

数智赋能科学训练:内涵逻辑、国际经验与本土实践

吴彰忠,钟亚平,史金田,关烨明,吕一翔,余绍华

(武汉体育学院 体育大数据研究中心,湖北 武汉 430079)

【摘要】数智赋能科学训练是指在数智训练环境下,运动训练主体以数智化训练装备设施为赋能载体,以训练大数据和科学训练知识理论为赋能要素,以智能算法为赋能工具,旨在促进竞技训练科学化水平不断提升的实践活动。当前,国际诸多竞技体育强国正在围绕数字运动员(Digital Athlete)、运动员管理系统(Athlete Management System)、综合运动表现中心(High Performance Centre)等方面积极开展数智赋能科学训练实践。数智技术、训练组织、环境空间与行为实践是影响数智赋能科学训练成效的4大因素系统。因此,数智赋能科学训练的本土实践需从夯实“数智技术系统”的保障水平、增强“训练组织系统”的认知协同、完善“环境空间系统”的支持服务、提升“行为实践系统”的能力素养等方面持续精准发力,以营造有利于数智赋能科学训练的良好生态。

【关键词】数智赋能;科学训练;竞技体育;体育强国;数智技术;训练组织;环境空间;行为实践

【中图分类号】G808.1 **【文献标志码】**A **【文章编号】**2096-5656(2023)01-0082-13

DOI: 10.15877/j.cnki.nsic.20221230.001

当前,传感器的泛在、大数据的涌现、人工智能的发展、信息社区的兴起正在推动人类社会迈向万物互联、万物皆数、万物生智的“社会5.0”时代,即数智时代^[1]。“数智”作为战略资源和生产要素成为推动经济社会各领域质量变革、效率变革和动力变革的关键引擎,数据智治、数智赋能正在成为全行业广泛关注的焦点话题。科学训练是提升运动表现和竞技成绩的重要基石,是促进竞技体育可持续发展的有效途径,是加快建设体育强国的必然要求。当前,我国竞技体育“高投入、低产出”的难题仍未破解,竞技训练质量效益仍有较大的提升空间^[2]。因此,在“高质量发展”的时代语境下,如何利用数智赋能的可量化、实时化、可视化、可优化、智能化等特征,持续提升竞技训练的科学化水平,促进竞技体育投入降本增效,理应成为新发展阶段竞技体育系统亟待攻克的重要命题。

《“十四五”体育发展规划》强调,统筹国际国内体育科技等优质资源,加快推动训练数字化、训练基地智能化,提升科学训练水平,构建竞技体育发展新格局。前期,陈小平^[3]、杨国庆^[4]、袁守龙^[5]、闫琪^[6]、黎涌明^[7]、胡海旭^[8]、苏炳添^[9]等学者从科技助力奥

运备战的视角,对竞技训练数字化、智能化转型的发展需求、价值意蕴、应用案例、未来趋势等进行了初步探讨,虽然论及了数智赋能科学训练的某些问题,但还缺乏对其概念内涵、底层逻辑、国际形势、实践框架等基本核心问题的系统梳理,对数智赋能科学训练所面临的现实问题认识还不够清晰。整体来看,我国数智赋能科学训练的研究和实践仍处于探索起步阶段,在获得巨大发展机遇的同时,仍存在诸多现实困境。基于此,本研究拟通过系统阐释数智赋能科学训练的基本概念、时代内涵、底层逻辑,在分析数智赋能科学训练国际镜鉴的基础上,探讨我国数智赋能科学训练的现实困境,进而提出优化举措,以期为数智时代背景下,建立科学有效的训练体系,构建竞技体育发展新格局提供有益借鉴。

收稿日期:2022-10-26

基金项目:国家体育总局决策咨询研究重点项目(2021-B-09-02);湖北省中央引导地方科技发展专项(2019ZYD054);教育部人文社会科学研究基金青年项目(21YJC890039)。

第一作者:吴彰忠(1992—),男,河南信阳人,博士生,研究方向:数字体育和运动训练理论。

通信作者:钟亚平(1968—),男,湖北武汉人,博士,教授,博士生导师,研究方向:数字体育与运动训练理论。

1 数智赋能科学训练的内涵逻辑

1.1 数智赋能科学训练的基本概念

当前,以大数据、人工智能为代表的新一代信息技术与社会实践活动加速融合的趋势已经十分明朗,数智化转型正在成为政治、经济、社会、文化等各个领域的关注焦点,人类社会正在迈入新一代数智环境之中^[10]。在此背景下,“数智赋能”及其相关概念(数据驱动、技术赋能、科技助力等)正在逐步走向运动训练理论的中心,进而引发竞技体育系统中科学训练理念、方法与技术的新跃迁。

关于“数智环境”,学界认为其本质上是对人工智能(AI)、区块链(Block Chain)、云计算(Cloud Computing)和大数据(Data & Big Data)(简称ABCD)等新一代信息技术的深度解读、科学发现与转化应用,体现了“数据信息—数据智能—数据智慧”的进阶过程,是数字智慧化和智慧数字化的合成^[11]。数智赋能是依托数智环境实现的,指特定组织或系统通过整合和重构数智类生产要素,为利益相关者赋予优化生产、增强创新、重塑竞争、科学决策等能力,以实现资源高效利用和行动者价值共创的一系列活^[12-13]。有别于传统互联网环境下的数据赋能和信息赋能,数智环境下的数智赋能表现出以下几大核心特征:①可量化,即能够准确观测、估计和度量传统信息技术无法量化处理的数据信息;②实时化,可以对数据信息进行动态监控和实时反馈;③可视化,能够将整合分析的数据信息映射为图像或视频等形式以提升数据解释效率;④可优化,

能够基于人机交互,根据用户的个性化、多样化需求持续性地对数据结构的优化迭代;⑤智能化,能够基于算法仓库生成可能的解决方案以为决策者提供支持,甚至代替自然人决策^[14]。

综上所述,数智赋能科学训练是指在数智训练环境下,运动训练主体(管理人员、教练员、运动员、科研人员等组成的复合型训练团队)以数智化训练装备设施为赋能载体,以训练大数据和科学训练知识为赋能要素,以智能算法为赋能工具,通过数智治理手段与运动训练实践深度融合,促进运动训练过程调控可量化、实时化、可视化、可优化、智能化,以推动运动训练客体(竞技能力、运动表现和竞赛成绩)不断优化的一种训练实践活动(图1)。

1.2 数智赋能科学训练的时代内涵

科学训练的思想自运动训练学学科诞生之日起便已经产生,但随着科技的进步和观念的革新,人们对于科学训练的认知始终在不断深化,科学训练的原则、方法和手段也在持续创新。步入数智时代,人类社会正在加速形成一种“万物互联、万物皆数、万物智能”的数智环境新生态,既驱动了竞技训练样态的重塑,也赋予了科学训练新的时代内涵。数智赋能科学训练是在数智时代背景下,将数智技术、数智治理与运动训练实践深度融合应用而催生出来的一种科学训练新范式,其与前(非)数智时代的科学训练相比,在训练主体、训练对象、训练依据、训练过程、训练目标等5个方面呈现出更丰富的内涵特征(表1)。

表1 不同时代背景下科学训练的内涵比较

Tab.1 Comparison of the connotation of scientific training in different eras

比较维度	前(非)数智时代的科学训练	数智时代的数智赋能科学训练
训练主体	主教练个体“单兵作战”	智识多元、协同作战的复合训练团队
训练对象	小范围、高水平精英运动员(队)	大规模、各级各类运动员(队)
训练依据	显性要素、简单系统、静态表现	隐性要素、复杂系统、动态表现
训练过程	经验驱动的“模糊”训练	训练大数据驱动的智能辅助精准训练
训练目标	扬长避短、注重运动成绩	扬长补短、兼顾运动成绩和运动寿命

第一,数智赋能科学训练的训练主体更协同。前(非)数智时代的科学训练的训练主体主要是专项技战术教练员个体“统管一切”和“单兵作战”,教练员与管理人员、科研人员等多元训练主体之间的协同工作效能不高。步入数智时代,随着训练复合型

团队运行机制和数智化协作平台的建立与完善,智识多元、协同作战的科学训练新局面逐步形成,训练主体不再局限于主教练,管理、科研、体能、心理、康复、医务、营养、监控等不同方面的训练主体均能通过远程监看、数据共享、线上诊断、云端指导等方式

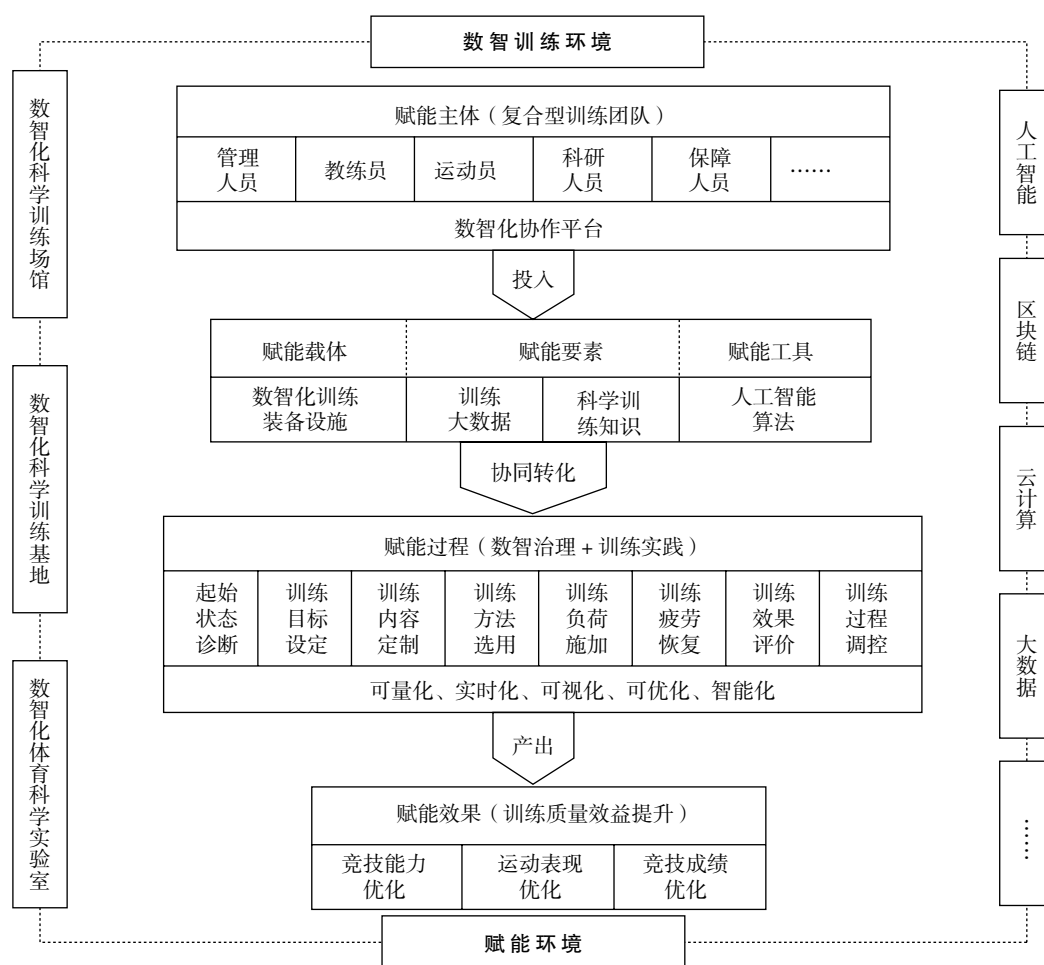


图1 数智赋能科学训练的概念模型

Fig.1 The conceptual model of the data-intelligence empowers scientific training

参与到训练全过程中,承担各自的训练职责、发挥各自的专业优势,协同助力科学训练。

第二,数智赋能科学训练的训练对象更广泛。受教练员精力和优质训练资源的限制,前(非)数智时代的科学训练只能在部分高水平 and 精英运动员(队)身上以及重点(优势)运动项目内开展,对于普通运动员群体和部分非重点运动项目,训练的科学化水平难以满足运动训练的实际需求。步入数智时代,数智赋能点燃了当代竞技运动训练变革的新引擎,开辟了训练的第三空间——信息空间,海量优质数智训练资源的供给和技术对多元训练主体的整体赋能,让个性化的科学训练服务可以惠及更多的运动员,极大拓展了科学训练的对象范围。

第三,数智赋能科学训练的训练依据更全面。前(非)数智时代的科学训练主要依据运动员显性的现实状态和水平,更加强调运动员的先天性遗传运动优势,忽视了运动员隐性的个体差异和训练潜质,进而导致运动人才的流失和训练资源的浪费,影响

运动训练成才率。数智赋能科学训练可以借助多模态、全方位、预测性的数据采集与分析技术推动训练依据从显性要素、简单系统、静态表现向隐性要素、复杂系统、动态表现的方向发展,为训练主体完善个性化训练方案、靶向制定训练内容、滴定施加训练负荷、综合评估训练效果、精准调控训练过程提供科学依据。

第四,数智赋能科学训练的训练过程更智能。前(非)数智时代的科学训练更多需依赖教练员的训练经验,执教经验固然宝贵,但也存在较高的主观判断失误风险,且新手教练员会因为缺乏经验而导致科学施训的难度增大。数智时代,训练数据采集的便捷度、颗粒度、准确度全面提升,数智赋能科学训练可以通过全程(机体适应的“报警—抵抗—疲劳—恢复”过程;训练分期的“基础准备—专项准备—赛前减量—转化实现—调整过渡”过程)、全维(体能、技能、战术、心理、营养、康复、生活方式等)训练数据的集成处理和智能分析,提高训练决策和

监督的智能化、精准化水平,把教练员从诸多常规性、机械化的繁琐事务中解脱出来,使其将工作重心聚焦于个性训练指导、总结训练经验、发现训练规律、创新训练理论,进而促进训练效益的提升。

第五,数智赋能科学训练的训练目标更科学。前(非)数智时代的科学训练受“二元”训练理论的影响,习惯将体能与技术割裂开来,注重引导运动员扬长避短,强调运动成绩的短期效应,发生训练过度 and 训练损伤的风险较高。数智赋能科学训练能够全方位感知、立体化评估、可视化呈现运动员在训练参赛过程中的综合运动表现,清晰地发现运动员竞技能力系统中的优势、短板和潜能,注重引导运动员扬长补短,在强调运动成绩基础上,更加注重通过数智化手段对运动员全生命周期的动态管理,突出运动成绩和运动寿命的平衡与协调,进而推动整个竞技体育生态系统的可持续发展。

综上所述,科学训练在数智技术的加持下使得训练主体更加协同、训练对象更加广泛、训练依据更加全面、训练过程更加智能、训练目标更加科学。但同时需要明确的是,数智赋能科学训练绝不是对现有科学训练体系的质疑否定和颠覆重构,而是充分利用数智技术的工具优势,在科学训练理论指导基础上对现有训练模式的提质增效和创新再造。数智赋能科学训练应该是在训练过程中通过“人控+数控+智控”相结合方式,促进“人一机一物”等训练要素在三元空间生态系统中(信息空间、社会空间、

物理空间)的智能融合。“人”应积极发挥训练主体的能动性作用,充分利用“数”(训练大数据)和“智”(智能训练装备和设施)的工具性价值,以促进竞技训练生态系统实现价值共创,推动竞技体育事业良性、协调和可持续发展。

1.3 数智赋能科学训练的底层逻辑

数智技术与科学训练之间的关系,成为近年来运动训练学领域的新兴研究热潮,现有的研究思路主要包括两大类。第一,从技术推动社会变革的视角,强调新技术的迅猛发展是推动运动训练科学化背后的新宏观背景和触发因素^[15];第二,从科技助力奥运备战的视角出发,聚焦新技术对当代竞技训练带来的新机遇与挑战^[16]。然而,上述两类研究都没有针对数智赋能科学训练的底层逻辑问题作出系统性和基础性的回答,尚未阐释数智技术何以赋能科学训练的深层机制。导致我们仍然不清楚数智赋能到底给现代科学训练带来了何种传统要素难以提供的增量变化。倘若逐一列举难免会陷入经验的泥潭,因此需要从“技术—训练”共生论的视角加以分析和概括,以揭示数智赋能科学训练的底层逻辑。研究认为,数智赋能科学训练,至少可以给现有科学训练模式带来3方面增量变化,即促进训练主体之间的连通性,实现训练行为信息的数据化,以及增强应对训练系统复杂性的能力,它们构成了数智赋能科学训练的底层逻辑(表2)。

表2 数智赋能科学训练的底层逻辑

Tab.2 The underlying logic of data-intelligence empowering scientific training

底层逻辑	具体表现	赋能对象	赋能工具	赋能效果
促进连通性	运行机制不畅 沟通互动乏力 工作效能不高	复合训练团队	移动互联网、物联网、新一代移动通信技术等	共同制定计划 协同解决问题 灵活做出调整
实现数据化	采集成本较高 生成速度较慢 测量精度较低 结构类型单一 数据安全存疑	运动训练过程	传感器、人工智能、云计算、区块链等	高效采集 集成分析 实时反馈 整合利用 安全存储
直面复杂性	简化复杂性 板块分期 事后救火	训练宏观系统	虚拟现实、大数据技术等	直面复杂性 整合分期 事前灭患

第一,促进连通性,推动复合型训练团队整体工作效能提升。连通性最早是社会网络分析中的概念,指在给定节点群中,任一节点通过某种渠道与其

他节点发生联系的可能性^[17]。当代竞技运动的科学训练有赖于训练、科研、医务、管理、保障等多主体之间的互动和协同,但一段时间以来,我国竞技体育

复合型训练团队存在着主体之间连通性不足问题,制约着训练信息和资源的配置、传递与共享,导致运行机制不畅、沟通互动乏力、工作效能不高等一系列难题,这无疑阻滞了竞技训练科学化水平的持续提升^[18]。数智赋能科学训练的底层逻辑,首先体现在其能够促进复合型训练团队之间连通性的增强,应对连通性不足给训练质量效益提升带来的诸多问题与挑战。移动互联网特别是新一代移动通信系统具备高速度、广覆盖、低延时、低功耗、超可靠、移动性强等特征,在流量密度、能效、数量等方面表现出优越性,极大提升了复合型训练团队之间信息与资源交换的效率,促进了连接的增加,彼此间的网络距离也因连接的增加而变短。数智赋能可以助力复合型训练团队间构建即时、高效、持续的互动平台和机制,进而增强多主体之间共同制定计划、协同解决问题、灵活做出调整的能力,促进团队整体工作效能的提升。

第二,实现数据化,增强运动训练过程智能化精准调控能力。若连通性影响着复合型训练团队多主体间的互动和协同,那么数据化水平则影响着运动训练过程控制的精细化和智能化程度。反应运动员训练起始状态、适应水平、竞技能力、运动表现的内隐和外显数据以及对这些数据的采集、存储、应用,都对运动训练过程的科学调控至关重要^[19]。以往,对这类数据的获取与应用存在采集成本较高、生成速度较慢、测量精度较低、结构类型单一(非结构化训练数据缺乏)、数据安全存疑等方面的不足,极大程度上限制了训练数据效能的释放。本研究将数智赋能带来的有助于训练数据高效采集、全程记录、集成分析、实时反馈、整合利用、安全存储等的技术优化和功能升级统称为数据化,它构成了数智赋能科学训练的第二个底层逻辑。数据化增强了对运动训练过程的智能化精准调控能力,具体是通过以下3个环节来实现的:①数据采集获取环节,数智赋能可以实现对海量训练数据信息的即时、动态和持续获取,为训练过程的智能化精准调控提供了信息源。②数据分析应用环节,数智赋能在海量训练数据基础上,凭借算力优势和智能算法实现了对多模态训练数据的集成处理、整合分析和深度挖掘,为运动训练过程的智能化科学决策和精准施控提供了可靠工具。③数据存储治理环节。数智赋能将彻底改变传

统的中心化数据存储方式,提升了对海量训练数据的存储能力、降低了存储成本,助力构建安全、可靠、可持续的数智训练生态体系。

第三,直面复杂性,提升不确定性训练风险应对和治理水平。竞技能力非线性系统观认为,竞技能力是一个由性质各异的因素纵横交错、相互联系、相互作用的复杂系统,具有不满足叠加原理、对初始条件的敏感性、临界效应、分叉样性、突变性等非线性特征^[20]。基于此,以提升竞技能力为核心目标的竞技训练无疑是一个多因素影响(遗传基因、生理机能、心理状态、运动素质、健康水平、外部环境等)、多阶段特征(青少年过渡成年的“启动期—成长期—夺冠期”;训练分期的“积累—转化—实现—过渡”;参赛备战的“调整—启动—兴奋—高峰”等)、多结果效应(无效训练、训练不足、最佳适应、过度训练、运动损伤等)的复杂巨系统,并且受峰值竞技状态瞬时性特征与比赛内外部环境多变性特征等因素的影响,训练效应很难完全兑现为预期的竞技表现和运动成绩,其不确定和风险性不言而喻^[21]。然而,在面对训练系统复杂性和不确定性时,传统的训练模式往往束手无策,在训练理念上大多秉持“规避复杂”的态度,简化甚至忽视影响训练效果的诸多复杂变量和干扰因素;在实践上习惯采取“板块分期”的模式,忽略异质性训练要素之间错综复杂的关联性;在行为上不得不延续“事后救火”的策略应对训练不良结果(运动损伤、训练过度、状态错峰等),竞技参赛的不可逆性又致使这种不良结果造成的损失难以弥补和无法挽回^[22]。数智赋能科学训练为训练主体创造了认识竞技训练这一复杂巨系统的新可能,促进竞技训练从“简化复杂性、板块分期、事后救火”的旧范式转换为“直面复杂性、整合分期、事前灭患”的新范式,有助于掌握竞技训练宏观系统的非线性规律,为优化训练决策、预防训练风险,提高应对不确定性训练因素的治理能力提供重要支撑。

2 数智赋能科学训练的国际经验

国际上关于数智赋能科学训练的实践正在不断拓展和日益丰富,本文将从现有数字赋能科学训练实践的前沿技术和本质规律出发,围绕数字运动员、运动员管理系统、综合运动表现中心这3大关键要

素对现今国际上的典型案例和先进经验进行梳理,以期为国内开展数智赋能科学训练实践提供落地端口和发力方向。

2.1 数字运动员(Digital Athlete):数智赋能科学训练的虚拟对象

近年来,伴随虚拟现实、数字孪生等技术在竞技训练领域的深度融合应用,数字运动员(Digital Athlete)的概念应运而生,意指现实世界里的运动员在数字空间的映射,其作为运动员虚拟代表需要在模拟的训练场景中接受训练、比赛和治疗,并生成各种可能出现的结果,以帮助运动训练主体在现实环境中做出更加科学的训练决策。目前,数字运动员作为一种具有成本效益的解决方案,可以很好地避免因竞技训练参赛的不可逆性而带来的非必要损失,正在成为国际竞技训练领域的关注焦点。在美国,职业橄榄球联盟(National Football League,简称NFL)携手亚马逊网络服务公司(Amazon Web Services,简称AWS)联合开发的“数字运动员”作为NFL球员的虚拟代表(数字孪生体)可以实现对运动损伤的精准预测,以防止运动员在训练和比赛中受伤。“Digital Athlete”平台通过整合运动员海量的训练历史和实时数据信息(包括训练视频、球员位置、比赛类型、比赛场地、装备信息、环境因素和伤病报告等),基于大数据、人工智能、机器学习、计算机视觉、数字孪生等技术创建的运动员虚拟仿真模型(Player Digital Twins),可以模拟在训练计划、训练方法、训练负荷、体重、营养、药物、睡眠、旅行、气候、时区、场地、装备等内外部环境因素发生变化的情况下,运动员机体产生的反应,以更好地预测运动员的竞技表现、损伤风险、伤愈复出时间,指导教练员开展极具针对性的个性化训练^[23]。NFL健康与安全执行总裁Jeff Miller指出这项技术的使用不仅提高了教练员训练决策的个性化水平和比赛指挥能力,还将美式橄榄球高对抗性带来的伤病风险降低了29%,在极大程度上减少了联盟和运动员因伤病带来的各项损失。

在澳大利亚,为备战2020年东京奥运会,格里菲斯大学(Griffith University)的研究员与澳大利亚体育学院(AIS)、昆士兰体育学院(QAS)以及“Myriad Studios”数字电影公司合作开展了一个名为“Digital Athlete Moonshot”的研究项目,可以通

过使用高保真人体扫描数据(High-Fidelity Body Scan Data)为运动员创建一个数字孪生化身(digital twin),并将运动员身体内部真实的生物力学骨骼肌肉模型嵌入这个虚拟化身,旨在让数字孪生运动员的身体内外部的细节变得更加逼真,无限接近真实运动员。在此基础上,利用高仿真的数字孪生运动员在模拟训练环境下分析预测和可视化呈现骨骼和韧带等身体组织在训练中的生物力学变化,以找到发生运动损伤的原因,寻求优化肌肉做功、激活肌肉力量、提升运动表现的最佳手段。通过此项技术,格里菲斯大学的运动员在2022年东京奥运会的14个比赛项目中获得了奖牌,对澳大利亚奖牌总数的贡献比超过了30%。澳大利亚官方表示,为更好地备战2032年布里斯班奥运会,将在训练中继续推广数字运动员项目,以赋予运动员和教练更好的洞察力,帮助他们在训练参赛过程中实时掌握身体内部发生的变化^[24]。

2.2 运动员管理系统(Athlete Management System):数智赋能科学训练的重要枢纽

运动员的海量训练数据是数智赋能科学训练的核心要素,运动员管理系统(Athlete Management System,简称AMS)是对多元异构的训练数据进行集成处理、整合分析和挖掘应用的服务中台,是开展数智赋能科学训练实践的重要枢纽。基于数智技术打造的运动员管理系统能够提高训练参赛的个性化、立体化、协同化服务保障水平,是数智赋能科学训练的关键一环。在加拿大,一家专注于可穿戴设备数据整合、运动医学3D动画制作、运动员管理系统运维的体育科技公司开发了一款名为“Kinduct”的运动员智能管理系统和软件平台,采用了50余种集成技术对不同类别运动员的训练表现、健康管理、运动损伤、睡眠营养等相关数据进行了整合,可以为运动队/员、训练师、医务人员等用户群体提供运动测试与评估、运动损伤跟踪管理、训练与康复方案定制、训练数据可视化报告、精英运动员选拔(俱乐部选秀)等服务,并辅助科学训练决策,以将教练员从机械重复的训练服务保障工作中解放出来,让他们聚焦于创新性训练指导,致力于实现运动表现的个性化最佳发展。以“Kinduct”系统平台中的运动损伤跟踪(injury tracking)管理服务为例,其通过记录和存储运动员的所有伤病及康复史数据(配有严格

的权限管理,只有某些特定人员才能访问受伤和医疗信息),并生成治疗日志,以便医务人员科学评估运动员的损伤情况、调整康复计划、共享伤病报告,进而帮助教练组动态实时掌握运动员的健康状态,并据此调整训练课程的内容和负荷。目前,该平台已经被超过550支专业和精英运动队使用,以整合运动员的表现(performance)、健康(wellness)和损伤(injury)相关数据,并允许在遵守用户条款和隐私声明的前提下被进一步共享、分析和使用,以帮助教练员更加科学地定制针对不同运动员的个性化训练康复计划,降低训练损伤的发生风险^[25]。

在澳大利亚,国家体育委员会(Australian Sports Commission,简称ASC)为了更好地制定竞技体育战略决策、改善运动员健康与运动表现以及对竞技体育相关人员进行教育、管理和培训,联合下设的国家体育研究院(Australian Institute of Sport,简称AIS)建立了一个全国性的基于Web平台的运动员管理系统,用于支持澳大利亚各类体育训练组织系统(如运动项目协会、体育科研机构、体育学院等做出科学的训练、教育和管理决策,以改善运动员的健康、运动和学业表现。AMS为每个精英运动员/队(high performance athlete、squad and team)建立了个性化、自定义的集运动表现数据采集、分析、预警和报告等功能于一体的综合信息服务平台,为多元训练主体之间建立了顺畅的信息共享和沟通决策机制,便于相关人员通过移动终端掌握和了解运动员在世界任何地方的训练和参赛适应情况,促进提升训练复合型团队的协同化工作能力。自2013年以来,AMS通过数字化平台将体育政府部门、社会组织 and 科研院所纳入到一个系统之中,对它们各自的优势资源进行整合利用,促进不同学科背景和工作职能的多元训练主体之间建立了更为牢固的伙伴关系,让他们有组织地联合起来制定更加经济高效的训练方案,为改善和提升澳大利亚的竞技体育综合实力发挥了重要作用^[26]。

2.3 综合运动表现中心(High Performance Centre): 数智赋能科学训练的基础环境

运动表现是指人们在运动中以良好的身体素质为基础,利用最优化的动作模式、高效的运动技能效率完成一个或一套动作所表现出的能力。综合运动表现中心是对这种表现能力进行测试量化、分

析评估、优化提升的训练基地(场所),是数智赋能科学训练的基础环境和实践载体。因此,各国在开展科学训练实践中均十分注重对数字化、智能化综合运动表现中心的布局与建设。在英国,总部位于曼彻斯特的国家体育科学研究所(English Institute of Sport,简称EIS)拥有国际知名的体育科学家、运动表现主管,以及世界领先的体育科技和训练软硬件设施装备,并在全英国范围内建立了7个综合运动表现中心,旨在为国家奥运会和残奥会运动员提供世界顶级的体育科学、运动医学、工程科技等支持服务。这7个基于数智技术打造的综合运动表现中心可以实现数据信息、训练指导、医疗保障等资源的共享服务,分别为不同项目的运动员提供生物力学(biomechanics)、运动生理(physiology)、运动医学(sports medicine)、心理(psychology)、营养(nutrition)、体能(strength and conditioning)、运动表现分析(performance analysis)、健康生活监测(performance lifestyle)、物理治疗(physiotherapy)等方面的一体化综合服务。如巴斯大学(Bath)综合运动表现中心主要为现代五项、游泳、击剑、帆船等项目的运动员服务;比萨姆(Bisham)综合运动表现中心主要为赛艇、曲棍球、橄榄球等运动项目服务,同时也是国家队强化康复中心(Intensive Rehabilitation Unit,简称IRU)的所在地;哈默尔恩—皮尔蒙特(Holme Pierrepont)水上运动中心主要为皮划艇、速度滑冰等项目的运动员服务;丽尔索(Lilleshall)综合运动表现中心主要为体操和射箭运动员提供服务;谢菲尔德(Sheffield)运动表现中心主要为拳击、乒乓球、跳水等项目的运动员服务;拉夫堡大学(Loughborough)综合运动表现中心的专长是为青少年和残疾人运动员提供各种健康诊断和筛查服务。曼彻斯特(Manchester)运动表现与健康研究中心设在EIS的总部,其可以为全项目运动员提供综合的训练与健康支持服务。统计显示,在2016年里约热内卢奥运会期间,EIS为英国队93%的运动员提供了科技服务,共涉及31个体育项目、67枚奥运奖牌和147枚残奥奖牌^[27]。此外,在综合运动表现中心团队的组织管理方面,英格兰体科所构建了由横向的专业领域主管和纵向的体育项目主管组成的网络系统,这种高效实用的管理模式大大提升了综合运动表现中心之间的协同服务能力。

在美国,与综合运动表现中心功能相似的纽约体育科学实验室(NY Sports Science Lab)配有世界知名的运动科学家(sports scientists)、训练专家(exercise scientists)、运动物理治疗师(sports physiotherapist)、体能教练(strength and conditioning coach)、生物力学团队(biomechanists combine)以及一流的数智化训练环境设施,专注于通过尖端体育科学技术和循证方法相结合,测试、量化和解释运动训练的微观变化和复杂过程,以优化运动员的运动表现,达到人类运动基因表现的巅峰^[28]。该实验室使用三维动作捕捉(3d motion)、肌/脑电反应分析(EMG/EEG muscle response analysis)、大脑神经训练(brain training)、气动压缩脉冲(pneumatic compression pulse)、眼动追踪(eye tracking)、冷冻疗法(cryotherapy)、高温调理(hyperthermic conditioning)超脉冲激光(super pulsed laser)、3D基线脑震荡评估(3D baseline concussion assessment)、动态视觉刺激(dynamic visual stimulus)、虚拟仿真(virtual reality)、感官表现训练(sensory performance training)、反重力训练(anti-gravity training)、海拔模拟训练(altitude simulation training)等先进技术对运动员体能、技能、战术能力、心理能力、运动智能以及康复训练过程中的运动表现(从单个肌肉到特定动作模式)进行全面评估和综合分析,发现运动员竞技能力系统中的非平衡变量和薄弱环节,并基于分析结果制定精准化、个性化的解决方案,旨在帮助每位运动员,无论其年龄、体型和经验水平如何,都能在避免伤病的基础上充分释放其运动潜力,并在特定时间发挥出最佳状态,延长其运动寿命。目前,运动科学实验室的这些数智训练技术正在被更多的医院、运动表现实验室、职业俱乐部(如MLB、NFL、MLS、NBA、UFC等)以及美国奥林匹克训练中心广泛使用。

3 数智赋能科学训练的本土实践

3.1 现实困境

有学者认为,数字技术、社会组织、环境空间与行为实践这4个因素参与、影响甚至决定着数字化转型实践的运行过程,四者之间蕴含着“技术—组织—空间—行为”的逻辑关系,是一个包含主观和客观因素的影响系统,可看作是阐释数智赋能科学训练实践困境的一种分析框架和表达逻辑^[29]。基

于此分析框架,本文认为数智技术、训练组织、环境空间与行为实践是影响数智赋能科学训练实践成效的4大因素系统(图2)。其中,行为实践作为主观倾向性因素会受到数智技术、训练组织和环境空间这3类客观因素的支持或限制,支持维度指这些客观因素会通过其具备的优势促进训练主体的行为实践;限制维度指它们存在的问题会制约训练主体的行为实践。总之,这些主观倾向因素会与客观因素交织在一起,共同作用于数智赋能科学训练,它们之间的有序支配与互动能够促进数智赋能科学训练的良好、协调、可持续发展,而支配与互动失衡则会形成数智赋能科学训练创新实践的障碍。基于这种关系,本研究将从数智技术系统、训练组织系统、环境空间系统和行为实践系统等4个方面分别探讨数智赋能科学训练实践中面临的现实困境。

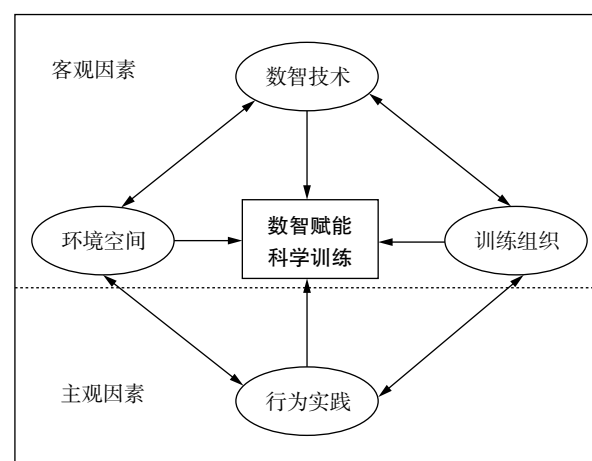


图2 数智赋能科学训练的影响因素框架

Fig.2 The framework of the influencing factors of data-intelligence empowering scientific training

3.1.1 数智技术系统:基础设施建设与训练数据管理问题

数智赋能科学训练的良好、协调可持续发展需要泛在智联、安全可靠、经济高效的新型数字基础设施和数据管理模式,但目前数智技术系统中还存在基础设施薄弱以及数据孤岛、数据霸权等数据管理漏洞问题。一是,基础设施建设方面。近年来,在数字新基建的浪潮下,尽管我国体育系统信息化基础设施有了极大改善,但相较教育、医疗等相关行业,体育领域的数智化新型基础设施建设薄弱的局面并没有得到根本性突破;5G、大数据、人工智能、云计算等数智技术与竞技训练的融合应用尚处于起步阶段,应用成效还不显著;智能化科学训练基地、数字

化多功能训练场馆、运动训练数据库等基础设施建设还在探索过程之中,缺乏具有推广意义的建设标准和示范案例。二是,训练数据管理方面。数智赋能科学训练主要是通过数据生态延伸价值生态,进而驱动训练的方法手段创新和质量效益变革,而现阶段由于缺乏专门的运动训练数据工程师,导致我国在训练数据的采集获取、集成处理、整合分析、服务应用、安全管理、流通共享等环节还存在诸多不足和漏洞;特别是近年来数据侵权事件频发,使得运动员训练数据保护与隐私问题的解决变得愈加紧迫,如何明确训练数据生产主体、使用主体、管理主体之间的权利义务分配,处理好训练数据开放共享与隐私保护之间的关系是开展数智赋能科学训练过程中亟待攻克的命题^[30]。

3.1.2 训练组织系统:战略认知水平与协同工作机制问题

训练组织是竞技训练利益相关者个体和团队为了更加经济高效地实现共同目标(提高竞技表现和取得竞技成绩)而构成的活动系统。由于训练组织内部各子系统在如何认识和实现共同目标下的子目标具有相对的差异性和自主权,因此训练组织系统的认知统一度和协同工作机制影响着多元训练主体间发现和整合异质性资源的能力,进而决定数智赋能科学训练的实施成效。一是,战略认知层面。全行业对数智赋能科学训练在体育强国建设中的战略价值认知不足,把训练过程中的数智化技术、产品和服务视为“锦上添花”之物,尚未深刻意识到数智赋能对提升竞技训练科学化水平和竞技体育综合实力的变革性作用,导致数智赋能科学训练的实践探索是碎片化、差异化的,缺乏整体性、系统性和方向性。二是,工作机制方面。数智赋能科学训练需要整合跨领域、跨学科、跨系统的多源异质性资源,这就意味着训练组织各子系统体系之间要建立完善的信息机制、信任机制和效率机制。然而,目前的数智赋能科学训练实践往往强调软硬件基础设施的投入,忽视了多主体、多部门、多平台之间的协同共享、统一规划和系统兼容,导致训练组织系统内部面临信息孤岛、协同壁垒的困境,难以实现预期效果。

3.1.3 环境空间系统:政策支持体系与应用场景建设问题

环境空间是一个多维概念,反映着数智赋能科

学训练面临的外在支持和压力,而这些支持和压力可能来自宏观抽象的政策环境,也可能来自微观具体的应用场景。一是,政策环境。从国家到地方的政策支持体系可以构建更为广泛的互动方式,有利于数智赋能科学训练良性、协调和可持续发展。然而,当前我国体育系统虽然在顶层设计上一再强调数智赋能科学训练的现实意义,但缺乏支撑数智赋能科学训练规范发展的系统规划、治理框架、制度设计和标准体系,导致数智赋能科学训练的零星实践流于概念化、形式化,数智赋能科学训练战略与实践“两张皮、两条线”。二是,应用场景。数智赋能科学训练应用场景建设的目的是推动数智技术与科学训练实践的深度融合应用,并实现标准化、示范化、规模化的市场推广,由此推动数智赋能科学训练新技术、新产品、新服务、新业态的发展壮大。目前,由于原创性技术缺失、核心技术引入不足、训练单位与科技企业沟通不畅等问题,我国的数智赋能科学训练应用场景相对缺乏且功能单一,尚停留在运动员信息管理和训练数据存储层面,在推动运动员选材、训练、营养、康复、参赛、教育等竞技训练核心业务提质增效的内涵建设上作为有限,缺乏具有示范效应的集“训练、科技、医疗、教育、服务”于一体的数智赋能科学训练应用场景,尚未形成可复制的场景化“数智训练”解决方案。

3.1.4 行为实践系统:风险规避倾向与主体数智素养问题

数智赋能科学训练的行动主体会结合自身数智素养对上述的客观因素进行考量和判断,这个过程中存在风险规避倾向,进而影响行为实践。一是,风险规避倾向层面。数智赋能科学训练的转型实践是一个需要调整和试验的渐进过程,需要面临试验效果不佳甚至是转型失败的风险,这种风险可能会对行动主体构成威胁,包括浪费时间以及受到监管部门的批评或问责等,进而导致训练组织及其成员在响应数智赋能科学训练政策时持观望或消极态度,在推行过程中趋向于采用保守的方式,这无疑进一步增加了数智赋能科学训练流于形式、转型失败等风险,最终形成一个恶性循环,影响数智赋能科学训练的推广进程和实施效果^[31]。二是,主体数智素养层面。训练主体的数智素养是指数智环境下训练主体在服务 and 保障运动员训练备战参赛实践中所具备

的或形成的有关数智意识、数智知识、数智思维、数智能力的综合体,并体现为对数智化训练资源的获取、制作、使用、评价、交互、分享、创新,以及安全保障、伦理道德等一系列素质与能力,其是数据素养和人工智能素养的融合,是驱动数智赋能科学训练高质量发展的内在动力^[32]。目前,我国复合型训练团队建设对信息服务、大数据、人工智能等数智方面的高端人才有着迫切需求,团队成员知识结构相对老化,数智素养总体水平偏低和数字鸿沟问题突出,虽然能够理解数智赋能科学训练的价值,但对其如何发挥效用、能够发挥何种效用一知半解,难以有效满足推动数智赋能科学训练良性、协调和可持续发展的需要。

3.2 实践优化

3.2.1 夯实“数智技术系统”的保障水平

数智技术系统是支撑数智赋能科学训练系统工程坚实根基。针对系统中存在的数智化新型基础设施薄弱和训练数据管理漏洞等问题可从以下几个方面着手解决:一是,加快建设高速泛在、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控的数智训练基础设施,打通支撑数智赋能科学训练高质量发展的信息“大动脉”;推动新一代移动通信技术在各级各类训练单位、训练场馆、训练基地的规模化应用;制定数智化训练场馆建设、评价与运维指南,有序推进训练场地设施、器材装备数智化升级改造工程;聚焦数字运动员平台、运动员管理系统、综合运动表现中心等3大核心板块,整合相关资源加快推进项目落地。二是,搭建全国统一的竞技体育大数据平台,将现有的第三方数据、比赛影像数据、训练系统数据、训练场馆数据、科研实验室数据进行系统集成,打破数据孤岛、统一技术规范、统一数据标准、统一访问接口;加强对训练数据资源采集获取、集成处理、流通共享、整合分析、挖掘应用。三是,健全训练数据安全治理体系,完善数据平台的网络信息安全保障体系和安全管理机制,提升关键基础设施防护能力和安全自主可控水平,制定并敦促相关执行方严格执行竞技训练数据采集流程、处理规范和共享标准,通过流量管控、权限管理、分级分类等方法保障数据的安全流通,设置竞技训练数据管理专员岗位,加强对运动员数据隐私安全的保护,为构建安全可信、融汇互通、良性循环的数智赋能科学训练生态圈奠定坚实

基础。

3.2.2 增强“训练组织系统”的认知协同

数智赋能科学训练不仅仅是技术应用的问题,还是训练组织层面的战略管理问题,针对训练组织系统中存在的战略认知不足和主体协同壁垒问题可从以下几个方面着手解决:一是,统一训练主体对数智赋能科学训练在提升竞技体育综合实力,加快建设体育强国中的价值认知,通过课题申报、咨询报告、会议论坛等形式鼓励竞技体育领域的专家学者对数智赋能科学训练这一议题进行系统研究、深入探讨和广泛交流;组织相关学者对国际竞技训练数字化、智能化转型实践的发展现状、先进经验和未来趋势进行总结梳理,加大对数智赋能科学训练新理念、新技术、新方法的宣传力和推广服务。二是,支持和鼓励地方省市体育局和训练组织结合自身的具体情况和水平,用全局和系统思维开展竞技训练数智化转型实践,制定符合其项目布局、资源情况、数智环境、技术能力等的竞技训练数智化转型战略以及相关关联的实施计划和具体操作方案。三是,可借鉴英国综合运动表现中心的项目布局思路,整合地方体育高等院校、项目协会、体育科学研究所、竞训管理部门的资源,结合不同地区的优势项目在全国建设一批针对不同项目群的运动表现中心和数智化科学训练基地,以解决训练复合型团队互动协同工作效率不高的问题。如借助湖北仙桃“体操之乡”的优势,鼓励湖北体育局、武汉体育学院、湖北体育科学研究所、体育科技公司联合共建全数智化的国家体操运动表现中心和科学训练基地;鼓励山东、广东等地分别结合自身在重竞技和水上项目的优势,整合地方高校、科研院所等资源建立全国重竞技项目及水上项目运动表现中心和数智化科学训练基地。

3.2.3 完善“环境空间系统”的支持服务

环境空间系统是促进数智赋能科学训练推广实施的重要保障。针对系统中存在的配套政策支持不够和应用场景缺乏等问题可从以下几个方面着手解决:一是,充分发挥竞技体育新型举国体制的优势,引入市场资本和社会科技力量做好数智赋能科学训练的顶层设计、系统规划和统筹协调;建立从国家到地方再到训练单位的垂直治理结构,构建行政主推、市场参与、社会配合、高校联动、地区落地的运行

机制,以促进各层级、各主体集体行动,实现价值共创。二是,建立健全数智赋能科学训练的相关配套政策,加大专项资金支持数智赋能科学训练的投入比例,制定数智赋能科学训练实践过程中的管理制度、技术框架、标准规范和行动指南(如可根据图3所示从基础层、数据层、应用层、用户层等4大层面,明确数智化科学训练基地和综合运动表现中心的技术标准、数据标准、应用标准和服务标准),同时需引导各方遵循需求导向、因地制宜、发挥实效的原则,既要尽力而为也要量力而行,避免因政策刺激盲目发力,浪费宝贵的要素资源。三是,整合政府部门、科研院所、训练单位、科技企业的力量,推动5G、大

数据、云计算、物联网、人工智能、虚拟现实、增强现实等现代信息技术在竞训人员管理(运动员、裁判员、教练员等训练主体进行统一注册、管理、培训、教育、考核、选拔等),训练备战(训练监看、训练日志、线上指导、体能测评、技战术诊断、健康管理、损伤预警、心理监控、表现分析等)、赛事服务(竞赛报名、计时计分、比赛直播、仲裁回放、数据统计、成绩发布、情报分析、赛事指挥等)等领域的综合集成应用,不断创新数智赋能科学训练的应用场景,同时兼顾创新成果向全民健身领域转化应用,促进竞技体育和群众体育全面发展,实现社会效益和经济效益相统一。



图3 数智赋能科学训练技术框架图

Fig.3 Technical framework of data-intelligence empowering scientific training

3.2.4 提升“行为实践系统”的能力素养

行为实践系统是推进数智赋能科学训练可持续发展的内生动力。针对系统中存在的风险规避倾向与数智素养鸿沟问题需要从以下几点加以改善:一是,注重自上而下与自下而上相结合,采用一些风险

规避措施去弥合数智赋能科学训练的转型风险与转型价值之间的鸿沟,自上而下是指在数智赋能科学训练实践推进过程中,以国家体育总局为主导的体育行政部门要充分调研不同地区、不同组织、不同项目对数智赋能科学训练的实际需求与现实条件,高

层次布局、高规格推进,压实主体责任,推行“领导小组+项目化管理+专班化运作”方式,避免职能交叉和多头管理;自下而上是指调动和增强一线训练组织成员参与数智赋能科学训练实践的主动性和积极性,从体能训练、技战术训练、健康管理、学业教育、后勤保障等某一环节入手逐步改变现有的运动员训练、管理与服务模式,力求从量变的积累中产生质变,达到系统性、全方位的竞技训练数智化转型。二是,加快提升训练主体数智素养与技能,定期开展管理人员、教练员、运动员、相关服务保障人员的数智素养提升培训工作,通过集中授课、理论学习、实习实训等多种形式,提升运动训练相关主体对运动训练数据的采集、处理、分析、解释和应用能力,增强主体数据保护意识,在部分运动项目复合型训练团队中试点设置运动表现主管、数据工程师等岗位。三是,加大高层次、高技术、复合型训练人才的引进与培养,加强与高校合作,遴选一批体育高等院校为试点,建立数智化体育科学实验室,专门从事数智训练资源的开发与利用;打造国际化、专业化、高端化的竞技训练交流平台,以“线上+线下”相结合定期举办竞技训练数智化转型研讨会,聚合政府、市场、社会多方力量,打通数智训练创新链、应用链、价值链,形成数智赋能科学训练生态体系。

4 结语

科学训练是竞技体育工作者的永恒追求,科学技术的不断创新,竞技体育国际竞争的日趋激烈给数智时代背景下的科学训练提出了更高的要求。本文系统研究了数智赋能科学训练的内涵逻辑、国际镜鉴、现实困境和实践优化,理论贡献在于:一是,将大数据、人工智能、物联网等新一代信息技术与竞技训练相结合的实践活动统一为数智赋能科学训练,较为清晰地阐释了数智赋能给当代科学训练带来的新变化和新事实,分析数智赋能何以提升训练科学化水平的底层逻辑。二是,从数智赋能科学训练实践的本质规律出发,聚焦“数字运动员”“运动员管理系统”“综合运动表现中心”等3大关键要素,系统梳理国际数智赋能科学训练的先进经验和典型案例,为国内开展数智赋能科学训练实践提供了落地端口和发力方向。三是,基于技术创新理论的视角,将数智赋能科学训练推行效果的影响因素

归纳为数智技术、训练组织、环境空间和行为实践等4大系统,并分别针对各个系统梳理具体问题,进而提出解决方案,一定程度上丰富了“数智赋能”的研究视角,对推动科学训练理念与实践创新具有重要价值。未来,伴随数字中国、体育强国战略的深入实施,发挥“数”与“智”相结合的赋能效用,推广数智赋能科学训练新理念、新场景、新实践是竞技体育高质量发展的必然趋势,对提升训练科学化水平,增强竞技体育综合实力,加快建设体育强国具有重要现实意义。

参考文献:

- [1] 周利敏,钟海欣.社会5.0、超智能社会及未来图景[J].社会科学研究,2019(6):1-9.
- [2] 陈小平.科技助力奥运训练:形势、进展与对策[J].体育学研究,2018,1(1):76-82.
- [3] 于炳德,周守友,徐慧华.科学化:中国运动训练发展的孜孜以求——陈小平教授对话录[J].体育与科学,2022,43(2):56-62.
- [4] 杨国庆.整合分期:当代运动训练模式变革的新思维[J].体育科学,2020,40(4):3-14.
- [5] 袁守龙.东京奥运会科技备战的战略转型和价值启示[J].体育科学,2021,41(12):10-17.
- [6] 闫琪,廖婷,张雨佳.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.
- [7] 黎涌明,韩甲,张青山,等.我国运动训练学亟待科学化——青年体育学者共识[J].上海体育学院学报,2020,44(2):39-52.
- [8] 胡海旭,金成平.智能化时代的个性化训练——机器学习应用研究进展与数字化未来[J].体育学研究,2021,35(4):9-19.
- [9] 苏炳添,李健良,徐慧华,等.科学训练辅助:柔性可穿戴传感器运动监测应用[J].中国科学:信息科学,2022,52(1):54-74.
- [10] 陈国青,任明,卫强,等.数智赋能:信息系统研究的新跃迁[J].管理世界,2022,38(1):180-196.
- [11] 柯平,张颖,张瑜祯.公共图书馆高质量发展的十个新主题[J].图书与情报,2021(1):1-10.
- [12] 储节旺,吴蓉,李振延.数智赋能的创新生态系统构成及运行机制研究[J/OL].情报理论与实践:1-10[2022-12-07].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1762.G3.20220929.1606.006.html>.
- [13] 吴彰忠,钟亚平.数字赋能构建体育发展新格局:理论逻辑与实践基础[J].天津体育学院学报,2022,37(5):553-558.
- [14] 刘志阳,邱振宇.数智创业:从“半数智”时代迈向“全数智”时代[J].探索与争鸣,2020(11):141-149.
- [15] 杨冠强,汪毅,陈辉,等.技术赋能与行动理性:科技冬奥理念的实践表征与内在逻辑[J].体育与科学,2022,43(3):1-6.

- [16] 王开元,刘宇.科技助力奥运——新科技与挑战[J].中国体育科技,2019,55(1):5-12.
- [17] 邱泽奇,范志英,张樹沁.回到连通性——社会网络研究的历史转向[J].社会发展研究,2015,2(3):1-31.
- [18] 杨国庆,彭国强,戴剑松,等.中国竞技体育复合型训练团队的发展问题与创新路径[J].北京体育大学学报,2020,43(6):10-19.
- [19] 钟亚平,吴彰忠,陈小平.数据驱动精准训练:理论内涵、实现框架与推进路径[J].体育科学,2021,41(12):48-61.
- [20] 仇乃民,李少丹.竞技能力系统的非线性演化:内涵、形式与特征[J].北京体育大学学报,2016,39(1):137-144.
- [21] 胡海旭,杨国庆.数字化转型:点燃当代竞技运动训练变革新引擎[J].北京体育大学学报,2021,44(11):81-98.
- [22] 马海峰,吴瑛.基于“竞技状态”的中国特色运动训练过程安排理论[J].上海体育学院学报,2022,46(3):39-49.
- [23] NFL.The Digital Athlete and How it's Revolutionizing Player Health & Safety[EB/OL].(2022-11-22).<https://www.nfl.com/playerhealthandsafety/equipment-and-innovation/aws-partnership/digital-athlete-spot>.
- [24] KATHY KRUGER.Hollywood magic helps sport scientists deliver the Digital Athlete[EB/OL].(2022-11-22).<https://www.wearegoldcoast.com.au/articles/digital-athlete>.
- [25] KINDUCT.We make better athletes[EB/OL].(2022-09-13).<https://www.kinduct.com/>.
- [26] AUSTRALIAN SPORTS COMMISSION.athlete management system[EB/OL].(2022-09-13).<https://www.ais.gov.au/ams>.
- [27] ENGLISH INSTITUTE OF SPORT.The EIS delivers outstanding support that enables sports and athletes to excel[EB/OL].(2022-09-13).<https://eis2win.co.uk/>.
- [28] SPORT SSCIENCE LAB.Optimize By Sport[EB/OL].(2022-09-13).<https://nysportssciencelab.com/#close>.
- [29] 胡姣,彭红超,祝智庭.教育数字化转型的现实困境与突破路径[J].现代远程教育研究,2022,34(5):72-81.
- [30] 钟亚平,吴彰忠.体育强国视域下的体育数据开放:内涵、价值、镜鉴与路径[J].上海体育学院学报,2022,46(3):72-87.
- [31] 钟合.避开5大常见数字化转型困境[N].中国信息化周报,2021-01-11(21).
- [32] 许亚锋,彭鲜,曹玥,等.人机协同视域下教师数智素养之内涵、功能与发展[J].远程教育杂志,2020,38(6):13-21.

作者贡献声明:

吴彰忠:提出论文选题,设计论文框架,负责论文撰写;钟亚平:讨论论文选题和框架,指导、修改论文;史金田、吕一翔:参与搜集、整理资料;关烨明、余绍华:校对文字。

Data-Intelligence Empowering Scientific Training: Connotation Logic, International Experience and Local Practice

WU Zhangzhong, ZHONG Yaping, SHI Jingtian, LYU Yiyang, GUAN Yeming, YU Shaohua,

(Sports Big-Data Research Center, Wuhan Sports University, Wuhan 430079, China)

Abstract: Data-intelligence empowering scientific training means that in the data-intelligence environment, the main body of sports training takes digital and intelligent training equipment as the carrier, takes the big training data and the scientific training knowledge as the key elements, and takes the intelligent algorithm as the tool, with the purpose of promoting the scientific level of sports training practice. At present, many international competitive sports powers are focusing on the construction of Digital Athlete, Athlete Management System and High Performance Centers to actively carrying out the scientific training empowered by data-intelligence. In practice, data-intelligence technology, training organization, environmental space and behavior practice are the four factors that affect the data-intelligence empowerment. Therefore, it is necessary to strengthen the guarantee level of “data-intelligence technology system”, strengthen the cognitive coordination of “training organization system”, perfect the support service of “environmental space system”, and improve the ability and quality of “behavior practice system”, so as to create a conducive ecology in which data-intelligence empowers the scientific training.

Key words: data-intelligence empowerment; scientific training; competitive sports; sports powers; digital intelligence technology; training organization; environmental space; behavioral practice