t)=d$，$\lim_{t\to\infty} u_f^B(t)=b, \lim_{t\to\infty} u_p^B(t)=d$。

证明：因为 $u_f^A(0)=a, u_p^A(0)=d$，$u_f^B(0)=b, u_p^B(0)=c$，第零期 A 国选择不补贴，B 国选择补贴。因此 A 国得到的实际收益为 b，B 国得到的实际收益为 c。

第一期，A 国修正对不补贴策略的主观评价，B 国修正对补贴策略的主观评价，得到

[11] 当博弈参与者对自由贸易策略和贸易保护策略的主观评价相同时，假设她将采取自由贸易策略

$u_f^A(1)=(a+b)/2, u_p^A(1)=d$，$u_f^B(1)=b, u_p^B(1)=c$。第一期，B 国必然再次选择补贴策略。如果$(a+b)/2 \ge d$，A 国将继续选择不补贴策略，则 A 国得到的实际收益为b，B 国得到的实际收益为c。如果$(a+b)/2 < d$，A 国将改为选择补贴策略，则 A、B 国得到的实际收益均为d。

如果第一期双方的策略为（不补贴，补贴），那么第二期 A 国修正对不补贴策略的主观评价，B 国修正对补贴策略的主观评价，得到 $u_f^A(2)=(a+3b)/4, u_p^A(2)=d$，$u_f^B(1)=b, u_p^B(1)=c$。如果第一期双方的策略为（补贴，补贴），那么第二期 A 国修正对补贴策略的主观评价，B 国修正对补贴策略的主观评价，得到$u_f^A(2)=(a+b)/2, u_p^A(2)=d$，$u_f^B(1)=b, u_p^B(1)=(d+c)/2$。

如果第零期至第 n 期，A 国一直选择不补贴策略，那么第 n 期各国对各策略的主观评价为：$u_f^A(n)=\dfrac{a+(2^n-1)*b}{2^n}, u_p^A(n)=d$，$u_f^B(n)=b, u_p^B(n)=c$。因为$b<d$，所以存在$N^*$，使得当$n<N^*$时，$u_f^A(n)\ge u_p^A(n)=d$；当$n=N^*$时，$u_f^A(N^*)<u_p^A(N^*)=d$。第零期至第$N^*$-1 期，双方始终处于（不补贴，补贴）的结果。在第N^*期，两国均实行补贴策略。

第 N^* +1 期，A、B 两国均修正对补贴策略的主观评价，得到 $u_f^A(N^*+1)=\dfrac{a+(2^{N^*}-1)*b}{2^{N^*}}, u_p^A(N^*+1)=d$，$u_f^B(N^*+1)=b, u_p^B(N^*+1)=(d+c)/2$。因为$u_f^A(N^*+1)<u_p^A(N^*+1)$，$u_f^B(N^*+1)<u_p^B(N^*+1)$，所以第$N^*$+1 期，双方仍均实行补贴策略。

对 $\forall m \ge N^*$，双方均实行补贴策略，博弈双方对各个策略的主观评价为 $u_f^A(m)=\dfrac{a+(2^{N^*}-1)*b}{2^{N^*}}, u_p^A(m)=d$，$u_f^B(m)=b, u_p^B(m)=\dfrac{c+(2^{m-N^*}-1)*d}{2^{m-N^*}}$。因此，双方一旦从（不补贴，补贴）转变为（补贴，补贴），则（补贴，补贴）的囚徒困境将一直延续下去，且$\lim\limits_{m\to\infty}u_f^A(m)=\dfrac{a+(2^{N^*}-1)*b}{2^{N^*}}, \lim\limits_{m\to\infty}u_p^A(m)=d$，$\lim\limits_{m\to\infty}u_f^B(m)=b, \lim\limits_{m\to\infty}u_p^B(m)=d$。命题 3 的证。

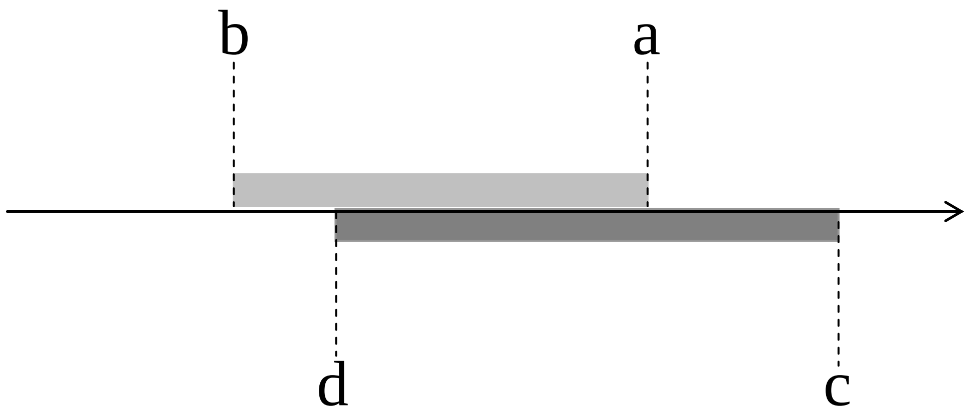

图 1

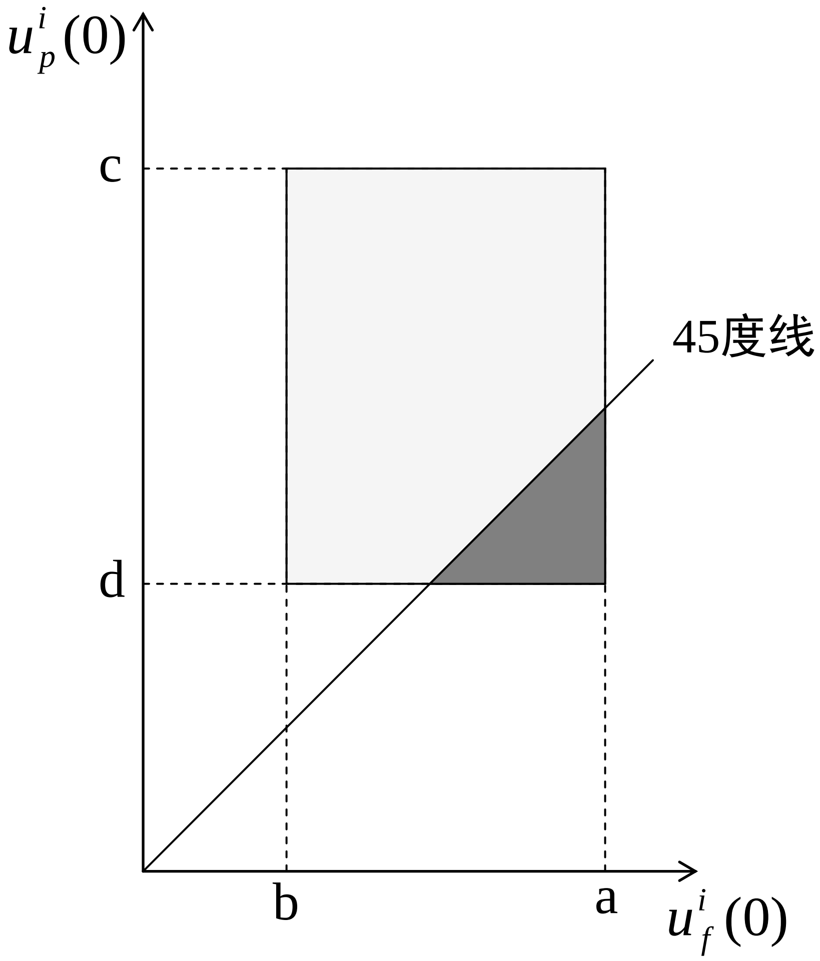

图 2

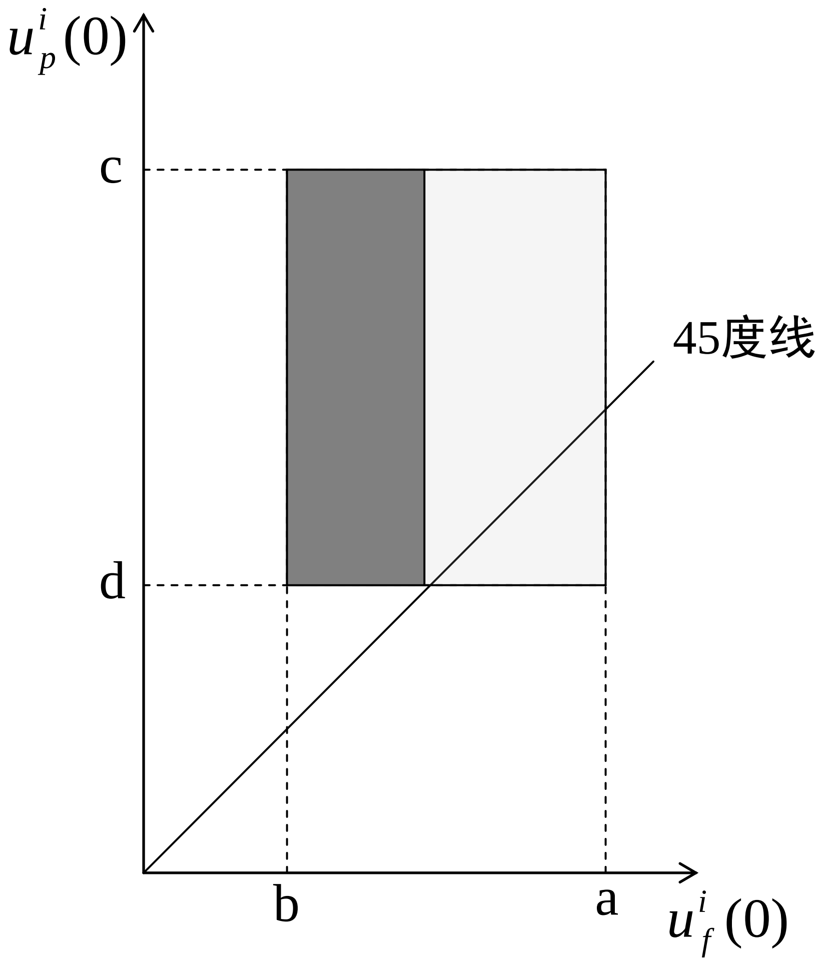

图 3