

应用产出导向与元认知理念的 研究生创新实践能力培养探索

李沛秦, 雷 菁, 贾庆仁, 熊 伟, 杜 春, 陈 浩

(国防科技大学电子科学学院, 湖南 长沙 410073)

【摘要】 分析新入学研究生的学情, 参考国内外知名高校研究生培养措施, 以信息处理与信息系统方向研究生教育为例, 在产出导向和元认知理念指导下, 从研究生教育体系和课程设计两方面进行改革探索。实践表明, 介绍的方法能够提高该方向研究生的综合素质, 增强其创新实践能力。

【关键词】 元认知; 教育体系; 课程设计; 研究生教育; 线上线下混合

【中图分类号】 G643 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2095-5065 (2023) 09-0023-06

收稿日期: 2023-7-6

作者简介: 李沛秦 (1980—), 男, 四川仁寿人, 博士, 副教授, 研究方向为人工智能、信息处理与信息系统;

雷菁 (1968—), 女, 湖北武汉人, 博士, 教授, 研究方向为通信传输技术、信息编码技术;

贾庆仁 (1990—), 男, 山东日照人, 博士, 助理研究员, 研究方向为计算机视觉、信息处理与信息系统;

熊伟 (1976—), 男, 湖南益阳人, 博士, 教授, 研究方向为空间数据库与地理信息系统;

杜春 (1982—), 男, 云南玉溪人, 博士, 副教授, 研究方向为数字图像处理;

陈浩 (1982—), 男, 重庆人, 博士, 教授, 本文通讯作者, 研究方向为人工智能、时空大数据分析。

基金项目: 2022年湖南省普通高等学校教学改革研究项目“产出导向的信息工程专业课程群线上线下混合教学模式研究”(项目编号: HNJG-2022-0011); 2021年湖南省自然科学基金“复杂场景目标检测轻量化深度网络研究”(项目编号: 2021JJ30778); 2021年湖南省学位与研究生教学改革研究项目“聚焦实战化教学, 电子信息类研究生工程创新能力培养体系研究”(项目编号: 2021JGZD001)。

0 引言

全球正在经历以人工智能、大数据分析等为代表的电子信息技术革命浪潮。在新技术迅猛发展背景下, 经过研究生教育的高水平人才逐渐成为国家和国防建设的重要核心力量, 由此也对研究生培养提出更高的要求。目前我国研究生教育仍然在一定程度上存在重理论、轻实践的不足, 迫切需要改革人才培养机制, 探索能力提升的新路径, 赋能一流创新实践人才培养, 推动研究生教育质量整体提升。

经过本科阶段学习, 新入学研究生通常有以下特点: 具备较为扎实的理论基础, 但对专业领域前沿技术了解不足; 具有积极的实践热情, 但团队协作及科学表达能力有待提升; 具有丰富的创新思维, 但科研方法及科研流程尚不熟练。

笔者针对研究生特点及培养中尚存在的不足, 在分析国内外研究生教育先进做法的基础上, 研究探索如何鼓励研究生思维创新, 制订可

行的实施计划,进而通过分工协作完成实践,使研究生实现“思辨、表达、实现、反思、改进”的自我提升闭环。

1 国内外现状

进入21世纪,国内外众多高等院校普遍注重研究生教育改革,加强研究生以创新实践能力为代表的综合能力培养。

国际方面,哈佛大学强调培养研究生的专业兴趣和探索精神,而不是以未来可能的收益去激励学生^[1]。麻省理工学院、加利福尼亚大学伯克利分校等高校在研究生培养全流程中贯穿科教融合,大力推动学生参加科研项目和科技创新活动^[2]。德国慕尼黑工业大学处于德国乃至欧洲高水平人才培养的领先地位,该校提倡“管工结合”的研究生培养模式,并支持交叉学科教学及研究成果在研究生实践中应用,一方面开展广泛的校企合作为研究生提供实践机会,另一方面鼓励研究生在创业实践中应用所学成果^[3]。日本筑波大学以研究生实践创新能力强著称于日本社会,该校构建大学—企业—政府“三位一体”的育人体制,投资建设大学科学城,驱动交叉学科共同研究,构建研究生的重要科研训练平台^[4]。

国内方面,清华大学探索了面向产业应用的研究生跨专业实践模式,通过行业专家指导和跨专业组织,加强硕士研究生对高端装备重点领域的深入了解和团队协同组织能力,同时将高校、基地带有研发性质的实践项目转化成产业需求应用于企业^[5]。浙江大学在研究生教育中以创新创业课程结合创客训练营,形成新型训练体系,有效培养工程类研究生的创新思维和创业能力^[6]。国防科技大学基于产出导向教育理念,探索在研究生选题阶段加强顶层设计^[7],培养过程构建以实践应用为特色的课程体系、以能力培养为目标的教学实训平台,以及科学研究与工程实践双轮驱动的培养机制,有效提高了科研成果产出和人才培养的效率^[8]。

通过分析国内外一流高校在研究生培养中的典型做法,可以大致归纳当前研究生教育的普遍趋势,即强调研究生应具有宽口径的认知基础,并具备学科交叉的知识素养;激发研究生的专业兴趣并鼓励创新思维;通过校内外专家指导,结合丰富多样的科研课题和工程项目,训练研究生的实践能力,使其思维、表达、实践能力得到全面提升。这对于改进研究生教育具有参考意义。

2 研究生创新实践能力培养研究

产出导向教育理论(Outcome-based Education, OBE)强调教学设计和教学实施的目标是学生通过教育过程所取得的学习成果(产出),因此该理念以期望的学习产出为中心,围绕该目标组织、实施和评价教育,这已成为现代工程教育专业认证标准的核心要求之一^[9]。所谓元认知,即“认知的认知”,强调在学习过程中反思、理解、操纵和调节认知活动,从而能够适应知识的不断更新,增强知识习得,提高能力达成水平^[10]。

基于前述分析,笔者以信息处理与信息系統方向研究生培养为例,介绍教学团队聚焦产出导向、融入元认知的教学理念。实践中,从研究生一年级开始引导学生形成“自我计划、自我监督、自我评价、自我调节”的自主学习能力,并着重培养以思考、实践、评价和创造为代表的自主学习和创新能力。

2.1 产出导向的研究生教育体系设计

笔者所在教学团队分析借鉴国内外知名高校相关专业培养方案,结合信息技术发展和岗位要求变化,按照“实战应用需求牵引,信息素养贯穿全程,能力导向持续改进”的思路,开展信息处理与信息系統方向研究生创新能力培养的教学改革实践。应用产出导向教育理念,主动跟踪新型工程人才,特别是面向现代化国家建设对高级工程技术人才的能力需求,反向优化培养方案、

作为研究生一年级课程的实践环节，该案例主要对低年级研究生进行入门介绍，引出相关专业核心技术原理，为研究生指引后续学习方向。为加深理解，教学团队建设了相关MOOC“人工智能与模式识别”，其中有对应章节介绍案例相关理论原理；“战场视觉目标自动检测”“战场人工智能”等微课程介绍视觉目标检测实现过程。上述在线课程为学生提供了丰富的课外资源。

(2) 教学目标。“基于嵌入式平台的视觉目标检测”是信息与通信学科研究生教学的典型综合实践案例，其教学目标从知识、能力、素质3个维度进行设计。①知识目标。通过该案例的教学与训练，使学生了解视觉目标检测的基本概念、必要方法、常见系统组成等基础知识。②能力目标。通过该案例的教学与训练，使学生能够初步运用视觉目标检测基本原理、方法、技术解决实际问题，掌握模块组装、软件操作、问题分析等能力，为后续课程学习和课题研究奠定基础；在教师指导下，掌握明确学习目标、查找学习资料、实践验证设想、评估指导改进的学习过程，培养学生的自主学习能力。③素质目标。以立德树人为宗旨，将课程思政有机融入专业实验教

学，实现知识学习、能力培养、素质塑造“三位一体”的教学目标，培养学生明辨性和创造性的思维能力，求真务实的工程素养，自主创新、追求卓越的科学精神，以及热爱祖国、服务人民的家国情怀。

(3) 设计思路。结合教学团队在专业课程群积累的教学资源，将源自实战需求的科研成果引入实践教学，应用元认知教学理念，在课程实验中融入专业背景、技术原理、课程思政、扩展创新等内容，采用启发式、任务驱动式等教学方法，引导学生通过实践训练形成自主学习能力。课程设计思路如图3所示。

(4) 措施步骤。课时分配上可分为理论讲述、创新实践、展示考评3个环节，融合元认知理念与线上线下混合式教学。课程实施环节设计如图4所示。

理论讲述。安排2学时，首先按照教学计划，在该次课之前安排学生通过MOOC和微课在线预习，课堂上进一步介绍案例背景，主要包括实战需求、科研项目概况等，使学生学会提炼问题、明确学习目标。然后结合在线资源讲解实验相关的软硬件环境、关键技术，并融入思政内容。如针对硬件电路中关键芯片的核心问题，鼓

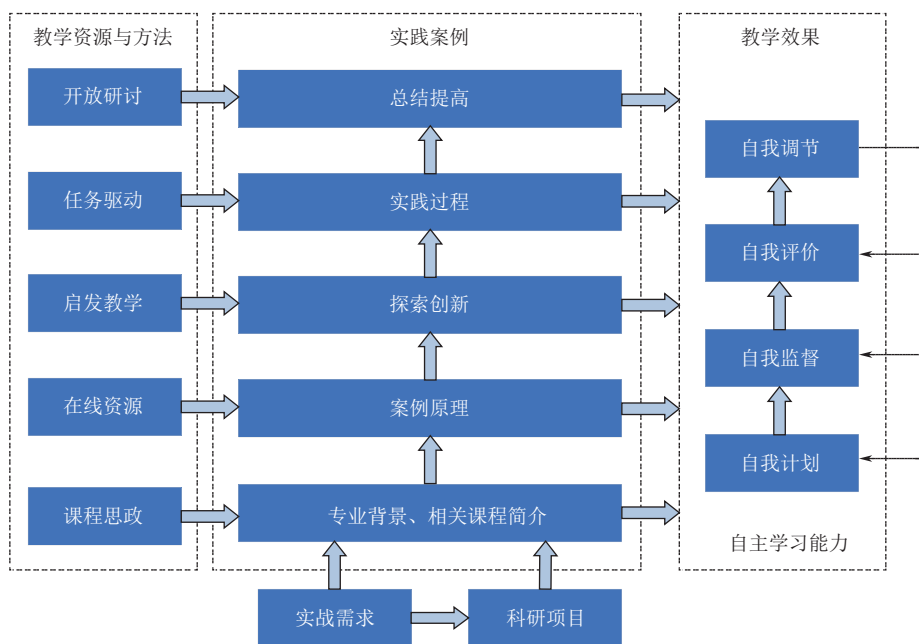


图3 课程设计思路

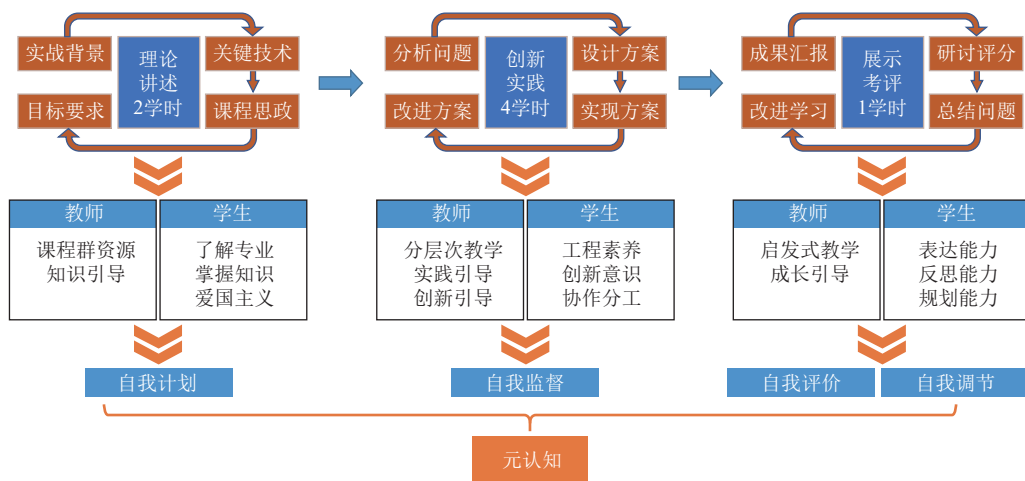


图4 课程实施环节设计

励学生奋发学习，刻苦钻研，为国家之兴盛、国防之强大、人民之幸福贡献自己的力量。最后介绍实践要求，如组织形式、实践内容、考核形式等。此环节培养学生自我计划能力，使学生初步了解专业知识，并激发爱国热情，奋进学习。

创新实践。安排4学时，首先采用任务驱动教学方法，指导学生按照要求实现基本功能，并引导学生分析数据，找出不足；从适应学情、分层次教学的角度，介绍改进思路，激励学生主动自学新方法，并开展实践，完成创新。实践过程中教师与学生交流较多，可择机进行思政教学，如学生实践通常会遇到各种技术性问题，教师可通过分享在工作中排查问题的逻辑分析经验，培养学生的科学思维；介绍实验背后科研项目的故事，如教师在边防丛林调试设备被毒虫咬伤仍坚持完成任务的事例，激励学生勇担国家振兴、国防建设重任。上述案例在实际教学中反响强烈，激发了学生与教师共鸣。

创新实践环节能够培养学生在学习过程中的自我监督能力，通过理论与实践相结合，针对问题主动查找资料，使学生进一步了解专业知识，并在工程素养、创新意识、写作分工、奉献精神等方面得到引导和增强。

展示考评。安排1学时，学生每组派出代表汇报本组的技术方案、问题分析与改进等内容，教

师和其他学生向其提问，并集体讨论相关改进措施，通过启发、引导等教学方法，促进学生对学习过程进行评价，反思学习效果，进而调整自己的学习方法，并制定下一阶段学习目标。

3 有益效果

上述改进措施以工程实际问题为牵引，将科研成果引入教学，提升实践内容的高阶性、创新性、挑战度，激发学生学习兴趣，增强学习自驱力。笔者基于应用元认知理念，探索“先能力、后知识”的培养模式，聚焦培养研究生自主学习能力，强化适应力、思考力、行动力，促进学生后续更好地开展学习和提高自身素质。通过上述教学改革，笔者提出的方法取得了丰硕成果：培养的研究生体现出一流的学习能力和全面的综合素质，多名学生在校期间取得了包括ESI前1%论文、全军优秀博士/硕士学位论文、湖南省优秀硕士学位论文等学术成果，以及多项国家、军队和省部级学科竞赛奖励。多名学生毕业后获得国家科技进步奖、军队科技进步奖、全军优秀专业技术人才、军队高层次创新型人才等奖励或称号，在技术创新和工程管理等领域起到了先锋引领作用。

未来的改进方向包括如下2个方面：①教学与课题指导进一步瞄准产出、对接实战。持续从应用单位收集需求，将前沿装备与系统引入教学，体现前沿技术的时效性和急需性，进行深加工，将其结合知识点转化为便于学生理解和实践的教学内容。②利用教学团队在信息系统、人工智能方向的技术积累，进一步升级、完善教学平台，构建数字化创新实践环境，形成可支撑学生快速实现、集成、测试、展示与优化的交互式闭环，并持续改进，提升教学质量。

4 结语

笔者讨论和介绍了研究生教育中的若干问题及改进措施，应用产出导向和元认知教学理念，从研究生教育体系和课程设计两方面进行教学改革研究和探索，取得了卓有成效的实际成果。有效提升了研究生自主学习能力和创新实践能力，帮助学生树立科研规范意识。相关改进思路与策略不仅适用于电子信息类研究生培养，其跨专业的共性部分还可应用到其他相近专业，有助于在更高层次上谋划研究生教育工作的建设和发展，为科学制定研究生培养体系提供有意义的参考。

【参考文献】

- [1] 沈亚平, 张子怡. 美国一流大学提升研究生创新实践能力的举措探析[J]. 天津大学学报(社会科学版), 2015, 17(5): 454-458.
- [2] 肖冬萍, 陈民铀, 杨春花. 美国研究生创新人才培养模式的分析与思考[J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊), 2022(12): 45-48.
- [3] 杨添安, 刘涛铭, 邓剑伟, 等. “管工结合”背景下德国慕尼黑工业大学经管类研究生培养模式探析[J]. 学位与研究生教育, 2022(2): 78-83.
- [4] 王文利, 侯敬芹. 日本筑波大学复合创新型人才体系构想实践与启示: 以交叉学科研究生的培养为视角[J]. 中国高校科技, 2023(3): 58-63.
- [5] 王素焕, 王立全, 张向军, 等. 研究生跨专业实践创新培养模式研究: 以清华大学高端装备实践课程为例[J]. 教育现代化, 2020(16): 1-3.
- [6] 陈金飞, 孙安玉, 赵张耀. 研究生创新创业训练体系建设探索[J]. 产业与科技论坛, 2020, 19(8): 201-203.
- [7] 李振, 康亚瑜, 杨俊刚, 等. 产出导向的研究生选题改进策略初探[J]. 电气电子教学学报, 2023, 45(2): 21-24.
- [8] 于美婷, 刘小汇, 伍微, 等. 面向“北斗+”的专业研究生创新实践能力培养思考[J]. 工业和信息化教育, 2022(9): 13-16.
- [9] 王永泉, 胡改玲, 段玉岗, 等. 产出导向的课程教学: 设计、实施与评价[J]. 高等工程教育研究, 2019(3): 62-68.
- [10] 郑寅颖. 元认知理论在研究生教育教学管理中的运用[J]. 中国成人教育, 2018(14): 42-45.