

商业航天产业研究专题—商业火箭 冉冉升起

■发射服务的整个链条涉及单位与环节众多，是一个复杂的系统工程。整个发射服务链条包括上游火箭零部件制造商提供动力系统、控制系统、火箭箭体等部件给中游的火箭公司（大部分火箭公司会自研动力系统核心系统），火箭公司为卫星制造商提供发射服务，最终实现在轨交付给卫星运营商。发射环节还涉及到使用发射场资源，火箭及卫星需要购买发射保险等。

运载能力是火箭的核心指标，固体燃料火箭和液体燃料火箭各有优缺点，液氧甲烷发动机是商业火箭发展趋势：固体燃料火箭可以长期储存，快速响应，发射地点灵活，在军用领域、自然灾害等紧急情况下使用意义重大，特别适用于在军事冲突满足军事现代化对快速响应和小卫星发射的要求。液氧甲烷火箭发动机对比偏二甲肼等常规推进剂燃料，无毒、环境友好；对比液氧煤油发动机，液氧甲烷比冲更高、不易结焦，使得发动机复用变得更加现实；虽然液氧液氢比冲最高，但氢燃料相对价格贵，液氧甲烷密度是其6倍、成本只有不到液氢1/30。商业航天需要在成本和性能之间获取平衡，液氧甲烷发动机将是商业趋势。此外，在液氧煤油和液氧液氢方向，国家已经申报大量专利，涉及材料、工艺及产品，民营企业将面临专利壁垒。

■俄罗斯、日本、欧洲等应对美国 SpaceX 商业火箭挑战，纷纷启动液体商业火箭型号的研制任务，并普遍把火箭首飞时间瞄准为 2020~2021 年。国内商业火箭公司也迅速崛起，逐渐形成不同阵营和梯队。两大阵营：中国长征火箭公司和航天科工火箭公司。另外阵营则是民营火箭公司，包括蓝箭航天、星际荣耀、零壹空间等在内的十几家商业火箭公司。按照目前的火箭研制与发射进展来看，蓝箭航天的液体火箭，星际荣耀、零壹空间等的固体火箭已初步崭露头角，在商业航天领域占有一定优势，属于商业航天的第一梯队。

■卫星发射市场增长迅速，中大型液体火箭成为发射缺口亟需的必备补充。2018 年，全球航天运输领域的发射活动十分活跃，首次超过 100 次发射纪录，共执行 114 次发射任务。中国火箭发射次数 39 次首次超过美国，位居全球第一。2018 年，航天发射市场增长迅速，达到 62 亿美元，同比增长 34%。

低轨卫星与商业火箭发展相辅相成，当前我国卫星发射存在较大缺口，中大型液体火箭成为市场亟需的高效率运载器。首先，当前航天市场，卫星应用更加多元化，以通信、遥感、导航等为代表，不局限于军用，

行业深度分析

证券研究报告

投资评级 **领先大市-A**
维持评级

首选股票 目标价 评级

行业表现



资料来源: Wind 资讯

%	1M	3M	12M
相对收益	-0.17	-1.57	-6.32
绝对收益	-8.21	-7.27	-12.74

冯福章

分析师

SAC 执业证书编号: S1450517040002
fengfz@essence.com.cn

张傲

分析师

SAC 执业证书编号: S1450517120004
zhangao@essence.com.cn

花超

报告联系人

huachao1@essence.com.cn

相关报告

【安信军工】2018 年军工年报及 2019 年一季报深度综述 2019-05-08

航空发动机: 国之重器, 国产化势在必行 2019-03-14

军工行业债专题研究 2019-03-07

船舶板块: 国资委要求 2019 年稳妥推进船舶领域战略性重组, 军民船迎双拐点背景下船舶板块值得重点关注 2019-02-27

军工信息化系列报告之一: 19 年存在较大业绩、估值弹性, 长期在于信息化、国产化和更新换代 2019-02-25

融合行业和消费应用，相应带来更大的卫星需求。其中，低轨卫星系统被认为是最有应用前景的卫星移动通信技术之一，并逐渐成为发射市场的主力需求，其研制周期短、成本低廉、通过星座组网可实现全球覆盖。低轨化、小型化、星座规模扩大带动火箭发射需求急剧上升，倒逼商业化。其次，卫星的频段、轨道等可用资源有限且有优劣之分，供需矛盾日显突出已成为不争的事实，国际规则中卫星频率和轨道资源的主要分配形式为“先申报就可优先使用”的抢占方式，因此各国纷纷抢占卫星频率及轨位，保频占轨意义重大。此外，商业火箭军用化也是实现快速空间响应作战的捷径。

1) 在卫星需求端，十四五是中国卫星发射爆发期，中大型液体火箭将是最佳选择。当前我国体制内星座组网行云、鸿雁等先后提上日程，仅已规划的国内国家队和商业队卫星分别就有 560 和 2458 颗卫星，我们按照单星质量*星座规模测算，总重量约 601 吨；欧洲市场也需要发射 1354 颗，总重量约 237 吨。从中可看出，2021-2025 年是中国卫星发射市场的爆发期；星座轨道都在 LEO 轨道面；单星质量都在 100kg 以上。因此行业发展最关键的就是要具备充足的火箭运力供给，考虑到单星质量均在百公斤级以上，而在进行百公斤级卫星的“一箭多星”发射任务上，中大型液体火箭将是最佳选择。

2) 在火箭供给层面，当前卫星发射存在较大缺口，中大型液体火箭作为最高效的运载器将面临需求激增。剔除国家队历年发射中政府军方发射性质的发射后，每年用于商业发射的最大运力为 40 吨，仅完成现阶段已经公开的国家队+商业队卫星工程就需要 15 年时间。且低轨卫星在轨生命周期短，一旦开始组网，卫星公司为了尽快实现服务能力，就必须尽可能在最短的折旧期内，把所有的卫星打上去。所以，最佳发射窗口周期将集中在未来 5-7 年内。若按照 7 年的履约周期，每年也会有 46 吨的运力缺口，则每年需要 12 发 LEO 运力在 4 吨的中型火箭来匹配。而事实上，并不是所有国家队箭型都适合打低轨组网，实际的供给运力会更少；再考虑到欧洲、中东等国际市场的发射需求以及正在规划的中国其他卫星工程，中大型火箭的需求预计达到 25-40 发，民营企业火箭可以成为运力上的必备补充，中大型火箭需求将大幅增长。

因此 2020 年-2027 年是全球低轨卫星密集组网、竞争最激烈的时期，也是火箭公司的黄金窗口期。面对商业火箭这样一个全球性竞争市场，谁能在这个时间段内最早推出能满足市场需求的中大型液体箭型，谁就能最早吃到市场和政策红利，谁才能真正脱颖而出。

■多视角下看国内商业火箭公司发展：

1) 人员专业配置来看，运载火箭研制所需的人才及专业配置要求非常

高，相关专业子条线覆盖了从设计、研发、测试到总装的全流程超 20 个子系统，人员专业配置的背后其实火箭人才的竞争。目前看，蓝箭航天各专业子条线齐备，已覆盖从设计、研发、测试到总装的全流程，专业配置优势突出；成立早、研制进度快、技术路线坚定、内部稳定的公司，在人才配置上将具备先发和领先优势，而人才优势一旦建立将自然愈发巩固，难以被轻易赶超。

2) 从产品角度看，固体小火箭未来竞争激烈，中大型液体火箭需要及早卡位并争取身位优势。商业固体燃料火箭产品运载能力基本集中在近地轨道 300kg 左右，主要瞄准商业微纳卫星组网和小卫星补网市场，未来符合该运力的箭型将有十几型，面临的竞争将非常激烈。目前民营火箭公司中研发中大型火箭的仅蓝箭航天一家公司，其选择液氧甲烷发动机作为主攻方向且进展最快，80t 液氧甲烷火箭发动机“天鹊”（TQ-12）于 2019 年 5 月 17 日全系统试车成功。“天鹊”发动机由蓝箭航天自主研发，是世界上第三型大推力液氧甲烷发动机。同时，专注于动力系统研制的九州云箭、宇航推进等分系统公司也在快速突进液氧甲烷发动机的开发。

■国内民营火箭公司产业化与商业化的前提：建立起火箭研制生产的核心保障能力和优质的供应链体系。

1) 火箭研制生产保障能力，主要指自主可控的两个基础设施：试车台和总装厂。试车台是火箭发动机必不可少的生产试验设施，从时间保障、研发成本和技术机密等三个因素来看，拥有自主可控的试车台是非常必要甚至是唯一选择。总装厂是运载火箭和发动机进行大规模商业化生产的基础保障，没有总装厂的企业，研制和生产将存在极大的脱节风险。如果民营火箭公司试车台和总装厂二者都没有，意味着距离真正的技术迭代和产业化商业化阶段，还有很长的一段路要走。

2) 商业航天和民营火箭所需的优质供应链，是一个全新的工业生态系统。商业航天的优质供应链，需要通过创新性地引入原先航天领域以外的供应商，进行新产业、新技术和新工艺的深度融合，（比如全三维数字化设计、3D 打印、机器人激光焊接、数字化弯管等先进技术和工艺），最终实现产品质量和生产效率显著提升，从而打造全新的航天工业生态系统。

因此，民营火箭公司，从初创阶段走向产业化、商业化阶段的前提是：必须具备自主可控的试车台和总装厂等研制生产保障设施，以及优质和创新性的供应链体系，二者缺一不可。

■风险提示：供应链和研制生产保障能力出现瓶颈、运载火箭发射失利风险、商业卫星星座建设不达预期、商业发射服务订单不达预期

内容目录

1. 民营火箭企业的核心投资逻辑	7
1.1. 行业核心发展背景：战略意义重大，进入太空的能力是世界大国刚需	7
1.2. 商业火箭行业的八大重要特征	7
1.3. 研制生产保障能力和供应链体系是国内民营火箭公司产业化与商业化前提	8
2. 运载火箭是进入太空唯一工具，商业火箭美国领头国内逐渐兴起	9
2.1. 发射服务全链条是复杂的系统工程，运载火箭是唯一进入太空工具	9
2.2. 运载能力是火箭的核心指标，液体燃料火箭发动机优势突出	10
2.3. 液体燃料火箭发动机中液氧甲烷商用优势更大	13
2.4. 国内外商业火箭发展现状，各国应对 SpaceX 挑战	15
3. 国内商业发射服务开放向好，模式逐渐清晰	19
3.1. 商业航天兴于美国，军民融合加速中国航天商业化	19
3.2. 国内商业航天公司迅速崛起，逐渐形成不同阵营和梯队	21
3.3. 国内航天发射主管部门对民营航天持开放支持态度	24
3.4. 我国民营火箭公司与国家队合作大于竞争，可有力填补市场需求缺口	25
3.5. 国内发射场资源紧张，商业发射工位政策已实质性展开	27
4. 卫星发射市场增长迅速，中大型液体火箭将是发射缺口亟需的必备补充	29
4.1. 全球卫星发射市场：商业发射占比逐年提高	29
4.2. 新航天市场孕育多种应用方向，以通信、遥感、导航等为代表	29
4.3. 卫星低轨化、小型化趋势下，星座组网倒逼火箭商业化	35
4.4. 商业航天发展对保频占轨意义重大，也是实现快速空间响应作战的捷径	36
4.5. 供给需求不匹配，卫星发射存较大缺口，中大型液体火箭将是市场亟需的必备补充	38
5. 国内商业火箭公司多视角比较及估值对标	43
5.1. 多视角下看国内商业火箭公司发展	43
5.2. 商业火箭公司做到低成本是核心竞争力	44
5.3. 国内民营火箭企业产业化与商业化的前提：建立火箭研制生产的核心保障能力和优质的供应链体系	46
5.4. 国内商业航天估值对标，参考 SpaceX 的里程碑式估值	47
6. 风险提示	50

图表目录

图 1：发射服务产业链条	9
图 2：卫星运行轨道示意图	10
图 3：固体燃料火箭发动机组成示意图	12
图 4：液体燃料火箭发动机组成示意图	12
图 5：SpaceX“猛禽”发动机	14
图 6：“猛禽”发动机点火试车	14
图 7：蓝色起源公司的 BE-4 液氧甲烷发动机	14
图 8：2017 年 10 月 19 日，BE-4 首次热点火成功	14
图 9：蓝箭航天“天鹊”80 吨液氧甲烷发动机	15
图 10：“天鹊”80 吨液氧甲烷发动机 20s 全系统试车	15
图 11：目前火箭回收主流的方式有三种，分别为伞降回收、垂直返回、带翼飞回	18
图 12：蓝箭航天运载火箭朱雀一号、朱雀二号	22
图 13：蓝箭航天发动机：凤凰 10 吨级、天鹊 80 吨	22

图 14: 星际荣耀运载火箭产品及飞行器.....	22
图 15: 星际荣耀发动机: 焦点 1 号、焦点 2 号.....	22
图 16: 零壹空间系列运载火箭产品.....	23
图 17: 零壹空间固体发动机.....	23
图 18: 科工火箭主要火箭产品.....	23
图 19: 长征火箭主要火箭产品.....	23
图 20: 国内航天发射主管部门.....	24
图 21: 商业航天需要资质及发射许可、发射场审批流程.....	25
图 22: CZ-7 号塔架发射.....	27
图 23: CZ-11 号车载发射.....	27
图 24: 美国、俄罗斯发射工位是我国的 6-10 倍.....	27
图 25: 我国四大发射中心: 酒泉、太原、西昌、文昌.....	27
图 26: 2014-2018 年全球火箭发射次数 (单位: 次).....	29
图 27: 2018 年全球各地区火箭发射次数占比.....	29
图 28: 2018 年发射服务收入占全球航天产业收入的 2%.....	29
图 29: 2012-2018 年全球发射市场收入 (亿美元, %).....	29
图 30: 我国卫星通信发展进程.....	31
图 31: 2012-2017 全球商业微型卫星应用分布.....	33
图 32: 各国在轨卫星或飞行器数量排名: 各国激烈竞争, 美国遥遥领先.....	37
图 33: 不同型号火箭适用的卫星.....	39
图 34: 发射一次运载火箭的成本构成.....	45
图 35: 猎鹰 9 运载火箭发射成本结构.....	45
图 36: SpaceX 试车台 (已建成 3 个试车台, 计划共建 7 个).....	47
图 37: SpaceX 研发总部和总装基地.....	47
图 38: 蓝箭航天试车台.....	47
图 39: 蓝箭航天总装厂 (智能制造基地).....	47
图 40: Space X 历次融资后估值情况.....	49
表 1: 发射服务上中下游概况, 运载火箭是核心.....	9
表 2: 卫星运行轨道描述.....	10
表 3: 全球及国内运载能力排名前十火箭.....	11
表 4: 固体燃料火箭与液体燃料火箭各有优缺点.....	11
表 5: 小型固体火箭和中型液体火箭的经济性对比.....	12
表 6: 常规推进剂均具有毒性面临退役, 低温发动机逐渐成为主力.....	13
表 7: 液氧甲烷发动机综合优势突出, 更适合商业航天需求.....	13
表 8: 商业火箭液氧甲烷发动机性能参数对比.....	14
表 9: 全球主要商业火箭汇总.....	15
表 10: 美国商业航天活动的政策.....	19
表 11: NASA/NGA 等美国国家部门推出多项商业航天计划, 并由商业航天公司承制订单.....	20
表 12: 军民融合及航天领域相关政策.....	20
表 13: SpaceX、蓝色起源等高效现代运营模式.....	21
表 14: 国内商业航天活动的文件和规定.....	24
表 15: 监管部门希望推动发射服务领域商业采购.....	25
表 16: 行业主要资质及主管机构.....	25
表 17: 我国在役长征系列火箭.....	26

表 18: 商业火箭公司积极布局微纳星座组网及小卫星补网市场.....	26
表 19: 我国四大发射场仅有 12 个发射工位.....	28
表 20: 国内商业发射工位政策支持已从顶层规划实质性放开, 蓝箭航天获得首个发射许可证.....	28
表 21: 11 种卫星应用方向.....	30
表 22: 卫星通信频段.....	31
表 23: 几个典型的中、低轨道卫星移动通信系统.....	32
表 24: 当前国际主要低轨卫星通信计划.....	33
表 25: 国家遥感卫星发展概览.....	34
表 26: 我国商业遥感卫星发展概览.....	34
表 27: 北斗三号发射情况.....	35
表 28: 北斗三号卫星导航系统在多方面有着显著提高.....	35
表 29: 全球三次卫星市场浪潮.....	36
表 30: 卫星的质量与造价.....	36
表 31: 不完全统计当前全球 (不含中国) 公布的星座规划.....	37
表 32: 国家队已规划的星座计划.....	39
表 33: 国内商业队已规划的星座计划.....	40
表 34: 欧洲卫星市场.....	40
表 35: 中东、欧洲与中国火箭公司的合作.....	41
表 36: 长征系列火箭发射计划.....	41
表 37: 历年发射中非政府军方发射性质的最大次数.....	42
表 38: 中国国家队卫星工程+商业队卫星工程总计情况.....	42
表 39: 国家卫星工程发射缺口.....	42
表 40: 国内商业火箭公司情况汇总.....	43
表 41: 国内商业固体燃料火箭型号较多.....	44
表 42: 典型运载火箭的单位质量发射成本.....	45
表 43: 火箭公司必须具有自主可控试车台的三个重要原因.....	46
表 44: SpaceX 历次融资及估值.....	48

1. 民营火箭企业的核心投资逻辑

根据目前民营火箭企业现状，结合国内外商业火箭的发展态势，我们认为行业核心的发展背景具有战略意义，从太空经济和太空战略层面上都是世界大国的刚需，另外我们一并梳理出目前行业中的八大重要特征，并在后文对重要特征进行了相应的研究论述：

1.1. 行业核心发展背景：战略意义重大，进入太空的能力是世界大国刚需

民营火箭行业最核心的发展背景是国家战略背景。如今，空间威慑正在成为大国间越来越核心的战略能力，持续增强进入太空的能力以便应对未来空间态势的变化，是世界大国的强烈刚需，而火箭是可以预见的未来最核心运载工具。

商业航天发展对保频占轨意义重大，也是实现快速空间响应作战的捷径。卫星的频段、轨道等可用资源有限且有优劣之分，供需矛盾日显突出，各国积极抢占卫星频率及轨位的竞争大幕已然拉开。商业火箭军用化是实现快速空间响应作战的捷径。

中美在深度布局太空领域资源的过程中，都会充分引导社会资本的参与，减轻国家负担同时增强创新能力，同步孵化民用/商用市场的需求。未来 20 年太空领域的宏大布局，很难明确区分军用和民用，对火箭的需求仍然是国家战略的刚需。民营火箭是一个有政策红利的增量市场，因此，民营火箭阶段性的竞争仍将立足于谁能够在大推力液体火箭发动机研制上取得先发优势，以及在液体火箭产品上取得产业化与商业化的领先优势，从而在 2021 年有中大型产品可以推向市场。

1.2. 商业火箭行业的八大重要特征

1) 行业重要特征之一：总体单位是民营火箭公司的全新重要角色

在国家军工体系内，总体单位一直扮演着核心角色，具有项目分配权。原先总体角色民营企业无法扮演，而在目前商业航天发展的大背景下，民营企业成为总体单位是一个全新的重要特征。作为一家火箭公司，必须具备系统级的抓总能力，因此一定是总体单位。而成为总体单位，意味着不只是具备设计人员，而是必须具备强大的能力保障体系（包括设计、生产、总装、测试等）。

2) 行业重要特征之二：服务采购成为航天产品研制大趋势

随着总体单位的逐渐增多，国家型号研制的组织形式也出现了新变化，由以往国家出经费体制内企业承担任务的传统任务分配形式，逐渐诞生出了国家不出经费体制内外企业共同竞标的全新形式，即服务采购形式。

原先传统的任务分配形式是指：国家在体制内选择某企业承担型号研制任务，并向该企业投入研制科研经费，由该企业进行型号产品的研制。**而如今成为新趋势的服务采购形式是指：**国家面向体制内和体制外进行全面招标，选择最专业和高效的企业作为供应商，国家几乎不再投入专项经费，而供应商提供的不再是单独一款产品，而是专业配套的全面服务。

服务采购带来两大积极变化：一是向民企敞开了大门，尤其是越来越多优质民企有机会成为国家型号供应商；二是大幅度节约国家型号研制投入，充分利用社会资源，同时也为快速科技创新带来活力。服务采购具备新时代气息，并且深度融合现代商业化思维，是航天技术和装备发展的大趋势。

3) 行业重要特征之三：企业家精神带来全新运作体系和商业模式

商业航天是一个全新的行业，与传统航天存在很大的不同，商业航天不是简单的将产品推向商业市场，而是采用全新模式重构商业要素和商业模式。这里以行业领先企业为例，全球民

营火箭行业目前处于领先地位的企业为 SpaceX、蓝色起源和维珍航空，这 3 家领先企业的公司创始人都有一个共性，就是原先都并非“航天系统出身”。同时我们可以看到，这 3 家企业能够实现超出传统航天企业的高速发展，最大原因就是 3 位创始人采用了完全崭新的创新机制和商业模式。因此，对于如果采用与传统航天相同运作模式的企业，其在商业航天领域很难创造出新的价值。

4) 行业重要特征之四：国家支持规范有序发展

在国家层面，国家对于行业的大原则为：**支持商业火箭规范有序发展**。这一原则意味着，从行业窗口期的角度来说，2015-2020 年这 5 年左右的时间，是行业企业发展的关键窗口期，经过最初这 5 年行业企业的探索和发展，领先企业的先发优势已经确立，行业即将进入到一个细分阶段，后进入者进入这一行业的成本和代价会非常大。

5) 行业重要特征之五：发展路径与美国类似，从国家航天衍生出民营航天

我国民营火箭的发展路径同美国会有异曲同工之处，即军用航天/国家航天衍生出民营火箭/商业火箭，火箭作为典型的军民两用产品，也必然引导民营火箭走向国家服务采购序列。

6) 行业重要特征之六：前期研发投入至关重要，决定企业先发优势和未来地位

科研经费的投入规模决定了过去四年行业内企业形成的竞争优势，过去四年的黄金窗口期，只有通过大规模研发投入并体现在液体火箭/液体发动机研制进度上的企业，才能在未来五年在国内和国际立足，成为行业龙头。

7) 行业重要特征之七：国际市场的开拓能力，成为民营火箭企业商业化能力的重要体现

民营火箭公司的商业化能力，主要表现为公司的市场开拓能力，该能力很大程度上取决于市场定位。从市场需求和市场定位来看，中国以及以欧洲、中东、一带一路国家为代表的国际卫星市场发射市场需求量巨大，推动了国内商业火箭的发展；由于中大型液体火箭可以满足从微纳卫星、中小卫星到大卫星等各类卫星需求，所以中大型液体火箭已成为商业火箭公司的最佳选择。由于国内短期面临同国企的正面竞争，因此，**国际市场的开拓能力将成为目前民营火箭企业商业化能力的重要体现。是否具备中大型液体火箭，进而是否具备相应的国际市场开拓能力，将成为民营火箭公司商业化能力的重要体现。**

8) 行业重要特征之八：民营火箭企业在固体火箭领域缺乏竞争优势

在固体火箭领域，由于“国家队”具有非常成熟的固体运载火箭产品，无论在技术成熟度、核心制造成本、发射市场价格、响应周期等各方面，都比做固体火箭的民营公司更具有优势。而且，随着卫星小型化，批量组网发射的趋势，固体燃料火箭只能满足补网发射需求，细分市场的天花板不高。因此，**民营火箭企业在固体火箭领域缺乏竞争优势。**

1.3. 研制生产保障能力和供应链体系是国内民营火箭公司产业化与商业化前提

运载火箭，作为一个高度系统集成的、特殊的高端装备制造产品，其产业化与商业化之路也必然遵循制造业发展的客观规律，即必须建立起火箭研制生产的核心保障能力和优质的供应链体系。

火箭研制生产核心保障能力，主要指的是极其重要且必须企业自主可控的两个基础设施：试车台和总装厂。试车台是火箭发动机必不可少的生产试验设施，从时间保障、研发成本和技术机密等三个因素来看，拥有自主可控的试车台是非常必要甚至是唯一选择。总装厂是运载火箭和发动机进行大规模商业化生产的基础保障，没有总装厂的企业，研制和生产将存在极大的脱节风险。如果民营火箭公司试车台和总装厂二者都没有，意味着距离真正的技术迭代和产业化商业化阶段，还有很长的一段路要走。

商业航天和民营火箭所需的优质供应链，是一个全新的工业生态系统。商业航天的优质供应链，需要通过创新性地引入原先航天领域以外的供应商，进行新产业、新技术和新工艺的深度融合，（比如全三维数字化设计、3D 打印、机器人激光焊接、数字化弯管等先进技术和工艺），最终实现产品质量和生产效率显著提升，从而打造全新的航天工业生态系统。

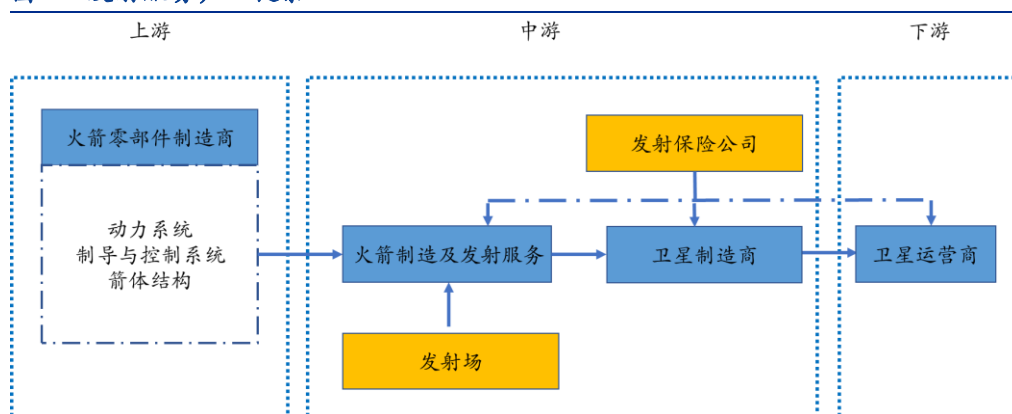
因此，民营火箭公司，从初创阶段走向产业化、商业化阶段的前提是须具备自主可控的试车台和总装厂等研制生产保障设施，以及优质和创新性的供应链体系。

2. 运载火箭是进入太空唯一工具，商业火箭美国领头国内逐渐兴起

2.1. 发射服务全链条是复杂的系统工程，运载火箭是唯一进入太空工具

发射服务的整个链条涉及单位与环节众多，是一个复杂的系统工程。整个发射服务链条包括上游火箭零部件制造商提供动力系统、控制系统、火箭箭体等部件给中游的火箭公司（大部分火箭公司会自研动力系统为核心系统），火箭公司为卫星制造商提供发射服务，最终实现在轨交付给卫星运营商。此外，运载火箭上还有一些不直接影响飞行成败并由箭上设备与地面设备共同组成的系统，例如遥测系统、外弹道测量系统、安全系统和瞄准系统等；发射环节还涉及到使用发射场资源，火箭及卫星需要购买发射保险等。我国国家航天发射任务有严格的流程管理体系，商业火箭公司则正在努力推动实现整个发射服务链条的商业化，不断提升发射服务面向公众的开放度和参与度。

图 1：发射服务产业链条



资料来源：公开信息整理，安信证券研究中心整理

表 1：发射服务上中下游概况，运载火箭是核心

环节	产业链概况
上游	基础材料和元器件等，包括运载火箭结构、发动机所用的金属材料、复合材料等，以及电子设备所需要的元器件等。
中游	火箭制造及发射服务商主要是为下游卫星制造商和卫星运营商提供完整的卫星发射服务，负责运载火箭的整体设计、发动机设计、总体安装、试验及发射工作。 发射保险公司主要是为商业发射提供保险服务，保险公司可以与卫星制造商直接签订保险协议，也可以通过火箭制造商签订，但无论哪种方式，保险成本最终作为市场价格的一部分。 发射场服务商主要是为火箭发射提供发射工位和地面测控服务。目前全球在用的火箭发射场共有 30 座，主要集中在美、俄、中、欧四个国家和地区，大部分为国家运营，主要负责中大型液体火箭发射。
下游	卫星制造商主要承担卫星生产制造任务，据全球公开的星座组网计划，到 2030 年，全球年均卫星发射质量达 500 吨； 卫星运营商主要承担卫星的运营任务，近年来，卫星应用场景多样化，分为卫星大数据、卫星通信、遥感探测、导航定位、消费级应用、小行星采矿等。

资料来源：公开信息整理，安信证券研究中心

作为一种进入太空的主要运载工具，运载火箭是各航天国家保持太空优势的关键之一，其技

术水平代表了一个国家自主进入太空的能力。运载火箭的组成主要是三大系统，包括结构系统（又称箭体结构）、动力装置系统（又称推进系统）和控制系统。无论固体运载火箭还是液体运载火箭，无论单级运载火箭还是多级运载火箭，主系统的可靠与否，将直接影响运载火箭飞行的成败。

箭体结构是运载火箭的基体，它把运载火箭各系统组合在一起形成一个完整的整体。液体运载火箭的箭体主要由推进剂贮箱、仪器舱、推力结构、尾段和尾翼、有效载荷整流罩等组件组成。对固体运载火箭而言，其箭体结构除了没有推进剂贮箱、箱间段和发动机架外，其他与液体运载火箭的箭体结构基本相同。其中，固体燃料火箭发动机的壳体常构成箭体承力结构的一部分。在箭体结构的组成中，还包括一些机构，最常见的机构是分离机构。

火箭发动机是火箭的动力装置，属于喷气推进范畴，是自身既携带燃料又携带氧化剂的喷气发动机。目前最成熟、应用最广泛的是采用化学能的化学火箭推进装置，可分为固体燃料火箭发动机、液体燃料火箭发动机、固液混合火箭发动机和凝胶推进剂火箭发动机。

火箭制导与控制系统，是火箭在飞向目标过程中，导引和控制火箭按选定的导引规律调整飞行路线，导向目标所需全部装置（包括硬件和软件）。它包括制导系统和姿态控制系统两个部分。

2.2. 运载能力是火箭的核心指标，液体燃料火箭发动机优势突出

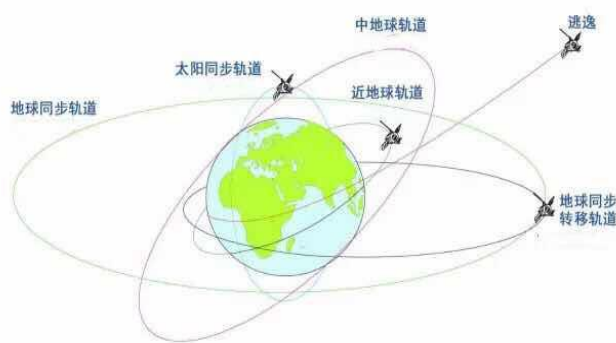
运载能力是运载火箭的核心指标，代表进入空间的能力。运载火箭的技术指标包括运载能力、入轨精度、火箭对不同重量的有效载荷的适应能力和可靠性。运载能力指火箭能送入预定轨道的有效载荷重量。有效载荷的轨道种类较多，所需的能量也不同，因此在标明运载能力时要区别低轨道（LEO）、中地球轨道（MEO）、地球同步轨道（GEO）、太阳同步轨道（SSO）等情况，比如 200kg/700km 是指运送到 700km 高度轨道的运载能力为 200kg。

表 2：卫星运行轨道描述

轨道名称	描述	卫星类型
LEO	低地球轨道，又叫近地轨道，轨道高度小于 2,000km	对地观测卫星、测地卫星、空间站、新型通讯卫星
MEO	中地球轨道，轨道高度 2,000km-35,786km	导航卫星星座（GPS，北斗）、移动通讯卫星
GEO	地球同步轨道，轨道高度 35,786km	大型通讯卫星、预警卫星
SSO	太阳同步轨道，卫星的轨道平面和太阳始终保持相对固定的取向，可以观测全球，轨道高度不大于 6000km	气象卫星、导航卫星、地球资源卫星
GTO	地球同步转移轨道，近地点在 1000 公里以下、远地点为地球同步轨道高度（约 36000 公里）的椭圆轨道	通讯卫星、预警卫星

资料来源：百度百科，安信证券研究中心

图 2：卫星运行轨道示意图



资料来源：百度百科，安信证券研究中心

运载能力主要受限于推进系统或火箭发动机的能力。目前，土星 5 号是世界上运载能力最强的运载火箭，不仅推力大，其寿命也比其他运载火箭要长。我国运力最大的是长征 5 号，2016 年，“长征 5 号”长首飞成功，成为我国运载能力最大的运载火箭。另外，我国正在研制“长征 9 号”，用于深空探测、载人上天等任务。长征 9 号直径 10 米，长 103 米，起飞推力高达 5873 吨，近地轨道运载能力高达 140 吨。一旦研制成功，将会成为世界上最强大的运输火箭。

表 3：全球及国内运载能力排名前十火箭

型号	国家	级数	有效载荷 (t)	型号	级数	有效载荷 (t)
土星 5 号	美国	3	LEO:119GTO:48.6	长征 5 号 B	1.5	LEO:25
能源号	前苏联	1	LEO:88	长征七号	2.5	LEO:14 GTO:5.5
猎鹰重型	美国	2+	LEO:63.8 GTO:26.7	长征三号乙	3.5	LEO:11.2 GTO:5.1
德尔塔 4 号	美国	2+	LEO:28.79 GTO:14.22	长征三号丙	3.5	LEO:9.1 GTO:3.8
长征 5 号 B	中国	1.5	LEO:25 GTO (CZ-5) :14	长征二号捆	2.5	LEO:9.5 GTO:3.5
安加拉 A5	俄罗斯	2-3 级	LEO:24.5 GTO:7.3(KVTK)	长征二号 F	2.5	LEO:8.6
质子 M 号	俄罗斯	3-4 级	LEO:23 GTO:3.25	长征三号甲	3	LEO:6 GTO:2.6
猎鹰 9 号 FT	美国	2	LEO:22.8 GTO:8.3	长征三号	3	LEO:5 GTO:1.6
阿丽亚娜-5ES	欧洲	2	LEO:21 GTO:10.5(ECA)	长征四号乙	3	LEO:4.2 GTO:2.2
H2B	日本	2	LEO:19 GTO:8	长征四号丙	3	LEO:4.2 GTO:1.5

资料来源：wiki，安信证券研究中心

从构成价值量占比看，火箭发动机占火箭成本的一半以上，是火箭的心脏。根据美国联合发射联盟 ULA 数据，中型液体运载火箭成本构成由发动机、结构、电子设备三大部分，其中第一级火箭发动机成本占比达 55%，结构占比为 22%，电子设备占比为 9%；第二级发动机、结构、电子设备成本占比都约在 30%。

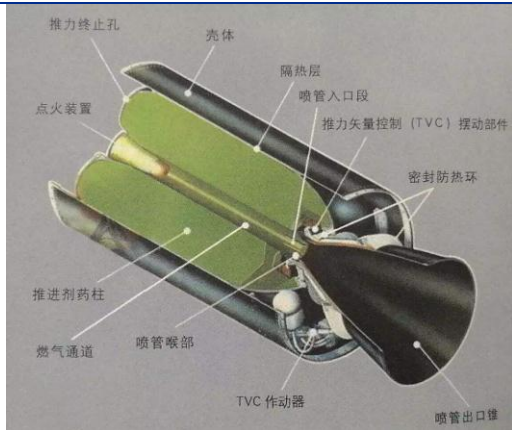
现阶段按照推进剂不同，主流运载火箭主要是固体燃料火箭和液体燃料火箭，各有优缺点。固体燃料火箭相较液体燃料火箭的最大优势在于可以长期储存，快速响应，发射地点灵活，在军用领域、自然灾害等紧急情况下使用意义重大，特别适用于在军事冲突满足军事现代化对快速响应和小卫星发射的要求。

表 4：固体燃料火箭与液体燃料火箭各有优缺点

	固体燃料火箭	液体燃料火箭
动力装置	固体燃料火箭发动机	液体燃料火箭发动机
箭体结构	固体燃料火箭的推进剂贮存在发动机燃烧室内，无需贮箱和输送系统	推进剂分别贮存在火箭的氧化剂箱和燃料箱内，工作时由输送系统送入发动机燃烧室
发射周期	固体燃料火箭可以长时间储存，发射周期最少可达 24 小时，使用维护方便，可快速响应	液体燃料火箭发射前需要测试，加注推进剂，延长了发射周期，加注完成后，无法长期储存。长三甲为例约 20 天左右
储存周期	固体的药柱，不挥发，也没有腐蚀性，因此保存时间可长达数十年之久	常温推进剂为四氧化二氮和偏二甲肼，加注后存储周期大概 7 天左右；还有低温推进剂为液氢、液氧，它们加注后的存储周期是 1 天左右
运载能力	相对低，小火箭居多	高，大推力火箭基本都是液体燃料火箭
火箭发动机	比冲较低，能量密度不如液体燃料，无法实现流量控制	比冲高，可实现流量控制，能量密度高
火箭发动机组成	主要由固体燃料火箭推进剂装药、燃烧室、喷管和点火装置等部件组成	一般由推力室、涡轮泵、燃气发生器、阀门、总装管路及直属件组成
比冲	固体燃料火箭发动机比冲为 2000-3000 牛秒/千克	液体燃料火箭发动机的比冲可高达 2500-4600 牛秒/千克
技术难度	研制难度小，实现喷管摆动技术难度较大	研制难度大，低温火箭技术较前沿

资料来源：公开资料整理，安信证券研究中心

图 3：固体燃料火箭发动机组成示意图



资料来源：百度百科，安信证券研究中心

图 4：液体燃料火箭发动机组成示意图



资料来源：百度百科，安信证券研究中心

中国的商业航天领域目前存在“固液之争”，能否满足商业航天的市场需求是根本所在。从全球火箭型号来看，除中国以外，其他世界各国主流火箭都为液体火箭。从商业航天发射的低成本竞争角度看，固体燃料火箭竞争激烈，单位发射价格没有绝对优势，其响应快，未来或主要用于卫星补网发射需求。另外，“国家队”具有非常成熟的固体运载火箭产品，无论在技术成熟度、发射市场价格、响应周期、制造成本等各方面，比做固体燃料火箭的民营企业更有市场订单优势。随着卫星小型化，批量组网发射的趋势，固体燃料火箭只能满足补网发射需求，可以占有的市场天花板不高。

以一个星座组网为例，进行小型固体火箭和中型液体火箭的经济性简单对比。运力参数以常见火箭型号为准：小型固体火箭 LEO 运力取 300kg，中型液体火箭 LEO 运力取 4t。星座组网数量按照 5 颗计算，单颗重量按照 150-250kg 的行业主要区间，取均值 200kg。使用小型固体火箭，需要每次以“专车形式”，共计发射 5 发，按照单发 3000 万元计算，需要 1.5 亿元；而使用中型液体火箭，只需要“搭车形式”一次性全部发射，而 4t “专车形式”的总价一般为 1.5 亿元，因此 1t 搭车费用一定会低于 1.5 亿元。另外，再考虑到小型固体火箭 5 次发射所需的时间成本和风险成本，因此，未来星座组网的大浪潮下，相比小型固体火箭，中型固体火箭在发射成本、时间成本、风险成本等各方面均具备较大优势。

表 5：小型固体火箭和中型液体火箭的经济性对比

组网参数	星座卫星总数量 5 颗，单颗卫星重量 200kg，合计重量 1t	
	小型固体火箭	中型液体火箭
运力参数	LEO: 300kg	LEO: 4t
发射数量	专车形式：共需 5 发	搭车形式：只需 1 发
发射成本	1.5 亿元（单发 3000 万元×5 发）	“专车形式”4t 总费用 1.5 亿元，1t 搭车一定低于 1.5 亿元
时间成本	需要 5 次运输发射场和进行发射工作	一次性运输和发射
风险成本	5 次发射：总工序多，可靠性低，风险大	1 次发射：总工序少，可靠性高，风险低

资料来源：安信证券研究中心

而对于中型和大型固体火箭的研制，目前中国存在诸多技术难关没有突破。中大型固体火箭的技术难点主要有：大型分段对接、大尺寸柔性喷管设计与制造、压力振动抑制、推力偏差控制、高性能碳纤维材料等。因此，至少从中长期来看，中大型固体火箭尚难以实际应用，中型液体火箭仍是商业航天的主流箭型。

2.3. 液体燃料火箭发动机中液氧甲烷商用优势更大

液体燃料火箭发动机应用范围很广，种类多，分类方式也有多种。按照推进剂不同液体燃料火箭发动机可以分为常规推进剂发动机、低温发动机等。常规推进剂发动机一般是指采用自燃可贮存推进剂液体燃料火箭发动机，其中氧化剂多为硝基化合物，最常用的有硝酸、四氧化二氮等；燃料则多为肼类物质，最常用的有无水肼、一甲基肼、偏二甲肼及混肼等，常规推进剂都具有毒性。低温发动机是指采用低温推进剂的液体燃料火箭发动机，最常见的低温推进剂包括液氧、液氢、甲烷、丙烷、液氮等。在几十年的航天发展中，常规推进剂发动机起到了举足轻重的作用，从 20 世纪 90 年代开始，美国、欧洲对一次性运载火箭进行了更新换代，以常规推进剂发动机为主动力的运载火箭相继退役。中国从 20 世纪末开始研制以液氧煤油、液氧液氢发动机为主动力的新一代运载火箭系列，并已投入使用，常规推进剂发动机为主动力的现役长征系列运载火箭将逐步退役。

表 6：常规推进剂均具有毒性面临退役，低温发动机逐渐成为主力

	常规推进剂发动机	低温推进剂发动机
推进剂	氧化剂多为硝基化合物，最常用的有硝酸、四氧化二氮等；燃料则多为肼类物质，最常用的有无水肼、一甲基肼、偏二甲肼及混肼等，常规推进剂都具有毒性	采用低温推进剂，启动前需对推进剂供应系统进行预冷和吹除，点火较为复杂 推进剂是低温贮存，目前有液氧煤油、液氧液氢、液氧甲烷等
特点	有毒性、易燃易爆性、强腐蚀性	性能高、无毒、无污染、燃烧稳定、成本低
经济性	毒发，无法重复使用，落区安全问题重大	可重复使用

资料来源：《航天推进技术》，安信证券研究中心

液氧甲烷发动机综合优势突出，更适合商业航天需求。在新型液体燃料火箭发动机的研制过程中，高可靠、低成本、高性能、可重复使用、维护方便及无毒无污染是主要的设计目标。液氧甲烷火箭发动机对比偏二甲肼燃料，无毒、环境友好；对比液氧煤油发动机，液氧甲烷的比冲更高、不易结焦，使得发动机复用变得更加现实；液氧液氢比冲最高，但液氢密度小、相对价格高，甲烷密度是液氢的 6 倍、成本只有不到液氢的 1/30。以此看来，在商业航天时代与国家航天事业不同，商业航天需要在成本和性能之间获取平衡，液氧甲烷发动机将是商业趋势。此外，在液氧煤油和液氧液氢方向，国家已经申报大量专利，涉及材料、工艺及产品，民营企业将面临专利壁垒。

表 7：液氧甲烷发动机综合优势突出，更适合商业航天需求

技术对比	液氧甲烷	液氧液氢	液氧煤油	偏二甲肼/四氧化二氮
推力室比冲 (m/s)	3481	4363	3367	3169
燃效稳定性	稳定	最不稳定	适中	适中
使用安全性	中等	最不稳定	最好	有毒
满足回收技术需要	满足	满足	不满足	不满足
重复使用次数	可达 100 次	可达 100 次	10 次以上	不可重复使用
造价	中	高	中	低
技术门槛	高	高	中	低
是否填补国家技术空白	是	否	否	否

资料来源：《航天动力发展的生力军——液氧甲烷火箭发动机》，安信证券研究中心

液氧甲烷火箭成为下一代国家主流箭型，液氧甲烷发动机成为民营火箭公司一致选择。目前，美国 SpaceX 和蓝色起源积极开展液氧甲烷发动机的研制工作，其发动机型号分别为“猛禽”和 BE-4，国内则有蓝箭航天的“天鹊”80t。

表 8: 商业火箭液氧甲烷发动机性能参数对比

性能指标	猛禽	BE-4	蓝箭“天鹊”
循环方式	全流量分级燃烧循环	分级燃烧循环	燃气发生器循环
氧化剂	液氧	液氧	液氧
燃料	甲烷	甲烷	甲烷
推力/t	300	250	80
重复使用次数	/	25	20+

资料来源: SpaceX, 蓝色起源, 蓝箭, 安信证券研究中心整理

“猛禽”发动机是 SpaceX 公司正在研制的一型液氧甲烷发动机,采用全流量分级燃烧循环,该发动机未来将应用于 SpaceX 公司的星际运输系统 (ITS),用于火星探索。2009-2015 年间,该发动机一直由 SpaceX 公司自筹资金研制;2016 年,美国空军决定支持该公司的液氧甲烷发动机研制项目,提供了 3360 万美元的研制资金,用来研制一型可以用于猎鹰 9 和猎鹰重型上面级的液氧甲烷发动机样机,同时还要求 SpaceX 自己也要为该上面级发动机投入 6730 万美元的研制经费。2016 年 9 月 25 日,在麦格雷戈试验场进行了点火试车。BFR (液氧甲烷火箭) 火箭预计可能在 2020 年首飞,并可能在 2022 年向月球或火星运送货物。

图 5: SpaceX “猛禽”发动机



资料来源: SpaceX, 安信证券研究中心

图 6: “猛禽”发动机点火试车



资料来源: SpaceX, 安信证券研究中心

蓝色起源公司从 2011 年开始对 BE-4 液氧甲烷发动机进行研制,该发动机采用分级燃烧循环方式,推力为 2400kN,燃烧室压力 13.4MPa,可重复次数达 25 次,将用于联合发射联盟公司的“火神”火箭以及蓝色起源公司的“新格伦”火箭。2011 年,美国蓝色起源开始研制 BE-4 液氧甲烷发动机,2014 年与 ULA 签订合同协议合作发展 BE-4 发动机。2017 年 10 月 19 日, BE-4 首次热点火成功。2018 年 9 月 28 日, BE-4 发动机 (液氧甲烷发动机) 战胜了 AR-1 发动机,拿下数十亿美元下一代火神 (Vulcan) 火箭发动机订单。

图 7: 蓝色起源公司的 BE-4 液氧甲烷发动机



资料来源: 蓝色起源, 安信证券研究中心

图 8: 2017 年 10 月 19 日, BE-4 首次热点火成功



资料来源: 蓝色起源, 安信证券研究中心

与 SpaceX 公司和蓝色起源公司等航天民企一样，中国民营火箭公司也在进行着液氧甲烷发动机的研发和生产，并相继完成了多项液体燃料火箭发动机论证和研制工作。2017 年 12 月，蓝箭航天自主研发的 10 吨级液氧甲烷发动机燃气发生器成功进行首轮点火试验，2018 年 6 月，首批大喷管成品完成出厂；2019 年 5 月，蓝箭航天“天鹊”80 吨液氧甲烷发动机全系统试车圆满成功，预计 2020 年实现中国首枚液氧甲烷火箭朱雀二号首飞；2019 年 3 月，星际荣耀 15 吨级液氧甲烷发动机完成涡轮泵与副系统联合试验；2019 年 1 月，九州云箭“凌云”10 吨级发动机完成同轴涡轮泵低温介质试验。2019 年初，宇航推进 60 吨液氧甲烷发动机完成燃气发生器点火。

图 9：蓝箭航天“天鹊”80 吨液氧甲烷发动机



资料来源：蓝箭航天，安信证券研究中心

图 10：“天鹊”80 吨液氧甲烷发动机 20s 全系统试车



资料来源：蓝箭航天，安信证券研究中心

2.4. 国内外商业火箭发展现状，各国应对 SpaceX 挑战

随着 SpaceX 带来的火箭研制低成本压力，高通量、电推进技术带来的卫星质量分散化，以及近地轨道任务机会的增多，美国、俄罗斯、日本、欧洲等国家和地区的传统发射服务商纷纷启动商业火箭型号的研制任务，并普遍把火箭首飞时间瞄准为 2020~2021 年。

表 9：全球主要商业火箭汇总

国家	商业火箭公司	代表商业火箭	首飞时间	典型运载能力	发动机	是否可回收
美国	SpaceX	猎鹰-9FT	2015 年	LEO:22.8t	梅林，液氧煤油发动机	垂直回收
		猎鹰重型	2018 年	LEO:63.8t	梅林，液氧煤油发动机	垂直回收
		BFR	预计 2020 年	LEO: 550t	猛禽液氧甲烷发动机 (Raptor)	垂直回收
	Orbital ATK	米诺陶-1	2000 年	SSO:0.31t	固体火箭发动机	否
	Blue Origin	New Glenn	/	LEO:45t	BE-4 液氧甲烷发动机	垂直回收
		New Shepard	2015 年	LEO:4t	液氧/液氢火箭发动机	垂直回收
	Firefly	阿尔法	/	LEO:0.4t	液体、液氧煤油发动机	/
桑迪亚国家实验室	超级斯迪比	2015 年	LEO:0.3t	固体	否	
Rocket Lab	电子号	2017 年	SSO:0.15t/500km	固体火箭发动机	否	
俄罗斯	莫斯科 RSC Energia	安加拉 A5	2014 年	LEO:24.5t	液氧煤油火箭发动机	否
	国际发射服务	质子-M 号	2015 年	LEO:24t	常规推进剂发动机	否
	国家航天集团	联盟 5 号	预计 2021 年	LEO:3t	液氧甲烷发动机	否
欧洲	欧洲合作	阿里安 6-4	预计 2020 年	GTO:10.5t	未来替换为液氧甲烷发动机	

	欧洲合作	阿里安 6-2	预计 2020 年	GTO:5t	未来替换为液氧甲烷发动机	
	西班牙 Zero2Infinity	蓝星	预计 2020 年	LEO:9kg		否
	英国 Virgin Galactic LLC	运载器一号		LEO:0.225t		否
	JAXA	艾普斯龙	2013 年	LEO:1.5t	固体火箭发动机	否
日本	三菱	H-3	预计 2020 年	GEO:6.5t	LE-9, 氢氧发动机	否
	星际科技	ZERO	未知	LEO: 0.1t	液氧乙醇发动机	否
	航天科工火箭技术有限公司	快舟一号 (KZ-1)	2013 年	LEO : 300kg	固体	否
		快舟一号甲 (KZ-1A)	2017 年	LEO : 300kg	固体	否
	中国长征火箭有限公司	捷龙一号	预计 2019 年	SSO: 150kg/700km	固体	否
中国	蓝箭航天	朱雀一号 (ZQ-1)	2018 年	LEO : 300kg	固体	否
		朱雀二号 (ZQ-2)	预计 2020 年	LEO : 4t	液氧甲烷发动机	否
	星际荣耀	双曲线一号 (Hyperbola-1)	预计 2019 年上半年	LEO : 300kg	固体	否
	零壹空间	OS-X	2018 年	/	固体	否
		OS-M	2019 年	LEO : 205kg	固体	否

资料来源：公司官网，安信证券研究中心

1) 各国积极应对美国掀起的低成本模式的火箭发射服务挑战。

美国：为确保近地空间自由、低成本的进入，美国不断通过商业竞争模式，引导国内航天企业开展新型火箭研发。美国十分重视商业航天的发展，无论是从航天立法还是从政策支持方面，都大力扶持商业航天发展，不断推出商业航天资助计划，比如商业载人航天和货物运输计划、商业轨道运输服务、商业补给服务等。SpaceX 公司仅从 NASA 的商业补给服务项目中就获得 16 亿美元的经费。给予多项技术扶持和转移，NASA 利用自身技术优势，直接派驻技术人员和通过专利转让等方式，帮助 SpaceX 发展和验证关键技术，猎鹰系列火箭的灰背隼发动机就是采用阿波罗登月舱降级发动机的喷管技术。在美国一批具有经济、技术实力的私营航天企业迅速成长起来，目前在商业载人航天领域，以 SpaceX 公司、蓝色起源、轨道科学公司为代表的商业航天公司具有从设计、制造验证到发射、运营的能力，实现政府军方、科研机构等用户从市场购买发射服务的成本显著降低，以 SpaceX 公司为例，5 枚猎鹰 1 火箭、2 枚猎鹰 9 火箭和 1 艘龙飞船的研制及发射费用总计不到 8 亿美元，其中，猎鹰 9 火箭仅花费 3 亿美元，远低于美国空军改进型一次运载火箭。在商业发射市场，猎鹰 9 火箭的商业发射报价仅为 6120 万美元，将商业卫星发射的价格拉低一个数量级，迅速占领商用发射市场。

俄罗斯：在 2013 年前，俄罗斯各类商用火箭占据了全球约一半的商用火箭发射市场。然而，随着其他商用火箭公司（尤其是 SpaceX）的出现，俄罗斯逐渐失去了在这样市场上的优势。为应对 SpaceX 的价格竞争，俄罗斯质子号火箭也迅速反应，主动将价格降至 6500 万美元左右。苏联解体后俄罗斯自行研制的首个运载火箭系列—安加拉火箭已于 2014 年完成首飞，未来将替代质子号运载火箭。为确保价格竞争力俄罗斯 2015 年已经开始向国际市场以低于质子号火箭的价格推销安加拉火箭。另外，俄罗斯新型“联盟-5”中型运载火箭能够向低地球轨道提供高达 8 吨的有效载荷，将在 2022 年建成并将用于包括从“海上发射”浮动发射场在内平台的发射。“联盟-5”号中型运载火箭研制完成之后，航天发射成本将从 7000 万美元下降到 5500 万美元，以匹配国际市场上的美国猎鹰火箭系列。

欧洲：为应对猎鹰火箭的挑战，常年来处于市场主导地位的阿里安火箭被迫降低其 5.35 吨

(5.3 吨是猎鹰 9 火箭 GTO 运载能力上限) 以下卫星的发射服务价格 (由 9000 万美元降低至 6500 万美元左右), 避免丢掉订单。2014 年 12 月召开的欧空局长级会议明确了新一代运载火箭阿里安 6 的技术方案。阿里安 6 分为阿里安 6-4 和阿里安 6-2 两种构型, 分别带有 4 枚和 2 枚固体助推器。阿里安 6-4 的 GTO 运载能力为 10.5 吨, 发射价格为 1 亿美元; 阿里安 6-2 的 GTO 运载能力为 5 吨, 发射价格约 6000 万美元, 预计将于 2020 年实现首飞。

中国: 传统火箭制造商航天集团布局商业火箭, 民营火箭企业涌现。 航天科技一院和八院分别研制了长征十一号和长征六号新一代运载火箭以适应小卫星发射市场需求。为满足市场需求, 长城公司还推出了“长征快车”服务, 为客户提供快速、稳定、可靠的一站式商业发射服务。2016 年, 航天科技一院成立中国长征火箭有限公司, 推出“捷龙一号”, 满足用户一箭一星或一箭多星的发射需求, 火箭履约周期短, 与用户签约后 6 个月即可出厂, 采用一车一箭方式, 运抵发射场后能够实现 24 小时内快速发射。航天科工火箭公司推出快舟系列火箭, 2017 年 1 月 9 日, 快舟一号甲固体运载火箭以“一箭三星”的方式, 将吉林一号灵巧视频 03 星等卫星准确送入预定轨道, 圆满履行首个商业发射合同。快舟十一号预计年内首飞。**我国民营火箭重大进展最新情况:** 截止 2019 年 5 月底, 我国民营火箭公司共进行过 2 次入轨发射。2018 年 10 月 27 日, 蓝箭航天的三级运载火箭“朱雀一号”在酒泉卫星发射中心完成首飞, 发射后飞行正常, 一二级工作正常, 整流罩分离正常, 三级出现异常, 导致卫星最终未能入轨, 但已经是最接近近地轨道的发射, 也是国内首次民营企业从研发火箭、制造链条、发射火箭全链条的第一次打通, 意义重大; 2019 年 3 月 27 日, 零壹空间的 OS-M 固体运载火箭在酒泉卫星发射中心点火, 火箭在一级分离后失去控制, 发射任务告败; 2019 年上半年, 星际荣耀四级固体运载火箭将择机首飞。

日本: 艾普斯龙运载火箭是日本的开发成本较低且能迅速装配的固态运载火箭, 一个重要特点是低廉的研制和发射成本, 能将重约 1.2 吨的卫星发射到高度约数百公里的低轨道上。日本民营航天初创企业星际科技公司于 2018 年 6 月进行了第二次单级探空火箭 Momo 火箭试射, 但再次以失败告终。单级探空火箭 Momo 火箭采用液氧和乙醇作燃料, 可载带 20kg 有效载荷。星际科技还在研制一种能送卫星入轨的小运载火箭 Zero, 太阳同步轨道运载能力为 100kg, 每次发射价格估计为 300 万美元。

2) 液氧甲烷发动机成为美欧和我国民营火箭公司下一代运载火箭发动机选择的重要方向。 液氧甲烷发动机已经成为热门航天技术, 美国、中国、俄罗斯、日本等国家都在积极发展液氧甲烷发动机。美国 SpaceX 和蓝色起源也正在开展研制大推力液氧甲烷发动机的竞赛。SpaceX 为重型猎鹰火箭研制的猛禽发动机已经热试车; 蓝色起源研制的 BE-4 也是一种分级燃烧循环液氧甲烷发动机, 设计上直接使用液化天然气作燃料, 同时具有较高的可靠性, 发动机的地面推力达到 250 吨级; 美国后续火箭中的“新格伦”、“火神”、“星船”等均将液氧甲烷发动机作为主动力。中国航天科技六院曾直接对 YF-77 氢氧发动机进行局部改动, 测试了 60 吨级液氧甲烷发动机技术原理, 但后来因为没有型号匹配, 并未开展真正的研制工作; 我国商业火箭公司也竞相研制液氧甲烷发动机, 蓝箭航天除了现有的 10 吨级发动机外, 还在研制 80 吨的天鹊-2 液氧甲烷发动机并已成功实现全系统 20s 试车。此外, 俄罗斯、欧空局和日本等国家和组织也在研制液氧甲烷发动机, 俄罗斯正在研制的 RD-0162/0164 液氧甲烷发动机推力可达 200 吨级, 欧空局未来研制的阿里安 7 火箭将使用“普罗米修斯”百吨级推力液氧甲烷发动机。总之, 正在研制的液氧甲烷发动机既有数吨级的小型发动机, 也有 250 吨级的大型发动机, 基本覆盖了主流液体火箭发动机的推力范围, 未来至少能和液氧煤油发动机与液氢液氧发动机三分天下。

3) 开展不同形式的重复使用技术探索, 为降低成本寻找新途径。 自 SpaceX 成功实现火箭第一级回收以来, 各国运载火箭运营商和制造商都普遍开始着手不同形式的重复使用技术探索,

为下一代运载火箭降低成本寻找途径。形式一：伞降回收。典型代表是联合发射联盟公司的“火神”火箭。该火箭在第一级工作结束并完成级间分离后，两台发动机分离，然后依靠降落伞减速，最后由直升机在空中实现回收。形式二：垂直回收。典型代表是 SpaceX 的“猎鹰”-9、“重型猎鹰”以及蓝色起源的“新格伦”。形式三：带翼飞回。典型代表是俄罗斯的“贝加尔号”有翼助推器和德国的“猎鹰”有翼助推器，其中前者是“安加拉”火箭的一种助推器回收方案，能以自动方式像飞机一样着陆和飞回发射场，后者有希望在“阿里安”-6 火箭后续改进中使用，拟采用下降过程中由飞机捕获并拖回地面的方式进行。中国目前尚没有成熟的可回收技术得以实际应用，全部处于技术研发阶段。

图 11：目前火箭回收主流的方式有三种，分别为伞降回收、垂直返回、带翼飞回



伞降回收方式

垂直回收方式

带翼飞回方式

资料来源：中国运载火箭技术研究院新闻中心，安信证券研究中心

3. 国内商业发射服务开放向好，模式逐渐清晰

3.1. 商业航天兴于美国，军民融合加速中国航天商业化

美国航天领域发展是“军民融合”的典型。美国航天领域的军民融合发展较早，出台了一系列相关法律，建立起了航空航天领域军民融合的发展制度。军民融合发展一方面缓解了美国国防经济投入压力，另一方面也促进了航天技术的进步和国民经济的发展。借鉴美国商业发射的发展历程，可以发现国家、政府同时作为商业发射的规则制定者、推动者和需求方，是所有参与者中最为重要的角色。政府应当从国家发展战略角度，制定有利民营航天企业发展的政策法规；并且在民营航天企业技术不成熟，资金不到位的情况下，通过合作项目给予技术和资金方面的支持。

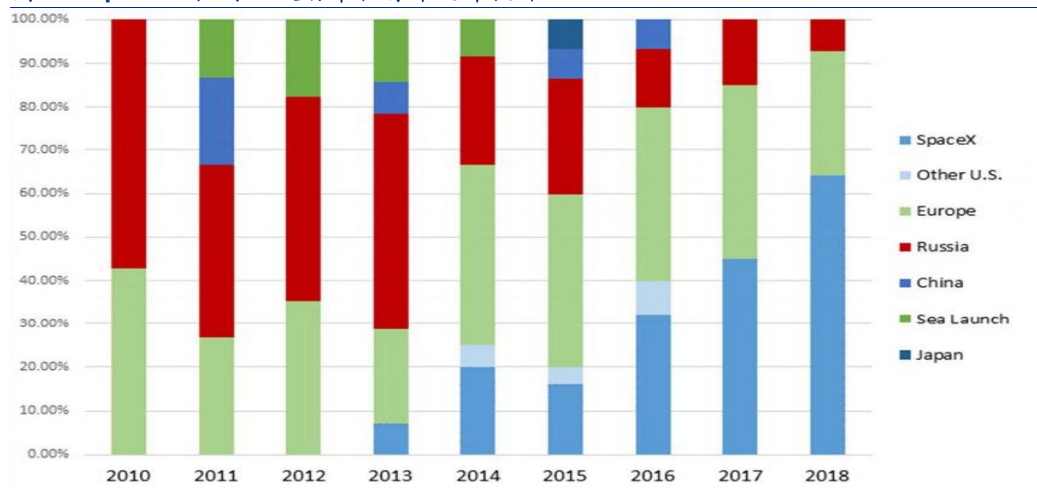
表 10: 美国商业航天活动的政策

时间	政策	具体内容
1962 年	《国家通信卫星法》	为卫星通信系统的商业化应用奠定基础
1984 年	《商业航天发射法》	促进私营企业从事商业航天运输和太空科技研发、监管和协调商业发射市场（包括发射需求、安全标准等）
2003 年	《商业航天法》	加大对仍处于起步阶段的航天旅游业的投资力度
2003 年	《航天现代投资法》	建议加快发展商业航天运输业
2013 年	新版《国家空间政策》	利用商业航天产品和服务满足政府需求，推广对美国商业航天产品与服务的购买与使用
2013 年	新版《国家航天运输政策》	提出要鼓励采取切实可行的措施推动商业航天运输业的发展
2015 年	《商业航天发展竞争力法》	确保商业航天的持续发展与稳步增长，将商业载人航天飞行“管理学习期”延长 5 年至 2020 年；延长联邦政府对商业发射企业进行第三方赔偿期限至 2020 年
2015 年	《鼓励私营航空航天竞争力与创业法》	明确美国公民有权利参与商业化太空资源的开发开采，将商业航天飞行“管理学习期”延长 10 年至 2025 年
2019 年 5 月	特朗普签署 2 号航天政策指令“简化商业利用航天的监管” 3 号航天政策指令“国家空间交通管理政策”	要求对现有商业航天的政府管理机制及框架进行改革，确保美国在商业航天领域的领先地位

资料来源：美国国防部、美航天局，安信证券研究中心

美国商业航天领头羊位置得益于其公私合作模式。美国航天局通过公私合作，对航天企业进行资金和技术投入，培育商业月球探测力量快速崛起，而同时航天企业也为政府主导的探月活动提供了有效支撑。SpaceX 在 2016 年海上回收猎鹰九号 (Falcon9) 一级火箭，基本实现了一级火箭的无损回收，成为商业航天的一大代表性事件。这也得益于 NASA 的大力支持，SpaceX 从进入商业发射市场以来就不断斩获国家大额订单，根据美国联邦航空管理局 (FAA) 的官方资料统计，自 2013 年到 2018 年，SpaceX 在全球市场的商业发射占有率从 13% 一跃为 65%。

图 6: SpaceX 在商业发射中占有率逐年提升



资料来源：SIA，安信证券研究中心

表 11: NASA/NGA 等美国国家部门推出多项商业航天计划，并由商业航天公司承制订单

领域	年份	计划名称	金额(亿美元)	公司
商业运输计划	2006-2008	COTS	8.91	SpaceX、Kistler*、Orbital
	2008	CRS1	35	SpaceX、Orbital
	2010	CCDev	0.498	SierraNevadaCorp.、Boeing、BlueOrigin、etc
	2011	CCDev2*	22.82	Boeing、SierraNevadaCorp.、SpaceX、etc
	2012	CCiCAP	30.55	Boeing、SpaceX、SierraNevadaCorp.
	2014	CCiCap	68	Boeing、SpaceX
	2015	CRS1E	16.75	SpaceX、OrbitalATK
	2016	CRS2*	23	SpaceX、OrbitalATK、SpaceX、OrbitalATK
商业遥感计划	2001	ClearView、NextView	9.35	DigitalGlobe 和 Geoeeye
	2010	EnhancedView	73	SpaceX、OrbitalATK

资料来源: NASA, NGA, 安信证券研究中心

中国军民融合战略大背景下，太空领域的军民融合符合发展需求，民营航天开始登上历史舞台。近年来，我国大力推进军民深度融合，出台了系列政策，并且把军民融合发展上升为了国家战略，将军民融合战略应用太空领域，着力推进航天领域军民深度融合发展是国家的战略利益，也是航天自身发展的需求。航天企业要推动制定航天法及配套法律法规，完善武器装备竞争性采购制度，健全市场准入制度，加强军民通用标准研究，完善军产学研协同创新及科技资源开放共享机制，营造军民融合发展的良好环境。据不完全统计，2014 年以来，仅国家级政策就已颁布超 10 项，国家和地方的军民融合推进遍地开花。民营航天也在此期间强势爆发。

表 12: 军民融合及航天领域相关政策

时间	类别	政策主题
2015 年 3 月	最高领导讲话	2015 年 3 月 12 日习近平在中国十二届全国人大三次会议解放军代表团全体会议上，第一次明确提出把：“把军民融合发展上升为国家战略”
2015 年 5 月 19 日	《中国制造 2025》	提高民用航天的创新发展能力和国际竞争力，发展新一代运载火箭
2016 年 12 月 27 日	国务院发布《2016 中国的航天》白皮书	鼓励引导民间资本参与航天科研生产，大力发展商业航天和卫星商业化应用，完善政府购买航天产品与服务机制
2017 年 1 月	中央军民融合委员会成立	中国最高领导班子组成中央军民融合发展委员会
2017 年 6 月 20 日	最高领导讲话	军民融合深度发展，培育创新示范载体
2017 年 6 月 24 日	落地政策	努力让太空领域军民融合发展走在全国全军的最前列
2017 年 6 月	落地政策	会议审议通过多项工作规则和工作要点政策
2017 年 9 月	落地政策	以军民融合为发展战略，紧紧依靠国家工业基础，深入社会经济体系
2017 年 12 月	落地政策	国务院办公厅公布军民融合发展的纲领性文件，作为落地既定步骤，是最重要的里程碑事件
2018 年 10 月	落地政策	中央军民融合发展第二次会议召开

资料来源: 国防科工局, 安信证券研究中心整理

国内行业发展路径与美国类似，从国家航天衍生出民营航天。我国民营火箭的发展路径同美国会有异曲同工之处，即军用航天/国家航天衍生出民营火箭/商业火箭，火箭作为典型的军民两用产品，也必然引导民营火箭走向国家服务采购序列。

商业航天是一个全新的行业，与传统航天存在很大的不同，商业航天不是简单的将产品推向商业市场，而是采用全新模式重构商业要素和商业模式。这里以行业领先企业为例，全球民营火箭行业目前处于领先地位的企业为 SpaceX、蓝色起源和维珍航空，这 3 家领先企业的公司创始人都有一个共性，就是原先都并非“航天系统出身”。同时我们可以看到，这 3 家

企业能够实现超出传统航天企业的高速发展，最大原因就是 3 位创始人采用了完全崭新的创新机制和商业模式。因此，对于如果采用与传统航天相同运作模式的企业，其在商业航天领域很难创造出新的价值。

表 13: SpaceX、蓝色起源等高效现代运营模式

公司	创始人	创始人背景	运营模式
SpaceX	埃隆·马斯克	1995 年，创办开发在线内容出版软件公司 Zip2	运营模式下，SpaceX 秉承简约、低成本和高可靠的运行模式，对内缩减管理层级、对外尽量减少产品外包的方式，在降低费用的同时，简化了决策制定和传递的流程 优化统筹火箭的生产流程，建立了设计和生产之间更加紧密和快捷的信息反馈机制
		1999 年，创办在线金融服务和电子邮件支付业务公司“X.com”	
		2000 年，将 X.com 公司与 Confinity 公司合并，更名为 PayPal	
		2002 年，成立太空探索技术公司（Space X）	
		2004 年，投资特斯拉，担任董事长	
蓝色起源	杰夫·贝佐斯	1986 年，高新技术开发公司 FITEL，从事计算机系统开发	直接从航天公司引进成熟人才策略 对雇员采取工资、股权加补助的综合薪资方式 贝佐斯多次个人增资，走出了雄厚个人资金与成熟人才引进策略的贝佐斯模式
		1988 年，进入华尔街 Bankers Trust Co，任副总裁	
		1995 年，成立亚马逊	
		1997 年，亚马逊上市	
		2000 年，成立蓝色起源	

资料来源：公开资料整理，安信证券研究中心

3.2. 国内商业航天公司迅速崛起，逐渐形成不同阵营和梯队

目前，国内商业火箭领域，主要可分为两大阵营：一是两大航天集团内商业化小火箭逐步开放面向商业发射服务，此外还有为适应快速发展的商业航天分别设立了商业火箭公司中国长征火箭公司和航天科工火箭公司。另外一个阵营则是民营火箭公司，包括蓝箭航天、星际荣耀、零壹空间等在内的十几家商业火箭公司。民营火箭公司发展势头强劲，与体制内企业争相角逐，共同促进了我国商业航天的快速发展。

民企方面，商业航天呈现梯度化发展。按照目前的火箭研制与发射进展来看，蓝箭航天、星际荣耀、零壹空间等已初步崭露头角，在商业航天领域占有一定优势，属于商业航天的第一梯队。而星途探索、九州云箭、灵动飞天、深蓝航天、翎客航天等公司正在奋起直追。第一梯队的三家民企均已具备不同程度的核心动力及研制保障能力，并完成了相关火箭的亚轨道发射或入轨发射，这也是目前领先于第二梯队企业的优势所在。

1) 蓝箭航天：成立于 2015 年 6 月，公司聚焦中小型商业航天应用市场，致力于研制具有自主知识产权的液体燃料火箭发动机及商业运载火箭，凭借一流的技术研发团队，以高度集成的设计能力和单机创新能力完成产品设计、制造、测试和交付全流程任务，为全球市场提供标准化发射服务解决方案。公司目前的核心产品包括：朱雀一号固体运载火箭（已完成首飞），朱雀二号中型液体运载火箭（在研），以及天鹊 80 吨级液氧甲烷发动机（已圆满完成全系统试车）、凤凰 10 吨级液氧甲烷发动机（在研）和姿控发动机（已研制成功）等分系统产品。拥有两个研发中心（分别位于北京、西安）、一个总装制造及测试基地（位于湖州）及重型试车台。公司专注于液体动力和运载火箭的研究，团队核心成员人均拥有超过十年的研发经历，积累了丰富的经验。

图 12: 蓝箭航天运载火箭朱雀一号、朱雀二号



资料来源: 公司官网, 安信证券研究中心整理

图 13: 蓝箭航天发动机: 凤凰 10 吨级、天鹊 80 吨



资料来源: 公司官网, 安信证券研究中心整理

2) 星际荣耀: 成立于 2016 年 10 月, 致力于研发优秀的商业运载火箭并提供系统性的发射解决方案, 为全球商业航天客户提供更高效、更优质、更具性价比的发射服务, 以大幅提升人类自由进出空间的能力。在发展前期阶段, 公司主要专注于高品质、低成本、快响应的小型运载火箭研发, 为全球小卫星及星座客户提供一体化的商业发射服务。公司目前的核心产品包括小型固体运载火箭“双曲线一号”(尚未首飞), 小型液体运载火箭“双曲线二号”(在研)、亚轨道概念飞行器(在研)。发动机方面, 在研液体燃料火箭发动机“焦点一号”、“焦点二号”以及姿轨控一体化动力系统。公司为全球客户提供高品质、快响应、高频发射、高性价比的发射服务。

图 14: 星际荣耀运载火箭产品及飞行器



双曲线一号 双曲线二号 亚轨道概念飞行器

资料来源: 公司官网, 安信证券研究中心整理

图 15: 星际荣耀发动机: 焦点 1 号、焦点 2 号



焦点 1 号 焦点 2 号

资料来源: 公司官网, 安信证券研究中心整理

3) 零壹空间: 成立于 2015 年 8 月, 从事小型固体运载火箭研制与生产的技术型企业, 公司致力于为商用微小卫星、特殊用途航天器等提供高性价比的发射服务, 并致力于探索新技术、新机制在商业航天领域的运用。总部及研发中心在重庆, 并在重庆设立了智能制造基地, 开展三大主营业务: 1) M 系列固体商业运载火箭, 实现高频、低成本、常态化的微小卫星入轨发射服务; 2) X 系列飞行试验平台, 为科研、运输提供运载器解决方案; 3) 电子和动力产品的配套及定制服务。

图 16: 零壹空间系列运载火箭产品



资料来源: 公司官网, 安信证券研究中心整理

图 17: 零壹空间固体发动机



资料来源: 公司官网, 安信证券研究中心整理

航天科技和航天科工是我国两大航天集团, 为顺应国家军民融合战略、抢抓商业航天市场发展机遇, 两家集团公司除了保障国家任务外, 也纷纷进军商业航天领域, 按照社会化、市场化的运作方式成立了相应的子公司:

1) 2016 年 2 月, 航天科工集团率先成立了国内首家商业模式开展研发和应用的专业化火箭公司——航天科工火箭技术有限公司, 致力于为国内外客户提供商业航天发射服务。主打产品为以固体燃料为推进剂的“快舟”系列运载火箭。快舟一号甲于 2017 年 1 月 9 日完成首飞, 成功将“吉林一号”灵巧视频星 03 星及行云试验一号、凯盾一号两颗立方体星送入太空; 2018 年 9 月, 完成第 2 次商业发射任务; 快舟系列的第三次发射快舟十一号预计在 2019 年 6 月份首飞。

图 18: 科工火箭主要火箭产品



快舟一号 快舟十一号

资料来源: 公司官网, 安信证券研究中心整理

图 19: 长征火箭主要火箭产品



捷龙一号 捷龙二号 腾龙一号

资料来源: 公司官网, 安信证券研究中心整理

2) 为积极抢占商业航天的市场, 航天科技集团也不甘落后。2016 年 10 月, 将旗下中国运载火箭技术研究院的子公司——中国亚太移动通信卫星有限责任公司更名为中国长征火箭有限公司。负责商业火箭型谱规划、研制运营、在役火箭商业化改造和商业市场开拓、商业航天的公司化运营, 面向市场为客户提供天地信息一体化解决方案。主打产品为“捷龙”一号、“捷龙”二号和“腾龙”一号运载火箭。目前, 捷龙一号还未首飞, 预计首飞时间在 2019 年。

3.3. 国内航天发射主管部门对民营航天持开放支持态度

我国航天发射实行国家统一管理，其相应的主管部门可分为法律制定部门、监管部门和资质审核部门三块。

图 20：国内航天发射主管部门



资料来源：国家航天局，安信证券研究中心

法律制度方面，我国航天法力争 3-5 年出台，目前现有的法律和政策积极鼓励商业航天发展。由于目前我国尚未正式颁布《航天法》，与航天领域直接相关的法律法规大多属于空白。我国目前涉及规范航天发射和空间活动的法律制度有两个比较具体的部门规章：《空间物体登记管理办法》和《民用航天发射项目许可证管理暂行办法》。上述两个法规均由国防科工局制定实施。2014 年，国务院对外公布重点领域的投融资制度，明确鼓励民间资本进入航天领域；2016 年，国务院发布白皮书鼓励民间资本参与航天科研；2019 年 4 月，国家航天局表示即将发布促进商业运载火箭规范发展的通知并且推动航天法的编制工作，目前航天法已经列入全国人大立法计划，力争在未来 3-5 年出台。

表 14：国内商业航天活动的文件和规定

时间	政策	具体内容
2014 年 11 月	国务院对外公布 60 号文件《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》	明确地鼓励民间资本进入航天领域。鼓励民间资本参与国家民用空间基础设施建设。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。
2016 年 12 月	国务院发布《2016 中国的航天》白皮书	鼓励引导民间资本参与航天科研生产，大力发展商业航天和卫星商业化应用，完善政府购买航天产品与服务机制。
2019 年 4 月	国家航天局将发布《关于促进商业运载火箭规范有序发展的通知》	对商业运载火箭的有关科研生产试验发展活动进行一些必要的规范。商业航天企业要取得必要的许可，尤其要 严格管理涉及安全的固体运载火箭 等企业。
2019 年 4 月	国家航天法	已经列入第十三届全国人大常委会立法规划，其中将纳入商业航天发展。

资料来源：国防科工局，安信证券研究中心

监管部门方面，国防科工局和装备发展部多次表示希望推动发射服务领域商业采购。目前我国航天领域的主管部门为国防科工局。同时，军委装备发展部掌握我国的发射场资源，也是国家军备采购的接口协调单位。科工局和相关主管单位已经就商业火箭的发射服务召开了多次座谈和研讨会，传达推动发射服务领域商业采购的理念，同时希望民营火箭公司能够对军方和国家主管部门提出希望配合的领域和方法。

表 15: 监管部门希望推动发射服务领域商业采购

时间	召开单位	内容
2017 年 12 月	国防科工局	商业航天运输系统及发射服务专题座谈会
2018 年 4 月	国防科工局	“中国航天日”新闻发布会
2019 年 1 月	中国酒泉卫星发射中心	民商航天发射与服务研讨会
2019 年 4 月	中国文昌发射中心	建设世界一流航天发射场研讨会

资料来源: 公开信息整理, 安信证券研究中心

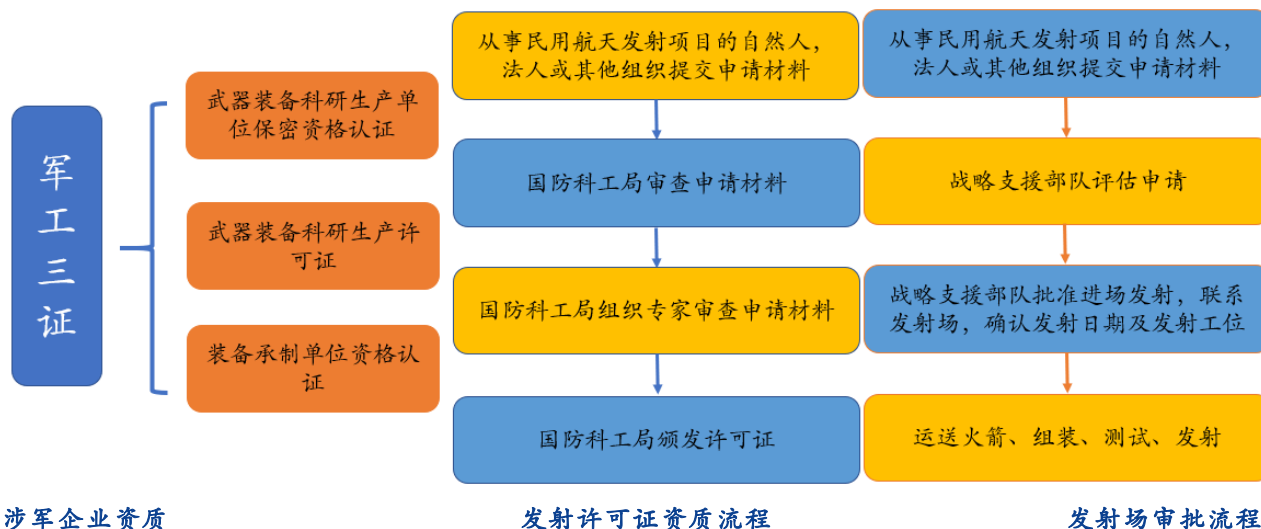
资质许可文件方面, 发射领域准入门槛较高。出于军事保密性考虑, 长期以来我国在对大型运载火箭发射的管理过程中, 基本将其视同军工产品。同时由于技术和任务分配的高度垄断, 导致航天器制造和发射领域有着极高的进入门槛, 需要具备军品门槛相应资质。民用航天发射项目实行许可证管理制度, 每次的发射都需要进行申请, 应提供具体的预定发射时间, 卫星、运载火箭、发射和测控通信系统之间的技术要求, 运载火箭详细轨道参数及落区或回收场区的勘察报告, 卫星详细轨道参数、频率资源使用情况的文件。之后发射便会列入国家发射计划, 进行发射场排期。

表 16: 行业主要资质及主管机构

	名称	主管单位
每次发射均需申请	民用航天发射许可	国防科工局
	列入国家发射计划/发射场排期	发射中心及其上级主管部门
公司资质	武器装备科研生产单位保密资质认证	国家保密局、国防科工局、装备发展部
	武器装备质量管理体系认证	武器装备质量体系认证委员会
	武器装备科研生产许可认证	由国防科工局负责, 同时需要征求装备发展部意见

资料来源: 国防科工局, 国家航天局, 安信证券研究中心

图 21: 商业航天需要资质及发射许可、发射场审批流程



资料来源: 艾瑞咨询, 安信证券研究中心

3.4. 我国民营火箭公司与国家队合作大于竞争, 可有力填补市场需求缺口

我国运载火箭领域的“国家队”主要是指航天科技和航天科工两天军工集团, 其中以航天科技集团是绝对主力, 据我们统计目前仍在服役的长征系列火箭有 12 型, 从小型、中型到重型、从固体到液体燃料火箭发动机等全谱系覆盖。此外, 航天科工集团也尝试商业航天成立了航天科工火箭公司, 其快舟系列火箭(一号、十一号)是小型固体发动机火箭, 主打近地轨道发射任务。

表 17: 我国在役长征系列火箭

型号	服役时间	推进剂	级数	长度(m)	直径(m)	有效载荷 (LEO,t)	发射次数
长征二号丙	1975 年至今	四氧化二氮+偏二甲肼	2	43.7	3.35	4.5	49
长征二号丁	1992 年至今	四氧化二氮+偏二甲肼	2	41.0	3.35	4.5	37
长征二号 F	1999 年至今	四氧化二氮+偏二甲肼	2.5	58.3	3.35	8.6	13
长征三号甲	1994 年至今	四氧化二氮+偏二甲肼; 液氧+液氢	3	52.5	3.35	6	24
长征三号乙	1996 年至今	四氧化二氮+偏二甲肼; 液氧+液氢	3.5	57.1	3.35	11.5	57
长征三号丙	2008 年至今	四氧化二氮+偏二甲肼; 液氧+液氢	3.5	57.1	3.35	9.1	17
长征四号乙	1999 年至今	四氧化二氮+偏二甲肼	3	47.9	3.35	4.2	32
长征四号丙	2007 年至今	四氧化二氮+偏二甲肼	3	47.9	3.35	4.2	26
长征五号	2016 年至今	液氧+煤油; 液氧+液氢	2.5	56.9	5	25	2
长征六号	2015 年至今	液氧+煤油; 四氧化二氮+偏二甲肼	3	29.2	3.35	1.5	1
长征七号	2016 年至今	液氧+煤油	2.5	53.0	3.35	14	2
长征十一号	2015 年至今	固体燃料	4	20.8	2	0.75	6

资料来源: 公开渠道整理, 安信证券研究中心

我们从产品定位、目标市场和性价比角度对比国家队、国家队商业火箭以及典型民营火箭公司可以看出: 长征系列火箭大多是液体大运载火箭, 定位满足国家任务为主, 追求性能指标, 产能有限, 相当一部分中型的液体燃料火箭也都是有毒推进剂火箭, 面临退役, 无法满足未来中小商业卫星组网的巨大需求; 快舟、捷龙系列是小型固体运载火箭, 定位满足 300 公斤以下的发射需求, 与液体燃料火箭相比, 由于固体燃料火箭飞行过载大, 卫星载荷发射环境差, 发射单价高, 对于卫星批量组网需求来说没有竞争优势, 只能适用于小卫星特定验证发射、应急发射和发射补网需求; 国内民营企业则定位于低成本商业发射服务, 目标市场多为能够满足小型、中型卫星组网和补网市场, 甚至大型商业卫星的发射需求。

表 18: 商业火箭公司积极布局微纳星座组网及小卫星补网市场

所属	指标	服役时间	定位	目标市场	推进剂类型
长征系列火箭	航天科技 0.75t-25t, LEO	在役型号 12 型	液体中大型运载火箭, 追求性能指标, 产能有限, 发射成本较高	专注于国家任务、高轨卫星、深空探测、载人航天等国家需求为主, 一般不承揽商业小卫星组网市场业务	肼类 (2026 年面临退役)、液氧煤油、液氧液氢、固体
快舟系列火箭	航天科工 快舟一号甲, 0.3t, LEO 快舟十一号, 1.5t, LEO	快舟一号甲 2017 年已成功首飞	小型固体运载火箭	微纳卫星的组网市场 小型卫星补网市场	固体燃料
捷龙系列火箭	航天科技 0.3t, LEO	预计 2019 年	小型固体运载火箭	微纳卫星的组网市场 小型卫星补网市场	固体燃料
朱雀一号火箭	蓝箭航天 0.3t, LEO	2018 年已完成首飞	小型固体运载火箭	微纳卫星的组网市场 小型卫星补网市场	固体燃料
朱雀二号火箭	蓝箭航天 4t, LEO	预计 2020 年	中型液氧甲烷运载火箭	模块化组合火箭型谱满足小型、中型卫星组网和补网市场, 甚至大型卫星和高轨商业卫星发射需求	液氧甲烷
双曲线一号	星际荣耀 0.3t, LEO	预计 2019 年上半年首飞	小型固体运载火箭	微纳卫星的组网市场 小型卫星的补网市场	固体燃料
OS-M 火箭	零壹空间 0.2t, LEO	2019 年已完成首飞	中小型固体运载火箭	微纳卫星的组网市场 小型卫星的补网市场	固体燃料

资料来源: 航天官网, 蓝箭、星际官网, 安信证券研究中心

从火箭运载能力、推进剂类型及产品谱系角度看, 民营火箭的明智选择是与国家队火箭差异化定位, 填补国家队空白。长征系列大多是液体大运载火箭, 定位满足国家任务为主, 追求性能指标, 产能有限, 中型液体燃料火箭大部分是有毒火箭, 面临退役, 无法满足未来中小

商业卫星组网的巨大需求；快舟、捷龙系列是小型固体运载火箭，更多适用于小卫星特定验证应急发射和发射补网需求；民营火箭公司蓝箭航天选择在清洁推进剂技术路线上研制国家队目前缺少的液氧甲烷中大型液体火箭产品，一方面给中国航天体系提供必备补充，同时规避和原有体系的竞争和重复研发投入。长期看，未来在商业航天领域，我们或可参考美国的模式，商业航天统一交由民营企业，实现市场化运营；太空探索等公益航天则交由国家队，负责深空探索等重要任务。那时，民营火箭企业的营收将主要来自火箭发射服务，其中不少订单来自政府或军方。

3.5. 国内发射场资源紧张，商业发射工位政策已实质性展开

运载火箭多为一次性运载工具，主要发射方式有塔架发射、车载机动发射、空中发射、海上平台发射和潜艇发射，目前主要以塔架发射、机动发射为主。

图 22: CZ-7 号塔架发射



资料来源: bing, 安信证券研究中心

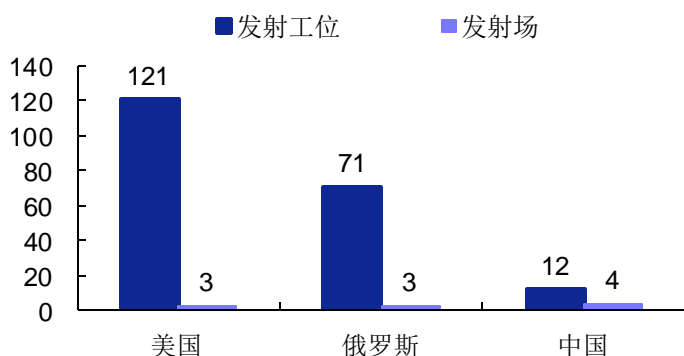
图 23: CZ-11 号车载发射



资料来源: bing, 安信证券研究中心

国内发射场资源紧张且未实现商业化，建设新一代发射配套设施是中国商业航天成长的当务之急。目前，我国共有四个运载火箭发射场(酒泉卫星发射中心、太原卫星发射中心、西昌卫星发射中心、海南文昌卫星发射中心)，各有特点且承担不同的发射任务。从发射工位总量看，目前我国四个发射中心共有 12 个发射工位，对标美国、俄罗斯，两国的发射工位数量是中国的 6-10 倍。此外，目前我国现有的航天发射场地属于军方管理，主要以保障国家任务为主，商业发射任务基本无暇顾及：一方面由于现有的发射场运营缺乏商业化思维，无法满足商业发射的定制化、人性化和商业化需求；另一方面，国内商业航天民企已陆续涌现出先进的液氧甲烷技术路线火箭，而目前国内现有发射场尚无相关配套设施。因此，商业发射工位是目前行业发展的刚需，也是国家急需和鼓励的战略资源，建设新一代发射配套设施，是中国商业航天成长的当务之急。

图 24: 美国、俄罗斯发射工位是我国的 6-10 倍



资料来源: wiki, 安信证券研究中心

图 25: 我国四大发射中心：酒泉、太原、西昌、文昌



资料来源: 国防部, 安信证券研究中心

表 19：我国四大发射场仅有 12 个发射工位

发射场	修建时间	发射工位	已执行发射任务数量	任务属性
酒泉卫星发射中心	1958 年	5	100	主要承担长征系列运载火箭，各种中低轨道试验卫星、应用卫星，载人飞船和空间目标飞行器、实验室的测试发射，以及航天员搜索救援等任务
太原卫星发射中心	1967 年	3	71	中国试验卫星、应用卫星和运载火箭发射中心之一，主要承担极地轨道和太阳同步轨道卫星发射、科研训练保障及深空目标探测等任务
西昌卫星发射中心	1970 年	2	130	主要承担地球同步轨道卫星等航天发射任务，是我国发射卫星最多、发射轨道最高的航天发射场
文昌卫星发射中心	2009 年	2	4	主要用于发射中国新一代大型无毒、无污染运载火箭，承担地球同步轨道卫星、大质量极轨卫星、大吨位空间站和深空探测航天器等航天发射任务

资料来源：国家航天局，安信证券研究中心

国内商业发射工位政策支持已从顶层规划实质性放开。2018 年 10 月，蓝箭航天获得中国首个民营运载火箭发射许可证，朱雀一号在酒泉首飞，航天发射场地对民营首次放开。2019 年 1 月，酒泉卫星发射中心召开“民商航天发射及服务研讨会”，发布了酒泉发射中心关于民商航天发射的规则，鼓励有实力的航天企业参与“共建共享发射场。”我国商业火箭将陆续从研制阶段进入首飞阶段，后续将进入高频率发射阶段，商业发射工位运营模式亟待建立。在保持现有发射场资源国有性质的前提下如何更好地服务商业航天发射是商业火箭发展必须解决的问题。反观，美国率先实现了 NASA 和军方的发射服务设施对商业发射开放。SpaceX 和蓝色起源都选择租用现有发射工位并进行改造来进行商业发射。其中 SpaceX 于 2014 年与 NASA 签订了独家租用 20 年肯尼迪航天中心 39A 号工位的合同。NASA 未透露出租发射工位的价格，但明确表示 SpaceX 自行承担设施维护和运营费用。Rocket Lab 则投资 2000 万美元自建商业发射场。

表 20：国内商业发射工位政策支持已从顶层规划实质性放开，蓝箭航天获得首个发射许可证

时间	类别	政策主题
2016 年	中央军委印发《关于军队和武警部队全面停止有偿服务活动的通知》	计划用 3 年左右时间，分步骤停止军队和武警部队一切有偿服务活动
2017 年 6 月 6 日	政策发布	国防科工局发布《民用航天发射项目许可》办事指南
2017 年 12 月	国务院办公厅印发《关于推动国防科技工业军民融合深度发展的意见》	推动军工重大试验设施向民口开放和统筹使用，探索研究开放共享的航天发射场和航天测控系统建设
2018 年 4 月 13 日	习近平在庆祝海南建省 30 周年大会上发表重要讲话	国家支持海南建设航天领域重大科技创新中心，打造空间科技创新战略高地
2018 年 4 月	《中共中央国务院关于支持海南全面深化改革开放的指导意见》	支持海南建设航天领域重大科技创新中心和国家深海中心南方中心，打造空间科技创新战略高地。依托海南文昌航天发射场，推动建设海南文昌国际航天城
2018 年 10 月	实质性对民营首次放开	蓝箭航天获得中国第一个民营运载火箭发射许可证，朱雀一号在酒泉首飞
2018 年 10 月	酒泉卫星发射中心	中心党委书记纪多：“承担民营商业航天发射是中心‘建设世界一流航天中心’的重要组成部分。未来，中心将建设成为既有载人航天发射也有卫星发射，既有液体、固体燃料火箭发射也有民营商业航天发射的一个全面的综合性航天发射中心。”
2018 年 10 月	酒泉卫星发射中心	中心计划处处长贾立德：“中心首次放飞民营商业火箭是我国航天产业商业化的具体体现，印证了未来我们国家航天发展大的战略。”
2019 年 1 月	酒泉卫星发射中心召开“民商航天发射及服务研讨会”	发布酒泉发射中心关于民商航天发射的规划，鼓励有实力的商业航天企业参与“共建共享发射场”

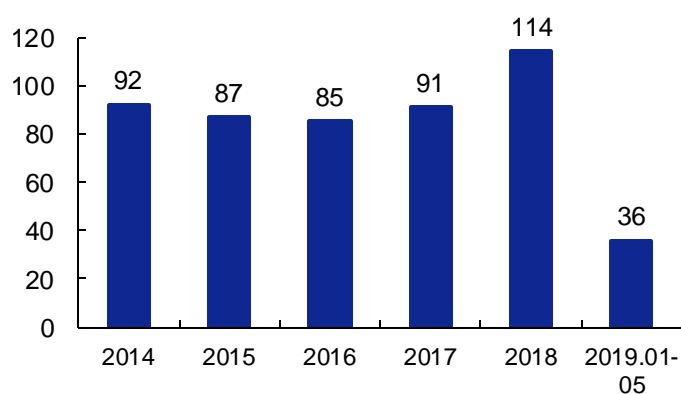
资料来源：泰伯网，安信证券研究中心整理

4. 卫星发射市场增长迅速，中大型液体火箭将是发射缺口亟需的必备补充

4.1. 全球卫星发射市场：商业发射占比逐年提高

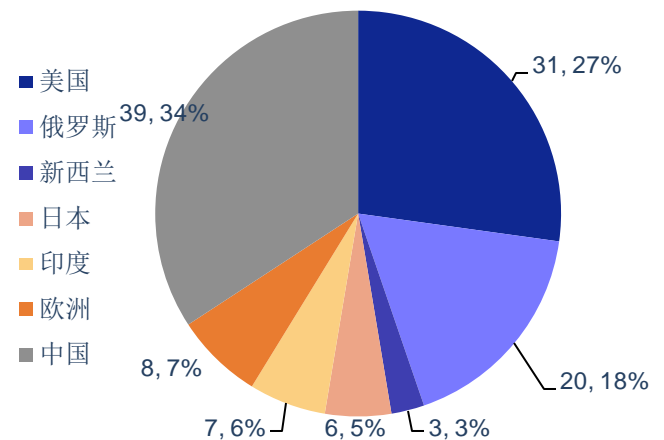
2018年，全球航天运输领域的发射活动十分活跃，自1990年以来，首次超过100次发射纪录，共执行114次发射任务，相比2017年的91次多出23次。114次发射中，111次成功，1次部分成功，2次失败，成功率为97.4%。全球各地区火箭发射次数分别为：中国(39次)、美国(31次)、俄罗斯(20次)、欧洲(8次)、印度(7次)、日本(6次)、新西兰(3次)。中国火箭发射次数首次超过美国，位居全球第一。截至2019年1-5月，全球运载火箭发射次数为36次，同期2018年1-5月，全球运载火箭发射次数为47次。

图 26：2014-2018 年全球火箭发射次数（单位：次）



资料来源：SIA，安信证券研究中心

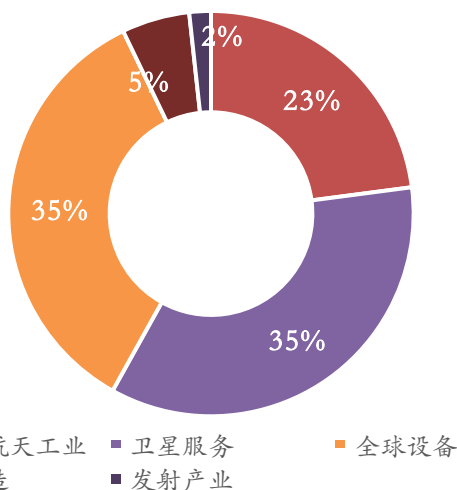
图 27：2018 年全球各地区火箭发射次数占比



资料来源：SIA，安信证券研究中心

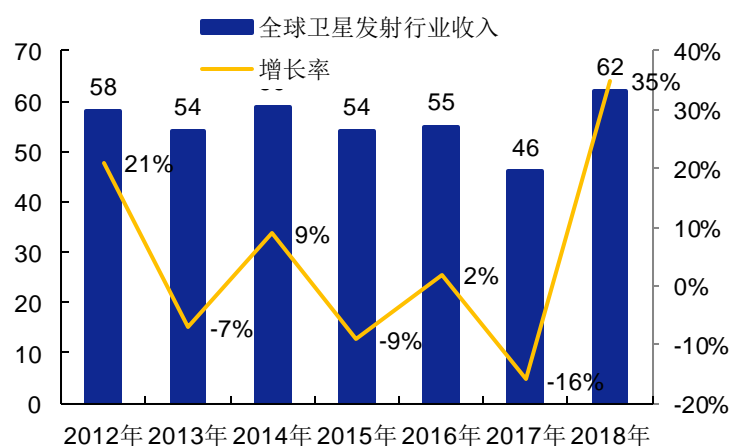
据美国卫星产业协会(SIA)统计，2012-2018年期间，航天发射的市场空间逐年递增，2018年更是达到62亿美元，增长34%，占航天产业收入的2%。

图 28：2018 年发射服务收入占全球航天产业收入的 2%



资料来源：SIA，安信证券研究中心

图 29：2012-2018 年全球发射市场收入（亿美元，%）



资料来源：SIA，安信证券研究中心

4.2. 新航天市场孕育多种应用方向，以通信、遥感、导航等为代表

卫星应用方向更加多元化。如今卫星应用已经不局限于军用需求，方向不断增多，以通信、遥感、导航等为代表，不断融合行业 and 消费应用，相应带来了更大的卫星需求。比如随着移

动卫星通信和地面移动通信等技术的发展，卫星通信系统与 5G 相互融合，天地一体化成为全球信息网络建设的重要趋势。根据 2017 年美国卫星产业协会（SIA）发布的第 20 版卫星产业年度报告，全球卫星数量由 2012 年的 994 颗卫星增长至 2016 年的 1459 颗。而在轨卫星中数量最多的是包括通信卫星在内的商用卫星和对地观测卫星，分别占比 35%和 19%。根据航天科技 2019 年 1 月颁布的航天蓝皮书，新航天市场孕育了数据通信、广播电视、教育培训、应急管理、国土遥感观测、海洋监测等 11 种卫星应用方向。

表 21：11 种卫星应用方向

应用方向	应用介绍	应用进展
数据通信	中国形成固定通信广播、移动通信、数据中继等卫星通信技术服务体系，逐步建成覆盖全球主要地区、与地面通信网络融合的卫星通信广播系统，推动信息化与工业化融合，服务宽带中国和全球化战略	✓ 2018 年发射了中国首颗高通量宽带卫星中星十六号 ✓ 天通一号正式面向商用市场放，中国进入卫星移动通信的“手机时代” ✓ 工业与信息化部颁发了首张卫星移动终端电信设备进网试用批文暨中国首张国产卫星移动通信终端牌
广播电视	形成有线、无线、卫星互为补充的广播电视传输覆盖网络，支持移动、宽带、交互、跨屏广播电视融合业务的开展	✓ 国家广播电视总局通过中星九号等直播卫星，推进实施直播卫星“村村通”和“户户通”工程
教育培训	卫星传输手段具有覆盖范围广、不受地域限制的特点，在远程教育中发挥重要作用。采用建设成本低、部署灵活快捷、易于维护的高通量宽带卫星传输技术，是补偿地面固网无法到达地区的有效技术方案，是实现 2020 年全国校校通网络的重要保障	✓ 中国“利用高通量宽带卫星实现学校（教学点）网络全覆盖试点项目”通过验收
应急管理	卫星在国际重大灾害中能够发挥重要作用	✓ 风云系列卫星、高分系列卫星、高景一号卫星、吉林一号系列卫星，在中国、越南、老挝、菲律宾等国家已有多次应用任务
国土遥感观测	中国卫星遥感技术及数据已实现在国土资源管理主体业务中的常态化、规模化应用	✓ 资源系列卫星、高分系列卫星、海洋系列卫星正在形成中、高分辨率遥感观测平台
海洋监测	拓展蓝色经济空间、推进海洋生态文明建设、保障海洋安全、建设海上丝绸之路、提升认知海洋和经略海洋能力，都需要利用卫星等高新技术手段提供有力保障	✓ “十三五”时期是深入实施“一带一路”倡议和海洋强国战略的关键阶段，航天技术在海洋应用、海洋监测和海洋科技等领域均发挥着重要作用
生态环境监测	生态环境遥感监测具有大范围、全天时、全天候、周期性监测全球环境变化的优势，是监测宏观生态环境动态变化最可行、最有效的技术手段	✓ 环境一号小卫星星座+高分系列卫星在国家水、大气生态环境中提供有力支撑
交通运输	中国的交通运输导航业正在经历变革	✓ 北斗导航卫星将组建完成
农业生产	卫星遥感技术在农作物估产、农业工程规划与项目管理、农业灾害监测与损失评估等农业生产领域发挥了重要作用	✓ 中国高分系列卫星数据已经全部取代国外同类卫星数据
卫生健康	卫星通信和导航技术提高了医疗服务的自动化和智能化水平	✓ 解放军总医院建成了全国最大的远程医疗会诊中心，已经建成 700 多个双向卫星站点
气象	气象卫星可以用于监测应对气候变化、保障生态文明建设	✓ 中国风云系列卫星，为全球 93 个国家，国内 2600 多家用户提供卫星资料和产品

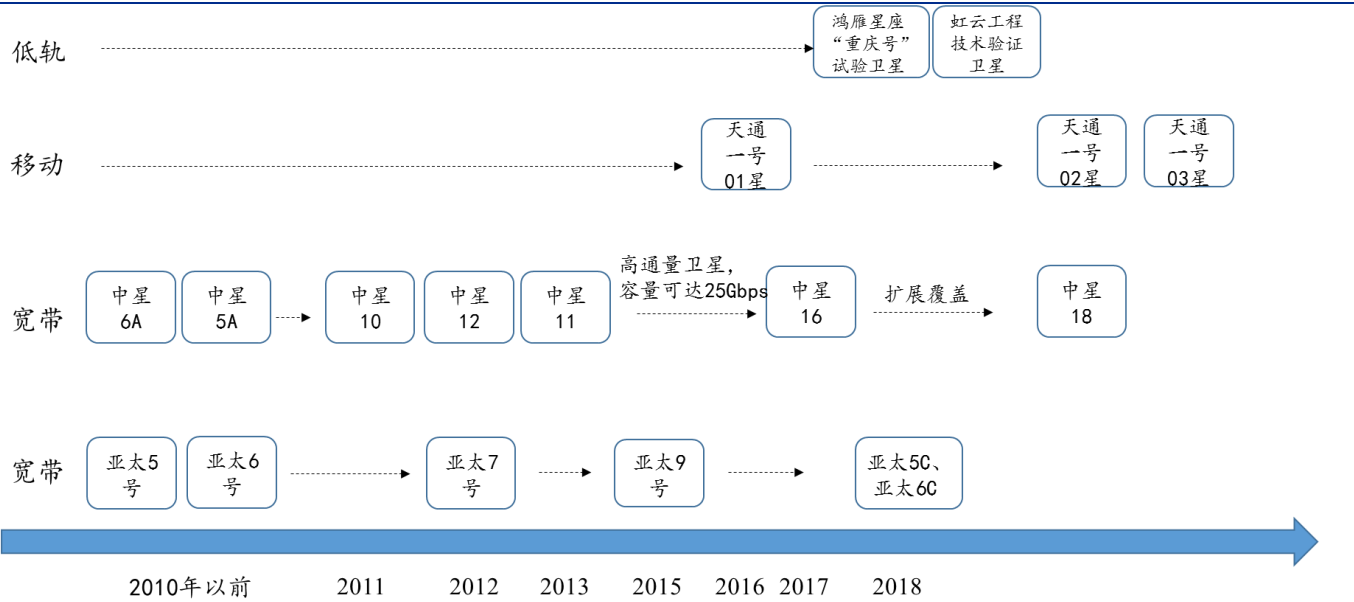
资料来源：《中国航天科技活动蓝皮书（2018）》，安信证券研究中心

卫星通信方面，传统的卫星广播正在向卫星宽带互联网转变，高通量、卫星移动通信等蓬勃发展。卫星通信是利用卫星中的转发器作为中继站，通过反射和转发无线电信号，实现两个或多个地球站之间的通信。卫星通信具有抗毁性强、覆盖范围广、通信距离远、部署快速灵活、通信频带宽、传输容量大、性能稳定可靠、不受地形和地域限制等优点，可以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，将在未来逐步占据主导地位。未来互联网需要构建和融合两个基本通信网络：由地面蜂窝网络组成的局域网部分和由卫星网络组成的全局网部分。

高通量卫星应用推广将是卫星行业增长爆发点之一。高通量卫星主要使用 Ka 频段，其技术特征包括多点波束、频率复用、高波束增益等，因此具有更大的通信容量、更低的单位宽带成本以及更加灵活的终端设备等，并将有效推进基于卫星通信的互联网应用，市场应用将更为侧重于流量数据通信端，宽带接入、船载、机载、车载通信有望成为主要的应用领域。2017 年 4 月，中国实践十三号卫星在西昌卫星发射中心由长征三号乙运载火箭成功发射，中星 16 是我国首颗高轨道高通量通信卫星；后续中国卫通计划 2019 年发射中星 18 号高通量卫星，

届时将实现卫星互联网对我国全疆域的覆盖，2021 年发射 2 颗超大容量静止轨道高通量卫星，在增强对国土海洋覆盖的同时，实现一带一路覆盖；其积极推进低轨星座实验和建设，构建静止轨道高通量卫星与低轨互联网星座相结合的全覆盖、天地融通、随遇接入、应用丰富、安全可靠的卫星互联网体系。

图 30：我国卫星通信发展进程



资料来源：安信证券研究中心整理

高、低轨卫星移动通信系统要协调发展。根据卫星运行轨道不同可以把全球主要卫星移动通信系统分为同步轨道卫星移动通信系统(高轨卫星移动通信系统,代表是海事系统和 Thuraya 系统等)和非同步轨道卫星移动通信系统(主要是低轨卫星移动通信系统,代表是铱星、全球星和 Orbcomm 系统等)。

1) 天通打造中国版的海事卫星。中国天通一号 01 星是由航天科技集团五院负责研制的我国首颗移动通信卫星,其成功发射标志着我国进入了卫星移动通信的手机时代,填补了国内空白。“天通一号”实现了我国领土、领海、一岛链以内区域覆盖,可同时支持 250 万用户同时使用;除军用通信以外,可广泛应用于个人通信海洋运输、远洋渔业、航空救援等各个领域,预计终端需求 200 万台,市场容量 277 亿元。18 年 5 月首次面向商用市场开放天通一号专用“1740”号段,民用主要由中国电信负责运营,标志着我国自主卫星电话正式开启商用。未来,我国还将发射多颗天通一号卫星,进一步提升卫星移动通信服务容量和覆盖区域,形成星地一体融合的区域移动通信体系,实现卫星移动通信的规模化应用和运营,为国家‘一带一路’战略搭建重要的支撑平台。

表 22：卫星通信频段

频段	频率 (GHz)	用途
L	1-2	
S	2-4	卫星移动通信、卫星无线电测定、卫星测控链路等
C	4-7	
Ku	12-18	主要用于卫星固定业务通信,且已近饱和
X	6-12	
Ka	20-40	大量投入使用
Q	36-46	
V	46-56	正在开发

资料来源：《中国卫通招股说明书》，安信证券研究中心

2) 低轨卫星移动通信发展是大势所趋。目前全球绝大多数卫星通信系统都采用 GEO 卫星作为整个系统的终极平台。由于轨道资源有限,地球同步轨道卫星只能在一个拥挤的环境下工

作；此外地球同步轨道通信卫星传输时延大，一般为 500ms 左右，而低轨卫星高度大大降低带来的主要优势之一是时延大大缩短，新兴低轨通信星座大都能够实现 50ms 以内的时延，与地面光纤网络相当，这也使其可以支持在线游戏或视频聊天等基于实时或近实时数据传输的应用。与大卫星相比，单颗小卫星成本较低，易于批量生产，发射的选择也更多，可以搭载发射，也可以专门一箭多星发射，多颗小卫星组网也可以实现甚至超出单颗大卫星功能和性能，现在不少遥感卫星、低轨道通信卫星都选择小卫星以及微小卫星平台。如下是一些有代表性的中低轨道卫星通信系统的基本情况，其中前 5 个提供窄带移动业务，后 2 个是提供宽带业务，但至今真正发射组网并进行运营的只有三个，即铱 (Iridium)、全球星 (Globalstar) 和轨道通信 (Orbcomm) 系统。

表 23：几个典型的中、低轨道卫星移动通信系统

系统	Orbcomm	Iridium	Globalstar	Courier	ICO	Skybridge	Teledesic
运营商	美国 Orbcomm 公司	美国摩托罗拉公司	美国 LQSS 公司	德国、欧盟、俄罗斯	美国	美国天桥卫星通信团、法国阿尔卡特	微软、麦考蜂窝通信公司
轨道类型	圆轨道	圆轨道	圆轨道	圆轨道	圆轨道	圆轨道	圆轨道
轨道高度 (km)	740-975	777	1414	800	10390	1469	1375
卫星数目	36	66+9	48	72	10	80	288+12
轨道面数	4+1+1+1	6	8	8	2	20	12
轨道倾角(°)	45/70/108/0	86	52	76	45	53	84.7
覆盖区域	全球	全球	±70°	全球	全球	±68°	全球
卫星重量 (kg)	43	860	426	/	2600	/	/
卫星功率 (kW)	160	1200	1000	/	8700	/	/
建设成本 (\$百万)	155	7000	1800	/	2600	/	/
寿命 (年)	4-6	7.5	8	5	10	/	/
用户频率	VHF	L、Ka、C、Ku	L (上行) S (下行)	L (上行) S (下行)	L	Ku	Ka
终端类型	手持式	手持式、车载式、固定式	手持式、固定式		手持式	比手持式大	/
多址方式	FDMA (用户)/TDMA (馈电链路)	TDD/TDMA/FDMA	CDMA	手持式	TDMA/FDMA	TDMA/FDMA/CDMA	TDMA/SDMA/FDMA/ATDMA
业务	端数据、定位跟踪、远端检测	数字化语音、寻呼、无线定位、数据	语音、传真、数据、寻呼	语音、数据、传真、互联网接入	语音、数据	宽带、多媒体业务	普通电话、高清晰度图像等宽带多媒体业务
服务时间	1998	1998	1998	推迟	推迟	暂停计划	暂停计划

资料来源：《中低轨道卫星移动通信系统的发展背景、组成及概况》，安信证券研究中心

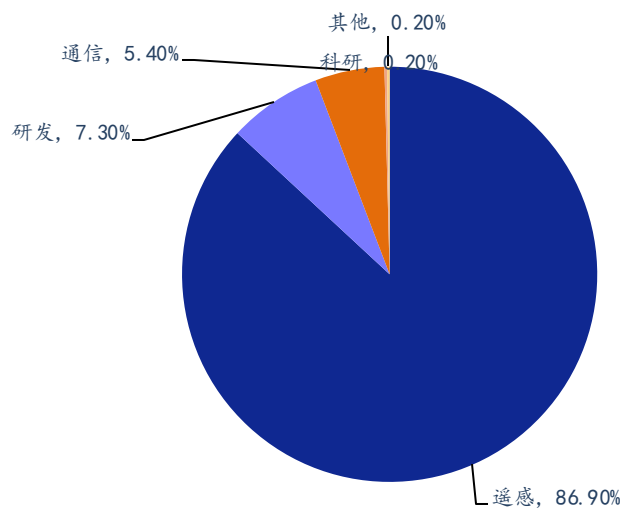
表 24：当前国际主要低轨卫星通信计划

名称	卫星数量	制造商	星重	推出时间	业务启动	轨道高度	频段	项目进展	项目投资
铱星	66+9 颗	泰雷斯和 Northrop Grumman	860kg	2007	2017	777km	L、Ka、C、Ku	75 颗在轨正常运行	约 50 亿美元
O3b	16+26 颗	泰雷斯	700kg	2008	2014	8000km	Ka	16 颗在轨, 初创团队跳槽至 OneWeb	截至 2010 年融资 12 亿美元
LeoSat	108 颗	泰雷斯	1250kg	2015	2022	1400km	Ka	计划 2019 年发射首颗实验星	约 36 亿美元
OneWeb	648+234 颗	OneWeb 和空客	150kg	2015	2019	1200km	Ka、Ku	2019 年 2 月发射 6 颗实验星	已融资 34 亿美元
Starlink	4425+7581 颗	SpaceX	227kg	2015	2024	440~550km	Ka、Ku	18 年 2 月发射 60 颗试验卫星, 19 年 5 月发射 60 颗试验卫星	>100 亿美元
三星	4600 颗	三星	-	2015	2018	1500km	V	未发射	
波音	2956 颗	波音	-	2016	-	1200km	V	未发射	
Telesat	117 颗以上	泰阿和劳拉	-	2016	2022	1000~1248km	Ka	18 年 1 月发射一颗试验卫星	
Kuiper	3236 颗	亚马逊	-	2019	-	590~630km	-	未发射	

资料来源: Bing, 安信证券研究中心

卫星遥感方面，近年来商业微型卫星的市场关注度逐渐攀升。卫星遥感是获取空间地理信息的重要手段，承载了国防、自然资源、交通、气象、海洋、环保、应急等众多行业应用，并提供了不可或缺的重要技术支持，呈现出快速发展态势。据 BryceSpaceandTechnology 最新数据显示，2012-2017 年全球共发射 495 颗商业微型卫星，其中应用于遥感的商业微型卫星达到 430 颗，占比超过了 85%。

图 31：2012-2017 全球商业微型卫星应用分布



资料来源: BryceSpaceandTechnology, 安信证券研究中心

中国在商用遥感卫星处于后来者和追赶者的角色。目前我国在轨的遥感卫星总数超过 50 颗，卫星数量不断攀升，逐步形成了高分、风云、资源、海洋等国家遥感卫星系统，但商业遥感卫星程度依然较低，而各国各行各业对利用卫星遥感图像来获取高质量的地理空间数据的需求日益增加，以及大数据、云计算等技术的崛起，遥感商业化应用发展将不断深入。目前我国也涌现了一批新兴的商业遥感公司，推动我国遥感产业发展。

表 25：国家遥感卫星发展概况

遥感卫星	相关情况介绍
高分系列	截止到 2018 年，高分系列已经从高分一号发展到高分十一号，高分十一号卫星具有高分辨率、高承载、高机动、高精度、高数传、高智能等技术特点，并首次实现了单机产品 100% 国产化，据称，高分十一号可能能够实现 10 厘米或更小的地面图像分辨率。
风云系列	目前风云系列卫星已经发展出了两类四个系列，其中地球静止轨道气象卫星包括“风云二号”和“风云四号”，极地轨道气象卫星包括“风云一号”和“风云三号”； 风云一号系列气象卫星是我国第一代极地轨道气象卫星，已经成功发射 4 颗卫星； 风云二号系列气象卫星是我国第一代地球静止轨道气象卫星，已经成功发射 8 颗卫星； 风云三号系列气象卫星是我国第二代极地轨道气象卫星，已经成功发射 4 颗卫星，可实现全球、全天候、多光谱、三维定量气象探测； 风云四号系列气象卫星是我国第二代地球静止轨道气象卫星，可实现多光谱、高精度定量化测量，可获取高质量多通道地球表面和云的图像，实现大气温湿度三维结构探测、闪电探测，进行云图等遥感产品的广播，已经成功发射 1 颗卫星。
资源系列	资源一号卫星包括中巴地球资源卫星 01 星、02 星、02B 星、02C 星和 04 星。资源一号 02C 卫星和 02B 卫星实现组网观测，分辨率达到 2.36 米。资源二号主要用于城市规划、农作物估产、和空间科学试验等领域。2000 年 9 月首次发射，2002 年 10 月 27 日第二发发射成功。资源二号空间分辨率可以达到 3 米。资源三号卫星是中国第一颗自主的民用高分辨率立体测绘卫星，通过立体观测，可以测制 1:5 万比例尺地形图，为国土资源、农业、林业等领域提供服务。
海洋系列	1997 年中国第一颗海洋卫星——海洋一号卫星正式立项，拉开了中国海洋系列卫星发展的帷幕。经过 20 多年发展，中国迄今已成功发射海洋一号 A 星(退役)、海洋一号 B 星(退役)、海洋一号 C 星、海洋二号 A 星、海洋二号 B 星、高分三号卫星等 6 颗海洋卫星，中法海洋卫星是中国最新成功发射的第 7 颗海洋系列卫星。目前已形成海洋水色(海洋一号卫星)、海洋动力环境(海洋二号卫星、中法海洋卫星)以及海洋监视监测(高分三号卫星)这 3 个海洋卫星系列。
环境一号	环境一号是专门用于环境和灾害监测的对地观测系统，由两颗光学卫星(HJ-1A 卫星和 HJ-1B 卫星)和一颗雷达卫星(HJ-1C)组成，拥有光学、红外、超光谱多种探测手段，具有大范围、全天候、全天时、动态的环境和灾害监测能力。HJ-1A 和 HJ-1B 于 2008 年 9 月在太原卫星发射中心“一箭双星”成功发射。HJ-1C 于 2012 年 11 月在太原卫星发射中心发射。HJ-1 具有监测 PM10 的能力，空间分辨率为 300 米。HJ-1C 星配置的 S 波段合成孔径雷达，可获取地物 S 波段影像信息，空间分辨率为 5 米。
“遥感”系列	“遥感”系列卫星专指冠以“遥感 XX 号卫星”的系列卫星，不包含国内的其他系列卫星，如资源，环境等。“遥感”系列卫星自 2006 年 4 月 27 日发射“遥感一号”以来，从“遥感一号”已发展到“遥感三十号”，最新的“遥感三十号”卫星于 2018 年 1 月 25 日在西昌发射成功。“遥感”系列卫星在公开的信息中介绍较少，大多用于科学实验和军事目的，如遥感 5 号、遥感 12 号属于尖兵八号型合成孔径雷达侦察卫星。

资料来源：国家航天局，中国资源卫星应用中心，国家卫星气象中心

表 26：我国商业遥感卫星发展概况

卫星系列	涉及公司	相关情况介绍
高景一号	四维图新	高景一号总共包含四颗星，01/02 卫星于 2016 年 12 月 28 日在太原卫星发射中心以一箭双星的方式成功发射。高景一号 01/02 卫星全色分辨率 0.5 米，多光谱分辨率 2 米。2018 年 1 月 9 日，高景一号 03/04 星在太原卫星发射成功。高景一号 03/04 星与同轨道的高景一号 01/02 星组网运行，四颗 0.5 米高分辨率光学遥感卫星可实现每轨 10 分钟成像并快速下传，每天可采集 300 万平方公里影像，采集效率更高，具备全球范围内任意目标一天内重访的能力。高景卫星星座是中国首个全自主研发的商业遥感卫星星座，“16+4+4+X”系统是由 16 颗 0.5 米分辨率光学卫星、4 颗高端光学卫星、4 颗微波卫星以及若干颗视频、高光谱等微小卫星组成的 0.5 米级高分辨率商业遥感卫星系统。
吉林一号	长光卫星	吉林一号卫星是我国第一颗商用遥感卫星，开创了我国商业卫星应用的先河。截止 2018 年 1 月 19 日，“吉林一号”卫星星座在轨卫星数量增至十颗，这十颗卫星均由吉林长光卫星技术有限公司负责研制和商业化运营。2015 年 10 月 7 日，“吉林一号”一箭四星包括 1 颗光学 A 星、2 颗灵巧视频星以及 1 颗灵巧验证星在中国酒泉卫星发射成功。灵巧验证星主要为卫星新技术发展提供技术积累。吉林一号视频 03 星(又名“林业一号”)具有专业级的图像质量、高敏捷机动性能、多种成像模式和高集成电子系统，于 2017 年 1 月 9 日在酒泉卫星中心发射成功。吉林一号视频 04, 05, 06 星彩色分辨率为 1 米，在视频 03 基础上做了升级，具备更强的业务能力，于 2017 年 11 月 21 日在太原卫星中心发射成功。吉林一号视频 07 星(又名“德清一号”)主要围绕测绘、交通、水利、环保、农业、统计等多个行业提供遥感应用服务，推动大数据背景下的地理信息产业的发展。吉林一号视频 08 星(又名“林业二号”)将继续为林业重点工作提供精准、时间与空间分辨率高、覆盖能力强、响应速度快的卫星数据服务。视频 07 星和视频 08 星于 2018 年 1 月 19 日在酒泉卫星发射成功。
珠海一号	欧比特	“珠海一号”由 34 颗卫星组成，包括视频卫星、高光谱卫星、雷达卫星、高分光学卫星和红外卫星。01 组 2 颗卫星，2017 年 6 月 15 日在酒泉卫星发射中心发射升空。02 组 5 颗卫星，2018 年 4 月 26 日在酒泉卫星发射中心，由长征十一号固体运载火箭以“一箭五星”方式成功发射，5 颗卫星进入预定轨道，与在轨的 2 颗卫星形成组网。
北京二号	二十一世纪	“北京二号”是由三颗高分辨率卫星组成的民用商业遥感卫星星座(DMC3)。于 2015 年 7 月 11 日零时 28 分发射。‘北京二号’星座系统设计寿命七年，由三颗 0.8 米全色、3.2 米多光谱的光学遥感卫星组成，可提供覆盖全球、空间和时间分辨率俱佳的遥感卫星数据和空间信息产品。

资料来源：国家航天局，中国资源卫星应用中心，国家卫星气象中心

卫星导航方面，处于密集发射期，预计 2020 年将实现全球组网。我国高度重视北斗系统建设，北斗导航系统秉承“先区域、后全球”的总体思路，按照“三步走”的发展战略稳步推进。目前北斗三号已经发射 21 颗在轨卫星，完成了基本的星座部署及亚太组网，预计将共发射 35 颗卫星，在 2020 年将实现全球组网，目前正处于密集发射期。北斗三号由 5 颗地球静止轨道卫星（GEO）、27 颗均匀分布在 3 个中圆地球轨道上的卫星（MEO）和 3 颗均匀分布在 3 个倾斜地球同步轨道上的卫星（IGSO）组成。

表 27：北斗三号发射情况

发射时间	火箭	卫星编号
2017/11/5	长征三号乙	第二十四、二十五颗
2018/1/12	长征三号乙	第二十六、二十七颗
2018/2/12	长征三号乙	第二十八、二十九颗
2018/3/30	长征三号乙	第三十、三十一颗
2018/7/10	长征三号甲	第三十二颗
2018/7/29	长征三号乙	第三十三、三十四颗
2018/8/25	长征三号乙	第三十五、三十六颗
2018/9/19	长征三号乙	第三十七、三十八颗
2018/10/15	长征三号乙	第三十九、四十颗
2018/11/1	长征三号乙	第四十一颗
2018/11/19	长征三号乙	第四十二、四十三颗
2019/4/20	长征三号乙	第四十四颗

资料来源：北斗卫星导航系统官网，安信证券研究中心

北斗三号导航卫星系统旨在打造轻量化、长寿命、高可靠的卫星平台。北斗三号在保留有源定位与北斗短报文特色服务的同时，采用以高精度星载原子钟、星座自主运行等为代表的卫星载荷技术和基于星地链路、星间链路、全新导航信号体制的导航卫星运行控制技术，从而推动了“北斗”系统覆盖范围从区域走向全球，定位精度由 10 米量级向米级跨越，测速和授时精度同步提高一个量级，可靠性和抗干扰能力大幅提高，并使北斗卫星导航系统与其他系统的兼容性更好；国产化器件占比达到 98%。经过在轨测试，北斗三号空间信号用户测距误差预计达到 0.5 米，系统定位精度将达到 2.5 米至 5 米。北斗特色 RDSS 服务容量提高 10 倍，用户发射功率降低至 1/10，支持手机应用。

表 28：北斗三号卫星导航系统在多方面有着显著提高

具体情况	
服务区域、设计寿命	北斗三号服务区域由区域覆盖扩大到全球覆盖，在精度和可靠性上都有很大提高，单星设计寿命由 8 年提升到 10 至 12 年，达成“保证服务不间断”目标。
相控阵星间链路	首次配备了相控阵星间链路(在卫星之间搭建的通信测量链路)，可实现对运行在境外的卫星进行监测、注入功能，以及卫星之间的双向精密测距和通信，大大减少对地面站的依赖，提高整个系统的定位和服务精度。
采用新型的导航卫星专用平台	采用了新型的导航卫星专用平台，它具有功率密度大、载荷承载比重高、设备产品布局灵活、功能拓展适应能力强等技术特点，可为系统后续功能和需求拓展提供更大的适应能力。
采用我国新型高精度铷原子钟和氢原子钟	采用我国新型高精度铷原子钟和氢原子钟，在产品体积、重量方面大幅降低，每天的频率稳定度提高了 10 倍，直接推动了“北斗”系统的定位精度由 10 米量级向米级跨越，测速和授时精度同步提高一个量级。
连续性、稳定性和可用性的指标提升	采用多项新技术提高了卫星的抗干扰能力，非计划中断指标为每年 0.4 次，达到国际先进水平。还采用了多重可靠性“加固”措施，可最大限度增强系统的保险系数。
实现了卫星的在轨自主完好性监测功能	在全球首次实现了卫星的在轨自主完好性监测功能，增加性能更优的互操作信号——信号 B1C 和 B2a 信号，这两种信号与世界其他卫星导航系统兼容性更好，具有极强的实用价值，极大地提升用户体验。

资料来源：北斗卫星导航系统，安信证券研究中心

4.3. 卫星低轨化、小型化趋势下，星座组网倒逼火箭商业化

卫星发展呈现出低轨化、小型化的趋势。从 18 世纪至今，全球的卫星发展经历了从传统航天、过渡期再到新航天时代，卫星从大卫星、高轨道、军事应用为主发展至今，小卫星、低轨道、多元化应用成为了大的发展趋势，卫星需求大幅上升。

低轨卫星成为发射市场的主力需求。卫星的轨道高度变低，能够使得传输延时更短、路径损耗更小，多个卫星组成的星座可以实现真正的全球覆盖，频率复用更有效；同时，点波束、蜂窝通信、多址、频率复用等技术的发展也为低轨道卫星移动通信提供了技术保障。因此，低轨卫星系统被认为是最有应用前景的卫星移动通信技术之一。

表 29：全球三次卫星市场浪潮

卫星时代	卫星计划	所属单位	应用方向	组网时间	星座规模	单星质量/kg	卫星轨道	商业需求	特点
传统航天	DSP	美国	导弹预警	1972	18	2360	高轨道	无	国家行为为主;军事用途为主要应用方向;单星质量吨级以上,且全部位于高轨道。
	Milstar	美国	军用通信	1994	7	4670	高轨道	无	
	Magnum	美国	军事侦察	1985	5	2700	高轨道	无	
过渡期	Iridium	摩托罗拉	移动通信	1997	66	386	低轨道	较弱	商业化公司运营;以移动通信为主要应用方向;单星质量下降,主要分布在低轨道。
	Globalstar	全球星	移动通信	1997	48	450	低轨道	较弱	
	Orbcomm	美国轨道通信公司	移动通信	1998	36	600	低轨道	较弱	
新航天	OneWeb	OneWeb	移动通信	2019	648	100-200	低轨道	较强	创业公司涌现,互联网公司参与;单星质量大幅下降,几乎全部选择低轨位置,星座规模扩大;应用方向多元化;全球化市场。
	星链计划	SpaceX	全球互联	2019	4425	386	低轨道	较强	
	Doves	PlanetLabs	遥感观测	2012	800	5	低轨道	较强	
	SPIREGlobal	SPIRE	气象观测	2015	300+	5	低轨道	较强	
	银河系	银河航天	5G 卫星	2018	650	/	低轨道	较强	
吉林一号	长光卫星	遥感观测	2018	138	50/1000	低轨道	较强		

资料来源：公司官网，安信证券研究中心

低轨小卫星的研制周期短、成本低廉，其价值体现在星座组网。从研制周期上讲，小型卫星从立项研制到发射，一般仅需要 1 年左右的时间；而传统大卫星从研制到发射至少需要 5-8 年。从研制成本上讲，传统大卫星基本超过 5000 万美元，而小卫星的研制成本一般低于 5000 万美元，质量低于 10kg 时成本不足 100 万美元。

表 30：卫星的质量与造价

卫星	质量 (kg)	造价 (万美元)
传统大卫星	>1000	>5000
传统小卫星	500-1000	2000-5000
小卫星	100-500	400-2000
微小卫星	10-100	100-400
纳卫星	1-10	<100
皮卫星	0.1-1	<20

资料来源：《现代小卫星领域的发展现状分析》，安信证券研究中心

低轨卫星发展与火箭商业化相互促进、相辅相成。星座规模的不断变大，导致卫星需求大幅提升，从而带动了火箭发射需求的上升。然而当前国家队火箭的运力并不足够支撑需要发射的卫星数量，供需矛盾倒逼火箭商业化。同时，卫星的低轨化、小型化也为火箭商业化提供了可能，其对于运载工具的要求也呈现出一个逐渐放宽的趋势，使得一些商业公司有能力去进行研发和发射。根据欧洲 Euroconsult 公司 2018 年发布的未来十年小卫星市场预测可以看出，未来十年将要发射的 7000 颗小卫星估计共将带来 380 亿美元的卫星制造和发射业务，几乎是过去 10 年的 5 倍。而从发射成本来看，过去 10 年，送 1kg 卫星进入太空的成本是 13.75 万美元，未来 10 年，这个成本要减去近 80%，至 2.91 万美元/公斤。发射成本的降低为许多商业运载火箭创业公司创造了机遇。

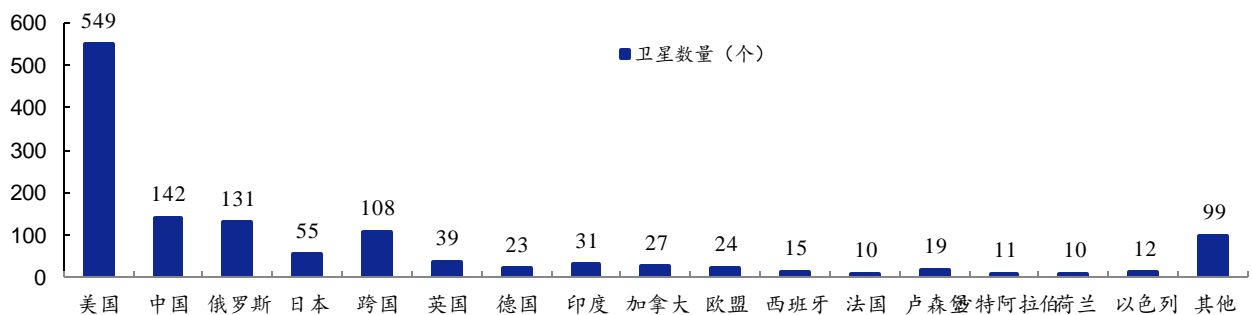
4.4. 商业航天发展对保频占轨意义重大，也是实现快速空间响应作战的捷径

卫星的频段、轨道等可用资源有限且有优劣之分，供需矛盾突出。卫星频段由于存在传播损

耗，不同的频段传播损耗不同，其中在 0.3~10GHz 频段间损耗最少，在 30GHz 附近频段损耗也相对较小，各类卫星应用主要使用这些频段。卫星运行的轨道位置有对地静止轨道、低轨道位置以及中轨道位置等，资源是有限的，并且受天线接收能力限制，同一频段、覆盖区域相同或部分重叠的对地静止卫星必须间隔一定的距离，比如整个对地静止轨道上的同频段卫星通常不会超过 150 个，当前静止卫星轨道数量已远不能满足世界各国的需求，此外常用的非静止轨道资源也是有限的。

卫星频率轨道资源供需矛盾日显突出已成为不争的事实，各国纷纷抢占卫星频率及轨位。国际规则中卫星频率和轨道资源的主要分配形式为“先申报就可优先使用”的抢占方式，因此一些国家和组织出于自己利益的考虑，先占领轨道位置及频率而后发射卫星。从国际电联（ITU）的登记情况来看，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。近年来，包括日本、印度、韩国、马来西亚在内的亚太地区的一些国家，纷纷自行或联合制造通信卫星，抢占轨道资源，各国卫星之间出现常常出现“撞车”而需要协调的情况。据不完全统计，2017-2025 年，全球非中国地区预计约有 17380 颗卫星发射升空，抢占卫星频率/轨道资源，争夺太空优势，已成为当今世界卫星发展领域的热点之一。

图 32：各国在轨卫星或飞行器数量排名：各国激烈竞争，美国遥遥领先



资料来源：中国产业研究院，安信证券研究中心

表 31：不完全统计当前全球（不含中国）公布的星座规划

国家	公司名称	星座规模	单星质量	用途
US	Leosat	108	1400	通信
US	SpaceX	4,425&7500 颗 (超近地轨道)	386	全球互联
US	Boeing	1396-2,956	>300	通信
US	Planet	800	5	遥感观测
US	SPIRE	300+	5	气象
US	BlackSky	60	44<50	遥感观测
US	WorldView Legion	60	100	遥感观测
US	Hera Systems	48	20	/
US	Capella Space	36	20	遥感观测
US	Astro Digital (Aquila)	30	30	/
US	TerraBella Skybox	24	110	遥感观测
US	OmniEarth	18	100	/
US	Planetary Resources	10	20	小行星开矿
US	Iridium Next	75	100	通信
Korea	SAMSUNG	4,600	>300	全球通信
UK	OneWeb	900+1600 720 颗近地轨道	<150	通信
UK	Sky and Space Global	200	12	通信
UK	Lacuna Space	32	10	IoT
Canada	Telesat	117+117	700	全球互联

Canada	Kepler Communications	140	10	太空中继网络
Canada	Helios Wire	30	40	/
Canada	UrtheCast	2008/8/8	340/700/1400	遥感观测
Australia	Fleet Space	100	20	工业物联网
Australia	Myriota	50	10	IoT
Switzerland	Astrocast	64	5	IOT、M2M
Israel	NSLComm (SkyFi)	60	5	/
Spain	AISTech	102	10	/
Spain	Karten Space	14	10	/
Netherlands	ISIS / Innovative	16	5	遥感观测
Argentina	Satelogic	300	37	遥感观测
Japan	AxelSpace	50	<100	/
Finland	ICEYE	18	<100	太空拍摄
Finland	Reaktor Space Lab	36	10	光学遥感
Netherlands	Hiber	50	10	IoT
Poland	SatRevolution	66	3	光学遥感
Denmark	Aerial & Maritime	80	5	AIS+ADS-B
Denmark	GOM space	50	10	IoT
Luxembourg	Kleos Space	20	10	RF 监视
Portugal	Tekever	12	25	光学遥感+AIS+ADS-B
France	Eutelsat ELO	100	10	IoT
/	总计	17876	5-1400	通导遥物

资料来源：公司官网，安信证券研究中心

商业火箭军用化是实现快速空间响应作战的捷径。快速空间响应体系作战（ORS）源于2003年美国国防部，目标是寻求一种可快速、灵活进入空间、使用空间、保持空间优势的战术相应能力与解决方案，通过优化航天产业结构、制定通用化的生产标准与规范，整合生产力，使航天产品普遍具有高继承性、高通用性、可重用、重构性与可拓展性。其由航天器、空间运载器、基础设施等组成，其中运载器是快速空间响应作战体系的基础和最重要部分，要求能够快速响应、成本可接受，尽可能缩短发射时间、降低发射成本。美国提出了专门设计特殊的运载火箭、改进弹道导弹、利用火箭商业发射系统等三种方式来实现快速空间响应发射，而相比于前两种途径，商业火箭在发射费用、响应时间等方面占据优势，是实现快速空间响应作战的捷径。军队可以按需向商业公司授予商业发射服务合同，由其完成有效载荷发射入轨任务。以SpaceX为例，猎鹰火箭发射费用低于其他火箭价格，虽然在响应时间上还未拉开差距，但其下一个目标将是实现火箭的快速可重复使用，即“在24小时内再次发射”，或将逐步实现ORS要求。

4.5. 供给需求不匹配，卫星发射存在较大缺口，中大型液体火箭将是市场亟需的必备补充

在此对卫星行业分类进行统一定义，中国的卫星共分为两大类：国家队、商业队。具体定义如下：1) 国家队：国家控制的卫星公司；2) 商业队：国家参与或者纯民营的卫星公司。

第一，从需求端而言，中国以及以欧洲、中东、一带一路国家为代表的国际卫星市场发射市场需求量巨大，推动了国内商业火箭的发展，而中大型液体火箭将是最佳选择。

目前，仅已规划的中国国家队就存在近600颗卫星工程建设需求。世界航天发射活动创造新纪录，中国体制内星座组网提上日程，近年来我国先后启动如行云、鸿雁等一系列的星座计划。若要成功部署这些国家战略层面的卫星工程的前提，最关键的就是具备充足的火箭运力。

- 1) “行云工程”是航天科工四院旗下行云科技计划的航天工程，计划发射 80 颗行云小卫星，建设中国首个低轨窄带通信卫星星座，打造最终覆盖全球的天基物联网。
- 2) 虹云工程是航天科工五大商业航天工程之一，脱胎于“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。
- 3) 鸿雁全球卫星星座通信系统是航天科技集团提出，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。2018 年下半年将发射“鸿雁”全球卫星通信星座首颗星，预计于 2023 年建设骨干星座系统。
- 4) “高景卫星星座”是中国首个自主研发的商业遥感卫星星座，“16+4+4+ X”系统是由 16 颗 0.5 米分辨率光学卫星、4 颗高端光学卫星、4 颗微波卫星以及若干颗视频、高光谱等微小卫星组成的 0.5 米级高分辨率商业遥感卫星系统，是国内首个具备高敏捷、多模式成像能力的商业卫星星座。

表 32：国家队已规划的星座计划

星座计划	星座用途	建设单位	星座规模(颗)	卫星轨道	单星质量(kg)	开始启动时间	截止 2019 年 5 月已发射数量	卫星吨数
行云工程	窄带物联网	航天科工	80	LEO	~150	2017 年	1	12
虹云工程	宽带互联网	航天科工	156	LEO	~300	2018 年	1	46.8
鸿雁星座	移动通信	航天科技	300	LEO	~500	2018 年	1	150
高景星座	商业遥感	航天科技	24+X	LEO	~300	2016 年	4	7.2
合计			560				7	216

资料来源：航天科工、科技官网及公开渠道，安信证券研究中心

我们可以从中看出,2021-2025 年是中国卫星发射市场的爆发期;星座轨道都在 LEO 轨道面;单星质量都在 100kg 以上。我们按照单星质量*星座规模测算,国家队需要发射低轨卫星 560 颗,总重量近 216 吨;单星质量均在百公斤级以上,而在进行百公斤级的卫星的“一箭多星”发射任务上,只有中型或者大型火箭才能完成,而大型火箭运力过于冗余,发射百公斤卫星效益不高。

图 33：不同型号火箭适用的卫星

	大卫星	中小卫星	微纳卫星
小型火箭			
中型火箭			
大型火箭			

卫星类别	大卫星	中小卫星	微纳卫星
典型重量	>1,000kg	100-1,000kg	<100kg
典型功能	军事、导航; 通信和遥感母星	通信星座 遥感星座	遥感星座
典型轨道位置	GEO、GTO	SSO、LEO	LEO
典型卫星厂商	国家任务	SpaceX 星座计划	Planet 星座计划
适用火箭类型	重型火箭 大型火箭 中型火箭	大型火箭(组网) 中型火箭(组、补网)	中型火箭(组网) 小型火箭(补网)
发射服务典型火箭	德尔塔系列(大) 质子号(大) SpaceX 猎鹰(大) 长征三号乙(中)	SpaceX 猎鹰(大) 长征二号丙(中) 印度 PSLV(中)	印度 PSLV(中) Rocket Lab(小) 长征 11 号(小) Vector(小)

资料来源：安信证券研究中心

军民融合等国家政策发力,商业卫星计划遍地开花。卫星产业是典型的军民融合行业,2015 年国家出台《国家民用空间基础设施中长期发展规划(2015-2025)》大力支持商业卫星产业。在民间资本的助推下,各民营企业也迎着卫星产业发展的热潮,推出了各自的星座计划。不完全统计,根据已公开的星座计划,商业队卫星工程需要发射 2458 颗卫星,总重量约 385 吨。

表 33: 国内商业队已规划的星座计划

民营星座计划	星座用途	建设单位	星座规模 (颗)	卫星轨道	单星质量 (kg)	开始启动时间
银河	宽带通信	银河航天	650	500-1200km	300	2019
九天	窄带物联网	九天微星	72	600km	~100	2017
长光	遥感	长光卫星	138	500km	100	2016
灵鹊	遥感	零重力实验室	378	500km	15	2018
LaserFleet	激光通信	航星光网、上海光机所	288	550km	150	2019
星时代	光学遥感	国星宇航+天仪研究院	192	500km	20	2019
未来导航	导航增强	中科院小卫星	120	700km	100	2018
连尚蜂群星座系统	宽带通信	连尚网络	272	100km72 颗 600km200 颗	200	2019
天启	物联网	国电高科	38	500km	50	2018
翔云	物联网	欧科微	28	500km	45-100	2017
天仪	引力波探测	天仪研究院+清华大学天体物理	24	500km	10	2017
欧比特	遥感观测	珠海欧比特	36	500-530km	100	2018
奥博星座	物联网	奥博太空	36	500km	100	2019
蔚星	宽带通信	中科院小卫星	186	800km	100~200	2019
总计			2458			

资料来源: 公司官网, 安信证券研究中心

欧洲市场火箭难以自足, 中国火箭将弥补其短板。不完全统计, 根据欧洲卫星公司已公布的星座计划, 需要发射 1354 颗, 总重量约 237 吨。但相比于 2018 年中国火箭发射数量全球占比 34%, 欧洲火箭发射数量仅占不到 10%, 难以满足欧洲卫星的发射需求。欧洲卫星需求多, 但是火箭少, 所以受限于欧洲有限的发射能力, 需求不满足时, 其只能去找欧洲以外的火箭来发射。欧洲最大的三家卫星制造商 ISIS、GOMspace、AACspace 均有在中国发射过的经验, 不存在 ITAR 限制的问题, 近几年开始积极寻求与中国火箭发射商的合作机会。

表 34: 欧洲卫星市场

卫星公司名称	星座数量	每颗星重量	轨道类型	应用类型	发射计划
FleetSpace	100	20	LEO	IoT	2018~
Astrocast	64	5	LEO	IoT	2019~
NSLComm	60	10	LEO	IoT	2018~
AISTech	102	10	LEO	IoT+AIS	2018~
Satelloic	300	37	LEO+SSO	光学遥感	2015~
ICEYE	18	100	SSO	SAR	2017~
KartenSpace	14	10	LEO	遥感+AIS	2019~
SkyandSpaceGlobal	200	12	LEO	IoT+通信	2017~
Hiber	50	10	SSO	IoT	2019~
LacunaSpace	32	10	LEO	IoT	2019~
ReaktorSpace	36	10	LEO	光学遥感	2020~
SatRevolution	66	3	SSO	光学遥感	2018~
Aerial&Maritime	80	5	LEO	AIS+ADS-B	2019~2021
KleosSpace	20	10	SSO	RF 监视	2019~
Myriota	50	10	LEO	IoT	2019~
Tekever	12	25	LEO	光学遥感+AIS+ADS-B	2020~
EutelsatELO	100	10	LEO	IoT	2020~
GOMspace	50	10	LEO	IoT	2018~

资料来源: 公开渠道整理, 安信证券研究中心

欧洲、中东及一带一路国家等国际市场亦为国内火箭发展带来新机遇, 国家队火箭和民营运载火箭在策略上有所差别。“一带一路”沿线国家的卫星产业建设水平参差不齐, 并非所有国家都像中国一样拥有如此强大的蜂窝网络。老挝、巴基斯坦等国有从中国采购卫星的传统, 埃塞俄比亚、尼日利亚和苏丹也都从我国采购过卫星, 未来将有机会与这些国家继续合作。在商业航天出现之前, 我国针对“一带一路”沿线国家的策略是用一揽子的解决方案(包括金

融、发射、卫星、运营)完成 GEO 通信卫星或 LEO 遥感卫星的在轨交付服务,主要由航天科技集团的长城工业总公司提供,而 GEO 通信卫星等并不是国内民营火箭公司的策略市场。

由于 ITAR 的限制及美国 Space X 及蓝色起源等商业火箭公司的兴起,虽然美国卫星发射市场较大,比如 SpaceX、Boeing、OneWeb 等十几家企业提交了非静止轨道的市场准入申请,这部分市场并不是国内商业火箭公司能切入的市场。民用火箭公司潜在市场主要在中东地区和欧洲地区等。2017 年 1 月,蓝箭航天与丹麦 GomSpace 公司签订火箭发射服务协议,蓝箭航天将发射 GomSpace 的立方体卫星群。这是我国民营航天企业承接第一笔国际商业火箭发射订单。2019 年 4 月,第二届“一带一路”国际合作高峰论坛,蓝箭航天同时与英国 Open Cosmos 和意大利 D-Orbit 公司正式签订合同,签约项目涉及立方星发射、在轨交付等内容,合同累计金额过亿元人民币。蓝箭航天将为 Open Cosmos 研制的立方星群提供发射服务,双方通过整合立方星研制和发射等航天技术服务,联合为中英双方商业航天市场提供立方星相关的高度集成的一揽子工程技术服务。意大利 D-Orbit 公司将采用蓝箭航天自主研发的“朱雀”系列运载火箭,为前者研制的立方星智能分配系统提供涵盖多项工程服务的一站式商业发射解决方案。蓝箭航天与欧洲公司的正式合同签订,标志着国内民营火箭公司在研发研制、市场销售、发射服务等整个链条完成了商业化闭环。

表 35: 中东、欧洲与中国火箭公司的合作

时间	事件
2013 年	荷兰卫星制造商 ISIS 公司与中国长城工业集团有限公司合作,发射了 3 颗立方体小卫星
2016 年	ISIS 公司第二次与长城公司进行合作由长征二号丁运载火箭搭载发射了一颗 6U 小卫星
2017 年 1 月 15 日	丹麦 GomSpace 公司与蓝箭航天签订火箭发射服务协议,蓝箭航天将发射 GomSpace 的立方体卫星群。这是我国民营航天企业承接第一笔国际商业火箭发射订单
2018 年 2 月 2 日	长城公司在长征二号丁运载火箭发射电磁监测试验卫星任务上,成功搭载发射了阿根廷、丹麦以及国内共 6 颗卫星
2018 年 5 月 21 日	嫦娥四号探月轨道中继星-鹊桥发射时,成功为沙特搭载了月球光学成像探测载荷,还搭载发射了哈尔滨工业大学研制的两颗卫星
2018 年 10 月 29 日	长征二号丙运载火箭成功发射中法海洋卫星,是两国合作研制的首颗卫星,将主要用于海洋动力环境监测,首次实现海风和海浪同步观测
2018 年 10 月 29 日	随着中法海洋卫星成功发射,长城公司又为白俄罗斯国立大学研制的科教卫星和国内有关单位研制的共 6 颗科学实验与技术试验卫星提供了搭载发射服务
2018 年 12 月 7 日	中国长城工业公司长征火箭搭载沙特 SaudiSat 5A 和 SaudiSat 5B 卫星成功发射,并搭载发射 10 颗国内卫星
2019 年 4 月 25 日	英国 Open Cosmos 公司、意大利 D-Orbit 公司同时与蓝箭航天正式签约,签约项目涉及立方星发射、在轨交付等内容

资料来源:《中国航天科技活动蓝皮书(2018)》,中国长城工业集团有限公司,安信证券研究中心

第二,从供给端,体制内火箭运力余量有限,商业火箭公司将成为必备补充。

体制内火箭运力余量不足,尤其是 LEO 运力。在未来组网爆发期期间,仅仅搭载“拼车”,无法满足卫星轨道面的定制化需求。根据公开信息来看,未来两年中国体制内的火箭,LEO 轨道上的运力余量是十分有限的。

表 36: 长征系列火箭发射计划

发射日期	火箭	轨道	可搭载余量	火箭
2018 年底	CZ-5	SGTO(200-4000km)	100kg	CZ-5
2019 年初	CZ-11	SSO(528km)	9kg	CZ-11
2019 年	CZ-11	LEO(579km)	80kg	CZ-11
2019 年初	CZ-11	LEO(500-600km)	数十千克	CZ-11
2019 年底	CZ-2C	SSO(728km)	400kg	CZ-2C
2019 年底	CZ-2C	SSO(533km)	1000kg	CZ-2C
2020 年	CZ-8	SSO(517km)	1800kg	CZ-8

资料来源:中国火箭技术研究院

国家队每年仅能将 40 吨载荷送入 LEO 轨道。统计国家队历年发射中非政府军方发射性质的最大次数,得出其每年用于商业发射的最大运力,即单发火箭的最大 LEO 运力*历年最大非政府/军事发射次数=每年国家队火箭商业发射的最大运力供给。根据公开数据及草根调研,国家队非政府/军事用发射次数到 2017 年显著增加,按照每款箭型最大发射次数,累计最多

年 14 次。按照每款箭型，最大运载能力，这些发射每年总共最多能够将 40 吨载荷送入 LEO 轨道。

表 37: 历年发射中非政府军方发射性质的最大次数

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	最大运载能力 (LEO/t)	总运力 (t)
长征 2 号系列	0	0	1	1	1	1	6	9	3.3	29.7
长征 4 号系列	0	1	0	0	0	0	2	1	4.2	8.4
长征 6 号系列	0	0	0	0	1	0	1	0	1.5	1.5
长征 11 号系列	0	0	0	0	1	1	0	1	0.7	0.7
快舟 1A 系列	0	0	0	0	0	0	1	1	0.4	0.4
									总计	40.7

资料来源: 公开信息、安信证券研究中心

按照国家队火箭当前运力,完成现阶段已经公开的国家队+商业队卫星工程需要近 15 年时间。采用保守测算,可以看出,如果供给端将体制内火箭最大运力全部用来进行商业发射,需要近 15 年才能把中国国家队和商业队卫星全部发射完成。

表 38: 中国国家队卫星工程+商业队卫星工程总计情况

卫星建设单位	发射颗数	发射重量 (吨)	每年体制内火箭运力 总供给	总共需要多少年,供给 才能满足需求
国家队卫星工程	560	216		5.4
商业队卫星工程	2458	385	40	9.6
总计	3018	601		15

资料来源: 公开资料整理, 安信证券研究中心

商业航天发射卫星所处轨道大多为近地轨道与太阳同步轨道,除导航卫星和一些专项卫星外,多以微小卫星为主。因此,以中大型火箭为主,及部分可承接订制订单的小型火箭的民营商业未来面临广阔的增量市场。但在低轨组网的趋势下,低轨卫星在轨生命周期短(3-5 年或 5-7 年),一旦开始组网,就开始折旧,卫星公司为了尽快实现服务能力,就必须尽可能在最短的折旧期内,把所有的卫星打上去。所以,最佳发射窗口周期将集中在未来 5-7 年内。

- 1) 如果按照 5 年的履约周期,在充足的国家队火箭供给运力(每年 40 吨)下,601 吨的卫星重量,每年会有 80 吨的运力缺口,则每年需要 20 发 LEO 运力在 4 吨的中型火箭。
- 2) 如果按照 7 年的履约周期,在充足的国家队火箭供给运力(每年 40 吨)下,601 吨的卫星重量,每年会有 46 吨的缺口,则每年需要 12 发 LEO 运力在 4 吨的中型火箭。
- 3) 供给端,以上仅是对于体系内火箭供给的理想假设,实际上本身国家队箭型都有自己的定位和适合轨道,不是所有箭型都最适合打低轨组网,实际的供给运力会更少。
- 4) 需求端,这里采用了保守的测算,仅计算了中国已公开的规划星座,如果算上规划中的欧洲市场以及正在规划的中国其他卫星工程,每年中大型火箭的需求预计达到 25-40 发。

表 39: 国家卫星工程发射缺口

中国国家队+商业队 卫星全部组网的发射 需求	履约周期	不同履约组网周期下 每年的总运力需求	按照历年各国家队火箭最多的非政府/军事 发射次数,加总得到理想化最大运力供给	需求和供给之间的 运力缺口	每年对 LEO 运力 在 4 吨左右的火箭 需求
601 吨	7 年	86 吨	40 吨	46 吨	12 发
601 吨	5 年	121 吨	40 吨	81 吨	21 发

资料来源: 公开资料整理, 安信证券研究中心

体制内火箭的运力供给与体制内卫星工程运力需求存在缺口,因此民营公司火箭可以成为运力上的必备补充。需要强调的是,国家队的卫星单颗质量在百公斤级别,只有中型和大型火箭才能满足百公斤级别的卫星“一箭多星”发射,而对于小型火箭公司转做中大型火箭,可能需要至少 3-5 年的研发和生产周期。而 2020 年-2027 年对于全球的低轨卫星公司来说,是密集组网、竞争最激烈的时期,也是火箭公司的黄金窗口期。商业火箭是全球竞争市场,窗口期来了,而火箭还没有准备好,卫星公司就存在其他替代选择,因此谁能在这个时间段内最

早推出能满足市场需求的箭型，谁就能最早吃到市场和政策红利。只有在这个时间窗口率先推出符合市场需求的火箭公司，才能真正脱颖而出。

5. 国内商业火箭公司多视角比较及估值对标

5.1. 多视角下看国内商业火箭公司发展

我们在上文中对国内主要的商业火箭公司做了简要介绍，目前各家商业火箭公司在人员规模、产品定位、研发进度、融资进度上各有不同，综合看，未来的商业火箭发射市场竞争会比较激烈，尤其是在固体小火箭领域还面临强劲的航天集团的两大火箭公司，整体上预计未来随着资源和人才向头部商业航天公司的集中，会出现头部先发优势壁垒越来越高的趋势。

表 40：国内商业火箭公司情况汇总

序号	对比项目	蓝箭航天	星际荣耀	零壹空间	深蓝航天	星河动力	九州云箭	翎客航天	宇航推进	空天引擎
1	成立时间	2015年6月	2016年10月	2015年	2016年	2018年	2017年	2014年	2018年	2018年
2	专业配置	250+人，各条线配置齐备，覆盖从设计、研发、测试到总装的全流程	100+人，研发团队配置较齐备	100+人	约30-50人	约30人	约30-50人	约30人（2018年5月）	约50人（招聘信息显示规模20-99人）	约30人（招聘信息显示规模1-49人）
3	定位	中型液氧甲烷运载火箭+小型固体运载火箭	小型固体+小型液体运载火箭	小型固体运载火箭	小型液氧煤油运载火箭	小型固体运载火箭+中型液氧煤油运载火箭	小型液氧甲烷运载火箭	液氧乙醇火箭	液氧甲烷发动机提供商	液体燃料火箭发动机提供商
4	设计参数	固体运载火箭	朱雀一号： 箭长：19m 直径：2.0m 起飞质量：27t 起飞推力：45t 运载能力： 200kg/SSO 300kg/LEO	双曲线一号： 箭长：20m 直径：1.4m 起飞质量：31t 运载能力： 150kg/SSO 300kg/LEO	OS-M系列： 箭长：19m 直径：1.2m 起飞质量：20t 运载能力： 100kg/SSO 200kg/LEO	/	谷神星一号： 箭长：19m 直径：1.4m 起飞质量：30t 起飞推力：60t 运载能力： 350kg/LEO	/	/	/
		液体运载火箭	朱雀二号： 箭长：48.8m 直径：3.35m 起飞质量：216t 起飞推力：268t 运载能力： 2t/SSO 4t/LEO	双曲线二号： 箭长：38m 直径：2.5m 起飞质量：95t 起飞推力： 112.5t 运载能力： 1.9t/LEO	/	星云一号： 长度：27m 直径：2.25m 起飞质量：70t 运载能力： 500kg/SSO	箭长：42m 直径：3.35m 起飞质量：200t 起飞推力：280t 运载能力： 4t/LEO	新干线一号： 箭长：20.1米 直径：1.8米 起飞质量：33t 运载能力： 200kg/SSO	/	/
		发动机	80吨液氧甲烷发动机 10吨级液氧甲烷发动机	15吨级液氧甲烷发动机	40吨级固体发动机	10吨级“雷霆”液氧煤油发动机	40吨级液氧煤油发动机	10吨级液氧甲烷发动机	3吨液氧乙醇复合冷却火箭发动机	60吨液氧甲烷发动机
5	研制进展	固体运载火箭	已于2018年10月完成首飞，未入轨	计划2019年上半年首飞	2019年3月完成首飞，未入轨	/	计划2020年首飞	/	/	/
		液体运载火箭	中型液体运载火箭已进入全面设计阶段，分系统已陆续研制和投产；计划2020年首飞	计划2021年首飞	/	/	/	/	计划2021年首飞	/
		发动机	80吨液氧甲烷发动机成功完成全系统试车	15吨级液氧甲烷发动机完成半系统试车（未联试）	OS-M系列运载火箭四级固体发动机和三四级分离联合试车试验	10吨级发动机完成了燃气发生器点火试验	2018年12月40吨发动机立项	2019年1月，10吨级发动机完成同轴涡轮泵低温介质试验	单发动机矢量控制的火箭悬停飞行试验	设计测试阶段。2019年初完成燃气发生器点火

资料来源：公司官网，部分公司专业配置人数根据新闻稿等进行估算，安信证券研究中心整理

1) 人员专业配置来看, 运载火箭研制所需的人才及专业配置要求非常高, 相关专业子条线覆盖了从设计、研发、测试到总装的全流程超 20 个子系统。商业航天领域相比人工智能、机器等科技领域截然不同, 国内市场和公司是从无到有的过程, 核心技术和人才资源之前基本都聚集在传统航天产业链中, 人员专业配置的背后其实是火箭人才的竞争, 航天人才的优势十分突出, 能够有完整研制能力的团队在全世界亦凤毛麟角, 只有掌握核心技术人才才能保证火箭的快速、顺利推出, 而可供选择的航天核心人才也是有限的, 其中又以液体燃料火箭发动机的人才最为紧缺。

目前蓝箭航天各专业子条线齐备, 已覆盖从设计、研发、测试到总装的全流程, 专业配置优势突出。各公司人员专业配置齐备程度的巨大差异, 一是因为成立时间, 成立早的公司具备人才获取的先发优势; 二是因为研制进度, 研制进度慢的公司尚不需要测试生产等团队配置; 三是因为内部稳定性, 因技术路线变化或团队内部原因, 人员配置规模和结构可能出现波动。因此, 成立早、研制进度快、技术路线坚定、内部稳定的公司, 在人才配置上将具备先发和领先优势, 而人才优势一旦建立, 将自然愈发巩固, 难以被轻易赶超。

2) 从产品角度看, 固体小火箭未来竞争激烈, 中大型液体火箭需要及早卡位并争取身位优势。不同战略或路线的火箭制造商路径差异主要体现在发动机、燃料、大小, 基础设施保障等, 这些差异也在一定程度上揭示了民营火箭的发展趋势。首先从固体和液体燃料火箭讲起, 我们在上文中也对固体、液体燃料火箭各自的优势劣势做了对比。我们汇总分析目前国内所有的商业固体燃料火箭进行对比看, 产品运载能力基本集中在近地轨道 300kg 左右, 主要瞄准商业微纳卫星组网和小卫星补网市场, 未来符合该运力的箭型将有十几型, 面临的竞争将非常激烈, 此外还又固体燃料属于火工品国家严格管控, 民营企业较难拿到生产资质, 意味着对上游把控能力较弱, 与航天集团均有自己的固体燃料生产厂家来看, 会面临较大产业链条上的挑战。

表 41: 国内商业固体燃料火箭型号较多

型号	制造商	服役时间	推进剂	级数	长度(m)	直径(m)	有效载荷(LEO,t)
快舟一号 (KZ-1)	航天科工火箭公司	2013 年-至今	三级固体动力+末级液体助推的串联式	3	20	1.4	0.3
快舟一号甲 (KZ-1A)		2017 年-至今	三级固体动力+末级液体助推的串联式	3	20	1.4	0.3
朱雀一号 (ZQ-1)	蓝箭	2018 年-至今	三级固体动力 (丁羟四组元)	3	19	1.35	0.3
双曲线一号	星际荣耀	预计 2019 年上半年	前三级固体发动机, 四级姿轨控液体发动机	4	20	1.4	0.3
OS-M	零壹空间	2019 年-至今	固体发动机	4	19		0.205
捷龙一号	长征火箭	预计 2019 年	固体发动机	4	19.5	1.2	

资料来源: 公司官网, 安信证券研究中心

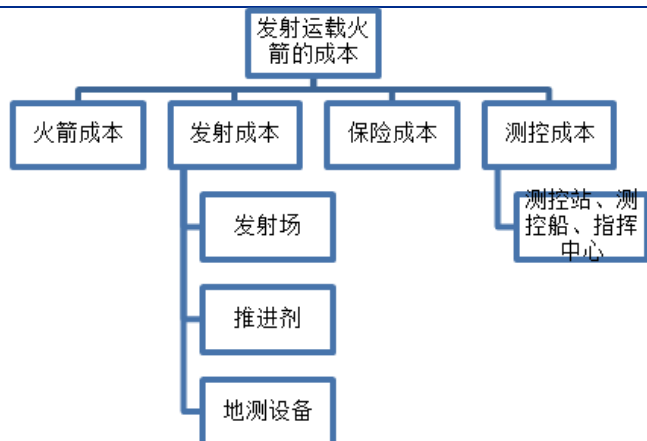
目前民营火箭公司中研发中大型火箭的仅蓝箭航天一家公司, 其选择液氧甲烷发动机作为主攻方向且进展最快, 80t 液氧甲烷火箭发动机“天鹊”(TQ-12) 于 2019 年 5 月 17 日全系统试车成功。“天鹊”发动机由蓝箭航天自主研发, 是世界上第三型大推力液氧甲烷发动机。同时, 专注于动力系统研制的九州云箭、宇航推进等分系统公司也在快速突进液氧甲烷发动机的开发。

5.2. 商业火箭公司做到低成本是核心竞争力

影响整个运载火箭的发射成本的因素非常多, 总体上来说运载火箭发射成本包含火箭成本、发射成本、测控成本以及保险产生费用。根据 SpaceX 公布的猎鹰 9 号发射成本结构, 火箭

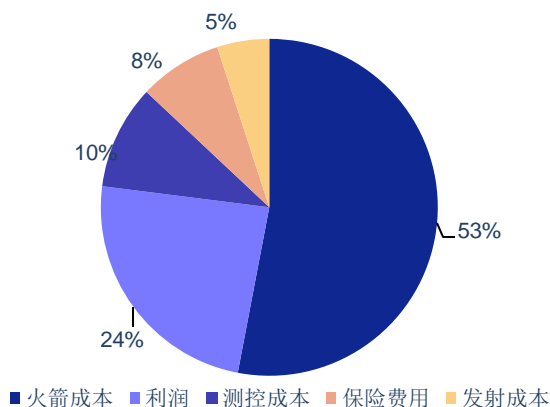
成本占发射总成本的 53%，占比最高；根据火箭规模的不同，国内租用发射场、地面设备以及加注推进剂等发射成本在 500 万-1000 万；租用测控船的价格高达千万量级，租用测控站价格仅为百万量级，民营火箭公司受制于资金因素，现阶段都会租用测控站；保险成本占整枚火箭发射费用的 5-20%，保险费率主要取决于火箭发射成功率。在一次发射运载火箭的成本构成中，火箭成本占比最高且是民营火箭公司唯一可控成本。

图 34：发射一次运载火箭的成本构成



资料来源：iResearch，安信证券研究中心

图 35：猎鹰 9 运载火箭发射成本结构



资料来源：iResearch，安信证券研究中心

目前，商业航天模式显著降低了航天成本，性价比大为提高。以 SpaceX 为例，5 枚猎鹰 1 火箭、2 枚猎鹰 9 火箭和 1 艘龙飞船的研制及发射费用总计不到 8 亿美元，其中，猎鹰 9 火箭仅花费 3 亿美元，远低于美国空军改进型一次运载火箭。在商业发射市场，猎鹰 9 火箭的商业发射报价仅为 5000 万美元，将商业卫星发射的价格拉低了一个数量级，甚至低于素以低价著称的中国长城公司，迅速占领了商用发射市场。我国国内火箭公司也提出了把发射价格降至 5000~6000 美元/千克、中高轨道单位发射价格降至 8000~1 万美元/千克的目标。如何做到降低成本将成为国内商业火箭发展的核心竞争力。

表 42：典型运载火箭的单位质量发射成本

火箭型号	GTO 运载能力 (kg)	发射费用 (亿美元)	单位质量发射费用 (万美元/kg)	目前状态
德尔塔-4	4200	1.4	3.33	在役
宇宙神-5	5000	1.5	3	在役
质子号	5500	1	1.82	在役
天顶号	6000	1.1	1.83	在役
H-2A	4200	0.9	2.14	在役
阿里安-5	10500	2.1	2	在役
米洛陶-C	1320 (LEO)	0.4	3.03	在役
飞马座-XL	450 (LEO)	0.4	8.89	在役
安塔瑞斯	6120 (LEO)	0.8	1.31	在役
安加拉	7500	约 1	1.33	在役
猎鹰-9	8300	0.62	0.75	在役
猎鹰重型	26700	0.9	0.34	在役
阿里安-6 (双助推)	4500	0.83	1.84	研制中
阿里安-6 (四助推)	12000	约 1	0.83	研制中
火神	15100	0.99	0.66	研制中
电子火箭	150 (SSO)	0.049	3.27	在役
快舟一号	300 (LEO)	约 0.03	1	在役

资料来源：知网，安信证券研究中心

5.3. 国内民营火箭企业产业化与商业化的前提：建立火箭研制生产的核心保障能力和优质的供应链体系

运载火箭，作为一个高度系统集成的、特殊的高端装备制造产品，其产业化与商业化之路也必然遵行制造业发展的客观规律，即必须建立起火箭研制生产的保障能力和优质的供应链体系。

1) 研制生产核心保障能力：自主可控“试车台+总装厂”是保障发动机研制和批产的必要条件

火箭研制生产保障能力，主要指的是极其重要且必须企业自主可控的两个基础设施：试车台和总装厂。

试车台：保障发动机研制和顺利批产的必要条件。火箭发动机领域常说一句话：真正的发动机是试出来的。一款液体发动机的研制，需经过至少 11 种试车类型，2 万秒试车时间，50-100 次的试车次数。发动机试车是在专业试车台上完成的，是火箭发动机必不可少的生产试验设施，从时间保障、研发成本和技术机密等三个原因来看，拥有自主可控的试车台是非常必要甚至是唯一选择。**(i)时间保障：**体制内试车台优先国家任务且目前任务已非常饱和，根本无法保证民营企业技术研发阶段的大量试车需求，甚至存在试车延期等不可控因素，自主可控试车台不仅时间可以自己掌控，而且可以实现 24 小时全天候高效试车，这是体制内试车台所不具备的条件；**(ii)研发成本：**如果选择租用体制内试车台，单次试车费用看似尚能接受，但是若要完成全部几十次的试车，总租金其实已经超过自建试车台的费用，而这只是一款发动机的研制阶段，长期来看，企业需要多款发动机研制，且每台发动机出厂都需要校准试车，试车任务量极大，所以自主可控试车台是保障发动机研制和顺利批产的必要条件；**(iii)技术机密：**如果选择租用体制内试车台，则试车台现场可以直接获取到发动机设计结构和详细性能指标，核心技术机密是一家火箭企业赖以生存的生命线，没有自主可控的试车台，企业就没有了核心技术的保护屏障。

表 43：火箭公司必须具有自主可控试车台的三个重要原因

序号	重要原因	原因描述
1	时间保障	1) 体制内试车台优先国家任务且目前任务已非常饱和，根本无法保证民营企业技术研发阶段的大量试车需求，甚至存在试车延期等不可控因素 2) 自主可控试车台可以实现 24 小时全天候高效试车，这是体制内试车台所不具备的条件
2	研发成本	1) 完成一款发动机的全部几十次试车，总租金其实已超自建试车台费用 2) 长期来看，企业需要进行多款发动机研制，且每台发动机出厂都需要校准试车，租用试车台经济成本极大
3	技术机密	1) 如果选择租用体制内试车台，则现场可以直接获取到发动机设计结构和详细性能指标 2) 没有自主可控的试车台，企业就没有了核心技术的保护屏障

资料来源：公开资料整理，安信证券研究中心

总装厂：火箭和发动机大规模商业化生产的基础保障。总装厂是运载火箭和发动机进行大规模商业化生产的基础保障，没有总装厂的企业，研制和生产将存在极大的脱节风险。

如果民营火箭公司试车台和总装厂二者都没有，意味着距离真正的技术迭代和产业化商业化阶段，还有很长的一段路要走。

从全球来看，最领先的 SpaceX 和蓝色起源都拥有自己的试车台和总装厂。SpaceX 目前已建成 3 个试车台，计划总共建造 7 个试车台，并且拥有 52000 平研发总部和总装基地。蓝色起源投资 2 亿美元建造 70000 平火箭生产工厂。强大的试车台和总装厂等研制生产保障设施，是 SpaceX 和蓝色起源快速实现技术研发和产品化的重要先决条件。

图 36: SpaceX 试车台 (已建成 3 个试车台, 计划共建 7 个)



资料来源: wiki, 安信证券研究中心

图 37: SpaceX 研发总部和总装基地



资料来源: wiki, 安信证券研究中心

从国内来看, 体制内公司占据主导。体制内的所有试车台, 全部归中国航天科技集团公司第六研究院所有, 分布在三个地区。蓝箭航天拥有目前体制外唯一的试车台和总装厂。

图 38: 蓝箭航天试车台



资料来源: 蓝箭航天, 安信证券研究中心

图 39: 蓝箭航天总装厂 (智能制造基地)



资料来源: 蓝箭航天, 安信证券研究中心

2) 供应链能力: 通过新产业深度融合, 实现新技术突破, 打造全新航天工业生态系统

商业航天和民营火箭所需的优质供应链, 是一个全新的工业生态系统。商业航天的优质供应链, 需要通过创新性地引入原先航天领域以外的供应商, 进行新产业、新技术和新工艺的深度融合, (比如全三维数字化设计、3D 打印、机器人激光焊接、数字化弯管等先进技术和工艺), 最终实现产品质量和生产效率显著提升, 从而打造全新的航天工业生态系统。

因此, 任何一家民营火箭公司, 从初创阶段走向产业化、商业化阶段的前提是: 必须具备自主可控的试车台和总装厂等研制生产保障设施, 以及优质和创新性的供应链体系, 二者缺一不可。

5.4. 国内商业航天估值对标, 参考 SpaceX 的里程碑式估值

由于目前国内的商业火箭更多处于早期研发投入阶段, 缺乏成熟的商业模式, 多数公司并没有现金流入, 订单也更多以意向订单为主, 因此估值较难采用未来现金流折现等方法。截止 2019 年 6 月, SpaceX 估值已达 333 亿美元。我们认为, 相关公司可通过参考 SpaceX 采用里程碑式的估值方法。

- 1) 2008 年其完成 D 轮融资, 投后估值 5 亿美元, 其后猎鹰 1 号成功发射并进入地球轨道, 并于同年 12 月获得 NASA 价值 16 亿美元的商业补给服务 (CRS) 合约。
- 2) 2010 其完成 F 轮融资, 投后估值 10 亿美元。同年, 猎鹰 1 号第 5 次发射, SpaceX 成为第一个将商业卫星 (RazakSAT) 送入地球轨道的私人公司; 猎鹰 9 号 V1.0 版首次发射。

表 44: SpaceX 历次融资及估值

轮次	时间	融资金额	投后估值	发动机	火箭
SeriesA	2002 年 8 月	6100 万美元	7100 万美元		Musk 赴俄罗斯洽谈购买退役导弹事宜 退役导弹事宜无法谈妥
				TomMuller 的灰背隼发动机刚从车库状态 进入实验室阶段	
SeriesB	2005 年 2 月	1100 万美元	1.8 亿美元	Merlin1A 点火	Merlin1A:2006 年 3 月 24 日, 发射之后不 久因为燃料泄漏而起火, 导致发射失败 SpaceX 入围其项目
SeriesC	2007 年 2 月	3200 万美元	4 亿美元	Merlin1A:2007 年 3 月 21 日, Merlin1A Merlin1B: 其用于猎鹰 9 运载火箭, 猎鹰 Merlin1C:2007 年 11 月, 完成了一次 170 秒的完整点火	Merlin1A:2007 年 3 月 21 日, Merlin1A 被用在猎鹰一号的第一级上, 成功 Merlin1B: 其用于猎鹰 9 运载火箭, 猎鹰 1 号的发射失败, SpaceX 开始转向采用热 交换冷却技术的 Merlin1C 的开发 Merlin1C:2007 年 11 月, 完成了一次 170 秒的完整点火
SeriesD	2008 年 7 月	2900 万美元	5 亿美元	Merlin1C:2008 年 3 月 10 日, SpaceX 宣布 成功的测试了 Merlin1C 真空发动机	2008.04, 美国宇航局宣布已与 SpaceX 签订一个有关 猎鹰 1 号或猎鹰 9 号发射的 IDIQ 合约 2008.09, SpaceX 猎鹰 1 成功发射, 进入地球轨道, 这是世界上第一个使用私人资金制造液态轨道火箭 的计划, 可部分重复使用, 使用液态氧/煤油作为燃 料 2008.12, SpaceX 获得 NASA 价值 16 亿美元的商业 补给服务 (CRS) 合约
SeriesE	2009 年 3 月	4700 万美元	6 亿美元		
SeriesF	2010 年 10 月	5100 万美元	10 亿美元	Merlin1C:2010 年 6 月 Merlin1C 帮助猎鹰 九号完成了第一次飞行	2010, 猎鹰 1 号第 5 次发射, SpaceX 成为第一个将 商业卫星 (RazakSAT) 送入地球轨道的私人公司。 2010.06, 猎鹰 9 号 V1.0 版首次发射 2010.12, 龙飞船从近地轨道返回地球
				Merlin1D:启动研制	继续发射 1.0 版本, 开始履约 NASA 大笔订单
Tenderoffe r	2012 年 12 月	—	45 亿美元	Merlin1D:在 2012 年 6 月发动机完成了一 次全任务时长 (185 秒) 的测试点火	2012.05, 龙飞船造访空间站, 这是首艘由私人公司 建造的飞船造访空间站
				Merlin1D:2013 年首飞, 使用 Merlin1D 发 射的猎鹰 9 号运载火箭的首次飞行发射 了加拿大航天局的 CASSIOPE 卫星	2013.10.07, 蚱蜢火箭 (Grasshopper) 完成 744 米的 飞行, 悬停, 和着陆测试 2013.12, 猎鹰 9 号首次飞往地球同步转移轨道 2014.04, 猎鹰 9 号一级火箭成功在大西洋海面 “软 着陆” 2014.06, 猎鹰 9 号可重复使用测试, 飞到 1000 米, 安全着陆 2014.09, NASA 授予 SpaceX26 亿美元商业载人合同
SeriesG	2015 年 1 月	10 亿美元	120 亿美元	地面测试发动机类复用技术成功	2015.01, SpaceX 开始尝试在无人驳船上回收猎鹰 9 号一级火箭 2015.12.21, 猎鹰 9 号全推力版火箭进行首次发射, 第一级助推器在为 Orbcomm 发送 11 颗卫星后在着陆 区成功着陆。这是有史以来第一次实现太空轨道火箭 第一级的可控的陆地软着陆回收 2015 年前后 SpaceX 着手开始星座计划, 成功回收猎 鹰九号的第一节火箭
Tenderoffe r	2016 年 3 月	—	150 亿美元	Merlin1D:2016 年 5 月, SpaceX 宣布了进 一步改进 Merlin1D 发动机的计划 Raptor:2016 年 9 月, 完成 Raptor 首次试 车	2016.04.08, 猎鹰 9 号火箭第 22 次、全推力版第 3 次 发射, 在为国际空间站进行充气式太空舱试验及货物 运输补给的任务后, 第一级火箭进行第五次海上着陆 尝试, 第一级火箭在大西洋上的驳船上成功降落, 海 上回收试验成功
SeriesH	2017 年 7 月	3.5 亿美元	210 美元	Raptor:2017 年 9 月 SpaceX 为氧泵研发了 一种新型合金, 是猛禽研发过程中重要的 突破	2017.03.30, 执行 CRS-8 任务的猎鹰 9 号火箭第一级 助推器 (编号 B1021.2) 在 SES-10 任务中再次发射, 首次实现一级火箭的重复使用, 并再次成功回收。同 时还首次尝试回收了火箭的整流罩
SeriesH(Fo r)	2017 年 11 月	1 亿美元	210 亿美元		

low-On)				
SeriesI	2018年4月	5.1亿美元	270亿美元	2018.02.06, “重型猎鹰”运载火箭在美国肯尼迪航天中心首次成功发射, 并成功完成两枚一级助推火箭的完整回收。
SeriesJ	2018年12月	5亿美元	310亿美元	
SeriesK	2019年4月	5.4亿美元	320亿美元	2019.03.02, SpaceX在LC-39A发射场发射了“龙”号载人飞船的首次演示任务, 旨在证明作为美国国家航空航天局商业机组计划的一部分, SpaceX能够安全可靠地将宇航员从国际空间站往返。
—	2019年6月	5.36亿元	333亿美元	2019.04.12, 现役运载火箭之王重型猎鹰火箭首次商业发射成功, 并首次回收三枚火箭助推器。 2019.05.24, 完成“一箭60星”, 成功部署60颗“星链”卫星。

资料来源: Forge, 安信证券研究中心

图 40: Space X 历次融资后估值情况



资料来源: Forge, 安信证券研究中心, 引用数据截止至 19 年 4 月, 19 年 6 月最新估值已经达到 333 亿美元

目前国内蓝箭航天、星际荣耀、零壹空间等公司走在商业火箭发展的前列, 经过多轮融资, 估值均处于 30-40 亿之间, 但发动机及火箭发射节奏有所不同, 关注相关公司布局, 尤其关注其核心发动机进展 (半系统、全系统试车等)、首枚火箭进展 (运载能力、固液、是否入轨等)、后续订单等。此外, 由于部分公司在火箭关键部件拥有核心技术, 后续亦有可能带来较多订单, 推动公司盈利能力的提升。

综上, 我们认为: 商业航天是一个全新的行业, 与传统航天存在很大的不同, 商业航天不是简单的将产品推向商业市场, 而是采用全新模式重构商业要素和商业模式。民营火箭是一个有政策红利的增量市场, 最核心的行业发展背景是在国家军民融合战略下, 从国家层面支持商业火箭规范有序发展, 充分发挥高效现代的企业运营模式, 注重前期研发投入, 充分引导社会资本的参与, 减轻国家负担同时增强创新能力, 同步孵化民用/商用市场的需求, 满足国家对火箭的战略刚需。

行业内“固液之争”答案将更加清晰, 液氧甲烷发动机是商业火箭发展趋势, 阶段性的竞争仍将立足于谁能够在大推力液体火箭发动机研制上取得先发优势, 以及在液体火箭产品上取得产业化与商业化的领先优势, 从而在 2021 年有中大型产品可以推向市场。2020 年-2027 年预计将是全球低轨卫星密集组网、竞争最激烈的时期, 也是火箭公司的黄金窗口期。商业火箭是全球竞争市场, 谁能在这个时间段内最早推出能满足市场需求的中大型液体箭型,

谁就能最早吃到市场和政策红利，谁才能真正脱颖而出。国际市场的开拓能力，也成为民营火箭企业商业化能力的重要体现。是否具备自主可控的试车台和总装厂等研制生产核心保障设施，以及优质和创新性的供应链体系，将很大程度上决定民营火箭公司能否真正从初创阶段走向产业化、商业化阶段。

民营火箭公司的先发优势壁垒也将越来越难以超越。1) 成立早、研制进度快、技术路线坚定、内部稳定的公司，在人才配置上将具备先发和领先优势，而人才优势一旦建立将自然愈发巩固，难以被轻易赶超。2) 从产品角度看，固体小火箭未来竞争激烈，中大型液体火箭需要及早卡位并争取身位优势。

6. 风险提示

供应链和研制生产保障能力出现瓶颈、运载火箭发射失利风险、商业卫星星座建设不达预期、商业发射服务订单不达预期

■ 行业评级体系

收益评级:

领先大市—未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 10%以上;

同步大市—未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-10%至 10%;

落后大市—未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 10%以上;

风险评级:

A—正常风险, 未来 6 个月投资收益率的波动小于等于沪深 300 指数波动;

B—较高风险, 未来 6 个月投资收益率的波动大于沪深 300 指数波动;

■ 分析师声明

冯福章、张傲声明, 本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格, 勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责, 保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据, 特此声明。

■ 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

安信证券股份有限公司(以下简称“本公司”)经中国证券监督管理委员会核准, 取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告, 是证券投资咨询业务的一种基本形式, 本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析, 形成证券估值、投资评级等投资分析意见, 制作证券研究报告, 并向本公司的客户发布。

■ 免责声明

本报告仅供安信证券股份有限公司(以下简称“本公司”)的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写, 但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断, 本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期, 本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态, 本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料, 但不保证及时公开发布。同时, 本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改, 投资者应当自行关注相应的更新或修改。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点, 一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准, 如有需要, 客户可以向本公司投资顾问进一步咨询。

在法律许可的情况下, 本公司及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, 提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素, 亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下, 本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议, 无论是否已经明示或暗示, 本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下, 本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有, 未经事先书面许可, 任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的, 需在允许的范围内使用, 并注明出处为“安信证券股份有限公司研究中心”, 且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

本报告的估值结果和分析结论是基于所预定的假设, 并采用适当的估值方法和模型得出的, 由于假设、估值方法和模型均存在一定的局限性, 估值结果和分析结论也存在局限性, 请谨慎使用。

■ 销售联系人

上海联系人	朱贤	021-35082852	zhuxian@essence.com.cn
	李栋	021-35082821	lidong1@essence.com.cn
	侯海霞	021-35082870	houhx@essence.com.cn
	潘艳	021-35082957	panyan@essence.com.cn
	刘恭懿	021-35082961	liugy@essence.com.cn
	孟昊琳	021-35082963	menghl@essence.com.cn
	苏梦		sumeng@essence.com.cn
	孙红	18221132911	sunhong1@essence.com.cn
	秦紫涵		
	王银银		
北京联系人	温鹏	010-83321350	wenpeng@essence.com.cn
	姜东亚	010-83321351	jiangdy@essence.com.cn
	张莹	010-83321366	zhangying1@essence.com.cn
	李倩	010-83321355	liqian1@essence.com.cn
	姜雪	010-59113596	jiangxue1@essence.com.cn
	王帅	010-83321351	wangshuai1@essence.com.cn
	曹琰	15810388900	caoyan1@essence.com.cn
	夏坤	15210845461	xiakun@essence.com.cn
	袁进	010-83321345	yuanjin@essence.com.cn
	深圳联系人	胡珍	0755-82528441
范洪群		0755-23991945	fanhq@essence.com.cn
聂欣			niexin1@essence.com.cn
巢莫雯		0755-23947871	chaomw@essence.com.cn
王红彦		0755-82714067	wanghy8@essence.com.cn
黎欢		0755-23984253	lihuan@essence.com.cn

安信证券研究中心

深圳市

地址： 深圳市福田区深南大道 2008 号中国凤凰大厦 1 栋 7 层

邮编： 518026

上海市

地址： 上海市虹口区东大名路 638 号国投大厦 3 层

邮编： 200080

北京市

地址： 北京市西城区阜成门北大街 2 号楼国投金融大厦 15 层

邮编： 100034