

The Study of Benefit Distribution of the Two Stakeholders under the Background of Separation between Government and Organization of CBA League by Using Evolutionary Game Model

Chen Shen¹, Dan Liu¹, Tian Guo²

¹School of Statistics and Mathematics, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming Yunnan

²Development Institute, Yunnan University, Kunming Yunnan

Email: steven_shen91@hotmail.com

Received: Jul. 25th, 2016; accepted: Aug. 8th, 2016; published: Aug. 15th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Under the background of the separation between government and organization for Chinese Professional Basketball League, Chinese Basketball Association and a company with 18 CBA club owners become the two largest stakeholders in the CBA League. However, in order to promote the cooperation between the two sides, the way of distributing the benefits has become a major problem in the separation between government and organization. In this paper, we use evolutionary game model to construct the replication dynamic equation and try to find out the main factors that affect the evolution of the strategy of two parties. Ultimately, this finding provides a theoretical evidence for promoting the mutual cooperation of the two sides and the successful separation between government and organization of CBA.

Keywords

CBA, Separation between Government and Organization, Evolutionary Game Model, Replicated Dynamic Equation

在CBA管办分离背景下利益主体利益分配的演化博弈研究

申晨¹, 刘丹¹, 郭甜²

¹云南财经大学统计与数学学院, 云南 昆明

²云南大学发展研究院, 云南 昆明

Email: steven_shen91@hotmail.com

收稿日期: 2016年7月25日; 录用日期: 2016年8月8日; 发布日期: 2016年8月15日

摘要

在中国职业篮球联赛管办分离的大背景下, 中国篮协和由CBA 18家俱乐部老板自发成立的中职联公司成为了CBA联赛中的两个最大的利益主体, 如何分配两者之间的利益, 促使双方进行合作, 已经成为CBA管办分离中的一大难题。本文利用演化博弈模型, 构建复制动态方程, 找出影响博弈双方策略演化的主要因素, 最终为促进双方合作, 推动CBA管办分离的正常进行提供理论依据。

关键词

CBA, 管办分离, 演化博弈模型, 复制动态方程

1. 引言

CBA 联赛从成立之初到现在已经走过 20 多年的里程, 培养出了大量的篮球国手, 为中国篮球的发展做出了不朽的功勋。然而随着 CBA 联赛的不断发展, 逐渐暴露出了其管理体制混乱, 职业化程度低等问题。

为了促使 CBA 联赛继续健康发展, 中国篮球界的人士提出了一些解决办法。2013 年 12 月国家体育总局局长刘鹏在全国体育局长会议上提出“积极稳妥地推进联赛管办分离的进一步改革, 促进俱乐部规范化建设, 继续提高中国三大球职业联赛的水平和影响力” [1]。2014 年 10 月国务院印发了《关于加快发展体育产业促进体育消费的若干意见》 [2], 旨在推动体育产业的深化改革, 使体育产业成为经济转型升级的重要力量。在此大背景下, 中国篮球也开始了篮球管办分离的进程。2016 年 1 月由姚明牵头, 联合 CBA 18 家俱乐部老板成立了中职联篮球股份有限公司, 然而仅仅在中职联公司成立两天后, 中国篮协宣布管办分离方案已得到了总局的批复, 中国篮协将牵头成立 CBA 联赛公司, 并将 CBA 的商务权和赛事推广权授予 CBA 联赛公司。

在管办分离的大背景下, 三天内突然有两家公司要酝酿成立, 使得球迷云里雾里。一家是俱乐部老板自发成立的中职联篮球股份有限公司, 一家是中国篮协宣布要成立的 CBA 联赛公司。在微妙的气氛中, 两家公司未来如何共同存在, 相互间有多少合作的空间? 这成为摆在篮球界人士的一道共同的难题。很明显, 无论是篮协成立 CBA 联赛公司也好, 还是由俱乐部老板自发成立中职联公司也罢, 目的都是为了实现从业者的利益最大化, 推动中国篮球职业化进程, 大家的出发点是一致的。在两个公司的碰撞之下,

最大的焦点问题就是双方的利益如何分配，因此在中国职业篮球联赛管办分离的大背景下，利益分配就成了管办分离走向成功的关键一环。

本文利用非对称的鹰鸽博弈[3]模型，利用演化博弈理论[4]的方法构建复制动态方程，找出影响中国篮协和中职联公司策略演化的关键因素以及影响双方利益分配的方式，最终为促进双方达成合作提供理论依据。

2. 模型

2.1. 鹰鸽博弈模型

鹰鸽博弈模型作为一种基本的工具已经广泛的应用于人类社会普遍存在的竞争，冲突之中[5]。在假定博弈双方为理性群体的情况下，为了获得某一收益 v ，若博弈双方同时选择鸽策略(C)则双方可以平均分享由合作带来的集体收益(v)；相反，共同选择鹰策略(D)就意味着要付出冲突的成本(c)，此时双方的各自收益为 $(v-c)/2$ ；若一方采取鸽策略，另一方采取鹰策略，则前者得到的收益为 0 ，后者可以独吞集体的收益(v)，这样就构成了经典的鹰鸽博弈模型。相关支付矩阵如下表 1。

在经典的鹰鸽博弈模型中，暗含着一个前提就是博弈双方的实力是对等的，在双方采取合作策略时，双方获得的收益对等，双发爆发冲突时，受到的伤害(冲突的成本)是对等的，然而本文中的两个利益主体之间却存在着实力不对等性。在目前的 CBA 联赛中，中国篮协拥有 CBA 联赛的管理经营权，而姚明牵头由 CBA 各个俱乐部老板组成的中职联篮球股份有限公司在本质上没有对 CBA 联赛的任何商务权。如果仅以经典的鹰鸽博弈模型作为基本的工具去探究 CBA 联赛管办分离过程中的利益分配机制则有着很大的局限性。因此，我们考虑下面具有实力非对称的鹰鸽博弈模型[6]。

2.2. 非对称的鹰鸽博弈模型

在博弈双方实力不对称的情况下，双方的收益分配受到双方实力强弱的影响。这里，假定中国篮协和中职联公司的实力比为： $k:1-k$ ，($0 < k < 1$)。其中， k 可进一步理解为博弈双方发生冲突时获胜的概率；当博弈双方同时采取鸽策略时，中国篮协获得的收益为 kv ，中职联获得的收益为 $(1-k)v$ ；若博弈双方同时采取鹰策略，中国篮协获得的收益为 $(v-c)/4k$ ，中职联公司所获得的收益为 $(v-c)/4(1-k)$ ；当双方采取不同的策略时，假设收益与经典的鹰鸽博弈模型相同，并且双方爆发冲突的成本高于双方获得的收益，即有 $c > v$ 。根据上述假设，可以得到表 2 的支付矩阵。

Table 1. The payoff matrix of symmetric hawk-dove game

表 1. 对称的鹰鸽博弈支付矩阵

策略	鸽(C)	鹰(D)
鸽(C)	$v/2, v/2$	$0, v$
鹰(D)	$v, 0$	$(v-c)/2, (v-c)/2$

Table 2. The payoff matrix of asymmetric hawk-dove game

表 2. 非对称鹰鸽博弈支付矩阵

		中职联公司	
策略		鸽(C)	鹰(D)
中国篮协	鸽(C)	$kv, (1-k)v$	$0, v$
	鹰(D)	$v, 0$	$(v-c)/4k, (v-c)/4(1-k)$

2.3. 复制动态方程

在细胞分裂过程中, 设 $x(t)$ 表示 t 时刻细胞的数量, r 表示细胞的分裂速率, 即平均每 $\frac{1}{r}$ 代分裂一次, 则细胞的演化方程可以表示为:

$$\frac{dx}{dt} = rx。$$

上述方程可以用来描述达尔文所提到的遗传(复制过程)。下面将自然选择引入该方程, 假设种群中由 A, B 两类个体组成, $x(t)$ 表示 A 类个体的比例, $y(t)$ 表示 B 类个体的比例, 并假设 A 类个体和 B 类个体的适应度(期望收益)分别为 f_A , f_B 。由于适应度反应了个体繁殖率的大小, 因此这里我们用个体的适应度代替其遗传速率。从而得到 A 类个体和 B 类个体的演化方程:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = f_A x \\ \frac{dy}{dt} = f_B y \end{cases}。$$

由于整个种群是有限的, 因此有 $x + y = 1$ 。若将种群的平均适应度(平均期望收益):

$$\bar{\phi} = x f_A + (1 - x) f_B$$

引入上述演化方程, 则可得到频率演化的复制动态方程:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = (f_A - \bar{\phi}) x \\ \frac{dy}{dt} = (f_B - \bar{\phi}) y \end{cases}。$$

在本文中, 我们假定中国篮协采取鸽策略的概率为 x_1 , 采取鹰策略的概率为 x_2 , 且 $x_1 + x_2 = 1$; 中职联公司采取鸽策略的概率为 y_1 , 采取鹰策略的概率为 y_2 。且 $y_1 + y_2 = 1$; 此时中国篮协与中职联公司采取鸽策略, 鹰策略的期望收益分别为:

$$E_A^C = y_1 k v,$$

$$E_A^D = y_1 v + y_2 (v - c) / 4 k,$$

$$E_C^C = x_1 (1 - k) v,$$

$$E_C^D = x_1 v + x_2 (v - c) / 4 (1 - k),$$

则中国篮协与中职联公司组成种群的平均期望收益为:

$$E_A = x_1 E_A^C + x_2 E_A^D$$

$$E_C = y_1 E_C^C + y_2 E_C^D$$

按照生物进化的复制动态理论[7], 采取策略收益较低的博弈方会学习有较高收益个体的策略, 因此博弈方采取不同策略的比率就会发生变化, 进而得到中国篮协和中职联公司采用策略 C, D 的比例关于时间 t 的复制动态方程:

$$\frac{dz_i}{dt} = f_i, \quad i = x_1, y_1 \quad (1)$$

其中: $f_{x_1} = x_1 (E_A^C - E_A)$, $f_{y_1} = y_1 (E_C^C - E_C)$ 。

3. 系统稳定性分析

令方程(1)右端等于 0, 即方程组 $f_i = 0 (i = x_1, y_1)$, 从而可得到此系统的平衡点, 全部平衡点如下:

$$E_1 : x_1 = 0, y_1 = 0,$$

$$E_2 : x_1 = 1, y_1 = 0,$$

$$E_3 : x_1 = 0, y_1 = 1,$$

$$E_4 : x_1 = \frac{c-v}{c-v+4kv-4k^2v}, y_1 = \frac{c-v}{c-v+4kv-4k^2v},$$

根据微分方程稳定性理论[8], 要达到策略的稳定状态, f_i 的一阶导数必须小于 0, 运用雅克比矩阵 J 及判断 J 行列式及矩阵的迹的正负, 可得到如下分析结果:

当 $c > v$ 时, 平衡点 $E_1(0,0)$ 为不稳定的结点; 平衡点 $E_2(0,1)$, $E_3(1,0)$ 为全局稳定的结点, 即在经典的鹰鸽博弈理论中平衡点 E_2 , E_3 为两个纯策略纳什均衡解; 平衡点

$E_4\left(\frac{c-v}{c-v+4kv-4k^2v}, \frac{c-v}{c-v+4kv-4k^2v}\right)$ 为不稳定的鞍点, 为混合策略纳什均衡解。

当 $c < v$ 时, (D,D)为稳定的鞍点, 该策略组合为进化稳定策略。即如果双方爆发冲突所付出的成本 c 小于 CBA 联赛的市场价值 v , 则博弈双方进化稳定策略组合为(背叛, 背叛), 即博弈双方最终爆发冲突。

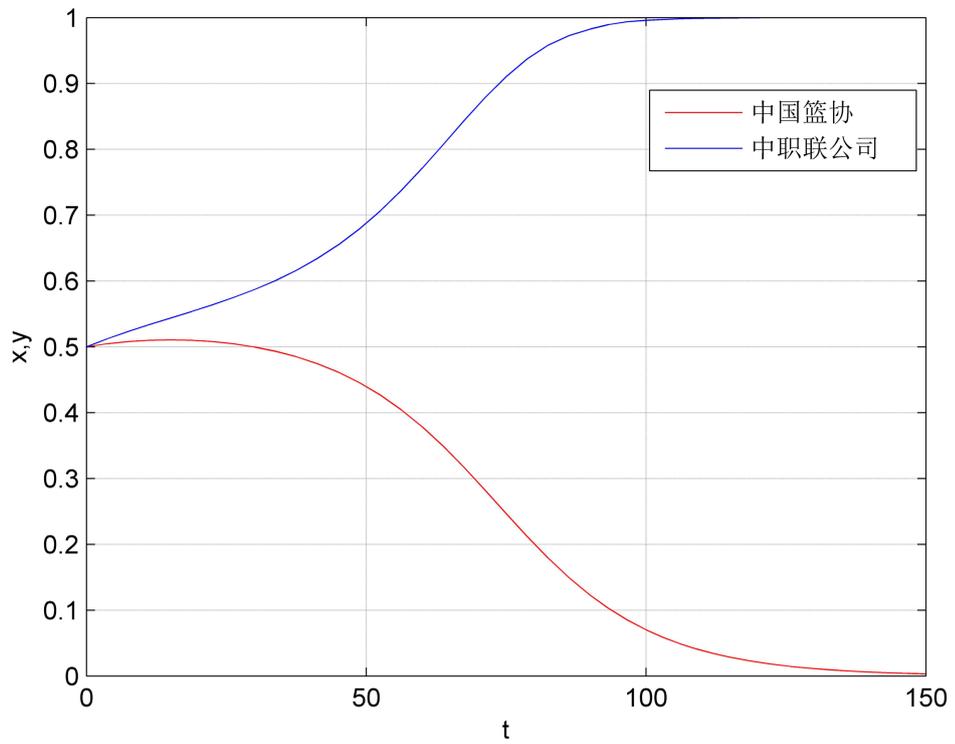
为了清晰的显示出不同条件下方程(1)的动力学行为, 我们采用 Runge-Kutta-Fehlberg 算法近似求解方程(1), 并对方程的稳定性进行定量说明[9]。为便于数值模拟, 我们取系统参数中的 $c = 2$, $v = 1$ 。另外据网易体育报道, 中国篮协竞赛部主任张雄透漏目前篮协拟定的股份分配占比方案是中国篮协占 30%, 俱乐部(即由俱乐部老板组成的中足联公司)占 70% [10]。因此我们取 $k = 0.3$ 。

数值模拟显示, 如果双方以相同的初始概率采取合作策略, 随着进化的进行, 中足联公司采取合作策略的比例升高而中国篮协则倾向于采取背叛策略, 最终达到稳定状态时中足联公司以概率 1 选择合作策略而中国篮协以概率 1 选择背叛策略(图 1(a))。对于不同的初值, 当中足联公司选择合作的初始概率大于中国篮协选择合作的初始概率时($0.3 > 0.1$), 随着进化的进行, 中足联公司倾向于选择合作策略而中国篮协倾向于选择背叛策略, 最终在稳定转态时, 中足联公司以概率 1 选择合作策略而中国篮协以概率 1 选择背叛策略(图 1(b)); 当中足联公司选择合作的初始概率小于中国篮协选择合作的初始概率时($0.1 > 0.3$), 随着进化的进行, 中足联公司在前 20 步时, 倾向于选择合作策略而在 20 步以后则倾向于选择背叛策略, 最终在得到稳定状态时, 中足联公司以概率 1 选择背叛策略; 中国篮协在进化过程中则倾向于选择合作策略, 最终在稳定转态时, 中国篮协以概率 1 选择背叛策略(图 1(c))。

4. 结果与分析

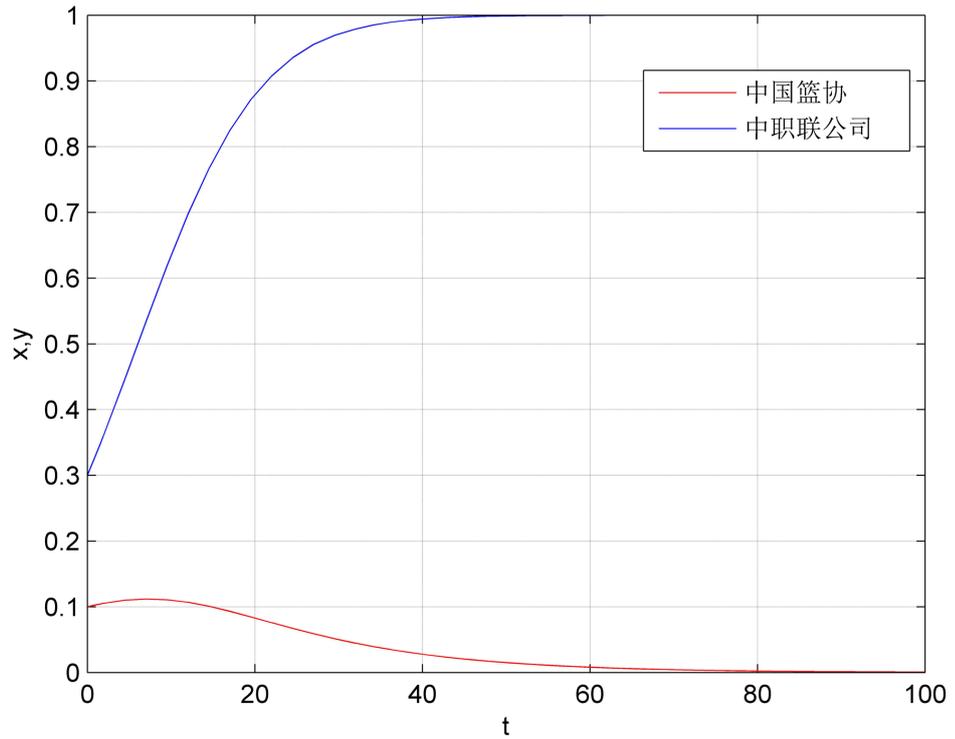
由上面的分析及图示可知, 双方初始阶段选择合作策略的概率对进化过程中策略演化有着很大的影响。当中足联公司选择合作的初始概率高于中国篮协时, 中国篮协将倾向于选择背叛策略, 而中足联公司将倾向于选择合作策略, 在这种条件下的进化稳定策略组合为(D,C); 相应的当中足联公司选择合作的初始概率高于中国篮协时, 中足联公司倾向于选择背叛策略, 而中国篮协倾向于选择合作策略, 此时的进化稳定策略组合为(C,D); 当博弈双方选择合作概率的初始值相同时, 在 $k = 0.3$ 的前提下, 中国篮协处于劣势地位而倾向于选择背叛策略, 中足联公司处于优势地位而选择合作策略。

由上面的分析我们还可以看出, 参数 c , v , k 对双方策略的最终演化有着很大的影响。因此我们可以令 $m = \frac{c}{v}$, 定义为中国篮协与中足联公司双方冲突的单位成本收益, $h = \frac{k}{1-k}$ 定义为双方的非对称性



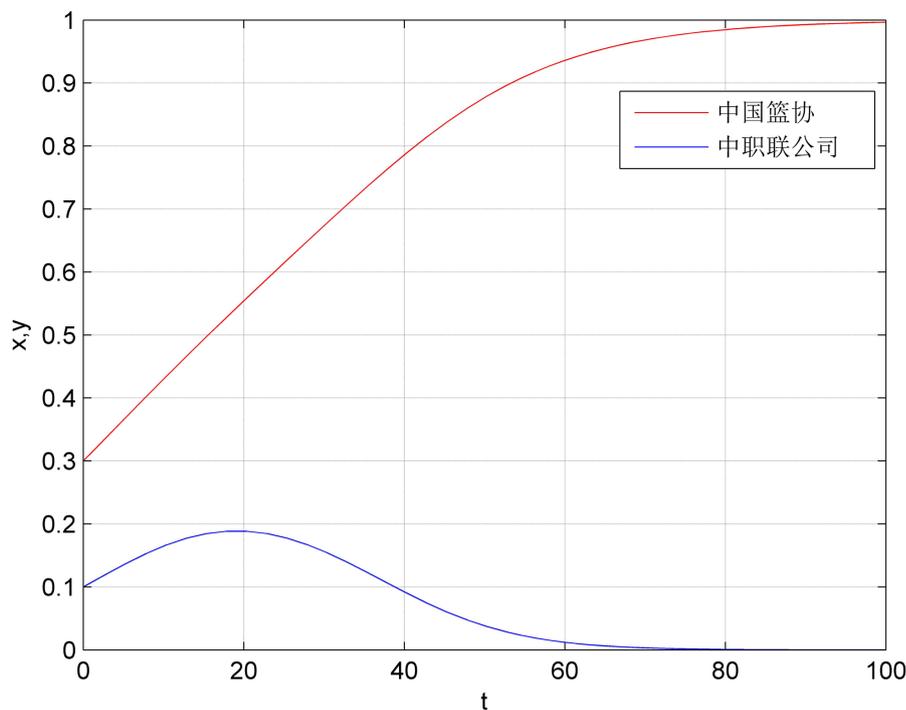
注：横轴 t 代表时间，纵轴代表采取合作策略的概率；蓝线代表中职联公司，红线代表中国篮协。固定参数值 $c=2, v=1, k=0.3$ 。

(a)



注：横轴 t 代表时间，纵轴代表采取合作策略的概率；蓝线代表中职联公司，红线代表中国篮协。固定参数值 $c=2, v=1, k=0.3$ 。

(b)



注：横轴 t 代表时间，纵轴代表采取合作策略的概率；蓝线代表中职联公司，红线代表中国篮协。固定参数值 $c=2$, $v=1$, $k=0.3$ 。

(c)

Figure 1. (a) The evolution of the strategy of both sides when the initial value of the system is (0.5, 0.5); (b) The evolution of the strategy of both sides when the initial value of the system is (0.1, 0.3); (c) The evolution of the strategy of both sides when the initial value of the system is (0.3, 0.1)

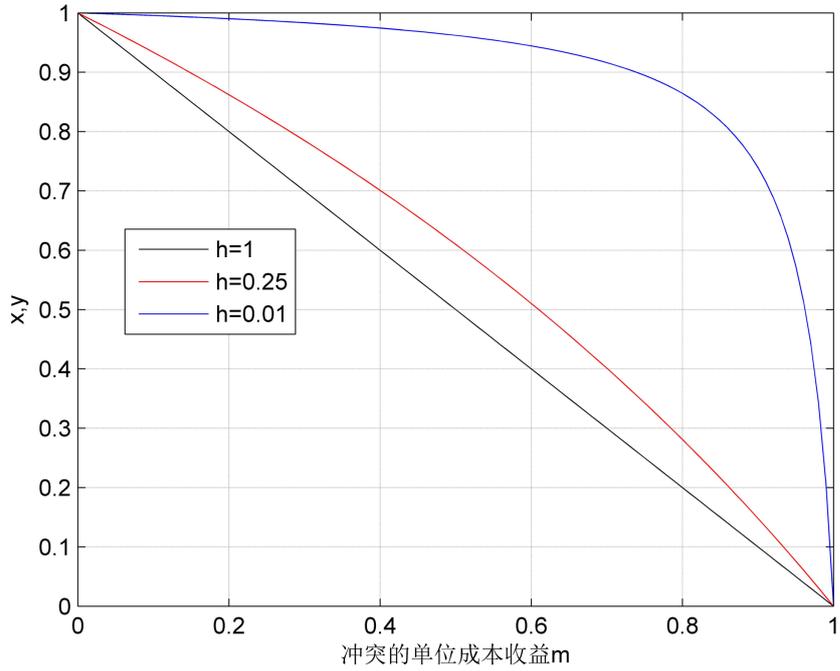
图 1. (a) 系统未知数初值为(0.5, 0.5)时，双方策略的演化图；(b) 系统未知数初值为(0.1, 0.3)时，双方策略的演化图；(c) 系统未知数初值为(0.3, 0.1)时，双方策略的演化图

因子，也即双方的利益分配比例，则当博弈双方采用混合策略时，混合策略中合作频率关于冲突的单位成本收益 m 的变化及关于非对称性程度 h 的变化如下图 2，图 3 所示：

由图 2 可知，在博弈双方的非对称程度 h 一定时，随着冲突的单位成本收益 m 的增加，双方的合作频率不断减少，即混合策略纳什均衡解中双方的合作频率与冲突的单位成本收益呈负相关。而当冲突的单位成本收益 m 一定时，博弈双方的实力差距越大(h 越小)，博弈方选择合作的频率越大。

由图 3 可知，当冲突的单位成本收益 m 一定时，随着非对称程度 h 的增加，双方的合作频率越大，即当冲突的单位成本固定的前提下，双方的实力对比悬殊，博弈双方的合作频率越大。在两种极端情况下， $k=0$ 或者 $k=1$ (相应的 $h=0$ 或无穷大) 时，双方的合作频率能达到 1。而当 $k=0.5$ 时，即双方的实力相对称，此时博弈双方合作发生的频率最小。另外，当非对称性程度一定时，随着冲突的单位成本收益增大合作频率不断减少。

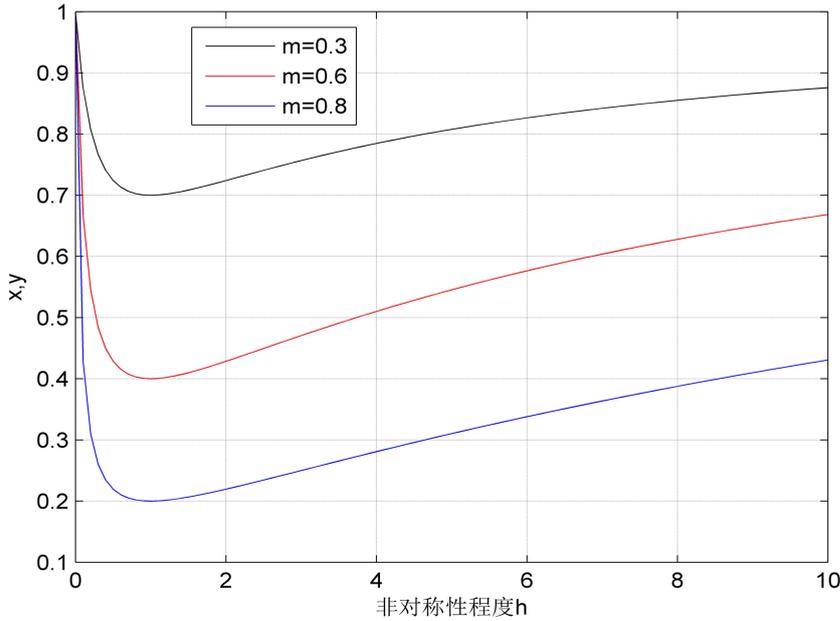
事实上，无论时在人类社会还是在其他生命系统中，合作行为往往发生在双方实力不均等的前提下。在熟知的美苏争霸的早期，双方由于实力均等导致了双方都想做世界的霸主，疯狂的进行军备竞赛，严重威胁到人类的生存，使得世界长期不得安宁。而在两大军事集团冷战的末期，由于苏联内部的一系列原因导致其从超级大国的位置上滑落下来并无力与美国为首的资本主义抗衡，最终在美国的外界压力下双方长达半个世纪的争霸以和解结束。在著名的榕树 - 榕小蜂、清洁鱼与其客户鱼的生物合作系统中，双方存在极度的实力不对称性。主导方或者宿主(榕树、客户鱼)可以对次级个体或共生物(榕小蜂、清洁



注：参数 $h = k/(1 - k)$ 为博弈双方的实力之比或非对称性程度，黑线曲线对应的是 $h = 1$ 时混合策略均衡解中合作频率 x, y 关于冲突的单位成本收益 m 的变化；红线及蓝线对应的是 $h = 0.25, h = 0.01$ 时的变化。

Figure 2. The variation of the frequency of cooperation x, y with the conflict of the unit cost income m

图 2. 合作频率 x, y 随冲突的单位成本收益 m 的变化图



注：参数 m 为冲突的单位成本收益 v/c ，黑线为在 $m = 0.3$ 的条件下，非对称性程度或博弈双方实力对之比 $h = k/(1 - k)$ 的变化所引起的混合策略均衡解中合作频率 x, y 的变化；红线和蓝线分别对应的是 $m = 0.6$ 和 $m = 0.8$ 条件下合作频率关于 h 的变化。

Figure 3. The variation of the frequency of cooperation x, y with the degree of asymmetry h

图 3. 合作频率 x, y 随非对称程度 h 的变化图

鱼)实施奖惩策略从而迫使不合作者与其进行合作。避免了合作系统中不断增多的投机者,进而避免了合作系统中“公共地悲剧[11]”的发生。这些现象进一步说明在双方实力非对称的相互作用下,博弈双方越容易形成向合作。因此,双方同时选择混合策略时,双方之间的实力对比是决定双方博弈走向何处的关键。

5. 结论

本文通过构建非对称的鹰鸽博弈模型并利用演化博弈论及微分方程稳定性的相关知识得出:在博弈双方为理性人的前提下,影响博弈双方策略选择向何方演化的关键因素是双方爆发冲突时所付出的成本 c ,整个CBA联赛的市场价值 v ,及双方的实力之比,即是双方的收益分配比例。进一步,我们发现,如果双方爆发冲突所付出的成本 c 小于CBA联赛的市场价值 v ,则博弈双方进化稳定策略组合为(背叛,背叛),即博弈双方最终爆发冲突;在博弈双方爆发冲突所付出的成本 c 大于CBA联赛的市场价值 v 的前提下,非对称性(也即双方的利益分配比例)则是决定双方策略演化的关键要素,如果博弈双方的实力相近,则合作概率最小,双方越不容易走向合作,若双方的实力差距较大,则双方更有可能走向合作。除此之外,在假定博弈双方的收益分配的前提下,双方的初始策略选择概率也对双方策略演化的走向有着决定性的影响。

双方在联赛中的分配问题首先应当明晰国家体育总局篮球运动管理中心的报告《深化CBA联赛改革,积极探索符合国情的管办分离的体制机制》[12]中提出的“所有权,经营权,收益权的关系”。在体育总局的监督指导下,明确各自在CBA职业联赛市场中的位置及所扮演的角色,在双方实力非对称的推动下实现管办分离的健康、正常进行,并借助此契机共同促进CBA联赛的职业化进展。

参考文献 (References)

- [1] 刘鹏在2014年全国体育局长会议上讲话(全文)[EB/OL].
http://www.sports.cn/zt/2014juzhanghui/ywsd2013-12-24/2298026_3.html, 2013-12-24.
- [2] 国发[2014]46号国务院关于加快发展体育产业促进体育消费的若干意见[EB/OL].
http://hdtj.bjhd.gov.cn/flfg/flfg/201506/t20150615_817818.htm, 2015-06-15.
- [3] 石磊,王瑞武.合作行为的非对称性演化[J].中国科学:生命科学,2010,40(1):62-72.
- [4] Samuelson, L. (2002) Evolution and Game Theory. *Journal of Economic Perspective*, **16**, 47-66.
- [5] 刘奇龙,贺军州,等.具资源效应的非对称“鹰鸽博弈”进化稳定分析[J].动物学研究,2012,33(4):373-380.
- [6] 王瑞武,等.非对称性有利于合作行为的演化[J].中国科学:生命科学,2010,40(8):758-764.
- [7] 高磊.非对称合作系统中合作行为的演化[D]:[博士学位论文].昆明:云南大学,2015.
- [8] 顾圣士.微分方程和动力系统[M].上海:上海交通大学出版社,2000.
- [9] 马开平,等. Maple 高级应用和经典实例——超强数学工具精点[M].北京:国防工业出版社,2002.
- [10] 网易体育.俱乐部倒逼令篮协加速管办分离?篮协:仅是巧合[EB/OL].
<http://sports.163.com/16/0121/09/BDRFVJ2300052UUC.html>, 2016-01-21.
- [11] Hadin, G. (1968) The Tragedy of the Commons. *Science*, **162**, 1243-1248.
- [12] CBA联赛改革管办分离五步走[EB/OL].
<http://sports.people.com.cn/n/2013/1225/c22176-23942867.html>, 2013-12-25.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>