

# 卫星行业深度报告系列一：好风凭借力，扶摇九万里

## 卫星产业链投资全面梳理

华西通信团队

2021年4月18日

分析师：宋辉

SACNO: S1120519080003

邮箱: songhui@hx168.com.cn

分析师：柳珺廷

SACNO: S1120119060016

邮箱: liujt@hx168.com.cn

产业政策:逐渐放开，国有企业完全垄断局面破局

火箭可回收、卫星标准化制造、低轨化，带动卫星发射、制造成本降低，卫星性能也快速提升，商用化价值和市场扩大

人才外溢、资本关注，商业航天市场创业环境转好

**投资方向：火箭制造及发射，卫星制造与运营是商业化程度最高**

**火箭制造和发射**

液体、大推力、可回收火箭制造商及配套厂商

**卫星通信**

- 1、低轨卫星数量预期发射量较大，星载核心硬件通信转发器和天线最先受益。
- 2、地面接收硬件终端（卫星接收天线、手持终端等）以及应用服务。高通量卫星在轨数量的增多，重点关注面向普通消费者卫星通信应用的初创企业。

**卫星遥感**

- 1、遥感卫星制造环节关键光学相机、成像雷达。
- 2、遥感数据需求比较多的主要来自于军队、政府、科研院所等，普通企业市场需求仍然不明朗，其盈利模式长期面临比较大的考验

**卫星导航**

- 1、军工借北斗三号产业整合；北斗民用领域应用分散，重点关注交通运输、农用机械、自然灾害监测等市场。
- 2、长期看好高精度地图运营服务商

## 通信卫星投资结论

### 1、为什么这个时间点关注卫星通信领域？

- 1) 卫星发射模式及制造模式发生深刻变化：在SpaceX等公司带动下，火箭、卫星等制造模式从传统的定制化变为批量化，传统发射制造成本大大降低，通信卫星可以低成本快速组网，卫星通信技术设施快速完成全球覆盖。
- 2) 卫星通信高通量趋势明显，带宽成本下降，降低用户门槛，卫星通信相关应用普及会加快：2022年，大容量（高通量）卫星将占全球总卫星带宽的50%；2022年前后，我国宽带卫星容量需求也将达到1TB以上，带宽成本大大降低有利于带动应用普及。
- 3) 民营企业加入卫星通信及应用领域，打破国家队模式：民用航天迅速发展，除了在卫星基础设施方面对传统卫星通信作为补充之外，民营企业在商业模式方面的探索较为积极。

### 2、哪些领域值得投资？

在商业航天产业所覆盖的主要领域中，**火箭制造及发射，卫星制造与运营是商业化程度最高的两个领域。**

- 1) 火箭制造及发射：商业火箭以承接商业卫星或者国家卫星等有效载荷的订单为主要盈利模式，但是由于中国特有体制因素国家卫星订单预计不会是目前商业火箭的主要收入途径，因此**液体、大推力、可回收火箭（降低发射成本）制造商**是未来商业火箭制造和发射企业的发展重点，因此动力系统会成为火箭制造的关键环节。
- 但是目前国内发射场数量只有5站，酒泉、西昌、太原、文昌、烟台海阳，虽然今年增加一家，但是发射场资源还是紧缺，大部分还是满足国企发射需要，未来发射场数量有持续增加趋势，对于商业行业航天是一大利好。
- 2) 通信卫星制造：**低轨卫星数量预期发射量较大，星载核心硬件最先受益。**通信卫星和有效载荷是通信转发器和天线（相控阵天线和固定多波束天线），Ka频段高通量卫星需求带动下，**相控阵天线具备规模经济优势**，星载相控阵天线相关科研院所及公司包括上海微系统与信息技术研究所、54所、铖昌科技（和而泰）等，另外卫星核心零部件厂商康拓红外、雷科防务等。
- 3) 通信卫星应用：地面接收硬件终端（卫星接收天线、手持终端等）以及应用服务。尤其是服务高通量卫星之前卫通通信领域多用于应急、航海、航空的等专业高价值领域，**随着高通量卫星在轨数量的增多，其相关普通消费者应用的初创企业也非常值得资本市场关注。**

## 遥感卫星投资结论

- 1、中国的遥感卫星行业长期由政策主导，国家进行专项投资计划的发展模式，十三五后国家出台多项航天产业发展改革政策，推动遥感卫星商业化应用的发展。
- 2、遥感卫星制造环节关键光学相机、成像雷达被少数企业所垄断，目前商业卫星制造厂商主要是长光卫星、微纳卫星等。
- 3、遥感卫星的中游数据生产和数据增值服务等产业商业化程度较高主要是商业运营商，为下游军队、政府、企业提供遥感数据分析，数量比较多。
- 遥感卫星数据运营商大概为可分为两类：拥有自有卫星（世纪空间、欧比特等）和无自有卫星（中科星图、航天宏图等）。
- 4、目前对于遥感数据需求比较多的主要来自于军队、政府、科研院所等，普通企业市场需求仍然不明朗，其盈利模式长期面临比较大的考验。

## 导航卫星投资结论

- 1、军工方面北斗三号将会是一个机会，由于终端侧及芯片侧方面过去产业链非常分散，我们认为未来军工北斗领域将会迎来集中度整合，具备芯片能力的（基带、射频等）供应商将会获得比较高的市场的份额，预计**海格通信**（芯片、板卡、系统全产业链布局）受益。
- 2、北斗民用领域应用相对比较分散，重点还是关注交通运输、农用机械、自然灾害监测等细分市场，由于北斗应用市场碎片化，供应商格局也相对分散，北斗民品市场的拓展对于公司营销投入要求比较高，销售费用占收比高的公司在民用北斗市场有竞争优势，受益标的**华测导航**等。
- 3、北斗定位应用层面，重点关注自动驾驶对于高精度地图需求，高精度地图运营服务商投资价值较大，例如**千寻位置**、**中移智行**、**星舆科技（海格通信）**、**四维图新子公司六分科技**。但是目前制约高精度市场发展的重要因素是硬件板卡价格：技术壁垒较高、研发周期很长，另外市场需求还未起量制约降价。



## 01 卫星系统整体概述

## 卫星系统组成：空间段、地面段与用户段构成卫星互联网系统

### 空间段

指星座中的所有卫星，可以是地球静止轨道卫星或中、低轨道卫星，作为通信中继站，提供网络用户与信关站之间的连接。

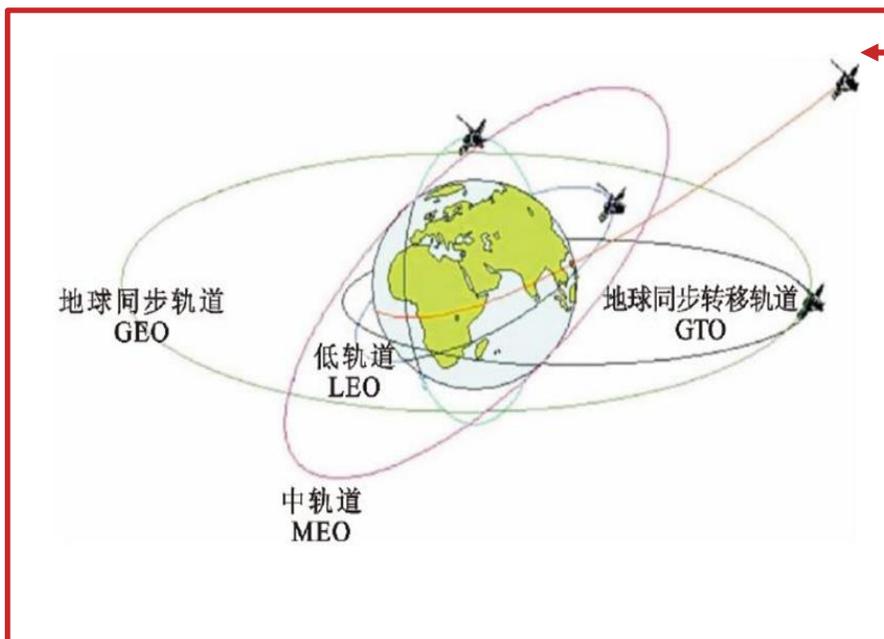
### 地面段

通常包括信关站、网络控制中心和卫星控制中心、测控站及地面支撑网，用于将移动用户接入核心网，以及对空间段的测控、网络运行还礼及用户管理等功能。

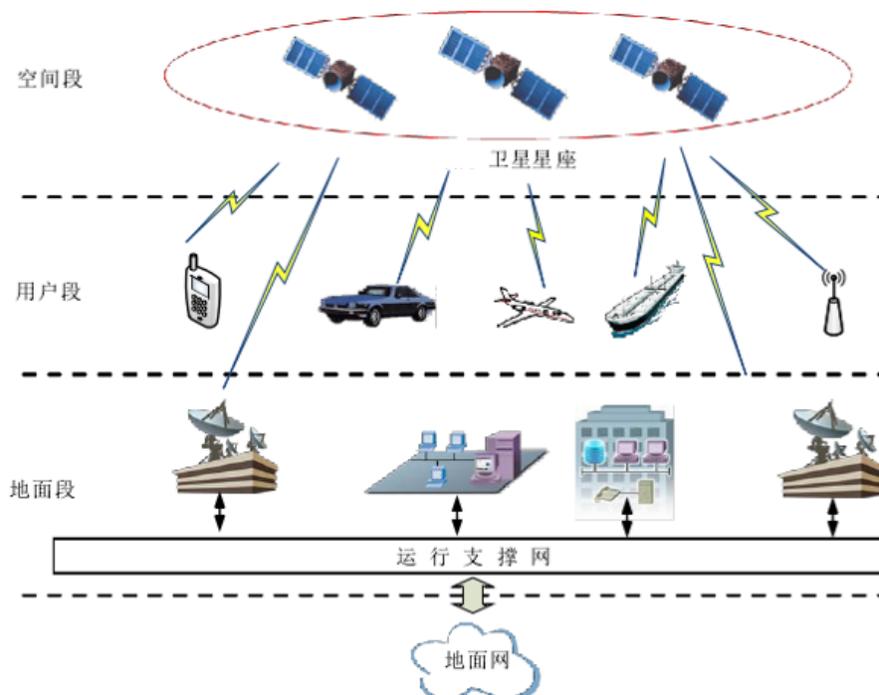
### 用户段

由各种用户终端组成，包括手持、便携站、嵌入式终端、车载、舰载、机载终端等。

卫星系统空间段构成示意图



卫星互联网系统分层段构成示意图



将来自地面站/用户段的电磁波放大后返送回另一地面站/用户段，包括卫星平台及卫星载荷两大系统

接受卫星或者地面站信号数据，向地面站发送信号

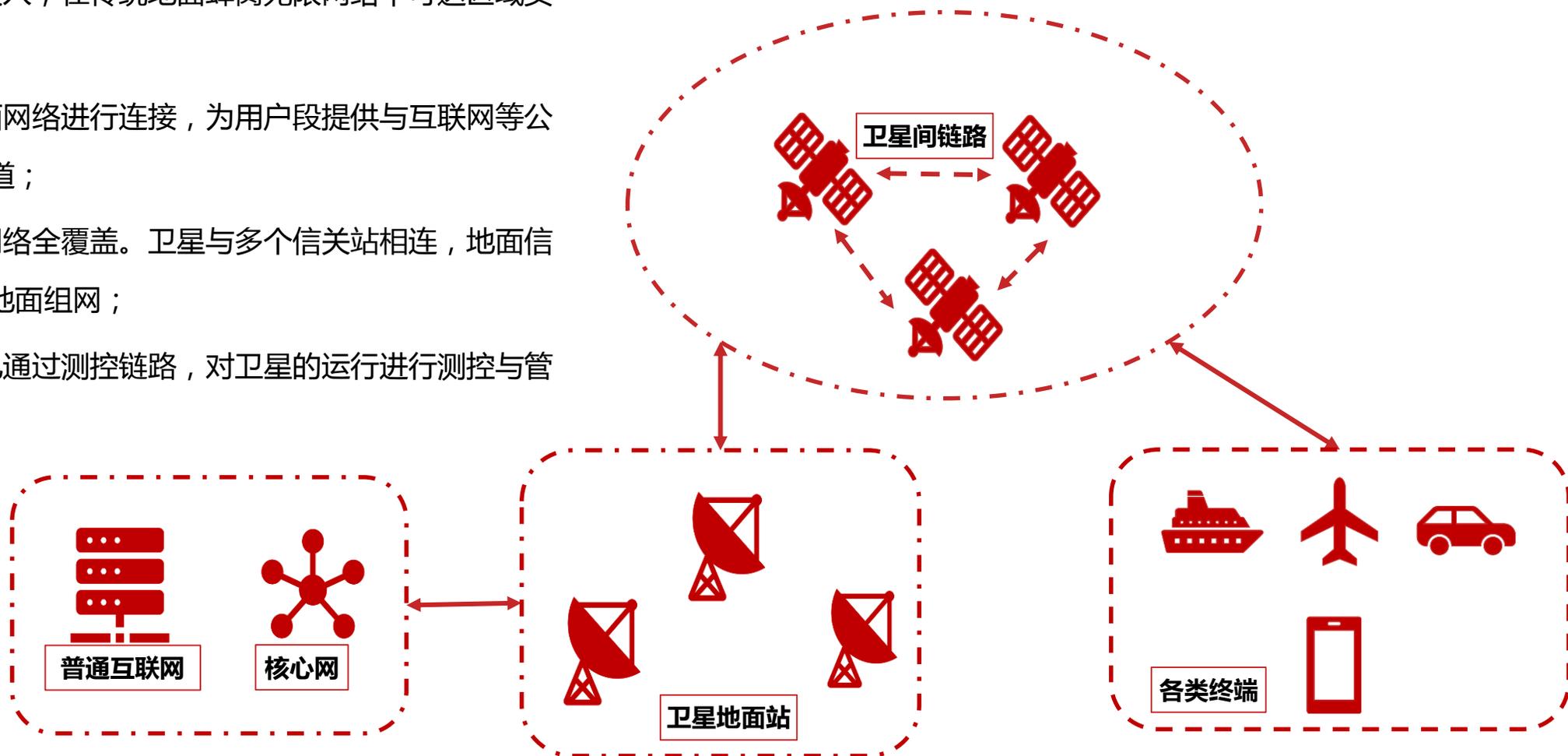
卫星系统与地面公众网的接口，地面用户也可以通过地面站出入卫星系统形成链路。包括地面卫星控制中心及其跟踪、遥测和指令站。

## 卫星系统原理：用户通过卫星接入，地面组网实现后台相关业务处理

### 卫星系统工作原理：

- 1) 为用户段设备提供接入，在传统地面蜂窝无线网络不可达区域实现覆盖；
- 2) 与地面段设备和地面网络进行连接，为用户段提供与互联网等公用和专用网络的连接通道；
- 3) 地面基站组网形成网络全覆盖。卫星与多个信关站相连，地面信关站通过多站点，实现地面组网；
- 4) 地面段中的测控站也通过测控链路，对卫星的运行进行测控与管理，保障卫星正常运行。

卫星互联网网络原理示意图



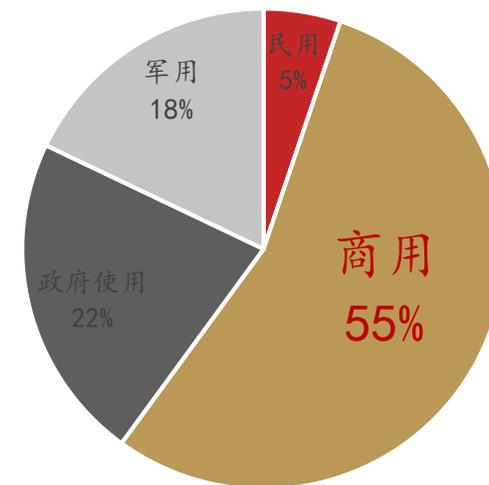
## 卫星系统按不同应用领域分类：科学卫星、技术试验卫星和应用卫星

- 卫星按照应用分类，可分为科学卫星、技术试验卫星和应用卫星。其中科学卫星和技术试验卫星起步较早，应用卫星占比较高。
- 应用卫星可进一步按使用方的不同，分为民用、商用、军用和政府使用四部分。其中商用卫星占比超过54%，数量明显占优。

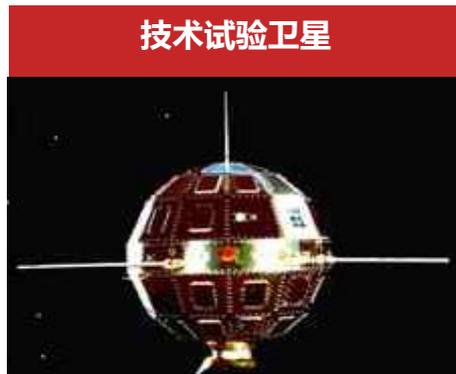
### 科学卫星、技术试验卫星与应用卫星介绍

类型	主要功能	代表型号
科学卫星	• 用于科学探测和研究、研究高层大气、地球辐射带、地球磁层、宇宙线、太阳辐射等，也可以观察其他星体	美国金星先锋1号、尤利西斯、新地平线、流浪者7号、中国探测1号、探测2号
技术试验卫星	• 进行航天新技术试验或者为应用卫星进行试验	美国深空1号、俄罗斯斯普特尼克2号、中国实践1号
应用卫星	• 为国民经济和军事服务，主要于卫星通信、导航定位和地球观测	美国AMC、科里奥利、俄罗斯指南针2号、中国鑫诺4号

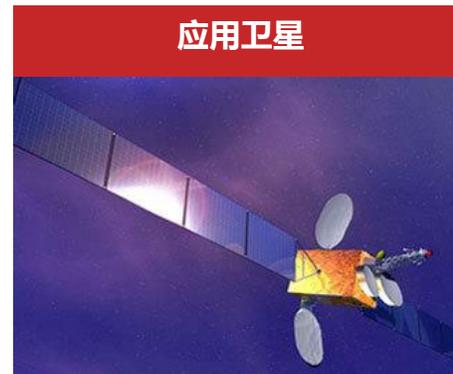
全球已发射应用卫星依使用方分类情况



美国金星先锋1号



中国实践1号



中国鑫诺4号

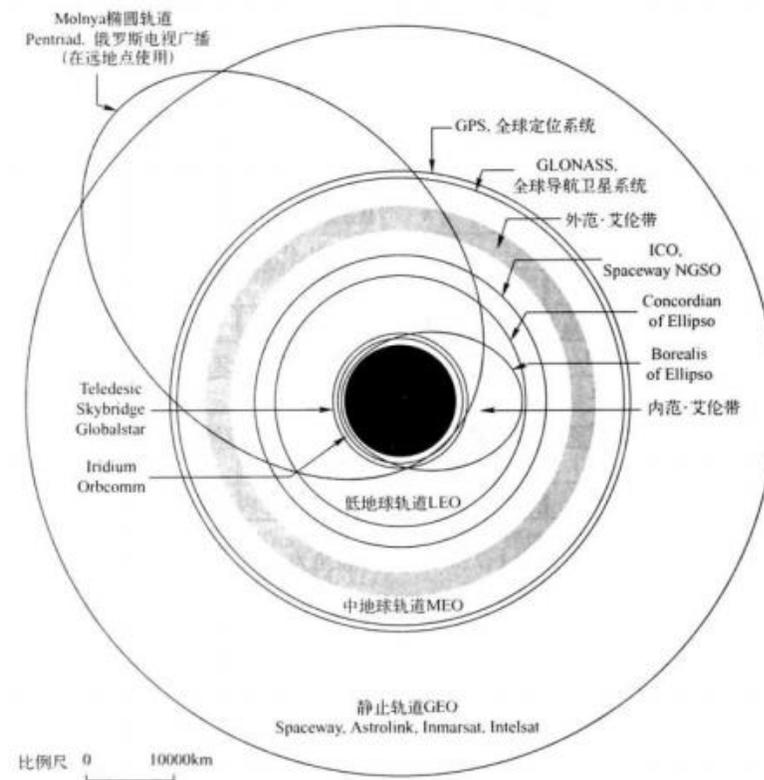
## 卫星系统按轨道高度分类：卫星可分为低轨、中轨、高轨与高椭圆轨道卫星

- 卫星按照轨道高度可分为：低轨道（LEO）卫星、中轨道（MEO）卫星、高轨道（GEO）同步卫星、高椭圆轨道卫星，不同轨道高度有不同的特征和用途。

不同轨道卫星适用场景不同

类别	轨道位置	特征	用途	代表型号/系列
低轨道（LEO）卫星	距地面300-2000km	传输时延、覆盖范围、链路损耗、功率较小	对地观测、测地、通信等	美国铱卫星、全球星、中国灵巧通信试验卫星
中轨道（MEO）卫星	距地面2000-35786km	传输时延、覆盖范围、链路损耗、功率大于LEO，小于GEO	导航	美国奥德赛、Irmarsat卫星、ICO
高轨道（GEO）卫星	距地面35786km的地球同步静止轨道	存在较长传输时延和较大的链路损耗	通信、导航、气象观测等	中国北斗卫星
太阳同步轨道（SSO）卫星	距地面高度小于6000km	轨道平面与太阳保持固定取向	气象观测、光学遥感等	中国风云一号卫星
倾斜地球同步轨道（IGSO）卫星	距地面35786km	-	导航	中国第44、49颗北斗导航卫星

不同卫星轨道情况示意图

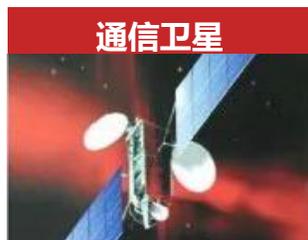


## 卫星系统按用途分类：卫星可分为通信、气象、侦察、导航、资源及天文七类卫星

- 卫星依详细用途可分为：通信卫星、气象卫星、侦察卫星、导航卫星、资源卫星及天文卫星。

依用途分类卫星简介

类型	主要功能	代表型号/系列
通信卫星	<ul style="list-style-type: none"> <li>通过转发无线电信号，实现卫星通信地球站之间或地球站与航天器之间的无线电通信</li> <li>可传输电话、传真、数据和电视等信息</li> </ul>	美国AMC、ICO、天狼星、俄罗斯光子、快车、中国中星9A
气象卫星	<ul style="list-style-type: none"> <li>搭载各种气象遥感器，接收和测量地球及其大气层的可见光、红外和微波辐射，并将其转换成电信号传送给地面站。</li> </ul>	美国国防气象、泰罗斯1号、俄罗斯流星、中国风云1号
侦察卫星 (间谍卫星)	<ul style="list-style-type: none"> <li>携带高分辨率的照相机、摄像机对地面目标进行拍摄</li> <li>分为照相侦察、电子侦察、导弹预警和海洋监视4类卫星</li> </ul>	美国KH-11、导弹预警DSP、俄罗斯宇宙1号
导航卫星	<ul style="list-style-type: none"> <li>从卫星上连接发射无线电信号，为地面、海洋、空中和空间用户导航定位</li> </ul>	美国GPS、欧洲伽利略、俄罗斯格洛纳斯、中国北斗卫星
资源卫星	<ul style="list-style-type: none"> <li>利用搭载的多光谱遥感设备，获取地面物体辐射或反射的多种波段电磁波信息，并将信息发送给地面站</li> </ul>	美国陆地1号、发过史波特、中国资源1号
天文卫星	<ul style="list-style-type: none"> <li>观测宇宙天体和其他空间物质</li> </ul>	国际红外线天文卫星、日本光亮号



通信卫星

美国AMC卫星



气象卫星

美国国防气象卫星



侦察卫星

美国导弹预警DSP卫星



导航卫星

美国GPS卫星



资源卫星

中国资源1号卫星



天文卫星

国际红外线天文卫星



## 02 产业链情况：民营企业快速涌现，产业链先后周期

# 卫星产业链：火箭发射及卫星制造

- 卫星制造包括上游配件、卫星平台和卫星载荷三部分；卫星发射包括火箭发射和发射服务两部分。

## 卫星制造产业细分系统



## 卫星产业链：地面及终端设备

- 地面端主要是地面设备，其由固定地面站、移动站和用户终端构成。

地面设备产业细分系统



## 卫星通信产业链：各个环节民营企业快速涌现

- 卫星互联网产业链包括四大环节：卫星制造、卫星发射、地面设备和卫星运营与服务。

卫星互联网产业链及各环节代表厂商

### 卫星制造

卫星制造处于产业链的上游，国内外的成熟企业均较少，技术壁垒较高，掌握核心技术并已经获得市场空间的企业具有先发优势。

#### 上游组件

代表厂商  
康拓红外、航天电器、雷科防务、天奥电子、中电科、和而泰、新雷能、全信股份

#### 卫星平台

中国航天（中国卫星、东方红海特卫星）、九天微星、天仪研究院、长光卫星、二十一世纪、微纳星空、和德宇航、零重力实验室、银河航天、埃依斯等

#### 卫星载荷

中科院、长光卫星、星智空间

### 地面设备及终端

地面设备准入门槛相对较低，需求市场多元化，容量较大。

#### 卫星地面站

代表厂商  
航天科技、中国卫星（东方红）、中国航天科技集团、北斗星通、国腾电子、南方测绘、海格通信、华讯方舟

#### 终端产品

中电54所、海格通信、七一二、华力创通、华讯方舟、北斗星通、华测导航、合众思壮、盟升电子、中海达、振芯科技等

### 卫星发射

卫星发射由“国家队”主导，民营企业大量发展。火箭发射技术相对成熟，但一箭多星有待提高，成本有望随技术发展有效降低。

#### 火箭制造

代表厂商  
航天科技、航天科工（快舟）、蓝箭航天、重庆零壹、翎客航天、星河动力、星际荣耀、九州云箭、星途探索、深蓝航天、驭龙航天、凌空天行、进取空间

#### 火箭配套

上海沪工、航天电子、宇航推进、灵动飞天、天擎航天、空天引擎、鑫精合（TSC）

#### 发射服务

中国运载火箭技术研究院

### 卫星运营与服务

卫星应用市场是卫星产业中最大的市场，但目前国内企业对卫星应用方面尚在起步阶段，体量仍然较小，发展潜力大。

#### 通信卫星

代表厂商  
中国卫通、中国电信、联通航美、环球航通等

#### 卫星导航

千寻位置、星奥科技、四维图新、高德地图、路畅信息

#### 遥测遥感

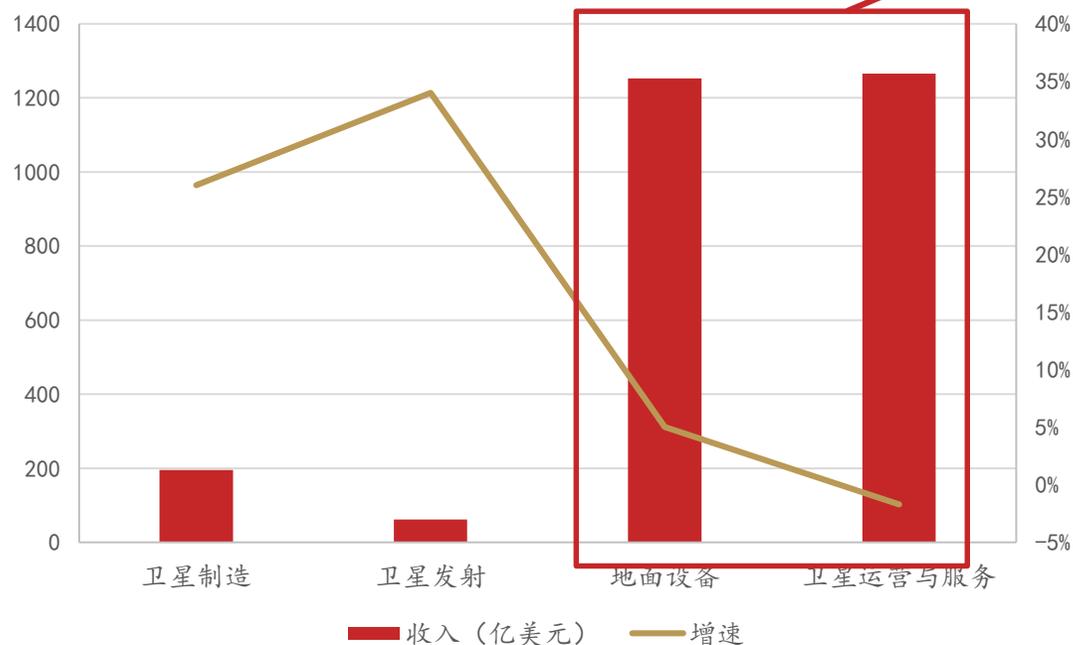
航天宏图、中科星图、二十一世纪空间技术、中科遥感

## 市场空间：卫星制造与发射端：作为卫星系统基础设施，前周期市场，增速较快

- 卫星制造与发射行业依产业顺序先行落地，近年增速较大。2018年卫星制造业收入195亿美元，占卫星产业收入7%，同比增长26%；卫星发射业总收入62亿美元，占卫星产业收入2%，同比增长34%。
- 发射环节一箭多星技术较为关键，制造与发射成本有待进一步降低。相较于国外一箭60星的发射水平，我国一箭20星的发射技术有待提高，并且目前中国单颗卫星制造成本也在海外普遍水平的4倍以上，成本降低有待进一步提升。

### 产业中下游为高收入环节

2018卫星各产业收入与增速情况



我国卫星制造成本相对处于较高水平

	中国卫星计划	StarLink	亚马逊
计划卫星 (颗)	3100	42000	3236
<b>单颗卫星制造成本 (万美元)</b>	<b>429</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
投入成本 (亿美元)	132.99	210	32.36

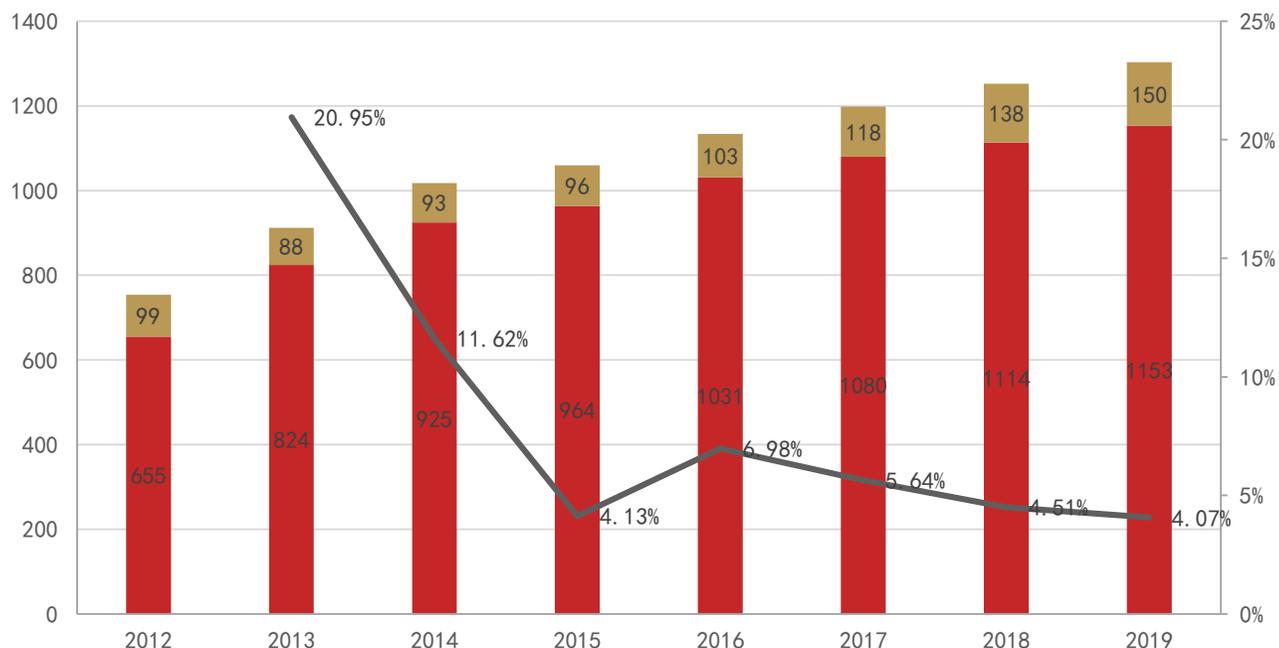
我国卫星发射箭载能力也是降低成本关键

	中国	SpaceX
运载火箭	长征系列 (航天科技)、 快舟系列 (航天科工)	猎鹰运载火箭
<b>单位发射成本 (万美元/kg)</b>	<b>1</b>	<b>0.22</b>
单箭最佳运载能力	一箭20星	一箭60星

## 市场空间：地面网络设备市场有限国企具备优势，终端市场空间大后周期逻辑

- 卫星地面设备主要用于发送和接收卫星信号，并对卫星网络进行管理和接收，主要包含了网络设备和大众消费设备两部分。
  - 网络设备主要包含了卫星信关站，控制站，网络运营中心(NOCs)，卫星新闻采集(SNG)以及甚小天线地球站(VSAT)；
  - 大众消费设备主要包括卫星导航设备(GNSS),卫星电视,广播,宽带以及移动通信设备等。
- 地面设备发展较快，利润占比不断提升。由于智能手机和平板电脑等全球导航卫星系统(GNSS)终端在全球范围内的持续销售，地面设备相较于卫星制造，在全球范围内地面设备市场规模增长快速，从2012年的754亿美元增长到2019年的1303亿美元，年复合增长率为8.13%，

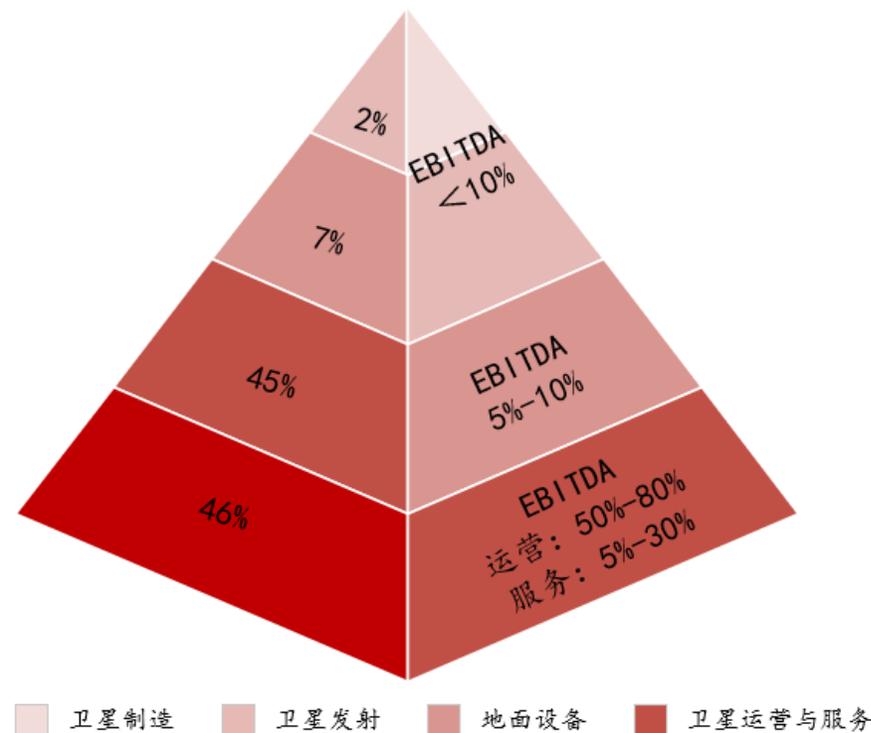
全球卫星地面设备市场规模及构成（亿美元）



从图中看消费设备较高比例，市场规模较大

消费设备 网络设备 增速

卫星互联网产业利润情况



## 市场空间：卫星运营与服务：市场广阔，具有强消费属性

- 卫星运营与服务产业主要由大众消费通信服务、卫星固定通信服务、卫星移动通信服务、遥感服务以及卫星导航服务构成。
- 应用端由于是直接对接下游客户，因此具有较强的消费属性且预计在卫星组网计划完成后进一步快速增长。
- 现阶段卫星“通导遥”应用市场不断扩大，已成为推动商用卫星发展的主要方面。

### 卫星运营与服务产业细分系统



### 低轨卫星核心应用场景

应用场景	应用领域
<b>偏远地区</b>	卫星电话、互联网电视、卫星宽带。在卫星互联网建设成熟、设备终端成熟轻便的情况下，通过小型化卫星中继站，借力星座系统低轨卫星在用户收发终端与地面卫星站之间建立地空通信链路。
<b>海洋作业及科考</b>	卫星定位、海事卫星电话。通过船载卫星设备终端，实现海上船只与地面通信网络的互联互通，满足船载设备、科考设备、船员等数据交换、网页浏览、即时通信、邮件收发、VoIP语音等通信需求。
<b>航空</b>	机载WiFi。Gogo、松下航点等为大多数的航空公司提供互联网服务。机载终端ViaSat装机量从2017年开始稳步大幅提升。
<b>灾备</b>	应急呼叫、数据保护与恢复、异地灾备系统等。当今信息时代下，短暂的网络中断可能酿成巨大经济与社会损失。通过卫星互联网提供的高速备份链路，将关键业务上星备份，形成稳定网络环境。

### 卫星运营与服务产业收入情况（亿元）

年份	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>消费者业务</b>	<b>93.3</b>	<b>98.1</b>	<b>100.9</b>	<b>104.3</b>	<b>104.7</b>	<b>104.5</b>	<b>102.4</b>
卫星电视直播	88.4	92.6	95	97.8	97.7	97	94.2
卫星音频广播	3.4	3.8	4.2	4.6	5	5.4	5.8
卫星宽带	1.5	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.4
<b>卫星固定业务</b>	<b>16.4</b>	<b>16.4</b>	<b>17.1</b>	<b>17.9</b>	<b>17.4</b>	<b>17.9</b>	<b>17.9</b>
转发器租赁协议	11.8	11.8	12.3	12.4	11.2	-	-
网络管理服务	4.6	4.6	4.8	5.5	6.2	-	-
<b>卫星移动业务</b>	<b>2.4</b>	<b>2.6</b>	<b>3.3</b>	<b>3.4</b>	<b>3.6</b>	<b>4</b>	<b>4.1</b>
<b>对地观测业务</b>	<b>1.3</b>	<b>1.5</b>	<b>1.6</b>	<b>1.8</b>	<b>2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.1</b>
总计	113.5	118.6	112.9	127.4	127.7	128.7	126.5
增长率	5%	5%	4%	4%	0.2%	0.78%	-1.7%



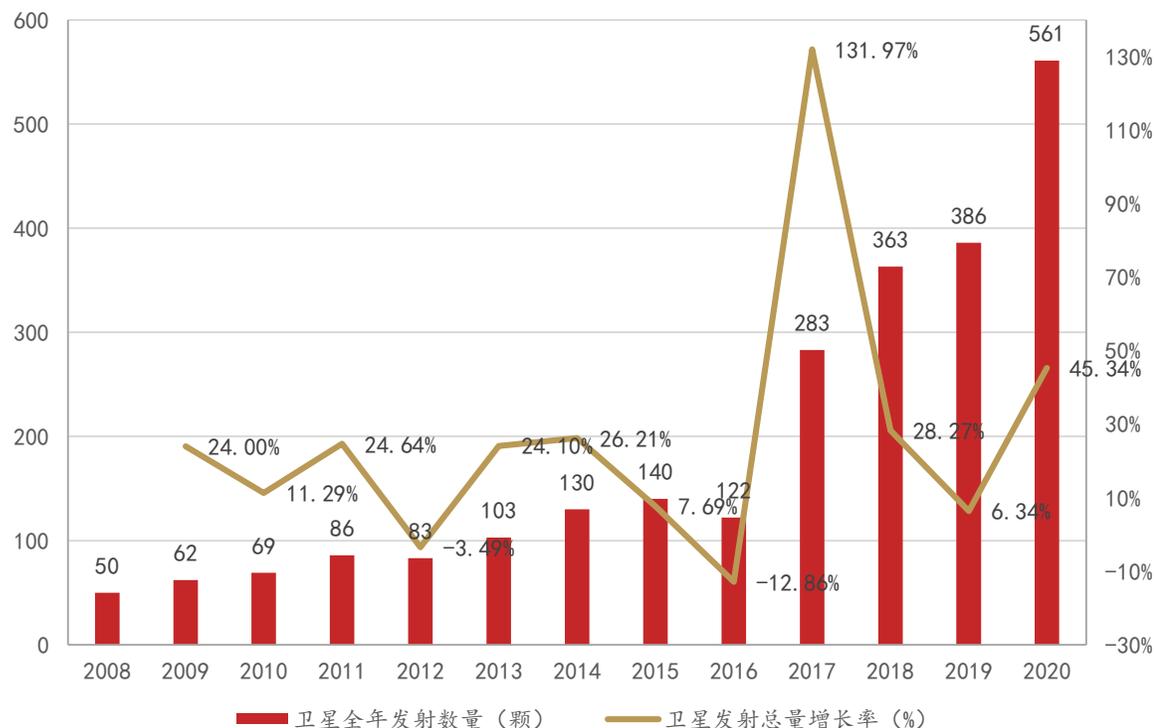
### **03 卫星现状：基础设施快速普及，民营企业助力**

## 卫星总体发射增长趋势明显，预计未来进一步提升

- 卫星发射总数不断上升。从发射总量上看，全球卫星发射从1974年开始，到如今已有2787枚发射升空，随着卫星组网热潮的开启，通过各国卫星计划可以看出，未来卫星发射总数会进一步提高。
- 卫星发射近年来增速较快。相较于2010年全年发射69枚卫星，截止到2020年7月，2020年已经发射升空561枚卫星。
- 预测今后卫星发射增速会进一步提升。根据欧洲咨询公司11月份最新发布的《全球卫星建造与发射市场预测》报告，2027年前全球年均将有330颗面向政府部门和商业机构、重量在50公斤以上的卫星发射。

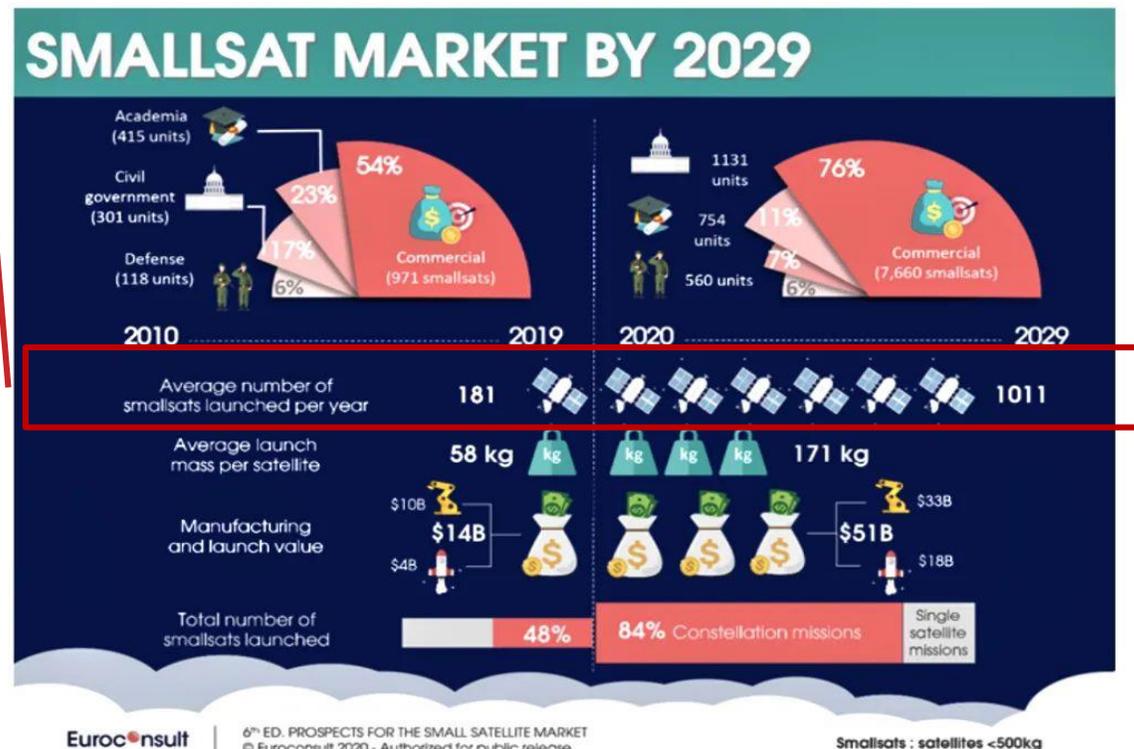
CAGR : 22%

卫星发射总数情况



年均发射量增长5倍以上

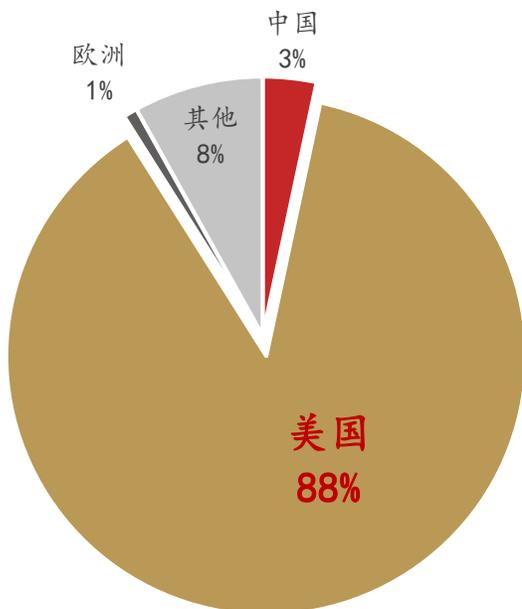
预计未来卫星发射情况



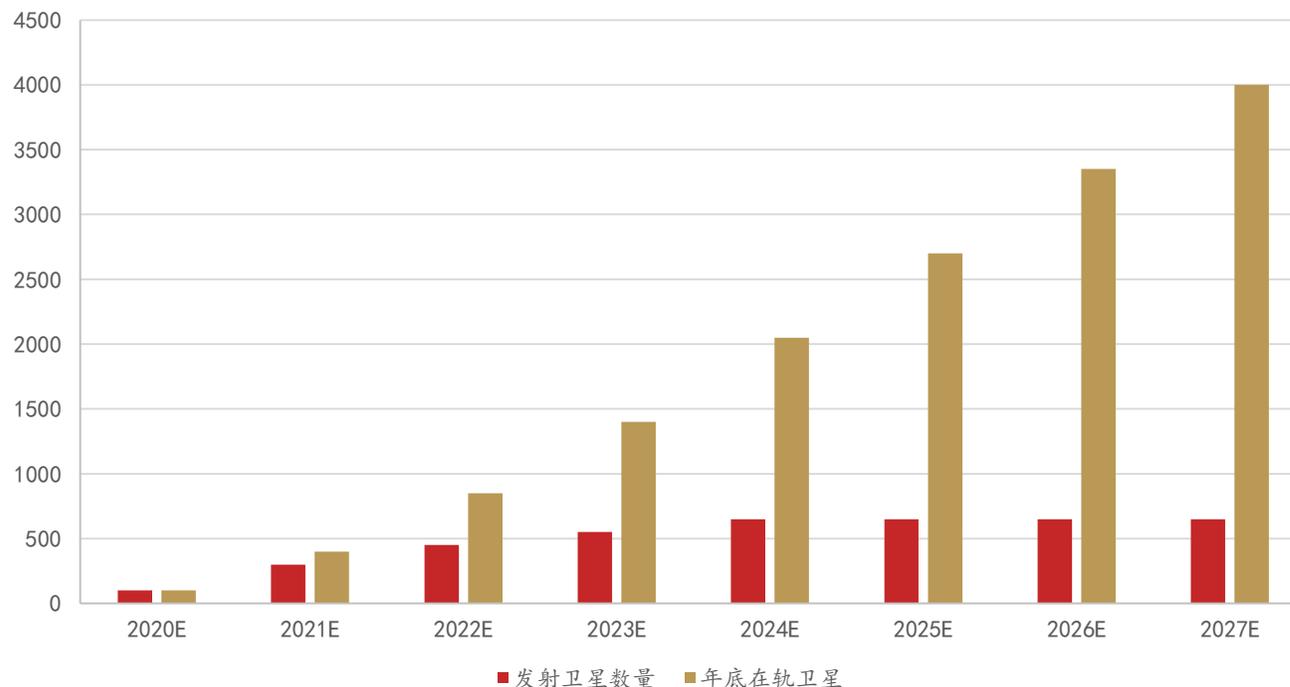
## 近地轨道卫星占比相对劣势，发射计划进一步提升

- **预计近地轨道卫星较美国处于劣势。**根据赛迪顾问预测，若仅以现阶段卫星制造与发射速度，到2029年全球近地轨道卫星总计超过57000颗，中国占比较低仅有3.3%，而美国占比87.7%。
- **我国近地轨道卫星发射组网计划会进一步提升。**根据我国现有低轨卫星星座计划与美国StarLink计划的对标情况，在2020-2022年间，以国营企业为主导建设力量的低轨卫星星座将陆续面世，估计我国2022年共计在轨低轨卫星规模800余颗。长期考虑，随着产业链各环节技术的成熟及制造成本的下降，民营企业主导的低轨星座规模也将陆续上量，2027年我国低轨卫星总规模有望达到3960颗。

预计2029年全球近地轨道卫星布局



2020-2027年中国低轨卫星互联网年度发射计划预测



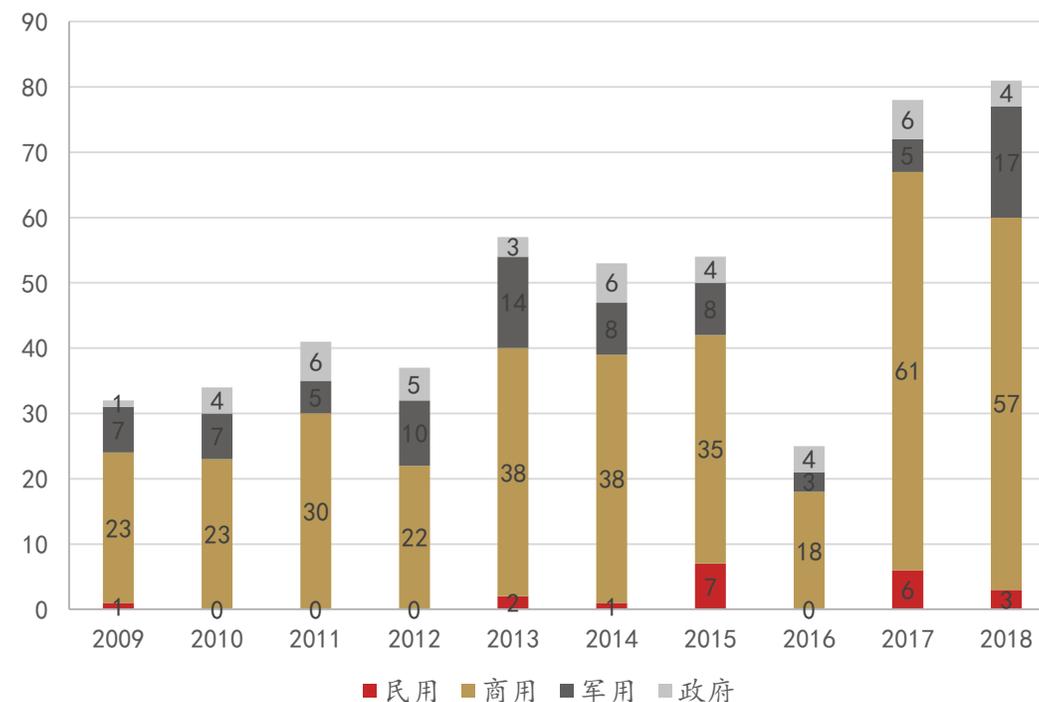
## 应用卫星普适性强，商用卫星维持高占比高，民营卫星产业爆发在即

- 商用卫星由于技术、政策、资本等多方面影响，以及卫星通信、卫星遥感、卫星导航等下游应用空间广泛、利润空间较高，现阶段快速增长。
- 2019年全球航天经济总量增长1.7%，达到3660亿美元；其中，商业卫星产业占比达约75%，总量约为2710亿美元。
- 2018年共有114次轨道发射，93次是商业发射，15次是空间飞行器，6次不是商业发射。其中，美国商业卫星发射业务收入份额占比为37%。

2017-2018全球卫星发射情况

类别	2018年		2017年	
	占比 (%)	数量 (个)	占比 (%)	数量 (个)
遥感卫星	39%	819	64%	1143
科研卫星	4%	84	1%	18
军事侦察卫星	6%	126	6%	107
民用/军用通信卫星	4%	84	3%	54
研究与开发卫星	18%	378	6%	107
导航卫星	6%	126	2%	36
<b>商用通信卫星</b>	<b>22%</b>	<b>462</b>	<b>18%</b>	<b>321</b>
其他	1%	21	-	-
合计	100%	2100	100%	1786

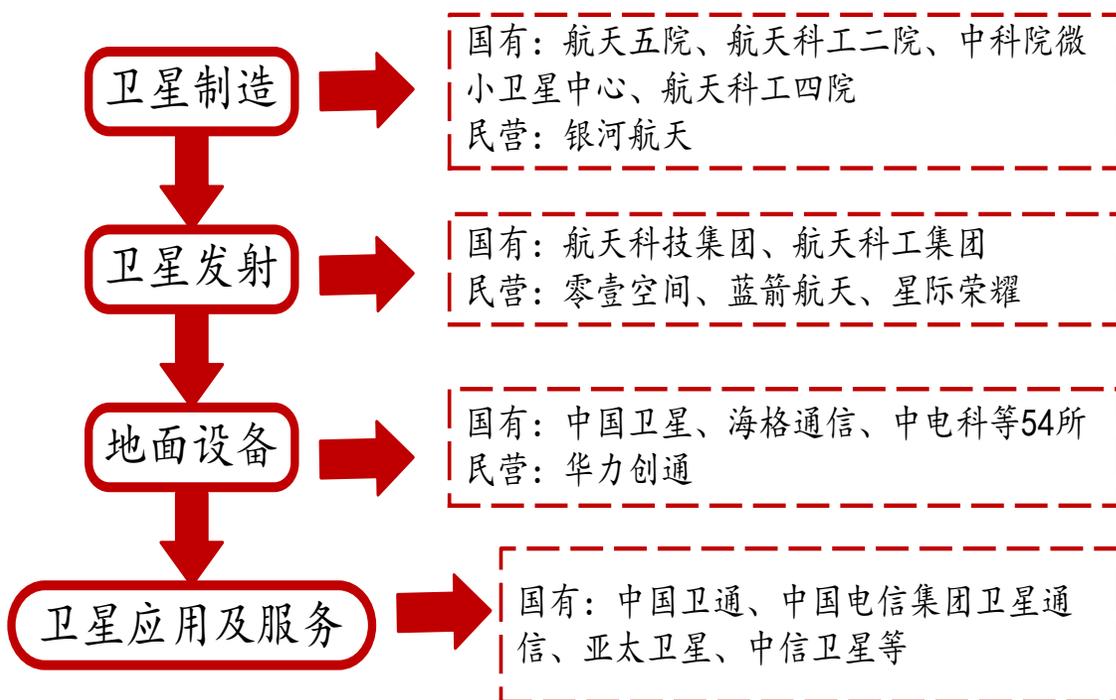
全球卫星按用途分类入轨数量 (次)



## 国企短期仍为主体、商业公司发展迅速

- 卫星技术多年发展较为成熟。卫星研制领域已具备成熟稳固的平台技术，国内军民卫星可保障100%自主研制。
- 卫星产业以国企和事业单位为主，关键技术“国家队”居多。我国企业以航天军工企业、国防科研院为代表的国有企业实力突出，能够实现整星出口和发射任务，占据主导地位。民营企业主要围绕微小卫星制造以及分系统及零部件领域深耕，且制度灵活，可以作为国企的有效补充。
- 商业公司数量不断增加，卫星计划增多。截止到2018年底，国内已注册的商业航天领域公司有141家，其中民营航天企业123家，占比87.2%。民营航天企业的数量在近几年迅速攀升，仅三年内成立的民营航天企业就达到57家。

卫星产业以国家和事业单位为主导



我国已公开卫星计划（部分）

星座计划	星座用途	建设单位	单位性质	卫星轨道 (km)	星座规模 (颗)
“行云”工程	窄带物联网	航天科工	国有	低轨	80
“虹云”工程	宽带信息	航天科工	国有	低轨	156
“鸿雁”工程	移动通信	航天科技	国有	低轨	300
“高景”星座	商业遥感	航天科技	国有	低轨	24+X
“天象”	天地一体化	中电科	国有	低轨	120
“天启”	宽带通信	银河航天	民营	低轨	650
“九天”	窄带物联网	九天微星	民营	600	72
“吉林一号”	遥感	长光卫星	民营	500	138
“灵鹊”	遥感	零重力实验室	民营	500	378
LaserFleet	激光通信	航星光网、上海光机所	民营	550	288
“欧比特”	遥感	珠海欧比特	民营	500-530	100
“天格”	引力波探测	天仪研究院、清华大学	民营	500	24
“蔚星”	宽带通信	中科院小卫星	民营	800	186
“连尚蜂群”	宽带通信	未来导航、中科院小卫星	民营	700	120

## 民营卫星星座计划不断扩充，未来规模有望进一步提升

- 民营资本低轨卫星星座计划已启动，规模有望提升。“鸿雁”、“虹云”等系统计划已初具规模，具雏形，在统筹协调实现标准化后，国有和民营资本将推动产业规模部署，预估未来10年国内低轨卫星系统中卫星规模有望达到3000-6000颗的水平。

### 中国卫星组网计划具体内容

星座计划	所属集团	总体规划	星座规模 (颗)	轨道高度 (km)	单星质量 (kg)	进展情况
鸿雁星座	航天科技集团	一期预计2022年建成并投入运营，系统由60颗卫星组成，实现移动通信、物联网、导航增强、航空监视等功能；二期预计2025年完成300余颗宽带通信卫星组网，实现全球实时互联网接入。	300	1100	约500	2018年12月发射完成首颗试验星；计划2020年底完成9颗卫星试验组网建设。
虹云工程	航天科工集团	第一阶段：2018年发射首颗技术试验星，实现单星关键技术验证；第二阶段：2020年底发射4颗业务星，组建小星座；第三阶段，2025年底实现156颗卫星组网运行，完成天地融合系统建设，达到全面运营条件。	156	1000	约300	第一阶段已完成，已研制投产机动式信关站和多型用户占的应用示范系统。
行云工程	航天科工集团	2018年发射首批两颗卫星研制开展试运营、示范工程建设；2020年发射12颗卫星，完成小规模卫星组网并拓展行业应用；2022年完成全部80颗卫星发射组网，并大规模推广市场应用。	80	800-1400	约150	2019年首发试验星已研制完成
九天微星	九天微星	2022年前完成部署，首批发射4颗卫星，预计将于2021年年初进行正式发射。	72	700	约100	已完成系统级验证
翔云	欧科微	2018年发射“祥云”星座首发星“嘉定一号”，计划2021年前发射28颗卫星。	28	500	45-100	2018年首颗实验星成功发射。
天启	国电高科	2020年计划完成20颗卫星组网，最终计划完成38颗卫星组网。	38	900	50	已发射6颗业务星
银河	银河航天	2022年左右完成第一批144颗卫星部署，随后从144颗卫星升级到800多颗卫星，最后再到2800颗。	2800	500-1200	300	首发实验星已研制完成
吉林一号	长光卫星	目前已发射15颗，计划2020年前完成60颗“吉林一号”卫星组网；2030年前建成由138颗卫星组成的“吉林一号”星座。	138	500-700	205	已有16颗卫星在轨。
连尚蜂群	连尚网络	2020年完成第一批10颗卫星的发射，终极发射目标计划在2026年完成。	272	600-1000	200	尚在规划阶段



04

**政策、资本加持，发射、制造低成本驱动，  
通信、遥感市场预计迈入高速增长**

## 政策环境：卫星通信纳入新基建、政策不断加码

- 低轨卫星发展关系国家信息安全与未来发展，国家政策大力推动。从2014年开始允许民营资本进入、纳入新基建，从多方面推动产业发展。

低轨卫星发展国家相关政策内容

发布主体	发布时间	政策名称	政策内容
国务院	2014年11月	《国务院关于创新重点领域投融资机制鼓励社会投资的指导意见》	鼓励民间资本进入卫星研制、发射和运营商业遥感卫星，提供市场化、专业化服务、引导民间资本参与卫星导航地面应用系统建设。
国务院	2015年5月	《中国制造2025》	发展新一代运载火箭，提升进入空间能力， <b>到2020年，40%核心零部件实现自主保障</b> ；推进国家民用空间基础设施建设，形成长期持续稳定的空间信息服务能力。
发改委、财政部、国防科工局	2015年10月	《国家民用空间基础设施长期发展规划（2015-2025）》	探索国家民用空间基础设施市场化、商业化发展新机制，支持和引导社会资本参与国家民用空间基础设施建设和应用开发，加速 <b>与物联网、云计算、大数据及其新技术、新应用的融合</b> 。
发改委、国防科工局	2016年10月	《关于加快推进“一带一路”空间信息走廊建设与应用的指导意见》	积极推动商业卫星系统发展，并指出支持以企业为主体，市场为导向的商业航天发展新模式。
国务院	2016年11月	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	<b>到2020年，形成较为完善的卫星及应用产业链。</b>
国务院	2016年12月	《2016中国的航天白皮书》	鼓励引导民间资本和社会力量有序参与航天科研生产、空间基础设施建设、空间信息产品服务、卫星运营等航天活动。
国务院	2017年12月	《关于推动国防科技工业军民融合深度发展的意见》	制定国家卫星遥感数据政策，促进军民卫星资源和卫星数据共享。
发改委、财政部	2018年4月	《关于降低部分无线电频率占用费标准等有关问题的通知》	减少了卫星运营上的频率占用费缴费规模，免除了部分高通量卫星终端用户的占用费，实行50%的减缴政策。
发改委、商务部	2019年2月	《鼓励外商投资产业目录（征求意见稿）》	<b>鼓励外商投资商业航天产业的上下游各领域。</b>
国防科工局、中央军委	2019年5月	《关于促进商业运载火箭规范有序发展的通知》	鼓励商业运载火箭健康有序发展，就商业运载火箭科研、生产、试验、发射、安全和技术管控等提出要求。
工信部	2019年7月	《卫星网络国际申报简易程序规定（试行）》	加快卫星网络国际申报，简化申报程序，提升申报效率。
发改委	2020年5月	《关于2019年国民经济和社会发展计划执行情况与2020年国民经济和社会发展计划草案的报告》	支持商业航天发展，延伸航天产业链条，扩展通信、导航、遥感等卫星应用。

允许民间资本进入卫星产业

2020年为重要节点之一

政策发布频率增加、内容逐渐细化

## 资本环境：民间资本持续涌入，推动产业链发展

- 卫星互联网产业前期资产投入较高。卫星前期生产制造、星座搭建、火箭制造发射等阶段均为重资产投入阶段，需要外部融资较大。
- 国际上，多方参与资本支持。布局卫星互联网企业不仅有专业空间运营公司，还包括软银、谷歌、Facebook等互联网巨头、空客和波音等航空公司，以及高通、可口可乐等其他领域巨头也参与其中。同时，德国、印度、韩国等企业也已经提出组网计划。
- 国内：国家政策鼓励，国内民营资本进入。近年来，国家政策逐渐宽松，国家在放开商业航天领域的限制，2014年鼓励民间资本研制、发射和运营商业遥感卫星；2015年支持民间资本开展增值产品开发、运营服务和专业化推广；截至2018年，国内已注册的商业航天公司接近200家。

卫星产业建设资金需求情况

领域	项目	资金需求 (亿美元)	提出方
遥感卫星	建造、发射和运营12颗分辨率为1米的卫星	3	美国RRE风投公司
射频卫星	6组卫星	1	鹰眼360公司
小运载		2	诺格公司工程
大运载	新格伦	大于25	蓝源公司
	叶尼塞	227	俄罗斯航天国家集团
通信卫星	StarLink低轨互联网星座	100 (2000颗规模)	SpaceX
	一网低轨互联网星座	70	一网公司
	64颗立方星构成的L波段物联网星座	0.5	宇宙播报公司
	75颗下一代铱 (66颗工作星+9颗在轨备份)	30	铱星公司
	292颗卫星构成的低轨卫星 (FCC批准117颗Ka波段卫星117颗V波段卫星)	30	电信卫星公司

中国卫星建设分环节融资情况

所属产业链环节	公司	最新融资轮次	累计融资金额
卫星发射	星际荣耀	A++轮	8亿元
	蓝箭航天	C轮	超14亿元
	零壹空间	B轮	近8亿元
卫星制造	星河动力	Pre A轮	近3亿元
	天仪研究院	B轮	超2.5亿元
	微纳星空	A+轮	超亿元
遥感卫星	零重空间	Pre A+轮	数千万元
	长光卫星	第3轮	30亿元
	国星宇航	A轮	超亿元
	千乘探索	Pre A1轮	数千万元
	卫星通信	银河航天	B轮
	九天微星	A+轮	2.5亿元

## 技术：一箭多星与火箭回收，促进发射环节成本进一步降低

- 一箭多星技术促使发射效率大幅提高，同时降低成本。“一箭多星”技术是目前较为先进的发射方式，即一枚运载火箭搭载多枚卫星，将其送入相应轨道，从而大幅提高卫星商业发射的效率，同时降低发射成本。
- -SpaceX公司最新一次的发射任务已经可以达到一箭60星的搭载数量。另外SpaceX的下一代重型运载火箭“星舰”每次能够将400颗Starlink卫星送至相应轨道，使成本降低为原来的5分之一
- 火箭回收技术促进提高火箭利用率，进一步降低成本。火箭可回收技术，即从所有退役卫星等航天器上回收可用部件，实现资源的回收利用。
- -SpaceX公司凭借成熟的火箭回收技术，“猎鹰9号”火箭可执行多次运载任务，第一次使用全新的火箭进行发射，报价为6198万美元，到第10次发射报价为2990万美元，仅为首次报价的48.2%，有效减少成本。

SpaceX一箭60星火箭发射



SpaceX“猎鹰9”火箭回收示意图



## 技术：卫星设计和制造从定制化走向批量化，提升本优势与运营速度

- 定制化转为工厂化设计趋势明显。世界各国卫星制造商相继提出系列化卫星平台，采用“搭积木”式的模块化设计，可实现工装配置系统重复使用、平台内及平台间各结构模块互通互用。
- 软件解绑升级，卫星灵活在轨迭代。传统卫星的研制方式多为定制化，技术更新较难。软件定义卫星采用开放系统架构，有效提升系统对载荷的适配，实现软硬件解耦，软件无需绑定硬件可独立升级演化，且可实现软件按需加载、系统功能按需重构。
- 卫星制造的标准化、模块化、工厂化促使卫星产业制造成本降低与运营速度的提升。材料采购规模效应、大量组批生产调试成本与时间的缩短，能有效降低平台研制成本，缩短生产周期，降低产业门槛。  
-OneWeb在佛罗里达州建立的卫星制造厂，借鉴空客飞机生产的工业化、标准化、自动化研发生产理念生产小卫星，未来每颗小卫星的研发生产成本将降到50万美元，实现每天生产3颗星的生产能力。

标准化卫星平台



OneWeb 模块化、工厂化生产示意图

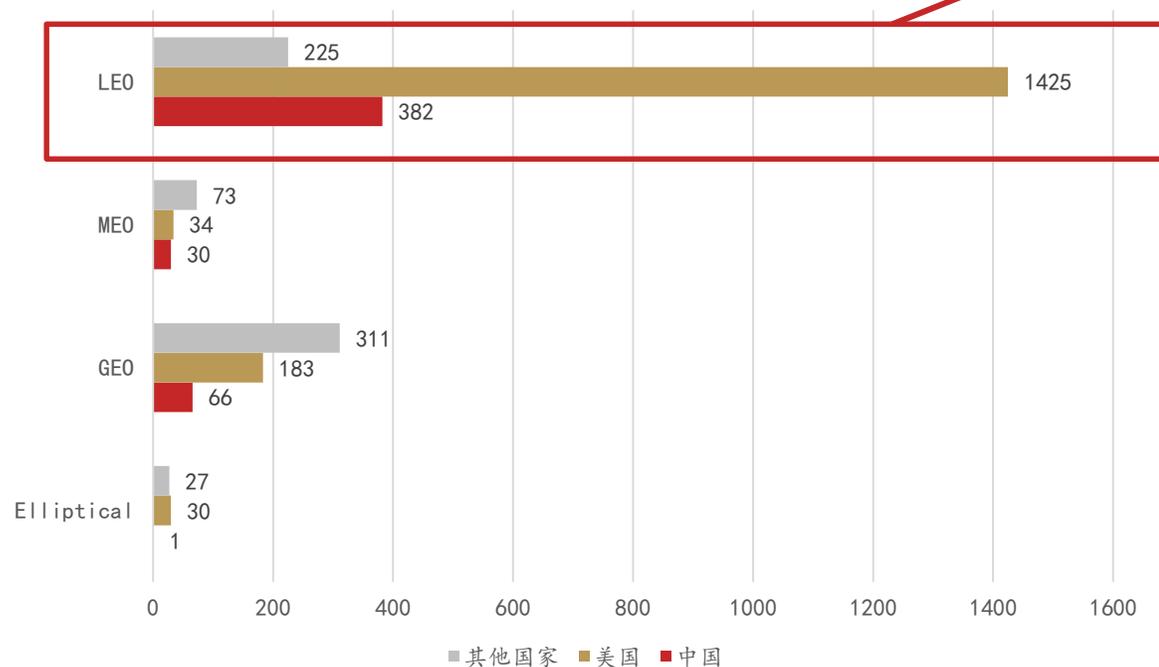


## 技术：低轨卫星接入数量显著提高，低轨化趋势明显

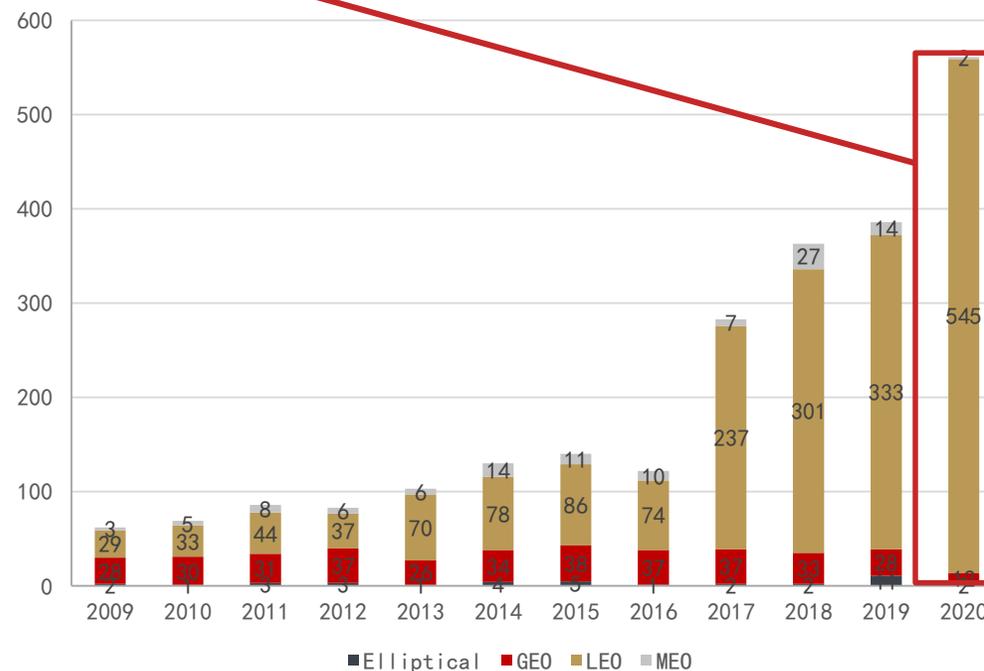
- 现阶段低轨卫星数量占比维持高位。截止2020年7月，全球共有在轨卫星2787颗，其中LEO2032颗，MEO137颗、GEO560颗、高椭圆轨道56颗，LEO卫星总占比近73%。在低轨方面，尤其以美国建设最为突出，在2032颗低轨卫星中，美国卫星占比超过70%。
- 低轨卫星接入数量不断提高。随着低轨卫星成本不断下降，各国对低轨卫星组网计划投入加大，相较于2009年29颗LEO卫星，2020年全球低轨卫星接入数量545颗，年复合增长率29.9%，维持较高增长。

### 低轨卫星为主要趋势

卫星轨道分类梳理情况



全球卫星按轨道分类入轨数量（次）



## 市场：民用航天产业发展迅速，通信、遥感等商业航天迎来机遇期

- 2018年-2020年全球火箭发射次数没有显著增加，但是发射卫星数量显著增加，主要原因在于美国spaceX星链卫星发射数量全球通信卫星大幅增加有关。
- 结构方面，中国通信卫星和遥感卫星数量大幅增加，导航卫星由于北斗三号2020年组网完成，导航卫星发射数量增加较少。

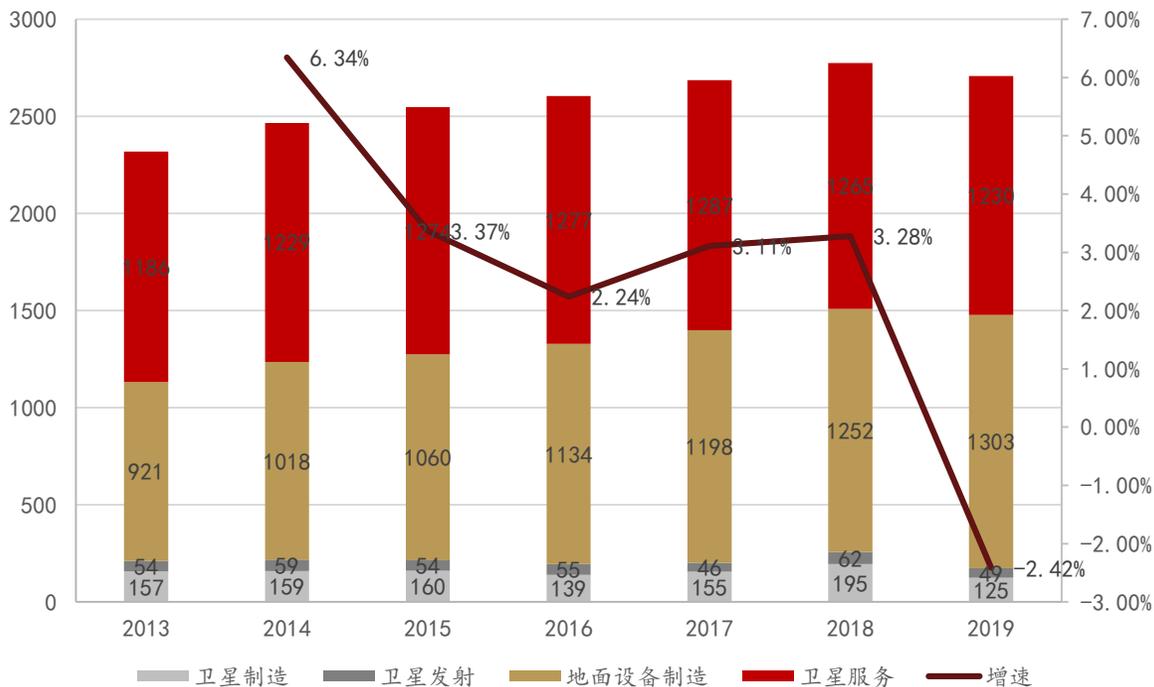
2018中国运载火箭发射情况			2019中国运载火箭发射情况			2020年中国运载火箭发射情况		
公司	发射次数	发射个数	公司	发射次数	发射个数	公司	发射次数	发射个数
中国航天科技集团有限公司	37	103	中国航天科技集团有限公司	27	66	中国航天科技集团有限公司	34	82
中国航天科工集团有限公司	1	1	中国航天科工集团有限公司	5	12	中国航天科工集团有限公司	4	6
北京蓝箭空间科技有限公司	1	1	星际荣耀公司	1	2	星河动力公司	1	1
			零壹空间公司	1	1			

2018年中国航天器研制发射情况				2019年中国航天器研制发射情况				2020年中国航天器研制发射情况			
公司	通信卫星	导航卫星	遥感卫星	公司	通信卫星	导航卫星	遥感卫星	公司	通信卫星	导航卫星	遥感卫星
航天科技集团	2	10	26	航天科技集团	4	8	17	航天科技集团	8	2	14
中科院微小卫星	0	8	3	中科院微小卫星	2	2	3	航天科工集团	2	-	-
哈尔滨工业大学	0	0	5	长光卫星公司	0	0	5	中科院微小卫星	-	-	6
航天科工集团	1	0	0	哈尔滨工业大学	0	0	5	长光卫星公司	-	-	12
长光卫星公司	0	0	2	电子科技大学	2	0	0	长沙天仪研究院	-	-	1
武汉大学	0	0	1	长沙天仪研究院	0	0	0	和德宇航公司	2	-	-
其他	1	18	1	航天科工集团	0	0	0	其他	1	0	1
				其他	6	0	11				

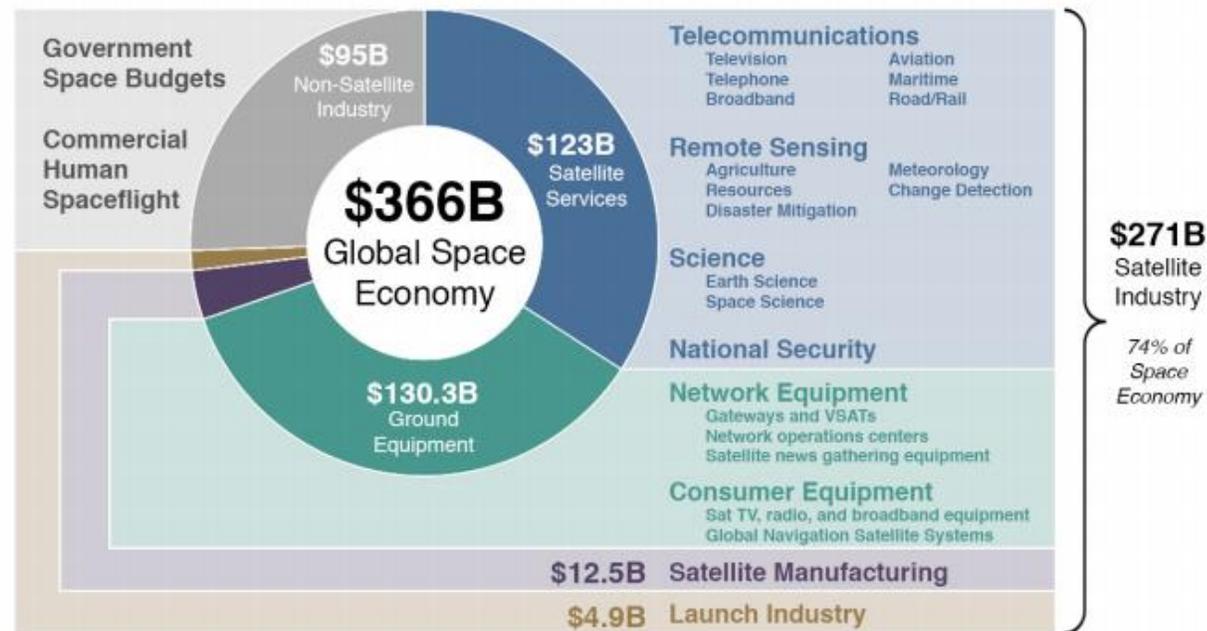
## 商业通信卫星拉动产值提升，卫星通信产业进入爆发周期（1）

- 全球卫星产业规模平稳增长，地面设备与卫星服务领域产值较高。2014-2018年全球卫星产业复合增速3.0%；2018年，全球卫星产业总产值2774亿美元，其中地面设备与卫星服务收入分别为1265亿美元、1252亿美元，合计占比91%，产业规模较大。
- 通信卫星在轨卫星数量较高。截止2018年底，全球在轨卫星2092颗，其中通信卫星占比40%；全球在轨通信卫星中七成以上为商用通信卫星。
- 商业领域为卫星通信盈利关键。铱星通讯第一大客户为美国政府，但目前政府收入占比仅15%-20%，商业领域拓展才是公司盈利主要来源。

2013-2018年全球卫星产业规模（亿美元）

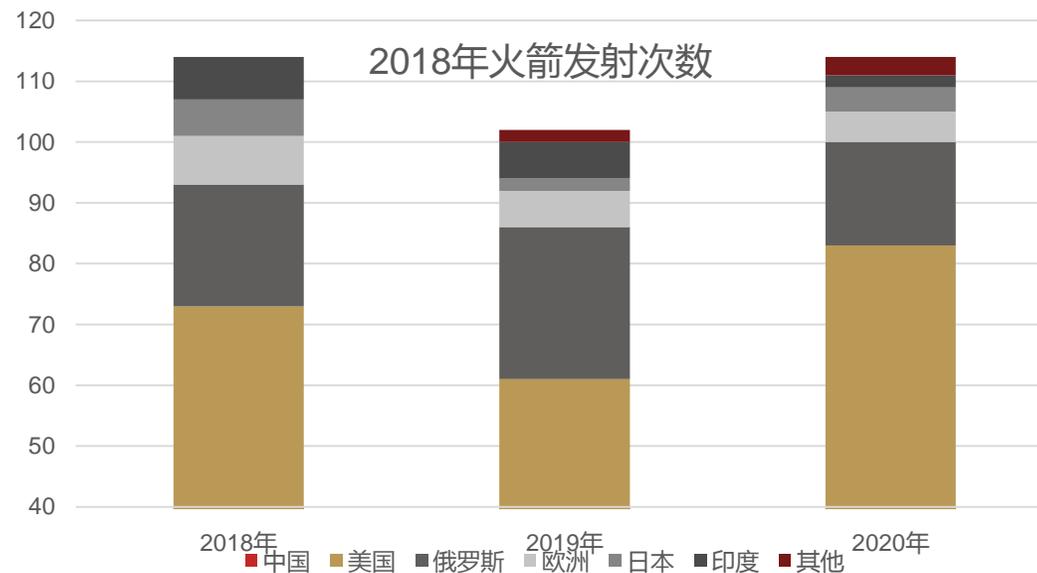


2019年全球卫星产业情况（百万美元）



## 商业通信卫星拉动产值提升，卫星通信产业进入爆发周期（2）

**过去几年全球卫星发射情况：**2018年-2020年全球火箭发射次数没有显著增加，但是发射卫星数量显著增加，主要原因在于美国spaceX星链卫星发射数量全球通信卫星大幅增加有关。结构方面，中国通信卫星和遥感卫星数量大幅增加，导航卫星由于北斗三号2020年组网完成，导航卫星发射数量增加较少。



世界航天发射情况 国家/地区	2018年			2019年			2020年		
	通信卫星	导航卫星	遥感卫星	通信卫星	导航卫星	遥感卫星	通信卫星	导航卫星	遥感卫星
中国	4	18	37	14	10	41	13	2	34
美国	41	1	86	130	1	54	980	2	70
俄罗斯	5	2	6	5	2	5	9	2	1
欧洲	15	4	12	28	0	8	5	-	16
日本	1	0	5	0	0	2	1	-	4
印度	4	1	3	1	0	4	2	-	1
其他	7	0	12	0	0	5	2	-	20
合计	77	26	161	178	13	119	1012	6	146



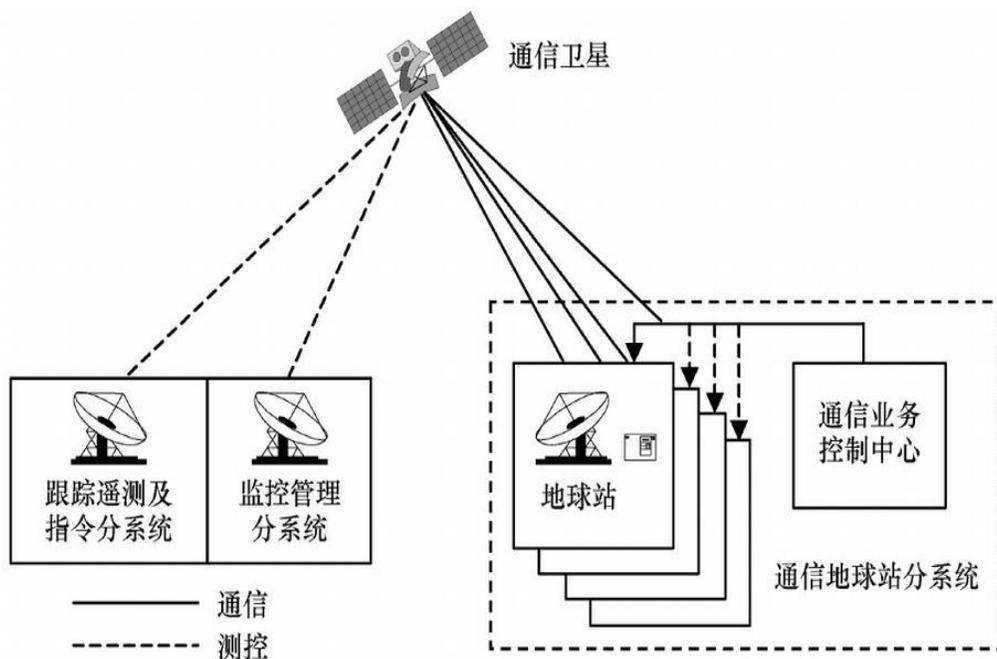
05

**通信卫星：低成本、大容量、低轨，  
放大产业商业价值潜力**

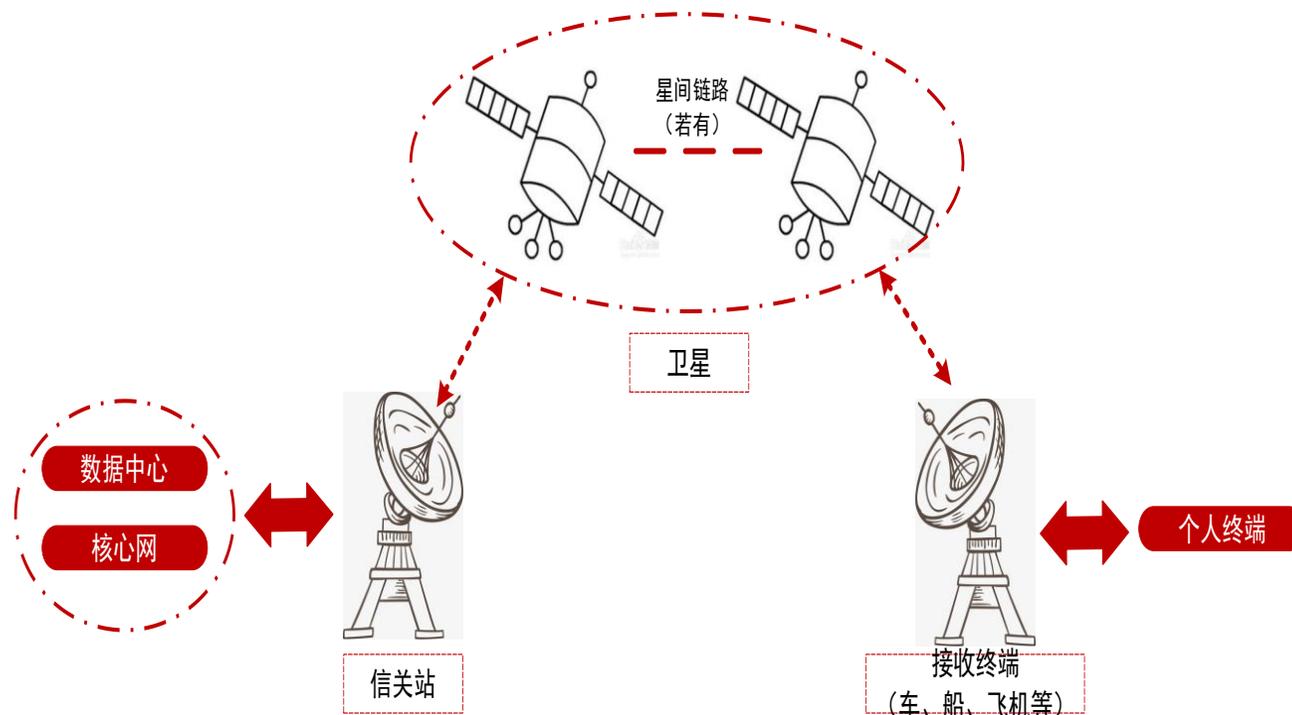
## 卫星通信：原理及构成介绍

- 卫星通信系统由通信卫星、通信地球站分系统、跟踪遥测及指令分系统，以及监控管理分系统四部分组成。跟踪遥测及指令分系统负责对卫星进行跟踪测量，控制其准确进入轨道指定位置。待卫星正常运行后，定期对卫星进行轨道位置修正和姿态保持。监控管理分系统负责对定点的卫星在业务开通前、后进行通信性能的检测和控制，以保证正常通信。通信卫星主要包括通信系统、遥测指令装置、控制系统和电源装置等部分。通信地球站是微波无线电收、发信站，用户通过它接入卫星线路，进行通信。
- 卫星通信网络原理是将卫星发射太空，利用卫星上的通信转发器接收由地面站发射的信号，并对信号进行放大变频后转发给其他地面站,从而完成两个地面站之间的传输。

卫星通信系统分系统构成示意图



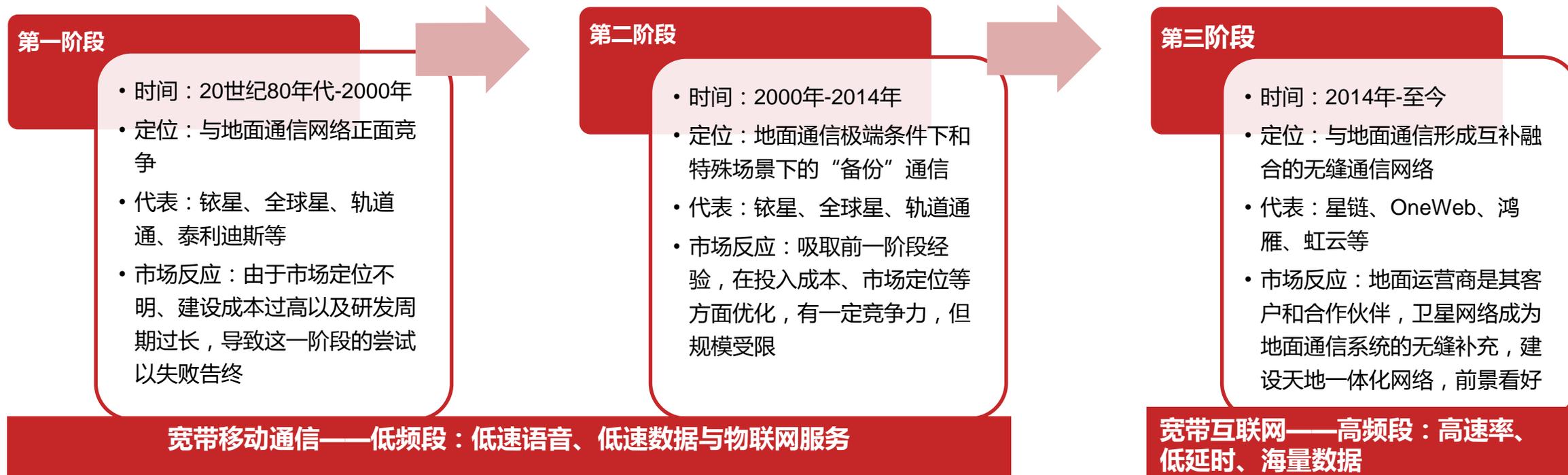
卫星通信网络原理示意图



## 卫星通信与地面通信历经三阶段发展，现融合趋势明显

- **第一阶段：20世纪80年代-2000年，卫星通信与地面通信处于竞争阶段。**以摩托罗拉公司“铱星”星座为代表的多个卫星星座计划提出，“铱星”星座通过66颗低轨卫星构建一个全球覆盖的卫星通信网。这个阶段主要以提供语音、低速数据、物联网等服务为主。随着地面通信系统快速发展，在通信质量、资费价格等方面对卫星通信全面占优，在与地面通信网络的竞争中宣告失败。
- **第二阶段：2000年-2014年，卫星通信进入对地面通信网络的补充阶段。**以新铱星、全球星和轨道通信公司为代表，定位主要是对地面通信系统的补充和延伸。
- **第三阶段：2014年-至今，卫星通信进入与地面通信网络的融合阶段。**以一网公司(OneWeb)、太空探索公司(SpaceX)等为代表的企业开始主导新型卫星互联网星座建设。卫星互联网与地面通信系统进行更多的互补合作、融合发展。

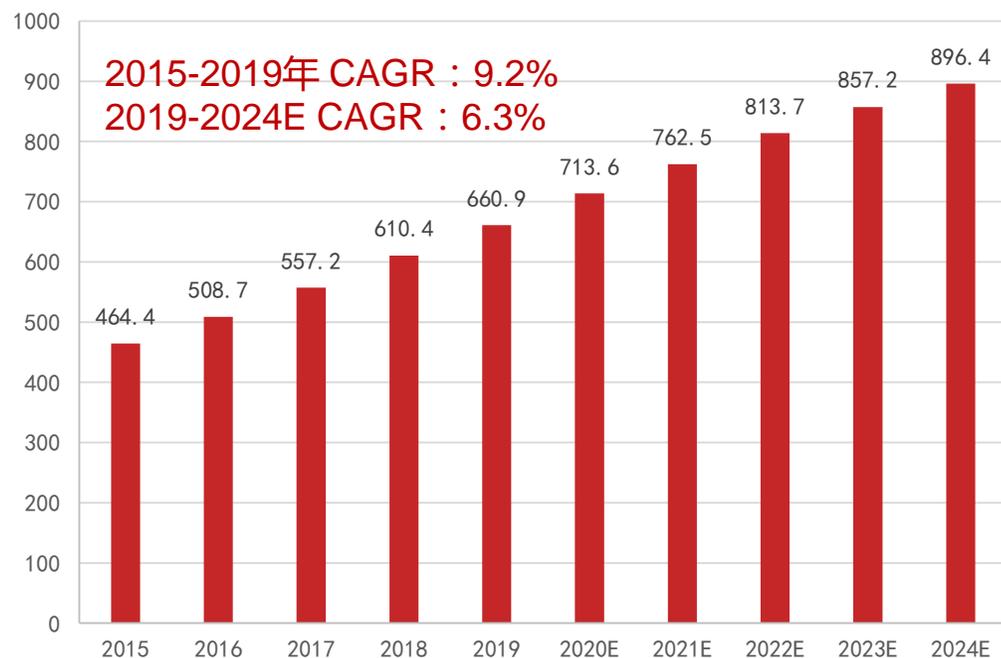
卫星通信与地面通信三阶段发展情况



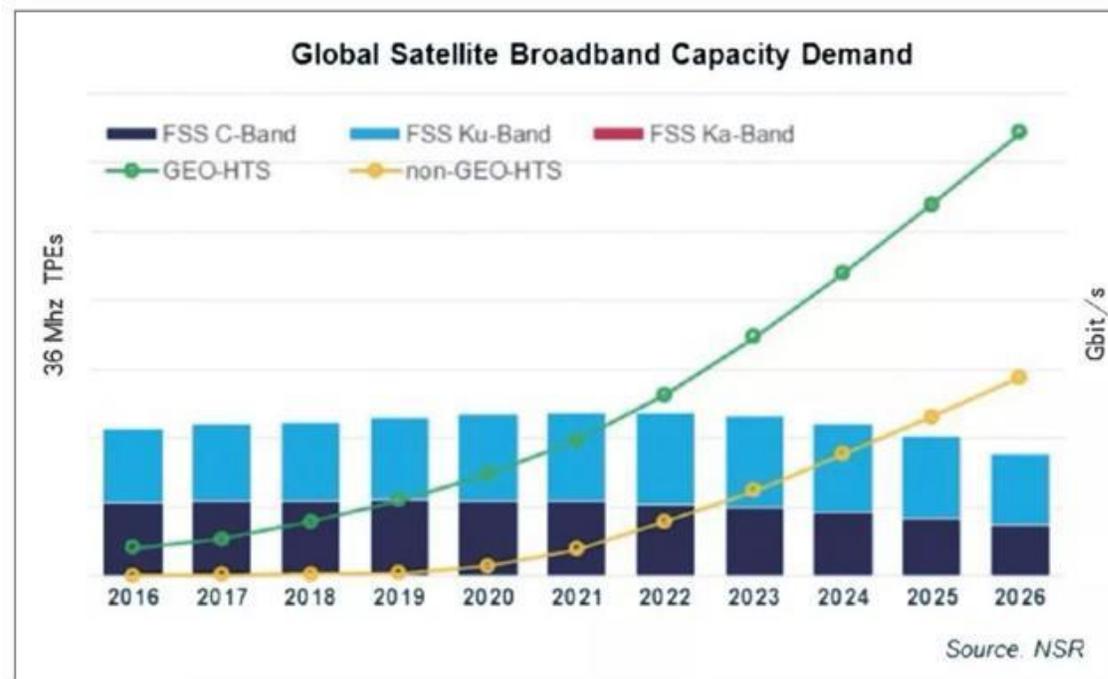
## 技术不断突破、需求增大与政策扶持推动卫星通信快速发展

- **低轨小型化高通量卫星技术与规模制造技术大幅降低行业制造成本。**小卫星研制与发射、网络融合、终端天线等方面技术的进步，使实现低轨卫星通信系统建设和商业化应用的成为了可能。通过引入 3D 打印、模块化设计、COTS 元件、智能装配等先进技术，降低了卫星的研制成本，并可以通过流水线组装的方式批量生产小卫星。
- **卫星广播电视应用发展、卫星宽带需求增长，带动卫星通信快速发展。**在多波束等技术发展带动下，单颗卫星传输能力已从传统大波束卫星的2Gbit/s，快速提升至高通量卫星的20-500Gbit/s，成功激发和开拓机载、船载等新应用市场，随着需求增加，进一步带动市场发展。
- **政策催熟产业链，给行业增长增添新动能。**自2014年，国家政策允许民营资本进入等政策，促进卫星通信不断发展

卫星通信行业市场规模预测（亿元）



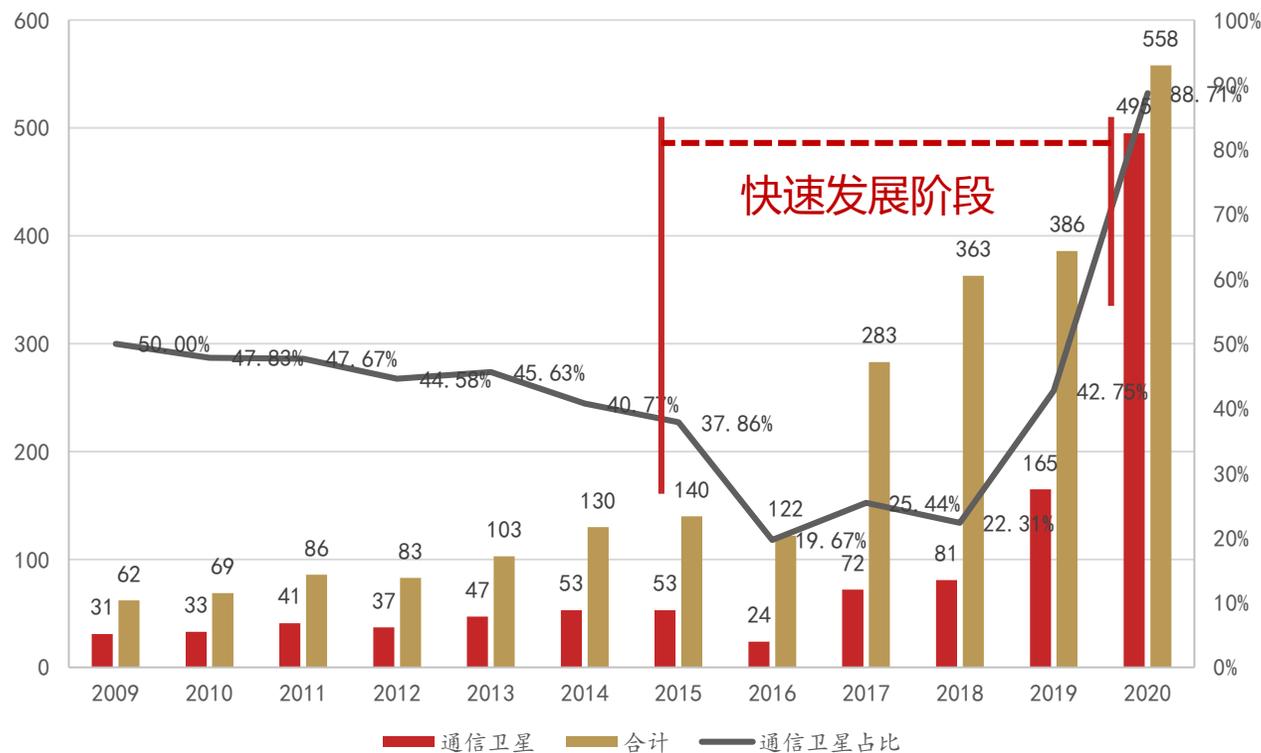
全球卫星宽带需求预测情况



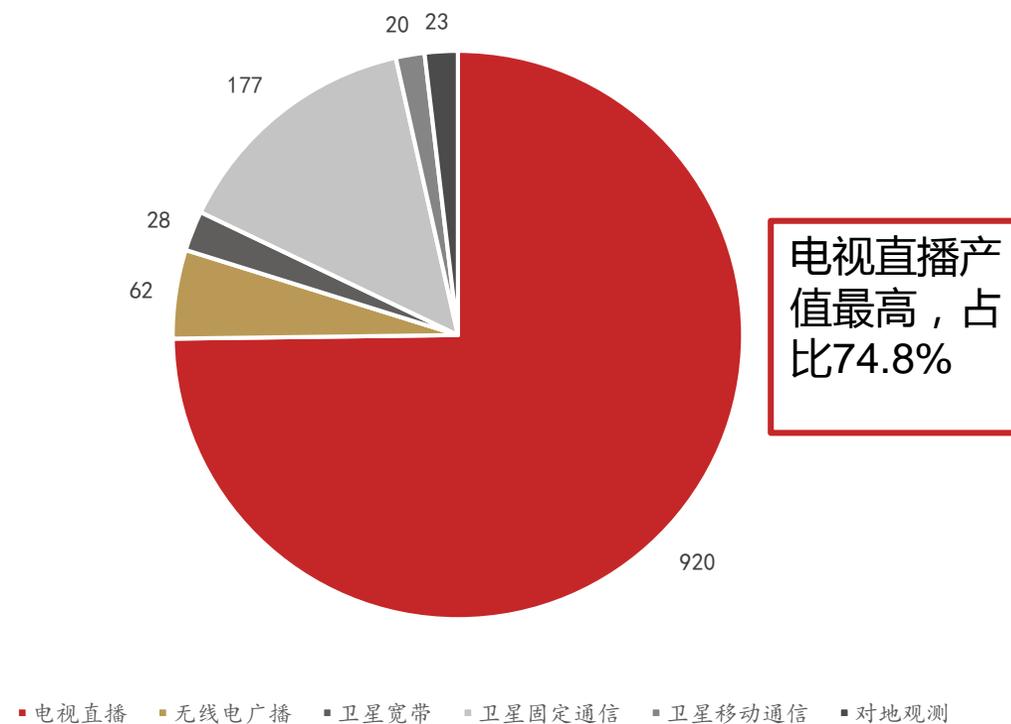
## 卫星通信发展现状：通信卫星发射数量快速增加，下游应用较为单一

- **通信卫星发射数量快速增长。**2015-2020年，中国视频业务处于鼎盛时期，物联网等应用需求也不断上升。卫星通信行业由于市场需求的优势，整体处于繁荣阶段，全球通信卫星入轨数量由53颗稳定增长到495颗，通信卫星入轨数量特别是中轨道通信卫星（MEO）入轨数量保持稳定。
- **卫星通信产业收入占卫星运营与服务行业最高。**根据SIA报告，在卫星运营与服务方面，卫星通信产业常年占比超过95%以上，以2019年数据为例，全球卫星运营与服务产值中，大众消费、移动、固定通信总产值为1230亿美元，占比98.13%，为卫星运营与服务行业主要收入来源。

2009-2020年通信卫星发射情况（颗数）



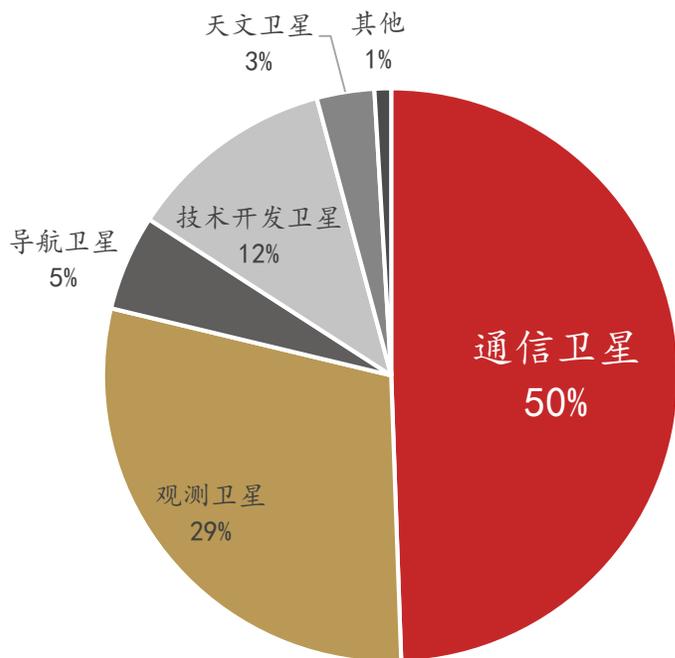
2019年卫星运营与服务产值分布情况（亿美元）



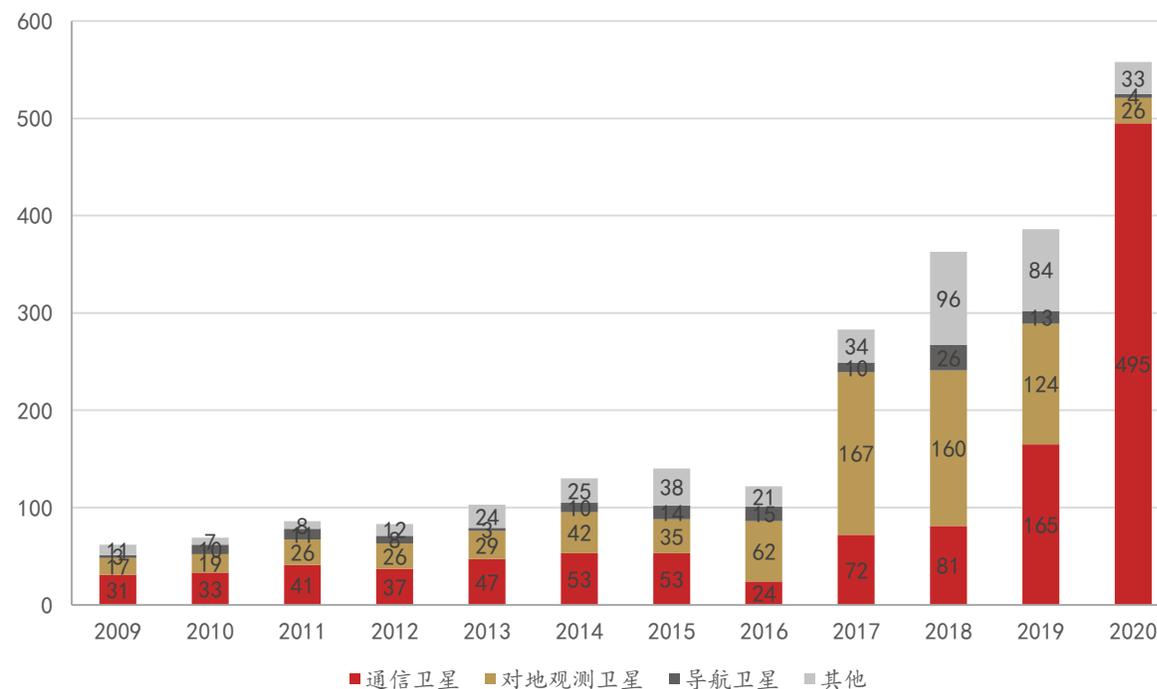
## 通信卫星数量与观测卫星占比较高，通信卫星发展较快

- 通信卫星占比较大，其次是观测卫星。截止2020年7月，全球在轨卫星2787颗，其中通信卫星1378颗，占比接近50%，其次是对地观测卫星，占比接近30%。
- 卫星通信产业带动，通信卫星发展较快。除2017年遥感卫星数量激增之外，通信卫星一直维持较高发射占比，在2020年更是升空495枚，占当期发射卫星总数的88%以上。

依用途分类卫已发射卫星情况



依用途分类卫星发射情况

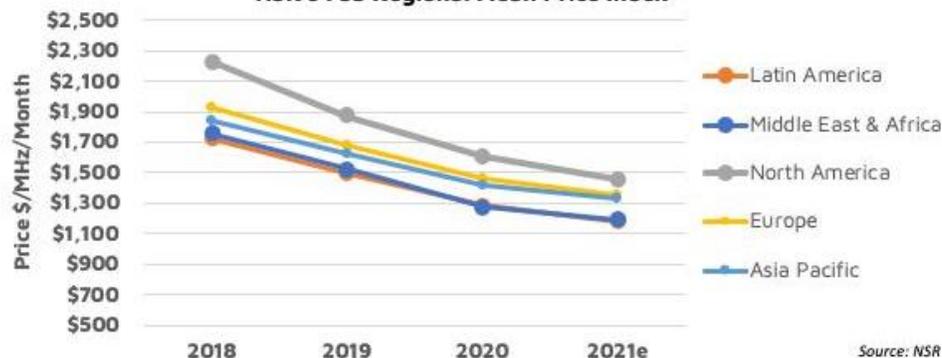


## 卫星通信主要发展趋势：天地融合、平价化和宽带化为建设重点

- 卫星通信一直以来饱受诟病的是容量不足，以及由此带来的价格昂贵。宽带化和平价化是卫星通信发展并不断开拓的重点。
- **宽带化**：取决于卫星信道能力，最具突破性的技术变革是增加信道数量。
- **平价化**：卫星通信应用价格在过去两三年出现“腰斩”，由于标准化制造与规模起量，未来还会继续走低，预计到2022年将至不到400美金/Mbps/月。
- **应用趋势**：未来的应用主要来自于视频、宽带回传和宽带业务、政府和企业服务、机载与海事服务以及军事卫星通信。

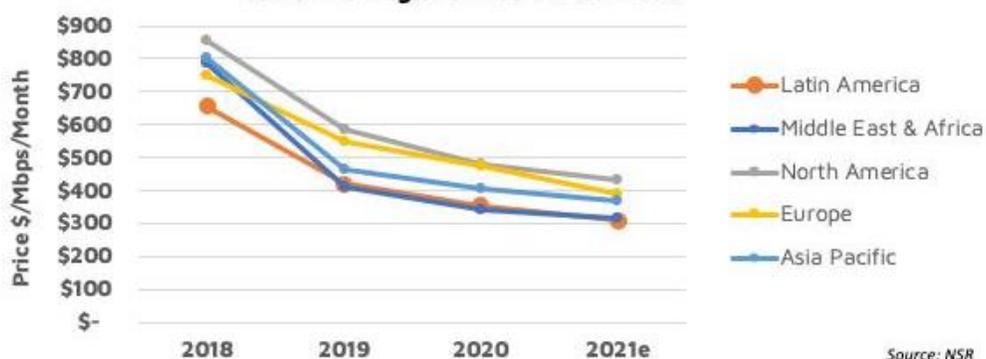
卫星通信应用价格走势

NSR's FSS Regional Mean Price Index



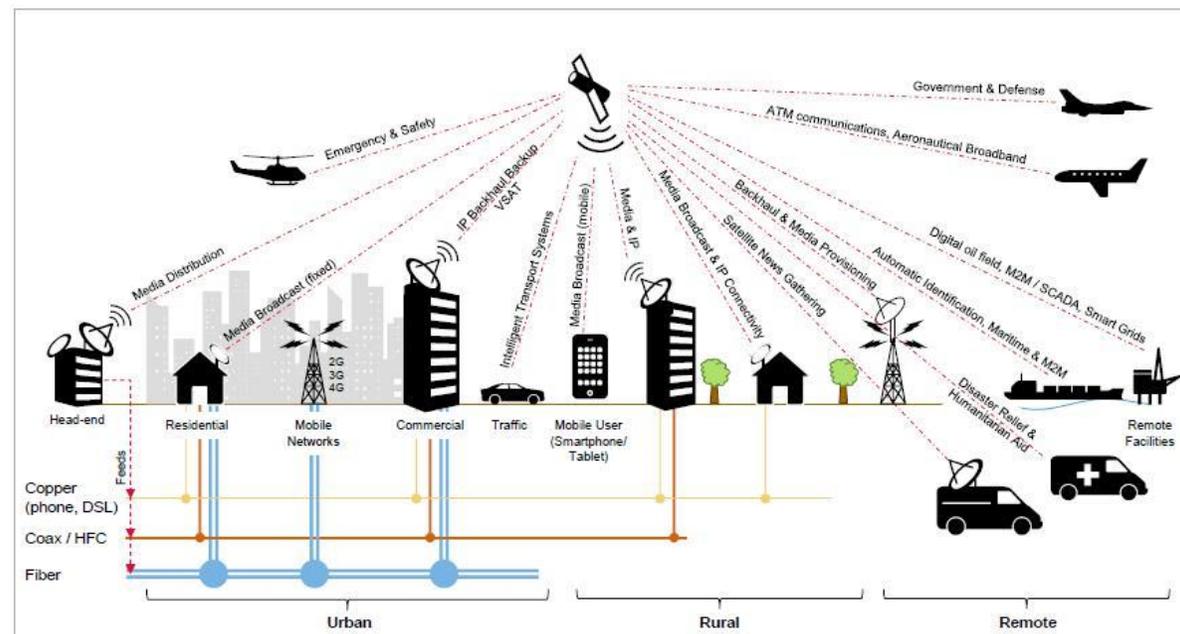
Source: NSR

NSR's HTS Regional Mean Price Index



Source: NSR

未来卫星通信适用场景



## 与地面通信对比：卫星互联网广覆盖、低成本优势明显

- 由于传输方式与路径不同，卫星互联网时延相对较长。卫星互联网最小时延20-35ms，而5G最低时延仅为1ms。
  - 传输方式方面：卫星互联网相关链路采用无线电波进行信息传递，而地面通信则采用有线的光纤传输方式，传输速率能超过KMbps。相比之下，光纤传输比卫星无线传输的速率快，因此卫星互联网的时延较长。
  - 路径方面：卫星互联网访问流程：数据中心→核心网→地面站→发射到地面站上空的卫星→星间传输→到达用户上空通信卫星→接收终端→wifi信号到个人终端；地面通信访问流程：数据中心→核心层→汇聚层→接入层→基站AAU→个人终端。相比之下，卫星互联网访问路径较长，也导致卫星互联网时延较长。
- 卫星互联网覆盖较远、成本较低。与地面通信相比，卫星互联网相对增加互联网的覆盖范围较高，可实现全球覆盖组网，同时建设成本与运营成本均较5G能够明显降低。

时延与带宽略显劣势

卫星互联网与4G、5G对比

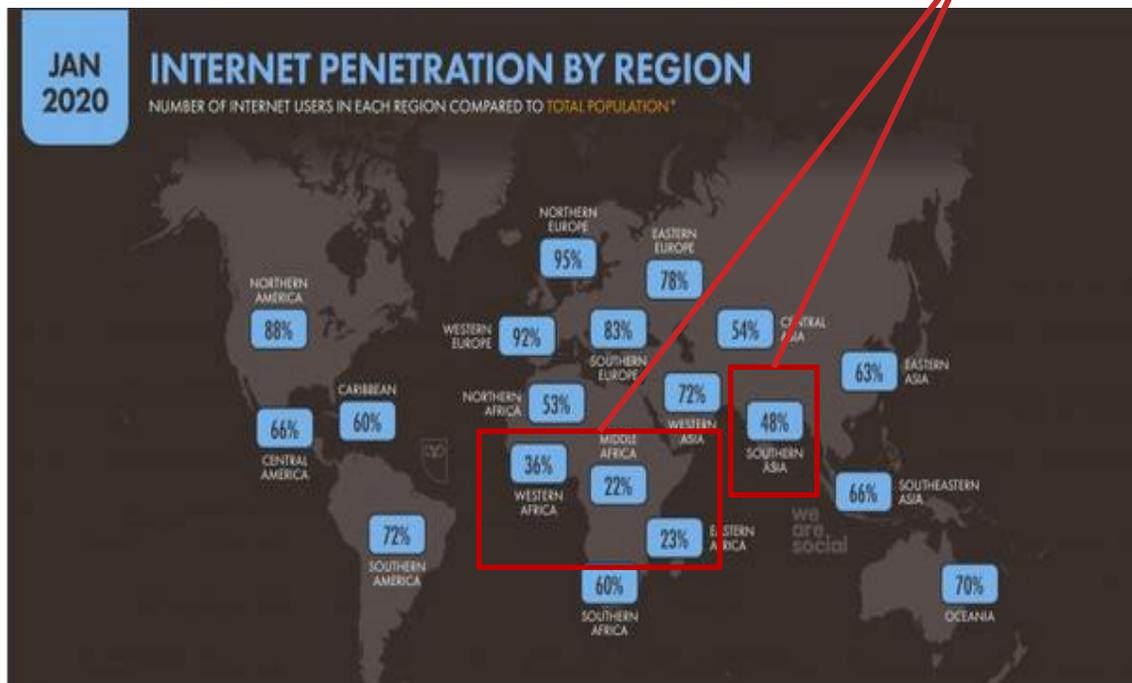
广覆盖与低成本优势凸显

	最小时延	理论带宽	用户容量	覆盖距离	传输方式	建设成本	年运营费用 (电费)	适用场景
卫星互联网	20-35ms	1Gbps	单星通信容量 17-23Gbps	550km轨道高度的天线能覆盖 64万km <sup>2</sup>	长距离无线通信	962亿	25.7亿	实时通讯、网络游戏等
4G	10-20ms	300Mbps	10万终端/km <sup>2</sup>	半径300米	光纤传输	-	-	实时通讯、网络游戏等
5G	1ms	1-2Gbps	100万终端/km <sup>2</sup> ，单个5G宏基站至少20Gbps	半径约为1-3km	光纤+中远距离无线通信	6000亿	231.1亿	实时通讯、网络游戏、工业互联网、远程医疗、无人驾驶等

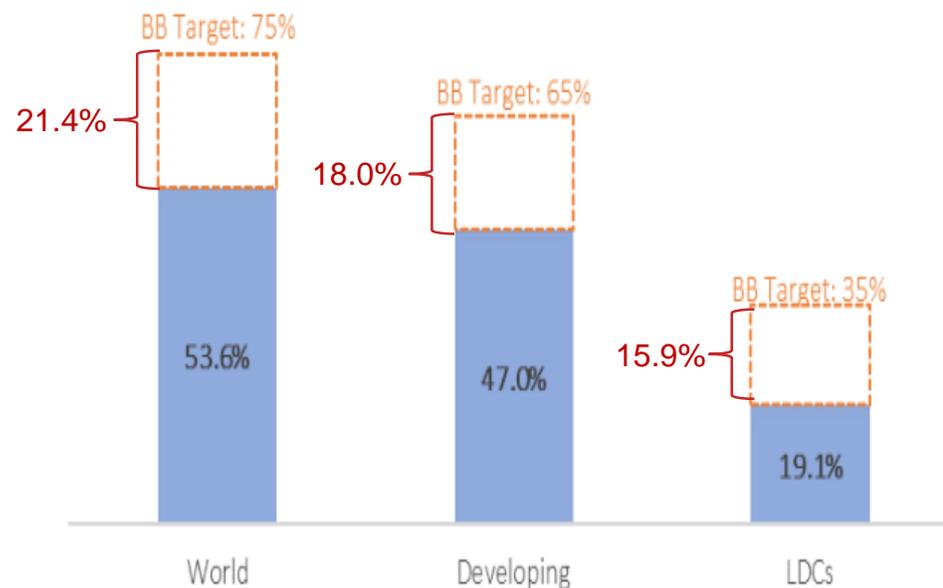
## 全球互联网接入需求较强，卫星互联网补充互联网接入空白与不足

- **卫星互联网能有效弥补互联网接入空白。**据联合国国际电信联盟（ITU）2019年公布的研究报告显示，由于基础设施缺乏等原因，全球76.74亿人口中49%的人口依然未进入互联网，仍有37.4亿人无法联网。而未接入区域大多地处偏远，光纤铺设成本高昂，在互联网人口红利接近饱和的背景下，通过低轨卫星互联网等新兴方式触及庞大的、分散的尚未接入人口也成为互联网发展的蓝海。
- **卫星互联网能有效弥补信息基础设施鸿沟。**全球互联网接入水平存在巨大鸿沟，全球超半数人口处于3G以下阶段。联合国统计了全球连接速度大于或等于256kbps（2G-3G技术水平）的人口，全球超半数人口处于3G以下的互联网覆盖，而发达国家和部分发展中国家已经全面进入4G-5G阶段。

各地区互联网接入情况 **互联网接入低于50%**



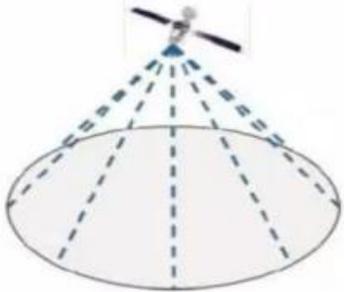
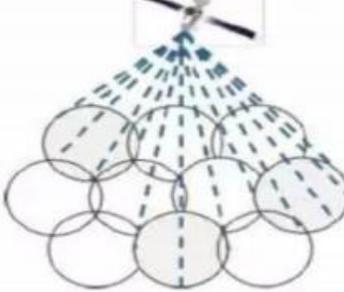
全球互联网渗透率及目标对比



## 高通量卫星技术升级，提升卫星通信覆盖范围

- **多波束技术是提高卫星通信能力的重要手段之一。**其中相控阵技术与高速数字信息处理技术和电控有源元器件结合能够实现精准的波束指向控制和波束赋形；多点波束能够使用大量点波束实现广覆盖。
- **频率复用，实现通信容量的提升。**点波束之间可以实现子波段复用，增加频谱利用率和通信容量。
- **波束增益，波束宽度调窄后提升天线增益，降低终端天线扣缴，提高频谱利用率。**
- **频段竞争激烈，高频段发展趋势明显。**随着低频段频谱资源的不断占用，现有的Ku、Ka等高频段资源也难以满足巨大的频谱需求缺口。目前许多国家正在对频率更高的Q频段和V频段进行开发。高频段预计将成为下一代通信卫星的主要发展方向。

传统卫星与高通量卫星对比

	传统卫星	高通量卫星
示意图		
波束	宽波束覆盖	大量点波束广域覆盖
频段	低频段：L、S、C为主	高频段：Ku、Ka为主 Ka频段可用频率带宽高达3.5GHz，超过L、S、C、Ku频段总和，实现高通量。
轨道	以GEO轨道为主：单星覆盖区域广，组网简单，运维成本低，但是资源接近饱和	在GEO轨道基础上拓展MEO/LEO轨道：中低轨道资源丰富，可以实现多种高度、多种轨道面的三维立体布局

## 广覆盖、低延时、宽带化、低成本四大优势促进产业发展

- 低轨卫星由于具有低成本、广覆盖、宽带化、低延时等优点，现阶段应用广泛。

低轨卫星优势

作为地面网络的补充和延伸，实现有线电话网和地面移动通信网均无法实现的广域无缝隙覆盖，有效解决通信基础设施匮乏地区互联网接入问题。

• 实现全球宽带  
无缝通信

广覆盖

低时延

• 实现时延与地  
面网络相当

卫星网络布置于近地轨道，数据信号在卫星与地面终端往返传输延时被大大降低，达到几十毫秒级别的较低延时。

高频段、多点波束和频率复用等技术的使用显著提升了通信能力，降低了单位宽带成本，能满足高信息速率业务的需求，极大的拓展了应用场景。

• 高通量卫星技  
术日渐成熟

宽带化

低成本

• 建设成本低于  
地面通信设施

与地面5G基站和海底光纤光缆等通信基础设施相比，具有显著成本优势。现代小卫星研发制造成本低，软件定义技术又可以进一步延长在轨卫星使用寿命。

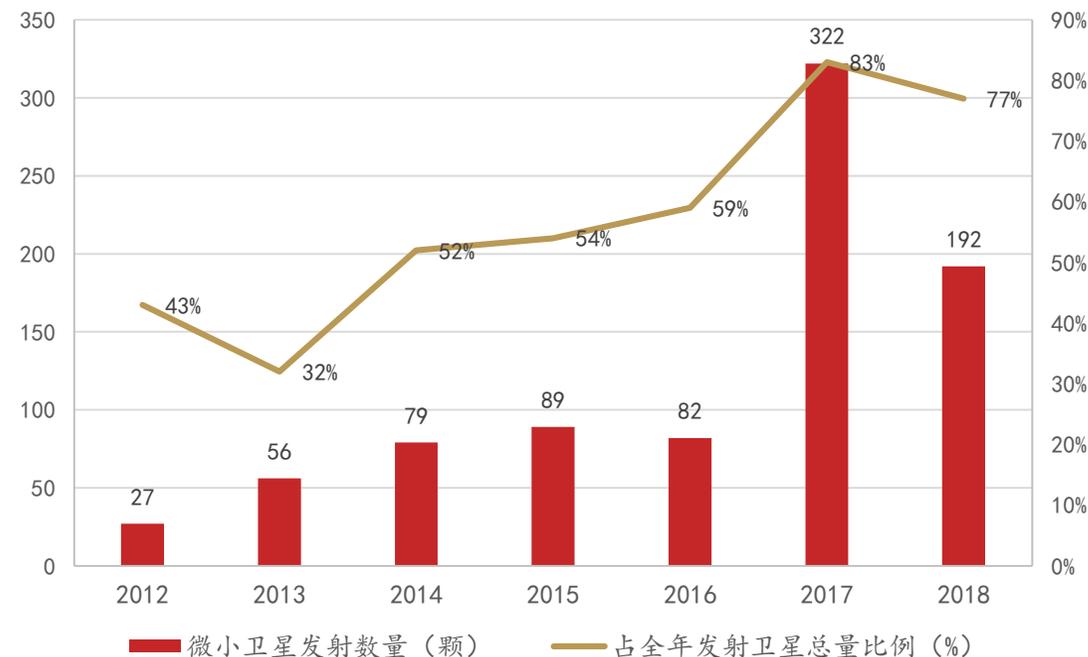
## 网端：高通量小卫星为主要发展方向

- 小卫星方便量产，促进快速起量的同时促进成本降低。随着卫星技术与应用的不断发展，人们在要求降低卫星成本、减小风险的同时，迫切需要加快卫星开发研制周期。特别是单一任务的专用卫星，以及卫星组网，更需要投资小、见效快的卫星技术。
  - 成本降低：传统大卫星研制周期在5年左右，小卫星研制周期2年左右，研制成本降低，同时一箭多星可有效降低发射成本；
  - 发射灵活：小卫星可作为大卫星附属物随同发射，或者可以一箭多星批量发射。
- 高通量适应卫星业务发展趋势，满足消费端需求。卫星固定业务将向高频段、大容量、数字化、宽带化、IP化方向发展。

不同大小卫星重量及造价情况

卫星种类		重量 (kg)	造价 (美元)
小卫星	Femto飞卫星	0.01-0.09	--
	Pico皮卫星	0.1-1	< 20
	Nano纳卫星	1.1-10	20-100
	Micro微卫星	11-200	100-400
	Mini小卫星	201-600	400-2000
小型卫星		601-1200	2000-5000
其他中大型卫星		> 1200	> 5000

微小卫星发射数量情况



## 网端：全球低轨卫星发展快速，低轨优势凸显

- 卫星互联网业务与地面通信业务融合，要求广覆盖和强通信性能。2014年来，卫星互联网发展趋向与地面通信融合，以覆盖更广范围。
- 低轨卫星由于传输时延小、链路损耗低、发射灵活、应用场景丰富、整体制造成本低，非常适合卫星互联网业务的发展。
  - 低时延，地星单项传播时间是1.5ms，地-星-地时间约15-50ms；
  - 发射灵活，低轨卫星现如今先进技术能够达到一箭60星，可灵活大量发射，便于组网；
  - 高稳定性，局部的自然灾害和突发事件几乎不影响系统正常运行；
  - 广应用，全球覆盖，通信不受地域限制，并能将物联网拓展到远海和填空；
  - 低成本，不依赖地面基础设施，可以实现低成本轻量化终端。

卫星互联网与地面通信系统要求对比

对比	卫星互联网	地面通信系统
Embb	<b>野外地区有建设成本优势</b>	在城区因终端体积、资费、带宽等原因有绝对优势
Mmtc	<b>针对野外等地区有低成本优势</b>	城区有大规模物联网优势
Urlc	空口时延：10ms	5G空口时延：1ms
目标客户	地面通信难覆盖地区	普通城区客户
覆盖区域	海洋森林、沙漠等偏远地区	普通城市区域

低轨卫星与高轨卫星各能力对比

属性	LEO卫星	GEO卫星
覆盖能力	大量卫星组网可形成全球稳定覆盖	覆盖广，但难以覆盖南北极
时延	<b>3000km高度计算，时延约20ms</b>	传播时延约270ms
链路能力	<b>低轨卫星上行链路能力较高轨GEO卫星提升10倍以上</b>	空间链路损耗较高
关口站	卫星多，需要的关口站数量更多，每个关口站需要配置多路天线射频频通道对多星	对于100GBIT/S的GEO宽带/高通量卫星，需要部署15~20个关口站，采用异地多站（或多天线）的部署方式
终端	固定类终端需要配置伺服跟踪系统，需要配置抛物面形式的双天线或配置相控阵天线，成本高	地面终端简单，技术能力成熟，已经实现高集成度和小型化，也已达消费级价格
系统容量效率	利用效率低，需平衡峰值需求及有效利用容量	单星设计容量大，波数效率高，有效单位成本更低

## 国内主要通信卫星星座介绍：天通卫星逐步走向成熟

- 2016年8月，全自主研发的天通一号卫星发射成功，填补了国内卫星移动通信空白。天通一号卫星覆盖中国全境及领海、第一岛链以内，中国周边区域，西太平洋、印度洋。
- 天通卫星商用，打造5G+6G天地一体化通信。2020年1月10日，中国电信面向社会各界提供天通卫星通信服务，我国自主建设首个卫星移动通信系统正式商用。天通卫星移动通信系统实现我国领土、领海的全面覆盖，为用户提供全天候、全天时、稳定可靠移动通信服务。用户使用天通卫星手机或终端在卫星服务区内，可进行话音、短信、数据通信及位置服务。
- 预计到2025年，卫星通信终端销量在300万台左右，市场空间约300亿元，并且整条产业链相对成熟，从芯片到终端都有成熟产品，目前已进入应用推广阶段。

天通一号覆盖范围



资料来源：天通官网，华西证券研究所

### 天通卫星移动通信适用场景

- 卫星电话**  
可拨打全球任意地面固定和移动电话
- 卫星短信**  
可与卫星手机、地面蜂窝网络手机实现短信互联互通
- 定位功能**  
所有终端均内置北斗/GPS接收模块，系统支持基于北斗/GPS的位置管理与控制
- 数据传输/互联网接入/视频回传**  
数据速率：1.2kbps ~ 384kbps



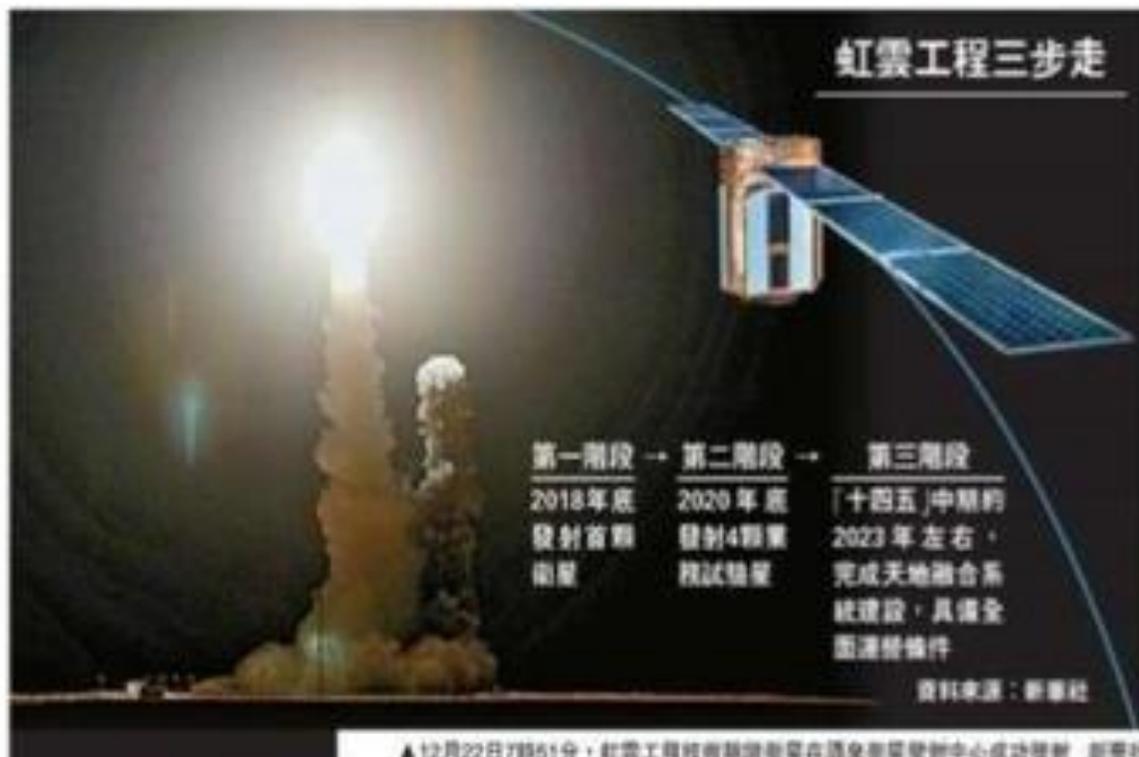
### 天通卫星移动通信系统



## 国内主要通信卫星星座介绍：虹云工程，低轨互联网通信系统

- 虹云工程是中国航天科工五大商业航天工程之一，脱胎于中国航天科工的“福星计划”，计划发射156颗卫星，它们在距离地面1000公里的轨道上组网运行，构建一个星载宽带全球移动互联网络，实现网络无差别的全球覆盖。
- 虹云工程被分解为“1+4+156”三步。第一步计划在2018年前，发射第一颗技术验证星，实现单星关键技术验证；第二步到“十三五”末，发射4颗业务试验星，组建一个小星座，让用户进行初步业务体验；第三步到“十四五”末，实现全部156颗卫星组网运行，完成业务星座构建。目前，虹云工程已进入第二步阶段，2019年11月22日，据央视新闻报道，中国首个天基互联网系统“虹云工程”将于2020年投入示范应用。

虹云工程三步走计划



虹云工程卫星模型



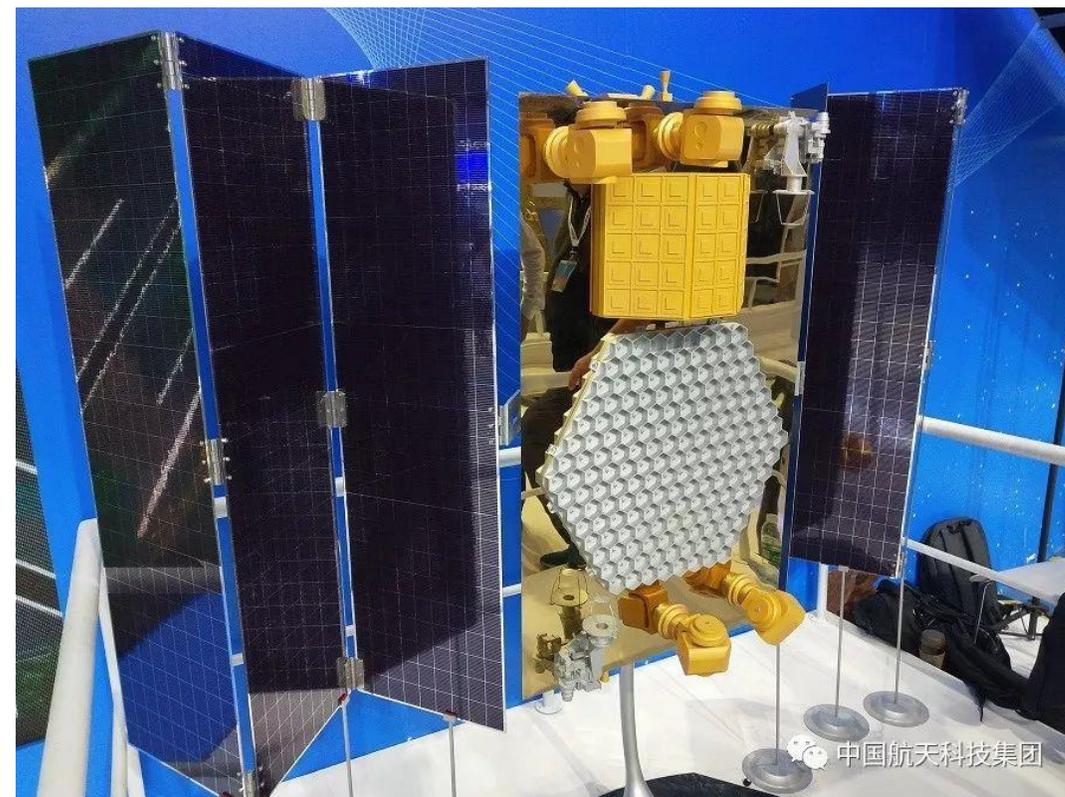
## 国内主要通信卫星星座介绍：鸿雁星座，低轨通信系统

- 鸿雁全球卫星星座通信系统是中国航天科技集团在2016年发布项目。该系统将由300颗低轨道小卫星及全球数据业务处理中心组成，具有全天候、全时段及在复杂地形条件下的实时双向通信能力，可为用户提供全球实时数据通信和综合信息服务。
- “鸿雁星座”一期预计投资200亿元，在2022年建成由60颗卫星组成的通信网络；二期预计2025年完成建设，通过数百颗卫星构建“海、陆、空、天”一体的卫星移动通信与空间互联网接入系统，实现全球任意地点的互联网接入。

鸿雁星座组网计划示意图



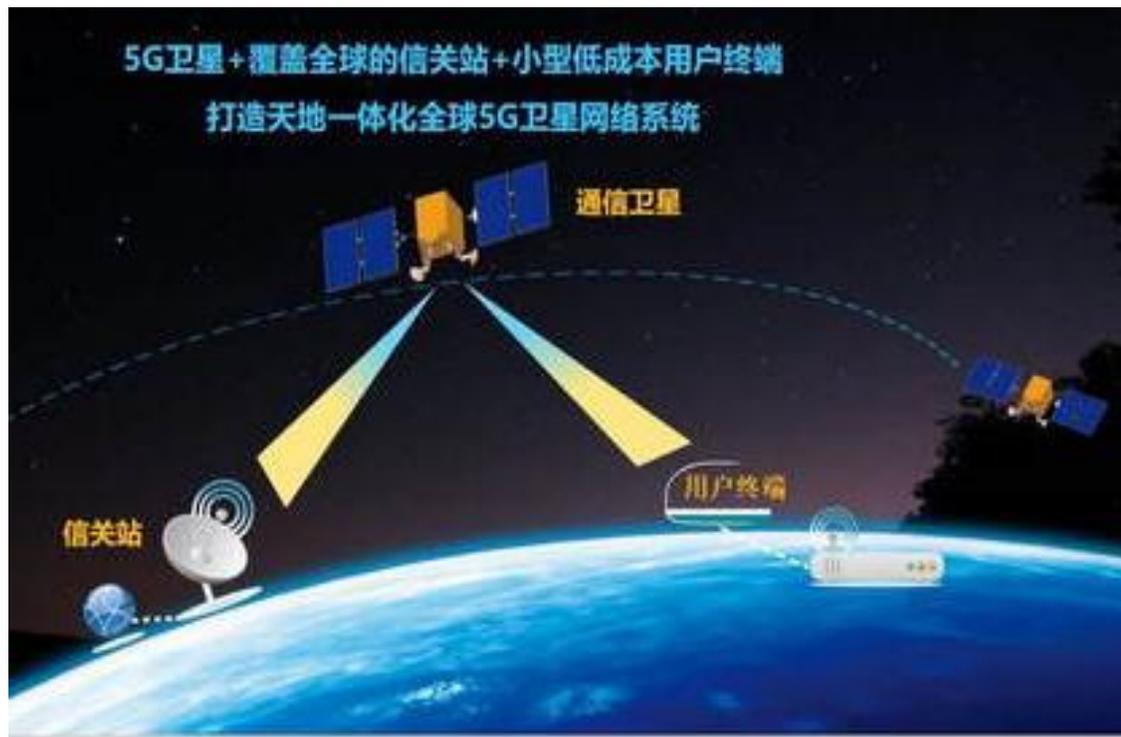
鸿雁星座卫星示意图



## 国内主要通信卫星星座介绍：银河航天，首颗5G卫星升空

- 银河Galaxy是由民营企业银河航天进行的卫星计划，该计划预计2022年完成第一批144颗卫星部署，随后从144颗卫星升级到800多颗卫星，最后再升级到2800颗卫星。
- 2020年1月16日，民营航天公司银河航天宣布，我国首颗通信能力达10Gbps的银河航天首发星，在轨30天后成功开展通信能力试验，在国内第一次验证低轨Q/V/Ka频段通信。今后，“太空互联网”有望成为5G乃至6G时代实现全球网络覆盖的重要解决方案。

首颗5G卫星升空



首颗5G卫星图片



## 通信卫星制造与发射端市场预测：短窗口发展呈爆发趋势，预计未来投资规模较大

- 小卫星寿命相对较短，卫星制造与发射组网周期短窗口会较快发展。低轨卫星平均寿命5年，为实现尽快服务，卫星制造与发射短窗口会较为集中。据估计，最佳发射窗口期将集中在未来的某个3年周期内。
- 预计卫星制造投资规模达到700亿元以上。考虑到我国后期卫星制造模式及核心技术能力的改进升级，我们预计第一阶段卫星制造单星单年下降10%，第二阶段制造价格单星单年下降15%。预计十年内投资规模可达700亿元以上。
- 预计十年内卫星发射累计数量约4500颗，卫星发射投资规模超过740亿元。考虑到未来火箭回收、“一箭多星”等技术的发展促使成本降低，提出假设：预计卫星发射单价在第一阶段每年下降10%。第二阶段每年下降15%。

预计未来卫星制造与发射环节投资情况

(亿元)	第一阶段					第二阶段					合计
	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E	
<b>卫星制造投资规模</b>	<b>33.3</b>	<b>89.8</b>	<b>107.7</b>	<b>109.1</b>	<b>109.1</b>	<b>102.0</b>	<b>86.7</b>	<b>73.7</b>	<b>62.6</b>	<b>53.2</b>	<b>711.3</b>
卫星载荷	13.3	35.9	43.1	43.6	43.6	40.8	34.7	29.5	25.1	21.3	284.5
天线分系统	5.3	14.4	17.2	17.5	17.5	16.3	13.9	11.8	10.0	8.5	113.8
转发器系统	8.0	21.5	25.9	26.2	26.2	24.5	20.8	17.7	15.0	12.8	170.7
卫星平台	20.0	53.9	64.6	65.4	65.4	61.2	52.0	44.2	37.6	31.9	426.8
姿态及轨道系统	6.7	18.0	21.5	21.8	21.8	20.4	17.3	14.7	12.5	10.6	142.3
电源系统	4.9	13.3	16.0	16.2	16.2	15.2	12.9	10.9	9.3	7.9	105.7
推进/结构/遥测/热控等系统	8.4	22.6	27.1	27.4	27.4	25.6	21.8	18.5	15.7	13.4	178.8
<b>卫星发射投资规模</b>	<b>30.0</b>	<b>81.0</b>	<b>97.2</b>	<b>98.4</b>	<b>98.4</b>	<b>92.0</b>	<b>78.2</b>	<b>66.5</b>	<b>56.5</b>	<b>48.0</b>	<b>746.3</b>
卫星发射数量	100	300	400	450	500	550	550	550	550	550	3400
卫星发射单价	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.12	0.10	0.09	

## 通信卫星地面设备：卫星发射数量增长带动地面基站建设起量

- 卫星互联网组网对地进行全覆盖，需要地面设备建设的跟进。地面站是卫星互联网设备中负责发送和接收卫星信号的关键环节。其中，关口站是地面系统的核心组成，在卫星发射数量不断增长的同时，预计地面关口站也应有相应的数量增长。
- 预计在轨卫星与卫星关口站比例关系为20:1。OneWeb将在全球部署55-75个卫星关口站，对应720颗卫星。
- 目前我国关口站制造单价约为6000万元/站，考虑到未来技术成熟与规模效应，预计第一阶段制造单价每年下降5%，第二阶段制造单价每年下降10%。

地面基站建设预计数量及成本

	第一阶段					第二阶段					合计
	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E	
发射卫星数量	100	300	400	450	500	550	550	550	550	550	4500
对应地面基站累计数量	5	20	40	63	88	115	143	170	198	225	
估计当年建设单价（亿元）	0.60	0.57	0.54	0.51	0.49	0.44	0.40	0.36	0.32	0.29	
<b>预计新增地面站建设成本（亿元）</b>	<b>3.0</b>	<b>8.6</b>	<b>10.8</b>	<b>11.6</b>	<b>12.2</b>	<b>12.1</b>	<b>10.9</b>	<b>9.8</b>	<b>8.8</b>	<b>7.9</b>	<b>95.7</b>

### 1、为什么这个时间点关注卫星通信领域？

- 1) 卫星发射模式及制造模式发生深刻变化：在SpaceX等公司带动下，火箭、卫星等制造模式从传统的定制化变为批量化，传统发射制造成本大大降低，通信卫星可以低成本快速组网，卫星通信技术设施快速完成全球覆盖
- 2) 卫星通信高通量趋势明显，带宽成本下降，降低用户门槛，卫星通信相关应用普及会加快：2022年，大容量（高通量）卫星将占全球总卫星带宽的50%；2022年前后，我国宽带卫星容量需求也将达到1TB以上，带宽成本大大降低有利于带动应用普及。
- 3) 民营企业加入卫星通信及应用领域，打破国家队模式：民用航天迅速发展，除了在卫星基础设施方面对传统卫星通信作为补充之外，民营企业在商业模式方面的探索较为积极

### 2、哪些领域值得投资？

在商业航天产业所覆盖的主要领域中，**火箭制造及发射，卫星制造与运营是商业化程度最高的两个领域。**

- 1) 火箭制造及发射：商业火箭以承接商业卫星或者国家卫星等有效载荷的订单为主要盈利模式，但是由于中国特有体制因素国家卫星订单预计不会是目前商业火箭的主要收入途径，因此**液体、大推力、可回收火箭（降低发射成本）制造商**是未来商业火箭制造和发射企业的发展重点，因此动力系统会成为火箭制造的关键环节。
- 但是目前国内发射场数量只有5站，酒泉、西昌、太原、文昌、烟台海阳，虽然今年增加一家，但是发射场资源还是紧缺，大部分还是满足国企发射需要，未来发射场数量有持续增加趋势，对于商业行业航天是一大利好。
- 2) 通信卫星制造：**低轨卫星数量预期发射量较大，星载核心硬件最先受益。**通信卫星和有效载荷是通信转发器和天线（相控阵天线和固定多波束天线），Ka频段高通量卫星需求带动下，**相控阵天线具备规模经济优势**，星载相控阵天线相关科研院所及公司包括上海微系统与信息技术研究所、54所、铖昌科技（和而泰）等，另外卫星核心零部件厂商康拓红外、雷科防务等。
- 3) 通信卫星应用：地面接收硬件终端（卫星接收天线、手持终端等）以及应用服务。尤其是服务高通量卫星之前卫通通信领域多用于应急、航海、航空的等专业高价值领域，**随着高通量卫星在轨数量的增多，其相关普通消费者应用的初创企业也非常值得资本市场关注。**

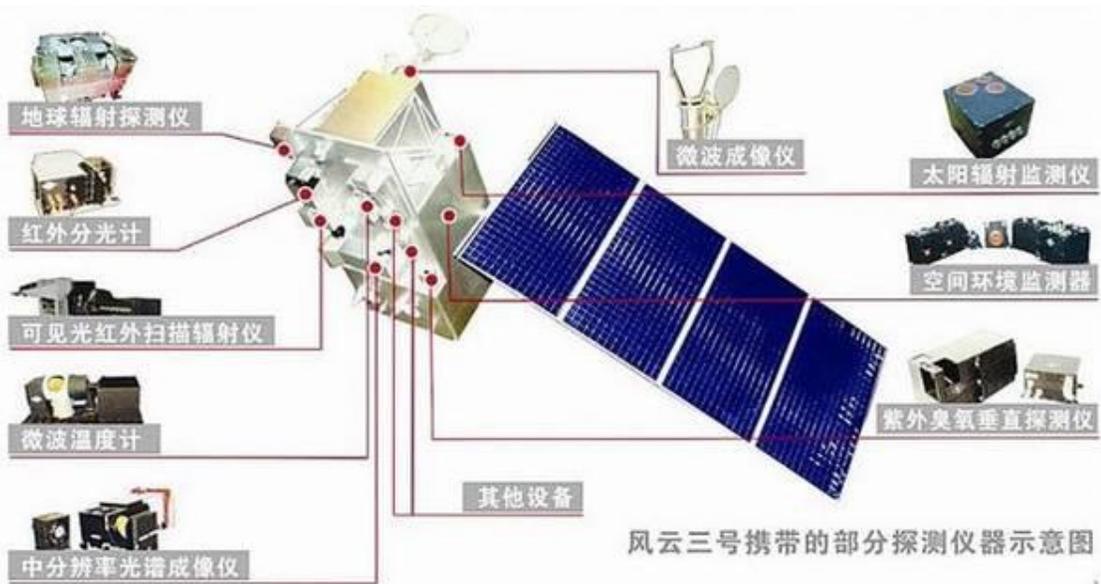


## 06 卫星遥感：军用采购为主导，民用市场方兴未艾

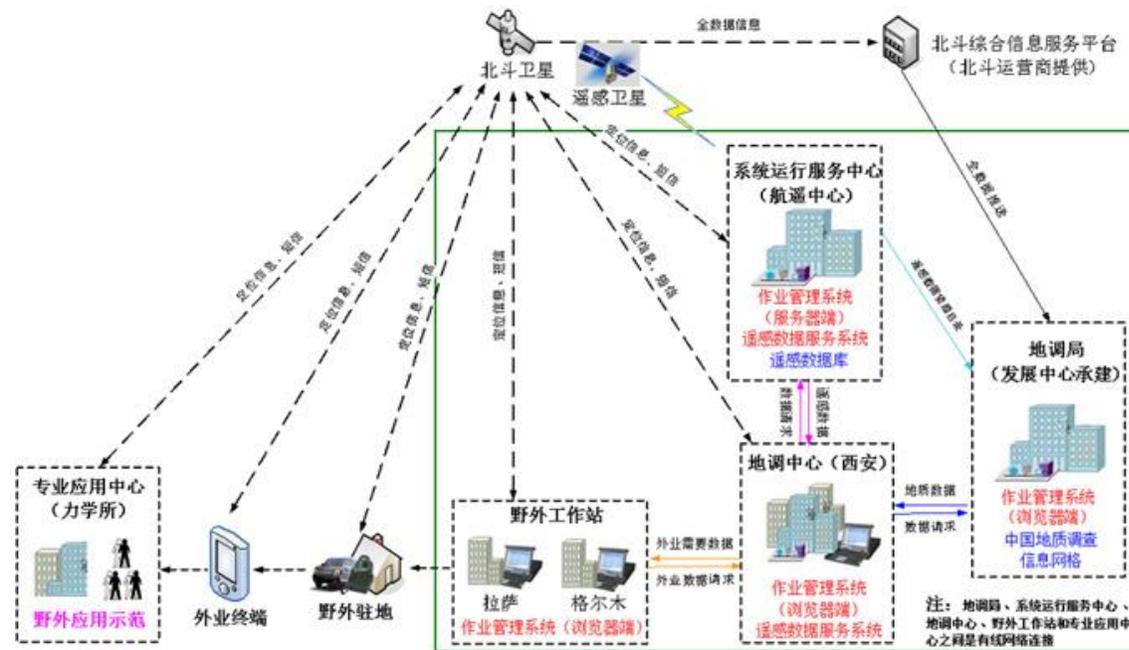
## 卫星遥感和地理信息服务：卫星互联网主要应用之一

- 遥感卫星 (RS remote sensing) 是应用卫星的最主要类型之一，指在不与对象直接接触的情况下，通过某种平台上装载的传感器获取的目标对象的特征信息。
- 卫星遥感技术是对地观测主要技术之一。卫星遥感技术主要是从高空通过传感器探测和接收来自目标物体的信息（如电磁波、地震波等），识别物体属性及其空间分布特征，之后通过遥感技术平台获取卫星数据，做到信息接收、处理与分析。
- 卫星遥感及空间信息服务行业是卫星产业及地理信息产业的融合，其本质是围绕遥感卫星的数据获取及应用而展开的产业。卫星遥感是卫星产业主要应用之一，具体用于地物识别、获取影响、对地观测、环境箭载、测绘成图等。现阶段主要在轨遥感卫星有高分一道、Worldview等。

风云三号遥感卫星组成示意图



北斗卫星遥感运营原理图



## 卫星遥感和地理信息服务：三种主要分类

- 根据遥感电磁辐射源的方式，卫星遥感可分为主动遥感和被动遥感。主动遥感是只由遥感探测器主动向地目标发射电磁辐射能量并接收地物目标发射的电磁能量作为遥感传感器接收和记录的能量来源；被动遥感是指不会主动发出电磁辐射能量。而是接收地物目标自身辐射和反射自然辐射源（主要为太阳）的电磁能量作为遥感传感器输入能量。
- 根据遥感数据的类型，卫星遥感可分为成像遥感和非成像遥感。其中，成像遥感是指传感器接收和记录的电磁能量信息最后以图像形式保存；非成像遥感则指最终的电磁能量信息不一图像形式保存。
- 根据载荷的不同，卫星遥感可分为光学遥感和雷达遥感。

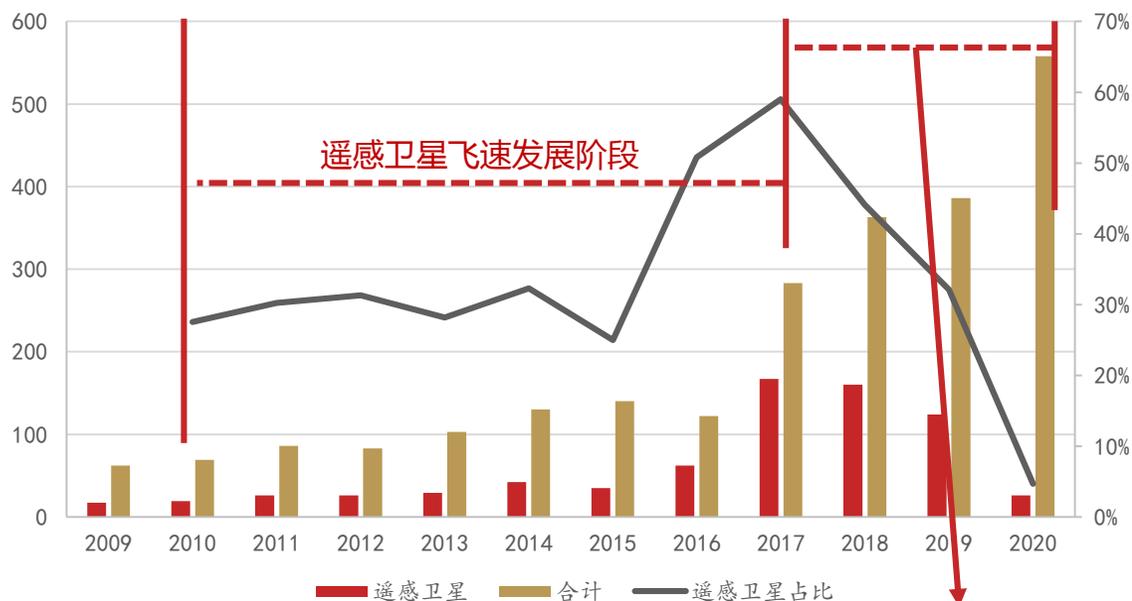
### 光学遥感和雷达遥感的不同

光学遥感	原理	以太阳辐射作为唯一的能量来源，对反射波段在可见光，近红外及短波红外范围的目标物体进行成像观测的遥感技术。	
	按光谱分辨率分类	全色成像技术	使用0.5微米到0.75微米左右的单波段，即从绿色往后的可见光波段，全色遥感影像，也就是对地物辐射中全色波段的影像摄取。因为是单波段，在图上显示是灰度图片，全色遥感影像一般空间分辨率高，但无法显示的地物色彩。
		多光谱成像技术	使用0.5微米到0.75微米左右的单波段，即从绿色往后的可见光波段，全色遥感影像，也就是对地物辐射中全色波段的影像摄取。因为是单波段，在图上显示是灰度图片，全色遥感影像一般空间分辨率高，但无法显示的地物色彩。
		高光谱成像技术	具有上百个波段，图像的进行程度和色彩丰富度更高，同时信息冗余也将增加。
		超高光谱成像技术	具有上百乃至1000个波段的光谱成像技术。
优劣势	最终数据形式可以图像呈现，可读性号，分辨率高。但光学遥感技术以太阳辐射作为唯一能量来源，因此对地观测活动受大气云层及夜晚的限制较多。		
雷达遥感	原理	通过主动遥感的方式探测目标物体的后向散射系数和介电常数，通过遥感平台控制卫星上的雷达并向地表发射雷达波束，然后接受地面的发射信号最终得到地表雷达影像。	
	主要技术	合成孔径雷达技术（SAR技术）。	
	优劣势	雷达卫星具有全天候，全天时及能穿透一些地物的成像特点，因此较光学卫星具有一定优势；但因雷达探测物体后向散射系数及介电常数是的最终数据图像均为噪声点，可读性较差。	

## 卫星遥感和地理信息服务：在轨遥感卫星数量攀升，细分市场发展较快

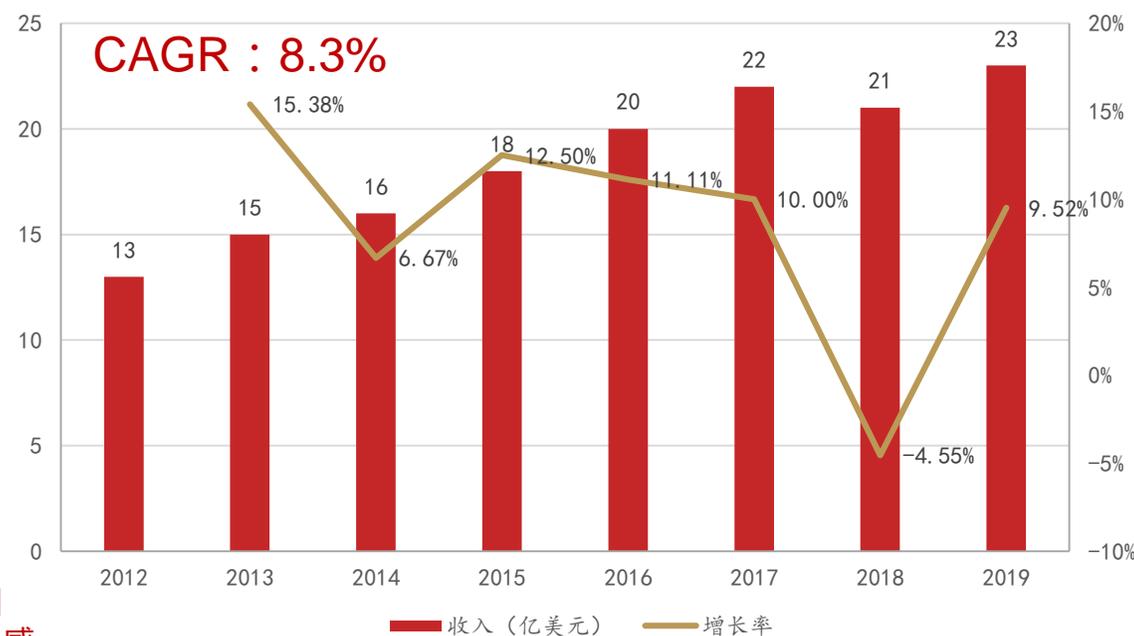
- 在轨遥感卫星比例持续上升，成为最主要卫星类别之一。由于遥感卫星商业化的推动和产业规模的迅速增长，遥感卫星在全球在轨卫星中的比例逐年上升，成为近年来新发射卫星的主要部分。根据SIA报告，2012年，1060颗在轨卫星中仅有106颗遥感卫星，比例为10%，而到2018年，全球遥感卫星数量达到569颗，在2118颗在轨卫星中占比27%，成为仅次于通信卫星的主要卫星类别。
- 遥感卫星市场是通导遥三大细分市场中发展最快的市场，卫星数量占比逐年攀升，遥感卫星数据产值复合增长达到8.3%。随由于卫星遥感具有相对地面测控较强的成本优势、卫星制造与发射技术的提升、政府与企业的需求不断增大，卫星遥感产业增长较快，遥感卫星的价值日益凸显。SIA数据显示，2012年到2019年，全球遥感卫星服务收入从13亿美元增长至21亿美元，年复合增长8.3%。高于全球卫星产业总体的增长速度。

2009-2020年遥感卫星发射情况



近三年有所下降，由于美国政府财政削减，对卫星采购数量有所降低，同时遥感卫星在美国发展较为成熟，数量减少，但国内遥感卫星尚处试验阶段，尚未起量

卫星遥感和地理信息服务产业收入情况



## 卫星遥感和地理信息服务：技术突破与政策放开驱动商业起步

- **空间分配率持续突破提升卫星遥感市场价值。**空间分配率指遥感影像上像素所代表的地面范围的大小，能提供地物的结构、大小、形状、方向、面积等稽核属性。空间分配率直接决定了卫星遥感回传数据与图片的质量，而数据与图片的质量有直接决定了其市场应用价值。目前国内允许的商业遥感卫星最大空间分辨率为0.5米，2018年中国航天科技集团已研制出分辨率高达0.3米的光学成像及雷达成像卫星，将媲美美国商业性能最优遥感卫星。
- **2015年政策逐渐放开，促进卫星遥感市场的商业发展。**从历史来看，国家政策与政府需求占卫星遥感行业主导地位，且在很长一段时间完全由国家控制。

### 遥感卫星主要相关政策说明

#### 中美主要卫星空间分辨率对比

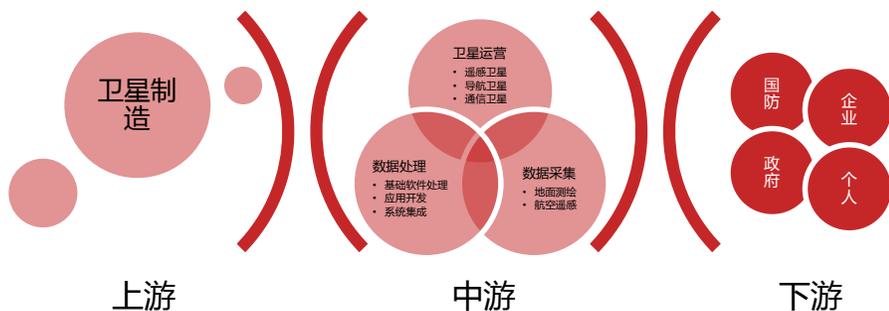
	卫星	制造商	空间分辨率
中国	高分系列	航天科技	光学：0.8米
	高景系列	航天科技	光学：0.5米
	吉林系列	长光卫星	光学：0.72米
美国	GeoEye-1	General Dynamics	光学：0.41米
	WorldView-3	Ball Aerospace	光学：0.31米
	WorldView-4	LMT Missiles & Space	光学：0.31米

政策法规名称	发布时间	相关部门	相关核心内容
《关于促进地理信息产业发展的意见》	2014年	国务院	首次将地理信息产业作为一个独立的产业进行规范，对促进地理信息产业发展做出了全面、系统的部署，是引领地理信息产业发展的纲领性文件，对推动我国地理信息产业健康快速发展具有十分重要和深远的意义
《国家地理信息产业发展规划（2014-2020年）》	2014年	发改委和原国家测绘地理信息局	息局大卫星的通常质量大于1000千克。当前，全球最大的在轨遥感卫星为欧洲航天局(ESA)于2002年3月发射的Envisat卫星，其质量为8211千克。
<b>《关于创新重点领域投融资机制鼓励社会投资的指导意见》</b>	<b>2014年</b>	<b>国务院</b>	<b>鼓励民间资本参与国家民用空间基础设施建设。</b> 完善民用遥感卫星数据政策，加强政府采购服务，鼓励民间资本研制、发射和运营商业遥感卫星，提供市场化、专业化服务。引导民间资本参与卫星导航地面应用系统建设
《国家民用空间基础设施中长期发展规划（2015-2025年）》	2015年	国家发展改革委、财政部、国防科工局	“十三五”期间，构建形成卫星遥感、卫星通信广播、卫星导航定位三大系统，基本建成国家民用空间基础设施体系，提供连续稳定的业务服务。“十四五”期间，建成技术先进、全球覆盖、高效运行的国家民用空间基础设施体系，业务化、市场化、产业化发展达到国际先进水平。
《关于推动国防科技工业军民融合深度发展的意见》	2017年	国务院	将太空领域列为三大重点建设领域，在太空领域中，以遥感卫星为突破口，制定国家卫星遥感数据政策，促进军民卫星资源和卫星数据共享。将军民融合由初步融合向深度融合过渡、进而实现跨越发展。
《国家民用卫星遥感数据管理暂行办法》	2019年	国家航天局	为国家卫星遥感数据的管理，推动数据共享、应用推广和相关文化产业提供有力的政策保障。

## 卫星遥感和地理信息服务：产业链下游市场以军政用为主，商用发展空间广泛

- 卫星遥感和地理信息服务产业链主要由上游卫星制造，中游为运营获取卫星遥感数据及遥感数据处理，下游数据应用构成。在本环节主要介绍的是产业链中下游情况。
- 中游数据采集与处理随技术更新，实用性不断增强。**随着高分辨率遥感器、电荷耦合器件（CCD）、高精度、高稳定度、高机动能力的姿态控制技术、颤振抑制技术等可以提高遥感卫星影像质量的技术不断迭代，为遥感数据的应用提供更多可能性。
- 下游应用方面，军政方已具规模，处于稳定增长阶段，随着技术进步与成本下降，民商用市场未来增长潜力较大。**卫星遥感目前应用主要以国防及政府在国土、应急安全、气象领域为主，但行业市场如精准农业、森林环境、大型市政项目等方面进行数据跟踪与监测前景广阔。

卫星遥感和地理信息服务产业链



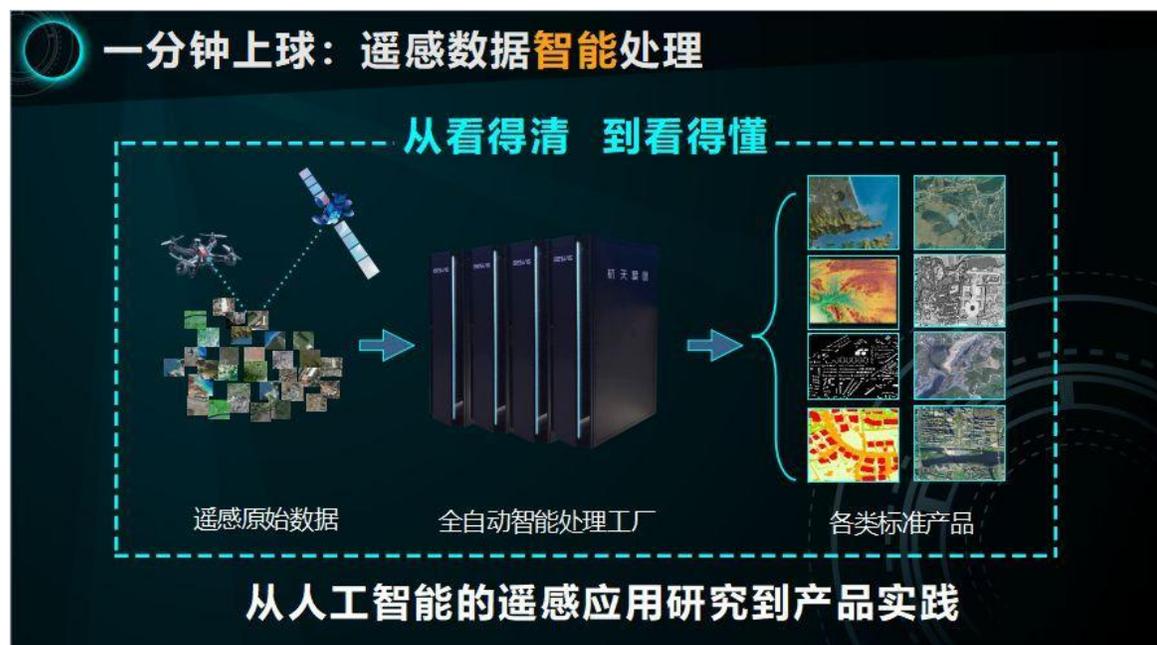
卫星遥感和地理信息服务主要应用场景

类别	行业/部门	应用场景
军用	国防	国防军事数据监控
	国土	国土状态监测与管理
	安全	人防工程应用、应急突发处理、反恐维稳应用
政府使用	市政	智慧城市工程、风景名胜区监测、城市污水垃圾监测治理
	气象	天气监测、雾霾监测、风场监测
	海洋	海岸线监测、浒苔应急监测、赤潮监测、海船漏油监测定位、化学药品泄露监测、海水监测
民商用	交通	交通设施调查、路灾监测、重大工程监管、物流应用
	能源	天然气管道监测、石油管道监测、能源工厂状态监测
	农业	精准农业监测、农业统计监测

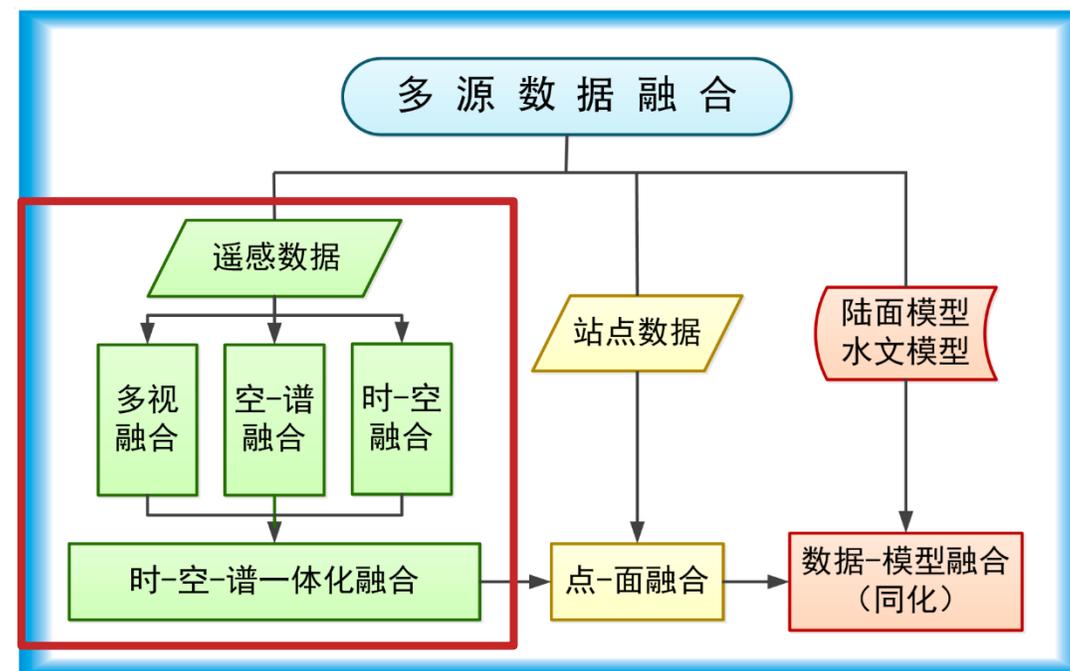
## 卫星遥感和地理信息服务：未来与新技术、其他数据融合，增强信息服务体验感与有效性

- 大数据、人工智能等新一代卫星遥感数据分析领域的不断渗透将成为行业新常态。对于微信遥感数据分析，在新一代技术叠加下，将充分利用移动互联网技术做到大数据存储、人工智能算法演练分析，然后以云计算技术实现客户的分发共享，最终全面实现数据处理分析过程的转型升级，提升数据时效性与客户体验感。
- 多源数据融合，挖掘并解锁客户新需求。随着未来卫星遥感数据、地理信息数据和互联网数据（个体出行过程、网络行为、消费记录等）的融合，各行业厂商纷纷涉足地信应用领域，有望引发遥感应用、导航定位及卫星服务等产业的广阔应用。

卫星遥感与人工智能联合示意图



多元数据融合框架图图



## 遥感卫星投资结论

- 1、中国的遥感卫星行业长期由政策主导，国家进行专项投资计划的发展模式，十三五后国家出台多项航天产业发展改革政策，推动遥感卫星商业化应用的发展。
- 2、遥感卫星制造环节关键光学相机、成像雷达被少数企业所垄断，目前商业卫星制造厂商主要是长光卫星、微纳卫星等。
- 3、遥感卫星的中游数据生产和数据增值服务等产业商业化程度较高主要是商业运营商，为下游军队、政府、企业提供遥感数据分析，数量比较多。
- 遥感卫星数据运营商大概为可分为两类：拥有自有卫星（世纪空间、欧比特等）和无自有卫星（中科星图、航天宏图等）。
- 4、目前对于遥感数据需求比较多的主要来自于军队、政府、科研院所等，普通企业市场需求仍然不明朗，其盈利模式长期面临比较大的考验。



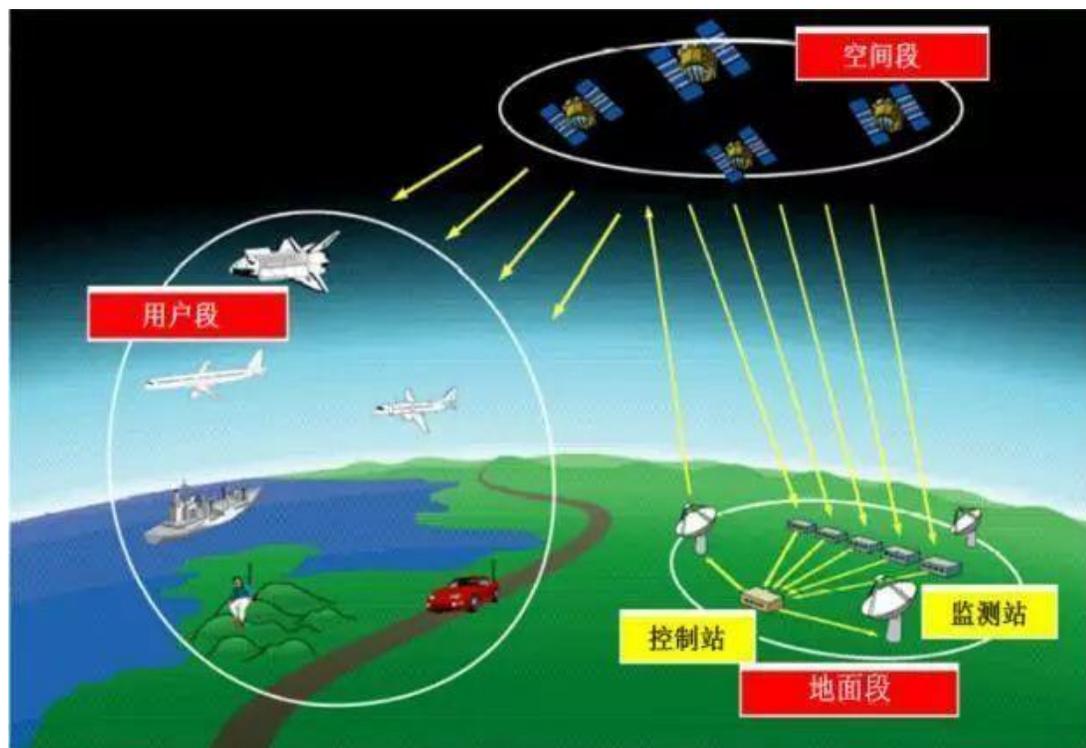
07

**卫星导航：三大应用领域，  
大众市场成为产业发展主要驱动力**

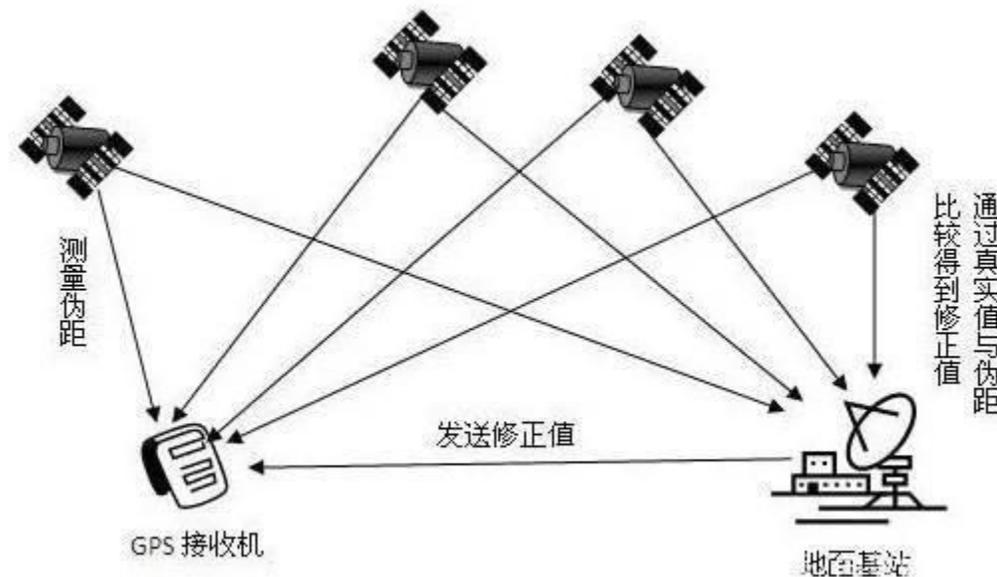
## 卫星导航原理与网络介绍

- **卫星导航**是以人造卫星作为导航台的星基无线电导航，是一种利用人造地球卫星进行用户点位测量的技术，是以用导航卫星发送的导航定位信号确定载体位置和运动状态、引导运动载体安全有效到达目的地。
- **目前卫星导航采用“四星定位”原理**，通过3颗卫星，了解目前所处地球地理位置情况，之后引入第4颗卫星作为时间零点，专门用来计算时间误差，以精确解算出位置信息。
- 中国北斗导航系统主要以北斗兼容型芯片及其相关模块（板卡、天线及地理信息系统等）、终端集成、系统集成以及相关服务为主。

卫星导航系统构成示意图



卫星导航网络原理示意图



## 全球四大卫星导航系统：中国北斗卫星优势凸显

- 目前全球有四大主要的卫星导航系统：美国（GPS）、中国（BDS）、俄罗斯（GLONASS）、欧盟（GALILEO）。其中，美国的GPS是目前唯一全面运行的卫星导航系统，占据全球定位市场95%的份额，在系统的成熟性、服务精度等方面都处于全球最领先水平。
- 中国北斗不断发展，系统优势凸显。和其他三大卫星导航系统相比较，北斗作为自主研发设计的系统，除了具有安全、可靠、稳定、保密性强以及适合涉及国家安全的重要部门和行业应用这些优势以外，单纯从技术的角度来看仍然具备两大优势：三频系统、短报文通信。

全球四大卫星导航系统对比

	中国	美国	俄罗斯	欧洲
系统名称	北斗	GPS	GLONASS	GALILEO
频段	采用频分多址体制，卫星按频率不同区分（占据次优频段）	固定频段（占据最优频段）	采用频分多址体制，卫星按频率不同区分（占据最优频段）	采用频分多址体制，卫星按频率不同区分
开发历程	2000年建成北斗一代，2012年北斗二代投入运营	70年代开发，1994年全面建成，目前研制第三代GPS	80年代开发，1995年投入使用	90年代提出，2002年批准，2008年开始建设，2013年，4颗全面运行的伽利略卫星组网成功
卫星数量	35（静止轨道，中低轨道等多轨道结合）	28（其中4颗备份星）	24（其中3颗备份星）	30（其中3颗备份星）
定位精度	军用 < 1m，民用 < 1m	军用 < 1m，民用 < 10m	军用 < 1m，民用 < 10m	民用为主 < 1m
计划覆盖	亚洲-太平洋、全球	全球	全球	全球

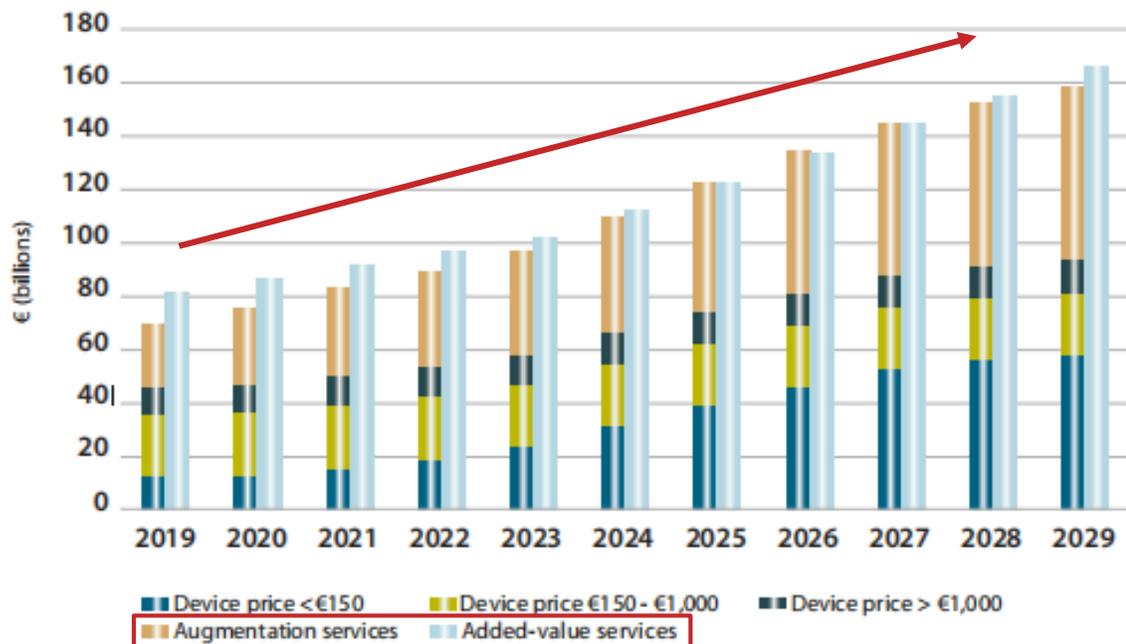
北斗卫星优势介绍



## 全球卫星导航产值不断提升，产业地域集中度较高

- 全球卫星导航产业不断发展。**在全球经济形势低迷，贸易战阴霾笼罩的背景下，GNSS是少数逆势上涨的产业市场之一，并预测在未来的十年内仍会保持稳定增长。预计到2029年全球卫星导航市场总产值约为3244亿欧元，将会比现在的1507亿欧元翻一番。
- 全球卫星导航收入主要来自下游服务。**全球GNSS设备的下游市场收入将从2019年的1500亿欧元增长到2029年的3250亿欧元，CAGR为8%。其增长主要是由于来自大众市场和中端设备和增强服务的收入。在2019年至2029年期间，低端接收器的年增长率将达到16%，而增值服务的收入也将在10年内从230亿欧元稳步增长到近650亿欧元。
- 亚太地区发展将成为核心。**从区域层面看，亚太地区的贡献率最高，预计到2029年，亚太地区的GNSS终端保有量将达到51亿台，占全球总量的53.5%，产值更是将达到1060亿欧元，约占全球总产值的1/3，这清楚的表明了未来十年全球GNSS市场将以亚太地区为核心。

全球卫星导航产值分领域趋势图



全球卫星导航收入地域分布图

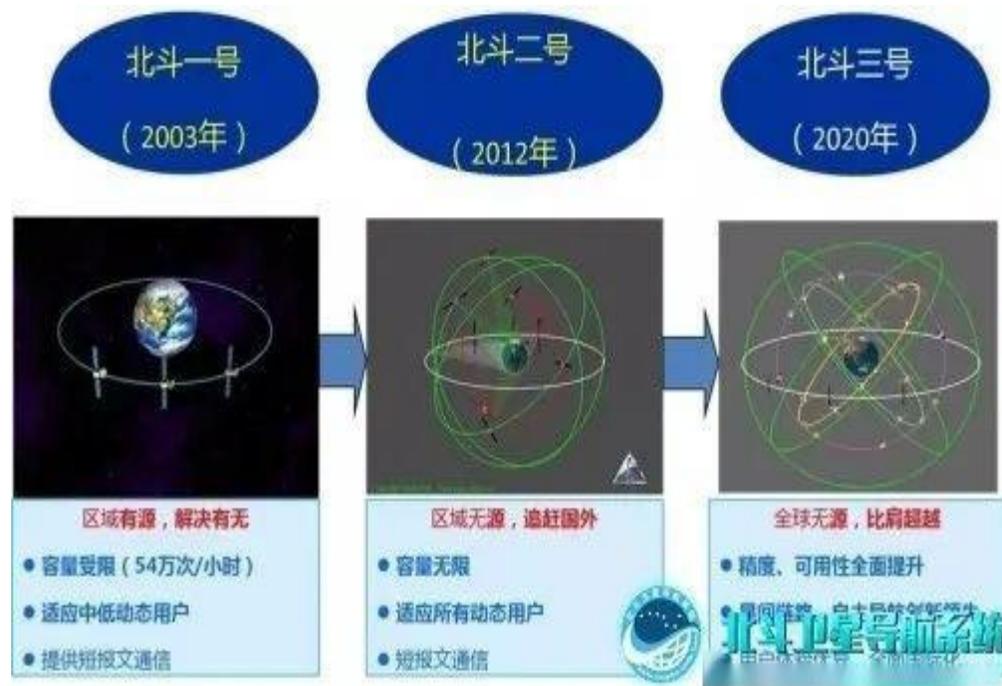
Revenue generation in the GNSS industry by key domains (% split of revenues 2017)



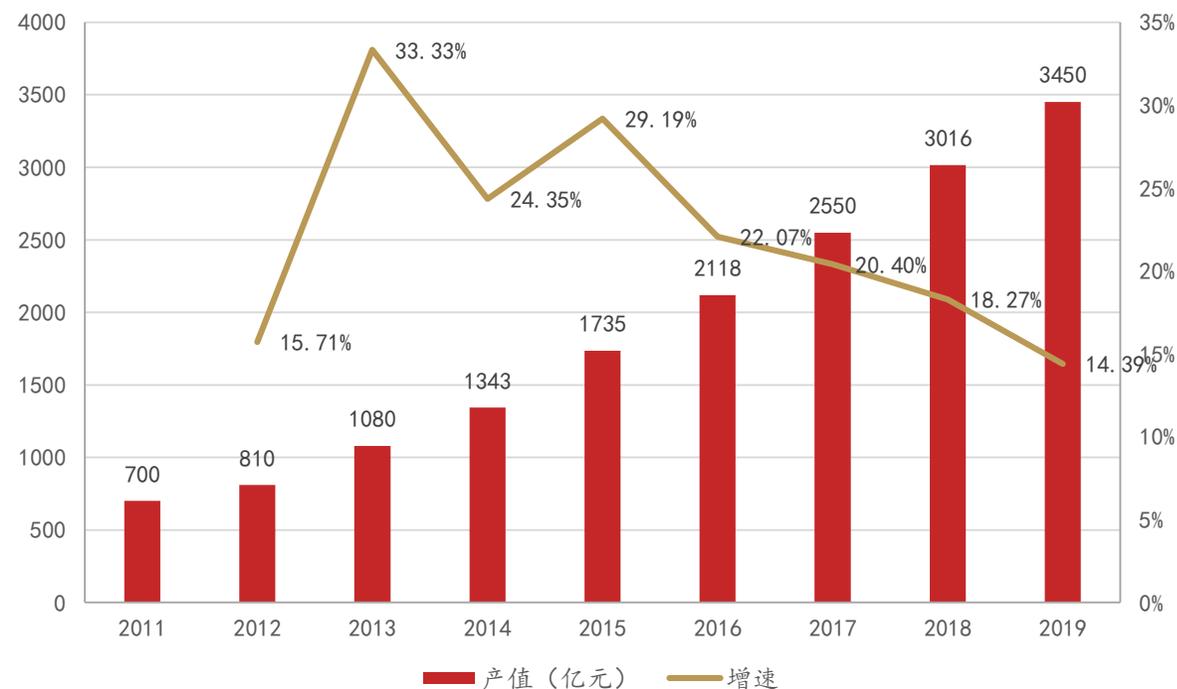
## 北斗系统全面建设完成，产业加速落地

- 2020年是北斗系统全面建设完成。2020年6月23日，我国成功发射北斗系统第五十五颗导航卫星，至此北斗三号全球卫星导航系统星座部署全面完成，这是一个阶段性的成就，预示着我国即将取得北斗导航“三步走”战略的全面胜利。
- 目前中国的GNSS已占全球市场的11%，随着北斗系统建成，北斗卫星导航系统产品在国民经济重要行业和关键领域得到广泛应用，全球市场占比将快速提升，在全球市场竞争力也得到有效提高。
- 受益于我国产业政策的布局与落地和导航卫星、星地基增强系统以及辅助定位系统等基础设施的搭建成型，2019年，我国卫星导航产业整体产值达到3450亿元，增速达14.4%。

北斗卫星三阶段发展情况



2011-2019年中国卫星导航与位置服务产业总产值及增速



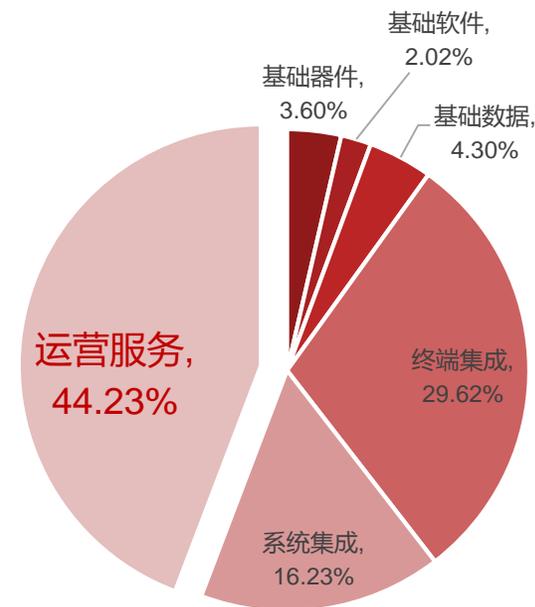
## 中国卫星导航产业趋于成熟，运营服务占比不断上升

- 我国卫星导航产业链大抵可分为上游、中游和下游。上游包括基础器件、基础软件、基础数据等，是产业自主可控的关键；中游是当期产业发展环节重点，主要包括各类终端集成产品和系统集成产品研制、生产及销售等；下游是应用及运营服务环节。
- 我国卫星导航产业结构趋于成熟，国内产业链自主可控、良性发展的内循环生态已基本形成。2019年国内产业链各环节产值较2018年均有提升，但中游和上游受到芯片、板卡、核心器件、终端设备价格下降的影响，产值增速较2018年进一步放缓，在全产业链中占比仍呈下降趋势。
- 下游运营服务产值不断上升，发展速度较快。下游的应用与运营服务发展由于具有较强灵活性，也符合北斗与其他领域技术及应用融合发展的市场趋势，能够吸引中上游产品提供商想集成服务商和运营商的转型和发展，从而推动下游应用与运营服务环节的快速增长。2019年，运营服务总产值占全产业链的44.23%，占比最高同时涨幅也最快。

中国卫星导航产业链产值分布情况

产业链环节		2016年	2017年	2018年	2019年
上游	基础器件	5%	4.17%	4.44%	3.6%
	基础软件	13%	2%	10.94%	2.1%
	基础数据	6%	5.1%	4.4%	4.3%
中游	终端集成	42%	36.79%	34.57%	29.62%
	系统集成	56%	51.92%	47.46%	45.85%
下游	运营服务	31%	36.81%	41.6%	44.23%

2019年中国卫星导航产业链产值比例



下游产值四年提升超13%，发展快速

## 建设原因：轨道与频段资源限制，国际竞争激烈

- 轨道和频段资源有限，“先占永得”，需要加快建设步伐。

-地球外围适合部署高质量、高容量的低轨卫星系统大概在10个左右。而据SpaceX说法，在300km-1000km的轨道高度范围内，在保证星链安全的前提下，大概能容纳5万颗卫星，极为有限。ITU对于低轨资源的分配方式为“先申报就可优先使用”的抢占方式，且卫星到期后有补星机会，即先占永得。

-目前低轨卫星主要包括UHF频段、L片段、C频段、X频段、Ku频段、Ka频段。其中低于2.5GHz的L和S频段主要用于卫星移动通信、卫星无线电测定、卫星测控链路等应用；C和Ku频段主要用于卫星固定业务通信且已近饱和，Ka频段正在被大量投入使用。

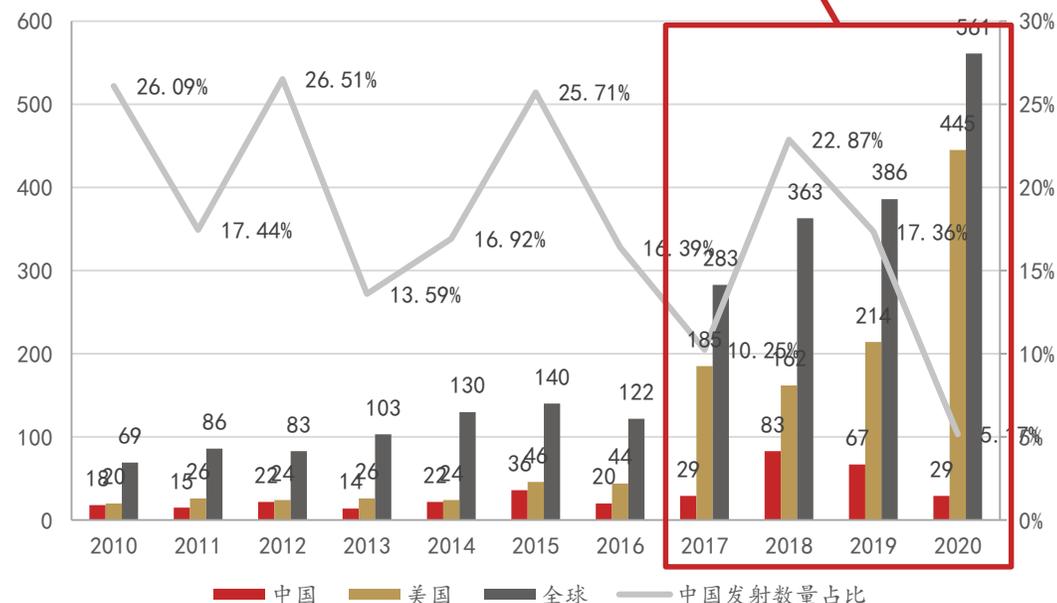
高轨系统中全世界90%的C和Ku频段控制在少数运营商手中；主流的Ka频段也被大量投入使用，频率协调难度日益增大。

- 我国现阶段卫星发射数量尚处劣势，发射速度有待提升。根据赛迪顾问信息，预计2029年近地轨道卫星中国1900枚，占比仅有全球的3.33%，相较于美国87.72%的卫星占比，明显处于劣势，需进一步加快建设。

卫星频段资源具体介绍

频段标号	频段范围	卫星可用宽带	业务场景	现阶段使用情况
L	1-2GHz	15M	移动通信	传统卫星
S	2-4GHz	70MHz	移动通信	
C	4-8GHz	500-800MHz	固定通信、电视广播	高通量卫星，尤其以Ka为重点发展。
Ku	12-18GHz	500-1000MHz	固定通信、直播	
Ka	26.5-40GHz	3500MHz	宽带接入	
Q	33-50GHz	> 5GHz	宽带接入	高通量卫星进一步开发方向
V	40-75GHz	> 5GHz	宽带接入	

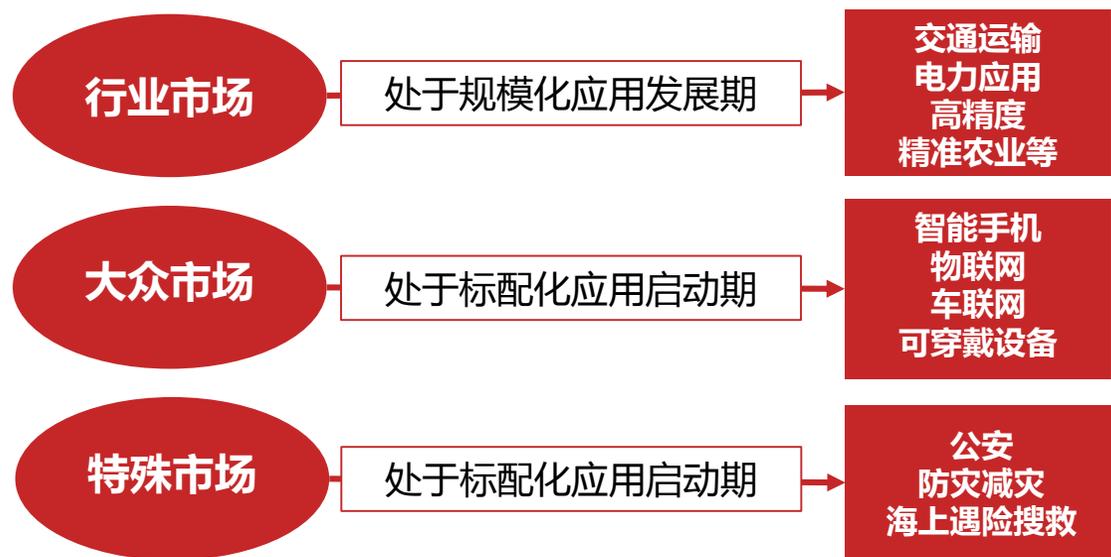
中国发射卫星明显低于美国  
2010-2020年中国发射卫星数量情况



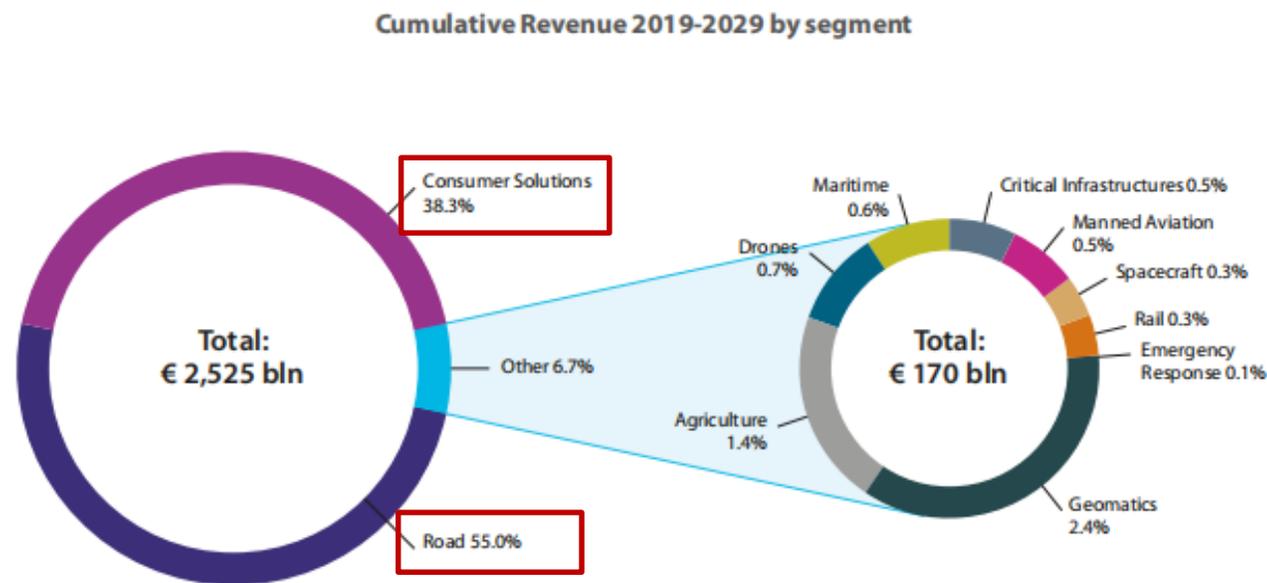
## 三大应用领域，大众市场成为产业发展主要驱动力

- 卫星导航主要有行业市场、大众市场与特殊市场三大应用领域。其中，行业市场主要在交通运输、电力应用、农业等政府使用方面居多；大众市场主要应用于车联网、智能手机、可穿戴设备等消费领域；特殊市场主要围绕公安、海上遇险搜救、军事打击等军用领域。
- 大众市场随着技术革新与需求增长，将成为拉动卫星产业发展的主要市场。无论是GPS、GLONASS还是北斗，设计之初都是用于军事目的，之后逐步向位置服务、交通运输、测绘地理信息、农业、电力调度、应急搜救等民用领域推广，且民用市场规模远超军用市场。根据GSA数据，卫星导航下游应用最多的是在道路服务和位置服务领域，分别占比55%和38.3%，其次是测绘和农业领域，分别占比2.4%、1.4%。北斗应用国内市占率约为25%，且在持续提升，北斗兼容应用已经成为国内民用市场的主流应用形式。

卫星导航三大应用市场



卫星导航收入主要来源分布图



## 以融合发展为路径，高精度、系统化为主要发展趋势

- “北斗+”与“+北斗”进一步深度发展，**通导融合成为拓宽应用的主要解决方案**。当期北斗应用与产业化发展已经全面进入技术融合、应用融合和产业融合的新阶段，市场也进一步向深度与广度发展，已形成“北斗+”和“+北斗”两大类应用场景。同时通导融合为主要技术突破方向的，构建面向移动互联网、车联网和物联网亿级用户的服务能力也在不断提升。
- 高精度、系统化是未来发展趋势**。从国家安全和战略经济领域的应用需求来讲，提高卫星导航定位精度，是大势所趋。当前北斗地基增强系统已完成建设，广域精密定位系统全面启动，面向高精度位置和时间服务需求，技术标准统一、服务多功能、信息互联互通是确保未来高精度应用推广快速推进的保障。

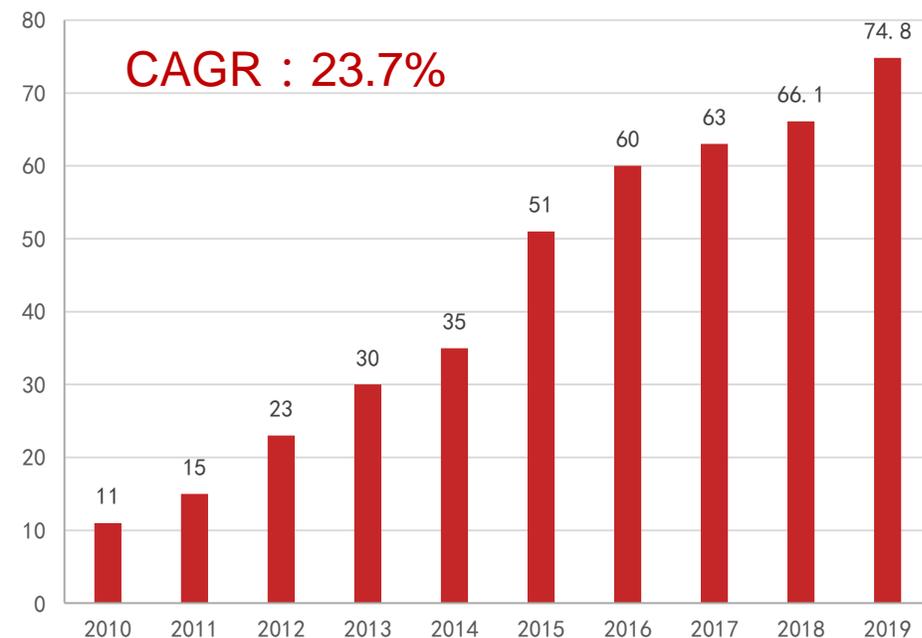
北斗应用范围不断融合拓展



5G+卫星导航使用场景示意图



2010年-2019年高精度市场产值（亿元）



## 导航卫星投资结论

- 1、军工方面北斗三号将会是一个机会，由于终端侧及芯片侧方面过去产业链非常分散，我们认为未来军工北斗领域将会迎来集中度整合，具备芯片能力的（基带、射频等）供应商将会获得比较高的市场的份额，预计**海格通信**（芯片、板卡、系统全产业链布局）受益。
- 2、北斗民用领域应用相对比较分散，重点还是关注交通运输、农用机械、自然灾害监测等细分市场，由于北斗应用市场碎片化，供应商格局也相对分散，北斗民品市场的拓展对于公司营销投入要求比较高，销售费用占收比高的公司在民用北斗市场有竞争优势，受益标的**华测导航**等。
- 3、北斗定位应用层面，重点关注自动驾驶对于高精度地图需求，高精度地图运营服务商投资价值较大，例如**千寻位置**、**中移智行**、**星舆科技（海格通信）**、**四维图新子公司六分科技**。但是目前制约高精度市场发展的重要因素是硬件板卡价格：技术壁垒较高、研发周期很长，另外市场需求还未起量制约降价。

# 风险提示

## 风险提示

- 卫星组网计划完成情况不及预期。
- 政策支持和法律法规制定不及预期。
- 宏观经济不乐观。
- 下游应用拓展不及预期。

### 分析师与研究助理简介

宋辉3年电信运营商及互联网工作经验，5年证券研究经验，主要研究方向电信运营商、电信设备商、5G产业、光通信等领域；柳珏廷理学硕士，3年证券研究经验，主要关注5G和云相关产业链研究。

### 分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

### 评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的6个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过15%
行业评级标准		
以报告发布日后的6个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过10%

### 华西证券研究所：

地址：北京市西城区太平桥大街丰汇园11号丰汇时代大厦南座5层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzq/hxindex.html>

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理跨部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为华西证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。