



高等学校“十二五”精品规划教材
高等教育课程改革项目研究成果

工程伦理学

GONGCHENG
LUNLIXUE

■ 主 编 张永强
■ 副主编 姚立根 杨纪伟

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等学校“十二五”精品规划教材
高等教育课程改革项目研究成果

工 程 伦 理 学

主 编 张永强
副主编 姚立根 杨纪伟

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

前 言

随着我国工程建设的迅速发展，特别是现代化大工程的出现，其专业技术水平和合作要求高，社会效应和社会影响巨大，对环境和人类未来的影响十分重要，生态保护等工程问题日益凸显，人们开始关注工程伦理的理论和实践问题。工程伦理是工程技术人员的职业道德，开展工程伦理教育有着重大意义。

在工程技术比较发达的国家较早开展了工程伦理的研究。早在 20 世纪 70 年代，美国的工程伦理学就伴随着经济伦理学和企业伦理学产生，经过数十年的发展，已经形成了比较健全的学科体系。在美国，工程伦理是大学中工程专业普遍要开设的一门课程。一所院校的工程学学科必须将工程伦理纳入整个工程学教育规划之中，才能通过工程及技术教育认证委员会（ABET）的认证。美国职业工程师（P. E.）执照的考试中也包含了工程伦理的内容。其他国家如德国、日本等也在工程伦理学的研究方面取得了显著的成果。20 世纪下半叶，我国台湾一些工科院校和专业相继开设了此课，但是内地工程伦理研究开展较晚，发展较慢。可喜的是，近年来学者们已经注意到了工程伦理的重要性，积极探索和研究，取得了一定的成果。内地最早开设“工程伦理学”课的是北京科技大学，时间是 1999 年。随后，西南交通大学于 2000 年开设了“工程伦理学”选修课。现在越来越多的高校在相关专业开设了此课程。但一个现实问题也摆在我们面前，那就是工程伦理学的教材与其他学科相比数量较少，可选择性不强。

为了适应经济发展的要求，加强高等院校工科专业学生的素质教育，促进工程建设的良性发展，结合国家“十二五”发展规划，河北工程大学组织编写了这本《工程伦理学》。

本书首先阐述工程伦理学的基本概念、原理及研究现状，在此基础上，根据工程师的特殊职业要求，提出工程师的责任、工程中的利益相关者和工程师在科技活动和工程实践中如何实践道德规范等问题，最后对工程师的生态责任、工程师与社会可持续发展的关系问题进行了深入探讨。

本书注重理论联系实际，吸收前沿理论，主要运用案例分析方法进行理论分析。每章先以引例开始，引出本章写作内容，激发学生学习兴趣。每章最后再进行案例分析，使学生能够运用本章所讲理论分析实际问题，巩固学习效果。每章开始提出学习目标，章后附有复习思考题，便于学生学习。本书单设一章“工程中的利益相关者与社会责任”，这是同类教材所没有的。一方面是编写组的研究

成果展示,另一方面也丰富了工程伦理的课程体系,使该理论更加全面和现实。

本教材内容新颖、难易适度、实用性强、案例丰富,能够满足应用型本科院校相关专业的教学需要,也可作为工程技术人员的培训教材。

本书由姚立根教授和杨纪伟教授提出编写意图和编写大纲,听取校内外专家学者意见后,对编写框架几次修改。初稿编写工作主要由姚立根教授组织,初稿完成后张永强教授负责总纂。参加本书编写的人员与分工是:姚立根(第一、二、四章)、赵莉(第三、七章)、王志敏(第五、六章)、于建星(第八章)。

本书编写过程中参考了国内外专家学者的著作和文献,在正文中未能一一列举,以参考文献附后,在此致以衷心的感谢;编写工作中,一些专家教授也对本书的编写提出了宝贵意见,在此一并感谢;河北工程大学教务处及相关学院的有关领导对本书的编写工作给予了大力支持,北京理工大学出版社的樊红亮教授和刘铁编辑为本书的出版付出了辛勤劳动,在此一并致谢。

由于时间紧张和作者水平有限,本书内容难免有不够成熟之处,希望同行专家和广大读者多提建议,不吝赐教,您的建议和意见是对我们最大的鼓励和支持。

编者

目 录

第一章 概论	1
学习目标	1
引例	1
第一节 工程和工程师	2
一、工程概述	2
二、工程师	11
第二节 工程过程中的伦理问题	18
一、当代工程的新特征	18
二、工程与伦理	19
三、工程技术活动的伦理意蕴	21
四、技术共同体对社会伦理秩序的影响	23
第三节 伦理学及工程伦理学的含义	25
一、伦理与伦理学	25
二、工程伦理学的含义	27
第四节 研究工程伦理学的意义及方法	32
一、研究工程伦理学的意义	32
二、研究工程伦理学的方法	34
第五节 工程伦理准则与工程师的职业伦理	37
一、工程师个体对社会伦理秩序的影响	37
二、工程伦理准则	38
三、工程师的职业伦理规范	40
四、工程师等科技人才的知识能力结构	44
本章小结	44
案例分析	45
复习思考题	48
第二章 工程伦理学研究综述	49
学习目标	49
引例	49
第一节 伦理学研究综述	50

一、伦理学理论发展的阶段	50
二、我国伦理学研究的成就与问题	52
三、我国伦理学研究的未来图景	55
第二节 工程伦理学研究综述	56
一、工程伦理课题得以凸显的原因	56
二、关于建立工程伦理的现实基础或可能性问题	57
三、建立工程伦理的途径和方法	60
四、工程伦理的内容	60
五、工程伦理的基本特征	61
六、“狭义”的工程伦理学与“广义”的工程伦理学	61
本章小结	65
案例分析	66
复习思考题	68
第三章 工程师的责任	69
学习目标	69
引例	69
第一节 工程观的演变	70
一、工程和工程观	70
二、工程观的演变	71
第二节 工程责任观念的演变	73
一、强调公司忠诚（18 世纪末—20 世纪初）	73
二、强调技术专家领导（20 世纪前半叶）	74
三、强调社会责任（第二次世界大战之后）	76
第三节 工程技术外部性与工程师的责任	77
一、责任的含义	77
二、工程师的责任	79
三、工程师的责任困境及摆脱困境的途径	80
第四节 工程技术发展与责任的关系	82
一、工程技术与责任关系的演变	82
二、相关学者观点	84
第五节 工程师的职业道德	85
一、工程师的职业道德内涵	86
二、工程师个人职业道德发展过程	87
三、工程师职业道德标准规范之间的伦理冲突	89
第六节 工程师的责任	90

一、工程师在产品安全 and 质量中的责任	90
二、被动性责任与主动性责任	93
三、工程师在国际环境下的责任	96
本章小结	99
案例分析	100
复习思考题	100
第四章 工程中的利益相关者与社会责任	101
学习目标	101
引例	101
第一节 契约理论	103
一、什么是契约	103
二、契约的起源及其理论发展	104
三、订立契约的原则	106
第二节 利益相关者理论	106
一、利益相关者理论的提出	106
二、利益相关者理论的观点	107
第三节 工程与利益相关者	108
一、工程的社会性	108
二、工程的利益相关者	110
第四节 工程建设与社会责任	116
一、工程师早期的职责——服从命令	116
二、工程师的职责演变——由忠诚责任向“普遍责任”扩展	117
三、工程师的职责演变——从“无限责任”向社会责任回归	119
四、工程师的职责演变——由社会责任延伸到对自然与生态的责任	120
.....	120
本章小结	122
案例分析	123
复习思考题	124
第五章 工程中的诚信与道德问题	125
学习目标	125
引例	125
第一节 工程中的人道主义	126
一、人道主义的含义与实践应用	126
二、工程中的人道主义	128
第二节 工程中的诚信与道德问题	132

一、诚信与道德	132
二、工程中必须讲诚信、重道德	133
三、工程中的诚信与道德准则	134
第三节 工程研究中的诚信、道德和正直	135
一、工程研究中存在的伦理问题	135
二、工程研究中的伦理准则	137
第四节 工程制造与建造中的诚信与道德	138
一、工程制造与建造中的伦理问题	138
二、工程制造与建造中的伦理准则	139
第五节 工程实验中的诚信与道德	141
一、工程实验中的伦理问题	141
二、工程实验中的伦理准则	141
第六节 与商业有关的工程诚信与道德	142
一、与商业有关的工程伦理问题	142
二、与商业有关的工程伦理准则	144
第七节 工程师在公共事务中承担社会角色时的诚信与道德	145
一、工程师在公共事务中承担社会角色时的伦理问题	145
二、工程师在公共事务中承担社会角色时的伦理准则	146
本章小结	149
案例分析	149
复习思考题	150
第六章 工程利益相关方的博弈	151
学习目标	151
引例	151
第一节 工程决策中的博弈	152
一、博弈论	152
二、工程决策中的博弈主体	153
三、工程决策中的利益博弈	158
第二节 工程施工中的博弈	158
一、工程施工中的博弈方	158
二、工程施工中的利益博弈	161
第三节 工程与商业、工程师与经理之间的博弈	162
一、工程与商业之间的博弈	162
二、工程师与经理之间的博弈	162
第四节 工程师是否应当思考工程项目的道德问题	164

一、关于工程师是否应当思考工程项目道德问题的争议	164
二、工程师应当思考工程项目道德问题的主要依据	164
第五节 社会责任与揭发	166
第六节 对雇主的忠诚与道德	168
一、忠诚的含义	168
二、工程师对雇主忠诚的表现方式	168
三、跳槽上反映出的忠诚与道德问题	169
四、工程师自身利益与雇主利益冲突时，工程师的忠诚与道德 问题	170
五、员工对企业不道德行为拒绝执行的忠诚与道德问题	170
第七节 解决利益相关者之间冲突的对策	171
一、解决工程决策与施工阶段利益冲突的对策	172
二、解决雇主与工程师利益冲突的对策	172
本章小结	174
案例分析	174
复习思考题	176
第七章 工程与生态责任	177
学习目标	177
引例	177
第一节 工程的生态观	178
一、环境污染与工程的生态观密切相关	178
二、工程生态观的演变	181
三、现代工程生态观——和谐发展的工程观	182
第二节 工程师的生态责任意识	184
一、国际规范对工程师生态责任的要求	184
二、可持续发展	186
第三节 生态伦理对工程的新挑战	186
一、生态伦理	187
二、环境保护与工程伦理	188
三、动物解放与工程伦理——动物解放、动物权利主义流派	189
第四节 绿色工程——工程发展的新方向	192
一、绿色工程的发展趋势	192
二、绿色工程的相关术语	192
第五节 可持续消费	195
一、消费在工程中的作用	195

二、可持续消费	196
三、实现可持续消费的途径	197
本章小结	198
案例分析	199
复习思考题	200
第八章 工程伦理的应用	201
学习目标	201
引例	201
第一节 工程风险及其规避——从工程的技术评估到工程的 社会评估	202
一、工程、风险与工程风险	202
二、工程的技术评估	204
三、工程的社会评估	205
第二节 基因工程中的伦理问题	209
一、基因技术及其作用	209
二、基因技术的风险及其道德争论	210
三、应用基因技术的道德原则	214
第三节 信息工程中的伦理问题	215
一、数字化生存：人类生存新样式的开启	216
二、信息技术带来的观念的变革	217
三、信息技术带来的困惑与烦恼	220
四、加强网络伦理建设，塑造守法有德的网络公民	223
第四节 大型土木工程中的伦理问题	224
一、土木工程概述	224
二、土木工程中的伦理关系	226
三、“好的”与“坏的”工程	228
四、为什么会有“坏的”工程	229
五、避免工程失败中的工程师责任	230
六、工程良心	231
本章小结	233
案例分析	234
复习思考题	234
参考文献	235

第一章

概 论



学习目标

通过本章的学习，掌握伦理及工程伦理的含义、研究工程伦理学的意义与方法；理解工程中的伦理问题；了解工程与工程师的概念，树立正确的工程价值观和工程伦理观。



引例

紫金矿业身陷“环保门” 诚信备受市场质疑¹

国内最大的黄金生产企业——紫金矿业身陷“环保门”，污水渗漏重大污染事故将对公司利润造成实质影响，而未能及时公告事件也令其诚信备受质疑。

紫金矿业 A 股和 H 股在 2010 年 7 月 12 日突然全日停牌，并于晚间发布公告称，公司所属的福建省上杭县紫金山铜矿湿法厂污水池于 2010 年 7 月 3 日下午发生酸性含铜污水渗漏，部分污水通过 227 地下排水排洪涵洞进入汀江。福建省有关部门已初步认定此次污染属重大突发环境事件。紫金矿业 2010 年 7 月 13 日复牌后收跌 3.68%，早盘跌幅一度超过 7%。

据媒体报道，由于上述紫金山铜矿湿法厂污水池发生渗漏，造成汀江流域和位于永定县境内的棉花滩库区出现大面积的死鱼和鱼中毒浮起现象，据初步统计，仅棉花滩库区死鱼和鱼中毒约达 378 万斤。

事实上，紫金矿业的环保问题并不是首次出现。2010 年 5 月份，紫金矿业就因为存在严重环保问题尚未按期整改，存在较大环境风险被环保部通报批评。但当时，紫金矿业对环保问题毫不重视，表示 7 家被点名通报的子公司中有 1 家已于 2009 年 5 月转让全部股权，不属于公司所有，另 4 家已经全部完成整改。

此外，本次污染事件发生在 2010 年 7 月 3 日，但 9 天后，紫金矿业才正式

¹ 全景网，www.p5w.net/kuaixun/201007/t3076292.htm，2010-07-13。

发出公告,这也令人们普遍质疑其损害了投资者的利益。公司在公告中表示,此次事故将对紫金山铜矿湿法厂铜的生产构成重大影响,而铜矿的产量增长对公司未来业绩起了重大影响。根据紫金矿业2009年年报,其铜矿业务销售收入占其营业收入的10.75%,净利润占21.52%。而从其2010年一季报来看,公司业绩增长的主要原因就包括铜矿产铜量以及销售单价同比的大幅上升。

2010年7月8日,环保部发出《关于进一步严格上市环保核查管理制度加强上市公司环保核查后督查工作的通知》,表明将严格执行上市环保核查各项规定、严格遵守上市环保核查分级管理制度、建立完善上市环保核查后督查制度、完善上市公司环境信息披露机制、加大上市公司环保核查信息公开力度。由于紫金矿业存在环境保护方面的重大风险,如果国家提高环保标准或出台更严格的环保政策,将会导致公司经营成本上升。

第一节 工程和工程师

一、工程概述²

(一)“工程”一词的由来

1. “工程”在中国的往昔

“工程”一词由“工”和“程”构成。《说文解字段注》中解释“工,巧饰也”。又说:“凡善其事者曰工。”《康熙字典》集前贤之说,补充有:“象人有规矩也。”再看“程”字,“程,品也。十发为一程,十程为分”。品,即等级、品评。“程”即一种度量单位,引申为定额、进度。《荀子·致仕》中有“程者,物之准。”准,即度量衡之规定。可见“工”和“程”合起来即工作(带技巧性)进度的评判,或工作行进之标准,与时间有关,表示劳作的过程或结果。“工程”一词出现在1060年北宋欧阳修的《新唐书·魏知古传》中:“会造金仙、玉真观,虽盛夏,工程严促。”此处“工程”指金仙、玉真这两个土木构筑项目的施工进度,着重过程。清代钦定《工程做法则例》记录了27种建筑物各部尺寸单和瓦石油漆等的算料算工算账法。总之,中国传统工程的内容主要是土木构筑如官室、庙宇、运河、城墙、桥梁、房屋的建造等,强调施工过程,后来也指其结果。

2. 西方 engineering 词义的发展

西方 engineering 词义的发展与工程师(engineer)紧密地联系着。从构词来

² 杨建华. 工程与工程教育[J]. 邵阳学院学报, 2010, 7(4): 26-29.

看, engineer 和 engineering 词根相同, engineer 源于古代中世纪英语 engyneour, 古法语 engineer, 中世纪拉丁语 ingenious 中, 这些单词含义是: “能制造使用机械设备, 尤其是军械的人。” engineering 在拉丁语 ingenious, genere 中含智巧、聪明之义, 其词根 gen 的意思为生产、制造。古英语动词 engine 是指设计、发明, 且这层意思贯穿于近现代 engineering 一词中。西方 engineering 起源于军事活动, 战争的设施是弩炮、云梯、浮桥、碉楼、器械等, 那么其设计者就是 engineer。大约 18 世纪中叶, 出现了一种新型工程师, 他们工作的对象是道路、桥梁、江河渠道、码头、城市及城镇的排水系统等, 于是出现民用工程 (civil engineering), 中国习惯称为土木工程。据中国工程学会的创始人之一吴承洛考证, 1828 年, 英国伦敦民用工程师学会 (the Institution of Civil Engineers (London)) 把 “civil engineering 定义为驾驭天然力源、供给人类应用与便利之术。当时工程重事实, 理论尚属幼稚, 故谓之术”。工业革命的时期出现了机械工程、采矿工程。随着科学技术的发展, 几乎每次新科技出现都会产生一种相应的工程, 而且各门工程之 “学理” 亦日臻完备, 工程不仅为技术而且是科学即 engineering sciences, 于是 engineering 又增加了一 “学科理论” 含义。engineering 被美国职业开发工程师协会 (The Engineers Council for Professional Development) 定义为下面这些科学原理的创造性应用: “设计或完善结构、机器、器械、生产程序及单独或联合地利用他们进行的工作; 如同充分理解设计一样制造和操作; 预见他们在具体操作条件下的行为; 顾及所有方面, 预期的功能、运作的经济性及对生命财产的安全保障。” 据近年的《不列颠百科全书》解释 Engineering 范畴相对应的工程师职能分为: ①Research (研究)。②Development (开发)。③Design (设计)。④Construction (构建)。构建工程师负责准备场地, 选择经济安全又能产生预期质量的程序, 组织人力资源和设备。⑤Production (生产), 是制造工程师的任务。⑥Operation (操作), 操作工程师控制机器、车间及提供动力、运输和信息交流的组织, 他安排生产过程, 监督员工操作。⑦Management and other function (管理及其他职能)。总而言之, 其主要内容总离不开研究与开发、设计与制造、操作及管理等方面。³

3. 西方 engineering 引入中国

洋务运动时期, 英国人傅兰雅及其合作者译述了几本题名 “工程” 的书籍, 如《井矿工程》(1879)、《行军铁路工程》(1894)、《工程器具图说》、《开办铁路工程学略》等。其中有代表性的是《工程致富论略》(1897), 书中分 13 卷论述了: 铁路与火轮车、电报、桥梁、开市集、自来水通水法、城镇开沟引粪法等民用工程。他们用 “工程” 对应着外来的 engineering, 赋予汉字 “工程” 新鲜含义。1881 年 1 月李鸿章等在奏章中称, 赴法国学造船回国的郑清濂等已取得堪胜

3 杨盛标, 许康. 工程范畴演变考略 [J]. 自然辩证法研究, 2002, 18 (1): 38-40.

船厂“总监工”官文凭。这里“总监工”应与“engineer”是相对应的。1886年1月杨昌浚上奏“陈兆翱等在英法德比四国专学轮机制法，”可“派在工程处总司制机。”1896年10月张之洞奏折中记载湖北武备学堂设有“操营垒工程”。北洋武备学堂在1897年增设“铁路工程科”。这表明当时一些新式学堂已开设有“工程”课程。在清官方文件中“工程师”字样出现于1883年7月李鸿章奏折片中：“北洋武备学堂铁路总教习德国工程师包尔”。从题名“工程”的译著到“工程（学科）”及“工程师”字样在官方正式文件中出现，表明 engineering 与“工程”的对译已进入标准规范阶段。詹天佑最早在1888年由伍廷芳任命为津榆铁路“工程司”，到京张铁路工程（1905），他被任命为“总工程师”。所以这里的“工程司”是相应于某项“工程”的“职司”，既负技术责任，也有管理职务。到詹天佑创立中华工程师会（1912年）之后，他们自称“工程师”。值得注意的是，日本在翻译 engineering 时，使用的汉字是“工学”，表明日本近代启蒙学者看重这个词的学科含义。中国近代作如此理解者，首推张之洞的《劝学篇》（1895年4月出版），解释“工学之要如何？曰：‘教工师’。”接着阐述：“工有二道：一曰工师，专以讲明机器学理化学为事，悟新理，变新式，非读书士人不能为，所谓智者创物也。一曰匠首，习其器，守其法，心能解，目能明，指能运，所谓巧者述之也。”张之洞在《劝学篇》中还提到“工程学”，他解释“矿学者兼地学、化学、工程学三者而有之。”可见他所称“工程学”主要是土木工程学，因为他所说的矿学指采矿之学，并非冶金更非制造。张之洞的观念对清末“新政”的学制改革有很大的影响，后来学部（即教育部）对学科的划分基本上以《劝学篇》为纲，而参考日本文部省的学科分类为目。所以除“土木工程”门（系）外，其他如机械、化学等科均不加“工程”二字。中国在学科名称中较多地使用“工程”而省略“工程学”的“学”字，大抵来源于欧美高等学校带有 engineering 名称的学科。如交通大学1921年有土木工程、机械工程、电机工程三科。不过，在20世纪30年代，作为严谨的学科名称，又加上“学”字，如西南联大工学院下分土木工程学系等等。但作为课程名称，技术性的一般不加“学”字，如制冷工程等等；理论性的加“学”字，如热力工程学（热工学）。

改革开放以来，高校学科、专业、课程名称又重新与西方接轨，engineering 一词以前所未有的频率出现，一般均简单地译为“工程”，而造成了今天“工程”名称的大泛滥。对工程与科学、技术等概念展开探讨的，首推钱学森先生。1978年以来他把 systems engineering 译为“系统工程”，强调“系统工程是工程技术”。他在构建其科学体系观时，特提“工程技术”而不单独提工程学科。钱先生把工程技术作为另一层次，意在突出其实践性和应用性，以及较“学”为低的“术”的地位。其科学的体系为：哲学、基础科学、技术科学、工程技术四层次。技术科学国外界定为包括传统的工程学科、农业科学以及关于空间、计算机和自动化等现代学科的科学。我国在20世纪50年代科学院划分出“技术科

学”学部，其成员即包括工程界杰出人物，因而技术科学包含工程技术。另外在《自然辩证法百科全书》中，刘则渊撰写的“工程”与“工程科学”两词条都与 engineering 相对应，并把这两个概念都作了深入研究并归纳出了各自特点。

（二）工程理念

工程，对于我们并不陌生，比如我国的都江堰、万里长城、京杭大运河、埃及的金字塔、罗马的凯旋门等都是古人留下的伟大工程。20 世纪 40 年代的曼哈顿工程、60 年代的阿波罗登月工程，以及 90 年代的人类基因组计划工程，堪称现代世界三大工程。我国 20 世纪 60—70 年代完成的“两弹一星”工程、改革开放后建设的大亚湾核电工程、宝钢二期工程、铁路 5 次大提速工程，以及正在建设或已经完成的三峡工程、探月工程、南水北调、西气东输、青藏铁路工程等，创造了中国历史发展进程的神话。可以说工程活动塑造了现代文明，并深刻地影响着人类社会生活的各个方面。现代工程构成了现代社会存在和发展的基础，构成了现代社会实践活动的主要形式。

工程活动是人类利用各种要素的人工造物活动。工程既不是单纯的科学应用，也不是相关技术的简单堆砌和剪贴拼凑，而是科学、技术、经济、管理、社会、文化、环境等众多要素的集成、选择和优化。一切工程都是人去建造的，是为了人而造的。因此，要建立顺应自然、经济和社会规律，遵循社会道德伦理、公正公平准则，坚持以人为本、资源节约、环境友好、循环经济、绿色生产、促进人与自然和人与社会协调可持续发展的工程理念。工程理念深刻地渗透到工程策划、规划、设计、论证和决策等各方面的各环节中，不但直接影响到工程活动的近期结果与效应，而且深刻地影响到工程活动的长远效应与后果。许多工程在正确的工程理念指导下，不仅成功而且青史流名。如公元前 256 年李冰主持修建的都江堰水利枢纽，科学分水灌溉，与生态环境友好协调，造就了“天府之国”。但也有不少工程由于工程理念的落后甚至错误，酿成失误，甚至殃及后世。非洲建造了阿斯旺大坝，使富饶美丽的尼罗河下游变成了盐碱地，甚至荒漠化。造物就要造精品、造名牌，造福于人民。

当代工程的规模越来越大，复杂性程度越来越高，与社会、经济、产业、环境的相互关系也越来越紧密，这就要求我们从“自然—科学—技术—工程—产业—经济—社会”知识价值链的综合高度，来全面认识工程的本质和把握工程的定位，在工程的实施和运行全过程中处理好科技、效益、资源、环境等方面的关系，促进国民经济和社会生活的全面、协调、持续发展。

什么是工程？怎样来理解和把握工程？李伯聪教授提出的“科学—技术—工程三元论”已被越来越多的专家、学者所接受。李伯聪把工程定义为“人类改造物质自然界的完整的全部的实践活动和过程的总和”；而《2020 年中国科学与技术发展研究》给出的定义则为“人类为满足自身需求有目的地改造、适应并

应顺自然和环境的活动”。我们把工程定义为“有目的、有组织地改造世界的活动”。这一定义中的限制词“有目的”把无意识的自发改变世界的活动排除在外。例如人们污染环境的行动虽然也改变世界，但不能称为工程。而环境工程是有目的地改善环境的活动，所以是工程的一种。其次，定义中的限制词“有组织”则把分散的个体活动排除在外。因此，原始人把野生稻改造为栽培稻不算工程，但“大禹治水”是组织很多人进行的，应是一种早期的工程活动。朱京强调“工程的社会性”，这一社会性与本定义中“有组织活动”应当是同义词。到目前为止，工程都是按照被改造的对象而命名的。世界分为自然界和人类社会，所以工程也可分为自然工程和社会工程，前者不妨称为“硬工程”，后者不妨称为“软工程”。虽然工程的名称起源于硬工程，但把它推广到社会改造也是顺理成章之事。例如当前频繁出现的“希望工程”“五个一工程”“知识创新工程”等。按出现的次序，工程也可分为传统工程与现代工程。前者如土木、水利、建筑、机电、能源等，后者如材料工程、环境工程、生物工程、生态工程等。

在这里，我们可以把握工程这样几点内涵：首先，工程活动是从制订计划开始的，或者说计划是工程活动的起点。其次，实施（操作）是工程活动最核心的阶段，工程活动的本质是实践、行动。最后，工程的决策理论和方法在工程的成败和工程哲学中具有特殊的重要意义。它涉及工程的自然要素、科学技术要素、环境要素、社会人文要素和价值要素等一系列要素，是工程伦理研究的核心问题。

（三）工程思维

思维是宇宙中最复杂、最奇妙的现象之一。人的实践活动方式与内容直接影响着思维活动的各个方面，从而出现了与不同实践活动相应的思维方式。如科学实践、工程实践、艺术实践活动分别产生了科学思维、工程思维与艺术思维方式。科学活动、工程活动、艺术活动的任务、目的、本质、思维与现实关系的主要特征与思维特点见表 1-1。

表 1-1 科学活动、工程活动、艺术活动对比一览表

项目类别	任 务	目 的	本 质	思维与现实关系的特征	思维特点
科学活动	研究和发现事物规律	发现、探索、追求真理	知识创新	反映性	抽象的普遍性思维
工程活动	人工造物	追求使用价值、创造价值	创造物质	创造性从无到有	具体的个别性思维
艺术活动	创造艺术作品	展现美感	创造美	想象性、虚构现实	设计个别

上述三种思维方式在思维与现实的关系上,有着异中有同、同中有异的复杂关系。然而,个人的具体思维活动是复杂的,不能笼统断定科学思维或工程思维就是科学家或工程人员的思维方式,而其他人就不运用这些思维方式。众所周知,科学家发现(discover)已经存在的世界,工程师创造(create)一个过去从没有过的世界,艺术家想象(imagine)一个过去和将来都不存在的世界。科学家在进行反映性思维活动中(如发现科学定律),思维的对象已经存在于现实世界之中了;而工程师、艺术家在进行想象性思维活动中(如工程师设计太阳能飞机、作家写一本小说),思维的对象是现实世界中不存在的。这就是思维与现实关系中“反映性”、“创造性”、“想象性”关系的根本区别。与科学思维相比,工程思维注重科学性,遵照科学规律开展创造性、构建性、设计性思维活动,消除违背科学规律的幻想。这是因为:①任何违背科学规律的做法都是徒劳的,“永动机”是永远做不成的;②科学规律指出了理论上的限度和工程活动可能追求得到的目标,不能幻想达到违背科学规律的目标;③任何高新技术都是在自然科学的基础上发展的。与艺术思维相比,工程思维也具有想象性与艺术性,既注重目标和过程的想象,也追求美与弘扬美。工程思维渗透到工程理念、工程分析、工程决策、工程设计、工程构建、工程运行以及工程评价等各个环节之中,从而在很大程度上决定着工程的成败和效率。

(四) 工程哲学

工程哲学(engineering philosophy)是改变世界的哲学,主要是探索人们什么不能做,什么能做和应该怎样做的问题。如运用哲学的智慧去把握和处理好所用技术的先进性和成熟性、引进技术与自主创新、质量和造价及进度的关系问题,工程建设与生态保护问题,竞争与合作,保密与交流等多重关系问题等,可使人们在工程活动中少走弯路,提高效率和效益。自从人类有了生产活动以后,由于不断地与自然界打交道,客观世界的系统性便逐渐反映到人的认识中来,从而自发地产生了朴素的系统性思想,反映到哲学上来就是把世界当做统一的整体,从而认为世界是由无数相互关联、相互依赖、相互制约与相互作用的过程所形成的统一整体。所以,做事要善于从天时、地利、人和等方面进行整体分析,达到最佳效果。自然界物质自身的运动、变化与发展过程及其结构的层次性与无穷性,决定了我们认识自然规律、实现工程最佳化必然是循序渐进、逐步逼近的,这就是优化设计、优化试验、寻找最佳方案的哲学基础。绝大多数的优化方案,都不是一次就找到的,必须通过逐步逼近的途径,才能得到最佳效果。工程技术中充满着辩证法,高层建筑和大型桥梁静不定结构的问题、热力设备的热平衡过程,都是辩证法的生动实例。如上海“东方明珠”电视塔的最大摇摆幅度大约有1米多,它一直在摇摆,摇摆才能稳定。如果不让它动,大风来了,反而要折断了,而静不定恰恰是最稳定的。又如根据绝热原理,将高温冶金炉衬用绝