『冰箭』十年铸 满弓射苍穹

本报记者 彭训文

一位航天专家曾说：“火箭的能力有多大，航天的舞台就有多大。”运载火箭技术水平不仅代表一个国家自主进入空间的能力，也体现着其最终利用空间和发展空间技术的能力和水平，是一个国家航天能力的基础。

3月23日，我国正在研制的长征五号运载火箭，在北京成功进行了芯一级动力系统第二次试车。这就意味着长征五号最难关键技术取得重大突破，为其年内转入发射场合练、2016年实现首飞打下了坚实基础。

您知道吗？作为我国目前研制中运载能力最大的火箭，它还有个形象的称谓，叫“冰箭”。这源于其首次采用零下252℃的液氢和零下183℃的液氧作为推进剂，箭体内部极低温，还实现了无毒无污染。但是为了铸成这枚“冰箭”，我国科研人员整整花了10年时间，全面突破了12个大项、200多个关键核心技术。

那么，我们为什么要造这枚“冰箭”？它又新在哪里牛在哪里？做成它又要迈过哪些坎儿？未来它又将派上什么大用场？本报记者将为您一一解答。

航天大国需要大火箭

进入新的时期，面对国际商业卫星发射市场和国内未来卫星发射、深空探测的更高需求，同时考虑环境保护、发射安全等因素，发展我国大直径、大推力、高可靠、低成本、无污染的新一代运载火箭被提上重要日程。总结来看，长征五号运载火箭（“冰箭”）的出现主要源于两点：

一方面，现役长征系列火箭面临更新换代。作为中国航天科技集团公司董事长，雷凡培对此有清醒的认识。他认为，火箭的结构效率、火箭发动机的推重比、火箭运载能力等衡量我国运载火箭技术基础的重要指标，都需要在研制新型火箭中获得进一步完善。

另一方面，研制大推力运载火箭是未来进行深空探测的基础，也是中国空间技术发展的必然要求。“嫦娥工程”二期和三期对月球探测的“落”“回”两个阶段工作，均需依靠这种新型大推力运载火箭。

正是这样现实的压力，直接促成了“冰箭”研制项目在2006年10月的正式立项。

而作为我国新一代运载火箭，“冰箭”采用无毒、无污染的液氢液氧推进剂，属于绿色环保大型液体运载火箭。全箭总长约60米，芯级直径达到5米，捆绑四枚3.35米直径的液氧煤油助推器，火箭起飞质量约869吨，近地轨道运载能力25吨，地球同步转移轨道运载能力14吨，与国际上主流运载火箭的运载能力相当。

“它的综合指标达到国际主流的运载火箭水平，同时也将大幅度提升我国开发利用空间资源、维护国家安全的能力，为我国未来航天科技的发展搭建更广阔的舞台。”长征五号运载火箭总指挥王珏表示。

三大亮点铸就新“冰箭”

具体来说，“冰箭”的“新”和“牛”，主要基于三点。

首先是其腰围、身材、运力的“三高”。由于其腰围（芯级直径）由现役长征火箭家族的3.5米达到5米，最大身高达63.2米，有20层楼那么高，近地轨道运载能力由9吨增至25吨，是现役火箭最大运载能力的2倍左右，绝对算得上“长征家族”里的“大个子”和“大胖子”。

中国航天科技集团一院长征五号火箭主任设计师黄诚形容说，“冰箭”25吨的运载能力，好比可以一次将16台小轿车送入太空。而我国以后发射20吨左右的长期有人照料的空间站、大型空间望远镜、返回式月球探测器、深空探测器、超重型应用卫星等，更是不在话下。

除了发射吨位的提升，“冰箭”还可以实现一箭多星的发射。一次发射更多更重的、功能更全的卫星，将在完成相同发射任务的情况下，使每次的发射费用降低20%-30%。

此外，“冰箭”在燃料上也下了大工夫。不同于目前使用化学燃料的常规火箭，“冰箭”采用液氢液氧作为推进剂，因为其燃烧产生的是水，实现了无毒无污染。在“冰箭”约869吨的身体里，90%是零下252℃的液氢和零下183℃的液氧，这已经接近低温的极限，“冰箭”一名正源于此。

“这是我们目前可用的推进剂组合中能力最大的一种。”中国航天科技集团一院长征五号运载火箭总体主任设计师黄兵说，我国在上世纪六七十年代就开始了液氢液氧的研制工作，经过几十年的科技攻关，终于在“冰箭”上成为了现实。

最后，“冰箭”在“保持身材”上也做到了锱铢必较。因为火箭每减少3公斤的自重，就能增加1公斤的运载能力。“冰箭”的燃料储箱成了“减肥”的大户：由于采用2219铝合金材料，其内壁最薄的地方只有3毫米。专家表示，如果等比例缩放我们生活中常见的鸡蛋的话，这个鸡蛋壳的内壁厚度只有正常鸡蛋壳的十万分之四。同时，“消漩防塌装置”的运用，使得“冰箭”推进剂剩余量减少了50%。

正是这样集诸多科技成果于一身的创新设计，奠定了新一代运载火箭高水平的基础。有媒体评论称，“冰箭”的LEO（即航天器距离地面高度较低的轨道。通常用LEO载荷来判断一款火箭的运载能力。）运载能力堪与欧空局阿里安5、日本H-IIA/B、俄罗斯安加拉火箭比肩。虽然运载能力只是火箭水平的一部分，但后来居上的“冰箭”，无论如何都可以真正称得上我国航天领域的“国之重器”。

“冰箭”历经千锤百炼

要造成这样一枚“冰箭”，我国科研人员经历的难关颇多。以3月23日成功进行的芯一级动力系统第二次试车为例，这号称为“冰箭”最难也是最关键的技术。其中，三点最为紧要。

其一，发动机启动。与汽车发动机启动时需要预热一样，使用低温燃料的氢氧发动机在开始工作之前，要进行“预冷”。按下点火开关后，火箭会先用零下252℃的液氢给发动机降温，直到具备运行条件。不过，这些为发动机降温的液氢排出来，会飘散在空中，达到一定浓度就有可能发生爆炸。要消除危险，最好的办法就是提前把这些氢气烧掉。但是，即便是很少的量，也可能让火箭的试验台转眼间变成一片火海。

其二，发动机摆动。“冰箭”芯一级的两台氢氧发动机，不仅能产生最高140吨的推力，而且能通过发动机的一起摆动或各自摆动，改变火箭的飞行轨迹。但要跳好这样的太空舞步，并不容易。

其三，发动机关机。不像我们驾驶汽车踩个刹车这么简单，火箭关机对于时机有着极端精确的要求，因为这将直接影响入轨的精度。长征五号动力系统设计提供不同的关机方式，可以按照预先设定的时间定时关机，也可以根据燃料的剩余量采取推进剂耗尽的关机模式，让火箭飞得更精准，也飞得更安全。

在我国近日公布的“冰箭”动力试车视频中，整个试验区被发动机强劲的轰鸣声笼罩着。点火后，火箭芯一级各系统工作稳定，发动机按照预定程序正常关机，两台地面推力50吨级的液氢液氧发动机还按照飞行要求进行了全程摇摆试验。可以说，实验达到了预期目的。

除了这样的大关口，“冰箭”研制还翻过了无数的小山峰。如氢氧燃料的研制、氢氧发动机的研制、燃料储箱的研制、储箱液氢状态低温静力试验、贮箱的声发射技术试验、“冰箭”数字样机模装协调、助推器分离试验、“冰箭”振动试验、整流罩分离试验等等。据统计，10年来，“冰箭”研制全面突破的关键核心技术达12个大项、200多个小项。

事实上，在长征五号火箭副总指挥曲以广看来，“冰箭”想要在2016年实现首飞，就必须先要打赢“三大战役”。这三场战役包括芯一级、芯二级动力系统试车，5米直径贮箱低温静力试验以及发射场合练。如今，我们在打赢芯一级动力系统试车这一“冰箭”风险最高、规模最大的一仗上，已经胜利在望。而其他战役，年内也将打完。

夯实重型火箭根基

按照计划，“冰箭”“满弓射苍穹”的时间定在明年，择机首飞。在我国载人航天工程计划中，“冰箭”将用于完成空间站核心舱部分的发射。另外，“冰箭”还将承担中国探月工程“绕、落、回”三步走当中最后一步“回”的发射任务。

此外，对中国航天技术发展而言，以“冰箭”为跳板，未来实现在重型火箭研制方面无疑是我国航天的战略之一。

重型运载火箭是指火箭起飞推力在3000吨上下、近地轨道运载能力在100吨左右的火箭。美国和俄罗斯在上世纪六七十年代的太空争霸中分别研制了土星五号和N1两型重型火箭，两国在沉寂40年后，又都再次启动了重型运载火箭研制工作。

据介绍，我国未来重型运载火箭构想的箭体直径达到9米、全长近100米、起飞质量达到3000吨、近地轨道运载能力达到100吨。航天专家对此表示，以现有技术，如果要实现登月，重型运载火箭直径就要比“冰箭”更大，达到10米这样的量级。此外，在火箭的焊接技术、原材料、大推力发动机等领域，都需要进一步提升。

对于我国重型火箭出炉的时间节点，航天科技集团董事长雷凡培曾透露，中国将用15年左右的时间完成推力3000吨级的重型运载火箭研制，2030年左右实现首次飞行，可用于载人登月和大规模深空探测。

链接：

中国还在研制哪些新型火箭

在今年的全国两会上，全国政协委员、中国航天科技集团中国运载火箭技术研究院党委书记梁小虹对本报表示，我国火箭家族中的新一代小型运载火箭——长征十一号运载火箭，将在年内首飞，长征七号火箭进入首飞前最后冲刺阶段，而被喻为“太空摆渡车”的远征一号即将迎来首次“太空之旅”。

梁小虹介绍，长征十一号运载火箭是我国研制的首枚固体运载火箭，与现役以液体推进剂为动力的长征系列火箭相比，它的发射准备时间由“月”缩短为“小时”，将大大提升我国快速进入空间的能力。它最大的优势是“快速、便捷、灵活”，可实现卫星快速组网和补网，能很好地满足自然灾害、突发事件等应急发射需求。

目前，长征十一号运载火箭已完成研制阶段的各项工作，进入首飞前最后准备阶段。

同时，梁小虹说，新一代中型运载火箭长征七号计划今年年底完成遥一火箭总装，目前已进入首飞前最后“冲刺”阶段。

据介绍，长征七号火箭掌握了一系列具有自主知识产权的核心技术，是我国首枚“数字化”火箭，从设计到生产，均采用全三维数字平台，这就好比从“连环画”过渡到了“3D电影”时代。

梁小虹还透露，我国新一代上面级（指运载火箭最上面的一级或多级，其以下的几级火箭被称为基础级。）远征一号即将迎来诞生后的首次“太空之旅”。

他介绍，今年，远征一号将与长征三号丙火箭共同执行发射任务，在火箭将其送入预定轨道后，独立地将要发射的卫星直接送入预定轨道。像摆渡车将车内的乘客送到不同地点一样，远征一号能将所运载的航天器送入不同的太空轨道，因而被研制人员形象地喻为“太空摆渡车”。

最大射电望远镜阵建设迈出关键一步

国际大科学工程——平方公里阵射电望远镜（Square Kilometre Array，SKA）项目取得重要进展。近日，从英国曼彻斯特SKA第17届董事会传来消息，经过包括中国在内的SKA11个成员国及全球一大批科学家与工程师超过20个月紧张工作，SKA第一阶段（SKA1）建设方案已最终确定，并得到董事会通过。这标志着世界最大的射电望远镜阵进入了建设准备阶段的后期，并向建设阶段迈出了关键一步。

SKA1建造费用共计6.5亿欧元，它由两套世界领先的望远镜设备构成，位于南非的约200面抛物面天线组成的蝶形天线阵，以及位于澳大利亚的由超过10万个偶极天线（类似于家用电视天线）组成的低频孔径阵列。SKA将为人类探索宇宙奥秘带来新的革命。

SKA总干事菲利浦·迪亚蒙德表示：“SKA将从根本上改变我们对宇宙的认识，SKA将比目前的任何既有设备都要先进许多倍”。

平方公里射电望远镜阵示电图。

我28个航天育种品种通过鉴定

“我国通过航天育种技术已经育成28个蔬菜新品种通过了省级鉴定，其中15个品种已经通过了省级品种审定委员会认定。”这是中国空间技术研究院天水航天育种基地研究员杨凯在近日举行的中国航天科技成果民用化与航天农业发展高峰论坛上透露的。

据杨凯介绍，“仅东北三省玉米、大豆种植面积就达1.2亿亩，年市场规模30亿元每年，而80%为国外品种所占领。蔬菜种子年交易6亿元，进口种子占60%-70%，亟待国内自主知识产权的种子进行替代。”

杨凯表示，“优良品种是农业发展的决定性因素，对提高农作物产量，改善农作物品质具有不可替代的作用。我国航天科学家和农业科学家利用航天诱变技术进行农作物育种，对加快我国育种步伐，提高育种质量，探索具有中国特色的新兴育种研究领域具有十分重要意义。”

据杨凯介绍，截至2014年底，航天育种在全国25个省区累计推广面积已达68万亩，实现农业增加值达30亿元。2015年航天育种的小麦、玉米、大豆将进入区域试验，有望3年内至少占领10%的市场份额。（珏 晓）

3D画扮靓沪枫泾古镇

近日，5幅3D画亮相上海枫泾古镇。游客站在画的特定位置、按特定的角度做出一定姿势，就能拍出立体感很强的照片，体验到置身画中的感觉。 新华社发 庄 毅摄

临淄足球俱乐部进校园

从2015年开始，蹴鞠的起源地——山东省淄博市的临淄区各中、小学校纷纷成立校园足球俱乐部，以俱乐部模式进一步促进校园足球发展。目前，临淄已经有校园足球俱乐部30多个，足球专项教师35名。学生自愿报名加入俱乐部，不收任何费用。

图为4月2日，临淄区金茵小学学生在进行训练。

新华社记者 徐速绘摄

广告处 电话 65369288 传真：(8610) 65003109 总编室 65369316 经营部门 65369405 发行部 65369319 零售周一至周四1元/份 周五1.5元/份 周六1元/份 国内定价全年280.80元 国内统一刊号：CN11-0066 广告许可证：京朝工商广字0153号