

# 智能教育时代认知负荷理论发展、应用与展望\*

## ——“第十一届国际认知负荷理论大会”综述

□张慧 张定文 黄荣怀

**摘要:** 认知负荷理论已经成为学习与教学领域最有影响力的理论框架之一。认知负荷理论作为一种基于人类认知结构的教学设计理论,其核心是工作记忆的有限性,只有将认知负荷控制在工作记忆所能承载的范围之内,有效学习才能发生。在技术和学习理论共同推动下,认知负荷理论历经多媒体学习认知理论、多媒体学习认知-情感理论、多媒体学习认知-情感整合理论等发展阶段,主要关注从认知过程和情感过程两个方面进行了理论拓展。随着智能技术的发展成熟,教育领域成为智能技术应用的重要场景,学习环境和学习方式变革也成为重要的时代命题。目前认知负荷理论在智能教育领域的应用主要体现在自主学习、移动学习、游戏化学习、沉浸式学习、基于计算机的模拟学习等方面。未来认知负荷理论应进一步丰富和完善理论模型,并将其运用到以智能技术为依托的复杂学习场景中,同时应充分利用脑科学和大数据技术来完善认知负荷的测量技术和方法。

**关键词:** 认知负荷理论;智能教育;智慧教育环境;会议综述

中图分类号:G434 文献标识码:A 文章编号:1009-5195(2018)06-0037-08 doi:10.3969/j.issn.1009-5195.2018.06.005

\*基金项目:教育部哲学社会科学研究重大课题“‘互联网+’教育体系研究”(16JZD043)。

访谈者简介:张慧,博士后,北京师范大学智慧学习研究院;张定文,博士,研究员,北京师范大学智慧学习研究院;黄荣怀,博士,教授,博士生导师,北京师范大学智慧学习研究院联席院长(北京 100875)。

人类正在跨入人工智能时代。人工智能技术的发展正在重塑人类的思维方式。随着深度学习算法在语音和视觉识别等领域的不断突破,教育领域已成为人工智能重要的应用场景之一。2017年7月,国务院印发了《新一代人工智能发展规划》,明确提出“利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革,构建包含智能学习、交互式学习的新型教育体系。开展智能校园建设,推动人工智能在教学、管理、资源建设等全流程应用。开发立体综合教学场和基于大数据智能的在线学习教育平台。开发智能教育助理,建立智能、快速、全面的教育分析系统。建立以学习者为中心的教育环境,提供精准推送的教育服务,实现日常教育和终身教育定制化”。在大数据、云计算等新一代智能技术的支持下,学习者的学习环境和学习方式均发生了前所未有的变化。学习是教育理论与实践永

恒的主题,认知负荷理论已经成为学习与教学领域最有影响力的理论框架之一(Van Merriënboer et al., 2005)。在智能教育的背景下,对认知负荷理论的讨论具有重要价值。

2018年9月4-6日,由北京师范大学和国际认知负荷理论协会合作发起,北京师范大学智慧学习研究院承办,北京师范大学教育学部和心理学部联合协办的第十一届国际认知负荷理论大会(International Cognitive Load Theory Conference 2018, ICLTC 2018)在北京召开。会议期间来自不同国家和地区40余位学者对认知负荷领域的最新研究进展做了精彩报告,并对研究成果进行了广泛讨论。总体上,认知负荷的研究主题多样,涉及不同学科、不同学习方式、不同学习者、不同研究方法等。本文将对本次大会的主要报告进行梳理,简述智能时代认知负荷理论的发展与应用,并在此基础

上对未来发展方向进行展望。

## 一、认知负荷理论及其发展

学习是教育理论与实践永恒的主题，而认知负荷理论已经成为学习与教学领域最有影响力的理论框架之一。美国纽约大学的Jan L. Plass教授分享了题为《认知负荷理论：挑战与未来》的报告。Plass教授在梳理认知负荷理论基本观点与发展历程的基础上，强调除了关注认知因素外，还应更多关注情绪因素对学习者的认知加工和学习结果的影响。Plass教授指出，诸多研究人员对认知负荷理论进行了丰富和拓展，先后提出了多媒体学习认知理论、多媒体学习认知-情感理论、多媒体学习-认知情感整合理论等多个理论模型（见图1）。



图1 认知负荷理论发展历程

### 1. 认知负荷理论

认知负荷理论 (Cognitive Load Theory, CLT) 是由教育心理学家 John Sweller 于 20 世纪 80 年代首先提出。认知负荷是指人类信息加工过程中能够加工的信息总量，主要包括工作记忆对信息进行存储和加工的总量 (Sweller, 2008)。认知负荷理论主要以资源有限理论和图式理论为基础，从资源分配的角度来考察学习和问题解决。资源有限理论认为人的资源有限，如果同时从事几种活动就会涉及资源分配的问题，其分配的基本原则为“总量不变，此多彼少”。在学习过程或问题解决过程中，各认知活动都需要消耗认知资源，如果各项活动所需要的资源总量超过了个体所具有的资源总量，就会出现资源分配不足的问题，因此会影响学习或问题解决的效果。图式理论认为图式是一种认知结构，它使人们能够根据信息将被使用的方式对信息进行归类。图式可分为概念图式和问题图式等。一个问题图式由两部分组成：一是对问题的描述，二是对解决方法的描述。图式获取和规则自动化是学习的两大机制，它们的作用都是利用长时记忆来弥补短时记忆容量不足的问题。在学习过程中，学习者利用长时记忆中的图式对新信息进行加工和整合，使长时记忆中图式的数量增多，规模扩大，质量提高，从而

提高学习效果 (Paas et al., 2004; Sweller et al., 2011)。

认知负荷理论以信息处理模型为基本参考依据，主张人类的记忆系统包括感官记忆、工作记忆和长时记忆三种模式，三种记忆模式相互结合以处理各种信息 (Kalyuga et al., 2016; Sweller, 2016)。外界刺激信号首先进入感官记忆，如果学习者选择注意，这些信息即可进入工作记忆。工作记忆又称为短时记忆，是完成认知活动的基本组成，外界信息在工作记忆中才能被认识和加工。然而工作记忆的容量是有限的，一次最多只能存储  $7 \pm 2$  条基本信息或信息组块，而且其同时肩负组织、校认和比较等任务，所以工作记忆只能同时加工 2~3 条信息组块。如果同时进入工作记忆的信息组块数量超过这一限制，记忆容量就会超出负荷，信息加工活动就会受阻或根本无法有效开展。此外，工作记忆对于新信息的保存时间也较短，大约 1~2 分钟，新信息只有得到进一步加工进入长时记忆，才可以长久保留。长时记忆是学习的中心和信息存储的重要场所，长时记忆内容的变化标志着持久意义上的学习的发生，其容量是无限的，且存储的信息是永远不会遗忘的。知识信息以图式的形式存储于长时记忆中，图式依据信息元素的使用方式组织信息，并可通过足够的练习生成知识组织与存储的机制，使人类的认知活动达到自动化。自动化的认知过程不需要意识控制和资源消耗，因此可以弥补学习者工作记忆容量有限的不足，降低工作记忆的负荷总量。

按照认知负荷理论，学习者在学习过程中的认知负荷有三种来源：内部认知负荷、外部认知负荷和关联认知负荷 (Sweller, 2008)。其中，内部认知负荷是由知识内容本身带来的。当学习材料具有高元素交互性而学习者又未充分掌握适宜的图式时会出现高内部认知负荷。外部认知负荷是由教学设计和方法带来的，是指加工设计拙劣的教学材料时所做的努力，这种认知负荷对学习没有贡献，而且会减少用于学习的工作记忆总量。关联认知负荷包括加工认知负荷和元认知负荷两个部分。前者是学习者将工作记忆能量投入到更深层的图式建构并存储时所产生的认知负荷，后者是将工作记忆能量投入到对学习活动的监控和对学习策略的关注时所产生的认知负荷。内在认知负荷、外在认知负荷和关联

认知负荷是相互联系的。在教学过程中，问题呈现给学习者的外部认知负荷主要是由问题的内部认知负荷决定的。由于工作记忆的处理能力有限，如果内部认知负荷很高，那么外部认知负荷相应就要降低；如果内部认知负荷和外部认知负荷的总和还没有超过工作记忆的处理能力，那就可以让学习者在学习过程中使用关联认知负荷，尤其是那些与图式建构和自动化有直接关系的关联认知负荷。认知负荷的基本观点是只有将认知负荷控制在工作记忆所能承载的范围之内，有效学习才能发生，否则将造成认知负荷超载，学习失败（Paas et al., 2004）。

Sweller等（2011）曾介绍过11种常见的认知负荷效应：（1）目标自由效应（The Goal-Free Effect），指用目标自由（学习目标不很明确）的题目代替为学习者提供特定目标的传统题目，更有利于学习迁移。（2）样例和问题完成效应。样例效应是指相比于直接通过解决问题来学习，为学习者提供展示解决方法的样例会产生更好的学习效果；问题完成效应是指用待完成的问题来代替传统的问题，在问题中提供部分解决方案，而将其余的问题交由学习者来完成会产生更好的学习效果。（3）分散注意力效应，指当图片信息与相应的文字解释信息相分离时，容易导致学习者的注意力分散从而增加认知负荷，可以通过将这些信息整合到一起以降低认知负荷。（4）通道效应，指可用口头的解释文本和视觉信息源（多种形式）代替书面文本和图表等视觉信息源（单一形式）。（5）冗余效应，指无法帮助建立认知图式的多余信息源会干扰学习效果。（6）知识反转效应，指对初学者来说很有效的教学方法，在已具备丰富专业知识的学习者身上可能无效，甚至会产生相反的效果。（7）指导消退效应，指随着学习者专业知识的增加，在呈现样例后，应该让其尝试解决部分问题，随后尝试解决整个问题。（8）想象和自我解释效应。想象效应是指让学习者想象或用心理练习材料来代替传统的附加学习；自我解释效应是指有些学习者在学习物理力学样例时，每看到一个步骤就会停下来试图做出自己的解释。（9）元素交互效应，指当使用低元素交互的材料时，想象等教学效应会消失；而当使用高元素交互的材料时，他们又会重现。

（10）瞬时效应，指对于难度较大的任务，学习者容易遗忘刚刚获取的信息，这时需要提供一些可以被学习者反复使用的资源。（11）集体工作记忆效应，指如果学习材料的难度较大，那么集体学习效果有可能会优于个体学习。

## 2. 多媒体学习认知理论

Mayer等人在认知负荷理论和双重编码理论的基础上提出了多媒体学习认知理论（Cognitive Theory of Multimedia Learning, CTML）（Mayer, 1997; 2005; 2014）。双重编码理论认为人有两个在功能和结构上不相同、独立但又相互联系的用于加工和储存信息的认知系统：言语表征系统和图像表征系统（Paivio, 1991）。多媒体学习包括选择、组织和整合三个过程（见图2）。多媒体教学信息主要以叙述、声音、文本和图片的形式呈现。叙述和声音信息通过听觉通道进入工作记忆，产生言语表征；文本和图片通过视觉通道进入工作记忆，产生图像表征。知识建构取决于学习过程中学习者主动的认知加工。信息加工系统需要在这两种编码之间建立参考连结，将同一概念的不同表征联系起来，并与长时记忆系统中的已有知识相联系。这一过程中工作记忆加工总量是有限的，听觉和视觉信息的整合将受到记忆负荷的限制。因此如果对听觉或视觉通道呈现太多需要加工的信息，则会引起认知负荷超载而阻碍学习者学习。

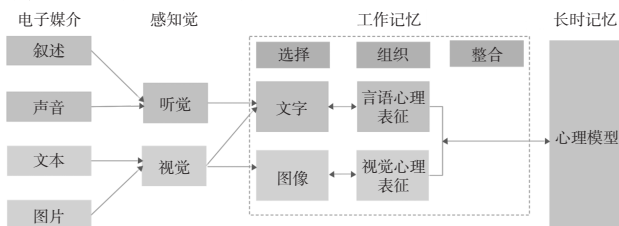


图2 多媒体学习认知理论（Mayer, 1997; 2005; 2014）

## 3. 多媒体学习认知-情感理论

Moreno等人（2007）将动机等情感因素引入到多媒体学习的认知理论，同时将其适用范围扩展到诸如虚拟现实、基于案例和基于教学代理的学习环境之中，由此提出多媒体学习认知-情感理论（Cognitive-Affective Theory of Multimedia Learning, CATML）。如图3所示，该理论认为多媒体教学中媒介包含言语表征（叙述和声音）和非言语表征（文本和图片）。在意义学习中，学习者从多媒体提

供的信息中选择相关的言语和非言语信息进入工作记忆，形成多重表征，建立相应的心理模型。同时所建立的心理模型也要与先前经验整合起来。由于工作记忆的局限性，学习者只能选择一部分信息来建立心理模型，并且所建立的心理模型也只能与已有知识整合在一起。该理论在多媒体学习认知理论的基础上，加入情绪和动机因素，提出了关于情绪和动机因素的情感中介假设，即情感和动机因素会通过增加或减少认知投入来影响学习。该理论认为，学习者被足够的动机驱使才会投入更多的认知资源来主动加工多媒体学习中的新信息；如果学习者在学习过程中缺乏动机，将会阻碍学习，因此动机因素可以作为教学设计与多媒体学习效果之间的中介变量 (Moreno et al., 2005; Moreno et al., 2007)。

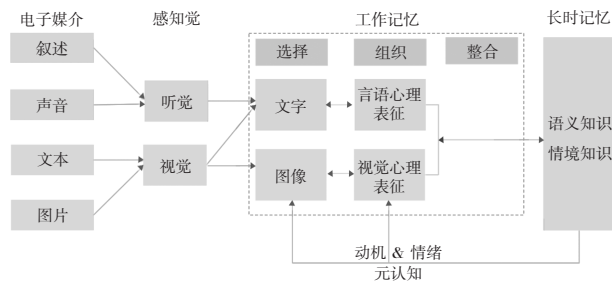


图3 多媒体学习认知-情感理论 (Moreno et al., 2007)

#### 4. 多媒体学习认知-情感整合理论

Plass 等人 (2016) 对多媒体学习认知-情感理论 (Moreno et al., 2007)、核心情感和归因情感 (Russell, 2003)，以及情绪图式 (Izard, 2009) 等概念进行整合，提出了多媒体学习认知-情感整合理论 (Integrated Cognitive-Affective Theory of Learning with Media, ICATLM) (见图4)。该理论认为，学习中认知过程和情感过程是相互伴随且不可分割的。多媒体学习环境包括情感反应，即核心情感。当学习者感知学习环境中的听觉和视觉信息时，就体验到了所谓的核心情感。除此之外，一些被体验到的情绪可能归因于某种特殊的信息，也可能只是作为一种心情，而无法对其进行归因。这个归因过程与工作记忆中对学习材料的选择过程也是相互影响的。当学习者在进行视觉表征和言语表征时，其情绪（包括学习者的兴趣和动机）会参与其中。这个心理表征的过程与兴趣、动机、情感也是相互影响的。该理论强调心理表征的整合，包括言语表征、视觉表征以及所

感知到的情绪的整合。该过程中感知到的情绪，可形成情绪图式并存在长时记忆里。Plass 等根据诱发情绪能提高内在动机和促进学习成绩的结果，因而间接推测诱发情绪是通过提高内在动机而促进了多媒体学习的效果 (Plass et al., 2016)。

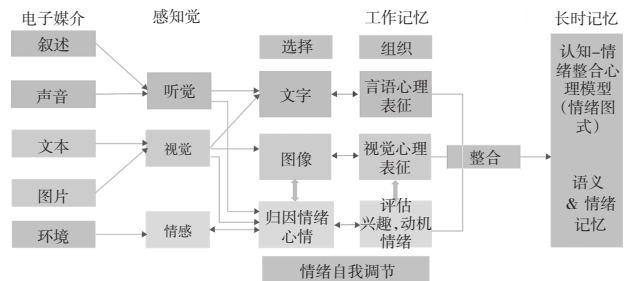


图4 多媒体学习认知-情感整合理论 (Plass et al., 2016)

## 二、认知负荷理论在智能教育领域的应用

### 1. 自主学习

近年来，认知负荷理论呈现出在学科内交叉融合应用的趋势，例如强调认知负荷理论与自主学习的融合 (Sweller et al., 2017)。德国杜伊斯堡-埃森大学的 Detlev Leutner 教授分享了题为《自主学习与元认知知识和技能的转化》主题报告，主要介绍了自主学习中元认知的作用，以及元认知知识与技能之间的转化，尤其强调在自主学习中元认知对认知学习策略的提升具有重要作用。

自主学习是“自我导向、自我激励、自我监控”的学习，是一种主动学习、独立学习和元认知监控的学习。自主学习能力和认知加工策略的使用、元认知策略的使用、以及动机调节策略的使用密切相关 (Boekaerts, 1999, 2017; Pintrich, 2000; Zimmerman, 2000)。已有研究表明，元认知策略的培养对激发学习者的学习动机、提高学习者的元认知水平、优化学习方式、增强自我监控能力，以及提高学习者的学业成绩具有重要作用。

元认知知识是主体通过经验而积累起来的，是关于认知活动的一般性知识。元认知知识包括对认知主体、认知任务和认知策略的知识。元认知知识一般储存在个体的长时记忆中，具有稳定性的特点，它对认知活动的影响可以有意识的，也可以是无意识的。其中认知策略的知识是指主体对于完成某项认知任务所需要的认知方法的知识，如认知策略的种类、特点、各种认知策略应

用的条件及有效性等。对于元认知知识是否能够影响学习者认知策略的问题，Leutner教授介绍了Schuster等人的干预研究。研究结果显示，学习者对认知策略的正确使用，需要元认知知识的参与。

## 2. 移动学习

信息技术特别是移动通讯技术的发展促进了学习理念的变革，形成了全新的学习方式。在移动学习中，如果缺乏对学习者的认知负荷的探究，将同样导致学习者在学习过程中出现认知超载，从而影响学习效果。本次大会中，来自新加坡南洋理工大学的Chee-Kit Looi教授分享了题为《当移动学习与认知负荷理论相遇时》的报告。他认为移动学习未来研究的一个重要挑战在于如何将认知负荷理论融入到移动学习设计以及无缝学习当中。

Looi教授指出，相比于其他学习方式，移动学习具有四个方面的特点：（1）学习者可以跨越空间进行学习。例如学习者可以在家下载学习资料，获取学习资源，而在学校开展学习活动。（2）学习者可以跨越时间进行学习。例如学习者可以在不同情境下重新审视和思考之前学到的知识，这为学习者的终身学习提供了框架。（3）学习者可以按照不同的主题建立一个个性化的学习项目，而非局限于固定单一的课程中。（4）学习者可以利用信息技术随时开展学习活动。由此可见，移动学习一方面是指基于移动设备的学习，另一方面也体现了学习和知识的动态属性。

在移动学习过程中，认知负荷的来源包括环境、移动设备、软件系统、学习应用、学习活动本身5种（Choi et al., 2014; Deegan, 2015）。有关移动学习与学习者认知负荷及学业成就的关系问题，Looi教授介绍了Chu（2014）的实验。该研究指出移动学习虽然极大地便利了学习者的学习，使学习更具情境性；但对于移动学习是否真的有利于学习者的学业表现的问题尚有待进一步探索。为了探索移动学习对学习者的影响，该研究对学习者的学业成绩及认知负荷进行了测量。该研究将被试分为实验组和控制组，实验组的学习者进行移动学习，控制组则进行传统的教师-学习者面对面教学。研究结果却显示，实验组学习者的学业表现显著低于控制组，其原因在于实验组学习者的内在认知负荷

（即学习资料）过重。最后Looi教授指出，如何在学习设计中降低学习者的认知负荷，将是未来移动学习研究的一个重要挑战。

## 3. 游戏化学习

随着电子游戏在教育教学中的应用逐渐增多，关于游戏化学习（Digital Gamed-Based Learning）的研究已成为当前教育技术学科的重要研究领域之一（Boyle et al., 2016）。然而关于游戏化学习对学习者的学业成绩的影响如何尚存争议。例如，Kebritchi等（2010）指出游戏化学习能够显著提高学习者的学业成绩；但也有研究显示游戏化学习会对学习者的学业成绩产生消极影响。

法国巴黎第八大学的Sébastien Puma介绍了题为《运用游戏化学习提高学生运算能力》的研究。Puma指出认知负荷理论可以为游戏化学习的研究提供理论框架。如果电子游戏情境给学习者提供过多的外部认知负荷，那么学习者的学习结果将会受到消极影响。此外，学习者的已有知识可以减少要素间的交互，从而降低学习者的认知负荷。Puma通过实验研究考察了游戏化学习对学习者的数学学习的影响。共有674名4~6年级的小学生参与了该研究。研究者将学生分为实验组和控制组，实验组的学生接受6个月的游戏化数学教学，控制组的学生则接受传统的数学教学。为了对比两种教学方式对学生数学成绩的影响，该研究对学生的比较大小、计算等数学能力进行了前测和后测。研究结果显示，相比于传统的数学学习，游戏化学习中学生的数学能力提高得更为显著。对不同年龄组学生的差异比较显示，4年级学生在两种不同教学方式中的表现差异不显著；而对于5~6年级学生，接受游戏化教学的学生的数学能力要高于接受传统教学的学生。Puma强调，游戏化学习效果在不同年龄段的差异主要受学生已有知识的影响；当学生已有知识提高时，游戏化教学的积极影响也会随之提高。

## 4. 沉浸式学习

Dede（2009）指出，虚拟学习环境的一个优点是它可以为学习者提供身临其境的体验，从而降低将已有知识和技能迁移到新情境的难度。头戴式虚拟现实设备的出现为学习者提供了一个在更真实、

沉浸式环境中学习的良好机会，因为这种技术可以为学习者提供物体、空间或现象的生动的内部视图。尽管如此学习者的学习参与仍然可能是被动的，因为学习者有可能仅仅在虚拟环境中观看或者操作这些三维图像，而非进行真正意义上的学习（Chi et al., 2014）。

华东师范大学 Lijia Lin 等人介绍了题为《沉浸式虚拟环境中的学习：将“总结”作为一种学习策略》的研究。他们指出从认知负荷的角度来看，学习者的被动参与并非真正的认知加工。因此该研究利用总结策略（Summarizing Strategy）来促进学习者在虚拟环境中的学习参与情况。研究结果显示，采取总结策略的学生相比于没有采取总结策略的学生付出了较少的工作量。这主要由于总结策略可以帮助学生选择相关信息，并将他们的一些认知资源从处理无关元素中解放出来，从而减少认知负荷，提高学习参与程度。

#### 5. 基于计算机的模拟学习

基于计算机的模拟学习（Computer-Based Simulation Learning）是学习者意义建构和知识建构的重要方式之一。台湾中山大学的 Yuling Hsu 介绍了题为《指导与自由的平衡：如何在计算机模拟学习环境中教授学生几何概念》的研究。Hsu 指出，如果学习者的学习是有意义的，那么学习者在模拟的环境中就可以确定做什么（表征设置）和如何去做（生成解决方案）；在这个过程中，需要向学习者提供必要的指导，以减少学习障碍并优化学习者的认知负荷。该研究调查了不同类型（对表征设置的指导与对生成解决方案的指导）和不同程度（高度与低度）的指导对台湾原住民儿童和非原住民儿童的语言学习表现和三种不同认知负荷的影响。该研究结果显示，不同类型和不同程度的指导对儿童的外部认知负荷影响显著，而对内部认知负荷和关联认知负荷的影响无显著差异。

### 三、认知负荷理论的发展展望

认知负荷理论提出以后，在世界范围内引起持续讨论。Mayer 等人在认知负荷理论和双重编码理论的基础上提出了多媒体学习认知理论；Moreno 等人将动机等情感因素引入到多媒体学习认知理论，进

而提出了多媒体学习的认知-情感理论；Plass 等人将多媒体学习认知-情感理论、核心情感和归因情感、情绪图式等概念进行了整合，进而提出多媒体学习认知-情感整合理论。可以看出，以往研究人员更多是从多媒体学习的视角对其进行发展。然而，在大数据、云计算为基础的智能教育时代，学习者的学习环境将不同于传统的多媒体学习环境。在智能教育的背景下，进一步丰富和完善认知负荷的理论模型，将该理论运用到以智能技术为依托的学习场景，将是认知负荷理论未来发展的重要方向。

在智能教育背景下，学习环境日渐智慧化。黄荣怀等（2012）提出，智慧学习环境是一种能够感知学习情景、识别学习者特征、提供合适的学习资源与便利的互动工具、自动记录学习过程和评测学习成果，以促进学习者有效学习的场所或活动空间。与传统的多媒体学习环境相比，智慧学习环境具备更加丰富的学习资源、智能工具及技术，可以为多种形式的学习活动提供支撑。然而，这种学习环境也更容易出现冗余信息过多、信息呈现和使用不当、学习者注意力难以集中等问题，从而导致学习过程中的认知负担过重，影响学习者的有效学习。因此，以学习者为中心，考察智慧学习环境中学习者认知负荷的来源、探索有效降低学习者认知负荷的策略，将是认知负荷理论未来探讨的重要主题。

随着智能技术与教育的深度融合，除学习环境外，学习方式也将发生重大变化。认知负荷理论作为学习与教学领域最有影响力的理论框架之一，在智能教育背景下，如何有效指导移动学习、无缝学习、游戏化学习等新的学习方式也将是未来讨论的重要主题。例如，认知负荷理论认为，工作记忆拥有分别处理视觉信息和听觉信息的信息加工通道，当我们在教育教学中不得不开呈现彼此关联的视觉信息时（如图表必须搭配文字解释才能加以理解，而文字又因为空间的局限而无法全部嵌入图表中），可以通过音频信息呈现这些文字内容，增加工作记忆的信息加工能力，提高学习效果。移动设备的便携性虽然能够支持学习者在不同情境下随时随地进行学习，但如果在移动设备上学习内容呈现不当，将会增加学习者认知负荷超载的风险。因此移动学习材料的设计者如何以认知负荷理论为基础，

科学有效地设计移动学习将是另一个研究挑战。

随着对认知负荷理论的深入研究，为了有效降低学习与教学过程中的认知负荷，Sweller等人经过30多年的研究提出了一系列认知负荷效应。这些认知负荷效应可以应用到不同的学习内容、学习方式和学习环境的设计中，从不同角度降低学习者的认知负荷。在智慧学习环境中，继续深入探讨认知负荷效应，也将成为未来研究的重要内容。这一方面体现为探索原有的认知负荷效应在智慧学习环境中是否会发生改变；另一方面体现为探索在新的智慧学习环境中是否会出现新的认知负荷效应。例如，注意力分散效应的研究显示，当学习者将注意力分配到时空有一定间隔的不同学习材料时（这些材料通常有一定难度），并且只有通过整合不同来源的信息才能理解每一段材料时，就可能引起学习的认知负荷超载。那么在游戏化学习或无缝学习过程中，注意力分配效应是否依然有效？学习材料的设计者如何整合并呈现不同来源的信息，以减少学习者的认知负荷？这也将是未来研究的重要问题。

最后，在认知负荷的测量技术与方法上，目前主要以量表测量为主。量表能否真实、客观、有效地测量个人的认知负荷还有待进一步证实。随着脑科学的发展，个体认知能力的测量技术与方法日渐多元化。北京师范大学刘嘉教授分享的《有效学习与大脑可塑性：基于空间认知的视角》报告，从空间认知的角度介绍了有效学习和大脑的可塑性。刘嘉教授综合量表测量、核磁共振（fMRI）、大数据等研究结果，汇报了相关研究成果。未来对认知负荷的有效测量，能否借鉴fMRI、大数据等测量方式，或者探索出更加真实客观的测量技术与手段，也将成为研究者的一大挑战。

#### 参考文献：

- [1]黄荣怀, 杨俊锋, 胡永斌 (2012). 从数字学习环境到智慧学习环境——学习环境的变革与趋势[J]. 开放教育研究, (1):75-84.
- [2]Boekaerts, M. (1999). Self-Regulated Learning: Where We Are Today[J]. *International Journal of Educational Research*, 31(6):445-457.
- [3]Boekaerts, M. (2017). Cognitive Load and Self-Regula-

tion: Attempts to Build a Bridge[J]. *Learning and Instruction*, 51: 90-97.

[4]Boyle, E. A., Hainey, T., & Connolly, T. M. et al. (2016). An Update to the Systematic Literature Review of Empirical Evidence of the Impacts and Outcomes of Computer Games and Serious Games[J]. *Computers and Education*, 94:178-192.

[5]Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes[J]. *Educational Psychologist*, 49(4):219-243.

[6]Choi, H.-H., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2014). Effects of the Physical Environment on Cognitive Load and Learning: Towards a New Model of Cognitive Load[J]. *Educational Psychology Review*, 26(2):225-244.

[7]Chu, H.-C. (2014). Potential Negative Effects of Mobile Learning on Students' Learning Achievement and Cognitive Load - A Format Assessment Perspective[J]. *Educational Technology & Society*, 17 (1):332-344.

[8]Dede, C. (2009). Immersive Interfaces for Engagement and Learning[J]. *Science*, 323(5910): 66-69.

[9]Deegan, R. (2015). Complex Mobile Learning that Adapts to Learners' Cognitive Load[J]. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 7(1):13-24.

[10]Izard, C. E. (2009). Emotion Theory and Research: Highlights, Unanswered Questions, and Emerging Issues[J]. *Annual Review of Psychology*, 60:1-25.

[11]Kalyuga, S., & Singh, A.-M. (2016). Rethinking the Boundaries of Cognitive Load Theory in Complex Learning[J]. *Educational Psychology Review*, 28(4):831-852.

[12]Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The Effects of Modern Mathematics Computer Games on Mathematics Achievement and Class Motivation[J]. *Computers and Education*, 55(2):427-443.

[13]Mayer, R. E. (1997). Multimedia Learning: Are We Asking the Right Questions?[J]. *Educational Psychologist*, 32(1):1-19.

[14]Mayer, R. E. (2005). Cognitive Theory of Multimedia Learning[A]. Mayer, R. E.(Ed) (2005). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*[M]. New York: Cambridge University Press:31-48.

[15]Mayer, R. E. (2014). Incorporating Motivation into Multimedia Learning[J]. *Learning and Instruction*, 29(4):171-173.

[16]Moreno, R., & Mayer, R. (2007). Interactive Multimodal Learning Environments[J]. *Educational Psychology Review*, 19(3):309-326.

[17]Moreno, R., & Valdez, A. (2005). Cognitive Load and

Learning Effects of Having Students Organize Pictures and Words in Multimedia Environments: The Role of Student Interactivity and Feedback[J]. *Educational Technology Research and Development*, 53(3):35-45.

[18]Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2004). Cognitive Load Theory: Instructional Implications of the Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture[J]. *Learning Science*, 32(1/2):1-8.

[19]Paivio, A. (1991). Dual Coding Theory: Retrospect and Current Status[J]. *Canadian Journal of Psychology*, 45(3):255-287.

[20]Pintrich, P. R. (2000). An Achievement Goal Theory Perspective on Issues in Motivation Terminology, Theory, and Research[J]. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1):92-104.

[21]Plass, J. L., & Kaplan, U. (2016). Emotional Design in Digital Media for Learning[A]. Tettegah, S., & Gartmeier, M. (2016). *Emotions, Technology, Design, and Learning*[M]. Elsevier Inc: 131-162.

[22]Russell, J. A. (2003). Core Affect and the Psychological Construction of Emotion[J]. *Psychological Review*, 110(1):145-172.

[23]Sweller, J. (2008). Human Cognitive Architecture[J]. *Instructional Science*, 32(1):9-31.

[24]Sweller, J. (2016). Working Memory, Long-term Memory, and Instructional Design[J]. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(4):360-367.

[25]Sweller, J., & Paas, F. (2017). Should Self-Regulated Learning Be Integrated with Cognitive Load Theory? A Commentary[J]. *Learning and Instruction*, 51:85-89.

[26]Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*[M]. New York: Springer.

[27]Van Merriënboer, J. J. G., & Sweller, J. (2005). Cognitive Load Theory and Complex Learning: Recent Developments and Future Directions[J]. *Educational Psychology Review*, 17(2):147-177.

[28]Zimmerman, B. J. (2000). Self-Efficacy: An Essential Motive to Learn[J]. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1): 82-91.

收稿日期 2018-10-11 责任编辑 刘选

## The Development, Application and Reflection of Cognitive Loading Theory in the Intelligent Era

——A Review for the 11th International Cognitive Load Theory Conference

ZHANG Hui, ZHANG Dingwen, HUANG Ronghui

**Abstract:** Nowadays, cognitive load theory has become one of the most influential theoretical frameworks for learning and teaching in the field of education. It is a teaching design theory based on human cognitive structure, the basic idea of which is that cognitive capacity in working memory is limited, so that if a learning task requires too much capacity, learning will be hampered. Due to the development of technology and learning theory, cognitive loading theory has passed four stages: Cognitive Loading Theory, Cognitive Theory of Multimedia Learning, Cognitive-Affective Theory of Multimedia Learning, Integrated Cognitive-Affective Theory of Learning with Media, mainly expanding from both cognitive and emotional processes. With the development of intelligent technology, the education field has become one of the important application scenarios for the application of intelligent technology. In this context, learning environment and learning approach will undergo unprecedented changes. Currently, according to conference participants' report, the cognitive load theory is applied into the intelligent education field in such aspects as self-regulated learning, mobile learning, digital game-based learning, immersive virtual learning, as well as computer-based simulation learning. In the future, the theoretical model of cognitive load theory should be improved and be applied into the complex learning environment which is dependent on intelligent technology. At the same time, the measurement of the cognitive load should be perfected with the help of brain science and big data technology.

**Keywords:** Cognitive Loading Theory; Smart Education; Smart Learning Environment; Conference Review