

·竞赛与训练·

论高水平运动员训练理论研究范式转型

——基于复杂性科学视角

胡昌领¹，李少丹²

(1.安徽工程大学 体育学院，安徽 芜湖 241000；2.北京体育大学 竞技体育学院，北京 100084)

摘 要：“多赛制”造就了高水平运动员的出现，挑战着传统训练理论的“实用性”。同时，反思其研究范式所构建的研究框架、方法和概念体系等是否适应时代发展，也预示着训练理论研究范式的革命。采用文献、历史与逻辑、复杂性科学方法，从分析高水平运动员训练复杂性入手，系统梳理传统训练理论的“适应性”，进而提出复杂性研究范式的研究需求，旨在拓展该理论前沿的研究视野。研究认为，简单性范式构建传统训练理论应用于高水平运动员参加“多赛制”暴露出局限性，对高水平运动员训练理论研究应该建立复杂性研究范式。

关 键 词：竞赛与训练；高水平运动员；训练理论；研究范式；复杂性科学

中图分类号：G808 **文献标志码：**A **文章编号：**1006-7116(2020)01-0126-06

On high performance athlete training theory research paradigm transformation

——Based on the perspective of complexity science

HU Chang-ling¹，LI Shao-dan²

(1.School of Physical Education, Anhui University of Engineering, Wuhu 241000, China;

2.Sports Coaching College, Beijing Sport University, Beijing 100084, China)

Abstract: The “multi-competition system” makes the occurrence of high performance athletes, challenging the practicability of traditional training theories. In the mean time, rethinking whether the research frameworks, methods and concept systems established by their research paradigms adapt to the development of the times also indicates a training theory research paradigm revolution. By using the methods of literature, history and logic, and complexity science, starting with analyzing high performance athlete training complexity, the authors systematically collated the “adaptability” of traditional training theories, and then put forward the research need of a complex research paradigm, so as to expand the frontier research vision of this theory. The authors concluded the followings: applying traditional training theories established by simple paradigms to high performance athletes participating in the “multi-competition system” exposed limitations; a complex research paradigm should be established for high performance athlete training theory research.

Key words: competition and training; high performance athlete; training theory; research paradigm; complexity science

20 世纪 80 年代中后期，尤其是 1988 年韩国汉城奥运会允许职业运动员参加奥运会后，世界竞技体育迅猛发展。“多赛制”体现了竞技体育的发展方式转变，也造就了高水平运动员的出现，即全年频繁成功参赛并能获得优异成绩的运动员。与此同时，传统训练理

论听到了业界强烈的质疑声^[1]。由此引发了“分期”与“板块”训练周期理论之争，时至今日两种观点“谁”能最适合高水平运动员全年成功参赛，其跨国讨论仍在进行中^[2]。训练理论研究发展已超过 60 年，尽管在不同年代都有其独特的时代烙印及内涵，但是在今天

收稿日期：2019-09-16

基金项目：安徽省高校人文社会科学研究重点项目(SK2019A0109)。

作者简介：胡昌领(1981-)，男，副教授，博士研究生，研究方向：武术教学与训练、训练过程与控制。E-mail: lingarok@163.com 通讯作者：李少丹

看来有关高水平运动员的训练理论研究已很难适应或不能满足其成功参赛的行为逻辑。显然,高水平运动员训练理论研究模式(方法论)出现了问题,没有考虑到预期。因为任何一门科学理论都是由其知识和方法论两部分组成,两者相互影响相得益彰,共同决定了该理论发展的时代状况;然而,其方法论观点都带有一定的合理性和局限性^[9]。另外,方法论观点也受被研究对象的学科属性限制。比如,自然科学方面研究对象较适合定量研究范式,社会科学方面研究对象较适合定性研究范式,综合类研究对象较适合综合研究范式。当科学方法论不能满足于或影响科学理论发展时,原有研究范式必须要转型衍化,以期适应实践发展的需要。前人对训练理论研究范式曾作过一些研究,指出了“简单性”研究范式是阻碍高水平运动员训练理论发展的关键因素,同时,也提出了破解复杂性是当代高水平训练理论研究的重要命题^[4-5]。本研究从方法论方面系统梳理传统训练理论的“适应性”,进而提出复杂性研究范式的研究需求,旨在拓展高水平运动员训练理论前沿的研究视野,强调建立复杂性研究范式对高水平运动员训练理论研究的重要意义。

1 从简单到复杂:重塑高水平运动员训练理论的认知

1.1 高水平运动员训练理论研究该用何种范式

科学存在的意义不仅在于理论描述,更在于具有实践预言力^[6]。训练理论把实践预言力作为训练指导理由,是因为训练实践既能对训练理论进行检验,训练实践本身又是训练理论预言的对象。训练理论描述体现为理论的可靠性,理论可靠性受到两个因素的制约,一是训练理论表达形式要达到逻辑自洽;二是必须符合训练实践经验。

用简单性思想创建高水平运动员训练理论是否合适?简单性思想是近代科学研究的重要内容。数百年来,科学研究一直把简单性原则作为行动指南,证明物质构成的简单性,运动规律的简单性和科学方法的简单性^[7]。牛顿在《自然哲学的数学原理》中声称,自然界喜欢简单化。他把简单性作为科学信条,置于众法则之首,试图从牛顿三大定律出发演绎出自然界的一切运动规律,他所构造的体系的确也是相当简单的^[7]。今天,几乎所有的竞技项目运动员,在力量训练中都遵循牛顿的第三定律,即相互作用的两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等、方向相反,作用在同一条直线上,表达式为: $F=-F'$ ^[8]。以往力量训练“刺激-反应”呈线性的关系模式,但高水平运动员力量训练却属于例外。例如,Letzeher和Bauersfeld对

不同水平男子铅球运动员卧推最大力量与专项成绩之间的相关关系进行研究,结果发现成绩为12~16 m的运动员卧推成绩与专项成绩高度相关,呈线性关系;而成绩为19 m以上优秀运动员卧推成绩与专项成绩之间仅为低度相关,而呈非线性关系^[9]。这是一个普遍现象。再如,刘爱杰博士曾对参加2001年2月国际赛联在西班牙举办的国际训练营的部分运动员基本运动素质和专项最大运动做功能力调查发现,4名中国男子公开级四人双桨运动员的速度、力量和耐力素质都分别好于德国女子公开级四人双桨运动员,但德国女子公开级4人双桨运动员的专项最大做功能力却几乎与这4名中国男子运动员相等,水上2 000 m四人双桨比赛时间更是快于中国男队员^[10]。这表明,当运动员达到高水平时,他们的专项能力或成绩表现不是通常想象的简单因果链条关系,而是一种多系统、多组织、多器官、多层次的复杂动态变化关系。牛顿依据简单性原则建立的力学定律,体现为“过程的起始条件一旦确定,就可以严格确定地预言此后的事件、过程;同一系统可以在相同条件下实现相同过程”^[11]。也就是说,牛顿力学具有严格确定性、因果必然性,高水平运动员训练不能满足牛顿力学条件,原先遵从的“刺激-反应”线性模式失去可靠性和预言力。物理世界典型的例子如:一个以速度 V 进行匀速直线运动的物体所经过的路程 S ,遵循严格的“ $y=kx$ ”线性函数关系,一旦知道该物体的起始位置就可以严格预言它在这条直线上任何时刻的位置^[12]。试想,在高水平运动员训练和比赛时,几乎不可能严格预知他们的运动轨迹和专项成绩。

其实,生物演化领域最早对简单性提出了挑战。生物世界是从简单生物逐渐演化,通过竞争和选择走向了一个更加有序、更加高级、更加丰富多样的生物世界^[7]。20世纪20年代,奥地利生物学家贝塔朗菲提出的一般系统论标志着简单性范式遭遇到了强有力的挑战。一般系统论以“系统”“整体”和“整体性”为科学研究对象,“我们被迫在一切知识领域中运用‘整体’或‘系统’概念来处理复杂性问题”^[13]。意味着与传统思维简单性(线性)相比,复杂性思维基本方向发生了转变。然而,以贝塔朗菲为代表的第一代复杂性科学探索者们雄心勃勃,甚至人人都构造了自己反对简单性探索复杂性的研究纲领,但后来的学科发展实践证明,他们似乎过于乐观,其实他们并没有完全跳出还原论的窠臼,往往是自己用还原论的手段去追求复杂性目标^[7]。20世纪60年代中国训练理论创建初期,对训练理论(学)下的定义为:“研究训练的规律、训练与运动成绩的因果关系,或者说运动成绩与训练

中各因素的依赖关系。”^[14]显然,初创时期关注到了“运动成绩”和“整体”与各因素的关系。但是,中国训练理论研究框架及其内容深受一般系统论影响,一味追寻简单性研究范式,把解决复杂问题简约还原为几个问题或将整体还原为各个部分,通过每个部分的逐一解决来推断整体,结果导致中国训练理论简单性多于复杂性、模仿多于自主创新、累积性多于实证性、单学科多于跨学科、理论性多于操作性等^[5]。目前“耗散结构理论”^[15]“协同学”^[16]“混沌理论”^[17]“自组织理论”^[18]等复杂性科学理论已应用到高水平运动员训练理论领域,尽管没有面面俱到,但复杂性科学理论开阔了中国训练理论研究视野。

1.2 怎样理解高水平训练理论的复杂性

20世纪90年代至今世界竞技体育受到政治、经济、文化等因素的影响发生了深刻变革。奥运会、各个竞技项目世锦赛或世界杯和职业体育两大系统赛事融合为竞技体育发展注入了活力。比如,职业网球运动员,1—11月每个月比赛(澳网、法网、温网、美网、ATP巡回赛、联合会杯、戴维斯杯等),而且全年每场比赛排定名次;NBA冠亚军球队打完季前赛、常规赛和季后赛,其比赛总场次大约要打113~118场;欧洲足球五大联赛从当年8月到次年5月每周都有比赛。

“多赛制”颠覆了经典的马氏“分期理论”规定运动员全年只参加2~3次重大比赛的训练模式。于是,适应于“多赛制”的“板块分期”理论应运而生。“板块分期”理论是在竞技体育商业化、职业化迅速发展,“分期理论”已不能完全解决高水平运动员专项成绩继续提高、多赛制和赛前竞技状态快速形成等一系列新问题背景下提出的^[19]。西班牙和挪威研究者们分别在男子皮艇运动员及自行车、越野滑雪高水平运动员中做了传统“分期”和“板块”训练模式的对比实验研究,结果发现“板块分期”训练的训练效果明显优于传统分期训练^[19]。目前,囿于竞技项目、训练个体、实施负荷不同等,尤其针对橄榄球、冰球、足球和篮球等高强度对抗、高频率参赛、高伤病风险著称的项目,“板块分期”模式适用范围、内涵、要素等仍有待于研究。应该说,“板块分期”模式极大地推动了高水平训练理论发展。在此带动下,许多新的理论、新的方法应用于高水平运动员训练实践中,比如“疲劳-适应双曲线模型”“有氧-无氧整体发展模型”“有氧能力和有氧功率,无氧能力和无氧功率”等;一些项目在力量训练中更加强调力量的神经支配和控制能力训练,着力发展运动员用力时的最大募集、最大冲动、最大同步和最佳协调能力,强调动作的稳定性、对称性和动力链^[20]。

然而,“碎片化”的理论与方法难以支撑高水平运动员训练理论整体学科发展。需要从不同视角考察高水平运动(训练和比赛)现象,此现象到处充满着“部分与整体”“差异与统一”“结构与功能”“对象与环境”“有序与无序”“线性与非线性”“阶段与全过程”等等许多相互关联的问题,对这些关联问题的准确回答是提升高水平运动员科学训练水平的关键。早在20世纪70年代,苏联学者发现在用各种姿势游泳时,从70%的速度增至75%的速度时,能量消耗同样是多消耗5%,两者之间呈线性关系;但如果进一步提高速度,游泳运动员此时所受到的阻力却是非线性增长,能量消耗也会急剧增加。速度从80%增长到85%,能量消耗增加到9%;而速度从90%增至95%和从95%增长至100%时,相应能量消耗分别增加12%和20%^[21]。这说明高水平运动员训练和比赛时不能仅仅用线性思维来考虑问题,更多需要用非线性思想来考量复杂性训练问题。因为非线性关系不满足加和加特性。尤其对高水平运动员来说,他们竞技能力的结构及其各要素间的关系更多体现出非线性关系,他们的竞技能力从低级向高级升级过程中往往带有不稳定性,不稳定性实质上是高水平运动员竞技能力提升必由之路。正本朔源,此时高水平运动员提升后的竞技能力整体性呈现出原先构成要素所没有的性质,这种特性称谓“涌现性”。“涌现性”是系统非加和的属性,系统整体(总体)功能往往表现为“整体大于部分之和”,即“涌现性”不能通过子系统“特性”的简单加总得到。它超过各个组成部分的简单加总,其中“大于部分”就是系统所涌现了“新质”的缘故,出现了结构与功能的改变^[22]。高水平运动员创造世界纪录(整体的涌现)来自于每一天训练的累积(源于部分),但是,纪录不是各个能力(部分)之间(层级间)简单静态的组合结构而是复杂系统层级结构间整体动态现象。因此,探索与研究高水平运动员竞技能力结构特征及其训练模式是一个复杂系统,也是我国训练理论能否实现自我超越、自主性创新的重要命题。

2 从移植到创生:建构高水平运动员训练理论复杂性研究范式

2.1 对传统训练理论研究方法论的评述

第一,传统训练理论研究框架及内容,是在还原论的方法论背景下取得的成果,通过分析还原研究即可获得关于人体运动行为的整体性认识,即将复杂的人体运动现象还原分解成生理、化学、力学过程,试图以生理、生物或机械的运动形式来解释人的复杂运动行为^[23]。以2000、2012年人民体育出版社出版的较

有影响的《运动训练学》为例, 比较竞技能力及其训练章节内容的变化。2000 年版《运动训练学》先阐述竞技能力概念、结构、模型, 后分章论述体能、技术、战术、心理和智能训练; 2012 年版《运动训练学》先阐述竞技能力概念、结构、模型, 后分章论述体能、技术、战术、心理和智能训练、知识能力及其培养; 2012 年版竞技能力模型增加了“木桶原理”“积木模型”“双子模型”, 竞技能力训练增加了“运动员知识能力及其培养”。历经 12 年, 竞技能力及其训练作为训练理论的核心, 其内容、方法论上几乎没有突破。有研究者利用 Cite 分析软件对 1998—2015 年我国运动训练理论研究的 897 篇学术论文及其相关参考文献进行科学计量与可视化分析, 发现研究方法范式的主要问题在于不同时期的科学问题重复出现, 说明理论发展出现停滞现象^[24]。

第二, 传统训练理论研究者受自身知识结构局限, 其研究理论自然带有偏颇。纵观训练理论研究方法的发展历程, 训练理论早期创建者大部分来自体育理论或田径、游泳等专项训练领域, 由于自身在知识结构上缺乏良好的生物学背景, 在研究方向上更加倾向对训练实践经验的分析与总结^[25]。如“分期”(周期)训练理论, 是苏联学者马特维耶夫在对苏联的游泳、举重和田径径赛等项目参加 1952 年第 15 届赫尔辛基奥运会及其后至 20 世纪 60 年代初备战世界大赛的训练计划进行总结与分析的基础上, 将这些训练的经验理论化于 60 年代中期所提出的^[26]。马特维耶夫在建构“分期”(周期)训练理论以及在该理论形成之后多年的运用过程中, 只是从教育学和方法论角度对竞技训练过程进行解释和归纳, 而较少考虑机体在训练过程中产生的生理生化反应, 尤其是没有深入分析研究不同运动器官和系统对训练产生的不同应激反应及其相互作用关系^[27]。

第三, 专项训练理论研究追求实证性, 虽实证性论文研究成果逐年增多, 但囿于传统研究方法的思维定势, 其应用效果并不理想。迫于高水平训练实践压力, 训练理论中的“分期”和“板块”训练周期学说都需要进一步验证。纵观国内外近年“分期”理论的发展, 一个突出动向是围绕“传统分期”和“板块分期”训练模式展开的实验性研究, 人们开始以两种不同训练模式为研究对象, 在力求规范一致的实验条件下, 探索在相同平均训练时间、负荷量和负荷强度的情况下, 不同训练强度的分布情况(即均匀投入还是集中投入)对训练效果的影响^[2]。这说明以往训练理论还停留于经验科学层面, 在面对“多赛制”发展进程中, 高水平运动员训练实践已不再满足于现有通过归纳、

推理及局部试验性研究而获得的分期训练理论的规定指导, 将选择适合时代发展的研究范式。

第四, 复杂性科学应用于训练理论研究刚刚起步, 其研究成果认知度低。与传统训练理论强调高水平训练有序、确定性相对应, 复杂性科学更多地关注高水平运动员训练复杂性的一面, 以高水平运动整体所表现出来的复杂性作为其研究问题的出发点。如果说传统训练理论是以训练所表现出有序、还原、理性的性质来理解高水平运动, 那么, 复杂性科学则立足于高水平运动员运动生命的复杂性来反观高水平运动。复杂性研究范式应用于高水平运动员训练理论研究方兴未艾, 复杂性研究范式具有丰富内涵, 与传统训练理论研究范式具有本质上的差异, 并在竞技体育诸多领域有逐渐取代传统研究范式的趋向。训练理论研究范式转向, 要求对高水平运动员训练实践进行复杂性再审视, 对传统训练理论重新筛选, 从中找出被分析还原方法忽视的有价值的理论。复杂性研究范式将演变为高水平运动员训练理论的科学陈述和方法论。从简单性范式向复杂性范式跨越转型, 意味着世界观发生转变。高水平运动员训练理论不再是简单的而是复杂的, 决定论的观点正在被超越, 随机性与不确定性正在得以确立^[28]。

2.2 建立高水平运动员训练理论复杂性研究范式的必要性

第一, 复杂性方法论与传统科学方法论具有本质区别。复杂性科学涉及的领域大都是传统科学方法论无法解决的问题。例如, 传统科学方法论规定线性系统中部分之和等于整体, 描述线性系统的方程遵从叠加原理, 即方程的不同解加起来仍然是方程的解。线性理论是研究线性系统的理论, 主要包括牛顿经典力学、爱因斯坦的相对论和量子力学理论等, 有成熟的数学工具, 如线性方程、曲线以及微积分等数学方法^[29]。张丽茹在对我国女子排球运动员弹跳力训练研究得出女子排球运动员助跑高度多元回归方程:
$$Y=39.161-2.749X_1+9.51X_2+0.167X_3+0.409X_4$$
其中: X_1 为 30 m 跑时间; X_2 为负重全蹲重量; X_3 为原地纵跳高度; X_4 为连续 5 次原地纵跳的平均高度^[30]。这是典型的线性方程, 在多元回归方程中因变量与自变量之间具有线性关系, 线性关系就是加和性的关系。也就是说, 求解女子青年排球运动员弹跳力是可以预知的。现实中, 竞技体育训练理论中应用线性原理、方程等比比皆是。然而, 在高水平训练实践中有许多现象用线性叠加原理是很难解释的, 构成要素内、外相互作用很难把握, 小原因大结果是常态。如肌肉收缩的张力-速度变化曲线就是非线性关系, 再如一个动作是

由不同种类的原动肌、对抗肌、固定肌和中和肌多块肌肉共同参与、相互协调配合下共同完成的。原动肌是动力,需要有对抗肌的协调配合;固定肌用来固定其定点骨;中和肌用来制约动点骨的额外运动。这说明完成动作过程是众多肌肉协调配合收缩的复杂结果,其作用机制是属于非线性的^[31]。因此,高水平运动员训练理论首先要从科学方法论上进行突破和革新,特别是要超越已经成为思维定势的还原论。

第二,复杂性方法论具有较先进的研究方法和工具。复杂性科学提出应该将研究对象当作具有生命活力的整体系统,并且重视要素组合所带来的结构、功能的涌现。复杂性科学采用一些传统科学不多见的科学方法,例如隐喻、模型、数值、计算方法等。隐喻方法主要通过比喻、类比等方式来达到表述用精确语言难于表述的复杂概念、系统^[32]。高水平运动训练中常常用隐喻概念表达难于言说的复杂现象,如竞技状态即获得—保持—消失 3 个阶段变化规律;“生物适应”原理告诉高水平运动员提升能力的要津,只有那些接受负荷刺激的器官、组织、神经-肌肉才可能产生相应的应激反应。模型方法给对象实体以必要的简化,用适当的表现形式或规则把它的主要特征描绘出来,这样得到的模仿品称为模型,对象实体称为原型。建构模型是为了研究原型,客观性、有效性是对建模的首要要求,反映原型本质特性的一切信息必须在模型中表现出来,通过模型研究能够把握原型的主要特性^[33]。复杂性研究一般都是在隐喻类比的基础上建立模型,通过模型方法来诠释复杂性系统。如田麦久教授等提出的由“木桶模型”和“积木模型”组合而成的“双子模型”,形象地诠释了竞技能力各个要素之间的有机联系,展示了运动员竞技能力的结构特征^[34]。所谓数值方法就是对系统模型进行数值求解,从而把握系统的运行规律^[32]。混沌现象就是通过计算机数值计算发现的。在高水平运动员竞赛中,“克拉克”“Choking(窒息)”“黑马”等现象今天仍束手无策,也许数值方法就是解题的工具之一。所谓计算方法就是从可计算理论出发,对问题是否可以计算以及怎样计算进行分析,并且对计算方法进行描述,以找到问题的解决方案或途径^[32]。如 2013 年 NBA 爆出无标记智能化运动跟踪系统(Sport VU)颠覆了职业篮球运动员传统的竞技能力评价体系,通过技术方法的挖掘和分析,给出每一位职业运动员赛季以分钟为单位的竞技效益,并为每位运动员设计出能力增长和损伤预防的个性化方案^[2]。随着高科技在训练和竞赛中应用,复杂性方法对高水平运动员训练理论研究的重要作用不可估量。

第三,复杂性科学对涉及的内容、领域具有方法

论意义。复杂性科学不是一门具体学科,而是分散在相互影响的众多学科之中,所持的方法论立场都已经超越了还原论^[35]。复杂性科学对哲学本体论、认识论和方法论产生了重大影响和冲击,用复杂性眼光和方法去透视高水平运动员训练理论,可能会发现传统学科方法难于发现的新观点、新思想。例如,竞技能力先有整体后有部分(各个子能力),不是部分(各个子能力)通过相互作用构成整体(竞技能力),而是整体(竞技能力)通过信息反馈、复制与转换生长出部分。在研究高水平运动员训练理论时,出发点不一样,研究结果往往有所不同。如 Buehrle 提出快速力量功效(涌现)是由低层的肌肉体积、肌肉质量、肌肉活性,中间层的最大力量能力、快速收缩能力以及上层的快速力量能力、肌肉内协调性、肌肉间协调性所组成,它们相互作用、相互激发而涌现的快速力量功效(生成整体)。所以,竞技能力的整体是涌现的产物,高层次是从低层次涌现出来的结果^[31]。按照生成整体论原理(快速力量功效),部分(低层为肌肉体积、肌肉质量、肌肉活性,中间层为最大力量能力、快速收缩能力以及上层为快速力量能力、肌肉内协调性、肌肉间协调性)只是整体的显现、表达与展示,部分作为整体的具体实在在表达而存在,而不仅仅是整体的孤立组成成分。那么,运动成绩、竞技状态、一般训练与专项训练、周期训练、板块训练等都可以生成性整体来诠释,与构成性整体相比来解释这些概念会带来焕然一新的研究视野。

复杂性研究范式是新时代高水平运动员训练理论研究的前沿,其思想已渗透训练理论框架、概念、观点、逻辑内涵等各个领域,从复杂性科学角度思考研究范式更迭是当下时代的重要使命。从简单性范式到复杂性范式的转型,意味着传统训练理论决定论的观点正在被超越,随机性与不确定性正在得以确立。简单性范式在诠释高水平运动员训练理论时已经捉襟见肘,这也促成了高水平运动员训练理论复杂性范式的生长点。借助复杂性科学诸如隐喻、模型、数值、计算方法等研究方法,或许能解惑高水平运动员“有限能力空间”;生成论观点可以科学表述高水平运动员竞技能力整体和子能力生成的起点,阐释生成的过程、机制、规律等问题;简单性范式以小数据为基础,复杂性范式以大数据为根基,更重要的是通过大数据探求“是什么”而不是“为什么”,明晰相关关系帮助了解和揭示高水平运动员训练科学规律。值得注意的是,对高水平运动员训练理论研究,推崇树立复杂性研究范式,并不是要取代还原方法,而是将两者有机地结合起来,发挥两者优势,克服各自缺点,形成互补关

系,最终目的在于揭示高水平运动员训练理论的内在逻辑。

参考文献:

- [1] 陈小平. 训练学的起源与发展[J]. 中国体育科技, 2001, 37(1): 11-13.
- [2] 资薇. 训练分期理论面临的挑战与未来发展[J]. 体育学研究, 2019(1): 69-80.
- [3] 周昌忠. 西方科学方法论史[M]. 上海: 上海人民出版社, 1986: 1.
- [4] 李宝泉, 李少丹. 中国运动训练理论发展的困惑与选择[J]. 北京体育大学学报, 2014, 37(1): 139-144.
- [5] 苏芸澧, 李少丹. 关于训练理论研究中若干方法论问题的思考[J]. 北京体育大学学报, 2017, 40(5): 94-97.
- [6] 刘劲杨. 科学、规律与必然性[J]. 自然辩证法研究, 2009, 25(2): 102-106.
- [7] 黄欣荣, 吴彤. 从简单到复杂——复杂性范式的历史嬗变[J]. 江西财经大学学报, 2005, 41(5): 80-85.
- [8] 百度百科. 牛顿第三定律[EB/OL]. [2019-07-16]. <https://baike.baidu.com/item/%E7%89%9B%E9%A1%BF%E7%AC%AC%E4%B8%89%E8%BF%90%E5%8A%A8%E5%AE%9A%E5%BE%8B/8637213?fromtitle=%E7%89%9B%E9%A1%BF%E7%AC%AC%E4%B8%89%E5%AE%9A%E5%BE%8B&fromid=337013>.
- [9] 陈小平. 竞技运动训练实践发展的理论思考[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2008: 53.
- [10] 刘爱杰. 耐力性竞速项目专项运动素质的整合[D]. 北京: 北京体育大学, 2001: 15.
- [11] 郑玉玲. 偶然性与科学[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1990: 9.
- [12] 刘劲杨. 科学、规律与必然性[J]. 自然辩证法研究, 2009, 25(2): 102-106.
- [13] 贝塔朗菲. 一般系统论[M]. 魏宏森, 等译. 北京: 清华大学出版社, 1987: 310.
- [14] 田麦久. 运动训练学及其在西德的发展[J]. 体育科学, 1982, 2(2): 87-91.
- [15] 刘晨鑫. 基于耗散结构理论的中国乒乓球超级联赛竞争性平衡分析[D]. 成都: 成都体育学院, 2017: 6.
- [16] 王福秋. 中国自由式滑雪运动训练系统协同机制研究[D]. 北京: 北京体育大学, 2012: 6.
- [17] 刘红建, 孙庆祝. 混沌理论视角下的体育教学设计[J]. 体育学刊, 2008, 15(11): 54-57.
- [18] 梁青. 新形势下我国竞技体育改革方向及演进态势分析——基于转型陷阱及自组织理论视角[J]. 沈阳体育学院学报, 2012, 31(5): 16-19.
- [19] 陈小平. 运动训练长期计划模式的发展——从经典训练分期理论到“板块”训练分期理论[J]. 体育科学, 2016, 36(2): 3-13.
- [20] 刘爱杰. 创新训练方法转变发展方式——关于竞技体育发展机遇与挑战的思考[J]. 体育科研, 2011, 32(4): 12-18.
- [21] 延峰. 中国运动理论与实践研究[M]. 北京: 高等教育出版社, 1996: 62.
- [22] 罗金贵. 复杂系统中涌现形成机理的讨论[D]. 上海: 上海大学, 2007: 6.
- [23] 仇乃民, 李少丹, 马思远. 非线性范式——运动训练科学研究的新范式[J]. 体育学刊, 2011, 18(6): 108-112.
- [24] 金成平, 李少丹. 我国运动训练理论的演进及其问题分析[J]. 南京体育学院学报, 2016, 30(4): 117-123.
- [25] 陈小平. 重塑我国训练理论的运动生物学基础[J]. 体育科学, 2010, 30(11): 17-23.
- [26] 李少丹. “周期”训练理论与“板块”训练理论的冲突——训练理论变迁的哲学思考[J]. 北京体育大学学报, 2008, 31(5): 679-681.
- [27] 陈小平. 对马特维耶夫“训练周期”理论的审视[J]. 中国体育科技, 2003, 39(4): 6-9+51.
- [28] 黄欣荣. 复杂性范式: 一种新的科学世界观[J]. 系统科学学报, 2013, 21(2): 17-20.
- [29] 钱伟长. 关于非线性科学[J]. 自然杂志, 1995(1): 1-3.
- [30] 田麦久. 运动训练学[M]. 北京: 人民体育出版社, 2000: 81-87.
- [31] 李少丹. 论竞技能力结构研究难题[J]. 北京体育大学学报, 2016, 39(7): 114-118.
- [32] 黄欣荣. 复杂性科学研究方法论纲[J]. 科学技术与辩证法, 2006, 23(1): 32-36.
- [33] 孙小礼. 科学方法中的十大关系[M]. 上海: 学林出版社, 2004: 197.
- [34] 田麦久, 刘大庆, 熊焰. 竞技能力结构理论的发展与“双子模型”的建立[J]. 体育科学, 2007, 27(7): 3-6.
- [35] 黄欣荣. 复杂性科学方法论: 内涵、现状和意义[J]. 河北师范大学学报(哲学社会科学版), 2008, 31(4): 81-84.