

数字化体能训练对军事体育训练数字化转型发展的启示

叶 伟

国防科技大学军事体育系, 湖南 长沙 410072

[摘要] 本研究概念与定义梳理数字化体能训练, 提出了两大关键技术, 结合数字化体能训练的应用场景, 认为军事体育数字化转型的进展: “智能”训练系统初步构建, 虚拟仿真训练逐步探索, 可穿戴设备训练监测逐步普及, 分析出数据采集与信息泄露、系统应用与数据标准规范统一、小样本数字化训练与规模集群训练的三个挑战, 从构建国有自主数字化训练大数据平台、解决数据治理的现实问题、注重集群训练的典型功能开发等提出了策略。

[关键词] 数字化; 体能; 军事体育; 转型发展

DOI: 10.33142/jscs.v5i2.16405

中图分类号: G808

文献标识码: A

The Enlightenment of Digital Physical Training on the Digital Transformation and Development of Military Sports Training

YE Wei

Department of Military Sports, National University of Defense Technology, Changsha, Hunan, 410072, China

Abstract: This study outlines the concepts and definitions of digital physical training and proposes two key technologies. Based on the application scenarios of digital physical training, it is believed that the progress of digital transformation in military sports includes the initial construction of "intelligent" training systems, the gradual exploration of virtual simulation training, and the gradual popularization of wearable device training monitoring. Three challenges are analyzed: data collection and information leakage, system application and data standard standardization, small sample digital training and large-scale cluster training. Strategies are proposed from building a state-owned independent digital training big data platform, solving practical problems of data governance, and focusing on the development of typical functions for cluster training.

Keywords: digitalization; physical fitness; military sports; transformation and development

数字化体能训练是运动科学、信息技术与工程学交叉融合的新型训练范式。本研究以国内外 2018—2025 年的相关文献为主, 从概念界定、技术体系、研究进展、应用场景四个维度进行梳理, 旨在厘清数字化体能训练的知识图谱、技术发展与应用现状, 从军事体育数字化训练转型的进展、面临的挑战进行分析, 提出了进一步发展的策略。

1 数字化体能训练的概念与定义

1.1 概念内涵的学科演进

数字化体能训练的概念需要从数字化和体能训练两个部分释义。王雪珩将其界定为“通过可穿戴设备、高速摄像机等现代科学技术实时监测运动员的生理情况^[1]”。强调数据获取对传统经验训练的补充价值, 此时技术聚焦于加速度计、心率带等单维度传感器开发, 数据应用停留在描述性统计层面。随着机器算法的成熟发展, 闫琪认为是“应用现代科技方法在运动员进行体能训练的过程中通过实时测量的数量来监控训练质量, 并根据训练数据对体能训练过程实施调整的一种训练方式^[2]”, 以期实现运动学参数与生理指标的同步监测。在 AI 技术的深度影响下, 数字化体能训练已逐步向通过生物力学建模、AI 算法优化及人机交互技术, 形成“监测-诊断-干预”自迭代的智能训练范式发展, 相较于之前, 其核心突破在于将数据流

转化为实时动作矫正指令。

可以认为, 数字化体能训练从概念上的演绎经历了工具辅助、系统集成、智能闭环三阶段发展特征。概念演进映射出技术驱动的研究范式转型, 从 2015 年习近平主席提出推进“数字中国”建设, 到近年来陆续出台的“数字经济”和“数字体育”政策, 以竞技体育、学校体育为代表的数字化体能训练转型实践, 表明数字化体能训练的概念及内涵的演变迭代周期越来越短。

1.2 数字化训练构成要素解析

数字化体能训练涉及力量、速度、耐力、柔韧、灵敏等素质, 从应用层面来看, 是通过数据驱动的方式, 将个体的训练过程从“经验主导”转变为“科学主导”。以科技手段通过精准的数据采集、分析和反馈, 结合个性化的训练计划和科学的指导, 帮助个体提高竞技表现的提升。从构成要素上, 数据感知层、数据分析层、数据交互执行层是三个核心要素。数字化体能设备的感知层一般有惯性传感器、表面肌电仪及视觉系统等, 以采集获取运动中的基本数据, 为分析层提供信息源, 有研究指出, “基于激光雷达点云的无标记远距离的人体动作捕捉方法, 更好地解释被采集者肢体的相对空间关系, 从而提高动作捕捉的精度^[3]”。智能分析层则依托不同模型下的数据算法, 实

现训练数据价值的深度挖掘,如速度、功率、时间、心率等指标,刘昊扬^[4]对人工智能的运动教练系统进行初步探索,针对运动训练中功能性动作模式、运动技术进行评估和改善,对多训练目标实时反馈和辅助训练机器人等提出设想。交互执行层,基于分析层的数据整合输出为客观结果或训练优化方案及结果的输出,常见如智能器械、智能手表、跑台、MR等。

数字化体能训练的演变对人类突破运动表现的极限有着重要贡献,在方法学创新上打破传统训练的“刺激-适应”单向模式,建立“数据-知识”双向驱动机制,提出了训练监控的新指标等。数字化体能训练的三层级要素是科技发展与实践应用的结果,是数字化训练的共性优势特点,但不可否认的是,还存在数据采集精度不高、算法模型的优化程度不足的现象。

2 数字化体能训练的关键技术

数字化体能训练的关键技术是现代信息技术与运动科学深度融合的产物。从目前在竞技体育、大众健身、医疗康复和军事训练等领域应用范畴来看,数字化体能训练的关键技术主要包括多模态数据采集技术、数据分析与建模技术两大类。

2.1 多模态数据采集技术

多模态数据采集技术通过多种传感器和设备,采集不同类型的运动数据和生理数据,以全面反映运动者在训练过程中的状态和表现。其核心目标为获取全面、精准、实时的运动数据,包括运动姿态、动作轨迹、生理指标以及环境数据等。

多模态数据采集技术主要有可穿戴传感器技术、无标记动作捕捉技术等。以大众健身领域为例,可穿戴设备凭借便携性是训练场、户外等训练监测的首选。基于计算机视觉的无标记技术正在重塑运动分析范式,其中多传感器融合成为突破技术瓶颈的新方向。动作捕捉技术在数据采集精度上更具优势,数据采集维度也更多,利于数据的深度挖掘,但设备成本与场景限制阻碍其大规模应用,更适合应用于精英运动员训练。多模态数据采集技术通过整合多种传感器与算法模型,为运动科学提供了高维度的生物力学解析工具。

2.2 数据分析与建模技术

数据分析与建模技术通过收集、处理、分析大量数据,利用统计学、机器学习等方法构建数学模型或算法,揭示数据中的规律、预测未来趋势或优化特定过程。在数字化体能训练中,这一技术主要用于分析运动员的运动表现、生理指标等多维度数据,从而为制定个性化训练计划、优化训练方案提供科学依据。

数据分析与建模技术在数字化体能训练中具有重要的价值,能够实现个性化训练计划制定、运动损伤预防和竞技表现优化等目标。可以制定个性化训练计划,通过分

析运动员的历史训练数据、生理指标和比赛表现,构建预测模型,制定个性化的训练计划,有研究指出,“通过构建可穿戴设备传感网络分布模型及运动员的耐力特征分析,结合多传感协同控制的方法,实现核心耐力自动化训练方法^[5]”。数据分析与建模技术可以预防运动损伤,通过对运动员的运动数据和生理指标进行实时监测和分析,识别潜在的运动损伤风险因素,许崇轶^[6]从运动生物力学的角度,利用实验验证了可穿戴设备证实了其在运动姿态稳定性、运动技能提高和运动损伤减少方面带来的积极作用。数据分析与建模技术还可以优化竞技表现。通过分析运动员的比赛数据,识别影响竞技表现的关键因素,优化比赛策略和训练方法,提升竞技水平,我国优秀田径运动员苏炳添也曾通过数据分析与建模技术,优化其起跑、加速及途中跑各阶段的动作,从而提升比赛成绩。

3 军事体育数字化训练的转型进展与挑战

在国防和军队现代化战略驱动下,军事体育训练也正在加快推进转型升级,正经历由经验主导型向数据驱动型的“科技+”“网络+”范式转变。军事体育包括基础体能、战斗体能、实用技能等,尽管与体育训练的目的不同,但都是对身体运动能力增加的训练,因此在方法、手段与体能具有共同特点。从军事体育数字化训练的实践来看,正是数字化体能训练的发展、战场任务的需要,推动了军事体育训练的数字化转型。

3.1 军事体育数字化训练的转型进展

“智能”训练系统初步构建。基础体能作为军人健康体能的重要组成部分,是军队人员的必训内容。根据2021年的公开报道,某联保中心利用科技手段提升体能训练质效^[7],其中就使用了图像采取、数据建模与分析等技术,表明以基础体能课目为代表的智能训练、考核系统已初步构建。需要指出的是,当前阶段的“智能”事实上是数字化训练设备所具有采取、获取、分析与输入数据的功能,尚不具备学习、自主决策等功能,因此并非严格意义上的智能。

虚拟仿真训练逐步探索。虚拟仿真技术作为数字化训练的一种形式,在军事技战术训练中的应用日益广泛,成为提升军人战斗力的重要工具。虚拟仿真训练为军事训练提供了沉浸式体验,可模拟城市战、丛林战等各种复杂环境。军事体育作为军事训练的一部分,以近距离格斗训练为代表的虚拟仿真技术正在逐步探索,如刺杀、徒手格斗等。2024年某军校研制了徒手格斗虚拟仿真课程并在内网职教平台发布,在实验室利用动作捕捉、VR系统,练习者可进入虚拟环境进行格斗训练,既提供了多样训练环境,也减少了受伤的风险,还能通过动作捕捉的实时分析反馈,帮助改进动作质量。

可穿戴设备训练监测逐步普及。利用可穿戴设备开展大众健身是数字化训练的最典型应用场景。鉴于到大众健

身可穿戴设备的价格优势、便携性、通用性，军事体育中的体能训练也逐步普及，官兵们接受应用程度高。相较于传统经验式或以秒表简单测量监控训练过程相比，可穿戴设备具备更多便捷功能，能更大程度监控运动过程，将运动总量、强度、心率、最大摄氧、运动时间、能量消耗等指标数字化，根据监控还能对训练恢复、训练计划、训练水平提供一定的反馈建议，让数据变成训练依据。

3.2 军事体育数字化训练转型的挑战

数据采集与信息泄露的挑战。军事体育数据中包含大量个人信息，这也需要特别注意隐私保护，尽管采取了加密技术、访问控制、身份认证等措施，但在大规模的集群训练中的数据自动采取仍是现实困境，采用开放网络将会导致个人训练参数、训练指标、整体训练数据等泄露风险。

系统应用与数据标准、规范统一的挑战。数据标准化是实现数据互通和共享的基础。与普通数字化训练系统相类似，军事体育数字化训练转型也存在系统好用、能用，但在不同系统的数据标准与规范方面，尚未形成统一的数据格式、数据接口和数据交换标准，导致不同系统之间的兼容性和互操作性不高，形成了数据孤岛现象，相关数据还需要军体从业者二次收集、汇总与分析，这不仅影响了数据的充分利用，也限制了训练效果的提升。

小样本数字化训练与规模集群数字化训练的挑战。数字化训练系统在实现竞赛比武、长距离考核等内容时具有较大优势，但根据部队多样化任务，需要在复杂环境下搭建系统，因设备普遍较精密、采购成本不低，数字化系统难以走出实验室、营区，可能存在投入与产生的质效比不对称等问题。同时，数字化系统的在训练数据采取上，通常是一个终端对应一名或几名受训者，如进行大规模的集群数字化训练，对系统终端设备的数量有较高需求，根据基层单位的训练实际而言，目前还停留在小样本的数字化训练阶段。

4 数字化体能训练对军事体育数字化训练转型的启示

4.1 构建国有自主数字化训练大数据平台

在系统层面，应构建国有自主数字化训练大数据平台，为训练数据分析提供统一的技术框架，帮助军队人员的训练更高效地挖掘数据价值，优化训练方案。大数据平台，应实现不同设备和系统间的数据互通，整合分散的训练数据资源；大数据平台，应具备提供数据存储、分析和共享功能，在功能上具备一定的可扩展性，确保能够更新迭代。同时，国有自主平台能够摆脱对外国技术的依赖，提升军事体育领域的技术自主可控能力。

4.2 解决数据治理的现实问题

在数据治理层面，在数据采取环节，应遵循“最小化”原则，仅采集必要的训练数据，减少不必要的个人信息收集，同步对数据脱敏和匿名化处理；数据保密环节，利用局域网先采集后导出再导入内网，即网络+物理隔断的方式，实现训练数据的安全可控；数据标准与规范统一环节，机关相关业务部门应牵头制定数字化训练数据的统一标准，包括数据格式、数据接口和数据交换协议等，确保训练的关键指标的定义、记录方式的统一性和可扩展性，同时还应实现系统之间的数据互通及不同单位之间的数据共享。

4.3 注重集群训练的典型功能开发

应用层面，针对大规模集群训练的需求，应开发低成本、轻量化、易于部署的数字化训练设备，适度增加无线传感器网络和便携式设备，减少对固定设施的依赖，使数字化训练能够适应复杂环境；优化数字化系统的集群训练功能，支持多设备协同工作，实现集群训练中的实时数据采集与共享；构建模块化、可扩展的数字化训练平台，能够根据训练规模快速扩展或收缩功能模块，提升系统的灵活性和适应性；应构建模块化、可扩展的数字化训练平台，以适应不同规模和场景的训练需求，实现训练规模快速扩展或收缩功能模块。

【参考文献】

- [1]王雪珩. 体能训练的数字化智能转型[A]. 2022 年首届“一带一路”国际体能高峰论坛交流大会论文摘要集[C]. 北京: 中国体育科学学会体能训练分会, 2022.
 - [2]闫琪. 数字化体能训练的理念、进展与实践[J]. 体育科学, 2018, 38(11): 3-16.
 - [3]李嘉廉. 基于激光雷达点云的远距离无标记三维人体动作捕捉[D]. 厦门: 厦门大学, 2022.
 - [4]刘昊扬. 基于人工智能的运动教练系统分析与展望[J]. 北京体育大学学报, 2018, 41(4): 55-60.
 - [5]王屹立. 基于可穿戴设备的长跑运动员核心耐力自动化训练方法[J]. 自动化与仪器仪表, 2025(3): 163-166.
 - [6]许崇轮. 智能可穿戴设备对日常运动姿态、运动技能和运动损伤的影响[A]. 2024 年国际竞技体育生物力学论坛暨第二十三届全国运动生物力学学术交流大会论文摘要集[C]. 北京: 中国体育科学学会, 2024.
 - [7]赋能士兵. 智慧军体训练场的智能化训练方法探究[EB/OL]. (2023-06-07) [2025-04-28]. https://www.sohu.com/a/682888727_121134069.
- 作者简介：叶伟（1984—），男，汉族，湖北荆州人，副教授，国防科技大学，研究方向：军事体育教学与训练。