

# 高大上的空间科学技术是怎样改变我们日常生活的

## ——以NASA的若干个案为例

魏海燕 范全林 时蓬

(中国科学院国家空间科学中心 100190)

以苏联1957年10月4日发射世界第一颗人造地球卫星为标志,人类步入空间时代已经60多年了。半个多世纪以来,人类实现了载人登月,建造了大型空间站,发射了遍及地球高、中、低轨道的5000多颗应用卫星和科学卫星,美国、日本和欧洲等还对太阳系内的八大行星以及重要的矮行星、小行星和彗星开展了深空探测。空间探索活动对人类的生、活,乃至思维方式都产生了革命性的影响,成为现代社会发展、科技进步的重要驱动力。

美国作为世界头号科技强国,1958年10月成立了主管民用航天发展的国家航空航天局(NASA)。

NASA为进行太空探索而驱动产生的大量科技创新已经深入到人类社会的多个领域,一些甚至已经进入了千家万户的日常生活。

我们从图1中看到,先进空间技术在公共安全、工业制造、航空、海岸环境、自动化、医疗健康、食品、运动娱乐及家居日用等多个领域已获得了高效的转移、转化和应用(spun-off),包括:防火加固、火灾报警器、阻燃材料;矿山安全、粉末润滑剂、改良焊接;清洁燃烧发动机、飞机防冻装置、座舱压力装置;海中搜救、环境友好型污水处理、大坝防腐及支护;快速原型制造、记忆金属合金、汽车碰撞分析;

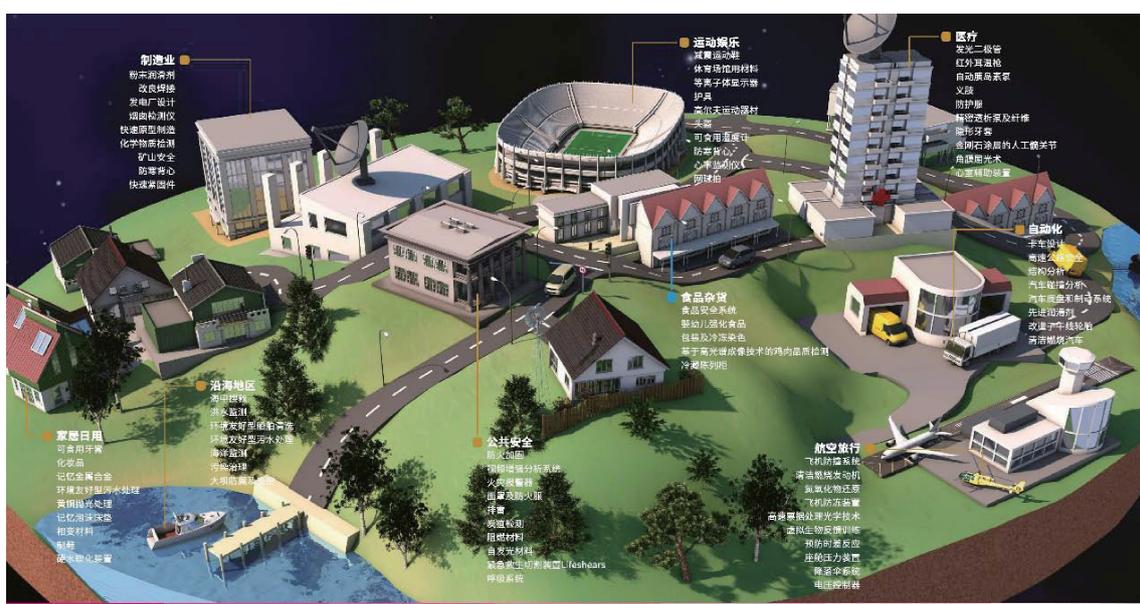


图1 NASA的技术转化应用(图片来源:英国未来出版社(Future plc)《NASA史》(第2版),图片处理:吴妮)

红外耳温枪、隐形牙套、金刚石涂层的人工髋关节；食品安全系统、婴幼儿强化食品、包装及冷冻染色；高尔夫运动器材、防寒背心、网球拍；可食用牙膏、记忆泡沫床垫以及硬水软化装置，等等。

下面,我们就从一些具体的例子来说明,高大上的空间科学技术究竟是怎样改变我们日常生活的。

## 1. 生活中的NASA 航天技术

根据NASA的总结及第三方机构所开展的相关研究,与NASA辉煌的太空探索成就相比,NASA的科技创新也极大地改变了人类的生产、生活,成为社会发展不可或缺的组成部分。

先进的热屏蔽及防护技术从航天领域扩散到民用用途。1967年1月,阿波罗1号的三名机组人员因发射台火灾而丧生,这是人类航天史上的一次重大事故。基于对事故原因的调查结果及研究,美



图2 阿波罗1号起火残骸(图片来源:<http://roll.sohu.com/20160322/n441477579.shtml>)



图3 应用NASA技术制造的消防员制服(图片来源: [https://spinoff.nasa.gov/pdf/Apollo\\_Flyer.pdf](https://spinoff.nasa.gov/pdf/Apollo_Flyer.pdf))

国研发出了可应用于航天服和航天器的新型阻燃材料,从此极大降低了航天活动中的火灾风险。这项新技术很快进入民用领域,被用于消防员、士兵和赛车手制服的制造。另外,现代大型建筑物支撑钢架的防火涂层也使用了阿波罗计划的航天器隔热材料技术。

航天器设计软件应用到民用领域的大型复杂结构设计上。现在计算机辅助工程(CAE)领域大名鼎鼎的MSC NASTRAN软件,最初是专供NASA工程师进行航天器设计用的。由于该软件能够很好地测算结构的弹性特性,在1971年向公众开放使用后,即被广为应用到多个机械结构设计领域,例如进行汽车悬架、桥梁甚至过山车的模拟等。

空间站机器人被用于工业制造。NASA与通用汽车公司合作,一直在设计和研发国际空间站的机器人机组成员 Ronabout2(R2),期望它能在太空

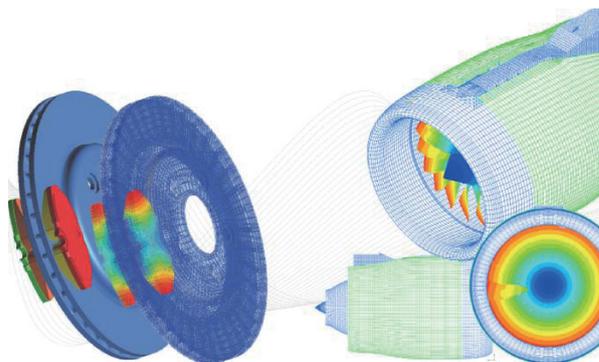


图4 用NASTRAN进行结构模拟分析(图片来源:<https://www.mscsoftware.com/product/msc-nastran>)



图5 空间站机器人用于工业制造(图片来源:英国未来出版社(Future plc)《NASA史》(第2版))

及地球上与人类一起安全地工作。空间站机器人技术不仅后来被应用于地面安全生产,还被应用到汽车、人造骨骼等的生产上。

猎户座飞船技术被用于深海潜水员的生命支持系统。上天和下海看似相隔十万八千里,但NASA的猎户座新飞船才仅仅试飞就已经带动了相关高技术的发展。研制猎户座飞船生命支持系统的公司应用相关技术,研发出了供潜水员在极端危险的环境,例如有毒物品泄露情况下使用的维生系统,为深海潜水员的生命安全提供了有力的保障。太空漫步和深海遨游因航天科技创新完美地连接在了一起。



图6 深海潜水员维生系统(图片来源:<https://spinoff.nasa.gov/pdf/Orion%20and%20SLS%20flyer.pdf>)

天体红外探测技术激发了耳温枪的设计灵感。地球大气对现代天文观测的波段是不透明的。为了测量遥远恒星的温度,NASA的喷气推进实验室(JPL)开发了红外探测技术,用于空间天文探测。1991年时,该项技术被美国圣地亚哥Diatek公司应用到医学领域,成功研制了新型红外体温枪Model 7000。Model 7000通过红外线传感器监测耳膜释放的能量以进行体温测量。红外耳温枪不



图7 Model 7000红外耳温枪(图片来源:<http://jpl.nasa.gov/blog/2013/5/infrared-ear-thermometer>)

但可以瞬时得到体温结果,而且使人们从传统水银体温计可能被摔碎的担心中彻底解放出来,尤其是为新晋妈妈哺育婴儿或医院发热门诊带来了极大的便利。

航天飞机的减震器被用于建筑抗震、保护人们的生命财产安全。现在,航天飞机任务发射时所使用的减震器技术已被应用于保护位于世界各地地震多发区的500多栋建筑上。这些建筑物使用了液体阻尼器,在地震发生时能够极大地吸收冲击力,对建筑物予以保护。

NASA火星着陆器的轮胎设计技术被用于制造耐磨汽车轮胎。20世纪70年代中期,固特异公司为NASA的海盗一号及二号火星探测器研制了强度超过钢纤维的超强纤维材料用于制造着陆器轮胎,以实现火星车的安全软着陆。后来,固特异公司将这种材料应用到民用汽车轮胎的制造中,将轮胎的使用寿命延长了数千英里。2009年,固特异公司还与NASA共同开发了月球车使用的无需充气的弹簧轮胎。不知道有没有高科技公司已经把它应用到沙漠越野车上了呢!

哈勃望远镜的光学技术被应用于速滑运动员的冰刀修磨。哈勃望远镜开辟了人类认识宇宙的新窗口,将我们对宇宙的观测推进到了132亿光年。但令人意外的是,NASA还利用哈勃望远镜的光学技术,与美国奥林匹克委员会合作开发了性能卓越的冰刀刃磨工具,可以打磨出非常锋利的冰刀刃刃。美国著名速滑运动员克里斯·威蒂在2002年



图8 固特异与NASA共同发明的弹簧轮胎(图片来源:固特异轮胎中国官网<https://www.goodyear.com.cn>)

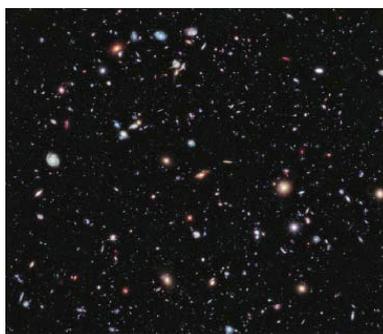


图9 哈勃极端深场揭示早期宇宙图像  
(图片来源: [https://spinoff.nasa.gov/pdf/Hubble\\_Flyer.pdf](https://spinoff.nasa.gov/pdf/Hubble_Flyer.pdf))



图10 应用哈勃光学技术制造的速滑冰刀  
(图片来源: [https://spinoff.nasa.gov/pdf/Hubble\\_Flyer.pdf](https://spinoff.nasa.gov/pdf/Hubble_Flyer.pdf))

冬季奥运会上赢得女子速滑 1000 米金牌并创造世界纪录时,就使用了应用这种工具磨刃后的溜冰鞋。

## 2. NASA 航天科技转化案例剖析

高大上的空间科技是如何从“天”到“地”、改变我们日常生活的?不论是空间科学本身,还是科学所牵引带动的空间技术,都可能引发民用领域的技术创新。来自 NASA 的两个典型案例充分证明了这一点。

### 案例1:激光烧蚀分子同位素光谱仪

人类始终不曾停止在其他星球上寻找生命是否存在的迹象,思考着“我们在宇宙中是否孤独”这一永恒的话题,而同位素分析是科学家研究生命起源及演化的重要手段。好奇号火星车在顺利抵达火星后,其化学相机 ChemCam 上的激光光谱仪采用激光诱导击穿光谱(LIBS)技术,通过用脉冲激光束经透镜汇聚后照射探测目标,再接受目标产生的等离子体光谱信息,对火星的岩石成分进行了超过 15000 次分析。但 LIBS 技术只能识别化学元素,不



图11 火星车使用化学相机检测岩石样品化学成分的艺术构想图  
(图片来源: <http://images.nasa.gov>)

能识别其同位素。它对测试对象中编码的许多信息将“视而不见”,可能会遗漏许多有用的线索。

如何能让光谱仪也能对同位素进行识别呢?研究人员提出了对 LIBS 技术进行微调,使其能够识别甚至是由于原子核中的中子数目不同而导致的电子的微小变化的想法,并通过努力得到了国家研究委员会(NRC)和 Ames 研究中心的资助。2011 年,一种基于同位素间分子光谱移位现象比原子光谱更加明显这一原理的新型仪器——激光烧蚀分子同位素光谱仪(LAMIS)最终被研发出来。它可以进行同位素的远程检测,能够不必收集甚至接近样品就可以进行分析。该技术获得了分析化学与光谱协会(Federation of Analytical Chemistry and Spectroscopy Societies)颁发的 2011 年创新奖(2011 Innovation Award)和 2012 年研发 100 奖(R&D 100 Award)。这一技术在考古、司法鉴定、生物医学、环境检测、爆炸物探测等领域具有广阔的应用前景。LAMIS 的发明是一个空间科学探索牵引、带动高技术发展的绝佳案例。

### 案例2:汽车轮胎胎压传感器

现代汽车已经普遍安装了胎压传感器,能够在



图12 激光烧蚀分子同位素光谱仪  
(图片来源: NASA spinoff 2019 报告)

胎压降低到一定阈值时,点亮汽车的仪表盘而发出警告、提醒更换,以确保行车安全。最炫酷的车型甚至可以给出每个轮胎的实时压力读数。普通公众可能很难想象,这一技术其实源于航天飞机。最早的胎压传感器是为了确保航天飞机的轮胎完全充气、安全着陆而开发的。20世纪90年代,NovaSensor公司为NASA研发了基于微电子机械系统(MEMS)压阻技术的压力传感器。该传感器能够通过胎压变化使硅芯片产生成比例的电阻变化,从而产生毫伏量级的微量电流以测量压力的变化,并通过射频方式发送测量结果。这在当时是一种非常具有创新性的测量方法,NovaSensor公司因此在该领域建立了良好的声誉。

尽管航天飞机的轮胎远大于汽车轮胎,所需胎压也比普通汽车轮胎要高出一个数量级,但在这两种轮胎的胎压传感器设计制造上,并不需要进行很大改变。NovaSensor公司不仅获得了美国航天飞机轮胎压力传感器的承包合同,还生产、销售了数百万个普通车辆使用的压力传感器,成为该领域的



图13 美国航天飞机着陆(图片来源:NASA spinoff 2019 报告)

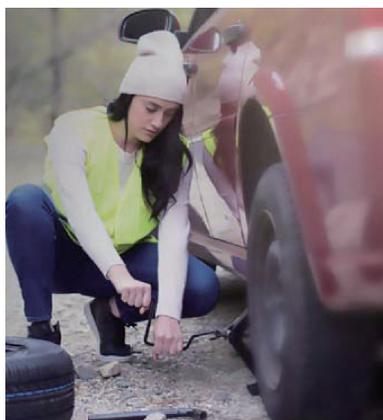


图14 妇女更换汽车轮胎(图片来源:NASA spinoff 2019 报告)

“领头羊”。同时,轮胎胎压传感器这一技术创新也进入了千家万户,有效降低了爆胎事件的发生几率,给人们带来更安全、更舒适的驾驶体验。

### 3. 被“碰瓷”的NASA技术创新

NASA 为人类带来的科技创新数不胜数,但是就像人怕出名一样,长期以来,NASA 屡屡被“碰瓷”,一些对人类社会生活产生了重大影响的事物被有意无意地风传为NASA 出品。

比如,生于20世纪70年代的人,都很熟悉一则央视播出的TANG 菓珍广告。其实,TANG 菓珍并非由NASA 研发,实则是由美国通用食品公司(General Foods)发明,并免费赞助NASA 的宇航员太空饮品。比如,对于户外运动爱好者极端重要的冲锋衣上,魔术贴随处可见。但魔术贴其实是源于瑞士工程师乔治·德·梅斯特拉尔遛狗的偶然发现,在其发明20年后才被NASA 广泛应用。现代许多家庭使用了含特氟龙涂层的不粘锅炊具。这种涂层是杜邦公司于1938年发明的,那时人类既未进入“太空时代”,NASA 也尚未成立。只是后来特氟龙经常被用于航天服和太空船内的隔热而已。条形码是由美国人诺曼·约瑟夫·伍德兰德和伯纳德·希弗尔联合发明的;石英钟是1928年由贝尔电话实验室的研究人员沃伦·马里森发明的;世界上首个烟雾报警器是20世纪40年代末由瑞士物理学家耶格发明的。这些对人类生产生活产生了重大影响的发明构想都不是来自NASA。

又如,核磁共振成像(MRI)技术的发明人是美国物理学家保罗·劳特布尔和英国物理学家彼得·曼斯菲尔德。他们的工作为制造MRI 影像检测设备,开辟现代医学影像诊断学奠定了重要基础。全球首块芯片是由美国的杰克·基尔比于1958年成功研制的。2000年,基尔比因发明芯片获得诺贝尔物理学奖。20世纪60年代,美国发明家保罗·费舍尔发明了能够在失重状态下正常书写的太空笔。当时NASA 使用的是石墨笔芯的笔,后来发现石墨碎屑可能导致火灾后才改用了太空笔。在英国未来

出版社最新在线出版的《NASA 史》第二版上，NASA“郑重”声明了本节所有创新皆非其原创。

#### 4. 结语

无论是源于NASA，在人类社会经济生活中已得到广为应用的先进空间技术，还是上述那些被风传为NASA出品的创新发明，它们都从不同侧面印证了空间科学技术对人类产生的重大影响：人们自觉，或不自觉地感受到了空间科学技术从天到地，给我们生活带来的巨大变革。

来自NASA的诸多事例表明，对浩瀚宇宙的不竭探索不仅推动人类不断深化着对我们所处的宇宙的认识，驱动了大量空间技术领域的创新，同时这些先进空间技术在向地面应用转化的过程中，还将极大地带动高新技术和新兴产业的发展，对人类

的社会及生产、生活带来革命性的影响。

我国是航天大国，航天工业是事关国家安全和发展的重大战略产业，公众尊崇有余而了解不足。我国空间科学技术的发展，同样也对经济社会产生了一系列重要的影响，我们将在后续的文章中做详细介绍。从NASA的转移转化实践可以看出，空间科学与技术与普通公众的“距离”并不遥远，空间技术的转移应用就在你我每个人的身边！

#### 参考文献

- ① History of NASA(数字版), 2019.巴斯:英国未来出版社(Future plc)
- ② <https://hubblesite.org/contents/news-releases/2012/news-2012-37.html>
- ③ <http://spinoff.nasa.gov>
- ④ <http://images.nasa.gov>

封底说明

### “深海勇士号”载人潜水器

在不久前的中国国际进口博览会开幕式上，国家主席习近平在中国馆向参会的外国领导人介绍了我国的科研成果，其中专门介绍了“深海勇士号”载人潜水器。习总书记对“深海勇士号”载人潜水器十分关怀，曾亲临研制“深海勇士号”载人潜水器的中国科学院深海科学与工程研究所进行考察，并进行了重要讲话，指出科研人员：“要献身祖国科技研发事业，努力抢占科技发展制高点，研究出更多更好成果，推动科研同实际应用相衔接，为国家现代化建设贡献更大力量。”这极大鼓舞了广大科研者的工作热情和勇于攀登科研高峰的决心。

“深海勇士号”载人潜水器是由国内近百家科研单位、企业和大学共同研究制造的。该项目的研究团队是在“蛟龙号”的研制基础上，经过八年的努力拼搏，刻苦攻关，使得我国载人深潜技术得到大幅的提高，特别是在浮升材料、深海锂电、机械手臂等关键部件上，已经全部由我国自己制造。这项成果还极大推动了我国其他相关技术的提升和发展，为我国在该项

技术领域打下了坚实的基础。“深海勇士号”载人潜水器2017年12月1日在北京完成验收，正式交付中国科学院深海科学与工程研究所。目前“深海勇士号”已经进过多次海试，先后4次完成4500米的下潜，进行了海底取样、捕抓海底生物等作业。据有关专家介绍，4500米水深已经基本覆盖了我国整个南海和国际热点研究海域的探测考察、深潜开发等需求。目前我国正在实现潜水器的谱系化，未来将会有型号不同的潜水器加入进来，其中包括载人与无人多种型号，它们所承担的任务将各有侧重，彼此相互协作，以期能够更高效的进行工作。

“深海勇士号”载人潜水器是继“蛟龙号”载人潜水器之后我国第二台深海载人潜水器，同时也是我国第一台国产化率达到95%，拥有自主知识产权的载人潜水器。实现了中国深海装备由集成创新向自主创新的历史性跨越。这一科研成果具有里程碑式的意义，使我国进入该领域的领跑者之列。

(宇红/供稿)