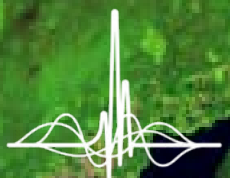


科学业务

2023年世界无线电通信大会
地球观测



ITUWRC
2023年迪拜



关注最新动态 //
// 了解最新信息

《国际电联新闻》双月刊

您获取数字新闻和洞见的入口

请立即订阅

加强科学业务， 保护我们的星球

国际电联秘书长 多琳·伯格丹-马丁

近一半的联合国可持续发展目标（SDG）有赖于通过可靠的无线电通信网络进行的地球观测。更广泛地说，通过数字技术和连通性，我们可以更快地实现三分之二以上的可持续发展目标。

这使得世界无线电通信大会（WRC-23）成为人类应对从教育到医疗保健再到气候等一些最严峻挑战的关键。大会由国际电信联盟（国际电联）组织，会上将对《无线电规则》进行更新，该规则是管理无线电频谱和卫星轨道的全球条约。

WRC-23将于11月20日至12月15日在阿联酋迪拜举行，来自全球各国的与会者将共同争取就将无线电频谱用于对我们所有人都至关重要的各项技术达成协议。这十分了不起，如今却极为罕见。

无线网络对于建设更加可持续的世界至关重要，WRC-23可以帮助我们在各个方面共同向前迈进。

其中一个方面是气候监测、减缓和适应。国际电联是“全民预警倡议”的重要合作伙伴，该倡议是联合国秘书长提出的开创性倡议，旨在确保到2027年底，通过发布救生预警，地球上每一个人都是可以免受气候灾害和灾难的侵害。

在这个行动的关键时刻，《国际电联新闻》探讨了基于空间的科学业务。通过敏锐的观察和数据，我们可以建立一个更具复原力、包容性、公平性和可持续性的世界。



无线网络对于建设更加可持续的世界至关重要，WRC-23可以帮助我们
在各个方面共同向前迈进。

多琳·伯格丹-马丁

世界无线电通信大会

2023年11月20日 – 12月15日
阿拉伯联合酋长国迪拜

www.itu.int/wrc-23/
#ITUWRC



科学业务

2023年世界无线电通信大会 地球观测

刊首语

3 加强科学业务，保护我们的星球

国际电联秘书长 多琳·伯格丹-马丁

导言

7 科学业务：观测我们的星球，了解气候变化

国际电联无线电通信局主任 马里奥·马尼维奇

11 在WRC-23保护地球观测系统

世界气象组织秘书长 佩特里·塔拉斯

行业观点

16 WRC-23上探讨科学业务和地球观测问题

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 John Zuzek,

20 空间频率协调组：世界无线电通信大会（WRC-23）的目标

频率管理办公室主任Maite Arza,
欧洲航天局（ESA）-空间频率协调组（SFCG）执行秘书处频率管理官员Bruno Espinosa

24 使用无源微波传感器测量海面温度

频谱管理办公室工作人员Yasunori Iwana和 日本宇宙航空研究开发机构（JAXA）地球观测研究中心GCOM-W和AMSR3研究主任Misako Kachi

28 有源传感和45兆赫左右频率的潜在应用

美国国家航空航天局（NASA）喷气推进实验室（JPL）频谱工程组（332G）信号分析工程师Andre Tkacenko

ITU News
MAGAZINE

No. 5
2023



封面图片：NASA

ISSN 1020-4148
itunews.itu.int
每年6期
版权：©国际电联2023年

主编：Neil MacDonald
编辑助理：Angela Smith
美术编辑：Christine Vanoli

编辑部
电话：+41 22 730 5723/5683
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。

32 基于无源微波传感的冰云探测： 预报和气候建模的关键

ITU-R 7C工作组主席（遥感系统）和欧洲气象卫星开发组织（EUMETSAT）频率主管 Markus Dreis

36 S、X和Ka频段卫星无线电业务的频率协调

法国国家空间研究中心（CNES）频率管理专家Jean Pla

40 地球观测测量中的无线电频率干扰

欧洲航天局频率管理和技术工程师Yan Soldo

45 数值天气预报的无源微波遥感

欧洲中期天气预报中心研究副主任Stephen English

50 地球观测助力实现可持续发展目标的未来前景

国际无线电科学联盟E委员会（电磁环境和干扰）国内主席兼国际早期职业代表Flávio Jorge；
葡萄牙国家通信管理局局长Luis Pedro；
葡萄牙里斯本大学Iscte商学院教授兼巴西国家电信局顾问Sandro Mendonça

55 拉丁美洲和加勒比地区的卫星地球探测业务

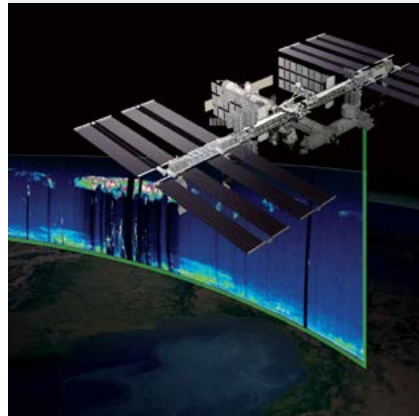
国际电联无线电通信部门（ITU-R）7C工作组（遥感系统）副主席、巴西国家电信局（Anatel）国际频谱和轨道管理（频谱、轨道和广播部门）协调员Tarcisio Bakaus

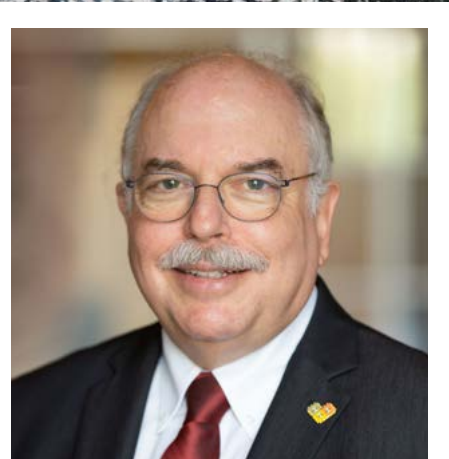
59 利用卫星图像改善地球生活

澳大利亚地球观测中心（CSIRO）主任Amy Parker

63 卫星地球探测业务用于灾害应急管理

加拿大航天局空间利用工程师Joanne Frolek





科学业务： 观测我们的星球， 了解气候变化

国际电联无线电通信局主任 马里奥·马尼维奇

近年来，地球观测系统的发展令人瞩目，对于了解我们的星球和解决人类面临的一些最紧迫的挑战至关重要。

相关的科学业务使用无线电技术收集有关地球大气层、陆地和海洋的信息，然后对其进行分析和解释，从而为揭示各种自然和人为现象提供有价值的见解。

“近年来，地球观测系统的发展令人瞩目，对于了解我们的星球和解决人类面临的一些最紧迫的挑战至关重要。”

——
马里奥·马尼维奇



随着卫星系统的快速发展和高速互联网的接入，通过地球观测和遥感收集的数据数量大幅增加，质量显著提高。科学家、研究人员和政策制定者现在可以获得有关气候模式、灾害、土地利用变化、环境退化等指标的近实时数据。

事实证明，这些信息对于预测和减轻飓风、洪水、野火和其他灾害的影响以及监测生态系统的健康状况和为土地使用政策提供信息至关重要。地球观测数据对于评估我们星球的整体状况，包括实现联合国设定的可持续发展目标（SDG）的进展情况至关重要。

与此同时，气象服务可以预测天气模式并对极端天气事件发出警告。由于气候不断变化，准确及时的天气信息对于保护人类生命和财产比以往任何时候都更加重要。

气象服务还提供航空、海洋和农业信息，便于政府和公司在这些行业做出知情决策。

地球观测、遥感和气象服务领域的稳步发展彻底改变了我们对地球的认识。这些领域可以帮助我们在未来几年更好地管理地球的资源 and 环境。

阐明气候与发展挑战

将地球观测数据纳入决策进程可以加强可持续发展，并有助于打造更加公平且更有复原力的世界。例如，来自卫星图像的数据可以揭示农业土地利用、作物健康和水的供应情况，为旨在促进可持续农业和实现粮食安全的循证政策提供信息。

同样，遥感技术可以显示水资源并帮助监测水质。其他卫星数据可用于确定森林和其他生态系统的健康状况。

地球观测系统是跟踪气候变化及其影响的关键。有关气温、海平面上升和温室气体排放的数据可以明确长期的趋势，影响减排和减缓气候变化政策。

然而，这一切都离不开对地球观测所需的无线电频谱的保护。收集、传输和分配来自卫星和其他遥感平台的数据，需要关键无线电频率不受干扰持续可用。

“科学家、研究人员和政策制定者现在可以获得有关气候模式、灾害、土地利用变化、环境退化等指标的近实时数据。”

这使得即将召开的**世界无线电通信大会（WRC-23）**成为确保地球观测、遥感和气象服务不断改善的决定性里程碑。

随着系统扩展，来自其他无线电源的干扰可能会影响数据质量，损害分析的准确性，并可能影响到各地的经济安全、国防和生命安全。

保障用于科学业务的频谱

往届世界无线电通信大会强化了国际电信联盟（国际电联）在促进可持续性、应对气候变化和强化应急通信方面的职责。一直以来，大会所做的各项决定确保了用于环境监测和气候变化建模的频谱和卫星轨道的可用性。

国际电联成员国将在WRC-23上再次审议频率划分，以保障和加强科学业务，无论是用于地球观测、太阳系探索还是宇宙研究。

保护相邻频段的敏感科学业务至关重要，对天气预报模型使用的卫星地球探测业务（EESS）无源频段而言尤其是如此。如今对天气预报的准确性要求越来越高，而此频段内的有害干扰可能会损害天气预报的准确性。

因此，WRC-23将审议提供新的频谱，以便将卫星地球探测业务用于气候监测、天气预报和其他科学任务。

“往届世界无线电通信大会强化了国际电联在促进可持续性、应对气候变化和强化应急通信方面的职责。”

科学业务的主要议项包括：

- 1.12 – 用于星载雷达探测器的卫星地球探测（有源）业务：考虑可能的新的次要划分。
- 1.14 – EESS（无源）：考虑现有划分的可能调整，以确保与更多最新的遥感观测要求保持一致。
- 9.1（专题a）– 审查与空间天气传感器的技术和操作特性、频谱需求和适当的无线电业务标识相关的研究结果，以便在不给现有业务带来额外限制的情况下，在《无线电规则》中提供适当的认可和保护。

4月，国际电联成员国批准了提交《WRC-23大会筹备会议报告》，其中总结和分析了国际电联无线电通信部门（ITU-R）技术研究的结果，并概述了WRC-23议程涵盖问题的可能解决方案。该报告现以国际电联的六种正式语文提供。

第三次、也即最后一次WRC-23筹备工作跨区域讲习班于9月27日至29日举行，为与会者提供了另一个机会以审议已确定问题的拟议解决方案。

专家们对WRC-23的看法

本期《国际电联新闻》汇集了WRC-23召开前夕的行业观点以及国际和区域性专门组织对涉及地球观测科学业务相关关键问题的看法。

我谨衷心地感谢所有投稿专家，感谢他们带来的观点。对此，我相信本期杂志将提供一份翔实的概述。

WRC-23的成果对于各国制定无线电通信业务的未来框架至关重要。十分期待和欢迎来自世界各地的代表参会。



WRC-23的成果对于各国制定无线电通信业务的未来框架至关重要。”



在WRC-23 保护地球观测系统

世界气象组织秘书长 佩特里·塔拉斯

无有害干扰的无线电频段是所有地球观测系统的一项关键要求。事实上，获取无线电频谱对于气象和水文基础设施至关重要，而这些基础设施是全球天气和相关环境服务的基础。卫星、气象雷达、无线电探空仪、水文观测系统和漂流浮标均基于无线电或微波传输运行。

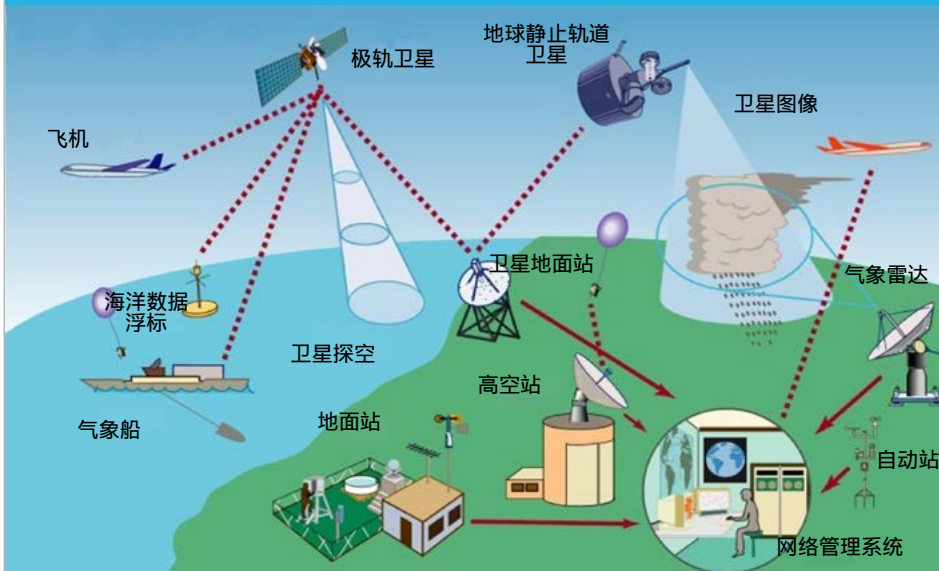
生命和财产安全依赖于天气和环境预报。延长严重事件的预警时间有助于公民、民政当局和急救人员采取行动。

世界气象组织（WMO）和[国际电联无线电通信部门](#)（ITU-R——国际电信联盟的三个部门之一）之间的长期合作巩固了气象、预警系统、数据和数字技术之间日益增强的合力。

“生命和财产安全
依赖于天气和
环境预报。”

佩特里·塔拉斯

世界气象组织全球综合观测系统



资料来源：世界气象组织

世界气象组织通过其无线电频率协调专家组（ET-RFC）为即将召开的世界无线电通信大会（WRC-23）相关议程编写了[立场声明](#)。

从气象和气候监测的角度来看，需要各国主管部门提供支持的最关键问题涉及海面温度的测量和空间天气的观测。

海面温度测量的连续性：议项1.2的结果

海面温度（SST）是气候系统的重要组成部分，对海洋和大气之间的能量、动量和气体交换具有重大影响。海面温度作为海洋环流的主要驱动因素之一，对许多天气和海洋预测模型具有至关重要的意义。

目前无源海洋遥感正在使用的是6/7千兆赫频率范围（对应于峰值SST灵敏度）。这是唯一可以穿透云层“探明”海面温度的测量方法。

世界气象组织的立场声明

在第19届世界气象大会上，世界气象组织成员国通过对即将召开的WRC-23的21个议程项目的立场。

[浏览声明。](#)

“海面温度（SST）是气候系统的重要组成部分……”

《无线电规则》认可卫星地球探测业务（EESS）对6 425-7 075兆赫和7 075-7 250兆赫频段的使用。脚注5.458强调，未来各主管部门在对该频率范围进行规划时，应考虑EESS（无源）传感器的频谱要求。但这并不构成频谱划分，也不对海面温度测量操作提供保护。

WRC-23议项1.2建议在6/7千兆赫范围内为国际移动通信（IMT）确定频段，尽管ITU-R研究表明，这种部署会严重阻碍海面温度的测量。为降低这种风险，世界气象组织已经确定了其他可能的用于SST测量的频段，可以与6/7千兆赫范围结合使用。

为确保长期的连续性，世界气象组织敦促各主管部门考虑在 4.2-4.4千兆赫和8.4-8.5千兆赫频段为SST测量提供新的主要EESS（无源）划分。值得注意的是，这些可能的新的主要EESS（无源）划分不会要求这些频段内现有业务给予保护。

对空间天气的认可：议项9.1a

从地基和天基系统进行的空间天气观测对于探测太阳活动至关重要。太阳事件可对地球和空间中的关键基础设施造成严重破坏，导致无线电中断、卫星损坏、电网干扰，以及增加横跨极地飞机航线上的辐射暴露等。

尽管需要预测危险的空间天气事件，但现行的《无线电规则》中并未认可或提供与空间天气观测相关的规定。WRC-23议项9.1a考虑在《无线电规则》中对空间天气传感器给予适当认可。在WRC-23议项10下，将讨论WRC-27的新议项，以确保在一些频段内保护空间天气传感器，同时不会对现有业务施加限制。

“尽管需要预测危险的空间天气事件，但现行的《无线电规则》中并未认可或提供与空间天气观测相关的规定。”

在WRC-23上，为保护空间天气传感器的运行，世界气象组织主张采取分两步走的方法：

第一步：

在《无线电规则》中定义空间天气，并将空间天气与适用的“无线电通信业务”联系起来，即气象辅助（空间天气）业务，简称MetAids（空间天气）。

第二步：

为WRC-27制定新议项，建议在需要保护的运行中空间天气传感器使用的频段中增加新的MetAids（空间天气）划分。

保护关键频谱

无线电频谱是一种有限资源，而新兴技术的需求却不断增加。今年早些时候，第19届世界气象大会（Cg-19）对关键无线电频段受到的威胁表示严重关切，大会第31号决议呼吁采取保护措施。

气象界呼吁国际电联成员国在WRC-23上适当考虑世界气象组织有关无线电频率划分和规则条款的要求。

国际电联《无线电规则》第5.340条禁止在1 400兆赫至252千兆赫之间特定频段进行一切无线电发射。天气、水和气候方面的研究和操作都依赖于保持这些频段处于无发射状态。

这关系到地球大气和其他环境变量无源传感频谱的可用性。只有通过齐心协力，全球气象界和无线电通信界才能保持并提高未来的地球观测能力以及依赖地球观测的关键业务能力。

“气象界呼吁国际电联成员国在WRC-23上适当考虑世界气象组织有关无线电频率划分和规则条款的要求。”

关于世界无线电通信大会

世界无线电通信大会每三至四年召开一次，以审查并在必要时修订《无线电规则》。《无线电规则》是有关无线电频谱以及对地静止和非对地静止卫星轨道使用问题的国际条约。

在《国际电联新闻》杂志中探索 WRC-23 专题：

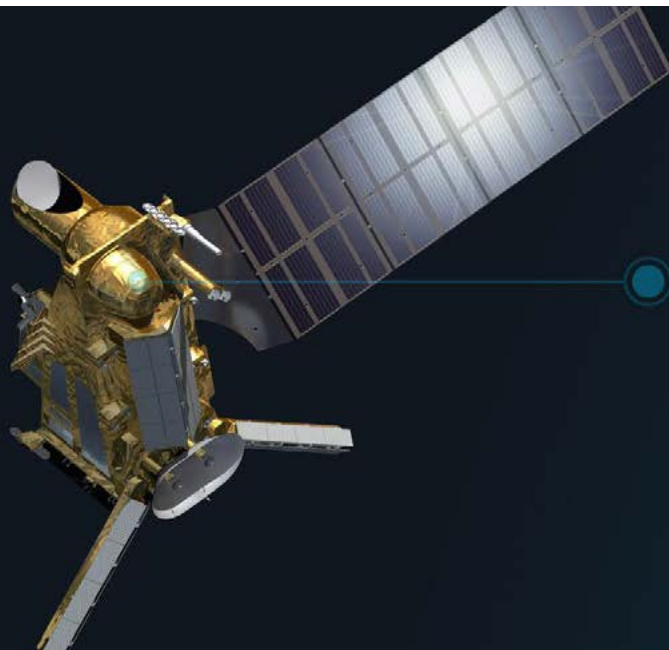
[WRC-23 倒计时](#)

[协调世界时的未来](#)

[陆地、海洋和
无线电波](#)

[卫星连接](#)

大会网址: [WRC-23](#)



Ice Cloud Imager

WRC-23上 探讨科学业务和 地球观测问题

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 John Zuzek,

包括地球观测和气候监测在内的空间研究和探索有赖于国际电信联盟 (国际电联) 及其无线电通信部门 (ITU-R) 高度专业化的工作。

例如, ITU-R第7研究组负责处理支持科研探索的无线电业务, 包括时间信号和标准频率发射、空间无线电通信应用、遥感系统和射电天文学。

第7研究组各工作组目前正在完成支持文件, 以协助11月中旬开始的世界无线电通信大会 (WRC-23) 就这些问题做出决策。



“WRC-23议程的专题包括至关重要的规则更新, 这些更新旨在保持并提升人类的地球观测能力”

John Zuzek

地球观测和遥感

WRC-23议程的专题包括至关重要的规则更新，这些更新旨在保持并提升人类的地球观测能力。

议项1.12考虑可以为卫星地球探测业务（EESS）（有源）提供一个次要划分，用于在45兆赫左右工作的雷达探测器。

这些雷达探测仪能够对地球表面进行天基有源遥感，以探测北非和阿拉伯半岛等沙漠环境中的地下水沉积情况。它们还可用于测量极地地区的冰层厚度。

需要在约45兆赫为EESS（有源）划分频段，以使新的卫星能够从地球轨道收集上述重要数据。

雷达探测器的可能覆盖区域



资料来源：ITU-R RS.2042-1建议书

议项1.14吁请审议并调整现有频率划分，并考虑在231.5-252千兆赫频率范围内为EESS（无源）增加新的主要频率划分。目前，该频率范围的使用仅限于微波探边仪器，这些仪器指向地球的边缘以测量各种大气气体。

近年来，为了研究冰云，已确定了新的观测需求。冰云覆盖了地球表面超过33%的面积，影响降水、大气结构和云层过程，对地球气候具有重要影响。

“迫切需要全球冰云特性进行测量。”

实现冰云测量

迫切需要对全球冰云特性进行测量。实现这一目标的方法之一是重新安排231.5-252千兆赫频率范围内的划分。这将保护当前的微波探边应用，并允许未来气象卫星进行冰云测量。这还将便于同频段地面业务的未来使用不受限制。

议项9.1专题d)考虑采取措施保护在36-37千兆赫频段内EESS（无源）中运行的无源遥感系统免受非对地静止轨道（GSO）卫星固定业务（FSS）系统发射的影响。这延续了早期的研究，这些研究始于WRC-19议项1.6，但尚未完全解决。目前这些研究已经完成，WRC-23可以决定就这一议题采取行动。

议项1.2考虑将6 425-7 025兆赫、7 025-7 125兆赫和10.0-10.5千兆赫及其他频段指定用于国际移动通信（IMT）。尽管该议项本身并不是一个科学问题，但在6 425-7 125兆赫频段部署IMT可能对与之重叠的6 425-7 250兆赫频段中海面温度的测量产生负面影响。

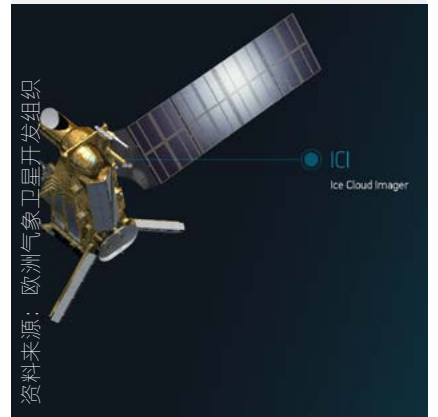
同样，10.0-10.5千兆赫频段内部署IMT可能对10.0-10.4千兆赫频段内的有源传感测量产生负面影响。IMT系统的带外发射还可能对邻近的10.6-10.7千兆赫频段内的无源测量产生负面影响。针对该议项提出的解决方案应考虑到这些因素。

其他科学问题

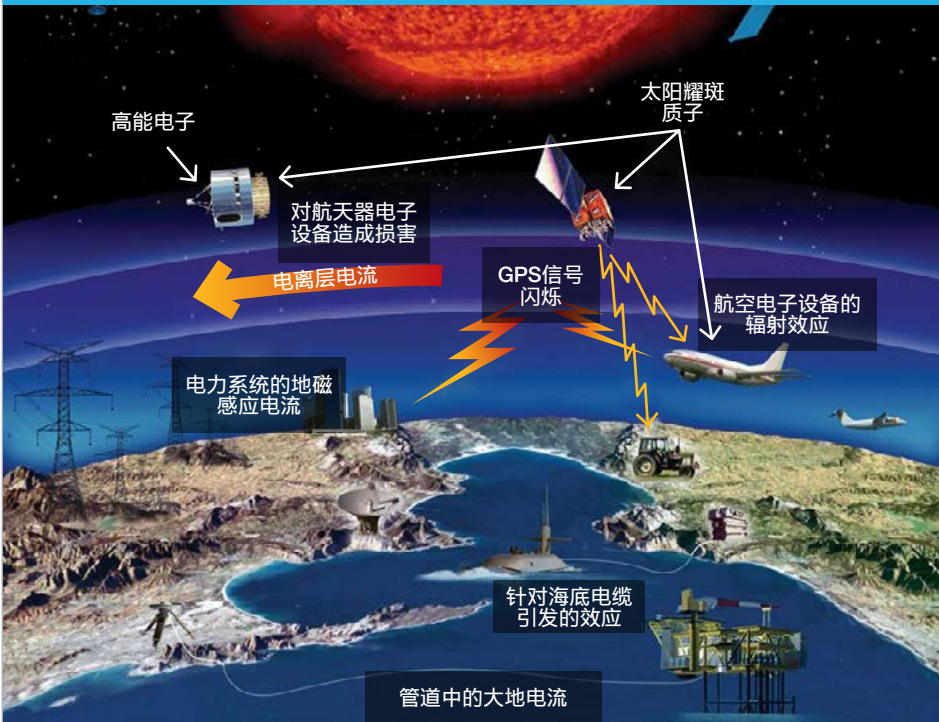
议项1.13考虑了在14.8-15.35千兆赫频段内增加空间研究业务频率划分的可能性，该业务目前在此频段中拥有一项全球范围的次要划分。该频谱可用于航天器到地球站的直接数据下行链路，数据中继卫星的地对空链路，以及从航天器到数据中继卫星的空对空链路。这将为诸如月球探测之类的任务提供支持。

议项9.1专题a)审议了保护和可能认可用于全球预测和告警、依赖无线电频谱的空间气象传感器的问题。空间天气系统使我们能够观测影响我们在地球上活动的多种空间现象。这些现象包括太阳活动，如日冕物质抛射（CME）、地磁暴、太阳辐射和太阳风。

下届世界无线电通信大会（WRC-27）的初步议程可能包括一个探讨此专题的议项。



空间天气的可能影响



资料来源：美国国家航空航天局（NASA）

未来考虑

有关科学业务的若干问题已列于WRC-27的初步议程之中。其中一些问题涉及86-92千兆赫频段附近的频率划分，该频段不允许发射。该频段是地球观测系统的关键频段，因此必须得到保护。

另一可能议项涉及在22.55-23.15千兆赫频段提供地对空频率划分，从而为今后的地球观测系统提供支持。

还有一可能议项涉及保护用于全球预测和告警的空间天气传感器。

今年11月和12月，WRC-23的部分工作是决定WRC-27的最终专题。2027年的大会将是更新《无线电规则》并确保全球不间断、公平获取无线电频谱和轨道资源的下一机会。

“空间天气系统使我们能够观测影响我们在地球上活动的多种空间现象。”

空间频率协调组： 世界无线电通信大会 (WRC-23) 的目标

频率管理办公室主任Maite Arza，
欧洲航天局（ESA）-空间频率协调组（SFCG）
执行秘书处频率管理官员Bruno Espinosa

空间频率协调组充分认识到世界无线电通信大会（WRC）的重要性。几十年来，SFCG的成员空间机构一直在为这一由国际电信联盟组织的四年一度的全球部门会议制定共同目标。

空间频率协调组根据国际电联无线电通信部门（ITU-R）的研究成果，在共同商定的共享和保护标准基础上，提高频谱效率，并促进多个无线电业务共享频段。

随着下一届大会的临近，空间频率协调组根据具体的议项和关心的专题，概述了WRC-23的目标。



Maite Arza



Bruno Espinosa

用于地球探测和科学业务的机会

在WRC-23议项1.12下，空间频率协调组支持在40-50兆赫无线电频段为卫星地球探测业务（EESS）（有源）进行新的二次划分，并作出相关规定，以平衡对现有业务的保护和在这一频段进行星载雷达探测仪操作的机会。在40-50兆赫频段进行的探测仪测深能使我们以前所未有的精度探测地下，也使我们更好地了解极地地区的冰层和干旱地区的含水层。

如有必要，空间频率协调组可牵头进行后续磋商和行动，如为执行WRC-23的各项决定制定指导方针。

WRC-23议项1.14将讨论用于地球观测的另一个机会，涉及231.5-252千兆赫频率范围内卫星地球探测（无源）的要求。根据ITU-R的研究成果和卫星地球探测（无源）的业务要求，空间频率协调组支持在239.2-242.2千兆赫和244.2-247.2千兆赫频段为卫星地球探测（无源）分配新的主要频段。这将有助于满足冰云测量的要求，以及重新安排用于固定和移动业务的频率划分。

此外，空间频率协调组欢迎为18.1-18.6千兆赫、18.8-20.2千兆赫和27.5-30千兆赫频段的卫星到卫星的操作制定技术和规则条款（议项1.17）。随着地球观测和科学任务产生的数据量日益庞大，作为数据中继运行的卫星通信业务将有助于未来的空间科学任务。

为满足一般科学要求，特拟定下列议项：

- 将14.8-15.35千兆赫频段的空研究业务（SRS）划分从次要提升为主要，以支持现有和未来的应用，并增加科学任务的数据传输（议项1.13），对此，空间频率协调组认识到需要作出规定，确保空研究业务与现有主要业务之间的兼容性。
- 考虑在《无线电规则》中纳入有关条款，使气象辅助业务（MetAids）下的空间气象传感器得到适当的认可（议项9.1，专题a）。



在WRC-23议项1.12下，空间频率协调组支持对卫星地球探测业务（EESS）进行新的二次划分.....”

Maite Arza and
Bruno Espinosa



空间频率协调组为WRC-23制定的目标

空间频率协调组根据具体的议项和关心的专题，概述了WRC-23的目标。

[下载SFCG目标](#)

保护空间遥感器

空间频率协调组特别重视保护空间遥感器用于气候学和气象学数据的频段，这些频段往往无法通过任何其他手段获得。空间遥感器的成功运行取决于使用由物理定律定义的特定频段。

空间频率协调组不支持在议项1.2下识别2区（美洲区）10-10.5千兆赫频段的国际移动通信（IMT），因为国际移动通信与10-10.4千兆赫频段的卫星地球探测（有源）频谱共享的可行性尚未得到证实。

空间频率协调组还对相邻频段的有源业务可能干扰卫星地球探测（无源）传感器表示关切。因此，空间频率协调组支持在《无线电规则》中纳入下表所概述的对有源业务的限制，以保护卫星地球探测（无源）传感器的运行。

此外，关于议项1.2下有关6-7千兆赫频段的讨论，空间频率协调组欢迎为确保其他频谱范围内海面温度（SST）测量连续性所采取的备选方案，例如在4 200-4 400兆赫和8 400-8 500兆赫频段对卫星地球探测（无源）进行新的一次主要划分。

展望WRC-27

下届大会，即WRC-27的议程将是WRC-23的另一个关键专题。

空间频率协调组认为，WRC任何新的议项的通过应满足一定条件，包括明确说明频谱需求的理由、明确界定的研究范围以及要考虑的具体频段。

空间频率协调组确定了几个与空间科学业务有关的专题，可能作为WRC-27的议项纳入，并请其成员机构在WRC-23的国家和区域筹备活动中宣传这些专题。拟议专题包括可能为卫星地球探测通信链路分配新的频段、在86千兆赫频段以上的某些频段保护卫星地球探测（无源）传感器、在特定频段保护空间天气观测，以及在月球上发展无线通信的机会。

空间频率协调组特别重视保护空间遥感器用于气候学和气象学数据的频段。”

空间频率协调组确定了几个与空间科学业务有关的专题，可能作为WRC-27的议项纳入。”

空间频率协调组支持采取限制措施，以在WRC-23探讨卫星地球探测（无源）传感器的保护问题

WRC-23 议项	卫星地球探测（无源）频段	有源业务操作	拟议限制
1.2	10.6-10.7千兆赫	10-10.5千兆赫频段内的国际移动通信（IMT）	限制无用发射
1.10	22.21-22.5千兆赫	22-22.21千兆赫频段内的航空移动业务非安全应用	限制无用发射
1.16	18.6-18.8千兆赫	18.3-18.6千兆赫和18.8-19.1千兆赫频段内与动中通地球站（ESIM）通信的非对地静止卫星轨道（Non-GSO）卫星固定业务（FSS）空间站	设置一套功率通量密度限值
1.17		18.3-18.6千兆赫和18.8-19.1千兆赫频段内与高度较低的Non-GSO卫星固定业务空间站通信的Non-GSO卫星固定业务空间站	
9.1, 专题D	36-37千兆赫	在37.5-38千兆赫频段内远地点高度大于407公里且小于2 000公里运行的Non-GSO卫星固定业务空间站	限制无用发射

空间频率协调组于2023年6月在法国图卢兹召开年会。



SFOG



使用无源微波 传感器测量海面温度

频谱管理办公室工作人员Yasunori Iwana和 日本宇宙航空研究开发机构（JAXA）地球观测研究中心GCOM-W和AMSR3研究主任Misako Kachi

海洋覆盖地球表面的70%以上，在向大气层输送水蒸气方面发挥着重要作用。卫星具有全球观测能力，可用于观测海洋，包括测量海面温度。

空对海相互作用的研究被广泛用于天气和气候预测、沿海灾害预防、渔业管理和生态系统保护等领域。



Yasunori Iwana



Misako Kachi

每周海面温度图是用传统的红外热像仪（IR）或微波成像仪绘制的，后者可以在任何天气条件下进行昼夜观测，对每日海面温度图的绘制至关重要。然而，迄今为止，只有几种类型的微波成像仪被设计用于海洋表面温度观测。

利用无源传感器测量

日本宇宙航空研究开发机构（JAXA）开发的先进微波扫描辐射计（AMSR）系列使用无源传感器测量微弱的微波。这种技术的原理在于，陆地、海面和大气中状态各异的水质子发射的微波频率各不相同。

AMSR系统可观测包括海面温度在内的各种与水有关的参数，支持数值天气预报、船员海况报告、船舶安全航行以及水循环变化和气候变化指标等实践应用。

第一代和第二代先进微波扫描辐射计（AMSR）

例如，第一代AMSRE和AMSR分别搭载于美国国家航空航天局（NASA）2002年5月发射的Aqua卫星和日本宇宙开发事业集团（NASDA）同年早些时候发射的先进地球观测卫星-II（ADEOS-II）上。

第二代AMSR2于2012年5月启用，目前仍与日本的“全球变化观测任务-水”卫星（GCOM-W）一同运行。

AMSR2的天线每1.5秒旋转一次，可获取1 450公里（标称）和1 620公里（有效）幅长的数据。锥状扫描机制使其能够每两天获取一组覆盖地球99%以上的昼夜数据。

先进的卫星成像技术对天气预报和气候监测大有帮助。AMSR系列的前两代产品之所以能够取得突破性进展，离不开国际间的密切协调和高效的无线电频谱管理。

“卫星的全球观测能力有助于观测海洋，包括测量海面温度。”

Yasunori Iwana and
Misako Kachi

国际电联无线电通信部门（ITU-R，国际电联三个部门之一）在2012年之前启动的更新工作确保了国际电联维护的《无线电规则》条约能够支持快速发展的卫星服务，以满足世界不断变化的需求。

灵敏度不断提高，不受大气影响

与其他无源微波传感器相比，AMSR系列具有独特的大型天线，直径约2米，可承载6-10千兆赫频率的信道。由于空间分辨率随着中心频率的降低而增加，为在6-10千兆赫的信道中获得最佳空间分辨率（见表），需要安装大型天线。

6-10千兆赫频段构成“大气窗口”，从海面或陆面发射的微波可以穿透厚厚的云层。这些频段的信道受大气条件的影响较小，因此对海面温度的细微变化，甚至对陆地土壤下的湿度变化都很敏感。

6-7千兆赫频率的信道在几乎所有温度范围内都具有良好的海面温度（SST）灵敏度，而10千兆赫频段的信道在温度低于约12摄氏度时灵敏度会下降。

如表所示，AMSR2多信道接收器中的6.925千兆赫、7.3千兆赫和10.65千兆赫频率的信道主要用于测量海面温度和土壤含水量。

老式的无源微波传感器（如美国国防部的特殊传感器微波/成像仪（SSM/I））通常也有更高频率的信道，用于获取水蒸汽、降雨量、雪深、海面风速和海冰浓度。

“AMSR系统可观测各种与水有关的参数。”

AMSR2接收信道组					
中心频率 (千兆赫)	带宽(兆赫)	极化	波束宽度 (度)	空间分辨率: 跨轨x沿轨 (公里)	Sampling interval (km)
6.925/7.3	350	纵向、横向	1.8	35 x 62	10
10.65	100		1.2	24 x 42	
18.7	200		0.65	14 x 22	
23.8	400		0.75	15 x 26	
36.5	1000		0.35	7 x 12	
89.0	3000		0.15	3 x 5	5

7.3千兆赫信道专门用于减轻C波段的无线电频率干扰。

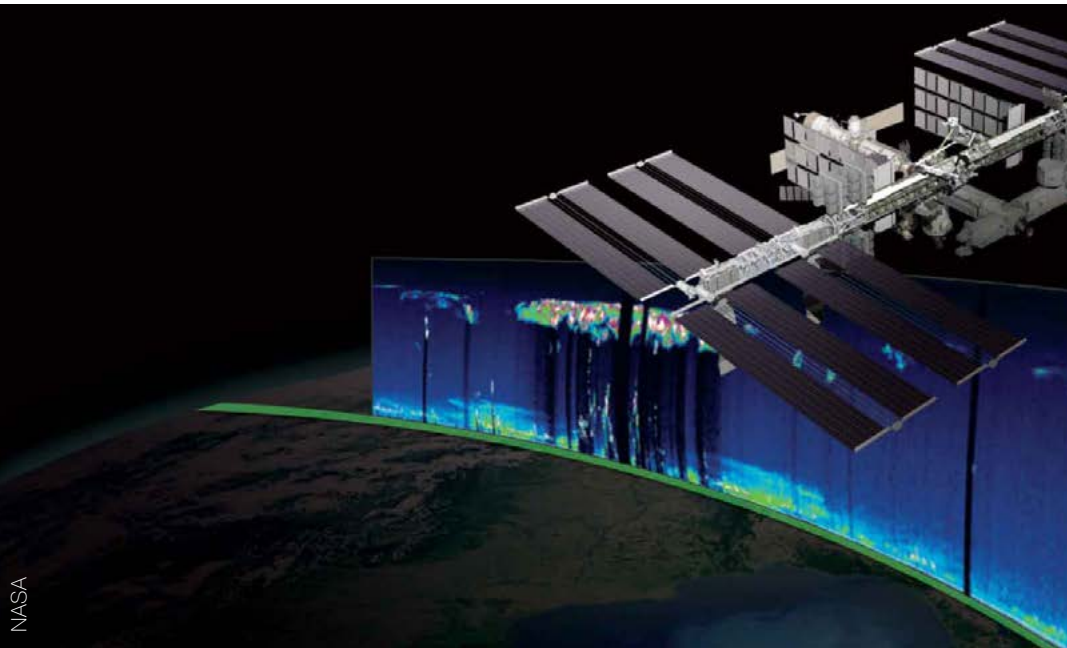
下一代微波扫描

JAXA即将于2024财年（2024年4月至2025年3月）发射温室气体和水循环全球观测卫星（GOSAT-GW）。下一代先进微波扫描辐射计AMSR3将作为托管有效载荷被搭载于该卫星上。

作为AMSR2的升级版，AMSR3将配备几个新信道，有助于获得固态降水数据、用于数值天气预报的水蒸气分析以及更高分辨率的稳健海面温度探测。



先进的卫星成像技术对天气预报和气候监测大有帮助。



有源传感和45兆赫左右频率的潜在应用

美国国家航空航天局（NASA）喷气推进实验室（JPL）频谱工程组（332G）信号分析工程师Andre Tkacenko

卫星地球探测业务（EESS）的星载有源传感器包括以下类型（见ITU-R RS.1166-4建议书）：

- **散射计** — 用于测量风速和风向：5.25-5.57千兆赫、8.55-8.65千兆赫、9.5-9.8千兆赫、13.25-13.75千兆赫、17.2-17.3千兆赫和35.5-36.0千兆赫；
- **高度计** — 用于估测距离陆地和海洋表面的高度：3.1-3.3千兆赫、5.25-5.57千兆赫、8.55-8.65千兆赫、9.5-9.8千兆赫、13.25-13.75千兆赫和35.5-35.6千兆赫；
- **合成孔径雷达（SAR）成像仪** — 用于制作雷达图像或地形图：432-438兆赫、1 215-1 300兆赫、3 100-3 300兆赫、5 250-5 570兆赫、8 550-8 650兆赫和9 200-10 400兆赫；



“穿地雷达系统的问世，激发了人们将探测器等仪器应用于星载有源传感的兴趣。”

Andre Tkacenko

- **测雨雷达 - 用于确定降雨率** — 13.25-13.75千兆赫、24.05-24.25千兆赫和35.5-36.0千兆赫；
- **云廓线雷达 - 用于确定云反射率廓线** —用于确定云反射率廓线：94.0-94.1千兆赫、133.5-134.0千兆赫和237.9-238千兆赫。

穿地雷达系统（GPR）的问世，激发了人们将探测器等仪器应用于星载有源传感的兴趣。包括美国国家航空航天局（NASA）和欧洲航天局（ESA）在内的空间机构都有意利用探测器探索地球气候变化的特征。

进行轨道干旱的地下和冰盖探测仪（OASIS）由美国国家航空航天局喷气推进实验室（JPL）和卡塔尔环境与能源研究所（QEERI）联合提出，任务概念涉及对极地冰盖和超干旱沙漠等地区的地下气候变化进行研究。这种探测需要的频率比地上频率更低，通常是高频（HF）或甚高频（VHF）频段。为实现这一任务的科学目标，需要使用50兆赫左右的中心频率。

探索气候变化的地表下特征

OASIS等概念涉及的若干关键科学目标。

冰盖：

- 测量厚度以推断地层的地形、粗糙度和地质时间表；
- 确定过去冰流重组的区域并描述其特征；
- 重新评估冰的现状和排泄率；
- 将科学观测与冰流模型相结合，以确定其对海平面上升的影响。

沙漠

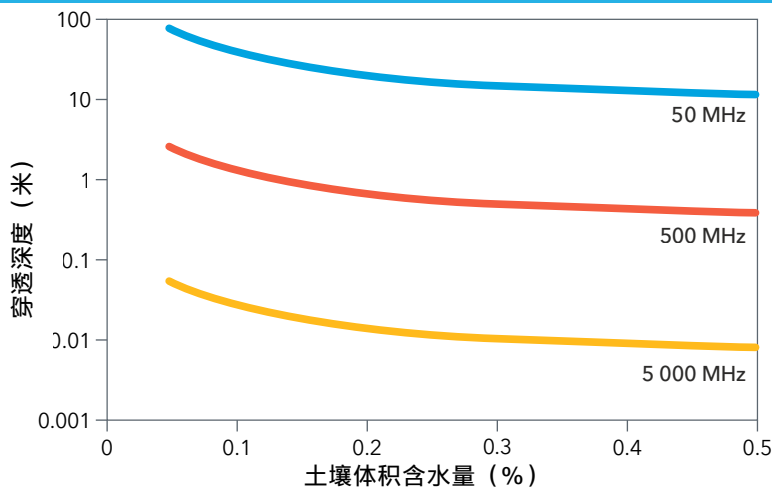
- 高分辨率大规模测量浅含水层地下水位的深度和空间分布；
- 根据地下水的补给、流动和排泄情况确定地质结构的特征；
- 将观测结果与现有数据相结合，深入了解含水层的演变。

“为了覆盖足够的范围，星载探测器通常在太阳同步轨道上的卫星上运行。”

地面穿透所需的频率范围

该图展示了地表穿透深度与土壤体积含水量的关系。探测地下冰盖和浅含水层（深度小于100米）所需的中心频率约为50兆赫。

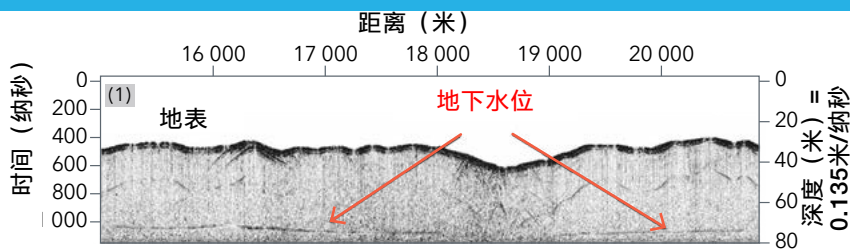
入射雷达波的表面穿透深度与土壤体积含水量的关系，以中心频率为参数



资料来源：ITU-R RS.2042-1建议书 图1。

机载探测器在约50兆赫频段对阿拉伯半岛沙漠地区进行了测量。此类活动的雷达样本图如下图所示。

2011年取自科威特部署的机载甚高频雷达的雷达探测图



资料来源：ITU-R RS.2042-1建议书 图2。

机载探测器在约50兆赫频段对阿拉伯半岛沙漠地区进行了测量。”

针对OASIS，设计人员考虑采用45兆赫中心频率、10兆赫带宽发射（见ITU-R RS.2042-1建议书）。

在设计这种雷达波形时，设计人员考虑了下列几个因素：

- 中心频率：45兆赫 – 尽可能低的频率，以便在不造成过度的电离层延迟、色散和损耗的情况下穿透地表；
- 空间分辨率：10兆赫带宽 – 在冰和干沙中实现10米的垂直分辨率。

预期业务用途

为实现科学目标，计划在无人居住或人烟稀少的地区，包括南极洲和格陵兰的冰原，以及北非撒哈拉和阿拉伯半岛的沙漠地区进行作业。

为了覆盖足够的范围，星载探测器一般在太阳同步轨道（SSO）上运行。具体而言，针对OASIS，考虑在400公里高度使用548天的精确重复轨道。为尽量减少对现有业务的影响，将利用一个92.7分钟的太阳同步轨道，在升交点地方时（LTAN）凌晨4时进行操作，并在10分钟窗口内完成。

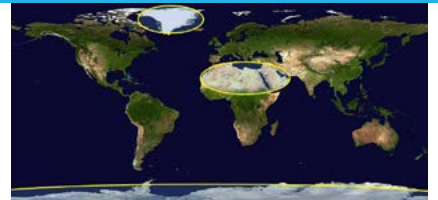
提升可能性

如果即将召开的国际电联世界无线电通信大会（WRC-23）批准将EESS（有源）的频率分配在45兆赫左右，将会大大提升实现OASIS等概念的可能性。



如果即将召开的WRC-23批准将EESS（有源）的频率分配在45兆赫左右，将会大大提升实现OASIS等概念的可能性。”

45兆赫星载雷达探测器的预定覆盖区域



资料来源：ITU-R RS.2042-1建议书 图4。

基于无源微波传感的冰云探测： 预报和气候建模的关键

ITU-R 7C工作组主席（遥感系统）和欧洲气象卫星开发组织（EUMETSAT）频率主管 Markus Dreis

冰云覆盖了地球表面的三分之一以上。冰云影响降水、大气结构和成云过程，对地球气候和水文循环有重大影响。

对冰云特性（包括冰水路径和冰粒径分布）进行全球范围的测量对于了解冰云对地球的影响至关重要。

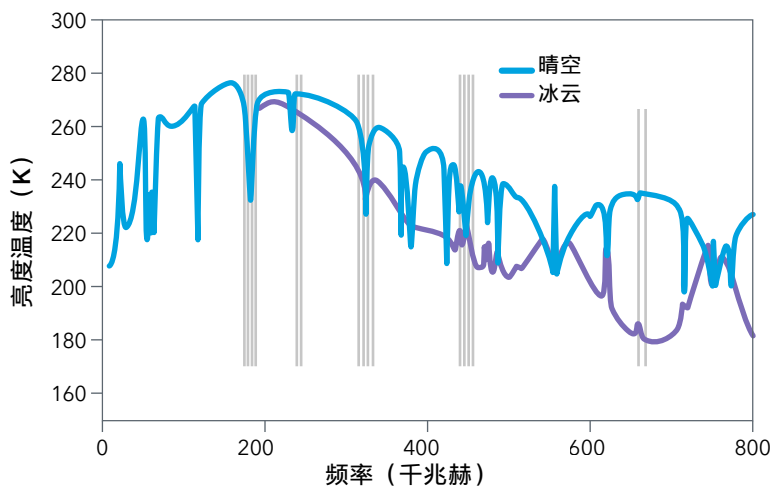


“对冰云特性（包括冰水路径和冰粒径分布）进行全球范围的测量对于了解冰云对地球的影响至关重要。”

Markus Dreis

为了获得冰云的测量结果，研究人员使用无源微波遥感仪器，在精心选择的微波频率下观测大气层，以探测大气成分。可以在183千兆赫、243千兆赫、325千兆赫、448千兆赫和664千兆赫等频率附近的特定信道以最佳方式观测到这些观测结果（见图）。

亮度温度对晴空和冰云的敏感性



资料来源：ITU-R第7/91号文件。

上图比较了晴空和冰云的亮度温度。条形图表示冰云信道位置。

这些信道必须成组观测，因为需要从多个微波频率进行观测，以找到特定的物理参数。将产生的数据输入区域和全球天气和气候模型，就能正确表示冰云的辐射和热力学效应。

“为了获得冰云的测量结果，研究人员使用无源微波遥感仪器，在精心选择的微波频率下观测大气层，以探测大气成分。”

针对冰云进行优化的新型传感器

目前业界使用的无源微波传感器通常以在低于200千兆赫的频率观测大气层，或使用临边探测来测量化学过程和大气成分。遗憾的是，这些都不是冰云观测的最佳手段。

针对冰云进行优化的无源微波传感器正在开发阶段，预计于2026年投入使用。由欧洲气象卫星开发组织运营的极地系统 - 第二代（EPS-SG）卫星上的冰云成像仪（ICI）就是一个典型的例子。

这些新设计的传感器将使用183千兆赫至664千兆赫的11个信道，在如图所示的一组微波频率上进行观测。锥形扫描机制使传感器在不同的云层高度都能展现良好的云层穿透能力，并能灵敏地探测到大小不一的冰粒。

新的冰云成像仪（ICI）将为天气和气候模型提供缺失的冰云信息，特别是卷云、云冰的水路径和有效半径以及云层高度。这些仪器还将提供关于湿度和水凝物（云冰、霰和雪分布）以及水蒸气的垂直剖面图，为数值天气预报、“即时预报”和气候监测提供支持。

法规滞后

用于测量与冰云相关大气成分的无源微波传感器的特定信道频率集中在183千兆赫、243千兆赫、325千兆赫、448千兆赫和664千兆赫。

其中，243千兆赫左右的信道涉及239.2-242.2千兆赫和244.2-247.2千兆赫的一对对称频段。然而，在国际电联制定的《无线电规则》中，这些频率尚未分配给卫星地球探测业务（无源）。



针对冰云进行优化的无源微波传感器正在开发阶段，预计于2026年投入使用。”



国际电联 《无线电规则》

《无线电规则》有助于推动公平获取和合理利用无线电频谱和对地静止卫星轨道这种自然资源。今年的世界无线电通信大会（WRC-23）将对《无线电规则》进行更新。

见现行版《无线电规则》。

这个243千兆赫左右的信道位于183千兆赫至325千兆赫水-蒸气转换之间的中心位置，对700微米左右的冰颗粒具有高灵敏度。因此，它是估算云冰含量、测量卷云的水凝特性、高空热对流和砧状云的最佳通道。

这是一个非常特殊的信道，即所谓的（半）窗口信道，频率范围很大，可以在整个大气层中进行测量，与邻近信道相比，大气吸收最小。

然而，2000年对《无线电规则》中这一范围的频率分配表进行审查和更新时，我们尚未得知或尚未预计到无源微波传感器对这些频段的需求。因此，当时卫星地球探测业务（无源）没有获得239.2-242.2千兆赫和244.2-247.2千兆赫频段的分配。

需要在WRC-23进行的更新

WRC-23议项1.14要求审查和调整231.5-252千兆赫范围内的频率分配。这是将239.2-242.2千兆赫和244.2-247.2千兆赫频段频率分配给卫星地球探测业务（无源）的绝佳机会。

更新后的《无线电规则》将符合当前需要，能够对冰云进行充分观测，从而惠及全球社会。



WRC-23议项1.14要求审查和调整231.5-252千兆赫范围内的频率分配。”



S、X和Ka频段卫星无线电业务的频率协调

法国国家空间研究中心 (CNES)
频率管理专家Jean Pla

卫星协调是频率管理的一个重要部分，所有卫星运营商都应在其各自主管部门的支持下，确保无干扰的运行。

诸如空间和气象机构等科学组织以及电信运营商和现在新的空间运营商，都在使用S、X和Ka无线电频率范围内的卫星科学频段。它们主要用于遥测和遥控目的。

卫星频率协调，特别是这些频段的频率协调，依赖于由联合国信息通信技术机构国际电信联盟维护的全球规则和技术框架。



“卫星协调是频率管理的一个重要部分，所有卫星运营商都应在其各自主管部门的支持下，确保无干扰的运行。”

Jean Pla

什么是卫星协调，何时是必要的？

卫星协调是一个双边和多边进程，旨在实现国际电联成员国主管部门现有和规划卫星系统的无干扰运行。此外，强制性或非强制性协调进程有助于未来认可新的台站或系统。

强制性协调适用于使用对地静止卫星轨道的卫星网络、卫星固定和卫星广播业务的卫星系统，以及频率划分表（《无线电规则》第5条）脚注所载需要协调的台站。

其他非对地静止卫星网络 – 包括所有相关业务和某些频段 – 须进行非强制性协调，只需在通知和登记频率指配之前提前公布。

如何进行协调

卫星协调应被理解为避免新的和现有的无线系统、台站或应用之间潜在有害干扰的程序。

它涉及以下步骤：

- 1** 就现有的、以前提交的或新的无线电台站或系统频率指配交换技术和操作数据。
- 2** 研究现有频率指配与新频率指配之间的潜在干扰效应。
- 3** 国内或国际频谱管理机构与频谱用户之间的通信。
- 4** 在开展技术工作时，考虑制定确定保护标准的适当国际电联无线电通信标准——也称为ITU-R建议书。

“卫星协调应被理解为避免新的和现有的无线系统、台站或应用之间潜在有害干扰的程序。”

WRC-23议项9.2

即将召开的世界无线电通信大会（WRC-23）的《大会筹备会议报告》为各主管部门起草S频段（实际为2 025-2 110兆赫和2 200-2 290兆赫）提前公布资料提供了重要指导。这将是下届无线电通信大会要讨论的问题。

越来越多根据《无线电规则》第9条第9.1款要求申报《国际频率信息通报》（BR IFIC）的提前公布资料包含通用信息。特别是，出现了一种不良趋势，即申报预订涵盖2 025-2 110兆赫和2 200-2 290兆赫的整个空间操作频段或S频段主要部分。一些申报资料甚至宣称整个地球表面为一个业务区，且未提及任何具体的地球站——仅提及“典型”地球站。

由于缺乏此类具体信息，根据第9条（第9.3和第9.4款）开展合作进程更加冗长和复杂。对于这些通用信息，主管部门可提出同样一般性的意见，也可以要求发出通知的主管部门提供更详细的资料。只要申报符合《无线电规则》要求，国际电联无线电通信局就不能拒绝大频率范围的申报。

S频段的实用方法

S频段被许多运营商广泛使用，因此需要特别关注。除适用于计算的ITU-R建议书以外，国际电联无线电通信部门（ITU-R）和不太正式的空间频率协调组（SFCG）还已经批准了帮助运营商和主管部门进行提前公布的建议书和决议。



S频段被许多运营商广泛使用，因此需要特别关注。”

国际电联《组织法》和《无线电规则》

根据国际电联《组织法》第1条，该组织的职责之一是“协调各种努力，消除不同国家无线电台之间的有害干扰，改进无线电通信业务中无线电频谱的利用，改进对地静止卫星轨道及其他卫星轨道的利用”。

《组织法》第44条补充指出：“在使用无线电业务的频段时，各成员国须铭记，无线电频率和任何相关的轨道，包括对地静止卫星轨道，均为有限的自然资源，必须依照《无线电规则》的规定合理、有效和经济地使用……”。

国际电联成员国主管部门和卫星运营商受国际电联《无线电规则》的约束，这是管理无线电频谱和卫星轨道使用的唯一具有全球性约束力的条约。该条约第9条提出了在卫星网络通知程序开始之前，通过运营商之间的卫星协调达成协议的要求和程序，而第11条概述了要求此类通知的条件。

卫星协调会议的结果须经国际电联成员国主管部门批准。任何卫星协调均须遵守上述规则和技术原则。

由于该频段的使用量一直处于高位，监管关注越来越侧重于对S频段的保护。

用于高速率数据传输的X频段具有特殊性，因为它通常需要技术计算来促进使用相同频段的卫星网络之间共存。

Ka频段未来将广泛用于较高速率数据的地球观测卫星。

“由于使用量一直处于高位，监管关注越来越侧重于对S频段的保护。”

地球观测测量中的 无线电频率干扰

欧洲航天局频率管理和技术工程师Yan Soldo

无线电频率干扰（RFI）给依赖于受无线电波影响的精确传感器的卫星地球探测业务带来了若干挑战。通常，无线电频率干扰的存在会完全阻止测量、导致更大的不确定性（如果正确识别无线电频率干扰），或引入测量误差。测量误差往往出现在无线电频率干扰较小的情况下，这更难识别[Oliva等人，2016年]。

无线电频率干扰强烈还可能损坏卫星接收器，造成科学数据永久性丢失。此外，须考虑无线电频率干扰增加了卫星地球探测业务传感器的设计和运行成本。



“无线电频率干扰给卫星地球探测业务带来了若干挑战。”

Yan Soldo

监管保护和监管行动的必要性

软件或硬件改进可减少但不能消除无线电频率干扰对科学数据的影响。即便是完美的无线电频率干扰检测算法也会使地球观测卫星网络面临一些数据丢失和测量不确定性的风险。因此，需要采取监管保护和监管行动，包括无线电频率干扰报告[Pedro等人，2022年]，以保护对环境和气候研究以及气象学至关重要的科学测量。

“软件或硬件改进可减少但不能消除无线电频率干扰对科学数据的影响”

科学损失和不断增加的成本：无线电频率干扰对卫星地球探测业务传感器的影响

- 更少的数据
- 更大的不确定性
- 不正确的检索
- 潜在的永久性损害

损失

成本

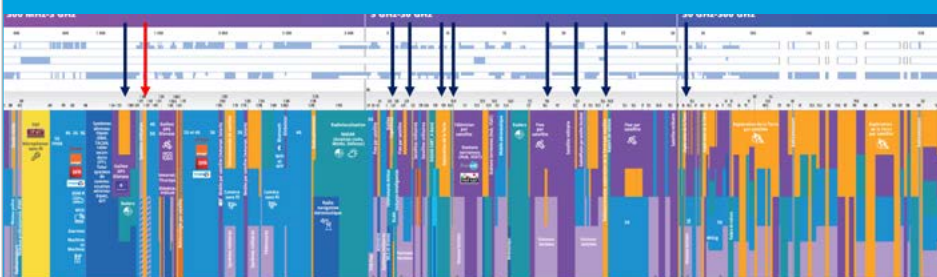
- 旨在将损坏风险降至最低的设计
- 制定无线电频率干扰检测战略
- 处理无线电频率干扰数据的过程
- 向国家主管部门报告无线电频率干扰情况

卫星地球探测业务传感器的无线电频率干扰污染

今天，许多卫星地球探测业务传感器受到无线电频率干扰的影响。一些示例参见“Draper, 2018年”，以及空间频率协调组（SFGG）的[专门网页](#)。然而，很少有运营商能够始终如一地对干扰源进行检测和定位，采取措施向其相关国家监管部门报告无线电频率干扰情况的运营商更是凤毛麟角。

下图显示了法国国家频率划分表的一部分。箭头表示有记录显示的卫星地球探测业务传感器受到无线电频率干扰影响的频段（尽管无线电频率干扰可能存在于更多频段），红色箭头表示1 400-1 427兆赫频段，这是唯一有系统无线电频率干扰报告的频段。

法国国家频率划分表的一部分
 箭头表示已知具有无线电频率干扰案例的频段。
 红色箭头表示系统进行无线电频率干扰报告的频段。



报告无线电频率干扰卫星地球探测业务卫星
 未报告无线电频率干扰卫星地球探测业务卫星

MHz = 兆赫
 GHz = 千兆赫

资料来源: anfr.fr

如上图所示，关于无线电频率干扰影响卫星地球探测业务传感器的报告基本不足。其部分原因是检测无线电频率干扰很复杂，但主要是因为卫星地球探测业务传感器的足迹（即它们每个时刻观察到的区域）有几十公里宽，这对于地面上的任何实际行动来说面积都太广阔了。

然而，近年来开发的算法可以定位无线电频率干扰源，其精度通常比覆盖区的大小更精确，通常在几公里之内，这足以使国家监管部门识别卫星地球探测业务传感器报告的无线电频率干扰源。

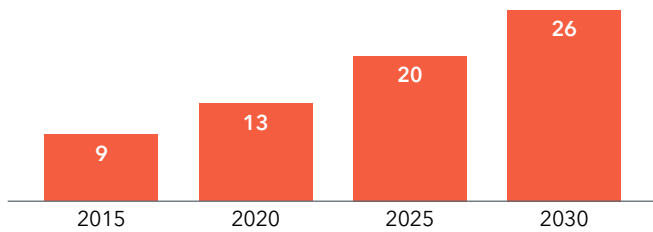
预期趋势

展望未来，无线电频率干扰可能会成为一个更大的问题。目前的计划是地球观测卫星将更多地出现在频谱中，无论是在卫星数量和观测的频段都是如此。

与此同时，许多其他业务正计划扩大其在频谱中的存在。例如，据美国航空航天学会（AIAA）称，私营卫星部门正计划部署数以万计的卫星；全球移动通信业协会即全球移动通信系统协会（GSMA）的一份报告预测，到2030年，物联网连接数将达到374亿。

“空间机构认识到这是保护和维护科学测量的有力工具，正在努力提高其无线电频率干扰报告能力。”

欧洲航天局卫星的目标频段数量



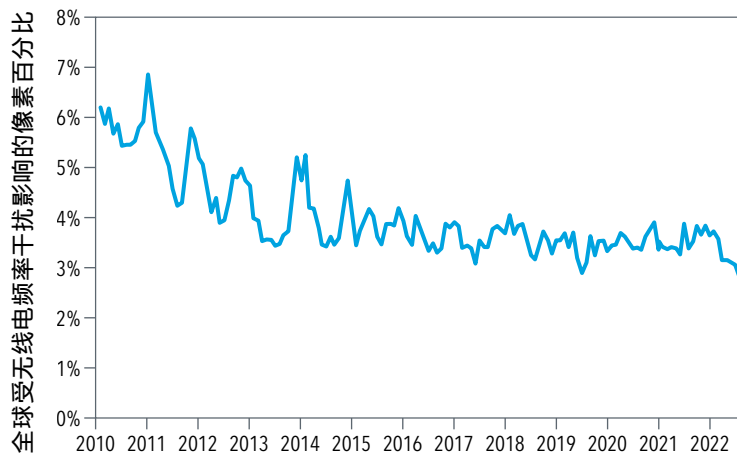
“卫星地球探测业务传感器必须为无线电频率干扰的出现做好准备”

报告无线电频率干扰的影响

在1 400-1 427兆赫频段，就是近年来无线电频率干扰环境略有改善而非劣化的一个例子。2010年，欧洲航天局的土壤湿度和海洋盐度（SMOS）任务首次注意到这一频段中的无线电频率干扰。这促使人们齐心协力检测、定位和报告干扰源。

多年来持续不断的努力已逐渐减少了无线电频率干扰污染（见下图），证明了无线电频率干扰报告的有效性。

土壤湿度和海洋盐度产品中受无线电频率干扰影响的地球表面陆地像素百分比



资料来源：Uranga等人，2022年

无线电频率干扰报告的未来

空间机构认识到这是保护和维持科学测量的有力工具，正在努力提高其无线电频率干扰报告能力。

欧洲航天局未来的任务，例如Metop-SG和哥白尼成像微波辐射计（CIMR），将携带专门用于处理无线电频率干扰的硬件，目前正在进行改进无线电频率干扰检测和监测能力的工作。由此，在未来几年中将能够更系统地报告影响卫星地球探测业务传感器的无线电频率干扰源。

结论

目前在若干频段内都有无线电频率干扰案例的记录，随着许多地面和星载业务计划更加严重地依赖频谱，无线电频率干扰日益受到关注。

因此，卫星地球探测业务传感器必须为无线电频率干扰的出现做好准备。这项准备工作的关键部分是制定战略，以便系统识别并向国家监管部门报告无线电频率干扰情况。这已在一个频段内实施并取得了积极成果，目前正在开展更多工作来改进无线电频率干扰报告，包括在其他频段。



Metop-SG

Metop – 第二代将确保从极地轨道继续进行气象观测。

[观看视频概述](#)



Adobe Stock



数值天气预报的 无源微波遥感

欧洲中期天气预报中心研究副主任Stephen English

无源微波观测对于数字天气预报（NWP）、气候建模和备灾工作至关重要。随着世界无线电通信大会（WRC-23）的临近，这些业务和其他重要业务需要监管保护。

数值天气预报支持联合国《2030年可持续发展议程》和《仙台减少灾害风险框架》的关键目标。它在气象学中的“安静革命”减轻了与天气相关的灾害风险，减少了生命和生计损失（《自然》，第525卷，2015年）。

将观测结果与数值模型相结合，我们可以预测地球系统的未来状态，包括天气、海洋、地表、雪、海冰和大气条件。

“无源微波观测对于数字天气预报、气候建模和备灾工作至关重要。”

Stephen English

为什么数值天气预报模型需要受保护的频段

卫星仪器在许多光谱频段内观测地球。无线电频谱观测尤其能够在最需要信息的地方穿透云层。

特定的频段（有些包括在《无线电规则》脚注5.340中）提供了不同类型的天气相关信息。

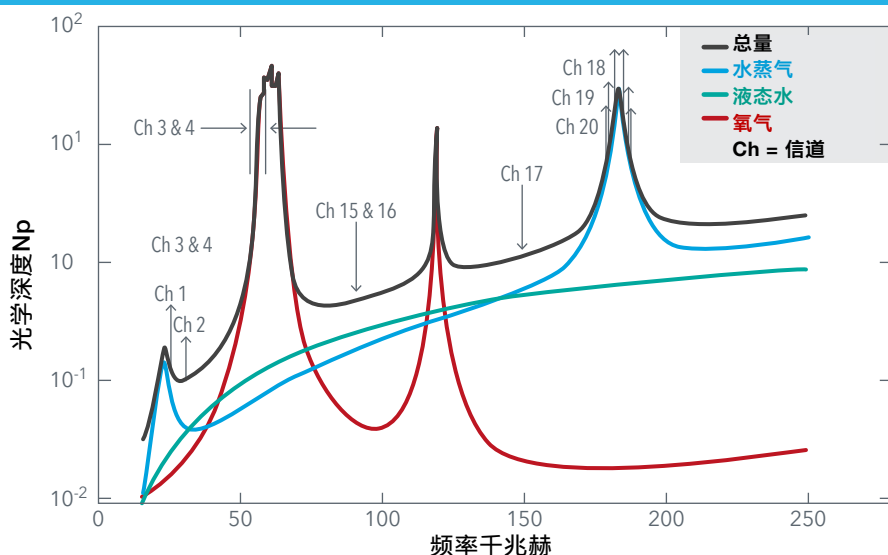
例如：

- 1.400–1.427、6.9–7.0、10.6–10.7、18.6–18.8、23.6–24、31.3–31.5 和 36–37千兆赫 – 地表和近地表大气；
- 50.2–57.3、87–91、115–122、165–166、176–191、228–230千兆赫 – 3维大气温度、水蒸气和液相云；
- 241–245、314–336、439–457和657–671千兆赫 – 冰相云；以及
- 486–504 和 540–580千兆赫 – 大气微量气体。

1千兆赫至250千兆赫之间的频谱特征（见图1）显示：

- 靠近22千兆赫和183千兆赫的两条水蒸气光谱吸收线；
- 接近118千兆赫的氧气线；
- 以及50.2至57.3千兆赫之间的一组氧气线。

图1 – 微波频谱：显示200 gm⁻²云液态水和美国标准大气中液态水（绿色）、水蒸气（蓝色）、氧（红色）和总量（黑色）造成的衰减。



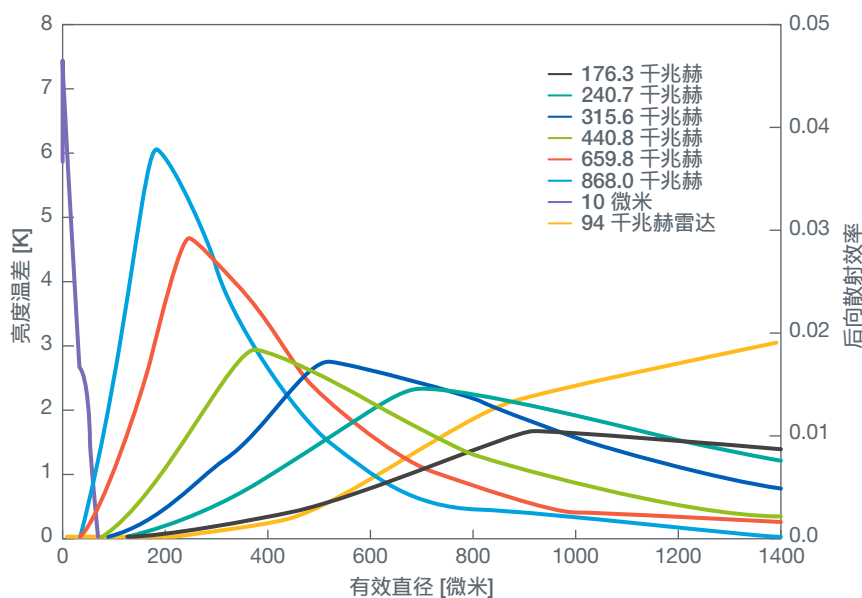
资料来源：英国气象局

将观测结果与数值模型相结合，我们可以预测地球系统的未来状态，包括天气、海洋、地表、雪、海冰和大气条件。”

然而，观测此类自然辐射的无源传感器甚至对较低的无线电频率干扰也很敏感。

来自200千兆赫以上频段的冰云信息将很快通过冰云成像仪和北极气象卫星提供。在176-868千兆赫频率范围内需要几个频段来捕获大小不一的冰云水凝物（见图2）。

图2 – 频段对冰水凝物的敏感性：176-868千兆赫



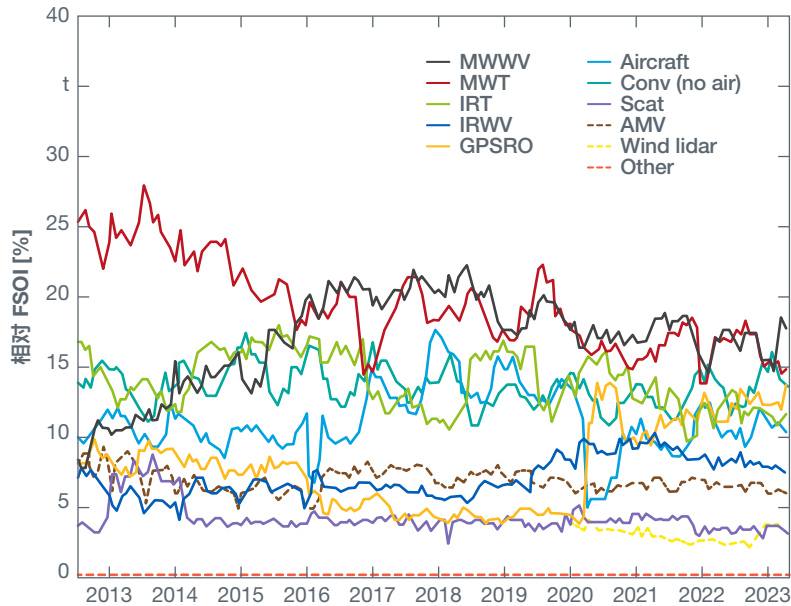
资料来源：Buelher等人（2007年）版权所有© 2007年皇家气象学会

为什么无线电频率观测对预测很重要

欧洲中期天气预报中心进行的无线电频率观测是所有天气观测类型中误差减少幅度最大的（见图3）。

包括在2018年的欧洲中期天气预报中心、2019年和2022年的无线电频率干扰讲习班上，以及在文献中，如Bormann等人（2019年）和Randriamampianina等人（2021年）都广泛报道了地球探测卫星在天气预报中的价值。

图3 – 2012-2023年预测基于灵敏度的观测影响 (FSOI)



MWWW = 174-192千兆赫微波湿度探测器
 MWT = 50-58千兆赫微波温度探测器
 IRT = 红外温度探测器
 IRWV = 红外湿度探测器
 GPSRO = GNSS 无线电掩星
 Aircraft = 航空器的现场观测
 Conv (no air) = 其他现场观测
 Scat = S散射计 (目前全部为 C 波段)
 AMV = 大气运动矢量 (来自卫星图像序列)
 Wind lidar = UV 多普勒测风激光雷达 (在此期间仅“风神”)
 Other = 所有其他观测类型

资料来源: Alan Geer

重要气候变量的卫星数据记录可追溯到40年前，使人们既可以通过常规数据也可以通过经修改的数值天气预报系统中“再分析”来进行气候监测。

欧洲数据库，如欧洲气象卫星开发组织 (EUMETSAT) 的[卫星应用设施](#)和[欧洲航天局气候变化倡议](#)，进一步丰富了全球气候知识。

由此产生的“无间隙地图”-如由[哥白尼气候变化服务中心](#)制作的 ERA-5，由欧洲中期天气预报中心代表欧盟委员会运营 - 越来越多地为减缓和适应气候变化提供信息。为监测未来的变化，有必要进行长期空间观测。

保护卫星地球探测业务频段免受干扰

WRC-23的几个讨论专题涉及天气和气候业务问题，且世界气象组织（WMO）已就此发表了[立场声明](#)。用于监测海洋温度的7千兆赫附近地球观测（议项1.2）受到特别关注。

《无线电规则》有关无源微波传感器测量的规定（脚注5.458）并没有为卫星地球探测业务（EESS）划分频谱。因此，使用相同频率的国际移动通信（IMT-2020/5G）可能会对卫星地球探测业务产生严重不良影响。

WRC-23议程还影响10.65千兆赫（议项1.2）、18.7千兆赫（1.16和1.17）和36.5千兆赫（9.1d）（与液态云和地表相关）以及其他几个卫星地球探测业务频段（9.1c）。

需要做出决定，以保留这些独特的无源传感频段内的全球测量数据。

欧洲地球观测频谱科学家（ESSEO）是由欧洲航天局牵头的一项举措，将在WRC-23以及四年后的WRC-27上为世界气象组织的立场提供进一步的科学支持。

天气预报具有巨大的社会经济意义。因此，有必要在《无线电规则》中继续提供适当的保护。



天气预报具有巨大的社会经济意义。”



监测我们不断变化的星球 – 《国际电联新闻》

《国际电联新闻》2019年的一篇文章解释了无源微波观测在数值天气预报中的作用。

[阅读第54页的相关文章。](#)



Adobe Stock



地球观测助力实现可持续发展目标的未来前景

国际无线电科学联盟E委员会（电磁环境和干扰）国内主席兼国际早期职业代表Flávio Jorge；
葡萄牙国家通信管理局局长Luis Pedro；
葡萄牙里斯本大学Iscte商学院教授兼巴西
国家电信局顾问Sandro Mendonça

气候变化往往表现为同一地区在同一年内经历热浪、山火、干旱和洪水，造成严重的**社会和经济影响**。气候变化正在威胁到公共安全，危及粮食保障和用水安全，并且改变了疾病模式，导致大量人口流离失所。



Flávio Jorge



Luis Pedro



Sandro Mendonça

联合国在2015年制定的17项可持续发展目标，为战胜当今时代的重大社会挑战指明了重要路径。下一届联合国气候变化大会（COP 28）将于11月底在迪拜举行，世界无线电通信大会（WRC-23）也召开在即；我们认为时机已经成熟，可以证实气候议程与无线电通信议程之间存在交集。

地球观测卫星如何助力可持续发展

地球观测卫星是了解地球变化的不可或缺的基础设施，哪怕不能助力所有的可持续发展目标，也能够推动实现其中大多数目标。通过地球观测卫星获取的气候、土地利用和其他方面的数据，是制定和评估前瞻性政策及纠正政策的战略情报资源。

卫星地球探测业务由地球观测任务在国际电信联盟主持制定的《无线电规则》框架内展开，是一项可获取独特收益的全球公共产品。但其持续交付，要取决于日益稀缺的可用卫星轨道，以及实现微波遥感和通信需要的无线电频谱资源。

要确保复原力和适应力，关键在于治理。

快速增加的卫星轨道和频谱使用

无线电频谱对地球观测传感器至关重要。

世界气象组织研发的[观测系统能力分析工具（OSCAR）](#)提供了可用于地球观测（包括微波遥感）的卫星频率数据库。从频谱使用分布情况（见图1）可以看出无线电频谱对于地球观测传感器的重要性 – 所有频率范围均已使用、正在使用或是计划将来投入使用。

此外，地球观测卫星的数量和地球观测传感器的频谱使用都呈现出二次增长态势（见图2）。

“地球观测卫星是了解地球变化的不可或缺的基础设施，哪怕不能助力所有的可持续发展目标，也能够推动实现其中大多数目标。”

Flávio Jorge, Luis Pedro,
和 Sandro Mendonça

图1 - 地球观测传感器的无线电频谱使用分布情况

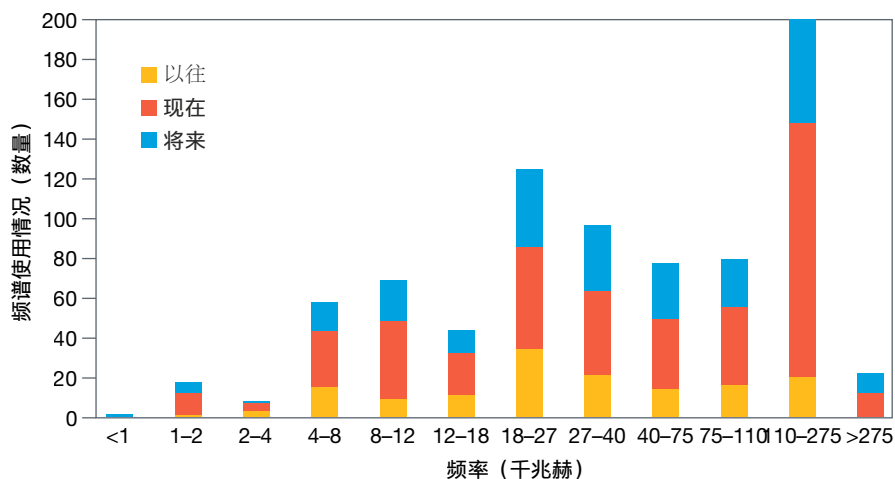
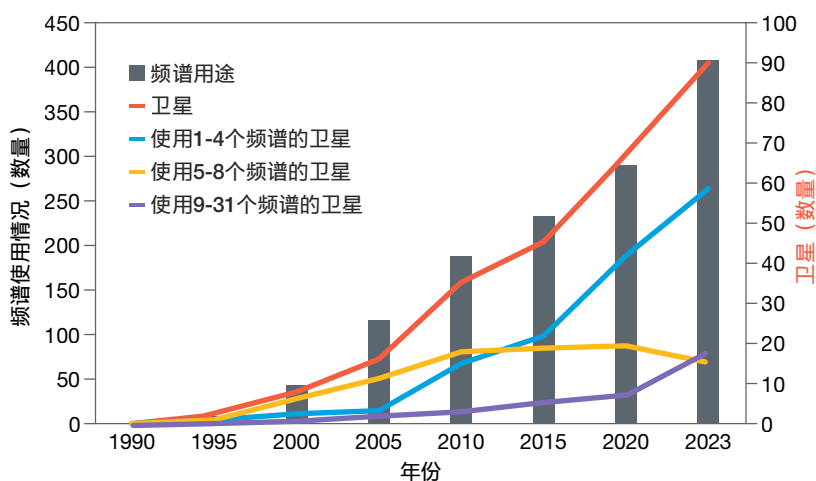


图2 - 地球观测传感器和投入运行的地球观测卫星频谱使用情况 (包括各类频谱使用)



越来越及时的地球监测工作

平均每颗卫星的地球观测传感器使用的频谱平均数和中位数在2005年前后达到峰值，近年来有所下降（见下表）。

表1 – 每颗卫星的地球观测传感器使用的频谱平均数和中位数

	1995年	2000年	2005年	2010年	2015年	2020年	2023年
平均数	3.7	5.4	7.4	5.3	5.2	4.3	4.5
中位数	5.0	5.5	6.5	5.0	5.0	1.0	1.0

目前的发展趋势是部署更小、更简单、更便宜和数量更多的卫星，共同组成星群，上述研究结果符合这一趋势。这种小卫星、大星群的方法缩短了重访周期，并且实现了近乎实时的对地监测。

轻型任务方兴未艾

从频谱使用力度来看（见图2），“轻型”任务（平均每颗卫星的地球观测传感器使用的无线电频谱少于5个）正在增加；“重型”任务（每颗卫星使用的相关数量超过8个）仍在继续部署，但速度较慢，可能涉及更大、更复杂、造价更高的应用。

早期地球观测领域占主导地位的“中型”任务大约在10年前进入稳定发展时期，现在开始逐渐减少，这也符合目前的退役任务模态寿命。

无线电频谱对地球观测传感器至关重要。

持续、有效和高效利用地球观测资产

由于对卫星轨道和无线电频谱的需求有增无减，合理使用地球观测资产变得越来越重要。然而，太空经济有着极为复杂的价值链，需要不断统筹协调。

这涉及到以下多项任务和责任：

- **研究者** — 增强技术可行性，提高资源利用效率。
- **监管者** — 制定务实和可执行的规则，包括切实可行的保护要求。
- **制造商** — 遵循循环经济原则，充分遵守现行和即将出台的各项法规和建议，设计完善可靠、经济实惠的技术。
- **运营商** — 在既定框架内运营，并在必要时要求无线电保护（[点击这里查看相关方法和程序](#)）。
- **监测和执法机构** — 为运营工作确保安全的电磁环境，保持无线电频谱免受有害干扰，在必要时提供有效的无线电保护，并支持高效的频谱共享。

国际电联在协调上述各项职能方面起到重要作用。作为主管数字连接技术的联合国机构，国际电联在尊重主权和多样性的同时致力于促进共识，在不同群体之间架起桥梁，为世界各国谋求最大福祉。

地球观测是信息通信技术（信通技术）生态系统中不可或缺的一部分，是当前全球数字化转型的重要环节，也是应对目前这场地球危机的关键。

因此，我们现在应该围绕着可持续发展目标团结起来，携手共建我们共同的未来，并且充分利用2023年世界无线电通信大会（WRC-23）这一契机，确保人人持续享有频谱和空间资源。

“我们现在应该围绕着可持续发展目标团结起来，携手共建我们共同的未来，并且充分利用2023年世界无线电通信大会（WRC-23）这一契机，确保人人持续享有频谱和空间资源。”

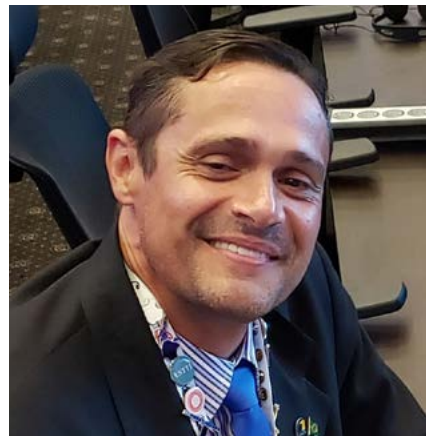
拉丁美洲和加勒比地区的卫星地球探测业务

国际电联无线电通信部门 (ITU-R) 7C工作组 (遥感系统) 副主席、巴西国家电信局 (Anatel) 国际频谱和轨道管理 (频谱、轨道和广播部门) 协调员 Tarcísio Bakaus

卫星地球探测业务是地面站与空间站之间的无线电通信业务，通过地球观测卫星和其他平台上的传感器获取数据。

这项业务可以提供关于地球特征、环境和自然现象的信息，支持环境和气候监测、灾害管理、农业、水资源管理、自然资源探测和其他多种用途。

拉丁美洲和加勒比国家在利用EESS开展地球观测方面取得了长足进展，这在一定程度上要归功于国际伙伴关系和旨在满足发展中国家需求的具体计划。



“拉丁美洲和加勒比国家在利用EESS开展地球观测方面取得了长足进展。”

Tarcísio Bakaus

阿根廷

2011年与美国国家航空航天局（NASA）合作发射了科学应用卫星-D（SAC-D），2018年和2020年发射了多颗阿根廷微波观测卫星（SAOCOM）。这两个项目可以监测农业、土壤湿度和洪水情况，还有助于深入了解多项海洋过程。

阿根廷和巴西即将联合开展一项双卫星协同地球观测项目，名为“阿根廷-巴西海洋环境信息卫星”（SABIA-Mar），目的是综合多项海洋数据，以便更好地了解这一地区的海洋状况。

巴西

这个拉丁美洲最大的国家目前运营着多颗地球观测卫星。从1999年起开始发射中巴地球资源卫星（CBERS）和数据收集卫星（SCD）星群，2021年在“空间与重大灾害国际宪章”框架内发射了亚马逊1号卫星，收集关于森林砍伐、城市化和农业活动的的数据。这些卫星在帮助人们认识和保护巴西自然资源、监测自然灾害和支持区域监测活动方面起到了重要作用。

墨西哥

2022年发射了墨西哥气候和大气成分观测卫星（OMECCA），2019年与美国国家航空航天局合作发射了AzTechSat-1号卫星，由此为该国的地球观测领域开辟了新的可能性。这些项目在加强农业生产、灾害管理、安全和监测能力，以及支持气候变化研究、城市智能和测绘等方面潜力巨大。

拉丁美洲的其他举措

智利（FASat-C号卫星，2011年）、玻利维亚（Túpac Katari-1/TKSat-1号卫星，与中国合作，2013年）、乌拉圭（AntelSat卫星，2014年）、秘鲁（PerúSAT-1号卫星，2016年）和哥伦比亚（FACSAT-1号卫星，2018年）等国的一系列重点举措形成了无与伦比的数据采集能力，可借以加强环境监测和管理。



这个拉丁美洲最大的国家目前运营着多颗地球观测卫星。”



加勒比项目

气候复原力试点计划（PPCR）的加勒比区域进程、加勒比灾害应急管理局（CDEMA）、加勒比气象和水文研究所（CIMH）都为地球观测系统的研究和开发做出了积极贡献。

此外，与美国国家航空航天局、欧洲航天局、中国国家航天局和其他国际航天组织的合作为加勒比地区引入了多个重要项目，有助于推动拉丁美洲和加勒比地区的进步和创新。

WRC-23和后续行动

协作型解决方案、主动参与和技术进步，是未来地球观测发展的关键。为此，务必应支持拉丁美洲和加勒比地区的空间和卫星地球探测业务发展计划。

将于11月和12月举行的2023年世界无线电通信大会（WRC-23）提供了一次机会，应借此良机确定卫星地球探测业务的未来发展方向，确保在地球观测的多个方面取得的进展能够支持区域发展目标。

对卫星地球探测业务的未来展望

WRC-23将批准40-50兆赫无线电频段为EESS进行新的二次划分，使用声波雷达进行的地下测量将由此取得重大进展，从而有助于在人口稀少的偏远地区探测水和冰。

另一个目标是在231.5-252千兆赫范围内调整EESS（无源）现有或可能出现的新主频率划分，从而推动气候模型进步，准确了解冰云对地球气候和水文循环的影响。

即将召开的这次大会还将讨论空间天气传感器保护的重要专题，此类传感器对于防止对无线电通信系统（包括无线电导航和航空业务）造成有害影响具有重要意义。不妨继续开展这方面的研究，争取在4年内在WRC-27开幕之前完成。

“务必应支持拉丁美洲和加勒比地区的空间和卫星地球探测业务发展计划。”

此外，WRC-23将重点关注36-37千兆赫范围内用于地表测量、天气预报和研究的无源系统保护问题。

最后，必须制定措施来研究和完善技术及监管规定，以确保空间业务具有长期可持续性。

合作加强空间业务

国际机构的参与对于保证卫星业务和EESS能力的持续性、促进其进一步发展具有重要意义。此外，必须加强国际电信联盟（ITU）及其无线电通信部门（ITU-R），确保持续提供新的划分和保护现有业务，同时加强空间可持续性框架。

要开展这些行动，离不开国际电联成员国主管部门、国际电联部门成员公司和组织，以及所有相关国际和区域机构的充分参与，需要在区域和全球层面同时开展这些工作。

无论是在拉丁美洲和加勒比地区，还是在全球范围内，开发和维护安全可靠的卫星环境都需要各方通力合作。卫星地球探测业务、乃至整个电信行业都将从中受益。

“国际机构的参与对于保证卫星业务和EESS能力的持续性、促进其进一步发展具有重要意义。”

“无论是在拉丁美洲和加勒比地区，还是在全球范围内，开发和维护安全可靠的卫星环境都需要各方通力合作。”



沉积物从菲茨罗伊河流入大堡礁的卫星图像。

欧洲联盟哨兵-2号卫星

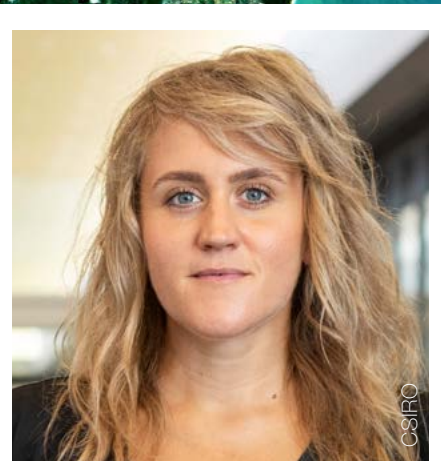
利用卫星图像 改善地球生活

澳大利亚地球观测中心（CSIRO）主任Amy Parker

你知道吗，卫星在火山喷发之前就可以发现火山正在膨胀？通过卫星图像就可以看出乌克兰战争对全球粮食供应的影响？

在澳大利亚国家科学机构澳大利亚地球观测中心（CSIRO），我们正在利用地球观测来应对人类社会和地球面临的最严峻挑战。例如，我们分析了2022年2月以来的乌克兰农田和航运活动卫星图像，以评估战争给全球粮食供应造成的影响。

在澳大利亚，我们利用地球观测数据绘制全国矿产地图，评估林火过后的环境恢复状况，跟踪研究洪水沉积物对大堡礁的影响。



CSIRO

“在澳大利亚国家科学机构澳大利亚地球观测中心，我们正在利用地球观测来应对人类社会和地球面临的最严峻挑战。”

Amy Parker



数据挑战

近年来，开放获取的地球观测图像激增，这带来前所未有的机遇和巨大价值。德勤公司的数据显示，2020年地球观测数据带来的经济效益仅在澳大利亚一地就高达25亿澳元（约合16亿美元）。然而，数据量和数据类型的指数级增长给用户带来了越来越多的挑战，这就要求我们必须改变数据管理和分析方式。

为解决这个问题，CSIRO正在利用云计算帮助我们的研究人员及合作伙伴掌握新一代地球观测数据处理能力。我们联合澳大利亚地球科学局、澳大利亚国家计算基础设施和地球观测卫星委员会，共同创建了地理空间数据管理和分析开源软件“[开放数据立方体](#)”。

利用“开放数据立方体”，同时结合商业云计算的优势和创新，我们开发出了[地球分析科学和创新（EASI）平台](#)。这个高性能、可扩展的数据分析平台与“开放数据立方体”的参与者实现了互利互惠，同时还提供了获取CSIRO众多科学专业知识的访问渠道。这项技术极大地提升了计算规模和速度，促进了快速失败（和快速学习）方法，推动了创新科学的发展。

分享地球观测的惠益

借助“地球分析科学和创新平台”，我们正在努力拓展科学的边界，同时还要解决一些跨越地理边界的问题，确保不同地区能够从地球观测工作中更加平等地获益。澳大利亚毗邻东南亚，这意味着我们能够与东南亚邻国合作，用科学方法解决问题，共享计算基础设施、数据、知识、专业技能和观点，应对大家共同面临的挑战。

“近年来，开放获取的地球观测图像激增，这带来了前所未有的机遇和巨大价值。”

例如，2021年，我们在东南亚区域内部的云计算基础设施上部署了“地球分析科学和创新平台”，并在此后一直与当地学术界、创新人员和科学工作者保持合作，提供技术培训并在[气候复原力和适应能力的基础上开发用例](#)。印度尼西亚哈桑努丁大学的早期应用者已经用这项技术调查了[气候变化对南苏拉威西省坦佩湖水质造成的影响](#)。

在为期一周的“编程马拉松”期间，来自澳大利亚和东南亚的80多名参与者编写了与碳核算、环境保护、水安全和可持续基础设施有关的应用程序。

从太空监测水质

在澳大利亚，为了解人类最重要的水资源，我们正在着手开发“地球分析科学和创新平台”解决方案。我们正在与合作者共同设计和实施[澳大利亚水质监测任务（AquaWatch）](#)，这是一项“水质监测领域的气象服务”，旨在协助保护澳大利亚及世界各地的淡水资源和沿海资源。

人类活动的不断增加和气候变化的影响正威胁着内陆和沿海水道的健康状况和水质。干旱、林火沉积物、风暴、有毒藻类大量繁殖和污染造成的破坏与日俱增，就是这方面的明证。

“地球分析科学和创新平台”将来自卫星的地球观测数据、现场传感器和人工智能（AI）结合起来，形成了综合性系统，可以为澳大利亚和其他地区提供准确的监测和预报。

“在澳大利亚，为了解人类最重要的水资源，我们正在着手开发‘地球分析科学和创新平台’解决方案。”

澳大利亚首都领地塔格拉农湖中的AquaWatch水质监测传感器。



AquaWatch系统基础设施的开发、设计、建造和推出将惠及多方终端用户，直接提高澳大利亚本国的空间能力，并将推动遥感、先进制造业和工程领域的专业知识发展。

保护未来的使用权

太空蕴含着改善地球生活的重要机会。通过卫星观察地球，可帮助我们管理自然资源，克服粮食安全挑战，有效应对灾害，适应和缓解气候变化，还能够优化交通运输和城市发展。

因此，保护地球观测传感器和卫星使用的无线电频率至关重要。无论现在还是将来，我们都需要畅通无阻地获取这些宝贵的数据，维护我们从卫星观测的图像。

“保护地球观测传感器和卫星使用的无线电频率至关重要。”

CSIRO通过
NovaSAR-1号卫星
获取图像，图
为计算机生成的
图像。



©加拿大政府（2023年）。
雷达卫星是加拿大航天局的官方标志。

加拿大圣胡伯特，雷达卫星（RADARSAT）星群图像。

卫星地球探测业务 用于灾害应急管理

加拿大航天局空间利用工程师Joanne Frolek

每一天都会发生影响人类或生态系统的某种灾害，龙卷风、洪水、山体滑坡、森林火灾、甚至石油泄漏等灾害时常造成严重破坏。

卫星地球探测业务系统中的卫星为救灾机构提供了无法估量的重要协助，帮助后者采取有效和高效的应对行动，从而挽救生命，协助恢复，保护重要的基础设施、生态系统和财产。



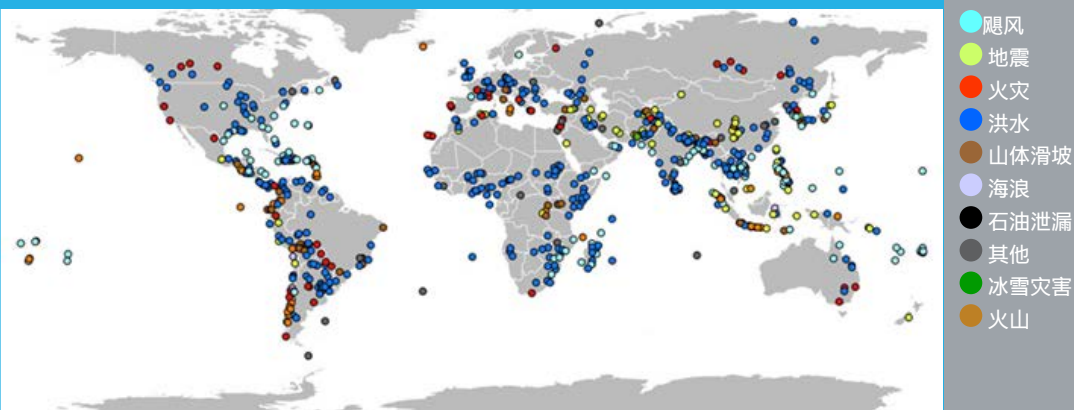
“卫星地球探测业务系统中的卫星为救灾机构提供了无法估量的重要协助。”

Joanne Frolek

“空间与重大灾害国际宪章”

20多年前，世界各国的空间机构建立了“[空间与重大灾害国际宪章](#)”。这是由多家空间机构与商业卫星运营商构成的合作机制，所有国家的灾害管理机构均可申请免费获取卫星图像，以协助救灾工作。

启动“宪章”（灾害分布情况）



资料来源：“空间与重大灾害国际宪章”，2023年。

卫星传感器 – 不同图像用于不同目的

“宪章”运营商根据特定灾害类型，确定最佳的卫星和传感器解决方案，以便提供最有用的数据。工作频率较低的传感器可以更好地穿透植被，一旦植被覆盖地区发生灾害，此类传感器将很有帮助。工作频谱较高的传感器得益于更大的带宽，可以提供分辨率更高的图像，如可帮助判明基础设施受损情况。

不同于光学传感器，合成孔径雷达（SAR）传感器的时延较短，不受暗夜或云层的影响，使其能够非常有效地应对洪水、石油泄漏和山体滑坡等重大灾害。

飓风“菲奥娜”

去年，飓风“菲奥娜”掠过加勒比海，随后横扫了加拿大东海岸。这场四级风暴给加拿大造成了前所未有的巨大损失。为此，加拿大当局启动了“空间与重大灾害国际宪章”，以获取卫星数据，快速评估受灾损失，及时开展危机管理。

针对不同类型的EESS应用，划分不同频率

目前，光学传感器不需要无线电频谱划分即可工作，红外传感器也未列入国际电信联盟（ITU）制定的《频率划分表》。不过，合成孔径雷达传感是需要划分无线电频谱的。

下表列出了在不同频段工作的部分合成孔径雷达应用以及在这些频段运行的“宪章”成员卫星。

EESS（有源）频率划分中的SAR卫星应用		
《无线电规则》划分给EESS的频段	SAR应用	投入运行的“宪章”成员卫星
1 215-1 300兆赫	生物量和植被测绘、森林监测、地球变形、土壤湿度和灾害管理（最大分辨率：3米）	SAOCOM 1A, -1B ALOS-2
3 100-3 300兆赫	农业（最大分辨率：1.5米）	无
5 250-5 570兆赫	农业、土地覆盖测绘、海事应用（海面、冰、风、石油污染、海事安全）和灾害管理（最大分辨率：<1米）	Envisat Gaofen-3 RCM-1, -2, -3 RADARSAT-2 Sentinel 1A
9 200-10 400兆赫	基础设施监测、物体/变化探测、地形测绘、船舶探测和灾害管理（水坝、桥梁、城市建筑）。（最大分辨率：<0.25米）	COSMO-SkyMed2 ICEYE-X2, X3, X4, X5, X6, X7 KOMPSAT-5 TerraSAR-X TanDem-X
13.25-13.75千兆赫 17.2-17.3千兆赫	监测雪水当量，改进洪水预测	无
35.5-36千兆赫	新型SAR测高仪在海洋和地表水地形测量中的应用	无

楷体字表示卫星合成孔径雷达的工作频率在10-10.4千兆赫EESS频率划分。



不同于光学传感器，合成孔径雷达（SAR）传感器的时延较短，不受暗夜和云层的影响。”

加拿大圣胡伯特



© 行星实验室地理信息公司，2019年

确保频谱的可用性

即将召开的世界无线电通信大会（WRC-23）有一个议项，即在10-10.5千兆赫范围内为美洲（2区）进行可能新的移动业务频率划分和确定国际移动通信（IMT）。鉴于为国际社会提供重要图像的EESS系统可能受到有害干扰，这项工作对于灾害管理界极为重要。

2015年世界无线电通信大会认识到扩展频段可以提供各方所需的分辨率更高的数据，于是扩大了EESS（有源）原有频率划分。在需要获得局部地区的高分辨率数据，或是因天气条件和时间限制无法使用光学传感器的情况下，这种频率划分可以起到重要作用。

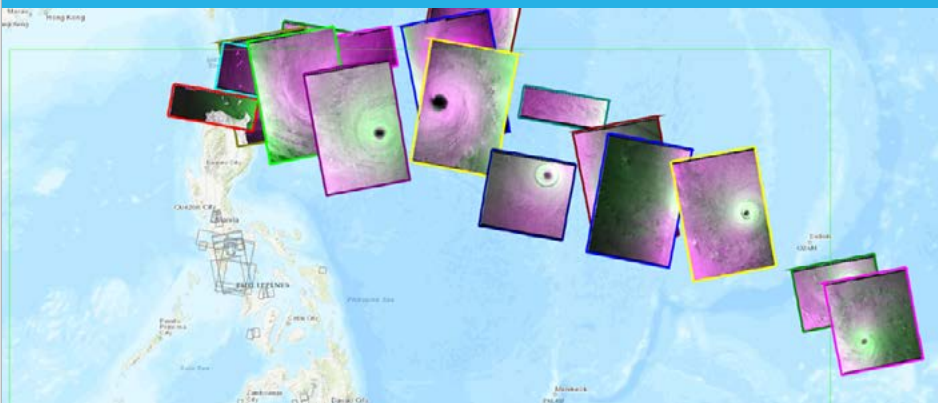
10千兆赫频段提供的高分辨率有利于确定城市基础设施的受损情况。与此同时，这些城市城区的图像和数据极易受到国际移动通信设施的影响。破坏10千兆赫频段的现有用途，可能导致数据错误或是对数据的误读，造成做出及时救灾决策所需的关键信息缺失。

为避免对EESS用户群体造成重大影响，地球观测工作的所有利益攸关方都需确保卫星传感器能够在这一频段和其他频段不受干扰地工作。如无法保障EESS频率划分，用于救灾工作的卫星图像的质量将下降，从而损害“国际宪章”和EESS用户群。

“

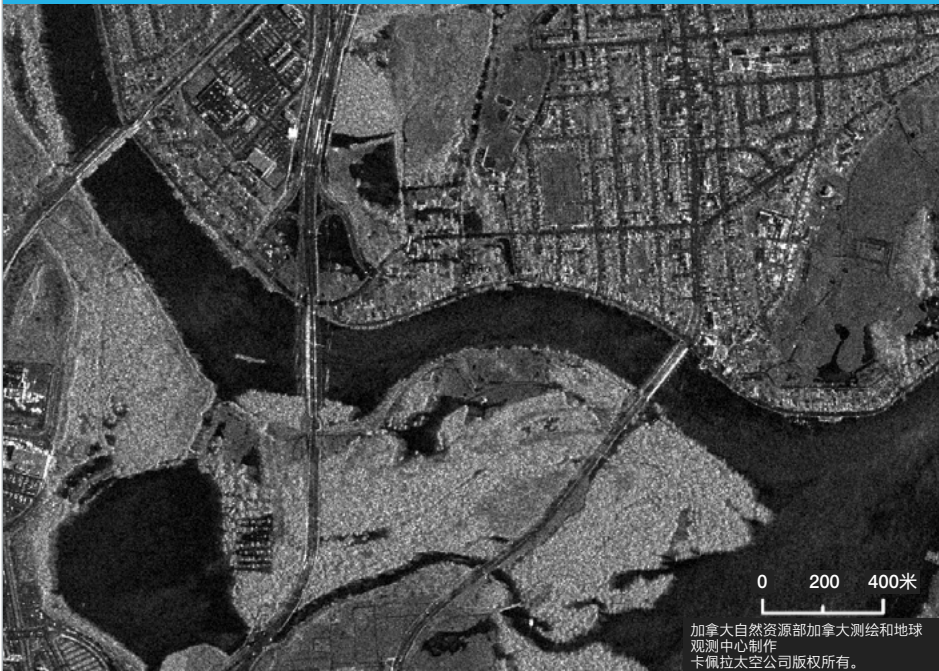
破坏10千兆赫频段的现有用途，可能导致数据错误或是对数据的误读，造成关键信息缺失。”

CSA飓风监测，台风“玛娃”（又名超强台风“贝蒂”），2023年5月22日至6月10日。雷达卫星（RADARSAT）星群图像。



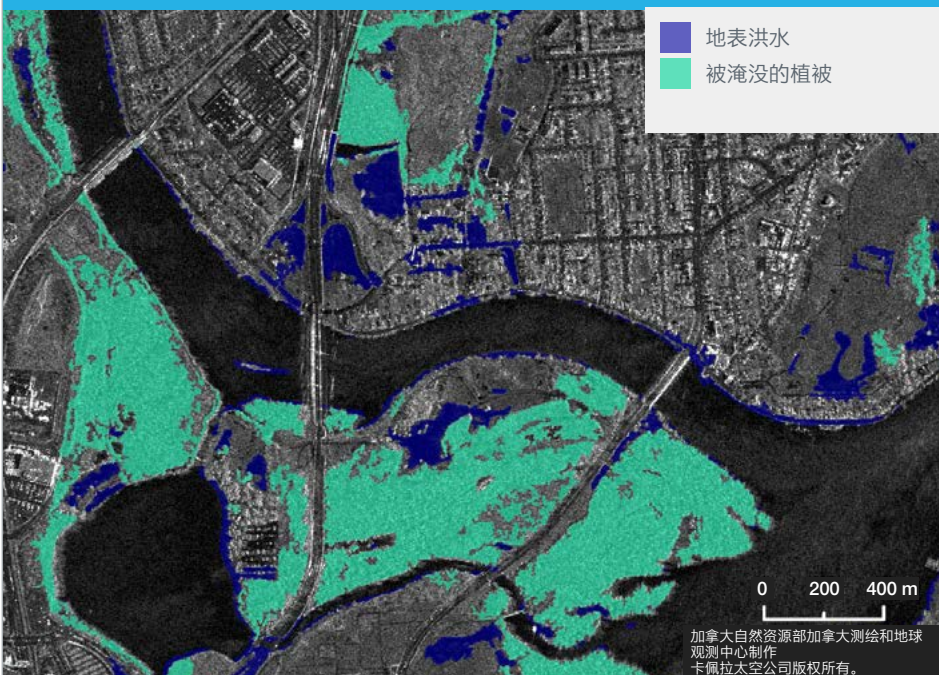
加拿大政府（2023年）。雷达卫星是加拿大航天局的官方标志。

加拿大加蒂诺，卡佩拉太空公司X波段合成孔径雷达图像（未处理）



资料来源：卡佩拉太空公司，加拿大测绘和地球观测中心。

卡佩拉太空公司X波段合成孔径雷达图像叠加洪水测绘图像



资料来源：卡佩拉太空公司，加拿大测绘和地球观测中心。

与时俱进 // // 随时获悉

注册订阅:

// 世界主要ICT趋势 // ICT 思想领袖的真知灼见 //

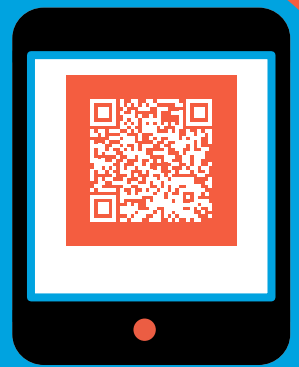
// 新近开展的国际电联重大活动和举措 //



//
每星期二
//



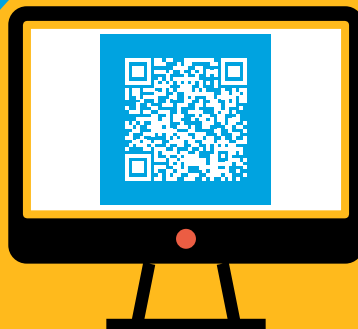
//
定期推出的博客
//



//
每年六期
//



//
收听博客
//



//
接收最新新闻
//

在您喜欢的频道加入
国际电联的在线社区