

中国进入“数字火箭”时代

研制流程不用一张纸，一键定“乾坤”

“嫦一”总指挥兼总设计师——叶培建院士的打工故事

猴年元宵节刚过，腰疼还没好的全国政协委员、嫦娥一号卫星系统总指挥兼总设计师叶培建院士就“开工”了。

回到北京，他继续论证中国载人深空探测的必要性和可能性。此外，认真写今年带上全国两会的提案建议：中国国民国防意识亟待加强和“不作为病”如何医治……

航天+咖啡

说完提案，叶老开始侃侃而谈“航天+咖啡”。

“我是咖啡文化的倡导者。它让人思考、分享……”叶培建说起自己35年的“咖啡往事”。

那个时候，国门刚刚打开，科学的春天清风徐来，撩拨起叶培建继续读书的渴望。他考上了中国计量科学研究所和502所两个专业的研究生，又通过了出国资格外语考试，赴瑞士纳沙塔尔大学微技术研究所读博士研究生。

瑞士，富裕美丽。留学生叶培建很穷，但不酸。上世纪80年代初，祖国还很穷。每个月的费用济金多。

“瑞士书很贵。出国经费勉强够基本生活，我就到火车站旁的咖啡屋打工。挣的钱都用来买书。”叶培建说，每周有两个晚上到咖啡屋打工，一次6个小时。

起初，叶培建法语不好，不能流畅地和顾客交流。所以，他的工作岗位是在吧台。女服务生不断告诉他客人点的“拿铁两杯，卡布奇诺一杯……”

渐渐地，叶培建的法语流利起来。他成绩好，表达能力也很强。

汉字、中华文化、悠久历史、神秘的西藏……在学校每天15分钟的茶歇里，同学们口中的“叶”都是“主讲”。这个来自中国古都南京的小伙子，打破了欧洲学生“中国男人留长辫，女人裹小脚”的陈念。

探月工程的高级专家顾问

新世纪，梁恩杰、孙家栋、叶培建等为中国探月工程立项验证、奔波、说服。2004年正月里，中国探月工程正式立项，牵头组织单位是原国防科工委。

2007年10月24日，嫦娥一号直刺苍穹。叶培建是卫星系统总指挥和总设计师“一肩挑”。作为我国首颗探月卫星，嫦娥一号成功绕月，是继人造地球卫星、载人航天飞行之后我国航天事业发展的又一座里程碑，标志我国迈出了深空探测的第一步。

2010年10月1日，嫦娥二号成功发射，获得世界首幅分辨率为7米的全月图；为嫦娥三号验证了部分关键技术。

如今的叶培建，是中国探月工程的高级专家顾问。这位顾问，一点都不来“虚的”，而是“真顾问”。

“中国夸父们”在海南

去年，长征五号运载火箭和嫦娥五号月球探测器，在海南文昌发射场合练。

“这是新火箭、新探测器、新靶场的首次‘见面’，是2017年嫦娥五号实施中国探月三期工程——奔月、绕月、落月、获取月球样品后返回地球任务之前，对各大系统的一次重要检阅。”叶培建说，“中国夸父们”很辛苦，去年的中秋节和国庆节都是在靶场（发射场）过的。有些参研参试人员在靶场一待就是4个月。

说这些辛苦时，他没有提及自己。但是，在“60”后“70”后当家、“80”后“90”后日益成为主力的靶场，像他这样的长者，真心不多见。

从发射嫦娥一号、二号、三号的西昌，到即将发嫦娥五号的文昌，叶老都常去。他看起来比实际年轻，连白头发都不是很多。语速快、思维快。更重要的是：壮心不已。

“如果问我们这些人什么最幸福？那就是圆满完成每一次的探月任务。”叶培建说。“我们航天人，总是自觉不自觉地把自己视为国家的人。”

“中国载人深空探测还没有具体计划。”叶培建说。人有好奇心，只有不断探索人类才能进步。人类社会生产力的持续发展与地球空间资源有限决定人类要走出地球。

叶培建说，中国人迟早会走出地球“摇篮”，登上月球、小行星、火星……一方面为人类探索做出贡献，一方面维护中国人自己的太空权益。

记者 余晓洁 王卓伦
(据新华社北京电)

新华社北京3月3日电（记者余晓洁 胡喆）随着“工业4.0”等信息化现代制造技术的发展，长征火箭正经历着一场研制模式的全新变革。从设计到生产、再到试验，长征火箭进入了全生命周期的数字化研制时代。

“目前，数字化技术已应用在了今年要首飞的长征五号和长征七号火箭上，代表了国内运载火箭最高研制水平。”全国政协委员、航天科技集团中国运载火箭技术研究院原党委书记梁小虹3日说，“数字火箭”采用三维协同、

设计、试验和制造，火箭全研制流程没有一张纸质图纸。航天科技工作者称，火箭设计从纸质“连环画”变成了“3D电影”。

生产加工阶段更是“神奇”，实现了“一键式”加工。据梁小虹介绍，以前，

工艺员加工某金属零部件，首先要根据二维图纸画出工序草图、手工编制工艺规程，然后进行车、铣、镗等系列工序。现在，从原材料变为成品，只需按动数控机床按钮即可完成，且合格率达100%。可谓是一键定“乾坤”，极大地

提升了生产质量和效率。

在试验、装配阶段，“数字火箭”应用了“虚拟现实技术”，对火箭进行虚拟装配、虚拟试验，真实模拟火箭实际装配和试验环境，提前预见可能发生的问

题，确保了火箭试验、装配“一次成”。

中国打造重量级火箭

15年内有望实现首飞

新华社北京3月2日电（记者余晓洁 胡喆）“运载火箭的能力有多大，航天的舞台就有多大。更强的进入空间的能力是探测和利用空间的前提与基础。”全国政协委员、航天科技集团中国运载火箭技术研究院原党委书记梁小虹2日在接受新华社记者专访时说。

目前，我国的重型运载火箭已完成深化论证，如果一系列关键技术实现突破及相关工作进展顺利，15年内有望实现首飞。这将大幅提升我国自主进入空间的能力。

当前，美、俄积极抢占太空制高点，

重启重型运载火箭研制计划。欧洲、日本、印度等也竞相推进新型大运载火箭研究论证。中国同样需要更大能力的运载火箭。

“在中国运载火箭技术研究院科研人员的蓝图中，重型运载火箭箭体直径近10米，全箭总长近百米，运载能力是现有火箭运载能力的5倍多，超过正在研制的美国下一代运载火箭（SLS）的运载能力，完全可以满足未来载人月球探测、火星取样返回、太阳系行星探测等多种深空探测任务需求，保障我国在未来宇宙探索和更大更远空间的话语权。”梁小虹说。

要打造这样一个重量级火箭绝非易事。科技人员要解决代表世界一流科研水平的更大推力液氧煤油发动机技术，更大推力液氢液氧发动机技术，更大直径箭体设计、制造、试验技术，以及火箭总体设计这“三大一总”为代表的一系列难题。

“这些前沿技术一旦突破，将能够更好地推动我国新材料、新工艺、新器件、新装备等基础工业跨越式发展，服务我国制造业转型升级、创新发展，助力航天强国战略和‘中国制造2025’落地。”梁小虹说。

“十三五”长征火箭将超百次发射

四大看点：密新远全

高强度发射成为常态化

“十一五”期间，长征火箭发射48次；“十二五”期间，长征火箭发射86次；“十三五”期间，长征火箭预计将发射110次，年均增长率达51%。

这些任务中，中国运载火箭技术研究院担任主力军，仅2016年至2018年就将进行60次火箭发射。发射周期从60天缩减到不到20天。年均发射次数将达20次，比“十二五”年均发射密度提高整整一倍。这背后，折射出火箭设计、制造及管理能力得到大幅提升，研制模式开启信息化时代。

增添多名新成员

2016年，新一代大推力运载火箭长征五号、中型运载火箭长征七号将登场，重型运载火箭方案论证也在推进中。这些新面孔火箭，全面采用了绿色环保无污染推进剂，带来一身高精尖的新本领，代表了世界航天的一流技术。

长征火箭飞得更远

正在论证中的重型运载火箭有望在15年内实现首飞，将我国进入空间的能力提升5倍以上。新一代大推力运载火箭长征五号，预计在2020年进行火星探测，中国人深空探测的脚步，有望从38万公里外的月球延伸至5500万公里外的火星。有“太空摆渡车”之称的上上级产品，将推出远征二号等系列新产品，实现启动次数更多、在轨时间更长，拓展在轨服务领域。

“全家福”齐亮相

“十三五”期间，长征火箭将形成更加完善的火箭型谱。特别是2016年，现役及新研运载火箭将集体登场。其中既包括大家已经熟悉的运载火箭长征二号丙、长征二号F和长征三甲系列运载火箭，也包括去年一露面就吸引世人目光的新一代固体运载火箭长征十一号，还包括即将首飞的新一代运载火箭长征五号和长征七号。

新一代大型运载火箭——

长征五号

今年下半年将进行“处女秀”

据新华社北京3月2日电（记者余晓洁 刘斐）全国政协委员、航天科技集团中国运载火箭技术研究院原党委书记梁小虹2日表示，刚刚完成合练任务的新一代大型运载火箭长征五号，即将于今年下半年进行“处女秀”。

“令人振奋的是，首飞尚未进行，长征五号火箭就已大受用户青睐。目前已经接到十个重量级订单，主要是发射嫦娥五号、空间站核心舱以及火星探测等具有里程碑意义的国家重大专项工程。”梁小虹说。

长征五号火箭是绿色环保无污染的全新火箭，有20层楼高，箭体直径达到5米，不仅是我国最高、体积最大的火箭，也是运载能力最强的火箭。它近地轨道的运载能力达到25吨，比现役火箭运载能力提高了2.5倍以上。火箭上配备的三种全新大推力发动机，分别摘得我国“最大推力液氧煤油发动机”“最大推力氢氧发动机”和“比冲性能最高的火箭发动机”三个桂冠。

长征五号火箭应用了247项先进

核心技术，经济成本却很“接地气”。按照“通用化、系列化、组合化”设计思路，长征五号由直径分别为5米的芯级模块、3.35米及2.25米的助推器模块，与50吨氢氧发动机、120吨液氧煤油发动机分别“组合搭档”工作，形成一个完整系列的6种构型。

“这种模块化组合设计，不仅使长征五号能够满足不同用户的多种需求，而且因为运载能力强，可实现一箭多星，降低了单位质量的人轨成本。”梁小虹说。有了这些“硬本领”，长征五号火箭不仅综合性能指标达到国际先进水平，而且大幅提升了我国自主进入空间的能力。

此外，值得关注的是，中国运载火箭技术研究院今年在研、在役的6个型号火箭预计将执行14次发射任务，可谓“三代同堂”齐登场。这在我国航天史上尚属首次。

今年，新一代大、中型和固体运载火箭——长征五号、长征七号、长征十一号火箭将先后亮相，“老前辈”长征二号丙火



“长征三号乙”2018年前后发射“嫦四”

届时人类探测器将实现首次在月球背面软着陆



“长征三号乙”运载火箭。

据新华社北京电（记者余晓洁 刘斐）全国政协委员、嫦娥一号卫星系统总指挥兼总设计师叶培建院士1日在接受新华社记者专访时表示，中国计划2018年前后发射嫦娥四号月球探测器，在月球背面软着陆。

嫦娥四号将选用“长征三号乙”运载火箭发射。为“照亮”嫦娥四号“驾临”月球背面之路，一颗承载地月中转通信任务的中继卫星将在嫦娥四号发射前半年“布”到发地月拉格朗日L2点。

距月8万公里的地方“布”一个通讯站

“人类探测器在月球背面软着陆是第一次。探月活动中，利用中继星实现地球与月球背面的通信，是中国人的创举。相当于距离月亮8万公里的地方‘布’了一个通讯站，可与地球保持全天候的通信。”叶培建说。希望这颗星是颗“长寿星”。这样，未来几年如果有别的国家探索月球背面，也可以得到中国中继星的通信服务。

嫦娥四号原本是探月二期“落月任务”的备份星。嫦娥三号圆满完成月面软着陆后，经过一段时间的论证，嫦娥四号被赋予更新的任务和挑战——月球背面软着陆。截至目前，人类得到的月球背面的信息都是拍照得来的，都不是就地考察得来的。

“月球背面和正面软着陆在‘落’月的本质上没有区别，嫦娥四号任务最大的难点在于人类在地球上无法与月球背面直接通信。地月关系有潮汐锁向，人类在地球上只能看到月球的正面，看不到月球背面和部分南北极。如果不解决通信问题，就不知道嫦娥四号有没有落到月球背面、落得好不好，是否正常开展月面工作。”叶培建说。

中继卫星将“照亮”嫦娥四“驾临”月球背面之路

科学家们想到了中继。然而，实现中继的方法不止一个。比如，可以发射很多通信卫星绕着月球转，保证始终至少有一颗卫星绕到落在月球背面的嫦娥四号着陆器的通信范围，可以把信号传到地面。

“还有一个同样有效但成本降低的方案——朝地月拉格朗日L2点发射一枚中继卫星。在脑海里画张几何图形：月球在中间，地球和中继卫星分别在月球两边。跟地球相比，月球比较小，所以位于中间的月球几乎遮挡不住地球和中继星时间的信号传播。只要月球附近的信号传到位于地月拉格朗日L2点的中继卫星，这颗中继卫星就实时对地通信。”叶培建说。

祝福中继星发射成功，“照亮”嫦娥四号探索月球背面之路。