

· 高校生物学教学 ·

“新工科”背景下开展生物与医学工程伦理课程建设与教学改革

李国锋, 王磊*, 王兴, 喻长远

北京化工大学生命科学与技术学院, 北京 100029

李国锋, 王磊, 王兴, 喻长远. “新工科”背景下开展生物与医学工程伦理课程建设与教学改革[J]. 生物工程学报, 2023, 39(4): 1838-1850.

LI Guofeng, WANG Lei, WANG Xing, YU Changyuan. Development and reform of the curriculum of engineering ethics education in biology and medicine under the background of “new engineering”[J]. Chinese Journal of Biotechnology, 2023, 39(4): 1838-1850.

摘要: “新工科”建设要求我国工学类高校在工程技术人才培养过程中除了夯实专业基础, 也要关注提高人文素养和开展职业道德教育。一个重要的途径就是开展工程伦理教育。通过学习国外案例教学的成熟思路, 结合近几年教学过程中积累的实践经验, 本文聚焦于生物与医学工程领域的工程伦理教学, 提出从案例选择和教学方法创新两个角度进行课程建设和教学改革, 介绍了一些可供选择的典型案例素材, 并对教学效果进行了问卷调查与分析。

关键词: 工程伦理; 工程教育认证; 案例教学

Development and reform of the curriculum of engineering ethics education in biology and medicine under the background of “new engineering”

LI Guofeng, WANG Lei*, WANG Xing, YU Changyuan

College of Life Science and Technology, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029

Abstract: The “new engineering” concept requires that in addition to laying a solid professional foundation, engineering colleges and universities in China should also pay attention to improving the humanistic quality and developing a professional ethics education in training the

资助项目: 北京化工大学研究生教育教学改革项目(G-JG-PTKC202118)

This work was supported by the Postgraduate Education and Teaching Reform Project of Beijing University of Chemical Technology (G-JG-PTKC202118).

*Corresponding author. E-mail: wanglei@mail.buct.edu.cn

Received: 2022-07-08; Accepted: 2023-02-23; Published online: 2023-03-02

engineering and technical talents. One important way is to carry out the engineering ethics education. By referring to the mature case-teaching ideas around the world and combining the practical experience accumulated in recent years, this paper focuses on the curriculum development and teaching reform of engineering ethics for students studying biological and medical engineering, from the perspectives of case selection and teaching method innovation. It also introduces some typical case studies, and summarizes the teaching effect analyzed from questionnaire.

Keywords: Engineering ethics; engineering education accreditation; case teaching

“新工科”建设是国家主动应对第 4 次工业革命的战略决策，是打造创新驱动型国家和促进新兴产业稳步快速发展的重要保障，也是对今后国家高等工程教育提出的新要求。随着我国现代化建设的飞速发展，工程项目从技术研发、设计、施工到管理等各方面，都普遍面临经济、环境和资源等诸多挑战，也出现了许多亟待解决的问题，如生产安全事故、产品质量问题、环境污染问题、生产和管理人员责任意识不强等。因此，“新工科”要求未来的工程师培养，不能只局限在技术层面，也应当涵盖人文素质与职业道德教育。

自 2016 年正式加入《华盛顿协议》以来，我国高等工程类院校就以培养符合国际标准的工程师作为人才培养的基本目标。该协议对工程师的培养提出了具体的技术标准要求，包括储备基础的工程技术知识，掌握持续学习的能力，分析、研究并解决复杂工程问题的能力，了解工程与社会、工程与环境及可持续发展的相互关系，理解个人和团队的合作，具有沟通、项目管理等多层次多维度的能力，并强调了遵守工程职业行为规范。这些内容均可以理解为工程伦理概念的范畴^[1-3]。根据教育部《高等学校课程思政建设指导纲要[2020]》，工学类专业的课程教学环节要强化工程伦理教育。因此，工程伦理教育将成为我国工程技术人才培养的重要环节。

基于北京化工大学生命科学与技术学院(以下简称生命学院)近 4 年来面向本科生与研究生开设的工程伦理课程，本文总结了在课程建设与教学改革方面取得的经验，归纳了以提升学生工程伦理意识和伦理敏感度为主的教学思路，强调了对于工程实践全过程开展典型案例收集与归类的重要性，发现在教学环节利用案例演绎、翻转课堂等方法能够显著提高教学效果。同时，本文探讨了工程伦理教学如何与课程思政建设进行有机融合，以实现“润物细无声”的目标。

1 工程伦理教育的开展现状

现代工程伦理的概念源于 20 世纪初期的美国，并随着欧美国家工业化的进程取得了飞速发展。20 世纪末，美国、英国、德国、日本等发达国家均已建立了较为完备的职业工程师培养体系，尤以美国最具代表性。美国的职业工程师教育，由通过美国工程技术评审委员会(Accreditation Board for Engineering and Technology, ABET)认证的工学类院校进行。ABET 负责美国高等工程专业教育的认证工作，包括政策标准的制定和程序实施。我国目前工程专业认证也主要参考了 ABET 的标准与程序。经过多年的完善，美国工程伦理教育主要涵盖了 4 个方面的目标^[1,4-5]：第一，培养学生对工程伦理问题的敏感性；第二，使学生熟

知在工程活动中应当遵守的伦理行为准则；第三，培养学生在工程实践活动中抵抗短期利益诱惑与外界压力等困扰因素并做出合理伦理判断的意志力；第四，提升学生对复杂工程伦理问题做出合理判断的能力。为了达到上述目标，美国工程伦理教育主要采取案例教学的方式，一方面在人文通识类课程中开展，另一方面也融汇于理工类基础课程与工程类专业课程的教学环节^[1]。教育方法上，主要采用互动教学的模式，强调学生的参与，培养学生解决实际工程伦理问题的能力。其他发达工业化国家的工程伦理教育体系大多与美国相似，但也根据各国的情况做出了适当调整。比如亚洲代表性国家日本，其工程伦理教育在借鉴美国的教育理念和模式的同时，又形成了自身的特色：美国注重工程师个人与自由的价值导向，而日本更偏重于东亚文化的价值观，重视群体价值，强调工程师个人对企业的忠诚，其教育内容主要包括企业伦理、环境伦理等^[1,6]。

我国的工程伦理教育起步较晚。近年来随着解决工程实践中现实问题的迫切需求和参加工程专业认证意识的提升，各个工学类高校逐渐开始重视工程伦理教育。在 2015 年修订的《工程教育认证标准》中，明确了工程类专业毕业生的职业规范需要“具有人文社会科学素养与责任感，在工程实践中能理解、遵守工程职业道德与规范，履行责任”^[7-8]。这对推动我国工程伦理教育课程的建设提供了重要的指导意义。但是由于相关规章尚不完善，我国工程伦理教育的培养计划、内容设置与教材选择缺少统一标准，各高校自主性极大。此外，我国长期以来的文化传统与基础教育模式忽视了对学生批判和思辨能力的训练，也从一定程度上影响到学生辨析工程伦理问题的能力。因此，我国现阶段工程伦理教育的首要目标应当

是帮助工学类专业学生增强工程伦理意识和伦理敏感度，掌握工程师基本职业道德与规范，为后续提高伦理决策能力奠定基础。考虑到各国文化、伦理传统以及法律制度间现实存在的巨大差异，我国开设工程伦理课程，可以借鉴但不能简单照搬国外的教学方案，需结合我国的文化与实际国情，批判性吸收国外工程伦理教育的经验，恰当、务实、有针对性地进行教学设计。

北京化工大学 2016 年首次安排工学类专业教师参加全国高校工程伦理课程师资研修项目，并于当年在研究生中开设了“工程伦理”选修课程，第二年变更为必修环节。课程教学不强调统一的教学方法与考核方式，由各学院任课教师自主选择。生命学院根据学生的主要专业方向，围绕“生物与医药工程中的伦理问题”开展教学。随后在 2018 年，按照生物工程与制药工程专业认证的要求，学院面向本科生开设了“生物/制药工程环保与安全技术”必修课，覆盖了工程与环境、工程与安全、两用性生物技术等内容，以落实开展工程伦理教育的目标。由于上述课程开设时间短，目前仍处于摸索阶段，因此有针对性进行工程伦理课程建设与教学方法的讨论，对于提高任课教师教学能力，培养符合国际化要求的未来工程师具有重要的意义。

2 教学案例的选择

以案例分析为主的教学方式是当前世界各国开展工程伦理教育的普遍选择。一是工程伦理本身的概念较为抽象，往往涉及文化和政治属性，对于缺少社会历练和工程实践经验的学生而言不易理解；二是大量的工程伦理问题本身就具有复杂性，难以用简短的语言阐述。

适合的案例是开展教学工作的基础。案例

选择应紧扣工程伦理基本准则：以人为本、关爱生命、安全可靠、关爱自然和公平正义。比如经典案例“反应停”，体现了药物的上市审批要切实贯彻以人为本和安全可靠原则；“熊猫药”与罕见病药物的供需矛盾，可以聚焦到生物医药研发必须遵从关爱生命和公平正义原则的立场；抗生素生产企业滥排污水事件，则是违背关爱自然原则的典型案列。根据学生的课堂反馈，具有下面 3 个特点的案例教学效果较好。一是时效性，即尽可能选择新近发生的案列，尤其是正在引起较大社会反响或广泛关注的事件。二是切身性，指能够与学生自己的专业、生活或者经历建立联系的案列，例如生命学院教师在绿色化工与生物制造领域取得的高水平科研成果。三是代表性，依据工程实践的不同领域、不同环节，或者不同的热点问题，分别设计有针对性的案例分析。就生物/医药工程领域而言，既可以考虑从基础研究、知识产权保护、成果转化、工程设计、项目施工、企业管理和市场营销等若干环节挑选代表性案列；也可以基于国家发展战略需求，从生物安全、新冠疫苗、基因编辑、耐药微生物、合成生物学、实验动物伦理等角度出发进行案例分析。

2.1 生物安全

生物安全是基于生物技术发展可能带来的不利影响提出的概念，指由生物技术的开发与应用造成的潜在威胁，并对其所采取的一系列有效预防和控制措施^[9-11]。生物安全主要涉及传染病防控、实验室生物安全、人类遗传资源与生物资源安全、突发生物安全事件应对、防范外来物种入侵、生物技术研发与应用、动物疫情防控等。我国于 2021 年 4 月 15 日起施行《生物安全法》，完善了生物安全风险防控基本制度，建立了生物安全风险监测预警制度、风险调查评估制度、标准制度、生物安全审查制度、

应急制度、调查溯源制度等 11 项基本制度，全链条式构建生物安全风险防控框架与核心。生物安全不仅是总体国家安全观的重要组成部分，并且与生物工程与制药工程专业的学习与研究方向息息相关，学生在校内开展的基因工程、发酵工程、生物制药等基础科研训练过程，均涉及生物安全知识和要求。例如生命学院必修课中开展的大肠杆菌表达外源基因实验，如果操作不当，极易造成耐药微生物外泄，对环境产生潜在影响。因此，课程中需要对学生开展生物安全教育，加强学生对潜在风险的认识，帮助其建立责任意识，进而推进国家生物安全法律法规的落实。

2.2 新冠疫苗与药物

在抗击新冠肺炎疫情的这场“战争”中，我国生命与医药领域取得了巨大进步。自 2019 年底疫情开始，针对新型冠状病毒(SARS-CoV-2)的疫苗与药物的开发就成为了生物医药领域的核心任务之一。截至 2022 年 10 月，我国已有 46 个新冠疫苗进入临床试验阶段，21 个疫苗在境外获批开展 III 期临床试验，9 个疫苗获得我国药监局批准附条件上市或紧急使用，3 款灭活疫苗纳入世界卫生组织紧急使用清单。生命学院童贻刚教授团队在疫情初期就着手利用类新冠病毒模型进行药物筛选，通过分析上千种临床药物的抗病毒效果，获得了以千金藤素为代表的多种候选药物^[12]。这期间，科研与工程技术人员连续解决诸多伦理问题，充分展现了以“人民生命健康为先”的担当。通过对这一系列代表性案列的回顾与探讨，让学生切身感受到工程师的社会责任感，体会到生物医药工程伦理问题的复杂性，为后续工程实践夯实基础。

2.3 基因编辑

基因编辑又称基因组工程，是一种能够

修改生物体基因组、调控基因表达的生物技术。该技术主要依靠具有特异性 DNA 位点识别和剪切能力的“分子剪刀”，如核酸酶、成簇规则间隔短回文重复序列(*clustered regularly interspaced short palindromic repeats, CRISPR*)系统等，在基因组特定位置产生双链断裂，并通过非同源末端连接或同源重组，实现对基因序列进行重新编辑。基因编辑在基因治疗和遗传改良等方面已经展示出了巨大的应用潜力，但同时，该技术也是一把双刃剑，运用不当会污染生物基因库，破坏物种多样性和生态平衡。2018 年基因编辑婴儿事件震惊全世界，再次敲响警钟：现阶段使用的基因编辑技术仍不完善，在人体上滥用可能会导致严重的隐患；以生殖为目的的基因编辑更是打破了约定俗成的应用禁忌，严重违背了伦理道德，带来不可预知的负面影响。因此，在面对巨大经济利益诱惑时，工程技术人员如何才能不忘初心，坚持原则，这是一个非常现实的问题。在生命学院，相当比例的学生会参与基因工程相关的研究工作，如对基因工程菌的构建、保藏、处置等是否依照严格的行为规范，是否遵循相应伦理准则都应予以关注。薄弱的伦理意识难以认识到不规范的行为所潜在的巨大风险。因此，非常有必要就基因工程相关伦理问题开展具有针对性的教学，提高学生的伦理警惕性，加强社会责任意识培养。

2.4 合成生物学

合成生物学是本世纪初才形成的生命科学分支学科，是基于分子生物学、遗传学等生命科学基础理论，结合系统生物学、遗传工程等技术方法开展的人工生物系统研究，利用基因序列、基因组、基因调控网络与信号转导通路等“零件”进行细胞的人工设计与合成^[13-14]。合成生物学是生命学院的优势学科，通过将工程

学的原理方法与细胞工程、酶工程、发酵工程等生物技术领域相结合，已经取得了许多重要成果，如本校谭天伟院士团队开展的二氧化碳生物转化新路径已走在了世界前列，并且与中石油、中石化等企业开展了多项合作；袁其朋教授团队利用细胞工厂思路，开发了生物合成 1,4-丁二醇、戊二酸、香豆素等多种化工材料和药物原料的技术，并实现了工业转化。合成生物学方法能够在一定程度上替代传统高能耗、高污染、高毒性的化工技术，是未来在化工、生物医药等领域实现“绿色”生产和“双碳”目标的重要途径。但另一方面，国际上多个实验室曾先后报道了人工合成病原体的研究，引发了人类社会对该技术有可能被恐怖组织利用的广泛担忧。随着生物工程、生物医药工程等行业领域的升级，合成生物学技术的发展注定伴随着风险。在教学环节，可以从工程师自身角度出发，探讨合成生物学领域科研人员与工程技术人员应当具备的专业素养和道德认知，以及在多重社会角色制约下可能面对的工程伦理问题。针对这些问题，分析采取何种解决方案，能够在技术和应用层面预防伦理问题的发生和作出合理的伦理决策。

2.5 动物实验伦理

近年来，关于实验动物的福利与伦理问题受到学术界越来越广泛的关注。在现有技术条件下，生物医药工程的研发和生产环节不可避免需要借助实验动物进行理论研究、效果评价等工作。课程遵循国际公认的动物福利与伦理准则，为学生讲解动物试验和产品生产过程中的标准和规范。将合理、友善对待动物的观念纳入工程师培养目标，将实验动物伦理教育纳入课程体系，以提倡尊重生命，文明、仁爱的职业道德修养。

总体而言，对于教学内容的创新，主要是

围绕具有学科特色的工程伦理问题,开展针对性的案例教学,将工程伦理思辨意识“潜移默化”地植入学生日常科研、学习及生活当中,让学生多视角地理解作为工程师所应承担的社会担当与责任,提升学生工程伦理决策能力和解决问题的能力。

3 教学方法创新

关于工程伦理的教学方法,许多学者已经进行了大量研究,发展了一系列具有特色的教学方法,包括线上、线下同步教学,利用慕课、微课堂等线上平台辅助线下教学等。但是在实际教学过程中发现,非面对面的授课方式对于第一次接触工程伦理概念的学生而言,效果非常有限。更重要的是,学科方向差异性造成现有的公共教学资源 and 教学模式不能完全匹配。因此,需要立足本学院学科特色,吸收先进教学经验,发展与生物工程、制药工程相关的创新性教学方法,为工程伦理教学提供新思路和新举措。

3.1 邀请企业工程师参与课堂教学

工程伦理问题是以工程实践为依托的伦理决策问题。工程师自身认识的深度以及局限性会直接影响到伦理决策的过程与结果。在企业的管理与生产实践中,工程师需要严格按照明确的、标准化的操作流程进行操作,但也会面对实际产生的一系列伦理问题。这些企业工程师丰富的实践经验是在校学生难以接触到的。因此,邀请生物/制药工程企业的管理和技术人员参与课程教学,对实际工程实践活动进行讲解分析,挖掘伦理问题,如生物化工企业的安全管理、医药生产企业的社会责任与自身发展等,能够帮助学生切换视角,多维度理解工程伦理概念,增强伦理敏感性和逻辑思维能力。近2年来,生命学院在课程教学环节已经先后邀请了包括高级管理人员和技术人员在内的6

位企业导师参与。从教学效果上看,该模式受到了学生的高度好评,不仅课堂参与度显著提高,而且许多学生课后都表示出了前往企业开展生产实践的意愿。

3.2 演绎与推演

生命科学属于描述性学科,发展过程复杂,结果具有潜在不确定性,因此对其构建明确的伦理指导标准,进行伦理辨析与抉择具有较高的难度。由于上述复杂性和不确定性的存在,以专业知识为依托,对相关工程过程及发展进行演绎推演,一方面可以强化学生对专业基础知识的掌握,另一方面也能够锻炼学生工程伦理思考逻辑,提高学生工程伦理敏感性。耐药性微生物清除问题是现阶段国际研究热点之一,发展新的应对策略有利于国民健康,并促进相关产业发展。然而一直被忽略的是,在耐药性微生物防治的研究过程中,不可避免需要使用耐药性菌株进行技术效果验证,甚至需要采用多种药物作用于耐药性微生物,这个过程是对耐药性菌株的一个筛选过程,但也会加速耐药性微生物进化。基于这一悖论,通过学生分组讨论及辩论,对该研究过程进行演绎推演,辩证地分析研究过程的利弊,挖掘其中涉及的伦理矛盾,可以加强学生对工程伦理问题的认识,对工程师社会责任与义务的理解,培养学生养成良好的科研行为习惯。

3.3 场景叙事

在案例教学过程中发现,学生往往以结果为导向片面地得出工程失败的原因,难以客观评价、剖析案例,或忽视了工程师在作决策时所面临的复杂利益冲突与压力。场景叙事法采用“虚构”或“想象”的方式,让学生主动参与,讲述工程实践的“场景”,用“叙事”赋予方法论的意义^[15-16]。通过场景叙事的方式,能够在一定程度上模拟职业工程师面临的伦理困境,用

批判性的思维反思伦理准则在工程实践运用中的局限性,引导学生做出正确的伦理决策。场景叙事教学能够营造一种设身处地、将心比心、换位思考的故事氛围,很好地弥补机械性分析案例的方法的不足。在具体的工程案例讲述中,通过设定具体实践情境,帮助学生找到案例中的伦理诉求,鼓励学生发现自然、人类、社会及工程之间的利益均衡,承担必要的社会责任,从而建立批判性的伦理决策思维。

4 教学效果分析

4.1 教学效果调查思路与问卷设置

考虑到学生个人的知识积累和分析问题的角度不同,在上一学年度的学生范围内开展了

针对课程教学效果的问卷调查^[17]。表1展示了此次问卷的题目设计。

第1–3题主要是学生对课程整体教学效果的直接反馈,用于分析学生对工程伦理概念和伦理问题敏感性的提升情况。其中第3题更细化了对学生不同方面能力提升的效果。第4–6题聚焦课程教学内容与学生自身科研工作的关联,调查学生持续学习的意愿,从侧面反映学生对可能遇到的伦理问题的敏感度。第7–9题侧重分析学生对工程师职业道德和社会责任的理解。

4.2 问卷调查结果分析

本次问卷调查面向2021年和2022年秋季学期上课的研究生进行,学生共152人,回收有效问卷136份。各部分问题的结果统计如下。

表1 调查问卷设计

Table 1 Questionnaire design

序号 Question number	问题描述 Question description	答案设计 Answer design
1	课程教学开始前, 你是否有接触过“工程伦理”的概念? 或是对其有所了解? Have you ever learned the concept of “engineering ethics” before the course? Or do you know something about it?	单选: 毫无了解; 有一些了解; 非常了解。 Single choice: No understanding; Have some understanding; Very well understanding
2	课程教学是否能够帮助你增加对“工程伦理”相关概念和问题的理解程度? Does this course help you increase your understanding of the concepts and issues related to “engineering ethics”?	单选: 没有帮助, 没有提高; 有一定帮助, 有所提高; 帮助很大, 提高明显。 Single choice: No help, no improvement; Some help and improvement; Great help and obvious improvement
3	你认为通过课程的学习, 自己哪方面的能力提高最为显著? Which aspect of your ability do you think has the most significant improvement through the course?	单选: 对工程和伦理概念的认识与理解; 对工程实践中可能存在的伦理问题的敏感度; 分析工程伦理问题的能力; 处理或解决工程伦理问题的能力; 对工程师职业道德和规范的掌握。 Single choice: Understanding of the concepts of engineering and ethics; Sensitivity to possible ethical issues in engineering practice; Ability to analyze engineering ethical issues; Ability to deal with or solve engineering ethical problems; Master the professional ethics and norms of engineers
4	“工程伦理”课程的学习对你自己的科研工作是否有帮助? Will the study of “engineering ethics” be helpful to your own research work?	单选: 有较大的帮助; 有一些帮助; 有少量帮助; 没有帮助。 Single choice: Helpful; Some help; A little help; No help

(待续)

(续表1)

序号 Question number	问题描述 Question description	答案设计 Answer design
5	课程结束后, 你是否有意愿继续自学工程伦理的 相关知识, 培养分析和处理工程伦理问题的能力? After the course, will you continue self-studying the relevant knowledge of engineering ethics and cultivate the ability to analyze and deal with engineering ethical issues?	单选: 没有想法; 有兴趣, 会根据时间安排学习; 非常 感兴趣, 会主动安排学习时间。 Single choice: No idea; Interested and will study according to the schedule; Very interested and will actively arrange learning time
6	你认为在自己硕士阶段的科研工作中, 将会面对 哪些类型的工程伦理问题? What kind of engineering ethical problems do you think you will face in your master's research?	多选: 环境保护问题; 个人利益、集体利益和公众利益 之间的协调; 项目成本投入和经济效益产出的平衡; 科研 成果的社会效益和价值; 实验室安全问题; 动物伦理与 福利; 科研诚信问题。 Multiple choices: Environmental protection; The coordination among individual, team and public interests; Balance of project cost input and economic benefit output; The social benefits and value of scientific research achievements; Laboratory safety; Animal ethics and welfare; the integrity of scientific research
7	你认为, 工程师的价值应当体现在哪些方面? 请对 每个选项分别进行打分, 4分为最高, 1分为最低。 What do you think the value of engineers should be reflected in? Please rate each option separately, with 4 being the highest and 1 being the lowest	打分题: 工程师的个人价值; 工程师的群体价值; 企业 利益得以实现; 社会价值和社会责任。 Scoring: The personal value of engineers; Group value of engineers; The interests of enterprises can be realized; Social values and social responsibilities
8	你认为生物医药企业在研发和生产中, 应当如何 考虑公众的健康安全和福祉? In your opinion, how should biopharmaceutical enterprises consider the health, safety and welfare of the public in their R&D and production?	单选: 完全从保障公众利益角度出发; 公众利益优先, 兼顾企业利益; 企业发展优先, 兼顾公众利益; 企业 利益最重要。 Single choice: Completely protect the public interests; Public interests first, and give consideration to enterprise interests; The development of enterprises first, and give consideration to public interests; The interests of enterprises are the most important
9	未来工作中, 如果发现你的雇主利益与公众利益 发生冲突, 你将如何选择? If you find that your employer's interests conflict with the public's interests in your future work, how will you choose?	单选: 保护雇主利益; 根据实际情况考虑, 不一定; 保护 公众利益。 Single choice: Protect the interests of employers; Make choice according to the actual situation, not necessarily; Protect the public interest

(1) 对工程伦理概念和伦理问题敏感性的提升

问卷结果统计如图1所示。由数据可知, 超过一半的学生在课程开始前对工程伦理仅有初步的认识, 甚至有1/3的学生表示毫无了解(图1A), 切实反映出我国以往的教育体系中对伦理问题的忽视。授课结束后, 有约95%的学生均表示对工程伦理概念和问题理解程度有所

提高, 其中近一半学生认为课程教学的帮助很大(图1B)。如果将学生的能力提升进行细化, 可以看到, 约40%的学生提升了对伦理问题的敏感度; 20%左右的学生提升了对工程伦理概念的认识和理解, 对工程伦理问题的分析能力和对工程师职业道德和规范的掌握。相比而言, 大部分学生仍然认为自己缺少处理或解决工程伦理问题的能力(图1C)。

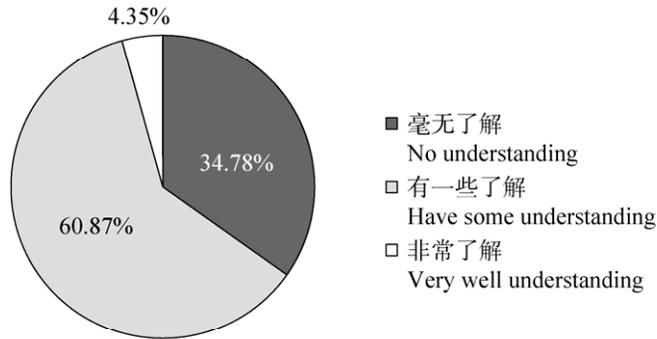
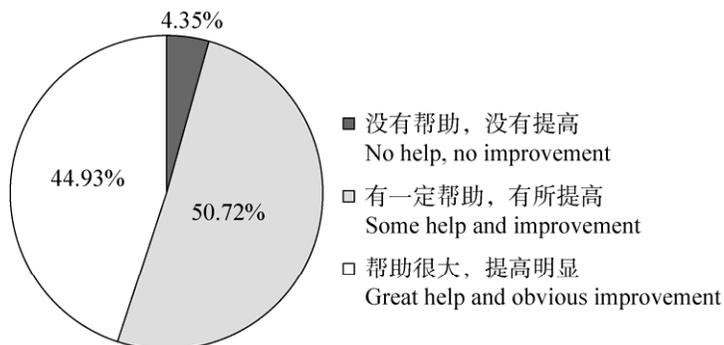
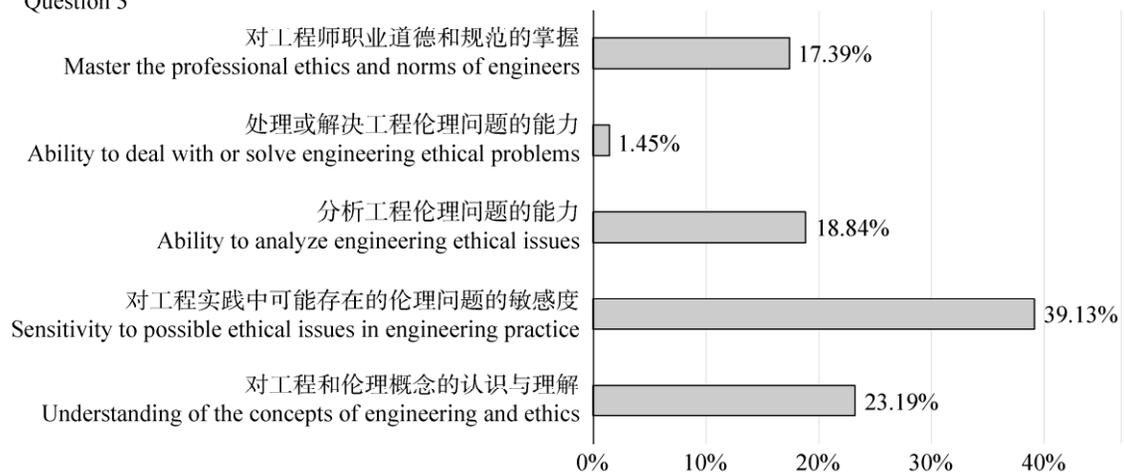
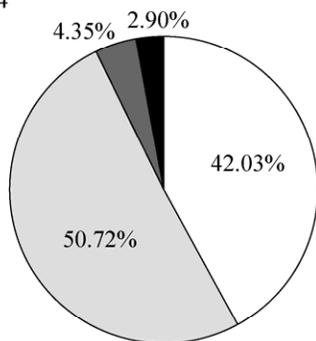
A 第1题
Question 1B 第2题
Question 2C 第3题
Question 3

图1 对工程伦理概念和伦理问题敏感性的提升

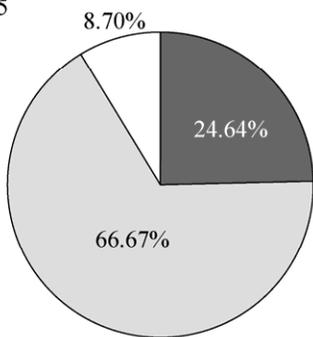
Figure 1 Improvement of sensitivity to engineering ethical concepts and ethical issues.

(2) 课程学习与学生自身科研工作的关联
从图2的统计结果可以看到, 超过90%的学生认为, 课程学习有益于今后科研工作的开展(图2A), 并且也初步分析了自己后续可能会遇到

的工程伦理问题(图2C)。由此可见, 学生确实提升了对伦理问题敏感性。此外, 有近75%的学生表示后续将适时自主开展对工程伦理内容的学习, 体现出学生整体工程伦理意识的增强(图2B)。

A 第4题
Question 4

- 有较大帮助
Great help
- 有一些帮助
Some help
- 有少量帮助
A little help
- 没有帮助
No help

B 第5题
Question 5

- 没有想法
No idea
- 有兴趣, 会根据时间安排学习
Interested and will study according to the schedule
- 非常感兴趣, 会主动安排学习时间
Very interested and will actively arrange learning time

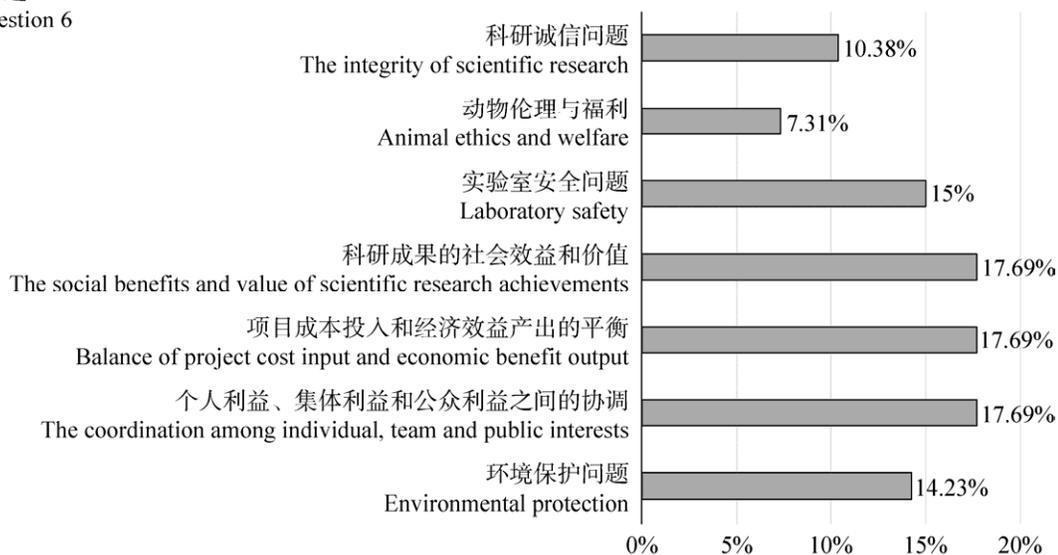
C 第6题
Question 6

图2 课程学习与学生自身科研工作的关联

Figure 2 The relationship between curriculum learning and students' research work.

(3) 对工程师职业道德与责任的理解
在面对一些实际的工程伦理问题时, 学生

是否能够从社会责任意识出发, 做出自己的分析与判断, 是课程教学效果的重要体现。因此,

问卷设计了3个问题,分别从工程师个人、企业、雇员与企业的关系角度,对上述问题进行调查。从结果来看,近80%的学生认为工程师的价值应当优先体现在其社会价值和社会责任方面(4分),其次才表现为工程师的群体价值、个人价值以及企业利益的实现方面(图3A)。从生物医药企业的角度,超过70%的学生认为企业生产应首要关注社会公众利益,然后兼顾企业自身利益(图3B)。上述结果反映出,学生在

课后初步建立了工程师的社会责任意识,并以此指导自己对问题的决策。但是在面对更为复杂的情况,如第3题中涉及雇员与企业之间的关系时,学生的回答就较为谨慎,有71%的学生做出了“根据实际情况考虑”的中性选择(图3C)。

从问卷调查结果可知,课程教学达到了大纲要求的基本目标,即提高学生对工程伦理概念的理解,建立对伦理问题的敏感度,树立正确的社会责任感意识。但是如何处理和解决复

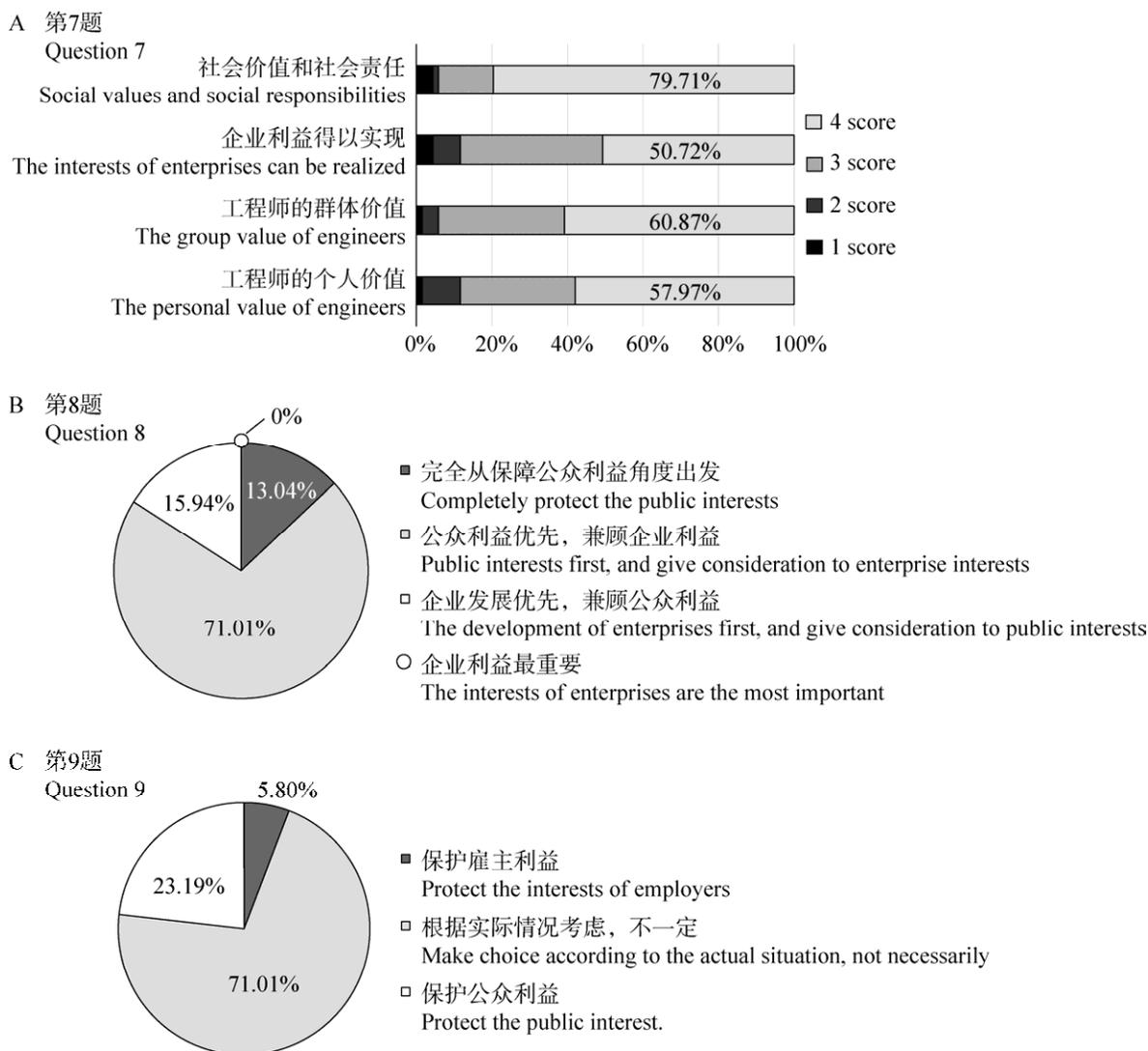


图3 对工程师职业道德与责任的理解

Figure 3 Understanding of professional ethics and responsibilities of engineers.

杂的工程伦理问题,例如当工程师面对多方利益冲突和压力时的抉择,则需要依靠学生未来长期的知识储备与实践经验的积累。

5 总结与展望

生物与医药产业直接关系着公众的健康与福祉。在新冠疫情的背景下,我国生物与医药企业的发展得到了政策的大力支持,但是从业人员是否具备高尚的道德情操和社会责任感,恪守职业道德规范,将决定着该产业最终能否真正发展壮大。在此背景下,生命学院面向生物与医药方向的学生开设“工程伦理”课程,符合国家与地区的战略需求。在总结往年教学经验的基础上,特针对今后的课程教学与建设,提出如下建议。

(1) 理论与案例教学相呼应

教师在授课过程中容易出现的问题是理论与案例教学的脱节,即先集中开展理论学习,然后再进行案例分析。理论概念是从案例中总结凝练而来,因此,应将典型案例整合到理论教学过程中,利用案例分析帮助理论具现化,促进学生对理论概念的理解。同时,要认识到生物与医药是交叉学科的特点,在选择代表性案例时可以扩展到相关领域,如化学、化工、物理、材料等学科,帮助学生建立起大科学观。

(2) 强化工程师的社会责任

由于学生以往没有正式接触过工程伦理的概念,因此教师在课堂上优先考虑的是如何能快速吸引学生的学习兴趣,理解有关概念和提高伦理问题敏感度,而对工程师社会责任的系统性教学略有不足。后续可以有针对性设立独立章节,通过选取代表性人物案例,引导学生思考在面对复杂利益冲突时,如何坚守工程师的职业道德与社会责任。这也是课程教学持续改进的方向和最终目标。

(3) 深入细化开展教学效果反馈

对学生进行调查是进行教学目标达成度分析最为直接和有效的途径。目前采用的问卷内容设计较为粗犷,后续应当在教学方法、案例选择、学生的学习收获、对伦理问题的决策能力和工程师社会责任感几个方面,通过题目内容的重新设计以及题目类型的搭配,达到深入和细化评价教学效果的目的,为课程持续改进提供参考。

REFERENCES

- [1] 曾永卫,易兵. 国际工程伦理教育对我国工程师伦理培养的启示[J]. 湖南工程学院学报(社会科学版), 2020, 30(4): 107-110.
ZENG YW, YI B. Enlightenment of international engineering ethics education on the ethical training of Chinese engineers[J]. Journal of Hunan Institute of Engineering (Social Science Edition), 2020, 30(4): 107-110 (in Chinese).
- [2] 李一平,张楠,朱立琴,张小龙,王黄莫楠. 高校工程伦理的教育教学探析[J]. 高教学刊, 2021, 7(26): 122-125.
LI YP, ZHANG N, ZHU LQ, ZHANG XL, WANG HMN. On the education and teaching of engineering ethics in colleges and universities[J]. Journal of Higher Education, 2021, 7(26): 122-125 (in Chinese).
- [3] 孙丽丽,张婷婷. 新工科视角下工程伦理教育的现状分析与对策研究[J]. 长春大学学报, 2021, 31(6): 44-48.
SUN LL, ZHANG TT. Analysis of current situation of engineering ethics education from the perspective of new engineering education and its countermeasures[J]. Journal of Changchun University, 2021, 31(6): 44-48 (in Chinese).
- [4] 王冬梅,王柏峰. 美国工程伦理教育探析[J]. 高等工程教育研究, 2007(2): 40-44.
WANG DM, WANG BF. Engineering ethics education in USA[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2007(2): 40-44 (in Chinese).
- [5] 胡文龙. 美国工程伦理教育评价研究[J]. 北京航空航天大学学报(社会科学版), 2011, 24(6): 102-107.
HU WL. On evaluation of engineering ethics education in American[J]. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics (Social Sciences Edition), 2011, 24(6): 102-107 (in Chinese).

- [6] 唐丽, 田鹏颖. 日本工程伦理思想探略[J]. 辽东学院学报(社会科学版), 2007, 9(1): 29-32.
TANG L, TIAN PY. Japanese engineering ethics[J]. Journal of Liaodong University (Social Sciences Edition), 2007, 9(1): 29-32 (in Chinese).
- [7] 吴晓明, 李冬林, 孙金凤, 郭述晖. 2015 版中国工程教育认证标准研究[J]. 机械工业标准化与质量, 2017(5): 21-24.
WU XM, LI DL, SUN JF, WU SH. Research on 2015 edition of China engineering education certification standard[J]. Machinery Industry Standardization & Quality, 2017(5): 21-24 (in Chinese).
- [8] 李柏姝, 付立冬, 单明军. 以提高道德敏感性为导向的工程伦理课程思政研究[J]. 中国现代教育装备, 2021(13): 93-95.
LI BS, FU LD, SHAN MJ. Curriculum ideological and political research on engineering ethics guided by improving moral sensitivity[J]. China Modern Educational Equipment, 2021(13): 93-95 (in Chinese).
- [9] 宁传艺. 医学专业生物安全教学现状及课程设置策略[J]. 内科, 2020, 15(6): 763-764, 770.
NING CY. Current status of biosafety teaching for medical majors and curriculum strategy[J]. Internal Medicine, 2020, 15(6): 763-764, 770 (in Chinese).
- [10] 乌云娜, 张小红. 生物安全评价技术研究生课程教学改革与探析[J]. 中国现代教育装备, 2017(21): 35-36.
WU YN, ZHANG XH. Teaching reform and analysis of postgraduate course of biosafety evaluation technology[J]. China Modern Educational Equipment, 2017(21): 35-36 (in Chinese).
- [11] 张帆, 黄树林. “生物安全技术和法律法规”课程实践与探索[J]. 科教文汇(中旬刊), 2009(6): 223.
ZHANG F, HUANG SL. Practice and exploration on the course of biosafety technology and laws and regulations[J]. The Science Education Article Collects, 2009(6): 223 (in Chinese).
- [12] FAN HH, WANG LQ, LIU WL, AN XP, LIU ZD, HE XQ, SONG LH, TONG YG. Repurposing of clinically approved drugs for treatment of coronavirus disease 2019 in a 2019-novel coronavirus-related coronavirus model[J]. Chinese Medical Journal, 2020, 133(9): 1051-1056.
- [13] 张琴, 李艳宾. 强化创新能力的研究生“合成生物学”课程教学模式探讨[J]. 高校生物学教学研究(电子版), 2019, 9(6): 29-32.
ZHANG Q, LI YB. Exploration on the teaching mode of synthetic biology course for improving the innovation ability of postgraduates[J]. Biology Teaching in University (Electronic Edition), 2019, 9(6): 29-32 (in Chinese).
- [14] 路志群, 王兆慧, 邓自发, 叶辉. 合成生物学课程的本科生教学方法改革[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(30): 378-379.
LU ZQ, WANG ZH, DENG ZF, YE H, School of Life Sciences, Nantong University. Reform of teaching methods of undergraduate students of synthetic biology course[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2015, 43(30): 378-379 (in Chinese).
- [15] 张箐, 涂晓春. 工程伦理课程研究生思维模式开发探讨[J]. 科教导刊, 2021(10): 22-24.
ZHANG Z, TU XC. Discussion on the development of graduate students' thinking mode of engineering ethics course[J]. The Guide of Science & Education, 2021(10): 22-24 (in Chinese).
- [16] 何菁, 丛杭青. 中国工程伦理教育的实践创新探析[J]. 江苏高教, 2017(6): 29-33.
HE J, CONG HQ. Practical innovation of engineering ethics education in China[J]. Jiangsu Higher Education, 2017(6): 29-33 (in Chinese).
- [17] 易军艳, 冯德成. 交通工程类工程伦理课程建设与教学效果分析[J]. 高教学刊, 2022, 8(6): 1-7.
YI JY, FENG DC. Construction and teaching effect analysis of engineering ethics course in traffic engineering[J]. Journal of Higher Education, 2022, 8(6): 1-7 (in Chinese).

(本文责编 郝丽芳)