

中国科学院国家科学图书馆

# 科学研究动态监测快报

---

2009年1月15日 第2期（总第56期）

## 地球科学专辑

中国科学院资源环境科学与技术局

中国科学院规划战略局

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆

---

中国科学院国家科学图书馆兰州分馆  
邮编：730000 电话：0931-8271552

甘肃省兰州市天水中路8号  
<http://www.llas.ac.cn>

## 目 录

### 地球科学技术

台湾将启动太平洋温室气体观测计划 .....	1
日本将发射温室气体观测卫星 (GOSAT) .....	3
欧空局利用激光测量大气二氧化碳含量 .....	4
科学家动用HIAPER飞机观测影响气候的温室气体 .....	5

### 地球科学计划

Solwara计划: 即将开启人类金属矿产资源开发利用新纪元 .....	6
--------------------------------------	---

### 固体地球科学

研究发现 2004 年印度洋地震引发了圣安德烈斯断层的震动 .....	11
-------------------------------------	----

## 地球科学技术

编者按：2009年起开始，台湾将启动太平洋温室气体观测计划（Pacific Greenhouse Gases Measurement, PGGM），建造全球最大的空中和海上温室气体观测平台，并进行全球大气和全球海洋边界层温室气体浓度的长期监测，至少观测20年。观测计划将整合福尔摩沙卫星三号的掩星观测和中华航空公司的飞机观测数据，以及长荣海运货轮的观测数据，建立一组太平洋地区温室气体的三维空间分布资料。

### 台湾将启动太平洋温室气体观测计划

太平洋观测计划的重点工作之一是要结合福尔摩沙卫星三号的全球水汽观测资料。福卫三号于2006年发射升空之后，收集全球温度、水汽和电离层电子密度等宝贵数据，其中温室气体的水汽对于了解未来气候变迁以及天气预报上扮演很重要的角色。福尔摩沙卫星三号的全球观测资料现在已被全球主要的气象单位如欧洲中期气象预测中心、英国气象局、美国国家环境预测中心和法国气象局使用以进行每日天气预测。

太平洋观测计划的空中观测平台，将由中华航空公司提供波音机队B747-400飞机进行二氧化碳浓度的观测，以及中华航空公司提供的A340-300飞机进行水汽、臭氧、一氧化碳、氮氧化物等气体以及云物理的观测。太平洋观测计划的海上观测平台，将由长荣海运公司提供国际货轮进行国际海域的观测。太平洋观测计划的一项特点是配合每日从事商业飞行的国际商用民航机以及从事商业货运服务的国际货轮进行大气温室气体的观测，因此观测的工作不会影响正常的商业营运，同时也因为商业营运的特性将使得观测数据的收集频率更为规律且更为频繁。

结合这些优势，将有机会收集到太平洋地区从40 km高空至海面上的温室气体浓度数据，分别由福卫三号提供从地面到40 km高度的大气数据；华航在高空中飞行观测，提供起飞、降落时收集到的数据，以及高空9~12 km的数据；货轮则提供100公尺以下海洋边界层的观测数据。

空中巴士观测所需的仪器，造价约50万欧元，将通过与欧盟的IAGOS计划合作获得；波音飞机观测所需的CME仪器，将购买日本航空目前使用的相同仪器；货轮的观测仪器，一部分由中央大学制造，一部分将通过与英国剑桥大学合作而取得。所有的仪器预期使用10年以上，以提供太平洋地区温室气体的长期观测资料。

1993年，由欧洲科学家及空中巴士（Airbus）所发起的欧盟商用民航机大气观测计划（Measurements of Ozone and water vapour by in-service Airbus aircraft, MOZAIC）主要为法国、德国、英国共同执行。该计划利用空中巴士A340-300进行商业载客飞行的同时，观测大气中的温室气体如O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>、CO、NO<sub>y</sub>等的变化情形。

由于MOZAIC飞机的飞行区域为对流层顶，距离地面 9~12 km，该区域的温室气体观测在MOZAIC之前几乎不存在，因此MOZAIC的观测数据对大气科学界起了很大的冲击，包括很多的论文发表于JGR、Science和Nature。目前MOZAIC的 3 架空中巴士A340 飞机现在还在持续进行观测资料的搜集。

从 1994—2007 年 MOZAIC 飞行路径显示，他们还有一块主要海域没有观测到——太平洋，MOZAIC 团队目前最为遗憾的就是没有北太平洋飞行航道上的观测数据，因而积极促成了中华航空公司参与 MOZAIC 的下一阶段计划 IAGOS (In-service Aircraft for a Global Observing System)，于 2008 年 2 月 18 在布鲁塞尔与德国国家实验室及法国国家实验室签署“温室气体太平洋观测计划合作备忘录”，正式加入欧盟执委会 (European Commission) 主办之“温室气体观测计划”。

中华航空和长荣海运公司，长期以来关注环保议题，为参与台湾的 PGGM 计划以及欧盟的 IAGOS 计划，牺牲营运利润，于机身及货轮上搭载监测仪器，提供协助，所搜集资料，将与福尔摩沙卫星三号的数据相互验证，提供全世界使用，为全球变暖议题及地球环境保护，尽一份责任。

第一架飞越太平洋上空搜集大气资料的商用民航机，将于 2009 年 6 月从台北起飞。波音飞机的观测任务预计于 2008 年底至 2009 年初展开；空中巴士 A340-300 的观测预计于 2009 年夏季展开；空中巴士 A330 的观测预计于 2010 年夏季开始；货轮的观测预计于 2008 年底至 2009 年初展开。未来，华航和长荣的标志也将与其它欧洲知名航空公司的标志一起出现于欧盟的报告、世界气象组织的报告，及一切所有和 IAGOS 有关的报告。

减少温室气体可说已是全球共识，欧美先进国家纷纷投注大量资源从事相关研究。日本航空自 1993 年起使用Boeing观测全球和区域二氧化碳，欧洲自 1994 年起使用Airbus观测全球和区域H<sub>2</sub>O、O<sub>3</sub>、CO，美国NASA于 2008 年发射造价 3 亿美元的轨道碳观测卫星 (Orbital Carbon Observatory, OCO) 进入太空，开始监测全球CO<sub>2</sub> 排放指迹 (fingerprint) 特征。日本温室气体观测卫星 (Greenhouse gases Observing Satellite, GOSAT) 将于 2009 年 1 月升空，观测CH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>O、O<sub>3</sub>、CO<sub>2</sub>。面对这些全新的挑战，我们必需要有新的思维方式，找出我们新的着力点，从而看出新的机会。面对此必然趋势，我们必需能够提供我们的全球和区域温室气体观测数据，以累积科学研究 (温室效应气体排放量计算) 和国际谈判的资本，以避免在全球温室气体管制的谈判过程中被边缘化，做出能够对全球温室气体管制有实质贡献的事情。

由于太平洋温室气体观测计划长达 20 年，第一期计划为时 3 年，第一年度的预算将部分支付波音飞机的仪器费用，而第二年度和第三年度的预算将支付飞行 A340-300 和 A330 一年的部分燃油费用。

后期所需费用，将持续寻求政府相关部门与企业界的支持，环保署和外交部已表示愿意部分支持此计划的延续性观测计划，将来亦将寻求长荣航空的参与以进一步增加观测机队的机数。通过台湾卫星福卫三号、商用民航机和货轮的观测资料搜集，我们将可了解温室气体未来 10 年、20 年在太平洋地区的浓度变化情形，有助于国际社会在全球变暖和气候变迁的情形之下，对全球大气温室气体情况进行了解。

参考文献：

[1] <http://web1.nsc.gov.tw/fp.aspx?ctNode=39&xItem=10008&mp=1>

[2] <http://paper.wenweipo.com/2008/06/03/TW0806030022.htm>

[3] <http://blog.udn.com/shangten/1924157>

(安培浚 整理)

## 日本将发射温室气体观测卫星（GOSAT）

为提出温室气体效应对策，日本宇宙航空研究开发机构（JAXA）将与日本环境省、国立环境研究所等投资 200 亿日元合作开发温室气体观测卫星（the Greenhouse gases Observing Satellite, GOSAT），并将于 2009 年 1 月 21 日在日本鹿儿岛县种子岛宇宙中心发射升空。该卫星装备了高精度的观测设备，将利用二氧化碳和沼气等温室气体吸收特定波长红外线的特点，通过观测地表反射的红外线来推算温室气体的浓度。

温室气体观测卫星（GOSAT）的任务目标是观测全球 $\text{CO}_2$ 和 $\text{CH}_4$ 的分布，并将监测精度提高到 1~4 ppm（百万分之一），捕捉 $\text{CO}_2$ 每年的空间变化。计划在亚大陆尺度上进行 $\text{CO}_2$ 净吸收释放速率的估计，并且将通过改进两个因素中的至少之一因素，来提高目前的精度。GOSAT利用搭载的热红外和近红外传感器获得碳观测以及云和气溶胶影像，因为，红外线在通过大气层的时候，二氧化碳等形成温室效应的气体会使得特定的波长被吸收，从这些数据就可以算出气体的浓度。碳观测是一个傅里叶变换光谱仪，覆盖从 0.75~14.3  $\mu\text{m}$ 波段的大气光谱。在 0.76  $\mu\text{m}$ 波段是用来获取氧气浓度，确定光学路径长度。1.6  $\mu\text{m}$ 和 2.0  $\mu\text{m}$ 波段是用来观测 $\text{CO}_2$ 浓度，1.6  $\mu\text{m}$ 波段是用来观测 $\text{CH}_4$ 浓度。5.5~14  $\mu\text{m}$ 波段是用来再次获得 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、水汽和大气温度，并且 $\text{CO}_2$ 与 $\text{CH}_4$ 垂直廓线也能够在该波段范围内得到。

GOSAT 长 2.0 m、宽 1.8 m、高 3.7 m，加上左右两侧的太阳能电池板长可达 13.7 m，重约 1.8 吨的中型卫星。GOSAT 将由 H2A 火箭发射，该火箭将同时运载“每度 1 号”等民间和大学开发的 6 颗小型卫星以及宇宙机构的小型实证卫星升空。卫星将在 666 km 的轨道高度飞行，每 3 天收集 5.6 万处数据，并通过互联网免费对外公布，除了供日本的研究所应用之外，预计也将供给各国做研究分析。这颗卫星将可以观测世界各地的温室气体的浓度等，有利于掌握地球变温的实际情况。另外，各国公布的温室气体排量也可通过 GOSAT 的数据进行检验。

GOSAT 有别于传统卫星搭载多个扫描仪，GOSAT 只搭载一个扫描仪，主要是避免系统太过复杂，引起意外故障。另外，这枚人造卫星有两枚太阳电池，即使其中一枚故障，也能继续观测，可称为“不死的卫星”，

据日本宇宙航空研究开发机构项目经理滨崎敬介绍，在开展全球变暖对策研究时，把握城市、森林、海洋等地的温室气体变化状况十分重要。但目前地面观测设施以欧美和日本等为中心，只有约 280 处，尚不充分，而 GOSAT 的观测地点有 56 000 个，GOSAT 的观测范围则几乎可以覆盖全球。除了造成温室效应的二氧化碳之外，沼气的地表浓度也是观测的重点。

参考文献：

- [1] Center for Global Environmental Research, “GOSAT Greenhouse Gases Observation Satellite”  
[http://www-cger.nies.go.jp/cger-e/e\\_pub/e\\_pamph/pamph\\_index-e.html](http://www-cger.nies.go.jp/cger-e/e_pub/e_pamph/pamph_index-e.html)
- [2] Earth Observation Portal (eoPortal), GOSAT (Greenhouse gases Observing Satellite)  
[http://directory.eoportal.org/pres\\_GOSATGreenhousegasesObservingSatellite.html](http://directory.eoportal.org/pres_GOSATGreenhousegasesObservingSatellite.html)
- [3] [http://www-cger.nies.go.jp/gosat/gosat\\_e.pdf](http://www-cger.nies.go.jp/gosat/gosat_e.pdf)
- [4] [http://www.meteo.fr/cic/assfts13/abstracts/Abst\\_Hamazaki.pdf](http://www.meteo.fr/cic/assfts13/abstracts/Abst_Hamazaki.pdf)
- [5] <http://accsatellites.aeronomie.be/Documents/GOSAT.pdf>

（安培浚 编写）

## 欧空局利用激光测量大气二氧化碳含量

最近，欧空局（ESA）启动了一个运用激光来测量大气二氧化碳的项目，这个项目极大地推动了先进的地球空间碳及气候观测（Advanced Space Carbon and climate Observation of Planet Earth, A-SCOPE）计划中的一个重要研究项目的开展。

A-SCOPE 是目前已经完成资金评估的 6 个地球探测任务之一。与其他 5 个任务一样，A-SCOPE 任务计划将会于 2009 年 1 月召开的用户咨询会议上向科学界介绍。下一个执行周期(可行性研究) 中将提出 3 个任务，届时这个任务将会成为 ESA 的第七个地球探测任务，2016 年将会是其投入市场开发的最后期限。

二氧化碳是地球大气系统中最主要的温室气体。目前大气二氧化碳的浓度相较工业化前增长了 30%，二氧化碳的增加是地球同期平均温度增长加快的主要因素。在人们确认化石燃料的燃烧以及土地利用的变化导致了大气二氧化碳的增加的的同时，目前人们还认识到由于人类活动排放到大气中的二氧化碳，其中有一小部分留在大气中，其余的都被海洋和陆地所吸收。很明显，我们若能更加清楚地掌握二氧化碳在大气、海洋和陆地系统的循环机理以及三者之间是否存在二氧化碳“源”与“汇”的关系，促进对地球碳循环的认知和预测，从而在未来几十年或上百年中改善地球环境。

宇宙空间来源的大气二氧化碳的测量是一件非常具有挑战的任务。其准确性要

求要毫不含糊地描述好二氧化碳“源”与“汇”的特征，对测量仪器和技术要求非常高，本文介绍的以激光为基础的系统研究将会是解决这一问题的好方法。

A-SCOPE 任务需要引进一个具有创新性的方法来测定空间来源的总二氧化碳体积，进而促进对地球碳循环系统的理解。本次提出的测量技术包括两束发射相似波长的短激光脉冲。二氧化碳只能被其中一束激光脉冲所吸收，另外一束为干扰脉冲。通过两束激光发射信号的对比，我们可以得出被吸收的二氧化碳的总体积。这一新颖的技术意味着其反射信号取决于被激光所照亮的空间区域的反射系数，然而，目前的地面反射系数知识体系尚不能准确估算出其误差范围。因此，德国航天航空中心（DLR）大气物理研究所将于今年开展一个名为“反射运动”的计划，着力解决激光反射率的测量问题。短短几个月内已经建好了完善的激光反射仪，并将其安装在 DLR 用于研究的航行器上，模拟其在宇宙空间中的运行。目前，已经开展了两次大的演习，一次覆盖了欧洲北部地区，另一次覆盖了欧洲南部地区，飞行距离长达 5 000 km，获得数据约 500 000 条。激光反射率的测量需要覆盖几乎所有地形，包括森林、农区、灌木区、山脉、干旱区、湖泊以及远海。

出人意料的是此次飞越的波罗的海和地中海时信号很强，这是一个极大的鼓舞，意味着反射率测量的精确度已经可以使用在海域上，而海域恰恰是测量最困难的地方。这个项目成功地证实了地面反射率的变化并不会很明显地干扰到激光系统的信号，这就说明 A-SCOPE 提出的测量技术能够准确地捕捉到大气二氧化碳信息。

DLR 的“反射运动”提供了大范围地表激光地面发射率的第一手数据，这不仅为 A-SCOPE 任务所用，同样其他使用激光开展研究的科学家和工程师们也将从中得到很大的启示。

（李娜 编译）

原文题目：ESA tests laser to measure atmospheric carbon dioxide

译自：<http://www.physorg.com/news147530366.html>

检索日期：2009 年 1 月 9 日

## 科学家动用 HIAPER 飞机观测影响气候的温室气体

美国将动用最高级的观测研究性飞机之一——环境研究的高性能仪器空基平台（HIAPER）飞机，完成跨越地球南北极的历史性飞行研究任务。

从 2008 年 1 月 7 日起，HIAPER 执行的“极地之旅”观测研究项目（HIPPO），将相当于一支国际科研团队，在接下来的三年中，将跨越 24 000 英里，在地球上一些人类最难以到达的地区提取空气样本。这一任务的完成具有重要的意义，能够实现以前无法实施的，在全球范围内实时提取大气层中不同高度范围的二氧化碳以及其他温室气体样本的目标，是一次真正的“极地之旅”。

到目前为止，人类对导致全球大气产生温室效应的气体的了解，大部分是通过

远程卫星，汽艇或者高精度的巨型计算机模型获取的。HIAPER 的“极地之旅”项目将首次为科学家提供全球的实时观测数据来检验和配合这些气候模型。HIAPER 是美国国家科学基金会“环境研究的高性能仪器空基平台”的缩写。作为“湾流五型”喷气式飞机的改进版，可以在高空飞行更长时间，并且可以携带 5 600 磅的传感设备，它已经成为科学研究探测的首选飞行器。

HIPPO是由哈佛大学牵头的一项联合研究项目，其他合作伙伴包括美国国家科学基金会（NSF），美国国家大气研究中心（NCAR），美国国家大气与海洋管理局（NOAA）和斯克里普斯海洋研究所（SIO）。

（安培浚 编译）

原文题目：Scientists Take Off On Historic Mission To Measure Greenhouse Gases That Have Impact On Climate

译自：<http://www.sciencedaily.com/releases/2009/01/090107203126.htm>

检索日期：2008 年 1 月 8 日

## 地球科学计划

编者按：占地球表面 71%的海洋所蕴含的巨大金属矿产资源开发潜力虽然早在一个多世纪以前就因洋底锰结核的发现而为人们所认识，但因存在诸多开发瓶颈，人类开发利用洋底金属矿产资源的远景一直无法实现。目前，随着全球矿业巨头加拿大 Nautilus 集团 Solwara 计划实现洋底金属硫化矿正式工业化开采进入倒计时状态，人类的上述夙愿将变为现实，由此人类也将步入矿产资源开发利用的新时代。

### Solwara 计划：即将开启人类金属矿产资源开发利用新纪元

Solwara 计划是全球矿业巨头加拿大 Nautilus 集团太平洋洋底多金属块状硫化物矿床开发战略计划的关键组成，该战略计划源于其 20 世纪 80 年代在全球率先展开的洋底多金属硫化矿商业探矿行动。1997 年，Nautilus 成功获得巴布亚新几内亚的开采授权（同时，巴布亚新几内亚也成为全球首先发放洋底多金属块状硫化物矿床商业开发许可权的国家），其太平洋洋底多金属块状硫化物矿床开发战略计划进入实质性实施阶段。2006 年，Nautilus 正式将其在巴布亚新几内亚的开发计划命名为“Solwara”（当地克里奥尔语，意为“咸水”），2007 年，Solwara 计划全面启动。按照预定时间表，Solwara 计划进入正式开采的时间是 2010 年（2007 年 2 月完成正式资源评估报告，配套基础设施建设将于 2009 年结束）。

虽然早在 1873 年因洋底锰结核的发现人类就已经认识到洋底金属矿产资源的巨大潜力，并从此开启了人类对洋底金属矿床资源的憧憬，但时至今日，由于洋底金属矿床系统实勘资料与数据的缺乏以及实现开采所存在的技术障碍使得种种有关洋底金属矿产资源开发利用的预期和设想都缺乏现实可行的依据，洋底金属矿床资



源的开发也因此而长期停留在有限勘查和局部试验性开发的状态。与此同时，人类目前所面临的金属矿产资源现状是：已探明的陆上金属成矿带均已进入开采成熟期，资源等级不断下降，新的具有工业开采价值且品质高的成矿带的发现空间及可能性都已极为有限。因此，Solwara 计划的实施及其 2010 年正式全面开采目标的实现无疑对于人类资源开发与利用具有里程碑意义，由此人类将迎来全球资源全面开发利用的新纪元。

## 1 理论依据

Nautilus 做出洋底块状硫化物矿床大规模商业开采战略决策的基本理论依据是：根据陆上金属硫化矿基本成矿原理以及以加拿大为代表的北美陆上多金属块状硫化物矿床成因成熟研究和加拿大多金属块状硫化物矿床开采经验，认为洋底块状硫化物矿床实际上是目前火山成因的陆上块状硫化物矿床的组成部分，从成矿时序分析，陆上块状硫化物矿床实际上是古老洋底块状硫化物矿床（因地壳运动而成为现在陆壳组成部分）；洋底块状硫化物矿床的赋存形态也同陆上块状硫化物矿床相类似：多为团簇状或条带状。故从成矿机理而言，探测和发现具有商业开采价值的洋底块状硫化物矿床不存在理论障碍（这已被刚刚完成的目标区域的系统洋底勘测所证实）。

## 2 实施方案及组成

Solwara 计划总体实施方案：

- 初始计划制定：包括巡勘、数据获取、数据分析；
- 资源详勘：计划描述与分解，包括洋底电磁探测（得到资源分布电磁探测图）、针对目标区域的深部海底探测（绘制资源深部探测图（基本精度：400 米）、深部海底详细勘测（绘制深部探测详图（基本精度：200 米））；
- 基于深部探测详图的区域地球物理与地球化学勘查、取样；
- 无人潜水器精确勘测、取样；
- 资源实际评估及开采。

Solwara 计划的具体实施分为两个阶段：

阶段 1：（1）进行试开采（Solwara 1）；（2）离岸作业方案制定；（3）海上运输设施准备；（4）开采方案论证；（5）揭示未开采资源的潜在价值；（6）为下一阶段计划实施寻求资金支持。

阶段 2：（1）设计并建成世界首个海上浮动选矿厂；（2）基于研讨结果进一步优化方案设计；（3）开发潜在的地热资源。

按照探测和计划开采点的分布以及具体实施次序，整个计划被分解为一系列子项目，即整个计划包含 Solwara 1~10 子项目，目前 Solwara1 即将完成。Solwara 1~10 子项目的具体分布如图 1 所示：



图 1 Solwara 计划项目具体地理分布

### 3 矿床成矿情况及基本地质条件

根据首批公布的评估结果，Solwara 计划项目实施目标地矿床成矿情况良好，矿化集中且稳定，开发前景符合预期。主要成矿检测结果如表 1 所列。

表 1 Solwara 计划项目目标位置样品检测结果（主要金属矿物）

矿体	Cu (%)	Zn (%)	Au (g/t)	备注
Solwara 1	10.7	3.9	16.2	已确定平均指标： Cu: 7%、Au: 6g/t
Solwara 2	1.2	22.1	10.3	68 个样品（Solwara 2、3 合样）
Solwara 3	1.2	22.1	10.3	同上
Solwara 4	12.0	23.8	13.2	34 个样品
Solwara 5	6.7	7.8	17.4	13 个样品
Solwara 6	14.4	18.7	18.1	4 个样品
Solwara 7	5.9	24.1	17.1	7 个样品
Solwara 8	6.1	32.5	16.9	12 个样品
Solwara 9a	4.7	11.6	待定	8 个样品（现仅完成 X 射线荧光分析）
Solwara 9b	8.1	9.2	待定	9 个样品（同上）
Solwara 10	5.2	11.5	待定	13 样品（同上）

同时，Solwara 1 的基本完成标志着全球首批洋底块状金属硫化物矿床的完整地质勘测资料以及首张洋底块状金属硫化物矿床详细地质剖面图的获得。Solwara 1 成矿勘测点地层组成情况如下：

- （1）表层：为疏松沉积物层，厚度 0~2.7 m，由暗灰色粘土和粉砂组成；
- （2）沉积岩层：厚度 0~5.4 m，为呈层状或带状分布的白至暗灰色、细至中粒火山碎屑（主要为石英碎屑、岩屑及凝灰质碎屑）沉积物。矿化较弱，但自顶向下黄铜矿与闪锌矿化逐渐增强；

(3) 块状至半块状硫化矿层：厚度 0~18 m，其中块状硫化矿主要为黄铁矿和黄铜矿（上部），脉石矿物主要为石膏和重晶石（底部）；

(4) 变质火山岩层：主要为后期变质产生的粘土、石膏及少量黄铁矿。同上部的矿化层分界明显。

Solwara 1 成矿勘测点地质构造特征：

位于 Manus 盆地，该盆地为典型的弧后盆地，其南北分别以活动性俯冲带 New Britain 海沟和非活动性俯冲带 Manus 海沟为界，为北部的太平洋板块和南部的澳大利亚板块碰撞产物。呈西~北西走向的转换断层 Djaul 和 Weitin 将 Manus 盆地划分为 3 个次生盆地即东部、中部和西部 Manus 盆地。

## 4 关键技术及设施

### 4.1 关键技术

开发所采用的关键技术包括：船载高分辨率多波束回声探测技术、船载深水牵引旁侧声纳技术、电磁及地磁勘测技术、浅层剖面地震测绘技术。

### 4.2 关键设施

整个计划实施所需的关键设施包括：海底采矿设备（SMT）、提升系统（RALS）、采矿海上支撑平台（大型海上采矿作业指挥船）（MSV）。

Nautilus 日前首次公布了上述关键设备设施的设计制造细节及相关性能参数：

#### (1) 海底采矿设备（SMT）

从英国 SMD 公司签订专门定制合同，共两套（完全相同），总额高达 3.3 千万英镑。该设备基于海底管道铺设所用的挖沟设备设计改进。其设计作业能力为：日最高采掘量 6 000 吨。目前该设备已进入采掘及集矿功能试验阶段。设备的整体装配及测试将在 2009 年年内完成。

#### (2) 提升系统（RALS）

同法国 Technip 公司签订了总额为 1.16 亿美元的设计采购与施工管理协议。主要设备的设计由石油开采设施专家负责，而整个系统的提升操作设备为非定制设备。提升系统的研发汇集了相关领域的国际专家。

近期，Nautilus 同美国通用（GE）下属的两大石油工程公司 Hydril 和 Vetco Gray 合作对 RALS 进行了重要升级，由前者负责提供目前最为先进的海底泥浆提升泵（SSLP），后者负责提供主要提升装置、废水排放管、相关零部件以及管道转接口和提升系统运行设备。而世界著名开采设备制造商 LeTourneau 则负责提升系统的控制装置和起重装置的研发。

#### (3) 采矿海上支撑平台（MSV）

由 North Sea Shipping Holding AS 提供，以 5 年为单位租用期租用。该平台目前已委托全球著名建船商 RMK Marine 建造，建成后将成为世界最先进的海上开采控

制平台。设备的整体装配将在西班牙 Barreras 完成,而整合作业工程则由美国 Houlder 完成。

MSV 的关键性能参数为:

最大功率: 21 MW;

海底起重承重: 400 t;

船体尺寸: 长 160 m, 宽 30 m;

排水量: 14 200 t。

近期 MSV 建设的进展包括: 船体外壳已经在 RMK 开始建造, 整个船体外壳的吊装将在西班牙港口维哥完成; 开采设备的安装与整合工程及详细设计也已展开。

## 5 计划投资及合作研究情况

多家世界著名矿业企业同 Nautilus 签署了投资合作协议:

俄罗斯矿冶集团 Gazmetall: 1.09 亿美元, 占合作投资的 22.4%;

加拿大 Teckcominco 矿业集团: 0.52 亿美元, 占合作投资的 7.2%;

英国英美资源集团 (Anglo American): 0.25 亿美元, 占合作投资的 5.7%。

截至目前, Nautilus 已获得总额达 2.7 亿美元的计划进展现金支持。

同时, 为确保计划的顺利进展, 专门设立了计划合作投资循环机制 (如图 2):

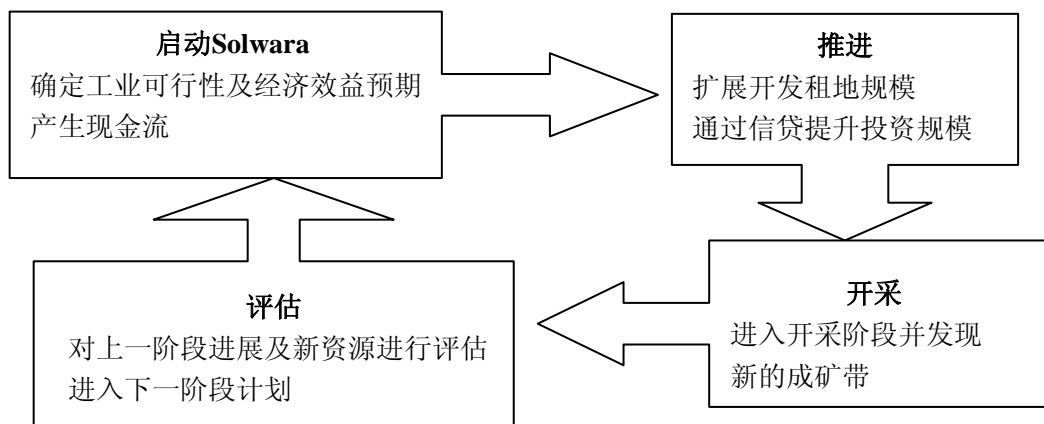


图2 Solwara计划投资循环机制

该项目同时吸引了国际众多研究机构的参与:

美国: 威廉与玛丽学院、杜克大学、斯克里普斯海洋研究所、伍兹霍尔海洋研究所;

加拿大: 多伦多大学;

澳大利亚: 澳大利亚联邦科学与工业研究组织、澳大利亚亚太应用科学联盟、澳大利亚国立大学、科廷理工大学、詹姆斯库克大学、查尔斯达尔文大学、澳大利亚环境咨询公司 Hydrobiology、澳大利亚环境与社会影响评估咨询公司 Coffey Natural Systems;

巴布亚新几内亚: 巴布亚新几内亚大学。

## 6 标志性成果

在计划进展过程中 Nautilus 所取得重要标志性成果包括：

- (1) 成功开展了世界首次洋底块状金属硫化物矿床商业电磁探测；
- (2) 在全球率先采用遥感钻探技术对块状金属硫化矿进行钻探；
- (3) 完成了全球首个符合 NI43-101 标准的洋底金属块状硫化物矿床评估。

Nautilus 对于其洋底金属矿床开采计划的前景充满信心：Nautilus 认为在当前全球金属矿产资源开发平均勘探成本持续上升和投资收益下滑背景下，“转战”占地球表面 70% 以上的海洋“处女地”是必然和明智之选。Nautilus 同时认为，较之传统陆上采矿业，洋底采矿业有 5 方面的优势：(1) 极为简化的基础设施；(2) 极少的超覆层及剥离作业；(3) 极少的开采浪费；(4) 较高的作业安全系数；(5) 有限的社会影响。凭借其雄厚的实力及开发运营经验以及独有的详实勘测数据，Nautilus 表示有信心成为全球洋底工业开发的开拓者和引领者。尽管其整个规划也受到了当前金融“寒流”的影响，但 Nautilus 日前表示其既定的 2010 年实现正式开采的目标不会改变。与此同时，其太平洋洋底多金属块状硫化物矿床开发已经开始由西太平洋（巴布亚新几内亚）经由太平洋中部（斐济）向南太平洋（汤加）拓展。

可以预见，Solwara 计划在揭开洋底多金属硫化矿床的神秘“面纱”的同时，也将把始于 20 世纪 60 年代的全球“蓝色圈地运动”推向高潮。

参考文献：

- [1] [http://www.nautilusminerals.com/i/pdf/2008-12-12\\_NR.pdf](http://www.nautilusminerals.com/i/pdf/2008-12-12_NR.pdf)
- [2] [http://www.nautilusminerals.com/i/pdf/1587\\_NM\\_Fact%20Sheet\\_Fin.pdf](http://www.nautilusminerals.com/i/pdf/1587_NM_Fact%20Sheet_Fin.pdf)
- [3] [http://www.nautilusminerals.com/i/pdf/2008-02-01Solwara1\\_43-101.pdf](http://www.nautilusminerals.com/i/pdf/2008-02-01Solwara1_43-101.pdf)
- [4] <http://www.nautilusminerals.com/i/pdf/SRKConsulting.pdf>
- [5] <http://www.nautilusminerals.com/s/Media-NewsReleases.asp?ReportID=332213>

（张树良 编译）

## 固体地球科学

### 研究发现 2004 年印度洋地震引发了圣安德烈斯断层的震动

最近几年以来，有关大地震引发数百公里，甚至数千公里外的大断层出现人类感觉不到的震动的记录越来越多。最近，一项新的研究表明，2004 年袭击印尼苏门答腊岛的印度洋大地震使 9 000 英里外的加州帕克菲尔德的圣安德烈斯断层（San Andreas fault）出现了这样的震动。

美国华盛顿大学（University of Washington）地球与空间科学学院的博士生 Abhijit Ghosh 表示，在地球另一端发生的地震能够在圣安德列斯断层引发一个地震信号，这是一种低应力活动，是一种新的地震现象。

先前已有研究证明了这种被称作非火山地震的现象，那是 2002 年发生在阿拉斯加的 Denali 地震，其在圣安德列斯断层引发了一些震动。但是，像苏门答腊地震这样一次距离非常遥远的地震引发圣安德列斯断层的震动却非常罕见，当然，也着实令地震学家们兴奋。

2008 年 12 月 17 日，美国地球物理联合会(AGU)在旧金山举行年度会议，Ghosh 以海报的形式向大家介绍了他的发现。2004 年 12 月 26 日的印度洋地震被测定为 9.2 级，并产生了巨大的海啸，致使 25 万人丧生。但是，这样的地震在非常遥远的地方如圣安德烈斯断层引发非火山震动却鲜为人知。

帕克菲尔德地区的圣安德烈斯断层是世界上地震研究最多的的区域之一。过去的历史表明，该地区每隔 22 年就会发生一次 6 级地震，因此该地区部署有各种仪器来记录地震活动。在研究过程中，Ghosh 等分析了由安置在圣安德烈斯断层地面钻孔中的仪器（加州大学伯克利分校的高分辨率地震台网 HRSN 的一部分）所收集到的数据，以及由美国地质调查局（USGS）管理的北加州地震台网所收集到的信息。

来自印度洋地震的震波通过帕克菲尔德地区时，与非火山震动相对应的信号被许多仪器记录了下来。Ghosh 表示，这种信号非常明显，这种震动毫无疑问是由来自苏门答腊的地震波所引起的。

非火山震动是否与地震断层内的实际滑移有关，或者是否与地球表面下的流体流动有关，这是科学家们一直以来所思考的问题。Ghosh 的研究表明，非火山震动是由断层的滑移所引起的。

Ghosh 表示，如果一个地方的断层因为震动而发生滑移，那么这意味着断层其他位置的应力也发生了变化，这可能给其他地区带来震级接近于大地震的一次震动。对震动的监测可以帮助科学家们估测特定断层内的应力增加量，如果断层已接近破裂，那么即使增加很小的应力也将引发震动，而如果断层的应力水平很低，即使是高能量波也可能不会产生震动。

Ghosh 的这项工作增加了人们对非火山震动的认识，以及这种震动对将可能发生地震的断层内的应力释放和转移所起的作用。Ghosh 表示，他们最大的一个发现是，即使很小的应力也可以引发震动，发现震动则可以帮助科学家们追踪断层内的应力在时间和空间上的演化过程，因此在地震灾害分析中具有非常重要的意义。

Ghosh 的其他合作者包括华盛顿大学的三位同事，以及佐治亚理工学院(Georgia Institute of Technology)地球与大气科学系的彭志刚博士，该项目的研究经费来自美国国家科学基金会（NSF）。

（赵纪东 编译）

原文题目：Great Indian Ocean Earthquake Of 2004 Set Off Tremors In San Andreas Fault

译自：<http://www.sciencedaily.com/releases/2008/12/081210131040.htm>

（检索日期：2009 年 1 月 10 日）

## 版权及合理使用声明

中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》（简称《快报》）遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法权益，并要求参阅人员及研究人员认真遵守中国版权法的有关规定，严禁将《快报》用于任何商业或其他营利性用途。未经中科院国家科学图书馆同意，用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经中科院国家科学图书馆允许，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布相关专题《快报》。任何单位要链接、整期发布或转载相关专题《快报》内容，应向国家科学图书馆发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与国家科学图书馆签订协议。中科院国家科学图书馆总馆网站发布所有专题的《快报》，国家科学图书馆各分馆网站上发布各相关专题的《快报》。其他单位如需链接、整期发布或转载相关专题的《快报》，请与国家科学图书馆联系。

欢迎对中科院国家科学图书馆《科学研究监测动态快报》提出意见与建议。

# 中国科学院国家科学图书馆

## National Science Library of Chinese Academy of Sciences

《科学研究动态监测快报》(简称系列《快报》)是由中国科学院国家科学图书馆总馆、兰州分馆、成都分馆、武汉分馆以及中科院上海生命科学信息中心编辑出版的科技信息报道类半月快报刊物,由中国科学院规划战略局、基础科学局、资源环境科学与技术局、生命科学与生物技术局、高技术局研究与发展局等中科院职能局、专业局或科技创新基地支持和指导,于2004年12月正式启动。每月1日或15日出版。2006年10月,国家科学图书馆按照统一规划、系统布局、分工负责、系统集成的思路,对应院1+10科技创新基地,重新规划和部署了系列《快报》。系列《快报》的重点服务对象首先是中科院领导、中科院专业局职能局领导和相关管理人员;其次是包括研究所领导在内的科学家;三是国家有关科技部委的决策者和管理人员以及有关科学家。系列《快报》内容将恰当地兼顾好决策管理者与战略科学家的信息需求,报道各科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、科技进展与动态、科技前沿与热点、重大研发与应用、科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。

系列《快报》现有13个专辑,分别为由中国科学院国家科学图书馆总馆承担的《交叉与重大前沿专辑》、《现代农业科技专辑》、《空间光电科技专辑》、《科技战略与政策专辑》;由兰州分馆承担的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》;由成都分馆承担的《信息科技专辑》、《先进工业生物科技专辑》;由武汉分馆承担的《先进能源科技专辑》、《先进制造与新材料科技专辑》、《生物安全专辑》;由上海生命科学信息中心承担的《生命科学专辑》。

编辑出版:中国科学院国家科学图书馆

联系地址:北京市海淀区北四环西路33号(100190)

联系人:冷伏海 朱相丽

电话:(010)62538705、62539101

电子邮件:lengfh@mail.las.ac.cn; zhuxl@mail.las.ac.cn:

地球科学专辑

联系人:高峰 安培浚 赵纪东

电话:(0931)8270322 8271552

电子邮件:gaofeng@lzb.ac.cn; anpj@llas.ac.cn; zhaojd@llas.ac.cn