

# “双减”政策下课后延时体育服务的演化仿真分析

霍鹏宇, 史曙生

(南京师范大学体育科学学院, 江苏 南京 210023)

[摘要] “双减”政策的落实为高质量开展、多主体参与课后延时体育服务带来了发展契机。以地方政府、基层学校、社会组织为博弈主体,运用演化博弈理论,分析三方策略选择的博弈过程,对不同课后延时体育服务情境进行仿真分析,探索不同主体博弈选择对参与结果的影响。研究表明,地方政府、基层学校与社会组织共同积极参与是课后体育延时服务的理想模式;地方政府的策略选择与监管成本存在高度正相关;政府发放的补偿内容对基层学校的策略选择影响最为显著;通过控制地方政府的监管成本、增加积极管理学校的补偿发放及降低社会组织的惩罚措施等途径,能有效推动“双减”政策下课后延时体育服务向博弈稳定发展,显著提升地方课后延时体育服务质量。

[关键词] “双减”政策,课后延时体育服务,演化博弈,仿真研究,循数治理

[中图分类号] G80 [文献标志码] A [文章编号] 1672-1292(2023)03-0084-09

## Study on the Evolution Game Simulation of After-class Delayed Sports Service Under the Policy of "Double Reduction"

Huo Pengyu, Shi Shusheng

(School of Sports Science and Physical Education, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

**Abstract:** At present, how to carry out high-quality and multi-subject after-school extended sports service is particularly important, and the implementation of the "double reduction" policy has brought development opportunities for it. In this paper, local governments, grass-roots schools and social organizations are taken as game subjects, evolutionary game theory is used to analyze the game process of tripartite strategy selection, and simulation analysis is conducted on different after-school delayed sports service situations to explore the influence of different subjects' game choices on the participation results. The results show that local government, grass-roots schools and social organizations actively participate in the ideal mode for after-school sports delay service, and that there is a high positive correlation between local government's strategy choice and supervision cost. The content of compensation provided by the government has the most significant influence on the strategy selection of grassroots schools. By controlling the supervision cost of local governments, increasing the compensation distribution of active management schools and reducing the penalty cost of social organizations, the "double reduction" policy can effectively promote the stable development of after-school delayed sports services to the game, and significantly improve the quality of local after-school delayed sports services.

**Key words:** "double reduction" policy, after-school delayed sports services, evolutionary game, simulation research, digital governance

现阶段,我国学生体质健康水平整体偏低。2020年,青少年总体近视率为52.7%,较2019年(50.2%)上升了2.5%,6~17岁青少年超重肥胖率高达19.0%<sup>[1]</sup>。巨大的学习压力、过长的学习与过重的校外培训负担带来的高近视率、高肥胖率等体质健康问题亟待解决。基于此,2021年7月,中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于进一步减轻义务教育阶段学生作业负担和校外培训负担的意见》<sup>[2]</sup>(以下简称“双减”)。“双减”政策的目的在于强化学校教育主阵地作用,提升学校课后服务水平,坚决防止侵害群众利益

收稿日期:2022-11-22.

基金项目:2021年国家社会科学基金项目(21BTY024)、2020年江苏省社科基金项目(20TYB002)。

通讯作者:史曙生,教授,博士研究生导师,研究方向:全民健身与健康促进。E-mail:sssmxy@126.com

行为,构建教育良好生态,有效缓解家长焦虑情绪,促进学生全面发展、健康成长,减轻义务教育阶段学生过重作业负担和校外培训负担<sup>[3]</sup>。作为“双减”政策中的重要活动内容,课后延时体育服务已成为帮助学生享受乐趣、增强体质、健全人格、锤炼意志的重要载体。由于面临庞大的学生体量以及学生多样化的体育锻炼需求,课后延时体育服务需要不同主体参与其中,多主体合作共同做好课后延时体育服务的质量提升工作<sup>[4]</sup>。“双减”蕴含着“减负增效,提质培优”的基础教育变革转向,带来了教育观念、授课方法和育人模式的转变,为课后延时体育服务提供了政策支撑与发展契机。

“双减”政策作为2021年教育领域的“头号文件”,中央及地方政府都给予了高度重视,不断增强政策手段以强化学校教育主阵地及规范校外培训。2021年至2022年,教育部及国家体育总局颁布相关政策16个,18个省份颁布相关文件44份,为课后延时体育服务提供了法律保障<sup>[5]</sup>。但在实际课后延时体育服务开展过程中由于未切实考虑主体间的动态博弈关系,导致实践过程出现主体协同不足、保障制度缺失、认定条例紊乱等诸多现实问题,政策时效性大大降低,参与主体积极性较差,服务质量难以保证,义务教育阶段学生体质健康水平仍然处于低位徘徊状态<sup>[6]</sup>。

课后延时体育服务已成为“双减”政策中减轻学生课业负担、提升健康水平的重要手段。然而,现有研究仅从课后延时体育服务的演进历程、机遇挑战等方面切入<sup>[7-8]</sup>,针对多主体参与的现实情境尚未展开讨论,对主体动态演化行为及策略影响因素的研究较少。演化博弈理论是一种将博弈论分析与动态演化分析相结合的理论,其基本思想是假设有限理性的博弈主体无法通过最优化算法立即找到最优策略,而是在博弈过程中不断学习和模仿具有较高收益的策略,通过持续调整和改进策略最终达到一种均衡稳定状态<sup>[9]</sup>。本文通过构建“双减”政策下课后延时体育服务的演化博弈模型,分析参与主体的不同策略选择与稳定情况,找出影响主体策略选择的关键因素及演变趋势,并提出具体实施建议,为“双减”政策下课后延时体育服务的高质量发展提供理论依据与建议。

## 1 课后延时体育服务演化博弈模型的构建

“双减”政策下的课后延时体育服务是政府利用强政治势能推动“双减”落地并对服务进行有效监管<sup>[10]</sup>,学校使用现有的体育场地资源,为满足学生全面发展和锻炼需求,积极引进政府统一购买的社会体育组织高技术化服务,利用课后时间在校内场域进行的延时体育锻炼活动<sup>[11]</sup>。在“双减”政策下的课后延时体育服务模型中,地方政府、基层学校以及社会组织是最重要的三个利益主体,关系表现为:“双减”政策下的地方政府监管落实、基层学校管理课程、社会组织合作服务。博弈模型中,地方政府、基层学校及社会组织均以自身利益最大化作为目标驱动,但由于主体有限理性和信息不对称性的博弈特点,课后延时体育服务中的博弈主体在受到自身成本与收益的影响外,还受到其他两方策略选择的影响,必须通过不断调整自身策略选择,最终实现课后延时体育服务的三方平衡情境<sup>[12]</sup>。基于上述原因,本文选择演化博弈理论对课后延时体育服务中地方政府、基层学校及社会组织的行为选择进行研究,并设定对应参数构建博弈模型。设置地方政府(用1表示)、基层学校(用2表示)和社会组织(用3表示)为课后延时体育服务的参与主体,地方政府的监管程度、基层学校的管理程度和社会组织的合作程度作为影响系数。

### 1.1 课后延时体育服务的基本假设

假设1:课后延时体育服务中的参与主体均为有限理性主体,且存在信息不对等性,在博弈过程中不考虑其他对系统产生影响的主体。地方政府作为“双减”文件的落实单位,在落实过程中对所辖学校及社会组织进行监管;基层学校是课后延时服务开展的管理单位,选择符合学校特色的课后延时体育服务;社会组织作为政策落实的合作者与课后延时体育活动的盈利者,对不同参与程度的地方政府和基层学校存在差异合作行为。

假设2:本文的课后体育延时服务为地方政府统一购买的、依托有资质的社会组织提供师资入校针对学生开展的服务。

假设3:在课后延时体育服务的协同开展过程中,参与主体均存在两种博弈选择。地方政府由于社会声誉影响或上级政府惩罚而选择积极监管,概率为 $i_1$  ( $0 < i_1 < 1$ );也可能顾忌“双减”初期学校升学压力与社会组织经济压力选择消极监管,概率为 $1-i_1$ 。基层学校根据地方政府的监管程度、财政补贴、惩罚内容及社会声誉而选择积极管理,概率为 $i_2$  ( $0 < i_2 < 1$ );也可能因为地方政府的消极监管、利益驱使及学业压力等,选择消极管理

的概率为  $1-i_2$ . 社会组织受到政策保障选择积极合作, 概率为  $i_3(0<i_3<1)$ ; 也会因为地方政府政策的落实不当, 导致不能与基层学校及时互通而选择消极合作, 概率为  $1-i_3$ .  $i_1$ 、 $i_2$ 、 $i_3$  的取值随时间变化而改变.

假设 4: 如表 1 所示, 设“双减”政策下的课后延时体育服务开展过程中, 地方政府对服务的监管成本为  $C_1$ , 监管程度系数为  $\alpha$ , 对基层学校积极管理课后延时体育服务发放经济补偿  $D$ , 并给予评奖评优或课题申报优惠  $W$ , 给积极合作的社会组织发放课程费用  $H$ , 或消极合作的惩罚  $P$ ; 地方政府若消极监管则会受到上级政府的惩罚  $Q$ , 以及影响自身的社会声誉  $R_1$ . 基层学校对课后延时体育服务的管理成本为  $C_2$ , 管理程度系数为  $\beta$ , 积极管理课后服务时的场地器材消耗或人员费用支出由地方政府分发经济补偿  $D$ , 给予评奖评优或课题申报优惠  $W$ ; 消极管理则受到地方政府的处罚  $E$ , 同时需要对学生、教师及教练等进行补偿  $O$ , 且损失学校的社会声誉  $R_2$ . 社会组织的课后延时体育服务合作成本为  $C_3$ , 合作程度系数为  $\gamma$ ; 消极合作学校课后延时体育服务时, 所造成的参与课后体育服务学生的损失为  $G$ ; 且在地方政府实施积极监管时, 会给予积极合作的社会组织课程费用  $H$ , 会得到基层学校对教师、教练的补偿  $O$ , 但消极合作的社会组织会受到地方政府的惩罚  $P$ .

表 1 课后延时体育服务演化博弈模型的参数设定

Table 1 Parameter setting of evolutionary game model of after-school delayed sports service

参数符号	参数描述	参数符号	参数描述
$C_1$	地方政府的监管成本	$G$	社会组织消极合作时造成学生等群体的损失
$C_2$	基层学校的管理成本	$H$	地方政府给予积极合作的社会组织的课程费用
$C_3$	社会组织的合作成本	$O$	基层学校消极管理时给予学生等群体的补偿
$\alpha$	监管程度系数	$P$	社会组织消极合作受到地方政府的惩罚
$\beta$	管理程度系数	$Q$	地方政府消极监管受到上级政府的惩罚
$\gamma$	合作程度系数	$R_1$	地方政府消极监管的社会声誉影响
$D$	基层学校积极管理时地方政府发放的经济补偿	$R_2$	基层学校消极管理的社会声誉影响
$E$	基层学校消极管理时受到地方政府的处罚	$W$	基层学校积极管理时地方政府给予的优惠政策

1.2 课后延时体育服务的收益矩阵

课后延时体育服务的博弈中, 三方主体均为有限理性主体, 均跟随自身意愿进行策略的选择, 根据多主体参与原则构建地方政府、基层学校及社会组织间的课后体育服务演化动态博弈模型, 如图 1 所示. 以演化模型图例选择不同参与概率, 地方政府选择积极监督的概率为  $i_1$ , 消极监督的概率为  $1-i_1$ ; 基层学校选择积极管理的概率为  $i_2$ , 消极管理的概率为  $1-i_2$ ; 社会组织选择积极合作的概率为  $i_3$ , 消极合作的概率为  $1-i_3$ .

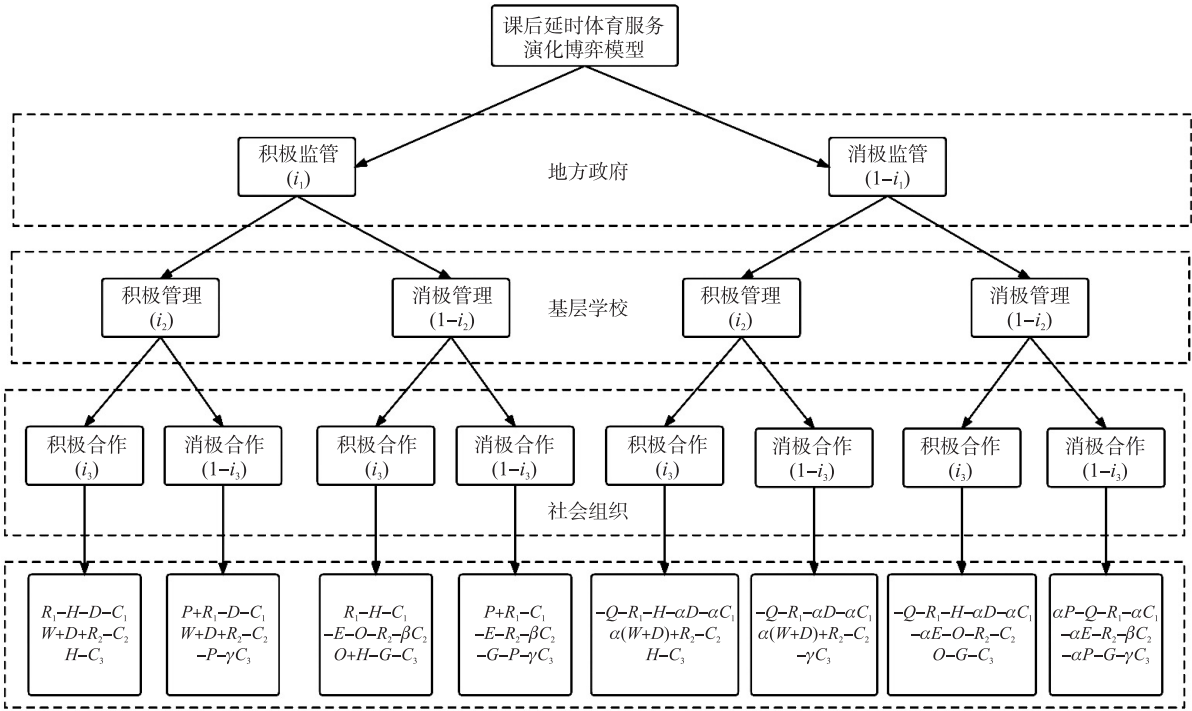


图 1 课后延时体育服务的演化博弈模型

Fig. 1 Evolutionary game model of after-school delayed sports service

### 1.3 复制动态方程的期望收益函数分析

演化博弈的基本方法是构建博弈主体决策概率相关的复制动态方程,根据方程组得出不同演化平衡点,其基本原理是博弈的参与者在策略组合中的选择比例随着时间变化趋势,收益较平均水平高的策略将逐步被多数博弈方采用<sup>[13]</sup>.在“双减”背景下课后延时体育服务开展过程中,三方主体追求的最终目标为自身利益最大化<sup>[14]</sup>,由此建立课后延时体育服务的三方复制动态方程,并根据方程组得出三方博弈过程中的平衡点,找到课后延时体育服务中不同主体参与情境的最优选择<sup>[15]</sup>.

#### 1.3.1 课后延时体育服务中地方政府选择的复制动态方程

设  $X_1$  为地方政府积极监管的期望收益,  $X_2$  为消极监管的期望收益,

$$X_1 = i_2 i_3 (R_1 - H - D - C_1) + i_2 (1 - i_3) (P + R_1 - D - C_1) + i_3 (1 - i_2) (R_1 - H - C_1) + (1 - i_2) (1 - i_3) (P + R_1 - C_1),$$

$$X_2 = i_2 (-Q - R_1 - \alpha D - \alpha C_1) + i_3 (1 - i_2) (-Q - R_1 - H - \alpha D - \alpha C_1) + (1 - i_2) (1 - i_3) (\alpha P - Q - R_1 - \alpha C_1).$$

根据 Malthusian 动态方程<sup>[16]</sup>,推导出地方政府在博弈中的复制动态方程为:

$$F(X) = di_1/dt = i_1(1-i_1)(X_1 - X_2) = i_1(1-i_1)[2R_1 + P - i_3(P - \alpha D + i_2 H + i_2 \alpha D - \alpha P + i_2 \alpha P) + i_2(\alpha D + \alpha P) - C_1 + \alpha C_1].$$

#### 1.3.2 课后延时体育服务中基层学校选择的复制动态方程

设  $Y_1$  为基层学校积极管理的期望收益,  $Y_2$  为消极管理的期望收益,

$$Y_1 = i_1 i_3 (W + D + R_2 - C_2) + i_1 (1 - i_3) (W + D + R_2 - C_2) + i_3 (1 - i_1) [\alpha (W + D) + R_2 - C_2] + (1 - i_3) (1 - i_1) [\alpha (W + D) + R_2 - C_2],$$

$$Y_2 = i_1 i_3 (-E - O - R_2 - \beta C_2) + i_1 (1 - i_3) (-E - R_2 - \beta C_2) + i_3 (1 - i_1) (-\alpha E - O - R_2 - \beta C_2) + (1 - i_1) (1 - i_3) (-\alpha E - R_2 - \beta C_2).$$

根据 Malthusian 动态方程<sup>[16]</sup>,推导出基层学校在博弈中的复制动态方程为:

$$F(Y) = di_2/dt = i_2(Y_1 - Y_2) = i_2(1-i_2)(Y_1 - Y_2) = i_2(1-i_2)[(i_1 - i_1 \alpha + \alpha)(W + D + E) + 2R_2 + i_3 O + (\beta - 1)C_2].$$

#### 1.3.3 课后延时体育服务中社会组织选择的复制动态方程

设  $Z_1$  为社会组织积极合作的期望收益,  $Z_2$  为消极合作的期望收益,

$$Z_1 = i_1 i_2 (H - C_3) + i_1 (1 - i_2) (O + H - G - C_3) + i_2 (1 - i_1) (H - C_3) + (1 - i_1) (1 - i_2) (O - G - C_3),$$

$$Z_2 = i_1 i_2 (-P - \gamma C_3) + i_1 (1 - i_2) (-G - P - \gamma C_3) + i_2 (1 - i_1) (-\gamma C_3) + (1 - i_1) (1 - i_2) (-\alpha P - G - \gamma C_3).$$

根据 Malthusian 动态方程<sup>[16]</sup>,推导出社会组织在博弈中的复制动态方程为:

$$F(Z) = di_3/dt = i_3(1-i_3)(Z_1 - Z_2) = i_3(1-i_3)[i_1(H + P - \alpha P) + i_2(H - i_1 H - O - \alpha P + i_1 \alpha P) + O - C_3 + \gamma C_3].$$

#### 1.3.4 地方政府、基层学校及社会组织的三方演化博弈分析

“双减”政策下课后延时体育服务可被分析为三方复制动态模型  $F(X)$ 、 $F(Y)$ 、 $F(Z)$  的集合.

根据演化博弈理论,使用李雅普诺夫判别法对均衡点的演化稳定性进行判别,当满足雅克比矩阵的所有特征值为负数时,该均衡点为系统的渐进稳定点;当所有特征值为正数时,均衡点为系统的演化不稳定点;当出现特征值有正有负情况时,均衡点为鞍点<sup>[17]</sup>:

$$J_{(i_1, i_2, i_3)} = \begin{pmatrix} \frac{\partial X}{\partial i_1} & \frac{\partial X}{\partial i_2} & \frac{\partial X}{\partial i_3} \\ \frac{\partial Y}{\partial i_1} & \frac{\partial Y}{\partial i_2} & \frac{\partial Y}{\partial i_3} \\ \frac{\partial Z}{\partial i_1} & \frac{\partial Z}{\partial i_2} & \frac{\partial Z}{\partial i_3} \end{pmatrix},$$

$$\frac{\partial X}{\partial i_1} = (1 - 2i_1)[(-P + \alpha D + \alpha P)i_3 + (\alpha D + \alpha P)i_2 - (H + D + \alpha P)i_2 i_3 + 2R_1 + P + (\alpha - 1)C_1],$$

$$\frac{\partial X}{\partial i_2} = i_1(1 - i_1)[\alpha D + \alpha P - (H + D + \alpha P)i_3],$$

$$\frac{\partial X}{\partial i_3} = i_1(1 - i_1)[-P + \alpha D + \alpha P - (H + D + \alpha P)i_2],$$

$$\frac{\partial Y}{\partial i_1} = i_2(1 - i_2)[(W + D + E)(1 - \alpha)],$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial Y}{\partial i_2} &= (1-2i_2) [(W+D+E)(1-\alpha)i_1 + i_3O + \alpha(W+D+E) + 2R_2 + (\beta-1)C_2], \\ \frac{\partial Y}{\partial i_3} &= -i_2(1-i_2)O, \\ \frac{\partial Z}{\partial i_1} &= i_3(1-i_3) [H+P-\alpha P + (2P-H)i_2], \\ \frac{\partial Z}{\partial i_2} &= i_3(1-i_3) [H-O-\alpha P + (\alpha P-H)i_1], \\ \frac{\partial Z}{\partial i_3} &= (1-2i_3) [(H+P-\alpha P)i_1 + (H-O-\alpha P)i_2 + (\alpha P-H)i_1i_2 + O + (\gamma-1)C_3].\end{aligned}$$

针对课后延时体育服务中地方政府、基层学校及社会组织整体性治理理念,利用雅克比矩阵在平衡点行列式和轨迹的变化上进行稳定性分析,发现不同主体策略选择变化下的多种博弈情况<sup>[18]</sup>. 基于我国课后延时体育服务的实际情况,为方便分析各均衡点对应的特征值正负性,假设地方政府监管、基层学校管理和社会组织合作时各个主体的收益大于不参与的收益,即 $(\alpha-1)C_1+2\alpha D+\alpha P+2R_1-H-D>0$ 、 $(\beta-1)C_2+W+D+E+O+2R_2>0$ 、 $(\gamma-1)C_3+P+H-\alpha P>0$ ,以 $E_1(0,0,0)$ 、 $E_2(0,0,1)$ 为案例分析纯策略均衡点的稳定性.

$E_1(0,0,0)$ 的特征值为: $\lambda_1=2R_1+P+(\alpha-1)C_1$ , $\lambda_2=\alpha(W+D+E)+2R_2+(\beta-1)C_2$ , $\lambda_3=O+(\gamma-1)C_3$ . 由模型假设可知 $E_1(0,0,0)$ 的特征值 $\lambda_2<0$ 且 $\lambda_3<0$ ,当 $\lambda_1>0$ 时为鞍点, $\lambda_1<0$ 时为稳定点.

$E_2(0,0,1)$ 的特征值为: $\lambda_1=\alpha(D+P)+2R_1+(\alpha-1)C_1$ , $\lambda_2=O+\alpha(W+D+E)+2R_2+(\beta-1)C_2$ , $\lambda_3=-O-(\gamma-1)C_3$ . 由模型假设可知 $E_2(0,0,1)$ 的特征值 $\lambda_2>0$ 且 $\lambda_3<0$ ,故无论 $\lambda_1$ 为何值, $E_2(0,0,1)$ 都为鞍点. 以此类推,将各均衡点代入矩阵,可得出对应的雅克比矩阵特征值及稳定性,如表 2 所示,所得稳定点即为不同的课后延时体育服务平衡情境.

表 2 均衡点的稳定性分析

Table 2 Stability analysis of equilibrium points

均衡点	特征值	稳定性及条件
$E_1(0,0,0)$	$\lambda_1=2R_1+P+(\alpha-1)C_1$ $\lambda_2=\alpha(W+D+E)+2R_2+(\beta-1)C_2<0$ $\lambda_3=O+(\gamma-1)C_3<0$	当 $\lambda_1>0$ 时为鞍点,当 $\lambda_1<0$ 时为稳定点
$E_2(0,0,1)$	$\lambda_1=\alpha D+\alpha P+2R_1+(\alpha-1)C_1$ $\lambda_2=O+\alpha(W+D+E)+2R_2+(\beta-1)C_2>0$ $\lambda_3=-O-(\gamma-1)C_3<0$	鞍点
$E_3(0,1,0)$	$\lambda_1=\alpha D+\alpha P+2R_1+P+(\alpha-1)C_1$ $\lambda_2=-\alpha(W+D+E)-2R_2-(\beta-1)C_2<0$ $\lambda_3=H-\alpha P+(\gamma-1)C_3<0$	当 $\lambda_1>0$ 时为鞍点,当 $\lambda_1<0$ 时为稳定点
$E_4(0,1,1)$	$\lambda_1=2\alpha D+\alpha P-H-D+2R_1+(\alpha-1)C_1$ $\lambda_2=-\alpha(W+D+E)-O-2R_2-(\beta-1)C_2<0$ $\lambda_3=-H+O+\alpha P+(\gamma-1)C_3<0$	当 $\lambda_1>0$ 时为鞍点,当 $\lambda_1<0$ 时为稳定点
$E_5(1,0,0)$	$\lambda_1=-2R_1-P-(\alpha-1)C_1$ $\lambda_2=W+D+E+2R_2+(\beta-1)C_2>0$ $\lambda_3=H+P-\alpha P+(\gamma-1)C_3<0$	鞍点
$E_6(1,0,1)$	$\lambda_1=-2R_1-\alpha P-\alpha D-(\alpha-1)C_1$ $\lambda_2=W+D+E+O+2R_2+(\beta-1)C_2>0$ $\lambda_3=-H-P+\alpha P-(\gamma-1)C_3<0$	鞍点
$E_7(1,1,0)$	$\lambda_1=-2R_1-\alpha P-\alpha D-P-(\alpha-1)C_1$ $\lambda_2=-W-D-E-2R_2-(\beta-1)C_2<0$ $\lambda_3=H+P-\alpha P+(\gamma-1)C_3<0$	当 $\lambda_1>0$ 时为鞍点,当 $\lambda_1<0$ 时为稳定点
$E_8(1,1,1)$	$\lambda_1=H+D-2\alpha D-\alpha P-2R_1-(\alpha-1)C_1$ $\lambda_2=-W-D-E-O-2R_2-(\beta-1)C_2<0$ $\lambda_3=\alpha P-H-P-(\gamma-1)C_3<0$	当 $\lambda_1>0$ 时为鞍点,当 $\lambda_1<0$ 时为稳定点



## 2 课后延时体育服务的演化仿真分析

课后延时体育服务过程中,地方政府、基层学校及社会组织对其参与行为均承担相应责任,受到相应的奖励或惩罚<sup>[19]</sup>. 根据“双减”政策下课后延时体育服务的实际情况,对演化博弈模型中的不同主体参与稳定情况  $E_3(0,1,0)$ 、 $E_7(1,1,0)$ 、 $E_8(1,1,1)$  进行数据仿真,通过赋值支付矩阵参数,设置初始程度系数  $\{\alpha;\beta;\gamma\}$  均为 0.5,模拟课后延时体育服务的动态演化过程,验证该演化博弈系统的渐近稳定性及不同参数的敏感性<sup>[20]</sup>.

### 2.1 三方博弈系统稳定策略仿真分析

#### 2.1.1 $E_3(0,1,0)$ 初始策略下的演化情境分析

在地方政府消极监管、社会组织消极合作而基层学校积极管理的课后延时体育服务情境下,当  $\alpha D + \alpha P + 2R_1 + P + \alpha C_1 < C_1$  时,该情境处于稳定状态. 政府由于社会组织的消极合作导致声誉影响降低,即使收到社会组织的惩罚内容,仍难以抵消其监管成本、上级政府的惩罚与发放学校的补偿,因此地方政府选择消极监管. 当  $-\alpha(W+D+E) - 2R_2 - (\beta-1)C_2 < 0$  时,学校积极管理课后延时体育服务间接获得社会声誉,收到管理补偿、评奖申报优惠,因此基层学校选择积极管理. 当  $H - \alpha P + \gamma C_3 < C_3$  时,地方政府的消极监管导致社会组织的合作费用降低,合作难以实现收益,因此社会组织选择消极合作. 此情境下,基层学校在考虑主体利益时必须考虑其余二者的行动策略,管理课后延时服务的积极程度受到整体收益的影响.

如图 2 所示,设参数  $C_1 = 15, C_2 = 30, C_3 = 15, D = 3, E = 2, G = 4, H = 2, O = 2, P = 1, Q = 5, R_1 = 2, R_2 = 4, W = 3$ , 以满足该情境的渐进稳定条件. 图 2 中,地方政府和社会组织在在课后延时体育服务中监管与合作的概率  $(x, z)$  会逐渐降低,最终下降为 0 且保持稳定状态;基层学校在课后延时体育服务中管理的概率  $(y)$  会逐渐升高,最终提升为 1 且保持稳定.

#### 2.1.2 $E_7(1,1,0)$ 初始策略下的演化情境分析

在地方政府积极监管、基层学校积极管理而社会组织消极合作的课后延时体育服务情境下,当  $-2R_1 - \alpha P - \alpha D - P - \alpha C_1 < C_1$  时,该情境处于稳定状态. 地方政府的监管成本会相应提升,但提升社会声誉使得整体收支水平处于收益状态,故选择积极监管. 当  $-W - D - E - 2R_2 - (\beta-1)C_2 < 0$  时,基层学校会获得来自地方政府的补偿及评奖申报优惠,获得收益超过监管成本,对课后延时体育服务管理与学校发展起到积极作用,因此基层学校在该情境下选择积极管理. 当  $H + P - \alpha P + (\gamma-1)C_3 < 0$  时,社会组织的合作成本提升,增加的合作成本不能与来自地方政府的课程费用抵消,总体仍处于亏损状态,选择消极合作会减少社会组织的损失或降低课后延时体育服务的合作成本.

如图 3 所示,设参数  $C_1 = 20, C_2 = 20, C_3 = 15, D = 5, E = 1, G = 6, H = 2, O = 1, P = 5, Q = 4, R_1 = 2, R_2 = 4, W = 2$ , 以满足该情境的渐进稳定条件. 图 3 中,社会组织在课后延时体育服务中合作的概率  $(z)$  会逐渐降低,最终下降为 0 且保持稳定状态;地方政府和基层学校在课后延时体育服务中监管与管理的概率  $(x, y)$  随时间逐渐升高,最终提升为 1 且保持稳定.

#### 2.1.3 $E_8(1,1,1)$ 初始策略下的演化情境分析

地方政府、基层学校及社会组织共同参与课后延时体育服务,是所有情境中的理想化服务模式. 当  $H + D - 2\alpha D - \alpha P - 2R_1 - (\alpha-1)C_1 < 0$  时,该情境处于稳定状态. 地方政府得到上级政府奖励及社会声誉反馈超过支付社会组织的合作费用,所以在支持学校管理的同时,会继续鼓励社会组织选择积极合作. 在  $-W - D - E - O - 2R_2 - (\beta-1)C_2 < 0$  情况下,基层学校积极管理会提升社会声誉,成本随参与意愿减少并得到地方政府的补偿与优惠. 在  $\alpha P - H - P - (\gamma-1)C_3 < 0$  时,社会组织不仅规避了政府的惩罚,还获得了积极合作的

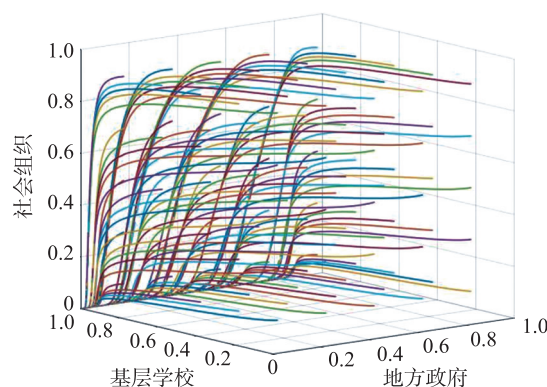


图 2 地方政府消极监管、基层学校积极管理、社会组织消极合作的情境仿真

Fig. 2 Simulation of local government's negative supervision, grassroots schools' active management and social organizations' negative cooperation

课程费用. 随时间推移, 三者课后延时体育服务中的参与成本相对均衡, 各主体参与收益逐渐增加, 整个治理系统处于收益增值状态. 此时三方策略选择为地方政府积极监管、基层学校积极管理、社会组织积极合作的理想参与模式, 促使地区课后延时体育服务的持续开展.

如图 4 所示, 设参数  $C_1=15, C_2=15, C_3=15, \gamma=0.5, D=5, E=1, G=3, H=6, O=1, P=5, Q=4, R_1=6, R_2=4, W=2$ , 以满足该情境的渐进稳定条件. 图 4 中, 地方政府、基层学校及社会组织积极参与课后延时体育服务的概率( $x, y, z$ )均随时间逐渐升高, 最终提升为 1 且保持稳定.

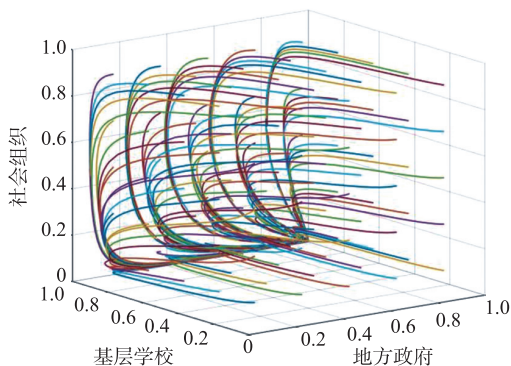


图 3 地方政府积极监管、基层学校积极管理、社会组织消极合作的情境仿真

Fig. 3 Simulation of local government's active supervision, grassroots schools' active management and social organizations' negative cooperation

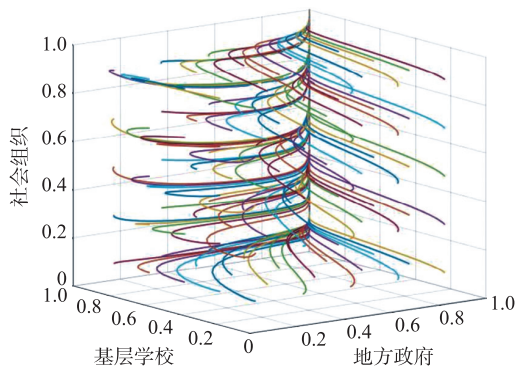


图 4 地方政府积极监管、基层学校积极管理、社会组织积极合作的情境仿真

Fig. 4 Simulation of government's active supervision, grassroots schools' active management and social organizations' active cooperation

## 2.2 参数敏感性对博弈选择的演化稳定分析

为探究“双减”政策下各参数不同敏感性对课后延时体育服务中主体博弈选择的影响, 验证不同参数赋值的合理性及主体博弈策略的变化, 在确保  $0 < x^*, y^*, z^* < 1$  的前提下, 选择对地方政府的监管成本  $C_1$ 、基层学校的管理补偿  $D$  及社会组织受到的惩罚  $P$  进行参数敏感性分析.

### 2.2.1 地方政府监管成本 $C_1$ 的敏感性分析

保证其余参数不变, 将地方政府的监管成本分别取值 6、10、13、15、16 共仿真 5 次, 各主体策略选择的演化路径的仿真结果如图 5 所示.

随着  $C_1$  的取值由 6 增加至 16, 地方政府与社会组织的收敛速度放缓; 基层学校的博弈收敛速度未发生变化, 对整体策略选择不存在影响. 当  $C_1=6$  时, 政府选择“积极监管”、社会组织选择“积极合作”的概率趋向于 1 的速度最快, 说明当政府在课后延时体育服务监管中控制成本时, 能适当提升社会组织参与合作的积极性. 博弈开始时, 社会组织的合作意愿出现消极态势,  $C_1$  取值越大合作意愿越低, 但随时间推移社会组织的合作意愿发生了扭转, 这对社会组织的最终博弈结果无影响, 说明政府在课后延时体育服务中提升监管成本需要注意社会组织的参与意愿.

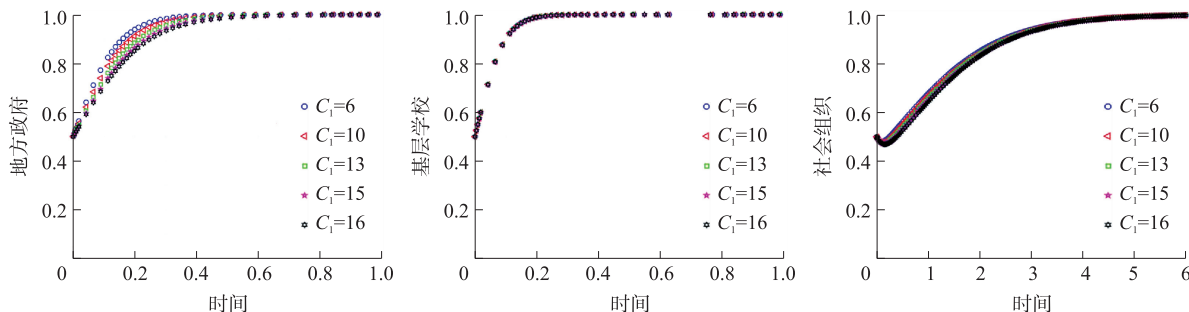


图 5 地方政府监管成本  $C_1$  对策略选择的影响

Fig. 5 The influence of local government monitoring cost  $C_1$  on strategy selection

### 2.2.2 基层学校管理补偿 $D$ 的敏感性分析

保证其余参数不变, 将基层学校课后延时体育服务补偿分别取值 2、4、6、8、10 共仿真 5 次, 各主体策

略选择的演化路径的仿真结果如图6所示。

随着 $D$ 的取值由2增加至10,地方政府、基层学校与社会组织的收敛速度均有提升。当 $D=10$ 时,政府选择“积极监管”、学校选择“积极管理”、组织选择“积极合作”的概率趋向于1的速度最快,说明当政府在课后延时体育服务监管中增加补偿内容,能适当提升基层学校与社会组织参与合作的积极性。值得注意的是,在博弈开始时,社会组织合作意愿出现消极态势,但随着时间的推移发生了转变,不影响最终社会组织的最终博弈结果,说明政府在发放学校补偿的初期不能忽视社会组织的合作意愿。

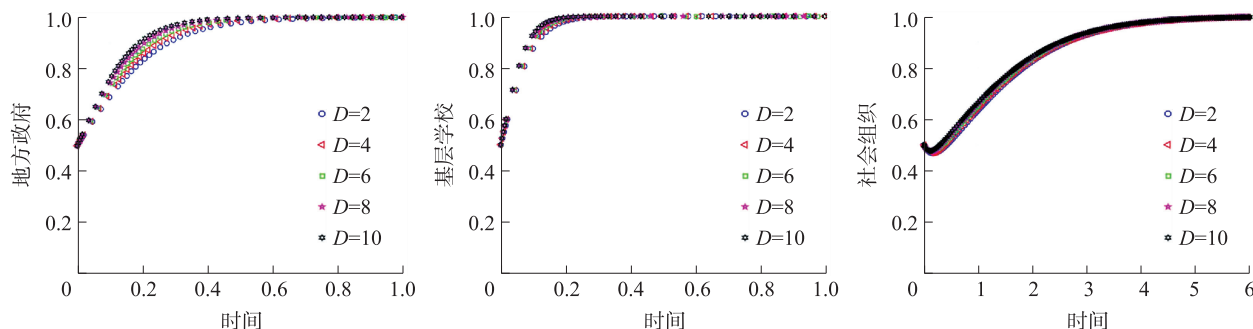


图6 基层学校管理补偿 $D$ 对策略选择的影响

Fig. 6 The influence of management compensation  $D$  on strategy selection in elementary schools

### 2.2.3 社会组织受到惩罚 $P$ 的敏感性分析

保证其余参数不变,将社会组织消极合作时受到惩罚 $P$ 分别取值3.5、5、6.5、8、10共仿真5次,各主体策略选择的演化路径的仿真结果如图7所示。

随着 $P$ 的取值由3.5增加至10,地方政府与社会组织的收敛速度一齐提升,基层学校的收敛速度未发生变化。当 $P=10$ 时,政府选择“积极监管”、社会组织选择“积极合作”的概率趋向于1的速度最快,说明当政府在课后延时体育服务监管中给予社会组织消极合作的惩罚,能有效提升地方政府与社会组织参与服务的积极性。随着时间的推移,社会组织的合作意愿由消极向积极态势转移,并不影响社会组织的最终博弈结果。当 $P$ 的取值从3.5增加到5时,社会组织的课后服务合作选择速度明显加快,说明适当增加消极合作的惩罚能有效提升社会组织的合作意愿。

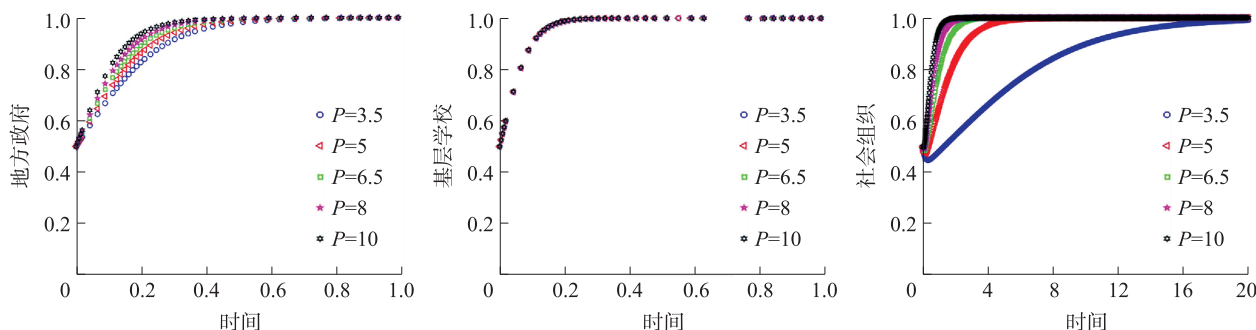


图7 社会组织受到惩罚 $P$ 对策略选择的影响

Fig. 7 The influence of social organization being punished  $P$  on strategy selection

## 3 结论与展望

“双减”政策下的课后延时体育服务是涉及多主体、涵盖多目标的交互模型。本文梳理地方政府、基层学校与社会组织间的博弈关系,构建三方演化博弈模型,经演化仿真分析得出以下结论:

(1) 地方政府在选择积极监管时的效益大于消极监管时的效益,且大于地方政府所支付的监管成本与发放的补偿之和时,三方主体将达到课后延时体育服务的理想状态;

(2) 对于地方政府而言,当监管成本较低时,选择“积极监管”策略的概率较大,当监管成本上升时,选择“积极监管”策略的收敛时间变长,直至到达峰值,此时地方政府会选择“消极监管”,表明地方政府选择“积极监管”时需要将监管成本控制在合理范围之内;



(3)对于基层学校而言,管理成本、补偿内容及社会声誉等指标均会影响学校的策略选择,且选择“积极管理”的速度也随之上升;经参数比较分析可知,政府发放的课后延时体育服务补偿对学校的策略选择影响最大;

(4)对于社会组织而言,课后延时体育服务所需成本与政府给予的惩罚措施是社会组织策略选择的重要影响因素,在合理控制成本的同时,降低合作程度较高的社会组织惩罚措施,同时在合作初期减少对其余主体的关注,有利于提升课后延时体育服务的质量。

现阶段,课后延时体育服务在“双减”政策的引领下,已由全面推广阶段步入提质增效阶段,其促进学生减负与身心健康发展的实践价值进一步得到深挖,但在服务开展过程中仍然存在课程内容单一、监管制度缺失、主体参与度不高等诸多问题<sup>[21]</sup>。本研究以“地方政府—基层学校—社会组织”作为重要利益主体,构建“双减”政策下课后延时体育服务的演化博弈模型,对我国课后延时体育服务的不断创新与改革有重要的现实意义。但本研究依然存在以下局限:(1)基于地方政府、基层学校及社会组织三方主体构建演化博弈模型,仅将学生看作被动参与者,忽略了其主观能动性;(2)未考虑课后延时体育服务开展中发生的学生意外受伤或器材设备损坏等突发事件;(3)仅对地方政府监管成本、基层学校管理补偿及社会组织合作惩罚进行敏感性分析,未考虑其余影响因素。后续工作将进一步细化演化仿真模型,研究不同参与成本、处罚类型、政策文件等影响因素对课后延时体育服务产生的动态变化,更全面地模拟出“双减”政策下课后延时体育服务的演化趋势,从而针对不同情境提出对应策略选择。

#### [参考文献](References)

- [1] 金剑. 论新时代学生体质健康多元治理的现代化[J]. 体育学研究, 2021, 35(6): 46-52.
- [2] 中共中央办公厅, 国务院办公厅. 关于进一步减轻义务教育阶段学生作业负担和校外培训负担的意见[EB/OL]. (2021-07-24)[2022-03-10]. [http://www.moe.gov.cn/jyb\\_xxgk/moe\\_1777/moe\\_1778/202107/t20210724\\_546576.html](http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/202107/t20210724_546576.html).
- [3] 刘莹, 苑廷刚, 敬龙军, 等. “双减”政策下促进青少年体质健康发展机遇、挑战与路径[J]. 体育文化导刊, 2022(4): 53-59.
- [4] 舒宗礼, 夏贵霞. “三社联动”: 我国社区青少年体育治理的模式选择、实践探索与优化策略[J]. 体育科学, 2020, 40(11): 42-52.
- [5] 王辉, 李平. “双减”政策下学校体育的担当与反思——《体育与科学》“‘双减’政策与学校体育本体回归”学术工作坊综述[J]. 体育与科学, 2022, 43(3): 115-120.
- [6] 史曙生. 均衡博弈: 青少年体质健康促进的生态竞争模式及其实践[M]. 南京: 河海大学出版社, 2019: 1-5.
- [7] 杨曼丽, 张吾龙, 胡德刚, 等. “双减”政策下我国中小学课后延时体育服务的演进历程、机遇挑战及实现路径[J]. 体育学研究, 2022, 36(2): 21-32.
- [8] 王浩, 江轶. “双减”政策下中小学课后延时体育服务开展困境与对策[J]. 体育文化导刊, 2022(10): 95-101.
- [9] 郑娟, 郑志强. 体育协同治理的演化博弈分析——以CWA联赛为例[J]. 北京体育大学学报, 2018, 41(9): 30-35.
- [10] 杨燕. “双减”政策执行的阶段性特点及问题分析——基于对X省四组关键利益相关群体的调查[J]. 云南师范大学学报(哲学社会科学版), 2022, 54(3): 114-124.
- [11] 陆俊堂. 广东省乡镇小学课后体育服务实践运用研究——以佛山顺德伦教小学为例[D]. 南昌: 江西师范大学, 2021.
- [12] 王俊涵, 李荣日. 社区体育公共服务供给治理多元主体动态演化博弈研究[J]. 山东体育学院学报, 2022, 38(4): 36-47.
- [13] 杨洋洋, 谢雪梅. 三元主体交互视角下网络谣言监管的博弈演化研究[J]. 现代情报, 2021, 41(5): 167-177.
- [14] 王先甲, 全吉, 刘伟兵. 有限理性下的演化博弈与合作机制研究[J]. 系统工程理论与实践, 2011, 31(增刊1): 82-93.
- [15] 霍鹏宇, 史曙生, 朱厚伟, 等. 学生体质健康协同治理的演化博弈及仿真研究[J]. 广州体育学院学报, 2022, 42(3): 118-128.
- [16] CHANEY E, HORNBECK R. Economic dynamics in the malthusian Era: evidence from the 1609 Spanish expulsion of the moriscos[J]. The Economic Journal, 2016, 126(594): 1404-1440.
- [17] 吴洁, 车晓静, 盛永祥, 等. 基于三方演化博弈的政产学研协同创新机制研究[J]. 中国管理科学, 2019, 27(1): 162-173.
- [18] 苏高利, 邓芳萍. 论基于MATLAB语言的BP神经网络的改进算法[J]. 科技通报, 2003, 19(2): 130-135.
- [19] 钟丽萍, 金育强, 范成文, 等. 青少年近视“医教协同”治理模式研究[J]. 中国体育科技, 2020, 56(10): 55-61.
- [20] 曹凌燕. 演化博弈视角下的城市空气污染地方治理研究[J]. 统计与信息论坛, 2021, 36(4): 72-83.
- [21] 李彦龙, 常凤. “双减”政策下我国中小学课后延时体育服务时效与保障[J]. 体育学研究, 2022, 36(2): 33-40.

[责任编辑: 严海琳]