

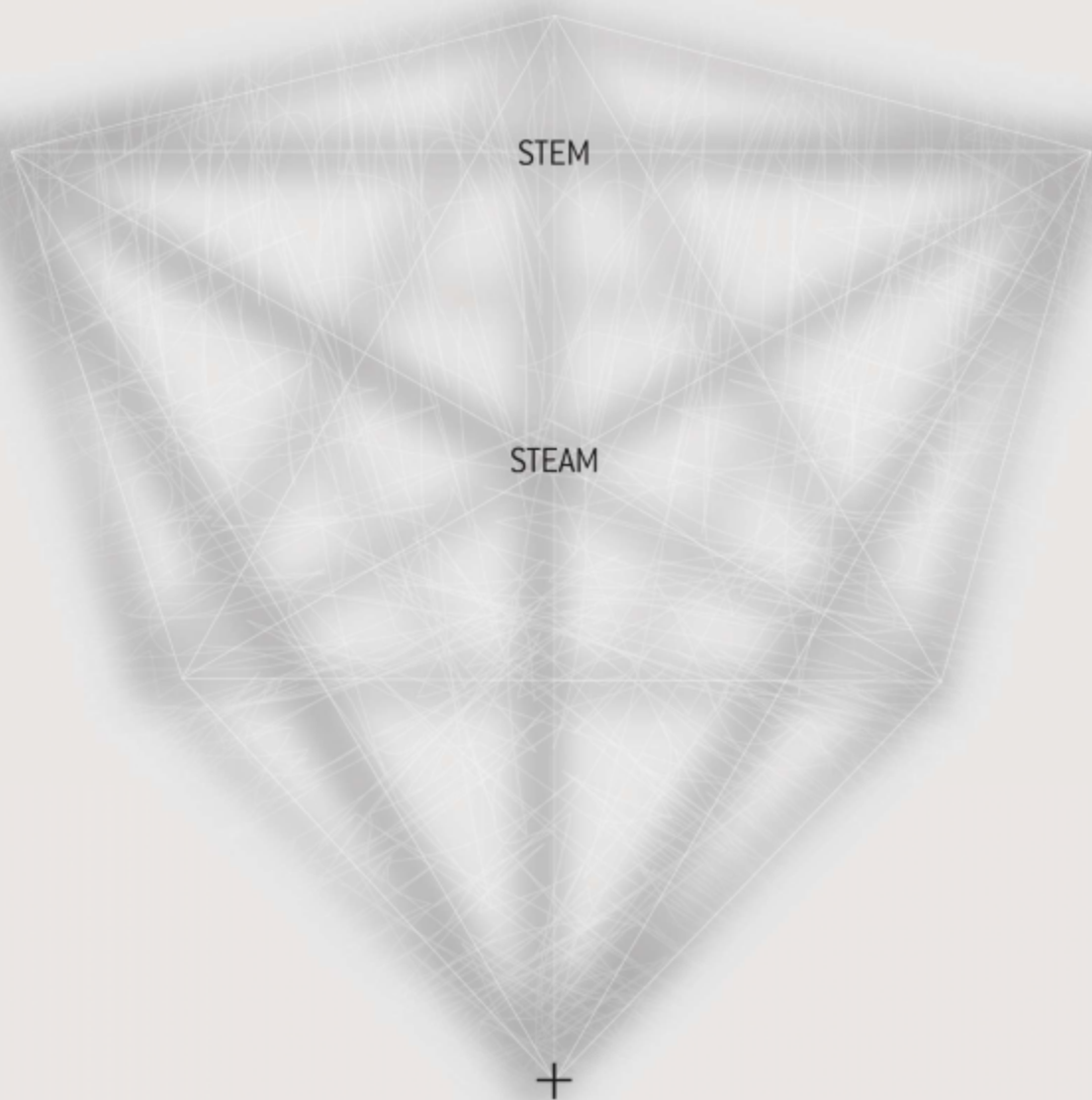
— The Future of Education  
Under Resource Integration

# 整合资源下的教育未来


从STEM到STEM+A的转变价值  
+

叶春辉 著

— Value Transition from STEM to STEM+A



天津出版传媒集团

 天津科学技术出版社

# 整合资源下的教育未来


从STEM到STEM+A的转变价值

The Future of Education Under Resource Integration

Value Transition from STEM to STEM+A

叶春辉 著

天津出版传媒集团

 天津科学技术出版社

### 图书在版编目(CIP)数据

整合资源下的教育未来：从STEM到STEM+A的转变价值 / 叶春辉著. -- 天津：天津科学技术出版社，  
2019.8

ISBN 978-7-5576-7000-9

I. ①整… II. ①叶… III. ①教学研究 IV.  
① G420

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第156513号

---

ZHENGHE ZIYUAN XIA DE JIAOYU WEILAI CONGSTEM+A DE ZHUANBIAN JIAZHI

责任编辑：王冬

责任印制：兰毅

出版：天津出版传媒集团  
天津科学技术出版社

地址：天津市西康路35号

邮编：300051

电话：(022) 23332377

网址：www.tjkjcs.com.cn

发行：新华书店经销

印刷：廊坊市文峰档案印务有限公司印制

---

开本 787×1092 1/16 印张 13 字数 44 000

2019年8月第1版第1次印刷

定价：78.00元

# 序

一直以来，关于艺术是什么？学艺术是为什么？怎么学好艺术？都是我被经常问及的问题，而关于这些疑问，看起来容易回答，但仔细考虑之后，却又觉得没那么简单。我想，这种踌躇的背后是因为爱，爱会使人心怀敬畏，也更想去接近和了解事实。

每个人看待和理解艺术的角度各不相同，有的人为了从中学习技能，使自己具有“出神入化”和“点石成金”的本领；有的人为了陶养性情、高尚品味，拓展交际范围；有的人为了丰富生活、增添乐趣，享受艺术带来的心灵慰藉；有的人为了加强人文滋养，通过那些积淀了人类文明的艺术成果，从中获得更高需求层次的人生目标……而从各种研究中发现，艺术在审美、认知、教育、娱乐、交往、心理治疗、启迪思维等方面的功能多达十几种，再加上如今艺术市场的繁荣、“艺考热”和各类艺术教育机构的推波助澜，更为“艺术”披上了一层神秘的面纱，越来越多的人开始关注艺术，并希望通过艺术实现不同的理想。诚然，对艺术的热衷可以从一个侧面成为反映社会进步的标志，但在现实生活中，对艺术价值的认知，很大程度上却

依旧停留在技能的高低和取悦于人的效果上，而鲜少关注那些技能训练之外的问题。

作为一个从小到大都在和艺术打交道的人，回忆自己的“艺术之路”，发现那是一个在偶然的动机下经过不间断的坚持和命运使然，最后获得的结果。而如今，当自己为人师，为人母后，当面对那些怀着各类艺术梦想前来求学的学生，和自己那个喜欢乱涂乱画的儿子时，我不免陷入思考。一方面，坚持过去的经验并按照约定俗成的方法，固然可以使想学艺术的人了解所谓的形式，但却难以真正体会到“艺术”的价值，或者说对他们未来的生活起不到更多作用；另一方面，关于艺术的学习方法，其实在很长时间内，都是被忽略甚至误解的，因为在很多人看来，艺术无非是通过熟能生巧的训练，加上一些天赋、灵感乃至运气，最后达到的效果。而对于艺术在技能之外的作用，却知之甚少，更无从了解那些“非功利性”用途的本身，才是艺术的真相。

所以，我始终觉得，艺术的力量在于能够改变人的命运。首先，从“功利性”的角度看，掌握一项艺术的技能无疑可以使人在社会竞争中增加脱颖而出的概率，或以某一艺术项目作为谋生的手段，再或者由于出色的表现在这一领域实现事业的成功。其次，从“非功利性”角度看，一切真正的艺术都取自于精神。人的自我成长、自我实现

与自我超越，不仅体现在作品的技术层面，更体现为背后的人格、道德与智慧。因为对于艺术创造来说，智慧是化身于自然之中的智慧，它不是仅由法则构建，也不是生硬的由各种物质拼凑而成，而是一个表现出多样性的统一体。具体来说，一件艺术作品其实是创造者思维方式和各类价值观的整合，而思维方式的背后是一个人认识论和方法论的体现，是一个包涵了智能水平、成长环境、教育程度等多方面因素在内的漫长过程，同时，正由于这个过程，逐渐形成了属于每个人独一无二的“性格”。因此，人们常说“性格决定命运”，而性格产生背后的思维方式，在一定程度上来自于艺术思维的影响，比如与之相关的直觉、想象、观察、理解、表达、反省和坚持。

长期的教学和实践，使我深刻感到艺术教育的重要性，在以“人工智能”为标志的第四次工业革命时代背景下，好奇心和想象力是人类最需要固守的底线。而艺术创作的目的在于吸引人们的注意力，从而唤起观众的好奇心和探究问题的渴望，这个过程来自于人类经历的深刻复杂性，同时，艺术的价值也正体现在，通过作品，使各类“好奇”和“想象”成为可见。

2016年，我赴美学习期间考察了美国在艺术教育方面的相关政策和方法，尤其对STEM（Science 科学，Technology 技术，Engineering 工程，Mathematics 数学）

教学框架的发展情况进行了相关调研。回国之后，我一直希望将这种整合学科方式的教育模式与国内艺术教育内容进行结合，进而找到适合中国国情并与 21 世纪核心素养人才培养战略相符合的教育路径。为此，在本书中，我通过四个主要章节介绍了关于 STEM 教育框架的由来和 STEM+A 的意义；艺术与多元智能的关系；艺术在 STEM 框架中的作用，以及有关 STEAM 教育研究的项目介绍和相关课程案例分析等。

在本书写作和 STEAM 项目进行过程中，我得到了天津 6 号院创意产业园、天津美术馆、天津市和平区青少年宫、天津市杨村第一中学，以及关涛、郑瑞、李莹、李颖、周志强等在文化产业、公共教育、科技制造等各类领域，关心艺术教育的朋友帮助。在此，对他们深表谢意！

黑格尔说，艺术来自于人类精神才显得真实和弥足珍贵。能够与艺术相伴，对我而言是人生中的幸运，而我也希望把这份幸运与人分享，这样，会在幸运的传递中，由衷地体会到生命的无限和艺术的力量。

叶春辉

2018 年 10 月于天津美术学院

# 目录

1	第一章 关于“STEM”和“STEAM”
2	第一节 “STEM”从何而来?
25	第二节 “STEM”教育的发展趋势
36	第三节 使“STEM”成为“STEAM”的价值
45	第二章 艺术与多元智能
46	第一节 “多元智能”理论的概念和组成
56	第二节 艺术与“多元智能”发展的联系
113	第三章 艺术在 STEM 框架中的作用
114	第一节 何为“艺术”，又为何艺术?
136	第二节 “零点项目”与艺术的价值
144	第三节 21 世纪核心素养框架与内涵
152	第四节 将艺术嵌入 STEM 教育实践中的作用
165	第四章 STEAM 课程案例分析
166	第一节 课程案例
178	第二节 项目实践成果报告
194	参考文献
196	网络资源
197	书中相关机构和内容缩写

# 第一章 关于『STEM』和『STEAM』

## 第一节 “STEM” 从何而来？

“STEM” 是科学 (Science)、技术 (Technology)、工程 (Engineering)、数学 (Mathematics) 四个单词的缩写，也可视为四门学科统称。这个术语的产生以及由不同学科间的整合引发的必要性，来自于 20 世纪 80 年代美国国家科学基金会 (National Science Foundation, United State, 简称 NSF) 的一项研究。1986 年，NSF 颁布了一份名为《科学、数学和工程本科生教育》(Undergraduate Science, Mathematics and Engineering Education) 的报告，这份报告是由国家科学委员会本科科学与工程教育任务委员会 (National Science Board Task Committee on Undergraduate Science and Engineering Education) 进行的为期一年的研究成果。成立这个任务委员会的原因在于当时有很多迹象表明，美国的本科教育出现了严重问题，报告中指出：20 世纪 80 年代最显著和不可逆转的变化是向全球经济的转变。倘若能够继续领先于其他国家的唯一方法是通过研究让新的想法不

断涌现，并且拥有任何国家中技术训练最好、最具创造力和适应力的从业人员，与此同时使本国公民能够对基于技术的问题做出明智的判断。因此，高等学校的科学、数学和工程学科的发展十分重要，并且必须通过采取行动来避免国家未来科学家和工程师教育质量不断下降的后果。

这份报告通常被视为对“STEM”教育提出倡议的最早文献，但其实关于“STEM”问题的关注，美国早在1802年西点军校（West Point – United States Military Academy）成立时就参与了相关工作，“西点军校的毕业生设计了许多铁路、桥梁和道路，对这个国家的早期扩张至关重要。1862年的《土地拨赠法案》（Morrill Land-Grant Colleges Act）最初旨在建立学院和大学来研究农业和机械艺术，也支持科学和工程项目。这间接导致了大学研究系统的建立。”<sup>[1]</sup>可见，“STEM”问题的出现并不是简单孤立的，而是美国历史上一系列具有时间连续性而又彼此关联的事件组成的结果。

1957年10月4日，苏联研制的第一颗人造卫星发射成功，这是一颗重184磅（83kg），宽23英寸（58cm）的铝球体，绕地球转了约98分钟（见图1.1.1）。尽管与今天的宇宙飞船相比，这颗卫星非常小，但是在1957年，作为一项科技成就，这颗卫星已然成为人类壮举，不仅引起了世界范围的关注，也令美国公众猝不及防。美国航天局的历史学家在2007年一篇纪念人造卫星升空50周年的文章中写道，“它的尺寸比先锋计划<sup>[2]</sup>的3.5磅的有效载荷更令人印象深刻。此外，公众担心苏联发射卫星的能力可以转化为发射弹道导弹的能力，这种导弹可以把核武器从欧洲带到美国。”<sup>[3]</sup>而在美国于1958年1月31日发射了

---

<sup>[1]</sup>Jennifer L. Jolly, Ph.D. The National Defense Education Act, Current STEM Initiative, and the Gifted, spring 2009. vol 32, no 2.

<sup>[2]</sup>美国为了对抗苏联的Sputnik-1于1958年3月17日发射了地球观测卫星“先锋1号”（Vanguard-1），这是世界上首颗装有太阳能电池的人造卫星。

<sup>[3]</sup>Space.com



图 1.1.1 Sputnik 1 大小和沙滩球差不多



图 1.1.2 人造卫星 1 号促使了美国航天局和 DARPA 的成立

第一颗成功的卫星“探索者1号”之后，这种担忧并没有消失。以至于联邦政府在很多方面迅速采取了措施以提高国家的技术能力。这些措施包括在1958年2月成立高级研究项目局（后来更名为国防高级研究项目局，或DARPA），并在同年10月成立美国航天局（National Aeronautics and Space Administration，简称NASA，在1915年组建的国家航空咨询委员会基础上成立。）（见图1.1.2）

这些行动和危机感背后的原因主要来自于，第二次世界大战结束后，美苏形成了对峙局面，而为了保证国家科学与技术领域的领先地位以及国家利益安全，美国国防部一直致力于从事火箭技术和高层大气科学研究。与此同时，美国在学校教育方面旨在推行一种“生活适应运动”的课程，即教授学生生活技能，这种课程对于那些不想在高中毕业后继续读大学或接受其他专业深造的学生来说是有一定价值的，但在另一方面却制约了美国在数学、科学和现代外语等方面的高质量教育发展，进而导致了美国学生的“低成就”。也就是在这种情况下，苏联早于美国实现了发射人造地球卫星Sputnik-1——这一具有历史意义的成就，这不仅开启了人类太空时代和冷战时期的太空竞赛，也使美国政府受到了来自国内各方的压力和指责，其中最令诟病的就是当时的学校教育，特别是对公立学校的批评大大增加，美国民众普遍认为在这场科技领域的较量中，教育成为导致问题产生的主要原因。因此必须尽快改革教育，培养足够数量的科技英才，以满足国家安全的基本需要。正是在这种背景下，时任美国总统的艾森豪威尔（Dwight David Eisenhower）在1958年1月27日致国会的信中，呼吁将教育计

划与国防需求相匹配，并建议联邦政府在这项活动中发挥重要作用。由此，《国防教育法》（The National Defense Education Act，简称 NDEA）成为联邦政府在教育领域扩大作用的结果并最终被国会通过，于 1958 年 9 月由艾森豪威尔签署成为法律。

诚然，《国防教育法》并不是专门加强国防教育的法律，而是致力于提高美国教育质量的一系列改进措施和拨款方案，其目的在于改善和加强美国学校系统的各个层次，鼓励学生在高中毕业后继续深造，“以对抗似乎优越的苏联学校系统（该系统专注于培训年轻科学家），并培养美国的‘STEM 精英一代’”（Jennifer L. Jolly, Ph.D. 2009）。该法案共有 10 章，主要内容包括：向高等教育阶段学习的学生提供奖学金和贷款；向准备成为教师的学生以及在数学、科学、工程和现代外语课程领域表现突出的学生（天才教育 Gifted Education）提供贷款；明确规定天才教育的国策，提供政府专款，发展天才教育事业（美国联邦立法规定：天才儿童有权利得到适合自己的教育服务）；资助各州公立学校的数学、科学和现代外语等项目；加强实验室建设，促进教学手段的现代化并改进语言教学；帮助研究生，包括为博士生提供奖学金，以促使他们成为高等院校师资的储备人才；积极发展职业教育并培养优秀的中层技术人员；将电视、广播、电影和相关媒体用于教育目的的研究和实验规定等（The National Defense Education Act, 1958）。

可见，《国防教育法》反映了当时美国社会对学术课程改革的关注和争取公众支持的努力，它将教育置于支持和协助国家政策的角色，“国防教育法案的通过击垮了美国教育 100 年来联邦政府无所作为的大坝；该法案的通过是 20 世纪 60 年代

里程碑式立法的重要先驱，打破了反对联邦对中小学教育援助的僵局，改变了联邦在美国教育中的角色。”<sup>[4]</sup>

而《国防教育法》的价值也在于为 20 世纪 60 年代早期的天才学生（尤其是在数学、科学和相关学科的发展）制定了一系列项目，并由此拉开了美国日后不断在该领域进行研究和发展的序幕，而关于教育改革的话题也随之更加突出。

进入 20 世纪 80 年代后，美国针对近 20 年教育质量滑坡的现象，时任总统里根（Ronald Wilson Reagan）责令美国教育部部长贝尔（T. H. Bell）任命了一个由 18 位委员组成的美国卓越教育委员会（The National Commission on Excellence in Education），在经过对全美教育进行系统调查后，由美国加州大学校长戈登纳（David P. Gardner）担任主席的委员会于 1983 年 4 月 26 日提交了一份《一个处于危险中的国家：教育改革的必要性》（A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform）的调查报告。

这既是一份调研报告，也是一封致美国人民的公开信。《报告》通过：评估公立和私立学校、学院和大学的教学质量；将美国的学校和学院与其他先进国家的学校和学院进行比较；研究大学入学要求和高中学生成绩之间的关系；确定导致学生在大学取得显著成功的教育项目；评估过去四分之一的世纪中重大社会和教育变革对学生成绩的影响程度；确定追求卓越教育将必须面对和克服的问题等内容，经过采取调研、论文、听证会和研讨会等方式的调查，委员会得出了一系列分析结果，并列出了美国教育所面临的 12 项危机信号——诸如大约 13% 的

---

<sup>[4]</sup> Wayne J. Urban, *More Than Science and Sputnik: The National Defense Education Act of 1958*, 2018.

17 岁儿童可以被认为是功能性文盲；少数民族青年的功能性文盲可能高达 40%；高中生在大多数标准化测试中的平均成绩现在低于 26 年前发射人造卫星时的水平；超过一半的天才学生的测试能力与在校成绩不匹配；1963 年到 1980 年间学生的成绩持续下降，其中语文成绩下降 50 分，数学成绩下降近 40 分；学生在英文及物理科目的学习热情日渐低落；教学杂乱无章和缺乏计划性；师资缺乏，优秀学生的主动性难以被调动等各类问题。

针对《报告》中所反馈的教育危机，委员会提出了“卓越教育”（Excellence in Education）的改革计划。在这里，“卓越”包括几个不同层面。第一，在个人学习层面，它意味着在学校和工作场所最大限度地发挥个人能力，提供机会给所有人，发挥所有人的才干，达到每个人能力的极限。第二，就学校（学院）教育层面，“卓越”意味着为所有学习者设定一个高期望、高标准和高目标，然后尽其所能的帮助学生实现这些目标，使他们通过教育和技能来应对快速变化的世界的挑战。第三，就社会教育层面，“卓越”意味着包括履行一个对终身学习的承诺，学习不局限在大中小学，而是延伸到任何人工作和生活的任何场所，如工作场所，家庭，图书馆，博物馆，科学馆等，“卓越教育”的目标是必须充分开发所有人的才能，而整个民族和各级学校必须全力实现上述意义上的卓越。

同时，为了完成这项“卓越教育”的目标，委员会提出了相关建议，包括：第一，强化高中毕业条件，所有毕业生必须 4 年内在“5 项新基础”课程方面打下坚实基础，即 4 年英语，3 年数学，3 年科学，3 年社会研究，半年计算机科学。报考大学者在 5 项新基础之外，还应学习 2 年外语。第二，大中小学制定

和采纳更为严格可行的学业和操行标准及目标，4年制大学提高入学条件，以帮助学生更好地迎接新的挑战。第三，让学生花更多时间学习“新基础”，更有效地利用现行的学习时间，延长学时或学年。第四，提高教师队伍水平并改善教师待遇，使教学成为一种更有价值和更受尊重的职业。第五，由公民信赖的教育工作者和相关官员负责领导这些改革，并提供所需财政支持。

1989年9月，第41任美国总统乔治·布什（George Herbert Walker Bush）首次提出了美国学校应建立国家标准和国家目标的设想，并于1991年4月18日签发了由时任教育部长亚历山大（Alexander L.）起草的纲领性教育文件《美国2000年：教育战略》（America 2000: An Education Strategy）。《美国2000》被看作是一项长期的国家战略，旨在九年内（1991—2000年）实现布什在1989年弗吉尼亚州“夏洛茨维尔教育峰会”上阐述的六项国家教育目标，即到2000年：①美国所有适龄儿童入学时都已做好准备；②中学毕业率达到90%以上；③美国学生在4、8和12年级毕业时具备在英语、数学、自然科学、历史、地理等相关学科方面的能力；④美国学生在自然科学、数学方面的成绩应居于世界领先地位；⑤每一个美国成年人都要脱盲并掌握在现代经济竞争中所必需的相关技能，同时履行公民的权利和职责；⑥美国每所学校都要实现无毒品、无暴力，并提供有利于学生学习的优质教育环境。<sup>[5]</sup>

与里根时期的《一个处于危险中的国家：教育改革的必要性》报告相比，《美国2000年：教育战略》被看作是一份承上启下的前瞻性教育文件，因为它“不仅指导美国教育界，以及

---

<sup>[5]</sup> America 2000: An Education Strategy, 1991.