

基于学习元的双螺旋深度学习模型*

□余胜泉 段金菊 崔京菁

摘要：深度学习的意义不仅在于知识内容的建构，更重要的是利用蕴含在社会人际网络中的集体智慧，形成丰富的社会知识网络。聚合了人际网络、知识网络与学习活动等综合性信息的学习元平台，能为促进在线深度学习提供良好的支持。基于学习元的双螺旋深度学习模型反映了一种社会互动、群建共享、认知递进的深度学习理念。在该模型中，知识网络和社会网络是两条基本支架，通过学习活动衔接而形成社会知识网络；而社会知识网络以知识内容为核心节点，通过知识内容建立起知识之间、知识与人的关系。学习者和教学者在该模型中处于平等地位且可以角色互换。在学习的初级阶段，学习者通过接受式学习，初步建构知识网络和人际网络；随着参与式学习的不断深入，基于知识交互的协同建构促进知识网络的发展，基于人际交互的网络节点生成促进人际网络的拓宽，个人学习网络动态形成并得到螺旋式发展；在学习的高级阶段，学习者主动连接网络，通过创造性学习活动以及基于活动的知识贡献与创造，构建群体的社会性知识空间，达到深度学习的目的。

关键词：在线学习；深度学习；学习元；双螺旋学习模型；社会知识网络

中图分类号：G434 文献标识码：A 文章编号：1009-5195(2017)06-0037-12 doi:10.3969/j.issn.1009-5195.2017.06.005

*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）。

作者简介：余胜泉，博士，教授，博士生导师，北京师范大学未来教育高精尖创新中心（北京 100875）；段金菊，博士，副教授，西南大学计算机与信息科学学院（重庆 400715）；崔京菁，博士研究生，北京师范大学未来教育高精尖创新中心（北京 100875）。

随着网络和多媒体技术的不断发展，支持当代师生进行学习的网络环境已经极大完善，然而优良的硬件环境并没有真正促进深度学习的发生。目前在线学习所使用的教学方式主要是课堂“搬家”，即录制传统的利用板书的课堂视频，组织学生进行浏览学习等（余胜泉，2014）。这种学习虽然能够让学习者获得特定的知识，但对知识的理解是浅层次、表面化的，并不足以让学习者建构起对整个问题的认识，也不能有效地促使学习者开展反思以及将知识进行迁移与应用。在线学习的碎片化知识、孤独感以及学习行为单一等特征导致了在线学习的效率不高、效果不好等问题。本文基于学习元平台，尝试提出一个基于知识网络的学习导航，辅助人际网络的群体协商与互动，构建以活动为主线的多维学习行为的双螺旋学习模型，探讨促进深度学习的在线学习设计。

一、基于学习元的深度学习支撑系统

学习元平台（Learning Cell System）（余胜泉等，2009）是基于“生成”“进化”“适应”“社会认知”等新理念，以学习元为最小资源组织单位的开放型学习平台，由学习元、知识群、知识云、学习工具、个人空间和学习社区六大部分构成。

基于学习元的深度学习行为支撑系统主要包括四大子模块：在线深度学习行为交互支持模块、群体协同建构深度学习的知识进化模块、多元联系的深度学习行为可视化与聚类分析模块、激励深度学习的发展评估模块。

1. 在线深度学习行为交互支持模块

在线深度学习行为交互支持模块包含的核心功能点有：学习元知识创建、知识内容协同编辑、知识内容进化版本对比、全文批注、段落微批注、资

源评价、资源评论、语义信息管理、资源语义关联、学习活动、学习工具、个人空间、好友管理、知识本体构建、知识网络、人际网络、社会知识网络、标签语义标注、语义搜索、社区学习与交互、资源聚合工具等。该模块主要实现对9种可能促成深度学习发生的学习行为的互动支持，并设计相应的功能。

2. 群体协同建构深度学习的知识进化模块

群体协同建构深度学习的知识进化模块包含的核心功能点有：汇集集体智慧的群体众包技术、内容协同编辑与版本控制技术、资源的语义建模技术、资源的动态语义聚合技术、资源的有序进化控制技术、资源进化的可视化路径展现技术等。群体众包技术主要是如何汇集群体的智慧，实现群体的有序协同。内容协同编辑与版本控制技术主要是在现有Wiki技术的基础上进行适应性改进，保证普通用户可以对同一份学习资源的内容进行协同编辑，并通过灵活的版本控制技术来保证资源的安全性。资源的语义建模技术主要是引入当前热门的语义Web技术，构建开放的学习资源本体，对资源进行快捷的语义标注，并对资源进行语义的推理。资源的动态语义聚合技术主要是在资源语义建模基础上，实现相似资源之间的自动聚合，组成同主题的资源圈。资源的有序进化控制技术主要是通过知识本体、内容审核等技术来控制资源进化的方向，避免其毫无目的的四处“乱长”。资源进化的可视化路径展示技术主要是直观地呈现资源的进化过程以及成长过程中不同用户的贡献，使学习者不仅了解当前的知识，还能够从整体上熟悉知识是如何一步步发展的。

3. 多元联系的深度学习行为可视化与聚类分析模块

多元联系的深度学习行为可视化与聚类分析模块包含的核心功能点有：学习轨迹可视化、知识网络可视化、人际网络可视化、社会知识网络可视化、标签聚类等。学习轨迹可视化模块可以可视化展示深度学习行为在时间上的变化。知识网络可视化模块实现知识语义关系的动态揭示。人际网络可视化模块展示学习行为背后的人际网络拓扑结构关系及网络变化规律，支持学习行为人际关系分析。

社会知识网络可视化模块旨在可视化学习行为背后的知识联系和人际关系，将物化资源与人际资源融为一体，展示多元联系的深度学习行为背后的知识和人际联系。标签聚类模块可以对学习行为进行聚类分析，实现学习行为数据的知识发现。

4. 激励深度学习的发展评估模块

激励深度学习的发展评估模块包含的核心功能点有：学习评价方案设定、学习交互数据采集与分析、多维评价结果展示、诊断标准设置等。

学习元平台提供了基于过程性信息的评价服务。该服务为课程开发者提供评价方案设计工具。开发者可针对课程设置一定的评价方案，系统根据评价方案，结合不同学习者在课程中的学习过程信息来对学习者的学习过程和整体学习情况进行评价，给出评价结果并反馈给课程开发者和学习者。学习者在学习过程中可随时查看自己的评价信息，了解自己的学习情况，适当调整学习策略，实现基于过程的可视化评价（如图1）。

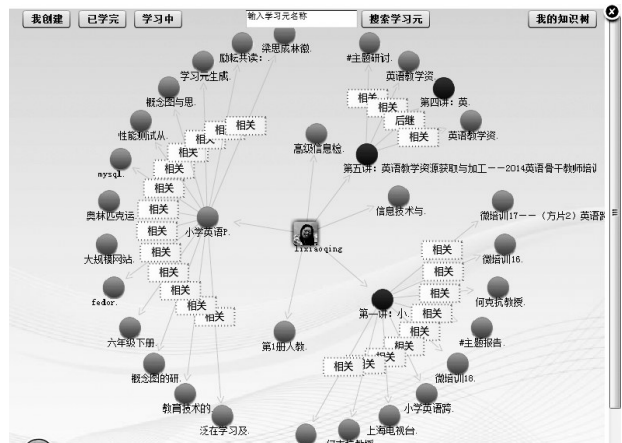


图1 学习者知识地图的可视化评价

在这种可视化的个人知识地图中，中心节点表示当前用户，圆点代表知识点，知识点间带箭头的连线表示他们之间的关系。圆点不同的颜色表示不同的状态，红色表示当前用户还未完全掌握该知识点，蓝色表示该知识点是当前用户创建的，绿色表示当前用户已掌握了该知识点（余胜泉等，2014）。通过个人知识地图，学习者可以清晰地了解自己的努力与进展，激励深度学习行为的发生。

二、双螺旋深度学习模型

一般意义上所讲的深度学习都是与浅层学习相

比较而言的。浅层学习是一种传统意义上的机械学习，表现为浅层次的学习行为，如浏览、下载、检索信息等，不需要进行太多认知加工，主要是接受信息，习得的知识之间是孤立的，因此一般来说巩固得较好而迁移应用水平不高。

深度学习则与之相反，强调有意义的学习，强调知识的意义建构，需要较多认知投入，需要对学习对象做复杂的交互与加工，如编辑、重构、比较、绘制概念图等，往往组合和序列化多种简单学习行为，如探究、协作等。深度学习是一种建构的、主动的学习，知识的保持和迁移的水平都相对较高 (R.基思·索耶, 2010)。深度学习的认知心理学依据是人类所习得的知识在头脑中是以网状形式存储的，因此，新学习的知识一定要和原来的知识建立联系，才能被纳入到新的知识体系中，并且建立持久的意义联系 (段金菊等, 2013)。

研究基于深度学习的核心理念，根据在线学习行为的维度、层级及其相关联系，借鉴学习的获得隐喻 (Acquisition Metaphor)、参与隐喻 (Participation Metaphor) 和知识创造隐喻 (Knowledge Creation Metaphor) (Hakkarainen et al., 2004)，初步构建了基于“学习内容+学习活动+学习评价+社会知识网络”为一体的学习元平台的双螺旋深度学习模型 (如图2)，以促进在线学习中深度学习的有效发生。

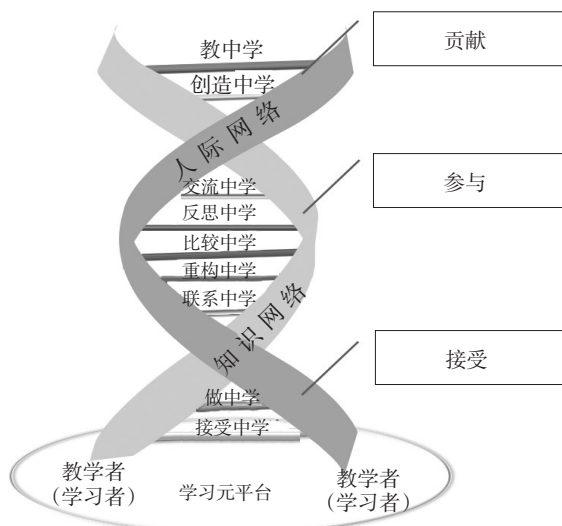


图2 基于学习元平台的双螺旋深度学习模型

在该模型中，学习者和教学者处于平等地位且可以进行教与学角色的互换。在具体的实施过程中，教师通过以学习者为中心的交互活动设计，引

导学习者自下而上动态实时地拓展知识网络和人际网络，并通过二者的螺旋式上升发展贯通学习行为的不同层级及其相关学习活动。在初始阶段，学习者通过学习资源与活动的整合开展接受式学习，初步建构知识网络和人际网络；随着参与式学习的不断深入，基于知识交互的协同建构促进知识网络的发展，基于人际交互的网络节点生成促进人际网络的拓宽，个人学习网络动态形成并得到螺旋式发展；在学习的高级阶段，学习者主动连接网络，通过创造性学习活动等以及基于活动的知识贡献与创造，构建群体的社会性知识空间，达到深度学习的目的。

1. 促进高阶思维发展的认知目标达成

模型追求深层次的认知投入，在认知目标方面，主要强调应用、分析、评价与创造能力的培养。分析、评价、创造属于较高层次思维发展的能力目标 (L·W·安德森等, 2008)，在教学过程中，需要设置一系列较为复杂的学习活动来激发学生进行深层次的认知加工，对学生进行较高难度或者较为综合的思维训练。这主要体现在知识的参与、贡献与创生上。

模型强调不能只向学生提供一些简化的问题或者基本的技能练习，而应该设计深度交互的学习活动，使学习者学会在复杂学习环境下处理复杂的、非良构的问题，以此来提高学习者深层次认知加工的能力。可以基于布鲁姆的教育目标分类层次，根据认知目标和认知层级的递进关系，有序地设计相应的学习活动序列，使得相应层次的认知目标能够通过认知层级所对应的学习活动来达成 (如图3)。

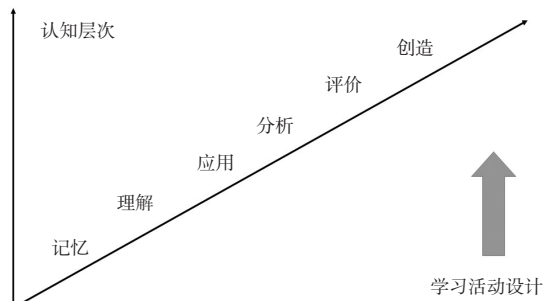


图3 学习活动设计促进高阶思维发展的认知目标达成

在线学习中，学习活动及其序列设计，是促进高阶思维发展的桥梁和阶梯。学习平台应不仅作为内容存储与管理的工具，更需要作为学生自主学习

工具、协作工具、教学评估工具、知识加工工具、知识创生工具、研发工具、情境探究工具,用信息化手段呈现动态化的教学过程,在内容的载体上,附加学习活动,以学生为主实现师生深度互动。

平台给教师提供了各种教学设计的支持工具,允许教师组织多层次多类型的学习活动,具体包括基于学习内容的嵌入式交互活动以及基于课程单元和整个课程的学习活动等。在具体的活动设计中,平台能够支持教师创建、设置、改编活动序列。教师可以根据自己的教学内容、教学要求等灵活选择和设计基于各种教学模式的学习活动,并根据学生学习的实际情况,运行相应的学习活动序列,且对学习序列运行情况进行监测。

布鲁姆和安德森的认知目标分类为学习活动的设计提供了相应的参考,不同的认知层次对应不同的外显行为要求,不同的外显行为可以通过不同的在线学习活动设计来实现(如表1)。学习元平台表1 基于学习元平台的学习行为认知层级

认知层次	行为动词	典型在线学习活动
记忆 Remembering	识别(Recognizing)、回忆(Recalling)	浏览、下载、标记、收藏、订阅、笔记、评分等
理解 Understanding	解释(Interpreting)、举例(Exemplifying)、分类(Classifying)、总结(Summarizing)、推断(Infering)、比较(Comparing)、说明(Explaining)	做作业、打标签、简短评论、概念图、韦恩图、六顶思考帽、批注、讨论等
应用 Applying	执行(Executing)、实施(Implementing)	在线编辑、在线辩论、题目设计、内容改写、写博客、制作作品等
分析 Analyzing	区分(Differentiating)、组织(Organizing)、归属(Attributing)	案例分析、写报告、做在线演讲、设计调查、绘制结构图、SWOT分析等
评价 Evaluating	核查(Checking)、评判(Critiquing)	分析评论、逻辑推理、复杂辩论、问题辨析等
创造 Creating	生成(Generating)、计划(Planning)、贯彻(Producing)	创作内容、制定计划、问题解决、设计作品、策展等



图4 学习元平台的学习活动库

设计了不同认知层次学习活动(如图4),以支持学习过程中的深度认知投入。

2.促进认知投入的多层次学习行为

学习元在行为活动方面,强调全体参与和积极建构,如持久、专注地进行学习与交流,积极地进行多重交互,如媒介交互、人际交互与自我交互,促进认知从一个较低层次的水平与状态过渡到一个较高的水平与状态,从而达到认知的平衡等。

表2 基于学习元平台的学习行为分析

学习行为	学习活动	解释说明
接受中学 Learning by Reading/Listening/Watching	观摩视频	由教师建立知识群、学习元,为学生提供丰富的学习资料,学生浏览学习内容对象,获取有价值信息
做中学 Learning by Doing/Acting	下载资源,上传资源,练习、测试	学习环境通过将内容与活动、资源的无缝整合,实现浏览内容与参与活动两种学习方式的融合,通过学习任务的完成实现知识的内化
联系中学 Learning by Connecting	不同的知识单元之间建立联系	通过知识的语义关联和可视化导航,在知识的相互联系中整体把握知识结构,从多个角度审视和思考,加深对知识的理解,并激发灵感和促进创新
重构中学 Learning by Re-Organizing	构建个性化学习课表	通过资源聚合工具,学习者可以自由地组合和管理多个小的知识单元,建构自己的知识体系,促进知识管理,形成个性化学习课程
交流中学 Learning by Communicating	群体协商,交流	学习者不止是通过物化的学习对象获取知识,更能够通过学习对象关联到专家、协作者、学习者,构建与学习内容密切相关的社会知识网络,在交流中充分吸收他人的智慧
协作中学 Learning by Collaboration	协同编辑	通过协同编辑以及协同批注,实现知识的协同共建,群建共享
比较中学 Learning by Comparison	同题异构以及同课异构等	针对同一个主题或任务,学习者可通过互相比对,吸取他人的优势与精华,发现自己的不足;同时多角度地对当前内容建立新的认识,从而获得深度学习体验
反思中学 Learning by Reflection	反思不同的学习单元进化版本与轨迹	学习者不仅能学习当前的内容,而且能看到一个知识单元生长和建构的历史轨迹,在这一过程性的情境中反思知识演化的内在逻辑;同时,学习环境应当为学习者保留详细的、可在整个泛在网络中无缝迁移的学习记录,并在内容和活动的基础上提供练习和评价,促进学习者在学习过程中对自身学习的反思
创造中学 Learning by Creating	人工制品	学习者不仅是被动地接受知识,而且可以在综合、重组、反思、交流的基础上,形成结构化的表达,主动贡献智慧,创建新的知识内容
教中学 Learning by Teaching	发布教学	学习者切换“教”与“学”的角色,通过创建新的学习元实现教中学

此外，学习元还强调深度认知投入的复杂交互活动对高阶思维能力的培养。众所周知，不同认知层次的多维学习行为是促进学习者与内容深度互动的基础。学习元不仅具有学习内容，还具有与学习内容相对应的学习活动与行为，学习者通过多维化的学习行为与学习内容深度交互。在基于学习元的网络课堂中，学习行为可以聚类为9种形式，并且对应9种学习活动（如表2）。

根据学习的隐喻，9种学习行为中可划分为三种不同的类型，即接受中学、参与中学和创造中学；其中接受中学是一种个体学习行为，而参与中学和创造中学是一种群体协同学习行为，且是高层次认知行为。在具体的学习过程中，越高层次的学习行为越需要高阶思维能力以及知识网络和人际网络的支持。

和传统的LMS（Learning Management System）系统相比，学习元及其支撑环境可以为学习者提供更为丰富的学习体验以及更为灵活的知识建构和资源共享方式，支持更多维的学习行为，实现对多种学习方式及行为的智能追踪。在借鉴学习的三种隐喻，以及网络课堂的基础交互行为基础之上，我们将网络课堂的学习行为归类为三个层级（如图2），依次是个体建构的初级学习阶段、群体建构的中级学习阶段以及群体创生的高级学习阶段。可以看出，基于学习元平台的多维学习行为是基于“学习内容+学习活动+学习评价+社会认知网络”的综合体（如图5）。



图5 基于学习元的网络课堂交互行为接受中学。最简单的学习活动是下载、浏览、观看视频等。学习者可以通过观摩视频案例进行相应的学习，实现接受中学。

做中学。在整个学习过程中，学习者参与并完成整合于学习内容中的交互学习活动，完成教师设计的学习任务，在参与活动中学习。如学习者可以通过测试、练习与完成任务的形式实现做中学。

联系中学。针对整个知识单元，学习元平台提供了基于语义关联的知识网络，便于学习者唤起先前知识，构建对整个知识体系的整体认识，实现联结中学。

重构中学。随着学习的进行，学习者对当前的相关知识内容已经有了大致的了解。为了促进自我导向学习的进一步发展，在众多的学习元中学习者可以选择自己感兴趣的知识单元，并建立相关知识单元的联系，通过创建个性化学习课表的形式实现重构中学。

交流中学。学习者可以利用平台提供的社会认知网络、人际网络与专家以及其他学习者开展交流，获得相关学习信息，通过评论与讨论进行群体协商与意义的建构，实现交流中学。

比较中学。学习者还可以通过批注以及编辑全文等形式进行协作学习。学习元平台提供的内容编辑功能允许任何人课程内容随时进行修改与完善，同时结合半智能化的内容审核机制，即当编辑的内容与原内容密切相关或通过创建者审核之后系统将自动生成新的课程版本（余胜泉，2014），如呈现设计方案的各个历史版本。内容编辑功能利用群体的智慧来实现课程的不断更新与完善，避免了资源的浪费，而通过对课程版本的可视化对照可实现比较中学。

反思中学。通过版本的可视化对照，学习者还可以查看知识的发展脉络以及与此相关联的资源以及用户（如图6）。学习者通过查看一个知识单元的生长和建构历史轨迹，反思知识演化的内在逻辑，实现反思中学。

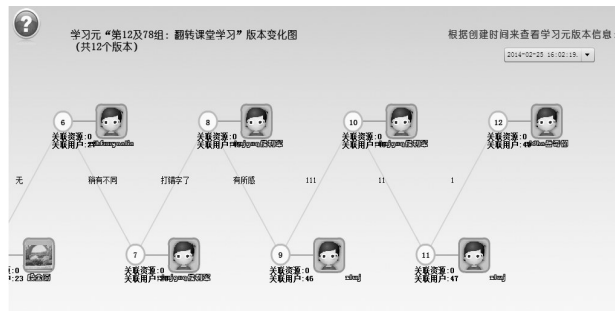


图6 基于学习轨迹与关联用户及资源的反思中学

创造中学。学习者不仅可以被动地接受知识，而且可以在综合、重组、反思、交流的基础上，形成结构化的表达，主动贡献智慧，创建新的知识内容，通过数字制品实现创造中学。

教中学。在学习元平台“教”的过程中，往往能够深化施教者对所教内容的记忆和理解；而学习者在交流、协同编辑的过程中，恰好能经常性地切换“教”与“学”的角色。学习者可以在构建新的知识群与发布新的学习元的基础上，通过发布教学等形式实现教中学，达到教学相长的目的。

在基于学习元平台的虚拟课堂学习环境下，知识消费者也是知识生产者，在这样的互动隐喻下，共同创造成为可能，创造中学成为多维化学习活动的新类型，而基于学教互换的教中学也成为知识创造的一大亮点。这些都实现了高阶认知目标，促进了高水平思维的发展。

3. 基于社会知识网络的发展性支架

学习元除了可以作为独立完整的学习单元存在外，还可以作为学习者认知网络联通的管道和媒介。学习者通过与学习内容、学习群体的交互，形成知识网络与社会网络，而“人-知识-人”“知识-人-知识”的多维化交互行为的叠加，则促成了社会知识网络的形成。因此，在基于学习元的双螺旋深度学习模型中，知识网络和社会网络是两条基本支架，通过学习活动衔接而形成社会知识网络，它既是促进深度学习的支架，也是深度学习构建的目标。

(1) 知识网络

相关内容通过内在的关联和逻辑连接在一起，便形成了知识网络。知识网络关注学习共同体拥有的知识，聚焦于知识关联，体现了知识分布式存储的理念。学习元基于语义技术来构建知识网络。随着学习内容不断丰富与进化，相同或者相似主题的内容单元逐渐聚合成为一个知识网络，学习者可以通过网状导航形式更好地规划自己的学习目标和过程。

知识网络不仅包括知识及其承载的学习者个体，还包括了他人和群体，知识网络重在主题聚合，通过主题聚合进行观点产生、观点连接、观点提炼及观点深化，重在对相关观点以及话题（知识）的重组和获得。这就使得基于主题的学习成为

知识网络中重要的学习方式之一。在基于学习元的双螺旋深度学习模型中，知识网络的学习从关注学习者的知识获得，到关注学习者对知识网络的联通、贡献与创造。而基于主题的学习者聚合是最为典型的在线互动模式，它使得群体协同与群体知识建构变得相对容易。

(2) 社会网络

在线学习中的学习者不仅仅是从资源内容中学习，围绕某个知识点建立的社会网络也可以成为学习的重要内容（余胜泉等，2011）。社会网络重在人与人之间建立的关系及其产生的交互，学习者在社会网络中可以发表观点、想法、评论等，并通过相同或相似的主题与对此感兴趣的人聚合起来，进一步通过关系的拓展获取更多的知识。

可视化的社会网络将具有共同兴趣与爱好的学习者组织在一起，或者将不同兴趣、关系的成员以不同知识为主题分化开来以形成新的共同体，提高了成员对于共同话题的探索兴趣和积极性，促进了个体及群体知识建构层次向纵深方向发展。

在学习元的开放知识社区中，最初的内容单元将成为知识社区学习的基础，每个学习者通过参与相应的学习活动，进行相应的社会化交互以及社区知识建构、分享和创造，从而促进学习内容的补充和进化。随着学习的进行，个体的知识逐渐外化为社区的知识，基于学习者个体的分散的、无序的知识逐渐凝练成集体的有序的知识网络，通过群体的不断社会化交互，知识网络进行螺旋式的演化和发展，最终通过自上而下的知识吸收和内化促进学习者的学习。由此可见，在基于社会性知识网络的学习过程中，知识是共建共享的。初始阶段的内容是知识发展的土壤，活动则是知识扩散和创造的载体。基于社会性知识网络的学习正是通过课程、资源和活动整合的设计方式促进了知识（内容）网络的生态发展。

(3) 社会知识网络

随着学习者之间的不断交互，会逐渐形成一个具有相同学习兴趣和爱好、交往频繁的认知网络，即社会知识网络。每个学习者都是认知网络空间中的一个实体节点，可以与不同的学习者节点通过学习资源或其他学习者个体建立连接，节点之间的连

接强弱用多因素复合的认知模型来表示。随着学习者的不断学习和交互，学习共同体网络中节点状态和联系也会得到持续地更新（余胜泉等，2014）。

学习元将可进化的物化资源与人力资源结合在一起，构成一个可以动态演化、自我发展的社会知识网络（Knowledge Network Social Service, KNS）（余胜泉等，2011）。它体现物化资源与人力资源的联通，网络聚合到一定规模和深度，将拥有社会智能。与一般交际网络不同，社会知识网络是由知识和人共同构成的网络，是在人与知识深度互动过程中构建起来的。学习者通过社会知识网络不仅能获取所需要的物化资源，还能找到相应的人力资源，如通过某一个学习内容，可以快速定位到这个内容领域最权威的专家或适合的学习伙伴等。由此可以看出，人作为促进深度学习的资源，重要性已越发显著。如果学习者能在获得物化资源的同时获得与资源相关的人际网络，从而从其他相关学习者身上获取知识和智慧，将会对学习产生莫大帮助（见图7）。

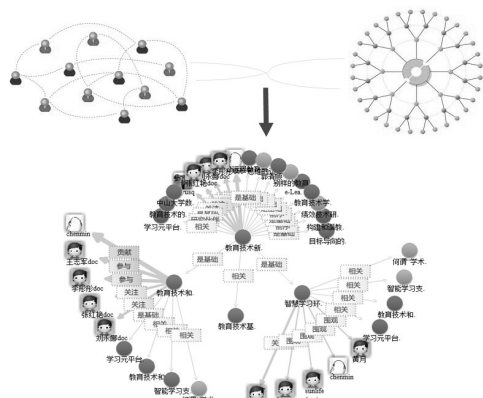


图7 社会知识网络

(4) 基于社会知识网络的深度学习

社会知识网络融合了知识网络与社会网络，是促进深度学习交互的有效支架，是促进多层次交互行为有效发生的重要保障。基于社会知识网络的学习是一种连接学习和创造学习。这种连接学习者和学习内容的整合学习方式，可以更好地促进协作与创造的学习活动和深度学习。

学习者与知识网络的交互行为重在知识体系的获得、重组和创造。知识网络的导航、组织与认知过程的可视化可有效支持个体知识建构，如接受中学。通过网络查找知识来进行学习，可以了解知识的结构与关联，典型的的活动形式如重构中学，通过

在知识系统（网络）之间建立联系以及重组和重构学习者的知识结构来进行学习；学习者作为知识生态的一部分，还可通过知识的贡献和创造保持生态系统的向前发展。基于语义关联的可视化知识网络为多路径认知、扩展知识建构的广度和深度，以及为知识体系的系统梳理搭建了脚手架，为深度学习提供了新的可能。另外，从社会互动的视角来看，在基于知识网络的学习过程中，人是一种非常重要的资源，起到了媒介与管道的作用；基于知识的人际互动则需要知识网络与社会网络的协同互动。

学习者与社会网络的交互行为则重在通过分享、协商与交流等促进群体的参与和网络的构建，重在研究“谁知道谁”，通过连接学习者来获取更多的内容，因此，讨论与交流成为重要的学习方式（段金菊等，2016）。社会网络重在人际知识的分享与交流，多侧重群体认知与群体知识建构，“人”不仅可以作为学习的对象，更重要的是可以作为知识的来源。在社会网络中，人就是搭建这个“管道”的重要组成部分。除了可以作为独立完整的学习单元存在外，还可以作为学习者认知网络联通的中介点。也就是说，学习相同或相似主题内容的学习者还可以透过学习资源实现知识网络与社会网络的协同互动。

在社会知识网络中，知识网络与社会网络是协同互动、相互渗透与相互转化的，为个体内部认知网络与外部认知网络的动态联结与转化提供了可能，这是深度学习可持续发展的保证（如图8）。通过知识网络，学习者可以在学习者、教师之间建立动态联系，共享学习过程中的人际网络和社会知识网络，满足社会化学习的需要；通过社会网络，知识节点通过群体的认知和协同得到不断的知识扩

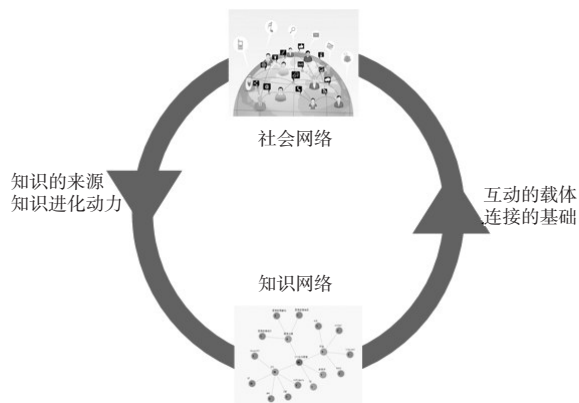


图8 知识网络与社会网络的相互渗透与转化

散、知识传播和知识创造。学习者只要与当前联通知识的媒介（内容单元或者学习者）保持联通，则可以随时获得个人学习网络的生态性。

在社会知识网络中，学习管道从单纯的“人”走向“人”与“知识”的双重视角，由此催生了一种新的学习方式，即连接学习。学习的范式将从传统意义上的建构学习走向新社会化学习时代的连接学习。在整个学习网络构建过程中，学习网络的节点可以是人或者知识。个人通过连接拓建与构建社会性知识网络的过程就是促进个体社会化学习深度与广度的过程，也是个体内部认知网络与外部认知网络的连接和转化过程。学习者在交互过程中，完善和改进个人认知网络，同时也构成社会认知网络的一部分，分享和构建了社会认知网络。

社会知识网络将一部分有关知识的处理和解读过程卸载到学习网络的节点中，学习者可以按学习内容主题建立各种人际网络节点，让每个节点储存和提供他们所需要的知识。这样，个人的部分学习负荷被卸载到网络上了，能更好地进行高阶思维能力培养和高层次认知目标的达成，更好地进行群体建构和知识创生，更好地达成深度学习。

从知识建构与社区知识创造的角度来看，社会知识网络提供了一个生态学属性的开放的知识网络学习环境。学习者通过知识的贡献和创造不断促进知识节点的进化。随着学习的不断进行，知识社区中的知识逐步增加，知识通过集体智慧得到了不断进化（杨现民等，2013）。另外，学习者的连接和互动，使得个体层面的知识可以扩散到集体层面变成公共知识，知识转化分布在人力资源即社会关系网络中，人变成了知识与知识服务的载体，知识的社会性得到不断进化。

而基于社会知识网络的学习环境更是一种基于社会性知识分享、传播和创造的复杂、分布式学习库。在个体和环境的交互过程中，网络的节点是“人”和“知识”，承载分布式知识库的管道和媒介可以是知识网络，也可以是与此知识节点相关的社会网络。因此，在这种学习环境中，知识节点通过群体的认知和协同不断进行知识扩散、知识传播和知识创造。学习者只要与当前联通知识的媒介（内容单元或者学习者）保持联通，则可以随时获得个

人学习网络的生态性。

联通主义学习理论把学习情境视野放在了网络社会结构的变迁中，认为学习是在知识网络结构中一种节点和关系的重构和建立，即“学习是一个网络节点联结的过程”（Siemens, 2005）。可以说，基于社会知识网络的学习充分体现了连接学习的理念，认为学习就是“网络联结和网络创造物”，是一种连接学习网络中的用户节点和知识节点，促进知识贡献和创造以塑造新的网络节点的深度学习。

三、深度学习的开放课程设计实践

1. 全国中小学骨干教师培训课程设计

“全国中小学骨干教师培训课程”面向的教师队伍主要来源于“基础教育跨越式创新探索试验”项目，由北京师范大学教育技术学院组织实施，先后在全国范围内建立了30余个试验区，共有400多所中小学参与此项目。为了更好地促进试验教师的专业化发展，培养研究型教师，项目组每年举办“全国中小学骨干教师培训”，培训对象主要为各试验区遴选出来的优秀教师和骨干教师。

(1) 知识接受学习阶段

为了让试验教师能够学有所思、学有所获、学有所用，项目组自主设计开发了培训课程，并于培训开始之前将培训课程内容，如学习资源、讲师讲稿、学习活动、评价方案等提交至学习元的“骨干教师培训知识群”中。教师观看讲稿、下载学习资源学习即完成了接受学习的过程。

同时，参与培训的试验教师需要自定主题，在学习元平台上传一份教学设计方案，所有培训讲师和参与培训的教师都可以观看、协同编辑、微批注或者评论，以促使教师在做中展开学习。在所有教师都提交教学设计后，培训讲师依据教学设计主题和教师地域分布，以主题相似、组内异质的方式对参与培训的教师进行分组，为促进组内协商深化、促进培训内容转化输出以检验培训效果做好准备。

(2) 互动参与学习阶段

为期一周的集中培训是实现网络课堂深度学习的重要阶段，是建立试验教师社会知识网络和学习共同体的重要阶段。

培训课程内容的设计具有连贯性，涵盖了从理

论研究、技术操作到教学实践的诸多方面，并通过语义关联和可视化导航建立知识间的联系，帮助教师理解主题之间的关联，加深对课程的整体把握程度，实现在联系中学习。

每个主题的讲授内容均穿插着学习活动，以任务驱动的方式引导试验教师交流分享、协商合作以及应用推广。例如在“第八讲——基于学习元的区域教研”的学习过程中，培训讲师设计了学习活动（如图9），引导试验教师将理论与实际相结合，用所学理论指导实际教学。



图9 学习活动

为了确保社会知识网络的深度建构，实现对课程内容的深度学习，培训以教师前期准备时提交的教学设计为载体，引导教师相互分享，然后小组内选取一份教学设计进行集体交流和协商，共同对其展开讨论、修改和完善，并根据获得的经验和达成的共识，对组内其他成员的教学设计进行集体协同修改。同时教师还可以与感兴趣的专家、同伴进行深度交互，与其分享自己的经验和观点、了解专家或者同伴的精熟领域或者针对某一问题向其请教，实现在交流中吸收他人智慧，在协作中共建共享，在比较中完善自我的学习目的。

(3) 内容创生学习阶段

骨干教师培训在为期一周的集中面授过程中，鼓励教师根据其集体培训的网络学习轨迹，反思个体知识建构和协同知识建构的过程，并以课程设计师设计的课程学习评价方案引导教师个体在与其他个体、知

识的交互过程中完成对社会认知网络的丰富。

同时，骨干教师培训还包含面授结束后，对培训效果进行为期一个学期的远程跟踪。参与培训的骨干教师需要在后续一个学期中完成“五个一”的实践任务，即一个技术作品、一节公开研讨课、一次主题研讨、一次现场或远程培训和一篇研究论文。五项实践任务延续了集体培训的课程设计思路，不仅帮助教师将培训的内容转化为教学或研究的产品，更是引导教师围绕一个教学或者研究主题开展全方位的实践演练，实现理论和实践的结合，促进深度学习成果的产出。

培训以面向实践应用为主，促进了教师的自我反思，提高了教师的创新意识以及培训成果的推广价值，从而不断推动教师个人及所在群体能力结构的改变，培养真正的研究型教师。

2. 促进深度知识建构的教学课程设计

近年来，“翻转课堂”（Flipped Classroom）改变了以教为中心的传统教学，通过对时间的重新规划、对知识传授和内化过程的重新设计、对师生角色的重新认识，促进教育范式发生了本质改变。翻转课堂重点关注学生的先验知识，其活动设计促进了学习的迁移，并为学习提供了实时的、连续的形成性评价，以帮助反思学习过程等（Bransford et al., 2000）。然而当前翻转课堂存在的主要问题是过于重视学生在课前自学质疑、课上问题解决的学习效果，却忽视了学生在与同伴交互过程中生成的知识和经验、学生在社会网络的发展过程中积累的学习智慧，以及在学习资源进化历程中的贡献。罗瑞兰德（Laurillard, 2012）提出学生的学习不仅是通过获得、提问等方式从与教师的沟通循环中得到知识，也不仅仅是在教师示范循环中通过完成任务实践获得反馈，更重要的是学习还包含与同伴的交流

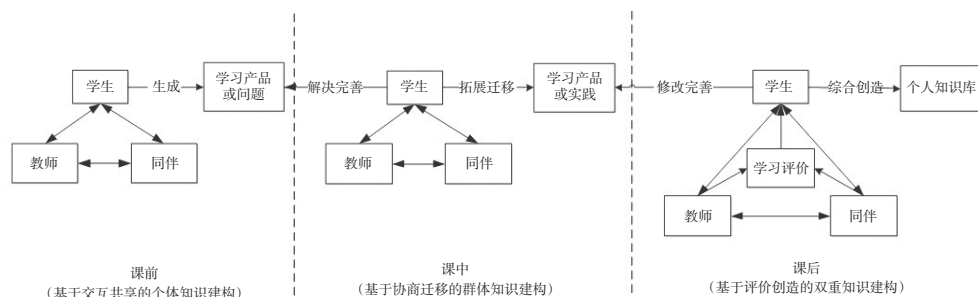


图10 促进深度知识建构的教学设计（崔京菁等，2016）

和沟通。本研究基于学习元平台开展了促进深度知识建构的课程设计研究（如图10），通过能够引发深度学习的网络课程设计，引导学生在真实的情境和丰富的活动中，在社会认知网络的形成和发展中，在与同伴的互助协作过程中，在与学习内容的深层次互动中，有批判、有创造地形成学习经验和智慧，实现真正有意义的深度学习。

(1) 课前：基于交互共享的个体知识建构

课前的自主学习，是学生个体知识建构的过程。课前教师不仅要为学生提供学习视频或者探究资源，更重要的是为学生搭建与知识、其他学习同伴相互交流的平台，即通过设置丰富的学习活动引导学生自主建构，生成初级学习产品，或者帮助其他同伴解决学习过程中产生的问题。

(2) 课中：基于协商迁移的群体知识建构

课中的学习阶段是学生交流、协商、质疑、解惑的过程，是促进成果转化、知识拓展迁移的过程。教师在这一阶段，以设计不断深入主题、达成更高要求的螺旋式上升问题为主线，引导学生与教师、同伴展开协商对话，对生成的新知或解决问题的策略达成共识；教师还需要为学生提供适当的拓展学习材料以达到提升高阶思维能力之目的。

(3) 课后：基于评价创新的双重知识建构

课后的学习阶段是群体互相评价、个体自我反思的阶段，是数学建模的实际运用阶段，是个体和群体知识建构走向完善和成熟的阶段。教师不仅要根据学生的学习特点为其推送个性化学习实践要求（如图11），还需要设置基于网络学习的综合评价方案（如图12），引导学生开展和接受多维度的评价，并根据教师、同伴的评价反思，完善自己的知识结构，以促进个体元认知的发展，以及个人知识

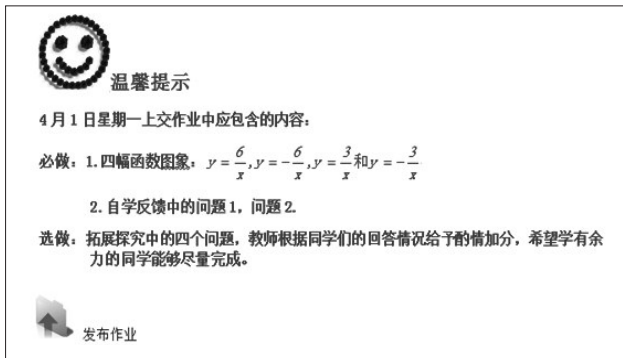


图11 个性化学习实践要求

数学人教版七年级上册第一章有理数1.2.1有理数

内容：基本概念 | 资源 | 用户 | 历史 | 动态 | 关联 | 查看评价方案 | 工具 | 知识库 | 讲义属性 | 分类 | 多元资源 | 模板 | 管理

评价方案

查看学习资源列表 | 修改方案 | 返回学习元

总得分: 90.0

评价模块	模块权重	评价项目	得分
学习时长	5.0%	累计学习时长不少于15分钟	100.0%
讨论交流	30.0%	讨论交流	100.0%
在线交流	30.0%	在线交流	100.0%
学习反思	30.0%	学习反思	100.0%
发表评论	5.0%	对学习元进行评论	100.0%

图12 基于网络学习的综合评价方案

库的生成和创造，最终促进社会知识的共享。

促进深度知识建构的课程设计借鉴了翻转课堂的教学思路，通过移动设备、学习平台与教学的深度融合，突出了网络学习过程中物化资源背后的“人”的贡献，真正实现了师生角色的转变，延伸了课堂教学的时间与空间，实现了学生的深度学习，促进了学生综合素质与能力的发展，促进了高阶思维能力的深度培养。

四、结论

聚合了人际网络、知识网络与学习活动等综合性信息的学习元平台，为解决当前在线教育存在的浅层学习问题提供良好的支持。

社会知识网络的构建是学习元平台中深度学习的有效途径，系统可以比较容易地通过建立起学习元与学习元、学习元与人、人与人之间的语义关联，形成紧密聚合的知识与知识、知识和人、人与人的认知网络。从这个聚合的认知网络中可以较为快速准确地找到具有某种语义关联的学习元集合和人际资源集合，通过多维化的学习行为以及活动交互、知识网络与社会网络不断的发展，为学习者的群体建构奠定基础，学习行为与知识网络、人际网络共同促进深度学习的有效发生。

基于学习元平台的双螺旋深度学习模型反映的就是这样一种深度学习理念，是群建共享深度学习的典范。在学习的过程中，从初始阶段的接受中学到最终的创造中学以及教中学，反映的是一种学习参与度的转变，即从被动学习向主动学习的转变，从个体学习向群体协同的转变，从知识接受到知识创生的转变，从学习者到教师的转变等。

围绕相应学习行为而形成的社会知识网络，既体现了知识与知识之间的联系，又体现了知识主体

之间、人与资源之间的联系。在这些联系中,更强调以人为导向的知识流动,目的是实现网络中的参与者之间知识的传递、共享、创造和应用。深度学习的意义不仅在于知识内容的建构,更重要的是利用蕴含在社会人际网络中的集体智慧,形成丰富的社会知识网络。个人可以在集体学习中不断丰富、完善内容网络。不仅能获取现有的知识,更能掌握学习的方法和获得知识的途径,形成知识与人相互作用、相互交织的网络,并通过这个网络持续不断地获取所需的知识。与一般社会网络建立的人际关系不同的是,社会知识网络是以知识内容为核心节点,通过知识内容建立起知识之间、知识与人之间的关系。学习者与知识内容之间的连接,使得原有知识内容本身获得了更多的发展,通过学习内容聚集所有学习者的认知智慧,将物化资源与人力资源结合在一起构建一个可以动态演化、自我发展的社会知识网络。

参考文献:

- [1][美]R.基思·索耶(2010).剑桥学习科学手册[M].徐晓东等.北京:教育科学出版社:1-661.
- [2]L·W·安德森等(2008).学习、教学和评估的分类学(布鲁姆教育目标分类学修订版)(简编版)[M].皮连生.上海:华东师范大学出版社:25-28
- [3]崔京菁,马宁,余胜泉(2016).基于社会认知网络的翻转课堂教学模式研究[J].现代教育技术,(11):54-59.
- [4]段金菊,余胜泉(2013).学习科学视域下的e-Learning

深度学习研究[J].远程教育杂志,(4):43-51

[5]段金菊,余胜泉(2016).基于社会性知识网络的学习模型构建[J].现代远程教育研究,(4):91-102.

[6]杨现民,程罡,余胜泉(2013).学习元平台的设计及其应用场景分析[J].电化教育研究,(3):55-61.

[7]余胜泉(2014).学习资源建设发展大趋势(下)[J].中国教育信息化,(2):3-6,32.

[8]余胜泉,陈敏(2011).泛在学习资源建设的特征与趋势——以学习元资源模型为例[J].现代远程教育研究,(6):14-22.

[9]余胜泉,陈敏(2014).基于学习元平台的微课设计[J].开放教育研究,(1):100-110.

[10]余胜泉,杨现民,程罡(2009).泛在学习环境中的学习资源设计与共享——“学习元”的理念与结构[J].开放教育研究,(1):47-53.

[11]Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R.(Eds.).(2000).How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School (Expanded Edition)[M]. Washington, D.C.: National Academy Press.

[12]Siemens, G.(2005). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age[J]. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, 2(1):3-10.

[13]Hakkarainen, K., Palonen, T., & Paavola, S. et al. (2004). Communities of Networked Expertise: Professional and Educational Perspectives[M].Amsterdam: Elsevier:114-117.

[14]Laurillard, D. (2012). Teaching as a Design Science: Building Pedagogical Patterns for Learning and Technology[M]. New York and London: Routledge:44-64.

收稿日期 2017-10-18 责任编辑 汪燕

A Double Spiral Deep Learning Model Based on Learning Cell Platform

YU Shengquan, DUAN Jinju, CUI JingJin

Abstract: The significance of deep learning lies not only in the construction of knowledge content, but more importantly, the use of collective wisdom embedded in social networks to form a rich social knowledge network. A learning cell platform that combines comprehensive information such as interpersonal networks, knowledge networks and learning activities can provide good support for solving the shallow learning problems that exist in current online education. The learning cell-based double spiral learning model reflects a deep learning metaphor of Social interaction, collaborative knowledge building and sharing, as well as cognition development step by step. In this model, the knowledge network and the social network are two basic frameworks, developing a social knowledge

(下转第56页)

Research on the Development of Learner's Subjective Consciousness in Blended Learning Mode

ZHONG Keding, YUE Chaoqun

Abstract: Nowadays active teaching modes, such as flipped classroom, MOOCs, blended teaching, etc., are actually pursuing the development of the learner's subjective consciousness. The learner's subjective consciousness refers to the learner's consciousness and conceptual expression of the subject as a whole in the course of the learning activities. In the blended learning mode, the learner's subjective consciousness is mainly embodied in three aspects: self-awareness, practice consciousness and relationship consciousness. The basic features of blended learning can cover the formal features of current online learning models, since its online attributes, open attributes, temporal and spatial attributes, real-time attributes and learning community attributes embody the deep integration of all information technology and disciplines. Therefore, the study of the effect and influence of subjective consciousness of learners in the blended learning practice, namely, the change of subjective consciousness in the learners' knowledge acquisition, the distribution relationship between subjective consciousness development and achievement promotion has rich research value and meaning extension. Beijing Normal University has carried out the practice of subjectivity education for many years. The blended teaching platform is designed and implemented with the core idea of "promoting the learner's participation and cultivating the learner's subjective consciousness". The horizontal comparison experiment and vertical development evaluation of the subjective consciousness in this platform show that the subjective consciousness of learners in blended learning mode has been improved significantly; the distribution of learners' academic achievement and subjective consciousness is significantly consistent; learners' learning behavior (group performance and usual performance) and their corresponding achievements are directly or indirectly influenced by subjective consciousness.

Keywords: Blended Learning; Key Competence; Subjective Consciousness; Learning Activity; Academic Achievement

(上接第47页)

network through the convergence of learning activities. The social knowledge network uses the knowledge content as the core node and establishes the relationships between two knowledge nodes, knowledge node and human node, as well as two human nodes. Meanwhile, teachers and learners are equal during the whole learning process, and they can exchange their roles. In the initial stage of learning, knowledge networks and interpersonal networks of learning are constructed preliminarily through reception learning. Then, with the gradual deepening of participatory learning, collaborative construction based on knowledge interaction promotes the development of knowledge networks and the generation of network nodes based on human interaction. In the advanced stage of learning, learners actively connect the networks and build up social knowledge space of communities by creation through different kinds of activities, and knowledge contribution and creation based on activities, and hence to achieves deep learning.

Keywords: Online Learning; Deep Learning; Learning Cell; Double Spiral Learning Model; Social Knowledge Network