

美国高校科技通识课程设置的经验和启示

——基于两所顶尖大学的案例

高潇怡¹ 任佳妮¹ 赵明宇²

(北京师范大学教育学部, 北京 100875)¹

(中国科普研究所, 北京 100081)²

[摘要] 作为全球顶尖高校和通识教育改革的策源地, 美国哈佛大学和斯坦福大学开展了多轮通识教育改革, 建立起了重视科学技术、结构完备的通识教育体系, 为我国高校紧跟全球化时代发展与变迁的脚步、重塑科技通识课程提供了参照。本研究基于课程大纲、学生手册及文献资料, 分析两所高校科技通识课程的历史沿革及现实情况, 总结其科技通识课程设置的先进经验。研究发现, 美国高校科技通识课程设置在目标理念上, 致力于培养具有科学精神、能够进行科学决策的世界公民; 在主题选择上, 立足历史和社会背景, 面向未来, 聚焦全球性科学议题; 在内容组织上, 提倡跨学科和案例学习, 以驱动性问题整合课程。借鉴其经验并立足我国高校的特点, 我国高校在进行科技通识课程改革时, 应明确科技通识课程定位, 基于国情、校情更新课程目标理念; 突出学科融合和专业交叉, 把握科技发展动态和国际竞争焦点; 遵循思维进阶和实践逻辑, 构建科技通识课程内容的整合式框架。

[关键词] 美国高校 科技通识课程 通识教育 课程设置

[中图分类号] G53/57 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.03.005

高校通识教育 (General Education) 是面向所有大学生普遍施行的有共同内容的教育, 其目的是促进学生全面发展, 使其成为一个具有主体性的、完整的人^[1]。技术—产业发展和新技术—科学 (techno—sciences) 的兴起重塑了全球范围内各国国际竞争力的评判标准^[2], 21世纪以来, 强调跨学科、实用性以及社会责任已成为重振大学通识教育的共识。为培育高质量科技人才, 帮助学生应对未来社会科学与技术的各种挑战, 各国高校不断推进

通识教育改革, 将科学技术和工程科学的基本内容融入通识课程, 以期提升学生的科技素质, 深化学生对科学与技术的认识和理解, 不少高校已逐渐形成了主题丰富、意蕴深刻且与时俱进的科技通识课程体系, 并在课程设置的目标理念、主题选择、内容组织等方面积累了较为成熟的经验。

目前, 学界对于高校科技通识课程的概念、内涵缺乏统一的界定, 但已就其要素、特征展开广泛的讨论。从性质上看, 高校科

收稿日期: 2024-03-21

基金项目: 中国科普研究所委托项目“科普视野下高校科技通识课程体系研究”(240101ELR019)。

作者简介: 高潇怡, 北京师范大学教育学部课程与教学研究院教授, 研究方向: 科学教育, E-mail: gaixiaoyi@bnu.edu.cn。

科技通识课程作为通识课程的一部分，在高等院校课程体系中属于非专业性的课程^[3]；从对象上看，高校科技通识课程广泛面向所有大学生开设；从内容上看，高校科技通识课程传授的是具有广泛性和非专业性特点的科学技术知识^[4]；从目标上看，高校科技通识课程以提升学生的科技素质为导向，旨在培养学生对于科学与技术的一般性理解，帮助学生了解科学技术与生活的关系^[5]。综合上述分析，本研究将高校科技通识课定义为，在主修课（major）或者专业课（specialization）之外，面向所有大学生开设的，以培养学生对科学与技术的一般性理解为目标的科学与技术领域相关课程。

美国哈佛大学和斯坦福大学作为全球顶尖高校和通识教育改革的策源地，经过多轮通识教育改革，建立起了重视科学技术、结构完备的通识教育体系，在科技通识课程建设的过程中积累了丰富的经验，是国际高校科技通识课建设中较为先进的案例。目前，在国内高校中，科技通识课程已成为通识课程体系中的普遍组成，但仍存在诸多问题，不利于大学生科学素质的提升和科技创新的发展^[6]。为促进我国高校紧跟全球化时代发展与变迁的脚步，推动科技通识课程改革，有必要对上述先进案例进行梳理、提炼并深入研究，为我国科技通识课程建设提供借鉴。

1 文献综述

目前，有关高校科技通识课程的国内外研究多基于特定科技通识课程，总结其教学设计经验与实践路径，在课程建设层面，强调强化课程之间的协同合作^[7]；课程内容层面，突出跨学科视角，强调科学本质、科学过程以及科学发现^[8-9]；教学组织层面，强调采取多元化教学模式和案例教学，设置专题讨论^[8]；学习评价层面，强调设定明确的预期

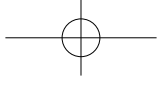
学习成果，构建多层次考核方式^[10]。

国外研究还围绕科技通识课程目标和内容展开讨论。柯蒂斯·W. 考克斯（Curtis W. Cox）调查发现，与专业课相比，科技通识课程目标更多地指向让学生认同科学技术与社会的相互关系，将课堂所学与现实世界问题联系起来^[5]。玛格丽特·肯尼迪（Margaret Kennedy）则将高校科技通识课内容描述为“一般性知识”，是“关于我们生活的世界以及人类与环境的关系的基本事实”^[4]。

国内研究还涉及以下两种。第一，基于学生科技素质和科技通识课程现状提出改革策略。有研究发现，我国高校文科生科学通识课程存在忽视科学素质培育、课程体系构建不完善、教学缺乏吸引力、评价缺乏特色等问题^[6]；针对大学生科学素质水平偏低、参与科学研究和科技活动意愿较低的情况，有研究强调要改良教学方法，将时代经典融入教学，注重科学精神的培育^[11]。第二，基于通识教育理念探索科技与人文取向的融合，强调要建立跨学科课程，增加学生接触科学概念的机会，要将科技史融入中国特色通识教育体系，促进学生对科学技术进步意义的理解，缓解专业教育造成的广度不足、社会性欠缺的矛盾^[12-13]。

此外，还有部分研究聚焦哈佛大学、斯坦福大学等国外顶尖高校，从较为上位的视角关注其通识教育和通识课程^[14-16]，其中亦涉及科技通识课程的有关线索，为了解国际高校科技通识课程的理念目标、性质地位及历史沿革情况等提供了丰富的资料。

综上，当前研究在对象上多宽泛地着眼于高校通识课程，缺乏对科技通识课程建设情况的细致、深入讨论，前瞻性不足；在内容上关注科技通识课程的教学设计和实施路径，尚未给予科技通识课程设置情况特别关注，深度不足。



因此,本文采用案例研究法和文本分析法,基于哈佛大学、斯坦福大学通识教育相关著作与期刊文献,以及两所大学官方网站中通识教育课程模块公示的《通识教育课程方案》、历年《通识教育课程大纲》及《学生手册》等数据资料,首先从科技通识课程的纵向历史沿革出发,在社会进步和通识教育课程改革的大背景下,探查两所大学科技通识课程产生、发展、变革、更新的历程。其次,横向描述两所大学科技通识课程的现实情况,把握其科技通识课程在课程体系中所处的位置,呈现其课时与考核要求,并结合课程大纲文本,从目标理念、主题选取、内容组织三方面把握其课程设置的先进经验。最后,基于总结的经验,结合国内高校科技通识课程建设的现实情况和现存问题,为我国高校科技通识课程建设提供针对性的改进对策,使我国高校科技通识课程改革落地增效,让大学生科技素质提升有据可循。

2 两所高校科技通识课程设置的历史沿革和现实情况

2.1 历史沿革

进入21世纪后,世界瞬息万变,知识日新月异,新的学科和方法论不断涌现,科学与技术的重要作用受到广泛认同,20世纪70年代美国实行的本科核心课程已不适应时代的发展。

2001年,哈佛大学校长劳伦斯·亨利·萨默斯(Lawrence Henry Summers)将改革核心课程、重振通识教育作为课程改革的重要使命,特别强调要为课程注入更多的科学(尤其生物学)、数学和国际性内容,同时使通识教育课程更跨学科、更实用。随后在2004—2007年的方案计划阶段,哈佛大学再次特别强调要进行科学教育课程改革,增设新科学课程^[17]。2007年后,“生命系统科学”“物质世界科学”成为哈佛大学通识教育新课程体

系的重要模块,前者涉及胚胎干细胞研究合法性、人类克隆伦理性等时代性公共议题,旨在介绍与生命系统有关的概念、事实,及其与学生现实生活的联系,为学生未来适应由生命系统科学和工程进步所驱动的生活提供有益的信息和决策工具;后者则指向学生对人类赖以生存的世界、宇宙运行规则的掌握,意在使学生认识到物质世界的科学进步对人类社会的深远影响,为适应变革做好准备^[18]。2019年,“科学、技术与社会”正式成为哈佛大学通识教育重要模块。此后,经过几年的商议、调整和更新,哈佛大学形成了主题多样、理念先进的科技通识课程体系。

斯坦福大学的通识教育亦是其本科教育的重要组成部分。早在1987年,学校便将“实用教育”的特色与重基础的通识教育紧密结合,强调为学生提供人文社会科学、自然科学、数学、技术等多学科广博知识是通识教育的重要目标^[19]。自2013年起,“科学方法与分析”正式成为斯坦福大学通识教育“思考与行为方法”课程模块下属的8类课程之一。其中特别强调了帮助学生学习和分析科学方法、了解自然科学的研究对象和发展过程的重要性,其科技通识课程每年更新,当前数量已超过300门,涵盖太空、动植物、旅行、海洋、医学等数十个与学生生活实践、参与全球治理息息相关的主题,为学生提供了极为丰富的科技通识课程资源,为培养其科学精神和科学决策能力奠定了坚实的基础。

2.2 现实情况

哈佛大学当前实行的是2019年新推出的通识教育课程方案,这版课程方案将本科生的所有课程划分为通识教育、分布式必修、学院必修三大模块,其中通识教育模块旨在为学生的明智生活做准备,学分占毕业学分的30%至40%^[20]。其下又细分为4个子模块,具体情况见表1。由表1可知,各模块课程分

布在数量上较为均匀，且新一轮通识教育课程十分注重学科领域之间的联系，在4个通识课程模块中设置了12门交叉领域课程。以“技

术伦理：人工智能、生物技术和人性的未来”这一通识课程为例，该课程同时拥有“伦理与公民”“社会中的科学与技术”两个标签。

表1 哈佛大学通识教育课程子模块的基本情况

一级模块	二级模块	课程数量 / 门	占比 / %	备注
通识教育	美学与文化 (Aesthetics&Culture)	41	25.3	含12门交叉领域课程
	历史社会与个体 (Histories, Societies, Individuals)	35	21.6	
	社会中的科学与技术 (Science&Technology in Society)	39	24.1	
	伦理与公民 (Ethics&Civics)	47	29.0	

在每个子模块下，所有本科生均需选修至少1门课程。合计所选的4门课程中，有3门必须进行严格的等级评价 (letter-graded)，另外一门课程经主讲老师的许可，可采取及格或者不及格的评分制度 (pass/fail options) [21]。

其中，“社会中的科学与技术”模块课程 (STS 课程) 在所有通识教育课程中占比为24.1%，该模块下共有39门课程 (2019—2020年该模块课程为25门)，按照梳理的通

识课程内涵和判定标准，其中37门属于本研究所指的科技通识课程。

自2013年秋季学期起，斯坦福大学开始实施新的通识教育课程方案，包括思维与行为方法 (Ways of Thinking/Ways of Doing)、有效思考 (Thinking Matters)、写作与修辞 (Writing and Rhetoric)、外语 (Foreign Language) 4个模块。其中，思考与行为方法模块包含8类通识课程，该模块学分占毕业学分要求的25%。其修习要求如表2所示 [14]。

表2 斯坦福大学思维与行为方法模块课程修习要求

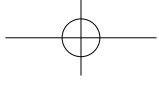
一级模块	二级模块	数量 / 门	学分 / 分
思维与行为方法	审美与解释性调查 (Aesthetic and Interpretive Inquiry, AII)	2	6
	社会调查 (Social Inquiry, SI)	2	6
	科学方法与分析 (Scientific Method and Analysis, SMA)	2	6
	演绎推理 (Formal Reasoning, FR)	1	3
	应用性量化推理 (Applied Quantitative Reasoning, AOR)	1	3
	参与多样性 (Engaging Diversity, ED)	1	3
	伦理思考 (Ethical Reasoning, ER)	1	3
	创造性表达 (Creative Expression, CE)	1	2
合计		11	32

学生必须选修2门SMA课程，并要达到一定的考试等级。SMA课程强调领域间的互通性，涉及自然科学、物理科学、地球科学、工程科学，以及与物理、自然有关的社会科学等领域，旨在改善、提高学生的理解力，鼓励学生探索人类统治自然界的方法，提升其对秩序的理解，使学生获得科学方法与分析的知识技能。学校还专门为非科学与工程专业的学生开设了一些能够满足SMA课程修习要求的先修课程。

3 两所高校科技通识课程设置的先进经验

3.1 目标理念：培养具有科学精神、能够进行科学决策的世界公民

随着全球范围内新产业和经济形态的不断涌现，社会的复杂性、多变性和不确定性日益增强，国际竞争加剧，美国在全球化社会中的霸权地位受到挑战，这使得美国大学通识教育人才培养目标由“服务美国社会”转向“以服务美国社会为基础制胜全球竞争” [15]，其通识课程的目标理念清晰地指向培



养具有科学精神、能够进行科学决策的世界公民，建构起了涵盖科学知识、科学能力以及科学态度、科学责任的多维目标体系，并以此统领课程设置的全过程和全环节。

3.1.1 培养学生求真务实、敢于创新、勇于质疑的科学精神

自美国科学社会学家罗伯特·金·默顿 (Robert King Merton) 提出普遍性 (Universalism)、公有性 (Communism)、无私利性 (Disinterestedness) 和有条理的怀疑论 (Organized Skepticism) 4 条现代科学的精神气质后，随着西方科学社会化和社会科学化的深入融合^[22]，求真务实、敢于创新、勇于质疑等科学精神的培育成为美国高校育人的重要传统。哈佛大学和斯坦福大学将学生科学精神的培养视为科技通识课程设置的重要目标理念，强调学生要了解科学技术理念与实践的社会、历史背景，形成正确的价值观念，坚守正确的价值取向，作出合理的价值判断。上述理念更是切实渗透在学生科技通识课程内容的学习中，内化在学生的科学意识中，物化在学生的课程成果中，凝结在学生的探究实践中。例如，哈佛大学的“改变我们世界的伟大实验” (编号 Gen Ed 1037) 课程带领学生重温了 10 项开创性的科学实验，帮助学生认识重要科学实验在科学技术发展历史脉络中的价值，引导学生体验科学家工作的精神，还要求学生反思如何通过自己的努力重塑世界。

3.1.2 培养学生学会科学决策、应对未来挑战所需的科学知识、技能与方法

为应对信息技术和产业变革背景下不断迭代更新的人才需求，美国高校将帮助学生学习和掌握科学方法、推动学生参与科学实践视为科技通识课程重要的目标导向，要求学生基于科学知识，运用科学思维进行实践调研，分析、比较、验证、质疑、批判、论

证科学观点，从而得以从容面对社会中纷繁复杂、真假难辨的科学与技术信息。哈佛大学的科技通识课程强调学生要利用科学方法评估当前以及未来创新的前景和陷阱，开设了“政策与社会中的数字” (编号 Gen Ed 1173) 课程，教授学生批判性地评估、求证政策制定时所使用的数据和模型。斯坦福大学亦将“提高学生分析与综合自然界和人类社会科学信息的能力，提出战略性问题，评估经验性证据”作为科技通识课程的目标，开设了“科学方法与偏见” (编号 MED 73N) 等课程，向学生介绍基本的科学方法，鼓励学生在避开偏见的前提下开展科学实践。两所高校均从“如何认识”向“如何做”层面进发，和时代同进步共发展，力求培养学生具有共通性的、可迁移转化应用的科学技能，孵化复合型人才。

3.1.3 强调学生的科学身份认同，推动学生以主体身份参与全球治理

塑造学生全球治理能力、培育全球化人才已成为当下美国大学通识教育实施的重点面向^[15]。本研究对哈佛大学科技通识课程目录中出现的高频词进行分析后发现，有 67.6% 的课程名称及内容都出现了“we”“us”或“our”等信息，彰显了全球化背景下美国高校对于培养世界公民的高度重视。其科技通识课程围绕“我是谁？”“我想知道什么？”“我为什么要关心？”“我在世界发展变革、环境变化中处于什么位置？”“我应当发挥怎样的作用？”等一系列问题展开，开设“祖先：我们从哪里来，我们为什么关心？” (编号 Gen Ed 1014)、“我想知道为什么：科学是一种好奇的文化” (编号 Gen Ed 1190)、“谁活着，谁死了，谁在乎？重塑全球健康” (编号 Gen Ed 1093) 等课程，将学生学习、生活、个人发展置于全球范围内，要求学生具备认识自身和世界的多重全球化视野，引导学生从自身

出发主动求索与发问，推动学生意识到自身在全球治理中的身份和责任，从而培养形塑全球化社会走向的引领者。

3.2 主题选择：立足历史和社会背景，面向未来，聚焦全球性科学议题

现代课程论将课程内容视为课程问题中最关键的要素，在决定课程目标后，如何选择和组织课程内容是实现课程目标要解决的关键问题^[23]。两所高校科技通识课程的内容均高度回应其“培养具有科学精神，能够进行科学决策的世界公民”的课程目标理念，涉及与历史和社会背景、学生生活紧密相关，反映国际科技竞争焦点的全球性科学议题。

3.2.1 关注与学生生活实践密切相关的全球性科学议题

本研究对两所高校的科技通识课程目录进行分析后发现，多数课程并非以学科知识主题的形式呈现，而是聚焦与科学概念、原理、原则等直接相关的、复杂的、具有争议性的社会性科学议题（Socio-Scientific Issue, SSI）。通过让学生在具体的社会科学问题情境中学习科学知识、探索科学问题，SSI能够构建起科学课堂教学与社会的深刻联系，培养学生的科学思维和社会责任^[24]。本研究进一步对两所高校科技通识课程所关切的SSI领域议题进行统计，结果表明，人、科技、环境、疾病、医疗、公平、国际关系及多元文化等重要的全球性议题在其中占据主流。这些议题在个体、互动、群体、社会等不同层面与学生的生活实践紧密相关，在牵动着时代变革、国际竞争和社会发展脉搏的同时，也关系到学生自身的生存与发展，受到社会、政治、经济及文化等领域的共同关注。此外，上述议题的拆解、探讨、分析与解决均需要重构科学相关学科体系和学科逻辑，这呼吁学生调用自身所学的科学知识，以物理、化学、生物、地理等多学科、多领域的科学知识为

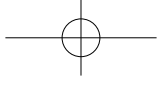
支撑，结合自身经验开展广泛的科学实践。

3.2.2 凸显知识主题蕴含的纵深历史观念和前瞻性视野

两所高校均立足当前，在回溯历史的同时放眼未来，凸显知识主题蕴含的纵深历史观念和前瞻性视野，要求学生在历史和社会背景下，审视各项议题的机遇与挑战，借由科学史主题与内容的渗透实现了科技通识课程科学性和人文性价值的深度整合。从人文性层面来看，美国高校要培养“西方文明的传承者和捍卫者”，就需要让学生了解历史，了解人类文明的演变，具备历史眼光和历史意识；从科学性层面来看，科学史反映了人类探索自然、了解自然规律的艰难历程，通过将科学发展的过程、科学家工作的过程与自身科学实践类比，学生能够更好地对科学议题进行价值判断，意识到开拓创新的科学精神、讲求逻辑、追求实证的理性思维方式对于科学的重要价值^[25]，从而有可能生成自身的实践路径。以哈佛大学“找到我们的路”（编号 Gen Ed 1031）课程为例，该课程首先站在历史的纵向视角，回溯人类如何找到穿越地球的路线，要求学生重视历史上重大科学发现的过程线索，审视科学进展的历史背景，接着基于此抛出“我们如何复制他们的寻路方式”的问题，最终落脚于学生肩负的时代责任和要完成的探究和实践目标。

3.2.3 把握时代机遇，应对全球性挑战，及时调整和生成新课程

为对标技术变革的时代趋势和前沿方向，在现有教育周期内输送数量丰富、素质较高的人才，两所高校将交叉学科和新兴学科活力注入科技通识课程，设置了“机器的崛起？理解和使用生成型人工智能”（编号 Gen Ed 1188）、“治愈身体的生物工程材料”（编号 MATSCI 81N）等课程，为国家科技创新发展提供了前瞻性、基础性、先导性的教育配套



课程，同时十分强调科技通识课程的与时俱进和动态生成，增设了与时下热点密切相关的新课程。例如，新冠肺炎席卷全球的背景下，哈佛大学开设了“应对新冠肺炎：科学、历史、政策”（编号 Gen Ed 1170）课程，斯坦福大学也增设了“新冠肺炎的科学”（编号 BIO 63）等相关课程，在以“巩固生物学基础概念”“使用新冠肺炎作为案例研究解决现实世界问题”为课程目标的基础上，两所高校的课程均落脚于“这场流行病如何结束”，体现了对现实的强烈关切。

3.3 内容组织：提倡跨学科学习和案例学习，以驱动性问题整合课程

根据巴索·伯恩斯坦（Basil Bernstein）的划分，课程内容组织的类型主要包括内容界限分明的集合式框架和内容界限不明确的整合式框架两种^[26]。为迎合新时代人才培养需求，哈佛大学和斯坦福大学倡导课程组织的整合式框架，淡化学科属性，其科技通识课程内容组织充分凸显了问题解决、思维进阶以及亲身实践的三重逻辑。

3.3.1 聚焦问题解决，以复杂情境中有待解决的实际问题为中心

两所高校均基于实用主义理念，以社会生活中的现实问题为其科技通识课程内容的组织中心，将科学技术知识不同领域的重要主题和学生的实际生活经验作为课程整合的基础^[16]，每门课程都对应了需要解决的核心问题，围绕这些核心的驱动性问题（而非学科知识发展的脉络和体系）展开课程，要求学生在理解问题、描述问题、解构问题、解决问题、反思解决方案的过程中实现对科学概念的理解，提升自身科学思维和科学实践水平。以“成瘾：从生理学到人类行为”（编号 PSYC 83）课程为例，该课程主要引导学生探索成瘾背后复杂的生理和心理机制，为学生提供生理学和心理学相关知识，要求学

生围绕“成瘾”这一兼具社会与个人共同关注的现实话题，探索“如何认识成瘾的个人和社会影响？”“如何解释成瘾的科学原理？”等问题，基于此探讨如何解决成瘾流行的社会问题。

3.3.2 关注思维进阶，以由浅入深、循序渐进的核心概念为主轴

为了更好地帮助学生掌握科学概念，有效推动学生参与科学实践，两所高校的科技通识课程内容重组了不同领域的科学与技术知识，强调超越学生现有知识，注重多学科融合，围绕科学与技术的“核心概念”重构教学内容，实现教学内容的进阶整合。基于此，每门科技通识课程的驱动性问题被拆解成连贯的、逐渐深入的、有逻辑的、符合学生发展规律的问题序列，帮助学生构建和扩展思维结构。例如，斯坦福大学开设的“地球和生命的共同进化”（编号 EARTHSYS 4）课程，遵循概念发展顺序和学生思维发展进程，整合了生物学、地质学及化学等学科知识，依次讨论了“地球何时以及如何有人居住？”“生物活动如何改变了地球？”“环境变化如何影响生命的进化？”“生物与地球如何相互作用，以创造我们今天熟悉的栖息地和生态系统？”等一系列子问题，帮助学生实现对“地球和生命的共同进化”相关科学概念的深刻理解。

3.3.3 强调亲身实践，以实践性的跨学科和案例学习活动为依托

哈佛大学和斯坦福大学的科技通识课程具有较强的实践性和实用主义倾向^[27]，强调学生科学观念的树立不能仅停留于对知识内容的学习，更重要的是要亲身参与科学实践，掌握探究方法。其内容组织遵循学科知识与个人经验交融、学科知识与生活世界共在的课程知识观^[28]，强调知识内容的动态生成以及学生在其中发挥的重要角色。斯坦福大学

在此基础上特别强调了工程实践相关内容，开设了“如何设计太空任务：从概念到执行”（编号 AA 118N）及“如何制造龙卷风”（编号 ESS 65N）等课程，前者为学生提供了航天器案例、硅谷公司硬件演示等学习资源，帮助学生了解太空任务设计的科学原理和实现方式，要求学生基于此以团队为单位自主进行太空任务的设计；后者则在课堂上使用可视化技术，鼓励学生进行模拟实验。通过跨学科和案例学习^[29]等形式，将学生的身体感受、体验、经历等嵌入其学习过程，实现了学生作为认知主体与其所处环境之间有机的、创造性的、生成性的交互。

4 对我国高校科技通识课程建设的启示

2022年9月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于新时代进一步加强科学技术普及工作的意见》，强调高校应该设立科技相关通识课程，满足不同专业学生需求^[30]。“推行模块化通识教育，促进文理交融”“培养学生理性质疑、勇于创新、求真务实的科学精神，营造科学理性、热爱科学、崇尚创新的社会氛围”^[31-32]也成为国家教育政策的重要呼吁。在此背景下，科技通识课程在提升大学生科学素质、通用能力、科学意识和精神方面的价值已经得到了广泛认同，不少高校开始探索科技通识课程改革的可行路径。然而，当前我国高校科技通识课程仍存在课程定位不清晰^[33]、课程主题过度依靠开课教师自身研究领域和成果^[34]、课程内容固守学科体系和知识逻辑^[11]等问题。因此，本研究基于上文美国两所高校科技通识课程设置的经验，结合我国高校科技通识课程建设的现实情况和现存问题，提出如下启示。

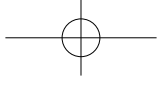
4.1 明确科技通识课程定位，基于国情、校情更新课程目标理念

从宏观上看，我国高校科技通识课程在

高校教育体系中的地位较为边缘化，在通识课程体系中占比小，选修要求不清晰，理念较为落后，课程建设缺乏反思和细致规划，发展活力较弱，影响科技人才的培养质量^[33]。为此，我国高校科技通识课程建设要跟上全球化时代发展和变迁的脚步，扎根基本国情和国家发展战略，基于高校自身专业特色，突破当前知识中心的传统观念，及时更新人才培养理念；要明确科技通识课程的目标和定位，将科技通识课程与其他类型通识课程置于同等重要的地位，对科技通识课程设置修读学分作出合理要求，在培养方案中强调科技知识、科技能力与科技精神的培养；强调学生本位和实践本位，注重对学生科技创新思维及创新人格的培育，以学生的全面发展为培养重心，使科技通识课程内容充分反映人才培养本质。同时，要使科技通识课程的目标走向具体化、可操作化，构建从课程目标到科技通识课程内容再到学生学习要求的实现路径。

4.2 突出学科融合和专业交叉，把握科技发展动态和国际竞争焦点

目前，我国高校科技通识课程存在课程数量开设不足、学生参与度不高、课程体系缺乏特色创新、内容质量参差不齐等诸多问题^[35]。要解决上述问题，高校应当发挥自身办学特点与学科优势，考虑课程的全面性、多样性，及时将交叉学科和新兴学科的活力注入科技通识课程，构建文理渗透、专业交叉、学科融合的新型科技通识课程体系。此外，应着力解决科技通识课程内容博大精深与课程时长有限、学生学业繁重之间的矛盾，突出“科技”“通识”主线，科学地选取与学生社会生活实践联系最紧密、与历史和社会背景最密切相关、最能反映国际科技竞争焦点的主题，充分揭示科学技术发展的动态过程，将最前沿、最新的科学技术发展动态、



科学技术信息、科学技术成果等介绍给学生，激发学生关心、热爱、钻研科学技术的兴趣和热情。同时，结合科技素质教育要求，及时调整和完善科技通识课程内容^[33]。

4.3 遵循思维进阶和实践逻辑，构建科技通识课程内容的整合式框架

我国科技通识课程当前具有明显的知识中心倾向，课程内容存在“旧”与“乱”等问题^[6]。为此，在内容组织层面，要遵循科学与技术相关学科的内在逻辑，在具体课程内部，加强科技通识课程内容质量把关；借鉴课程

内容组织的整合式框架，呼吁高校教师通过理论探索、教学实践、申报教学改革项目等方式优化科技通识课程内容组织形式；鼓励教师基于实用主义理念将科学技术知识不同领域的重要主题与学生的实际生活经验相结合，基于学生学情探索与课程目标、学生需求相适应的科技通识课程内容组织框架；重构科技通识课程内容，为每门课程设置需要学生解决的核心问题，并将核心问题拆解为一系列逻辑相关、能力进阶的子问题，将其作为知识内容、教师教学和学生学习的线索。

参考文献

- [1] 黄明东, 冯惠敏. 通识教育: 我国高等教育改革的新走向 [J]. 高等教育研究, 2003, (4): 13-16.
- [2] 让-克洛德·鲁阿诺-博巴兰, 彭麒麟, 叶赋桂. 创新时代大学的新使命: 欧洲和全球视角下的卓越与可持续发展 [J]. 清华大学教育研究, 2024, 45(1): 17-28.
- [3] Cohen A M, Brawer F B. The Collegiate Function of the Community Colleges: Fostering Higher Learning through Curriculum and Student Transfer [J]. Higher Education Policy, 1987(1): 67-68.
- [4] Kennedy M. A College Course in General Science [J]. Science Education, 1928(13): 9-10.
- [5] Curtis W C. Natural Science For General Education [C]//The Humanities and Sciences in Two-Year Colleges. Los Angeles: University of California, 1980.
- [6] 杜钰娇, 张宝歌. 我国高校文科科学通识课程建设的优化策略研究 [J]. 中国高校科技, 2023(9): 47-53.
- [7] 路婉秋, 王北海. 基于 BOPPPS 的《食品包装安全》通识课的设计与实践 [J]. 包装工程, 2020, 41(S1): 33-36.
- [8] 李丽萍, 张璐. 化学与社会: 跨学科视角下的通识课教学新探索 [J]. 化学教育 (中英文), 2019, 40(10): 6-11.
- [9] Rowe M P, Gillespie B M, Harris K R, et al. Redesigning a General Education Science Course to Promote Critical Thinking [J]. Cbe Life Sciences Education, 2015, 14(3): 1-12.
- [10] 郭晋. 探索 OBE 教学理念的生物医学传感器通识课教学 [J]. 生物学杂志, 2023, 40(4): 119-122.
- [11] 王凤成, 白丽丽. 大学生科学素养现状调查及培育策略研究 [J]. 中国成人教育, 2015(21): 132-134.
- [12] Rose K, Hooten M A, Cohen G. Promoting Science Literacy through an Interdisciplinary Approach [J]. Bioscience Journal of College Biology Teaching, 2013(39): 21-26.
- [13] 陈廷焯, 张洪雷. 科技史融入高校中国特色通识教育体系的思考 [J]. 成才之路, 2023(3): 21-24.
- [14] 刘学东, 陆玲, 魏亚, 等. 斯坦福大学通识教育分类必修课程设置研究 [J]. 高教探索, 2020(9): 80-86.
- [15] 吴易林, 吕林海. 塑造全球能力: 美国大学通识教育的路径机制——以哈佛大学、斯坦福大学的通识课程为例 [J]. 清华大学教育研究, 2023, 44(5): 78-88.
- [16] 李会春. 哈佛大学的通识教育课程改革透视 [J]. 中国高等教育, 2008(10): 60-62.
- [17] 张家勇. 哈佛大学本科生课程改革研究 [M]. 广州: 广东教育出版社, 2011: 308-327.
- [18] 徐志强. 哈佛大学通识教育课程改革研究 [M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2015: 142-158.
- [19] 汪霞, 钱铭. 世界一流大学通识教育课程研究: 以美国大学为例 [M]. 南京: 南京大学出版社, 2017: 127.
- [20] 孙亚萍, 张晓丽. 论大学生科学素养培养中存在的问题及对策——兼谈高校科学通识教育模式 [J]. 赤峰学院学报 (汉文哲学社会科学版), 2013, 34(3): 231-232.
- [21] Harvard University. 2023—2024 Student Handbook [EB/OL]. (2023-06-01) [2024-03-01]. <https://handbook.college.harvard.edu/>.
- [22] 蒋道平. 关于科学精神内涵的多维解析——基于文化差异和历史线索视角 [J]. 科普研究, 2017, 12(3): 8-18.
- [23] 张紫红, 崔允灏. 论课程内容结构化: 内涵、功能与路径 [J]. 课程·教材·教法, 2023, 43(6): 4-10.

(下转第 68 页)

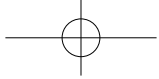
- [41] 教育部师范教育司. 更新培训观念变革培训模式 [M]. 长春: 东北师范大学出版社, 2001: 35-36.
- [42] R. 基思·索耶. 剑桥学习科学手册 (第2版) [M]. 徐晓东, 杨刚, 阮高峰, 等译. 北京: 教育科学出版社, 2021: 114-132.
- [43] Maulucci M S R, Brotman J S, Fain S S. Fostering Structurally Transformative Teacher Agency through Science Professional Development[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2015, 52(4): 545-559.
- [44] Pringle M R, Mesa J, Hayes L. Meeting the Demands of Science Reforms: A Comprehensive Professional Development for Practicing Middle School Teachers[J]. Research in Science Education, 2020, 50: 709-737.
- [45] Van Der Valk T, De Jong O. Scaffolding Science Teachers in Open-Inquiry Teaching[J]. International Journal of Science Education, 2009, 31(6): 829-850.
- [46] Goodnough K. Addressing Contradictions in Teachers' Practice through Professional Learning: An Activity Theory Perspective[J]. International Journal of Science Education, 2018, 4: 1-24.
- [47] Kaderavek J N, Paprzycki P, Czerniak C M, et al. Longitudinal Impact of Early Childhood Science Instruction on 5th Grade Science Achievement[J]. International Journal of Science Education, 2020, 42(7): 1124-1143.
- [48] Paprzycki P, Tuttle N, Czerniak C M, et al. The Impact of a Framework-Aligned Science Professional Development Program on Literacy and Mathematics Achievement of K-3 Students [J]. Journal of Research in Science Teaching, 2017, 54(9): 1174-1196.
- [49] Davidson G S, Jaber Z L, Southerland A S. Emotions in the Doing of Science: Exploring Epistemic Affect in Elementary Teachers' Science Research Experiences[J]. Science Education, 2020, 104: 1008-1040.
- [50] Mclaughlin C A, Macfadden B J. At the Elbows of Scientists: Shaping Science Teachers' Conceptions and Enactment of Inquiry-Based Instruction[J]. Research in Science Education, 2014, 44(6): 927-947.
- [51] Tobin K, Roth W M, Zimmermann A. Learning to Teach Science in Urban Schools[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2010, 38(8): 941-964.
- [52] Desimone L M. Improving Impact Studies of Teachers' Professional Development: Toward Better Conceptualizations and Measures[J]. Educational Researcher, 2009, 38(3): 181-199.

(编辑 颜 燕 和树美)

(上接第 47 页)

- [24] 邴杰, 刘恩山. 科学教育中社会性科学议题研究的国际经验及启示 [J]. 天津师范大学学报 (基础教育版), 2022, 23 (1): 47-52.
- [25] 关增建. 通识教育背景下的科学史教育功能探析 [J]. 上海交通大学学报 (哲学社会科学版), 2012, 20(2): 77-84.
- [26] 麦克·扬. 知识与控制——教育社会学新探 [M]. 谢维和, 朱旭东, 译. 上海: 华东师范大学出版社, 2002: 68.
- [27] 谢鑫, 蔡芬. 美国一流大学通识课程结构的模式分析——以哈佛大学、哥伦比亚大学、普林斯顿大学、芝加哥大学和布朗大学为例 [J]. 教学研究, 2020, 43(3): 67-75.
- [28] 张良. 具身认知理论视域中课程知识观的重建 [J]. 课程·教材·教法, 2016, 36(3): 65-70.
- [29] Harvard Magazine. A Revised Gene Debuts[EB/OL]. (2019-09-09) [2024-03-01]. <https://harvardmagazine.com/2019/09/harvard-college-debuts-gen-ed>.
- [30] 中共中央办公厅, 国务院办公厅. 关于新时代进一步加强科学技术普及工作的意见 [EB/OL]. (2022-09-04) [2024-03-01]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2022/content_5710610.htm.
- [31] 中华人民共和国中央人民政府. 国家教育事业发展“十三五”规划 [EB/OL]. (2017-01-19) [2024-03-01]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2017/content_5168473.htm.
- [32] 中华人民共和国中央人民政府. 全民科学素质行动规划纲要 (2021—2035 年) [EB/OL]. (2021-06-25) [2024-03-01]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2021-06/25/content_5620813.htm.
- [33] 李印福. 大学生科技素养的基本内涵及其培育路径 [J]. 中国高校科技, 2016(11): 54-56.
- [34] 潘懋元, 周群英. 从高校分类的视角看应用型本科课程建设 [J]. 中国大学教学, 2009(3): 4-7.
- [35] 车宇凡, 肖迎红. 自然科学通识教育视角下学生科学素养的若干思考 [J]. 高等理科教育, 2019(2): 66-71.

(编辑 颜 燕 荆祎澜)



Abstract: The rapid advancement of science and technology, and the global trend of reform in science education, urgently call for new discourse and concepts of “Big Science Education”. This concept stems from the era’s characteristics, a broad understanding of science, and the need to prepare students to tackle 21st-century challenges and solve complex problems. In the vision of “Big Science Education”, schools should be the main arena for science education, continuously enhancing the coherence and integration of science curricula to build a comprehensive education system. School-based science education and extracurricular science popularization should develop in synergy, with governments integrating all efforts to establish “Big Science Alliances”, schools coordinating internal and external resources based on “Big Science Education” and developing courses collaboratively, and science popularization institutions targeting teachers and students effectively.

Keywords: Big Science Education; school science; science popularization; synergetic development

CLC Numbers: {G40-01}; N4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.03.004

Experiences and Implications of the Scientific and Technical Curriculum Setting for General Education in American Universities: Based on the Cases of Two Top-Ranking Universities

Gao Xiaoyi¹ Ren Jiani¹ Zhao Mingyu²

(Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875)¹

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing 100081)²

Abstract: As the world’s top-ranking universities and the birthplace of general education reform, Harvard and Stanford have carried out several rounds of general education reform and established a well-structured general education system emphasizing science and technology, which can provide a reference for Chinese universities to keep up with the development and changes of the globalization and reshape their scientific and technical curriculum setting for general education. Based on the curriculum outline, student handbook and literature, this paper analyzed the history and reality of scientific and technical curriculum setting for general education in two universities, and summarized their advanced experience. The results showed that: in terms of goals and ideas, the scientific and technical curriculum setting for general education in American universities are committed to cultivating world citizens with scientific spirit and capable of making scientific decisions; in terms of the selection of course themes, their courses are based on historical and social backgrounds, oriented to the future, and focused on global scientific issues; in terms of the organization of contents, their courses advocate interdisciplinary and case learning, and integrate the courses with driving questions. Drawing on the above experience and based on the characteristics of Chinese universities, Chinese universities should clarify the orientation of scientific and technical curriculum settings for general education and update the curriculum objectives based on the current realities of the country and the university; highlight the integration of disciplines, grasp the dynamics of scientific and technological development and the focus of international competition; and follow the thinking progression and practical logic to build an integrated framework of scientific and technical contents.

Keywords: American universities; scientific and technical general education curriculum; general education; curriculum setting

CLC Numbers: G53/57 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2024.03.005