国际教育信息化发展
2016 地平线报告
（基础教育版）

ISBN 978-0-9977215-4-6

新媒体联盟
美国

北京开放大学
中国

新媒体联盟地平线报告：2016 基础教育版

由

美国新媒体联盟（NMC）

和

美国学校网络联合会（CoSN）

合作完成

中文版授权由

北京开放大学（BJOU）

翻译并出版

新媒体联盟地平线报告（2016 基础教育版）由美国新媒体联盟(New Media Consortium , NMC)和美国学校网络联合会(the Consortium for School Networking, CoSN)合作完成。由公平分享社群（Share Fair Nation）在莫格里奇家族基金会（Morgridge Family Foundation）资助下具体实施。在此特别感谢他们参与报告撰写，以及对新媒体联盟地平线项目的大力支持。要了解更多新媒体联盟的信息，请访问：www.nmc.org；要了解学校网络联合会的更多信息，请访问：www.cosn.org。要了解公平分享社群的更多信息，请访问：sharefairnation.org。

北京开放大学作为美国新媒体联盟的战略合作伙伴，承担报告中文版的翻译、出版和推广工作以及相关研究和合作事宜。北京开放大学的网址：www.bjou.edu.cn。

© 2016, 新媒体联盟

ISBN 978-0-9977215-4-6

本报告遵循共创共享协议4.0，可以自由复制、拷贝、分发、传播或改编，在做出以上处理时请标明出处如下。 想了解协议的具体内容，请访问creativecommons.org/licenses/by/4.0。

英文版引用：

Adams Becker, S., Freeman, A., Hall, C., Cummins, M., and Yuhnke, B. (2016). *NMC/CoSN Horizon Report: 2016 K-12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.

中文版引用：

S•亚当斯贝克尔，A•弗里曼，C•霍尔，M•卡明斯，B•袁克（作者）（2016）；白晓晶，张春华，吴莎莎，季瑞芳，李国云（译者）；张铁道审定.《新媒体联盟地平线报告：2016基础教育版》，奥斯汀，德克萨斯：新媒体联盟，2016。

封面照片由*BigStock Photography*提供

目 录

概述 1
引言 3
一、驱动学校应用教育技术的重要趋势 5
远期趋势 5
重新设计学习空间 6
反思学校运行机制 6
中期趋势 13
开展协作学习 13
探索深度学习策略 16
近期趋势 19
培养编程素养 19
学生成为创客 22
二、影响学校应用教育技术的重要挑战 25
可解决的挑战 27
实景学习体验 27
反思教师角色 30
有难度的挑战 34
推进数字化公平 34
推广教学创新 37
严峻的挑战 41
缩小成绩差距 41
推动个性化学习 44
三、教育技术在基础教育中的重要进展 47
采纳阶段：1 年以内 49
创客空间 49
在线学习 52
采纳阶段：未来 2-3 年 55
机器人 55
虚拟现实 58
采纳阶段：未来 4-5 年 61
人工智能 61
可穿戴设备 64
新媒体联盟地平线项目 2016 基础教育版专家组 67
尾注 69

概述

未来五年全球的基础教育将会面临什么形势？有哪些趋势和技术将会驱动教学的变革？有哪些挑战是可以解决或者是难以克服的？应该如何制订有效的战略性解决方案？由59名专家组成的研究团队针对以上关于所采用的技术以及教与学的变革问题，开展了协作研究和专题讨论，并与学校网络联合会（Consortium for School Networking）合作，在莫格里奇家族基金会的资助下完成了《新媒体联盟地平线报告：2016 基础教育版》。

新媒体联盟地平线报告旨在预测未来五年内，全球范围的新兴技术在学校中将会产生的影响。通过连续 15 年的跟踪研究和持续发布，地平线报告目前已经成为国际社会针对新兴技术发展趋势及其在教育中如何应用所开展的最持久的跟踪探究。《新媒体联盟地平线报告:2016 基础教育版》由新媒体联盟与学校网络联合会合作完成。

参与本年度报告拟写的专家们对未来趋势达成共识。例如，需要重新设计学习空间，以兼容更多身临其境、自己动手的教学活动。为了满足21世纪社会对劳动力的需求而重新思考学校的功能并培养学生未来所需的技能。从短期来看，编码作为一种新兴的基本能力在今年首次成为新的趋势。随着所需从事计算机科学工作的人数在未来五年内会激增，对学生而言，学习编程技术就成为一种必然。研究表明，编程能力会增强问题解决、创造和批判性思维能力。这些仅仅是《新媒体联盟地平线报告：2016基础教育版》18个主题中的三个。本报告揭示了未来五年全球范围内将对基础教育变化产生影响的关键趋势、重要挑战和重要技术发展。

在学校未来面临的挑战方面，创造更多的真实学习机会和重塑教师角色被认为是可以应对的挑战。对于前一种挑战，中小学校的领导早已与当地企业合作，为学生提供真实工作情境，使学生在校学习期间就可以获得不同职业的初步体验。随着对教师角色不断提升的期望，无论是针对职前培训还是职业发展要求，都强调教师需要学会使用新技术。教师的角色也因此将从传授者转变为引导者(guides)和教练（coaches）。另一方面，专家们将缩小学业成就差距作为严峻的挑战。

基于对未来发展趋势和挑战的认识，专家们也对支持创新和变革的技术发展进行了预测。“创客空间”和“在线学习”预计会在一年或更短的时间被更多的教育机构所采用，并藉此为学生提供泛在数字工具、论坛、丰富的媒体以及更多技术手段，鼓励学生的自主学习。学校采纳机器人和虚拟现实技术估计会在未来两到三年内出现，而人工智能和可穿戴技术预计将可能在未来四至五年内进入学校应用。

本报告可为教育工作者、教育领导者、管理者、政策制定者和技术专家提供参考，以有助于他们编制教育技术的发展规划。我们希望本研究能够帮助全球基础教育机构在利用技术提高、支持或拓展教学、学习以及创新研究等方面做出合理选择；也希望世界各国教育领导者能够关注新媒体联盟地平线项目，将项目形成的全球性和区域性报告作为进行技术发展战略规划的重要参考。出于这样的目的，我们发布了《新媒体联盟地平线报告:2016 基础教育版》。

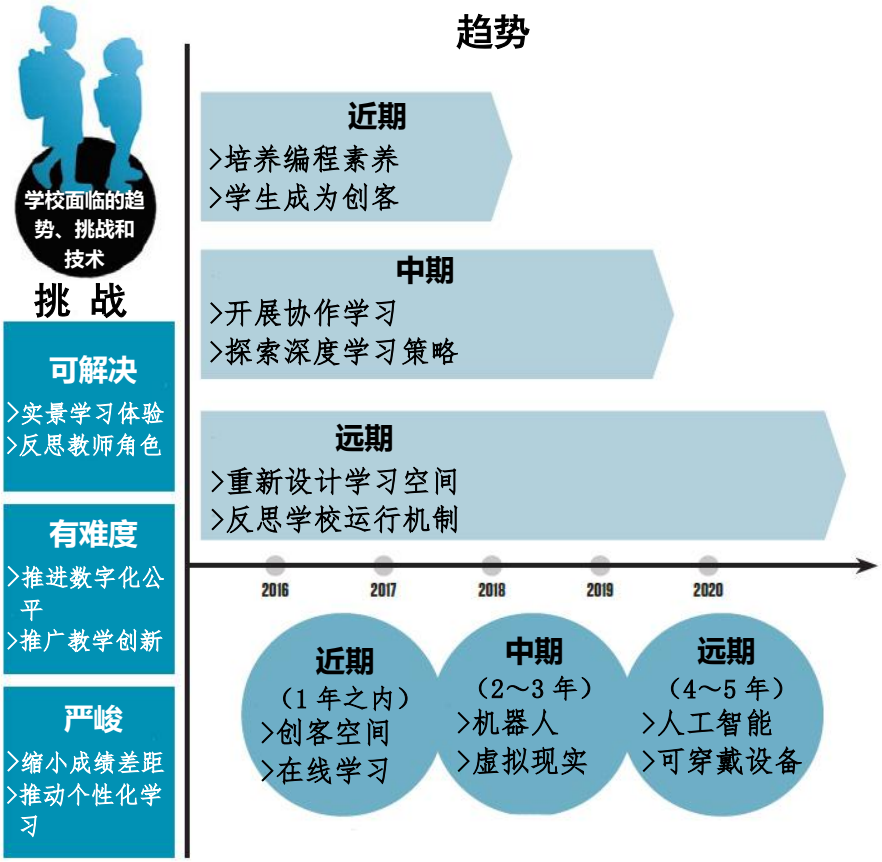

图 1：《2016 地平线报告：基础教育版》内容概览

引言

2016 年度地平线项目基础教育领域专家组甄选了与技术在教育中的应用紧密相关并且很可能影响未来五年(2016-2020)的技术规划和决策制定的18 个方面的主题。报告将呈现六大重要趋势、六项重大挑战以及教育技术的六个重要进展 。同时，报告还将揭示上述变化对于学校核心使命可能产生的影响。

本报告的前两部分将分析驱动技术决策和规划的关键趋势以及可能阻碍新技术采用的重大挑战。每一部分都包含了趋势（或挑战）及其对学校政策、领导力以及教学实践等影响的详细讨论，并会提供相应实践案例及相关的阅读材料链接。

报告的第三部分将描述教育技术的六项重要进展。如何看待这些驱动创新变革的趋势和阻碍创新变革的挑战，将在很大程度上决定着学校是否采用这些技术。每一项趋势最后都会有推荐的阅读材料和附加案例，以进一步拓展报告的内容。

本报告采用的研究方法与其它新媒体联盟地平线项目的研究方法保持一致。每年的报告都是经过基础研究和文献研究形成的。每一年度的报告都收集了大量技术应用案例、技术发展趋势以及面临的挑战。

每份报告都凝聚了国际专家组的集体智慧。首先，他们会在比较宽广的范围内考虑一系列重要的新兴技术、所面临的挑战和发展趋势。然后进一步深入考察，逐步缩小之前所列的范围直至最终确定能够进入报告的趋势、挑战和技术。研究的整个过程完全通过在线方式开展，并且在新媒体联盟地平线项目的维基（wiki）有全程记录。建立该专题wiki 的目的是为了能够完全透明地向大家呈现项目工作的开展过程。它不仅能让大家实时观察到工作的进展，还提供了自2006年以来发布的各个版本的所有研究数据。感兴趣的读者可以前往k12.wiki.nmc.org了解《新媒体联盟地平线报告：2016 基础教育版》的有关信息。

本年度报告的专家组成员由来自6大洲18个国家的59位教育和技术专家组成。本报告以附件形式列出了他们的姓名和工作单位。专家们尽管具有不同的背景和经验，但是他们一致认为，报告所述的每个主题都会对未来五年全球基础教育的实践产生重要影响。

本报告采用修订后的德尔菲法来选定讨论主题。15年以来，该方法经过地平线系列报告项目的反复实践不断得以完善。专家组成员有着多元化的背景、国籍、兴趣和各自独特的专长。在新媒体联盟地平线项目十多年的研究中，有超过1500位获得国家认可的实践者和专家先后成为专家组成员。此外，每一年都会有三分之一的专家组成员是新成员，以保证每年的报告可以融入新视角。我们非常欢迎读者推荐专家组成员，具体操作方法参见网址：go.nmc.org/panel。

当专家组成员确定后，他们首先要对文献进行系统综述，涉及新兴技术方面的报刊文摘、报告、论文以及其他材料。在项目起始阶段，专家组的每位成员都要了解项目的背景材料，然后针对材料发表自己的意见，找出有价值的主题。他们不仅要讨论现有新兴技术，还会借助头脑风暴法产生新的想法。报告取舍某项技术的核心指标主要取决于其与基础教育的教学、学习和创造性探究所具有潜在的相关性。我们采用RSS订阅了数百份精心挑选的相关出版物，以保证项目组的背景资料能得到及时更新，并在整个研究过程中激发参与者的思考。

在完成文献阅读后，专家组成员将聚焦研究的中心问题，这些问题也是新媒体联盟地平线项目关注的核心。围绕这些问题，专家组广泛罗列出令人关注的技术、面临的挑战以及发展的趋势。这些问题是：

1.新媒体联盟地平线项目所列的关键

技术中,哪些技术在未来五年内会对教学、学习或创新性探究产生最为重要的影响？

2.我们所列的清单中还遗漏了哪些关键技术？请考虑以下相关问题：

（1） 根据您的了解，哪些学校正在使用的技术值得推广，可以用来广泛地支持或增强所有学校的教学、学习或创造性探究?

（2）在消费、娱乐或其他行业里面拥有稳定用户基础的技术中，哪些值得学校积极探索并应用于教育？

（3）您认为在未来四到五年，学校应当关注哪些关键的新兴技术？

3.您期望哪些关键趋势能推动基础教育中技术的应用？

4. 您认为在未来五年内,哪些重要挑战会阻碍基础教育中的技术应用？

在该方法的第一个阶段，每位专家组成员都要使用多人投票系统进行投票。这个系统允许成员对自身的选择加上相应的权重，并会就专家们对研究问题的反馈进行系统排序和归类。这些排序数据都被收集在一起，大家意见相对集中的项目便一目了然了。

随后，我们从最初为所有报告选择的趋势、挑战和技术的整体列表当中，为每个类别首轮排序靠前的12项主题做进一步的研究与扩展。一旦这些阶段性结果被确定后，专家组成员、新媒体联盟的员工和领域内的实践人员组成的小组会集中讨论这些主题会从哪些方面影响基础教育的教与学实践。这个阶段会花费大量时间，逐一研究每一个主题的已有应用和潜在应用，这也是实践者感兴趣的内容。这些阶段性结果所列的主题会被再次进行排序，这次是逆向排序。最后专家组选中的主题内容将会在本报告——《新媒体联盟地平线报告：2016 基础教育版》中详细阐述。

一、驱动学校应用教育技术的重要趋势

本年度报告所描述的六大趋势是由项目专家组借助一系列基于德尔菲法的循环投票认定的。每一轮投票后都紧跟着一轮圆桌会议进行研究和讨论，以进一步界定所讨论的主题。专家组成员认为，这些趋势极有可能驱动未来五年内的技术规划和决策制定。它们分为与时间相关的三类："长期趋势"通常已经在影响决策制定，在未来5年或更多年内仍然具有重要意义；"中期趋势"将很可能在未来3～5年内继续成为决策制定的影响因素；而"短期趋势"当下正在推动教育技术的应用，在未来1～2年内也很可能继续保持重要影响，此后会逐渐丧失影响力。

长期趋势已经受到很多教育领导者的讨论并进行了大量研究，而短期趋势通常没有足够的具体证据来表明它们的有效性以及对未来的引领性。这里所列的所有趋势都通过一系列在线讨论来探索其对全球基础教育的影响，详情可参见：k12.wiki.nmc.org/Trends。

新媒体联盟地平线项目分别从政策、领导力、实践三个维度来讨论每项趋势和挑战。"政策"指的是管理学校的正式法律、章程、条例和办学方针等；"领导力"是专家们基于研究和深度思考而形成的对未来学习的认识；"实践"则是在学校、课堂和相关教学环境应用新的思想和教学法所做出的探索。

政策 尽管所有明确的趋势都具有政策意义，但有两个趋势对未来五年的政策制订更具显著影响。一是各国政府都在致力于重新构建长期的学校政策，以促进注重能力的学习、21世纪所需技能的获得和人才储备。例如，芬兰的国家课程中，历史、数学等传统课程正在被跨学科课程所取代，以消除学科认知的壁垒，为学生提供更广阔的视野以及实操性职业培训[1]。

二是专家组认为，在短期内，整合编码（integration of coding）作为一种新的数字素养形式被学校采用的热度正在上升，因为其已经是计算机科学技能的重要组成部分。美国政府非常重视编码和编程（coding and programming），优先为"全民计算机科学行动计划"（Computer Science for All Initiative）投资40亿美元。美国还投资1亿美元，为全美不同地区教师提供职业发展培训。该计划的目的还在于为那些很少接触编码和计算机科学的学生提供接触机会[2]。

领导力 尽管所有趋势都会对领导力产生重要影响，但是对于发展愿景和领导力而言，有两个趋势格外重要。协作学习已经越来越内化到课程和课堂活动中，但是基础教育的领导者仍将此中期趋势视为发展学校理念、在学校文化中引入深度团队合作精神的契机。在马萨诸塞州，大学园区师范学校（Univerisity Park Campus School）为此建立了一种模式，他们开发了一种方案，学生在初中时就被邀请参加协作学习，之后顺延到高中，这样学生在老师干预最少的情况下，能够一直参与团队项目[3]。

越来越多的学校接受了"学生作为创造者"的观念，而不是将学生看做"被动的知识消费者"。领先的教育机构正在制定允许学生推动媒体产品和发明的战略。美国"大图片学习"（BigPicture Learning）网站上有 60 多所学校。该机构已经开发了一套系统，学生可以根据其独特爱好和兴趣安排自己的课程计划。他们自始至终与教师、顾问及长期项目的同伴携手，共同聚焦于设计一种产品[4]。

实践 专家组推断的六个发展趋势都对于改进教学实践具有启示意义，也很容易找到相应的案例。专家组确定重设学习空间作为两个长期趋势中的一个，认为这是创建 21 世纪学习机会的关键。教室的布局及其中的家具和技术产品，已经被证实对学生的参与和成绩都有影响，学校也在不断试验新颖的布局。"创新型学校"

（Innova）是秘鲁最大的私立教育系统。其学校建筑完全是灵活的，包括移动家具和设备，可以为每种课程呈现不同的形式，以此来促进学生为中心的学习[5]。

全球的学校都在关注深度学习方式，它们能支持真实生活体验，以便为学生日后工作做准备。虽然学生们都在学校学习，但这些策略通常包括让学生解决区域或全球挑战的项目、为社区发展献计献策等。韩国五年级的班级参与了一个问题解决活动，即当地一个操场要变成停车场，学生们参与了如何规划新操场、寻求政府批准、熟悉安全规则并筹集资金修建新操场的全过程[6]。

以下，我们将对本年度专家组界定的主要趋势逐一进行讨论，包括趋势概览、趋势的影响以及扩展的阅读材料。

（一）远期趋势

未来五年乃至更长时间驱动基础教育应用技术的关键要素。

1. 重新设计学习空间

随着传统教学模式的演变和新兴技术在全球课堂教学中不断获得稳固地位，正规的学习环境需要升级，以应对 21 世纪学习实践的变化。传统教育历来以教师为中心进行教学，主要通过教师讲授来传递知识[7]。现在，以学生为中心的教学法正在被采用，以更好地为学习者未来就业做准备，对教室进行重新设计以支持这种转变。另外，建筑和空间设计领域的创新思维正在影响学校基础设施的可持续设计和构造，这些也对教室开展的实践活动和学生学习有潜在的重要影响[8]。

概述

在美国，学校基础设施投入的资金已超过 2 万亿，这些教室大都因袭一百多年以来的传统教室布局，包括摆列成排的课桌和前面的讲台。尽管大多数建筑都有几十年的时间，它们大多没有经历过重大的重新设计[9]。这些程式化的建筑物使学校和地方政府面临决策的挑战，也激励他们进一步学习如何设计教室以产生积极的学习成果，开发创新的有效教学模型[10]。华盛顿大学的一项研究发现，简单的调整课堂环境，哪怕是灯光、温度和装饰，都会影响学术的绩效[11]。此外，通过可持续的解决方案，使用先进的建筑设计和构造来升级替代老建筑，已经受到广泛关注。

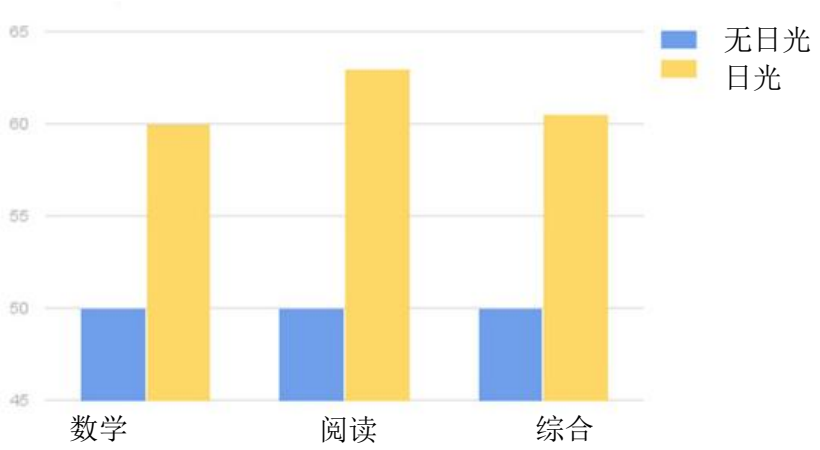

图 1:教室有无日光对学生成绩的影响（黄色柱代表有日光、蓝色柱代表没有日光）

图片来源：https://www.edsurge.com/news/2016-07-11-the-secret-to-architecture-s-pivotal-role-in-the-future-of-k-12-learning

本报告涉及的若干专题研究都认可以学生为中心和运用协作学习方式开展的活动，特别是这些活动在技术支持下能够取得更好的效果。墨尔本大学进行的一项研究指出，将传统教室重新设计为关注教学法的教室布局之后，学生的学业成绩提高了 15%[12]。教室的技术设备已经得到更新，教室一旦安装了桌椅和黑板，现在也必须包含兼容性的硬件，并加以连通以提升交互性[13]。更加灵活的学习环境包括有助于学习的可移动设备和技术。这些已经被证明能够改变学生和教师的行为，并能改善学生的学习[14]。明尼苏达州立大学的一项研究发现，一个老师在同一班级讲授两个不同版本的课程，一个在主动学习教室（active learning classroom），另一个在传统的讲授式教室。研究者们发现在主动学习教室能增加 48%的讨论，减少 22%的讲授，并且有些在美国大学入学考试（ACT，American College Test）中分数较低的学生跨越了先前的成绩差距，平均分与接受传统讲授式学习的学生平均分相同。

学校和学区也从经济可行性、环境意识和社会意识等方面，调查建造教学楼和设计教室的方法。与传统学校相比，环保学校使用的能源降低了 33%，使用的水资源降低了 32%。如果所有新学校都使用环保标准建设，未来 10 年在能源方面的花费将节省 200 亿美元[15]。学校的环境设计也会影响学生，太平洋天然气和电力公司（Pacific Gas and Electric）的一项研究表明，学生在课堂上有更多的自然光线时，其数学计算速度将提高 20%，阅读速度将提高 26%[16]。马来西亚国立大学的另一项研究也得出类似的结论，仅仅增加教室的日光照射就有助于提高学生的健康、幸福体验和学业成绩[17]。据美国环境保护署的说法，在学校里健康的空气质量有益于改善学生的考试分数和表现[18]。

对政策、领导力以及实践的影响

研究发现，当学生能够进行自主、协作和交互性学习时，其学习效果最显著。基于此，新西兰教育部正努力调整教育政策，改变学校的空间[19]。 教育部出台了一系列合乎法律法规的指导方针和评估工具，作为设计标准的一部分，有助于学校在重新设计的和新建造的校园内使用灵活的学习空间[20]。教育部还要求所有学校执行这一标准，并将其写入学校 10 年发展规划中[21]。澳大利亚新南威尔士教育部门提出一项重大倡议，通过改善学习环境使 21 世纪的学校教学更加具有灵活性、协作性和技术整合性[22]。借助联邦政府提供的 27 亿美元，政府已经用 10 亿美元来新建或改造了 1600 个学习空间。当前，在悉尼未来学习单元（Futures Learning Unit），学生和教师正在测试的原型空间包括灵活的家具，第一所新学校将于 2019 年在帕尔玛塔（Parramatta）建成[23]。

成功应用革新教学法和教学空间的研究已经开始浮出水面。学习环境应用研究网络（LEaRN, The Learning Environments Applied Research Network）是一个国际交流论坛，旨在研究和设想未来的物理学习环境，促进教育和产业发展[24]。LEaRN 的措施包括学校内的学习空间以及医院走廊内的多样化的非正式学习环境。同样，在此方面作出努力的还有“21 世纪学习环境评估”，为学习空间的开发提供了多学科评估框架，以便为连接课程、教学法、教学的物理和虚拟空间以及其他影响学生学习经验的变量提供支持[25]。

图 2：“21 世纪学习环境评估”项目

图片来源：http://e21le.com/project/

现代空间设计的成功典范正在适应 21 世纪学习者的需求。丹麦 Ørestad Gymnasium 中学拥有 1000 名高中生。学校开辟了一个开放的大型教室，旨在培养学生的创造力、协作能力和面向未来的技能。学生可在配备了可移动的墙壁和设备的临时教室开展学习，一半时间用于课堂学习，另一半时间则由学生自主支配[26]。Innova 是秘鲁的一个全新的学校系统，他们为 29 所学校建立了一个网络，来支持 20000 名学生参与以学生为中心的课程学习，从而激发学生开展自主学习以及使用技术[27]。为此目的，教师也参加大量的培训项目，学习如何在课堂上成功地整合多种活动和开展项目学习的教学法。所有教学楼内部设施完全灵活可调，可移动的家具和设备能保证满足每个班级需要的学习空间。

图 3：秘鲁 Inoova 学校系统

图片来源：
http://www.businessinsider.com/innova-schools-in-peru-offer-great-education-for-cheap-2015-7/#dotting-perus-landscape-are-29-innova-schools-serving-nearly-20000-students-in-the-k-11-system-each-building-is-modular-the-walls-and-chairs-are-movable-and-the-spaces-are-designed-for-teachers-to-shift-lessons-quickly-and-easily-1

扩展阅读

如想了解更多有关“重新设计学习空间”的内容，请参阅以下在线资源：

三种移动技术正在改变学习空间

（go.nmc.org/mobilespace）
(Dennis Pierce, *THE Journal*, 25 August 2015.)将移动技术引入教室正在重新定义学习空间的使用，包括可以使学习随时随

地发生，能促进个体创新，能够将教师从繁琐的设备中解放出来。

创意学习空间

（go.nmc.org/steele）(Steele High School, 26 July 2016.)俄亥俄州阿默斯特的高中生很快就能使用创意学习空间了，这个空间将技术更加无缝地引入教室来鼓励协作学习和主动学习。

STEM 学习可持续性绿色学校课程中心

（go.nmc.org/greensch ）(Andrea Korte, American Association for the Advancement of Science, 19 January 2016.）绿色学校能源课程通过与大学的绿色技术相结合收集数据，帮助中学生建立 STEM 教育与环保能源消耗之间的联系。

创新设计如何改变教育领域

(go.nmc.org/indesign) (Brett Henebery, *The Educator*, 9 June 2016.）澳大利亚一所小学已经意识到使用“粘性模型”重新设计学校，学生的进步正好与他们的项目进展和发展同时出现。

创新学习空间的原因和结果

(go.nmc.org/howandwhy) (Sam Gibson, *Tomorrow’s Learners*, 18 July 2015.)新西兰的一所中学重新改造了他们的设施,从而提供更多的合作学习空间。该空间还配备了电脑，学生可以全天访问。

逃脱“教育密室”的崛起

(go.nmc.org/escape)(Zara Stone, *The Atlantic*, 28 July 2015.)密室逃脱一直是出现在消费者领域的新奇的冒险活动,有些教师发现其在融合游戏化、批判性思维、团队精神方面具有价值。

2.反思学校运行机制

颠覆传统课堂模式、重新规划整个学校布局的实践探索是一项备受关注的发展趋势，在很大程度受到学习方法变革的影响。基于项目[28]、基于能力[29]和基于挑战[30]的学习要求改变学校结构,从而使学生能从一个学习活动转向另一个更有组织的、不受排课计划限制的另一个活动。这些方法设计很多学科，已经使创新技术应用更为流行，并且培育了各学科创新性的、与现实生活相关的教学模式。顺应这种发展趋势，基础教育领导者相信，排课计划更加灵活能为学生的独立学习提供机会和充足的空间[31]。公立、私立及特许学校不再是推动这种趋势的唯一选择，而开放、虚拟和基于项目学习的非传统模式的学校正在为常规教育扩展出无限的可能。

概述

现行传统教育应该积极回应21世纪的学习和工作方式。伴随着人们对传统教育认识的改变，强制性学习的传统学校日渐衰落[32]。过去，学校围绕预设的就业路径培养学生。然而，现在的劳动力趋势需要教育做出相应改变。LinkedIn报告指出，现在一个人在32岁之前通常会换4次工作[33]。最新一批的学生被认为是具有高度社会化、可视化和技术化的创业者、全球思维者。他们很小就接触数字化工具、受到社会媒体影响、对诸如气候变化等全球问题具有超前意识[34]。学校领导者意识到，让如今的学生每天端坐在排列整齐的教室里，学习不同的科目，对他们而言是违反常理的[35]。最近几年，很多基础教育的常规做法已经遭受质疑，比如评分系统、连续6小时的课程安排和家庭作业。

未来主义者还指出，一系列相关的发展将颠覆传统教育。快捷公司（*Fast Company*）最近从创新教育企业获得共识：未来5年,包括远程在内的教育将发生重大改变。尽管学生随时随地可以互相交流已经不再新鲜，然而它在公立学校的影响仍然微弱，信息和通信技术（ICT）的发展和社交网络使得学生比以往更容易与校外的著名作家、科学家和其他专家建立联系并向他们学习。另一个重要改变是如何测量学生掌握学业的成就水平。基础教育领导者不再使用学时和学科平均分来评价学习，而开始尝试使用基于能力的模型来测量学生对某项具体技能的掌握程度。这一具体技能主要通过积极展示现实世界的情境知识来获得[36]。

作为教育领导者，如果正在寻求可用的成功模型，可以参看北欧的学校系统。除了为培养学生提供更加公平的条件外，丹麦、芬兰、挪威和瑞典的学校已经成为使用新兴技术的开拓者[37]。由于没有国家层面的课程要求，学校的管理就更加灵活并切实做到以学生为中心，可以创造性地利用技术激励学生更多地参与学习。例如，瑞典的阿斯塔思考兰（Årstaskolan）学校创建并主持了一个发布平台。该平台允许教师发布教学视频，支持学生上传作业[38]。在美国，越来越多的学校放弃传统教育模式，创建更多以学生为中心的模式。例如High Tech High 模式，教师和学生围绕解决现实生活问题来协作设计课程[39]。Facebook 最近与硅谷一家非营利性特许学校网络——峰会公立学校开展合作，推出了免费的学生导向的学习系统，学生可以选择自己的项目并设置自己的进度[40]。

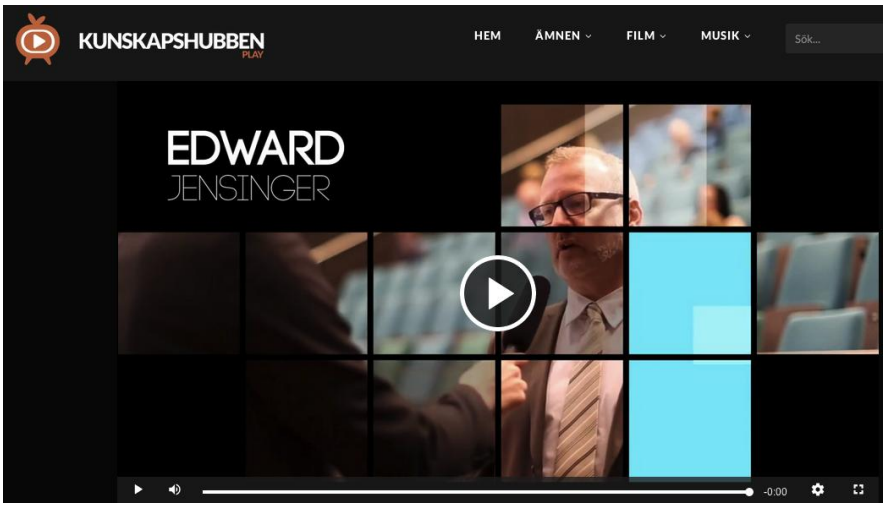

图 4：Kunskapshubben 平台首页（部分）

图片来源：http://www.kunskapshubben.se/intro-tanktanken-talkshow-tte1/

对政策、领导力以及实践的影响

以拥有世界上最好的教育系统而享誉世界的芬兰，在改进基础教育学校政策方面取得了巨大进步。他们的国家课程框架要求传统的像历史和数学这样学科本位的课程，要被更宽泛的跨学科课程所取代，例如欧盟课程或者职业特色课程（vocation specific lessons）[41]。在地方层面，各个学校和地区正在重新考虑他们的分级政策。例如，马里兰州费尔法克斯县的学校（Fairfax County Schools），要求家庭作业成绩不能超过学生成绩的10%，弗吉尼亚州乔治王子郡的公立学校（Prince George County Public Schools）对学生出勤情况不作要求[42]。华盛顿邮报报道，越来越多的美国学校不鼓励甚至禁止老师给学生零分，并为学生重做作业和补考提供更灵活的机会[43]。

在规模上要求使用教育新模型需要足够的领导能力和网络支持。亚洲的一些教育者发现了一个叫做AMPed的主动学习方法，要求学生进行有目的的学习。学生项目包括广泛的试验性的、航空的和手工艺的活动[44]。亚洲地区的很多国际学校已经使用了北京国际学校（ISB）未来学院的模式作为学校的体验式学习模型。ISB的所有科目都是综合性的，教师作为学习促进者提供资源和开放灵活的学习空间[45]。资金投入也是推动这一长期趋势的关键因素。教育启动孵化器4.0学校已经在新奥尔良推出了两个实验学校。以Rooted高中为例，该校为学生在该地区将来获得高增长、高报酬的工作做出了积极准备[46]。

人们正在构想新模型，从而更好地适应独立学习和创造性探究，特别是用于有学习困难的学生。纽约的布朗克斯阿里纳高中（Bronx Arena High School）为适应200多名学生的需求而彻底取消了正规课程，取而代之的是强调自我导向的学习[47]。学生依据个人兴趣参加不同的活动，每个活动都反映了工作环境中需要的核心竞争力。学生每天在学校度过4个小时，25个学生一组，参加为学生量身定制的在线课程。教师提供小型课程，并帮助每组学习者实现特定的目标。大部分自定进度的学习都十分注重创新意识的培养。例如，一个学生设计了一个比较君主制国家和民主共和国的游戏，而另一个学生精心制作了一场不同的总统侯选人对堕胎立场的演讲。同样，在类似于硅谷工作区的康涅狄格州仙童惠勒区玛格内特校园（Fairchild Wheeler Inter district Magnet）具有设计灵活的课堂，代表着从传统的讲授为中心的模式向协作学习模式的转变[48]。

图 5：玛格内特校园内协作学习模式

图片来源：http://fairchildwheeler.org/

扩展阅读

如想了解更多有关“重塑学校运行机制”的内容，请参阅以下在线资源：

设计思维改变学校

(go.nmc.org/desthink)(Thomas Riddle, *Edutopia*, 3 February 2016.)设计思维的五个步骤——移情、定义、形成概念、原型和测试——因其能使学生更具创造性并能展示其新获得的技能，而在教室内得到使用。

基于能力的教育值得投资吗？

(go.nmc.org/iscbe)(Fiona Hollands, *EdSurge*, 9 May 2016.) *EdSurge* 的专栏作家从不同方面讨论了基于能力的教育正在具体化，同时，影响实施和成功的潜在挑战也广泛存在。她指出缺乏测量软技能的清晰方法是其中一个障碍。

设置灵活的学校节奏

(go.nmc.org/rhyth) (Doug Belshaw, *DML Central*, 13 July 2015.)作者探讨了“看板系统”（Kanban system）如何帮助老师更好的规划学习项目，如何模仿课堂环境中的灵活敏捷的模型，激励学生掌握自己的进度。

虚拟特许学校需要“果断行动”来改变，国家特许学校如是说

(go.nmc.org/boldac)(Jamie Martines, *The Hechinger Report*, 16 June 2016.)为了应对一些业绩不佳的虚拟特许学校，全国公立特许学校联盟最近呼吁决策制度者修订管理方式。导致问题的一个潜在原因是虚拟特许模型里缺少与教师在一起的重要时刻，这就给家长提高学习带来了负担。

缺少能够激励孩子学习的教育系统

(go.nmc.org/excites)(Andy Powell, *Teaching Times*, accessed 25 July 2016.)一个独立教育基金会的 CEO 相信，没有理由建立一个自上而下、放之四海而皆准的学校模型。他概括了 6 个改革步骤，例如通过个人成绩档案替代标准化考试、在专业机构开展职业培训、接受有丰富经验的工作人员和专家的指导等。

我们为什么必须重新获得安全健康的校园时光

(go.nmc.org/whychange)(Start School Later, accessed 25 July 2016.)“延迟到校”（Start School Later）是倡导学校更新作息时间的机构。他们认为，与儿童和成人相比，青少年有更多的睡眠问题。

（二）中期趋势

未来 3~5 年内驱动学校教育技术应用的关键要素。

1.开展协作学习

协作学习（collaborative learning）秉持学习是一种社会建构的观点，指的是学生或教师均可在同伴(peer-to-peer)或集体活动中一起协作[49]。协作学习的活动一般遵循四个原则：以学习者为中心、强调互动、小组学习、问题解决等。协作学习模式在提升学生特别是弱势学生的参与和成绩方面被证明是有效的。教育者在参与专业发展和跨学科教学时，在与同行小组分享中也收益良多[50]。这种趋势的一个附加维度是越来越多地专注于全球在线协作，数字工具被用以支持围绕课程目标的交互，进而促进跨文化的理解[51]。例如，在新西兰和新加坡，学生和教师使用 WhatsApp 平台，建立了一种在线合作伙伴关系，进一步在多重视角下加深对彼此文化重要性的理解[52]。

概述

“协作学习”，通常也被称为“合作学习”(cooperative learning)。随着技术作为重要的推动力，协作学习在世界各地的学校和课堂得到越来越普遍地应用[53]。世界经济论坛（The World Economic Forum）最近发布的一份报告表明，现代技术正在提高沟通和合作能力，扩大合作学习策略的范围，从而影响学生解决复杂挑战的方法[54]。技术使教师超越了地理位置的阻隔，将全球性的实践社区关联起来，从而促进了学生的相互协作[55]。虽然协作学习已经获得了发展，但是在发展策略的过程中学生保持勤奋依然重要。协作方法具有社会属性，它有助于激发学习者个体的思考，从而提升学习者的参与水平[56]。在体验了一种协作和个体相混合的任务之后，学生的学习得到了优化[57]。

成功的协作学习策略，鼓励学生提高成绩、讨论、自信和主动学习[58]。这在整个亚太地区已经形成了一个案例，有 17000 名学生参加了“头脑锦标赛”（Tournament of Minds），其中第十九届锦标赛集中于提高科学、技术、工程和数学（STEM）等学科的协作技能[59]。该项目评估学生在没有成人监督的情况下解决 STEM 学科中某一问题的团队协作能力。美国的“国家女生协作项目”（The National Girls Collaborative Project (NGCP)）已经确定协作是促进女生学习 STEM 相关职业的关键驱动力[60]。NGCP 已经在全美建立了“协作”，服务于近 2500 万青年，用以扩展和加强他们的 STEM 意识。他们举办的一系列小型资助活动（mini-grants）、项目、在线研讨会聘请了超过 66000 名的专业人员、研究者和从业者进行协作，并创建了有助于共同完成协作任务的伙伴关系。

图 6：美国的“国家女生协作项目”
图片来源：http://ngcproject.org/about-ngcp

当技术应用于更深层次的协作学习时，就能帮助学生将自己的想法和项目整合起来。同时，也有助于整合来自网络的各类资源，扩大学生的学习空间[61]。数字工具是促进协作学习的基本要素，在同步和异步环境中提供了交流和活动的平台[62]。智能技术（SMART Technologies）最近的一项研究表明，协作学习策略搭配良好的技术，能够极大地改善学习者的社会性和情感技能的发展[63]。云计算在加强协作方面的作用尤其值得称赞，特别是在教师、学生和家长沟通方面更是显示出无限的潜能[64]。通过在共同虚拟位置中使用基于云的协作工具，如谷歌的教育类应用程序，人们可以很容易地访问和共享彼此的学习材料，并能实时更新。

对政策、领导力以及实践的影响

美国最近的一项政策简报“用技术支持学习困难学生的学习”建议政府和学校应优先考虑技术的实现，促进学生参与真实的任务，发展包括协作在内的 21 世纪技能，而不应该将重点放在补课上[65]。在欧洲，来自欧盟被称为“Erasmus+”的项目提供了 140 亿欧元，为支持 400 多万人到国外学习新知识和经验提供了机会。这一项目旨在促进欧洲学校间更广泛的交流和协作，从而提供优质的学习体验[66]。“Erasmus+”的一个首创就是协作教育实验室，这是一个来自奥地利、比利时、爱沙尼亚、爱尔兰、波兰、葡萄牙等国家的有远见的集体，计划围绕协作学习建立广泛的职业发展机会，为学校进行有效的协作性教学和学习提供建议，并利用基于成效的结果来影响国家和欧洲的政策[67]。

来自美国大学园区师范学校（University Park Campus School）的领导已经接受了培养教师和管理机构积极协作的理念，并积极应用于课堂[68]。这种整体的文化转变已被确定为构建协作文化的第一步，并致力于解决学校的各种挑战[69]。这种创新始于初中阶段，到了高中，教师退居幕后，而由学生直接参与协同工作。将一个地区或学校转变为协作环境也能够保证课堂教学实践的不断发展，提高学生的学习成果[70]。杜克大学（Duke University）的一个团队正在开展一项教师专业发展计划，将为小学教师提供促进课堂语言发展的研讨和协作培训[71]。

创新型的教师已经开始探索应用协作来解决问题的新技术。日本未来大学（Future University）的研究人员正在研究虚拟世界中的参与性协作，并将其作为处理基于项目的任务的一个媒介[72]。例如使用倾倒核废料箱的情境、参与者程序、操作虚拟和现实世界的机器人来完成要求的任务，这一任务反过来又可以检查学生的学习、任务的复杂性以及学习投入的程度。史密森学会最近发布了学习实验室软件包，用来服务于教师和学生发展，创建和分享数字学习经验和资源，创建协作学习社区[73]。特别是课堂的成功实施取决于学生的态度和对协作学习的理解，这样的资源能够确保教师有及时的信息来指导自己。[74]。协作性的数字化工具将确保教师能够有效地观察学生小组并提供反馈[75]。

图 7：日本未来大学 3D 虚拟世界中的协作性学习

图片来源：http://signofthekite.com/engineering-active-learning-in-3d-virtual-worlds/

拓展阅读

如想了解更多有关“协作学习”的内容，请参阅以下在线资源：

为教师和教育者提供的 102 种免费在线协作学习工具

（go.nmc.org/101collabtools）(Docurated, 16 February 2016.) 由 K-5、初中和高中的相关教师组织起来的大量在线工具列表，可以用来加强和促进协作学习环境。

为 21 世纪学习环境构建你的路线图：教育领导者的规划工具

（go.nmc.org/roadmap21）(Roadmap 21, accessed 1 July 2016.)有三个组织已经合作提供了一套协助学校领导促进学校发展的工具。这种路线图作为一个基础性的指导，包括原则、关键问题、行动步骤、政策思考以及获得范例。

协作课堂中的核心原则

（go.nmc.org/collabcore）(Center for the Collaborative Classroom, 2015.)该白皮书明确并详述了四个关键线索，为协作的课堂教学模式奠定了基础。作者探讨社会和学术课程的关系，维护这一关系并创造安全的环境，以学生为中心的学习，进行学生内在学习动机的价值构建。

大学区展开合作，优先考虑可持续发展

（go.nmc.org/schoolsustainability）(Homeroom: The Official Blog of the US Department of Education, accessed 1 July 2016.)在整个美国，囊括 5726 所学校 360 万孩子的 21 个学区已经形成了一个协作，集体减少对气候和生态的影响，将学生与自然连接起来，教育并引导他们的社团参与气候保护。

六项技术将在未来五年影响基础教育

（go.nmc.org/sixtechnologies）(Education Corner, accessed 1 July 2016.) 随着工作场所对协作能力的要求增加，学校正在重新思考他们的学习空间，以促进更多的团队合作。该资源确定了六种关键的协作技术，将对未来学习空间的设计产生影响。

我们所知道的协作

（go.nmc.org/collabweknow）(Partnership for 21st Century Learning, September 2015.) 该文探讨了协作学习的内容和相关研究，评价了目前的现状，并对将来的前景发展提出建议。

2.探索深度学习策略

人们越来越重视在基础教育中开展深度学习策略，威廉和弗洛拉休利特基金会（William and Flora Hewlett Foundation）将深度学习定义为“开展批判性思考、问题解决、协作和自主学习”[76]。为此目的，深度学习旨在帮助学生掌握周围世界的新知识和技能。教学策略也从被动接受转向主动获取的学习，让学生从新的信息中形成自己的观点，并能够掌握他们参与的科目[77]。这种策略包括基于问题的学习[78]、基于项目的学习[79]、基于挑战的学习[80]、基于探究的学习[81]，并藉此鼓励学习者创造性地解决问题并积极实施解决方案。教育者正在借助学生们早已应用的工具，借助深度学习将课程学习与真实的生活应用相结合。

概述

深度学习不是一个新概念，但是技术的应用和支持推进了深度学习的不断发展，提高了学生学习和协作的质量、广度和范围。例如，学生正在使用像推特（Twitter）这样的社交媒介平台发现新知识和发表新观念。教育者发现使用同样的平台也可以使学生与当地及全球问题相连接，使学生在全球范围内探索和交流观点[82]。像WeVideo这样用于内容创作的数字工具为世界提供了一种开发、编辑、精选故事和内容的简易方法[83]。深度学习策略通常比较灵活，常常是回应学生特定项目的需要，为学生使用多种技术、平台和工具提供机会[84]。

伊利诺伊大学香槟分校的研究人员最近通过两组学生的比较，研究学生决策能力的差异。一组学生参与了基于项目的学习活动，另一组学生则使用相同材料参与接受性教学。研究表明，基于项目学习的学生对问题的考虑更为周全，在决策制定过程中推理更合理，对假设重要性的评估也更加频繁。研究人员指出，收到准备充分的教学材料的学生考虑更多的是各种观点和论据，基于项目学习的学生更愿意解决现实中的实际问题，比如当地狼群的放归和管理[85]。

此外，有越来越多的证据表明，深度学习方法比传统的讲授模式更有效。美国院校研究教育政策中心（The Education Policy Center at American Institutes for Research）完成了一项为期三年的聚焦于19所高中的研究，其中10所学校的网络共享是明确的，全校聚焦于提供深度学习的机会，采用的策略主要有基于问题的学习（PBL）、协作工作组、实习、档案袋或成果展（exhibitions）的长期评价。参与深度学习网络的学生取得的成果与那些网络外的学生相比，追求深度学习的学校被确认能够取得更好的学业成就、更紧密的人际关系和更强的交往能力，以及更高的毕业率，更高的四年制学校的录取率。所有学生都获得了这些积极的体验，无论他们以前的背景或水平如何[86]。

对政策、领导力以及实践的影响

世界各地正在制定政策，鼓励学校推进深度学习策略。根据芬兰学前教育和义务教育的国家核心课程要求，从2016年秋季开始，所有学校每学年都要设计并提供至少一门以上基于现实问题和项目的课程。期间，所有学生都有机会专注于探究个人感兴趣的话题[87]。以现实问题为基础的课程将整合不同学科和主题，跨越不同学科的边界，从而使学生可以研究并批判性地思考现实世界的问题，诸如全球变暖或难民的问题[88]。“参与”（ENGAGE）项目是欧盟社会科学议程中的一部分，用以促进更负责任的研究和创新，该项目目前正在将基于探究的方法嵌入到整个欧盟的学校。学生参与科学发现过程，通过影响科学教育的政策以及为课程设计提供建议，反思社会和伦理等方面的影响[89]。

许多组织正在为学校进行更具深度学习特点的合作提供支持。新网科技（New Tech Network）正在与美国和澳大利亚的100多所学校、地区和社区合作，在公立学校实施基于问题的学习，为有意义的项

目提供专业发展支持，这些项目往往需要批判性思维、创造力以及交流能力介入其中[90]。哈佛大学的研究生正在开发探究型课程“EcoMUVE”，该课程利用沉浸式虚拟环境，学生在其中可以用科学家的身份在各种资源中开展研究并收集数据[91]。欧盟的“去实验室”（Go-Lab）项目是另一个有名的探究型学习计划，为数以百计的在线实验室提供方便，也为教育者和学生创造个性化的探究学习空间、开展自己的实验提供了平台[92]。

图 8：新网科技提供基于问题的学习项目
图片来源：https://newtechnetwork.org/impact/

教育者和学校在实施深度学习方法和活动过程中也可以开展互相学习。韩国五年级的同学最近为他们社区的孩子们设计了一个操场，因为社区当地的操场被铺设为停车场使用。学生们使用各种现实世界的可迁移技能，确定新操场的位置，寻求主管当局的批准，设计满足当地安全规定的操场，绘制设备的位置，并获取资金支持[93]。当学生意识到自己可以提供更加灵活和更多选择的环境时，他们的积极性便得到激发，深度学习也就由此发生。在芝加哥原始森林 IB 世界磁石学校（Wildwood IB World Magnet School），学生们基于他们即将学习的新单元相关问题创造了在线思维导图；他们可以通过思维导图选择一个查询路径进行下一步的探讨。在每一个单元的结束，他们将自己的项目或产品公平地向家长、教师和学生开放[94]。

图 9：芝加哥原始森林 IB 世界磁石学校基于问题的探究式学习
图片来源：https://www.edutopia.org/blog/inquiry-based-learning-asking-right-questions-georgia-mathis

拓展阅读

如想了解更多有关“探索深度学习策略”的内容，请参阅以下在线资源：

发起探究式课堂的 10 个小贴士

（go.nmc.org/tentips）(Katrina Schwartz, *MindShift*, 21 September 2015.)本文提供了提高探究式课堂的技巧，从而让学生提出问题，建立连接，并找到得出结论或解决方案的路径。

21 世纪构建探究路径

（go.nmc.org/buildinq)(Christine Henke Mueller,*edstructure*, 29 August 2015.） 有一个教育者给出了她在班级实施“热情为基础”的学习策略的详细过程。在一个班级同时管理 42 个不同的项目听起来不可思议。确立标准、研讨会、反馈活动可以培养一个很好的组织结构，从而使学生逐步完成学习目标。

深度学习

（go.nmc.org/hewlett）(The William and Flora Hewlett Foundation, accessed 22 August 2016.)休利特基金会（The Hewlett Foundation）在深度学习方面是公认的权威。他们的网站是教育专业人员了解更多深度学习的枢纽，包括与该策略相关的关键程序和助学金。

建立一个微证书制度：支持课堂的深度学习

（go.nmc.org/microcred）(Digital Promise, 2016.)“数字承诺”（Digital Promise）已经确定了 40 个微证书，可以映射到学生参与深度学习的 6 个指标上。他们的目标是教育工作者想成为有效促进者就必须获得关键能力。

深度学习的平等机会

（go.nmc.org/equop）(Pedro Noguera et al., Jobs for the Future, October 2015.)未来工作（Jobs for the Future）指出：基于项目或问题的学习能够更好为学生在高中后的生活以及政策执行和实践过程做好准备。

深度学习如何创造一个新的教学愿景

（go.nmc.org/howdeeper）(Monica R. Martinez et al., National Commission on Teaching and America’s Future, 2016.)教育工作者根据学生的学习需求和目标探索支持深度学习成果的不同适应方式，本报告提供了相关的案例和建议。

为什么人类参与？持续参与的 26 个“冲动”

（go.nmc.org/whydohum）(Tom Vander Ark, *Getting Smart*, 12 August 2015.)作者提出：教育者通过研究人类的“冲动”心理可以更好地吸引学生，从而有意识地考虑学习者的经历和潜在的直觉。

（三）近期趋势

未来1-2年内驱动学校教育技术应用的关键要素。

1.培养编程素养

编程是指计算机理解的一套规则并表现为多种计算语言形式，如 HTML、JavaScript、PHP[95]。许多教育者认为编程是一种激发计算思维的方法：这项技能需要将计算机科学知识与创造力和问题解决能力结合起来[96]。编程网（Code.org）最近指出：到 2020 年，将有 140 万与计算机相关的工作，但只有 400000 计算机科学专业的学生来填补[97]。为了更好地为低年龄学习者做准备，越来越多的学校领导和技术专家正在将编程嵌入到 K-12 课程实例中。世界各地的学校正在开发编程项目，学生可以合作设计网站，开发教育游戏和应用程序，并为建模和设计新产品时遇到的挑战设计解决方案。此外，用户友好工具包括 Raspberry Pi、Scratch 和 LegoNXT 的出现使学生学习编程比以往更容易。

概述

因为计算机科学仍然是世界上发展最快的行业之一，因此学校正在调整他们的课程，以培养将来所需领域的劳动力。在欧洲的就业市场，2015 年需要 900000 名新的信息和通信技术专业人士[98]。同时，在美国，需要编程和移动开发技能的职位是不需要该技能职位的近两倍[99]。在短期内，对编程的兴趣有两大利益点驱动：第一，编程和新技术的发展已经与经济增长紧密相连，致使美国政府制定在学生早期教育中就开始设置编程技能的内容[100]。第二，根据欧洲委员会的说法，学习编程有利于获得 21 世纪的技能，以便能够在未来工作中发挥的创造力和计算思维[101]。

编程课程的升温也标志着从指导学生如何使用计算机、应用软件和程序，转向如何编制软件程序[102]。而当前围绕学习者的数字素养核心的讨论正在借助技术展示他们的知识[103]，编程有助于学生从简单使用设备转向控制设备并与学生互动合作。编程越来越有益于发展学生的解决问题和逻辑思维的能力，特别是在欧洲，编程正成为国家课程的一部分。爱沙尼亚是欧洲第一个于 2012 年在所有 1-12 年级的学生中推行这一试验的国家之一，英国在 2016 年秋季开始在中小学校强制推行编程课程，芬兰即将要求中小学生学习编程[104]。在澳大利亚，塔斯马尼亚岛（Tasmania）在 2015 年小学课程中推出了 HTML 和 CSS 编程。在全州的项目中，每个被提名的公立和私立小学的代表将在澳大利亚编程俱乐部（Code Club Australia）接受免费培训[105]。

为了扩大这一短期趋势的规模，业界领袖们正在倡导将编程技能教给青年人。计算机科学教育联盟（Computer Science Education Coalition）最近为向美国国会议员申请 25000 万美元为学区培养年轻的程序员、发明者和创造者。脸谱（Facebook）网首席执行官马克·扎克伯格（Mark Zuckerberg）、亚马逊的首席执行官杰夫·贝佐斯（Jeff Bezos）和其他技术大亨捐资 4800 万美元以响应这一倡议，其中近一半的资金分配给专门提供编程教学的“编程网站”（code.org）[106]。非营利组织“编程一小时”（Hour of Code）已经引发了一场微学习运动，自 2013 发起以来，已经为近 2.63 亿人提供了服务[107]。一年一度的为期一周的活动集合了编程的学校，通过“#HourofCode”这样的主题标签鼓励活动共享。有更多的机会和资源是全年可用的，例如网络游戏开发等领域的循序渐进的操作指南。包括可汗学院（Khan Academy）、编程学院（Codeacademy）和 CodeHS 在内的合作机构帮助“编程网站”策划最有趣的和最有用的教程。

对政策、领导力以及实践的影响

由于计算机科学正在提升国民经济和国际竞争力方面发挥重要的作用。各国政府正日益发展支持编程课程的政策。在美国，奥巴马总统发起的“全民计算机科学

行动计划”的目的是培养中小学生的计算思维能力，从而使他们可以在数字世界中成为积极的参与者和创造者。各州将获得40亿美元的资金，学区将获得1亿美元的资金，用于扩大教师的培训以及获得高质量的教学材料。在2015年，参加大学先修课程（AP）计算机科学考试的学生中仅有22%是女孩，非洲裔美国人和拉丁裔学生仅占13%，这一项目的另一个目标是增强少数族裔和服务水平较低的社区在此方面的能力[108]。英国最近修订了他们的信息和通信技术课程，强调了编程教学，甚至为五岁的学生开发了编程课程[109]。

图10：美国的“全民计算机科学行动计划”（Computer Science for All Initiative）
图片来源：https://www.whitehouse.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all

推进这一短期趋势需要领导深入思考低收入社区和地区如何与数字化领域开展公平竞争，本报告后文将陈述编程学习所具有的益处。非营利组织“青少年科技探索”（Teens Exploring Technology）最近在洛杉矶南部举办了一个活动，许多没有计算机的学生能够接入设备，编写程序，建立网页，学习关键的计算机科学和创业技能。专业和业余的编程爱好者现场指导学生[110]。主要组织也一直在强调编程方面的性别差异，女孩在13-17岁间对计算机科学的兴趣显著降低。而在1984年，计算机科学的毕业生有37% 是女性，这个比例已经下降到了今天的18%[111]。编程女孩（Girls Who Code (GWC)）俱乐部旨在弥合这一差距，目标是让女孩在六年级开始参加编程俱乐部、暑期沉浸式项目等[112]。当前这一计划正为42个州的10000名女孩提供服务，学校、图书馆和社区中心的工作人员也可以申请参加俱乐部。

越来越多的学校开始在他们的课堂或课外组织中正式推出编程课程。在英国的寇弗预科学校（Colfe’s Preparatory School），参与项目化编程俱乐部的学生使用“擦除”（Scratch）方法开发游戏和应用程序。此外，这一趋势已被纳入课堂和跨学科活动中，通过编程显示出不同科目之间的交互关系，比如数学运算[113]。澳大利亚一所图书馆为小学的低、中、高阶段分别开发了编程大纲，依托蜜蜂机器人（Bee Bots）和ScratchJr进行实施。对于一二年级的学生，主要通过叙事的方式，将编程以故事的形式融入学习经验中；对于三四年级的学生，通过网站搜索调查复杂的、类似编程语言的杜威十进分类法（Dewey Decimal Classification），进一步提高他们的编程能力[114]。

图 11：澳大利亚一所图书馆中的创作空间
图片来源：https://jchild.edublogs.org/2016/04/29/coding-in-our-library-makerspace/

拓展阅读

如想了解更多有关“编程作为一种素养”的内容，请参阅以下在线资源：

马上将编程加入小学课程

（go.nmc.org/addingc）(Matt Harrell, *Edutopia*, 17 March 2015.)作者恳请学校将编程作为课程的一部分，列举了儿童使用自己的电脑和平板创造有用东西的欲望。推荐了引入编码的五个贴士，如避免学习环境必须是 1:1 的误解。

学校的编程教育：像不像英语或数学一样重要？

（go.nmc.org/orisit）(Colleen Ricci, *The Age*, 7 June 2015.) 澳大利亚议会的成员，包括联邦反对党领袖 Bill Shorten 在内，正在努力确保到 2020 年在澳大利亚大陆的所有小学讲授编程。目的是培养能够设计和操作应用程序和设备的学生，从而带动澳大利亚未来经济的发展。

K-12阶段编程教育开始流行

（go.nmc.org/rare）(John Keilman, *Chicago Tribune*, 2 January 2016.)受谷歌委托的一项调查显示，只有四所初中和高中提供编程类课程。芝加哥地区正通过在非计算机科学学科增加编程课程来努力提高这一统计数据。

K12 阶段计算机科学中的编码：开启于你的想象

（go.nmc.org/startsfrom）(Jason Rukman, eLearning Industry, 2 July 2016.)作者感叹，K-12 计算机科学课程往往源于传统的学术方法，而在展示想象力方面不利于吸收新概念。融入数字故事的编程和项目教学法可以帮助学生学习编程，同时给予他们探索自己创造力的主动权。

如何教编程和程序

（go.nmc.org/howtoteach）(The Guardian, 1 September 2015.)这篇文章为小学和中学的教育工作者提供了一些案例、资源、可负担得起的数字工具，从而将编程引入他们的学习环境。

学校的一种新的编程模型

（go.nmc.org/anewmod）(Digital Promise, 4 August 2015.)数字承诺（Digital Promise）是一个非营利性组织，它介绍了宾夕法尼亚南费耶特乡镇学区（South Fayette Township School District）的成功编程模型。随着小学阶段的孩子开始编程以及中学生参与先修课（AP）计算机考试、Java 和 Python 编程以及软件开发，编程就被嵌入到学校文化中。

2.学生成为创客

世界范围内的学校都在发生变化，学习者不仅是课程内容的消费者，更可以以知识创建者的身份探索相关主题。K-12 教育通过一系列数字工具支持这种转变；事实上，移动技术的发展为创造媒介和原型提供了更高水平的便利条件[115]。这可能是由于部分社交媒介的应用，如人们可以通过 Instagram 和 Snapchat 等社交媒介分享照片和短视频等日常故事。许多教育家认为，学习者通过这些创新技能的磨练，可以形成深度学习的经验，从而使学生通过调查、叙事、生产成为相关主题的权威[116]。这一趋势还表现在其他方面，例如游戏开发、创作和编程等，可用于培养学习者的发明意识和创业意识。随着学生在教育资源方面成为越来越活跃的生产者和发布者，学校强调合理使用资源的规则很有必要。

概述

如果教育工作者认为学校的领导支持实验、创作和创新方面的能力发展，他们就会更积极地设计创意环境。存在重大考试环节(high-stakes testing)的学校课程结构往往对教师的实验或创意项目不提供时间、空间或灵活性的条件[117]。一个研究团队最近调查了土耳其加济安泰普省（Gaziantep）的 43 名中学教师，用以确定“给力学校”（empowering school）文化的主要特征。他们发现，允许教师自主作出决定是一个明显的特征，这与校长或教育者中间的责任担当一样重要，能够形成团队合作和信任的环境[118]。当教育者在课堂上进行积极实验时，学生们更有可能自信地承担创作的风险。重要的是，教育者为学生掌控自己的学习提供了机会，学生背离教师确定的成果评定标准可以不受惩罚[119]。

为了帮助学生养成制定个人学习目标的习惯，一些教育工作者正在与他们的班级开展合作，共同开发课程。最近在阿肯色（Arkansas）的一项关于小学三年级学生的研究发现，学生主导的课程规划是促进创造力和参与性的一种成功工具，同时还可支持学生发展复合思维的能力[120]。促进学习者成为创造者的趋势也推动了这样一种转变，如何将科目掌握程度的评估转向更加积极的参与式学习，从而有助于他们在能力、目标和技能等方面的学习。数字工具如内置分析和自适应学习平台的移动应用程序，则可以提供更多检测和跟踪各种步骤的机会，在亲自实践来开展学习活动的背景下，学习环境将变得更加有助于发展创造力[121]。

免费的或可负担的平台包括 Socrative、Kahoot、Nearpod 和 Google Forms，能够捕捉和存储学习过程的证据，同时能够提供建设性的反馈，完善学生的想法、产品和流程[122]。合作、沟通、信息素养和全球意识是 21 世纪技能的一些表现，这可以定义和创建到评估中，学生可以考虑如何使用具体的技能和工具达到自己的目标[123]。美国国家科学基金会（The National Science Foundation）提出了学习是三维的观点，包括形成性评价和终结性评价，还鼓励学生和教师在设计、制定和改善评估方面进行协作。非正式评估可以嵌入到日常的课堂实践中，引导学生围绕自我反思和自我评价的目标，能够对自己的学习成果进行适当的修订[124]。

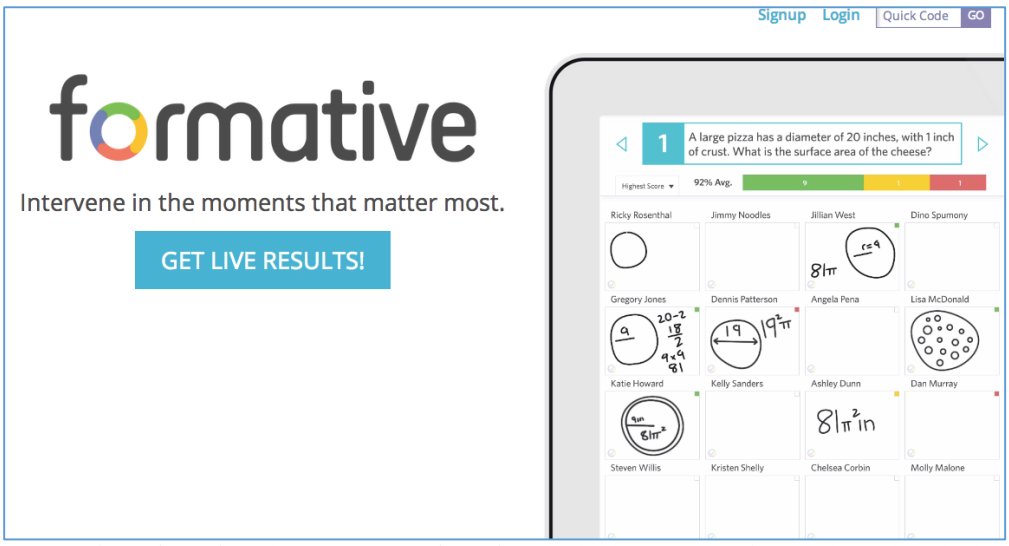

图 12：一款可实时给学生布置活动、实时收到学生结果、立即给予学生反馈的在线应用程序
图片来源：https://goformative.com/

对政策、领导力以及实践的影响

互联网技术使人们更容易创建媒体、产品并与世界分享，然而也会导致很严重的法律后果，比如与合理使用相关的诉讼。就这一主题对学校的工作人员和学生进行培训十分重要[125]。超过 40 个国家的版权法有公平使用或公平交易的规定。但是，只有 8 个国家有关于违反版权的灵活、公平的使用限制，其余都依靠公平交易，在此，只有当它直接指向预先约定的清单时，这一行动才是公平的[126]。一些团体和倡议的目的是告知政策变化，允许言论和表达的自由，同时保护学生和教师的工作。图书馆研究协会（The Association of Research Libraries）通过“合理使用周”强调合理使用权利的重要性，如“2016 社会媒介的合理使用周”宣传了合理使用及相关的机会和问题以及对文化和科技进步的促进作用[127]。

学校与其他组织合作，帮助他们在技术允许范围内最大程度地取得创造的机会。纽约的“多媒体学习项目”提供了免费访问新兴技术和当地学校工作坊的机会，从而为年轻人理解、批判和发明媒介做准备[128]。学校领导也正在努力将创意和学生的需求转化为学校的使命和文化。“大图片学习”（Big Picture Learning）在美国已经开发了超过 60 所学校的网络，提供自主学习项目。学生可以根据个人兴趣来量身定制并创建自己的网络课程；与就业顾问、行业专家、家长和同伴一起学习如何管理自己为期一年的项目，如服装设计或制作一部电影[129]。

无论是在课堂或其他地方，学生都有机会获得丰富的信息，但作为创造者，他们必须学会正确地评价和利用可信任的资源来支持他们的计划和目标。例如，南迈阿密社区学院（South Miami Middle Community School）的学生根据美国宇航局（NASA NEO）网站下载的卫星图像数据来跟踪气候变化，创建图片来分享他们的发现[130]。此外，创建视频和其他包括游戏在内的媒体，这一过程也可以阐明复杂的主题。在“我的世界”（Minecraft）这一流行的数字游戏中，学生可以创建可视化的展示。在学习问题解决的技巧时，可以研究模拟的概念[131]。学生在将知识应用于真实场景时，创造性的任务使学生获得了信心。福音学校柏林中心（The Evangelical School Berlin Centre）通过允许学生选择自己感兴趣的研究题目，确定展示自己新获得技能的最佳平台，如设计一个计算机游戏的程序，从而使学生意识到自我激励的重要性[132]。

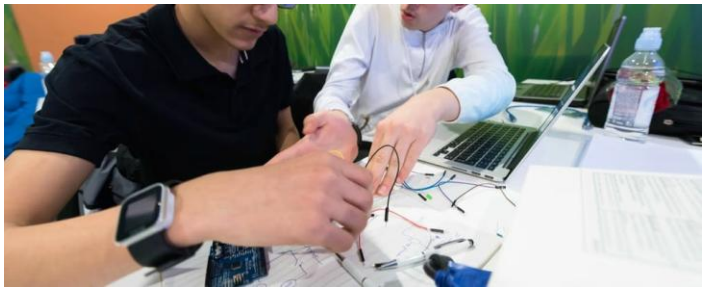

图 13：计算机科学不止是编程

图片来源：https://www.edsurge.com/news/2016-10-05-computer-science-is-more-than-just-coding

拓展阅读

如想了解更多有关“学生作为创造者”的内容，请参阅以下在线资源：

鼓励你的学生设计探究单元

（go.nmc.org/enco）(IB Educator, *Sharing PYP Blog*, 24 May 2016.) 在新西兰的赛尔温学校（Selwyn House Schoolin New Zealand）八年级的学生小组开发了解决他们选取的相关实际问题的课程。当他们探索如何度过在难民营的一天时，他们的计划形成了包括研究、批判性思维、换位思考、反思和交流在内的跨学科活动。

通过学生创建视频，帮助学生找到自我

（go.nmc.org/identit） (Matt Miller, *TechSmith*, 3 September 2015.) 一个高中的西班牙语老师发现，当他的学生创作视频时，他们探索的语言内容与个人爱好和兴趣相关。学生参与的完整生产过程包括记事板制作、设计、录音、使用 Camtasia Studio 编辑视频、研究和内容授权、检验、最终产品的出版。

非营利性的组织如何利用视频游戏提高学生的写作能力

（go.nmc.org/histri） (Amy Bishop, *Houston Public Media*, 18 May 2016.) Histrionix 是一个基于游戏的学习公司，最近与学校的非营利性的“作家”(Writers) 合作，允许学生把自己的创作融入到视频游戏中在线出版，使其他人可以参与。

“学生代理”不是“给予”或者“取走”

（go.nmc.org/studagen ） (Andrew Rikard, *EdSurge*, 16 October 2015.)本文强调世界上学生代理的重要性，这需要创造者和发明者。教育者通过与他们合作、平等对待、接受失败，进而传授相关的技能。

在学校的测试时间：有更好的办法吗？

（go.nmc.org/testtime）(Kelly Wallace, *CNN*, 4 April 2016.)美国现在有八个州允许家长不为孩子选择标准化测试，总统奥巴马声称，学生花费了太多时间参加不必要的考试。作者探讨了评估软件如何在全国范围内提供问责，通过捕捉创意项目在粒度级别上测量学生进步。

关于版权的全部真相

（go.nmc.org/wholetruth）(Mary Beth Quirk, *Consumerist*, 26 February 2016.)误报和混乱仍然存在于什么是“合理使用”中。本文介绍了多个领域的领导人正在致力于教育青年人他们的权利是什么，从而使他们不再感到恐惧或停止使用和创建数字媒介。

二、影响学校应用教育技术的重要挑战

专家组通过一系列的讨论、评估、投票程序,最终明确了本年度报告提出影响新技术应用所面临的六大挑战。专家委员会相关讨论及材料已通过在线网站的形式记录下来。详情可见 k12.wiki.nmc.org/Challenges。

鉴于六大挑战不属于同一范畴,本报告根据挑战的性质将其归为三类。新媒体联盟地平线项目组把我们既能把握,又判明解决之道的挑战定义为"可解决的挑战";把那些或多或少能理解,但是解决方法尚不清晰的挑战定义为"有难度的挑战";把那些复杂到几乎无法对其进行辨析,并且在找到应对方案之前,需要更多的研究和数据来分析的挑战定义为"严峻的挑战"。我们通过三个维度来解释这些挑战,并探讨对制订政策,领导力和具体实践的影响。

政策 虽然六大挑战中的每一项都会对制订政策带来较大的影响,但其中两项明确的挑战正在驱动着学校的政策制定。最简单的一项就是如何发展更多的实景学习体验。安大略省教育部最近起草了一个框架,旨在推动更多连接社区的体验性的学习。这个由政府主导计划的核心理念是:引导学生融入社区,帮助他们成为全球公民,即更好地了解如何把自己的技能贡献于经济的发展[133]。

政策领域较为困难的一项挑战是制定什么样的政策才能推动教师从讲授型转变为 21 世纪课堂需要的引导型和辅助型导师和教练。数字化的快速发展加剧了这项挑战,因为教师必须满足数字化时代学生熟练掌握技术的需求。政府有责任提供教师为开展以学生为中心的教学方法所需要的具体支持。"2015-2020 学校数字化战略"是由爱尔兰教育及技能部制定的一项教师职业发展策略,帮助在职教师掌握更多的互动学习技能[134]。

领导力 尽管本章涉及的挑战都与领导力密切相关,但是其中两个关键就是如何获得有效的愿景和领导力。专家委员会认为,借助数字化手段推进教育公平是一项许多领导者面临的艰难任务。尽管可以在线获取不断增加的学习材料和资源,但并不是所有的学习者都可以在家里接入宽带互联网来开展学习活动。于是便加深了"有"和"无"信息化接入条件个体之间的裂痕,引发许多利益相关群体更加担心在家庭学习方面形成的鸿沟。CoSN 最新发布的"数字公平行动工具包"的目的就是帮助极度贫困地区的教育领导者获得相应的策略和信息来促进技术在校外学习中得到更好的应用[135]。

对于领导力,最严峻的挑战在于如何弥合那些低收入家庭和缺乏关照的学习者的在校学习,与就业所需要的技能之间的鸿沟。学校需要领导者能够为那些处境不利的学生设计相应的解决方案。在新西兰,教师可以借助教育部的"成功教育计划"来甄别那些需要帮助的学生。而且还可以从与之配套的"教师引领创新基金"学习教学活动设计的技能,以帮助这些学生获得成功[136]。

实践 专家组认为,六大挑战中的每一项都会对 K12 教育中实施高效的教学和学习产生较大影响。其中,专家委员会把推广教学创新列为比较困难的挑战,主要是因为推广教学创新需要学校能够创设鼓励教师敢于实验并互相合作采用新教学方法的校园文化。在丹佛公立学校的"梦幻"创新实验室就是一个范例。他们鼓励老师、学生、行政管理人员通过"大胆的想法"来改变思维模式,以推动新的教学模式由理论转化为实践方案[137]。

为每一个学生提供定制化的学习活动和支持,需要谨慎的实施。这样的挑战被专家委员会列为严峻的挑战。就目前而言,大家对于个性化学习到底意味着什么仍然没有达成共识,而且定义也非常模糊。但不断发展的新技术却促使我们更加关注个

性化。例如，适应性学习平台技术就被认为是凸显个性化学习的催化剂。新加坡的学校正在数学学科教学中推行适应性学习平台，教师可以量化分析学生的学习进展，并调整他们的教学指导以更好地满足学生的需求。学校希望学生在使用学习材料的过程中有更多的自主性，从而增强他们的参与感和责任感[138]。

以下我们将逐项介绍 2016 年专家组重点强调的挑战，包括挑战的概要、具有的影响以及相关的拓展阅读。

（一）可解决的挑战

1.实景学习体验

实景学习，特别是那些可以让学生直接接触到现实问题和工作场景的学习机会，目前在学校里还不常见。但是专家组一致认为,“实景学习”可以为许多重要的教学策略提供有效支撑。而且通过职业培训、学徒制、相应的科学评测[139]，可以为学习者创设可以获得终身学习技能的环境。实景学习的倡导者认为，元认知和自我意识是实景学习的基石[140]。越来越多的学校已经开始努力缩小课堂知识和实际应用之间的距离。这些学校注重建立更加广泛的社区联系，通过与当地组织开展互动合作，帮助学生体验走出校园所要面对的情景[141]。

概述

实践“实景学习”有助于学生掌握进一步学习或进入职场所需要的技能和知识[142]。而如前所述的“深度学习”趋势和这一挑战如出一辙，两者都在强调学校正在趋向“体验式”“做中学”等教学方式。Teach Thought 近期刊文介绍了学校开展实景学习的五大障碍：第一，大纲和课程标准太刚性；第二，考试和问责制约着教学决策；第三，学校教学安排和教学空间方面的自主性有限；第四，教学实践需要承担很大风险；第五，政策导向是培养学习的绩效,而非单纯的教与学 [143]。Digital Primise 发起的一项调查研究也有类似的发现，那就是在基础教育领域最大的挑战在于能否提供实景学习机会。幸运的是，行政部门正在为采用更多的如基于挑战的学习等方式来为实践实景教学方法开辟道路[144]。

可以肯定地说，在降低辍学率、培养学生的激情和兴趣，引导学生体验真实的工作场景方面，“实景学习策略”促使学校和当地企业，机构和社会团体建立合作关系，以使学生更深入地理解自身的能力以及生活的意义。例如，堪萨斯城的社区学院与当地的一些大学开展犯罪现场调查等课程项目合作，和类似“太阳信托”的商业机构合作微型青年银行；和“东湖高尔夫俱乐部”等当地机构合作，以帮助获得实习以及参加一些特殊的活动的机会。这些合作，为学生提供了体验真实职业场景的学习机会[145]。

再如，“学徒制”这一不再流行的模式，目前正在越来越多的学校中复兴，因为他们看到了这种模式在促进学生获得就业机会等方面所具有的现实价值，比如帮助学生挣得一定的薪资，培养雇主需要的技能，提升挣钱的潜能，以及按照他们自己的进度来学习等[146]。虚拟国际企业（VEI）是一个源于纽约的学徒制模式职业发展项目，目前在奥地利和德国得到有效实施。学生通过参与项目学习真实世界的商业技能及运营一个公司所需要的技能，比如如何缴税、管理账单以及处理银行账户等[147]。在VEI项目2016年度青年商业论坛上,来自8个国家的300多位学生，探讨了Sony公司PlayStation4的商业案例，并开发了商业策略，得到了企业负责人的认可[148]。

图14：2016年度青年商业论坛峰会
图片来源：https://veinternational.org/blog/2016-global-business-challenge-recap/

对政策、领导力以及实践的影响

随着教育界逐渐开始接受“实景学习”理念,我们需要建立相应的政策来激发学校的实践兴趣,并为他们提供全程指导。加拿大政府制定了一系列的政策来帮助学校开展更多与社区联系紧密的、实践性的学习。安大略省教育部认为，学校建立与社区的互动关系，不仅有助于培养学生成为合格公民，也有助于为学生未来的成功准备所必要的知识和技能[149]。同样，英格兰教育部通过立法推动学校和培训机构以及技术学院合作，为学生提供更多的见习机会[150]。

为了提供实景学习，学校的管理者必须明确有哪些有效的支持模式、培训策略和资源。经合组织以及欧盟委员会最近发布的“创业学校报告”描绘了学校提供创业教育所需要的要素。其中特别强调学习环境、教育工作者的角色转换，以及学校和周边机构的合作模式。他们认为，学校可以从社区合作中获益，因为社区可以提供更多的资源，比如行业专家以及昂贵的设施条件等[151]。在澳大利亚，悉尼天主学校最近开发了一个实景学习工具包，这个工具包可以让教师分享他们的构想、实践、资源以及经验。他们的网站资源包括客观的评估信息、澳大利亚职业标准以及互联网学习社区等[152]。

由志愿者、业务爱好者和科学家合作组成的“公民科学”（citizen science），在社区意识、科学调查、批判性思维以及解决问题方面提供了实景学习的方法[153]。在由佛蒙特大学和5个学区合作组成的佛蒙特州STEM领导研究所，教师们正在探索如何把公民科学整合到他们的教学大纲中。参加该项目的一位老师强调，学生在真实的科学调查中往往会更加投入并充满激情[154]。作为自然历史博物馆洛杉矶的城市研究项目“超级项目”的一部分,来自Billy Mitchell小学三年级3个同学对学校的花园开展实地观察，从中体验到从未有过的对大自然以及他们周围环境的欣赏。通过观察一种南方短吻鳄蜥蜴的生存状况，同学们在INaturalist的网站上上传了一些新的记录。他们的发现为一项更大的科学研究做出了贡献[155]。

图15：花园观察项目

图片来源：http://www.nhm.org/nature/blog/citizen-science-third-graders-changing-world-one-observation-time

拓展阅读

如想了解更多有关“提供实景学习体验”的内容,请参阅以下在线资源：

HIVE 学习网络

（go.nmc.org/hivelearn）(HIVE Learning Network, accessed 25 July 2016.）HIVE 学习网络，通过连接全球的社团组织来增强学生联网学习的数字化技能。这些组织有图书馆、博物馆、学校以及社会公益组织，通过帮助学生与同伴和导师共同动手制作或者开展探索，从中学习和掌握这些21世纪的技能。

职业院校的有效性如何？

（go.nmc.org/caracad）(Melinda D. Anderson, The Atlantic, 19 April 2016.）佛罗里达州的松林高中，开设了一个聚焦消防技能训练的新职业学院。该学院和西佛罗里达高中以及当地的一家公用事业公司Gulf Power进行合作。

为学生的生活和工作而准备

(go.nmc.org/preps) (Margaret Hilton, Issues in Science and Technology, Summer 2015.）学校必须培养学生 21 世纪所需要的技能,比如团队合作、问题解决、自我管理等。为了有效地培养学生的这些技能，联邦及州教育部门需要出台一些相应的教学大纲、教学指导、教学评价以及教师职业发展要求方面的配套政策。

基于项目式学习的实景学习

(go.nmc.org/gvas)(Global Village Academies, accessed 25 July 2016.)地球村中学正在和新技术联盟(NTN)一起开展基于项目的学习项目。学生可以参与真实世界中的学习活动。NTN 为此还提供了一个标准项目库来帮助学生和当地的社团进行联系。

弗吉尼亚州正在推动高中进行全方位改革

(go.nmc.org/Virginia)(Travis Fain, eSchool News, 6 April 2016.)弗吉尼亚州的高中正在计划为 2018 年的新生提供新的学习机会，包括实习和学徒的学分体系，允许行业证书和州认证证书代替标准的学习测试，学生可以用他们获得的职业证书取得高中毕业资格。

2.反思教师角色

大家越来越期望教师可以熟练掌握多种基于技术的方法来有效传递教学内容、支持学生的学习和评估教学[156]。在科技辅助的教室里，教师的主要责任已经从提供专业的知识向创设学习环境转变，以帮助学生获得 21 世纪的技能,包括创造性探究能力与数字素养[157]。教师现在扮演着导师和教练的角色，通过为学生提供机会，引导他们自主规划自身学习路径来培养全球化公民，帮助学生树立终身学习的意识[158]。而这些不断变化的需求正在促使教师改变他们未来的职业发展，比如更多地利用社交媒体，和校内外的同行进行互动合作，使用在线工具和资源等。为此，教师的职前培训项目也必须为应对这一挑战做好准备，即如何让未来的教育工作者掌握数字化技能。

概述

正如本文的深度学习以及协作学习部分所描述的，学校不断把那些培养互动学习能力和问题解决技能的教学活动纳入到学校课程。教师的责任就是支持和促进学习体验，激发学生参与探索和发现的激情[159]。随着混合学习与在线学习模式的崛起，也更有力地推动了这种教学转变[160]。因为有了来自网络的大量资源，教师不再被大家认为是课堂唯一的资源权威来源。Ecorys 的报告认为，提高数字素养对英国的经济健康发展至关重要。因此，需要倡导学校创设学习环境，利用技术来促进创新能力和合作[161]。尽管传统的责任比如评测、管理纪律、课堂管理仍然是教师必须要考虑的，但现在人们期望教师可以把技术整合到他们的教学策略和方法中，以满足培养 21 世纪学习者的需求[162]。

由三星公司和德国 GfK 集团在美国开展的调研发现,81%的教育工作者认为技术是为学生提供动手体验的重要工具，然而三分之一的教师反映他们难以获得学校对于如何把技术整合到教学中所需要的支持[163]。学校所面临的挑战是如何帮助教师在重新思考自身教学方法和策略的时候可以得到全球同伴的指导和启发[164]。其次，现行州立教师培养课程与教学大纲也缺乏灵活性，其中经常忽略数字化学习策略以及利用技术来支持个性化学习的方法。教师的招聘也没有体现技术在教育中的重要价值。比如，很多学校的管理者还是把教师的学科背景置于技术知识之上，让这项挑战变得更加困难[165]。

教师的职业发展和培训对于学校开展以学生为中心的学习以及创新具有至关重要的作用。教师肩负着从直接讲授的教学模式转变为引导学生来规划、实施和评价他们自身学习的重大任务[166]。“位于德克萨斯州和华盛顿特区的和睦公立学校联盟”，是开展 STEM 教育的一个学校联盟。教师作为互动的、跨学科项目的支持者，相互之间开展经验分享和相互支持[167]。教师的继续教育需要帮助教师满足学生不断更新的基于技术的学习需求[168]。最近澳大利亚一个历时两年的博士研究论文指出，一批被称作“高新技术的先驱”的教师，使用相似的、成功的方式整合技术，探索使用技术来让学生反馈、创造和生成、展示和分享，以及如何做学习的主人翁[169]。

图 16：和睦公立学校联盟的教师合作开展 STEM 教学
图片来源：http://www.gettingsmart.com/2016/02/11-elements-of-learner-centered-stem/

对政策、领导和实践的影响

政府的行动是帮助教育工作者跟上 21 世纪学习步伐的关键所在。OECD 一项调研发现，澳大利亚的教师每年仅有 9 天参与继续教育[170]。政府正通过与两所大学合作，为教师的继续教育提供免费的、高质量的在线课程。昆士兰州的教育与培训部发起了“发展我们的教师”项目，旨在帮助教师提升他们的数字化技能，以及发现 STEM 课程的最佳教学实践[171]。爱尔兰的教育和技能部发布了“2015-2020 数字化学校战略”，在战略中描绘了如何通过教师职业发展来帮助教师在教室中系统性地应用技术，促进学生的互动学习，并通过促进 ICT 的使用来形成教学实践的分享社区。该战略提出了在职教师需要掌握的系列技能，推荐了大量的方法以满足教育工作者的需求[172]。

一些聚焦教育的组织和机构，正在投入力量开发相应的解决方案来帮助教师管理他们角色的进化。欧洲学校网络（European Schoolnet）是一个由欧洲 31 个教育部部长组成的网络。他们创建了一个教师学院[173]，为教师提供个性化培训、免费在线课程及多种语言的教学资源。该网站致力于帮助教师应对快速发展的技术变化带来的挑战，以及增加专业培训的机会。2016 年，他们所提供的免费在线课程有基于项目的学习，支持不同的学习者以及 21 世纪的技能学习[174]。教育工作者也从“整合技术的学科教学知识框架”（TPACK）中获得收益，该框架描述了教师有效地把技术融合到课程所需的知识类型。国家技术领导者联盟，是一个总部在美国的财团，他们支持围绕教育技术以及教育工作者培养的跨学科的合作，并制作了一个 TPACK 资源网站以传播如何利用技术来提升教学绩效的案例视频[175]。

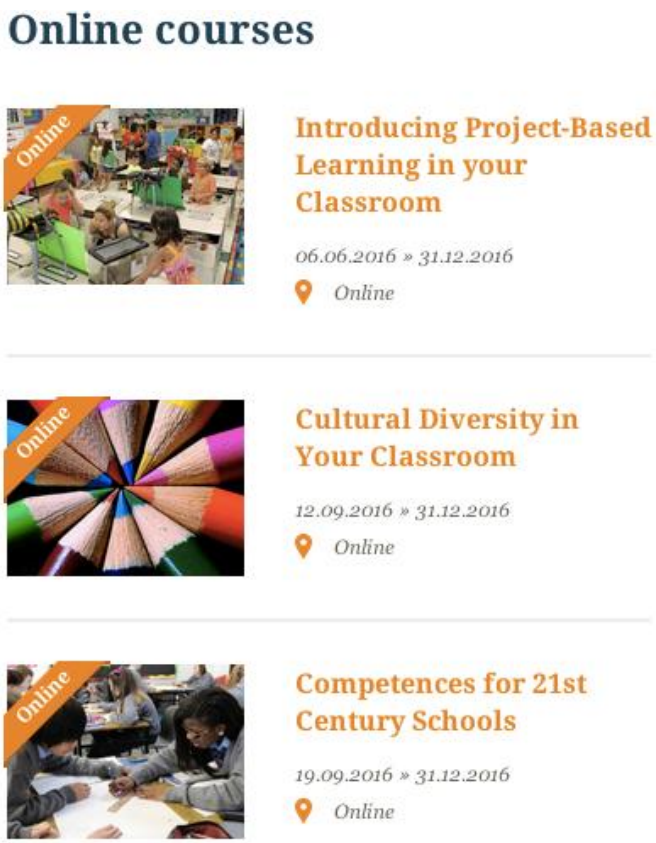

图 17：“教师学院”网站提供的在线课程

图片来源：http://www.schooleducationgateway.eu/en/pub/teacher_academy.htm

利用技术帮助教育工作者变革教学实践的各种努力仍在继续。路易斯安那州的 Calcasieu 教区公立学校为教师创建了注重指导性教学能力的学区技术培训中心，提供大量的灵活专业学习机会。教育工作的继续教育学时被标记为“技术积分”，教师可以用这些积分学习获得可以应用于教学的额外技术[176]。教育工作者也积极探索不同的教学指导和评价模式。韩国的一项国家计划在 42 所中学中引入了一种免除考试学期项目，用以鼓励学生在一个赋予支持的环境下探索他们的兴趣。由于没有了测试和分数规定，教师便增加了对个体学生的关注，而且对学生进行了持续性评估[177]。

拓展阅读

如想了解更多有关“重塑教师专业角色”的内容,请参阅以下在线资源:

平行职业发展：教师培训教师掌握 21 世纪技能

（go.nmc.org/teach21 ）(Linda Hippert, *Getting Smart*, 11 August 2015.）大匹茨堡地区的教师正在通过跨区域合作来重塑教师职业发展，他们分享经验并直接帮助其他教师实施新的技术。

同伴视频指导如何完全改变我们教师的教学

（go.nmc.org/videopd）(Diane Lauer, *eSchool News*, 2 February 2016.）科罗拉多州圣弗兰谷学区建设了一个在线教师职业发展视频平台，教师可以在教学过程中得到同伴的实时反馈，促进了教学模式的灵活调整。

如何管理一个数字化教室

（go.nmc.org/digiteach）(Anita Townsend, *TEACH Magazine*, accessed 5 August 2016.）该文提供了许多实践技巧和教学策略，帮助教师规划和监督学生使

用教室内的技术，包括可以接受的使用政策，管理学生的专业知识，鼓励他们融入全球的社区。

重构教室：教师作为学习者，而学生作为领导者

（go.nmc.org/techkids）(Kayla Delver, TEDxFargo, 13 October 2015.）在北达科他州二年级的学生正在尝试如何使用新的教学 APP。这样的模式促使学生成为他们自己学习轨迹的主人，而且把教师从管理所有技术的负担中解脱出来。

联合国教科文组织发布了教师职业发展项目

（go.nmc.org/unescotrain）(UNESCO, 28 October 2015.）尽管发生了叙利亚冲突和难民危机，联合国教科文组织和拉尼娅王后教师学院共同合作的教师培训混合学习项目，为约旦的 STEM 学科教师提供了在线和面对面的混合培训模式。

到底发生了什么：一种新的教与学的结合

（go.nmc.org/whatmat）(National Commission on Teaching & America’s Future (NCTAF), 2016.）教学与美国的未来国家委员会最近的一篇文章提出行动倡议，号召教育领导者共同努力来面向教育的未来，即使最贫穷的学生也可以从有效教学实践中获益。委员会对政策制定、教师培训以及其他的关键领域提出了许多建议。

（二）有难度的挑战

1.推进数字化公平

数字公平涉及高速宽带分布不均[178]，这是一个普遍存在的社会公平问题，而不不仅仅存在于发展中国家[179]。皮尤研究（Pew Research ）报告说，在美国的 500 万户有学龄儿童的家庭都无法获得高速宽带服务[180]。虽然越来越多的学校从不断改进的互联网连接中获益，日益普遍的混合学习方式对于高速宽带学习条件提出更高要求，也因此造成新的差距;尤其是在强调家庭自主学习的国家，学生们越来越多地希望能够参与校外学习活动。那些经济困难家庭的学生，则无法获得宽带服务和适配的计算机设备。此外，数字公平也与家庭作业的水平差异有关[181]。解决这个挑战需要政策制定者和学校领导之间的共同努力。在美国，奥巴马总统最近宣布的“全连接”（ConnectALL）倡议，承诺为每一位美国人提供高速宽带技术服务。此外，互联网和技术提供商像谷歌这样的正在通过向整个城市提供千兆光纤连接来提高低收入人口区域的覆盖[182]。

概述

虽然技术的进步使人们分享高质量的学习资源以及人际沟通比以往任何时候都更加容易，网络连接水平依然是一个全球性的挑战。高速宽带的增长分布并不均匀。互联网优惠联盟揭示了世界上最不发达的国家，如几内亚比绍、马达加斯加、柬埔寨，在 2042 年之前都不会有普及的、可负担的网页访问服务[183]。早在 1997 年，美国联邦通信委员会（FCC）就推出了 E-Rate 项目，以帮助学校和图书馆获得经济实惠的高速网络连接服务[184]。该项目最近与时俱进，分配更多的资金帮助学校和学区获得更好的数字化学习基础设施;国家教育技术董事协会（SETDA）与 Common SenseKidsAction 还开发出免费的资源，以帮助国家和地方的政策制定者在其管辖范围内确保宽带连接[185]。

鉴于 K12 学习活动将更加频繁地借助网络开展，特别是在翻转课堂和其他混合学习模式方兴未艾的发展趋势下[186]，学生在校外尤其在家中参与学习的能力被赋予更高期望。这个需求进一步加剧了有和没有技术条件群体之间的差距。据美国人口普查局 2014 年的一份报告，年收入 25,000 美元的家庭比那些 150,000 美元及以上的家庭大约少 50％宽带接入的可能性[187]。教育高速公路报告称，有 21 万学生和 23％的地区，仍然不能满足数字化学习的最低带宽接入目标。为了满足 2018 年高速连接需求预期，学区需要将带宽增加至少三倍[188]。一些组织如 Internet2，由几个著名大学成立，正在努力解决这一难题，为美国的研究和教育领导提供制定创新技术解决方案的合作机会[189]。

在发展中国家，获得高速互联网接入与其他更艰巨的挑战如缺电相比是次要的[190]。虽然肯尼亚政府的目标是未来几年在肯尼亚小学配备笔记本电脑，但 20％的学校仍然没有电网和配置这些设备所需的基本条件；70％生活在撒哈拉以南非洲地区的人至今都没有用上电[191]。在许多中东国家，如阿富汗，数字不平等现象充斥于联合国科技集团发展报告中。报告指出信息通信技术战略往往主要是为了吸引基础设施建设的外来投资，或者交易硬件和软件，而并没有对当地的关切和要求给予足够的关注[192]。没有高速互联网接入，在教育应用新兴技术的成功比例就没有实际意义。

图 18：internet2 网站
图片来源：http://www.internet2.edu/

对政策、领导力以及实践的影响

美国教育部门在 2015 年更新了教育技术计划，以更好地体现对数字公平的关注。其中一项建议是更新教师培养方案，以支持新教师使用创新的方式来应用技术。在支持教师获得熟练应用能力的同时，确保不同社会经济背景的学生公平接入互联网。[193]。另外一项奥巴马政府的举措“连接家庭”（ ConnectHome）旨在以合理的价格为超过 275,000 低收入家庭提供高速互联网访问。试点项目地区包括纽约，波士顿和西雅图等城市中心[194]。此外，相关的连接教育举措也专注于支持 K-12 数字公平，呼吁国家、学校和地区为所有学生和老师提供足够的互联网连接[195]。

在政府不断发展数字公平策略的同时，互联网服务提供商也在抓紧步伐。Comcast 互联网必需品项目为美国低收入家庭提供低于 10 美元的宽带服务，使得来自 35 万个家庭的近 150 万儿童受益[196]。尽管如此，全球 72 亿人仅有 29 亿连接到互联网。Facebook 正在实施提高全球网上学习资源访问的工作[197]。Facebook 的首席执行官马克·扎克伯格前往印度农村调查如何利用现有的 2G 连接的基础设施来提供访问网络和教育材料。Facebook 的非营利组织，Internet.org，在赞比亚和加纳推出可以将维基百科、谷歌搜索、BBC 新闻，以及 Mobile Alliance for Maternal Action 嵌入在最普及的手机应用中，使得资源访问更加便捷[198]。此外，宣传组织如 CoSN 校园网协会旨在弥合家庭作业鸿沟。他们的数字公平行动工具包给高贫困地区的教育领导者提供及时的信息，以扩大校外学习的技术使用[199]。

学校采用依靠家庭的互联网连接实施翻转课堂教学法，有可能会加剧数字不公平现状。为此一些明智的学校为学生提供了更大的灵活性和可替代的方式开展家庭学习来克服这些障碍。伊利诺伊的沃伦小镇高中现在给学生两天时间完成翻转课堂作业，延长他们在学校图书馆的学习时间，并改造网络连接空间来兼容更多的学生[200]。纽约沃特金斯峡谷中央校区承认，高速互联网接入在仅三英里的小镇外减少，因此难以确保使每个学生都能在家参与网络学习活动。为解决这一难题，他们为 18 辆校车配备了集成路由器，使学习者能在上学和放学的路上完成作业[201]。

图 19：配备 wifi 的校车标志

图片来源：https://www.meritalk.com/articles/n-y-high-school-offers-wi-fi-on-school-buses/

扩展阅读

如想了解更多有关“推进数字化公平”的内容，请参阅以下在线资源：

美国联邦通信委员会希望能够使得大家高速上网

（go.nmc.org/fcc）(Lance Whitney and Marguerite Reardon, CNET, 8 March 2016.)美国联邦通信委员会正在扩大他们的 15 亿美金的生命线项目,努力为低收入家庭提供每月 9.25 美金的宽带互联网服务。符合条件的生命线项目申请者将根据他们参与的联邦项目，如医疗补助计划等正在审核中。

如何消除造成的孩子家庭作业差距数字鸿沟

（go.nmc.org/homegap）(Eva M. Clayton, The Root, 28 June 2016.)少数民族和低收入家庭的学生在获得高品质的在线资源上处于劣势。本文介绍了免费移动数据计划如何帮助家里没有互联网连接的学生获得宽带服务。

映射数字鸿沟

（go.nmc.org/map）(Council of Economic Advisers, July 2015.)奥巴马政府发表了一份记录数字鸿沟的摘要，该摘要将最新的人口普查局美国社区调查和国家宽带地图结合起来，以精确地审查互联网的使用。

有钱的人可以访问高速互联网;许多贫穷的人不能

（go.nmc.org/richppl）(Allan Holmes et al., The Huffington Post, 12 May 2016.)一些基础教育的领导人认为，互联网是一个民权问题，理由是缺乏高速宽带妨碍人们追求赚钱的事业。对互联网提供商来说,在农村地区安装线路特别贵，导致数以百万计的居民几乎没有互联网连接。

教师恐惧“数字鸿沟”，家长关注自带设备的成本

(go.nmc.org/smh) (Esther Han, The Sydney Morning Herald, 10 January 2016.)在澳大利亚新南威尔士州，家长们正在向政府提出要求希望政府为他们的孩子购买价值 1200 美元的设备。在自带设备模式鼓励学习中使用个人技术，但这对低收入家庭来说是不公平的要求。

当学生无法上网

(go.nmc.org/whenst) (Terrance F. Ross, The Atlantic, 13 March 2015.) 本文介绍了学校和图书馆的互联网连接情况，强调高速网络接入是学生学业成功的必要条件。随着越来越多的学生通过移动设备完成他们的家庭作业，这对于高速宽带的需求更大了。

2.推广教学创新

许多学校还不善于将移动教学创新转换为主流实践。创新源于尝试和实施新想法的自由，但学校教育一般仅允许用制度化的方式展开自上而下的变革。成功的教学实践往往与考试成绩密切相关。老师通常不会因为在教学中的创新方法和进步受到奖励，更谈不上允许扩展和复制这些突破。其结果是，许多教育工作者因受到迫切需要转型学校的僵硬束缚而感到沮丧。推广教学创新需要充足的资金、有能力的领导、积极的评价导向、并取消限制性政策——而这些对于大多数资源匮乏的K-12公立学校，则是很艰难的任务[202]。现实情况是，许多教师没准备好引领创新和有效的实践，除此之外，还有许多错综复杂的系统性问题需要面对[203]。

概述

推广教学创新经验是一个特别困难的挑战，因为教师的专业准备、学生的自我效能感以及现有学习成绩等诸多变量，在不同的情况下不断变化，并显著影响教育干预的有效性[204]。此外，在个体学校和整个学区推行新教学法时往往会困难重重、步履维艰。比如，在线学习一直是众多教学创新的驱动力，但教师往往缺乏实验所需要的时间以及在基层拓展所需要的制度保障[205]。事实上，资金问题经常被认为是教学创新的主要挑战。美国阅读计划（US reading initiative）的最终报告，“成就每位学生”（Success for All）指出，资源的限制妨碍了项目的全面实施。成本分析发现，项目学校的每位学生每年要比对照组学校的学生多投入227美元的资源[206]。

尽管有证据表明，广泛实施教学法，如基于项目的学习，让学生通过学习商科和社区项目核心课程，能提高学生的参与感和成果，然而它们要想获得外在牵引力却十分缓慢[207]。教育领导们认为，使基于问题的学习成为学校的主流教学还有几个障碍。目前的方法还是针对个体量身定制，教师没有足够的机会分享成功经验，并且缺乏职业发展机会[208]。更多的时候，特许学校在实施新的教学方法上有灵活性，如非常学校(Uncommon School)使用有效实践哲学Lemov分类法（Lemov Taxonomy of Effective Practices philosophy）[209]，但特许学校的领导更愿意专注自己的小型网络，很少与负责监督大量学校的学区合作[210]。此外，美国企业研究所的报告“扩大规模”（ Scaling up）指出，建立高质量的特许网络教育的主要障碍包括管理、财务和人力成本的问题[211]。

虽然这种挑战被认为很难，然而来自发展中国家的成功案例却有不少。布鲁金斯研究所发布的 “百万人的学习” 报告中，巴西、乌干达和印度的深度案例研究显示，当试点起步良好，然后传播到更多青年，就会将成功放大。虽然各有不同，但大致包括政府提供学校行政层实验的自由，或者提供社区活动，让原来教育机会有限的学习者获得更多的选择就能激发新的学习热情。创新增殖的最佳条件包括从一开始就按计划增长，了解完成的操作可能性，灵活稳定的财务支持，创造授权的政策环境等[212]。

图 20：美国的一些基础教育学校正在大力开展改革创新
图片来源：https://www.noodle.com/articles/innovative-schools-2015

对政策、领导力以及实践的影响

支持创新的教学策略虽然很少，但也正在为国家和地区推广创新铺好道路。自 2010 年以来，美国教育部创新投资项目（i3）为推动提高学生成就的创新性教育者提供了资助[213]。新教师师发展中心是两次 i3 扩大项目的受益者，它与美国的众多州政策制定者一起制定了提高学生成就水平的相关法律、法规、规章和程序标准。在州一级，阿肯色州制定了地区和学校创新计划，放宽了规则和条例，允许学校探索发展转型的教学模式。他们的一个举措是召开一次创新峰会，分享本州和其他州的创新学习模式[214]。在全球范围内，许多倡议援引联合国可持续发展目标，确保包容性和公平的素质教育作为教育转型及政策发展的主要驱动力[215]。到 2030 年，联合国的目的是确保所有的孩子都能获得自由、公平和优质的教育，并且达到相关且有效的成就标准[216]。

认定并协助已成功推广教学创新的学校是应对这一挑战的重要组成部分。LEAP 创新机构是一家位于芝加哥的非营利性的组织，旨在帮助教育工作者探索、试验、推广创新教学解决方案。在 LEAP 创新的领导下，开展了 3 个重要的创新活动，即开发一个实践者和利益相关者的中心、试点项目的研究网络以及资助学校个性化学习方式的推广[217]。同样，卡塔尔基金会的世界创新教育（WISE）峰会是创造性思维、辩论、有目的的采取教育新行动的国际枢纽。通过 WISE 年度峰会、研究和计划，他们正在通过合作建立未来教育[218]。他们最近的一篇文章“创意公共领导”，旨在帮助学校领导创建培育适应全系统创新的有利条件[219]。

一些学区通过创建新的部门或与其他组织合作，以帮助刺激和支持校园的“草根”创新，以此来优先发展教育转型。例如，Imaginarium 是丹佛公立学校的官方创新实验室。该实验室采用基于研究支撑的设计思路，与学生、教师和管理人员直接合作，从想法到实践阶段都着眼于创新推广[220]。在加拿大，多伦多教育局已与 MARS 解决方案实验室合作促进经验和自主学习，

该组织希望帮助“推广创新解决方案”，使之成为世界上最紧迫的问题。在一个教师驻暑期研修会，合作者提出一项将创业思想和学生企业家精神纳入 K-12 课程的创新[221]。“针对 K-12 教育者的 MaRS 企业家思维工具包”是一项重要的发展，将用于帮助学区开展工作，并且还会与其他学校和创新中心共享[222]。

图 21：有质量的教育是联合国可持续发展目标的有机组成部分
图片来源：https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300

扩展阅读

如想了解更多有关“推广教育创新”的内容，请参阅以下在线资源：

比尔梅琳达盖茨基金会 K-12 教育创新

（go.nmc.org/bmgfk12）（K12 Education Gates Foundation, accessed 15 August 2016.）比尔和梅琳达·盖茨基金会的 K-12 战略的目标是建立公立学校教师和学生之间更密切的连接，以促进教学的个性化发展。该团队由一位战略领导，来组织教师提高实践，并鼓励大规模创新。

从打印到像素：K-12 教育中视频游戏、动画、模拟的作用

（go.nmc.org/speak）（Project Tomorrow, accessed 15 August 2016.）Speak up 研究项目每年对 K-12 利益相关者就技术对教学的作用进行意见调查，为推广高影响力的创新提供数据。

在尼日利亚推广教育干预：行动呼吁

（go.nmc.org/techmap）（Nigerian Education Innovation Summit, 19 July 2016.）该公报认为，迎接挑战的系统化方法就是增强尼日利亚的素质教育。它提出了一个行动呼吁，希望能够找到出调动决策者参与、推广试验成功的教育干预措施的最佳方案。

以教师为主导的创新，庆祝明尼阿波利斯峰会

（go.nmc.org/minnpost）（Erin Hinrichs, *MINNPOST*, 14 June 2016.）在创智赢家（Shark Tank-style）项目中，20 名教师和管理人员提出了课堂学习的新办法。演讲者汇报了他们的想法，从单格拍摄视频项目到萨饼花园。三位获奖者获得 1500 美元种子基金。

在高中推广内容读写能力创新的教师队伍和学校进程

(go.nmc.org/teateams)（Denis Newman et al, *Empirical Education*, December 2015.）阅读学徒生涯（Reading Apprenticeship），是一个五年的高中内容读写能力项目。研究分析表明，虽然第一年有高水平的进步，但是竞争计划和消减的热情是获得成功的主要障碍。

开放哥伦比亚未来教育

(go.nmc.org/idrc)（International Development Research Centre, accessed 15 August 2016.），拉美地区对于信息和通信技术越来越能够负担，这有可能从根本上改变教学和学习。哥伦比亚大学所主导 EAFIT 的项目将努力找出推广在线学习的最佳实践，检验教育创新并提出相应的政策。

（三）严峻的挑战

严峻的挑战是指那些非常复杂、很难解决的挑战。

1.缩小成绩差距

成绩差距指的是在学生群体学术表现中可观察到的差异性，尤指被社会经济地位、人种、民族和性别所界定的差异性[223]。*同行竞争*压力、学生比较、消极印象以及考试偏见等环境因素更是加剧了这种任务的难度。学校用多元化成功标准去界定学习预期（包括年级、标准化测试成绩和完成率），使得在学生个体与群体等级中产生学生表现的对比。自适性和个性化的学习技术在甄别表现薄弱的学生和学生数量时的作用越发重要，借此可以帮助教育者和领导者了解影响因素，启用和扩展有针对性的干预措施和参与策略以消除成绩差距。但是，对于正在经历国家内乱的孩童以及因文化壁垒而被剥夺了上学权利的女性，需要全球一致采取行动，去解决这个在教育界长期存在的难题[224]。

概述

大量研究认为，社会经济条件和学生成就之间存在关联[225]。而机会和资源的不均等现象导致的这种结论也是可以理解的。贫困孩子遇到的困难会影响他们在学校的表现能力，例如缺乏高品质医保会导致低出勤率[226]。当然，教育资助方案计划全面资助所有学生取得学习成就，并不局限于解决成就不良学生群体的需求[227]。对有更高需求的学校提供更多资金投入的开放性体制能够有助于改善这种不平衡。教育考试服务社在一个长达 20 年的追踪研究中发现，采取低生师比和高教师工资的投入策略，对于社会经济条件较差的社区而言，有助于减小学生成绩差距和提高教育成效[228]。

中东和南非国家的持续冲突，已经导致近 450 万儿童失去获得教育的机会。在阿拉伯国家，尤其是在吉布提、苏丹和也门[229]，女孩难以就学。据美国国际开发署（USAID）报道，世界上有 6200 万的学龄女孩未能上学[230]。开发署提出“让女孩读书”的倡议，希望与私立和公立学校进行合作，帮助女孩进校读书，帮助她们学习领导技能[231]。其他一些不公平待遇是基于 K-12 教育中的性别差异，包括在 STEM 教育领域中女性代表的缺乏。以色列的一项研究发现，小学教师无意识中对于男生的偏心导致给女生较低的成绩，而性别平等的评估中（gender-blind assessment）显示，女生成绩相比有所提升。这项研究发现，这种成见会导致男女生在高中时对高等数学课和科学课的选择产生影响[232]。

据经济合作与发展组织对国际学生评估项目的测评，东亚经济体（上海、新加坡、香港、韩国）已进入全球前十。但他们也有较少部分的低水平表现学生群体，这意味着提高这些学生的学习力，并不会对中等生及优等生的学习表现带来损失。这些经济体地区的研究者认识到要保持所有学生在同一高标准。对于成绩较低的学生进行及时干预非常重要，可防止其因成绩落后而丧失学习动力[233]。学习个性化教学技能可以使老师通过识别出个别化需要的学生，来缩小其成绩差距。因此，这种一对一教学可以提高学生学习动力[234]。这部分内容将作为本报告的下一个话题，在“个性化学习挑战”中作详细论述。

对政策、领导力以及实践的影响

国家和州的教育决策者正在着手施行计划去攻克这个棘手难题。在美国德拉华州的数据统计发现，低社会经济条件和少数民族的学生更倾向于去有新老师及生源流动性大的学校就学。国家“对所有学生确保公正、平等优秀教育者资源”的计划，运用学生表现和教育者评估的数据去发现差异并解决问题[235]。其他一些教育系统通过定向资金为成绩薄弱的学生增加资源，以缩小成绩差距。例如，自 2014 年，澳大利亚的贡斯基教育融资模式为服务弱势学生重新定向了学校的资源，减少生师比，或聘用专家学者以解决专项科目的不足[236]。

与此类似，苏格兰的创新基金组织支持创新的、基于实证（evidence-based）的项目，以提高贫困生较多学校的学生学习成果[237]。

领导层的工作需要放在汇集资源、促进对话，以提高对上述问题的意识并付诸实践，将最优方法付诸实践才能在减小成绩差异的工作中取得进步。新西兰启动了教育成功投资计划，以帮助教育者对弱势学生及有可能辍学的学生的表现交流观点、规划方案。“教师引领创新基金”鼓励所有学校的老师通过地区性学习社区交流观点，同时支持创新实践的发展以促使学习者成功[238]。此外，全球许多组织共同致力于参与解决这个难题。在近期的“女孩教育论坛”上，联合国女孩教育计划负责创建“促进边缘化女孩教育成果和性别平等的行动声明”，再次承诺为女孩提供更多的教育机会。全球联盟组织签署了这份文件，其中包括联合国教科文组织、世界银行、美国国际开发署、非洲女子发展基金等等[239]。

对所有学生的高度期望有助于减小学生群组间的差异。芝加哥附近的爱文斯顿镇高中已将所有无须补习的学生在九年级时归入快班，在十一年级前帮助他们提前开始学习大学先修课程。学生还能从“团队访问”“先修班的成功”或者“校外体育项目”等项目中获得额外帮助。这些措施使得更多元的群体参加先修班课程，以及更多的学生参加先修班测试[240]。学校方面也可以开设这类项目，解决诸如在 STEM 领域的性别差异方面的不平衡[241]。美国明尼苏达苹果谷高中的一支由女孩组成的名为“铁娘子”机器人技术团队，除参加联赛外，还举办社区活动，提高大家对 STEM 的兴趣 并游说州政府增扩 STEM 教育计划[242]。

图 22：学生参加先修班课程

图片来源：http://www.pbs.org/newshour/bb/illinois-high-school-shrinks-achievement-gap-minority-students-setting-high-bar/

扩展阅读

如想了解更多有关“缩小成绩差距”的内容，请参阅以下在线资源：

初等教育学习成绩中的性别不平等

（go.nmc.org/genin）(UNESCO, 2016.)这份报告描述了在拉丁美洲男女生在学术表现上的差异，并对相关影响因素进行了评估，包括学习态度和模式。报告建议优先考虑性别不平等问题，进行课程修订以及师资训练。

德国学校的教育大转向

（go.nmc.org/germgap）(Carly Berwick, The Atlantic, 3 November 2015.)德国在过去的 15 年中已经实施了数项教育改革措施，包括对薄弱学生的特定项目，以及对学生追踪系统的改善，该系统将学生分为职业学校教育和大学教育两类。

图 23：德国学校注重对薄弱学生的支持
图片来源：go.nmc.org/germgap

国家教育机构不平等性的衡量

（go.nmc.org/pefa）(Jared Knowles, Brookings, 4 November 2015.)威斯康辛州公共教育部利用高级数理统计分析比对了随着成绩差异减小学校种族组成的变化。这个数据结果对选取“为促进学生卓越”倡议中分享最佳实践样本提供了帮助。

斯坦福教育数据文档

（go.nmc.org/seda）(Stanford Center for Policy Analysis, May 2016.)斯坦福大学教育数据档案具有美国学生的海量综合信息，其中包括学术表现、种族构成、社会经济状况以及其他一些可影响教育机会的因素。

用科技手段减少成绩差异

（go.nmc.org/agtech）(Max Porter, GoGuardian, 8 September 2015.)基于科技的教学若能合理整合进课程中，可以帮助学生更有效学习，激励学习机构，提高低收入学生群体的学习成果。

科技在减小成绩差异中的角色

（go.nmc.org/techgap）(Dan Gordon, THE Journal, 28 April 2016.)乔治亚州的克拉克郡学区已经装备了数字化工具，改革他们的教学设计，减小成绩差异。科技方案确实提高了学生的参与性并促进了他们进行合作的学习能力。

2.推动个性化学习

个性化学习涉及到一系列用以回应个体学生特定学习需求、兴趣、渴望以及文化背景的教育项目、学习经验、指导方针以及教学策略[243]。日益增多的对满足学生特殊需求而开展的定制化教学的关注是这项新技术发展的动力。这项技术提供了更多的学习选择以及差异化学习服务。在线学习环境和自适性学习等技术进展，为支持学生个性化学习路径提供了可能。目前主要的障碍是学校系统缺乏相关技术基础设施，来支持全面实施个性化学习。仅靠科技并不足以解决问题，个性化学习必须将有效教学法以及教师的努力结合。

概述

个性化学习有助于营造以学生为中心的氛围，能够便于学生自主掌控学习的路径，并通过不断练习来培养维系终身的学习习惯。这个任务尤为艰巨，原因在于目前在教育领域中,还没有对此达成共识[244]：个性化学习可认为是教学方法的概括性术语，是让学生按照自己的学习进度掌握知识[245]。例如，澳大利亚的国家课程大纲要求教师通过调整教学方式去迎合学生需求，从而实施个性化学习[246]。该教学方法和技术包含了基于能力的学习[247]、自适应性学习[248]和混合式学习[249]等。这些措施都有可能促进教育公平，使教育者更多关注、服务那些具有特殊需求的学生，通过帮助学生理解自身学习的价值来提升学习动力并参与学习过程[250]。正如在这份报告中所指出的“推进数字化公平”，高速网络尚未在所有学校全面普及，这阻碍了 K-12 个性化学习的全面开展[251]。

各种策略和技术的持续增加使确定个性化学习项目成功指标更有难度[252]。借助指标可以帮助学校预设方案以达成预期目标，如增加学生参与性，减小成绩差异性，促进教师自主性，并能有针对性地设计课程与教学任务[253]。教师需要有证据支撑的指标和自身专业发展机会，才能有效地创设个性化课程。这项任务的另一难点是个性化学习技术的发展很大程度受控于提供方，许多学校仍处于自身需求不够清晰的阶段。未来的教科书出版公司需要转型为学习资源管理公司，重新打造品牌，为帮助学生积极学习提供智能产品[254]。在这种情况下，开发者必须和教育者紧密合作，以确保个性化学习工具能够帮助不同的学生提升学习成效[255]。

学校需要数据和研究去证明其策略的成效，从而帮助他们选择有效的支撑技术。慈善部门和一些大公司通过合作来填补这些空白。例如，“脸谱”（Facebook）和加利福尼亚特许学校合作试运行，完善了个性化学习平台；采集教师的持续反馈来完善产品，最终目标是让软件也能适用于其他学校[256]。比尔与美琳达·盖茨基金会已资助 62 所学校运行个性化学习方案。在两年时间内，这些学校相比其他学校，学生在数学和阅读方面获得显著提升[257]。比尔盖茨表示，随着人工智能的发展，这些能力都可以被并入个性化学习软件中，给学生提供更多的互动性，促进深度学习[258]。

对政策、领导力以及实践的影响

虽然个性化学习的目标还难以轻易实现，但政策制定者们逐渐认识到改变“一刀切”学习模式的重要性。在美国，“让每个学生成功法”授权各州、区实施个性化学习方式，创造更加灵活的学习环境。“让每个学生成功法”资助数字学习技术，支持学生在大学里学习更高阶课程，提供教师职业发展机会[259]。此外，K-12 在线学习国际协会发布了一份报告，详细列出了州级政策范例，促进个性化学习的普及。要成功实施战略需要开展一些任务(包括查清障碍，试行项目，计划资助)来测试新教学模式，重新设定评估和考核制度，建设基于能力的多条路径来促进学生毕业[260]。

个性化学习要获得发展牵引力并形成一项运动，教育界领导需要判明可行的最佳实践方案。苏格兰教育工具包

(Education Scotland's toolkit)帮助教育者整合包含了计划、评估、过程追踪一体的个性化学习流程[261]。由代理商开发的两个在线合作空间促进个性化学习实践。此外，苏格兰的国家改善中心（National Improvement Hub）研制了资源、研究以及评估工具[262]，同时数字化学习社区作为一个合作空间，支持教学实施的交流分享。数字学习社区主持举办了“2016 全国数字学习周”，通过视频案例展现了示范校，并通过主题标签“数字学习苏格兰”(#digilearnscot)推进创新活动的探索[263]。在美国，非盈利组织“跨越式创新”发布了个性化学习的学习框架，提供了基于证据的策略和教学法来帮助教师了解学习者的需求，提升学生服务代理，实施熟练的学习法则[264]。

教师们可以先考察试行项目和拨款支持计划的运行情况，更好地理解如何实施个性化学习。新加坡资讯通信发展管理局的一项计划，将在公立学校片区内对数学教学试行自适性学习平台。平台为教师提供了学生个体和班级层面的学习进度的实时数据分析，帮助教师优化面对面教学的效果。“内容学习路径”(content mastery approach）可根据学生需要提供不同难度的课程。同时，实行自适性方式能够带给学习者多样化选择，激发他们更大的参与性[265]。在欧文公园附近的 CICS 学校，作为一所芝加哥的特许小学，正在实行综合个性化学习项目，充分利用每个学生的学习档案、心智发展规律、科技学习环境来提高所有学生的学术水平和社会性情绪的成熟度[266]。这所学校是 2016 年“芝加哥突破性学校”项目的 7 个受资助方之一，同时也是“教育事业下一代学习挑战”项目(EDUCAUSE's Next Generation)的区域着力点[267]。

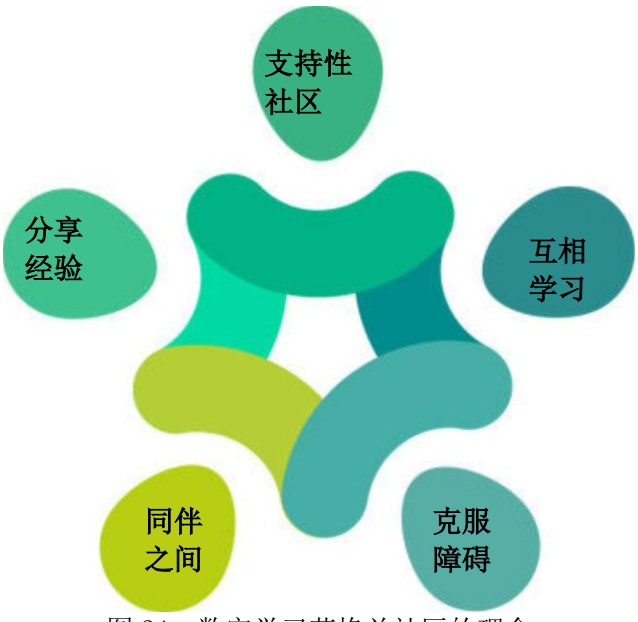

图 24：数字学习苏格兰社区的理念
图片来源：https://digilearn.scot/about-2-2/

扩展阅读

如想了解更多有关“个性化学习”的内容，请参阅以下在线资源：

佛罗里达州学生按照自己的学习进度前进的法案

（go.nmc.org/floridabill）(Colleen Wright, *Tampa Bay Times*, 12 January 2016.)
佛罗里达议院引进一项法案，在校区内发展更多基于能力的学习项目。这个试行项目将有望成为在全州校区创建个性化学习议案的标杆。

立陶宛智能未来学校项目

（go.nmc.org/futurelith ）（Virginija Birenienne, *Scientix*, 12 November 2015）20 多所小学和中学被推为“立陶宛智能未来学校”项目的试点学校。对于每个学科、学习者档案都与“教育智能”科技相结合，为每个学生推荐个性化方案，如应用程序、方法以及活动。

个性化学习方案及学习者档案

（go.nmc.org/plplp）（EDUCAUSE, 2016.）与其让学生适应课程内容, 还不如允许学生和教师在每个学期共同确立目标，设定进度，记录成长，通过这种方式来制定个性化学习方案和学习者档案，积累以学生为中心的学习经验。

技术辅助的个性化学习峰会

（go.nmc.org/natsum）（Jill Abbott et al., North Carolina State University, 14 May 2015.）这份报告总结了在北卡罗莱纳州立大学举办的国际会议中的发现和建议。教育界领导强调围绕着个性化学习的艰巨任务，例如在分散的不同学科的之间为学习和学习分析架起桥梁。

VT 机构的汤姆·奥德曼为学生制定个性化学习方案

（go.nmc.org/VermontPL ）（Erin McIntyre, *Education Dive*, 10 November 2015.）2015 年秋标志着佛蒙特州个性化学习方案的出现，该方案受国家项目资助，纳入了个性化学习进程。它为 7 到 12 年级学生创建灵活的学习路径。随着项目的进行，它已深入到了州新政的核心任务。

什么是个性化学习，它对残疾孩子们意味着什么？

（go.nmc.org/PLdis）（Meghan Casey, National Center for Learning Disabilities, 28 April 2016. ）作者在个性化学习方式发展初始就考虑到残疾学生。尤其是这种模式有可能在鼓励心智成长的同时，为学生的特殊需求建立决策和自我调试。

三、教育技术在基础教育中的重要进展

本部分将对未来五年进入主流教学应用的六项技术及其趋势逐一进行详述。其中，每一项都是由项目专家组投票选出，每一轮投票之后都会相应举办圆桌会议和讨论。在新媒体联盟的地平线报告项目中，教育技术在广义上被定义为“可用于改善教学、学习和创造性探究的工具和资源”。虽然许多技术开发的初衷并不是以教育应用为唯一目的，但它们在这个领域也具有明显的应用价值。

专家组认为，这些技术将在未来五年内影响技术规划和决策制定。他们将技术按照进入主流应用所需要的时限分为三类，在未来一年内采用的近期技术；在三到五年内采用的中期技术；在四到五年内才能进入教育主流应用的远期技术。每一项技术的介绍都从“概述”开始。

最初技术列表也按照一定的分类标准进行了排序和分类。本报告所列的所有技术也在一系列在线论坛中进行了讨论，以探讨它们对全球基础教育的影响，具体可参见k12.wiki.nmc.org/Horizon+Topics。

表 1：新媒体联盟 2016 年所追踪的主要技术

消费者技术
- 3D 视频
- 遥控飞机
- 电子出版
- 量化自我
- 机器人
- 平板电脑
- 远端临场
- 可穿戴技术

数字化策略
- 自带设备
- 翻转课堂
- 位置智能
- 创客空间
- 保护和复原技术

互联网技术
- 云计算
- 物联网
- 语义应用
- 聚合工具

学习技术
- 适用学习技术
- 数字徽章
- 学习分析
- 移动学习
- 在线学习
- 开放许可
- 虚拟和远程实验室

社交媒体技术
- 众包
- 在线身份
- 社交网络

可视化技术
- 3D 打印
- 增强现实
- 信息可视化
- 可视化数据分析
- 立体显示和全息显示

使能技术
- 情感计算
- 电震动
- 柔性显示器
- 机器学习
- 多跳网络
- 移动宽带
- 自然用户界面
- 近距离无线通信
- 下一代电池
- 开放硬件
- 语音对语音翻译
- 虚拟助手
- 无线电源

项目组在开始时就为专家提供了大量背景材料，这些材料界定和记录了当前一些明显的趋势，但是项目组也鼓励专家们思考新出现的趋势或者尚不明显的趋势。本报告对于技术的挑选标准主要在于它是否有益于基础教育的教学、学习和创造性探究。

在第一轮投票中，专家组挑选了 12 项技术进展，然后新媒体联盟的工作人员进行了深入研究，并撰写成阶段性成果，

以供最后一轮投票参考。那些没有进入中期阶段性成果或最终报告的技术进展也通常会在项目 WIKI 上进行深入地全面讨论，网址可见 k12.wiki.nmc.org。通得投票，有些技术没能进入本报告，究其原因是专家组认为这些技术在学校中已经广泛发挥作用，或者这些技术要获得广泛采用还需要五年以上的时间。当然，还有一些技术虽然非常诱人，但是没有足够的可信的实践案例予以支持。

《新媒体联盟地平线报告：2016 基础教育版》所追踪过的技术可以分为如表 1 所示的一些类别。

目前，新媒体联盟持续关注的技术、工具和策略有七大类，这并不是一个封闭的分类，而是力图提供一种方法来解释和跟踪进入学习或创造性探究领域的新兴技术。事实证明，在表中的七类技术非常具有持续性，但几乎每一个周期都有新技术添加进来，其他原有技术被合并或更新。总的来说，这些分类可以反映出对技术创新的思考。每项技术定义如下：

消费者技术（Consumer technologies）主要是指那些用于休闲和专业用途的技术工具。尽管最初设计它们并不是为了在教育中应用，但是作为学习的辅助手段，它们也很适宜在校园采用。此外，这些技术之所以进入校园生活是因为人们在家中或其他场合都在广泛使用。

数字化策略（Digital strategies）自身并不是一些具体的技术，而是指使用设备和软件来丰富课内外教与学的方法。有效的数字化策略既能用于正式学习，也能用于非正式学习。它们超越了传统的思想和学习活动，创造了一些新的、有意义的、富有 21 世纪特点的策略，这些让它们极具吸引力。

使能技术（Enabling technologies）是一些能够有希望按照我们对设备与工具的期望而改变的技术。这类技术与学习的联系并没有那么容易建立，但是它能够培育大量的技术创新。使能技术扩展了工具的适用范围，让它们功能更加强大，用途更加宽广，也更加容易使用。

互联网技术（Internet technologies）包括互联网使用技术以及关键性的基础设施，让我们同网络的交互更加透明、更加有序、更加便捷。

学习技术（ Learning technologies ）包括专门为教育而开发的工具与资源，也可包括在相关策略指导下，经过修改后用于学习的具有其他用途的工具。这个类别所包含的技术正在改变学习的各个方面，无论是正式学习还是非正式学习，让学习变得更易获得、也更个性化。

社交媒体技术（Social media technologies ）也可以看作是消费者技术这个类别的子项目，但是它们变得如此普及，广泛应用于社会的各个方面，因此值得组成一个独立的类别。尽管社交媒体已经很发达了，但是在不断出现的新思想、新工具和新业务的冲击下，仍然以很快的节奏发展。

可视化技术（Visualization technologies）包括从信息图形化到复杂的视觉数据分析等各种技术。

这些技术的共同点在于它们都在挖掘人脑内部快速处理视觉信息、进行模式识别以及在复杂情境中认识规则的能力。这种技术通常会让复杂问题变得简单，为挖掘大数据、探索动态过程、将操作化繁为简提供越来越多的工具与流程。

下面的部分将讨论本年度地平线报告基础教育版专家组列出的六项技术。专家组认为，这六项技术能够促进教育发生真正的改变，特别是在渐进式教学法(progressive pedagogies)及学习策略的发展、教师工作的组织以及内容的编排和传送方面。每一专题内容包括：技术的概述，技术与教学、学习以及创造性探究的关系，精心挑选的项目案例，此外还有扩展阅读的推荐材料。

（一）采纳阶段：1 年以内

1．创客空间

基础教育越来越关注培养和发展学生 21 世纪所需的技能，为学生将来适应全球知识经济发展作准备[268]。为适应未来需要，越来越多的教室、实验室和社区中心都需要被改造为各种创客空间、实体环境，为学生提供动手学习和创造性学习的机会。教育工作者开始更多地借助创客空间和创客活动来激励学习者设计、建构和迭代，进而发展创造能力和培养高阶思维[269]。学校领导正在将“创造”（making）写进课程表，以此鼓励学生和老师把生活中的创意带进来，并探索设计思维的方法。创客空间也提高了学生接触 STEM 相关学科和技术学科的机会。学习者正在使用创客技术回应世界范围内的紧迫问题[270]。

概述

创客空间属于非正式工作环境，一般坐落在社区或教育机构内，人们沉浸其中进行创意制作活动（tinkering activities）。多数创客空间包含复杂的工具和技术，人们不一定从创造中直接受益。教育创客空间有助于对学生在实践活动中获得的有用技能情况进行评价，包括问题解决能力、批判思维、耐心和责任意识[271]。通过创造来发展学生的这些技能，能帮助学生更好地适应未来工作环境[272]。创客运动和创客空间与其他教育趋势密切相关，如协作学习、探究性学习和学生自主学习[273]。通过参与创客活动，学生能够将课堂学习与现实世界的成果相联系，从而焕发出更大的学习热情，并变得更加积极[274]。

政府和各大公司已意识到创客在培育良性经济和促进下一代员工创新能力方面的价值。在财政奖励和国家政策的推动下[275]，最近中国科学技术部承诺投资 3.13 亿美元用于 3D 打印技术的研究与开发[276]。并且要帮助基础教育工作者将 3D 打印引入教室，政府还将支持学校开设相关培训课程[277]。美国教育部 CTE 转变挑战项目（The US Department of Education’s CTE Makeover Challenge）将为高校提供资金，并且会请专家协助设计创客空间，培养学生的技术能力和探索 STEM 职业的途径[278]。谷歌公司正在基础教育领域帮助在课堂中引入创客空间，寻找最佳实践和最省钱的方法。谷歌通过创客和科学计划(Making&Science initiative)资助斯坦福大学的 FabLearn 项目研究教育领域的创客效能，为预算较紧张的学校创建教室内的创客空间模型[279]。

图 25：中国工人正在建造 3D 打印的房屋
图片来源：http://www.3ders.org

创客运动还为年轻人提供了使用创客技能解决地区和全球问题的机会。美国电话电报公司（AT&T）和想象力基金会（Imagination Foundation）最近资助了

一个发明者挑战项目，这是激励基础教育学生在 STEAM 学科创新的全球性大赛。获奖作品包括帮助残疾人在社区内辨认最近地点的应用程序和通过测试农作物土壤湿度来保持水分的设备[280]。同样，关注社会公正和环境友好型项目的香港 MakerBay 创客空间，发起了推动创业孵化计划项目（Impact Inventor Entrepreneurship Incubation Program）。学生挑选符合自己社会意识的并具有技术驱动的发明项目，接受设计思想方面的辅导和培训，开发自己的业务[281]。

与教学、学习及创造性探究的相关性

移动创客空间能够使资源紧缺的学校在有限投资情况下整合开展创客活动，并获取老师、管理者和家长的支持。通过新加坡资讯发展管理局的车轮实验室（the Infocomm Development Authority of Singapore’s Lab on Wheels）倡议，25000 多名小学生已经编写了近 40 万行代码，并且将一辆改装的公交车作为实验室开展有关机器人、可穿戴技术及无人机的实验。今年该项目正在扩展实验领域，包括装备 3D 打印机和虚拟现实头盔的地方。该实验室还能同时满足残疾人的需求[282]。许多当地的教育工作者通过学习，已经对创客活动产生兴趣，但他们还没有投入时间和资源带领学生参与非现场创客活动。巴尔的摩（Baltimore）的一个新创客空间 OpenWorks，创造了配备有数字制造工具和创客供应车的定制货车。移动的 OpenWorks 会开到学校，为其提供技术工作坊[283]。

创客空间活动越来越起到了培养学生对 STEM 领域感兴趣的作用。克罗地亚创客联盟（The Croatian Makers League）已经向 166 所学校出借了 1000 台机器人，并且每月组织学生参加竞赛。这个私人赞助的项目试图通过帮助学生学习编码和编程来弥补科学教育的不足[284]。创客空间通过服务弱势群体、与导师建立关系，增强了 STEM 的培养途径。马萨诸塞州阿姆赫斯特大学（The University of Massachusetts Amherst）的创客空间以青少年聚会和课外活动项目的形式让女生和少数民族学生接触技术。由大学学生担任 STEM 课程大使，一对一地帮助低年级同学构想出属于他们的创意[285]。明尼阿波利斯市 Hennepin 县图书馆（Minneapolis’s Hennepin County Library）的创客空间，其成员中无家可归的青少年占比很高，他们聘请 STEM 专业人员作为项目助理与学生联系，并藉此促进学生参与暑期实习[286]。

学校探索评价学生进度的新方法，正在通过创新活动来调整课程标准。在国家年度考试之外，弗吉尼亚州阿尔伯马尔县公立学校系统（the Albemarle County Public School system in Virginia）使用学生档案袋和绩效任务测量学生的终身学习能力，包括数据分析、逻辑和思维、沟通技能和自我评价能力。这些学校还在开放档案袋项目上与非盈利的教育创客（Maker Ed）和印第安纳大学的创造力实验室合作，旨在通过创客档案袋来评价学生的学习和成长[287]。不列颠哥伦比亚省素里学区采用数字档案袋捕捉创客空间的学习成果。使用 FreshGrade 应用程序，学生上传他们的工作照片和视频，进行反思性思考和创作。这些持续不断的记录能帮助家长和老师了解学生的进步[288]。

图 26：阿尔伯马尔县公立学校的学生在进行创客活动
图片来源：https://www.edsurge.com/news

创客空间的实践案例

在基础教育中使用创客空间的例子，请参阅以下链接：

建立微型创客空间

（go.nmc.org/minimake)Lighthouse 社区特许学校是加州奥克兰地区的一所公立学校，该校 7 年级和 8 年级的学生创建了两个幼儿班的创客空间。学生们使用设计思维原则、解决问题、经历生产失败、磨练了自己的技艺。

Iona 小学推出创客空间

（go.nmc.org/iona）Inoa 小学努力遵守西澳大利亚技术课程标准，积极参加旨在增强学生 STEM 课程兴趣的国家项目，他们正在创建创客空间，利用创客技术促进学生参加如机器人和编码之类的项目。

学校代表在国家创客周（National Week of Making）揭开新举措

（go.nmc.org/makerprom）来自 1400 个学校的领导，代表全美 100 万学生参加了创客承诺倡议，通过指定一个学校的创客导师、提供特定的场地并展示学生作品等方式，保证支持所在学校的创客活动。

扩展阅读

如果您想了解更多关于“创客空间”相关内容,请参阅以下文章和资源:

四步规划成功的创客空间

（go.nmc.org/4stepplan）(Tanya Roscorla, Center for Digital Education, 5 July 2016.)在创客空间可以作为工具应用于创新和创意之前，其环境设计必须符合所服务团体的预期需求。作者通过描述创建真正的创客空间案例，列出了保证创客空间成功的 4 个步骤。

创客空间使学生从混乱到创造

（go.nmc.org/makersp）(Kelly Ng, *Today Online*, 28 October 2015.) 创客运动已经遍及了世界的每个角落，本文收录了新加坡的两个小学案例。有利的政府政策和资金支持已经为扩大创客运动做出了贡献，学校也开发了需要动手和技术支持的创客空间,激发了学生在 STEM 方面的学习兴趣。

斯坦福学习技术改革研究室（FabLearn)主任保罗·比利克斯坦探讨创客教育的功效

（go.nmc.org/fablearn）(Patricia Gomes, *EdSurge*, 26 May 2016.)作为创客运动的开拓者，保罗·比利克斯坦谈论了他的一项工作，即利用交互平台来建立衡量成功的新方式。例如，创客空间可以与技术结合跟踪学生积极和消极的学习行为模式，可以形成更好的、基于数据驱动的教学法。

2.在线学习

在线学习指的是发生在网络上的正式和非正式学习机会。当下，没有网络环境的学校越来越少了，更多学习者期望能学习课程模块和资源，这样就可以随时随地学习新知识和技能了。数字学习包含混合学习方法，在线学习正在走向高潮，270多万美国学生正积极参加在线学习[289]。教育工作者们越来越适应在现有班级和项目中整合不同学习方式，并且越来越多的教育者相信在线学习能够成为在各种教学法实践中开展思维训练的有效助推器[290]。例如，在线学习，尤其是与虚拟现实等沉浸性技术相结合的在线学习，通过模拟有可能帮助并促进学生更好地理解和回应真实生活。在线学习趋势确实包含更多的基于项目的学习、个性化学习和交互式学习[291]。

概述

学校里的在线学习催生了混合学习形式。自从在线学习被写入2014年地平线报告基础教育版后，老师们已经接纳了这种学习形式。有人将在线学习快速发展归因于“1对1”策略的展开和自带设备运动(BYOD)的影响[292]。有杂志预言2-3年之后，每个美国学生都将拥有一台电子设备[293]。他们坚信，借助更强的技术，在线学习在很多美国学校将会成为一种正常活动，尤其是在制造数字作品、获取开放教育资源、利用自适应学习工具等领域。“每个孩子一台电脑”的全球倡议目标旨在提高学生在线学习的机会，特别是针对发展中国家，如卢旺达、哥斯达黎加、印度等[294]。

《与时俱进的基础教育数字化学习》报告中列举了目前多种应用在线学习的案例。在美国，研究者发现成千上万的学生因为家庭教育、医疗问题或者参加体育活动等原因，只能参加在线学习。也有数百万学生利用在线课程拓展课堂所学知识，以完成高阶学习或参与更多灵活的课程。有些课程是有校园资源支持的，另外一些课程没有实体校园支持。在线学习和面对面教学混合的学校，通常还会衍生出在线学校或者针对学业困难学生的不同教育项目[295]。

随着世界范围内学校在线学习的成熟，最佳实践案例已经开始出现。但是，研究表明，要提高学生的成功率还需要更多努力。最近的研究发现，亚利桑那州拉丁裔学生在全网络学习环境下很少放弃学习，而在混合学习中他们却可能会因为交通等方面的困难放弃学习[296]。在加拿大，一项关于农村和偏远地区学生的联合研究发现，如果缺少适当的校本脚手架支持，在线学习是有问题的。研究建议增加一个现场主持人，以保持学生和相关人员之间的联络[297]。同时，在虚拟学习和混合学习的学校，政策需要跟上不断变化的形势。密歇根学习研究所关于问责制的研究指出，提高虚拟学校的学习质量，需要建立起清晰的有关预期和认知的交流方式，增加对学生的支持，明确老师和指导者如何提高学生学习成效的指导方针[298]。

与教学、学习及创造性探究的相关性

通过对过去几年内慕课的发展及其效果的坦诚对话，教育工作者已经很快意识到在线学习必须提供除讲座之外的更多辅助性内容[299]。在线学习资源正在以多种方式进行提炼和合并。例如，EDX高中提供免费在线测试准备和可获得大学学分的AP课程，课程范围从CLEP考试到微积分课程，还可将课程材料整合进一个课程计划[300]。教师也利用在线学习的优势提升他们自身的数字化教学技能。为帮助教师熟悉澳大利亚新的技术课程，阿德莱德大学计算机科学教育研究团队发布了在线课程，包括与初级和中级计算思维相关的介绍性概念和活动[301]。

在线学习的一大优势是课程活动可以随时随地发生。如果学校因恶劣天气情况面临停课时，在线学习可以保障学校正常实施课程计划。伊利诺伊州在冬季会经历周期性极端天气。每当学区在遇到危险预警、健康和安全事故时，都可以启动数字

化学习课程。学生都配备有谷歌笔记本（Chromebooks)确保在家里学习遇到疑问或需求时也能像在学校一样得到反馈，也就是说，学生跟教师或学校职员能够通过电子邮件或聊天的形式进行联系[302]。不同的是，近年来特别流行的翻转课堂是让学生在家观看视频、播客和参与互动讨论。澳大利亚 Regents 公园基督教学校（Regents Park Christian School）的案例便是学生在家观看视频辅导，在线学习其他资源，节省出更多课堂时间进行深入讨论和沉浸式学习活动[303]。

图 27:澳大利亚 15 岁的学生 Kimberley Santos, 在家使用在线技术自助学习。
图片来源：http://www.smh.com.au/nsw

在线学习如果能得到有效的实施，将有助于帮助学生完成学业。在考试失败之后，重修学分、重新学习课程获得丢掉的学分，在学校已经成为常态。如今则可以采用在线重修学分与传统面对面教学相混合的方式。在一些学校，重修学分也刺激了在线学习的发展[304]。洛杉矶统一学校地区就是一个成功案例：在三个月内，他们能帮助 18%的学生通过在线学习重获学分，达到毕业要求[305]。iNACOL 指出，在线重获学分可以激励学生以自己的步调学习，将个性化学习选择和兴趣整合到课程中去，通过移动学习可以方便学生在区域内从一个学校转学到另一个学校[306]。

在线学习的实践案例

在基础教育中使用在线学习的例子，请参阅以下链接：

在线学习平台 APICE

（go.nmc.org/apice)APICE 是巴西科学和工程学在线学习平台，包含丰富的媒体和学习活动。基础学科和技术学科的学生和老师可以选择两门课程，进行在线的科学探索并展示他们的成果。

连接学习创新

（go.nmc.org/mitco）MIT 和其他机构合作发布的连接学习创新组织，正在利用在线学习技术为印度的中学生带来创新和实践性学习经验。其目标是为农村地区收入较低的家庭劳动力搭建接受教育的桥梁。

在课堂中引入基于项目的学习

（go.nmc.org/teacad)通过一个五周的在线课程，向欧洲的教师介绍基于项目学习的概念、教他们学习如何应用于课堂。课程介绍了如何有效沟通、促进学生推动（student-driven）的活动及合理评价活动。

扩展阅读

如果您想了解更多关于“在线学习”的相关内容,请参阅以下文章和资源:

这种数字数学工具能否让教学变得更好？

（go.nmc.org/desmos）(Katrina Schwartz, *MindShift*, 6 April 2016.）一个曾经的数学老师创建了可定制的数学课程来利用在线交互的社会属性。教师使用 Desmos 平台可以制作具有交互的幻灯片，来鼓励学生之间进行更多讨论。

谁正在关注虚拟学校的兴起？

（go.nmc.org/politico）(Darren Samuelson, *Politico*, 23 September 2015.）将在线学习引入基础教育领域的优点包括灵活的学习路径和可负担性，虽然作者意识到虚拟学校的优势，但他仍然怀疑其功效，认为缺乏质量保证的教学体系和有效学习成果的政策指导。

Web2.0 技术在非传统学校的设置

（go.nmc.org/web2.0）(Engin Karahan and Gillian Roehrig, *International Journal of Education in*

Mathematics, Science and Technology, 28 January 2016.)这个案例研究追踪了一组高中学生在社会媒体方面的交互和参与情况。研究发现学生积极性提高可转化为更好的学术表现。

（二）采纳阶段：2~3 年以内

1.机器人

机器人技术指的是围绕机器人开展的设计和应用活动。自动化机器能完成一系列活动。机器人第一次被引入工厂的生产线，是为了简化和提高制造业的生产力，特别是汽车行业的生产力。当前，机器人在开采业、运输业和军事领域也能帮助改善行业的运行状况，他们能够执行那些对于人类来说不安全的和繁琐的任务[307]。全球机器人数量预计到 2020 年翻一番,将增加到四百万台。到 2019 年机器人技术预计将拥有 1350 亿美元的市场价值[308]。这种转变将影响到商业模式和全球经济[309]。机器人技术在 2-3 年内将进入基础教育领域的主流应用，其潜在的用途是促进实践性学习（hands-on learning），特别是在 STEM 学科方面。课程和延伸项目正在整合机器人和编程，以促进学生解决问题的能力、批判性思维和计算思维。最新研究表明，与仿真机器人交互可以帮助有社交障碍的学习者改善沟通和社交技能[310]。

概述

机器人的发展可以追溯到公元前 350 年。当时希腊的数学家阿契塔为了更好地理解飞行的力学原理，建造了一个可以通过蒸汽驱动的鸟[311]。机器人不只是将需要工人手工劳动的活动转为自动活动，还使人们能够模拟、观察并理解复杂的场景。这对帮助学生理解 STEM 概念而进行课堂演示特别有用，像 RobotsLab BOX 这样的工具，能让教师通过平板电脑操控机器人[312]。人工智能是本报告后面的一个主题，其进展大大扩展了这些机器的能力，使更加智能化的机器成为可能，使得机器可以通过经验积累来改善自身的反应，增强适应的功能。从这个意义上讲，随着机器人变得更复杂,有些人担心他们会抢走人类的工作。不过,也有人指出一个更有利的结果，人们可以专注于更为高级的任务[313]。

机器人工业协会的报告指出，汽车工业领域机器人的订单每年都增加 19%，与此同时，该领域的就业机会也在增加。因此,越来越多的学校将程序设计作为必备技能教授给学生[314]。研究人员在塔夫斯大学进行的一项研究中,60 名儿童在学前班参加了一个为期八周的二年级机器人课程，学习基础知识和编码。借助 KIWI 机器人装备和 CHERP 编程模块,小学生使用条件语句成功进行机器人编程，活动非常有趣。研究人员由此得出结论，在儿童早期发展阶段中教授机器人技术对引入和激发学生 STEM 的学习兴趣是有效的[315]。

机器人也越来越多地用在偏远农村社区学生的教育中。在佩里高中（Commodore Perry High School），一个受伤的学生依靠双轮自平衡视频机器人(Double Telepresence robot)参与真实课堂，与同学和老师交流[316]。另一个成功使用机器人的领域是管理特殊教育，特别是针对自闭症障碍(ASD)的学生。多伦多大学一项使用游戏机器人进行语言训练的研究结论指出，机器人的低刺激水平和可预测的行为可以帮助有自闭症障碍的孩子发展沟通技能[317]。的确，机器人为交互式学习提供了一个友好而平易近人的机会。例如，一些中小学生正在使用先进的仿真机器人 Milo，以更好地理解人的情绪、呈现适宜的社会行为。Milo 的面部表情和语音识别技术，以及他的表达能力和激发情绪的积极性都与真人相似;儿童与 Milo 在一起时的参与度能达到 70-80%，而传统情况下只有 3-10%[318]。

与教学、学习和创造性探究的相关性

机器人技术天然地适用于那些鼓励学生发明创造的创客空间和其他以创新为中心的环境。除了受到机器人鼓励之外，儿童在机器人编程过程中也会学到重要的计算机科学技能。本报告前面已经提到,2016 年地平线报告基础教育专家委员会已经将掌握编码技能作为一项关键趋势。在新加坡海军中学，机器人课程已经成为 STEM

实践课程的组成部分。学生们已经制造出机械手臂，正在计划开发一个小型无人驾驶汽车[319]。在爱荷华州，以教授青年编程语言和机器人学为目的的 NewBoCo 夏令营，是为未来技术驱动型的工作做准备[320]。同样，亚利桑那州立大学的乐高俱乐部训练女生的机器人基础编程能力，以激发她们对 STEM 课程的兴趣[321]。

各国政府正在制定 STEM 课程的教育策略，优先考虑的因素包括机器人和机器人活动。例如，最近澳大利亚昆士兰政府，强制学校课程中增加机器人课程[322]，韩国政府机器人教学生英语的重大项目开展了试验[323]。大多数政府资助的机构也在计划投资引进下一代机器人工程师。新泽西州哈林顿中学最近在美国宇航局（NASA）的第 15 届国际遥控工具（remotely operated vehicle）竞赛中排名第三，邀请学生设计能在恶劣海洋条件下使用的机器人。NASA 还主办了第一届机器人比赛，面向 9 到 12 年级的学生解决工程设计问题[324]。

图 28：借助编好的程序，机器人可以执行一系列简单的任务
图片来源：https://theconversation.com/

为了使机器人推动基础教育发展，需要合理地培训教师和工作人员，使其掌握硬件和软件的操作，并能将最佳实践整合到课程中[325]。宾夕法尼亚州立大学 GRASP 实验室的研究生和教师正在为费城学区的中学数学和科学教师创建课程模块。通过国家科学基金会的资助，该计划旨在为每个学校系统地培养新一代的 STEM 领导人，他们可以传承和支持机器人活动[326]。在美国空军学院主办的 2016 年 STEM 培训夏令营中，100 多名科罗拉多州教师在三周内集中学习了编码和机器人技术[327]。

机器人的实践案例

在基础教育中使用机器人学习的例子，请参阅以下链接：

情感智能机器人-Pepper

（go.nmc.org/pepper）Pepper 是一个能感知（表达）情绪的智能机器人。日本学校引入 Pepper 机器人，这创造了机器人第一次进入学校的历史。Pepper 与同学们一起进入高中，它的作用是促进交流，同时作为残疾学生的引导者。

机器人学院

（go.nmc.org/thera）作为教育推广计划的一部分，卡耐基梅隆大学正式启动机器人学院，提高青年人对机器人的兴趣，并为初中和高中教师开发培训课程。

佛蒙特州机器人竞赛

（go.nmc.org/verm）

佛蒙特州 50 所学校正在参加首届机器人竞赛。参与者可以测试机器人的基本结构，分享最佳实践和学习策略，为各种项目交换使用机器人，并学习编码的基础知识。

扩展阅读

如果您想了解更多关于“机器人”的内容， 请参阅以下文章和资源：

机器人在小学如何转变 STEM

（go.nmc.org/howrob）（June Lin, Getting Smart, 2 January 2016.）这篇文章讨论了在课堂上使用机器人的具体途径，包括鼓励团队合作和跨机构合作的竞赛。教师设计机器人活动时，利用现有内容使学生居于主导地位。

儿童教学机器人：这是教育的未来吗？

（go.nmc.org/kidst）（Chris Berdik, The Hechinger Report, 29 April 2015.）作者探讨了一个未来学习场景，学生教机

器人演示他们的知识获取，提高他们的高阶思维。

Cozmo SDK 对于机器人就像 iOS 对于应用程序

（go.nmc.org/cozmo)(Chris Davies, Slash Gear, 11 July 2016.）Anki 开发的 Cozmo SDK 代表着将高级编码培训带入大众市场的新一代机器人。这个巴掌大的机器人英俊而有趣，当年轻人玩游戏和活动时教他们学习编程技能。

2.虚拟现实

虚拟现实指的是在计算机生成的环境中，模拟实际存在的人或物体并获得身临其境的感官体验[328]。基本上，该技术以 3D 图像的形式出现，用户使用鼠标和键盘相互配合操作。现代设备使用户运用手势或触觉设备更为真实地“感受”所展示的物品，通过反馈提供触觉信息。虚拟现实对学习有着令人信服的影响。到目前为止，它已被典型地应用于军事训练。由于图形硬件、CAD 软件以及 3D 打印的展示，虚拟现实技术逐渐成为主流，尤其在视频游戏领域[329]。现如今，头盔式显示器使游戏环境和行动更加逼真[330]。随着游戏和自然用户界面都逐渐应用于课堂中，虚拟现实技术使学习模拟场景更为真实。

概述

虚拟现实技术提供身临其境的模拟世界，可以使人完全沉浸其中。学生在仿真场景中参与体验活动，有助于获取比课本学习更丰富、更深刻的学习[331]。借助虚拟现实技术讲故事也是一个引人入胜的好方法，可以使人全身心浸入其中[332]。用虚拟现实技术呈现内容，当前主要体现在娱乐、体育、营销和教育方面。Goldman Sachs 近期估计，虚拟和增强现实的娱乐收入到 2025 年将达 32 亿美元，而在教育领域将会吸引 1500 万用户[333]。Verge 发布了可用虚拟现实观看的一段对第一夫人奥巴马米歇尔参与社交媒体的访问的视频。360 度视频加上图表式动画创造了虚拟三维空间，观众可以在房间里看见创作团队和工作人员[334]。借助虚拟现实的实时内容也正在积极开发之中。2016 年 4 月，医疗培训机构 Medical Realities 成为首个借助虚拟现实直播外科手术的机构[335]。

目前，虚拟现实的浪潮已融入到主流中，2016 年全球虚拟现实收入高达 8.95 亿美元。该技术的 77%价值来自于由 Oculus、HTC 和索尼公司新推出的高端设备[336]。以体验游戏、视频以及照片为主设计的虚拟现实眼镜和 HTC 耳机与电脑相连，包含一对能够生成三维立体图像和传感器的屏幕和镜头，还有用于监控用户动作并随之相应调整图像的传感器[337]。这项技术不仅应用于游戏平台，智能手机用户去年也可以有许多低成本的虚拟现实产品可供选择。三星齿轮虚拟现实（Gear VR）和谷歌纸板（Cardboard）都运用了智能手机内置屏幕和传感器。到 2025 年，基于这些平台的内容市场预计将达到 54 亿美元[338]。

在基础教育领域，虚拟现实技术作为教育技术工具，通过模拟情境与实施研究活动[339]，正在为学生实习提供以学生为中心的、体验式的以及协作学习的身临其境的环境[340]。随着数字能力的不断增强，学生更愿意采用虚拟现实技术，他们或许已经在娱乐和游戏中体验了该技术的魅力[341]。在近期举办的消费者电子产品展览会上的一项调查显示，37%的与会者表示，由于虚拟现实技术相比其他技术而言，其应用所遇障碍更少，该技术将会对改进教与学方面起到显著的影响[342]。从价钱角度来看，谷歌纸板耳机起价 15 美元，需要配置适度的智能耳机；而专用虚拟现实产品如 Oculus 和 HTC 生产的设备价钱从 300 美元到 999 美元不等，这个价格许多机构仍然认为还可以接受[343]。

与教学、学习及创造性探究的相关性

在促进学生更多参与和获取真实感的学习机会中，虚拟现实技术克服了 STEM 教育中过于理论化缺乏实际体验的不足[344]。美国巴尔的摩市汉普希尔学院八年级科学课的化学教育中已经使用了虚拟现实技术。与国际神经科学网络基金会合作，“魔力”学习（Alchemy Learning）学校配备了虚拟实验室。类似的合作有可能解决许多学校无法支持并维护已认证的实验空间的基础设施问题[345]。虚拟现实的真实体验也可以激发学生在 STEM 领域的兴趣。“洛杉矶广场”是一个非营利的拉丁社区组织，建在印第安纳波利斯，最近组织了一个 STEM 工作坊，向青少年介绍三维图形和虚拟现实[346]。参与者与专家互动，使用印第安纳

大学信息与计算专业提供的最先进的虚拟现实头盔开展虚拟竞赛课程[347]。

图 29：虚拟现实技术：使教育领域做出巨大改变

图片来源：https://marketbrief.edweek.org/marketplace-k-12/virtual-reality-the-next-big- thing-poised-to-transform-education/

对学生来说，全球性地标建筑和胜地通常是借助书本上的图像和屏幕中的视频来了解。Nearpod 是提供互动教育活动的一家软件公司，最近与全景摄影公司 360Cities 合作开发了虚拟现实的学习内容，强化了平台功能[348]。首次为学校设计公开可用的虚拟现实工具[349]，使教师能够将虚拟现实要素整合到课堂中[350]。骑士基金会（Knight Foundation）、Salesforce 创始人马克·贝尼奥夫和 Krillion Ventures 公司将支持 30-40 所学校使用 Nearpod 的虚拟现实活动。比如，美国旧金山的伽利略科学技术学院在近期到旧金山艺术博物馆（Legion of Honor museum）的实地考察中运用了这项技术。十一年级的法国留学生参加了一个寻宝游戏，通过 Nearpod 应用程序可以反复观看他们喜欢的作品并亲身体验印象派艺术和巴黎博物馆[351]。伽利略学院的教师们报道学生们更倾向于使用这一平台完成作业。

虚拟现实以有趣、令人兴奋的方式吸引着学生，也提高了学生的出勤率。2015 年，在澳大利亚、巴西、新西兰、英国和美国的学校开始与谷歌合作开展基于实际用户应用反馈的 beta 测试（beta-test Expeditions），这是一个教育领域的增强现实平台，使用户体验 200 多个虚拟目的地，包括相关描述，主题与问题[352]。试点学校接受教师培训材料和软件,并通过谷歌街景视图，创建新的体验探索式学习[353]。

图 30：Nearpod 引导学校使用免费耳机尝试虚拟现实技术

图片来源：http://www.xconomy.com/san-francisco/2016/02/12/with-free-headsets-nearpod-enticing-schools-to-try-virtual-reality/#

在伊利诺斯州的德斯普兰斯社区综合学院 62 号学区,参与的学生极富好奇心和创造力，从真实场景中获取洞察力[354]。服

务许多低收入家庭学生的学校，教师们采用了这一工具来帮助学生体验难以前去现场的旅程。Beta 测试让 11 个国家的一百万名学生参与到虚拟场地考察中。应用程序 Expeditions 现在已经可以免费在安卓系统获取，苹果 iOS 系统将很快上线[355]。

虚拟现实的实践案例

在基础教育中使用虚拟现实的例子，请参阅以下链接：

遇到“想送你到太空”的虚拟之行

(go.nmc.org/SpaceVR)太空虚拟现实（SpaceVR）使用 360 度三维视频技术，让学生像宇航员穿梭太空一样漫游在太空。该应用程序今年推出，与复合虚拟现实耳机兼容，预计在教育领域的作用是激发学生在 STEM 学科领域开展探索。

教育领域的虚拟现实和增强现实

(go.nmc.org/vrarspain)媒体工作室（inMediaStudio)是一个虚拟和增强现实的生产设施厂商，在西班牙专门致力于数字化学习的发展。该工作室旨在促进浸入式学习、语言学习和特殊教育。

虚拟现实：人类学习的下一阶段

(go.nmc.org/MindCET)一组研究人员和教师们联合开发虚拟现实应用程序，使高中生可以体验物理定律的影响，并使中学生在具有挑战的社会环境中培养同理心。

如果您想了解更多关于“虚拟现实”的内容，请参阅以下文章和资源：

十多种虚拟现实应用程序改变教育

(go.nmc.org/virtualapps)(Deniz Ergurel, *Haptic.al*, 10 May 2016.）虚拟现实的使用使学生沉浸于更低风险、更低成本并无法实现的环境中。本文重点介绍了虚拟现实应用程序正在改变学生学习的方式，为学生创造学习机会并模拟特定的领域，包括人体、外太空以及古埃及寺庙等。

课堂中的增强与虚拟现实

(go.nmc.org/schrockarvr)(Kathy Schrock’s Guide to Everything, accessed 25 July 2016.）教育技术专家提供了一个广泛定期更新的列表，包括工具列表、提示、技巧、应用、资源以及在课堂中使用虚拟和增强现实的最佳实践。

虚拟现实如何强化 STEM 教育

(go.nmc.org/stemvr)(Learning Liftoff, 8 February 2016.）根据美国劳工统计局的数据显示，到 2022 年 STEM 所产生的工作机会将增长 30%。虚拟现实可以帮助学生看到 STEM 实用的一面，并鼓励他们在工具、软件、资源和程序的帮助下投身 STEM 职业生涯。

（三）采纳阶段：4~5 年以内

1.人工智能

计算机科学在人工智能领域用来创造更贴近于人类行为的智能机器[356]。知识工程基于可访问的数据类别、属性以及各种信息集之间的联系，使计算机能够模拟人类感知、学习并做决定。神经网络是人工智能研究的一个重要领域，通过语音识别和自然语音处理的方式，其对于建立更为自然的用户界面极具价值，可以使人类与机器进行交互，就像人类彼此相互交流一样。神经网络通过设计模拟动物大脑的生物功能，对特定的输入如语音和语调，做出解释和回应[357]。随着各种潜在技术的不断发展，人工智能在提高在线学习、自适应学习软件以及更直观的响应并配合学生方面具有很大的潜力。

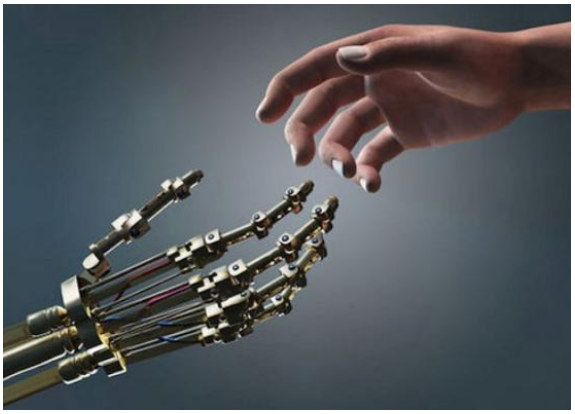

图 31：超级智能机器：未来机器人
图片来源：http://www.livescience.com/29376-rise-of-super-intelligent-robots.html

虽然人工智能在消费领域发展迅速，但它在教育领域却有着很深厚的根基。“人工智能”这一术语最先是在 1956 年达特茅斯学院的一次会议上提出来的，认知科学家预测这将会在他们这一代成功地发展。自 20 世纪 50 年代以来，图灵测试（Turing Test）已作为机器智能的参照标准，要求做到在自然语言对话和现实情景下无法区分机器与人类的语音[358]。设计机器和其附带的软件可以复制人类的思想和行为。然而，实际的进展却比预期要慢的多。继 IBM 推出“深蓝”Deep Blue 后，人工智能领域在 1997 年迅速复燃，深蓝是第一台曾经打败国际象棋特级大师的计算机，随后 2011 年 IBM 推出的 Watson 打败了美国最受欢迎的智力竞赛节目 *Jeopardy* 的两届冠军[359]。

图 32：谷歌机器人 AlphaGo 在象棋比赛中如何打败人类
图片来源：http://www.theatlantic.com/technology/archive/2016/03/the-invisible-opponent/475611/

在 2016 年 3 月，谷歌推出人工智能程序阿尔法狗（AlphaGo），击败了中国古代创立的相当复杂的游戏——围棋的世界冠军。该项事件是人工智能领域和软件深度学习能力的一个重要里程碑---使机器具有在经验中学习的运算能力[360]。随着人类的对手在竞赛中迅速获得对弈能力，起初表现寻常的阿尔法狗（AlphaGo）居然越战越勇，并最终取得胜利[361]。的确，许多流行的描述人工智能的桥段都集中在智能机器与人类抗衡并逐渐成为人类难以控制的对象。人工智能作为很多科幻作品的主题，经常出现人类被打败或被驯服的结局。然而，人工智能技术的首要目标是提高生产率与参与度，以其在日常生活中表现出日益精细的动作为人类提供服务[362]。这将使得人工智能技术在教育领域极具前途。在线教学越来越盛行的背景下，人工智能技术应用的前景广大。

教育机构已成为推进新型人工智能技术应用的主要孵化器。麻省理工学院的计算机科学专业和人工智能实验室近来创造了一项深度学习的运算方式算法。借助该

项应用，人们可以在从连续镜头中截取单一静止图片，可以对视频内容作出细化分析。科学家通过长达 600 个小时的优酷视频播放训练“软件”，这种软件能够识别出人类的交流方式，如握手和拥抱[363]。电子设备终端可以帮助人们更好地了解自我并满足自身需求，一直以来都是人工智能领域前进的关键催化剂。现如今，或许人工智能在现实生活中能够畅行无阻，主要还是得益于它的虚拟助手功能，包括 Alexa（专门发布网站世界排名的网站），Cortana(微软发布的全球第一款个人智能助理）,和 Siri（智能语音控制功能）。这些语音识别技术跟随移动设备持有者的步伐，利用互联网检索定位、为会议设置倒计时提醒，以及越来越多地与人类互动交流[364]。

与教学、学习及创造性探究的相关性

除了上述优势之外，人工智能还有许多其他形式的重要价值。许多学生在遇到人工智能的时候可能没有意识到，因为它被嵌入到自适应学习平台上。这个平台将依据每位学生在虚拟环境中的视频和阅读材料的完成情况，来判断学生对于所给提示与进展的反应，智能软件将会据此对学习者体验进行个性化设计[365]。由于学生在平台上要花费很多时间，智能机器将会更加了解他们,就像老师或同学在一起交流。随着时间的推移，机器将会推送更多定制的学习内容与方法建议。例如，自适应学习方法 Cognii,运用人工智能和自然语言处理来确定基础教育学生的知识体系差距，通过学生对短文的反应能力和对概念的掌握情况来提供实时指导[366]。最终，自适应平台还可以进行个性化评估，并提供定制的学习内容与相应支持，以帮助学生有效应对需要付出更多努力才能掌握的学科领域。

人工智能技术在全球基础教育领域得到广泛应用至少需要经历五年时间。之后，更为复杂的学习应用软件才逐渐出现。聊天机器人就是人工智能的一种形式。在学生面临挑战时,它可以提供强有力的支持。当学生在家开展在线作业时，他们一般用电子邮件向老师提出问题或必须等到上课才能提问。在最近的一次访谈中，比尔盖茨对聊天机器人进行了深入的探索，发现它可以作为个人的虚拟导师，为学生提供实时交互和反馈[367]。随着技术的日益完善，这些人工智能的技术将会针对所有学习者的语言、手势以及音调中的微妙差异，做出更好地解释和反应。皮尔森近期的报告“智能释放”中推测，人工智能软件所具有的广泛的、定制的反馈能够最终淘汰传统测试[368]。作者还提供了充分证明，教育系统必须随着人工智能的推进而升级。

最后，人工智能对于增强学习者创造性探究能力和非正式学习也具有很大潜力。由于技术研发机构持续追踪用户行为并不断做出改进，一些科技巨头如谷歌、亚马逊和微软公司已经在改变人们探究、发现和交流信息的方式[369]。迅速发展的图像识别和自然语言处理技术，可望大大减少人们搜寻信息的时间[370]。学习者必须借助刻苦钻研来寻找所需要的设计方案或学术答案的状态将会被改变，因为人工智能可以根据用户先前表现出来的特定兴趣进行识别，并迅速将整合成为对用户最有用的数据加以推送。同样，当人们经常使用技术学习的过程中，技术也在不断地根据人的需求积累更多相关知识。

人工智能的实践案例

在基础教育中使用人工智能的例子，请参阅以下链接：

特殊教育中的人工智能

（go.nmc.org/aispec)人工智能越来越多地用来为儿自闭症儿童提供有效支持。伦敦知识实验室 Topcliffe 小学开展试验，自闭症学生与半自动虚拟男孩安迪开展互动交流，研究人员发现自闭症学生在社交能力方面有进步。

人工智能软件 Geekie

（go.nmc.org/geekie)自适应学习在拉美地区刚刚兴起。André Urani 市政学

校的学生使用人工智能软件 Geekie 观看在线课程，包括很多视频和练习。Geekie 为学生提供每一步的实时反馈并随着学习的进展传授更为精细的课程内容。

在远程实验室平台上的智能教学辅导系统

（go.nmc.org/inteltu）突尼斯苏斯国家工程学院的研究人员正在研究开发基于网络的人工智能教学系统。该系统能够识别学生在任何地方开展科学实验的面部表情。这项技术的目标是优化远程虚拟实验室的教学过程。

如果您想了解更多关于“人工智能”的内容，请参阅以下文章和资源：

人工智能与教室：促进还是毁坏？

（go.nmc.org/helpor）(Matthew Lynch, *Education Week*, 28 March 2016.) 世界经济论坛预测，到 2020 年，全球至少有五百万个工作岗位将会实现自动化。本文讨论了基础教育中人工智能的好处，其中涉及一对一辅导和定制化的学习模块，但同时也存在无法预料的教学质量下降问题。

人工智能对教育意味着什么

（go.nmc.org/whatai） (Anya Kamenetz, *NPR*, 16 March 2016.) 本文探索了人工智能在游戏中的应用，援引相关资源并提出与学习相融合的假设。例如，人工智能可以提出经过缜密思考的问题并给学生建议，当学生遇到有挑战性的活动时帮助他们。

人工智能下一个阶段做什么？

（go.nmc.org/whatsnex） (Yann LeCun et al., *The Wall Street Journal*, 14 June 2016.)脸谱网、创始人基金、牛津大学和百度的人工智能专家联合发表了一篇文章，深入研究了深度学习的下一波产品，关注的是自驾卡车的发展以及机器智能化问题。

2.可穿戴设备

可穿戴设备指的是被用户以配饰形式（例如珠宝首饰或眼镜）应用于工作生活和学习活动的智能设备。智能纺织品也可以将衣物产品，如鞋或夹克与其他设备相连接。可穿戴形式将便利的设备融入到用户的日常生活中，与个人的睡眠、运动、位置等方面数据以及社交媒体等无缝衔接并保持持续追踪。头盔式可穿戴设备如 Oculus Rift 虚拟现实眼镜和“谷歌纸板”（*Google Cardboard*）可以促进沉浸式虚拟现实体验[371]。为了更精确地量化自我，如今的可穿戴设备不仅能够追踪人们的去向，做什么事情以及所花费的时间，而且可以判断人们的愿望以及何时能够实现[372]。由于课堂活动可以涵盖不同学科的教学设计、建模和编程，所以这种设备也有可能吸引很多参与 STEAM 学习的学生[373]。

概述

苹果[374]、三星[375]和谷歌[376]公司的产品让可穿戴技术设备成为风靡大众的时尚。人们借此能够监测自身行为数据并完成特定任务。可穿戴设备中的一项主要技术—具有虚拟现实功能的头盔，在本报告中已经多次提及。英国移动咨询公司 CCS Insight 预计，到 2020 年底，全球可穿戴技术市场将会有 4.11 亿台设备出售[377]，预计其销售额将达到 340 亿美元。随着可穿戴技术变得越来越成熟，消费者会发现，基于用户的行为模式，位置定位将越来越个性化[378]。这一领域的领导者还预测，可穿戴技术的未来将会向植入式方向发展，或者将设备直接植入到人体内[379]。同时，分析师预测可穿戴设备在教育领域的使用率将会持续激增：在未来五年内，相关研究与市场已经预测，美国学校可穿戴设备的使用率将会达到 46%[380]。市场研究公司 Technavio 明确指出，降低可穿戴技术的价格作为其前行的动力与可穿戴设备自身的发展潜力共同来激发学生的热情，借此来促进创新、动手的学习活动[381]。

图 32：如何设置并在苹果手表上使用苹果支付
图片来源：
http://www.wareable.com/apple-watch/apple-watch-how-and-where-to-pay-us-uk-2231

最新的消费类应用设备不仅能够测量并记录数据，还能提供及时灵活的帮助，帮助用户了解自身身体与周围环境的关系。伦敦一家设计公司 startup Vinaya 引进了健康手环 Zenta，该设备通过生物信息与其他应用程序数据相整合，旨在帮助用户确定压力的原因和平衡身体与情感的所需；例如，不稳定的睡眠状态将会促使 Zenta 提示用户练习瑜伽或放松的技巧[382]。同样还有一款设备叫 Muse，配有传感器的大脑感应发带，提供实时反馈并通过音频信号指导用户改进深度思考。高校的研究人员在教学实验中使用 Muse，用于探索大脑活动与学习成效之间的联系[383]。随着可穿戴设备在基础教育领域逐渐成为主流应用，基础教育教室中可以看到关于将学生身心变量与其学业成绩相连接的设备。

可穿戴技术帮助用户在实现目标的过程中及时调整他们的行为。很多应用产品源于量化自我运动理念，旨在改善人们的健康与体质。在英超联赛中，莱斯特市的球员与南安普顿足球俱乐部的球员在训练期间佩戴传感器，用来收集球员运动和碰撞过程中的数据。由于采用了该技术，整个团队受伤人员变少了[384]。一些学校还将可穿戴设备引进到体育课中，通过实时反馈和基于学生个人技能掌握的成绩使该课程更加个性化。在明尼苏达州的 Westonka 学校的学生们使用 Heart Zone 系统，用于跟踪测量心率、心速、距离等。该区域采取这套系统来促进体育课的参与率并推动

全民健身。教育家们发现可穿戴设备有助于培养学生动机并增强学生学习兴趣[385]。

与教学、学习及创造性探究的相关性

在澳大利亚新的国家技术课程体系下，可穿戴技术能够完成多项成果，指导学校为学生创设学习机会，引导学生全身心投入思考，设计并通过技术手段探索对现在及未来需求的解决方案[386]。教育咨询公司CLWB开展了STEM工作坊，教师们使用导电丝对智能配件设计并编程[387]。正如本报告所谈论的关于反思教师角色的话题，持续的专业发展机会将有助力教育工作者探索将可穿戴设备融入到项目和积极的学习环境中[388]。学校也希望可穿戴设备能够满足灵活的课堂结构需要。以色列的MUV交互系统引进了BIRD，这是一个蓝牙设备，戴在手指上，在电脑或手机屏幕上展现互动内容。学生可以在教室的任何位置进行演示，并在他们的座位上操作数据，教师们可以在学生群体中移动并促进参与式体验[389]。

许多领导人意识到，可穿戴技术和创客行动为增强女生对STEM学科的兴趣提供了新途径。Jewelbots是一家从事可编程手镯的专业公司。该手镯能够帮助女生学习代码。这家公司的女性创始人指出，她们的产品指向更多年轻女性，使她们通过享受技术的乐趣进入到STEM职业领域[390]。在科罗拉多州立大学设计与商品推销专业的一年一度的基础时尚夏季项目中，来自中

图33：鼓励女生使用可穿戴设备学习STEM
图片来源：http://iq.intel.com/jewelbots-inspires-girls-into-stem-with-programmable-wearables/?_topic=fashion

学的女生可以体验可穿戴设备、3D打印、计算机辅助设计等[391]。同样地，澳大利亚的维多利亚大学为女中学生举办了以“工程：女性可以从事的一项伟大事业”为主题的工作坊，教授电子纺织品设计，使用Arduino软件创作智能服装。参与者在国家科学周活力时尚跑道栏目中展示了她们的作品[392]。

教育工作者利用可穿戴设备的网络功能可以帮助学生认识自身在全球共同体中的角色。联合国儿童基金会为6000名芝加哥的小学生提供健康追踪器，用来鼓励学生参与增强生命能力的运动。学生行走的脚步作为依据，用来兑换食物包送给世界上缺乏营养的儿童。儿童能量（Kid Power）项目，作为联合国儿童基金会为运动设计的耐用的可穿戴技术中一部分，帮助学生理解集体行动的力量以及他们各自在实施积极变革过程中的职责。可穿戴技术的创新也可以为残疾学生更换教育形式[393]。两所大学的学生发明了SignAloud智能手套，将美国手语交流通过蓝牙转化成语音或文字版本。该手套能帮助聋人或听力困难的人更为顺畅的与人交流，为帮助其他人培养签名技能提供了学习的桥梁[394]。

可穿戴设备的实践案例

在基础教育中使用可穿戴设备的例子，请参阅以下链接：

阿迪达斯为中小学生带来健康追踪产品

（go.nmc.org/adizone ）阿迪达斯近期与健康互动技术联手，开发了一个耐用的腕带Zone以追踪学生在体育课上的心率。教师们可以从中央控制台获取数据，追踪学生的进展并提供针对性的指导。

对创客的渴望

（go.nmc.org/trackmake ）美国国家科学基金会资助了一项研究，关于使用可穿戴技术追踪青年人在创客空间中参与与投入的程度。调查人员希望更好地了解如何将长期保持的活动与个人利益发展相结合。

中学女生设计可穿戴技术

（go.nmc.org/steamgirls)康涅狄格州的学生负责将传感能力融入到服装设计中，她们在获取电子电路实践经验的同时，也创造了自己的可穿戴技术。

扩展阅读

如果您想了解更多关于“可穿戴技术”的内容，请参阅以下文章和资源：

教育领域个人的可穿戴技术：价值还是邪恶？

（go.nmc.org/wearabletech)(Arlene C. Borthwick et al., *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 2015.）作者回顾了将可穿戴技术融入到基础教育课堂中的道德和隐私方面的考虑，讨论了设备对于帮助教育工作者使用通用设计原理满足各种学生需求的潜力。

可穿戴技术和各种学校：我们在哪儿与我们能去哪儿？

（go.nmc.org/wearwhere）(Brian K. Sandall, *Journal of Curriculum, Teaching, Learning, and Leadership in Education*, May 2016.）介绍了可穿戴技术如何被引入教学，本文将深入探索学校在运用有意义的技术手段来实现教学方面所需要面对的挑战。

在教室中的可穿戴技术：哪些可用、怎么用？

（go.nmc.org/wearclass）(David Nield, *The Guardian*, 28 July 2015.）虚拟现实技术和其他的沉浸式可穿戴技术可以促进创造式学习体验，包括数字化实地考察和跨机构合作。分析人士预测，随着产品市场愈加成熟，其他的教育产品将会出现。

新媒体联盟地平线项目 2016 基础教育版专家

Samantha Adams Becker
Co-Principal Investigator
New Media Consortium
United States

Keith Krueger
Co-Principal Investigator
CoSN
United States

Michele Cummins
Research Manager
New Media Consortium
United States

Roger Blamire
European Schoolnet
Belgium

Arjana Blazic
IX. gimnazija, Zagreb
Croatia

Deirdre Butler
St. Patrick's College, Dublin
Ireland

Adam Carter
Schutz American School
Egypt

Chun-Yen Chang
National Taiwan Normal University
Taiwan

Leslie Conery
Banyan Tree Partnerships, LLC
United States

Robert Craven
Computer Using Educators (CUE)
United States

Helen Crompton
Old Dominion University
United States

David Deeds
Yew Wah International Education School of Yantai
China

Michael Dezuanni
Queensland University of Technology
Australia

Claus Gregersen
Herning Gymnasium
Denmark

Lisa Gustinelli
St. Thomas Aquinas High School
United States

Matt Harris
British School of Jakarta
Indonesia

Tony Inglese
Batavia Public Schools

Kevin Johnson
Osaka YMCA International School
Japan

Alexa Joyce
Microsoft
United States

Joani Kay
Mountain Brook School District
United States

Alice Keeler
California State University Fresno
United States

Rolland Kornblau
California Educational Technology Professionals Association
United States

Michael Lambert
Concordia International School of Shanghai
China

Maria Langworthy
Microsoft
United States

Kellie Lauth
Adams12 Five Star Schools
United States

Peter Lelong
Tasmanian Catholic Education Office / University of Adelaide
Australia

Guy Levi
Center for Educational Technology
Israel

Adrian Lim
Infocomm Development Authority
Singapore

Julie Lindsay
Flat Connections
Australia

Marcia Mardis
Florida State University
United States

Cristiana Mattos Assump ̧ao

Brandon Olszewski
ISTE
United States

Sandra Paul
Sayreville Public Schools
United States

Brandon Petersen
Douglas County School District
United States

Alex Podchaski
Oak Knoll School of the Holy Child
United States

Mike Porter
Littleton Public Schools
United States

Jon K. Price
Intel Corporation
United States

Jenny Grant Rankin
University of Cambridge
United States

Tom Ryan
eLearn Institute
United States

Giselle Santos
Cultura Inglesa S/A
Brazil

Kathy Schrock
Wilkes University
United States

Len Scrogan
Future Talk
United States

Jeremy Shorr
Teaching Institute for Excellence in STEM
United States

Daniela Silva
Qatar Foundation Schools
Qatar

Cheryl Steighner

United States

Shafika Isaacs
Independent Digital Learning Consultant
South Africa

Mike Jamerson
Bartholomew Consolidated School Corporation
United States

Øystein Johannessen
Nordland County Council
Norway

Colégio Bandeirantes
Brazil

Kim McMonagle
Poudre School District
United States

Bob Moore
Dallas Independent School District
United States

Jan Morrison
Washoe County School DistrIct
United States

Laura Motta
Board of Uruguay Teacher Education & Plan Ciebal
Uruguay

Camelot Elementary School
United States

Nada Stojičević
Elektrotehnička škola "Nikola Tesla"
Serbia

Kari Stubbs
BrainPOP
United States

Michael Taylor
ISS International School
Singapore

尾注

[1] http://www.independent.co.uk/news/world/europe/finland-schools-subjects-are-out-and-topics-are-in-as-country-reforms-its-education-system-10123911.htm

[2] https://www.whitehouse.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all

[3] http://www.edutopia.org/practice/teaching-group-work-building-student-collaboration-and-agency

[4] http://www.theatlantic.com/education/archive/2015/11/no-tests-grades-classes/415509/

[5] http://www.techinsider.io/innova-schools-in-peru-offer-great-education-for-cheap-2015-

[6] http://flippedclass.com/five-observations-about-flipped-learning-in-asia/

[7] https://thejournal.com/Articles/2015/08/25/3-Ways-Mobile-Technology-Is-Transforming-Learning-Spaces.aspx?Page=1

[8] http://centerforgreenschools.org/school-buildings-have-remarkable-effect-how-students-learn-and-teachers-teach

[9] https://www.edsurge.com/news/2016-07-11-the-secret-to-architecture-s-pivotal-role-in-the-future-of-k-12-learning

[10] http://www.educationdive.com/news/how-school-building-classroom-design-can-affect-learning/422537/

[11] https://consumer.healthday.com/mental-health-information-25/behavior-health-news-56/the-abcs-of-successful-classroom-design-693373.html

[12]https://www.researchgate.net/publication/299289498_Does_the_space_make_a_difference_Empirical_retrospective_of_the_impact_of_the_physical_learning_environment_on_teaching_and_learning_evaluated_by_the_New_Generation_Learning_Spaces_Project

[13] https://webspm.com/articles/2016/06/01/student-centered-design.aspx

[14] http://www.eschoolnews.com/2016/07/19/how-flexible-learning-spaces-improve-active-learning/

[15] http://www.centerforgreenschools.org/green-schools-are-better-budgets

[16] http://sdpl.coe.uga.edu/research/daylightingstudy.pdf (PDF)

[17] http://www.wseas.us/e-library/conferences/2013/Malaysia/MACMESE/MACMESE-20.pdf (PDF)

[18] https://www.epa.gov/iaq-schools/how-does-indoor-air-quality-impact-student-health-and-academic-performance

[19] http://www.stuff.co.nz/national/education/76900902/Future-proofing-New-Zealand-classrooms

[20] http://www.education.govt.nz/school/property/state-schools/design-standards/flexible-learning-spaces/

[21] http://www.education.govt.nz/school/property/state-schools/design-standards/#summary

[22] http://www.dec.nsw.gov.au/about-the-department/our-reforms/innovative-education-successful-students

[23] http://www.dec.nsw.gov.au/about-us/news-at-det/media-releases1/first-look-at-nsw-classrooms-of-the-future

[24] https://msd.unimelb.edu.au/learning-environments-applied-research-network-learn

[25] http://e21le.com/project/

[26] http://www.oerestadgym.dk/en

[27] http://www.techinsider.io/innova-schools-in-peru-offer-great-education-for-cheap-2015-7

[28] http://bie.org/about/what_pbl

[29] http://www.ed.gov/oii-news/competency-based-learning-or-personalized-learning

[30] https://www.challengebasedlearning.org/pages/about-cbl

[31] http://www.newtechnetwork.org/blog/authentic-learning-pathway-all-student-success

[32] https://medium.com/bright/how-schools-should-change-8bda829ee97c#.wky9fi2a1

[33] https://blog.linkedin.com/2016/04/12/will-this-year_s-college-grads-job-hop-more-than-previous-grads

[34] http://generationz.com.au/characteristics/

[35] http://blogs.edweek.org/edweek/leadership_360/2015/05/schools_need_to_change_and_so_does_society.html

[36] http://www.fastcompany.com/3043387/sector-forecasting/5-big-ways-education-will-change-by-2020

[37] http://www.eschoolnews.com/2015/06/18/scandinavian-schools-291/

[38] http://www.kunskapshubben.se/

[39] https://www.theguardian.com/teacher-network/2015/feb/11/schools-students-traditional-teaching

[40] http://www.nytimes.com/2016/08/10/technology/facebook-helps-develop-software-that-puts-students-in-charge-of-their-lesson-plans.html?_r=0

[41] http://www.independent.co.uk/news/world/europe/finland-schools-subjects-are-out-and-topics-are-in-as-country-reforms-its-education-system-10123911.html

[42] http://www.educationdive.com/news/what-do-grades-mean-many-schools-are-rethinking-policies/422216/

[43] https://www.washingtonpost.com/local/education/is-it-becoming-too-hard-to-fail-schools-are-shifting-toward-no-zero-grading-policies/2016/07/05/3c464f5e-3cb0-11e6-80bc-d06711fd2125_story.html

[44] http://amped.strikingly.com

[45] https://www.youtube.com/watch?v=8QJTp-xxrxU

[46] http://www.forbes.com/sites/adrianalopez/2015/03/27/entrepreneurs-are-changing-the-future-of-education-by-starting-new-schools-in-new-orleans/#1fb7b34c18ff

[47] http://www.theatlantic.com/education/archive/2016/07/education-without-traditional-classes/491987/

[48] http://fairchildwheeler.org/

[49] http://www.cte.cornell.edu/teaching-ideas/engaging-students/collaborative-learning.html

[50] https://eacea.ec.europa.eu/sites/eacea-site/files/documents/flcp-guidelines-en.pdf (PDF)

[51] http://www.julielindsay.net/2014/08/who-says-global-collaboration-is-hard.html

[52] http://www.times.co.nz/front-page-feature/educators-to-build-classroom-connections-between-nz-and-singapore.html

[53] http://www.financialexpress.com/industry/jobs/can-technology-reshape-the-future-of-education/229979/

[54] http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf (PDF)

[55] http://tech.ed.gov/netp/teaching/

[56] http://www.theatlantic.com/education/archive/2015/09/introverts-at-school-overlook/407467/

[57] http://www.p21.org/our-work/4cs-research-series/collaboration

[58] https://www.teachervision.com/pro-dev/cooperative-learning/48531.html

[59] http://www.educatoronline.com.au/news/students-gear-up-to-challenge-the-world-218412.aspx

[60]http://www.ngcproject.org/

[61] http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4195269/

[62] http://www.ascd.org/publications/books/112012/chapters/Cooperative-Learning.aspx

[63] http://www.educationworld.com/a_news/technology-driven-collaborative-teaching-drives-social-and-emotional-development-students

[64]http://blogs.edweek.org/edweek/education_futures/2016/06/trends_in_tech_how_schools_can_access_the_future_now.html

[65] https://www.edsurge.com/news/2016-05-19-what-a-decade-of-education-research-tells-us-about-technology-in-the-hands-of-underserved-students

[66] http://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/about_en

[67] http://colab.eun.org/

[68] http://www.edutopia.org/practice/teaching-group-work-building-student-collaboration-and-agency

[69] http://www.edutopia.org/practice/team-problem-solving-paving-path-success-every-student

[70] http://k12teacherstaffdevelopment.com/tlb/how-can-schools-help-build-a-collaborative-culture-to-improve-student-outcomes/

[71] https://thejournal.com/articles/2016/06/16/duke-student-project-intends-to-enhance-latino-students-english-skills.aspx

[72] http://signofthekite.com/engineering-active-learning-in-3d-virtual-worlds/

[73] https://thejournal.com/articles/2016/06/20/smithsonian-launches-learning-lab-to-create-share-resource-collections.aspx

[74] http://sophia.stkate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1038&context=maed

[75] http://www.educationdive.com/news/how-teachers-are-using-technology-to-change-the-classroom/417372/

[76] http://www.hewlett.org/programs/education/deeper-learning

[77] http://www.mycoracle.com/news/opinions/differences-between-active-and-passive-learning

[78] https://en.wikipedia.org/wiki/Problem-based_learning

[79] http://bie.org/about/what_pbl

[80] http://www.challengebasedlearning.org/pages/about-cbl

[81] http://www.teachinquiry.com/about/

[82] https://www.edsurge.com/news/2016-07-20-what-would-abe-lincoln-s-social-media-campaign-look-like-a-new-classroom-use-for-twitter-and-facebook?platform=hootsuite

[83] http://techtips-ccsd.blogspot.com/2015/09/tuesday-tech-tip-colorado-digital.html

[84] http://bie.org/blog/living_in_beta_pbl_and_technology

[85] http://bie.org/blog/research_brief_pbl_helps_students_become_better_decision_makers

[86] http://educationpolicy.air.org/sites/default/files/Brief-DeeperLearning.pdf (PDF)

[87] http://www.oph.fi/english/current_issues/101/0/what_is_going_on_in_finland_curriculum_reform_2016

[88] https://www.youtube.com/watch?v=4ipk3dWsrXE

[89] http://www.engagingscience.eu/en

[90] http://www.newtechnetwork.org/

[91] http://www.edtechmagazine.com/k12/article/2015/06/21st-century-students-crave-deeper-learning

[92] http://www.golabz.eu/

[93] http://flippedclass.com/five-observations-about-flipped-learning-in-asia/

[94] http://www.edutopia.org/blog/inquiry-based-learning-asking-right-questions-georgia-mathis

[95] http://dailytekk.com/2015/04/07/what-is-coding-15-facts-for-beginners/

[96] https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/

[97] https://code.org/files/Code.orgOverview.pdf (PDF)

[98] http://www.schooleducationgateway.eu/en/pub/news_events/computer_programming_and_codin.htm

[99] http://www.theatlantic.com/education/archive/2015/05/the-economic-importance-of-teaching-coding-to-teens/393263/

[100] http://www.nytimes.com/2014/03/24/world/europe/adding-coding-to-the-curriculum.html?_r=0

[101] https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/coding-21st-century-skill

[102] http://www.theage.com.au/national/education/coding-education-in-schools-crucial-as-english-and-maths--or-is-it-20150529-ghct42.html

[103] http://schools.nyc.gov/community/innovation/ConnectedFoundations/EDL/default.htm

[104] http://www.schooleducationgateway.eu/en/pub/news_events/computer_programming_and_codin.htm

[105] http://www.techrepublic.com/article/tasmanian-primary-schools-to-roll-out-coding-curriculum/

[106] http://www.siliconbeat.com/2016/04/26/bigger-push-funding-coding-classrooms/

[107] https://code.org/learn

[108] https://www.whitehouse.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all

[109] https://www.theguardian.com/technology/2014/sep/04/coding-school-computing-children-programming

[110] http://www.govtech.com/education/Education-Hackathon-Aims-to-Narrow-Digital-Divide.html

[111] https://girlswhocode.com/about-us/

[112] http://girlswhocode.com

[113] http://www.schoolreportonline.com/help-choosing-school/benefits-learning-coding-schools/

[114] https://jchild.edublogs.org/2016/04/29/coding-in-our-library-makerspace/

[115] http://mobilefuture.org/the-rise-of-mobile-11-6-billion-mobile-connected-devices-by-2020/

[116] http://www.edudemic.com/creativity-in-the-classroom/

[117] https://www.weforum.org/agenda/2015/12/how-can-we-encourage-creativity-in-the-classroom/

[118] http://www.iier.org.au/iier25/balkar.html

[119] http://www.eschoolnews.com/2016/01/12/what-do-we-really-mean-by-risk-taking-in-the-classroom/

[120] http://scholarworks.uark.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1014&context=cieduht

[121] http://www.theedadvocate.org/stealth-assessment-reimagining-teaching-and-learning-for-the-21st-century/

[122] https://www.nwea.org/blog/2016/take-three-55-digital-tools-and-apps-for-formative-assessment-success/

[123] http://www.p21.org/our-work/p21-framework

[124] http://www.theedadvocate.org/stealth-assessment-reimagining-teaching-and-learning-for-the-21st-century/

[125] http://ikeepsafe.org/copyright/

[126] http://www.authorsalliance.org/2016/02/25/international-fair-use-developments-is-fair-use-going-global/

[127] http://fairuseweek.org/

[128] http://thelamp.org/

[129] http://www.theatlantic.com/education/archive/2015/11/no-tests-grades-classes/415509/

[130] https://www.edsurge.com/news/2016-04-06-using-project-based-learning-to-turn-students-into-responsible-data-consumers

[131] http://www.teachhub.com/minecraft-classroom-teaches-reading-writing-problem-solving

[132] https://www.theguardian.com/world/2016/jul/01/no-grades-no-timetable-berlin-school-turns-teaching-upside-down

[133] http：//www.edu.gov.on.ca/eng/general/elemsec/job/passport/experiential.html

[134] https：//www.education.ie/en/Publications/Policy-Reports/Digital-Strategy-for-Schools-2015-2020.pdf (PDF)

[135] http：//www.cosn.org/focus-areas/leadership-vision/digital-equity-action-agenda

[136] http：//www.education.govt.nz/ministry-of-education/specific-initiatives/investing-in-educational-success/

[137] http：//imaginarium.dpsk12.org/about

[138] http：//www.enterpriseinnovation.net/article/singapore-schools-pilot-adaptive-learning-895119811

[139] http：//edglossary.org/authentic-learning/

[140] http：//ww2.kqed.org/mindshift/2014/12/03/what-meaningful-reflection-on-student-work-can-do-for-learning/

[141] http：//www.nysan.org/wp-content/uploads/2016/01/WHITEPAPER2016.pdf (PDF)

[142] http：//net.educause.edu/ir/library/pdf/eli3009.pdf (PDF)

[143] http：//teachthought.com/pedagogy/5-barriers-to-more-real world-teaching-and-learning/

[144] http：//digitalpromise.org/2015/11/16/identifying-the-top-four-challenges-in-k-12-education/#Challenge1

[145] http：//www.kcneighborhoodacademy.org/the-drew-model/collaborative-leadership

[146] http：//apprenticeshipswork.org.uk/apprentices/benefits-apprenticeships/

[147] http：//www.blackenterprise.com/education/students-learn-about-business-by-running-one/

[148] https：//veinternational.org/blog/2016-global-business-challenge-recap/

[149] http：//www.edu.gov.on.ca/eng/general/elemsec/job/passport/experiential.html

[150] http：//www.bbc.com/news/education-35401365

[151] http://www.schooleducationgateway.eu/downloads/entrepreneurship/40.7%20OECD%20(2015)_The%20Entrepreneurial%20School.pdf (PDF)

[152] https：//sites.google.com/a/syd.catholic.edu.au/real world-learning-tool-box/

[153] http：//www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4798802/

[154] http：//www.uvm.edu/~cems/?Page=news&storyID=22218&category=cems

[155] http：//www.nhm.org/nature/blog/citizen-science-third-graders-changing-world-one-observation-time

[156] http://www.iste.org/standards/ISTE-standards/standards-for-teachers

[157] https：//thejournal.com/Articles/2016/04/25/Teachers-Role.aspx

[158] http：//www.edutopia.org/blog/8-pathways-empathy-in-action-marilyn-price-mitchell

[159] http：//www.channelnewsasia.com/news/singapore/in-age-of-technology/2098210.html

[160] https：//thejournal.com/articles/2016/04/18/blended-learning-a-definition.aspx

[161] https：//www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492889/DCMSDigitalSkillsReportJan2016.pdf (PDF)

[162] http：//www.p21.org/news-events/p21blog/1791-the-changing-roles-of-teachers-what-research-indicates-part-i-of-ii-

[163] https：//news.samsung.com/us/2015/06/23/survey-finds-majority-of-teachers-do-not-feel-prepared-to-use-technology-in-classrooms/

[164] http：//www.edutopia.org/blog/modern-professional-learning-plc-pln-vicki-davis

[165] http：//hechingerreport.org/teachers-colleges-struggle-to-blend-technology-into-teacher-training/

[166] http：//www.edutopia.org/blog/student-centered-learning-starts-with-teacher-john-mccarthy

[167] http：//gettingsmart.com/2016/02/11-elements-of-learner-centered-stem/

[168] http：//www.etf.europa.eu/web.nsf/pages/CPD_Proposals_Launch_EN

[169] http：//www.edutopia.org/blog/high-possibility-classrooms-tech-enhanced-learning-jane-hunter

[170] http：//theconversation.com/australian-teachers-get-fewer-training-days-than-in-other-countries-and-turn-to-online-courses-for-support-55510

[171] http：//education.qld.gov.au/staff/development/employee/teachers/developing-our-teachers.html

[172] https：//www.education.ie/en/Publications/Policy-Reports/Digital-Strategy-for-Schools-2015-2020.pdf (PDF)

[173] http：//www.schooleducationgateway.eu/en/pub/teacher_academy.htm

[174] http：//www.eun.org/news/detail?p_p_id=webcontentbrowser_WAR_eunbaseportlet_INSTANCE_7dwF&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-3&p_p_col_count=1&_webcontentbrowser_WAR_eunbaseportlet_INSTANCE_7dwF_action=view-detail&_webcontentbrowser_WAR_eunbaseportlet_INSTANCE_7dwF_groupId=43887&_webcontentbrowser_WAR_eunbaseportlet_INSTANCE_7dwF_articleId=6297513

[175] http：//tpackcases.org/

[176] http：//www.edtechmagazine.com/k12/article/2016/06/technology-starts-professional-development-and-training

[177] http：//onlinepresent.org/proceedings/vol127_2016/16.pdf (PDF)

[178] http：//www.cosn.org/focus-areas/leadership-vision/digital-equity-action-agenda

[179] http：//www.pewresearch.org/fact-tank/2015/04/20/the-numbers-behind-the-broadband-homework-gap/

[180] https：//gosa.georgia.gov/connections-classrooms-improving-school-internet-connectivity-and-enabling-digital-learning

[181] http：//neatoday.org/2016/04/20/the-homework-gap/

[182] https：//fiber.google.com/about/

[183] https：//www.theguardian.com/global-development/2016/feb/22/secret-formula-bridging-digital-divide-1-for-2-alliance-for-affordable-internet-access

[184] https：//www.fcc.gov/general/e-rate-schools-libraries-usf-program

[185] http：//www.setda.org/priorities/equity-of-access/e-rate-modernization/

[186] http：//www.edweek.org/ew/collections/blended-learning-special-report-2015/

[187] http：//www.edtechmagazine.com/k12/article/2015/08/kajeet-overcoming-k-12-digital-divide-education-broadband

[188] http：//www.educationsuperhighway.org/challenge/

[189] http：//www.internet2.edu

[190] http：//web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/AFRICAEXT/0,,contentMDK：21935594~pagePK：146736~piPK：146830~theSitePK：258644,00.html

[191] https：//gemreportunesco.wordpress.com/2016/03/04/kenyas-primary-schools-or-those-with-electricity-to-get-laptops-any-time-now/

[192] http：//www.rand.org/pubs/issue_papers/IP231/index2.html

[193] http：//www.edtechmagazine.com/k12/article/2015/12/6-ways-new-national-education-technology-plan-could-help-close-achievement-gap

[194] http：//www.cnet.com/news/obama-unveils-connecthome-to-get-low-income-households-online/

[195] https：//www.whitehouse.gov/issues/education/k-12/connected

[196] http：//www.cheapinternet.com/low-income-internet/internet-essentials

[197] http：//time.com/facebook-world-plan/

[198] https：//info.internet.org/en/2015/01/22/internet-org-app-available-in-ghana/

[199] http：//www.cosn.org/focus-areas/leadership-vision/digital-equity-action-agenda

[200] https：//thejournal.com/Articles/2016/05/25/4-Ways-Schools-Are-Overcoming-Flipped-Learning-Equity-Challenges.aspx?Page=1

[201] https：//www.meritalk.com/articles/n-y-high-school-offers-wi-fi-on-school-buses/

[202] http：//www.cbpp.org/research/most-states-funding-schools-less-than-before-the-recession

[203] http：//bridgemi.com/2013/09/special-report-michigan-fails-students-with-poor-teacher-prep/

[204] http：//evolllution.com/managing-institution/operations_efficiency/designing-an-educational-innovation-to-achieve-scale-five-critical-concepts/

[205] https：//www.eab.com/research-and-insights/academic-affairs-forum/studies/2016/scaling-learning-innovations

[206] http：//www.mdrc.org/sites/default/files/SFA_2015_ES.pdf (PDF)

[207] http：//www.thegazette.com/subject/news/education/k-12-education/project-based-students-more-engaged-data-show-20150828

[208] https：//www.edsurge.com/news/2016-04-23-why-project-based-learning-hasn-t-gone-mainstream-and-what-we-can-do-about-it

[209] https：//www.noodle.com/articles/innovative-schools-2015

[210] http：//er.educause.edu/blogs/2015/12/a-distribution-challenge-scaling-charter-school-innovation-and-impact-to-states-and-districts

[211] https：//www.aei.org/publication/scaling-up-successes-and-challenges-of-growing-high-quality-charter-networks/

[212] https：//www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/04/FINAL-Millions-Learning-Report.pdf (PDF)

[213] http：//innovation.ed.gov/2016/05/17/oii-announces-2016-investing-in-innovation-scale-up-and-validation-competitions/

[214] http：//www.inacol.org/news/building-district-capacity-for-student-centered-learning-and-scaling-innovation-in-arkansas/

[215] https：//educationandskillsforum.org/how-do-we-scale-quality-learning/

[216] https：//sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300

[217] http：//www.leapinnovations.org/

[218] https：//www.wise-qatar.org/who-we-are

[219] https：//www.wise-qatar.org/sites/default/files/asset/document/2015-wise-research-rsa-full-report.pdf (PDF)

[220] http：//imaginarium.dpsk12.org/about

[221] https：//www.marsdd.com/systems-change/mars-solutions-lab/news/pivoting-education-using-entrepreneurial-thinking-to-drive-new-generation-learning-and-youth-entrepreneurship-in-our-schools/

[222] https：//www.marsdd.com/systems-change/building-future-leaders/future-leaders-activity-building-blocks/

[223] http：//www.nea.org/home/20380.htm

[224] https：//www.weforum.org/agenda/2015/05/how-can-the-middle-east-close-its-education-gap/

[225] http：//edr.sagepub.com/content/early/2015/08/27/0013189X15603982.full.pdf+html?ijkey=uSiezBrCVzjRc&keytype=ref&siteid=spedr

[226] http：//www.theatlantic.com/education/archive/2016/05/what-are-massachusetts-public-schools-doing-right/483935/

[227] http：//blog.k-12leadership.org/instructional-leadership-in-action/closing-the-achievement-gap-requires-closing-the-gap-between-schools-and-central-offices

[228] http：//www.eschoolnews.com/2016/05/19/resource-gap-may-be-key-to-closing-achievement-gap/

[229] https：//www.weforum.org/agenda/2015/05/how-can-the-middle-east-close-its-education-gap/

[230] https：//www.usaid.gov/what-we-do/gender-equality-and-womens-empowerment/addressing-gender-programming/promoting-gender

[231] https：//www.usaid.gov/news-information/fact-sheets/let-girls-learn

[232] http：//in.bgu.ac.il/en/humsos/Econ/Documents/seminars/March2615.pdf (PDF)

[233] http：//www.theatlantic.com/education/archive/2016/02/us-asia-education-differences/471564/

[234] http：//www.christenseninstitute.org/can-technology-solve-the-achievement-gap/

[235] http：//www.doe.k12.de.us/cms/lib09/DE01922744/Centricity/Domain/390/Delaware%20Excellent%20Educators%20for%20All%20Plan.pdf (PDF)

[236] http：//www.igiveagonski.com.au/whats_gonski

[237] http：//news.scotland.gov.uk/News/Education-innovation-212a.aspx

[238] http：//www.education.govt.nz/ministry-of-education/specific-initiatives/investing-in-educational-success/

[239] https：//www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/536025/Girls-Education-Forum-Statement-Action.pdf (PDF)

[240] http：//www.pbs.org/newshour/bb/illinois-high-school-shrinks-achievement-gap-minority-students-setting-high-bar/

[241] http：//www.districtadministration.com/article/how-schools-fuel-female-stem-participation

[242] http：//sunthisweek.com/2016/05/12/all-girls-robotics-team-recognized-for-outreach-efforts/

[243] http：//www.inacol.org/news/what-is-personalized-learning/

[244] http：//educationnext.org/personalization-future-learning/

[245] http：//www.christenseninstitute.org/personalized-learning-and-sound-curriculum-two-sides-of-the-same-coin/

[246] http：//v7-5.australiancurriculum.edu.au/studentdiversity/meeting-diverse-learning-needs

[247] http：//www.competencyworks.org/reflections/how-competency-education-drives-equity/

[248] http：
//tytonpartners.com/tyton-wp/wp-content/uploads/2015/01/Learning-to-Adapt_Case-for-Accelerating-AL-in-Higher-Ed.pdf (PDF)

[249] https：//thejournal.com/Articles/2015/11/17/Blended-Learning-Is-the-Future.aspx?Page=1

[250] http：//hechingerreport.org/personalized-learning-is-especially-good-for-students-of-color/

[251] http：//www.brookings.edu/blogs/brown-center-chalkboard/posts/2016/04/13-personalized-learning-bleiberg

[252] https：//www.edelements.com/blog/how-will-you-measure-the-success-of-personalized-learning

[253] https：
//www.edsurge.com/news/2015-04-29-which-personalized-learning-framework-is-best-for-you-and-your-school

[254] http：
//www.slate.com/articles/technology/technology/2015/10/adaptive_learning_software_is_replacing_textbooks_and_upending_american.html

[255] https：//www.edsurge.com/news/2016-06-16-why-research-fails-in-the-classroom

[256] http：//www.edtechmagazine.com/k12/article/2016/03/facebook-teams-california-charter-schools

[257] http：
//www.usnews.com/news/blogs/data-mine/2015/11/10/better-technology-needed-for-personalized-learning

[258] http：//www.edtechmagazine.com/k12/article/2016/04/bill-gates-talks-artificial-intelligence-education

[259] http：//www.knowledgeworks.org/sites/default/files/u1/personalized-learning-essa-recommendations.pdf (PDF)

[260] http：
//www.inacol.org/wp-content/uploads/2016/05/iNACOL-Promising-State-Policies-for-Personalized-Learning.pdf (PDF)

[261] http：//www.educationscotland.gov.uk/Images/PersonalisedLearning3_tcm4-871710.pdf (PDF)

[262] https：//education.gov.scot/improvement

[263] https：//digilearn.scot/about-2-2/

[264] http：//leaplearningframework.org/

[265] http：//www.enterpriseinnovation.net/article/singapore-schools-pilot-adaptive-learning-895119811

[266] http：//cicsirvingpark.org/news/cics-irving-park-awarded-280000-breakthrough-schools-grant/#

[267] http：
//www.leapinnovations.org/news/87-seven-chicago-public-schools-awarded-almost-two-million-in-grants-to-personalize-learning

[268] https://techcrunch.com/2015/10/16/for-students-the-future-is-now/

[269] http://renovatedlearning.com/2015/04/02/defining-makerspaces-part-1/

[270] http://www.builtinla.com/2016/06/30/groups-fixing-STEM-education-in-LA

[271] https://thejournal.com/Articles/2016/06/16/Building-the-Future-Tinkering-and-Playful-Learning.aspx?Page=1

[272]
https://www.whitehouse.gov/sites/whitehouse.gov/files/images/Blog/2016%20National%20Week%20of%20Making%20Fact%20Sheet.pdf (PDF)

[273]
https://www.edsurge.com/news/2016-05-23-the-maker-movement-isn-t-just-about-making-and-electronics-edsurge-talks-to-mit-s-mitch-resnick

[274] http://www.edutopia.org/blog/makerspaces-school-and-community-successes-chris-obrien

[275] http://blogs.nottingham.ac.uk/chinapolicyinstitute/2016/05/26/makerspaces-for-the-people-chinas-approach-to-cultivating-an-entrepreneurial-mindset/

[276] http://www.3ders.org/articles/20151118-china-to-invest-300-million-in-3d-printing-rd.html

[277] http://www.districtadministration.com/article/k12-drives-demand-3d-printers

[278] http://www.ctemakeoverchallenge.com/

[279] https://makingscience.withgoogle.com/

[280] http://about.att.com/content/csr/home/blog/2016/04/young_minds_inventi.html

[281] http://www.mtryouthconnect.com/en/list.php

[282] https://www.ida.gov.sg/Tech-Scene-News/Tech-News/Tech-Adoption/2016/6/IDA-Lab-on-Wheels-on-a-roll

[283] http://makezine.com/2016/06/13/made-baltimore-creating-mobile-makerspace/

[284] http://www.total-croatia-news.com/made-in-croatia/2656-robotic-revolution-launched-in-croatia-schools-to-get-1-000-robots

[285] https://www.asee.org/public/conferences/56/papers/13514/view

[286] https://www.edsurge.com/news/2016-06-11-forget-the-mall-these-days-teens-go-to-library-makerspaces

[287] https://www.edsurge.com/news/2016-05-02-albemarle-county-schools-journey-from-a-makerspace-to-a-maker-district

[288] https://thejournal.com/Articles/2015/12/09/A-Learning-Transformation-Guided-by-Teachers.aspx

[289] http://www.connectionsacademy.com/news/growth-of-k-12-online-education-infographic

[290] https://www.insidehighered.com/views/2016/05/03/what-weve-learned-after-several-decades-online-learning-essay

[291] http://gettingsmart.com/2015/10/8-online-learning-trends-that-are-changing-the-learning-landscape/

[292] http://www.k-12techdecisions.com/article/the_classrooms_of_tomorrow_are_in_your_browser

[293] https://thejournal.com/articles/2015/11/17/blended-learning-is-the-future.aspx

[294] http://laptop.org/en/vision/index.shtml

[295] http://www.mivu.org/Portals/0/Files/Articles-Reports/2015/Evergreen_KeepingPace_2015.pdf (PDF)

[296] http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/2257/3695

[297] http://digitalcommons.sacredheart.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1229&context=ced_fac

[298] http://media.mivu.org/institute/pdf/Accountability_2015.pdf (PDF)

[299] http://www.edutopia.org/blog/4-lessons-from-failure-of-moocs-andrew-miller

[300] https://www.edx.org/high-school

[301] https://csdigitaltech.appspot.com/course

[302] http://www.edtechmagazine.com/k12/article/2016/01/online-learning-options-combat-snow-day-closures-across-country

[303] http://www.smh.com.au/nsw/students-favour-online-technology-in-flipped-classroom-models-20160126-gme25y.html

[304] https://ies.ed.gov/ncee/edlabs/regions/southeast/pdf/REL_2015095.pdf (PDF)

[305] http://www.latimes.com/opinion/editorials/la-ed-credit-recovery-courses-20160619-snap-story.html

[306] http://www.inacol.org/wp-content/uploads/2015/09/iNACOL_UsingOnlineLearningForCreditRecovery.pdf (PDF)

[307] http://phys.org/news/2015-05-robotic-technology-safety.html

[308] http://fortune.com/2016/02/24/robotics-market-multi-billion-boom/

[309] https://hbr.org/2015/06/the-age-of-smart-safe-cheap-robots-is-already-here

[310] https://www.learntechlib.org/p/151372

[311] http://robotics.megagiant.com/history.html

[312] http://ww2.kqed.org/mindshift/2014/05/27/robots-in-the-classroom-what-are-they-good-for/

[313] http://www.wired.com/brandlab/2015/04/rise-machines-future-lots-robots-jobs-humans/

[314] https://www.therobotreport.com/news/first-look-at-2015-stats-from-intl-federation-of-robotics-ifr

[315] https://ase.tufts.edu/devtech/publications/robotics%20paper.pdf (PDF)

[316] http://www.sharonherald.com/news/local_news/bot-to-school-injured-commodore-perry-teen-uses-technology-to/article_57cf7570-d87c-5584-8ad1-da6605aeef4d.html

[317] http://www.ryerson.ca/nao-autism/

[318] http://www.robokindrobots.com/robots4autism-home/

[319] http://www.kcrg.com/content/news/386556271.html

[320] http://www.kcrg.com/content/news/386556271.html

[321] https://asunow.asu.edu/20160707-young-girls-branch-out-stem-asu-lego-camp

[322] https://theconversation.com/five-reasons-to-teach-robotics-in-schools-49357

[323] http://www.cnn.com/2010/TECH/innovation/10/22/south.korea.robot.teachers/

[324] http://www.nasa.gov/audience/forstudents/9-12/features/first-robotics-index.html

[325] http://www.educationworld.com/a_news/teachers-want-more-training-introducing-robots-classroom-1642632440

[326] https://www.grasp.upenn.edu/news/grasp-lab-awarded-nsf-research-experience-teachers-grant

[327] http://gazette.com/colorado-teachers-get-hands-on-stem-training-at-intensive-summer-camp/article/1580742

[328] https://design.osu.edu/carlson/history/lesson17.html

[329] http://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html

[330] http://www.theverge.com/a/best-vr-headset-oculus-rift-samsung-gear-htc-vive-virtual-reality

[331] https://touchstoneresearch.com/the-top-10-companies-working-on-education-in-virtual-reality-and-augmented-reality/

[332] http://techcrunch.com/2016/01/04/ar-vs-vr-the-battle-is-real/

[333] http://www.goldmansachs.com/our-thinking/pages/technology-driving-innovation-folder/virtual-and-augmented-reality/report.pdf (PDF)

[334] http://www.theverge.com/2016/3/14/11179572/first-lady-michelle-obama-vr-interview-social-media-pictures

[335] http://www.engadget.com/2016/04/15/live-surgery-vr-google-cardboard/

[336] https://www.strategyanalytics.com/strategy-analytics/news/strategy-analytics-press-releases/strategy-analytics-press-release/2016/04/07/strategy-analytics-oculus-rift-htc-vive-sony-playstation-vr-will-dominate-$895-million-virtual-reality-headset-market-in-2016-on-just-13-of-unit-shipments#.Vwf-z6QrKUl

[337] http://www.tomsguide.com/us/what-is-oculus-rift,news-18026.html

[338] https://aam-us.org/docs/default-source/center-for-the-future-of museums/2016_trendswatch_final_hyperlinked.pdf?Status=Temp&sfvrsn=2

[339] http://www.educationdive.com/news/3-ways-vr-is-poised-to-reshape-learning-iste-2016/422233/

[340] http://www.livescience.com/55228-star-trek-inspired-holodeck.html

[341] http://www.vrs.org.uk/virtual-reality-education/benefits.html

[342] https://marketbrief.edweek.org/marketplace-k-12/virtual-reality-the-next-big-thing-poised-to-transform-education/

[343] http://www.edtechmagazine.com/k12/article/2015/07/will-virtual-reality-stake-its-claim-k-12-classrooms

[344] http://www.advanc-ed.org/source/learning-3d-making-stem-real

[345] http://alchemylearning.com/category/alchemy-in-schools/

[346] https://pti.iu.edu/impact/eot-highlights/articles/laplaza-vr-stem-workshop.php

[347] http://www.learningliftoff.com/how-virtual-reality-can-enhance-stem-education/#.V4_V3rgrKUl

[348] http://fortune.com/2016/02/25/school-districts-teaching-through-virtual-reality/

[349] http://blogs.wsj.com/digits/2016/02/11/virtual-reality-learns-how-to-get-into-the-classroom/

[350] http://blogs.wsj.com/digits/2016/02/11/virtual-reality-learns-how-to-get-into-the-classroom/

[351]

http://www.xconomy.com/san-francisco/2016/02/12/with-free-headsets-nearpod-enticing-schools-to-try-virtual-reality/#

[352] http://www.digitaltrends.com/virtual-reality/google-vr-expeditions-news/

[353] http://googleforeducation.blogspot.com/2016/06/how-3-teachers-use-expeditions-to.html

[354] https://thejournal.com/articles/2016/06/27/google-expeditions-in-full-rollout-ios-version-to-follow.aspx

[355] https://thejournal.com/articles/2016/06/27/google-expeditions-in-full-rollout-ios-version-to-follow.aspx

[356] http://www.computerworld.com/article/2906336/emerging-technology/what-is-artificial-intelligence.html

[357] http://artint.info/html/ArtInt_183.html

[358] http://whatis.techtarget.com/definition/Turing-Test

[359] http://www.livescience.com/49007-history-of-artificial-intelligence.html

[360] http://deeplearning.net/

[361] http://www.theatlantic.com/technology/archive/2016/03/the-invisible-opponent/475611/

[362] https://medium.com/@tdietterich/benefits-and-risks-of-artificial-intelligence-460d288cccf3#.4m86dzivv

[363] http://www.newsweek.com/artificial-intelligence-algorithm-predicts-future-473118

[364]

http://www.slate.com/articles/technology/cover_story/2016/04/alexa_cortana_and_siri_aren_t_novelties_anymore_they_re_our_terrifyingly.html

[365]

http://www.slate.com/articles/technology/technology/2015/10/adaptive_learning_software_is_replacing_textbooks_and_upending_american.html

[366] http://www.cognii.com/

[367] http://www.theverge.com/2016/4/25/11492102/bill-gates-interview-education-software-artificial-intelligence

[368]

https://www.pearson.com/content/dam/corporate/global/pearson-dot-com/files/innovation/Intelligence-Unleashed-Publication.pdf (PDF)

[369] http://time.com/4358920/artifical-intelligence-apple-google-amazon-microsoft-siri/

[370]

http://www.economist.com/news/briefing/21650526-artificial-intelligence-scares-peopleexcessively-so-rise-machines

[371] http://www.edtechmagazine.com/k12/article/2016/03/virtual-reality-plus

[372] http://quantifiedself.com/

[373] http://www.edudemic.com/wearable-tech-mean-classroom/

[374] http://www.apple.com/watch/

[375] http://www.samsung.com/us/mobile/wearables/

[376]

http://www.forbes.com/sites/rachelarthur/2016/05/20/exclusive-levis-and-googles-project-jacquard-launch-wearable-tech-jacket-for-urban-cyclists/#3b931d869d39

[377]

http://www.forbes.com/sites/paullamkin/2016/02/17/wearable-tech-market-to-be-worth-34-billion-by-2020/#3ffbd883fe38

[378] https://segd.org/future-wearable-technology-and-experience-design

[379] http://www.cio.com/article/3017995/wearable-technology/13-wearable-tech-trends-to-watch-in-2016.html?page=2

[380] http://www.wareable.com/parenting/best-education-wearables-learning-apps

[381] http://www.technavio.com/report/usa-education-technology-classroom-wearables-technology-market

[382] http://www.scmp.com/native/tech/topics/premier-living/article/1983137/next-generation-wearables-comes-emotional-rescue

[383] https://medtechboston.medstro.com/blog/2015/10/14/not-just-a-meditation-tool-the-muse-brain-sensing-headband-in-neuroscience-research/

[384] http://www.bbc.com/news/business-36036742

[385] http://lakerpioneer.com/2015/12/17/westonka-schools-lead-in-smart-pe/

[386] http://www.australiancurriculum.edu.au/technologies/introduction

[387] https://clwb.org/2015/11/06/australian-technologies-curriculum-stem-workshops/

[388] https://blog.learningbird.com/wearable-technology-and-the-future-of-education/

[389] http://www.k-12techdecisions.com/article/new_wearable_device_makes_any_space_interactive_looks_to_engage_students_in#

[390] http://iq.intel.com/jewelbots-inspires-girls-into-stem-with-programmable-wearables/?_topic=fashion

[391] http://www.avenir.colostate.edu/news/item/?ID=302654

[392] https://www.engineersaustralia.org.au/portal/news/female-students-get-hands-engineering-and-create-wearable-technology

[393] http://chicagoinno.streetwise.co/2016/03/01/why-unicef-is-giving-6000-wearables-to-chicago-students/

[394] http://blogs.discovermagazine.com/d-brief/2016/04/20/sign-language-gloves/#.VyIDOrRlL5U

ISBN 978-0-9977215-4-6

T 512-445-4200
F 512-445-4205
E communications@nmc.org

nmc.org

1250 Capital of Texas Hwy South
Building 3, Suite 400
Austin, TX 78746

T +86-10-82192000
F +86-10-82192162
E mint_coffee@163.com

bjou.edu.cn

北京市海淀区皂君庙甲 4 号
北京开放大学（100081）