

## 空间核能的利弊

《科学美国人》1991年第6期刊载署名文章《空间核能的应用》，摘译如下。

核能在空间探测中起过很大作用，但也出过多次事故。众多的以核能为能源的空间飞行器释放出放射性物质。用废了的反应堆还在地球轨道上，受到被轨道碎片碰击的威胁。在轨道上运行的反应堆发出的辐射也干扰其他卫星的工作。空间使用核能还加剧了世界的紧张局势。因此，苏美两国科学家的一些组织建议，禁止在地球轨道使用核能装置，以减小由此而带来的危险；同时，允许在深空探测项目中使用必不可少的核能。

第一个使用核能的飞行器是美国1961年发射的导航卫星子午仪(Transit)4A，它用的是放射性同位素热电发电机(RTG)，由钚238衰变时发生的热转变成电能。此后不到二年，在空间就发生了第一次核事故，1964年4月发射的第五个核能飞行器子午仪5BN-3，没有进入预定的轨道，它的电源在约50公里高空的大气层中解体，放出了17 000居里的钚238，使这种同位素的全球总量增加了2倍，钚同位素造成的环境污染(主要是大气层核试验造成的)增加了约4%。

1965年美国发射了第一个也是唯一的一个空间反应堆SNAP-10A。反应堆利用受控裂变反应产生的热而不是简单地利用同位素的衰变。同年晚些时候，苏联发射了第一颗以RTG为能源的卫星，并先后在1967年和1973年发射了带RTG的“月球车”登月舱。1970年以后，苏联的空间计划主要是发射雷达海洋侦察卫星(RORSAT)，它携带的小型反应堆可产生2千瓦左右的电能。因为RORSAT的轨道高度约为250公里，寿命只有几个月，之后，它的反应堆通常用动力推到大约950公里高的所谓“废弃物堆放轨道”，而卫星本体则重返大气层。在废弃物轨道上的反应堆，几百年后才会进入大气层，那时候，其放射性已基本消失。

1970~1988年间，苏联共发射了31颗RORSAT，其中29个废弃的反应堆还在地球轨道上，其放射性燃料有数百公斤。另外2颗则由于事故进入了大气层。宇宙号(COSMOS)954于1978年1月24日坠落到地面，其碎片散落在加拿大西北部数千平方英里的广大地区。之后，苏联采用了一个备用燃料芯弹射装置，万一发生事故重返大气层，就将燃料芯击碎在大气层中。这样虽增加了受辐射影响的总人数，但每个人受到的辐射剂量减至了最小。1983年，宇宙号1402又出了事故，其燃料芯至少是部分地碎裂在南大西洋上空的大气中。1988年4月，又有一颗RORSAT，即宇宙号1900失去遥控。幸好在预计返回大气层的前几天，自动备用推进器成功启动，把反应堆送到较高的轨道。此后，苏联再没有发射过空间核能装置。

1987年，苏联对它的下一代反应堆“黄晶”号作了飞行试验。一次在宇宙号1818卫星上工作了一个月；另一次在宇宙号1867卫星上工作了一年。其发电量约为10

千瓦。

核能装置再入大气层并不是唯一的危险。那些发射入轨，后来又被送到长寿命轨道的反应堆，还可能和其它轨道碎片碰撞，产生大量的放射性碎片，其中许多碎片会被抛到载人飞船使用的较低的轨道，并在几年之后进入大气层。这种潜在的危险是存在的。更严重的是，大部分用废了的核能电源正是停留在碎片密度很大的近地空间轨道上。

此外，即使反应堆在安全地运转，它也会影响其它卫星的工作。为了尽可能减少质量和降低成本，在轨道上运行的反应堆基本上都未加屏蔽隔离，因而辐射线的泄漏很强，阻碍了天文卫星检测来自遥远辐射源的信号。

轨道上的反应堆所发生的 $\gamma$ 射线不仅把来自超新星和黑洞的信号淹没了，而且具有较高能量的 $\gamma$ 射线和反应堆的外壳相互作用，产生电子和正电子流。这些带电粒子被地球磁场捕获，形成暂时性的辐射带。当其它空间飞行器穿过这个辐射带时，正电子湮没了飞行器外壳中的电子，产生穿透性 $\gamma$ 射线，使飞行器的检测器发生过载。这种暂时中断天文观测的现象在1987年大部分时间和1988年初在“太阳峰年观测”(Solar maximum mission)飞行器上，平均每天发生8次。“黄晶”号反应堆卫星那段时间在空间运转。类似的干扰现象也影响了日本Ginga号卫星 $\gamma$ 射线爆发探测器的工作，在上述同一时期，有1/5的时间实际上什么也观测不到。

美国NASA正设法减小轨道上的反应堆对今年4月发射的“ $\gamma$ 射线观测站”(Gamut Ray Observatory)的影响，措施是当可能受到这种干扰时，干脆将 $\gamma$ 射线爆发触发器切断。不过，采用这个办法的前提是，在可预报的轨道上，在任何时刻，只有一个或两个小功率反应堆在工作。如果反应堆的个数增多，功率加大，在近地轨道上进行X及 $\gamma$ 射线的观测会受到很大的限制。

空间核能装置主要用于军事目的，近期内还看不出有什么民用价值。比如，美国1983年宣布的星球大战(SDI)计划中，以空间为基地的导弹防务系统需耗功率甚大，只有研制一种新的反应堆(SP-100)才能满足要求。这种反应堆的发电量达100千瓦，携带约190公斤核燃料，总重量达3 000公斤，未加防护封装。它在别的领域显然是没有用的。核能在空间用于军事目的还会在政治上加剧紧张局势。如果把RTG或反应堆送到其它行星上去，那么对地球环境的许多危害便不复存在。而且，深空应用只供民用科研和探测用。

过去的20年间，在进行行星探测中，RTG起了主要作用。火星探测器海盗(Viking)-1和海盗-2是靠核能供电的，飞向外层行星的先锋(Pioneer)10和11，航行者(Voyager)1和2以及1989年10月发射，飞向木星的

伽利略飞船都是用核能供电的。加上1990年10月发射的探测太阳极区的Ulysses飞船,美国发射的用核能供电的空间飞行器总数已达25个。

未来许多空间飞行计划只有依靠核电源才能实现。太阳或化学电池在理论上虽然也可以长时间产生数百千瓦级的电能,但其质量、体积都大大超过具有同样发电能力的反应堆。在探测外层行星的计划中,核能尤为重要。在木星轨道以外,太阳能流通量还不到地球上的4%,靠太阳能供电实际上是完全不现实的。

反应堆不仅可为飞船系统供电,最终还可为飞船提供推力。作为美国SDI研究项目,各种形式的核推进器正在研究中。反应堆可以直接加热推进剂或发电以驱动各种类型的发动机。60年代,美国曾在地面作过大量的核火箭试验。美国和苏联都在空间进行过电推力系统的试验。美国NASA正在研究使用核火箭将载人飞船送到火星,这样,从地球表面发射入轨的总质量会减小一半。

在近地空间利用核能,除了具有前面提到过的缺点外,空间反应堆必然发出大量的余热,从而发出很强的红外信号,影响某些科学探测仪器的工作。像SP-100这样的大型反应堆,即使在同步轨道,甚至更远的轨道上,也能探测到它的影响。

鉴于核装置可能带来的危险和麻烦,应该签订一个国际公约,禁止在地球轨道上使用反应堆或RTG,以保护环境(包括空间环境),维持国际稳定。同时,应允许在深空科学探测中利用核能。

(江锡仁 王玉摘译,责任编辑 刘先曙)

(上接第42页)

真正的问题在于权、责、利关系错位造成的管理效率低。不从权、责、利关系调整上解决问题,投入资金并不能一劳永逸地扭亏为盈。非统配矿的另一个大问题是国家政策多变,不知道自己能存在多久,所以经营中存在短期行为。赚的钱也很少用来改善设备,扩大生产,而是用来吃喝,盖房子,买彩电,甚至用来修坟。而外资企业,不论独资或合资,倒是一再得到政府长期经营的保证,地方政府不但不敢对他们乱摊派乱罚款,还要提供各种优惠。以至于有些国内资本为了得到合资的保护伞假冒为合资,外方不出资金就坐享合资之利,每年都分红利。国内投资与外资是否享有公平竞争的地位,已经成为众所关心的经济政策问题。

经济理论是分析现象和研究政策的一个有力工具。虽然它并不能保证我们一定能达到正确的结论,至少可以引导我们进入一个更深的层次去认识现象和分析政策。希望我国经济政策的制订,能借助于经济理论而上升到一个新水平。

(责任编辑 冷远猷)

(上接第51页)

甚至更胜。所以,许多本来不可能计算的问题已能很容易地计算。在我比较熟悉的领域中,过去20年两大精彩的数学课题:孤立子(Solitons)及混

沌(Chaos),最初的重要发现就出自流体力学问题的计算,这种大型的计算现在又可说引发了另一新的领域,实验数学(Experimental Mathematics)。

我们知道有所谓计算机实验(Computer Experiment),那是指以计算代替实验来解决科学技术中的问题。在理想的情况下,它不但比实验室中的试验经济,而且可以提供更丰富,更多样的数据。实验数学却是指借助众多数学实例的收集来启发定理的建立或猜想的证明。

挂上“应用数学”的名牌已有20多年。我的一个体会是,如果将“应用数学”局限在“可应用的数学”,就很难排除“二等公民”的感觉;要排除这种“二等公民”的感觉,就必须认真地面对“应用”。事实上,不仅要切实的面对“应用”,使得我们具有一些纯粹数学家所没有的本事,也还应加强纯粹数学方面的基础修养。对那些所谓“可应用的数学”,在基础的培养时倒可以不必太重视,因为他以后从事实际应用时,这些“可应用的数学”,在有需要时再学也还不迟。既有充实的纯粹数学的基础,又深入熟知另外一门科学,这样的“应用数学”专业是任何“好”学生都可感到自傲的。这样的人学毕业生是不用为出路发愁的。

(责任编辑 蔡德诚)

## 欢迎订阅《科学世界》杂志

《科学世界》是中国科学院领导下的,由科学出版社主办的一本适应新时代要求的综合性、知识性、引导性的全新科普月刊。

《科学世界》以各条战线上的科技工作者、各级管理干部、大专院校师生、中等学校师生和广大城乡知识青年为主要读者对象。

《科学世界》以“科学技术是第一生产力”的基本观点,介绍最新科学知识,报道科学技术促进社会发展的新成就、新进展,以及与科学技术有关的人和事。

《科学世界》设有“科技·经济·社会”、“科学前沿”、“科学荟萃”、“全球性科学问题”、“探索大自然”、“科技创业”、“新技术开发区”、“我的科学生涯”、“世界科坛上的中国人”、“科技史话”、“重大科技成果”、“世界最新科技信息”、“科技咨询”、“技术市场”等20多个栏目。

《科学世界》内容新颖、视野广阔、时代感强、信息量大、文风清新、形式活泼欢迎各界朋友及图书馆、资料室订阅。

《科学世界》为月刊,国内外公开发行,每月3日出版,每期定价1.70元,全年20.40元,全国各地邮局均可订阅,邮发代号2-802

地址:北京东黄城根北街16号

电话:4019812 电挂:4411

邮政编码:100707 《科学世界》杂志编辑部