

讲好科学故事,推进研究生专业课思政教学

孔令杰

(清华大学精密仪器系,北京 100084)

[摘要]新时代高校课程思政建设要求在研究生专业课教学中实现知识传授、能力培养与价值引领的结合。文章以清华大学研究生专业课神经光子学为例,介绍了以讲好科学故事为切入点,推进研究生专业课思政教学所做的实践。通过在教学引入名人轶事——介绍“科学家”与“科学史”的故事,积极引导研究生探讨科学研究“求真”“求善”“求美”的精神及科学研究的方法,为研究生树立正确的科研价值观、提升创新能力提供了启示。

[关键词]课程思政;研究生专业课;交叉学科;脑科学;光学工程

[中图分类号] G641 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 2095-3437(2021)07-0105-03

新时代高校课程思政建设对于加强在知识传授过程中有机融入课程思政提出了新的任务和要求^[1]。在此背景下,近年来清华大学提出了价值塑造、能力培养和知识传授“三位一体”的教育理念和人才培养模式,并就教学活动中有效落实“三位一体”教育理念展开了深入探讨。在研究生专业课教学中如何将课程思政与知识传授有机融合?本文以清华大学研究生专业课神经光子学为例,介绍作者以讲好科学故事为切入点,探讨科学研究的精神与方法等方面所做的探索与实践。

当前世界各国纷纷推出“脑计划”,积极开展脑科学研究^[2]。例如,美国于2013年推出了BRAIN initiative (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies,通过推动创新型神经技术开展脑科学研究)计划,极大地推动了神经科学与神经技术的发展。“神经光子学”应运而生,并得到迅速发展,成为一门新兴的前沿交叉学科^[3]。所谓神经光子学,即采用光学技术手段的非侵入性、高空间分辨率等优点开展神经科学研究,神经光子学研究不仅有助于揭示脑认知规律、辅助脑疾病诊治,还将推动脑机接口、人工智能等领域的发展。课程负责人对上述前沿内容进行了归纳、梳理,自2018年始开设了研究生专业课神经光子学,讲授生物背景知识、相关研究技术,并探讨未来发展方向。在介绍相关技术时着重以介绍“科学家”和“科学史”的故事为思政教学切入点,通过课堂讲授与讨论实现知识传授、能力培养与价值引领的结合。

一、科学研究的精神

研究生选择攻读硕士或博士学位以及将科学研究作为职业追求的初衷应当是什么?历史上诸多伟大的科学家都给出了答案。

(一)“求真”——探索未知

脑科学被称为“人类认识自然与自身的终极挑战”^[2]。时至今日,人们对于“两耳之间重三英镑的物质”仍知之甚少。这是因为人脑约有860亿个神经元,通过数亿万个突触建立连接,其复杂度可想而知。然而,正是由于人们一直对大脑的奥秘充满着“好奇心”,神经科学才得以持续发展。甚至有一些科学家在某些领域获得诺贝尔奖之后,又转向脑科学研究,并取得了非凡成就。例如,弗朗西斯·克里克(Francis Crick)于1962年因揭示DNA双螺旋结构而获得诺贝尔生理或医学奖,但他后来继续把自己的天赋转移到一个深层次的科学问题的探索之上,研究意识的根源——大脑;利根川进(Tonegawa Susumu)于1987年因发现抗体多样性的遗传学原理而获得诺贝尔生理或医学奖,但他近期转向学习与记忆等认知科学,并取得了多项突破。

当然,寻求真理的道路从来不是平坦的,脑科学的发展历程也是如此。在学术争辩中,人们艰难地趋向真理。例如,1906年诺贝尔生理或医学奖得主卡米洛·高尔基(Camillo Golgi)和拉蒙·卡哈尔(Santiago Ramón y Cajal)曾对簿诺贝尔奖颁奖典礼,就“网状学说”与“神经元学说”展开争论。尽管高尔基发明了一种神经组织的稀疏染色方法(其机理至今仍是未知之谜),为人们清晰观察神经系统结构提供了可能,但是他固执己见,认为神经系统是像血管系统一样的弥散网络结构,并在其获奖演讲中对卡哈尔的神经元学说大加抨击。卡哈尔则发挥其艺术天赋,将经光学显微镜观察得到的图像通过一幅幅手绘图(如图1),向人们揭示了神经系统的结构,建立了神经元学说。上述争论直到20世纪50年代人们采用更高分辨率的电子显微镜进行观测才终于平息,卡哈尔也因提出正确的“神经元学说”被誉为

[收稿时间]2020-05-20

[基金项目]清华大学研究生教育教学改革项目(201905J003)。

[作者简介]孔令杰(1986-),男,山东费县人,博士,副教授,研究方向:生物光子学。

“现代神经生物学之父”。类似的,在人工智能领域也同样存在一些争论。例如,1969年图灵奖获得者马文·明斯基(Marvin Lee Minsky)作为人工智能的倡导者之一,坚信人的思维过程可以用机器去模拟,机器也是可以有智能的。他认为:“大脑无非是肉做的机器而已。”然而,这种观点遭到了另一位图灵奖获得者莫里斯·威尔克斯(Maurice Vincent Wilkes)针锋相对的抨击。孰是孰非,我们仍需拭目以待。

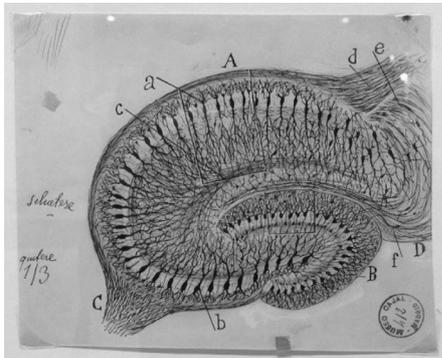


图1 啮齿类海马区神经系统(Cajal手绘图)

此外,科学研究的“求真”还意味着实事求是、“不做假”。这是科学研究的底线,是研究生学术规范教育的重要内容。

在神经光子学课程的教学中,通过介绍上述故事启发学生树立正确的科研价值观,使学生以严谨、求实的态度从事科学研究。

(二)“求善”——造福人类

人们从事科学研究的目的是意义是什么?显然,答案之一是为了造福人类,改善人们的生活或保障人们的健康。在教学中,本课程设置了课间五分钟报告环节,由学生分享各种神经技术的发展及其对于揭示神经系统工作机理、推动脑疾病诊治等方面的贡献。例如,某学生介绍了近年来迅速发展的新型神经调控技术——光遗传学(Optogenetics)及其应用。光遗传学克服了传统电生理技术的诸多缺点,其技术已被成功应用于研究学习记忆、成瘾性、运动障碍、睡眠障碍、帕金森症模型、遗传性失明、抑郁症和焦虑症或解析神经环路等方面。目前,该技术已成功拿到了美国食品与药品监督管理局(FDA)的临床试验批准批准,正走向产业化。

需要指出的是,科学发展史上也曾有一些狂热造成的血泪史,科研“求善”的初心也可能会非常脆弱。例如,1949年的诺贝尔生理或医学奖被授予了葡萄牙医师安东尼奥·埃加斯·莫尼斯(António Egas Moniz),以表彰他发明的前脑叶白质切除术。遗憾的是,虽然莫尼斯发现该手术会带来不可避免的副作用,但他在诺贝尔奖颁奖演讲中仍然乐观地总结道:“前脑叶切除术简单、高效且毫无危险,很可能是一种高效治疗精神错乱的外科手术。”遗憾的是,此后不到一年,对莫尼斯的批判就超越了赞许,他赖以成名的前脑叶白质切除术也开始在全世界范围内遭受抵制,成为医学界的“黑历史”。

(三)“求美”——追求致美

神经光子学课程内容主要围绕着光与神经组织的相互作用展开,而这些复杂的过程均可由被誉为“世界上最美的物理公式”——麦克斯韦(Maxwell)方程组进行描述。

1865年,麦克斯韦提出了麦克斯韦方程组,其包含了法拉第电磁感应定律、电场高斯定律、磁通连续性原理及安培环路定律。对应的微分形式如下:

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \nabla \cdot \vec{D} = \rho, \nabla \cdot \vec{B} = 0, \nabla \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

其中, \vec{E} 为电场强度矢量, \vec{B} 为磁感强度矢量, \vec{D} 为电位移矢量, ρ 为电荷密度, \vec{H} 为磁场强度矢量, \vec{J} 为电流密度矢量。各矢量满足物质方程:

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}, \vec{D} = \epsilon \vec{E}, \vec{H} = \frac{1}{\mu} \vec{B}$$

其中, σ 为电导率, ϵ 为介电常数, μ 为磁导率。在介质中, \vec{D} 可进一步描述为: $\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$ 。其中, ϵ_0 为真空中的介电常数, \vec{P} 为极化强度。

麦克斯韦通过四个方程组成的方程组“非常漂亮地”将电场和磁场统一起来,预测了电磁波的存在及传输过程,对现代社会产生了深远影响。当前,对统一理论的追求仍远远没有结束,科学上追求致美的精神仍驱使着人们用统一化的方法去描述自然的各个层面。

为了描述光在光学系统及神经组织中的传输过程、光与组织的相互作用过程(包括吸收、反射、折射、衍射、散射、非线性响应等),可将上述方程联合起来,从而推导出波动方程。该方程几乎可涵盖本课程介绍的所有光学显微观测技术,是统一理论在神经光子学领域的具体体现。

除此之外,姚期智先生在《科学家与科学之路》的报告中还指出,科学研究的“求美”也包括在科研过程中享受探索、思考和发现带来的那种“众里寻他千百度,蓦然回首,那人却在灯火阑珊处”的惊喜——一种别样的美^[4]。

正如体育界所发扬的“更高、更快、更强”的奥林匹克精神,科学研究的追求也永远是向着最高峰前进。例如,在神经网络活动观测领域,当前人们正向着“更深、更快、更广、更低光毒性”的目标前进(图2)。以提升观测深度为例,人们先后发明了激光扫描共聚焦技术、双光子荧光显微技术等。近年来,人们将天文学中发展的

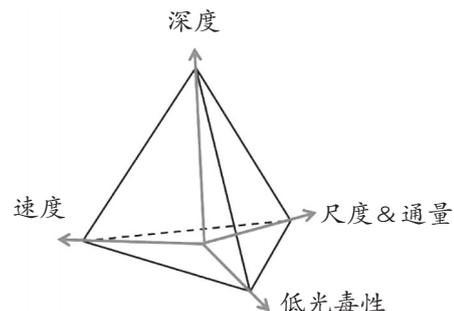


图2 脑功能观测领域“更深、更快、更广、更低光毒性”的目标

自适应光学技术应用到显微成像领域,发展了自适应光学显微技术,通过补偿光在组织中传输时所经历的波前畸变,提高了成像空间分辨率及穿透深度。最近康奈尔大学(Cornell University)的华人科学家 Chris Xu 教授进一步发展了三光子荧光显微技术,使得脑皮层以下神经活动观测首次成为可能。这种“不断突破,不断创造新纪录”的科学精神与薛其坤院士在央视《开讲啦》栏目中提出的“追求极致”不谋而合。

二、科学研究的方法

创新能力培养也是研究生课程的教学目标之一。在本课程的教学实践中,通过引经据典为学生介绍相关技术发明者的经验总结或“感慨”,为学生提高创新能力提供参考。

(一)“站在巨人的肩膀上”

谈起创新,知识积累的重要性不言而喻,需要学生通过刻苦努力学习不断补充新知识。但是,仅仅“站在巨人的肩膀上”是不够的,学生还需要掌握迁移学习的本领。1953年,泽尼克(Frederik Zernike)因发明了相衬显微镜而获得诺贝尔物理学奖。他在诺贝尔奖颁奖演说中坦言相衬技术起源于他在研究衍射光栅时用到的方法,最早是由瑞利勋爵(Lord Rayleigh)于1900年描述的。他感慨道:“在所有的干涉现象中,相位的差别都是非常重要的,这是一个司空见惯的常识。但是为什么在显微镜技术中,相位从来没有被考虑过?”“在回顾这些事件时,我深深地感叹于人类心智的局限。我们可以很快地学习(即模仿他人曾经做过的或思考过的),但是理解起来却很慢(即看到它们的内在联系),最慢的就是发现新的联系或将旧的思想应用到新的领域”。

(二)注重学科交叉

学科交叉为创新提供了一条新途径。1948年,诺伯特·维纳(Norbert Wiener)在其著作《控制论》中写道“在科学发展上可以得到最大收获的领域是各种已经建立起来的部门之间的被忽视的无人区……正是这些科学的边缘区域,给有修养的研究者提供了最丰富的机会。”^[1]的确如此,近年来多项诺贝尔化学奖被授予了交叉学科。例如,2014年埃里克·白兹格(Eric Betzig)等人因发明了超分辨显微成像技术而获得诺贝尔化学奖。白兹格本是一位物理学家,早在1995年就撰文提出了一种超分辨成像的设想,但是限于当时可用的荧光材料,直到2006年左右他才得以开展相关实验。在此期间,他一直关注着生物科学的发展。当他了解到生物学家发现了一种可通过激光控制在激发态和暗态之间切换的荧光蛋白时,立即在简陋的地下室里开展了光活化定位显微(PALM)实验,实现了超分辨显微成像。与此同时,哈佛大学(Harvard University)的华人科学家庄小威教授也进行了类似的实验,提出了随机光学重建显微镜(STORM)技术。显然,这些变革性突破均得益于多学科交叉融合。

如何培养具备交叉学科背景的创新人才以推动科学发展、技术进步?首先要明确跨学科复合型人才应达

到的标准。维纳在其《控制论》中描述道:“到科学地图上的空白地区去作适当的查勘工作,只能由这样一群科学家来担任:他们每人都是自己领域中的专家,但是每人都对其临近的领域有着十分正确和熟练的知识;大家都习惯于共同工作,互相熟悉对方的思维习惯,并且能在同事们还没有以完整的形式表达出自己的新想法的时候就理解这种新想法的意义。数学家不需要有领导一个生理学实验的本领,但却需要有一个了解生理学实验、批判一个实验和建议别人去进行一个实验的本领。生理学家不需要有证明某个数学定理的本领,但是必须能够了解数学定理中的生理学意义,能够告诉数学家他应当去寻找什么东西。”

神经光子学是光学工程与神经科学交叉产生的前沿新兴学科。课程的教学特色之一就是注重学科交叉,以神经科学为背景,以解决其技术需求为出发点,以相应的光学工程技术、方法为主要内容,培养具有交叉知识背景的复合型人才,为从事这一前沿交叉学科的创新研究奠定基础。考虑到选课学生的多学科背景(目前有来自精仪系、电子系、自动化系、生物医学工程系及生命科学学院的高年级本科生及研究生),课程教学中教师应积极创造机会供大家利用课内外时间充分交流、互相学习。此外,课程还安排了若干次上机实验,让工科生在听得懂“生物语言”的同时,能在生物实验的实际操作中,发掘所学工科知识的“用武之地”;让理科(生物)生在进行生物实验观察的同时,能加深对所用光学仪器原理的理解,以优化实验设计或参数设置。

三、结语

神经光子学课程教学中通过讲好科学故事,与学生积极探讨科学研究中“求真”“求善”“求美”的精神及科学研究的方法,实现了知识传授、能力培养与价值引领的结合。此外,通过着重介绍华人科学家的贡献,增强了学生的自豪感。尽管研究生专业课具有很强的专业化特点,但是每门学科的发展都充满着“科学家”和“科学史”的故事。讲好科学故事,将有助于加强新时代高校课程思政建设、提升研究生创新能力。

[参 考 文 献]

- [1] 蒋洪奎,徐洪.专业课程与思想政治协同育人模式的探索[J].大学教育,2020(3):108-110.
- [2] 蒲慕明,徐波,谭铁牛.脑科学与类脑研究概述[J].中国科学院院刊,2016(31):725-736.
- [3] 杜九林,毕国强,骆清铭,等.神经科学研究新技术[J].中国科学院院刊,2016(31):783-792.
- [4] 姚期智:科学精神就是求真求善求美.人民网.2012-12-12. <http://scitech.people.com.cn/n/2012/1212/c131715-19871462.html>
- [5] 维纳.控制论[M].郝秀仁,译.北京:科学出版社,1963.

[责任编辑:张雷]