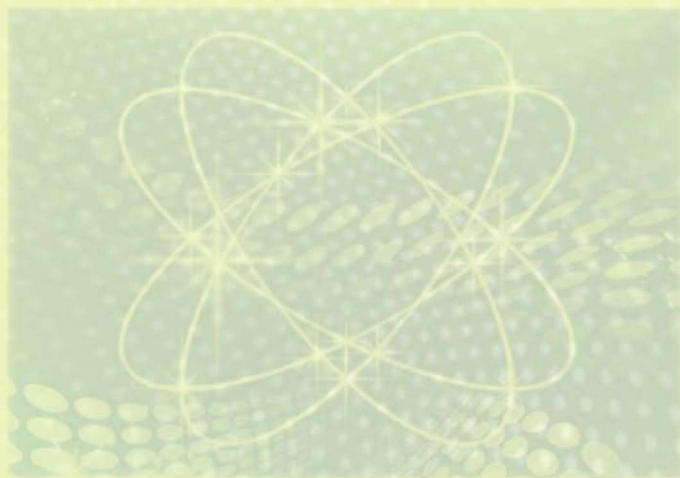


微小卫星的应用与 商业模式研究

浙江天地经纬科技有限公司 主编



北京理工大学出版社

微小卫星的应用与 商业模式研究

浙江天地经纬科技有限公司 主编



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

微小卫星的应用与商业模式研究 / 浙江天地经纬科技有限公司主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2019.2

ISBN 978-7-5682-5739-8

I. ①微… II. ①浙… III. ①小型卫星-人造卫星-研究
IV. ①V474.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 110923 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 /

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 9.5

字 数 / 118 千字

版 次 / 2019 年 2 月第 1 版 2019 年 2 月第 1 次印刷

定 价 / 46.00 元

责任编辑 / 钟 博

文案编辑 / 钟 博

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

重视微小卫星 推动航天发展

微小卫星是宇航事业起步之初就出现的一种低成本航天器，为各种科学实验和技术研究作出了重要贡献。20 世纪 90 年代以来，随着元器件小型化技术的进步和航天器设计水平的提高，小卫星的功能更多、性能更好，具备了成为长寿命、高可靠业务型卫星的潜力。小卫星、微卫星、纳卫星、皮卫星等概念先后出现。尤其是立方星标准出现后，其成为相当多创业型商业航天企业的首选卫星类型。一批小卫星星座，包括立方星星座已经投入商业运行，更多商业小卫星星座正在筹建之中。

进入 21 世纪以来，微小卫星越来越成为世界航天活动中最受人关注的内容之一，进入了一个新的、大发展的历史阶段，代表了当今的时代精神和创新活力。由于微小卫星发展范围快速扩大、发射数量急剧增加，因此航天产业正在经历着蓬勃发展的新阶段。

围绕小卫星及其星座的建设、维护、更新，出现了一批新的产业链环节和服务模式，也出现了一系列新的问题。其中包括专门用于发射小卫星的小型快速反应运载火箭、用于向初创企业提供服务的卫星零部件制造商、用于为不同企业的小卫星提供统一测控服务的地面测控网等。小卫星在航天工程教育和星际探测方面也正在发挥着越来越大的作用。

随着小卫星的成熟和应用的不断扩大，小卫星的应用得到了越来越多的重视。作为一种技术难度小、成本低的航天器，小卫星星座的建设和运行是应用驱动型的。只有充分地应用、获取足够的经济收益，才能支撑小卫星星座的存在。

航天产业界正在逐步关注这个问题，国内外多位专家就此发表了多篇论文，阐述了自己的观点。在这样的发展形势下，面向与小卫星研制和商业化有关的科研院所和公司，编写一部介绍小卫星发展和商业模式的文集，有着明显的意义。

为了让国内航天领域有关领导，小卫星相关单位、相关人士更加重视小卫星的综合应用，充分了解学术界的有关观点，扩展思路，引起讨论和争鸣，我们搜集和整理了有关论文中的精粹，集结成册，使之能够发挥更高的参考价值。

文集通过对现今小卫星领域、尤其是立方星和微纳卫星发展情况的描述，使人们了解小卫星正在如何深刻改变着航天工业和商业领域。

由于我们的水平有限，加之时间仓促，文集中可能会存在一些疏漏之处，望读者不吝指出。

闻光银

目 录

第一章 初识小卫星 / 1

- 一、预示太空工业模式重塑的立方体卫星 / 1
- 二、国外甚小卫星发展研究 / 15
- 三、现代小卫星发展的五次浪潮 / 25
- 四、立方体卫星的发展与应用 / 31

第二章 小卫星应用的多个领域 / 39

- 一、立方体卫星应用发展研究 / 39
- 二、微小卫星对全球商业模式的影响 / 50
- 三、国外对地观测小卫星发展研究 / 55
- 四、立方体星座即将拉开美国气象卫星商业化
市场的序幕 / 62
- 五、国外典型立方体卫星的军事应用及启示 / 73

第三章 小卫星产业的参与者们 / 82

- 一、国外主要小卫星制造商竞争力评价 / 82
- 二、高校正成长为我国微纳卫星研制的
生力军 / 93
- 三、小卫星引发投资者和管理机构关注 / 100
- 四、螺旋公司气象观测立方体卫星的成长
之路 / 102
- 五、微小卫星产业商业化发展大势难挡 / 105

第四章 为小卫星的发展营造更好的氛围 / 111

- 一、商业化微小卫星产业发展趋势及思考 / 111
- 二、立方体卫星研发：从教育圈来，到
产业界去 / 122
- 三、美国 SEI 公司发布全球 50 kg 以下微纳
卫星市场预测报告 / 131
- 四、微小卫星任务组织管理 / 136

第一章

初识小卫星

1

一、预示太空工业模式重塑的立方体卫星

王景泉

（北京空间科技信息研究所）

如果要确定 2015 年^①国际太空工业最有影响力的领域，那么夺得头筹的毫无疑问是微小卫星，其中最耀眼的又当数微纳皮及其立方体卫星（CubeSat），这种卫星代表了当今的时代精神和创新活力。由于微纳皮卫星发展范围快速扩大、发射数量急剧增加，因此太空工业正在经历着蓬勃发展的新阶段。

^① 编辑注：由于本书中部分文章的撰写时间较早，故存在时间状态叙述与当下不一致的现象，特此说明。

科学、技术、工程和数学 (STEM) 这 4 个主题在国外被视为推进创新和进行深入研究的核心领域, 这些领域的国家能力对于实现知识经济至关重要, 同时也是与发展立方体卫星关系最密切的领域, 因此发展立方体卫星也会为构建知识经济发挥一定的推动作用, 成为一个国家科学技术发展中的重要角色。由于这种卫星具有成本低、研制快速和应用效果好等优势, 该类型的卫星很快就突破教学和技术试验的范围, 冲向遥感、科学、通信、深空探测等空间系统主流应用领域。现在世界上已经有越来越多的国家利用立方体卫星引领本国的社会性创新。

虽然这种微小卫星的研发已经进行了 20 多年, 但 2013 年以后的这几年却是面向市场开发的具有决定性的几年。2014 年, 全球共发射了 162 颗立方体卫星, 其中大约 100 颗已投入商业运行。2014 年 10 月和 2015 年 6 月“国际空间站”货运飞船两次发射失败, 不但损失了 34 颗搭载的立方体卫星, 也使微纳皮卫星的发射进入低谷, 它们恢复发射后会使这种卫星的发射走出低谷, 呈现发展高峰, 估计在 2016 年会有超过 240 颗立方体卫星发射。另外, 专用微小卫星运载火箭的成功开发, 将使其在 2017 年后及可预见的未来呈现更快的发展势头。美国空军首席科学家马克·梅布瑞在其报告《全球地平线: 美国空军全球科技构想》中指出: 微小卫星将成为未来太空领域“改变游戏规则”的要素之一, 特别是立方体卫星, 将占据更大的市场份额, 甚至有可能重塑太空工业模式。

1. 微纳皮卫星的质量范围与立方体卫星的概念

笼统地说, 从质量角度, 微纳皮卫星包括立方体卫星, 而立方体卫星却不能完全代替微纳皮卫星。

1) 微纳皮卫星与立方体卫星的质量划分

目前, 国外大部分文献关于微纳皮卫星主要以质量区分, 即皮卫星的质量为 $0.1 \sim 1 \text{ kg}$, 纳卫星的质量为 $1 \sim 10 \text{ kg}$, 微卫星的质量为 $10 \sim$

100 kg。这种划分没有明确的形状和体积等要求，属于上述哪种质量范围，就归于哪种卫星。

关于立方体卫星的概念，顾名思义它是指立方体形状的卫星，不但有质量要求，还有严格的形状限制，一般定义为体积在 $10\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ 、质量在 1 kg 左右的标准卫星为立方体卫星的一个基本单元（1 U）。立方体卫星可根据需要搭成由多个立方体单元（1.5 U 以上）组成的积木式卫星，现已出现 2 U、3 U、6 U、12 U（20 kg），甚至 27 U 的立方体卫星设计。立方体卫星的尺寸也由 1 个维度尺寸的增加拓展到 3 个维度尺寸的增加，但必须保持立方体的基本形状。

2) 微纳皮卫星与立方体卫星的联系与区别

由于定义了 1 U 立方体卫星的质量约为 1 kg ，因此初期立方体卫星也称为皮卫星或纳卫星，原因是 1 U 立方体卫星的质量（ 1 kg ）既是皮卫星的上限，又是纳卫星的下限。立方体卫星与微纳皮卫星的主要联系，从质量上看立方体卫星贯穿于微、纳、皮 3 种卫星类型，最小的立方体卫星可进入皮卫星范围，大些的多单元立方体卫星可进入纳卫星，甚至微卫星范围。所不同的是，立方体卫星是微纳皮卫星的特殊形式，即立方体卫星是微纳皮卫星中特定的模块化、标准化设计，不但产品的通用性强，而且立方体的形状也利于多星垒集、同时发射。一般来说，初期的立方体卫星大多在长度这一维度上增加，因此更多的是长方体卫星。立方体卫星外形的标准化设计，不但方便作为二次有效载荷连接释放器进行释放，其也是这种卫星定义的核心。因此，如果不是立方体卫星标准化设计，即使在立方体卫星的质量范围内，也只能称作微纳皮卫星，而不能称作立方体卫星。如美国陆军空间与导弹防御司令部（SMDC）于 2011 年发射的“鹰眼”（Kestrel Eye）电子光学侦察卫星，虽然质量是 10 kg ，但不是立方体卫星的标准设计，只能属于微纳皮卫星。

可以说，立方体卫星作为贯穿于微纳皮卫星质量范围的标准化平

台,是近年来微纳皮卫星得到快速发展的重要推动力,立方体卫星的新设计思路,使立方体卫星出现了3个维度都增加的设计,这就有可能使立方体卫星更快地进入较大型的发展阶段。如2014年8月,中国用“长征-4B”火箭发射“高分-2”卫星时,搭载的波兰亮星目标探测器——“波兰-2”,其质量为7 kg,尺寸为20 cm×20 cm×20 cm,长、宽、高3个维度均增加了1倍,而不像初期那样只在1个维度增加。从质量上看其属于纳卫星,但由于严格的立方体卫星设计,其当然可以称为立方体卫星。美国新的“赫拉”(Hera)立方体卫星系统基于12 U的设计,是24 cm×24 cm×36 cm尺寸的立方体形状,也是3个维度都增加的立方体卫星设计。这是新出现的大型立方体卫星的标准尺寸样式,这样既加大了卫星发展的空间,又允许使用标准化搭载释放装置,适合作为二级有效载荷发射。

目前,国际宇航科学院(IAA)和国际标准化组织(ISO)也开展了关于微纳皮卫星的定义和设计要求的研宄。为了更准确地定义这些卫星,IAA研究组提出了“精益卫星”(Lean Satellite)的定义。这两个机构所定义的微纳皮卫星,采用非传统的、有一定风险的研制途径,只利用少量的队伍实现低成本研制和快速交付。其定义还明确了“小”的概念,不只涉及卫星尺寸“小”,还要体现卫星研制途径简单、方便等特点。近年来,针对这种构建微纳皮卫星大型星座和研制低成本运载火箭的发展,欧美国家有文献称之为一次“轨道革命”。由于立方体卫星可以利用开放资源进行标准化硬件设计,特别是能采用商业现货研制,又能快速交付,还可组成星座支持网络式应用,因此它促进了微纳皮卫星的快速发展。立方体卫星作为微纳皮卫星的生力军,具有研制日益趋于社会化、利用涌现个人化的趋势,甚至有可能起到重塑太空工业模式的作用。

鉴于立方体卫星是微纳皮卫星的标准化形式,而且能体现微纳皮卫星的发展特点和优势,本文重点讨论立方体卫星。

2. 立方体卫星发展的主要动力

1) 大学对立方体卫星的开拓

有些大学较早提出了立方体卫星的技术标准,如加州理工大学和斯坦福大学在1999年就提出了立方体卫星标准。加州理工大学当时还研制了标准化工艺卫星轨道部署器(PPOD),能够释放3U立方体卫星包(含几颗3U立方体卫星)。日本宇宙航空研究开发机构(JAXA)也以卫星轨道部署器(JPOD)参与了加州理工大学和斯坦福大学空间系统开发实验室(SSDL)的合作。大多数立方体卫星计划初期由大学生提出并实施,目的是作为低成本的途径用于宇航专业的学生获得系统工程经验和熟悉卫星研制的全过程。最早的一批立方体卫星于2003年6月30日发射,包括日本东京工业大学立方体技术工程试验卫星-1(CUTE-1)、加拿大先进纳米卫星试验-1(CanX-1)、丹麦奥尔堡大学立方体卫星-1(AUU-1)等。此后微纳卫星迅速发展,许多国家,特别是空间技术力量薄弱的国家,积极发展这种卫星用于技术试验,这为2013年后形成的发展热潮奠定了基础。

2) 技术进步是立方体卫星快速发展的基本动力

立方体卫星代表了潜在的突破性技术,由此甚至可以寻找到空间技术体系中永久性的发展空间。近几年立方体卫星的快速发展,主要源于科学技术,特别是电子技术的迅速发展,源于卫星有效载荷能力的巨大进步。立方体卫星不会完全代替大卫星,在很多应用领域依然是大卫星的补充,但在某些应用领域,快速的技术进步却使立方体卫星的功能日渐强大,特别具有类似于当年用户采用的成本低,但具有强大功能的个人计算机代替单体大型计算平台的趋势。对于立方体卫星系统,在整个项目全寿命周期内投资和回报具有连续性特点,这不但具有初期投资不高的好处,而且投资也与研制、试验、飞行各个阶段相协调,可以在项目期间不断修正,新技术也可以及时融入。

立方体卫星快速发展所涉及的技术主要包括微电子,低功率通信,

高效率太阳电池，低成本，高精密度组装，高能量密度电池，微机电系统（MEMS），高密度存储，现场可编程门阵列（FPGA），高效率电机和执行机构，先进材料、集成化光学系统，微型敏感器和微型流体技术等众多门类，这些领域技术的快速进步，大大减少了立方体卫星发展的技术和成本障碍。

微小型化和集成化技术大大加快了卫星性能的快速提升。卫星下行数据率和存储能力每 10 年可提高 1 个数量级，地面采样距离（GSD）的进步也有类似的趋势。采用新型结构复合材料，大大提高了卫星性能质量比，有些卫星的性能质量比也能达到每 10 年提高 1 个数量级的发展速度。尚未达到物理极限和具有突破性新技术潜力的卫星领域得到快速开发，电子压缩技术不断创造奇迹。采用多层太阳电池技术，效率可达 44% 以上，使电源的产生与利用也出现快速增长趋势。由于在立方体卫星上采用可展开式太阳电池翼，电源的产生作为卫星质量的函数更是大幅增加。使用记忆存储合金技术，可使展开机构极大地降低质量、体积和成本；使用可膨胀式天线，由于硬件质量大幅度降低，传输数据率提高的速度也十分惊人。近几年几乎所有的立方体卫星的分系统都进行了改进，如由于采用小型化星跟踪器和反作用轮，优于 1° 的指向精度已经成为可能。在最近的立方体卫星设计中，包括 X 和 Ka 频段的传输系统，其下行数据率已经达到 100 Mb/s。这种改进推动了更先进的立方体卫星任务，并正在引起立方体卫星和传统卫星的竞争。

基于上述技术发展，10 年前为实现 1 m 的空间分辨率，卫星至少需要 1 000 kg 的质量，如今质量为 100 kg 的卫星即可实现这一空间分辨率。传统上，卫星个别部分的性能改进后，只要质量不变，就视为整颗卫星的性能得到了改进。这样一来，由于卫星的局部都在争相进行改进，越来越多的分系统使整颗卫星的性能超过了设计要求，现在的 6 U 立方体卫星已经能实现 20 m 的空间分辨率。然而有的公司分析市场需求后得出结论，如果突破了 1 m 的地面采样距离，再进一步提

高空间分辨率的商业空间就会越来越小，因此新趋势是向质量更轻的立方体卫星发展，越来越多的公司（如行星实验室公司等）目前把观测分辨率限定为几米，而将技术开发的重点放在如何减小卫星的质量上。

综合考虑卫星的发射数量，这种卫星所采用的技术及其所达到的性能在过去的 10~15 年间持续改进，可预见未来这种改进将继续。立方体卫星质量增大的发展走势十分明显。2009—2013 年，70% 的立方体卫星的质量小于 3 kg，而此后的 2 年，这种质量的卫星数量刚刚超过 50%。2014—2016 年，质量为 1~3 kg 的卫星数量明显减少，而质量为 2~4 kg 及以上的卫星数量明显增多。

3. 立方体卫星的主要优势和前景

最近几年，立方体卫星的发展发生着巨大转变。几年以前，立方体卫星还仅仅用于教育计划和技术试验，今天这种卫星已经可以构成分布式空间系统进入通信、遥感、科学和深空探测等主流应用领域。现在立方体卫星的发展呈指数增长态势，主要特点是低成本和快速交付。

（1）立方体卫星已经进入发展的快车道，冲出低谷后会出现更大的发展高潮。

自从 1999 年开始引用立方体卫星标准，其结合快速出现的电子技术小型化、集成化，引领了立方体卫星的快速发展。在此后的 15 年中，这种卫星数量快速增加，在 2013 年、2014 年达到最高峰。对于未来，可预见的市场需求将继续增长。

近年立方体卫星的快速发展，逐年呈指数规律增加。2003—2012 年的近 10 年间，全世界大约发射 300 颗立方体卫星，而在 2013—2014 年 6 月，不到 2 年时间，这种卫星的发射数量远超过去 10 年的发射数量。

2014—2015 年卫星发射发生了几次重大事故：2014 年 10 月，轨

道-ATK 公司的“安塔瑞斯”(Antares)火箭发射“天鹅座”(Cygnus)飞船失败,损失 26 颗立方体卫星;2015 年 6 月,太空探索技术公司(SpaceX)的“猎鹰-9”(Falcon-9)火箭发射“龙”(Dragon)飞船失败,损失 8 颗立方体卫星;2015 年 10 月,“超级斯届比”(SuperStrypi)小型运载火箭发射 13 颗小卫星失败。这使立方体卫星发展严重受挫。

这 2 种火箭承担了大部分微小卫星的发射任务,轨道-ATK 公司的“安塔瑞斯”火箭尤为关键,自 2003 年开始发射以来,该火箭发射的微纳皮卫星占发射总数的 1/3,主要是通过飞船运送立方体卫星进入“国际空间站”然后再释放的形式完成。2015 年 11 月,“安塔瑞斯”火箭发射的“天鹅座”飞船恢复飞行,2016 年 1 月,太空探索技术公司的“猎鹰-9”火箭发射的“龙”飞船恢复飞行。“国际空间站”货运飞船恢复飞行后,立方体卫星的发射数量会出现大幅度提升。加之其他运载火箭的搭载、专用小卫星运载火箭的发射,2016 年以后立方体卫星发射定会走出低谷,出现更大的发展高潮。

(2) 低成本和快速交付是立方体卫星的基本优势。

立方体卫星使用商用现货(COTS)部件,比使用抗辐射加固部件的卫星研制时间缩短许多,商用现货所支持的批量化生产不但可大大降低成本,而且批量使用可通过统计建模设计提高其性能和可靠性,有的性能甚至超过使用抗辐射加固部件的卫星。特别是立方体卫星使用的商业现货电子部件,更支持标准化设计和批量制造,成为研制较低成本卫星的重要途径。目前,对立方体卫星的需求快速增加,因此获得这些优势需要采用与传统卫星研制不同的设计、制造、项目管理思路,实现快速交付,这样既可发挥其快速投入运行等优势,又可避免初期高投资等短处。

立方体卫星利用标准化设计,实现插拔式利用。立方体卫星的发展速度甚至类似于计算机能力的增长,即符合每 18 个月增长 1 倍的摩尔定律,如今立方体卫星已经能完成几年前较大卫星才能完成的功能。低成本和快速研制周期使其可以快于已有的大卫星系统获得效益。

(3) 立方体卫星组成星座形成强大功能,产生了更猛的发展势头。

通过大量建立卫星星座,新的太空初创公司正在瞄准突破传统的太空工业模式,向全球用户提供新业务和开辟新市场,这特别能够大大改进卫星遥感的重访周期,并将有力拓展遥感应用范围,包括诸如图像分析、资产跟踪和高速数据连通等新应用。特别是地球观测,其通过向农业、矿业、灾害管理、森林和野生动植物、财经业务等各行各业提供数据,而成为行业快速发展的关键驱动因素。

较之传统大卫星,立方体卫星组成星座有非常明显的经济和技术优势。一般传统的大卫星,要求几乎所有的资金要在任何投资回报到来以前花出。而对于微纳皮卫星系统,资金只要花出,就会在其计划的整个周期内或多或少产生连续的效益。这不但便宜,而且整个计划期间的研制、试验、飞行过程可以进行更加灵活的调整,新技术也能快速融入。这样,立方体卫星的发展就有可能重新塑造太空工业模式。这种微小型空间技术的发展有几个关键优势:一是可用于数据通信难以满足的需求和关于全球信息的需求;二是降低质量和将日用电子产品装进空间系统;三是拓展新投资源,特别是及时利用来自信息工业的投资。

低成本和快速交付带来的尚需进一步解决的问题是成功概率问题。从目前来看,立方体卫星任务的成功率低于传统卫星,但组成星座可以缓解单颗卫星成功概率不高的问题。统计表明,质量低于 10 kg 的卫星成功发射以后,只有 48% 的卫星能按要求完成任务。统计还发现,如果由大学或非航天制造机构制造的卫星质量超过 10 kg,其成功率还可能更大下降。但立方体卫星除采用不同的方法解决可靠性问题外,主要发挥其以较低代价组成较大星座的独特优势,低成本和快速交付,甚至偶尔的发射失败都没有大的影响。尽管单颗卫星的成功率较低,但所设计的卫星星座有这样的特点,即一颗卫星的故障并不一定导致整个卫星星座的失效,因为可以采取备份的方式加以弥补。对于单颗卫星计划,甚至可以通过允许任务中断等设计缓解困难。虽



然存在个别卫星不能完成任务的时段，但在设计上仍然可以使整个计划很快恢复。当然，即使是此种情况，改进单颗卫星的可靠性仍然是重要的，这样可以降低整个计划成本，或节省采用备份的计划流程投入，或尽量避免暂时的卫星中断，挽救任务丢失的风险。很容易设想，立方体卫星的低成本特点致使其最终会像无线电、电视、计算机和移动电话那样，具有个人拥有的方式，即个人可以拥有自己的立方体卫星，由此可带来多种变化。

(4) 立方体卫星向科学应用的广度和深度拓展，越来越多的国家加大了支持力度。

大学的立方体卫星获得了明显效果，初创公司从中看到了前景和希望，发展劲头加大。对于美国这种发达国家，美国国家科学基金会（NSF）和美国航空航天局（NASA）也迅速调整了发展策略，追赶相关技术，并将之作为诸如地球遥感和大气科学这些关键领域之间缺口的弥合途径，加大支持力度。事实上美国国家研究委员会早就明确地建议，“要开发与多卫星星座任务相关的甚小型卫星和先进的分系统”。

立方体卫星是在可容忍风险的环境中，低成本地构建国家科学知识财富的有效途径。立方体卫星技术代表了目前空间科学模式的转变。长期以来对昂贵的任务的依靠，导致预算超支、产生受政治影响的易变性以及机构结构复杂等问题。立方体卫星给了空间科学机构相当程度的自主性，这种卫星平台也是可靠的、有用的和高费效比的空间科学研究途径。对于已经具备航天能力的国家，只有创新才能引领更快的发展，立方体卫星也是可支持创新的有活力的平台。

在立方体卫星时代到来之前，只有传统的空间发展国家才有能力进行空间生命和生物科学研究。对于发展中国家，立方体卫星为它们的科学研究另辟蹊径，使它们能够获得空间独特环境方面的发现，这给这些发展中国家提供了在地面就能突破空间科学的机会。另外立方体卫星的低门槛也为发展中国家利用已有的研究发展投资提供了一个快速有效的发展途径。

(5) 初创公司冲击潜在市场,太空产业模式的巨大改变即将来临。

开发立方体卫星的初创公司大量涌现。如多年来气象卫星主要采取公益方式,但随着经济发展的细微化、定量化,下游经济体对气象的需求日益局部化和精细化,初创公司看到这一潜在市场,发展商业性立方体气象卫星星座,这预示着这些初创公司将气象预报从公益化推向商业化。将新出现的商业立方体星座数据融入气象预报领域,不但能更好地保护生命和财产,还能支持新的和有创造力的气象资源开发,培育新的产业,减少政府投资,提升整个社会气象预报的能力。

多年来,美国成像侦察要么是利用专用军事卫星,要么是通过政府买断大公司的图像数据。美国政府看到了立方体卫星公司如雨后春笋般涌现,认识到其必将成为有巨大潜力的信息资源,国家和军队要不失时机地利用这一资源,图像信息获取模式必须尽快改变。因此,国家地理空间情报局(NGA)较早就向有关初创公司提供“种子基金”予以支持,有的公司已经进行过飞行试验,并将继续扩大应用模式的全方位试验,事实证明其不但会使重访周期会大大缩短,而且还会使成像侦察从静态图像向动态视频侦察等多种手段拓展。

4. 面临的问题与需应对的挑战

从目前看,立方体卫星的发展正处于一个转折点。主要表现在,每年发射的立方体卫星越来越多,更有经验和更有实力的制造商不断进入,立方体卫星能使用更加先进的技术,进入更多应用领域,特别是进入商业市场。随着立方体卫星的发展,其面临的问题与挑战也日益突出。

(1) 面对用户市场,必须提升应对更高要求的能力。

立方体卫星逐渐用于更高档次的任务和需求,更多地面对用户市场,需要投入较多成本和进行更强的研制工作以提升应对更高要求的能力。这就意味着卫星研制者要提供较高等级的任务担保,还要及时使用最新的可以利用的技术,保持低成本、短周期和高性能的特点,