

# 知识技能与创新素质深度融合的 新工科人才培养模式研究

——以人工智能专业人才培养为例

肖满生,周立前,肖哲

(湖南工业大学 计算机学院,湖南 株洲 412007)

**摘要:**为适应新一轮科技革命与创新发展需求,文章提出了一种知识技能与创新素质深度融合的新工科人才培养模式。基于传统工科类专业人才培养模式的现状,探讨“知识、技能、创新素质”三位一体深度融合的新工科人才培养模式,从而构建一个以校、企、政三方深度合作的人才培养方案。以湖南工业大学人工智能专业人才培养为例,通过具体教育教学实践以及在人才培养过程中所取得的成效,验证了所构建的人才培养模式的可行性与有效性。

**关键词:**新工科;人才培养模式;创新素质;校企政融合;人工智能

**中图分类号:**G640

**文献标志码:**A

**文章编号:**1674-5884(2023)03-0098-06

为适应新一轮科技革命与创新发展需求,自2017年开始,教育部积极推进新工科建设计划,发布了一系列有关新工科研究与实践的项目文件<sup>[1]</sup>。新工科是在传统工科专业的基础上发展而来又区别于传统工科的交叉学科<sup>[2]</sup>,其主要是针对新兴产业的专业,如大数据、云计算、人工智能、智能科学与技术专业等。相对于传统的工科专业人才培养,新工科主要培养适应未来新兴产业发展所需的实践与创新创业能力强、有国际竞争力的高素质复合型人才。

依据教育部等相关文件,新工科主要是指在传统工科的基础上融入新理念、新结构、新模式、新质量与新体系<sup>[3-4]</sup>,加快新兴领域科技人才的培养,以推动我国科技的发展与产业转型升级。高校具有人才培养、科学研究、服务社会的三大功能<sup>[5]</sup>,而人才培养是其核心。因此,在第四次工业革命即人工智能技术全面到来之际,如何培养

出一批能够适应新技术发展需要和行业需求的新工科人才是高等教育重中之重,而探索优良高效的“新工科”专业人才培养模式是目前高等教育要解决的首要问题。由此,笔者针对新型工业化需求的人才培养目标,分析传统工科人才培养的现状与不足,探讨“知识、技能与创新素质”三位一体的多元化人才培养模式,从而构建一个校、企、政深度融合的新工科人才培养方案,并以湖南工业大学人工智能专业人才培养的实践为例,来验证本文所提出的人才培养模式在实施中的可行性与有效性。

## 1 传统工科类人才培养现状分析

自2016年国家对于高等教育提出一系列改革措施以来,如“卓越工程师教育培养计划”“协同创新”“双创改革”等,为我国高等教育在新时代的发展提供了强大的助推器,特别是对基于工程

收稿日期:2022-08-30

基金项目:2020年湖南省新工科研究与实践项目(湘教通[2020]90号,序号30);2020年湖南省普通高等学校教学改革研究项目(湘教通[2020]232号,HNJG-2020-0576)

作者简介:肖满生(1968—),男,湖南株洲人,教授,博士,主要从事模式识别与人工智能、智能信息处理、计算机教育研究。

教育理念的新工科建设注入了强大的动力<sup>[6-7]</sup>。2017年6月,教育部发布《新工科研究与实践项目指南》,明确指出要建立校、政、企等多主体协同育人的办学模式,推进科教结合、产学研、校企合作的协同育人体制改革<sup>[8]</sup>,为新工科专业的教学改革指明了方向。然而,在推进新工科建设的同时,必须先分析传统工科类专业建设与人才培养的现状与存在的问题,才能为探讨与完善新工科人才培养模式奠定良好的基础。

在当今这个科技飞速发展的新时代,传统的“订单式”人才培养模式已无法满足自动化、智能化社会对人才的需求,包括教育理念、培养模式、教学方法与飞速发展的智能化科技脱节等等。归纳起来,传统的人才培养模式主要存在如下几方面的问题。

(1)专业培养方案与社会人才需求不对等。人才培养方案过于滞后,跟不上社会对人才真实需求的变化,不关心专业结构的调整,课程体系结构过于宽泛、面面俱到,没有突出特色与核心,学生毕业后发展困难,上升空间有限,从而导致毕业生找不到合适的工作岗位、企业需要的岗位招不到人才,出现了企业“用工荒”与毕业生“就业难”并存的局面<sup>[8-9]</sup>。

(2)相关或相近专业交叉融合度不够,传统工科专业建设各自为政,学生的基础知识不够全面。新工科类大多数专业都是由多学科交叉融合而成,如人工智能专业,涉及计算机、数学、电子信息、电气工程、机械工程等多个学科,因此在专业建设时必须注重“跨专业、跨学科”的复合型人才培养。同时,传统的工科专业建设主要依托特定的行业而具有一定的优势,但由于过度注重某一行业领域来进行人才培养,没有建立起相关或相近专业协同培养的良好机制,导致人才培养的视野与格局较窄,对学生今后的就业或继续深造带来阻力。

(3)校企合作深度不够,不利于学生技能培养与就业素质的提高。第一,传统的工科专业大多没有企业与政府深度参与合作,有些专业仅仅涉及部分实践环节才有企业参与教学,学生所学理论知识与技能缺乏与社会实际应用对接的机会,无法增强就业的适应度。第二,学校的科研与市场需求脱节,导致“学校寻求科研合作”“企业

寻求技术攻关”“政府无法双边支持”的局面。第三,企业在合作中一直处于从属地位,缺乏产学研合作的主动权,学校教师在繁重的教学任务下无暇参与校、政、企合作项目,使得他们有提升实践能力的机会却无法去提升。这些传统工科人才培养中校企合作存在的困境阻碍了学生实际应用能力的培养与就业素质的提高。

(4)人才培养的评价机制不够完善,不利于学生创新能力的培养与提高。传统方法对学生能力的评价主要是单一的卷面考试,这种以理论为主的考核方式没有突出技能的培养,因而不能营造良好的创新氛围。如在人工智能人才培养中,其主旨是培养学生具有跨学科跨领域的创新能力,毕业生能尽快适应社会的需求,找到合适的工作岗位或进行继续深造。受上述评价机制的驱使,学生在本科学习阶段,为应对考试,只是一味地学理论、做习题、记公式,缺乏动手创新能力,对其今后的发展会带来很大的影响,极端情况可能因解决不了任何事情而失业。

## 2 新工科人才培养模式的探讨与构建

前面分析了传统工科类专业人才培养现状及存在的问题。现在以此为基础,对新工科人才培养模式进行深入探讨,并根据制订的人才培养目标,构建“知识、技能与创新素质”三位一体的多元化人才培养模式。其中,知识包括新工科行业的专业基础知识,如基本原理与应用、基本操作方法与技巧等。知识掌握的好坏是技能培养的前提条件,反之,熟练的操作应用技能又会促进对知识的掌握。由于新工科背景下新理论与新方法不断出现,技术更新发展迅速,而且知识面向全球,因此新工科的创新素质不但包括传统的创新思维、创新实践能力,团队协作能力与责任感,而且包括学生自主学习能力与国际视野。良好的创新素质为技能的提升提供了保障,也是学生学习知识的动力。另外,学生所具备知识的程度也直接影响其创新素质的培养,良好的技能亦是创新素质进一步提高的基础。由知识、技能、创新素质有机结合构成了基于新工科的人才培养模式,该模式的建构如图1所示。具体包括以下5个方面。

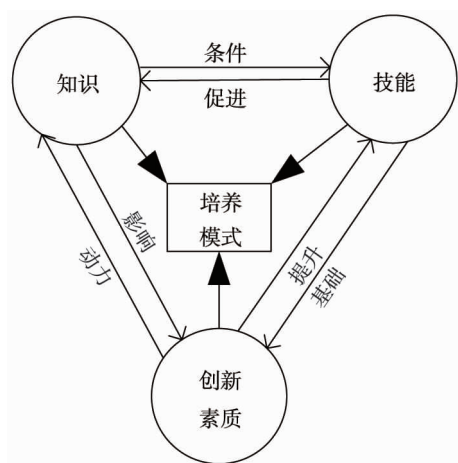


图1 “知识、技能、创业素质”三位一体人才培养模式

## 2.1 产学研紧密结合的人才培养方案

在知识技能与创新素质深度融合的新工科人才培养过程中,注重发挥市场需求与应用机制的作用来提高教育资源开发利用效率和效益。一是构建“政府引导、企业参与、学校应用、服务驱动”的产学研推进机制,如2017年12月,国务院办公厅发布了《关于深化产教融合的若干意见》,指出要强化企业主体作用,发挥骨干企业引领作用,学校企业依托集群式全球创新网络,结合传统的高校教学资源,创新教育办学模式,重新定义高校培养人才途径与方法,重构人才培养体系。二是鼓励探索“政府规划引导、企业建设运营、学校购买服务”的建设途径,引导各级各类学校“以学校为主导,依托企业技术实现”的模式与企业合作,实现从“建设者”向“应用者”转型,即高校既是新技术的建设者,又是新技术的应用者。三是建立校企合作和资源共享机制,引导学校与企业合作建立适应产业发展需求、反映企业生产流程和岗位需求的教学资源,通过网络空间,将企业、行业优秀的音视频资源引入学校课堂,这种校企政深度合作创新教学机制的推进,极大节省了学校教学建设的资金投入,达到了学校“方便使用、也用得起”的效果。

传统工科专业虽然实施了产学研相结合的人才培养模式,但这种结合是片面的,新工科专业强调跨学科复合型人才培养,因此我们采用“X+Y+Z”的形式,来探讨并构建一个跨越多个学科、连接社会多个行业的人才培养方案。如图2所示,其中“X”是指学校的多个学科,它是实现多学科

交叉融合培养目标的基础;“Y”是指社会发展生产的多个行业;“Z”是指企业政府根据目前行业的“痛点”提出的多个相关项目。学生通过对跨学科课程的学习,可以为将来相关行业的发展生产提供优质的从业服务,反之,行业的发展也需要交叉学科培养的复合型人才。行业的升级改造所遇到的问题上升为项目,项目研究产生的技术成果又应用于行业的升级换代。多学科复合型人才培养的创新研发活动是项目“痛点”问题解决的基础,同时项目中“痛点”问题的提出又为学科发展建设提供原动力。这种“X+Y+Z”的产学研紧密结合的人才培养模式构成了新工科人才培养的基本框架。

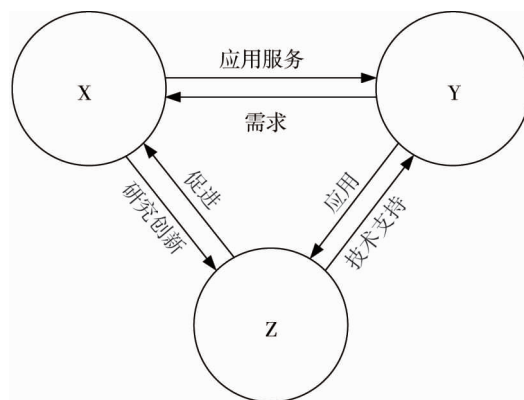


图2 “X+Y+Z”的人才培养模式

## 2.2 多学科交叉融合的模块化课程体系

新工科人才培养不仅要培养学生的自身专业基本能力,而且要注重学科的交叉性。在进行课程体系结构设计时,需要根据新工科人才培养的特点,探讨跨学科交叉融合的专业核心课程模块化设计方案,以实现新工科人才培养模式与传统工科人才培养模式的有机结合,并助推传统工科培养方案的转型升级。具体方法是将专业课程“模块化”,即根据专业特点及社会发展需求,考虑多学科的融合度与相关性,设计一系列专业课程模块(含专业基础课),模块分层次、按先后逻辑组织,相关模块中含有交叉学科专业的课程,由此构成多学科交叉融合的课程体系。学生在学习时,可以依其兴趣和对未来的职业发展愿望来选择相应模块,包括理论课程模块、实践实训课程模块、创新创业能力培养模块。通过基于多学科交叉融合的模块化课程体系构建,达到培养学生的知识技能的目的。

### 2.3 校企深度融合的人才培养过程

新工科复合型人才的要求转变传统的以“教师为中心”的单一教学模式,形成以“学生为中心”的多元化教学模式,培养以知识为基础、以能力为目标、以创新素质为导向的适应社会需求的人才。在培养过程中,学校、企业、政府三方深度合作,共同参与人才培养过程。传统的校企合作培养过程中,学校是主体,企业处于从属地位,政府除参与管理外,几乎不参与人才培养过程,如此培养的人才有可能达不到社会的行业需求。新工科专业人才培养的特点应把学校、企业都视为办学主体,两者在人才培养过程中都处于主体地位,政府部门除了对学校的办学方向、培养目标进行指导外,还应在学校、企业之间起着桥梁作用,实现三者之间在人才培养过程中的深度合作,校、企、政三者之间的深度合作关系如图3所示。

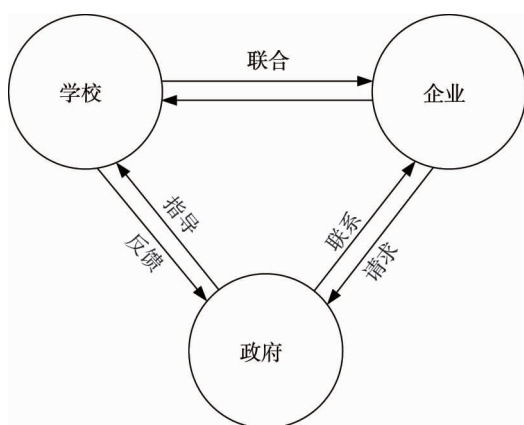


图3 校、政、企深度合作关系

从图3可以看出,学校、企业在人才培养过程中都处于主体地位,企业可以进学校,通过与学校合作共建、共同管理学校的二级学院,构建一个产教融合的创新创业系统,学校联合企业,通过各个学院(系部)主动谋求与企业的研发合作,推动学生的基本知识学习与生产实践的结合,实现专业到行业的转变,培养学生运用所学知识解决真实世界复杂工程问题的综合能力。政府部门在人才培养过程中不但对学校的办学环境与条件提供政策支持,而且对办学目标进行指导。另外政府通过对接企业或行业,在学校、企业深度合作培养人才的过程中具有桥梁纽带的作用。

### 2.4 突出能力与创新素质的人才培养评价机制

传统的以“考”代评的单一评价机制不利于创新能力的培养,要通过改革课程考核方式,采用综合考核方式来评价学生,设计客观合理的人才培养综合评价机制,包括评价方法、周期、责任人、评价依据、评价结果反馈等,可以从定量评价、定性评价两方面进行,并通过不断提高学生的科技创新能力在评价中的权重来建立良好的导向机制。以人工智能专业的评价方法为例,其定量评价为:第一,设计培养目标评价指标(试卷、作业、大作业、实验、报告、作品等)并赋权重值;第二,论证评价指标的合理性;第三,根据各评价指标权重进行综合求和,得到学生的综合定量评价结果。定性评价包括问卷调查、实践单位反馈、学生的创业创新竞赛参与情况,经量化后的评价作为定性评价的结果。通过这种全面评价机制,促进学生对所学知识应用能力的培养,开阔了学生的专业视野,提高了创新竞争精神和团队协作能力。

### 2.5 建立榜样引领的推广机制

通过发挥政府引领作用,建立榜样引领的推广机制,推动传统的人才培养模式向知识、技能、创新素质三位一体深度融合的新工科人才培养模式全面升级。具体包括:一是建立创新人才培养模式建设成果示范机制,及时收集、整理和总结相关经验与应用创新成果,通过研讨会、交流会等方式向社会推广和介绍。二是以网络为载体建立信息化创新评价导向与推广机制,通过网络信息化平台,方便广大教育教学研究者参与交流研讨,推进新工科建设的发展。三是建立教师教学能力提升机制,让教师参与企业实际研发与应用工作,参与创新实践,通过培养一批既有扎实理论知识又有丰富的实践创新能力的教师,使其能尽快适应新工科人才培养模式的教学需求,并带动其他教师的教学方法与技能改进。四是开展以知识技能与创新素质深度融合的创新与改革试点示范活动,鼓励和推动各部门根据自身实际确定试点示范项目,探索改进完善新工科人才培养模式改革中产生的新思路、新方法与新机制,鼓励企业参与试点工作。

### 3 以人工智能专业为例的新工科人才培养实践

#### 3.1 湖南工业大学人工智能专业建设概况

人工智能技术的发展在全球范围内掀起了新一轮产业革命,有望成为推动第四次工业革命的核心技术,为了顺应科技的发展,在中国科学院自动化研究所及谭铁牛院士团队的支持下,湖南工业大学(简称湖南工大,下同)人工智能学院于2018年1月正式成立,这是湖南省高校中成立较早的人工智能学院之一。该学院目前设有人工智能、智能科学与技术2个专业,其中人工智能(实验班)于2018年开始招生,由于是实验班,本着探索性办学的原则,当年只招生44人,并于2022年圆满完成对该实验班学生的培养。开设智能科学与技术专业的申请于2019年上半年经湖南省教育厅审批通过,2019年秋季正式招生。目前这两个专业在校本科生达420余人。另外,从事人工智能研究方向的在校研究生目前达80余人。教学条件方面:(1)师资队伍:目前担任人工智能专业课程教学的教师8人,都具有博士学位或副教授以上职称。(2)硬件资源:到目前为止,建有一个人工智能基础教学平台、一个人工智能综合实验室、一个计算机视觉与边缘计算实训室。(3)产学研创新实践基地:依托长株潭城市群资源,分别在长沙、株洲建立了3个实践教学基地。

#### 3.2 基于“知识、技能与创新素质”三位一体的人工智能专业人才培养模式实践

湖南工大人工智能相关专业立足于轨道交通产业新城——湖南省株洲市,突出智能交通的应用特色,在人才培养方案的设计过程中,注重多学科交叉融合,突出知识与技能的培养。基于多年的实践,湖南工大意识到,推进知识技能与创新素质深度融合的新工科人才培养教学模式,不仅要有先进的理念,更需要过硬的措施。近年来,湖南工大不断进行该模式下的教学改革和管理改革,具体包括:第一,在人工智能专业人才培养方案的设计与制定过程中,邀请中国中车集团、湖南长城计算机系统有限公司、中国航空发动机湖南动力机械研究所(株洲608所)的相关专家与工程技术人员以及校内电气、机械、计算机学科负责人进行了多次研讨,并在教学实践过程中不断改进与完善。第二,该专业的专业基础课程与专业核心

课程由人工智能学院牵头,与学校电气工程学院、轨道交通学院、机械工程学院共同开发,共同建设,专业实验室也是上述4个教学院部共享共用。第三,在教学实施方面,采用工程认证的OBE方法,突出学生的主体地位与教师的主导作用,在人才培养的评价过程中,改变传统的“一考定音”的评价模式,把学生的创新素质与动手技能的掌握作为综合评价的指标之一,这些评价指标包括课程考试成绩、作业、大作业、测试、讨论、实验等定量评价指标以及座谈、反馈、调查、参与竞赛等定性评价指标,各指标量化加权后完成对该生的综合评价。第四,为了加强学生的技能与创新从业素质的培养,湖南工大以新建立的产业学院为基础(产业学院是湖南长城计算机系统有限公司与湖南工大计算机学院共同建立),依托中国科技开发院(株洲)创新孵化基地以及中国动力谷创新创业中心,进行学校企业政府深度合作,通过学校进企业、企业进课堂这种培养模式,较好地实现了专业到行业的对接、理论与实践的结合、应用与市场的匹配。

#### 3.3 人工智能人才培养所取得的成绩

以知识、技能与创新素质的深度融合为出发点,经过4年的探索与实践,湖南工大在人工智能新工科专业人才培养中取得了以下成绩:(1)制订了多学科交叉融合的人工智能专业人才培养方案,经学校教学指导委员会评定,认为该人才培养方案目标明确、课程设置科学合理、突出技能培养、反映市场需求,列为“优”等;(2)建立了2个技能与创新创业培养中心,即中国科技开发院(株洲)创新孵化基地、中国动力谷创新创业中心;(3)经株洲市科学技术局等政府机关牵线搭桥,与4个企业进行了校企合作办学,建立了实践教学基地,包括广东粤嵌通信科技股份有限公司、湖南长城计算机系统有限公司、湖南润伟科技有限公司、时代电气(株洲)股份有限公司;(4)2022年已有1届人工智能专业(实验班)的毕业生,本届毕业生共44人,其中17人考上研究生,24人已找到了稳定的工作,且薪酬高、待遇好。对该专业的评价,无论是在校生还是毕业生,都反映良好。

### 4 结语

“新工科”概念是近年来基于科技飞速发展



的背景提出来的,其人才培养模式的改革是一项系统工程,由于“新工科”起步晚,发展与建设的时间短,经验不足,在人才培养过程中难免会遇到这样那样的问题。笔者从分析传统工科专业的现状着手,探讨了“知识、技能与创新素质”三位一体的新工科人才培养模式,并以人工智能专业人才培养的实践为例验证了模式的有效性。当然,由于人工智能专业建设的时间短,经验不足,论文所提出的人才培养模式在具体实施过程中肯定会有诸多问题,但随着研究与探索的深入,相信这些问题会得到妥善解决,所提出的人才培养模式也会日益完善。

#### 参考文献:

- [1] 洪振挺.新工科背景下校企合作创新人才培养模式研究[J].计算机教育,2021(9):71-76.
- [2] 关爱华,侯永峰,杨秋波,等.加快发展和建设新工科主动适应和引领新经济[J].高等工程教育研究,2017(1):1-9.
- [3] 林健.面向未来的中国新工科建设[J].清华大学教育研究,2017(2):26-35.
- [4] 奚文静,李强,夏立.“新工科”背景下人才培养模式改革的探索研究——以南京理工大学为例[J].工业和信息化教育,2023(3):1-5,10.
- [5] 彭伟功,李镇.人工智能时代“新工科”人才培养模式研究[J].科技资讯,2018(35):156-158.
- [6] 钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育研究,2017(3):1-6.
- [7] 毕忠勤,张超,李永斌.校政企产教融合的新工科人才培养模式研究与实践[J].计算机教育,2021(6):69-72, 77.
- [8] 赵新华.开放式创新创业协同育人机制培养“新工科”高水平人才[J].黑龙江科学,2018(19):52-56.
- [9] 邵波,史金飞,郑锋,等.新工科背景下应用型本科人才培养模式创新——南京工程学院的探索与实践[J].高等工程教育研究,2023(2):25-31.

## Research on the Training Model of New Engineering Professionals with Deep Integration of Knowledge, Skills and Innovative Quality: Taking the Training of Artificial Intelligence Professionals as an Example

XIAO Mansheng

(College of Computer Science, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China)

**Abstract:** In order to meet the needs of a new round of scientific and technological revolution and innovative development, a new engineering professional training model that deeply integrates knowledge, skills and innovative quality is proposed in this paper. Firstly, based on the current situation of the traditional training model of engineering professionals, the new engineering professionals training model of “knowledge, skills and innovative quality” three-in-one is discussed, so as to build a talent training program based on “in-depth cooperation between schools, enterprises, and government”. Finally, taking the training of artificial intelligence professionals in Hunan University of Technology as an example, the feasibility and effectiveness of the established talent training model are verified through specific education and teaching practices and the results achieved in the process of talent training.

**Key words:** new engineering; talent training model; innovative quality; school-enterprise-government integration; artificial intelligence

(责任校对 王小飞)