

旋转球对正碰篮板球命中率影响的生物力学分析

A BIOMECHANICAL ANALYSIS ON THE INFLUENCE UPON PERCENTAGE OF SHOOTING OF FACE-TO-FACE BANK-HITTING SPINNING BALLS

陈释太^① Chen Huitai

摘要 本文根据运动生物力学基本原理和方法,分析、探讨了前旋球、后旋球、左旋球及右旋球等4种旋转球对正碰篮板球命中率的影响。

关键词 旋转球 正碰篮板球命中率 投篮

Abstract: This essay, based on the fundamental biomechanical principles and methods, gives a full study on the influence upon percentage of shooting of face-to-face bank-hitting spinning balls from various directions.

Key words: spinning balls, percentage of shooting of the face-to-face bank-hitting spinning balls, shooting

1 引言

篮球比赛的胜负是由比赛双方得分的多少来决定的,而投篮是比赛中得分的唯一方法,因此,要争取比赛的胜利,就必须重视提高投篮的命中率。影响投篮命中率的因素很多,概括起来主要有5个方面,投篮技术,心理素质,投篮时机,身体训练水平,投射角和入射角。在投篮技术中,投篮技术动作、瞄篮方法、抛物线和球的旋转又是影响命中率的关键环节。以往有关球的旋转与投篮命中率关系的问题常常为人们忽视。近年来,这一问题已开始受到人们的关注。有关文献资料表明,篮球神射手的投篮均出手柔和有力,球伴有高速后旋;国内外专家也一致认为,中远距离投篮正确的旋转是后旋,它对提高投篮命中率有直接影响。然而,有关这一问题力学机制研究方面的论文甚少,尤其是有关旋转球对正碰篮板球命中率影响的生物力学分析方面的研究论文至今尚未见报道。本文试图运用运动生物力学基本原理和方法,结合笔者多年来的教学训练经验,对此问题进行初步分析与探讨。

2 分析与讨论

在投篮时,投手均利用手腕、手指对球的作用,

使球产生一定的旋转速度和朝着预先决定的方向运动。根据球在飞行中转轴不同,其旋转可分为前旋转、后旋转、左侧旋转和右侧旋转等4种不同的形式。下面分别论述非旋转球和各种旋转球对正碰篮板球命中率的影响。为了研究方便起见,假定以下的非旋转球和各种旋转球在投篮出手时的条件是一致的,即出手速度、出手角度、出手高度等条件都完全一样,且空气阻力忽略不计。

2.1 入篮角的大小与球进篮的关系

入篮角 θ 的大小与球进篮的关系见图1和图2。入篮角 θ 的方向为球碰板后,球所受的合力的方向。合力的垂直程度在反作用力 N 一定的条件下,则取决于球所受的旋转摩擦力的大小和方向,如果旋转摩擦力越大且方向垂直向下,则 θ 也越大,合力线接近垂直,入篮的机会也越多,而旋转摩擦力的大小又取决于球的旋转速度大小。因此,在分析旋转球与投篮命中率的关系时,主要从各种不同的旋转球碰板后入篮角的不同来探讨其对投篮命中率的影响。

由于篮球的周长 l 约为75~78cm,根据公式 $l = \pi D$ (D 为球的直径),可求得球的平均直径为 $D = (75/\pi + 78/\pi)/2 = 24.35\text{cm}$ 。已知标准篮圈直径为

^① 361005, 厦门大学

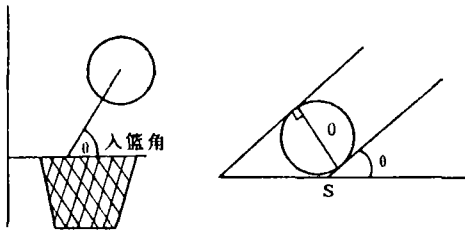


图 1

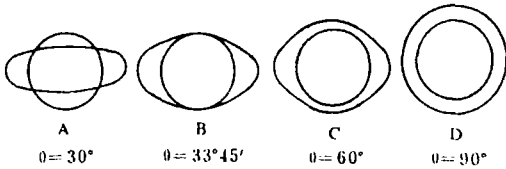


图 2

45cm, 如图 1 所示, 若 S 表示球在篮圈上的投影, 即球暴露在篮圈上的大小, 则 $S = D / \sin\theta$, 由此式可得 (参见图 2):

当 $\theta = 30^\circ$ 时, $S = 48.70\text{cm} > R$, 球不能进入篮圈 (A)

当 $\theta = 33^\circ 45'$, $S = 45\text{cm} = R$, 球刚好进入篮圈 (B)

当 $\theta = 60^\circ$ 时, $S = 28.10\text{cm} < R$, 余量 = $45 - 28.10 = 16.90\text{cm}$, 球可入空心篮 (C)

当 $\theta = 90^\circ$ 时, $S = 24.35\text{cm} < R$, 余量 = $45 - 24.35 = 20.65\text{cm}$, 球可入空心篮 (D)

可见, 当入篮角 $\theta < 33^\circ 45'$ 时, 球不能进入篮圈; 当入篮角 $\theta \geq 33^\circ 45'$ 时, 球进入篮圈, 且 θ 越大, 球入篮的可能性也越大, 即命中率也越高。

2.2 非旋转球正碰篮板的力学分析

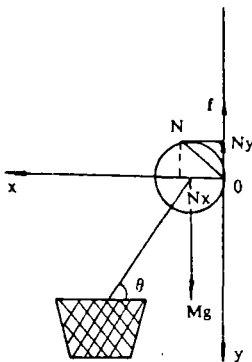


图 3

非旋转球时正碰篮板的受力分析见图 3。由图

3 可知, 球在碰板 O 点时, 球所受的力有: 方向垂直向下的重力 G, 方向沿篮板向上的滑动摩擦力 f, 篮板对球的反作用力 N, N 的方向与碰板前来球方向相反。建立如图所示的正方向, 则 N 在 x 轴和 y 轴上分力分别为 N_x 和 N_y , x 轴方向上的合外力为 $\sum F_x = N_x$, y 轴方向上的合外力为 $\sum F_y = mg - N_y - f$, 所以入篮角 $\theta = \arctg \sum F_y / \sum F_x = \arctg (mg - N_x - f) / N_x$ 。

2.3 旋转球正碰篮板的力学分析

2.3.1 前旋球正碰篮板的力学分析

前旋球正碰篮板的受力分析见图 4。由图 4 可知, 由于球的前旋, 使球与篮板碰撞后, 会产生一个方向沿篮板向上的旋转摩擦力 f' 。可见, 前旋球所受的力除了有 f' 外, 其余的力与非旋转球正碰篮板所受到的力的大小和方向一样。所以, 前旋球正碰篮板时 x 轴方向的合力为 $\sum F_{1x} = N_x$, y 方向的合力为 $\sum F_{1y} = mg - N_y - f - f'$, 故入篮角 $\theta_1 = \arctg \sum F_{1y} / \sum F_{1x}$ 。由于 $\sum F_x = \sum F_{1x} = N_x$, $\sum F_y = mg - N_y - f > mg - N_y - f - f' = \sum F_{1y}$, 又因为在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 范围内, 正切函数为增函数, 所以 $\theta_1 < \theta$, 也就是说, 前旋球正碰篮板的入篮角小于非旋转球正碰篮板的入篮角, 即前旋球的入篮机会小, 投篮命中率下降了。

2.3.2 后旋球正碰篮板的力学分析

图 5 是后旋球正碰篮板的受力分析图。从图 5 可见, 由于球是后旋, 所以正碰篮板时所产生的旋转摩擦力 f' , 其方向沿篮板向下, 除此之外, 球所受的力与球不旋转时, 正碰篮板所受的力一样。所以, 后旋球正碰篮板时 x 轴方向上的合力为 $\sum F_{2x} = N_x$, y 轴方向上的合力为 $\sum F_{2y} = mg + f' - N_y - f$, 显然, $\sum F_{2x} = N_x = \sum F_x$, $\sum F_{2y} = mg + f' - N_y - f > mg - N_y - f = \sum F_y$, $\theta_2 = \arctg \sum F_{2y} / \sum F_{2x}$, $0^\circ < \theta_2 < 90^\circ$ 。因为在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 范围内, 正切函数为增函数, 所以 $\theta_2 > \theta$, 也就是说后旋球正碰篮板时的入篮角大于球不旋转时正碰篮板的入篮角, 即后旋球的入篮机会大, 投篮命中率提高了。

2.3.3 左、右侧旋球正碰篮板的力学分析

左侧旋转球, 是指绕垂直轴逆时针旋转的球 (从上往下看)。图 6 是左侧旋球正碰篮板的受力分析图。由图 6 可知, 左侧旋球正碰篮板时, 会产生一个旋转摩擦力 f'' , 其方向与篮板下沿平行, 由左

指向右。除此之外，球所受到的力与非旋球正碰篮板所受的力一样。所以，左侧旋球在x轴方向的合外力 N_x ，在z轴方向所受的合外力为 f' ，显然这两个力的合力大小为 $R = \sqrt{N_x^2 + f'^2} > N_x = \sum F_x$ ，而y轴方向上的合外力为 $\sum F_{3y} = mg - N_y - f = \sum F_y$ ，入篮角 $\theta_3 = \arctg \sum F_{3y}/R$ 。

由以上分析可以看出，左侧旋球正碰篮板除多受一个旋转摩擦力 f' 外，其它受力都与非旋球的完

全一样。 f' 改变了球原有的运动轨迹，使球向右下运动，因此，左侧旋球偏篮圈左一点投篮碰板，就有较大的可能进入篮圈，而且左侧旋球的角速度越大，则应越偏左投篮（相对篮板中心而言）。

同理可推得，右侧旋球正碰篮板后，将向左下运动，因此，右侧旋球偏篮圈右一点投篮碰板，就有较大的可能进入篮圈，而且右侧旋球的角速度越大，则应越偏右投篮。

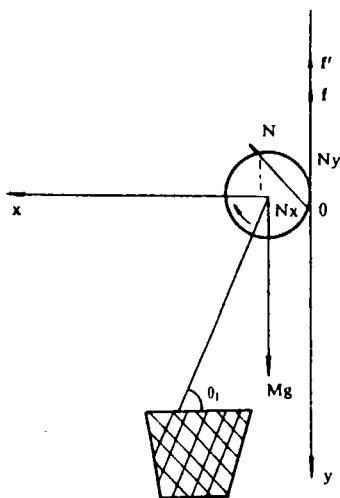


图4

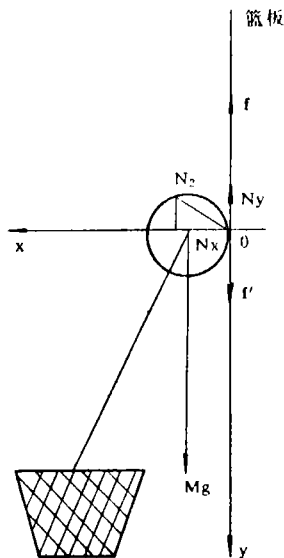


图5

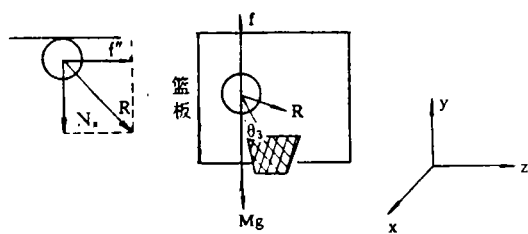


图6

3 结论

3.1 旋转球对正碰篮板球命中率有一定的影响。球的旋转方向不同，对投篮命中率产生影响也不同。

3.2 前旋球正碰篮板的投篮命中率低于非旋球正碰篮板的投篮命中率；后旋球正碰篮板的投篮命中率高於非旋球正碰篮板的投篮命中率；左、右侧旋球，对提高偏离篮板中心的正碰篮板投篮命中率有良好作用。