

STS

科学、技术与社会丛书

丛书主编◎殷登祥

国家“十一五”重点图书出版规划项目



航天科技与社会 第四次浪潮

黄志澄 \ 著

广东省出版集团

广东教育出版社

《科学、技术与社会》丛书是我国学者经过多年研究所取得的一项重大的创新性成果。它不仅系统地探索和建构了独到的STS学科体系,而且对当代新科技革命及其与我国现代化建设的关系,对高科技与社会的关系,进行了深入的、有启发性的探讨和论述。这对于STS学科建设、建立创新型国家和构建和谐社会,都具有重要的理论和实践意义。

于建波

2006年10月24日

《科学、技术与社会》丛书的
出版，有助于读者学习和理解科
学的发展观，构建社会主义和谐
社会。祝丛书取得成功。

汝信

2006年10月

科学技术是第一生产力，是经济发展、社会进步的强大推动器。同时，科学技术需要一个良好的经济社会环境，以利于自己发挥更加积极的作用。科学技术和经济社会的良性互动，将进一步造福于人民，将有利于和谐社会的构建，有利于中华民族的伟大复兴。《科学技术与社会》丛书，从理论和实际的结合上，讲清了科学技术与社会的关系，是近年来并不多见的一部佳作，相信它的出版，将受到读者的欢迎。

邢贵恩

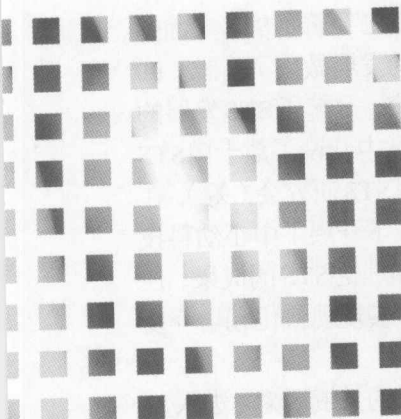
2006年10月20日

Science and technology have played central roles in the development of society from ancient times through to the present. Although the artifacts have changed from simple hunting and food processing tools to contemporary information and transportation systems, with a promise of a transformative future through the applications of bioengineering and nanotechnology, at root the evolution of human society has always been, and in any conceivable future will always be, integrally intertwined with scientific and technological change. Thus, understanding both the historical and the current relationship between science, technology and society is a key element in helping to shape an environmentally sustainable and culturally acceptable world in which to live.

The volumes in this new STS series, for which Professor Yin Dengxiang, one of the most active scholars in the contemporary STS community, serves as Editor-in-Chief, are designed to provide exactly such an understanding. Ranging in specific topics from introductory STS Studies and the scientific and industrial revolutions, to information theory and space technology, and on to bioscience and engineering and nanoscience and technology, the series attempts to tackle the key historical and contemporary issues surrounding areas of science and technology central to the world as we know it today, and those that we should likely anticipate experiencing in the near future. Thus, to read these volumes provides useful information as to how we reached our current state of societal affairs and should offer insights for future decision makers on how best to proceed as we move more deeply into the 21st Century.

It is a very real pleasure for me as an advisor to be associated with this series of volumes that seeks to explicate the dynamic S-T-S relationship.

Stephen H. Cutcliffe
STS Program
Lehigh University
Bethlehem, Pennsylvania, USA



总序

Introduction

《科学、技术与社会》丛书（以下简称《STS》丛书）是由中国社会科学院科学、技术和社会研究中心与广东教育出版社联合聘请国内著名学者花费数年心血撰写而成，是国家“十一五”规划重点图书。该丛书的出版不仅对具有中国特色的科学、技术与社会的学科建设具有重要学术价值，而且对于我国在新世纪以科学发展观为指导，全面建设小康社会，提前实现社会主义现代化，有重大现实意义。

科学、技术与社会（简称科技与社会，或 STS，即 Science, Technology and Society），诞生于 20 世纪 60 年代，是一门研究科学、技术与社会相互关系的规律及其应用，并涉及多学科、多领域的综合性新兴学科。其宗旨是发挥科技的积极作用，克服科技的负面影响，使科技真正造福于人类。它代表了一种科技与社会、科技与人文、人与自然协调发展的新的价值观和思维模式，适应了当代世界为了克服传统工业文明的深层次矛盾、实现全球科技经济快速健康发展、开创人类新文明的需要，因而受到各国学术界和社会的强烈关注，在美国、英国、加拿大、日本、德国、荷兰、澳大利亚、韩国、印度等国家获得了蓬勃发展。

我国从 20 世纪 70 年代末改革开放以来，由于社会主

义现代化建设的迫切需要，自然辩证法和科学学等学科就已经着手 STS 方面的问题，为我国的科技政策、科技管理和科技、经济社会的发展做出了贡献。90 年代初，STS 作为一个与国际接轨的独立的学科开展研究，掀起了 STS 发展的高潮。目前全国已有二十多个 STS 教学和研究机构，在大学中开设了数十门 STS 性质的课程，培养了一批 STS 方向的研究生，成立了中国 STS 研究会（筹），在国内外开展了积极、活跃的学术活动；同时还在 STS 指导下开展了中小幼科技教育和公众科技素养的宣传教育，取得了不少应用 STS 和理论 STS 的成果，在国际 STS 界也正在产生越来越大的影响。STS 对我国提前实现现代化和培养复合型高素质人才的重要作用已经获得了越来越广泛的共识。

科学技术是第一生产力，是先进文化和人类文明发展的关键因素。进入 21 世纪，以信息科技和生物科技为核心的新科技革命将发展到一个崭新的阶段。在人类社会的这个崭新阶段中，如何才能抓住新世纪科技革命的机遇，并坚持以人为本、全面协调可持续发展的科学发展观，实现我国科技、经济、社会的跨越式发展和中华民族的伟大复兴，就必须从理论和实践两个方面，深入、系统地研究新世纪 STS 的新关系、新观念、新思路。《STS》丛书正是在这种大背景下应运而生的。

STS 具有深厚的历史渊源，与当代现实生活息息相关，涉及人类未来的生存和发展。随着科技、经济的全球化，STS 研究的全球化也是必然的趋势。但是，发展中国家与西方发达国家处于不同的发展阶段，面临着不一样的 STS 问题。在努力吸收西方发达国家 STS 研究的经验和教训的基础上，深入探索发展中国家如何利用科学技术促进经济社会的跨越式发展、实现后来居上的规律和机制，是国际 STS 研究中的一个重大的新问题和领域。我国作为最大的发展中国家，积极开展有中国特色的 STS 研究，创立有中国特色的 STS 学派，成为世界发展中国家 STS 研究的重要中心，既是我国对国际 STS 研究的巨大贡献，也是历史赋予我国 STS 学者责无旁贷的重任。当然，在这个过程中，现在和将来都会遇到各种各样的困难，经历形形色色的曲折，但我们有充分的信心，在国家支持和全体 STS 学者坚持不懈的努力下，这一历史任务的实现，是必然的，确定无疑的。《STS》丛书的撰写和出版就体现了我们的希望和努力。

《STS》丛书在马克思主义的指导下，以当代新科技革命与社会发展之间的关系为主线，对 STS 这门新兴学科进行了具体、深入的研究。该丛书共包括六本学术著作，分为三个部分。《科学、技术与社会概论》一书是第一部分，概括论述了 STS 的学术内容，并尽力反映国内外 STS 研究的新成果；《科技革命的历史、现状与未来》和《新科技革命与中国现代化》两本书是第二部分，着

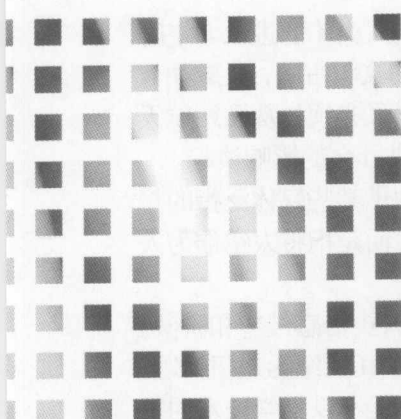
重阐述了当代新科技革命的内容、特点和发展趋势，及其促进我国现代化建设的重大作用和内在机制；《社会动力学与信息化理论》、《生物科技与当代社会》、《航天科技与社会第四次浪潮》是第三部分，选择了新科技革命中最有活力的三项高科技，作为典型案例，具体研究它们与社会之间的复杂关系和规律。

我们衷心希望这套丛书能帮助广大读者进一步了解STS这门新兴学科，培养他们用STS学科的观点和方法分析和解决问题的能力；同时也希望广大读者对丛书中的不足之处提出宝贵意见，共同推动STS学科的发展。

殷登祥

2006年12月

于北京天通西苑



前言

Preface

悲莫悲兮生别离，乐莫乐兮新相知。

屈原：《九歌·少司命》

我们这一辈人，经历了一个当代科技革命的伟大的时代。这次科技革命，对人类经济社会产生的深刻影响，远远超过了人类历史上以往的任何一次科技革命。1890年，美国未来学家阿尔文·托夫勒（Alvin Toffler, 1928— ）出版了《第三次浪潮》一书。托夫勒在书中敏锐地指出：在量子电子学、信息论、分子生物学、海洋工程学、核子学、生态学和航天科学的综合科学理论基础上，一系列新技术正在崛起，形成电子工业、航天工业、海洋工程、遗传工程四组相互关联的工业群。它们“将有大的发展趋势，并且很有可能成为第三次浪潮的工业骨干”^①。“这些因素结合在一起，就会产生一股史无前例的革命洪流”^②。实践证实了托夫勒的预测。在这次科技革命中，信息技术处于这组新技术群的带头位置。从此，人类进入了信息时代。

展望21世纪，人类是否会迎来第四次浪潮？第四次

① 阿尔文·托夫勒：《第三次浪潮》，197页，北京：三联书店，1983。

② 同上书，207页。

浪潮是太空^①时代吗？假若是太空时代，那么到什么时候人类才能进入太空时代？对于即将来临的太空时代，我们这个正在重新崛起的文明古国，又应如何面对？这就是本书要回答的核心问题，但回答这些问题，又必须先从回顾航天科学技术的发展历程，展望它的未来，以及讨论其对人类社会的影响谈起。

这里顺便指出：本书中述及的太空时代，其含义不同于某些媒体泛指的将人类发射第一颗人造卫星以后的社会就称为“太空时代”，而是指将太空作为人类社会发展阶段主要标志的时代。

20 世纪，没有什么比航天科技取得的成就，更能使人类倍感鼓舞和骄傲。探索宇宙奥秘，开发太空资源，造福地球村民，是人类在 21 世纪的热门话题。人类社会的发展进步的历程表明，任何一次新的工业革命，无不以科学技术的重大发现为先导，当今世界有远见的专家都认为，太空将是下一次新工业革命的场所。20 世纪 50 年代后期，人类完成了文明史上又一次飞跃——人类进入太空。伴随着航天科学技术的发展，人类对物质世界的认识又产生了划时代意义的变革。航天科技除了继续最初就开始的军事角逐外，还在探索宇宙奥秘、开发太空资源、造福人类方面取得重大进展。继陆地、海洋、天空之后，航天科学技术正把地球文明推向高远浩瀚的太空。无疑，21 世纪，将是航天科学技术进一步飞速发展的世纪。

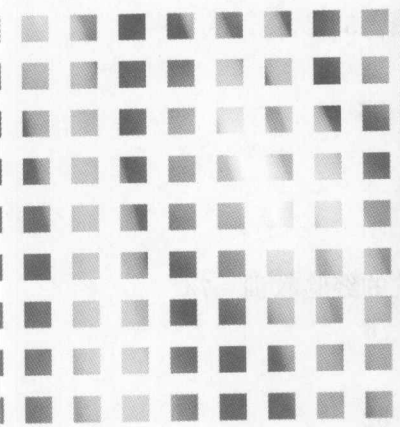
人类进入了太空，对许多未知的领域的认识产生了飞跃，资源也由最初的具有某种性态，扩展为某种环境和条件。开发太空资源，这是人类文明发展的必然趋势。航天界已预言，在未来 50 年内，地球与近地轨道之间航行的新型航天运载器将问世，将相继建成太空站，利用太空资源的新型企业将大量涌现；可向地球传送电能的太阳能发电卫星也将建成；人类将在月球、火星上居住；建立太空的工厂、矿业、旅游和农业。开发太空资源的前景不仅是人类的向往，而且也是人类利用太空为自身服务的必然趋势。人类共同拥有一个家园，同时人类也共同拥有一片蓝天。太空资源是人类共同财富，历史正推动人类去探索和开发这一辽阔的疆域。谁有能力开发利用它，谁就将受益。在这片没有国界的舞台上，人类必将演出一场开发利用太空的壮歌。但是人类要真正认识和开发太空，还有漫长的路要走，还有待千千万万有志于航天事业的新一代人才，进行艰苦而执著的奋斗。实际上，由于政治、经济和技术等多方面的原因，在世界航天事业的发展过程中，不仅有许多辉煌的成就，也有许多惨痛的失败。为

① 本书中将“地球大气层外的空间”定义为“太空”，除引文外，不再用“空间”这个名词。详见黄志澄：《关于 Space 的译法》，载《科技术语研究》，2001（1），18～19 页。

此，只有在认真总结上一个世纪航天事业发展的经验教训的基础上，才能正确选择航天事业的发展途径和阶段目标。只有这样做，人类才能缩短迎来第四次浪潮的时间。

我从1953年考上北京航空学院后，就和航天有了不解之缘。1958年之后，跟随钱学森先生等一批老一辈航天科学家，从事了一系列的航天科研工作。在具体的工作中，虽然也接触过一些航天发展趋势方面的知识，但都比较肤浅。自1987年我担任国家“863计划”航天领域专家委员会委员之后，由于工作的需要，开始了航天发展战略的研究。为了更深入地研究，我开始学习了我国几位科技哲学家的著作，并向他们多次请教了有关科技革命的问题。特别是有机会参加中国社会科学院“科学技术与社会(STS)研究中心”的许多学术活动，使自己得益匪浅。特别是在完成本书的过程中，得到了该中心的主任殷登祥研究员的热心帮助，在此表示对他的衷心感谢。本书企图将学来的这些STS理论和航天科技的实践结合起来，用自己的体会，来回答前述的有关第四次浪潮和航天科技未来发展的诸多问题，并从航天技术的角度，来解读STS的一些理论问题。这个学习笔记是否及格，要等读者来评判了。

对于人类的飞天梦想，在我国古代的伟大诗人屈原、李白、苏轼等的名作中都有反映，但只有在屈原的诗歌中，进行了深入的哲学思考。我国战国时代的伟大诗人屈原，留下的作品有25篇。它们不仅是不朽的诗篇，也同时包含着屈原丰富的哲学、政治思想。特别是在著名的诗篇“天问”中，以问天的形式，问而不答，以不答为答，对远古的神话传说，对宇宙生成和天道观等方面，进行了理性的反思。他一口气提出了170多个问题，涉及到天地万物、人事代谢，无所不包，思想极其丰富。屈原的诗，闪烁着朴素的唯物观的光芒，表现了屈原作为思想家所具有高度的历史使命感。为此，本书的每一章，都引用屈原的名句，作为引子。



目录

Contents



前言 1

第一章 太空——人类活动的新领域 1

- 一、古代人类的太空梦 1
- 二、航天科技发展的里程碑 3
- 三、丰富的太空资源 4
- 四、太空是人类活动的新领域 6
- 五、航天科技与STS 10

第二章 建设通天大道 13

- 一、航天运载器的任务和要求 13
- 二、运载火箭的发展趋势 15
- 三、国外运载火箭的发展计划 17
- 四、空中发射和海上发射 23
- 五、天地往返运输器的发展趋势 24
- 六、美国航天飞机及防热系统简介 30
- 七、空天飞机发展展望 33
- 八、发展重复使用航天运载器的经验教训 36
- 九、电推进与核推进 41
- 十、是谁毁了“哥伦比亚”号 43
- 十一、我国航天运载器的发展 49

第三章 卫星通信与信息高速公路 53

- 一、信息时代的卫星技术 53
- 二、卫星通信与信息高速公路 56
- 三、卫星固定通信的发展 61
- 四、VSAT 的特点及其应用 64
- 五、卫星移动通信的发展 66
- 六、发展全球移动个人通信系统的经验教训 74
- 七、卫星与因特网 (Internet) 76
- 八、卫星宽带通信 79
- 九、面向市场的卫星通信产业 82
- 十、卫星通信技术的广泛应用 85
- 十一、我国卫星通信的发展 86

第四章 太空对地观测与社会的可持续发展 89

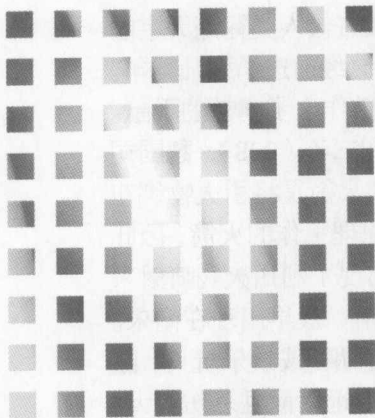
- 一、社会的可持续发展与太空对地观测 89
- 二、现代对地观测技术的发展 91
- 三、关于全球变化 98
- 四、地球观测系统 (Earth observing system, EOS) 102
- 五、对地观测微小卫星及其星座技术 106
- 六、高分辨率商业遥感卫星 108
- 七、卫星导航定位 112
- 八、3S 技术与精细农业 114
- 九、“数字地球”——人类共同的数字家园 118
- 十、我国太空对地观测的发展 123

第五章 人进入太空与开发太空资源 127

- 一、人进入太空的意义和作用 127
- 二、建设太空科学技术的试验基地 128
- 三、太空站的发展 131
- 四、国际太空站及其引发的争议 135
- 五、开发月球资源 141
- 六、月球探测的发展与经验教训 147
- 七、月球探测的技术途径和关键技术 150

八、开发太空太阳能的意义与方案	153
九、开发太空太阳能的前景与关键技术	157
十、我国载人航天和月球探测发展展望	161
第六章 太空探索与人类对宇宙的认识	165
一、太空探索的意义	165
二、火星与火星探测	167
三、火星探测的进展	169
四、火星探测的关键技术与未来任务	175
五、其他太阳系行星探测	178
六、太阳和日地太空探测	180
七、太空望远镜	184
八、太空探测技术的发展趋势	187
九、关于地外文明	188
十、宇宙学的黄金时代	195
第七章 太空战与新军事变革	205
一、新军事变革与太空战场	205
二、网络中心战与全球信息网格	209
三、取得太空优势是实现网络中心战的基础	212
四、太空战的定义、特点和前景	219
五、美国关于太空战的长期战略	221
六、伊拉克战争后美军发展太空系统的新动向	224
七、反卫星武器的发展	228
八、关于卫星的易损性和卫星的防御	232
九、反卫星武器与军备控制	234
十、关于太空战的对策建议	236
第八章 航天科技与当代社会发展	239
一、航天科技与当代科技革命	239
二、航天科技对当代经济社会的影响	241
三、航天高技术产业的发展	243
四、航天科技促进系统工程和系统学的发展	246
五、航天文化	249
六、航天科技是一把双刃剑	250

七、发展航天科技的经验教训	253
第九章 第四次浪潮——太空时代	261
一、托夫勒与第四次浪潮	261
二、科技革命的规律	262
三、航天科技与社会的互动式发展	266
四、地理大发现与太空时代	267
参考文献	271
英文目录	277



第一章

Chapter 1

太空——人类活动的新领域

广开兮天门，纷吾乘兮玄云；令飘风兮先驱，
使澌雨兮洒尘。

屈原：《九歌·大司命》

一、古代人类的太空梦

20 世纪是一个伟大的世纪。在这个世纪中，人类创造了辉煌的、超越前人梦想的成就与文明。尤其是航天科技的问世，使人类社会进入了崭新的现代境界，对促进整个世界的文明和进步起到了十分重要和积极的推动作用，并将深刻影响 21 世纪人类社会的发展进程。在 21 世纪初，回首当代航天活动中取得的重大成就和展望其未来，既让人感慨，又令人振奋，也十分有益于倡导科学思想和科学精神。

自古以来，人类一直在探索太空的奥秘，尤其是企盼能一步登天，到九霄云外潇洒走一回，像《西游记》中的孙悟空那样，遨游宇宙，居高临下看世界，眼观六路望星空。但是，由于技术水平的制约，千百年来，太空探索一直只是一个美妙的梦想，人类也一直向往奔向地

球以外的星球，最为民间所乐道的是嫦娥奔月的神话。从古代人类翱翔天宇的梦想到如今载人飞船和航天飞机的太空旅行，历史的车轮已经前进了好几千年。纵观人类的飞天历史，不难发现我们的祖先在这一方面，曾作出了卓越的贡献。

据《三国志》记载，火箭一词最早出现在魏明帝太和二年（228），魏国司空诸葛诞“临高以发石车，火箭逆烧，破其攻具”。当时的火箭是将引火物绑在箭杆上射出去纵火，并非今天意义上的靠作用与反作用原理工作的火箭，因此实际上应该叫做纵火箭。到唐朝发明火药以后，才陆续出现了利用火药喷射来推进的火箭。完全依靠火药喷射的反作用力来推进的火箭，最早出现在南宋。人们开始只是利用火药制成了地老鼠、走线流星、起火等烟花或娱乐玩具，随后便发现利用火药反作用力发射带炸药的火箭，不但射得远，而且杀伤力大。据历史记载，公元1161年，南宋将领虞允文在著名的采石战役中，使用霹雳炮打败了金兵。这种霹雳炮就是利用火药发射到敌军中，然后引燃爆炸，杀伤敌军，有点类似现代的火箭弹。

到了明代，古代火箭的技术发展得更为完备。明洪武年间，兵仗局制造了一种名叫“一窝蜂”的火箭，曾用于1399年燕王朱棣争夺皇位的“靖难”战争。而明代的另一种武器“神火飞鸦”，则是利用火箭推进的爆炸性火器。它是用竹篾编成的小篓，外形如乌鸦，内装火药，乌鸦的下面装四只起飞用的火箭，背上钻有安装引信的孔，并将引信连在火箭上。此外还有诸如“火龙出水”、“长蛇破敌箭”等。明人茅元仪所编著的《武备志》中，详细记载了当时各种火箭的功用和原理图，其中包括抗倭名将戚继光所使用的飞刀箭、飞枪箭等。在所有的这些成就与探索中，最值得一提的是明朝初年，有一位名叫万户（也可能叫万虎）的人，曾让人将47只火箭和自己一起绑在椅子上，两手各拿一只大风箏，试图借助火箭的推力和风箏的升力飞行。虽然试验以失败而告终，但他可以称得上是人类航天史上，第一个用火箭作动力飞行的人。为表彰这位先驱者的勇敢探索，国际天文联合会将月球上一环形山，命名为“万户”山。

13世纪时，一代天骄成吉思汗崛起，蒙古人的铁蹄硬弓横扫欧、亚两洲，黑色火药的秘方也随着元军的西征和贸易来往，经由印度和阿拉伯国家传入了欧洲，并得到了广泛的应用和迅猛的发展，把中国古老的火箭技术提高到了一个新的水平。在欧洲众多的火箭先驱者中，英国的威廉·康格里夫（William Congreve, 1772—1828）较为著名。康格里夫1793年毕业于剑桥大学，开始在英国士兵从印度带回的火箭资料的基础上，研究改进火箭的速度和射程。1805年，康格里夫采用新型火药制造出了一种实用的火箭，重14.5 kg，箭长1.06 m，直径0.1 m，并且装了一根4.6 m长的平衡杆，射程可达1800 m。这