

安徽省哲学社会科学成果文库

AnHuiShengZheXueSheHuiKeXueChengGuoWenKu

2017 年度安徽省哲学社会科学规划后期资助项目

《工程哲学视域下卓越工程师培养研究》(AHSKHQ2017D09)

大工程时代的 卓越工程师培养

王章豹 著



上海科技教育出版社

安徽省哲学社会科学成果文库

AnHuiShengZheXueSheHuiKeXueChengGuoWenKu

2017 年度安徽省哲学社会科学规划后期资助项目

《工程哲学视域下卓越工程师培养研究》(AHSKHQ2017D09)

大工程时代的 卓越工程师培养



王章豹 著



上海科技教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

大工程时代的卓越工程师培养 / 王章豹著. —上海:
上海科技教育出版社, 2017.12

ISBN 978-7-5428-6091-0

I. ①大… II. ①王… III. ①工程师—人才培养—研究 IV. ①T-29

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 122907 号

责任编辑 蔡 洁 张嘉穗

封面设计 李梦雪

大工程时代的卓越工程师培养

王章豹 著

出版发行 上海科技教育出版社有限公司
(上海市柳州路 218 号 邮政编码 200235)

网 址 www.sste.com www.ewen.co

经 销 各地新华书店

印 刷 启东市人民印刷有限公司

开 本 720×1000 1/16

印 张 22

版 次 2017 年 12 月第 1 版

印 次 2017 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5428-6091-0/G·3279

定 价 68.00 元

序



我在任《自然辩证法研究》常务副主编时曾经刊发过章豹的文章。由于当时国内关注工程哲学的人不多,而章豹是其中之一,所以给我留下了较深的印象。后来在开学术会议时见到章豹本人,这才知道他是失明之人。再后来,看到对章豹事迹的报道,对他有了更多的了解。2015年,我国著名高校合肥工业大学70周年校庆之际,章豹当选为“感动工大人物”。实际上,每个认识他的人都会被他的事迹感动。

章豹说他相信一句话:“上帝关上一扇门的时候,一定会打开一扇窗。”虽然他的“生理眼睛”失明了,他的“心灵眼睛”却更明亮了——所谓“心灵眼睛”,不但是“真”的眼睛,而且是“善”和“美”的眼睛。章豹用他那“真善美”的眼睛看世界,看工程,看教育,便有了丰硕的学术成果,读者可以从他的学术成果中看到他“心灵眼睛”的光芒。

最近,章豹的两本著作《大工程时代的卓越工程师培养》和《工程哲学与工程教育》即将出版,我应邀为这两本书写序,自然应该尽绵薄之力进行推介。

在现代社会中,科学、技术和工程是三种重要的社会活动,三者既有密切联系又有本质区别。分别以三者为哲学研究的对象,就形成了科学哲学、技术哲学和工程哲学这三个哲学分支学科。科学哲学和技术哲学都是西方学者开创的。21世纪之初,在开创工程哲学时,中国学者和工程师没有再度落后,而是与西方同行共同开创了这个新的学术方向和领域。

工程是人类最常见、最基础的实践活动,是社会存在和发展的物质基础。如果工程活动停止,社会就要崩溃、瓦解。马克思说:“哲学家只是用不同的方式解释世界,而问题在于改变世界。”从内容上和本质上看,工程哲学就是改变世界的哲学。

如果着重从思维主体角度看哲学,我们也可以在一定意义上说,工程哲学首先是工程界所研究和运用的哲学,是包括工程师、工程管理者、工人等在内的工程实践者和包括工科院校师生在内的工程教育界所需要的哲学。工程哲学的灵魂是理论联系实际。对于中国工程师和工程界来说,研究工程哲学必须首先联系我国及世界工程建设和工程发展的实际,联系我国和世界工程教育的实际。当前,我国正处在从工程大国和工程教育大国走向工程强国和工程教育强国的历史进程之中。为实现民族复兴的伟大历史使命和全面建成小康社会,我国正在实施“创新驱动”“中国制造 2025”“一带一路”“互联网+”等重大发展战略。在工程教育领域,我国在 2010 年出台了“卓越工程师教育培养计划”;2017 年上半年,我国工程教育界密集推出了“新工科”的“复旦共识”“天大行动”“北京指南”;我国的职业教育改革也在不断深化。这些都令人振奋。中国工程院前院长徐匡迪院士说:“工程需要有哲学支撑,工程师需要有哲学思维。我们应该把对工程的认识提高到哲学的高度,要提高工程师的哲学思维水平。”

工程哲学自 21 世纪初开创以来,引起了广泛关注,其研究内容不断扩展,研究深度不断深化。目前,虽然在工程哲学领域已经出版了一些学术著作,在工程教育领域出版的学术著作更多;可是,还鲜见把工程哲学和工程教育结合起来进行研究的著作。章豹的这两本书可谓“姊妹著作”,其内容和主题具有高度密切的连贯性,针对国内外,特别是我国的现实情况,把工程哲学和工程教育研究结合起来,成为在这个新方向进行创新研究的重要成果,必须给予高度评价。章豹的新书努力使理论与实践相结合,把规范研究与实证研究结合起来,内容新颖,观点独到,结构严谨,逻辑严密,资料翔实,引证充分,文笔流畅。我郑重地向工科院校的师生、向工程界和教育界、向关心工程师成长和工程教育问题的各界人士,推荐章豹的这两本书。



2017 年 9 月 15 日

(李伯聪,1941 年生,中国科学院大学资深教授,中国科学院科技哲学博士生导师,中国工程哲学的开创者和奠基人)

前 言



我们正生活在一个工程化的时代,工程实践活动的规模不断扩大,数量日益增多,系统日显集成,复杂程度越来越高。工程活动形塑了现代文明,改变了当今世界的物质面貌,构成了人类社会实践活动的主要形式和永恒主题。今天的中国,正处于工业化的高潮,正在努力全面建设小康社会和新型工业化社会,中华大地正在进行史无前例、欣欣向荣的大规模工程建设,其数量之多、规模之大、类型之广、模式之独特,均居世界前列,所取得的成就令世界瞩目。大规模的工程实践中提出的问题,特别是工程活动引发的各种社会问题、环境问题、生态问题、文化问题和质量安全问题,引发了人们对于工程的哲学反思,以及技术哲学的“经验转向”,工程哲学这门实践哲学也应运而生。工程哲学是由中国学者和西方学者同时开拓并在若干领域领先于世界的一门新兴交叉学科,它是研究工程活动的本质特征、基本立场、根本观点、普遍规律及方法论的思想学问,反映了当代工程科学、工程技术与社会、政治、经济、文化、管理、生态、伦理、艺术交叉融合、协调建构的新趋势。

工程教育具有“工程”和“教育”的双重属性,而以工程为研究对象的工程哲学对工程教育具有重要的指导意义和应用价值,也是作为造物主体的卓越工程师所必备的工程素养和哲学智慧。中国工程院前院长徐匡迪院士多次强调:“工程需要有哲学支撑,工程师需要有哲学思维……我们应该把对工程的认识提高到哲学的高度,要提高工程师的哲学思维水平。”因此,高等工程教育必须以工程哲学为指导,用现代工程观引领工程教育改革,树立大工程教育观和大工程素质观,优化工科大学生的知识、能力和素质结构,培养大批符合新经济、高科技、大工程时代要求的综合型、创新型、

和谐型、国际型卓越工程师,为建设工程(制造)强国、创新型国家和全面小康社会奠定丰富的人力资源优势。

本书在国内率先将工程哲学这一新兴学科理论较系统地应用于高等教育领域,从若干工程哲学范畴和工程素质构成要素出发,就工程哲学视域下卓越工程师大工程素质培养问题进行了系统的研究和探索,并提出了一些新观点、新思路、新模式、新方法和新措施。本书属于工程哲学与工程教育的交叉学科研究成果,所采用的研究方法主要包括文献研究法、问卷调查法、规范研究法、理论演绎法、系统分析法、比较研究法、历史分析法、案例研究法和模型建构法等。

全书共有六章:第一章介绍了大工程时代的意蕴和大工程的特点,讨论了大工程时代培养卓越工程师大工程素质的意义及国外借鉴,阐释了大工程时代卓越工程师应具备的大工程素质,同时对工科大学生工程素质的现状进行了调查和分析;第二章介绍了工程意识的概念和功能,详细探讨了工程意识的系统结构和十大构成要素,并结合问卷调查,提出了卓越工程师应具备的工程意识及其培养途径和措施;第三章在介绍知识、工程知识和知识结构的概念、特点及分类的基础上,从工程哲学视角论述了卓越工程师应具备的合理知识结构——深厚的数学和自然科学基础知识,精深而系统的工程科技基础知识、工程专业知识和学科前沿知识,广博的交叉学科知识,丰富的人文社科知识以及必备的工具性知识,并探讨了优化卓越工程师知识结构应处理好的几对辩证关系;第四章首先就工程哲学视域下实践的概念、工程的实践性及对卓越工程师实践能力的要求进行了讨论,然后在介绍实践能力的内涵和国内外对工程师职业能力要求的基础上,从基本实践能力、专业实践能力、综合实践能力三个维度剖析了卓越工程师实践能力的构成要素,继而论述了构建工程实践教学体系的意义和原则,构建了面向实践能力培养的“三层次五模块”工程实践教学体系,最后从思想保障、政策保障、师资保障、基地保障、制度保障等层面探讨了完善卓越工程师实践能力训练的保障机制;第五章从工程哲学视角阐述了工程和工程创新的概念、特点、意义以及对卓越工程师创新能力的要求,分析了卓越工程师创新能力的内涵和构成要素以及卓

越工程师创新能力培养的意义和原则,论述了面向卓越工程师创新能力培养的教学改革与建设路径,并从社会环境、资源环境、文化环境和制度环境四个层面探讨了创新创业教育环境优化问题;第六章介绍了工程精神的内涵、特点和功能,从认识论层次、社会关系层次和价值观层次这三个维度分析了工程精神的十大构成要素,并提出了卓越工程师工程精神的培育路径。

工程建设是经济建设的主战场,工程创新是创新活动的主阵地,工程师是工程创新的主力军,高等工程教育则是培养工程师的主渠道,其人才培养的质量决定了未来中国工程创新的水平和工程强国建设的进程。人类已步入大工程时代,大工程时代呼唤培养卓越工程师的大工程素质(也称“综合工程素质”),包括综合交叉的工程知识、强烈执着的工程意识、系统整体的工程思维、多维立体的工程能力及健全和谐的工程精神。目前,尚未见到将工程哲学与工程教育相融合的专门著作出版。本书结合教育部“卓越工程师教育培养计划”的实施,将工程哲学这门新兴交叉学科理论应用于高等工程教育领域,在对现有零散研究成果进行较为系统的梳理和提炼的基础上,对工程哲学视域下卓越工程师大工程素质培养问题进行了较系统的深化研究和拓展研究,希望能对同行的研究起到抛砖引玉的作用。

该书的前期研究成果“大工程时代卓越工程人才工程意识、创新能力和工程素质培养的研究与实践”已荣获 2014 年国家级教学成果奖二等奖。相信本书及其姊妹篇《工程哲学与工程教育》的出版,对于丰富工程教育和工程哲学理论体系,对于推动“卓越计划”和“新工科建设”的实施及高等工程教育改革,培养大批适应大工程时代、创新型国家建设和新一轮产业革命需要的,具有大工程素质的卓越工程师等,都能尽一份绵薄之力。

王章豹

2017 年 9 月

目 录

第一章 大工程时代与卓越工程师大工程素质的养成	001
第一节 大工程时代的意蕴和大工程的特点	003
一、工程规模大,技术难度高	003
二、投资强度大,消耗资源多	004
三、涉及领域广,多学科交叉融合	005
四、系统复杂程度高,社会影响大	006
五、高度的集成性、协同性和开放性	007
第二节 大工程时代培养卓越工程师大工程素质的意义及国外借鉴	008
一、工程素质的内涵	009
二、大工程时代培养卓越工程师大工程素质的重要性和紧迫性 ...	011
三、基于大工程观的美国工程教育改革和未来工程师的素质标准	015
第三节 大工程时代卓越工程师应具备的大工程素质	018
一、综合交叉的工程知识	020
二、强烈执着的工程意识	022
三、系统整体的工程思维	023
四、多维立体的工程能力	025
五、健全和谐的工程精神	026
六、本书主要内容及逻辑关系	027

第四节 工科大学生工程素质现状调查及分析	028
一、对工程知识的调查分析	029
二、对工程能力的调查分析	034
三、对工程精神的调查分析	037
结束语	042



第二章 工程知识与卓越工程师知识结构的优化 045

第一节 知识、工程知识和知识结构概述 047

一、知识的概念和分类	047
二、工程知识的内涵和特点	051
三、知识结构的概念和模型	057

第二节 从工程哲学视角看卓越工程师的知识结构 061

一、深厚的数学和自然科学基础知识	064
二、精深而系统的工程科技基础知识、工程专业知识和学科前沿知识	065
三、广博的交叉学科知识	068
四、丰富的人文社科知识	070
五、必备的工具性知识	071
六、卓越工程师知识结构模型	074

第三节 优化卓越工程师知识结构应处理好的几对辩证关系 075

一、处理好基础知识与专业知识的关系	075
二、处理好知识深度与知识广度的关系	077
三、处理好意会性(隐性)知识与言传性(显性)知识的关系	079
四、处理好知识集成与知识创新的关系	080
五、处理好在校学习与终身学习的关系	082



第三章 工程意识与卓越工程师工程意识的培养 085

第一节 工程意识的内涵和系统结构 087

一、工程意识的概念及在工程文化体系中的地位	087
二、工程意识的系统结构	089
第二节 工程意识系统的构成要素及功能	090
一、工程意识系统的构成要素分析	091
二、工程意识的功能	105
第三节 工科大学生应具备的工程意识及其培养路径	107
一、工科大学生应具备的工程意识及其调查分析	109
二、培养卓越工程师工程意识的途径和措施	118
◆	
第四章 工程实践与卓越工程师实践能力的训练	125
第一节 工程哲学视域下的工程实践概述	127
一、实践的概念和马克思主义实践观	127
二、工程的实践性及工程哲学思想	129
三、工程实践对卓越工程师实践能力的要求	132
第二节 实践能力的内涵和卓越工程师的能力结构	134
一、能力、实践能力和能力结构概述	135
二、国内外教育界和工程界对工程师职业能力的不同要求	139
第三节 卓越工程师实践能力构成要素分析	144
一、基本实践能力	145
二、专业实践能力	150
三、综合实践能力	154
第四节 构建工程实践教育体系的意义和原则	159
一、构建工程实践教育体系的必要性	160
二、构建工程实践教育体系应遵循的原则	161
第五节 面向实践能力培养的“三层次五模块”工程实践教育体系的构建	164
一、三个层次	165
二、五大模块	166

第六节 完善卓越工程师实践能力训练的保障机制	182
一、思想保障:提高对实践能力培养和工程实践教育重要性的认识	182
二、政策保障:政府要加大对卓越工程师实践能力培养的政策支持力度	189
三、师资保障:建设一支实践能力强、工程素质高的工科教师队伍	191
四、基地保障:加强校内外实践教学基地建设	197
五、制度保障:建立健全工程实践教育管理与质量保障制度	201



第五章 工程创新与卓越工程师创新能力的提升	207
第一节 工程哲学视域下的工程创新概述	209
一、创新的概念和特点	209
二、工程创新的概念和特点	215
三、工程创新的意义及对卓越工程师创新能力的要求	228
第二节 卓越工程师创新能力的内涵和构成要素分析	233
一、创造力和创新能力的内涵	234
二、卓越工程师创新能力构成要素分析	236
第三节 卓越工程师创新能力培养的意义和原则	246
一、加强卓越工程师创新能力培养的必要性 and 紧迫性	247
二、培养和提升卓越工程师创新能力应遵循的若干原则	251
第四节 面向卓越工程师创新能力培养的教学改革与建设路径	255
一、优化人才培养方案和课程体系	255
二、推进人才培养模式改革	258
三、改革教学方法	263
四、搭建创新实践活动平台	268
五、加强创新创业教育师资队伍建设	279
第五节 营造促进卓越工程师创新能力提升的创新创业教育环境	281
一、优化创新创业教育环境的重要性和基本内涵	281
二、优化创新创业教育社会环境	284

三、打造创新创业教育资源环境	288
四、完善创新创业教育制度环境	295
五、营造创新创业型校园文化环境	300
◆	
第六章 工程精神与卓越工程师工程精神的培育	307
第一节 工程精神的内涵、特点和功能	309
一、工程精神的内涵和特点	309
二、工程精神的功能和作用	310
第二节 工程精神的构成要素	312
一、认识论层次的工程精神	312
二、社会关系层次的工程精神	318
三、价值观层次的工程精神	325
第三节 卓越工程师工程精神的培育路径	331
结束语	335
◆	
后记	336

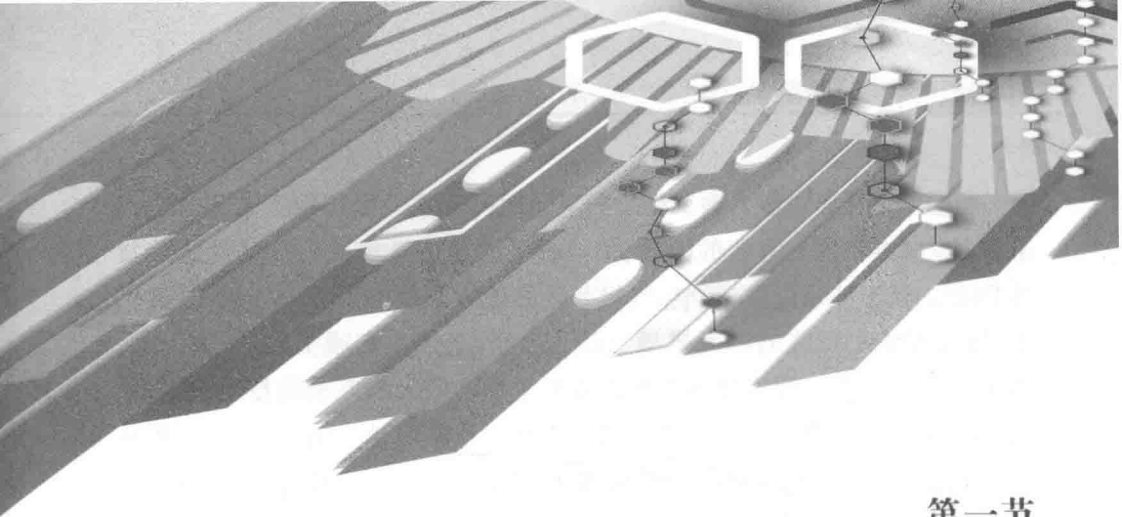
大工程时代与卓越工程师

大工程素质的养成



第一章

就在人类大踏步地跨入 21 世纪之时,工程哲学这门新兴学科在神州大地上破土而出并茁壮成长起来,它对工程实践和工程教育改革具有重要的指导意义。随着经济全球化、科学技术综合化的发展以及工程规模的日益扩大,大工程时代已经来临,大工程时代呼唤培养卓越工程师的大工程素质。本章首先探讨大工程时代的意蕴和大工程的特点;然后,介绍工程素质的内涵,分析我国工程师素质不佳的基本现状,探讨基于大工程观的美国工程教育改革和未来工程师的素质标准;接着,以美国大工程教育观为借鉴,从五个维度探讨大工程时代卓越工程师应具备的大工程素质;最后,从工程知识、工程能力和工程精神三个维度设计 40 多个调查指标,对工科大学生的工程素质进行较为全面的问卷调查和深入分析。



第一节

大工程时代的意蕴和大工程的特点

随着科学社会化、社会科学化以及科学技术一体化的程度逐渐加深,人类社会已经进入一个大科学时代;同样,伴随经济全球化、科学技术综合化的发展以及工程规模的日益扩大,工程正在向着大工程的方向演化,大工程时代已经来临。美国“曼哈顿”工程的成功实施,成为大科学、大工程时代来临的重要标志。大工程时代对卓越工程师的工程素质提出了更高要求。大工程是指工程项目规模大,涉及领域广,系统复杂程度高,参与主体多,知识和技术密集,对经济、社会和环境的影响大,需要大量工程人员参加和投入大量资金的大规模工程活动。大工程时代的意蕴和大工程的特点主要体现在以下几方面。

一、工程规模大,技术难度高

随着科学技术的不断进步,人类的工程活动日益频繁,工程建设的数量和规模愈加宏大,技术难度越来越高。进入 21 世纪,工程更向着大型化、巨型化方向发展,许多新学科、新技术还不断催生出许多新的大工程。目前,中国已成为世界工程大国,“我国几乎同时拥有世界最大的工程项目和最多的工程量”^①。

① 肖峰.从魁北克大桥垮塌的文化成因看工程文化的价值[J].自然辩证法通讯,2006(5):12-17.

现代工程,特别是大型工程的技术问题已经不只是传统土木建筑工程在结构、材料和施工方面的问题,而是涉及多个行业交叉融合的综合性的技术问题。至于涉及资源、环境、气候与人类健康的重大工程,其技术难度更是 21 世纪人类面临的巨大挑战。近几十年,我国在交通工程、桥梁工程、水利工程等许多工程领域都不断创造出世界之最。最典型的是三峡工程,它的许多指标都突破了我国甚至世界水利工程的纪录。例如:三峡工程从提出构思到正式开工,经历了漫长的 75 年,是世界上前期策划历时最长、前期准备工作最充分的水利工程;三峡水库总库容 393 亿立方米,防洪库容 221.5 亿立方米,是世界上防洪效益最显著的水利工程;三峡工程泄洪闸最大泄洪能力 10 万立方米/秒,是世界上泄洪能力最大的泄洪闸;三峡工程水库移民超过百万,是世界上水库移民最多、最为艰巨的移民建设工程。可以说,三峡水电站是世界上最大的电站,三峡水库也是世界上航运效益最显著,工程量、施工强度和技术难度最大的水利工程。

二、投资强度大,消耗资源多

工程的规划设计或建设,往往需要比技术开发投入更多的人力、物力和财力资源,并具有很明确的经济目的和很强的产业经济属性。像三峡工程、载人航天工程、高速铁路工程、计算机网络工程这样的现代大型、特大型复杂工程,更需要投入巨资进行建造、运行和维护,其建设投资规模常常以十亿、百亿、千亿元计,所产生的经济、社会效益也非常大。例如,“阿波罗”登月计划,前后参加研制的有 200 家公司、120 所大学,经济耗费达 300 亿美元;我国的三峡工程,总工期长达 17 年,总投资约 2000 亿元人民币,可谓耗资巨大的大工程;我国西部大开发的标志性工程——西气东输工程,从新疆塔里木向上海、浙江等东部地区商业供气,全线长 4167 千米,总投资达 1200 多亿元人民币,构筑了横贯我国东西、跨越 9 个省(自治区)的能源传输大动脉;南水北调工程分东、中、西三条线,全长共 2846 千米,供水范围涉及我国 14 个省(自治区),总投资预计超过 5000 亿元人民币。据统计,我国整个社会固定资产投资总额中约有 60% 是工程建设投资。2016 年,我国全社会固定资产投资达到 60.6 万亿元,如按 60% 计算,同年我国工程建设投资高达 36.4 万亿元。

现代工程建设投资强度大,同时也要消耗大量自然资源和社会资源,从而刺激人们对自然资源(材料、能源)的开发需求,导致消耗了大量不可再生