

东北大学技术哲学博士文库
NORTHEASTERN UNIVERSITY PH.D LIBRARY IN PHILOSOPHY OF TECHNOLOGY
(第五辑)

名誉主编 陈昌曙 远德玉
Honorary Chief Editors CHEN Chang-shu YUAN De-yu

主 编 陈 凡 娄成武
Chief Editors CHEN Fan LOU Cheng-wu

哲学视野下的工程演化研究

On Engineering Evolution: A Philosophical Prospective of Engineering Studies

蔡乾和 著

By Cai Qianhe



東北大學出版社
Northeastern University Press

· 东北大学技术哲学博士文库 ·

(第五辑)

名誉主编 陈昌曙 远德玉

主 编 陈 凡 姜成武

哲学视野下的工程演化研究

On Engineering Evolution: A Philosophical Prospective of
Engineering Studies

蔡乾和 著

By Cai Qianhe

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 蔡乾和 2013

图书在版编目 (CIP) 数据

哲学视野下的工程演化研究 / 蔡乾和著. —沈阳: 东北大学出版社, 2013. 7
(东北大学技术哲学博士文库)

ISBN 978-7-5517-0397-0

I. ①哲… II. ①蔡… III. ①技术哲学—研究 IV. ①N02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 167029 号



出版者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83680267 (社务室) 83687331 (市场部)

传真: 024—83680265 (办公室) 83687332 (出版部)

网址: <http://www.neupress.com>

E-mail: neuph@neupress.com

印刷者: 沈阳市第二市政建设工程公司印刷厂

发行者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 184mm × 235mm

印 张: 12.5

字 数: 217 千字

出版时间: 2013 年 7 月第 1 版

印刷时间: 2013 年 7 月第 1 次印刷

组稿编辑: 刘振军

责任编辑: 刘珏元 潘佳宁

责任校对: 一 方

封面设计: 唐敏智

责任出版: 刘江旸

ISBN 978-7-5517-0397-0

定 价: 25.00 元

东北大学技术哲学博士文库第五辑编委会

名誉主编 陈昌曙 远德玉

名誉编委 关士续 刘则渊

主 编 (以姓氏笔画为序)

陈 凡 娄成武

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 前 田鹏颖 刘振军

李兆友 佟晶石 张明国

陈 凡 罗玲玲 郑文范

赵建军 娄成武

秘 书 (以姓氏笔画为序)

王 健 陈红兵

总 序

“技术哲学博士文库”在多方努力下终于出版了。这是东北大学文科建设史上的一件幸事，值得祝贺。

东北大学的科学技术哲学博士点自 1994 年开始招生以来，已有一批博士毕业。他们已经在《自然辩证法研究》《自然辩证法通讯》《科学技术与辩证法》等刊物上发表了一批文章，也有把论文补充修改成为专著出版的，但出书毕竟零散，机会也不多。文科博士论文的创新思想应当在刊物上发表，更为优秀者则应当作为专著出版。已经有不少大学出版了自己的博士文库。我们决定出版自己的博士文库，乃是步其后尘而已。

我们这个博士点是以技术哲学为主要研究方向的，因此名为“技术哲学博士文库”。出版这个文库的目的，一方面是为了保存和交流研究成果，经受社会检验，鼓励学术研究；另一方面也是为了博士生教育的制度化，推进学科建设。因此，并不是每一位博士的论文都可以成书进入本文库出版，进入本文库必须经过一定的评审程序。出于学科建设的需要，也将把博士生导师有关技术哲学的优秀研究成果纳入本文库出版，当然也须经过评审。

在中国，技术哲学的研究方兴未艾，已有一批博士的研究成果作为专著纳入本文库出版，这是一件令人高兴的事，但这仅仅是开始。希望有更多博士的研究成果面世，这是我们的期待。

出版博士文库需要有好的稿源和认真的编审，还需要有经费的支持乃至有人做组织工作。在本文库出版的时候，应该感谢佟

晶石、丁云龙等同志，他们为筹措经费、搞好协调做了大量工作。东北大学出版社为文科学术研究的发展，在经费等诸多方面给予了大力的支持，在此一并表示我们的谢意。

陈昌曙 远德玉

2001年3月19日

主编序语

哲学是人类认识世界、改造世界的重要工具，是建设社会主义物质文明、政治文明、精神文明的重要理论武器，在认识世界、传承文明、创新理论、咨政育人、服务社会的伟大实践中具有不可替代的重要作用。

肩负繁荣发展我校哲学社会科学的历史使命，伴随东北老工业基地振兴的铮铮鼓点，《东北大学技术哲学博士文库》以高举远慕的心态，慎思明辨的理性，执著专注的意志，洒脱通达的境界，已问世八载，蔚为大观。这是东大哲人“爱智之忧”的精神产儿，是东大学子苦心孤诣的汗中之盐。

叶茂缘于根深，流长因为源远。哲学之于东北大学，可谓根深、源远。早在 20 世纪建校之初，东北大学确立的办学宗旨即“研究高深学术，培养专门人才，应社会之需要，谋文化之发展”，并荟萃了梁漱溟、杨荣国等一批著名哲学大师在东大校园创办哲学系，执鞭育英才，使得东北大学因此成为当时东北地区哲学人才最多、研究水平最高的哲学研究中心和人才培养摇篮。逝者如斯，哲学文脉得传承；历史硝烟，东大学子哲思绵……

沐浴着共和国清晨的曙光，新中国成立后，以著名哲学家陈昌曙教授和远德玉教授为代表的一代哲人，“自强不息，知行合一”，承前启后，继往开来，把马克思主义哲学观运用于“人与技术的关系”领域，批判汲取欧美技术哲学和日本技术论的研究成果，紧密结合中国国情和技术实践，确立了具有东北工业特色和工科院校特点的科学技术哲学研究方向，开创了中国技术哲学研究之先河。特别是在技术本体论、认识论、价值论和方法论等方面，创立了独具特色的技术哲学理论，被学术界誉为中国技术哲学研究的“东北学派”。

回首历史转折之年，东北大学于 1978 年组建自然辩证法研究室，1984 年建立科学技术哲学硕士点，1993 年创建科学技术哲学博士点，2004 年成为教育部“985 工程”科技与社会（STS）哲学社会科学创新基地，2007 年被批准为国家重点学科，并获得哲学一级学科博士后科研流动站资格，东北大学科学技术哲学的学科建设与时俱进，蓬勃发展。“宝剑锋从磨砺出，梅花香自苦寒来”。几十年斗转星移，勤耕耘春华秋实：一代又一代专家学者在这片沃土上播种，一届又一届博士、硕士在这个摇篮里成长，一批又一批青年精英在这块园地中成才。如今奉献在学人面前

的《东北大学技术哲学博士文库》即历年精英之所存，历届精华之所在。

为体现东北大学哲学文脉的历史传承和与时俱进的理论创新，展示中国技术哲学“东北学派”的代表性研究成果，为国内技术哲学理论工作者特别是优秀博士研究生提供学术争鸣的园地，促进中外技术哲学的学术交流，新世纪伊始，陈昌曙教授和远德玉教授亲自主持《东北大学技术哲学博士文库》（第一辑）的编纂和出版，极大地激发了广大青年学者的学术热情，促进了东北大学科学技术哲学的学科建设，提高了东北大学科学技术哲学博士点在国内的学术影响，增进了东北大学与国内外学术界的交流，谱写了我校哲学社会科学学科建设史上的新篇章。

时隔八载，《东北大学技术哲学博士文库》已先后出版四辑，共40部。新一代东大学人继续编纂出版《东北大学技术哲学博士文库》（第五辑），旨在秉承陈昌曙教授提出的研究纲领，即突出特色——保持在全国同类学科中技术哲学的优势地位；加强基础——不断提高科学技术哲学研究的理论水平；促进应用——注重国家和地方经济社会现实问题研究；扩大开放——增强与国内外学术界的交流合作；不断创新——与时俱进，适应时代发展的新要求。我们将进一步发扬博采众长、汇融百家的开放精神和严谨求实、勤奋钻研的创新精神，展示东北大学青年才俊的学术风采，加强学科与学术队伍建设，促进新生学术力量的成长，使《东北大学技术哲学博士文库》的出版，能与东北大学哲学社会科学的学科建设和中国技术哲学研究的理论创新协同发展。

创造和培育哲学文化精神，需要历代哲人的学术传承与开拓创新；壮大和发展中国技术哲学研究的“东北学派”，也需要东大学子的著书立说和与时俱进。东北大学科学技术哲学研究中心将进一步光大“天行健，君子以自强不息；地势坤，君子以厚德载物”的传统文化精髓，努力为博士精英、青年才俊创造展示学术才华、发表真知灼见的学术园地，为繁荣我国哲学社会科学事业作出新贡献。

陈 凡

2008年3月于沈阳南湖

摘 要

20 世纪末工程哲学的兴起,彰显了哲学研究中迷失已久的人类造物活动——工程——的重要地位。哲学的“进化论转向”为工程哲学研究领域的开拓与发展提供了一种可能性。而且,进化论在“自然—科学—技术—产业—经济—社会”的知识链中存在“工程”环节的缺失。因此,依据哲学视野研究工程演化观,一方面,有助于对工程有更全面的认识,促进工程哲学的深化和丰富进化论的理论宝库;另一方面,对当代工程实践中树立新的工程理念、促进产业结构调整与经济社会发展的可持续具有重要意义。

通过对工程概念进行多维度的梳理,从哲学层次给予界定,工程是集成与构建人工实在的过程。工程的核心在于集成与构建,本质上是动态演化的。这是本研究的逻辑起点。然后,从工程是动态演化的观点出发,对工程演化进行历史阶段性考察。根据不同经济时期存在不同的起主导或引领作用的工程,从大的历史尺度将工程演化分为三个阶段:农业经济时期以手工工具—材料性工程主导阶段;工业经济时期以机器(动力)—能源性工程引领阶段;知识经济时代以信息化、智能化、综合性工程引领阶段。基于工程演化的历史阶段性分析,提出工程演化的系统观。

像自然界不同种类的生物一样,自人类文明形成以来的工程,是一个由简单到复杂、由低级到高级的“生态”进化系统。作为“物种”的工程演化,是历史上不同“物种”的工程的诞生、成长、繁荣、衰退的演变过程。这一过程不仅是自然因素、技术因素和社会历史因素作用的结果,更是人的因素参与的结果。其中,自然资源的开发利用与消耗,社会需求及科技进步是工程演化的基本动力。从工程“造物”与“用物”的总体发展趋势看,“造物”方式(工具的机械化与自动化)、“用

物”方式（工程建造的人工自然系统运行的信息化与智能化）彰显了工程演化系统在一定边界条件下的“自组织”倾向。

工程作为“个体”，是人们有目的地集成技术性要素和非技术性要素而建构的人工实在，在建构与运行过程中的物质流、能量流和信息流（知识流）的交互作用，使之形成开放的、动态的、非均衡的、从无序到有序的演化系统。从系统内部各个集成要素（组元）之间的相互作用来看，工程建造的人工自然系统具有整体性与层次性、开放性与动态性、非平衡性与非线性、“涨落”性与耦合性、适应性与选择性等共性，在一定边界条件下具有自组织能力。从系统与外在环境的联系看，工程建造的人工自然系统总是处于一定外在环境中演化的，并在自然、社会（经济）、技术、文化等外在环境作用 and 选择下获得适应性。因而工程演化又是基于环境适应性的他组织过程。

从工程创新的作用来看，工程创新是工程系统适应性的“打破”，一方面，工程创新使得原有的工程系统失去适应性逐渐退出或被淘汰；另一方面，工程创新“壁垒”和“陷阱”的克服和解决（新的创新），又促成新的适应性。工程建造的人工自然系统，正是在“选择获得适应性—创新壁垒与陷阱—退出或淘汰—工程创新—新的适应性”这一循环中不断演化的。

工程演化的系统观研究，展现了工程对产业、经济社会的微观性联系，对我国当代工程实践有重要启示：要树立“自然—工程—社会”和谐发展的工程理念，既以自然的规律性为本，又要以人和社会的现实需求为本；加强工程创新，促进我国产业结构调整与产业升级；发展循环经济推动工程的生态化，相关利益主体应该在工程生态化过程中做到“有所为，有所不为”。

Abstract

The rising of philosophy of engineering at the end of the 20th century, highlighting the important position of engineering activities, which is a long-lost subject of philosophy research. The evolutionary turn of philosophy studies provide a possibility for open up new territory of engineering philosophy. Moreover, “engineering studies” is missing in the theory of evolution from the knowledge chain of “nature-science-technology-industry-economic-society”. Therefore, it is necessary to engineering evolution studies from the philosophical perspective. On the one hand, it helps to understand engineering more comprehensively, and promote the deeply development of engineering philosophy and develop the theory of evolution; On the other hand, It is of great significant to establishing new engineering ideology for contemporary engineering practice, to putting up industrial structure adjustment, and to promoting the sustainable development of economy and society.

By analyzing multi-dimensional understanding of engineering, the definition of engineering is given from a philosophical level, which is the logical starting point of this study. Engineering is a process of integrating and constructing artificial reality, which its core is integrating and constructing. And it is dynamic evolutionary essentially. Then, from the viewpoint that engineering is dynamic evolutionary, this book observes the historical stage of engineering evolution. Based on the different dominant or leading engineering in different economic times, the history stages of engineering evolution is divided into three phases: 1) the dominant phase of hand tools and material engineering in the period of the agricultural economy; 2) the dominant phase of machine (or power) and energy engineering in the period of the industrial economy; 3) and the dominant phase of information, networking and intelligent in the era of knowledge economy. Based on the analysis of the historical stages of engineering evolution, this book put forward the viewpoint of engineering systematic evolution.

Like different species of the nature, all engineering of human civilization form a “ecological” evolutionary systems, which from simple to complex, from lower to higher. The evolution of engineering as “species” is a process that different “species” in the history develop from birth, growth, prosperity, to recession. This process is not only the result of natural factors, technical factors and the role of social and historical factors, but the result of human factors involved. The exploitation and consumption of natural resources, the needs of society, and progress of science and technology are driving forces of engineering evolution. The way of constructing and using of engineering, such as the mechanization and automation of tools, display the tendency of “self-organizing” of engineering evolution system under certain boundary conditions.

Engineering as “individual” is artificial reality constructed purposefully by integrating technical elements and non-technical elements. The interaction of material flow, energy flow and information flow (knowledge flow), under the construction and operation of engineering, make an open, dynamic, non-equilibrium evolution system that from disorder to order. Observing the interaction among internal elements integrated of engineering system, engineering has some capacity of self-organizing under certain boundary conditions, because of its character of open and dynamic, non-equilibrium and nonlinear, “fluctuation” and interconnection, adaptability and selectivity. Analyzing the relationship between the system and its external environment, engineering system is always evolved in certain external environment, and take the adaptability under the affecting and selecting of nature, society (or economy), technology, and culture. So engineering evolution is also an other-organizing process based on environmental adaptability.

Engineering innovation “break” the adaptability of engineering systems seen from the role of engineering innovation. On the one hand, engineering innovation makes the original systems lose its adaptability and withdraw or eliminated gradually; On the other hand, a new innovation occur with overcoming and solving the “barriers” and “trap” of innovation. And it also contributed to new adaptability. It is that engineering evolves in the circle of “adaptability by selected, innovation barriers and traps, withdraw or eliminated, engineering innovation, and new adaptability” .

The research of systematic viewpoint of engineering evolution shows the micro relation to industry, economy and society. It brings some important inspiration for

contemporary engineering practice in our country. It is necessary to establish a harmonious development ideology of “natural, engineering, and society”, which based on following natural regularity and meeting real needs of human or society; to strengthen engineering innovation, and promote China’s industrial restructuring and upgrading; and to promote ecological engineering by developing circular economy. The relevant stakeholders should be “Dos and Don’ts” in the ecological process of engineering.

目 录

第一章 导 论	1
第一节 研究的必要性及意义	1
第二节 工程演化相关研究述评	4
一、国外工程演化研究进路	5
二、国内工程演化研究现状	12
三、已有研究分析与评价	15
第三节 研究方法思路	16
第二章 工程、演化与工程演化	19
第一节 什么是工程	19
一、多维视角的工程概念厘正	19
二、工程的集成与建构	26
三、工程的划界问题	29
第二节 演化及其引入工程研究的合理性	37
一、演化思想的历史沿革	37
二、演化引入工程哲学研究的合理性	43
第三节 工程演化的系统性认识	46
一、延续性、创新与适应	46
二、一种演化论的观点	50
三、作为“系统”的工程演化特征	52
小 结	55
第三章 工程演化的历史阶段性	58
第一节 历史阶段性的划分	58
第二节 农业经济时期手工工具—材料主导的工程	59

一、史前时期的工程技能	60
二、材料性工程主导的农业社会	61
三、农业经济时期工程的发展特点	64
第三节 工业经济时期机器-能源主导的工程	67
一、动力的演变及机器动力主导的工程	68
二、工业经济时期工程的发展特点	71
第四节 知识经济时代工程的信息、网络化和智能化	74
一、知识经济时代的工程	74
二、知识经济时代工程的发展特点	77
第五节 工程演化系统观	80
一、工程进化系统及其特性	80
二、趋于自组织的工程演化方式	84
小 结	88
第四章 工程演化的系统自组织	91
第一节 工程演化的耗散结构分析	91
一、耗散结构的形成条件、特点及其理论意义	91
二、基于熵分析的工程演化熵流模型	93
第二节 工程演化中系统自组织的条件	97
一、子系统（或组元、要素）的相对独立性和异质性	97
二、子系统（或组元、要素）之间的非线性联系	98
三、工程演化中系统自组织的外在环境条件	98
第三节 工程演化的动力机制分析	99
一、子系统（或组元）之间的非线性作用是主要内在动力	99
二、涨落是工程演化的随机性动力	101
三、反馈是工程演化的自稳定/自重组机制	103
四、工程演化中的序参量及其作用	106
第四节 工程演化中的系统自组织过程	108
一、工程演化中的系统自稳定	108
二、工程演化中的系统自重组	110
三、工程演化中系统自组织过程的多样性形式	111
小 结	114

第五章 工程演化基于环境适应性的他组织	117
第一节 工程演化的外在环境因素	117
一、工程演化的环境及其类型	117
二、工程演化的自然环境	118
三、工程演化的经济社会环境	119
四、工程演化的科技环境	120
五、工程演化的文化环境	121
第二节 工程演化的外在环境选择	122
一、工程演化的自然选择	122
二、工程演化的社会选择	123
三、工程演化的技术选择	125
四、工程演化的文化选择	127
第三节 工程作为系统与其演化环境的协同进化	128
一、工程人工物系统与自然生态系统的和谐共生	128
二、工程系统与社会环境的协同演进	130
三、工程系统与科技环境的协同进化	131
四、工程系统与文化环境的共同进化	132
第四节 工程演化中的创新“壁垒”与“陷阱”	133
一、工程创新及其特征	134
二、工程创新与工程演化中的“涨落”	135
三、工程创新的环境“壁垒”与“陷阱”	136
小 结	140
第六章 工程演化研究与我国当代工程实践	142
第一节 树立和谐发展的工程理念	142
一、“自然—工程”和谐发展的理念	142
二、“工程—社会”和谐发展的理念	143
三、“自然—工程—社会”的和谐发展	144
第二节 加强工程创新促进我国产业结构调整与升级	146
一、工程演化与创新是产业结构调整与升级的重要动力	146
二、工程演化的系统自组织为产业升级路径提供选择依据	148
三、影响产业结构高级化的其他重要因素	149

第三节 发展循环经济推动工程的生态化	150
一、循环经济与工程的生态化转型	151
二、循环经济下的工程生态化实践	153
三、工程生态化促进可持续发展的政策性建议	158
小 结	160
结 论	163
参考文献	168
致 谢	180