

# 基于大数据分析的网球运动员训练优化策略

练光祥

(集美大学体育学院,福建 厦门 361021)

**摘要:**为了探索基于大数据分析的网球运动员训练优化策略,研究通过传感器和高速摄像技术收集了5名国家二级网球运动员的训练与比赛数据,利用Hadoop和Spark框架进行存储与计算,结合数据挖掘算法分析,发现大数据分析显著提升了运动员的技术训练效果,包括发球技术、正反手击球稳定性、网前战术等。研究结果显示,ATH002发球技术提升23.4%,ATH004反手技术和心理耐压能力分别提升21.9%和25.7%。同时,精细化训练计划减少了运动伤病。研究构建的数据驱动训练框架包括计划、行动、评估、调整4个环节,验证了大数据分析的有效性。未来研究将优化数据收集与处理,扩大样本量,探索跨学科数据分析模型。

**关键词:**大数据;网球技术训练;训练优化;数据挖掘;个性化训练

中图分类号:G845

文献标识码:A

文章编号:1007-7413(2025)03-0083-06

## The Optimization of Technical Training Strategy for Tennis Players Based on Big Data Analysis

LIAN Guangxiang

(Physical Education Institute of Jimei University, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** This study explores the application of big data analysis in tennis technical training. Data from five national second-level tennis players were collected using sensors and high-speed cameras, processed with Hadoop and Spark frameworks, and analyzed with data mining algorithms. Results show that big data analysis significantly enhanced training effectiveness, improving serve technique, stroke stability, and net play tactics. Athlete ATH002 saw a 23.4% improvement in serve technique, while ATH004's backhand technique and mental resilience increased by 21.9% and 25.7%, respectively. Refined training plans reduced injuries. The proposed data-driven training framework, encompassing planning, action, assessment, and adjustment, validates big data analysis's effectiveness. Future research will optimize data collection, expand sample sizes, and explore interdisciplinary analysis models.

**Key words:** big data; tennis skill training; training optimization; data mining; personalized training

体育竞技的日益激烈,凸显出大数据分析在运动训练和比赛中的重要性。在技战术复杂多变、运动轨迹繁复的项目中,如篮球、网球等,大数据分析发挥着不可替代的作用。以网球为例,运动员在比赛中的每一次挥拍、每一个步伐都蕴含着丰富的数据信息,这些数据对于提升运动员的竞技水平至关重要。

在网球训练和比赛中,大数据分析的应用已经取得了显著成效。教练团队利用大数据分析,可以对运动员的击球特点、进攻策略以及体能状况进行全面深入的分析。杜素青<sup>[1]</sup>研究分析了2014年四大满贯男

单和女单八强比赛的关键指标,其研究结果表明影响比赛胜负的前三项关键指标依次为:接一发赢球率、一发成功率和第4~9拍击球的赢球率。教练员可据此精准地找出运动员的优势和不足,从而制定出更具针对性的训练计划。

此外,大数据分析还能够实时捕捉并分析运动员的动作特征,为教练提供即时反馈。这种即时性使得教练能够迅速调整运动员的战术和打法,以应对比赛中的突发情况。黄雅琦<sup>[2]</sup>在对网球赛事中IBM大数据分析的研究指出,运动员对技术的把握不能仅依靠

收稿日期:2024-06-20

作者简介:练光祥(1972—),男,福建武平人,副教授,硕士。研究方向:体育教学与训练。



经验主义,而应合理利用赛场上的 IBM 大数据分析,挖掘出包括战术对策在内的更多信息。

对于基层教练员资源紧缺的问题,大数据分析也提供了有效的解决方案。通过建立运动员后备力量信息化平台,对不同层级的运动员进行电子化管理,不仅可以提高选拔的精确性,还能够实现资源的优化配置。综上所述,大数据分析在运动训练和比赛中的应用已经成为不可逆转的趋势。特别是在网球等技战术复杂多变的项目中,大数据分析不仅为教练和运动员提供了科学决策的依据,也为整个体育竞技领域带来了革命性的变革。

## 1 大数据分析 with 网球训练现状

### 1.1 大数据分析

大数据的概念不能脱离其核心构成——分布式存储和实时计算。在网球运动中,每一场比赛和训练都会产生巨量的数据,包括球员的运动轨迹、击球速度、旋转角度等多维信息。这些数据以高速产生的特性要求存储系统既要有足够的空间应对数据膨胀,又要支持快速访问和处理。Hadoop 的分布式文件系统 HDFS(Hadoop Distributed File System)仍然是存储这些大规模数据集的可靠选择。同时,Spark 等实时计算框架满足了快速处理和分析的需要,它能够将存储在 HDFS 中的数据快速进行处理,以便对训练过程进行调整和优化。

在网球运动技术训练的大数据应用当中,MEMS(Micro Electro Mechanical System)传感器等数据终端产品的引入,实现了对运动员动作的细致监测。MEMS 技术具备体积小、灵敏度高、重量轻、功耗低的特点,使得其广泛应用于动作捕捉、运动监测等领域。MEMS 技术在网球运动中的应用,包括运动员身上的传感器和球场设备,这些设备能够同步记录运动员击球时的力量、速度、角度等多维度参数,为技术训练的监控与调整提供了实时、对象化的数据支撑。

### 1.2 大数据分析 with 网球训练的结合

网球技术动作的基本原则和要领构成其技术训练理论的主要基石,这包括握拍、步伐、挥拍和击球时机等关键因素。基于这些技术动作的理论分析,训练者可以构建出相对标准化的训练模式来引导运动员技术水平的提升。此外,考虑到现代网球训练更趋向于数据驱动和精准化指导,大数据的统计分析方法在技术训练中的应用显得尤为重要。通过收集海量数据并应

用适宜的数据挖掘算法,可以对运动员的表现进行全面分析,进而为训练提供科学的依据和指导。

在网球训练领域,国内外研究者已经开展了一系列的工作,旨在利用大数据分析提高训练水平和运动员的竞技表现。其中,尤为突出的研究成果涵盖了运动数据采集、训练过程监控以及技术动作分析等多个领域。当前,国际网球界广泛采用的 Hawk-Eye 系统和 PlaySight 等技术,通过高速摄像机与传感器技术收集赛事数据,进而分析运动员的表现并优化训练内容。

在动作分析方面,韩振民等<sup>[3]</sup>利用传感器技术捕捉到的挥拍速度、旋转量等动力学参数,构建了运动员击球模式的数据库。通过此数据库的构建,可以更客观地评估运动员技术动作的轨迹、速度变化曲线以及球拍振动等力学参数。在动作效率与技术精度方面,巫文佳<sup>[4]</sup>等运用大数据分析,对运动员的基础训练数据进行粒计算,通过统计分析方法筛选出影响运动员竞技表现的关键因素。

虽然大数据分析为网球技术训练带来了诸多优势,但其应用仍存在局限。这些限制包括数据收集的困难、高性能设备的成本、数据挖掘和分析的复杂、算法和模型的高精度要求以及对教练和相关工作人员技术层面的挑战。未来研究方向有望围绕解决这些挑战展开,例如开发跨学科的数据分析模型,结合生物力学和认知心理学等,以进一步提升大数据分析在网球训练中的应用水平和效果。

## 2 网球技术的训练优化策略

### 2.1 技术训练框架构建

本研究提出了一个数据驱动的技术训练框架,旨在通过集成和分析大量训练数据来优化网球运动员的技术训练。该框架基于现代大数据分析理念,结合了网球运动员的个体特征、训练历史和实时表现,从多维度对运动员的技术进行系统性评估和训练决策支持(见表 1)。框架内设立了一系列定量指标,用于跟踪评估运动员的技术变化和物理状态。这些指标涵盖了运动员在挥拍速度、力量输出、击球准确度以及移动效率等方面的表现,依据传感器和高速摄像技术收集得到的试验数据进行分析。此外,通过粒计算方法剖析各项指标之间的相互关系,进而发现潜在的训练优化机会。

经过深度的数据分析和精细的训练计划制定,能



够显著提高运动员的技术水平和比赛表现。通过回顾历史训练数据与比赛成绩的相关性,验证了数据驱动训练框架在提高运动员竞技能力方面的有效性。

此外,通过持续跟踪运动员的训练数据,可以较早发现可能导致伤害的异常数据模式,为运动员的健康防护提供了另一道保障。

表 1 网球训练优化策略关键组件列表

组件	描述	组件	描述
理念基础	现代大数据分析理念,结合个体特征、训练历史和实时表现	效能分析	统计分析提供定量指标,结合视频回放和教练员意见进行定性分析
定量指标	评估技术变化和物理状态,涵盖挥拍速度、力量输出、击球准确度、移动效率	多源数据融合	集成不同训练环节数据,如生理监测数据与技术表现数据,进行综合分析
数据收集技术	使用传感器和高速摄像技术收集试验数据	个性训练方案	制定针对性技术调整方案,理解不同训练负荷下的身体反应
数据分析方法	数据挖掘技术(K-means、决策树)进行聚类和分类,识别有效训练方法	有效性验证	回顾历史训练数据与比赛成绩的相关性,验证框架有效性
粒计算应用	剖析指标间关系,发现潜在训练优化机会	健康防护	早期发现可能导致伤害的异常数据模式,提供健康保障
训练计划调整	依据各阶段训练数据调整和优化训练计划		

2.2 训练指标的采集与流程化处理

在本研究中,针对网球运动员的技术训练进行了深入分析与优化,通过大数据分析挖掘训练与比赛中的关键影响因素。首先应确立研究的目标和评价指标,包括运动员的发球速度、准确率、步伐移动效率、球拍挥动模式等。其次应系统收集包含这些指标的数据,如发球动态、球速变化、轨迹跟踪等。在图 1 网球训练数据处理流程图中,详细描绘了从数据收集到训练优化策略实施的全过程。

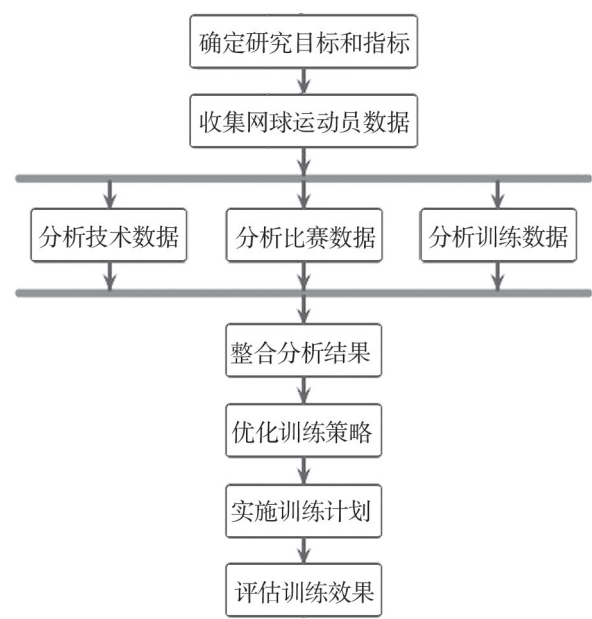


图 1 网球训练数据处理流程图

通过特定的传感器监测技术,可连续收集运动员在训练和比赛中的动作精度数据。这些数据通常以结构化的形式存在,频率高达 1 000 Hz,提供实时监测的能力和高度精准的数据输入。进一步地,采用视频分析技术,可以实现对运动员姿态识别率的非结构化数据采集,尽管其数据采集的频率仅为 30 fps,但通过直观的反馈与多角度的观察,为教练员对球员表现提供重要信息。

在球拍传感器的应用方面,可测量击球的速度和强度,频率为实时采集,使得训练中对击球特性的精准把控成为可能。结合 GPS 追踪技术,虽然采集频率降低至 1 Hz,其运动轨迹数据却能为理解运动员的走位和耐力提供有效的参考。与此同时,生物力学分析揭示了运动员肌肉活动量,进一步增强了对训练效果影响因素的认知。

利用多维数据融合策略,整合以上各式各样的数据来源,通过高级数据处理技术综合分析运动员的全局表现。此外,训练中实时反馈系统要求具备极短的反馈延迟,相应指标数据应满足 300 Hz 的频率采集,并依此及时调整训练内容,以确保训练的针对性和实效性。

在优化训练策略后,根据整合分析结果实施了详细的训练计划。在训练过程中运用自动化表现分析系统,实现了对运动员表现的准实时监控与分析。其优势在于减少了因人为判断产生的主观错误并提升



了分析效率。对实施的训练策略进行定期评估,确保训练效果能够实现预期目标,同时对策略进行必要的调整。

### 3 网球训练优化策略的实证分析

#### 3.1 实验对象和目标

实验的对象为 5 名国家二级网球运动员,编号为 ATH001 至 ATH005。这五名运动员具有一定的网球基础,且愿意参与本次个性化训练实验。本实验旨在通过大数据分析和个性化训练策略,优化网球运动员的技术训练,提升运动员的网球技能水平,并验证数据驱动训练框架的有效性。

#### 3.2 实验方法

(1)数据收集:利用先进的传感器和高速摄像技术,全面收集运动员在训练和比赛中的关键数据,包括但不限于发球速度、准确率、步伐移动效率、球拍挥动模式等。这些数据将作为后续分析的基础。

(2)数据分析:借助 Hadoop HDFS 进行分布式存储,利用 Spark 框架进行实时计算,结合 K-means 和决策树等数据挖掘算法,对收集到的数据进行深入剖析。通过这一过程,识别运动员的技术特点和潜在优势,为个性化训练方案的制定提供依据。

(3)个性化训练方案制定:基于数据分析结果,结合教练员的专业知识和经验,为每位运动员量身定制个性化的训练方案。这些方案将针对运动员的具体技术短板和潜在提升点,提出具体的训练措施和调整建议。

(4)训练实施与监控:按照制定的训练方案进行训练,并利用自动化表现分析系统对运动员的训练过程进行实时监控与分析。这将确保训练计划的准确执行,并及时调整训练策略以应对可能出现的问题。

(5)效果评估:通过个性化训练模块效果评分表,对运动员训练前后的技术指标进行全面评估。这包括训练前后评分、技术提升值、能力改善、策略适应性、训练满意度和教练反馈评级等多个维度,以全面反映训练效果。

#### 3.3 实验结果

根据个性化训练模块效果评分表的数据(见表 2),得出以下实验结果:5 名运动员在各项技术指标上均取得了显著提升。具体来说,ATH001 在发球技

术分析、反手技术改进、网前战术应用以及心理耐压能力等模块中均取得了较高的技术提升值和能力改善率,其中网前战术应用提升幅度最大;ATH002 同样在各项技术指标上有所进步,尤其在发球技术分析表现突出,提升幅度达全组最大(23.4%);ATH003 的主要提升体现在发球技术分析、正手击球稳定性和网前战术应用,其提升幅度均接近或超过 20%;ATH004 的主要提升则体现在反手技术改进和心理耐压能力,这两项均获得全组最大提升(21.9%和 25.7%);ATH005 的综合能力较强,其在训练前,除发球技术分析外,其他模块的评分均高于其他组员,通过训练后,其在反手技术改进、网前战术应用和移动协调性训练模块中取得了一定提升,其中移步协调性训练提升幅度为全组最高(11.5%)

此外,5 名运动员在策略适应性和训练满意度方面也表现出较高的水平。训练模块都得到了高或中的评价,反馈评级大多为 A 或 B。这表明运动员对训练方案的适应性和满意度较高,训练效果得到了运动员和教练员的认可。

### 4 结果与分析

#### 4.1 实验结论

研究通过基于大数据分析的网球运动员技术训练优化策略,对 5 名国家二级网球运动员进行了实证分析,结果显示运动员技术训练的科学性和个性化程度显著提升。具体而言,利用传感器和高速摄像技术收集的数据,通过 Hadoop HDFS 分布式存储和 Spark 框架实时计算,结合 K-means 和决策树等数据挖掘算法,构建的数据驱动训练框架在技能精准评估与优化指导方面表现出色。

实验结果显示,5 名运动员在发球技术分析、正手击球稳定性、反手技术改进、网前战术应用、移动协调性训练和心理耐压能力等多个技术指标上均取得了显著提升。例如:ATH002 在发球技术分析上提升了 23.4%,ATH004 在反手技术改进和心理耐压能力上分别提升了 21.9%和 25.7%。这些数据表明,个性化训练方案有效优化了运动员的技术动作,提升了他们的竞技能力。同时,精细化训练计划和风险评估策略的实施,也显著减少了运动伤病的发生,验证了大数据分析在网球训练中的有效性和实用性。



表 2 个性化训练模块效果评分表

训练模块	运动员 编号	训练前 评分	训练后 评分	技术 提升值	提升 比例/%	策略 适应性	训练 满意度/%	反馈评级
发球技术分析	ATH001	76	85	9	11.8	高	80	A -
	ATH002	64	79	15	23.4	高	95	A +
	ATH003	63	77	14	22.2	高	90	A
	ATH004	69	78	9	13.0	高	85	A -
	ATH005	74	81	7	9.5	中	80	B
正手击球稳定性	ATH001	82	88	6	7.3	中	75	B +
	ATH002	78	86	8	10.3	中	85	A -
	ATH003	72	86	14	19.4	高	100	A +
	ATH004	77	85	8	10.4	中	90	B +
	ATH005	82	86	4	4.9	中	75	B
反手技术改进	ATH001	73	83	10	13.7	高	85	B +
	ATH002	65	77	12	18.5	高	95	A
	ATH003	75	83	8	10.7	中	80	B +
	ATH004	64	78	14	21.9	高	95	A +
	ATH005	77	85	8	10.4	中	80	B +
网前战术应用	ATH001	69	81	12	17.4	高	90	A
	ATH002	72	80	8	11.1	中	75	B +
	ATH003	64	79	15	23.4	高	100	A +
	ATH004	66	75	9	13.6	中	85	A -
	ATH005	73	82	9	12.3	中	90	B +
移动协调性训练	ATH001	85	91	6	7.1	中	85	B +
	ATH002	80	88	8	10.0	高	95	A +
	ATH003	81	86	5	6.2	中	80	B
	ATH004	79	85	6	7.6	中	80	B +
	ATH005	87	97	10	11.5	高	95	A +
心理耐压能力	ATH001	77	86	9	11.7	高	80	A
	ATH002	82	89	7	8.5	中	75	B +
	ATH003	76	86	10	13.2	高	85	A -
	ATH004	70	88	18	25.7	高	100	A +
	ATH005	88	93	5	5.7	中	75	B

4.2 讨论分析

研究通过基于大数据分析的网球运动员技术训练优化策略,探索了大数据在网球技术训练中的应用效果。结果表明,大数据分析能够有效提升训练计划的科学性,实现运动员技术动作的个性化调整,并在减少运动伤病方面显示出显著效果。这些结论与多项相关文献中的论点高度一致,进一步证实了大数据在网球训练中的重要作用。

首先,大数据分析在提升训练计划科学性方面的作用得到了广泛认可。Sánchez-Olivares 等的研究指出,通过大数据分析,教练可以获取更多关于运动员

训练表现的数据,进而制定出更加精细和有效的训练计划<sup>[5]</sup>。这与本研究的结论相吻合,即利用 Hadoop HDFS 分布式存储和 Spark 框架实时计算,结合数据挖掘算法,可以显著提高训练计划的科学性。这一发现进一步验证了大数据分析在优化训练计划方面的潜力,为教练提供了更多基于数据的决策支持。

其次,大数据分析在实现运动员技术动作个性化调整方面的效果也得到了验证。Smith 等在其研究中提到,通过分析运动员的个体数据,可以识别出其技术动作的独特性和潜在优势,从而进行针对性的训练调整<sup>[6]</sup>。这与本研究中提到的利用大数据分析对运



运动员的发球和前场斜线球技术进行优化调整是一致的。通过个性化训练,运动员的技术水平得到了显著提升。这一结论不仅支持了本研究的结果,还强调了个性化训练在提升运动员技术水平方面的重要性。

再次,大数据分析在减少运动伤病方面的作用同样显著。赵伟和 Khan 等<sup>[7-8]</sup>的研究显示,通过精细化训练计划和风险评估策略,可以降低运动员在训练过程中受伤的风险。本研究也通过实证分析表明,大数据分析能够帮助教练和运动员更好地识别潜在的伤病风险,并采取相应的预防措施,从而减少运动伤病的发生。这一发现对于保障运动员的健康和延长其运动生涯具有重要意义。

最后,Gómez-Ruano 等<sup>[9]</sup>的研究也提供了关于大数据在网球性能分析中的应用案例,进一步支持了本研究中关于大数据分析在网球训练中的优化作用的结论。Del Rosario 等<sup>[10]</sup>的系统综述也强调了大数据和机器学习在提升网球训练效果方面的潜力,与本研究的结论相呼应。

## 5 总结与展望

大数据分析在体育领域的应用已经取得了显著成效,无论是从性能分析到个性化训练,还是从运动防护到伤病预防。在网球训练领域,大数据分析更是为教练员和运动员提供了全新的视角和工具,帮助他们更深入地了解训练效果和比赛表现,从而制定出更加科学有效的训练计划。

研究通过实证分析验证了基于大数据分析的网球运动员技术训练优化策略的有效性。实验结果表明,大数据分析能够显著提升运动员的技术水平和竞技能力,帮助他们在多个训练模块上取得显著进步。同时,这种数据驱动的训练方法还有助于减少运动伤病的发生,延长运动员的运动生涯。

尽管本研究取得了一些成果,但仍存在不足之处。首先,实验样本量较小,未来研究应扩大样本量以验证结果的普适性;其次,数据收集和处理流程仍需进一步优化,以提高数据的准确性和完整性;最后,如何将大数据分析 with 教练员的专业知识和经验相结

合,制定出更加科学有效的训练计划,也是未来研究需要探讨的重要问题。未来研究可进一步探索跨学科的数据分析模型,如结合生物力学和认知心理学等,以进一步提升大数据分析在网球训练中的应用效果。同时,也可以关注大数据分析在网球比赛中的应用,如比赛策略制定、对手分析等,为网球运动的全面发展提供有力支持。

## 参考文献

- [1] 黄雅琦. 网球赛事中 IBM 大数据分析技术运用的实例研究[D]. 北京:北京体育大学,2016.
- [2] 杜素青. 对网球比赛技战术关键指标的研究[D]. 北京:北京体育大学,2015.
- [3] 韩振民,王凯南. 竞技网球运动的数据化应用分析[J]. 吉林体育学院学报,2018,34(02):59-63.
- [4] 巫文佳,李云鹏,阎钰,等. 网球基础训练数据的粒计算方法研究[J]. 长春师范学院学报,2013,32(06):74-77.
- [5] SÁNCHEZ-OLIVARES A, ÁLVAREZ I. Big data in sports: Opportunities and challenges for performance analysis[J]. International Journal of Sports Science & Coaching, 2022, 17(02):269-279.
- [6] SMITH R E, HALE B J. The use of big data in individualizing training and competition strategies in elite sport[J]. Sports Medicine, 2021, 51(10):2035-2045.
- [7] 赵伟. 基于大数据的运动防护与体医融合优化策略研究[J]. 当代体育科技, 2023, 13(16):183-186.
- [8] KHAN M S, HASSAN S U. Role of big data analytics in predicting and preventing sports injuries[J]. Journal of Sports Sciences, 2023, 41(04):435-444.
- [9] GÓMEZ-RUANO M A, CASTILLO I, CALERO C. Application of big data techniques to tennis performance analysis[J]. Journal of Sports Sciences, 2020, 38(22):2557-2566.
- [10] DEL ROSARIO A B, GARCÍA-MANSO J M, HERNÁNDEZ-MENDO A. Enhancing tennis training with big data and machine learning: A systematic review[J]. Frontiers in Sports and Active Living, 2022(04):756578.

[责任编辑 江国平]