面向未来的工程伦理教育

林健 衣芳青

I簡 要】随着工程技术创新步伐加快、工程的复杂性以及工程影响范围不断扩大,未来工程伦理问题将成为工程实践主体必须解决好的重要问题,为此,开展面向未来的工程伦理教育将成为培养未来高素质卓越工程人才的一项重要任务。本文首先依次分析了未来工程伦理问题及其特征和未来工程伦理范畴及侧重,然后提出了面向未来的工程伦理教育目标及我国工程伦理教育面临的问题,接着分别从面向未来的工程伦理教育的课程建设和教学内容、教学方式和教学评价、教师队伍建设、教育教学资源建设四个方面详细讨论了面向未来的工程伦理教育的具体内容,以期为各类高校在培养未来卓越工程人才过程中开展工程伦理教育提供借鉴和参考。

关键词】工程伦理教育 工程师 伦理准则 面向未来 职业伦理

一、引言

工程通常被认为是有目的、有组织地改造世界的实践活动。[1]如今工程的概念正在发生变化,工程不仅包括设计建造项目,还包括新技术的开发和其他创新活动。当今工程呈现出新的发展特点,现代工程数量、规模和影响范围之大前所未有。在全球范围,人工智能、信息工程、生物工程等新工程技术层出不穷,超级工程数量不断增多,工程技术大规模发展的同时其负面效应日渐突出;在国家层面,面对贸易摩擦和技术封锁的国际形势,中国不断强调建设创新型国家和建设世界科技强国,逐渐从"跟跑者"成为"领跑者"。在"一带一路"等战略推动下,中国工程在世界的覆盖面和影响力不断扩大。

近年来,工程事故频繁发生,许多工程技术例如转基因技术和胚胎技术、P-Xylene项目、人工智能等已经产生越来越多的伦理争议,科学技术发展不确定性的固有属性使得未来将出现更多挑战性的伦理问题。如果目前的发展思维一味强调创新,缺乏对工程伦理问题的相应关注,未来就可能带来不可控的、不可扭转的伦理风险。由于工程自身的技术复杂性和社会联系性,工程伦理早已不再是工程内部的问题,而是关乎整个人类社

会的生存与发展。面对工程的伦理问题,政府和公众都主张加强对工程活动的监督管理,加快工程规章制度和相关法律制度的建设,然而这些措施主要提供外在的约束力,如果工程技术人员缺乏责任感和工程伦理意识,这些措施只能治标不治本。工程伦理问题的出现往往是由于伦理意识缺失、对工程活动后果估计不足、工程各方利益冲突、自然社会责任意识淡薄等方面的因素造成的,这些都源于工程实践的主体。[2]要提高工程人员的伦理意识,就必须开展工程伦理教育,尤其是对在校工科生开展面向未来的工程伦理教育,就成为培养未来高素质卓越工程人才必不可少的重要内容。

二、未来工程伦理问题及其特征

工程伦理是对工程师和工程活动的规范与指导,其内涵包括两方面,一方面是目标价值追求,即工程和工程师对人类进步的承诺、对提升人类福祉的追求,这也是工程伦理学的基础^[3];另一方面包含各种工程伦理规则和规范,这些具体的道德原则体系影响工程相关者的生活方式、如何做决策,以及这些决策以后如何影响人类社会生活。

1. 未来工程伦理问题

科学技术的创新和快速发展及其在工程中的

收稿日期:2021-07-20

基金项目:"高等学校学科创新引智计划"(B20073)

作者简介:林健,清华大学工程教育研究中心副主任、教育研究院教授、博士生导师;衣芳青,清华大学教育研究院硕士研究生。

应用虽然从主观上会给人类社会福祉带来巨大贡献,但也将不可避免地对人类伦理道德提出严峻的挑战,形成愈发尖锐的未来工程伦理问题,虽然人们不可能准确预见未来可能出现的所有工程伦理问题,但是信息技术、人工智能和生物技术等的应用是形成未来工程伦理问题的主要根源。

- (1) 信息技术。信息技术的发展不仅极大地提高了人类社会生产和工作效率,而且也大大降低生活成本、提高生活便利性。但是信息技术在工程领域的广泛应用将冲击传统道德责任的界限,从而引发了必须高度重视的伦理问题,包括数字化和互联网对各种作品的版权拥有者可能造成的侵权行为,海量信息不受约束的传播和收集对社会公众可能造成的隐私保护问题,虚拟网络世界使得沉迷者对传统社会伦理生活的放弃等等。
- (2)人工智能。人工智能技术可以将人类从一般的智能活动中解脱出来,从而降低人力资源成本和集中精力从事更加高端的智力活动。但是人工智能技术的不当使用就有可能对人类社会构成巨大威胁,引发新的伦理问题,包括机器人对人类的挑战、威胁和伤害;人形机器人对人类生活及其方式的冲击,对法律和公序良俗的挑战;脑机接口技术和人脸识别技术带来的个人隐私问题等等。
- (3) 生物技术。生物技术的发展给人类社会的发展及人类生活环境带来的重大变化,极大地推动了人类社会的进步。但是生物技术也随之带来了一些不可忽视的伦理问题,包括转基因食品可能给人类健康和环境带来的危害,胚胎干细胞研究可能出现的生命伦理问题,克隆技术、器官移植技术和人类基因组计划等可能引发的人类伦理道德问题等等。

满足人类社会发展需求在科学技术上的可能 不能成为伦理道德上的应当,对科学技术及其成 果的应用范围应该保持高度的警惕,未来社会可 能出现的各种工程伦理问题应该得到充分的认识 和重视。

除了上述科学技术的发展外,人类社会价值 观和工程实践环境的改变也将产生不同于当前的 未来工程伦理问题。

(1) 社会主流价值观的变化。社会主流价值 观伴随着人类社会的发展而不断变化,同一类人 群在不同时期也会呈现出不同的道德价值取向, 这些变化决定着人们对客观事物的是非及其重要 性的判断,影响人们生活态度的转变,促进人们追求更理想的生活方式,进而影响工程实践参与者的道德评判和干预,使得当前可以接受或者不存在的工程伦理问题成为未来必须面对和解决的工程伦理问题。因此,未来工程伦理要密切关注社会主流价值观等的变化,及时调整工程实践的道德标准和职业规范。

(2) 多元文化的冲突和影响。随着全球经济一体化进程的快速推进,越来越多的工程走向世界,在多元文化或跨文化的环境下开启工程的全生命周期,这就将产生本土文化和单一文化不存在的工程伦理问题,使得未来工程实践者不仅要面临不同文化和社会制度的挑战,而且要协调和平衡好多元文化之间的利益诉求,从而最大程度避免或减少多元文化冲突对工程的影响。因此,未来工程实践还要注重在多元文化环境下的伦理问题。

2. 未来工程伦理问题的特征

工程技术的高度集成、人们道德价值取向的转变、工程问题复杂性的提升以及工程活动利益相关者的增加^[4]等诸多因素使得未来工程伦理问题具有如下得特征。

(1) 工程伦理问题不确定性高

工程技术的潜在影响和应用场景都具有高度 的不确定性。一方面,工程技术的高度集成意味 着其构成要素和内部结构的高度复杂,作为在当 时环境下工程技术的创造性成果,工程产物对人 与自然的影响存在不确定性;另一方面,许多工程 问题只有在非正常条件下或较长时间后才能暴露 出来,人们无法在设计规划阶段就全面准确地考 虑到未来工程所面临的情境,例如随着全球自然 环境的变化,极端自然条件可能超出规划设计时 的预留阈值,从而使工程风险超出可接受标准;与 此同时,由于认识论的局限,识别未来可能出现的 所有伦理问题几乎是不可能的,加之工程技术可 能被应用到非预想的场景,行业交叉可能直接产 生颠覆性的工程应用,未来将出现很多设计规划 阶段未预期到的工程伦理问题,而对所有这些问 题进行评估和预防则更为困难。

(2) 工程伦理问题出现速度快

传统的和未来的处理工程伦理问题的机制存在明显不同。传统的工程伦理问题可以在较长时段和局域内转化,其留有的时间和空间使得工程师和公众可以从容地消化调整伦理问题,而不至

于造成不可逆的后果;面向未来,不论是技术研发过程还是应用过程都在不断加快,颠覆性的技术层出不穷,科学技术落地应用的速度空前之快,工程伦理问题出现的速度和规模也逐渐面临不可预知的失控局面,突发社会事件甚至可能激化伦理矛盾,把工程伦理问题推到风口浪尖。

(3) 工程伦理尺度的动态变化

一方面,工程活动中不同利益相关者对伦理问题的接受尺度不同,面对新的工程伦理问题时,可能很难就合理性和可接受的风险达成一致,很难界定合乎伦理的标准,争议性的工程伦理问题将持续存在。另一方面,社会文化和科技的发展会对伦理生活^①造成一定的影响,人们的习俗和观念与工程技术应用成果相适应需要磨合的过程。在工程技术发展的不同阶段,公众的意识观念和伦理诉求也会发生改变,媒体舆论也会影响公众的伦理接受度和伦理取向。

(4) 工程伦理规范的滞后性

一方面,由于人们无法准确预见未来可能出现的所有工程伦理问题,因此不可能制定完备的伦理规则来应对未来的伦理问题,越来越多工程伦理问题的出现没有可供参照的伦理规则,需要工程师创造性地提出解决方案,传统的依靠事后反思的伦理规则形成机制已不能适应愈加快速发展的未来社会。另一方面,传统的工程伦理规范提供的主要是工具性的手段而非价值性的指引,虽然工程伦理规范本是作为工程实践活动的底线而存在,但是人们逐渐把伦理规范看做是行动要求,往往避免主动承担工程伦理规范中尚未明确规定的责任。与此同时,工程实践和伦理生活本身的复杂性使得不同的工程伦理规范之间存在冲突的情况。[5]

三、未来工程伦理范畴及侧重

1. 重新界定工程伦理范畴

未来工程发展趋势及特征表明^[6],未来工程 及其活动不论是其参与者、构成要素、复杂性,还 是其发展空间、应用领域、关联性等都较现代工程 及其活动有很大的突破和发展,因此,不能继续简 单地将工程师的职业伦理作为未来工程伦理,而 应该从全员、全过程、全方位和全要素等四方面对 其范畴进行拓展和重新界定。

首先,全员表现在未来工程伦理是所有未来 工程参与者共同的伦理。首先,多学科交叉融合 特征将使未来工程突破现有工程的分类和界定, 需要新兴技术和人文社科等非工程领域专家的参与;其次,工程问题的复杂性将使得未来工程需要综合考虑并协调多种非工程因素,需要传统工程领域之外的其它学科专业人员的介入;第三,工程活动的参与者不应仅包括工程师和工程技术人员,还应包括工程决策者、项目管理者、技术工人、工程产物使用者、工程维修者等工程实践主体。上述各类人员一道构成了工程责任的共同体,需要共同考虑和负责工程的技术、利益、责任和环境伦理问题。

其次,全过程表现在未来工程伦理必须覆盖工程活动的全过程。工程活动全过程包括工程构思、可行性研究、工程决策、项目规划、工程设计、调查勘测、施工制造、运行使用、管理维护、监测评估等各个环节。这些环节大致可以分为事前、事中和事后三个阶段。除了在传统的工程决策、工程设计和施工制造等环节注重工程伦理外,未来工程伦理要覆盖工程活动的所有环节,尤其是事前阶段各环节。如在可行性研究和工程决策环节要识别新兴工程技术、全面地考虑未来工程产物可能带来的伦理影响,对可能出现的伦理影响及解决路径进行伦理评估,并据此决定是否予以工程立项。又如在项目规划和工程设计过程中要统筹考虑未来工程对公众、社会及自然的影响,尽可能避免或减少工程负面影响。

第三,全方位表现在未来工程伦理需要整体 平衡好未来工程利益相关各方的利益。大规模、 复杂性、社会性、信息化和智能化将使得未来工程 具备越来越多的功能,涉及到越来越多的利益群 体,包括工程的参与方,如工程投资方、设计方、建 造方、运营方等,也包括工程的不参与方,如相关 政府及部门、工程产物使用方、周围居民、社会公 众等。一方面,不断增加的工程参与方各自的多 元化将给工程带来巨大的不确定性;另一方面,工 程参与方在未来大规模复杂工程实践中均可能开 展跨地区、跨领域、跨行业、跨文化合作,他们之间 在价值取向、文化认同和生产方式上存在着显著 差异;同时,明确的和潜在的工程不参与方各自的 利益诉求会随着环境和时间的不同而动态变化。 因此,未来工程伦理要在更加复杂和不确定的背 景下平衡好众多利益相关群体的各种利益诉求。

第四,全要素表现在未来工程伦理需要全面 考虑并处理好与未来工程关联的各种要素之间的 关系。工程活动集成了多种要素并与它们之间有 着密不可分的联系,包括技术要素、经济要素、社会要素、环境要素、人口要素、文化要素、地域要素、伦理要素等。其中伦理要素存在于其它要素之中,与其它要素相互渗透、相互影响、相互交集在一起。随着经济社会的发展和人类生活内涵和方式的丰富,这些要素的内涵将不断丰富、相互关系更加复杂和多元,关联的要素也将继续增加。这就给未来工程伦理提出新的挑战:一方面要正确认识、分析和处理好工程伦理与当前各要素之间的关系,使它们处于平衡与和谐的状态;另一方面要积极迎接新要素的出现,不断修正、补充和完善工程实践者的道德标准、工程伦理规范和准则。

上述四方面虽然在具体内容上存在着一定的交叉,但是却给出了拓展和重新界定工程伦理范畴的四个不同视角,对于进一步明确工程实践各方的伦理责任、厘清不同实践环节的工程伦理、平衡好复杂重叠的多方利益、处理好工程伦理与各关联要素的关系等具有积极的作用。

2. 未来工程伦理的侧重

基于未来工程伦理的上述特征,为了更有效 地减少和避免未来工程伦理带来的各种风险,充 分发挥未来工程在人类社会发展中的作用,需要 侧重从三个方面重视未来工程伦理问题。

首先,注重事前工程伦理。由于科学技术创新发展的进程加快及其工程技术开发和应用的潜在风险,在工程生命周期的早期阶段积极处理伦理问题相较于工程实践的事中和事后更有效。因此,未来应该更强调通过预防性的、事前的工程伦理避免或减少工程风险。

其次,注重宏观工程伦理。工程伦理可以分为微观、中观和宏观三个层次。^[7]微观工程伦理针对工程活动中的个体层面,中观工程伦理针对工程的某一特定领域或群体,宏观工程伦理则针对人类社会整体层面,包括国家、民族、区域等文明圈层,强调的是整体层面上的工程与自然社会的关系,既关注工程职业的集体社会责任,也关注工程的社会决策,体现了工程的最终价值取向。因此,未来工程伦理要面向宏观,要对公众及人类的未来负责。

第三,注重隐性的、间接的工程伦理问题。显性的、直接的工程伦理问题容易引起工程实践者的注意并得到妥善的解决和处理。事实上,真正会给公众的安全、健康和福祉造成威胁和严重后果的是那些不易发现或者需要一定环境和条件才

会出现的工程伦理问题。对于这些问题,人们往往既缺乏防范意识,又没有直接有效的应对措施, 因而容易产生更为意外的严重后果,这些正是未 来工程伦理需要格外注重的问题。

四、面向未来的工程伦理教育目标

1. 面向未来开展工程伦理教育的必要性

未来工程伦理问题及其特征以及未来工程伦 理范畴的拓展均凸显了开展面向未来工程伦理教 育的必要性。首先,未来技术的创新发展,社会主 流价值观的变化、多元文化的冲突和影响等都将 给未来工程带来前所未有的新的工程伦理问题; 其次,未来工程伦理问题的高度不确定性、出现速 度快、伦理尺度的动态变化以及伦理规范的滞后 性等特征将大大提高处理工程伦理问题的难度; 第三,未来工程伦理范畴的拓展和重新界定将提 高未来工程伦理问题的复杂性;第四,工程伦理是 工程活动可持续发展的保障条件,伦理问题处理 好坏将成为评价未来工程优劣的重要标准。因 此,作为未来工程的实践者和主导者,未来卓越工 程人才必须接受工程伦理教育,他们不仅要具有 应用未来新技术的能力,还要具有处理各种新的、 高难度、复杂的未来工程伦理问题的能力,他们必 须具有工程伦理意识、社会责任感,能够在工程活 动中自觉遵守职业道德和规范,平衡各方利益并 承担工程的自然和社会责任。[8]

工程伦理教育作为素质教育的一部分,有助于学生在未来工程实践中追求科学技术的"价值理性",对人类社会未来的可持续发展负责,客观、公平、公正地处理好工程与人类、社会和自然的关系,尽可能发挥工程的正面影响,促进人类的安全、健康和福祉。面向未来的工程伦理教育的核心在于引导学生自主地处理工程中的伦理问题,培养学生在复杂的、不确定的、跨文化的条件下,对工程活动的全面社会意义和长远社会影响建立自觉的责任意识,具备识别、分析和解决工程伦理新问题的实践能力,在与公众和其他利益相关者对话的基础上构建工程伦理,进而使其伦理决策和行动对工程实践产生实际效果,使工程在最大程度上促进人类社会的整体福祉。

2. 面向未来的工程伦理教育目标 面向未来的工程伦理教育的目标主要包含以 下几方面。

(1)提升对工程伦理的敏感意识敏感意识指的是敏锐地感悟或感知到某一现

象或事物将要出现或产生的个体精神态势。工程 伦理敏感意识指的是在充分认识工程伦理重要性 的基础上,对待工程伦理问题的一种自觉的、主动 的态度。未来在工程实践中不可避免地会遇到各 种未知复杂的伦理问题,需要更加强调预防性的 工程伦理,因此,提升伦理敏感意识是发现工程伦 理问题的关键。

提升工程伦理敏感意识需要通过三方面的努力:一是通过深入了解工程与人类、社会及环境的作用、影响和关系,使学生充分认识到其日后从事的工程工作对公众的安全、健康和福祉负有直接责任,培养强烈的职业责任感;二是通过对工程伦理问题的分析和研究,使学生对工程伦理的内涵、作用和重要性有正确的认识,感受到自身明确的义务和价值,强化学生的工程伦理价值观;三是通过对未来工程与人类社会发展关系的展望和分析,使学生意识到发现并处理和解决好工程伦理问题是未来工程实践者越来越重要的一项任务,在职业责任感和伦理价值观的驱使下,使学生能够更加自觉地、主动地感知、发现和认识到未来各种工程伦理问题。

(2) 加深对工程伦理规范的理解

工程师做出符合伦理的决策和行为需要以相 关工程伦理准则和规范作为基础,但是工程伦理 规范本身并不能解决工程伦理问题,需要与具体 的工程情境结合起来,才能呈现其中某一准则的 伦理价值,加之工程伦理尺度的动态性和工程伦 理规范的滞后性,面向未来的工程伦理教育不仅 要理解和掌握工程伦理规范,还要能够结合工程 实践对具体的工程伦理准则进行解释。

对工程伦理规范的理解和掌握的重点在于对规范的价值取向及背后逻辑的理解上,需要学生掌握两方面的知识:一是普遍的伦理学理论规范,包括面对伦理困境时的优先排序、伦理判断标准、伦理决策方法程序等,尤其是明确伦理规范背后的价值要求,例如工程师需要对雇主和对职业"双重忠诚",并且在两者发生冲突时如何才能把对公众和社会的责任放在首位;二是工程职业伦理准则,包括国际上和国内的通用标准和专业标准、相关行业产业政策、法律法规以及知识产权等方面的知识[^{19]},重点使学生明确工程师的责任范围、底线与责任来源,理解职业准则的原理及偏离准则的后果。

对工程伦理准则的解释既是基于其概括性、

模糊性和滞后性特点所必须做到的,也是解决未来工程伦理问题所要求的。首先,要能够准确把握工程伦理准则的本质和核心;其次,要将具体伦理条文置于实际的工程实践活动中;第三,要充分考虑行业标准、法律法规、文化习俗和社会环境;第四,要在职业责任感和伦理价值观的作用下给出该伦理条文的具体解释,包括"约束条件"和"技术参数",以在相关的工程实践中产生作用。

(3) 提高工程伦理问题的处理能力

第一,提高工程伦理问题的分析能力。随着 人类社会的发展和科学技术的进步,未来工程实 践者将会面对前所未遇、关系复杂的新的工程伦 理问题或伦理困境。在这种情况下,工程实践者 往往无法直接照搬已有的伦理准则和规范或者利 用以往的经验去解决这些工程伦理问题,需要他 们具备较强的分析工程伦理问题的能力,能够结 合具体的工程情境对这些工程伦理问题进行识别 和分析,分析其性质和特征,找出工程伦理问题涉 及的所有对象、尤其是潜在的、隐性的利益相关者 和责任方,明确伦理问题的关键所在,为工程伦理 问题的解决打下基础。

第二,增强工程伦理的沟通能力。未来将出现越来越多具有争议性、需要多方协调的工程伦理问题,这些问题的解决需要工程利益相关各方的参与、需要认真听取多方的意见,需要沟通协调利益相关各方的利益,才能为最后的伦理决策创造条件。一是工程参与共同体内部的沟通,包括不同学科专业领域、技术与非技术要素、不同工程实践参与群体之间的沟通;二是与不直接参与工程的利益相关者的沟通,包括与公众和其他利益相关者的沟通,及时、诚实地与他们进行工程伦理的披露与沟通对话;三是跨文化的沟通,包括对跨地区、跨国界、跨民族工程的伦理问题处理要充分考虑当地文化习俗和社会环境,包容宗教和种族差异,接受道德观点的合理性差异。

第三,提升工程伦理问题的决策能力。工程 实践者是受过特殊训练的专家群体,凭借在技术 知识上的经验和优势,在面临工程伦理问题时应 该具有更科学、更理性的思考。面对新的、复杂的 工程伦理问题和伦理困境,或在已有工程伦理准 则和规范由于时代性和局限性造成的不足、模糊 或失效时,工程实践主体需要发挥其伦理主动性 和能动性,具备较强的工程伦理问题的决策能力, 在错综复杂的技术问题和利益关系中,客观理性 地提出解决工程伦理问题的思路、方案、方式和途径.

第四,培养工程伦理的建构能力。未来工程伦理问题及其特征以及未来工程伦理范畴的拓展等将使得未来一些工程伦理问题不仅具有复杂性和不确定性的特点,而且超越了已有工程伦理准则和规范的覆盖范围,因此需要工程实践主体具备工程伦理的建构能力,构建针对这类工程伦理问题的规范,包括对已有的工程伦理准则和规范进行修订、补充和完善或提出新的工程伦理准则和规范进行修订、补充和完善或提出新的工程伦理准则和规范。工程伦理规范的构建不仅要考虑工程技术对人类、社会和环境可能带来的不利影响,而且要明确工程实践参与者各方各自的责任和义务。

五、我国工程伦理教育面临的问题

1. 对工程伦理教育的重要性认识不足

虽然目前我国工程教育界对在工程教育中开展工程伦理教育基本形成了共识,但在一些高校中仍然存在着对工程伦理教育的重要性认识不足,主要表现有三:一是把工程伦理定位为一般性的道德要求,没有从关乎人类安全、健康和福祉的高度去认识;二是工程伦理教育目标不明确,对学生具体需要具备什么样的工程伦理素质尚且模糊;三是工程伦理教育边缘化,只是作为一门单独的选修课程,没有融入工程教育课程体系之中。

2. 工程伦理教育脱离工程实践和专业教育

工程伦理教育的最终目的是服务于工程实践,"从实践中来,到实践中去",学生需要在具体的工程实践过程中理解工程伦理,然而,目前工程伦理教育普遍存在的问题是对工程实践的忽视,基本上还是局限在课堂教学,训导有余而实践不足。与此同时,也存在部分高校将工程伦理教育简单地作为通识教育,而没有与专业教育密切结合起来,其结果是学生面对真实的工程伦理问题时往往束手无策,更谈不上具备工程伦理处理能力。

3. 忽视学情和社会环境

伦理教育普遍存在的问题是忽视学生作为"普通人"的情绪情感和作为"社会人"所处于的社会文化环境[10],缺乏对学生的道德关怀。一方面,学生在接受工程伦理教育前已经初步形成了自己的价值观和道德判断,如果不考虑学生既有的价值观和社会环境而向其开展工程伦理教育,会导致学生对工程伦理缺乏实质的认同感。另一方面,社会环境、利益冲突等种种主客观因素制约

着工程参与者的价值取向和决策行动,而目前的 工程伦理教育往往忽视未来工程情境和伦理生活 的复杂性,忽略利益冲突和社会环境可能造成的 两难的工程伦理困境。

4. 教学内容忽视本土化

工程伦理研究发轫于欧美,但中西方话语体系、文化环境等存在较大的差异。我国在建设工程伦理教育过程中大量引入国外的教材和教育范式,工程伦理教育的本土化缺失严重[11],也忽视了中国优秀文化中的工程伦理思想。简单地移植西方做法对解决中国伦理教育问题无异于隔靴搔痒,按照西方的标准体系评价中国的工程伦理教育也无疑是削足适履。面向未来的工程伦理教育在学习借鉴欧美工程伦理教育成功经验的同时,应注重中国文化、环境、道德和制度等的融入,以一种开放性和整合性的视角审视国内外工程伦理教育。

六、面向未来工程伦理教育的课程建设和教 学内容

面向未来的工程伦理教育的重点是增强学生的伦理自主性,为学生发挥工程伦理主动性和能动性、自主解决工程伦理问题提供系统训练和支持。面向未来的工程伦理教育的课程建设和教学内容选择要围绕着实现面向未来的工程伦理教育目标进行,即提升对工程伦理的敏感意识,加深对工程伦理规范的理解和提高工程伦理问题的处理能力。

1. 课程建设

从实现教育目标的角度,面向未来的工程伦 理教育的多个目标的实现需要通过从通识教育到 专业教育的多门课程的连续努力才能实现;从学 科属性的角度,工程伦理既是交叉学科,又与工程 专业密切关联,仅靠开设一门工程伦理课程是无 法实现其教育目标。因此,"不能把工程伦理孤立 在一门课程中,而是要分散到教育项目的许多组 成部分中"[12],工程伦理必须作为一种课程观贯 穿所有的工科核心课程中,也就是说,工程伦理的 课程形式可以采取独立教学与学科渗透相结合的 形式。具体而言,独立教学指的是开设一门专门 的工程伦理基础/导论课程,学科渗透指的是在专 业基础课和主要专业课程等核心课程中融入相关 的工程伦理内容,由此形成以一门专门课程为基 础、多门核心课程共同作用的系统性的工程伦理 教育。

工程伦理基础/导论课程应该定位在通识教育范畴,重点在于培养学生强烈的职业责任感,强化学生的工程伦理价值观,能够更加自觉地、主动地感知、发现和认识未来工程伦理问题,理解和掌握工程伦理规范。专业核心课程应该都包含与课程内容相对应的工程伦理内容,其中专业基础课中工程伦理教育的重点在于加深学生对工程伦理推则和规范的理解,主要专业课程中工程伦理教育的重点在于提高学生对未来工程伦理问题的处理能力。需要指出的是,专业核心课程中的工程伦理教育应该做到由浅入深、相互衔接、层次分明、逐级递进;对于某一门课程而言,要认真处理好与先修课及后续课的关系,使每一门先修课都是后续课的基础,每一门后续课都是对先修课的提升。

工程伦理的本质是一种实践智慧,面向未来的工程伦理教育目标的实现离不开实践教育,因此,在相关的课程中应当有明确的实践环节,通过理论、原理和规则与实践的结合,通过实践对理论、原理和规则的运用、理解和掌握,更有效地实现工程伦理教育目标。

2. 教学内容

如前所述,面向未来的工程伦理教育不能被简单地视为是一种职业伦理教育,而应该从未来工程伦理范畴和侧重的角度,即在大工程观的视角下予以重视,因此,在面向未来的工程伦理教育的教学内容选择上应该有更高的高度、更宽的视野和更远的考虑。就具体内容而言,可以大致有以下四个部分。

(1) 工程伦理基础

作为深入开展工程伦理教育的基础,这部分内容涵盖工程伦理基本概念、基本问题、基本原则、基本理论等方面,旨在提升对工程伦理的敏感意识,主要包括工程与伦理的概念,工程与人类、社会及环境的关系,工程实践中基本的伦理问题,工程责任、风险及伦理价值,处理工程伦理问题的基本原则、工程师的职业伦理、伦理准则和规范等内容。

(2) 工程伦理案例

工程伦理问题均是源于工程实践,工程伦理 案例对于辨识工程伦理问题并了解其性质特征, 掌握工程伦理的基本原则,加深对工程伦理规范 的理解,培养工程伦理问题的处理能力均是十分 必要的。这部分内容主要由与本学科专业相关的 工程伦理案例构成,包括真实的和人设的两种。

真实的案例源于以往的工程实践,不仅能够为学生提供直接的体验并感受到工程伦理问题的复杂性,而且能够激发学生的学习兴趣、提高学生的积极性和主动性,同时真实案例原有的处理伦理问题的方案也为学生提供了比较、借鉴和参考。

人设的案例主要基于实现教育目标的需要,根据未来工程伦理问题及其特征而人为专门设计的,这些案例需要包含伦理问题的社会环境和国情,往往较真实案例更复杂,而且由于没有前人处理伦理问题的方案而更需要学生的自主性和创新性。

上述两种案例所涉及的工程伦理问题应该由简单到复杂、由单一到综合,难度由低到高。除了在工程伦理基础部分的案例外,为专业核心课程准备的工程伦理案例必须密切结合该课程的教学内容。

(3) 工程伦理分析

在工程伦理案例分析的基础上,工程伦理教育要以问题为导向,通过对一定数量的、难度逐渐递增的工程伦理问题的深入分析,以深刻把握工程伦理的基本原则和基本理论、提升工程伦理问题的分析能力,为提升工程伦理问题的决策能力和培养工程伦理的建构能力打下基础。

这部分内容应该主要包含两种类型的问题分析:一类是对各种形式和类型的当前复杂的和未来可能的工程伦理问题的深度探讨和分析,另一类是对工程伦理和工程哲学的深入思考。这两类伦理问题的提出可以根据未来工程伦理问题及其特征并充分考虑未来工程伦理范畴和侧重,前者可以是一个完整的工程伦理问题,后者应该是一个注重理论和哲学层面的探究和思考专题。

(4) 工程伦理决策

未来工程项目具有规模大、复杂性高、跨学科等特点,需要在多利益主体和多学科之间权衡好复杂伦理关系的基础上,完成高难度的工程伦理决策,以增强工程伦理沟通能力、提升工程伦理问题决策能力和培养工程伦理构建能力。

这部分内容主要针对不同工程实践和不同工程领域的伦理决策问题,包括那些主体多元、关系复杂、学科交叉或性质综合的工程伦理决策问题。对这些伦理决策问题,要在深刻理解和把握工程伦理准则和规范的基础上,通过与利益相关多方的沟通和协调,理性地提出解决工程伦理问题的

思路和方案,并在需要的时候修订、完善或提出新的工程伦理准则和规范。

需要指出的是,不论采取何种课程形式,都需要按照循序渐进和内容相符的原则,在各门专业核心课程之中合理安排工程伦理案例、工程伦理分析和工程伦理决策等方面的教学内容,在毕业设计中安排综合复杂的工程伦理决策问题,以逐步实现面向未来的工程伦理教育目标。此外,上述各部分教学内容应随着未来工程技术的发展和社会的进步进行及时、动态地调整和更新,并把工程伦理前沿热点纳人其中。

七、面向未来工程伦理教育的教学方式和教 学评价

课程建设和教学内容工作完成后,实现面向未来工程伦理教育目标的关键在于如何实施课堂教学以达到预期的教学效果。全国工程专业学位研究生教育指导委员会在2017年的一项调查显示,高校管理部门和教师普遍反映工程伦理课难组织、难教学。[18]事实上,课程教学不论采取何种组织形式和教学方式,其目标均在于提高学生的学习兴趣和学习的参与度,进而最终提高学生的学习效果。

1. 教学方式

(1) 案例教学

上述"工程伦理案例"部分的教学内容需要采用案例教学法。案例教学是在课堂教学中以案例为分析研究对象,通过对案例的讨论和分析,以及对案例中原有解决问题的方案的研究和评价,在案例发生的原有情境下提出改进的思路和方案,或者新的情境下提出新的思路和方案,并进行比较、交流的学习方式。

案例教学给学生创设了工程实践情境,不仅能够增强学生的学习兴趣,而且能够让学生感受到作为一名工程实践者要面临的复杂境地和艰难抉择,不仅加深了对工程伦理问题的认识、对工程伦理规范的理解,而且培养了处理工程伦理问题的能力。

由于除了"工程伦理基础/导论"课程外,工程 伦理案例要作为工程伦理教育的部分内容渗透/ 融入到专业核心课程之中,因此这些案例的设计 和选择要密切结合关联课程的教学目标,案例内 容的组织和呈现方式要紧密围绕工程伦理教育目标。

(2) 研究性学习

上述"工程伦理分析"和"工程伦理决策"部分教学内容中具有典型性、复杂性和重要性的工程伦理问题应该采用研究性学习的教学方式。研究性学习主要包括基于问题的学习和基于项目的学习(problem/project—based learning,PBL),是指学生在教师指导下,通过各种灵活多样的研究性学习方式,主动地发现问题、分析问题和解决问题,从而在知识学习、能力培养和素质形成方面达到学习目标的过程。[14]

研究性学习给学生构建了在工程实践情境下主动参与学习和小组合作学习的氛围。一方面学生可以自主把握学习方式和进度,能够更深入地了解各种工程伦理问题和理解工程伦理规范;另一方面学生可以在小组合作学习的过程中更好地培养团队合作、交流沟通等解决复杂工程伦理问题的能力,能够在生师互动和生生互动过程中有效地提高学习效果。与此同时,研究性学习独有的作用机理也能够确保面向未来工程伦理教育目标的有效实现。

(3) 理论与实践相结合

上述"工程伦理基础"部分的教学内容应该采取理论与实践相结合的教学方式。单纯的理论学习不仅会增加学生理解和掌握知识的时间成本,而且也不易使所学的知识内化为学生自身内在东西。通过与实践的结合,理论得到检验和运用,学生不仅能够理解和掌握知识的本质和精髓,而且能够内化为自身终身受用的财富。

理论与实践的结合既可以在课堂讲授理论知识的同时辅以工程实践过程中的具体实际或现实问题进行说明和介绍,以帮助学生对工程伦理问题和工程伦理准则及规范的理解;也可以将理论教学与实践教学交替进行,让学生在实践活动中亲身体验工程伦理原理和理论的本质和精华;还可以在完成理论教学任务后安排学生到工程实践现场,身临其境地感受工程实践对工程伦理相关理论的诠释和解读。

2. 教学评价

教学评价的主要目的是确保面向未来的工程 伦理教育目标的实现。在确定具体的评价方式和 评价内容时需要注意两点:一是工程伦理教育目 标是定性的、非技术性的。这就决定着对伦理教 育目标实现情况的评价不能简单地采用试卷等笔 试形式,而需要采取综合性的评价方式,如:通过 学生完成的综合性作业或通过实际工程伦理问题 的解决等。二是工程伦理教育目标的实现是多课程持续努力的结果。这就意味着要将伦理教育目标分解到所有参与工程伦理教育的课程中,作为评价各门课程工程伦理教育教学的目标,而后基于教学目标设置若干条教学质量评价标准,既用于衡量课程教学质量,又作为课程教学质量改进的方向。

将过程性评价和结果性评价相结合是提高工程伦理教育教学效果的有效方式。占成绩比例足够高的过程性评价的采用不仅能够充分促进学生在整个工程伦理教育教学过程中的重视和投入,而且能避免一次性结果性评价可能产生的不够客观、缺乏公平、过于片面的结果。

工程伦理教育教学评价内容可以着眼于以下 几方面:学生是否明确自己的责任、是否有敏感的 工程伦理意识、能否同时关注不同工程共同体的 道德选择和困境、能否与多利益群体进行有效的 对话沟通、能否平衡和处理好多利益群体的利益、 是否特别注重公众的安全、健康和福祉、伦理决策 的来源依据及支撑理由是否合理且充分、能否在 伦理决策时提出几种备选方案等等。

八、面向未来工程伦理教育的教师队伍建设

目前高校工程伦理教育最严重的问题在于师 资问题,兼备工科和伦理学背景的工程伦理教师 少之又少,大多数工科教师缺乏工程伦理相关授 课经验。[15] 因此,提升教师的工程伦理教育教学 水平,建设胜任面向未来工程伦理教育的教师队 伍是实现面向未来工程伦理教育目标的关键。

如前所述,工程伦理教育不可能仅靠开设一门专门的课程来完成,而需要在一门专门的工程伦理基础/导论课程的基础上,在专业基础课和主要专业课程等核心课程中融入渗透相关的工程伦理内容,由此形成以一门专门课程为基础、多门核心课程共同作用的系统性的工程伦理教育。由此可见,面向未来工程伦理教育不仅需要胜任工程伦理基础/导论课程教学的教师,而且需要在工程专业的核心课程教学中能够将学科专业教育与工程伦理教育结合起来的教师。基于工程伦理的多学科特性以及高校教师知识构成的现状,面向未来工程伦理教育的教师队伍建设可以有以下途径。

1. 开展工程伦理教育方面的师资培训

不论是承担工程伦理基础/导论课程教学还 是专业核心课程教学的教师,都要接受系统性、针 对性和专题性的工程伦理教育方面的培训,培训内容要涵盖工程伦理完整的知识体系、前沿进展和热点难点。对承担工程伦理基础/导论课程教学的教师,其培训重点在工程伦理基本概念、基本问题、基本原则、基本理论等方面,要围绕着如何使学生通过课堂教学达到"提升对工程伦理的敏感意识"和"对工程伦理规范的理解"的目标而展开。对承担工程专业核心课程教学任务的教师,其培训重点在如何结合专业核心课程内容开展工程伦理教育,要围绕着如何使学生通过课堂教学在"深化对工程伦理规范的理解"和"提高工程伦理问题的处理能力"方面实现与专业核心课程的功用相应的目标而进行。

2. 组建由哲学/伦理学教师、工科教师和工程 师组成的学习共同体

国内外许多学者认为工程伦理需要哲学专家和工程专家组成的联合教学团队,伦理学和工科等不同背景的教师应定期交流,打破专业学科思维的限制,相互提供启发性的工程伦理教育教学视角。[16-17]哲学/伦理学教师缺乏工程专业知识和伦理实践,工科教师缺乏伦理基本理论和训练,工程师对工程实践中伦理问题有更深入的理解、具备伦理实践经验,这三类人员的组合形成的学习共同体就能够起到相互学习、取长补短、相互借鉴、共同提高的作用,对提高担任工程伦理基础/导论课程教学教师的工程伦理教育教学水平和担任工程专业核心课程教学教师的专业教育与工程伦理教育相结合的教学质量和水平有着重要的意义。

3. 开展由多学科专家参与的工程伦理方面的研究

工程伦理涉及到包括哲学、伦理、社会、法律、 工程等多个学科领域,对工程伦理的深入把握需 要来自这些不同学科领域的专家的合作交流,其 中最有效的方式是合作开展工程伦理方面的专题 或综合研究。因此,通过设立或申请工程伦理研 究专项、搭建合作研究平台、组织研讨会和工作坊 等形式,针对工程伦理前沿问题、未来问题、热点 问题、难点问题、争议问题等,加强工科教师与人 文社科等其他学科教师、高校教师与企业工程师 等科研合作与学术交流,能够在更深层次上提高 任课教师在工程伦理领域的理论水平、研究能力 和学术造诣,从而最终提高任课教师的教育教学 能力,逐渐形成一支胜任面向未来工程伦理教育 教学的教师队伍。

九、加强工程伦理教育教学资源建设

开展工程伦理教育必须面对的另一个问题是教育教学资源严重不足,更何况是面向未来的工程伦理教育。我国目前缺乏工程伦理教育教材,针对不同专业的工程伦理专门教材更是少之又少;配套教学资源不足,例如案例资源、可供学生实践的工程项目和实践基地匮乏。因此,必须加强工程伦理教育教学资源建设,为面向未来的工程伦理教育提供充分的教育教学资源,包括课程教材、教学案例和实践基地等。

工程伦理课程教材的建设需要以科研为基 础。工程伦理的研究将为课程建设提供丰富的素 材,发挥着引导工程伦理教育方向、保障工程伦理 教育高质量发展的基础性作用。面向未来的工程 伦理教育需要具有前瞻性的研究导向,一方面要 注重未来工程伦理理论基础的研究,包括未来工 程与人类、未来社会及环境的关系,未来工程责 任、风险及伦理价值,处理工程伦理问题的基本原 则、工程师的职业伦理、伦理准则和规范等;另一 方面要注重未来工程伦理问题的研究,即在未来 工程伦理的范畴和侧重下,针对未来工程伦理问 题的特征,研究未来工程伦理问题,提出解决工程 类问题的思路、方法和途径。工程伦理的研究需 要跨学科的协作研究,研究团队不仅要包括伦理、 工程、社会、政治、法律等方面的教师,还应该包括 具有工程伦理实践背景和经验的来自行业企业的 专家。

工程伦理案例库的建设是一项综合性的工 作。案例库的建设是为了满足面向未来的工程伦 理教育教学的需要,能够为相关教师提供丰富多 样的案例选择,以更好地支持面向未来工程伦理 教育目标的实现。因此,案例库的建设不仅要有 足够的经费支持,还要有专门的编写人员,更要有 系统和整体的设计:既有简单的案例,也有复杂的 案例;既有单方面的案例,也有综合性的案例;既 有基础性案例,也有专业性的案例。案例既可以 是真实的案例,也可以是人设的案例,前者是工程 师在工程实践过程中遇到的真实案例、工程企业 公开公布的与社会责任和可持续发展相关的案 例,后者是人为设计编写的具有特定功能用途的 虚拟案例。这两类案例既可以是本土的案例,也 可以是国外的案例;既可以是"善举"的案例,也可 以是"失败"的案例。案例呈现可以依据其内容采

用多种不同的形式,如书籍、电子图书、微电影、主题纪录片等。

工程伦理教育实践资源的建设包括工程项目的选择和实践基地建设两方面。工程项目应该着重考虑在建的与学科专业密切关联的大型工程项目,这类项目能够给学生带来真实的前沿的工程伦理问题,对"提高工程伦理问题的处理能力"具有重要的现实意义。由于作为工程伦理教育实践资源的工程项目是动态变化的,因此需要任课教师提前根据课程教学的需要进行选择。工程伦理教育实践基地的建设应该与工程专业的实践基地建设结合起来,在建设本专业校内外实践基地的同时将工程伦理教育实践的需要纳入基地建设的主要内容之中,以达到提高实践基地功能和使用效率,以及避免重复建设的目的。实践资源的建设需要得到高校层面的高度重视和行业企业的大力支持。

面向未来的工程伦理教育教学资源建设还要重视修正现有资源中存在的偏差。随着工程技术飞速发展和社会观念变化,现有工程伦理教育教学资源部分存在着认识滞后、观念过时、理解偏差、导向错误等问题,例如工程师从早期"对雇主的忠诚"转向把"人类公众的安全、健康和福祉"放在首位,工程伦理范畴和侧重的改变等都将导致对现有资源的修正,需要结合社会环境和工程发展状况及时总结更新,对工程伦理教育教学资源持续修正完善。

注释

① "伦理生活"通常指道德生活方式,是黑格尔提出的概念。

参考文献

- [1] 沈珠江. 工程哲学就是发展哲学——一个工程师眼中的工程哲学[J]. 清华大学学报(哲学社会科学版),2006(2):115-119
- [2][4] 林健. 第四次工业革命浪潮下的传统工科专业转型升级 [J]. 高等工程教育研究,2018(4):1-10+54.
- [3] RIMAN, CHADI FOUAD, PASCA, et al. Thinking ethics differently (challenges and opportunities for engineers education) [J]. Independent Journal of Management & Production, 2021, 12(1); 165-184.
- [5] 何菁, 董群. 工程伦理规范的传统理论框架及其脆弱性[J]. 自然辨证法研究, 2012, 28(6), 56-60.
- [6] 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.

- [7] 李伯聪. 微观、中观和宏观工程伦理问题——五谈工程伦理学[J]. 伦理学研究,2010(4):25-30+141.
- [8][9] 林健. 面向未来的新工科建设:新理念 新模式 新突破 [M]. 北京:高等教育出版社,2021:126-127+125.
- [10] 王进,彭好琪. 如何喚醒工科学生对伦理问题的敏感性[J]. 高等工程教育研究,2017(2):194-198.
- [11] 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):85-93+113.
- [12] CRUZ JOSE A, FREY WILLIAM J. An effective strategy for integrating ethics across the curriculum in engineering: an ABET 2000 challenge [J]. Science & Engineering Ethics,

- 2003,9(4):543-568.
- [13][15] 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.
- [14] 林健. 面向卓越工程师培养的研究性学习[J]. 高等工程教育研究,2011(6):5-15.
- [16] GRABER G C, PIONKE C D. A team-taught interdisciplinary approach to engineering ethics[J]. Science & Engineering Ethics, 2006,12(2):313-320.
- [17] 殷瑞钰,汪应洛,李伯聪,等.工程哲学(第三版)[M].北京:高等教育出版社,2018;308-310.

Future-oriented Engineering Ethics Education

Lin Jian ,Yi Fangqing

Abstract: With the accelerating pace of engineering technology innovation, the complexity of engineering and the expanding scope of engineering influence, the ethical issues of engineering in the future will become an important problem that must be solved by the entities of engineering practice. Therefore, carrying out future-oriented engineering ethics education will be an important task to cultivate future high-quality and excellent engineering talents. This paper first analyzes the problems and characteristics of the future engineering ethics and the scope and emphasis of the future engineering ethics, then it puts forward the goal of engineering ethics education facing the future and the problems facing engineering ethics education in China, next, the specific contents of future-oriented engineering ethics education are discussed in detail from four aspects: course construction and teaching content, teaching methods and teaching evaluation, teacher team construction and education and teaching resources construction. In order to provide references for various universities to carry out engineering ethics education in the process of cultivating future outstanding engineering talents.

Key words: engineering ethics education; engineer; codes of ethics; future-oriented; professional ethics
(责任编辑 黄小青)