IAEA BULLETIN
国际原子能机构通报

2016年9月 www.iaea.org/bulletin

核技术促进
可持续发展目标

60年

IAEA 原子用于和平与发展

《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：P. O. Box 100,1400 Vienna, Austria
电　　话：(43-1) 2600-21270
传　　真：(43-1) 2600-29610
电子信箱：iaeabulletin@iaea.org

编　　辑：Miklos Gaspar
常务编辑：Nicole Jawerth
设计制作：Ritu Kenn

《国际原子能机构通报》可通过以下方式获得：
› 在线：www.iaea.org/bulletin
› App：www.iaea.org/bulletinapp

《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：国际原子能机构A. Schlosman

请关注我们

IAEA

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、安全和可靠利用中获益。

1957年作为联合国内的一个自治机构成立的原子能机构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。原子能机构创办了有关核安保的国际协商一致导则性出版物《核安保丛书》。原子能机构工作还注重协助最大限度地减少核材料和其他放射性物质落入恐怖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一套基本安全原则，反映就构成保护人和环境免受电离辐射有害影响所需的高安全水平达成的国际共识。已针对服务于和平目的（包括退役）的各种核设施和核活动，以及减少现有辐射风险的防护行动，制订了原子能机构安全标准。

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。现场和联络办事处分别设在日内瓦、纽约、东京和多伦多。原子能机构运行着设在摩纳哥、塞伯斯多夫和维也纳的科学实验室。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。

构建一个可持续的未来：原子用于和平与发展

文/国际原子能机构总干事天野之弥

科学技术的巧妙利用对于实现全球领导人2015年商定的17个“可持续发展目标”将是必不可少的。

核技术，特别是在工业和人体健康、能源和环境保护等各种领域有很多宝贵的用途。国际原子能机构是唯一有能力帮助各国利用核科学技术来改善其人民健康、实现繁荣的组织。

60年来，国际原子能机构一直支持成员国将和平核科学技术有效用于可持续发展。当涉及到技术转让和能力建设时，国际原子能机构不负所望。其对世界各地数百万人生活的影响是显著的，值得为人深知。

本期《国际原子能机构通报》着重介绍国际原子能机构履行其“原子用于和平与发展”任务和协助各国实现“可持续发展目标”的一些方式。你能读到核和同位素技术如何在泰国通过改善儿童营养（第13页）来帮助战胜饥饿（目标2）和如何在南非拯救农民和农工的生计（第10页）。

核科学还通过帮助农民更好地利用水、土壤和农作物资源（分别为目标6、目标14和目标15）来增加粮食产量。在国际原子能机构的支持下，一种用核技术优化过的灌溉方法正在帮助苏丹农村妇女节约用水和栽培农作物来养活她们的家庭，维持生计（第19页）。在玻利维亚，多种同位素技术帮助科学家保护水资源（第22页）。

促进良好的健康和福祉是“可持续发展目标”（目标3）的一个重要组成部分。国际原子能机构援助坦桑尼亚和突尼斯等国家改善利用辐射医学（第8页）和癌症综合治疗的机会（第6页）。帮助癌症等疾病引起的早亡率到2030年减少三分之一，对国际原子能机构和我本人都是一个优先事项。

随着各国的发展，能源需求在增长。许多国家相信核能有助于人人获得负担得起的清洁能源（目标7），同时也能对缓解气候变化发挥重要作用（目标13）。许多国家正在考虑新的核电计划。国际原子能机构将帮助这些国家发展安全和可靠运行核电厂的必要基础结构和技术能力（第26页）。我们还支持技术研究和创新（目标9）。

我们同关键伙伴合作（目标17），帮助使核科学技术可广泛用于可持续发展。你能读到我们同政府、国际机构和重要的非政府组织的协作（第24页）及这些伙伴关系是怎样支持科学研究和决策的（第26页）。

今年的国际原子能机构科学论坛将展示核科学技术对实现“可持续发展目标”的贡献。一流的专家们将讨论核技术进一步贡献于人类福祉、促进繁荣和帮助保护地球的方式。我邀请你们在线（www.iaea.org/scientific-forum）跟踪这一进程。

“60年来，国际原子能机构一直支持成员国将和平核科学技术有效用于可持续发展。当涉及到技术转让和能力建设时， 国际原子能机构不负所望。”
—国际原子能机构总干事天野之弥

（图/国际原子能机构C. Brady）

（图/国际原子能机构R. Murphy）

1 构建一个可持续的未来：原子用于和平与发展

4 可持续发展目标与国际原子能机构

辐射医学的全球获取

6 突尼斯的癌症防治：改变看法和提高治疗机会

8 三维放射治疗提高了坦桑尼亚癌症治疗的有效性和安全性

原子用于粮食、农业和营养

10 核技术如何帮助拯救南非西开普省柑橘业

13 泰国科学家用核技术应对营养不良的双重负担

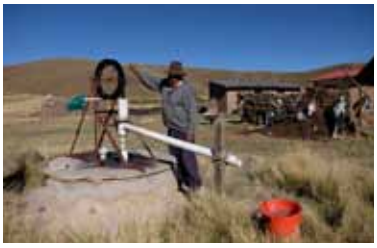
未来的能源——核电的作用

15 国际原子能机构如何协助新兴核电国家构建其可持续能源之路

17 未来的能源

同位素的环境应用

19 核技术如何帮助苏丹妇女发挥土地的最大效益



22 管理水资源：玻利维亚用核技术揭示地下含水层秘密

促进进展的伙伴关系

24 伙伴关系与原子用于和平与发展

26 科学家们联手研究土壤，寻找减少温室气体排放的方法

国际原子能机构新闻

28 国际原子能机构新手册帮助医生处理核事故或放射性事故的社会问题

29 改变世界的17种方式：国际原子能机构在“欧洲发展日”上推介核技术在可持续发展中的作用

31 为铀矿开采做准备：博茨瓦纳建立环境放射性监测

32 出版物预告

可持续发展目标与国际原子能机构

文/Nicole Jawerth和Miklos Gaspar

国际原子能机构在帮助国际社会实现2015年9月纽约联合国可持续发展峰会通过的17个“可持续发展目标”中起着积极作用。这些目标及其相关指标旨在今后15年中促进对人类和地球极其重要的领域的行动。它们平衡可持续发展的三个维度：经济维度、社会维度和环境维度。

国际原子能机构对各国利用核和同位素技术的支持对大多数“可持续发展目标”作出了贡献。下面简单介绍一些国际原子能机构对其有直接贡献的目标，以及是如何做出贡献的。

饥饿和营养不良的根源往往缘于粮食不安全和农业挑战，这造成福祉受损，经济增长难以为继。若干国家正在通过国际原子能机构及其与联合国粮农组织的伙伴关系，采用核和同位素技术改善粮食安全和农业。这些国家将核和同位素技术用于一系列目的，从保护土壤、水资源和作物资源到防止作物免受虫害和培育具有理想特性的新作物品种。还有的国家使用核技术保护牲畜健康和提高其繁殖率。在制作食用食品中，可以利用核技术提高其质量，延长保质期和提高安全性。

在一些成员国，也利用核工具研究人体成分和营养吸收情况，以进一步研究和改善专注于从营养不足到肥胖各种形式的营养失调的营养计划。

如果健康受损，是不可能实现可持续发展的。为帮助实现将癌症等非传染性疾病引起的死亡率降低三分之一的“可持续发展目标”，国际原子能机构做好充分准备，以协助各国制订综合癌症防治计划和改善获得保健机会，包括建立辐射医疗服务和设施，以及对专业医务人员进行教育和培训。这些服务既依赖于国际原子能机构在改善救生医用同位素的可获得性和安全使用方面的工作，也可用来监测和评价其他健康状况，如心血管疾病和肺结核。

在遇到埃博拉病毒病这类动物传播给人类的疾病时，许多国家向国际原子能机构求助，要求在使用核源诊断和监测工具进行疾病早期检测方面提供支持，以控制疾病蔓延。

水是生命之需。随着人口的增长和经济的扩张，获取清洁而安全的水成为当务之急。同位素技术揭示水的年代和质量。一些国家利用这一点实施综合水资源管理计划，以可持续地利用资源，保护水及其相关生态系统，而其他一些国家利用同位素技术解决缺水问题，改善淡水供应，确保其得到高效应用。

当社会留下其长远的影响之际，水污染也成为一种挑战。在国际原子能机构的支持下，一些国家现在利用辐照技术处理工业活动产生的废水，以减少污染，改善水质，实现水的安全回用。

获取清洁、可靠和经济上可承受的能源是经济可持续增长和改善人类福祉的前提。国际原子能机构通过支持世界各地的现有和新的核能计

划，在能源规划和分析及核信息与知识管理中促进创新和能力建设来鼓励有效而安全地利用核电。许多国家还与国际原子能机构共同努力，以安全而可靠地满足发展所需的日增能源需求，同时提高能源安全，减少能源生产对环境和健康的影响，缓解气候变化。

尖端工业技术支持强大的经济成功，无论发达国家和发展中国家都是如此。核科学和技术，尤其能够为经济增长做出重要贡献，在支持可持续发展中可发挥重要作用。在国际原子能机构的帮助下，一些国家通过采用核技术开展工业安全和质量测试及采用辐照技术改善产品的耐久性，提高了其产业的竞争力。辐照技术还通过帮助降低工业生产的环境影响来改善产业的可持续性。

核科学，包括核能能够在气候变化缓解和适应方面发挥重要作用。国际原子能机构致力于提高全球对核电在缓解气候变化和减少温室气体排放方面的作用的认识。核电是可用于发电的碳排放最低的技术之一。国际原子能机构还协助各国采用核技术进行土壤、水和作物资源管理，来适应和缓解气候变化的后果。在国际原子能机构支持下采用核工具开展的科学研究也为应对气候变化影响的以科学为基础的政策和行动作出贡献。

海洋蕴藏着巨大的生态系统，充满着海洋生物。他们是以海为生或每日靠海获取营养或两者皆是的人的重要资源。为可持续地管理和保护海洋，转而支持沿岸地区，许多国家在国际原子能机构支持下正在采用核和同位素技术更好地了解和监测海洋健康和诸如海洋酸化和有害藻花等海洋现象。国际原子能机构建立的国家、地区和国际实验室网也向一些国家提供科技协作的渠道和用于分析和监测海洋污染物的关键资源。

荒漠化、土地退化和土壤侵蚀会危及人的生活和生计。同位素技术可对土壤侵蚀和侵蚀热点提供准确评估。这些评估能够有助于扭转土地退化和恢复土壤，从而有助于阻止生物多样性的丧失。

在国际原子能机构的支持下，许多国家采用核技术收集关键数据，帮助塑造农业实践，以更加可持续地利用土地，进而提高收入。这些数据也为改善保护和恢复资源及生态系统的保护方法提供支持。

伙伴关系有助于扩大对促进实现“可持续发展目标”的科学和技术的获取。国际原子能机构、诸如联合国粮农组织和世界卫生组织等联合国组织，以及其他国际组织和民间社会组织之间的密切合作，有助于使国际原子能机构对实现各国发展优先事项的支持最大化。许多国家通过与国际原子能机构的地区和跨地区合作项目和协定开展工作，提高它们的知识，获取技术和设备，以及发展能够促进可持续发展、研究和创新的最好实践。这一架构也把来自不同国家的专家与包括地区资源机构和合作中心全球网络在内的国际原子能机构伙伴联系起来。其中许多努力是通过国际原子能机构及其技术合作计划、专家实验室和协调研究活动组织的。

3 良好健康与福祉

突尼斯的癌症防治：改变看法和提高治疗机会

文/Aabha Dixit

“我们定期开展公众宣传运动，以便在辐射技术用于癌症治疗的好处和有效性方面消除愚昧和提高认识。”
——突尼斯Salah Azaïz研究所癌症中心生物物理和核医学部主任Mohamed Faouzi Ben Slimane

癌症并非死亡判决。如果早发现、早治疗，它是可治愈的。这是突尼斯医生们给他们的患者的信息。

提高普通公众对癌症预防和治疗的认识，对于突尼斯公共卫生部的宣传工作至关重要。这些包括有关辐射医学和技术作用的教育（见方框“科学”）和向公众解释核成像技术是安全、无痛和高性价比的。

“人们对核医学应用有一种恐惧症。”突尼斯Salah Azaïz研究所生物物理和核医学部主任兼国家辐射防护中心主任Mohamed Faouzi Ben Slimane说。“我们定期开展公众宣传运动，以便在辐射技术用于癌症治疗的好处和有效性方面消除愚昧和提高认识。”

突尼斯Salah Azaïz研究所癌症中心的一名医生用SPECT扫描机对患者进行检查。
（图/突尼斯Salah Azaïz研究所癌症中心）

医生们确信，他们可以通过精心筹划的有针对性活动提供有关医学成像和放射治疗及其如何帮助改善对患者治疗的简单、相关和实用的信息来克服心理障碍。“成功的是我们将癌症的‘禁忌’非神秘化，使更多的人前来接受检查。”Ben Slimane说道。

根据突尼斯公共卫生部的统计，从2011年到2015年新增癌症病例大约8000例，其中肺癌和乳腺癌最为常见。Salah Azaïz研究所每年诊断超过2万例，对其中1.2万例进行了治疗。“我们必须确保放射治疗和施加的剂量是精确的，并进行仔细监测，因为我们的重点是对癌症患者的治疗。”Ben Slimane 补充道。过去几年里，突尼斯的癌症病例一直在增加。总数从1994年的2553例增加到2009年的3926例，年平均增加3.3%。然而，这个平均值只是一个相对值，在2009年和2011年间的癌症病例为3715例，并没有显著降低。

像大多数中低收入国家一样，愈来愈大的癌症负担正对突尼斯的公共卫生体系造成巨大的压力。在国际原子能机构的支持下，这个国家的医生们正在致力于满足日益增多的癌症治疗需求，包括说服人们尽早去接受癌症治疗。

早发现、迅速治疗

对医务人员进行不间断的培训是必不可少的。“不仅是这些技术能帮助像我这样的肿瘤学家来观察身体和选择处理不同类型癌症所需的最佳治疗方法，而且我们也需要确保我们使用正确的放射药物。这些药物对追踪所取得的进展和评估身体的反应及功能至关重要。”Ben Slimane解释道。

这是一个国际原子能机构正在发挥重要作用的领域。国际原子能机构在适当和安全使用放射源进行癌症治疗方面向突尼斯提供了培训、知识转让和援助。国际原子能机构专家对放射药物学家和医学物理学

家进行了培训，以改进质量控制，提高辐射医学及设备的安全利用。

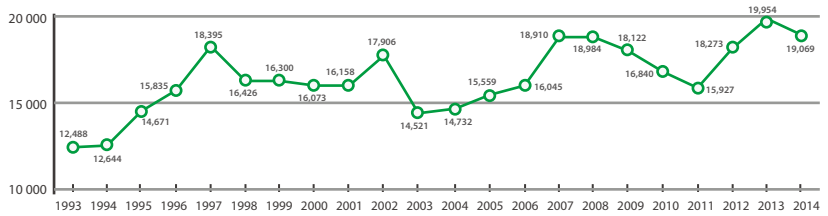
“我们同医学物理学家携手合作，确保他们拥有正确的知识，得到适当的培训，以保护自身和患者。”儿科放射医生、前国家辐射防护中心主任Azza Hammou说。“我们的安全方案符合国际原子能机构的安全标准。”她说，进行核医学应用操作的医生和技术人员必须执行正确的操作规程，严格遵守安全准则。

辐射医学的质量保证是一个复杂的过程。它涵盖影像诊断和放射治疗的临床、物理和技术方面的评估，以及对避免差错、事故和误诊必不可少的管理控制。国际原子能机构的支持包括为在医院实施和审查放射治疗、核医学和放射学诊断的质量保证计划提供技术指导。

国际原子能机构几十年里一直支持突尼斯经过自身努力来改善癌症防治。国际原子能机构技术合作司突尼斯计划管理官员Adnan Atwa说，这个国家现在一千万人口中有17台放射治疗机，居大多数非洲国家之前。自2013年以来，突尼斯政府在国际原子能机构的支持下，在该国的突尼斯、苏斯和斯法克斯三个城市建立了放射治疗中心，装备了新一代的直线加速器。这些治疗患者最常用的直线加速器能够对肿瘤施以精确定位的高能X射线照射。国际原子能机构还通过在医学物理和放射治疗方面提供专业培训（包括进修和科学访问）支持该国。

为评估突尼斯的癌症防治能力和对其国家综合癌症防治计划提供建议，国际原子能机构及其伙伴于2013年后期对突尼斯实施了一次国际原子能机构“治疗癌症行动计划”综合工作组访问。这次访问为这个国家在加强癌症防治规划、预防、早期检测、诊断、治疗和姑息护理的能力方面确定优先行动提供了帮助。它也有助于加强突尼斯的癌症积极登记，保持对癌症病例的跟踪。

在突尼斯Salah Azaïz癌症研究所完成的癌症检查数据



快览

2012年，全球报告新增癌症病例1410万。预计到2030年，全球报告新增癌症病例将达到2460万。

科学
辐射医学

核和辐射技术通常用于诊断和治疗大量的健康问题，例如传染性和非传染性的疾病，尤其是心血管疾病和癌症。借助放射性药物的核医学程序用于疾病的诊断和管理。放射诊断学主要涉及利用X射线和计算机断层扫描（CT）检测疾病。与X射线计算机断层扫描结合的正电子发射计算机断层扫描（PET/CT）是一种通过显示受影响器官内的解剖学异常及功能性异常来更好地检测疾病和对疾病分期的混合技术。放射治疗用于对癌症外科手术治疗的补充，有时还是癌症化学疗法的补充。

3 良好健康与福祉

三维放射治疗提高了坦桑尼亚癌症治疗的有效性和安全性

文/Nicole Jawerth

放射肿瘤学家使用三维勾画工具检查和绘制肿瘤在体内的位置，以计划和有效实施放射治疗。（图/国际原子能机构 D. Calma）

“辐照肿瘤时，做到尽可能准确是必不可少的。我们现在有更充分地了解肿瘤的程度和为我们的患者最终计划更好和更精确的治疗的技能。”——坦桑尼亚海洋大道癌症研究所放射肿瘤学家Mark Mseti

坦桑尼亚医生现在能对癌症患者进行更加精准的治疗，而对健康组织的损害更少。得到国际原子能机构的三维放射治疗培训和支持后，患者将有机会接受更加有效和更安全的癌症治疗。

“辐照肿瘤时，做到尽可能准确是必不可少的。我们现在有更充分地了解肿瘤的程度和为我们的患者最终计划更好和更精确的治疗的技能。”位于首都达累斯萨拉姆的海洋大道癌症研究所的放射肿瘤学家Mark Mseti说道。海洋大道癌症研究所得到了国际原子能机构的技术支持和设备。Mark Mseti参加了最近的国际原子能机构关于放射治疗（见方框“科学”）的靶区界定和勾画三维计划培训。这是坦桑尼亚从二维向三维放射治疗计划服务转移的一部分。在开放该国首座装备三维计划工具的设施后，坦桑尼亚将在今年晚些时候实施三维放射治疗计划服务。

“靶区界定和勾画的概念是确保我们所使用的辐射集中于病患组织而非健康组织。”Mseti解释道。“如果你能精确地勾画肿瘤，你就更可能获得并瞄准治疗目标，同时也就能够尽可能多地保留健康的正常组织。”

癌症是异常细胞在体内不可控的分裂，辐射可用于阻止分裂。特定剂量的辐射会破坏细胞而无法修复，使之停止分裂并死亡。这使得辐射能够有效用于癌症的管理和治疗。但是，如果辐射不准确或不适当地对准目标，甚至施以错误的剂量水平，那么患者的健康细胞就可能受到不必要的损害，或者癌细胞可能只是局部被消除，剩下其他癌细胞继续分裂。这会使患者在短期或长期处于健康并发症的风险。

国际原子能机构支持坦桑尼亚等成员国努力减轻癌症等非传染性疾病的负担。为此，国际原子能机构提供培训、协调研

国际原子能机构培训班的专家讲师教授放射肿瘤学家如何使用三维放射治疗计划工具。（图/国际原子能机构 D. Calma）

究、设备和技术专门知识，主办科学进修培训，以及提供其他服务。像坦桑尼亚一样，许多中低收入国家只是正在开始或计划开始使用三维癌症治疗工具。

“中低收入国家的放射肿瘤学家限于经济和资源而难得经常接触昂贵的实际操作课程，有时就主要进行理论培训。”国际原子能机构应用放射生物学和放射治疗科科长Eduardo Zubizarreta说。“帮助医生得到他们所需的设备，得到经专家指导的实际操作经验，对改善治疗质量是必不可少的。”

在坦桑尼亚，放射肿瘤学家一直用纸和针进行二维勾画，其精准性远低于三维方法。“在我作为一位放射肿瘤学家接受的三年培训中，我实际上从未进行过三维勾画。”Mseti说。“一切都是理论。现在，我准备在患者身上使用这些新的勾画技能。”

拟订于今年晚些时候在海洋大道癌症研究所开放的新设施将在国际原子能机构的部分支持下，装备新的三维计划设备，包括一台计算机断层扫描机。该研究所可望使用这些新工具每天治疗100位至200位患者。

快览

放射治疗方面的投资在2015—2035年能够使发展中国家患者的寿命延长2690年，产生2.781亿美元的净经济效益。

科学
靶区界定和勾画用于放射治疗计划

靶区界定和勾画是放射肿瘤学家用于计划如何准确、精准和始终如一地对癌症肿瘤患者实施辐射治疗的关键技能。

放射肿瘤学家采用专门设计的计算机勾画软件，审查基于患者身体的医学扫描图像，以确定癌症肿瘤的位置和大小。这些扫描是用X射线计算机断层扫描和正电子发射计算机断层扫描等核诊断显像工具完成的。

一旦识别出肿瘤，放射肿瘤学家便采用计算机勾画软件来界定和绘出肿瘤即靶区的轮廓和健康器官的轮廓，以便精准地计划应施以辐射的位置，根据肿瘤的大小和深度需要的辐射剂量，以及如何尽量减小对健康组织和器官的照射。

2 消除饥饿

核技术如何帮助拯救南非西开普省柑橘业

文/Miklos Gaspar

柑橘是南非第二个最重要的农业出口商品，其大多数供出口。柑橘业吸纳该国农业劳动力的10%。（图/国际原子能机构 M. Gaspar）

> “昆虫不育技术已使我们能够‘走向绿色’，不再使用化学品对付蛾虫。”
> ——南非橘农Piet Smit

每天早上7点，就有一架小型飞机起飞到南非西开普省风光秀丽群山中的肥沃河谷地带，卸下装有100万只待交配的飞蛾。这些昆虫为大规模人工饲养，用2007年国际原子能机构机提供的一台γ辐照器和其他专门设备进行了不育处理。结果是：奥利凡茨河流域的柑橘园不再受到伪苹果蠹蛾的破坏。一个曾经濒临灭绝的产业现在又繁荣起来了。

“也就在5年前，虫害一度横行肆虐。”在其100公顷农场种植了柑橘、克莱门氏小柑橘和柠檬的Martli Slabber说道。“在整个果园里，我们每季都会每周从每棵树的两个受到虫害的水果中摘下一个水果。”

蠹蛾得到抑制拯救了近1万人的生计。果农Gerrit van der Merwe补充道。“没有柑橘，这儿就没有工作了。”

Slabber和van der Merwe是采用XSIT公司服务的400位果农中的两位。XSIT公司是南非柑橘种植者协会所拥有的一家防治伪苹果蠹蛾的公司。伪苹果蠹蛾天生就在这个国家某些地方安营扎寨，包括奥利凡茨河流域。伪苹果蠹蛾的幼虫以柑橘果实为生，破坏其果肉。

XSIT公司以核基昆虫不育技术的名字命名。该公司每周繁殖4千万不育飞蛾，投放到1.5万多公顷的区域。这些飞蛾被喂食包括玉米、小麦胚芽和奶粉的优化配方食物，在它们处于性能力鼎盛时期经过辐照不育处理后进行投放。这些经不育处理的飞蛾与野生蛾交配，不繁殖任何后代，随着时间的推移，蛾虫数量就会不断减少（见第12页方框“科学”）。

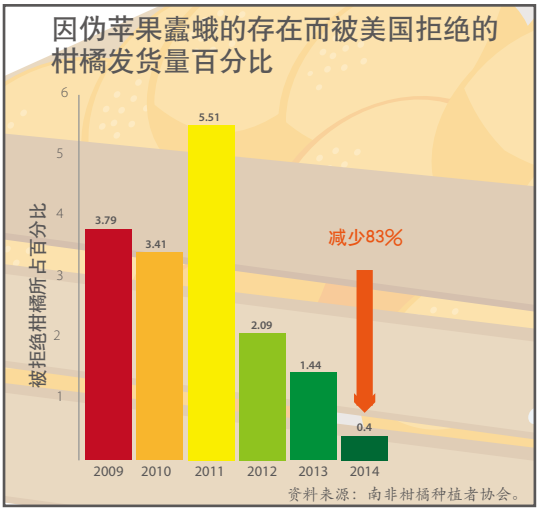
“昆虫不育技术已使我们能够‘走向绿色’，不再使用化学品对付蛾虫。”Piet Smit说道。他每年在250公顷土地上收获1.1万吨柑橘。“我们的水果不再有杀虫剂残留问题。”

由于减少使用化学品，野生动物重新回到了果园，van der Merwe说。

柑橘——地区的经济命脉

南非是世界上第二大柑橘出口国，2014年出口值超过14亿美元。柑橘是南非第二个最重要的农业出口商品，仅次于红酒。柑橘业吸纳南非农业劳动力的10%。

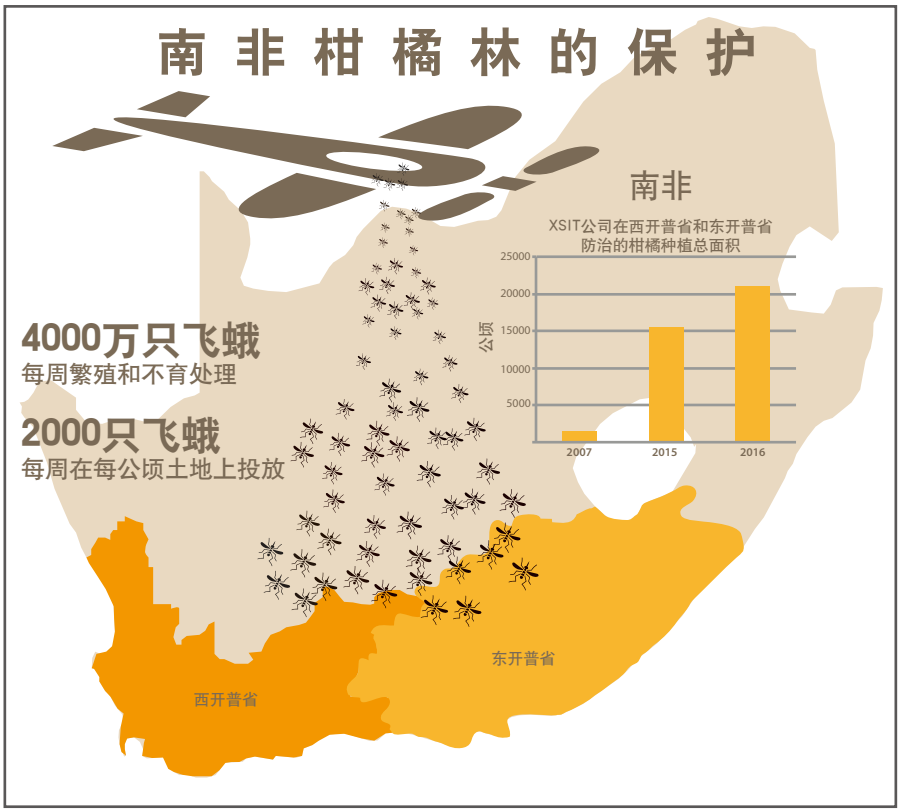
回顾2005年，该地区柑橘水果的主要出口市场美国加强了进口质量和虫蛀减少措施，因为美国农业当局担心伪苹果蠹蛾传入美国，有可能对其柑橘产业和棉花产业造成威胁。



虽然Slabber、van der Merwe 和这一地区的其他果农过去常常因虫害减产10%到15%，但真正的损失来自受虫害影响的水果，在装运后被美国检查机构退回。如果他们在一批16万个橙子中发现3只幼虫，就会将整批货退回。“我们曾认真考虑过替代种植的问题。”Slabber回忆说。

寻找新方法

是该寻找一种防治害虫新方法的时候了，生物学家和研究员、现国际柑橘研究机构首席执行官Vaughan Hattingh解释说。国际柑橘研究机构开始研究放射生物学和养殖技术，看能否将昆虫不育技术适用于伪



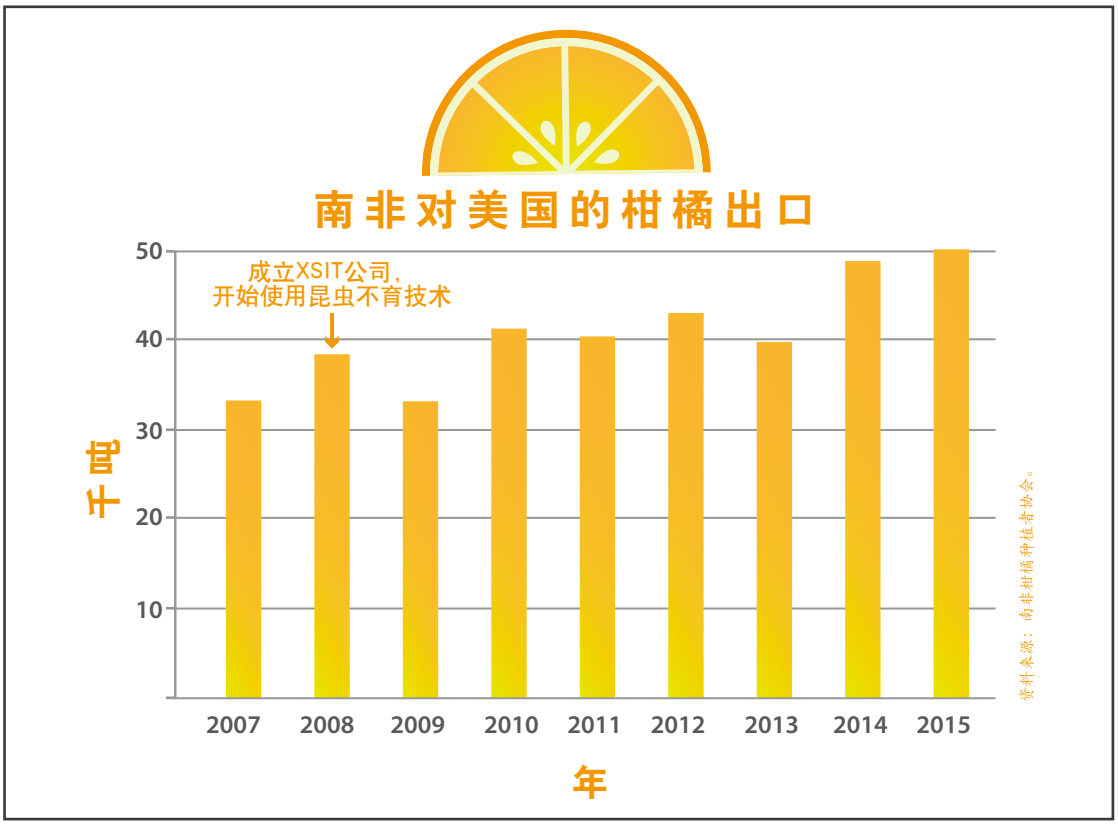
苹果蠹蛾。国际原子能机构与联合国粮农组织和美国农业部合作，在利用昆虫不育技术防治其他害虫方面提供专门知识和利用专家网络机会。

在国际原子能机构技术合作计划提供的资金帮助下，Hattingh及其同事得以亲临加拿大一家有关苹果蠹蛾饲养设施参观。这帮助他们打下了基础，最终饲养和不育处理足够的昆虫，在Slabber果园一块35公顷隔离出来的虫害特别猖獗的区域进行了该技术试验。

“试验结果超出了我们的预期。”Hattingh说。“我们认识到假苹果蠹蛾是久坐不动的昆虫，所以我们可以将各区域分隔处理。”就是这一特性使得飞蛾成为昆虫不育技术的主要候选者：控制确定的地理区域甚至单个果园的害虫数量，由于飞蛾不会飞远，保持该区域长期无害虫。

公私合作防治飞蛾

初试成功后，南非柑橘种植者协会和南非政府共同向XSIT公司提供资金，以便



发展该技术的工业规模应用。自2007年来，XSIT公司提供服务的面积扩大了10多倍，该公司承包的虫害防治面积将继续扩大到2.1万公顷。

正在进行的研究不仅是为进一步完善这一技术，而且要使其在这个国家的偏远地区得到应用。目前的方法是在西开普省的Citrusdal镇饲养不育昆虫，然后将其运到其他地区投放，这种方法很适合临近的东开普省，但对遥远的地方不可行。XSIT公司的研究人员在国际原子能机构和联合国粮农组织的支持下，正在研究将蛹运到这个国家东北部另一个地方进行不育辐照处理的技术。

科学
害虫的生育控制

昆虫不育技术是防治害虫的一种形式。它利用电离辐射使在专门饲养设施内大量繁殖的昆虫不育。这些昆虫被系统地投放到害虫侵扰的区域，同野外的昆虫交配，而不会繁育后代。

这样，该技术就可以抑制，甚至在有些情况下可以最终根除害虫。昆虫不育技术属于可利用的最环境友好型的昆虫防治技术，通常作为害虫种群防治综合行动的一部分。

国际原子能机构与联合国粮农组织合作，对世界上约40个在国际原子能机构技术合作计划框架内执行的昆虫不育技术野外项目提供支持。虽然这些项目大多数针对影响农作物和牲畜的害虫，但也正在研究使用该技术对付传播疾病的各种蚊虫，包括寨卡病毒和疟疾的传播媒介。

泰国科学家用核技术应对营养不良的双重负担

文/Laura Gil

儿童成长需要的微量营养素比一般饮食所能提供的多。许多泰国儿童处于微量营养素缺乏的风险中。（图/泰国国立玛希隆大学V. Chavasit）

核技术通过帮助科学家确定提高儿童营养水平的最佳方法，促进泰国对抗营养不良。2009年以来在国际原子能机构支持下进行的若干研究表明，用铁、锌、维生素A和钙等维生素和矿物质强化的食物，能增加儿童微量营养素的摄入，提高儿童的营养水平。

“这些年幼儿童饮食中曾有过微量营养素不足，当地大多数食物无法弥补的不足。”曼谷附近的国立玛希隆大学营养研究所高级顾问、前所长Emorn Udomkesmalee说。“通过使用同位素技术，我们找到了一种确定这种不足和估量儿童身体吸收和利用某些微量营养素情况的方法。”

儿童成长需要的微量营养素比一般饮食所能提供的多，一般饮食含有足够的卡路里，但往往没有足够的铁、锌、维生素A或钙。在许多发展中国家，如植物等低营养密度的食物是饮食的主要部分。这可能会导致微量营养素缺乏——通常称为“隐性饥饿”，可能影响到数万儿童，Udomkesmalee说。根据2012年的一项调查结果，在泰国约有80万五岁以下儿童遭受营养不良，使其处于微量营养素缺乏的风险中。

“如果儿童摄入的微量营养素不足，就无法健康地成长，易受传染病的伤害。”国际原子能机构营养专家Christine Slater说。在过去20年中，泰国积极致力于通过健康政策和社区营养计划来减少营养失调和营养不足的问题。

一种预防和控制微量营养素不足的方法是分发含有维生素和矿物质的强化食品——现在已经成为泰国的一种普遍作法。强化食品的制作方法是向油或谷物等经常食用的食品添加微量营养素，或采取生物强化，即在农作物的栽培过程中施加一些必需的微量营养素。这种强化食品通常被

> “这些年幼儿童饮食中曾有过微量营养素不足，当地大多数食物无法弥补的不足。通过使用同位素技术，我们找到了一种确定这种不足和估量儿童身体吸收和利用某些微量营养素情况的方法。”
> ——曼谷国立玛希隆大学营养研究所高级顾问、前所长Emorn Udomkesmalee

作为一种补充食品添加到正常饮食中。

2009年至2012年，经过国际原子能机构培训的泰国科学家在6个月至24个月大的儿童中试行了食品强化计划。他们给一组儿童喂食强化了铁、锌和维生素A的米饭。在采用同位素技术（见方框“科学”）测定微量营养素在这些儿童体内的储量后，他们发现食用了强化米饭的儿童相比于对照组儿童体内的铁、锌和维生素A有明显的增加。泰国科学家采用计算机模拟，以进一步确认强化米饭对满足营养要求的适宜性。

国立玛希隆大学副教授Pattanee Winichagoon说，在引进同位素技术前，泰国科学家须依靠基于对高营养食物的选择进行计算，验证该国的营养计划是否发生作用。“评估基于我们的知识和计算，未充分考虑诸如体内对微量营养素的吸收等因素。”她说。

将数据转化为实践

目前正在考虑这些研究结果，以进一步优化全国的营养干预计划。

“我们一直在同公共卫生部和儿科营养组沟通，并且已经开始讨论如何利用我们的分析。”Winichagoon说。如果研究结果被采纳，将会产生新的婴幼儿补充食品喂养实用指南。

今天学，明天教

国际原子能机构自1998年以来一直与泰国在营养领域开展合作。该国已通过培训班、科学访问、进修和设备从国际原子能机构技术合作计划和协调研究项目受益。泰国科学家还一直与国际原子能机构合作，利用同位素技术评估婴儿从初生到6个月的纯母乳喂养情况，并确保铁强化食品不会对铁或其他营养缺乏的人造成危害。

为其他人学习同位素技术举办培训班是回报这些努力的一种方式，Winichagoon说。“不进行专门知识分享，将是一种令人羞耻的事。我们有这么多问题，我们不是唯一的一个。”

营养是令泰国和世界感兴趣的课题。Slater说：“改善营养有巨大的社会成果。营养良好的儿童长大后将有足够的能力进行学习，并且将能够像成人一样谋生。总之，营养良好的人口有助于国家发展。”

接受国际原子能机构培训的泰国科学家利用同位素技术检查儿童体内如何对经铁、锌和维生素A强化米饭的反应。（图/泰国国立玛希隆大学V. Chavasit）

科学

同位素技术与儿童营养

同位素是具有相同质子数而中子数不同的同一种元素的原子。同位素技术跟踪人体如何吸收、利用和保留食物中对于支持健康成长和发育至关重要的营养。科学家利用同位素技术确定生物利用率，即我们身体生长及新陈代谢所吸收和利用的一种营养素的比例。

例如，为检查铁或锌的吸收情况，患者要吃下混有稳定同位素的试验餐。随后通过对采取的血样和尿样进行测量来揭示有多少同位素被人体吸收。通过质谱法——一种利用敏感检测器有选择地鉴别和测量各种化合物的方法——分析这些测量结果。

为评估维生素A状况，患者要服一剂碳-13或氘标记的维生素A。专家利用质谱仪分析服用这剂维生素A前后采取的血样。根据这剂精确测得的同位素标记维生素A的稀释度，就能计算出体内可交换的维生素A的总量。

国际原子能机构如何协助新兴核电国家构建其可持续能源之路

文/May Fawaz-Huber

随着世界对2015年“巴黎协定”和“可持续发展目标”通过后将呈现的气候政策的预期，更多国家可能将核电纳入其国家能源结构。新兴核电国家，即首次引进核电的国家，正在请求国际原子能机构协助其发展适当的基础结构，以建立安全、可靠和可持续的核电计划，并应对全球能源需求上升和缓解气候变化需要所带来的挑战。

“自‘可持续发展目标’和‘巴黎协定’被历史性地通过以来，核能的潜在作用极大地提升。”国际原子能机构规划和经济研究科科长David Shropshire说。“现在对使用核能的决定更容易了，因为其他环境影响小的大规模不间断能源选择仅有几个。”

“巴黎协定”在巴黎气候变化大会上获得通过，会上195个国家就气候达成了该具有普遍意义和法律约束力的协定。该协定确认的目标是，到本世纪末保持全球温度相比前工业化时代上升不超过2℃。

为达到这一目标和应对能源与气候的挑战（见第16页方框资料），一些国家正在重新评价他们的能源结构和核能的潜在作用。“核能不只是被认为是一种推动经济的动力源，现在与气候行动相关。”Shropshire说。“投资核电的国家不仅获得可靠的能源，而且获得实现不超过2℃目标的关键资源。”

波兰的答案

例如，波兰正在规划核能发电，不仅为了确保其长期电力供应和刺激国家经济增长，而且为了缓解气候变化。

约旦、波兰和土耳其等国与国际原子能机构合作，发展可持续核电计划。（图/约旦原子能委员会）

“波兰认识到‘可持续发展目标’包括减少能源领域的二氧化碳和其他空气污染物的排放的重要性。”波兰能源部核能司司长Józef Sobolewski说。“我们的部分战略规定，引进核电——一种零排放、清洁和高效的能源，是实现这种减少的手段之一。”他补充说，核电计划也会强烈地刺激国内的研发领域。

国际原子能机构是波兰等正在考虑引进核电的新兴核电国家必不可少的资源中心。他们可以利用国际原子能机构的能源规划工具和核电知识就这种能源在他们国家的作用做出明智的决策。

“一旦成员国决定采用核电，国际原子能机构就会对所需基础结构的发展提供咨询和审查意见。”Shropshire说。

逐步实现里程碑

国际原子能机构的三段式“里程碑方案”有利于核电计划从开始到完成的实施。这包括成员国在决定建设核电站之前

> “波兰认识到‘可持续发展目标’包括减少能源领域的二氧化碳和其他空气污染物的排放的重要性。我们的部分战略规定，引进核电——一种零排放、清洁和高效的能源，是实现这种减少的手段之一。”
> ——波兰能源部核能司司长Józef Sobolewski

考虑的问题、涉及的准备工作及核电厂建设和退役。为补充这一点，成员国往往请求国际原子能机构提供“综合核基础结构评审”工作组访问。通过工作组访问，国际专家确定该计划是否建立于有效的国家政策和战略、强大的管理、合适的法律框架及熟练的劳动力。在该评审的基础上，国际原子能机构制订国家特定的综合工作计划，帮助新兴核电国家弥补其核基础结构中的差距，并开展后续评审，跟踪其进展。

在落实国际原子能机构在“里程碑方案”第一阶段中实施的“综合核基础结构评审”工作组访问所提出的建议后，波兰在今年达到了第一个里程碑。这个国家的目标是到2024年完成其首座核电厂第一座反应堆建设，到2030年开始建设第二座核电厂。第二阶段“综合核基础结构评审”工作组访问预计在2017年进行，旨在评审波兰核电计划的进展。

实现约旦的可持续能源

在其他新兴核电国家中，约旦把核电列入其缓解碳排放的国家战略。

“约旦的能源几乎完全依赖进口化石燃料，基于各种原因而无法持续。”约旦原子能委员会主席Khaled Toukan说。“从能源成本和可靠性、国家收入、人员基础结构和专业知识建设，以及减少碳排放的观点看，在其他替代能源中，核电厂的建设将对约旦产生重大的积极影响。”

应约旦的请求，国际原子能机构自2009年以来已经执行三次“综合核基础结构评审”工作组访问，并基于对该国核基础结构及核和辐射安全监管框架的评价，向约旦提供了行动计划。今年，约旦将进行其第一座研究培训堆的调试运行，国际原子能机构将协助该国建设今后运行和有效利用该堆的能力。

根据土耳其在《联合国气候变化框架公约》下提交的“国家自主贡献预案”报告，核电也列入土耳其缓解气候变化的能源战略。通过“综合核基础结构评审”工作组访问，国际原子能机构在评价土耳其发展核电计划的准备工作方面向土耳其提供了援助。应土耳其的请求，国际原子能机构专家就国家行动计划向土耳其提供了建议，并审查了该国核能法草案。土耳其计划到2028年建设两座拥有8座反应堆的核电厂，并在2023年之前开始建设第三座核电厂。

能源–气候挑战

如果全球能源体系没有重大变革，温室气体排放将会对地球气候产生严重影响。到2040年，与能源相关的二氧化碳(CO2) 排放预计将从2013年水平增加约20%。在今后10年至20年中，能源-气候的双重挑战需要显著增加安全、可靠和经济的能源数量，同时需要大幅减少温室气体排放。

核电是能够帮助满足该能源-气候挑战的当今可用的能源和技术之一。来自核电厂的温室气体排放可以忽略不计，而且核电连同水电和风电在整个寿期的温室气体排放最低。预计到2050年，核能发电每年可以帮助减少约30亿吨二氧化碳的排放。这一预测部分取决于对低碳技术的相关成本和实施的假定。

未来的能源

文/国际原子能机构副总干事兼核能司司长Mikhail Chudakov

国际原子能机构的工作与去年联合国大会通过的许多可持续发展目标有关。但是，有三个目标特别强调核电对未来能源的贡献：目标7——获取廉价和清洁的能源，随着全球人口的增长和对能源需求的增加，将使我们的工作集中于实现可持续发展；目标9——工业、创新和基础设施，没有足够的能源是无法实现的；目标13——气候行动，确定了清洁、环境友好型能源的目标。

全球30个国家450座运行中的反应堆生产了约11%的全球电力。我们的预测表明，核能将在今后几十年中对全球能源结构持续发挥关键作用。虽然核电的利用正在增长，但其在全球能源结构中的份额却在下降，经济竞争力也受到挑战。核电厂的前期成本很高，但从核电厂整个寿期的发电成本考虑，还是会有竞争力的。任何能源方案的竞争力视具体国家而异，取决于很多因素，例如可用的自然资源。

越来越多的国际原子能机构成员国正在考虑将核电纳入其国家能源结构或扩大核电的应用（见第15页文章），其中一些成员国对气候变化和加强其能源供应表示担忧。

国际原子能机构通过对世界上现有和新的核电计划的支持，鼓励可持续的核能发展。我们也帮助成员国建设其能源规划和分析的能力及核信息与知识管理的能力，同时也帮助他们建立核安全和安保基础。

创新、技术进步和新的经济模式能够帮助增加核电对世界能源结构和可持续发展的贡献。新的核反应堆设计增加了安全设施，能够更有效地运行，产生的废物更少，甚至将废物消耗掉。核燃料循环的进步能够进一步降低废物产生量，使核电更具有可持续性。政府和私营部门之间的创新筹资和融资安排有助于技术开发，帮助更好地掌握核电基础设施和建设核电厂所需的大量投资。

考虑采用不同能源选择发电在整个寿期内的排放时，核电连同水电和风力发电在发电时不产生二氧化碳排放，对温室气体的贡献最小。如果考虑整个寿期循环，与其他可再生能源相比，核电的排放最小。

可再生能源有很多优势，并且是清洁的，但缺点之一是它依赖于风或阳光的可用性。核电是一种有用的补充：它能够在一年的大多数时间日以继夜地稳定和高效地发电（一些国家的核电机组利用率达90%以上），还有，核电可以进行大规模部署，更适合满足城市和工业需求。展望未来，创新混合能源系统正在开发中，将核电与可再生能源发电相结合，或者将核反应堆产生的热量用于海水淡化等其他应用。

气候与能源

正如“巴黎协定”（见第16页方框资料）中所规定的，核能作为当今可用的一种低碳技术，能够帮助各国满足能源-气候的双重挑战。

2015年由195个国家在《联合国气候变化框架公约》下达成的“巴黎协定”呼吁各国政府把全球平均温度较前工业化水平升高控制在2℃以下。约三分之一的温室气体排放来自能源生产，因此，我们必

快览

2015年，有10座新的核反应堆并网发电，创1990年以来新高。

须在能源领域实施去碳化，以控制全球变暖带来的灾害性影响。

国际原子能机构有一整套工具可以用来帮助成员国较好地了解能源与气候挑战，并作出相应的响应，实施核电计划。我们的努力侧重于提供对核电的事实评估。我们帮助决策者考虑所有的能源生产技术选项。如果和当一个成员国有这样的要求，我们就为其核电计划的安全、可靠和可持续实施提供援助。

核电通过提供支持人口增长和社会持续工业化所需的能源，持续推动可持续发展。相比其他大多数能源形式，核电能够做到这一点，同时对气候和环境的影响较小。

核技术如何帮助苏丹妇女发挥土地的最大效益

文/Nicole Jawerth

在烈日下的苏丹边缘地区，从头到脚裹着艳丽服装的妇女，说笑不停，采摘着清翠欲滴的蔬菜，供他们的家庭和邻居食用，同时也充实她们的钱包。她们的田地在延绵的干裂土地中茂盛地生长，因为核科学帮助她们使有限的供水得到最有效的利用，并优化了施肥。

“我们曾经一无所有。我们有很少的食物，不得不到市场去买。我们甚至不知道蔬菜是怎样长出来的。”苏丹东部一个小村庄的农民Fatima Ismail说。在那里，一个国际原子能机构支持的滴灌项目自2015年以来一直在实施中。

数百名妇女一直过着窘迫的生活，很难有机会改变。她们和她们的家庭很多都是难民，背井离乡，食物匮乏，依靠她们的丈夫微薄的收入为生。这些妇女无法选择自己种植粮食，或离开他们的家园去打工，挣钱糊口。

现在，通过利用核科学和技术优化后的小型农场和家庭菜园，这些妇女、他们的家庭和整个村子都从收获各种各样的蔬菜——洋葱、茄子、秋葵和各种绿叶蔬菜中受益。

“在此之前，我的孩子患有营养不良，我得经常带他去看病。”加入该项目的农妇Haleema Ali Farage说。“现在，食物多了，从蔬菜中获得的营养也多了，他好几个月都不曾去看病了。”

科学是使这些妇女发生新变化的起点。国际原子能机构的专家与联合国粮农组织合作，对当地农业研究公司的科学家提供培训和技术支持。这些科学家学会了如何使用土壤水分中子探针技术测量和确定Kassala研究农场土壤中的含水量，量化农作物所需的水量，优化氮肥的施用（见方框“科学”）。随后，这些研究构成了通过称为滴灌的浇水系统进行浇水和施肥的基础。

核科学帮助苏丹妇女将干旱的土地变为菜园。（图/国际原子能机构N. Jawerth）

“如果妇女被赋予权力，她们就可以分享家庭和社区中的决策权。这有助于减少贫困，也使今后的计划更加有效。妇女被赋予权力，社区也就获得更多权力。”

——苏丹Talawiet发展组织协调员Rashid Sir El Khatim

科学家研究土壤、水、肥料和农作物中的原子，以确定如何最好地种植农作物，管理土壤和水资源。（图/国际原子能机构 N. Jawerth）

快览

滴灌比地表灌溉节少60%。滴灌提高了洋葱的产量，每公顷增产约8000 千克。这相当于每公顷作物增加了3700美元的收入。

滴滴珍贵

低成本的滴灌系统易于安装，使用简单：把一个巨大的水桶置于高处，通过一个开关阀门控制桶中的水。开启后，利用重力把与肥料混合的水抽到就放置在作物根部的一系列管中。利用这种将水与肥料混合进行滴灌的方法称为“滴灌施肥”。

“虽然其本身不是一种新技术，但只有正确安装，并利用科学数据进行优化，滴灌才会有效，同时浪费很少的水。”国际原子能机构/联合国粮农组织核技术粮食和农业应用联合处水土管理和作物营养科科长Lee Heng说。这一滴灌施肥方法得到联合国粮农组织在水稀缺且十分珍贵的国家和地区推广。

“什么使这种滴灌系统如此新颖和创新呢? 农业研究公司的行动就是答案。”Talawiet发展组织协调员Rashid Sir El Khatim说。试点研究是在卡萨拉州与厄立特里亚接壤的农田进行的。农业研究公司向Talawie发展组织这样的当地非政府组织提供安装和使用滴灌系统和施肥的全套技术，这些技术通过在国际原子能机构支持下完成的科学工作进行了优化。这一地区常被称为苏丹的“面包篮子”，因为其土壤营养丰富，如果有充足的水，就是粮食种植的极佳环境。但是，由于气温上升，加上气候变化，水的供应日益短缺。

“水、土壤、温度：这是一个完整的包。”农业研究公司总经理El Saddig Suliman Mohamed说。“如果没有合适的灌溉系统，你就不能使收成最大化，但是，从另一方面讲，如果施肥不当，土壤就不能发挥其全部潜力。所以，我们必须看整个包。”

国际原子能机构这一试点项目的成功，减少了60%多的用水量，同时粮食产量增加了40%以上，这引起了诸如苏丹红新月会和Talawiet发展组织等其他组织的注意。他们与农业研究公司经国际原子能机构培训过的科学家密切合作，为400多名妇女建立和经营了50多个小型农场和家庭菜园。这些项目成功后，农业研究公司、Talawiet发展组织和苏丹红新月会现正同他们的伙伴合作，为1000多名妇女建立40多个新的滴灌系统。

增加妇女权力，促进可持续变革

虽然整个村庄从这些农业项目受益，但女性一直是主要的焦点，因为她们为创造家庭幸福发挥了重要作用。妇女比男人更多地将她们的收入投入到孩子的教育和健康上：她们投入了她们收入的90%，而男人们投入仅为其收入的30%～40%。世界银行认为，这一趋势有可能打破贫困的代际循环。

“如果妇女被赋予权力，她们就可以分享家庭和社区中的决策权。”Sir El Khatim说。“这有助于减少贫困，也使今后的计划更加有效。妇女被赋予权力，社区也就获得更多权力。”

随着该项目的继续，妇女们渴望继续构建她们的成功。

“我们想做更多的事。”Fatima Ismail说。“我们想扩大面积，栽种更多的新蔬菜品种。我们想帮助教其他的人做这件事。我们还需要一个水罐。这样，我们所有的邻居和村子里所有的妇女都可以加入进来。我们想要每个人都有机会。我们准备着。”

小型农场和家庭菜园装上滴灌系统后，正在帮助提高苏丹妇女的权力。（图/国际原子能机构 N. Jawerth）

科学

土壤水分中子探针与氮示踪

科学家利用中子探针来监测一个研究农场中土壤的含水量。探针发出的中子与土壤中水的氢原子发生碰撞，使中子减速。利用探针来检测中子速度的变化，得出一个相当于土壤中含水量的读数。氢原子的数量越多，被减速的中子就越多，通过测量被减速中子的数量，就可得出含水量。

氮是土壤和肥料中的关键成分。氮原子与土壤、肥料和水中的原子相互作用，转变为植物吸收的形式，释放到空气或进一步吸收后进入地下。施用以氮-15稳定同位素（原子得到中子或失去中子）标记的肥料，科学家就可通过对同位素的追踪有效地测定农作物对肥料的响应和吸收情况。这有助于提高农作物的产量和优化施肥。

管理水资源：玻利维亚用核技术揭示地下含水层秘密

文/Laura Gil

在玻利维亚的某些地区，人们依赖从地下含水层抽取的水进行多种应用。（图/国际原子能机构 L. Potterton）

“同位素技术为我们提供了用其他方法所不能得到的有用信息。这拓宽了我们的视野。”
——玻利维亚环境与水资源部水文学家Paola Mancilla Ortuño

已经有2000多年了：那是储存于流动在玻利维亚地下隐藏的Purapurani含水层中水原子的秘密之一。尽管已经向首都拉巴斯附近的城市奥尔托和比亚查供水几个世纪，但鲜有人知道Purapurani含水层。但是，借助核技术，科学家正在收集该含水层中水的年代、质量和来源方面的关键细节。这些信息正在帮助科学家们找到保护和可持续利用这一宝贵资源的方法。

“多亏了同位素，我们正在揭示地下含水层的秘密。”玻利维亚环境与水资源部水文学家Paola Mancilla Ortuño说。“现在，我们知道在该地下含水层的北部地区，浅层水受到严重污染。我们还知道该地下含水层东部地区的部分水可能已有2000多年的历史了。另外，我们还知道该地下含水层另一部分的地下水来自安第斯山脉的雨水。”

Purapurani是该地区进行发展的关键资源。在这一地区，100多万人口依赖这个300 km² 的地下含水层生活。“这两个城市的经济发展多亏了Purapurani地下含水层。”Mancilla Ortuño说。日益增长的人口靠该地下含水层满足日常应用，许多公司大量抽取地下水来满足城市扩展的需要，农民们需要它来种庄稼和喂养牲畜。

国际原子能机构帮助玻利维亚建立了其第一个同位素水文实验室，并且自2012年以来，国际原子能机构专家一直在对一个玻利维亚专家小组进行培训，教他们利用同位素技术评估水资源和确定其来源、年代、对地上和地下污染的脆弱性、运动和相互作用（见第23页方框“科学”）。“同位素技术为我们提供了用其他方法所不能得到的有用信息。这拓宽了我们的视野。”Mancilla Ortuño说。

能力的提升使科学家们能回答从前所无法适当解决的问题：这些水存在多久

了？来自何方？它们的质量还好吗？它们还剩下多少？回答这些问题有助于推进对Purapurani地下含水层的科学研究，制订水资源保护和管理的政策，以反映该含水层的潜力和局限性。

他们研究了什么？发现了什么？

玻利维亚科学家研究了水的存在年代，因为这能粗略地反映含水层的水得到补给需要多久。在这种情况下，需要几千年的时间。还有助于估算该含水层供水的限度。同样，他们通过污染物检查来确定对可能危害该含水层未来应用的威胁。在Purapurani含水层，仅发现在该含水层的有限区域受到的污染，几乎都涉及河水与该含水层的水混合而致。

“现在，我们知道水来自何方，我们应保护该地下水资源，确保其可持续性和质量。”玻利维亚环境与水资源部顾问、圣安德烈大学讲师Rafael Cortéz说。作为下一步，他和他的科学家团队计划制订人工补水方案，确保稳定地补充雨水。

两个世界

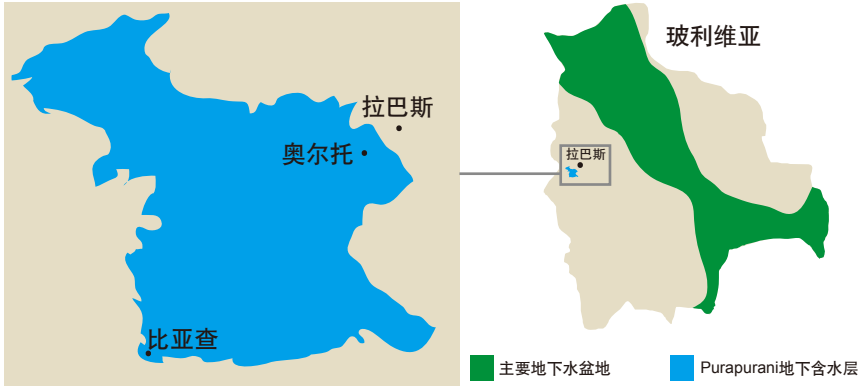
与国际原子能机构的合作还使玻利维亚得到另一个好处：建立了一个由化学家和水文学家组成的多学科团队。

“通过这些项目，我们将化学家和水文学家等来自不同学科的专家召集在一起。”国际原子能机构物理和化学处同位素水文学家Luis AraguásAraguás说。“水文学家通常不研究同位素，而化学家通常不研究水资源。多亏我们的项目，他们聚在一起，交流他们各自的专长。”

这个团队正在致力于利用同位素技术研究奥鲁罗市的地下含水层，并在玻利维亚其他城市重复同样的研究工作。玻利维亚有五个主要的城市地下含水层，但是到目前只研究了三个。最近在国际原子能机构支持下进行的水文学研究受到国家层面会议的关注，大学现在也在课程中引进了同位素水文学的概念。

“我们也随着每个项目在成长。”Cortéz说。“我们爬过，站起来，学会走路，现在又开始慢跑了。”

Purapurani地下含水层



虽然玻利维亚的潮湿低地（丛林）涵养了主要的地下水盆地，但像拉巴斯、奥尔托和比亚查这样人口密集的城市都位于缺水的高原地区。这三个城市依靠300 km2的Purapurani地下含水层供水。

科学
同位素水文学

水分子基于其不同的同位素比例，携带独特的“指纹”。同位素是其原子具有相同的质子数，但中子数不同的化学元素。同位素可以是天然的或人为制备的。放射性同位素是不稳定的，随着衰变不断地释放能量（称为放射性）重新达到稳定性。科学家可以测量放射性同位素衰减到一半所需的时间，即所谓的半衰期。通过测量放射性同位素的半衰期及其在水或其他物质中的含量，科学家就可确定含有放射性同位素的水的年份。

稳定同位素不再自行衰变，其在水中存在的整个时间内含量恒定不变。科学家根据地表水和地下水中同位素的不同含量，就可以确定各种要素和过程，包括水的来源和历史、过去和现在的降雨条件、地下含水层的补给、水体的混合与相互作用、蒸发过程、地热资源和污染过程。

17 促进目标实现的伙伴关系

伙伴关系与原子用于和平与发展

文/Nicole Jawerth

（图/国际原子能机构N. Jawerth）

实现“可持续发展目标”并非一项孤立完成的任务：17个目标及其指标是依赖于有力协调的全球发展的全面方案。这在关于伙伴关系的目标17中得到反映。国际原子能机构及其伙伴通过帮助各国利用核科学来满足其发展目标和实现持久的影响成为这一全球议程的重要力量。

“‘可持续发展目标’是一项非单个国家、组织或个人所能独自实现的大业；伙伴关系对其成功至关重要。”国际原子能机构战略和伙伴关系科科长Emma Webb说。“国际原子能机构在构建和培植实现这些目标的全球合作中起着积极作用。”

随着各国实施其国家战略和计划，许多国家求助于国际原子能机构及其伙伴帮助他们利用核科学和技术来达到他们的目标。国际原子能机构的长期伙伴关系，如与联合国粮食及农业组织（粮农组织）和世界卫生组织（世卫组织）建立的伙伴关系，使得各国际组织能在其各自的专业领域中贡献他们的技能和资源，支持全球发展。已有90多个国家建立了国家计划框架，其中确定了为支持国家发展优先事项与国际原子能机构的合作领域。

国际原子能机构与其伙伴合作，支持各国构建其能力，扩大他们的网络，以及通过技术合作项目和协调研究活动共享知识。采取的形式包括培训、进修、提供设备和专家指导，等等。这样，专业人员强化了他们的知识，提升了技能，得到了他们实现可持续成果所需的工具，如通过辐射医学（见第6页）改善健康，通过安全和可靠地将核电纳入国家能源结构（见第15页）来确保未来的能源。

科学、技术和创新是可持续发展的关键维度。合作加强知识共享、技术转让和循证决策。

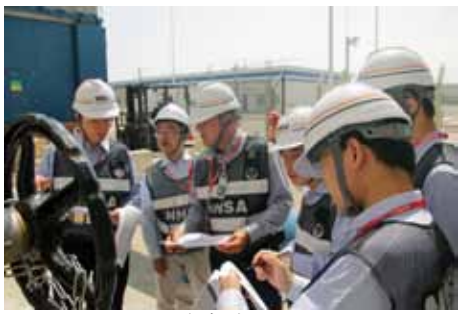
根据目标17的指标，国际原子能机构的国际和地区项目为发展中国家和发达国家共同努力、扩大其对科学专门知识的了解和获取，以及推动促进发展的技术创新提供一个平台。这些指标也使专家们能够合作审查和解决问题，例如如何缓解农业生产引起的温室气体排放（见第26页）对

气候变化的影响，并改善或学习新技能，如用于癌症治疗的三维放射治疗计划（见第8页）。

通过这些科学工作，科学家可以收集决策者为循证决策和计划所需的数据（见方框资料）。在目标17下对数据和监测的有力强调，为国际原子能机构及其伙伴支持以结果为导向的发展规划和计划提供了空间。

“核科学和技术的和平利用，在对国家优先事项的响应和支持可持续发展中具有独特的作用。”Webb说。“其中一部分就是通过国际原子能机构、政府和其他实体之间的伙伴关系实现的。科学和技术能够有助于支持联合体，有助于实现‘可持续发展目标’提出的雄心勃勃的全球承诺，推动‘2030年可持续发展议程’序言中概述的5个‘P’：人、地球、繁荣、伙伴关系及和平。”

（图/国际原子能机构B. Benzinger）



（图/国际原子能机构S. Loof）

（图/国际原子能机构D. Calma）

精确的进展

在实现“可持续发展目标”的道路上的每一步，科学家和官员都需要一些方法来跟踪和了解他们的进展，以完善和加强他们的努力。在许多情况下，核科学和技术可以提供精准而有效的方法，用于衡量进展和收集数据，帮助制订政策。如泰国（见第13页）等一些国家利用核技术研究营养计划的有效性，以改善健康，而如玻利维亚（见第22页）等另外一些国家利用这些工具来评价水资源，以确保未来有清洁和可持续的供水。根据这些数据，决策者们可以作出明智的决策，这些决策随后被转化为国家政策和计划，帮助他们实现国家计划、目标和指标。

精确的科学数据与伙伴关系相结合，有助于推动发展，实现环保型技术。在苏丹（见第19页）等一些国家，当地组织与国际原子能机构支持的科学家展开合作，不断扩大经核数据优化的灌溉系统的利用，以节约资源，同时确保良好的作物栽培。同样，南非（见第10页）等一些国家的公私伙伴关系帮助推广利用基于核技术的害虫不育防治法防止有害昆虫。这些有助于挽救作物，改善生计，保护和增加出口。

公共、私营和民间社会组织之间的这种联系，是国际原子能机构如何在多个方向培养合作和扩大核科学技术实际应用的一种重要方面。

17 促进目标实现的伙伴关系

科学家们联手研究土壤，寻找减少温室气体排放的方法

文/Nicole Jawerth

在农业中均衡使用肥料、水和土壤，已证明有助于减少温室气体排放。温室气体驱使气候变化和全球变暖。但是，达到最佳平衡，要求了解这些因素如何受到不同土壤和环境条件以及农业管理实践的影响。为帮助找到这样做的方法，科学家们正越来越多地利用同位素技术制订有助于减少和缓解温室气体排放的科学指南。

“在巴西，虽然我们已经开始利用有助于缓解温室气体排放同时对环境影响最小的过程来生产作物和肉类，但我们需要更好地了解这些过程对农业和减排的影响。”巴西农业研究公司研究员Segundo Urquiaga说。他参加了正在由国际原子能机构支持、与联合国粮食及农业组织合作进行的缓解温室气体排放项目。“这就是与原子能机构的合作正在如何帮助我们。”

30多年来，巴西一直在与原子能机构合作，研究农业对环境的影响。农业的温室气体排放一般占该国温室气体排放的35%以上。巴西已成功地将温室气体排放减少了约20%。

原子能机构和粮农组织为全球科学家提供了一个平台，合作利用同位素和相关技术研究土壤、植物和肥料在不同气候条件下发生的自然过程，并优化农业实践，以保护资源，同时减少温室气体排放。

据政府间气候变化问题小组报告，在人类活动引起的全球温室气体排放中，农业贡献超过五分之一。二氧化碳、一氧化二氮和甲烷等温室气体通过吸收地球的热辐射而捕获地球大气中的热量，这反过来增加了地球的温度。虽然温室气体效应是一种自然过程，地球通过这一过程调节其温度和支持生命，但过量的温室气体排放已导致全球变暖。

国际社会正在通过诸如《联合国气候变化框架公约》等协定共同努力，以最大限度地减少温室气体释放，并缓解其影响。

相互学习

通过这些全球研究，科学家们希望改善他们进行缓解的办法，更好地了解这些过程如何作用。巴西等一些国家研究比较超前，他们的经验对那些刚刚起步的国家来说是重要的资源。但是，由于每个国家面临独特的环境状况和经验，因此，即使比较先进的国家也能够在这一过程中学习。

“我们可以通过在不同的研究阶段与科学家互动，扩充我们的知识，发展一个良好的网络。有了这么多不同的经验，它帮助我们所有人加快这个研究过程，否则会需要几年时间。”智利核能委员会研究员María Adriana NarioMouat说。

减少与农业有关的温室气体排放（见方框“科学”）是应对气候变化的一个核

“我们可以通过在不同的研究阶段与科学家互动，扩充我们的知识，发展一个良好的网络。有了这么多不同的经验，它帮助我们所有人加快这个研究过程，否则会需要几年时间。”
——智利核能委员会研究员María Adriana NarioMouat

在德国吉森大学自由空气中二氧化碳浓度实验现场的参与者。
（图/国际原子能机构 M. Zaman）

心方面，但这一工作必须以均衡的方式进行，以便农民仍可生产足够的粮食和挣钱生活。德国吉森大学土壤和植物专家Christopher Müller说。“有这么多的因素会影响这些自然过程如何从一个生态系统进入到下一个生态系统。如果我们能更好地了解这些因素的作用方式，就会有助于制订既改善我们的全球形势，又保护土壤资源的农业措施。”

我们可以将收集的科学数据纳入国家的温室气体缓解方案中。Nario Mouat说。“决策者需要这些信息，这样他们能够就在一个国家如何缓解这些气体及如何鼓励农民采用这些方法作出决定。我们现在所做的就是这一过程的一部分。”她说。

挖掘细节

同位素技术正在帮助科学家揭示与土壤、植物和肥料有关的自然过程的详细情况。这些技术涉及同位素。同位素是具有相同质子数但不同中子数的同一种元素的原子。氮-15是氮的一种稳定同位素；碳-13是碳的一种同位素。两者在土壤、肥料、水和植物中天然存在。可以利用这些同位素测量和跟踪二氧化碳和一氧化二氮等气体是如何和何时形成、释放和吸收的。

“同位素技术极其精确，可使科学家较好地了解过程每一步发生的情况，这是采用常规方法所不能提供的。”粮农组织与原子能机构核技术粮农应用联合处土壤科学家Mohammad Zaman说。“这也有助于确定农民如何能可持续地种植作物，节水和减少昂贵化肥的使用，同时也保护地球的宝贵资源。”

在德国吉森大学的永久性草坪上进行自由空气中二氧化碳浓度研究。（图/国际原子能机构 M. Zaman）

快览

因化肥释放的一氧化二氮所造成的经济损失每年估计达4.69亿美元。

科学
管理温室气体排放

土壤是矿物质、有机物、气体和水的混合物。碳是土壤结构和土壤健康的关键成分，但以气体形式存在，是温室气体排放的重要组成部分。植物从空气中捕获二氧化碳形式的碳，将其转化为有机物质，从而将其转移到土壤中，这提高了土壤生产力和抵御恶劣气候条件的能力。用植物、土壤和肥料创造条件以促进这一过程，是缓解大气中温室气体浓度的一种方法，这被称为碳螯合。

氮是土壤中无处不在的元素，在大气中以一氧化二氮等气体形式存在。一氧化二氮对全球变暖的潜能几乎是二氧化碳的300倍。氮有很多来源，但在土壤中，当微生物和细菌把氮从肥料中的成分铵盐转化为更容易被植物吸收的硝酸盐时，天然产生氮。转化铵盐和硝酸盐的过程称为硝化和反硝化。通过仔细优化某些肥料在农业中的使用，就可以将一氧化二氮的释放减至最小，同时仍能使植物茁壮生长。

国际原子能机构新手册帮助医生处理核事故或放射性事故的社会问题

（图/国际原子能机构D. Calma）

“从历史上看，医疗专业人员的主要关注是症状。患者是所施以观察、医学推断和技术的症状的载体。因此，医疗关注没有延伸得比生物体更远。即使在公共卫生能力的运行中，了解社会文化因素也没有被认为是医疗专业人员的责任，哪怕它们对结果有明显的影响。”

“2011年3月11日发生的福岛核电站事故对这些假设提出了挑战。”

福岛第一核电站事故后，在国际原子能机构协调下编写的新的卫生专业人员手册序言开头如此写道。2016年6月新加坡医疗专业人员会议介绍了这本新手册。新手册的目标是：使医疗人员更好地作好意外事件准备，包括应对灾害的心理影响准备。

“如果我们能够协助医疗人员与受影响人群进行有效沟通，那么健康结果也会改善。”国际原子能机构人体健康处处长May Abdel-Wahab说。“像这本手册这样的工具给医疗人员提供信息，以帮助人们更好地掌控生活，作出适当明智的决策。”

来自9个国家的100多位医疗专业人员参加了国际原子能机构和新加坡国立大学联合组织的“第三届核科学、辐射和人体健康的科学、技术和社会观点技术会议：亚洲的视角”。

组织这次会议也是对一系列原子能机构项目进行结束总结，这些项目旨在帮助亚洲及其他地区医疗专业人员、物理学家和其他专家建设在核或放射紧急情况下交流与辐射有关的健康风险的能力。活动侧重于对紧急情况期间及之后辐射的可能健康影响进行明确和科学的交流的必要性。

医学与社会

参与手册编写工作的福岛医科大学副校长Koichi Tanigawa说，了解灾害的社会层面是找到解决方案的关键。“福岛事故告诉我们，核事故医学响应中所需要的，超出了普通医学专业知识的范畴。”

缺乏科学认识会加剧对辐射的焦虑，医学界需要这种认识，以便能够应对。福岛医科大学灾害医学教育中心副教授Atsushi Kumagai说，“辐射专家以为他们将能够使人们相信”福岛第一核电站事故后的辐射水平和风险。“相反，人们只是按照自己的直觉行事。”

医疗专业人员需要获得对患者和社会之间关系的更广泛的了解。这与灾害情况特别相关，因为根据手册，在建立和维持专业人员和公民之间的关系方面，社会方面的知识变得越来越重要。

“回顾2011年，最大的挑战是公众缺乏辐射信息，以及响应组织间缺乏协调。”曾带领灾后派遣到福岛的辐射应急医疗队的Tanigawa说。“一个涵盖科学、技术和社会的项目可能涉及到响应这些困难局面的每个人的角色。”

他解释说，关于风险的交流对医生和健康管理人员都是一种挑战。“保健专业人员需要学习如何与对辐射有不同看法的居民进行沟通，要像风险沟通人员一样向公众提供科学信息，帮助他们了解健康风险，以便居民能够适应他们的生活。”

手册概述了一般辐射历史和日本的放射性物质释放情况。它讨论了风险认知，并就如何最好地处理心身症状提出了建议。手册还涵盖与灾害的准备和应对及风险沟通有关的主题，以及法律和道德考虑。

Tanigawa说，虽然手册的背景是福岛第一核电站事故后的日本，但世界各地的医疗专业人员都会发现其有用之处。“这些成果应纳入医学教育的核心课程中，不仅是在日本，而且在其他国家，以便为应对意外事件，例如重大核事故或化学事故或传染病爆发做出更好的准备。”

Abdel-Wahab 说，手册对于更广泛的受众，例如记者和公众也会有所帮助。“帮助受影响人群应对灾害的能力不只限于医生。”

文/Miklos Gaspar

改变世界的17种方式：国际原子能机构在“欧洲发展日”上推介核技术在可持续发展中的作用

在比利时布鲁塞尔的2016年“欧洲发展日”上，国际原子能机构举办了核科学与可持续发展应用展览。展板介绍了核技术如何能够帮助各国应对全球挑战。
（图/国际原子能机构B. Benzinger）

食物和水不安全、获取医疗保健受限、气候变化和土地退化有什么共同点？核技术能够帮助解决“2030年可持续发展议程”下国际行动的所有这些优先领域。全球挑战、可持续发展和核技术的联系是国际原子能机构在2016年“欧洲发展日”上的展板讨论的焦点。这是原子能机构首次在这一论坛上举办活动。

第十个“欧洲发展日”是旨在处理“2030年可持续发展议程”落实问题的首批重要会议之一，原子能机构的参加还包括介绍核技术的粮食和农业应用及其发展影响的展览（见第30页方框资料）。

明智决策

“如果我们要保护全球生物多样性和阻止进一步的损失，我们需要了解各环境系统的动态变化——甚至深入到原子层面，以及它们之间的相互作用。”联合国维也纳新闻部主任兼“互动实验室辩论”主持人Martin Nesirky说。

摩洛哥水、林业和防治荒漠化高级委员会林业研究中心主任Mohammed Yassin谈到了同位素技术在应对气候变化影响，尤其是导致粮食收成减少高达75%的干旱方面的作用。“利用同位素技术，我们就能准确地评估土壤侵蚀和土壤保护实践的效果，并向决策者提出具体建议。”他说。“这些都能为以土地为生的人带来真正的改变。”

科学界在支持17个“可持续发展目标”方面能够发挥重要作用，特别是在加强数据的作用以提高对气候变化的了解和支持有效的政策响应方面。维也纳大学奥地利极地研究院院长Andreas Richter说。“科学界的主要任务之一是提供独立、基于证据的数据，使政治家和广大社会能做出明智的决策，以实现其发展目标。”

成功展示

除“互动实验室辩论”外，原子能机构还参加了“欧洲发展日”的全球村活动，展示了通过原子能机构技术合作计划和粮农组织/原子能机构核技术粮农应用联合计划开展的三个项目。这些项目涉及应对越南的土壤侵蚀、支持智利的食品安全控制，以及借助昆虫不育技术与拉丁美洲和加勒比国家的寨卡疫情作斗争。

在国际原子能机构展台，参观者能查看昆虫不育技术能抑制的不同害虫的蛹、幼虫和成虫。参观者还有机会学习土壤取样，以及利用一种手持式分子传感器，了解如何分析各种产品的蛋白质与脂肪的含量。

国际原子能机构环境实验室主任David Osborn谈到了同位素技术在了解和持续管理环境系统中的作用。“如果我们坚信我们对土壤、粮食和水等自然资源的使用是真正可持续的，就必须寻求更好地了解自然环境如何运作以及我们如何对其产生影响。”Osborn说。“核科学是能更好地进行环境管理的精密科学。”他还突出强调了原子能机构如何利用核和同位素工具来预防、适应和更好地了解我们环境中小变化的潜在广泛后果。

原子能机构技术合作司计划支持和协调处处长Ana Raffo-Caiado说，原子能机构正在支持成员国利用核技术来帮助他们实现“可持续发展目标”，或跟踪他们在实现这些目标方面取得的进展。“成员国已呼吁联合国和国际社会支持编制统计资料和数据，以加强对结果的监测和衡量。”她说。“核技术允许快速、准确的数据收集，可用于支持决策者，并迅速向实地人员提供变化情况。但很显然，我们无法单独做到这一点。我们必须与其他伙伴合作，提供符合成员国需要的可持续发展解决方案。”

文/Omar Yusuf

参加2016年6月15日至16日在比利时布鲁塞尔举行的2016年“欧洲发展日”的原子能机构团队。
（图/国际原子能机构B. Benzinger）

为铀矿开采做准备：博茨瓦纳建立环境放射性监测

国际原子能机构捐赠的γ光谱仪在博茨瓦纳被用于测量天然存在的辐射。（图/国际原子能机构M. Gaspar）

大象粪便与金矿尾矿有什么共同之处？随着博茨瓦纳准备批准其首座铀矿山的开采，两者在该国确定本底辐射基线水平的努力中，均为确定天然存在的放射性水平提供了极好的样品。

“我们需要能监测铀矿开采可能对环境造成的任何辐射释放，但是，要能做到这一点，我们首先需要确定那里天然存在的辐射是多少。”该国辐射防护监察机构首席辐射防护官Richard Shamukuni说。

人们通常受到来自太阳、宇宙射线和地球天然存在的放射性物质的天然辐射照射。Shamukuni说，对涉及发出天然存在的辐射的产业进行监管十分重要，以保护公众免受其影响。

这就是大象粪便出现的地方。大象吞食上百种不同的植物，存在于这些植物中的天然辐射会出现在粪便中。“采用粪便样品使我们省去了对不同植物样品逐一进行分析。”他解释道。由于往往有少量的铀天然地存在于金矿石中，所以也可以对金矿的尾矿进行分析。

国际原子能机构的援助

直到2014年，博茨瓦纳都不具有开展环境放射性测量的设备或专门知识。在国际原子能机构的帮助下，博茨瓦纳辐射防护监察机构建立了一个环境监测实验室，装备了γ和α光谱系统以及放射性监测所需的其他设备和材料。大多数放射源都会产生γ射线和α粒子。它们都具有不同的能量水平和强度。

可以采用相应的光谱系统检测和测量这些类型辐射。

最近，国际原子能机构通过其技术合作计划为来自博茨瓦纳的核化学家和放射生物学家进修提供了资助。他们同葡萄牙和南非有经验的科学家共同工作，学会了如何操作这些设备和管理环境放射性监测实验。

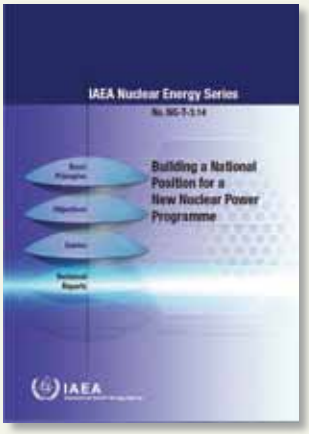
目前，博茨瓦纳新的环境监测实验室每周大约分析5个样品。其中大多数样品显示的放射性水平与正常本底水平一致。来自靠近拟开采铀矿的该国中央区的少数样品显示辐射稍高于本底水平。“在铀矿开采前，需要做更多的研究。”Shamukuni说。

该国政府最近批准了Serule村附近拟开采铀矿的环境影响评估。Serule村位于首都哈博罗内以北约350千米的地方。定期监测土壤、地下水和空气样品是该计划的一部分。

“博茨瓦纳正在该地区建设一个环境放射性测量示范中心。”参与了博茨瓦纳项目的国际原子能机构放射化学家Martina Rozmaric说。“这对这个拟在最近几年开采铀矿的国家极其重要。”

文/Miklos Gaspar

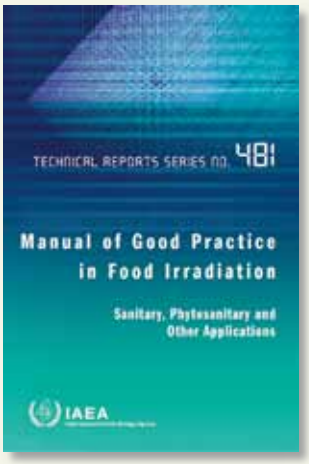
出版物预告



《确立新核电计划的国家地位》

为寻求对引进或重建核电计划确立国家地位的国家提供指导。本出版物为各国制订国家核能政策时向决策者、能源专家和其他利益相关方提供确立国家地位过程的指导。本出版物还帮助各国在合理的能源规划和更多的公众参与的基础上确立对核电一贯而持久的国家地位，以保持国家的长期承诺，不因国家的政治变化而改变。

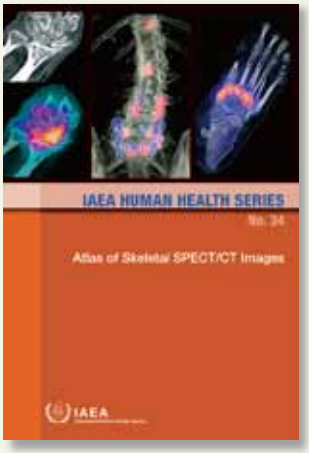
国际原子能机构《核能丛书》第NG-T-3.14号； ISBN: 92-0-102216-5； 20欧元； 2016年
www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10954/Building



《食品辐照良好实践手册》

旨在帮助辐照设施操作人员了解和改进他们的实践，并为同样需要了解食品辐照相关“良好实践”的食品监管机构、制造商和贸易商等提供详细而明了的技术信息。确保辐照食品的过程始终如一地提供所需的结果，对于正确使用该技术至关重要，并将有助于激发消费者对辐照食品的信心。

《技术报告丛书》第481号； ISBN: 978-92-0-105215-5； 48欧元；2015年
www-pub.iaea.org/books/iaeabooks/10801/Manual



《骨骼SPECT/CT影像图集》

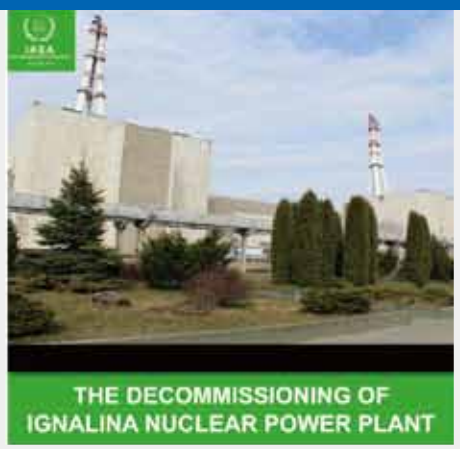
专门侧重于单光子发射计算机断层扫描/计算机断层扫描（SPECT/CT）的肌肉骨骼成像应用，从而说明在单一程序中代谢组分和解剖组分相结合的固有优点。此外，本图集还提供几组特定适应症的实用性信息。本出版物通过介绍骨显像中观察到的具有许多不同模式的SPECT/CT的一系列典型病例，将有助于进一步整合临床实践中的SPECT/CT经验，更适合作为培训工具而非教材使用。

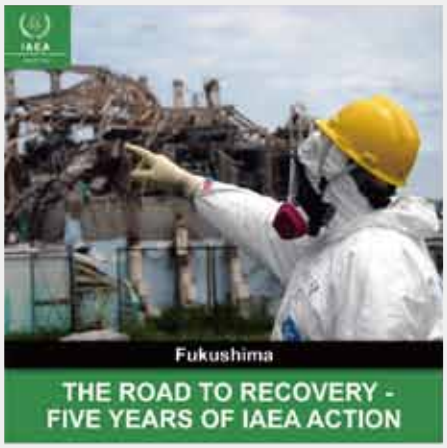
国际原子能机构《人体健康丛书》第34号；ISBN: 978-92-0-103416-8；75欧元； 2016年
www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10936/Atlas-of-Skeletal-SPECT-CT-Clinical-Images

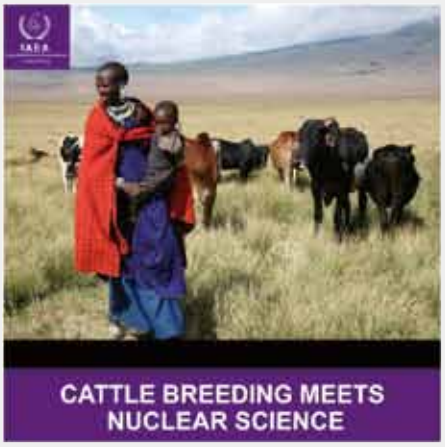
欲了解更多信息或订购图书，请联系：

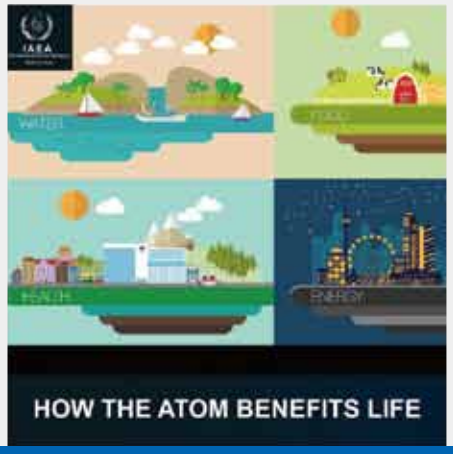
sales.publications@iaea.org

国际原子能机构影片









国际原子能机构影片观看地址：**www.youtube.com/iaeavideo**

ISSN 0020-6067

16-2774

国际会议
国际原子能机构技术合作计划

60年及以后

对发展的贡献

2017年5月30日至6月1日
奥地利维也纳

IAEA 60年
原子用于和平与发展

可持续发展目标

#Atoms4Dev2017
CN-257

16-20711