



网络引领的教育新变革

陈木法

由于网络的兴起,近年来(特别是近两年多以来),引发了教育的很大变革,堪称日新月异,迅猛异常。教育的两大要素:课程和教材,都注入了网络的基因,产生变异。未来的教育面临着极大的挑战:如何教,如何学,以至于如何办学等等都是课题,都有待于进一步探索。这场变革给我们带来相当的震撼,忍不住做了一些调研,奉献给大家以供参考。下面,我们分三方面介绍最新进展:

- **网络的兴起** 这为教育新变革提供了必要的物质基础。
- **教育的新变革** 介绍课程和教材两方面出现的新变革。
- **迎接变革** 应当说,我们还处于起步阶段。如何面对挑战,需要不断摸索,不断积累经验。这里讲三点建议:培养能力,团队精神和批判意识。

网络的兴起

二十多年来，给我们这个世界带来最大变化的应当是网络。网络的兴起导致了诸多领域的革命性变革：

通讯的革命 从 e-mail 到博客，再到微博、微信，已经经历了几代。即使仅退后几年，什么视频电话、网上电影都是难以想象的。正是通讯的飞速发展，才使得今天的网上课堂变成现实。通讯的进步主要有两方面：一是网速的提高，十年来提高百倍以上，这是硬件；二是图像压缩技术。例如著名数学家伯克霍尔德 (D. L. Burkholder) 的文集，有 716 页。用传统的压缩 (pdf 格式)，文件达到 416 兆；使用新技术 (djvu 格式)，只需 14 兆；两者之比约为 30:1。

商业 网购现在已经相当普及。这两年在金融业出现了各

种“宝”，在股市上出现了“高频交易”等新产品，这足以展示网络给商业所带来的大变革。

科技 云计算和云基地出现仅有几年，就大大推动了网络的飞快发展，许多事情都已经放到云端去处理，如使用 iPad 等，虽然自身带不了什么软件，但还是可做很多事情。人们现在常用的网络地图、医院的网络会诊、3D 打印等等，都成为现实。

国防安全 想想爱德华·斯诺登，便可知网络对于国防的极端重要性；更不用说无人机和定点炸弹的导航等等，都依靠网络。

总之，网络已经并且正在改变我们的生活，给世界带来变革，当然也给教育带来变革。

教育的新变革

这里讲的是近两年半以来的新变革。

关于课程方面

从国外来的有四个新名词：udacity, coursera, edX 和 MOOC。

Udacity (2012 年 1 月)

起因是在 2011 年年底，斯坦福大学的一位人工智能教授把他的一门课放到网上，并告知朋友，只要简单注册一下，便可学这门课。结果当天晚上就有 5 千多人注册。这门课最后的注册人数达到 16 万人。学期结束后考试成绩的前 400 名无一不是斯坦福的。于是，他就辞了职，与该校的另一名教授合作，于 2012 年元月创建了 Udacity 公司。参考杨经晓：“互联网数学开放教育发展近况”(《数学文化》2013 年第 1 期)。

Coursera (2012 年 4 月)

这是斯坦福大学的另两位教授创办的。如前所说，这里的 4 个名词在我们的英汉词典里没有，但早在两年前就作为词条被收录到了网上的维基百科。据说，已有 196 个国家的人注册了 Coursera 的 MOOC。就算只有注册总数的一半，也有百个，数量之大真是不可思议。

edX (2012 年 5 月)

记得刚开始的时候人们不知道该给这种新型大学起什么名字，造出了 X-University 一词，其中的 X 就是我们数学上常用的未知数。然后，由 edU 演变成了 edX。

前两个赢利公司的收费方式是：如你要学分或者要证书，那都得交费。然而，以上三家的课程都是开放的、

免费的，这就产生出一个新名词：

MOOC (2012 年 7 月)

它是下面 4 个单词的第 1 个字母的缩写：Massive (大规模的)、Open (开放的)、Online (在线的)、Course (课程)。中文的音译为“慕课”，意译简称为“在线课程”。

有人把前三者称为 MOOC 的三大支柱，与前两个赢利公司不同，第三个是非赢利联盟。如果用 Google 看看他们的关注度，那么最少的是 Udacity，它所关注的网页有 120 万；最多的是 edX，有 2 千万；Coursera 有 485 万；MOOC 有 852 万 (2014 年 4 月的数据)。

现在，让我们对 edX 作两点补充。

其一，这个联盟是波士顿的哈佛大学和麻省理工学院各投资 3 千万美元，于 2012 年 5 月 3 日共同创建的。

其二，截至 2014 年 3 月，已有 12 个国家、32 所大学加入。目前我国大陆地区仅有北大、清华两校加入这个联盟，详见 <http://zh.wikipedia.org/wiki/EdX>

edX 联盟参加者数量不大的原因是它设置了较高的入门门槛。

2014 年 5 月 29 日，内蒙古大学陈国庆校长给我们提供了如下重要信息：

我在 2013 年 6 月参加教育部组织的‘中西部大学校长海外研修计划’赴美国东部研修，期间专门访问了美国教育部。美教育部官员谈到：奥巴马总统倡导美国大学向全球公开课程教育资源，投资 20 亿美元开发网上课程 (笔

截至 2014 年 3 月, edX 共有 32 所教育机构参与。

- | | | |
|--|--|---|
|  美国 : | • 清华大学 (北京) |  比利时 : |
| • 伯克利音乐学院 |  香港 : | • 法语天主教鲁汶大学 |
| • 波士顿大学 | • 香港科技大学 |  法国 : |
| • 加州理工学院 | • 香港大学 | • 索邦大学 |
| • 康奈尔大学 |  澳大利亚 : |  德国 : |
| • 戴维森学院 | • 澳洲国立大学 | • 慕尼黑工业大学 |
| • 乔治城大学 | • 昆士兰大学 |  印度 : |
| • 哈佛大学 |  加拿大 : | • 印度理工学院 |
| • 麻省理工学院 | • 麦吉尔大学 |  韩国 : |
| • 莱斯大学 | • 多伦多大学 | • 首尔大学 |
| • 伯克利加州大学 |  日本 : |  瑞典 : |
| • 德州大学系统 | • 东京大学 | • 卡罗琳学院 |
| • 华盛顿大学 | • 京都大学 | |
| • 卫斯理学院 |  瑞士 : | |
|  荷兰 : | • 洛桑联邦理工学院 | |
| • 代尔夫特理工大学 | • 苏黎世联邦理工学院 | |
|  中国 : | | |
| • 北京大学 | | |

者注:美国国家科学基金会 2013 财年预算请求为 73.73 亿美元), 不仅为全美服务, 而且为全世界服务。《卫报》估计过去 94% 的适龄青年没有获得这些资源的机会, 是在浪费资源、影响青少年成才。过去大学是好中选优, 一些学校也不愿意公开课程资源, 也没有技术条件。现在则应该是水涨船高式普遍提高, 使人们尽可能多地得到教育机会, 网络技术条件已经成熟了, 该政府选择了。美教育部官员说, 奥巴马总统做了选择, 愿将美国教育资源让尽可能多的全世界青少年共享, 世界越来越进步对美国有好处。现在已经花掉 10 亿美元, 起到了效果, 例如学生数学水平提高了; 将再花掉 5 亿美元研发课程。麻省理工的课程上网后, 愿意到麻省理工就读的学生更多了, 因为课堂上听不懂不要紧, 有网上资源可再读再使用。

从俄亥俄州立大学 (Ohio State University) 了解到, 该州州长十分清楚扩大宽带网速的重要性, 坚信互联网基础建设将为本州创造大量的就业机会, 认为城市发展方向是移动方式学习, 州政府投资 3000 万美元扩大宽带联系州内各城市, 180 万儿童同时下载电子书只需要 2 分钟。

美国大学的信息技术部门更是学校的重要部门, 已进入人人有手提电脑、ipad 的时代。大学有战略、有计划地不断增强信息技术功能, 为学生学习、教师教学科研和

学校各项生活提供支持服务。校园布满无线网, 各大学课程、图书馆资源相互共享。乔治城大学 (Georgetown University) 学生 100% 有手提电脑 (负担不起者学校提供)、100% 有脸书 (Facebook) 帐号、可手机选课, 已有 20% 教科书可下载, 取消纸质, 节约了纸质成本。学校实施跟踪调查每个师生对信息技术的需求, 估计未来几年信息需求量, 制定 24 个月改进计划措施, 及时改进。

在我们访问罗格斯大学 (Rutgers University) 时被告知, 过去曾认为网上课程不如面对面交流, 但事实证明网上教育对老师的要求更高, 老师学生一对一的网上交流反而比传统 1 对 25 好处更多。他们说, 美国人认为网上教学效果与传统教学没什么差别, 且无需教辅人员, 没有场地和时间限制。马里兰大学要求本科生 12 学分课程必须通过网上教育完成; 德州大学 10%、明尼苏达 25% 的课程在网上完成。

另外, 我还关注了校园信息化建设的投资方向, 因为我们一直在思考权衡一些问题: 校园网路带宽、存储服务器、应用软件研发、信息技术队伍规模、软件服务外包及其之间的关系。在美国看到方向: 他们主要建设全覆盖的高速校园网路建设, 其他靠购买云计算服务, 这样成本要小于自己研发或外包研发, 也不是买来软件安装在自己的服务器上。有些类似于过去学校自己建锅炉烧暖气、现在则全部集中供暖一样。估计若干年后, 自己单位的网络服务器、局域网就像自己的锅炉一样不需要了, 直接购买云端服务就可以了。目前国家已批准在内蒙古建设大型云计算中心, 主要原因是天气凉爽、电力充足便宜。

下面转入国内的课程变革。

2012 年 7 月 31 日, 刘延东副总理出席了国家开放大学、北京开放大学、上海开放大学的成立大会。刘延东强调, 要以现代信息技术为支撑, 整合共享优质教育资源, 创新教育教学模式, 办好中国特色的开放大学, 为社会成员提供更加灵活便捷公平开放的学习方式和多层次多样化的教育服务, 为建设学习型社会和教育强国、人力资源强国作出积极贡献。

粗略地讲, 开放大学是电视大学的升级, 以网络替代电视。回想电视大学在我国教育史上的巨大作用, 可以想象开放大学对于我国未来的重要价值。开放大学的

三大任务是：汇集电子资源、视频课程和视频演讲。这方面已有多年的积累，可视为MOOC的前身。MOOC的三大任务是：在线视频、网上测试和协作论坛。两者的共同点是视频；后者的提升在于“名师”和“在线”，以及大规模的互动（不仅是老师与学员，更多的是学员之间的互动）。

国内目前主要的MOOC网站有

(1) 网易 <http://v.163.com/special/openclass/xuetangx.html>



此页中的每一图标表示一门在线课程。例如第一行的3门课分别为：“教你如何做MOOC”、“微电子电路基础”和“文献管理与信息分析”。

(2) 果壳网 <http://mooc.guokr.com/>



(3) MOOC 中国 <http://www.mooc.cn/>



2013年10月10日,清华大学等成立“学堂在线”。先前北京大学、清华大学已于2013年5月21日加盟edX。2013年5月24日,清华大学的计算机科学与技术系、交叉信息研究院、心理学系、教育研究院(4学院)联合成立了大规模在线教育研究中心。这个中心于2014年4月29日升格为教育部在线教育研究中心。

“学堂在线”的合作伙伴有11所大学:北京大学、中国人民大学、北京师范大学、中国农业大学、上海交通大学、南京大学、浙江大学、西安交通大学、中国科技大学、台湾新竹国立清华大学、香港理工大学。

2014年4月8日,上海交大等成立了“好大学在线”。参与的大学有4所:上海交通大学、北京大学、香港科技大学、新竹交通大学。

在经历了两年的暴风雨之后,MOOC运动在国外已逐步回归理性。但在国内,还处于“高烧”之中,请见为期两天的“2014年中国大学MOOC发展论坛¹”:

关于中等教育,可在网上找到大量的视频课程。例如在福州第一中学的主页上,可以看到由20多所学校共建的“开放式课程”。又如地处边远地区的四川雷波民族中学与成都七中共建网络班,同步共享网络课件。

从上述事实已经可以看出MOOC已经给传统教育模式带来相当大的冲击。想想许多商店已经被网购(无需店铺)所替代,不难想象将来也许也会有许多学校被网学(用不着那



¹ http://dianda.china.com.cn/news/2014-06/23/content_7001996.htm

么多教室?) 所替代。未来的大学没有校园, 任何人都可在线学习高水平网上课程, 学员的国界、种族、性别、年龄等等, 都是平等的。大学的等级似乎不再是个问题了?

可以相信, 加盟 MOOC 在线教育的洪流会呼啸而来, 不可阻挡。这里, 我想特别强调一下: 一堂好的课, 一次好的演讲, 可能影响一个人的一生。对于我个人而言, 影响我这一辈子的有两次报告。第一次是读初中二年级(15岁)时, 有幸听到我校数学教研组长张耀辉老师的报告, 主题是要学会自学。当时我因小学算术没学好, 正处于想发奋而又不知道如何做的时候听到这样的报告。张老师以华罗庚先生和他本人的经历, 教育我们自学的重要性。这促使我走上了自学数学的道路。11年之后, 在我大学毕业离开学校前夕, 在北京棉纺厂听到华罗庚先生推广优选法的报告。因为苦学了那么多年的数学, 第一次听说数学在实际中那么有用, 所以受到了很大的震动。那是1972年(26岁), 我到贵阳之后, 急不可待地寻找工厂推广优选法。在随后的6年时间里, 我差不多跑了50多个工厂。正是在社会实践中, 让我深深地懂得了科学对于百姓和国家的价值, 促使我远离当年社会的喧嚣, 坚持走自己的路。

讲到 MOOC, 我相信良莠不齐是正常现象, 毕竟数量众多。事实上, 对于同一门课, 需要不同层次的 MOOC。在现阶段, 宜鼓励百花齐放以催生优秀作品。对于 MOOC 的怀疑, 还在于使用了百年的粉笔加黑板的成功经验。在当今的演讲中, 大多数人都已采用高科技的投影, 但也有些演讲高手宁愿使用粉笔加黑板, 其实又有什么不可呢?

教材与出版

有人问, 有了 MOOC 之后, 还要教师吗? 当然要, 只是教师的责任会有很大变化。作为参考, 让我们回想一下教材与出版业的5种“版”的变迁。

- (a) 在1990年之前, 中学考卷都是刻钢板印的。
- (b) 那时, 每一所大学都有一个很大的印刷厂和一批铅字排版工人。现在看不到了。
- (c) 大约2000年开始, 时兴电子版。以前出国访问, 行李有一半是书籍。还记得常常为不带《新英汉词典》伤脑筋, 要带又太重, 不带又怕到时没的。现在出国只需带一个移动硬盘, 什么资料都有了。
- (d) 更近些, 讲义、习题都放到网上(网络版)。最说明问题的是百科全书/大词典, 如维基百科, 它大约有15G, 纸质版需7500本。我们相信在这个世界上永远不可能存在这么巨大的纸质版百科全书。
- (e) 更新的有云时代的“自出版”。下面的网页讲了一些迷人的故事²。

阿曼达·霍廷(Amanda Hocking) 自小热爱写作, 26岁时, 已创作出17部小说, 但没有一本被传统出版社接受。2010年, 霍廷开始在亚马逊上自出版, 一年半内, 作品狂销150万本, 获得总计250万美元的纯收入, 年纪轻轻就跻身美国超级畅销作家的行列。

想想看一本书的售价可能不到1美元, 即使只是买来翻翻也没什么关系, 所以销售量会很大。版税高达



网络作家阿曼达·霍廷

² <http://www.bjnews.com.cn/book/2013/12/07/296232.html>

75%，自然收入很高。由这5种“版”变迁的简短历史不难想象，不光出版业，教育的大变革也势不可挡！

关于论著的新的出版趋势是电子+网络版。

右上方的网页是 AudioSlides ELSEVIER 论文的一个样本：左边是论文的 pdf 文件的首页，右方是作者演讲的视频³。

这把我们通常所做的两件事：发表论文与会议演讲合并在一起了，大大加快了科研成果的传播速度。

右下方是 edX 关于线性代数的一本教材（电子版）中的一道习题。图中下方有个盒子 (Hint)。点击它之后，会链接到作者的主页上。展示这道习题的辅导视频。这本书虽仅有 300 页，视频竟有 79 个。这个例子充分显示了教材的换代是什么意思。我们知道，电子书本身不带也不可能带软件，云技术使得这种设计可行。又如千页以上的微积分教材，现在的电子网络版仅有两三百页。但每几页就有一个“欲知详情”请点击“且看下回分解”。有些理、化教材链接的是实验的动画片。现在大量的阅读器 (ipad, notebook 等) 代替了纸版，不能指望这些东西自带软件。已经可以用电子阅读器携带千本电子书的人，怎能想象手捧千页大部头来阅读？所以，这种变革趋势不可逆转。

³ <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1550728912000664>

fruit

(s, f)

sugar

apples & oranges

fruit & sugar

Find a linear transformation relating Pablo's representation to the one in the lecture. Write your answer as a matrix.

Hint: Let λ represent the amount of sugar in each apple.

Hint

迎接变革

面对教育的大变革，如何应对？这将是一个长期的挑战，也是一个非常紧迫的、亟待摸索研究的新课题。这里，我们有三点建议：一是培养能力，二是团队精神，三是批判意识。

培养能力

我常跟学生讲，数学不是“看”出来的、不是“听”

出来的、而是“做”出来的。所以要多想、多做。因为我是自学出身的人，自认为自学能力是一个人最根本的能力，于是在我走上工作岗位（贵州师大附中）后，在教第一个班（高中：1972-74）时，就开始培养学生的自学能力。那时每次课两节，我第一节让学生看书，第二节才作难点的讲解。开始时学生很不适应，但两年后，当他们毕业的时候，

他们班所学的数学在整个贵阳市是学得最多的。现在有个名词叫“翻转课堂”，意指学生通过网络先在家里网上学习，学习老师上传到网上的视频讲解；到校后再在课堂上交流学习中遇到的困难疑惑，教师点拨、解惑。那么，这与我们40年前所做的实质是一样的，也与过去的函授教育、电视教育差不多。只是那时学生之间的交流要少得多。

团队精神

人们常说：在社会中生活，不仅需要智商，也需要情商。情商就是团队精神。当代一流的四名印度数学家：S.R.S. Varadhan（概率，获 Abel 奖），K.R.Pathasarathy（量子概率），V.S. Varadarajan（数学物理），还有 R. Ranga Rao（分析学家），他们竟然是读研究生时的同学，自发地一起搞了3年的讨论班。这是 Varadhan 告诉我的，也让我惊讶不已。由此不难想象他们在学生时代就有很高的情商。我们北师大概率研究团队共12人，在很长时期里我们每周有5个讨论班。在讨论班上，我们或者介绍自己的研究成果，请大家提意见；或者报告国际上的最新研究进展，大家一起学习新东西。可以说，讨论班练就了我们的创新团队。现代数学的发源地之一是莫斯科大学，在1970年代的鼎盛时期，数学系每个周末都有50多个讨论班。总之，讨论班是数学家工作的主要舞台，也是团队精神的集中体现。

前面所说的 MOOC 协作论坛（又称为讨论区），乃是我们的讨论班或过去各种形式的（课外）学习小组的网络化。代替讨论班上面对面的“吵吵闹闹”，MOOC 赢得了时间和空间的自由，随时随地可在讨论区上发表自己的见解。应当指出，在我国过去二十多年里，由于各种评比和花样百出的名利宣传和诱导，曾经引以为自豪的团队精神已近乎丧失，急需抢救和康复。目前，简单易行的办法是鼓励学生依照兴趣成立各种专题研讨小组，精心选题，充分利用网络和 MOOC，分工协作，互教互学，日积月累，一定会取得快速进步。至少在目前阶段，这种活动是现有的课堂教育的极大扩展，大概不会有人怀疑其价值和效果，问题只是在于如何做得更好。在选题方面，也许可以多听听老师的建议。

批判意识

网络是求学者的天堂，我们想学的东西几乎都可以从网络上找到。网络能让有志者、有能力者突飞猛进。然而，网络可能成为某些人的“鸦片”，使人迷惑、让人走上歧途。这里需要很强的自制力。当然，自制力的培养也需要长时间的磨练。网络里精品与垃圾并存，需要强烈的批判意识。如何用好网络，是一门新学问、大学问。算一

算我们投入网络的时间和精力，效益如何？要从网络里获得最大效益，不仅需要精心选题，也还需要制定严密的计划。好比球队，光喊口号是没用的，需要依照严密计划一步一步地刻苦训练。

讲到对于网络，需要强烈的批判精神，大概不会有多少异议，因为网上有太多假的东西，太多垃圾。由网络引发的批判意识，让我们联想到面对社会，同样需要批判精神。比如流行了多年的科研评价体系：SCI + 引用数，以及我国更新一些的创新：分区，这些东西都是有疑问的。下面是两个典型例子。

第一个例子是关于俄国数学家佩雷尔曼（G. Ya. Perelman）。他破解了庞加莱猜想，是继解决费马大定理之后20年来数学上的最大成就。他的3篇论文都是他自己放到网（arXiv.org）上的，好像不能算正式发表，所以在标准的引用统计杂志（MathSciNet）上不出现，引用次数为0。然而，这项工作获得数学的最高奖：菲尔兹奖和世纪难题百万美元奖。

第二个例子是张益唐，他在一年前证明了（弱）孪生素数猜想。他的这篇论文尚未见发表。在 MathSciNet 上，共有两篇论文，引用8次。然而，就在今年，他获得了科尔数论奖、罗夫·肖克奖中的数学奖以及麦克阿瑟天才奖。

我相信这两项成果都是不朽的，但依我国现行的评价标准应该都会得零分。你说这样的评价系统合理吗？

其实，批判能力对于每一位科学家都是必备才能。

致谢：本文曾先后在江苏师范大学、福州一中、湘潭大学、天津市数学会、哈尔滨工业大学、北京师范大学、西安电子科技大学、曲阜师范大学和安徽省数学会报告过。作者衷心地感谢这些单位的老师和相关会议组织者的盛情邀请和热情款待。也感谢本文所用到的诸多网站、特别是陈国庆校长所提供的宝贵信息。同时，作者感谢国家自然科学基金重点项目（No.11131003）和教育部973项目的资助。最后，衷心感谢主编对原稿的精心加工和美编的精心排版。

完稿于2014年8月26日

作者简介：

陈木法，著名数学家，北京师范大学教授，中国科学院院士。第三世界科学院院士。