

新一代科学教育标准到底是什么？为什么开展 STEM 教育？

近几年来，STEM教育概念传入中国，并且越来越多地成为家长及教育机构关注的焦点。STEM教育概念同时成为了各大小教育机构及公司宣传造势的赚钱工具，可家长、学生、老师们真的理解究竟何为STEM / STEAM教育吗？新一代科学教育标准到底是什么？为什么开展STEM教育？

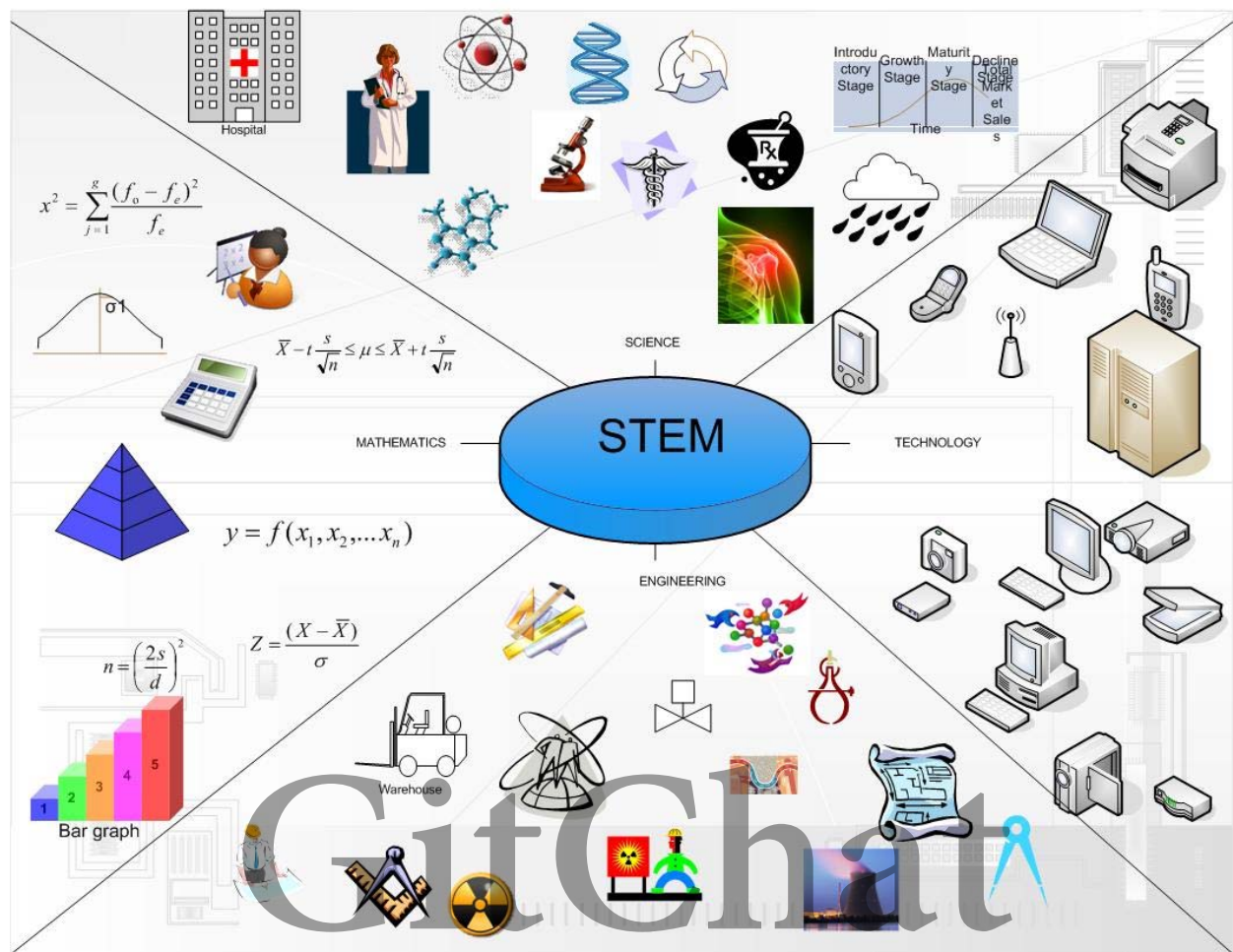
目前国内的所谓STEM教育还是处于概念性状态，为了让大家从本质上理解STEM的概念，可带着这些疑问往下看，嘉糖君给大家做个详细的科普。

“[Science] is more than a school subject, or the periodic table, or the properties of waves. It is an approach to the world, a critical way to understand and explore and engage with the world, and then have the capacity to change that world...”

— President Barack Obama, March 23, 2015



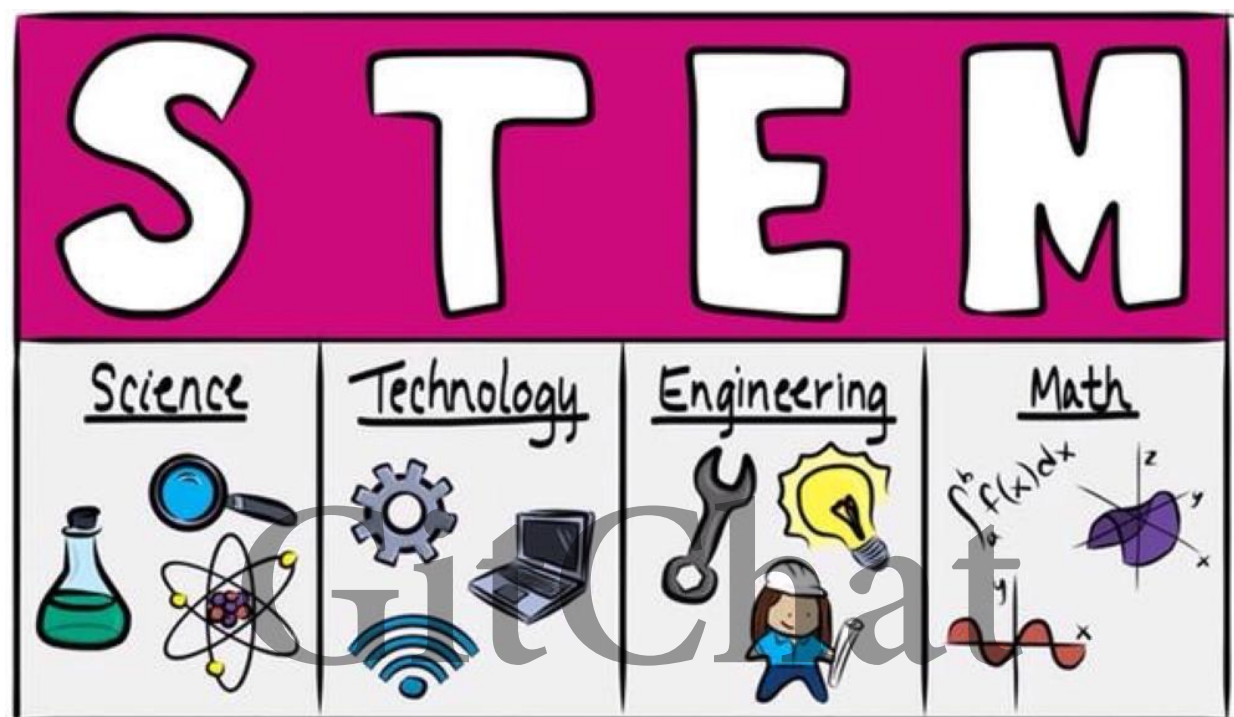
术)，Engineering（工程），Arts（艺术），Maths（数学）。STEAM被称为美国的“素质教育”，是其政府反思在基础教育理工科的弱势，而提出的旨在加强K12科学、技术、工程、艺术以及数学教育的倡议，“STEAM”逐渐发展为包容性更强的跨学科综合素质教育。



第二，技术素养（ Technological literacy ）。是指使用、管理、理解与评价技术的能力。学生应当知道如何使用技术，了解技术的发展过程，具备分析新技术如何影响自己、国家乃至整个世界的的能力。技术是对自然环境的革新与改造以满足人们的现实需要。

第三，工程素养（ Engineering literacy ）。是指对技术的工程设计与开发过程的理解。工程课程是基于项目，整合了多门学科的知识，使得难以理解的概念与学生生活密切相关，激发学生解决问题的兴趣。工程设计是把科学与数学原理系统地、创造性地用于实践的结果。

第四，数学素养（ Mathematical literacy ）。指学生在发现、表达、解释和解决多种情境下的数学问题时进行分析、推断和有效交流思想的能力。



“STEAM”教育代表一种范式的转变，从基于标准化测试的传统教育向聚焦于评价学习过程的现代教育转变。从本质上说，我们敢于对学生进行错误的尝试，尝试多种思想，听取意见，并建立一个适用于现实生活的知识库，而不是简单的考试。

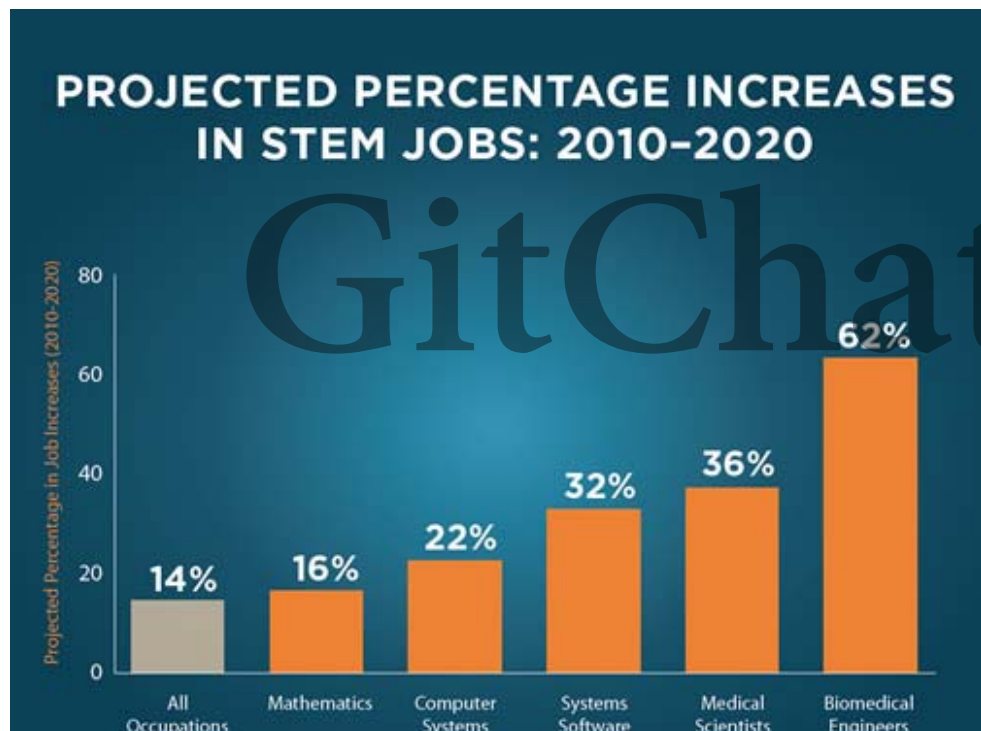
——德隆·卡梅伦（英国STEAM认证学校第一任UPES校长，TCSS课程协调员）

STEAM教育起源于美国，美国科学教育学者早在20世纪50年代提出科学素养概念，旨在

英国在2002年的时候就已经把STEM教育正式写入政府文件，德国2008年制定了《德累斯顿决议》，将MINT教育列为教育发展重要目标。芬兰是一个创新性很强的国家，早在90年代就出台了LUMA计划，LUMA是芬兰语的STEM，这项计划的目标是加强STEM（科学、技术、工程、数学）教育实践和加强学生对这些学科的学习兴趣。日本在经历金融危机后，进一步加快对STEM教育的推广和改革。1998年，日本就在中小学推行STEM教育，希望通过此来培养学生的生存能力和创造能力。

在美国，STEM教育已经成为常态，一直得到各大机构及政府的支持，至今已培养了一大批高素质人才。另外，根据美国劳工部预计，2014年至2024年，STEM领域的就业机会将在现有基础上增加17%，而其他领域为12%。预计到2018年，仅科技公司就需要新增650000个就业岗位，由此可见STEM教育对人才培养的重要性。

其实，当前的美国社会，科技人才的缺失使得STEM专业市场也需求旺盛，中国与全球化智库（CCG）最新数据显示，美国有400万个与电脑有关的就业空缺岗位，但是每年电脑专业的毕业生只有4万多人。供不应求的科技人才资源也导致了STEM专业学生就业的高薪酬。根据CGG调查显示，STEM专业包揽了美国毕业生十大高薪专业，其中石油工程更是以绝对的年薪优势排名第一，数据挖掘工程紧随其后。



根据《2016年门户开放报告》显示，2016年就读STEM专业的学生数量倍增，留美读工程学、数学或计算机科学专业的国际学生高达国际生总数的近1/3。不难看出，赴美留学的热门专业选择已经开始从商科渐渐转移至STEM专业。

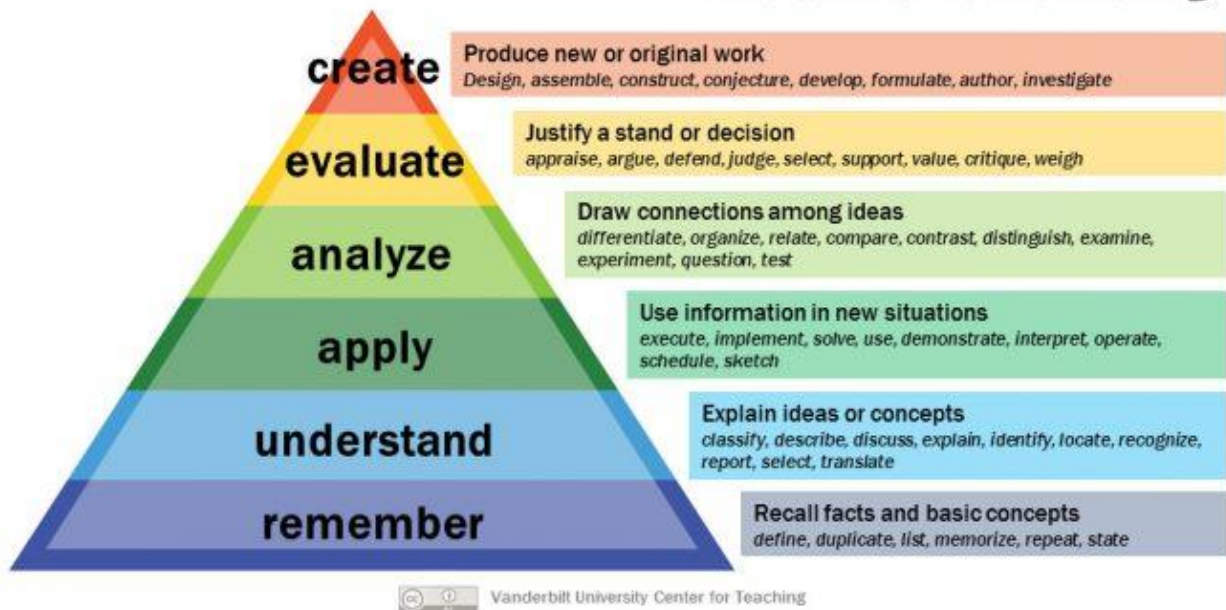
目前就中国来说，STEM教育还处于概念性状态，作为新兴社会热点受到社会资本的追捧，真正在搞STEM教育的是一小部分教育性质的公司，以提供课程和额外课外培训为主，作为短期课程追求短期效益和结果，因此对于STEM教育的理解和开展方向可能会相对片面，将STEM教育简单概括为机器人和编程课程。STEM教育跟科学知识普及不同，STEM的概念不仅意味着对科学现象和科学知识的系统的认知，并且要结合大量实践动手，因为技术教育就是一种探究性教育。家长、学生及大部分教育工作者对STEM教育不完全理解，导致在推广和实施STEM教育就存在很多困难和阻力。

在应试教育的环境下，基于考试的压力，家长们还是以应试教育为主，认为学生们在中学期间必须好好应付考试，不必要花过多时间去了解“课外的知识”，这就导致了学生的动手能力都普遍过低。亦或是一部分家长已经意识到了STEM教育的重要性，支持自己的小孩接受这类的科学教育，可这类的科学教育目前只处于搭建乐高积木或者拿着一个机器人到台上展示而已，学生们不了解其中的构成和基本原理，更不一定切合学生实际的知识储备。这对于中学生来说当然是不够的，在启蒙阶段，老师会引导孩子自己去探究作品是如何做出来的，主要是以创新课程、手工课程或是乐高搭建课程为主；但是真正意义上的完整的STEM教育，不仅仅包含要求学生去掌握其中的技术，同时也要培养项目管理能力和团队合作能力，甚至去创造一些属于自己的东西了。这需要将STEM的理念嵌入于整个学校教育阶段，循序渐进。

二、STEM教育=创客教育=素质教育？

谈到STEM教育，往往会将其认为是‘素质教育’的典型，很多观点中将‘创造性教育’与‘应试教育’划分成了严重的对立面。简单偏颇的认为通过‘素质教育’就可以解决传统概念中中国学生的‘缺乏创造力’‘思维僵化’之类的顽疾。然而STEM教育本质上是属于教育的一种延伸，根据布鲁姆分类学（Bloom's Taxonomy）的认知标准来看，教育最底层的目标在于记忆（Remember），其次是理解（Understand）。这两点是几乎普遍于任何教育体系的，也是更深层次教育目标的基础。其后才是应用（Apply），将已知的知识、原理等应用于新的情境。而后是分析（Analyse），将不同的想法、概念按照一定的逻辑关系展开连接，初步形成跨学科的概念。

Bloom's Taxonomy



由此可见，实现真正的创造性对于教育而言，是处于一个顶层的目标，同时也最难达到的，这个需要整个教育阶段的配合，乃至对于走上工作岗位，真正进入社会遇到了工作中的问题，也是需要循序渐进发展的能力，一步步发展知识和技能并应用。

STEM教育是贯穿整个K-12教育阶段的，从幼儿园 (Kindergarten) 开始，就需要把STEM课程嵌套到整个幼儿园阶段，科学、技术、工程和数学几门课程相结合的授课方式对幼儿园学生来说，听起来像是很难很高深的教学项目，实际上，STEM活动并不仅仅局限于科技创造小发明等等。拿基础的幼儿园阶段来说，进行大自然接触的活动，了解万物，培养对接触到事物的感性认知，提出疑问并寻求成年人的解答，这就是一种很适合的STEM活动。而进入了小学阶段，随着数学和少量科学课程的学习，便有更多的活动可以开展，比如对于几何图形的认知，剪纸，对称，颜色等等。这样的内容可能在我们当今看来是微不足道的，然而几千年前古希腊时期，人类文明的发源就来源于亚里士多德，阿基米德等先驱由这样的内容开始。而随着进入初中乃至高中阶段，真正开始学习物理/化学知识的适合，才是STEM教育开始变得更加值得提升的领域，对于诸多理论学习之后，STEM活动的目的就应当在应用，分析和评价开始。

根据前苏联发展心理学家利维·维谷斯基提出的近侧发展区间 (Zone of proximal development 简称ZPD) 理论来说 在学生能熟练自己完成 或者说完全了解的领域之



教学上，目前我国的STEM教学也只是偏上层的概念科普教学，主要的课程制定来源于已经受到高等教育，站在成年人视角上认识到STEM教育重要意义的人群，因此在实际的操作过程中容易导致结果导向主义，对于并未经历过完整的一个周期的学生而言，急功近利，因此很难让学生产生真正的作品，市面上有的教学产品都是展示性的模型，学生们拿到一个完整的实物也无法理解他的原理并且做出相同的东西。同时又大力鼓吹创客教育，把培养创造力挂在嘴边，而忽视了真正实现创造力之前必须经历过的全面理解，分析和评价等过程，缺乏合理的目标和阶梯，追求大跃进式的成果展示，自然难以取得较好成果。STEM核心理念之



STEM教育实质上是跨学科的教育，它不仅要求培养学生们独立思考的能力，还要求锻炼学生们的批判性思维能力，更要求他们能独立深入思考问题并且自己着手解决问题。一个完整的STEM教学是基于现实生活中的实际问题而展开的，老师在这整个过程中更多的则是扮演引导学生的这一角色。STEAM教育是一个科学探究或工程实践的课程，它又可以说是一个项目的学习，教学方式以项目为周期，教师带着学生去探究或实践，在这个过程中让学生自己建构知识和技能，达到培养内在的综合能力的目标。

三、未来的机遇与挑战

美国近几年来把STEAM作为最新的教育理念，就是把ART加入到STEM里面。加入ART后，可以使艺术和创意融入他们的生活中，培养学生们的创意，能够更好地开展STEM教育，艺术和与之相伴的好奇心、创造力能够有效的帮助学生学习科学，技术，工程和数学。

于这样的师资，国家给的福利待遇也是跟不上的，还有各种荣誉奖项，也没有对中小学教师开放，很难鼓励老师们在这方面有所创新。

STEM教育的开展，必然离不开硬件设备的投入。一方面，由于STEM教育涵盖的范围过于广泛，教学器材，场地等等硬件条件要求非常高，但是获取渠道相对较难，选择余地较少，作为教师需要花大量时间精力自己设计准备，另一方面，也没有完整的课程体系及教材，有的都是各种培训机构制定的零零散散的课堂演示器材。

STEM教育在全国范围内的开展目前还缺乏最高层的推动，虽然它传入中国并且被大力宣传，但是如何培养师资人才，如何规划整个课程，如何统一教学等，到现在为止均没有定论。如果要将科学、技术、工程、数学领域人才的培养纳入国家基础教育，肯定需要政府、教育管理者、教育工作者、学生和家长、社会各层真正理解STEM教育并且推动其发展。

在美国对STEM教育和重视程度是有目共睹的，这也是美国STEM专业教育领先全球的原因。除了美国前总统奥巴马政府不断拨款大力支持STEM教育，就在美国当地时间2017年9月25日，美国现任总统特朗普签署一份备忘录，将拨款2亿美元支持美国STEM专业教育，尤其注重计算机科学和编程方面的学校教育。

那么，在这种形势下，我们又该如何开展并且普及STEM教育呢？个人觉得，我们应该需要把STEM教育的真正概念科普给每个学生及家长们，要让家长们知道真正的STEM教育不仅仅是搭一个乐高机器人，或者用现成的模块拼接出一个机器人拿到台上展示，又或者去参加各种夏令营培训班。首先STEM教育他是一个跨学科的教育，我们不能把它称呼为一门课程，它是环绕着学生们的整个学习阶段，例如需要学生们从手上没有任何一样器材，到项目结束后能做出一个完整的工程产品，这期间老师起到引导的作用，但限于不给学生们提供帮助购买材料，不实际参与做项目等。

对于培训机构，在有自主研发能力和推广能力的背景下，可以制定出一套完整的课程，并且对教师有一套规范的培训标准，确保师资质量。可以积极培养一支富有创新精神和创造力，掌握自主研发课程的科技专家和教师的高质量团队，另一方面，也需要不断对学生、家长开展STEM科普培训，可不定期举行非营利性的科普活动，同时可寻求相关政府部门协助推广STEM教育的重要性。

总之，我们需要思考STEM教育的推广和规模化，增加社会参与度，宣传力度和资金投入，将STEM教育与创客教育结合起来，促进STEM教育的参与性、共享性和普及性。

—— 科技精英 ——

- 课程介绍过程：

1. 科学课程 (S) 和 数学课程 (M), 通过科学和数学课程的结合, 让学生了解太空和数学中比例的概念, 并且对太阳系有一个科学的认知, 对比例概念能在生活中找到相关案例。
2. 介绍模型的定义, 学生能在课堂上制作太阳系模型。
3. 教师启发学生提出问题, 宇宙中包括银河系、太阳系等各种星系, 我们如何知道太阳系的大小。
4. 最终教师引导学生们使用模型计算出太阳系的大小。培养学生的动手操作能力、批判性思维以及实际应用科学知识的能力。

- 课程教学流程：

1. 在实际生活中, 大学生甚至是成年人都很难理解太阳系的尺度大小, 对于抽象性的天体物理, 教师借助模型并且给学生们演示模型, 并且给学生们讲解数学中的比例概念, 学生就能比较直观的看到“模型”是怎么样的物体。
2. 教师安排学生分组讨论, 引导学生们提出心中的各种疑问。
3. 接下来教师可以安排学生们实际动手自主制作太阳系模型, 给学生们一张纸, 学生通过手动折叠, 注释, 标记等, 巩固模型制作的能力。
4. 等学生制作好模型后, 教师引导学生们通过先前的比例知识来思考问题, 让学生通过观察手上的模型和利用比例来做出每一个行星与太阳直接的聚力, 最后得出太阳系的大小。

参考文献 GitChat

[1] Wikipedia:Science, technology, engineering, and mathematics

https://en.wikipedia.org/wiki/Science,_technology,_engineering,_and_mathematics#STEM-eligible_degrees_in_US_immigration

[2] A Look At The History Of STEM (And Why We Love It) <http://marickgroup.com/news/2016/a-look-at-the-history-of-stem-and-why-we-love-it>

[3] U.S.News公布STEM专业25个最佳职业榜单 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/25449250>