|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 天气 气候 水 | **世界气象组织**  **观测、基础设施与信息系统委员会**  **第三次届会** 2024年4月15日至19日，日内瓦 | **INFCOM-3/文件8.5(2)** |
| 提交者： 主席  2024.4.18  **APPROVED** |

**议题 8： 技术决定**

**议题8.5: 交叉系统**

# 2024–2027年WMO与空间天气相关活动四年计划



# 总体考虑

### 简介

WMO为什么要开展空间天气活动？

1. 空间天气现象是由太阳和行星际空间发生的事件引发的。这些现象最终会在区域和全球范围内影响地球的自然环境，并可能影响若干关键技术，进而影响全球经济。

2. 为了成功地减轻空间天气的有害影响，除了在地球和空间（太阳对地球）进行广泛观测的能力外，还应当有表示空间天气现象及其技术影响的数值建模能力。

3. 空间天气带来的挑战超出了单个国家的应对能力，因此最好在世界气象组织（WMO）的指导下通过协调努力加以解决。

历史与发展情况

4. 自第十六次世界气象大会（2011年）将协调空间天气纳入WMO空间计划的范畴以来，通过连续几个WMO小组的工作，在将空间天气纳入WMO活动方面取得了进展。

5. [决议38 (Cg-17)](https://library.wmo.int/viewer/44616/?offset=#page=453&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=) 注意到在基本系统委员会（CBS）和航空气象委员会（CAeM）联合领导下，早期的空间天气计划间协调组取得了宝贵成就，并要求通过[决定33 (EC-68)](https://library.wmo.int/viewer/44685/?offset=#page=118&viewer=picture&o=bookmarks&n=0&q=)批准的《2015-2018年WMO空间天气活动协调四年计划》继续支持这些活动。

6. [决定41 (EC-70)](https://library.wmo.int/viewer/44804/?offset=#page=199&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=) 决定将空间天气与WMO战略计划联系起来，并制定新的WMO 2019-2023年空间天气相关活动四年计划。

7. [决议53 (Cg-18)](https://library.wmo.int/viewer/44858/?offset=#page=182&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=) 再次认识到空间天气对观测和电信基础设施、航空和海事安全、能源分配网络和卫星导航服务等领域的影响。该决议还审议了提供空间天气服务和气象服务之间协同增效的潜力，并通过了《2020-2023年WMO空间天气相关活动四年计划》。

8. [决议62 (Cg-19)](https://library.wmo.int/viewer/68471/?offset=#page=515&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=)保留了[决议53 (Cg-18)](https://library.wmo.int/viewer/44858/?offset=#page=182&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=)，但没有更新其附件：《2020-2023年WMO空间气象相关活动四年计划》，因此该计划已经过时。

近期发展

9. 国际民用航空组织（ICAO）为国际空中导航指定了全球空间天气信息提供者。这些指定的全球中心已落实了作用和责任以及移交程序，并于2019年底开始运作。ICAO和WMO在审查这些中心的初步建立时展现了出色的机构间合作与协调，这表明WMO在促进航空等面向服务的业务领域方面发挥了关键作用，为空间天气科学界和气象界之间的合作伙伴关系提供了一个框架，以支持航空用户和决策者的需求。

10. 尽管WMO的一些活动将空间天气明确视为地球系统方法的一部分，例如：

(a) [决议12 (Cg-18)](https://library.wmo.int/viewer/44858/?offset=#page=62&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=) – WMO关于危险天气、气候、水和空间天气事件的编目方法；

(b) [决议13 (Cg-18)](https://library.wmo.int/viewer/44858/?offset=#page=67&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=) – WMO全球多灾种警报系统；

(c) [决议38 (Cg-18)](https://library.wmo.int/viewer/44858/?offset=#page=134&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=) – WMO全球综合观测系统2040年愿景；

(d) [决议33 (EC-76)](https://library.wmo.int/viewer/68451/?offset=3#page=1067&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=) – 卫星气象教育培训虚拟实验室战略（2024–2027）；

(e) [决议1 (Cg-Ext(2021))](https://library.wmo.int/viewer/57880/?offset=#page=8&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=) – WMO关于地球系统数据国际交换的统一政策；

(f) [决议20 (Cg-19)](https://library.wmo.int/viewer/68471/?offset=#page=183&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=) – 《关于2023-2027年期间各全球观测系统为响应全球综合观测系统（WIGOS）2040年愿景所做演变的高级别指导意见》；

将空间天气纳入WMO规则和系统的工作还远未完成，在很大程度上仍有待实施。

11. 为此，2022年6月在观测、基础设施与信息系统委员会（INFCOM）下设立了空间天气专家组。

12. 空间天气专家组与无线电频率协调专家组之间的出色合作对于在国际电信联盟（ITU）《无线电条例》中承认空间天气以及在2027年世界无线电通信会议议程中列入关于空间天气频段分配的新议程项目至关重要。

**预期行动**

13. 基于上述情况，INFCOM似宜通过一项措辞大致如下的建议。

# 建议草案

## 建议草案8.5(2)/1 (INFCOM-3)

### 2024–2027年WMO与空间天气相关活动四年计划

观测、基础设施与信息系统委员会，

**忆及：**

(1) [决议53 (Cg-18)](https://library.wmo.int/viewer/44858/?offset=#page=182&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=) – 与2020–2023年空间天气有关的WMO活动四年计划，

(2) [决议62 (Cg-19)](https://library.wmo.int/viewer/68471/?offset=#page=515&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=) – 审议大会的以往决议，

**重申认识到：**

(1) 空间天气对观测和电信基础设施、航空和航海安全、能源分配网络以及卫星导航服务等领域的影响，

(2) 提供空间天气服务和气象服务之间协同增效的潜力，

**注意到**[决议53 (Cg-18)](https://library.wmo.int/viewer/44858/?offset=#page=182&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=)保持生效，但其附件《2020-2023年WMO空间气象相关活动四年计划》没有更新，

**审查了**2024–2027年WMO与空间天气相关活动的四年计划，

**建议**执行理事会通过2024–2027年WMO与空间天气相关活动的四年计划，见本建议[附件](#Annex_to_draft_Recommendation)中的决议草案。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## 建议草案8.5(2)/1 (INFCOM-3)的附件

**决议草案##/1 (EC-78)**

执行理事会，

**忆及：**

(1) [决议53 (Cg-18)](https://library.wmo.int/viewer/44858/?offset=#page=182&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=) – 与2020–2023年空间天气有关的WMO活动四年计划，

(2) [决议62 (Cg-19)](https://library.wmo.int/viewer/68471/?offset=#page=515&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=) – 审议大会的以往决议，

**重申认识到：**

(1) 空间天气对观测和电信基础设施、航空和航海安全、能源分配网络以及卫星导航服务等领域的影响，

(2) 提供空间天气服务和气象服务之间协同增效的潜力，

**注意到**[决议53 (Cg-18)](https://library.wmo.int/viewer/44858/?offset=#page=182&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=)保持生效，但其附件《2020-2023年WMO空间气象相关活动四年计划》没有更新，

**铭记**“[决议3 (Cg-19)](https://library.wmo.int/viewer/68471/?offset=#page=60&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=) - 第十九财期（2024-2027年）的最大支出”所规定的预算限制，该决议要求秘书长与会员合作，调集预算外捐款，以加速、扩大和/或加强长期目标和战略目标的实施，

**审查了**建议8.5(2)/1 (INFCOM-3)及其附件WMO与空间天气相关活动的四年计划，

**审查了**2024–2027年WMO与空间天气相关活动的四年计划，见[附件](#Annex_to_Resolution)；

**要求**观测、基础设施与信息系统委员会：

(1) 牵头实施2024-2027年WMO与空间天气相关活动四年计划中确定的活动；

(2) 建立最佳工作和协调结构与机制：

(a) 开展所有基础设施组成部分的工作；

(b) 与天气、气候、水文、海洋及相关环境服务与应用委员会（SERCOM）合作，与空间天气服务的用户群体建立联系；

(c) 与国际空间环境服务组织（ISES）、空间研究委员会（COSPAR）等相关组织以及其他相关国家和国际机构建立伙伴关系；

(3) 报告取得的成果，并就该领域今后的活动提出建议，供第二十次世界气象大会审议；

**敦促**会员向空间天气信托基金提供实物和/或资金捐助，支持实施2024-2027年WMO与空间天气相关活动四年计划。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## 决议草案##/1 (EC-##)的附件

### WMO与空间天气相关活动四年计划



**2024–2027年  
WMO与空间天气相关活动  
四年计划**

**草案1.0版**

**2024年2月12日**

目录

1. 引言 9

1.1 背景 9

1.2 高级别目标 10

1.3 在WMO计划中实施空间天气服务的实用路线图 11

1.4 效益 11

2. 2016-2023年的成就和活动 12

3. 优先活动 12

4. 与联合国和政府间组织的合作 14

4.1 与ICAO合作为航空用户推广全球空间天气信息框架 14

4.2 与ISES合作，巩固正在运行的全球空间天气监测和预报框架 14

4.3 与COSPAR合作加强空间天气培训和能力建设 15

4.4 联合国COPUOS框架内的协调与协作 15

5. 资源 16

6. 结论 18

**引言**

空间天气现象是由太阳和行星际空间发生的事件引发的。这些现象最终会在区域和全球范围内影响地球的自然环境。空间天气扰动可影响若干关键技术，进而影响全球经济。虽然不一定对地球上的人类生命构成直接风险，但会通过现代社会的互联性，对能源基础设施、运输系统、全球导航卫星系统（GNSS）的使用、卫星服务等产生不利影响，导致关键系统的可靠性降低，从而对人类安全和健康造成潜在影响。

为了成功地减轻空间天气的有害影响，除了在地球和空间（太阳对地球）进行广泛观测的能力外，还应当有表示空间天气现象及其技术影响的数值建模能力。目前，预测空间天气可能造成的影响是一项具有挑战性的任务。尽管最近取得了一些进展，但技术还远远不能满足用户的需求，这一领域还有很大的改进余地。空间天气带来的挑战超出了单个国家的应对能力，因此最好在世界气象组织（WMO）的指导下通过协调努力加以解决。

2015年第十七次世界气象大会（Cg-17）一致认为，WMO应参与国际业务空间天气监测和预报的协调工作，以更好地支持保护生命、财产和关键基础设施以及受影响的经济活动。通过提供一个全球政府间框架，WMO将促进国际承诺，并推动建立业务空间天气服务。

通过WMO的努力，空基和地基空间气象观测系统将通过与WIGOS的原则保持一致而得到更好的协调；数据处理将通过WMO综合处理与预测系统（WIPPS，前身为全球数据处理和预报系统，GDPFS）的适当调整而得到简化；一致的、有质量保证的空间天气产品将通过WMO信息系统（WIS）提供给会员；空间天气科学向业务的过渡将得到加强。预计该计划将进一步促进与WMO外部举措的有效协调，并使空间天气服务得到长期改进。为使参与提供空间天气服务的工作人员的能力标准化，可利用WMO记录的气象人员最佳做法和准则作为范例，为空间天气人员制定类似的最佳做法，然后供空间天气中心用于其培训活动。

**背景**

2015年，Cg-17要求，正如空间天气观测要求是在WMO滚动需求评审（RRR）[[1]](#footnote-2)范围内制定的，空间天气观测应纳入WMO全球综合观测系统（WIGOS）。还应在WIS内的数据共享和管理、WIPPS（前称全球数据处理和预报系统，GDPFS）内的数据处理以及服务提供和减少灾害风险活动内的决策支持服务方面采用综合方法。

因此，Cg-17要求航空气象委员会（CAeM）和基本系统委员会（CBS）在最后确定FYP2016-2019草案时，考虑到现有的职责、工作机制、专家团队以及在相关WMO计划内的整合，并将其提交执行理事会，建议予以批准。Cg-17还请WMO秘书长与国际空间环境服务组织（ISES）等其他相关组织以及国家和国际机构合作，支持计划中确定的活动；并向2019年第十八次世界气象大会（Cg-18）提交一份报告和一份关于该领域未来活动的建议。

2016年执行理事会第六十八次届会（EC-68）批准了FYP2016–2019[[2]](#footnote-3)，并要求CAeM和CBS成立空间天气信息、系统和服务计划间小组（IPT-SWeISS）。

EC-68认识到空间天气对观测和电信基础设施、航空和航海安全、能源分配网络和卫星导航服务等领域的影响。EC-68还审议了提供空间天气服务和气象服务之间协同增效的潜力；确认各会员需要协调努力，满足世界气象大会第十六次届会提出的防范空间天气危害的观测和服务要求；并强调需要支持与ICAO一道开展的到2018年为国际空中导航提供实用空间天气服务的工作（[决定33 (EC-68)](https://library.wmo.int/viewer/44685/?offset=#page=118&viewer=picture&o=bookmarks&n=0&q=)–WMO空间天气活动协调四年计划） 。

23个WMO会员国和来自联合国和政府间组织的6个准成员成立了IPT-SWeISS。该小组继续开展2010年启动的空间天气计划间协调小组（ICTSW）的工作，以完成FYP2016–2019中确定的任务。该小组于2017年6月举行了第一次会议（IPT-SWeISS-1）。IPT-SWeISS成员审查了FYP2016–2019中的工作计划，并将其细分为行动项目。这些行动项目被分配给IPT-SWeISS设立的任务组，具体如下：

 TT-SYS：空间天气基本系统，包括与观测技术和网络、数据管理和交换、数据中心以及空间气候学有关的问题；

 TT-SCI：空间天气科学，包括与建模、模式评估和验证、与气候的相互作用以及从研究向业务过渡有关的问题；

 TT-APP：空间天气应用，包括需求评估、提供服务、能力建设和用户互动；

 特设TT-AVI：空间天气航空，包括与制定审计程序以确定有能力为航空提供空间天气服务的空间天气中心有关的问题。

2018年执行理事会第七十次届会（EC-70）决定，CBS将与CAeM协调，制定新的“2020-2023年WMO空间天气活动协调四年计划”，以下简称“FYP2020-2023”。Cg-18在决议53下通过的FYP2020-2023有两个目的。首先，它概述了2020-2023年WMO空间天气相关活动的FYP。其次，它包括一份关于结果和成就的报告。它计划继续开展IPT-SWeISS的活动，并根据WMO改革的结果提出了工作结构建议。然而，由于WMO改革后的重组，IPT-SWeISS没有按照拟议的结构继续开展工作。

取而代之的是，2022年在观测、基础设施与信息系统委员会（INFCOM）下设立了一个新的空间天气专家组（ET-SWx）。ET-SWx的任务是与WMO相关机构协调，制定WMO关于空间天气所有方面的技术规则和指导意见以及其他相关文件。它沿袭了IPT-SWeISS的工作，但任务范围更广。

目前的“2020-2027 年WMO空间天气相关活动四年计划”（以下简称 FYP2024-2027）是对上一个FYP2020-2023的调整，包括反映WMO改革后的新结构和与其他组织协调方面最新进展的更新。

**高级别目标**

空间天气现象的观测能力、理解和预报都将受益于更多更好的协调，应努力实现以下高级别目标：

(1) 利用观测、基础设施与信息系统委员会（INFCOM）和地球观测系统和监测网络常设委员会（SC-ON）的专业知识，促进对支持空间天气服务至关重要的观测数据的可用性、质量和互可操作性；

(2) 通过开放共享、国际商定的标准和协调的程序，并利用WIS、WIGOS和WIPPS的优势，改进空间天气数据和信息的收集、交换和提供；从而利用信息管理和技术常设委员会（SC-IMT）、地球观测系统常设委员会和应用地球系统模拟和预测数据处理常设委员会 （SC-WIPPS）的专门知识；

(3) 采用WMO的方法，如滚动评审需求和差距分析以及定期更新《空间天气观测和服务指导声明》，找出数据和服务方面的差距；鼓励通过确定基本服务的优先次序，改进数据和服务的提供；

(4) 与主要应用部门协调，在确定和满足用户需求方面推广成本效益高、价值高的新服务，重点是需要国际协调应对的部门；

(5) 促进空间天气与气象界和气象活动之间的协同作用；鼓励WMO会员参与空间天气服务，以ISES中心以及其他公认的服务实例为基础；在可能的情况下，吸收WMO数值天气预报和世WMO其他相关计划的经验，以提高提供空间天气服务的准确性、可靠性、互可操作性和总体成本效益；

(6) 推进空间天气分析、建模和预报方法，以便在尽可能好的科学基础上提供业务服务；促进将技术和科学进展从研究成果转化为业务成果；

(7) 提供培训和能力建设指导方针，以WMO现有的气象学文件为基础并与之保持一致，以发展生成和解释空间天气产品和服务的技能，从而使WMO会员能够以有意义的方式利用现有信息并建立自己的服务能力。这些指导方针还可用于国家服务的质量管理；

(8) 根据WMO减少灾害风险战略，改进空间天气危害应急警报程序和全球备灾工作。

**在WMO计划中实施空间天气服务的实用路线图**

大会认识到，由于日益依赖受空间天气影响的技术，包括无线电通信服务以及地球观测和导航卫星，社会对空间天气服务的需求日益增加。一些国家正在制定管理严重空间天气事件风险的程序，作为减少多灾种风险方法的一部分。商业航空公司、卫星行业、钻探和勘测作业、电网运营商、管道设计者以及卫星导航系统用户经常使用空间天气服务。随着人们对空间天气事件影响的认识不断加深、社会接触面不断扩大以及空间天气产品和服务的不断发展，预计这种需求将会扩大。

ICTSW在第十六财期（2012-2015年）和IPT-SWeISS在第十七财期（2016-2019年）取得的早期成果（这些成果已于2022年由ET-SWx接管）说明了WMO参与空间天气可以受益的广泛活动，并展示了WMO如何能够有效促进该领域的突破并在国际空间天气界发挥公认的作用。鉴于航空业对空间天气服务的既定要求以及其他部门新出现的需求，建议WMO在第十九财期（2024-2027年）及以后继续参与并加大参与力度，为全球可靠的空间天气服务能力奠定可持续的基础。

WMO将通过开放共享、国际商定的标准和协调的记录程序，改进空间天气数据和信息的收集、交换和提供，从而在WMO计划中协调实施空间天气服务，按照WMO减少灾害风险战略改进紧急警报程序和全球空间天气灾害防备工作。促进WMO会员生产高质量的最终产品和服务，利用WIS的原则，制定最佳做法和质量框架，提高准确性、可靠性和互可操作性，将有助于提供具有成本效益的整体服务。

建议的空间天气服务提供安排将在《WIPPS手册》和相关的《WMO技术规则》中加以说明，并将提交2027年第二十次世界气象大会（Cg-20）批准。

**效益**

预计该活动计划将为各会员带来重大惠益，包括更精确的观测以及向其用户提供更可靠、更准确和更及时的预报和警报。成熟的空间天气服务可为信息提供者带来收入（例如，ICAO所需服务的成本回收机制、电网警报服务以及电信和GNSS运营商）。2008年完成的报告介绍了WMO空间天气活动产生的潜在惠益[[3]](#footnote-4)。

**2016-2023年的成就和活动**

关于2016-2019年期间活动的详细介绍，见经[决议53 (Cg-18)](https://library.wmo.int/viewer/44858/?offset=#page=182&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=)通过的上一个四年计划的附录1。其中一些要点如下：

(1) 更新了“WMO指导声明”；

(2) 将空间天气纳入WMO观测系统能力分析和审查工具（OSCAR）数据库和WMO滚动需求评审；

(3) ICAO在WMO的协助下对负责为航空导航提供空间天气信息的潜在候选者进行审计；

(4) 编制相关空间天气频率清单，为国际电信联盟（ITU）世界无线电通信大会（WRC）做准备。

WMO改革后，IPT-SWeISS已不存在，但其中许多活动仍在进行。随着新的ET-SWx于2022年6月成立，新的ET-SWx继续开展这些活动，但已完成的第(3)项除外。

最值得注意的是，ET-SWx同时与无线电频率协调专家小组合作完成了项目（4）下的工作。因此，在2023年世界无线电通信大会上取得了出色的成果，ITU在四年一度的大会上更新了《无线电条例》，这是管理无线电频谱和卫星轨道的全球条约：

 目前，《无线电条例》第29B条“与空间天气观测有关的无线电服务”认可了空间天气，从而使空间天气与专门的“无线电通信服务”— 即MetAids（空间天气）联系起来。

 新议程项目1.17已列入世界无线电通信大会议程，该项目有可能促使将几个已确定的频段主要分配给MetAids（空间天气）服务。

IPT-SWeISS的工作已经推动将空间天气纳入WMO的若干活动，2019年的Cg-18、EC-76和2021年的特别大会的几项决议都做出了这样的决定：

 将空间天气事件纳入危险事件编目（[决议12 (Cg-18)](https://library.wmo.int/viewer/44858/?offset=#page=62&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=)）；

 将空间天气纳入全球多灾种警报系统（[决议13 (Cg-18)](https://library.wmo.int/viewer/44858/?offset=#page=67&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=)）；

 2020-2025年卫星气象教育培训虚拟实验室战略（[决议52 (Cg-18)](https://library.wmo.int/viewer/44858/?offset=#page=182&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=)） 和2024-2027年卫星气象教育培训虚拟实验室战略（[决议33 (EC-76)](https://library.wmo.int/viewer/68451/?offset=3#page=1067&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=)）明确纳入了空间天气方面的培训；

 WMO关于地球系统数据国际交换的统一政策（[决议1 (Cg-Ext(2021))](https://library.wmo.int/viewer/57880/?offset=#page=8&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=)）纳入了空间天气数据的部分。

**优先活动**

以下具体活动将针对第1.3节中提出的高级别目标。这些活动在很大程度上是上一个2020-2023财年计划活动的延续。在本计划中，将更加关注编制必要的规章和技术文件，以便完全纳入WMO框架。

**A** **应用WMO程序，通过协调收集和提高知名度来改进空间天气数据的提供情况**

(i) 继续将空间天气地基观测系统的元数据纳入OSCAR-地表；

(ii) 为将地基观测系统的元数据纳入OSCAR-地表系统编写一份全面的分步骤指南，特别是在这些系统由非WMO运作的情况下；

更新OSCAR/空间数据库中的空基元数据（与相关组织合作）；

(iii) 定期审查现有的观测能力，以确定其在持续支持基本服务方面的风险和/或不足之处，以及在支持在实现[《WMO全球综合观测系统2024年愿景》](https://library.wmo.int/records/item/57028-vision-for-the-wmo-integrated-global-observing-system-in-2040?offset=2)（WMO-No.1243）方面的风险和/或不足之处；

(iv) 鼓励和指导现有空间天气信息提供者（包括非NMHS，如ISES成员）通过WIS提供其数据和产品。这样，观测和预报就可以在全球范围内使用，不仅可用于警报服务，还可用于比对和预报验证；

(v) 在定期滚动需求评审的基础上，审查用户需求并确定优先领域（如航空业）；

(vi) 根据WMO统一数据政策，明确规定作为核心数据交换的空间天气观测数据、分析和预测数据以及咨询和警报；

(vii) 通过与无线电频率协调专家组合作，为ITU关于可能保护用于空间天气服务的无线电频段的研究做出贡献。特别是在筹备2027年世界无线电通信大会议程项目1.17时。

**B 提高数据标准化、质量和互可操作性**

(i) 审查和更新WIGOS观测元数据标准，使其适用于并纳入空间天气观测。

(ii) 对于所有类型的基本空间天气观测，编写要求，以纳入《WIGOS手册》和《WIGOS指南》。对于在其他国际组织主持下已有标准的数据类型，应确定和建立与这些组织的协调渠道，以便在采用现有标准时尽量减少干扰；

(iii) 调查空间天气服务提供所涉及的处理链，并制定相应的办法，将（部分）处理链纳入WIPPS。这样做的目的是确定和规定标准处理产品及其对生产中心的要求，分别列入《WIS手册》和《WIPPS手册》，同时适当考虑到由/可能由非NMHS执行的功能。

**C 在尽可能最佳的科学基础上提供业务服务**

(i) 与ISES和空间研究委员会（COSPAR）等国际实体协调，利用这些程序中已有的气象专门知识，确定业务服务的最佳验证和评估做法；

(ii) 收集和保存有关实用空间天气模型及其性能的信息；

(iii) 必要时举办研习班，促进对上文(i)和(ii)所述专题的讨论；

(iv) 与COSPAR空间天气专家组协调，按优先顺序编制一份清单，列出妨碍空间天气业务服务发生阶跃变化的现有科学障碍（如无法预报日冕物质抛射的磁结构等）[[4]](#footnote-5)；

(v) 通过组织专题研习会或促进ET-SWx成员与相关研究人员之间的互动等方式，解决上文(iv)所述的知识差距问题；

(vi) 记录在空间天气服务中更多使用数据同化技术的潜力。采取必要步骤，消除业务障碍，编制指导材料，以便在空间天气服务中优化使用数据同化技术；

(vii) 调查机器学习和人工智能等新技术在业务空间天气服务中的使用情况和潜力。

**D 促进空间天气与气象/气候界之间与科学有关的协同作用**

(i) 与气象界讨论空间天气与天气和气候过程之间的相互作用。这可借鉴欧洲气象学会（EMS）最近关于“太阳、空间天气与大气之间的相互联系”的会议，以及EMS今后在同一领域的会议的筹备工作；

(ii) 协调与其他国际实体就空间天气对天气和气候过程的影响进行的讨论。必要时，推动举办研习班，促进对这些问题的讨论；

(iii) 将上述与空间天气有关的研习班产生的报告和对今后步骤的建议上传到WMO网站，以帮助宣传这项工作，并制定进一步发展的行动计划。

**E 信息提供、培训和能力建设**

(i) 为各国政府的空间天气风险评估提供指导；

(ii) 继续制定针对不同资质等级和目标受众的空间天气培训和能力建设框架。ICAO空间天气服务可以成为培训和能力建设的有益试验平台；

(iii) 作为能力建设的一个组成部分，继续改进向WMO所有会员提供相关空间天气信息的工作；

(iv) 寻找机会向各国政府和监管机构提供有关空间天气风险的定量信息（如风险评估）。

**与联合国和政府间组织的合作**

空间天气是一种全球自然现象，与许多组织的合作将推动观测、理解、建模、预测，甚至降低风险。所有层面的合作都已存在，并将继续下去：

 在用户层面（如ICAO、国际电力输送监管组织、全球导航卫星系统服务国际组织），

 观测层面（如与气象卫星协调小组（CGMS）合作的国际空间飞行任务，地基监测方面的国际合作（如INTERMAGNET、IGS），

以及在科学进步（如COSPAR）、服务和运作（如ISES）和其他合作点（如联合国和平利用外层空间委员会（UN COPUOS））方面的国际合作。

下面将介绍一些取得重大进展的例子。

**与ICAO合作为航空用户推广全球空间天气信息框架**

在2018年11月13日举行的第215届理事会第七次会议上，ICAO理事会在讨论提供空间天气信息服务时，同意由泛欧航空空间气象用户服务联盟（PECASUS）（芬兰作为牵头国，比利时、英国、波兰、德国、荷兰、意大利、奥地利和塞浦路斯）、美利坚合众国和ACFJ联盟（澳大利亚、加拿大、法国和日本）运行三个全球空间天气中心。此外，ICAO理事会同意最迟于2022年11月建立两个区域中心，包括南非和中国/俄罗斯联邦联合体。后来决定，中国/俄罗斯联邦联合体将发挥新增全球中心的作用，而不是区域中心的作用。

之所以选择和指定这些中心，部分原因是ICAO和WMO之间出色的机构间合作与协调。上述机构间合作表明，当WMO为空间天气科学界和气象界之间建立伙伴关系提供框架时，如何满足航空等服务导向领域决策者的需要。

WMO通过IPT-SWeISS发挥的作用在国际上得到了认可和鼓励。与ICAO在服务启动过程中的合作不仅被确定为一项活动本身，而且还被确定为WMO在空间天气问题上支持国际民航部门的一种更普遍的参与。

WMO将继续与ICAO一道，在运营和开发用于国际空中导航的全球空间天气信息服务方面发挥积极的支助作用。这种支持将包括就提供符合当前和设想的未来航空要求的空间天气信息服务所认为适当和必要的技术方法和做法开展宣传工作。WMO将与ICAO及其合作伙伴合作，以协作的方式在指定的中心之间开展能力建设，例如通过共享信息和推广最佳做法来提供统一的服务。

**与ISES合作，巩固正在运行的全球空间天气监测和预报框架**

由于ET-SWx的大多数成员都是ISES区域警报中心的代表，因此ISES和WMO ET-SWx之间的合作得到了成员的支持。通过互换信函，与ISES建立了工作安排，将与该组织的合作正式化，该组织是WMO空间天气活动的触发者和推动者。通过这项安排，ISES和WMO表示打算密切合作，促进改进和协调WMO会员和ISES各中心提供的业务空间天气服务。

ISES和WMO将通过联合技术会议和研习班，以及通过协调的交流和外联活动开展这些活动。具体而言，ISES和WMO将：

 相互通报所有工作计划、活动和共同关心事项的出版物；

 共同促进业务空间天气观测、数据管理、产品生成和传播的标准化；以及空间天气服务的规范和最佳做法的开发，例如应急警报和在开放数据传播中采用可查找、可访问、可互操作和可重复使用（FAIR）原则；

 提高公众对空间天气及其影响的认识，并支持空间天气极端事件防备活动；

 对当前和未来空间天气服务的需求进行联合调查；

 促进将空间天气科学知识转化为面向社会的业务服务。

**与COSPAR合作加强空间天气培训和能力建设**

空间研究委员会（COSPAR）空间天气专家组等参与空间天气研究的国际机构经常强调需要加强国际协调。WMO和COSPAR于2012年3月21日签署了一份谅解备忘录，旨在将WMO和CGMS建立的教育和培训虚拟实验室（VLab）联系起来。该备忘录于2015年和2018年续签。通过该协议，WMO和COSPAR开展了以下合作活动：

 交换有关能力建设活动的信息

 互换联络人

 相互认可和促进

 WMO-CGMS VLab和COSPAR主办机构以及伙伴卫星运营商合作组织能力建设活动

 相互赞助能力建设活动（实物赞助）

 探索进一步的合作领域

近年来，联合国外层空间事务厅（UNOOSA）呼吁WMO、ISES和COSPAR共同领导这一领域的工作，之后与COSPAR空间天气专家组的合作有所增加，以支持从研究到业务的知识转移（见第4.4节）。

**联合国COPUOS框架内的协调与协作**

COPUOS是联合国大会的一个委员会，成立于1959年，目的是管理为全人类的和平、安全与发展而探索和利用空间的工作。委员会的任务是审查和平利用外层空间方面的国际合作，研究联合国可以开展的与空间有关的活动，鼓励空间研究计划，以及研究探索外层空间所产生的法律问题。联合国秘书处UNOOSA作为COPUOS秘书处。

多年来，COPUOS一直在其科学和技术次委员会的专门议程项目下审议空间天气问题。空间天气专家组根据一项多年期工作计划开展工作，目的是建立一个空间天气国际协调小组，加强国际合作与协调，提供更好的空间天气服务，最终提高全球抵御空间天气不利影响的能力。空间天气专家组的最后报告（[A/AC.105/C.1/L.401](http://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2022/aac_105c_1l/aac_105c_1l_401_0_html/AC105_C1_L401E.pdf)）载有一些建议，其中包括呼吁WMO、ISES和空间研究委员会（COSPAR）与其他相关行动方和国际组织协商与合作，牵头努力改进空间天气活动的全球协调。在UNOOSA于2022年7月发出正式请求的信函之后，这三个组织同意担任这一领导职务，并共同采取了一些举措，以确保交叉代表权，并与其他国际组织接触，例如通过2023年11月17日在WMO举行的[国际空间天气协调论坛](https://community.wmo.int/en/meetings/international-space-weather-coordination-forum)。

UNOOSA还负责履行秘书长在[国际空间法](http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/index.html)下的职责，并实施联合国空间应用计划，在该计划基础空间科学倡议（BSSI）下开展了一系列与空间天气有关的活动[[5]](#footnote-6)。

特别是，BSSI为发展中国家的能力建设做出了贡献，促进它们参与国际空间天气倡议（ISWI）下的空间天气活动[[6]](#footnote-7)。ISWI是一项国际合作计划，目的是通过仪器部署、分析和解释所部署仪器的空间天气数据与空间数据相结合的方式，推动空间天气科学的发展，并向公众和学生通报结果。它是成功举办的2007国际太阳物理年（[IHY 2007](http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/bssi/ihy2007.html)）的后续活动，专门侧重于空间天气。

此外，UNOOSA还是全球导航卫星系统国际委员会（ICG）的秘书处，该委员会还开展了一系列与ISWI有关的空间天气举措。

WMO与COPUOS和UNOOSA的协调与合作将有两个主要目标：

(1) 确保COPUOS空间天气专家组在建立国际空间天气协调小组的工作中考虑到WMO的空间天气活动；

(2) 在联合国空间应用计划和ICG的框架内，并在国际空间天气倡议下，与UNOOSA合作，协调与空间天气有关的能力建设活动。

与COPUOS的全面协调是在COPUOS及其科学和技术次委员会年会期间进行的，WMO定期参加这些会议。

WMO还可参加UNOOSA在联合国空间应用计划下组织的或在ICG活动下组织的与空间天气有关的能力建设活动。这些活动的协调也在联合国空间活动和联合国外层空间活动机构间会议年度会议的框架内进行。

**资源**

本行动计划具体规定了要开展的活动，但没有说明在这些问题上预期取得进展的速度。进度取决于这项活动的可用资源。

在最低水平上，它涉及会员通过其空间天气专家继续参与ET-SWx的工作，并由秘书处提供部分支持。

然而，为了在实际实施过程中取得突破，在多个应用领域获得切实利益，ET-SWx的成员需要进一步参与WMO技术委员会不同相关机构的工作，同时需要秘书处提供更多支持，并加强联络和沟通活动。

可以利用会员借调的专家来补充秘书处工作人员，也可以利用外部咨询来减轻对秘书处人力资源的压力。根据这一假设，本四年期计划的各项活动每年所需的资金估计为22万瑞士法郎。

|  |  |
| --- | --- |
| 支出类型 | 年度成本  （瑞士法郎） |
| 有资格专家参加ET-SWx和相关工作组的一次年度会议 | 40 000 |
| ET-SWx成员参与WMO技术委员会相关机构的工作 | 30 000 |
| 与外部合作伙伴联络 | 20 000 |
| 沟通活动，编写或翻译培训材料 | 20 000 |
| 培训活动和研习班 | 50 000 |
| 为借调工作人员补充秘书处提供咨询和财政支持 | 60 000 |
| **合计** | **220 000** |

**表1. 支持该计划所需年度资源水平的初步估算**

根据第十九财期计划的常规预算，假定常规预算中分配给空间天气活动的编外人员资源仍然微不足道，需要利用预算外资源，其中包括：

 会员的实物捐助（例如，翻译培训材料、借调人员或免费参加WMO的会议）；

 共同赞助活动（如COSPAR支持的培训研讨会）；

 向空间天气信托基金提供自愿捐款。

|  |  |
| --- | --- |
| 暂定年度资源 | 瑞士法郎 |
| 常规预算 | 40 000 |
| 向空间天气信托基金提供的自愿捐款 | 180 000 |
| **合计** | **220 000** |

**表2：暂定资源细目**

表2列出了年度资源的暂定细目。考虑到通过数据交换、分享最佳做法和优化努力来利用其国家活动的好处，预计在ISES框架内实施国家空间天气计划的WMO会员将更倾向于向空间天气信托基金捐款，这可能在很大程度上超过这些会员的单独捐款。

**结论**

ICTSW在第十六财务（2012-2015年）取得的早期成果，以及IPT-SWeISS在第十七财期（2016-2019年）取得的后续成果（这些成果已于2022年由ET-SWx接管），都说明了WMO参与空间天气可以受益于广泛的活动领域，并表明WMO有能力有效促进该领域的突破，并在国际空间天气界发挥公认的作用。鉴于航空业对空间天气服务的既定要求以及其他部门新出现的需求，建议WMO在第十九财期（2024-2027年）及以后继续参与并加大参与力度，为全球可靠的空间天气服务能力奠定可持续的基础。

本计划确定了一系列高度优先的活动，这些活动被认为在四年时间框架内是必要和可行的，并将产生明确的可交付成果和切实的成果。还确定了其他可取的行动，如果时间和资源允许，也应采取这些行动。此外，还建议目前在该领域最先进的WMO会员通过其专家在技术上参与，并通过向空间天气信托基金提供少量捐款在财政上参与，带头实施该计划，从而向可能还不熟悉空间天气的其他会员展示这项活动的益处。

拟议的活动符合WMO第十九财期的几个战略重点，涉及基础设施部分WIGOS、WIS和WIPPS（分别为具体目标2.1、2.2和2.3），并为加强临近预报和预报服务（分别为具体目标1.1和1.4）提供服务。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. <https://community.wmo.int/en/rolling-review-requirements-process-2023-version> [↑](#footnote-ref-2)
2. pp118–139, [EC-68: 第一部分– 最终节略报告](https://library.wmo.int/viewer/44685/?offset=11#page=1&viewer=picture&o=bookmarks&n=0&q=) [↑](#footnote-ref-3)
3. WMO在空间天气中的潜在作用（SP-5，2008年4月）[《WMO在空间天气中的潜在作用》](https://library.wmo.int/records/item/51122-the-potential-role-of-wmo-in-space-weather)（WMO/TD-No. 1482） [↑](#footnote-ref-4)
4. <https://cosparhq.cnes.fr/scientific-structure/panels/panel-on-space-weather-psw/> [↑](#footnote-ref-5)
5. <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/bssi/index.html> [↑](#footnote-ref-6)
6. <http://www.iswi-secretariat.org/> [↑](#footnote-ref-7)