

学习科学中“4E+S”认知理论模型的内涵与应用*



张婧婧¹ 牛晓杰¹ 刘杨² 王辞晓¹ [通讯作者]

1. 北京师范大学 教育学部教育技术学院, 北京 100875;
2. 清华大学 教育研究院, 北京 100084)

摘要: 学习科学是起源于认知科学的、具有综合性和跨学科特点的新兴领域。近年来,“4E+S”认知理论模型的提出,将具身认知、嵌入认知、生成认知、延展认知和情境认知理论纳入该理论框架。“4E+S”认知理论模型综合了第二代认知科学的多种理论主张,将个体的认知与身体及其所在环境、情境建立统整性联系,立体地解释了个体如何借助身体与环境进行不同方式的交互来促进认知,帮助学习科学家重视大脑以外的认识过程。在“4E+S”认知理论模型的指导下探索人类学习的新规律,有助于推动认知与学习科学研究范式的转型。

关键词: 具身认知; 嵌入认知; 生成认知; 延展认知; 情境认知

【中图分类号】G40-057 【文献标识码】A 【论文编号】1009—8097(2021)08—0023—09 【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2021.08.003

学习科学(The Learning Sciences)作为一个综合性、多学科的新兴领域,其起源可追溯到20世纪70年代末对人类学习本质的探索^[1]。及至80年代,一些在认知科学领域有所建树的学者发现,脱离情境的实验研究很难解释真实情境中发生的学习,以Kolodner^[2]为代表的认知科学家走出实验室,开始在真实学习环境中开展研究。1991年,第一届学习科学国际会议的召开与《学习科学杂志》的创刊,标志着学习科学作为独立研究领域正式确立。2007年,在美国佛罗里达大学召开的认知科学会议上,“4E+S”认知理论模型首次被提出。其中,“4E+S”的四个“E”分别代表具身(Embodied)认知、嵌入(Embedded)认知、生成(Enactive)认知和延展(Extended)认知,“S”代表情境(Situated)认知。对“4E+S”认知理论模型内涵和各认知理论关系的分析,有助于研究者更深入地理解人是如何学习的,并为认知与学习科学研究提供理论参考。

一 学习科学中认知理论的发展

学习科学建立在认知科学的基础之上,对认知的相关概念如记忆、表征等展开了大量的研究^[3]。第一代认知科学受大脑计算机隐喻的影响^[4],主张工作记忆、行为障碍等是大脑对抽象符号的计算。例如,Newell^[5]提出大脑是一个物理符号系统,神经元(或神经网络)类似计算机芯片,是符号计算的物理载体,而认知过程是人脑对来自机体内外符号信息的接受、编码、存储、提取等加工过程。第一代认知科学即传统认知科学的核心观点认为,人的思维过程是遵循清晰规则对抽象符号表征的操控或计算^[6]。可见,第一代认知科学将人的心智活动与计算思维、信息加工紧密结合,相关研究大多脱离了人的身体机制来研究认知功能^[7]。传统认知科学并没有将身体纳入研究的范畴,这忽略了人作为有机整体与周围环境在物理和精神层面的互动,从而限制了人们对认知过程与认知功能的理解。Gibson^[8]最早对传统认知科学提出质疑,认知科学领域也由此开展了对知觉(Perception)与行动(Action)之关联的探讨。传统认知科学(认知主义)

关于“人如何感知”与“人如何做出行为”关联的解读在理论层面具有局限性：一方面，认知主义认为感知信息由感受器接收，传递至大脑进行处理之后，再由效应器做出行为，这样的解读会导致研究者忽视认知过程中的多元现象与变量^[9]；另一方面，认知主义认为概念意义以抽象的符号形式存储在大脑中^[10]，但抽象符号本身的获得意义离不开身体经验，认知主义无法从理论层面对此进行合理解释^[11]。

为回应传统认知科学的质疑，“具身”（Embodiment）术语被提出，这在某种意义上显示认知科学步入了新时代。“第二代认知科学”的概念源自美国认知语言学家 Lakoff 和 Johnson 于 1999 年出版的经典著作《肉身的哲学：具身心智及其对西方思想的挑战》^[12]。具身认知关注认知主义中被隐藏的现象和变量，认为任何给定过程都与行动、身体或情境经验密切相关^[13]。心智的具身性，即心智依赖于身体的生理结构和活动方式，是第二代认知科学的核心特征^[14]。这种具身性与先前理论的区别，反映了认知从“非模态表征”（Amodal Representation）到“模态表征”（Modal Representation）的转变^[15]。模态表征保留了概念意义获得过程中个体与世界交互时产生的知觉信息，这说明身体在行动中所获得的知觉体验对认知具有重要作用^[16]。基于上述理论观点在认知科学领域的广泛讨论，“4E+S”认知理论模型在 2007 年美国佛罗里达大学召开的认知科学会议上被首次提出，一场以具身认知为代表的认知理论革命拉开了帷幕。

二 “4E+S” 认知理论模型的内涵

本研究根据各认知主张的关键论点，将“4E+S”认知理论模型进行具象化分析（如图 1 所示）。其中，具身认知强调身体在认知过程中的重要角色；嵌入认知强调个体的认知过程对外部环境的依赖性；生成认知强调认知发生于个体与环境的交互过程中；延展认知则强调认知不仅发生在大脑内，还能够以某种方式延展到环境中——这四种认知都是在情境认知所强调的特定情境中发生的。“4E+S”认知理论模型综合了第二代认知科学的多种理论主张，能够将个体的认知过程与身体及其所在环境、情境建立统一、完整、系统的联系，有助于研究者更好地认识大脑以外的认识过程。

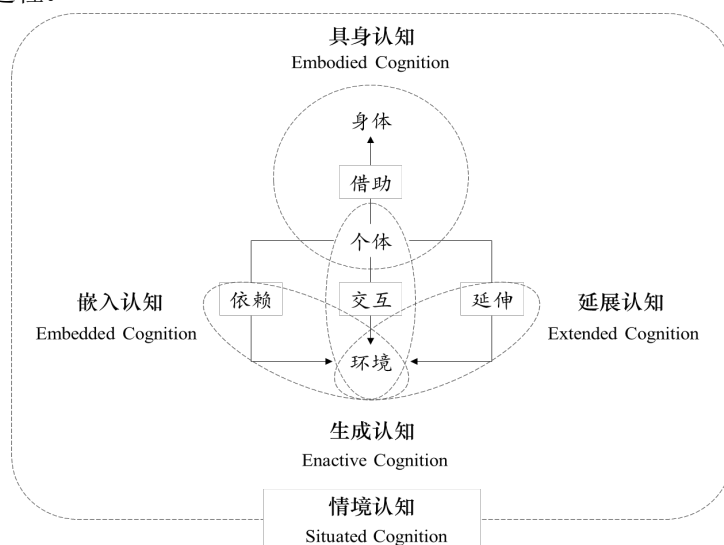


图 1 “4E+S” 认知理论模型

1 具身认知 (Embodied Cognition)

具身认知是第二代认知科学理论中最先发展起来的,主张人的心智不仅仅取决于大脑这一中枢神经系统,而且主体身体的生理结构也参与认知过程^[17],即当我们编码关于物体的信息时,声音、图像、味觉等多模态信息均会被编码到大脑之中^[18]。有机体具有镜像神经系统,执行某种行为时所激活的神经元在观察同样动作时也会被激活^[19]。Shapiro^[20]提出了三种理论假说来解释具身认知的内涵:替代(Replacement)、构成(Constitution)、概念化(Conceptualization)。其中,替代假说的认知框架主张认知并不依赖于符号操作和信息表征,而是由个体在环境中行动时所经历的感觉运动偶发事件(Sensorimotor Contingencies)所引发^[21],即认知基于感觉、运动和认知的互动产生,由感觉刺激、运动行为和实践知识组成^[22];构成假说认为认知系统并不只是存在于大脑,而是延伸到身体和环境中(即环境是认知过程的一部分),这一观点后来被研究者发展为延展认知理论;概念化假说则认为感觉运动系统中的模拟/再激活是认知的基本组成部分,大脑从记忆中提取信息是对模拟的重新激活过程。

2 嵌入认知 (Embedded Cognition)

嵌入认知理论主张认知过程部分地依赖于身体之外的环境^[23],强调认知主体嵌入在环境之中,突出了认知过程对身体与环境的依赖性。主体以适当的方式依赖环境,大脑执行任务的复杂性会降低^[24]。例如,在俄罗斯方块游戏中,游戏者通常为了使掉落的方块与下方的“凹槽”相吻合,对方块进行心理旋转。但 Kirsh 等^[25]的研究发现,熟练的玩家总是通过按压按钮来旋转屏幕上的图像——相较于心理旋转,使用按钮的认知成本更低。这一观点在 Clark 的“007 原则”中也有体现:“007 原则”是指进化的有机体通常会避免以较高的成本来储存或处理信息,他们会基于对环境结构的操作来降低信息处理的认知负荷^[26]。然而,也有研究者认为嵌入认知强调身体之外的部分环境结构是认知过程的构成性参数^[27],仅当心理过程与大脑之外的特定环境合作时,环境才能发挥其经过设计的特定作用^[28]。对此, Walter^[29]指出不应过分地关注大脑的计算过程以及该过程对于身体依赖的方式,而应关注有机体如何利用环境结构促进认知过程。

3 生成认知 (Enactive Cognition)

“生成认知”这一概念于 1991 年由 Varela 等^[30]等在《具身心智》一书中提出,主张有机体与环境的交互作用是认知系统的组成部分。具体来说,“生成”包含三个层面的含义^[31]:①认知是由有机体的身体与环境的结构性耦合(Structural Coupling)生成的;②结构性耦合的完成需要感知—刺激环路、知觉—行动环路和理论—实践环路的共同协作;③个体与环境是紧密连接的,不能脱离环境来谈论认知。生成认知的相关研究表明,认知并不仅仅由神经过程构成,还由有机体作用于世界的方式以及世界由此反作用于有机体的方式所构成^[32],其注重的是感觉运动知识和感觉运动技能^[33]。例如,当我们观察一个正方体时,尽管没有直接看到物体隐藏起来的侧面,但我们对它的存在仍有整体的把握,能将隐藏的侧面纳入知觉中^[34]。总之,知觉依赖于身体技能影响着我们的行动,而行动带来的新知觉会影响未来的行动,如此形成我们认知世界的“知觉—行动循环”^[35]。

4 延展认知 (Extended Cognition)

延展认知认为认知过程能够延展到有机体所处的环境之中^[36]。该理论由 Clark 等^[37]提出,他们主张认知并不局限于颅骨之内,心智可以延展到身体之外,强调了外在环境驱动认知进程的重要作用。在延展认知理论中最常被提及的是“Inga/Otto”思想实验^[38]:患有阿尔兹海默症

的 Otto 在笔记本上记录了美术馆的位置信息, 大脑健全的 Inga 则在记忆中保留了相同信息; 对于储存非即时性信息“美术馆所在地”, Otto 的笔记本和 Inga 的记忆起着相同的作用, 区别在于 Otto 的信息是存储在颅外的, 他的认知延伸到了笔记本上。延展认知的第一阶段强调体内过程和体外过程在功能上是对等的, 而第二个发展阶段放弃了基于对等原则的功能主义观点, 转而强调体外过程和体内过程之间的差异^[39], 并且将生成观点带入到延展认知之中, 强调认知能动者的行为在整合认知系统中的积极作用^[40]。套用到“Inga/Otto”思想实验中, 我们可以认为: Otto 对笔记本的物理操作与其大脑思维过程的相互耦合共同构成了认知^[41]。延展认知的第三个阶段可从认知转换和认知组装两个方面理解: 前者关注认知系统相较于传统认知科学在功能架构和认知能力上的转变, 后者涉及对信息加工资源的补充和调配^[42]。在此阶段, Kirchoff^[43]将动态系统视角带入到延展认知的论证中, 认为有机体和外部环境之间存在双向交互作用, 个体可以通过文化实践来重设或转换大脑的符号表征能力。

5 情境认知 (Situation Cognition)

2007 年, 美籍华人卢找律教授在美国召开的认知科学会议上提倡将情境认知加入“4E”认知理论模型中。情境认知又被称为情境学习 (Situated Learning), 最早由 Brown 等^[44]于 1989 年在《情境认知与学习的文化》一文中提出。情境认知的主要观点是人的心智是在情境中发展的, 依赖于人、情境、物理环境的共同互动; 认知与情境密不可分, 不是纯符号化的; 认知的发展还受到社会文化的影响^[45]。情境认知还认为, 包括认知和学习在内的智能行为并非是能动者内部系统对世界所存规则的符号表征或心理计划, 而是在很大程度上依赖于人所处的情境^[46]。

三 基于“4E+S”认知理论模型的研究案例

1 具身认知的应用指向与学科实践

学习科学中有关具身认知理论的讨论可分为理论指向型和实践指向型。理论指向是研究者基于具身认知理论针对教与学提出的开发、设计、管理、评价等方面的原则。例如, Lindgren 等^[47]提出了具身学习技术设计的六项原则, 以促进相关研究的规范化发展: ①充分调动学习者的身体参与; ②将学习者的身体运动与学习内容建立关联; ③通过现象增强和实时反馈, 帮助理解知识; ④通过协作式交互, 促进社会化技能和高阶思维; ⑤设计真实情境任务, 以帮助进行知识迁移; ⑥重视过程性学习分析与评估。Abrahamson 等^[48]基于具身认知理论, 针对教学设计从活动、资源和促进三个方面提出了设计原则: 活动方面, 要充分调动学习者在实体或虚拟环境中的已有身体经验, 并强调要逐渐从简单任务过渡到复杂任务; 资源方面, 学习环境应能支持学习者的身体运动或在虚拟空间的运动; 促进方面, 应在情境交互中提供物理线索和及时反馈, 并引导学习者生成应对策略、进行规律总结。Zudini 等^[49]则指出, 认知过程并不是完全抽象的; 人类在认知过程中不仅有大脑的神经活动, 还涉及(整个)身体的行动。

在具身理论的指导下, 实践指向的研究者开展了一系列基于具身认知理念设计的学科实践。例如, 加州大学伯克利分校的具身设计研究实验室在具体的互动环境中提出了导师—学生行为模式^[50]。该团队采用数学图像程序观察学生接收到反馈之后的行为变化, 并由教师引导学生发现数学规律。美国伊利诺伊大学香槟分校的具身与沉浸技术研究组设计了交互式仿真行星天文学习空间 Meteor, 它以地面为天体空间虚拟仿真器, 让学生脚部佩戴传感器在地面进行运动来代表天体运动, 使学生通过运动来理解牛顿定律和开普勒定律^[51]。Dackermann 等^[52]基于具身认

知理论, 通过特殊的全身运动来训练学生的数字能力。以上研究成果表明, 相较于传统课堂、桌面仿真等学习环境, 学生在具身学习环境中的学习成绩、态度感知等方面有更好的表现。

沉浸交互式技术(如混合现实)在创造沉浸式情境方面有先天的优势, 也能够使身体活动成为学习的重要催化剂, 在学习过程中引入人类自然的身体特征和手势。例如, Georgen^[53]建立使用混合现实技术设计的科学学习空间, 正是基于具身理论对科学课程的活动设计进行创新的案例。此外, 具身认知理论因其对情境交互的关注也被应用到计算机支持的协作学习研究中。De Koning 等^[54]的研究表明, 手势能够将内部认知过程与环境中的物理对象进行映射, 借助手势的信息表征有助于记忆检索和群体互动。协作学习中学习者手势的运用有助于使推理过程更好地被理解^[55], 有利于支持科学讨论并促进意义协商。

2 嵌入认知的研究案例

嵌入认知理论认为, 认知活动是涉及大脑、身体和环境的当前状态之间的连续互动^[56], 如我们通过做笔记来减少我们的记忆负荷、使用手指来帮助计数、让其他人提醒自己待办事项等。由此可见, 嵌入式认知强调环境交互过程中认知过程的适应性和灵活性。

(1) 嵌入认知视角下的认知策略: 外部资源与内部记忆

嵌入认知理论认为, 人们可以利用环境来降低认知负荷, 认知系统更倾向于利用外部资源来管理内部工作负载。早在 1995 年, Ballard 等^[57]便开展了一项实验研究, 要求参与者点击并拖动随机排序的色块, 来重新排列色块; 他们通过监测参与者的眼动情况, 发现参与者选择了“最小记忆策略”, 即参与者倾向于先收集颜色信息, 然后再收集位置信息, 而不是一次性地记住所有信息。另外, Kirsh 等^[58]通过研究, 发现俄罗斯方块游戏中有效的问题解决并不仅仅依赖于个体所采用的实际行动, 还依赖于能够有效建构环境的“认知行为”; 他们还指出, 环境不仅是可改变的, 而且有效的问题解决是一个动态过程, 这一过程依赖于个体内部和外部资源的有效协调, 然而是否使用外部资源取决于个体外部资源信息获得的效率。而 Gray 等^[59]发现, 当外部信息可以直接访问时, 参与者主要依靠外部信息的检索; 但当这些外部信息只能通过复杂的鼠标点击间接获得时, 参与者更倾向于从内部记忆中进行检索——尽管内部记忆可能会导致更多错误, 但相较于外部信息检索, “在头脑中不完美的知识”中进行检索更为迅速。

(2) 嵌入认知视角下的学习方式: 物理分布式学习理论

嵌入认知理论认为“环境改变了学习的方式”, 最典型的理论是“物理分布式学习理论(The Theory of Physically Distributed Learning)”。分布式认知认为认知存在于个体与其它认知组成部分的交互之中, 涉及个体与他人或与物理环境的交互^[60]。Martin^[61]通过多次实验来验证物理分布式学习理论: 让 9~10 岁的儿童使用物理操作(用教具摆放)和画图(用钢笔来绘制分数饼图或线条图)来解决分数问题, 结果发现使用物理操作的儿童解决了更多问题、正确表示了更多的分数, 并口头提供了更多的正确答案, 据此他们认为开放式物理交互允许学习者自主探索和寻找新的解释和结构, 从而有助于学习与理解。

值得注意的是, 物理操作需要约束。Stull 等^[62]让学生操作物理模型或操作虚拟的图形程序(Terminal User Interface, TUI), 执行图解匹配任务来学习分子模型。TUI 的分子模型是虚拟的, 且其交互具有约束性, 学生只能绕着轴旋转模型, 而物理操纵中学生可以任意地操作模型。他们的研究表明, 物理操作条件下学生完成任务花费的时间更长, TUI 的高效可归因于这一约束性, 即学生能将注意力更加集中在与任务相关的交互上。

3 生成认知与延展认知的争论与共识

现阶段,生成认知和延展认知的个案研究较少,研究者多将其融合在宏观理论体系中,并对生成认知和延展认知理论的关系仍有较为激烈的争论。按照生成认知的观点,有机体与环境的交互作用是认知系统的组成部分。Loughlin 等^[63]认为,生成认知主张心理过程不仅涉及神经处理,还取决于有机体与世界的作用和反作用的交互;而延展认知主张心理过程不仅位于有机体的大脑中,还以多种方式延展到有机体所处的环境中。尽管前者侧重人与环境的交互,后者侧重认知在环境中的延伸,但两者都强调知觉与行动密切联系,并在以下几个方面达成共识^[64]:①世界是储存信息的外部空间;②一部分心理过程兼有内部和外部操作;③外部操作以行动的形式进行,如对环境操控、开发、转化等;④一部分内部操作涉及主体合理利用环境的能力。

4 情境认知的纳入及其与其它理论的交织

“4E+S”认知理论模型中的“4E Cognition”都受到了生态心理学、认知哲学等观点的影响。在 Newen 等^[65]编撰的《牛津 4E 认知手册》的一书中,便使用了“4E Cognition”来统称相关理论。“S”所代表的情境认知是最晚被纳入到“4E+S”认知理论模型中的。社会建构主义理论与情境认知密切联系,都关注为学习者建构真实的学习情境。社会建构主义的抛锚式教学、认知学徒制等教学法广为认知^[66],使得人们常常会忽视情境认知对理解人类认知过程的重要性。事实上,情境认知对 4E 认知理论模型起着重要的解释作用。例如,Wilson^[67]主张从在线(Online)和离线(Offline)两个层面来看待具身认知:从在线层面来看,认知活动嵌入在与任务相关的外部情境中,涉及将信息或认知工作向环境进行认知卸载;从离线层面来看,当心智任务涉及的指示物不在场时,需要主体调用感觉运动资源来进行认知活动,另外人们对抽象概念的理解也依赖于从先前情境中获得的感知经验。

在“4E+S”认知理论模型发展的同时,也存在着对其内涵和关系的思考与质疑。例如,在认知科学的“4EA”运动中^[68]并未强调情境认知,而是引入了感情(Affective)因素来补充对认知过程的解释。但也有学者认为,情境认知对于具身认知等理论具有重要作用。例如,Shapiro^[69]在《具身认知的劳特利奇手册》一书中指出,具身、嵌入、生成、延展乃至动态(Dynamic)、生态(Ecological)认知理论都是在情境认知这一大的理论框架下发展而来的。由此可见,情境认知作为与其它 4E 认知理论模型密切相关的关键理论,为当代认知科学研究做出了重要贡献。

四 结语

目前,认知科学领域关于“4E+S”认知理论模型的讨论仍然十分激烈。与此同时,研究者对“4E+S”认知理论模型的探讨并没有停滞于理论层面,而是从学科实践中探讨理论的适应性,设计互动教学系统,并归纳相应的教学实践原则。关于“4E+S”认知理论模型的研究更多地围绕具身认知展开,这也在一定程度上反映了具身认知对真实教学情境具有的更强的解释作用,也更能通过交互设计来实现理论落地^[70]。但不可否认的是,“4E+S”认知理论模型为认知科学与学习科学注入了新的活力,使得研究者能够从多学科的角度来看待人类思维与学习的过程,在理论和实践层面具有持续挖掘的研究空间。最后需要指出的是,本研究对“4E+S”认知理论模型的探讨,并不仅仅是为了其内部理论进行明确的内涵区分,而是倡导研究者以融合的视角来关注以具身认知为代表的第二代认知科学对革新学习理论、探索人类学习规律的重要作用,进而呼吁相关研究范式的转型和相关研究方法体系的革新。

参考文献

- [1]赵健,郑太年,任友群,等.学习科学研究之发展综述[J].开放教育研究,2007,(2):15-20.
- [2]Kolodner J L. The learning sciences: Past, present, future[J]. Educational Technology, 2004,(3):34-40.
- [3]尚俊杰,裴蕾丝.发展学习科学若干重要问题的思考[J].现代教育技术,2018,(1):12-18.
- [4]Fodor J A. The modularity of mind[M]. Cambridge: MIT Press, 1983:10-12.
- [5]Newell A. Physical symbol systems[J]. Cognitive Science, 1980,(2):135-183.
- [6]徐献军.国外现象学与认知科学研究述评[J].哲学动态,2011,(8):83-86.
- [7][45]李曼丽,丁若曦,张羽,等.从认知科学到学习科学:过去、现状与未来[J].清华大学教育研究,2018,(4):29-39.
- [8]Gibson J J. The ecological approach to visual perception: Classic edition[M]. New York: Psychology Press, 2014:39-43.
- [9]Matheson H E, Barsalou L W. Embodiment and grounding in cognitive neuroscience[A]. Stevens' Handbook of Experimental Psychology and Cognitive Neuroscience: Fourth Edition[C]. New Jersey: John Wiley & Sons, 2018,3:1-32.
- [10]Searle J R. Minds, brains and programs[J]. Behavioral and Brain Science, 1980,(3):417-424.
- [11]Glenberg A M, Robertson D A. Symbol grounding and meaning: A comparison of high-dimensional and embodied theories of meaning[J]. Journal of Memory and Language, 2000,(3):379-401.
- [12]Lakoff G, Johnson M. Philosophy in the flesh: The embodied mind and its challenge to western thought[M]. New York: Basic books, 1999:75-76.
- [13]Zwaan R A. Embodiment and language comprehension: Reframing the discussion[J]. Trends in Cognitive Sciences, 2014,(5):229-234.
- [14]李其维.“认知革命”与“第二代认知科学”刍议[J].心理学报,2008,(12):1306-1327.
- [15][18]Shapiro L. The routledge handbook of embodied cognition[M]. London and New York: Routledge, 2014:1-6.
- [16][35]王辞晓.具身认知的理论落地:技术支持下的情境交互[J].电化教育研究,2018,(7):20-26.
- [17]殷明,刘电芝.身心融合学习:具身认知及其教育意蕴[J].课程·教材·教法,2015,(7):57-65.
- [19]Rizzolatti G, Craighero L. The mirror-neuron system[J]. Annual Review of Neuroscience, 2004,27:169-192.
- [20]Shapiro L. Embodied cognition[M]. London and New York: Routledge, 2010:99-102.
- [21]O'Regan J K, Noë A. A sensorimotor account of vision and visual consciousness[J]. Behavioral and Brain Sciences, 2001,(5): 939-1031.
- [22]周卓钊,袁平.从“表征”到“共生”:共生认知心理学探析[J].西华大学学报(哲学社会科学版),2019,(6):104-113.
- [23][26][29]Walter S. Locked-in syndrome, BCI, and a confusion about embodied, embedded, extended, and enacted cognition[J]. Neuroethics, 2010,(1):61-72.
- [24]刘好,李建会.融合心灵——认知科学新范式下的4E整合[J].山东科技大学学报(社会科学版),2014,(2):7-14、38.
- [25][58]Kirsh D, Maglio P. On distinguishing epistemic from pragmatic action[J]. Cognitive Science, 1994,(4):513-549.
- [27]李建会,于小晶.“4E+S”:认知科学的一场新革命?[J].哲学研究,2014,(1):96-101.
- [28][33][36][63]Loughlin V. Mark rowlands, the new science of the mind: From extended mind to embodied phenomenology[J]. Phenomenology and the Cognitive Sciences, 2012,(4):891-897.

- [30] Varela F J, Thompson E, Rosch E. The embodied mind: Cognitive science and human experience[M]. Cambridge: MIT Press, 2016:205-206.
- [31] 薛灿灿. 具身认知理论的思考——以身体接触对喜爱度的影响为例[D]. 江苏: 南京师范大学, 2012:4.
- [32] 于小晶. 4E 认知: 因果性与构成性的判定[J]. 科学技术哲学研究, 2017,(5):43-49.
- [34] Thompson E. Mind in life: Biology, phenomenology, and the sciences of mind[M]. Cambridge, Mass: Belknap Press of Harvard University Press, 2007:5-8.
- [37] Clark A, Chalmers D. The extended mind[J]. Analysis, 1998,(1):7-19.
- [38] 范伟伟, 王光荣. 延展认知论及其争议[J]. 心理学探新, 2015,(2):105-110.
- [39] Sutton J. Exograms and Interdisciplinarity: History, the extended mind, and the civilizing process[A]. The Extended Mind[C]. Cambridge: MIT Press, 2010:189-225.
- [40][41] Menary R. The extended mind[M]. Cambridge: MIT Press, 2010:227-243.
- [42][43] Kirchoff M D. Extended cognition and fixed properties: Steps to a third-wave version of extended cognition[J]. Phenomenology and the Cognitive Sciences, 2012,(2):287-308.
- [44] Brown J S, Collins A, Duguid P. Situated cognition and the culture of learning[J]. Educational Researcher, 1989,(1):32-42.
- [46] 夏永红, 李建会. 超越大脑界限的认知: 情境认知及其对认知本质问题的回答[J]. 哲学动态, 2015,(12):89-98.
- [47] Lindgren R, Johnson-Glenberg M. Emboldened by embodiment: Six precepts for research on embodied learning and mixed reality[J]. Educational Researcher, 2013,(8):445-452.
- [48][51] Abrahamson D, Lindgren R. Embodiment and embodied design[A]. The Cambridge Handbook of the Learning Sciences[C]. United States of America: Cambridge University press, 2014,(2):358-376.
- [49] Zudini V, Zuccheri L. The contribution of ernst mach to embodied cognition and mathematics education[J]. Science & Education, 2016,(5-6):651-669.
- [50] Abrahamson D, Sánchez-García R. Learning is moving in new ways: The ecological dynamics of mathematics education[J]. Journal of the Learning Sciences, 2016,(2):203-239.
- [52] Dackermann T, Fischer U, Nuerk H C, et al. Applying embodied cognition: From useful interventions and their theoretical underpinnings to practical applications[J]. ZDM Mathematics Education, 2017,(4):545-557.
- [53] Georgen C. “Can’t nobody floss like this!”: Exploring embodied science learning in the third space[A]. 13th International Conference on Computer Supported Collaborative Learning (CSCL)[C]. Lyon, France: International Society of the Learning Sciences, 2019:280-287.
- [54] De Koning B B, Tabbers H K. Facilitating understanding of movements in dynamic visualizations: An embodied perspective[J]. Educational Psychology Review, 2011,(4):501-521.
- [55] Claire P, Lagrange-Lanaspre S. Metaphorical reasoning together: Embodied conceptualization in a community of philosophical inquiry[A]. 13th International Conference on Computer Supported Collaborative Learning (CSCL)[C]. Lyon, France: International Society of the Learning Sciences, 2019:424-431.
- [56] Clark A. Précis of supersizing the mind: Embodiment, action, and cognitive extension (Oxford University Press, NY, 2008)[J]. Philosophical Studies, 2011,(3):413-416.
- [57] Ballard D H, Hayhoe M M, Pelz J B. Memory representations in natural tasks[J]. Journal of Cognitive Neuroscience, 1995,(1):66-80.

- [59]Gray W D, Fu W T. Soft constraints in interactive behavior: The case of ignoring perfect knowledge in-the-world for imperfect knowledge in-the-head[J]. *Cognitive Science*, 2004,(3):359-382.
- [60]Hutchins E. Cognition, distributed[J]. *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*, 2000,(138):2068-2072.
- [61]Martin A. The representation of object concepts in the brain[J]. *Annual Review of Psychology*, 2007,58:25-45.
- [62]Stull A T, Barrett T, Hegarty M. Usability of concrete and virtual models in chemistry instruction[J]. *Computers in Human Behavior*, 2013,(6):2546-2556.
- [64][68][70]Kiverstein J, Clark A. Introduction: Mind embodied, embedded, enacted: One church or many?[J]. *Topoi*, 2009,(1):1-7.
- [65]Newen A, Bruin L D, Gallagher S. *The Oxford handbook of 4E cognition*[M]. Oxford: Oxford University Press, 2018:3-8.
- [66]刘革,吴庆麟.情境认知理论的三大流派及争论[J].*上海教育科研*,2012,(1):37-41.
- [67]Wilson M. Six views of embodied cognition[J]. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2002,(4):625-636.
- [69]Shapiro L. *The Routledge handbook of embodied cognition: Cognition*[M]. New York: Routledge, 2014:361-373.

The Connotation and Application of “4E+S” Cognition in the Learning Sciences

ZHANG Jing-jing¹ NIU Xiao-jie² LIU Yang² WANG Ci-xiao¹[Corresponding Author]

(1. School of Educational Technology, Beijing Normal University, Beijing, China 100875;

2. Institute of Education, Tsinghua University, Beijing, China 100084)

Abstract: The learning sciences is an interdisciplinary emerging field that originated from cognitive science. Recently, the new “4E+S” cognition model attempts to integrate embodied cognition, embedded cognition, enactive cognition, extension cognition and situated cognition theories into a meta-theoretical framework. The “4E+S” model integrates multiple theoretical claims from the second-generation of cognitive science, which could establish an integrated connection between the individual cognition and the body, the environment and the situation. In the consequence, “4E+S” model helps the learning scientists focus on the cognitive processes in the brain as well as outside the brain. Exploring new ways and approaches of human learning and cognition using the framework of “4E+S” model could help promote the transformation of research paradigm of cognition and learning in the field of the learning sciences.

Keywords: embodied cognition; embedded cognition; enactive cognition; extended cognition; situated cognition

*基金项目: 本文为北京市教育科学“十三五”规划课题“在线教育中的邻近效应: 课程空间建模与MOOCs复杂性排序”(项目编号: AHDB19030)的阶段性研究成果。

作者简介: 张婧婧, 教授, 博士, 研究方向为开放教育、学习理论、学习分析、社会网络分析, 邮箱为 jingjing.zhang@bnu.edu.cn.

收稿日期: 2021年1月30日

编辑: 小新