

# 草原生态系统可持续发展的经济学模型新探

张树安，刘夏波，王昕

(大连民族学院，辽宁大连116600)

**摘要：**本文分析论证了“公共地悲剧”是草原生态系统退化的主要内在原因，并着重运用博弈模型和数学模型探讨沙尘暴的成因。“公共地悲剧”的产生，论证了制度在防治“公共地悲剧”中的重要作用，并据此提出解决方案：明确产权和发行可交易的畜牧权。

**关键词：**草原；生态系统；公共地悲剧；制度

## 引言

草原生态系统和森林生态系统是我国社会经济活动的基础，但长期以来基于经济动因的人们对草地采取的掠夺式开发利用使得草原生态系统日益脆弱，结果导致沙尘暴频发，带来严重的环境问题，造成极大的经济损失。根据中国科学院的风洞实验数据显示，60%的沙尘暴物质来自中国的草原。为此，沙尘暴的治理必须从它的源头，即草原治理开始，从草地过度利用的内在原因，即公共地悲剧入手，从而实现草原生态系统的可持续发展。

### 一、草原生态系统的“林德曼定律”

生态经济学认为，现代社会经济系统是建立在自然生态系统基础之上的开放系统，人类社会经济活动都是在大自然生物圈中进行的，任何社会生产（包括物质、精神以及人类自身的生产）都是直接或间接来自于生态系统。因此，生态系统是社会经济活动的基础。自然和自然能量是生态系统中的子系统，自然资源的有用性和稀缺性决定了它对人类经济活动具有关键性制约作用，而人类与自然生态的协调主要表现在人与自然资源的协调。在此协调中，因为人类主要是开发利用和改造自然资源，所以关键是自然资源的可持续利用。

草原生态系统是以各种多年生草本占优势的生物群落与其环境构成的功能综合体，它是重要的陆地生态系统之一，它集生态价值和经济价值于一身，它不仅提供了大量的人类社会经济发展所需的畜牧产品、植物资源，还对维持自然生态系统格局、功能具有特殊的生态意义。草原生态系统的可持续发展就是要实现两个价值之和最大化，但目前严重的草地荒漠化以及随之而来的沙尘暴不仅给草原生态系统而且给整个经济社会的可持续发展带来严重的威胁。

长期以来，我们把畜牧业经济系统凌驾于草原生态系统之上，采取粗放经营的方式，重利用而轻建

设，以及草原资源普遍存在过度放牧现象，超越草原生态系统的承受力，导致草地退化，沙地面积日益扩张，严重破坏草原生态环境，从而阻碍草原牧业经济的可持续发展，由此而产生的区域生态环境问题越来越突出。现实要求我们把草原利用模式和生态保护结合起来。

放牧作为一种人类活动的干扰因子，主要通过动物的采食、践踏及其排泄物的输入对草原生态系统产生影响，这些影响直接作用于草原生态系统的地上部分和土壤，从而影响草原生态系统。草原是牧民赖以生存的基本资料，是畜牧业的物质基础和发展保障。只有保护好草原才能谈上其他的发展，并最终达到增草增畜牧民增收的目的。

我国是草原大国，草原面积占国土面积的五分之二，草原生态的有效保护和草原资源的永续利用，是树立和落实科学发展观的必然要求。而草原生态的恶化既严重削弱了我国畜牧业发展的优势，也会使我国的生态环境更加脆弱，频繁爆发的沙尘暴便是其直接后果。

美国生态学家林德曼（R. L. Lindeman, 1942）根据大量的野外和室内实验，用确切的数据说明生物量随食物链的顺序而在不同营养层次间转移，并得出了各营养层次间能量转化效率平均为10%，这就是生态学中的所谓“十分之一定律”，也叫“林德曼定律”。

其实在草原这一生态系统中，牧民、牲畜、草地处于不同的营养层次和能量级，当能量由下一营养级传递到上一营养级时，势能会逐级减少，直到系统中全部能量变为热能散失到环境中。这也就是说一定的草地只能承载一定比例的牲畜量，一定的牲畜量也只能养活一定比例的牧民，当这两个比例被打破时，就会出现生态系统的不协调。因为食物链中上一个营养级总是依赖下一个营养级的能量，而下一个营养级的

作者简介：张树安（1962年—），男，山东省东阿人，教授，硕士，研究方向为民族地区可持续发展。大连民族学院教务处。

能量只能满足上一个营养级中少数消费者的需要，致使营养级的能量呈阶梯状递减，于是形成了这种底部宽，顶部窄的圆锥状。如果把这种关系表示在图上，如图所示，整个图形就像金字塔，在最底层的草原只能提供一定比例的能量给牲畜，牲畜的饲养量只能由草原来决定，同样牧民的数量也只能由牲畜量来决定（在牲畜是牧民的唯一能量来源的情况下），因而牧民的数量最终由草地来决定而非相反。

从图可以看出，草地资源和草业发展是草原畜牧业发展的物质基础。一旦上面金字塔中的比例被打破，就会出现草原荒漠化。所以我们有理由认为草原荒漠化主要是由于人为过多的经济活动对资源的破坏所造成的，其主要的原因是人口压力过大和草原载畜量过多。据联合国有关人口密度的临界值标准，以草地为主的干旱区和半干旱区人口密度为7人/平方千米和20人/平方千米，超过这个临界值，就极有可能导致生态恶化。但是我国各主要牧区都明显超过这一临界值。

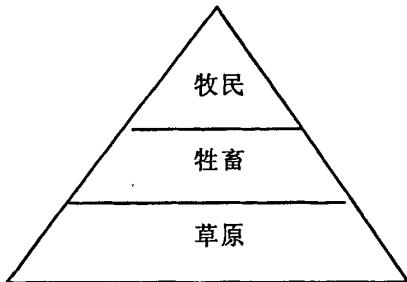


图 草原生态系统的人畜草平衡

在实现人畜草平衡的过程中，核心应将牧区农户的责任、权利和利益统一起来，通过草原有偿承包合理核定草原的适宜载畜量，引导牧民以草定畜，逐步实现草畜平衡。我们可以把增加牧民经济收入的方式从单纯的增加牲畜数量转向改良畜种，调整畜群结构和转变饲养方式，延长产业链条，促进生产、加工、销售各环节的融合，提高牧区草原资源的经济产出，增加牧民的经济收入，从而从根本上解决牧区人们生产、生活活动对自然资源的过度依赖，减轻甚至消除对草原的破坏，实现草原可持续发展。

现在普遍同意的观点是：草原生态系统中荒漠化的原因，是由于人类对草地等土地资源的过度利用，对草地等土地的利用超过了它的承受能力。在北方，雨水量少，土地的生态系统脆弱，为了维持过度增长的人口对粮食的需求，人们对草地的索取呈加速趋势。尤为值得关注的是在一种产权虚置的体制下，人们纵然知道其所作所为会造成植被的破坏，但是仍然没有人努力去维持草原可持续放牧的能力。即产生了经济学的“公共地悲剧”。据统计，我国土地沙漠化仅有5.5%系风力吹动沙丘前移等自然原因引起的，其余的94.5%全系人为的因素引起的，沙漠化的核心是不合理的社会经济活动和资源利用方式尤其是草地超载放牧。

## 二、公共地悲剧与草原退化

最早提出公共地悲剧的是英国科学家哈丁，他于1968年在《科学》杂志上发表了《公共地悲剧》，文中描述了理性的追求最大化利益的个体行为是如何导致公共利益受损的恶果。

作为理性人，每一个牧民都期望他的收益最大化。增加牧群总量对牧民的收益有两方面的影响。一方面，牧群量增加会给他带来正面的影响。因为这个牧民能通过变卖这头额外的牲畜得到全部的收益，所以收益几乎能达到+1。另一方面，牧群总量增加会给他带来负面的影响。这是因为牧群总量增加带来的过度放牧必然将引起草地退化，进而会给全体牧民带来负收益。但是不管怎样，过度放牧所导致的负收益是由所有的牧人承担的，那么对于任一个牧民而言，这额外的一头牲畜所引起的负面收益中其所承当的只是-1的一部分。

将所有的影响加总，理性的牧民会得出结论：对于他来说，使他的牧群多增加一头牲畜是个明智的选择。但是共用这块草地的其他每一个理性的牧民也会得出如此结论。此时，对公共地的出于本能的逻辑思维就会产生无情的悲剧，草地的过牧会导致所有的牲畜饿死，全体牧民都会破产。

### （一）悲剧产生的博弈分析

假定：

（1）在一块面积有限的公共草地上，生活者2户牧民——牧民甲和牧民乙，他们都是博弈主体。

（2）草地是公共资源，每户牧民都有权利享用，但无权禁止他人享用。

（3）每户牧民都有权利决定自己的牲畜饲养量，但无权利决定他人的饲养量。

（4）任意一户牧民都是理性经济人，他们追求自己的收益最大化，决策时并不追求其他的目标函数。

（5）每户牧民有两个策略空间：增加牲畜数量和维持数量不变。各自都有两种可供选择的策略，则整个博弈有四种可能的结果。

用一个收益矩阵来表示，如表1所示。

表1 牧人的困境

		牧民乙	
		增加数量	数量不变
牧民甲	增加数量	-1, -1	2, -2
	数量不变	-2, 2	1, 1

现在博弈双方牧民甲和牧民乙开始行动。对于该博弈中的博弈双方来说，最好的收益是+2，最坏的收益是-2。对于牧民甲而言，假定牧民乙选择“增加”的策略，牧民甲的最优策略是“增加”，因为他会获得-1的收益而非-2的收益；假定牧民乙选择“不变”的策略，牧民甲的最优策略还是“增加”，因为他会获得+2的收益而非+1的收益。因而“增加”为牧人甲的占优策略，同理“增加”也为牧人乙的占优策略。结果，非合作的纳什均衡（“增加”，

“增加”)便形成了,两人的收益之和为 $-2$  [ $= (-1) + (-1)$ ],而非 $2$  [ $= 1+1$ ]或 $0$  [ $= 1+(-1)$ ],可见,即使两个牧人尽管决策时都以自己的最大利益为目标,但结果却是无法实现集体的最大利益甚至较大的利益,而是选择了最劣的均衡。

由两个博弈主体之间的博弈向无数个博弈主体之间的博弈演绎,可知每个博弈主体—牧人的占优策略均为增加牧群数量,在这个多方博弈中,难以达成理想的均衡,每个人都知道增加一头牲畜会影响整个草原,所有的牧人(包括自己)的收益在将来会减少。但谁也没有去改变既定的结果。相反,抱着谋求自己短期利益的更大化而增加牧群,造成多败俱伤,于是悲剧就发生了。用数学模型来分析如下:

假设:

(1) 在一块面积有限的公共草地上,生活着 $n$ 户牧民,这 $n$ 户牧民是博弈主体。

(2) 第*i* ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) 户牧民决定饲养的牲畜数量为 $q_i$  ( $q_i$  ∈ 自然数N),这也是他的策略空间,则整

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1 = Aq_1 - q_1^2 - (q_2 + q_3 + \dots + q_n)q_1 - Cq_1 \\ U_2 = Aq_2 - q_2^2 - (q_1 + q_3 + \dots + q_n)q_2 - Cq_2 \\ \dots \\ U_i = Aq_i - q_i^2 - (q_1 + q_2 + \dots + q_{i-1} + q_{i+1} + \dots + q_n)q_i - Cq_i \\ \dots \\ U_n = Aq_n - q_n^2 - (q_1 + q_2 + \dots + q_{n-1})q_n - Cq_n \end{array} \right.$$

对每户牧民的收益函数求一阶导数并令其等于零,

$$\frac{\partial U_i}{\partial q_i} = A - 2q_i - (q_1 + q_2 + \dots + q_{i-1} + q_{i+1} + \dots + q_n) - C = 0$$

$$\Rightarrow q_i = \frac{A - C - \sum_{j=1}^n q_j}{2} \quad (\text{其中 } j \neq i)$$

便可求得每户牧民对其他牧民的反应函数:

$$\left\{ \begin{array}{l} q_1 = V(q_2, q_3, \dots, q_n) = \frac{A - C}{2} - \frac{q_2 + q_3 + \dots + q_n}{2} \\ q_2 = V(q_1, q_3, \dots, q_n) = \frac{A - C}{2} - \frac{q_1 + q_3 + \dots + q_n}{2} \\ \dots \\ q_i = V(q_1, \dots, q_{i-1}, q_{i+1}, \dots, q_n) = \frac{A - C}{2} - \frac{q_1 + \dots + q_{i-1} + q_{i+1} + \dots + q_n}{2} \\ \dots \\ q_n = V(q_1, q_2, \dots, q_{n-1}) = \frac{A - C}{2} - \frac{q_1 + q_2 + \dots + q_{n-1}}{2} \end{array} \right.$$

这N个反应函数的交点( $q_1^*, q_2^*, \dots, q_n^*$ )就是该博弈的纳什均衡,将 $q_1^*, q_2^*, \dots, q_n^*$ 代入以上方程,联立解方程组便可求得纳什均衡解:

$q_1^* = q_2^* = \dots = q_n^* = \frac{A - C}{n + 1}$ ,将其代入每户牧民的收益函数,则可得每户牧民的各自收益为:

$$V_1 = V_2 = \dots = V_n = (A - Q - C)q_i = \left(\frac{A - C}{n + 1}\right)^2$$

个草地上的牲畜总数为 $Q = \sum_{i=1}^n q_i = q_1 + q_2 + \dots + q_n$

(3) 每只牲畜能够给牧民提供的收益为 $V_i$ ,由于草地面积一定,当草地上的牲畜总数超过一定的数量(理论最优适载量)后,随着牲畜量的增加,每一牲畜获得的食物都在减少(而生理上必须的食物没变),进而导致每只牲畜的产出量递减,即每只牲畜的产出(提供给牧民的收益)是牲畜总量的减函数,用数学式表达为: $\frac{dV(Q)}{dQ} < 0$ 。另外,我们假设购买和照料每只牲畜的成本对于每户牧民都是不变的常数C。因此,我们可获得每只牲畜给牧民带来的净收益为 $V_i = A - Q - C = A - (q_1 + q_2 + \dots + q_n) - C$ (其中 $A > C$ )。则每户牧民的总收益函数为 $U_i = V_i q_i = (A - Q - C)q_i$ 。(在这里,为计算方便,我们假设牧民总收益函数为线性函数,现实可能为非线形的,但这不会改变结论。)

根据上述假设,我们可得n户牧民的各自收益函数:

$$U_1 = V_1 q_1 = (A - Q - C)q_1$$

$$U_2 = V_2 q_2 = (A - Q - C)q_2$$

$$\dots$$

$$U_i = V_i q_i = (A - Q - C)q_i$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U_n = V_n q_n = (A - Q - C)q_n$$

$$\dots$$

$$U$$

$\frac{n}{(n+1)^2}(A-C)^2$ 可以看出,如果牧民数量增加的越多(即n越大),草原上的牲畜总量就会越多,牧民的总收益就会越少,该纳什均衡的效率就会越低。草原上的牲畜总量越多,超载过牧就越严重,这对草地的破坏就越大,加速了草地的退化。另外,为了配备同快速增长的牲畜相应数量的牧民,牧民也会急剧膨胀,而牧区人口的急剧膨胀会进而导致牲畜数量以更快的速度增长,这样便形成了“牲畜——牧民”的恶性循环。而他们所处的草地的载畜量是有限度的,如果这种恶性循环的链条不加以打断,那么草地的恶性循环产生的无节制的膨胀必然导致草地走向毁灭。要减少草原过多人口的思路之一就应该是打破这贫困人口累积恶性循环,如生态移民和城市化等。

由此可见,个人的自利行为显然不能够在亚当·斯密的“看不见的手”的指引下产生最佳的社会共同结果,个人理性并不能保证集体的理性。在一个信奉公地自由的社会里,所形成的多次多人博弈的格局中提供的负向激励的每一个追逐个人利益的人的行为最终会使全体走向毁灭。因此,公地自由会毁掉一切,公共地悲剧在所难免。

## (二) 评估比较

在简单博弈模型中,自由博弈导致了双劣的结果,即两者的各自收益都为-1,总收益为-2。而当两户牧民集体决策时(或者说两者合作博弈时),两者的收益都为+1,总收益为+2,实现了集体最优。

在对拓展博弈的推演结果做出进一步评估之前,我们先计算出当所有的牧民作为一个整体或者视为一个决策主体的均衡结果。

当N户牧民集体决策时,总收益U是总牲畜数Q的函数。即:

$$U = f(Q) = (A - C - Q)Q = (A - C)Q - Q^2$$

求其极值点,便得到牧民饲养的牲畜总数为 $Q^*$ ,  
 $= \frac{A - C}{2}$ ,据此便可求得牧民的总收益为

$$U^{**} = \frac{A - C}{2} \left( A - C - \frac{A - C}{2} \right) = \frac{(A - C)^2}{4}$$

显然,当n≥2时, $\frac{n}{n+1}(A-C) > \frac{1}{2}(A-C)$ ,即  
 $Q^* > Q^{**}$ ,而

$$\frac{n}{(n+1)^2}(A-C)^2 < \frac{1}{4}(A-C)^2, \text{即 } U^* < U^{**}$$

所以从效率方面来说,从均衡结果的表达式我们可以看出,在牧民各自独立决策时,草地上饲养的牲畜总数比联合决策时的总数更多,但同时牧民整体的收益却更少。这也就是说草原上的过度放牧并没有改善牧民整体的收益状况,反而使他们的收益恶化了。这就说明了这种资源配置方式不仅浪费了资源,破坏了环境,还损失了效率,在经济学上并不是一个有益的选择。

另外从激励相容方面来说,激励相容是将自利的

个人利益与他人的利益统一起来,使得每个人在追求其个人利益时,同时也达到其制度安排设计者所想要达到的目标。一个好的经济制度安排就是要看它是否给主观为自己的个人予以激励,使他们客观为社会工作。显然,正如我们以上的分析,每一户牧民都陷入到一个促使他无限制地增加牲畜数量的机制当中,显然原先公地自由的制度并没有达到激励相容,因此那并不是一种能促进草原维护的良好制度。

## 三、解决问题的制度经济学思考

维持草原生态系统的重点在于解决公共地悲剧,从上述分析表明,关键在于解决效率问题和激励问题,效率问题保证草原资源目前的合理利用,而激励问题则保证草原资源可持续的利用,只有解决好这两个问题,草原生态系统可持续发展才有保障。

### (一) 从草地为公共品来看

经济学告诉我们,导致市场失灵之一的公共物品具有两大特性:非排他性和非竞争性。这两大特性使得公共物品在提供和消费时会存在“搭便车”的问题,因而市场机制在提供公共物品时将失效。由于使用的非排他性,公共物品的私人提供者无法将非消费者同消费者排开,因而私人不能也不愿意提供公共物品,而须由政府来提供。而当政府提供时,由于消费的非竞争性(新增加一单位的消费成本为零或接近于零),公共物品的价格不能由边际成本加成定价法来定价。此外,由于搭便车的问题,公众可能会隐瞒自己的消费偏好,以至实际的需求远远大于反映出来的市场需求。因此无论从需求上还是从供给上看,公共物品的提供由政府来完成是最佳的选择。草原并非是一种完全的公共物品,它具有非排他性和竞争性,它的解决方案也不能完全按照纯公共物品来解决。因此解决公共地悲剧有两条:一种是通过技术途径来解决竞争性问题使其成为非竞争性,从而成为纯公共物品,由政府来提供。另一种是将非排他性通过非技术途径(转而求助于政治和社会领域)将其转变为排他性,然后由市场来提供。

### (二) 从改变牧民的博弈支付来看

我们的目标应是把扭曲的负激励通过适当的策略改变为正激励,让每一位牧民在考虑到自己的利益时也能考虑到整体的利益,关注草地的持续发展能力。也就是在上述的博弈格局中是否能够形成一个合作博弈的均衡解,这个解是从人们最大化个人利益的行为意图中产生出来的。它是一个没有当事人计划的结果,但却是当事人或当事人的集体所不愿意放弃的。

因此关键是改变博弈矩阵中(表1)的支付,在这里,我们也有两个选择。一是通过技术途径来提高牧民们合作时的各自收益使其大于不合作时的各自收益,这样牧民就没有过牧的激励了。二是我们通过一条强制性的规则,禁止牧民们增加牲畜,可以把处于博弈困境中的主体解脱出来。但这有一个前提,拥有一个具有权利禁止人们行为的权力机构。同样,如果我们的一个权力机构禁止牧民们增加生产的饲养量,可以是明令的禁止,当然也可以是对增加牲畜的牧民

课以重税，使得增加牲畜所获得的收益不大于征税额。这样，牧民们就没有增加牲畜数量的激励了。

通过技术途径来解决，一是运用自然科学对草场中的植物或者牧民地经济利益载体牲畜进行改良，以达到防治草地沙化的目的，如中国科学院将在国家自然科学基金重点项目“荒漠地表生物结皮形成机制及其在沙漠化防治中的应用研究”成果基础上，启动的“生物地毯治沙工程”，它以干旱、半干旱区荒漠地区自然形成的微生物结皮为“模版”，通过现代生物技术途径予以复制，为活化的沙漠表皮铺上微型生物结皮式的“地毯”，达到控制流沙、治理沙漠化的目的。二是改变牧群结构。因为山羊对草原植被的破坏最为严重，它把牧草啃光以后，还可以把草根刨出来吃掉。假如一头牛的价值等于五只羊，收入一样，但4只蹄的牛显然没有二十只蹄的羊对草原的践踏大。所以我们可以在保持牧民有相同的收入水平下，改放牧山羊为绵羊，改养羊为养牛，同时达到维护草原生态问题。

### （三）制度的重要性

从经济学意义上来说，技术途径只是缓解但并没有解决帕累托效率问题。

草原属于公共物品，由于产权不清晰而产生了外部效应：放牧这样的经济活动导致草地自然资源的消耗和环境的破坏，其成本不是由个人承担，而是由整个群体来承担，私人成本低于群体成本。由于成本和收益的不对称，牧民就不会自动的珍惜草原和保护环境。自由市场在这个领域失灵了，这就需要非市场力量的干预，我们需要一种制度来降低协调成本，保护草原生态。

公共资源的使用必须有时间和空间的限定性。解决集体行动非理性的困境，必须解决这个集体内的激励机制，合理的处理好集体与个人之间的利益关系问题。良好有效的制度安排应该会使得各参与主体的行动更能朝着向集体理性的路径前进，也就是解决“激励相容”问题。

制度是约束人们行为的一系列规则，它有助于抑制经济活动中的机会主义盛行，使人们易于形成可预期的行为方式和利益激励机制，从而促使经济发展和资源利用效率的提高。

### （四）明确产权

为什么草地上无法在无数次重复博弈中，经由自发生成路径而产生出来的制度来实现可持续发展呢？答案可能是因为产权问题。每个牧民都拥有放牧的权利却无禁止他人放牧的权利。也就是说没有一个强加在任何一个牧民头上的义务让其少放牧或不牧，而现实的制度安排也没有提供一种激励使人们自愿减少畜牧量。

以科斯为代表的新制度学派认为，公共悲剧的发生源于公共产权的归属不清或缺乏制度性的产权安排，由此引发外部效应，并认为如果一种资源是稀缺

的，那么私有化是合理利用和有效保护的基本途径。但是本文认为，明晰产权不一定非要私有化，因为产权作为一种权力可以在不同的主体之间进行分割，私有化只是明晰产权的一种方式而非全部。我们可以把具有排他性的使用权下放到牧民中也能起到明晰产权的作用。

我们可以通过集体委员会把这片草地划分为若干个小块，每户牧民根据规则获得一定数量草地的特定时期所有权或者排他性的使用权。在这片特定的草地里，该牧民有权拒绝其他牧民在自己的领地里放牧，当然该牧民也不可能在自己的领地外放牧。因此，每户牧民根据自己草地的自然属性（面积和肥沃程度等）和自己的其他要素约束来决定自己的合适放牧量。另外，排他性的使用权应该具有充分的制度保障，这种权利必须在一定时期内是有效的，这样，使用权的所有者才可能关心草地资源的长期的可持续的利用。

也有实践证明，廷·巴特尔在带头封育草场，实行分区轮牧时，通过铁丝网划分的草场来确保排他性的使用<sup>①</sup>。这表明草原上的牧民已经明白明晰的产权对于草场保护和可持续发展的极端重要性。尽管草地的所有权并不属于牧民，但分割牧场的铁丝网，仍起着明晰产权的作用，人们再也不会超负荷放牧，他们努力保持草地肥力，畜牧业也就持续得繁荣昌盛。草原明晰产权这个制度解决了，封育草场和划区轮牧这些科学的措施才有实施的可能。一些自然学者的研究数据也验证了此观点，如刘建军、浦野忠朗等（2005）以蒙古克氏针茅—冷蒿草原为研究对象，对自由放牧区和围栏禁牧封育区草原生态系统地下生产力、生物量进行了比较研究，结果表明封育保护可以提高过牧草原生态系统的地下生产力。

### （五）可交易的畜牧权

美国学者埃莉诺·奥斯特罗姆教授建制了公共池塘资源模型，从理论和实证的角度分析了运用非国家（集权）和非市场（私有化）的解决方案解决公共物品的可能性，认为集权和私有化，都不是解决公共物品的灵丹妙药，人类社会中大量的公共资源的问题在事实上既不是依赖国家也不是通过市场来解决的，人类社会中的自我组织和自治，实际上是更为有效的管理公共事务的制度安排。她的制度分析方法给我们在公共地悲剧的解决上提供了诸多启示，可以通过政策配置和制度安排来达到目的。

首先形成一个具有权威的制度安排，保证由代表整体牧民利益的集体（或类似的权力机构）来决策，集体根据草地的面积、肥沃程度，牲畜的生理需求等自然属性来决定整个草地的牲畜饲养总量，然后通过公正的拍卖向牧民发行准许交易的放牧许可证，许可证允许的放牧数量之和等于草地的适宜载畜量。许可证的持有者可以拥有与许可证数量相符的同量的牲畜

<sup>①</sup> 王则柯. 廷·巴特尔的产权意识 [J]. 读书 2002, (10): 150-153.

放牧权。当然这些放牧许可证可以在二级市场上交易，那些拥有更多饲养牲畜经验的进而更具有放牧比较优势的牧民可以从那些在其他行业（如羊毛加工）具有比较优势的牧民手中购买放牧权。这样就避免了统一均等数量、标准所造成的效果损失，能够在同样的草地上获得更多的产出。同时，活跃的二级交易市场来实现畜牧权这一稀缺资源的有效配置。如果集体发现，由于某些自然方面的原因而导致同一块草地的合理载畜量减少，或者前次发行量过大，那么集体只需要购回以前它向牧民出售的放牧许可证。反之亦是。这样就能保证这个草地的饲养总量始终处于最优状态，资源的配置也就最为有效。

#### 参考文献：

- [1] 布和朝鲁. 关于圈封转移的研究报告 [J]. 北方经济, 2005, (1).
- [2] 陈安国. 从‘公地的悲剧’看我国自然资源管理方式的转变 [J]. 科技进步与对策, 2002, (8).
- [3] 程瑞华. 信息经济学 [M]. 天津: 南开大学出版社, 2003.
- [4] 陈潭. 集体行动的困境：理论阐述与实证分析——非合作博弈下的公共管理危机及克服 [J]. 中国软科学, 2003, (9).
- [5] 李红坤等. 公地的悲剧，国有经济效益滑坡的一种产权诠释 [J], 财经科学, 2003, (5).
- [6] 刘建军, 浦野忠朗等. 放牧对草原生态系统地下生产力及生物量的影响 [J]. 西北植物学报, 2005, (1).
- [7] 韦森. 哈耶克式自发制度生成论的博弈论诠释——评肖特的《社会制度的经济理论》 [J]. 中国社会科学, 2003, (6).
- [8] Coase · R. . The Problem of Social Costs [J]. Journal of Law and Economics, 1960, (3): 1 - 44.
- [9] Hardin · G. . The Tragedy of The Commons [J]. Science , Vol. (10): 13 - 23.

(编辑校对：余朝锡 史爱平)

(上接45页) u7 (经济实力与工业化程度) 而相对劣势因子为 u4 (经济效益与生活设施)、u8 (环境保护与交通设施)、u9 (自然资源状况)。说明该类地区有一定的软件优势比如人口素质与科技状况，但是还有一些不足，主要是硬件设施还需要进一步发展。

第四类地区包括余下的省份，又分为三个子类，第一子类是西藏；第二子类包括海南、甘肃、贵州、宁夏、青海、新疆和黑龙江 7 个地区。它们的相对优势是 u3 (生活条件与环境状况)，u5 (劳动资源利用与运输发展规模)，相对劣势是 u1 (科教发展与人口素质)、u2 (政策环境与开放程度)、u4 (经济效益与生活设施)、u6 (城市设施与区位条件)、u8 (环境保护与交通设施)，该类地区与第四类地区相似，投资环境处于较低的水平，各项因子基本上都处于劣势地位，但是仍有改善的潜力。因此该类地区在改善投资环境的过程中需要下一番功夫，要有重点、并且循序渐进的改善投资环境。第三子类包括河南、河北、内蒙古、山西、云南、陕西、吉林、重庆、广西、江西、安徽、湖北、四川、湖南，它们中间只有海南省临海，余下的省(直辖市)都是内陆地区。相对优势是 u4 (经济效益与生活设施)、u9 (自然资源状况)，最差的是 u1 (科教发展与人口素质)、u2 (政策环境与开放程度)、u3 (生活条件与环境状况)。可见该类地区有一定的资源优势，但仍需要全面地改善投资环境。在西部大开发的过程中，应该重视发挥该类地区的相对优势，逐渐改善西藏等地区的投资环境。

#### 五、结论

根据最长距离法的聚类分析结果以及图 2，可以看出中国投资环境的空间差异明显。东部地区的投资环境总体上要有与中部地区和西部地区，投资环境有明显的东强——中弱——西更弱的阶梯分布特征，与我国地区经

济发展水平等的梯度格局基本上吻合。这也说明经济发展的不平衡，与投资环境的密切密切相关。需要说明的是，本文的聚类分析只是一种总体性和静态的评价，由此得出的结果只是对中国当前的投资环境粗略的结论。而且模型本身有一定的片面性，因此，对于各省的投资环境未来发展趋势还需要深入分析，根据自身的条件和所处的宏观经济环境进行预测，提出相应的改善投资环境的措施。

#### 参考文献：

- [1] 姚旭, 陈凤萍, 王卉. 地理位置因素对外商直接投资环境的影响分析 [J]. 理论纵横, 2003, (11): 36.
- [2] 张卫国, 何伟. 中国地级城市投资环境评价研究 [J]. 管理学报, 2006, (3).
- [3] 付晓东, 文余源编著. 投资环境优化与管理 [M]. 中国人民大学出版社, 2005.
- [4] National Bureau of Statistics of China, China Statistical Yearbook 2005. Beijing: China Statistics Press, Sep. 2005.
- [5] Toichiro Asada, Pu Chen, Carl Chiarella, and Peter Flaschel, Keynesian Dynamics and the Wage - Price Spiral: A Baseline Disequilibrium Model, Journal of Macroeconomics (J), Vol. 28, 2006, pp. 90 - 130.
- [6] 李志辉, 罗平主编. SPSS for Windows 统计分析教程 (第二版) [M]. 电子工业出版社, 2005.
- [7] 中华人民共和国国家统计局编. 中国统计年鉴 2005 [M]. 中国统计出版社, 2005.

(编辑校对：韦群跃 张清述)