

基于黄炎培“手脑并用”思想的认知负荷调控教学模型构建研究

张金晶, 姜凤娇, 周燕华, 赵文旻, 王妍, 虞亚楠

上海农林职业技术学院智慧农业工程系, 上海

收稿日期: 2025年10月14日; 录用日期: 2025年11月8日; 发布日期: 2025年11月17日

摘要

针对职业教育中学生面临的“认知超载”与“技能转化困难”的现实困境, 本研究旨在打通历史教育智慧与现代学习科学之间的壁垒。论文以黄炎培“手脑并用”思想为价值导向, 以认知负荷理论为科学依据, 构建了一个旨在精准调控学生认知负荷的“手脑协同”教学模式。该模式包含“情境链接-做学协同-思维外化-迁移应用”四个核心环节, 并通过一个典型的专业课程教学案例, 详细阐述了各环节如何系统性地降低外在认知负荷、优化内在认知负荷、增加相关认知负荷。研究表明, 这一整合模型不仅为黄炎培思想的当代实践提供了可操作的“施工图”, 也为认知负荷理论在职业教育教学中的情境化应用提供了新的方法框架, 对提升职业教育教学效能、深化教师、教材、教法改革具有重要的参考价值。

关键词

黄炎培, 手脑并用, 认知负荷, 教学模式, 职业教育

Research on Constructing a Cognitive Load Regulation Teaching Model Based on Huang Yanpei's "Hand-Brain Coordination" Philosophy

Jinjing Zhang, Fengjiao Jiang, Yanhua Zhou, Wenmin Zhao, Yan Wang, Yanan Yu

Department of Intelligent Agriculture Engineering, Shanghai Vocational College of Agriculture and Forestry, Shanghai

Received: October 14, 2025; accepted: November 8, 2025; published: November 17, 2025

文章引用: 张金晶, 姜凤娇, 周燕华, 赵文旻, 王妍, 虞亚楠. 基于黄炎培“手脑并用”思想的认知负荷调控教学模型构建研究[J]. 交叉科学快报, 2025, 9(6): 957-964. DOI: 10.12677/isl.2025.96122

Abstract

Addressing the practical challenges of “cognitive overload” and “skill transfer difficulties” faced by vocational students, this study aims to bridge the gap between historical educational wisdom and modern learning science. Guided by Huang Yanpei’s philosophy of “hand-brain coordination” and grounded in cognitive load theory, the paper constructs a “hand-brain synergy” teaching model designed to precisely regulate students’ cognitive load. This model comprises four core components: “contextual linkage,” “cooperative learning-doing,” “externalization of thinking,” and “transfer application.” Through a typical professional course teaching case, it details how each component systematically reduces external cognitive load, optimizes internal cognitive load, and increases relevant cognitive load. Research indicates that this integrated model not only provides an actionable blueprint for the contemporary implementation of Huang Yanpei’s philosophy but also offers a new methodological framework for the localized application of cognitive load theory in vocational education. It holds significant reference value for enhancing the effectiveness of vocational education and deepening the reform of teaching, curriculum, and evaluation.

Keywords

Huang Yanpei, Hand-Brain Coordination, Cognitive Load, Teaching Model, Vocational Education

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

职业教育作为培养高素质技术技能人才的关键环节，其教学质量对国家产业发展与升级具有深远影响。然而，在职业教育的实践中，“理论”与“实践”脱节的“两张皮”现象依然普遍存在，这深刻制约了人才培养质量的提升[1]。这一困境在课堂教学中具体表现为：学生一方面在面对繁杂抽象的理论知识时容易陷入“认知超载”，另一方面在技能训练中又因缺乏理论的深度指引而停留在机械模仿，最终导致学习效能低下与知识迁移困难。

为破解这一难题，学术界主要从两大理论路径寻求解决方案。一方面，黄炎培教育思想作为我国职业教育的重要理论遗产，其“手脑并用”、“做学合一”等核心理念被广泛认为是根除学用脱节的良方。然而，现有研究多集中于对其思想内涵的历史梳理与价值阐发，未能充分解答其在现代课堂教学情境下“如何具体操作”的问题，使得这一重要思想在实践层面往往停留于理念倡导。另一方面，源自认知心理学的认知负荷理论为优化教学过程提供了科学的微观视角。该理论系统地阐述了内在、外在和相关认知负荷的概念及其对学习的影响，为解释和缓解学生的学习困难提供了有力的框架[2]。其在多媒体学习、在线教育等领域的应用已较为成熟，但在与职业教育鲜明的“实践性”特征进行系统性深度融合方面，研究仍显不足，尤其缺乏能够贯穿整个教学流程的、具有职教特色的教学模式[3]。

Caskurlu 等人的研究表明[4]，教学设计师在实践中能够直观地应用认知负荷策略，但主要集中于降低外在认知负荷，对于如何系统性地整合三类认知负荷仍缺乏明确的方法论指导。这一发现揭示了理论与实践之间的鸿沟，即使在专业的设计师群体中，对认知负荷理论的全面理解和应用仍然有限。

由此可见，当前的研究存在一个明显的“断层”：宏大的、价值导向的教育哲学与微观的、操作导向的学习科学之间未能实现有效的贯通与协同。黄炎培思想指明了“为何而教”的育人方向，却疏于提

供“如何科学地教”的路径支撑；认知负荷理论提供了“如何优化设计”的科学工具，却需要“为何而设计”的价值引领以契合职业教育的根本宗旨[5]。

基于此，本研究旨在桥接这一断层，尝试将黄炎培“手脑并用”思想与认知负荷理论进行创造性融合。核心研究问题是：如何构建一个以“手脑并用”为价值引领、以认知负荷调控为科学依据的教学模式，从而系统化地解决职业教育课堂中的认知超载与学用脱节问题，最终提升教学效能？本研究不仅期望为黄炎培思想提供当代学习科学的新视角，使其从一种教育哲学转化为可操作的教学实施方案，也力求推动认知负荷理论在职业教育这一特定语境下的情境化与特色化应用。

2. 理论耦合：“手脑并用”与认知负荷理论的内在联系

黄炎培教育思想与认知负荷理论虽分属不同学科与时代，但二者在促进高效学习的终极目标上存在深刻的共鸣与互补性，其耦合为构建科学的教学模式奠定了坚实的理论基础。

2.1. 黄炎培“手脑并用”思想的精髓与教学意蕴

黄炎培教育思想的核心理念强调教育与社会生产劳动的紧密结合，其精髓在于“手脑并用”、“做学合一”。这一思想绝非仅强调技能操作，而是追求“手”的实践与“脑”的思考的辩证统一与协同发展。从教学论的视角看，它要求教学设计必须创设真实或近似真实的任务情境，设计具有引导性的实践活动，并促进学生在行动中进行深度反思。这与简单机械的技能训练有本质区别，它倡导的是一种通过实践来激发思维、通过思维来提升实践品质的深度学习模式。然而，这一富有远见的思想长期以来缺乏来自现代学习科学的微观解释与操作化支撑，使其在教学一线的落地面临挑战。

2.2. 认知负荷理论的核心要义及其教学启示

认知负荷理论将学习过程中的认知负荷划分为内在、外在和相关认知负荷三类，为教学设计提供了精细化的科学框架[6]。内在认知负荷由学习材料本身的复杂性与学习者先验知识共同决定，其大小取决于信息元素间的交互程度[2]。外在认知负荷则主要由教学材料与过程的非理想设计所引发，可通过优化信息呈现方式与教学过程组织来降低[6]。最为关键的相关认知负荷，是指学习者用于图式构建与自动化过程的认知资源投入，它与深度的学习效果直接正相关[7]。

Klepsch 通过差异化测量方法进一步证实，有效的教学设计必须同时考虑三类认知负荷的相互作用[8]。他们的研究表明，通过精心设计的教学干预，可以实现在降低外在负荷的同时，有效提升相关认知负荷，从而优化整体学习效果。这一发现为认知负荷理论的精细化应用提供了重要的方法论支持。

该理论对教学的直接启示在于，教学设计的核心目标应是最小化外在负荷、优化内在负荷，并最大化相关负荷，从而将有限的工作记忆资源导向有效的学习过程[9]。

2.3. “手脑并用”与认知负荷理论的契合与互补

两大理论的耦合点正在于“做”(即实践)在教学过程中对认知负荷的系统性调控作用。

首先，“做”是优化内在与外在认知负荷的关键环节。通过动手操作，抽象的理论知识得以在具体情境中具象化、可视化，这直接降低了因信息抽象而带来的外在认知负荷[10]。同时，在真实任务中通过脚手架将复杂技能分解演练，能够使学习与学生的“最近发展区”相匹配，从而优化了内在认知负荷的处理过程[11]。

其次，“做”是增加相关认知负荷的根本途径。黄炎培思想所强调的“做学合一”中的“学”，实质就是通过“做”来引发深度思考，促进图式的构建与自动化。当学生在实践后进行反思、提炼、表达时，他们正是在主动地投入认知资源去组织、整合新信息，这一过程直接增加了有效的相关认知负荷[7]。这

正是“手脑协同”促进深度学习的认知科学机理。

综上所述，二者的融合相得益彰：黄炎培“手脑并用”思想为认知负荷理论在职业教育中的应用提供了价值导向与实践场域，使其不局限于信息呈现的优化，而深入到“知行合一”的教学本质；认知负荷理论则为“手脑并用”的实现提供了科学的认知依据与可操作的设计蓝图，使其从一种教育理念具体化为一系列可测量、可调控的教学程序。这种创造性整合，为构建既能减轻无效认知负担、又能深化技能学习与迁移的教学模式开辟了富有潜力的道路。

2.4. 理论融合的挑战与复杂性

黄炎培“手脑并用”思想与认知负荷理论在哲学基础和应用颗粒度上存在一定差异，二者的融合并非天然无缝，实践中可能面临若干挑战。黄炎培思想强调在真实生产劳动中进行整体性、情境化的学习，其哲学根基在于教育与社会实践的辩证统一；而认知负荷理论源于实验室环境下对信息加工过程的精细解构，侧重于微观认知机制的量化分析与调控。这种差异可能导致理论融合时的张力：一方面，“做学合一”所倡导的完整任务情境可能引入较高的内在认知负荷，若设计不当，反而加剧学生的认知负担；另一方面，认知负荷理论对教学过程的分解与调控，可能与“手脑并用”所强调的自然、整体性学习体验产生冲突。

此外，不同类型的“动手”任务对三类认知负荷的影响存在显著差异。例如，简单重复性操作(如机械模仿)可能主要降低外在认知负荷，但无助于相关认知负荷的提升；而复杂探究性任务(如问题解决与设计实践)在优化内在认知负荷的同时，也可能因任务复杂度高而暂时增加外在负荷。因此，教学设计需遵循以下原则以应对这些复杂性：

(1) 任务分层原则：根据学习目标与学生认知水平，将“动手”任务划分为基础型、应用型与创新型等层次，分别对应不同的认知负荷调控重点。

(2) 支架渐进原则：在复杂任务中提供适时、适量的脚手架，逐步撤除支持，以平衡内在与外在认知负荷，并引导学生在实践中主动建构图式。

(3) 反馈循环原则：通过持续的的形成性评价，动态监测学生在“做”与“思”过程中的认知状态，及时调整任务难度与支持策略，避免认知超载或学习浅表化。

通过上述原则，可在尊重两大理论各自特质的前提下，促进其在实际教学中的有机融合，既保留“手脑并用”的整体性育人取向，又发挥认知负荷理论在精细化调控方面的优势。

3. 手脑并用视域下的认知负荷调控教学模型

基于前文对黄炎培“手脑并用”思想与认知负荷理论的内在联系分析，本节旨在构建一个兼具理论高度与实践指导性的教学模式。该模型以“做学合一”为核心理念，以认知负荷的精准调控为科学路径，力求在职业教育的课堂教学中实现“手”与“脑”的协同发展。

3.1. 模型构建的总体理念与原则

价值引领与科学设计相统一原则：以黄炎培“手脑并用”思想为价值灵魂，明确教学的终极目标是培养具备实践能力与创新思维的技术技能人才；以认知负荷理论为科学骨架，确保教学过程的每一个环节都符合人类的认知加工规律。

认知过程与实践过程相融合原则：打破传统教学中“先理论后实践”或“理论与实践并行但割裂”的线性思维。模型强调“脑”的认知回路(信息输入、加工、存储、提取)与“手”的实践回路(任务感知、计划、执行、监控)应双线并行、实时交互、相互促进，形成一个动态的闭环学习系统。

系统调控与动态适应原则：将教学视为一个复杂的动态系统，教师需要根据具体的学习内容、学生

先备知识水平的差异以及实时的教学反馈，对三类认知负荷进行系统性的、动态的精细化调控，而非僵化地套用固定流程。

3.2. “手脑协同”四环节教学模式的核心构成

基于上述原则，我们构建了以四个核心环节为主体的“手脑协同”教学模式，其整体结构如图 1 所示。该模型由目标系统、过程系统和条件系统三大模块构成，其中过程系统的四个环节是整个模型运行的机制。

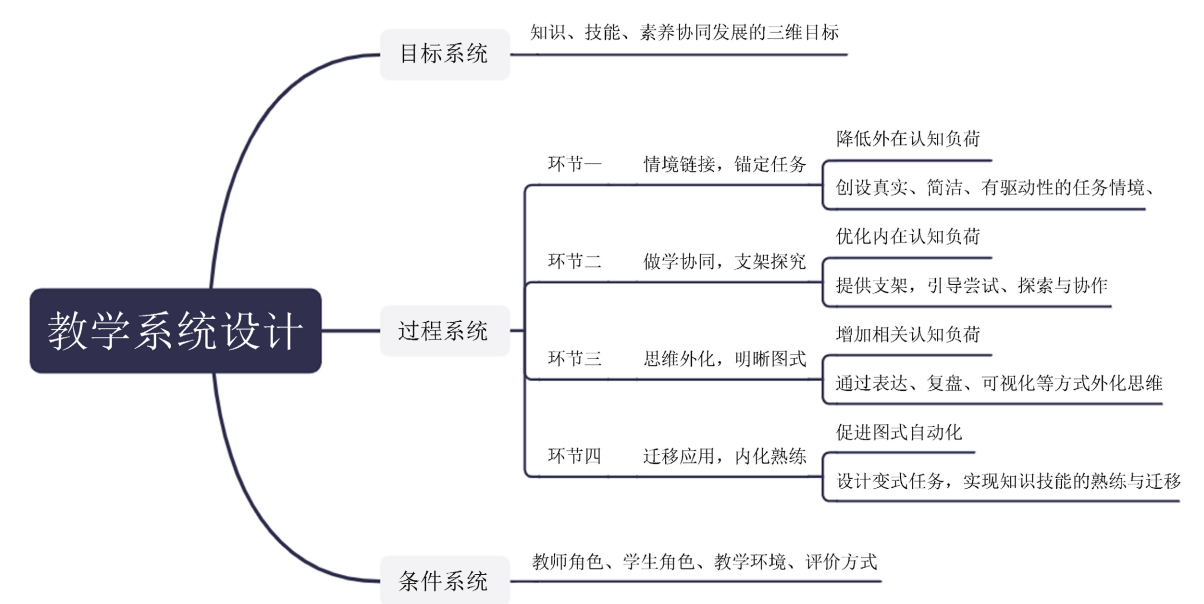


Figure 1. Structural diagram of the “Hand-Brain Coordination” four-step teaching model
图 1. “手脑协同”四环节教学模式结构图

对过程系统的四个核心环节及其对应的认知负荷调控策略与设计要点如表 1 所示。

Table 1. Correspondence table of the four-step “Hand-Brain Coordination” teaching strategy and cognitive load regulation
表 1. “手脑协同”四环节教学策略与认知负荷调控对应表

教学环节	核心目标	主要认知负荷调控类型	关键教学策略举例
1. 情境链接，锚定任务	激发兴趣，明确学习方向与价值	降低外在认知负荷	1. 呈现真实工作场景中的驱动性问题。 2. 使用简洁、清晰的任务说明书与评价标准。 3. 利用视频、实物等直观媒介创设情境。
2. 做学协同，支架探究	在实践探索中建构新知	优化内在认知负荷	1. 提供工作手册、操作指南、微课等“脚手架”。 2. 采用“任务分解”策略，将复杂技能拆解。 3. 组织协作学习，分担认知任务。
3. 思维外化，明晰图式	促进深度加工，形成可迁移的认知结构	增加相关认知负荷	1. 要求学生绘制思维导图、流程图。 2. 进行小组汇报，解释操作原理与决策过程。 3. 撰写工作日志，进行实践后的反思复盘。
4. 迁移应用，内化熟练	巩固所学，并能应用于新情境	促进图式自动化	1. 设计变式练习，改变任务的非本质特征。 2. 布置需要综合运用所学知识的复杂项目。 3. 在模拟或真实工作环境中完成综合任务。

3.3. 模型的运行机制与条件支持

该模型的运行并非简单的线性流程，而是一个动态循环、持续迭代的过程。从“迁移应用”环节中可能产生新的、更深层次的问题，从而自然地回流到“情境链接”环节，开启一个新的、更高水平的学习循环。这种循环机制体现了学习螺旋式上升的本质。

模型的有效运行离不开条件系统的充分支持：

教师角色：从知识传授者转变为学习环境的设计者、认知负荷的调控者、实践活动的引导者和学生思维的激发者。

学生角色：从被动接受者转变为主动的探究者、协作的学习者和知识的建构者。

教学环境：需要配备支持动手实践的设施设备，并营造鼓励尝试、宽容失败、积极反思的心理环境和文化氛围。

评价方式：摒弃单一的结果评价，采用融合过程性评价(关注在实践与思维外化中的表现)与表现性评价(关注在迁移应用任务中的综合能力)的多元评价体系。

综上所述，“手脑协同”四环节教学模式将黄炎培思想的宏大概括与认知负荷理论的微观测量有机地统一在一个可操作的框架内，为一线教师提供了一个清晰的教学“导航图”。

4. 模型在课程教学中的应用

为验证前述构建的“手脑协同”四环节教学模式的有效性与操作性，本研究选取《传感器及检测技术》课程中的“医用光纤温度传感器”单元进行案例设计与分析。该主题涉及光学、材料学与医学的交叉知识，原理抽象、技术前沿，是学生普遍感到认知负荷较高的难点，非常适合运用本模型进行教学重构。

4.1. 案例背景与任务选择

教学内容包括光纤传光原理(全反射)、热辐射型与光纤光栅型两种典型医用光纤温度传感器的工作机制、性能特点及其在医疗环境(如 MRI 室、微创手术)中的独特优势。高职学生已具备基础物理光学知识，但对抽象的光调制、光栅伸缩等概念理解困难，容易产生较高的内在认知负荷。同时，对传感器如何从原理走向实际应用缺乏直观认识，存在学用脱节。“为一场在强电磁环境的 MRI 室中进行的精准微创手术，设计或选择一款合适的体温实时监测方案，并阐释其工作原理与优势。”此任务源于真实医疗需求，具有明确的目标感和价值感。

4.2. “手脑协同”四环节在教学中的具体展开

Table 2. Cognitive load regulation analysis and design considerations for case studies

表 2. 案例认知负荷调控分析与设计要点

教学环节	核心目标	主要认知 负荷调控	关键教学活动设计	认知负荷调控分析与设计要点
环节一 情境链接，锚定任务	激发学习兴趣，明确学习方向与价值，理解学习任务的现实意义。	降低外在 认知负荷	1. 播放短视频，展示在 MRI 等强电磁环境下传统电子温度传感器的失效场景。 2. 清晰呈现驱动性任务：“为 MRI 室微创手术设计体温实时监测方案”。 3. 提供简洁的“任务需求清单”，明确核心指标(无电、抗干扰、生物相容)。	调控分析：通过真实情境和明确任务单，避免从抽象理论导入，减少了因情境陌生和信息冗余带来的外在认知负荷。 设计要点：遵循连贯性原则与信号原则，确保情境简洁、目标聚焦。

续表

环节二 做学协同，支架探究	在动手实践与协作探究中，初步理解传感器的工作原理，建构新知。	优化内在认知负荷	1. 提供结构化探究支架：将内容拆分为两个并行子任务。 - 子任务 A(热辐射型)：提供光纤、热敏材料等，搭建简易模型，观察温度与光强关系。 - 子任务 B(光纤光栅型)：提供光栅模型、激光笔等，操作并观察光栅伸缩与反射光变化。 2. 提供“工作原理探索指南”工作手册。 3. 组织小组协作完成实验记录与原理初探。	调控分析：将复杂的传感器原理分解为可操作的子任务，并提供实物模型与指南作为脚手架，优化了因内容元素交互性强而带来的内在认知负荷。 设计要点：任务设计需处于学生“最近发展区”，提供适时、适量的支持。
环节三 思维外化，明晰图式	促进深度认知加工，将实践体验转化为可迁移的、结构化的知识图式。	增加相关认知负荷	1. 强制思维外化：要求小组绘制所选传感器的“工作原理框图”和“信号流图”。 2. 进行解释性汇报：小组代表重点阐释“现象－原理”的因果关系(如：为何能抗干扰?)。 3. 对比与提炼：引导全体学生对比两种传感器，共同提炼核心优势，形成结构化知识表格。	调控分析：绘制框图、解释性汇报等活动强制学生在工作记忆中对感知信息进行深度加工、组织与整合，主动增加了用于图式构建与优化的相关认知负荷。 设计要点：这是实现从“动手”到“动脑”飞跃的关键环节，必须设计强制性的外化输出任务。
环节四 迁移应用，内化熟练	巩固所学知识，并能新的、复杂的情境中进行分析、决策与创新应用。	促进图式自动化	1. 变式练习一(方案决策)：回到初始任务，撰写方案论证报告，为所选传感器提供原理性依据。 2. 变式练习二(新知迁移)：引入前沿材料“莲藕丝微光纤”，分析其“酶促物质－光信号”变化机制及潜在应用价值。	调控分析：在新的问题情境(方案论证、前沿应用)中反复调用和应用新建构的图式，促进了知识的远迁移和图式的自动化，从而释放工作记忆资源用于解决更复杂问题。 设计要点：迁移任务应具有适度的新颖性和挑战性，以检验并深化图式的灵活性与稳固性。

如表 2 所示，通过本案例的设计与实施，可以清晰地看到“手脑协同”四环节教学模式的有效性。模型通过四个环节的环环相扣，系统性地引导教师完成了对三类认知负荷的精准调控。从“降低外在”到“优化内在”，再到核心的“增加相关”，最后实现“自动化”，形成了一个完整的认知发展闭环。案例中，“手”的活动(搭建模型、操作观察)不再是孤立的技能训练，而是为“脑”的思维活动(原理探究、框图绘制、解释汇报)提供了素材和契机；“脑”的思考则赋予了“手”的操作以方向和意义，真正体现了“做学合一”。该设计将原本枯燥抽象的传感器原理教学，转变为一次解决真实问题的探究旅程。学生不仅在“做”中降低了学习阻力，更在“思”中提升了学习深度，最终在“用”中内化了知识，有效培养了其作为未来工程师所必需的技术理解力、问题解决能力和创新思维。

5. 结论

本文将黄炎培“手脑并用”的哲学理念与认知负荷理论的科学原理进行整合，并构建了具象化的“手脑协同”四环节教学模式。这一尝试不仅是对中国式教育思想的时代化阐释，也是对西方学习科学理论的本土化实践。模型的根本价值在于它为破解职业教育的核心困境——学用脱节——提供了一个可操作、可观测、可调控的系统化解决方案。它通过“情境链接”与“做学协同”将学习锚定在真实任务与实践中，有效降低了学习的阻力；更通过引入“思维外化”这一关键环节，将单纯的技能操作主动引

向深度的认知加工,从而将宝贵的认知资源导向图式构建,最终通过“迁移应用”实现知识的活化与自动化。这一过程清晰地勾勒出一条从“动手”到“动脑”,再从“动脑”到“活用”的深度学习路径。

“手脑协同”四环节教学策略对职业院校教师的角色定位与专业能力提出了新的要求与启示。教师需从传统的“知识传授者”转型为“认知负荷的调控者”与“实践思维的引导者”。这意味着,其工作重心不再仅仅是准备讲授内容,而是精心设计能够引发认知冲突的驱动性任务、搭建适切的实践支架,并最为关键地——设计与实施强制性的“思维外化”活动,以促使学生的内隐思维显性化,从而实现从经验到概念的飞跃。教师的核心能力体现为对三类认知负荷的动态诊断与精准调控能力。

基金项目

第二届黄炎培职业教育思想研究规划课题(黄炎培教育视域下以认知负荷为导向的高职教学方法研究,项目编号:ZJS2024YB282)。2023年“上海高校青年教师培养资助计划”(课程思政背景下物联网专业课程教学数字化转型探索,项目编号:JY6-0000-24-28)。

参考文献

- [1] 杨磊,司国东,王春桃,黄沛杰,肖克辉,杜治国.基于认知负荷理论的计算机组成原理实验教学设计与应用[J].实验室研究与探索,2025,44(1):177-181.
- [2] 刘红霞,王秀婷.认知负荷理论在高校财务会计教学中的应用研究[J].中国大学教学,2013(8):47-51.
- [3] 赖晓云.多媒体教学软件信息设计与加工策略研究——基于梅耶多媒体教学设计原理[J].电化教育研究,2015(1):77-82.
- [4] Caskurlu, S., Richardson, J.C., Alamri, H.A., Chartier, K., Farmer, T., Janakiraman, S., *et al.* (2020) Cognitive Load and Online Course Quality: Insights from Instructional Designers in a Higher Education Context. *British Journal of Educational Technology*, 52, 584-605. <https://doi.org/10.1111/bjet.13043>
- [5] 杰伦 J.G.范梅里恩伯尔,约翰·斯维勒,钟丽佳,盛群力.认知负荷理论:教学设计原则与策略——兼谈在健康专业教育中的应用[J].当代教育与文化,2015,7(6):28-35.
- [6] 丁雪梅,丁洪浩,张晓君,宋艳艳,邢沈阳,丛彦龙,马骥超,包国章,曲大为,张晶,刘殿峰.基于认知负荷理论的高校生物类综合性实验教学设计[J].黑龙江畜牧兽医,2017(11):278-283.
- [7] 余建云,闫白洋.基于认知负荷理论探索真实情境下科学课程的教学设计[J].课程.教材.教法,2022,42(7):140-146.
- [8] Klepsch, M. and Seufert, T. (2020) Understanding Instructional Design Effects by Differentiated Measurement of Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Instructional Science*, 48, 45-77. <https://doi.org/10.1007/s11251-020-09502-9>
- [9] 约翰·斯维勒,陆琦,盛群力.工作记忆和长时记忆与教学设计[J].中国电化教育,2016(7):43-51.
- [10] 李晶,郁舒兰,刘莉.降低课堂认知负荷的知识可视化研究[J].电化教育研究,2017,38(3):24-28+40.
- [11] 蔡慧英,顾小清.协作问题解决学习中支架学习任务和团体认知的设计研究[J].开放教育研究,2015,21(4):81-88.