应用型本科院校人工智能专业核心课程群建设实践

余波，刘翠，危自福

(湖南信息学院电子科学与工程学院，湖南长沙，410151)

［摘要］ 针对应用型本科院校人工智能专业学生解决专业领域复杂工程问题的能力培养的核心问题，提出核心课程群建设的解决方案。该方案以工程教育专业认证理念为指导，从人工智能产业需求出发，坚持专、思、创融合，反向设计培养目标、毕业要求和课程体系；结合“两性一度”和课程思政等要求，探索运用 BOPPPS 教学模式开展核心课程群教学。

［关键词］ 人工智能；核心课程群；专思创融合；BOPPPS 教学模式

［中图分类号］ G642.0；TP18-4 ［文献标识码］ A ［文章编号］ 1674-893X(2023)04−0105−08

一、引言

人工智能具有多学科综合、高度复杂的特征以及渗透力和支撑性强等特点，已经成为新一轮科技革命和产业革命的引擎[1]。随着以人工智能为代表的新一代信息技术的蓬勃发展，人工智能在社会生产等各个领域得到深入应用，相关产业急需大量人工智能专业人才，其中，尤其急需高素质应用型人才。为此，国内本科高等院校积极开办人工智能专业。传统的工科专业人才培养模式导致所培养的人才与市场需求匹配度不高，其主要原因是教育理念相对滞后、专业教育口径过窄、学科化倾向严重、实践环节弱化、人文教育不足、与创新创业教育脱节，以及人才培养模式与推进高等教育颠覆性变革的信息化、智能化技术结合不紧密等[2]。因此，人工智能专业需要结合高校办学定位、学生发展需要等开展人才培养。

应用型本科教育以主动地服务区域经济发展，面向行业企业生产、管理、服务一线，坚持知识传授、能力培养和素质提升三位一体地培养高素质应用型人才为主要特征。本科层次工科专业建设的主要任务就是培养学生应用专业理论知识与技术方法解决相关领域复杂工程问题的能力。因此，应用型本科院校需要对接产业需求确定专业发展目标，瞄准行业企业生产前沿技术设置专业课程体系，建立新型教育模式与服务提供机制，有效支撑学生个性化成长的需要，形成差异化应用型人才培养模式[3]。

课程是人才培养的核心要素，课程质量直接决定人才培养质量。专业核心课程是根据人才培养目标，以该专业基本理论知识和实践能力要求为主要内容凝练而成的最重要的专业必修课程，其建设质量体现该专业的水平与特色。人才培养经验表明：一门或者几门不成系统的精品课程建设难以达到教育和培养学生的良好效果。课程群建设应从教学队伍、教学内容、教学方法、评价方式等方面展开，以提升学生的核心竞争力和保证专业人才培养质量[4]。专业核心课程群建设状况无疑影响着学生解决专业领域复杂工程问题的能力。

［收稿日期］ 2023−01−10；［修回日期］ 2023−05−07

［基金项目］ 2020 年湖南省普通高等学校教学改革研究项目“应用型本科院校人工智能专业核心课程群建设研究与实践”(HNJG20201236)；2019 年湖南省教育厅科学研究项目“面向领域知识图谱的虚拟学习环境关键技术研究”(19A350)；2020 年湖南省新工科研究与实践项目“人工智能背景下应用型本科院校电子信息类专业发展模式探索与实践”(53)

［作者简介］ 余波，男，湖南常德人，湖南信息学院电子科学与工程学院教授，主要研究方向：知识图谱、软件测试；刘翠，女，甘肃武威人，湖南信息学院电子科学与工程学院助教，主要研究方向：智能计算；危自福，男，湖南长沙人，湖南信息学院电子科学与工程学院副教授，主要研究方向：机器视觉，联系邮箱：hnaxdsjk@163.com

二、课程建设背景

核心课程群课程建设需要遵循新工科建设、“两性一度”、课程思政以及与信息化技术深度融合等要求。

21 世纪以来，我国高等教育加速了与世界教育融合和同步的步伐。工程教育专业认证在促进教育理念更新、建立人才培养标准意识以及树立人才培养质量意识等方面发挥重要作用[5]。工程教育专业认证教育要求专业建设围绕面向产出组织教学，构建面向产出的评价机制，全面提升人才培养能力，即反向设计培养目标、毕业要求、课程体系，正向实施教学、评价与反馈等，以培养学生解决专业领域复杂工程问题的能力。工程教育专业认证标准之毕业要求的第一条至第七条及第十条均涉及“复杂工程问题”[6]。“复杂工程问题”必须具备下述特征(1)，同时具备下述特征(2)～(7)的部分或全部：(1)必须运用深入的工程原理，经过分析才可能得到解决；(2)涉及多方面的技术、工程和其他因素，并可能相互有一定冲突；(3)需要通过建立合适的抽象模型才能解决，在建模过程中需要体现出创造性；(4)不是仅靠常用方法就可以完全解决的；(5)问题中涉及的因素可能没有完全包含在专业工程实践的标准和规范中；(6)问题相关各方利益不完全一致；(7)具有较高的综合性，包含多个相互关联的子问题[7]。

近年来，教育部主导的“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”等系列研讨与活动，引导高校开展新工科建设研究与实践。新工科建设需要高校结合社会发展需求、学科交叉融合趋势、科学研究成果构建专业的课程体系，有机地融入学科前沿、产业技术最新发展成果以革新课程教学内容，主动推进专业教育教学资源建设和专业综合改革等[8]。

课程建设需要遵循高阶性、创新性、挑战度的要求，其中，高阶性要求教学设计与教学过程中突出培养学生的分析、综合、评价等能力和批判性高级思维；创新性要求根据学生个性特点运用适当的技术和方法组织管理教学；挑战度要求根据学生学习的心理特点来选择与增补教学内容、实训作业和课外阅读材料等[9]。

课程群建设通过强化群内不同课程间知识的融通和衔接，系统化地搭建学生的学科专业知识结构。此外，课程群建设应遵循适应和满足学生多层次需要、质量与效益相结合、以全面提高学生能力与素质为根本宗旨、促进教学相长、稳步有序推进等原则，以特定的现代教育思想和理论为指导，围绕同一专业或不同专业的人才培养目标要求，完善相应专业学生的知识、能力、素质结构，将相应专业培养方案中在知识、方法、问题等方面具有逻辑联系的若干课程进行重新规划，整合形成一个相对独立的子系统[10]。课程思政建设的基础在“课程”，专业核心课程群建设需要将课程思政要求落实到每门专业课程上，实现思想品德教育与专业教育有机融合[11]。

三、课程标准建设

运用工程教育专业认证理念指导人才培养已经成为当前国内本科高校工科教育工作者的共识。学校遵循“学生中心、产出导向、持续改进”的工程教育专业认证理念开展专业人才培养，首先，应依据国家相关规划、产业政策、行业发展趋势和岗位能力要求等，结合学校办学定位和发展目标，以及家长、校友等利益相关者期望等，决定培养目标；其次，根据培养目标决定毕业要求，将毕业要求分解成若干可考核的指标点，每项指标点则由相关课程或者实践教学环节支撑，即毕业要求指标点决定课程体系；最后，课程体系决定教学要求，教学要求决定教学内容，最终与教学评价形成两个循环，即校内循环和校外循环，如图 1 所示。其中，课程体系可进一步细分为几个课程群，而课程群则包含类型相同、功能相近的几门课程。

(一) 培养目标

学校应依据“学生中心、产出导向、持续改进”的工程教育专业认证理念，对接人工智能产业发展需求，结合学校办学定位和学生成长实际需要，确立专业人才培养目标，制定人工智能专业学生毕业五年左右应达到的系列子目标。

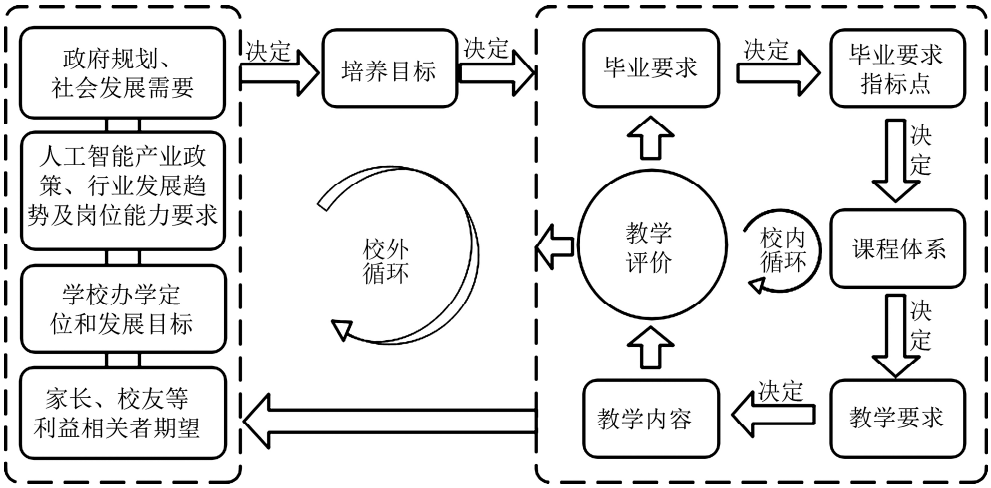

图 1　工程教育认证理念下的人才培养过程示意图

(二)毕业要求

根据人工智能专业培养目标，确立本专业毕业生必须满足的 12 条毕业要求，继而，将每一条毕业要求分解为若干指标点，最后，确定毕业要求对培养目标的支撑关系矩阵。

工科专业的核心课程群主要解决毕业要求通用标准中工程知识运用、分析问题、设计/开发解决方案、研究和应用现代工具等技术性能力问题。此外，为职业规范、团队合作、沟通交流、项目管理、终身学习等非技术性能力的培养提供专业基础支撑。

(三) 课程体系

从支撑毕业要求达成出发，根据课程之间知识的融通和衔接程度以及学生不同能力培养的关联性将整个课程体系分为若干课程模块。具体课程模块相应的“专、思、创”融合示意图见图 2。

课程思政	融入	课程模块	课程	融入	创新创业教育
北斗精神 工程伦理	→	创新创业教育与素质拓展选修课程模块	嵌入式系统、智能计算系统、智能导航系统、智能机器人系统	←	综合训练
		独立实践教学模块	独立课程实验、课程设计、毕业实习、毕业设计		
		专业课程模块	人工智能基础、机器学习、机器视觉、模式识别、知识图谱、自然语言处理、数据挖掘、智能机器人、机器人方向课程4门、智能计算方向课程4门		
工匠精神 工程伦理	→	学科基础课程模块	高等数学、线性代数、概率论与数理统计、离散数学与应用、大学物理、电路分析基础、C语言程序设计、数字逻辑与数字电路、数据结构与算法	←	提升训练
工程伦理	→	通识教育课程模块	创新创业基础、职业生涯规划、其它通识教育必修课与选修课	←	基础训练

图 2　“专、思、创”融合示意图

课程模块分为通识教育课程模块、学科基础课程模块、专业课程模块、独立实践教学模块、创新创业教育与素质拓展选修课程模块。其中，专业课程模块又分为专业核心课程模块、专业限选课程模块、专业任选课程模块。专业核心课程模块内的每一门课程均是必修课程，因此，也称

之为专业核心课程群。

整个创新创业教育分为基础训练、提升训练和综合训练三个层次，其中“基础训练”培养学生的创新意识，包括创新动机、创新兴趣、创新情感和创新意志等；“提升训练”培养学生的创新思维，包括扩展式思维、延伸式思维、联想式思维、运用式思维、逆向式思维、幻想式思维、奇异式思维、综合式思维等；“综合训练”培养学生的创新思维与创业思维，创业思维包括客户思维、团队思维、逆向思维、整合思维、忧患思维、借力思维等。创新创业教育三个层次的任务分别落实到通识教育课程模块、学科基础课程模块、专业课程模块、独立实践教学模块和创新创业教育与素质拓展模块的相应课程中。

以北斗精神为主，包括工匠精神和工程伦理的课程思政教学任务也落实到上述课程模块中，其对应关系见图 2。其中，“北斗精神”模块培养学生自主创新、开放融合、追求卓越等品质，“工程伦理”模块培养学生技术伦理、利益伦理、责任伦理、环境伦理等，“工匠精神”模块培养学生敬业、专注、精益、创新等品质。

教育部于 2018 年 4 月颁布的《高等学校人工智能创新行动计划》明确指出，“推进人工智能领域一级学科建设，完善人工智能基础理论、计算机视觉与模式识别、数据分析与机器学习、自然语言处理、知识工程、智能系统等相关方向建设”。高校要整合工程教育、新工科建设、“立德树人”、“课程思政”、“创新创业教育”等教育理念与教学要素的要求，以培养学生的复杂工程问题解决能力为出发点，以工程师核心素养内化为目标，以科学观和系统观为视角，促进专业教育、创新创业教育和思想政治教育彼此渗透与融合，构建能力导向的人工智能专业核心课程群。

据此，我们设置人工智能专业核心课程群课程如下：人工智能基础、Python 程序设计、机器学习、模式识别、机器视觉、自然语言处理、知识图谱、数据挖掘和智能机器人。每门课程对毕业要求达成的支撑强度以及课程体系与毕业要求的关系矩阵随之得到确定，而且，每门课程的相关教学内容以及教学大纲也随之明晰。

人工智能专业的核心课程群主要致力于培养学生解决专业相关领域复杂工程问题的能力。因此，核心课程群课程应该设计合适的教学内容，实现对人工智能专业领域复杂工程问题七个特征的全覆盖，见表 1。

表 1 核心课程覆盖复杂工程问题特征的关系矩阵

序号	课程	特征 1	特征 2	特征 3	特征 4	特征 5	特征 6	特征 7
1	人工智能基础	√	√	√	√			
2	Python 程序设计	√		√				
3	机器学习	√		√	√			
4	模式识别	√	√	√	√		√	
5	机器视觉	√	√	√	√		√	√
6	自然语言处理	√	√	√	√	√	√	√
7	知识图谱	√	√	√	√	√	√	√
8	数据挖掘	√	√	√	√	√	√	√
9	智能机器人	√	√	√	√	√	√	√

(四) 课程大纲

课程大纲是实现人才培养目标的教学纲领性文件，是课程建设和课程评估的指导性文件，也是考核学生学业水平和评估教师教学质量的重要准则，包括课程基本属性、课程目标、课程内容、教学方法、教学评价和参考资料等。其中，课程目标一般包括知识、能力、素质等目标，为了有效落实立德树人的根本任务，还会明确本门课程的思政目标；课程内容保障教学目标达成；教学方法要服务于教学目的和教学任

务的要求；教学评价要求能够有助于检验与证明课程目标达成，评价结果用于课程教学的持续改进。

课程目标通常分为知识目标、能力目标、素质目标(课程思政目标)等类型。从方便分析课程目标达成度的角度出发，每个类型的目标又可以分解为若干子目标。当教学大纲充当课程标准时，它所规定的能力与素质要求是教材、教学和评价的指挥棒，教学大纲中给出的关于教材编制、教学设计和评价过程的说明仅仅只作为教师实施相应教学活动的参考，而不是硬性规定。按照反向设计的要求，一个或者多个知识点支撑一个课程目标，一个或者多个课程目标支撑一个毕业要求(或者毕业要求分解点)，一个或者多个毕业要求支撑一个培养目标。

核心课程群课程的教学目标需要为培养学生解决本专业领域复杂工程问题的能力提供支撑。此外，还需要对非技术性能力的培养提供适度的专业基础支撑。

四、课程教学实施

核心课程群课程的教学实施包括教学内容决定、教学组织、教学评价与反馈等活动。

(一) 教学内容

根据毕业要求决定专业核心课程群的教学内容。此外，将学科竞赛引入课程教学环节，将企业生产项目改造成项目式教学的素材等。人工智能核心课程群的课程教学内容构成如图 3 所示。

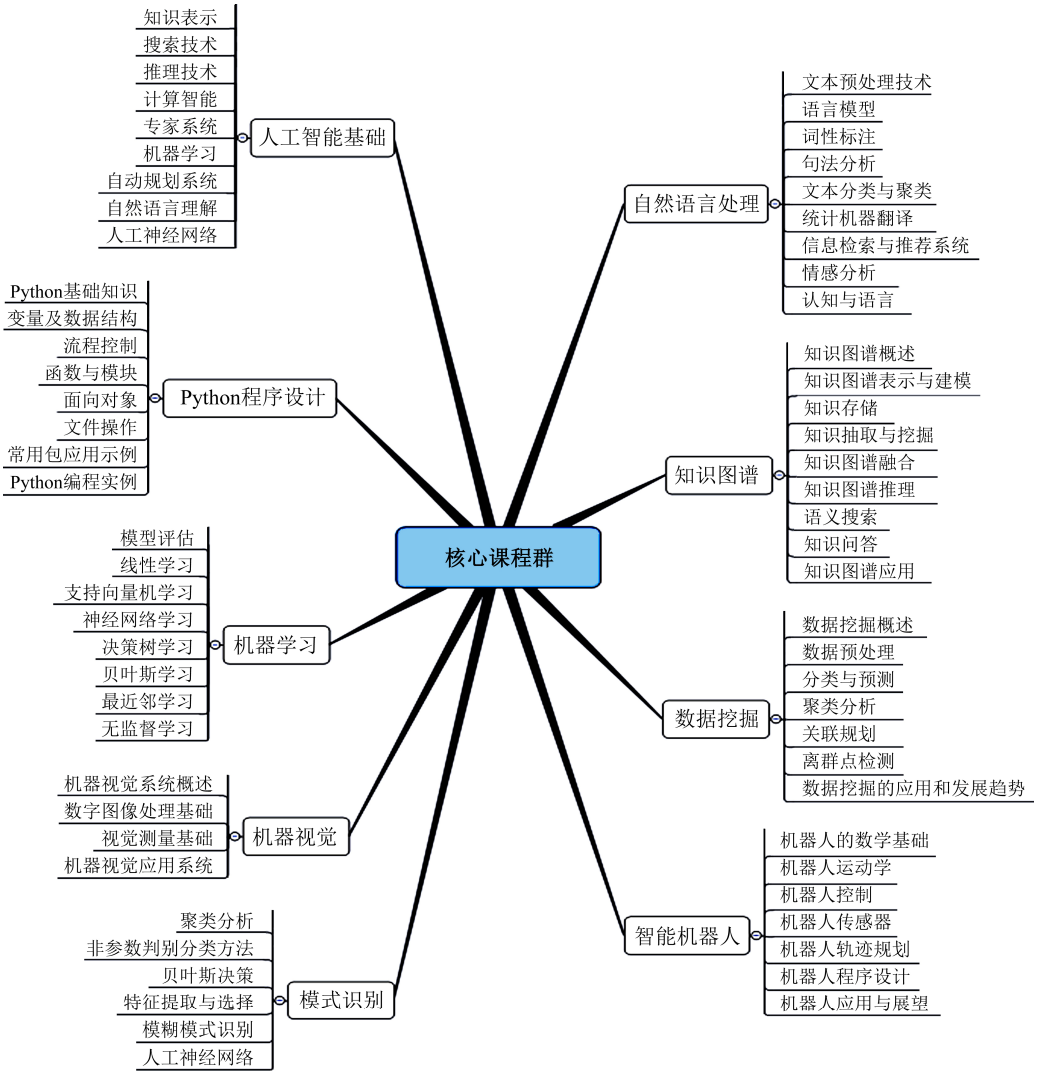

图 3　人工智能核心课程群课程教学内容

不同核心课程间教学内容如有重叠，则先导课程打基础，后继课程作强化，由此可以达到既巩固旧知又拓展学生专业视野的目的。

(二) 教学组织

以课程思政为基础，融合 OBE 理念、“两性一度”等要求，借助现代化的信息化教育技术，重构教学内容与革新教学方式方法。特别是运用混合式教学方法革新传统讲授法，创新 BOPPPS 教学模式。BOPPPS 教学模式要求师生共同参与教学活动，充分尊重学生学习主体地位和教师教学主导地位；要求线上线下协同教学，即课程目标、教学内容、教学评价与反馈均依赖网络教学平台完成，以及依托线上资源实现线下教学活动在时空上的延伸。

BOPPPS 教学模式源于加拿大的教师技能培训，是一种以教育目标为导向，以学生为中心的新型教学模式[12]。改造后的 BOPPPS 教学模式将整个课堂教学过程划分成导论(bridge-in)、目标(objective)、前测(pre-assessment)、参与式学习(participatory learning)、后测(post-assessment)和总结(summary)等六个部分。其中，导论、目标、前测则要求学生在课前依托线上资源完成自主学习。前测包括课前与课中两个部分，但课前前测和课中前测的关注点不一样，两者合并对应 BOPPPS 教学模式的前测。课前前测激发学生课前自主学习的积极性和动力，同时也是学生自主学习的目标和学习成果的检测指南。课中前测检查学生自主学习的情况，为本次课的教学埋下伏笔。后测包括课中与课后两个部分。其中，课中后测是检查学生本堂课的学习情况与成效，为学生课后继续学习提供线索；课后后测是对学生持续学习教学内容的检验，具体实施示例如图 4 所示。显然，线上教学资源建设是基础，参与式教学是抓手。

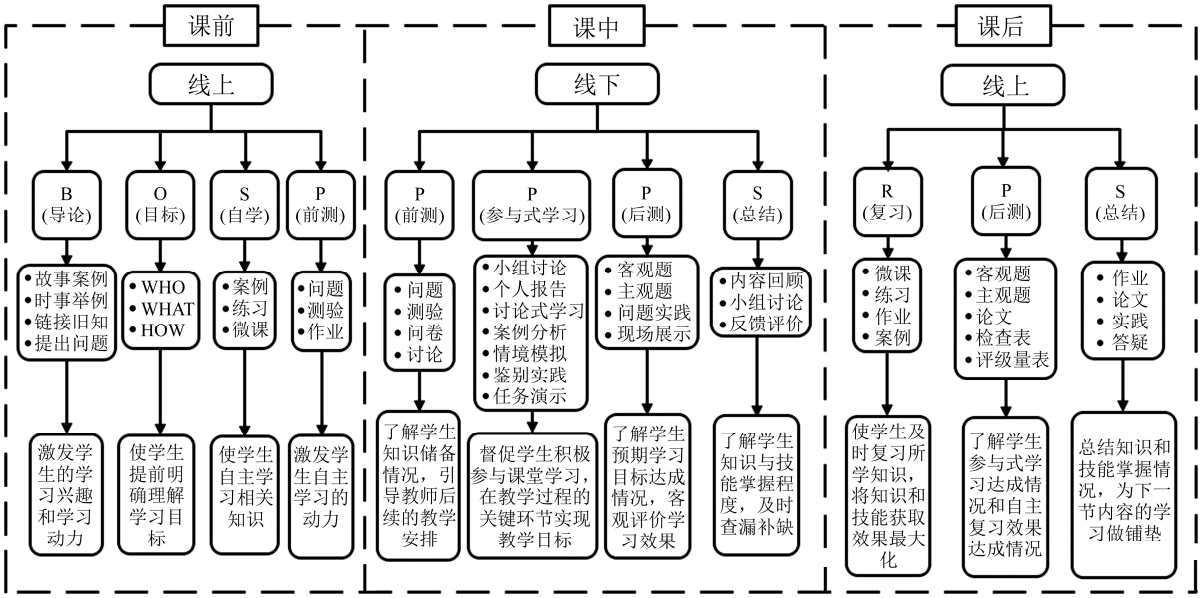

图 4 线上线下协同的 BOPPPS 教学模式示例

课程思政、创新创业教育贯穿专业教育全程。以“进培养目标”“进毕业要求”“进课程体系”“进课程大纲”“进教案”“进课堂”“进评价”“进头脑”等“八进”举措将课程思政、创新创业教育融入专业教育教学诸环节，注重培养学生的工匠精神、北斗精神等职业素养，养成社会主义核心价值观。

(三) 教学评价

课程群的评价既要深入评价每门课程，又要兼顾课程体系的整合情况。课程评价是教学的重要组成部分，单一的评价模式不能够全面衡量学生的学习水平和知识掌握程度，也不能满足对学生全面评价的需要。课程评价已经演化成从知识水平、专业技能、学习态度、学习行为、诚信度

和情感投入等方面对学生进行多维度、多层次的评价；对于课程群评价需要考量课程群的规模、被认可的程度、组成群的课程联系现状以及预期达到的目标，还需要评估教学内容和课程体系的整合情况以及对优化学生认知结构的培养方案等方面起到的实效。

以产出为导向的核心课程群课程教学评价既能检验学生专业学习成效，又能够改进课程群建设。改革传统的闭卷考试模式，例如引入“设计+答辩”“操作+答辩”“竞赛+答辩”等评价方式，构建能力导向的多元化评价体系。从确立人工智能专业人才培养的教育教学理念、核心课程群系列课程建设、师资队伍建设、教学评价机制革新等四个维度出发，构建认识全面、指标合理、实施简便、功能完整以及融单门课程评价和课程群评价于一体的综合评价体系，确保人工智能专业人才培养质量。

(四) 教学反馈

教学反馈包括教学过程中教师对教学内容的及时反思、学生对老师授课内容的反馈、课后师生对教学情况的反馈等。因此，应构建课程目标达成度评价机制以及持续改进机制。

五、课程建设条件保障

为了有效保障人工智能专业核心课程群建设，需要加强师资队伍建设、平台建设等。

(一) 师资队伍

核心课程群的师资队伍建设包括机制建设和教学团队建设等方面。

1. 机制建设

核心课程群的建设主体由专业负责人、课程群负责人、骨干教师以及任课老师等组成。为了让上述相关者积极参与构建课程群的活动，应引导课程群各建设主体定期开展课程群的建设和教学研讨活动，有效沟通，共享有关的设计思路、实施方案，为此应建立配套的适宜教学团队成长的保障机制。

2. 教学团队建设

高校要优化队伍结构，引进高层次人才，加大交流力度，提高师资队伍的国际化水平，打造高水平的一流教学团队。

(二) 平台建设

1. 实验室建设

围绕人工智能专业核心课程群课程开设设计性、综合性、创新性等类型实验项目的需要建设专业实验室。通过实验室开放，为师生利用课余时间开展专业实验提供便利。

2. 实践教学基础建设

专业核心课程群课程与专业相关产业对接更为紧密，因此，根据核心课程群课程教学需要，应与区域内有影响力、有创新力的人工智能企业开展校企合作，共订专业人才培养方案，共建实践教学基地，共同搭建科研平台。

3. 制度建设

强化教师教学规范和质量意识，完善并落实教学管理办法，构建教学质量评价、跟踪与反馈的教学过程质量监控机制。建立并落实集体备课制、青年教师导师制、优质教材及教学资源选用制等促进教师教学能力提升的制度。

六、结语

根据学校办学定位，从服务区域经济创新发展出发，开展人工智能专业人才培养情况调研，以培养学生解决人工智能专业领域复杂工程问题的能力为目标，融合工程教育专业认证理念，从应用型人才需求出发，决定培养目标、毕业要求、课程体系以及核心课程群教学内容，融入课程思政、“两性一度”等要求，提出应用 BOPPPS 教学模式开展核心课程群课程教学，即通过开展人工智能专业核心课程群建设，从而培养应用型本科院校人工智能专业学生解决复杂工程问题的能力。

参考文献：

[1] 郑南宁. 人工智能本科专业知识体系与课程设置[M]. 北京: 清华大学出版社, 2019.

[2] 计算机教育 20 人论坛报告编写组. 计算机教育与可持续竞争力[M]. 北京: 高等教育出版社, 2019.

[3] 徐晓飞, 李廉, 战德臣, 等. 未来工程教育形态: 面向可持续竞争力的服务型教育[J]. 中国大学教学, 2019(5): 4−9.

[4] 顾容, 杨青青, 张蜜, 等. 面向能力培养的课群结构优化设计[J]. 高等工程教育研究, 2018(1): 54−57, 87.

[5] 林健. 新工科人才培养质量通用标准研制[J]. 高等工程教育研究, 2020(3): 5−16.

[6] 蒋宗礼. 本科工程教育: 聚焦学生解决复杂工程问题能力的培养[J]. 中国大学教学, 2016(11): 27−30, 84.

[7] 中国工程教育专业认证.工程教育认证标准解读及使用指南[EB/OL]. (2022−09−03) [2023−03−21]. https://www.ceeaa.org.cn/gcjyzyrzxh/rzcxjbz/gjwj/gzzn/index.html. 2022.9.3.

[8] 张大良. 因时而动 返本开新 建设发展新工科——在工科优势高校新工科建设研讨会上的讲话[J]. 中国大学教学, 2017(4): 4−9.

[9] 宋专茂, 刘荣华. 课程教学“两性一度”的操作性分析[J]. 教育理论与实践, 2021, 41(12): 48−51.

[10] 郭必裕. 对高校课程群建设中课程内容融合与分解的探讨[J]. 现代教育科学, 2005(3): 66−68.

[11] 高燕. 课程思政建设的关键问题与解决路径[J]. 中国高等教育, 2017(Z3): 11−14.

[12] 曹丹平, 印兴耀. 加拿大 BOPPPS 教学模式及其对高等教育改革的启示[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(2): 196−200, 249.

The practice of constructing the core curriculum group of artificial intelligence major in applied undergraduate colleges

YU Bo, LIU Cui, WEI Zifu

(School of Electronic Science and Engineering, Hunan University of Information Technology, Changsha 410151, China)

Abstract: Aiming at the problem of cultivating students' ability to solve complex engineering problems in the professional field in the artificial intelligence specialty of applied undergraduate colleges, this paper puts forward a solution to the construction of core curriculum group. Under the guidance of the certification concept of engineering education, the program starts from the needs of the artificial intelligence industry, and reversely designs the training objectives, graduation requirements and curriculum system with adhering to the integration of professional education, ideological and political education and innovation and entrepreneurship education. In combination with the requirements of “two qualities and one level” and curriculum of integrated ideology and politics, it explores the use of the BOPPPS teaching model to carry out core course group teaching.

Key Words: artificial intelligence; core curriculum group; integration of professional and creative thinking; BOPPPS teaching mode

［编辑：何彩章］