

# A Static Game Model of Over-the-Quota Harvesting Control With hidden action of the moral crisis

——Incentive Analysis for sustainable management of state-owned forest resources

Cao-Yukun , Zhang-Zhonghua

(College of Economics and Management, Northeast Forestry University, Harbin 150040)

**Abstract:** Based on the model of hidden action of the moral crisis named by Eric Rasmusen in 1994, this paper develops an Over-the-Quota Harvesting Control model between the government apartments and the forestry enterprises, by which the government ,using the tax ,deals with the Over-the-Quota Harvesting problem, alleviates the principal-agent problems resulted from asymmetric information between them, keeps the conduct of forestry enterprises and the social goals of government departments in line ,and both sides tend to play a win-win game. Based on the model, this paper designs the pooling equilibrium, and obtains the pooling equilibrium solutions, considers the influences of the government macro-control on the Over-the-Quota Harvesting problems under market economy. This article makes a theoretical study on the Over-the-Quota Harvesting problems of Sustainable Management of State-owned forest resources.

**Keywords:** Moral Crisis; Over-the-Quota-Harvesting Control; Principal-Agent Theory; Static Game

## 隐藏行动的道德危机超采管制静态博弈模型

—— 国有森林资源可持续经营诱因分析

曹玉昆, 张中华

(东北林业大学经济管理学院 哈尔滨 150040)

**摘要:** 本文通过 Eric Rasmusen (1994) 隐藏行动的道德危机博弈模型建立了一个政府部门通过税收手段来应对林业企业超采管制的模型, 通过这一模型使政府部门与林业企业之间因为信息不对称带来的委托-代理问题得以缓解, 使得林业企业的行为与政府部门社会目标相一致, 双方博弈报酬趋于双赢。在此模型基础上构建了混同战略情形下的模型均衡, 得出了混同战略条件下的混合均衡解及双方博弈报酬, 考虑政府宏观调控对林业企业超采管制的影响, 本文对我国国有森林资源可持续经营过程中超采问题防治作了一个理论性探讨。

**关键词:** 道德危机; 超采管制; 委托-代理理论; 静态博弈

### 1 导 论

20 世纪 90 年代国家推行大型国有林业企业承包国家森林资源政策, 林业企业承包经营国有森林资源并向政府上缴利润, 政府方面作为委托人在监督林业企业经济活动的同时力求发挥森林资源的综合效益。林业企业则在完成政府的既定要求的同时对企业本身在森林资源投资、经营开发方面有很大的自主决策权, 与此同时, 林业企业与政府分成利润对林业企业管理经营造成很大影响。然而双方出发点有所不同, 政府收益包含林业企业上缴的利润、林业企业采伐限额以

外对森林资源的可持续发展做出的努力与森林资源生态、社会效益三部分; 林业企业收益来源依靠单纯森林资源, 从利益最大化角度考虑, 林业企业会发生超采现象。第五次全国森林资源清查 (1994—1998) 表明全国年均林木采伐量超采伐限额 8679.4 万  $m^3$ , 超采额比例为 33.8%, 云南省昌宁县西桂林场 1999 年的采伐指标为 10100  $m^3$ , 但实际采伐 15800  $m^3$ , 超限额采伐 5700  $m^3$ 。为遏制超采现象早在 1987 国家就开始实行林木采伐许可证制度, 但是 2010 年初国家林业局通报的 2008 年全国森林采伐限额执行情况检查结果显

示,个别地方超采情况仍然严重,存在无证采伐、执法不严等问题。

本研究把森林资源经营管理过程关联的微观主体共同置于社会主义市场经济条件下,以委托-代理理论为基础,运用博弈论思想分析政府与林业企业如何从各自效用出发防治超采行为,围绕博弈双方行为策略构建博弈模型做出分析,以期对国有森林资源实现可持续发展提供理论性参考。本文拟构建不完全信息(贝叶斯)静态重复博弈模型,更确切的说是完全但不完美(complete but imperfect)信息情形下的多阶段静态博弈模型。因动态博弈需考虑时间序列、阶段信息回顾能力<sup>1</sup>,动态博弈模型可能会有多重均衡解导致子博弈模型完全均衡出现多个。因此,本文模型拟定从静态博弈角度出发分析国有森林资源面临的超采问题。

## 2 模型构建

### 2.1 理论依据

委托-代理理论。本研究以委托-代理理论为理论基础探讨政府部门与林业企业之间针对超采这一具有负外部性的经济行为的博弈分析。模型假设委托-代理理论的双方当事人委托人(the principal)和代理人(the agent)都为追求经济效益最大化采取策略。委托人不具有相对信息优势,代理人具有相对信息优势。委托-代理博弈模型由于双方的行动、自然<sup>2</sup>所决定类型<sup>3</sup>和签约内容不同以及发生的次序不同可以衍生出多种博弈类型<sup>4</sup>。

隐藏行动的道德危机博弈理论模型。此模型条件下,委托人和代理人刚刚开始签订合同时双方拥有相同且对称信息,即委托人与代理人都了解代理人的类型,若代理人拒绝签订合同,则博弈结束,若代理人接受合约则代理人会采取自己可以观察的行动达到效用最大,而委托人观察不

到;最后自然(The Nature)选择代理人的状态或者类型,双方可按照自己观察到的对方的类型和策略来采取策略并决定双方受益,特别指出,自然的参与为此模型最后求均衡解造成了一定的不确定性。

### 2.2 相关符号

Z 表示每个林业企业发生的不同程度的超采问题,Z1 表示严重超采,Z2 表示一般超采。C 表示林业企业防治超采行为成本,Ca 为积极防治行为成本,Cb 为消极防治行为成本。e 表示林业企业对超采防治的努力水平, $e=(a, b)$ ,a 表示防治超采不积极,b 反之。A 为超采引起的负的外部环境效益,由政府部门承担。U 表示林业企业的效用函数,且  $U=U(R-T-C)$ 。V 表示政府部门的效用函数,且  $V=V(T)-A$ 。P 表示各种超采行为发生的概率,其中 PZ1 表示严重超采发生的概率,PZ2 表示一般超采发生的概率, $0 < P_{zi} < 1$  ( $i=1, 2$ ),  $\sum P = 1$  且  $p \sim N(0, 1)$ 。X 表示超采量,且  $X \in (0, X_m)$ ,即表示超采可以为 0,最大值可以为  $X_m$ (林业企业当期可采资源最大值), $x(e, Z)$ ,  $X_e' < 0$ ,  $X_0$  为当期采伐限额。t 表示超采税率即林业企业超采上缴的边际税率,其中 tz1 表示严重超采边际税率,tz2 表示一般超采边际税率,tz1 > tz2。本研究假设林业企业发生超采行为时政府将视程度轻重征收惩罚性税收。T 表示林业企业每期应上缴超采税额,其中 Tz1 表示严重超采税额,Tz2 表示一般超采税额,且  $T_x' > 0$ ,  $T=tx$ 。U0 表示林业企业的留存效用水平。R 表示林业企业通过超采森林资源获得的市场收益, $R=R(X_0 + X)$ 。

### 2.3 模型构建

本模型博弈参与者为政府部门与林业企业双方。

博弈策略如下。首先,由政府部门提供合约与林业企业签订合同,林业企业缴纳政府部门超采税金为  $T(t, x(e, Z))$ ,政府部门拥有强制所有林业企业缴税权利;其次,在完全市场经济条件下,若林业企业选择放弃与政府部门签订超采管制合约,则该林业企业超采额度为 0 且自动免缴超采义务;再次,林业企业签订合同后谎报超采量为 0 而采取行动 e 的努力水平去治理超采行为,此行为水平林业企业知道而政府部门无法观察;最后由自然接续选择行动,此时博弈结束。

<sup>1</sup> 博弈参与双方在多次重复博弈情形下对从博弈开始到当前子博弈阶段对每段博弈策略的回忆和熟识能。

<sup>2</sup> 自然也可称为天然、老天爷,上帝。博弈双方通过对自然选择某种行为发生概率的判断来确定自己的类型。此处也可理解为自然为一随机变数,随机决定代理人的类型且不易被委托人观察。

<sup>3</sup> 类型即由自然选择决定,类型会影响博弈方所选择的策略或行动,进而影响报酬。

<sup>4</sup> Eric Rasmusen1994 年提出隐藏行动道德危机博弈模型、隐藏知识道德危机博弈模型、逆选择博弈模型、信号博弈模型、筛选博弈模型五种博弈模型。

从林学角度看，超采造成短期和长期影响，不仅减少预期林地经济收益，也会对生态系统造成潜在深远影响。此时，自然评估超采可能性状态为 Z，其概率分布为 f(Z)，此状态会直接影响到超采量，且此状态林业企业知道而政府部门无法观察，但是政府部门可以测算出概率分配。

博弈收益分成。设政府部门的报酬为  $\pi_G$ ，即为林业企业超采类型决定的超采税率 T 与超采量 X 乘积，去除超采造成的负的外部环境效益，其中，超采量与超采程度和积极应对程度有关，超采程度用概率分布  $p=f(Z)$  来衡量，积极应对程

度用 e 衡量；林业企业的收益为  $\pi_F$ ，即超采森林资源带来的直接经济收益 R 去除上缴的超采税收 T 与超采发生后防治成本费用 C。首先，若林业企业拒绝签约或谎报超采量为 0，则报酬分成为  $(\pi_G, \pi_F) = (-A, U_0)$ ；其次，若林业企业接受政府合约，则报酬分成为  $(\pi_G, \pi_F) = (V((T(t, x(e, Z))), A), U(R - T(t, x(e, Z)) - Ce))$ ，其中  $V' > 0, U' > 0, U'' < 0$ ；再次，自然在模型假设的基础上从经济角度衡量超采状态，以及双方利益分成。如图 1 所示。

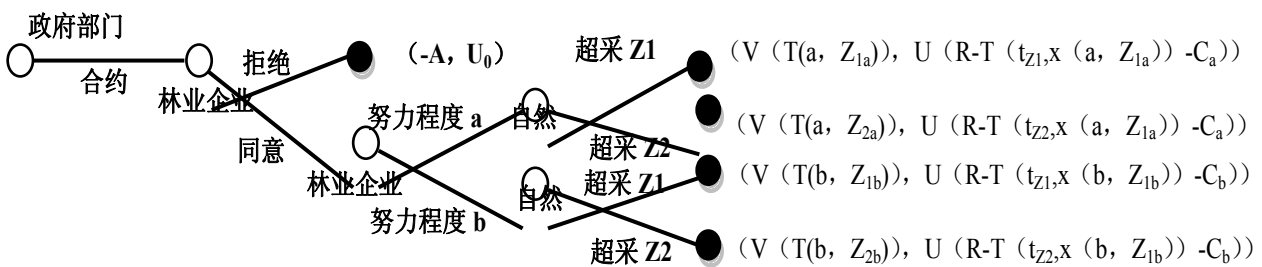


图 1 不完全信息的隐藏行动的道德危机超采管制博弈

根据以上分析讨论，模型目标函数与约束条件如下：

$$\text{Max } V = \sum(PV(T) - A) \quad (T=T(t, (e, Z))) \tag{公式 1}$$

$$\sum_{i=1}^2 [(T_{21a} P_{21a} - Aa) + (T_{21b} P_{21b} - Ab)] \tag{公式 2}$$

$$= T_{21a} P_{21a} - A1a + T_{22a} P_{22a} - A2a + T_{21b} P_{21b} - A1b + T_{22b} P_{22b} - A2a \tag{公式 3}$$

S. T

$$U_0 \geq 0 \tag{公式 4}$$

$$(\sum PU) - C \geq U_0 \tag{公式 5}$$

$$P_{21a} U(R - T_{21a}) + P_{22a} U(R - T_{22a}) - C_a \geq U_0 \tag{公式 6}$$

$$P_{21b} U(R - T_{21b}) + P_{22b} U(R - T_{22b}) - C_b \geq U_0 \tag{公式 7}$$

$$[P_{21a} U(R - T_{21a}) + P_{22a} U(R - T_{22a}) - C_a] \leq [P_{21b} U(R - T_{21b}) + P_{22b} U(R - T_{22b}) - C_b] \tag{公式 8}$$

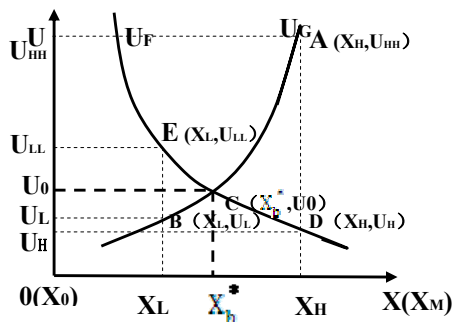
### 3 混同战略扰合均衡解

上节 2.3 中公式 1 为政府部门目标函数最大化表达式，公式 2-3 为其详细展开式；公式 4-8 为函数中参数限制条件表达式，公式 5 的展开详细表达式为公式 6-7；根据隐藏行动的道德危机博弈模型可行的诱因合约满足具有均衡解的条件，公式 8 为诱因合约限制条件式。此贝叶斯静态重复博弈模型可构建政府部门与林业企业之间的有限制条件下的帕累托最优 (Pareto Optimal) 次优合约机制<sup>5</sup>，即委托人诱因机制次优合约模型。

结合上述政府部门所面临的代理人诱因机制的期望收益目标函数与委托-代理理论下的混同战略均衡模型构建原则混同战略扰合均衡解如下：

$$\pi_F^* = \begin{cases} U(R(X_b^*), T(X_b^*), C_b^*) \geq U_0 & \text{if } X = X_b^* & \text{公式 9} \\ U(R(X_e), T(X_e), C_e) < U_0 & \text{if } X \neq X_b^* & \text{公式 10} \end{cases}$$

公式 9-10 中， $\pi_F^* = U(R(X), T(X), C)$  为林业企业博弈报酬，假设存在采伐量  $X_b^*$  满足模型均衡解出现。当林业企业超采量  $X = X_b^*$  时，从模型分析可以得到，无论林业企业是否积极应对超采行为，林业企业博弈收益大于它拒绝合约收益；当林业企业超采量  $X \neq X_b^*$  时，即超采量超过或者低于均衡时超采量时，林业企业博弈收益均会低于它拒绝参与超采管制合约带来的博弈报酬。



图表 2 混同战略扰合均衡解

<sup>5</sup> 次优合约相对于最优合约。最优合约是合约双方在拥有相同信息集并且与帕累托有相同收益分配情况下签订的，合约信息完全且无限制条件，次优合约反之。

如图 2 所示， $U_0 X_H$  围成的矩形区域为满足混同战略扰合均衡解时的可行区间，通过区间我们分析林业企业收益与超采均衡的关系。图中 C 点为博弈均衡解， $X_b^*$  为均衡时超采量。此时，政府部门与林业企业就超采问题利益分成达成一致，取得相同的博弈报酬，双方均不愿打破此双赢局面。图中 B 点， $X = X_L$  时，此时超采量低于均衡超采量，一般超采惩罚性税收造成林业企业博弈报酬低于  $U_0$ ，另一方面，从林业企业潜在收益 E 表明发生一般超采行为的林业企业如果没有政府部门整治措施则高于均衡收益；图中 D 点， $X = X_H$  时，此时超采量高于均衡超采量，此时图中显示政府部门会提高超采边际税率  $t$  来抑制林业企业严重超采行为，随着超采严重程度的增加，双方受益反差逐渐增大，如图中 AD 所示。

均衡超采量  $X_b^*$  是政府部门通过计划干预林业企业森林资源经营的产物，显现出市场经济条件下政府部门可通过不完全信息条件下预期的先动优势，考虑到林业企业利润收入在允许合理超采现象的限度下催生模型产生均衡。我们称此均衡为强制诱因合约条件下的扰合博弈均衡解，称此类均衡为混同扰合战略均衡 (pooling equilibrium solution)。

见公式 9-10，公式 11-12。

扰合均衡解为： $T = (t, X_b^* (b^*, Z), A)$  公式 11

扰合均衡博弈双方报酬为：

$$(\pi_G, \pi_F) = (V(T(t, x(b^*, Z)), A), U(R - T(t, x(b^*, Z)) - C_b^*)) \quad \text{公式 12}$$

### 4 小结

本文通过博弈模型建立了一个政府部门通过税收手段来防治林业企业超采的诱因机制模型，通过这一模型使政府部门与林业企业之间因为信息不对称带来的委托-代理问题得以缓解，使得林业企业的行为与政府部门社会目标相一致，双方

博弈报酬趋于双赢。文章构建了混同战略情形下的模型扰合均衡, 得出了混同战略条件下的扰合均衡解及双方博弈报酬, 考虑了政府宏观调控对林业企业超采管制的情况。此外, 国有森林资源的可持续发展问题还可以从政府部门力求森林资源实现多效益角度出发, 完善社会监督机制和林业企业资源管理审核体制为突破口来构建理论不完全信息的动态博弈模型分析讨论。

## References (参考文献)

- [1] Chen Hsi-town, 1998, environmental pollution control strategies - the game model of reward and punishment incentives to the establishment, National Chengchow University.79-161
- [2] State Forestry Administration: "Forest resources inventory statistics" first to the fifth (1973-1998), China Forestry Publishing House.
- [3] Xu Jintao, Tao Ran, weijiegen, 2004, Information Asymmetry, Profit-sharing Contract and Over-the-Quota Harvesting-Theory and Empirical Analysis of China's State-owned Forests, Economic Research.2004(3)37-44
- [4] Zhang Weiyong, 2001, Game Theory and Information Economics, Shanghai People's Publishing House.
- [5] Zhang Wuchang, China's economic system, 2009, the thirtieth anniversary of China's economic reform, CITIC Publishing House.
- [6] Clark C. Gibson, Margaret A. McKean and Elinor Ostrom, 2000, people and forests, communities, Institutions, and Governance, the MIT press
- [7] Eric Rasmusen, 1994, Games and information: an introduction to game theory(2E), Indiana University
- [8] Eric Rasmusen, 2007, Games and information: an introduction to game theory(4E), Blackwell Publishing
- [9] Gibbons, Robert., 1992, Game Theory for applied Economists, Princeton University Press
- [10] James W. Friedman, 1986, Game Theory with Applications to Foundations, Oxford University Press
- [11] Hsiao-Chi Chen and Shi-Miin Liu, 2007, Dynamic Incentive Contracts in Multiple Penalty System with No-commitment to Tenure-track Auditing, Journal of Economics, 90,(3), 255-294
- [12] Laffont, J-J., and Tirole, J., 1998, The dynamics of Incentives Contracts, Econometrica, 56, 1153-1175
- [13] L. Hurwicz, D. Schmeidler, and H. Sonnenschein, eds, 1985, Bayesian Equilibrium and Incentive Compatibility: An Introduction. In Social Goals and Social Organization, Cambridge University Press
- [14] Rubinstein, Ariel, 1991, Comments on the Interpretation Game Theory, Econometrica
- [15] Sen Wand and G. Cornelis Van Kooten, 2001, Forestry and the New Institutional Economics, Ashgate publishing Limited