主编/计红梅 编辑/陈彬 校对/何工劳、肖园 Tel:(010)62580616 E-mail:bchen@stimes.cn

一场叩开化学AI教学之门的“草根实验”

■本报记者 陈彬

借助一台自主研发的实验设备，大连理工大学教师张永策开启了一场将人工智能与化学课教学相结合的“草根实验”。这场实验的效果如何？我们又能从中获得哪些超越学科的启示？



张永策（右下）指导学生，背景为其研发的AI识别滴定实验设备。 受访者供图

靠肉眼紧盯指示剂颜色变化、一点点控制溶液滴入量——“滴定实验”是化学专业学生绕不开的基础实验，也是大连理工大学（以下简称大工）化学学院高级工程师张永策再熟悉不过的教学内容。但他没有想到，因为人工智能（AI）时代的到来，从这个实验开始，他的教学之路会开启一段不一样的旅程。

2023年的一场分析化学年会上，当张永策听到AI能够替代人眼，自动捕捉颜色信号、全自动完成滴定时，多年扎根实验教学的他心头一动。

正是这心中的“一动”，让张永策在此后的几年间，开启了一场将AI与化学课教学相结合的“草根实验”——他不但将那个停留于专家口中的概念迅速“落地”为一台实验设备，还借助这台设备组织校内比赛、开设相关课程，甚至将比赛发展成为一个吸引国内13个省份超百所高校学生参与的系列赛事。

有教育专家直言，“这才是真正的教学创新。”

正是在这一过程中，很多化学专业的学生第一次发现化学实验竟然也能交给AI操作；有学生甚至从零开始自学编程，想要设计属于他们自己的AI+化学实验……

老师在哪里

作为土生土长的“大工人”，张永策本科学的是化工外贸专业，硕士转到物理化学方向。那时正是世纪之交，国内高校刚刚兴起使用电子课件。然而，对于这种“新鲜玩意儿”，很多老师并不熟悉，张永策对此却产生了浓厚兴趣。

2005年，张永策毕业留校，成为化学学院的一名老师。此后多年，他对于和教学相关的技术始终保持着浓厚兴趣。加之拥有物理类专业的底子，张永策成为化学圈中少见的既懂实验，又懂计算机知识的复合型人才。

巧合的是，那些年也正是大量新技术进入课堂教学的“黄金时期”。从虚拟仿真技术到3D打印，再到AI的兴起，这些都给了张永策进行实验课创新的机会与空间。

然而，随着实验越做越多，他却产生了一种“危机感”。

对于这种感觉的由来，他曾用一个问题概括：“当AI for science（人工智能驱动科学研究）成为科研新范式，老师在哪里？”

“这个问题很现实。”张永策告诉《中国科学报》，目前AI参与化学实验已经成为化学领域的前沿趋势，但高校化学课中很少涉及此类教学项目。造成的后果便是当学生毕业进入课题组后，由于缺乏实践，他们的跨学科问题意识非常薄弱，且缺乏基本的AI应用能力。

“学生怎么掌握这些能力？靠教学网站，靠AI、靠自学，还是靠学长、学姐教？更重要的是，在这个过程中，老师去了哪里？”正是这一连串的追问，让张永策有些焦虑。

因此，在3年前的那次年会上，当讲台上的嘉宾讲到“AI识别滴定实验”的概念时，坐在台下的张永策忽然觉得“这可能是一个机会”。

从“受益”到“传承”

这段故事是张永策不久前在西交利物浦大学主办的第十一届全国大学教学创新大赛（以下简称西浦教创赛）全国总决赛的赛场上讲述的。那次比赛中，他从8000多名参赛教师中脱颖而出，获得了全国一等奖，所凭借的便是他“捣鼓”出的那套AI识别滴定实验设备。

事实上，这并不是张永策第一次在这项赛事上获奖。

早在2018年前后，张永策便基于当时新出现的虚拟仿真技术，主持研发了一个可在网络环境下进行虚拟化学实验的App——“移动虚拟实验室”（以下简称“虚拟实验室”），并上线了超400个实验项目。这款App也为他赢得了西浦教创赛的二等奖。

北京师范大学化学系教授刘红云与张永策的初识，便源于那个“虚拟实验室”。

时间回到2020年。彼时，受新冠疫情的影响，学生们不能进行线下化学实验，而化学教学恰恰又离不开实验，这让主讲本科生化学的刘红云很为难。她开始满网络寻找能做线上化学实验的虚拟平台，但收获寥寥，即便有合适的平台，对于刘红云发出的求助邀请也大多“已读不回”。

直到她偶然找到张永策的那个“虚拟实验室”。

“张老师设计的程序几乎满足了我的所有需求。”刘红云说，更重要的是，当她向张永策发出求助邀请时，后者没有丝毫犹豫，很痛快地发来了账号和密码，还告诉她：“让你的学生都来用。”

这件事给刘红云很大触动。

“可以看出，张老师当时并没有太在意这件事，甚至可以说，他是带着一种‘玩’的态度在设计、使用，乃至赠送这款软件，但正是他的随手相赠，解了我当时的燃眉之急。”她说。

不过，问题也随之而来——在国内高校，化学学科算得上分布最广的学科之一，从事化学专业教学的老师数量庞大，为什么只有张永策能“玩”出这些“新鲜玩意儿”呢？

谈及此，张永策很感恩自己的境遇。“我的情况有些特殊。”他告诉《中国科学报》，自己所在的是一个专职的实验教学岗，其职责就是“教学生做实验”，而这样的岗位设置在国内高校中并不多见。

“我挺感谢学校对实验岗的支持——我们只要专心给学生上好实验课就行，这给了我很多可以琢磨实验细节的空间。而且，大工的工科化学一直有优良的教学传统，我自己就是受益者，也很乐于继续传承。”张永策说，此外，学校雄厚的工科基础让他在遇到一些工程类问题时，很容易请教相关领域的“行家里手”。

这一点，让西浦教创赛的评委之一、西交利物浦大学未来教育学院执行院长张晓军颇受触动。

此次总决赛并不是张晓军和张永策的第一次见面。早在几年前，张永策凭借虚拟实验室获得西浦教创赛二等奖时，张晓军就注意到了这个其貌不扬的实验课老师。

“他是一个‘技术控’。”张晓军毫不掩饰对张永策的欣赏，并直言目前国内高校教师的教学创新往往集中在教学思路和教学方法上，其创新也往往是个人行为，但张永策却将教学创新的“底盘”从某种教学思路的调整，转到了技术革新的层面。

“这种‘由软到硬’的调整要比通常意义上的教学创新更难，对老师的要求更高，但如果应用得当，会对教学产生更大的促进作用。”张晓军感慨道，“只不过在当下的国内大学里，像张老师这样的‘技术控’真的太少了。”

如果将技术因素视为张永策的创新之“术”，他的创新之“道”则更为张晓军所称道。

西浦教创赛创办于2016年。作为赛事的主要创办人之一，10年间，张晓军见到的教学创新者数以万计，其中并不乏“仅仅为了参赛而创新”的人。

“为了比赛，提前几个月搞一个教学创新，这样的做法不能说完全没有价值，但价值极其有限。”张晓军说，张永策却是典型的“日拱一卒，将个人爱好和工作相结合”。这一点，从他多年坚持教学技术改进中就可以看出。

在张晓军看来，“这才是真正的教学创新”。

不过，也有老师对此提出一些质疑。比如在总决赛现场，就有评委直言不讳地问道：“你已经凭借技术发明参加过一次比赛，这次参赛，你觉得自己的成果有什么不一样吗？你的发明在学生身上取得了哪些实实在在的效果？”

“您问了一个特别好的问题。”张永策笑着说。

没有奖品的比赛

“很多时候，技术是一层窗户纸，一捅就破。”张永策向《中国科学报》解释道，AI识别滴定实验设备的核心就是在AI辅助下，将机器视觉、神经网络和机械操控结合在一起。做到这一步并不是特别难，更难的点在于给装置设定怎样的目标，在此目标下，设备滴入溶液的速度该如何控制，何时又该“住手”。这些问题需要操作者结合实验经验，通过代码“告诉”设备。

“这就涉及程序编写、AI训练等内容，而这些正是我想让学生学到的。”他告诉记者，目前在很多重量级的化学研究机构和实验室里，AI与化学实验的结合并不鲜见，但这些设备往往十分高端，普通学生很难接触到。他设计的这些设备虽然“草根”和简陋得多，但底层逻辑却是相通的。

更重要的是，这些设备的制造成本不高，学生们可以随时上手。

也正因为如此，当成功做出第一套设备后，张永策第一时间想到，是不是可以凭借这套“手搓”的设备，组织学生来一场“挑战赛”。

“设备是现成的，代码我可以开源，使用方法可以教他们。如此一来，学生就能亲自‘上手’了。”张永策想得很好，但他组织的第一场宣讲会只来了5名学生。当被问及为何对这项赛事不感兴趣时，学生们给出的答案很一致：“不是不感兴趣，是怕做不出来！”

这让张永策有些挠头。

“我没想让学生做‘从0到1’的创新。那个过程我已经替他们走完了，他们需要做的只是从‘1’开始往下走。”意识到简单的宣讲难以消除学生的疑惑，他开始一个个地向学生解释，激发他们的兴趣。最终，由60多名学生组成的19个团队成为第一批“吃螃蟹的人”。

对于一项刚刚创办的“草根赛事”，有这样的参赛规模已经不易，但张永策并未止步。因为他并不想将比赛局限在大工的校园里。于是，在首届挑战赛结束后不久，他便在当年年底着手筹备第二届智能滴定挑战赛。

这一次，他要邀请外校师生参与。

手搓机器不易，组织比赛更难，毕竟他只是一名普通老师。好在从教多年，他凭借自己乐于助人的性格，在“圈内”攒下了一个好人缘。于是，他开始给国内其他高校的化学老师打电话，邀请他们参与。

也正是在此时，刘红云接到了那通“邀请切磋”的电话。

对于张永策的邀约，刘红云很支持，并鼓励自己的学生踊跃尝试。彼时还在北京师范大学读大二的初箐瑜就在这样的鼓励下，有些懵懂地踏上了这条完全陌生的赛道。

作为一名化学系本科生，初箐瑜此前的学习中几乎没有AI的影子，她更没想过自己有一天会和AI、机器视觉、机械控制等化学学科之外的知识扯上关系。因此，尽管在老师的鼓励下报了名，但对于自己是否真的可以，她心中还是有一个问号。

“试试看吧，反正有现成的机器，做不出来也没啥损失。”她想。

那场挑战赛，张永策邀请到了国内30多所大学的41支学生队伍参加，其中大部分学生都有和初箐瑜相似的心态。

现在看来，那是一场十分简陋的比赛——没有奖品，学生自愿参加，通过网络会议学习代码知识，几台自制设备供校内学生轮流使用，外校学生则要等着张永策将设备快递到校后才能实践。他们用完后，还要将设备快递到下一所大学……

然而，就是在这样“草台班子”般的比赛过程中，很多学生第一次体会到了化学实验与AI结合的独特魅力。

“参赛过程少不了手忙脚乱，但我们毕竟不是纸上谈兵。”初箐瑜举例说，在键盘上输入一个指令，机器就能转移固定体积的液体过去。这个过程一定会产生偏差，但偏差如何产生？怎样改进才能最大限度消除误差？如何编写代码才能获得尽可能精确的数值？“只有在自己动手实践的过程中，我们才能真正理解这些问题。”

“办赛”并不是张永策这一年做的唯一一件事。他并不想让自己研发的机器仅仅成为比赛设备，而是要真正进入课堂。事实上，就在首届校内挑战赛结束后不久，他就在当年的秋季学期为校内的强基班学生开设了专门课程，还组织学生参加当年的全国大学生化学实验创新设计大赛，并获得了国赛特等奖的好成绩。

可贵的“本能”

如今，3年已经过去，在这段时间里张永策做了很多事情——除了AI识别滴定实验设备外，针对四大化学分支（有机化学、无机化学、分析化学、物理化学），他均设计了相关的AI+化学实验设备；在竞赛方面，他组织的系列城市赛迅速扩展到国内13个省份，参与其中的高校超过百所，参与学生更是超过了1200人。

更重要的是，很多学校已经开始基于他提供的设备自发组织相关课程，有些课程的开设甚至连张永策都不知道。

“前两天，我去一所外地高校，原本是为了帮他们调试设备的参数，但到校后我才知道，他们已经把课程开好了。”张永策笑着说，“这一定程度上说明了高校化学实验教学对于‘AI+’的迫切需求。”

就在张永策忙忙碌碌的同时，其他人也没有闲着。

比如，当初参加智能滴定挑战赛时，初箐瑜学到了一些与机器视觉有关的知识。比赛结束后不久，她和同学接到了另外一个实验项目。项目进行中，初箐瑜发现其中的某些实验内容可以用到此前学习的AI视觉技术。

“不过不能完全照搬。”她说，新实验有新要求，需要对此前的技术进行修正和改进，这就需要学习一些新理论。于是，她开始通过AI以及大语言模型自学相关知识。

就在接受《中国科学报》采访的前一天，初箐瑜刚刚参加了一场实验展示活动。活动中，他们展示的就是那个应用了机器视觉技术的化学实验。

刘红云告诉记者，刚参加智能滴定挑战赛时，初箐瑜不但对AI技术零接触，对能否学会相关技术也缺乏信心。但仅仅过了一年多，她已经能独立提出自己的思路，即便编程能力有限，也可以借助AI将自己的想法变成现实。

“对于他们这些从传统化学教育中成长起来的学生来说，这已经很不容易了。”刘红云说。

在张晓军看来，在如今的大学校园中，不管是“张永策”还是“初箐瑜”，都不是个例。因为随着技术进步，普通人借助AI实现“教”与“学”突破的门槛在降低。特别是近两年，由AI驱动的零代码网页生成（Web Coding）技术日益成熟，即便是完全没有代码基础的老师，也可以生成自己的网络课程平台。“据我所知，已经有多位高校老师在这方面取得了不错的成绩。”

技术的发展在要求教师主动将AI与专业课程相融合的同时，也在降低这种融合的技术门槛。在张晓军看来，这是大势所趋。也正是在这样的背景下，既“乐于”融合，又“善于”融合的张永策的实践，便多了一层别样的意义。

“正如前面所言，张老师进行的教学创新并不是刻意为之，而是在长期的教学中自然生发出的一种本能行为。”张晓军直言，当教学创新的技术门槛不断降低，教师自身的能动性和主动性将更加凸显。这意味着在未来的教学创新中，“老师愿不愿”要比“老师能不能”重要得多。

“于是，我们需要更加认真思考一个问题——怎样才能让更多老师拥有这一‘本能’？”张晓军说。

赵鼎新：AI不会淘汰学科，但会抽走人才成长的底层台阶

■本报记者 孙滔

“很多行业和学者的焦虑是多余的，也是片面的。没有任何一个基础学科会被人工智能（AI）淘汰，数学尤其用不着紧张。”

近日，在清华大学方塘研究院举办的一场学术演讲结束后，面对《中国科学报》记者的提问，浙江大学人文高等研究院院长、芝加哥大学社会学系荣休教授赵鼎新给出了一个反潮流的判断。

当AI浪潮席卷全球，“传统学科消亡论”甚嚣尘上。面对技术冲击，学界究竟该固守学术传统、当好学术传承的“守门员”，还是彻底重构知识体系、完成自我革新？

赵鼎新的回应打破了当下的主流叙事。在他看来，判断AI的替代价值需依据“任务性质”而非“学科性质”。所有学科的核心价值都不会降低，基础学科的重要性反而会持续提升。在AI时代，真正的学科危机并非学科消亡，而是具备形式化特征、拥有明确对错判定标准的学科，其低端人才极易被AI大规模替代。

赵鼎新直言，当下教育领域最需警惕的是就业出口塌方的风险，以及传统教育体系与AI时代人才培养需求之间的结构性矛盾。因此，他提出一项教育改革构想——把大学本科学制改为六年制，前四年专注数理化生等硬核基础学科，深耕哲学、艺术、社会学、人类学和历史学等通识知识与思维训练；后两年再开展细分专业课程学习。

以下为赵鼎新回答记者提问的实录（经记者整理，保留口述原意）。

问题一：面对AI引发的颠覆性变革，学界如何应对？

整体来看，我并不觉得这是一个学科问题。国内好多人都在说“这个学科要完蛋，那个学科要完蛋”，但在我看来，哪个学科都不会“完蛋”。计算机有用、数学有用，蛋白质结构解析也一样有用，它们的重要性一点都没变。

真正的问题是在可形式化、拥有明确对错判定标准的领域，低端从业人才正在被AI大规模替代。而这类学科中，有丰富行业经验、判断力与学科方向定义能力的高端人才，AI无法取代。

这就形成了鲜明悖论：一方面，这些学科的低端人才不再有用，行业陷入严重危机；另一方面，学科高端人才依旧不可或缺。而低端人才培养通道的萎缩，将导致高端人才的后备源头逐渐枯竭。

在这方面，数学其实最不用紧张。我在本科学习数学时，深受希尔伯特空间化理论与23个经典数学问题的影响。时至今日，这一理论体系仍深刻影响着数学领域。像希尔伯特这样开创学科范式、提出全新研究议题的学术宗师，以及数学各分支有方向感的优秀学者，AI是无法替代的。更重要的是，数学的出口在AI时代也不会垮掉。

大批学数学的人的最好出路其实是做基础教育。大量的中小学数学老师完全不需要比拼论文发表数量，大学负责本科教育的数学教师也不该以论文衡量。他们的核心使命是训练学生的基本数理逻辑、理性思考能力和基础性的判断能力。未来，社会对优秀数学教师的需求会大量涌现出来。

但计算机编程、蛋白质结构分析等领域却不同。这些学科的重要性不会改变，AI也替代不了其高端人才，但它们的基层就业岗位在大幅缩减，AI时代的基础教育对这些领域的人才需求也不大。这些学科所面临的危机是前所未有的。

问题二：人才成长台阶被AI抽走后，该怎么办？

这个时候，就必须在行业人才培养中建立“人才冗余”机制。

举例说明，对于中低端的金融工作，AI算得比人好，但高端投资人对市场的敏锐度与经验、与人的交流能力等行业实践能力，是要花费至少20年加以培养的。金融等很多行业的本质是学徒制，以往需要从初级分析师慢慢磨砺成基金经理，但如今AI把最底层的成长台阶直接抽走了。低端人才培养通道如果彻底消失，那么未来的高端人才从哪里成长？

目前来看，美国大银行依然招收数千名全职员工和实习生。这看似非理性，因为对于初级事务，AI能做得更好。但问题是机构必须留出足够的“人才冗余”空间，让未来的行业领军者能从中成长起来。这大概就是美国各大银行都继续大量招初级人才背后的原因。

这个例子告诉我们，对于那些低端人才易被AI替代的学科来说，它们应该朝着小而精的“冗余性保护”方向发展，而它们的用人单位则应该朝着“冗余性招人”的方向发展。这应该成为一个公共政策导向。

问题三：AI时代的教育和人才培养应如何调整？

20多年前，有人问我培养孩子的关键是什么，我的回答是会写、能算、敢判断。所谓“会写”，即具备扎实的书面表达能力；“能算”指的是有较强的理性思考和精算能力；“敢判断”指的是较强的常识感、方向感、是非感及抉择能力。

从今天来看，这个回答有一定的超前性，因为在AI时代，这三方面的能力正变得越来越重要。

AI时代最需要培养的能力其实就是两个——提示能力与判断力。提示能力不是什么新技能，只是对“把问题按步骤说清楚”这个传统核心能力的重新命名。

我认为，培育这两项核心能力，关键在于塑造五种基础素养：提问能力、结构和表达能力（先说什么、后说什么、主次在哪儿）、视角转换能力（同一件事，从另一个位置看是什么）、常识感（一个数量级对不对，一件事在现实里能不能发生，做一件事大致要注意什么）、判断力（知道哪里最容易出错，错与对应当如何检验，什么时候该不信，敢不敢为结果承担责任）。

以上五项素养就是“会写、能算、敢判断”三大能力在AI时代的具体化。在此，我想再次强调数学教育的重要性。除书面表达能力无需数理支撑外，“能算”和一定程度上“敢判断”这两项基本功在青少年时代主要就是从数学、物理等课程里磨练出来的。

如果让我来设计AI时代的本科教育，我会将其改为六年制。前四年是通识教育，其中的近半数课程是数学、物理、化学、生物等“硬货”；超半数课程则聚焦人文社科领域，涵盖哲学、艺术、社会学、政治学、经济学、人类学、历史学。这些学科能加大青年人的知识底座，也培养人的美感、价值观、微妙感、反思能力、判断力、建立与转换视角的能力、对话能力和开放心态。管理学、商学等应用型社会科学，以及计算机等工科专业课程均应后置到第五、第六学年开展，并且各设置几门关键的、带有一定的通识教育意义的“精品课”就行了。

同时，国内哲学等人文社会学科的教育模式必须深度改革。要知道，前面提及的五项AI时代基础素养，仅靠听课、刷题和背标准答案是练不出来的，它们需要靠当众讲、被追问、被反驳、视角转换和深度反思。但是，国内人文社会科学课程很少提供这方面的训练，教师也不擅长启发式教学和引导高质量研讨。很多大学教师把精力放在发表平庸的文章和完成各种来自上级的指标方面，上课普遍不认真。这样的大学教育恰恰培养不出AI时代最稀缺的“提问与判断”能力。

在教育上如果踏错了这一步，后果会非常严重。教育必须为下一代在AI时代的生存做好准备。这也是我这个搞了一辈子教育的人所感受到的“老革命遇到新问题”。

社址：北京市海淀区中关村南一条乙3号 邮政编码：100190 新闻热线：010-62580621 广告热线：010-62580726 发行热线：010-62580707 广告经营许可证：京海工商广登字20170236号 零售价：1.00元 年价：218元 工人日报社印刷厂印刷 印厂地址：北京市东城区安德路甲61号