

# 外空矿物资源

——挑战与机遇的全球评估

Space Mineral Resources  
A Global Assessment of the  
Challenges and Opportunities

[美] 阿尔瑟·M·杜勒 (Arthur M. Dula) [中] 张振军 主编

中国航天科技国际交流中心 编译



中国宇航出版社

# 外空矿物资源

## ——挑战与机遇的全球评估

### Space Mineral Resources

——A Global Assessment of the Challenges and Opportunities

[美] 阿尔瑟·M·杜勒 (Arthur M. Dula) [中] 张振军 主编  
中国航天科技国际交流中心 编译



中国宇航出版社

·北京·

Translation from the English language edition:

*Space Mineral Resources—A Global Assessment of the Challenges and Opportunities*

Edited by Arthur M. Dula and Zhang Zhenjun

Copying © 2015. International Academy of Astronautics

All Rights Reserved

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，未经出版社书面许可，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 01-2017-4422 号

版权所有 侵权必究

### 图书在版编目(CIP)数据

外空矿物资源：挑战与机遇的全球评估 / (美) 阿尔瑟·M·杜勒 (Arthur M. Dula)，张振军主编；中国航天科技国际交流中心编译. -- 北京：中国宇航出版社，2017.6

书名原文：Space Mineral Resources—A Global Assessment of the Challenges and Opportunities

ISBN 978-7-5159-1358-2

I. ①外… II. ①阿… ②张… ③中… III. ①外太空—矿产资源—研究 IV. ①D98

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 150888 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  
发行 **中国宇航出版社**

社址 北京市阜成路 8 号 邮编 100830  
(010)60286808 (010)68768548

网址 www.caphbook.com

发行部 (010)60286888 (010)68371900  
(010)60286887 (010)60286804(传真)

零售店 读者服务部  
(010)68371105

承印 北京画中画印刷有限公司

版次 2017 年 6 月第 1 版  
2017 年 6 月第 1 次印刷

规格 787 × 1092

开本 1/16

印张 17.75

字数 432 千字

书号 ISBN 978-7-5159-1358-2

定价 148.00 元

本书如有印装质量问题，可与发行部联系调换

## 序 一

外空资源开发是航天事业发展和空间应用的前沿领域，也是近年来国际空间外交舞台及各国航天科技界、空间法学界的热议话题。随着地球资源具有日益面临枯竭之虞，人类在地球环境实现长期可持续发展方面面临巨大挑战。与此同时，商业航天企业以前所未有的速度和规模发展，正在深刻影响世界航天的发展格局，而商业航天企业关注的一个重要领域就是外空资源开发。

国际宇航科学院（IAA，The International Academy of Astronautics）是在世界著名科学家西奥多·冯·卡门倡导下于1960年成立的旨在利用航天科技促进人类和平与社会发展的全球性国际学术机构，由在航天科技及其相关领域具有突出贡献的各国专家组成，拥有基础科学、工程科学、生命科学和社会科学等四大学部。长期以来，国际宇航科学院高度重视上述领域的战略问题、前沿问题，每年组织各国顶级专家开展专题研究，已产生大量的科研成果，在许多方面引领了世界航天科技事业的发展方向，在国际宇航界的影响力举足轻重。2010年，国际宇航科学院研究中心在中国成立，为各国的国际宇航科学院院士开展学术交流和务实合作提供了新平台，有效促进了中国航天事业的对外交往工作。

2012年，国际宇航科学院批准启动“外空矿物资源”课题研究立项。2013年，国际宇航科学院“外空矿物资源”课题组（SG3.17）成立，由国际宇航科学院院士、美国海因莱因基金会负责人阿尔瑟·M·杜勒（Arthur M. Dula）与中国航天科技国际交流中心副主任、中国空间法学会秘书长张振军担任共同主持人，来自中国、美国、俄罗斯、法国、德国、英国、意大利、澳大利亚、乌克兰、以色列、西班牙、爱尔兰、日本、韩国等国的30名专家担任课题组成员。2015年8月，经过近三年的紧张工作，课题组全面完成课题研究工作，课题报告顺利通过国际宇航科学院相关评审程序。

2015年10月，上述两位课题主持人共同主编的国际宇航科学院课题研究成果《外空矿物资源——挑战与机遇的全球评估》（英文版）在美国出版发行。这是国际宇航界首次组织不同国家、不同专业背景的专家从技术、经济、管理、法律、政策等不同视角就外空矿物资源这一前沿领域联合进行的全方位专题研究，也是中国专家共同主持的国际宇航科学院课题研究成果首次在美国出版。本课题报告集中展示前沿科技发展动态，研讨外空矿物资源开发、利用的经济技术可行性，探讨时间表和路线图，并分析目前在政策和法律层面的解题路径和工作建议，对中国航天科技工业及商业航天发展具有较高的决策参考

价值。

本课题研究成果在美国出版之时，恰逢美国加快新一轮商业航天立法进程，在美国主流媒体和各类航天机构及多个国际会议场合引起积极反响和广泛关注。2015年11月，美国时任总统奥巴马签署《2015年外空资源探索和利用法》，明确外空矿物资源开采后的所有权归属，引发国际社会热议。国际空间法学会（IISL）在第一时间就此发布立场文件，各国随后在2016年召开的联合国外空委科技小组委员会、法律小组委员会届会上展开激烈辩论，并同意将“关于外空资源探索、开发和利用活动的潜在法律模式的一般性意见交流”作为法律小组委员会正式议题，但国际社会后续为此制定法律规则、实现国际法与各国国内法相统一任重道远。

2016年，中国航天科技国际交流中心（中国宇航出版社）将该书引进中国，组织精干队伍进行翻译，并与国际宇航科学院原英文课题研究团队密切合作，补充编译了大量新内容。2017年6月，经过一年的紧张工作，该书中文版在中国首发之时，恰逢中国宇航学会与国际宇航联合会（IAF）联合举办的全球航天探索大会（GLEXP 2017）在北京隆重举行，深空探测成为举世瞩目的热点话题。2016年，我国的火星探测任务批准立项。随着我国后续发射“嫦娥五号”月球探测器并首次开展月面无人钻孔取样返回试验，中国探月工程将迈出关键步伐。国际宇航科学院课题报告《外空矿物资源——挑战与机遇的全球评估》中文版如期在中国问世，必将积极推动相关领域的理论探索和国际交流合作。

“探索浩瀚宇宙，发展航天事业，建设航天强国，是我们不懈追求的航天梦。”期待有更多的航天科技工作者、空间法学工作者深入系统研究航天活动前沿领域，密切跟踪国际最新发展动态，特别要注重研究全局性、战略性、前瞻性重大课题，持续增强自主创新能力，与各国携手打造外层空间的人类命运共同体、利益共同体、发展共同体和责任共同体，为把我国早日建成世界航天强国、实现中华民族伟大复兴的中国梦、不断开创人类航天文明新高度作出应有的贡献。



国际宇航科学院副主席  
原中国航天工业总公司总经理  
中国国家航天局首任局长  
2017年6月8日

## 序 二

托马斯·马尔萨斯 (Thomas Malthus) 认为，而且他的追随者今天仍然这样认为，人类由于自身生产和物质生产不断膨胀，过度消费着地球上的可用资源，经济发展模式因此变得不可持续，而且一场灾难正在临近。上述主张无疑可为我们当今建设资源节约型、环境友好型社会提供一定的基础理论支撑。然而，人类的全部历史已经证明，在每一个历史转折点，马尔萨斯主义者的很多观点其实并未得到充分验证。因为他们忽略了人性的两大关键特征：适应环境和创新求变。在历史长河中，人们总是通过提高稀缺货物的价格、降低充足货物的价格进行适应性调整，从而在激励稀缺货物生产的同时，抑制充足货物的生产；人们总是通过不断寻找新资源、新能源，寻求获得新资源、新能源的新路径以及提高劳动生产率的新方法而持续进行创新。其结果必然是一个螺旋式上升过程，资源能源利用效率和经济社会运行效率得以不断提高，从而让更多的人幸福而长寿。

外层空间带给人类的全新机遇和裨益只会受到人类自身想象力的局限。外空资源给全球经济带来的增长潜力无疑将是指数级的，也是可以持续的。这是应对马尔萨斯主义恐惧症的一个长期解决方案，他们一直担心人类和地球的崩溃即将到来。而与此论调相反，正如本课题研究所展示，外空资源开发代表着一种积极务实的新经济发展方向，有望让地球上至少一半的贫困人口摆脱贫困。这将是足以让世界瞩目和期待的一项新使命。

今天，人类正在通过开发丰富的外空资源来实现新的伟大飞跃。这些资源将造福整个地球，对传统的资源稀缺理论重新定义，并为人类真正进入太阳系发展奠定基础条件。人类进军宇宙可谓目标宏远，但任务复杂艰巨，前行之路荆棘密布，而且由于知识、信息、经验和能力的局限，我们在很多时候其实并不知晓如何抓住机遇、迎接挑战，更不用说大量的机遇和挑战事实上还处于混沌未知状态。国际宇航科学院 (IAA) 的这份课题研究报告全面描述了蕴藏其中的机遇和挑战，并提出了挖掘我们身边巨额财富的潜在路径。

本项课题研究成果英文版自 2015 年出版以来，在短短的一段时间内，在技术和法律上出现一些重大突破，使得开发利用外空资源的路径变得更短、更清晰。像蓝色起源 (Blue Origin) 和太空探索 (SpaceX) 这样的私人公司已经成功演示了可重复使用的运载火箭，这将大幅度降低商业航天发射的成本。在法律层面，美国于 2015 年 11 月 25 日通过一部新法律，承认任何获得外空资源的美国实体均将成为这些资源的所有者。卢森堡也在积极推进类似的外空采矿立法，并于 2017 年成为全球第二个通过专门立法的国家。

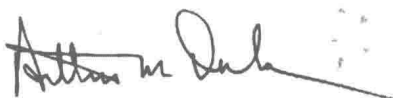
过去几十年间，外空资源所有权归属问题一直处于法律的灰色地带。联合国1967年《外空条约》明确禁止对外层空间及其天体提出任何领土要求，但国际社会目前针对外空资源归属权的处理大多是一些默契式的谅解，其中对月球岩石的处理则提供了一些先例。而国际社会对1979年《月球协定》的冷漠和争论更是凸显出相关国际规则的缺失。

尽管在外交层面尚可接受，但上述制度安排让那些有志于探索和开发外空资源的私营公司（及其潜在投资者）感到其应该拥有的权利处于一种不确定状态。这种制度安排显然会抑制相关的投资动力和投资行为。美国2015年11月通过的新法律正是试图用国内法对这种规则的不确定性加以弥补。由于美国立法的推动，联合国外空委开始正视这一法律问题，让我们看到了国际社会通过协商解决外空治理新问题的曙光。

任何单一国家都不可能仅仅依靠政府自身力量、传统模式和国家意志来完成外空资源开发这一史上规模最大、耗时最长、技术复杂程度最高的地外拓展任务。但我们并不会遭遇失败——只要我们能够运用行之有效的方式充分激发人类崇尚自由、追求财富、开疆拓土、勇于创新的固有禀性，推动所有的利益相关方朝着共同目标不断砥砺前行，最终必将到达理想的彼岸。

人类自1957年通过发射首颗人造地球卫星而进入外空的60年间，政府对航天活动的战略引领作用从来不应被低估，今后也是如此。但从长远来看，政府的作用将更多着眼于提供空间基础设施、营造公平竞争法治环境、鼓励创新发展、促进国际合作。企业是最有生机、最具活力的经营实体和创新实体，大量的地外拓展任务由商业航天企业按照市场规律自主完成，将是新时期太空经济的魅力和价值所在，也是必由之路。

美国海因莱因基金会作为专门从事航天科普教育、推动商业航天发展及国际合作交流的非营利组织，非常高兴能够支持本项课题研究工作及本书中文版在中国的问世，让我们得以有机会与更多的中国同行交流外空资源开发这一前沿话题。衷心感谢中国航天科技国际交流中心及其编译团队为本书的翻译出版和内容更新所开展的卓有成效的工作。衷心感谢备受尊敬的国际宇航科学院副主席、中国航天老领导刘纪原院士在百忙之中为本书中文版亲笔撰写序言。同时也借此机会，再次感谢国际宇航科学院、本课题共同主持人/共同主编张振军先生、本课题研究团队所有成员及相关机构、商业航天企业为顺利完成本课题研究工作所付出的智慧和心血。特别感谢美国K&L Gates公司的Paul Stimers先生对本课题研究提供的支持和帮助。



阿尔瑟·M·杜勒 (Arthur M. Dula)

国际宇航科学院院士

“外空矿物资源”课题共同主持人、共同主编

美国海因莱因基金会受托人

# 《外空矿物资源——挑战与机遇的全球评估》

## 编译说明

《外空矿物资源——挑战与机遇的全球评估》(中文版)由中国航天科技国际交流中心组织编译。中国航天科技国际交流中心为此专门成立了编委会,由中国航天科技国际交流中心主任、中国宇航出版社社长邓宁丰担任编委会主任,中国航天科技国际交流中心副主任、中国宇航学会副秘书长张铁钧和中国航天科技国际交流中心副主任、中国空间法学会秘书长张振军担任编委会副主任。编委会对编译和出版工作进行了总体策划,并对全部文稿进行了最终审校。

国际宇航科学院(IAA)副主席、原中国航天工业总公司总经理、中国国家航天局首任局长刘纪原院士亲笔为本书作序,充分体现了国际宇航科学院对本书编译工作的高度重视和充分肯定。中国航天科技集团公司副总经理、中国空间法学会理事长袁洁对本课题研究高度重视,在2012年本课题获得国际宇航科学院立项之前,亲自批准委派中国专家参研,并就课题研究进展情况和课题报告中文版编译工作多次提出重要的指导意见。中国航天科技集团公司科技委、中国航天科技集团公司国际业务部、国际宇航科学院研究中心、国土资源部信息中心、美国海因莱因基金会对本书的编译和出版工作提供了宝贵支持,在此一并表示诚挚的谢意。

本书编译工作积极遵循“信、达、雅”和求真务实、严谨细实要求,编译、编辑团队在力求忠实于原著的基础上,对原文中的一些文字性错误进行了修正,并与国际宇航科学院原课题组研究团队通力合作,对部分内容进行了更新。

本书主要由以下人员编译完成:

张振军 中国航天科技国际交流中心副主任、中国空间法学会秘书长,承担本书主译、主审工作

陈丽萍 国土资源部信息中心战略与改革研究室主任、研究员、《国土资源情报》主编

汤文豪 国土资源部信息中心战略与改革研究室博士、《国土资源情报》执行主编

胡家焯 中国航天科技集团公司十二院工程师



- 张鑫伟 中国航天科技集团公司五院高级工程师  
范嵬娜 中国航天科技集团公司五院高级工程师  
王雪瑶 中国航天科技集团公司五院工程师  
关 丹 中国航天科技集团公司五院工程师  
胡冠松 中国航天科技集团公司五院通信卫星事业部工程师  
苗 楠 郑州航空工业管理学院副教授  
吕卓艳 法国国际空间大学讲师  
黄泽雯 中国航天科技国际交流中心职员

需要指出，本书中文版各项观点并不代表中国航天科技国际交流中心及本书编译团队成员所在单位的意见。

中国航天科技国际交流中心及本书编委会在此谨向所有参加本书编译、编辑工作的人员及其所在单位表示衷心的感谢。由于时间仓促，水平有限，错误和疏漏在所难免，恳请广大读者提出宝贵意见。

中国航天科技国际交流中心

2017年6月8日

## 英文版主编致谢

《外空矿物资源——挑战与机遇的全球评估》课题研究是在国际宇航科学院（IAA）第三委员会（空间技术与系统开发委员会）的大力支持和指导下进行的，受益于国际宇航科学院许多院士特别是第三委员会院士、专家的严格评审。来自美国、中国、俄罗斯、法国、德国、英国、意大利、澳大利亚、乌克兰、以色列、西班牙、爱尔兰、日本、韩国等国的30名专家担任课题组成员。

如果没有来自世界各地不同领域顶级专家的宝贵而高效的共同努力，这项跨学科的课题研究不可能顺利完成到如此的精细程度。这些专家不仅无私奉献自己的时间和激情，还提供了大量素材和各自领域的专业技能。除课题组全体成员外，各章节执笔人和编辑校对人员同样居功至伟。执笔人大多来自于航天机构、商业公司、高等院校和非营利组织，也有从这些机构退休的高级专业人士。

国际宇航科学院秘书长让-米歇尔·康坦（Jean-Michel Contant）院士对本课题研究高度重视，多次过问课题研究进展，积极推荐本课题组在2014年举办的世界航天局长峰会期间向各国航天局政要展示研究结果，并对本课题给予高度评价。国际宇航科学院时任第三委员会主席、中国航天科技集团公司所属中国运载火箭技术研究院科技委主任鲁宇院士对本课题的成功立项和结题评审做了大量卓有成效的工作。国际宇航科学院评审委员会针对本课题报告提出大量宝贵意见，朱塞佩·雷邦迪博士（Giuseppe Reibaldi）针对课题研究内容提供了重要支持，在此一并表示感谢。特别感谢布兰德·布莱尔（Brad Blair）先生对技术内容、杰森·朱伦（Jason Juren）先生对法律内容的研究支撑，以及阿娜特·弗里德曼（Anat Friedman）女士对课题组秘书处的管理支撑。

需要指出，本课题研究成果虽然业已获得国际宇航科学院主席团的批准，但本报告中提出的任何意见、调研发现、结论及建议均为课题组成员及执笔人个人的意见，并不一定反映本课题主办机构、资助机构或课题组成员隶属机构的意见，也并不完全反映每位课题组成员的所有观点。主编注意到，不同章节之间存在少量的内容交叉重复之处。这主要是考虑到不少读者并不习惯于从头到尾按顺序阅读学术文献，因此有必要尽可能让各章自成一体，一些重要观点因此可能需要在不同章节均予以强调。主编同时也坦承，不同章节之

间的写作风格存在一些差异。这是由于我们的文案执笔人来自世界各地，文风不一致确实有所难免。我们认为，如果没有特殊情况，应该尽可能如实体现撰稿人原汁原味的描述。由于时间及专业水平的局限，缺点和疏漏在所难免，恳请广大读者提出宝贵意见。

国际宇航科学院（IAA）成立于1960年，是获得联合国认可的非政府国际学术组织，其宗旨是为和平目的促进宇航学科的发展，表彰在宇航领域具有杰出贡献的专业人士，并为全体院士提供一个能够让大家为促进航天国际合作、提升航天活动水平而贡献独到才智的国际平台。有关国际宇航科学院的更多信息，敬请访问其官方网站 [www.iaaweb.org](http://www.iaaweb.org)。

# 本课题核心研究团队成员简介

(按照英文姓氏首字母排序)

## 一、课题共同主持人、共同主编

### 【美国】阿尔瑟·M·杜勒 (Arthur M. Dula)

阿尔瑟·M·杜勒先生是国际宇航科学院院士，美国海因莱因基金会 (HPT) 受托人，美国王剑-奥马兹有限公司 (Excalibur Almaz) 董事长兼首席执行官。兼任职务包括：国际空间法学会 (IISL) 会员，中国空间法学会 (CISL) 国际顾问咨询委员会特聘专家委员，美国国家航天协会 (NSS) 理事，国际空间大学 (ISU) 校董会成员，美国航空航天学会 (AIAA) 副研究员，英国星际协会 (BIS) 研究员，美国律师协会 (ABA) 科学技术和航空航天法专委会前任主席，美国休斯敦大学客座教授，具有美国得克萨斯州休斯敦市执业律师资格。

### 【中国】张振军 (Zhenjun Zhang)

张振军先生是国际宇航科学院通讯院士，现任中国航天科技国际交流中心副主任、中国空间法学会秘书长，《空间法学研究年刊》创刊主编，研究员级高级经济师、高级国际商务师、企业法律顾问，兼任北京市丰台区政协副主席、欧美同学会留美分会理事、国际空间法学会理事、国际宇航联合会外空安全委员会委员等职。受中国国家航天局和中国航天科技集团公司委派，自 2011 年起担任联合国外空委“外空活动长期可持续性”工作组专家，多次随中国代表团执行联合国外空治理规则谈判任务，深度参与国家航天立法促进和论证工作，主持多项国家部委研究课题，在国内外发表数十篇（部）空间法律政策论文、专著、合作译著及主编、共同主编著作。

## 二、课题组成员

### 【俄罗斯】奥列格·阿里夫诺夫 (Oleg Alifanov)

奥列格·阿里夫诺夫教授是国际宇航科学院 (IAA) 院士，俄罗斯莫斯科航空研究所 (MAI) 空间系统及火箭部首席科学家和行政负责人，俄罗斯航空航天科学创新教育联合体主席，俄罗斯宇航科学院副院长，俄罗斯科学院通讯院士。阿里夫诺夫教授是航空航天科技教育和研究领域的科学家、演讲家和组织者，是航空航天器的热设计和测试领域的专家。

**【沙特阿拉伯】海赛姆·阿尔特韦瑞 (Haithem Altwaijry)**

海赛姆·阿尔特韦瑞博士现任美国加州理工学院地球与空间科学联合项目的共同主任，曾任 KACST 空间研究所所长及沙特阿拉伯国家卫星技术项目副主任。

**【乌克兰/美国】博赫丹·I·拜吉姆克 (Bohdan I. Bejmuk)**

博赫丹·I·拜吉姆克先生是一位航空航天资深顾问，对空间系统和运载火箭具有深刻的了解，曾在波音公司从事管理工作，曾任美国国家航空航天局 (NASA) 星座计划常设审查委员会主席，并担任 2009 年奥古斯丁委员会成员。

**【法国】乔瓦尼·F·贝格美 (Giovanni F. Bignami)**

乔瓦尼·F·贝格美教授是法国天体物理学和外空研究领域最权威的科学家之一，曾率先发现了中子星“Geminga”。乔瓦尼·F·贝格美教授曾在法国图卢兹担任光学空间研究中心主任，曾任意大利天体物理研究所所长，同时也曾担任国际空间研究委员会 (COSPAR) 主席，并曾担任法国天体物理研究所 (INAF) 所长。

**【法国】克里斯多夫·博纳尔 (Christophe Bonnal)**

克里斯多夫·博纳尔先生是国际宇航科学院通讯院士，目前在法国空间研究中心 (CNES) 担任高级专家。他是法国航空航天协会会员，并自 2000 年以来担任该协会下属的空间运输委员会主席。

**【澳大利亚/意大利】安德里亚·博伊德 (Andrea Boyd)**

安德里亚·博伊德先生曾作为一名机电工程专业的毕业生，在欧洲空间局中心担任国际空间站飞行控制团队的飞行操作工程师。安德里亚·博伊德已在 50 多个国家参与了各类自筹资金研究项目，联合创建航空航天期货公司，并帮助澳大利亚阿德莱德赢得 2017 年国际宇航大会 (IAC 2017) 的承办权。

**【哥斯达黎加/美国】富兰克林·张-迪阿兹 (Franklin Chang-Diaz)**

富兰克林·张-迪阿兹先生是一名机械工程师、物理学家，同时也是美国阿斯特拉 (Ad Astra) 火箭公司的总裁和创始人。富兰克林·张-迪阿兹先生曾是 NASA 的一名航天员，曾在约翰逊航天中心担任 NASA 高级空间推进实验室主任。他在美国麻省理工学院 (MIT) 担任访问学者期间 (1983—1993)，主持完成一个研发项目，开发了用于载人飞往火星的等离子推进器。

**【美国】凯瑟琳·康利 (Catharine Conley)**

凯瑟琳·康利博士是位于美国华盛顿特区的 NASA 总部的行星保护官员和科学任务指挥部成员，并负责确保美国遵守联合国《外空条约》第九条的履约监督工作。凯瑟琳·康利博士曾担任 NASA 艾姆斯研究中心的研究科学家，其研究领域主要集中在运动演变规律，特别是动物肌肉的演变规律。

**【美国】阿尔瑟·M·杜勒 (Arthur M. Dula)**

阿尔瑟·M·杜勒先生是国际宇航科学院院士，美国海因莱因基金会 (HPT) 受托人，美国王剑-奥马兹有限公司 (Excalibur Almaz) 董事长兼首席执行官。兼任职务包括：

国际空间法学会 (IISL) 会员, 中国空间法学会 (CISL) 国际顾问咨询委员会特聘专家委员, 美国国家航天协会 (NSS) 理事, 国际空间大学 (ISU) 校董会成员, 美国航空航天学会 (AIAA) 副研究员, 英国星际协会 (BIS) 研究员, 美国律师协会 (ABA) 科学技术和航空航天法专委会前任主席, 美国休斯敦大学客座教授, 具有美国得克萨斯州休斯敦市执业律师资格。

#### 【以色列/美国】阿娜特·弗里德曼 (Anat Friedman)

阿娜特·弗里德曼女士具有以色列律师执业资格, 是美国王剑-奥马兹有限公司的法律专员, 并担任“国际武器交易管理条例”(ITAR) 和“出口管理条例”(EAR) 的授权官员, 专事编制与新型商业化低地球轨道飞行和跨月球载人航天飞行相关的专有技术援助协议。阿娜特·弗里德曼女士在以色列获得法学学士学位, 在美国休斯敦大学获得法学硕士学位。

#### 【斯里兰卡/美国】希拉子·杰里尔-汗 (Shirazi Jaleel-Khan)

希拉子·杰里尔-汗女士是在美国纽约和斯里兰卡同时获得执业资格的商标及版权业务专业律师, 对外层空间法具有浓厚兴趣。希拉子·杰里尔-汗女士在斯里兰卡获得法学学士学位, 随后在美国得克萨斯州休斯敦大学获得法学硕士学位。

#### 【爱尔兰】苏珊·麦肯纳-朗罗尔 (Susan McKenna-Lawlor)

苏珊·麦肯纳-朗罗尔教授是一名天体物理学家, 也是爱尔兰梅努斯大学的实验物理学教授。1986年, 苏珊·麦肯纳-朗罗尔教授与风险投资家德莫特·德斯蒙德 (Dermot Desmond) 共同建立从事航天仪器制造业务的航天技术爱尔兰有限公司 (STIL), 并担任该公司执行董事。苏珊·麦肯纳-朗罗尔教授在1986年获得年度康复人物奖, 2005年当选为国际宇航科学院院士。

#### 【韩国】李泰山 (Tai Sik Lee)

李泰山博士是韩国土木工程建筑技术研究所 (KICT) 所长, 韩国汉阳大学土木与环境系统工程系教授。近年来, 李泰山博士成功发起若干个国际项目, 例如经合组织 (OECD) 空间论坛 (2006年), 并主办一系列国际会议, 如 COP211、第七届世界水论坛、2015年第25届世界道路大会和 ASCE 地球与空间会议 (2008年和2012年)。通过他的社会活动、研究项目和出版物, 李泰山博士为国际建筑业的发展做出了贡献, 支持了发展中国的建筑技术及后续外层空间建设的未来发展。

#### 【美国】罗格·李纳德 (Roger Lenard)

罗格·李纳德先生是国际宇航科学院院士, 美国行星电力公司首席技术官, 杰出的物理学家、工程师和美国前空军战斗机飞行员。罗格·李纳德先生不久前曾担任 NASA 主系统工程师和 Sandia 国家实验室项目技术团队的首席成员, 向马歇尔航天飞行中心提供有关核电及核热力推进计划的技术和程序性建议。罗格·李纳德先生曾在美国的两个总统研究委员会和四个国防科学委员会任职。

**【中国】李芙蓉 (Furong Li)**

李芙蓉教授毕业于北京大学，国际宇航科学院院士。李芙蓉教授自 20 世纪 70 年代初一直在中国航天系统工作。长期以来主要从事航天科普教育工作和航天科技领域的国际学术交流和合作事务。曾任中国宇航学会 (CSA) 副秘书长，国际宇航联合会 (IAF) 大会选址委员会委员，现任美国海因莱因基金会亚洲地区顾问。

**【美国】约翰·曼金斯 (John Mankins)**

约翰·曼金斯先生是美国 Artemis 创新管理解决方案有限公司总裁，是国际公认的空间系统和技术创新领军人物。约翰·曼金斯先生在 NASA 和设在加州理工大学的喷气推进实验室 (JPL) 拥有 25 年的职业生涯，亲历了从飞行项目和太空任务运行到系统级创新和先进技术的研发管理。约翰·曼金斯先生是国际宇航科学院院士并担任第三委员会 (空间技术与系统开发) 主席，并在国际宇航联合会、美国航空航天学会和 Sigma Xi 研究会担任委员。

**【美国】乔治·C·尼尔德 (George C. Nield)**

乔治·C·尼尔德博士是美国联邦航空管理局 (FAA) 负责商业航天运输业务的副局长。乔治·C·尼尔德博士在美国空军、NASA 以及私人工业领域拥有 30 多年的航空航天经验，曾担任美国航天与导弹系统组织的宇航工程师，美国空军飞行测试中心的飞行测试工程师，美国空军学院助理教授和研究主任，NASA 约翰逊航天中心航天飞机计划飞行整合办公室主任，曾参与过美国航天飞机/俄罗斯和平号空间站计划及国际空间站计划。

**【俄罗斯】费拉季斯拉夫·舍夫琴科 (Vladislav Shevchenko)**

费拉季斯拉夫·舍夫琴科先生是俄罗斯天文学家，专门从事月球探测领域的研究工作。他是莫斯科国立大学 Sternberg 国家天文研究所月球和行星研究系主任，并担任国际天文学联合会、国际天文学会、国际大地测量与地球物理联合会及国际空间研究委员会会员。

**【英属马恩岛/美国】克里斯多夫·斯托德 (Christopher Stott)**

克里斯多夫·斯托德先生是 ManSat 公司董事长兼首席执行官，ManSat 是一家从事轨道频率和监管服务的专业公司，总部设在英属马恩岛，客户遍及北美洲各地。克里斯多夫·斯托德先生还分别在国际卫星专业人士协会 (SSPI)、国际商业航天研究所 (IISC) 理事会任职，也是国际空间大学工商管理学院联合主席，同时是国际空间大学的教师和校董会成员。

**【美国】凯西·斯旺 (Cathy Swan)**

凯西·斯旺博士是国际宇航科学院院士，现任美国西南分析网络公司总裁，获美国加州大学洛杉矶分校博士学位。她的专业研究领域是空间政策，博士论文主题是“长时间航天飞行的影响及乘组人员承受压力研究”。1989 年，她在美国首都华盛顿成立“军备控制和技术评估中心”，专事处理极其复杂的卫星操作、军备控制及履约核查工作。凯西·斯旺博士参与了国际宇航科学院许多课题研究工作，出版了许多论文和著作，其

中包括国际宇航科学院另一项课题研究报告《太空电梯：技术可行性和前行之路的评估》（2014年）。

#### 【美国】彼德·斯旺 (Peter Swan)

彼德·斯旺博士是国际宇航科学院院士，现任国际太空电梯联盟 (ISEC) 总裁。多年来，他所带领的团队通过持续研究和年度会议不断推动“太空电梯”这一概念的发展。1998年，彼德·斯旺博士协助创建了一家教授空间系统工程的科技公司，他所开设的课程强调成功开发国家级空间系统所必需的工程技能和管理技能。彼德·斯旺博士早年毕业于美国加州大学洛杉矶分校机械工程系空间系统专业，曾参与国际宇航科学院多个宇宙课题研究项目。在过去十年中，他作为作者、共同作者及共同主编出版了很多著作，其中包括国际宇航科学院另一项课题研究报告《太空电梯：技术可行性和前行之路的评估》（2014年）。

#### 【美国】里克·特姆林森 (Rick Tumlinson)

里克·特姆林森先生是美国数家航天专业公司和非营利组织的联合创始人，包括深空工业公司、空间轨道装备公司、新世界研究所和空间前沿基金会等。里克·特姆林森先生是一名非常活跃的商业航天创业企业家和航天事务活动家。他领导了接替和平号空间站的相关任务并打造了世界上首个商业化航天设施的团队，将金融家丹尼斯·蒂托 (Dennis Tito) 发展成为第一个短期驻留国际空间站的普通公民探险家，并且是 X 奖励基金的创始受托人。里克·特姆林森先生共同创立了航天前沿基金会，并发起成立得克萨斯航天联盟、地球之光研究所等机构。里克·特姆林森先生曾在美国参议院两次就空间政策问题作证，在美国众议院就空间政策问题四次作证，并协助 NASA 制定了重返月球计划、组建了月球探测分析小组。

#### 【中国】杨俊华 (Junhua Yang)

杨俊华先生为国际宇航科学院院士，研究员，原中国航天国际交流中心主任，中国宇航学会原副理事长兼秘书长，中国空间法学会原副理事长，世界空间周协会 (WSWA) 理事会原理事。长期从事航天科技领域的国际国内学术交流、国际合作事务及航天科普教育工作。

#### 【中国】张振军 (Zhenjun Zhang)

张振军先生是国际宇航科学院通讯院士，现任中国航天科技国际交流中心副主任、中国空间法学会秘书长，《空间法学研究年刊》创刊主编，研究员级高级经济师、高级国际商务师、企业法律顾问，兼任北京市丰台区政协副主席、欧美同学会留美分会理事、国际空间法学会理事、国际宇航联合会外空安全委员会委员等职。受中国国家航天局和中国航天科技集团公司委派，自 2011 年起担任联合国外空委“外空活动长期可持续性”工作组专家，多次随中国代表团执行联合国外空治理规则谈判任务，深度参与国家航天立法促进和论证工作，主持多项国家部委研究课题，在国内外发表数十篇（部）空间法律政策论文、专著、合作译著及主编、共同主编著作。



此外，参与本课题研究的核心团队成员还包括：美国的拉塞尔·E·杜勒（Russel E. Dula）先生、西班牙的约瑟·戈维拉（Jose Gavira）先生、西班牙的费尔南多·G·冈萨雷斯（Fernando G. Gonzalez）先生、意大利的安德里亚·索马里瓦（Andrea Sommariva）先生、德国的汉斯·E·W·霍夫曼（Hans E. W. Hoffmann）先生、日本的藤原浩·吉由弘（Hiroschi Yoshida）先生等。