

引用格式: 焦念志, 李三忠, 胡晨, 等. 创新科学教育范式——以《宜居地球》通识课程为例. 中国科学院院刊, 2025, 40(6): 1046-1057, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20241124003.
Jiao N Z, Li S Z, Hu C, et al. Redefining science education paradigm—By course *Habitable Earth*. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2025, 40(6): 1046-1057, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20241124003. (in Chinese)

创新科学教育范式

——以《宜居地球》通识课程为例

焦念志^{1*} 李三忠² 胡晨³ 周忠和⁴ 舒德干⁵ 谢树成⁶ 黄建平⁷ 陈发虎⁸ 丁林⁹
朱彤⁹ 徐义刚¹⁰ 吕永龙¹¹ 翦知湔¹² 汪品先¹²

1 厦门大学 海洋与地球学院 厦门 361102

2 中国海洋大学 海底科学与探测技术教育部重点实验室 青岛 266100

3 厦门大学 碳中和创新研究中心 厦门 361102

4 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所 北京 100044

5 西北大学 地质学系 西安 710075

6 中国地质大学(武汉) 地球科学学院 武汉 430074

7 兰州大学 大气科学学院 兰州 730000

8 中国科学院青藏高原研究所 北京 100101

9 北京大学 环境科学与工程学院 北京 100871

10 中国科学院广州地球化学研究所 广州 510640

11 厦门大学 环境与生态学院 厦门 361102

12 同济大学 海洋与地球科学学院 上海 200092

摘要 在科技创新与科学普及协同推进的战略背景下,教育、科技、人才一体化已成为国家核心竞争力的关键支撑。如何统筹科技创新与科学普及,既是当代科教领域的重大命题,也是实现从“人口红利”到“人才红利”转型的核心路径。世界正处于百年未有之大变局的关键时期,复合型科技创新型人才培养成为新时代的重大需求,尤其是人工智能迅猛发展背景下,传统的教育模式面临巨大挑战。文章以人工智能驱动的教学新范式为切入点,聚焦《宜居地球》通识课程教学实践,系统解析科技赋能科学教育的战略路径,从教学理念创新到课程结构优化,从师资队伍建设到人才培养措施,从课堂师生互动到课外实践体验,多方位探讨了本(科)研(究生)一体化的科技创新教育在内容、方式、途径和评估等方面的举措。这一案例不仅为兼具

*通信作者

资助项目: 海洋负排放国际大科学计划(ONCE), 国家自然科学基金委基础科学中心项目(42188102), 国家自然科学基金委科学部综合研究项目(42141003)

修改稿收到日期: 2025年3月19日; 预出版日期: 2025年3月20日

创新思维和实践技能、科学素养和人文情怀的高端复合型人才培养提供了可操作的框架,更体现了科技创新与科学普及深度融合的战略价值,为国家教育、科技、人才一体化发展提供了实践参考。

关键词 教学范式, 通识教育, 本研一体化, 宜居地球, 人工智能

DOI 10.3724/j.issn.1000-3045.20241124003

CSTR 32128.14.CASbulletin.20241124003

21世纪以来,全球科技竞争正加速向基础研究、应用转化与全民科学素养并重的综合模式演进。在此背景下,我国明确提出教育、科技、人才“三位一体”的发展方针,强调以科技创新重塑教育生态,以科学普及筑牢科技创新根基,推动二者在更高层次上深度融合。特别是,中国高等教育为国家经济发展和社会进步作出重大贡献,为建设科技强国奠定了人才基础。然而,当今世界正经历百年未有之大变局,国际形势瞬息万变、大国博弈不断演进、科技竞争日益激烈。大数据、数字孪生、人工智能(AI)等信息技术快速迭代,对传统教育模式带来巨大冲击。此外,全球变化与人为活动相互作用、多维交织,引发从新冠疫情到气候变化等多重危机,影响地球整体环境的系统性演化,对人类社会可持续发展提出了前所未有的挑战。如何适应发展趋势、满足未来需求,是当下科学教育、人才培养必须直面的紧迫问题;教学方式变革,教育、科技、人才一体化战略势在必行^①。

党的十八大以来,习近平总书记高度重视科学普及事业,全面系统提出“两翼理论”,并作出系列战略部署。党的二十大报告强调教育、科技、人才是

全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑^②。党的二十届三中全会进一步提出,必须深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略,统筹推进教育科技人才体制机制一体改革^③。这一系列重大部署凸显了科技创新与人才培养在新时代国家整体发展中的关键作用,也为科学普及与科技创新协同推进奠定了政策基础。然而,在战略层面如何有效协调科技创新与科学教育,使科技人才培养更具有普惠性,仍是全球科技竞争背景下亟待探索的教育命题。

改革开放以来,人才培养得到全社会重视,但全民教育始终处于“淘汰赛”与“普惠性”之间。以应试教育为主导的中考、高考往往成为分水岭,把青少年分流定义成“佼佼者”和“落榜者”。这在一定程度上加剧了教育层级之间的断裂,也使高等教育与大众科学普及之间出现鸿沟。生成式人工智能、大数据、大模型、大概率计算等新兴技术正在深度渗透教育领域,随着DeepSeek等前沿AI模型的发布,教育领域的数字化转型已势不可挡。AI不仅能再造教育流程、重塑教育生态,更对社会科学普及、公众教育和

① 中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定. (2024-07-21)[2025-04-02]. https://www.gov.cn/zhengce/202407/content_6963770.htm?jump=true; 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知. (2017-07-08)[2025-04-02]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm; 教育部关于印发《高等学校人工智能创新行动计划》的通知. (2018-04-02)[2025-04-02]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5443346.htm.

② 习近平:高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告. (2022-10-25)[2025-04-02]. https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm.

③ 中国共产党第二十届中央委员会第三次全体会议公报. (2024-07-18)[2025-04-02]. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202407/content_6963409.htm.

终身学习体系带来颠覆性变革^[1,2], AI的迅猛发展预示着“公平教育”时代即将来临。科学教育和人才培养要充分利用AI为教育改革创造条件实现跨越, 只有让科技创新与科学普及并重发力, 才能实现“两翼”齐飞, 真正释放科技进步的倍增效应, 为国家培养更多具备创新实践能力的高层次人才。

在新的时代背景下, 如何有效融入AI技术, 实现教育、科技、人才一体化发展, 缩短人才成长周期, 成为亟待实践的重要议题。基于这一认识, 本文以教育部“地球系统科学”通识教育改革虚拟教研室开设的《宜居地球》通识课程3年探索实践为核心案例, 立足于AI时代的知识爆炸和技术迭代, 探讨如何在课程建设与教学模式中落实科学普及与育人的双重使命。《宜居地球》通识课程通过汇聚师资优势、促进学科交叉融合、创建综合性通识课、实施本(科)研(究生)一体化教学、AI辅助学习、科技赋能实践等多维度创新, 探索了一条可复制、可推广的科技教育融合路径。《宜居地球》通识课程不仅面向高校科学教育改革, 也为社会大众提供优质科学普及与学习资源, 提升科学素养与创新意识, 让更多人能更早地锁定个人兴趣与发展方向, 为国家提供多层次、多领域的后备创新力量。这一探索可望避免长周期教育, 降低人才培养的社会成本, 释放不基于绝对人口数量而基于高科技素养人口比例提高的新型人口红利, 从而为实现人口众多的“中国式现代化”开辟一条人才培养的新路径。

1 科学教育理念: 通识教育奠基全民科学素养

为了提升公民的科学素养, 必须加强通识教育。一个文明的社会必然具备较高的科学素养, 而高科学素养社会的养成依赖于不断提升的高科学素养公民比例, 高科学素养公民可大力推动新质生产力快速发展, 人类才能科学、有效地应对可持续发展过程中面

临的各种挑战和问题, 如提高民众的科学素养有利于人们在面临突如其来的危机时消除恐慌、有效防控。

通识教育作为非专业性教育, 其目的在于培养具备健全知识体系、德智体美劳全面发展的人才, 以提升社会整体的科学素养。通识教育应深入浅出、通俗易懂、联系实际、启发思考; 应注重开阔受众的知识面, 强化基础知识, 强基固本; 培养受众认识 and 解决问题的能力, 提高基本技巧技能, 格物致知; 训练受众批判性逻辑思维、甄别真伪、判断是非、科学决策的能力; 引导受众热爱生活, 开阔胸襟, 形成健全人格与高远志向, 在不同人生阶段发挥科学理性的价值。同时, 通识教育重点关注理想、信念、视野、博雅、审美、思想、责任、情怀等多方面素养, 旨在惠及大众并优选塑造高层次人才, 实现完备的人性教育^[3,4]。

通识教育能够为大众提供兼具广度与深度的知识平台, 也为后续高层次科技创新人才的培养奠定广泛基础。通识教育通过“德智体美劳”五育融通与科学通识教育协同互补, 能够更加全面地锻造受众的人格品质与能力结构, 体现了教育科技人才一体化发展战略与科技创新、科学普及同等重要的协同理念, 为建设高科学素养社会注入多元与持续的动力。

2 教研能力建设: 从学科交叉到AI赋能融合

提升教研能力是保障科学教育质量和培养高素质人才的关键。对于涉及多学科交叉、前沿知识不断涌现的通识课程而言, 既需要组建高水平、结构合理的教师团队, 又必须不断更新教学理念、优化教学方法, 以适应新时代教育发展需求和复合型人才培养目标。高质量的教研贯穿通识教育的全过程, 涵盖合理的课程内容设计、适当的授课形式、有效的课堂互动, 乃至外延的课后实践等课前、课中、课后各个环节。教研能力体现在教师队伍结构、科技知识储备、因材施教措施、兴趣激发方式和知识难点解析等多个

方面。对于综合性课程，需特别注意课程结构的合理性、课程内容的渐进性、教学方法的启发性和因材施教的灵活性。通过集思广益、联合教研和不断实践，达到融入美学、引出哲理、提升素养的目的。AI等快速发展的新兴技术是多学科交叉的融合器，也是教育科技人才一体化发展战略的整体育人需求。因此，充分运用AI技术赋能通识课程教育，不仅能够优化教学资源配置、提升个性化教学效能，还能促进师生共同成长、推动智慧教育的深度发展，使其成为进一步提升教研效能的重要抓手。

2.1 学科交叉融合：打造多元协同教研团队

现代通识教育不仅需要深厚的学术造诣，还应突破单一学科授课的照本宣科传统。针对通识课程的综合性、系统性、前沿性和普惠性，教师必须进行自我能力提升才能开展高深学问的科学普及，适当利用现代AI手段激发受众的好奇心、探寻欲和钻研劲，提升受众的综合科学素养，这一复杂任务并非单个教师能够独立完成。后疫情时代的科学教育必须顺应“教育4.0”的发展趋势，通过整合多学科资源，协作提升教学效果^[5]。围绕一门通识课程的知识体系，教师之间也要取长补短、协同配合，开展同行间的交叉学习，实现自我提升；需要熟稔学术和教学的多学科大师指点和参与，从思想到内涵进行引领和实践。学术和教学大师具有自然形成的学术领悟和浑然和谐的传道方式，但随着教育形态的演进，需要凝练科技新知识、吸纳教学新方式、打造教学新范式，这都可以通过不断磨合、反复探讨和实践推广等方式循序进行教学检验。

科学教育可以突破纯理工科模式，引入哲学、美学、历史等其他博雅教育内容，通过长期的研讨融合，形成受众喜闻乐见的教学方式。综合教研需要系统化、整体化的思维构架与协同机制，尤其是在地球系统科学等强调整体性和系统性的学科中更为关键。地球系统科学内容覆盖广、时空跨度大，单一教师难

以兼顾深度与广度，但借助AI技术，跨国界、跨语言、跨学科的协同教研模式成为可能。通过构建国际化、跨学科的联合教学团队，实现知识结构的优化、内容的深入浅出，以及课程的多语种共享，以更好地满足地球系统科学这类综合学科的教育需求。联合教研能形成具有高度凝聚力和战斗力的优秀教师队伍，有效发挥团队优势，有利于全面提升课程的教学效果。在团队协作中，教师不仅能够拓宽自身的学术视野，还能不断打磨教学方法，使通识课程更加贴近时代需求，为培养高水平创新人才奠定坚实基础。

2.2 科技知识迭代：优化课程结构

通识教育要求新一代人才通晓和把握相关课程中科技问题的来龙去脉、整体发展大势。近50年来，科技进步迅猛，知识更新迭代加速，在地球系统科学等前沿领域，各学科最新研究进展与交叉热点层出不穷，若依赖陈旧教材与过时案例，难以激发受众探究兴趣，甚至会在快速演变的时代中产生知识滞后现象。因此，教学团队的专业知识储备必须具备相当的完备性、先进性和覆盖度，具体涉及2个方面：①教师个体（包括AI助教）应主动跟进最新学术动态，提升科学素养与技能水平，涵盖科学知识、人文素养、教育技术等多个维度，以适应现代教学的综合需求；②学校等教学单位应围绕课程体系与受众认知规律，推动教学团队建设，打造知识结构完备、专业背景多元的教学集群。

课程结构能否紧随科技迭代步伐，取决于是否拥有一支跨学科且持续更新的高水平教学团队。教学团队应汇聚不同学科背景和专业特长的教师，形成高效协作的教研小组，促进学科交叉融合、经验互鉴，摒弃陈旧教学内容，主动吸纳最新科技成果，以全面提升课程质量。教学团队需在课程内容优化、知识体系构建、教学模式创新、学习路径设计、实践能力培养等方面协同推进，确保教学体系既能紧扣学术前沿，又能兼顾基础性、系统性和广泛适用性，才能在科技

创新与科学普及并重的大趋势下兼顾不同学习阶段与多样化背景受众的需求。教学团队需注重知识迭代与学科融合的理念,进一步拓展通识课程的改革空间,使通识课程具备更强的适应力与持续进化能力,为未来教育模式的创新奠定坚实基础。

2.3 改革教学方式:激发创新思维

教学方式的深度变革是回应未来知识结构复杂性与人才创新能力需求的关键路径。在信息时代,受众可从多元渠道获取海量碎片化知识,然而这些知识往往缺乏系统性、逻辑性和深度,难以真正引导受众深入思考和实践创新。因此,唯有先进的教学理念、系统的教学规划和有效的教学方法才可适应信息时代的教学需求,才可使得教学效果得以倍增。不论是课堂讲授、作业评判等传统方式,还是充满活力的互动讨论和情景模拟等形式,都应融合运用而非孤立存在,都应逻辑性串联起多源而零碎的知识点。从问题提出到科学假设、证据收集整理再到逻辑求证,通过追根溯源,激发科学思考,开展技术革新,最终探求未知、预测未来,延伸并创新科学理论,直到自觉践行大道规律、规范个人行为,并在更广阔的社会环境中形成责任意识 and 实践能力。

创新教学方式,激发受众学习兴趣和科研创新潜能。课堂不仅是教师的演讲舞台,也应围绕受众的认知规律、兴趣激发与思维培养,选择最适宜的教学模式,以提高课堂参与度,降低知识理解门槛,同时兼顾知识的深度与广度。此外,课堂教学也要适应信息技术发展,充分利用大数据、大模型、大概率等新一代技术,突破传统填鸭式教学模式,转向循序渐进引导式、先进技术辅助式学习,提高受众参与度和师生互动性,形成教学相长的传道授业新模式。在教学过程中,借助AI的学习行为分析、知识图谱构建、智能评测等功能,实时跟踪与深度分析受众的学习效果,实现因材施教,更好地为受众的训练和成长打造多层次教学模式和优质平台。

2.4 数字智联赋能:众创教育生态

AI赋能正深刻重塑现代教育范式,使传统由教师 and 受众构成的二元教学结构,演变为教师、AI和受众“三位一体”的教学相长模式。虚拟现实(VR)、增强现实(AR)、混合现实(MR)与智慧算法等AI技术的融合,正在重塑传统课堂,打破时空限制,构建沉浸式、交互式的学习环境。通过云平台作业管理与行为分析、虚拟数字人“元老师”跨时空互动、VR模拟太空行走、AR探索海底世界等多元场景,平面知识得以立体化、可视化。虚拟仿真技术进一步拓展教学边界,实现优质数字教育资源跨越现实山海,从冰雪极地到热带海洋、从深时到现今、从微观到宏观的多维覆盖,构建“理、虚、实”一体化的跨时空智慧教学体系。借助这一体系,受众不仅能掌握实验原理与操作要点,更在沉浸式学习中激发创新思维、提升实践能力,推动学习模式从被动接收向主动探索转变,实现教育资源迭代升级。

现代技术还提供了更具个性化和连贯性的学习交流体验,真正科学地推进因材施教,助力“人人皆学、处处能学、时时可学”的学习型社会建设,促进各类人才竞相涌现。AI助教以智能教育机器人为核心形态,能够提供个性化、多模态的学习辅导,有效解决学习或教学中遇到的问题。与此同时,应坚持由教师主导价值引导与思维训练,AI助教侧重知识讲解与技术支持的协同理念,构建“教师传道—AI解惑—共育授业”的教学范式,实现人机协作、教学相长。通过多语种内容生成和智慧推送,AI还可打破语言壁垒,推动优质课件和科学教育资源在全球范围传播,为促进国际交流与构建人与自然命运共同体作出贡献。

AI技术日益深入地变革着教育生态,教、学、考、评、管各环节积累的海量线上数据在逐渐强大的算力和AI辅助支持下,为精准化、实时化的教育管理提供了可能。AI技术不仅可对教育质量进行评估和监

测,而且实时跟踪和反馈受众学习情况和教师教学情况,辅助教师及时调整教学策略,改进教育质量,还可帮助教育部门制定更加科学合理的教育政策。作为智能时代的教育引擎,大模型技术展现出跨领域融合、智能协同与教育普惠化的巨大潜力,加速推动教育生态的深度变革。

发挥AI综合分析优势和知识发现能力,从数据中提取隐含的有价值信息,扩展知识边界,形成群智协同创新的众创效应。借助数字智联赋能,教育从知识被动传递向智慧自主探究跃迁,大规模、高质量、普惠型的人才培养新生态正加速成型,并将进一步推动教育科技人才一体化发展战略的落地,引领全球教育模式的革新。在智慧教育时代,教育不再局限于知识的传承,更强调知识的创造与创新,必须把握4个关键转换与链接:① 规模化教育的个性化。AI不仅创造灵活的学习空间,还能感知学习情境、识别个体特征,为受众提供个性化学习支持。② 结构化授导的人性化。AI接管繁琐重复的工作,使教师的角色更加倾向于学习设计师,专注培养受众的综合能力和思维素养。③ 标准化教育的适应性。通过AI建立多元适应性学习机制,充分激发受众的创造力与潜能,鼓励个性化发展。④ 育人使命的目的性。即便在AI深度赋能的环境,教育的本质依然是“育人为本、本在人品、品出素养、养成人才”。

3 教研案例——《宜居地球》通识课程

《宜居地球》通识课程是教育部首批的“地球系统科学”通识教育改革虚拟教研室开设的一门课程,是实施联合国海洋负排放(ONCE)国际大科学计划本研一体化人才培养目标的重要举措^[6]。宜居地球作为一个博大精深的科学领域,知识涵盖广泛,涉及数学、物理、化学、天文、地理、地质、生物、环境等多个学科。《宜居地球》通识课程科学回答当前地球宜居性起源、发展和演变的自然历史;同时,也与文

学、历史、哲学、经济、管理、法学、美学等人文学科贯通,帮助受众了解人类不当行为的自然后果,提供确保地球健康稳定的发展方案。

《宜居地球》通识课程通过邀请学养深厚的资深科研专家现身说法,将最前沿研究的理论成果、工程实践与基础知识体系融会贯通,以通识教育的方式,基于系统传授科学知识、启迪受众交叉创新与学科融合的内在逻辑思维,构建了本研一体化的人才培养机制和教学范式。面对科技创新与科学普及并重的时代需求,《宜居地球》通识课程积极推动科学教育改革,以本研一体化教学为抓手,引领教育方式、评价体系、实践环节等多维度转变,进而为培养兼具创新思维、人文情怀和社会责任感的高层次复合型人才奠定坚实基础。

3.1 汇聚优势师资:打造跨领域协同授课平台

《宜居地球》通识课程充分汲取各领域专家特长,汇聚相关领域的全国乃至全球院士权威优势和特色教育资源。① 教学团队由院士领衔,名师荟萃,共同参与内容设计、教学大纲及系列教辅参考书的编写,系统呈现了涉猎广泛的地球系统科学教学要求。② 内容兼具系统构架、专题探讨与前沿追踪,既关注科学前沿,又对接国家战略需求,向极宏观拓展、向极微观深入、向极端条件迈进、向极综合交叉发力,不断突破对宜居地球的认知边界。③ 旨在通过多学科交叉、多教学单位深度融合、协同创新,系统性地阐述地球系统演变、气候变化、生命演化、环境与资源、生源要素循环、水文过程及自然环境变迁、极地冰盖消融、青藏高原隆升及其气候效应等核心主题,为受众提供一个全面且深入的学习平台。

《宜居地球》通识课程全面涵盖地球系统科学的核心领域,通过学科交叉、古今结合、陆海统筹和至大入微相联系等多维视角,简明通透地介绍人类对地球的认知历程与科学论争,旨在规范人类在自然环境中的行为,实现宜居地球保护与人地和谐发展。① 围

绕地球的物质组成、结构构造、形成机理、起源演变以及自然环境效应展开,重点介绍宜居地球诞生、海洋形成、板块运动、环境变迁、生物演替、多样生态、气候变化等基础知识。②深入探讨地球生态系统的演化历程,从火球到水球,再到微生物宜居星球,直至消费者、生产者和分解者共生互动的复杂生态系统。从早期二极生态系统到寒武纪三极生态系统的关键转折,进一步从海洋三极生态系统扩展为海陆空三极生态系统。这一过程中,地球虽多次遭遇“冰封”与“大氧化”等重大事件,以及显生宙5次生物大灭绝的生态危机,但长达40多亿年不间断的海洋为生命延续和演化提供了独特的环境保障。③深入探究生命起源、生物大爆发与大灭绝、生物与环境的协同演化,剖析地圈与生物圈的相互作用及过程机制。

3.2 “三人组”协同授课:教学相长互动式教学

为了避免“大杂烩”或“各讲一段”式的松散组织,《宜居地球》通识课程实行“主课人—主讲人—协调人”的“三人组”协同授课新范式(图1)。**①主课人**,主持人和整体设计者,把握课程主线、串联教学模块,使课程内容丰富多彩、知识面广而不散、形成系统性知识体系;**②主讲人**,相应领域的知名科学家,专业的人讲专业的事,既深入浅出又精准传授;**③协调人**,一线科研工作者或高年级研究生,在课堂上链接受众和教师,辅助收集问题和传递信息,加强

师生互动,增进教学相长。

“三人组”既各司其职、又相互协作,从根本上改变满堂灌的填鸭式教学方式,使课堂更具启发性与互动性。通过课堂穿插问题,保持听众好奇心;通过故事化讲解,增强课堂吸引力;鼓励受众反问,提升教学相长效果;提出不同解读,培养受众思考判断能力;调动受众积极性,促进受众间互动;结合实例展开研讨,训练受众科学逻辑思维,提示发现、分析和解决问题的能力。

协同授课范式让地球系统科学的全局观与系统观通过通识教学直达受众。对受众而言,这种多学科、多视角的教学方式能够激发思维碰撞,并在跨学科交叉中培育创新意识与批判性思维;对教师团队而言,联合教研、反复打磨,则能在教学与科研上实现双提升,形成一种可持续的互促互动生态。

3.3 视听融合驱动:从好奇心到深度思考

《宜居地球》通识课程充分融合多媒体技术与情境化教学,提出教学相长新模式,通过“课前序曲—引导视频—通识题—思考题”4个环节的有机结合,构建出层层递进的知识探索路径(图2)。其中,通识题与思考题2个环节是本研一体化教学模式的具体体现,能将表现现象与内在机制相联系,揭示科学内涵、强化知识点、激发逻辑思考。**①课前序曲**,课前热身的作用,引发受众学习兴趣。例如,通过改编耳熟能详的歌曲,使歌词与教学内容紧密相连,营造沉浸式的轻松学习氛围,让受众入座时留下听觉印象,帮助他们轻松进入学习状态。**②引导视频**,强调情景现象再现,加深视觉印象,促进思考与联想。引导视频作为整体内容的有机组成部分,以震撼性、故事性、情节化的动画方式高效呈现复杂科学现象,使受众在短时间内建立清晰认知,形成深刻的视觉印象。**③通识题**,从现象谈起、调动好奇心,激发求知欲,鼓励受众发现生活中的科学问题,面向所有受众。通识题是基于一般性常识,并结合引导视频中的科学现

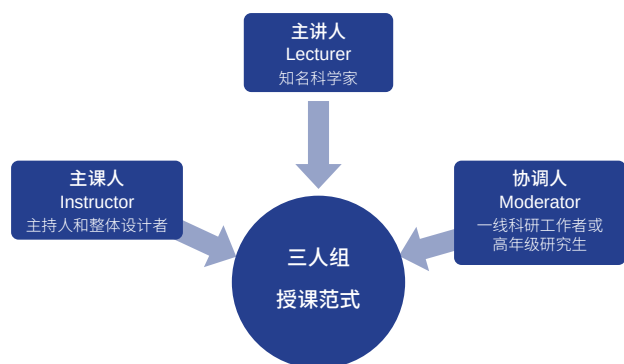


图1 “三人组”协同授课范式

Figure 1 “Teaching triad” model

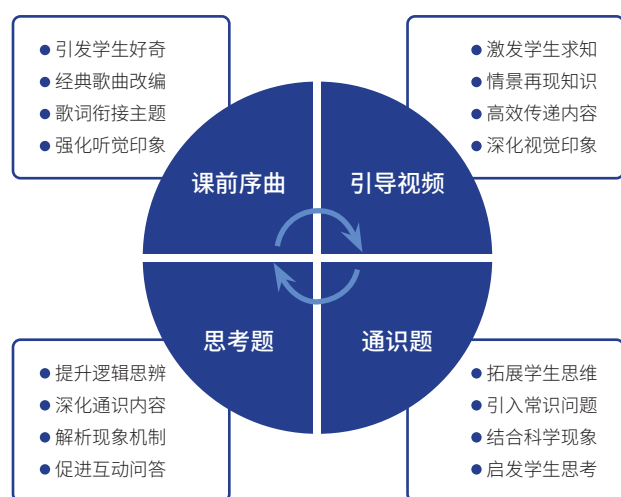


图2 教学相长新模式

Figure 2 New model of interactive teaching and learning

象而提出的问题，这些问题看似寻常，甚至司空见惯，但往往难以在第一时间回答，教师在课堂上可通过引导、互动，解答通识题，受众通过课堂解读能够恍然大悟，并进而理解问题后面的科学本质，从而强化基本基础知识。④ **思考题**，注重解析现象背后的过程机制，培养受众科学思维、逻辑推理、问题分析及解决能力，主要针对研究生或探寻欲强的受众。思考题是在通识题基础上的外延和深入，是基于现象背后的科学原理而深入思考的问题，是应用基本基础理论、提高基本技巧技能的方式，乃至深入解析过程机制的思维训练。思考题可留到课后供受众独立思考，在教学过程中也可鼓励本科生回答思考题，为实现本研一体化的人才培养提供训练路径。

3.4 AI 赋能教学：虚拟现实结合

AI 技术的深度赋能下，《宜居地球》通识课程改革将实现多维度创新（图3）。《宜居地球》通识课程将基于AI和VR技术打造独具特色的教学模式，为全球受众提供虚拟现实结合的沉浸式、个性化学习体验；通过AI技术与地球系统科学的深度融合，致力于打造创新、开放、全球化的智慧学习平台；基于AI、大数据与大模型的开发，不仅尝试革新传统教育方式，还将探索出一条AI融合教育的新路径，以开启智

慧教育的无限可能。

(1) **AI 赋能教学范式**。推动教学范式从传统的“师—生”二元结构转向“师—机—生”三元结构，构建符合数字化时代的AI赋能“三人组”教学范式。全天候在线的AI助教系统将为受众提供个性化学习支持，实时监测学习进度，精准反馈学业表现，并生成“一生一画像”。画像将与能力模型精准对接，动态调整教学内容和方法，满足个性化学习需求，从而有效破解传统教育中规模化与个性化难以兼顾的挑战。

(2) **AI 赋能学习资源**。以智慧课程为建设目标，充分运用数智技术优化教育资源。AI技术将生成知识图谱与能力图谱，构建集成化数字资源库，涵盖电子版教材、互动式学习模块、模拟实验和虚拟实训环境，为受众提供灵活多样的学习方式。同时，教师可通过虚拟人建模技术和VR技术推出“元老师”在线讲课，打造沉浸式学习体验，全面提升教学资源的数智化水平。

(3) **AI 赋能课程管理**。通过实时监控和分析教与学数据，为《宜居地球》通识课程管理和学习规划提供数据驱动的决策支持。智能分析受众的学习进度和行为数据，为教师推荐适配的案例、教学资源及思政融合点，并生成个性化教学建议。这不仅减轻了教师

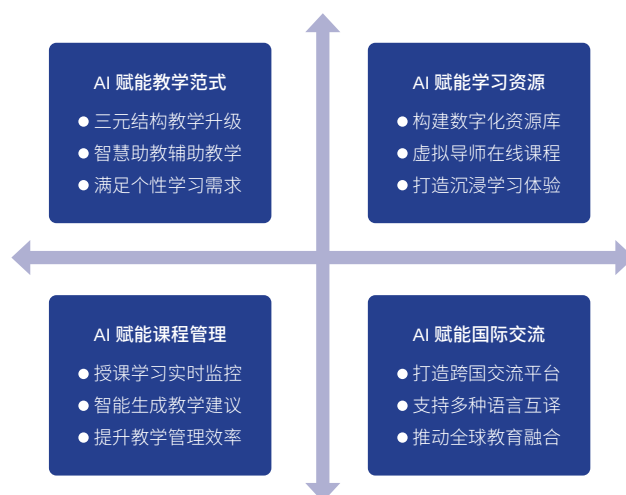


图3 AI 赋能教育的四大应用场景

Figure 3 Four application scenarios of AI-powered education

的工作负担,还显著提高了教学管理的效率和精准度,助力课程质量全面提升。

(4) **AI 赋能国际交流。**《宜居地球》通识课程将依托全球化在线学习平台,促进跨国界的教育交流与合作。核心的多语言桥梁功能致力于解决多语言互通难题,支持国际主流语言的即时翻译与无缝交互,消除语言障碍。借助这一功能,《宜居地球》通识课程将构建起一个面向全球的地球系统科学教育平台,将知识与思想传递至世界每个角落,推动全球教育一体化发展。

3.5 本研一体化:培养复合型创新人才

《宜居地球》通识课程通过本研一体化教学理念,试图将本科阶段和研究生阶段的教学目标有机衔接,形成更为紧凑、高效的教育链条。在全球竞争加剧和科技快速迭代的时代,传统的分段式人才培养模式往往存在衔接不畅与重复培养的问题。复合型创新人才培养需在不同阶段采取灵活的培养方式,注重从初级兴趣的引导到科学问题的聚焦与解决,再到知识的应用与升华^[7]。通过贯穿通识教育、学科基础、专业训练、综合素质和社会责任等,明确不同阶段的培养任务和重点,形成知识、能力与精神全面发展的教育体系。同时通过动态考核调整培养进度,缩短人才成长周期,加速高质量人才的培养。

本研一体化人才培养模式将**通识教育与精英培育相结合**。通识教育以课前序曲和引导视频等多媒体材料引导受众快速进入学习状态,并通过通识题拓宽知识广度,培养基础素养。精英培育则聚焦多学科交叉融合,以思考题深化知识深度,通过虚拟实验强化实践能力和科学思维。“三人组”授课范式保证教学相长效果,同时在AI赋能的教学环境下,各层次受众都可通过虚拟仿真、在线研讨、跨校跨区协作等多元形式参与同一项目,实现思维与经验的双向交流。借助这一纵向贯通与横向融合的整体设计,本研一体化不仅有效缩短人才成长周期,也为培育兼具工程能力、

交叉学科视野、创新思维、社会责任感和人文情怀的复合型科技人才创造了更加开放、协同的教学生态。(图4)。

3.6 人文关怀融合:从知识传递到价值塑造

《宜居地球》通识课程不仅在知识传递和能力培养方面成效显著,还在提升受众社会素养和培养人文情怀方面具有深远影响。依托创新教学模式和沉浸式学习体验,激发受众的学习热情,鼓励他们关注现实问题、反思科学与社会的关联,从而培养更广阔的科学视野与社会责任感。

《宜居地球》通识课程不仅培养了受众的科学素养,也在精神层面留下了深刻印记。在新冠疫情期间,授课老师带病坚持线上教学,感动了许多受众。为表达感恩,学生们自发制作元旦祝福视频,用真挚的语言和精心设计的画面向授课老师致以最诚挚的谢意。同时,他们还绘制了一批以《宜居地球》通识课程为主题的感恩明信片,将课堂所学融入创意设计,既表达对科学的热爱,也传递了对教师辛勤付出的感激。这些温暖的举动不仅彰显了受众的感恩之心,也凸显了《宜居地球》通识课程在塑造社会情感、激发人文情怀方面的积极作用。

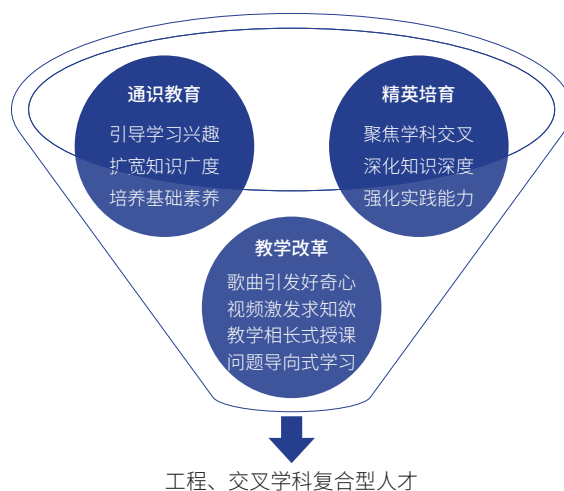


图4 本(科)研(究生)一体化人才培养模式

Figure 4 Integrated undergraduate-graduate talent development model

科学教育应在知识传递之外,注重培养受众的人文素养和社会责任感^[8]。当教育从知识传授拓展到满足受众的情感与精神需求时,可以激发受众主动参与学习,释放潜在能力。通过创新教学范式,《宜居地球》通识课程不仅培养了受众的批判性思维与创新能力,还塑造了他们的社会责任感和人文素养,为培养全面发展的复合型人才提供了新思路。这种以受众为中心的教育模式,不仅是对教育改革的积极实践,更为未来社会的创新与可持续发展注入了源源不断的核心动力。

4 结语

科技创新依赖人才,人才培养根植教育。《宜居地球》通识课程作为教育、科技、人才一体化改革的试点,印证了科技为教育赋能、教育为科技筑基的深层逻辑。《宜居地球》通识课程构建的“学科交叉—技术融合—本研贯通”范式,为破解科技人才培养中的专业壁垒提供了方法论。通过深度融合AI技术、虚拟现实和多学科交叉,突破传统教育的局限,开创了一种以受众为中心的教育范式,兼顾知识传授、能力培养和情感塑造,构建了科学与人文并重、技术与艺术相融的教学体系。在全球科技竞争加剧、社会需求日益多样的背景下,《宜居地球》通识课程为科技教育融合提供了重要启示,不仅有效提升受众的科学素养、创新能力和社会责任感,也展示了AI重塑教育的无限潜能。《宜居地球》通识课程通过契合社会从“人口红利”向“人才红利”的转型需求,助力教育公平与质量提升,培养具备跨学科视野和国际竞争力的高素质人才。未来,此类科技教育融合范式需进一步对接产业需求与国家战略,推动形成“基础研究—应用转化—人才培养”的良性循环,最终实现科技创新力与全民科学素养的双螺旋式跃升,助力全球科技竞争格局的重塑与可持续发展目标的实现。

参考文献

- 1 钱旭红. 人工智能时代的教育变革:超学科、重思维、智能化. 中国高等教育, 2024, (Z3): 28-31.
- 2 Qian X H. Educational reform in the era of artificial intelligence: Transdisciplinary, rethinking, and intelligentization. China Higher Education, 2024, (Z3): 28-31. (in Chinese)
- 3 Zhao Y. Artificial intelligence and education: End the grammar of schooling. ECNU Review of Education, 2024, 7 (3): 451-471.
- 4 Levinson M. The Demands of Liberal Education. Oxford: Oxford University Press, 1999.
- 5 刘晓露, 陈都鑫, 刘长久. 基于通识课程与专业课程融合的高校学生创新能力培养. 西部素质教育, 2022, 8(18): 68-70.
- 6 Liu X L, Chen D X, Liu C J. Cultivating college students' innovative abilities based on the integration of general and professional courses. Western China Quality Education, 2022, 8(18): 68-70. (in Chinese)
- 7 王素, 袁野, 李佳. 后新冠肺炎疫情时代的科学教育. 中国科学院院刊, 2021, 36(7): 765-770.
- 8 Wang S, Yuan Y, Li J. Science education in the post-COVID-19 era. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 36 (7): 765-770. (in Chinese)
- 9 Liu J H, Robinson C, Wallace D, et al. Ocean negative carbon emissions: A new UN decade program. The Innovation, 2022, 3(5): 100302.
- 10 郑永和, 王晶莹, 李西营, 等. 我国科技创新后备人才培养的理性审视. 中国科学院院刊, 2021, 36(7): 757-764.
- 11 Zheng Y H, Wang J Y, Li X Y, et al. Rational examination of cultivating reserve talents in scientific and technological innovation in China. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 39(7): 757-764. (in Chinese)
- 12 裴新宁, 郑太年. 国际科学教育发展的对比研究——理念、主题与实践的革新. 中国科学院院刊, 2021, 36(7): 771-778.
- 13 Pei X N, Zheng T N. Comparative study on the development of international science education: Innovations in concepts, themes, and practices. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 36(7): 771-778. (in Chinese)

Redefining science education paradigm

—By course *Habitable Earth*

JIAO Nianzhi^{1*} LI Sanzhong² HU Chen³ ZHOU Zhonghe⁴ SHU Degan⁵ XIE Shucheng⁶ HUANG Jianping⁷
CHEN Fahu⁸ DING Lin⁸ ZHU Tong⁹ XU Yigang¹⁰ LYU Yonglong¹¹ JIAN Zhimin¹² WANG Pinxian¹²

(1 College of Ocean and Earth Sciences, Xiamen University, Xiamen 361102, China;

2 Key Lab of Submarine Geosciences and Prospecting Techniques,
Ministry of Education, Ocean University of China, Qingdao 266100, China;

3 Carbon Neutral Innovation Research Center, Xiamen University, Xiamen 361102, China;

4 Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044, China;

5 Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710075, China;

6 School of Earth Sciences, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, China;

7 College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;

8 Institute of Tibetan Plateau Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

9 College of Environmental Sciences and Engineering, Peking University, Beijing 100871, China;

10 Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China;

11 College of the Environment and Ecology, Xiamen University, Xiamen 361102, China;

12 School of Ocean and Earth Science, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract In a rapidly evolving world defined by unprecedented challenges, the integration of education, technology, and talent development has emerged as a national strategic imperative. Cultivating interdisciplinary and innovative scientific talents is not only a demand of the era but also a cornerstone for transforming “population dividends” into “talent dividends”. Against this backdrop, the rapid advancement of artificial intelligence (AI) offers both challenges and opportunities for redefining traditional education models. This study explores the pedagogical practices of the *Habitable Earth* general science education course, positioning it as a case study to demonstrate how science education can synergize technological empowerment with talent cultivation. From innovations in teaching philosophy to curriculum structure optimization, from faculty team development to talent cultivation strategies, and from classroom interaction to extracurricular experiential learning, this study explores a wide range of initiatives underpinning the integrated undergraduate-graduate education model. These initiatives are examined across multiple dimensions, including content, pedagogy, implementation approaches, and evaluation systems, highlighting how technological innovation can comprehensively empower science education. This integrated undergraduate-graduate education model offers a practical framework to cultivate high-level interdisciplinary talents equipped with innovative thinking, practical skills, scientific literacy, and humanistic values, thereby aligning with China’s strategic goals of integrating technological innovation with science popularization.

Keywords teaching paradigm, general education, integrated undergraduate-graduate education, habitable Earth, artificial intelligence

*Corresponding author

焦念志 中国科学院院士,发展中国家科学院院士,美国微生物科学院院士。厦门大学海洋与地球学院讲席教授,联合国“海洋负排放(Global-ONCE)国际大科学计划”主席、首席科学家。从事生态过程及资源环境效应,以及应对气候变化研究。
E-mail: jiao@xmu.edu.cn

JIAO Nianzhi Academician of Chinese Academy of Sciences (CAS), Fellow of the World Academy of Sciences for the advancement of science in developing countries (TWAS), Fellow of the American Academy of Microbiology (AAM). Chair Professor of College of Ocean and Earth Sciences, Xiamen University, Chairman and Chief Scientist of the United Nations Global Ocean Negative Carbon Emissions (Global ONCE) International Science Program. He is engaged in research on ecological processes and resource environmental effects, as well as addressing climate change. E-mail: jiao@xmu.edu.cn

■责任编辑: 文彦杰