



This PDF is provided by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an officially produced electronic file.

Ce PDF a été élaboré par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'une publication officielle sous forme électronique.

Este documento PDF lo facilita el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un archivo electrónico producido oficialmente.

جرى إلكتروني ملف من مأخوذة وهي والمحفوظات، المكتبة قسم ، (ITU) للاتصالات الدولي الاتحاد من مقدمة PDF بنسق النسخة هذه رسمياً إعداده.

本PDF版本由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案服务室提供。来源为正式出版的电子文件。

Настоящий файл в формате PDF предоставлен библиотечно-архивной службой Международного союза электросвязи (МСЭ) на основе официально созданного электронного файла.

监视我们 不断变化的星球

用于空间对地观测的
重要频谱

监测我们变化中的星球

赵厚麟

国际电联秘书长



地球是一个脆弱的星球，需要依靠其有限资源来维持全世界不断增长的人口。在我们协手建设可持续全球经济的进程中，星载遥感器将在实现联合国可持续发展目标（SDG）方面发挥日益重要的作用。

确实，[国际电联各成员国](#)和全球社会现已认识到利用地球观测和地理空间信息作为实现SDG基础性贡献的潜力。遥感可以为种类繁多的应用提供关键信息，其中包括空气质量、灾害管理、公共卫生、农业、可用的水资源、海岸地带管理以及地球生态系统的健康。

例如，星载传感数据被用于评估自然灾害的影响，并且更好地为应对全球危险事件做好准备。来自星载遥感器的数据也越来越多地用以指导相关工作，以尽可能减少城市发展对环境造成的损害。

这些只是为展现遥感测量 – 及其所支持的科学 – 如何最佳服务于人类而提供的少许范例。本期《国际电联新闻》杂志将列举更多此类范例，并且将针对国际电联的工作可以如何有助于实现空间地球观测的社会经济效益展开深入探讨。

此外，我很高兴地宣布，今年是国际电联新闻》杂志创刊150周年。在本期中还将向您介绍《[国际电联新闻](#)》杂志150年历史上的各个重要里程碑。

我谨借此机会，祝各位新年健康、快乐！

“ 遥感测量 –
及其所支持的
科学 – 可为人类
做出极大贡献。 ”

赵厚麟

监视我们不断变化的星球

用于空间对地观测的重要频谱

1 监测我们变化中的星球

赵厚麟
国际电联秘书长

空间科学 – 国际电联与WRC-19

4 当今我们为何需要空间感应观测

马里奥·马尼维奇
国际电联无线电通信局主任

8 地球观测系统 – ITU-R第7研究组与 世界无线电通信大会

John Zuzek
国际电联无线电通信部门（ITU-R）第7研究组主席、
美国国家航空航天局（NASA）国家频谱计划经理

空间对地观测的好处

12 世界气象组织（WMO）全球综合观测系统的 空间设备

佩特里·塔拉斯
世界气象组织（WMO）秘书长

16 无线电频谱对地球观测的重要性

Eric Allaix
无线电频谱协调指导组主席

19 空间测高

Jean Pla
国际电联无线电通信部门第7研究组副主席

24 无源频段的大气感测与选择

Richard Kelley
国家海洋和大气协会（NOAA）美国商务部

30 从太空检测天气和气候 – 对于我们的全球 现代社会而言不可或缺

Markus Dreis
Chairman of ITU-R Working Party 7C
欧洲气象卫星组织频率经理

监视我们 不断变化的星球

用于空间对地观测的
重要频谱

封面图片: Shutterstock/NASA

ISSN 1020-4148

itunews.itu.int

每年6期

版权: ©国际电联2019年

责任编辑: Matthew Clark
美术编辑: Christine Vanoli
编辑助理: Angela Smith

编辑部/广告咨询
电话: +41 22 730 5234/6303
传真: +41 22 730 5935
电子邮件: itunews@itu.int

邮政地址:
International Telecommunication Union
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20 (Switzerland)

免责声明:
本出版物中所表达的意见为作者意见, 与国际电联无关。本出版物中所采用的名称和材料的表述 (包括地图) 并不代表国际电联对于任何国家、领土、城市或地区的法律地位、或其边境或边界的划定的任何意见。对于任何具体公司或某些产品而非其它类似公司或产品的提及, 并不表示国际电联赞同或推荐这些公司或这些产品, 而非其它未提及的公司或产品。

除特别注明外, 所有图片均来自国际电联。

36 用于地球研究和自然灾害预测的有源星载传感

Bryan Huneycutt

国际电联遥感事务代表，美国国家航空航天局（NASA），
加利福尼亚理工学院喷气推进实验室

41 无源遥感器如何用于天气预报

喻阳

中国气象局（CMA）国家卫星气象中心工程师

44 保护地球观测传感频谱，惠及社会

Gilberto Câmara

地球观测组（GEO）秘书处主任

处理有害干扰

47 全球范围内无源传感的干扰问题

Josef Aschbacher

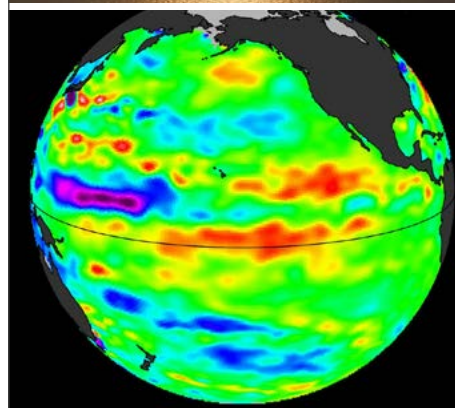
欧洲航天局（ESA）地球观测方案主任

**54 无源微波遥感对数值天气预报的重要贡献及
WRC-19如何解决无线电频率干扰**

Stephen English

欧洲中期天气预报中心地球系统同化科（ECMWF）科长

59 《国际电联新闻》杂志 150年历史上的重要里程碑



当今我们为何需要 空间感应观测

马里奥 • 马尼维奇

国际电联无线电通信局主任



气 候变化及对地球自然资源的不断开发引发了各种环境问题，需要国际社会采取行动。

如果人类要做出有效的应对，则许多解决方案都必须从全球环境监测获得信息，其中也包括利用空间资产。

事实上，空间感知观测对于协助各国领导人和民众在可靠数据基础上做出更加完善的决策至关重要。

目前，几十颗卫星为累积有关地球体系的关键性知识贡献着力量，使得科学家能够具体说明上层大气中的主要自然扰动与数千英里以外的天气变化之间的具体联系。

“ 目前，几十颗
卫星为累积有关
地球体系的
关键性知识
贡献着力量。 ”

马里奥 • 马尼维奇



准确的天气预测需要从最佳的大气现状的可能评估开始，因此，气象学家拥有陆地和海洋上空地球大气活动的实时和准确的全球观测至关重要，而且为了实现这一目标，他们需要依赖空间感应（技术）。

当今，卫星数据是天气预测模型和预测系统使用的、有助于做出公共和私营决策的安全预警和其他信息所不可或缺的输入数据。

全球气候观测系统 – 联合国框架

联合国《气候变化框架公约》正式规定了进行观测的必要性，该公约要求[全球气候观测系统](#)负责确定与气候变化有关的观测要求。各联合国相关机构将携手努力，确保持续提供可靠的物理、化学和生物观测以及数据记录，以便为实现17项可持续发展目标及其相关具体目标中的每一项而添砖加瓦。

38TH WORLD RADIOCOMMUNICATION CONFERENCE



ITUWRC
SHARM EL-SHEIKH 2019

28 October - 22 November
Sharm El-Sheikh, Egypt

www.itu.int/wrc2019
#ITUWRC



国际电联2019年世界无线电通信大会 – 就频谱做出决定

本期《国际电联新闻双月刊》是在筹备**国际电联2019年世界无线电通信大会**的背景下出版的，上述大会将于2019年10月28日至11月22日在埃及沙姆沙伊赫举行。

大会将就包括空间科学业务在内的多种不同无线电通信业务对频谱的使用做出决定。这些决定形成对空间科学业务的适当保护至关重要，以便空间科学业务能够继续支持人类的可持续发展。

“气象学家拥有
陆地和海洋上空
地球大气活动的实时和
准确的全球观测
至关重要。”

马里奥·马尼维奇

频谱 – 对气象系统至关重要

有鉴于上述情况，对于本期《国际电联新闻双月刊》的读者比较重要的是，应了解为何需要提供并保护气象系统所需的适当频谱和这对于其性能的至关重要性，以及为何这些系统所具有的潜在社会和经济价值值得国际电联成员特别关注空间科学界的需求。我非常感谢文章作者能分享他们的专业知识及观点。

用于地球观测的空间遥感器的类型



有源传感器是空基平台上的雷达系统。他们通过发射和接收无线电波获得数据。共有五种类型：



合成孔径雷达 (SARs)

收集地球表面地形数据

高度计

测量海洋表面的精确高度

散射仪

确定海洋表面的风向和速度

测雨雷达

确定降雨率和降雨的三维结构

云廓线雷达

测量地球表面的云层覆盖和结构

无源传感器是非常敏感的接收机，他们测量地球发射并散射的电磁能量以及地球大气的化学成分。需要保护这些传感器不受无线电频率干扰的影响。



查找ITU-R建议书的出处

国际电联无线电通信部门 (ITU-R)
第7研究组 (科学业务)

如何查找描述遥感卫星系统及其相关控制和数据返回链路的技术和操作特性、保护标准和共用考虑的**ITU-R建议书**：



RS系列 (针对遥感)



SA系列 (针对空间应用和气象)



卫星地球探测业务手册



世界气象组织 – 国际电联联合编写的《**气象使用无线频谱手册：天气、水、气候监测和预测**》手册

地球观测系统 – ITU-R 第7研究组与世界 无线电通信大会

John Zuzek

国际电联无线电通信部门 (ITU-R)
第7研究组主席、美国国家航空航天
局 (NASA) 国家频谱计划经理



国际电联无线电通信部门 (ITU-R)
第7研究组研究科学业务。科学
业务包括卫星地球探测业务和
卫星气象业务，包含无源和有源空间遥感系
统，利用这些系统我们可获得地球及地球大
气的重要数据。

用于这些用途的系统对地球上每一个人都具有深远影响。这些数据用于研究和监测气候变化，帮助气象学家预报天气，并预测和监控各种自然灾害。

尽管只有少数国家在运行气象和地球观测卫星，但从它们的运行中获得的数据和/或数据产品已在全球范围内分发使用，特别是由发达国家和发展中国家的国家气象部门及监测和研究气候变化的组织所使用，注意到这一点很重要。

“地球观测和遥感系统的数据被用于灾害预测、监测和减灾。”

John Zuzek

此外，地球观测和遥感系统的数据用于灾害预测、监测和减灾。联合国的一份[报告发现，大约90%的灾害与天气有关](#)。由于地球观测和遥感系统的全球性，必须在全球范围内考虑保护其不受有害干扰影响的问题。

空间有源传感器

空间有源传感器是通过发射和接收无线电波获取数据的仪器。它们在本质上属于空间平台上的雷达系统。有五种类型的有源传感器，每种都有其特定的用途。合成孔径雷达（SAR）用于获取地球表面的地形数据。高度计用于测量海洋表面的准确高度。散射计主要用于确定海洋表面的风向和风速。降水雷达用于确定降雨率和降雨的三维结构。云廓线雷达用于测量地球表面的云层覆盖和结构。

空基无源传感器

空基无源传感器是一种非常敏感的接收机，称为辐射计，它测量地球发射和散射的电磁能量及地球大气中的化学成分。这些非常敏感的接收机需要防止射频干扰，才能进行必要的测量。

大约90%的灾害
与天气有关



IRIN/Tung X. Ngo

运行在地球观测卫星上的无源遥感仪器俯视地球表面和大气，易受在地表或近地表操作的发射机的干扰。这些敏感接收机之所以能够成功操作，是因为相关无线电业务不仅在某些频段获得了划分，而且《[无线电规则](#)》中的许多特别条款为其提供了规则保护。

事实上，从本质上讲，无源传感器试图接收并处理由物理规则确定的、在特定频率上自然出现的极弱无线电信号。因此，如果此类信号受到干扰破坏，则无法简单地使用另一频段获取相关信息。此类信息就是无法获取。

一旦地球观测系统获取了科学数据，必须将这些数据发送至地球供科学家处理和使用。此外，必须保护这些数据传输链路不受有害无线电频率干扰的影响，否则科学数据可能会损坏或彻底丢失。



参见ITU-R第7研究组关于以下方面的所有建议书：

- 遥感系统：RS系列
- 空间应用和气象：SA系列

ITU-R第7研究组

ITU-R第7研究组维护ITU-R建议书中RS系列（针对遥感）和SA系列（针对空间应用）建议书，这些建议书说明了遥感卫星系统及其控制和数据回程链路的技术和操作特性、保护标准和共用方面的考虑。研究组也维护ITU-R《卫星地球探测业务》手册及世界气象组织和国际电联联合编撰的《气象使用无线频谱：天气、水、气候监测和预测》手册以及许多有关遥感和地球观测的相关报告。这份文件有助于科学界，特别是遥感界开展将无线电频谱用于遥感应用的保护工作。

世界无线电通信大会与遥感

世界无线电通信大会（WRC）在遥感方面也发挥了重要作用。

从WARC-79开始，首次为卫星地球探测业务划分了频段。

WRC-97强化了对卫星地球探测业务（有源）的划分，用于有源对地遥感，细化并改进了50-71 GHz的划分，规定了重要的遥感应用并将数据下行链路频段全球化。

WRC-2000进一步增强了各种遥感频段，并重新安排和更新了71-275 GHz的划分，以确认遥感系统对某些频段的使用。

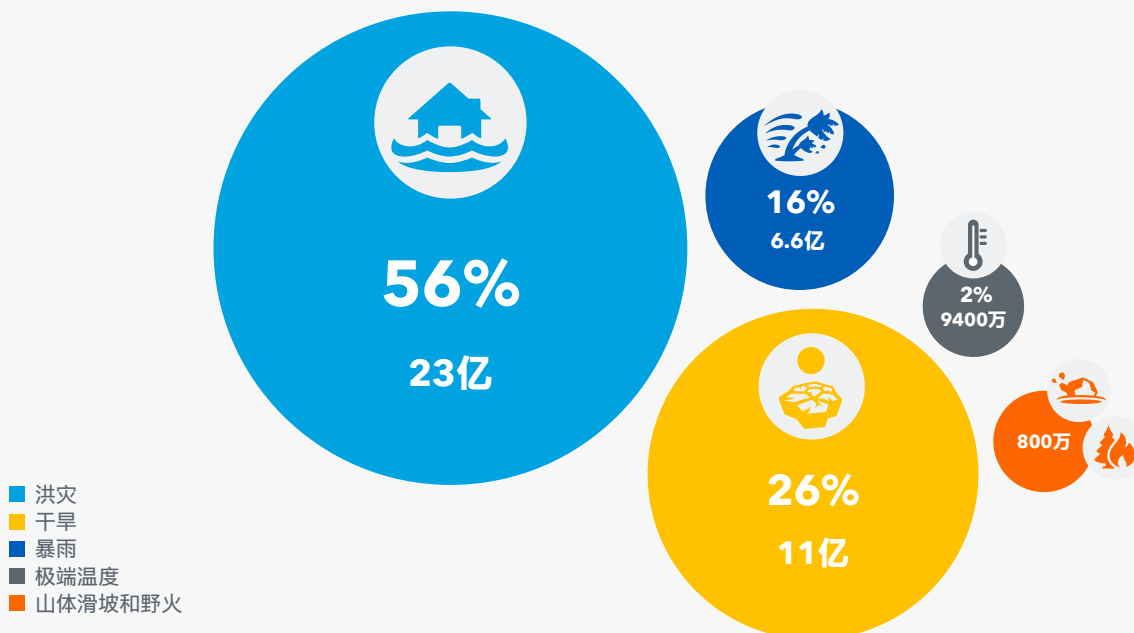
WRC-07实现了对一些无源遥感所用频段的保护，包括保护纯无源划分频段免受相邻有源业务发射机带外发射的影响。

WRC-12在《无线电规则》中正式认可了对地观测无线电通信的重要性。所有这些行动都有助于塑造遥感系统的当前用途及其相关的社会和经济效益，并引领这些系统今后几十年的未来使用。

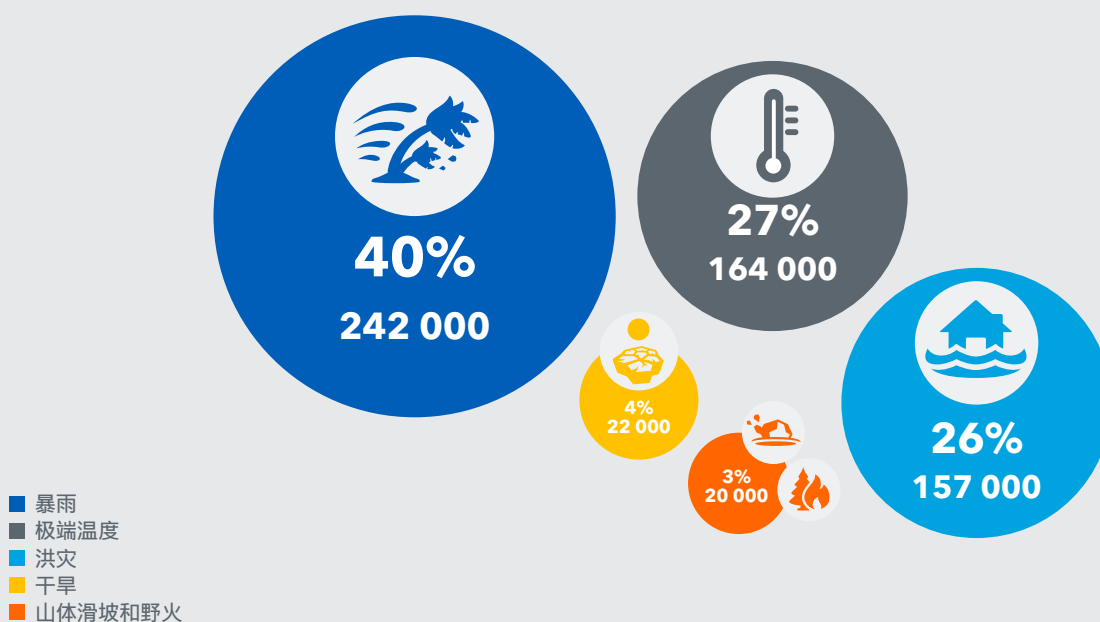


天气灾害导致的人员损失 1995–2015年

受天气灾害影响的人数 (1995–2015年)
(受影响总人数中不包括死亡人数)



各种灾害中的死亡人数 (1995–2015年)



来源：1995–2015年期间天气灾害导致的人员损失。
灾害流行病学研究中心 (CRED) / 联合国国际减灾办公室 (UNISDR)

世界气象组织（WMO） 全球综合观测系统的 空间设备

佩特里•塔拉斯

世界气象组织（WMO）秘书长



20世纪初以来，人们已经认识到利用绕地球轨道卫星观测地球所带来的益处。最终的实际观测始于1957年10月4日发射的首颗人造卫星 – Sputnik，这标志着人类探索太空时代的开始。

1961年，应新成立的联合国大会和平利用外层空间委员会（COPUOS）的要求，世界气象组织（WMO）制定了一份具有奠定基础意义的报告，在该报告中，本组织提议，利用空间技术开展一项旨在推进大气层科学研究和开发更好的天气预报能力的全球性计划。（见[全球卫星观测系统：成功案例](#)）。

“世界天气监测网是在各国之间分享空间福祉的最佳典范。”

Petteri Taalas

“世界天气监测网” – 保护生命和财产

上述计划称作“[世界天气监测网](#)”。它综合了WMO成员运营的观测系统、电信设施和数据处理与预报中心，以提供在所有国家实现有效服务和保护生命和财产所需的气象和相关环境信息。

世界天气监测网的观测系统部分 – 全球观测系统（[GOS](#)） – 已发展成为一种得到良好规划的气象和环境卫星系统，与基于现场的观测网络相结合，支持WMO系列广泛的应用程序。这一观测系统部分由为数众多的对地静止卫星、低轨卫星和处于地球 – 太阳系中诸多不同其它位置的卫星组成。

由这些卫星收集的数据为一系列广泛的应用程序提供着不可或缺的输入信息。例如，通过数字天气预测，它提高了天气预报的准确性，并日益提供有关极端天气事件的更可靠和更及时的预警。利用空间数据的产品和服务为实施全球发展议程贡献了力量，其中包括 [《2030年可持续发展议程》](#)、[《仙台减少灾害风险框架》](#)和旨在应对气候变化的[《巴黎协议》](#)。

世界天气监测网是在各国之间共享空间福祉的最佳典范。其数据和信息向所有国家提供，无论其社会 and 经济发展情况如何。这包括设备提供和接收、分析和能力建设，具体形式为培训、与会补贴计划和其它支持。



观测全球气候可变性的新框架

为了满足国家气象和水文服务局 (NMHS) 不断加大的职责范围和科技进步的需求以及经济现实，全球观测系统已成为这样一种框架的一个关键性组成部分，即，将现有全球观测系统与WMO全球综合观测系统 (WIGOS) 相结合。在这一新的框架下，GOS将与此前独立开发的、相关应用领域的观测系统部分相结合。

随着地球气候进入新时代 – 受到人为活动以及自然进程的强迫 – 至为重要的是实现能够发现和记录全球气候可变性的可持续观测系统，并使这类系统能随着时间的长期推移而发生变化。研究行业、政策制定机构和普通大众都要求获得高质量的气候观测数据来评估海洋、冰冻圈、大气层和陆地的现状，并将之与过去做出比较。WMO和全球气候观测系统 (GCOS) 与气象卫星协调组 (CGMS) 和地球观测卫星委员会 (CEOS) 继续积极互动，确保气象监测系统空间部分（设备）的高效和优化运行。

WIGOS提供一种跨越国家、组织和技术边界的和跨越不同层面性能的综合框架，充分利用了参考和标准网络以及通过众包得到的数据 (crowd-sourced data)。通过一种称作“滚动式需求审查”程序，定期对（成员）观测能力做出评估，以确保WMO成员实施的观测系统能够满足用户要求。CGMS和

“现实能够发现和记录全球气候可变并随着时间的长期推移可以产生变化的可持续观测系统至关重要。”

Petteri Taalas

CEOS均响应WMO的建议，弥补观测系统空间部分存在的差距。WIGOS将从2020年起投入运营。

通常，多数数据在WMO成员之间通过多种不同沟通渠道 – 在WMO信息系统 (WIS) 框架协调下 – 免费共享和传播。

于2003年设立的WMO空间计划旨在协调和支持WIGOS空间部分的发展，并满足卫星在WMO应用程序方面日益加大的作用的需求。

“2040年WIGOS愿景”概要说明今后二十年中空间观测系统需要如何演进发展来保持与不断增长的用户需求的与时俱进。

新类型传感器、数量日益加大的卫星（包括以星座和编队形式出现的卫星）以及新的应用领域和日益增长的传送数据所需的带宽需求等都促使相关方面加大了对空间传感频谱使用的需求。

空间系统在为世界所有公民提供直接福祉和提供相关数据和信息、以支持制定有利于可持续发展的政策和决定的重要性突显出国际电联在对无线电频谱和卫星轨道进行全球性管理方面的至关重要的作用。

有鉴于此，WMO与国际电联之间密切合作对于保障WIGOS的可用性和完整性并确保我们星球的全球观测将继续为其可持续发展做出贡献仍然是绝对不可或缺的。



Karolin Eichler/Deutscher Wetterdienst/WMO

世界天气监测网 (WWW)

为了预测天气，现代气象依赖接近实时的全球天气信息交换。于1963年设立的全球天气监测网 – 世界气象组织（WMO）各计划的核心 – 将WMO成员运行的观测系统、电信设施和数据处理与预报中心相结合，以便在所有国家提供开展有效服务所需的气象和相关环境信息。

通过[此处](#)了解更多信息。

无线电频谱对地球观测的重要性

Eric Allaix

无线电频谱协调指导组主席



至关重要且十分稀缺的无线电频谱资源是各项地球观测活动的基础，如观测数据的收集和衡量、分析、预测和预警。这些对于保护人们的生命和财产安全以及监测和预测气候及环境变化不可或缺。

用于地球观测的主要系统为天气雷达（测量降水和风切变）、气象辅助设备（无线电探空仪、下降探空仪、火箭探空仪）以及卫星。

有源和无源传感器

对于后者，通常使用两类星载遥感设备：有源和无源传感器。有源传感器在星上进行发射和接收。它可以照亮目标并测量目标反射的辐射，因此，往往在同一颗卫星上进行高功率信号的发射，并发现极低功率电平的信号。无源传感器是一种针对来自地球大气体系的极其微弱自然辐射的接受机。

“星载环境监测系统对全世界进行重复和可靠覆盖必不可少。”

Eric Allaix

无源和有源传感器使用诸多观测技术（涵盖大范围电磁频谱的波长），从伽马射线到无线电波等不一而足。地球观测所需的频段由物理和辐射基本定律确定。例如，仅有微波频谱的特定部分可用于地球观测，因为它们包含氧气、水蒸气或其他大气成分的吸收频段。卫星收到的辐射被转化为数字天气分析和预测模型，以提供诸如温度、湿度或液体水成分等测量结果。

微波 – 穿越并跨越云层

与红外线不同，微波的一大优势是能够穿越并跨越云层来收集信息。这对于地球观测而言颇为有益，因为总体而言，地球的近三分之二由云层覆盖。除了可以在任何天气情况下观测地球这一可能性外，无源微波传感测量还可以在白天或夜晚的任何时间进行，因为它们并不测量由太阳或月亮反射的光。与红外线相比，自然微波信号的较低辐射电平意味着在技术上从空中进行这种测量要困难得多，因此，虽然对地静止卫星由于离地球更远而可以提供更大的覆盖范围，但更低地球轨道卫星也是必不可少的。

还应当指出，测量地球大气和表面特定特性的技术要求合并使用在不同频谱上的多种传感器来进行若干不同测量。有鉴于此，传感器受到的任何干扰都可能破坏多项测量的完整性。

“ 只有通过使用
适当的无线电频段
才能够继续发展
全球层面的地球
观测。 ”

Eric Allaix

由使用无线电频谱的星载地球观测系统收集的数据在环境研究和操作工作中发挥着日益重要的作用，特别是在限制天气和气候相关灾害的影响以及从科学方面了解气候变化及其对我们星球的影响忆及对之做出监测和预测方面。

确保全球层面的地球观测

星载环境监测系统对全世界进行重复和可靠覆盖必不可少。

极为重要的是，需要以高效和知情方式管理分配给不同科学和气象业务的频段，以保障并改善通过这些观测得出的气象产品和应用的质量和准确性。

几乎所有的由地球观测系统收集的信息（如今四分之三这样的数据由卫星提供）在世界范围内提供。每一主管部门（国际电联成员），不论是否拥有卫星网络或在其领土上是否拥有接收站，都可以获得所需数据，以便做出天气预报和海洋表面的测量（海浪高度、海水表面温度、盐浓度、海中冰层厚度等）；陆地表面测量（水蒸气、风速、降雨强度、森林中的树木密度等）以及与气候变化影响有关的各种形式的研究。

只有通过使用适当的无线电频段才能够继续发展全球层面的地球观测，而这些频段所具有的准确和独一无二的物理特性是不能改变的，亦或是在其他频段中重复的。

无线电频谱受到的压力日益加大，这不仅因为需求与日俱增，而且因为使用密度提高且无源传感器极为敏感 – 无法区分有用信号与任何收到的干扰信号。

这就是为什么世界气象组织和国际电联已延长了它们之间的合作协议，以保护地球与其大气观测所需的至关重要的频谱并对之进行最佳利用，在筹备2019年世界无线电通

《气象使用无线电频谱：天气、水和气候监测及预测手册》



通过[此处](#)了解更多信息。

信大会的背景下尤其如此 – 该大会将审议科学和气象界十分关心的一些议程议项。

通过这一密切协作我们还更新了《[气象使用无线电频谱：天气、水和气候监测及预测手册](#)》。该手册以国际电联的六种正式语文提供，就气象系统使用的无线电频谱提供综合性技术信息。

空间测高

Jean Pla

国际电联无线电通信部门第7研究组副主席

空间测高是一种测量卫星下表面高度的技术。雷达测量脉冲从卫星天线传播到地面和返回卫星接收器所花费的时间。

接收到的信号产生了广泛的信息，例如海洋地形的精确测量，以便提取地球海洋表面的精确高度，或者更好地了解洋流的海洋循环。

所有这些操作都是通过使用卫星上的一种叫做“主动传感器”的仪器实现的，这种仪器可以在任何气象条件下提供连续覆盖（白天和夜晚），而不管云层覆盖情况如何。

围绕地球轨道运行的卫星提供了一个极好的视角，可以从哪里感知地球表面（陆地和海洋）、地球大气层的组成部分以及极地。

地球静止卫星提供对大面积的连续监测，而低轨道极地卫星则定期覆盖整个地球。



“ 测量平均海平面揭示了全球变暖的重要线索。 ”

Jean Pla

测高卫星检索海洋的地形图，以便精确了解海洋的平均水平，更好地观察冰，并获得地球和其他行星上陆地的准确水平。

测量平均海平面揭示了全球变暖的重要线索。

表一显示了过去和现在的主要测高任务。

表1：过去和现在主要空间测高任务的特点			
任务	发射日期	中心频率	轨道
GEOSAT	1985年， 业务于1986年停止	13.5 GHz	太阳同步极地轨道，倾角108.19°， 高度757-814公里
ERS-1 和 2	1991、1995年， 业务分别于2000年、 2011年停止	13.8 GHz	太阳同步极地轨道，倾角98.59°， 高度780公里
TOPEX- POSEIDON	1992年， 业务于2005年停止	13.575 和 5.3 GHz	非太阳同步圆形轨道， 倾角66.039°，高度1336公里， 10天重复周期
JASON-1	2001年， 业务于2013年停止	13.575 和 5.3 GHz	非太阳同步圆形轨道，倾角66°， 高度1324 公里，10天重复期
JASON-2	2008年	13.575 和 5.3 GHz	非太阳同步圆形轨道，倾角66°， 高度1336公里，重复周期9.9天
CRYOSAT-2	2010年	13.575 GHz	非太阳同步圆形轨道， 倾角92°，717公里
HY-2A	2011年	13.575 和 5.3 GHz	非太阳同步圆形轨道，倾角99.3°， 高度971公里，重复周期14天
SARAL	2013年	35.75 GHz	非太阳同步圆形轨道，倾角98.5°， 高度800公里，重复周期35天
JASON-3	2016	13.575 和 5.3 GHz	非太阳同步圆形轨道，倾角98.5°， 高度800公里，重复周期35天
SENTINEL-3A	2016	13.575 和 5.3 GHz	太阳同步圆形轨道，倾角98.6°， 高度815公里，重复周期27天
SENTINEL-3B	2018	13.575 和 5.3 GHz	太阳同步圆形轨道，倾角98.6°， 高度815公里，重复周期27天

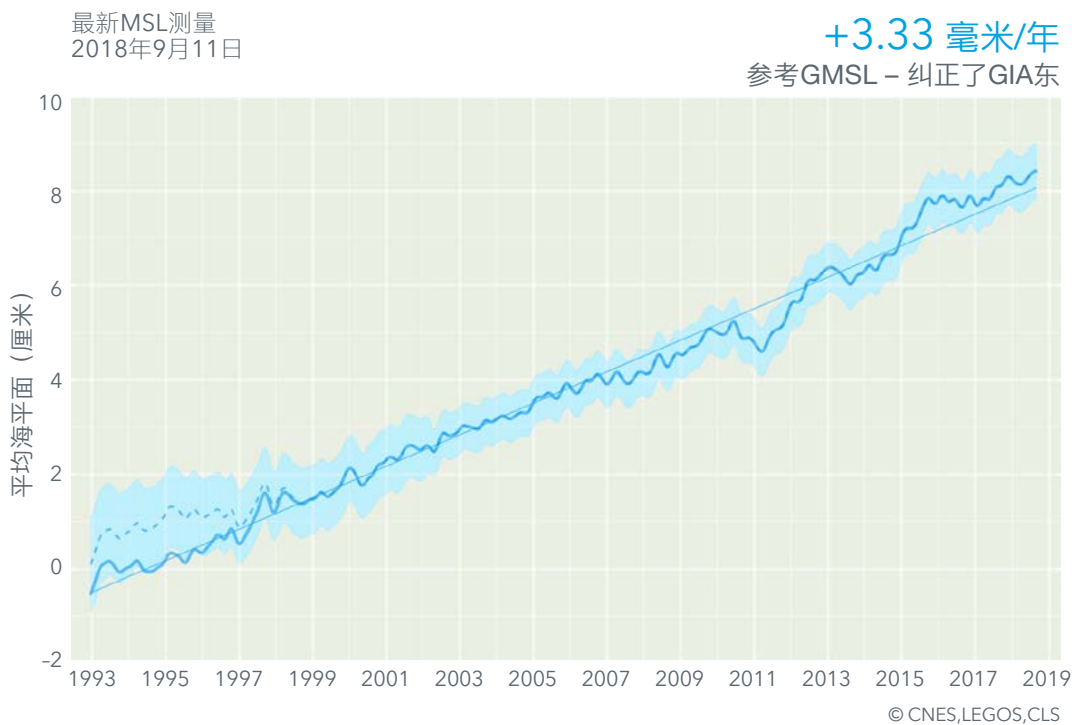
高度计是一种垂直入射的雷达（见附图：[测高原理](#)）。返回到卫星的信号非常类似于光滑表面上的反射（镜面反射）。

通过对精确轨道的了解，需要卫星的准确位置。海洋学家需要海面相对于大地水准面的相对高度。

雷达高度计将提供从卫星到地球表面距离的精确测量，以及海洋、冰和陆地表面回波的功率和形状。

海洋的全球平均海平面（GMSL）是气候变化最重要的指标之一：GMSL基于从1993年1月至今TOPEX/Poseidon、Jason-1、Jason-2和Jason-3飞行任务的数据。GMSL估计为3.3毫米/年（见图1）。

图1：平均海平面上升



预测厄尔尼诺 – 现已具备可能性

厄尔尼诺现象是南美洲特别感兴趣的一个例子。对海洋环流的更好的了解使我们能够更好地理解和预测气候，尤其是自然灾害（干旱、洪水和飓风），如厄尔尼诺（南美洲西海岸外异常温暖的水池，与太平洋大气和海洋之间复杂、大规模的相互作用有关）。

图2显示，现在有可能根据卫星获得的海洋数据预测厄尔尼诺现象：1997年和2015年，秘鲁海岸出现了巨大的异常暖水。

厄尔尼诺现象引起的海平面过度上升远远超过平均海平面上升。1997年，当厄尔尼诺现象达到顶峰时，赤道太平洋的海平面局

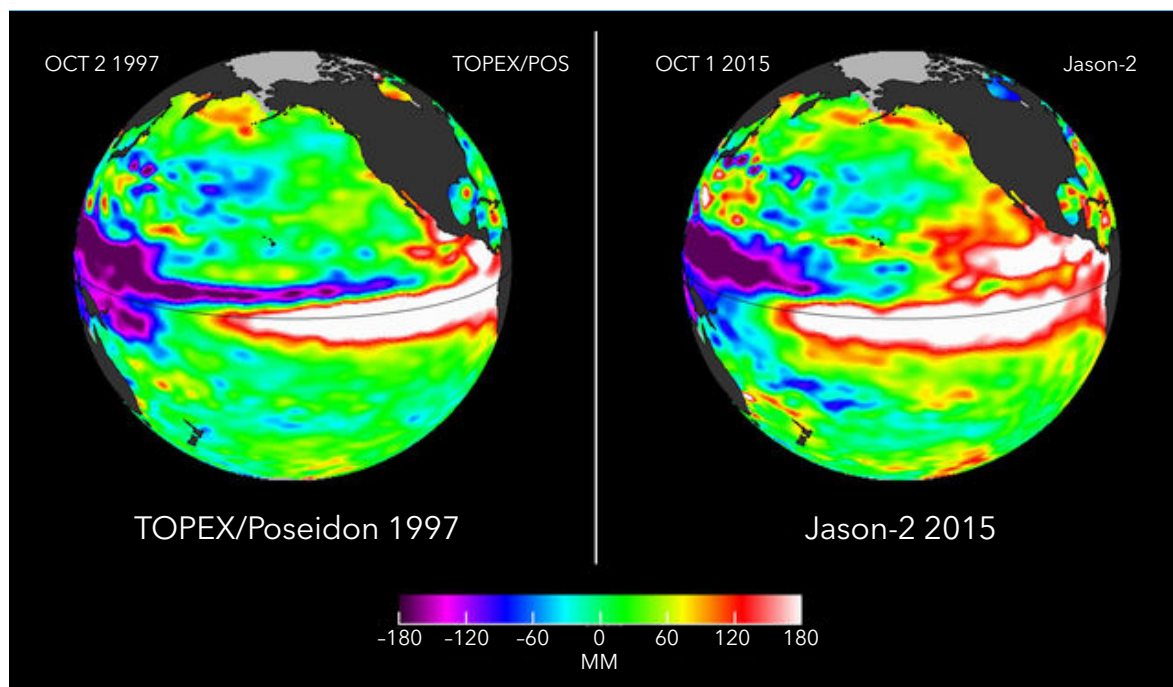
部上升了约20厘米（甚至达到秘鲁海岸以外30厘米）。

然而，1997-1998年厄尔尼诺现象的气象影响波及全球，所有这些异常现象显然对全球海平面平均值产生了影响。1997年，全球上升了15毫米。

“现在有可能通过卫星获得的海洋数据来预测厄尔尼诺现象。”

Jean Pla

图2：1997年和2015年厄尔尼诺事件





印度洋地震和海啸灾难于2004年12月26日摧毁了印度尼西亚班达亚齐市

表2：未来空间测高任务		
任务名称	目的	轨道
CFOSAT	表面波的方向、振幅和波长，并测量风速	太阳同步，高度520公里，倾角97.4°
JASON-CS (Sentinel 6)	精确的海面地形，Jason-3的连续性	非太阳同步，高度1336公里，倾角66°
SWOT	陆地水文学和海洋学	非太阳同步，高度890.6公里，倾角77.6°

测高和意外海啸探测

测高法的一个意想不到的应用是海啸探测。纯属巧合的是，2004年12月26日清晨，印度洋大地震发生后几小时内，美国航天局/法国国家空间研究中心的两颗联合卫星（Topex和Jason-1）、欧空局的ENVISAT

卫星和NOAA的GFO偶然发现了孟加拉湾的海啸。

空间机构正在准备未来的空间测高任务（见表2）。

无源频段的大气感测与选择

Richard Kelley

国家海洋和大气协会（NOAA）美国商务部



无源微波遥感频段的背景

国际和国家监管组织已经将微波频谱的某些部分留作无源观测之用。微波频段的无源遥感技术是提高数字天气预报遥感精度的首选技术。这种类型的感测对于确定地表雪、冰以及陆地表面的状态也很重要。

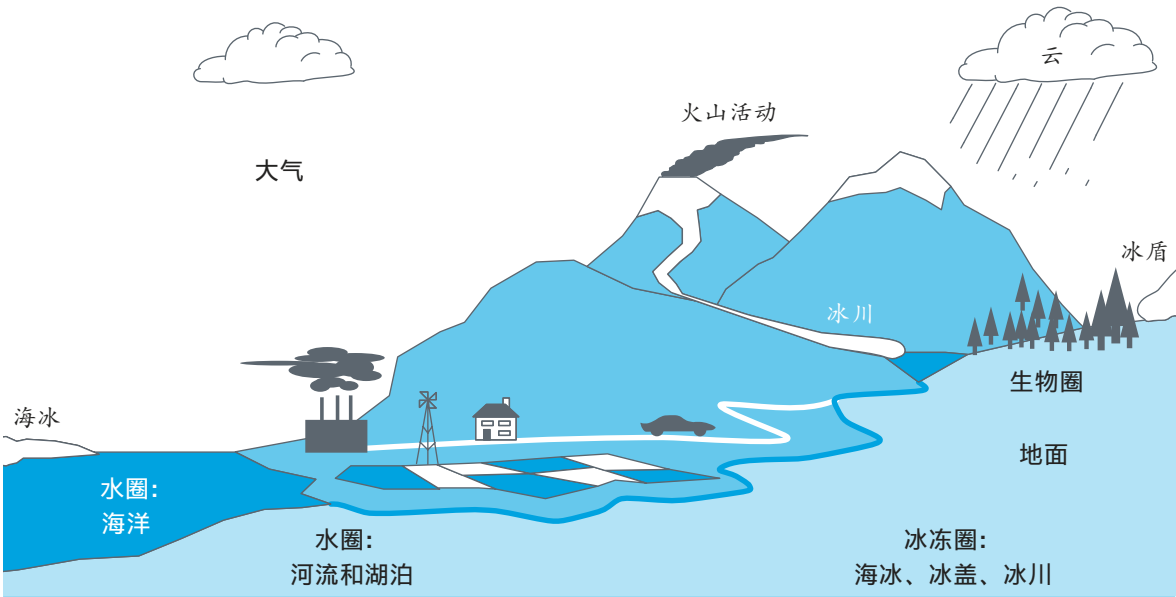
基于卫星的传感器从地表向上穿过空气柱到达太空对地球进行扫描。这些传感器扫描地球系统各部分的情况，如图1所示。

无论是拥有、运营还是发射卫星的国家均受益于无源微波卫星技术。

“国际和国家
监管组织已经将
微波频谱的
某些部分留作无源
观测之用。”

Richard Kelley

图1：无源传感器观测到的地球系统的各个部分



来源：摘自“2001年的气候变化:第一工作组:科学基础 - 气候系统” - 政府间气候变化专门委员会 (IPCC))

世界气象组织的恶劣天气预报示范项目正致力于提高各国气象和水文部门利用无源微波系统产品的能力，以便为最不发达国家（LDC）和小岛屿发展中国家（SIDS）提供更好的恶劣天气预报和预警，从而拯救生命、保护生计、财产和基础设施。

共有超过75个发展中国家受益，其中包括南部非洲、南太平洋、东非、东南亚、孟加拉湾(南亚)、中亚、西非和东加勒比的发展中国家。

他们的受益离不开全球和区域气象中心的捐助以及捐助者/合作伙伴的支持。

除天气预报外，其他无源微波信息对世界亦非常重要。这些数据大多是长期研究地球气候的关键数据。表1给出了无源微波系统提供的重要信息的一些实例。

无源传感器在特定无线电频段内持续收集地球产生的能量，并将数据传回地面站。这些数据报告对各主管部门至关重要，为他们提供了保护生命财产所需的宝贵信息。

表1：遥测信息抽样

1	利用太空有源和无源传感器测定土壤含水量
2	为海洋生物和环境保护探测漏油情况
3	确定林分并计算其面积以估算森林供应量
4	测量风速并为风电场、天气预报和冲浪者提供指导
5	预报天气以发布自然灾害告警
6	检测土地覆盖/使用类型以供决策
7	观察洋流和环流
8	研究冰川融化及其对海平面的影响
9	为更好地做出地响应并实施灾后恢复，对危险进行跟踪。灾害情况下的地球观测数据和地理信息系统（GIS）整合已成为灾害管理的主要工具
10	防止湿地生态系统的退化和消失
11	比较过去和现在的气候因素
12	提供大规模饥荒预警

来源：[世界气象组织恶劣天气预报示范项目（SWFDP）](#)

无源传感器频段不能移至其他频率

无源频段的确定是依据地球及其大气的基本特性。无论工程和资金量有多大都无法改变这些属性。

无源传感器可以确定大气中温度和湿度的垂直变化和水平分布，这是两个关键的大气变量。其他几个物理参数，如冰、液态水和海洋状态，则确定了这个星球的状况。表2提供了频段和这些参数之间的联系。来源：ITU-R RS.515建议书“用于卫星无源遥感的频段和带宽”。

在相关频段工作的无源传感器

一般而言，大气的透明程度在低频时较低并随着频率的增长而增加，造成此现象的主要原因在于水蒸气的吸收、云和降水的吸收以及散射的增加。此外，在某些频段，不同大气气体的吸收率会高得多，例如接近60 GHz时的氧气和接近183 GHz时的水蒸气。这些特征频率由分子的旋转模式造成且可根据分子物理学确定。这些无源频段属于受保护的自然资源。

表2：选择用于监控275 GHz以下地球系统组成部分的无源频段

频段 (GHz)	物理参数
1.37–1.427	土壤湿度、海洋盐浓度、海洋表面温度、植被指数
2.64–2.7	海洋盐浓度、土壤湿度、植被指数
4.2–4.4	海洋表面温度
6.425–7.25	海洋表面温度
10.6–10.7	降雨率、雪水含量、冰形态、海洋状态、海洋风速
15.2–15.4	水蒸汽、降雨率
18.6–18.8	降雨率、海洋状态、海洋冰层、水蒸汽、海洋风速、土壤发射率和湿度
21.2–21.4	水蒸汽、液态水
22.21–22.5	水蒸汽、液态水
23.6–24	水蒸汽、液态水、大气探测相关信道
31.3–31.8	海洋冰层、水蒸汽、石油泄漏、云团、液态水、表面温度、50-60 GHz范围的参考窗口
36–37	降雨率、降雪、海洋冰层、云团
50.2–50.4	大气温度分析（表面温度）参考窗口
52.6–59.3	大气温度分析（O ₂ 吸收线）
86–92	云团、石油泄漏、冰层、降雪、降雨、118 GHz附近温度探测参考窗口
100–102	N ₂ O, NO
109.5–111.8	O ₃
114.25–116	CO
115.25–122.25	大气温度分析（O ₂ 吸收线）
148.5–151.5	N ₂ O、地球表面温度、云参数、大气探测参考窗口
155.5–158.5	地球和云参数
164–167	N ₂ O、云水和冰、降雨、CO、ClO
174.8–191.8	N ₂ O、水蒸汽分析、O ₃
200–209	N ₂ O、ClO、水蒸汽、O ₃
226–231.5	云团、湿度、N ₂ O (226.09 GHz)、CO (230.54 GHz)、O ₃ (231.28 GHz)、参考窗口
235–238	O ₃
250–252	N ₂ O

来源：ITU-R RS.515建议书“用于卫星无源遥感的频段和带宽”。

低于10 GHz时，即使有云层存在大气也几乎是完全透明的。这使得工作在10 GHz以下的传感器能够直接感测行星表面。

10 GHz时云和水蒸气基本上保持透明（但大雨确实会造成衰减），可提供有关降雨的独特定信息（其他技术可提供间接信息）。

在18 GHz，海水的介电特性使得无源传感器收集的能量几乎与海面温度无关，但风引起的波纹和波浪会改变发射率，所以可据此测定有关风的信息。

22-24 GHz存在一条弱吸水线，通过测量这条线，可确定总柱水汽含量的测量值。24 GHz频段对总柱水汽含量非常敏感，但对云中液态水的敏感度不高。

在31 GHz，液态水衰减提供了云中液态水含量的信息。

虽然24 GHz被称为水蒸气通道，31 GHz被称为云通道，但实际一个通道数据的丢失会降低两者的价值。

氧气在几个单独的窄带（线）中吸收50到60 GHz之间的能量。在这些频段工作的无源传感器提供温度垂直分布的信息，显示温度在不同大气高度的变化（垂直温度分布）。

“ 可利用这些数据
创造服务于全球
公众的产品，如
环境告警与
监测、灾害报道
以及有关地球气候
的长期研究。 ”

Richard Kelley

在此氧吸收谱线复合体上，需要大量通道提供垂直分布信息。

60 GHz以上部分是183 GHz最重要的水汽谱线。为获取分布信息，从中心频率开始逐渐对水汽进行取样。云的影响在183 GHz比50 GHz更强，因此需要额外的信道来提供云的信息，特别是在89 GHz、150 GHz和229 GHz。

此外，还有一条重要的118 GHz氧吸收线。短波长可利用窄传感器视场探测缩小比例的极端天气事件特征，如飓风/台风。

环境卫星的全球效益

100多个国家、跨国和国际组织为环境卫星提供赞助，向许多其他组织提供卫星无源传感器数据。可利用这些数据创造服务于全球公众的产品，如环境告警与监测、灾害报道以及有关地球气候的长期研究。

全球气象界是无源微波数据的最大用户。计算机天气模型使用无源传感器和其他来源的数据创建NWP产品。鉴于大气层每秒都在发生变化，因此应迅速下载易消失的无源数据并传输到NWP中心，然后在中心将其输入相关模型。这些计算机预测涵盖了不同大小的地理区域，既有全球性的预测也有小区域估算。NWP的预测亦被发送给尚无这种能力的国家。

摘要

在世界范围内，各主管部门对环境卫星企业和相关的附属基础设施都进行了大量投资。就了解地球及其大气层而言，无源传感器对这些特定频率的使用至关重要，相关人员可根据观察到的功能做出重要决定。

只能使用当前的一套无源频段开展地球环境物理测量。



从太空检测天气和气候 – 对于我们的全球现代社会而言不可或缺

Markus Dreis

ITU-R 第7C工作组主席
欧洲气象卫星组织频率经理



我们的社会对天气越来越敏感，对不准确的天气观测、预报和警告的容忍度与日俱减。因此，政府和业界要求不断改进天气预报和警报，以便能够管理恶劣天气带来的日益增长的风险和相关影响（如洪水、干旱、野火污染等）。为了经济和安全方面的考虑，甚至为了个人使用，社会也呼吁实时提供更多可靠的天气信息。在这方面，[欧洲气象卫星组织](#)（EUMETSAT）的观测用于世界各地的国家气象和水文服务机构并为满足上述要求作出了贡献。

天气预报也对经济增长提供支持，因为高度发达的经济体在现代生活的许多领域都对天气非常敏感，例如交通、能源、农业、旅游、食品、建筑等。因此，天气预报带来的社会经济效益及其不断的完善与一个国家或一个地区的国内生产总值成正比。

“ 在我们日益依赖天气的社会中，气象卫星的数据对国家气象局观测各种范围的天气并及时发出警告和其他信息变得至关重要。 ”

Markus Dreis

今天的天气预报需要空间观测

回望历史，卫星对于天气和气候的观测而言依然属于新生事物。仅仅20年前，它们对数值天气预报（NWP）系统的影响很小。那时，大多数数据来自现场测量。

经过过去20年翻天覆地的变化，卫星观测已成为NWP中最重要的因素。今天，天气预报严重依赖卫星观测，卫星观测对第一天预报的改进（减少误差）就达70%以上（图一）。

图1：气象卫星增强了预报技能

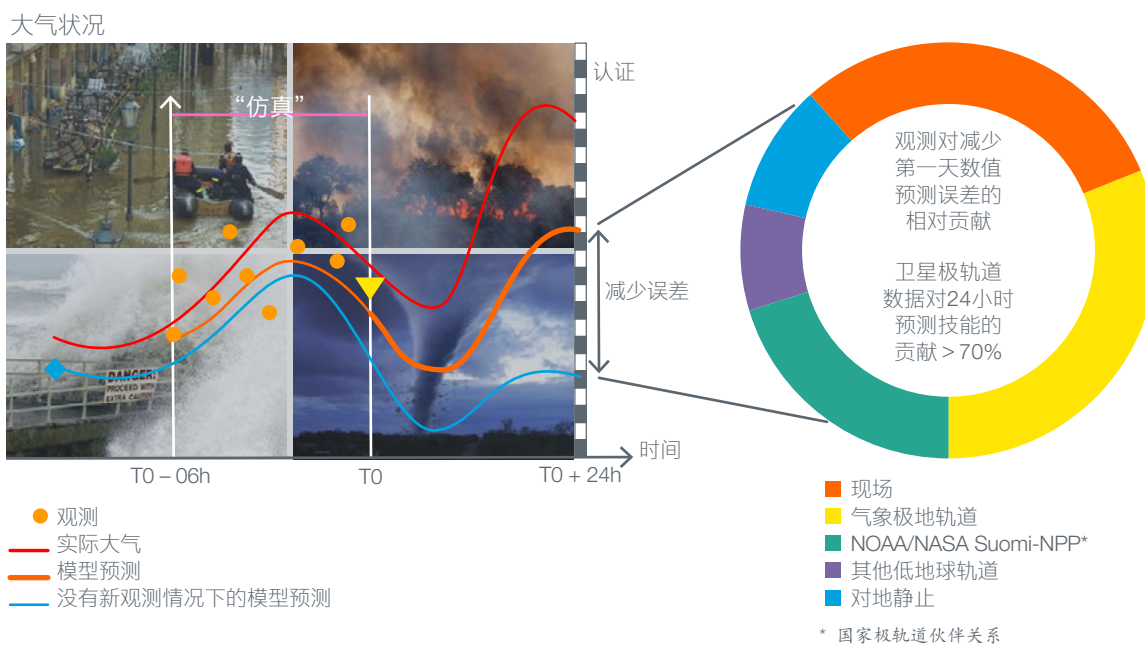


图2展示了气象卫星对预报做出的贡献，没有气象卫星将丧失为恶劣天气做好准备的时间，从而对社会造成严重危害。

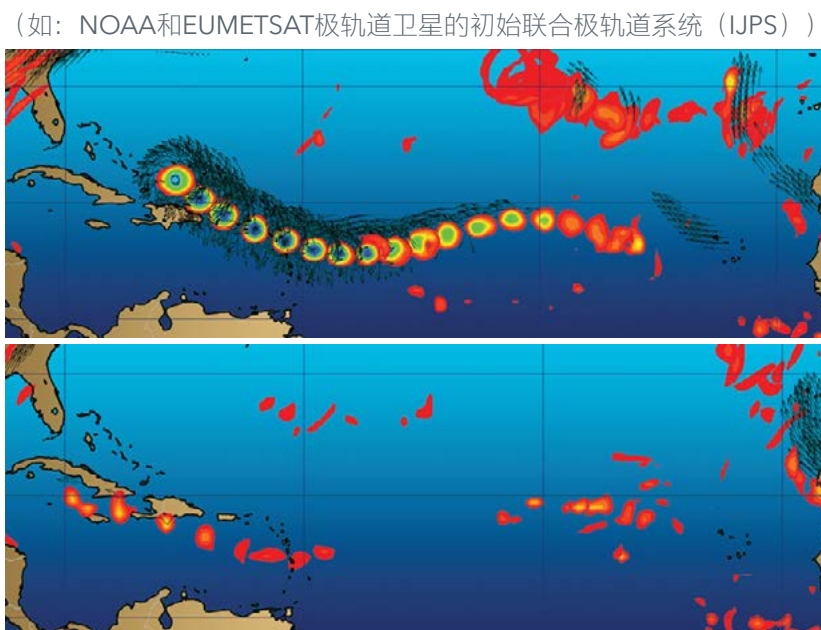
从空间改进地球观测

随着这一趋势的继续，卫星数据有必要满足具有创新性的高分辨率数值天气预报模型的要求。NMHS将越来越多地结合实时观测使用这些模型进行非常短距离预报。

图2：气象卫星对预测的贡献，如飓风Irma

初始条件主要由卫星观测确定（红色），对于欧洲中期天气预报中心（ECMWF），提前四天预测Irma飓风的发展和轨迹至关重要。
(来源：ECMWF)

如果没有卫星观测，该模型可能会错过Irma的最初动态。
(来源：ECMWF)



因此，预计运行气象卫星系统的组织，如EUMETSAT（欧洲气象卫星应用组织）将在及时性、分辨率和体积方面进一步改进空间观测。

为了给这些预测系统提供信息，EUMETSAT和其他气象卫星运营商一样，在地球静止轨道和非地球静止低地球轨道上拥有一组卫星（图3）并搭载了专用的辅助仪器。根据这些卫星提供的数据，可以持续、准确和及时地提供从区域到全球范围的短期乃至长期的天气、空气质量、海洋和冰冻圈预报。这是通过全球、区域和地方大气、海洋、冰和陆地表面（包括积雪）的无缝观测目录实现的。

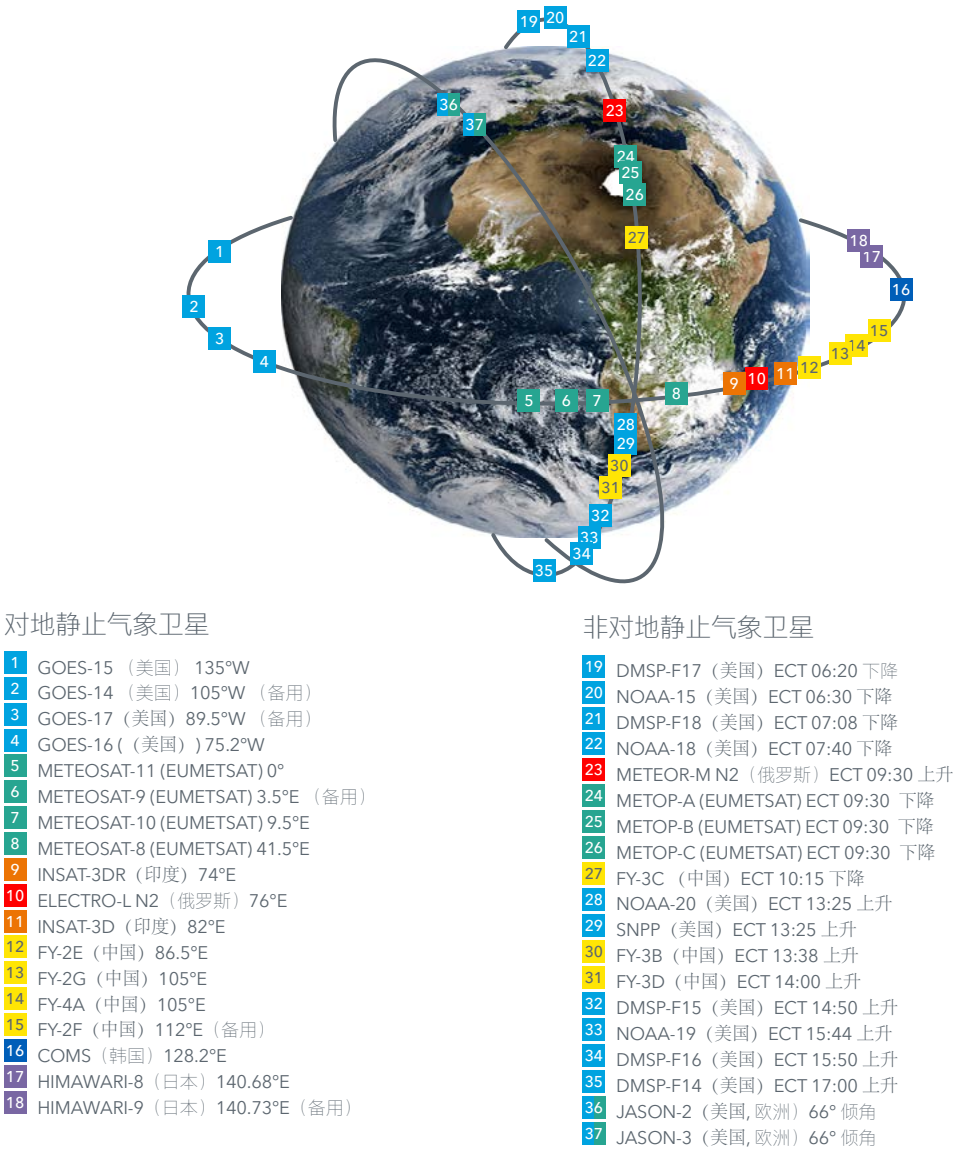
创造最长的气候记录

除了永久提供天气预报之外，气象卫星还利用超过35年的气象卫星数据，建立了最长的太空气候记录。从太空观察全球范围内大气、海洋、冰冻圈和陆地表面的基本气候变量（ECV）。这些气候数据记录是由EUMETSAT等气象卫星运营商收集的数据生成并定期更新的。由此产生的气候数据记录形成世界气象组织（WMO）框架内气候信息服务的输入，并支持各项气候变化倡议。

气象卫星为WMO全球观测系统的天基部分提供服务

对地静止轨道和非对地静止低地球轨道上的气象卫星全球网络提供了WMO全球观测系统（GOS）的天基组成部分（图3）

图3：目前运行的气象卫星



(状态：2018年10月，信息来源：CGMS)

确保从太空无缝获取数据

为了确保天基气象观测数据在全球范围内无缝提供，气象卫星运营商通过合作提供全球气象卫星网络。为了提供几十年来气象和气候数据必不可少的连续性，必须用同一系列气象卫星的新卫星或具有更高观测能力和分辨率的下一代气象卫星（同时仍然提供观测数据的连续性）来替代运行卫星。新一代卫星是根据仪器的最新发展设计的，具有越来越多的测量通道和越来越高的灵敏度和准确度，以便满足气象用户群体的需求。这需要对全球空间和地面基础设施进行专项投资，以便与数量有限的气象卫星运营商共同努力，以优化收益。

气象卫星配备了可见光和红外成像器和探测器。这些仪器提供的数据被用来导出许多气象数据。极地轨道卫星还另外配备了有源和无源微波传感仪器，提供例如大气温度和湿度的垂直分布图；云层分布信息、冰雪覆盖以及全球海洋表面温度和风力信息。众所周知，这些大气变量在长期气候变化监测中发挥着重要作用。

除了星载仪器外，气象卫星还携带数据收集系统，从位于世界任何地方的数据收集平台收集GOS的基本气象和环境数据（远程位置或海上浮标的现场测量）。所提供的信息几乎实时用于不同的环境应用，如水文或地震学，但也用于民用保护，如海啸报警。

气象卫星和国际电联框架内管理的频率的使用

气象卫星使用并且必须使用许多无线电频率（受制于《[国际电联无线电规则](#)》）来运行卫星、各种仪器，将采集的数据带到地球上进一步处理并分发给用户。这些频率的使用包括：

- 航天器的遥测、遥令和频率安排；
- 有缘和无缘微波传感；
- 向接收主站传输气象卫星的观测数据；
- 通过气象卫星向气象用户站重新传输预处理数据；
- 从气象卫星向气象用户站直接广播传输；
- 通过气象卫星以外的其他卫星系统向用户播发备选数据（GEONETCast）（不在气象卫星（MetSat）/地球探测卫星（EESS）划分的频段内）；
- 通过气象卫星从数据收集平台进行传输。
- 搜救信息的转接（[COSPAS-SARSAT](#)）。

这一庞大的频率使用组合要求《无线电规则》中划分给相应无线电通信业务的频谱资源保持可用并长期受到保护，免受干扰（特别是无源传感），由于其敏感性，《无线电规则》需要给予特别认可。

通过气象卫星获取测量数据

气象卫星提供时间关键数据。因此，气象卫星的一个关键目标是以尽可能短的等待时间、最高的可用性和可靠性向用户提供数据。这要以最小的成本为用户提供高水平的数据服务。

这些数据服务是通过使用射频的不同方式实现的。除了直接通过气象卫星向用户分发数据的传统机制外，处理后的数据还通过数据分发的替代方式，即GEONETCast，向用户分发。GEONETCast使用最高效的数字视频广播标准，对于可用带宽进行优化管理，通过C频段和Ku频段的常规对地静止卫星在全球范围内提供气象和气候数据。这项服务负责增强区域数据服务，从仪器获取测量数据的那一刻起，指导将数据广播到地面站网络，延迟可达15-30分钟。

卫星数据 – 对于天气预报至关重要

在我们日益依赖天气的社会中，气象卫星的数据对国家气象局观测各种范围的天气并及时发出警告和其他信息变得至关重要，以支持公众和个人决策，增强我们的社会和经济福祉。

这些气象卫星的开发依赖于提供必要的无干扰频率资源（由《无线电规则》适当条款确保），以控制卫星，操作于有源和无源传感的大量微波仪器以及直接从卫星及时分发数据，或者通过使用其他无线电通信业务的替代数据分发手段。

需要协调一致的长期对策

天气和气候检测是一项全球性挑战，需要对基于大型基础设施、空间和地面的战略投资做出长期、协调一致的反应，以造福人类社会。为了实现这一目标，还必须确保气象卫星及其微波仪器操作所需要的频谱可用性且不受干扰。这需要全球无线电通信管理部门的支持。



用于地球研究和自然灾害预测的有源星载传感

Bryan Huneycutt

国际电联遥感事务代表，美国国家
航空航天局（NASA），加利福尼
亚理工学院喷气推进实验室



太空为研究地球提供了一个理想的有利位置。星载地球轨道有源传感器用于地球陆地、海洋表面和大气的远程研究。这些传感器可用于探测和监测飓风、洪水、火灾和泥石流等自然灾害，并为响应和恢复工作提供宝贵的信息。

这些星载有源传感器（见边栏1）通过发射无线电波后接收反射（反向散射）能来获取信息。从432 MHz到238 GHz的14个频段均已划分给卫星地球探测业务（EESS）（有源），供星载有源传感器使用。这些频率划分是通过国际电联无线电通信部门（ITU-R）和世界无线电通信大会（WRC）获得的。

“太空为研究地球提供了一个理想的有利位置。”

Bryan Huneycutt

有源传感器

有源传感器使用发射器和接收器，向调查目标的方向发送信号。随后有源传感器将检测并测量反向散射信号。无源传感器没有发射器。这些传感器是纯接收装置，检测从被观察对象反射的自然产生的辐射（例如阳光）。

合成孔径是通过记录雷达飞行路径上的反向散射信号产生的。SAR算法将数据处理成图像，从而合成比物理天线长度长得多的虚拟孔径。

国际电联无线电通信部门—保护频段免受有害干扰

为确保建议使用的新系统不会将有害射频干扰（RFI）引入当前正在使用的频段，ITU-R开展了共用研究。RFI会破坏有源传感器的反向散射信号，该信号通常会以非常低的电平返回，其强度刚好高于接收器噪声。

例如，将包括无线局域网（WAS/RLAN）在内的目前划分给作为主要业务的星载有源传感器的无线接入系统（见边栏2），引入5350-5470 MHz频率范围的可能性，是ITU-R为2019年世界无线电通信大会（WRC-19）的召开而正在积极研究的领域之一。

五种主要有源星载传感器类型

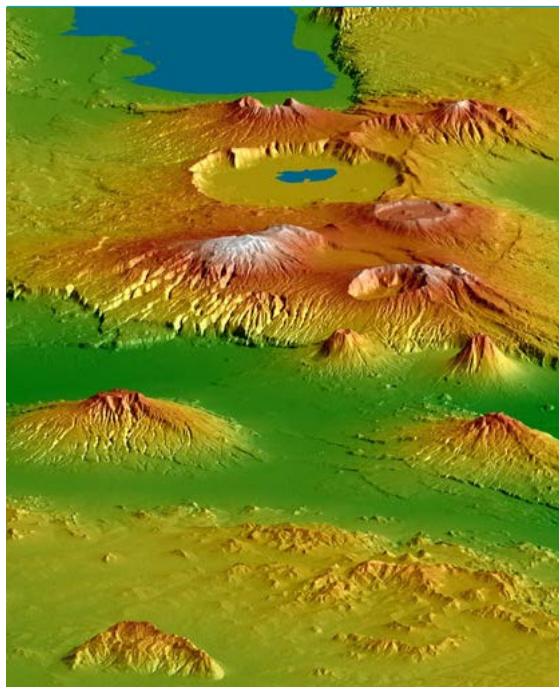
ITU-R将以下类型的有源星载传感器作为EESS（有源）的一部分加以研究：合成孔径雷达（SAR）、高度计、散射计、降水雷达（PR）和云廓线雷达（CPR）。

合成孔径雷达提供图像和地形图

由于合成孔径雷达具备全天候昼夜成像能力并可敏感地察觉小到几厘米的变化，因此该款雷达（见边栏3）已在全球范围内成功用于应对包括漏油和地震在内的各种灾难。航天飞机雷达地形测绘任务（SRTM）使用JPL/NASA 5 GHz合成孔径雷达获取地球表面的高分辨率数字高程图。

图1显示了2000年坦桑尼亚东非裂谷环形山高地的SRTM SAR图像。

图1: (合成孔径雷达) NASA拍摄的坦桑尼亚火山口高地SRTM图像



WRC-19议项1.16

WRC-19议项1.16 的内容部分涉及，将WAS/RLAN引入5350-5470 MHz 频率范围的可能性。到目前为止，ITU-R研究还没有确定一种有效的缓解技术来防止WAS / RLAN对星载有源传感器产生有害的RFI。

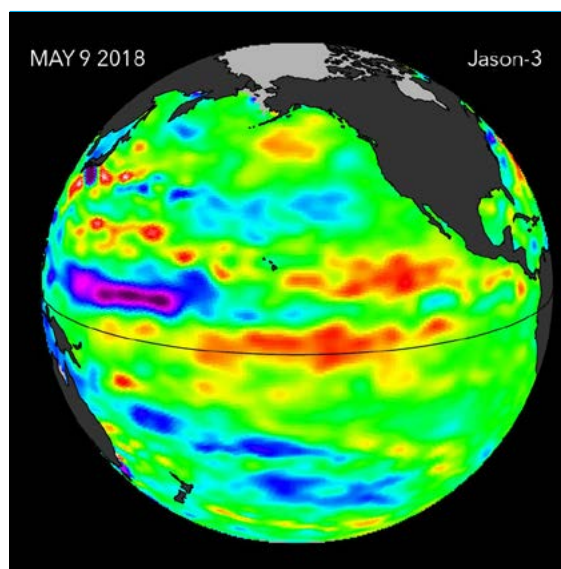
SAR传感器观察天底（见边栏4）轨迹的一侧，收集相干雷达回波相位和时间的历史记录。根据这些信息，得出地球表面的精细分辨率雷达图像或干涉地形图。

高度表提供高程和海平面高度

Jason-3高度计在EESS（有源）划分中使用13.6 GHz和5.3 GHz附近的双频对海平面高度实施成像操作。图2显示了2018年5月Jason-3向东穿越太平洋热带地区时拍摄的照片。赤道上显示的开尔文波（红色）通常是厄尔尼诺现象的前兆（见边栏5）。通过了解厄尔尼诺等气候周期的模式和影响，或可预测并减轻洪水及干旱的灾难性影响。

高度计传感器朝向天底，测量发射和接收事件间的精确时间，用以计算海平面的精确高度。

图2（高度计）NASA JASON-3的海平面高度图像



天底

天底是地球上位于给定位置或观察者正下方的点。它正对天顶。

厄尔尼诺

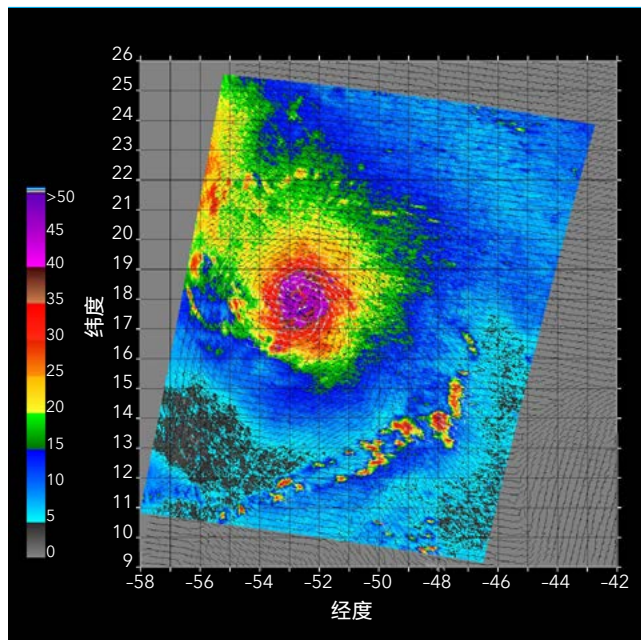
厄尔尼诺南方涛动（ENSO）是指根据太平洋中东部热带地区海表温度测量发现的冷暖温度循环。厄尔尼诺是ENSO的温暖段，拉尼娜是凉爽段。厄尔尼诺和拉尼娜现象均会引起全球气温和降雨量的变化。

散射计提供海洋表面的风速和风向

NASA QuikSCAT卫星所载13 GHz海风散射计收集了2004年9月弗朗西斯飓风逼近古巴时用来创建图像的数据。图3用伪彩色显示近地表风速，用黑色倒刺显示风速和风向。

散射计传感器观察天底轨道两侧的各个方向，测量回波功率随方位角的变化，以确定地球海洋表面的风向和风速。

图3（散射计） NASA所摄飓风弗朗西斯的海风图像



降水雷达提供热带地区的降雨率信息

全球降水测量（GPM）双频降水雷达（DPR）使用13.6 GHz和35.5 GHz频段来创建降水率和降水结构的三维视图。

图4显示了2018年9月超级台风山竹向菲律宾移动时的结构三维视图。此GPM DPR的三维横截面显示了山竹的眼墙及其他雨带内风暴顶部的高度和暴雨的强度。

图4：（降水雷达）NASA拍摄的山竹GPM图像

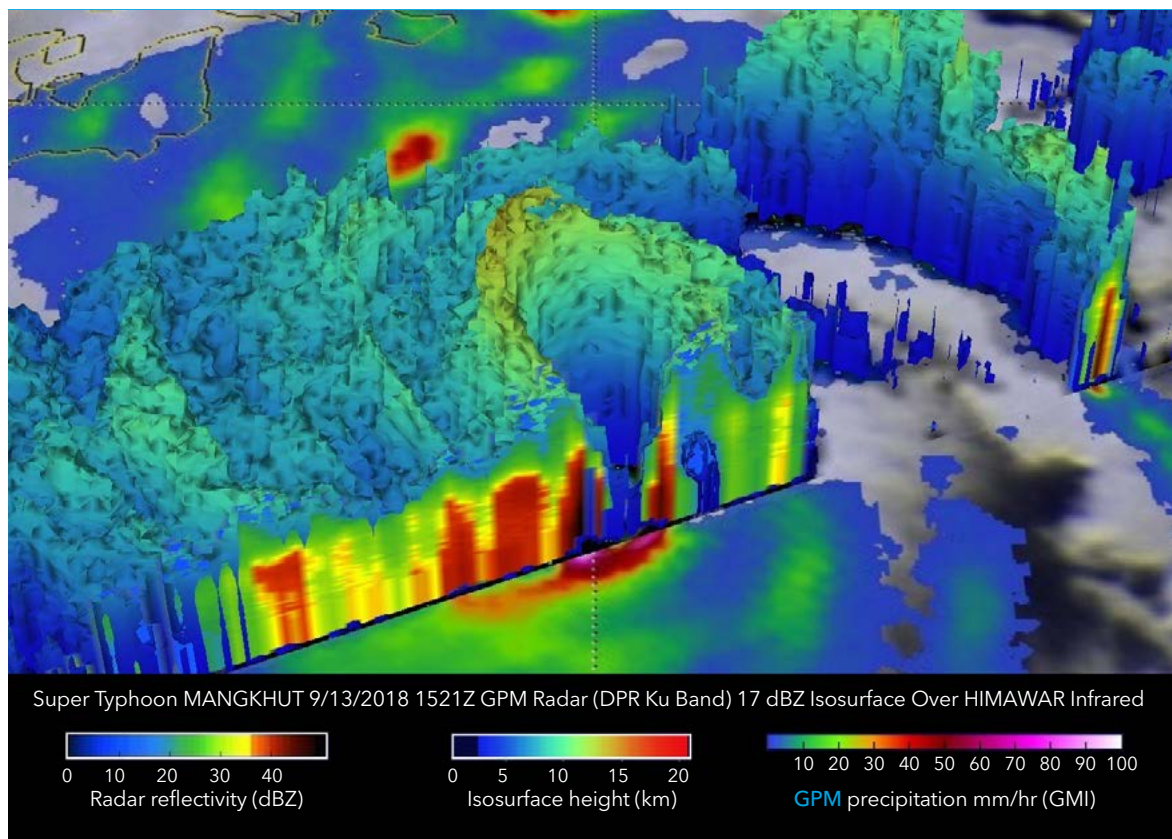
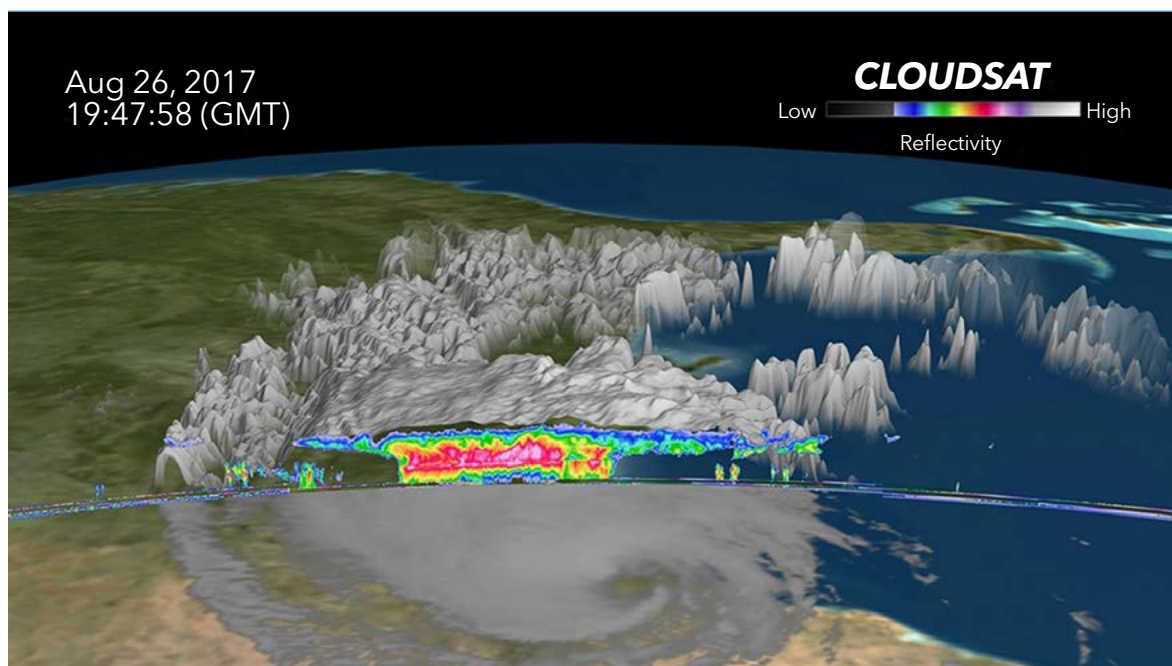


图5（云廓线雷达）：2017年8月，由CloudSat雷达测量的热带风暴哈维



降水雷达传感器的扫描垂直于天底轨道，通过测量降雨雷达回波确定地球表面的降雨率，测量通常集中在热带地区。

云廓线雷达传感器朝向天底方向，通过测量云的雷达回波确定地球表面的三维云反射率轮廓。

云廓线雷达提供三维云反射率的轮廓

JPL/NASA CloudSat卫星支持使用一台94 GHz的雷达探测地表上空云层，其中包括飓风和严重风暴的轮廓。图5显示了2017年8月由CloudSat雷达测量的热带风暴哈维的厚云层垂直剖面。

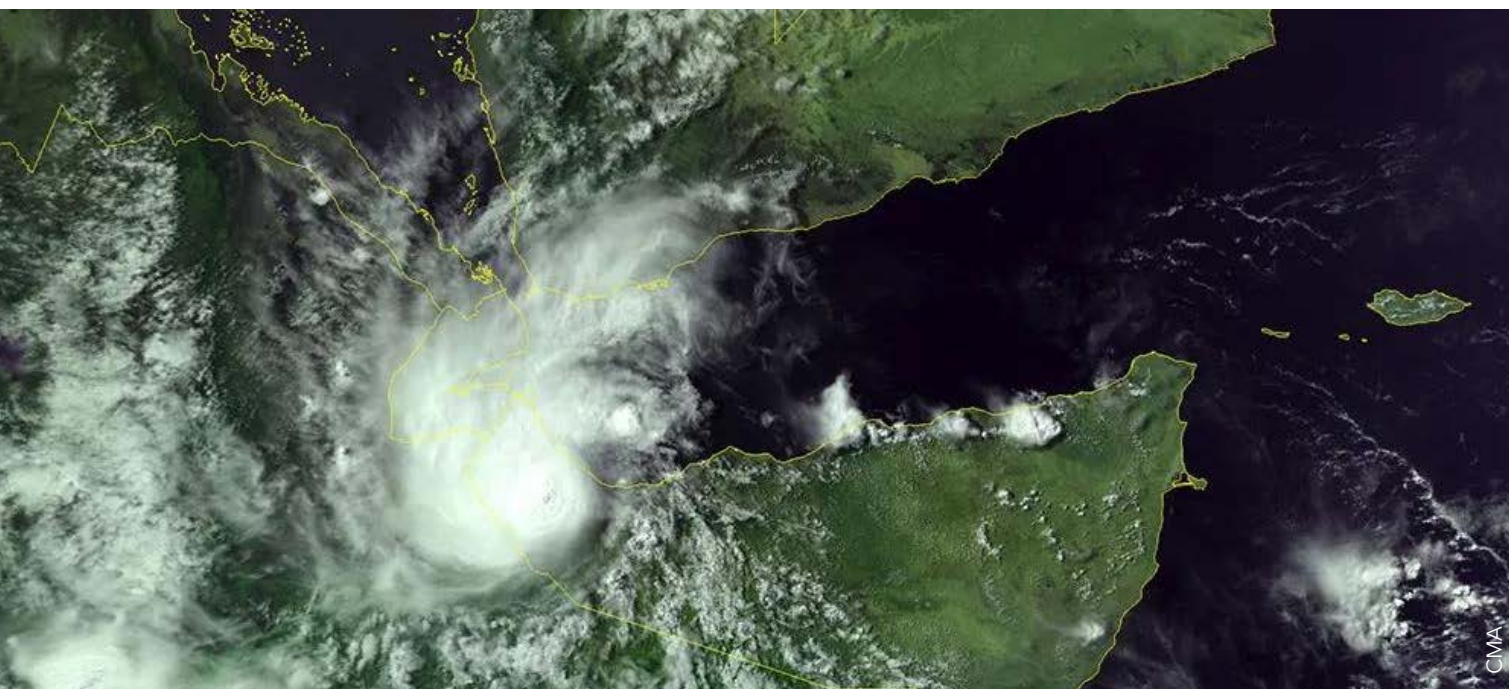
Cloudsat 图像显示了沿着叠加在其上面的美国宇航局 aqua 卫星图像中的红线看到的云是什么样的。

星载地球轨道有源传感器对预测灾害和改善生活质量的重要性

星载地球轨道有源传感器在我们了解人类的地球家园方面发挥着重要作用。这些传感器彻底改变了我们测量和观察地球的能力，使我们能够更好地了解地球这个完整的系统，并将帮助我们预测灾难，提高未来的生活质量。



注：此项研究是根据与美国国家航空航天局的合同，在加州理工学院喷气推进实验室进行的。



2018年5月，FY-38卫星监测到北印度洋上出现的第一个气旋风暴萨迦，中国国家卫星气象中心供图。

无源遥感器如何用于天气预报

喻阳

中国气象局（CMA）国家卫星气象中心工程师

测量自然界存在的能量的遥感系统被称为“无源传感系统”。无源传感系统仅可在自然界存在的能量产生时对其进行检测，其使用的频率取决于被检测对象的物理特性。也就是说每个无源传感系统采用的每个频段，仅能用于测量一种物理特性，比如温度或湿度。

“现在，天气预报是通过收集尽可能多的当前大气状态的数据并将其作为数值天气预报系统的输入来实现的。”

喻阳

这些物理特性大多都能够为气象和海洋观测、天气预报、气候预测以及环境监测等提供有价值的信息。

无源传感器主要分为三类：成像传感器，大气探测传感器，以及微波探边传感器。

成像传感器

成像传感器可以获得使用多变量算法产生的环境数据，以同时从经校准的多信道微波辐射图像中检索一组地球物理参数。

大气探测传感器

大气探测传感器测量垂直方向分布的大气物理特征，诸如压力、温度、风速、风向、液态水含量、臭氧浓度、污染以及其他特征。

微波探边传感器

微波探边传感器观测与大气层相切方向的大气，并用于研究低层大气区域到较高层大气区域，其中强烈的光化学活动可能对地球气候产生重大影响。

数值预报 – 当今的天气预报系统

通过对有限频段的利用，无源传感器提供了一种途径和能力，能实现对地球本身及其大气层的全天候、24小时全球观测。它获得的观测数据为当今最流行的天气预报方式——数值天气预报（NWP）系统提供了最重要的输入数据。

数值天气预报采用大气层“模型”和计算技术来预测天气状况。数值天气预报模型以这些数据为初始数据，采用物理和流体动力学方程来预测大气状态随时间的变化。

在这一天气预报过程中使用了偏微分方程，同时补充以不同参数来体现湍流扩散、辐射、潮湿处理，热交换、土壤、植被、地表水以及地形动力学效应的影响。

求解流体状态随时间变化的复杂方程需要超级计算机的帮助。当前，通过基于最新科学技术的数值天气预报系统，可以预测出未来任意时间和指定地点的大气状态。

数据 – 数值天气预报（NWP）系统的关键

现在，天气预报通过收集尽可能多的当前大气状态的数据，特别是温度、湿度和风，并通过气象学来描述大气的变化过程，从而确定大气在未来的变化情况。来自无源传感器的数据将为数值天气预报方程提供诸如大气压力、温度、风速、风向、湿度和降水等输入数据。这些数据对于当前天气预报系统来说至关重要。

在世界无线电通信大会上保护无源传感频段

无源传感器的设计类似于无线电天文设备，都是采用较低功率来检测辐射情况。对于无源传感设备来说，干扰是一个大问题。幸运的是，国际电联已经为此制定了一系列建议书，并将在即将召开的2019年世界无线电通信大会上致力于解决无源传感频段的保护问题。



“国际电联已经为此制定了一系列建议书……并将在即将召开的2019年世界无线电通信大会上致力于解决无源传感频段的保护问题。”

喻阳

保护地球观测传感 频谱，惠及社会

Gilberto Câmara

地球观测组（GEO）秘书处主任



卫星数据对于保护和保持我们的环境及社区方面的广泛决策进程至关重要。卫星为数字天气预测、衡量地球的辐射预算和臭氧消耗、估算地下水资源、跟踪海洋动态变化和评价地面和海洋生产力提供着输入数据。

可持续发展是一项长期进程。有了支持制定关于联合国可持续发展目标（SDGs）的指标，我们需要通过多种卫星提供的、可随时进行长期分析的数据。长期数据对于预测未来趋势必不可少，而且大的多传感器的可随时分析数据集是利用地球观测支持SDG的一项主要要求。

“ 卫星数据对于旨在保护和保持我们的环境和社区的广泛决策进程是不可或缺的。 ”

Gilberto Câmara

无线电频段 – 对于地球观测至关重要

对于地球观测而言，无线电频率一直是一个重要问题，特别是当无线电频段用于通过无源传感器观测地球物理参数时。在出现地球传感器与商业服务之间的频谱划分矛盾时，应使专用频谱得到保护，以便使源自传感器的信息能够在不受中断或破坏的情况下得到接力传送。

地球观测组（GEO）的工作表明，数百卫星数据使用案例显现出，由适当的频谱划分促成的、可持续和优质数据对环境和发展目标可带来何种潜在影响。

GEO的全球农业监测举措（GEOGLAM）利用若干星载传感器的数据抵御粮食不安全性和粮食价格波动。利用光学和雷达数据可以绘制土地使用地图（MODIS、Landsat、

RADARSAT-2、ALOS-2、TerraSAR）。农业信息依赖于关于降水、地表温度、土壤湿度、蒸散和径流的关键性数据集，而做到这些都需要频谱得到保护的非光学无源和有源星载传感器（GPM、SMAP和SMOS）。

为可持续发展目标（SDG）6 – 清洁饮水和卫生设施 – 贡献力量

国际水灾害和风险管理中心的综合洪水分析系统（ICHARM）为实现SDG 6（清洁饮水和卫生设施）以及仙台降低灾害风险框架贡献着力量。它通过利用来自卫星和地面台站的降雨数据对洪涝灾害做出更好的预测（GSMaP），并对径流状况做出评估。GSMaP是一种近实时的、通过微波辐射仪数据、热红外数据和其他气象数据制成的全球性降雨地图。

6 CLEAN WATER AND SANITATION





监测城市增长 – SDG 11： 可持续城市和社区

作为GEO人类星球举措产品的全球人类定居层（GHSL）通过提供下列方面的信息方便决策者按照SDG 11（可持续城市和社区）监测城市增长：随着时间的推移的人类定居全球性空间信息，包括建成区、人口密度和定居地图。该信息由雷达传感器（Sentinel-1、Envisat）和光传感器（Landsat和Sentinel-2）产生。雷达传感器提供全天候监测，帮助对云覆盖为光传感器带来挑战的热带和其他区域做出更好的分析。

全球气候观测系统（GCOS）具体规范了基本气候可变（ECV）数据集，提供了了解和预测气候演变所需的经验证据，并指引着减缓和适应措施、对风险做出评估、找出气候事件的根本原因，同时为气候服务奠定基石。

这些都是支持联合国气候变化框架公约（UNFCCC）和政府间气候变化专门委员会（IPCC）工作所需要的。目前，55个ECV中的一半以上极大地受惠于卫星观测。

保护地球观测数据的重要性

这些仅仅是GEO界采用的诸多遥感地球观测数据应用中的几个。这一数据是价值连城的社会资源，因此对之予以保护应成为管理机构的一项主要目标。需要对地球观测所需频谱与商业服务和其他用户所需频谱之间的可能冲突加以管理，以便为研究人员和决策者保护数据，实现数据的连续和可靠流动，从而支持为了公众利益而制定更好的政策。



全球范围内无源传感的干扰问题

Josef Aschbacher

欧洲航天局（ESA）地球观测方案主任



本文讨论其他射频业务的干扰如何影响被动微波遥感，从而影响依赖于这些测量的重要地球观测应用。文章还论述了《无线电规则》（RR）中防止有害干扰的适当条款的重要性。本期《国际电联新闻双月刊》的其他文章涵盖频谱的重要性、地球观测的作用、无源遥感的特殊性以及这项业务的国际性质。

无源传感器根据陆地、大气或海洋发射的性质，使用RR中确定的有限数量的频段，其频谱范围从约1 GHz到约1 THz。它们测量本底自然辐射发射底，因此，任何高于本底自然辐射发射的人造信号（如通信、雷达）都可能干扰测量。只有当其能量远低于传感器灵敏度时，才能容忍这种干扰。

“在WRC-19议程上，有四个议项涉及可能的无用发射进入无源传感频段。”

Josef Aschbacher

鉴于自然发射水平非常低，甚至非常低的射频干扰（RFI）可能会降低无源传感器的测量值。

市场需求导致越来越多的商业应用及其相关的频谱需求，不仅覆盖了射频（RF）频谱中已经拥挤的范围，还覆盖了更高的频率。这种情况正成为确保保护地球观测关键应用的严重关切。

有害干扰对无源遥感的经济和社会影响

地球科学中的业务和研究应用要求在分配给卫星地球观测业务 – EESS（无源） – 的若干频段上进行世界范围的测量。无源微波测量也已成为数字天气预测（NWP）的一支关键贡献力量，对其他应用至关重要，如气候监测和预测、水文、土地和农业管理、自然灾害（如洪水、地震、火山活动）预测和管理，以及许多其他公共和私营部门感兴趣的领域。有多个EESS（无源）频段对操作系统至关重要。如果无源传感观测因人为来源的干扰而丢失，则没有可采用的替代频段或技术。因此，由于干扰而导致的测量数据的破坏将动摇基于高度战略性数字预测系统的预警系统的性能。

这将抵消当前和正在出现的能力，并导致政府、空间机构和商业实体投资的相关损失。

无源遥感的特殊需要

如果RFI水平远高于合理的自然发射水平，则可以发现干扰，并放弃测量值。这将在传感器覆盖范围内造成缺口，限制了解研究中复杂的全球现象以及任何局部事件的能力。然而，如果干扰水平较低，并且得到的测量结果可信，则干扰可能未被发现，然后损坏的数据将被误认为有效数据。由这些受损数据得出的分析结果将会有严重缺陷。

大多数无源传感器无法区分自然辐射和人为辐射，因此数据错误也无法被发现和/或纠正。例如，在气象学（短期和中期天气预报）中，这将导致与这些卫星测量相关联的质量因数降低，代表着在卫星气象学非常成功的历史上倒退了一步。因此，保持数据完整性取决于通过确定、应用和执行《无线电规则》的适当条款来防止人为来源造成的有害干扰。

《无线电规则》中的无源遥感保护

90年代中期，第一份国际电联无线电通信部门（ITU-R）关于空间传感器干扰保护标准的建议书（技术标准）获得批准。由于地面系统集中在低频段，人们对如何运行有源业务、以避免这些有源业务超出保护标准并对无源传感器造成有害干扰只给予了有限的关注。保护传感器的第一次明确的规则限制只是从2000年才开始的，例如保护18.6-18.8 GHz频段。在共用和兼容性分析中，RFI评估中的关键概念被接受和得到考虑之前是花费了一些时间的。这些概念包括多种干扰源的综合效应、相邻频段中相关业务无需发射的影响以及多种干扰源之间的RFI预算分配。

如今，无源传感器的性能和干扰标准已包含在ITU-R RS.2017号建议中。

对无源传感器的有害干扰问题日益严重

尽管规则有所改善，但从无源传感器的运行中获得的最新图像显示出RFI事件越来越多。特别是，RR第5.340款中确定频段会受到有害干扰，而该款规定禁止多个无源频段中的各种发射。

造成这种情况的原因是：

- 频谱活跃用户的数量和类型激增；
- 有源射频设备的能力在以前仅由无源传感器占据的更高频率（例如Ka、Q、V、W频段）下工作；
- 非许可低成本设备激增，这些设备的RR合规性并不总是得到保证或强制执行。

无源传感器受到的RFI通常源自分散在全球层面地球表面的地面发射器。大多数传感器不方便定位干扰源，特别是如果RFI来自多个小干扰源的集合。传感器只方便识别受有害干扰影响的大片地区，通常覆盖多个国家。在这种情况下，几乎无法保护传感器。调整RR中有源业务的限值需要时间，并且只有在发现干扰问题多年后才会生效，因此从一开始就定义适当的限值非常重要。

对于方便某种形式的干扰源定位的少数辐射计，ITU-R RS.2106建议书有助于报告和解决影响无源传感器的RFI情况。与地面和空间通信系统报告的多个RFI案例相比，无源传感器的干扰问题被低估了，因为许多RFI案例没有报告给RFI来源所在地区的主管部门和国际电联无线电通信局。

干涉距离：SMOS的经历

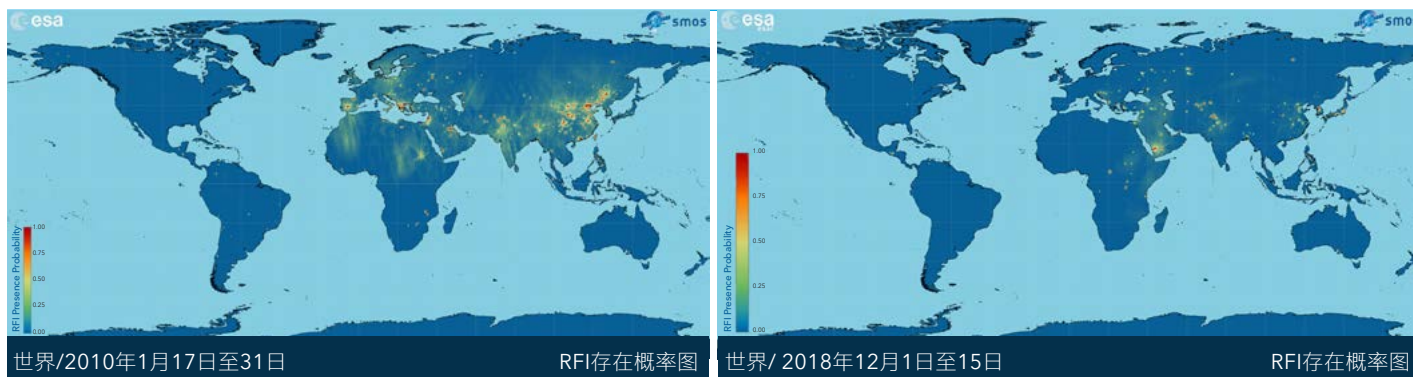
SMOS卫星于2009年11月发射，是欧洲航天局（ESA）的一项任务，旨在满足从空间对土壤湿度和海洋盐度进行高质量全球观测的需求。这两个参数都是描述地球水循环的关键变量，已经被确定为基本气候变量（ECV）。

SMOS有效载荷由工作在1400-1427 MHz（纯无源）频段的无源微波成像干涉辐射计组成。从运行开始，它的辐射计就遭受了大量地域分布广泛的RFI，从而损害了SMOS测量。这些干扰也被美国宇航局的SMAP和（AQUARIUS）水瓶座的辐射计所发现（见ITU-R RS 2315号报告）。与大多数其他辐射计不同，SMOS传感器的特性允许科学家以高精度（0.5-4千米）精确定位干扰源的位置。

基于这一信息，ESA从2010年开始与世界各地的许多国家主管部门进行了长期互动。根据ITU-R RS.2106建议书中的指导，RFI源在其领土内的位置和强度已经通知给相关主管部门。全球SMOS干扰情况受到系统监测，RFI源根据其地理位置和强度被进行分类记录。若干年来，由于这些互动和许多主管部门的合作，已出现了很大的改善（见图1）。

非常强的干扰源（即亮度温度超过5000开尔文）的数量已经从2010年的136个RFI源减少到2018年的60个RFI源。然而，尽管情况有了真正的改善，但截至2018年底，仍有470个活跃的RFI源，数据劣化程度仍然令人高度关注（图2）。

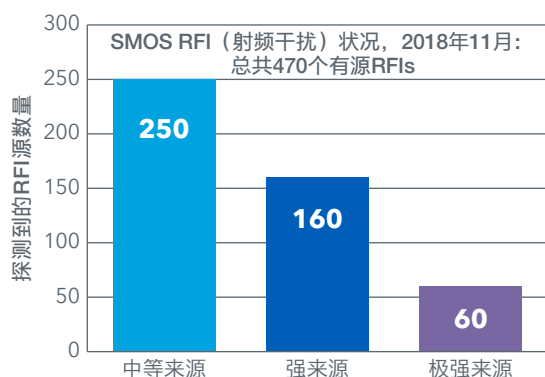
图1：SMOS RFI概率图，显示2010年至2018年间全球干扰源分布的改善



资料来源：欧洲航天局

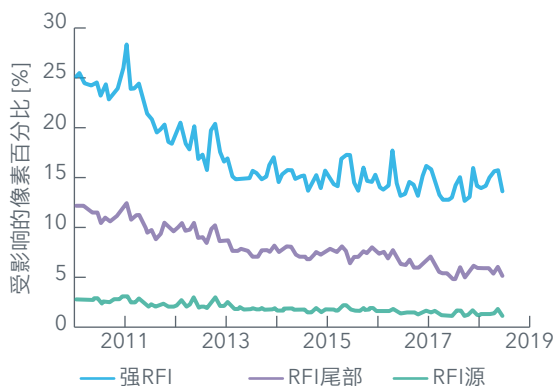
这一改进使得未受有害RFI污染的数据量大幅增加。以下图表（图3）显示了SMOS观察到的受RFI污染的土地像素百分比随时间的变化情况。

图2: SMOS辐射计在1400-1427 MHz无源频段探测到的RFI源数量的全球统计



注：SMOS RFI源按强度分类为亮度温度（BT） ≥ 5000 K时为“非常强”； $5000 > BT \geq 1000$ K为“强”， $1000 > BT \geq 350$ K为“中等”

图3: 2010年到2018年，受RFI影响的土地上SMOS像素数量百分比的演变。提供方：ESA



资料来源：欧洲航天局

所识别的干扰源通常是工作在相邻频段的雷达系统（具有过多的无需发射电平）、运行不良的无线电链路和工作在无源频段内的未经授权的广播系统。今后应避免类似的情况，因为卫星运营商、相关主管部门和国际电联在努力确定和消除干扰源方面都做了大量工作。此外，卫星运行和飞行任务的科学返回也受到严重干扰。

可能对遥感至关重要的WRC-19议程议项

2019年世界无线电通信大会（WRC-19）的主要挑战之一将是在更大频谱使用需求的有源业务和无源用户在没有有害RFI的情况下继续运营的权利之间实现适当的平衡。经验表明，一旦在没有足够的规则条件保护无源传感器的情况下部署有源设备，则恢复无源传感器的可用环境就会变得极其困难。如前所述，这对于具有巨大经济和社会战略影响的数字天气预测和气候变化业务至关重要。

在WRC-19议程上，有四个议项涉及可能的无用发射进入无源传感频段（AI 1.6、1.13、1.14和9.1.9）问题，这将要求建立适当的无用发射限值：

- 议程议项1.13: 正在研究的以下频段中用于IMT-2020/5G的频谱: 24.25-27.5 GHz、31.8-33.4 GHz、37-43.5 GHz、45.5-50.2 GHz、50.4-52.6 GHz、66-76 GHz和81-86 GHz。
- 议程议项1.14: 在若干频段, 特别是21.4-22 GHz和24.25-27.5 GHz频段中确定高空平台(HASP)的附加频谱, 并可能修改现有脚注和决议, 特别是6 440-6 520 MHz和31-31.3 GHz频段。
- 议程议项1.6: 为非对地静止轨道卫星固定业务卫星系统制定规则框架, 这些系统可能在37.5-39.5 GHz(空对地)、39.5-42.5 GHz(空对地)、47.2-50.2 GHz(地对空)和50.4-51.4 GHz(地对空)频段运行。
- 议程议项9.1.9: 51.4-52.4 GHz频段可能分配给FSS(地对空)。

图4显示所涉频段的图形呈现。

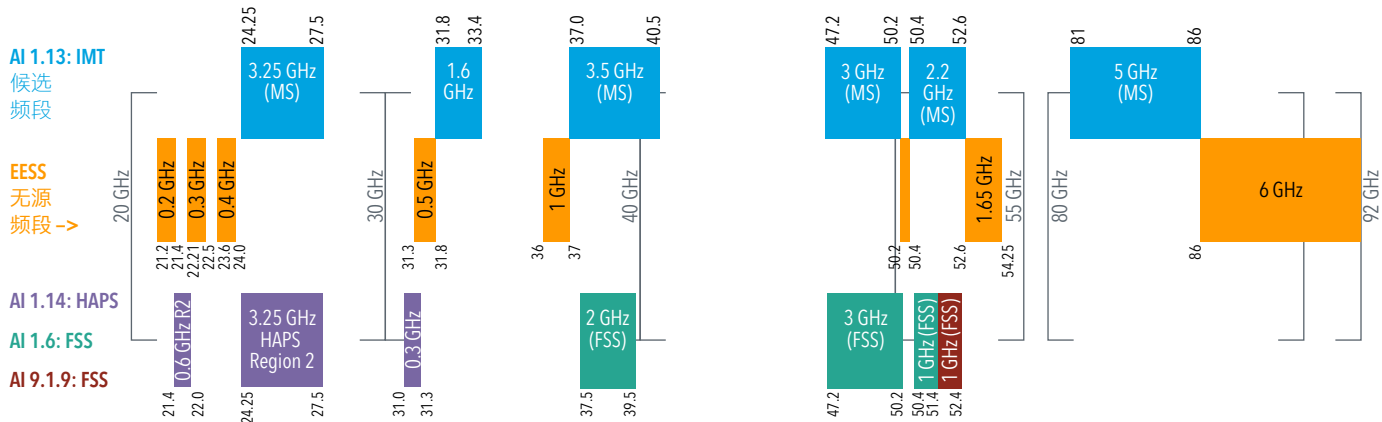
对于IMT-2020设备(AI 1.13), 规则限值必须考虑到这些设备的长期数量, 而不仅仅是最初部署时预测的有限数量。显然, WRC-19中确定的放宽限值会给传感器带来不可恢复的长期状况。

“我们的子孙后代仍必须能够享受遥感在气象学、气候学、土地和水资源管理、农业、自然灾害预测以及为公众和个人带来利益的许多其他领域所产生的社会和经济利益。”

Josef Aschbacher

对无源业务有潜在影响的另一个WRC-19议程项目是AI 1.15, 它涉及在275-450 GHz范围内为陆地移动和固定业务确定频段。尽管RR中的频率划分表没有划分275 GHz以上的频率, 但在275-450 GHz范围内, 有若干用于无源业务应用的重要频段, 这些由RR第5.565款确定和保护。因此, 研究必须表明新的有源业务与远程无源传感器的操作是兼容的。

图4：多卫星地球探测服务（EESS）（无源）频段，可能受到IMT-2020/5G移动业务（MS）系统过量无用发射的影响（WRC-19议程议项（AI）1.13）；高空平台（HASP）系统（AI 1.14）；和/或未来卫星固定业务系统（AI 1.6和9.1.9）



结论

图5以图形方式说明了到无源遥感的RFI预期增加的基本原因。减轻这一问题的唯一方法是在RR和ITU-R建议书中为可能影响无源传感器测量的有源系统定义适当和可执行的限值。

我们的子孙后代仍必须能够享受遥感在气象学、气候学、土地和水资源管理、农业、自然灾害预测以及为公众和个人带来利益的许多其他领域所产生的社会和经济利益。要做到这一点，所有主管部门都需要以长远眼光明智行事。

图5：到无源遥感内的RFI增加的原因



无源微波遥感 对数值天气预报 的重要贡献及 WRC-19如何 解决无线电 频率干扰

Stephen English

欧洲中期天气预报中心地球系统
同化科 (ECMWF) 科长



在通过《2030年可持续发展议程》时，世界各国领导人一致认为，要在实现17项可持续发展目标 (SDG) 和169项相关具体目标方面取得进展，有必要建立一个全球指标框架。

数值天气预报 (NWP) 对于消除饥饿、陆上生物、可持续城市和社区等大多数可持续发展目标有着至关重要的作用。NWP是按照联合国《仙台减灾风险框架》的规定，大幅降低灾害风险和生命、生计和健康损失以及个人、企业、社区和国家的经济、物质、社会、文化和环境资产损失的最重要基石之一。

“对于这些数值天气预报应用，无线电频率频谱对于卫星天气观测和通信至关重要。”

Stephen English

依靠精确的观测来预报天气

国家早期预警系统依赖NWP，日常天气预报亦是如此。反过来，NWP依赖于精确的观测。NWP可以在发展的早期阶段分析天气系统，甚至预测它们的成因，提供提前预警和采取必要行动的时间。要做到这一点，需要一个全球观测系统，其中包含一个大型地基部分，以便对全球当前的天气状况进行评估。随后，大气和海洋的数学模型可以预测未来的天气。

对于这些NWP应用，无线电频率频谱对于卫星天气观测和通信至关重要。需要非常高精度的测量，即使这些观测中的微小误差也会降低NWP的有效性。除了对公共安全的重要贡献之外，NWP还可在航空、航运和交通、农业和管理可再生能源的电网稳定性等方面对经济做出巨大贡献。

英国气象局（英国官方气象机构）最近的一项研究根据一些独立的研究，（以2010年价格计算）进行了定量评估，得出欧盟天气预报信息的社会经济效益为每年614亿欧元。

数值天气预报模型简介

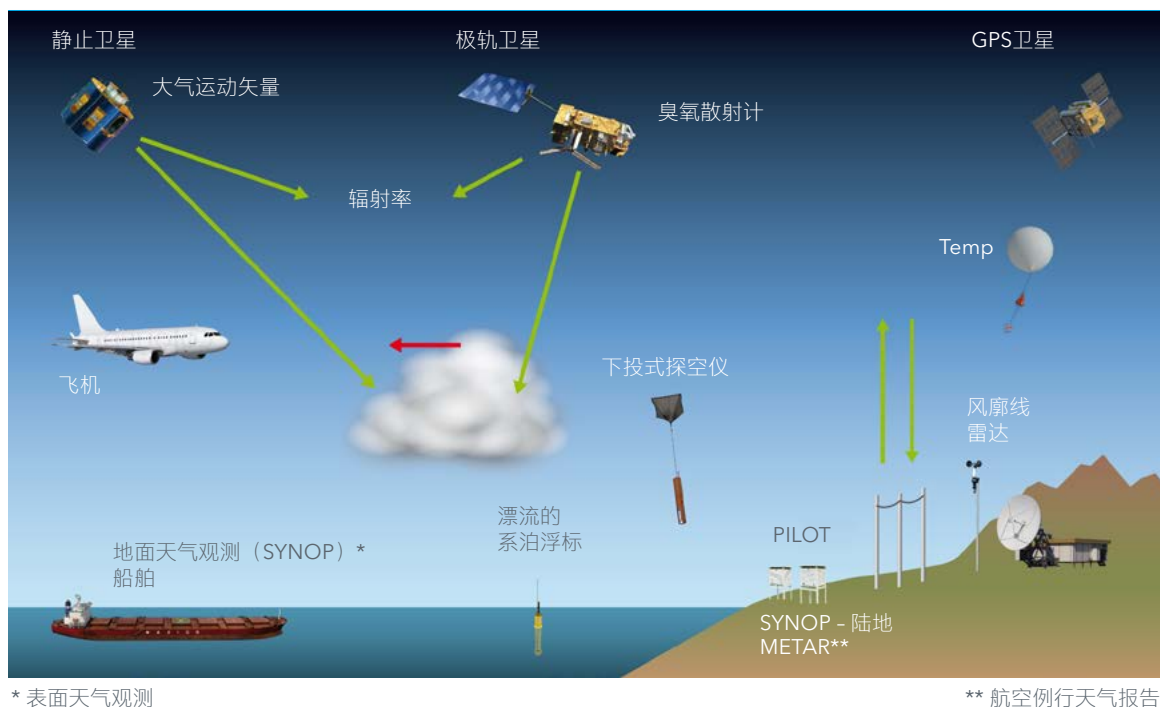
世界许多国家均采用从地球观测卫星、无线电探空仪、飞机和其他观测系统转发的天气观测数据作为输入运行NWP模型（见图1）。一些NWP模型是全球性的，而另一些模型则更详细地覆盖了局部区域。

NWP的许多卫星观测在无线电频段使用无源传感技术，因此依赖于卫星地球探测业务（EESS）划分。大气的吸收特性是通过吸收峰值以及通过随频率增加的水汽连续吸收以及云吸收和散射体现的。

在10 GHz以下，大气几乎是完全透明的，即使有云层亦是如此。这些低频直接感应地球表面。在18 GHz，海水的介电特性使得发射变得几乎与海面温度无关，因此海面发射主要对海洋状态和小波浪敏感。在22-24 GHz时，有一条弱水吸收线，通过测量这条线，我们可获得总柱水蒸气的信息。在31 GHz，可获得关于云的液态水含量的信息。

在50-60 GHz有一个强氧吸收带。这是一个显著的光谱特征，可使我们能够在不受云和水蒸气影响的情况下获得大气温度的三维结构信息。60 GHz以上最重要的谱特征是183 GHz的水蒸气线，它提供了水蒸气的三维结构信息。200 GHz以上的频率提供了非常详细的微量气体和冰云信息。

图1：作为其日常业务数据同化和监测活动的一部分，ECMWF例行处理约90个卫星数据产品的数据。每天总共处理和使用4000万次观测；其中绝大多数是卫星测量，但ECMWF也受益于来自非卫星来源的所有可用观测，包括地面和飞机的观测报告

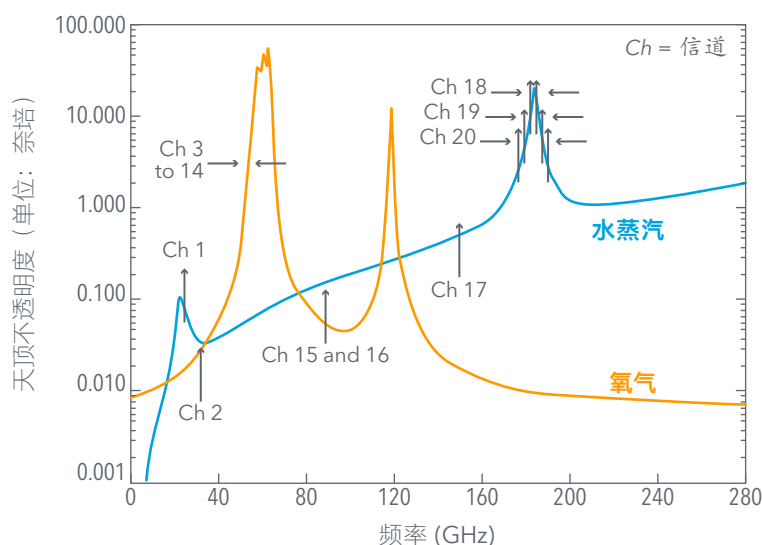


来源：<https://www.ecmwf.int/en/research/data-assimilation/observations>

所有这些谱特征的频率源于物理定律，因此由自然决定，是一种独特独特的资产，不能由其他测量替代（见图2）。每个EESS频段提供了现代最先进天气预报所必需的信息。

对天气观测所产生影响进行评估后发现，目前，微波观测是全球NWP的主要卫星观测系统，其作用在短期预报技术的总体改进中占了大约30-40%。如果没有微波观测，预测的下降意味着大多数预报中心丧失了大约3-6小时的平均预测技能。换句话说，没有微波观测，只能比现在晚3-6个小时才能给出同样水平的预报指南。

图2：在0-280 GHz频率范围的大气不透明度以及高级微波探测装置（AMSU-A, 1 – 15信道；AMSU-B 16 – 20信道）信道使用的描述频率。高级微波探测装置是NWP中使用的最重要的仪器之一，自1998年以来，NOAA和EUMETSAT一直在一系列业务卫星上运行且新一代仪器，如中国的MWTS-2和MWHS-2、俄罗斯的MTVZA-GY和美国的ATMS等也运行该装置



来源：English, S. J.; Guillou, C.; Prigent, C.; and Jones, D. C. (1994), 毫米波长水蒸气连续吸收的飞机测量

这意味着，对于全球所有NWP系统，在发生恶劣天气事件的情况下，发布警告的时间大大减少。

ECMWF的一项研究也说明，微波数据丢失会导致观测系统恢复能力的丧失。事实上，当没有微波观测时，高光谱红外观测的损失造成的退化是有微波观测时的数倍。

这种情况会让许多地方没有做好准备迎接，也没有意识到即将到来的危险天气。

全球NWP系统的总体影响也反映在区域NWP系统中。挪威气象局近期的一项研究表明，在没有微波数据的情况下，该局的区域系统会出现明显的预测退化。

必须特别注意业务天气预报的要求。然而，气候监测和预测也有其他额外的要求，这些要求同样依赖于无源微波传感器的观测。

无线电频率干扰和潜在的频段损失

NWP用户已经在C、X和K频段实际遇到无线电频率干扰（RFI），特别是在日本先进微波扫描辐射计2（AMSR2）设备上。失去这些频段和其他频段将对各国天气预警系统以及我们监测气候变化的能力产生负面影响。

WRC-19在保护EESS频段免受干扰方面的重要作用

关于将在下一届2019年世界无线电通信大会（[WRC-19](#)）上讨论的议项，我们必须强调，确保保护EESS（无源）频段（特别是24 GHz无源频段）免受IMT-2020/5G无用发射的潜在干扰，以及未来商业卫星系统的无用发射不对50/60 GHz无源传感频段产生潜在干扰的重要性。

“失去这些和其他频段将对各国天气预警系统以及我们监测气候变化的能力产生负面影响。”

Stephen English

鉴于天气预报的重要性以及相关的经济和社会效益，WRC-19需要在《无线电规则》中决定适当的无用发射限值，以保护这些独特的无源传感频段中的全球测量。



《国际电联新闻》杂志 150年 历史上的重要里程碑

1869年

第一期
《电报杂志》
发表



继1865年5月17日在巴黎首次签署《国际电报公约》并成立国际电联之后，1868年在维也纳召开的第二届国际电报大会决定

在瑞士伯尔尼设立一个常设秘书处。指定给该局（秘书处）的六项任务之一是出版“法文版电报杂志”（《国际电报公约》（1868年，维也纳）第61条）。

因此，该杂志是应成员国要求出版的，而且从秘书处创建开始一直是国际电联信息传播职责的重要一环。《电报杂志》创刊号于1869年11月25日出版。

1934年

杂志更名为
《电信杂志》



1932年，在马德里召开的国际电报大会和国际无线电报大会决定将《国际电报公约》和《国际无线电报公约》合并为一项《国际电信公约》，与此

同时采用新的名称“国际电信联盟”，以完整反映出国际电联的职责范畴。新名称于1934年1月1日起生效。随着这一名称的变化，《电报杂志》于1934年1月1日更名为《电信杂志》。

1948年

《电信杂志》
以三种语文出版：
英文、法文和西班牙文



在大西洋城国际电信大会（1947年）做出与语文相关的决定之后，《电信杂志》自1948年1月起成为三种语文的

出版物（英文、法文和西班牙文）。三种语文在同一页面上并排印刷。采用这种新形式出版杂志意味着工作量和制作成本的大幅度增加。

1962年

各语种版本
单独发行



1962年1月起开始以英文版、法文版和西班牙文版单行本的方式分别发行《电信杂志》，摒弃了原有的三语种形式。

从20世纪60年代到80年代，

《电信杂志》越来越多地用于传播关于国际电联及其工作的信息。而且此时开始向联合国及其所有专门机构以及联合国在世界各地的新闻中心和国际电联的驻地技术合作专家寄送杂志。此外，索要杂志的大众媒体和技术性媒体日益增多。

1994 年

《电信杂志》演变为 时事通讯

自1994年1月1日起，《电信杂志》被《国际电联通讯》（ITU Newsletter）所取代。版式得到调整，更富有现代气息，而且改为每年出刊十期。此时宣布，新版式的杂志/通讯将“专注于国际电联的活动、重大问题和取得的实效”。各方意见虽常有冲突，但亦会刊登在新的出版物上，不仅向读者介绍有关国际电联活动的基本信息，还帮助他们了解“背景、原因和来龙去脉”。



1999 年

推出电子版和付费订阅

一项研究表明，有必要以电子方式传播有关国际电联活动的信息。为响应该研究，于1999年中期在国际电联网站上刊登了第一期电子版的《国际电联新闻》杂志。自那时以来，《国际电联新闻》一直以数字和纸质



两种形式出版。自2003年至2006年，《国际电联新闻》网站在月均访问量方面表现不俗，跻身国际电联网站访问量前三名。自1999年起，开始实行非国际电联成员付费订阅印刷版。包括一些书店和私营部门公司在内的付费用户的年度订费为100瑞士法郎。

1996 年

《国际电联新闻》正式 以杂志的形式出版

2009 年

《国际电联新闻》杂志 以六种语文出版

自2009年7月以来，《国际电联新闻》一直以国际电联所有六种正式语文（阿拉伯文、中文、英文、西班牙文、法文和俄文）出版，继续提供在世界各地发生的、涉及电信/信息和通信技术发展的国际电联活动和重大事件的广泛报道。



2016 年

《国际电联新闻》杂志 实现全面数字化

杂志实现全面数字化，并且推出了新的在线门户网站。数字化专刊围绕一年中国际电联的重大事件和议题进行深入报道，并通过电子邮件



时事通讯进行广泛传播。同样在2016年，经过长期努力，国际电联图书馆和档案服务科实现了在线提供1869年至2015年《国际电联新闻》杂志的数字珍藏本。整套汇总期刊可进行搜索，而且可以发掘有关多年来电信/信息通信技术行业发展和国际电联活动的相关信息。请浏览不同时期（1869年至2015年）的国际电联杂志。

2019 年

《国际电联新闻》杂志庆祝创刊

150 周年

1869-2019



ITU News

WEEKLY

Stay current. Stay informed.



The weekly ITU Newsletter
keeps you informed with:

Key ICT trends worldwide

Insights from ICT Thought Leaders

The latest on ITU events and initiatives

»
**Sign
up
today!**

