



小火箭“带火”小卫星 上演“太空碰瓷”怎么办？

实习记者 于紫月

美国“火箭实验室”近日使用该公司研制的小型运载火箭“电子”号成功发射13颗立方体卫星，这些卫星全部进入指定轨道。

以微小卫星为运载载荷的“电子”号有何技

术特点？微小卫星究竟有何优势，让人们为之付出诸多努力？有媒体报道，微小卫星数量增加将带来太空安全问题，这种情况是否属实？科技日报记者带着这些问题，采访了北京国际荣耀空间科技有限公司技术副总裁、航天专家张琦。

等安装上传感器并与卫星相连，商家便能实时监控自己的资产分布、市场运转以及商业运营情况。导航也是人们日常生活中越来越离不开的卫星服务之一，不论想去多远的地方，只要手机轻轻一按，就会自动规划出最优路线。

“目前看来，卫星正向着越做越大和越做越小的两极化发展。”张琦表示，一方面，高性能单个卫星的体积越来越大、能力越来越强，可以发射到低轨、中轨和高轨，轨道越高，单个卫星的覆盖范围也越大，搜集的信息也越多。例如36000千米的地球同步轨道上，3颗卫星就能将地球完全覆盖。当然，大卫星也面临着制造和发射成本过高的压力。因此，在电子元器件的高精度、微型化、高密度化发展的助推之下，卫星的小型化也成为

“重量在10—100千克的微小卫星在遥感、通讯两大领域中展现出了潜在的商业价值。不同于传统大卫星所针对的国家、军队或重要商业用户，微小卫星在遥感、通讯领域的服务对象可以是小型商业用户甚至是普通民众。正是由于微小卫星的成本较低，普通用户也能用得起。随着微小卫星的发射数量越来越多，逐渐在某些轨道组成卫星星座，其所能提供的服务种类和地域范围也将逐步扩张。”张琦表示，微小卫星功率小、搭载能力有限，必须通过降低轨道高度才能达到与大型卫星相匹配的性能指标，因此一般微小卫星轨道高度都在1000千米以下。虽然低轨道微小卫星也可实现导航功能，但是由于中、高轨的GPS、北斗、GLONASS等国家层面的导航网络已经趋于成熟，因此微小卫星的导航市场还不甚明朗。

好事多磨 “电子”号火箭终入轨

公开资料显示，本次成功发射的是第三枚“电子”号火箭，也是该型号火箭首次进行商业发射。此前的两次试飞中，首次失败，第二次成功，真可谓“好事多磨”。

2017年5月25日，“电子”号在新西兰北岛首次试射，代号为“这是一次实验”，完成了第一级点火、级间分离、第二级点火和整流罩分离程序，但未能成功入轨。而代号为“这仍是一次实验”的第二次试射本来计划于2017年12月份完成，由于“天气不佳”“技术问题”推迟到2018年1月21日，最后成功将3颗立方体卫星送入轨道。2018年4月，代号为“开业了”的第三次发射又因火箭第一级一台发动机电机控制器出问题而再度推迟到6月底，即将点火起飞之时又因问题复现而再一次推迟到12月。至此，“电子”号火箭终于结束了坎坷的历程，将携带的13颗立方体卫星成功送入轨道。

“该火箭十分‘迷你’，全长只有17米，直径

1.2米，起飞质量仅为10.5吨，500千米太阳同步轨道运载能力为150千克。”张琦告诉记者，一般来说，“电子”号这样的小型火箭，单位成本大于中大型火箭，但总体成本相对较小。以前，如此“低”的运载能力并没有太大的商业价值，但是随着卫星的小型化发展，小型火箭也能一次性运载多颗卫星，其商业价值正在逐步显现。

“电子”号火箭的技术优势表现在三个方面。其一，它是世界上首次采用电驱动涡轮泵代替传统燃气驱动的火箭，效率显著提升；其二，“电子”号整流罩、液氧储箱等部位大量采用碳纤维复合材料，将自重降低至近乎极限，以提高运载能力；其三，“电子”号的卢瑟福发动机很多零部件制造均采用3D打印技术，制造效率显著提升。

除了“电子”号关键技术上的攻关，其背后“金主”洛克希德·马丁公司的全面帮助、农业大国新西兰在发射场地上的大力支持，都是火箭实验室成为商业航天微小卫星发射领域领头羊的助推因素。

两大趋势 小卫星组团提供商业服务

近年来，随着航天技术的进一步发展，卫星也扮演着越来越重要的角色。张琦指出，卫星主要应用于遥感、通讯、导航三大领域。遥感，即利用光源进行拍照，照片用于商业或者军事用途。例如，我国每年农作物进出口数量和价格的预判就是通过遥感卫星跟踪国内作物长势并结合往年数

据等评估出来的。卫星在通讯领域大有可为体现在互联网与物联网两个方面。未来，可通过卫星代替地面基站，以突破地域、海洋等地理条件对互联网信号传播的限制。例如南极、青藏高原等地地面设施建设难度大的区域，只需发射卫星基站便可轻松解决。另一方面，如果汽车、船舶、集装箱

安全隐忧 一旦失效将成为太空垃圾

微小卫星研发周期短、研制经费低，可以多颗小卫星组网形成“虚拟大卫星”。近年来，随着微电子技术、轻型材料以及高功率太阳能电池等技术的发展，微小卫星开始“火”起来。2017年2月15日，印度使用运载火箭一次性就发射104颗微小卫星。据不完全统计，截至2016年，全球在轨微小卫星超过300颗；按照国内商业航天公司规划，未来3年我国就将发射300颗商业微小卫星；而根据有关部门的估计，未来5年全球微小卫星发射数量将超过2000颗。

“随着微小卫星数量急剧上升，其安全问题将愈加突出。”张琦指出，受限于成本和搭载能力，正在研发和已服役的微小卫星中，只有少量装备了电推进等轨道控制装置，可以在卫星失效前主动降低轨道，快速进入大气层烧毁。绝大部分微小卫星没有轨道控制能力，一旦失效将在一段时间内滞留太空，挤占轨道资源，成为太空垃圾。

记者了解到，太空垃圾威胁不可小觑。据报道，人类可以检测到的直径超过10厘米的太空垃圾已经超过1万6千个，而直径几毫米的太空垃圾就足以使价值上

亿美元的航天器失去工作能力。2018年7月2日，欧洲空间局监测到一块太空垃圾正撞向CryoSat-2地球探测卫星，欧空局紧急操控CryoSat-2改变轨道才避免了这场“太空碰瓷”。仅在2014年3月至4月间，国际空间站至少进行两次变轨规避太空垃圾。

近年来，太空垃圾协调委员会推出了多个旨在管控太空垃圾的国际准则，例如卫星失效前需排放燃料，消除爆炸隐患甚至自动离轨进入大气层销毁。但微小卫星几乎无法进行轨道控制，因此已有准则并不适应微小卫星的技术情况，其带来的安全隐患暂时无法可依。

业内专家建议，微小卫星最好携带电推进等动力模块，以便在其服役寿命结束之时操控离轨。不具备离轨能力的微小卫星也尽量将轨道高度限制在400千米以下，研究发现，如果卫星轨道高度低于400千米，在稀薄大气的阻力作用下，一年内卫星就将进入大气层烧毁。如果轨道高度高于400千米，废弃的卫星在轨时间会大幅延长。国家政府部门也应联合推出相应的条约或法规，规范市场，共同维护太空安全。

永久性处理核废料，芬兰先行一步

——探访世界首个乏燃料地下存储库

第二看台

新华社记者 李骥志 徐谦

地库大门慢慢开启后，记者乘坐的面包车好像驶入了矿井中。车道两旁都是岩石切面，沿途可见各种奇形怪状的机械和标有数字的绿色指示牌。约20分钟后，面包车在一处标着“4000”的路牌旁停下来。随行的专业核废料处理机构波西瓦公司工程师哈帕莱赫托·索菲说，当前车已经驶入坑道4000米，大概位于地表以下400米深处。

这里是波西瓦公司正在建设中的翁卡洛乏燃料永久掩埋库，它位于芬兰西海岸的奥尔基奥托岛，将是全球第一个地下永久核废料存储库。乏燃料又称辐照核燃料，是经过辐照照射、使用过的核燃料。乏燃料中包含大量的放射性元素，因此具有放射性，如果不加以妥善处理，会严重影响环境与接触它们的人的健康。

按照这个乏燃料永久掩埋库的规划，核电站使用后的乏燃料棒将封装在铜罐中，运到地下储存起来。

封在地表下500米岩石处最适合

波西瓦公司正在地下400米到500米处挖掘一条条水平坑道，每条坑道里平均隔几米挖一口深井，每口井置入一个内装200多根乏燃料棒的铜罐，埋好后再用混凝土封住井口，最后把坑道也封死。通过这种方式，可将乏燃料永久封存，直至百年后基本丧失放射性。第一批乏燃料计划在2025年前后封存。

记者步入一个标有“1号演示坑道”的洞口，往里走大约20米，看到一台大型机械堵住深约5米的洞穴，在机械身后，洞穴已被混凝土堆满。在另一个未完全封闭的演示坑道内，还可以看到几口实验井，以及石壁上的线路装置。索菲说，通过这些感应装置，可实地检测岩石移动情况以及井周围土壤地质各项参数。

自两年前开始建设翁卡洛掩埋库以来，波西瓦公司每年年底都会安排一次媒体开放日。在2018年末的这次媒体开放日之后，演示坑道将被完全封死。在完成进一步实地测试和数据收集后，公司计划启动更大规模的挖掘工程，总共将挖数千口井。

运至翁卡洛进行掩埋的乏燃料，将来自芬兰工业电力公司运营的奥尔基奥托岛核电站和由富腾公司运营的洛维萨核电站。这两座核电站均建于上世纪70年代后期，是目前芬兰仅有的两座正在运营的核电站，发电量约占芬兰总产量的三分之一。

芬兰经济与就业部能源司司长里库·胡图宁在接受记者采访时说，运营这两座核电站的公司联手成立了波西瓦公司。它们决定采取瑞典核燃料安全公司乏燃料处置概念，即用铜罐封存乏燃料后深埋地下。受访专家普遍认为，在循环利用乏燃料的技术还不成熟的背景下，把这些尚有放射性的物质深埋地下，是一种比较稳妥的解决方法。

芬兰工业电力公司新闻官图奥希马说，他们经过15年的探测和论证，认定在地表下500米处的岩石非常适合永久封存乏燃料。即便真的发生意外，或是未来某一天找到了更好的处理方法，也可以通过“挖矿”的方式把这些乏燃料取出。

担起责任，不把难题留给下一代

胡图宁说，在2001年议会批准波西瓦公司的这一方案时，200人的议会中有159票赞成，3票反对，

可以说“反对声非常小”。唯一的担忧来自候选掩埋地点附近的居民。芬兰辐射与核安全局官员里斯托·伊萨克松回忆，在20世纪90年代选址过程中，被考察地区的居民本能地产生恐惧：“我们还能像以往一样在这里钓鱼、摘蓝莓吗？”

核安全局为此派专家约见市政官员、民众代表和环保组织，听取意见并普及相关知识。最终掩埋地选在了民众支持率最高的奥尔基奥托岛，因为当时芬兰工业电力公司核电站已经在这里安全运行了20年。2004年，波西瓦公司启动地下存储库工程，先是成立科研部门，对该岛地质条件是否符合要求进行了评估。2015年年底，芬兰政府给该公司颁发了存储库的建设许可证。

伊萨克松说，永久性处理乏燃料是世界性难题。芬兰核能应用和核废料处理研究起步并不早，却成为世界上第一个真正开始对乏燃料进行最终处理的国家，这主要得益于芬兰高效的决策体系和透明的社会沟通模式。

他说，芬兰从上到下对外处理核废料达成了清晰共识：“从核能中获益的这代人，应该承担起处理核废料的责任，不应该把难题留给下一代。”

新知

这些古树名木 明年春天将重焕生机

本报记者 王海滨

古老树木是“绿色文物”，更是城乡的特殊景观和“乡愁”记忆。怎样让日渐衰弱的古树枝叶茂盛，长青不败？可以通过园林复壮技术使其恢复生长。近日，科技日报记者从山西省太原市园林植物研究中心获悉，他们获得专利的“古树复壮灌水器”，可以让老树发新芽，病树焕生机。

当日，太原市园林植物研究中心工程师谢刚正在对接他们专利产品的生产厂家。“明年开春，这项专利技术将推广用于我市的古树复壮，帮助垂危的‘百岁病树’重焕生机。相比传统的复壮手段，这种新技术具有占地小、功能多等优势。”

传统手段面临场地限制等难题

谢刚介绍，古树是不可再生的、珍贵的自然资源。古树指树龄在100年以上的树木；名木是指在历史上或社会上具有重大影响的中外历代名人、领袖人物所植或者具有极其重要的历史、文化价值、纪念意义的树木。据此前统计，太原市建成区的古树名木约1094株，以国槐、侧柏为主，两类树种总数占全市古树名木总株数的七成以上。其余还包括油松、榆树、枣树以及少量的核桃、椴树、山杨、紫薇。

“任何生物都有生长、发展、衰老和死亡的生命周期，古树名木也一样。古树名木的生命力、抗性都会随着时间逐年减弱，生理机能日趋下降，新陈代谢越来越差，直至衰老死亡。所以，我们要对这些古树名木进行全方位保护，使其‘强筋壮骨’。”谢刚说，太原市的古树中四成以上需要复壮。叶色暗淡、树冠不饱满、树顶梢回缩，是古树生长衰弱的几个明显“病症”。

传统的古树复壮手段，是在古树的树冠投影范围内开挖复壮沟，在沟内填埋适量的树枝、熟土等有机材料，达到改善古树土壤环境、提高古树生长的目的。不过，若是场地狭小时，这种方法就没了“用武之地”，因为复壮沟要挖到1米深，而且开挖的范围不小。谢刚说：“很多古树紧挨着民居，或紧靠着马路，有的生长在各类特殊的环境中，给传统的复壮手段带来了场地限制。”

场地限制，是不少城市给古树复壮时面临的难题。而且，古树复壮工程的耗时较长，往往复壮周期为三年，需要多次开挖复壮沟，工程量大，工作效率较为低下。

还有一点，这种挖设复壮沟的方法，往往会伤害一定数量古树的树根或侧根，对古树的生长发育造成一定的负面影响。

新方法给古树装上“营养棒”

谢刚介绍，他们获得国家专利的复壮技术，是在每棵古树的根系周围埋设若干个“灌水器”。这些灌水器相当于一个个“营养棒”，外形呈柱状，外壁由聚氨酯材料构成，具有质量轻、结实耐用、耐腐蚀的优点。“营养棒”里面可以填充肥料和水，也可以根据需要配置特殊的营养液。这样，将其埋设在树根周围，可引导树木根系进入其内部吸收营养物质。

他说，这个“营养棒”具有增加树根通风呼吸、输送杀灭地下害虫药剂、诱发树木根系生长、浇灌水或液肥等多种功能，能够长期促进古树正常生长发育，减少对古树根系因为施工造成的受损问题。

古树复壮灌水器占地面积小，方便施工，只需要施工一次，就可以多年重复施肥，更重要的是，能够在任何场地实施古树复壮施工，并且不用多次挖设复壮沟，减少了对古树周围地面环境的破坏。

趣图

造型可爱 英国卷毛猪酷似“绵羊”



2019年是中国农历猪年，这不，远在英国的一只造型可爱的卷毛猪受到了关注，它是一只长着一身“羊毛”的小猪。这只小猪的主人吉姆称，它身上的“羊毛”使它能够更好地适应苏格兰的冬天，“人们第一眼看到它的时候都非常惊讶，因为它从远处看它确实很像一只绵羊。”

(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

