

物理学史中的四月

1965年4月3日：在太空的动力
(译自 *APS News*, 2014年4月)



萧如珀¹ 杨信男² 译

(1 自由业; 2 台湾大学物理系 10617)

哥伦布 (C. Columbus) 在一封写给他的赞助者, 谈到他第一次航行到新世界遇见原住民时的信中这么写着: “原住民既不知宗教, 也不知崇拜, 他们只相信所有力量和美好的事物都来自天上…”^① 哥伦布指的是当地原住民的信仰, 他们认为哥伦布、他的伙伴以及船只都来自地球以外的某个地方。500 多年后, 我们已成为新世界的航行者, 经由太阳系, 进入更遥远的外层空间。

哥伦布靠着风力来驱动他的船, 星星来指引路途, 船员的体力来控制船只。在地球轨道上的宇宙飞船使用太阳能电池, 提供通讯和仪器操作所需的能源。在地球之外的星球, 以及外层空间中, 太阳辐射太弱了, 无法让太阳能电池提供宇宙飞船导航和联络通讯的能源。

20 世纪 60 年代的一个发明成功提供了此能源, 也是这些太空飞行能成功的关键因素。这个放射性同位素热电发电机 (RTG) 供应航天飞机所需导航、通讯以及其他所有需要动力的能源。放射性同位素热电发电机由放射性的钷 238 所组成, 它主要放射出约 5MeV 的 α 粒子, 半衰期为 87.7 年。 α 粒子在放射性氧化钷内短距离被吸收, 将其加温至高达 1000°C 的温度。RTG 的设计将此热源和两个并排的半导体组件, 一个 N 型, 一个 P 型, 接触。它们在 1000°C 一定要稳定, 有良好的电传导性, 以及尤其重要的, 它们必须有低度的导热性。符合这些要求唯一轻易可得的既有物质是一种硅和锗的合金, 50 年后的今日仍找不出更好的替代物质。

物理学家科迪 (G. Cody) 和埃伯利斯 (B. Abeles) 在 20 世纪 60 年代初期发现了此材料的特殊性质。他

们是美国无线电公司 (RCA) 在新泽西实验室的研究团队成员, 致力于研究在 1000°C 下测量导热性的困难问题。由于热辐射和其他可能的误差, 问题很复杂, 所以他们先开始测铁, 以提供比较的基础。他们使用了一种巧妙的方法, 可以去除辐射损失的效应, 这是瑞典的物理学家埃斯特朗 (A. Ångström, 长度单位“埃”以他的名字命名而闻名) 最先于 1861 年所记述的。科迪和埃伯利斯能测出铁的导热性到 1000°C, 和已发表的结果相当一致。

之后, 科迪和埃伯利斯继续研究硅 - 锗合金, 这在 RCA 实验室有存货, 而且在 1000°C 的真空中很稳定, 两人开始测量一系列不同成分比例合金的热导性。最好的合金材料含硅 60%, 它的热导性出奇地低, 比当时所知的其他材料都要低。小组的其他成员提供了经由适当的掺杂, 而具有所需电传导性的材料, 也解决了高温下晶格变形, 以及同时可以保持良好电接触的冶金难题。

这看起来只是一个好的物理研究, 得力于公司对扎实研究工作的耐心, 但它却得到了一个使得所有的行星及外层空间飞行都得以成真的关键发明。科迪和埃伯利斯于 1962 年 10 月申请专利, 1966 年 10 月 18 日专利获准: 获准号码 US 3,279,954, 硅 - 锗合金热组件的热电装置。

最早使用此发明的宇宙飞船是 SNAP-10A (SNAP = System for Nuclear Auxiliary Power, 核辅助动力系统), 它从核反应器炉心所产生的热能经由熔化的钠钾冷媒转换到热电发电机。这部宇宙飞船于 1965 年 4 月 3 日发射升空, 在 700 英里高的轨道运行。在 SNAP-

10A 上的硅 - 锗热电材料运作非常优异，所以后来的外层空间任务都选用它作为能源。

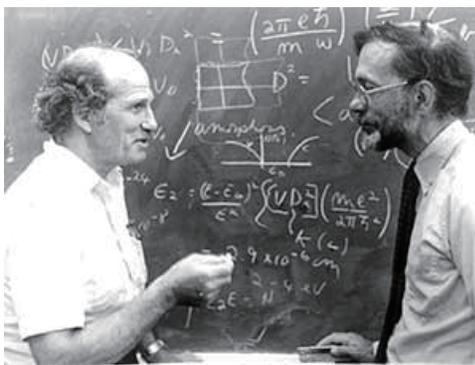
之后的宇宙飞船包括有旅行者 1 号和 2 号无人太空探测船于 1977 年发射升空，和巨大的外星球会合，以及于 1989 年发射升空到木星飞行的伽利略号宇宙飞船。美国喷射推进实验室的迈纳 (E. Miner) 提到说：“当未来的世代回顾时，旅行者 1 号飞行至我们太阳系 4 大星球 (木星、土星、天王星和海王星) 的划时代之旅，也许是人类成果最丰硕的探测任务之一。这些发现包括每个星球的大气、热性质、行星环系统、卫星表面以及整体性质的信息。除非有意料之外的巨大故障，否则所使用的能源应该可以让两艘宇宙飞船继续搜集数据到 2015 年^②，大约是它们发射升空后的 40 年，这都是硅 - 锗 RTG 性能可靠的功劳。”

最近，好奇号 (Curiosity) 火星探测车以及早期的火星探测车精神号 (Spirit) 和机会号 (Opportunity) 都配备有硅 - 锗 RTGs，以提供足够的动力作为所有通讯和处理装备能安全无虞登陆所需必要信息的重要信号之用。然而，这只是开始而已，之后，更会有足够的动力可以开动大约如小型小货车一样大的漫游探测车，上下崎岖不平的岩层、挖掘岩层表面、拿取样品加以分析、再将结果送回地球。

旅行者 1 号上面的 RTG 在经过 36 年后仍一直产

生动力，上面的仪器和通讯设备还是运转得很好。它独自往前航行，于 2012 年 8 月 25 日离开我们的太阳系，继续前往星际空间。

科迪和埃伯利斯因“他们的发明对太空通讯与侦测的贡献”，于 1979 年荣获富兰克林研究院的巴兰廷奖章 (the Stuart Ballantine Medal)。他们还因硅 - 锗 RTG 被国际热电学会授予“年度发明家”的荣誉；并于 1989 年在伽利略号发射升空后获选入新泽西州的发明家名人堂。



科迪 (G. Cody, 右) 和埃伯利斯 (B. Abeles, 左), 1972 年
科迪提供

① <http://www.ushistory.org/documents/columbus.htm>.

② *Physics Today* 43, 40 (July 1990).

(本文转载自台湾大学教育发展中心“CASE 读报”，网址 <http://case.ntu.edu.tw/blog/>.)



科苑快讯

不同语言中的同义词汇竟有相似读音

经过近 2/3 个世纪的时间，对 6000 多种语言进行的研究显示，词语的发音与其意思之间存在广泛的联系。很早以前就发现，当对受试者出示非特定和星形形状，并提问哪一个可能叫做“bouda”、哪一个叫



做“kiki”时，操不同语言的受试者都不约而同地将前者与“bouda”联系在一起，而将后者与“kiki”联系在一起。

瑞士苏黎世大学

(University of Zurich) 的布拉西 (D. Blasi) 和同事现在发现，在不同大陆和不同语言家庭中，有 100 个基本词汇有着特殊语音上的紧密联系。比如 tongue (舌头) 这个词往往含有字母“i”或“u”，round (圆) 这个词经常出现“r”，小 (small) 这个词则往往有“i”。时间和地点上的分布表明，这些词汇是独立出现的，这可能揭示了语言发展中的深刻联系。

(高凌云编译自 2017 年 1 月 13 日《欧洲核子中心快报》)