

# 需求视角下的交叉仿生学科及 专业设立必要性分析

李秀娟 张志辉 邹 猛 韩志武 任露泉

**【摘要】**随着仿生科学知识应用实践的范围不断扩大,仿生技术成为生产力的作用与日俱增,科技成果催生出一门新型学科——交叉仿生学。建设新型交叉仿生学科具有重要现实意义。本文从科技应用、经济发展与人才需求三个方面的需求角度,全面剖析了仿生学科现阶段发展的现状与不足,系统阐述了新型交叉仿生学科出现的必然性,探讨了建设新型交叉仿生学科的迫切性与社会需求,提出了仿生新工科专业及其课程体系建设构建模式。

**【关键词】**仿生 交叉融合 社会需求 人才培养

仿生学快速发展并形成独立学科距今仅几十年,其交叉、融合的特征符合现代科技发展趋势。仿生学已延伸到很多领域,涉及生物学、物理学、化学、医学、军事学、材料学、体育学等学科,各学科的仿生成果对仿生学发展起到了巨大促进作用,仿生学的发展也推动了这些学科的进步。仿生知识的理论体系、生产转化技术随爆炸式知识迸发,新型交叉仿生学科展现出高度融合的特征,皆源于社会各领域、行业、学科的综合需求。仿生学已发展为一门建立在需求基础上的多学科相互渗透、彼此融合的新型交叉学科。<sup>[1]</sup>

## 一、科技成果催生新型交叉仿生学科

在工程技术领域,仿生学因其原始创新性在科技创新中的作用凸显,被誉为“新世纪科学研究的热点,原始创新永恒的不竭动力与源泉”。<sup>[2]</sup>仿生认知最初来自解决工程和技术难题的需求。当人类有意识将仿生思维引入工程领域时,必然获得认识工程技术的新视角,也必然促使其利用仿生科技参与生产、生活诸过程。远古时代,人类就已学会利用仿生方法制作捕食工具、建造房屋,研制运输工具如轮子、帆船等;到工业时代,人类在设计开发中更融进了许多仿生思想,飞机、潜艇、机器人等许多科技产品的发明都可追寻到仿生的痕迹。步入信息时代,人类创造性地模仿人脑的运算发明了计算机,模仿生物信息系统发明了传

感器,等等。到了人类可超越维度、跨越空间的生物智能时代,人类开始向更深层次的仿生领域探索,从微观结构与思维意识功能模仿生命的缘起与进化,上帝之手的创造对人类不再是遥不可及的神话。可以说,仿生科技成果在人类的生产、生活及教育领域展现出极具创新性的应用前景,对科技及学科变革起到了至关重要的作用。

目前,随着仿生领域新的科学规律和科学原理不断涌现,以及不同知识领域的彼此交融,仿生科技迎来了知识快速增长、涵盖范围不断扩大与综合性发展的新趋势。<sup>[3]</sup>21世纪以来,伴随仿生科技的快速发展,人们逐渐意识到人工机械功能的局限性,即便再先进的机械设备也会受工况、寿命、效率等限制,甚至无法与自然界具有同等功能的较低级生物相比较。因此,仿生学被广泛认为是科技创新征途中新思路、新原理和新理论的源动力。在新知识交融、新经济迸发、新科技革命的时代背景下,新的仿生学知识应用于实践的范围与获得的成果正不断扩大,新型交叉仿生学科迎来了新的机遇与挑战,成为科学研究的前沿与技术创新的热点。

## 二、新型交叉仿生学科建设与人才培养现状

### 1. 建设新型交叉仿生学科的意义。

一流大学要有一流的学科,学科是高校的基本单元,是大学教育的基石。作为高校教学、科

收稿日期:2018-08-15

基金项目:“新工科”研究与实践项目——交叉复合型“仿生工程与装备”新工科专业的创建与培养模式改革研究

作者简介:李秀娟,吉林大学高级工程师;张志辉,吉林大学教授、博士生导师;邹猛,吉林大学教授、博士生导师;韩志武,吉林大学教授、博士生导师、长江学者,国家杰出青年科学基金获得者;任露泉,吉林大学教授、博士生导师,中科院院士。通讯作者:张志辉。

研、师资等诸多要素的集合点,将学科建设作为重中之重,进行统筹规划是高校实现内涵式发展的必然选择。为适应新时代社会发展、科学研究及人才培养需要,须推动教育体系创新,在完善原有重点学科建设的同时,打造新型交叉学科体系,成为新时期一流大学学科建设的潮流。

在国家学科制度框架下,各级各类高等学校已开始主动适应现代化建设的需要,结合社会所需与知识所求,打破原有学科界限,根据各自办学特点,适时变革教育课程体系与培养方式,将多门学科有机融合,开辟了适合自我发展的特色化、实用性人才培养之路。这些变化,既凸显了各学科特色,又促进了学科间思想的互通及知识的融合,从而引导各学科步入协调综合与特色创新的发展道路,推动了学科的内涵发展。

现阶段我国各类型、各层级高校已充分意识到交叉融合的教育理念对培养高层次人才的重要性,纷纷制定改革方案。清华大学、北京大学、浙江大学、南京大学、吉林大学等先后出台改革措施,如发展新兴跨学科性质的系和专业,开设选修课、实行双学位制、允许学生转系/专业等,着力培养跨学科人才。近几年,吉林大学学科建设在继承原有合校前各校学科优势和特色的基础上,经过10多年融合发展,先后建立了仿生科学与工程、生物考古学、人兽共患疫病学、生物信息学等一批在国内外有重要影响的新型交叉学科。新型交叉仿生学科不仅是未来前沿技术的创新之道,更是未来新兴产业的创业之道。

## 2. 仿生学科人才培养存在的主要问题。

进入21世纪,国内仿生学研究发展迅猛,研究水平很大提升,人才培养取得可喜成果。但人才培养过程中的实际问题也是客观存在的,须予以正视,并在工作中加以克服。

其一,仿生研究的发展和传统教育模式间的不适应日渐凸显。以往仿生研究的快速增长与人才支撑体系不足之间的矛盾主要是仿生基础教育规模所致,现阶段仿生技术的应用和普及与社会大众认知度较低的矛盾在于仿生基础教育课程内容更新慢、相对落后、仿生知识体系滞后于科技发展<sup>[3]</sup>,症结在于国内外未形成系统的交叉学科仿生基础教育体系,师资、教材、教具等相对匮乏,学科专业尚未形成有力支撑。

其二,现存仿生学科人才培养模式滞后于社会需求。随着我国经济快速发展,多元化社会所

需的人才多样化的。现今教育培养的工科人才,多重视对学生进行理论知识的传授,忽视工科人才应具备的工程实践能力、独立思考能力和思维创新能力,导致毕业生进入企业后缺少实践知识、动手能力差、岗前培训时间长、培养成本高。

其三,现有仿生课程体系建设及课程内容尚不能满足仿生人才培养目标的要求。当前教育模式对学生自主学习、独立思考和知识应用创新能力的培养明显不足,忽略了应用所学知识分析和解决实际问题的能力,导致学生无法搭建完整的专业知识架构、无法正确应用已学知识、扩展知识外延,形成所谓的“知识孤岛”现象。<sup>[4]</sup>

学科建设和人才培养并不要求完全放弃传统学科发展和人才培养思路,应勇于直面存在的问题,在原有课程设置基础上,适时增加专业综合类课程,构建完整的专业知识架构,强调知识的系统性、关联性和应用性,使学生更明晰专业知识架构,了解本专业涉及的主要知识点和相关课程,最终能应用所学知识进行实践和创新。

## 3. 新型交叉仿生学科的发展趋势。

虽然仿生工程领域的突破对我国当前仿生学科建设产生了重大影响,但距引领全球的目标仍有差距。如何将“仿生理念”“仿生标准”融入“国际”,使仿生学科人才更具国际视野和多学科空间思考能力,是新型交叉仿生学科教育的重要任务。

在仿生技术催生的新兴产业领域,如仿生机器人、仿生材料、仿生装备、仿生医药和仿生健康工程等,专业人才匮乏已成为行业发展的短板。在仿生新工科专业内涵、教学思路与未来人才培养规划目标的基础上,面向重大科技战略、一流学科建设和仿生新兴产业发展的核心需求,以多渠道跨国合作为实施载体,致力于形成仿生各领域所需的新技术、新产业和新标准,构建仿生新工科与机械、材料等传统工科交叉融合的学科专业“新结构”及人才培养“新模式”,最终形成与世界一流大学建设相适应、特色鲜明的人才培养新体系,从而为仿生学科提供优质生源,为先进制造、生物医药、大健康工程、国防军事等与仿生工程紧密联系的产业集群提供强大人才支撑。

全球重大科技问题突破已越来越呈现需要大科学思维之势,将学科、产业和技术最新发展及行业对人才培养的最新要求引入教学过程,建立仿生新工科专业课程体系,创新实践教学环节,进而实现理工一体、产学并进、跨国合作的复合型新工

科人才培养模式,是新型交叉仿生学科教育的必然趋势。

### 三、新型交叉仿生学科及专业建设必要性

1. 以科技需求为牵引建设新型交叉仿生学科。

知识的价值在于应社会所需而创造。人类许多科技产品都是应需求而创造,知识的累积与发展也是为更好解决科技难题而存在。工程学科如此,仿生学科亦如此,否则将失去学科存在的前提与必要性。回顾和分析科学技术发展的历程,不难发现,在人类生产生活中,各种各样的需求催生各种问题。新型交叉仿生学科的发展正是以社会应用需求为牵引,从实用发展的角度适应世界。在明确以融合交叉为特色的学科建设发展模式后,通过对多种生物系统具有的功能原理和作用机理研究,将工程与生物等多学科知识融合,打破了生物和机器的界限,模仿生物系统的功能实现原理,实现新技术开发并设计制造出功能产品,最终实现科学技术的原始创新。

新型交叉仿生学科拥有其他学科无法比拟的综合优势,其在注重提升实际应用效果的同时,在理论与应用中寻找平衡点,将理论研究、技术创新、工程研发与社会、行业及产业实际需求和应用作为着力点,促进应用性学科的建设与发展<sup>[5]</sup>,成为新型交叉学科建设与科技发展推动的必要元素。

2. 以经济需求为杠杆建设新型交叉仿生学科。

教育促进生产力发展、调整生产关系的属性,是教育的经济属性。高等教育与经济基础之间相互影响,即高等教育能促进生产力的发展和生产关系的调整,经济进步亦会促进教育发展。

从各国经济发展史看,一国的经济发展水平、发展状况、经济结构与其高等教育发展水平、学科综合前沿架构及人才结构间的关系是密不可分的。“国家意识、民族情怀和促进经济社会发展是大学服务社会最根本的定位”。<sup>[6]</sup>创建一流大学和一流学科的标准不只单纯依赖于原创科研成果、学术著述,更应具有在社会建设中提供产生巨额经济效益所需的人才、实用性理论和科研产品。立足于各学科知识融合而迸发的仿生学科,已造就了产值达数百亿美元的仿生衍生产业,如农业机械、医疗设备、汽车制造、环境治理、电子仿生等,这些是高等教育通过提升教育促进科学技术

发展从而促进生产力发展的典例。<sup>[7][8]</sup>

处于什么样的经济发展阶段,就需要什么样的人才结构、知识结构、学科构成与经济发展相适应。<sup>[9]</sup>新型交叉仿生学科的建设以其前瞻性新思想、新视角、新观点,在引导社会超越束缚不断前进中发挥积极作用。具体表现为,一方面快速推进产、学、研、用结合,加速科技成果转化,助推经济发展;另一方面,成功吸引关联学科优秀人才,协同参与科研创新,最终建立高端科研创新平台与研发团队,促进学校和社会需求间的合理连接。新型交叉仿生学科建设以社会经济需求为基点,将学术研究与国家、区域社会经济发展紧密联系在一起<sup>[10]</sup>,高效解决教育发展与经济发展间的匹配性问题。<sup>[11]</sup>

有什么样的社会需求,就有什么样的大学。社会需求是动态变化的,大学功能与建设也随需求而革新。高等教育机构已不仅仅是传授人生哲学,为学生提供自我完善的场所,也不再是主要服务于政治,而是立足于民生与现实所需。经济需求的杠杆作用为新型交叉仿生学科发展提供了基础与动力。

3. 以人才需求为导向建设仿生新工科专业。

仿生学科人才培养仅仅局限于高校研究生群体,本科专业空白致使高端人才需求严重不足,现已成为制约该领域科技进步及产业发展的主要瓶颈。因此,加强紧缺专业和优势学科谋篇布局,培养面向新产业体系和国家战略急需的仿生新工科专业人才,成为新一轮工科教育的迫切需求。

高等教育市场化推进中存在明显人才供需矛盾。当下某些类型教育人才需求的诉求被尽可能满足,但多数人才需求利益诉求方的愿望没有得到很好体现,尤其在仿生技术催生的新兴产业领域如仿生机器人、仿生材料、仿生医药和仿生工程装备等,高级专业人才匮乏成为行业短板。其原因在于高校发展目标与多样化社会需求严重不适应,教育的层次结构、培训体系与社会市场需求不完全匹配。

需求就是市场,市场对人才的需求是多样化和多层次的。随着高等教育大众化和市场化程度的深入,高等教育已不再由政府单独掌控,多元主体已共同参与高等教育发展,在多方利益相关者参与下,高等教育正从关注知识本身转向关注不同利益相关者的价值诉求。<sup>[12]</sup>仿生新工科专业必然要面向社会和市场需求,以职业和岗位应用需

求为导向,设置人才培养模式。

从时代发展客观规律与现实需求看,高等教育市场化是随大众化进程逐步发展起来的。<sup>[13]</sup>面对多样化的市场需求,仿生新工科人才培养正大步追随整体学科建设大众化节奏,以社会需求为导向,紧扣经济社会发展的脉搏,坚持应民生的“合理社会需要”,推动“社会进步”。<sup>[14]</sup>

#### 四、在需求中探索新型交叉仿生学科教育模式创新

##### 1. 新型交叉仿生学科教育实践。

新型交叉仿生学科教育的探索与实践,是立足吉林大学“仿生科学与工程”二级学科博士点和硕士点,依托农业工程一级学科,面向仿生工程领域发展趋势、人才需求及一流学科建设而提出的工科教育改革创新构想。吉林大学通过“211 工程”和“985 工程”对学科进行了持续高强度支持建设,其目的是强化理工复合,拓宽专业内涵,扩大与信息技术、材料技术、先进制造和生物技术的交叉,保持和发挥“仿生科学与工程”学科优势与特色。

在多年教学与科研实践中,吉林大学仿生学科形成了以院士为核心,以教授为骨干,年龄、学缘和学历结构合理的多学科交叉的教学与科研团队。作为仿生新工科专业建设的前期铺垫,在农业机械化本科专业开设了仿生学相关基础课程,如农业工程仿生技术、生物学基础、仿生机械原理与设计等,为培养本科生仿生兴趣和拓宽仿生研究的硕博研究生生源渠道奠定了基础。在研究生阶段,学科不仅参照国内外高水平大学现行课程体系,开设了理论仿生学、工程生物学、仿生方法学和耦合仿生学等多门仿生学专业课程,形成了专业方向与国家需求相结合的研究生课程体系,将仿生教育贯穿于研究生培养全过程,打破专业束缚,不仅跨专业招生,还跨学科门类招收生物学、材料学、数学等本科生攻读硕士和博士学位,强化了学科交叉。同时,为将仿生理念普及化,推动仿生实践应用,学科还在吉林大学开设了全校统一公共课和基础理论课,如动物行为学、仿生机械概论和仿生学导论等。新型交叉仿生学科教育的实践,一直在科研需求与社会需求的探索中砥砺前行。

##### 2. 立足需求构建仿生新工科专业教学体系。

为保障仿生新工科专业及课程体系建设,吉林大学集中校内生物、机械、数学、物理、化学和力

学等基础学科一流师资力量与相关资源,由院士、长江学者及教授等高水平教师组成了高层次教学与科研导师团,共同参与课程教学设计,将满足仿生学科建设所需的自然科学知识、专业知识、工具性知识、人文社会科学知识等课程和教材资源进行整合设计,使之更符合社会经济需求、科研发展方向需求、学科持续建设需求、知识理论国际交流需求,及未来新工科整体建设的示范性需要。

在学习借鉴世界发达国家高等工程教育成功经验和办学思想的基础上,依据仿生新工科对人才知识结构、能力结构和素质结构的要求,仿生新工科专业在教学体系的构建中,将仿生学科、产业和技术的最新发展,行业对人才培养的最新要求引入专业教学过程,创建多维度仿生新工科专业人才培养新模式:制定以创新和工匠精神为核心,以新知识体系为主体,以质量监督与评价为保障的多维度仿生新工科专业人才培养新模式:2+2 中外合作(国内培养 2 年,国外培养 2 年)、3+1 校企合作(校内培养 3 年,企业培养 1 年)、理工复合及本硕博贯通式培养模式,等等。

培养应用与适切型人才教学体系模式,是仿生新工科人才教育培养目标,是交叉融合教育思想的回归。加强仿生新工科专业和优势学科教学体系的谋篇布局,培养面向新产业体系和国家急需的本科人才,成为新一轮学科教育追求的统行动。一方面,着眼于学科前沿,拓展仿生学科涉猎领域,实现知识体系的完善和丰富,立足于其他学科的发展基础,解决仿生工程领域的重大理论与关键技术难题,构建中国特色仿生科技创新平台。另一方面,积极依托仿生学科的融合优势,整合仿生研究资源,把分散在相关学科的仿生研究队伍有机整合,形成具有高水平、多样化、多层次、大众化的教育结构。

仿生新工科专业是一门新型交叉复合型专业,其培养理念、模式和方法与传统机械、材料、生物等专业既有相似之处,又有明显差异。在求同存异的前提下,将交叉复合型仿生新工科人才培养模式与实践经验进行推广,对促进传统学科及专业结构升级具有很好借鉴意义。

#### 参 考 文 献

- [1] 任露泉,梁云虹. 仿生学导论[M]. 北京:科学出版社, 2016:28.

(下转第 72 页)

## A Study on the Coping Strategies of Chinese Higher Education under the Background of Artificial Intelligence Innovation

Liu Jin, Lü Wenjing

**Abstract:** Based on the in-depth interviews, this paper explores the discipline principle, technical principle, cooperation principle and industrial principle of artificial intelligence innovation, and constructs the process model of artificial intelligence innovation driven by artificial intelligence technology-market pull-environment. On this basis, the current status and problems of artificial intelligence innovation in China are analyzed, and suggestions on how to deal with AI innovation in China's higher education are put forward.

**Key words:** artificial intelligence; innovation principles; higher education; discipline; cultivation of talents (责任编辑 黄小青)

(上接第49页)

- [2] 路甬祥. 仿生学的意义与发展[J]. 科学中国人, 2004(4): 22-23.
- [3] 魏雪峰,等. 我国高等教育与基础教育技术应用发展趋势分析[J]. 中国电化教育, 2018(1):72-76.
- [4] 丁晓红,李郝林,钱炜. 基于成果导向的机械工程创新人才培养模式[J]. 高等工程教育研究, 2017(1):119-122.
- [5] 钟秉林,王新风. 我国地方普通本科院校转型发展实践路径探析[J]. 高等教育研究, 2016, 37(10):19-24.
- [6] 丁斐,于海棠. 实业教育思想与美国威斯康星理念比较研究[J]. 江苏高教, 2011(4):150-152.
- [7] 王洪才. 论高等教育的本质属性及其使命[J]. 高等教育研究, 2014, 35(6):1-7.
- [8] 蒋华林,邓绪琳. 创业型大学:高校引领支撑创新驱动发展战略

略实施的模式选择[J]. 高等工程教育研究, 2016(6):32-36.

- [9] 谭建立. 关于我国高校教授治学问题的几点思考[J]. 高等财经教育研究, 2017,20(1):1-9.
- [10] 管金星,朱为鸿. 我国地方本科院校发展创新之道[J]. 重庆高教研究, 2014, 2(2):41-44.
- [11] 余秀兰. 教育还能促进底层的升迁性社会流动吗[J]. 高等教育研究, 2014, 35(7):9-15.
- [12] 王媛,白华. 当代高等教育质量的价值观建构探析[J]. 国家教育行政学院学报, 2014(3):47-52.
- [13] 周光礼. 回归复杂性:未来大学展望[J]. 高等工程教育研究, 2015(6):43-52.
- [14] 吴康宁. 创新人才培养究竟需要什么样的大学[J]. 高等教育研究, 2013, 34(1):11-15.

## Analysis of the Necessity of Establishing New Bionics Discipline and Program from the Perspective of Demand

Li Xiujuan, Zhang Zhihui, Zou Meng, Han Zhiwu, Ren Luquan

**Abstract:** With the rapid development of economy and technology, the application of bionics technology is expanding, and bionics is playing an increasingly important role in productivity. Based on the influence of the technological achievements of bionics on people's life and production, this paper analyzes the present situation and deficiencies of the development of bionics discipline, and illustrates the necessity of the appearance of new bionics discipline. Based on the demands of technological application, economic development and market, this paper also explores the necessity of the construction of new bionics discipline, and provides some suggestions for the construction of bionics program and its curriculum system.

**Key words:** bionics; integration; social demand; talent cultivation (责任编辑 骆四铭)