



Distr.: General
24 November 2022
Chinese
Original: English

和平利用外层空间委员会

联合国/阿塞拜疆“国际空间天气举措：太阳、空间天气和地圈” 讲习班的报告

(2022年10月31日至11月4日，巴库)

一. 导言

1. 空间天气本质上是一个国际问题。太阳风暴和磁暴同时影响到地球大片区域，赤道电离层扰动在世界各地经常发生。因此，联合国应当为各国的利益而推动改进空间天气的建模和预测。
2. 国际空间天气举措于2009年启动，在世界许多国家发展了日地关系和空间天气科学学科的研究能力。该举措搭建了一个采用自下而上办法的平台，以建立空间天气知情社区，特别是在发展中国家，使这些社区能够形成网络开展合作，以分享想法、信息和数据，并制定联合项目。
3. 虽然和平利用外层空间委员会科学和技术小组委员会于2012年正式结束了题为“国际空间天气举措”的议程项目，但该举措的活动在题为“空间天气”的议程项目下继续进行（见 [A/AC.105/1001](#)，第226段）。
4. 该举措继续扩大现有的仪器阵列并开发新阵列。目前全世界有19个仪器阵列，部署了近1,045个此类仪器，记录从日冕物质抛射到电离层总电子含量变化等日地相互作用数据。该举措的网站见 www.iswi-secretariat.org。
5. 该举措使科学家能够利用全球导航卫星系统数据进行空间天气研究。这些数据使来自不同学科（如地震学、电离层和大气层）的科学家聚集在一起，在空间天气领域开展工作，并使得将日地关系的基本物理学应用于日常生活成为可能，这对决策者来说非常重要。
6. 该举措由一个指导委员会管理，该委员会每年在科学和技术小组委员会届会间隙举行一次会议。指导委员会会议的与会者讨论各仪器阵列的运行和协调



状况、空间天气数据分析以及该举措的活动。国家协调员和仪器操作员提交的年度报告将在会议上介绍，并在举措的通讯中发表。

7. 联合国/阿塞拜疆“国际空间天气举措：太阳、空间天气和地圈”讲习班旨在审查该举措的仪器阵列的运行结果，并讨论继续开展空间天气研究和教育活动的手段。讲习班由外层空间事务厅和巴库国立大学代表阿塞拜疆政府联合举办，由全球导航卫星系统国际委员会协办和共同赞助。讲习班由巴库国立大学主办，于2022年10月31日至11月4日在巴库以混合形式举行。

8. 本报告介绍了讲习班的背景、目标和日程安排，并总结了参与者提出的意见和建议。编写本报告是为了提交给将于2023年举行的和平利用外层空间委员会第六十六届会议及科学和技术小组委员会第六十届会议。

A. 背景和目标

9. 国际空间天气举措包括三个要素：(a)运行和部署空间天气仪器的仪器阵列方案；(b)使用举措数据来开发预测模型的数据协调和分析方案；(c)培训、教育和公共推介方案。

10. 随着科学界和社会日益认识到空间天气对全球经济基础设施的影响，该举措下的研究工作必须在全球范围内协调一致，因为此类工作最终将有助于更好地了解太阳状况以及太阳风、磁层、电离层和热层的状况，它们可能影响空间和地面技术系统的性能和可靠性并可能危及人类生命和健康。

11. 全球导航卫星系统国际委员会在该举措的工作中发挥了重要作用，因为全球导航卫星系统接收器被用于更好地了解极端空间天气和日地相互作用在地球大气层中造成的动态过程以及这些过程对卫星的影响。

12. 根据科学和技术小组委员会对题为“空间天气”的议程项目的审议情况（见A/AC.105/1258，第158至172段），讲习班的目的是：(a)提高会员国对空间天气影响的认识；(b)重点部署新仪器，特别是在发展中国家；(c)讨论分析空间天气数据的方法；(d)注重新的研究成果和发现；(e)鼓励加强合作，发展仪器提供方和仪器管理方之间的伙伴关系。讲习班上的讨论还与《2030年可持续发展议程》和可持续发展目标4、9和17相关联。

B. 日程安排

13. 在讲习班开幕式上致欢迎辞的有：巴库国立大学校长、阿塞拜疆科学和教育部长、阿塞拜疆青年和体育部副部长、阿塞拜疆航天局“Azercosmos”理事会主席、沙马基天体物理观测站站长、一名马里兰大学名誉教授、美国国家航空航天局（美国宇航局）代表。外层空间事务厅和全球导航卫星系统国际委员会执行秘书处的代表致开幕词。马里兰大学名誉教授和美国宇航局代表作了主旨发言。

14. 讲习班日程安排包括八场技术会议以及关于意见和建议的讨论，最后由共同组织方致闭幕词。在技术会议上共作了57次专题介绍，涉及以下领域的专题：(a)空间天气仪器和数据；(b)空间天气建模；(c)空间天气研究；(d)太阳物理

学；(e)磁层—电离层—热层耦合；(f)空间天气效应；(g)国家和区域空间天气方案；(h)空间天气案例研究、推广和教育。

15. 每一场技术会议都重点讨论了专题介绍中提出的关键挑战和问题。在闭幕会议上总结和介绍了讨论结果，最后交换了意见并通过了结论和建议。

16. 还为讲习班参与者组织了一次内容丰富的 Azercosmos 技术参观。

17. 日程安排由外层空间事务厅和巴库国立大学与科学组织委员会合作制定。为每场技术会议指定的主席和报告员均提供了评论意见和说明，作为编写本报告的参考资料。

18. 关于讲习班上所作的专题介绍、所提交论文的摘要、讲习班的日程安排和背景材料均可查阅外层空间事务厅网站 (www.unoosa.org)。

C. 出席情况

19. 来自所有经济区域的发展中国家和工业化国家的科学家、工程师和教育工作者应外层空间事务厅和巴库国立大学的邀请参加了讲习班并为之作出贡献。参与者的甄选依据的是他们的科学、工程和教育背景及其在执行国际空间天气举措发挥主导作用的方案和项目方面的经验。

20. 联合国、阿塞拜疆政府和全球导航卫星系统国际委员会提供了资金，用于支付来自 23 个国家的 25 名参与者的旅费、住宿费和其他费用。共有 281 名专家应邀出席了讲习班。

21. 下列 65 个会员国派代表到现场或在线上参加了讲习班：阿尔及利亚、奥地利、阿塞拜疆、巴林、孟加拉国、比利时、巴西、布基纳法索、喀麦隆、智利、中国、哥伦比亚、刚果、科特迪瓦、克罗地亚、刚果民主共和国、埃及、爱沙尼亚、埃塞俄比亚、加蓬、德国、加纳、几内亚、海地、印度、印度尼西亚、伊朗伊斯兰共和国、伊拉克、意大利、日本、哈萨克斯坦、肯尼亚、科威特、老挝人民民主共和国、拉脱维亚、黎巴嫩、马来西亚、马耳他、墨西哥、蒙古、摩洛哥、缅甸、尼泊尔、尼日利亚、巴基斯坦、秘鲁、菲律宾、波兰、大韩民国、俄罗斯联邦、塞内加尔、塞尔维亚、斯洛伐克、索马里、西班牙、斯里兰卡、苏丹、塔吉克斯坦、土耳其、乌干达、大不列颠及北爱尔兰联合王国、美利坚合众国、委内瑞拉玻利瓦尔共和国、也门和赞比亚。外层空间事务厅的代表也出席了讲习班。

二. 意见和建议

22. 参与者表示，空间天气研究活动是实施旨在保护地球免受空间所造成危险的更广泛措施方案的第一步。讲习班讨论了应对潜在威胁的手段，包括应对极端空间天气事件以及天体超级耀斑和小行星撞击等发生概率很低、但一旦发生将产生严重后果的事件。

23. 参与者注意到，航天器出现异常的频率通常在近地空间发生太阳高能粒子事件或太阳风暴突然开始后几天达到峰值。在这两种情况下，空间环境中的高能质子和电子与航天器部件发生相互作用，造成部件退化或损失。

24. 参与者还注意到，耀斑和日冕物质抛射等太阳活动产生的现象可能对地球环境产生严重影响。在对造成射电暴的日冕物质抛射和高能电子的研究中，利用无线电干涉仪、低频阵列和天基无线电接收器进行的联合观测提供了关于耀斑特征各个方面的广泛信息，并有助于估计这类耀斑对地球的影响。有人强调，对太阳的微波观测仍然是太阳射电天文学和太阳物理学最重要的趋势之一。参与者了解了文茨皮尔斯国际射电天文学中心的 RT-32 射电望远镜对太阳进行的光谱偏振观测。还向其展示了利用大气天气观测、建模和教育电磁系统的甚低频接收器对电离层 D 区扰动进行的研究的结果。

25. 参与者认识到，空间天气预报是一个复杂的问题，涉及对从日冕到地球大气层的太阳等离子体建模。因此，需要日冕、日光层、电离层和磁层模型来模拟从太阳到地球的能量转移。为了在一个虚拟的交互式空间天气建模平台上汇集和连接所有这些模型，正在建设虚拟空间天气建模中心，该中心将汇集 19 个独立的模型。参与者注意到利用称作 Icarus 的新日光层模型对日冕物质抛射事件进行的建模，以及利用“气象学、电离层和气候星座观测系统”的卫星对非洲上空总电子含量进行的建模。

26. 参与者还注意到不太复杂但速度较快的模型，如欧洲日光层预报信息资产和称为 COCONUT 的三维日冕磁流体动力学模型，这些模型被业务型空间天气服务用来预报太阳风和日冕物质抛射在内日光层的传播及其向地球传播的可能性。另据指出，已对 Gorgon 磁流体动力学模型做了调整，以比实时更快的速度模拟全球磁层，使太阳风的建模和测量能够产生对地磁条件的连续预测。

27. 参与者了解了 NeQuick2 电离层电子密度模型，该模型是为跨电离层传播应用而设计的，以重现电离层的中值行为（“气候”），并估计当前条件（“天气”）下电离层的三维电子密度。NeQuick2 的网络模型网站见 <https://t-ict4d.ictp.it/nequick2/nequick-2-web-model>。

28. 参与者还了解了为填补空间天气数据缺口而开发的阿拉斯加和加拿大极光天气监测仪空间网络的情况。该网络是一个传感器网络，提供实时和过往的全球导航卫星系统总电子含量、差分总电子含量和闪烁数据产品。所有数据都输入 Madrigal 数据库，并可用于近实时处理。参与者注意到，全世界约有 6,000 个全球导航卫星系统双频接收器制作了垂直总电子含量图。从 2000 年起总电子含量的数据可在线上获取，过去三年还提供了一种新产品——视线总电子含量数据文件。这些数据文件每 30 秒提供每颗卫星、每台接收器的总电子含量。Madrigal 数据库的网站见 <http://cedar.openmadrigal.org>。

29. 参与者注意到，旨在监测日地系统的地面和空间仪器产生了大量数据。除了提高计算能力外，这些数据集还用于制作预测模型和空间天气产品。他们注意到，机器学习方法可用于确定函数，以近似模拟空间天气过程并预测其在地球磁场和电离层中的表现形式。

30. 他们注意到，关于空间天气研究的应用，技术系统和现代文明的活动可能会受到不断变化的空间天气条件的影响。对从太阳和太阳大气层的动力学到地球周围空间的粒子和磁场等一切事物的研究有助于增进对驱动空间环境的物理过程的了解，这反过来又有助于对这一复杂系统建立更好的模拟和预测模型，

并最终给技术提供更好的保护，以及就空间天气活动增加所造成的危害向航天器运营方提供预警。

31. 参与者认识到，空间天气研究得益于以下方面的有效国际协调与合作：分享和使用现有观测资料；评估空间天气预报和分析的能力；推进知识、理论和建模；将研究进展应用于与空间天气有关的应用。

32. 参与者了解到有这样一项研究，即关于第 21 至 24 个太阳周期（1976 年至 2019 年）每月耀斑指数和若干地磁活动参数（如简单全球地磁活动指数和扰动风暴时间指数）的时间和周期变化的研究。研究结果表明，所有参数都与为期 11 年的太阳活动周期高度相关，耀斑指数变化是地磁活动的主要驱动因素之一。

33. 参与者还了解了一些罕见的事件，如著名的 1859 年卡林顿事件，以及假设的超级耀斑，这些耀斑往往发生在具有巨大黑子面积（比最大的太阳黑子面积还要大一个数量级）的类太阳恒星中。

34. 参与者注意到，根据已知情况，日冕和太阳风中的等离子体在磁场中呈现出各种结构，这表明单一湍流可能在这些区域发挥作用。他们注意到，目前正在开展一个关于传播横波的新型三维数值模拟的研究项目，以更好地了解湍流的物理性质，并将利用相关观测数据对结果进行验证。

35. 参与者认识到，大规模恒星磁场形成的机制已大体上得到理解，包括太阳为期 11 年的可变周期。然而，流体力学螺旋度和磁螺旋度的平衡及其沿光谱的输运仍有待研究。在这方面，有参与者认为，柱壳法可用于今后研究沿光谱的小规模能量输运，并解决大规模恒星发电机过程的稳定问题。

36. 参与者注意到在全球导航卫星系统国际委员会框架内开展的活动。他们注意到，委员会各工作组正在审议空间天气现象所涉具有挑战性的方面、其对全球导航卫星系统用户的影响、这些影响的可变性以及可能减轻其影响的行动。讲习班重点介绍了信息传播和能力建设工作组及其使用低成本全球导航卫星系统接收器系统进行空间天气监测项目小组的活动。参与者注意到，该项目将开发原型系统，以探索使用低成本接收器系统进行空间天气监测的可能性。

37. 参与者还注意到，项目小组今后工作的三大领域包括：(a)探索可用于计算总电子含量相关参数的低成本全球导航卫星系统接收器；(b)探索哪些软件可用于处理来自低成本全球导航卫星系统接收器的数据，以便计算总电子含量；(c)设计一个低成本全球导航卫星系统接收器原型，用于与空间天气有关的应用。有参与者强调，项目小组向所有致力于积极参与其活动的个人和团体开放。一些讲习班参与者表示有兴趣为这些努力作出贡献。

38. 参与者注意到，使用了各种各样的仪器和传感技术来调查从太阳表面附近到电离层最低层的各区域。一些参与者表示，今后的讲习班似宜列入关于空间天气事件的更多案例研究。

39. 有意见认为，今后举办国际空间天气举措讲习班之前，应组织一些实际操作讲习班，提供与空间天气有关的具体学科的辅导材料和练习。讲习班还强调了为不断学习和可持续保持核心能力而进行后续培训的重要性。

40. 参与者建议，应继续向希望参与空间天气相关科学和教育的国家提供能力建设和技术指导。技术人员和工程师还需要更加详细地了解空间天气观测所涉及的地面站和仪器。有意见认为，应在联合国内部进一步拓宽与能力建设实体和活动继续建立伙伴关系的机会。

41. 据指出，国际空间天气举措的活动还与联合国附属各区域空间科学和技术教育中心以及全球导航卫星系统国际委员会的全球导航卫星系统应用方案进行了协调。

42. 参与者获悉，《太阳与地圈》期刊将于 2022 年底前出版一期关于太阳对磁层、电离层和大气层影响的专刊并邀请参与者向该期刊提交他们在空间天气和日地物理学方面的研究成果。

43. 参与者对联合国、阿塞拜疆政府、巴库国立大学和共同赞助方表示赞赏，感谢它们为讲习班提供了实质内容和出色的组织安排，从而使讲习班得以圆满结束。
