

教育变革的新职业：学习工程师

——美国麻省理工学院最新研究报告评述

李明华

(华东师范大学 教育学部教育管理系, 上海 200062)

[摘要] 2016年4月,美国麻省理工学院发布了“线上教育:高等教育改革的催化剂”研究报告,提出了关于一个新的职业学习工程师讨论。本文以该报告为依据对学习工程师做了初步的探讨。学习工程师作为一种新职业的出现标志着一个新的学习时代的来临:混合式学习成为学习的主流模式。未来主流学习模式具有相当的复杂性,需要精通学习科学、教育技术和学科知识的专业人士——学习工程师来参与设计课程和提供实施方案。学习工程师与课程设计者的区别大致上是,前者除了与后者一样需要精通学习科学和教育技术外,还需要会运用工程学包括经济学和管理学于混合式学习体验的设计。大学开设培养学习工程师的硕士项目有助于培育新一代的有竞争力的学习工程师。此外,学科专家通过正规的培训也可以培养出大量的高水平的学习工程师。这些学科教师本来就是业务能手,由他们学习学习科学和教育技术成为第一批学习工程师,来倡导课程改革并帮助改造同事的课程。这些由学科专家构成的第一代中国学习工程师有望成为推动大学变革的主体。

[关键词] 学习科学;学习工程师;在线教育;混合式学习;慕课;学校变革

[中图分类号] G434

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2016)03-0024-13

一、引言

美国麻省理工学院教授威尔考克斯(Willcox)和萨麻(Sarma)2013年曾经领导了一个由该校校长雷福(Reif)发起的有学校多方面人员广泛参与的关于麻省理工未来发展的研究,并于2014年9月发表了影响深远的“麻省理工学院教育的未来”最终报告(Force, 2014)。该报告认为高等教育到达了一个转折点,提出16项改革建议,其中有线上和线下结合的教学改革,包括夏天的学分课程,建议大学一年级新生开始有混合式课程,使用Edx/MITx的MOOCs平台,运用混合式教育提升学生的交流沟通能力,鼓励学生参与国际事务,例如参加MITx班级,运用混合式教育提高研究生层次教育服务的范围。该报告还提出了扩大该校世界教育影响力的建议,包括把校园教学法改革推向世界,形成世界的教

学范例,例如MITx和Edx从未有过的这么大的机会影响世界,与世界其他学校合作使用MITx课程,开发新的混合式学习模式使用MITx课程模块,寻求与其他大学合作校园使用MITx的课程支持教师的翻转课堂教学,支持建立全球MITx学习者社区基地,通过合作伙伴提供K-12教育项目,提供新的与世界对话平台,还考虑提供学习MITx和Edx课程的学习者以某种教育证书并向机构合作者提供。

作为后续研究,两位教授领导了一个名为“在线教育政策创新(Online Education Policy Initiative)”研究项目,更广泛地研究线上教育的影响。今年4月他们发布了这项研究的最终报告“线上教育:高等教育改革的催化剂”(Online Education: A Catalyst for Higher Education Reform)(以下简称《报告》)(Fujimori, 2016; Willcox, Sarma, & Lip-

[收稿日期] 2016-05-04

[修回日期] 2016-05-19

[DOI编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2016.03.003

[基金项目] 国家自然科学基金项目“高等教育认证制度的社会选择和效率理论研究”(70973036)。

[作者简介] 李明华,博士,教授,华东师范大学教育学部教育管理系,研究方向:教育经济学、新兴教育市场、教育机构改革、教学模式和农民工教育(minghualil@gmail.com)。

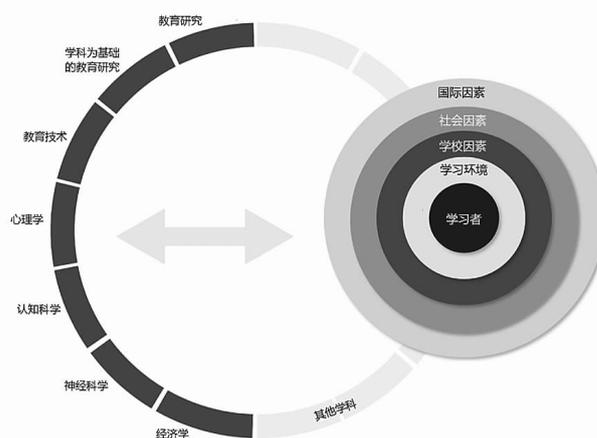
pel, 2016)。这一报告综合了学习科学、认知科学、神经科学、教育科学和学科研究等与学习方式变革及其引发的教育变革的相关理论发展,结合线上线下学习融合趋势提出了学习工程师(Learning Engineer)概念,预见到学习工程师将成为新职业的趋势,敏锐地意识到学习工程师在未来教育变革中成为变革主体之一的重要作用。该报告还提出了一系列高等教育改革建议,包括提出了如何培训学习工程师等的建议。

学习工程师作为一种新职业的出现标志着新的学习时代的来临:混合式学习成为学习的主流模式。虽然该报告标题用在线教育,报告的主体却明显地从理论和实践的角度阐明混合式学习将是未来学习的主流。在之前的“麻省理工学院教育的未来”最终报告中,他们强调的就是在面对面教学环境中融入在线教育的成分。或许,我们已经到了一个学习方式发生根本变革的时期,学习的一般模式就是既有在线学习也有线下学习的混合式学习。纯粹的面对面学习或线上学习倒成了特例。于是,这种混合线上和线下的未来主流学习模式将具有相当的复杂性,需要懂得这种新生的主流学习模式的专业人士设计,从而催生了新的职业:学习工程师。

值得注意的是,作者和该研究参与者大多不是教育研究专家,而是学科教授。本报告带有极其浓厚的教育学科“外行人”色彩,似乎暗示,这场教育变革的思想主力不单单来自于传统的教育学科专家,而是内行人和外行人的共同参与。项目负责人威尔考克斯是航空航天学教授,萨麻是机械工程教授,数字学习机构负责人。其他成员的研究领域大多来自教育和技术、经济学、学校管理、认知和神经科学、教师教育、管理学、数字学习和教育创新、电子工程和计算机科学、生物学等。外部咨询委员会成员的专长也有经济学、开放教育、教育学、学习科学、教育领导、物理学、心理学等。从学科角度看,这些专家大多是教育学科的外边人;但是,这些专家大多是教授,是教育实践的内部人。这个研究团队的组成注定了他们的研究视角和方法是多学科交叉,视野多方位聚合,最终聚焦于教育变革,看到混合式学习将成为主流,而学习工程师将成为新的职业,在未来的教育发

展中起重要作用。

《报告》的研究方法是科学和工程学的,即把复杂系统模型化,用变量描述系统中的要素。他们认为,除非构建一个整体系统,否则难于看到引起变化的新变量(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 1)。他们把高等教育系统和对这个系统的研究学科和视角用下图链接起来。



该图表明,高等教育系统里的学习者居系统核心,外面依次是学习环境、大学、社会和国际。面对这一复杂系统,研究视角可以来自于各个学科以及他们的综合。许多因素影响学习过程,许多研究领域有助于我们理解作为整体的学习过程。在线教育是教育系统中正在出现的部分,为了理解它的潜力,我们需要运用学习科学从不同角度探索(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 2)。

历史上,很多研究领域从“外部进入”(outside-in)(从外部观察系统)开始,然后再从“内部向外”(inside-out),从解释内在的机理到外在的理解。当“外部进入”的理解与“内部向外”的模式重合并确认了“内部向外”模式后,不可思议的发现爆发了。教育实验从总体上说是“外部进入”式的设计,而神经科学则是从“内部向外”的角度看相同的事。虽然完整地理解大脑或许长远才能实现,但人们今天在理解大脑的记忆、动机和走神等方面已有很大进步,可以在教育研究、认知科学和神经科学间建立很好的联系来研究线上教育对高等教育的影响(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 4)。

本文的主要任务是介绍《报告》提出和建议发展学习工程师作为一种新职业的基本逻辑和主要观

点,涉及内容有:学习科学及其相关科学的发展和融合奠定了学习工程学的基础,作为主流学习模式的混合式学习的复杂性孕育了学习工程师这个新职业;学习工程师作为一种新的职业在未来教育改革中的作用,最后是如何培育学习工程师,包括详细地介绍《报告》推荐的斯坦福大学培养下一代学习工程师硕士项目。

二、学习科学等的发展和融合催生学习工程学

《报告》首先扫描了教育研究的成果,看到学习建立在学习科学等教育研究成果基础上的重要性和复杂性,没有一类专家可以成为在所有这些关乎学习科学性的学科方面都能够做到精通并会运用,学习工程师对此可以大有作为。《报告》的研究方法是综合所有学科中对学习科学性相关的研究成果,目的不是提出新的理论,而是试图运用这些综合的理论预测学习方式和学习组织的变革趋势。《报告》没有提出一种新“学”综合所有学科中对学习科学性研究的丰富成果,却明确提出有一类人能掌握这些综合科学成果并运用于指导今天的学习实践。显然,综合所有学科中对学习科学性研究的丰富成果就是一种新学;因为这一新学具有强烈的应用倾向,是一种实践导向的新学,可以称为学习工程学。《报告》没有明确地提出学习工程学,但在提出学习工程师时已经暗含其中。《报告》提到了学习工程(学)(Learning Engineering)(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 25),甚至把学习工程(学)和学习科学并列(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 27),也用过类似于学习工程(学)和设计原理(principles of learning engineering and design)(Willcox et al., P. 26)的说法。所以,本文可以理解为构建一种可以被称为学习工程学的综合所有学科中对学习科学性研究的丰富成果的一种新学。

主动学习(active learning)的来源可以追溯到建构主义(constructivism)。发现学习(discovery learning)也是一种主动学习,是学习者通过探索和发现构建知识。主动学习的对立面是传统的课堂教师授课(chalk and talk)的被动学习。以技术手段支撑的主动学习在物理等科学、技术、工程和数学(STEM)的课程中越来越普遍。在线学习环境

日益设计为主动学习模式,具有互动元素。例如,可汗学院的在线视频微课推动了翻转课堂。这种学习模式是:学生先看课程视频,然后才进入课堂;在课堂里,学生参与研究问题和讨论(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 6)。

建构主义的另一种运用是项目学习(project-based learning),在科学、技术、工程和数学课程中应用普遍。技术方案越来越使得项目学习高效而受欢迎。对建构主义的一种解释是从做(制造)中学(Learning by Making)。很多项目与设计 and 设计思想相联系。3D 打印技术使得生产样品变得容易,这种制造者的运动导致大学创客空间的发展,进一步推动项目导向学习(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 7)。

问题导向学习(Problem-Based Learning)进一步发展了主动学习方式。让学生解决严格而清晰的定义问题比那些明显是做练习的题目更能让学生为进入真实世界而准备。项目和问题导向学习鼓励学生自学(Self-Directed Learning)、同伴互学(Peer Learning)和团队学习(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 7)。

这些趋势的扩展就是以学生为中心的教育,主要方法有:反思、讨论(与同伴和专家)、学科思维、自学和掌握学习。有种叫“牛津剑桥辅导”(The Oxbridge Tutor)的学习模式,让学生以小的学习团队获得教师个别辅导,鼓励同伴互学,加上少量自学。菲利普斯埃克塞特中学的哈克尼斯体系(Philips Exeter Academy's Harkness)是学生以小组学习。学生先做好准备,到了课堂里围坐在“哈克尼斯桌子”旁分享、讨论和探索。自学是学习设计的重要部分(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 7)。

同伴互助学习在在线学习中被证明有特别的重要性。同伴在线学习显示出能改善学生的学习成就。学习在线课程的同伴们在线下面对面交流也在全世界受重视。同伴互学大学(Peer2Peer University,简称P2PU)是个创新学习环境,学习同伴是主要的老师。MOOCs学习中也有“社区教师助理”,他们是那些学得较好和比较有经验的学习者。这种同伴学习模式也支持了“学习的社会和背景因素”重要性理论。例如,虽然线上学习就认

知角度而言是有利的,但是缺乏社会联系影响了学习动机。有研究表明,看别的同伴们互相辅导的视频比看教师讲课更有效(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 8)。

学习时思想不集中、走神(mind wandering),是认知心理学家和神经科学家重视的问题。心理学家发现,学习过程间隔测试有助于减少走神,减少学生学习累的感觉。神经科学家发现,大脑的某些状态适合学习者学习,而另外有些状态不适合。如何才能使学习者回到适合学习的大脑状态?有研究表明,办法是让学习者产生好奇心。神经科学家使用大脑成像技术显示,好奇可以在大脑中产生预期活动,并与大脑海马体(Hippocampus)产生功能性连接。这或许解释了苏格拉底的名言“好奇是智慧之母”(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 9)。这些研究成果直接影响了MOOCs的设计。麻省理工学院和Edx的研究者发现,最合适的课程视频时长是10分钟(Guo, Kim, & Rubin, 2014)。由此可见,走神问题的研究在很大程度上影响MOOCs的创新设计。

MOOCs的创新设计还受到“测试效应”研究成果的影响。“测试效应”是成熟的加强学习效果的技术,它要求学生复习最近学习的内容以促进保持。这种在学习过程中不断地插入测试的方法称为插入式测试(interpolated testing)。仔细设计复习的学习过程是学习设计的关键。如果选择的复习内容是学习内容中不重要的部分,那么这种学习设计会把学生引入记忆不重要的内容而忽略了重要的。“测试效应”的研究成果显然也影响了MOOCs的设计。有种学习方式叫分段学习法(spaced learning),它把高度浓缩的学习内容分几次重复学习,每次学习之间插入别的活动,例如10分钟的体力活动等。一百多年来认知心理学家的研究表明,分段学习法比那种集中考试时的复习效果要好。(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 9)这种学习法还有个更有趣的名称,叫测试中学(Learning by Testing, Retrieval)(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 10)。

对于动手学(hands-on learning),认知科学和教育理论有一致的结论。教育家很早就相信,动手是学习的关键。事实上,这也是麻省理工学院的

建校理念。(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 19)MOOCs的研究表明,动手活动与看讲课视频、阅读结合会产生明显的学习效果(Koedinger et al, 2015)。有研究甚至表明,手写做笔记比用平板电脑做笔记好。为什么?电脑打字做笔记引起的是大脑浅层的信息处理活动。手写做笔记需要学生解读信息后用自己的语言写下来,从而有深度的学习处理。(Mueller & Oppenheimer, 2014)其实学英语也有类似体验,背记新词时要几个动作一起做效果才比较好。背新词要有声地读几遍,眼睛要看这个词,手要在纸上写出来。写这个词时,不是一个一个字母按排列写,而是按音节写。这样,看起来是简单的背写单词,实际上是比较深度的思维活动,比简单地读背新词要“深度”得多。动手是学习活动的关键,线上学习要尽可能地不要取代动手活动(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 19)。

认知限度理论^①(cognitive load theory,简称CLT)说,由于大脑工作记忆(Working Memory)限度,大脑处理信息能力有限。根据这个理论,学习新信息的关键是学习者会做出学习信息浓缩方案(Schema)。学习者的信息浓缩方案越成熟、越高效,学习者消化学习信息的能力越强(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 10)。为了解学习科学的这一重要理论,我们引用一个教学文案做解说^②。它是把需要记忆的信息划分为可以记忆的小段方案,例如,信用卡号码4617-1783-6782-1234,即把数字和符号划分成便于记忆的节段。还有一种方案是把混杂的东西分类排列成有联系的组群,从而便于记忆。分段学习-复习(Spaced Repetition)法是说,学习者分段学习和复习比一下子把这些东西放在一起学习更有效。另外一个例子是记忆一串数字,{7, 1, 4, 2, 1, 2, 8, 3, 5, 4, 2, 4, 9, 5, 6, 6, 3, 7, 0}。有经验的学习者尽可能使用分类组群方法把这组数字变化为{7 x (1 to 10) | 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70},这样一下子就记住了^③。这些例子说明,学习科学运用于学习设计对于提升学生效率有多重要。

学习者生成学习内容效应(the generation effect)可以产生深度学习(deep learning)效果,或许可以解释建构主义学习理论,特别是项目学习机制。

根据认知科学,做项目引发一系列学习过程。首先,做项目提供了寻找需要学习的内容机会。第二,做项目提供了复习性学习、分段学习和交错式学习的机会。第三,做项目提供了增强记忆的线索(Wilcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 18)。

对于学习者生成学习内容效应,麦特卡飞(Metcalfe)和考奈尔(Kornell)的研究表明,该效应的运用优化需要配合其他教学方法。例如,学生生词学习实验发现,学生生成答案有助于学习,对学生错误答案需要纠正,教师反馈对学生语言学习很重要(Metcalfe & Kornell, 2007)。

对于学生发言和其他活动提供反馈是教学的重要环节,而线上学习在这方面往往赶不上线下课程。一项对自学科学课程的研究(Schraw, Crippen, & Hartley, 2006)显示,这种反馈不仅对学生理解学习内容是重要的,而且对学习内容的掌握也是重要的。

为什么学习过程的优化设计需要学习科学的引领?学习过程结构优化最大的问题是学习时间的分布。可以说,学习时间是学习各种要素中最稀缺的。学习时间最优化是指在给定的时间内学到最多的知识或技能,或者,达到学习给定的知识或技能标准所花的时间最少。为达此目的,学习过程的主要组成部分,授课时间、自学时间、作业时间、团队活动时间等就要科学搭配,并非授课时间的比例越高越好。同时,教学组织要严密,每个环节要有科学设计,科学管理,而不是无科学研究基础的随意安排。为此,李明华早在2004年就提出了教育工程(Education Engineering)化管理和教育工程学概念(李明华, 2004)。

科丁额等人(Koedinger et al 2013)在《科学》杂志发文指出,教学有很大的复杂性,是一个科学还很少有所帮助的领域。其复杂性表现在,很多场合适合的教学方式换一个场合就不行。优化的教学方式取决于学生,例如学习的积累等。由此可见,教学设计科学极其重要,把学习科学通过实验等方式引入教学过程需要对学习过程做科学的分析。

《报告》表明,学习过程必须科学化是早已有的共识,虽然这还有待于实现。学习科学的发展对学习过程的指导意义日益明显。学习科学的几大主要构成方面——心理学、认知科学和神经科

学,并不是大多数学习者和教师的专业学习领域。学习科学本身也在不断地发展,一般的学习者和教师并不具有追踪学习科学发展的必然性。于是,在学习科学和学习科学的大规模使用者的学习者和教师之间就需要一个中间专业人士——学习工程师。学习工程师本身不是学习科学的研究者,却是学习科学的专业使用者。他们运用学习科学来帮助学习者和教师设计学习过程,从而使学习科学可以通过学习工程师这一新的职业迅速地普及于学习过程。

三、混合式学习的复杂性孕育了 学习工程师新职业

迄今为止,说到新的学习模式总是要提线上学习、线下学习、混合学习、远程教育、面对面教育等。《报告》标题虽然有在线教育字样,内容却是主流的教学模式正在实现从面对面学习到混合式学习的转换。今天我们已经不是谈面对面教学还是线上教学,而是混合式学习。混合式教学不是简单的面对面和线上的结合,而是各种教学方式、技术、场景、学习组织的优化组合,并结合成本收益等的考量。这种优化组合需要专业人士主导,这就产生了学习工程师这一新职业。换言之,学习工程师就是把学习过程中需要的各种教学方式、技术、场景、学习组织的优化组合的专家。

今天我们处于一个技术推动的教育变革时代。地平线每年基础教育和高等教育报告都描绘出变革的前沿。例如,最近的两份报告(Johnson et al., 2015; Johnson et al., 2016)展示了一些变革的大图像。作为服务的教育(Education-as-a-Service, 简称EaaS)开始出现课程不再打包在教育项目中,而是作为服务的课程开包提供(Unbundle)。这与MOOCs引发的变革导致课程市场出现的看法是一致的。重新审视学校组织,出现了一些与现有学校组织竞争的新学校模式。新的教育文凭(education credentials)体系的出现,逐步改变了原有教育文凭体系一统天下的局面,包括重新设计学习和学习空间,学习场地需要重新设计,虚拟学习环境开始出现,实际和虚拟学习环境出现各种组合,如教师和各种学习资源的重组、合作式学习和学习同伴互为教师、个性化学习等。从肤浅学

习(Surface learning)过渡到深度学习,类似于布鲁姆学习等级的上移。学习科学的运用需要对学习过程分析,这就是大数据的分析,并指导学习设计的改进。这就是所谓的基于事实的教学设计(Evidence-Based Teaching and Learning)。混合教学,这是综合性的变革。创客空间的出现使得人们日益认识到,学校、图书馆等拥有学习资源和实验资源以及生产设备的机构应该考虑分享经济的社会需要,开放自己的设施,最后形成全社会的公共学习硬件设施分享的局面。到那时,真正的开放教育就出现了。这些变革正在逐步地展现,而教学模式的变革是所有这些教育变革的基点。

《报告》认为,技术支持的教学变革早就是题中应有之义。每次新技术的出现和发展都会预测教育的变革,但很少能真正实现。这一次,数字学习或许是个例外,会打破这个格局(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 13)。

线上学习开始是与面对面学习不融合的。1995年互联网出现后,原本用邮件传送学习课件的在线学习获得快速进步。很多学校开始有网络教育项目,出现了纯粹的网络学校,并不断成长。盈利和非盈利网络教育触角伸展得愈来愈远。但是,人们很少看到线上和线下学习融合的迹象。二十多年来出现的课程管理系统(CMS)诸如Blackboard、Moodle等开始帮助线下课程利用线上管理工具。一旦线下的课程用上了线上的管理工具,线上资源也就会越来越多地融入线下课程。例如,美国开放教育运动使得大量的教材得以免费进入网络而融入线下课程。随着网络出版物的增加,线下课程早在二十年前就开始迅速地融合了线上文献。这是比较初步的线上和线下学习的融合。这个时候,上课仍然有明显区分,线上听课就是线上听课,面对面听课就是在实际教室里听教授讲课。所以,线上学习和线下学习就教育项目而言是没有融合的:学生要么修网课,要么修面对面的课,没有中间选项。学生进入有学位的项目更是如此,要么是网络教育项目,要么是面对面的传统教育项目。很少听说有修部分网课,修部分面对面课,然后获得学位的。这种线上线下没有融合的状况随广义的MOOCs的出现而打破了。

2006年可汗(Salman Khan)发起了可汗学院,

提供微课。微课是线上的短小课程,但目标不是为了推行线上课,更不是为了推行线上的教育项目。相反,这种微课从一开始是为了服务于修学线下课程的学生学习。微课与翻转课堂结合就成为面对面课程的课前学习资源。微课这种线上课程用法显然加速了线上课程服务于线下课程的进程,加快了两者的融合。MOOCs导致了高等教育更本性的变化,开始了教育的“开包”(Unbundle)过程。截至《报告》写作时间,仅麻省理工学院就有90门课是在Edx上的MOOCs与面对面课程结合的混合式课程。MOOCs彻底改变了线上课程的发展方向。从此,线上课程的主体方向从线上教学转化为主要是作为线下教育项目的一部分的线上课程,或者就是线下课程的线上讲课和教学资源部分,即混合式学习(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 14)。

《报告》几次提到“开包”,具有非常重要的意义。过去没有课程市场,大学将课程“打包”出售,学生或者都是修学他们的课程获得学位,或者什么都没有。MOOCs的出现使得课程市场变为新的具有趋势性意义的发展。线上学习和线下学习不再泾渭分明,而是混合式的(李明华,2013)。今天,这种因为MOOCs而推动的混合式学习已经显示了会成为主流学习模式的趋势。

关键是,线上和线下学习技术及其各种组合本身提供了无限的应用方式,可以同传统的教学方法有机结合运用,产生全新的教学方式,产生适合特定对象的最佳授课模式。于是,课程的开发、设计变为更复杂,专业技术要求更高,更不可能是教授一人能干得了的(李明华,2004)。

MOOCs背景下的混合式学习设计相当复杂,涉及学习目标与过程的设计,各类教育技术的运用,学习资源的选择和开发,课程的认证和认可,成本和收益的考量,成果转换与互认课程在学位教育项目中的意义,以及如何与其他课程衔接等都相当复杂。线上线下各个部分如何选择,如何组合?线上技术必须与教学法结合才能很好地与线下教学部分整合,增加教学效果。教师如果没有专门的再训练,是难以担当设计这种混合式学习任务的。这个合适的人才就是经过专门训练的学习工程师。

四、学习工程师作为一种新的职业

在比较详细地讨论学习工程师是什么、不是什么之前,我们先给出一个清晰而简单的定义。学习工程师是一种新的职业类别,它由一些精通学习科学和教育技术,懂得经济和管理学,熟悉学习环境和具体的学科、教师和学生,洞察学习和教育发展的趋势,与学习者、教师和教育机构合作提供今天复杂的教学环境下的某一具体的学习需要如课程或课程群的解决方案和实施设计的高级专业人士组成。他们可以来源于现在的学习科学和教育技术专家、学科专家如教师、教育管理专家,他们达到一定标准^④就可以成为学习工程师。无论他们的来源是什么,当他们是学习工程师时,他们的职责不是做学术研究,不是做教师,而是帮助教师和学生设计运用学习科学的成果和教育技术来产生最佳的学习体验方案和实施设计。下面就根据《报告》研究学习工程师这个新职业。

学习科学、教育科学、各种学科交叉的研究对今天的学习有重要意义。但是,运用研究成果与做研究本身不是一回事,有时比做研究更有挑战性。例如,早就有人认为应该把认知科学的研究成果运用于教育,然而这样的实践仍然不普遍。为什么?因为某一教师、某一学习者、某一教室、某一社区都是唯一的,这种唯一性使得直接使用研究成果很复杂,容易产生问题。但这种复杂性和困难并不意味着研究成果与实际课堂和学习过程不相关。技术可以支持教师使用各种相关研究成果于学生的学习过程。网络学习工具可以分析学生的学习状况,从而提供不同学生以不同的学习内容和不同的进度,这或许是使教师能够提供认知科学所主张的差异化课程的技术。今天的网上课程和课程平台已经部分地具有这些功能(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 24)。《报告》认为有好几类做法明显地改善了学习体验:

- 今天,经典的讲课视频都是很短的,仅几分钟。这种实践与认知科学的研究成果如认知负载和走神等一致。
- 线上课程中,完成视频学习或阅读任务后通常会做形成性测试。这种做法有效地运用了重复学习和掌握学习研究成果。穿插的测试进一步减少学

习中的走神。

- 根据学生在测试中的成功或失败可以即时调整线上课程学习路径。这可以使得区别化教学和掌握学习的运用规模化。

- 线上课程可以灵活实施分段学习法,可以复习几天,几周,甚至几个月前学习过的知识。

- 不同但相关题材的课程可以在线上课程中更好地整合,实行交错式学习(interleaved learning)

- 线上课程工具可以逐渐提升学生学习内容的复杂度,帮助他们学会处理越来越难的开放性问题。

这些做法综合了线上和线下学习的模式,也符合教学法。《报告》把这种学习模式称为“动态数字学习框架”(Dynamic Digital Scaffold)。运用这个框架,结合技术和线上学习的混合式学习模式帮助教师大规模地让学生体验个性化学习,从而改善教学。技术不会替代教师的洞察力,判断、创造力、专长、随机变化的能力和个性对学生独一无二的贡献,可以有效地提升教师工作的规模。“动态数字学习框架”或许可以提供人们长期追求的个性化学习科学和工程的基础(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 24)。

今天正式的教育仍然集中在教室里。《报告》认为,未来的教育家将结合运用该《报告》讨论过的科学-教育研究、认知科学、学科知识、社会科学等为学习者提供线上和面对面混合教学的“交响乐”体验。以科学为基础,设计和实施这样的学习体验的最合适的人就形成新的职业——学习工程师。《报告》用学习工程师作为学习设计和工程师的简称。(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 25)

学习工程师和学习设计这些词最近已经变得很热门。学习工程师这个词可以追述到1967年诺贝尔得主西蒙(Herbert A. Simon)。学习工程师有几项重要责任。最重要的责任是,学习工程师必须与教师合作设计和重新设计具体课程的学习体验。具体来说,就是要增加学习效率,说服教师们用专业性方式设计学生学习体验(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 25)。

《报告》参考了斯坦福、哈佛和卡内基梅隆等大学的相关硕士项目后得出结论:学习工程师必须具备学习科学知识,熟悉现代教育技术,理解设

计原理和实际操作。他们最好也具有某个学科较深厚的知识,诸如物理、生物、工程、历史和音乐。学习工程师必须理解教育的背景以及教育赖以进行的文化,需要了解对他们的设计有限制意义的教育环境(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 26)。

为了理解学习工程师这个新职业,理解他们不是什么也很重要。学习工程师不是学术研究人员,但他们必须熟悉学习科学的若干领域以便与专家沟通,并不断使用这些方面更新的研究新成果。除了具有坚实的理论基础外,学习工程师也必须熟悉需要他们的工作环境,例如,学校、大学或教育技术公司。(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 26)

学习工程师也不是任课教师,完全是一种新的职业。学习工程师需要具备什么知识?他们需要广泛的知识。他们必须对教育有激情,必须掌握至少来自于学习科学各个领域的新的研究成果,必须对学习有耐心,具有教学生的内在气质。他们必须善于与教师、管理者和学生共事,必须能够支持研究,不断地参与建立在严格专业要求基础上的改革。他们必须擅长于技术,有益于在学习中使用最新的技术工具,既包括开源的软件,也包括商业软件。他们必须熟悉知识产权。最重要的是,他们必须愿意承诺把职业生涯的相当一部分安排在学习工程师上。正如科学家和工程师善于实验那样,学习工程师也必须是评价专家(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 26)。

学习工程师也帮助学习科学家解决两个重大问题。一,他们的职业特性使他们有机会整合学习科学各个研究领域的研究成果。二,他们运用研究形成的洞察力和严格的设计原理,来设计和再设计学习体验,提供研究成果流入实践的自然渠道。如果把学习工程师孤立起来,他们就不能解决这些问题中的任何一种。所以,学习工程师是学习科学各个领域理论与学生学习实践结合的天然中介(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 27)。

Kaplan 的学习主管 2015 年在美国“高等教育纪事报”上发文讨论为什么需要学习工程师。他曾感慨,几乎没有人运用学习科学设计学习材料和设计学习体验。他认为需要学习工程师来帮助人们更

为有效地设计学习,需要学习工程师来帮助教师和学生更好地运用学习科学的专业知识来设计学习体验。虽然有很多专业人士在帮助教师们使用基于技术与学习设计,但是,很少有人会运用学习科学帮助教师和学生,这些人更多地依赖直觉和个人经验。我们需要把建立在学习科学基础上的教学实践推广给每一个学习者。Kaplan 曾对 100 多位课程设计师开展专门培训,帮助他们运用学习科学解决学习问题(Saxberg, 2016)。

卡内基梅隆的一位获得诺贝尔奖教授表示,需要把教学从独角戏转变为一个以研究活动为基础的社区。创造最好的学习社区的方式是经常把教师、软件工程师、学习工程师等专家聚在一起交流。他对学习工程学的定义是:开发、评价和改善学习过程的方法和教育技术,以便学习环境符合学习科学并运用合适技术于解决教学问题,创造可靠的学习和高效的教学条件^⑤。

那么,学习工程师与教学设计师(Instruction Designer)有何区别?对此,《报告》没有给出描述,却说要在研究几个培养学习工程师的大学硕士项目中来看这个区别。一个可能是,学习工程师与教学设计师没有太大的区别。区别可能就是,学习工程师是教学设计师的升级版,要求教学设计师增加工程学方面的知识,特别是运用经济学和管理学于混合教学解决方案的设计和实施。工程学对于研究和设计较复杂的解决方案显然有优势。所以,学习工程师应该是教学工程师的提升,是把工程学特别是经济学和管理学的运用提到这个新职业所必须的知识、技能和态度的重要方面。现在来分析一下,为什么工程学的过程分析可以对学习设计有帮助,这或许有助于理解学习工程师与教学设计师的区别。

对学习过程进行分类分析是工程学在学习过程分析中的运用,从而可以对学习过程进行优化设计。学生学习活动可以分为四类。第一类,学生和学生团队操练在功能上是其他活动不可替代的学习活动,如自学、做习题、检索和研究、写作、思想、实验、模拟实际工作、团队互动等。这些活动不能用听课来代替,却是高质量人才发展所必不可少的环节。第二类,学生和学生团队学习活动更有效率者,如那些容易自学的知识点和信息

的第一次获得,同伴互相激励。以上两类活动如果有教师指导,学生可以做得更好、更有效率;但是不适合于由教师越俎代庖。第三类,教师的课堂活动使学生的学习更有效率者,如比较难的知识点和信息的第一次获得。这类活动是教师的长项。但是教师对此并不具有不可替代的作用。如果没有教师的参与,学生也可以实现这类学习活动,但效率比较低。第四类,教师参与很重要的课堂互动,如:1)知识和技能学习的重点、难点讲解;2)在已经经历了知识点和信息的至少是第一次获得或技能的学习的初试后的师生互动,以获得较高水准的知识消化;3)对学生各种学习活动,如作业和实验的共同问题的反馈和讨论;4)教师必须当场观察、给予指导的活动,如学生个人和团队展示活动,发言和演讲的训练(李明华,2007)。这种把学习活动进行分类确定学生活动哪些部分应有教师参加,哪些部分学生自己做,哪些部分学生学习团队一起做,如何把这些活动优化组合。这些是今天的学习科学所要解决的问题,也是翻转课堂等教育革新的理论依据。

在实际教学活动中人们难于区别上面描述的四类学生学习活动。但是,学生要成功修完一门课程所需要的课外活动时间与课堂时间的比例是容易计量的,即“课外与课堂时间比例”。该比例实际上反映的是,教师是否对教学过程实施整体管理。如果该比例低,则该教师局限于课堂讲课。因为学生很少有课外对应的活动,教师就必然在上课时集中于第二类活动中的“知识点和信息的第一次获得”的讲解,较少第三类中比较难的“知识点和信息的第一次获得”的讲解,很少有时间来做第四类“教师的参与是必不可少的课堂互动”,而学生也很少从事第一类“学生和学生团队操练具有不可替代的功能的学习活动”。因此,“课外与课堂时间比例”的高低决定了在课程层次的教育质量的高低(李明华,2007)。

如果教师可以提高“课外与课堂时间比例”,就可以显著地在以下几个方面提高学生的质量:1)相关知识的广度和深度;2)动手能力,专业竞争力;3)交流、团队合作、领导能力。因此,提高“课外与课堂时间比例”提供了教育“质量工程”的最大活动空间(李明华,2007)。

总之,学习工程师既不是教师,也不是学术研究者;他们掌握学习科学的研究成果,运用教育技术手段到学习设计从而学习实践中;他们运用工程学对学习过程进行分析,定量获得每个学习时间和动作获得的学习成就以及学习活动的成本,从而使得学习过程设计方案经得起成本收益分析;同时,他们也不断地推动学习科学的进步。在中国的体制内和体制外的大教育体系中,谁是学习工程师,他们与教师和学术研究人员是什么关系?中国的学习工程师的前景如何?希望将来会有人开展研究,回答这些问题。

五、学习工程师作为推动教育变革的一个主体

《报告》认为,高等教育是个复杂的已经稳定存在的经济部门。如同其他经济部门一样,它已经形成了技术-经济-社会-政治的抵制改革的链条。今天的高等教育是在已有的体系中运行并履行它的使命。它依赖于现有的技术,如教材,现有的教学实施手段,如老师讲课、讨论课、实验室。高等教育模式是建立在每学期为课程支付学费的基础上,学生完成了规定的课程后才给予学位。它依赖社会系统提供劳动力:教师和毕业生。这个体系具有政治支持,州政府提供公立大学和社区大学补贴,联邦政府提供学生支助。州和联邦权威机构也大致控制了大学的认证。这些体系中的任何一部分也不会轻易动摇。然而,以学习科学为基础的线上学习和混合式学习却对现有高等教育的教学模式带来了变革。线上教学正在改变其中很多特点,包括教材和讲课、学费经济,学习成就为基础的评价和教育资历体系,教师的培训等。联邦政府已经开始试验给予那些选修未经过认证的的教育机构的课程以支助。许多依赖于现有高等教育系统的机构和社区对线上教育引起的根本变革进行抵制(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 27)。显然,今天高等教育体系的相当部分已经失去了存在的理由,仅仅是因为过去遗留下来的势力而已。他们进入历史书仅仅是个时间问题。《报告》提出了改革现有高等教育机构和组织四个方面建议。

第一,推进学习科学的发展。宽带接入、移动通讯、计算机游戏和云计算已经给教育家提供了巨大机会。但是,如果这些一般性的技术要推动教育

变革,学习科学和学习工程学必须持续创新。学习科学的研究和开发是创造高等教育行业里最好的教学模式所必须的(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 27)。

第二,创建推动创新的社区思想库(Thinking Communities)。在教育系统,需要社区思想库去开发建立在研究基础上的、以事实为基础的教学方式。改革导向的社区思想库已经推广了许多学科教育研究的成果,包括物理、生物、化学、工程和数学(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 27)。

第三,高等教育机构里的变革主体是重要的,他们可以领导当地的实际的设计、开发和发明。社区需要领导力的变革主体。单个的变革主体是不够的,必须有其他教师和群体参加,包括教师、高级大学管理者、学科领导人、研究团队。变革主体必须在组织的各个层面运作,包括高级的机构领导。他们可以调用机构资源实施创新;还要包括有才气的一般变革推动者。学习工程师就是这样的一种变革主体。高等教育领域的各种协会也是可以成为变革的催化剂,快速地组成广泛的合作和推动教育领导的参与(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 28)。

第四,榜样,变革需要旗手。走出传统的变革必须看成是发展的过程,不会一蹴而就。先行者的实验是必要的,而且要经过评价。发现榜样是关键。例如,亚利桑那州立大学与Edx合作建立全球大学一年级课程就是个有影响力的榜样。威斯康辛大学正在改变教学生靠坐在课堂椅子上的时间决定是否给予学位的传统做法,代之以学习成就为基础的学位。Udacity、Georgia Tech、AT&T合作提供线上计算机硕士项目(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 28)。

一个把创新、社区思想库、变革主体和榜样结合在一起走出传统的变革实践在其他行业也是成功的。高等教育的领袖们也应该这样做,引领高等教育实现变革。《报告》把学习工程师看成是变革的主体,他们要在引发变革的体系中起重要作用。高等教育的组织和制度变革归根到底是学习科学和教育技术发展的结合,是教学实践从面对面和线上教育的分离走向混合成为主流教学模式这个变化的产物。于是,精通学习科学和教育技术,且善于设计

学习过程的学习工程师当然就成为新的主流学习模式推广不可或缺的动力。由于这种学习模式的变革必然导致高等教育组织和制度的变革,推动学习模式变动的学习工程师就成为推动高等教育组织和制度变革的重要改革主体之一。

六、如何培育学习工程师

对于培养学习工程师的途径,《报告》首先提到三个培养学习工程师的硕士项目,包括斯坦福教育学院的学习、设计和技术(Learning, Design and Technology, 简称LDT)硕士项目、哈佛教育研究院的技术、创新和教育(Technology, Innovation, and Education, 简称TIE)硕士项目、卡内基梅隆的教育技术和应用学习科学(Educational Technology and Applied Learning Science Technology, 简称MET-ALS)硕士项目。下文将介绍其中一个项目。

斯坦福教育学院的学习、设计和技术硕士项目目的是加强学生开发和评价新技术支持下的学习体验所必须的核心知识。它把强大的学习科学与新兴的技术知识相结合,帮助学生获得设计学习环境和产品的知识。斯坦福大学在培养下一代学习技术专家方面,具有综合世界一流的研究、卓越的教育和硅谷的创新方面的优势^⑥。

该项目要求学生必须完成至少45个学分。必修的课程中有季度学期(Quarter)的学习设计和技术讨论课(EDUC 229A: Learning Design and Technology Seminar),每学期一个学分,要求上四个学期,课程内容是设计技术支持下的学习体验的讨论和活动。有实习和硕士生做的项目,理论和实际的结合,动手开发和合作。显然,这个硕士项目是实践导向型的,目的是帮助学生学会干。

必修课中有实习课(EDUC 215: LDT Internship Workshop),每学期1-3个学分,依实习时间长短而不同。学生至少要修两个学期一个学分的实习,鼓励3个学期都有实习课,至多可以有9个实习课学分。实习应是这个项目的重头戏。

必修课中有电子学习文档和硕士项目。电子学习文档包括大量的学习工作,还有对各类学习活动的反思。硕士项目有学生设想和完成的设计项目。项目开题和结题报告包括对学习问题的描述和分析,对该学习问题的理论思考、设计思想、样品和学

习评价。

选修课中至少有一门3个学分课来自于评价和研究方法的。可供选择的课程有:4个学分的数据分析和展示(EDUC 200A: Introduction to Data Analysis and Interpretation);4个学分的定性研究导论(EDUC 200B: Introduction to Qualitative Research Methods)。

选修课中至少有一门3个学分课是来自于设计过程的,学习以学生为中心的设计过程。这些课程有:3-4学分的人机对话设计(CS 147: Introduction to Human-Computer Interaction Design);3-4学分的人机对话工作室设计(CS 247: Human-Computer Interaction Design Studio);2-3学分的人机对话(CS 377: Topics in Human-Computer Interaction);2-3学分的超越机器的实验(EDUC 211: Beyond Bits and Atoms - Lab);3个学分的行为设计—连接人与自然(EDUC 302: Behavior Design: Connecting People to Nature);1-3个学分的残障人士辅助技术视角(ENGR 210: Perspectives in Assistive Technology);3-4个学分的研究生设计研究技术(ME 277: Graduate Design Research Techniques);3-4个学分的创新和设计体验的设计思想工作室(ME 377: Design Thinking Studio: Experiences in Innovation and Design)。

选修课中至少有一两门课是来自于学习的课程,至少选修6个学分,其中至少有一门关于学习科学理论的课程。鼓励学生选修超过两门课程。学习科学类的课程有:3个学分的学习和技术专题:学习的核心机制(EDUC 328: Topics in Learning and Technology: Core Mechanics for Learning);3个学分的理解学习环境(EDUC 333A: Understanding Learning Environments)。学习内容研究方面的课程有:3个学分的科学课程教学(EDUC 280: Learning & Teaching of Science);3-4个学分的高等教育的教学(EDUC 297: Teaching and Learning in Higher Education);1-4个学分的教师专业发展讨论课(EDUC 329: Seminar on Teacher Professional Development);3-4个学分的非正规场合的科学和环境教育研究(EDUC 357: Science and Environmental Education in Informal Contexts);3个学分的正规和非正规场合的学习研究(EDUC 366: Learning in Formal and Informal Environments)。学习类体验课程的学习要求

是,至少有两门课程是关于运用学生为中心的学习设计来解决学习问题的。至少修学6个学分的课程。这些课程有:3-4个学分的课程设计(EDUC 208B: Curriculum Construction);4个学分的利用博物馆等场合教学的体验(EDUC 226: Curating Experience: Representation In and Beyond Museums);3-5个学分的培育年轻的科学、技术、工程和数学思想者(EDUC 239: Educating Young STEM Thinkers);3个学分的为学习者的技术(EDUC 281: Technology for Learners);3-4个学分的设计学习场合(EDUC 303: Designing Learning Spaces);3-4个学分的教育创新(EDUC 338: Innovations in Education);3个学分的儿童发展和新技术(EDUC 342: Child Development and New Technologies);3个学分的工程教育和线上学习(EDUC 391: Engineering Education and Online Learning)。

该项目网页^①上还可以看到丰富多彩的教授和学生相关的活动和成果。从这一项目的设计看,培养学生的重心是在学习科学、学习技术、学习科学和学习技术在具体学科教学中的运用,学生为中心的学习设计,特别是身历其境的实践导向的学习。确实,由此获得的知识、技能和态度和工作能力与《报告》所描述的学习工程师的要求一致,目的是培养下一代运用学习科学领域的领袖人物。课程之丰富,学生选择之广泛,课程之新颖,确实使得这个硕士项目可以引领学习工程师培养的时代潮流。

除了硕士项目培养学习工程师外,《报告》还提出了培育学习工程师的其他渠道。大学学科专家可以作为学习工程师的来源。博士后就已经是他们所在学科的专家,可能已经熟悉在他们自己学科领域内的基于学科的教育研究(Discipline-Based Education Research,简称DBER)。可以给他们提供正式的学习设计和广泛的学习科学培训。在MIT,已经有15个这样的学科专家,他们都是来自于有学科背景的博士后和讲师。他们每位都已经或大部具有了学习工程师的知识和技能(Wilcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 26)。这些MITx成员们已经帮助本校的教授改进课程设计提升学生学习体验。这些课程包括线上、线下和混合式课程。虽然正式地培训养成学习工程师的体系还是

在演化之中,选拔博士后培训来支持学习设计已经收到了教授们的正面反馈。学科专家要成为学习工程师,无论是在读博士期间还是以后,正规的教育培训是必须的。他们也需要获得大学各个层面对他们工作的价值的认可和接受。基于学科的教育研究专家在过去几十年中出现和兴起也经历过类似的历程(Willcox, Sarma, & Lippel, 2016, P. 26)。

七、总结和前瞻

学习过程的科学化早就形成共识。学习科学的发展已经取得很多可以推广运用的成果。但是,不但学习科学没有在学习者中普及运用,甚至在教师中没有普及。学习科学本身博大精深,需要有专业人士来链接学习科学及其在教学过程的运用。同时,教育技术已经取得很大进步,特别是教育技术在面对面教学中的运用日益增长,MOOCs引起的高等教育变革使得线上和线下日益结合,混合式教学成为教学的主流。由此,教学过程使用教育技术设计对设计人员的教育技术及其具体运用提出了很高要求,也超出对一般教师的合理要求。于是就产生了一个新的职业:学习工程师,它介于学习科学等相关学科的研究者、教育研究专家和教师之间。学习工程师进入教学变革过程后以其专业知识和技能,推动教学过程高度融入学习科学和教育技术,加上教学的改革,成为重要的以专业服务介入教育变革的变革主体之一。培育学习工程师有很多渠道。大学开设培养学习工程师的硕士项目有助于培育新一代的有竞争力的学习工程师。此外,选择学科专家通过正规的培训也可以培养出大量的高水平的学习工程师。

中国大学在过去几年里在把线上的MOOCs融入线下课程方面取得长足进步,用类似于斯坦福大学那样的硕士项目来培养未来的学习工程师具有紧迫感,但似乎难于满足现在的需要。看来,比较正规地培训博士生和博士后,以及大学教师,培训基于学科的教育工程师是比较快捷的路径。那么,谁来做这个培训?谁有资格、能力、有此兴趣?这是有关机构需要认真考虑的。

过去三年里,开设和使用MOOCs的教师中已经出现了一批专研学习科学和教育技术的学科专家,

这些人应该首选出来进行比较正规的培训。因为他们既有学科知识和教学经验,又有制作和使用MOOCs的经验以及制作过程中而获得的知识和技能的积累。一旦他们成为学习工程师,他们的业务就不再是教自己的专业课,而是帮助其他专业教师提升课程,用学习科学和教育技术帮助学科教师改造他们的课程。中国大学在二三年里形成一批由这样的学科专家组成的学习工程师是完全可能的。对这些学科专家应该提供系统的培训,包括学习科学、教育技术、工程学特别是经济学和管理学在教学方案的设计和和实施中的运用等的培训。在大学里,这些学科教师本来就是业务能手,由他们学习学习科学和教育技术成为第一批学习工程师,由他们来倡导课程改革并帮助改造同事们的课程。这样,大学的课程和教学改造获得了真正的技术支持,而这些由学科专家构成的第一代中国学习工程师有望成为推动大学变革的变革主体。

[注释]

①直译应该是“认知负荷理论”,但意译应该是“认知限度理论”。

②详细请见:<http://hackmystudy.com/how-to-memorize-things-quickly-and-effectively/>.

③详细请见:<http://general-psychology.weebly.com/how-do-we-store-information-to-memory.html>.

④这个标准需要很专业的研究。同时,学习工程师的标准也是一个行业新职业发展的过程中从模糊到不断清晰的过程。现在这个职业刚刚开始,起点会比较低。

⑤<http://mfeldstein.com/learning-engineers/>.

⑥详细请参考:<https://ed.stanford.edu/academics/masters/ldt>.

⑦<https://gse-ldt.stanford.edu/>.

[参考文献]

[1] Force, M. T. (2014). Institute-wide task force on the future of MIT education; Final report [EB/OL]. Future of MIT Education, July 24, 2014. [2016-05-01]. http://web.mit.edu/future-report/TaskForce-Final_July28.pdf.

[2] Willcox, K. E., Sarma, S., & Lippel, P. H. (2016). Online education: A catalyst for higher education reforms [EB/OL]. [2016-05-01]. <https://oepe.mit.edu/final-report>.

[3] Guo, P. J., Kim, J., & Rubin, R. (2014). How video production affects student engagement: An empirical study of mooc videos [EB/OL]. <http://groups.csail.mit.edu/uid/other-pubs/las2014-pguo>

engagement. pdf.

[4] Fujimori, J. (2016). MIT releases Online Education Policy Initiative report - New report draws on diverse fields to reflect on digital learning[EB/OL]. MIT News, April 1, 2016,. [2016-4-23]. <http://news.mit.edu/2016/mit-releases-online-education-policy-initiative-report-0401>.

[5] Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2015). NMC Horizon Report: 2015 K-12 Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium.

[6] Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Hall, C. (2016). NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition. Austin, Texas: The New Media Consor.

[7] Koedinger, K. R., Booth, J. L., & Klahr, D. (2013). Instructional complexity and the science to constrain it[J]. *Science*, 342(6161): 935-937.

[8] Koedinger, K. R., Kim, J., Jia, J. Z., McLaughlin, E. A., & Bier, N. L. (2015). Learning is not a spectator sport: Doing is better than watching for learning from a MOOC[A]. In Proceedings of

the Second ACM Conference on Learning@ Scale[C]. : 111-120.

[9] 李明华(2004). 研究型大学的困境与出路[J]. 复旦教育论坛, 2(4):26-30.

[10] 李明华(2007). 建导法在高等教育“质量工程”中的运用: 无形投入以创建教学一流的大学[J]. 复旦教育论坛, 5(2):22-26.

[11] 李明华(2011). 农民工高等教育需求、供给和认证制度研究[J]. 北京: 中国言实出版社.

[12] 李明华(2013). MOOCs 革命: 独立课程市场形成和高等教育世界市场新格局[J]. 开放教育研究, 19(3):11-29.

[13] Metcalfe, J., & Kornell, N. (2007). Principles of cognitive science in education: The effects of generation, errors, and feedback [J]. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(2): 225-229.

[14] Mueller, P. A., & Oppenheimer, D. M. (2014). The pen is mightier than the keyboard advantages of longhand over laptop note taking[J]. *Psychological Science*, 25(6).

(编辑:徐辉富)

Learning Engineers: A New Profession for Education Reforms

LI Minghua

(Faculty of Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: MIT released the final report “Online Education: A Catalyst for Higher Education Reforms” in this past April triggering a discussion on a new profession called learning engineer. This paper is devoted to introduce the related ideas and do a bit analysis on them. The advent of this new profession marks a new era of learning: blended learning is emerging into the main model of learning as opposed to the models of offline or online learning. As the designing and engineering of blended learning are increasingly complicated and require the application of the sciences of learning, education technology, and discipline-based education research knowledge, learning engineers who master the theories and skills in these fields are needed to help instructors design solutions and its implementation of blended learning. The main difference between a learning engineer and instructional designer is perhaps that the former needs more of engineering knowledge including the capability in applying economics and management in designing learning process as the latter. One way to train a generation of learning engineers is for universities to provide related master’s program as Stanford does. An alternative way is to provide some discipline experts with formal training to become learning engineers. This alternative path could be more practical for China to nurse a first generation of learning engineers.

Key words: science of learning; online learning; blended learning; MOOC; school reform