

网络空间研究

工业和信息化部赛迪研究院 主办

2016年12月15日

第 6 期

总第 49 期

本期主题

- 国内外卫星互联网发展现状、问题及对策研究

国际观察

- 美国卫星互联网建设重点举措及启示

企业研究

- 美国太空探索技术公司发展模式浅析

数据之窗

- 2016年中国市场手机系统安全漏洞统计
- 2016年中国市场手机安卓系统版本安全性分析
- 2016年中国市场手机root与漏洞数量
- 2016年中国市场手机漏洞类型统计

研究，还是研究 才使我们见微知著

信息化研究中心	工业化研究中心	规划研究所
电子信息产业研究所	工业经济研究所	产业政策研究所
软件产业研究所	工业科技研究所	军民结合研究所
网络空间研究所	装备工业研究所	中小企业研究所
无线电管理研究所	消费品工业研究所	政策法规研究所
互联网研究所	原材料工业研究所	世界工业研究所
集成电路研究所	工业节能与环保研究所	安全产业研究所

编辑部：赛迪工业和信息化研究院
通讯地址：北京市海淀区万寿路27号院8号楼12层
邮政编码：100846
联系人：刘颖 董凯
联系电话：010-68200552 13701304215
010-68207922 18701325686
传真：0086-10-68209616
网址：www.ccidwise.com
电子邮件：liuying@ccidthinktank.com

『所长导读』

卫星互联网是卫星与互联网相结合的网络系统，通过卫星进行互联网接入或信号传输，不需要借助电信运营商提供的线路。卫星互联网将网络延伸到太空中，不受任何地形和地域限制，可以实现网络接入和信号传输的全球覆盖。作为信息技术和航天技术融合发展的新兴领域，卫星互联网所蕴藏的军事价值也无比巨大。特别是在太空和网络已由支援陆、海、空作战的辅助战场，转换为与之比肩、相互支援的主战场之后，谁掌握卫星互联网这个制高点，谁就将夺取未来战争制胜的主动权。“本期主题”针对国内外卫星互联网的发展进行了深入研究，分析国外卫星互联网的发展背景和现状，研究卫星频率资源和轨道资源的使用现状，梳理我国卫星互联网的发展形势，并分析我国发展卫星互联网产业面临的主要问题以及国外卫星互联网建设对我国相关产业发展的影响，最后提出了若干对策建议。

“国际观察”对美国卫星互联网建设的重点举措、主要特点等进行了梳理与分析，并总结了美国在建设卫星互联网方面的经验和启示。

“企业研究”介绍了美国太空探索技术公司（SpaceX）在信息技术和航天等领域的概况，分析了该企业的发展模式，并归纳出对我国信息和航天等企业发展的几点启示。

“数据之窗”的一组图表包括2016年中国市场手机系统安全漏洞统计、2016年中国市场手机安卓系统版本安全性分析、2016年中国市场手机root与漏洞数量、2016年中国市场手机漏洞类型统计。

希望本期内容能为政府部门、企业和社会组织提供参考和借鉴。并欢迎各位读者不吝赐教。

赛迪智库网络空间研究所所长 刘权
2016年12月15日



目 录

CONTENTS

本期主题：国内外卫星互联网发展现状、问题及对策建议----- 1

一、国外卫星互联网的发展现状	----- 1
(一) 相关背景	----- 1
(二) 国外重点企业发展现状	----- 3
二、国际卫星频率和轨位资源的管理、分配和使用情况	----- 9
(一) 卫星频率和轨位资源的管理法规	----- 9
(二) 卫星频率和轨位资源的分配机制	----- 9
(三) 无线电频谱和卫星轨位资源的使用现状	----- 10
三、我国卫星互联网的发展现状	----- 11
(一) 国家政府部门逐步开展卫星互联网发展规划	----- 11
(二) 相关企业纷纷开展或布局卫星互联网服务业务	----- 12
(三) 初步形成自主开展卫星互联网服务的基础和能力	----- 15
四、我国发展卫星互联网面临的问题	----- 16
(一) 卫星频率和轨道资源相对欠缺	----- 16
(二) 卫星互联网的标准规范尚不成熟	----- 16
(三) 卫星互联网的通信技术尚未实现自主可控	----- 17
(四) 卫星互联网的前期投入过大	----- 17
(五) 卫星互联网面临其他宽带解决方案的激烈竞争	----- 17
(六) 卫星互联网的宽带体验不佳	----- 18
(七) 卫星互联网的安全防护手段缺失	----- 18

五、全球卫星互联网建设对我国国家安全可能带来的影响	18
(一) 卫星互联网建设带来国防安全新挑战	18
(二) 卫星互联网建设加剧网络管控难度	19
(三) 卫星互联网建设影响网络边界安全	19
(四) 卫星互联网建设威胁网络数据安全	19
六、相关措施建议	20
(一) 尽快制定卫星互联网的发展规划	20
(二) 谋求全球卫星互联网建设资源的提前布局	20
(三) 形成自主可控的卫星互联网通信关键技术	20
(四) 深入研究卫星互联网安全技术	21
(五) 加强卫星互联网的标准研制及国际对接	21
(六) 积极参与卫星互联网的国际交流与合作	21

本期主题：

国内外卫星互联网发展现状、问题及对策建议

卫星互联网是卫星与互联网相结合的网络系统，通过卫星进行互联网接入或信号传输，不需要借助电信运营商提供的线路。卫星互联网将网络延伸到太空中，不受任何地形和地域限制，可以实现网络接入和信号传输的全球覆盖。

作为信息技术和航天技术融合发展的新兴领域，卫星互联网所蕴藏的军事价值也无比巨大。特别是在太空和网络已由支援陆、海、空作战的辅助战场，转换为与之比肩、相互支援的主战场之后，谁掌握卫星互联网这个制高点，谁就将夺取未来战争制胜的主动权。

一、国外卫星互联网的发展现状

近年来，卫星互联网成为全球各大信息科技公司发展的重点方向。美国卫讯公司（ViaSat）、欧洲卫星公司（SES）、国际通信卫星公司（Intelsat）等国际卫

星互联网公司大力发展战略基于Ka频段的高通量宽带卫星，构建卫星互联网。一网公司（OneWeb）、太空探索技术公司（SpaceX）、低轨卫星公司（Leosat）、谷歌（Google）、脸谱（Facebook）、三星（Samsung）等多家互联网企业提出打造由低轨小卫星组成的卫星集群，构建卫星互联网，为全球提供互联网接入服务，在短期内迅速聚集人气，引发全球强烈关注。

（一）相关背景

1. 欧美国家相继出台战略文件，支持构建卫星互联网基础设施

随着智能移动终端功能日渐丰富、成本不断降低、各类应用蓬勃发展，建设融语音、数据、视频为一体，覆盖广泛、经济实用的互联网，成为世界各国为推动经济增长而大力构建的重要基础设施。欧美国家先后出台相关战略文件，支持卫星互联网基础设施建设，加快网

络普及。早在2009年，美国即启动国家宽带建设计划，投资72亿美元用于国家宽带建设，并对包括无线通信业务频段、移动卫星业务频段在内的宽带频谱资源进行规划；加拿大拨款2.25亿美元用于发展卫星宽带；欧盟拿出50亿欧元用于重点能源和宽带互联网基础设施建设，填补“数字鸿沟”等。

2. 甚小卫星技术取得突破，为发展卫星互联网奠定基础

随着甚小卫星单星性能、在轨寿命不断提高，以及星地一体化设计理念、星座编队飞行能力发展，甚小卫星应用领域不断拓展，开始从技术试验向对地观测、通信广播、空间科学与深空探测等领域延展。由于成本低、周期短、发射便捷等特点，甚小卫星成为各国政府研究机构和高校开展前沿技术创新的重要领域。在通信领域，甚小卫星在降低成本和通信时延方面优势显著，美国和欧洲基于甚小卫星发展了存储转发、宽带互联网接入以及数据采集服务。OneWeb、SpaceX等国外卫星互联网公司均发布了基于甚小卫星构建卫星互联网的发展计划。

3. 卫星宽带产业发展迅速，进一步带动卫星互联网的发展需求

随着全球信息高速公路因特网的飞速发展和普及，以及交互式多媒体业务的迅速增加，各行各业对宽带通信的需求愈加紧迫。全球卫星宽带业务的收入从2008年的8亿美元，到2013年增至17亿美元。据北美咨询机构NSR预测，全球卫星互联网的总供应容量将从2011年200Gbit/s增长到2021年的1.6Tbit/s；2012年，全球宽带卫星通信用户总数为350万，到2021年全球宽带卫星通信用户预计将达810万，年复合增长率为8.8%。

目前，Ka频段宽带卫星成为宽带卫星系统的主流发展方向。美国、加拿大、欧盟国家、阿联酋等均发射了Ka频段宽带卫星，并相继推出新一代Ka频段卫星宽带服务。美国联邦通信委员会明确同意，卫星宽带已经取得了显著的进步，并在2013年的年度宽带报告中有史以来第一次涵盖了卫星互联网服务。2013年数据显示，欧盟28个成员国已有148家卫星运营商提供互联网接入服务。

（二）国外重点企业发展现状

1. 基于Ka频段的高通量宽带卫星构建卫星互联网的企业

目前，美国卫讯公司（ViaSat）、欧洲卫星公司（SES）、国际通信卫星公司（Intelsat）等国际卫星互联网公司大力发展战略基于Ka频段的高通量宽带卫星，构建卫星互联网。

（1）美国卫讯公司（ViaSat）

2011年10月，美国卫讯公司发射的ViaSat-1卫星能提供140Gbps的带宽，获得吉尼斯世界纪录——全球最高容量的卫星，甚至超过覆盖北美的所有其他卫星的总和。2013年12月，美国卫讯公司通过Viasat-1，在捷蓝航空公司航班飞机上正式推出Exede In The Air宽带互联网服务。

美国卫讯公司计划于2017年1季度发射ViaSat - 2号卫星，预期的地理覆盖范围将是ViaSat - 1号的七倍，其带宽经济优势将是ViaSat - 1号的两倍。ViaSat - 2号卫星计划的覆盖区域包括北美洲、中美洲和加勒比海盆地，该卫星还将提供横跨北大西洋的覆盖，用于

建立连接北美和英国及欧洲的高速空中上网和其它移动服务的大容量覆盖。

美国卫讯公司还宣布要发射3颗ViaSat-3 GEO HTS卫星，依靠它们建立全球卫星通信运营服务。卫讯公司计划在2019年发射第1颗ViaSat-3卫星，覆盖北美；第2颗在2020年发射，覆盖欧洲、中东、非洲地区；第3颗覆盖亚太，但发射时间未定。卫讯公司估计前2颗ViaSat-3卫星需要过10亿美金的投资。未来，美国卫讯公司的目标包括：速率达百兆（Mbps）的家庭卫星互联网接入、支持观看4K超高清视频以及单机速率达数百兆（Mbps）的飞机宽带服务等。

（2）国际移动卫星有限公司（Inmarsat）

2015年8月，国际移动卫星公司（Inmarsat）的国际移动卫星—5 F3（Inmarsat-5 F3）发射成功，标志着国际移动卫星公司旨在提供全球高速卫星移动宽带互联网服务的“全球快讯”（Global Xpress）系统部署完成。该卫星将为太平洋地区提供海上、空中及其他交通工

具的卫星通信服务，还将支持高分辨率视频、音频和数据通信。

（3）欧洲卫星公司（SES）

2012年，SES公司发射Astra-2F卫星，提供Ka频段服务，成为欧洲首家提供速度高达20Mbps卫星宽带服务的卫星运营商。近期，SES结合GEO（地球静止轨道）卫星和03b中轨道MEO卫星，推出“SES Plus”卫星数据服务，综合GEO卫星大波束覆盖、MEO卫星低传输时延、高容量HTS等多方优势，可提供速率达1Gb/s、电路可靠性达99.5%的Ka-band服务。目前，SES Plus服务已在非洲市场开展。

（4）欧洲通信卫星公司（Eutelsat）

2010年12月，Eutelsat公司将KA-SAT放入卫星轨道，为欧洲大部分地区的消费者和企业提供Tooway新一代Ka频段卫星宽带互联网接入服务，总流通量达70Gbps。截至2012年底，Tooway宽带服务已进入欧洲及地中海地区20多个国家的市场，服务订户已达7.2万户。2016年2月9日，Eutelsat和ViaSat签约创建一家合资企业，以结合

Eutelsat公司目前的欧洲宽带业务与ViaSat领先的宽带技术和商用互联网服务提供商的业务经验，推动形成下一代互联网服务的基础。

（5）国际通信卫星公司（Intelsat）

2016年1月，Intelsat公司发射了首颗Epic高通量卫星（Intelsat 29e），该卫星覆盖北美、拉美和北大西洋地区，与Intelsat现有的卫星群和地面架构完全兼容。Intelsat公司计划发射共7颗此类Epic卫星，第2颗Epic卫星（Intelsat 33e）将在2016年第3季度发射，覆盖欧洲、非洲和亚洲地区。发射Intelsat 29e是Intelsat公司的“GEO卫星+ OneWeb 低轨道LEO”星座联合体的前奏。在未来，Intelsat将利用LEO卫星给城市车辆、极地船只提供卫星宽带服务。Intelsat的“GEO卫星+ LEO卫星”联合服务将于2019年开始。

2. 以中低轨小卫星组成的卫星集群为基础构建卫星互联网的企业

当前，一网公司（OneWeb）、太空探索技术公司（SpaceX）、低轨卫星公司（Leosat）、谷歌

(Google)、脸谱(Facebook)、三星(Samsung)等多家互联网企业纷纷提出打造由中低轨小卫星组成的卫星集群，构建卫星互联网，为全球提供互联网接入服务。

(1) 03b

03b卫星互联网公司成立于2007年，以“为地球上另外30亿人提供网络服务”为目标，现已在距离地球约8000千米的中地球轨道上建立了12颗卫星，这样的距离可以保证信息来回传输只需要150毫秒。这些卫星向地球发射120个可调节方向的互联网光束，每个光束可以覆盖直径为400英里(约644公里)的区域。区域中的任何人都可以以光纤的速度接入互联网。目前，这样的服务已覆盖世界大片区域，包括哥伦比亚、刚果民主共和国、南苏丹共和国和巴布亚新几内亚在内的热带地区、太平洋岛链、海上钻井平台以及大型邮轮。电信运营商只要与03b签署一个互联网光束协议，设置14英尺(4.28米)的天线接收信号，然后通过蜂窝塔和电缆将带宽分配给企业客户和消费者。

03b自成立以来，已经获得累计超过10亿美元融资，投资方包括谷歌(Google)、欧洲卫星公司(SES)、有线电视运营商LibertyGlobal、投资银行Allen&Company、南非开发银行等。其中，Google自2008年就已经开始投资03b。目前，03b已成为太平洋地区最大的互联网服务提供商，仅用半年时间就达到了原计划1亿美元的年收入水平。

(2) 一网公司(OneWeb)

2012年，原03b创始人格雷格·惠勒(Greg Wyler)成立了卫星互联网公司OneWeb。作为03b的补充和增强版，OneWeb计划于2017年发射首颗低轨卫星(距离地球约1200千米)，并计划于2018年建成运营由648颗低轨卫星构成的全球卫星互联网，为全球用户提供更快速、范围更广的互联网接入服务。数据在这样的距离来回传输仅需要20毫秒，这样的速度可以保证任何程序的顺畅运行，这将使OneWeb成为世界上最先进的互联网服务提供商。与03b需要电信运营商建设并维护大型专业的天线接收器不同的是，

OneWeb将提供适合个人与公共机构使用的小型信号接收装置，类似本地的互联网枢纽，将通过Wi-Fi或蜂窝信号与附近的设备进行连接。除此以外，OneWeb还可以作为全球互联网备用系统，当一个地区互联网连接出现问题时，作为备用继续提供服务。OneWeb还可以在航空、自然灾害和一些应急工作中发挥巨大的作用。目前，OneWeb已经获得了从太空提供互联网服务的国际无线频谱使用权。

从目前的融资情况看，OneWeb的发展最为乐观。据估计，OneWeb整个卫星互联网至少需要融资25-30亿美元。就2015年6月25日公布的A轮融资结果看，OneWeb已经筹集了5亿美元的资金注入，其中高通公司（Qualcomm）和维珍银河（Virgin Galactic）是OneWeb系统最早一批的投资者，并享有部分OneWeb公司的股权。除上述两家公司，通过与产业链利益相关方合作的方式，OneWeb还获得了多方融资，包括印度和墨西哥的电信运营商、可口可乐、空客、国际通信卫星公司（Intelsat）、法国和美国

的进出口的银行等都是OneWeb系统的投资商。

OneWeb卫星互联网的部署、运营和服务主要依靠资本合作来完成：卫星制造采用与空客（Airbus）合作的方式；卫星发射由阿里安和维珍银河公司完成；高通负责空中接口的设计和打造双模终端；休斯公司负责终端的设计，并与可口可乐一起负责产品的分销；卫讯公司负责地面信关站的建设；印度巴哈蒂公司（Bharti Enterprise）和墨西哥通信公司（Totalplay Telecommunications）负责印度和墨西哥市场的分销和服务；洛克维尔-柯林斯公司（Rockwell Collins）公司和霍尼韦尔公司（Honeywell）负责航空终端；OneWeb还与国际通信卫星公司（Intelsat）共享用户和服务。

（3）太空探索技术公司（SpaceX）

2002年，埃隆·马斯创立了SpaceX公司，主要从事运载业务，通过成本控制、大幅降低发射费用，在卫星发射领域迅速得到了

市场认可。2015年，SpaceX向美国联邦通信委员会（FCC）提交申请，希望发射4000多颗近地轨道卫星，用于扩展覆盖全球范围内的无线互联网连接，以提供免费的卫星互联网服务。2016年9月1日，SpaceX“猎鹰9号”火箭在佛罗里达州卡纳维拉尔角空军基地（Cape Canaveral Air Force Station）发射场爆炸，恐将严重打击SpaceX的卫星互联网计划。

SpaceX更加专注于卫星制造，而不是向传统卫星制造商采购卫星，希望能够掌握卫星产业链的上游，逐步从卫星制造、卫星发射的上游向卫星服务延伸。因此，SpaceX需要的融资量将更大，根据SpaceX的估计，开办卫星制造工厂并研制4000多颗低轨卫星共计需要融资100-150亿美元。从前一阶段的融资情况看，SpaceX已经获得了来自谷歌和富达投资公司（Fidelity Investment）10亿美元的投资。

SpaceX当前面临的最大的问题是很难获得频率轨位资源。目前，SpaceX已经通过挪威政府向ITU申

报了频率和轨位，从申报的情况来看，卫星数量4257颗，使用Ku和Ka频段，运行在43个轨道面。此外，SpaceX还通过美国无线电通信委员会（FCC）向ITU申报了6-8颗Ku频段试验星，首发星MicroSat-1a和MicroSat-1b预计寿命1年，运行在轨道倾角为86.6°、轨道高度为625km的圆轨道。

（4）“低轨卫星”（LeoSat）公司

“低轨卫星”（LeoSat）公司提出了LeoSat卫星互联网计划，致力于打造120-140颗高功率Ka频段卫星互联网，提供全球数据传输服务。与03b类似，LeoSat公司并不为大众用户提供网络接入服务，他们只为大型企业和政府提供高速数据接入，未来计划为3000家大型企业和机构用户提供数据传输服务，将自身视为卫星固定运营商的容量补充。

根据LeoSat对整个卫星系统的估计，LeoSat卫星互联网至少需要融资25-30亿美元。目前，LeoSat的融资相对困难，2015年6月，LeoSat与美国纽约一家投资公司签

署了合作协议，由该公司负责帮助 LeoSat 开展首轮融资用于卫星设计。

LeoSat 的卫星研制与泰雷兹-阿莱尼亚公司 (TAS) 合作完成。TAS 完成过两大低轨卫星系统的研制 (铱星和全球星)，根据目前签署的合同，TAS 目前只负责卫星的设计评估。全部 80 颗卫星订单的归属还将通过招标来完成，最终根据星座设计的不同，卫星数量也有可能增至 120 颗。从系统设计看，LeoSat 卫星系统将会使用星间链路，甚至有可能采用光通信，因为光通信在空间会比地面光纤传输的速度还快。在单星设计方面，LeoSat 将会使用高功率卫星平台，通过提高单星能力的方式减少卫星数量。

(5) Google 公司

2014 年，谷歌推出卫星上网计划，预计投入 10 亿美元，初期打造 180 颗高性能近地轨道卫星，为全球偏远地区的居民提供互联网接入服务。据悉，该计划支出最多可达 30 亿美元，是谷歌继“热气球计划”和“太阳能无人机计划”之后的又一项旨在提高互联网覆盖范围

的项目。2014 年 9 月，美国卫星设计领域的知名专家 Greg Wyler 离开谷歌，投奔了 Facebook。2016 年 7 月，谷歌抛售了卫星上网公司 03b 的股权。目前，谷歌的卫星上网计划已严重挫折。

(6) Facebook

Facebook 公司的卫星通讯计划旨在改善世界最不发达国家的互联网接入服务。2015 年 10 月，Facebook 宣布将联手法国卫星通信运营商 Eutelsat Communications，向非洲居民提供互联网服务。据悉，上述两家公司将把卫星通讯技术植入到预计在 2016 年发射的阿摩司-6 卫星 (由以色列航空工业公司制造，造价 2 亿美元、重达 5 吨) 当中。从 2016 年下半年开始，面向西非、东非和非洲南部的部分地区提供互联网接入服务，南非、尼日利亚、乌干达和肯尼亚等国都将属于该服务被覆盖的国家。2016 年 9 月 1 日，SpaceX“猎鹰 9 号”火箭在佛罗里达州卡纳维拉尔角空军基地 (Cape Canaveral Air Force Station) 发射场爆炸，导致价值 2 亿美元的 Facebook 首颗互联网卫星

被完全摧毁，Facebook的卫星互联网服务被迫延后。

（7）SamSung公司

2015年，三星公司在发表的一篇论文中表示，计划建设一个由4600颗微型卫星组成的互联网服务网络，为用户提供低成本的互联网接入。该网络卫星计划可以提供比地面网络更快的接入速度。这些微型卫星将在海拔160公里和2000公里之间的轨道运行，每月可以最高处理1ZB流量，也就是相当于每月为50亿用户每人供200GB的流量。不过相对于OneWeb、Space X等公司已经有所行动，三星显然还刚刚进入“纸上谈兵”的阶段。

二、国际卫星频率和轨位资源的管理、分配和使用情况

根据国际电联（ITU）的规定，卫星需要频率和轨位资源是全人类共有的资源，其开发和利用需遵循国际规则。无线电频谱和卫星轨位资源无线电频谱和卫星轨位资源无线电频谱和卫星轨位资源。

（一）卫星频率和轨位资源的管理法规

1963年，国际电联召开首次

空间通信特别无线电行政大会，为无线电业务的频段进行了划分。自此，各国无线电政府主管部门在国际电联框架下，制定了《国际电信联盟组织法》、《国际电信联盟公约》、《无线电规则》、《程序规则》等一系列国际规则。这些规则成为卫星资源管理法则的基础，是合理有序管理卫星资源的必要前提。

根据这些国际法规，各国拥有和平探索和利用外空活动的权利；卫星频率和轨位资源必须平等、合理、经济、有效地使用；应采用各种技术以充分利用卫星频率和轨位资源。

（二）卫星频率和轨位资源的分配机制

在《国际电联组织法》中第196款规定：各国无线电主管部门应该牢记，无线电频谱和卫星轨位资源是有限的，必须按照《无线电规则》的规定合理、经济、有效地使用，同时还要考虑到发展中国家和具有特定地理位置国家的特殊需要，使各国可以公平地使用这些国际公共资源。

根据国际规则，无线电频谱和

卫星轨位资源在国际电联各成员国之间的分配，主要通过“先登先占”的抢占和公平规划两种方式进行。

1. 无线电频谱和卫星轨位资源的抢占方式

这种“先登先得”的方式主要由美、俄等世界航天强国主导。在这种方式下，要求各国首先根据自身需要，并依据国际规则向国际电联申报所需要的无线电频谱和卫星轨位资源，先向国际电联申报的国家具有优先使用权；然后，按照申报顺序确立的优先使用的地位次序，这些申报国家要遵照国际规则开展国际频率兼容谈判，并且保障所申报频率不能对地位优先的卫星网络产生有害干扰；国际规则还规定，无线电频谱和卫星轨位资源在登记后的7年内，必须发射卫星启用所申报的资源，否则所申报的资源自动失效。通过向国际电联申报、协调、登记的方式抢占无线电频谱和卫星轨位资源。

2. 卫星频率轨道资源的规划

在国际电联《组织法》第196款中规定，要考虑发展中国家和具有特定地理位置国家的特殊需要的

同时，使各国或各国家集团可以公平地使用无线电频率和地球静止卫星轨道的原则，主要是为防止少数航天强国借助其技术和经济实力，抢占所有的无线电频谱和卫星轨位资源。同时，应广大发展中国家的强烈要求，在《无线电规则》中强调，通过公平规划的手段，为世界各国相对公平地分配了一定数量的无线电频谱和卫星轨位资源。实质是为发展中国家预留一部分无线电频谱和卫星轨位资源，保障发展中国家在将来有能力时，有最低限度的无线电频谱和卫星轨位资源可用。

（三）无线电频谱和卫星轨位资源的使用现状

人造地球卫星按运行轨道主要分为低轨道卫星、中轨道卫星、高轨道卫星以及地球静止轨道卫星。低轨道卫星的轨道高度为200千米—2000千米；中轨道卫星的轨道高度为2000千米—20000千米；高轨道卫星的轨道高度在20000千米以上；地球静止轨道卫星的轨道高度为3.6万千米，位于赤道上空。

当前，随着空间技术、卫星技术的发展以及卫星应用的大量增

加，无线电频谱和卫星轨位资源日益紧张。

在频谱资源方面，卫星通信需要使用的频段主要涵盖L、S、C、Ku、Ka等频段，分布在1~40GHz频段区间内，其中L频段1~2GHz；S频段2~4GHz；C频段4~8GHz；8~12GHz频段称为X频段；Ku频段12~18GHz；K频段18~26.5GHz；Ka频段26.5~40GHz。根据频段传播损耗的不同，又可分为无线电窗口、半透明无线电窗口。其中无线电窗口损耗最少，介于0.3~10GHz频段间；半透明无线电窗口损耗相对较小，介于30GHz附近。各类卫星应用主要使用这些频段，其他频段相对损耗较大。

在国际电联（ITU）登记的，地球静止轨道上C频段通信卫星已近饱和，Ku频段通信卫星也很拥挤。与C、Ku频段相比，Ka频段频率资源更加丰富，而多点波束则可以数十倍地提高频率利用效率。

在轨道资源方面，由于一颗静止卫星可以覆盖地球表面约40%的区域，受天线接收能力的限制，要求两颗卫星间隔不小于2度，这样

整个对地静止轨道上的同频段卫星通常不会超过150个，显然静止卫星轨道数量已远不能满足世界各国的需求。

根据美国UCS卫星数据库2015年12月统计显示，全球在轨卫星共有1381颗，其中近地轨道和静止卫星轨道最多，中地轨道上大多是GPS、北斗、格洛纳斯、伽利略这四家的定位导航卫星。

三、我国卫星互联网的发展现状

（一）国家政府部门逐步开展卫星互联网发展规划

2015年7月，国家发展和改革委员会发布《关于实施新兴产业重大工程包的通知》，强调要推进卫星遥感、卫星通信、卫星导航的综合应用以及卫星与其他信息技术和服务的融合应用，发挥我国空间基础设施辐射带动作用，推动卫星应用产业自主创新和市场化、规模化发展，为经济社会创新发展提供有力支撑。2015年5月，在克拉玛依市信息惠民国家试点城市建设工作方案中，提出开展宽带卫星通信服务设施建设，为远程医疗、维

稳安全、水利通信、远程教育等提供宽带卫星通信服务。

2016年3月，国家“十三五”规划纲要正式发布，明确提出要拓展网络经济空间，构建泛在高效的信息网络，“合理规划利用卫星频率和轨道资源。加快空间互联网部署，实现空间与地面设施互联互通。”

2016年3月，科技部会同有关部门组织开展了《网络空间安全重点专项实施方案》，在网络与系统安全防护技术研究方向，重点支撑“天地一体化网络信息安全保障技术”，开展天地一体化多域网络安全互联技术研究。

2016年7月，《国务院关于印发“十三五”国家科技创新规划的通知》，强调要发展空天探测、开发和利用技术，“发展新一代空天系统技术和临近空间技术”“增强空天综合信息应用水平与技术支撑能力，拓展我国地球信息产业链。”“开展新机理新体制遥感载荷与平台、空间辐射基准与传递定标、超敏捷卫星与空天地智能组网、全球空间信息精准获取与定量应用、高精度全物理场定位与智

能导航、泛在精确导航与位置服务、量子导航、多源多尺度时空大数据分析与地球系统模拟、地理信息系统在线可视化服务、空间核动力等核心关键技术研究及示范应用。”

2016年8月，工业和信息化部印发《国家无线电管理规划（2016—2020年）》，明确提出要“优化国家频谱资源配置”、“合理规划利用卫星频率和轨道资源”、“开展与相关国家及国际组织间的卫星频率和轨道资源国际协调工作”、“协调军民空间频率和轨位资源，加强卫星频率和轨位的国际申报、协调、登记和维护工作”等。

（二）相关企业纷纷开展或布局卫星互联网服务业务

2013年，我国卫星应用产值约为1160亿元，其中卫星卫星通信产值达110亿元。在天通1号01星发射成功后，我国在轨国产通信卫星共12颗，包括中国卫星通信集团公司、亚太卫星等企业纷纷基于通信卫星开展或布局卫星互联网服务。

1. 中国卫星通信集团公司

早在2006年，中国卫星通信集

集团公司（以下简称“中国卫通”）就已经开展了卫星宽带业务在我国的应用探讨研究工作。其中，IPSTAR卫星宽带系统是由中国卫通与泰国信卫星大众有限公司合作，推出的低成本、高容量的卫星互联网，将卫星通信与基于IP的宽带业务相结合，实现地面宽带网络的备份和互补，可以有效解决地面网络覆盖不到盲点地区的业务需求，为国内外用户提供互联网宽带接入等综合信息服务。2016年8月，中国卫通成功发射天通一号01星，为我国建设以自主的大容量通信卫星为主体、长期稳定运行卫星移动通信系统奠定了基础，有望彻底改变当前我国以租用他国卫星实现卫星移动通信服务的局面。

目前，中国卫通提供的卫星互联网服务包括：专网服务和机载通信服务。其中，专网服务是面向集团用户、企业用户建立卫星通信专属网络，提供应急传输、视频会议、远程培训、海量数据投递、互联网接入等全方位卫星应用服务。机载通信服务是利用卫星信道资源构建机载卫星通信基础网络，通

过搭建面向各航空公司、电信运营商、内容服务商的统一开放的支撑平台，为中国及周边地区甚至全球范围内提供空中宽带互联网接入、视频传输及网络综合应用服务。

2. 鑫诺卫星通信有限公司

鑫诺卫星通信有限公司（以下简称“鑫诺卫星”）成立于1994年5月，从1998年开始，鑫诺卫星已经开始为亚太地区提供广播电视、干线通信、数据传输、互联网、远程教育等多种服务。目前，鑫诺卫星提供的卫星互联网服务包括：海上通信服务、卫星应急通信、行业专网和宽带接入。其中，海上通信服务主要满足全球远洋航运和深海油气平台永远在线、宽带通信和应用的需求，可以随时接入宽带互联网，使用VoIP语音和任何基于IP或网页的应用，乃至流媒体和视频会议。卫星应急通信主要满足抢险救灾、公共安全事件、新闻、体育现场直播、远程医疗以及大型会议展览等。行业专网主要满足客户专网内任意点间多个业务等级具有安全保证的语音、视频和数据应用等各种需求，应用在企业内部专网、专

用数据传输、远程监控、远程教育、信息采集、视频会议、新闻采集、内部话音等场景。宽带接入是通过鑫诺卫星接入Internet，提供高速互联网体验。

3. 中国移动卫星通信集团

中国移动卫星通信集团于2010年4月在香港成立，并于同年获得工业和信息化部批准，在中国境内以“L-频道”出售及分销Thuraya电信公司的卫星通讯服务产品，成为中国首家移动卫星服务供应商。

中国移动卫星通信集团主要提供救援救灾、海洋渔业、电信服务、人防应急、航空服务和气象监听，其中，救援救灾可为救援队伍连接上可靠且高速的移动卫星宽带，提供不间断地通信连接，进而获得更可靠的信息传输服务；海洋渔业可为远洋用户提供卫星通信终端和卫星宽带解决方案，确保海上联络保持通畅；电信服务使得普通电信通信功能与卫星电话通信功能达到无缝连接，具备电信通信和卫星通信双重功能，能有效弥补电信通信盲区和满足电信故障时通信需求；人防应急可以通

过专有的卫星IP设备，提供优质的卫星宽带连接；航空服务除了支持语音、9.6kbps带内数据传输和传真之外，还将支持标准IP业务，最大共享宽带可达444kbps和专线IP业务，最大独享宽带可提供384kbps。

4. 南京中网卫星通信股份有限公司

南京中网卫星通信股份有限公司(以下简称“中网卫通”)成立于2000年6月9日，是“卫星通信运营服务、卫星通信设备研发制造、卫星通信系统集成”三位一体的系统服务商，目前已建成由5套国际主流主站融合成的柔性主站群，实现了不同体制卫星通信系统的互联互通，可以为客户提供地球主站系统及卫星通信系统终端设备、卫星通信系统集成、软件研发、卫星通信运维服务等服务。

5. 亚太卫星宽带通信(深圳)有限公司

2016年7月，亚太卫星宽带通信(深圳)有限公司正式成立，并将联手中国交通通信信息中心(中交通信)打造我国首个高通量宽带卫

星通信系统。全系统将由3到4颗卫星组成覆盖全球的空间互联网通讯网络，首颗高通量宽带卫星将于2018年底发射，2019年开展卫星通信运营服务。在“十三五”末期，亚太卫星计划再发射两颗服务于美洲地区和欧非地区的高通量宽带卫星，组成全球宽带卫星通信系统。

（三）初步形成自主开展卫星互联网服务的基础和能力

一是我国具备了发展卫星互联网的卫星环境和发射基础。目前，我国成功发射第22颗自主设计制造的北斗导航卫星，长征系列运载火箭也完成了第225次飞行，天通一号01星的发射成功使得我国在轨国产通信卫星达到12颗，加之我国已有的“天绘”“资源”和“风云”等系列卫星系统及大规模的商用卫星，我国发展卫星互联网的基本环境已经具备。二是我国卫星互联网的技术进一步提升。早在2013年，我国通过“863”计划项目“基于北斗的卫星移动通信试验系统研究开发”，进行了基于3G基本参数特征的GEO（Geosynchronous Earth Orbit地球静止轨道）卫星

通信试验，初步形成了具有自主知识产权的国产卫星移动通信系统的技术体系；“天通一号01星”的发射成功有望改变我国以租用他国卫星实现卫星移动通信服务的现状，将有力推动我国以自主的大容量通信卫星为主体，建立起长期稳定运行卫星移动通信系统；亚太卫星的成立标志着我国首个高通量宽带卫星通信系统正式启动建设，未来有望构建覆盖全球的卫星互联网。三是我国卫星轨位资源布局取得成效。2016年8月，中国信威集团通过其子公司卢森堡空天通信公司，拟收购以色列Space-Communication Ltd (SCC公司) 100%股份，以获取SCC的覆盖中东地区等卫星通信服务需求增长较快的国家和地区的轨位资源。

综上，我国国务院、科技部、发改委等国家政府部门已逐步开展卫星互联网发展规划，中国卫通、中网卫通等国内卫星企业纷纷开展或布局卫星互联网服务业务，我国自主开展卫星互联网服务的技术能力正在形成，已初步具备了发展卫星互联网的基础。

卫星互联网在应急救灾、国土安全和海外军事存在等方面具有巨大价值。我国幅员辽阔，海洋领土超过300万km²，民航乘客尚无法实现互联网接入，偏远农村和西部沙漠、戈壁等大部分区域至今仍是通信盲区，依靠现有通信手段无法保障远洋经济利益和军事存在，构建全球性的卫星通信系统，搭建自主可控的卫星互联网是填补这些地区的数字鸿沟和境内外应急救援的重要解决方案。考虑到我国拥有全球最多的互联网用户，在语音、视频、数据等应用方面需求巨大，建设一个具有中国特色的，由国家财政保障、政府组织协调、企业分工合作的大型卫星互联网系统切实可行。

四、我国发展卫星互联网面临的问题

（一）卫星频率和轨道资源相对欠缺

在美国和前苏联的主导下，“先占先得”的协调分配机制成为卫星频率轨道资源的国际分配的主要方式。大量的黄金频段的卫星频率轨道资源被美国、俄罗斯（前苏联）抢占。根据美国UCS 卫星数据库数据可知，截至2015年12月，全

球共有1381颗在轨运行工作的卫星，其中美国568颗，中国177颗，俄罗斯133颗。根据国际电联公布的卫星网络资料，法国向国际电联提交的卫星网络数最多，共计784组卫星网络资料，约占总数的13%，美国其次，共计696组，中国以407组的数量排名第三；根据国际电联公布的世界主要国家已登入国际频率信息总表，中国的登入信息数为108，大幅落后于俄罗斯和美国。经过多年的发展，中国登记在国际频率信息总表的卫星网络数虽越来越多，但在空间系统以及卫星频率轨道资源申报与使用方面，中国离俄罗斯、美国的差距还非常大，加紧卫星频率轨道资源的申报与协调，加快卫星技术的发展势在必行。

（二）卫星互联网的标准规范尚不成熟

目前，我国在网络架构、空中接口标准方面尚未形成统一成熟的标准，对国际主流的卫星宽带通信标准缺乏透彻的理解，还未制定适合我国国情的Ka卫星宽带通信系统的通信体制，以及完整的空中接口协议和地面信关站接口协议，难以

指导中国卫通等国内的卫星企业开展针对卫星互联网的技术研究和业务发展。

（三）卫星互联网的通信技术尚未实现自主可控

目前，基于Ka频段的高通量卫星是发展卫星互联网的重要方向，Ka频段卫星终端的发展方向是小型化、低成本、低功耗，需要全面掌握终端的天线、射频以及基带等部件关键技术。然而，Ka频段卫星终端的射频前端的器件设计和制造技术仍被国外厂商垄断，难以确定相关供应设备是否存在后门。美国网络安全公司IOActive发布的报告称，包括美国军方卫星网络在内的卫星通信终端固件普遍存在内置于计算机代码中的数字“后门”和“硬编码证书”，不安全的通信协议和相对较弱的加密技术也加剧了卫星通信系统的信息安全风险，自主可控的卫星互联网关键技术亟待突破。

（四）卫星互联网的前期投入过大

发展卫星互联网最大的风险来自经济层面。美国航天咨询公司北方天空研究所（NSR）通过负债

比这一经济指标，对互联网卫星企业的未来收入做了大致估算。NSR按照每户每月50美元计算，未来打造卫星互联网星座的企业至少需要获得1000万的用户量级才能获得盈利，实现这样的目标难度很高。以卫讯公司（ViaSat）为例，该公司自2011年发射首颗Ka频段静止轨道宽带卫星以来，2014年宽带用户数只有63万，即使算上有效载荷搭载和网络内容收入，这些新兴的卫星互联网企业仅靠网络业务收入将难以回收成本。

（五）卫星互联网面临其他宽带解决方案的激烈竞争

一方面，由于卫星系统的服务具有滞后性，同时地面通信正在大力推动5G的发展，很难预测基于卫星系统构建的卫星互联网是否会真正优于地面通信；另一方面，包括谷歌在内的其它互联网企业也在尝试各种“高空通讯系统”解决方案，其中谷歌正在大气层放飞成千上万的巨大气球给偏远地区提供网络的“潜鸟”（Loon）计划，而脸书公司着眼于通过无人机和激光器提供高空互联网服务。考虑到谷歌和脸书的“高空通讯系统”解决方

案的成本可能只有卫星的10%甚至1%，一旦顺利推广商用，对于同样以偏远地区网络接入为目的的卫星互联网企业将是沉重的打击。

（六）卫星互联网的宽带体验不佳

卫星的寿命一般在10-15年之间，并且研发维护成本很高，使得卫星传输带宽受限。据有关部门针对IPSTAR宽带卫星测试，结果显示，其最高可以提供8Mbps下行速率和4Mbps的上行速率，相对于目前光纤上网速度动辄上G的带宽服务，已经明显落后。过高的卫星研发和维护成本还导致卫星宽带费用居高不下。一份2013年的资料显示，如果采用买断终端方式，IPSTAR卫星宽带基本版1M需要596元/月，专业版2M需要996元/月，商务版4M需要2796元/月，如果使用预付费的方式，费用就更高。

（七）卫星互联网的安全防护手段缺失

卫星互联网的网络节点在存储能力、计算能力、带宽资源和电源供电时间等方面的局限性，导致在地面环境下使用效果良好的许多

安全方案和安全技术，难以直接应用到卫星互联网环境，如防火墙、IDS等设备不起作用，计算量大的加密算法也难以应用。卫星互联网信息传输的开放性、网络拓扑结构的动态性以及集中监视和管理的缺失也使得卫星互联网易被非授权访问，用户信息易被窃取、篡改和插入，拒绝服务攻击和电磁干扰也难以阻挡。

五、全球卫星互联网建设对我国国家安全可能带来的影响

（一）卫星互联网建设带来国防安全新挑战

一方面，星载雷达、数据传输等卫星技术的进步使得地表情形几乎暴露无遗，军事重地、绝密工程、关键设施等被发现的概率急剧增加，一旦泄露将极大威胁国家安全。另一方面，卫星互联网可以不通过地面通信基础设施进行网络接入和数据传输，可作为地面通信基础设施的补充，提供强大的战时通信保障和网络作战能力。将赋予传统技术和武器平台以新角色以及“改变游戏规则”的全新能力，在短期内实现快速部署、快速反应、

快速打击，达到先敌一步、高敌一筹的战略目标，在未来战场的制天、制网、制信息“三权”争夺中占有主动。

（二）卫星互联网建设加剧网络管控难度

对于早期的卫星互联网星座，中国只要通过信关站、落地权和禁止卫星终端的销售，就可以限制大部分卫星互联网接入业务进入中国。国外新兴的卫星互联网星座一旦建成，能够以无线通信方式进行接入和信号传输，由于没有统一的国际出入口，现有的互联网关防将不起作用，难以限制有害信息的传播，普通用户甚至可以通过地面手持终端非法访问国外网站。此外，卫星互联网极有可能成为境内外敌对势力和暴恐分子传递信息、散布谣言的新渠道，网络恐怖活动、网络犯罪和网络攻击等行为将更加难以发现和应对。

（三）卫星互联网建设影响网络边界安全

卫星互联网信息传输的开放性、网络拓扑结构的动态变化、卫星系统和地面系统间的巨大距离跨

度，客观上增加了卫星互联网的网络边界，为敌对势力、黑客等的攻击提供了更多选择。此外，针对卫星互联网的安全防护手段的缺失，使卫星互联网及其基础设施成为整个互联网防护的薄弱环节，极易发生以卫星互联网为跳板，进而攻击其他地面网络通信基础设施的攻击行为。

（四）卫星互联网建设威胁网络安全数据安全

一方面，国外卫星通信技术的发展以及卫星互联网的构建将对我国卫星互联网的发展以及卫星数据通信造成潜在的安全威胁，包括对卫星通信数据的破坏、解析、修改以及对终端进行攻击等，可能导致个人信息、网站浏览信息、网络活动信息、甚至个人账户信息被窃取和篡改；另一方面，当前我国以租用他国卫星实现的卫星移动通信服务终端供应商基本为国外厂商，尚未实现自主可控。而据美国网络安全公司IOActive2014年发布的报告称，包括美国军方卫星网络在内的卫星通信终端固件普遍存在漏洞，如内置于计算机代码中的数

字“后门”和“硬编码证书”，不安全的通信协议（语言）和系统上相对较弱的加密技术也加剧了信息安全隐患，一旦美欧等国已发展卫星互联网为契机向我国输出大量带有后门的卫星服务终端产品，后果不堪设想。

六、相关措施建议

（一）尽快制定卫星互联网的发展规划

建议由国家网信办牵头，联合工信部、公安部、国资委等部门，尽快开展卫星互联网专题研究，组织专家团队对国内外相关企业和机构进行深入调研，厘清我国卫星互联网发展的具体情况，以及与国外卫星互联网发展的差距，制定国家卫星互联网发展计划，明确卫星互联网发展的总体目标、时间表和路线图，确立未来发展的重点方向，推动我国卫星互联网的落地实施。

（二）谋求全球卫星互联网建设资源的提前布局

卫星频率轨道资源是国家发展的战略性稀缺资源，是空间基础设施建设的基础，对于国家的政治、经济和国防建设具有重要的战略意

义。为此，我国应及时跟踪国内外卫星业务领域的发展现状和发展动态，分析卫星频率轨道资源需求，制订国家卫星频率轨道申报和使用的中长期战略规划；加强卫星频率和轨位的国际申报、协调、登记和维护工作；统一管理卫星频率和轨位资源，推进军民空间频率和轨位资源的协调工作；通过商业合作、企业收购等方式加强卫星频率等资源储备、卫星和地面设施等资源的统筹协调与建设，为建立覆盖全球的卫星互联网提供支撑。

（三）形成自主可控的卫星互联网通信关键技术

加强与国外卫星厂商的联合开发和技术合作，尽快掌握Ka频段卫星终端的天线、射频以及基带等部件关键技术。一方面，通过采取集成创新和自主研发并举的技术路线，推进大功率器件、低噪声放大器、有源和无源滤波器、变频器等射频关键器件的自主创新。另一方面，以传统卫星频段终端的成熟技术为基础，着重设计具有自主知识产权的基带信号处理算法以及基带芯片，实现基带以及应用部分的关

键技术的突破。此外，应以亚太卫星宽带通信(深圳)有限公司成立为契机，大力推进高通量宽带卫星通信系统的建设，缩小与国际水平之间差距，并推进应用部署，着力构建覆盖全球的自主可控的卫星互联网。

（四）深入研究卫星互联网安全技术

一是深入研究接入设备监管技术。针对卫星互联网接入设备上行信号的特点，加强对监测、发现、定位、分析等技术及装备的研发，及时发现并定位未经许可的接入行为。二是加强卫星对抗技术研究。研制信号干扰、反制等相关设备，对非法传播反动、谣言等有害信息的卫星或用户终端实施有效阻塞、干扰和屏蔽。三是加强卫星通信安全技术研究。以发射“墨子号”量子试验卫星为契机，深入研究并推广量子通信技术，增强卫星通信的安全性，构建安全可信的卫星通信环境。

（五）加强卫星互联网的标准研制及国际对接

加大国际技术标准研究，进一步消化吸收国际主流的卫星宽带通信标准，积极参加国际间的卫星宽带通信等卫星互联网建设相关协议和标准的制定，推动制定适合我国国情的Ka卫星宽带通信系统的通信体制，设计完整的空中接口协议和地面信关站接口协议。

（六）积极参与卫星互联网的国际交流与合作

建设卫星互联网，离不开国际交流与合作。在确保国家安全的前提下，积极参与卫星互联网的国际交流，在通信技术、安全防护技术等方面开展合作，发挥我国的空间技术优势，帮助落后国家建设卫星互联网建设，同时借鉴先进的技术提高我国太空互联网建设和防护水平。

（作者：王超 李建武）

国际观察：

美国卫星互联网建设的重点举措及启示

近年来，卫星互联网逐渐成为互联网发展的热门话题。引起许多国家的高度重视，纷纷制定本国互联网发展计划，在规划设计、技术创新上寻求突破，为未来的互联网发展布局，通过卫星为全球提供高速互联网接入服务。美国作为太空技术和互联网技术的领导者，更是投入了大量人物财力，早在2008年，美国宇航局就宣布其下属喷气推进实验室成功完成太空互联网的首轮测试，并且启动了国家宽带建设计划，一些公司纷纷开展了卫星互联网的相关研究，积累了丰富的实践经验。美国的卫星互联网建设举措值得我国借鉴。

一、美国卫星互联网建设的重点举措

（一）制定发展计划

多年以来，美国政府一直加紧研制太空互联网，并制定实施了一

系列卫星互联网计划。

2008年11月，美国宇航局宣布其下属喷气推进实验室成功完成太空互联网的首轮测试。这种深空通信网络采用的是一种名为“容断网”的新型网络技术。利用这一网络，喷气推进实验室的项目专家在为期一个月的测试中，成功与距离地球32万公里的一个太空探测器实现了数十张太空图像的往返传输。整个网络共设置10个节点，其中一个为太空中的探测器，其他9个位于地面，模拟数据传输过程中的各个关键点。

2009年，美国启动国家宽带建设计划，投资72亿美元用于国家宽带建设，并对包括无线通信业务频段、移动卫星业务频段在内的宽带频谱资源进行规划。

2011年，美国国防部发起在卫星上安装互联网路由器的计划——

“太空互联网路由（IRIS）计划”，该计划希望通过卫星上的路由器实现卫星通信数据包的可选择空间路径传输，从而提高数据传输速率。

2014年，美国政府开始推广影子互联网，通过特殊的联网设备让使用者通过无线接入实现任何国家任何地域不受限制地访问外部互联网资源，其中卫星互联网是其核心思想。

此外，美国一些IT企业也在大力开展卫星互联网研究计划。2014年，美国WorldVu卫星公司计划利用小型卫星组网，实现空中互联网信号的传输，进而打造全球互联的“卫星互联网”。2015年，OneWeb公司宣布启动卫星互联网计划，目标为世界上缺乏网络接入的数十亿用户提供高速互联网和电话服务。2014年，美国一家媒体发展投资基金组织（Media Development Investment Fund, MDIF）提出了“外联网”项目计划，该计划希望在充分保证用户隐私的情况下，通过数百颗微型人造卫星为用户提供免费的WiFi接入服务。2016年，美

国太空探索技术公司（SpaceX）向美国联邦通信委员会（FCC）提交申请并经政府批准，正式开始运营大型卫星网络，并向全球提供高速互联网接入服务。

（二）拓展融资渠道

以美国的三大卫星互联网企业为主，纷纷加强资本融资，强势推动卫星组网建设。

SpaceX自2002年成立以来，已经获得累积超过12.5亿美元融资，投资方包括谷歌（Google）、富达投资（Fidelity Investments）、FoundersFund风投基金等，计划建立一个轨道数字通信阵列，为全球住宅用户、商业用户、机构用户、政府和专业用户提供广泛的宽带和通信服务。

03b（Other3 Billion）公司自2007年成立以来，已经获得累计超过10亿美元融资，投资方包括Google、卫星巨头SES、有线电视运营商LibertyGlobal、投资银行Allen&Company、南非开发银行等，致力于为全球尚未接入互联网的人口（约30亿）提供互联网服务。

2015年，OneWeb公司完成了

5亿美元的A轮融资，吸引了包括空中客车（Airbus）、巴帝企业（Bharti Enterprises）、高通（Qualcomm）、可口可乐（Coca-Cola）、维珍集团（Virgin）等财团的资金支持，用融资所得建设一个卫星系统，在全球范围提供廉价宽带服务。2016年12月18日，软银集团（SoftBank-Group）宣布向OneWeb投资10亿美元，用以推进OneWeb的太空“基础设施”建设。

（三）加大技术研发

卫星互联网技术复杂且系统性较强。美国的一些公司加大卫星互联网技术研发投入，寻求多领域的关键技术突破。

美国思科公司研制耐辐射太空互联网智能路由器，目标是在太空中的卫星之间实现路由IP数据包的转发，无需回传地球站，并且减少数据传输的延迟，节省卫星通信带宽，提高网络的传输效率和灵活性。该智能路由器在应用数据承载上，将支持语音、视频和数据传输，可以支持IP协议第三层路由和多播。

OneWeb公司开展“电信级微卫

星群”研究，在低延迟、高速互联网接入、通信卫星微型化以及卫星量化生产等方面加大研发力度。通过自动化流水线智能组装卫星，减少人力物力消耗，降低卫星成本，以实现未来在地球低轨道部署由众多小卫星组成的可覆盖全球的高速通信互联网计划。

WorldVu公司除研发总重量不足113公斤的微小卫星外，还积极研发高质量的太阳能面板和电池，为在轨卫星提供足够能源供应。同时，加强与运营商伙伴的合作，研究新型互联技术，将终端作为小型基站，通过WiFi、LTE、3G或4G进行连接，实现卫星互联网地面段的信号接入。

此外，美国的一些公司还加紧开展一星多用、多星组网、多网协同等方面的技术研究工作，推动信息技术和航天科技的融合发展。

二、美国卫星互联网建设的主要特点

（一）私营企业主导

近年来，美国的卫星互联网发展势头异常迅猛，在卫星互联网建设的快速推动过程中，起主导作

用是美国的私营企业。一方面，这些私营企业拥有先进的技术、雄厚的财力以及大量的客户群体，通过将航天工业的高技术向民用领域转变，服务于其全球化互联网业务的战略布局。另一方面，美国政府完全支持私营企业利用现有的成熟技术进行开发，通过向私营企业提供大量的政府订单的形式，推动私营企业投资建设庞大的卫星互联网基础设施，不仅避免了政府的投资风险，而且促进了上下游相关产业的发展。

（二）加强市场运作

美国的卫星互联网采取市场化运作模式，其中以格雷格·维勒（Greg Wyler）创办的03b、OneWeb和埃隆·马斯克（Elon Musk）创办的SpaceX最具代表性。这些公司通过制定宏大的项目实施计划，构建未来卫星互联网的蓝图，提出项目预期目标，吸引大量资本的注入，进而推动卫星互联网相关的技术研发和基础设施建设。在实施过程中，美国采取了市场竞争的模式，政府为私营企业提供订单，通过优胜劣汰的方式，促进企业不断技术

创新，最终催生了低成本运载火箭和量产化通信卫星的问世。

（三）以服务为导向

卫星互联网是面向用户群体，以服务为导向的。03b公司计划实施的卫星互联网接入计划，为全球约30亿人口没有接入互联网的用户提供宽带通信服务，服务对象包括热带地区、太平洋岛链、海上钻井平台以及大型邮轮等。OneWeb公司计划实施的“电信级微卫星群”项目，为了给世界上缺乏网络接入的国家和地区提供高速互联网和通信服务，其服务对象是较为落后的第三世界国家的消费者和小型商业客户。OneWeb的“电信级微卫星群”还可以作为全球互联网备用系统，在个地区互联网连接出现问题时，实现互联网服务的备份，并在航空、自然灾害和一些应急工作中发挥积极作用。SpaceX的计划发射4425颗卫星，搭建一个太空的轨道数字通信阵列，在为全球住宅用户、商业用户、机构用户、政府和专业用户提供各种宽带和通信服务。

（四）战略目的明确

美国的卫星互联网建设，虽然

主要由私营企业在主导，但背后总有美国政府的影子，其核心利益是为美国的全球化战略服务。一是通过构建卫星互联网，向国际通信协会申请无线电波段许可，抢占卫星轨道和频率资源，形成垄断优势；二是推进太空信息基础设施建设，为美国掌控全球数据资源提供战略支撑；三是作为地面通信设施的备份，在地面通信设施被摧毁后依然能保证互联网正常工作，从而提高美国战时通信保障能力；四是利用卫星互联网向敌对或互联网管制国家散播有害信息，进行政权颠覆活动，为美国的全球化利益服务。

三、对我国的启示

（一）加紧制定国家卫星互联网发展计划

鉴于太空卫星轨位和频谱资源的有限性，我国应加紧制定国家卫星互联网发展计划，做好前瞻性战略布局，尽早实施一系列卫星互联网重大工程，突破卫星组网、远距离传输等关键技术，创新卫星互联网服务模式，解决卫星寿命短、数据传输时延大、易受气象环境影响

等瓶颈，全力推动卫星互联网基础设施建设，抢占太空资源阵地。

（二）扶持国内卫星互联网企业发展壮大

卫星互联网的发展离不开互联网企业的支持。我国应适时出台政策，支持国内企业做大做强卫星互联网。一方面向企业开放卫星民用应用技术，将航空航天高新技术向民用领域转变。另一方面给予企业一定的市场空间，政府可以通过向企业购买互联网服务的形式，扶持企业迅速发展。

（三）积极参与国际卫星互联网交流合作

建设太空互联网，离不开国际交流与协商。在保障国家安全的基础上，应着力开展以下几方面工作：一是密切关注卫星互联网发展动向，开展前期预研工作；二是积极开展卫星互联网技术交流，借鉴先进技术提升我国卫星互联网水平；三是积极参加国际间的相关协议和标准的制定，掌握国际卫星互联网发展的话语权；四是加强国际合作，防范恐怖势力滥用卫星互联网。

（四）支持卫星互联网核心技术研发

抓住卫星互联网的发展机会，构建拥有自己的主根服务器的互联网。一方面加大技术研发投入，提高卫星通信的核心竞争力，降低通信卫星成本，构建能够面向大众市场并提供综合业务的卫星通信网络。另一方面，展开前沿性课题研

究工作，尤其在卫星对抗技术、卫星宽带技术、卫星通信安全技术以及卫星自组网技术等方面的研究及应用研究。

（作者：李建武）

企业研究：

美国太空探索技术公司发展模式浅析

作为信息技术和航天技术融合发展的新兴领域，卫星互联网通过卫星进行互联网接入或信号传输，不需要借助电信运营商提供的线路，可以实现网络接入和信号传输的全球覆盖。近年来，卫星互联网成为重点研究和发展方向，包括美国卫讯公司（ViaSat）、欧洲卫星公司（SES）、一网公司（OneWeb）、太空探索技术公司（SpaceX）等在内的全球各大信息科技公司纷纷提出打造卫星集群，构建卫星互联网，为全球提供互联网接入服务。本文重点介绍和分析美国太空探索技术公司概况、主要发展模式，提出加快我国技术创新和应用的对策建议。

一、企业综述

（一）太空探索技术公司概况

太空探索技术公司（SpaceX）成立于2002年6月，是美国著名的太空运输公司，PayPal早期投资人

埃隆·马斯克（Elon Musk）是公司的创始人。SpaceX主要从事运载业务，开发了可部分重复使用的猎鹰1号和EELV级猎鹰9号太空运载火箭，以及“龙”系列的货运和载人飞船。借助猎鹰1号和9号运载火箭，SpaceX成功实现了人造卫星发射、空间站和地球间的货物运输等业务，通过成本控制、大幅降低发射费用，SpaceX在卫星发射等领域得到了广泛的市场认可。

2008年，SpaceX获得了美国国家航空航天局（NASA）价值16亿美元的商业补给服务的正式合同。2012年10月，SpaceX成功发射了猎鹰9号太空运载火箭，将“龙”货运飞船送入轨道，正式承担向国际太空站运输货物的任务，开启了私营航天的新时代。2013年12月4日，SpaceX发射的猎鹰9号太空运载火箭将SES-8商业通信卫星送入预定轨道，实现了公司首次成功发

射商业卫星。2014年9月，美国宇航局(NASA)在肯尼迪航天中心宣布，SpaceX和波音公司赢得了价值68亿美元的“太空的士”合同，将在未来几年向国际空间站运送航天员。2015年3月，SpaceX发射的猎鹰9号太空运载火箭成功将世界第一批全电动通信卫星送入预定轨道。2016年11月，SpaceX与NASA签订合约，通过发射一颗用于监测气候变化的卫星，以支持NASA于2021年4月对地球所有地表水进行首次监测。目前，SpaceX已俨然成为商业航天的领头羊。

（二）太空探索技术公司的火星移民计划

2012年，埃隆·马斯克在英国伦敦皇家航空学学会演讲会上首次提出了他的“火星移民计划”，将在未来15年到20年内，向火星发射不到10名“殖民先驱”，逐步建立火星殖民地，这个殖民地最后将扩展成一个数万人的社区。2016年，埃隆·马斯克在接受美国《华盛顿邮报》专访时透露了更多火星探索计划的细节。作为火星探索计划的第一步，SpaceX公司计划在2018

年发射一艘货运飞船前往火星，之后于2024年发射载人航天器，并于2025年抵达火星。

为落实火星移民计划，SpaceX公司进行了诸多测试。2016年9月27日，SpaceX公司宣布星际运输系统（ITS）巨型燃料箱的早期测试已获得成功，已完成爆破压力的测试。低温测试将是下一个测试项目。SpaceX公司表示，科学实验设备和探测器会通过货运飞船先期运到火星上，早期的飞行也将帮助SpaceX公司积累星际航行经验并测试该公司火星探索计划的安全性。

（三）太空探索技术公司的卫星互联网计划

2015年，SpaceX公司向美国联邦通信委员会（FCC）提交申请，希望发射4000多颗近地轨道卫星，用于扩展覆盖全球范围内的无线互联网连接，以提供免费的卫星互联网服务。根据SpaceX公司提交的申请文件，它计划发射4425颗小型卫星，在近地轨道组成集群，向世界各地的居民、企业、机构、政府和专业用户提供广泛的宽带和通信服务。这些小型卫星的长、宽、高分

别为4米、1.8米和1.2米，重量约386公斤。它们将在距离地球1150公里至1325公里的近地轨道运行，预计发射后使用寿命为5至7年。首批部署的约800颗卫星将覆盖美国本土、波多黎各和美属维尔京群岛等。在全部卫星部署到位之后，这个系统将覆盖地球表面每一个地方，因此原则上可以提供无处不在的全球互联网服务。

二、太空探索技术公司的发展模式

（一）强调成本和质量控制

SpaceX始终坚持“低成本、高可靠”的核心理念，将降低火箭成本、提高火箭可靠性视为公司的核心目标。2012年，埃隆·马斯克发表了《为何美国可以战胜中国：SpaceX公司的成本事实》一文，强调SpaceX创立的8年多里，公司的总支出不到8亿美元，其中包括5发猎鹰1号、2发猎鹰9号太空运载火箭和1艘“龙飞船”的研制和发射成本，以及所有生产和发射设施成本。其中，相比美国空军EELV火箭35亿美元的研制费用以及欧洲阿里安5高于35亿美元的研制费用，猎

鹰9号太空运载火箭的研制费用不到3亿美元，成本低了一个数量级。

在发射成本方面，SpaceX的火箭发射周期约为一个月，发射费用为6000万美元每次。这一极低的发射费用成功击败了美国的其他竞争对手，连中国和俄罗斯都难以企及。SpaceX采取缩短供应链的方式来降低成本、提高效率。相关数据显示，SpaceX自己完成了80~90%的火箭制造工作，大多数零部件都能做到自己生产，如一个价值2.5万美元的阀门，自己生产只花费1.1万美元。

（二）高度重视技术创新

SpaceX高度重视技术创新，坚持自主掌握核心技术。SpaceX自主研制了猎鹰1号和猎鹰9号太空运载火箭的主发动机、上面级发动机、制导系统和低温贮箱等，采用3D打印技术制造复杂发动机曲面部件，还为“龙”系列货运和载人飞船设计了无需使用降落伞的动力着陆装置。

SpaceX还在持续研究火箭复用技术，并取得显著成果。2013年10月，SpaceX成功将全门板的垂直起飞垂直降落（VTVL）技术应用于

新研发的“蚱蜢”火箭上，实现火箭发射升空744米后在发射台的准确降落，标志着人类首次研制出可重复利用的火箭。2015年12月，猎鹰9号火箭实现了一级火箭回收，成为了人类第一个可实现一级火箭回收的轨道飞行器。2016年4月，SpaceX公司猎鹰9号火箭第一级成功降落在海上无人船上，成功完成世界首次海上回收火箭。

（三）注重技术引进来提升研发效率

研发效率较高是SpaceX公司能从众多企业脱颖而出的关键。SpaceX在技术使用上不仅追求先进，还创造性地采用了大量成本低、可靠性高的成熟技术。在美国政府的大力扶持下，“猎鹰”系列火箭采用了诸多阿波罗登月时期的技术，包括泵压循环方式、下降级发动机的喷管和单组元针栓式喷注器等。发动机整体设计也源自TRW公司。在此背景下，猎鹰9号太空运载火箭从方案论证到首飞，仅用时不到5年。形成鲜明对比的是，中国的长三乙火箭在长三甲和长征系列火箭的基础上进行研制，从方

案论证到首飞，却用了7年时间。包括轨道科技公司“天鹅座”在内的其他竞争对手们在进度上也远远落后于SpaceX。

（四）构建扁平化的管理架构

传统的火箭研发工作模式多以大团队协同工作为主，例如波音公司投入了约1000名工程师开展德尔塔4火箭的研制工作。SpaceX则构建了扁平化的管理架构，来提升研发工作团队的效率。例如，公司创始人埃隆·马斯克担任首席运营官并兼任首席技术官，公司设总裁1名主管公司运行，另设副总裁9人，分别主管业务、技术等领域的相关工作。SpaceX没有通常意义上的部门划分，扁平化的组织结构使研发与生产的联系更为紧密，各领域的员工平等地参与技术研讨、设计和开发等工作。研发工程师在设计环节就可随时前往生产车间，就工艺、材料等的可实现性，研发技术是否具备投产条件等相关信息与生产人员直接沟通。扁平化的管理架构不仅显著提升了团队的研发和工作效率，还大大降低了管理成本。

三、对我国的启示

（一）加大基础技术的研究 力度

借鉴SpaceX公司的发展模式，围绕我国网络空间、航空航天领域亟待突破的基础技术瓶颈，进行深入研究。如，在网络空间领域，加大对芯片、操作系统等信息基础技术的研究；在航空航天领域，加强对推进技术、能源和热管理技术、轨道动力学和控制技术、结构材料和制造技术、载人居住环境和乘员健康、地外天体基地构建技术、载人机动和作业技术、原位资源利用技术八个方面的基础技术的研究。推动技术创新，实现技术突破和成果转化。

（二）注重军民技术的交叉 融合

SpaceX公司的技术和产品，尽量借鉴成熟的经过验证的产品，同时电子产品较多采用了民用等级元器件，不仅降低了研发成本，还提高了研发效率。我国应借鉴SpaceX公司的发展模式，推动成熟稳定的军用技术转入民用，如互联网和卫

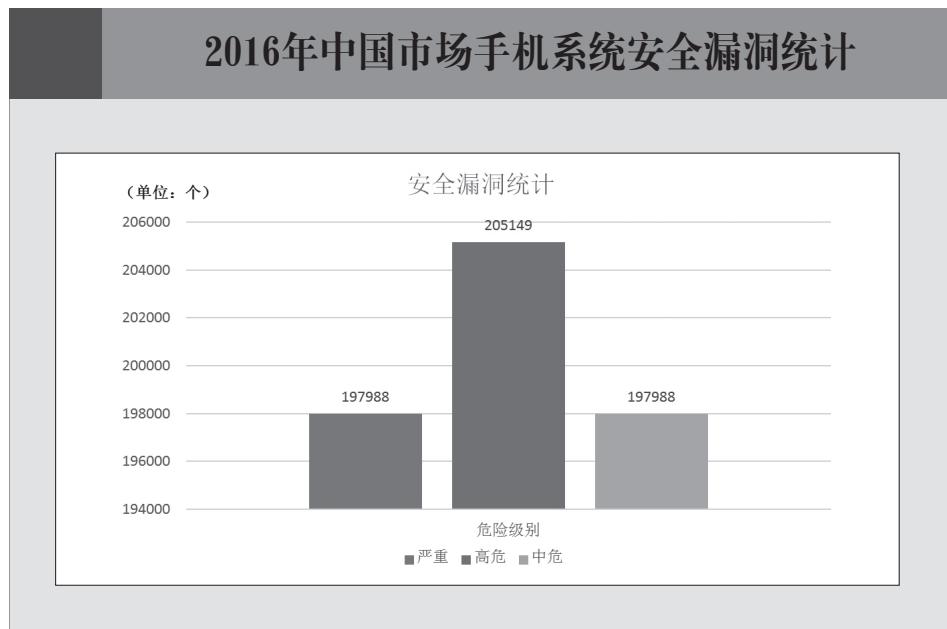
星导航等技术，进一步推动技术创新、经济发展。此外，也应积极推动先进的民用技术特别是颠覆性技术，如拟态防御技术、量子计算技术等的落地并应用于军事领域，形成非对称作战能力。

（三）推动航天等高端装备制 造的商业化发展

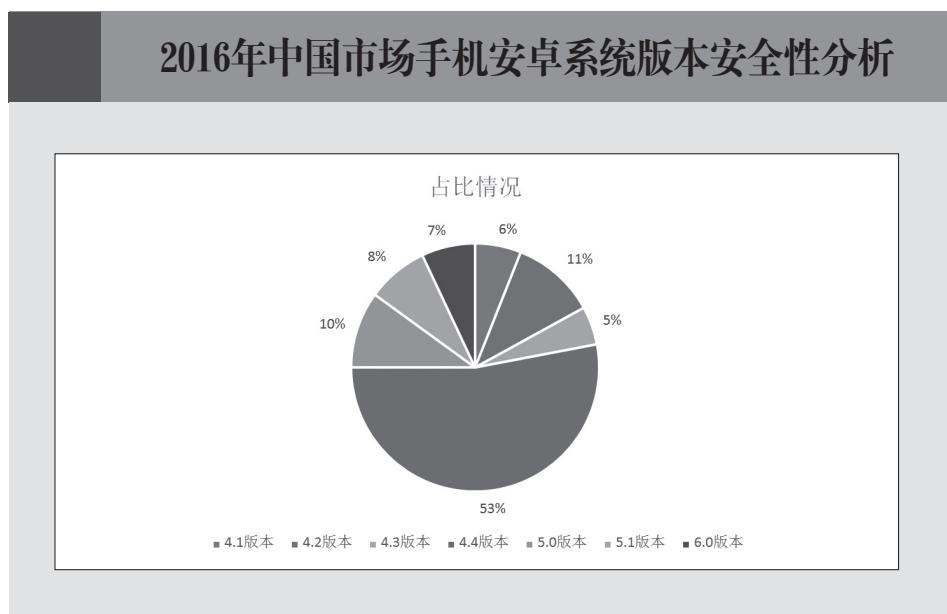
SpaceX采用了商业化研发生产方式，没有将相关软硬件的生产研制进行外包，能确保所有软硬件的质量管控，进而实现了火箭和航天飞船制造的全程质量保障。SpaceX还率先在航天领域实践了流水线化的生产模式，通过大规模生产，来大幅降低生产制造成本。即使存在一定的次品率或故障率和，也不会导致重新研发。我国可考虑结合发展实际，在航天等高端装备制造领域，以试点方式推行流水线化的生产模式，加强对装备零部件的管控，减少不必要的供应链环节，以缩短生产周期，降低生产成本，推动航天等高端装备制造的商业化发展。

（作者：王超）

数据之窗：

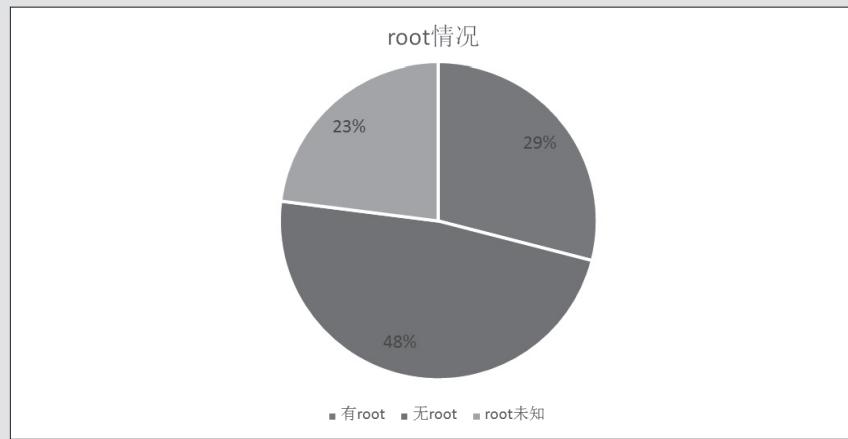


数据来源：安全牛，2016年12月



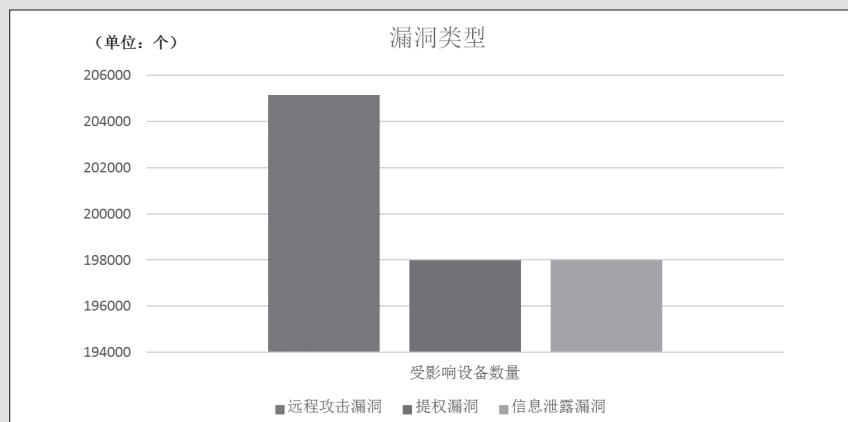
数据来源：安全牛，2016年12月

2016年中国市场手机root与漏洞数量



数据来源：安全牛，2016年12月

2016年中国市场手机漏洞类型统计



数据来源：安全牛，2016年12月

赛迪智库是中国工业和信息化领域的知名思想库，直属于国家工业和信息化部中国电子信息产业发展研究院。自成立二十余年以来，秉承“面向政府，服务决策”的宗旨，赛迪智库专业从事软科学研究工作，积极开展基础研究、预先研究和对策研究，致力为政府提供决策咨询和支撑服务。研究领域既注重发展规划、产业政策、产业科技、产业经济，又突出信息化、电子信息产业和软件服务业，同时涵盖装备工业、消费品工业、原材料工业和工业节能。目前，赛迪智库总部设在北京，并在上海、重庆、广州和深圳等地设有分支机构，拥有400余名专业研究人员，业务网络覆盖全国200多个大中型城市。

详情请浏览网站：www.ccidthinktank.com

北京

地 址：北京市海淀区万寿路27号院8号楼12层
邮 编：100846
联系人：刘 颖
电 话：0086-10-68200552
传 真：0086-10-68209616
邮 箱：liuying@ccidthinktank.com

广州

地 址：广州市天河区先烈东路190号
粤海凯旋大厦10层
邮 编：510000
联系人：王三义
电 话：0086-20-66611011
邮 箱：wangsanyi@ccidgroup.com

深圳

地 址：深圳市南山区高新中一道9号软件大厦1005
邮 编：518057
联系人：王三义
电 话：0086-755-36630363
邮 箱：service-sz@ccidconsulting.com

上海

地 址：上海市浦东新区亮秀路112号
浦东软件园Y1座408室
邮 编：200040
联系人：常 春
电 话：0086-21- 64689608
传 真：0086-21- 64689205
邮 箱：changchun@ccidconsulting.com

重庆

地 址：重庆市南岸区南城大道199号
邮 编：400060
联系人：熊信英
电 话：0086-23-62923501
传 真：0086-23-62923519
邮 箱：xiongxy@ccidcq.com

工业和信息化部赛迪研究院

《网络空间研究》编辑部

编 辑 部：工业和信息化部赛迪研究院

通讯地址：北京市海淀区万寿路27号院8号楼12层

邮政编码：100846

联系 人：刘 颖 董 凯

联系电话：010-68200552 13701304215

010-68207922 18701325686

传 真：0086-10-68209616

网 址：www.ccidwise.com

电子邮件：liuying@ccidthinktank.com

