Operations Research and Fuzziology 运筹与模糊学, 2022, 12(3), 685-694
Published Online August 2022 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/orf
https://doi.org/10.12677/orf.2022.123072

Hans汉斯

博弈论在篮球攻防战术中的应用研究

陈　巧[1*]，覃　锋[2]

[1]福建师范大学数学与统计学院，福建 福州
[2]江汉大学体育学院，湖北 武汉

收稿日期：2022年7月1日；录用日期：2022年7月29日；发布日期：2022年8月4日

摘　要

篮球是一项技术与战术策略并重的运动项目，本文采取了文献资料法，数理统计法，专家访谈法，研究了篮球竞赛中8种进攻战术与8种防守战术之间的策略决断，建立了篮球竞技的二人动态非合作博弈模型。研究发现，1) 篮球竞技过程中的博弈是二人零和动态博弈。2) 在纯策略意义下，局中人不存在各自的最优策略。3) 在混合策略下甲的最优策略为 $x^*=\left(\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8}\right)$，乙的最优策略为 $y^*=\left(\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8}\right)$。4) 当进攻方采取 $\left(\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8}\right)$ 的混合策略，则防守方的期望收益将从纯策略下的 $q(q>0.5)$ 变得更小。5) 若防守方采取 $\left(\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8}\right)$ 混合策略，则进攻方的期望收益将从纯策略下的 $q(q>0.5)$ 变得更小。在篮球竞技过程中，为了达到最大收益，双方必须使用混合策略，以此来达到降低对方期望值的目标，从而在一轮博弈中占据优势。

关键词

博弈论，篮球战术，攻防策略，混合策略

Application of Game Theory in Basketball Defense and Offensive Tactical

Qiao Chen[1*], Feng Qin[2]

[1]School of Mathematics and Statistics, Fujian Normal University, Fuzhou Fujian
[2]School of Physical Education, Jianghan University, Wuhan Hubei

Received: Jul. 1st, 2022; accepted: Jul. 29th, 2022; published: Aug. 4th, 2022

*通讯作者。

文章引用: 陈巧, 覃锋. 博弈论在篮球攻防战术中的应用研究[J]. 运筹与模糊学, 2022, 12(3): 685-694.
DOI: 10.12677/orf.2022.123072

Abstract

Basketball is a sport with equal importance to technology and tactical strategy. this paper studied the strategic decision between 8 offensive tactics and 8 defensive tactics in basketball competition using literature research and mathematical statistics, established a dynamic non-cooperative game model for two players in the basketball competition, and found the following conclusions: 1) The game in basketball competition is the dynamic game between two people. 2) In the sense of pure strategy, the players do not have their own optimal strategy. 3) The optimal strategy of A under the hybrid strategy is $x^*=\left(\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8}\right)$, Party B's optimal strategy is the $y^*=\left(\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8}\right)$. 4) When the offensive party takes a hybrid strategy of $\left(\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8}\right)$, defense expected gain will change from $q(q>0.5)$ under pure strategy. 5) If the defense adopts a hybrid strategy of $\left(\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8}\right)$, the expected earnings for the offensive side will be smaller from $q(q>0.5)$ under the pure strategy. Therefore, the game in the process of basketball competition is a zero-sum dynamic game between two people. In order to achieve the maximum returns, both sides must use mixed strategies to achieve the goal of reducing the other side's expectations, so as to occupy an advantage in a round of the game.

Keywords

Game Theory, Basketball Tactics, Attack and Defense Strategy, Mixed Strategy

1. 前言

篮球运动自其发展以来，凭借着其对抗性，技巧性，趣味性等特点，逐渐成为了人们业余活动的主要运动之一。根据国际标准，篮球运动可分为竞技篮球和大众篮球[1]。目前针对大众篮球的研究较少，主流是研究竞技篮球如何制胜，如何获得比赛的胜利，这也是竞技篮球的特点之一。

2017 年任永星对篮球队员在比赛中的对抗博弈和协作博弈分别进行了分析[2]，指明队员在篮球比赛中，最好的策略是混合策略。2009 年岳峰，范启国等人结合已有理论对篮球运动博弈理论体系进行了分析[3]。2010 年文维青，王腊姣等也提出将博弈理论运用到篮球赛事中，并给出了篮球赛场后期犯规战术的博弈分析[4]。2012 年冯其明[5]在“从博弈论看篮球竞技比赛中的进攻与防守”一文中从理论上分析了篮球竞赛中进攻与防守的相互关系。2015 年谢正炀，高军晖[6]等人从数据上给出了篮球进攻和防守战术策略的分析，并进行了实例分析。2020 年孔右祥对篮球比赛犯规战术特征及得益进行了分析研究[7]，给出了战术犯规博弈模型。

基于国内外现有研究成果，本文将从博弈论的角度分析篮球竞技策略，旨在利用博弈论的基本原理与分析方法对篮球竞技比赛中的进攻和防守战术进行研究，将博弈论与篮球竞技结合起来，构建篮球比赛过程中针对进攻和防守战术的博弈模型。通过对模型的分析和结果解释来研究进攻和防守战术的选择

对篮球竞技制胜的影响。希望通过研究，可以揭示篮球比赛战术运用的博弈过程，对篮球竞赛制胜规律的研究提供理论支撑，也为其他体育项目的博弈论研究提供参考。

2. 博弈论简介

2.1. 博弈论相关知识

2.1.1. 博弈论基础知识

博弈论起源于游戏，经过不断的发展，最终成为数学里面重要的一环。博弈论在计算机，物流，经济学等方面也具有及其重要的地位，俨然已成为现今研究的热点。按照通俗的定义，博弈论是研究具有竞争性活动的一种理论和方法，它是指个人或组织在给定的环境条件，规则约束下，依靠所掌握的信息选择行为策略加以实施并取得相应结果或收益的过程[8]。经典的博弈问题，如古代的田忌赛马，智猪博弈，囚徒困境等，这些都是我们常见的博弈问题。

2.1.2. 博弈的三要素

博弈论，又称对策论，不同的文献对其有不同的理解，但是其基本要素相差无几，可以分为以下几点[9]

1) 参与人(局中人)：在博弈中的独立决策主体。在一个博弈中，至少存在着两个局中人。这个局中人可以是单个个人，也可以是一个组织，一个团队。若在一个博弈中存在 n 个局中人，则局中人集合 $I=\{1,2,\cdots,n\}$ 。局中人在这个对策中有权选取自己的行动方案。

2) 策略集：在一局博弈中，可供局中人选择的实际可行的完整的行动方案称为一个策略。每个局中人 $i(i\in I)$ 都有属于自己的策略集 S_i，代表着这个局中人可以选取的所有策略的全体。每个局中人的策略集至少包括两个策略[9]。

3) 效用函数：是指参与人行动及其他人行动组合实施时所产生的结果的评价，一个策略所带来的得失称为局中人在该策略下的支付，反映了参与人的偏好。

2.1.3. 博弈的分类

对策的种类繁多，为了对不同的对策问题进行研究，我们根据不同的原则将研究的问题进行了分类，在此仅列举其中几种[9]：

1) 按照局中人个数将博弈论分为二人博弈和多人博弈；
2) 按照博弈收益的代数和是否为零分为零和博弈，正和博弈，负和博弈；
3) 按照局中人之间是否进行合作分为合作博弈和非合作(竞争)博弈；
4) 按照参与人行动的先后顺序又可以分为静态博弈和动态博弈；
5) 按照参与人对其他参与人的了解程度分为完全信息博弈和不完全信息博弈。
6) 按照对策中局中人的策略集是否有限可以分为有限对策和无限对策。

根据博弈的类别不同，我们有不同的分析以及求解方式。

2.2. 篮球竞技的博弈特征

篮球作为三大球之一，在篮球竞技比赛中，比赛双方不断的变换节奏与方向，力求得分，篮球竞赛具有激烈的竞争性。在一场球赛中，考虑到上场球员只有场上的双方队员，将这两个团队看作一个整体，作为研究对象，因此在此处不考虑教练和候补队员，则该过程具有如下特征：

第一，有双方运动员参加的竞赛；双方球员作为直接参与人，构成了我们博弈理论体系中的局中人集合。

第二，比赛规则是用手控制球，在一定的规则要求和固定的场地下将球投入对方篮筐，进球得分，最后的主要结果为胜、负、平[10]。这场竞赛最终的胜负和名次构成了博弈理论体系的支付函数。

第三，在球场上进行战略、体能的攻守对抗的一项体育项目[11]。一方球员进攻，另一方球员防守，球员选择进攻或者防守则直接构成了博弈理论体系中的策略集。

第四，篮球竞技的特点之一就是具有很强的对抗性，且一方的胜利就意味着另一方的失败。

可见篮球竞赛具备了二人非合作博弈的基本要求，参与人为双方球员，策略为进攻或防守，竞赛的胜负和名次是我们所需要的结果，也是参与人最终的支付函数。因此，我们可以用博弈论来研究篮球运动。

3. 研究对象及方法

3.1. 研究对象

篮球竞技是一种基于进攻和防守的游戏，本文的研究重点是分析进攻方和防守方的策略选择在一场博弈中对结果的影响，主要从篮球竞赛中的强攻内线、外线投篮、老鹰进攻、三角进攻、挡拆进攻、内线策应、跑轰战术、普林斯顿战术[6]等 8 种进攻战术以及盯人内线、盯人外线、2-3 联防、2-1-2 联防、3-2 联防、1-3-1 联防、混合防守、全场紧逼战术等 8 种防守战术之间的策略决断，建立了篮球竞技的二人动态非合作博弈模型，在此参考 NBA 即时策略游戏《范特西篮球经理》中的进攻战术和防守战术[6]，给出篮球竞技中的进攻战术见表 1，防守战术见表 2。

Table 1. Offensive tactics
表 1. 进攻战术

进攻战术	可克制的防守战术
强攻内线	全场紧逼、盯人外线、3-2 联防
外线投篮	盯人内线、2-3 联防、2-1-2 联防
老鹰进攻	3-2 联防、全场紧逼、盯人外线
三角进攻	2-3 联防、1-3-1 联防战术、盯人内线
挡拆进攻	盯人内线、2-1-2 联防、全场紧逼
内线策应	盯人内线、全场紧逼、混合防守
跑轰战术	盯人内线、2-3 联防、混合防守
普林斯顿战术	全场紧逼、盯人外线、1-3-1 联防

Table 2. Defensive tactics
表 2. 防守战术

防守战术	可克制的进攻战术
盯人内线	强攻内线、老鹰进攻、普林斯顿
盯人外线	外线投篮、挡拆进攻、跑轰战术
2-3 联防	强攻内线、内线策应、普林斯顿
2-1-2 联防	强攻内线、老鹰进攻、内线策应
3-2 联防	外线投篮、跑轰战术、三角进攻
1-3-1 联防	外线投篮、老鹰进攻、内线策应
混合防守	强攻内线、挡拆进攻、普林斯顿
全场紧逼	外线投篮、三角进攻、跑轰战术

3.2. 研究方法

本研究采用了以下研究方法：

1) 文献研究法：通过收集和阅读大量的与研究内容相关的文献资料，为所研究的问题提供背景和依据[12]，基于已有条件对问题进行分析，从而获得自己的研究结果的一种方法。本研究在经过阅读大量相关文献后收集了篮球竞技的特点特征，了解了篮球进攻和防守战术的分类及其相互克制关系，以及其他学者基于博弈论在篮球竞技中所做出的一些现有研究和成果。

2) 数理分析法：本研究通过博弈论相关理论和基础数学分析方法对篮球竞技过程中进攻战术和防守战术的选择进行分析，将所要研究的对象量化，以数学公式的形式表现出来，并赋予特定的解释，以此建立了本文的博弈模型，并运用 Lingo 软件进行统计和求解。

3) 专家座谈法：在本研究中，笔者针对篮球策略方面的问题，请教了高级篮球教练员，并得到了详细的解答。

4. 理论分析与模型分析

4.1. 纯策略与混合策略

4.1.1. 纯策略

纯策略是指参与人 i 的一个确定的行动策略，是指参与人不论对手采取何种策略，都始终坚持一个对其最有利的策略[13]。我们所谓的“纯”策略的含义是指在给定共同知识的前提下，只能选择一个确定的行动计划。

4.1.2. 混合策略

混合策略简言之就是参与人 i 的纯策略结合中的一个概率分布。

将局中人 i 的策略集 S_i 扩充为 S_i 上的概率分布集合，即局中人 i 的策略集合 $S_i=\{\alpha_1,\alpha_2,\cdots,\alpha_m\}$。定义在 S_i 上的概率分布如下表 3。

Table 3. Probability distribution
表 3. 概率分布

S_i	α_1	α_2	$\cdots$	α_m
P	x_1	x_2	$\cdots$	x_m

其中 $X=(x_1,x_2,\cdots,x_m)$ 为局中人 i 选择各种进攻方式的概率，则得到局中人 i 的 S_i 上的所有可能的概率分布集合：

$$S_i^*=\left\{x\in R^m \mid x_i\geq 0,(i=1,2,\cdots,8),\sum_{i=1}^{m}x_i=1\right\}$$

纯策略与混合策略二者之间的关系就是，混合策略是纯策略在空间上的概率分布，纯策略是混合策略的特例[14]。

在一场篮球比赛中，由于参与人双方开始并不知道对方会选择何种策略，双方几乎是同时行动，这构成了静态博弈；而一旦比赛开始，就有了进攻方与防守方的区别，进攻方先行动，防守方后行动，这是一个明显的动态博弈过程。因此篮球竞技是静态博弈与动态博弈并存的博弈，在此我们仅考虑已经确定了参赛队的先后顺序，即已经知晓进攻方和防守方的分配，由给定的进攻和防守战术可知，当进攻方选择一种进攻方式后，则防守方可以对应的选择可以克制其的方式，以达到防守成功，获得收益，考虑

进攻和防守战术如何作用此场竞赛的策略选择。

5. 篮球竞赛的博弈模型的建立

5.1. 基本假设

基于博弈论的基本思想，将竞赛双方各自理解为一个局中人，则可以建立基础的篮球竞赛的二人博弈模型，在此我们做出如下假设：

假设 1：所有局中人均是理性的。

假设 2：参与双方技术水平一般，且命中率相等。

假设 3：当防守方式可以有效克制进攻时，我们设定此时进攻失败(防守成功)概率为 p，进攻成功(防守失败)概率为 $1-p$，$p<0.5$。

假设 4：当进攻方式有效克制防守时，我们设定此时进攻成功(防守失败)概率为 q，进攻失败(防守成功)概率为 $1-q$，$q>0.5$。$(p=q)$。

假设 5：当防守方选择的防守方式与进攻方的进攻方式二者势均力敌时，我们说此时的决策对双方而言无明显的优劣势，此时双方均不得分(积 0 分)。

假设 6：进攻成功则积 1 分(防守失败积−1 分)。

5.2. 支付函数

基于如上假设，我们以进攻成功的概率作为收益，给出防守方的收益如下表 4。

Table 4. Gains for the defender
表 4. 防守方的收益

	盯人内线	盯人外线	2-3 联防	2-1-2 联防	3-2 联防	1-3-1 联防	混合防守	全场紧逼
强攻内线	q	$1-q$	q	q	$1-q$	1/2	q	$1-q$
外线投篮	$1-q$	q	$1-q$	$1-q$	q	q	1/2	q
老鹰进攻	q	$1-q$	1/2	$1-q$	$1-q$	q	1/2	$1-q$
三角进攻	$1-q$	1/2	$1-q$	1/2	q	$1-q$	1/2	q
挡拆进攻	$1-q$	q	1/2	$1-q$	1/2	1/2	q	$1-q$
内线策应	$1-q$	1/2	q	q	1/2	q	$1-q$	$1-q$
跑轰战术	$1-q$	q	$1-q$	1/2	q	1/2	$1-q$	q
普林斯顿战术	q	$1-q$	q	1/2	1/2	$1-q$	q	$1-q$

其中 q 代表对应局中人将有 q 的概率获得正收益，同时另一局中人则以 q 的概率获得 0 分；$1-q$ 代表对应局中人将有 $1-q$ 的概率获得正收益，同时另一局中人则以 $1-q$ 的概率获得 0 分；若双方相持不下，即进攻成功和防守成功概率皆为 1/2，此时代表有 1/2 的概率获得正收益。在此处我们的收益是指局中人采取该种策略并实施后所获得的结果，但是在实际情况下，得分可能为 2 分，3 分，也或者为 2 + 1，3 + 1 等，故此，我们仅以进攻成功地概率作为收益，概率越大则越有可能得分，这就达到了我们的期望。

由于赛场上各种来自场外因素，和球员本身的心理素质等因素的影响，我们并不能知晓参赛双方会选择哪一种策略，也不知晓选择该种策略的概率是否平均，因此我们给出，设进攻方选择以上 8 种进攻方式的概率分别为 $x_1,x_2,\cdots,x_8$，$\sum_{i=1}^{8}x_i=1$，防守方选择以上 8 种防守方式的概率分别为 $y_1,y_2,\cdots,y_8$，

$\sum_{j=1}^{8} y_j = 1$。则将该博弈模型扩充为混合策略，其中 x 称为局中人甲的混合策略，y 称为局中人乙的混合策略。

5.3. 模型求解及分析

5.3.1. 模型求解

基于上述假设和规定，我们求得在纯策略下，$\max\limits_{1\le i\le 8}\max\limits_{1\le j\le 8} a_{ij} = -q < \max\limits_{1\le j\le 8}\max\limits_{1\le i\le 8} a_{ij} = q$，因此对策无解，即甲乙两队不存在各自的最优策略。根据我们给出的混合策略：

记 $X = (x_1, x_2, \cdots, x_8)$ 为甲选择各种进攻方式的概率；

$Y = (y_1, y_2, \cdots, y_8)$ 为乙选择各防守方式的概率；

局中人甲的混合策略集为 $S_1^* = \left\{ x \in R^8 \mid x_i \ge 0, (i = 1, 2, \cdots, 8), \sum_{i=1}^{8} x_i = 1 \right\}$；

局中人乙的混合策略集为 $S_2^* = \left\{ y \in R^8 \mid y_j \ge 0, (j = 1, 2, \cdots, 8), \sum_{j=1}^{8} y_j = 1 \right\}$；

对 $\forall x \in S_1^*$，$\forall y \in S_2^*$，称 (x, y) 为一个混合局势。

最终我们利用 Lingo 软件对建立的模型进行求解，得到结果如下图 1。

Variable	Value
Q	0.5000000
X1	0.1250000
X2	0.1250000
X3	0.1250000
X4	0.1250000
X5	0.1250000
X6	0.1250000
X7	0.1250000
X8	0.1250000
V	0.5000000
Y1	0.1250000
Y2	0.1250000
Y3	0.1250000
Y4	0.1250000
Y5	0.1250000
Y6	0.1250000
Y7	0.1250000
Y8	0.1250000

Figure 1. Results
图 1. 求解结果

5.3.2. 结论解释

通过对我们求解结果进行分析，我们可以看到局中人甲选择强攻内线，外线投篮，老鹰进攻，三角进攻，挡拆进攻，内线策应，跑轰战术，普林斯顿战术的概率分别为 $x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = x_5 = x_6 = x_7 = x_8 = \frac{1}{8}$。局中人乙选择盯人内线，盯人外线，2-3 联防，2-1-2 联防，3-2 联防，1-3-1 联防，混合防守，全场紧逼战术的概率分别为 $y_1 = y_2 = y_3 = y_4 = y_5 = y_6 = y_7 = y_8 = \frac{1}{8}$。

由此我们可以看到甲选择各种进攻战术的概率一致，均为 $\frac{1}{8}$，甲的最优策略为 $x^* = \left(\frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}\right)$，乙的最优策略为 $y^* = \left(\frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}\right)$。这就是说，双方都以 $\frac{1}{8}$ 的概率选取每个纯策略，或者说每个纯策略被选取的概率相等。

1) 纯策略分析：

若甲以 100%的概率选择某一固定的策略(进攻战术)，则乙可以通过研究甲的偏好而得知这一规律，从而乙可以选择针对性的甲的进攻战术的防守战术，从而使自己获得最大的收益。例如甲选择三角进攻战术，则乙选择 3-1 联防或者全场紧逼战术，若甲选择挡拆进攻，则乙选择盯人外线或者混合防守。这也说明，甲一旦以 100%的概率选择了自己的某一个进攻战术，则乙将有最大概率 q 获得此一轮博弈的胜利。

由于局中人皆是理性的，他们都会考虑到对方也在思考自己会做出什么样的决策，因此，甲若不想被乙知晓自己会采取何种战术，就必须通过进攻方式的随机变化而使乙一直处于猜测中，乙同时也会不停的变化自己的防守方式。

2) 混合策略分析

经过对模型的求解，我们看到，局中人甲(进攻方)选择策略 $\alpha_1,\alpha_2,\cdots,\alpha_8$ 的概率皆为 $\frac{1}{8}$，即若甲采取 $\left(\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8}\right)$ 的混合策略，我们可计算出，乙在不同的策略下所获得的收益如下表 5。

Table 5. The probability of gain on defender
表 5. 防守方的收益概率

盯人内线	盯人外线	2-3 联防	2-1-2 联防	3-2 联防	1-3-1 联防	混合防守	全场紧逼
$\frac{5-2q}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{2+q}{8}$	$\frac{2+q}{8}$	$\frac{2+q}{8}$	$\frac{2+q}{8}$	$\frac{5-2q}{8}$

从表 5 我们可以看出，由于 q 的取值范围为 $\left(\frac{1}{2},1\right)$，则此时在甲不断变换的战术下，乙获得最大收益的可能取值范围仅为 $\left(\frac{3}{8},\frac{1}{2}\right)$，此时乙选择的策略为盯人内线和全场紧逼。相比之前，进攻方甲以 100%的概率选择某一种进攻战术，乙将以 q，$(q>0.5)$ 的概率获得正收益，这对应于甲而言，结果已经有所改善，已经达到了降低乙的收益的目标，从而使得自己获胜概率增大。据此我们得出如下结论：作为进攻方，应该不断的对自己的进攻战术进行变换，使得防守方处于不停的猜想自己的战术中，在进攻方不断的战术变换下，防守方将会从纯策略下的较大概率变成混合策略下的更小的概率，从而进攻方在此一轮博弈中占据优势。

同样的，我们给出局中人乙选择策略 $\beta_1,\beta_2,\cdots,\beta_8$ 的概率皆为 $\frac{1}{8}$，即若乙采取 $\left(\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8}\right)$ 的混合策略时，进攻方甲的收益情况如下表 6。

Table 6. The probability of gain on attacker
表 6. 进攻方的收益概率

强攻内线	外线投篮	老鹰进攻	三角进攻	挡拆进攻	内线策应	炮轰战术	普林斯顿战术
$\frac{4-q}{8}$	$\frac{4-q}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{2+q}{8}$	$\frac{2+q}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$

从以上结果可以看出，在混合策略下，乙不断的变换防守战术，则进攻方甲获得最大收益的概率取值范围为 $\left(\frac{3}{8},\frac{7}{16}\right)$，此时甲选择的进攻战术为强攻内线和外线投篮。相比之前，乙仅选择同一种防守战术，

则进攻方甲选择克制其防守战术的方式，此时甲进攻成功的概率达到了 q，$(q>0.5)$，而现在最大仅为 $\frac{7}{16}$，$\left(\frac{7}{16}<\frac{1}{2}\right)$，这对于乙而言，已经达到了降低进攻方进攻成功的概率，从而自己防守成功的概率也获得相应改善。据此，我们得出如下结论：作为防守方，不应该固定的选择某一种防守战术进行防守，应该不停的变换战术，以此来获得更大的防守成功概率，从而防守方在此一轮博弈中占据优势。

这个结果也是和我们实际情况相符合的。然而在实际赛场中，影响参赛双方做出决策的因素有很多，其中包括教练员的指导，场地等环境因素，更多的是参赛队员的心里抗压能力，临场应变能力等，因此在赛场中，若是参赛队员可以协调和各方面的压力，结合战术的变换，就能使得比赛有更大的几率获胜。

5.3.3. 结果分析

1) 篮球竞技过程中的博弈是二人零和动态博弈。

2) 在纯策略意义下，局中人不存在各自的最优策略，意味着当进攻方以 100%的概率选择某一固定的策略，则防守方可以通过研究进攻方的偏好而得知这一规律，从而选择针对进攻方的进攻战术的防守战术，从而使自己获得最大的收益。同样的道理，防守方总是以 100%的概率选择某一固定的策略，则进攻方也可以选择克制其防守战术的进攻方式，以此来获得最大的收益。

3) 当进攻方采取 $\left(\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8}\right)$ 的混合策略，则防守方的期望收益将从纯策略下的 $q(q>0.5)$ 变得更小，达到了进攻方的目标。因此作为进攻方，应该不断的对自己的进攻战术进行变换，以此来达到在此一轮博弈中占据优势的目的。

4) 若防守方采取 $\left(\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8}\right)$ 混合策略，则进攻方的期望收益将从纯策略下的 $q(q>0.5)$ 变得更小，达到了防守的目标。因此作为防守方，应该不断的对自己的防守战术进行变换，以此来达到在此一轮博弈中占据优势的目的。

6. 结论与建议

本文主要是利用博弈论的知识去研究一场体育赛事，然而在实际情况下，赛场上情况多变，不仅仅是参赛双方存在着博弈，队员之间也存在着博弈，这使得我们的研究有了更多的方向。本文是利用的范特西篮球这一游戏中篮球进攻和防守的关系来代替我们实际赛场上出现的情况，但是在实际赛场中也无法准确地得出每一种进攻和防守之间是否真的可以相互克制，这个数据目前来说也无法准确测量，这也是需要进一步改进的地方。在此基于所研究的内容，给出如下结论和建议。

6.1. 结论

基于上述分析，我们得出如下结论：

基于博弈论的相关理论，得出篮球竞技过程中的博弈是二人零和动态博弈。对篮球竞技过程中的进攻战术和防守战术进行分析后，得出局中人甲乙(进攻方和防守方)不存在纯策略意义下的解，为了达到最大收益，双方必须使用混合策略，基于此建立了混合策略模型。并利用 Lingo 软件求得该混合策略解为 $x^*=\left(\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8},\frac{1}{8}\right)$。

无论是进攻方还是防守方，都应该在赛场上不断的变换自己的战术，以此来达到降低对方期望值的目标，从而在一轮博弈中占据优势。

本研究通过对篮球竞技中进攻战术和防守战术进行研究，发现在篮球竞技运动中的这一类博弈都可

以通过我们给出的模型进行分析，以此获得最佳战略的选择。

6.2. 不足与建议

根据我们得出的相关结论，针对性的给出如下建议：

1) 博弈现象广泛存在于篮球比赛中，本文研究较为单一，希望能建立一个更加完善的篮球竞技博弈模型。

2) 本文研究结果符合实际情况，希望能对提高实际赛场的制胜率做出贡献。参赛方在赛场中能够根据博弈论的相关知识，选择适合的战术，达到在该场博弈中的胜利，获得优势。

3) 本文是利用博弈论的相关知识对篮球竞技中的进攻和防守战术进行的分析，但由于现实条件的限制，对现场大型篮球比赛的一手数据太少，对实际比赛的指导意义有限，因此在实践层面上仅作参考，希望在以后的研究中数据的来源更多依赖于田野调查法，深入一线，更好地发挥指导意义。

参考文献

[1] 张大为. 竞技篮球比赛制胜因素的分析研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南师范大学, 2014.

[2] 任永星. 篮球队员在比赛中的博弈分析[J]. 体育世界(学术版), 2007(1): 58-61.

[3] 岳峰, 范启国. 篮球运动博弈理论体系的研究[J]. 北京体育大学学报, 2009, 32(3): 116-118+138.

[4] 文维青, 王腊姣. 博弈理论在篮球比赛中的运用分析[J]. 体育科技文献通报, 2010, 18(4): 37-39.

[5] 冯其明. 从博弈论看篮球竞技比赛中的进攻与防守[J]. 科技信息, 2012(15): 256+243.

[6] 谢正炀, 高军晖. 篮球进攻与防守战术间的博弈及实例分析[J]. 当代体育科技, 2015, 5(36): 34-36.

[7] 孔右祥. 篮球比赛犯规战术特征及得益分析研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东体育学院, 2020.

[8] 徐进. 基于变分不等式方法的网络竞赛博弈[D]: [博士学位论文]. 济南: 山东大学, 2018.

[9] 胡运权. 运筹学教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2018.

[10] 罗智波, 陈旸, 陈文胜. 论博弈论在体育比赛中的运用[J]. 湖北体育科技, 2004(4): 433-435.

[11] 范启国. 论篮球博弈理论[J]. 山东体育科技, 2009, 31(1): 60-62.

[12] 陈家鸣. 乒乓球比赛战术的博弈分析[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京体育大学, 2008.

[13] 刘陈. 博弈论在排球比赛战术中的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 曲阜: 曲阜师范大学, 2018.

[14] 孙若凯, 刘陈. 博弈论在排球比赛战术决策中的运用研究[J]. 安徽体育科技, 2017, 38(3): 46-50.