

# 驾驭 AI 时代的不确定性:意义主义学习的元模与节律组态路径

——一项聚焦学习过程动力学的中观理论构建

祝智庭

(华东师范大学 开放教育学院, 上海 200062)

**[摘要]** 驾驭 AI 时代的不确定性,需要教育范式从“知识传递”转向“意义生成”。为破解“技术繁荣—意义贫困”的悖论,研究在意义主义学习理论的指引下,构建了聚焦学习过程动力学的“元模—节律组态”中观分析框架与设计路径。研究首先确立“学习即驾驭不确定性”为第一公理,并提出了由目标、信息、方法、评价、关系构成的五维不确定性分析框架,为教学设计提供了结构化作用域。在微观层面,提炼出烙印式、模仿式、体验式、消化式、论证式、创生式六大学习元模,作为学习者应对特定不确定性的认知—情感—社会行为复合模式。在宏观层面,以 C/S/U 三态构建了描述学习历程形态的节律模组,并提出了基于节律健康性、意义充分性、体验完整性的三维组态诊断标尺。研究的核心贡献在于将上述元素整合为完整的理论—实践转化路径;凝练了五项核心设计原则与一套课堂动态调适律则;重构了人工智能在教育中的角色——从“确定性管理者”转向“学习节律增强型协作者”;构建了一个能够支持教育者在不确定性中设计、导航与优化意义生成历程的中观分析体系与实践语法。

**[关键词]** 意义主义学习;学习元模;节律组态;不确定性驾驭;中观路径;学习过程动力学;人工智能教育应用

**[中图分类号]** G434 **[文献标志码]** A

**[作者简介]** 祝智庭(1949—),男,浙江衢州人。教授,博士,主要从事教育信息化系统架构与技术标准、智慧教育与教育数字化转型理论与实践模式、数智技术赋能教师发展实践路径、技术促进教育文化变革等方面的研究。E-mail:ztzhu1949@163.com。

## 一、引言:AI 时代的教育困局与中观理论应答

### (一)悖论浮现:技术繁荣下的意义贫困

人工智能技术正以前所未有的深度重塑教育景观。生成式人工智能使知识的获取、重组与创造性表达变得前所未有的便捷;自适应学习系统通过复杂算法为学习者绘制个性化认知图谱<sup>[1]</sup>;学习分析技术则将教学过程转化为实时数据仪表盘。若仅从“技术性生产力”衡量,教育效率似乎已达历史高峰<sup>[2]</sup>。

然而,在这幅技术繁荣图景之下,一种深层次的“意义危机”正在滋生。技术系统在知识传递、流程管

理上越是高效精准,学习者对于学习活动的内在价值感知、情感卷入以及与个人成长叙事相连的“意义建构”却并未同步深化,反而呈现疏离与贫瘠的迹象<sup>[3]</sup>。我们将这一现象称为“技术繁荣—意义贫困”悖论。这并非技术应用失当的表层问题,而是自工业时代沿袭的“确定性范式”与 AI 时代“根本不确定性”社会特征之间发生的系统性错位<sup>[4]</sup>。

确定性范式致力于消除学习过程中的一切“干扰噪声”,而这恰恰扼杀了意义得以萌芽所必需的探索、试错与对话空间<sup>[5]</sup>。当新兴的 AI 技术被用来强化这套确定性逻辑——进行更精准的知识灌输、更细致的流

程控制——它可能在提升局部“效率”的同时,系统性地挤压批判性思维、创造性想象等核心素养的生存空间<sup>[6]</sup>,甚至使教育陷入“手段僭越目的”的异化境地。

### (二) 范式转向:从知识传递到意义生成

面对这一根本性挑战,意义主义学习理论(Meaningism Learning Theory, MLT)为我们指明了超越悖论的方向<sup>[7]</sup>。MLT提出以“在不确定世界中的创造性对话”为核心的新教育范式,将学习重新锚定为学习者在其内在经验、社会互动与文化情境中进行多维对话,从而生成“意义”的涌现性、非线性生命旅程。它倡导“学习即变化,变化即意义,教育即促变”的基本公理,推动教育者的核心使命从“知识讲授者”转变为“意义生成生态的设计者与导航员”<sup>[7]</sup>。

这一范式转向呼应了全球范围内教育目标从“双基”向“核心素养”的深刻演进<sup>[8]</sup>。教育不仅要传递“已知”,更要培养探索“未知”的能力;不仅要掌握“答案”,更要学会提出“问题”。这要求教育设计必须从对“确定性知识结构”的静态关注,转向对“不确定性意义生成过程”的动态设计与支持。

然而,宏大的理论范式与价值转向,若不能转化为教师在真实课堂中可理解、可操作、可评估的中观分析框架与实践工具,便极易悬浮为美好的“空中楼阁”<sup>[9]</sup>。在宏观的、具有哲学高度的学习理论(如 MLT)与微观的、具体而微的教学行为之间,存在一个关键而常被忽视的“中观理论”建构空间。

### (三) 本研究定位:中观路径与核心问题

基于此,本文的核心使命是:在 MLT 的宏观范式指引下,构建一个聚焦于“学习过程动力学”的中观理论框架与设计路径,以系统回应 AI 时代的教育困局。

本研究的理论定位明确采用一种“中观路径”:旨在系统填补宏大的教育哲学叙事与零散的教学实践经验之间的分析空白,形成一套能够“解释一类现象、指导一系列实践”的连贯概念体系。具体而言:(1)宏观价值引领(上层):本框架的哲学基础与价值方向源于意义主义学习理论(MLT),其为研究提供“为何而设计”的终极价值锚点。(2)中观过程动力学(本研究的核心):本文提出的“元模—节律组态”分析框架,构成专注于“学习过程本身”的中观分析层。它旨在回答:意义生成的过程具有怎样的内在结构与动态规律?(3)微观实践工具箱(下层):基于上述中观框架,可系统衍生出具体的教学设计原则、课堂调适与评估工具,构成回应“在具体情境中如何操作”的实践工具箱。

因此,本研究致力于回答的核心问题是:如何将

“意义生成”这一宏观理念,转化为对真实学习过程进行可观察、可设计、可诊断并能动态调节的中观分析体系与实践路径?

为回答此问题,我们构建了以“学习元模”(微观行为语法)和“节律组态”(宏观过程韵律)为核心的分析框架,并衍生出相应的设计原则、调适律则与智能协同方案。我们期望对这一“中观路径”的探索,不仅能为 AI 时代的教育设计提供新的概念语言与行动工具,更能激发一场关于学习本质与教育价值的深度专业对话。

## 二、立论根基:不确定性作为学习的内在驱动力与设计域

### (一) 第一公理:学习即驾驭不确定性

本框架以意义主义学习理论(MLT)的核心论断作为第一公理:学习即消弭或驾驭不确定性<sup>[7]</sup>。这一公理从动力学角度重新界定了学习的本质,认为任何真实学习的发生,都源于学习主体在认知、情感、价值或实践等维度上体验到的某种不确定状态。这种不确定性构成了特定的认知空缺、实践困境或意义迷惘,其中蕴含着指向平衡与解决的内在张力,正是这种张力驱动着主体投入认知、情感与行动资源,实现从“未知”向“已知”的创造性跃迁<sup>[10]</sup>。

这一公理在思想谱系中有着深刻共鸣。信息论将学习视为减少系统不确定性的过程<sup>[11]</sup>;皮亚杰的发生认识论强调认知发展源于主客体交互中产生的“不平衡”;费斯廷格的认知失调理论则揭示了观念冲突如何驱动态度与行为改变<sup>[12]</sup>。MLT 的公理超越了这些单一维度,强调不确定性是认知、情感、价值或实践的多维复合状态,且“驾驭”比单纯的“消弭”更具教育深意。

“消弭”与“驾驭”并置,指向了学习能力的双重面向。“消弭”指向通过获取确定信息、掌握固定程序来建立“认知基座”,这是高阶思维的必要基础。然而,若教育仅以“消弭不确定性”为终极目标,则可能导致思维僵化与创新勇气丧失。因此,“驾驭”代表着一种更高阶的元能力,意味着学习者能够识别、评估、耐受甚至主动创设具有教育价值的不确定性,并将其转化为深度探索与意义建构的动力源泉。这种驾驭不确定性的元能力,正是应对 AI 时代复杂挑战的核心素养<sup>[4]</sup>。

### (二) 不确定性补偿律与生产性张力

由第一公理可推导出“不确定性补偿律”:成功的学习滋生更多新的不确定性。一次深度的学习体验,非但不会以获得确定性而终结,反而可能在更深广的

层面上引发出新的、更高阶的不确定性。这意味着学习本质上是一个开放、生成性的复杂涌现过程,而非线性封闭的“问题—解决”链条。每一次认知进展如同打开新的视野,在照亮一片领域的同时,也让我们看到更广阔的未知世界。

这一定律对传统教育观构成了根本挑战。它要求教育设计必须具备发展性视野:不仅要解决当前困惑,更需要有意识地“预留”新问题的探索空间,并提供相应的概念工具与情感支持,使学习成为持续展开、自我超越的意义生成之旅。

然而,探索未知必然伴随认知困惑与情感焦虑。因此,教育设计的艺术在于将这种张力转化为学习动力,即创设“生产性张力”<sup>[13]</sup>。它要求将认知挑战设定在学习者“最近发展区”内,即需要努力“跳一跳”才能够得着的范围,并配以适切的教学支架。这种恰到好处的挑战能够有效激发深度思维与沉浸体验(心流状态)。

“生产性失败”范式<sup>[14]</sup>为利用挑战创设深度学习契机提供了具体策略:在正式教学前,先让学生在没有充分准备的情况下尝试解决复杂问题。这一探索过程必然会“失败”,但正是在“失败”中,学生的前概念与思维局限得以充分暴露,从而在随后的教学环节中产生极高的认知准备度与情感投入度。“生产性张力”与“生产性失败”共同构成了一种有效的认知与情感自我调适机制,在不确定性中培育学习者的探究韧性与创造性问题解决倾向。

### (三)五维不确定性分析框架:结构化学习设计的作用域

“驾驭不确定性”需要转化为可分析、可干预的具

体维度。为此,我们基于 MLT 提出五维不确定性分析框架(见表 1),将复杂学习情境解构为目标、信息、方法、评价、关系五个关键作用维度,为教师提供结构化的“诊断镜片”与“设计罗盘”。

该框架的每个维度都是一个从高确定性(C)到高不确定性(U)的连续体。教育设计的核心艺术,是根据学习目标、学生发展阶段与学科特性,对五个维度进行有目的、动态、协同性的配置与调适。例如,在单元起始阶段,可能在目标维度保留较高不确定性以激发探索欲,同时在信息维度提供基础框架;在技能熟练阶段,则可能在方法维度设定高确定性以促进自动化,同时在评价维度引入多元反馈以维持动机。这五个维度共同构成了学习情境的不确定性结构,成为教学设计的直接作用域。

#### (四)不确定性驾驭与意义生成的辩证关系

意义生成并不发生在静态的确定性环境中,而是在充满动态不确定性的场域中展开。不确定性具有双重积极意义:它既是意义追问的起点与情感触发器(没有困惑,何来探究?),也是深入意义建构的必要条件与创造性空间(绝对的确定性意味着答案的唯一与思想的终结)。

“学习元模”在操作层面,正是一套系统化的意义加工与转化机制。它将不确定性场域中的“原材料”——模糊信息、冲突观点、开放问题——通过归纳、结构化、辩证、协商、创造等一系列认知—情感—社会性操作,转化为可被个体或群体理解、认可、内化乃至外化的“意义产品”。不同的元模对应着不同的“意义加工工艺”。

表 1 学习情境五维不确定性结构分析框架

维度	核心追问	高不确定性(U)表征	高确定性(C)表征	设计平衡点
目标维度	为何而学? 价值何在?	目标抽象、模糊、多重甚至冲突; 学习者感知不到个人关联	目标具体、单一、清晰,由外部给定; 价值已被权威明确	在清晰导向与意义留白之间平衡: 提供方向指引,同时保留个人诠释与目标协商空间 <sup>[15]</sup>
信息维度	信息是否可靠、充分、一致?	信息缺失、过载、碎片化; 来源矛盾,真伪难辨; 存在竞争性解释框架	信息被精心筛选组织,呈现为唯一、权威的“真理”版本; 来源单一可信	在提供答案与保留张力之间取舍: 前者保障基础传递效率; 后者是培养信息素养与批判性思维的必要情境
方法维度	该如何推进? 有哪些路径?	无从下手; 存在多种潜在路径但效果未知; 缺乏方法论工具箱	操作步骤明确、线性; 解决方法固定、唯一; 资源已预先备好	在搭建脚手架与开放探索权之间协同: 提供可选工具箱与决策支持框架,而非规定单一“正确”路径 <sup>[16]</sup>
评价维度	成功产出为何? 评判标准如何?	标准模糊、主观、处于协商中; 评价主体多元且标准可能冲突; 反馈延迟模糊	标准化、统一、提前公布; 评价主体单一权威; 反馈及时明确,用于纠错	在降低焦虑与鼓励创新之间平衡: 透明标准建立安全感; 对于创造性任务需保留标准开放性与多元性 <sup>[17]</sup>
关系维度	我是谁? 与他人关系如何?	角色模糊,权责不清; 协作关系不稳定; 权力动态复杂、流动	角色固定、权责清晰; 互动模式高度可预测; 权力结构稳定,权威集中	在提供安全基地与促进平等对话之间建立连续体: 清晰角色是学习基础,但深度知识协同需要更平等、流动的探究伙伴关系 <sup>[18]</sup>

“节律模组”则在过程层面,为意义生成提供了至关重要的时间结构与动力节奏。设计良好的节律序列(如经典的U-S-C模组),能够确保学习历程既不过度停留在缺乏挑战的“舒适区”(C态独占),也不过度陷入引发恐慌的“混乱区”(U态失控),而是在挑战与支持、探索与整合之间形成有节奏的波动,为深度意义的涌现提供适宜的“温度”与“土壤”。这是一种对学习过程动力学的精细调节。

因此,元模一节律组态路径不仅是一套学习过程的管理工具,更是一套保障意义生成生态健康、活力与生产性的动力系统设计语言。这与情境学习理论所强调的“合法边缘性参与”<sup>[18]</sup>内在相通:学习者正是在真实社会实践共同体中,通过持续应对情境的复杂性与不确定性,并在与更成熟实践者的互动中,逐步建构起自己的实践身份与个人意义。我们的框架将这一社会文化视角与认知—情感动力学进行了整合,提供了一个更为精细的设计与分析透镜。

至此,“学习元模”与“节律组态”作为驾驭不确定性、促成意义生成的关键中观机制,其理论必要性已然彰显。下文将具体阐述这两大核心构件的设计逻辑。

### 三、核心构件:六大学习元模体系——意义生成的行为语法

#### (一)学习元模的中观理论定位与内涵

在确立了“驾驭不确定性”的理论根基与分析框架后,我们需要一个能够连接宏观理论视野与微观学习行为的中观分析单元。这便是“学习元模”——它承担着将宏观公理转化为可操作行为语法的中观职能。学习元模被定义为:学习者在面对特定类型与水平的不确定性情境时,为达成“消弭”或“驾驭”该不确定性的子目标所稳定呈现的、具有内部功能完整性与跨情境复现性的“基本认知—情感—社会行为复合模式单元”。

这一界定包含三层要义:情境响应性(针对特定不确定性维度被激活)、功能完整性(为实现特定子目标而组合认知、情感、社会行为及工具使用的复合“行为包”),以及实践可识别性(可通过言语、互动、作品等外显指标观察)。从理论渊源看,它既汲取了活动理论对系统动态的关注<sup>[19]</sup>,也与社会文化理论中关于中介与最近发展区的核心思想相契合<sup>[20]</sup>。同时,借鉴了认知学徒制对专家思维外显化的追求,以及经验学习循环的风格划分<sup>[21]</sup>,但将其统一于“应对不确定性”的整合框架之下。简言之,元模是学习者为

转化不确定性以生成意义而调用的“行为语法”或“意义加工工艺”。

需要指出的是,这六大元模并非随意列举,而是构成了一个功能相对完备的意义生成行为谱系。它们共同覆盖了从巩固已知(烙印式、模仿式)到连接经验(体验式)、整合信息(消化式)、协商共识(论证式),直至创造未知(创生式)的完整认知社会进程。该谱系旨在确保学习者在五维不确定性场域中可能遭遇的绝大多数挑战,都能在其中找到一种或多种适配的、可设计的“意义加工工艺”。这种完备性是本框架作为中观分析工具得以成立的基础。

#### (二)六大学习元模的谱系化构建

基于对多样化学习情境的长期观察与理论抽象,我们提炼出六种构成连续功能谱系的原型元模,见表2,每种元模在核心功能、应对的不确定性维度、健康运行表征与失衡状态以及设计启示上均具有清晰的同构性,共同构成了从“巩固已知”到“开拓未知”的完整意义生成工具箱。

表2提供了元模体系的原子化分析框架。然而,在真实、复杂的学习情境中,元模并非孤立运作,而是作为一个协同系统,对交织叠加的多维不确定性作出动态响应。为揭示这一系统特性,图1呈现了六大元模与五维不确定性之间的动态响应网络关系。图中连线的粗细表征了元模与特定不确定性维度关联的核心程度。例如:“消化式”元模与“信息维度”有最强连接,是其核心作用域;“创生式”元模则与“目标”、“方法”、“评价”等多个维度均有较强连接,体现了其对高度复合不确定性的应对特性。

因此,图1可视作对表2分析逻辑的系统化升华:它表明,教师在设计时不仅需考虑调用何种元模,更应依据学习任务所呈现的具体不确定性结构(即五维框架的诊断结果),来预见并规划元模之间最有可能的协同路径与主次关系。元模之间正是在这种动态协同与支撑递进中,共同驾驭不确定性,促成深度的意义生成。

#### (三)元模协同与支撑递进:意义生成的系统逻辑

深度学习绝非单一元模的独占。有效的、高阶的意义生成,总是多种元模在时间序列上有机协同、在功能上相互支撑的结果。各元模之间存在一种支撑性递进关系:高阶、复杂性元模(如论证式、创生式)的有效运行,往往依赖于相应的低阶、基础性元模为其预先奠定必要的认知资源、情感动力或技能基础<sup>[21]</sup>。这体现了学习作为一种复杂系统,其能力发展需经历从基础自动化到高阶社会性创造的连贯进阶过程。

表 2

六大学习元模的功能谱系与诊断特征

维度	核心功能与隐喻	主要应对的不确定性维度	健康运行表征	常见失衡/病理状态	核心设计启示
烙印式	自动化基座的构建者。通过刻意练习形成无需意识控制的流畅反应,释放认知资源	方法、信息(基础程序与事实)	行为流畅、精准;能快速自我纠正	机械僵化(熟练但无理解);情境锁死(无法迁移);情感倦怠	必要但需防独占;结合变式练习与意义情境,促进条件化应用
模仿式	探索成本的降低者。通过观察、解构范例,快速掌握新领域的隐性知识与框架	方法、信息(策略与组织方式)	“观察—内化—尝试—微调”良性循环;能初步阐释原理并有限迁移	照搬照抄(机械复制);依赖被动(缺乏自主探索意愿)	提供多样化、可解构的范例;设计任务要求解释范例背后的思维过程,促进从行为到思维的模仿
体验式	意义引擎的点燃者。通过多感官沉浸情境,建立知识与个人经验、情感世界的鲜活连接	目标(个人关联)、信息(激发探究欲)	强烈好奇心与多感官投入;情感反应显性;能提出个人关联性问题	走马观花(停留表面刺激);问题意识涣散(体验未能聚焦)	体验需有明确认知导向;及时引导至问题聚焦与探究阶段,实现从“心动”到“脑动”
消化式	认知结构的建构者。通过深度加工将碎片化信息组织成结构化个人知识体系	信息(过载、矛盾、碎片化)	主动筛选、对比、整合信息;能用自己语言转述;擅长使用概念图等工具	罗列堆砌(缺乏深层联系);过早闭合(急于得出简单结论)	提供充足时间、图形组织工具与社会性检验机会(如概念图互评)
论证式	理性共识的推进者。在观点多元情境中,基于证据与逻辑进行辩驳、协商,逼近共识	信息(观点冲突)、评价(标准多元)、关系(对话规则)	发言有证据支持;遵守讨论规则;能复述并建设性回应对立观点	独白或沉默(缺乏互动);情绪对抗(演变为争吵或人身攻击)	预先建立清晰的对话规则与安全氛围;提供论证支架;鼓励建设性冲突
创生式	未知局面的开创者。在高度开放挑战中,整合知识,打破定势,通过迭代产出新颖解决方案	目标、方法、评价(多维高度不确定性)	经历较完整的“构思—原型—测试—迭代”循环;产出物具独特性与价值;对反馈开放	空想无根(脱离现实约束);被约束锁死(不敢突破框架)	在鼓励想象与提供现实约束间取得平衡;通过阶段性评审与原型测试引导过程

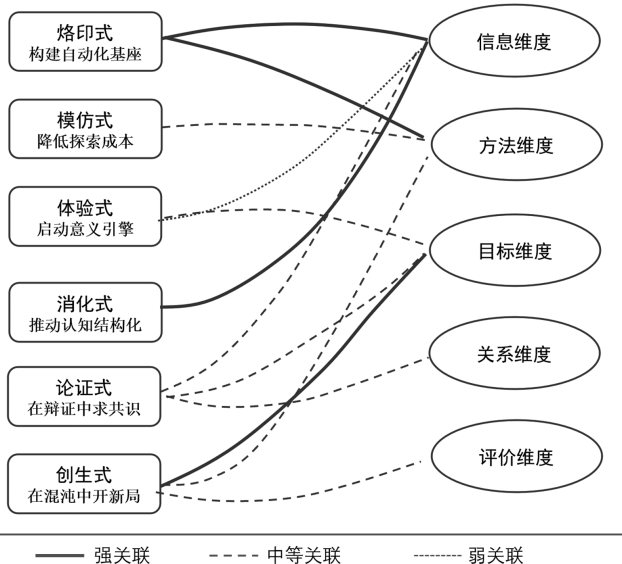


图 1 六大学习元模与五维不确定性的动态响应网络

以一个高质量的“社会性科学议题”探究单元为例,其理想的元模协同链条可能呈现为:体验式(实地考察激发关切)→消化式(搜集梳理多源资料)→模仿式(学习专家论证方法)→烙印式(练习数据可视化与演讲技能)→论证式(课堂辩论深理解)→创生式

(设计社区行动方案)。这种协同序列并非机械堆砌,而是体现了意义生成从情感触动,经认知建构、到社会协商与创新外化的系统逻辑。教师进行教学设计时,需具备整体视野,前瞻性地规划合理的元模序列,确保各环节衔接顺畅、支撑有力,避免出现“高阶目标悬空”(缺乏基础支撑)或“低阶练习冗余”(脱离高阶目标)的设计缺陷。

在此链条中,论证式元模所培育的理性对话与共识构建能力,其深层价值在于推动学习者超越个人观点,进入社会性知识建构的进程。这与库恩所强调的论证作为科学思维发展与范式演进核心机制的观点深度共鸣<sup>[29]</sup>。而创生式元模则标志着意义生成的最终涌现——学习者将内化的知识、技能与价值观,整合转化为具有个人或社会价值的独创性产出,从而真正完成对不确定性的“驾驭”。

#### (四)教学实践中的元模诊断与即时调适

将元模框架应用于课堂,要求教师发展一种专业的“临床”实践能力,即在动态的教学过程中,持续进行基于细致观察的元模诊断与基于精准诊断的即时教学调适。这一能力的核心在于,教师能够像学习历

程的“医师”一样,透过学生外显的行为、对话与作品,快速识别其当下主导的学习元模及其运行状态——是处于健康的建构之中,还是陷入了某种失衡的“病理”状态(例如,讨论是走向深化的“论证式”,还是滑向了“情绪对抗”;设计活动是富有生机的“创生式”,还是停留于“空想无根”)。

诊断的依据源于教师对表2所勾勒的各元模“健康与失衡表征”的深刻理解。在此基础上,调适则体现为教师拥有一套灵活、即时的“教学干预工具箱”,能够针对不同的失衡状态,提供恰到好处的支持。例如:当发现烙印式练习导致思维僵化时,可引入变式情境或要求学生“出声思考”其过程,以打破自动化;当模仿式学习表现为依赖与被动时,可策略性撤去部分范例,或组织“同伴教学”以激发主体性;面对体验式活动的浅表化,需提出更具挑战性的驱动性问题,将情感触动引向深度探究;对于消化式信息处理的碎片化,提供图形组织工具或发起“概念图互评”能有效促进结构化;当论证式对话失范时,及时暂停并重申规则,或提供结构化辩论模板,以重建理性对话基础;而对于创生式构想流于空泛,引入现实约束清单或要求制作“最小可行性产品”,能帮助创意落地。

通过这种“观察—诊断—调适”的持续微循环,教师得以动态地优化学习历程的微观动力,确保意义生成过程始终在健康、高效的轨道上运行。这标志着教师的专业角色从传统的“知识讲授者”与“流程控制者”,向着“学习节律的设计师”与“意义生成旅程的领航员”实现根本性转型。

#### 四、组合逻辑:节律模組与组态诊断 ——学习历程的宏观动力学

##### (一) 节律模組:学习历程的节奏规划语法

在描绘微观学习行为的元模体系之上,需构建一个能够刻画学习历程宏观形态与动力节奏的分析工具。节律模組(Rhythmic Module)即为此服务的形式化语言,它抽象地描述一个学习单元在不确定性水平上随时间演进的动态“形状”与“韵律”,为教师规划学习历程的整体节奏提供可操作的“设计语法”。

节律的建构,始于对学习过程中核心心理—认知状态的识别。我们将其归纳为三种原型状态:C(确定型)状态,提供目标清晰、路径明确的稳定基座与心理安全,是知识内化与整合的关键期<sup>[23]</sup>;S(张力型)状态,学习者处于挑战与能力匹配的“心流体验区”,蕴含驱动深度学习的“生产性张力”<sup>[13]</sup>;U(不确

定型)状态,目标模糊、路径开放,虽是焦虑的潜在来源,更是打破思维定式、激发创造性突破不可或缺的场域。

以此三态为基石,通过将“起点—过程—终点”的学习阶段逻辑与之组合,便形成了具有不同教育意蕴的“节律模組”。其中,U-S-C模組(问题驱动型)勾勒了从真实劣构问题出发,经探究至整合的完整意义生成旅程,是探究式学习的理想模型;C-S-C模組(引导探索型)体现了在坚实基础上展开深度探究再回归迁移的经典路径,平衡了学科教学的效率与深度;而C-C-C模組(技能熟练型)虽为基础技能自动化所必需,但长期主导将抑制高阶思维的发展。

这些模組设计并非经验之谈,其背后有着坚实的认知科学依据。健康的节律追求在挑战(U/S态)与整合(C态)间形成有规律的动态波动,这符合多重心智规律:它呼应认知负荷理论,通过高低负荷的交替避免超载或闲置,优化认知资源分配<sup>[24]</sup>;它尊重记忆巩固与间隔效应,为长时记忆编码提供必要的整合期;它也关照学习者的动机系统,使挑战后的掌控感得以恢复自我效能,让适度的不确定性持续激发探索好奇<sup>[16]</sup>。更重要的是,这种在支持性挑战与反思性整合之间循环的设计理念,深刻体现了关于人类如何学习的最新科学共识<sup>[25]</sup>。因此,节律模組的设计,本质上是意义生成规划一条符合心智运作规律的学习动力学路径。

节律模組可通过“起点—过程—终点”三阶段与“C-S-U”三态组合成多种形式化序列,其矩阵化表示与典型路径如图2所示。

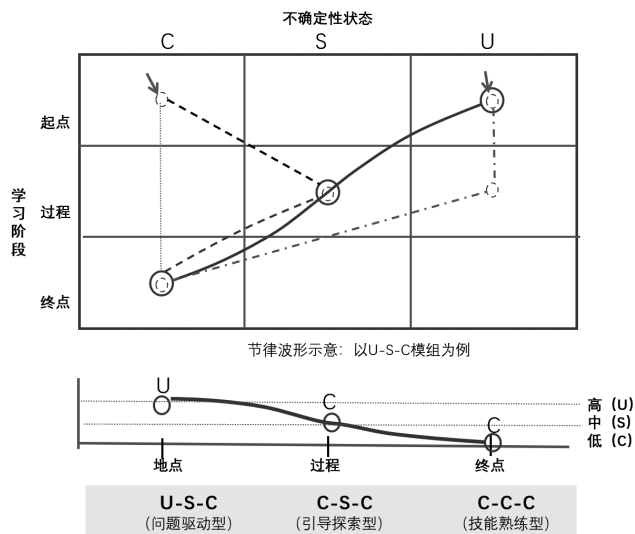


图2 节律模組矩阵与典型节律路径

##### (二) 节律组态:学习历程的品质诊断框架

特定模組在不同课堂会涌现出不同品质的学习

体验。“节律组态”(Rhythmic Configuration)指模组在具体情境中落地后呈现的整体品质,需从三个维度进行立体诊断:(1)节律健康性(过程动力学):考察 C/S/U 转换是否流畅自然?是否避免在某一状态长期滞留?整体是否呈现有活力的“生产性波动”? (2)意义充分性(学习成果):考察学习者是否在认知(掌握概念)、情感(兴趣效能感)、价值(身份伦理认知)等多层面获得内化、持久的收获。(3)体验完整性(主体性):考察学习者是否深度投入并感到自己是学习的“主人”?能否形成连贯、个人的“学习叙事”?基于三维诊断,可将组态归为三类,为教学改进提供清晰地图(见表3)。

### (三)元模与模组的动态适配与协同

元模与节律模组存在功能性的动态适配关系,特定节律阶段需要调用特定元模以发挥核心作用(见表4),这种适配关系为教学设计提供了前瞻性指南。例如,设计 U-S-C 项目时,应在 U 态安排体验式活动,S 态设计消化式与论证式任务,C 态聚焦烙印式练习与创生式成果完善。理解并应用这种适配,能确保学习历程的每个阶段都有最适宜的认知—行为模式作为支撑,避免功能错配(如在需要自由探索的 U 态安排过多的烙印式训练)。

### (四)基于组态诊断的专业实践循环

节律组态框架的最终价值在于赋能教师形成一种专业化、循证的“设计—实施—诊断—调节—反思”闭环实践模式,提升其对教学过程的设计力与调适力。(1)前瞻性设计:在单元规划时,基于学习目标

与学情,主动选择或创生一个节律模组作为宏观蓝图,并初步规划各阶段的主导元模序列与所需资源(认知、物理、社会境域)。(2)实施与过程感知:在教学过程中,教师扮演“节律感知者”,通过观察学生情绪、参与度、对话质量等“过程证据”,实时感受学习动力的流动是否健康。(3)证据化诊断与评估:运用三维诊断标尺,结合过程证据,对正在形成的“学习组态”进行形成性评估,判断其更接近 A、B、C 哪一类,并精确指出具体维度的优势与问题。(4)精准化调节与优化:根据诊断实施差异化干预。对 B 类组态进行“微调”(如调整活动时长、增加一个过渡性问题);对 C 类组态可能需“中观调整”(如暂停原计划,插入“节律重启”活动)。(5)反思性知识建构:单元结束后,基于完整的组态诊断、学生成果及自身感受进行深度反思,将个体经验转化为可编码、可分享的实践性知识<sup>[26]</sup>,如“何种模组—元模序列在何种情境下有效”“哪些调适策略立竿见影”等,丰富个人与共同体的专业工具箱。

教师基于组态诊断的专业实践是一个动态闭环过程,其系统逻辑如图3所示。通过持续运行这一专业实践循环,教师从“内容讲授者”根本性转变为学习生态的“设计师”、学习动力的“感知者”、过程健康的“诊断医师”和即时优化的“调节师”。其专业实践建立在对学习过程动力学规律的深刻理解与证据驱动的精准确干预之上,从而能够真正驾驭 AI 时代复杂、多变、充满不确定性的教学情境,导航学生完成富有意义的生成之旅。

表3 节律组态质量诊断分类与改进指向

组态类型	核心特征	典型问题表现	关键改进方向
A类(应然型)	节律弹性健康;意义充盈多维;体验完整满足	U-S-C 实现优美;C-S-C 引导有力	保持优势,关注差异,深化反思与意义共享
B类(潜然型)	节律局部失衡;意义潜力未充分激发;体验时有断裂	C-C-S(铺垫过长挤压探究);S-C-C(探究未深即收);U-U-C(混沌后灌输)	优化节律:调整阶段时长,改善转换设计;加强支架:在挑战区提供适时认知与情感支持;审视元模链:检查元模支撑序列是否合理
C类(莫然型)	节律紊乱或僵化;意义浅表碎片;体验被动挫败	C-C-C 长期主导(机械训练);U-U-U 持续混沌(放任迷失);U-U-C(混乱后直接给答案)	重建策略:引入健康模组;提供基础性概念与元认知支架;通过目标共商与价值联结重建学习意义;着力营造安全、容错的课堂文化

表4 元模与节律模组的典型适配关系

节律阶段	适配的主导/关键元模	在该阶段的核心功能
U态(启动/探索)	体验式、创生式(初期构思)	体验式:激发情感,建立个人联系,发现真问题。创生式(初期):头脑风暴,构思多种可能性
S态(深化/探究)	消化式、论证式、模仿式	消化式:整理信息,构建认知框架。论证式:深化思辨,检验观点。模仿式:学习专家策略与方法
C态(整合/应用)	烙印式、模仿式(熟练应用)、创生式(产出打磨)	烙印式:内化关键程序与技能。模仿式(熟练):参照范例优化成果。创生式(产出):整合外化为最终成果

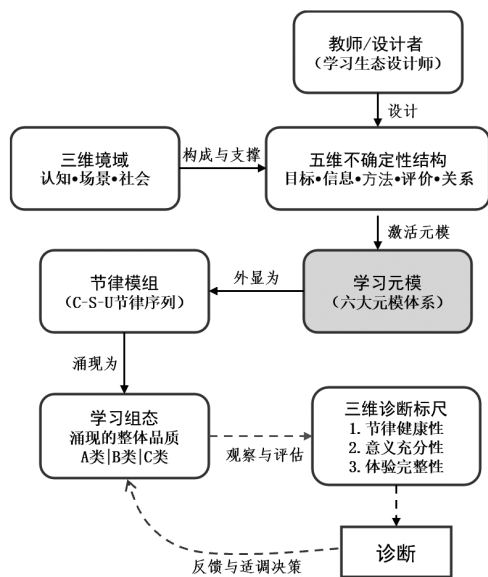


图3 学习组态的生成、诊断与调适闭环协同

## 五、设计语法与调适律则：从理论到实践的转化路径

### （一）五项核心设计原则：元模—节律组态理论的实践指南

为将元模—节律组态理论转化为可操作的实践，我们凝练出五项核心设计原则。这些原则构成连接理论与课堂行动的“设计语法”，指导教师们在复杂情境中做出专业判断。

#### 1. 目标—不确定性动态对齐原则

学习目标的根本性质（是掌握确定性事实程序，还是发展高阶复杂能力）直接决定了学习单元中不确定性的整体配置水平与结构性态。对于基础性、程序性目标（如记忆公式、掌握标准流程），适宜采用高确定性（C态主导）配置，通过清晰讲解、结构化练习与即时反馈促进自动化形成；对于高阶能力目标（如复杂问题解决、创新设计、批判性论证），则需要策略性引入并管理有益的不确定性，通过开放性、多元矛盾信息、多维评价标准，让不确定性成为深度思考的催化剂。评价方式需与此对齐：前者侧重准确度与熟练度；后者需关注过程性证据、成果的多样性、论证质量及迁移能力。关键在于动态对齐——教师需持续诊断学生状态，在“过度确定导致思维僵化”与“过度不确定引发焦虑失控”之间寻找并维持动态平衡点。

#### 2. 元模递进支撑原则

高阶元模的有效、健康运行，必须建立在相应的低阶元模提供充分支持的基础之上。教学设计需要具备前瞻性的“元模支撑链”思维。例如，一个以“创

生式”为核心的创新设计项目，可能需要规划如下支撑序列：先通过体验式活动建立情感共鸣与问题意识；再通过消化式任务完成信息搜集与领域知识结构化；接着通过模仿式学习掌握创新范例的关键特征与思维；并通过一定的烙印式练习内化必要的工具技能与专业规范；最后在论证式的同伴评议与迭代中，完善创生式产出。这一原则的实践挑战在于时机的精准把握，教师需基于对学生认知准备度与情感状态的持续评估，动态调整支撑序列的节奏、强度与具体形式。

#### 3. 节律健康性原则

高质量的学习历程应呈现出“生产性波动”的节奏特征，即在认知挑战、探索（U/S态）与整合、内化、恢复（C态）之间形成张弛有度、符合认知情感规律的动态平衡。实现这一原则要求教师掌握三种关键技术：一是节律模板的创造性运用与变通，不拘泥于固定模式，能根据内容与学生调整模组；二是“呼吸点”或“整合点”的精心设计，在学习张力持续一段时间后，主动安排认知休息、情感补给、个人反思或小组小结，促进信息固化；三是系统性反思环节的嵌入，通过结构化反思（如“今天最大的挑战是什么？我如何克服的？我学到了什么？”）促进“挑战—应对—整合”的良性循环，将经验转化为内化的意义与策略。这一原则的深层价值在于对学习主体生命节律的尊重，为意义的生成、沉淀与升华创造合宜的时间结构与心理空间。

#### 4. 境域协同优化原则

任何学习元模的有效激活与顺畅运行，都依赖于认知境域、物理场景与社会互动三维境域的协调支持与同步优化。认知境域涉及提供的思维工具（如图表模板、论证框架）、信息资源（如多模态资料库）与概念模型。物理场景涉及空间布局（小组围坐还是剧场式）、技术平台（协作软件或实物工具）与材料配置。社会境域则关乎互动的显性与隐性规则、角色分工的清晰度、权力结构的形态（平等协作还是权威主导）以及情感氛围。当学习活动需要从一种元模转向另一种时（如从个人消化转向小组论证），三种境域的调整需要保持同步，形成和谐共振的整体支持系统，避免因某一维度（如物理空间仍适合独立工作）的滞后而阻碍新元模的运行。

#### 5. 元模—模组适配原则

节律模组的阶段性特征（U态的开放性、S态的探究性、C态的整合性）应与该阶段预期主导元模的核心功能特性保持动态匹配。在设计阶段，教师应基于

选定的节律模组,前瞻规划各阶段最适配的主导元模序列;在实施阶段,则需根据学生的实际进展与反馈,灵活调整这种适配关系。例如,在U-S-C模组的S态中期,若发现学生因信息过载而陷入低效争论,可临时增强消化式元模的支持(如提供概念图工具),再回归论证式。这一原则的核心价值在于避免功能错配,确保学习者在每个节律阶段都能获得最适宜的认知—情感—行为支持,从而保障学习历程的整体流畅性与有效性。

## (二)动态调适律则:基于元模—节律的课堂微干预系统

课堂是一个充满动态变化的复杂适应系统。有效的教学调适,依赖于教师基于“元模—节律”框架发展形成的“微干预能力”。其核心在于实现最小有效干预——以最精炼的言行,快速修复学习节律,延续意义生成过程。

这一能力的专业基础,体现为一个连贯的“临床”思维链条:教师首先需具备敏锐的感知力,捕捉预示失衡的细微行为信号;进而运用精准的诊断力,依据元模与节律理论对问题快速归因;最终调用灵活的调节力,从策略工具箱中选择匹配的干预措施。表5所归纳的四种典型“微异态”及其调适策略,正是这一思维过程的具体化与工具化呈现。

表5不仅是一份速查清单,其“识别—归因—干预”的列结构本身,即映射了上述专业思维过程。教师通过持续运用此类策略,并建立个人或班级的“学习动力学档案”以记录过程性证据,便能将孤立的干预行动,融入一个“观察—诊断—干预—反思”的专业实践闭环之中。由此,教师的角色得以从“内容讲授者”

持续转化为对学习历程进行精准诊断与智慧调节的“学习生态设计师”。

## (三)综合应用示意:“城市可持续交通设计”项目解析

为直观展示上述原则与律则的综合运用,本研究以“城市可持续交通设计”跨学科项目为例,简述其设计逻辑:

阶段一:启动与问题界定(U态主导):采用U-S节律。通过实地考察、交通数据可视化(体验式)激发关切。设计调适点:若讨论发散(混沌失焦),通过提供“问题界定框架表”(引导消化式聚焦)介入。

阶段二:探究与数据分析(S态主导):采用S-S节律。学生搜集分析多源数据(消化式),学习研究报告范例(模仿式),就数据解读进行小组辩论(论证式)。调适点:遇数据冲突僵局时,引导进行“证据强度评估”与“假设竞争性检验”,将僵局转化为深度学习契机。

阶段三:方案设计与迭代(S-U-C过渡):采用S-U-C节律。进行方案构思与原型制作(创生式),接受同伴评议(论证式)。调适重点:通过“可行性快速评审”和“最小可行原型”测试,防止“空想无根”与“思维锁死”,引导务实创新。

阶段四:发布、反思与倡议(C态主导):采用C-C节律。公开答辩与撰写反思报告(论证式、消化式的整合升华)。设计价值:不仅展示成果,更在于意义的整合、个人化与社会性延伸。

整个项目呈现出清晰的U-S-C-C节律脉络,在各阶段有意识地调用、组合与适配不同元模,并预设了关键调适点,形成了既充满挑战又提供充分支持

表5 课堂常见微异态及其基于元模—节律理论的调适策略

微异态类型	关键识别信号(感知)	诊断归因(元模/节律)	核心干预目标与策略示例(调节)
混沌失焦	讨论发散无序、情绪高涨但思路混乱	U态失控;消化式元模运行不足	目标:从无序U态引向可操作S态或结构化C态。策略:“我们想法很多,现在请根据核心问题‘X’,用一分钟写下最关键的两个子问题。”(引导消化式聚焦)
僵化被动	机械重复、提问减少、参与度低	C态滞留;烙印式元模僵化	目标:打破定势,重燃动能,引入适度不确定性。策略:“如果换一个身份(如市长/设计师),你会如何重新定义问题?”(激发体验式/创生式思维)
对话断裂	讨论陷入争吵、人身攻击、无人倾听	论证式元模失范;对话规则崩塌	目标:暂停冲突,重建理性对话基础。策略:“我们先暂停。请回顾讨论公约:基于证据发言,针对观点而非个人。请A同学先复述B同学的观点。”(修复论证式规则)
目标漂移	讨论偏离主题、在次要细节耗时过多	目标维度不确定性管理失效	目标:重新锚定核心任务与学习路径。策略:“回顾本课目标Y,当前讨论内容与它的相关性如何?接下来请聚焦到任务清单第三项Z。”(提供C态节点)

的、健康而有生产性的学习节律典范。

## 六、智能协同与未来展望

### (一)智能协同:从工具辅助到生态治理的范式转变

当前,大多数人工智能教育应用仍停留在“工具辅助”层面——智能系统作为提升知识传递效率、提供个性化练习反馈、或监控学习过程的数据工具。在元模—节律组态框架下,我们提出一个根本性的范式革新:智能协同。其核心是推动 AI 从“效率工具”转型为“学习生态的协同治理者”。这一转变的关键在于重新定义 AI 的角色——它不再仅仅是替代部分教师重复劳动或简化学习流程的技术装置,而是能够理解、感知并增强学习过程内在动力学的智能伙伴。这意味着, AI 系统需要超越对静态知识结构与行为数据的分析,转而洞察学习历程的节律波动、元模运行状态以及意义生成的动态过程,从而为人类教师提供更深层的教育洞察与决策支持<sup>[27]</sup>。

### (二)三层协同架构:人机协同的治理框架

为实现智能协同,我们基于元模—节律组态理论,构建了一个清晰的“三层协同治理架构”(如图 4 所示),体现了从目标共识到过程优化,再到评估改进的完整、闭环的教育治理逻辑。

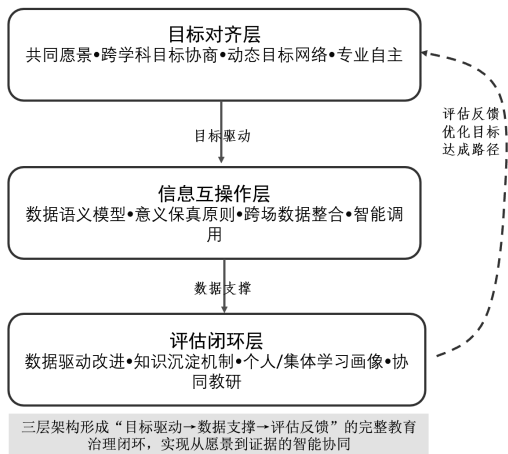


图4 智能协同的三层治理架构图

#### 1. 目标对齐层:从碎片整合到系统功能设计

传统跨学科教学或项目设计常陷入“内容拼盘”困境,各学科知识简单叠加,缺乏有机融合。本框架提出“基于元模功能的目标对齐机制”。在项目设计阶段,各学科教师不再仅仅协商“各自教什么知识点”,而是共同确定“各自承担什么元模支撑功能”。例如,在城市可持续交通项目中:物理/数学学科:主要承担提供数据分析工具、建立交通流模型的“消化式”与“论证式”支持;语文学科:承担方案报告撰写、公众倡议表达的“创生式”(产出)与“模仿式”(学习优秀文

案)培育;社会/政治学科:贡献社区调研设计、政策分析、伦理辩论的“体验式”与“论证式”设计。这种基于过程功能而非知识内容的对齐机制,确保了跨学科协同在促进学生核心素养(如不确定性驾驭)上的深度与内在一致性,使技术赋能有的放矢。

#### 2. 过程协同层:从数据收集到教育意义解读

这是智能系统发挥核心协同价值的层面。AI 的角色是充当“学习过程动力学传感器”与“教育解释器”。基于本框架的智能系统能够:

第一,识别学习节律状态:通过自然语言处理、行为序列分析、情感计算等多模态数据分析,实时判断课堂或小组当前处于 C、S、U 哪种主导状态,以及节律转换是否顺畅。

第二,诊断元模运行质量:监测学生在不同任务中表现出的言语模式、交互结构、作品生成过程等,识别其主导元模(如正在进行的讨论是“论证”还是“独白”),并判断其运行处于健康、失衡(如“空想无根”)还是僵化状态。

第三,提供循证调适建议:当系统检测到诸如“U 态混沌失焦”或“创生式空泛”等微异态信号时,可基于内置的规则库与教学案例库,为教师推送分层级的干预建议——从简短的“提示话术”(见表 5)到可供选用的“迷你活动设计”(如“引入一个概念排序任务以聚焦”)。

关键创新在于构建“教育解释层”——系统输出的不仅是数据报表(如“发言次数”、“情绪值”),更是符合教育学逻辑的解释性洞察,如:“A 小组当前处于 S 态深化期,但‘消化式’元模运行不足,信息整合混乱,建议提供图形组织工具支持。”这使得数据具备了直接的教学行动指导意义<sup>[1]</sup>。

所有这些功能,其根本目的都在于增强教师对学习过程动力学的感知、理解与调节能力,使中观设计从静态蓝图变为动态可调的智慧过程。

#### 3. 评估闭环层:从经验总结到集体智慧沉淀

传统教学改进多依赖教师个人回顾与经验总结,难以形成可迭代、可共享的组织化知识。本框架的评估闭环层旨在建立“制度化学习机制”:

第一,个人与集体学习画像的持续建构:为每位学生建立基于元模使用特征、节律适应模式、典型优势与挑战的“学习动力学档案”,支持长期的个性化发展导航。同时,形成班级、年级的群体特征画像。

第二,实践性知识的结构化沉淀:将成功的教学干预(如“如何将一次陷入争吵的讨论转化为建设性辩论”)按照“情境描述—问题诊断—干预措施—效

果证据”的模板进行结构化记录,形成可检索、可复用、可评级的校本或区域“教学调适案例库”。

第三,数据使能的协同教研:为教研活动提供基于真实过程性证据的讨论素材,使教研从“凭印象评课”转向“依证据改进”,聚焦于“为什么这个设计在这里有效/无效”的动力学原理探讨,提升教研的专业深度<sup>[27]</sup>。

### (三)实践挑战与系统性赋能:迈向人机协同的深水区

从理论框架转化为广泛实践,必然面临双重核心挑战:一是关乎信任与权利的数据伦理困境,二是关乎能力与动力的教师专业发展瓶颈。对此,需提出系统性的应对路径。

#### 1. 数据伦理的平衡路径:在教育价值与个人权利之间

学习过程数据的深度采集与分析,是一把双刃剑。为使其真正服务于人的发展而非构成侵扰,必须构建一个“以教育价值为核心”的伦理操作框架。这一框架建立在三大原则之上:首先,恪守“最小必要与目的限定”原则,只采集直接支持元模与节律分析的最简数据(如分析对话结构特征而非语音内容),从源头约束数据欲望。其次,推行“边缘智能与数据脱敏”技术路径,尽可能在本地设备完成实时分析,仅向云端上传脱敏后的元数据(如“S态活跃度”“论证式指数”),而非原始音视频流,最大限度地保护隐私。这要求将学生视为数字轨迹的主体,通过透明、可解释的数智融合技术,使跨场景的学习经历数据能够转化为促进其发展的教育性洞察<sup>[28]</sup>。

#### 2. 教师专业的系统性赋能:从个体适应到制度重塑

智能协同要求教师成为“学习历程的设计师”与“数据的解读者”,这需要通过系统的赋能设计,推动其专业角色与能力的整体演进。在能力发展层面,可建立“微认证”体系(如“节律设计师”、“学习数据分析师”),将新能力模块化、可视化,为其提供清晰的发展阶梯与能力凭证。在实践支持层面,需培育跨校、跨学科的“协同设计实践共同体”。教师在此社群中基于三层架构共同研发模板、研讨案例、共享策略,在集体智慧的迭代中实现专业跃升。在制度激励层面,关键在于将教师在协同设计、数据解读与教学创新中的贡献,实质性纳入绩效考核、职称评审与专业荣誉体系。通过制度性的认可,激发教师从“被动适应者”转变为“主动共创者”的内在动力,形成可持续的变革生态。

### (四)未来研究方向

基于本框架,未来研究可沿以下方向深化探索,

推动领域发展:

第一,自适应节律调节系统的研发:探索开发能够根据学生实时认知负荷、情感投入与元模运行效率,动态微调学习任务挑战水平与支持度的智能系统,实现更精准的“恰到好处的挑战”。

第二,跨文化情境下的框架验证与调适:在不同文化背景(如东西方教育传统)、不同教育体制(公办、民办、国际学校)和不同学段(K12、高等教育、职业培训)中,检验本框架核心概念的适用性,发展具有文化敏感性与情境适应性的本地化变式模型。

第三,长期发展轨迹的追踪研究:开展纵向研究,追踪学生在接受基于元模—节律组态理念设计的课程后,其创新思维、复杂问题解决能力、学习韧性等核心素养的长期发展轨迹,提供实证证据。

第四,AI解释性与教育信任机制研究:深入研究如何提升AI系统所提供分析与建议的可解释性、可理解性与教育合理性,探索建立教师对AI作为“协同伙伴”的合理信任机制,避免盲目依赖或全盘排斥两个极端<sup>[29]</sup>。

## 七、理论贡献与实践意义

本研究在意义主义学习理论(MLT)的框架下,构建了“元模—节律组态”这一聚焦学习过程动力学的中观分析框架与设计路径,以回应AI时代的“技术繁荣—意义贫困”悖论。通过五维不确定性分析框架、六大学习元模体系、节律模组与三维组态诊断工具,提供一个逻辑自洽、可操作的中观分析语法,架通了教育哲学与课堂实践之间的桥梁。在理论层面,确立了“学习即驾驭不确定性”为第一公理,将不确定性视为意义生成的原始驱动力。五维框架与六大学习元模构成理解复杂学习过程的核心语言,为分析与设计提供系统化的理论底盘。节律模组与三维诊断标尺(节律健康性、意义充分性、体验完整性)进一步将抽象概念转化为可操作的评估与干预参照,提升对学习过程的中观把握能力。

在方法论层面,研究提出了“过程动力学设计”的视角,将教育设计的焦点从静态的知识结构转向动态的意义生成历程。三维诊断与五项设计原则构成从理论洞见走向课堂实践的桥梁,推动将研究结论转化为可落地的教学设计与教师专业发展路径。实践方面,研究重构了人工智能在教育中的角色,即从单纯的效率工具转向支持意义生成的协同增效者,并提出了三层智能协同架构,为数字化转型提供以学习过程优化为核心的实施路径,便于在不同教育场景中扩展应

用,提升学习体验与意义生成的质量。

在应用前景与实施建议方面,框架为教师专业发展提供了新的方向,将其纳入教师教育与在职培训的核心模块,开发“元模识别”“节律规划”“数据解读”等微认证课程,提升教师的学习历程设计能力。对于校本课程与教学改革,框架为跨学科项目式学习与素养导向课程改革提供系统化的设计与评估工具,推动校本化模板与听评课观察量表的落地。教育技术开发方面,理论模型与数据模型指导有助于学习分析系统和智能教学平台的设计,从而把技术关注点从流量监控转向对学习节律与意义生成的支撑。政策与评估方面,三维诊断标尺可用于区域和学校层面的形成性评价改革,推动对学习过程品质与学生体验的关注。

就研究局限而言,框架的效度与普适性仍需在不同意学科、学段与文化情境中进行广泛的实证检验与调

适;智能协同的具体实现路径需要更深入的跨学科技术探索;支持教师掌握并运用本框架的专业发展体系也需系统化建设。展望未来,期望在开发轻量化诊断工具与教师支持系统、开展大规模长期准实验研究、推进本地化创新以及持续开展人机协同伦理与效能反思方面取得进展。

总而言之,在 AI 深刻重塑教育景观的背景下,教育的核心命题并非单纯提高效率,而是如何在技术时代实现高质量的教育目标。元模—节律组态提供了点燃内在动机、促进深度对话、推动意义生成的学习历程设计语言,促使教育者从知识传授者转型为学习生态设计师,并将技术从“效率工具”转变为“智慧伙伴”。在充满不确定性的未来,我们应共同守护教育的内在价值,使每个生命实现更完整的成长与意义的充盈。

#### [参考文献]

- [1] SIEMENS G, LONG P. Penetrating the fog: analytics in learning and education[J]. *TD tecnologie didattiche*, 2011,22:132-137.
- [2] BAKER R S. Stupid tutoring systems, intelligent humans[J]. *International journal of artificial intelligence in education*, 2016,26(2): 600-614.
- [3] BIESTA G. *The beautiful risk of education*[M]. Boulder: Paradigm Publishers, 2013.
- [4] OECD. *The future of education and skills 2030: the future we want*[R]. Paris: OECD Publishing, 2018.
- [5] BIESTA G. *Good education in an age of measurement: ethics, politics, democracy*[M]. New York: Routledge, 2010.
- [6] 李政涛. 再造新智人:人工智能时代的育人革命[J]. *中国远程教育*,2025,45(3):3-13.
- [7] 祝智庭. 意义主义学习理论:迈向 AI 时代教育的维度革命——基于“文化—行动—神经”三联模型的教育新范式[J]. *电化教育研究*,2025,46(9):5-21.
- [8] 袁振国. 教育数字化转型:转什么,怎么转[J]. *华东师范大学学报(教育科学版)*, 2023(3): 1-11.
- [9] MERTON R K. *Social theory and social structure*[M]. 2nd ed. New York: Free Press, 1968.
- [10] 冯向东. 不确定性视野下的教育与教育研究[J]. *北京大学教育评论*, 2008, 6(3): 36-45,188.
- [11] SHANNON C E. A mathematical theory of communication[J]. *The bell system technical journal*, 1948, 27(3): 379-423.
- [12] FESTINGER L. *A theory of cognitive dissonance*[M]. Stanford: Stanford University Press, 1957.
- [13] CSIKSZENTMIHALYI M. *Flow: the psychology of optimal experience*[M]. New York: Harper & Row, 1990.
- [14] KAPUR M. Productive failure[J]. *Cognition and instruction*, 2008, 26(3): 379-424.
- [15] DECI E L, RYAN R M. The "what" and "why" of goal pursuits: human needs and the self-determination of behavior[J]. *Psychological inquiry*, 2000,11(4):227-268.
- [16] HMELO-SILVER C E, DUNCAN R G, CHINN C A. Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: a response to Kirschner, Sweller, and Clark[J]. *Educational psychologist*, 2007,42(2):99-107.
- [17] WENGER E. *Communities of practice: learning, meaning, and identity*[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.
- [18] LAVE J, WENGER E. *Situated learning: legitimate peripheral participation*[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- [19] ENGESTRÖM Y. *Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research* [M]. Helsinki: Orienta-Konsultit, 1987.
- [20] VYGOTSKY L S. *Mind in society: the development of higher psychological processes* [M]. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
- [21] KOLB D A. *Experiential learning: experience as the source of learning and development*[M]. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1984.

- [22] KUHN D. The skills of argument[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- [23] ANDERSON J R. Cognitive psychology and its implications[M]. 7th ed. New York: Worth Publishers, 2009.
- [24] SWELLER J, AYRES P, KALYUGA S. Cognitive load theory[M]. New York: Springer, 2011.
- [25] BRANSFORD J D, BROWN A L, COCKING R R. How people learn: brain, mind, experience, and school[M]. Washington, DC: National Academy Press, 2000.
- [26] 陈向明. 实践性知识:教师专业发展的知识基础[J]. 北京大学教育评论, 2003,1(1):104-112.
- [27] WILLIAMSON B, EYNON R. Historical threads, missing links, and future directions in AI in education[J]. Learning, media and technology, 2020,45(3):223-235.
- [28] 顾小清,王馨怡. 从数据驱动到数智融合:以数字轨迹刻画学习经历[J]. 现代远程教育研究,2025,37(3):3-11.
- [29] ZUBOFF S. The age of surveillance capitalism: the fight for a human future at the new frontier of power[M]. New York: Public Affairs, 2019.

## Harnessing Uncertainty in the Age of AI: The Meta-modal and Rhythmic Configuration Pathway of Meaningism Learning —A Meso-level Theoretical Construction Focusing on the Dynamics of Learning Process

ZHU Zhiting

(School of Open Learning and Education, East China Normal University, Shanghai 200062)

**[Abstract]** Harnessing uncertainty in the age of AI necessitates a paradigm shift in education from "knowledge transmission" to "meaning generation". To address the paradox of "technology prosperity versus meaning poverty", this study, guided by Meaningism Learning Theory, constructs a meso-level analytical framework and design pathway termed "Meta-modal and Rhythmic Configuration", which focuses on the dynamics of learning process. The study first establishes "learning as harnessing uncertainty" as the first axiom and proposes a five-dimensional analysis framework of uncertainty composed of goal, information, method, evaluation, and relationship, providing a structured scope for instructional design. At the micro level, six learning meta-modals, including imprinting, imitating, experiencing, digesting, arguing, and creating, are distilled as cognitive-affective-social behavioral compound patterns through which learners cope with specific uncertainties. At the macro level, the study constructs rhythmic modules that depict the morphology of learning trajectories using the C/S/U (Certainty, Strain, Uncertainty), and proposes a three-dimensional configuration diagnostic scale based on rhythmic health, meaning sufficiency, and experiential integrity. The core contribution of this study lies in integrating the above elements into a complete theory-to-practice translation pathway: it crystallizes five core design principles and a set of dynamic classroom adaptation rules; redefines the role of artificial intelligence in education, from a "certainty manager" to a "learning rhythm-enhanced collaborator"; and establishes a meso-level analytical system and practical grammar that enables educators to design, navigate, and optimize the process of meaning generation under uncertainty.

**[Keywords]** Meaningism Learning Theory; Learning Meta-modal; Rhythmic Configuration; Harnessing Uncertainty; Meso-level Pathway; Dynamics of Learning Process; Artificial Intelligence Applied in Education