

# STEAM 跨学科课程：整合理念、 模式构建及问题反思<sup>\*</sup>

李学书

**摘要** 近年来,衍生自 STEM 教育的 STEAM 跨学科整合课程颇受世界教育改革关注。它以跨学科整合为核心理念,融合学科知识、儿童经验、社会生活等价值取向。其多样化的整合模式建基于多种整合机制,运用时需要结合具体情境加以选择,建构过程重点关注主题选择、目标制定、知识建构、教学评一体化设计等环节。但 STEAM 跨学科整合课程作为一个新生事物,在我国的相应实践活动主要存在如下问题:专业 STEAM 教师队伍有待扩大,课程整合能力必须提高;STEAM 跨学科课程整合支持系统有待强化,应争取多方面支持;STEAM 课程整合的形式主义有待克服,须防止主题的窄化和泛化。

**关键词** STEM 教育; STEAM 跨学科课程; 整合机制; STEAM 素养

**作者简介** 李学书 / 上海开放大学发展研究部副研究员 (上海 200062)

近年来,STEAM 课程以其高度的跨学科整合特征受到全球教育界的普遍关注,成为教育改革的重要参照及开展课程整合的模板。这一浪潮在很大程度上影响着我国指向核心素养的课程改革理念和教学体系,研究者和实践者对其本土化进行了积极探索,并取得初步进展。但管理者对 STEAM 课程建设缺乏明确定位,对课程整合机制和相应模式理解不深入。因此,本文对 STEAM 课程跨学科整合的理念及相应模式的建构展开研究和反思,以期突破当前我国 STEAM 课程改革面临的难题提供参照,尤其对基于学生发展核心素养开展课程整合有所助益。

## 一、STEAM 跨学科课程的整合理念

若从 1986 年发布的《本科科学、数学和工程教育》报告中提出“科学、数学、工程和技术教育集成”的纲领性建议为开端,STEM 教育在美国已进入而立之年,受到社会各界的支持,建立了一体化、全方位、立体式的发展模式,带动

<sup>\*</sup> 本文系上海市教育科学基金项目“国际比较视野中指向核心素养的课程整合机制研究”(项目编号: C17060) 的阶段性成果。

了美国课程与评价、教师教育、高等教育、职业教育等变革,对经济发展、社会公平、人力资源开发和教育改革等方面产生了深远影响,维系着美国在世界竞争格局中优势地位,同时也为其他国家开展的教育改革所效仿。

### (一) 课程整合: STEM 教育的最重要理念

为了解决科学与人文的割裂问题,20 世纪 70 年代以来,美国就开始探索科学、技术、社会( Science , Technology and Society ,简称 STS) 课程,试图打破知识中心和分科课程开发的传统,围绕科学素养的培养,通过选择相关主题促进科学教育和人文教育的融合,并成为国际科学教育改革运动的一个重要方向。自 80 年代起,美国教育界就萌发了整合科学和数学教育的主张并出台了一系列指导报告。1983 年发布的教育报告《国家处于危机中教育改革势在必行》,首次提出了整合科学、技术和数学的设想及相应主张。为此,美国科学发展协会于 1985 年启动了“2061 计划”( Project 2061)。1986 年,美国国家科学委员会首次明确提出“科学、数学、工程和技术教育集成”的建议。

为了回应 20 世纪 90 年代美国研究人员、雇主、高校教师团体及学生对科学、数学、工程和技术( 即 SMET) 教育改革的呼吁,美国各类机构和专业组织颁布了一系列报告。2001 年,美国国家科学基金会的教育与人力资源部将 SMET 教育更名为“STEM”,并随即被高等教育研究机构及科学界采纳,成为重要的教育政策焦点和发展趋势。为了突出 STEM 教育学科整合的独特性,发现学科知识之间的内在联系,围绕问题解决培养学生的探究精神,学界陆续采用“整合性 STEM 教育”( integrative STEM education) 的概念。但无论是 STS 课程还是 STEM 教育都试图将科学和技术还原到既有的社会情境中,围绕一定的问题、主题组织和开发多学科整合课程。

从国际 STEM 课程发展进程可以看出,以美国为首的发达国家自觉将 STEM 教育视为促进社会发展的重要战略的初衷,都是在对当前教育问题及社会需求的反思中提出的,期待其成为解决危机和保持战略地位的有效途径。因此,STEM 课程最初是以一种理念、愿景的形式出现在政府报告和文件中,多发端于高等教育,从而撬动自上而下的教育改革。为此,各国政府不仅规划了 STEM 教育的长期战略目标,提供了雄厚的资金支持,设立了专门机构监督各类拨款资金的使用情况和效能,还规定了培养科学家、工程师、技术专家、数学家等人才的数量,创新了举措,以便得到企业界、学术界及慈善机构等多方面的大力支持。

但由于各国所面临的问题既有共通性又有差异性,社会发展水平和文化底蕴等对教育的影响程度不一样,在 STEM 教育本土化过程中,对其理解及实施各有异同。但值得一提的是,STEM 课程的发展历经了由分科到整合的转变,虽然分科教育仍会存在,整合已经成为其发展方向。美国科学基金会( NSF)、高校研究团体、绝大部分教研机构和团体等指出,STEM 教育的本质是基于学科知识间的内在联系开发新课程的教育形态,其最重要、最具代表性的理念就是教育整合。这种理念也决定了跨学科课程整合是 STEM 教育的核心

特征。跨学科意味着在 STEM 课程中,教育工作者不能再将课程与教学的重点放在某个特定学科或者过于关注学科界限,而是要软化边界,利用四个学科相互关联的知识解决实际问题,跨越学科界限,从多学科知识综合应用的角度培养学生的 STEM 素养。

STEM 教育通过学科整合方式改造课程,使“学科整合”摆脱泥淖困惑,确立了课程整合的本体意义,同时也进一步拓展了课程整合的研究空间,使课程实践者和研究者认识到课程整合不仅要关注“如何整合”这条“明线”,更要把握背后民主和发展理念这条潜藏的“暗线”。尤其在推行以核心素养为标志的深化基础教育课程改革背景下,课程整合要以整体、系统的方式思考课程问题,不能仅停留在课程内容的优化组合,同时要关注为何统整、谁来统整、统整什么等价值问题,而不是仅仅追问如何统整的技术问题。

## (二) STEAM 跨学科整合: STEM 教育课程的再概念化

长期的科学实践和研究发现,21 世纪人类所创造、掌握和运用的科学知识日益增多,却不能自觉地被用来医治现代性创伤。其根本原因是忽视了人类社会是一个整体,科学文化与人文文化没有真正结合,两者的整合不仅具有知识论的价值,还是人类生存和文明发展的内在精神资源和思想动力。因此,在将自然科学、技术科学、人文社会科学相结合进行整合研究方法论指导下,英国国家科学基金会经过组织力量研究艺术(包括社会科学的很多方面)在促进学生发展中的价值,发现中小学课程中的艺术类课程在提高学生的想象力和创新能力方面具有独特的功效,并于 2007 年组织专门研讨会讨论如何将艺术学科融入 STEM 教育中,该研讨会被视为英国国家层面 STEAM 跨学科整合课程开发的开端。

与此同时,美国学者乔吉特·亚克曼(Georgette Yakman)经过研究和实践在 STEM 教育中加入了“A 元素”(Art,即艺术),提出 STEAM 跨学科课程整合的概念并构建了相应的模型(如图 1 所示)。该模型根据学生的学习阶段和整合程度分为五层。最底层是由具体科学、技术、工程、数学等课程科目构成,是整个 STEAM 课程的基础学科;第二层是特定学科层,强调科学、技术、工程和数学学科之间的内在逻辑关系;第三层是学科融合层,即在四门学科互相融合形成独立的 STEM 课程体系并渗透艺术等人文类学科;第四层是 STEAM 层,即在多学科进一步整合基础上,培养跨学科思维 and 创新能力;最上层是整体融合层,即超越单一学科,融合各类跨学科知识,并加以灵活应用,培养跨学科素养及在复杂情境中解决具体问题的综合能力。<sup>[1]</sup>这五层相互递进,与学生思维水平和生活经验积累相契合,同时彼此间互相影响,下层课程是上层课程整合的基础,上层整合活动又会引起下层联动。

事实上,STEAM 跨学科整合课程中的 A 元素不仅包括美术、绘画,还包括培养人文关怀的人文艺术,提高沟通协调能力的语言艺术,把握对材料、工具和表达形式掌控能力的肢体艺术以及手工制作艺术。陈怡倩认为,只有从不同视角思考 STEAM 跨学科整合课程框架中 A 元素的内涵才具有意义与价值,

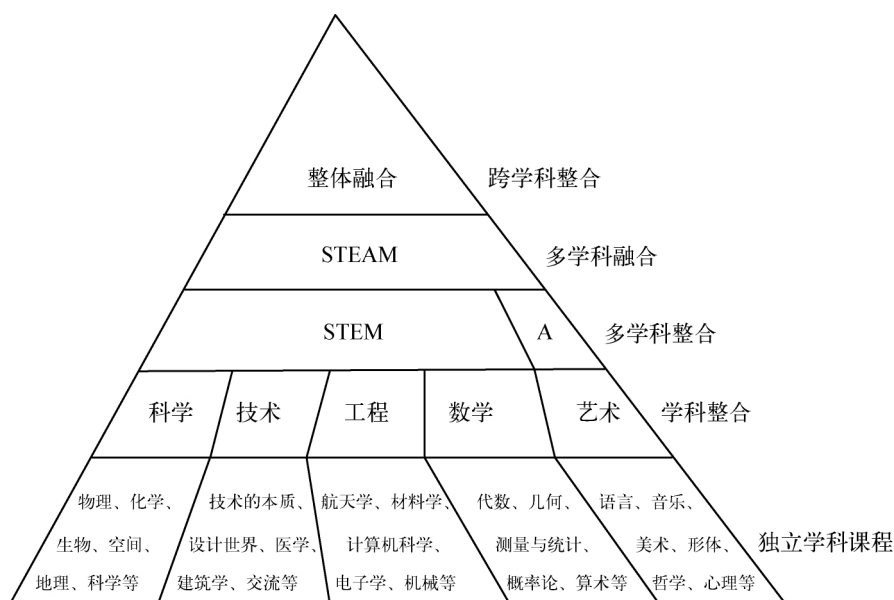


图1 STEAM 课程模型

并指出 A 元素具有七种不同的含义：外显的美、设计思维、大艺术的视角、可视化的过程、美感素养、艺术性的诠释、人文精神。<sup>[2]</sup> 鉴于人文精神才是艺术的真谛，STEAM 跨学科整合课程中 A 应包括人文学科和社会科学，而非单纯的精致艺术（Fine Art），即凡涉及人、历史、哲学、艺术、设计、社会研究都是其重要内涵。

STEM 教育走向 STEAM 跨学科整合课程，表明 STEM 教育具有空间无限延展性和因素的多元化。该教育形态可以根据社会发展需求将更多不同学科“整合”起来，形成 STEAM、STREAM、STEM<sub>x</sub>、STEM+ 等 STEM 教育改革形态，发展为包容性更强的跨学科综合素养教育。但这些形态都不同程度地囊括科学、技术、工程、艺术、数学、人文等学科内容及计算思维、勇于创新、善于沟通与协作等创新型人才必须具备的知识与技能。而 STEAM 跨学科课程作为 STEM 教育和 STS 教育的“再概念化”，属于跨学科整合范式，在不受制于单一学科的情况下，围绕 STEAM 课程目标，由教育者和学生合作认定重要的问题和议题作为探究主题，组织相应课程任务和教学活动，以增强人和社会整合可能性的综合课程形态。这一模式丰富了课程整合的内涵，将课程整合由课程内容组织方式引向了社会重建，实现人与社会的统整，通过 STEAM 跨学科课程整合培养社会所需要的品格、态度、技能等核心素养的基本构成成分。

### （三）STEAM 跨学科课程整合的多元价值取向

跨学科课程整合可作为课程整合的方法论，应用于多学科或科际整合课程中。STEAM 跨学科课程整合以项目或问题为中心形成整合主题，为学习者提供问题情境，并以小组为单位进行活动，促进学生探究、发现、协助，积极建

构知识,强化对知识的记忆和迁移,形成 STEAM 素养。这些源于这一跨学科课程秉持的多种价值取向。

### 1. 学科知识整合取向

STEAM 跨学科课程整合的初衷是要打破学科藩篱,减少知识交叉重叠,解决学科知识碎片化、孤立化以及知识与应用疏离等问题,克服教学实践中学科知识授受的弊端,以便提高学科教学效率。事实上,学科知识并非外在于世界的实体,而是理解自我与世界的“材料”“方式”。STEAM 知识整合取向一般采用基于问题的学习,通过自主、合作、探究解决嵌入真实情境中的社会生活问题,形成自主学习习惯,促进学生对所学知识的理解与建构,从而习得隐含于问题背后的学科知识,体验多学科知识的获取和整合过程,促进学生元认知能力的发展,形成解决问题的技能以及对知识进行社会性、情境性的迁移运用能力。常见方法有 5E 教学法(Engage,Exploration,Explanation,Elaboration,Evaluation)、网络探究(Web Quest)、研究性学习。这类整合在中国多以综合实践活动形式开展。

### 2. 儿童经验整合取向

人们对自己和世界所形成的观念都来自经验的建构,进而成为未来应对问题、议题和情境的资源。已经存在的儿童经验及基于此而建构的意义在人们心中是富有生成性的,而非静止的。STEAM 跨学科课程中经验整合的基本做法是从学生生活的角度选择典型活动进行结构化设计,然后以活动设计与实施为载体,让学习者在体验和完成活动任务的过程中,将学术性学科知识转化为可解决实际问题的生活性知识,习得蕴含于任务中的多学科知识与技能。STEAM 跨学科课程整合实践中,整合学习者新旧知识经验、生活经验、认知经验等已成为经验整合的基本理念,而且学者们对经验割裂、相应层次划分以及整合方式等问题的推论远多于经验课程本身的探究。基于任务设计的学习成为其主要的实施方式,有助于通过经验整合寻求个人主体意识的合法地位,彰显个人主体性。

### 3. 社会生活整合取向

STEAM 跨学科课程的社会生活整合即以“社会议题”为载体的课程组织模式,整合内容涉及当代社会问题、学生关心的社会现象和活动及社会活动方案设计等。这种 STEAM 课程整合方式强调社会实践活动的开发与设计,将多学科知识融合到真实的社会项目中,体验生活的复杂性,寻找各学科知识的整合点,从而培养学生社会问题解决能力。也就是说 STEAM 以项目过程、活动设计等为其核心,并以开发最终作品或“人工制品”为出发点。因此,该模式多采用基于项目的学习,以实践项目完成为核心任务,丰富学生认识事物的经历和体验,并将跨学科的内容、高级思维能力发展与真实生活环境之间建立联系,实现个人发展和生活需求的有机整合。

上述三种整合取向没有优劣之别,而是不同程度地表征着课程的知识属性、人本属性、社会属性。这三者相互联系和补充,各有适合的对象和情境,在

STEAM 跨学科课程整合实践中应灵活运用。但这些整合取向形成优势的前提是将相应知识体系情境化与社会化,解决各学科原有知识体系的劣构化问题是它们面对的共性问题。为此,STEAM 课程开发者和实施者应强化 STEAM 跨学科课程整体性体验。STEAM 教育发展到今天,整合理念成为其最重要课程特征和内涵。这种跨学科整合的终极依据是“整体有机论”,因此需将 STEAM 跨学科课程的开发建立在自然、社会和自我有机统一的基本向度上,克服目前将 STEAM 教育以产品而不是以人的发展为导向的弊端,确保学生拥有完整的世界体验。另外,要整合利用多元化的课程综合模式。课程综合是有意识地运用两种或更多学科知识观和方法论提炼一个中心主题或问题,并据此将多个课程因素整合起来的一种课程组织方式。如果这个中心主题或问题源于学科知识,这种综合课程就是学科本位综合课程,相关课程和广域课程就是其中的一个部分。如果这个中心主题或问题源于现实的社会生活,则这种综合课程就是社会本位综合课程。很多国家和国际组织倡导和开发的“国际理解教育”就是典型的社会本位综合课程。如果这个中心主题或问题源于学生自身发展,则这种综合课程就是经验本位综合课程。国际技术与工程教育协会(ITEEA)开发的 Integrative STEAM FocalPoints,简称“I-STEM 模式”就是典型经验本位的综合课程。

## 二、STEAM 跨学科课程整合模式构建

STEAM 课程跨学科整合源于对传统学科课程割裂了不同学科之间、学科与真实世界之间的联系,从而影响学生解决现实问题能力培养的反思。纵观 STEAM 跨学科整合课程的发展历史,相应的课程整合模式也渐进地由单一走向多元。

### (一) STEAM 课程跨学科整合的不同类型

STEAM 跨学科整合课程要求多门学科在课程开发和实施(教学)过程中的主题(问题)或项目的选择与组织必须密切相关,以整合的教学方式,围绕学生 STEAM 素养构成的基础性成分——概念、技能和运用知识与技能解决真实世界中的问题开展整合。这种课程整合模式意在减少课程内容的重叠与分化,彰显知识、技能与生活世界的联系及其价值,强化知识的系统性。

瓦斯克斯(Vasquez)等学者在充分调研基础上,对 STEAM 课程跨学科整合模式的类型和划分依据进行了阐述。他们基于不同学科之间交叉融合程度,以递增方式对 STEAM 教育构成的多门课程进行了一体化整合设计。这种整合设计模式按照学科之间相互依存和联系级数进行层次划分,即学科整合、多学科整合、科际整合、跨学科整合。<sup>[3]</sup>学科整合模式多指学科内部的知识、技能和相关概念之间的整合,在学科框架内围绕相对同一的知识内容为主题实现课程的统整。这类整合课程已经开始运用整体性思维方式开发相应内容、设计实施方式。多学科整合模式又可以分为两种类型:一是围绕两门相关学

科的某些主题开发相应课程,并在相对同一的时间开展教学,如将 STEAM 课程中的数学和科学组成科学课程,技术和工程组成技术工程课程等,而两门平行学科之间的关联要靠学生自己掌握。唐小为等经过研究发现,国内理工科课程中科学和数学整合程度优于美国的 STEAM 课程,因此无需引进和刻意整合;科学和技术整合有将科学教育带入培养“能工巧匠”歧途的风险;科学和工程整合才是最符合我国基础科学教育发展需要的 STEAM 整合类型。<sup>[4]</sup>二是围绕一个共同的主题将多个相关学科调整到一个课程单元或学程里,而各学科保持独立,整合内容分属于不同学习领域,学科特点影响整合学科的教学和评价。

科际整合模式是指以主题、问题、概念、基本学习内容、技能等为组织中心,或按相关课程方案和课程标准的要求,将学校课程中的所有学科有意识地统合在一起,形成大单元或学程。用这种模式整合起来的课程内容相互关联,但所属学科仍然可以辨认。其目的是通过课程开发和实施让学生借助相应的探究活动,学会多视角处理与学习任务相关的信息和观点,以便更全面、客观地理解知识和解决生活中的各类问题。这一模式在国内多以校本课程形式存在,如台州市文华小学组建研究团队,不断完善“航模 STEAM”校本课程,以航模基础课为载体,融入文学、体育、品德等学科,再结合科学、技术、艺术、工程、数学等领域,将航模 STEAM 思想渗透进每一位学子的心中。<sup>①</sup>

跨学科课程整合模式的特点是:学科不再是课程的组织中心,取而代之的是社会生活中的现实问题,学科知识被融入单元或主题之中,成为服务于解决现实问题的主要内容,解决问题所需要的知识、技能、态度以及相应的高阶思维成为课程关注的重点,整合课程过程非常重视学生主体性的发挥以及课程与真实情景和世界的联系。赫希巴奇(Herschbach)指出,应运用“整合的课程设计模式”对 STEAM 跨学科课程进行开发与实施,并根据设计的问题或项目全面、均衡覆盖所有学科基础性知识结构。他还提出了两种基本跨学科课程整合模式,即相关课程模式和广域课程模式。<sup>[5]</sup>相关课程模式是指利用一些相互联系的主题和观点将两门或更多同质性的学科整合起来,强化科目教学内容安排的整体性和连贯性。上文所提及的学科整合、多学科整合以及目前学校 STEAM 分科课程模式都属于相关课程模式。广域课程模式则是指将所有学科内容整合到新的学习领域,融合了学科界限,形成涵盖整个知识领域的课程整体。在课程开发实践中,围绕一个选择的组织核心,通过活动形成连贯、有组织的课程结构,将各个分支学科组织成一门“后设学科”(meta-discipline),即该学科的建立是基于和其他学科的融合所形成的一门新课程。<sup>[6]</sup>相对而言,该课程模式通过全面主题开发和教学设计,打破了学科间的界限,使学生在真实情景中学习各学科知识,但如何平衡学科之间知识内容,重新构建新的课程结构,对课程开发者和实施者提出了新的挑战。

---

① 感谢台州市文华小学王璐琼和浙江教学研究室管光海博士提供案例。

## (二) STEAM 课程跨学科整合模式的多元构建机制

STEAM 课程跨学科整合之于创新型人才培养的重要性体现于它的方法论价值,即通过多种机制消除不同学科壁垒对社会发展所必须的知识或素养的割裂,实现不同学科间的交叉与融合,促进跨学科群的形成。该跨学科课程整合的多元作用机制如下:<sup>[7]</sup>

(1) 多元素机制,即跨学科课程整合必须发生在多元、异质的学科元素之间。STEAM 跨学科课程的独立专业学科所涉及的领域、解决的主要问题、相应的方法和过程存在很大差异。科学致力于解释自然界中发生的现象;技术致力于运用新工具和手段以便产生更高效益;工程则是不断利用各种原理,探求如何通过设计解决现实问题;社会科学主要提高学生社会情怀和责任感,促进想象力和创新意识培养;数学力求扩展逻辑的、结构的、模式的世界。这些元素需借助课程目标和具体情境,确定内含相应知识的比重和在相应模式中的位置。

(2) 融生机制,即多元异质的学科元素通过建立学科间的共同话语,实现课程整合模式的协调共融机能。STEAM 跨学科整合课程开发,主要借助于跨学科概念将这些异质学科整合在一起。如美国的《下一代科学教育标准》就明确提出模式、因果关系、系统与系统模型、物质与能量、结构与功能、尺度比率和数量、稳定与变化七个跨学科概念来整合不同学科。<sup>[8]</sup>

(3) 互补机制,即多学科在交叉整合中,由于不同学科的知识基础和范畴的差异,在人才培养中应该彼此借鉴,互为补益,形成一种优化的课程整合机制。STEAM 跨学科课程所函括的科目就培养目标而言存在很大差异。科学最核心的是科学思维,技术最核心的是计算思维,工程最核心的是设计模型或解决方案(即工程思维),社会科学最核心的是提高人们的社会意识和美感,数学最核心的是数学思维。这些学科功能和任务存在差异,但每一种思维的培养最终共同指向高阶思维的提高,从而在促进学生成长中实现优势互补。

(4) 开放机制,即通过寻找学科间共同或相似的深层根源促进学科整合的同时,将凝聚的跨学科整合的精髓(主要是指综合知识和素养)作用于外界,并不断吸收外界环境的反馈,真正实现跨学科整合。STEAM 跨学科课程开发和设计者根据社会发展、学生需求和学科发展等方面需求,不断吸收新知识,促进相关学科间诸要素交流,利用各种途径促进跨学科课程与外部诸学科及环境之间积极互动,突破单一学科间形成的阻隔,促进学生 STEAM 素养的不断发展。

(5) 合力机制,即多学科及其相关领域知识发现者和创生者通过融生、开放、流动、合作等方式,形成合作共同体,推动跨学科交叉和整合。STEAM 跨学科课程的本质是要解决真实的、复杂多样、难度较大的社会问题,并通过师生以及生生之间的协同探索,建构知识的意义。STEAM 跨学科整合课程的现实基础是社会参与,其组织和实施也是多元化的,需要政府、教育机构、非盈利组织、咨询机构等深度参与和配合,形成有力的组织保障。STEAM 集成战略是一

个连续的实施过程,需要一套完整的制度设计,相应的课程开发需要真实的科学研究数据、研究工具等资源,并通过恰当的方式与 STEAM 课程整合,并形成合力,从而有效支持课程实施。

(6) 增殖机制,即由学科交叉合力作用于外界而生发的促进学生自身和社会领域发展的效应。这里主要指提高课程整合模式在人才培养方面的价值。尽管 STEAM 课程跨学科整合的不同学科有着内在联系但彼此又有区别。这从另一方面说明 STEAM 跨学科整合的必要性:运用 STEAM 课程跨学科整合才能更好地解决当代疑问和难题,使新知识、新技能和发明创造更好地服务于社会,促进人类快速发展。

### (三) STEAM 跨学科课程整合模式构建策略

实践证明,传统分科课程难以支撑 STEAM 素养培育,尤其是核心素养的有效转化。因此,整合上述三种价值取向和多种模式,构建适切核心素养转化的课程整合模式并采用正确的课程整合实践运作策略尤为重要。尽管研究者和实践者秉持不同立场对 STEAM 跨学科课程整合本质、模式认识不同,但 STEAM 跨学科整合课程要落地生根,主题选择、目标制定、知识建构、一体化设计四个环节不可或缺。

#### 1. 主题选择

STEAM 跨学科课程整合主题选择的参考框架可以参照乔治·J.波斯纳提出的六种课程整合的主题划分形式:探究导向主题、鉴赏导向主题、问题导向的主题、决策力导向的问题、技能导向主题、个人成长导向主题。<sup>[9]</sup>STEAM 跨学科课程整合主题选择标准和原则,可以结合具体问题情境,综合以下三方面加以考量:一是主题内容的普遍适用性,即主题范围要保证可以应用于不同科目,主题窄化不可能达到统整科目的效果,主题泛化则不利于开展深度学习。二是主题选择的价值正当性,即议题选择应符合上述三种整合价值取向,体现 STEAM 跨学科整合课程的知识属性、人本属性、社会属性,更要符合主流价值取向,关照当前迫切需要解决的社会议题以及前沿教育理念。三是主题选择的民主公平性,克服学科课程整合忽视学生课程参与权力现象,强化师生和社会多方共决,即应确保为所有学生(尤其是弱势群体的学生)提供广泛多元的学习机会,通过满足其兴趣和好奇心提高参与意识和能力。

#### 2. 目标制定

在构建 STEAM 跨学科课程整合框架过程中,鉴于课程整合的层次性,应该关照不同的目标指向。作为多学科交融的整合体,其培养目标更应该强化学生核心素养的培育,突出设计思维、创造性问题解决能力和复杂合作共情能力。在国家层面应该将课程标准和相应的能力指标作为主要目标来源,通过对国家、地方课程标准分解课程目标进行课程整合设计。而学校课程规划层面的课程整合目标不仅要有人才培养图景,还要通过课程整合减少学科间的疏离、课程内容的交叉重叠,优化课程结构,从而发挥课程系统整体效应。STEAM 跨学科科目及单元设计的课程整合目标重点是结合学情和资源分析结

果,细化各类能力指标,强化学生跨学科知识、问题解决能力和情感态度等综合素养的培养。

### 3. 知识建构

STEAM 跨学科课程整合中的知识建构应该立足于社会改造,从知识的实体与意义(知识属性)和系统性与非系统性(即组织形式)两个维度着手,围绕意义探寻重新认识与建构知识成为 STEAM 跨学科课程整合设计的基础。即 STEAM 跨学科课程统整的知识应包括学科知识、学科间知识(被遗忘在学科间的知识)、跨学科知识(实践性、操作性、体悟性知识等)三部分构成,其中“跨学科知识”是核心。对学生来说,这三类知识习得都是为了提高 STEAM 素养,从而更好地为理解自我与世界服务。结合心理学和学习科学,我们认为 STEAM 跨学科整合知识的构建可分为四种途径:一是精选,选择那些有意义的大观念、核心概念、方法和结构,摒弃细枝末节、无用和重复信息以及再生性差的知识。二是增补,补充 STEAM 跨学科课程科目中缺失的通约性学科知识、收学科间条件性知识以及跨学科方法论知识。三是更新,删除陈旧的学科知识,关注社会发展及学科前沿知识。四是改造,坚持儿童心理逻辑与学科逻辑的统一原则,通过消除学科知识壁垒,强化知识联结,从而改造学科知识,也即知识创新。

### 4. 教学评一体化设计

STEAM 跨学科课程整合必须进行横向连贯和纵向衔接,实现教-学-评一体化设计。为此,STEAM 课程开发者一方面应将不同学科内容体系按现实生活中有待解决的问题、必须完成的任务或项目进行跨学科重组设计,另一方面又要确保设计的问题和项目全面而均衡覆盖不同学科的基础性知识,以及根据学生生活经验培养解决问题能力和高阶思维。STEAM 跨学科课程整合的教学设计没有固定的模式,各种模式没有优劣之分,在进行模式构建时应根据 STEAM 跨学科整合理念、目标及课程资源,结合具体情境选择适合学生 STEAM 素养培育的混合教学模式。目前,项目学习、协同教学、主题教学等都可以作为 STEAM 跨学科课程整合教学的重要选择。STEAM 跨学科整合课程的评价通常包括课程整合方案及实施过程评估两方面。其中,课程整合方案评估包括课程整合的国家规划方案、学校规划层面的课程整合方案、单元整合设计方案。课程整合实施过程评估重点是学校、区域层面课程整合实施监测。

## 三、STEAM 跨学科课程整合的问题反思

跨学科实践和研究发现,弱化对学科研究对象和方法独特性要求的执念,强化跨学科思维,从而促进学科在更高层次上的分化和融合是必然过程。在课程领域,不再盲目细分子学科课程,跨学科整合趋势日益增强。STEAM 整合课程在本质上属于跨学科教育的典型形式,其目的是为了提升跨学科思维品质和创造能力。这与核心素养作为一个综合性概念体系在人才观、创新观和知

识观等方面存在高度契合,两者的对接是我国开展基础教育改革的必然趋势。<sup>[10]</sup>但 STEAM 跨学科整合课程目前还处于引介阶段,没有形成完整的课程体系,教学效果差强人意。值得反思的问题主要表现在以下三方面:

(一) 专业 STEAM 教师队伍有待扩大,课程整合能力必须提高

目前,我国 STEAM 教育领域相关教师的短缺非常严重且分布不均。很多学校没有从事 STEAM 教育教学工作的专任教师,有些学校由经过简单培训的信息技术、物理等理科教师兼任。另外,受传统的学科教师培养模式的影响,通过师范院校培养出来的教师的知识基础、教学训练大都建立在分科教学的基础上,学科特征明显,整合相对薄弱,对教师整合能力的培养多停留在某个学科或领域,所构建的一般教学知识很难迁移到具体教学情境当中,这是 STEAM 跨学科整合课程教学成效不佳的主要原因。为此我国 STEAM 跨学科整合课程教师培养可以借鉴美国的做法:通过立法加强 STEAM 教师的培养与发展;尝试建立并统一教师准入标准;建立 STEAM 教师培养的问责机制与退出机制;提供 STEAM 教师教育项目对专业教师开展持续支持;创建有竞争力的薪酬体系,提高 STEAM 教师的薪酬待遇,从而吸纳社会力量。<sup>[11]</sup>

STEAM 教育跨学科、综合性的特征要求教师采用一体化的教学和学习方法实施整合课程开发和实施,在教学处理上不需要明确地区分出具体的学科内容,应形成动态的、连贯性的学习。可见,STEAM 跨学科整合课程的开发和实施要求教师具有很强的综合能力,兼具科学和人文素养以及相应的实践操作能力,这对教师的专业发展带来挑战。但当前 STEAM 跨学科课程整合的重要问题体现在教师对如何进行课程整合缺乏自信,对整合课程的教学目标的拟定感到困惑,教师交流协作能力有待提高。

因此,STEAM 跨学科课程整合应高度关注其具有的易变性和情境性等特点,从课程整合实践运作角度,通过学科教师、课程专家和教育研究者组成研究团队,开展协同教学,发挥各自优势,设计高效 STEAM 跨学科整合课程同时,强化教师自身的反思和体悟,提高他们的专业素养。管理者和 STEAM 专业教师培养部门应该采用多元化的培养方式,如职前职后培训一体化进修模式等,增加 STEAM 教师实习项目的数量;实行线上线下相结合方式提高 STEAM 项目的参加频率,从而提高教学能力;采用基于实践活动(做中学)、工作嵌入式等研修活动,培养教师的 STEAM 教学创新策略;最后要引导教师通过构建学习共同体促进知识共享、经验交流与成果展示活动,强化跨学科整合的意识和能力,并根据实际教学情况改善教学策略,提高跨学科教育师资的专业素养。STEAM 跨学科整合课程教师首先要掌握多门学科的知识技能和教学方法,并结合具体教学情境将它们融合到具体的课程开发和教学活动中。同时,关注资源的开发与利用能力、合作交流能力、主题活动的选择与设计能力、问题解决情境创设能力、对学生活动的组织管理能力、对学生实践活动过程与成果的评价能力等专业能力是教师参与学校 STEAM 跨学科课程整合不可或缺的要求。

## （二）STEAM 跨学科课程整合支持系统有待强化，应争取多方面支持

由于 STEAM 跨学科课程整合与传统的学科教学不同，教师不仅要掌握学科知识和技能，还要整合课程资源、寻求合作伙伴、设计课程整合和评价方案、优化教学环境等，一般情况下个体教师很难独立完成，一个健康有序的支持系统对教师参与课程整合至关重要。这个支持系统包括制度支持、技术支持、资源支持、文化支持等。目前我国 STEAM 跨学科课程整合，乃至整个课程整合领域都需要解决学校放任自流以及将课程整合与开发完全寄托在教师身上的问题，让广大教师切实感受到进行课程整合过程中有强大支持系统在保障着他们的课程整合行为；构建适切课程整合的学校时间管理、考核体系，强化制度建设，使 STEAM 教师能有时间并意愿从事整合课程的开发和实施，不至于疲于应付；强化教师 STEAM 跨学科课程整合的认同感，激发内在整合动机。

当前我国 STEAM 的本土化建设已经引起教育行政部门的重视，但还处于起步阶段，主要是在发达地区教育部门倡导和支持下，以学校为主体开展摸索，以引进国外经验为主，部分课程由市场教育公司主导开发，还缺乏多元主体的协同参与，也缺少相应的标准，这与我国 STEAM 未来人才培育的目标不一致。因此，必须打破传统课程建设桎梏，借鉴国外 STEAM 跨学科课程争取多方面支持和配合的经验，探索指向核心素养的跨学科课程整合与相应的教学设计，也是未来我国学生发展核心素养培养的重要目标和研究方向。

这一点可以借鉴美国做法，将 STEAM 跨学科整合课程视为集成战略，不仅是不同学科的整合，更重要的是在各方面力量融合基础上进行一体化建设。就学校层面而言，强调学生动手能力和创新思维培养，增加学生实践的机会，是 STEAM 跨学科整合课程为学校带来的最外显的变化，但相应的外部资源建设为学校带来了额外压力，迫使学校构建多部门协同合作的支持系统，积极寻求多元化支持。为此，很多 STEAM 学校发挥主动性，与包括企业和公司、大学和其他高等院校、国家和地方的志愿者组织、社会服务机构、健康机构以及各种社区建立合作伙伴关系，获得他们的资源，接受他们捐款/慈善，利用自身条件和他们进行交易，建立一体化的伙伴关系。一些学校将学生家长视为重要的外部支持力量，鼓励并吸引家长参与到 STEAM 课程整合中，开发家校合作资源。以此手段可克服 STEAM 实践碎片化、表层化，强化对 STEAM 课程功能的认同，形成发展合力，推动 STEAM 课程持续发展。

## （三）STEAM 课程整合的形式主义有待克服，须防止主题的窄化和泛化

由于 STEAM 教师大部分都是由师范院校按照分科课程模式培养的，缺乏课程统整的技术，无法准确根据整合课程要求把握课程目标、选择主题、设计并实施课程方案、整合课程资源。同时教师在长期分科教学中养成的“路径依赖”，在评价体制没有根本改变的前提下，不利于培育他们对课程整合的认同感，突出表现为教师很难匀出精力到课程整合当中，所谓 STEAM 跨学科课程整合也变成了为整合而整合。另外，STEAM 跨学科整合课程作为一个新生事物在很多学校没有得到应有的重视，甚至成为点缀，更不要说进行统一规划。

由于缺乏明确的领域课程整合指南及可操作的课程整合方案,学校无法居中优化、统合,不但没有达到减负增效的效果,而且越整越乱。因此,规避 STEAM 课程跨学科整合中的形式主义,要在加强学校课程整合规划,建立课程统整协调、监督机制基础上开发多元整合主题,确保整合课程的连贯性。

相应课程实践也证明,缺少良好的结构化主题和项目设计,会影响课程整合效果,引发学习困难及自我效能感减弱等系列问题。为了防止开发主题的窄化和泛化,相应主题(问题)和项目开发与组织成为 STEAM 课程跨学科整合的重要组成部分。为此,主题选择和项目开发必须以“教-学-评一致性”为核心线索,在整个课程开发和实施中教师的教、学生的学和对学习的评价三个因素要高度协调和匹配,主要体现在课程目标始终作为一条规约诸要素的线索贯彻在课程开发当中;评价设计要关注教与学,且教学过程安排得当;课程结构设计与课程目标相呼应,突出以学定教、所教即所学原则。为了培养学生的核心素养,在进行跨学科整合课程时选择适宜的核心主题、项目尤其是跨学科核心概念对开展课程整合非常重要。相应地,在基于核心主题进行核心素养的跨学科设计时必须依据课程方案和课程标准等相关政策文本,增强设计的合法性,激发学生带着问题去实践和体验。但应强化 STEAM 课程跨学科整合设置的主题(问题)和项目与现实世界的挑战和问题情境的密切联系,又不降低学术标准。

针对一些地区和学校 STEAM 跨学科主题、项目的设计与开发在目标制订和内容选取上的随意性,我们可以借鉴美国的一些处理方式。美国教育行政部门和社会组织一致强调在 STEAM 课程整合设计时应遵循国家相关课程标准和政策。因此,目前很多学校和社会组织开发出跨学科主题和项目都要以学段为线索,依据《国家科学课程标准》《共同州数学核心标准》《共同州语言艺术核心标准》《21 世纪技能》等重要文件,并从中提取相应的表现目标、内容、教学指导、课程资源等。这样既可以维持较高的学术标准,增加主题选择的科学性,争取国家支持,也有利于缓解学校的问责压力,吸引更多学校加入 STEAM 课程建设中来。

21 世纪是个高度分化又高度整合的时代,若要在激烈的国际竞争中占据优势创新型人才的培养起到关键作用。STEAM 跨学科课程秉持多元价值取向,着眼于复合式创新型人才的培养,在新时代背景下,其教育意义和价值将进一步得到拓展和延伸。因此,如何准确地把握其内涵,开发出适切的本土化课程整合模式,需要立足核心素养培育,结合课程改革的现实与挑战,展开深入论证,从而建立科学的课程目标体系,开发出典型的主题项目,强化跨学科课程的一体化设计,整合各方面资源,破解课程发展中的难题。

---

#### 参考文献:

[1] Yakman, G. STEAM Graphics [EB/OL]. <http://www.steamedu.com/wp-content/uploads/2014/12/>

- STEAMpyramid.pdf. 2014-12-1/2017-1-19.
- [ 2 ] 陈怡倩. 课程设计: 整合课程设计的思维与趋势[M]. 台北: 洪叶文化事业有限公司, 2016: 234-235.
- [ 3 ] Vasquez, J., Sneider, C. & Comer, M. STEAM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics[M]. Portsmouth, NC: Heinemann, 2013: 231-238.
- [ 4 ] 唐小为, 王唯真. 整合 STEM 发展我国基础科学教育的有效路径分析[J]. 教育研究, 2014( 9 ): 61-68.
- [ 5 ] Herschbach, D. R. The STEAM Initiative: Constraints and Challenges [J]. Journal of STEAM Teacher Education, 2011( 1 ): 96-122.
- [ 6 ] Morrison, J. & Raymond, V. STEAM as Curriculum[J]. Education Week, 2009( 23 ): 28-31.
- [ 7 ] 金薇吟. 学科交叉理论与高校交叉学科建设研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2005: 14-22.
- [ 8 ] NGSS Lead States. Next Generation Science Standards: For States, By States[M]. Washington D.C.: National Academies Press, 2013: 210-220.
- [ 9 ] [美] 乔治·J. 波斯纳, 艾伦·N. 鲁德尼茨基. 学程设计[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2003: 25.
- [10] 袁利平, 张欣鑫. 论 STEAM 教育与核心素养的对接[J]. 陕西师范大学学报( 哲学社会科学版 ), 2017( 9 ): 164-169.
- [11] 翁聪尔. 美国 STEM 教师的培养及其启示[D]. 上海: 华东师范大学, 2015: 65-79.

## Ideals , Models , and Reflection on the Interdisciplinary Integration of STEAM Curricula

LI Xueshu

( Development Research Department , Shanghai Open University , Shanghai , 200433 , China)

**Abstract:** In recent years, STEAM, derived from STEM and developed as interdisciplinary and integrated curricula, has received much attention from the world education reform. It takes interdisciplinary integration as its core concept and integrates values of subject knowledge, child experience, and social life. Its model of diversified integration is based on a variety of integration mechanisms and needs to be applied under specific contexts. The construction of interdisciplinary integration focuses on the theme selection, goal formulation, knowledge construction, aligned teaching, learning, and assessment. The main problems of STEAM, as an interdisciplinary-integrated curricula in China, are as follows: the professional team needs to be expanded, and their integration competence must be improved; supporting system needs to be strengthened and involve multiple stakeholders; the formalistic curriculum integration needs to be avoided, especially the narrowing and over-generalization in theme selection.

**Keywords:** STEAM curriculum; curriculum integration; interdisciplinary curriculum; core competencies

( 责任校对: 李媛媛)