



图为SpaceX公司的火箭升空图

从“猎鹰1”到“大猎鹰” SpaceX火箭真能飞到火星?

实习记者 胡定坤

近日,美国太空探索技术公司(SpaceX)的新闻有点多。4月,“重型猎鹰”火箭首次商业发射成功;同月,成功拿下价值6900万美元的“双小行星定向试验”(DART)任务订单;5月,“星链”

计划“一箭六十星”发射任务一经披露就成为全球舆论焦点,闪亮的卫星连成线成为夜空中的独特风景。

从“猎鹰1”“猎鹰9”到“重型猎鹰”再到携带着星际飞船的“大猎鹰”,SpaceX的火箭是怎样一步步升级的?

2002年,马斯克正式投身商业航天,SpaceX破壳而出。一阵招兵买马后,新生的它要解决的第一个问题就是搞出自己的火箭。直至2008年,低轨运载能力仅有420千克的“猎鹰1”在经历3次失败后终于试射成功。

“猎鹰1”是名副其实的小火箭,直径不到1.7米,高20米,一级火箭装备一台“灰背隼”(Merlin)发动机,二级也只是一台“红隼”发动机。SpaceX借助“猎鹰1”的项目经验掌握了火箭的研发、制造技术,特别是验证了“灰背隼”发动机的可靠性,在进行了几次发射后就将其“束之高阁”。

2010年6月,长70米、直径3.7米、低轨运力超过10吨的“猎鹰9”首飞成功。仅仅两年,SpaceX就实现了从小型火箭到中型火箭的跨越。这主要有两方面原因:从设计上看,“猎鹰9”一级火箭采用9台与“猎鹰1”相同的发动机并联,二级也使用一台“灰背隼”发动机。因此,在“猎鹰1”的研制中,已经嵌入了对“猎鹰9”动力系统的研究。从试验流程上看,SpaceX堪称“快马加鞭”,极简之能事。2009年10月,“猎鹰9”才进行一级火箭点火试验,但仅仅一个月后,二级火箭点火试验随即开展;七个月后,直接开始首飞。

美国国家航空航天局(NASA)曾称,如果按照传统的“开发流程”,“猎鹰9”的研制需要耗资40亿美元,而SpaceX开发“猎鹰1”和“猎鹰9”一共仅花费3.9亿美元。

2011年,SpaceX宣称将用2年时间完成“重型猎鹰”的开发。“重型猎鹰”看起来并不复杂,就是把两个“猎鹰9”的一级火箭捆绑在一枚完整的“猎鹰9”上做助推器。但SpaceX将其实现用了近7年。一方面因为期间“猎鹰9”两次发射失败,耽误了研制进程;另一方面“捆绑”火箭涉及的结构设计并没有那么简单;此外,SpaceX还腾出了大量精力提升“猎鹰9”的性能指标,并攻克了一级火箭回收技术。

2018年2月,低轨运力达63.8吨的“重型猎鹰”终于将马斯克的红色“特斯拉”送上太空。从“猎鹰1”到“重型猎鹰”,10年时间,SpaceX的火箭运力提高15倍。

“如此多的发动机并面临工作同步性、一致性问题,火箭动力系统的复杂性也大幅上升。”著名航天专家蒋天(化名)表示,并联方式可以降低1个提高到了27个。

“猎鹰1”到“重型猎鹰”,“心”却没有变,都是采用“灰背隼”系列火箭发动机作为主要的动力来源。不同的是,一级火箭的发动机数量

低对单台发动机的推力需求,避免研制更大推力发动机面临的大流量涡轮泵、大流量推力室等技术难题,特别是流量增大导致的地面试验系统匹配困难等问题。

蒋天介绍,“灰背隼”火箭发动机将液氧和煤油作为推进剂,使用燃气发生器泵循环方式,结构简单、可靠性高。更特别的是,“灰背隼”采用了针栓式喷注器,以实现推力的连续可变,从而达到火箭垂直降落回收的目的。

“从火箭发动机原理上讲,实现连续推力调节的主要方式包括改变推进剂的供应量、改变发动机的喷管喉部面积、改变喷注面积等。”蒋天进一步解释,改变推进剂供应量和改变喷注器面积,是实现液体火箭发动机连续推力调节的主要方式,因为改变喷管喉部面积会带来热和烧蚀等问题。针栓式喷注器就是通过改变喷注面积,控制燃料流量,实现发动机推力的大范围连续调节。

未来“大猎鹰”目标是火星

为了探测月球和火星,SpaceX正在建造“大猎鹰”超重型火箭,并计划2020年首飞,2023年绕月飞行,2024年带人踏上火星。“大猎鹰”高118米,直径9米,近地轨道运载能力高达150吨,超过了“阿波罗”计划中使用的“土星5号”和正在研制的“空间发射系统”(SLS),排名全球第一。此外,“大猎鹰”的两级火箭都可实现回收并重复使用,是名副其实的“完全可重复使用运载火箭”。

“大猎鹰”超推力的实现方式与“重型猎鹰”类似,其一级火箭由31个新型“猛禽”(Raptor)发动机并联而成,总推力高达6180万牛。二级火箭名为“星际飞船”(Starship),由6个“猛禽”发动机提供动力,总推力达到1200万牛,它既能载人进行深空旅行,也能在太空中释放探测器、卫星等航天器。

既然说到“大猎鹰”,就不能不提“猛禽”火箭发动机。记者了解到,“猛禽”发动机以液氧甲烷为推进剂,单台最大推力接近2000千牛,能从20%到100%连续调节。相比其他现役火箭发动

机,“猛禽”最大的不同是采用了“全流量分级燃烧”技术。

蒋天告诉科技日报记者,所谓“全流量分级燃烧”技术需要两个预燃室,一个将大部分燃料和大部分氧化剂进行燃烧,另一个将小部分燃料和大部分氧化剂进行燃烧,产生的燃气分别驱动燃料涡轮泵和氧化剂涡轮泵,再进入主燃烧室汇合燃烧。这种系统通过涡轮的燃气温度更低,涡轮的使用寿命更长,更有利于提高发动机的重复使用次数。

“此外,液氧甲烷推进剂因其低结焦性能和相对较低的成本,常被认为适合于可重复使用火箭发动机。”蒋天介绍,俄罗斯在上世纪90年代也曾开展过推力在100吨和200吨量级的大推力液氧甲烷发动机研制。

蒋天认为,整体上看,SpaceX的火箭发动机技术有一定的先进性和借鉴意义,特别是在可重复使用领域。另外,SpaceX在降低发动机质量、提高推重比等领域也做了很多有意义的工作。

十年火箭路 从小型到重型

2002年,马斯克正式投身商业航天,SpaceX破壳而出。一阵招兵买马后,新生的它要解决的第一个问题就是搞出自己的火箭。直至2008年,低轨运载能力仅有420千克的“猎鹰1”在经历3次失败后终于试射成功。

“猎鹰1”是名副其实的小火箭,直径不到1.7米,高20米,一级火箭装备一台“灰背隼”(Merlin)发动机,二级也只是一台“红隼”发动机。SpaceX借助“猎鹰1”的项目经验掌握了火箭的研发、制造技术,特别是验证了“灰背隼”发动机的可靠性,在进行了几次发射后就将其“束之高阁”。

2010年6月,长70米、直径3.7米、低轨运力超过10吨的“猎鹰9”首飞成功。仅仅两年,SpaceX就实现了从小型火箭到中型火箭的跨越。这主要有两方面原因:从设计上看,“猎鹰9”一级火箭采用9台与“猎鹰1”相同的发动机并联,二级也使用一台“灰背隼”发动机。因此,在“猎鹰1”的研制中,已经嵌入了对“猎鹰9”动力系统的研究。从试验流程上看,SpaceX堪称“快马加鞭”,极简之能事。2009年10月,“猎鹰9”才进行一级火箭点火试验,但仅仅一个月后,二级火箭点火试验随即开展;七个月后,直接开始首飞。

欲得一火箭 必先得其“心”

火箭作为一个系统工程,发动机是其最核心的技术。从“猎鹰1”到“重型猎鹰”,“心”却没有变,都是采用“灰背隼”系列火箭发动机作为主要的动力来源。不同的是,一级火箭的发动机数量

北京世园会“满月”,阻挡外来生物入侵有高招

第二看台

本报记者 陈瑜

长城脚下、妫水河畔的北京延庆世园会现场,游人如织。5月29日,2019中国北京世界园艺博览会(以下简称“世园会”)已经“满月”。

园区内,游人可以畅游占地近4万平方米的植物馆,在温室欣赏到超过1000种国内外珍稀植物,透过红树林、热带雨林、蕨类、棕榈、多浆、食虫、苔藓等植物群,感受植物多样性及其生存智慧。

鲜有人知,这场历届A1类世园会参展国家和国际组织最多规模最大的国际性博览会,给国门生物安全带来了空前挑战。

生物对环境的影响不在一朝一夕,世园会开展前、展中和展后,如何确保国门生物安全?科技日报记者就这些大家最关心的问题,采访了相关人士。

对入境参展植物进行有害生物的初筛和鉴定

距离世园会六号门不远的隔离检疫温室配楼,就是北京海关技术中心现场实验室所在地。

实验室主任高文娜告诉记者,这是我国举办的大型展览会第一次在现场设立植物检疫实验室,

将国门生物安全保障工作延伸至园区。

记者走进现场实验室看到,检测人员正使用专业设备对入境参展的植物进行昆虫、线虫、真菌等有害生物的初筛和鉴定工作。

对送检的样品,现场实验室可以第一时间进行检测,从而及时、高效地出具检测结果,加快世园会进境植物和植物产品的通关效率,也可以根据检测结果第一时间向后续防治部门提供信息,开展应急处置。

今年4月,现场实验室从北京海关隶属顺义海关送检的种苗上检出粉蚧活虫。经鉴定,确认为大洋臀纹粉蚧,这也是从世园会样品中首次检出检疫性有害生物。

大洋臀纹粉蚧是我国禁止进境的植物检疫性有害生物,主要集中在热带地区、亚热带地区。其寄主多达250余种,除了危害热带和温带水果,也可侵害大豆、玉米、马铃薯、观赏花卉等重要经济作物。

“检疫性有害生物是指目前国内没有分布,或者只在局部地区发生的危险性大、能随植物及其产品传播的病、虫、杂草。”高文娜告诉记者,对这类生物,要在准确鉴定基础上采取控制、消灭措施,以阻止其传播扩散。

北京海关行邮处副处长张芳介绍,截至世园会开幕,海关共查验进境植物种苗53种2442株,截

获植物疫情包括昆虫、线虫、真菌、杂草等,共计28种40次。在最大程度保障本次世园会顺利召开的同时,有效防范外来有害生物随参展植物传入。

扫描二维码展示植株完整“体检报告”

漫步园区,细心的观众会注意到,园区植物悬挂了带“北京海关”字样的圆形小标签。

通过扫描标签上的二维码,观众可以获得相关植物背景介绍和检疫情况,在欣赏植物的同时,也能了解相关知识。

对检疫工作人员来说,标签关联的是溯源追踪系统。

在园区现场通过手机扫描二维码,工作人员可以查询植株的来源、检测报告,系统还能实现检疫处理信息的更新和跟踪,通过手机端就可上传监管过程中阶段性检疫情况,精准了解园区植株生长态势,随时展示该植株完整的“体检报告”。

这项工作作为“2019年北京世园会疫情监管与防控专项”的一部分,专项工作内容包括有害生物风险分析、植物溯源追踪、入园苗木疫情监测和有害生物防治等4个方面。

自4月1日世园会试运行以来,海关就派员进驻园区,定期开展有害生物监测普查,在园区内设

置120个监测点,设置定向诱捕500余套,采集疑似病虫害样品40余份。同时日均有2名技术人员对园区进行分区巡查,以及时发现、有效控制有害生物发生。

近期,天气转暖,技术中心已启动园区有害生物第一次普查,确保世园会顺利举行。

提前一年画出世园会“生物图谱”

世园会开幕前,高文娜和团队就查阅了大量资料,研究了包括20年前云南昆明世园会进境植物查获的病虫害疫情数据等资料,为了解园区有害生物发生情况,北京海关提前一年在园区及周边开展有害生物监测,画出世园会“生物图谱”,为世园会园区及周边地区有害生物种类变化提供对照。

高文娜同时告诉记者,世园会展览期间,北京海关将完成不少于3000份的园区有害生物日常监测,确保展会前后无重大疫情发生,防止境外、国内其他省市病虫害的传入。

“国门生物安全关系我国生态文明建设成果的续存与发展。”在高文娜看来,因为有海关、农林业保护等诸多相关部门在幕后通力合作,世园会在展示美丽自然的同时,也能消除潜在的有害生物破坏风险。

新知

貌似“弱不禁风” 硬碳气凝胶本领高强

本报记者 吴长锋

最近,中国科学技术大学俞宏教授领导的课题组受自然界蜘蛛网同时具有高强度和弹性的启发,巧妙通过模板法,制备了一系列具有纳米纤维网络结构的硬碳气凝胶。该系列气凝胶具有超弹性、抗疲劳以及稳定性好等优点。研究成果被选为封底论文发表在《先进材料》上。

气凝胶因其半透明的色彩和超轻重量,有时也被称为“固态烟”或“冻住的烟”。气凝胶貌似“弱不禁风”,其实非常坚固耐用。它可以承受相当于自身质量几千倍的压力,在温度达到1200摄氏度时才会熔化。此外它的导热性和折射率也很低,绝缘能力比最好的玻璃纤维还要强39倍。由于具备这些特性,气凝胶便成为航天探测中不可替代的材料,俄罗斯“和平”号空间站和美国“火星探路者”探测器都用它来进行热绝缘。

碳材料可按碳原子杂化轨道的不同大致可分为石墨碳、软碳和硬碳。软碳和硬碳主要用于描述聚合物热解制备的碳材料,在热解过程中,一些碳原子重构成二维芳族石墨烯片,如果这些石墨烯片大致平行,在高温下则容易石墨化,这种碳被称为软碳;如果这些石墨烯片随机堆叠并通过边缘碳原子交联,高温下不能石墨化,这种碳则称为硬碳。

通常来说,石墨碳和软碳具有高弹性,容易变形,但是强度较低;由于硬碳微观上乱层“纸牌屋”结构的存在,硬碳材料在机械强度和结构稳定性方面展现出极大的优势,但是本征性质较脆且易碎。如何将硬碳材料制备成超弹性块材是目前面临的一个挑战。

研究人员通过使用间苯二酚-甲醛(RF)树脂作为硬碳源,以多种一维纳米纤维作为结构模板制备RF的纳米纤维气凝胶,通过高温碳化即可得到超弹性硬碳气凝胶。这种硬碳气凝胶微观结构精细,由大量的纳米纤维和纳米纤维之间的焊接点构成。这种方法简单高效,容易规模化生产,通过调节模板与树脂单体的添加量,可简便地调控纳米纤维的直径、气凝胶的密度、机械性能等。

与传统硬而脆的硬碳块材不同,这种硬碳气凝胶表现出优异的弹性性能,如结构稳定,在压缩50%之后,微观结构依然能恢复;回弹速度高于众多石墨碳基的弹性材料;低能量损耗系数,一般石墨及软碳材料内部存在的分子间作用力,会造成粘附力和摩擦力从而耗散很多能量;抗疲劳性,在50%应变下测试104个循环后,硬碳气凝胶仅显示2%的塑性变形,并保持93%的初始应力。

研究人员还探索了这种硬碳气凝胶在弹性导体方面的应用,在50%的应变下多次压缩循环后,电阻几乎不变,展示出稳定的机械-电学性能,同时可以在苛刻的条件下(例如在液氮中)保持超弹性及电阻稳定性。

正是基于其优异的机械性能,这种硬碳气凝胶有望应用于具有高稳定性、大行程、可拉伸或可弯曲的应力传感器。此外,这种方法可扩展到制备其他非碳基复合纳米纤维气凝胶,为今后提供了一种通过设计纳米纤维的微观结构将刚性材料转变成弹性或柔性材料的新途径。

趣图

“守株待兔” 白鹭洞口捕捉田鼠



据外媒报道,荷兰泽沃德农业和自然保护区,吸引了多种鸟类来捕食。有摄影师拍摄到一只白鹭守在田鼠洞附近捕吃田鼠的画面,有只田鼠挣扎了大约4分钟,最后还是让白鹭饱餐一顿。

(本版图片来源于网络)

扫一扫
欢迎关注
共享科学之美
微信公众号

