

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1日 第1期（总第55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

### 科学计划

“龙计划”二期项目介绍..... 1

### 固体地球科学

研究发现地球矿物也在进化..... 9  
地球氧气的波动历史..... 11  
苏门答腊可能面临另一次大地震..... 11

## 科学计划

编者按：“龙计划”（Dragon Programme）是中国科技部与欧洲空间局（European Space Agency, ESA）在对地观测领域的重大国际科技合作计划，目的是联合中欧知名遥感专家开展合作研究，促进遥感技术应用水平的提高。“龙计划 1”于 2004 年启动，2008 年 4 月结束，资助了 16 个项目。2008—2012 年为“龙计划 2”阶段，资助 25 个项目，涉及陆地资源与环境、海洋学与海岸带、灾害、地形制图、大气、定标与检验 6 个领域，主要研究 ESA、TPM 和中国 EO 数据在中国陆地、海洋和大气科学领域中的应用发展。

### “龙计划”二期项目介绍

欧洲空间局（ESA）和中国科技部国家遥感中心在对地观测应用开发领域的合作已经超过 15 年。2004 年，双方合作启动“龙计划 1”，在 16 个优先领域利用欧空局地球遥感卫星（ESA ERS）和欧洲环境卫星（Envisat）数据在中国开展科学与应用研究。2008 年开始“龙计划 2”，继续扩大合作领域，主要利用 ESA、第三方卫星（TPM）和中国的对地观测（EO）数据（详情见表 1-2）在中国陆地、海洋和大气领域开展科学应用研究，为期 4 年，将于 2012 年完成。

“龙计划 2”的预期成果包括：促进 ESA、TPM 和中国的 EO 数据的科学应用发展；通过联合中欧科学家，促进对地观测科学与应用的学术交流；在项目中期和结束时，发表合作撰写的研究与应用成果；提供 ESA、TPM 和中国 EO 数据在陆地、海洋和大气应用领域的处理、算法和产品的培训。

二期项目涉及陆地资源与环境、海洋学与海岸带、灾害、地形制图、大气、定标与检验 6 个领域，共 25 个项目，各项目执行摘要如下。

#### 1 陆地资源与环境（Land Resources and Environment）

##### 1.1 Forest Ecosystems: 森林生态系统观测技术研究

研究内容：①进一步推动、改善“龙计划 1”森林项目取得的成果，制作 1995—2005—2010 阶段森林变化图，并加强与德国航天局 TerraSAR-X 项目、联合国粮农组织的森林资源评价项目的合作；②为“欧洲生命行星计划”中地表和生态结构观测提供优先服务，对生态系统大小、物理结构、模式、物候、生物群落型、土地覆盖与土地利用特征，以及火灾、病虫害、干旱等自然和人为干扰的鉴别和监测提供服务；③开拓对多参数雷达数据（多频率、多极化及多角度）、新型高光谱数据、光学和雷达合成分析的应用研究。

##### 1.2 Urbanisation: 为可持续发展服务的中国城市化卫星监测技术

1980 年代以来，中国城市人口从不足 20% 发展到 40% 多，据预测到 2020 年将达到 60%。城市扩张不仅造成农田、林地、草地、湿地以及空地的减少，还干扰生

态系统，分隔栖息环境，增加了化学燃料消耗和温室气体排放量。该项目将研究星载合成孔径雷达及其与光学数据的融合，以监测中国城市化进程、评估城市化对环境和可持续发展的作用。

### **1.3 Croplands in CO<sub>2</sub> Budget: 农田在中国碳收支中的作用**

陆地生态系统碳收支估计的不确定性是“ESA 生命行星计划”面临的主要挑战之一。合理的农田管理能降低土壤碳向大气的释放，也能有效减少稻田的甲烷排放从而减缓全球气候变化。项目旨在通过模型和遥感数据的结合与分析，认识中国农田在全球土壤碳循环中的作用。预期成果包括：与中国碳通量估计有关的参数数据库；全球变化背景下的植被变化趋势分析；区域尺度碳收支估计；国家尺度碳收支估计。

### **1.4 Drought Monitoring: 全球气候变化背景下中国干旱监测、预测与适应对策**

干旱灾害经常导致饥荒、社会不稳定、人口大范围迁徙以及人类历史上的文明灭绝等，水资源供需矛盾是保证粮食安全的一个最大的问题。目前，干旱灾害已成为制约中国经济发展的一个主要因素。该项目将利用欧空局、中国以及相关卫星数据作为主要数据源，结合气象和干旱统计等其他数据源，发展一个量化的、具有可操作性的全国干旱监测和干旱影响评估系统，应用于农业发展、水资源与水环境管理等领域；并建立一个基于因特网的信息系统，用于为干旱演化形势提供最新信息，为减灾决策提供技术支持。

### **1.5 POLINSAR: 极化干涉 SAR 土地覆盖和地表形变信息提取技术**

项目包含四个科学主题：①开发和验证通用的、原创的极化合成孔径雷达(SAR)和极化干涉 SAR 的分割方法，包括土地覆盖演化的多时相分析，以及对几何、生物学参数反演算法需要的极化分解方法的研究；②开发地表形变监测和 DEM（数字高程模型）提取的通用方法；③开发和验证利用单基线和双基线极化干涉 SAR 数据提取森林参数的方法；④开发的新算法和科学方法将包含到 PolSARpro 软件中，成为国际地理科学和遥感界宣传“龙计划 2”取得的科学进展的重要交流工具。

### **1.6 Hydrology: 中国干旱地区典型内陆河流域关键生态—水文参数的反演与陆面同化系统研究**

项目选择中国西北干旱区典型内陆河流域——黑河流域为研究区，包括上游高寒山区水文试验区、森林水文试验区和中游干旱区水文试验区。主要研究内容：①雪水当量、雪盖面积、雪反照率和雪面温度等构建高寒山区融雪径流模型的重要参数研究；②陆面温度、土壤湿度和蒸散发等理解干旱区流域森林—绿洲—荒漠水循环过程的关键参数研究；③利用多/高光谱和多角度遥感资料反演生物物理参数，探索协同各类卫星遥感数据与一系列小型、低成本卫星数据反演生物物理参数的潜在性；④发展能够实时融合多源遥感观测的流域尺度陆面同化系统，集成观测与水文、

陆面和生态模型，生成高分辨率和时空一致性的水文—生态参数集，提高对黑河流域水资源和环境变化的动态模拟、监测与预测能力。

### **1.7 Crop Monitoring: 利用 Envisat 数据改进作物监测方法**

作物种植面积遥感监测中最关键的一个环节是作物类型的遥感识别。我国农田都分成小块种植，每块农田中有多种不同的作物，增加了作物识别的难度，也导致地面调查工作难以开展。因此，急需发展一种较少依赖地面调查的遥感作物识别技术。研究目标：发展一种基于多频段雷达数据和光学数据相结合的作物识别新方法；发展一种由遥感指数驱动的基于作物模拟的作物估产模型。

### **1.8 Water Resources: 遥感及其他空间技术在水文水资源中的应用**

研究内容：①结合遥感技术和基于遥感及地面数据的水文模型，开发长江上游横江流域水循环模拟模型框架；②基于乌江流域水文—岩（土）—植被界面水分转化模拟，研究喀斯特水文循环与生态系统的相互作用机理；③开发一种水动力模型，模拟长江三角洲太湖流域平原河网地区的水动力情境；④历史暴雨、风暴潮制图和风险管理，对实时风暴潮进行风险管理；⑤集成遥感、陆面模型和数据同化技术，建立基于因特网的区域土壤湿度监测和预测系统；⑥基于多源遥感数据监测鄱阳湖水位的时空变化，分析湖滩湿地漫/露过程和持续时间，及其对湿地生态系统的影响；⑦应用卫星遥感与非线性物理学相结合，以监测暴雨和洪水过程。

### **1.9 Sport Events Case Studies: 对地观测在大型体育赛事中的应用（以雅典、北京及伦敦奥林匹克运动会为例）**

项目瞄准应用对地观测技术支持大型体育赛事的需求，更重要的是如何发现城市结构的变化情况。预期取得以下成果：对生活质量指标的定义和评价；空气质量（悬浮颗粒）；城市小气候（包括热舒适度）；变化检测；卫星海洋及气象遥感。既关注以往奥林匹克赛事的评价（2004/2008年），也将把对地观测技术应用于2012年奥运会赛事的潜力评价。

## **2 海洋学与海岸带（Oceanography and Coastal Zones）**

### **2.1 Monitoring China Seas: 中国海区 SAR 和可见光遥感监测示范**

近海海洋环境复杂多变，开发近海海洋环境遥感监测系统、进行近海海洋环境遥感监测是目前中欧关注的重点之一。近海海洋环境要素包括海浪、海流、内波和海面风场等，这些要素都能被合成孔径雷达（SAR）全天候全天时地观测到。项目将利用中欧已有和将要发射的 SAR 卫星资料，结合可见光卫星资料，开发和验证 SAR 海洋环境监测方法，并以中国近海海区为监测示范区，建立可业务化运行的 SAR 海洋环境监测示范系统，开展海浪、海流、海冰、海面油污、近岸风场和海洋内波等的准实时监测示范应用。

## **2.2 DRAGONESS: 促进欧洲和中国海洋环境与安全监测系统的协调研究**

欧盟资助的执行期为 2007.9—2010.8 的 DRAGONESS 项目将全面评估和确定欧洲和中国在海洋环境与安全监测方面的能力。具体目标：①针对 GEOS 需求，对中国和欧洲现有服务和信息产品进行评估，包括来自遥感网络、现场观测、模型和数据同化的集成使用等；②对欧空局和中国的地球观测卫星数据进行联合和融合研究，以更好地监测海洋环境。此外，该项目得到欧盟 FP6 支持。

## **2.3 Coastal Zones: 多传感器卫星数据在海岸带海浪、海面风场、海表流场的应用研究**

人类活动，诸如海运、渔业、石油开采、海军活动等对海岸带具有重要影响。在过去几十年中，海洋数值模式和卫星海洋观测获得较大发展并取得较大成就，然而在海岸带小尺度海洋过程研究方面仍有改进空间。项目将利用高分辨率 SAR 研究海岸带的海浪、风场和流场，利用 ERS-2 SAR、Envisat ASAR、HJ-1C（中国 S-band SAR）和 TerraSAR-X 反演获得高级遥感产品，包括海面风场、二维海浪方向谱、海浪参数（有效波高、平均波周期、峰值波长等）和海表流场，并与海洋数值模式和现场测量结果进行比较。

## **2.4 River Deltas: 黄河、长江和珠江三角洲海岸带遥感监测**

黄河、长江和珠江三角洲区域是中国经济较为发达的地区，海岸带生态环境变化剧烈，应用 Envisat MERIS 全分辨率数据、HY-1B 水色水温扫描仪（COCTS）和海岸带成像仪（CZI）数据以及 Proba CHRIS 数据，发展基于遥感的海岸带土地利用/覆盖、海岸线、湿地和近岸水质等生态环境要素的监测和应用技术。项目受 908 专项（海岛海岸带卫星遥感调查项目和水体调查项目）、HY-1B CZI 数据海岸带应用示范项目、国家自然科学基金等的支持。

## **2.5 Monitoring Water Quality: 对地观测数据在河口、大型内陆水体及海岸带水体水质监测中的应用**

针对沿海水质的遥感监测技术和应用问题，在中国黄东海、长江口、太湖，以及欧洲北海南部等区域，开展浑浊水体水质参数的遥感算法开发和应用研究。以 Envisat MERIS 和 HY-1B 的 COCTS、CZI 等卫星遥感资料为主，重点研究：①高浑浊水体悬浮物浓度及水体光谱漫射衰减系数的遥感反演；②藻类爆发的遥感监测，以蓝藻和赤潮为主。项目将利用辐射传输模型模拟，分析探讨悬浮物对水下光场分布及浮游植物初级生产力的影响，并结合水动力模型研究海岸带水体悬浮物的运移。

# **3 灾害（Hazards）**

## **3.1 Coal Fires: 中国北方煤火监测、分析及风险评估**

煤火已经成为国际范围内的环境与经济问题，中国北方大约 50 个大大小小的煤田正面临着地下煤火的威胁。各国科学家研发出多种方案进行地下煤火的探测，但煤火在地表产生的热异常不够明显，工厂、居民地、生物质的燃烧以及太阳辐射都

能够导致一些“假火点”的出现。本研究相关的中德煤火合作项目将提供实地数据用来检测热异常监测方法以及定量分析算法的精度；土地利用分类和自动变化监测定量描述将用于煤层开采与煤火导致的环境变化研究；野外数据采集工作将在一些典型区域进行。以上数据收集和采集过程可以移植到任何今后开发的方法中，处理得到的数据将为整个数据自动处理链服务。

### **3.2 Wetlands: 基于已有数据和地球观测影像的低地势水体和湿地监测的质量、生物多样性变化趋势和风险管理研究**

研究区域包括中国东北部的嫩江湿地、扬子江中下游以及鄱阳湖这些非常有研究价值的生态系统，尤其在生物差异性和传染病危害方面。项目包含以下几个相互关联的研究主题：WP1：水体范围监测；WP2：水位监测；WP3：土壤侵蚀和水质监测；WP4：用遥感数据预测重大洪水灾害及污染（水华现象）发生的范围及其影响；WP5：主要研究湿地划分和生物多样性价值评估；WP6：通过 EO 数据更清楚地理解自然环境因子间的空间关系以及引起这些流行病发生的可能性；WP7：土壤侵蚀监测和遥感定量评估。

### **3.3 Forest Fires: 森林火灾早期预警及损失评估**

研究内容：①开发一种适用于 MODIS 和 MERIS 数据的林火早期预警技术。集成植被生长、植被湿度和气候状态等指数，根据实验区的历史火灾和其他因子（如可燃物类型和地形等）等来建立相适应的火险指数参数；②建立基于多时间多空间分辨率卫星影像的火蔓延监测技术；③建立利用 GOMOS、GOME 和 SCIAMACHY 影像进行林火碳释放的监测技术；④建立综合利用遥感技术和地理信息系统技术的森林大火灾情评估技术。

### **3.4 Sea Ice Detection (ASAR): Envisat ASAR 在渤海海冰探测及分类中的应用**

渤海海冰每年持续大约四个月的时间，属于季节性一年冰，除了一些沿岸固定冰外，大部分区域的海冰是浮冰。SAR 是大面积海冰探测的有效手段，项目将使用 Envisat ASAR 数据开展渤海海冰的探测和分类研究。主要目标是掌握渤海不同海冰类型的 SAR 影像特征，发展自动化的 SAR 海冰探测与分类方法。发展的技术将为开展业务化渤海海冰遥感探测提供技术支持。

## **4 地形测绘 (Topographic Mapping)**

### **4.1 Topographic Measurement: 地形测量**

研究内容集中在 InSAR 技术在地形测绘和地表形变监测的应用上，充分利用星载 SAR 系统数据在中国云雾覆盖的广大区域进行研究和实验。项目将开展以下研究：①评估不同波段 SAR 数据在地形测绘和地表形变监测上的能力；②研究结合不同波段 SAR 数据生成 DEM 的算法；③开发相应的数据处理算法和流程；④在中欧

技术交流过程中进行成本效益分析，加速双方的技术融合和探索 ESA 数据在地形测绘中的应用。

#### **4.2 Crustal Deformation: 利用 INSAR 观测中国境内大型断裂的地震周期内变形及湖泊加载作用引起的岩石圈变形**

观测和模拟地震周期内地表变形、湖泊加载引起的岩石圈变形是固体地球物理学上具有挑战性的工作。卫星大地测量技术的出现使得震后变形、慢地震、深部韧性流体过程的监测成为可能，这些过程影响着未来地震的发生。项目计划使用 Envisat 图像模式和扫描模式 InSAR 方法，观测青藏高原主要断层的形变及其走向的变化状况；研究岩石圈对青海湖和青藏高原中部湖泊加载和卸载的粘弹性响应。最终期望能够提供准确的局部断层滑动速率图和区域尺度的变形速度图。

#### **4.3 Monitoring Three Gorges: 利用 INSAR 监测三峡、拉萨和江苏等地区的地表位移**

研究内容：①三峡大坝是世界上最大的水利工程，自 2003 年以来大规模的区域开发建设加剧了地质灾害的发生，仅新闻媒体就已报道了 100 多次滑坡事件，迫切需要提供一种能够以合理的代价对大面积范围进行高精度重复测量的手段。二期项目将继续改进和综合永久散射体干涉和角反射器干涉技术，试图开发更有效的水汽效应校正方法，并同北京大学与英国伦敦大学学院(UCL)正合作进行的 TerraSAR-X 研究结合。②当雄断层位于青藏高原，是一个距拉萨 100 公里左右的活动断层，测量该地区的地表位移不仅可以帮助更好地认识构造活动，而且对保护拉萨城和关键交通线的安全非常重要。③江苏省境内滑坡、塌陷等灾害频发，将综合应用 InSAR、GPS 和水准测量得到地表形变分布图，采用有限元、离散元和模拟退火等方法研究其形变机理。

## **5 大气 (Atmosphere)**

### **5.1 Air Quality Monitoring: 中国空气质量监测与预报**

研究内容：①发展一个综合的监测中国对流层大气污染物的信息系统，利用卫星遥感、地面监测和模式模拟，建立一套中国区域空气质量信息，数据时间段涵盖近年至今，并包括未来几天的空气质量预报；②提高中国新一代极轨气象卫星风云三号在大气成分遥感上的资料处理和应用能力，进行中欧之间大气成分遥感反演算法的比较、观测仪器和遥感产品的交叉验证等。该项目执行期限 2007.9—2009.9，部分研究内容将得到欧盟 FP6 项目支持。

### **5.2 Chemistry Climate Change: 利用 GOMOS、OSIRIS、OMI 和 MIPAS 传感器观测资料研究中层大气变化**

平流层臭氧损耗，特别是南极地区臭氧的急剧减少是过去二十年来中层大气研究的核心课题，预测显示全球气候变化可能会以更加复杂的方式影响中层大气。为监测平流层臭氧的恢复过程以及增强的温室效应可能对中层大气造成的扰动，必须



对自然变化进行更好的定量研究。研究目标是利用 GOMOS(Envisat)、OSIRIS(Odin) 和 OMI (EOS-Aura) 传感器的最新观测数据, 结合中层大气化学—输送模式, 以及化学—气候耦合模式, 研究中层大气的自然变化特征, 并利用 FASP 资料同化系统对卫星数据进行同化。该研究将由中国科学院大气物理所、中国气象局国家卫星气象中心和芬兰气象研究所 (FMI) 联合完成。

## 6 定标/检验 (Cal/Val)

### 6.1 LIDAR Cal/Val: 地基多普勒测风激光雷达对 ADM-AEOLUS 卫星风场数据的印证

中国海洋大学研制的直接探测多普勒测风激光雷达 (或高光谱分辨率激光雷达 HSRL) 能够在 ADM- Aeolus 星载多普勒激光雷达过境时, 同步测量对应观测路径的大气边界层与对流层的径向风速, 以及其他可作为独立可靠的印证和校正数据的风廓线、三维风场、气溶胶后向散射比 (Rb)、气溶胶消光系数、气溶胶消光后向散射比 (Sa)、海面风场等参数。此外, 还可以利用同步无线电探空仪测量的风廓线及相关气象数据与 ADM-Aeolus 的数据产品进行对比分析。

### 6.2 SMOS Cal/Val: SMOS 卫星的地面定标及其数据在中国区的真实性检验

研究内容: ①利用塔克拉玛干沙漠对 SMOS 卫星进行地面定标。选择低频微波辐射特性均一、稳定且能够达到所需预测精度的地区, 通过采用适当的仪器结合密集的地面实验, 为相关科学团体提供一个用于评估、监测 SMOS 卫星上有效载荷状态的可靠定标点。②SMOS 土壤湿度产品在中国区的真实性检验, 改进算法以提高 SMOS 数据在中国区的反演土壤湿度产品的精度, 特别是青藏高原 (高海拔, 存在冻/融现象)、中国东北部 (浓密森林) 和中国中部 (土壤侵蚀的山区和退化生态系统), 这些具有挑战性的陆地景观区域土壤湿度的反演研究。

表 1 中国对地观测卫星及其传感器

北京一号 Beijing-1	多光谱成像仪 Multi-Spectral Imager (MSI)
中巴卫星 CBRS	CCD 相机 (中巴卫星 01 星和中巴卫星 02 星) 红外多光谱扫描仪 (IRMSS) (中巴卫星 01 星和中巴卫星 02 星) 多光谱相机 (MUX) (中巴卫星 03 星和中巴卫星 04 星) 宽视场成像仪 (WFI) (所有中巴卫星)
“海洋一号” HY-1 A/B	水色水温扫描仪 (COCTS) 海岸带成像仪-CCD 相机 (CZI)
风云三号 FY-3	地球辐射探测仪 (ERM) 中分辨率光谱成像仪 (MERSI) 微波湿度计 (MWHs) 总臭氧单位 (TOU) 可见光红外扫描辐射计 (VIRR)

环境与灾害监测预报 小卫星 HJ-1A	超光谱成像仪 宽视场多光谱相机
环境与灾害监测预报 小卫星 HJ-1B	红外扫描仪
环境与灾害监测预报合成 孔径雷达小卫星 HJ-1C	合成孔径雷达

表 2 欧空局和第三方对地观测卫星及其传感器

欧洲环境卫星 Envisat	先进沿轨扫描辐射计(AATSR) 大气制图扫描成像吸收光谱仪(SCIAMACHY) 微波辐射计(MWR) 中分辨率成像光谱仪(MERIS) 先进合成孔径雷达(ASAR) 多普勒定轨和无线电定位系统(DORIS) 全球臭氧掩星监测仪(GOMOS) 激光后向反射器(LRR) 迈克逊被动大气探测干涉仪(MIPAS) 雷达高度计(RA-2)
遥感卫星 ERS-1/2	雷达高度计(RA) 沿轨扫描辐射计(ATSR) 全球臭氧监测实验(GOME) 微波辐射计(MWR) 合成孔径雷达(SAR) 风散射计(WS) 精密测距测速系统(PRARE)
土壤湿度与海水盐度卫星 SMOS	土壤湿度和海水盐度监测任务
大气动力学任务卫星 ADM	大气动力学任务—风神(ADM-Aeolus)
天基自主计划卫星 PROBA	紧凑型高分辨率成像光谱仪(CHRIS)
先进陆地观测卫星 ALOS (日本)	L 波段的相控阵合成孔径雷达(PALSAR) 高性能可见光和近红外辐射计 2 型(AVNIR-2) 全色遥感立体测绘仪(PRISM)

(王雪梅 供稿)

原文题目: The Dragon 2 Programme

来源: <http://dragon2.esa.int/>

检索日期: 2008 年 12 月 16 日

### 研究发现地球矿物也在进化

不仅是有机生命体在进化，矿物也在进化，许多矿物是随着生物的进化出现的。自从查尔斯·达尔文的时代以来，进化论已经取得了很大的进展。今天，不仅仅是动植物，就连人类创造的事物，例如建筑、音乐、汽车设计甚至政府都被认为会随着时代的变迁而进化。岩石亦是如此，它们似乎也表现出了进化特性。

岩石由矿物构成，矿物像所有物质一样，由各种化学元素组成。化学元素中的各种原子的排列方式造就了矿物千差万别的晶体结构和形状。地球上目前已发现的矿物超过 4 000 种，然而地球形成之初的矿物种类却寥寥无几。

种类繁多的矿物是怎样形成的，华盛顿卡内基研究所的罗伯特·海森（Robert Hazen）和他的同事们怀着这份好奇踏上了探索之旅。2008 年 11 月份，他们在《美国矿物学家》（*American Mineralogist*）上发表了研究成果，文中探讨了矿物的形成历史，研究了岩石成矿及生物成矿的矿物种类。

#### 1 从无到有

太阳系形成前，太阳系的原始尘埃中漂浮着元素周期表中列出的所有化学元素。其中一些元素比较少见，但是从氩到锌的所有元素都存在于那些尘埃中。然而这些元素尚未形成矿物，只有少量金刚石和橄榄石产生于遥远恒星的爆炸中。

化学元素形成矿物的途径只有以下几种。一种是熔融的火山岩凝固时形成矿物晶体，另一种是水分蒸发时，溶解于水中的元素残留下来形成矿物，还有一种就是当元素溶解于水中的浓度高到一定程度后，它们就会沉积下来形成矿物。在这几种方式中，不同元素的原子聚集在一起形成独特的晶型。一旦形成了某些矿物，就会有更多矿物以化学方式形成。通常情况下，如果矿物暴露于可以夺取电子的介质中，就可以发生这种化学成矿作用，正如氧化过程中氧气的作用方式。

行星凝聚过程中，重力和微粒碰撞造就了高温环境，这对融化漂浮在太空中的金属粒子是必需的，同时各种矿物也开始形成。太阳和行星成形后，太阳辐射、小行星撞击以及重力压继续提供着热量。岩浆大量涌现，在一些地方形成了广阔的熔岩海洋。Hazen 博士和他的小组根据对陨石和早期岩石的研究推测，包括锆石、石英、黏土、岩盐晶体在内的几百种矿物形成于矿物进化早期。

虽然水星和月球在行星凝聚阶段过后就没有变化过，但是，火星、金星和地球上的火山活动却释放出强大的能量，这进一步丰富了矿物种类。许多矿物都是由火山喷发出的气体形成的，像二氧化碳和水蒸汽，它们使冰（也算是一种矿物）聚集在地球两极附近，而火星上的情况可能也是如此。

板块是地球特有的构造，是漂浮在地球内部熔岩上的陆壳移动产生断层形成的，这意味着地球上矿物的演化远远超过太阳系的其他行星。在这个宏大的过程中，岩

石被融化、再生，以新方式聚集化学元素，大规模的铜矿、铅矿、锌矿、银矿以及其他金属矿藏以这种方式而产生。

大约 400 万年前，生命还未诞生，那时地球上的矿物种类被认为已超过 1 500 种。显然，矿物并没有基因，因此不能像生物一样发生突变。然而，生命诞生后，矿物的演变便与生命的种类交织在了一起。

微型藻类是地球上最早的有机生命体，它们从大气中吸收二氧化碳并排出氧气，经过数百万年，形成了富含氧气的大气层。大气中的氧气迅速夺走矿物表面的电子，铁矿表面由此生成了铁锈，而上千种新矿物也通过这种方式从镍、铜、铀之类的矿物中形成。

## 2 有生命的石头

在海洋里，一些拥有坚硬组织的海洋动物的外壳和骨骼在进化过程中被矿化了，以此来保护和支撑身体。珊瑚虫就通过聚集漂浮在水中的钙离子和碳酸盐来建造珊瑚礁。海洋动物的排泄物中的矿物以及大量堆积的骨骼、外壳和珊瑚在压力作用下形成了一种矿物，即方解石。

在陆地上，植物根部排出的酸性物质将来自火山的矿物，例如云母、长石、辉石等，转变为黏土矿，黏土矿最终形成肥沃的土壤。这就解释了为什么夏威夷等火山岛上的植物生长得如此繁茂。

生物体产生的新矿物也在不断涌现。最新的一种矿物是由 Hexiong Yang 发现的，他将其命名为海森矿（Hazenite），以此表达对其老师海森博士的敬意。海森矿由生存在加州莫诺湖（Mono Lake）这个强碱性水域中的微生物形成。

Hazen 表示，了解生物体对矿物形成的惊人作用对人们探索宇宙非常重要。弄清楚行星演变的不同阶段产生的具体矿物类型，以及哪些矿物是由后来出现的生物体产生的，这对于了解其他行星和月球的矿物学至关重要。

NASA 的信使号水星探测器正进入围绕水星的轨道，Hazen 预言水星上只会找到 300 种左右的矿物。如果找到 500~1 000 种矿物，则表明水星远比人们最初设想的更加复杂。如果找到了生物体形成的矿物，那么研究人员可就要感到困惑了。对于火星和其他行星也是如此，包括一些外部行星，这些行星已经为人所知，但是最近才被观测到围绕着太阳系外的恒星旋转。Hazen 认为，考虑矿物的进化特性是确定行星的地质演化时间的有效手段。此外，它还能告诉人们，生命是否出现在某个时间点，以及现在是否仍然存在。

### 参考文献：

[1] Earth's Minerals Evolved, Too

<http://sciencenow.sciencemag.org/cgi/content/full/2008/1114/2>

[2] Mineral evolution

<http://ammin.geoscienceworld.org/cgi/content/full/93/11-12/1693>

（赵纪东 编译）

## 地球氧气的波动历史

目前，地球大气中所含的气体，约有五分之四是氮气，五分之一是氧气。其中氮气的形成，大多源自于非生物作用的无机过程，而且氮气在大气中的驻留时间可以长达 10 亿年之久。相比之下，氧气的产生则多是来自于生物利用太阳能所进行的氧化作用，至于氧气在大气中的驻留时间，则只有短短的 400 万年。即便如此，在过去 5 亿年间，大气中的氧气含量还是可以占到整个大气的 10%~30%。

光合作用时，由<sup>12</sup>C所组成的二氧化碳较易参与反应（相比于由<sup>13</sup>C所组成的二氧化碳），但呼吸作用又会将光合作用的产物反应掉，将<sup>12</sup>C重新释放回大气。因此，当光合作用大于呼吸作用时，越来越多的<sup>12</sup>C将被生物利用形成有机物质，而大气中<sup>13</sup>C的相对含量便会开始增加。因此分析地球早期的<sup>12</sup>C与<sup>13</sup>C比值，便可以得知地球当时氧气的可能含量。

虽然早在 22 亿年前，氧气就开始在大气层中累积，但是当时大气中氧气的含量却大约只有今天的 1%。直到距今约 7.5~5.5 亿年间的新元古代（Neoproterozoic），以及 3.6~3 亿年间的石炭纪（Carboniferous）时，才发生了氧气含量大幅增加的事件。

在新元古代时期，一种大型的单细胞真核藻类——浮游生物开始出现，他们大大加速了有机物质被埋藏入海洋沉积物的过程，并减少了呼吸作用对氧气的消耗，使得氧气在大气中迅速累积，同时，也导致了寒武纪生物种类的大量增加。到了石炭纪时，由于陆生植物的大量出现，氧气再次大量累积至大气层中，甚至到了 30% 的比例。

在三叠纪结束之际，一场生物大灭绝事件发生，氧气的含量也降低到了 10%~12%。然后，在过去的 2 亿年中，氧气含量再次慢慢累积到 23% 的比例。一直到今天，由于生物被埋藏的速率以及氧化的速度都渐渐被控制，氧气含量也不再有明显的剧烈波动了。

（赵纪东 编译）

原文题目：The story of O<sub>2</sub>

译自：<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/322/5901/540>

（检索日期：2008 年 12 月 20 日）

## 苏门答腊可能面临另一次大地震

2004 年 12 月 26 日，印度尼西亚苏门答腊岛附近海域发生了里氏 8.9 级（数据来自美国地质调查局）强烈地震并引发海啸，波及印度洋沿岸十几个国家，造成 20 多万人死亡或失踪。最近，加州理工学院的地震地质专家 Kerry Sieh 等在 2008 年 12 月 11 日的 *Science* 上撰文指出，该地区未来几十年内可能会再发生一次大地震，强度将与 2004 年的大地震相匹敌，估计矩震级（Moment magnitude, Mw）将达 8.8 级，最坏的情况是可能再次引发大海啸。

根据被记录在苏门答腊西部地区浅水珊瑚礁上的地震活动历史，研究人员得出了这一结论。与树木一样，珊瑚也有记录其所经历的环境变化的“年轮”（珊瑚生长和突然死亡的周期）。当地震发生时，海底被迫向上抬升，海平面相对下降，这时珊瑚便因缺水无法继续向上生长，转而向外生长即横向生长。因此，在海平面降低的那些年份中，珊瑚的横截面会出现顶部生长年轮变平或者消失的情况。

来自美国、印尼和台湾的研究人员进行了合作研究，他们的研究对象是苏门答腊明打威群岛（Mentawai Islands）海岸外的古珊瑚，这些珊瑚沿着明打威群岛下方的巽他大型逆冲断层（Sunda megathrust）生长，该部分长约 700 km。巽他大型逆冲断层全长 6 000 km，从缅甸、苏门答腊、爪哇和峇厘岛岸外数百公里处向陆地潜没，该断层一直被认为是印度洋大地震和海啸的主要来源，2004 年 12 月的地震使该断层的一部分向更西的方向裂开。

研究人员在 Bulasat、Simanganya、Sikici 这三个地方收集了大量的珊瑚礁样本，从其生长年轮了解过去 700 年的海平面变化历史，进而得知明打威地区大约每两百年就会发生一次大地震。过去的三个地震周期分别出现在 1350 年、1600 年左右，以及 1797—1833 年（分别造成两次或更多强震），这三个地震周期平均使岛屿的海拔升高了 1~2.5 m 左右。结合 GPS 数据等的分析表明，2007 年 9 月 12 日发生在苏门答腊的 Mw 8.4 级地震只释放了断层自 1833 年以来所积累的一部分能量，仅使海平面升高了 73 cm，因此其很可能是更大规模地震的前兆。

Kerry 表示，要精确地预测下一次地震将在何时发生是不可能的，但可以肯定的是，地震性摇动及可能的海啸将会造成生命及财产的重大损失。当地政府应善用这数十年的时间，加强可能受影响地区的建筑设计及建设。

目前，印尼已经建立了一个早期预警系统，用来保护苏门答腊西海岸沿线的人民，其中包括苏门答腊省首府巴东市（Padang）近 80 万的民众。但是，如果海岸附近的大地震引发海啸，人们逃往高处的时间将非常有限。此外，致命的海浪也可能通过印度洋向东迅速传播，如同 2004 年一样。最近模拟印度洋海啸灾难的 Synolakis 表示，大型逆冲带明打威部分的破裂所引发的海啸将可能使一些更远的海岸国家面临威胁，如阿曼、肯尼亚、马达加斯加和南非等。

#### 参考文献：

[1] Earthquake warning for Sumatra

[http://www.nature.com/news/2008/081211/full/news.2008.1296.html?s=news\\_rss](http://www.nature.com/news/2008/081211/full/news.2008.1296.html?s=news_rss)

[2] Earthquake Supercycles Inferred from Sea-Level Changes Recorded in the Corals of West Sumatra

<http://www.sciencemag.org/cgi/content/short/322/5908/1674>

（赵纪东 王金平 编译）

## 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