

工程演化论

Theory of Engineering Evolution

殷瑞钰 李伯聪 汪应洛 等著



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

工程演化论

Gongcheng Yanhualun

Theory of Engineering Evolution

殷瑞钰 李伯聪 汪应洛 等著



高等教育出版社·北京

内容简介

本书是国内研究工程演化论的第一本学术专著,是2007年出版的《工程哲学》一书的延伸和深化。工程演化论既是工程哲学的重要内容之一,又是工程史学科的“史论”研究。全书立足于“工程立场”分析和研究问题,努力贯彻“史论结合”的原则。全书分为两篇;理论篇中阐述“工程演化论”的基本概念,研究分析工程演化的规律和特点,研究工程演化的动力系统,讨论工程要素演化与系统演化,分析工程演化机制以及工程演化与文化变迁、人类文明进步等问题。案例篇中分别对铁路工程、冶金工程、航天工程、信息通信工程、石油工程、化工工程和水利水电工程的演化进程与特征进行考察。希望本书内容能够有助于深入理解转变经济发展方式、调整产业结构和产业升级等现实问题。

本书可供工程界、工程哲学界、工程管理界、科技界和有关高等院校的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程演化论/殷瑞钰等著. —北京:高等教育出版社, 2011. 11

ISBN 978 - 7 - 04 - 032726 - 7

I. ①工… II. ①殷… III. ①技术哲学 IV. ①N02

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第207155号

策划编辑 王国祥
责任印制 毛斯璐

责任编辑 黄慧靖

封面设计 王 睢

插图绘制 尹 莉

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京中科印刷有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 22.25
字 数 310千字
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2011年11月第1版
印 次 2011年11月第1次印刷
定 价 55.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 32726 - 00

32726-00

工程演化论

—序—

2003年我从上海市调中国工程院工作不久，时任中国工程院工程管理学部主任的殷瑞钰院士，邀我参加由工程管理学部与中国自然辩证法研究会共同发起的一个学术研讨会。会议的中心主题是研讨刚兴起的工程哲学。中国工程院的王礼恒、陆佑楣、张彦仲、张寿荣、汪应洛等院士，中国科学院何祚庥院士、李伯聪教授，中国社会科学院李惠国研究员，中国科协丘亮辉教授，中央党校赵建军教授等参加了研讨会。与会院士、专家、学者精彩的发言和热烈争论场面至今犹历历在目。我在会上发言谈到了我在工作中对一些工程哲学问题的分析和思考，例如城市规划、城市改造中的理念问题，工程活动中的一些辩证法问题，高温冶金炉中绝热和传热的平衡关系问题等等。后来，我把在这个研讨会上的发言整理成《树立工程新理念，推动生产力的新发展》一文发表在《工程研究——跨学科视野中的工程》（年刊）的创刊号上。在那篇文章的最后，我说：“我希望工程院各个学部能够对自己发展的历史和走过的道路加以总结，把对工程的认识提到哲学高度。提高工程师的哲学思维水平很重要，工程师不能老是等问题出来了，才想到拆东墙补西墙，被动应付。工程需要创新，要创新就必须有正确的哲学思维。如果没有哲学智慧，违背了辩证法，就不可能有突破。”我又说：“工程界和自然辩证法界加强联盟和合作，一定会有力地推动工程哲学的发展，这不但具有重要的理论意义，而且具有重要的现实意义。”自那时起我就积极支持工程管理学部立项研究工程哲学，并且和中国自然辩证法研究会理事长朱训同志共同讨论如何推动工程哲学在我国的发展。2007年高等教育出版社出版了《工程哲学》一书，我为该书撰写了作为“代序言”的“工程师要有哲学思维”。该书出版后受到了工程科技界和高校师生、科研院所工作者的欢迎。

人类的工程活动经历了漫长的历史和复杂的演化过程，上面谈到的《工程哲学》一书对于工程与哲学的关系、工程的本质、特征、功能、工程观、工程思维、工程方法论等问题都有比较深入的论述，但由于一些条件的限制，该书未能就工程活动的演化与发展，进行更集中的论述。有鉴于此，工程院管理学部在《工程哲学》出版后，经过酝酿、分析和讨论，于2009年在中国工程院正式立项研究“工程演化论”。

回顾工程在历史上的演化进程，远在农耕文明时期，人类为了利用自然资源改善生存条件、发展生产、防御外敌入侵、进行宗教祭祀，曾修建许多流芳

后世的伟大工程，其中如中国的都江堰、长城、大运河，埃及的金字塔、古罗马的城市建筑和水利设施、墨西哥的玛雅神殿等，现在都已成为人类宝贵的历史文化遗产。工业革命以来，工程演化进入新阶段。在新的工程技术的基础上，催生了一系列史无前例的新产业（行业），例如在机械工程、动力工程、交通运输等领域中，先后出现了蒸汽机制造业、电机制造业、铁路运输业、航空运输业等等，类似实例，不胜枚举。在工程技术和生产规模不断演进的同时，工程活动的制度形式、管理方式和生产模式也在不断创新和演化：家庭作坊、手工工场演化为机械化的工厂制度；出现了流水线生产方式；管理方面制定了严格的操作规程，产品必须符合工业标准，生产的零部件可以互换；在“福特制”之后又出现了“后福特制”；在工程人才培养方面，现代工程的出现使手工业者个人和家族的技艺秘传转化为系统的现代工程教育方式，如此等等方面的要素演化、系统演化和协同演化造就了现代化的大工业体系，显示出了复杂的工程演化现象、曲折的演化过程和深刻的演化规律。

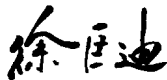
在 20 世纪下半叶，新中国成立后，从“一五”计划开始，进行了大规模的经济建设，着手进行了以苏联设计的 156 项工程为中心的、由限额以上的 694 个大中型建设项目组成的工业建设，为我国社会主义工业化奠定了初步基础。在此后的计划经济时期，我国的工程发展虽然也有曲折，但其巨大成就仍然令世界瞩目。特别是改革开放后，我国的工程建设更取得了史无前例的成就，令世界惊叹。

从世界范围看，20 世纪中后期的工程演化出现了许多新现象和新趋势。例如，20 世纪中期兴起的信息技术，使信息的获取、储存、加工、传播发生了巨大的变化，出现了信息工程与产业，并对工程的设计、制造和过程控制都发生了重大飞跃。数字化设计、制造、计算机模拟的过程控制和人工智能的专家系统，使各类产品的更新换代周期大大缩短，精准设计和精密加工制造使产品的精度和质量稳定性大幅提高，有人把上述技术进步称之为智能化工程的阶段。

在工程理念和工程观的演化方面，由于以往那种“征服自然”工程观的弊端日益突出，引起了人们日渐深入的反思。由于工业文明的兴起及席卷全球，工程的规模愈来愈大，对自然资源的索取达到了难以持续的地步，人类赖以生存的地球上的土地、淡水、森林、矿产等资源遭到大规模的攫取，化石能源燃烧排放的温室气体造成全球气候变暖和极端气候的频繁出现。面对新情况和新问题，工程界逐渐形成了新的工程观，有识之士在上世纪八十年代更提出了生态文明的概念。根据新条件、新形势下的新工程观，在工程活动中，除了必须认真分析和考虑“资源”（能源及各种原材料）、“技术”（主要技术和相关学科技术的集合）、经济（投资、融资和经济核算）、“管理”（有关制度、运作和安全运行）等工程要素以外，还必须高度重视工程的环境影响和生态

影响，要以追求人与自然和谐、人与社会和谐为目标。进入 21 世纪后，党的十六大报告明确提出必须“坚持以信息化带动工业化，以工业化促进信息化，走出一条科技含量高、经济效益好、资源消耗低、人力资源优势得到充分发挥的新型工业化路子。”本世纪初以来，我国在科学发展观指导下进行工程建设，在大型工程建设中强调资源节约与环境友好，大力提倡发展循环经济与建设工业生态园，已经有了可以说是生态化工程的具体体现与示范案例，而这些都是显示 21 世纪工程演化的一些新征兆和新趋势。

综上所述，工程本身确实是随着人类社会的文明进步而不断演化的，特别是最近二百多年来，科学、经济、社会、技术的进步大大加快，与之相应的工程演化速率也比人类过去几千年文明史中的变化更加引人瞩目。为了阐明工程演化这一主题，阐释工程演化进程，分析工程演化特征，研究工程演化机制和规律，《工程演化论》即将出版，她是《工程哲学》的姊妹篇，是工程院有关院士及工程管理专家、社会科学家的集体研究成果。全书本着“论基于史”、“史论结合”的写作思路和原则，在整体设计和系统构思的前提下，各章、节的撰稿人可在不脱离统一理论框架的同时，从不同角度、不同领域各抒己见。本书的一个特色是：主要内容分成两部分，即理论篇和案例篇。理论篇的主要撰稿人是对工程哲学、管理科学和科技史造诣很深的殷瑞钰院士、汪应洛院士、李伯聪教授、李惠国教授、丘亮辉教授等，而案例篇则由曾在各工业部、委、大型工业企业长期担任领导工作的傅志寰、张寿荣、朱高峰、王礼恒、翟光明、王基铭、袁晴裳、陆佑楣等院士和有关专家分别撰写。这里面的分析、论述中饱含了这些院士、专家们在各自工程专业岗位上五十年以上付出心血的理论反思和工作体会，十分珍贵，不仅可为今天的工程科技人员所借鉴，亦是中国工程院值得珍惜的一份宝贵财富。



二〇一一年九月七日

目 录

理论篇

第一章	绪论	3
第一节	工程演化论的提出背景和意义	6
第二节	工程演化论与若干其他学科或研究领域的关系	14
第二章	工程与工程演化	25
第一节	关于工程	25
第二节	关于演化	33
第三节	工程演化	40
第四节	工程演化论研究的基本框架和方法	47
第三章	工程演化的动力系统	51
第一节	工程演化的外部动力之一：工程与社会的矛盾	51
第二节	工程演化的外部动力之二：工程与自然的矛盾	58
第三节	工程演化的内部动力：工程传统与工程创新的矛盾	62
第四节	工程演化动力系统的“力学模型”	68
第四章	工程的要素演化与系统演化	75
第一节	工程要素的演化	75
第二节	工程的系统演化	87
第三节	工程的要素演化与系统演化的关系	92
第五章	工程演化的机制	97
第一节	工程演化的“选择与淘汰”机制	97
第二节	工程演化的“创新与竞争”机制	105
第三节	工程演化的“建构与协同”机制	113
第六章	工程演化与文化变迁	127
第一节	不同视野中的工程演化与文化变迁	128
第二节	工程演化与文化变迁的复杂互动关系	136
第三节	工程文化的演化	145
第七章	工程演化与人类文明进步	152
第一节	原始文明和农耕文明与工程演化	153

第二节	工业文明与工程演化	158
第三节	工程是人类文明进步的强大动力	167

案例篇

第一章	铁路的演化过程与规律	175
第一节	铁路发展的历程	175
第二节	铁路演化的动力	179
第三节	铁路发展的外部条件	186
第四节	铁路发展的趋势	187
第二章	钢铁冶金工程的演化过程与规律	191
第一节	长期的经验积累使钢铁冶炼成为一门技艺	191
第二节	工业革命及其带来的技术创新促进了现代钢铁工业的 诞生	195
第三节	技术创新推动了 20 世纪以来的钢铁工业大发展	200
第四节	钢铁生产工艺技术的演变和钢厂的升级换代	207
第五节	从钢铁冶金演化过程中得到的规律性启示	209
第三章	中国神舟号飞船工程演化研究	212
第一节	苏美两国载人航天工程演化概况	213
第二节	中国载人航天工程发展途径的选择	217
第三节	神舟号载人飞船的用途、构成与特点	220
第四节	神舟号飞船工程的工程技术创新	222
第五节	神舟号无人飞船到载人飞船的演化过程	224
第六节	从神舟号飞船工程演化看载人航天工程的演化特征和 规律	227
第四章	信息通信工程的演化过程与规律	231
第一节	信息通信工程的起源和演化进程	232
第二节	信息通信工程演化的动力和机制分析	241
第三节	信息通信工程演化的特点、方式和规律	247
第四节	当前存在的问题、发展趋势与未来展望	254
第五章	石油工程的演化过程与规律	260
第一节	石油与石油工程	261
第二节	石油工程的演化历程	265
第三节	石油工程演化的拉力和推力	270
第四节	中国石油工程演化的路径和方向	281

第六章	化工工程和石化工程的演化过程与规律	287
第一节	古代至中世纪化学技艺时期	287
第二节	近代化学工业孕育时期	289
第三节	近代化学工业的初创时期	292
第四节	现代化学工业和石化工业的发展时期	295
第五节	化学工业和石化工业发展趋势	308
第六节	化工工程和石化工程的演化规律及发展方向	310
第七章	水利水电工程的演化过程与规律	313
第一节	水资源与水利水电工程的关系	313
第二节	水利水电工程演化的基本过程	318
第三节	水利水电工程演化的规律	330
后记	337

Contents

Theoretical Study

Chapter I Introduction	3
1 Background and Significance of the Theory of Engineering Evolution	6
2 The Relationship between the Theory of Engineering Evolution and Other Disciplines	14
Chapter II Evolution in Engineering	25
1 Engineering	25
2 Evolution	33
3 Evolution of Engineering	40
4 Framework and Approach of Engineering Evolutionary Studies	47
Chapter III Dynamic Systems of Engineering Evolution	51
1 The Contradiction between Engineering and Society; the First Extrinsic Force in Engineering Evolution	51
2 The Contradiction of Engineering and Nature; the Second Extrinsic Force in Engineering Evolution	58
3 The Contradiction of Engineering Traditions and Innovation; the Intrinsic Force in Engineering Evolution	62
4 A Mechanical Model of the Dynamic Systems of Engineering Evolution	68
Chapter IV Evolution of Engineering Elements and Evolution of Engineering Systems	75
1 The Evolution of Engineering Elements	75
2 The Evolution of Engineering Systems	87
3 The Relationship between the Evolution of Engineering Elements and the Evolution of Engineering Systems	92
Chapter V Mechanisms of Engineering Evolution	97
1 “Choice and Elimination” in Engineering Evolution	97
2 “Innovation and Competition” in Engineering Evolution	105

	3 “Construction and Synergy” in Engineering Evolution	113
Chapter VI	Evolution of Engineering versus Cultural Changes	127
	1 Evolution of Engineering and Cultural Changes from Different Perspectives	128
	2 Complex Interactions between Engineering Evolution and Cultural Changes	136
	3 Evolution of Engineering Culture	145
Chapter VII	Evolution of Engineering versus the Progress of Civilization	152
	1 Primitive and Farming Civilizations and Engineering Evolution	153
	2 Industrial Civilization and Engineering Evolution	158
	3 Engineering as a Crucial Power for the Progress of Civilization	167
 Case Studies 		
Chapter I	The Course and Perspective of the Evolution of Railway Engineering	175
	1 The Course of the Development of the Railway System	175
	2 The Dynamics of Railway Evolution	179
	3 The External Conditions of Railway Development	186
	4 The Trends of Railway Development	187
Chapter II	The Course and Perspective of the Evolution of Metallurgical Engineering	191
	1 Through Years of Experience Metal Production Became a Technique	191
	2 The Modern Steel Industry Came into Being	195
	3 Technological Innovation Has Given Rise to the Boom of Steel Industry Since the 20th Century	200
	4 Evolution of Steel Processing Technology and the Upgrading of Steel Plant	207
	5 Inspiration from Metallurgical Evolution	209
Chapter III	The Study of the Evolution of China’s Shenzhou Spaceship Project	212
	1 An Overview of the Evolution of Soviet Union and U. S. Manned Space Project	213

2 Selection of China's Manned Space Project Development	
Approach	217
3 The Purposes, Composition and Characteristics of the Shenzhou Manned Spaceship	220
4 The Technological Innovation of the Shenzhou Spaceship Project	222
5 The Evolution of the Shenzhou Spaceship: from Unmanned to Manned	224
6 The Characteristics and Laws of the Evolution of Manned Space Project; From the Evolution of the Shenzhou Spaceship Project ...	227
Chapter IV The Course and Perspective of the Evolution of Information and Communication Engineering	231
1 The Origin and Evolution Process of Information and Communication Engineering	232
2 Analysis on Dynamic and Mechanism of the Evolution of Information and Communication Engineering	241
3 The Characteristics, Mode and Perspective of the Evolution of Information and Communication Engineering	247
4 Current Problems, Development Trends and Future Prospects	254
Chapter V The Course and Perspective of the Evolution of Petroleum Engineering	260
1 Oil and Petroleum Engineering	261
2 History of the Evolution of Petroleum Engineering	265
3 The Pull and Thrust of Petroleum Engineering Evolution	270
4 The Path and Direction of the Evolution of China's Petroleum Engineering	281
Chapter VI The Course and Perspective of the Evolution of Chemical Engineering and Petrochemical Engineering	287
1 The Period of Ancient Chemical Techniques	287
2 The Pregnant Period of the Modern Chemical Industry	289
3 The Start - up Period of the Modern Chemical Industry	292
4 The Period of the Development of the Modern Chemical Industry and Petrochemical Industry	295
5 The Trend of the Chemical and Petrochemical Industry	308
6 The Evolutionary Perspective and Developmental Orientation of Chemical Engineering and Petrochemical Engineering	310

Chapter VII The Course and Perspective of the Evolution of	
Dams-based Hydraulic Engineering	313
1 The Relationship between Water Resources and	
Dams-based Hydraulic Engineering	313
2 The Basic Process of the Evolution of Dams-based	
Hydraulic Engineering	318
3 The Perspective of the Evolution of Dams-based	
Hydraulic Engineering	330
Postscript	337

理论篇

绪 论

工程是现实的、直接的生产力，它提供了人类社会存在和发展的物质基础。在人类历史发展的长河中，工程活动不是停滞不前，而是不断演化、不断发展的。

工程演化过程曲折复杂，意义重大，影响深远。正确认识和深入研究工程演化的性质、特征和规律，开拓工程演化论这个新课题和新领域，不但具有重要的理论价值，而且具有重要的现实意义。由于工程演化的过程是生产力演化过程的生动体现，从而，从本质上看，可以说工程演化论就是生产力演化理论的核心部分。

从研究主题、理论思维和研究方法看，本书是2007年出版的《工程哲学》^①一书的延伸和深化。本书作者希望通过本书的研究和写作过程而开拓出“工程演化论”这个学术新主题和研究新领域，使之成为理论研究和现实关注的新对象、新视野、新边疆。

科学、技术和工程是三个既有密切联系同时又有本质区别的对象。从研究内容和方法论角度看，不但需要对这三个对象进行不同学科进路的研究，而且需要对它们进行跨学科和多学科研究。

从学科建设和学科划分的角度看：（1）当分别对上述三个对象进行系统的哲学研究时，可以分别形成“科学哲学”、“技术哲学”和“工程哲学”这三个分支学科；（2）当分别对上述三个对象进行系统的史学研究时，可以分别形成“科学史”、“技术史”和“工程史”这三个分支学科；（3）当分别对上述三个对象进行系统的社会学研究时，可以分别形成“科学社会学”、“技术社会学”和“工程社会学”这三个分支学科。

^① 殷瑞钰、汪应洛、李伯聪等：《工程哲学》，高等教育出版社，2007年版。