

基于 ETA 认知模型对民办应用型高校物理课程的教学探究

张金省 张梦婷 王 栋 谭 敏
(柳州工学院, 广西 柳州 545616)

摘 要 针对民办应用型高校的大学物理课程教学过程中, 学生出现上课听不懂, 自学学不会, 作业不会写, 考试考不过, 学习态度不端正, 对大学物理课程产生厌恶感等一系列问题。本文基于穆良柱教授提出的 ETA (Experimental Physics, Theoretical Physics, Applying Physics) 物理认知模型来分析问题成因, 详细介绍了基于 ETA 教学法以培养学生应用能力为导向, 从优化教学内容与结构、创新教学方式与方法、强化师生互动与反馈以及加强教师培训与支持等方面入手的教学改革措施及预期成效。

关键词 应用型高校; ETA 物理认知模型; 大学物理; 课程改革

TEACHING EXPLORATION OF PHYSICS COURSES IN PRIVATE APPLICATION-ORIENTED UNIVERSITIES BASED ON THE ETA COGNITIVE MODEL

ZHANG Jinsheng ZHANG Mengting WANG Dong TAN Min
(Liuzhou Institute of Technology, Liuzhou, Guangxi 545616)

Abstract In the teaching process of college physics courses in private applied universities, a series of problems have emerged, such as students not understanding the lectures, being unable to learn independently, not knowing how to do homework, failing exams, having improper learning attitudes, and developing a dislike for college physics courses. Based on the ETA (Experimental Physics, Theoretical Physics, Applying Physics) physics cognition model proposed by Professor Mu Liangzhu, this paper analyzes the causes of these problems. It introduces in detail the teaching reform measures and expected outcomes based on the ETA teaching method, which aims to cultivate students' application abilities. These measures include optimizing teaching content and structure, innovating teaching methods and approaches, strengthening teacher-student interaction and feedback, and enhancing teacher training and support.

Key words application-oriented universities; ETA physics cognitive model; college physics; curriculum reform

收稿日期: 2025-04-06

基金项目: 2023 年度校级课程思政示范课程“大学物理”(2023kcsz015); 新工科新文科研究与实践项目“新工科背景下基于雨课堂的混合式教学研究与应用”(2022JGGW007); 2023 年度广西高等教育本科教学改革工程项目“基于 OBE 理念的大学物理混合式教学模式探索与实践”(2023JGB505); “基于 SPOC 开展大学物理实验精细化教学的研究与实践”(2023JGA434); 中国民办教育协会 2025 年度规划课题(青年课题)(CANQN250060)。

通信作者: 张梦婷, lzgxyzmt@163.com。

引文格式: 张金省, 张梦婷, 王栋, 等. 基于 ETA 认知模型对民办应用型高校物理课程的教学探究[J]. 物理与工程, 2025, 35(5): 131-136.

Cite this article: ZHANG J S, ZHANG M T, WANG D, et al. Teaching exploration of physics courses in private application-oriented universities based on the ETA cognitive model[J]. Physics and Engineering, 2025, 35(5): 131-136. (in Chinese)

ETA 物理认知模型(表 1)是关于物理认知规律的研究总结,由北京大学穆良柱教授提出^[1]。该模型将物理认知过程划分为三个具有递进关系而又相互关联的认知层次:实验物理(Experimental Physics)认知、理论物理(Theoretical Physics)认知和应用物理(Applying Physics)认知。这三个层次构成了完整的物理认知过程,并分别对应了科学探索的不同阶段:实验物理认知阶段是物理认知的起点,强调对物理现象的直观观察和实验探索。在这一阶段,学习者通过感知和测量等手段,获取关于物理现象的直接信息,构建对物理现象的初步认识。理论物理认知阶段是在实验物理认知的基础上,致力于构建系统化的物理理论。学习者需要运用逻辑思维和数学工具,从实验规律中推导出基本定理或假设,并构建公理化认知体系,以实现对物理现象的深入理解和预测。应用物理认知阶段是物理认知的终极阶段,强调将理论知识应用于实际问题解决中。在这一阶段,学习者需要灵活运用所学物理知识,解决各种实际问题,进行技术发明和创新。

ETA 物理教学法是基于 ETA 物理认知模型而提出的一种教学方法^[2]。该方法强调按照物理认知规律进行教学,从物理现象出发,逐步引导学生从实验认知到理论认知,再到应用认知,最终建立系统化的物理认知体系。ETA 物理教学法将教学内容组织成物理认知案例^[3-6],这些案例涵盖了物理学的各个领域和层面,旨在帮助学生通过具体案例理解物理认知规律,训练认知能力。在

实验物理认知阶段,教师引导学生对研究对象进行实验性质的探索,构建直观认识;在理论物理认知阶段,教师引导学生构建研究现象的理想模型,寻找实验规律之间的逻辑联系,构建公理化认知体系;在应用物理认知阶段,教师引导学生根据实际需要灵活类比使用有效物理知识,解决实际问题。通过 ETA 物理教学法的实施,学生不仅能够掌握物理知识,更重要的是能够学会物理方法和物理精神,培养科学探索能力和创新能力^[7]。

1 民办应用型高校大学物理课程教学所面临的问题

近年来,随着我国高等教育的迅速发展和学生需求的不断增加,民办应用型高校已成为我国高等教育领域的重要组成部分。大学物理课程作为民办应用型高校的必修专业基础课程,在学生学习和发展中起着重要的作用。然而,由于民办应用型高校学生基础知识能力薄弱、学科基础参差不齐、自我管理能力差,因此在教学过程中,问题往往在不同阶段均有表现^[8]。

1.1 听课阶段出现听不懂课程,跟不上节奏,不知道重点的表现

概念理解障碍:物理概念抽象(如电场、磁场、量子化),数学工具复杂(如微积分、矢量分析),学生难以将数学推导与物理意义结合。

课堂枯燥:单向讲授模式下,学生易因缺乏互动而分心,对公式推导的机械记忆感到枯燥。

表 1 ETA 物理认知模型

认知步骤	物理方法	认知阶段	阶段目标
1. 观察物理现象	分类法	实验物理认知 (Experimental Physics)	科学探索
2. 挑选研究对象	极端简化法,还原论方法		
3. 明确研究问题	主次法		
4. 量化描述性质	类比法,转换法		
5. 寻找实验规律	极端条件法,控制变量法		
6. 建立理想模型	理想模型法	理论物理认知 (Theoretical Physics)	技术应用
7. 建立公理认知	数理逻辑,简单归纳、猜想法		
8. 实验证伪检验	特例法		
9. 解释已有现象	类比,逻辑推理	应用物理认知 (Applying Physics)	
10. 预言可能事件	类比,逻辑推理		
11. 技术发明创造	类比,逻辑推理		

知识迁移能力弱:学生能听懂课堂例题,但面对实际问题时无法灵活运用物理模型。

学科畏难情绪:部分学生因高中物理基础薄弱或对物理缺乏兴趣,产生心理排斥,影响听课效率。

注意力分散:上课频繁走神、玩手机、打瞌睡,难以集中精力听讲。学习时易被外界干扰(如社交媒体、短视频),导致效率低下。

1.2 自学复习阶段出现学不懂、思考慢、效率低、不能系统理解知识的表现

知识体系碎片化:物理概念抽象,章节间逻辑关联复杂(如运动学→力学→机械波→电磁学的递进性),学生难以构建系统化的知识框架。

公式应用能力不足:对公式的物理意义理解模糊(如麦克斯韦方程组),仅机械记忆形式,无法灵活迁移到实际问题中。

缺乏有效学习路径:面对庞杂内容(如质点运动学、质点动力学、刚体转动、机械振动、电磁学等),抓不住重点,复习时易陷入“反复刷题却效率低下”的困境。

理论与实际脱节:自主复习以理论为主,缺少实验验证,导致知识停留在表层。

自我反馈机制缺失:难以判断复习效果,错误认知长期未被纠正。

学习习惯松散:无固定学习计划,时间管理混乱,常熬夜、作息不规律。缺乏预习、复习、笔记整理等基本学习流程,依赖临时突击。

1.3 作业和考试阶段出现做题慢、做不完、做错、不会做的表现

公式套用机械:物理意义模糊,作业中盲目套用公式,忽视适用条件(如磁场方向与电荷运动方向的关系)。考试时因未理解公式物理意义(如麦克斯韦方程组的场源关系),导致题目条件判断错误。

复杂问题拆解能力弱:面对综合题(如结合电磁学与力学分析问题)难以拆分问题,无法建立多知识点间的逻辑链。考试中因步骤跳跃导致失分。

理论与实际脱节:作业仅完成计算数值结果,忽视物理意义。考试中应用题得分率低,缺乏“理论→数据→结论”的科学思维。

时间管理失衡:作业拖延,依赖答案“逆向工程”,未形成独立思考习惯。考试时因心理压力

大,简单题计算失误,难题直接放弃,考试时间不够。

拖延与逃避:作业、复习任务拖延到截止前仓促完成,甚至抄袭或应付了事。

逃避困难学科或任务,以“躺平”态度应对挑战。

1.4 对大学物理课程厌恶心理的表现

畏难情绪与焦虑:面对抽象概念时感到“无从下手”,产生“物理太难”的自我否定。考试前因担心公式记错或题目超纲而失眠、注意力分散。

习得性无助:长期成绩不理想导致“努力无效”的认知,表现为作业拖延、课堂参与度低。对物理相关类课程缺乏信心,倾向于等待教师提供“标准答案”。

兴趣缺失与动机外化:认为物理“枯燥无用”,仅以“通过考试”为目标,忽视学科内在价值(如科学思维训练)。对跨学科应用缺乏探索欲望,认为“与考试无关”。

社交焦虑与孤立:因害怕被嘲笑“问题太简单”而不敢提问,导致知识漏洞累积。小组合作中因担心拖累他人而选择沉默,错失协作学习机会。

优先级混乱:将娱乐活动置于学习之前,例如先打游戏再写作业,导致任务完成质量差。

2 基于 ETA 物理认知模型分析问题原因

针对学生课前、课中、课后及其心理上出现的问题,我们可以基于 ETA 物理认知模型做出详细解释。

2.1 听课阶段出现听不懂,跟不上节奏的原因

教师教学设计与认知规律脱节:教师直接呈现公理化体系,跳过“猜想→验证→修正”的科学思维过程,导致学生产生“知识从天而降”的感觉。忽视“从现象到本质”的认知路径,缺乏具象支撑,未结合实验、动画演示等直观手段解释抽象概念(如波函数)。

学生基础差异大:不同专业(如工科、理科)学生数学和物理基础参差不齐,教师难以兼顾所有学生水平。

课堂互动不足:大班教学中,教师难以通过提问、讨论等方式及时反馈学生困惑,导致知识漏洞累积。

学习动机不足:学生对物理的实用性认知模糊(如“学电磁学对土木专业有什么用?”),缺乏学习内驱力。

2.2 自学复习阶段学不会,思考慢,效率低的原因

认知负荷过载:大学物理融合高阶数学工具(如偏微分方程、线性代数),学生需同时处理物理概念与数学推导,超出短期记忆容量。

被动学习习惯性:长期依赖课堂讲授,缺乏自主探究经验,无法独立设计复习计划(如不会通过思维导图梳理知识脉络)。

资源利用低效:网络资源庞杂(如慕课、解题视频),学生筛选能力不足,易陷入“收藏即学习”的误区。

学科交叉挑战:部分专业(如计算机专业、车辆专业)学生需将物理与专业结合,但缺乏跨领域指导。

2.3 作业不会做,考试考不过的原因

认知路径断裂:传统教学跳过实验认知(E)直接进入理论推导(T),学生缺乏物理现象直观经验,导致知识“空中楼阁”。

应用认知(A)孤立化:作业与考试仅训练“解题技巧”,未与实验(E)、理论(T)形成闭环。考试题目脱离实际场景(如纯数学化的高斯积分),学生无法关联实际案例。

反馈机制缺失:作业批改仅标注对错,未针对性指出认知断层(如混淆电场强度与电势的物理意义),考试后缺乏错题归因分析(如“矢量方向漏判”是概念问题还是粗心导致)。

数学工具与物理思维割裂:学生擅长微积分计算,但无法将数学语言转化为物理图像的“无源性”理解空洞。

2.4 出现心理问题的原因

在实验认知(E)阶段体验缺失与挫败感:数字化工具(如虚拟仿真)使用不足,抽象概念(如电磁波传播)缺乏直观支撑,加剧认知负荷。心理问题源于“感官体验”与“理论符号”脱节。例如,未通过数字模拟库仑场分布直接学习高斯定理,学生因无法建立直观关联而产生挫败感。

在理论认知(T)阶段逻辑断裂与无助感:数学工具(如矢量分析)与物理意义(如场的无源性)讲解分离,导致公式空洞化,学生因“看不懂”而焦虑。心理问题源于“知识输入”代替“认知建构”。

例如,学生记住安培环路定理,但因未经历“对称性分析→模型简化→定理推导”的逻辑训练,感到“学不会”。

在应用认知(A)阶段迁移匮乏与无意义感:作业与考试侧重计算题,缺乏真实问题驱动,学生感到“学无所用”。技术应用案例陈旧,未关联前沿科技,学生认为“物理与现实脱节”。心理问题源于“知识沉淀”而非“知识活化”。例如,学完静电场理论后,学生因无法将电势概念迁移至神经电信号传导分析,感到“学而无趣”。

2.5 基于课程思政视角分析学生学习出现问题的原因

理想信念模糊:学生未将学习目标与国家发展、社会需求相结合,仅视为“应付考试”或“父母要求”,导致学习意义感缺失,易被短期娱乐诱惑分散注意力。未充分通过专业课程传递学科的社会价值(如理工科与国家科技自立自强、文科与文化遗产创新的关联),学生难以建立“学习—责任—使命”的联结。

功利主义倾向削弱深层动力:过度关注“分数”“证书”等即时结果,忽视知识积累与能力提升的长期价值,加剧“临时抱佛脚”的突击心态。教学中缺乏对科学家精神、工匠精神的浸润(如钱学森攻坚克难的毅力、非遗传承人的专注),学生缺乏榜样激励。

责任担当意识薄弱:学生未意识到自身作为未来建设者的角色,将学习视为“个人私事”,逃避困难学科时缺乏对团队或社会影响的反思(如工程伦理缺失可能引发安全隐患)。

抗挫能力与坚韧品格欠缺:面对学习压力时选择“躺平”,这反映了其吃苦耐劳精神与迎难而上意志的弱化,与社会主义核心价值观中“敬业”“诚信”的要求存在差距。教学中缺乏对逆境案例的深度剖析(如“两弹一星”团队在极端条件下的坚持),未能引导学生将困难视为成长契机。

3 基于 ETA 教学法的教学改革举措

基于 ETA 教学法进行教学改革需要从优化教学内容与结构、创新教学方式与方法、强化师生互动与反馈以及加强教师培训与支持等方面入手。这些举措有助于提升教学质量和效率,培养学生的物理思维能力和科学素养。

3.1 优化教学内容与结构

重构教学体系:以 ETA 物理认知模型为指导,将教学内容按照实验物理(E)认知、理论物理(T)认知和应用物理(A)认知三个层次进行重构。确保每个层次的教学内容都符合学生的认知规律,逐步引导学生深入理解和掌握物理知识。

精选教学案例:结合实际生活和科学研究中的典型案例,设计具有针对性、启发性和实践性的教学案例。通过案例分析,引导学生发现问题、分析问题和解决问题,培养他们的物理思维能力和科学素养。

3.2 创新教学方式与方法

实施探究式学习:鼓励学生主动探索物理现象和规律,通过实验、观察、测量等方式获取感性认识。引导学生运用所学知识解决实际问题,培养他们的实践能力和创新能力。

采用项目式学习:结合教学内容和学生兴趣,设计具有挑战性的项目任务。通过小组合作、讨论交流等方式,让学生在完成项目的过程中深入理解物理知识,提升综合素质。

融合数字化教学:利用现代信息技术手段,如虚拟实验室、在线教学资源等,丰富教学方式和内容。通过数字化教学平台,实现线上线下相结合的教学模式,提高教学效率和质量。

3.3 强化师生互动与反馈

建立互动机制:鼓励教师在课堂上与学生进行积极互动,及时解答学生的疑问和困惑。通过小组讨论、角色扮演等方式,激发学生的学习兴趣 and 主动性。

实施个性化教学:关注学生的个体差异和学习需求,提供个性化的教学指导和支持。通过定期评估学生的学习进度和成果,及时调整教学策略和方法。

完善评价体系:建立多元化的评价体系,包括课堂表现、课堂检测、章节测验及开放性作业等。注重过程性评价和终结性评价相结合,全面评价学生的学习效果和能力发展。

3.4 加强教师培训与支持

提升教师专业素养:组织教师参加 ETA 教学法的培训和交流活动,提升他们的专业素养和教学能力。鼓励教师开展教学研究和改革实践,不断探索适合学生的教学方法和策略。

提供教学资源支持:为教师提供丰富的教学

资源和教学工具,如教材、课件、教学用具等。建立教学资源共享平台,促进教师之间的交流和合作。

4 基于 ETA 教学法的教学改革预期成效

重塑物理认知体系:通过 ETA 教学法构建“现象→本质→应用”的完整认知链,帮助学生形成结构化知识网络。

培养核心科学素养:强化实验探究、理论建模和技术应用能力,契合新工科对复合型创新人才的需求。

推动教育范式转型:从“教知识”转向“教认知”,实现知识传授与能力培养的有机统一。

提升学科社会价值:通过跨学科项目强化物理与工程实践的联系,增强学生学习动机。

促进教师专业发展:督促教师更新教学理念,整合信息化工具,实现教学与科研互哺。

5 结语

ETA 物理教学法以认知规律为内核,通过实验、理论、应用三阶段的闭环设计,破解了传统课堂的知识碎片化与能力培养缺失难题。其理论依据融合教育学经典理论与物理学学科特色,兼具科学性与实践性,为大学物理教学改革提供了系统性解决方案。未来我们将进一步结合智能技术(如 AI 答疑、虚拟协作平台),探索 ETA 教学模式向个性化、智能化方向迭代。

参 考 文 献

- [1] 穆良柱. 什么是 ETA 物理认知模型[J]. 物理与工程, 2020, 30(1): 29-33.
MU L Z. What is ETA physical cognition model[J]. Physics and Engineering, 2020, 30(1): 29-33. (in Chinese)
- [2] 穆良柱. 什么是 ETA 物理教学法[J]. 物理与工程, 2020, 30(2): 32-36.
MU L Z. What is ETA physics teaching[J]. Physics and Engineering, 2020, 30(2): 32-36. (in Chinese)
- [3] 其木格. ETA 物理教学法在大学物理教学中的应用——以“稳恒磁场”教学为例[J]. 物理与工程, 2022, 32(3): 50-55.
QI M G. Application of ETA physical teaching method in college physics teaching—Taking the teaching of stable magnetic as an example[J]. Physics and Engineering, 2022, 32(3): 50-55. (in Chinese)

- [4] 李银. 基于“ETA 物理认知模型”建构《静电场》大单元教学设计——大学物理教学成果对中学物理教学的启迪[J]. 物理与工程, 2023, 33(1): 157-161.
LI Y. Construct the large unit teaching design of electrostatic field based on the “ETA physical cognition model” [J]. Physics and Engineering, 2023, 33(1): 157-161. (in Chinese)
- [5] 姜永静, 武晓霞, 郑月峰, 等. ETA 物理教学法在大学物理实验教学中的应用——以弦振动与驻波实验教学为例[J]. 物理与工程, 2024, 34(4): 91-97.
JIANG Y J, WU X X, ZHANG Y F, et al. Application of ETA physical teaching method in college physics experiment teaching—Taking the string vibration and standing wave experiment teaching as an example[J]. Physics and Engineering, 2024, 34(4): 91-97. (in Chinese)
- [6] 刘佳荣, 王凤鹏, 廖洪, 等. 基于 ETA 物理认知模型的光学课程理实一体化教学——以单缝夫琅禾费衍射为例[J]. 赣南师范大学学报, 2024, 45(3): 119-123.
LIU J R, WANG F P, LIAO H, et al. Theoretical and experimental integrated teaching of optical course based on ETA physical cognition model—Taking Fraunhofer diffraction as an example[J]. Journal of Gannan Normal University, 2024, 45(3): 119-123. (in Chinese)
- [7] 穆良柱. 什么是 ETA 物理解题法——素质与应试的统一[J]. 物理与工程, 2024, 34(6): 5-12.
MU L Z. What is ETA physics problem solving strategy: The unification of competency-oriented education and exam-oriented education[J]. Physics and Engineering, 2024, 34(6): 5-12. (in Chinese)
- [8] 穆良柱. 什么是 ETA 物理学习法——基于物理认知规律的大学物理学习困难现象分析与应对策略[J]. 物理与工程, 2022, 32(5): 5-10, 14.
MU L Z. The ETA physical learning method: The analysis and solution of physics learning problems for undergraduate students based on the physical cognition theory[J]. Physics and Engineering, 2022, 32(5): 5-10, 14. (in Chinese)
- (上接第 130 页)
- [3] 任广军, 李国华. 偏光器件的 Jones 矩阵研究[J]. 光学技术, 2003, 29(5): 578-580.
REN G J, LI G H. Jones matrix research of polarization device[J]. Optical Technique, 2003, 29(5): 578-580. (in Chinese)
- [4] 叶玉堂, 张尚剑, 饶建珍. 光学教程[M]. 3 版, 北京: 清华大学出版社, 2024.
YE Y T, ZHANG S J, RAO J Z. Optical tutorial[M]. 3th ed. Beijing: Tsinghua University Press, 2024. (in Chinese)
- [5] RUSSELL A C, GARAM Y. Polarized light and optical systems[M]. 2018.
- [6] 罗湘南, 唐建锋. 利用 Jones 矩阵研究四分之一波片对偏振光的作用[J]. 衡阳师范学院学报, 2007(3): 59-61.
LUO X N, TANG J F. Research on effect of quarter wave plate on polarized light by making use of Jones matrix[J]. Journal of Hengyang Normal University, 2007(3): 59-61. (in Chinese)
- [7] 顾晨, 张留碗, 魏斌, 等. 清华大学 H5 数值仿真物理实验建设[J]. 物理与工程, 2022, 32(4): 125-130.
GU C, ZHANG L W, WEI B, et al. Construction of H5 numerical simulation experiment of physics in Tsinghua University[J]. Physics and Engineering, 2022, 32(4): 125-130. (in Chinese)
- [8] 胡其图, 何丽, 张小灵, 等. 信息技术与物理学基础课程的整合及其教学实践[J]. 物理与工程, 2007, 1(117): 37-40.
HU Q T, HE L, ZHANG X L, et al. The integration between information technology and physics course teaching and its teaching application[J]. Physics and Engineering, 2007, 1(117): 37-40. (in Chinese)
- [9] 柴康敏, 李翠莲, 钟菊花, 等. 基于 H5 的跨平台 3D 物理模拟和仿真实验 Web App 开发与教学实践[J]. 物理与工程, 2018, S1(28): 192.
CHAI K M, LI C L, ZHONG J H, et al. H5-Based Cross-Platform 3D Physics simulation and experiment Web App development and teaching practice[J]. Physics and Engineering, 2018, S1(28): 192. (in Chinese)
- [10] 邱学军, 姚文俊, 曹振洲, 等. 光的偏振综合实验设计[J]. 大学物理实验, 2020, 33(5): 52-55.
QIU X J, YAO W J, CAO Z Z, et al. Comprehensive experimental design of polarized light[J]. Physical Experiment of College, 2020, 33(5): 52-55. (in Chinese)