

表征篮球运动员比赛能力的指标筛选及应用

万子豪

上海外国语大学 体育教学部, 上海 201620

[摘要] 篮球运动员的比赛能力是体育界关注的焦点, 也是评价运动员“价值”的重要依据。现有的研究多采用秩和比综合评价 (RSR) 方法对运动员的比赛表现进行评价, 但该方法存在编秩不合理、信息损失等问题。为了克服传统数据分析方法在评价篮球运动员比赛能力时的偏差和缺陷, 本研究运用文献资料法、数理统计法对中国男子篮球职业联赛 2020-2021 赛季 95 名球员、560 场比赛的相关数据进行系统分析, 以筛选出更合理的比赛能力指标。研究结果表明: 得分频率的变异系数 (CV) 能够有效地表征篮球运动员的比赛能力, 并且与运动员的比赛能力呈负相关关系。

[关键词] 篮球; 变异系数; 比赛能力; 得分频率

DOI: 10.33142/jscs.v4i1.11450

中图分类号: G852.4

文献标识码: A

Selection and Application of Indicators Characterizing Basketball Players' Competition Ability

WAN Zihao

Faculty for Physical Education, Shanghai International Studies University, Shanghai, 201620, China

Abstract: The competitive ability of basketball players is a focus of attention in the sports industry and an important basis for evaluating their "value". Existing research mostly uses the rank sum ratio (RSR) comprehensive evaluation method to evaluate the performance of athletes in games, but this method has problems such as unreasonable ranking and information loss. In order to overcome the bias and shortcomings of traditional data analysis methods in evaluating basketball players' game ability, this study used literature review and mathematical statistics to systematically analyze the relevant data of 95 players and 560 games in the 2020-2021 season of the China Basketball Association, in order to screen out more reasonable game ability indicators. The research results indicate that the coefficient of variation (CV) of scoring frequency can effectively characterize the competitive ability of basketball players, and is negatively correlated with their competitive ability.

Keywords: basketball; coefficient of variation; competition ability; scoring frequency

引言

在 30 年代之前, 篮球运动处于传播和推广的初期, 技术和战术尚未成熟^[1]。随后, 篮球运动走向了全球竞技舞台, 世界各地的比赛催生了篮球技术和战术的快速发展, 技术动作的执行、战术布局以及训练策略的质量也在稳步提升。在现代的篮球训练方法中, 教练员更注重提高运动员的比赛表现和技能水平^[2]。因此, 他们需要严谨有效的评估系统作依据, 以便根据客观条件评估运动员表现并调整训练目标。由此可见, 建立一套科学、合理的篮球运动员比赛能力评价指标体系至关重要, 这不仅可以弥补传统数据的认知缺陷, 还能深化对比赛能力指标的理解, 促进运动员选材的效益。目前已从运动技能、专项体能、运动战术、运动心理和运动智能等多个维度对影响篮球运动员比赛表现的关键因素进行了深入研究, 但是, 针对运动员比赛能力指标的相关研究仍显稀缺^[3]。因此, 需要更进一步探寻适用于评估篮球运动员比赛能力的科学指标, 以更好地支持教练员的培养和训练工作。

1 基础数据指标定义

(1) 得分频率: 通过球员在上场时间内, 所有出手

后所产生的得分以计算出该球员每分钟所得的分数。

得分频率 (Scoring frequency, Sf) = 得分 (Scores) / 上场时间 (Playing time)

(2) 得分频率标准差: 球员每场比赛得分频率离均差平方的算术平均数的算术平方根。

得分频率标准差 (Scoring frequency Standard deviation, S):

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

(3) 得分频率平均数: 球员每场比赛得分频率之和再除以比赛场次。

得分频率平均数 (Scoring frequency Average, An):

$$An = (a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n) \div n \quad (2)$$

(4) 得分频率的变异系数: 反映得分频率数据离散程度的绝对值。

得分频率的变异系数 (Coefficient of variation, CV) = 得分频率标准差 (S) / 得分频率平均数 (An):

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\% \quad (3)$$

2 研究对象和研究方法

2.1 研究对象

2020-2021 赛季是中国男子篮球职业联赛复赛后的第一个全新赛季，联赛采用赛会制进行比赛。该制度可以避免主客场差异、旅途疲劳等影响球员表现的因素，使得比赛更加公平和激烈。本文以中国男子篮球职业联赛 2020-2021 赛季的球员为调查对象，筛选出数据完整且出场次数超过总场次 50% 的球员，分析他们在各项技术指标上的表现。

2.2 研究方法

2.2.1 文献资料法

使用中国知网、万方数据、pubmed 等网络工具对国内外的相关文献进行了详细的检索和审查，并从 CBA 官方网站 (cbaleague.com)、虎扑 CBA (hupu.com)、GG 篮球 (gghoop.com) 和新浪中国男子篮球职业联赛数据库 (sina.com) 获取相关赛事的数据。

2.2.2 数理统计法

本文采用变异系数法来确定各项指标的权重^[4]，利用 Excel 和 SPSS26.0 软件，对 2020-2021 年中国男子篮球职业联赛 19 支球队在常规赛和季后赛共 560 场比赛的数据进行了收集和处理，对球员的各项技术指标进行了整理与排序，生成了“球员数据汇总表”。根据球员的场均得分，本文将 95 名球员分为五个水平组别，分别进行了对比和分析。

3 研究结果与分析

3.1 各组别内球员的场均得分、CV 值分析

本研究对中国男子篮球职业联赛 2020-2021 赛季的球员数据进行了统计和分析。将每支球队前五名球员的场均得分数据按照得分高低进行了分组和排序。同时，采用变异系数来量化每支球队中前五名球员在场均得分上的稳定性。

表 1 各组别中部分球员数据 (N=95)

| 球员名称 | 所属组别 | 场均得分 | CV 值 |
|-----------|------|------|--------|
| 高登 (福建) | 1 | 30.4 | 0.2219 |
| 原帅* (山西) | 1 | 14.7 | 0.4973 |
| 胡金秋 (广厦) | 2 | 23.6 | 0.2259 |
| 林庭谦* (天津) | 2 | 12.4 | 0.4969 |
| 翟晓川 (首钢) | 3 | 15.5 | 0.3187 |
| 乔文翰* (南京) | 3 | 10.2 | 0.6541 |
| 孙铭徽 (广厦) | 4 | 17.4 | 0.3655 |
| 陈林坚* (福建) | 4 | 18.6 | 0.7622 |
| 哈里森 (北控) | 5 | 9.8 | 0.3922 |
| 戴怀博* (广东) | 5 | 9.7 | 0.6705 |

注：*球员为该组别中最大 CV 值

表 1 展示了组内场均得分最高与最低的两名球员的场均得分和变异系数。从表中可以看出，这些球员的得分水平存在明显差异，但是单纯比较场均得分并不能反映球员的得分稳定性。因此，本文引入变异系数这一指标，以消除场均得分的影响，从而更为公正和准确地评价球员的得分能力。

表 2 各组别均值、区间范围

| 组别 | CV 均值 | CV 值区间 |
|-----|--------|---------------|
| 第一组 | 0.3104 | 0.2219-0.4973 |
| 第二组 | 0.3779 | 0.2259-0.4969 |
| 第三组 | 0.4595 | 0.3187-0.6541 |
| 第四组 | 0.5089 | 0.3655-0.7622 |
| 第五组 | 0.5224 | 0.3922-0.6705 |

表 2 汇总了不同组别的球员得分频率变异系数，并与表 1 中的数据进行了比较。可以清晰地看出各个组别之间得分频率变异系数的范围区间值以及各组的平均值。

3.2 CV 值表征篮球运动员不同层级的独立样本 T 检验分析

以各队场均得分前五名的球员为样本，检验各队球员的比赛能力是否存在显著差异。图中柱状图和误差线分别展示了每组球员的 CV 值的均值和标准差 (SD)。P 值反映了两组之间的显著性检验结果，缩略图则进一步揭示了两组之间数据的均值差异及其波动范围。

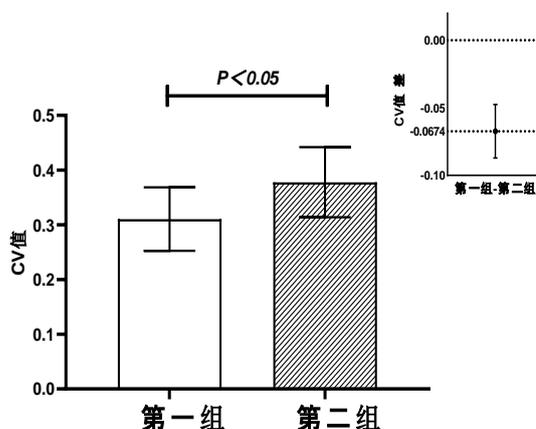


图 1 一二组球员 CV 值成组 T 检验结果

如图 1 所示，第一组球员与第二组球员 CV 值之间存在显著性差异 ($p < 0.05$)。柱状图显示第二组球员 CV 均值远高于第一组球员，说明 CV 值存在较大差异。同时，误差线的高低反映了第二组球员的 CV 值变异程度高于第一组球员。缩略图进一步显示，两组球员的 CV 均值差为 0.0674，且 95% 置信区间不重叠，说明两组球员的 CV 值处于不同层级。

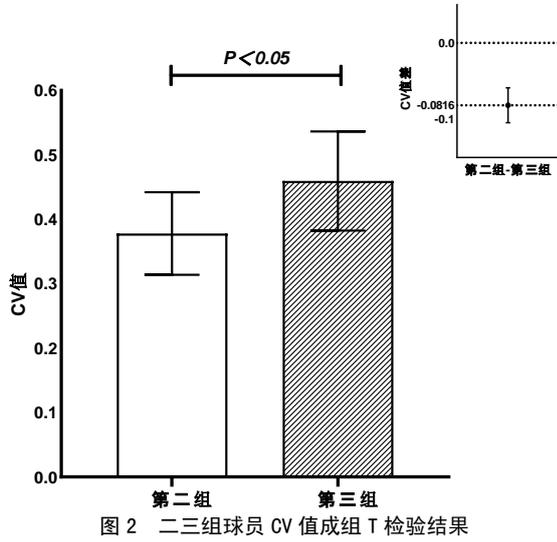


图 2 二 三组球员 CV 值成组 T 检验结果

如图 2 所示，第二组球员与第三组球员 CV 值之间存在着显著差异 ($p < 0.05$)，并且柱状高度表示出第三组球员 CV 均值明显高于第二组球员。同时，通过缩略图中可以反映二组球员 CV 均值是显著比三组偏低 0.0816，相较于图三呈现递增趋势，可证明两组球员的 CV 值处于不同层级。

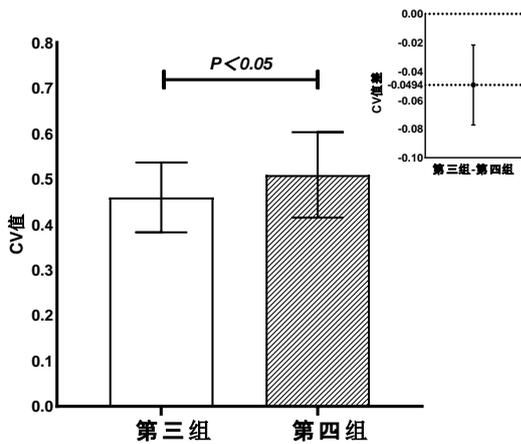


图 3 三 四组球员 CV 值成组 T 检验结果

图 3 比较了第三组和第四组球员 CV 值的差异，仍表明两组之间的 CV 值之间存在着显著差异 ($p < 0.05$)，柱状图的误差线显示第四组球员的 CV 值波动范围明显高于第三组球员。缩略图中差值较前两组并不显著，这与乔文翰和高诗岩的特殊情况有关。乔文翰当赛季在南京同曦队受到伤病困扰，场均得分 10.2 分，但真实命中率仅为 51.1%，在队内排名第 9（其余 4 名球员因总场次未达统计指标而筛除）。与此不同，高诗岩当赛季作为租借球员加盟山东队，在场上主要担任防守任务，在场时场均失分 -7.5，但是 DRAPM（球员真实调整防守正负值）为 +5.1，在队内排名第一。因此，有时候球员的贡献无法仅仅通过

数据来体现，需要结合比赛录像和各项指标来更准确地评估球员的真实比赛能力^[5]。结合各项数据分析后得出，两组球员的 CV 值处于不同的层级。

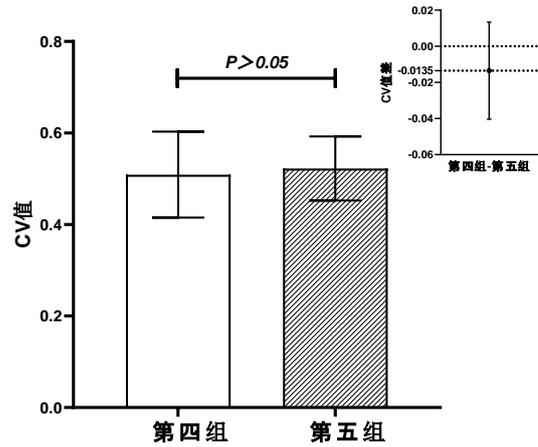


图 4 四 五组球员 CV 值成组 T 检验结果

通过分析图 4，可以看出第四与第五组球员 CV 值之间不存在显著性差异 ($p > 0.05$)。从柱状高度上可以看出，第五组球员 CV 均值略高于第四组球员，说明两组球员 CV 均值相差甚微。缩略图中反映出两组球员的 CV 均值差只有 0.0135，是四组中差距最小的。根据得分频率 CV 值的公式： $CV = S \div An$ ，可以分析造成这一结果的原因与球员所属球队实力强、球员的上场时间和得分效率有关。如果某名球员场均得分位列队内第五（场均 8 分），但他每场只用 10 分钟就能取得这一数据，就会导致最后的 CV 值偏高，但场均得分偏低；或者某名球员场均得分较高，但却场场基本打满 48 分钟，最后的得分频率自然偏低，得出的 CV 值也会低于该组平均值。

从图 1 可以看出，第四组的 CV 均值为 0.5089，史鸿飞 (0.6658) 和陈林坚 (0.7622) 远低于平均值，而他们也分别只能在各自上场时间的 30.1min、36.9min 中得到 10 分和 18.6 分。通过观察录像回放可以发现，史鸿飞在场上更多地扮演一名组织串联的角色，许多战术进攻都由他发起。而陈林坚作为队内主力后卫，在场上经常遭遇对手的包夹和紧逼，有效地牵扯了对手的防线。因此这两名球员的上场时间和得分不匹配的现象也有其合理性^[6]。第五组的 CV 均值为 0.5224，周鹏 (0.4337) 和哈里森 (0.3922) 也远高于平均值。

根据所属球队可知，广东队作为当年的夺冠球队，队内得分手众多，首发的五名球员赛季平均得分均上双^[7]，而哈里森更是在场均 16.1min 的上场时间中能砍下 9.8 分。因此两名球员的 CV 值远高于平均值也是有原因的。为了验证这一假设，本文将这两名球员的数据从第四组中剔除，并重新进行了成组 T 检验（图五），可以发现两组

球员 CV 值之间存在显著差异 ($p < 0.05$)，第五组球员 CV 均值明显高于第四组球员。相比之下，四组球员 CV 均值比五组显著偏低 0.0506。数据回归正常，说明剔除这两名球员的数据是合理的，也说明了 CV 值和组别间的差异具有普遍性。因此仍证明两组球员的 CV 值处于两个不同的层级。

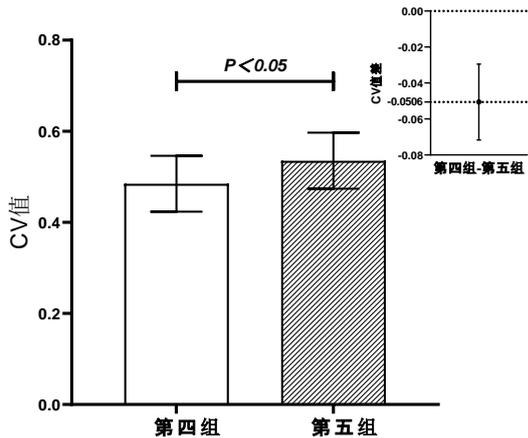


图5 四五组除去两名球员后 CV 值成组 T 检验结果

3.3 球员得分与 CV 值的纵向相关性分析

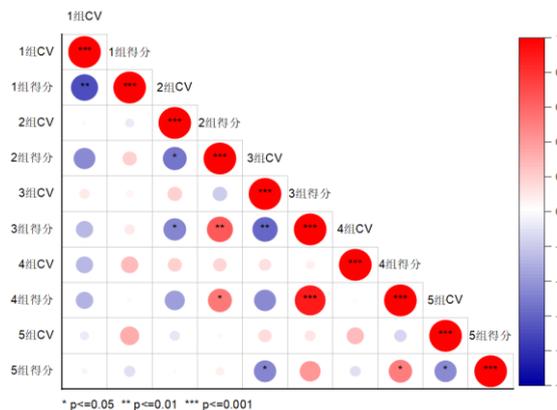


图6 各组球员得分与 CV 值的相关性分析

图6展示了每组5名球员之间 CV 值和得分的相关性分析结果。从图中可以看出，除了第四组外，其他四组球员的 CV 值和得分都呈现出显著负相关 ($p < 0.05$)。其中，第一组和第三组球员的 CV 值和得分呈现出极显著负相关 ($p < 0.01$)，表明两者之间存在着非常强的负相关关系。这意味着 CV 值越低，球员的得分越高，反之亦然。而第四组球员的 CV 值和得分则没有表现出任何线性关系 ($p > 0.05$)。考虑到第四组中陈林坚和史鸿飞两名球员的 CV 值与得分不匹配的可能性，将其从数据中剔除并重新进行相关性分析 (图7)。结果显示，剔除后的第四组球员的 CV 值与得分也呈现出极显著负相关 ($p < 0.01$)。验证了剔除这两名球员数据是合理且必要的。综合各组别的分析结果，可以得出结论：每组球员的得分与 CV 值都呈现出

显著负相关性，证明了得分频率变异系数 CV 值可以作为有效衡量球员得分能力的指标。

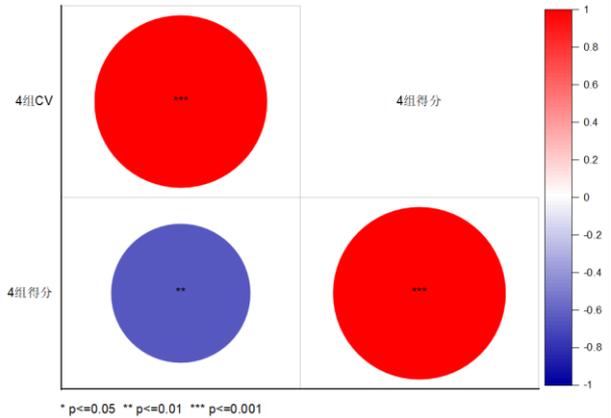


图7 第四组球员得分与 CV 值的相关性分析

3.4 球员排名与 CV 值的横向相关性分析

为了验证 CV 值能表征运动员的比赛能力，本研究通过纵向比较得出：球员的得分频率变异系数 CV 值与得分能力呈现正相关。为了进一步细化该指标，再使用横向比较，对各组球员之间的排名与 CV 值进行了相关性分析。

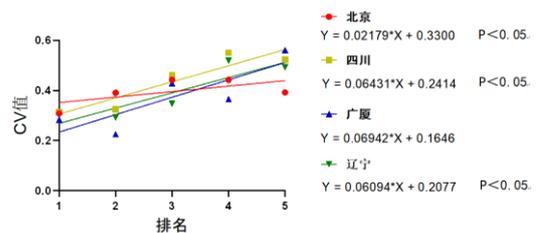


图8 球员排名与 CV 值的相关性分析

散点图展示了四支球队中球员各自的排名与 CV 值的关系 (见图8)，其中北京、四川、辽宁队存在显著相关性 ($p < 0.05$)，而广厦队出现了第二名球员 CV 值比第一名球员低、第四名球员 CV 值比第三名球员低的情况，结合得分频率变异系数的计算公式以及球员数据汇总表，可以解释为广厦队第一名 (杜利察) 与第二名 (胡金秋) 在场均得分相同 (23.6 分) 的情况下，胡金秋的得分频率平均值 0.6597 小于杜利察 0.7372，并且标准差 0.1491 也小于杜利察的 0.2090，说明胡金秋得分能力更稳定，从两者赛季场均投中次数 9.3 与 8.7 也能证实这一点，因此胡金秋的 CV 值会比杜利察的低；通过分析第三名 (赵岩昊) 和第四名 (孙铭徽) 的数据，可以发现孙铭徽的 CV 均值 0.5131 也小于赵岩昊的 0.5243，并且标准差也显示他在场上的得分表现更加稳定，因此第四名的 CV 值低于第三名。如图8所示，绝大部分球队中球员的 CV 值能很好地反映出球员的得分情况以及排名，并且之间有显著相关性。而广厦队的胡金秋、孙铭徽依靠在场上更加稳定的表现，在有限的上场时间中命中更多进球，因此 CV 值会更低，侧面反映了这些球员的真实实力是得分排行榜中

无法体现出来的。

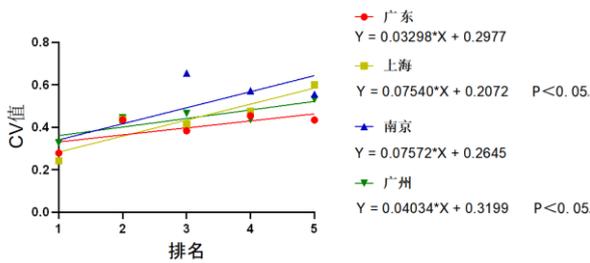


图 9 球员排名与 CV 值的相关性分析

如图 9 所示，上海、广州队存在显著相关关系 ($p < 0.05$)，而广东队出现了第三名（胡明轩）比第二名（威姆斯）CV 值要低，第五名（周鹏）CV 值比第四名（赵睿）低的情况，结合得分频率变异系数的计算公式以及球员数据汇总表，可以解释为虽然威姆斯的得分频率均值 0.7639 分/min 高于胡明轩的 0.5505 分/min，但是标准差 0.3319 也高于胡明轩的 0.2108，说明威姆斯的得分频率波动较大，因此最后的 CV 值也较高，而胡明轩的得分频率波动较小，最后的 CV 值也较低。同理，周鹏和赵睿、杨皓喆和万圣伟之间也存在类似的情况。综上所述，得分频率变异系数 CV 值不仅可以反映一名球员的得分能力，更能反映在场上发挥的稳定程度，当数值相近的两个 CV 值在一起比较时，数据更小的一方更能说明在场上发挥更稳定，得分表现波动更小。

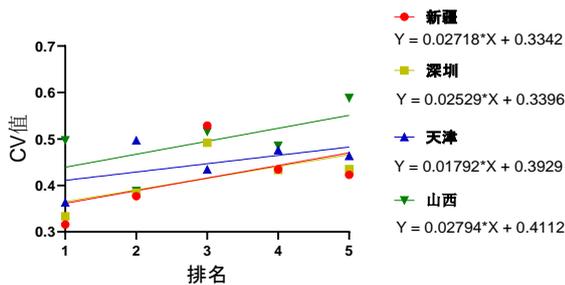


图 10 球员排名与 CV 值的相关性分析

图 10 展示了四支球队中球员各自的排名与 CV 值的关系。图中四支球队均不存在显著相关关系 ($p > 0.05$)，此外，球员 CV 值散点分布不均匀，因此不能仅根据图表来判断球员的得分效率，还需要结合各队的球员数据汇总表进行观察和分析。

新疆队的第四名（唐才育）CV 值低于第三名（齐麟），通过球员数据汇总表可知，齐麟的得分频率标准差为 0.2176，波动程度高于唐才育的 0.1605，因此齐麟变异系数 CV 值偏高。而第五名（曾令旭）比第四名（唐才育）的 CV 值要更低，曾令旭在场均每分钟贡献 0.4496 分的情况下，标准差为 0.1901，两者数据对比后曾令旭场均每分钟多得唐才育 0.0803 分，标准差比唐才育多 0.0296。根据变异系数的计算公式可知，曾令旭所得 CV 值是更小的。因此虽然齐麟的场均得分高于唐才育、曾令旭，但是

结合数据分析还是后者在场上更具进攻威胁。而唐才育和曾令旭相比之下，曾令旭以更加出色的得分表现更胜一筹，并且这两名球员的 CV 值远超同组别均值，属于第三组别水平。

深圳队的情况与新疆队类似，后两位球员（顾全、伯顿）的 CV 值要低于第三名（贺希宁），并且两名球员的赛季场均得分频率也同样高于贺希宁。而第五名（伯顿）的得分频率均值达到了 0.5802，但波动程度同样达到 0.2526，因此 CV 值略小于第四名（顾全），属于第三组别水平。但伯顿和布克同为小外援身份，而深圳队的主要进攻点仍是在第一名（布克）手中，因此在上场时间被压缩的情况下，伯顿的场均得分要偏低。

天津队第二名（林庭谦）CV 值为 0.4969，位列队内第五名，但是场均 12.4 分位居队内第二。作为一年级新秀的他，场均每分钟可得 0.4149 分，但是数据波动值达到了 0.2062，是队内五名球员中波动程度最大的，因此 CV 值比第四第五名高。而第五名（何思雨）相较于第四名（孟子凯），得分频率波动度低 0.0478 的情况下，在位列第一的真实命中率的前提下，提高了自身进攻效率，因此 CV 值略高于第四名（孟子凯）。

山西队第一名（原帅）场均得分 14.7 位列队内第一，但 CV 值却位列第三梯队，与第四名（葛昭宝）相近。通过对比两人数据，葛昭宝每分钟比原帅多得 0.0793 分，并且波动度只多了 0.0337。结合场上表现来看，葛昭宝超过 60% 的出手都是在篮下完成，而原帅作为主力外线，更多的得分来自于跑位后的三分球，因此在葛昭宝在更稳定的出手选择下，最终 CV 值与原帅不相上下。球队第二名（莫兰德）在每分钟可得 0.4846 分下，以极低的波动值 0.1881 证明了自己的进攻效率，并且让 PER（球员效率值）也位居球队第一。

综上所述，部分球员的得分受限于上场时间、队内同位置球员以及各种因素，但绝大部分的队伍中的球员场均得分排名与其 CV 值是相一致的。因此摆脱传统数据所带来的客观影响，发掘出一种新指标去反映球员的真实比赛能力是非常重要的。

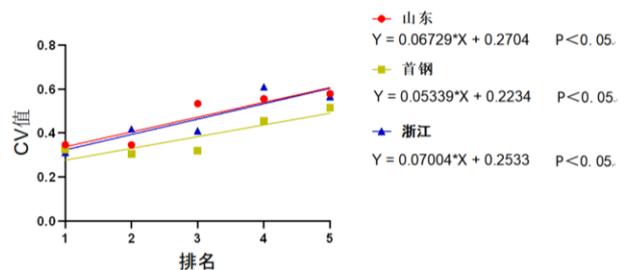


图 11 球员排名与 CV 值的相关性分析

如图 11 所示，图中三支球队的球员排名与其得分频率 CV 值之间均呈现显著相关关系 ($p < 0.05$)。结合前文对各队的 CV 值与排名的分析，本段落进一步证明了本次

研究的结论：得分频率 CV 值是可以表征球员的真实实力强弱的。

4 讨论

众所周知，篮球是一项以得分为依据的比赛，无论双方的防守策略如何变化，最终都以得分高低作为比赛胜负的判定标准。然而，当今许多人都从观察得分入手来评判球员表现，这是一种片面的看法。得分仅代表该名球员本场比赛的贡献，即使是实力超群的球星也有手感冰冷的时候，而替补球员也有独揽得分的时刻。因此，透过数据去探寻本质并寻找一项指标来表征球员真实实力是本次研究的重点。

得分频率的变异系数（CV）是以球员的得分为基础，计算球员场均得分频率，最终得出 CV 值。CV 值平均水平高，代表着离散程度的测度值越大，反之越小。对于教练来说，一名得分稳定、高效的球员自然能获得更多上场时间。将变异系数应用在球员数据中，能很好地观察球员的得分频率稳定性，也就是球员的比赛能力。对于球队来说，场均稳定的得分 CV 值代表着该支球队背后是有着完美的配合体系支撑，而不是“昙花一现”。运用相关系数法，可以验证球员相关指标与 CV 值之间的相关程度，发掘其中的线性关系，从科学的角度为研究提供理论依据。

从篮球本身出发，实力越强的运动员受主观因素（技战术、心理、身体因素）的影响效果越小，他们能更好地支配自己在场上的表现。而实力较弱的球员不仅会受到主观因素的影响，比赛中的各种客观因素（比赛的性质、观众与裁判员的影响、教练员临场的布置安排）都会对运动员产生相应的竞技心理状态^[8]。从生理学的角度来评价球员，CV 值越低的球员不仅代表着场上表现更为稳定，更代表着背后的体能储备非常丰富。在现代篮球比赛的高强度对抗中，只有具备卓越的体能条件，运动员才能将自己的技术和战术能力发挥到最大程度。篮球比赛中攻防回合快速且多变化^[9]，并且在运动中“极点”现象十分常见，即由于内脏器官的惰性造成的现象。CV 值越小的球员，在场上能够更好地排除生理上的负面影响，这代表着球员平时训练水平高、运动前准备活动充分，并且反映出运动员的心肺功能越好，因此能够在比赛中表现出更为稳定的水平。

5 结论

本文得出结论，利用得分频率的变异系数（CV 值）与篮球运动员的比赛能力稳定性有很好的相关性，实力与 CV 水平有着负相关关系。球员得分频率 CV 值越小，比赛能力越强；得分频率 CV 值越大，实力越弱。

基金项目：上海外国语大学第五届“导师学术引领计划”基金项目，基于项群理论对大学生参与不同体育运动与身体自我概念关系的研究（课题编号：2022113031）。

【参考文献】

- [1]Naismith J.Basketball: Its origin and development[M].Nebraska:U of Nebraska Press,1996.
- [2]Rasulovna S N.The Mechanism of Improving the Primary Training Methods of Basketball Sports,Training Skilled Basketball Players[J].Web of Scientist:International Scientific Research Journal,2022,3(2):1085-1091.
- [3]van Harten K,Bool K,van Vlijmen J.Talent transfer:A systematic review[J].Current Issues in Sport Science,2021(6).
- [4]苏为华.多指标综合评价理论与方法问题研究[D].福建:厦门大学,2000.
- [5]贾宝剑,杨振兴,姚健.美国职业篮球联赛数据分析应用及启示[J].中国体育科技,2018,54(6):118-126.
- [6]杨昊霖.CBA 联赛不同位置外籍球员与本土球员竞技能力的对比分析——以 2017—2018 赛季为例[J].体育研究与教育,2018,33(4):76-81.
- [7]张才超,侯粤明.2020—2021 赛季 CBA 总决赛广东队制胜因素分析[J].当代体育科技,2022,12(3):194-198.
- [8]田野,王清,冯连世等.优秀运动员运动训练科学监控与竞技状态调整[J].体育科学,2008(9):3-11.
- [9]程冬美,姜立嘉,刘丹.同场对抗性集体球类项目符合实战训练理念研究[J].天津体育学院学报,2008(3):207-211.

作者简介：万子豪（2001—），男，汉族，广东韶关人，硕士在读，上海外国语大学体育教学部，研究方向：全球体育教育研究、学校体育。