


AIGC在初中英语阅读跨学科主题学习中的应用研究

——以沪教版(2024)七年级上册Unit 6 “Travelling around Asia” 为例

陆绍花^{1*}, 项心燕², 谢和武^{3*}

¹广州市白云区梓元岗中学, 广东 广州

²广州市白云区景泰中学, 广东 广州

³广州市白云区教育研究院, 广东 广州

收稿日期: 2025年11月28日; 录用日期: 2026年1月8日; 发布日期: 2026年1月20日

摘 要

本文为系列研究的第一个先行性理论建构研究, 基于“人机协同”的思想, 建立了用国产AIGC工具作支撑的“准备-沉浸-探究-评价(P-I-O-A)”四环节的人机协同教学模式, 并应用到初中英语阅读的跨学科学习中。该教学模式是后续系列研究关于课堂实践教学模式搭建的核心框架, 明确了教师、学生和AIGC在各个环节上的协作方式, 让老师能够借助AIGC把教学经验优势发挥出来, 使AIGC可充分利用其技术优势, 让各部分之间形成高效协同, 从而实现学生英语核心素养及跨学科综合能力的协同发展, 提供相关的理论依据和实践路径参考给初中英语教学创新提供一定的借鉴意义。

关键词

人机协同, AIGC, 初中英语阅读, 跨学科主题学习, 新课标, P-I-O-A

Research on the Application of AIGC in Interdisciplinary Theme-Based Learning for Junior High School English Reading

—Taking Unit 6 “Travelling around Asia” from the Shanghai Edition (2024) Grade 7 Semester 1 as an Example

Shaohua Lu^{1*}, Xinyan Xiang², Hewu Xie^{3*}

¹Ziyuangang Middle School, Baiyun District, Guangzhou Guangdong

*通讯作者。

文章引用: 陆绍花, 项心燕, 谢和武. AIGC 在初中英语阅读跨学科主题学习中的应用研究[J]. 创新教育研究, 2026, 14(1): 343-356. DOI: 10.12677/ces.2026.141044

²Jingtai Middle School, Baiyun District, Guangzhou Guangdong

³Baiyun District Education Research Institute, Guangzhou Guangdong

Received: November 28, 2025; accepted: January 8, 2026; published: January 20, 2026

Abstract

This paper serves as a preliminary theoretical construction for a series of studies. Guided by the core concept of “human-computer collaboration”, it systematically develops a four-stage human-computer collaborative teaching model—“Preparation-Immersion-Exploration-Assessment (P-I-O-A)”—supported by domestic AIGC tools, applied to interdisciplinary theme-based learning in junior high school English reading. This model forms the core framework for subsequent classroom practice research in the series. The model clarifies the collaboration mechanisms and role divisions for teachers, students, and AIGC at each stage, enabling teachers to leverage their pedagogical expertise with the support of AIGC, while allowing AIGC to fully utilize its technological advantages and enabling efficient collaboration among all parts. This aims to promote the synergistic development of students’ core English literacy and interdisciplinary comprehensive abilities, providing a theoretical reference and practical pathway for innovation in junior high school English teaching.

Keywords

Human-Computer Collaboration, AIGC, Junior High School English Reading, Interdisciplinary Theme-Based Learning, New Curriculum Standards, P-I-O-A

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

在全球数智化转型的浪潮下，生成式人工智能(AIGC)以其颠覆性的内容生成和交互能力，正在深刻重塑教育图景，与我国教育数字化战略的内在要求高度契合[1] [2]。这种融合为推动教学创新提供了关键抓手，尤其是在初中英语学科领域，其教学正经历从工具性到人文性、从单一性到综合性的深刻变革。

《义务教育英语课程标准(2022年版)》明确规定，开展跨学科主题学习的课时不少于10% [3]，对教学资源的丰富程度、教学设计的创新能力均提出了更高的要求。但是，AIGC在教育应用上存在“缺少实用的教学资源、缺少适切的教学模式”等实践弊端[4]，亟需形成一套较为完备、简单易用的应用形式。

在教育数字化转型的宏观大背景下，宏观层面以生成式人工智能(AIGC)为代表的诸多新技术为推动学科教学改革创造出了新的契机；而在微观的初中英语阅读教学实际过程中，仍然存在着多学科知识相融不够充分的问题，以及技术与教学场景匹配度不高的实际情况，导致两者之间衔接脱节的现象较为普遍，由此难以将技术势能转换成实践效能。在此背景下，笔者拟于宏观技术机遇与微观教学困境之间的中间层级搭建起沟通二者的关键桥梁——即有效促进两者衔接的机制。

本文作为先导性的理论建构研究，将围绕两个关键问题来回答——1) AIGC在初中英语阅读的跨学科学习场景下具体担当何种角色？2) 如何建立系统化的“人机协同”通用模式去指导教学实践？基于此，文章将以一个具体的单元教学为例，对整个“人机协同”的操作过程及实施路径予以阐释，并通过理清

其理论框架和拆解其实现路径的方式为未来的相关的实证研究提供可以参考的理论基础及实践指导。本次研究作为系列的研究工作的开始部分,将主要在理论上解释这部分的工作,后续将进行多轮的教学实践对模式的有效性进行检验并修正。

2. 文献综述与理论基础

新时期,在新的课程标准背景下,初中英语教学已经从单纯的教授语言知识转向了全面培养学生的综合素养,将跨学科主题学习作为培养学生思维品质的重要手段之一,这一部分的教育教学很适合使用AIGC作为技术助力[2]。AIGC正在改变传统的教与学的关系[5],对于AI角色功能的理解有:智能导师、认知伙伴、赋能工具等[2]。但是,已有研究大多是界定AI的通用角色,对具体的学习场景下开展跨学科学习的知识关联挖掘不够细致[2]。因此,本文拟从情境学习理论[6]、建构主义学习理论[7]、人机协同理论[8]入手,结合高融合人机协同教学模式的应用[9],探索建立初中英语跨学科学习中AIGC赋能的新模式,为实现AIGC赋能初中英语跨学科学习模式提供坚实的理论依据。

情境学习理论认为学习是情境性的和具有社会性特征的过程,只有通过社会参与和社会实践活动才能有效建构知识[10]。在教学中,学生通过参与真实活动和解决实际问题来建构知识[11]。采用情境学习的主要做法是为学习者搭建模拟的社会实践情景,在活动中学习者可亲身经历并取得一些有益的经验,在具体的体验与实践达到有意义学习的目的[11][12]。情境学习理论为初中英语跨学科学习AIGC的应用提供了指导方向,可利用AIGC虚拟能力创造出接近真实的、富有文化的信息,如通过生成有关历史事件或者风景名胜的沉浸式文本、图像、视频等,让学生在“亲历”中进行英语及跨学科知识的学习[13][14]。

建构主义认为知识是学习者在已有的知识经验的基础上,通过对周围环境的探索和操作得到建构的产物,而不是纯粹地从外部传授而来[15][16]。我们每个人都带着过去学过的知识、积累的生活经验,就像手里已经有的积木块;当遇到新的信息、新的问题时,我们会主动探索尝试(如翻书、请教等),要么把新的“积木”拼进原来的“积木城堡”里(“同化”),要么调整原来的城堡结构,让新积木能稳当地放进去(“顺应”)。这个自己动手、主动组合的过程,就是知识“建构”的过程。简而言之,学习者本身是知识的积极建构者,通过同化或顺应的过程把新信息纳入自己的认知结构,不断调整自己的认知结构来适应新的经验[17]。在建构主义的影响下,教育教学方式由原来的以教为本转向现在的以学为本,通过项目学习、探究学习等方式在具体的解决问题的过程中去学习知识[18][19]。在初中英语阅读教学中,建构主义强调学生的主体性和能动性,教师鼓励学生通过自主探究、合作交流来理解文本意义[20]。

人机协同理论是近几年在人机交互领域出现的一种新的框架。其研究目标是探究人与人工智能系统如何协同解决问题、完成任务[21][22],并在不同场景下,具体平衡人工智能与人的能力大小,通过协同工作达到人的能力和人工智能的优势,提升整个协作团队的工作效率。具体到教育领域,人机协同已逐渐向主流的教学方式发展,慢慢把“人与机器”的交流融入原有的“人与人”的传统教学交流模式中去[23]。而作为强有力的人工智能工具AIGC,在教育中的应用引发了关于其对学习效果影响的争议,但越来越多的研究表明,“人-AIGC”工具协同的学习模式能够提升学生学业成就水平[21]。一方面,AIGC可以辅助教师进行教学设计、资源准备、学情分析等[24];另一方面,AIGC可以提供即时反馈,帮助学生及时发现并纠正错误,增强其学习的信心[13]。

运用人工智能、机器学习等技术手段,将课堂教学融入高融合的人机协同教学模式中,使教学资源的匹配与学习路径的设定都能够更加符合学生个体的需要[4]。这种模式注重人类教师和人工智能助教一起协同工作,其中人类教师完成自己的创造性与情感性工作,人工智能助教完成重复化、程式化的部分工作,发挥双方各自的优势,把人和AI的合作更好地应用到教育事业上来,促进学生的全面发展[4]。

在初中英语跨学科学习课堂中,有了AIGC这一工具后,将解决老师到处找资料的痛点,教师可以

利用 AIGC 依据某一主题自动生成相关的阅读文本、听力训练及虚拟情境等不同类型的资源[25] [26]，同时 AIGC 也可以成为学生的认知伙伴，比如根据学生的需要随时回答他们的问题、对学习情况随时进行反馈和纠正等，还可向学生提出具有发散性的提问引导学生进行深度思考[2] [27] [28]，如在学生阅读有关自然保护领域的英语文章后，同步为他们介绍有关文章所涉及的中英文相关生物学、地理学知识等[29]，让他们的学习不仅仅局限于文字层面，拓展了知识广度。

综上所述，情境学习理论认为学习是社会化的、实践性的，有利于 AIGC 创设沉浸式学习环境；建构主义认为学生是主动建构者，强调教师要基于对学生已知前提条件等的了解来创设支持个性化的学习活动或问题情境以调动学生主动参与并激发高阶思维等；人机协同则立足于促进人和机器间互动协同路径的探索，在探寻人与 AIGC 互促共进的过程中，突出 AIGC 对教育发挥的积极作用。把这三种理论融为一体运用于初中英语跨学科学习场域中，可以更好地开展具有高度融合度的人机协同教学，并用这种方式化解传统教学中存在的种种弊端，培养学生必备的核心素养。

3. AIGC 的应用角色与协同机制分析

根据前述理论框架以及初中英语阅读跨学科教学的实际需求，把 AIGC 在通用教学流程中的角色功能拆分为四个切点(如图 1 所示)，对 AIGC 与师生群体共同完成各项工作任务的工作协同机制进行了剖析，既是对现有文献综述领域的某些研究作深化拓展，又是 AIGC 教育应用场景的创设与研建过程中的重要的创新点，主要聚焦于技术工具与教学实操之间的融合共通。

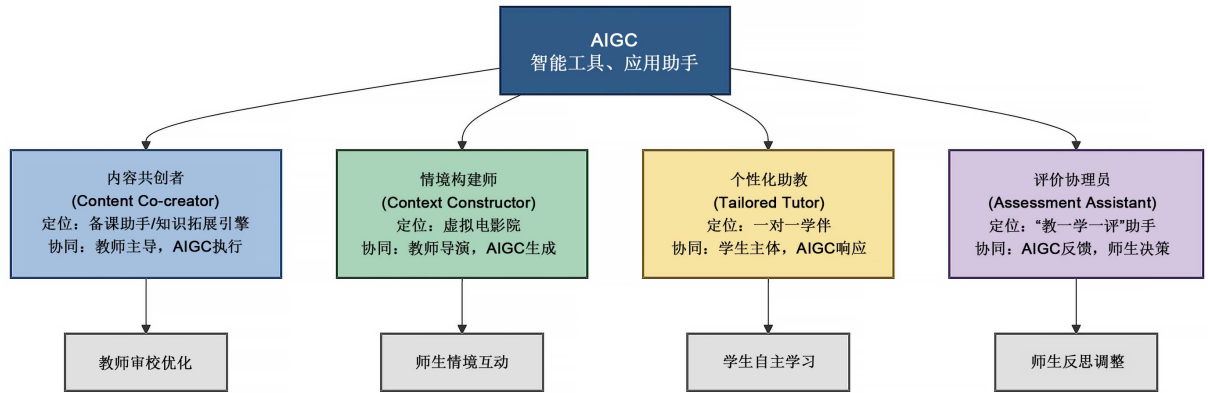


Figure 1. Diagram of AIGC application roles
图 1. AIGC 的应用角色示意图

AIGC 作为内容共创者(Content Co-creator)的角色时，充当了教师“智能备课助手”、学生“个性化知识拓展载体”两重身份。对于教师而言，在教学设计环节当中，由教师作为教学设计的核心主导者，提出针对某一节课时需要达到的教学目标与具体内容；AIGC 作为具体的内容生产者生成有关的英文阅读素材初稿；最后，教师基于自身的教学经验和专业知识对其开展后续审核、修改和优化等工作，形成最终的优质成品；当面对广大学生群体时，AIGC 能够根据学生兴趣差异和学情层级，提供不同难度和维度的补充阅读材料，为不同的学生群体不同的服务，有利于满足学生的差异化学习需要，促进学生不同层次的发展。

作为 AIGC 参与到跨学科学习情境建构时，AIGC 充当着情境建构师(Context Constructor)的角色，帮助师生搭建起浸润式、交互式学习情境。教师作为情境的设计者和整个情境工作的导演，提出了具体的诉求，比如提供一幅有关历史航海主题的教学场景多模态素材，AIGC 则按着需求生成符合文本指令的相

关场景资源(包括图、文、音、视频等虚拟场景资源),为学生创设真实的学习情境。当真正将学生带入到事先创设的情境中后,教师带领学生开展观察感知类的任务,学生通过角色扮演或者模拟探索等方式感受并加深体会感知,进而打破常规时空边界对传统教学情境的限制,让学生在具体可感的情境之中体味学习内容,激活其主动学习的热情。

当 AIGC 作为个性化的助教(Tailored Tutor)时,能够在学生的阅读理解、口语表达、探究实践等差异化的学习需求给予全天候、一对一个性化精准化智能辅导的支持。学生是学习的主体,学生在学习中遇到的一些疑问,比如生字词语,都可以随时跟 AIGC 提问,通过多轮次的对话式答疑把学生认知不清的东西清晰化。具体到跨学科探究,学生还可以跟 AIGC 一起头脑风暴,共谋思路的办法,为学生解决自主学习能力和解决问题的素养提供支持,通过两者之间的合作提高学生的自主学习的效率,从而达到弹性适用性的学习效果。

此外, AIGC 还可以作为评价辅助者(Assessment Assistant),即能利用所形成的具有过程性的评价结果和反馈性信息开展数据驱动的过程性评价与诊断性反馈支持服务;作为专业化的数据加工主体对学生的文本作业进行快速的量化分析、评判语言运用质量并提出初步评价结果,通过量化分析与教师的质性观察相结合的方式,对学情作出更为精准、完整的评价;学生的学情反馈能马上得到体现,知道自己有哪些是做得好的、哪些是有待提升的,有助于有针对性地去学习和提升自己,再进行有效的自查、自省,完善自己的策略、方法,以便更好地进行反思和改进。

4. 人机协同应用模式的构建

以跨学科素养发展为目标,将培养学生英语阅读能力和学习能力放在重要地位,并通过跨学科主题的学习来促进学生思维品质的发展,这一模式包含了四个紧密结合的要素:协同准备(Preparation)→协同沉浸(Immersion)→协同探究(Operation)→协同评价(Assessment),“P-I-O-A”四环节之间互为关联、互相衔接,形成循环往复的教学过程(如图 2 所示)。

本文所构建的“P-I-O-A”人机协同应用模式,遵循“人主导、机协同”的核心设计思路,力图突破目前 AIGC 应用“碎片化”的局限,依托“单元主题内容”与“跨学科思维方法”这两个核心要素,建立 AIGC 全程赋能、教师主导的新型教学模式,在此模式下,教师是教学活动的设计者和引导者,把控育人导向,创设情境,引导情感;AIGC 充当智能助教,负责资源生成、情境渲染、个性化辅导等工作,解放教师双手,助力老师开展小组合作式教育教学,解放人力资源。

AIGC 作为内容共创者(Content Co-creator)的角色时,充当了教师“智能备课助手”、学生“个性化知识拓展载体”两重身份。对于教师而言,在教学设计环节当中,由教师作为教学设计的核心主导者,提出针对某一节课时需要达到的教学目标与具体内容;AIGC 作为具体的内容生产者生成有关的英文阅读素材初稿;最后,教师基于自身的教学经验和专业知识对其开展后续审核、修改和优化等工作,形成最终的优质成品;当面对广大学生群体时,AIGC 能够根据学生兴趣差异和学情层级,提供不同难度和维度的补充阅读材料,为不同的学生群体不同的服务,有利于满足学生的差异化学习需要,促进学生不同层次的发展。

P(协同准备)环节中,依据建构主义学习理论,教师从学生已有的知识和认知水平出发,设计跨学科主题与探究路径。教师作为“设计师”,确定跨学科主题,制定学习目标,规划探究路径,利用 AIGC 作为“内容共创者”,基于其指令自主生成或改造分级阅读材料、探究任务单,并根据提供脚本绘制或创设音视频等多媒体素材;同时教师在主题设计时结合多学科思维方法(如历史时序)来进行,让 AIGC 生成的内容在知识层面上既要达到覆盖面,又要能促进学生认知上的有效综合;在人机协同融合的基础上完成备课“减负增效”。

“P-I-O-A” 四环节	角色	任务	协同方式
P - 协同准备 (Preparation)	教师 (设计师)	确定跨学科主题 设定学习目标、规划探究路径	教师通过精准 提示词与AIGC 多轮交互，将 教学意图转化 为高质量教学 资源
	AIGC (内容共创者)	生成/改编/分级阅读材料、 设计探究任务单、创建多媒体素材	
I - 协同沉浸 (Immersion)	AIGC (情境构建师)	创设沉浸式情境 如历史图片、模拟视频、虚拟场景等	AIGC提供多模 态感官刺激， 师生共同参与 情境互动
	教师 (引导者)	利用AIGC创设的沉浸式情境导入主题 激发学生兴趣	
	学生 (体验者)	在情境中感知、联想 激活已有知识，产生探究动机	
O - 协同探究 (Operation)	学生 (研究者)	以小组为单位围绕驱动性问题 进行资料查询、观点碰撞、信息整合	学生与AIGC高 频交互，教师 在关键节点进 行人际交互
	AIGC (个性化助教)	作为智能研究助手支持学生探究活动	
	教师 (促进者)	巡回指导，观察学习过程 提供方法论支持，调控探究节奏	
A: 协同评价 (Assessment)	AIGC (评价协理员)	对探究成果进行初步分析 提供基于数据的反馈	AIGC提供客观初 步评价依据，师 生进行深度评价 与反思
	学生 (反思者)	结合AIGC反馈和同学互评 进行自我评估	
	教师 (终评者)	综合AIGC数据、学生自评互评和过程观察 进行总结性评价	

Figure 2. Diagram of the “P-I-O-A” human-machine collaborative application model
图 2. “P-I-O-A” 人机协同应用模式示意图

I(协同沉浸)环节的核心是情境学习,即让学习在具备真实感的场景中发生。本环节由师生共同主导,AIGC 则作为“情境构建师”,渲染构建学习情境,教师作为“引导者”,利用 AIGC 所创设的情境引导进入主题;学生作为“体验者”,代入情境中的角色(如航海船员)、调动感官体验,从“旁观”开始慢慢参与其中,既能自然联结已有的知识,又能激发其探究兴趣,让知识学习和真实情境初步融合。

O(协同探究)环节是建构主义与人机协同的深度结合,以学生为主体,实现“师-机-生”协同,以人机共进的方式进行知识的构建。学生作为“研究者”,在组内以探究驱动性问题开展探究活动,AIGC 作为“个性化助教”进行资料查询、观点交锋和信息整合,AIGC 可以调动起所有人的经验,引发激烈的思想争鸣;教师作为“促进者”巡回各组去,观察、学习并给予方法上的指导;AIGC 为“AIGC-学生”和“教师-学生”的双线结构保驾护航。

A(协同评价)环节在设计上遵循建构主义的理念,在关注学生学习结果的基础上,更为重视学生的知识建构过程、小组协作表现以及自主性思考。在实践上,则充分体现出人机协同的应用:由 AIGC 担任“评价协理员”,对学生文本作业进行快速分析,筛选出学生探究性学习结果,将结果以及学生的完成情况反馈给数据。而学生则是“反思者”,在阅读 AIGC 的评价以及同组同学对自己的评价之后给自己或者同伴打分;教师作为“终评者”,使用大模型对学生探究结果进行打分,同时对自身教学做出评价与反思,使评价具有一定的诊断功能、激励功能和发展功能。

国内的各种 AI 工具就可以实现上述的全部功能,比如 DeepSeek、Kimi、豆包等模型,可以生成和

理解文字；秘塔 AI 搜索可以从互联网上抓取资料来获得信息；通义万相、智谱清言可以生成图、画、视频等多媒体文件；讯飞星火可以完成人机对话，也可以辅导学习；WPS AI 可以直接进行文稿等相关文字处理。

本模式有三大创新：基于工具的应用转化为“师-机-生”的协同生态；通过 P-I-O-A 四个环节实现多学科主题在学校教学场景中的落地；利用国产 AIGC 工具保证有迹可循、可复制和普遍适用性。最终形成“师-机-生”动态协同三角：教师为学习设计师，学生为自主建构者，AIGC 为智能伙伴，共同推动教育生态的发展。融合 AIGC 过程性评价与教师总结性评价，实现“教-学-评”三位一体的闭环，进而达成教学、学习与评价的整体融通。

5. 课堂实践案例设计

本文将聚焦以上所述的理论与实践，以沪教版(2024)七年级上册 Unit 6 “Travelling around Asia”中作为跨文化补充文本的 The compass and the map 为基础素材，按照上述的“P-I-O-A”方式，设计课堂活动。具体目标如下：① 从语言能力上看，学生可以准确把握文意，学会名词 north, compass, map, direction, route 等及其表达路线和指南针在航海上的应用；② 从文化意识上看，能够了解中国四大发明之一的指南针，知道它是我国古代四大发明之一，并且知道了它在海上丝绸之路以及目前仍然存在的世界贸易的主导地位；了解其历史功绩、作用和重要性；③ 从思维品质上体会从古至今世界各地人们的发现、积累和创造不断促进人类文明的进步与发展，体悟科技改变世界的作用；④ 从学习能力上看，掌握利用 AIGC 工具信息检索、融合与创造，增强自主探究能力和协作学习的能力。

在 P(协同准备)阶段，教师是整个教学过程的“设计师”来展开教学设计，建立跨学科学习主题及探究路径。主题内容为“指南针的伟大发明及其在全球航海中的影响”，包含了解古代的导航难处-认识指南针的发明与原理-探究广州海上丝绸之路时代与欧洲大航海时代的指南针。AIGC 作为“内容共创者”，在教师的指引下完成教科书的内容，例如由教师按上述路径提供给 DeepSeek 加工出完整集中的阅读资源包，里面包含了 12 篇量身定制化的阅读类文本，每条路径均有 3 篇主题式任务：基础篇(80 字)、进阶篇(150 字)、拓展篇(180 字)，根据班级学情精准化设置差异教学支持。利用 WPS AI 制作探究任务单，设计包含选择题、简答题等任务单技能类型。结合 AIGC 最终生成的结果，对 AIGC 生成的内容进行校验、润色与组合成具有学生认知水平并且符合跨学科学习目标的最终教学方案，并把这种方案拿到课堂中去实施。(P 环节具体的 AIGC 交互实例见附录。)

在 I(协同沉浸)环节中，教师在课堂上以“引导者”的角色先抛出启发性的问题，“In ancient times, before the compass was invented, how did merchants in Guangzhou trade with other countries by sea?” 让学生思考古人在大海中如何去发现未知世界。随后是 AIGC 以“场景师”的身份根据情境需求即时生成一组对比的图片：第一张图描画了在巨大的狂风巨浪中迷失了方向，随时会被拍打在悬崖绝壁上的古代商船；第二张图则出现了不同船队扬帆起航，在高高低低修建起来的广州外港码头吞吐了一批又一批的商品，等待驶离起航。此时此刻的学生作为“体验者”，在这视觉对比中描述感受、打开脑洞进行联想，在此之中不经意地传递出自己的所见所闻以及认知及情感能力。

到了 O(协同探究)环节，本课中学生是“研究者”，并主导着知识的建构，学生们先完成了课文的基础阅读，随后分成了 4 组：Group A 探究指南针的中国发明史；Group B 解析指南针的科学原理；Group C 探讨指南针在广州海上丝绸之路中发挥了怎样的作用；Group D 考察指南针是如何促使欧洲迎来了大航海时代的。学生利用秘塔 AI 搜索或者豆包之类的 AIGC 进行操作和交互，比如 Group C 给出“Summarize the Maritime Silk Road in Guangzhou and the role of the compass”的提示词获得相关的信息，然后整合自己的研究成果做成 PPT 或者思维导图用来进行课堂展示。老师这时候就是“促进者”，一路巡回观察学生

们之间的合作情况,解决学生们筛选信息、培养学生批判性思维的问题,保证探究的深度。同时 AIGC 可以作为“个性化助教”予以帮助,从而形成“AIGC-学生”与“教师-学生”双重协同网络。

A(协同评价)过程是融合人机力量为一体的评价活动,每个小组进行完汇报之后,先进行小组之间的互相评议,在此基础上再利用 WPS AI 等方式将学生课堂上的语言表达等进行快速整理,形成课堂语用类等内容、逻辑、语言等方面的初级数据,为课后的学习、训练做好记录。随后,根据收集到的 AIGC 数据、学生的互评自评情况和教师过程中的一些观察,形成综合性评价,并作出相应的点评。如:“表扬 C 组对接指南针到海上丝绸之路环节比较好,但除了这个概念之外还需要加入一些其他案例来进行证实。”最后用一种质疑的方式提出“对于 AIGC 生成的内容应如何加以验证”这样一个思考点,在提高学生信息批判力的同时,较好地贯彻了“教-学-评”一体化以及“以评促学”的提升。

以人机协同“P-I-O-A”模式为基础,将 AIGC 深度融入课堂教学的各个环节中,使跨学科学习内容更丰富,提升了学生的探究力,探索出一种具有现实意义的初中英语阅读跨学科主题学习方式的易操作的方法。

6. 讨论、挑战与展望

本文所提出的“P-I-O-A”模型,是 AIGC 时代里人机协同教学的创新方案,从理论落地到实际教学中,必然会遇到多重挑战。针对这些潜在风险,下面主要从技术、伦理、教学法等层面分析模型在使用过程中可能遇到的困难与挑战。

首先,技术可信度与工具依赖风险是必须要解决的问题。目前 AI 的“幻觉”现象仍然存在[2] [30], AIGC 可能会生出一些看上去比较合理但实际上和真实情况不符的内容(比如将指南针的发明过程讲错了),这种“幻觉”会让学生产生误解,进而也会误导教师做出一些错误判断;另一方面,怎样避免生成内容出现差异性问题也是很难克服的问题,给定同样提要或者提示词以及一样的技术要求之后,不同时间或者不同模型所产生的结果都可能存在差别[31] [32],这对教学设计造成一定影响,教学设计就会出现不稳定的状态,老师不容易利用 AIGC 工具稳定地生成高质量、高一致性水平的教学材料[33],需要老师不仅要具有较强的内容甄别能力[32],而且还需要提高自身的科技素养特别是如何运用 AI 工具等各方面的能力[4]。当下,首先便是要构建起教师为主体的“验证-优化”的模式:教师应该先审校确认 AIGC 生成的内容是否符合现实性,是否经过“三重互鉴”的检验[2];在此基础上还要厘清要点间的前后顺序关系。再者,要开发与共享“教学提示词”库[30],通过教研团队整理优质的提示词模板并进行共享,以减少结果的随机性。长远来说,需开发建设教育版或者专用的教学大模型以系统性地解决此问题。

其次,教学伦理与学生发展风险也是需要克服的问题。在引入 AIGC 作为教学工具后,学生可能会变“懒”,变得过度依赖 AIGC,只要现成的答案,不愿自主探究[34] [35],进而影响学生分析、评价、创造等高阶能力的发展[35];在与 AIGC 的互动加强后,可能会自然地减少和同学、老师的讨论,进而影响社交和情感发展[35] [36]。应对此问题,可以在教学设计中嵌入“无 AIGC”的思维环节,如规定观点形成、方案设计等环节必须先由学生独立或小组完成,AIGC 只用来后续拓展;同时应切实做好“师-机-生”的三元互动,教师引导学生围绕 AI 答案辩论、评价,把人机互动变成师生、生生交流的催化剂[34]。此外,不管是教师还是学生,都需要加强数字公民教育,告知其数据风险,不要输入敏感信息,优先选隐私政策透明的教育版工具等[37]。

再次,教学评价体系适配性问题也十分突出。现行的英语教学评价体系,对核心素养培养的评价的适配一直有待提高。英语课程要培养的学生核心素养包括语言能力、文化意识、思维品质、学习能力等方面[3],但传统的评价主要是采用纸笔测试和最终成绩的方式,侧重考察学生的记忆和复述语言知识的能力,无法准确把握学生在实际情境下的整体表现,特别是高阶思维、合作能力、批判性思维、自我反

思及提升等方面的表现[38][39]。因而在教学评价方面还是需要建立与英语课程核心素养相匹配的教学评价体系,既要符合新的课标要求,又要能跟踪学习的过程,并且要能够动态地去关注分析某个学生的学习能力发展的状况。其现在最重要一步的工作就是完善好这样一种多模态的过程性评价,这种评价更强调的就是通过一种评价模式能够获得各种有关于学习的数据信息,比如师生之间和 AI 工具之间的对话记录、小组合作探究的过程性的笔记、各种作文修改过程留下的痕迹以及学习反思日志和口语表达的一个视频片断等[40][41]。长远来看,要利用好人工智能和学习分析这样的技术,来形成一个能够自适应的教学评价体系,并且把它作为专用教学大模型的一个功能,来展开各种应用。

此外,教师角色重塑与专业能力的挑战也必须重视。上述的各项挑战,对教师的角色和专业能力提出了新的要求[42][43],一方面,从“讲课的人”变成“设计学习的人”,教师需要应对角色转换,需要花更多精力做环境设计、过程引导,这与教师所熟悉的传统教学思路、教学习惯有较大的差别[44];另一方面,要用好 AIGC 就需要掌握好使用提示词的技巧,这也增加了教师的额外学习负担[30]。实际教学中,应考虑从学校乃至区域层面开展相关的校本研修,结合学科案例的实操工作坊[30][43],同时还应建立教学案例与资源库,为教师提供可直接参考或改编的“脚手架”[43],以降低使用门槛。

总的来说,本文提出的“P-I-O-A”模型仍是一个初步的设计方案,尚未经过实际的教学检验来证明其是否能起作用、如何起作用。要想把此模型真正搬进课堂,还面临诸多挑战:在应用层面上,适配不同的跨学科主题的同时,如何更好地帮助教师突破“提示词使用技巧”;技术伦理上要警惕 AI“幻觉”的问题、警惕学生过于依赖工具带来的影响及可能产生的负面影响,如思维深度的欠缺、数据的泄露等;在教学体系上需要思考如何将现有的评价方式和数字素养相结合,更好地与现在的教育教学内容结合。当然,现在的模型肯定是有缺点的,但也正因为如此,才显得做研究要脚踏实地,我们提出的不是结果,只是一个工作方案。从工作的过程,来总结最终的效果;实事求是地指出可能会出现的问题、应该采取的一些对策,希望对于我们的领域来说,是有一份真正的“行动指南”、有用的“风险预案”。接下来我们要基于此模型做严格的试用,结合不同学校、不同班级、不同主题来收集教学的过程以及教学的结果的数据,然后根据实践不断地去调整和完善这个模型。最终目的是在这样一个可控风险之下,真正发挥人机协作的优势,在帮助学生提高英语核心素养和跨学科能力能力的同时,又可以走出这样一条帮助教师“减负赋能”的教学创新之路。

7. 结论

基于新课标的有关要求构建“P-I-O-A”人机协同应用模式,从 AIGC 四个角色——内容共创者、情境构建师、个性化助教、评价协理员出发,在四环节协同流程的基础上探索 AIGC 融入初中英语阅读跨学科学习路径。本模式在提升教学效率、优化学习体验等方面有巨大的潜力。

基金项目

本文为广东省教育科学规划 2026 年度重点项目、广州市白云区教育研究院省市规划课题子课题“AIGC 赋能初中英语阅读跨学科主题学习的课堂实践研究”(批准号:2026ZQJK0027-01)的研究成果。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 教育强国建设规划纲要(2024-2035 年) [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/202501/t20250119_1176193.html, 2025-01-19.
- [2] Chen, X., Hu, Z. and Wang, C. (2024) Empowering Education Development through AIGC: A Systematic Literature Review. *Education and Information Technologies*, 29, 17485-17537. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12549-7>
- [3] 中华人民共和国教育部. 义务教育英语课程标准(2022 年版) [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.

- [4] 王同聚. 中小学人工智能课程教育实践策略的设计与实施[J]. 现代教育技术, 2024, 34(12): 95-104.
- [5] Gozalo-Brizuela, R. and Garrido-Merchán, E. C. (2023) A systematic Review of Generative AI in Education. *Electronics*, **12**, Article 5034.
- [6] Stoller, F.L. (2004) Content-Based Instruction: A Long-Standing Trend. *The Language Teacher*, **28**, 5-10.
- [7] Lave, J. and Wenger, E. (1991) *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511815355>
- [8] Piaget, J. (1970) *Structuralism*. Basic Books.
- [9] Seeber, I., Bittner, E., Briggs, R.O., de Vreede, T., de Vreede, G., Elkins, A., *et al.* (2020) Machines as Teammates: A Research Agenda on AI in Team Collaboration. *Information & Management*, **57**, Article 103174. <https://doi.org/10.1016/j.im.2019.103174>
- [10] Aadal, L., Kirkevold, M. and Borg, T. (2013) Neurorehabilitation Analysed through 'Situated Learning' Theory. *Scandinavian Journal of Disability Research*, **16**, 348-363. <https://doi.org/10.1080/15017419.2013.781956>
- [11] 刘清堂, 刘瑶瑶, 郑欣欣. 跨学科主题学习中学习方式的影响因素研究——基于情境学习理论的视角[J]. 中国电化教育, 2024(7): 46-54.
- [12] Devlin, A.M., Lally, V., Sclater, M. and Parussel, K. (2013) Inter-Life: A Novel, Three-Dimensional, Virtual Learning Environment for Life Transition Skills Learning. *Interactive Learning Environments*, **23**, 405-424. <https://doi.org/10.1080/10494820.2013.768271>
- [13] 张韬焘. 信息技术在初中英语阅读教学中的应用刍议[J]. 试题与研究, 2024(4): 117-120.
- [14] Ding, L. (2024) AIGC Technology in Mobile English Learning: An Empirical Study on Learning Outcomes. *Proceedings of the 2024 Asia Pacific Conference on Computing Technologies, Communications and Networking*, Chengdu, 26-27 July 2024, 92-98. <https://doi.org/10.1145/3685767.3685783>
- [15] 王冕, 钟志贤. 论促进知识建构的学习环境设计[J]. 开放教育研究, 2008(4): 22-27.
- [16] Nurhuda, A., Al Khoiron, M.F., Syafi'i Azami, Y., *et al.* (2023) Constructivism Learning Theory in Education: Characteristics, Steps and Learning Models. *Research in Education and Rehabilitation*, **6**, 234-242. <https://doi.org/10.51558/2744-1555.2023.6.2.234>
- [17] Chen, W. (2024) The Application of Constructivist Learning Theory to English Reading Teaching of Senior High School. *Journal of Education and Educational Research*, **8**, 276-279. <https://doi.org/10.54097/8ffqna55>
- [18] Zhang, Q. and Lin, C. (2024) A Study on the Integration of AIGC Technology into Project-Based Learning in Animation. *Proceedings of the 2024 3rd International Conference on Artificial Intelligence and Education*, Xiamen, 22-24 November 2024, 341-345. <https://doi.org/10.1145/3722237.3722296>
- [19] Do, H., Do, B.N. and Nguyen, M.H. (2023) How Do Constructivism Learning Environments Generate Better Motivation and Learning Strategies? The Design Science Approach. *Heliyon*, **9**, e22862. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22862>
- [20] 丁憧. 建构主义理论在初中英语阅读教学中的应用策略[J]. 华夏教师, 2024(12): 64-66.
- [21] Yang, W., Lu, Z., Li, Z., Cui, Y., Dai, L., Li, Y., *et al.* (2024) The Impact of Human-AIGC Tools Collaboration on the Learning Effect of College Students: A Key Factor for Future Education? *Kybernetes*, **54**, 7746-7763. <https://doi.org/10.1108/k-03-2024-0613>
- [22] Wang, Z. (2025) Theories and Practices of Human-Machine Collaboration Model in English Language Teaching: Advantages, Challenges, and Future Development. *The Educational Review, USA*, **9**, 92-97. <https://doi.org/10.26855/er.2025.01.013>
- [23] 夏忠庆. 基于 AIGC 的初中信息科技跨学科主题学习[J]. 湖北教育(政务宣传), 2024(S1): 83-84.
- [24] Wang, H., Zu, B., Li, Y., Zhu, W. and Chen, H. (2025) Research on Human-Computer Collaboration Paradigm in AIGC-Empowered High-Level Language Programming Courses. *Journal of Contemporary Educational Research*, **9**, 285-289. <https://doi.org/10.26689/jcer.v9i5.10506>
- [25] Wang, Y. and Wang, B. (2024) Empowering Smart Teaching with AIGC in the Integration of Specialization and Innovation: An Exploration and Practice. *Proceedings of the 2024 3rd International Conference on Artificial Intelligence and Education*, Xiamen, 22-24 November 2024, 346-351. <https://doi.org/10.1145/3722237.3722297>
- [26] Lu, G., Hussin, N.B. and Sarkar, A. (2024) Navigating the Future: Harnessing Artificial Intelligence Generated Content (AIGC) for Enhanced Learning Experiences in Higher Education. *2024 International Conference on Advances in Modern Age Technologies for Health and Engineering Science (AMATHE)*, Shivamogga, 16-17 May 2024, 1-12. <https://doi.org/10.1109/amathe61652.2024.10582123>
- [27] Jing, B., Yang, H., Pi, Z., Zhou, Y. and Ma, H. (2025) Exploring the Impact of AIGC on Learning Performance: A

- Moderated Mediation Analysis between System-Paced and Self-Paced Video Learning. *Interactive Learning Environments*, 1-17. <https://doi.org/10.1080/10494820.2025.2514090>
- [28] Zhong, W., Yang, Y., Jing, B., Yang, X., Tan, Z. and Wei, Q. (2025) Scale for Students' Attitude Towards AIGC Feedback in English Pronunciation Learning: Development, Validation and Application. *PLOS ONE*, **20**, e0335210. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0335210>
- [29] 宋洁莹. 跨学科主题学习在初中英语阅读教学中的实践[J]. 英语学习, 2025(9): 69-75.
- [30] 方海光, 王显闯, 洪心, 等. 面向 AIGC 的教育提示工程学习提示单设计及应用[J]. 现代远程教育, 2024(2): 62-70.
- [31] Ye, D., Cai, S., Du, H., Kang, J., Liu, Y., Yu, R., *et al.* (2025) Optimizing AIGC Services by Prompt Engineering and Edge Computing: A Generative Diffusion Model-Based Contract Theory Approach. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, **74**, 571-586. <https://doi.org/10.1109/tvt.2024.3463420>
- [32] 周志毅. 基于提示词工程的 AIGC 辅助传统旗袍创新设计研究[J]. 染整技术, 2025, 47(11): 63-65.
- [33] 蒋林粮, 周成莉. 生成式人工智能赋能高校思政课: 价值、挑战与路径[J]. 湖北职业技术学院学报, 2024, 27(1): 42-48.
- [34] 庞玉忠. 应对与重塑: AIGC 对高中作文教学的影响[J]. 江苏教育, 2024(7): 78-79.
- [35] Kumar, S., Rao, P., Singhanian, S., Verma, S. and Kheterpal, M. (2024) Will Artificial Intelligence Drive the Advancements in Higher Education? A Tri-Phased Exploration. *Technological Forecasting and Social Change*, **201**, Article 123258. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123258>
- [36] 方海光, 孔新梅. 人机协同教育的实践形态与现实挑战[J]. 教育家, 2025(18): 5-6.
- [37] 蔡琳. AIGC 可版权性认定的一般规则构建[J]. 政法论丛, 2024(2): 138-150.
- [38] 许洁, 李艳. 人工智能赋能基础教育教学与管理: 机遇、案例及建议[J]. 教学月刊·中学版(教学管理), 2024(Z1): 3-8.
- [39] 姚梅萍. 语言运用能力与初中英语核心素养的探讨[J]. 校园英语, 2018(41): 195.
- [40] 苏琳. 基于 AIGC 技术的数字媒体教学模式创新: 课程设计、实施与反思[J]. 南通职业技术学院学报, 2025, 39(3): 24-29.
- [41] 黄秋妮. 初中生英语核心素养培育策略[J]. 校园英语, 2023(40): 157-159.
- [42] 彭泽平, 冯橙. 智能时代的教师专业发展: 诉求、困境与实践进路[J]. 教育学术月刊, 2024(2): 98-105.
- [43] Roshan, S., Zaffar Iqbal, S. and Qing, Z. (2024) Teacher Training and Professional Development for Implementing AI-Based Educational Tools. *Journal of Asian Development Studies*, **13**, 1972-1987. <https://doi.org/10.62345/jads.2024.13.2.154>
- [44] 谢晓雪, 柳士彬. AIGC 时代职业教育教师智慧学习空间的设计框架与构建策略[J]. 职教论坛, 2024, 40(1): 62-70.

附录：P 环节中分级阅读材料共创的 AIGC 交互实例

教师设计并输入至 AIGC (如 DeepSeek、豆包等)的提示词：

【角色与任务】：你是一名初中英语教学专家，擅长编写适合非英语母语学习者的分级阅读材料。
【主题与内容】：请围绕“中国古代指南针的发明及其对航海的影响”这一主题，分别撰写三篇英文短文。
【教学目标】：① 从语言能力上看，学生可以准确把握文意，学会名词 north, compass, map, direction, route 等及其表达路线和指南针在航海上的应用；② 从文化意识上看，能够了解中国四大发明之一的指南针，知道它是我国古代四大发明之一，并且知道了它在海上丝绸之路以及目前仍然存在的世界贸易的主导地位；了解其历史功绩、作用和重要性；③ 从思维品质上体会从古至今世界各地人们的发现、积累和创造不断促进人类文明的进步与发展，体悟科技改变世界的作用；④ 从学习能力上看，掌握利用 AIGC 工具信息检索、融合与创造，增强自主探究能力和协作学习的能力。
【具体要求】：
基础篇(约 80 词)：词汇控制在《义务教育英语课程标准》七年级上册范围内，使用简单句和现在时态，核心介绍指南针是什么、何时发明。
进阶篇(约 150 词)：可加入少量八年级词汇，使用复合句，介绍指南针的基本原理(磁极)及其在宋代海上贸易中的初步应用。
拓展篇(约 180 词)：可涉及“navigation”“global trade”等词汇，讨论指南针如何通过阿拉伯商人传至欧洲，并最终促成大航海时代。
【输出格式】：“请直接输出三篇短文，每篇开头标注级别。”

AIGC 生成的原始内容：

Basic Level
The compass is a great invention from ancient China. It is a small tool that helps people find directions. Long ago, Chinese people made the first compass. They used magnetic stone, a special stone that can point south or north. Even today, compasses are useful for travelers and sailors. This simple but smart invention shows the wisdom of ancient Chinese people. It is one of the most important inventions in history.

Intermediate Level
The compass, one of China's Four Great Inventions, was created during the Han Dynasty and improved in the Song Dynasty. It works because of the Earth's magnetic poles—a magnetic needle always points north-south when it is free to move. In the Song Dynasty, sailors began to use compasses on ships. This made sea travel safer, even on cloudy days or at night when the sun and stars were not visible. With compasses, Chinese merchants sailed far to trade silk, tea and porcelain with other countries. The compass played a key role in developing ancient China's 海上 trade.

Advanced Level
After its wide use in Song Dynasty China, the compass was introduced to Europe by Arab merchants through land and sea trade routes. This invention changed global navigation greatly. Before the compass, sailors relied on stars and landmarks, which limited their travel range. With the compass, European sailors could sail across vast oceans confidently, even in bad weather or unknown waters. This led to the Age of Exploration (15th-16th centuries), when explorers like Columbus and Magellan made long sea voyages. The compass connected different continents, promoted global trade, and helped shape the modern world. It remains a symbol of how ancient Chinese innovation influenced human civilization.

教师的人机协同优化

请根据以下要求进行修改：
1) 基础篇词汇还是偏难，再修改成简单词汇和简单句。
2) 中篇难度适中，补充宋朝时期指南针的使用对广州(中国海上丝绸之路的起点)贸易发展起到的作用。
3) 高级篇(约 200 字)加入少量九年级词汇，使用复合句和过去时态，补充介绍指南针的发明过程和原理。
4) 全英文输出，不要带汉字。

【人机协同优化后 AIGC 生成的材料】

Basic Level

The compass is a great invention from ancient China. It is a small tool. It helps people find directions. Chinese people made the first compass a long time ago. They used a special stone. This stone always points to the north and south. Today, the compass is still useful for many people. It is one of the most important inventions in history.

Intermediate Level

The compass, one of China's Four Great Inventions, was created in the Han Dynasty and improved in the Song Dynasty. It works because the Earth has two magnetic poles, and a magnetic needle can always point to the north-south direction when it moves freely. In the Song Dynasty, sailors started to use compasses on ships, which made sea trips much safer even on cloudy days or at night without the sun or stars. As a key starting point of the Maritime Silk Road, Guangzhou saw its trade grow fast. Many merchants from here sailed to other countries with silk and tea, and the compass played a big part in this busy trade.

Advanced Level

The invention of the compass has a long process. Early in the Warring States Period, people found that a kind of stone could point to the south, so they made a simple tool called "Sinan". Later in the Han Dynasty, this tool developed into a magnetic needle, and its structure became more practical. The compass works based on the Earth's magnetic field, which pulls the needle to point to the north and south stably. In the Song Dynasty, it was widely used in navigation. Then, Arab merchants brought it to Europe through trade routes. This tool changed European navigation completely. Before that, sailors depended on stars and coastlines to find their way. With the compass, they could sail across the open sea bravely. This directly led to the Age of Exploration, which promoted global trade and connected different continents together.

教师对材料进行把关与润色：

教师基于对七年级学生学情的精准把握、跨学科教学目标的落实以及对语言习得规律的遵循，对 AIGC 生成的初稿进行如下关键性优化，使其成为可直接用于课堂的优质分级阅读材料。

1) 基础篇优化说明与定稿

优化重点：极致简化，确保可读性。替换抽象名词，使用最基础的“主 - 谓 - 宾”句型，严格控制生词。

主要改动：将“a great invention”改为“a helpful tool”，更具体易懂；将“find directions”具体化为“know which way is north”，与课标词汇“north”直接关联；简化发明过程的描述，聚焦核心功能；将最后一句评价简化，直击“四大发明”这一文化知识点。

Basic Level 最终教学文本：

The compass is a helpful tool from old China. It is small. It helps people know which way is north. Chinese people made it long, long ago. They used a special stone. The stone can point north. Today, people still use it. It is one of China's Four Great Inventions.

2) 进阶篇优化说明与定稿

优化重点：提升语言表达的准确性与逻辑性，强化具体地理历史概念的融入，使跨学科链接更紧密、自然。

主要改动：将“created... and improved...”调整为“first made... and later made better...”，更符合七年级学生对历史进程的表述习惯；将原理描述“the Earth has two magnetic poles”优化为“the Earth is like a big magnet”，使用比喻，更生动形象；将“Guangzhou saw its trade grow fast”优化为“Guangzhou became a busier port”，动词更具体；明确点出“silk, tea, and porcelain”等典型贸易商品，并加入“safely”一

词，凸显指南针带来的核心价值；优化结尾句，强调指南针的“key (关键)”作用。

Intermediate Level 最终教学文本:

The compass is one of China's Four Great Inventions. It was first made in the Han Dynasty and later made better in the Song Dynasty. It works because the Earth is like a big magnet. A small magnetic needle in the compass always points north-south.

In the Song Dynasty, sailors began to use compasses on their ships. This helped them sail safely, even on cloudy days or at night. Guangzhou was a key port on the Maritime Silk Road. With compasses, ships from Guangzhou could carry silk, tea, and porcelain to other countries more safely. The compass played a key role in the busy trade of that time.

3) 高级篇优化说明与定稿

优化重点：在保持中考阅读难度的同时，优化历史叙述的流畅度，丰富句式结构，并确保科技原理的描述清晰且严谨。

主要改动：将“has a long process”优化为“took centuries to develop”，更符合历史表述；明确“Sinan”为“an early direction-finding tool”，并加入“was born”使叙述更生动；将原理句优化为“This works because...”，并使用“allows”一词，体现科学工具的能动性；将“changed European navigation completely”优化为“revolutionized European navigation”，用词更精准、有力；将“sail across the open sea bravely”优化为“venture into the open ocean with greater confidence”，词汇更丰富，并强调心理变化；优化最后一句，形成“工具→时代→影响”的清晰逻辑链，并以“legacy (遗产)”收尾，提升思维高度。

Advanced Level 最终教学文本:

The compass took centuries to develop. During the Warring States Period, people discovered a magnetic stone that pointed south, leading to the creation of “Sinan,” an early direction-finding tool. By the Han Dynasty, the more practical magnetic-needle compass was born. This works because the Earth's magnetic field allows the needle to align consistently with the north-south direction.

Widely adopted in Song Dynasty navigation, the compass was later introduced to Europe by Arab traders. This invention revolutionized European navigation. Previously, sailors depended on stars and coastlines, limiting their voyages. With the compass, they could venture into the open ocean with greater confidence. This technological leap directly fueled the Age of Exploration, enabling transoceanic journeys that connected continents and reshaped global trade. The compass stands as a lasting legacy of Chinese innovation.