

“十三五”国家重点出版物出版规划项目



载人航天出版工程

周建平
邓宁丰

探索之路

——美国载人航天探索计划的理由和方式

Pathways to Exploration

Rationales and Approaches for a U.S. Program of Human Space Exploration

载人航天委员会

航空航天工程委员会

太空研究委员会

[美]

工程与物理科学部 编

国家统计局委员会

行为科学社会学与教育学部

国家研究院国家研究委员会

辛田等 译



中国宇航出版社

出版物出版规划项目

载人航天出版工程

总主编：周建平
总策划：邓宁丰

国家出版基金项目

探索之路

——美国载人航天探索计划的理由和方式

Pathways to Exploration

Rationales and Approaches for a U. S. Program of
Human Space Exploration

载人航天委员会

航空航天工程委员会

太空研究委员会

[美]

工程与物理科学部 编

国家统计局

行为科学社会学与教育学部

国家研究院国家研究委员会

辛



中国宇航出版社

·北京·

This is a translation of Pathways to Exploration by Committee on Human Spaceflight; Aeronautics and Space Engineering Board; Space Studies Board; Division on Engineering and Physical Sciences; Committee on National Statistics; Division of Behavioral and Social Sciences and Education; National Research Council © 2014. First published in English by the National Academies Press. All rights reserved. This edition published under agreement with the National Academy of Sciences.

本书中文简体字版由著作权人授权中国宇航出版社独家出版发行，未经出版者书面许可，不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

著作权合同登记号：图字：01-2018-3864号

版权所有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

探索之路：美国载人航天探索计划的理由和方式 / 载人航天委员会等编；辛田等译. --北京：中国宇航出版社，2018.6

书名原文：Pathways to Exploration: Rationales and Approaches for a U. S. Program of Human Space Exploration

ISBN 978-7-5159-1483-1

I. ①探… II. ①载… ②辛… III. ①航天计划—研究—美国 IV. ①V4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 124652 号

责任编辑 彭晨光

责任校对 祝延萍

封面设计 宇星文化

出版

中国宇航出版社

发行

社址

北京市阜成路8号
(010)60286808

邮编 100830
(010)68768548

网址

www.caphbook.com

经销

新华书店

发行部

(010)60286888
(010)60286887

(010)68371900
(010)60286804(传真)

零售店

读者服务部
(010)68371105

承印

河北画中国印刷科技有限公司

版次

2018年6月第1版

2018年6月第1次印刷

规格

880×1230

开本 1/32

印张

13.125 彩插 8面

字数 378千字

书号

ISBN 978-7-5159-1483-1

定价

148.00元

本书如有印装质量问题，可与发行部联系调换

《载人航天出版工程》总序

中国载人航天工程自1992年立项以来，已经走过了20多年的发展历程。经过载人航天工程全体研制人员的锐意创新、刻苦攻关、顽强拼搏，共发射了10艘神舟飞船和1个目标飞行器，完成了从无人飞行到载人飞行、从一人一天到多人多天、从舱内实验到出舱活动、从自动交会对接到人控交会对接、从单船飞行到组合体飞行等一系列技术跨越，拥有了可靠的载人天地往返运输的能力，实现了中华民族的千年飞天梦想，使中国成为世界上第三个独立掌握载人航天技术的国家。我国载人航天工程作为高科技领域最具代表性的科技实践活动之一，承载了中国人民期盼国家富强、民族复兴的伟大梦想，彰显了中华民族探索未知世界、发现科学真理的不懈追求，体现了不畏艰辛、大力协同的精神风貌。航天梦是中国梦的重要组成部分，载人航天事业的成就，充分展示了伟大的中国道路、中国精神、中国力量，坚定了全国各族人民实现中华民族伟大复兴中国梦的决心和信心。

载人航天工程是十分复杂的大系统工程，既有赖于国家的整体科学技术发展水平，也起到了影响、促进和推动着科学技术进步的重要作用。载人航天技术的发展，涉及系统工程管理，自动控制技术，计算机技术，动力技术，材料和结构技术，环控生保技术，通信、遥感及测控技术，以及天文学、物理学、化学、生命科学、力学、地球科学和空间科学等诸多科学技术领域。在我国综合国力不断增强的今天，载人航天工程对促进中国科学技术的发展起到了积极的推动作用，是中国建设创新型国家的标志性工程之一。

我国航天事业已经进入了承前启后、继往开来、加速发展的关键时期。我国载人航天工程已经完成了三步走战略的第一步和第二步

步第一阶段的研制和飞行任务，突破了载人天地往返、空间出舱和空间交会对接技术，建立了比较完善的载人航天研发技术体系，形成了完整配套的研制、生产、试验能力。现在，我们正在进行空间站工程的研制工作。2020年前后，我国将建造由20吨级舱段为基本模块构成的空间站，这将使我国载人航天工程进入一个新的发展阶段。建造具有中国特色和时代特征的中国空间站，和平开发和利用太空，为人类文明发展和进步做出新的贡献，是我们航天人肩负的责任和历史使命。要实现这一宏伟目标，无论是在科学技术方面，还是在工程组织方面，都对我们提出了新的挑战。

以图书为代表的文献资料既是载人航天工程的经验总结，也是后续任务研发的重要支撑。为了顺利实施这项国家重大科技工程，实现我国载人航天三步走的战略目标，我们必须充分总结实践成果，并充分借鉴国际同行的经验，形成具有系统性、前瞻性和实用性的，具有中国特色的理论与实践相结合的载人航天工程知识文献体系。

《载人航天出版工程》的编辑和出版就是要致力于建设这样的知识文献体系。书目的选择是在广泛听取参与我国载人航天工程的各专业领域的专家意见和建议的基础上确定的，其中专著内容涉及我国载人航天科研生产的最新技术成果，译著源于世界著名的出版机构，力图反映载人航天工程相关技术领域的当前水平和发展方向。

《载人航天出版工程》凝结了国内外载人航天专家学者的智慧和成果，具有较强的工程实用性和技术前瞻性，既可作为从事载人航天工程科研、生产、试验工作的参考用书，亦可供相关专业领域人员学习借鉴。期望这套丛书有助于载人航天工程的顺利实施，有利于中国航天事业的进一步发展，有益于航天科技领域的人才培养，为促进航天科技发展、建设创新型国家做出贡献。



2013年10月

译者序

本书原著由美国国家研究院下属国家研究委员会于2014年撰写完成，旨在评估美国载人航天计划的长期目标、核心能力和发展方向，并就确保美国载人航天计划的可持续发展提供建议。本书主要内容涵盖人类在载人航天领域恒久面对的问题、载人航天的理由与公共利益、可预见目标、政策挑战、国际合作、途径方式建议和实施可持续计划的建议等方面。结论建议基于大量调查及问卷总结而成。

美国国家研究院是美国国会于1863年批准成立的由著名学者组成的私人的、非盈利性、自发从事科学和工程研究的社会团体，职责为就科学和技术问题向联邦政府提供建议。本书中所研究项目的授权源于NASA 2010年授权法案，该法案要求NASA向美国国家研究院申请启动一项载人航天方面的研究，评估“载人航天的目标、核心能力和方向”。该研究项目于2012年启动，全书完稿历时两年。本书对美国载人航天探索的理由、政策与法律依据、国际合作环境、不同路径的技术和方式进行了颇为全面、专业的分析并给出相应建议，是目前美国国家层面最新的权威分析报告，对我国载人航天领域的后续发展计划、法律政策、国际合作和技术发展等方面均具有较大参考价值。该类文献拥有一定时效性，国内近期尚没有同类图书出版。

本书译者就职于中国航天工业科学技术咨询有限公司，该公司根据钱学森等老一辈科学家倡议于1983年成立，是服务于中国航天国际化发展的专业咨询机构，从事载人航天国际合作、卫星导航国际合作、卫星遥感国际合作、商业航天发展研究、航天技术应用服务、军民融合科技服务等咨询工作，是中国载人航天国际合作与交

流中心挂牌单位，中国卫星导航系统管理办公室国际合作中心依托单位，航天工程技术转移北京市国际科技合作基地挂牌单位。

译者翻译此书，旨在向国内同行和爱好者展示美国国家层面对于载人航天后续发展的态度、观点和计划，并了解他们的国际合作和技术发展情况。希望此书对于我国的载人航天后续任务研发能够起到支撑作用，发挥参考价值。同时，译者也希望以此为契机，抛砖引玉，与同行和爱好者们交流学习。

美国国家研究院简介

——国家科学、工程与医学领域顾问

美国国家科学院 (National Academy of Sciences) 是一个由著名学者组成的私营的、非营利性、自发从事科学和工程研究的社会团体，致力于推动科学技术发展并应用于公共福利。其由美国国会于 1863 年批准成立，职责为就科学和技术问题向联邦政府提供建议。拉尔夫·J·塞斯罗尼 (Ralph J. Cicerone) 博士是美国国家科学院现任院长。

美国国家工程院 (National Academy of Engineering) 成立于 1964 年，是在美国国家科学院的章程下由杰出工程师组成的平行机构。其在行政管理和成员遴选上实行自治，与国家科学院共同承担为联邦政府提供咨询建议的责任。美国国家工程院还以满足国家需要为目标，发起工程项目，推动教育与研究，并表彰工程师的卓越成就。其现任院长为 C·D·莫特 (Mote) 博士。

美国医学研究院 (Institute of Medicine) 是美国国家科学院于 1970 年成立的研究机构，旨在确保著名专业人士服务于公众健康领域相关政策的研究。该研究院作为联邦政府的咨询机构，承担美国国会授权给国家科学院的职责，自发地识别医疗、研究和教育方面的问题。哈维·V·法恩伯格 (Harvey V. Fineberg) 博士是美国医学研究院的现任院长。

国家研究委员会 (National Research Council) 是美国国家科学院出于其增进知识和向联邦政府提供建议的目的，在 1916 年成立的意在促进科学技术界专业人士广泛联合的机构。国家研究委员会依据国家科学院确定的基本政策运行，目前是美国国家科学院和美国

国家工程院在向政府、公众以及科学和工程界提供服务方面的主要经营机构。该委员会由国家科学院、国家工程院和医学研究院共同管理。拉尔夫·J·塞斯罗尼博士和 C·D·莫特博士分别担任国家研究委员会的主席和副主席。

航空航天工程委员会其他报告

Continuing Kepler's Quest: Assessing Air Force Space Command's Astrodynamics Standards (Aeronautics and Space Engineering Board [ASEB], 2012)

继续开普勒之探索：评估空军太空司令部的航天动力学标准（航空航天工程委员会，2012）

NASA Space Technology Roadmaps and Priorities: Restoring NASA's Technological Edge and Paving the Way for a New Era in Space (ASEB, 2012)

NASA 空间技术路线图与优先研发技术：重建 NASA 的技术优势，为空间新纪元铺平道路（航空航天工程委员会，2012）

NASA's Strategic Direction and the Need for a National Consensus (Division on Engineering and Physical Sciences, 2012)

NASA 的战略方向和国家共识的必要（工程与物理科学部，2012）

Recapturing NASA's Aeronautics Flight Research Capabilities (Space Studies Board [SSB] and ASEB, 2012)

NASA 重获航空飞行研究能力（太空研究委员会和航空航天工程委员会，2012）

Reusable Booster System: Review and Assessment (ASEB, 2012)

可重复利用的加速器系统：审查与评估（航空航天工程委员会，2012）

Solar and Space Physics: A Science for a Technological Society (SSB with ASEB, 2012)

太阳与空间物理学：技术型社会的科学（太空研究委员会和航空航天工程委员会，2012）

Limiting Future Collision Risk to Spacecraft: An Assessment of NASA's Meteoroid and Orbital Debris Programs (ASEB, 2011)

限制对太空飞船未来的碰撞风险：评估 NASA 的流星与轨道碎片项目（航空航天工程委员会，2011）

Preparing for the High Frontier—The Role and Training of NASA Astronauts in the Post-Space Shuttle Era (ASEB, 2011)

为高边疆做准备——后航天飞机时代 NASA 航天员的任务和训练（航空航天工程委员会，2011）

Advancing Aeronautical Safety: A Review of NASA's Aviation Safety-Related Research Programs (ASEB, 2010)

推进航空安全：对 NASA 航空安全相关研究项目的评审（航空航天工程委员会，2010）

Capabilities for the Future: An Assessment of NASA Laboratories for Basic Research (Laboratory Assessments Board with SSB and ASEB, 2010)

未来的能力：对 NASA 基础研究实验室的评估（太空研究委员会和航空航天工程委员会，2010）

Defending Planet Earth: Near-Earth Object Surveys and Hazard Mitigation Strategies (SSB with ASEB, 2010)

保卫地球：近地物体调查及危险缓解战略（太空研究委员会和航空航天工程委员会，2010）

Forging the Future of Space Science: The Next 50 Years: An International Public Seminar Series Organized by the Space Studies Board; Selected Lectures (SSB with ASEB, 2010)

打造空间科学的未来：下个 50 年：太空研究委员会组织的一个国际公开研讨会系列：选讲（太空研究委员会和航空航天工程委员会，2010）

Life and Physical Sciences Research for a New Era of Space Exploration: An Interim Report (SSB with ASEB, 2010)

空间探索新时代的生命和物理科学研究：中期报告（太空研究委员会和航空航天工程委员会，2010）

Recapturing a Future for Space Exploration: Life and Physical Sciences Research for a New Era (ASEB, 2010)

重新夺回空间探索的未来：新时代的生命和物理科学研究（航空航天工程委员会，2010）

America's Future in Space: Aligning the Civil Space Program with National Needs (SSB with ASEB, 2009)

美国未来的太空领域：使民用航天计划与国家需求相一致（太空研究委员会和航空航天工程委员会，2009）

Approaches to Future Space Cooperation and Competition in a Globalizing World: Summary of a Workshop (SSB with ASEB, 2009)

全球化环境下未来空间合作与竞争的方法：研讨摘要（太空研究委员会和航空航天工程委员会，2009）

An Assessment of NASA's National Aviation Operations Monitoring Service (ASEB, 2009)

NASA 国家航空运营监管服务评估（航空航天工程委员会，2009）

Final Report of the Committee for the Review of Proposals to the 2009 Engineering and Physical Science Research and Commercialization Program of the Ohio Third Frontier Program (ASEB, 2009)

2009 年工程和物理科学研究及俄亥俄州第三前沿计划商业化项目建议书评审委员会最终报告（航空航天工程委员会，2009）

Fostering Visions for the Future: A Review of the NASA Institute for Advanced Concepts (ASEB, 2009)

培养未来愿景：NASA 先进概念研究所回顾（航空航天工程委

员会，2009)

Near - Earth Object Surveys and Hazard Mitigation Strategies:
Interim Report (SSB with ASEB, 2009)

近地天体调查与防御策略：中期报告（太空研究委员会和航空
航天工程委员会，2009）

Radioisotope Power Systems: An Imperative for Maintaining
U. S. Leadership in Space Exploration (SSB with ASEB, 2009)

放射性同位素电力系统：维持美国在空间探索中的领导地位势
在必行（太空研究委员会和航空航天工程委员会，2009）

国家航空航天委员会免费提供有限数量的航空航天委员会报告
美国国家研究院凯克中心

500 Fifth Street, NW, Washington, DC 20001

(202) 334 - 2858/aseb@nas. edu

www.nationalacademies.org/aseb

载人航天委员会

乔纳森·卢宁 (JONATHAN LUNINE)，康奈尔大学，联合主席

小米切尔·E·丹尼尔斯 (MITCHELL E. DANIELS, JR.)，普渡大学，联合主席

伯纳德·F·伯克 (BERNARD F. BURKE)，麻省理工学院 (荣誉教授)

玛丽·琳达·迪特马尔 (MARY LYNNE DITTMAR)，迪特玛尔联合公司

帕斯卡尔·亨弗雷德 (PASCALE EHRENFREUND)，乔治·华盛顿大学

詹姆士·S·杰克逊 (JAMES S. JACKSON)，密歇根大学

福兰克·G·克劳茨 (FRANK G. KLOTZ)，外交关系协会委员

富兰克林·D·马丁 (FRANKLIN D. MARTIN)，马丁咨询公司

戴维·C·莫维利 (DAVID C. MOWERY)，加利福尼亚大学伯克利分校 (荣誉教授)

布莱恩·D·欧康诺尔 (BRYAN D. O'CONNOR)，独立顾问

斯坦利·普雷瑟 (STANLEY PRESSER)，马里兰大学

海伦·R·奎恩 (HELEN R. QUINN)，美国斯坦福直线加速器实验室 (荣誉教授)

阿西夫·A·西迪基 (ASIF A. SIDDIQI)，福特汉姆大学

约翰·C·佐梅雷尔 (JOHN C. SOMMERER)，约翰霍普金斯

大学（退休）

罗格·图朗诺 (ROGER TOURANGEAU), Westat 公司

阿里耶尔·瓦尔德曼 (ARIEL WALDMAN), Spacehack 非营利组织

克里夫·祖金 (CLIFF ZUKIN), 罗格斯大学

工作成员

桑德拉·格拉哈姆 (SANDRA GRAHAM), 高级项目官员, 研究主任

米凯尔·H·莫洛尼 (MICHAEL H. MOLONEY), 主任, 航空航天工程委员会与太空研究委员会

阿比盖尔·谢费尔 (ABIGAIL SHEFFER), 项目助理官员

阿曼达·R·蒂博 (AMANDA R. THIBAUT), 助理研究员

迪奥娜·J·威廉斯 (DIONNA J. WILLIAMS), 项目协调员

F·哈里森·德雷费斯 (F. HARRISON DREVES), Lloyd V. Berkner 空间政策项目实习生

吉尼·米汉 (JINNI MEEHAN), Lloyd V. Berkner 空间政策项目实习生

谢里尔·莫伊 (CHERYL MOY), Christine Mirzayan 科技政策项目研究生

塞拉·史密斯 (SIERRA SMITH), Lloyd V. Berkner 空间政策项目实习生

帕德马施·苏雷什 (PADAMASHRI SURESH), Christine Mirzayan 科技政策项目研究生

公众和利益相关方意见小组

罗格·图朗诺 (ROGER TOURANGEAU), Westat 公司,
主席

莫莉·安多利纳 (MOLLY ANDOLINA), 帝保罗大学

珍妮弗·L·霍克希尔德 (JENNIFER L. HOCHSCHILD), 哈
佛大学

詹姆斯·S·杰克逊 (JAMES S. JACKSON), 密歇根大学

罗格·D·劳尼厄斯 (ROGER D. LAUNIUS), 史密森尼学会

约翰·D·米勒 (D. MILLER), 密歇根大学

斯坦利·普协瑟 (STANLEY PRESSER), 马里兰大学

克里夫·祖金 (CLIFF ZUKIN), 罗格斯大学, 工作成员

克里斯蒂娜·马尔通 (KRISZTINA MARTON), 高级项目官
员, 国家统计委员会

康斯坦丝·奇特罗 (CONSTANCE CITRO), 主任, 国家统计
委员会

雅克利娜·R·索德 (JACQUELINE R. SOVDE), 项目助理,
国家统计委员会

技术小组

约翰·C·佐梅雷尔 (JOHN C. SOMMERER), 约翰霍普金斯大学 (退休), 主席

道格拉斯·S·斯特森 (DOUGLAS S. STETSON), 空间科学与探索组, 副主席

阿诺尔·D·奥尔德里奇 (ARNOLD D. ALDRICH), 航空航天专业顾问

道格拉斯·M·艾伦 (DOUGLAS M. ALLEN), 独立顾问

雷蒙德·E·阿维德松 (RAYMOND E. ARVIDSON), 华盛顿大学

理查德·C·阿特肯森 (RICHARD C. ATKINSON), 加利福尼亚大学圣迭戈分校 (荣誉教授)

罗伯特·D·布朗 (ROBERT D. BRAUN), 佐治亚理工学院

伊丽莎白·R·坎特韦尔 (ELIZABETH R. CANTWELL), 劳伦斯·利弗莫尔国家实验室

戴维·E·克罗 (DAVID E. CROW), 康涅狄格大学 (荣誉教授)

拉维·B·德奥 (RAVI B. DEO), EMBR 公司

罗伯特·S·迪克曼 (ROBERT S. DICKMAN), RD Space 公司

达瓦·J·纽曼 (DAVA J. NEWMAN), 麻省理工学院

约翰·R·罗加斯基 (JOHN ROGACKI), 佛罗里达人类与机器认知研究所 (奥卡拉)

吉耶尔莫·特罗蒂 (GUILLERMO TROTTI), Trotti 联合公司