

认知生态学视角下理工科大学生碎片化学习的实证研究

伊影秋

上海理工大学高等教育研究所, 上海

收稿日期: 2025年7月14日; 录用日期: 2025年8月8日; 发布日期: 2025年8月26日

摘要

在数智时代教育生态变革背景下, 理工科大学生碎片化学习现象普遍, 但其系统性知识需求与碎片化实践存在冲突。本研究结合吉布森的可供性理论与哈金斯的分布式认知理论, 创新性地构建了“时间-空间-认知-权利”四维认知生态分析模型, 并采用了定性与定量相结合的混合研究方法, 对S理工科高校机器人专业的39名学生进行了18个月的追踪访谈, 共收集到303份有效问卷。研究发现, 理工科大学生在碎片化学习过程中, 时间维度上表现出高效表象与深层危机的矛盾; 空间维度上, 场景迁移带来了认知代价; 认知维度上, 虽然知识整合呈现积木式重构, 但跨学科联结面临障碍; 权利维度上, 则呈现出工具理性主导下的个性化能力塑造特征。整体而言, 理工科大学生的认知生态稳定性依赖于“工具可供性-策略适配性-环境支持性”的动态平衡。基于此, 本文提出“问题链-能力树”双轨教学改革方案, 涵盖课程内容重构、教学场景协同和认知能力培养等策略。

关键词

认知生态学, 理工科大学生, 碎片化学习, 实证研究

An Empirical Study on Fragmented Learning among Science and Engineering Undergraduates from the Perspective of Cognitive Ecology

Yingqiu Yi

Institute of Higher Education, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Jul. 14th, 2025; accepted: Aug. 8th, 2025; published: Aug. 26th, 2025

文章引用: 伊影秋(2025). 认知生态学视角下理工科大学生碎片化学习的实证研究. *心理学进展*, 15(8), 277-289.
DOI: 10.12677/ap.2025.158475

Abstract

Against the backdrop of the digital era's educational transformation, the phenomenon of fragmented learning is pervasive among science and engineering undergraduates, yet there exists a tension between their demand for systematic knowledge and the fragmented nature of their learning practices. Drawing on Gibson's theory of affordances and Hutchins' distributed cognition theory, this study innovatively constructs a four-dimensional cognitive ecology analytical model encompassing time, space, cognition, and agency. Employing a mixed-methods approach, the research follows 39 robotics majors at University S for 18 months, combining qualitative and quantitative methods including in-depth interviews and the collection of 303 valid survey responses. The findings indicate that, in the process of fragmented learning: on the time dimension, students demonstrate a contradiction between perceived efficiency and underlying crises; on the spatial dimension, frequent shifts in learning environments incur cognitive costs; cognitively, while knowledge integration occurs in a block-based reorganization, interdisciplinary connections remain limited; and from the perspective of agency, students exhibit the development of individualized capacities dominated by instrumental rationality. Overall, the stability of science and engineering students' cognitive ecology relies on a dynamic equilibrium among tool affordances, strategy adaptiveness, and environmental support. Accordingly, the paper proposes a dual-path "Chain-of-Problems and Ability-Tree" instructional reform framework, including strategies for curriculum content reorganization, coordinated learning environments, and enhanced cognitive ability training.

Keywords

Cognitive Ecology, Science and Engineering Undergraduates, Fragmented Learning, Empirical Study

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

数智时代的技术革新正在重塑高校教育生态。5G、短视频平台与智能终端的普及使学习场景从课堂向移动端迁移，碎片化学习日益成为大学生学习的重要方式，然而，它也迅速引发了一系列问题，如认知碎片化、知识关联断裂以及元能力退化。尤其对于理工科学生来讲，碎片化学习与理工科教育的知识系统性和连贯性需求之间存在明显冲突(刘秀芳, 2020)。在此背景下，本文探究聚焦的问题是，通过认知生态学框架来解析碎片化学习对理工科学生的知识建构和思维方式的影响。认知生态学强调“人-工具-环境的协同演化”，从“环境-行为-认知”动态系统角度，即技术应用、认知模式与行为系统协同的关系分析大学生碎片化学习(李姗姗, 吴筱萌, 张鹏, 范逸洲, 2025)。针对碎片化学习带来的挑战，高等教育机构需探索构建适应性教学策略，以满足学生的个性化学习需求(王辞晓, 李心怡, 董艳, 2021)，并创造更具意义的学习体验，这些问题的解决对理工科教育的高质量发展至关重要。

本文融合了吉布森可供性理论与哈金斯分布式认知理论，通过实证研究创见性地构建了碎片化学习的“四维认知生态分析模型”。该模型涵盖时间、空间、认知和权利四个维度，系统地分析理工科大学生碎片化学习现象，突破传统单一维度研究范式，丰富认知生态学在教育领域的应用，为碎片化学习研究提供新的理论视角。在实践层面，文章提出“问题链-能力树”双轨教学改革方案，旨在解决理工科学生在碎片化学习过程中所面临的“知识碎片化”与“认知负荷”两大痛点问题。研究显示，碎片化学习方

式对理工科学生的学习方式和习惯产生了潜移默化的影响，而教学改革方案的提出正是为了充分利用碎片化学习的优势，同时引导学生规避其弊端。具体方案设想，如通过模块化知识包(微课程)的设计与动态知识图谱系统的构建，对课程内容进行了重构，旨在使学生在获取系统知识的同时，能够构建个性化的知识框架；利用虚实融合实验室和注意力保护机制，优化教学环境，提升学生的学习效率和知识应用能力；通过实施元认知训练模块和跨学科项目，培养学生“积木式”的认知能力和知识迁移能力。该方案作为高校应对数智时代普遍存在的碎片化学习现象而构建的适配性教学策略。

2. 文献综述与理论框架

认知生态学强调学习环境和学习主体之间的动态互动关系，以及知识构建过程中的生态平衡。碎片化学习作为一种新兴的学习范式，在认知生态学中被看作是一种适应性学习策略，它强调学习环境、学习主体和知识之间的动态共生关系，它揭示了学习者如何在不断变化的信息环境中适应和成长(郑旭东, 王美倩, 2016)。正如教育学家约翰·杜威所言：“教育不是生活的准备，而是生活本身。”碎片化学习正是将学习融入日常生活的每一个角落，使之成为生活的一部分。然而，碎片化学习的非线性特征、场景泛在性以及内容微型化，在赋予学习灵活性与便捷性的同时，也带来了分散性的挑战，特别是认知负荷问题，即碎片化学习的环境要求学习者具备更强的信息筛选和整合能力，以避免认知过载。从学习范式的视角审视，碎片化学习正经历由“拼图式知识”向“积木式重构”的转型挑战。因此，碎片化学习的生态学隐喻亦即知识获取的“光合作用”与认知负荷的“生态位竞争”，为实现从“单一认知”到“生态系统”的转变，需精心设计大学生的学习方式，以确保学习内容的连贯性和提升认知深度。简而言之，数字时代碎片化学习的认知生态失衡呈现两个基本面：一是主体维度的学习者认知退化，二是客体维度的知识系统的解构与异化。

近年来，认知生态学在学习研究领域的应用逐渐受到关注。认知生态学的核心内涵是将认知视为个体与环境相互作用的生态系统，强调认知活动的情境性、动态性和交互性。其中吉布森的生态知觉理论指出，环境赋予了个体丰富的“可供性”，个体凭借对这些“可供性”的感知，与环境产生互动进而达成认知。如崔淼等人以B站为例探究移动设备及网络平台为学生创造了随时随地汲取知识的“学习可供性”(崔淼, 钱金芳, 王之澜, 2024)。哈金斯的分布式认知理论则强调认知不仅局限于个体的大脑内部，还广泛分布于个体所使用的工具、所处的环境以及与他人交往的过程中。碎片化学习过程中，手机、平板电脑等学习工具，短视频、在线文章等学习资源，以及学习伙伴间的互动，共同形成了一个分布式认知系统。如张文梅等人通过实证研究探求学生“群体智慧涌现”现象的机理与路径(张文梅, 祁彬斌, 何敬怡, 陈丽, 2024)，胡金艳等人从知识建构社区角度作学习者群体知识的发生现象学分析(胡金艳, 满其峰, 蒋纪平, 张义兵, 2022)，何明芮则以线上教学为切入点探求隐性知识转化如何发生在教师和学生之间(何明芮, 2023)。具身认知研究的先驱安迪·克拉克提出了延展认知假说和延展心智假说(王金颖, 2019)，他认为生物学认知不受生物性边界即人类颅骨和皮肤的限制，而是延展到了外在环境和工具中，即“具身化”是“知识”和“行动”的中介，将认知科学从单纯的心智计算转向心灵、身体和世界的三个构成维度(姜宇辉, 2010)。杨洋等人基于该理论探讨了如何构建以“学习者为中心”的线上教学，强调社会互动在认知发展中的作用，这在碎片化学习中体现为学习者通过在线论坛和社交媒体进行协作学习，从而促进知识的动态构建(杨洋, 张越, 范博文, 2020)。这些理论为学习研究提供了新的视角，学者们着手探究学习环境与个体认知间的动态相互作用，并寻求优化学习环境以增进学习效率的途径。然而，当前大学生碎片化学习研究尚存缺陷：首要在于缺乏认知生态学多维度视角的系统剖析；其次，对理工科学生群体的探究不足；再者，理论框架与实证研究的融合尚需深化。本文的创新之处在于：采用认知生态学视角，构建碎片化学习的认知生态系统模型；专注于理工科学生，深入探索其碎片化学习的特征与机制；

通过两年的跟踪访谈与问卷调查，本研究实现了理论与实证研究的深度整合，为碎片化学习研究开辟了新视野和研究范例。

基于认知生态学相关理论，结合实证研究发现，本文构建出碎片化学习的“时间-空间-认知-权利”四维认知分析框架(如图 1 所示)，填补认知生态学在教育领域的应用空白。此模型聚焦于理工科大学学生，通过调研日常认知生态图谱，发现理工科大学学生的碎片化学习行为受到时间、空间、认知机制及社会关系等多重因素的共同影响，形成了一个复杂的认知生态环境，即时间维度主要考察大学生碎片化学习的时间分布、时间利用效率以及时间管理习惯对学习的影响；研究重点关注了现实学习空间与虚拟学习空间的特征，以及它们如何协同作用于学生的认知塑造过程；认知机制维度探究学生在碎片化学习过程中的信息获取、处理、整合方式以及知识建构过程，以应对“碎片缓存-重构瓶颈”问题；权利维度探讨了个体、师生及同学间的社会互动和知识网络如何对碎片化学习产生促进或制约作用，尤其强调了师生角色从“知识权威”向“认知策展人”的转变，以此推动工程教育从传统的“知识传递”模式向“意义共创”模式转型。文章结合质性访谈总结了理工科学子的教育观、知识观与学习观的生态特征，立足于新工科培养解决复杂工程问题、推动技术创新和社会发展的复合型人才的教育目标，提出面向碎片化学习构建教育生态系统的教学适配策略，全面助力提升学生个体的认知生态位。

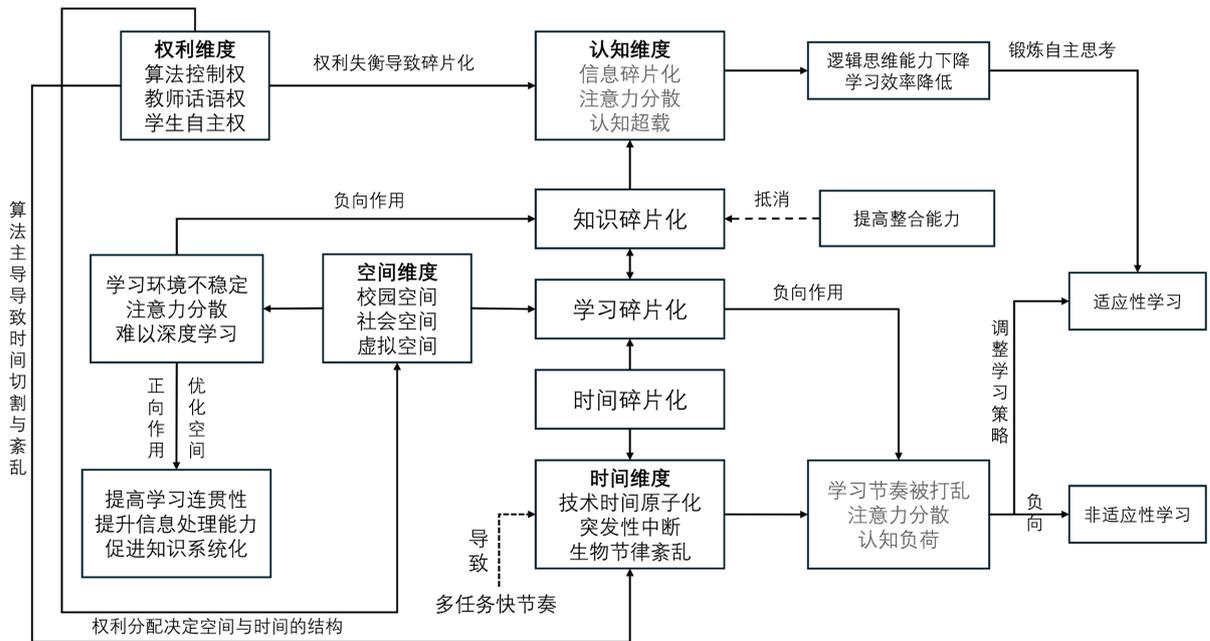


Figure 1. Cognitive ecosystem mapping of fragmented learning
图 1. 碎片化学习认知生态图谱

3. 研究设计与研究方法

本研究旨在从认知生态学视角出发，通过实证研究探索理工科学生碎片化学习的现状、机制与影响。具体研究内容与目标包括：绘制高校大学生日常认知生态图谱，深入剖析碎片化学习的认知机制，并探究大学生教育观、知识观与学习观的生态特征。同时，结合构建的“四维认知生态模型”，对理工科学生的碎片化学习进行系统分析，旨在为新工科教育和教学提供适配性策略启示。

1) 研究对象与样本

机器人专业融合了机械工程、电子技术、计算机科学等多学科知识，对学生的认知能力和知识整合

能力要求较高，在理工科专业中具有一定代表性。研究采用目的抽样法，选取了作者担任班主任的班级中 39 名学生作为样本，进行了为期两年的半结构式访谈和随机问卷调查，以深入探究其碎片化学习的动态演变及认知生态机制。通过对访谈资料的质性分析，勾勒出工科学生碎片化学习的特征，并据此编制了问卷。问卷发放范围广泛，覆盖了 S 校的 16 个理工科专业，确保了调研样本的多样性和代表性。

2) 研究设计与方法

本研究采用双阶段被试设计方法，首先通过连续 2023 年、2024 年的面对面的师生交流访谈，深入了解机器人专业学生的碎片化学习现状；其次，通过问卷调查的方式，广泛收集更多理工科专业学生的相关信息。问卷设计融合了文献综述与前期访谈成果，采用量表与多项选择题结合的形式，内容覆盖日均学习时长等客观数据及受访者对碎片化学习效果的主观反馈。问卷分为三部分，共 36 个题项：第一部分关注大学生日程架构，含课程、自习、上网等 13 项；第二部分探讨碎片化学习，涵盖短视频种类、偏好等 16 项；第三部分则调查大学生教育观等，包括大学教育认知、教师教学评价等 7 项。问卷施测工作主要依托于“问卷星”平台方式进行。调查对象覆盖 S 校范围内的所有理工科在校大学生，主要通过各理工科学院辅导员微信工作群进行问卷分发，以确保样本具有广泛的代表性。施测时，研究团队特别关注不同性别、年级、专业背景学生的覆盖，以确保研究结果的广泛适用性和客观性。最终回收有效答卷 303 份，有效回收率为 99.52%。其中，男性被试者 126 人，女性被试者 177 人，平均年龄为 19.36 岁，标准差为 1.51。该样本主要用于项目分析与探索性因素分析，为正式问卷的修订与建构提供了坚实的数据支持。

3) 数据收集与分析

本研究综合运用质性分析与量化分析手段，旨在深入探讨理工科大学生碎片化学习现象及其对高校教学策略的适应性。质性分析阶段，我们利用 NVivo12 软件实施三级编码流程，提炼核心研究范畴。初始阶段，对 39 名机器人专业本科生的访谈资料执行开放式编码，将原始数据拆解为独立的概念和范畴，如学习工具的使用、时间规划等关键要素均被有效提取。随后，通过主轴编码揭示范畴间的潜在逻辑联系，并对相关概念与范畴进行整合。

研究者与机器人专业的班主任学生面对面交流，采用主题分析法对访谈数据进行定性研究。首先，对访谈文本进行逐字逐句地编码，以提炼与研究问题密切相关的概念和意义单元；其次，对编码结果进行归类，形成不同的主题；最终，整合提炼主题，深入剖析大学生碎片化学习的特征、影响因素及内在机理。例如，通过对“碎片化学习体验”相关访谈内容的分析，提炼出“碎片化学习内容偏好”“碎片化学习自评成效”等主题，这些主题能够揭示学生碎片化学习过程中的关键问题和特征。

本研究对所收集的数据执行了信度分析，采用 Cronbach's α 系数作为主要评估指标，以衡量问卷的内部一致性。分析结果显示，样本量为 303 份，问卷包含 36 个项目，Cronbach's α 系数为 0.859，表明问卷具有较高的内部一致性信度。该系数表明问卷各项目间具有较强的相关性，能够有效地测量研究构念。同时，这一高系数也意味着问卷内容能够一致地映射受访者的态度和观点，进一步提升了研究结果的可靠性。综上所述，本研究问卷的信度分析结果表明，该问卷在测量相关变量时具有良好的内部一致性，达到了较高的信度水平，为后续的数据分析和研究结论提供了坚实的基础。尽管样本主要来源于一所理工科大学，可能存在地域和学科上的局限性，但问卷设计的科学性和数据处理的规范性依然为研究结论的有效性提供了坚实支撑。数据分析采用描述性统计与因子分析方法，对主要变量进行归纳整理。例如，调查数据显示，理工科学生选择在睡前进行碎片化学习的比例为 48.91%，且倾向于信息类内容的比例高达 67.15%，这表明问卷在核心行为偏好捕捉方面具有良好的敏感性和指向性。总体而言，通过两种分析方法的结合，本研究能够更全面、准确地掌握理工科大学生碎片化学习的特点和规律，为高校制定匹配性教学策略提供有价值参考。

4. 研究结果

从理工科学生的日常时间分布勾勒出日常认知生态图景，通过访谈和调查，深入了解理工科学生的碎片化学习现状，揭示其认知生态机制，并描绘出学生当前的教育观、知识观和学习观画像。

4.1. 大学生日程结构的认知生态图景

学校教育时间的目的服务于学生“成长”，亦即强调教育时间应把握教育自身的节奏，同时重视个体闲暇时间的自主性。调查数据显示(如图2所示)，理工科学生的“日程结构”呈现系统性教育时间和碎片化个性学习的二分特点。学生每日的“刚性课程学习”占据6.67小时，相对集中；自习时间为4.76小时，主要在图书馆、自习室或宿舍进行。其中，65.33%的学生选择将自习时间用于课程知识点的巩固与备考，这部分时间与每日4.3小时的电脑及网络学习时间可能存在重叠，导致学生的自主学习呈现出不连续的状态。另外，上网娱乐平均每日3.25小时，包括看电影、听音乐、玩游戏等用以放松时间，反映数字化学习与娱乐的双重渗透。值得注意的是，体育锻炼(2.32小时)、社交活动(2.19小时)和课外阅读(2.19小时)等发展性活动的时间投入，仍低于个人事务处理(2.47小时)和放空时间(2.18小时)，这表明理工科学生在时间管理上仍有较大的优化空间。学生们的睡眠时间相对规律，日均约7.95小时，然而，仍有部分学生因熬夜学习或娱乐而影响了睡眠质量。总体来看，工科大学生的时间利用特征显著，碎片化现象明显，这些碎片时间多集中于课程间隙、课余时间及睡前时段。

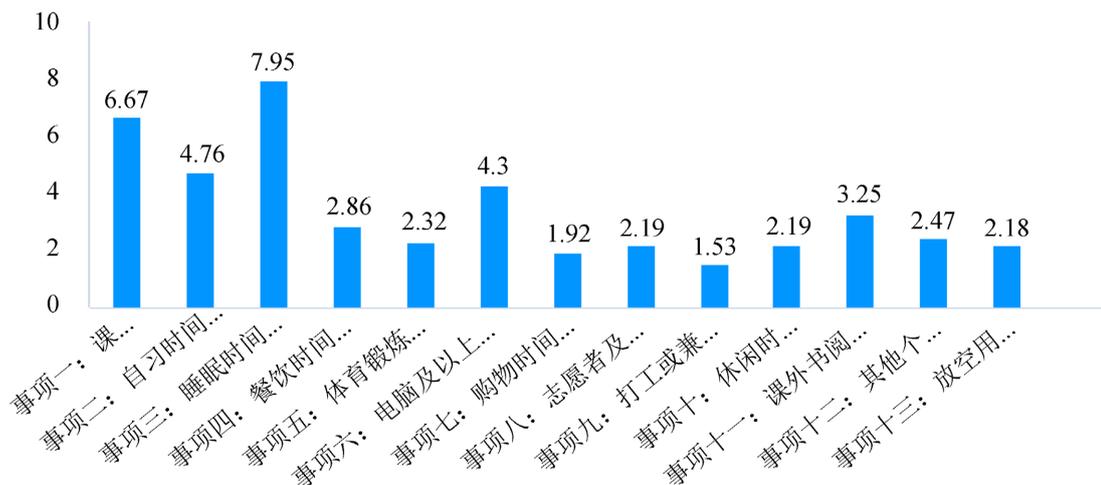


Figure 2. A daily cognitive ecosystem map of university students

图2. 大学生一日认知生态图景

短视频等娱乐行为数据揭示了当代大学生的鲜明特征：搞笑类内容(评分4.06)备受青睐，体现了“娱乐减压”的心理需求；而专业类内容，如编程视频(评分1.84)，则关注度较低，反映出“娱乐化筛选”的认知倾向。游戏行为上，手机游戏参与度(2.59)显著高于PC端(2.53)，这与移动互联网普及率高度相关。社交模式上，微信/QQ的高使用频率(6.17)表明强关系网络仍是大学生社交的核心，而学习群组的低参与度(2.37)则反映了工具性社交的局限性。碎片化学习偏好上，App英语提升居首位(平均分达2.68)，其次是网剧、体育赛事和电影片段，而对行业咨询(1.82)运动技能(1.66)的学习需求较弱。值得注意的是，有41.61%的学生选择1.2倍速进行观看短视频。课外阅读时间2.19小时/日，主要倾向网络小说。40.88%的学生对专业知识书籍的阅读时间为零，64.23%的学生对行业报告和资讯的阅读时间为零。对于碎片化学习的认知，61.41%的学生认为自主安排的碎片化学习具有一定的有效性(非常有效和比较有效)，这表明大

部分人对这种学习方式持积极态度。67.15%的学生选择利用碎片化时间获取更多的信息，反映了Z世代对即时性知识的需求特征。但也有部分学生认为碎片化学习只能获取零散的知识，难以形成系统的知识体系。

在理工科大学生群体中，绝大多数人已经展现出较为成熟的时间管理能力。具体而言，41.24%的学生认为自己的时间管理能力为一般好，而36.5%的学生认为较好，但实际行为数据却显示出明显的管理缺陷。例如，在计划与执行方面存在明显差距，虽然有40.51%的学生认为40分钟是最佳专注时长，但实际学习中他们的注意力却频繁转移。此外，还存在效能感偏高的问题，76.64%的学生对自己的自学能力给予积极评价，但科研项目投入却极低(仅为1.68%)，这可能与“达克效应”导致的认知偏差有关。在自我认知方面，57.28%的学生认为自己具备综合思维(水平思维和垂直思维)，有60.6%学生认为自己在创新思维—洞察力方面具有优势。值得注意的是，尽管78.47%的学生表现出对知识获取的重视，然而他们在行业报告上的阅读时间却仅为1.27小时，同时，67.89%的学生对学科前沿信息和研究性学习方法的关注时间不足15分钟，这种认知与行为间的不一致性显然值得我们深入剖析。

4.2. 理工科学生碎片化学习现象解析

在信息获取的维度上，短视频和社交媒体已经成为大学生碎片化学习的两大主要媒介，其占比分别达到64.57%和41.47%。学生在获取信息的过程中表现出显著的随机性和兴趣导向性，偏好于简短且形式活泼的学习资源。信息处理上，多数学生偏好快速浏览并简单记忆，鲜少对信息进行深度挖掘。在知识整合的层面，部分学生能够通过建立知识笔记、制作思维导图等方法，对碎片化知识进行初步整合，但仍有超过50.5%的学生表示难以将零散知识构建成系统的知识体系。关于学习空间的选择，虚拟学习空间的使用频率远超现实学习空间。学生认为，虚拟空间以其便捷性和丰富的资源占据优势，但亦面临干扰因素多和学习氛围缺失的问题。在学习工具方面，手机成为最常用的学习工具，占比达到85%，其次是平板电脑和笔记本电脑。学习工具的功能特性决定了学习内容和方式的选择，手机便于短视频学习和即时资讯获取，而笔记本电脑则更适宜在线课程学习及笔记整理。此外，个性化学习在大学生碎片化学习中发挥着重要作用。学生自主规划碎片化学习内容，从而在特定领域形成专长，并增强了自我认同。此外，学生在学习过程中与他人的互动协作，进一步拓宽了学习权利的范畴，如约70%的学生会与同学讨论碎片化学习中获得的知识，同时，教师发布的学习资料如课件，也对他们的碎片化学习产生积极影响。通过这些个性化学习设计，学生们逐步构建起了自己的知识网络，极大地拓展了学习资源和学习视野，然而，也面临着信息质量良莠不齐、知识交流深度有待提升等问题。

4.3. 教育观、知识观与学习观的画像

在高等教育理念的认知上，大学生群体展现出显著的多样性。多数学生视大学教育为知识传授与就业能力培养、个性化发展并重的教育阶段，尽管在具体期望上表现出一定的差异性。针对“大学教育的意义”这一问题，75.91%的学生认为其是获取就业资格的关键，这凸显了教育与职业发展的紧密联系。其他依次为“个人成长与价值观的成熟”(64.96%)、“知识体系的构建与专业技能的培养”(63.14%)、“社会化与人脉网络的建立”(59.85%)、“批判性思维与独立思考的塑造”(58.39%)、“生命成长需要的必经阶段”(55.84%)以及“应对未来的不确定性”(50.73%)。学生期盼大学能增设更多实践机会与平台，助力其在实践中汲取知识，茁壮成长。关于大学教育，学生期望微课程内容能紧密贴合实际应用，并指出当前“模块化知识包”课程设计存在“碎片化”与“系统化”衔接不畅的问题。此外，学生还呼吁增加实践课程与项目学习机会，部分学子更是对理论知识的深度挖掘抱有浓厚兴趣。再者，学生对于教学资源的丰富程度与获取便捷性亦提出高要求，期盼学校能提供更多高品质的在线学习资源与便捷的学习平台。

“大学更像是一个学习平台，提供了各种机会，让学生找到自己的定位和未来发展方向……大学的学习方式、思维方式和实际工作的接轨程度，要注重职场能力。”(被访学生 S9)

在知识观方面，学生普遍认同知识的重要性、多元性和动态性，认为知识不仅来源于课本和课堂，网络、实践和社会交流同样是重要的知识获取途径。然而，在知识权威性的认知上存在分歧，部分学生仍倾向于依赖教师和教材，而另一部分则更相信自己的判断及网络资源。同时，学生普遍意识到碎片化知识的局限性，希望能够将碎片化知识与系统学习相结合，构建完整的知识体系。就思维方式而言，理工科学生尤为注重逻辑思维与创新思维的培养，并认为碎片化学习能对此有所裨益。然而，有学生反映，碎片化学习可能引发思维碎片化及浅尝辄止，从而阻碍了深度思考及创新能力的提升。尽管人工智能工具获取知识便捷快速，但根据一项研究，78.47%的学生认为知识获取的重要性更为重要或比较重要。此外，75.58%的学生认为学习的本质是“获取知识与智慧”，这一观点与另一项研究中提到的，只有少数学生理解学习的本质和意义形成鲜明对比。这表明，尽管大多数学生认识到知识的重要性，但对学习更深层次的理解和意义的认识仍需加强。对于学习本质的理解，理工科学生更倾向“问题导向学习”(PBL)，将碎片知识视为“解决具体问题的工具”。但实际上，仅有34.7%的学生能系统整理碎片知识，多数依赖“临时搜索—即时应用”策略。

“知识如同基座，是提升个人能力和解决问题的基石，知识与能力相辅相成。人工智能大模型虽解决了知识获取与储备的问题，但知识转化的广泛应用显得更为重要。”(被访学生 S37)

5. 研究发现

认知生态学的核心理念在于，在真实世界情境中，通过人与环境的互动关系构建一个完整的自我生态体系，促进个体认知方式从单一的线性分析性思维向多元整合的综合性思维转变。该转变更加关注事实间价值功能性的整合。本研究结合实证调研数据，采用时间、空间、认知、权利四个维度构成的“四维分析框架”，系统性地分析理工科领域碎片化学习的认知生态特征，目的在于揭示碎片化学习行为的特征及其内在矛盾。

5.1. 时间维度：时间利用与微习惯塑造

理工科学生在平衡专业学习、实践活动与兴趣拓展方面，又要进行合理的时间分配，而碎片化学习则成为个性化的适应性策略选择。事实上，碎片化学习在时间利用上呈现出一种悖论性，既表现出高效性，又潜藏着深层次的危机。从高效性的角度观察，理工科学生的碎片化学习频率较高。统计数据显示，他们日均进行4.7次碎片学习，每次学习时长介于8至15分钟之间。高频率的学习模式既契合了利用零散时间汲取知识的需求，也满足了学生灵活学习的愿望。然而，在这种高效性的表象之下，却潜藏着深层次的危机。许多学生感受到了‘虚假的学习成就感’。调查结果显示，52.3%的学生认为碎片化学习的内容缺乏系统性和连贯性，仅停留在对知识点的浅层了解，并未深入掌握其内在原理与逻辑。碎片化学习过程中，学生常因外界干扰而在不同任务间频繁切换，这不仅消耗了大量注意力资源，还影响了认知能力。尽管部分学生已形成一定的碎片化学习习惯，但这些习惯多限于简单的学习计划与目标，如记忆英语单词等。这种短暂的知识获取方式因缺乏连续性，而不利于系统性知识构建和深度学习。因此，理工科大学生在时间利用和微习惯塑造上正确认识碎片化学习的优劣。教师提升数字素养，通过高质量的微课程设计引导学生培养碎片化学习能力，从而提高学习成效。

5.2. 空间维度：场景迁移与主体性选择

数字技术创造了多元学习场景，包括虚拟学习空间和现实学习空间的融合。学生在不同空间中具有一定的主动性，能够根据自身需求选择学习场所和方式。例如，在虚拟学习空间中，学生可以通过在线

课程、学习社区等获取知识；在现实学习空间中，图书馆、实验室等场所也为学习提供了数字支持。这种多元化学习场景的构建，为学生的碎片化学习开辟了更多途径。但是，从认知负荷的角度来看，物理空间和虚拟空间存在差异。在教室、实验室等物理空间中，学生主要通过直接的感官体验来获取知识，认知负荷相对较为集中，对知识进行深入地理解和掌握。而在虚拟空间，学生需应对文字、图像、视频等多样复杂信息，这增加了他们的认知负荷。如在 B 站上观看视频时，学生需要在众多的课程中进行筛选和选择，这都需要消耗大量的注意力和认知资源(崔淼, 钱金芳, 王之澜, 2024)。空间迁移影响学生的学习习惯与策略，可能导致学习效果产生差异。因此，理工科大学生在碎片化学习过程中，物理空间和虚拟空间的迁移会带来一定的认知代价。在数字时代，高校和教师必须深入研究碎片化学习的规律，构建数字化和自适应的学习环境，丰富教育资源，以满足学生个性化和精准化的学习需求，以适应碎片化学习这一重要的学习方式。

5.3. 认知维度：拼图整合与积木式重构

在碎片化学习中，学生获取的知识通常是零散的。理工科学生借助“问题链”策略整合知识，诸如将短视频中的实验演示与课程理论相结合，然而，过度依赖此方式可能会削弱对知识的深入理解。学生需致力于将碎片化的知识整合为系统化的体系，通过细致的筛选、科学的分类以及有效地联结不同来源的知识，从而构建起坚实的专业知识框架。积木式创新重构是在整合基础上对知识的重新组合和创造。简言之，知识整合和积木式创新重构是碎片化学习中的重要认知路径。一些理工科学生能通过构建知识框架和关联，将碎片知识转化为完整体系，并实现创新重构，融合不同领域的知识，产生新创意。然而，也有学生仅停留在知识表层，这与他们的认知策略和学习习惯有关。理工科学生具备将知识模块进行拼接与改造的能力，以此创造出新的知识结构和解决方案，例如，在工程问题的解决过程中，他们能够巧妙地组合不同课程的原理与方法，从而提出创新的解决方案。这种认知过程有助于培养创新思维和实践能力。因此，理工科学生需运用有效认知策略提高学习质量，如采用问题导向学习策略，结合实际工程问题整合知识，加深理解。学生的元认知能力也至关重要，它能监控学习过程并调整学习方法和策略。

5.4. 权利维度：身份建构与能动性提升

碎片化学习为理工科专业学生提供了自主性和能动性提升的机遇，进而影响学习身份的构建。学生在充分展现其自主性和能动性，积极探寻知识的过程中，会逐渐塑造出独立且自信的学习形象。如学生自主选择在线课程进行深入学习，通过不懈努力取得学习成果，会在内心认同自己是一个有能力、有主见的学习者。这种学习身份的构建又会进一步激励学生提升自主性和能动性，形成良性循环。碎片化学习中，学生自主学习权利的体现，尤为显著于学习决策的制定与学习评价的进行。在学习决策上，学生有权决定是否进行碎片化学习、学习什么内容以及如何进行碎片化学习，赋予学生更多主观能动性，使其能自由选择学习内容、时间及方式，有助于学生塑造独特学习身份和建设完整的认知生态。学习评价方面，学生已不满足于教师的单方面评价，而是学会了通过自我反思及与同伴的交流，自主衡量学习成效。如学生可以通过在线测试、作业完成情况等方式，了解自己的学习进度和掌握程度，并及时调整学习策略。这种权利的行使充分体现了学生在学习过程中的主体性地位。同时，学生在学习过程中与教师、同学的互动协作，也进一步拓宽了学习权利的范畴。另外，碎片化学习赋予学生更高自主权(例如自主选择学习内容)，然而，技术平台的算法推荐可能削弱学生的批判性思维，导致所谓的“信息茧房”效应。这一点在社交媒体算法推荐效果与内容生态互动关系的研究中得到了关注，研究指出算法推荐可能导致用户只接触到与自己已有观点相似的信息，限制了认知多样性。因此，这一现象需要引起教育者和平台设计者的重视。

研究发现,碎片化学习方式对理工科学生的学习认知生态产生了复杂的影响,既有积极的促进作用,也存在潜在的挑战。从正向看,碎片化学习能够灵活应对时间压力,这种灵活性增强了学生的学习韧性,从而促进了知识的创新;从负向看,碎片化学习也可能导致认知负荷过重,使得工科生的注意力分散,进而削弱了他们的深度学习能力。不可否认,碎片化学习在学生的学习成效和个体成长中发挥着不可忽视的作用,这为高校教育管理者和教师提供了具体教学的实践指导,有助于更好地引导和支持学生的碎片化学习。

6. 教学因应策略体系

基于认知生态学理论,本研究立足于对理工科大学生碎片化学习的实证考察,运用时间、空间、认知、权利四维分析框架,系统揭示了当前理工科学生碎片化学习的认知生态特征及其突出矛盾。针对此,创新性地提出“问题链-能力树”教学改革方案,将递进式的问题链与结构化能力树深度融合,构建以“工具可供性-策略适配性-环境支持性”为基础的动态平衡生态。该方案作为实现知识系统化、能力结构化和创新能力跃迁的总体设计,具体包括课程内容重构、教学场景协同与认知能力培养三大策略。

6.1. 课程内容重构策略:以“问题链”为主线,驱动系统性知识建构

针对时间维度暴露出的碎片化学习高频低效和认知维度的知识碎片化倾向,课程内容重构以“问题链”为核心主线,通过模块化知识包及动态知识图谱,增强理工科专业知识的系统性与逻辑连贯性。理工科课程内容被拆解为若干环环相扣、递进生成的“问题链”模块,每一模块对应专业核心问题,覆盖理论、方法及实际场景,促使学生在解决真实工程或科学问题中完成知识的螺旋升级。调查数据表明,61.68%的学生支持结合案例教学,59.49%认可前沿知识跟踪,显示模块化建设应注重实际案例与最新领域成果的融合,提高学生学习的现实感与前瞻性。动态知识图谱实时映射学生对各模块的掌握度,实现精准推送和学习路径自适应,有效弥合知识点之间的断裂。同时,强调“积木式重构”:将多来源的分散知识在问题驱动下重组为完整、可迁移的知识结构(王映学,孙颖美,2020)。例如,物理实验或工程设计项目以问题链为线索,汇聚多学科知识节点,激发学生创造性解决实际问题的能力。教师在教学策略上需动态调整内容难度与模块顺序,融合动画演示、数据可视化与多维案例分析,引导学生由点及面系统建构专业知识图谱,从而突破碎片化习得的局限性,实现知识体系的“个性化+系统化”有机整合(杨洪军,徐娟娟,李萍,2019),有效支持学生建立“专业深度-AI素养-横向整合”三位一体的知识能力结构。

6.2. 教学场景协同策略:以“问题链”实践与“能力树”生长作为场景设计核心

教学场景协同策略围绕“问题链-能力树”双轨展开,服务于问题驱动和能力成长的全过程,亦是回应空间维度下虚实场景频繁切换引发的认知负荷问题,以及学生主体性增强过程中的场景适配难题,教学场景协同策略强调虚实融合与智能支持的有机协同。通过构建虚实融合实验室,整合AR/VR及在线实验平台,使理工科学生能够在真实操作与虚拟实验间无缝切换,降低因场景切换造成的认知成本和注意力损耗。平台设计突出流程统一与界面一致性,减少认知分散。同时,加入智能推送、任务协同与数据反馈机制,对应学生学习轨迹动态调整场景内容推送与信息流。针对“信息茧房”隐患,平台设计跨学科、多领域内容推荐,防止学生陷入知识回声室。实验课程、工程项目与线上课程形成多场域协同,提高复杂情境下的适应性和创新性。教师通过平台对数据进行实时分析,实现认知负荷监控与干预,辅助学生在多空间情境下形成稳定的学习迁移策略与主体性建构。虚拟与实体场域的交互、持续反馈机制以及开放协同式的组织方式,共同为学生“逐链破题”“逐层成长”提供坚实的场景支撑,为理工科学生

提供了更加开放、灵活和高适应性的学习环境，有效支撑其在碎片化学习生态中的持续成长。

6.3. 认知能力培养策略：以“能力树”为线路，实现多维能力的系统培育

认知能力培养策略以“能力树”为主线，系统梳理和推进各层级能力的成长路径。尤其针对权利维度中学习自主性提升所带来的身份建构困境，以及认知维度中高阶认知与元认知能力的相对薄弱问题。每一环节的“问题链”学习与实践，都能在能力树结构上形成相应能力节点的成长。元认知训练模块鼓励学生主动规划、监控与反思自身在“问题链”推进中的得失，提升学习自驱力和自我优化能力。能力树顶部聚焦高阶创新、跨界整合、批判性思维等能力，底部扎根于基础理论、方法与实践技能，整体呈现由基础到高阶的阶梯式递进。跨学科项目、创新竞赛等真实情境任务，则作为能力树的“枝干延伸”，要求学生在实践中灵活整合知识、实施团队协作，并不断突破能力边界。教学过程中，教师以“认知策展人”角色，动态追踪与评价学生在能力树上的不同层级表现，并通过课程引导与即时反馈，支持学生完善自身的能力图谱。最终，能力树不仅帮助学生明晰成长轨迹，将知识积木有序搭建能力网络，也成为高校创新人才培养质量的可视化表达和效果评估的重要依据。调查数据表明，57.28%的学生认为自己具备一定的综合思维，但“认知赤字”仍为创新潜能释放带来挑战。因此，高校需持续警觉、不断优化认知能力培养机制，助力学生走向知识自组织、多维思维与终身学习的适应型成长道路。

综上，“问题链-能力树”教学改革方案将模块化知识内容、融合化学习场景和递进式能力结构三位一体，针对理工科大学生碎片化学习的时空分布、认知负荷与权利自主等突出问题，提供了系统性、结构化的多维解决路径。三大策略之间形成有机联动：课程内容重构夯实知识基础，场景协同优化认知环境，能力培养促进创新成长。该策略体系实现了从点到线再到网的知识整合、从表至里的能力递进，为高等教育理工科创新人才的培养提供了具有国际前瞻意义的理论框架和实践参考。

7. 讨论

在数智时代教育方式深刻变革的背景下，理工科大学生碎片化学习已经成为不容忽视的现象。本研究以认知生态学为理论基点，融合吉布森的可供性理论与哈金斯的分布式认知理论，提出了“时间-空间-认知-权利”四维认知生态分析框架，并以实证路径长期跟踪39名机器人专业本科生的学习过程，结合大样本问卷，揭示了理工科学生碎片化学习的主要特征、内在动因及其对知识建构和能力生成机制的深层影响。研究显示，学生在频繁的时间碎片利用中，面临表层效率与深度理解的双重张力；在空间流转与多平台切换中，获得了信息资源的便捷，但亦承担了认知负荷增长和场景割裂的成本；认知维度上，虽然数字工具为知识积木式重组提供了有力支持，但系统性和创新性整合仍然受限；权利维度上，个体自主权和主观能动性增强的同时，也出现了能力发展内卷化与学科壁垒固化的现象。研究进一步确认，“工具可供性-策略适配性-环境支持性”的动态平衡，已成为理工科大学生认知生态能否保持稳态的决定性基石。

理论层面，本研究首创性地将可供性理论和分布式认知理论整合进理工科碎片化学习研究体系，搭建了“时间-空间-认知-权利”四维模型。这一模型不仅澄清了理工科学生个体-工具-环境多维耦合下碎片化学习的发生机制，还丰富了认知生态学在数字教育背景下的解释力。具体而言，研究揭示了学生如何在多样化数字工具环境中，通过不断适配与重组，完成知识模块的螺旋升级、能力节点的递进生长和自主学习路径的灵活塑造。此外，提出的“问题链-能力树”教学改革方案，将递进导向的问题链与能力结构化的能力树深度融合，首次以双轨协同机制系统性应对碎片化学习困境，为理工科高等教育领域理论拓展与实证创新提供了新切口和可复制范式。实践方面，本研究融入长时段追踪访谈与大样本问卷，叠加个案剖析与大数据校正，系统还原了理工科学生真实学习生态，在学业负荷、知识迁移、

能力成长等多维轴向上形成了立体化、动态化论证过程,有效弥补了以往碎片化学习定量描述多、深度机制少的研究空白。相关数据和访谈实录为今后高校理工科课程改革和人才培养模式优化提供了坚实的事实依据。

围绕“问题链-能力树”教学改革方案,研究提出了三项实践策略,分别针对课程内容、学习场景和认知能力系统发力,全面回应了理工科学生碎片化学习在多维度上的突出矛盾。首先,课程内容重构以问题链为主线,通过模块化知识包和动态知识图谱,将碎片化内容归入完整、可迁移的知识系统,实现知识深度建构与个性化适配统一。其次,教学场景协同依托虚实融合实验室和平台数据分析,消除了空间割裂和认知负荷的结构风险,提升了学生跨场景学习和实践运用能力。再次,认知能力培养策略则以能力树为线路,系统推进学生元认知能力、自主学习能力、创新和跨界整合能力的阶梯式递进成长。在这一教学框架中,教师角色得到实质性再定义,逐步从知识传递者转型为“认知策展人”,需要不断精进其技术素养和学科整合能力,实现多场景、多能力、多资源的系统性策展和过程性指导。三大策略整体联动,不仅破解了碎片化学习的系统性困境和能力成长瓶颈,更为理工科创新型人才的培养探索了结构化、可持续的路径。

本研究虽以混合方法和纵深跟踪获得了较为丰富的一手资料,但其样本选取主要集中于一所地方高校问卷调查和机器人专业跟踪研究,在学科类型、学校等级、区域环境等方面存在一定的局限性。因此,相关结论在不同理工学科和更大范围院校推广时,需谨慎界定外推边界。数据获取过程中受到学生学业压力、时间分配等客观条件影响,个别阶段数据的连续性有限。此外,虽然本文挖掘了碎片化学习的结构性矛盾与生态挑战,但对于碎片化学习在非线创新、知识融通、学科交叉等方面的积极机制尚未深入阐释,相关效应的动态演化与价值空间有待后续更为细致的研究支持。

展望后续研究,首先需在多个理工科专业、多类型高等院校中开展跨学科、跨区域对比分析,完善不同学科生态中碎片化学习特征的多样性研究,提升结论的普适性与解释力。其次,应聚焦于碎片化学习的创新潜能,探寻其在推动非线性知识生成、团队创新与跨界融合中的积极机制,紧密对接数字时代工程教育复杂任务和创新驱动要求。第三,有必要研发和完善针对知识系统化与创新能力的多元评价工具,建立能够真实刻画知识整合、迁移与创新跃迁的学业评价新体系。最后,教师作用的提升值得重点关注。在新型教学策略下,教师应主动向“认知策展人”转型,一方面加强数据素养和数字教具运用,另一方面提升多学科融合能力和学习路径设计水平。建议未来持续研发智能化教学管理与能力画像工具,增强教师基于学生能力树动态成长的识别、干预和指导功能。通过完善教师培训和多元资源支持,强化其在知识体系建构、能力提升与生态发展等多重功能,进一步推动理工科高等教育生态系统的优质发展。

基金项目

上海市高等教育学会重点课题“高校学生学习的碎片化现象及其对策研究”(2QYB24113)。

参考文献

- 崔淼,钱金芳,王之澜(2024).持续用户生成内容的实现机制:可供性——实现视角下 Bilibili 案例研究. *南开管理评论*, 27(1), 40-52.
- 何明芮(2023).分布式认知理论视域下在线教学中高校教师隐性知识转化研究. *教育评论*, (6), 50-57.
- 胡金艳,满其峰,蒋纪平,张义兵(2022).知识建构社区中观点流驱动的群体智慧涌现研究:基于社会物理学分析的视角. *电化教育研究*, 43(11), 15-22+52.
- 姜宇辉(2010).“具身化”:知识、行动与时间性——从安迪·克拉克到吉尔·德勒兹. *华东师范大学学报(哲学社会科学版)*, 42(4), 21-27.
- 李姗姗,吴筱萌,张鹏,范逸洲(2025).人类导师与智能导师效能差异研究——基于动态交互的可供性视角. *开放教*

育研究, 31(2), 98-107.

刘秀芳(2020). 移动互联时代大学生碎片化学习的思考与探索. *安康学院学报*, 32(6), 101-104+114.

王辞晓, 李心怡, 董艳(2021). 具身视域下的学生反馈素养研究——互联网时代供给关系的再认识. *远程教育杂志*, 39(6), 95-102.

王金颖(2019). 安迪·克拉克的表征理论. *自然辩证法研究*, 35(11), 100-105.

王映学, 孙颖美(2020). 试论知识之功能: 生态心理学的视角. *教育理论与实践*, 40(4), 3-8.

杨洪军, 徐娟娟, 李萍(2019). 碎片化学习与系统教学整合策略研究. *教学与管理*, (15), 11-14.

杨洋, 张越, 范博文(2020). 基于认知科学视角的“学习者中心”线上教学探索. *襄阳职业技术学院学报*, 19(4), 55-59.

张文梅, 祁彬斌, 何歆怡, 陈丽(2024). 群智涌现的知识生产: 形态、机理与促进策略. *中国电化教育*, (10), 9-16.

郑旭东, 王美倩(2016). “感知-行动”循环中的互利共生: 具身认知视角下学习环境构建的生态学. *中国电化教育*, (9), 74-79.