

国家自然科学基金重大项目

我国重大基础设施工程管理的理论、
方法与应用创新研究系列专著

重大工程情景鲁棒性决策 理论及其应用

徐 峰 盛昭瀚 丁 毅 梁 茹 等/著



科学出版社

国家自然科学基金重大项目

我国重大基础设施工程管理的理论、
方法与应用创新研究系列专著

重大工程情景鲁棒性决策 理论及其应用

徐 峰 盛昭瀚 丁 数 梁 茹 等/著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

重大工程决策的关键问题是如何在工程全生命周期背景下对重大工程决策方案做出选择。一旦选择失误,将会造成极其严重的后果。本书从重大工程决策方案的大时空尺度有效性与工程-环境复合系统动态演化行为的深度不确定性出发,系统地构建了包括情景、情景耕耘、情景发现与预测及情景鲁棒性度量在内的情景鲁棒性决策基本原理及相应的完整范式与流程,以及情景耕耘技术。在此基础上,分别以港珠澳大桥工程、太湖流域水环境治理工程以及三峡工程等典型重大工程中的决策为例,对所提出的情景鲁棒性决策理论、方法和相应的支撑技术进行实际应用和验证。

本书可供工程管理领域工作者、研究人员,以及决策管理领域的相关人员参考使用,也可作为相关专业研究生教材。

图书在版编目(CIP)数据

重大工程情景鲁棒性决策理论及其应用/徐峰等著. —北京:科学出版社, 2018.8

(我国重大基础设施工程管理的理论、方法与应用创新研究系列专著)

ISBN 978-7-03-056292-0

I. ①重… II. ①徐… III. ①重大建设项目-项目决策-研究
IV. ①F282

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 003200 号

责任编辑:魏如萍/ 责任校对:赵桂芬

责任印制:霍 兵/ 封面设计:无极书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 8 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2018 年 8 月第一次印刷 印张:15

字数:292 000

定价:135.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序 一

“水之积也不厚，则其负大舟也无力；风之积也不厚，则其负大翼也无力。”重大基础设施工程（以下简称重大工程）是国家强盛必不可少的物质基础，也是现代社会赖以发展的重要支柱。

近年来，我国重大工程建设取得了举世瞩目的成就。从三峡工程到南水北调，从青藏铁路到港珠澳大桥，从“五纵七横”国道主干线到令全世界羡慕的高速铁路网，重大工程建设者创造了一个又一个“世界奇迹”，彰显着“领跑”之志、印证着大国实力、承载着民族希望。重大工程跨域式发展的硕果实现了从量的积累到质的飞跃，从点的突破到系统能力的提升，为经济建设、社会发展、民生改善提供了强大保障。然而，重大工程的大规模、开放性、多元化，以及新技术运用等，使得工程复杂性越来越突出，延伸性影响越来越显著，急需我国重大工程管理的科学研究产出创新性成果。在国际化、信息化和可持续发展时代背景下，传统的以项目管理知识体系为核心的工程管理理念、方法与技术驾驭重大工程管理能力日渐式微，管理科学界迫切需要重新审视重大工程管理的本质内涵，激发学术创新，以促进工程管理的科学发展、推动工程行业的整体进步。

欣喜的是，由南京大学、哈尔滨工业大学、同济大学、华中科技大学和上海交通大学学者组成的团队在国家自然科学基金重大项目“我国重大基础设施工程管理的理论、方法与应用创新研究”的支持下，在重大工程的基础理论、决策分析与管理、组织行为与模式创新、现场综合协调与控制以及社会责任、产业竞争力与可持续发展方面开展了深入的研究，取得了一系列有价值的成果。

这套系列专著汇集了该团队近五年来的相关研究，作者立足于我国重大工程的管理实践，运用创新的学术话语体系对我国重大工程管理实践经验进行了深度解读和理论抽象，为形成具有中国特色的重大工程管理理论体系进行了积极的探索。

在重大工程的基础理论方面，作者在科学描绘国内外工程管理理论研究历史演进的基础上，通过对重大工程管理知识图谱的精细描绘及对重大工程管理

理论形成路径的基本规律的揭示,基于系统科学与复杂性科学,构建了重大工程管理基本理论体系架构和基本内容,以具有中国特色和原创性的学科体系、学术体系、话语体系进行了深入的理论思考和学术创新。

在重大工程决策分析与管理方面,作者面向重大工程决策方案大时空尺度有效性、工程-环境复合系统动态演化行为的深度不确定性,系统提出了情景鲁棒性决策基本理论和方法、情景耕耘技术的完整范式和流程,并以港珠澳大桥工程选址、太湖流域水环境治理工程和三峡工程航运等实际决策问题为研究对象进行了验证和研究,开拓了关于重大工程决策大时空情景下复杂整体性的新认知及其方法论创新,并且对重大工程决策治理体系与治理能力现代化、工程战略资源管理决策等做了专门研究。

在重大工程组织行为与模式创新方面,作者详细剖析了我国“政府-市场”二元制度环境对重大工程组织模式的主导作用,从高层领导团队、领导力、跨组织关系网络、良性行为、异化行为等众多角度描述了重大工程组织行为的多元交互、多层复合及动态适应性,并利用组织计算试验模型和技术实现了对独特的“中国工程文化”形成的组织场景和复杂的社会经济系统环境的科学表述,对改造和更新现有工程管理组织模式具有重要作用和方法意义。

在重大工程现场综合协调与控制方面,作者针对重大工程现场管理的空间广度、影响深度和协调难度,从新的角度探讨了重大工程现场资源供应的协调与优化,在集中供应模式下的大宗材料安全库存设置与分拨决策、预制件供应商培育与生产的激励机制以及生产与装配的协同调度、关键设备资源共享与优化配置和考虑空间资源约束的工程调度优化等问题上给出了整体的解决方案,为深刻理解重大工程现场管理范式创新与行为变迁提供了科学的指导。

在重大工程社会责任和可持续发展方面,作者围绕重大工程的可持续发展战略,提出了重大工程社会责任论题,构建了社会责任“全生命期-利益相关者-社会责任”三维动态模型理论、治理框架和评价体系,辨识了驱动和阻滞要素,探究了互动、传导、耦合机理及多层次协同机理和溢出效应,对重大工程未来发展路线图进行了全面思考,体现了深厚的人文关怀精神,为建立系统的重大工程社会责任管理理论奠定了坚实的基础。

从前瞻性出发,作者还提出了“互联网+”时代的智能建造模式,研究了该模式下的工程建造服务集成、工程协同管理、智能工程建造管理和工程建造信息支撑环境,并介绍了“互联网+”环境下工程质量管理、工程现场安全管理和工程材料供应管理等的变革。

“凡是过去,皆为序章。”我国重大工程的伟大实践正孕育着强大的理论创新活力,积极参与具有重大学术价值的重大工程管理理论问题的自主性和原创性研究并贡献中国智慧是当代我国工程管理学者的历史责任。

这套系列专著体现了我国工程管理学界多年来努力对源于我国重大工程管理实践的理论思考，标志着中国工程管理学界在学术研究基本模式和路径上出现从“跟着讲”到“接着讲”的重要转变、从以“学徒状态”为主到以“自主创新”为主的重要转变。同时，我们要看到，重大工程管理实践如此宏大和复杂，科学问题始终在发展，相应的理论也在不断升华，所以，希望这套系列专著为学术界提供的若干理论创新的开场话题能激发更多学者积极、深入地开展具有自主性、原创性的重大工程管理研究，用“中国话语”把重大工程管理理论、方法和应用讲新、讲好、讲透，这不仅能有力地推动我国重大工程管理科学技术的发展，同时也能为人类重大工程管理文明的进步做出积极贡献。

基于此，本人欣之为序。



中国工程院院士

2017年12月

序 二

重大基础设施工程是国家社会经济持续发展的基础性平台与环境保障。过去几十年，我国重大基础设施工程建设取得了举世瞩目的成就，截至 2016 年底，我国高铁运营里程已经超过 2.2 万千米，占世界高铁运营总里程的 60% 以上；长度排名前列的全球长大桥梁中，我国占据了一半以上；三峡枢纽、青藏铁路、西气东输、南水北调等超级工程不断提升了我国重大基础设施工程的建设与管理能力，不仅积极促进了我国重大工程建设的科技进步，也成为我国重大工程管理创新研究的巨大推动力。

应该看到，由于重大基础设施工程的复杂性，我们对重大工程管理内涵与管理的认知需要不断提高、对工程管理实践经验的总结需要不断深化，而源于国外的项目管理和工程管理理论虽然在我国重大工程管理实践中发挥了重要作用，但也出现了“水土不服”和解决复杂性管理问题时的实际能力日渐式微等问题，因此，我们既要借鉴国外理论，更要结合中国管理实践，运用中国智慧，在新的学术思想与哲学思维指导下，开展重大工程管理理论、方法与应用创新研究。

令人欣慰的是，我国重大基础设施工程的伟大实践为这一创新研究提供了肥沃的土壤，也是推动我国工程管理学界开展重大工程管理创新研究的新动能。

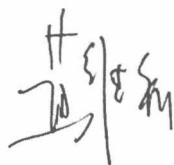
近几年来，由南京大学、哈尔滨工业大学、同济大学、华中科技大学和上海交通大学的学者组成的研究团队，在国家自然科学基金重大项目“我国重大基础设施工程管理的理论、方法与应用创新研究”的支持下，紧密依托我国重大基础设施工程管理实践，对重大基础设施工程管理的基础理论、工程决策、组织、现场和社会责任等关键问题进行了深入研究，提出了原创性理论体系以及一系列创新性管理方法与技术，并在实践中进行了成功应用，取得了一系列高水平成果，这套系列专著即该研究团队研究成果的系统展示。

在基础理论方面，作者立足于系统科学和复杂性科学思想，初步构建了重大基础设施工程管理基础理论体系，为重大基础设施工程管理研究提供重要理论支撑；在重大工程决策方面，作者抓住了重大工程决策所面临的根本性问题，包括

情景深度不确定性和决策鲁棒性理论、评价重大工程决策方案质量的鲁棒性度量技术，以及重大工程决策治理体系建立和治理能力现代化、工程战略资源管理决策等，为提高我国重大工程决策质量提供了重要理论依据与关键技术；在重大工程组织方面，作者基于我国独特的体制机制背景，提炼出重大工程组织模式的主要范式和设计逻辑，这对于形成适应我国国情的重大工程组织模式具有重要意义；在重大工程现场管理方面，作者对重大工程现场资源供应的协调与优化提出了新方法，并提出了“互联网+”时代的智能建造模式，讨论了该模式下的工程建造服务集成、工程协同管理、智能工程建造管理和工程建造信息支撑环境和工程质量、安全和工程材料供应管理等方面的变革；在重大工程社会责任治理方面，作者从一个全新的视角提出了重大工程社会责任的新论题，这也是新时代我国重大工程绿色、和谐发展的基本问题，进一步丰富了重大工程可持续性理论，开辟了重大工程管理理论和实践发展的新方向。

以上这些系列成果对于我们深刻认识重大工程管理规律具有基础性和引导性作用，是当前我国工程管理学者对重大工程管理理论、方法与应用创新的重要贡献和突出标志，必将为进一步提高我国重大基础设施的管理水平发挥重要作用。

随着全球社会、经济的不断发展，重大基础设施的内涵和外延也在不断拓展：从关注单个重大基础设施工程建设到强调基础设施的互联互通；从铁路、公路、机场等传统基础设施到重大科技基础设施、互联网、物联网及信息通信等更广泛的基础设施；从我国国内的基础设施到“一带一路”的全球重大基础设施网络。重大工程管理主体、对象和外部环境的变化对重大工程管理理论的研究提出了更高的要求，因此，希望这套系列专著展现的成果能为重大工程理论界和工程界点燃更多的创新火花，激发更多学者广泛、深入开展具有自主性的重大工程管理学术研究，产出更多原创性成果，并通过我国重大工程管理研究取得的更高水平成果，为世界重大工程管理文明做出更大贡献！



中国工程院院士

2017年12月

前 言

重大工程决策是指一类诸如规划、立项、投融资等对工程全生命周期有深刻或决定性影响的重要问题做出的基础性、全局性、战略性选择，选择的结果即重大工程决策方案。

事实证明，一旦重大工程决策失误或决策方案失效，不仅对重大工程自身，而且对与工程密切相关的社会、经济、自然环境都可能造成巨大危害，国内外这样的案例很多，如苏联卡拉库姆运河工程决策使咸海的水量在不到 30 年的时间里减少了近 60%，湖水盐度提高了一倍。而我国的三门峡水利工程决策也造成库尾泥沙淤积、渭河入黄河部分抬高、移民回迁等一系列问题。

造成上述这些决策问题的主要原因是重大工程决策方案未能在工程的全生命周期内保持其规定的作用和功能的长期适应性。这既要求重大工程决策方案功能对工程生命周期内环境情景重要变动具有稳健性，也要求其不会在重大工程完成后诱发社会自然工程复合环境新的有重要危害的情景出现。也就是说，重大工程决策方案不但要能够“扛得住”工程环境未来可能出现的情景变化带来的各种风险，而且在重大工程决策方案从概念变成实体后，相对于新的社会经济-工程复合系统“不惹事”，即不会诱发新的破坏性问题，如引发生态和自然环境的恶化与灾害、区域经济发展的衰退等情况。

从系统的角度看，重大工程决策方案是在工程所处环境基础上的一种人造复杂系统的设计。这种设计主要包括对该复杂系统一系列功能的设计，就其复杂性而言，可分为显性功能和隐性功能、构成性功能和自组织功能、涌现功能和隐没功能等。显性功能多指决策的物理性功能，如公路可以正常通车；隐性功能是指工程对社会经济发展的支撑效用，如大桥建成后对地方经济的促进效用；构成性功能是指决策方案设计时规定的效用；自组织功能是指设计时未直接考虑，而由社会经济-工程复合系统涌现出来的功效；隐没功能是指随着时间推移，原有的但逐渐消失的效用。从对决策方案的评价角度看，显性功能与构成性功能属于决策方案基础类功能，这些功能一般是对工程物理性目标的直接实现，是一个合格的

工程决策方案最基本的必须实现的功能，而隐性功能、自组织功能与隐没功能属于演化类功能，通常需要在工程完成之后才能逐渐呈现出来并发挥效用。

而传统决策方法（如线性和非线性规划决策、多目标决策、多准则决策、随机统计决策及模糊决策等）更多的是针对决策目标明确、边界清晰、影响因素确定、决策环境稳定的结构“良好”的问题，其最优解一般是对某个特定情况下的最优概念。

但是，重大工程决策问题远比上述情形复杂，这主要是因为重大工程决策具有以下几个特点：一是决策主体因认识能力不够或掌握的信息不完全，对决策问题和目标的认识是模糊的，需逐渐比对进而变得清晰；二是重大工程及其环境存在着“深度”不确定性和演化性，由于重大工程的全生命周期一般在百年级别，在如此长的时间跨度内，重大工程环境的动态变化不是简单的或是有规律的不确定性，因此对其环境演化和涌现的预测将非常困难；三是重大工程决策问题本身是由多个内在的具有层次性、强关联、高度集成的一系列子问题构成的，因而在决策方案形成过程中，会涌现出一系列新的问题。

因此，考虑到重大工程决策问题的这些特点，决策主体在获得一个“好”的决策方案过程中，如何衡量决策方案质量的“好坏”呢？从重大工程长生命周期以及工程对环境有重大影响等特点出发，不但希望工程环境在大时间尺度内的情景变动不会对工程方案正常功能的发挥造成不利影响，而且在工程建成后，工程也不会诱发社会经济-工程复合系统产生新的重大危害。即决策方案对这两类情景变化都是鲁棒的。特别是，在未来各种可能情景下，在最极端或最负面的情景下，也是鲁棒的。

基于此，笔者提出了重大工程决策理论中的情景概念。所谓情景，是重大工程环境（包括社会、经济、自然等）或重大工程-环境复合系统在整体层面上形成的整体现象、现象的演化及形成该现象的可能路径。因此对于重大工程决策方案的评价，既不能仅仅考察一个时间点或某一个时间段，也不能仅静态或仅动态地考虑问题，而需要在工程全生命周期、多尺度及情景演化与涌现背景下，考察决策方案效果、作用及情景变动之间的契合程度。这一认知被我们抽象为评价和度量重大工程深度不确定决策质量的基本概念：决策情景鲁棒性。

基于此，本书提出重大工程决策情景鲁棒性是决策方案对工程全生命周期情景变动的稳健性或适应性的属性，其包含决策方案形成前对工程全生命周期情景变动预期的适应（第一类鲁棒性）和决策功能释放后对工程新复合系统可能出现的破坏性情景的防范（第二类鲁棒性）。我们将这类以情景鲁棒性为主要性能指标的重大工程决策称为重大工程情景鲁棒性决策。

重大工程情景鲁棒性决策的关键技术为情景的发现与生成技术，关键要解决两个问题：第一个问题是如何形成、发现、重构、预测出重大工程决策的不同情

景，特别是极端情景；第二个问题是如何评价重大工程决策方案的鲁棒性。因此，本书系统地提出情景鲁棒性决策理论和相应的支撑技术，并选取我国典型且具有重大影响的工程实践进行研究。

本书的学术思想起源于笔者团队多年来深入开展的重大工程决策实践与研究，特别是国家自然科学基金重大项目（重大基础设施工程决策分析与决策管理研究，71390521）进一步推动了我们对重大工程决策理论的深入研究。通过研究，我们系统地提出了重大工程决策的深度不确定性概念，并指出情景鲁棒性是重大工程决策的情景耕耘技术方案质量新的、独特的、带有根本性的属性这一重要新认知。在此基础上，从重大工程决策方案大时空尺度有效性与工程-环境复合系统动态演化行为出发，构建了包括情景计算机生成、发现与预测，情景鲁棒性度量等情景鲁棒性决策基本原理及相应的完整范式与流程及情景耕耘技术。

在此基础上，我们分别以海床环境对港珠澳大桥工程选址的影响和港珠澳大桥对工程航道长久性影响决策问题、太湖流域水环境治理工程问题以及三峡工程扩大航运能力决策等典型性的重大工程决策为例，对所提出的情景鲁棒性决策理论、方法和相应的支撑技术进行实际应用和验证。值得指出的是，本书选取的港珠澳大桥选址决策案例已经应用于工程决策实践，并且为工程成功实践所检验，是一个难得的样本。

综上所述，本书所涉及的重大工程情景鲁棒性决策理论、情景耕耘技术、决策方案情景鲁棒性测度方法及相关实际应用等，形成了系统的关于重大工程决策理论、方法与应用的体系，其中提出的核心概念、基本原理和科学问题，在重大工程决策领域构建有首创性的成果体系与话语体系，特别是这一理论体系的形成主要源于我国重大工程决策实践，充分体现了面向国家重大现实管理问题，利用新的决策理念和新的决策方法研究中国实际问题，形成自主性创新成果的管理学学术研究的战略导向。

目 录

上 篇

第 1 章 重大工程决策概论	3
1.1 重大工程决策的基本论述	3
1.2 重大工程决策的本质特征——深度不确定	9
参考文献	13
第 2 章 重大工程决策情景	17
2.1 情景概述	17
2.2 重大工程决策情景的认知	21
2.3 重大工程决策质量的重要性能指标——情景适应性	24
参考文献	27
第 3 章 重大工程决策的情景鲁棒性	30
3.1 重大工程决策的情景鲁棒性概述	30
3.2 重大工程情景鲁棒性决策	34
3.3 重大工程决策情景鲁棒性的度量方法	39
参考文献	45
第 4 章 重大工程决策情景耕耘技术	49
4.1 情景耕耘概述	49
4.2 重大工程的情景建模	62
4.3 情景耕耘的研究范式	68
4.4 情景耕耘关键技术	74
参考文献	83

下 篇

第 5 章 港珠澳大桥工程情景鲁棒性决策研究..... 87

5.1 港珠澳大桥工程决策背景分析 87

5.2 伶仃洋“三滩两槽”的情景要素分析..... 90

5.3 港珠澳大桥工程决策方案的模型构建..... 93

5.4 港珠澳大桥桥区海床情景鲁棒性分析..... 100

5.5 港珠澳大桥桥区航道情景鲁棒性分析..... 103

参考文献 108

第 6 章 太湖流域治理工程情景鲁棒性决策研究..... 110

6.1 太湖流域治理工程的问题背景 110

6.2 太湖流域的系统分析 112

6.3 太湖流域治理工程系统建模 125

6.4 太湖流域治理工程鲁棒决策研究..... 165

参考文献 174

第 7 章 三峡工程航运专题情景鲁棒性决策研究..... 176

7.1 三峡工程航运决策专题的问题背景..... 176

7.2 三峡工程航运系统建模 184

7.3 三峡工程航运鲁棒决策研究 207

7.4 重大工程情景鲁棒性决策分析 218

参考文献 219

后记 223

上 篇

上篇内容包括第 1 章到第 4 章，这一部分主要是对重大工程情景鲁棒性决策的理论与技术进行系统阐述，写作思路主要是从重大工程决策方案的大时空尺度有效性与工程-环境复合系统动态演化行为的深度不确定性出发，系统地构建了包括情景、情景耕耘、情景发现与预测及情景鲁棒性度量在内的情景鲁棒性决策基本原理及相应的完整范式与流程以及情景耕耘技术。

第 1 章 重大工程决策概论

1.1 重大工程决策的基本论述

1.1.1 工程、重大工程及其基本特征

20 世纪以来,随着人类社会经济的发展与科学技术的进步,全球范围内重大工程的规模越来越大,数量越来越多,针对重大工程的投资额甚至已经以亿元为单位了。例如,中国在 2008 年提出的四万亿计划,其中约有 15 000 亿元用于铁路、公路、机场、水利等重大基础设施;美国 2018 年 2 月提交的 2019 年财政预算为基础设施建设投入 2 000 亿美元;针对亚洲地区基础设施建设的亚洲投资银行法定资本额就有 1 000 亿美元。根据 20 国集团的《全球基础设施建设展望》报告,在 2016 年至 2040 年,全球基础设施投资将以平均 3.7 亿美元的年增长率,增长至 94 万亿美元(Global Infrastructure Hub, 2017)。面对如此白热化的全球化实践趋势,理论界也开始了对重大工程的研究,厘清概念是人们思考问题的开始,这第一步,从“工程”开始。所谓“工程”,是人类的生产实践活动发展到一定阶段的自然产物。开始,人类为了解决最基本的物质生活需求,除了开展打猎捕鱼、采集果实、从事种养殖业等生产实践活动外,还开展了建房修路、造坝搭桥等造物与用物的实践活动,“工程”的概念也就随着各色“人造系统”的诞生而诞生了。

最初,人们大多把“工程”一词指为人造物实体,如《新唐书·魏知古传》:“会造金仙、玉真观,虽盛夏,工程严促。”这里的“工程”指的就是土木构筑。这种对“工程”一词的理解在日常生活中随处可见,如“中国的万里长城是个伟大的工程”,这里“工程”就是指长城人造物实体。但是随着人类造物实践活动的丰富和认知的抽象,人们开始意识到人类的“造物”(包括改变原有事物性状)活动是一个完整有序的过程,包括造物意图的形成及造物方案的设计、组织、实施

直至人造物实体的整体完成，由此可见，“工程”概念可理解为根据一定意图而创造人造物实体的完整过程（盛昭瀚和游庆仲，2007；盛昭瀚等，2008）。

总结起来，关于“工程”的语义界定基本沿着以下两种方向行进。

一种是将有明确目的、有始有终的在某一领域进行的完整性活动皆视为“工程”。因为人类的造物工程主要从建造房舍、修路筑坝开始，所以在很长时期人类的造物都表现出浓厚的“土木性”。因此，根据工程造物过程必须基于明确目的和有始有终的完整性这一特征，只要在某一领域，有明确目的和有始有终的完整性的活动皆可视为“工程”。于是，陆续出现了“水利工程”“机械工程”“化学工程”“遗传工程”“电子工程”“生物工程”等概念，并进一步从科学体系与教育体系的结合中将“工程”解读为大学教育中的学科概念。

另一种是把实体造物的工程概念拓展到社会、科技、精神及逻辑领域，将需要较多的人力、物力在一个较长时间周期内来进行规模较大且较为复杂的工作看作一个“工程”，于是出现了更为广义的工程概念，如城市改建工程、菜篮子工程、扶持农村教育的“希望工程”和发展大学教育的“211工程”等。

工程的定义虽然在不断变化发展着，但无论是对于“工程”界定的变化，如从最初的“土木”“水利”延伸到“机械”“电子”“信息”领域，还是把物质型工程拓展到半物质型与非物质型工程，都反映了人类造物实践活动的不断丰富和造物活动范围的不断扩大，都是为了方便描述和认识这类人类特有的造物实践活动和过程。只要我们把握住了“人类造物实践活动”这一核心价值，再与具体的环境背景相互关联，就可以对特定语境下“工程”的含义进行清晰明确的表达。

根据上述说明，这里特别指出，本书讨论和研究的工程既不指一类非物质类型工程，也不指学科型工程，而主要是指一类实体型的造物工程，如公路桥梁工程、水利工程等。概言之：工程是人类为了实现某一目的，遵循客观规律并依据一定科学技术与社会人文原理，进行的造物或改变自然与事物性状的实践活动（何继善等，2005）。

随着人类社会经济的发展与科学技术的不断进步，全球范围内重大工程的规模越来越大，数量越来越多。特别是20世纪以来，人类工程活动逐渐呈现出环境复杂、规模宏大、技术先进、投资巨大、工程建设与生命周期长、对社会经济环境具有重要持续影响等特征。这类工程为人类或创造了新的公众服务支撑条件，或改善了原来的生存环境，同时为社会提供了大量的就业岗位，还为人类文化文明持续发展提供了重要支撑。因此，人们对“重大工程”这一概念的印象在日复一日的生活中不断加深。“规模巨大”和“影响深远”是我们对“重大工程”特征最直观的两个认识。

事实上，对“重大工程”概念的理解，主要是在“工程”概念的基础上，加入人们对“重大”一词的理解。显而易见的是，由于各国国情不同，所以对于“重大”的认知也存在差异，有些国家侧重于建筑面积，有些主要考虑使用者的特殊