天津市教育信息技术研究课题

研究报告

课题课称： 国际STEAM/STEM教育发展现状比较研究

立项编号：171201100195

学科分类： 综合实践

课题类别： 专项课题

课 题 负 责 人： 刘佳佳

负责人所在单位： 天津市军粮城中学

填表日期： 2020-11-12

目录

[一、绪论 3](#_Toc28565)

[1、 研究背景：本课题国内外研究现状评述、选题的意义 3](#_Toc13882)

[（1）全球对创新能力的需求为STEAM教育创造时代土壤 3](#_Toc24416)

[（2）分科到综合的课程变革走向使STEAM成为大势所趋 5](#_Toc20252)

[（3）传感器与可视化编程为STEAM教育创造技术环境 7](#_Toc22286)

[2、概念阐释 7](#_Toc12218)

[（1）代表性学说 7](#_Toc12895)

[（2）STEAM教育概念界定 9](#_Toc10721)

[3、研究意义 10](#_Toc5308)

[4、研究方法 10](#_Toc12540)

[（1）文献资料法： 10](#_Toc4854)

[（2）比较研究法： 11](#_Toc8517)

[（3） 归纳分析法： 11](#_Toc4174)

[（4） 行动研究法： 11](#_Toc4417)

[二、国际STEAM教育的发展现状 11](#_Toc4208)

[1、 美国STEAM教育 12](#_Toc2109)

[（1）Steam教育的起源： 12](#_Toc3711)

[（2）美国STEM教育发展历程: 12](#_Toc2478)

[（3）美国 STEAM 教育理论框架： 16](#_Toc10609)

[（4）STEAM教育的特征 18](#_Toc9380)

[2、 德国MINT教育 19](#_Toc14405)

[3、 韩国 STEAM 教育 21](#_Toc28585)

[（1） 韩国STEAM教育现状 21](#_Toc11474)

[（2） 韩国 STEAM 教育理论框架 23](#_Toc23751)

[4、 日本STEM教育 28](#_Toc8779)

[三、 国内STEAM教育的发展 31](#_Toc28294)

[1、 关注的人越来越多，与素质教育相结合 33](#_Toc7340)

[2、机器人教育和编程教育是目前国内STEAM教育的主流 33](#_Toc24102)

[四、国际STEAM的发展对中国的启示 36](#_Toc26786)

[1、 国家政策支持 36](#_Toc1123)

[2、 专业的STEAM教师 37](#_Toc18355)

[3、 37](#_Toc8569)

[五、小结 37](#_Toc12980)

[六、参考文献 37](#_Toc18000)

一、绪论

1. 研究背景：**本课题国内外研究现状评述、选题的意义**

（1）全球对创新能力的需求为STEAM教育创造时代土壤

创新是过去相当长一个时期乃至未来，全球学校教育共同追求的目标，也是全社会对学校的期望。美国为保持经济领域全球领导地位，美国深刻认识到科技教育的滑坡与缺失将会造成人才严重短缺，在1986年由美国国家科学委员会首次提出STEM课程， STEM代表科学（Science），技术（Technology），工程（Engineering），数学（Mathematics）。STEM教育就是科学，技术，工程，数学的教育。在国家实力的比较中，获得STEM学位的人数成为一个重要的指标。美国政府STEM计划是一项鼓励学生主修科学、技术、工程和数学(STEM)领域的计划，并不断加大科学、技术、工程和数学教育的投入，培养学生的科技理工素养。

2009年1月11日，美国国家科学委员会(National Science Board，以下简称委员会)代表NSF发布致美国当选总统奥巴马的一封公开信，其主题是《改善所有美国学生的科学、技术、工程和数学(以下简称STEM》教育》。 明确指出：国家的经济繁荣和安全要求美国保持科学和技术的世界领先和指导地位。大学前的STEM教育是建立领导地位的基础，而且应当是国家最重要的任务之一。委员会敦促新政府抓住这个特殊的历史时刻，并动员全国力量支持所有的美国学生发展高水平的STEM知识和技能。

2011年，奥巴马总统推出了旨在确保经济增长与繁荣的新版的《美国创新战略》。新版的《美国创新战略》指出，美国未来的经济增长和国际竞争力取决于其创新能力。“创新教育运动”指引着公共和私营部门联合，以加强科学、技术、工程和数学（STEM）教育。

2015年9月，国家教育部发布《关于“十三五”期间全面深入推进教育信息化工作的指导意见》明确指出：鼓励探索STEAM教育、创客教育等新教育模式，使学生具有较强的信息意识与创新意识，使信息化教学真正成为教师教学活动的常态。可见这种创新教育在中国未来教育行业中的重要性。

2016年，中共中央国务院印发《国家创新驱动发展战略纲要》，提出到2020年进入创新型国家行列、到2030年跻身创新型国家前列、到2050年建成世界科技创新强国“三步走”目标[[1]](#footnote-0)。其中，“建设高水平人才队伍，筑牢创新根基”是实现“三步走”目标必须完成的关键任务。从中可以看出，国家新一阶段的目标是培养一批具备创新能力的人才来带动社会发展。由此，旨在培养复合型创新人才的STEAM教育的重要性不言而喻。

近两年，STEAM教育新理念在中国越来越受到关注和重视，全国不少学校已经尝试开展相关主题的培养活动。随后，各类STEAM/STEM创业公司如雨后春笋一样冒出来，老牌机器人教育公司，科技类硬件厂商，编程教育机构也玩儿起了跨界，开始研发推广自己的STEAM课程。

STEAM教育专家、比特实验室创始人、江南大学物联网工程学院理事和特聘教授曹伟勋博士谈及《物联网与创客教育》时表示，创新时代已经到来，学生需要懂得产品、学会产品、创造产品、不断去追求创新，将来是属于拥有不同思维的人。中国教育的现状并不算理想，要培养学生充满激情和创造力，开启中国的“创客”时代。**创客、可视化编程、综合课程、课程统整、STEAM教育等等，这些举措，其核心要义和指向也是学生创新能力的培养，并透过教育的创新来提升科技创新。**就世界范围而言，全球许多国家都倡导变革课程，提升人才培养的质量和水平。

今天，在世界范围内，**科技创新被世界各国视经济的主要推动力，青少年儿童的创新能力的培养变成了学校教育改革和发展的重要趋势。**

（2）分科到综合的课程变革走向使STEAM成为大势所趋

长期以来，学校教育中的课程是分科教学的，是条块分割的。据记载，古希腊的“七艺”（文法、修辞、辩证法、算术、几何、天文、音乐）[[2]](#footnote-1)和西周的“六艺”（礼、乐、射、御、书、数）[[3]](#footnote-2)正是学科教育的源头。分科教育是根据学习者的身心发展特点，按照学科结构、逻辑顺序和社会需求，围绕不同学科组织的教育活动。分科教育无法满足社会发展的需求，通过STEAM的理念和教育哲学，把科学、技术、工程、艺术和数学作为一个教学活动的整体。对于学生、整个学校社区乃至全社会而言，STEAM教育的好处和价值是巨大的。因此，它变成了全球学校教育的重要趋势之一。

STEAM教育的流行源自于学科统整和综合课程的理念。综合课程起源于20世纪初德国的合科教学，是针对学科课程只向学生传授知识，不能解决实际问题，脱离乡土的实际生活，忽视人的情感等心灵世界的种种缺陷提出的一种课程类型。综合课程主张按照学生的兴趣、爱好，整合若干相关联的学科而成为一门更广泛的共同领域的课程。

从分科教学，到课程统整和推进综合课程的学习，有利于消除学生孤立地看待各门学科知识的现象，形成完整的世界观；有助于学生探寻各门学科知识之间的内在联系，以发现新的知识；有助于培养学生广阔的认知视野，提升学生的知识整合能力，使学生学会综合性地解决问题等等。学科统整和综合课程构成了STEAM教育的理论基础，而学校教育课程变革的由分科走向综合的走向和发展脉络，使得STEAM教育变成了全球学校教育课程变革的大势所趋。

**（3）传感器与可视化编程为STEAM教育创造技术环境**

最近几年，在世界各个国家，创客教育风起云涌。创客教育之所以倍受瞩目，世界各国纷纷投入人力物力，参与到创客教育大潮之中，这既与世界各个国家对创新能力的呼唤密不可分，也与学校教育课程变革从分科走向统整融通息息相关。而直接助推的重要元素恐怕要算传感器、可视化编程技术、人工智能等技术的进步有着千丝万缕地联系。因为，新媒体、互联网新技术、传感器技术、可视化编程技术等，所有这些都为STEAM教育创造力良好的技术土壤。**其核心要义和指向也是学生创新能力的培养，并透过教育的创新来提升科技创新。**就世界范围而言，全球许多国家都倡导变革课程，提升人才培养的质量和水平。

2、概念阐释

（1）代表性学说

对于STEAM教育本质的理解，代表性的观点主要有四种，分别为：“教学创新说”、“创新人才说”、“学科素养说”和“社会服务说”[[4]](#footnote-3)。

“教学创新说”：持这一观点的研究者认为，STEAM教育是一种新型的教育模式，在STEM教育的基础上进行扩展，通过基于项目和问题的学习，将技术、工程和人文艺术相关内容有机融合，驱动技术以促进教学创新。比如王娟和吴永和在《“互联网+”时代STEAM教育应用的反思与创新路径》中指出，STEAM教育是一种注重实践应用和探索过程，强调多学科知识整合、跨学科知识迁移以及交流协作的教学方式[[5]](#footnote-4)。

“创新人才说” ：亚克门（Georgette Yakman）和李孝永（Lee Hyonyong）将关注的重点放在了“STEAM教育培养什么样的人”的问题上，指出STEAM教育是基于实际问题，通过合作和实践完成项目，以培养具有综合素养、问题解决能力和创新创造能力的优秀人力资源为目的的新型教学模式[[6]](#footnote-5)，即“创新人才说”。

“学科素养说”：李小涛和高海燕等在《“互联网+”背景下的STEAM教育到创客教育之变迁——从基于项目的学习到创新能力的培养》中认为，STEAM教育是通过项目学习的方式使学习者能够完成STEAM学科的学习，其目标是培养具有创新精神和STEAM素养的全人[[7]](#footnote-6)，可概括为“学科素养说”。

“社会服务说”：赵慧臣和周昱希等在《跨学科视野下“工匠型”创新人才的培养策略——基于美国STEAM教育活动设计的启示》中指出，STEAM教育是通过有趣且与真实生活相关的实践项目，让学生根据运用知识的时间和方法进行练习，并以创新产品和方案的形式为社会服务[[8]](#footnote-7)，即“社会服务说”。

（2）STEAM教育概念界定

1986年由美国国家科学委员会首次提出STEM课程， STEM代表科学（Science），技术（Technology），工程（Engineering），数学（Mathematics）。STEM教育就是科学，技术，工程，数学的教育。STEM —词最初来源于美国科学基金会（National Science Foundation,以下简称NSF)。进入90年代后，美国学生对科学的兴趣大减，理工科专业受到冷遇现象，影响了美国经济。因 此NSF打破了现有的科学，技术，工学，数学的独立学科领域，提出 了新的以STEM教育模型为中心的教育课程作为未来教育方案。

STEAM是由美国弗吉尼亚理工大学的学者Yakman首次提出。STEAM中的A(艺术)是指美术、语言、人文、形体艺术等含义。韩国学者金镇洙指出A狭义上是指美术、音乐等学科，广义上包括美术、音乐、社会、语言等人文语言艺术。本研究将STEAM教育定义为：STEAM教育是一种跨学科的综合教育模式，主要通过统整科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)、艺术(Arts)和数学(Mathematics)领域的相关知识与技能，让学生基于真实的情境，尝试解决现实生活中的复杂问题，以提升学生的逻辑思维、问题解决、交流合作和自我实现等能力，最终将学生塑造成21世纪所需要的复合型创新人才。

3、研究意义

STEAM教育有两点非常值得借鉴和学习：第一，注重学习与现实世界的联系；第二，注重学习的过程，而非体现在试卷上的知识结果。具体来说，STEAM教育更提倡的是一种新的教学方式：让学生们自己动手完成他们感兴趣的、并且和他们生活相关的项目，从过程中学习各种学科以及跨学科的知识。此外，这一课题的研究还可以取得另外两个收获：

（1）尝试改变以往的分科教学模式，探索以项目为中心的学科融合，为学校培养适应时代发展需要的研究型教师提供经验。

（2）探索以STEAM教育理念为导向，促进学校以课堂教学为中心，重视提高学生探索知识的过程，而非仅仅以成绩唯一标准。提高整体办学质量，实现可持续发展目标的经验。

4、研究方法

（1）文献资料法：

本课题利用文献资源和网络资源，收集大量的国际STEAM/STEM教育发展规模的相关数据， 以美国、德国、韩国、日本、中国五个国家为资料收集对象。在文献研究过程中，借鉴他人经验，通过查询有关的报刊、杂志、光盘等，近视收集整理、分析研究，掌握与本课题有关的研究动态、前沿发展和已取得的相应成果等。

（2）比较研究法：

比较分析法是贯穿本课题始末的方法。本课题的许多结论得出是在通过比较分析各个期间的数据，找出我国STEM/STEAM教育发展的现状和问题，借鉴国外的成功发展经验，提出对我国STEAM/STEM教育发展的一些建议。

1. 归纳分析法：

通过数据资料收集、比较分析后归纳的出自己的结论，结合本校不同学科课程的融合尝试实践，提出我国STEAM/STEM教育发展的建议。

1. 行动研究法：

课题组成员都是一线教师，将STEAM/STEM教育理念尝试应用于课堂教学实践，探索STEAM/STEM教育在中学课堂的实施过程和策略。通过查阅教学案例，不同学科课题组成员共同探讨研究知识融合，确定研究课主题，尝试打磨steam课程，授课过程中对学生的学习兴趣、学习方法、合作意识、参与程度逐项引导，课后通过访谈和问卷的方式了解学生的反馈情况。

二、国际STEAM教育的发展现状

1. 美国STEAM教育

（1）Steam教育的起源：

1986年，美国国家科学委员会（National Science Board，简称NSB）深刻认识到决定美国国家竞争力的将是STEM领域的成就，提出“STEM教育集成”的建议并上升到国家战略层面[[9]](#footnote-8)，其目的是让更多学生在大学阶段选择STEM相关学科。同年，美国国家科学基金会（National Science Foundation，简称NSF）发布了《本科生科学、数学和工程教育》报告，提出“加强高等教育并追求卓越，使下一代美国人成为世界科学和技术的领导者”，并就此向各州、学术机构、私营部门和作为联邦机构的国家科学基金会提出诸多建设性意见[[10]](#footnote-9)。在肯定STEM教育的基础上，该报告对STEM教育的发展提出了指导意见。自此，STEM教育的帷幕正式开启。随后，美国国家科学基金会于1996年发布了《塑造未来：科学、数学、工程和技术的本科教育》报告[[11]](#footnote-10)，回顾和总结了美国STEM教育的十年进展，并重点关注K-12阶段STEM师资培养问题。

（2）美国STEM教育发展历程:

2006 年，美国政府在《美国竞争力计划：引领创新世界》中提倡“通过创新引领世界”，将培养具有 STEM 素养的人才视作教育目标之一和全球竞争力的关键，并投资 1360 亿美元用以发展教师培养和大学阶段 STEM 教育[[12]](#footnote-11)。

2007 年，美国国会通过《美国竞争法》，确定 2008-2010 年要为联邦级 STEM教育研究和计划投资 433 亿美元，投资方向涉及奖学金、STEM 教师培养和大学阶段 STEM 研究项目[[13]](#footnote-12)。

2007年，美国国家科学委员会（National Science Board，简称 NSB）发布《国家行动计划：解决美国科学、技术、工程和数学教育系统的迫切需求》报告，提议在国家层面加强对 K-12 和本科 STEM 教育的领导，还提出提高 STEM 教师水平和研究投入[[14]](#footnote-13)。

2008 年，美国弗吉尼亚科技大学学者格雷特·亚克门及其团队将“A”作为一个重要的人文因素纳入 STEM，正式提出了 STEAM 教育。

2009 年，联邦政府颁布《美国振兴与投资法案》，鼓励学生主修 STEM。

2009年，奥巴马在国家科学院第 146 届年会宣布“竞争卓越”的全国性教育计划，强调 STEM 的重要性。联邦教育部还拨款 43.5 亿美元供各州政府申请以推动 STEM 教育改革[[15]](#footnote-14)。

2009年，奥巴马政府实施“为创新而教计划”，希望让所有学生都能在 STEM方面深入学习和具备批判性思维，并在 10 年内把美国学生的 STEM水平提高到顶峰，增加弱势群体接受 STEM 教育机会[[16]](#footnote-15)。

2009年，美国 K-12 工程教育委员会发布《K-12 工程教育：了解现状，提升前景》报告，回顾工程教育现状，设置工程教育指导方针，明确工程教育理念[[17]](#footnote-16)。

2010年，奥巴马政府颁布《美国竞争再授权法（2010）》，其中第九部分针对 STEM 教育做出了专门规定（第 525 条提出要提高本科 STEM 教育就读率和毕业率，提升课程质量，加强教师队伍建设；第 526 条提出要增加妇女及其他弱势群体接受 STEM 教育的人数）[[18]](#footnote-17)。

2011年，美国通过《总统 2012 预算要求和中小学教育改革蓝图》，决定斥资2.06 亿美元推广有效的 STEM 教学，计划在未来两年内招聘 1 万名STEM 教师，在未来 10 年内培养 10 万名 STEM 教师[[19]](#footnote-18)。 美国国家科学基金会发布发布《成功的 K-12 阶段 STEM 教育》，将STEM 领域的参与人扩大到女性和少数族裔[[20]](#footnote-19)。

2013年，美国国家科学技术委员会发布《联邦 STEM 教育五年战略规划》，为美国 STEM 教育发展提供了蓝图，明确了政府的定位，各部门、机构分工合作，最有效地发挥每个部门的最大作用。该规划完善了 STEM教育实施的具体过程，是联邦政府更系统、更全面的 STEM 教育发展计划蓝图[[21]](#footnote-20)。

2014年，奥巴马政府签署《2015年STEM教育预算》，继续加大财政支持，发展美国的STEAM教育。

2015年，联邦政府颁布《STEM 教育法案（2015）》，从教师培训、社会协助、校内外相结合等角度详细规划了STEM教育的新动向，重申 STEM 教育的定义，明确将计算机科学纳入 STEM 教育范畴，同时强调非正式 STEM 教育，将非正式 STEM 教育纳入国家科学基金会管辖，并对诺伊斯奖学金计划作出修正[[22]](#footnote-21)。从教师培训、社会协助、校内外相结合等角度详细规划了STEAM教育的新动向。随后，非正式 STEAM 教育蓬勃发展，成为 STEAM 教育一种极为重要的形式。

2016年，美国教育部联合美国研究所（American Institutes for Research，简称 AIR）发布《STEM 2026：STEM 教育创新愿景》，对美国 STEM教育的未来发展提出六大愿景和八大挑战。其中，六大愿景相互关联，力求在实践社区、活动设计、教育体验、学习空间、学习测量以及社会文化环境等方面促进 STEM 教育的发展，确保各年龄段的学生以及各种类型的学习者都能享有优质的 STEM 学习体验，解决长期存在的 STEM 教育公平问题，从而保持美国的竞争力[[23]](#footnote-22)。

2017年9月，美国总统特朗普签署了一份教育部备忘录，将拨款2亿美元加大对科学、技术、工程以及数学即STEAM专业教育，尤其是对幼儿园到高中计算机科学教育的支持。

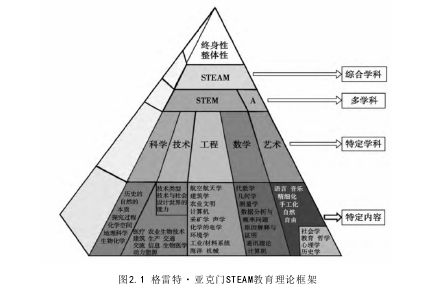
在美国，目前美国学校的STEAM是最完善的，因为他们认为学校是STEAM教育实施的主要场所，并建立了以STEM为核心的学校，综合性学校中设立STEAM课程，以学校为依托建立供学校和社区使用STEAM教育中心，日本则紧随其后。

（3）美国 STEAM 教育理论框架：

美国最具典型意义的就是格雷特·亚克门STEAM教育理论框架（如图2.1所示）。亚克门的STEAM教育理论框架自上而下可分为五层：最顶层为“教育目标”层，强调全人教育，其实质是指向人的整体发展与终身学习，也就是说STEAM教育致力于培养具有创新精神的全人。第二层为“学科综合”层，注重与真实世界的联系，以跨学科的方式将5门学科进行有机整合，鼓励学生亲自动手探索发现并解决问题，将足够开放与创新的学习过程作为STEAM教育的核心。第三层是“艺术渗透”层，主要是将“人文艺术”渗透到STEM四个学科中。第四层是“学科分类”层，主要探讨各学科之间的联系。最底层为“具体课程”层，包含STEAM学科相关的具体课程[[24]](#footnote-23)。亚克门非常重视艺术的作用，重视发挥艺术在联结各学科当中的创造性作用。她认为，A所代表的人文艺术包含了社会研究、语言、形体、音乐、美学、表演等较为广泛的人文艺术科目，将艺术融入到STEM教育中，不仅有助于促进学生的认知发展、情感及精神世界的提升，还能增强学生的批判思维与问题解决能力，从而使学生成为具有创新精神与创造能力的全人。

美国以STEAM教育理论为指导，构建了一体化全覆盖的STEAM教育体系。一体化主要体现在美国STEAM教育贯穿从幼儿园到研究生阶段的始终，真正做到了各年级与各领域的有机整合，创建了连贯的STEAM教育体系；全覆盖则体现在美国形成了由中心向外辐射的环形STEM教育发展机构群体，按照国家行政级别可以分为国家层面的STEM教育发展机构、州级层面的STEM教育发展机构以及地方学区层面的STEM教育发展机构。除此之外，美国还关注STEAM教育的正式学习和非正式学习。正式STEAM学习主要是指学校STEAM学习，而非正式STEAM学习主要通过在线、网络等方式进行。这种一体化全覆盖的STEAM教育体系，充分体现了美国STEAM教育的连续性、开放性和可持续性，满足了STEAM学习者全面与终身发展的需求。

STEAM教育理论的不断完善，是美国STEAM教育能在实践中取得成功的关键所在。



（来源：Georgette Yakman.ST∑@M Education:an overview of creating a model of integrative education[EB/OL].(2010-08-07)[2019-02-01].https://steamedu.com/wp-content/uploads/2014/12/2008-PATT-Publication-STEAM.pdf.）

https://steamedu.com/wp-content/uploads/2014/12/2008-PATT-Publication-STEAM.pdf

（4）STEAM教育的特征

2004年由美国工程教育协会（America Society forEngineering Education）发表一项研究，揭示了高品质的 STEAM教育的特征：①情境是激励人的、参与性的、而且是真实的世界；②学生把有意义的和重要的数学和科学的内容整合进来，并加以应用；③教学方法是基于探究的和以学习者为中心的；④学生运用一个工程性的设计过程，参与解决工程挑战；⑤团队工作和沟通是一个主要焦点。

通过项目学习，学生有批判性思考、创新思维、和敢为人先的自由，也可以在一种安全的环境中有机会去不断地去尝试错误。

1. 国家政策支持

通过查阅文献得知，美国既是提出STEM教育最早的国家，也是出台各项政策与法律最多的国家。美国不仅将STEM教育上升到了国家战略层面，还制定了相应的战略规划，比如《联邦STEM教育五年战略规划》等。从美国STEM教育发展历程可以看出，为了吸引更多学生选择STEM科目，使STEM教育培养的人才更符合市场需求，美国联邦政府和各州不断出台各项政策与法律来推动更多的人，尤其是女性、少数族裔和原住民等弱势群体，参与到STEM领域中来。在全美范围内，联邦政府除了设立官方的 STEM 教育委员会（The Committee on STEM Education，简称 CoSTEM），更多的是设立各类非营利性 STEM 教育公益机构，主要有“STEM 教育联盟”（STEM Education Coalition）、“全国中等STEM 学校联合会”（National Consortium of Secondary STEM Schools,简称NCSSS）、“项目引路”（Project Lead To the Way，简称“PLTW”）、“变革方程”（Change the Equation）等。这些非营利性公益机构有各自的侧重点，“STEM 教育联盟”主要侧重向政府部门提供咨询或发出敦促信件，“全国中等STEM 学校联合会”以特定学校为服务对象“项目引路”侧重提供课程服务和师资培养，“变革方程”旨在利用商界的力量改善 STEM 教育质量等。

1. 美国 STEM 教育教师培养

美国将教师培养分为职前培养和职后培养。职前培养主要是加强高校与中小学的合作，开发培养 STEM 教师项目，比如 UTeach 项目。由于 UTeach 项目在数学和科学教师的培养方面取得了很好的效果，得克萨斯大学奥汀斯分校又与得克萨斯大学的科克雷尔工程学院、自然科学学院及教育学院合作，开展了 UTeach Enginneering 项目，旨在鼓励主修 STEM 专业的学生从事 8-12 年级的教学工作。而教师的职后发展主要体现在在职教师专业发展方面。美国还开发了中学 STEM综合性教师培训模型，旨在培养 STEM 综合师资。由此可见，美国的教师已经不再以分科的方式进行授课，更多的是通过“统整”的方式加强各学科之间的联系，而他们自身所受的培训也是以“统整”为主。2005 年起，“零点计划”成立文化思维（Culture of Thinking）研究小组，组长让·日查特（Ron Ritchhart）以文化阻力（culture forces）的研究来鼓励老师正视在学习环境中的八个文化力——语言、时间、环境、机会、例行、示范、互动和期望，并着手进行教师跨领域合作的研究。他们在研究中发现，当跨领域的老师组成一个团队，共同设计、统整并分享课程计划时，他们自己本身除了在交流中增进知识、更加了解学生之外，也集体产生一个共同的目标。因此，来自不同领域的教师进行沟通与合作，加上实施联合教学与统整教学，能够更好地提升学生的综合能力。此外，教师之间实现跨年级沟通与合作，也是实现知识纵向流通的有效措施。

1. 德国MINT教育

由于语言关系，德国 STEAM 教育通常被称为 MINT 教育（即 Mathematik，Informatik，Naturwissenschaft und Technik 的首字母缩写）。作为欧洲的主要经济体，德国出现了高质量综合性劳动力短缺的现象因此引进了美国的STEAM教育。德国人认为，专业技术人才的创造力是解决当前科技发展中遇到的关键问题以及迎接未来挑战的核心，因此中小学阶段的MINT教育更应关注学生在MINT职业上的兴趣和发展。德国希望将MINT教育与终身教育结合起来，创造一种可持续发展的MINT教育，除此之外，德国在多个政府报告中都提及MINT教育及相关领域，意图借助政府的支持推动MINT的实施和普及。

德国2008年制定了《德累斯顿决议》，将STEAM教育列为教育发展重要目标。而德国政府希望将STEAM教育与终身教育相结合，创造一种可持续发展的STEAM教育，因此促进STEAM教育链的发展成为其教育目标之一。因此，德国联邦政府通过引入 STEAM 教育，希望借此促进德国 STEM 领域的持续发展，还在多个政府报告中提到 MINT 教育及相关领域，出台了一些 STEAM 教育相关政策与法律，并提出“利用 MINT 教育来弥补这一缺陷”，旨在凭借政府的支持推动MINT 教育的普及。德国希望将 MINT 教育与终身教育相结合，以提高学生创造力为核心，构建可持续的 MINT 教育体系。

2008年，德国联邦政府发布《通过教育推进——德国资格倡议》，呼吁增加进入 MINT 领域的女生人数，成效超过 OECD 平均水平[[25]](#footnote-24)。

2012年，德国联邦教育与研究部在《MINT 展望——MINT 职业和推广指南》报告中指出“保证劳动力的数量和质量是联邦政府活动的重心”[[26]](#footnote-25)。

2013年，2011/2012 德国教育系统》明确指出：“当前教育体系的关键是加强各级教育系统的 MINT 教育。教育与文化事务部长级会议将发展学校 MINT 课程列入议程[[27]](#footnote-26)。”

2018年，德国政府发布《高技术战略 2025》，作为德国未来高技术发展的指导方针和德国政府为继续促进研究和创新而确定的战略框架，明确德国未来 7 年研究和创新政策的跨部门任务、标志性目标和重点领域，将研究和创新更多地与可持续发展和持续提升生活质量相结合。为此，联邦政府在 2018 年将投入 150 多亿欧元[[28]](#footnote-27)。

1. 韩国 STEAM 教育
2. 韩国STEAM教育现状

韩国为增强国家科技竞争力引入了整合型人才教育的概念，从中小学时期就对学生进行STEAM素养的教育，培养中小学生的知识整合应用能力与科技创新能力，进而为提升国家竞争力奠定青少年人才基础。

2011年韩国教育部颁布《搞活整合型人才教育(STEAM)方案》，提出实施要以数学和科学为中心，实现与工程技术相结合的STEAM课程，培养适应社会的具有STEAM素养的综合型人才，方案同时归纳了四类STEAM课程实施方案，为各中小学实施STEAM课程提供指导。韩国政府指定和扶持整合型人才教育示范学校，也是推动开展整合型人才教育的重要手段。

作为机器人产业同样发达的韩国，2011年韩国教育部颁布《搞活整合型人才教育（STEAM）方案》，提出实施要以数学和科学为中心，实现与工程技术相结合的STEAM课程，培养适应社会具有STEAM素养的综合型人才，同时归纳四类STEAM课程实施方案，为中小学实施STEAM课程提供指导。

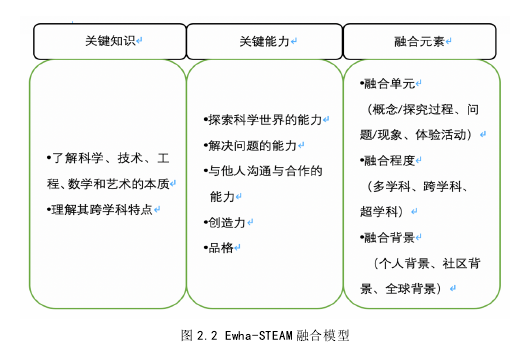
韩国对于这方面的研究是从STEAM教育着手的，并把STEAM教育称为整合人才教育。2010年，韩国教育科学技术部在2011年业务报告中提出，要强化旨在培养创新人才的小初高STEAM教育[[29]](#footnote-28)。2011年，韩国教育部颁布《振兴整合人才教育（STEAM）计划》，提出实施以科学和数学为核心，结合技术和工程，培养适应社会的具有STEAM素养的综合人才。该计划还总结了四个STEAM课程实施计划，为所有中小学实施STEAM课程提供指导[[30]](#footnote-29)。所谓整合人才教育，是指将学生普遍感到难以理解的科学、数学科目与技术、艺术等内容整合起来施教，将原本理论性的科学、数学与现实生活相互联系，灵活运用，进而应用到工程、技术、艺术等领域，其目的是提高学生对科技的兴趣与理解，培养基于科技的整合思考能力和问题解决能力[[31]](#footnote-30)。韩国政府通过指定和支持整合人才教育示范学校，促进中小学STEAM教育。同时，为了加强教师团队实施整合人才教育的实力，还指定了STEAM教育教师研讨会，并持续提供各种支持。

1. 韩国 STEAM 教育理论框架

①Ewha-STEAM 教育模型

亚克门和李孝永合作，在美国STEAM教育理论框架的基础上，构建了一个“韩国版”STEAM教育理论框架，但该框架与亚克门提出的框架没有显著差异。金成元（Kim Sung-Won）和郑英兰（Chung Young Lan）等在2012年也提出了一个STEAM教育理论模型，该模型使用了Ewha-STEAM教育模型[[32]](#footnote-31)（详见图2.2）。Ewha-STEAM教育模型主要分为三个维度：关键知识（key knowledge）；关键能力（key competency）；融合元素（elements of convergence）。关键知识包括理解打破传统学科界限的核心理念及其本质；关键能力意味着探索科学世界，解决问题以及与他人沟通与合作的能力，还将创造力和品格作为关键能力的重要组成部分；三个融合元素分别是融合单元（即概念/探究过程，问题/现象，体验活动）、融合程度（即多学科、跨学科、超学科）和融合背景（即个人背景、社区背景和全球背景）。

该模型基于对每个学术领域的本质以及整个课程的核心知识和核心能力的理解，确定了培养具备创新精神和创造能力的综合人力资源的关键知识和关键能力。从一定程度上说，Ewha-STEAM教育模型为教师在具体情境中开发、实施和评估STEAM课程提供了更加具体的指导。



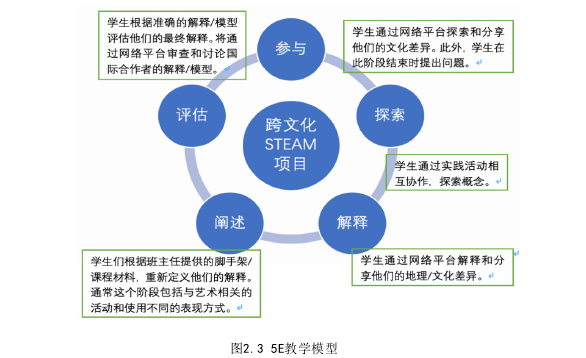
（来源：Kim Sung-Won,Chung Young Lan, Woo Ae Ja, Lee Hyunju.Development of a

Theoretical Model for STEAM Education[J].Journal of The Korean Association for Science

Education,2012,32(2):391.）

（2）5E 教学模型

秋惠恩（Hye-Eun Chu）和索尼娅 N.马丁（Sonya N. Martin）等在 2018 年也提出了一个 STEAM 教育理论框架，即 5E 教学模型[[33]](#footnote-32)（如图 2.3 所示）。5E 教学模型是一种循环的学习方法，通过参与、探索、解释、阐述和评估来引导学生的学习活动，有助于促进探究式教育实践。5E 教学模型和基于研究的方法相结合，通过提供科学的思维方式，吸引学生学习科学的思维方式，指导他们的思维专注于科学内容。这一教学模型将学习置于学生能够体验科学概念或其影响的环境中，这比教师口头传授更有意义。这个理论框架解释和证明了艺术与社会文化和科学教育的互动整合，重申在跨文化 STEAM 计划中应用理论框架来设计教育与学习实践。其独特之处在于，当其他 STEAM 教育研究范围广泛却未能给教师提供明确方向时，该模型详细解释了理论要素，描述了如何将那些要素转化成 STEAM课程中的教育与学习实践。该项目在澳大利亚和韩国的学校进行了试验。



（来源：Hye-Eun Chu,Sonya N. Martin,Jennifer Park.A Theoretical Framework for Developing an Intercultural STEAM Program for Australian and Korean Students to Enhance Science Teaching and Learning[J].International Journal of Science and Mathematics Education,2018:5.）

除了以上三种STEAM教育理论框架，也有不少研究者正在往STEAM教育理论模型中加入更多的要素。罗瑞·约翰逊（Lorie Johnson）阐述的STEAM版本将历史、地理、讲故事、视觉艺术、摄影、绘画和写作等元素融入STEM框架[[34]](#footnote-33)。金必元(Pyoung Won Kim)提出了基于韩国传统科学内容的STEAM教育轮模型，指出追求整合的人力资源教育的韩国STEAM教育，应该在课程中包含人文科学，该模型将历史、地理等添加到STEAM的五个领域[[35]](#footnote-34)。还有人提出了STREAM教育，即科学（Science）、技术（Technology）、读/写（Reading/Writing）、工程（Engineering）、艺术（Arts）、数学（Mathematics）的有机整合。STREAM教育是在STEAM教育的基础上添加读写能力，强调读写能力是科学、工程和技术教育的重要组成部分，目的是使高素质人士能够胜任撰写报告、与人交流的工作。随着研究的拓展与深入，STEAM教育在未来可能会出现更多的STEAM教育理论框架，这时候就需要以辨别的眼光来看待这些框架，选择合适的STEAM教育理论框架来指导实践。

1. 日本STEM教育

亚洲一些国家诸如中日韩等，已经在环保科技方面投入了大量的政府投资，让这一领域在接下来几个十年里致力于成为新的经济增长点。日本政府将这种后果归结为基础教育的薄弱，并开始关注美国的STEM教育，以寻求解决途径。日本小学阶段的STEM教育相对侧重STEM研究型人才的培养，增加学生对STEM相关学科的兴趣和热情，高中阶段实施STEM精英教育。不过日本至今未曾在正式的政府文件中提出STEM教育一词，而是以一种局部的、潜在的方式实施该教育。

日本在二十世纪六七十年代实行的教育以书本知识和应试为主，后来随着社会发展的需要，教育的重心发生变化，以促进学生的全面发展和提高学习能力为目标，在中小学推行“宽裕教育”(Yutori Education)政策，通过缩减课时、精简知识和减少学分等措施，力图创造宽松的学习环境来培养学生的“生存能力”，然而宽裕教育并没有提高学生的生存能力，反而导致了学生学业的下滑，具体表现为日本学生在PISA测试中的表现不佳和TIMSS推理能力的不足。

日本在科学和数学方面有国家标准，各省和地区的教育都遵循这一标准。但日本的国家课程标准很少使用STEM或是STEAM等词汇，而是使用其他方式来描述这种学科整合的趋势。20世纪80年代，日本政府提出“加强基础科学研究力量”的21世纪人才培养战略目标。一直以来，日本都非常重视科学技术，在科研数量、科研人数、专利数量和论文数量等方面均领先世界。近年来，日本政府更是把教育改革的重点放在了课程体系、教育基金、师资培养、鼓励女性投身STEAM教育等这几个方面。日本STEAM教育侧重于培养研究型人才，提高学生对STEAM相关学科的兴趣和热情，并在高中实施STEAM精英教育。但需要注意的是，日本至今尚未在官方文件中提出STEM教育或STEAM教育。日本政府已经认识到科技发展的核心在于改革，要实现改革，就必须以批判的眼光重新审视现有教育体制。因此，部分文件正在局部地、潜移默化地提及STEM教育理念。与此同时，文部省还决定将在2020年把编程纳入日本小学必修课程。

从以上STEAM的发展历程我们可以发现，STEAM 教育自提出之日起就显示出了强大的生命力。在众多推行 STEAM 教育的国家当中，属美国最早提出 STEAM 教育，而德国将 STEAM教育称为 MINT 教育，日本则尚未在正式文件中使用“STEAM 教育”这一名词，韩国更是未经历 STEM 阶段，直接从 STEAM 教育入手来进行教育改革。从最初强调的科学教育逐渐延伸到技术、数学、工程和人文、艺术等多 个学科的学习，从本科阶段的教育延伸至中小学教育，从政府政策出台到教育机构、基金会乃至中小学的参与，STEAM正以不可抵挡的趋势风靡全球。

1. 国内STEAM教育的发展

随着STEAM 教育在全球的发展越来越迅速、广泛，一些国家依据自身国情以及教育现状不断调整和完善STEAM 课程。

1. STEAM教育国家发展战略

中国对STEAM教育的探索始于2013年。

2015年9月，中国的教育部也在2015年发布的《关于“十三五”期间全面深入推进教育信息化工作的指导意见(征求意见稿)》中明确提到“有效利用信息技术推进‘众创空间’建设，探索STEAM教育、创客教育等新教育模式，使学习者具有较强的信息意识与创新意识”，其中的“STEAM教育”就是STEM教育扩展版——将STEM加入A(Art艺术)。

2016年3月，教育部教育装备研究与发展中心根据教育部工作部署制订2016 年工作要点,把创客教育和“STEAM 课程”作为加强创新创造教育研究的中心工作。

2017年2月，教育部印发《义务教育小学科学课程标准》通知, 首次从官方的角度提出了 STEAM 教育的标准,结束了此前国内对于小学科学课程没有统一标准的局面。

2017年，国务院就已经公开发布了具有先锋规划性的红头文件《新时代人工智能发展规划》。

2018年6月，共青团中央携一众当红偶像明星，发布了#编程向未来，科技强国梦#，大力推进人工智能教育在青少年中的宣传和影响，让社会更重视编程教育，让更多青少年创意编程，建设网络强国。

1. STEAM教育研究现状

目前,国内外科学教育已开始整合STEM教育理念,以实现加强技术和工程教育的目标。STEM是科学(Science)，技术(Technology)，工程(Engineering)，数学(Mathematics)四门学科英文首字母的缩写，它强调应用多学科知识共同解决问题。后来出现的STEAM教育在内容上比STEM更加丰富，添加了艺术元素。STEAM教育有利于学生从多个角度理解不同学科之间的联系，提高综合运用多学科知识解决现实情境中的实际问题的能力。中小学科技活动是设置在中小学学科课程之外，可以独立于课程体系，以科技为主要内容的实践探索性活动，是提高我国中小学生科学素质的重要途径。中学阶段不再设有专门的科学课程，因此在初中校园内开展科技活动是对初中生进行科技教育的重要途径。我国也引入了STEM,STEAM教育，并逐渐在中国发达地区流行。越来越多的专家学者关注STEAM教育的体系发展和与学科教学的结合。在互联网+的时代背景下，教育改革在不断的深化中，STEAM教育作为一种新兴的教育模式从国外引入国内教育领域。STEAM教育是一种跨学科式的教育模式，对知识进行不同学科的归类和整合，使学生能够在做中学，同时得到全面素质的提升。STEM 教育作为一种教学策略或者教学方法，以项目式的教学或者基于问题的教学为主，帮助学生理解复杂的概念，强化学习目标。

1. STEAM教育实践现状

各级各类学校开展STEAM教育可以说是机遇与挑战并存，许多地方教育行政部门和学校积极投身STEAM教育之中，但是，对于如何开展STEAM教育缺乏清晰的思路，也较少可以直接参考和借鉴的成熟经验与模式，这就使得STEAM教育尚处于充满热情地缓慢探索之中。机器人教育和编程教育是目前国内STEAM教育的主流。近5年，国内STEAM教育发展现状如雨后春笋，响应国家素质教育的政策，STEAM教育趋向于基础教育领域。像论坛、比赛、夏令营等多种形式不断涌现出来。

1. 实践中遇到的困惑

 STEAM教育是未来教育的重要发展方向，对于中国的传统教育模式更有着重要的意义。但目前为止，一方面，国内的STEAM有些照猫画虎，还停留于教学层面，**一线教师很容易把STEAM简单地处理为传统学科知识简单的、机械的拼盘与混合**；另一方面，很多人不能理解STEAM的真谛，只能做到将其单独使用而不能做到把各个学科融会贯通，**在实践层面，很容易导致学生浅尝辄止的学习。**如何在STEAM教育实践中帮助学生由浅层次学习走向深度学习，对教师而言，可以说是面临着巨大的挑战。

四、国际STEAM的发展对中国的启示

1. 国家政策支持，注重素质教育

国家政策与法律是引导教育健康发展，促进教育结构优化，推动教育向前进发的关键；而战略层面的规划则是国家为了实现某一目的而制定的长远目标，并推动目标的具体落实。本研究在查阅STEAM教育相关文献之后，概括了各国在STEAM教育发展过程中取得的某些方面的核心经验，诸如将STEAM教育作为国家战略，制定相关政策与法律；创立较为丰富的STEAM教育支持机构；构建STEAM教育理论框架来指导实践。

1. 急需培养专业的STEAM教师队伍

要关注 STEAM 相关知识与技能，更重要的是提升教师综合运用知识与技能的能力。而要提升教师的综合能力，一个切实可行的办法就是加强教师之间的跨领域和跨年级沟通与合作。不同领域或教授不同年级的教师之间的沟通与合作不仅能够拓宽教师思维的广度，还能够加深教师思维的深度，最终使其成为合格的 STEAM 教师。

五、小结

比较研究得出，国内外STEAM教育行业概况：欧美等国市场STEAM教育发展成熟，尤其以美国为首，关于STEAM教育的教学案例和应用也比较多，在亚太国家日本和韩国处于领先地位。近5年，国内STEAM教育发展现状如雨后春笋，响应国家素质教育的政策，STEAM教育趋向于基础教育领域。像论坛、比赛、夏令营等多种形式不断涌现出来。在实施过程中，机器人教育和编程教育是目前国内STEAM教育的主流，中学教育以素质拓展为主，关于学科教育融合的探索还不是很多。机器人教育相对比较成熟，但格局较为分散，主要集中于教育发达区域。编程教育越来越受到学生、家长、老师的追捧。国内STEAM教育的发展与以下几方面因素息息相关：国家注重素质教育、steam专业教师队伍的发展、家长意识到教育的重要性、信息化的发展拓宽了人们的视野。在今天这样的大背景下，各级各类学校开展STEAM教育可以说是机遇与挑战并存，STEAM教育任重道远。

六、参考文献

1、中共中央 国务院.国家创新驱动发展战略纲要[EB/OL].(2016-05-19)[2019-02-01].http://www.gov.cn/xinwen/2016-05/19/content\_5074812.htm.

2、佐藤正夫,钟启泉.学科课程的历史发展(一)[J].外国教育资料,1989(04):15.

3、孙培青.中国教育史[M].上海:华东师范大学出版社,1992:40.

4、范文翔,张一春.STEAM 教育:发展、内涵与可能路径[J].现代教育技术,2018,28(03):101.

5、王娟,吴永和.“互联网+”时代 STEAM 教育应用的反思与创新路径[J].远程教育杂志,2016,35(02):91.

6、Yakman G,Lee H.Exploring the exemplary STEAM education in the U.S.as a practical educational framework for Korea[J].Journal of the Korea Association for Science Education,2012,32(6):1083.

7、李小涛,高海燕 等.“互联网+”背景下的 STEAM 教育到创客教育之变迁——从基于项目的学习到创新能力的培养[J].远程教育杂志,2016,34(01):33.

8、赵慧臣,周昱希 等.跨学科视野下“工匠型”创新人才的培养策略——基于美国 STEAM 教育活动设计的启示[J].远程教育杂志,2017,35(01):95.

9、National Science Board.Undergraduate science, mathematics and engineering education[EB/OL].(1986-03-20)[2019-02-01].https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED313248.pdf.

10、赵中建.美国 STEM 教育政策进展[M].上海:上海科技教育出版社,2017.

11、National Science Foundation.Shaping the future: Strategies for revitalizing undergraduate education[R].(1996-07-13)[2019-02-01].https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED433873.pdf

12、Domestic Policy Council Office of Science and Technology Policy.American competitiveness initiative: Leading the world in nnovation [EB/OL].(2006-02-02)[2019-02-01].https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED503266.pdf.

13、魏晓东,于冰 等.美国 STEAM 教育的框架、特点及启示[J].华东师范大学学报(教育科学版),2017,35(04):41.

14、National Science Board.National action Plan for addressing the critical needs of the U.S. science, technology, engineering, and methematics education system[M].virginia:National Science Foundation,2007:3.

15、杨光富.奥巴马政府 STEM 教育改革综述[J].中小学管理,2014(04):48

16、李扬.STEM 教育视野下的科学课程构建[D].金华:浙江师范大学,2014:21

17、上官剑,李天露.美国 STEM 教育政策文本述评[J].高等教育研究学报,2015,38(02):69.

18、Obama B.Remarks by the President on the "Education To Innovate" Campaign[EB/OL].(2009-11-23)[2019-2-17].https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/remarks-president-education-innovate-campaign.

19、白瑞.奥巴马第二任期内基础教育政策研究[D].长春:东北师范大学,2018:39-40.

20、郭明俏.美国“校外 STEM 课程”研究[D].重庆:西南大学,2017:61.

21、赵中建.美国中小学 STEM 教育研究[M].上海:上海科技教育出版社,2017:20.

22、Georgette Yakman.ST∑@M Education:an overview of creating a model of integrative

education[EB/OL].(2010-08-07)[2019-02-01].https://steamedu.com/wp-content/uploads/2014/12/2008-PATT-Publication-STEAM.pdf.

23、杨亚平.美国、德国与日本中小学 STEM 教育比较研究[J].外国中小学教育,2015(08):26.

24、余胜泉,胡翔.STEM 教育理念与跨学科整合模式[J].开放教育研究,2015,21(04):25

25、Lohmar B，Eckhardt T.The Education System in the Federal Republic of Germany 20H /2012[C]. Bonn:Secretariat of the Standing Conference of the iinisters of Education and Culrural Affairs of the Lander in the Federal Republic of Germany,2013:11.

26、中华人民共和国科学技术部.德国政府发布《高技术战略 2025》[EB/OL].(2018-10-18)[2019-02-01].

http://www.most.gov.cn/gnwkjdt/201810/t20181018\_142232.htm.

27、徐云鹤,刘思宏 等.韩国融合人才教育的实施现状及启示[J].物理教学探讨,2016,34(10):26.

28、李协京.整合培养科技创新力[N].中国教育报,2015-06-03(011).

29、Kim Sung-Won,Chung Young Lan, Woo Ae Ja, Lee Hyunju.Development of a Theoretical Model for STEAM Education[J].Journal of The Korean Association for Science Education,2012,32(2):388.

30、Hye-Eun Chu,Sonya N. Martin,Jennifer Park.A Theoretical Framework for Developing an Intercultural STEAM Program for Australian and Korean Students to Enhance Science Teaching and Learning[J].International Journal of Science and Mathematics Education,2018:4-5.

31、Lorie Johnson.STEAMING AHEAD：How one ILA chapter used community partnerships to create powerful STEAM events[J].Literacy Today,2018:46.

32、Pyoung Won Kim.The Wheel Model of STEAM Education Based on Traditional Korean Scientific Contents[J].Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education,2016,12(9):2353.

1. 中共中央 国务院.国家创新驱动发展战略纲要[EB/OL].(2016-05-19)[2019-02-01].http://www.gov.cn/xinwen/2016-05/19/content\_5074812.htm. [↑](#footnote-ref-0)
2. 佐藤正夫,钟启泉.学科课程的历史发展(一)[J].外国教育资料,1989(04):15. [↑](#footnote-ref-1)
3. 孙培青.中国教育史[M].上海:华东师范大学出版社,1992:40. [↑](#footnote-ref-2)
4. 范文翔,张一春.STEAM 教育:发展、内涵与可能路径[J].现代教育技术,2018,28(03):101. [↑](#footnote-ref-3)
5. 王娟,吴永和.“互联网+”时代 STEAM 教育应用的反思与创新路径[J].远程教育杂志,2016,35(02):91. [↑](#footnote-ref-4)
6. Yakman G,Lee H.Exploring the exemplary STEAM education in the U.S.as a practical educational framework for Korea[J].Journal of the Korea Association for Science Education,2012,32(6):1083. [↑](#footnote-ref-5)
7. 李小涛,高海燕 等.“互联网+”背景下的 STEAM 教育到创客教育之变迁——从基于项目的学习到创新能力的培养[J].远程教育杂志,2016,34(01):33. [↑](#footnote-ref-6)
8. 赵慧臣,周昱希 等.跨学科视野下“工匠型”创新人才的培养策略——基于美国 STEAM 教育活动设计的启示[J].远程教育杂志,2017,35(01):95. [↑](#footnote-ref-7)
9. National Science Board.Undergraduate science, mathematics and engineering education[EB/OL].(1986-03-20)[2019-02-01].https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED313248.pdf. [↑](#footnote-ref-8)
10. 赵中建.美国 STEM 教育政策进展[M].上海:上海科技教育出版社,2017. [↑](#footnote-ref-9)
11. National Science Foundation.Shaping the future: Strategies for revitalizing undergraduate education[R].(1996-07-13)[2019-02-01].https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED433873.pdf [↑](#footnote-ref-10)
12. Domestic Policy Council Office of Science and Technology Policy.American competitiveness initiative: Leading the world in nnovation [EB/OL].(2006-02-02)[2019-02-01].https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED503266.pdf. [↑](#footnote-ref-11)
13. 魏晓东,于冰 等.美国 STEAM 教育的框架、特点及启示[J].华东师范大学学报(教育科学版),2017,35(04):41. [↑](#footnote-ref-12)
14. National Science Board.National action Plan for addressing the critical needs of the U.S. science, technology, engineering, and methematics education system[M].virginia:National Science Foundation,2007:3. [↑](#footnote-ref-13)
15. 杨光富.奥巴马政府 STEM 教育改革综述[J].中小学管理,2014(04):48 [↑](#footnote-ref-14)
16. 杨光富.奥巴马政府 STEM 教育改革综述[J].中小学管理,2014(04):49. [↑](#footnote-ref-15)
17. 李扬.STEM 教育视野下的科学课程构建[D].金华:浙江师范大学,2014:21 [↑](#footnote-ref-16)
18. 上官剑,李天露.美国 STEM 教育政策文本述评[J].高等教育研究学报,2015,38(02):69. [↑](#footnote-ref-17)
19. 李扬.STEM 教育视野下的科学课程构建[D].金华:浙江师范大学,2014:21 [↑](#footnote-ref-18)
20. Obama B.Remarks by the President on the "Education To Innovate" Campaign[EB/OL].(2009-11-23)[2019-2-17].https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/remarks-president-education-innovate-campaign. [↑](#footnote-ref-19)
21. 白瑞.奥巴马第二任期内基础教育政策研究[D].长春:东北师范大学,2018:39-40. [↑](#footnote-ref-20)
22. 郭明俏.美国“校外 STEM 课程”研究[D].重庆:西南大学,2017:61. [↑](#footnote-ref-21)
23. 赵中建.美国中小学 STEM 教育研究[M].上海:上海科技教育出版社,2017:20. [↑](#footnote-ref-22)
24. Georgette Yakman.ST∑@M Education:an overview of creating a model of integrative

    education[EB/OL].(2010-08-07)[2019-02-01].https://steamedu.com/wp-content/uploads/2014/12/2008-PATT-Publication-STEAM.pdf. [↑](#footnote-ref-23)
25. 杨亚平.美国、德国与日本中小学 STEM 教育比较研究[J].外国中小学教育,2015(08):26. [↑](#footnote-ref-24)
26. 余胜泉,胡翔.STEM 教育理念与跨学科整合模式[J].开放教育研究,2015,21(04):25 [↑](#footnote-ref-25)
27. Lohmar B，Eckhardt T.The Education System in the Federal Republic of Germany 20H /2012[C]. Bonn:Secretariat of the Standing Conference of the iinisters of Education and Culrural Affairs of the Lander in the Federal Republic of Germany,2013:11. [↑](#footnote-ref-26)
28. 中华人民共和国科学技术部.德国政府发布《高技术战略 2025》[EB/OL].(2018-10-18)[2019-02-01].

    http://www.most.gov.cn/gnwkjdt/201810/t20181018\_142232.htm. [↑](#footnote-ref-27)
29. 徐云鹤,刘思宏 等.韩国融合人才教育的实施现状及启示[J].物理教学探讨,2016,34(10):26. [↑](#footnote-ref-28)
30. 李协京.整合培养科技创新力[N].中国教育报,2015-06-03(011). [↑](#footnote-ref-29)
31. 李协京.整合培养科技创新力[N].中国教育报,2015-06-03(011). [↑](#footnote-ref-30)
32. Kim Sung-Won,Chung Young Lan, Woo Ae Ja, Lee Hyunju.Development of a Theoretical Model for STEAM Education[J].Journal of The Korean Association for Science Education,2012,32(2):388. [↑](#footnote-ref-31)
33. Hye-Eun Chu,Sonya N. Martin,Jennifer Park.A Theoretical Framework for Developing an Intercultural STEAM Program for Australian and Korean Students to Enhance Science Teaching and Learning[J].International Journal of Science and Mathematics Education,2018:4-5. [↑](#footnote-ref-32)
34. Lorie Johnson.STEAMING AHEAD：How one ILA chapter used community partnerships to create powerful STEAM events[J].Literacy Today,2018:46. [↑](#footnote-ref-33)
35. Pyoung Won Kim.The Wheel Model of STEAM Education Based on Traditional Korean Scientific Contents[J].Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education,2016,12(9):2353. [↑](#footnote-ref-34)