

# 以科学精神和批判思维浇灌新一代创新人才—— 院士专家如何为本科生编写核心教材

■ 本报记者 林婧

这或许是史上最豪华的主编“天团”:超过50位院士,80位国内外顶尖学者专家,还有全国顶尖高校和科研院所悉数加盟……他们为多门本科课程编写出精品教材——这是2021年底以来,教育部统筹组织实施的本科教育教学改革计划“101计划”取得的阶段性重要成效,为我国基础学科拔尖创新人才培养提供坚实的教学资源支撑。

4年多时间里,“101计划”陆续在多个学科领域启动。

2024年力学“101计划”启动,浙江大学和15所顶尖高校共同围绕力学领域12门核心课程和6门核心实践项目,陆续推出了《理论力学》《数据力学》等多门核心教材,在社交平台引起网友“催更”。“剩下的书什么时候能买?请速速出版。”

去年9月,西湖大学联合全国32所高校,花费两年时间共同打造的生物科学“101计划”11门核心教材正式亮相。生物科学“101计划”牵头人、西湖大学校长施一公在发布会上表示:“这套教材的灵魂,在于它承载的科学精神与思维范式。”

眼下,这批新鲜出炉的教材已投入课堂使用,随着师生一页页翻阅、一句句讲授,我们得以感受到当下一批科学家的思考与期盼:我们该如何培养新一代的创新型人才?在AI时代,还有什么必须通过教材、通过课堂传递给学生的?

## 像科学家一样去思考

20世纪50年代中期,美国生物学家阿瑟·科恩伯格(Arthur Kornberg)用体外实验分离了复制DNA所需的酶(DNA聚合酶I),并因此于1959年获得诺贝尔生理学或医学奖。但10年后,有遗传学家把DNA聚合酶I进行基因突变后发现,DNA依旧能照常复制。这意味着此前的发现是错误的。一年后,阿瑟·科恩伯格团队和其他科学家团队才一起找到了DNA复制真正所需的酶(DNA聚合酶III)和机制。

这个故事出现在生物科学“101计划”核心教材《遗传学和发育生物学》第一章中。学生们每每读到这里,总会七嘴八舌发出感叹:“还有这种误会,原来诺奖也能颁错!”“所以‘权威’也不一定是对的。”这正是教材主编们所乐见的。

“这样的案例非常重要,它讲到了一个重要原则:学术面前人人平等。”教材主编之一,西湖大学讲席教授、原副校长许田告诉记者,精神上的平等是具备批判性思维的前提。因此,在编写过程中他们有意地选择描述核心知识概念,“更重要的是和学生一起还原历史,探索重要发现何以取得突破”。

施一公也在教材总序中写道:“我们期待这套教材能引导学生‘像科学家一样思考’——点燃批判性思维的火花,激发原始创新的冲动,掌握探索未知的‘方法论’利器。”

这一理念,同样体现在配套的实验课程教材中。许田和金力两位主编认为,教科书更需要传达的是原始实验的构思和科学问题的探索。他们决定改变以前实验课只注重训练各种实验技能,通过探索性课题将各种实验技能的训练融入实验课题。

2024年1月,西湖大学通识教育中心教师尤佳接到“101计划”教材编写任务。这是她第一次参与教材编写,除了荣幸,还有忐忑。

在加入西湖大学前,她曾在哈佛大学医学院从事博士后研究工作9年。作为一名做科研出身、上岗4年的新老师,她从自己最熟悉的领域出发,找了一篇探究人类肝脏纤维化的论文,改造成《现代遗传学实验》第九章的大实验。

实验过程中,同学们会遇到大量与疾病相关的流行病学信息数据,需要借助大数据分析手段进行系统挖掘与解读,从中筛选出与疾病发生、发展密切相关的基因所在。在此基础上,他们要进一步在细胞层面验证实验逻辑,确认其在疾病进程中的功能角色。然后再依据细胞层面的发现设计小鼠实验,从而实现从人类疾病关联、细胞功能解析到动物模型验证的完整研究闭环。

“把科研的情景浓缩在一个实验里,把科研的思路浓缩成课堂内容。”近年来,尤佳和同事在将本校教授新近发表的学术论文改造成生物实验这件事上逐渐得心应手,“生物科学的知识更新得太快了,我们不仅仅需要经典的知识理论内容,更需要培养探索的能力。”



尤佳(左一)在给本科生上课。

受访者供图



“101计划”部分教材。

受访者供图

## 学生的意见和建议是重要考量

对于生物科学教科书,插图有时比文字更直观、更形象的感受,让他们学得更高效。一本教材正文的编写可能仅需5至10个月,但插图绘制要花上近一年时间。4000余幅高质量原创彩色插图是生物科学“101计划”核心教材的点睛之笔。

“章节中大部分的插图,都是自己画完再交给出版社从美工的角度进行修改。”西湖大学生命科学学院特聘副教授马仙珏翻了翻手中的《遗传学和发育生物学》,几乎每一页都有插图。

一部分内容源自对学术研究的深入挖掘,是专业知识的具象化呈现。另一部分,则围绕知识展开的背景资料与科学家故事,甚至包括一些与教材本身并无直接关联的有趣内容。“基因名字的由来往往非常有趣。”马仙珏指着教材中一幅“小狗与可乐罐”的插图说道。美国约翰斯·霍普金斯大学潘多加实验室曾发现这样一个基因:当它在果蝇体内突变而失去功能时,果蝇的组织(比如翅膀或眼睛)会变得异常小。这让他们联想到约克夏犬(简称Yorkie),一种体型极为小巧的狗。于是,他们便将这个基因命名为“Yorkie”,形象地反映了其突变体的特征。

“在教材中穿插一些遗传学历史、故事来激发学生的兴趣。”马仙珏说,“虽然它不像畅销小说,但至少让学生读起来觉得有意思,认识到遗传学是个有趣的科学。”

另一边,在力学“101计划”核心课程力学导论的课堂上,浙江大学航空航天学院教授赵沛正在用力学原理解释哲学思辨:

“如果真实宇宙的规律是这样一串数字:1、2、3、5、7、11……当年牛顿的世界观认为它是自然数规律,爱因斯坦的相对论世界观认为3之后是奇数规律,现代物理学的标准模型又说再往后应该是质数规律……可见我们看待和分析事物的世界观需要一直进化。”

赵沛的开场让教育学专业大二学生贾岱十分意外,接着他越听越觉得有趣:中国古代学者早在战国时期就提出堪比



浙江大学的同学们在力学导论课堂上。

受访者供图

牛顿第二定律的力学“定律”:“力,形之所以奋也”;星际穿越时的“钟慢尺缩”可以让未来人感觉“绝对时空观”视角的荒谬……“原来力学知识与哲学思考竟有如此内在的契合。”他感叹道。

如果回到2018年,赵沛也难以想象这门课会受到全校欢迎。临上课前两周,他和受邀上课的中国科学院院士、浙江大学教授杨卫磨课时发现,这门面向全校开放的通识课选课名单中,有近三分之一学生来自非理工科专业。

两人立即开始修改课程内容。为了适应不同学科背景的学生,同时成为他们打开力学大门的“敲门砖”,他们大胆舍弃了过于深入的专业知识,甚至连公式也极少出现,从航空航天、机械工程,到能源动力、机器人科学,甚至生命科学都有交叉辐射。

“我很感谢选课的文科生,没有他们,这门课不会是现在的模样。”赵沛说,希望能够为学生提供一次融合专业知识、思政教育、科学精神和人文素养的通识之旅。

几天前,一本崭新的《理论力学——一种新形式》放在浙江大学飞行器设计与工程专业大三学生刘彦涵的书桌上。虽然已经上过这门课,但她还是想温故知新。“我记得当时老师给出了好几种理解方式和答案。”她指着一道课后思考题:一个关于运动学中两个物体滑动接触,给出“两物体接触点”速度和加速度的两个算例。

她不知道的是,这道多解题来源于

理论力学课的一次期末考试。当时,面对试卷上五花八门的答案,浙江大学航空航天学院副教授王永和同事们起初也是一头雾水,但仔细阅读了学生的回答,又回头推敲了题干本身的表述后,他们认同了学生的不同思路。

“这类类似于一个科研问题,不同人有不同的看法。学生针对这个问题给出了不同理解,我们就用同一个算例分析了所有可能的理解及其解法,阐明了结果的不一致性。”在王永看来,学生的意见和建议是教材内容安排的重要考量。

## AI如何参与学生学习

力学导论对于浙江大学工程力学专业大一学生李子墨有着特殊的意义——这是她进入大学后的第一门专业课。

“除了《力学导论》教材,我们还有配套的慕课、知识图谱、3D模型的数字教材。”李子墨和记者分享,在听完赵沛老师讲解了“遇强则强、遇柔则柔”反差感极强的非牛顿流体后,她打开慕课平台查漏补缺,刷着刷着,一个听上去有些“离谱”却真实发生过的实验牢牢刻在她

## 链接

# “101计划”为拔尖创新人才培养筑基

教育部“101计划”自2021年12月在计算机领域率先启动以来,历经四年多的深耕拓展,已从单一学科试点成长为覆盖基础学科与急需紧缺领域的人才培养体系。去年年底至今,智能制造、低空技术与工程等新领域陆续启动,入选高校进一步扩容,标志着这一拔尖创新人才培养筑基工程进入全面铺开、深度赋能的新阶段。

2021年12月,“101计划”率先在计算机领域启动33所高校试点。“0”和“1”组成的二进制是计算机语言的基础,以“101”命名指向明晰——该计划从基础着手,着眼教育教学基本规律,聚焦基础要素,着力培养拔尖创新人才。

2023年4月,“101计划”扩展至数学、物理学、化学、生物科学等8个基础学科,形成基础学科系列布局;2024年起,又加速向新工科、新医科、新农科等关键领域延伸,人工智能、集成电路、低空技术与工程等领域先后启动,截至目前已覆盖20余个学科领域,超90所高校参与其中。

脑海里:

1927年,科学家托马斯·帕内尔为了验证“世界上有些东西看上去像是固体,但实际上却是液体”做了一个实验:观察完全凝固的沥青在重力作用下滴落——8年多后,他们等来了第一滴,并且至今还在继续。

这个特别的实验直观展示了“流变”的概念,让李子墨对固体力学一下有了探究的冲动。看完视频,她随即切换到数字教材页面,网状结构的知识图谱像思维导图一般引导着她前往下一个固体力学的知识点,“《力学导论(AI版)》用起来太顺畅了。”

如此高效的学习过程背后,是力学领域“101计划”的数字基座——“AIM”力学大模型的建设与应用。

为什么要建这样一个大模型?在杨卫看来,如今新一轮科技革命与产业变革呼啸而至,传统力学亟须拓展新的理论维度与研究范式,力学高等教育的内核也要变革。而“AIM”力学大模型是力学教育数字化的第一步。

它凝练了力学类专业12门核心课程的2026个关键知识点、4189个知识关系及5259份优质教学资源,打造了全周期培养模式,通过量化方式追踪学生的能力发展轨迹。同时,针对力学实验设备门槛高、危险场景难复现的问题,“AIM”还接入了虚拟仿真场景,让学生以沉浸式体验理解复杂工程原理。

去年6月,刘彦涵连续好几天都待在浙大紫金港校区西四教学楼的虚拟仿真实验室里,将自己设计的基础机翼放入虚拟的高超声速风洞,反复操作,不断调整机翼的各项数据,然后观察高超声速气流与机翼的相互作用,总结归纳升力、阻力等参数的变化规律。“用它模拟现实的外流场非常直观。”刘彦涵说,“看到自己设计的机翼一点点完善也很有成就感。”

除了打造沉浸式的工程现场,“AIM”力学大模型还开发了“工程建模”的功能。赵沛介绍,该模块解决了通用大模型难以生成理工科定量图像的技术瓶颈。在使用时,学生只需通过文字描述力学问题,如悬臂梁的载荷情况和材料参数,“AIM”能快速完成计算并生成内力图、应力图等专业图像。

可正是这个足够聪明的“AIM”,让赵沛多了一层担忧:如果学生过度依赖AI工具可能忽略对核心原理的深度学习与逻辑思维训练,“所以现在还没有完全开放,希望未来学生们用它来检查作业,而不是直接抄抄”。

“现在全球教育界对于AI如何参与学生学习仍没有定论。”许田也一直观察着世界各地高校对AI介入教学的态度变化。去年的一个研讨会上,有人问他:“AI会怎样改变未来的教育?”许田大胆猜测:“大概10年后,这里50%的教授都会被AI取代。”

在他看来,AI归纳和总结知识性内容的能力可能远超一部分老师,学生可以通过AI自学这部分内容,因此课堂上的大量时间应用于剖析、探讨案例和大胆猜测与辩论——这无疑对老师们提出了全新的要求。

基于这一判断,生物科学“101计划”第七次主编会议特别增设了师资培训团队的培训议题。“我们要帮助教师理解教材、用好教材、提升教学能力。同时通过不同学校教授的交流讨论,让‘101计划’在学科教学中的探索与突破能够推广普及到更多高校,从而培养更多具有创新能力和知识升华能力的新一代学生。”许田说。



赵沛在教授力学导论。

受访者供图

(本报记者 林婧 整理)