

## 工程伦理教育在工科通识教育中的作用和实践

The Role and Practices of Engineering Ethics Education in the Liberal Arts Education for Engineering Students

赵劲松 /ZHAO Jinsong 邱彤 /QIU Tong 陈丙珍 /CHEN Bingzhen

(清华大学化工系, 北京, 100084)  
(Department of Chemical Engineering, Tsinghua University, Beijing, 100084)

**摘要:** 随着国家发展进入新时代, 如何在工程领域培养一批又一批具备能够满足人民日益增长的美好生活需要的价值观和技能的人才, 则成为解决新的主要社会矛盾的关键。在技能和价值观二者之中, 价值观的教育和养成更为重要, 难度更大。学界正在推行通识教育, 力图通过通识教育培养工对学生对“真、善、美”的鉴赏力和理想追求。然而, 由于通识教育目标不明确等诸多因素, 工科的通识教育效果尚不理想, 出现了通识教育与专业教育脱节的现象。为此, 我们在化学工程教育中开设了具有中国特色的《化学工程伦理》研究生必修课程, 试图将它作为专业教育和通识教育之间的桥梁, 期望能为培养适应新时代要求、具有全球胜任力和竞争力的一流工程人才探索一条新路径。

**关键词:** 工程伦理教育 通识教育 社会主义核心价值观

**Abstract:** The nature of science is to discover while the nature of engineering is to create. With China's development entering the new era, how to cultivate numerous talents with appropriate values and skills that can meet the people's desire for a beautiful life will be critical for solving the major social contradictions. However, between skills and values, education on the latter is more important and more challenging. Therefore, liberal arts education is being promoted in the engineering education in China in order to cultivate the appreciation and pursuit of truth, kindness and beauty. Unfortunately, the liberal arts education of engineering students is not satisfactory due to unclear engineering goals and improper curriculum setup, which has resulted in a big gap between the liberal arts education and the professional education. In order to bridge the gap, we started a new course named Chemical Engineering Ethics, a mandatory course for graduate students of chemical engineering at Tsinghua University. This paper has briefly analyzed the problems in the current liberal arts education for engineering students and described the practices in the chemical engineering ethics education.

**Key Words:** Engineering ethics education; General education; Core socialist values

中图分类号: N0 文献标识码: A DOI: 10.15994/j.1000-0763.2021.01.017

### 一、工科通识教育的必要性

我国工科教育正面临经济、环境、资源等问

题带来的挑战, 为了应对这些挑战, 政府与学界应去发展和实施一个新的工科教育模式。这种模式必须综合技术和人文, 对工科学生进行全面教

**基金项目:** 中国工程院咨询研究项目“我国工程科技人才通识教育发展战略研究”(项目编号: 2018-XY-48)。

**收稿日期:** 2018年10月17日

**作者简介:** 赵劲松(1969-)男, 辽宁营口人, 清华大学化工系教授, 研究方向为化工安全。Email: jinsongzhao@tsinghua.edu.cn

邱彤(1971-)女, 河北丰南人, 清华大学化工系教授, 研究方向为过程系统工程。Email: qiutong@tsinghua.edu.cn

陈丙珍(1936-)女, 江苏无锡人, 清华大学化工系教授, 研究方向为过程系统工程。Email: dcecbz@tsinghua.edu.cn

育,必须包含面向国际化、科技强国、工程实践、技术前沿挑战的通识性工程教育。因此,探索我国高校工科人才通识教育的发展战略,对培养新时代工科创新型人才至关重要。

事实上,通识教育在我国高等教育的历史上并不是一件新鲜事物,解放前,我国若干著名学府包括清华大学、北京大学等曾经效仿欧美大学实施过通识教育,并取得了很好的效果。解放后,由于各类人才极其匮乏,国民经济的建设急需快速培养一大批工程专业技术人才,加之当时的冷战格局也迫使我国全面学习前苏联的专业化教育模式。这种教育模式也确实适应了我国当时经济发展的需要,所培养的人才确实能够有效解决当时的社会主要矛盾。例如,建国初期,党的八大报告指出:我们国内的主要矛盾,已经是人民对于建立先进的工业国的要求同落后的农业国的现实之间的矛盾,已经是人民对于经济文化迅速发展的需要同当前经济文化不能满足人民需要的状况之间的矛盾。改革开放后,1981年十一届六中全会对我国社会主要矛盾的规范表述:在社会主义改造基本完成以后,我国所要解决的主要矛盾,是人民日益增长的物质文化需要同落后的社会生产之间的矛盾。所以,我们不能对过去的人才培养模式采取历史虚无主义态度,要充分肯定其历史价值和作用。专业化的人才培养模式,对我国国民经济在改革开放后短短的四十年时间里创造奇迹,人民生活实现小康起到重要的推动作用,因为人才是第一生产力。马克思也曾指出:一切划时代的体系的真正内容都是由于产生这些体系的那个时期的需要而形成引起的。<sup>[1]</sup>

随着中国特色社会主义进入新时代,我国社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡、不充分的发展之间的矛盾。可见,着力解决不平衡、不充分的发展,是新时代的工作重点。例如,高速工业化、城镇化的进程在释放了巨大发展红利的同时,也导致了生态环境与资源的恶化,这种人与生态环境协调发展之间的严重不平衡问题,如果不能有效解决,就无法满足人民日益增长的美好生活需要。为了解决这个主要矛盾,过去的人才培养模式是否需要改变?

要回答这个问题,不妨再次审视一下过去的人才培养模式存在的主要问题。实际上,很多专家学者对这一问题都进行了论述。例如张亮认为:

改革开放以后,随着国际国内形势以及社会发展需要的变化,传统的专业教育模式的内在局限性开始暴露。<sup>[1]</sup>首先,它的实用性指导思想导致了人才培养的功利主义趋向,弱化了对学生人文素养的培育。其次,这一模式过分强调专业培养,使学生无法形成宽广的理论视域和全面发展的素质基础,难以获得可持续的自我发展能力。再次,这种模式主要强调知识和技能教育,相对忽视人的价值情感,泯灭了学生的个性差异。又如,陆一认为:旨在快出有用人才而使人才培养过度专业化的弊端也很明显,和上一辈受过传统人文教育熏陶的科学家相比,新中国培养的科技人才在人文素养上存在系统性缺憾。<sup>[2]</sup>人们开始担忧,教育体系的失衡将从整体上使我国产生丰富灵活的创造性人才的土壤板结。

为此,为了克服专业教育模式的弊端,推广实施通识教育已经成为我国高等教育改革的重要内容。<sup>[3]</sup>

## 二、工科通识教育存在的问题分析

通识教育的重要价值已经为越来越多的高校所认识,但是,通识教育的成效似乎并不乐观。例如,张亮在其论文中指出,<sup>[1]</sup>在人民群众和教育主管部门看来,这些改革雷声大,雨点小,似乎并没有实效;在任课教师看来,改革信念虽然坚定,措施却未必得当;广大接受通识教育的学生也不买账,觉得水货多,干货少,对自己的成长和发展意义不大。

那么通识教育的问题又出现在哪里?笔者认为造成通识教育成效欠佳的主要原因是对其内涵的理解尚未厘清,尚未达成教育者的一致,甚至可以说,仁者见仁智者见智。大家都知道通识教育的主要目全面提高学生的人文素养。但是,人文素养的含义又是什么?如何培养人文素养?理、工、农、医、文、史、哲、经、管、法、军、教等各个学科门类的学生的人文素养的要求是否完全相同?如果不同,如何进行差异化培养和检验?

人文素养的核心是价值观的培养。这就涉及到高等教育的人才培养的一些根本问题:培养什么人、如何培养人以及为谁培养人。要培养德智体美全面发展的社会主义建设者和接班人,必须培养并践行社会主义核心价值观。正如习近平总书记于2014年5月4日在北京大学师生座谈会上所说

“人类社会发展的历史表明，对于一个民族、一个国家来讲，最持久、最深层的力量是全社会共同认可的核心价值观。核心价值观，承载着一个民族、一个国家的精神追求，体现着一个社会评判是非曲直的价值标准。古人说，大学之道，在明明德，在亲民，在止于至善。核心价值观，其实就是一种德，既是个人的德，也是一种大德，就是国家的德，社会的德。国无德不兴，人无德不立。”

那么社会主义核心价值观是什么？在国家层面的价值要求就是富强、民主、文明、和谐；在社会层面的价值要求是自由、平等、公正、法治；在公民层面的价值要求是爱国、敬业、诚信、友善。<sup>[4]</sup>

而对于工科学生来讲，由于其将来从事的工程项目，具有复杂的社会属性，因此，工科学生的社会主义核心价值观的培养既要重视个人的价值观培养，又要重视社会层面的价值观培养，缺一不可。否则，将来走向工作岗位，将会由于缺乏社会层面的价值观，做出的决策和采取的行动就可能违反社会的价值要求，即“自由、平等、公正、法治”，而会对社会造成危害。比如工程项目决策不当可能会导致侵犯公众的人身自由，甚至伤害公众的健康和生命安全的事件的发生。

这些核心价值观既是私德，也是公德，这些价值观一旦养成，则会显著提升工科学生的人文素质。那么对于化学工程这个学科的学生而言，这些价值观在生活和工作中分别意味着什么？应该怎么做才能自觉践行这些核心价值观？这是我们在本学科的通识教育中所要考虑的核心问题。

我们知道，在大学阶段，思想道德修养与法律基础是大学生进入大学后的第一门思想政治理论课。这门课程的教学目的是通过对大学生进行理想、信念、爱国主义、人生价值、道德修养和法律基础等方面的教育，使大学生系统认识提高自身道德和法律素质的重要性，掌握修身养性、陶冶情操的知识和方法。<sup>[5]</sup>研究生阶段在人文素质方面的必修课程主要是《自然辩证法》、《中国特色社会主义理论与实践研究》、《中国马克思主义与当代》等课程。这些课程都或多或少都涉及了社会主义核心价值观的教育，但是还停留在理论层面的讲解，缺乏在工程实践中自觉践行社会主义核心价值观的指导和检验。因此，这些人文素质课往往存在理论与实践、特别是工程实践脱节的问题。而这种理论与实践的脱节，就是立德树人方面的一个硬伤，是我国

出现“豆腐渣”工程、松花江污染事件、毒奶粉事件、疫苗事件、天津港爆炸事件等恶劣问题的根本原因。立德树人的成效是检验学校一切工作的根本标准，必须下大力气解决这个问题。

### 三、化学工程伦理教育的探索与实践

为了解决这一问题，需要在通识课和专业课之间建立一座桥梁，即开展工程伦理教育。同时，工程教育强国的战略要求加强工程伦理教育，社会经济发展阶段也呼吁开展工程伦理教育，<sup>[6]</sup>但是，国内的工程伦理教育存在诸多问题，迫切需要进行本土化改革。<sup>[7]</sup>为此，笔者将以在我们开展的《化学工程伦理》教育为例，阐明这一经过“本土化”的课程应该是适合我国当前工科通识教育的一个重要抓手和行之有效的实践途径。

所谓伦理是指在处理人与人，人与社会相互关系时应遵循的道理和准则。道德与伦理具有本质上不同的意义。<sup>[8]</sup>道德更突出个人因为遵循规则而具有的德性，伦理则突出依照社会或团体的规范来处理人与他人、人与社会、人与自然之间的关系。道德是自律的，伦理是他律的。伦理规范既是行为的指导，又是行为的禁例，规定者什么是应当做的，什么是不应当做的，因而同时也就规定了责任。在一个复杂的社会环境中或工作环境中，会存在不同的道德层次上的人，这些人可能是上下级关系、同事关系、亲友关系、客户关系、师生关系甚至毫无关系等等，如何按照道德标准去行动，就变成了伦理问题。因此，伦理蕴含着道德，又高于道德，是面向生活的，是治世务实的。伦理强调的是知行合一。

工程伦理是指在工程领域必须遵守的伦理道德原则。如果在工程活动中的行为主体，例如工程师或工程项目管理部门负责人，在工程项目的生命周期的任何一个阶段不遵循工程伦理，那么工程活动就可能对人、社会或自然环境造成不利影响或灾难性的破坏。

我们从2015年春季学期开始，为研究生开设《化学工程伦理》选修课。一年之后，该课程成为该系研究生的必修课。每年有近90人学习这个课程。为了让这个课程具有旺盛的生命力，让已经从小学到大学选修过很多门思想品德课的研究生群体感兴趣，主讲教师编辑整理了近20个化学工程项目生

命周期不同阶段(包括研发、规划、设计、施工、运行、维护、应急、废止等)的工程伦理中国案例,在课堂上进行案例教学,利用这些案例,开展互动,师生互动,生生互动。组织同学扮演不同角色(代表不同的利益相关方),开展课堂讨论,通过讨论,让同学们深刻认识到在工程实践中践行工程伦理的困难,并教给同学们把工程伦理原则当做解决工程伦理问题的有力思想武器,进行复杂的工程决策。

这些工程伦理原则是工程中得到论证的道德价值,是工程活动中必须遵守的“德行”(Virtues)和“卓越”(Excellences)。<sup>[9]</sup>具体包括功利主义原则,责任伦理原则,权利伦理原则和美德伦理原则等。一个工程决策如果违背这四个原则的任何一个原则,则是错误的决策。

功利主义原则认为一种行为如果有助于增进大多数人的幸福,则是正确的行为。但是仅仅从功利主义原则出发,往往可能会遇到决策困境。一方面很难知道这种幸福是短期的幸福还是长期的幸福,另一方面,不清楚所谓的大多数人是指哪些人,是一个小团体里的大多数人,一个地方的大多数人,全国的大多数人,还是全球的大多数人。而事实上,很多有问题的工程项目,就是因为其重大决策增进了某个小团体的大多数人的幸福,而损害了公众的幸福,出了问题。

为了避免陷入功利主义原则的困境,需要进一步利用其他几个伦理原则去检验工程决策的正确性。责任伦理原则认为一种行为如果是尊重了他人的权利和自由,则是好的行为。<sup>[10]</sup>权利伦理原则认为人都拥有值得他人尊敬的一些基本权利。而这些权利包括公民的自由权利、平等权利、被公正对待的权利等等。可见,责任伦理原则和权利伦理原则也是检验一个工程行为或一个工程决策是否符合社会主义核心价值观当中社会层面的价值要求的伦理原则。美德伦理原则认为一个行为如果展现好的性格特点,则是正确的行为。<sup>[10]</sup>这些好的性格特征包括:负责、诚实、胜任、忠诚、可信、公正、关爱、公民精神、尊敬等等。可见,美德伦理原则是检验一个工程行为或一个工程决策是否符合社会主义价值观当中公民个体层面的价值要求的伦理原则。

除了上述工程伦理原则,很多国家的工程师行业群体,还有一套伦理章程,具体地指导工程实践。伦理章程是对个体从业者责任的一种集体

认识,既是个体工程师个人责任的承诺,也是工程师协会整体对社会公众做出的承诺。如果化学工程师在我国的工程实践中能够按照这些章程行事,那么就可以把这些章程看做化学工程师在工作中践行爱国、敬业、诚信、友善这些公民个人层面社会主义核心价值观的具体行为指引。例如,美国化学工程师学会的伦理章程的表述如下:

The Board of Directors of the American Institute of Chemical Engineers adopted this Code of Ethics to which it expects that the professional conduct of its members shall conform, and to which every applicant attests by signing his or her membership application. Members of the American Institute of Chemical Engineers shall uphold and advance the integrity, honor and dignity of the engineering profession by: being honest and impartial and serving with fidelity their employers, their clients, and the public; striving to increase the competence and prestige of the engineering profession; and using their knowledge and skill for the enhancement of human welfare. To achieve these goals, members shall:

1. Hold paramount the safety, health and welfare of the public and protect the environment in performance of their professional duties(爱国、敬业)。
2. Formally advise their employers or clients (and consider further disclosure, if warranted) if they perceive that a consequence of their duties will adversely affect the present or future health or safety of their colleagues or the public(敬业)。
3. Accept responsibility for their actions, seek and heed critical review of their work and offer objective criticism of the work of others(敬业)。
4. Issue statements or present information only in an objective and truthful manner(诚信)。
5. Act in professional matters for each employer or client as faithful agents or trustees, avoiding conflicts of interest and never breaching confidentiality(诚信)。
6. Treat all colleagues and co-workers

fairly and respectfully, recognizing their unique contributions and capabilities by fostering an environment of equity, diversity and inclusion(友善).

7. Perform professional services only in areas of their competence (敬业).

8. Build their professional reputations on the merits of their services (敬业).

9. Continue their professional development throughout their careers, and provide opportunities for the professional development of those under their supervision (敬业、友善).

10. Never tolerate harassment (友善).

11. Conduct themselves in a fair, honorable and respectful manner (诚信).

化学工程师的伦理章程要求化学工程师在实践中要把公众的安全、健康和福祉放在首位,并保护环境,而且这是第一项要求和承诺。事实上,这一点正是化学工程师在工程实践中爱国的具体体现和要求。反之,如果在工程实践中连这一点都做不到,爱国岂不是空谈?同样,伦理章程对化学工程师在实践中的敬业的具体要求包括:(1)当感到所履行的职责可能对同事或公众的安全和健康带来不利后果的时候,就要向雇主正式地提出建议。如果自身的权益能得到保障,要考虑进一步披露出来;(2)要对自己的行为负责,积极征求他人对自己工作的批评意见,同时也向他人提供自己的客观批评意见;(3)在自己的能力范围内提供服务;(4)用自己的服务业绩构筑自己的职业声望;(5)应在整个职业生涯中不断进修。伦理章程对化学工程师在实践中的诚信的具体要求包括:(1)以客观和真实的方式发布信息;(2)以专业的方式为雇主或客户担任忠实的代理人或受托人,避免利益冲突;(3)以公正、高尚和令人尊敬的方式去做事。伦理章程对化学工程师在实践中的友善的具体要求包括:(1)要以公平、尊敬的方式对待同事,承认他们独特的贡献和能力,努力构筑平等、多元、包容的工作环境;(2)要为下属提供职业发展机会;(3)绝不姑息任何形式的骚扰。

值得强调的一点是:了解、尊重和践行其他国家的化学工程伦理章程,也有利于培养全球胜任力和竞争力的化学工程人才。因为这些章程是得到论证的道德价值,是应该自觉融入工程活动的德

性和卓越。事实上,近年来,我国海外投资逐年上涨(见图1),这些投资当中,石油、天然气、矿产占了相当大的比例。但是,部分海外投资被批评对环境问题没有显示出足够的关注;中石油和中石化在蒙古、印度尼西亚、墨西哥及加蓬的某些项目都遇到了当地环境组织的抵制及政府环境规制方面的问题。<sup>[12]</sup>这说明我们从事海外投资和建设的人才的全球胜任力出现了比较严重的问题。而这一问题如果得不到及时纠正,将会极大削弱我国海外投资的竞争力,进而对我国提出的“一带一路”倡议造成不利影响。而要改变这样的现状,遵行这些得到论证过的具有全球性伦理价值观,则是一副良药。

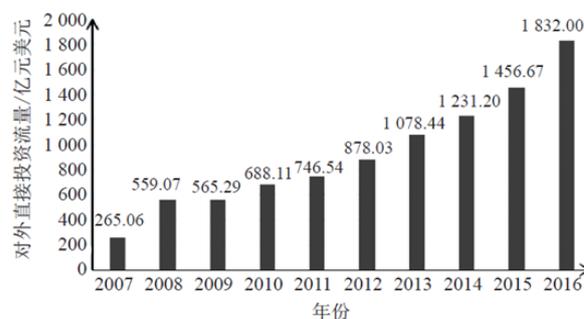


图1 我国直接对外投资流量<sup>[11]</sup>

尽管案例互动教学通过课堂上的讨论和思辨加深学生们对工程伦理的认识和应用水平,而且这些讨论往往会冲击同学们的心灵深处,但是毕竟还是坐而论道,没有经过实践的检验。为此,课程主讲教师用作业的形式,设置了社会调查环节,让学生们去调查自己家乡的重点排污单位是否都公开了环境信息。对于未公开环境信息重点排污企业,请学生们通过电话、发邮件、网上留言等形式联系相关企业和当地环保局,依法督促相关企业公开环境信息,让学生们学以致用,以“公众参与工程”<sup>[13]</sup>的方式为地方环境保护做出自己的贡献。这种社会实践检验了同学们的学习成效,锻炼了利用工程伦理原则、依法处理复杂社会问题的能力,提升了伦理实践技能。同时,在工程伦理教学方面,这也是一种工程伦理教育的实践<sup>[14]</sup>转向尝试。图2展示了某个同学通过微博的形式向山西省环保厅反映有关企业环境信息公开的情况。

另外,为丰富课堂教学内容,更加真实反映工程实践一线的伦理场景,本课程还专门邀请多位校外专家给同学们讲授环境法立法和执法过程中的案例、安全评价中的伦理案例和责任关怀的最佳实践等(见图3)。让同学们不仅关注灾难性

案例,同时也注重“善良工程”,给同学们以切实可行的伦理指引。从学习成效来看,很多同学都对这门课给予了较高的认可。例如:陈XX同学认为:“在课程中,感触最深的莫过于课堂上的讨论,当我们自己面对各式各样的伦理问题,我们会如何选择。”;蒋X同学说:“非常感谢赵老师能从不一样的视角带我们重新审视我们所选择的专业。比起那些具体的化工技术,这门课更可以说是指导思想上的强化。恪守伦理的准则,怀着对法律的敬畏,对人和自然的关心,再去落实手上的工作,在全局来看,一定是更加高效,更加可持续的。”



图2 某同学通过微博向山西环保部门反映企业环境信息公开情况



图3 外请专家给同学们讲授安全评价中的伦理问题

## 结束语

从上述同学对这门课的收获体会可以看到,工程伦理确实不同于其他人文素质课。这门课所传授的理论正是指导工科学生在工程实践中践行社会主义核心价值观的具体指引,可操作性强。通过主讲教师以案例教学、互动式教学和社会调查的方式,强化和检验了理论与实践的知行合一,提升了学生们的伦理实践技能,克服德育空泛化,<sup>[15]</sup>达到了通识教育的目的,为工科通识教育探索

了一条有效的“本土化”路径。正如闻一多先生对当年清华开设的《伦理演说》课程的评价:乃实用之伦理,非徒空文而已。

## [参考文献]

- [1] 张亮. 我国通识教育改革的成就、困境与出路[J]. 清华大学教育研究, 2014, 35(6): 80-99.
- [2] 陆一. 从“通识教育在中国”到“中国大学的通识教育”[J]. 中国大学教学, 2016, 9: 17-25.
- [3] 高榆、张宝、胡良梅. 高校工科通识教育改革的现状分析及提升策略研究—以合肥地区某高校为例[J]. 合肥工业大学学报(社会科学版), 2018, 32(3): 138-144.
- [4] 北京大学党委宣传部. 铸魂: 社会主义核心价值观十二讲[M]. 北京: 北京大学出版社, 2017.
- [5] 杨树美. 儒家伦理思想在《思想道德修养与法律基础》教学中的运用初探[A], 云南师范大学马列部(社会发展学院)组: 云南师范大学思想政治理论课教育教学研究与理论探索[C], 云南省中国近代史研究会, 2010, 5.
- [6] 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, 38(4): 1-8.
- [7] 王进、彭好琪. 工程伦理教育的中国本土化诉求[J]. 现代大学教育, 2018, 4: 85-91.
- [8] 黑格尔. 法哲学原理[M]. 范扬、张企泰译, 北京: 商务印书馆, 1996.
- [9] 李正风、丛杭青、王前. 工程伦理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2016.
- [10] Charles, B. *Fleddermann. Engineering Ethics* [M]. Pearson Education, Inc., 2011, 42-44.
- [11] 丁志. 中国企业海外投资的宏观环境风险研究——以“一带一路”沿线26个国家为例[J]. 苏州市职业大学学报, 2018, 29(1): 7-12.
- [12] 韩秀丽. 中国海外投资中的环境保护问题[J]. 国际问题研究, 2013, (5): 103-115.
- [13] 陈夕朦、丛杭青. “公众参与工程”的形态路径研究——以九江石化反PX项目为例[J]. 自然辩证法通讯, 2018, 40(6): 86-93.
- [14] 陈大柔、郭慧云、丛杭青. 工程伦理教育的实践转向[J]. 自然辩证法研究, 2012, 28(8): 31-37.
- [15] 朱高峰. 对工程伦理的几点思考[J]. 高等工程教育研究, 2015, (4): 1-4

[责任编辑 李斌]