

世界气象组织

**WMO 空间天气相关活动
的四年计划
2016-2019**

草案 2.1

2016 年 6 月 9 日



目录

1	引言	3
1.1	文件目的	3
1.2	空间天气定义	3
1.3	空间天气服务的社会需求和趋势	3
1.4	国际协调空间天气相关活动的需要	3
1.5	WMO ICTSW 在空间天气领域的活动	4
1.6	WMO 会员和空间天气	4
2	WMO 空间天气相关活动的愿景	4
2.1	空间天气活动的协调	4
2.2	高层目标	5
3	活动	5
3.1	审议用户对空间天气产品和服务的需求，以及协调响应的重点	6
3.2	发展产品和服务的最佳实践	7
3.3	对新晋服务提供机构进行培训和能力建设以吸引客户	8
3.4	协调地基和空基空间天气监视	8
3.5	促进资料管理、标准化和交换	9
3.6	评价空间天气分析和预报方法，促进完善的研究模式过渡到业务及与气候/天气建模的协调效应	9
3.7	协调行动，确保联合国系统内外在业务性空间天气相关活动上的沟通基于科学且有权威性	10
4	组织和执行	11
4.1	根据 WMO 战略重点和活动安排活动	11
4.2	工作结构	13
4.3	伙伴关系和用户参与	14
4.4	资源和效益	15
5	结论	17
	附录 1: 空间天气领域的主要国际倡议	18
	附录 2: IPT-SWISS 职责范围草案	20

1 引言

1.1 文件目的

为响应 WMO 第十六次大会¹ 和 WMO 执行理事会第六十六次届会 (EC-66)², 该文件制定了一份 2016-2019 年实施的计划, 旨在提高 WMO 会员提供空间天气服务的能力。

本计划下的活动与《WMO 战略计划》一致; 旨在确立把空间天气相关行动纳入核心 WMO 计划的工作结构, 估算所需资源和预期效益。

由于计划周密, 空基和地基的空间天气监视系统得以更好地协调; 一致的、高质量的空间天气产品将通过 WIS 提供给各会员; 特别地, 针对民航的空间天气服务将按照国际民用航空组织 (ICAO) 的要求提供。预计拟议的高层组织结构将促进与 WMO 之外的倡议的有效协调, 并促进空间天气服务能力的长期改善。

1.2 空间天气定义

空间天气在此定义为包括太阳在内的自然空间环境, 以及行星际和行星环境。

相关学科, “空间气象”也常称之为“空间天气”, 旨在观测、探索和预测太阳、行星际和行星环境等自然空间环境的状态、其扰动、以及这些扰动对生物系统和技术系统的潜在影响。

1.3 空间天气服务的社会需求和趋势

由于社会越来越依赖一些会受空间天气影响的技术, 因此对空间天气服务的需求不断增长。这些技术包括: 暴露在空间天气事件下的极地航线航空导航; 用于电信、广播、观测或定位的系列卫星; 使用受电离干扰影响的卫星导航和计时信号; 暴露在可能有产生灾难性层叠效应的地磁感应电流下的电网。

应急管理机构正在制定程序来管理灾害性空间天气事件的风险, 此举隶属其风险管理整体措施。空间天气服务目前在一些国家存在定期用户群, 包括商用航空公司、卫星业界、钻探和调查业务、电网运营商、管道设计者和卫星导航系统。预计随着越来越多的人认识到空间天气事件的影响, 社会的暴露度不断增加, 以及空间天气产品和服务更加成熟, 使用空间天气服务的需求会因此扩大。

1.4 国际协调空间天气相关活动的需要

参与空间天气活动的国际组织经常强调加强国际协调的需要, 包括联合国和平利用外层空间委员会 (COPUOS) 和空间研究委员会 (COSPAR) 的空间天气专家组。附录 1 概述了该领域的主要国际倡议。虽然目前没有一个倡议在考虑完全业务化空间天气服务所需的端到端活动, 但它们仍是珍贵的资源, WMO 可以借助适当的伙伴关系加以充分利用。

比如, 现有大量的空基和地基资产可以用来改善空间天气服务, 但是这些资产往往没有得到有效协调, 或在运营机构外从而难以获得。观测资料从系统角度上无法互可操作、近实时共享, 也没统一元数据进行记录, 以便开展资料发现和保证高效使用。没有协调一致的计划来避免重要观测上的空白。

¹ WMO 第十六次大会, 《最终节略报告》, WMO-No. 1077, 第 3.7.11 段和附录 4

² 执行理事会, 第六十六次届会, 《最终节略报告》, 第 4.4.91 段

必须有效传达警报、预警和预报，以确保极端事件中信息一致，并促进事后检验和评价。针对航空业的空间天气服务的规范、协调、评估和交付必须根据即将得到 ICAO 和 WMO 一致认同的程序。

总之，业务性协调是在上述国际倡议和满足用户需求之间缺失的一环。

1.5 WMO ICTSW 在空间天气领域的活动

空间天气跨计划协调组 (ICTSW)³于 2010 年在 CBS 和 CAeM 的主持下发起行动。到 2016 年 4 月，小组包括来自 26 个 WMO 会员和欧盟、ICAO、国际空间环境服务组织 (ISES)⁴和国际电信联盟 (ITU) 和外层空间事务办公室 (OOSA) 等几个国际组织的专家。

ICTSW 到目前为止的成就包括，制定观测需求、撰写空间天气监视《指导声明》、建立空间天气产品门户网站、支持 CAeM 审议 ICAO 对未来航空业空间天气服务的理念。这些成果证明了 WMO 通过提供合作和协调框架、连通空间天气科学界和气象业务界而在这一新领域可能带来的效益。WMO 经由 ICTSW 扮演的这一角色已经得到了众多国际伙伴的认可和支

然而，前方仍有一些挑战。WMO 会员要想取得突破，更好地提供空间天气服务并从中受益，需要进一步动员专家参与、会员要持续参与观测系统的运行并共享资料，以及秘书处继续提供支持。当前的四年计划详述了应对挑战的方法。

1.6 WMO 会员和空间天气

第 1.3 节描述的空间天气暴露度对 WMO 的所有会员都会有潜在影响，但是各会员解决这些问题的具体负责机构可能大相径庭。对一些 WMO 会员⁵来说，国家气象水文部门 (NMHS) 的规定包括承担空间天气预报和预警的责任，或至少负责其中的一些重要基础性工作，例如电离或地磁观测。

然而，在许多情况下，空间天气相关活动是由许多其他国家机构牵头的，如空间署、太阳天文台、地磁观测台或无线电通信机构。对大部分 ICTSW 成员来说都是如此。在这种情况下，常任代表从相关组织提名了一位专家来促进 WMO 的这项活动。NMHS 和这个空间天气组织之间可能存在合作框架，比如，当地基空间天气监视与气象站联合建站。在某些情况下，参与 ICTSW 的机会促成了这种合作。

2 WMO 空间天气相关活动的愿景

2.1 空间天气活动的协调

监测空间天气现象的最好途径是多国协调。这些现象由太阳上和星际空间内发生的事件引发，规模不一，从全球到区域尺度均有，并可能正在影响全球，因此在地球上和太空中均要有足够密集的观测能力。

WMO 本质上是全球性的机构，其政府间性质、业务协调方面的丰富经验、科学根基、气象和空间天气相关活动之间潜在的协同、WMO 通过 CAeM 与航空部门的紧密联系及对保护生命财产的参与，都是重要的资产，能够促进 WMO 发挥关键作用，助力空间天气活动的国际协调。

³ 见：http://www.wmo.int/pages/prog/sat/spaceweather-ictsw_en.php

⁴ 国际空间环境服务组织：<http://www.ises-spaceweather.org/>

⁵ 包括阿根廷、澳大利亚、中国、芬兰、俄罗斯联邦、韩国、英国和美国。

WMO 一方面考虑了未被满足的社会需要，另一方面考虑了自身的长处和能力，它可承担业务空间天气监控和预报的国际协调，以保护生命、财产和重要基础设施及受影响的经济活动。在提供真正全球性和政府间的框架时，WMO 应该促进国际承诺的履行，推动建立针对业务空间天气服务的全球框架，比如在 ICAO 公约的背景下进行。

2.2 高层目标

以下为活动提出的高层目标：

- 确保那些对支持空间天气预警和其他服务必不可少的观测持续有效、优质且能够互可操作，同时优化观测系统的整体成本；
- 通过开放共享、国际公认的标准和利用 WMO 信息系统（WIS）的协调程序，改善空间天气资料 and 信息的收集、交换和交付；
- 确保空间天气分析、建模和预报方法允许业务服务在最科学的基础上交付；促进技术和科学成果由理论研究转化为业务实践；
- 支持在识别和解决用户需求方面低成本、高价值服务的探索和确立，重点是那些需要国际协调响应的部门，并且要在在航空气象计划（AeMP）和公共天气服务（PWS）计划的基础上与航空和其他主要应用领域协调；
- 汲取 ISES 中心等出色服务提供者的经验，促进 WMO 会员提供优质高端产品和服务，开发最佳实践，从而提高服务提供的精准性、可靠性、互可操作性和整体性价比；
- 根据 WMO 减少灾害风险战略，改善应对空间天气危害的应急预警程序和全球备灾；
- 促进空间天气和气象/气候组织及活动之间的协同，推动人们理解空间天气对天气和气候过程的影响；
- 支持培训和能力建设，以科学和业务经验为基础，发展产生和解释空间天气产品和服务的技能，从而使 WMO 会员更好地利用现有信息，建立其自身的服务能力，吸引客户使用新产品和服务。

为实现上述目标，建议：

- 在 ICTSW 的成就上再接再厉，保持势头，继往开来；
- 制定下一个四年的行动计划，更新 WMO 有关空间天气活动的工作结构；
- 在注意空间天气活动组织机制的多样性情况下促进多学科合作。许多国家的此类活动在 NMHS 外开展；
- 利用国家、区域和全球倡议和计划，通过与国际公认的、在该领域活跃的联合国或非联合国实体合作，避免重复行动，促进互补行动。

必须定期交流来巩固这些行动，从而增强 WMO 大家庭对空间天气的认识和理解，报道协调行动的效益，提高外部关注程度，并与外部伙伴保持交流互动。

此外，建立高级别、有效的协调机制，把有更广泛战略的技术活动和实施 WMO 计划联系起来，这一点非常重要。

3 活动

以下为关键活动，包括活动目标、预期效益和潜在挑战。这些活动分属七项高级功能，分别对应三个级别：产品和服务级别（3.1、3.2 和 3.3），系统级别（3.4、3.5 和 3.6）和战略级别（3.7），如图 1 所示。

尽管该细分旨在全面介绍即将开展的一系列活动范围，下列两项仍有区别：

- 优先开展的首批行动。四年期内产生预计可交付成果，规定了完成行动的完成时间；
- 其他行动。或为长期行动，主要成果无法在四年期内产生；或为仅当时间和资源允许时采取的行动，因为这类行动优先级低。



图 1: 拟议的主要活动功能细分示意图

3.1 审议用户对空间天气产品和服务的需求，以及协调响应的重点

目标：在识别和解决用户需求方面，支持低成本、高价值的服务的出现和确立，关注那些需要国际协调响应的部门。

由于空间天气服务未达到可与气象业务相比的成熟水平，且潜在用户可能不清楚空间天气服务的能力及使用方法，因此存在挑战。需要示范来支持用户-提供机构之间的对话，帮助用户细化其需求，使得提供机构理解用户需求、评估需求可行性，并提供足以有效满足需求的特定服务。广泛使用的最终产品的规格应该协调一致。

下列领域对产品和服务的需求应加以分析：

- 航空，空间天气服务被视为隶属 ICAO 公约附录 3，商用航空公司提出了额外的需求；
- 受地磁干扰影响的基础设施，包括能源行业；

- 无线电通信，卫星无线导航和遥感雷达；
- 航天器设计、发射和运行；
- 减少灾害风险（DRR）管理；
- NMHS 等机构收集并传达的其他用户需求。

首批优先行动	交付成果	完成时间
支持 WMO AeMP 参与 ICAO 相关工作组的活动，支持 AeMP 审议 ICAO 航空业对空间天气服务的需求草案的可行性，并就《标准和建议措施》（SARP）向 ICAO 提出建议	ICAO 需求分析 ICAO SARP 审议	2016
支持 WMO AeMP 参与 ICAO 相关工作组的行动，支持 AeMP 定义未来全球和区域中心的作用、数量和需要的能力，从而为航空业提供空间天气服务	ICAO 空间天气服务 中心的作用、能力 和目标数量	2016/2017
调查航空业之外的应用领域，这些领域需要或想要国际协调的服务	需要国际协调的重 点服务清单	2017
其他行动（长期或优先级别低）	交付成果	完成时间
拓展空间天气产品门户网，以提供示范性的典型产品样本并进行交流	额外产品	2016-2019 (续)
调查空间天气的影响是否、如何在国家减少灾害计划中涉及；调查协调行动的需求	国家风险登记中的 空间天气要素调查	2017
与 ITU-R/SG-3 和 ICG 合作分析对关于无线电传播的空间天气服务的需求	对 ITU-R/SG-3 的 声明，发展此类服 务的路线图	2018

3.2 发展产品和服务的最佳实践

目标：汲取 ISES 区域预警中心或其他出色服务提供者的经验，促进 WMO 会员提供优质终端产品和服务，开发最佳实践，从而提高服务提供的精准性、可靠性、互可操作性和整体性价比；特别地，根据 WMO 减少灾害风险战略，改善应对空间天气灾害的应急预警程序和全球备灾。

应在与主要用户的交互中开发最佳实践，从而最好地响应关键社会经济领域和公共安全不断发展的需求。最佳实践应以科学评估和优质管理原则（因此间接要求以用户为中心）为基础。

首批优先行动	交付成果	完成时间
在极端事件预警中心之间建立实时协调和磋商机制	极端事件磋商程序	2016/2017
审议现有的全球和区域空间天气事件的尺度，制定一个国际的、各界一致认同的尺度或一套尺度集合，以描绘空间天气事件的严重程度，从而促进应急程序和检验活动	国际社会一致认同 的空间天气事件尺 度	2017
其他行动（长期或优先级别低）	交付成果	完成时间
与 CGMS 合作审议程序以记录空间环境导致的航天器	记录航天器异常资	2016/2017

异常，包括该资料的归档和使用	料的议定程序	
与 DRR 计划合作为空间天气警报中心制定应对极端天气事件的最佳实践	极端空间天气事件指南	2018

3.3 对新晋服务提供机构进行培训和能力建设以吸引客户

目标：支持培训和能力建设，以科学和业务经验为基础，增强制作和解释空间天气产品和服务的技能，从而使 WMO 会员更好地利用现有信息，建立其自身的服务能力，吸引客户使用新产品和服务。

首批优先行动	交付成果	完成时间
挑选现有的培训材料，在空间天气产品门户网站上公开	空间天气产品门户网站的培训材料	2016/2017
确认目标受众，包括希望在所在组织建立空间天气服务交付的 NMHS 气象工作者；确定培训目标	维护 NMHS 利益的培训计划时间表	2017
与 VLab 和伙伴组织合作举办培训，提供教具	完成的培训计划，用于改善培训的反馈	2018
其他行动（长期或优先级低）	交付成果	完成时间
编写新教材，因地制宜设计内容并提供多种译本	为改善空间天气服务而因地制宜开发的资源	>2019
促进用户信息事件，提高对空间天气的影响和使用空间天气服务的潜在效益的认识	协办事件	2018

3.4 协调地基和空基空间天气监视

目标：对基于卫星和地基的观测在高层展开协调，确保那些对支持空间天气预警和其他服务必不可少的观测持续有效、优质且能够互可操作，同时优化观测系统的整体成本。

将空间天气监视系统纳入 WIGOS 可以实现该目标。此举包括评估空基和地基观测需求、统一传感器规格、分析重点并监控计划以弥补空间天气监视方面的空白。

首批优先行动	交付成果	完成时间
更新空间天气监视需求和空间天气监视的《指导声明》，成为 WMO RRR 过程中的部分工作	OSCAR 和更新的 SOG 中的需求	2016/2017
列出关键的、常规业务的地基测量，附带规定的观测周期	测量的初始清单和规格	2017
列出进行上述测量的空间天气天文台（与卷 A 类似）	天文台清单	2017
生成描述上述测量的观测元数据	WIGOS 元数据	2017/2018
更新 OSCAR/空间中空间天气观测空基能力评估，以支持差距分析	OSCAR/空间更新，包括差距分析	2017

与空间机构（包括 NASA 等主要机构和 CGMS 等国际卫星协调机构）和相关当局对话，讨论填补空基观测空白所需的行动	传达给空间观测主要利益攸关方的差距分析	2017
编写《WIGOS 手册》增补内容初稿	《WIGOS 手册》新版草案	2018
其他行动（长期或优先级别低）	交付成果	完成时间
增强观测能力、拓展通讯基础设施和程序，以填补观测空白，改善资料可获得性	减少空白	>2019
扩展测量和观测清单	更新的清单	>2019
统一传感器规格促进高能粒子测量，为测量的相互校准和相互比对制定最佳实践	规格指导，相互比对的程序	2018
同意地基空间天气监视的质量标准（若相关，则现有标准或新条款将纳入《CIMO 指南》）	观测质量标准	>2019

3.5 促进资料管理、标准化和交换

目标：通过开放共享、国际公认的标准和利用 WMO 信息系统（WIS）的协调程序，改善空间天气资料 and 信息的收集、交换和交付；

大部分空间天气资料面临的一个主要挑战是严格的时效限制。

首批优先行动	交付成果	完成时间
明确在 WIS 上进行常规交换的基础资料和产品清单，用恰当的发现元数据描述，在 WIS 上注册并公开（与 IPET-MDRD 一起）	空间天气资料和产品集合，它们在 WIS 上近实时环境下可搜寻并在全球提供	2016/2017
将空间天气服务中心注册为 WIS 中的资料收集或制作中心（DCPC）或国家中心（NC）（与 IPET-WISC 一起）	更多空间天气服务中心被指定为 DCPC 或 NC	2016/2017
其他行动（长期或优先级别低）	交付成果	完成时间
调查包括 RINEX/GTEX 等新格式的适用性和优势，以促进空间天气资料 and 产品的交换	建议的格式得到实施	2017
调查《通用警示协议》（CAP）等新协议的适用性和优势	建议的规程	2018

3.6 评价空间天气分析和预报方法，促进完善的研究模式过渡到业务及与气候/天气建模的协调效应

目标：

- 确保空间天气分析、建模和预报方法允许业务性服务在最科学的基础上交付；促进技术和科学成果由理论研究转化为业务实践；
- 促进空间天气和气象/气候组织及活动之间的协同，推动空间天气对天气和气候过程的影响的认识。

为实现该目标，需要支持发展业务化、资料同化和预测性的模式，从先进的天气和气候预测能力中受益，并开展集体倡议以进行模式耦合和评估。研究性和业务性空间天气团体间的对话应受到鼓励，以定期评估可能成熟的方法和服务用于业务。也应鼓励空间天气和气象/气候群体间的对话。

首批优先行动	交付成果	完成时间
分享空间天气模式在日常预报活动中使用方面的经验教训	空间天气预报良好实践手册	2017
定义技术评分和其他检验方法来评估现有研究模式对以用户为中心服务的潜在价值	对现有模式的客观评价	2018
其他行动（长期或优先级别低）	交付成果	完成时间
研究空间天气对基本气候变量影响研讨会	提高了对空间天气和气候间联系的理解	2017
评估整体大气模式（从地表到热层顶端）与其他空间天气模式一起使用时的效益	整体大气模式的影响评估	2018
日-地系统模式改善预报技能的资料同化能力研讨会	数值预测模式中可用资料的使用指南	2019

3.7 协调行动，确保联合国系统内外在业务性空间天气相关活动上的沟通基于科学且有权威性

建立高级别、有效的协调机制，把有更广泛战略的技术活动和 WMO 计划的实施联系起来，这一点非常重要。

需要定期沟通来加以巩固，目的如下：

- 提高所有会员对空间天气服务重要性的认识和理解，寻求关于成功和限制因素的反馈；
- 证明协调行动的效益，以优化资源并提供更可靠的空间天气信息；
- 提高 WMO 空间天气活动的受关注程度，保持与外部伙伴的信息交互，以确保各方努力相辅相成；
- 告知社会关于空间天气信息和服务的能力，以及这些服务的最新局限性。

虽然 COPUOS 为在联合国系统内战略级别上的交流提供了良好的平台，但是与空间天气科学和业务群体及与关键用户群的对话最好在特定会议上进行。典型示例是美国举办的一年一度的“空间天气研

讨会”和欧洲举办的“欧洲空间天气周”，期间主办了小组讨论和用户交互等一系列活动。可与两者相比的是亚洲的一项新兴倡议——亚洲大洋洲空间天气联盟（AOSWA）。

首批优先行动	交付成果	完成时间
向 COPUOS 不断通报 WMO 空间天气计划和需要动员 WMO 大家庭以外的努力才能应对的挑战	各类报告	每年
在美国、欧洲和亚洲的年度空间天气研讨会上做报告	口头报告或专家组讨论	每年
找出能证明 WMO 协调空间天气活动效益的案例	案例研究报告	2017 - 2019
为 WMO 大会 (Cg-18) 提供 2019 年以后空间天气活动的草案计划 (如在空间天气监视计划内)	草案计划	2019
其他行动 (长期或优先级别低)	交付成果	完成时间
与 COSPAR 就该计划与 COSPAR 路线图实施的交互进行协调	反馈	每年
在区协会议或相关技术大会上讨论空间天气服务的区域实施问题	在 RA 会议或技术大会上提交口头报告	RA 会议时

4 组织和执行

4.1 根据 WMO 战略重点和活动安排活动

下表总结了空间天气活动的安排，含有 2015 年 5 月经 WMO 第十七次大会通过的《2016-2019 年 WMO 战略计划》的七个关键重点。

《2016-2019 年 WMO 战略计划》的关键重点	空间天气四年计划的相关活动
提高针对从热带到极地的高影响气象、水文和相关环境灾害的基于影响的预报和多灾种早期预警的精度和有效性，从而促进减少灾害风险、抗御和预防方面的国际努力，特别是响应与人口日益暴露相关的风险；	提高全球准备应对空间天气灾害的能力（如 Cg-16 所要求）有利于减少灾害风险、恢复力和预防方面的国际努力
全球气候服务框架 (GFCS) 下落实气候服务，特别在缺乏这些服务的国家： (1) 建立区域气候中心；(2) 确定用户对气候产品的需求；(3) 开发气候服务信息系统；(4) 推进次季节到季节的预报技能；	空间天气与陆地气候的交互需要调查
通过全面实施 WIGOS 和 WIS，加强全球观测	准备将空间天气监视纳入 WIGOS 和 WIS。该

系统, 以获得稳健、规范、整合、准确、有质量保证的相关地球系统观测资料, 从而支持所有 WMO 优先事项和预期结果;	活动应 EC-60 要求, 已积极参与滚动需求评审的空间天气应用领域。
提高 NMHS 提供可持续、高品质服务的能力, 以支持全球空中交通管理的安全、高效和规律, 并适当考虑环境因素: (1) 加速执行 ICAO/WMO 能力和资格标准以及质量管理体系; (2) 应对与 2013 至 2028 年全球空中导航计划新出现的要求和相关的挑战, 特别是关于 ICAO 模块一升级; (3) 通过改进成本回收机制和合适的服务交付框架商业模式, 加强航空气象服务提供的可持续性和竞争力;	为响应 ICAO 需求, 不断出现的航空空间天气服务的需求和挑战正在得到优先解决
改善在极地和高山地区及之外的业务气象和水文监测和预测服务, 通过: (1) 全球冰冻圈监视网的业务化; (2) 更好地了解全球天气和气候模式在这些地区变化的含义; (3) 推动全球综合极地预报系统下的极地预测;	由于极地地磁场结构特殊, 空间天气事件在极地尤其严峻, 因此预测地磁和电离干扰及高能粒子影响 (有时以极光的形式出现) 非常重要
通过开发和提高人力资源能力、技术和体制能力和基础设施来加强 NMHS 自身提供服务的能力, 特别在发展中国家和最不发达国家以及小岛屿发展中国家;	针对空间天气服务交付的能力建设
基于 WMO 结构、工作安排和预算编制的战略审查, 通过采取持续的改进措施和建议, 提高 WMO 的效率和效益。	为确保运行有效性, 提案中的机构将把常设工作结构精简为一个跨计划协调组, 与相关委员会、区协、伙伴和用户代表联系起来

WMO 有关空间天气的活动由 WMO 空间计划牵头, 它是一项跨部门计划。截至 2015 年, 这些活动已经纳入以下一系列 WMO 计划和项目。

从 WIGOS 来看, 空间天气完全纳入滚动需求评审 (RRR) 中。空间天气被视为 RRR 过程中的一个 WMO “应用领域”: 空间天气需求已在 OSCAR/需求⁶资料库中被定义且记录下来; 《指导声明》中记录了观测系统目前空白的评估; 《全球观测系统演进发展实施计划》(EGOS-IP)⁷中用一章和若干行动来讨论空间天气监视。

观测仪器和方法计划 (IMOP) 刚刚完成了新版《仪器和观测方法指南》(CIMO 指南)。新版第三部分空基观测探讨了从太空对空间天气的观测。

无线电频率协调指导小组 (SG-RFC) 根据 ICTSW 的意见, 已经开始考虑微波领域空间天气监视的频率分配问题。

对 WIS 而言, ICTSW 和 ISES 内部正在进行试点项目, 评估如何利用 WIS 交换空间天气预报产品 (地磁活动、太阳耀斑和太阳高能粒子)。

航空气象计划内, ICTSW 支持航空气象部门审议 ICAO 针对提供给全球空中导航的空间天气服务的运行概念, 并对未来机构有效实现 WMO 协调的业务性空间天气服务交付提供指导。ICAO 经由 ICTSW

⁶ 见: <http://www.wmo-sat.info/oscar/applicationareas/view/25> .

⁷ 见第 7 章: <http://www.wmo.int/pages/prog/www/OSY/Publications/EGOS-IP-2025/EGOS-IP-2025-en.pdf>

承认 WMO 是空间天气问题上技术建议的来源。WMO 持续活跃的参与至关重要，正如所预期的那样，ICAO 公约附录 3 将强制要求于 2018 年前为民航业提供此种空间天气服务。

空间天气培训，纳入 WMO-CGMS 卫星气象教育与培训虚拟实验室 (VLab) 的培训战略内（与 COSPAR 合作）。

4.2 工作结构

为了在四年计划下处理所有活动域，下列领域需要专家参与：

- 空间天气基本系统，包括关于观测方法和网络、资料管理和交换、资料中心和空间气候学的问题；
- 空间天气科学，包括关于建模、模式评估和检验、与气候的交互及理论研究转化为业务实践的问题；
- 空间天气应用，包括需求评估、服务交付、能力建设和用户交互。

该提案旨在紧密结合当前的 WMO 技术委员会结构、密切联系相关外部伙伴，并增加多领域的空间天气专家的参与。应避免团队赘余，带来不必要的日常开支和报告界面。因此提议用空间天气信息、系统和服务跨计划组 (IPT-SWISS) 来代替当前的 ICTSW，前者将继续 ICTSW 的工作，与技术委员会、以 ISES 为代表的空间天气服务提供商群体和用户代表密切合作。

IPT-SWISS 应在技术委员会和区协内协调空间天气相关活动。IPT-SWISS 成员包括：CBS、CAeM，以及如仪器和观测方法委员会 (CIMO) 和大气科学委员会 (CAS) 等其他相关技术委员会提名的空间天气专家；区协提名的联络人；ISES 的一位代表。可以邀请主要伙伴和利益攸关方作为准会员，他们不用向 WMO 支付费用。IPT-SWISS 将向 CBS 和 CAeM 报告，后两者将同意建立协调机制以对 IPT-SWISS 进行联合监督。附录 2 包含职责范围草案。

IPT-SWISS 将从其成员中指定专家，以帮助相关技术委员会的相关专家组。IPT-SWISS 将酌情形成临时特设任务组，解决需要特定技能的专题。在 4.3 中所说的与 ISES 合作安排工作的背景下，一些临时特设任务组可与 ISES 共同建立，并得到 ISES 专家的支持。

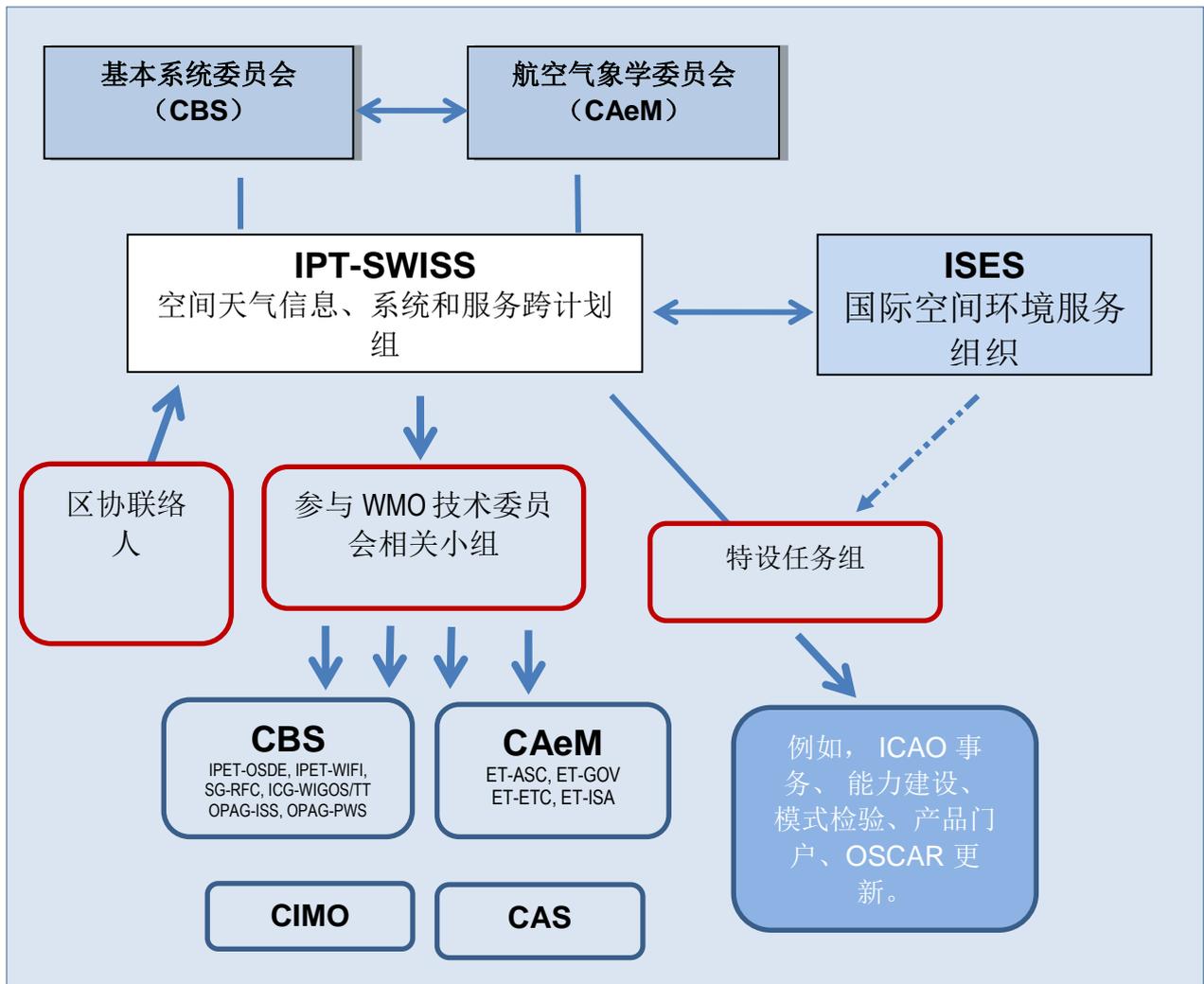


图 2：拟议的空间天气组织架构

预计 CAeM 和 CBS 在 EC-68 后会通过其主席相互咨询，决定 IPT-SWISS 提名，以期在 2017 年初建立该小组。在之前 ICTSW 将一直运作。暂定于 2016 年第四季度举办 ICTSW 最后一次会议，会议将在考虑大会、执行理事会和 CBS-CAeM 咨询结果的基础上更新行动计划。

4.3 伙伴关系和用户参与

与 ISES 的伙伴关系

已通过函电往来与 ISES 共同准备工作安排，以将合作正式化。ISES 发起和促进了 WMO 空间天气活动。通过该项安排，ISES 和 WMO 声明密切合作的意图，以推动改善和协调 WMO 会员和 ISES 中心提供的运行性空间天气服务。

值得一提的是，ISES 和 WMO 将：

- 不断向对方通报涉及共同利益的所有工作计划、活动和出版物；

- 促进空间天气服务的规范化，尤其针对用以支持 ICAO 的服务（通过 CAeM 的适当机构提供），并促进发展最佳实践，如应急预警实践；
- 促进业务性空间天气监视、资料管理、产品生成和发布的标准化，酌情借鉴相关国际标准，如 WMO 和/或 ICSU 标准；
- 提高公众对空间天气及其影响的认识，支持对空间天气极端事件的准备；
- 对当前服务和空间天气服务的需求进行联合调查；
- 促进空间天气科学知识转变为可以提供给社会的业务服务。

ISES 和 WMO 将通过联合技术会议和研讨会，以及协调一致的沟通和宣传行动开展这些活动。ISES 和 WMO 的代表将受邀分别参与（无投票权）WMO 执行理事会或 ISES 年度会议的讨论，也可酌情参与探讨共同利益问题的工作组。

其他伙伴和用户组织

WMO 和 ISES 将支持联合空间天气服务提供机构、伙伴和关键用户的倡议：如，ITU、GNSS 国际委员会（ICG）⁸，或北美电力可靠性公司（NERC）。主要伙伴或重要潜在或实际用户群体的代表也可受邀以准会员的身份参与 IPT-SWISS。

就 ITU 而言，应阐明，关系是两面的：

- 由于电离层的空间天气干扰影响无线电通信和无线电导航中的无线电波的传播，ITU-R/SG-3⁹ 可能是这些用户群体的代理；
- 由于空间天气监视部分依赖于被动或主动的空基或地基对微波频段的测量（这可能需要频率分配和保护），空间天气界的利益作为无线电频率协调讨论的一部分必须在 ITU-R/SG-7¹⁰ 得到代表。WMO 参与的讨论由 CBS 无线电频率协调领导小组（SG-RFC）牵头。2015 年 11 月，世界无线电通信大会（WRC）通过了关于频谱需求和空间天气传感器保护的决议 657，为未来 WRC 会议就空间天气频率要求的讨论设置了未来方向，以对无线电规则施以适当的确认和保护，而不对现有服务附加限制。

4.4 资源和效益

该行动计划是当前 ICTSW 实施活动的延续，但必要时须进行重大拓展，从“示范阶段”转变为切实实施，从而在几个应用领域实现有实际效益的突破。

资源

会员通过其空间天气专家以及秘书处给予支持下参与，最好提供一名全职人员，这些条件对计划成功至关重要。鉴于秘书处人力资源紧缺，使用从会员借调的专家和外部咨询可以实现最低程度的支持。照此假设，每年花费在当前四年计划活动上的资金估计为 24 万瑞郎。

表 1：每年用以支持计划所需资源的临时估算

支出类型	年成本
------	-----

⁸ GNSS 国际委员会：<http://www.oosa.unvienna.org/oosa/fr/SAP/gnss/icg.html>

⁹ ITU-无线电-通信部门无线电传播第 3 学习组

¹⁰ ITU-无线电-通信部门科学服务第 7 学习组

	(瑞郎)
合格专家每年参与 IPT-SWISS 和相关工作组的一次会议	60 000
IPT-SWISS 会员参与 WMO 技术委员会相关机构	30 000
与外部伙伴联络	20 000
沟通行动, 制定或翻译培训材料	20 000
一次研讨会	50 000
为支持秘书处的借调人员提供的咨询和财务支持	60 000
总计	240 000

根据第十七财期常规预算计划推算, 常规预算 (WMO 空间计划, 还可能加上航空气象学计划) 中分配给空间天气活动的非人力资源仍然很少, 需要利用以下预算外资源:

- 会员的实物出资 (如, 翻译培训材料, 人员借调或参与会议但 WMO 不提供经费);
- 活动合办 (如 COSPAR 支持的培训研讨会);
- 如 EC-66 中所述, 自愿向空间天气信托基金捐款。

表 2: 资源细分 (暂定)

年度资源清单 (暂定)	(瑞郎)
常规预算 (WMO 空间计划)	20 000
实物捐赠	30 000
活动合办	30 000
自愿向空间天气信托基金捐款	160 000
总计	240 000

表 2 是暂定的年度资源细分。预计运行国家空间天气计划的 WMO 会员将首先倾向于给空间天气信托基金捐款, 鉴于通过资料交换、最佳实践分享和行动优化来利用国内活动可以给各会员带来效益, 这些效益可能远远大于各会员的捐款价值。

效益

该活动计划实施后, 观测更精确, 可靠性更大, 给用户提供的预报和预警更加准确及时, 因此会给会员带来巨大效益。一旦空间天气服务达到成熟阶段, 就可以给信息提供者带来收益 (如, 针对

ICAO 所需服务的成本回收机制、给电网、电信或 GNSS 运营者的警报服务)。来自 WMO 空间天气活动的潜在效益已在 2008¹¹年完成的报告中说明。

5 结论

ICTSW 在第十六财期 (2012-2015) 取得的早期成就证明了可以从 WMO 参与空间天气中受益的活动领域广阔, 并展示了 WMO 在该领域有能力取得突破, 在国际空间天气界中的作用得到了认可。鉴于航空业对空间天气服务提出了新需求, 其他部门的需求也不断增长, 因此建议 WMO 在第十七财期 (2016-2019) 及以后能更直接地参与, 以便为全球性的可靠空间天气服务能力搭建可持续的基础。

当前计划确认了一系列高优先级的活动, 这些活动在四年的时间框架内被认为是十分必要、切实可行的, 将带来清晰、实际的交付成果。其他可取的行动也得以确认, 如果时间和资源允许, 也会开展。此外, 建议那些目前在该领域最先进的 WMO 会员通过专家在技术上参与计划, 并通过向空间天气信托基金捐献适当款项在经济上参与计划, 领导计划的实施, 从而向其他可能不熟悉空间天气的会员展示该活动的效益。

计划的活动与 WMO 第十七财务期的一些战略重点相一致。

¹¹ [WMO 在空间天气中的潜在作用, WMO, SP-5, TD-1482, 2008](#)

附录 1: 空间天气领域的主要国际倡议

下文简要介绍一些全球倡议和区域倡议。全球倡议分别关注业务问题 (ISES、CGMS、ICAO/IAVWOPSG)、政策 (COPUOS)、研究和教育 (COSPAR、ILWS、ISWI、SCOSTEP)。

ISES

ISES 始建于 1962 年, 是一个全球空间天气服务提供机构的协作网络。其宗旨是改善并协调业务性空间天气服务。ISES 会员贡献资料和预报, 并提供广泛的服务, 包括: 太阳、磁层和电离层状况的预报、预警和警报; 空间环境资料; 以客户为本的事件分析; 太阳活动周期的长期预测。ISES 目前包括 16 个区域预警中心, 4 个副预警中心和一个协作专家中心。ISES 是国际科学理事会世界数据系统 (ICSU-WDS) 的一个网络会员, 并与 WMO 密切合作。

CGMS

气象卫星协调组织 (CGMS) 是卫星运行者的技术协调机构, 主要关注天气和气候卫星计划以响应 WMO 需求。2014 年, CGMS 决定把与空间天气监控有关的目标纳入其多年高级别重点计划, 并同意 CGMS 空间天气活动的职责范围。预计 CGMS 将很快扩大活动范围, 进行空间天气变量的空基观测。

ICAO METP

国际民用航空组织 (ICAO) 正通过其 MET 专家组 (METP) 气象信息与服务开发工作组 (MISD) 应对空间天气问题。MISD 正在开发《运行概念》, 并咨询 WMO 以确定业务空间天气服务的需求, 旨在将这些服务纳入 ICAO 公约附录 3 的修订案中。2014 年 7 月的 WMO/CAeM-Met 联合专业会议确认了这一目标, 并认为一些问题需要进一步考虑, 包括作用定义、需求、能力、全球和区域预报中心总数、指定过程、治理、成本回收原则、能力标准和授权时限。

COPUOS

自 2013 年起, 联合国大会的和平利用外层空间委员会 (COPUOS) 已经开始在科学和技术次委员会 (STSC) 中研讨空间天气问题, 以空间资产和活动的长期可持续性为背景。委员会呼吁加强国际协调, 监测空间环境, 并支持 WMO 采取的初始行动。2015 年建立了空间天气专家组。

研究和教育: COSPAR、ILWS、ISWI、SCOSTEP

国际科学理事会 (ICSU) 的空间研究委员会 (COSPAR) 有一个常设的空间天气专家组。与 ILWS (简介见下) 合作, 委员会在 2014 年制定了路线图, 旨在改善对空间天气过程的理解, 支持空间天气服务¹²的发展。路线图建议的行动涉及: (i) 保持现有基本能力; (ii) 发展建模能力、研究或资料基础设施; (iii) 部署新的或额外的仪器。路线图认可了 WMO 空间天气活动。

此外, 2012 年 WMO 和 COSPAR 签署了《谅解备忘录》, 以在 WMO-CGMS 卫星气象学教育和培训虚拟实验室 (VLab) 和 COSPAR 之间建立培训和能力建设的伙伴关系。COSPAR 在该框架下资助发展中国家的空间天气培训事件。

国际与日共存计划 (ILWS) 旨在促进空间研究, 理解日-地系统作为一个整体的管理过程。

¹² 理解空间天气以保护社会: COSPAR 和 ILWS 制定的 2015-2025 全球路线图, Schrijver, C. 等, 《空间研究进展》55(2015), pp.2745-2807。

国际空间天气倡议 (ISWI) 由 COPUOS 发起, 旨在形成对近地空间天气的科学理解。ISWI 正向全球分配地基监测仪器, 主办研讨会和培训班, 并促进联合研究。

ICSU 的 *日地物理学科学委员会 (SCOSTEP)* 管理国际跨学科科学计划, 促进日地物理学发展。

还有一些参与特定领域的科学组织, 如国际无线电科学联盟 (URSI)¹³, 国际天文联合会 (IAU)¹⁴ 或国际地磁学和高空大气学协会 (IAGA)¹⁵。

区域倡议

欧盟通过 COST 行动框架 (欧洲科学与技术合作)¹⁶ 和第七框架计划 (FP7) 支持了一些空间天气相关的项目。这促成了一些空间天气资料服务机构的建立, 如 SEPserver¹⁷、ESPAS¹⁸、HELIO¹⁹ 和 AFFECTS²⁰。

欧洲太空总署 (ESA) 于 2009 年发起了空间态势感知 (SSA) 可选计划, 有 14 个会员国参与²¹。该计划有三大要素, 其中一个致力于空间天气, 并旨在欧洲实施空间天气监测和信息服务, 以支持航天器运行及其他应用。

亚洲-大洋洲空间天气联盟 (AOSWA) 目前包括 13 个国家的组织。联盟建于 2010 年, 旨在鼓励亚洲-大洋洲区域内与空间天气相关或对空间天气感兴趣的机构互相合作、信息共享。

¹³ 国际无线电科学联盟: <http://www.ursi.org/en/home.asp>

¹⁴ 国际天文联合会: <http://www.iau.org>

¹⁵ 国际地磁学和高空大气学协会: <http://www.iugg.org/IAGA/>

¹⁶ COST 724 于 2003-2007, COST ES0803 于 2008-2012。

¹⁷ <http://www.sepsserver.eu/sepsserver/>. 该服务器包含太阳高能粒子事件的数据。

¹⁸ <http://www.espas-fp7.eu/>. 促进电子科学的近地空间资料基础设施。

¹⁹ <http://www.helio-vo.eu/>. 太阳物理学综合实验室。

²⁰ <http://www.affects-fp7.eu/>. 确保太空通信的高级预报。

²¹ ESA/SSA 参与国家包括: 奥地利、比利时、捷克共和国、丹麦、芬兰、德国意大利、卢森堡、挪威、波兰、罗马尼亚、瑞典、瑞士和英国。

附录 2: IPT-SWISS 职责范围草案

范围

空间天气信息、系统和服务跨计划小组 (IPT-SWISS) 的职责是协调 WMO 计划内的空间天气活动, 保持与代表机构及其相关子机构的联系, 维系与伙伴组织的联络, 并向 WMO 会员提供指导。IPT-SWISS 在基本系统委员会 (CBS) 和航空气象学委员会 (CAeM) 下建立, 这两个机构将通过其主席以相互磋商的方式开展联合监督。

主要任务

- (a) 通过审议空基和地基观测需求、协调空基传感器规格和空间天气监视监控计划来整合空间天气监视;
- (b) 通过 WMO 信息系统 (WIS) 使空间天气资料交换和交付标准化并强化;
- (c) 与航空业和其他应用部门协调制定 SPW 最佳实践, 以便用于最终产品和服务, 包括质量保障指导方针和应急预警程序等;
- (d) 鼓励研究性和业务性空间天气群体之间的对话;
- (e) 组织面向 WMO 会员和空间天气潜在用户的能力建设、培训和宣传活动;
- (f) 给 WMO 会员和空间天气相关计划提供指导, 并采取 CBS 和 CAeM 要求的适当行动。

组成

IPT-SWISS 的组成人员是: 相关技术委员会提名的成员、区协提名的联络人、以及包括 ISES 代表、其他伙伴或主要应用领域用户在内的准会员。

IPT-SWISS 会员应来自多个领域, 拥有必须的专业技能来解决 WMO 内部的空间天气问题, 并帮助 WMO 技术委员会相关专家组或其他小组, 包括: 基本系统委员会 (CBS)²²; 航空气象学委员会 (CAeM)²³; 仪器和观测方法委员会 (CIMO); 大气科学委员会 (CAS)。

IPT-SWISS 将在特定时间范围内酌情组建临时特设小组, 关注需要特定领域知识的专题。

²² 如以下几方面的跨计划专家组: 观测系统设计和演进 (IPET-OSDE)、WIGOS 框架实施 (IPET-WIFI)、资料表示维护监控 (IPET-DRMM)、元数据和资料表示发展 (ET-MDRD), 或无线电频率协调指导小组 (SG-RFC)。

²³ 如以下几方面的专家组: 航空、科学和气候 (ET-ASC)、航空业信息和服务 (ET-ISA)、教育、培训和能力 (ET-ETC)。