



上海大学元宇宙课堂。

他的课堂是这样打开的。

“下面有请蒋老师上台点评。”只见一个穿着红色马甲、背着白书包的动漫小人，连续跳了3下，登上讲台，开始了作业点评。在元宇宙中，作业点评还是那个作业点评，只不过教室、师生都变成了动漫场景，时不时有三五个可爱的动漫小人蹦一蹦，走来走去。

更有趣的是在后头……

“同学，你刚才被踢出去了，现在还坐在别人身上。”

“啊，我没有……”

原来，学生在电脑的另一端如果有3分钟不操作，就会自动被踢出去，再回来时便可能“不留神”坐到其他同学身上。

除了上课，在讨论环节蒋飞一般是不太管纪律的。因为学生只有在“教室”里才能观看PPT，但上课的声音在“校园”每个角落都能听见。学生可以一边逛校园，一边参与讨论。即使学生在真实世界一边开着车，也能一边上课。

一到下课时间，连教师都迅速跑到“足球场”，跟学生切磋球技，“还是一名女生，中国女足比男足厉害”。

2020年，疫情大暴发时，刚从美国回来不久的蒋飞就开始用虚拟替身的方式上课，开着双目摄像头，“那感觉有点像‘直播带货’”。

疫情得到控制后，他便暂停了这一授课方式。

然而，今年3月上海突如其来疫情，再次把师生阻隔在不同物理空间。蒋飞决定重启虚拟课堂，但“不想再走老路了”。

2021年是元宇宙元年，扎克伯格提出“元宇宙”的概念，Facebook更名为Meta，正式向元宇宙进军。

蒋飞和他的研究生也决定开发上海大学的元宇宙场景。从今年3月到5月，他们忙得不亦乐乎——先在元宇宙里给研究生上课，又推广到本科生，很快便一发不可收拾，吸引了不少教师加入。

“元宇宙课堂比腾讯会议等在线课堂更有沉浸感，虚实结合的授课方式让线上课程有了更丰富的体验。学生的专注度、到课率、作业完成情况等都明显好于后者。”蒋飞说。

比如，上课时，学生要操作鼠标变换角度，因为老师是走来走去的，老师讲的话会以文字的形式从头上冒出来，超出了视野，学生是看不到的。有时学生可能看不清楚板书，还会走到讲台上来看。

“这与传统课堂中，学生规规矩矩地坐在台下迥然不同，为师生平等交流构筑了线上环境。”蒋飞说。同时，也为东西部地区实现教育资源共享创造了更多可能。

当然，也会有人质疑，这究竟是在上课，还是在玩游戏？

参加元宇宙开发的上海大学研究生齐心语也一直在琢磨这个问题。她告诉《中国科学报》，元宇宙课堂并不太适合需要高强度理解的课堂，学生需要记笔记，互动可能会分散他们的注意力，但对于研讨式教学，需要师生有很好的交流互动且强度适中的课堂很适用，特别是数字媒体相关的课程。

在元宇宙中上课，后疫情时代可能会成为一种潮流吗？

“肯定要以学生反馈为主，年纪大的教师平时没有接触过游戏，未必会接受这种教学模式；而一些老师来自互联网企业，早已习惯了线上办公，接受起来会快一点。每所高校收集的数据都会告诉老师们，该不该在元宇宙中上课、什么课程适合在元宇宙中上课。”蒋飞告诉《中国科学报》。

在蒋飞眼中，元宇宙更强大的功能是陪伴。

从一开始，他就打算把上海大学的元宇宙做成一个“共情”的空间，场景有70%相似之处，也有30%的不似之处。比如，疫情期间为师生拉琴，冲上热搜的小提琴手，大家熟悉的校园歌手，真实地出现在元宇宙中。“哪怕你已经对校园很熟悉了，依然会有新鲜感。”

不仅可以上课，上海大学元宇宙还曾举办过毕业论文答辩、校友会。团队中的小伙伴在此举行了一场特别的婚礼，巨大的钻戒从天而降，在现实中难以想象。

“那段时间，我们几乎忘了师生的模样，线下见面时都觉得自己应该长成元宇宙中的样子。”齐心语说，“经过测试，大家的精神状态并没有因此变差。说实在的，那段时间，我们压根儿就没太关注疫情。”

重构时间——

在科研周记、公众号中拾起碎片化学习

就算没有过多关注疫情，疫情中居家办公，大家也会明显感到“时间陡然增多了”。有人利用疫情的空档炼成了“厨神”“健身达人”，还有人的碎片化时间被各种“知识付费”平台占领。

“用好碎片化时间，其实对推动业务大有裨益。”北京建筑大学环境与能源工程学院教授王崇臣说。

利用疫情居家的时间，王崇臣看了自己喜欢的书，为下学期的课程优化了教学内容和课件，在其中融入了最新科研成果，在家里录了一个微课素材，还做了一些动画方便学生理解……疫情既将互联网这种高效沟通的媒介推入他的生活中，也促使他去做有关“沉淀”的思考，而他又把反思用到了育人上面。

王崇臣曾在科学网发表过一篇博客文章，讲述如何高效利用时间。“我经常观察学生，发现从前学生说要做实验，就花费一个月时间，做得天昏地暗；接下来要静下心写论文，就‘两耳不闻窗外事’地写论文。但写论文对来说比较难，写着写着往往就刷手机或趴着睡着了。坐在那里8个小时，可能连一两个小时的效率都没有。”

“提高效率之法，就是要‘换脑子’——不要一心思地执著于一件事。”王崇臣说，这就好像正常教学与疫情教学的切换，让他有时间做“想做而不能做”的整理。

怎样让学生提高效率、做好沉淀、利用好碎片化时间，三个诉求汇成一点，让他想到了科研周记和公众号。

北京建筑大学研究生衣晓虹向记者展示了她写的科研周记，上面并不是感受式记录，而是“科研笔记”，条分缕析地记录着实验进度、心得。王崇臣要求学生每周日18点前提交科研周记，他则在周日晚通过批注、微信语音或腾讯会议给予及时的反馈、分析。

“如果只是临时整理，肯定整理得不全面，这就倒逼我们每天利用零散时间整理、分析实验结果。及时整理的好处是过后不容易遗忘，需要用心时也方便、省心。”衣晓虹说。

自从写科研周记以来，衣晓虹养成了一个习惯——同一个主题用不同颜色做上每周的区分，等她做完一个主题，把内容串联起来，便自然而然形成了一篇完整的研究或综述论文思路。

疫情期间，很多课题组都在运行自己的公众号。王崇臣课题组的公众号虽然在2019年前申请的，但疫情却成为了激活公众号的“密码”。“居家期间，师生有更多时间关注、思考本领域的文献，把文献整理之后传达给同行的行为很受欢迎。”王崇臣说。

衣晓虹和同学们每人负责业内的3~5个期刊，利用零散时间，把相关期刊网站上最新发表的文章整理出来，交给公众号轮值的同学统一发布，“这对把握学科前沿很有帮助”。

课题组学生发表的论文，也被做成PPT的视频讲解配合文字介绍发表在公众号中，“由作者本人讲述，既进一步理清了思路，又锻炼了表达能力”。低年级的同学主要做公众号的科普文章整理，这对他们打好基础很有帮助。

这种“换脑子”让一直有专注度困扰的衣晓虹不再执著于一件事，而是一下子做成了三件事，三件事之间还是相互促进的。

当然，每个人对“换脑子”的定义不同。衣晓虹笑着：“王老师的‘换脑子’是从阅读理工科书籍转向人文社科书籍，而我们的‘换脑子’就真的是休息，毕竟一天在实验室里都要走上万步，刷刷剧是更开心的选择。”

原来，疫情就是这样重构了我们的学习方式。所幸，我们用它再造了一个新的学习场域。

被疫情重构的 学习方式

■本报记者 温才妃



苹果公司创始人乔布斯曾在美国斯坦福大学演讲时说：“你不能预先把那些点点滴滴串在一起，唯有你在未来回顾时，才会明白那些点点滴滴是如何串在一起的。”

2020年，一场突如其来的新冠疫情让人们意识到，已无法重新回到疫情之前面对面、全天候的工作和学习模式了。在全球教育机构培生集团发布的《2020年全球学习者调查报告》中，全球超过3/4的学习者认为，疫情从根本上改变了人们对于教育的认知。

就像快递提振了个性化消费，手机让口香糖“遇冷”，外卖让方便面“卖不动”，疫情又将把我们的学习方式引向何方？

重构能力——

在线上教学中提升“自我规划”能力

疫情期间，西交利物浦大学未来教育学院执行院长张晓军就“线上学习的有效性”话题，关注了一个两三百人的学生样本。

他发现，对于线上教学代替线下教学，学生普遍存在焦虑感，甚至部分学生已有些“暴躁”。

在集体感较弱的环境下学习，对不少学生而言都是一个挑战。很多时候，需要有其他人在旁边和你一起学习。“不是说陪伴者对他的学习有什么帮助，更多的是一种心理支持。”张晓军说。

从前的课程安排、学习进度由学校规划，但疫情导致学生无法返校，“被规划”变成“自我规划”，这让部分学生无所适从。虽然意识到要去做自我管理，但依然有一部分学生直到最后都没能做好。

新问题的出现，其实是环境倒逼教学适应媒介属性。

加拿大传播学家马歇尔·麦克卢汉将媒介分

为“冷媒介”与“热媒介”。

热媒介传递的信息清晰明确，接收者不需要动用更多感官和联想活动就能够理解，如象形文字、印刷品、照片、无声电影等。受众参与度低。

冷媒介传达的信息少而模糊，接收者在理解时需要动用多种感官配合和丰富的想象力，如漫画、拼音文字、电话、有声电影等。受众参与度高。

区分冷热媒介的主要判断依据是感官的调动程度。互联网偏向冷媒介的属性，决定了它要调动多种感官配合，才能实现有效沟通、理解。如果再按传统的方式授课，学生走神会变得更加频繁，毕竟在网络另一端哈欠连天比在课堂上要来得容易。

如果没有一种有效的组织形式，学生的共同学习、自我学习能力就不会天然产生。

张晓军在《亚太地区的教育》课上做了一个大胆的调整——鼓励学生根据兴趣挑选国家，自行组成小组学习。

就这样，一节课被分成了日本、韩国、新加坡、马来西亚等若干个小组。学生从一名被动的听课者变成了主动的参与者。

上这门课的西交利物浦大学研究生赵心悦喜欢看韩剧，做选择时很自然地选择了韩国。“我们先在小组中给每个人分配不同的研究方向，比如我研究课程体系，另一位同学研究授课方式，还有一位同学研究课程制度，在课上做现场展示，张老师对我们的研究成果做一些补充。”

从前，传统课堂讲授与讨论的比例大约是7:3，如今却正好颠倒了——线上教学与讨论的比例是3:7。

相比线下的研讨课，线上研讨课最大的特点是“跨越空间”。提前一周，张晓军会收集学生的问题，发给所在国的学者或学生。“我们讲韩国那一天，张老师邀请了韩国的学者在线和大家交流。我

从来没有意识到，按自己的兴趣学习是一件这么有获得感的事。”赵心悦回忆道。

“疫情前，我们不是不能做这样的尝试，而是缺乏这方面的动力。疫情促使了教学上的反思。教师的任务不再是让学生学会知识，而是让他们学习如何在一节课上共同学习，怎样利用互联网的海量资源让学生的自主学习更有效。学生的任务不再是简单地接收信息，而是要学会自我管理，包括自己决定学什么、怎么学和什么时候学。”张晓军说，意识层面的重大转变，对于后疫情时代的线下教学仍有“迁移”作用。

“疫情期间，渴望交流是很多学生的诉求。”张晓军说，不得不提的是，共同学习中与他人的沟通能力也是一种“很不一样的学习体验”。

线下交流有氛围和情感。年轻人会去酒吧、学院楼等独特的学习空间讨论，也不会从头到尾讨论学术话题。而线上的高效交流虽不见得人人喜欢——比如西交利物浦大学本科生胡曦月线下固定讨论的5个小伙伴中，就有3人拒绝加入微信讨论组——但并不妨碍更多人群讨论。

究竟是人多好还是人少好？胡曦月觉得还是“人多好”，比如在讨论股票模型预测的问题时，金融数学的同学会以数学的思维解决问题，经济学的同学会偏向以因果关系进行文字阐述。“多种思维的交汇，让我们更好地解读了同一个问题。”

重构空间—— 在元宇宙中实现“陪伴”学习

有氛围和情感的交流，在线上能否实现？

蒋飞试着解答这一问题。他是上海大学上海美术学院数码艺术系教授，也是疫情期间上海第一批使用元宇宙教学的教师之一。

便是工艺研发与基础研究有机融合的成果。

如何在有限时间内找到解决问题的方法，这本身就是一门学问。近年来，国际上先进制造产业（比如集成电路），以及与这些产业紧密合作的工程学院都在不断发展工程项目管理、创新管理、创新思维和方法论、品质管理、成本控制等一系列现代化工程创新知识体系。这些新的知识体系基本上还没有被我国高校的工科学院纳入理论和实践课程体系，作为培养工科人才的基本知识结构和能力训练内容。

在一些高校，工程项目管理被纳入管理学院，即归属社会科学范畴。这些都是对工程创新方法论认识的误读。科学研究，无论是基础科学还是应用学科，既要懂研究的内涵，更要懂研究的方法。上述举例说明，理科和工科人才的培养从方法上有共同之处，又有显著差别。

科技成果转化的过程是将科研样品转变成中试产品，进而转变成可规模化制造的商品的过程。这个过程所需的技能从科学研究转向工艺研发。如果从事转化的科技人员不懂工艺研发方法，那就很难实现从样品到产品再到商品的突破。

修完学分再出去实习，可以改变吗

在欧美等国，产教融合的高等教育模式已成

为常规的人才培养模式，有不少经验值得借鉴。

上世纪中期，在加拿大兴起的校企“合作教育”模式和在德国（包括奥地利、瑞士）发起的“双元教育”模式有不少共同之处。如学生在学期间便可以就职于某家与学校签署联合培养协议的企业，并获得相应薪酬，修课与工作按学期交替进行，一般在企业工作时间不低于总学时长的30%。企业的工学纳入学分，毕业考核包括课程与实践两部分。

这个教育模式主要取得了以下成效。

首先，学生通过一段较长的工作实践，深入了解对知识和技能的要求，对企业做出实实在在的贡献，并从中体验到从学校到职场的转变。

其次，促使学校的课程知识结构设计符合产业快速发展的需求，避免教育与需求的脱节。

第三，企业深度了解并肯定，激发学生的能力，培养发展他们的职业生涯。如加拿大渥太华大学合作教育的毕业生的就业率高达98.5%，平均工资高于同等工龄的传统大学毕业生。德国双元制教育被认为该国盛产工匠型人才和“隐形冠军”企业的重要因素。

我国产教融合模式与欧美地区合作教育和双元教育最重要的区别是，学生到企业“实习”而非“工作”，时间短、无报酬、贡献小、企业负担重；企业没有与高校在人才培养方面建立一套协同的机制；教育部门没有制定清晰的产教融合办学

标准和监管机制。

产教融合教育模式涉及多个利益体——政府、学校、企业、学生、家长。这个教育模式成功与否，取决于各利益体对该模式的价值认同，并担当起各自的责任，发挥各自的作用。显然，这个模式的机制保障和组织工作比传统大学教育模式更为复杂。

我们在访问德国卡鲁大学时，该校校长表示，卡鲁大学从事双元教育的教授必须有企业研发和管理经验，这是为了确保与企业的密切合作，为学生制定最优秀的教学内容和实践方案。相比之下，我国高校目前产教融合教育模式还处在初级阶段，可以提升的空间巨大。

产教融合强调的是较深入的工作实践。大学挑选合作企业成了关键的任务，应该看重新兴产业，注重与新技术产品研发的企业合作。除了与企业合作，我国在创新驱动发展的国策驱动下，不少地方政府出资兴办研究机构，这些机构都有较大比重的技术产业化研究平台，也可以成为教融合的合作机构。如东莞松山湖材料实验室已经和粤港澳地区的大学建立了联合培养的机制，吸引了一批学生到试验室参加研发工作。

据了解，目前大部分高校联合培养模式，基本还是在校修完学分再出去实习的模式。如何借鉴德国、加拿大的模式，结合实践的需求，推动知识体系的改革完善，使得学生在实践阶段能发挥更大的价值，毕业后能走上自己喜欢且具有良好知识基础和实际工作能力的工作岗位，这才是培养挖掘人才价值的新模式。

（作者系松山湖材料实验室常务副主任，本报记者温才妃采访整理）

工程教育大家谈

引入时间变量的工程创新方法论要“跟上”

■陈东敏

现行工科教育的主要问题之一在于工科理科化——工科生与理科生培养模式大致相似，以论文为导向的评价体系考核工科，师资队伍普遍缺乏企业的工作经历、缺乏与企业的深度合作等，导致所培养学生的知识体系和技能不能满足市场的需求。

造成这一切的根本原因在于，高等教育人才培养的价值定位出了问题。

讲一个真实故事。我在北京大学带过的一位博士生，对第三代半导体器件和制造感兴趣。我建议并安排他去一家专门制造功率芯片的企业做论文研究。几年下来，他解决了生产线上若干个关键性工艺问题，为打通全制造流程做出了重要贡献，申请了一批专利，也发表了一些论文。但因为不是原理、机理的突破，他没有投到基础学科期刊。

博士论文答辩时，一位评委很感慨地说，这批毕业生里就这一位做了有用的研究。受到此评价的鼓舞，学生申请“优秀博士论文”，却因为没有顶级刊物论文而没被选中。但在毕业典礼当天，他被一家名气很大的芯片企业高薪聘请。

同一个人才，在其知识和能力的价值定位方面，高校和市场的差距如此之大，令人深思。

高等教育的“产物”是人才，而人才的市场是企事业单位。建设“新工科”的目标是适应日新月异的高科技产业发展对人才的需求，引领科技产