

情景化认知分层在文科院校计算思维能力培养中的应用研究

田 嵩

北京第二外国语学院基础科学部, 北京

收稿日期: 2025年8月27日; 录用日期: 2025年10月6日; 发布日期: 2025年10月16日

摘 要

新文科快速发展的背景下, 对相关专业人才培养提出了更高的标准和要求。计算思维能力培养作为新文科教育教学领域的重要研究领域, 以发现问题和解决问题为核心, 能够更好地适应数字化时代高水平复合型人才的需要, 对于新文科建设具有重要意义。针对计算思维能力培养过程中情景化和认知分层教学的需要, 将DINA诊断模型应用于课程教学中, 通过构建个性化学习路径的渐进式课程学习, 可以有效促进学习的积极性和投入感, 提升课程学习效果和学生综合素养。

关键词

新文科专业, DINA模型, 诊断模型, 人工智能, 情景化学习, 认知分层

Research on the Application of Situational Cognitive Stratification in the Cultivation of Computational Thinking Competence in Liberal Arts University

Song Tian

Department of Basic Sciences, Beijing International Studies University, Beijing

Received: August 27, 2025; accepted: October 6, 2025; published: October 16, 2025

Abstract

Against the backdrop of the rapid development of the New Liberal Arts initiative, higher standards

and requirements have been put forward for the cultivation of talents in related disciplines. As a key research area in the field of New Liberal Arts education and teaching, the cultivation of computational thinking competence centers on problem discovery and problem-solving. It can better meet the needs of cultivating high-level interdisciplinary talents in the digital era and holds significant importance for the development of the New Liberal Arts. To address the needs of situational teaching and cognitive stratification in the process of cultivating computational thinking competence, this study applies the DINA diagnostic model to curriculum teaching. By constructing a progressive curriculum learning system with personalized learning paths, it can effectively enhance students' learning enthusiasm and engagement, improve curriculum learning outcomes, and boost students' comprehensive literacy.

Keywords

New Liberal Arts, DINA Model, Diagnostic Model, Artificial Intelligence, Situational Learning, Cognitive Stratification

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

新文科这一概念的提出与时代发展相一致，也是“四新”学科建设的重要组成。2018年8月，中共中央文件中首次提出“新文科”概念[1]，2019年6月，“六卓越一拔尖”计划2.0启动，提出全面推进“新工科、新医科、新农科、新文科”等的“四新”建设目标，标志着“新文科”建设的正式实施[2]。以ChatGPT、DeepSeek等为代表的一批生成式大模型产品在自然语言处理领域取得突破，给传统文科专业的发展带来了全方位的冲击，客观上也进一步加速了传统文科专业的变革和新文科建设的推进。新文科建设更加强调与科技革命的深度融合，将新思维、新方法、新模式、新技术融入文科专业课程教学中，是有效提升人才培养质量，适应人工智能时代发展需要，培养新文科人才的重要途径[3]。

计算思维作为有效提升文科专业学生数字素养的关键因素，是新文科建设过程中必不可少的重要组成部分，近年来受到国家及地方政策的高度关注，国内众多高等教育机构纷纷将计算思维能力的培养纳入其人才培养方案中。在《教育信息化十年发展规划(2011~2020年)》文件中，提出“注重学生创新思维和创新能力培养，提高学生的信息素养”[4]。在这一背景下，文科院校亟待打破传统的教育教学模式，探索将计算思维融入文科教育的有效途径，将课程教学的目标从“知识传授”转向“能力培养”，推动将培养具有计算思维能力的高水平人才作为长期任务，才可以更好地适应新时代人才培养需求[5]。

有鉴于此，本文将针对新文科发展背景下，传统文科专业学生计算思维能力培养的实际需要，构建基于DINA诊断的情景化认知分层教学模型，同时将人工智能技术应用于课程教学活动中，实现新文科建设与学生计算思维能力培养的结合。

2. 新文科建设的基本思路

2.1. 计算思维能力的培养是新文科人才培养必不可少的组成

计算思维这一概念最早于2006年由周以真(Jeanette M. Wing)教授提出，其代表的是一种系统化的思维方式，它的核心观点是以信息技术为核心理念，通过计算机等数字化工具实现发现问题、分析问题、

解决问题等专业化能力的培养[6]。计算思维的范式并非局限于编程或算法实现,而是强调从计算机科学的逻辑出发,通过抽象、分解、模式识别和算法设计等方法,将复杂问题转化为可计算的形式。它不仅限于计算机科学领域,还广泛应用于自然科学、社会科学以及日常生活中[7]。

2.2. 需理性对待人工智能技术发展对新文科建设带来的影响

人工智能技术像一把“双刃剑”,对新文科建设带来巨大影响,总体而言积极的影响更大。新文科建设过程中只有充分认识到人工智能带来的机遇与挑战,积极主动地去适应和利用它,才能更好地推动文科专业自身的发展。文科专业的传统教学模式和课程体系可能无法适应人工智能时代的需求,需要进行全面的改革和创新。同时,人工智能技术在越来越多领域有逐渐取代人类工作的倾向,这也使得文科专业学生面临着更大的就业压力。面对人工智能快速发展带来的冲击,韩作生等人在文章中探讨了新文科建设中开展计算机通识课程改革的思路,即将计算思维与大数据、人工智能等技术相结合,以更好地培养学生的数字素养和创新能力[8]。王国成等人则提出计算思维能力的培养,要将科学与人文、计算科学与人文社会科学这两方面进行渗透融合。数智时代背景下的新文科专业建设,需要通过跨界融合,将科学技术的掌握与现实社会的需求紧密地结合起来[9]。总之,文科专业人才培养过程中,需要愈发注重培养学生的创新能力、批判性思维能力和跨学科综合素养,这样才能让学生在未来的职场中更具竞争力。

3. 计算思维能力的培养路径与实施

3.1. 符合人工智能时代需要的程序设计类课程是计算思维培养的重要载体

新文科专业建设过程中,如何有效提升学生计算思维能力,特别是利用信息技术实现传统文科专业的有效转型和提升,成为适应学生未来发展需要所必不可少的重要一环。传统文科专业人才培养过程中,存在专业培养模式单一、课程设计与实际需求脱节、学生自身数字素养水平不高等诸多问题,特别是在面对生成式人工智能应用的冲击下,学生往往受限于现有知识框架,在分析和解决复杂问题时捉襟见肘,难以匹配转型时期社会发展的需要。因此,文科专业的人才培养模式亟需革新,通过强化跨学科融合、增设实践环节,以提升学生利用新技术来解决实际问题的能力。

Python 作为人工智能时代被广泛使用的编程语言,具有语法简洁、开源免费、简单易学、逻辑清晰等特点,特别是在数据分析和人工智能开发领域,已成为当前最流行的程序设计语言。在新文科建设的大背景下,各专业学生掌握一门计算机程序设计语言已经成为必然,Python 语言就是最优的选择之一。另外,Python 语言以数据为核心的编程思想,非常适合具体项目或实际问题的解决,其强大的数据处理和可视化功能,可以有效助力跨学科研究的开展,为学生提供了实践计算思维的重要工具[10]。通过在文科专业课程框架中引入 Python 程序设计语言的学习与实践,不仅能让学生掌握基本的编程技能,更重要的是还能将数据驱动的思想如何个人知识体系建设中,通过以数据分析为核心进行问题求解来深化计算思维能力的培养。在“四新”建设的大背景下,人工智能技术的出现给新文科专业建设提出了更高的要求,文科专业学生更加需要通过学习 Python 这类计算机语言,实现与不同领域专业知识,特别是与理工类学科相结合,实现跨学科交叉融合,培养自身的问题意识和解决问题的能力,以更好地适应数智时代就业环境的需求。

Python 程序设计语言作为贯穿新文科课程体系的纽带,对提升学生计算思维能力和数字素养有着无可取代的作用。但是在实际的课程开设中,文科专业学生普遍对 Python 程序设计语言的学习抱有畏难情绪,在我们针对一年级本科生进行的一项问卷调查中,有近六成的学生认为 Python 课程的难度为较困难或非常困难,只有 10%左右学生认为课程学习较轻松或非常轻松,具体结果如图 1 所示。究其原因,基础薄弱和与专业缺乏衔接是造成这种局面的重要原因。因此,在新文科人才培养中纳入 Python 程序设计

语言的同时，也需要提出更加匹配的教学策略，来有效改善文科专业学生在计算思维能力培养过程中面临的困境。

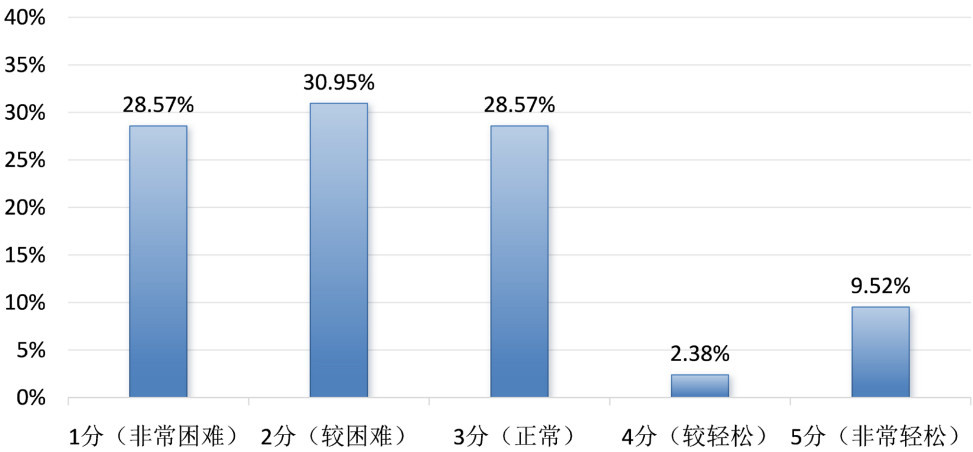


Figure 1. Chart of difficulty ratings for the Python course
图 1. 学生对 Python 课程难度评分情况图

3.2. 基于情景化认知分层的计算思维能力培养路径

面对传统文科专业学生在计算思维能力培养过程中面临困难的局面，更加需要在新文科建设的大背景下，采用行之有效的教育教学策略，通过类似 Python 程序设计这类课程的学习，让学生能够有效地与自身专业知识相结合，构建跨学科思维模式，从而在解决实际问题的过程中游刃有余。为了解决传统 Python 课程教学模式中存在的痛点，避免教学过程中部分学生由于认知差异产生的学习抵触情绪，我们选择融合情景学习理论和认知分层理论的优势，设计了一套以情景化认知分层模型为核心的教学框架。情景学习理论(Situated Learning Theory)认为学习不能发生在“真空”的学习环境中，而是要嵌入于特定的情景、活动和互动中，知识也并非抽象于具体情景而存在的实体，而是与特定的场景、语境或文化紧密相连[11]。认知分层理论(Cognitive Hierarchy Theory)则强调根据知识结构的整体框架进行认知水平分级，并以此为基础开展分层教学，通过逐级递进式的学习，帮助学生逐步建立起对完整知识体系的深入理解[12]。

在我们设计的情景化认知分层模型中，情景化维度用于将 Python 课程的知识点与不同应用场景相匹配且划分为“学习”、“研究”“实践”三个分类，让学生可以通过差异化的情景案例教学对 Python 程序设计有更加深刻的认识，同时学习情景的构建也可以有效激发学生主动学习的热情和兴趣。认知分层维度则在布鲁姆六层分类模型的基础上进行针对性简化，形成更加适合文科专业学生认识发展规律的四层分类模型，并由低阶认知到高阶认知分别设计为“理解”、“应用”、“分析”、“创新”。通过情景化认知分层模型的建立，让学生一方面可以通过情景化的案例教学对 Python 程序设计的具体应用环节有更加深刻的认识，同时也极大地激发学生主动学习的动力，另一方面，通过认知分层的渐进式学习，让学生可以了解到每一阶段的认知水平和后续的学习目标，引导学生通过个性化学习路径的建立，逐步构建起完整的知识架构，从而在针对性学习过程中灵活运用所学知识，掌握解决实际问题的能力。情景化维度与认知分层维度在结合过程中依据具体的课程知识点和专业背景需要，设计不同的教学活动、教学资源以及考核形式，情景化维度结合学生专业背景 and 不同知识点的特征，构建诸如自然语言处理、量化数据分析、智能管理服务等不同教学场景，认知分层维度依据知识点难度，设计不同的课程考核形式以

及作为个性化学习路径生成的重要依据。

具体的情景化认知分层结构图如图 2 所示。

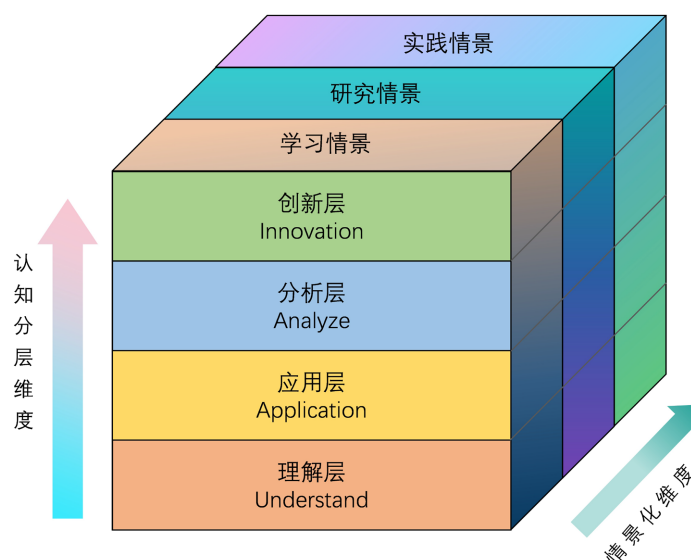


Figure 2. Structural diagram of the situational cognitive hierarchy model
图 2. 情景化认知分层模型结构图

通过情景化认知分层模型在 Python 程序设计课程中的应用, 不仅可以通过情景化案例学习, 有效提升文科专业学生对信息技术类课程的兴趣, 加深对分析问题和解决问题的理解, 还能够通过循序渐进式的学习过程, 减少对课程学习的抵触情绪, 实现知识的内化与技能的提升。在我校面向本科一年级各专业学生开设的信息技术类通识课《Python 与数据分析》中, 我们就基于情景化认知分层模型, 将课程设计的知识点进行维度划分并开展了实践教学活

3.3. DINA 认知诊断在课程教学中的应用

情景化认知分层模型在 Python 程序设计课程实施过程中, 还需要解决学生在认知分层维度上的认知诊断问题, 并以认知诊断结果为依据, 精准定位不同学生学习的难点和盲区, 以此形成个性化学习路径, 帮助学生逐步突破认知瓶颈, 实现渐进式课程学习和知识技能的全面提升。DINA (Deterministic Input, Noisy And Gate) 诊断模型构建的评价机制核心思想是测试者对题目回答的概率与其自身的认知状态及题目特质紧密相连。DINA 模型的评价机制核心为 Q 矩阵的构建, 由测验题目和知识点构成的二维矩阵表示, Q 矩阵的横坐标为具体题目内容, 纵坐标为课程知识点列表, 某一题目与对应知识点交叉处单元格取值为 1, 其它单元格取值为 0, 以此来构建题目与涉及知识点的 Q 矩阵。DINA 模型诊断的过程基于学生对测验题目的作答情况, 再通过与 Q 矩阵对应的知识点进行计算, 得到每位学生对潜在知识水平掌握情况的认知诊断结果, 进而为学生个性化学习、资源推荐等学习过程的开展提供引导[13]。

DINA 认知诊断模型在实际使用过程中, 如果要判断学生 i 在某一知识点中的评分概率, 其计算公式如下[14]:

$$P(X_{ij} = 1 | \alpha_i, s_j, g_j) = (1 - s_j)^{\eta_{ij}} g_j^{1 - \eta_{ij}},$$

其中, X_{ij} 为学生 i 在测试题目 j 上的得分(通常设置 1 为正确, 0 为错误), α_i 指学生 i 的知识点掌握情况向量, 且 $\alpha_i = (\alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \dots, \alpha_{ik})$, 若 $\alpha_{ik} = 1$ 表示学生 i 掌握了知识点 k , 为 0 表示没有掌握。公式中的 s_j

为题目 j 的失误参数, 该参数表示即使掌握了所有属性, 被试者仍旧可能答错该题目的概率。 g_j 为题目 j 的猜测参数, 该参数表示即使没有掌握所有属性, 被试者仍旧可能答对该题目的概率。 η_{ij} 为学生 i 是否掌握了测试题目 j 所需要的所有属性, 其通过逻辑“与”操作进行计算, 即 $\eta_{ij} = \prod_{k=1}^K \alpha_{ik}^{q_{jk}}$, 其中 q_{jk} 指测试题目 j 在 Q 矩阵中的元素, 表示学生 i 是否掌握了测试题目 j 所需要的全部知识属性, 如果需要属性 k 来回答项目 j , 则 $q_{jk} = 1$, 否则 $q_{jk} = 0$ 。

通过 DINA 模型可以诊断学生不同知识点的认知水平, 除了学生可以直观了解到自身的学习情况, 教师也可以将 DINA 模型的认知诊断结果作为教学策略优化的依据, 进而实现教学内容的动态调整, 确保教学资源的精准投放, 助力学生全面提升计算思维能力。

4. 情景化认知分层模型的教学效果评价

4.1. 情景化认知分层模型的实证研究过程

为了验证情景化认知分层模型在培养文科专业学生计算思维能力过程中发挥的作用, 我们以春季学期开设的《Python 与数据分析》课程作为实证研究载体, 并选取了同一位老师负责的 4 个文科专业的教学班进行实验, 这 4 个教学班划分为实验组和对照组。对照组采用传统教学模式, 而实验组则引入情景化认知分层模型, 并在教学过程中通过随堂测验的形式开展 DINA 模型认知诊断, 让学生可以实时了解到当前的学习状态和后续的学习路径, 并最终推动课程的进行。情景化认知分层模型将《Python 与数据分析》课程的知识点进行维度划分并开展了实践教学活

Table 1. List of teaching knowledge points for “Python and Data Analysis”
表 1. 《Python 与数据分析》课程教学知识点划分

知识点	教学形式	情景学习维度	认知分层维度	教学时长(课时)	考核形式
变量定义与程序设计规则	课堂讲授	学习	理解	0.5	客观题考查
数学运算符与计算规则	课堂讲授、代码演示	学习	理解	0.5	客观题考查
IDLE 与 Jupyter 使用	课堂讲授、代码演示	研究	理解	0.5	客观题考查
.....					
.....					
数据可视化分析应用	项目实践	研究	创新	2	小组协作
AI 辅助编程	项目实践	实践	创新	2	小组协作
实践项目设计与开发	项目实践	实践	创新	4	学科竞赛

注: 因篇幅限制, 表格中有省略。

例如, 数学运算符与计算规则知识点的情景学习维度为学习, 认知分层维度为理解, 在这一部分教学过程中以课堂知识讲授为主, 并通过随堂测验考查学生对相关概念的掌握程度。而 AI 辅助编程知识点的情景学习维度则为实践, 认知分层维度则为创新, 知识讲授将不作为本部分教学的主要内容, 而是通过与外国语言文学、管理学、经济学、新闻传播学等不同专业方向相结合, 以小组协作的形式完成专业化 Python 应用程序的设计与开发工作, 如语言方向学生设计基于自然语言处理的文学作品情感分析程序, 经济学方向学生设计基于股票关键指标的量化分析程序等。小组协作模式由于作品呈现的特殊性, 知识点的考核由教师打分和学生互评结合实现。

实验组在教学过程中基于 Q 矩阵和 Python 知识点划分设计并开发了一系列随堂测验, 并将测验结果引入 DINA 认知诊断模型计算, 同时 DINA 认知诊断结果以可视化图表的形式向学生进行展示, 让学生

可以实时了解到当前的认知状态，同时也作为个性化学习路径生成的依据，图 3 展示的即是基于 DINA 认知诊断模型分析结果的学习诊断报告页面。

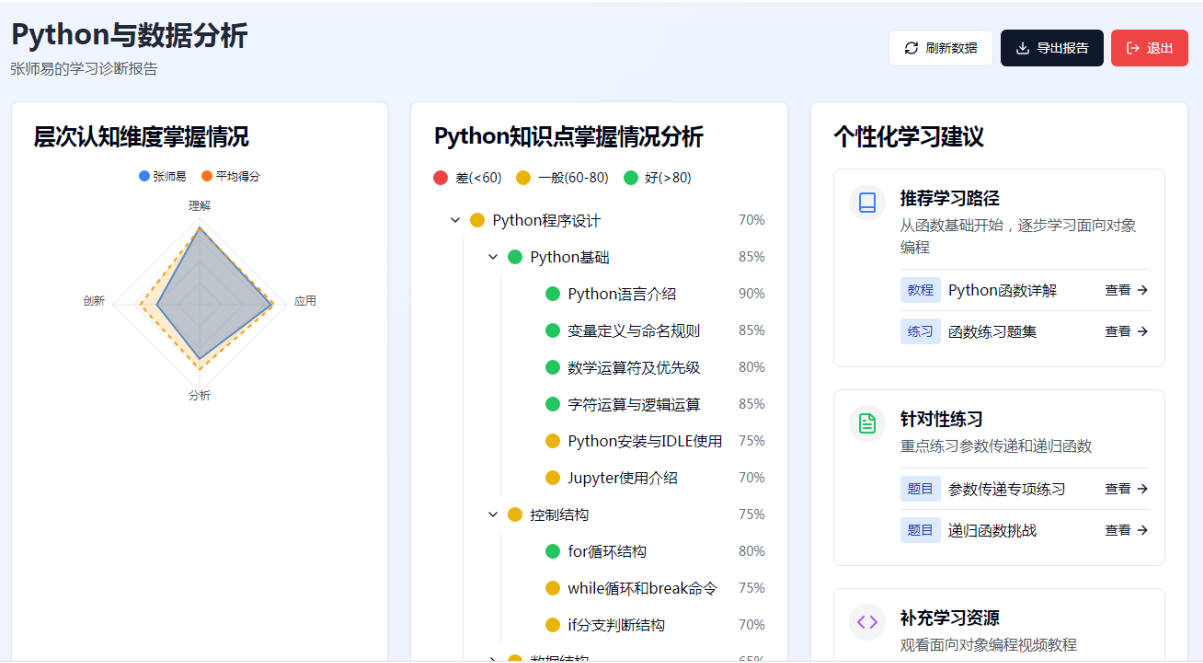


Figure 3. Learning diagnosis report based on the DINA model
图 3. 基于 DINA 认知诊断模型的学习诊断报告

在学习诊断报告页面中，学生可以通过雷达图直观地看到不同认知维度下个人及班级整体掌握的平均情况，同时可以看到不同知识点的得分情况，以及基于当前认知诊断水平推荐的个性化学习路径。老师则可以通过班级知识点得分的总体情况实时调整具体的教学进度和教学内容。

4.2. 基于情景化认知分层模型的教学效果评价

通过对实验组和对照组在学期初和学期末分别进行前测和后测，以此来判断情景化认知分层模型的教学效果。实证分析的结果如表 2 所示。

Table 2. Table of score for the experimental group and the control group
表 2. 实验组和对照组教学班组成情况表

编号	组别	人数	类型	Mean	Std	ΔMean	ΔStd
1	实验组	106	前测	60.94	12.91	19.73	-1.59
			后测	80.67	11.32		
2	对照组	73	前测	63.36	13.31	12.37	-1.47
			后测	75.73	11.84		

对实验组和对照组前测成绩进行独立样本 t 检验的结果显示， t 统计量为 1.213， p 值为 0.227，两组前测成绩数据间没有显著性差异。而后测成绩的独立样本 t 检验结果为-2.82， p 值为 0.005，即后测结果不仅实验组平均成绩高于对照组，且存在显著差异。

同时，为了避免不同组的前测成绩差异对最终分析结果产生影响，更加准确地判断后测成绩是否存

在差异，我们还进行了协方差分析。首先对实验组和对照组进行 Shapiro-Wilk 正态性检验分析，得到的 p 值分别为 0.392 和 0.349，表明两组数据都符合正态分布($p > 0.05$)，满足进行协方差检验的条件。同时，实验组和控制组前测成绩的 Levene 检验统计量为 0.048， p 值为 0.826，后测成绩的 Levene 检验统计量为 0.027， p 值为 0.871，都满足方差齐性假设($p > 0.05$)，以后测成绩为因变量，探讨分组和前测成绩交互作用的协方差检验结果如表 3 所示。

Table 3. Results of covariance analysis
表 3. 协方差分析结果表

源	III 类平方和	自由度	均方	F	显著性	偏 Eta 平方
修正模型	3421.482 ^a	3	1140.494	10.154	0.000	0.148
截距	20582.950	1	20582.950	183.262	0.000	0.512
分组	685.211	1	685.211	6.101	0.014	0.034
前测	1021.539	1	1021.539	9.095	0.003	0.049
分组 * 前测	356.547	1	356.547	3.175	0.077	0.018
误差	19654.991	175	112.314			
总计	1121414.250	179				
修正后总计	23076.472	178				

a. R 方 = 0.148 (调整后 R 方 = 0.134)。

从协方差分析的结果可以看出，分组效应的显著性水平 $p = 0.014$ ，即在控制前测成绩及交互作用的影响后，分组对后测成绩存在显著影响，能够解释后测成绩变异的 3.4%，说明实验组与控制组在后测成绩上存在实质性差异。前测成绩效应的显著性水平 $p = 0.003$ ，说明前测成绩对后测成绩具有显著预测作用，能够解释后测成绩变异的 4.9%，即前测成绩较高的个体，其后测成绩通常也相对更高。同时，分组与前测成绩交互作用的显著性水平 $p = 0.077$ ($p > 0.05$)，这表示交互作用未达到显著，分组对后测成绩的影响未因前测成绩水平不同而呈现出显著差异，或者说前测成绩对后测成绩的影响未因分组不同而存在显著差别。

通过实证分析的结果可以看出，情景化认知分层模型可以显著提升文科专业学生在《Python 与数据分析》课程的学习效果，有效提升了学生的学习积极性，并促进了其深度思考。例如：针对自然语言处理知识点设计的大数据文本分析及词云图绘制活动，极大地激发了学生探究的兴趣。在此基础上，部分学生开始主动探索大数据文本采集技术并进行文本情感分析。这也进一步验证了情景化认知分层模型在提升学生计算思维能力和学习主动性方面的有效性。DINA 模型在认知分层学习中的应用，使学生的学习过程有了可供借鉴的参考，避免了学习过程的盲目性，这也在一定程度上保障了学习的连贯性和学习效率，进一步提升了课程学习的效果。

5. 结论

新文科建设的大背景下，文科专业学生计算思维能力培养的重要性愈发提升，以 Python 程序设计为代表的信息技术类课程在提升学生发现、分析、解决问题的能力方面有着不可替代的作用。情景化认知分层在信息技术类课程中的应用，可以更好地丰富课程教学形式，在情景化案例的实践过程中，通过不同认知层次知识点的考核，能够更好地根据学生的个体差异、专业背景以及课程特点，为学生提供有效的学习场景案例，激发学生的学习兴趣和探索欲望。DINA 认知诊断模型在课程教学中的应用，可以渐进

式地辅助学生不断提升自己的认知水平,更好地促进学生构建计算思维框架,进而实现知识内化与能力提升。实证结果表明,情景化认知分层模型显著提升了课程教学效果,能够有效提升学生的课程学习效果,为文科专业计算思维能力的培养和教育教学改革提供了可供借鉴的思路。人工智能时代的到来,对传统的文科专业人才培养提出了巨大的挑战,情景化认知分层模型更加注重培养学生学习的主动性、灵活性和创造性,以适应人工智能时代高水平人才培养的需要,有着非常重要的借鉴意义和实用价值。

基金项目

本文为北京市教育科学规划项目“基于情景化认知分层的文科院校学生计算思维能力培养研究”(项目批准号:CHDB22203)的阶段性成果。

参考文献

- [1] 黄启兵,田晓明.“新文科”的来源、特性及建设路径[J].苏州大学学报(教育科学版),2020,8(2):75-83.
- [2] 王铭玉.新文科——一场文科教育的革命[J].上海交通大学学报(哲学社会科学版),2020,28(1):19-22+30.
- [3] 闫永权,裴沛.人工智能背景下的新文科课程建设[J].文化产业,2024(5):160-162.
- [4] 教育部.教育部关于印发《教育信息化十年发展规划(2011-2020年)》的通知[DB/OL],
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201203/t20120313_133322.html,2012-03-13.
- [5] 李佳颖,刘娜,康春花.大学生计算思维的分类特征及教学启示[J].江西师范大学学报(自然科学版),2024,48(2):131-138.
- [6] Wing, J.M. (2006) Computational Thinking. *Communications of the ACM*, **49**, 33-35.
<https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- [7] 申树欣,于喜娜,张金明.人工智能赋能文科教育变革[J].新文科理论与实践,2025(1):87-102+127-128.
- [8] 韩作生,林培光.新文科背景下面向财经类高校的大学计算机课程建设[J].中国大学教学,2021(Z1):69-74.
- [9] 王国成,陈潭.学科交叉融合下的计算思维及其对新文科建设的启示[J].社会科学文摘,2023(2):11-13.
- [10] 王菲,范昊.面向“新文科”大学生的Python课程教学研究[J].中国教育信息化,2021(17):80-84.
- [11] Lowell, V.L. and Tagare, D. (2023) Authentic Learning and Fidelity in Virtual Reality Learning Experiences for Self-Efficacy and Transfer. *Computers & Education: X Reality*, **2**, Article ID: 100017.
<https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100017>
- [12] 李明秋,郭艳玲,禹凤兰.基于认知分层理论的外语思辨能力研究[J].山东理工大学学报(社会科学版),2014,30(3):104-108.
- [13] 王超,刘淇,陈恩红,等.面向大规模认知诊断的DINA模型快速计算方法研究[J].电子学报,2018,46(5):1047-1055.
- [14] Xu, X., Fang, G., Guo, J., Ying, Z. and Zhang, S. (2024) Diagnostic Classification Models for Testlets: Methods and Theory. *Psychometrika*, **89**, 851-876. <https://doi.org/10.1007/s11336-024-09962-9>