

“负责任创新”教育:现状、要求与路径

——以理工科类大学生为视角

胡景谱^{1,2}, 徐敏睿³

(1.东北大学 科学技术哲学研究中心,辽宁 沈阳 110819; 2.长沙理工大学 哲学系,湖南 长沙 410114; 3.广西师范大学 马克思主义学院,广西 桂林 541001)

摘要:“负责任创新”是近年来欧美国家提出的一种新发展理念,对促进经济、社会与科学技术协调发展具有重要理论价值和现实意义。理工科类大学生作为国家未来技术创新的生力军,亟待加强“负责任创新”教育。为此,从社会整体发展、社会创新主体、创新教育范式、受教育对象成长四个层面回应“负责任创新”教育的现实诉求,遵循“负责任创新”的“预测—反思—协商—反馈”的代表性理论框架来设计“负责任创新”教育的基本要求,最终从从业认证、课程协同、意识培育、文化营造等维度构建具有相对统一价值追求和实践规范的新型创新教育范式,为我国应对新一轮科技革命与产业变革,提供服务创新驱动发展新路径,增强高水平创新人才储备。

关键词:理工科类大学生;负责任创新;工程伦理;实现路径

[中图分类号]B82;G642 [文献标识码]A [文章编号]1672-934X(2021)03-0121-07

DOI:10.16573/j.cnki.1672-934x.2021.03.013

The Education of "Responsible Innovation" for University Students Majoring in Science and Technology: Current Situation, Requirement and Path

HU Jing-pu^{1,2}, XU Min-rui³

(1.Center of Scientific and Technological Philosophy, Northeastern University, Shenyang, Liaoning 110819, China;
2.Department of Philosophy, Changsha University of Science and Technology, Changsha, Hunan 410114, China;
3.School of Marxism, Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi 541001, China)

Abstract: "Responsible innovation" put forward by European and American countries in recent years has been an emerging development concept, which has important theoretical value and practical significance to promote the coordinated development among economy, society, science and technology. As the fresh force of national technological innovation in the future, university students majoring in science and engineering need to urgently receive more education of "responsible innovation". To this end, the realistic demands of "responsible innovation" education must be responded from four levels: the overall development of society, the social innovative subjects, the educational innovative paradigm, and the growth of educated objects, following the representative theoretical framework of "Responsible innovation" of forecasting-rethinking-negotiation-feedback to design the basic requirements of "responsible innovation" education.

收稿日期:2021-04-21

基金项目:国家社会科学基金一般项目(17BKS117)

作者简介:胡景谱(1994—),男,湖南浏阳人,博士研究生、助理研究员,主要从事思想政治教育、科技哲学研究;徐敏睿(1998—),男,福建泉州人,硕士研究生,研究方向为科技哲学。

ucation. Finally, a new innovative education paradigm with relatively unified value pursuit and practical norms will be constructed from such dimensions as employment certification, curriculum coordination, consciousness cultivation, and cultural construction, so as to provide a new path with services innovation driving development and enhance the reserve of high-level innovative talents for the new round of scientific and technological revolution and industrial transformation in China.

Key words: university students majoring in science and engineering; responsible innovation; engineering ethics; realization path

“负责任创新”是近年来在欧美兴起的一种创新理念,也是欧盟“地平线 2020”框架计划的重要内容,其目的在于解决科技发展与社会、自然之间的矛盾,缓解人与自然的伦理张力。通过提出“预测—反思—协商—反馈”四个维度的理论框架,纳入多方利益相关者的诉求,综合全责任要素,使科技创新“向善”,从而更好地造福社会,使科学技术的研发与创新从源头上实现真正意义上的“负责任”。

当前,我国已进入全面贯彻新发展理念、推动高质量发展、加快推进社会主义现代化的新发展阶段,“创新驱动发展”成为核心发展理念,并上升为国家意志,重大领域科技创新的战略地位逐步突显。在这一背景下,“负责任创新”的教育理念也应与时俱进地被赋予具有中国特色的时代内涵和时代使命。探索理工科类大学生的“负责任创新”教育路径有利于支撑“美丽中国”“新基建”“中国制造 2025”等一系列重大战略发展,从而促进我国实现从“制造大国”向“创造强国”的跨越。

2020 年,习近平总书记在科学家座谈会上指出,人才是第一资源,国家科技创新力的根本源泉在于人。因此,要把教育摆在更加重要的位置,加强创新人才培养,全面提高教育质量,提高学生创新意识和创新能力。而“负责任创新”教育不仅致力于培养高校学生创新意识与创新能力,更蕴含了对未来创新主体的行为规约教育,这是对传统创新发展局限和现实困境的有效回应,在提高大学生未来科技创新的生产实践能力的同时,也助推着大学生主体社会责任的养成。因此,对当代大学生“负责任创新”教育现实诉求进行分析,遵循高等教育发

展规律和科技创新规律,明确“负责任创新”教育的基本原则,探索“负责任创新”教育有机嵌入当代高等教育的实践路径,以期能更好地为我国主动应对新一轮科技革命与产业变革,提供服务创新驱动发展新路径,从而增强高水平创新人才储备。

一、理工科类大学生“负责任创新”教育的现实诉求

理工科类大学生是国家未来科技创新的生力军,必须承担起社会主义现代化建设的时代使命,这就内在要求当代理工科类大学生必须具备与使命相匹配的创新意识与创新能力。然而,由于传统的创新意识教育和科技工程伦理教育的局限性,以及现代风险社会背景下现代技术具有复杂性、系统性、不确定性,本研究从社会整体发展、社会创新主体、创新教育范式、受教育对象成长四个层面对“负责任创新”教育提出现实诉求,试图建构一种具有前瞻性预测、建构性评估和省思性反馈的新型创新教育范式^[1]。

从社会发展的整体诉求来看,为了应对现代风险社会中不断深化的不确定性,高校必须进一步加强兼具预测与反思功能的创新教育。当前,现代新兴技术常因不确定性的技术风险和复合性的社会伦理争议,引发现代性的高度膨胀和政策执行的趋利倾向。当新兴技术进入公共政策议程时,往往面临复杂而紧迫的决策情境^[2]。以模块式创新、结构式创新和根本性创新等为主要类型的当代新兴技术在换代升级的过程中存在着显著的不连续性特征,从而导致由技术创新衍生出社会、环境、伦理等高度不

确定性风险出现,难以被及时认识和治理。在现代市场经济社会中,由于功利主义的价值取向和工具理性思维方式的盛行,技术研发受资本驱动,往往过分追求经济效益而忽视了创新初期对新兴技术的预测评估和监控调整,致使多重科技风险交叉迭代,重大科技风险与隐患呈指数增长。与此同时,作为上层建筑的社会意识形态包括政治法律制度,以及配套设施等都没有及时得到发展,这导致新兴技术投入市场后,民众对于相应技术及其风险难以形成成熟稳定的认知。而且,新兴技术的社会监控与风险防范措施也未能及时设置,相关法律法规、安全监管系统也未能及时更新,从而导致现有的科技伦理规范失灵、科技法律滞后失调,难以有效消除新兴技术的负面效应,最终危及社会公众的现实利益^[3]。

从社会创新主体的诉求来看,我国传统创新教育存在研发与创新主体责任不明现象,难以摆脱由于“无视”或“无知”而导致的主观或客观“不作为”的责任归属困境。现代以来,技术创新主体责任与义务的划分并未明晰,如若技术创新主体由于未承担某一行为引发的负面后果,那么在这一情境中主体是否需要承担责任?这种责任是道德责任还是法律责任?这仍然是技术创新所面临的现实困境。这种责任归属困境的根源在于技术创新主体主观认识的偏差和责任意识的缺失,技术创新主体由于主观(无视)或客观(无知)原因引起的不作为导致了技术产品和服务存在风险或者负面效应,这也是技术创新和工程实践活动存在“不纯正、不作为”现象的重要原因。由于在技术创新过程中缺乏“责任”的嵌入,技术创新主体对技术研发与创新所应履行职责的边界和底线仍然很模糊。技术研发与创新过程中出现各种偏离合同、违反规范标准、违反法令法规等问题,由于专业知识和责任意识的缺乏而难以得到及时发现;或已经发现技术研发与创新中存在的问题,但解决方式与问题属性存在偏颇,解决的力度不一定切合问题严重的程度;此外,还存在着未

能把握好问题解决的时效性、不坚持原则、降低行业标准、牺牲公共利益等问题^[4]。

从创新教育范式的发展诉求来看,当前高校工程伦理教育范式存在过于倚重人文批判的倾向,未能充分发挥出重构与建设功能,具有一定的局限性。传统工程伦理教育范式主要存在以下问题:一是在较长一段时间内,高校工程伦理教育课程由思想政治理论课教师承担,由于缺乏特定学科背景的专业知识和实践经历,他们在教学内容上往往过度倚重伦理学和价值论等人文批判性的规约,形成一种“伦理问题与社会问题是科技创新和工程实践的束缚”的错误认知,致使学生在接受专业教育与专业伦理教育中产生思想冲突,难以激发深厚的专业情感与专业认同。二是在教学理念上,缺乏对技术发展目标的关注,缺乏对“个人和社会希望从科技发展中获取怎样的收益”“如何影响和参与这种积极研究行为”等问题的回应。三是传统创新教育没有或较少关注生态文明建设,没有树立绿色发展理念,因此,在对研发与创新成果进行成本收益分析和利弊分析时,技术创新主体往往忽视了科技产品和工程项目的生态价值或者生态成本。总之,在师资队伍建设上,高校“负责任创新”教育师资缺乏协同,尚未真正形成育人合力,由于理工科类课程的专任教师一般缺乏人文与伦理学的教育背景,而承担伦理教育的思想政治理论课教师又缺乏理工科类专业背景和情境化教学案例,致使“负责任创新”教育理念难以通过工程伦理教育和创新创业教育进入学生头脑,从而转化为负责任的创新行为^[5]。

从教育对象的成长诉求来看,作为未来技术研发与创新主体的理工科类大学生,受简化主义和功利主义思潮影响,在学习和实践中常常出现思维严谨性偏弱、缺乏“反思”意识等问题。其中,简化主义的思维模式导致学生在课程学习和工程实践中,容易陷入简单、机械的思维逻辑,不能用全面、联系、发展的眼光正确看待技术研发与创新中各要素、各部分之间的关系,不能充分地、平衡地考察复合系统的复杂

性^[6]。最为典型的表现就是在理工科类大学生的课程实践中,部分理工科类大学生对人才培养方案中涉及的课程设计、创新实践、生产实习等实践环节,由于需要倾注大量时间、精力,并且规范要求十分严谨,往往表现出兴趣薄弱、信心丧失的状态。简化主义和功利主义的社会思潮容易导致学生“事实判断”和“价值判断”的混乱,通常表现为部分学生不能因地制宜、实事求是地开展自主学习和研究,甚至不按照规范操作而应付了事,忽视国家标准和行业规范的基本要求,出现不重视实验精确性、伪造实验数据等行为^[7]。此外,部分高校的人才培养方式较为单一,局限于书本和课堂,并未将系统的创新教育纳入人才培养体系,对大学生科研创新的鼓励政策和支持措施不健全,学生对于参与科研创新的动力不足,积极性较低,并未形成良好的大学生科研创新的学术氛围。

二、理工科类大学生“负责任创新”教育的基本要求

对理工科类大学生开展“负责任创新”教育,要遵循“负责任创新”的“预测—反思—协商—反馈”这一代表性理论框架,从“负责任创新”的理论范式推导“负责任创新”教育的实践范式。“责任”作为“负责任创新”教育的首要内嵌价值,需要在理工科类大学生学习和实践过程中融入科技伦理知识、创新价值标准、职业道德规范等相关“负责任创新”要素。在这一教育范式中培育理工科类大学生科研共同体意识,促进其养成协商交流与终身学习理念及全责任主体意识,促进大学生掌握创新规范、明确创新理念、践行责任态度,从而使其在未来技术创新过程中具有良好的道德决策能力,能够前瞻性地预测、防范、规避、化解科技创新带来的风险。

首先,“负责任创新”教育在预测维度的基本要求是实现理工科类大学生伦理敏感度的提升。大学生“负责任创新”教育中的伦理敏感度可以理解为:大学生在科学理论学习与技术创新实践过程中,基于对技术创新潜在影响的认

知与评价、对于防范化解技术风险的价值取向,以及在科研实践、技术创新过程中对风险评估、风险预防、风险调控所产生的情感认同与行动反应程度。培养理工科类大学生技术创新伦理敏感度的前提是科技伦理与职业伦理意识的养成,尤其是在“大科学”背景下的现代技术创新活动,其本质是跨学科、多主体的复杂性协作活动,在新技术的预测、设计、建设、运行、维护等各个环节都蕴含着不确定性的伦理与技术风险。基于预测维度的“负责任创新”教育就是要提升理工科类大学生在技术创新过程中的伦理敏感度,从传统约束性伦理教育转变为驱动设计和“负责任创新”教育^[8]。培养预测能力,即培养预见、参与及整合的能力,助推理工科类大学生了解应用伦理的内涵,把握伦理道德的底线,杜绝粗放式发展、粗放式创新,重视技术创新的不确定性、风险性,达到对公众和社会负责的目的。

其次,“负责任创新”教育在反思维度的基本要求是实现理工科类大学生的技术批判性思维的提升。提升技术批判性思维的关键在于通过应用伦理学相关知识形成一种对技术的主动和持续的反思。这种“反思”要求理工科类大学生在面对技术创新过程中的伦理问题时,能够保持清晰的意识,在技术工程决策、设计、管理及评估等活动中能够从对立面提出建设性意见。同时,还要求对技术创新行为主体进行审慎思考和检视,通过全面分析和整体考量,提出价值最优的技术创新方案,从而保证产品和服务的质量^[9]。这种“反思”在本质上是对伴随技术人工物产生的伦理风险、人文冲突等问题进行批判性重构,在否定之否定中寻求未来技术创新对人类社会带来的“最小的恶”。基于反思维度的“负责任创新”教育,旨在提升理工科类大学生伦理评估与整合能力、批判与反思的能力,以及运用逻辑推理和数学运算对技术创新风险调控方案进行可行性反思的能力。因此,要求理工科类大学生掌握必要的相关领域应用伦理学知识,养成工程伦理素养、掌握工程伦理规范,将伦理意愿作为原动力融入技术创新及

其产业化的全生命周期。

再次,“负责任创新”教育在协商维度的基本要求是促进理工科类大学生形成科研共同体意识。现代技术创新活动需要多元主体共同行动,过于强调个体观念和意识上的伦理责任,会导致在技术创新过程中出现多元利益关系协调与处理困难的问题^[10]。基于协商维度的“负责任创新”教育,需要理工科类大学生具有全责任主体意识,在未来技术创新过程中作为工程师、技术专家以及决策者等技术主体角色时,能够充分认识技术风险的不确定性和知识的局限性,将利益相关者纳入有机组成部分,满足各种价值取向利益相关者的诉求,与技术创新相关的行动者进行协调以获得期待的创新结果。如果仅以技术创新个体的道德选择作为伦理行为的评判标准,而不致力于坚守科研共同体的伦理底线,未来可预期的伦理风险会愈发严重。基于协商维度的“负责任创新”教育的科研共同体道德意识的培养,需要引导理工科类大学生形成权责明晰、义务明确的观念,在科研共同体的框架下形成责任共担意识,从而在技术创新过程中,能够通过集体协商、多元协作等方式反思社会需求和道德价值是否在创新过程中得以融入和体现^[11]。

最后,“负责任创新”教育在反馈维度的基本要求是培养理工科类大学生关于技术创新的伦理评估能力。技术创新的伦理评估与反馈,是一种对公众价值和利益攸关者吁求作出的动态回应。因此,需要考虑对理工科类大学生的主体性、能动性、选择性,以及正确的价值判断、价值取向等因素的整体培养,以满足技术研发与创新的复杂性、动态变化等特点。基于反馈维度的“负责任创新”教育不仅要求理工科类大学生关注科技创新本身,还应着眼于科技创新对社会和伦理道德等方面的影响。“负责任创新”的反馈环节包括技术评估、方案评估、建设规律评估、经济评估、用户体验评估等。基于反馈维度的“负责任创新”教育需要理工科类大学生掌握关于技术创新的社会伦理和技术风险评

估的相关知识,具有主动地、动态地评估是非对错的能力,对自身所执行的技术创新任务的实行进度以及效果进行及时反馈,吸取各方利益相关者的意见、重新诠释争议问题、调整创新方向,从而达到多样性的决策意见,推动和完善反馈机制,促进反馈维度的整体最优化^[12]。

三、理工科类大学生“负责任创新”教育的实现路径

“负责任创新”教育在传授显性知识的同时存在大量的隐性知识,两种知识共同对培养大学生的创新观念、创新态度、创新技能、创新精神等都发挥重要作用。为更好地将“负责任创新”教育纳入普通高等教育体系,可以通过在理工科类大学生从业资格认证中设置“负责任创新”教育的相关指标,增加教育教学任务;注重思政课程与课程思政的协同教育,使“负责任创新”理念有机嵌入专业教育之中;提升学生跨学科研究能力,培育科研共同体意识;厚植“负责任创新”的校园创新文化,营造良好的创新环境与文化氛围,最终构建具有共同价值追求和实践规范的新型创新教育范式^[13]。

首先,在理工科类大学生从业资格认证中合理设置“负责任创新”的相关指标。从国家层面制定对理工科类大学生进行科技伦理和职业伦理认证标准,明确认证目标,即培养具有伦理操守和职业判断能力的未来技术研发人员和工程师。为此,在人才培养过程中,高校务必准确把握社会新需求新动向,对开展“负责任创新”教育的教师队伍进行相关培训,使其能够达到国家制定的相应的“负责任创新”指标要求,从而能够在课程教学尤其是课程设计、实践实习等环节完成“负责任创新”教育指标。通过案例教学、情境教学和现场教学等方式,引入“预测—反思—协商—反馈”四个设计维度,打破缺乏技术实践的“纸上谈兵”局限,将创新任务置于真实复杂的环境中加以考量,全面引导学生发现并思考技术研发与创新实践中的伦理问题^[14]。此外,要丰富创新教育内容,注重提高

课程质量,优化资源供给和配置,通过在“课程思政”中引入最新“负责任创新”理念,开设“科学道德和学术诚信”必修课等,强调技术创新实践活动中的设计责任、监督责任及检验责任,强化理工科类大学生“负责任创新”教育,使其正确处理局部利益与全局利益、经济效益与环境效益、现实需要与长远价值之间的关系;通过在实际环节引入技术评估、情景规划、场景模拟等方法,将传统的对创新成果的批判前置为对创新过程的审思,使学生着重关注创新实践的上游环节设计;通过对理工科类大学生进行伦理意识教育,使其树立正确的科技伦理与职业伦理意识,对预防各种伦理问题的发生、规避实践活动中的伦理风险、合理解决伦理困境具有重要的意义。

其次,将“负责任创新”理念有机嵌入思政课程和课程思政之中。实现从“培养灌输”到“自主建构”的转变,摒弃模式化、机械化、单一化的工具主义培养模式,注重启发式教学,重视学习者的知识储备、认知现状、情感需求、阶段性差异等主体性关照^[15]。一方面,对作为专门教育的思政课程,尤其是理工农医类学生的《自然辩证法概论》《工程伦理》等,进行内容和机制的创新,把“负责任创新”教育系统地融入思政课程教育体系,纳入到教材编写和课程教学诸多环节。在工程伦理课程教学中,增加“负责任创新”的内容和教育力度,揭示科技重大风险的严峻性、紧迫性,辩证阐释现代科技的风险和负向价值;明确科技创新重大风险与科技创新普通风险的差异,引导学生对风险防控形成稳定的认知,把握创新风险防范化解的重点和难点^[16]。在思政课程教学中注重方式方法改革,如采用问题引领式教学法等,设计具有探索性的“负责任创新”和科技伦理问题与情境,有效引导学生形成正确的判断力和认知能力。另一方面,梳理各专业课程所蕴含的思想政治教育元素和所承载的思想政治教育功能,把“负责任创新”的理念纳入专业教学大纲和课程内容,按照不同的专业 and 不同人才培养目标来设计相应

的“主题”,关注理工科类大学生所学专业的前沿科技动态,引导学生对具体专业课程案例进行深刻反思,广泛开展科技伦理宣传教育。将科技伦理教育作为通识教育的主要内容,在具体科学技术相关理论学习中根植人文文化,促进高校创新战略行动向符合社会生态价值的方向发展,塑造大学生的新型科技伦理观,培育大学生践行“科技向善”的创新理念^[17]。

再次,提升大学生跨学科协作研究能力,培育其科研共同体意识。近年来,国际科技界提出的“大科学”概念已经表明,现代技术创新研究的实践范式已经发生转变,呈现出前沿科技创新多领域的共同发展与协同进步、科学研究内容从平衡静态扩展到动态结构、从局部现象扩展到系统行为、学科交叉融合发展取代单一学科发展等特征。因此,“负责任创新”教育要求大学生在创新活动中形成跨学科学习共同体,提升交叉学科学习的能力,善于对不同学科知识加以整合和应用,在研究性学习中开展合作与交流,形成跨学科的创新方案,进而突破单一学科视角以便更好地解决复杂问题。一是共同体共享跨学科学习资源。跨学科学习资源是跨学科学习共同体的物质基础,统筹分配教育资源为共同体提供学习工具、学习内容和学习环境等,形成教育资源全方位共享机制,为不同学科知识之间的融合创新提供更多可能性。二是共同体优化跨学科学习行为。共同体规则使成员之间的跨学科学习更高效,也能更好地支持学生构建跨学科的知识结构,从而可以拓宽跨学科学习的广度与深度,融合多学科知识解决生活中的问题。三是共同体更新学科学习理念。跨学科学习共同体赋予师生“自主自治”的跨学科学习理念,因而享有更多的跨学科学习自主性,自由开展从问题分析、项目设计到合作探究等跨学科学习活动,有助于实现跨学科学习目标^[18]。

最后,厚植“负责任创新”的校园创新文化,营造良好的创新环境与文化氛围。创新文化需激发理工科类大学生创新科技的内在动机,并

在外部情景的熏陶下获得成长,外部情景包括地域文化、审美文化、文化趣味及校园生活方式等^[19]。创新文化的浸染可以辅助创新教育课程和实践发挥潜移默化的作用,使得学生在良好的创新文化和学术氛围中,形成与教育内容相一致的观念与精神,从而能够在技术创新过程中形成行动自觉。“环境育人”是一个整体概念,既包括物质形态的科研设施、专业仪器设备、实验实践活动场地,也包括精神形态的人文、舆论等育人氛围。关于“负责任创新”文化环境的营造,一是可以将创新教育、专业教育与行业文化宣传融入宿舍园区建设,可以设立相关“匠人匠心”主题的海报或展厅,让大学生在日常起居中受到负责任创新文化潜移默化的熏陶。二是以优化学校各二级学院行政区域及教学科研用房环境为基础,融合专业行业元素,不断加强人文设施建设,发挥校园物质文化的熏陶功能。三是可以邀请业内优秀校友进课堂,讲故事、谈感悟,培养大学生“负责任创新”的良好品质。四是拓展高等教育实践环节的广度和深度,将“负责任创新”纳入课外活动,采取更加灵活、形式多样的课外教学形式,如选取工程伦理经典案例模拟道德法庭、沙盘模拟工程伦理问题、根据社会热点话题开展辩论赛等方式,给大学生创造浓厚的创新文化和学术氛围,在校学习阶段就与行业规范、行业准则相接触,培养大学生作为未来创新研发人员的主体意识,将“负责任创新”内化于心、外化于形。

总之,在“负责任创新”这一新兴理念指导下的创新教育路径探索,蕴含着创新教育范式转变的难题。通过对当前理工科类大学生创新教育现实诉求的有效回应,结合新时代大学生成长成才规律和国家科技创新的国情发展实际,实现“负责任创新”教育的本土化,进而培育出具有“负责任创新”意识、掌握科技伦理和职业道德规范、能做出正确决策的科技研发创新人才,为建设创新型国家提供有力的人才支撑。

[参考文献]

[1] 蔺海洋,赵敏,廖沁.“双一流”背景下高校科研行动的负

责任创新研究[J].江苏高教,2018(4):17-21,43.

- [2] 文军.新型冠状病毒肺炎疫情的爆发及共同体防控——基于风险社会学视角的考察[J].武汉大学学报(哲学社会科学版),2020(3):5-14.
- [3] 刘益东.科技重大风险与人类安全危机:前所未有的双重挑战及其治理对策[J].工程研究—跨学科视野中的工程,2020(4):321-336.
- [4] 杨志刚,孙常成,孙常荣.监理工程师要承担不作为责任[J].山西交通科技,2004(1):60-61.
- [5] 杨斌,张满,沈岩.推动面向未来发展的中国工程伦理教育[J].清华大学教育研究,2017(4):1-8.
- [6] 杰伦·冯·登·霍温,刘欣.面向联合国可持续发展目标的负责任创新和全局性工程[J].大连理工大学学报(社会科学版),2018(2):1-5.
- [7] 胡景谱,易显飞.工科专业大学生“工匠精神”培育现状与路径[J].长沙理工大学学报(社会科学版),2017(4):137-142.
- [8] 廖苗,高璐,胡明艳,等.从“负责任创新”到“开放科学”——雷内·冯·尚伯格访谈录[J].长沙理工大学学报(社会科学版),2020(3):14-27.
- [9] 杨怀中,王远旭.工科大学生工程伦理教育模式研究[J].高教发展与评估,2016(4):73-79,91-92.
- [10] 薛桂波,王燕琪.面向技术风险的伦理责任机制化探析——基于“负责任创新”的思考[J].长沙理工大学学报(社会科学版),2018(5):20-25.
- [11] 易显飞.人类生殖细胞基因编辑的伦理问题及其消解[J].武汉大学学报(哲学社会科学版),2019(4):39-45.
- [12] 闫坤如.人工智能“合乎伦理设计”的理论探源[J].自然辩证法通讯,2020(4):14-18.
- [13] 范春萍,陆佩雯,吴月.科技创新与负责任创新教育[J].科技中国,2019(2):42-46.
- [14] 夏嵩,王艺霖,肖平,等.土木工程专业教育中工程伦理因素的融入——“课程思政”的新形式[J].高等工程教育研究,2020(1):172-176.
- [15] 杨增崇,侯耀宗.理解思想政治教育学原理的不同视角及其内在联系[J].思想政治教育研究,2020(6):65-69.
- [16] 梅其君,罗煜中.中国传统工匠精神研究述评[J].贵州大学学报(社会科学版),2019(6):1-5.
- [17] 方熹.高校科技伦理教育刍议[J].中国高校科技,2020(4):71-74.
- [18] 赵慧臣,张娜钰,马佳雯.STEM教育跨学科学习共同体:促进学习方式变革[J].开放教育研究,2020(3):91-98.
- [19] 张慧.论文化情境对工匠创造的影响[J].长沙理工大学学报(社会科学版),2020(1):29-35.