

包揽我国绝大多数高轨道航天器发射任务

百发百中“长三甲”

经济日报·中国经济网记者 姜天骄 通讯员 王 涑

“
长征三号甲系列运载火箭日前创造了新纪录：成为我国第一个发射任务次数过百的单一系列火箭。在百次发射中，长三甲系列火箭不断突破关键技术，火箭运载能力、年发射数量、发射成功率及发射入轨精度等航天核心技术指标均居世界一流水平，成为中国航天由大向强奋进的有力注脚

4月20日22时41分，长征三号乙遥五十九运载火箭在西昌卫星发射中心将北斗三号IGSO卫星成功送入预定轨道。至此，长三乙和“哥哥”长三甲、“弟弟”长三丙组成的长征三号甲系列火箭共完成100次发射，成为我国第一个发射任务次数过百的单一系列火箭。

研制能力持续提升

长征三号甲系列运载火箭由航天科技集团所属中国运载火箭技术研究院(以下简称火箭院)研制生产，由长征三号甲、长征三号乙、长征三号丙(简称长三甲、长三乙、长三丙火箭)3种低温液体运载火箭组成，该系列运载火箭包揽了目前我国绝大多数高轨道航天器发射任务，是长征系列运载火箭高强度发射的“主力”，不仅是我国目前高轨道上发射次数最多、成功率最高的火箭系列，同时也多次承担了商业卫星的发射任务，被誉为我国的“金牌火箭”。

面对高密度设计、生产和发射的现状，长三甲系列火箭研制团队确立了以发射计划为主线，技术、进度、质量全面支撑的整体框架。长三甲系列火箭研制生产能力从1年2至3枚提高到8至10枚，发射周期从60天减到21天，每次执行发射任务的队伍从300人降到150人。

长三甲系列火箭还是国内首次实现一支队伍在发射场同时开展两枚火箭测试发射工作的运载火箭。通过压缩发射队伍规模、优化发射场测试发射流程，实施远程快速协同设计、交叉并行作业、规范发射场管理程序、利用网络资源、提高整个型号队伍的工作效率等，确保了一支队伍同时承担两



长征三号乙运载火箭伫立在发射塔，准备进行燃料加注。
史 喲摄 (中经视觉)

枚发射任务工作的有序开展。

从1994年2月8日长三甲发射实践四号星和模拟星圆满成功，到2019年4月20日长三乙发射北斗三号卫星圆满成功，25年的时间里，长三甲系列火箭完成了从0到100的跨越。

关键技术先进可靠

100次发射，长征三号甲系列运载火箭无论从技术、管理、研制生产能力和各项保障上都发生了巨大的变化并不断刷新纪录。

为使系列火箭的总体技术性能达到国际一流水平，设计人员在继承成熟技术的同时，在设计中采用了60%至70%的新技术：动调陀螺四轴平台研制成功，是我国近20年来在火箭惯性器件方面的重大突破，是具有里程碑性质的成就；冷氢加温增压技术不仅在国内是首创，在国际上也属于仅被美、日等个别工业发达国家所掌握的高难技术。

随着中国探月工程和北斗导航工程的立项研制，长三甲系列火箭迎来

了更大的挑战。探月工程发射任务实现了火箭“零窗口”发射技术、“多窗口”发射技术、地月转移运载轨道发射技术等突破，拓展了长征火箭发射能力，为后续深空探测打下了坚实基础。在发射北斗卫星过程中，突破了以MEO中圆转移轨道设计、起飞滚转、高空风双向风补偿、远距离测发控为代表的多项关键技术，为工程建设作出了突出贡献。

长征三号丙火箭是中国独一无二的非全对称火箭。2008年4月25日，长征三号丙火箭首飞成功，标志着中国突破了非全对称火箭设计技术，使得中国高轨任务运载能力分布更加合理，实现了长三甲系列火箭真正的系列化、组合化。

长三甲系列火箭运载入轨精度高、适应能力强，其发射卫星的入轨精度达到世界一流水平。火箭可以一箭单星也可以一箭多星发射，既可以用于标准地球同步转移轨道发射，也可以用于超同步转移轨道或低倾角同步转移轨道发射以及深空探测器发射，可以满足用户多种不同使用要求。

衡量一型火箭是否先进，还有一个关键的指标：有效载荷系数。通俗地说就是火箭运送卫星的重量除以它的起飞重量得出的系数。中国航天科技集团一院长三甲系列火箭首任总设计师兼总指挥、中国工程院院士龙乐豪形象地打了个比方：“就像2个举重运动员，举的重量是一样的，他俩谁的体重更轻，谁就赢了。火箭也是一样的道理，同样的起飞重量，发射的卫星越大，有效载荷系数越大，火箭就越先进。”

从推进技术来说，长三甲系列火箭的三级采取液氢/液氧推进剂，做到了环保无污染，技术难度极大，因此站在了世界火箭第一梯队。

“三兄弟”合力闯市场

长三甲火箭立项之初的目标是实施我国第二代卫星通信工程，然而，以龙乐豪为代表的第一代研制人员却把目光瞄向了更大的市场，他们计划在国际发射服务市场上大干一场。

“国家1985年就提出，要把长征火箭投入到国际市场，也给我们指明了方向，所以长三甲研制出来后，我们不仅要面向国内，还要面向国外。”龙乐豪说。

龙乐豪回忆，长三甲火箭目标运载能力是2.5吨，与国际发射服务市场还有较大的差距，于是他和伙伴们想到了一个较好的技术途径：上改下捆，先改后捆。先研制一个基础型号——长三甲，然后再通过捆绑不同数量的助推器，使火箭在地球同步轨道的运载能力从2.5吨提升到5.5吨，形成一个布局合理的火箭“小家族”。截至目前，长三甲系列火箭家族满足了国际上大多数卫星的需求。其运载能力在当时与国际上一流火箭旗鼓相当。

截至2018年12月份，长三甲系列火箭已先后承担了16次国际商业发射任务，为多个国家和地区发射了卫星。其中，鑫诺一号卫星的发射服务项目使长三甲系列火箭打开了欧洲市场，首次与法国合作发射通信卫星，实现了与欧洲一流国际公司的接轨。在尼日利亚卫星项目中，首次实现了整星出口，首次以在轨交付方式为国际用户提供宇航系统集成的一揽子服务，特别是“老挝一号”星的发射任务，型号队伍探索了一条从航天制造、发射、地面到系统应用的全产业链的“一站式”服务之路。

时代在进步，技术在发展，未来随着火箭更新换代，长三甲系列火箭也将衍生出新的型号。龙乐豪坚定地说：“相信长三甲系列火箭的后续型号一定能够继承发扬优良基因，充分汲取新一代火箭的新成果，从中国的‘金牌’创新发展成世界‘金牌’，在未来人类飞离地球、移民宇宙的伟大征程中承担主导作用。”

探 营

翎客航天推动技术快速迭代

民营可回收火箭完成“两连跳”

本报记者 杨学聪

2019年4月19日16时许，民营火箭企业翎客航天科技有限公司在山东龙口的火箭回收试验场完成了RLV—T5型可回收火箭第二次低空发射及回收试验。而仅仅20多天前，这家公司刚在同一个地点完成了中国新一代可回收火箭的“第一跳”。

从首跳升空至20米处完成10秒悬停动作并平稳着陆、落点精度优于50厘米，到第二跳飞行高度40米、飞行时间30秒、回收落点精度优于30厘米，两次跳跃间的“跨越”有目共睹。这家2014年成立、从事可重复发射与液体火箭发动机技术研发的年轻企业，用“小步快跑”的技术迭代，让世人刮目相看。

至此，翎客航天继2018年1月份实现RLV—T3型火箭低空回收及平移，2019年1月份实现RLV—T5型火箭悬停飞行试验后，在国内的火箭回收技术领域又进入了一个新的里程碑。

近年来，全球民营航天市场发展迅速。2015年，美国太空探索技术公司(SpaceX)首次成功实现火箭回收。此后，随着火箭回收技术的不断成熟，能多次使用的火箭不断拉低火箭发射的市场价格，使普通人的航天梦不再遥不可及。

2015年6月份，翎客航天在国内率先启动了可回收火箭的研制，明确了火箭回收的技术主

线，并开展了数百次地面试验和飞行试验。2018年3月份，其正式启动工程代号为RLV—T5的可回收火箭研制工作。

2018年5月份，翎客航天RLV—T5型火箭完成了方案详细设计并正式投产。全箭高度8.1米，起飞质量1.5吨，动力系统采用5台可变推力的液体火箭发动机并联组成。2019年1月初，RLV—T5型火箭进行了首次定高定点悬停飞行试验。此后完成的“两连跳”试验，均是火箭垂直回收环节的最后一步。

“第一次试验成功只能说明在原理上走通了，但该技术的成熟性和系统的可靠性需通过若干次试验验证。”翎客航天科技有限公司联合创始人兼首席技术官楚龙飞表示，这次试验主要还是考核全部系统的可靠性与可重复性。飞行试验结束后，测控人员对飞行数据进行分析，为翎客航天后续百米级和公里级飞行试验奠定了基础。

“两连跳”接连告捷，不仅意味着我国可回收火箭技术在工程化验证的过程中达到了新高度，也意味着接下来的几个月，还会有更多的“跳跃”值得期待。

据了解，目前翎客航天已经启动亚轨道可回收火箭RLV—T6的研制工作，预计最快于今年年底完成全箭总装工作。

河北安国瞄准中医药产业创新之都

抓一服产学研“良药”

本报记者 乔金亮

“原来鉴定和检测中药材质量主要凭经验，现在完全靠仪器，通过引进中国中医科学院的DNA技术，可以把中药直接鉴别到种属。”在河北省安国市中药材检验与研究中心，中心质量主管王欢向经济日报记者介绍。该中心是京津冀中医药产业创新联盟的组成部分，也是中药材质量监测的第三方机构。

京津冀中医药产业创新联盟名誉理事长、中国中药协会会长房书亭介绍，联盟由从事中药生产、销售、研发的企业及相关高校、科研院所组成。“安国市是我国中药材生产、加工和流通的重要基地。联盟落户安国市，主要目的是围绕中医药技术创新链，集聚市场主体的各类创新资源，突破中医药产业的技术瓶颈。”

安国有“药都”之称，近几年中医药产业规模不断扩大。“我们正打造国家现代中医药产业创新聚集之都，由侧重产业型向产学研协同发展转变。”安国市副市

长刘婷说，依托京津冀中医药产业创新战略联盟、金木集团院士工作站等众多创新平台，安国市引进了一大批高精尖人才，启动了中医药职业学院、研究院建设，中医药科技研发应用能力不断提升。

依托国家药用植物研究所的科研支撑，安国市建设了中药材脱毒组培育苗基地，同时对接河北省中药材产业技术体系，制定完善“八大祁药”规范化种植标准。当地的冀中平原传统药材产区综合试验推广站，通过组装集成、示范推广，使一批中药材新技术落地生根，形成科研、实验、示范和推广一体式发展模式，带动中药材规模化种植面积达15万亩以上。

为激发企业创新的内生动力，安国市制定出台了《中药企业科技创新奖励办法》等一系列政策。2014年以来，该市政府本级财政支付中医药企业创新奖补资金3.5亿元。

天津大学发力新工科建设

以产业需求设专业 以技术前沿塑内容

本报记者 武自然 商 瑞

在科技日新月异的年代，新工科无疑将为产业发展提供重要人才支持。新工科“新”在哪里？如何建设新工科？怎样满足我国未来发展的人才需求？带着这些问题，经济日报记者来到天津大学进行了采访。

新工科，最重要的是“新”字，其内涵是以立德树人为引领，以应对变化、塑造未来为建设理念，以继承与创新、交叉与融合、协调与共享为主要途径，培养未来多元化、创新型卓越工程人才。

作为拥有120余年历史的“老”校，天津大学从2018年开始，全面发力新工科建设。2018年，教育部公布了首批612个新工科研究与实践项目，其中工科优势高校承担了204项。天津大学有9个项目入选，项目总数位居全国高校首位。

在日前教育部公布的2018年度普通高等學校本科專業備案和審批結果中，天津大學新增數據科學與大數據技術、智能電網信息工程、智能制造工程等8個本科專業。這些新專業的設置，是天津大學深入推進新工科發展的又一重要舉措。

天津大學積極搭建新工科交流合作平台。2018年4月份，全球首個新工科教研基地——天津大學新工



科教育中心揭牌成立。之后，天津大学陆续成立了多个新工科部门，着力为战略性新兴产业培养创新型人才。

3月22日，天津大学与百度公司签署深度合作协议，双方将通过新工科百度试验班、天大百度联合实验室、AI实训基地、新工科项目研发创新等方式，针对实际需求研发未来技术，共同搭建研发平台、探索新工科人才培养体系。

天津大学党委书记李家俊对记者说，“新工科合作平台，就是要将产业最新发展动态、企业实际需求、学术研发前沿进行无缝连接，共同推动

天津大学内燃机国家重点实验室内，学生正在进行降噪实验。
焦德芳摄 (中经视觉)

AI专业及学科建设、师资及课程建设，面向未来培养人才，树立国家AI教育的示范样本”。

天津大学还根据“家国情怀”的卓越工程人才培养目标，开辟了“卓越计划”系列试验田，为新工科人才培养建模式、立标准，探索新工科的实现机制。

在天津大学，“工程科学实验班”探索传统工程教育转型，药学专业“本硕博”一体化全英文人才培养探索国际化人才培养模式；国际工程师学院中法合作探索国际工程人才培养；宣怀学院探索创新创业教育……

这些试验田不断丰富着学校新工科建设的办学经验。

天津大学副校长王树新认为，“面向国家重大需求，天津大学构建出一条从创意、创新到创业的全过程人才培养新模式，让优秀科研成果转化成实实在在的生产力，也转化为丰富的教学资源”。天津大学通过智慧空间站、青年湖畔论坛、创新创想大赛等活动激发学生创意；面向全体学生开放国家重点实验室、国家级实验教学示范中心、国家级虚拟仿真实验中心、学院创新实验室等。

与此同时，传统工科专业正在经历一场更新改造，如以大数据、物联网、人工智能技术“升级”水利水电工程专业，以“工程科学实验班”为载体，打通机械、光学、信息、计算机等学科专业，实现学校专业结构的战略性调整。

在继承与创新、交叉与融合、协同与共享的新工科理念指导下，天津大学正在实施专业建设“双十”工程，重点建设10个新兴工科专业，改造升级10个传统工科专业，带动全校专业重构、内容重塑、水平提升，实现从学科导向转向以产业需求为导向，从专业分割转向跨界交叉融合，从适应服务转向支撑引领。

安徽马鞍山

无人驾驶港口牵引车投运



安徽马鞍山经开区安徽华菱汽车有限公司内，技术人员在检验新研发的纯电动无人驾驶港口牵引车。该车采用华菱自主开发的整车控制器，配置了线控化的转向、制动系统，同时整合了集成先进算法的无人驾驶控制系统，实现了商用级的无人驾驶。目前该车已在广东等地集装箱码头投入试运营，为港口解决自动化集装箱码头水平运输难题提供了可行的方案。

王文生摄 (中经视觉)