



TERRA 卫星



AQUA 卫星

或许，我们在有生之年无法造访太空，但现在可以通过卫星搜集的影像来俯视我们赖以生存的地球。

美国航空航天局 (NASA) 分别于 1999 年和 2002 年发射了 TERRA 和 AQUA 卫星，用来遥测地球环境。近日，NASA 决定将这两颗卫星搭载的高功能观测设备从初次运行到如今获得的近 20 年地球影像资料全部公开，公众可在个人电脑上方便地浏览和探索地球的沧桑巨变。

NASA 公开两颗地球遥测卫星拍摄的全部影像资料

借你一双太空眼，穿越地球 20 年

由美国航空航天局 (NASA) 牵头、多国参与，建于 1991 年的地球观测系统 (EOS)，是一个由多颗卫星组成，实施多学科 (大气、海洋、陆面、生物、化学等) 综合研究，加深对地球系统变化理解的全球卫星观测体系。TERRA 和 AQUA 卫星都是 EOS 计划中的一部分。

日前，这两颗卫星拍摄的近 20 年地球影像资料已全部在 WorldView 应用软件上向公众开放。全球的用户轻点鼠标，就能看到高清影像资料，仔细观察火山喷发、飓风导致的洪水、消失的冰川、欧洲大陆的夜空……

“在上世纪八九十年代，若想俯瞰加州海岸线上空的云层，必须要算准云层的运动，而且卫星要恰好飞达该区域上空。而现在，通过 WorldView 应用，只需几分钟就能查到你所需要的图像并下载或分享出去。” NASA 地球科学技术和研究项目负责人圣迭戈·加索介绍说。

地球观测正在人类生产生活诸多领域发挥着越来越显著的作用。通过对地球环境的持续关注和研究，我们将更好地回答全球气候变化问题，更全面、深刻地了解自然和人类对全球环境变化所起的作用；长期积累的各项数据及其分析，也将为经济社会建设、灾害预测应对、资源开发利用等提供必要的支持。

卫星资料

TERRA 卫星 Terra，在拉丁语中是“土地”的意思；Terra 卫星是 NASA “地球观测系统 (EOS)” 计划中的第一星，发射于 1999 年 12 月 18 日。它携带了五种传感器，能同时采集地球大气、陆地、海洋等信息，对地球表面和大气参数作长期监测。

Terra 的轨道基本上是和地球的自转方向相垂直，所以它的图像可以拼接成一幅完整的地球总图像。通过分析这些数据，有助于科学家认识全球气候变化的起因和发展，了解地球气候和环境的整体作用。

AQUA 卫星 Aqua，在拉丁语中是“水”的意思；Aqua 卫星承担了收集大量关于地球水循环信息的任务，包括海洋海水蒸发、大气中的水蒸气、云层、降水、土壤水分、海冰、陆冰，以及陆地上的积雪和冰的各种数据和信息。

Aqua 卫星的测量数据还包括辐射能通量、气溶胶、覆盖陆地的植被、浮游植物和海洋中的溶解有机物，以及空气、土地和水温等。

纵观全球风云变幻

——风云三号 A 星入轨运行十年，先进载荷技术助力气象卫星事业跨越发展

作为我国第二代极轨气象卫星的首发星，风云三号 A 星自 2008 年 5 月 27 日入轨工作，至今运行满十年，已被世界气象卫星协调组织列入新一代世界极轨气象卫星观测网。



丁雷

中国科学院上海技术物理研究所围绕我国大气探测战略需求，瞄准国际上空间遥感技术竞争的制高点，为第二代极轨气象卫星自主研发了自主可控的气象探测光学主载荷：扫描辐射计、中分辨率光谱成像仪、红外分光计及地球辐射探测仪，以及红外地平仪。

载荷具备单轨覆盖 3000 公里、多光谱、三维垂直探测、定量遥感探测等功能，为卫星获取全球资料 and 进行多种要素综合探测提供了技术升级路径，支撑我国气象卫星实现了从单一遥感成像到地球环境综合探测、从公里级分辨率到百米级分辨率的跨越。

继承超越比肩欧美

上海技术物理研究所研制的四合有效载荷均为风云三号卫星业务运行所需，除十通道扫描辐射计尚有风云一号经验可供借鉴和部分继承外，其余三台光学遥感仪器均为我国首次研制，技术指标已部分超出当时运行的国际同类产品的先进水平。

十通道扫描辐射计作为卫星业务应用连续观测的有效载荷基本配置，主要任务是获取共十个波段的地球二维影像信息，以一公里级分辨率发送、处理并作全球图像记录。

中分辨率成像光谱仪的主要任务是对地球的海洋、陆地、大气进行全球动态监测，提高中国天气预报、气候变化研究和地球环境监测能力。作为风云系列卫星中的新载荷，它具有新技术多、功能多、结构复杂、性能指标要求高等特点，研制难度相当大，相关技术积累和储备长达数十年。

红外分光计的主要任务是探测大气温度、湿度轮廓线、臭氧总含量、云参数和气溶胶等，为数值天气预报、气候变化研究和环境预测提供重要参数。地球辐射探测仪承担探测地气系统的长波辐射及地气系统反射的太阳辐射，为中长期气候变化研究提供精确辐射信息的任务。

经过十年的在轨运行，风云三号 A 星目前工作在晨昏轨道，技物所研制的成像载荷均随卫星正常运行，红外地平仪工作正常，为提高气象预报精度和防灾减灾、保证卫星

探索创新永无止境

在承担研制风云三号卫星有效载荷过程中，技物所团队瞄准当时欧洲正在研制的 METOP 卫星、美国开展研发的 NPOESS 卫星以及即将研制的 NPP 极轨气象卫星的有效载荷技术，突破多项技术难题，实现了所有核心技术的自主研发，力争实现中国空间技术从“跟跑”到“并跑”的跨越。

在旷日持久的技术攻关中，为了赶上国际最高技术水准，每个技术方案被推翻三四次是常事，甚至整套设计方案被推倒重来。尤其当技术上有了较大创新之后，就意味着需要做更多试验来验证产品上天之后的可靠性。

在风云三号 A 星的基础上，技物所研制的多合有效载荷在 B、C、D 星上持续运行。升空半年有余的风云三号 D 星中分辨率光谱成像仪，已开始源源不断回传高质量数据。8K 高清晰彩色地球影像，还原了一个最真实的地球。相机空间分辨率 250 米，幅宽超过 2800 公里，每天都能将全球“扫”两遍。

风云三号载荷技术相关成果先后获得两项上海市科技进步一等奖、两项上海市科技进步二等奖，2017 年中国科学院杰出科技成就奖，同时也支撑了风云三号 A 星获得国家科技进步奖。研发团队目前正在开展风云三号 03 批卫星的有效载荷研制工作，目标依旧是力争做该领域的世界翘楚。这给团队带来了无与伦比的成就感，是团队坚持 20 年的理由，更是吸引诸多年轻人投身这项科学事业的重要原因。

(作者为中国科学院上海技术物理研究所副所长、研究员)

看，这就是我们的地球

宇辰 编译

夏威夷火山裂缝 见证“最年轻”

夏威夷群岛基拉韦厄火山爆发在火山东部裂谷带产生了一系列气体和熔岩向外渗出的裂缝，这些裂缝和高浓度的二氧化硫导致了该地区大规模的人员疏散。

图一是 Terra 卫星上先进的太空热发射和反射辐射计 (ASTER) 拍摄的照片，捕捉到了这些新出现的裂缝。

基拉韦厄火山是位于夏威夷群岛最东南的最年轻火山，自 1983 年以来，东裂谷地区的喷发活动一直持续不断，基拉韦厄火山也由此成为世界上最活跃的火山之一。

斯瓦尔巴群岛 消失的海冰

2016 年 3 月 14 日，Aqua 卫星上的中分辨率成像光谱仪 (MODIS) 为北极中部地区拍摄了第一张“可视”卫星图像。图二呈现的就是这一天位于该地区斯瓦尔巴群岛北部的“真实色彩”。

研究人员通过卫星图像对斯瓦尔巴群岛的海冰状况进行了观察和估计，发现海冰在逐年减少。他们推测，弗拉姆海峡、巴伦支海和格陵兰海等地区的高温和强风对海冰消失有潜在影响。从这张卫星照片也可以看出，该地区上空强烈的海风。

洪水连着大火 席卷奥卡万戈三角洲

非洲中南部国家博茨瓦纳北部的奥卡万戈三角洲是世界上最大的内陆三角洲之一，以每年发生在 2 月至 5 月间的洪水而闻名于世，季节性降雨带来的洪水覆盖了约 2 万平方公里的湿地。但是，就像洪水灾害经常肆虐喀拉哈里沙漠的这一地区一样，大火也经常无情地吞噬着这片地区。

图三是今年 4 月 28 日至 5 月 23 日期间 Aqua 和 Terra 卫星上的中分辨率成像光谱仪 (MODIS) 获得的奥卡万戈三角洲地区动态图像中的两张。

这组动态照片向我们展示的是大火向东南方向缓慢移动，留下一道深棕色的燃烧痕迹。

通过研究这些照片，博茨瓦纳奥卡万戈研究所的湿地生态学家迈克尔·哈德森发现了一个意外规律，那就是在洪水泛滥平原上，发生火灾的可能性更大。

之前也有研究表明，火灾会通过改变泛滥平原的水质，破坏水生动物幼体的栖息环境，对当地生态系统产生影响。

虽然洪水泛滥会产生更多燃烧所需的燃料，但大火最终还是人为原因导致的。“几乎所有的火灾都是人为造成的。例如，人们经常在植被茂盛的地方点火，而这些地方很容易发生火灾。”哈德森说：“随着人类在三角洲地区的生态足迹不断增多，发生火灾的范围和频率可能还会增加。”

红海上奇特的波浪形沙尘暴

红海上空的沙尘暴并不罕见，每年夏天，风都会将撒哈拉沙漠中的沙尘刮起带到红海。但请注意观察图四——2018 年 6 月 11 日 Aqua 卫星拍摄的吹过红海海面的沙尘暴，呈现出一种奇特的波浪形状。

气象分析局的气象学家利·蒙查克注意到这一奇特的模式后认为，这很可能是与大气中的重力波有关，是由风切变造成的。

她说：“在这种情况下，来自沙漠含有大量尘埃的热空气在刮到海洋上空时速度变慢，上层空气的移动速度比温度较低、密度较大的底层空气更快，结果导致海洋上空的沙尘暴像波浪一样，就像风导致海水形成波浪一样。”

哥伦比亚大学和美国航空航天局戈达德太空研究所的研究员巴斯蒂安·范迪登霍文也认为，很可能是地球引力制造出了这一奇观。他说：“同样的空气重力波也会在云层中形成起伏的波状云，而在这场沙尘暴中，空气重力波导致尘埃形成了这样的波浪形。重力波通常出现在大气中，但需要以云为媒介，而在这种情况下，是尘埃让空气重力波显形可见。”

磷减排治理 伊利湖有害藻华

图五是 2015 年 9 月 6 日的卫星图像，显示出伊利湖上日益严重的藻华。这些有毒藻类的过度生长，给人类和水体生态系统带来威胁。为此，根据 2012 年大湖水质协议，美国和加拿大承诺在 2016 年 2 月前实现两国为伊利湖制定的磷减排目标。

作为对这一承诺的回应，在科学调研和广泛的公众咨询之后，加拿大和美国通过了伊利湖磷减排目标 (与 2008 年的基线相比) ——

▲ 将进入伊利湖西部和中部盆地的总磷减少 40%，美国和加拿大排入湖水中的磷分别减少 3316 公吨和 212 公吨。

▲ 在伊利湖西部和中部盆地的近岸海域维持藻类物种的健康水生生态系统：确保以下水藻为害水城春季流入的总磷和可溶性活性磷降低 40%，包括加拿大的泰晤士河和利明顿河的五条支流，美国的莫米河、瑞森河、杜桑溪、桑达斯基河和休伦湖等。

进一步的工作是建立具体目标，以减少在伊利湖东部盆地有害藻类的影响。加拿大和美国正在推动促进与其他行政辖区和利益相关方的密切合作，制定国内行动计划，规划实现新目标的战略。

