

人工智能时代的教学论研究：聚焦深度学习

安富海

(杭州师范大学 教师发展研究中心, 浙江 杭州 311121)

[摘要] 人工智能时代对创新型人才的需求、数字化学习存在的弊端以及当前浅层学习暴露出的问题, 急需教学论研究聚焦深度学习, 促进浅层学习向深度学习转化, 实现学生高阶思维发展。每一种学习形态都有其特定的发生机制, 关于深度学习的研究要突破强调重要性和论述基本特征的局限, 从学习准备、学习过程、学习结果和学习环境等方面厘清深度学习的发生机制, 引导教师科学调适教育教学的方式方法, 有的放矢地促进学生学习。

[关键词] 人工智能时代; 教学论研究; 深度学习; 发生机制

[中图分类号] G 420

[文献标识码] A

[文章编号] 1001-9162(2020)05-0119-08

[DOI] 10.16783/j.cnki.nwnus.2020.05.013

近年来, 随着云计算、大数据、智能识别、机器学习等新技术的快速发展, 信息技术疾步进入智能化阶段, 并开始以其强大的智能优势介入人类生活和工作的方方面面, 改变着人们的思维方式、生活方式和工作方式。在社会需求与国家政策的双重驱动下, 人类社会也逐渐迈向人工智能时代。教学论作为一门以动态的教学整体为研究对象, 探索教学一般规律的学科,^[1] (P26) 其研究理应体现时代要求、回应时代问题。深度学习是人工智能时代对教与学提出的新要求, 也是人工智能时代学校教与学面临的重要话题。人工智能时代的教学论研究应该聚焦深度学习。

一、人工智能的内涵及时代特征

(一) 人工智能的内涵及类型

人工智能是一个研究和开发模拟、延伸和扩展人的智能的综合性领域, 主要包括语言识别、图像识别、自然语言处理、机器人和专家系统等几个方面。其目标是通过模仿人脑使机器能够像人一样认

知、学习、思考和工作^[2]。人工智能作为引领未来发展的战略性技术, 已经成为社会和经济发展的主要推动力。

根据不同的标准, 可以对人工智能进行不同的分类。以智能化的强弱为标准, 人工智能可以分为强人工智能和弱人工智能。强人工智能认为有可能制造出有知觉的、有自我意识的, 能推理和解决问题的智能机器。强人工智能又可分为类人的人工智能(能像人一样思考和推理的人工智能)和非类人的人工智能(产生和人完全不一样的知觉和意识, 使用和人完全不一样的推理方式的人工智能)。弱人工智能认为不可能研究和开发出像人一样推理和解决问题的智能机器, 当然更不会有自主意识和反思能力。以智能化层次为标准, 人工智能可以分为计算智能(能存会算)、感知智能(能听会说, 能看会认)和认知智能(能理解会思考)三个层次。在计算层面, 计算机在存储、记忆等方面已经远远超过人类。在感知层面, 计算机在语音识别、图像识别等方面取得了巨大的成就, 但让计算机真正能

[收稿日期] 2020-07-06

[基金项目] 国家社会科学基金“十三五”规划教育学一般课题“以教育信息化推进民族地区城乡义务教育一体化发展的路径与机制研究”(BMA180042)

[作者简介] 安富海(1981—), 男, 甘肃庆阳人, 教育学博士, 杭州师范大学教授, 主要从事课程与教学论、教师教育研究

理解、会思考、进行自我学习，还有很长的路要走。在认知层面，虽然也取得了可喜的进步，但还没有突破性进展。只有在认知层面有所突破，人工智能才有可能实现其预期的目标。^[3]

（二）人工智能时代的特征

人工智能时代是信息时代的高级形态。智能化是人工智能时代的主要特征。^[4]它是指事物在互联网、大数据、物联网等技术的支持下，所具有的能动地满足人的各种需求的属性。^[5]（P3）其特点是将智慧融入到一个系统中（这个系统可以是一个国际机场，也可以是一所学校；可以是一个商场，也可以是一个餐厅），系统能够按照个人的需要适时提供个性化服务、满足差异性需求。

人工智能致力于使机器拥有类似人类的感知、认知、操控、交互能力，并与人类协同工作，提高人类的生活质量。^[6]从目前人类认识的水平来看，人工智能将可能具备以下四种能力：一是能模拟人的行为。人工智能技术可以让机器对外界的刺激做出反应、采取行动。二是能模拟人的感知。人工智能技术可以模拟人的感觉器官，通过视觉、听觉等感知客观世界。三是能模拟人的学习。利用机器学习技术，可以让计算机具备学习能力，从数据中学习知识和经验。四是能模拟人的思维。人工智能技术可以模拟人脑，具有思维能力。通过自然语言处理技术，计算机可以理解人类的语言。^[5]随着机器学习、自然语言处理等人工智能关键技术的突破，人工智能系统与产品将会快速进入人们的生活与工作环境，对教育、医疗、交通、金融等领域产生重大影响。整个人类社会的产业结构、生活方式、工作环境等将被重构。^[7]智能机器逐渐解放人的双手，很多今天由人从事的工作未来将会由机器或人与机器共同完成。我们已经看到，机器正在很多领域取代人的劳动，包括繁重粗糙的体力劳动和较为复杂的脑力劳动。^[8]

二、人工智能时代教学论研究聚焦

深度学习的原因

（一）深度学习能够促进创新型人才的成长

创新已经成为当今世界综合国力竞争的焦点和重塑世界格局的主导力量。我国政府高度重视创新型人才的培养。党的十八大以来，习近平总书记将创新发展提高到国家发展的战略高度，并强调指

出，抓创新就是抓发展，谋创新就是谋未来。党的十八届五中全会明确提出了要坚持创新发展，不断推进理论创新、制度创新、科技创新、文化创新，让创新贯穿党和国家一切工作。^[9]这是党和国家基于时代发展和国际经济形势与全球政治格局变化而做出的科学判断。然而，人才是创新的核心要素，创新型人才必须具有创新思维和创新能力。创新思维和创新能力的培养又依赖于学校教育的全过程。深度学习通过对现有教与学的目标、内容、方法、评价等诸要素的调适，可以进一步激发学生的创新思维、培养学生的创新能力，满足时代对人才的基本要求。深度学习必将成为人工智能时代主要的学习形态，教学论研究理应聚焦深度学习。

（二）深度学习能够弥补数字化学习的不足

人工智能正在以各种方式嵌入人类生活的各个层面，人类的学习环境和学习方式也随之发生了和继续发生着巨大的变化。数字化学习逐渐成为学习的新常态，也成为“数字原住民”最受欢迎的学习方式。然而，虽然高效、便捷地数字化学习能够使海量信息短时间内尽收眼底，但学习中系统化不够、深刻性不足等问题也由此产生。学习者常常游离于与学习无关的资源中，往往出现多任务信息查询、浅层次阅读等现象，易导致注意力分散，甚至出现“学习迷航”或偏离学习目标的问题。最为致命的问题是快餐化的学习会影响学习者学习心理和思维方式，学习者对知识信息的理解也往往停留在浅表的感受层面，很难形成批判性思维能力。^[10]长此以往容易造成文字感悟力低下、知识系统性缺乏和高阶思维能力发展缓慢等问题。深度学习可以弥补数字化学习的弊端，促进学生在海量阅读的基础上深度思考和批判建构。因此，人工智能时代的教学论研究必须关注深度学习。

（三）当前浅层学习未能有效促进学生高阶思维发展

浅层学习是指学习者基于外在动机，通过简单描述、重复记忆和强化训练等方式学习新知识，领悟新思想的一种学习形式。当前浅层学习在我国中小学课堂学习中的表现集中在以下几个方面。第一，记住和理解仍然是当前中小学生学习最主要的目标。“丰富多彩”的教学目标下面隐藏的最主要

的学习方式仍然是浅层理解和重复记忆。第二，学习内容仍然以彼此独立、互不相干的面孔呈现在学生面前。虽然课程文本的内容得到了整合，但由于教师对知识的关联性理解不足，知识并没有得到实质性的整合。第三，“热闹非凡”的学习方式并没有促进学生对知识深层理解，学生只是运用了比过去更为愉快的方式记住了知识、理解了知识，而没有真正实现知识的迁移和问题解决能力的提升。上海学生在两届 PISA 数学测试中获得了全球第一的好成绩是否说明上海中小学生的学习就处于深度学习状态呢？从 PISA 问卷调查看，上海参加测试的学校的授课时间与其他国家（地区）相当，但学生周平均作业时间为 13.8 小时，位列所有参加测试的国家和地区首位。如果再加上学生课外辅导时间，上海学生每周课外学习时间的总数达 17.1 小时。^[11]也就是说，上海学生的 PISA 测试中的优异成绩主要得益于重复训练，而非学生思维发展使然。中国学生数学知识的学习和掌握存在肤浅和“深度学习”不够的问题。^[12]因此，教学论研究应该研究浅层学习的问题，促进浅层学习向深度学习转化，实现学生高阶思维的发展。

三、深度学习的含义及核心要素

（一）深度学习的含义及类型

深度学习是相对于简单学习或浅层学习而提出的一种新的技术或学习形态。目前关于深度学习的论述和研究主要涉及两个领域。一是作为技术的深度学习。深度学习作为机器学习算法研究中的一种新技术，是相对于机器的简单学习而言的，其动机是建立、模拟人脑进行分析学习的神经网络。过去很长一段时间内，机器学习和信号处理技术的探索基本停留在对单层非线性变换的浅层学习层面。它通常只包含 1 层或 2 层的非线性特征转换层，采用一层简单结构将原始输入信号或特征转换到特定问题的特征空间中，其局限在于对复杂分类问题缺乏表征和分析能力。深度学习则采用了与神经网络相似的多层结构，包括输入层、隐层（可单层、可多层）、输出层等多层网络，通过学习深层非线性网络结构，能够发现高维数据中的复杂结构。作为技术的深度学习的起源与发展均源于对人工神经网络的研究。1943 年，受人类大脑结构的启发，

Warren McCulloch 教授和 Walter Pitts 教授提出了最早的神经网络数学模型，该模型利用简单的线性加权方式来模拟人类神经元对输入信号的处理，解决了简单的线性分类问题。到 20 世纪 80 年代末，随着分布式知识表达和神经网络反向传播算法的提出，对神经网络的研究从宽度转向了深度，深度神经网络解决了非线性不可分问题，大幅度降低了训练神经网络所需要的时间。随着计算机性能增强和云计算、大数据的出现，深度学习的发展开启了人工智能的新时代，涉及的范围也从最初的图像识别领域扩展到机器学习的各个领域。^[13]二是作为学习形态的深度学习。作为学习形态的深度学习是 1976 年美国学者 Ference Marton 和 Roger Saljo 针对学习过程中简单记忆和非批判性接受知识的浅层学习问题而提出的一个概念。^[14]此后，关于深度学习的研究就逐渐丰富起来了。Biggs 和 Collis (1982)、Ramsden (1988)、Entwistle (1997, 2001) 等学者基于不同的实验，从各自的角度发展了深度学习理论。^[15]近年来，学习心理学、学习科学、教育技术学和课程与教学论等领域的学者开始关注深度学习。学者们基本都是按照布卢姆认知领域学习目标分类的六个层次来研究深度学习的。^[16](P75) 将浅层学习对应应在“知道、理解”两个层面，主要涉及知识的简单描述和重复记忆；将深度学习对应应在“应用、分析、评价、创造”四个层面。浅层学习是一种只关注低阶思维活动的学习形态；深度学习则不仅观照低阶思维活动，更强调高阶思维的发展。^[17]

无论是作为技术的深度学习，还是作为学习形态的深度学习，都依赖并指向高级神经网络的发展。本研究探讨的是作为学习形态的深度学习。只有作为学习形态的深度学习的有效实施和不断发展，才能真正促进作为新技术的深度学习的可持续发展。

（二）作为学习形态的深度学习的核心要素

作为学习形态的深度学习的核心要素主要表现在四个方面。第一，学习准备方面。深度学习强调内在学习动机的激发和高阶思维目标的导向。内在的学习动机能促使学生克服主客观困难，将各类要素转化为资源，积极面对具有挑战性的问题。^[18]高阶思维发展的目标必然会引导教与学都围绕“应

用、分析、评价、创造”等高阶思维发展的目标展开。第二，学习过程方面。深度学习强调有机整合的学习内容呈现和批判理解的建构活动。有机整合的学习内容能够增强学习者对新知识的理解、保持和迁移应用。批判理解的建构活动能使学习者对任何学习材料保持一种批判继承的态度，并在质疑辨析中深化对复杂概念和基本原理的理解。第三，学习结果方面。深度学习强调“网状”知识结构的生成和现实问题解决能力的提升。“网状”的知识结构不仅能有效地贮存和保持知识，还能将其灵活地运用到各种具体情境中。现实问题解决能力的提升要求学习者要基于相似情境做到“举一反三”，并能突破原理的束缚创造性地解决问题。^[17]第四，学习环境方面。深度学习不仅强调物理环境与虚拟环境的有机融合，也强调开放探究与包容分歧的人文环境的和谐统一。物理环境与虚拟环境的有效融合旨在增强学习过程的体验性和交互性；开放探究是指在遵循基本规则的前提下，为学生提供尽可能丰富的探究资源，鼓励学生按照自己的想法大胆探究、积极实践；包容分歧是指教师要摒弃唯一答案的教学逻辑，包容和尊重学生的“奇思异想”，关注和聆听学生的“奇谈怪论”，引导学生深入思考。

四、人工智能时代教学论聚焦深度学习的路径：研究深度学习的发生机制

近年来，计算机科学、教育技术学、学习科学等学科从不同的视角关注了深度学习，也产生了大量的研究成果。然而，学者们的研究基本都集中在深度学习的含义、特征等方面，对深度学习的发生机制关注不够、研究不深。每一种学习形态都有其特定的发生机制，只有弄清楚深度学习的发生机制，才能有的放矢地调整教育教学的方式方法，更好地促进深度学习。本研究借鉴学习的信息加工模式理论，从学习准备、学习过程、学习结果和学习环境四个方面探讨深度学习的发生机制。

（一）学习准备

信息加工理论认为，积极内在的学习动机和选择性直觉是学习发生的前提条件。当学习者对自己将要完成的学习任务有一种满意的预期时，就会积极投入学习。除此之外，学习者还必须注意和选择与学习有关的刺激，忽视其他无关刺激。当学习者把需要注意的刺激从其他刺激中分化出来时，学习

的效率就会提高。^[19]（PP. 125—128）因此，在深度学习的准备阶段，引导者应将重点放在激发学习者内在的学习动机和展示高阶思维发展的学习目标方面。

1. 激发学习者内在的学习动机

学习动机是直接推动学生学习的一种动力，它决定了学习者获得学习经验的态度和倾向。积极内在的学习动机是学习者对所参与的学习活动本身感兴趣且乐意付诸行动的态度和倾向。^[20]（P373）它能指引和激励学生进行深度学习。学习者只有在积极内在的学习动机的引导下，才会全身心地投入和探索解决那些略高于他们当前认知发展水平的问题。如果学习的动机是一种外在的、或者物化的东西，一旦遇到挑战和巨大困难，学习者放弃继续探索的可能性就会增大。可以说，积极内在的学习动机是深度学习的先导条件。因此，教师要通过调适学习内容、设计学习活动等方式和途径激发学习者内在的学习动机，而不是仅仅通过考试和物质奖励等方式来逼迫和诱导学生学习。

2. 展示高阶思维发展的学习目标

学习目标对学习过程和学习结果及学习者个人的学习投入均具有重要的导向和约束作用。如果高阶思维发展成为学习的主要目标，学习者的学习方式和策略等一系列学习活动都会围绕高阶思维发展而展开。因此，在学习之初，教师应该从“应用、分析、评价、创造”等高阶思维发展方面明确向学生提出学习要求及努力方向，并在教与学的过程中不断提示和引导学生向学习目标靠近。明确的高阶思维目标的呈现和适时引导，能使学生在学习新材料的过程中在批判性接受的基础上提出自己独特的认识和见解。这种学习自然会使学生的高阶思维获得应有的发展。

（二）学习过程

有了学习动机和学习目标的引导，学习者会很快进入学习状态。但快速进入学习状态并不意味着一定能进行深度学习。信息加工理论认为，新的信息和知识要为学习者所接受，还需要进行加工处理。加工处理的过程不仅要有相关领域知识的储备、选择性注意的自动化、知识的模型化加工，还需要适时提取、适时反应和有效强化已经学习的信息和知识。

1. 相关领域知识的储备

相关领域知识的储备是学习者进行深度理解的前提条件。研究发现,一个人要想在一个领域有效地思考,就必须知道这个领域的知识,一个人知道得越多就越能有效地思考。没有丰富的背景知识,试图利用策略来编码信息和把它们存储在长时记忆中是极端困难的。没有足够的背景知识,学生只能利用策略来预测无关紧要的事件、概括细节或者仅仅是说大话,根本无法进行深入而又富有逻辑的分析和思考,当然也不可能得出有价值的推论。^[21] (PP. 265—309) 深度学习是一种基于理解和批判的学习,理解和批判的前提是掌握足够的能够促进理解和批判的知识和信息。鉴于此,深度学习要求学习者在进行相关领域的学习和研究之前必须深入了解和掌握该领域的相关知识和信息,也只有这样,深度的思考、理性的批判、创造的建构才可能发生。

2. 选择性注意的自动化

选择性注意包括选择并集中注意有关的学习信息,对重要信息保持警觉,并使这种集中注意和警觉能够成为学习过程的常态。美国著名认知心理学家维特罗克在研究学习的生成过程模型时指出,学习是从对感觉经验的选择性注意开始的。人类在学习的过程中不是对他们感觉到的事物都进行学习,而是会严格筛选进入大脑的信息,保证大脑能有效地编码、贮存、加工信息。^[22] 深度学习要求学习者在学习过程中,必须始终保持与高阶思维相一致的信息,并排除干扰性的或不相关的信息,同时,还要随时调节注意的目标以便适应不同学习任务的需要。因此,要想使深度学习真正发生,教师就必须在信息处理过程中引导学习选择适合自己的注意策略,尽可能让注意力自动化地服务于学习目标。学习者在学习过程如果不能注意到关键信息,无关信息太多,必然会降低视觉加工的效率。一旦涉及高阶思维发展的关键信息处于注意焦点之外,即便是非常清晰的视觉信息也会在学习者眼前消失。

3. 知识的模型化加工

知识的质量取决于它是怎样被加工的,知识加工越合理和明确,它们就越容易被存储和提取。信息加工理论认为,当学习材料在较深层次上进行加工时,学习者会理解地更好。^[20] (P162) 深度学习

要求学习者一定要对所学知识进行深入理解,其目的是在一定情景中建立起知识之间的逻辑关系和立体性的、属于自己的知识网络结构。^[23] (PP. 31—42) 深度学习还要求学习者对所学知识进行模型化加工,即通过创设一定的学习情景,引导学生用一种非线性的方式在概念之间架起因果逻辑的桥梁,其目的是让概念概括化,进而形成具有时间、空间、因果和逻辑等多维特征的知识模型。这样生成的知识模型不仅能有效储存知识,还能快速提取和应用知识,甚至在忘记一些知识的情况下,也能利用知识模型进行一定的预测、解释或推理。^[24] (PP. 54—58) 知识的模型化加工对促进知识的高位迁移和学生创新能力的提升具有非常重要的意义。

4. 适时提取、及时反应和有效强化

适时提取是指学习者在适当的情境中和任务驱动下从记忆中提取新信息的过程。提取有赖于编码的方式,知识编码的方式决定了信息提取的效率。当提取线索与学习时出现的线索相匹配时,能产生最好的提取效果。^[20] (P195) 及时反应是指学习者将所学概念和规则运用到新情境中的过程。有效强化是对学习者学习准确性的及时反馈并提出必要的矫正信息。模型化加工和高路迁移的知识加工、储备和概括化的过程决定了知识的提取高效顺畅。然而,深度学习不仅强调知识提取的高效顺畅,更强调学习者高阶思维的发展。因此,深度学习要求在知识的提取和反应阶段一定要结合内容创设基于良构知识运用的情境,增强学习者知识运用的实践性。在强化阶段一定要及时给学习者反馈其学习状况,并从思维方式、学习内容和学习方法等多方面对学习者的学习结果进行肯定和矫正,而不是仅仅围绕学习内容本身简单做出正确与否的判断。

5. 元认知策略的合理运用

除信息加工理论强调的几个环节外,深度学习还要求学习者在学习过程中能够有效地运用元认知策略。元认知是对自身认知过程的意识和控制,是以各种认知活动的某一方面作为其对象或对其加以调节的知识或认知活动。^[25] (P132) 它强调不仅要知道什么时候用什么策略解决问题更有效,还要知道在什么情境使用什么策略最适当,达到目标最佳。与浅层学习者相比,深度学习者要更能意识到

他们自己进行的学习和研究的方式，并且适时改进和提高自己的学习和研究方法；要能够较为清晰地意识到什么时候利用那些技能、它们如何同特定领域的知识相联系以及使用它们的原因。也就是说，深度学习者不仅要根据学习材料批判性地发现问题和形成结论，还要清楚地意识到他们在做什么以及为什么这样做。^[26]（P376）

6. 高度专注的学习投入

学习投入作为个体学习的积极心理品质，是衡量学习者深度学习的重要指标。^[27]学习投入包括认知投入、情感投入和行为投入三个维度。认知投入是指学习者对自己学习的感知和信念；情感投入即学习者在完成相关学习的任务中所表现出来的情感状态；行为投入是指学习者进行学习时的努力程度及表现。^[28]研究发现，在学习过程中，单一的行为投入并不能促进学习者创新思维能力的发展。只有深层认知、积极情感和科学行为综合作用下，才能促进学习者包括高阶思维在内的整体素质的提高。当学习者的学业情绪处于积极的状态时，学习者对自己的学习行为和获得学业成绩能力的评价会更高；当学习者的学业情绪处于消极状态时，学习者对自己学习能力缺乏信心。积极学习情绪相对于中性情绪和消极情绪更有利于积极学习行为的出现。因此，深度学习不仅要求学习者要对学习的主题或材料能够进行客观的评估和正确的认识，还要求学习者能够调动积极的情绪持续努力地投入到学习中。

（三）学习结果

综合人工智能时代对人才质量规格的要求和深度学习的核心要素，本研究认为，衡量深度学习质量的主要依据是“网状”知识结构的生成和现实问题解决能力的提升两个方面。

1. “网状”知识结构的生成

认知心理学研究表明，将知识关联在一个网络之中有利于知识的结构化。知识结构化就是将知识按照逻辑、层次和个人对知识的加工方式，有序地聚集在一个网络之中，其目的是促进知识的有效存储和高位迁移。^[29]（P8）一般来说，学习者学习前后的认知结构有三种变化方式，第一种是“轮轴”结构。在这种结构中，学习者学习之后增加的只是知识的数量和认知结构中的概念数量。概念的“水

平”和层次仍然处在比较单一的状态，概念与概念之间没有基于一定情景形成语义关系，这种学习状态属于典型的浅层学习状态。在这种状态中的知识，其保持性和迁移能力都处在一个较低水平。第二种是“链状”结构。在这种结构中，虽然概念的数量和认知的深度都有所增加，但概念与概念之间依然没有建立语义联系，概念之间是一种线性的链条状关系，这种线性的链条状关系在知识的保持方面比第一种结构有所改善，但知识的迁移性仍然很差，故在解决实际问题时缺乏灵活性，不符合深度学习的问题解决属性。第三种是“网状”结构。在这种结构中，经过学习，学习者所获得的概念体系是呈“网状”排列的，这种排列方式符合人类认知的“ACT-R”模型。在该结构中，不仅知识的数量有所增加，而且认知深度也明显提升。最主要的是概念与概念之间不仅建立了语义联系，而且根据抽象程度以及亲疏关系建立“网状”联系，这种“网状”联系不仅能有效贮存和保持知识，还能将其灵活地运用到各种具体情境中。^[30]“网状”知识结构的生成是高阶思维发展的重要表现形式，也是深度学习的重要指标，更主要的是符合人工智能时代对人才质量的要求。

2. 现实问题解决能力的提升

在信息加工理论看来，无论是信息的存储、加工，还是信息的提取、反应和强化，其目的都是为了促进知识的有效迁移和提升问题解决能力。^[31]当学习者以死记硬背、机械训练的方式学习某种知识或原理时，他们并没有理解其背后的逻辑和运用范围。在今后的学习和工作中，当他们遇到类似的问题情境时，就会含糊其辞地将自己所学习的知识或原理应用到类似的问题情境中，往往会获得无逻辑、甚至错误的答案。也就是说，基于重复记忆和机械训练的浅层学习，对提升学习者解决现实问题的价值非常有限，其原因在于当前的学校教育在教授解决问题的理论与方法时，往往将主要精力集中于教授学习者如何用所学的知识或原理解决良构问题，不重视引导和帮助学生解决劣构问题。研究表明，任其怎样重复训练学生良构问题的解决能力，对劣构问题解决的帮助都极其有限。^[26]（P38）解决良构问题的知识不能很好地迁移到解决劣构问题的情境中去。然而，现实中的问题绝大

多数都是劣构问题，几乎没有简单运用书本所学的原理和方法就能轻而易举解决的良构问题。因此，深度学习在学习目标和学习结果方面一定要关注学习者解决劣构问题能力的提升，要求学习者不仅能在相似情境做到“举一反三”，更要能在新情境中判断差异，突破原理束缚，分析问题并创造性地提出和解决问题。

（四）学习环境

深度学习不仅在学习准备、学习过程、学习结果方面与浅层学习有明显的区别，而且对学习环境的的要求与浅层学习也有一定差别。学习环境包括物质环境和人文环境两个方面。深度学习要求的物质环境应该具有体验性、交互性等特征。在人工智能时代，我们应该充分利用人工智能等技术使物理环境和虚拟环境能有机融合，尽可能地为学习者创建

具有体验性、交互性的学习环境，增强学习的现实感，有效地服务学生学习。在人文环境方面，浅层学习的学习环境强调控制性、传授性和教师主导，服从、听话是这种环境的代名词。可以说，浅层学习的学习环境是一种为教师的“教”而设计的环境，学生的“学”在这种环境中得不到应有的彰显。这种学习环境阻碍了学生对知识的自我建构和理解，限制了学生知识的应用范围，影响了学生高阶思维的发展和迁移能力的提升，已经不能适应人工智能时代对人才的要求。深度学习是一种理解性学习，强调学习过程的概念重组和批判建构，因此，深度学习的人文环境应该是一个具有开放性、支持性的特征，并能够促进知识建构、承认个体差异、鼓励质疑论辩、重视批判理解、包容和滋养多样发展的环境。

【参考文献】

- [1] 徐继存. 教学理论反思与建设 [M]. 兰州: 甘肃教育出版社, 2000.
- [2] 潘云鹤. 人工智能 2.0 与教育的发展 [J]. 中国远程教育, 2017, (5).
- [3] 胡郁. 人工智能的发展未来与创业 [J]. 中国人工智能学会通讯, 2017, (1).
- [4] 安富海. 人工智能时代教学论研究: 坚守与变革 [J]. 课程·教材·教法, 2019, (5).
- [5] 杰瑞·卡普兰 (Jerry Kaplan). 人工智能时代 [M]. 李盼译. 杭州: 浙江人民出版社, 2016.
- [6] 李修全. 新一轮人工智能发展的三大特征及其展望 [J]. 中国人工智能学会通讯, 2017, (5).
- [7] 郭绍青, 杨鸿武. 走进智能社会的“底气” [N]. 中国教育报, 2018-07-07 (03).
- [8] 汤敏. 人工智能与新师徒制 [J]. 华东师范大学学报 (教育科学版), 2017, (5).
- [9] 白春礼. 坚持创新发展 [N]. 人民日报, 2015-03-19 (7).
- [10] 康淑敏. 基于学科素养培育的深度学习研究 [J]. 教育研究, 2016, (7).
- [11] 张民选, 黄华. 自信·自省·自觉——PISA2012 数学测试与上海数学教育特点 [J]. 教育研究, 2016, (1).
- [12] Schlecher, A. PISA 2012: Evaluating School Systems to Improve Education [R]. Unpublished, 2014.
- [13] Hinton G E, Osindero S, Teh Y W. A fast learning algorithm for deep belief nets [J]. Neural computation, 2006, (7).
- [14] Marton F, Saljo R. On Qualitative Difference in learning: Outcome and Process [J]. British Journal of Educational Psychology, 1976, (4).
- [15] Smith T W, Colby S A. Teaching for Deep Learning [J]. The Clearing House, 2007, (5).
- [16] 安德森. 布鲁姆教育目标分类学 (修订版) [M]. 北京: 外语教学与研究出版社, 2009.
- [17] 安富海. 促进深度学习的课堂教学策略研究 [J]. 课程·教材·教法, 2014, (11).
- [18] 李强, 卢尧选. 学生学习成绩和学习能力影响因素之研究 [J]. 西北师大学报 (社会科学版), 2019, (3).
- [19] 冯忠良, 伍新春, 姚梅林, 王健敏. 教育心理学 (第三版) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2015.
- [20] [美] 戴尔·H. 申克. 学习理论 (第六版) [M]. 何一希等译. 南京: 江苏教育出版社, 2012.
- [21] Anderson, C., & Roth, K. (1989). Teaching for meaningful and self-regulated learning in science [A]. J. Brophy (Ed.) Advances in research on teaching [C]. Greenwich, CT: JAI Press.
- [22] 周详, 沈德立. 高效率学习的选择性注意研究 [J]. 心理科学, 2006, (5).
- [23] Lorin W. Anderson and David R. Krathwohl. A Taxonomy for Learning and Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of

- Educational Objectives [M]. New York: David McKay Company, Inc., 2001.
- [24] Frederrick Reif. Applying Cognitive Science To Education: Thinking and Learning in Scientific and Other Complex Domains [M]. Cambridge: The MIT Press, Massachusetts London, England, 2008.
- [25] 李明洁. 元认知和话语的链接结构 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2008.
- [26] [美] Paul Eggen, Don Kauchak. 教育心理学 (第六版) [M]. 郑日昌译. 北京: 北京大学出版社, 2009.
- [27] 高洁, 李明军, 张文兰. 主动性人格与网络学习投入的关系——自我决定动机理论的视角 [J]. 电化教育研究, 2015, (8).
- [28] Chen, P-S. D., Lambert, A. D., & Guidry, K. R. Engaging online learners: The impact of Web-based learning technology on college student engagement [J]. Computers & Education, 2010, (4).
- [29] [法] 安德烈·焦尔当. 学习的本质 [M]. 杭零译. 上海: 华东师范大学出版社, 2015.
- [30] David B. Hay, Caroline Kehoe, Marc E. Miquel, Stylianos Hatzipanagos, Ian M. Kinchin, Steve F. Keevil and Simon Lygo-Baker. Measuring the quality of e-Learning [J]. British Journal of Educational Technology, 2009, (6).
- [31] Mayer, R., & Wittrock, M. (1996). Problem-solving transfer. In D. Berliner & R. Calfee (Eds.) [J]. Handbook of educational psychology, 1996, (7).

Research on Teaching Theory in the Era of AI: Focusing on Deep Learning

AN Fu-hai

(Center for Research on Teacher Development, Hangzhou Normal University, Hangzhou, Zhejiang, 311121, PRC)

[Abstract] In the era of AI, the demand for innovative talents, the disadvantages of digital learning and the problems of current shallow learning are in urgent need of research on teaching theory focusing on deep learning so as to promote the transformation from shallow learning to deep learning, and to develop students' high level thinking skill. Every kind of learning pattern has its specific mechanism of occurrence, and the research on deep learning should break through the limitation of importance emphasis, discuss the basic characteristics, learning preparation, learning process, learning results, and the learning environment from deep learning perspective, and guide teachers to adjust the education teaching methods to promote students' learning better.

[Key words] era of artificial intelligence; research on teaching theory; deep learning; mechanism of occurrence

(责任编辑 王兆璟/校对 丁一)