

# 高职《数据可视化》课程的认知负荷现状研究

雷莹, 潘璐, 罗子畅, 毛敏

四川华新现代职业学院, 四川 成都 610000

DOI: 10.61369/RTED.2026100029

**摘 要 :** 基于认知负荷理论, 以302名高职《数据可视化》课程学生为对象, 采用问卷调查法分析其认知负荷结构及关系。结果显示: 认知负荷呈现清晰的三维结构, 外在负荷水平较高 ( $M=6.16$ ), 关联负荷偏低 ( $M=5.16$ ); 三类负荷间显著正相关; 内在负荷 ( $\beta=0.308$ ) 与外在负荷 ( $\beta=0.208$ ) 均显著正向预测关联负荷。据此提出优化教学呈现、调控任务复杂度、引导认知投入等策略, 为高职数据类课程改革提供实证参考。

**关 键 词 :** 认知负荷理论; 数据可视化; 高职教育; 学习负担; 教学设计

## A Study on the Current Level of Cognitive Load in the "Data Visualization" Course at Higher Vocational Education Institutions

Lei Ying, Pan Lu, Luo Zichang, Mao Min

Sichuan Huaxin Modern Vocational College, Chengdu, Sichuan 610000

**Abstract :** Based on cognitive load theory, this study employed a questionnaire survey among 302 students enrolled in the Data Visualization course at a higher vocational college to analyze their cognitive load structure and interrelationships. The results revealed a distinct three-dimensional structure of cognitive load, characterized by high levels of extrinsic load ( $M = 6.16$ ) and low levels of relational load ( $M = 5.16$ ); significant positive correlations were observed among the three types of loads; both intrinsic load ( $\beta = 0.308$ ) and extrinsic load ( $\beta = 0.208$ ) significantly positively predicted relational load. Accordingly, strategies such as optimizing instructional presentation, adjusting task complexity, and guiding cognitive engagement are proposed, providing empirical insights for curriculum reform in data-related courses at higher vocational institutions.

**Keywords :** cognitive load theory; data visualization; higher vocational education; learning burden; instructional design

## 引言

随着数字经济蓬勃发展, 数据驱动决策已经成为常态, 数据可视化成为高职信息技术类专业的核心课程。从目前的教学改革文献中可以发现, 学界对课程内容体系与能力培养路径已有充分讨论: 已有研究多聚焦课程内容体系与能力培养 (如望俊成等、金洁琴等), 但对学习过程的认知负担关注不足。<sup>[1]</sup> 然而, 上述成果皆围绕“教什么”和“学什么”, 对学习主体在课程学习过程中所承载的认知负担状态尚未给予充分考察。

在“十五五”时期, 职业教育正由规模扩张向内涵式高质量发展转型, 教学改革的重点逐步转向学习过程优化与学习质量提升<sup>[2]</sup>。在这一背景下, 从学习者认知机制出发, 对技术技能类课程的学习负担进行实证分析, 具有重要现实意义。基于此, 本文以《数据可视化》课程为研究情境, 对学生学习负担的结构特征及其作用关系进行实证分析, 尝试为“十五五”背景下职业教育课程教学的认知重构与行动逻辑提供微观层面的经验证据<sup>[3]</sup>。

## 一、研究问题与分析框架

### (一) 理论基础

认知负荷理论由 Sweller 等学者基于工作记忆容量有限的认知心理学提出, 为分析学习成效的差异根源提供了重要视角。该理

论主张, 学习效果取决于认知资源在学习过程中的分配, 并将产生的认知负担分为内在、外在及关联三种类型。

具体而言, 内在认知负荷由学习材料本身的复杂性及学习者的知识储备共同决定<sup>[4]</sup>; 外在认知负荷来源于教学设计与信息呈现方式等游离于学习目标之外的非必要因素; 关联认知负荷则体现

项目信息:

2026 年度全国高等职业院校人工智能应用与创新研究项目“分层分类的人工智能素养评价梯度化测评工具开发”(项目编号: KT2510099);

四川华新现代职业学院2024-2025年度重点课题(项目编号: KY2024010Z);

2026 年度“人工智能+职业教育智慧教材体系化建设项目”(课题编号: KT2603437)。

作者简介: 雷莹(1987—), 女, 河南省卢氏县人, 讲师, 硕士, 主要从事职业教育、大数据和人工智能研究。

了学习者为促进图式建构而主动投入的有效认知努力，是驱动深度理解的关键机制。该理论的核心主张认为，在内在认知负荷难以调控的前提下，教学设计者应着力于削减不必要的外在认知负荷<sup>[5]</sup>，从而释放有限的工作记忆资源，为学习者投入关联认知负荷创造条件，最终推动学习向深层加工与知识迁移的方向发展。

### （二）研究述评与本研究切入点

综合已有研究，存在三点不足：

- （1）数据可视化课程研究多关注课程需求与能力培养成效，而对学习过程中的学习负担缺乏系统性的测量；
- （2）职业教育研究已引入学习投入等过程变量，但对学习负担的结构区分不足；
- （3）国外研究揭示了数据可视化学习的认知复杂性，但其结论能否直接套用到高职课堂上，还得打个问号。

基于此，本研究构建如图1所示的分析框架。

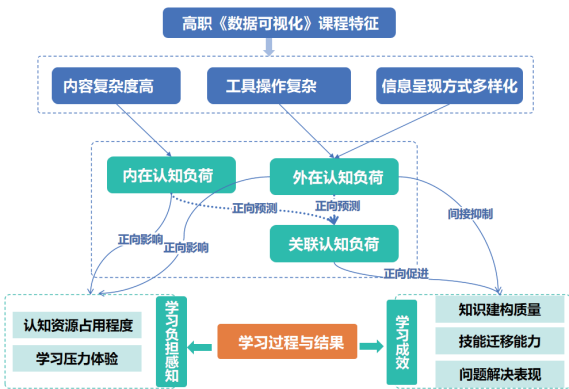


图1 基于认知负荷理论的高职《数据可视化》课程学习负担分析框架

## 二、研究设计

### （一）研究工具与数据来源

基于认知负荷理论的分析框架，结合高职《数据可视化》课程的特点，本文编制了《数据可视化》认知负荷问卷，用于测量学习者在学习过程中的主观认知体验。问卷采用九点计分法，从“完全不符合”至“完全符合”进行评分。题项围绕认知负荷的三个核心维度展开：①内在认知负荷，主要测量学生对课程内容复杂性及知识理解难度的主观感受；②外在认知负荷，侧重于教学设计、信息呈现方式及教学组织过程中可能引发额外认知负担的因素；③关联认知负荷则用于评估学生在学习过程中主动总结、批判性反思及知识整合建构的认知投入水平。

本文以在读《数据可视化》课程的学生为调查对象，以班级为单位进行问卷的发放与回收，以确保数据采集的规范性与质量。本次调查共发放问卷306份，回收有效问卷302份，有效回收率为98.7%。样本覆盖了不同年级与专业方向，能较为全面地反映高职学生在《数据可视化》课程学习中的认知负荷状况，样本具备一定的代表性。

### （二）信度与效度分析

为检验《数据可视化》认知负荷问卷的可靠性与有效性，分

别进行了信度分析和效度分析。

#### 1. 信度分析

采用Cronbach's  $\alpha$  系数检验量表信度。结果显示，内在认知负荷、外在认知负荷和关联认知负荷的 $\alpha$ 系数分别为0.949、0.952和0.976，均远高于0.8的可接受标准；各维度校正项总计相关性（CITC）均大于0.55，且删除任意题项后 $\alpha$ 系数均未提升，表明量表具有极高的内部一致性。

#### 2. 效度分析

##### ① 整体KMO与Bartlett检验

首先对全部30个题项进行探索性因子分析的适用性检验。结果显示，整体KMO值为0.936，Bartlett球形度检验的近似卡方值为12457.382（ $df = 45$ ， $p < 0.001$ ）。

##### ② 探索性因子分析结果

为检验量表的结构效度，对数据进行探索性因子分析。采用主成分分析法和最大方差旋转后，共提取特征根大于1的因子3个，累计方差解释率为80.85%（因子1：32.791%；因子2：25.239%；因子3：22.820%）。各题项在对应因子上的载荷均处于较高水平，且无显著交叉载荷，表明量表具有清晰的因子结构。具体而言，因子1对应关联认知负荷，因子2对应外在认知负荷，因子3对应内在认知负荷，与理论三维模型完全契合。此外，各条目共同度均高于0.40，多数超过0.70，说明因子对变量的解释力较强。综上所述，该量表在样本中表现出良好的结构效度。

### （三）数据分析方法

为系统分析学习过程中不同认知负荷的水平特征，本文采用SPSSAU统计分析平台对数据进行处理与分析，具体分析方法如下。

首先，对样本数据进行描述性统计分析，计算各认知负荷的均值和标准差，以了解学生认知负荷的整体感知水平及其分布特征。

其次，为考察不同类型认知负荷之间的关系，采用Pearson相关分析方法对相关性进行检验。通过相关系数的大小与显著性水平，判断各认知负荷维度之间是否存在相关关系。

在此基础上，为进一步探究内在认知负荷和外在认知负荷对关联认知负荷的作用关系，采用多元线性回归分析方法，构建回归模型，检验不同认知负荷对关联认知负荷的预测作用。

## 三、认知负荷现状分析

在完成信度与效度检验的基础上，进一步对高职学生在《数据可视化》课程学习过程中的认知负荷现状进行描述性统计分析，以揭示其总体特征。

### （一）认知负荷的总体特征描述

问卷的描述性统计分析显示（如表1所示），三类认知负荷在均值上呈现明显的梯度分布：外在认知负荷最高（ $M=6.16$ ， $SD=1.65$ ），处于中等偏上水平；内在认知负荷次之（ $M=5.91$ ， $SD=1.73$ ）；关联认知负荷相对最低（ $M=5.16$ ， $SD=1.53$ ）。

表1 认知负荷各维度描述性统计结果 (N=302)

| 名称     | 样本量 | 最小值   | 最大值   | 平均值   | 标准差   | 中位数   |
|--------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 内在认知负荷 | 302 | 1.800 | 9.000 | 5.914 | 1.726 | 5.500 |
| 外在认知负荷 | 302 | 2.400 | 9.000 | 6.161 | 1.648 | 6.400 |
| 关联认知负荷 | 302 | 1.400 | 7.600 | 5.156 | 1.528 | 4.800 |

### (二) 不同类型认知负荷之间的相关关系分析

为进一步比较三类认知负荷在同一学习情境下的差异水平,采用配对样本 t 检验对内在认知负荷、外在认知负荷与关联认知负荷进行两两比较,结果见表2。

表2 不同认知负荷维度的配对样本 t 检验结果 (N=302)

| 比较维度            | 均值差<br>(M <sub>1</sub> -M <sub>2</sub> ) | t 值    | Sig.  |
|-----------------|------------------------------------------|--------|-------|
| 外在认知负荷 - 关联认知负荷 | 1.000                                    | 9.176  | 0.000 |
| 内在认知负荷 - 关联认知负荷 | 0.760                                    | 7.527  | 0.000 |
| 内在认知负荷 - 外在认知负荷 | -0.250                                   | -2.609 | 0.010 |

#### 1. 外在认知负荷与关联认知负荷的比较

从现有结果可以看到,外在认知负荷 (M=6.16, SD=1.65) 高于关联认知负荷 (M=5.16, SD=1.53), 二者的差异达到了统计学显著水平 (t=9.176, p<0.001)。这一结果表明:教学呈现方式及任务组织等外在因素占用了学生较多的认知资源,也因此挤压了用于深度加工所需的认知空间。

#### 2. 内在认知负荷与关联认知负荷的比较

由于内在认知负荷 (M=5.91, SD=1.73) 同样高于关联认知负荷 (M=5.16, SD=1.53), 均值差为0.76 (t=7.527, p<0.001), 表明所研究的课程具有较大的复杂性,学生在完成学习任务时需要调动较多的认知资源。

#### 3. 内在认知负荷与外在认知负荷的比较

进一步比较内在认知负荷与外在认知负荷,发现:外在认知负荷略高于内在认知负荷,且两者的差异达到了统计显著水平 (t=-2.609, p<0.05)。虽然二者均值差异相对较小,但该结果仍具有启示意义:教学设计与学习环境所引发的外在负荷对认知资源的占用已超过了学习内容本身带来的负担。

#### 4. 认知负荷各维度间的相关分析

从现有相关分析结果可以看到,三类认知负荷之间都存在显著正相关。这表明在《数据可视化》课程学习情境中,不同类型认知负荷不是彼此独立的,而是有明确的协同变化特征。该结果与认知负荷理论中有关多种认知资源共同作用的观点完全一致,同时也提示在学习复杂任务时,外在认知负荷与有效认知投入有时是并升的。

### (三) 不同类型认知负荷对关联认知负荷的回归分析

为深入探究三类认知负荷的作用机制,本研究以关联认知负荷为因变量,以内在认知负荷和外在认知负荷为自变量,构建多元线性回归模型。

回归分析结果显示,模型整体达到显著水平 (F(2,299)=40.259, p<0.001), 调整后 R<sup>2</sup> 为0.207,即内在与外在认知负荷共同解释关联认知负荷变异的20.7%。从各自变量的标准化回归系数来看,外在认知负荷 ( $\beta=0.208$ , p<0.01) 和内在认知负荷 ( $\beta=0.308$ , p<0.001) 均对关联认知负荷具有显著正

向预测作用,且内在认知负荷的影响作用相对更强,详见表3。

表3 线性回归分析结果 (n=302)

|                   | 非标准化系数                    |         | 标准<br>化系<br>数 | t      | p       | 共线性诊断 |         |
|-------------------|---------------------------|---------|---------------|--------|---------|-------|---------|
|                   | B                         | 标准<br>误 | Beta          |        |         | VIF   | 容忍<br>度 |
| 常数                | 3.576                     | 0.313   | —             | 11.411 | 0.000** | —     | —       |
| 外在认知负荷            | 0.176                     | 0.053   | 0.208         | 3.298  | 0.001** | 1.502 | 0.666   |
| 内在认知负荷            | 0.301                     | 0.061   | 0.308         | 4.901  | 0.000** | 1.502 | 0.666   |
| R <sup>2</sup>    | 0.212                     |         |               |        |         |       |         |
| 调整 R <sup>2</sup> | 0.207                     |         |               |        |         |       |         |
| F                 | F(2, 299)=40.259, p=0.000 |         |               |        |         |       |         |
| D-W 值             | 1.704                     |         |               |        |         |       |         |
| 备注：因变量 = 关联认知负荷   |                           |         |               |        |         |       |         |
| *p<0.05**p<0.01   |                           |         |               |        |         |       |         |

需要说明的是:外在认知负荷与关联认知负荷之间的正向关系并不意味着外在负荷本身具有促进学习的积极功能,更可能反映了在高复杂度的技术技能课程学习中,教学设计、任务组织等外部因素给学生带来额外认知压力,故学生要投入更多认知努力来完成任务,因此其关联认知负荷自然同步上升。换言之,二者的关联并非源于有效教学设计的正向激发,而更可能是学生被动应对教学复杂性所产生的伴随现象。

## 四、教学启示与策略建议

基于上述实证发现,本文从“降低无效外在负荷、调控内在任务难度、促进有效认知投入”三个维度,提出以下教学优化策略。

### (一) 优化教学设计与环境,降低外在认知负荷

外在认知负荷均值最高 (M=6.16), 且显著高于关联负荷,表明当前课程在信息呈现与任务组织层面存在较大的优化空间。外在负荷本质上是与学习目标无关的认知消耗,理应优先削减。具体策略包括:在信息呈现上,简化界面设计、采用分步演示,避免元素过载和操作路径模糊;在任务组织上,减少不必要的流程切换和工具切换,完善任务导航与操作指引;在课程结构上,对知识链条进行模块化重组,使逻辑线索更加清晰,从宏观层面降低学生的认知混乱感<sup>[6]</sup>。同时,教师应关注学生在实操中的即时认知状态,适时提供个性化反馈,避免因缺乏指导而引发的额外认知焦虑。简言之,优化设计的核心是为核心学习活动“清障”,而非简单做减法。

### (二) 合理调控任务复杂度,匹配学生认知基础

回归分析显示,内在认知负荷对关联认知负荷具有最强的正向预测作用 ( $\beta=0.308$ ), 这印证了适度认知挑战对深度加工的

激发价值。但这种促进作用的前提是任务难度必须落在学生当前的“最近发展区”内。若难度超出认知承载上限,内在负荷将从“必要挑战”异化为“认知超载”,反而抑制关联投入<sup>[7]</sup>。因此,课程应采用渐进式、脚手架式任务设计,将复杂可视化的项目拆解为层级清晰、循序渐进的子任务,使内在负荷始终维持在可承受区间,既保持思维挑战性,又避免引发挫败性过载<sup>[8]</sup>。

### （三）强化学习活动的认知指向性，促进关联认知负荷投入

关联认知负荷在三种负荷中水平最低（ $M=5.16$ ），说明学生主动整合知识、进行深度反思的认知投入严重不足。教学设计应主动引导学生将有限的认知资源定向投放到知识建构上。实践中，可通过设置具有明确认知指向的任务驱动型案例分析，要求学生在真实问题情境中综合调用所学图表规范与工具技能；或采用项目式学习，让学生在完整的数据处理、可视化呈现与结论解读链条中，实现从“工具操作”到“思维内化”的迁移。教师需有意识地在每个教学环节中嵌入“为什么这样设计”“还可以怎样优化”等反思性问题，将关联认知负荷的激发从自发状态转变为自觉的教学设计行为<sup>[9]</sup>。

## 五、结论

本文从认知负荷理论出发，对高职《数据可视化》课程学习

中学生的认知负荷结构及其作用机制做出了系统的实证分析，主要得出以下结论。

第一，从现有研究可以看出三类认知负荷的梯度分布：描述性统计与配对样本 t 检验结果都表明，外在认知负荷（ $M=6.16$ ）高于内在认知负荷（ $M=5.91$ ）及关联认知负荷（ $M=5.16$ ），这表明：目前教学设计因素已成为学生认知负担的主要来源，这揭示了课程实施中认知资源分配的失衡状态<sup>[10]</sup>。

第二，内在及外在认知负荷对关联认知负荷具有明确的正向预测作用，但二者的作用机制不同。从回归分析可以看到，内在负荷的预测力更强（ $\beta=0.308$ ,  $p<0.001$ ），印证了适度任务挑战对深度加工的激发作用，而外在负荷的正向预测作用（ $\beta=0.208$ ,  $p<0.01$ ）则需审慎解读，更可能反映了学生应对教学组织复杂性时“无奈的同步上升”。

第三，认知负荷结构的优化是减负提质的关键路径，因此本文提出以“降低无效负荷、保障必要负荷、促进有效负荷”为核心的课程设计原则，为技术技能课程改革提供了具体的实践方向。

本研究仍存在一定局限性，如样本来源相对集中，难以揭示认知负荷的动态演变。未来研究可引入纵向追踪设计，考察不同教学干预策略对认知负荷结构的动态影响。

## 参考文献

- [1] 金洁琴, 张欣欣, 厉佳玲. 大学生数据可视化素养评价指标体系构建与实证研究 [J]. 图书馆学研究, 2025, (07): 13–25. DOI: 10.15941/j.cnki.issn1001-0424.2025.07.006.
- [2] 黄浏展, 谭迎春. 基于认知理论的高职院校线上线下混合式课堂教学创新理论与实践研究 [J]. 武汉职业技术学院学报, 2022, 21(06): 68–74. DOI: 10.19899/j.cnki.42-1669/Z.2022.06.011.
- [3] 武法提, 任伟伟. 基于认知负荷水平的学情分析：表征框架与实践路径 [J]. 中国电化教育, 2024 (7): 64–73.
- [4] 张立国, 谢晓林. 数据可视化课程的认知负荷调控与教学优化 [J]. 现代教育技术, 2023, 33 (5): 35–42.
- [5] 李青苗. 认知负荷理论下留学生“发展汉语高级听力”教学研究 [J]. 通化师范学院学报, 2025, 46(05): 138–144. DOI: 10.13877/j.cnki.cn22-1284.2025.05.20.
- [6] 李霞, 张芬, 邓汇琳. 积极心理学视域下高职生成长型思维与学习投入和职业抱负的调查研究 [J]. 教育与职业, 2025, (05): 64–71. DOI: 10.13615/j.cnki.1004-3985.2025.05.013.
- [7] 尤洋, 王以宁, 张海. 智慧课堂环境下教学视频复杂度与学习者认知负荷关系研究 [J]. 现代远距离教育, 2020, (02): 91–96. DOI: 10.13927/j.cnki.yuan.2020.0023.
- [8] 可视化教学工具在物流实训课程中的应用效果实证研究 [J]. 职业教育研究, 2025 (6): 78–83.
- [9] 程芳. 思维可视化工具在议论文备考中的整合路径 [J]. 数码设计 (电子版), 2023(6): 0404–0406.
- [10] 廖韵仪, 王娟. 动态信息可视化研究——以 MG 动画为例 [J]. 美与时代: 创意 (上), 2023(1): 129–131.