Advances in Social Sciences 社会科学前沿, 2026, 15(11), 18-25
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ass
https://doi.org/10.12677/ass.2026.1511894

Hans汉斯

大模型时代的光纤通信技术研究生课程教学改革与探索：基于P-MASE模型的视角

童峥嵘，张爱玲，潘洪刚，王　雪，李建锋

天津理工大学集成电路科学与工程学院，天津

收稿日期：2026年8月28日；录用日期：2026年10月28日；发布日期：2026年11月6日

摘　要

大模型在知识问答和代码生成方面的能力，正在改变研究生获取知识和解决专业问题的方式，并对光纤通信技术课程的教学过程与评价方式提出新的要求。本文以天津理工大学硕士研究生课程《光纤通信技术》为对象，从政策要求、学科发展和实施条件等方面分析大模型融入课程的必要性与可行性。在此基础上，依据P-MASE模型将课程教学组织分为引入问题、寻找方法、科学分析、有效解决和效果评价五个环节，并以长距离波分复用(WDM)光链路性能分析与优化为代表性问题，构建教师、学生与大模型协同参与的教学过程。改革方案利用大模型的知识问答和代码辅助支持学生学习，通过教师的方法指导组织专业错误核验与方案比较，并设置过程评价量规，以培养学生分析和解决复杂工程问题的能力。课程评价进一步关注学生获得结论的过程，旨在促进专业知识、工程能力与人工智能素养的协同培养。本研究可为大模型融入通信工程类研究生课程提供参考。

关键词

大模型，光纤通信技术，研究生课程，P-MASE模型，教学改革

Teaching Reform and Exploration in a Postgraduate Optical Communication Technology Course in the Era of Large Language Models: A P-MASE Perspective

Zhengrong Tong, Ailing Zhang, Honggang Pan, Xue Wang, Jianfeng Li

School of Integrated Circuit Science and Engineering, Tianjin University of Technology, Tianjin

Received: August 28, 2026; accepted: October 28, 2026; published: November 6, 2026

文章引用: 童峥嵘, 张爱玲, 潘洪刚, 王雪, 李建锋. 大模型时代的光纤通信技术研究生课程教学改革与探索: 基于P-MASE 模型的视角[J]. 社会科学前沿, 2026, 15(11): 18-25. DOI: 10.12677/ass.2026.1511894

Abstract

Large language models (LLMs) support question answering and code generation, changing how postgraduate students acquire knowledge and solve disciplinary problems and creating new demands for the teaching process and assessment methods of the Optical Communication Technology course. Focusing on optic communication technology, a postgraduate course at Tianjin University of Technology, this study examines the necessity and feasibility of integrating LLMs in terms of policy requirements, disciplinary developments, and implementation conditions. The proposed teaching design follows the five stages of the P-MASE model: problem introduction, method exploration, scientific analysis, effective problem solving, and evaluation. The representative task of analyzing and optimizing the performance of long-distance wavelength-division multiplexing (WDM) optical links; is used to construct a collaborative teaching process involving teachers, students, and LLMs. LLMs support learning through question answering and coding assistance, while teachers guide students in checking for technical errors and comparing technical solutions. A process-assessment rubric is designed to support the development of students' ability to analyze and solve complex engineering problems. Assessment emphasizes how students reach their conclusions, with the aim of integrating disciplinary knowledge, engineering competence, and artificial intelligence literacy. This design offers a reference for integrating LLMs into postgraduate communication engineering courses.

Keywords

Large Language Models (LLMs), Optical Communication Technology, Postgraduate Courses, P-MASE Model, Teaching Reform

Copyright © 2026 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

光纤通信技术是通信工程相关专业研究生培养中的核心专业课程，是学生构建专业知识体系、形成工程实践能力的重要基础。面向国家战略需求，课程教学首先要服务高层次创新人才培养。面向国家战略需求，课程教学首先要服务高层次创新人才培养。研究生教育应面向科技前沿和关键领域，强化教育、科技与人才培养的协同推进[1] [2]。对光纤通信技术课程而言，落实上述要求，需要主动衔接行业建设需求和技术发展趋势。随着新型信息基础设施建设和光纤通信技术的持续发展，行业对高性能光通信系统和专业人才培养提出了更高要求[3]。与此同时，光纤通信技术的持续演进进一步提高了对人才专业素养和创新能力的要求。因此，课程教学需要由侧重知识讲授转向知识传授与能力培养并重，着力提升研究生分析和解决复杂工程问题的能力。

大语言模型(Large Language Model，LLM，简称“大模型”)技术的持续发展正在重塑知识获取方式。传统学习主要以教师讲授和资料检索为基础，学生需要自行筛选并整合既有知识；大模型则能够根据学习者的问题生成解释，并通过持续对话提供反馈，为知识获取增加了可持续追问的人机交互路径[4]。这种交互方式能够根据学生的学习需求调整反馈，为个性化学习提供支持，因而具有改善学习过程的潜力[5]。已有研究发现，在缺乏适当教学引导的情况下，学生容易依赖大模型直接获取答案，反而可能妨碍知识与技能的真正掌握[6]。因此，大模型的教育价值取决于其与教学过程的合理结合，也要求教师由知识讲授者转向学习任务的设计者和学习过程的指导者。随着人工智能技术的发展，教育领域开始关注智

能技术与教学过程的深度融合，相关研究指出，生成式人工智能在高等教育中的应用也正在推动教学内容、教学方式和评价模式的调整，为课程教学改革提供新的技术支持[7]。因此，将大模型有机融入光纤通信技术课程并重构课程教学，已成为提升研究生课程育人质量的重要任务。

为形成与上述要求相适应的课程改革路径，本文引入 P-MASE 研究性教学模型。P-MASE 源于科学研究过程，由引入问题(Problem)、寻找方法(Method)、科学分析(Analysis)、有效解决(Solution)和效果评价(Evaluation)五个相互衔接的环节构成[8] [9]。这一结构按照从提出问题到评价结果的研究进程组织教学，引导学生在解决真实问题的过程中选择方法、分析证据并形成方案，进而深化知识理解、提升研究能力。目前，P-MASE 已被用于研究性教学和课程案例建设。其教学逻辑与光纤通信系统从问题界定到性能验证的分析过程高度契合，能够为大模型参与课程教学提供明确的任务流程和人机协同框架。

本文以天津理工大学硕士研究生专业选修课《光纤通信技术》为对象，基于 P-MASE 模型开展教学方案设计。围绕长距离波分复用(Wavelength-Division Multiplexing, WDM)光链路性能分析与优化问题，明确教师、学生与大模型在各教学环节中的任务，设计专业错误核验活动和过程评价量规，为课程组织人机协同学习提供具体实施路径。

2. 大模型引入光纤通信技术课程的必要性与可行性分析

国家战略、学科技术发展和人才培养要求的共同作用，使大模型引入光纤通信技术课程具有现实必要性。首先，人工智能素养已成为新时代人才培养的重要要求。相关研究指出，高校需要将人工智能能力培养融入专业教育和科研训练过程，以提升学生适应智能化发展的综合能力[10]。与此同时，人工智能技术正在推动科研活动向智能化方向发展，为研究生开展知识获取、问题分析和科学研究提供新的方法支持。因此，将大模型融入光纤通信技术课程，是落实人工智能人才培养要求、提升研究生专业能力的重要途径。

其次，人工智能已经开始改变光纤通信领域的研究方法。在光纤非线性补偿研究中，研究人员将数字反向传播算法展开为深度神经网络，在改善补偿性能的同时，获得了对非线性传输机制的新认识[11]。随着大模型技术发展，其应用从信号处理延伸至光网络管理，同时可承担各种光链路的管理任务[12]。这些成果表明，人工智能的作用正在由辅助计算扩展到光链路分析和网络运维。课程内容需要反映这种研究方法的变化，帮助学生理解人工智能解决光纤通信问题。

最后，大模型的广泛应用正在改变光纤通信专业人才的能力要求。在大模型应用场景中，人工智能素养不仅表现为工具操作能力，还体现为对模型基本机制和能力边界的理解[13]。因此，《光纤通信技术》课程需要为人工智能素养培养提供专业情境，使学生能够运用大模型辅助分析问题，并依据专业理论检验模型输出。将大模型嵌入课程教学，有助于学生将一般性的工具使用落实到光纤通信专业问题的分析中。

现有模型能力与知识增强技术的发展，为大模型进入《光纤通信技术》课程提供了技术基础；多样化的模型服务方式，则使其使用成本能够控制在课程可承受范围内。从技术条件看，已有研究将经过专业数据适配的大模型用于光链路管理任务[12]，说明大模型已经具备参与光纤通信专业问题处理的潜力。但是，基座模型的参数知识难以完整覆盖课程资料和最新研究成果，因此不能将其应用建立在模型掌握全部专业知识的假设上。检索增强生成(Retrieval-Augmented Generation, RAG)可以使模型从教材、课件和论文构成的课程知识库中获取回答依据。与仅依赖参数知识的模型相比，RAG 能够生成更具体、事实性更强的文本[14]。当教学问题涉及跨文档的知识联系时，还可借鉴 GraphRAG 组织课程知识。对于需要计算或软件操作的任务，可将链路预算程序等封装为可复用的技能模块(skill)，由智能体(agent)调用其中的计算工具。ReAct 框架通过交替组织模型推理与外部环境交互，为此类多步骤任务提供了方法参考[15]。上述技术方案也为控制课程应用成本提供了条件。教师还可根据教学任务调整模型的使用范围和调用频

率，从而将总体支出控制在课程预算之内。因此，大模型融入《光纤通信技术》课程在成本上具有可实施性。

3. 大模型时代光纤通信技术课程改革

3.1. 课程目标与教学内容

《光纤通信技术课程》以帮助研究生建立现代高速光纤通信工程知识体系为基本目标，深入地理解光纤通信系统的核心理论、关键技术及前沿进展。课程不仅要求学生掌握光纤、光器件及系统的物理原理，还必须熟练运用 Rsoft、Comsol Multiphysics、OptiSystem 等专业仿真软件，进行光通信器件设计、光传输特性分析和完整通信系统性能评估。教学内容从光纤传输机理和光发射、接收原理入手，逐步拓展至高速复用与光链路设计，重点讨论放大器噪声、色散和非线性效应对系统性能的影响。在此基础上，培养重点由原理理解延伸至工程问题分析和技术方案探究，使学生能够根据实际工程问题，提出相应的技术方案。同时，课程注重引导学生认识光纤通信技术对信息基础设施发展的支撑作用，形成面向科技前沿的创新意识和工程责任感。通过本课程的学习，学生将具备独立分析和解决复杂光纤通信工程问题的能力，为从事前沿科学研究或高端技术开发工作奠定坚实基础。

3.2. 基于 P-MASE 模型的课程改革

依据 P-MASE 模型，光纤通信技术课程的教学可以划分为引入问题(P)、寻找方法(M)、科学分析(A)、有效解决(S)和效果评价(E)五个环节[9] [10]。在这些环节中，大模型通过知识问答和代码辅助提供“技术”层面的支持，教师围绕如何提问、如何选择方法以及如何验证结果提供“方法”层面的指导，学生在与大模型的持续协作中形成专业判断，三者关系如图 1 所示。下面选取课程中具有代表性的“长距离 WDM 光链路性能分析与优化”问题，分析大模型如何参与 P-MASE 各环节并推动课程教学改革。长距离 WDM 系统是高速光纤通信的典型应用，其性能同时受到放大器噪声与光纤非线性限制。在光纤通信技术课程体系中，在噪声与非线性共同限制下选择合适的发射功率，是系统性能分析与优化中的典型问题，因而具有代表性。

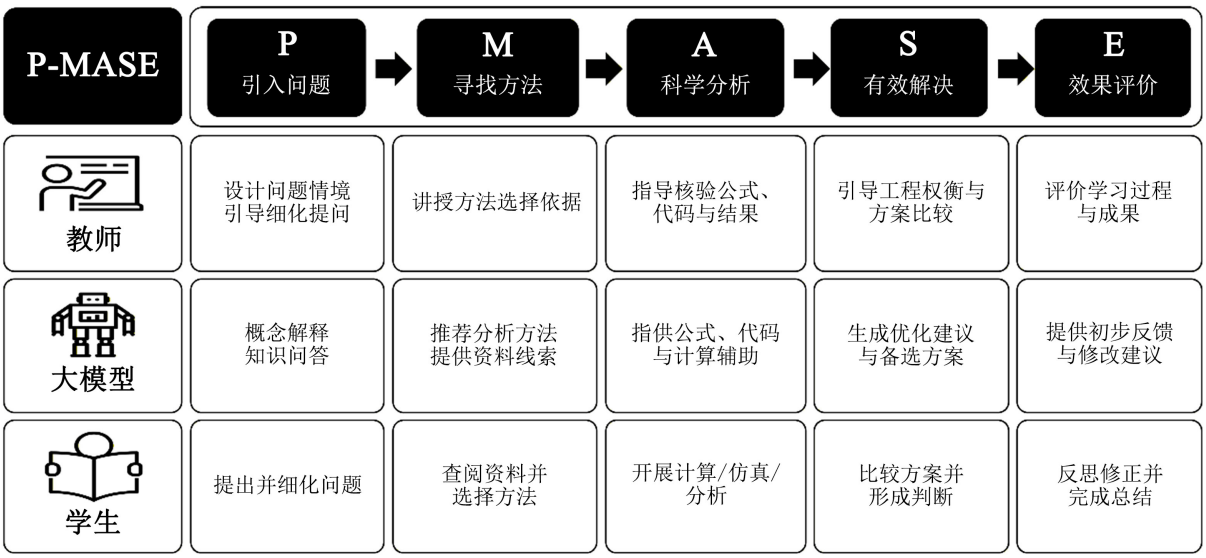


Figure 1. Human-machine collaborative teaching relationship based on the P-MASE model
图 1. 基于 P-MASE 模型的人机协同教学关系

结合《光纤通信技术》课程工程分析特点，本文选用 P-MASE 模型，主要考虑其将寻找方法、科学分析和有效解决分别展开，便于明确“选用何种模型”“计算结果是否可信”和“优化方案是否可行”三个相互衔接的问题。

在长距离 WDM 链路分析中，学生首先判断噪声计算模型的适用条件，随后检查计算程序与性能曲线，最后依据设备约束选择优化方案。教师在各阶段设置相应的检查要求，大模型提供资料解释与代码辅助，学生说明判断依据并保留过程材料。当分析结果出现模型假设与链路条件不符时，学生需返回寻找方法环节重新选择模型。由此，P-MASE 为本课程组织人机分工、开展阶段核验和记录学习过程提供了明确的结构。

在引入问题环节，教师设置一个由 10 个 80 km 光纤跨段组成、无色散补偿的相干 WDM 系统，每个跨段采用掺铒光纤放大器(Erbium-Doped Fiber Amplifier, EDFA)补偿损耗，并给出光纤参数、信道配置和接收条件，以接收端误码率升高为问题情境。学生最初可能向大模型提出诸如“为什么系统传输性能下降”等宽泛问题。教师引导学生将链路结构、可调参数和评价指标写入提示词，形成“在 10 × 80 km 的 WDM 链路中，单通道发射功率如何影响接收端信号质量和误码率，系统性能主要受到放大器噪声还是光纤非线性效应限制？”等具体问题。大模型根据提示词解释放大自发辐射(Amplified Spontaneous Emission, ASE)噪声、克尔(Kerr)非线性效应和光信噪比(Optical Signal-to-Noise Ratio, OSNR)等概念，并给出可能的影响因素。学生结合课程理论判断这些因素与案例条件是否相关。通过这一过程，学生逐步理解提示词的概念，并学会准确描述专业问题，教师则通过提问方式向学生传递分析问题的基本方法。

在寻找方法环节，学生要求大模型列出能够分析上述问题的计算与仿真方法。大模型可以给出级联 EDFA 噪声计算、高斯噪声模型和分步傅里叶法等选项，并生成相应的公式说明或代码框架。教师引导学生从研究对象和模型假设出发比较这些方法：级联噪声计算适合分析 ASE 噪声累积，高斯噪声模型可以估算 WDM 系统的非线性干扰，分步傅里叶法能够进一步描述信号在光纤中的传播过程。学生需要查阅教材和专业文献核对公式来源，说明所选方法能够解决案例中的哪一部分问题。因此，大模型帮助学生扩大方法搜索范围，教师讲授方法选择的依据，学生完成适用方法的判断。

在科学分析环节，学生利用大模型生成 Python 或 MATLAB 代码，在−5 dBm 至 5 dBm 范围内改变单通道发射功率，分别计算 ASE 噪声与非线性干扰，分析 OSNR 随功率的变化，并依据给定调制方式和接收条件估算误码率。教师向学生讲解代码验证的方法，包括检查变量单位、比较单跨段计算结果以及判断曲线趋势是否符合传输理论。学生检查大模型生成的代码，重点识别 dBm 与 mW 混用、EDFA 噪声系数转换错误和非线性参数遗漏等问题。当计算曲线与理论预期不符时，学生需要返回公式和代码逐项查找原因，并记录模型输出的修正过程。大模型在这一环节承担计算与编程辅助，教师讲授证据核验方法，学生通过核验形成对分析结果的独立判断。

针对大模型生成内容可能出现的专业错误，教师可设置表 1 所列核验任务，并要求学生提交判断依据及修改记录。学生应结合教材、原始文献和独立计算检查模型输出。对于模型假设与案例条件不符的问题，需返回寻找方法环节重新选择模型。

教师先以单位转换和单跨段计算示范基本核验，再引导学生检查模型适用条件和数值收敛性。学生需要解释错误如何影响结论，并在修正后重新计算。教师可提供统一的含错示例，标明其为教学材料，以检查学生的核验能力。

在有效解决环节，学生将已经获得的计算结果提交给大模型，要求其生成链路优化建议。大模型可能提出降低单通道发射功率、更换低噪声放大器或调整跨段长度等方案。教师引导学生依据性能曲线和现有设备条件评价这些建议。例如，当大模型提出“提高每级 EDFA 增益可以改善 OSNR”时，学生需要结合增益、ASE 噪声和放大器饱和之间的关系分析该建议的适用条件。学生比较不同方案带来的性能

改善与实施成本，选择符合案例约束的优化方案并说明理由。在这一环节，大模型提供可供比较的技术选项，教师讲授工程权衡的方法，学生对最终方案做出判断并通过计算或仿真验证。

Table 1. Error scenarios and verification tasks in long-distance WDM link analysis
表 1. 长距离 WDM 链路分析中的错误情境与核验任务

错误类型	具体情境	教师指导与学生核验	过程证据
单位与量纲	将 dBm 直接代入以 W 为单位的公式；混用噪声系数的 dB 值与线性值。	建立变量及单位表；用 0 dBm = 1 mW = 0.001 W 等基准检查转换；手算一个工作点并与代码对照。	变量表、转换公式与手算记录。
模型适用条件	用 ASE 噪声模型解释非线性限制；将高斯噪声模型用于不符合其假设的系统。	核对公式来源；逐项检查接收方式、色散补偿方式与模型假设，说明能够分析的效应及适用范围。	模型来源及条件对照说明。
性能指标	用仅计 ASE 的 OSNR 代表全部传输损伤；混用不同参考带宽。	写出指标定义与带宽；在所选相干传输模型下，综合 ASE 和非线性干扰分析 OSNR；明确调制与接收条件后估算误码率。	指标定义、带宽说明与性能计算。
链路约束	任意提高 EDFA 增益；改变跨段长度后仍沿用原损耗参数。	先明确可调参数；重新计算跨段功率，检查增益与损耗关系，并核对输出功率及饱和约束。	链路预算与设备约束检查。
数值计算	代码遗漏非线性项；分步傅里叶法步长过大，但仍输出平滑曲线。	固定其他条件，取消非线性项检查线性极限；减小传播步长、提高采样精度，比较结果是否收敛。	简化条件测试与收敛记录。

在效果评价环节，大模型根据学生提交的链路预算、仿真代码和性能曲线提供初步修改建议。学生结合原理检查相关建议，补充计算依据并完成报告。教师重点评价学生能否提出准确问题、选择合适方法、发现模型错误并依据证据形成结论，同时检查学生保留的提示词、模型回答和修改记录。教师通过这些过程材料判断学生是否真正理解大模型生成的内容，并对学习成果做出最终评价。经过五个环节的连续训练，大模型为学生提供知识和技术支持，教师将专业方法转化为可以操作的学习要求，旨在帮助学生掌握与大模型协作的方法，培养其对模型输出进行分析、核验和取舍的能力。

Table 2. Example of process evaluation rubric for WDM optical link analysis and optimization tasks
表 2. WDM 光链路分析与优化任务的过程评价量规示例

维度与满分	优秀	良好	基本达标	有待改进
问题描述 P 15 分	15 分：条件、可调参数与指标明确，问题可由计算或仿真回答。	12 分：问题明确，主要条件完整，少量参数需补充。	9 分：目标清楚，但缺少关键条件或指标，经提示可补充。	3 分：问题宽泛或条件矛盾，难以开展分析。
方法选择 M 20 分	20 分：来源可查，比较模型假设，充分说明选择依据及适用范围。	16 分：方法适用，能够解释主要假设，对备选方法分析不足。	12 分：经提示选用适当方法，对假设和适用范围解释有限。	4 分：直接采用模型推荐，无法说明来源及适用依据。
分析与核验 A 30 分	30 分：独立完成单位、简化条件及对照检查，解释差异并重新验证修正结果。	24 分：完成主要核验，能够解释关键差异，但验证记录不够完整。	18 分：在提示下修正明显错误，对结果可信性的依据说明有限。	6 分：主要凭程序运行或曲线外观判断，缺少有效核验。
方案论证 S 20 分	20 分：在相同指标与约束下比较方案，以结果支持选择并说明适用条件。	16 分：方案满足主要约束且有依据，对性能与成本权衡不足。	12 分：提出方案，但比较依据有限，部分约束需补充。	4 分：直接采用模型建议，缺少依据或违反案例约束。
协作反思 E 15 分	15 分：清楚记录人工判断，解释采纳或修改理由，并说明条件变化后的调整方法。	12 分：记录主要过程和修改依据，对方法迁移讨论不足。	9 分：记录部分过程，但个人判断和修改理由较笼统。	3 分：仅展示对话或答案，难以说明自己的判断。

课程设置总分为100分的过程评价量规，如表2所示。其中，分析与核验占30分，以体现本任务对专业判断的重视。教师在任务开始前说明表2的评价标准，在学习过程中提供反馈，并结合提交材料与个人口头解释评分。学生保留关键提问、方法依据、验证记录和方案修改说明，以呈现结论的形成过程。大模型提供学习反馈，最终评分由教师完成。

学生获得正确结果后仍需说明核验依据；对于能够识别、修正错误并重新验证的学生，依据其核验过程与最终理解评价。教师设置统一的含错示例检查核验能力。

4. 结论

大模型的知识问答和代码生成能力降低了学生获取标准化知识与技术方案的门槛，也改变了研究生分析专业问题的过程。本文以光纤通信技术课程为对象，基于P-MASE模型构建了贯穿引入问题、寻找方法、科学分析、有效解决和效果评价的教学改革思路。在这一框架下，大模型提供知识和技术支持，教师讲授提出问题、选择方法和核验结果的基本原则，旨在引导学生在持续的人机协作中形成专业判断。配套的错误核验任务与过程评价量规为教师指导模型使用和评价学习过程提供了具体参考。

在上述人机协作过程中，大模型可以快速生成答案和代码，仅以最终答案正误为中心的评价方式难以准确反映学生的实际能力。因此，课程评价需要进一步考察学生获得结论的过程，重点关注其能否核验信息来源、发现模型错误并依据专业理论修正结果。评价对象的变化也推动研究生培养目标由知识掌握扩展到知识更新与问题解决。学生需要学会借助大模型快速获取新知识，同时保持对模型输出的独立判断，以培养适应技术持续发展的学习能力。

培养目标和评价方式的变化进一步对高校教师提出了新的要求。教师需要理解大模型对提示词的敏感性、生成内容的不确定性以及代码中可能存在的专业错误，并据此设计能够体现学生分析过程的工程任务。对于技术更新快且包含大量计算与仿真的光纤通信技术课程，这种转变尤为重要。课程教学需要主动吸收大模型带来的技术能力，通过明确使用规范和加强方法指导，引导学生正确开展人机协作，为专业知识学习与工程能力培养提供支持。

基金项目

天津理工大学校研究生教育教学研究与改革项目一般项目(项目名称：新工科光纤通信技术研究性教学探索与实践，项目编号：YBXM2338)。

参考文献

[1] 倪晓玉, 袁敏, 孙师丹. 研究生教育赋能新质生产力: 核心要素、现实境遇与实践路径[J]. 研究生教育研究, 2024(4): 12-18.

[2] 林蕙青. 充分发挥科技创新的引领驱动作用实现高等教育高质量可持续发展[J]. 中国高教研究, 2024(11): 1-3.

[3] 项秋实, 王淼, 谢东辰, 等. 浅析光纤通信技术的原理及发展趋势[J]. 数字通信世界, 2024(3): 173-175.

[4] 戴岭, 赵晓伟, 祝智庭. 智慧问学: 基于ChatGPT的对话式学习新模式[J]. 开放教育研究, 2023, 29(6): 42-51+111.

[5] Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., *et al*. (2023) ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education. *Learning and Individual Differences*, **103**, Article 102274. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274

[6] Bastani, H., Bastani, O., Sungu, A., Ge, H., Kabakcı, Ö. and Mariman, R. (2025) Generative AI without Guardrails Can Harm Learning: Evidence from High School Mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **122**, e2422633122. https://doi.org/10.1073/pnas.2422633122

[7] 梁俊斌, 谢赟, 唐振华. 生成式人工智能赋能教育数字化转型的机理、挑战与对策[J]. 现代教育管理, 2025(11): 15-23.

[8] 韩杰, 张伟刚. 基于P-MASE的拔尖人才培养模式改革与实践[J]. 高等理科教育, 2023(1): 63-69.

[9] 张伟刚, 严铁毅, 张严昕. 基于 P-MASE 模型的研究性教学与素质教育[C]//河南科技大学. 素质教育: 让未来更美好——2020 年大学素质教育高层论坛论文集. 北京: 高等教育出版社, 2020: 166-173.

[10] 李钦, 钱泉, 胡坤. 人工智能赋能高等教育拔尖创新人才培养的模式探索[J]. 豫章师范学院学报, 2026, 41(3): 45-50.

[11] Fan, Q., Zhou, G., Gui, T., Lu, C. and Lau, A.P.T. (2020) Advancing Theoretical Understanding and Practical Performance of Signal Processing for Nonlinear Optical Communications through Machine Learning. *Nature Communications*, **11**, Article No. 3694. https://doi.org/10.1038/s41467-020-17516-7

[12] Abdelli, K. (2026) Prompt Once, Manage All: A Unified LLM Framework for Multi-Task Optical Link Management. *Journal of Lightwave Technology*, **44**, 2869-2879. https://doi.org/10.1109/jlt.2026.3660177

[13] Rismanchian, S., Babar, E.T.R. and Doroudi, S. (2026) What Undergraduate Students Need to Know and Actually Know about Generative AI. *Computers and Education*: *Artificial Intelligence*, **10**, Article 100554. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2026.100554

[14] Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., *et al*. (2020) Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, **33**, 9459-9474.

[15] Yao, S., Zhao, J., Yu, D., *et al*. (2023) ReAct: Synergizing Reasoning and Acting in Language Models. 2023 *International Conference on Learning Representations*, Kigali Convention Centre, 1-5 May 2023, 1-33.