

上海市哲学社会科学“三大系列”研究项目

钱学森系统工程思想 及其当代价值研究

盛懿等◎著

QIAN XUESEN
XITONG
GONGCHENG
SIXIANG
JIQI
DANGDAI
JIAZHI
YANJIU



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

上海市哲学社会科学“三大系列”研究项目

钱学森系统工程思想及其 当代价值研究

盛 懿 等 著



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书上编为理论研究,主要介绍钱学森系统工程思想的发展历程及其在航天领域的成功实践。下编为应用研究,主要选取“一带一路”“中国超大城市治理”“上海科创中心建设”“五位一体”总体布局四个代表性案例,从系统工程视角进行研究,并在学术层面提出优化路径。

本书读者对象为科研院所和高等院校的研究人员、政府职能部门的行政管理人员,以及具有系统工程专业知识背景的大专院校学生。

图书在版编目(CIP)数据

钱学森系统工程思想及其当代价值研究 / 盛懿等著.

—上海: 上海交通大学出版社, 2019

ISBN 978 - 7 - 313 - 22023 - 3

I. ①钱… II. ①盛… III. ①钱学森(1911 - 2009)

—系统工程—思想评论 IV. ①N945

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 215451 号

钱学森系统工程思想及其当代价值研究

著 者: 盛 懿 等

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

印 制: 苏州市越洋印刷有限公司

开 本: 710 mm×1000 mm 1/16

字 数: 253 千字

版 次: 2019 年 10 月第 1 版

书 号: ISBN 978 - 7 - 313 - 22023 - 3

定 价: 68.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021 - 64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 14.25

印 次: 2019 年 10 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0512 - 68180638

序

获悉上海交通大学钱学森图书馆和钱学森研究中心研究人员申报的 2017 年度上海市哲学社会科学规划“三大系列”研究项目“钱学森系统工程思想及当代价值——对中国航天成功经验的总结与推广”已于 2019 年 5 月顺利结项,并得到评审专家的好评,我谨对此表示热烈祝贺,并向课题组成员多年来坚持以学术立馆为初心使命,潜心从事钱学森生平与学术思想研究,致以由衷谢意。

作为课题研究的结论性成果,《钱学森系统工程思想及其当代价值研究》一书由上海交通大学出版社于 2019 年 10 月出版。2019 年既是新中国成立 70 周年,也是我父亲逝世 10 周年。在这样一个特殊的时刻,我想,本书的出版既是钱学森图书馆和钱学森研究中心庆祝中华人民共和国 70 华诞一份有重要社会意义的学术献礼,也是对父亲最好的怀念和追思。

我们知道,钱学森作为一位杰出的战略科学家,一生成就了三大科学高峰。系统科学是钱学森穷其毕生心血,努力思考并构建的重要科学门类,是其以现代科学技术体系为代表的学术思想体系的重要组成部分。中国航天系统科学与工程研究院于景元研究员指出:“钱学森的系统科学理论方法与技术具有重要的实践意义。系统论思想、系统科学理论方法与技术应用到社会实践与工程的决策与管理之中,不仅是自然的,也是必然的。这就是为什么系统工程和系统科学具有广泛的应用性。”对钱学森系统工程思想进行有理论指向性和现实针对性的研究,自觉对接新时代中国特色社会主义建设尤其是新一届中央领导集体提出的“四个全面”战略布局和“五位一体”总体布局,开拓新领域、探索新方法、解决新问题,对全面深化改革这一当代中国的系统工程可以提供重要的理论支持。

新中国成立 70 年来,尤其是改革开放 40 余年来,钱学森创建的系统工程思想在我国社会主义现代化建设中发挥着日益重要的作用,得到党和国家领导人的高度赞赏和充分肯定。2008 年 1 月 19 日,胡锦涛同志在看望钱学森时,对钱

学森提出的系统工程理论赞赏有加：“上世纪80年代初，我在中央党校学习时，就读过您的有关报告。您这个理论强调，在处理复杂问题时一定要注意从整体上加以把握，统筹考虑各方面因素，这很有创见。现在我们强调科学发展，就是注重统筹兼顾，注重全面协调可持续发展。”习近平总书记多次在不同场合指出，全面深化改革是一项复杂的系统工程，要从党的事业兴衰成败的高度，用系统工程的思想方法、工作方法和思维方法解决我国当前带有全局性、复杂性、整体性的社会问题。为此，需要加强顶层设计和整体谋划，加强各项改革关联性、系统性、可行性研究。可以说，系统工程思想具备了资政启民、服务新时代的现实功能，可以成为助力全面深化改革、破解发展难题的一把“理论钥匙”。

本书分理论研究和应用研究两大板块。理论研究内容为钱学森系统工程思想的发展历程、理论内涵及其在中国航天的成功实践，应用研究选取“一带一路”建设、中国超大城市治理、上海科创中心建设和“五位一体”总体布局的实施四个方面典型案例。利用钱学森系统工程思想思考和解决国家或地区重大战略布局与发展规划，这一研究思路和研究方法本身就反映了课题组成员的问题意识和现实情怀。我虽然不是课题组成员，但因钱学森图书馆馆长这一身份，一直以来从侧面间接参与了课题有关工作，对课题研究的整个过程略知一二。从基本框架、核心观点及课题组前期所做工作看，本书堪称一部凝聚课题组集体智慧，经过精雕细刻、反复打磨，比较准确地把握了钱学森系统工程思想及其社会价值实现对象和路径的学术著作，既有思想性、又有可读性，既有理论探究、又有案例分析，既有宏观研究、又有微观研究，是钱学森图书馆和钱学森研究中心研究人员从以钱学森生平研究为主向兼顾钱学森生平与学术思想研究转换，实现研究方向性突破、跨越式发展的标志性成果，适逢其会，可喜可贺。

课题负责人盛懿研究馆员多次告诉我，为高质量完成课题研究及出版任务，在两年多的时间里，研究团队倾注了大量时间和精力，集中攻关、攻坚克难、精益求精，边研边学、以学促研，不断深化对钱学森系统工程思想的认识，及时化解研究过程中遇到的困惑和不解之处。在学术背景方面，课题组成员多数为非系统工程专业出身，从事这项研究工作具有很强的挑战性。最终能圆满完成研究任务，啃下这块“硬骨头”，向社会奉献一部厚重的学术著作，实属难能可贵。在社会价值方面，我个人认为，本书不失为钱学森图书馆和钱学森研究中心贯彻中央领导同志关于钱学森科学思想和科学精神研究基地建设的指示及习近平同志在哲学社会科学工作座谈会上的讲话精神，坚持理论自觉、增强理论自信、构建哲

学社会科学中国学术话语体系的现实响应。2019年6月,中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于进一步弘扬科学家精神加强作风和学风建设的意见》。其中指出,要大力宣传科学家精神,高度重视“人民科学家”等功勋荣誉表彰奖励获得者的精神宣传,大力表彰科技界的民族英雄和国家脊梁。钱学森作为广大科技工作者的杰出代表和爱国知识分子的光辉典范,他的“爱国、奉献、求真、创新”精神,生动地诠释了一位共和国科学家的家国情怀、使命意识和责任担当。在此意义上,本书的出版堪称课题组成员践行《意见》精神的一种理论自觉和行动自觉。

最后,衷心希望课题组成员在以后的工作中不忘初心、再接再厉,为社会奉献更多钱学森研究的精品力作。

是为序。

A handwritten signature in black ink, appearing to be '钱学森' (Qian Xuesen), written in a cursive style.

上海交通大学钱学森图书馆馆长

前 言

值此新中国成立 70 周年暨人民科学家钱学森逝世 10 周年之际,上海交通大学钱学森图书馆和钱学森研究中心研究人员 2017 年度申报的上海市哲学社会科学规划“三大系列”研究项目“钱学森系统工程思想及其当代价值——对中国航天成功经验的总结与推广”(项目号:17Z2017040004),经过课题组成员近两年时间的深入研究和集体努力,终于按计划完成各项研究任务并形成课题成果。本书是该课题的最终成果,借结集出版之机,谨对课题选题价值、研究思路及开展情况进行简要说明。

本课题的顺利申报和成功立项得益于申报单位多年来在钱学森研究方面积累的坚实学术基础。标志性成果是 2015 年出版的《钱学森年谱》(2011 年度国家社科基金一般项目)、2017 年完成的《钱学森手稿丛编》(2013 年度国家社科基金重点课题)和 2019 年出版的《羁绊与归来——钱学森的回国历程(1950—1955)》(2014 年度国家社科基金一般项目)。这些著作既是我们作为钱学森研究基地的标志性成果,也成为广大学者从事钱学森研究的必备文献。以此为基础,课题组充分利用本馆馆藏钱学森档案、笔记、书信等资料,将研究重点从钱学森生平事迹研究转向科学思想研究,旨在通过挖掘钱学森学术思想的丰富内涵和社会价值,为当代中国发展和新时代中国特色社会主义建设作出力所能及的贡献。

钱学森既是中国航天事业的奠基人,也是系统工程中国学派的创建者。将系统工程思想从航天领域推广至全社会,从航天系统工程发展到社会系统工程,是钱学森晚年的重要思想建树。课题组经过充分酝酿和精心准备申报的“钱学森系统工程思想及其当代价值——对中国航天成功经验的总结与推广”选题,顺利获得上海市哲学社会科学“三大系列”课题立项。就研究思路而言,课题分为两个部分,一是理论研究,侧重钱学森系统工程思想的发展历程梳理及内涵探索;一是应用研究(或称个案研究),主要研究钱学森系统工程思想对国家级顶层

战略和上海市重大发展规划的资政作用。在理论研究方面,我们想对钱学森系统工程思想的形成、发展和完善过程进行历史的考察,从20世纪世界科学技术发展史的角度以及在当代中国发展的历程进行全面梳理,试图探寻钱学森系统工程思想的形成脉络以及它的运用和取得的成就。在这个基础上提炼出钱学森系统工程思想的一般理论体系和实践方法,总结钱学森系统工程思想蕴含的中国经验和中国特色。在应用研究方面,以前一部分理论研究为基础,研究人员用钱学森系统工程思想分析当代中国发展过程中遇到的一些系统性、全局性、复杂性问题,并尝试提出破解之道或政策建议。课题组希望以钱学森系统工程思想为指导,通过遴选“一带一路”倡议、我国超大城市治理、上海科创中心建设,以及“五位一体”总体布局四个典型个案,用系统工程方法进行一些实践层面的探讨。

理论研究方面,我们认为,钱学森的系统工程思想来源于他在美国从事航天工程研究和实践,以及回国后在工程设计、技术科学、科学实验、科研管理和组织管理方面的实践经验,尤其是在中国航天领域取得的成功经验及对成功实践的理论总结。1978年9月27日钱学森在《文汇报》发表的《组织管理的技术——系统工程》一文,是系统工程思想在中国理论总结的发端。该文吹响了系统工程思想从工程系统工程向社会系统工程推广和普及的号角。钱学森在这篇文章中指出,系统是指有相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体,这些组成部分称为分系统,这又是更大系统的组成部分,系统工程是组织管理系统的规划、研究、设计、制造、实验和使用的科学方法。

我们通过分析系统工程在中国航天领域的成功实践,归纳出系统工程思想的理论精髓和思想体系,提炼成以下几方面的核心内容:顶层设计、科学管理、自主创新、全国协作、综合集成。总体而言,钱学森的系统工程思想既是认识论、方法论和实践论的统一,也是人类在当代认识和改造客观世界中的一个飞跃。

应用研究方面,我们希望以个案研究的形式,让钱学森系统工程思想对我们今天的发展有所启迪和借鉴。

第一个个案研究选题是钱学森系统工程思想与“一带一路”顶层设计。对中国而言,“一带一路”倡议是一种新型国际合作模式,涉猎的内容相当多。根据钱学森对工程系统的分类,“一带一路”属于开放的复杂巨系统,具有系统的四大本质属性:开放性、整体性、复杂性和层次性。用系统工程理论来研究“一带一路”如何推进,我们认为,钱学森系统工程思想体系中的开放复杂巨系统理论可以为“一带一路”提供有益的借鉴。

基于以上认识,我们认为,“一带一路”可以从以下三方面展开研究:第一,做好顶层设计。同时,应集中专家优势,成立相关层级的“一带一路”研究机构,充分发挥学术研究的智库作用,为顶层设计提供理论支撑。第二,应对接沿线国家的发展战略,充分利用现有多边合作机制,使“一带一路”倡议与沿线国家发展战略实现“无缝连接”,助推区域内国家的政治、经济、文化等多领域互联互通,发挥“1+1>2”的效用。第三,运用钱学森的系统工程思想,应建立“一带一路”大数据处理、研究与服务中心,利用现代网络中心和通信技术,收集相关的信息,为政策分析和研判提供可靠的数据支持;同时基于开放性的思想,实现沿线国家的信息共享。总之,本个案旨在探索钱学森系统工程思想与“一带一路”倡议之间的关联及其现实借鉴。

第二个个案研究选题是钱学森系统工程思想与中国超大城市治理,旨在将钱学森系统工程思想运用于我国超大城市综合治理,并提出一些切实可行的技术路径。按照2014年《国务院关于调整城市规模划分标准的通知》关于城市规模的划分标准,能够称得上超大城市的,其人口规模大概在一千万以上。截至2016年,中国有重庆、上海、北京、成都、天津、广州、深圳、石家庄、苏州、武汉10座超大城市。针对城市发展,钱学森曾提出“山水城市”设想。但对于超大城市综合治理,我们应自觉运用钱学森系统工程思想并从中获得理论和方法上的双重启迪。应该有怎样的、更好的应对办法?该研究尝试对此进行求解。现在我们知道,超大城市所面临的挑战相当多。从钱学森系统工程思想来看,超大城市同样属于典型的开放复杂巨系统。随着我国社会经济的发展和城市化进程的推进,超大城市在各种层次累积爆发的“城市病”也越来越多。超大城市“城市病”的产生有深层次的原因,主要在于城市系统内部的各种失衡,以及城市系统与环境之间的失衡带来的各种挑战。

基于钱学森系统工程思想,如何进行超大城市的治理,该研究认为,可以从以下几个方面着手:首先,由中央政府制定超大城市治理战略规划。超大城市治理无论治理主体还是治理内容都超出了超大城市本身,需要由中央政府统揽全局,确定治理总体布局。各个超大城市根据自身历史和现状明确功能定位,制定考核指标,设定治理期限。地方政府在此基础上制定超大城市分阶段治理目标,这是从中央到地方的整体战略规划。其次,建立超大城市治理的总体设计部体系。我国超大城市治理需要建立一个总体设计部体系,包括第一层次的国家治理总体设计部、第二层次的超大城市治理总体设计部、第三层次的城市一级分

系统总体设计部。每一层次的总体设计部都负责对应系统的总体设计,而不是单个细节的某一个方面的设计。最后,超大城市治理需全国一盘棋地解决利益冲突问题,需要打破各种形式的地方保护主义。现在我们看到各个不同城市之间在基础设施、交通网络、生态保护等跨界项目建设当中,存在着因为行政区域的划分而带来的区际矛盾,阻碍了我国城市都市圈的整合与协调发展。在超大城市治理总体链条中,必须树立整体意识和全局观念,正确处理好子系统和大系统,也就是局部和整体之间的关系。这就是我们所期望达到的在超大城市治理个案当中怎么运用钱学森系统工程思想而提出的一些应对办法。

第三个个案研究选题是钱学森系统工程思想与上海科创中心建设。上海要加快建成具有全球影响力的科技创新中心,是2014年5月习近平总书记在上海考察工作时对上海提出的要求。根据这个要求,2015年5月,上海市委、上海市人民政府专门出台了一份文件——《关于加快建设具有全球影响力的科技创新中心的意见》。《意见》提出,要在“2020年前,形成科技创新中心基本框架体系,为长远发展打下坚实基础”。上海科创中心虽然现在已经取得一些成绩,但是还面临很多的挑战,比如,我们的科创中心布局是需要全面推进还是需要重点突击,还是两者相结合?是向全力推动型创新转变,还是向社会创新转变?还比如,如何通过引进型的创新催生内发的创新,等等。我们可以通过钱学森系统工程思想来梳理这些问题。从钱学森的系统工程思想出发,能够使得上海的科创中心建设有一个更加完善的方案。

第四个个案研究选题是钱学森社会系统工程思想与“五位一体”总体布局。钱学森社会系统工程思想是钱学森系统工程思想的社会化拓展。社会系统作为开放的复杂巨系统,具有开放性、复杂性、层次性、整体性和动态性五重属性。我们认为,解决社会系统工程问题,认识论上,应坚持整体性、协同性、规范性的思维模式和整体最优化、程序规范化、政策法律化、决策民主化的技术原则;方法论上,应顺应科学技术社会化和社会科学技术化交互趋势,采用集成智慧体系(专家)、知识体系(信息)、技术体系(计算机)的从定性到定量综合集成方法。经济建设、政治建设、文化建设、社会建设、生态文明建设“五位一体”总体布局是党中央全面深化改革的一项重大战略部署,成为新时代中国特色社会主义建设的一项重大社会系统工程,同样具有开放性、复杂性、层次性、整体性和动态性特征。在全面深化改革背景下,经济建设、政治建设、文化建设、社会建设和生态文明建设既应做到“五位一体”,也应做到“五性一体”。作为一项组织管理的技术,钱学

森社会系统工程思想对于“五位一体”总体布局具有“系统性”维度的理论价值和顶层设计维度的实践价值。处理“五位”与“一体”的关系,我们认为,思维方法上,应注重统筹兼顾,协同共进,准确把握“五个建设”在总体布局中的处位;工作方法上,应加强整体协调,系统设计,以系统思维推进“五位一体”总体布局;技术路线上,应发展信息产业,“人机结合”,以大数据技术支撑“五位一体”总体布局。

总体而言,课题组希望通过研究,使得我们对钱学森的研究,逐渐从生平事迹研究转向对他的学术思想进行梳理。特别是钱学森晚年的学术思想,博大精深,具有很强的指导作用和现实意义。从事这个课题研究本身是希望通过梳理钱学森系统工程思想的形成过程,尤其是在中国航天领域的成功实践,能够总结出它的科学内涵和外延。在此基础上,以“一带一路”倡议、我国超大城市治理、上海科创中心建设和“五位一体”总体布局为代表性个案,研究和论证钱学森系统工程思想的可推广性及其适用范围。我们期待从钱学森系统工程思想中得到新时代中国特色社会主义建设的一把“智慧的钥匙”。

钱学森系统工程思想的社会价值包括两个方面:首先,中国特色社会主义建设已经进入新时代,当前我国社会的主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾。要解决新时代面临的诸多新问题、新挑战,钱学森的这些思想可以给我们很多启迪和借鉴,无论是国家发展战略,还是某一行业、某个地区乃至某座城市的建设方案,系统工程思想都能够为此做出新的贡献,创造新的价值。

其次,习近平总书记在党的十九大报告中提出,要为解决人类问题贡献中国智慧和方案。钱学森系统工程思想就是在中国特色社会主义的伟大实践中形成并发展起来的思想,蕴含着显著的中国基因,具有鲜明的中国经验和中国特色。我们相信,通过对钱学森系统工程思想的研究,一定可以有助于增强我们对中国特色社会主义建设的道路自信、理论自信、制度自信和文化自信。

课题研究工作的顺利完成得到了有关领导的关心和支持,得益于有关专家尤其是系统工程领域专家的倾力指导及社会各界的大力协助。2017年10月23日,课题组在钱学森图书馆举行课题开题会。上海交通大学原副校长吴旦、上海市地方志办公室原党组副书记兼副主任朱敏彦、上海交通大学文科建设处处长吴建南、中国航天系统科学与工程研究院兼课题学术顾问于景元、上海系统科学研究院原执行院长车宏安等有关领导及专家学者对课题研究工作的启动与推进、高质量完成课题研究任务,以及实现课题成果的价值最大化,在框架体系搭

建、研究方法选择、重点与难点突破、学术价值凝练、社会价值发挥等方面提出了诸多宝贵意见和建议,为课题顺利启动、有序推进并最终圆满完成提供了重要的基础性保障。2018年9月5日,为庆祝改革开放40周年暨钱学森《组织管理的技术——系统工程》发表40周年,钱学森研究中心联合文汇报社,在钱学森图书馆举行钱学森系统工程思想学术研讨会。中共上海市委党史研究室副主任严爱云在致辞中指出,经过40年的普及、应用和发展,钱学森系统工程思想与中国改革开放实现了同频共振、同生共荣,并在改革开放的伟大实践中得到了有力证明,显示了强大的理论生命力。课题负责人、上海交通大学钱学森图书馆总支书记兼副馆长盛懿在会上做了“钱学森系统工程思想是改革开放的重大理论成果”主题报告,对课题研究成果做了初步展示和汇报。《文汇报》连续两期开辟专版,对钱学森系统工程思想的发展历程、理论价值和现实意义进行了报道;《今日中国》杂志、《中国科学报》、社会科学网等多家主流媒体也都对此做了特别报道。所有这些都为夯实课题研究成果注入了有效动力,成为本书不可或缺的一部分。

掩卷而思,我们期待并相信,包括系统工程思想在内的钱学森科学思想一定能在新时代中国特色社会主义建设伟大历程中散发出新的思想光辉和理论光芒。本书的顺利完成,在某种意义上算是我们作为钱学森研究基地理应发挥的绵薄之力,也是我们面向社会应尽的一份学术义务,责无旁贷。

谨以此书,向新中国成立70周年献礼。

著者

2019年10月

上编 理论研究

第一章 钱学森系统工程思想从萌芽到初步形成	005
第一节 萌芽：参与美国早期航天科研的体会	/ 005
第二节 孕育：研究工程控制论并关注运筹学	/ 010
第三节 初步形成：回国后倡导加强科研组织管理	/ 012
第二章 系统工程思想在中国航天的成功实践	016
第一节 自上而下的三级联动为中国航天发展提供了体制保障	/ 016
第二节 大力协同是中国航天事业发展成功的法宝	/ 021
第三节 行政、技术两条指挥线的形成	/ 025
第四节 贯彻自力更生为主、积极争取外援的路线	/ 035
第五节 预研、试制、批生产“航天三部曲”的不断完善	/ 042
第六节 锻造了一支热爱祖国、忘我工作、乐于奉献、敢于拼搏、 勇于创新的人才队伍	/ 044
第三章 钱学森系统工程思想的形成与发展	049
第一节 迎接“科学的春天”	/ 049
第二节 正式提出系统工程思想	/ 051

第三节	发展与推广系统工程思想	/ 054
第四节	提出从定性到定量的综合集成方法	/ 061
第五节	钱学森系统工程思想的历史贡献和现实意义	/ 068

下编 应用研究

第四章 钱学森系统工程思想与“一带一路”研究 076

第一节	钱学森开放复杂巨系统论基本框架	/ 076
第二节	“一带一路”是一项国际社会系统工程	/ 084
第三节	以开放复杂巨系统论助力“一带一路”建设	/ 097

第五章 钱学森系统工程思想与中国超大城市治理 105

第一节	运用系统工程思想治理中国超大城市的必要性	/ 105
第二节	系统工程视角下的中国超大城市治理分析	/ 110
第三节	治理中国超大城市的系统工程方法	/ 113
第四节	治理中国超大城市交通拥堵的系统工程方法	/ 117

第六章 基于钱学森系统工程思想建设上海科创中心的政策借鉴 123

第一节	加强顶层设计和统筹规划	/ 124
第二节	促进科学技术研究产业化发展	/ 128
第三节	建立合理的人才队伍体系	/ 130
第四节	加快体制机制改革创新	/ 133
第五节	实施多方位和多层次的协同合作	/ 136
第六节	坚持走中国特色自主创新道路	/ 138

第七章 钱学森社会系统工程思想与“五位一体”总体布局 142

第一节	社会系统工程的理论内涵与价值指向	/ 142
-----	------------------	-------

第二节 “五位一体”总体布局的社会系统工程属性	/ 144
第三节 基于国家治理的社会系统工程实施范式与政策路向	/ 152
附录 钱学森关于系统工程的代表性论述	/ 159
附录一 钱学森有关系统工程部分著述目录	/ 161
附录二 钱学森论社会系统工程文稿四篇	/ 164
参考文献	/ 202
后记	/ 207

上编

理论研究

第一章 钱学森系统工程思想从萌芽到初步形成

第二章 系统工程思想在中国航天的成功实践

第三章 钱学森系统工程思想的形成与发展

