

IAEA BULLETIN

国际原子能机构通报

国际原子能机构旗舰出版物 | 2025年4月 | www.iaea.org/bulletin

核数据 建模未来

利用大数据预防大流行病：“人畜共患疾病综合行动”呼吸系统疾病表型观测站，第6页

国际原子能机构数据库：海量核知识触手可及，第14页

清洁能源转型规划：构建爱沙尼亚的可持续未来路径，第24页



《国际原子能机构通报》

主办单位

国际原子能机构

新闻和宣传办公室

地址: 维也纳国际中心

PO Box 100, 1400 Vienna, Austria

电话: (43-1) 2600-0

电子信箱: iaebulletin@iaea.org

编辑: Kirstie Gregorich Hansen

执行编辑: Mary Albon

设计制作: Ritu Kenn

《国际原子能机构通报》联合国所有语文版本

可在线获取, 请访问以下网址:

www.iaea.org/bulletin

《国际原子能机构通报》所载的原子能机构资料摘录可在别处自由使用, 但使用时必须注明出处。非原子能机构工作人员的作品, 必须征得作者或创作单位许可方能翻印, 用于评论目的的除外。

《国际原子能机构通报》任何署名文章中表达的观点不一定代表原子能机构的观点, 原子能机构不对其承担责任。

封面照片来源: AdobeStock

请关注我们



IAEA

原子用于
和平与发展

国际原子能机构(原子能机构)的使命是防止核武器扩散和
帮助所有国家特别是发展中国家从核科学技术的和平、安全和可
靠利用中受益。

原子能机构于1957年作为联合国下的一个自治机构成立, 是
联合国系统内唯一拥有核技术专门知识的组织。原子能机构独
特的专业实验室帮助向原子能机构成员国传播人体健康、粮食、
水、工业和环境等领域的知识和专门技术。

原子能机构还作为加强核安保的全球平台。原子能机构编
制了有关核安保的国际协商一致导则出版物《核安保丛书》。原
子能机构的工作还侧重于助力最大限度地减少核材料和其他放
射性物质落入恐怖分子和犯罪分子手中或核设施遭受恶意行为
的风险。

原子能机构安全标准提供确保核安全的基本安全原则、要
求和建议, 并反映国际社会就构成保护人和环境免受电离辐射有
害影响所需的高度安全达成的协商一致。这些原子能机构安全
标准的制定针对服务于和平目的的各类核设施和核活动, 以及旨
在减少现有辐射风险的防护行动。

原子能机构还通过其视察体系核查成员国根据《不扩散核
武器条约》以及其他防扩散协定履行其将核材料和核设施仅用
于和平目的的承诺情况。

原子能机构的工作具有多面性, 涉及国家、地区和国际各
个层面的广泛伙伴的参与。原子能机构的计划和预算通过其决
策机关——由35名理事组成的理事会和由所有成员国组成的大
会——的决定来制订。

原子能机构总部设在维也纳国际中心。外地办事处和联络
处设在日内瓦、纽约、东京和多伦多。原子能机构在摩纳哥、塞伯
斯多夫和维也纳运营着科学实验室。此外, 原子能机构还向设在
意大利的里雅斯特的阿布杜斯·萨拉姆国际理论物理中心提供
支持和资金。

核数据：赋能人类智慧，驱动全球进步

文/国际原子能机构总干事拉斐尔·马里亚诺·格罗西

从干涸的田野到融化的冰川，原子能机构的科学家和专家们正在收集、分析和分享数据，以促进和平、安全和可持续发展。

数据有助于我们确定当今世界面临的重大挑战的根源，并制定有效的解决方案。在核领域，数据对于研发和决策至关重要。数据不仅能拓展我们的知识，而且使我们能够衡量影响、监测进展，并确定成功的战略和技术。通过收集和共享数据，原子能机构促进开展国际合作和做出基于事实的决策，从而让每个人都受益。

本期《国际原子能机构通报》（《通报》）展示了数据如何支持原子能机构在我们所活跃的许多领域开展工作——从健康和营养到农业和环境，从能源到核安全和核安保，同时重点介绍了支持世界各地科学家和决策者工作的各种原子能机构数据库。

本期《通报》充满了引人入胜的故事。我们的工作从微观到宏观，从在南极洲的冰天雪地里手工采集样品，到利用人工智能和机器学习来分析“大数据”。

在这些篇章中，您会了解到一位玻利维亚科学家长途跋涉六天，在尼泊尔的一座冰川上安装技术设备，使当地科学家得以收集冰川融化数据，并监测其对该国土壤和水资源的潜在影响。您还会了解到原子能机构的一个数据库如何帮助德国安保官员保护主办2024年欧洲足球锦标赛的十个德国城市的体育场馆。

数据是循证方法的基础，各国依靠原子能机构的数据、分析工具和支持进行规划。例如，马拉维受益于原

子能机构的数据和分析以及“希望之光”倡议的支持，规划并建设了首个公立癌症治疗中心。爱沙尼亚利用原子能机构的能源系统分析工具开发了促进实现净零排放的模型。

数据对于科学发现至关重要。为了推动聚变能源从实验到商业化的进展，原子能机构收集并分享从聚变过程科学到电厂设计和运行等所有研发阶段的数据。

本期《国际原子能机构通报》还重点介绍了人工智能和机器学习如何加强研究和分析，从而拓展知识并加速进步。例如，原子能机构的“人畜共患疾病综合行动”旗舰倡议将利用人工智能和机器学习来识别从动物传播到人类的人畜共患呼吸系统疾病的模式，以检测可能引发大流行病的新变种的出现。

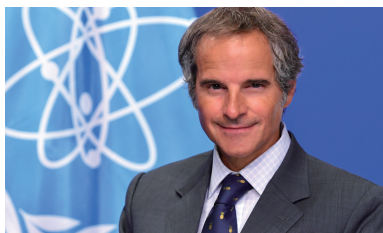
人工智能正迅速成为科学和工业的重要工具，核工业也不例外。事实上，随着人工智能在我们生活中变得越来越重要，核电可能会发挥重要作用。2022年，为人工智能提供动力的数据中心的全球用电量达到了约4600亿千瓦时，这一数量大约相当于法国一年的用电量。今年12月，原子能机构将召开一次国际专题研讨会，探讨核能如何帮助满足数据中心不断增长的电力需求，以及人工智能如何为核电行业提供支持。

数据是一种至关重要的资源，因为它们能激发创造力。通过促进数据收集和使用方面的国际合作，原子能机构正在助力拓展知识，这些知识能够帮助我们应对共同的挑战，并为所有人建设更美好的未来。



“通过收集和共享数据，原子能机构促进开展国际合作和做出基于事实的决策，从而让每个人都受益。”

——国际原子能机构总干事
拉斐尔·马里亚诺·格罗西



1 核数据：赋能人类智慧，驱动全球进步



4 从安第斯山到喜马拉雅山 洞悉冰川消退对土壤和水资源的影响



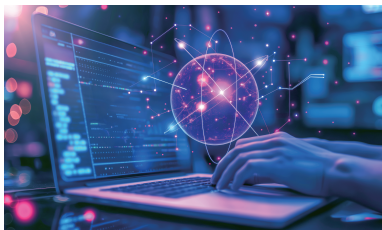
6 利用大数据预防大流行病 “人畜共患疾病综合行动”呼吸系统疾病表型观测站



8 数据收集助力马拉维首个公立放射治疗中心建成



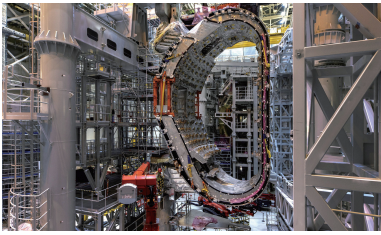
10 追踪冰中的微塑料 科学家在南极收集数据，关乎海洋健康



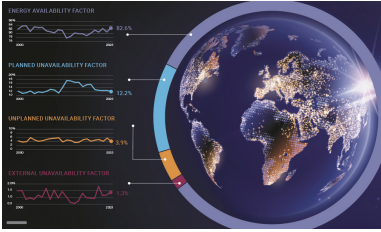
14 国际原子能机构数据库 海量核知识触手可及



18 了解放射性排放 科学家利用国际原子能机构数据库改善环境监测



20 解锁清洁能源
推进聚变研究与发展



22 以数据赋能发展
国际原子能机构动力堆信息系统



24 清洁能源转型规划
构建爱沙尼亚的可持续未来路径



26 支撑核安保的数据
国际原子能机构的事件和贩卖数据库



28 国际原子能机构核贸易分析师日常工作的一天

国际原子能机构最新动态

30 新闻
32 出版物

从安第斯山到喜马拉雅山 洞悉冰川消退对土壤和水资源的影响

文/ Emma Midgley

历经六天的长途跋涉，玻利维亚科学家Edson Ramírez穿越冰封的喜马拉雅山，终于在11月下旬抵达尼泊尔的亚拉冰川，成功安装了一台宇宙射线中子传感器。传感器一经安装完毕，便即刻通过卫星传输信息，提供冰川积雪的实时精准数据。

在梵语中，“喜马拉雅”寓意“雪之居所”。然而，随着全球变暖的加剧，这片位于中亚的广袤山脉上的冰川，正以前所未有的速度融化、萎缩、崩塌，乃至消失。

宇宙射线中子传感器的工作原理是测量土壤表层附近及大面积区域内的中子数量，使科学家能够精准测定积雪和土壤的湿度。这些数据可用来显示冰川积累的雪量是否足以度过气温较高的月份，或者湿地是否面临干涸。原子能机构通过粮农组织/原子能机构粮农核技术联合中心开展的创新研发活动，为这些中子传感器的开发提供了支持，助力科学家借助这一工具完善与气候有关的应急准备工作。

在亚拉冰川上安装宇宙射线中子传感器之前，尼泊尔的科学家主要依靠每月或每年的测量数据来了解冰川的变化情况。如今，他们能够定期获得积雪变化的最新信息。这些数据的定期稳定提供，能够为制定战略和政策提供重要依据，有助于尼泊尔应对未来可能出现的缺水问题。

Ramírez是玻利维亚圣安德烈斯高等大学的冰川学家，他曾通过原子能机构技术合作项目接受宇宙射线中子传感器数据应用方面的培训。该培训项目是

原子能机构为期十年项目的一部分，旨在建设各国利用核技术评定冰川和极地地区气候变化影响的能力。“前往尼泊尔让我有机会与其他地区的科学家分享专门知识。”Ramírez表示，“宇宙射线中子传感器将有助于科学家更好地了解冰川随时间的变化情况，以及这种变化对土壤和水资源的潜在影响。”

冰雪的不断消融给尼泊尔带来了诸多严重后果。数百万人的生活依赖冰川融水或积雪融水。一旦这些水源干涸，整个村庄就会被遗弃。随着冰川的逐渐消失，土壤也有可能变得不稳定，引发水土流失和山体滑坡，导致土地无法耕种。

在前往尼泊尔之前，Ramírez与原子能机构合作，在玻利维亚海拔4500米的华伊纳·波托西山山顶安装了世界上海拔最高的宇宙射线中子传感器，用于测量积雪量及其水当量。当地社区同样因冰川消融面临水资源短缺的困境。在同一流域，安装的另一台宇宙射线中子传感器正在监测高海拔湿地的土壤湿度。这些流域是重要的碳储存库，在缓解区域水资源供应方面发挥着关键作用，因此特别容易受到气候变化的影响。

原子能机构的专家在山区以及诸如南极洲和北极等极地地区开展工作，并培训当地科学家利用同位素分析技术及其他辅助方法来重建几千年来气候的历史变化对这些地区的影响。化学和同位素“指纹”能够揭示冰川融化对土壤运动和质量的影响，帮助各国提前做好应对准备。



历经六天的长途跋涉，科学家终于在尼泊尔的亚拉冰川完成宇宙射线中子传感器组装。

（图/玻利维亚圣安德烈斯高等大学Edson Ramírez）

“我们必须通过研究历史规律，了解气候变化的驱动因素及其对土壤和水资源的影响。”粮农组织/原子能机构联合中心水土管理和作物营养处处长Gerd Dercon指出，“气候变化是否会引发加速全球变暖的反馈循环，例如，冰雪覆盖减少导致地表反射率降低？通过研究过去，我们可以更好地了解未来。”

原子能机构正在实施一系列与极地和山区气候变化有关的项目。迄今为止，原子能机构已培训了来自14个国家的科学家。由这些科学家和原子能机构专家组成的团队参与了全球15次科学考察。从南极洲的乔治王岛到北极的挪威斯瓦尔巴群岛，从安第斯山脉到青藏高原东部，这些培训和考察活动是南南合作和三角合作行动的典范，也是技合计

划的重要实施成果。

这些考察活动的一项重要成果是建立了一个国际监测网络，该网络借助由原子能机构主办的电子学习平台，实现数据存储、共享以及可视化教育和培训功能。该网络揭示了此前未知的土壤有机碳和沉积物再分布过程，加深了人们对全球冰冻圈受气候变化影响的认识。

全球约有20亿人——占世界总人口的四分之一，生活在依赖冰川和季节性融雪供水的地区。气候变化已对水和粮食安全产生影响，可能威胁到世界上一些最脆弱的生态系统，并凸显了准确、实时数据对于帮助世界适应地球变暖带来的生活变化的重要性。

“宇宙射线中子传感器将有助于科学家更好地了解冰川随时间的变化情况，以及这种变化对土壤和水资源的潜在影响。”

—玻利维亚圣安德烈斯高等大学的冰川学家Edson Ramírez与尼泊尔亚拉冰川上新安装的宇宙射线中子传感器。

(图/尼泊尔特里布文大学)



利用大数据预防大流行病

“人畜共患疾病综合行动” 呼吸系统疾病表型观测站

文/ Enrique Estrada Lobato Mary Albon

“人畜共患疾病综合行动”呼吸系统疾病表型观测站将利用放射组学，这是一种从医学影像研究中提取大规模影像数据（或称大数据）的方法。



扫码了解更多信息

每年约有26亿人受到源于动物的疾病（即人畜共患疾病）的影响。为了预防大流行病，在疫情爆发之前或早期阶段检测和识别这些人畜共患疾病至关重要。

作为2020年发起的原子能机构“人畜共患疾病综合行动”（ZODIAC）倡议的一部分，“人畜共患疾病综合行动”呼吸系统疾病表型观测站（ZODIAC观测站）将创建一个安全的医学影像存储库，以促进全球在疾病模式大规模数据分析方面的合作，从而能够早期发现可能引发大流行病的人畜共患疾病。

该观测站将利用人工智能，包括机器学习和深度学习技术，识别中东呼吸综合征（MERS）、严重急性呼吸综合征（SARS）、2019冠状病毒病（COVID-19）和肺炎等呼吸系统疾病的模式，并检测新变种的出现。

“原子能机构的ZODIAC观测站将在识别全球新传染病的出现、监测其传播以及促进用于治疗支持的人工智能模

型的快速开发方面发挥重要作用。”该项目的核心实验室之一，维也纳医科大学计算成像研究实验室主任Georg Langs教授表示，“由于与全球各地的研究机构合作，该观测站将能够分析比以往研究规模更大、人口构成更多样化的呼吸系统疾病数据。”

医学成像与大数据

医学成像在诊断和监测传染病方面起着至关重要的作用。然而，由于影像的复杂性，对其进行分析具有挑战性。

ZODIAC观测站将利用影像组学技术，这是一种从医学成像研究中提取大规模成像数据或大数据的方法。影像组学技术利用数据表征算法来识别疾病特征，从而提高诊断准确性并帮助制定个性化治疗计划。

人工智能能够在海量数据中识别疾病模式和异常情况，与影像组学技术形成互补。这些技术还可用于识别新出现疾病的模式，有助于预防新型疾病爆发并演变成大流行病。

维也纳医科大学的Georg Langs教授展示如何利用人工智能算法分析肺部计算机断层扫描图像。



（图/维也纳医科大学）



墨西哥国家癌症研究所的年轻医师在对一名2019冠状病毒病患者进行计算机断层扫描研究时分析不同的放射模式。

(图/墨西哥国家癌症研究所)

ZODIAC呼吸系统疾病表型观测站

在前两年，该观测站将创建一个医学影像存储库，并利用其开发和验证用于分析影像数据的算法。它将对全球20家研究机构开展的相关研究进行评估，并使研究小组能够研究和开发新型人工智能方法。观测站基于人工智能的新发疾病监测系统将自动运行，当算法检测到新的疾病模式时，就会触发警报。该系统能够快速比较和评估新输入的数据，从而识别出可能发展成流行病的新发疾病，确保及时做出响应。

观测站还将分析新发传染性呼吸系统疾病的人口统计学特征。通过识别疾病特征和医学成像中的具体表现，观测站能够依据年龄、性别、种族、民族、地理区域以及既往病史等因素，帮助找出疾病并发症发展过程中的任何临床差异。

ZODIAC观测站是通过原子能机构的一个协调研究项目建立起来的，得到了众多合作伙伴的支持，这些合作伙伴在各自的专业领域提供资源和工具。

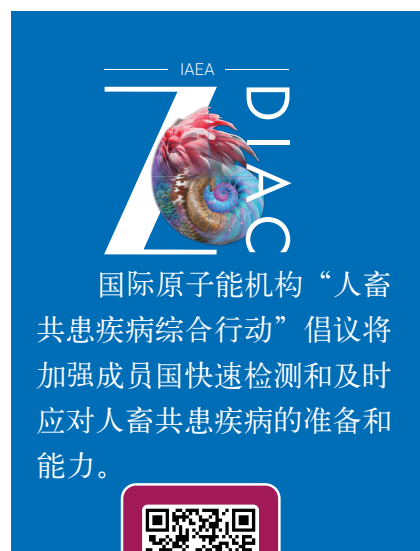
亚马逊网络服务公司是该项目的主要支持者之一，它授予了其“大挑

战”项目一笔拨款，用于搭建云服务器以支持该观测站。

“我们认为这是一项重要的预防投资，有助于保护全球人类健康。”亚马逊云科技高级解决方案架构师Chris Russ表示，“通过利用云技术，原子能机构的ZODIAC观测站可以实时发现新出现的大流行病，并提醒各国政府采取行动。”

除了亚马逊云科技的贡献外，观测站还得到了其他实物支持，包括拉德堡德大学医学中心提供的数据库管理和组件，弗劳恩霍夫数字医学研究所提供的后端管理和网络接口，康泰科流有限公司支持的用于识别疾病模式的人工智能开发，以及维也纳医科大学提供的科学和医学专业知识。参与该项目的研究机构包括19个国家的医院。该项目还得到了大韩民国的支持。

“ZODIAC观测站具有全球视野，因此我们依赖于与世界各地的科研和产业合作伙伴的合作和支持。”原子能机构副总干事兼核科学和应用部部长纳贾特·莫克塔表示，“通过合作，共享数据和专业知



国际原子能机构“人畜共患疾病综合行动”倡议将加强成员国快速检测和及时应对人畜共患疾病的准备和能力。



扫码了解更多信息

数据收集助力马拉维首个公立放射治疗中心建成

文/ Ellen Swabey-Van de Borne Felix Omanja Wanjala

马拉维正在对位于利隆圭的新公立放射治疗中心进行最后的收尾工作，准备在国内首次开展癌症患者的诊断和治疗服务。

“这个治疗中心的启用，标志着我国医疗事业新时代的开端。”马拉维卫生部规划（卫生基础设施管理）副主任Sanderson Kuyeli表示，“今后，我们无需再将癌症患者送往国外，而是可以在这里、让他们在家人的陪伴下接受治疗。”

新的放射治疗中心预计今年年底投入使用，该中心以循证医学方法为指导，并获得了原子能机构的专门知识和支持。

马拉维能够取得这一里程碑式的

成就，很大程度上利益于其严谨的数据收集工作、卫生部的持续努力，以及原子能机构及其合作伙伴的支持。该国基于循证的方法，成功制定了战略性资金方案，并因此在2018年从欧佩克国际开发基金获得贷款。

“这一切始于2012年的一次‘治疗癌症行动计划’综合评定工作组评审访问。”原子能机构非洲司司长Shaukat Abdulrazak表示，“这是首次实情调查工作组访问，由原子能机构、世界卫生组织和国际癌症研究机构联合开展，为马拉维提供了基线情况分析，并提出了一系列建议，以指导从预防到姑息治疗等全方位的癌症防治规划和投资。”

放射治疗中心名录

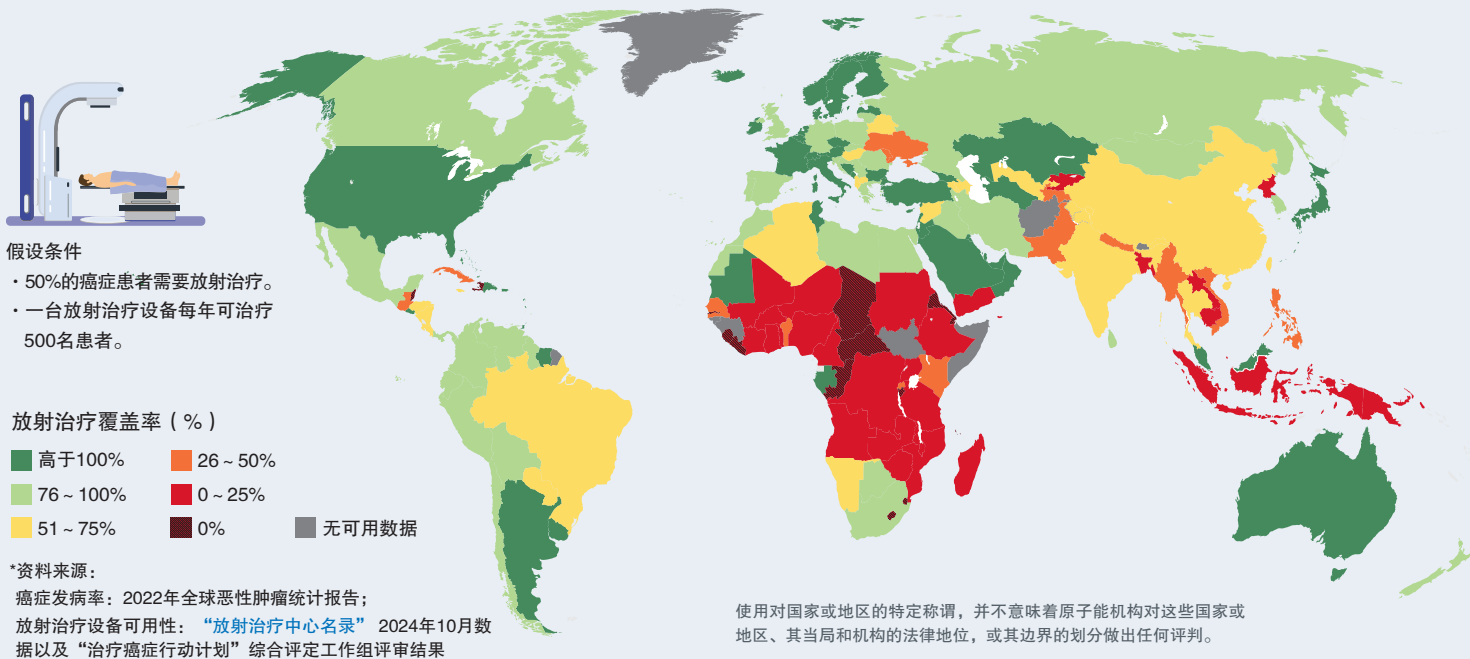
是世界上最全面的放射治疗资源数据库。



扫码了解更多信息

全球放射治疗可及性

每癌症患者群体的放射治疗设备可用性*





马拉维的新设施设有：

- 4 个放射治疗室
- 2 个近距离治疗室
- 2 台直线加速器
- 1 台钴-60设备
- 1 台计算机断层扫描模拟器
- 1 套近距离治疗设备

(图/利隆圭卡马祖中央医院M. Kumwembe)

“65年多来，我们的人体健康专家通过‘放射治疗中心名录’收集了放射治疗使用情况的数据。他们还帮助各国建立和提升利用电离辐射的能力，以安全有效地应对紧迫的健康挑战。”原子能机构人体健康司司长May Abdel-Wahab表示，“原子能机构对马拉维的广泛支持，是我们的专家凭借专门知识提供有效支助的生动例证。目前，这种援助正在通过‘希望之光’项目持续开展，‘希望之光’是原子能机构在全球范围内扩大癌症护理可及性的倡议。”

根据收集到的数据，原子能机构人体健康计划为放射治疗中心的建设提供了全面的技术支持，涵盖从屏蔽室设计到设备规格制定、采购以及与供应商协调等各个环节，以确保设施及时安装和调试完成。

马拉维的新设施设有四个放射治疗室和两个近距离治疗室，投入运行后，将配备两台直线加速器、一台钴-60设备、一台计算机断层扫描模拟器和一套近距离治疗设备。原子能机构还为20多名专业医务人员以及负责新放射治疗设施检查和许可工作的原子能管理局人员提供了培训。

“我们见证了原子能机构在核相关领域培训年轻科学家、提供专家服务和采购放射治疗设备方面所做的努

力。”马拉维卫生部长Khumbize Kandodo Chiponda在2023年原子能机构第六十七届大会上表示，“作为一个国家，我们很高兴很快就能在马拉维为癌症患者提供治疗服务。”

原子能机构治疗癌症行动计划司司长Lisa Stevens指出：“原子能机构帮助其成员国全面了解本国的癌症防治能力和需求。”例如，原子能机构利用“放射治疗中心名录”和其他来源的数据绘制而成的全球放射治疗可及性分布图，将每个国家放射治疗设备的可及性与放射治疗需求进行比较，而所有成年癌症患者中有一半需要放射治疗。

Stevens还表示：“此类工具提醒我们，癌症护理的可及性存在不平等现象，中低收入国家的患者受到的影响比世界其他地区更为显著。”

“放射治疗中心名录”是世界上最全面的放射治疗资源数据库，支持各国做出循证决策，以改善癌症护理的可及性。该数据库可用于评估现有放射治疗基础设施、规划新建肿瘤放射治疗中心，以及分析放射治疗服务的绩效和质量。所有形式的癌症防治数据都是在“治疗癌症行动计划”综合评定工作组评审期间收集的，为“希望之光”倡议及其缩小全球癌症护理差距的努力提供了重要见解。

如需了解更多

IAEA
RAYs OF HOPE
CANCER CARE FOR ALL

原子能机构“希望之光”倡议的信息，或探索与原子能机构的合作机会，请扫描下方二维码：



追踪冰中的微塑料

科学家在南极收集数据，关乎海洋健康

文/ Wolfgang Picot

传 奇的极地探险家Robert Falcon Scott 1911年1月在南极探险途中于日记里写道：“我无法用言语描述展现在我们眼前那壮丽全景带来的震撼。”2024年1月，冒险前往这个第七大陆的原子能机构专家Marc Metian、François Oberhaensli 和 Carlos Alonso也有同感。Metian说：“冰山、变幻莫测的天气、野生动物——在这个极端的环境中，所有这些元素相互交融，实在令人惊叹。”

一个多世纪前，Falcon Scott面对的是一片未被人类涉足的净土。如今，全球污染甚至波及到地球上最偏远的地区，南极洲也不例外。为了更深入地了解海洋污染问题，科学家们开始了原子能机构前往南极洲的首次研究考察，调查这片白色大陆及其周边地区微塑料的存在情况。此次行程由阿根廷南极研究所组织，专家们从位于摩纳哥的原子能机构海洋环境实验室

的工作地出发，跋涉约1.5万公里。

“微塑料是大小在1微米到5毫米之间的颗粒。大多数研究都是针对较大的碎片进行的，而我们关注的是极小的材料，从20微米开始。”Oberhaensli解释说，他强调了这次任务在前所未有的尺度上检测污染的独特方法。

科学家们乘坐直升机、军用货机和破冰船，在22个不同地点采集样品。这些样品涵盖海水、沉积物、企鹅粪便和海洋生物等。

采集样品并非易事。科学家们冒着时速高达160公里的狂风，在低至零下25摄氏度的环境中工作。虽然这些条件对研究人员来说极具挑战性，但他们周围的野生动物似乎并不畏惧。

“我们的其中一站是埃斯佩兰萨基地，它位于一个企鹅聚居地中间。”Oberhaensli回忆道，“一开门，就能看到企鹅在注视着你。一场冰暴让我们几乎寸步难行，而企鹅们却若无其事地

如今，全球污染甚至波及到地球上最偏远的地区，南极洲也不例外。



穿梭往来，捕鱼、喂养幼崽。真是不可思议。”

针对全球最紧迫问题之一开展研究与能力建设

此次南极之行是原子能机构“核技术用于控制塑料污染”（NUTEC Plastics）旗舰倡议的一部分。海洋监测是该倡议的核心内容，因为大量塑料垃圾最终会进入海洋。“核技术用于控制塑料污染”倡议还与各国合作，通过开发创新技术提高塑料回收利用率，从源头上解决塑料污染问题。

“核技术用于控制塑料污染”倡议为世界各地的实验室提供海洋采样设备，并培训科学家使用这些设备，以此支持海洋研究。该倡议促进海洋微塑料污染数据的共享，以及利用核技术和同位素技术进行数据收集和分析的最佳实践交流。

作为阿根廷一个技术合作项目的一部分，此次南极考察也是一次能力建设任务。原子能机构的科学家对阿根廷研究人员进行了培训，分享了用于微塑料分析的核技术和同位素技术。Alonso强调：“我们的主要目标之一是知识传播。”他指出，阿根廷

和其他国家的研究团队今后将通过“核技术用于控制塑料污染”倡议获得同样的先进设备。

继原子能机构总干事拉斐尔·马利亚诺·格罗西2022年访问阿根廷之后，原子能机构一直通过人员培训、提供分析设备以及在原子能机构海洋环境实验室提供技术合作进修等方式，支持阿根廷南极研究所的科学家持续开展海洋环境污染研究。

“原子能机构的支持对阿根廷的科学发展非常重要。”阿根廷国家科学和技术研究委员会的Frank Sznaider表示，“他们利用阿根廷目前尚未广泛应用的核衍生技术分析多种不同样品，让我们对微塑料对我国和我们的南极基地周围海洋环境的影响有了更深入的了解。”Sznaider希望这次联合研究能成为双方持续合作的开端，进而提升阿根廷的科研能力。他还提到：“毫无疑问，我们掌握的全球数据越多，尤其是像南极海域这样偏远和敏感地区的数据，就能越有效地管理和应对这类污染。”

核技术在微塑料研究中发挥着关键作用。分析如此微小的颗粒在技术上颇具挑战，而利用振动光谱分析

IAEA
NUTEC
PLASTICS

“核技术用于控制塑料污染”倡议促进海洋微塑料污染数据的共享，以及利用核技术和同位素技术进行数据收集和分析的最佳实践交流。



扫码了解更多信息

国际原子能机构的科学家将塑料暴露在南极海水中，以评估其降解速率和模式。

（图/阿根廷南极研究所）



Metian、Oberhaensli 和 Alonso在阿根廷埃斯佩兰萨研究站。（图/国际原子能机构）



Metian 和 Oberhaensli在阿根廷卡利尼研究站附近采集南极海滩沙子样品。（图/阿根廷南极研究所）



等技术，科学家能够确定不同类型塑料的特征，并有可能追溯其来源。这些信息对于制定有针对性的污染缓解策略至关重要。Oberhaensli解释说：“通过识别聚合物类型，我们就能找到污染的源头。例如，聚对苯二甲酸乙二酯（PET）常用于水瓶等包装材料，而聚酰胺可能来自服装纤维。”

原子能机构的研究人员得到了南极国际科学家团体的大力支持。在这个人类活动对于无垠的冰雪海洋而言微不足道且天气变幻莫测的地方，人们相互依靠、彼此支持。

Metian说：“这次考察得到了阿根廷的大力支持。我们还访问了智利和乌拉圭的基地，遇到了来自世界各地的极地科学家，每到一处都受到热烈欢迎。”

虽小却意义重大：初步研究结果

回到摩纳哥后，Oberhaensli、Metian 和 Alonso利用核技术和辐射技术，通过一个复杂的流程溶解蛤蜊、鱼类、企鹅粪便及其他样品，该过程不会对微塑料造成影响。这使他们能够识别所发现微塑料的类型和来源，这些信息对于制定全球有效的污染控制

政策至关重要。

初步研究结果令人震惊：分析的每个样品中都含有微塑料，包括聚四氟乙烯（PTFE）、聚氯乙烯（PVC）、聚丙烯和聚对苯二甲酸乙二酯。这些发现表明，塑料污染已遍布全球，即使是曾经被认为纯净无污染的环境也未能幸免。

或许最重要的是，这项研究凸显了微塑料对环境的潜在风险。如此微小的颗粒能够穿透生物体膜，可能会对生物造成影响，而这种影响目前还没有被完全理解。Oberhaensli指出：“微塑料的尺寸极小，这意味着它们能够以较大塑料无法实现的方式进入生物体。”

这些数据将通过多个渠道共享，包括联合国环境规划署和全球塑料污染和海洋垃圾伙伴关系。这将确保研究成果有助于加深全球对海洋塑料污染的认识。

随着原子能机构不断推广“核技术用于控制塑料污染”倡议，此次南极任务成为监测和应对全球塑料污染的关键一步。这项研究不仅提供了科学见解，也有力地提醒人们，人类活动甚至对地球上最偏远的地区也产生了影响。

（图/国际原子能机构）



国际原子能机构数据库

海量核知识触手可及

数据支撑着原子能机构从农业和环境到健康和营养、能源、核安全和核安保等领域的工作。以下是原子能机构的一些数据库，它们为全球各地的决策者、科学家及其他专家的工作提供着支持。



农业和环境

■ 全球降水同位素网

全球降水同位素网（GNIP）成立于1960年，为科学家提供世界各地水样来源的详细信息，帮助他们更好地了解全球和当地的水循环。通过全球降水同位素网，科学家们能够研究降水模式如何变化、不同的降雨事件如何补给到地下水系统以及不断变化的全球降雨模式如何影响当地水资源。这反过来又有助于决策者更有效地管理水资源。



了解GNIP更多信息

■ 粮农组织/原子能机构突变品种数据库

更强壮、更健康且更具适应力的作物能够加强粮食安全并推动发展。植物突变育种是一种环保的育种方法，它利用辐射加速自然发生的遗传变异过程，以培育出产量更高、种植时间更短、对病虫害和气候变化抵抗力更强的植物品种。粮农组织/原子能机构突变品种数据库记录了从棉花到玉米、番茄和大豆等基本作物的新品种，以及其他200多种作物。该数据库目前包括来自78个国家的3400多个品种。



了解突变作物育种更多信息





健康和营养

母乳摄入数据库

根据世界卫生组织的说法，婴儿在出生后的头六个月纯母乳喂养有益于最佳成长、发育和健康。原子能机构的母乳摄入数据库包含使用非侵入性同位素技术测量母乳喂养婴儿吃奶量的研究数据。该数据库旨在通过整合和协调世界各地的研究，使研究人员能够发现有关母乳喂养实践的新见解，从而帮助推广母乳喂养。



了解更多信息

身体成分数据库

原子能机构的身体成分数据库旨在帮助各国制定更好的健康政策，以应对全球日益严峻的营养不良和肥胖问题挑战。该数据库汇集了利用核技术从所有地区和所有年龄组收集的关于人体脂肪和瘦组织比例的数据。这些数据将有助于加深对营养不良、肥胖以及影响身体成分的因素的理解，并为制定预防和管理营养策略提供支持。



了解更多信息

双标记水数据库

能量消耗测量用于确定一个人维持身体机能所需的卡路里数量。原子能机构的双标记水数据库收集了世界各地使用双标记水同位素技术进行的研究中的测量数据。双标记水同位素技术是一种非侵入性方法，是测量正常日常情况下能量消耗的黄金标准。该数据库是研究人员和决策者的有用资源，它帮助我们重新认识人体能量代谢，并使营养专家能够重新评估人体能量需求。



了解更多信息

医学成像和核医学全球资源数据库

医学成像和核医学对于癌症、心脏疾病、结核病等传染病以及更多病症的诊断和治疗至关重要。然而，在获取这些关键工具方面仍然存在巨大差距。医学成像和核医学全球资源数据库（IMAGINE）提供了190多个国家和地区的医学成像和核医学资源的详细信息。这些数据对于改善健康状况的战略规划至关重要，尤其是在中低收入国家。



了解IMAGINE及其他人体健康数据库更多信息



核知识世界

国际核信息系统（INIS）载有世界上最大的核科学技术安全、可靠及和平利用已出版信息数据库之一。

INIS包含常规与非常规文献的书目参考和全文知识产品，包括科技报告、会议记录、专利和学位论文。它涵盖了原子能机构活动的所有领域，包括核工程与技术、核安全和辐射防护、保障与不扩散、核技术和同位素技术的应用、核物理与高能物理、核与辐射化学、核技术的生命科学应用、核能和非核能能源的环境和经济方面以及法律方面。

INIS建立于1970年，由原子能机构与130多个国家合作运营。INIS通过原子能机构的技术合作项目以及涵盖INIS运营各个方面的电子学习课程和培训活动，协助成员国建设和扩大其核信息能力。



了解INIS更多信息



能源

先进反应堆信息系统

先进反应堆信息系统（ARIS）数据库为各国提供关于先进核动力堆设计和概念以及重要发展趋势的均衡、全面和最新信息。先进反应堆信息系统涵盖各种规模和类型的动力堆，包括仍在开发中的创新型反应堆概念。对于拥有核电计划的国家以及考虑建设首座核电厂的国家而言，它是一个宝贵的资源。



了解ARIS更多信息

研究堆数据库

全球正在运行的核反应堆中，超过三分之一是研究堆，这些反应堆产生的中子用于医学、工业和农业领域，并应用于研究、开发、教育和培训。原子能机构的研究堆数据库包含71个国家800多座研究堆的技术信息。



了解研究堆更多信息

世界铀钍矿床分布数据库

世界铀钍矿床分布（UDEPO）数据库包含有关全球铀钍矿床地质和技术特征及其地理分布的信息。世界铀钍矿床分布数据库有助于深入了解铀矿化情况，还可用于评估区域规模的资源潜力以及相关的建模和评估方法。用户包括学术和行业研究人员、政策制定者和决策者以及普通公众。



了解UDEPO更多信息



核安全和核安保

■ 辐射安全信息管理系统

原子能机构的辐射安全信息管理系统（RASIMS）为各国提供一个框架，用于收集、查看和分析有关其国家辐射安全、运输安全和废物安全基础结构状况的信息。它涵盖监管基础结构、职业辐射防护、医疗照射辐射防护、公众和环境辐射防护、辐射防护和安全教育和培训、运输安全等所有方面。



了解RASIMS如何支持放射性物质安全运输

■ 国际实物保护咨询服务良好实践数据库

国际实物保护咨询服务（IPPAS）协助各国加强其国家核安保制度、体系和措施。它侧重于对核材料及其他放射性物质、相关设施和活动的实物保护。根据过去30年中100多次国际实物保护咨询服务工作组访问的经验，国际实物保护咨询服务良好实践数据库目前包括530多条关于确保这些物质、设施和活动安全的良好实践。



了解国际实物保护咨询服务更多信息

■ 核装置事件报告系统

原子能机构管理着三个独立的核装置事件报告系统，以帮助提高核电厂、核燃料循环设施和研究堆的安全性。这些报告系统收集、分析、保存和传播参与国提交的关于核装置安全相关事件的报告。它们使参与者能够与国际核能界共享运行经验和教训，以便其他用户能够利用这些信息来提高其核装置的安全性。



从用户角度了解事件报告系统

了解放射性排放

科学家利用国际原子能机构数据库改善环境监测

文/ Jonah Helwig

DIRATA

载有所有地区核设施的数据

如了解更多信息，

请扫码



放射性核素是不稳定的化学元素，在衰变过程中会释放辐射，从而变得更加稳定。它们在自然界中每天都会发生，也可以通过人工合成。

在核电厂正常运行期间，极少量的放射性核素会排放到大气以及河流、湖泊和海洋等地表水体中。在核电厂运行前，人们会仔细确定将排放的辐射量。核设施排放的放射性核素的种类和数量取决于反应堆的设计，营运者被要求进行放射性环境影响评价，以证明排放所产生的剂量低于国际公认的每人每年1毫西弗（mSv）的安全限值，这一限值在原子能机构的安全标准中有明确规定。

实际上，公众因核电厂排放所受到的辐射照射量远低于这一水平。居

住在核电厂附近的人平均每年所受到的有效剂量约为0.0001毫西弗，仅为可接受安全限值的极小一部分。这相当于一个人吃一根香蕉所受到的辐射量，也远低于乘坐十小时飞机所受到的照射量。尽管如此，营运者和监管机构仍会在核电厂附近进行监测，以确保排放剂量保持在安全限值以下。西班牙的一个研究团队在科学、医学和工程学杂志《Heliyon》上发表了一项新研究，该研究旨在为监测机构和监管机构提供有关核电厂附近水质监测最佳实践的信息，重点关注用于灌溉等非人类消费用途的地下水中的放射性核素。

研究人员试图确定核电厂排放的常见放射性核素，并推荐实验室可用于筛选这些放射性核素的实用测试方法。由于他们需要大量有关环境排放的数据，因此他们依靠原子能机构的“放射性核素向大气和水环境排放数据库”（DIRATA），该数据库包含来自所有地区核设施的数据。

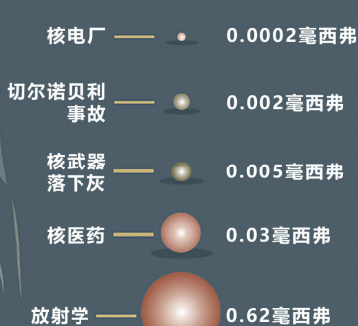
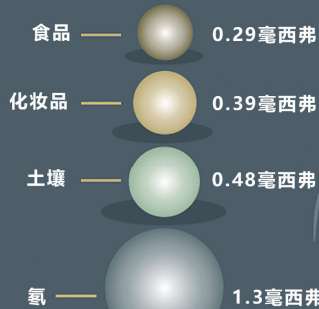
“我们选择‘放射性核素向大气和水环境排放数据库’，是因为其数据是最新的且可靠的。”此项研究的首席研究员、巴斯克大学能源工程助理教授Susana Petisco-Ferrero说道，“它还拥有来自世界各地的数据，这使我们能够通过整合来自北美、南美以及欧盟的数据，开展一项更具代表性的研究。”

每年，有25个国家（占拥有核电厂国家总数的73%）自愿提交排放数据，这些数据可通过“放射性核素向

按辐射源分列的平均公众照射量*

天然辐射源 | 2.4 毫西弗

人工辐射源 | 0.65 毫西弗



*全球人均年有效剂量的近似估计值。

（图表/联合国环境规划署）

大气和水环境排放数据库”门户网站获取。“放射性核素向大气和水环境排放数据库”为参与国提供了一个平台，便于透明地报告核设施和核活动正常运行期间排放的极少量放射性核素。该平台还收录了联合国原子辐射效应科学委员会、欧盟委员会以及其他国际和国家组织收集的历史排放记录。监管机构、核设施运营者和研究人员可以利用“放射性核素向大气和水环境排放数据库”中的数据来跟踪排放趋势并改善监测计划。

西班牙研究人员利用“放射性核素向大气和水环境排放数据库”数据库，编制了一份核电厂排放的常见放射性核素（例如氚和钙-41）的完整清单。他们提出了一些可行的方法来监测水中这些放射性核素的存在情况，这些方法无需专用设备，可在标准实验室中使用。他们的建议包括调整水样采集量和选择合适的光谱分析技术来测量水样中每种放射性核素的含量。他们还就如何完善核电厂周边地下水的监测指南提出了建议。

“西班牙研究人员的工作是一个很好的例子，展示了‘放射性核素向大气和水环境排放数据库’如何为科学研究提供信息，并帮助制定政策，以保护人类和环境免受电离辐射的有害影响。”原子能机构废物和环境安全处处长Anna Clark表示，“它是一个宝贵的工具，能够帮助世界各地的研究人员为构建更安全的未来做出贡献。”

解锁清洁能源 推进聚变研究与发展

文/Mary Albon

聚变是一种前景光明的清洁能源解决方案，因为这一过程不产生碳、具有固有安全，并且能提供源源不断、近乎无限的燃料。原子能机构从一开始就支持聚变的研究与发展，并于1961年组织了第一次国际聚变能源会议。最近，聚变研究取得的突破加速了公共和私营部门的开发进程。在这些进展的基础上，原子能机构促进国际合作与协调，以弥合聚变物理、技术和监管方面的差距。这包括收集和共享数据，以支持从聚变过程的科学原理到核电厂的设计和运行等聚变研究的所有阶段。

“聚变技术有潜力变革全球能源生产。”原子能机构核电司司长Aline des Cloizeaux说，“聚变能源与先进核裂变技术的部署将确保实现可持续的清洁能源转型。”

聚变研究与发展数据支持

聚变的燃料是轻同位素，这些轻同位素会形成等离子体——一种炽热的、带电的气体，具有与固体、液体和气体不同的独特性质。原子能机构的“碰撞数据库”（CollisionDB）专门用于记录原子和分子过程，它为推进等离子体运行场景和诊断研究提供支持，从而加深对等离子体碰撞过程的了解。

原子能机构的其他数据库有助于实验装置和未来聚变电厂的运行和优化。“等离子体与壁相互作用数据库”（pwiDB）包含与内壁表面相互作用的数据，而“级联碰撞分子动力学模拟数据库”（CascadesDB）和“辐射诱发缺陷计算数据库”（De-

FecTdb）则收集壁内过程的数据。“聚变编评数据库”（FENDL）存储了有关等离子体和材料的中子学方面重要核反应数据，这些数据对于安全和废物评估至关重要。

向实现净聚变能源迈进

世界各地的科学家和工程师不断开发和测试新材料，设计新技术，以产生净聚变能源。虽然实验通常能够达到非常接近聚变能源系统所需的条件，但仍需要改进，以维持反应并持续产生能量。公共和私营聚变组织正朝着这一目标迅速取得进展。

原子能机构的“聚变装置信息系统”（FusDIS）提供了全球范围内正在运行、建造或处于规划中的公共和私营聚变装置的总体概况、技术数据和统计信息。它为聚变能源战略和决策以及公私合作提供了有益的指导，并且是确定研究趋势的宝贵工具。

“聚变装置信息系统”可以在原子能机构聚变门户网站上找到，该网站是原子能机构聚变活动信息的资源中心。

原子能机构还在其CONNECT平台上开发FUSE系统，以在聚变电厂的设计、制造和建造期间为聚变技术的开发者提供帮助。它将包括一个关于聚变规范和标准的数据库，以及一个聚变技术和燃料循环数据库，其中包含正在开发的每个装置的信息和具体参数。FUSE系统将提高人们对聚变这一快速发展领域最新发展（如衍生技术）的认识。

利用人工智能解锁聚变潜能

“人工智能是解锁聚变全部潜能

促进聚变研发的 原子能机构数据库

扫码了解更多信息



■ CollisionDB
■ CascadesDB
■ DeFecTDB
■ pwiDB



■ FENDL



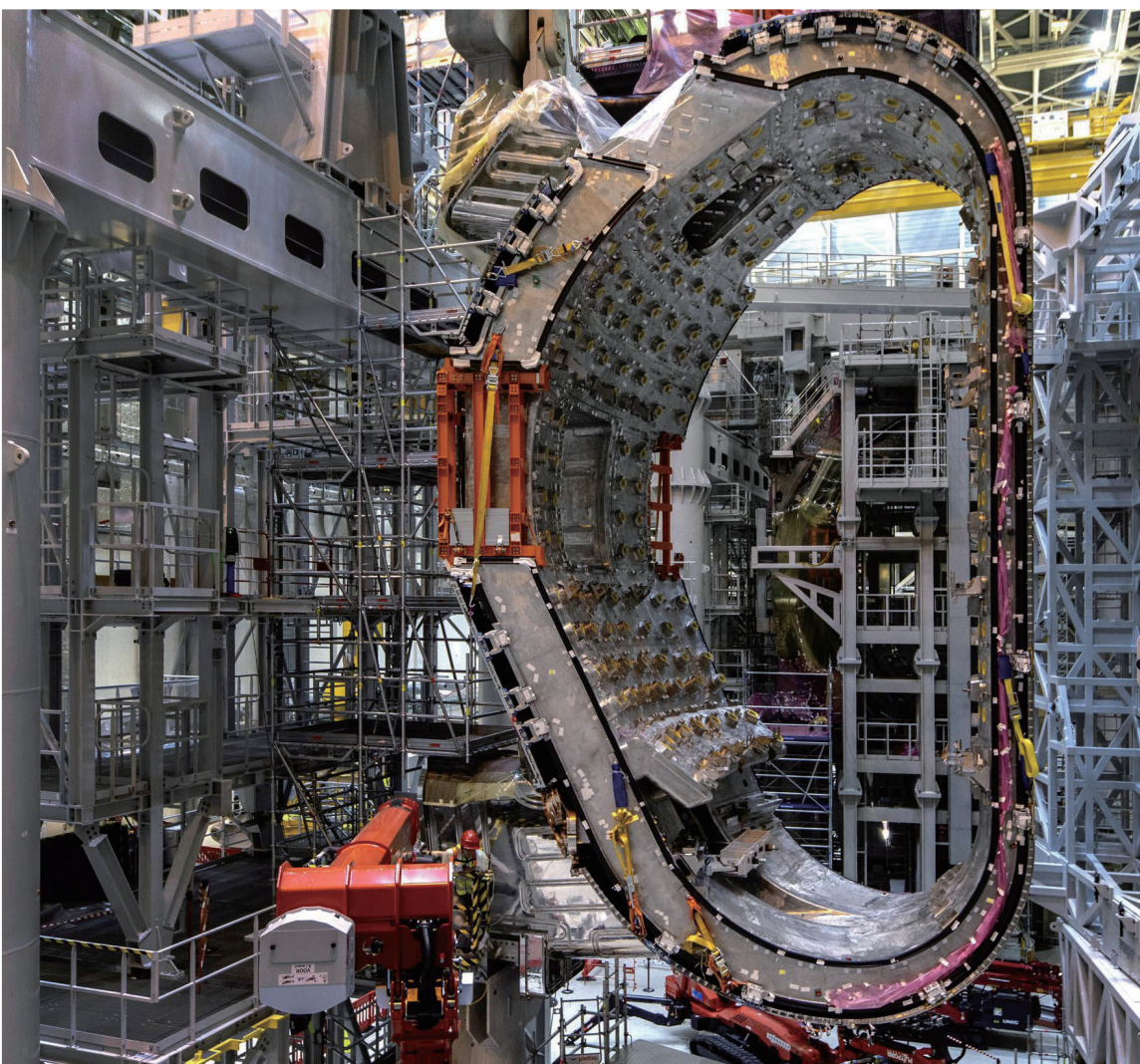
■ FusDIS



■ IAEA 聚变
门户网站



■ 人工智能用于
聚变(AI4F)



什么是聚变能？

聚变是两个轻原子核结合形成一个较重的原子核，同时释放出大量能量的过程。太阳和所有其他恒星都是通过类似的过程获得能量的。在地球上，实现聚变需要超过1亿摄氏度的高温，并且必须调节压力和磁力，以使这一过程维持足够长的时间来产生净能量。

(图/ITER组织)

2025年，国际热核聚变实验堆（ITER）装置的建设工作继续推进，该装置旨在证明聚变能够成为一种大规模、无碳的能源来源。

的新钥匙。它在管理聚变装置的整个工程过程以及分析这类设施将产生的海量科学工程数据方面具有潜在的重大优势。”国际热核聚变实验堆组织副总干事兼首席科学家Alain Becoulet表示，“为了实现这一潜能，我们需要以数十年来推动聚变研究的合作精神，建立专门的平台来管理聚变数据。这对于加速聚变能源的部署至关重要。”

原子能机构的一个协调研究项目“人工智能用于聚变”正是致力于此。“人工智能用于聚变”项目通过利用人工智能、机器学习和大数据技术，促进创新与合作，以推动聚变取

得突破性进展。来自四大洲11个国家的24家机构正在参与该项目。“人工智能和机器学习可以加速聚变研究，助力建成首座此类示范电厂。”麻省理工学院等离子体科学与聚变中心首席研究科学家兼团队负责人Cristina Rea表示，“原子能机构已成为这项使命的管理者。”

“利用聚变能源代表着科学与工程成就的巅峰。”原子能机构物理和化学科学司司长Tzanka Kokalova-Wheldon说，“原子能机构正在提供必要的数据库，利用前沿技术，以及促进伙伴关系，以帮助开发和扩大这一终极清洁能源的规模。”

以数据赋能发展

国际原子能机构动力堆信息系统

文/Marta Gospodarczyk

在过去的55年里，国际原子能机构的“动力堆信息系统”

(PRIS)一直在收集、管理和传播有关核动力堆的官方数据和统计信息，以确保成员国和行业利益相关者能够获取透明、可靠且易于获得的信息。该系统直接从38个国家的官方渠道进行标准化和持续的数据收集，这使得其成为核电运行国家、正在进行反应堆退役的国家、核电新兴国家以及国际组织和非政府组织的宝贵工具。

PRIS的数据被用于支持各种关键的运行任务以及对安全、可靠和稳定运行至关重要的定期审查。例如，芬兰核电力公司TVO利用PRIS报告来评估其反应堆的功率历史和运行经验，并根据评估结果编写报告，以帮助优化反应堆的效率。

国家核电概况于2010年创建，并在2023年进行了全面修订，它通过提供对一个国家核电基础设施、政策和长期发展战略的全面概述，对PRIS起到了补充作用。

PRIS统计实绩指标系统使用户能够评估核反应堆的效率、安全性和可靠性。它提供了用于进行全面趋势分析和基准比对的工具，以及有助于成员国优化反应堆实绩的统计见解。例如，关于非计划停堆的报告有助于找出设备故障等根本原因，使运营者能够相互借鉴经验。世界核电运营者协会(WANO)使用PRIS实绩指标进行基准比对，并与其运营者的信息报告进行常规比较，从而提高了PRIS和世界核电运营者协会实绩指标系统的数据质量。

支持核电运行、发展和转型

“随着各国越来越多地依靠核电来应对气候变化和能源安全挑战，PRIS和国家核电概况数据库在指导成员国的核能规划和计划监测方面发挥着关键作用。”原子能机构核电工程处处长Shin Whan Kim表示，“它们为成员国提供了从过去的部署、建设项目和运行经验中汲取宝贵经验教训的途径。”例如，负责匈牙利新核电厂机组筹备工作的波克什二期有限公司的专家们不仅报告他们自己建设项目的进展情况，而且使用PRIS中关于全球在建反应堆的数据。通过分析报告的建设进展以及从其他项目中汲取的经验教训，他们改进了规划，了解了潜在的挑战，并采用了最佳实践，最终提高了新机组建设和调试的效率，减少了不确定性。

“我们将PRIS数据库作为基准比对和实绩分析的重要工具。”波克什二期有限公司首席国际官Attila Hügyecz说道，“该数据库是我们致力于卓越运行和持续改进的重要资源。”

对于拥有成熟核电计划的国家来说，PRIS是优化电厂运行的重要工具。通过利用其实绩指标和基准数据，运营者可以了解如何提高效率、减少非计划停堆，并为未来的技术升级做好规划。例如，中国核电运行研究院利用PRIS获取全球实绩指标、可靠性趋势和运行基准，这有助于其开发和完善自身的实绩指标系统。

“中国核电运行研究院利用PRIS数据库开发了一个核电厂实绩分析工具平台，以帮助直观呈现反应堆数据

PRIS

对于核电运行和退役国家、核电启动国家以及国际组织和非政府组织来说是一个非常宝贵的工具。



扫码了解更多信息

并提高实绩。”中国核电运行研究院工程师陆竑旭说道，“我们还利用PRIS来支持我们更好地管理数据质量，并确保实绩分析工具平台的一致性。”随着反应堆的老化，PRIS有助于制定长期运行计划，或规划从运行到退役的过渡。目前，35%的在运核电厂（136.4吉瓦（电），168座反应堆）已运行了40多年。PRIS提供了关于停堆原因、退役策略、燃料管理和项目里程碑的数据，使各国能够制定从运行到退役的明智的计划。

PRIS的数据也被众多非政府组织和国际组织用于跟踪反应堆实绩、建设和退役状态，以及全球核电运行装机容量和趋势。例如，政府间气候变化专门委员会在2022年一份关于缓解气候变化的报告中引用了PRIS的数据，以支持其关于近年来核能发电量

增加的结论，并将核电认定为一种有助于减少排放的成熟技术。世界核协会利用PRIS数据库来填充其反应堆信息面板和信息库，并将其纳入关于反应堆性能、核供应链和核燃料的出版物中。

PRIS的未来

随着原子能机构继续加强PRIS，包括采用最先进的数据探索和可视化工具，用户将能够进行更深入的分析。通过利用最先进的分析技术，PRIS可以进一步支持各国在核电发展、运行安全和效率、长期运行和退役战略方面做出明智的决策。

通过不断发展和扩大其数据收集能力，PRIS确保成员国能够获取他们所需的关键信息，以确保核电厂的安全高效运行，并支持核电计划的发展。

2023年全球核电实绩

能量可利用因子



计划不可利用因子



计划外不可利用因子



外部不可利用因子



资料来源：国际原子能机构

清洁能源转型规划 构建爱沙尼亚的可持续未来路径

文/ Matt Fisher

根 据塔尔图大学研究人员开展的一项研究，爱沙尼亚可以通过以核电作为关键组成部分的多元化能源结构来实现其碳减排目标。这项分析利用原子能机构的能源建模工具进行，揭示了这个波罗的海国家未来清洁能源系统可能的模样，以及实现这一目标的不同路径所需的成本。爱沙尼亚希望在2050年前摆脱对油页岩的依赖，为此，原子能机构通过其“原子促进净零排放”倡议，为该项目提供了能力建设和技术指导方面的支持。

2023年底，爱沙尼亚核能工作组提交了一份报告，详细阐述了在充分规划、资金充足和公众认可的情况下，核电如何能够为实现爱沙尼亚减缓气候变化、保障能源安全和促进经济增长的目标做出贡献。2024年6月，爱沙尼亚议会在审议了这份报告后，批准了引入核电的筹备工作，并同意采取步骤建立管理核电使用的法律框架。

“原子促进净零排放”倡议帮助各国利用一套强大的分析工具，考虑核电在各种能源规划方案中的全部潜能。直到最近，核电在实现减缓气候变化目标方面的作用尚未在已发表的能源建模研究中得到广泛报道。然而，现在核电已被广泛认为是实现脱碳目标解决方案的一部分，感兴趣的

国家正致力于更好地了解核电如何助力其能源系统脱碳。

在这项研究中使用的工具是“能源供应战略替代方案及其一般环境影响模型”，该模型旨在进行中长期能源系统规划，能够对各种热力发电技术以及可再生能源、碳捕获和封存以及其他技术进行建模。“能源供应战略替代方案及其一般环境影响模型”使用一种算法来展示如何以最低成本实现既定目标。爱沙尼亚的这项研究纳入了与投资、运营、燃料、能源进口和碳排放限制相关的成本，从而提供了能源系统的整体视角。

“这项研究表明，如果核工业能够证明投资成本和建设进度能够保持在预计范围内，那么对爱沙尼亚来说，核电是一个具有竞争力的选择。”原子能机构能源系统分析师Mario Tot表示，“假设爱沙尼亚继续走脱碳道路，并考虑到我们的分析范围，这项研究说明从长远来看，核电能够提供与可再生能源相似的结果。”

这项研究同时使用了开源数据和爱沙尼亚政府出版物的数据，重点关注两种供电方案：一种是“参考”方案，仅基于爱沙尼亚目前使用的风能和生物质能等可再生能源的扩张；另一种是“核电”方案，包括部署两台

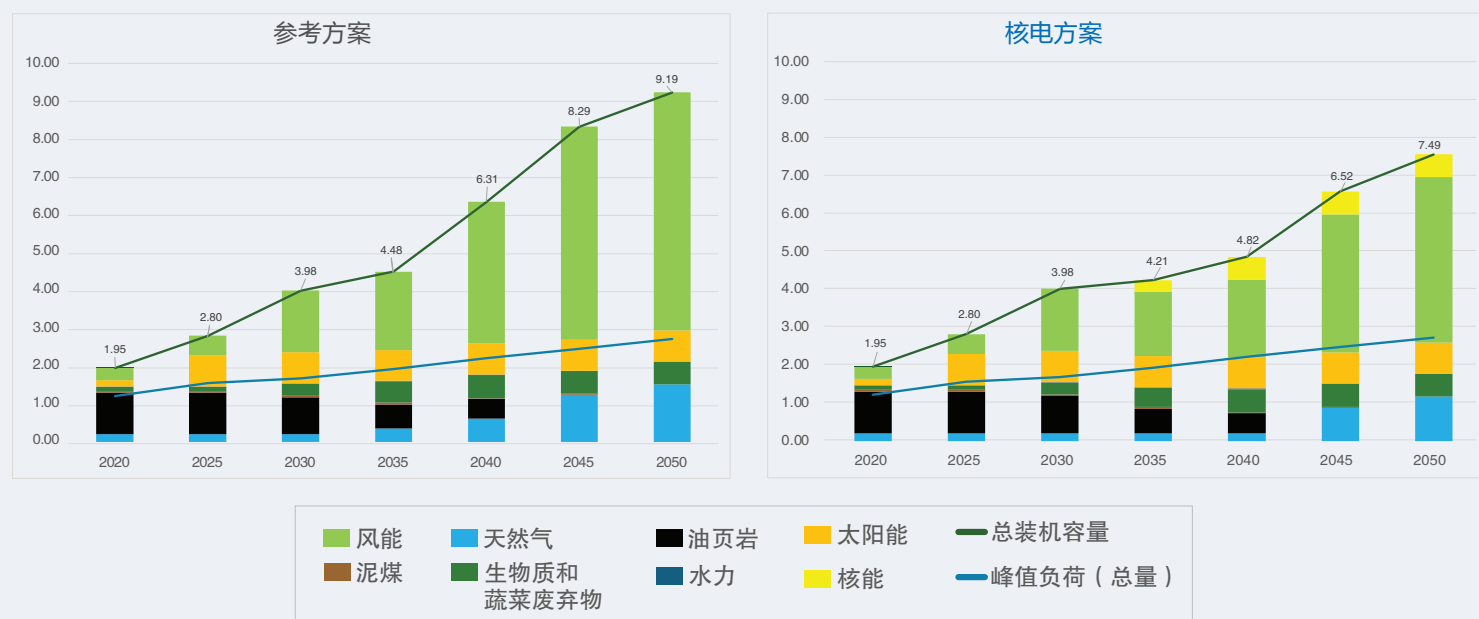
IAEA
ATOMS 4
NET ZERO

原子能机构“原子促进净零排放”帮助各国做出基于科学的决策，以充分利用核能的全部潜力。



扫码了解更多信息

按能源来源分列的装机容量（吉瓦）



小型模块堆机组以及可再生能源等其他清洁能源技术。研究显示，这两种方案都能使爱沙尼亚实现脱碳目标，并在2040年后成为能源净出口国。在两种方案中，风能因其成本效益高，被确定为爱沙尼亚未来清洁能源结构中最大的组成部分。

“原子能机构专家的支持和灵活性对于在现实的时间框架内实现研究目标非常宝贵。我们珍视有机会与原子能机构的专家定期交流，这使我们能够迅速提升建模能力，并从该领域的前沿专业知识中受益。”塔尔图大学副教授、爱沙尼亚建模团队负责人Alan Tkaczyk说道，“我们与爱沙尼亚相关部委的同事分享了建模结果，在爱沙尼亚公开讨论增加核电的重要时刻，他们迫切希望研究我们的结果。”

分析显示，假设小型模块堆的投

资成本为每千瓦6000欧元，那么核电方案的成本仅比参考方案高出1.3%。然而，如果将爱沙尼亚电网和存储容量升级的成本完全考虑在内（这对于大规模扩张风能来说是必要的），将要进行更精细的分析，从而更好地支持核电的成本竞争力。使用核电的能源系统可以在任何天气条件下全天候为电网提供基荷能源，因此相比根据参考方案构建的风电占比极高的能源系统，可能更具弹性和安全性。需要进行更多研究，以全面评估替代策略的电网支出及其他相关成本。

“我们的职责是帮助研究人员运用工具制定符合其清洁能源目标的能源计划。对于对核电感兴趣的国家来说，确保这些研究中适当考虑核电至关重要。”Tot说，“建设未来清洁能源基础结构，需要当下细致规划。”

支撑核安保的数据

国际原子能机构的事件和贩卖数据库

文/Vasiliki Tafili

去年夏天的欧洲足球锦标赛（欧洲杯）令人难忘，24支足球队在德国10座城市的体育场内展开角逐，数百万观众现场观赛。然而，此次赛事也带来了严峻的安保挑战。当德国国家足球队在赛场上比赛时，由德国安保部门专家组成的另一个德国团队已协同工作数月，为应对可能危及这一重大体育赛事安保的潜在威胁做准备。对于德国安保部门而言，为期一个月的2024年欧洲杯是最终检验他们的计划和准备工作的“舞台”。

德国2024年欧洲杯安保计划的关键一环是部署辐射探测能力。由于德国主办2006年国际足联世界杯时就已受益于原子能机构在核安保措施方面的支持，因此此次筹备欧洲杯再次向原子能机构寻求帮助。

为协助德国进行威胁评定工作，原子能机构汇编了高度机密的“事件和贩卖数据库”（ITDB）中有关报告的涉及核材料和其他放射性物质贩卖及其他未经授权活动事件的信息，并对德国及其邻国的核安保威胁、趋势和模式进行了有针对性的分析。

据德国联邦辐射防护办公室辐射源安全和安保部门负责人、“事件和贩卖数据库”国家联络人Helge Kröger称，该报告为保护足球场地所需的探

测能力提供了宝贵信息，有助于确保德国锦标赛核安保计划取得成功。他说：“该报告已交给警方以及所有相关地区辐射防护部门，供其在筹备2024年欧洲杯时参考。”

“核安保威胁评定是像2024年欧洲杯这类大型活动安保计划的重要组成部分。”原子能机构核安保司司长Elena Buglova指出，“向德国提供的援助表明，‘事件和贩卖数据库’能够帮助各国了解脱离监管控制的核材料和其他放射性物质带来的风险。”

“事件和贩卖数据库”由原子能机构维护，通过分析报告的事件来识别核安保趋势。自1995年建立以来，该数据库已成为参与国（目前有145个参与国）以及国际刑警组织等相关国际组织的一个强有力机制。

1993年至2024年期间，125个国家向“事件和贩卖数据库”报告了4390起事件。在报告的事件中，约有8%被证实与非法贩卖或恶意使用核材料或其他放射性物质有关。

在报告的事件总数中，约59%涉及医疗和工业应用中使用的放射源，14%涉及铀和钚等核材料，其余27%的事件涉及受污染物品以及用于诈骗或欺诈的非放射性物质。尽管涉及谎称非核材料为核材料或放射性物

在筹备举办2024年欧洲足球锦标赛（2024年欧洲杯）期间，德国依托原子能机构基于“事件和贩卖数据库”数据进行的威胁评定分析。

质的诈骗未遂事件数量仍然较少，但其发生频率呈上升趋势。

多年来，报告的涉及核材料的事件总数有所下降。与此同时，关于放射源流入废金属行业的报告却在增加，这凸显了加强对此类放射源的使用、储存、运输和处置进行监管控制的必要性。运输环节的脆弱性一直是个难题，报告的失窃事件中有一半以上发生在授权运输过程中。

“随着‘事件和贩卖数据库’进入第四个十年，” Buglova说，“它对全球核安保的贡献得到了广泛认可。

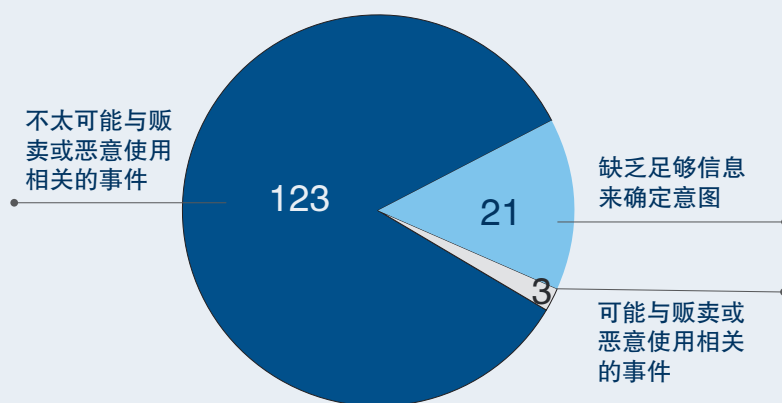
‘事件和贩卖数据库’是一个实用工具，能够提醒并帮助参与国做出明智决策，尤其是在举办重大公共活动之前。国际合作和信息共享是“事件和贩卖数据库”的核心，我们鼓励更多国家加入该数据库。”

事件和贩卖数据库

2024年

147起

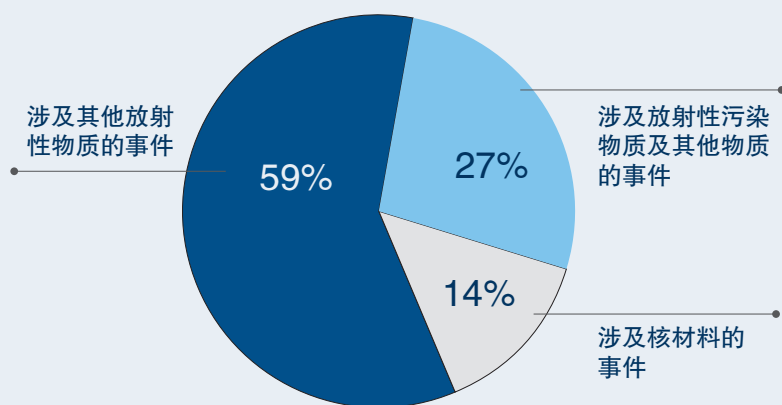
非法或未经授权活动的事件
涉及脱离监管控制的放射性物质
由32个国家报告，与历史平均水平一致。



自1993年以来

4390起

已报告事件



了解“事件和贩卖数据库”
更多信息
请扫码



(图/Adobe 图片库)

国际原子能机构核贸易分析师日常工作的一天

文/Haley Mead

下面是原子能机构核贸易分析师一般工作日的一瞥。

上午

原子能机构专门从事核贸易工作的高级保障分析师Malin Ardhammar每天的工作都不尽相同，但她经常以一个基本问题开始一天的工作：一国是否进行了与保障相关的任何货物贸易？她端着咖啡坐在办公桌前，开始回答这个问题，从各种渠道收集核工业和核相关贸易的信息。信息来源包括一国根据其保障协定和附加议定书（如适用）的要求所申报的信息，以及来自原子能机构技术合作活动、行业网站和贸易数据库的信息。

“我们对国际贸易进行分析，以评估国家申报的核活动以及核材料和相关商品的转让情况与公开贸易记录之间的一致性。” Malin说，“我们的

目标是找出重要的异常情况，以便我们能够提出必要的问题，澄清并支持得出合理的保障结论。”

贸易记录，如各国统计局的记录或联合国商品贸易统计数据库等国际贸易数据库的记录，可能表明未申报的核相关活动或转让的潜在迹象。一些核相关物项，如各种形式的铀和核反应堆部件，会受到定期监测。其他物项则根据具体情况接受调查，例如质谱仪、激光器、压力传感器和碳纤维等可能与保障相关的产品。

Malin从每个渠道收集到所需信息后，便可以进行比较分析，检查所有可用信息的一致性。

下午

午餐过后，Malin会评估所有可

核贸易中的保障相关信息

原子能机构的一项任务是核查与其缔结保障协定的191个国家和平利用核材料和核技术的情况。为得出有充分依据的保障结论，原子能机构采用多方面的核核查方案，将现场核查活动与分析各国提供的和从其他渠道收集的保障相关信息结合起来。

原子能机构验证各国核材料报告正确性和完整性的方法之一是进行核贸易分析。为完成这项任务，原子能机构依靠一个保障分析师小组来评价其收到、生成和收集的信息。

核贸易分析师与保障视察员和其他保障分析人员密切合作。他们还从技术合作部等原子能机构其他部门收集有关原子能机构与各国开展更广泛工作的信息。



原子能机构核贸易分析师
Malin Ardhammar在工作。

用信息，找出可能需要进一步调查的潜在异常情况。她通常会检查申报信息和贸易相关信息中的以下内容是否一致：

- 转让的核材料和设备的数量和类型；
- 交易的日期和地点；
- 供应商和接收方的名称和地址；
- 核活动和设施的描述。

“核贸易分析师具有特殊的作用，因为我们会关注核材料和活动的更多信息来源。” Malin说，“我们的工作就是发现哪些贸易交易值得进一步调查。”

如果在分析过程中发现任何未

申报转让的迹象，原子能机构将酌情与相关国家跟进。在保障协定的范围内，这可能意味着向该国提出询问，或开展实地活动，如进行视察或设计资料核实，以解决问题。

“尽管核贸易分析师的出发点是证明不存在违规情况，但这一作用的成功会加强保障结论。” Malin解释道，“通过这项工作，我每天回家时都知道，自己为原子能机构向国际社会保证受保障的核材料和核技术持续用于和平目的提供了支持。”



（图/国际原子能机构A. Barber Huascar）

大型核信息存储库 采用新的完全可搜索数字平台



国际原子能机构的国际核信息系统 (INIS) 是一个拥有数百万条信息的数字图书馆，随着现代化存储库平台的加入，其功能得到了进一步加强。

INIS 建立于 1970 年，是一个拥有近 500 万份报告、书籍、科学文章、会议论文和其他知识产品的庞大图书馆，涵盖核科学、反应堆技术、材料科学、医学应用、退役以及原子能机构所涉及的所有其他领域。

原子能机构对欧洲核子研究组织开发的开源平台 Invenio 的定制化使用，使其在自动化和可访问性方面取得了进展，并显著提高了 INIS 处理新产品条目的能力。通过该平台

构建的新功能使 INIS 能够与其他存储库连接，促进了内容共享，并扩大了所有参与数据库的实用性。INIS 将成为第一个使用 Invenio 进行全文检索的大型存储库，可同时搜索 PDF 文档的元数据和文本内容。

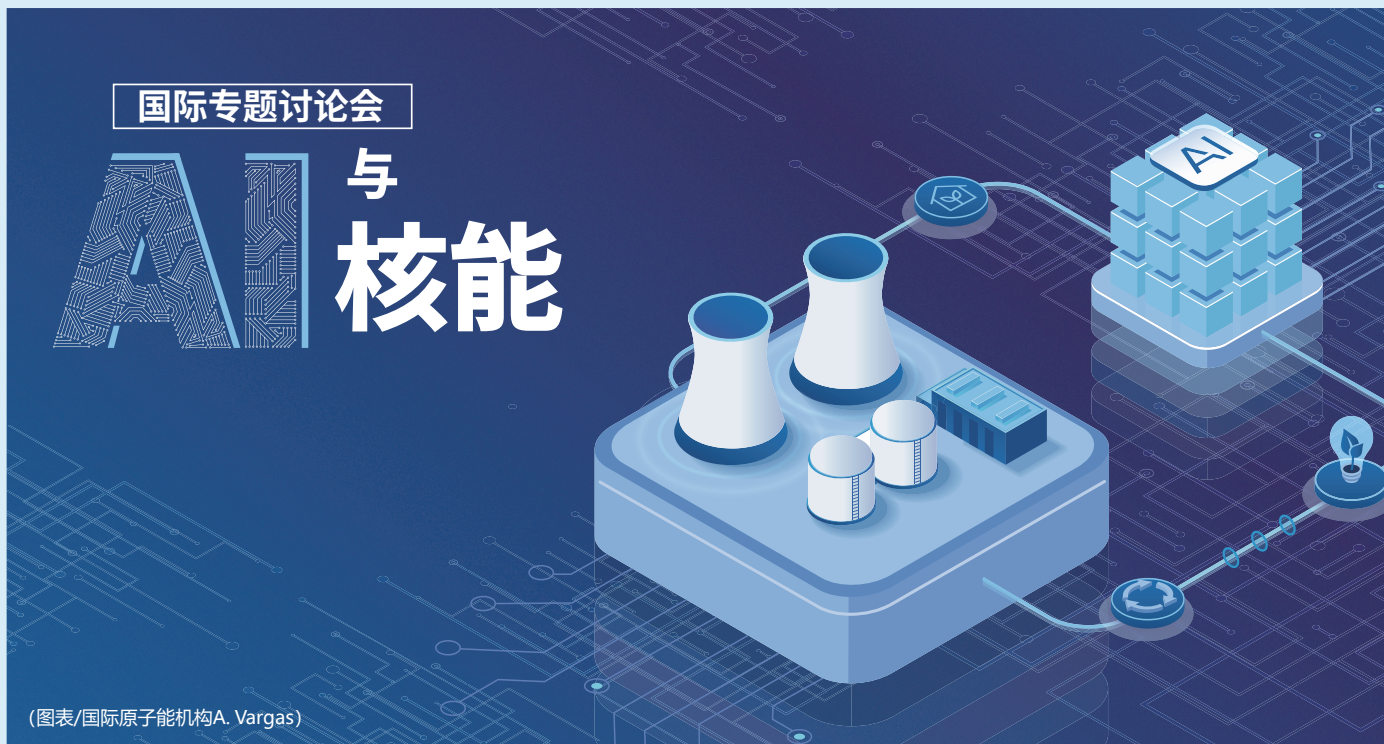
“在当今的知识型经济中，信息被视为最宝贵的资源之一。它对于研究、创新、决策、效率和生产力、知识共享以及持续学习都至关重要。”原子能机构核信息处处长 Dibuleng Mohlakwana 说，“这个新平台将帮助 INIS 扩大其作为开放科学领域全球参与者的作用，提高其作为信息枢纽的能力，从而促进为和平目的而进行的核科学探索。”

自 INIS 创建以来的这些年里，科学出版领域发生了巨大变化，开放获取日益受到重视。出版商提供更多信息并免费提供，而诸如 arXiv、开放获取期刊目录和 PubMed 等存储库使科学知识的获取比以往任何时候都更容易。

“这个平台的一大优点在于，我们在这里开发的任何内容都可以与所有其他组织共享。所以我们不仅与世界分享科学信息，还分享我们使用 Invenio 开发的成果。”核系统支持分析师兼 Invenio 实施项目经理 Astrit Ademaj 表示。

文/Matt Fisher

国际原子能机构将于12月举办 人工智能与核能国际专题讨论会



(图表/国际原子能机构A. Vargas)

国际原子能机构将于2025年12月3日至4日举办首届**人工智能与核能国际专题讨论会**。

讨论会将探讨核能如何帮助满足推动人工智能发展的数据中心日益增长的电力需求，以及人工智能能够以何种方式支持核电行业。随着人工智能的迅猛发展与核电近期及持续的复兴相呼应，此次活动尤为及时，并将重点展示这两个行业之间正在形成的紧密联系。

“随着人工智能日益融入社会，并且核电的扩张被视为实现可靠、清洁的能源充足供应的关键，这两个行业有绝佳的机会相互促进，最大限度地发挥各自的作用。”原子能机构总干事拉斐尔·马利亚诺·格罗西表示，“核反应堆可以为人工智能及其他‘大数据’应用的可持续性提供所需的可靠、清洁电力，同

时，人工智能可以优化反应堆性能、推进先进核燃料的开发以及其他关键领域，从而使核电能够充分发挥其潜力。”

此次专题讨论会将汇聚来自世界各地的相关利益攸关方，包括核电和人工智能领域的高级别代表以及核监管机构的人员。为期两天的活动将包括小组讨论、展览和会外活动，深入探讨“以核能赋能数据中心”和“人工智能在核领域的机遇与挑战”这两个主题。

人工智能在众多领域的作用正在迅速增长，随之而来的是能源需求也大幅增加。根据国际能源机构的数据，数据中心在2022年的用电量达到了约4600亿千瓦时，到2026年，这一数字可能超

过1万亿千瓦时。为了满足这一需求，包括亚马逊、谷歌和微软在内的几家大型科技公司正在寻求核电解决方案，包括签订购电协议以及投资小型模块堆的开发和部署。

核电行业已经在利用人工智能工具来改进设计、优化施工以及提高运行效率。将人工智能进一步融入这些及其他领域对该行业具有巨大的潜力。然而，这需要仔细考虑该行业严格的安全和安保要求。

希望参加此次专题讨论会的人员通常需通过原子能机构成员国进行注册，或者是受邀参加的组织成员。

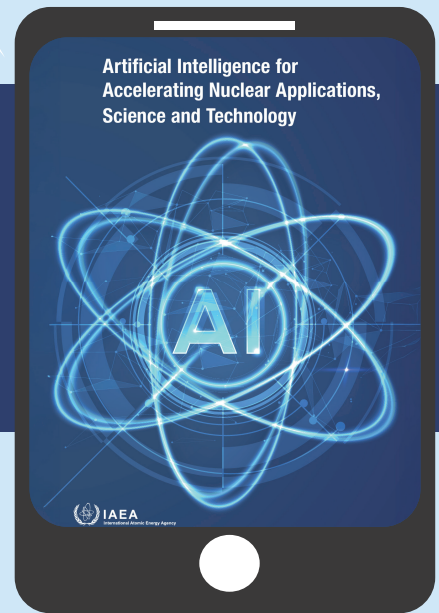
文/Matt Fisher

你是否知道

在核领域利用人工智能的能力能够有助于应对当今一些最为紧迫的挑战？

扫码了解

人工智能如何在推动核科学、技术和应用的和平利用。



浏览所有国际原子能机构出版物

免费在线



www.iaea.org/publications

如需订购图书，请发送邮件至：
sales.publications@iaea.org

国际原子能机构出版物

与我们合作

共创美好未来

国际原子能机构欢迎
成员国、业界、金融机构和其他利益相关方
与我们合作开展我们的旗舰倡议并贡献
他们的专业知识、建模工具、行业知识、宣传和财政资源。

人体健康



核领域中的女性



能源



环境



粮食和农业



进一步了解国际原子能机构的
旗舰倡议



IAEA

国际原子能机构
原子用于和平与发展

国际专题讨论会

AI 与核能

2025年12月3–4日
奥地利·维也纳

