



理 事 会  
大 会

仅供工作使用

GOV/2021/27-GC(65)/3

普遍分发  
中文  
原语文：英文

# 加强国际原子能机构 有关核科学、技术和应用的活动

总干事的报告



仅供工作使用

大会临时议程项目 18  
(GC(65)/1 和 Add.1)

## 加强国际原子能机构 有关核科学、技术和应用的活动

总干事的报告

### 概 要

为响应大会 GC(64)/RES/12 号决议、GC(63)/RES/10 号决议和 GC(62)/RES/9 号决议的要求，本文件载有以下主题的进展报告：

- A 部分：核的非动力应用
  - 总则（附件一）
  - 支持非洲联盟“泛非根除采采蝇和锥虫病运动”（附件二）
  - 国际原子能机构塞伯斯多夫核应用实验室的改造（附件三）
  - 开发一揽子昆虫不育技术用于防治传播疾病蚊虫（附件四）
  - 加强在粮食和农业领域对成员国的支持（附件五）
  - 同位素水文学用于水资源管理（附件六）
  - “人畜共患疾病综合行动”项目（附件七）
  - 利用中小型核反应堆生产廉价饮用水计划（附件八）
- B 部分：核动力应用
  - 导言（附件九）
  - 国际原子能机构沟通、与其他机构的合作及利益相关方参与（附件十）

- 核燃料循环和废物管理（附件十一）
- 研究堆（附件十二）
- 在运核电厂（附件十三）
- 国际原子能机构在革新型核电技术发展方面的活动（附件十四）
- 支持核电基础结构发展的方案（附件十五）
- 中小型反应堆或模块堆的发展和部署（附件十六）
- C 部分：核知识管理
  - 核知识管理（附件十七）

关于国际原子能机构有关核科学、技术和应用的活动的进一步资料，可参阅：《2021 年核技术评论》（GC(65)/INF/2 号文件）；《国际原子能机构 2020 年年度报告》（GC(65)/5 号文件），特别是关于核技术的部分；以及《2020 年技术合作报告》（GC(65)/INF/4 号文件）。

## 建议采取的行动

- 建议理事会注意本报告附件一至附件十七，并授权总干事向大会第六十五届常会提交本报告。

# 总则

## 核的非动力应用

### A. 背景

1. 大会在 GC(64)/RES/12.A.1 号决议中请总干事与成员国磋商，依照《规约》继续努力开展国际原子能机构（原子能机构）在核科学、技术和应用领域的活动，并特别强调支持成员国开展核应用活动，以加强基础结构和促进科学、技术与工程，从而以安全的方式满足成员国的可持续增长和发展需求。
2. 大会建议秘书处就核科学、技术和应用领域所取得的进展向理事会和大会第六十五届常会提出报告。本报告系为响应这一建议而编写。

### B. 自大会第六十四届常会以来的进展

3. 作为联合国 2019 冠状病毒病危机管理小组成员，原子能机构与世界卫生组织（世卫组织）协调，继续通过提供设备和培训援助成员国抗击 2019 冠状病毒病。<sup>1</sup>
4. 原子能机构对 128 个国家和地区在 2019 冠状病毒病大流期间提出的援助请求作出了响应。除了提供逆转录-聚合酶链反应仪器等相关设备外，原子能机构还通过各种网络研讨会，协助世界各地的卫生保健提供者调整其应对大流行病的标准操作程序，以便它们继续提供服务。向 128 个国家和地区的 300 多个医学实验室和兽医实验室提供了应对 2019 冠状病毒病的支持。向 128 个国家和地区交付了 1950 多批次用于检测和诊断 2019 冠状病毒病的设备和用品。在过去的一年里，举办了 100 多场网络研讨会和虚拟培训活动。
5. 原子能机构继续验证最具前景的 2019 冠状病毒病检测试剂盒，以便随着其上市确定其灵敏度和特异性性能。此外，随着更多的诊断测试得到验证和使用，原子能机构继续提供最新的标准操作程序和指南，同时提供个性化的技术支持和支助，以配合成员国大规模扩大检测。向 285 个医学实验室和兽医实验室提供了与 2019 冠状病毒病相关的导则和专家服务，并向 87 个兽医实验室提供了直接的、个性化支助。

---

<sup>1</sup> 见 GC(65)/INF/7 号文件 — 国际原子能机构为成员国应对 2019 冠状病毒病大流行的努力提供支助。

6. 举办了题为“放射治疗科对 2019 冠状病毒病的准备”的系列网络研讨会，以支持成员国卫生专业人员在 2019 冠状病毒病大流行期间继续提供其基本服务。来自 144 个国家的 6000 多名专业人员参加了这些网络研讨会。
7. 原子能机构与世卫组织合作，为诊断 2019 冠状病毒病相关并发症所需的医疗成像设备制定技术规范，包括最低要求。这些规范可作为成员国购买设备（包括超声、X 射线和计算机断层扫描系统）的指南。原子能机构还与世卫组织一起制定了用于癌症治疗的放射治疗设备的技术规范。
8. 原子能机构出版了 20 多本同行评审出版物，对核医学和诊断成像的不同应用，包括心脏病学、癌症、卫生技术评定以及 2019 冠状病毒病和其他传染性疾病提供导则。
9. 原子能机构继续与指定的成员国研究机构协作，实施原子能机构的计划活动和促进核技术的实际应用。截至 2020 年底，原子能机构在 33 个成员国有 46 个正在运行的协作中心（其中 37 个属于与核的非动力应用有关领域的中心），与 2019 年底相比增加了三个。
10. 原子能机构继续努力在专门网页上向成员国通报协调研究活动及其成果。截至 2020 年底，作为 124 个正在执行的协调研究项目（其中 81 个项目与核的非动力应用有关）的一部分，原子能机构在 113 个成员国实施着 1710 项有效研究合同和协议。
11. 原子能机构继续通过在研究性放射性药物使用等领域的合作，加强与世卫组织的关系。原子能机构和世卫组织制定了专门导则文件，以论述早期和后期临床试验中使用的研究性放射性药物特有的良好生产实践。
12. 镓-99m 仍然是核医学中使用最多的诊断用放射性同位素。2021 年 5 月以虚拟方式举行了有来自 14 个成员国的 28 名与会者参加的“新一代镓-99m 药盒的肿瘤学应用”技术会议，会议提出了关于此类放射性药物应用状况的综合报告。
13. 原子能机构对医用同位素浏览器进行了升级，增加了估算用加速器生产的医用同位素产量的功能。对核数据库即基于 TALYS 的编评核数据库（TENDL）作了改进，并增加了对放射性同位素产量的更具描述性的图形表示。
14. 智能手机的同位素浏览器应用程序已被超过 12 万用户下载。对该应用程序进行了扩展，增加了核结构信息，如原子质量过剩。
15. 原子能机构印发了两本关于放射性药物治疗性使用的出版物：2021 年 2 月印发的《铜-67、镱-186 和钷-47 标记治疗性放射性药物》（原子能机构《技术文件》第 1945 号）和 2021 年 5 月印发的《走向治疗诊断应用的新兴放射性核素铜-61、钷-43 和钷-44 以及钷-86 的生产》（原子能机构《技术文件》第 1955 号）。
16. 原子能机构推出了最新的工业辐照设施数据库，其特点是载有一个交互式地图，点击可查看世界各地近 300 台伽马辐照器和电子加速器的信息。



17. 2021年4月以虚拟方式举办了“辐射技术的工业和环境应用讲习班”，以加强关于辐射技术在工业和环境应用方面发展和进步的信息和知识交流，并促进辐射科学和技术合作。来自世界各地的153人参加了这次活动。

18. 鉴于国际热核实验堆核聚变研究的进展，为加强原子能机构在聚变科学和技术领域的活动，原子能机构于2021年3月与于利希研究中心合作组织了一次关于聚变装置边缘等离子体中钨和氢的碰撞辐射特性的技术会议，以改进国际热核实验堆等离子体与第一壁相互作用的数值数据库。来自16个成员国的40名与会者出席了会议。

19. 原子能机构于2020年10月和2021年2月举行了三次顾问会议，分别讨论了聚合物废料回收用于新型材料、天然聚合物辐射加工产品的最新成就以及利用辐射技术处理文物问题。这些会议提出的建议将有助于确定未来的研究与发展活动以及协调研究项目。

20. 原子能机构于2020年印发了关于计算机断层照相法和密封放射源的工业应用的两份原子能机构《技术文件》：《无损检测实用工业断层照相技术简介》（原子能机构《技术文件》第1931号）和《密封放射源的工业应用》（原子能机构《技术文件》第1925号）。

21. 为协助成员国缓解气候变化的影响，原子能机构更加关注气候智能型农业，制定了测量农业衍生温室气体排放的导则和技术。原子能机构支助的一本题为“测量农业温室气体排放和利用核技术及相关技术制定缓解方案”的书籍于2021年初出版，成为核应用促进气候智能型农业的一个里程碑。

22. 在原子能机构的塞伯斯多夫实验室和11个成员国进行了研究实验，以调查辐照疫苗对动物疾病的功效，研究结果为利用辐照生产细菌和病毒疫苗抗原提供了概念证明。原子能机构为这些实验提供了支持，方法是设计和生产辐照疫苗抗原以及利用牧业生产和健康实验室开发的技术评价动物的疫苗反应。

23. 通过在食品辐照方面以及在食品中化学危害的真实性和控制方面的创新研究和易于转让的技术，原子能机构继续支持对保护消费者和促进成员国之间全球贸易至关重要的食品安全和质量控制系统。开发了一种可实地部署用于区分阿拉比卡咖啡和罗布斯塔咖啡的方法，从而帮助打击食品欺诈。

24. 通过原子能机构协调的科技网络，如由46个非洲国家和19个亚洲国家的国家兽医实验室组成的科技网络，即兽医诊断实验室网，以及最近在拉丁美洲和加勒比以及东欧发起的网络，原子能机构继续支持能力建设、应急干预和南南合作。

25. 通过原子能机构对150多个食品安全和控制研究机构的支持，非洲、亚洲及太平洋以及拉丁美洲和加勒比地区的食品安全实验室网络得到了进一步加强。此外，在亚洲及太平洋地区建立了一个突变育种网络，在拉丁美洲正式建立了另一个网络。

26. 原子能机构通过其海洋酸化国际协调中心，支持成员国努力开展活动，提高对例如镉、铅和汞等痕量金属污染物以及持久性有机污染物监测数据的质量，从而解决海洋酸化和各种海洋污染问题。

27. 海洋酸化国际协调中心与海洋酸化非洲网合作，于 2021 年 1 月在蒙罗维亚共同组织了一次题为“海洋酸化行动日”的地区会议，以强调西非正在开展的新的科学和能力建设工作。

28. 原子能机构通过实验室间比对，为分析海洋基质中的污染物提供高质量的基质认证基准材料，继续支持联合国环境规划署（环境署）《地中海行动计划》、《保护东北大西洋海洋环境公约》、《保护波罗的海地区海洋环境公约》等地区海洋计划，以及《关于汞的水俣公约》和《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》等国际公约。在过去的两年里，原子能机构和环境署在执行“水俣公约”方面的联系得到了加强，特别是在评价有关汞的环境排放规章的有效性方面。此外，原子能机构与《保护地中海海洋环境和沿海区域公约》之间存在一项正式协定。这包括通过预算外资金为建立和维持地中海污染物监测的质量保证提供服务。

29. 在 2021 年进行的三次系列网络研讨会中，向成员国的 750 多名科学家提供了伽马能谱测量技术的方法。超过 260 人注册参加了 2021 年 6 月举行的伽马能谱测量技术高级讲习班。

30. 建立了另外三种碳酸盐基准材料，以支持对大气中温室气体同位素组分的高精度监测。完成了一份关于水稳定同位素材料的报告，以提高各实验室报告可靠监测数据的能力。

31. 测量环境放射性分析实验室网已发展到包括 90 个成员国的 194 个实验室，所有这些实验室都已得到本国政府认可，在发生影响环境的辐射或核应急情况时，可以迅速协助测量环境中的放射性核素。每年定期为实验室开展培训活动，约有 100 个实验室参加了最近一次的水平测试，以证明其技术能力。

32. 原子能机构通过其海洋放射性信息系统，继续提供关于世界海洋放射性水平的经核实数据和资料，以支持成员国的海洋研究和监测举措。海洋放射性信息系统是一个开放的网基系统，为环境科学家、政策制定者和公众提供来自世界各地实验室的近期和历史海洋放射性数据。

33. 除了从成员国收到的预算外捐款外，原子能机构还从一家私营公司获得一个能够识别和量化人体内辐射照射的新的先进显微镜成像平台。该成像平台是原子能机构生物剂量学模型实验室的一部分，该实验室将向原子能机构成员国提供与生物剂量学有关的教学、培训、研究和服务。

34. 原子能机构出版了《临床合格医学物理师认证准则》（《培训班丛书》第 71 号），以促进对医学物理师作为保健专业人员的认可。在 2020 年 12 月亚洲-大洋洲医用物理



学大会和第十八届东南亚医用物理学大会、2021年4月中东医用物理学组织联合会虚拟会议以及2021年6月欧洲医用物理学大会上，对该准则进行了宣介。

35. 原子能机构于2020年11月以虚拟方式举行了“分子成像和临床正电子发射断层照相法-计算机断层照相法”国际会议（IPET-2020），来自126个成员国的3000多名与会者参加了会议。合格的与会者获得了欧洲继续医学教育认证委员会授予的15个继续医学教育学分。来自22个国家的40多位发言者介绍了重要的临床内容和医学成像在癌症患者管理中的适当使用。还举行了专门讨论2019冠状病毒病、教育、伦理和领导力的特别会议，并由世卫组织的一名代表作了关于全球癌症负担的主旨演讲。10个全球和地区专业组织参加了会议。

36. 原子能机构于2021年2月以虚拟方式举行了“辐射肿瘤学的进展”国际会议（ICARO-3）。ICARO-3有来自142个成员国的3000多名与会者和11个专业组织的参与。合格的与会者获得了欧洲继续医学教育认证委员会授予的15个继续医学教育学分。该科学计划包括10次进修班和三次电子轮廓绘制讲习班。

37. 根据协调研究项目和地区技术合作项目产生的关于24个月以下婴儿身体成分和母乳摄入的数据，向世卫组织提供了指导意见，以帮助世卫组织两个专家组更新补充喂养指南和更新联合国粮食及农业组织-世卫组织的婴幼儿营养要求。

38. 原子能机构与世卫组织的合作正在通过协调原子能机构/世卫组织二级标准剂量学实验室网络和剂量学审计服务等进行。原子能机构正在扩大剂量学审计服务，以包括对新启用的直线加速器电子束的审计。

39. 原子能机构于2020年12月参加了欧盟委员会QuADRANT项目讲习班，班上介绍了辐射肿瘤学质量保证小组、核医学实践中的质量管理审计和诊断放射学改进和学习的质量保证审计活动。QuADRANT项目旨在促进欧洲地区的临床审计工作。

40. 原子能机构出版了《核医学资源手册2020版》（原子能机构《人体健康丛书》第37号）。该版本涉及建立和运行核医学设施应考虑的所有要素，包括设备要求和质量控制；临床应用，包括诊断和治疗应用；患者防护，包括辐射安全；人力资源；以及持续专业发展。

41. 原子能机构推出了新的医学成像和核医学全球资源数据库（IMAGINE）。该数据库是第一个关于医学成像和核医学的综合性全球数据库。它包含了来自170多个国家和领土关于医学成像和核医学设备可用性以及两种模式的人力资源的信息。医学成像和核医学全球资源数据库利用地图和图表展示其调查结果，为支持成员国通过适当利用放射学和核医学更好地满足健康需求的战略规划提供宝贵的信息。

42. 2020年，原子能机构对《放射治疗中心名录》建立六十周年进行了纪念。《放射治疗中心名录》是唯一载有放射治疗设备信息的全球数据库。持续改进不断地为数据增加新的粒度，包括粒子治疗和先进放射治疗技术，以及上传和更新信息的新功能。

43. 柳叶刀肿瘤学医学成像和核医学委员会于 2021 年 3 月发表了一份报告。委员会利用了原子能机构通过原子能机构核医学数据库及医学成像和核医学全球资源数据库整理的侧重于中低收入国家的设备、职工队伍和程序数据。委员会报告突出强调了在获得成像资源方面的巨大不平等，并为各国勾勒出一个令人信服的健康经济学案例，以说明扩大癌症患者获得医学成像的机会将产生巨大的健康和经济效益。

# 支持非洲联盟 “泛非根除采采蝇和锥虫病运动”

## A. 背景

1. 在 GC(64)/RES/12.A.2 号决议中，大会认识到采采蝇及其所造成的锥虫病问题构成非洲大陆社会经济发展的最大制约因素之一，同时影响着人类和牲畜的健康，限制着农村的可持续发展，并从而造成贫穷和粮食不安全。
2. 大会要求原子能机构和其他伙伴加强成员国能力建设，以促进就防治采采蝇和锥虫病的战略选择和将昆虫不育技术作业成本高效地纳入大面积虫害综合治理运动做出知情决策。大会还要求秘书处与成员国和其他伙伴合作，通过经常预算和技术合作资金保持供资，以便向正在实施的选定昆虫不育技术实地项目提供连贯一致的援助，并加强支持研究与发展工作以及对非洲成员国的技术转让，以补充其为建立和随后扩大无采采蝇区所作的努力。
3. 大会在 GC(64)/RES/12.A.2 号决议中请总干事向理事会和大会第六十五届常会报告在执行这一决议方面所取得的进展。

## B. 自大会第六十四届常会以来的进展

### B.1. 加强与非洲联盟“泛非根除采采蝇和锥虫病运动”的协作

4. 原子能机构与非洲联盟“泛非根除采采蝇和锥虫病运动”举行虚拟会议，就粮农组织/原子能机构粮农核技术联合计划活动的最新状况以及原子能机构在技术合作（技合）计划下为支持防治采采蝇和锥虫病提供的援助进行了讨论。原子能机构还将继续与非洲联盟“泛非根除采采蝇和锥虫病运动”密切合作，通过建立可持续无采采蝇和锥虫病区实现消除采采蝇和锥虫病的目标。

### B.2. 通过应用研究和技术合作促进能力建设

5. 在将昆虫不育技术纳入大面积虫害综合治理工作以消除或控制采采蝇传播的锥虫病方面，原子能机构继续对成员国的支持请求作出响应。这种疾病一直被认为是撒哈拉以南非洲牲畜和农作物生产的一个主要制约因素。这种支持包括提供技术咨询、采购设备和材料、举办培训班和讲习班、通过相关技合项目开展进修和科访，以及在奥地利塞伯斯多夫粮农组织/原子能机构农业和生物技术实验室之虫害防治实验室进行研

究。此外，受影响成员国的专家继续参加题为“改进昆虫规模饲养中的种群管理以促进昆虫不育技术应用”的协调研究项目，其中包括一个采采蝇研究小组。

6. 原子能机构的支持加强了成员国的能力，使其能够获取和分析基准数据，以支持对可用采采蝇和锥虫病抑制或根除战略（包括将昆虫不育技术作业成本高效地纳入大面积虫害综合治理运动）的选择和可行性做出知情决策。就此而言，原子能机构继续向布基纳法索、乍得、埃塞俄比亚、马里、塞内加尔、南非、乌干达、坦桑尼亚联合共和国、赞比亚和津巴布韦提供了支持。

7. 自 2020 年 9 月以来，原子能机构对八次进修（部分为在线进修，部分为实际操作进修）给予了支助。这些进修在专门研究机构提供了总共为期 700 多天的人员培训。虫害防治实验室目前通过技合计划的支持接收了两名博士生，他们在原子能机构资深科学家的督导下开展与采采蝇微生物组和病原体及冷藏采采蝇释放有关的课题研究。

8. 虫害防治实验室的研究活动继续侧重于通过了解致病性病毒和共生细菌的影响来改善采采蝇种群的繁殖力和表现。

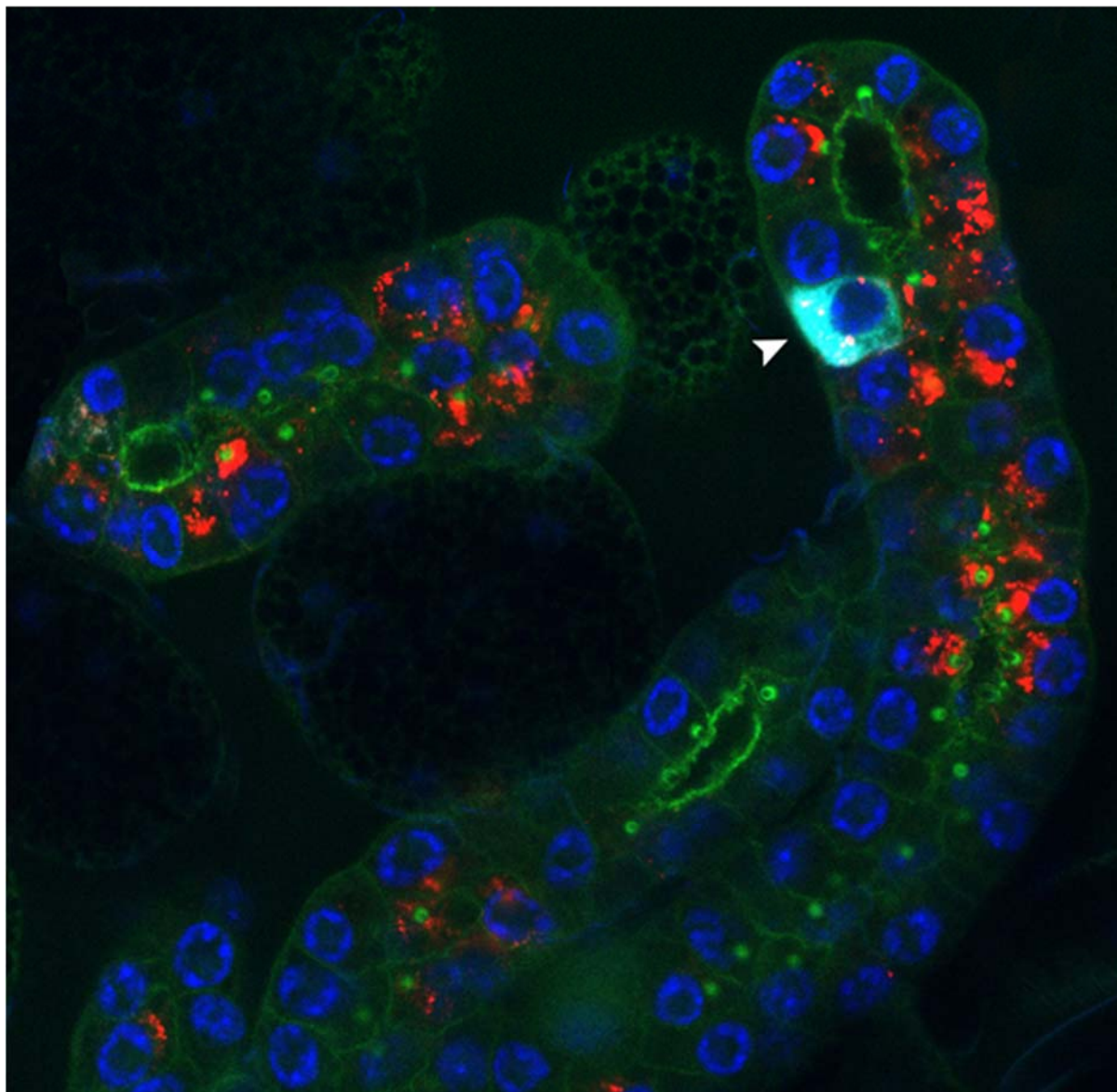


图 B.1. 放大 40 倍后，刺舌蝇脂肪体中的软腐病病毒和阴性病毒感染。用星状核糖核酸荧光原位杂交探针检测到病毒。蓝色：胞核（用 4', 6-二脒基-2-苯基吡啶染色），绿色：F-肌动蛋白（用 488 鬼笔环肽染色），红色：软腐病病毒，青色：阴性病毒。箭头显示软腐病病毒和阴性病毒之间的共定位。（来源：原子能机构）

9. 还开发了一种采采蝇近红外蛹性别分选器，该分选器目前正在两座昆虫饲养设施中运行，这两座设施旨在为目前正在塞内加尔达喀尔东北部的尼亚伊地区进行的大面积虫害综合治理运动生产采采蝇蛹。还将向布基纳法索和埃塞俄比亚提供这种设备。

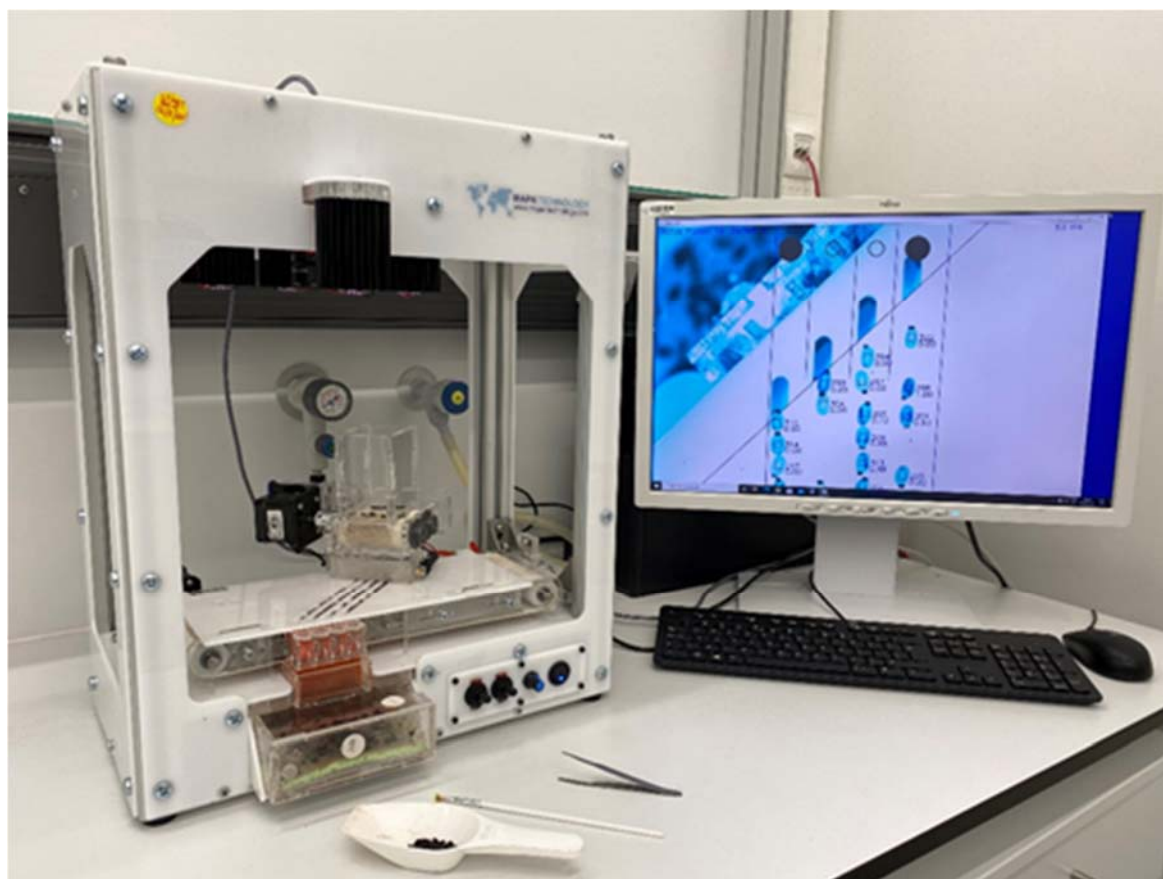


图 B.2. 采采蝇近红外蛹性别分选器。(来源：原子能机构)

10. 通过刊载于同行评审科学期刊以及通过会议专题介绍，上述研究活动产生的知识和适用技术方面的进步得到了广泛传播。

### B.3. 支持规划和实施昆虫不育技术活动

11. 在 RAF/5/080 号技合项目下，原子能机构继续在支持开展大面积采采蝇和锥虫病防治以提高畜牧生产力方面提供培训，并为野外昆虫学监测活动以及布基纳法索、埃塞俄比亚、马里、乌干达、坦桑尼亚联合共和国、赞比亚和津巴布韦昆虫规模饲养设施和分子生物学实验室的运行提供设备和耗材。通过替换不起作用的辐照器，使坦桑尼亚联合共和国和国际半湿润气候带畜牧业研究与发展中心的采采蝇饲养设施的辐照能力得到了加强。此外，还开展了进修，以支持埃塞俄比亚、乌干达、坦桑尼亚联合共和国和津巴布韦的采采蝇和锥虫病试点项目在建设地方一级进行针对不育蝇释放的无人机作业的能力方面取得进展。

12. 通过技合计划，原子能机构继续对塞内加尔利用具有昆虫不育技术组成部分的大面积虫害综合治理方案根除达喀尔东北部尼亚伊高产农业区的一种采采蝇即冈比亚须舌蝇的努力提供技术支持。除去少数热点地区，采采蝇种群已被抑制约 97%。锥虫病的发病率已非常低，塞内加尔继续向该地区引进更多的高产牛。





图 B.3. 采采蝇被清除区的健康家畜。(来源：原子能机构)

13. 在布基纳法索开展了利用分子工具来确定采采蝇和锥虫病种属的能力建设活动，并建立了一个设备齐全的分子生物学实验室。已经开始努力从野外收集的材料中扩大刺舌蝇种群以及建立一个新的拟寄舌蝇种群。通常使用移动冰柜运输在瓦加杜古屠宰场收集到的血液，以喂养博博迪乌拉索昆虫规模饲养设施中的采采蝇。当地主管部门已颁发使用无人机的许可，远程无人机的采购程序和相关的不育雄蝇野外释放培训业已启动。

14. 在乍得芒杜尔地区继续进行作业前活动，该地区是乍得所剩为数不多的活跃的昏睡病重灾区之一。遗传种群研究已证实棕足舌蝇这种采采蝇病媒种群是孤立的。抑制活动采取小目标部署继续进行，已导致采采蝇密度降到极低以及该重灾区昏睡病例数降到最低，该重灾区包括有疾病传播历史记录的区域。在斯洛伐克 Scientica 运营的一个规模饲养设施，已开始扩大种群规模，以生产不育雄蝇。关于采采蝇种群维护和不育蝇长途运输的培训活动继续开展。在博多建立了一个每周能处理 10 000 只蝇的野外昆虫饲养设施。以降低即将到来的作业阶段的成本为目标，已启动采购远程无人机的程序及其操作培训。

15. 影响牲畜的非洲锥虫病继续显著制约着撒哈拉以南非洲许多地区的发展，特别是贫困和缺乏基础设施问题尤为尖锐的农村地区的发展。只要技术上可行，昆虫不育技术作为大面积虫害综合治理干预措施的一个组成部分能够成为缓解这种制约因素的一个重要工具。该技术提供一个环境无害的采采蝇病媒种群根除方案，不仅消除动物锥虫病的风险，而且也在发生动物锥虫病的地方消除人类锥虫病（昏睡病）的风险。所实现的效益，如提高饲养牲畜用于产奶、产肉和畜力牵引犁地以种植作物的能力，将大幅度地改善农村人口的生计。原子能机构继续协助开展该领域的能力建设，以造福撒哈拉以南非洲的成员国。

16. 将昆虫不育技术成功和更加广泛地应用于适宜区域的制约因素仍然是非洲缺乏规模饲养能力以及促进规模饲养和大规模害虫防治作业的适当管理和结构。

# 原子能机构

## 塞伯斯多夫核应用实验室的改造

### A. 背景

1. 在 2012 年 9 月大会第五十六届常会期间，总干事呼吁采取一项倡议，对核科学和应用部位于奥地利塞伯斯多夫的八个实验室进行现代化改造和翻新，使其能满足成员国日益增长和不断变化的需求。大会在 GC(56)/RES/12.A.5 号决议中表示支持总干事的这一倡议，于是，“核应用实验室的改造”项目于 2014 年 1 月 1 日正式启动。2014 年 5 月在 GOV/INF/2014/11 号及 GOV/INF/2014/11/Corr.1 号文件中印发了该项目的战略。

2. 2014 年 9 月印发的该战略的增编（GOV/INF/2014/11/Add.1 号文件）对“核应用实验室的补充改造”作了描述，以提供这些实验室所需而无法在“核应用实验室的改造”项目范围内解决的改进。2017 年 2 月，秘书处印发了题为“核应用实验室的改造项目”的 GOV/INF/2017/1 号文件，其中向成员国提供了关于“核应用实验室的改造”和“核应用实验室的补充改造”的最新状况，并详细介绍了“核应用实验室的改造”的实施情况、“核应用实验室的补充改造”的范围界定和费用计算以及就资源调动所作的努力。

3. “核应用实验室的改造”/“核应用实验室的补充改造”联合倡议产生了能容纳塞伯斯多夫八个核应用实验室中四个的新实验室大楼，并为原子能机构剂量学实验室提供了一个新的直线加速器设施。一旦目前共享这些设施的其他实验室搬进各自新空间，预计其余四个实验室将得到扩建，目前大楼内的核心基础设施将得到加强。然而，2020 年 3 月初，外部专家评估后得出的结论是，全面改造现有 60 年历史的实验室大楼旨在使这些实验室“适合用途”，以满足成员国的需求，但与建造一座新大楼来容纳其中三个实验室（陆地环境实验室、植物育种和遗传学实验室以及核科学和仪器仪表实验室）相比，可能需要更长时间，耗费更多费用，并导致实验室大楼质量较低。“核应用实验室的改造”项目管理小组确定专家们的结论是适当的，并赞同一座新大楼是加强这三个实验室的最适当方案。

4. 在这方面，总干事在 2020 年 3 月理事会会议上宣布了建造第二座将容纳上述三个实验室的新移动模块式实验室大楼的计划。对剂量学实验室，将在其紧邻新直线加速器设施的当前地点进行整修。三个实验室的工作严重依靠的老化温室也将更换。总干事在 2020 年 9 月 3 日的一次技术性简况介绍会上提供了关于所需资源的信息，并进一步阐述了该项目这一最后阶段（被非正式称为“核应用实验室的改造”项目第二阶段）的规划。该最后项目阶段的圆满完成将使各核应用实验室能够响应成员国日益增长和不断变化的需求，并有助于成员国努力实现“可持续发展目标”。

5. 大会在 GC(64)/RES/12.A.3 号决议中请总干事向大会第六十五届常会报告在执行这一决议方面所取得的进展。

## B. 自大会第六十四届常会以来的进展

### B.1. 执行状况

6. 自 2016 年 7 月开始建设以来，实验室的现代化工作取得了稳步进展，根据原项目战略及其增编预计的所有新建设现已完成。总干事 2020 年 6 月正式宣布启用的新天野之弥实验室现已全面投入运行。

7. 于 2019 年第二季度投入运行的新能源中心于 2020 年第三季度在运行中纳入了热电联产功能，以减少能源消耗。

8. 2021 年 5 月，在一家外部建筑公司的协助下，完成了“核应用实验室的改造”项目第二阶段的主要要素（即第二座移动模块式实验室大楼、各温室和剂量学实验室整修）的概念设计规划。考虑到第二座移动模块式实验室的建造可能于 2022 年初启动，预计合同招标将于 2021 年第四季度进行。



FML2 移动模块式实验室 2  
GH 温室  
DOL 剂量学实验室  
IPCL 虫害防治实验室

YAL 天野之弥实验室  
MPB 多功能大楼  
NSF 中子科学设施

图 B.1. 原子能机构塞伯斯多夫场址俯视图（来源：原子能机构）



## **B.2. 财政状况和资源调动**

### **B.2.1. 财政状况**

9. 为“核应用实验室的改造”和“核应用实验室的补充改造”筹集了 3900 多万欧元预算外资金，收到了 42 个成员国的财政捐款和实物捐助以及来自非传统捐助者的额外财政和实物支助。“核应用实验室的改造”/“核应用实验室的补充改造”联合项目 5780 万欧元的目标预算已超出约 47 万欧元。该项目预算中约有 970 万欧元仍可用于解决项目下一项目阶段其余四个实验室的需求，这将包括建造一座新大楼（第二座移动模块式实验室）、建造新温室、整修剂量学实验室和实施其他基础设施工程。

10. 在总干事 2020 年 9 月 3 日的技术性简况介绍会上，向成员国提供了实验室现代化最后阶段共计 3450 万欧元的初步概算。由于已有来自“核应用实验室的改造”/“核应用实验室的补充改造”预算的 970 万欧元供用于满足这些实验室的需求，总干事请成员国为筹集剩余的 2480 万欧元提供支持。截至 2021 年 6 月理事会会议，有五个成员国已宣布为“核应用实验室的改造”项目第二阶段提供共计约 810 万欧元的预算外捐款。根据目前的估算，由大型资本投资基金为“核应用实验室的改造”项目第二阶段提供 310 万欧元资金的建议如果获得核准，则尚待解决的资金需求将为 1360 万欧元。在第六十五届大会之前完成详细设计后，将会有更精确的估算。

### **B.2.2. 供资优先次序**

11. 已经调动了完成所有正在进行的项目活动所需的资金。这些活动包括与外部专家持续合作，以期为第二座移动模块式实验室大楼的建造、剂量学实验室侧翼的整修和温室更换进行概念设计和详细设计。在第六十四届大会期间宣布的一个成员国对“核应用实验室的改造”项目第二阶段的捐款包括用于剂量学实验室整修的资金。当前目标是获得采购和启动第二座移动模块式实验室大楼的建设所急需的约 890 万欧元的补充资金。温室更换筹资可能单独进行，也可能与第二座移动模块式实验室的筹资一同进行。

### **B.2.3. 资源调动战略**

12. 秘书处推行了一项要素特定的资源调动战略，在现有资金需求的基础上争取来自成员国和非传统捐助者的资源。为支持该战略，开发了新的和有针对性的资源调动产品，以强调及时完成实验室现代化工作的重要性，以及各项目要素与满足成员国对培训、应用研究和服务的的需求的相关性。量身定制的捐助者一揽子方案包括关于项目剩余要素及其资金需求的全面信息。资源调动产品不断更新，以说明在完成特定项目要素方面的进展情况、预期费用的任何变化以及预期的资源需求。

13. 实验室参观对于突显实验室的重要工作仍然很有价值，并在筹资努力中发挥着重要作用；然而，由于全球 2019 冠状病毒病大流行，实验室参观被中止很长一段时间，

直到 2021 年上半年才在非常有限的基础上恢复。对此，秘书处开发了在线资源，并正在扩大在线资源获取途径，包括提供虚拟实验室参观。秘书处组织的特别活动，包括在大会以及 2021 年 3 月和 6 月理事会会议期间的会外活动，为资源调动努力提供了宝贵的额外支持。在 2021 年 3 月的会外活动中，总干事宣布了设立新捐助者展示墙的想法，以表彰“核应用实验室的改造”项目第二阶段的新捐款者。在 2021 年 6 月的会外活动中，来自第六十四届大会以来宣布向“核应用实验室的改造”项目第二阶段捐款的五个成员国的代表应邀象征性地将他们的“国家牌匾”放置在新捐助者展示墙上，该展示墙将在新的第二座移动模块式实验室大楼完工后永久安装在大厅里。



图 B.2. 原子能机构总干事拉斐尔·马利亚诺·格罗西在 2021 年 6 月 7 日在维也纳原子能机构总部举行的理事会 6 月第 1579 次会议的会外活动“‘核应用实验室的改造’项目第二阶段：为科学而建设，为未来而设计”上发表讲话（来源：原子能机构）

#### B.2.4. 与成员国的资源调动努力

14. 秘书处继续与广大成员国进行双边讨论，以支持筹资工作，结果，有 42 个成员国对该倡议的“核应用实验室的改造”阶段和“核应用实验室的补充改造”阶段提供了财政捐款，并有五个成员国宣布对“核应用实验室的改造”项目第二阶段捐款。“核应用实验室的改造”项目之友是向所有成员国开放并由德国和南非共同主持的一个非正式小组，该小组继续在资源调动方面发挥重要作用。项目之友小组定期举行会议，其参加者一直是“核应用实验室的改造”倡议重要的双边捐助者，而该小组仍然是维持和提高对实验室的现代化之重要性的认识以及获得成员国对这些工作的支持的重要工具。



### **B.2.5. 与非传统捐助者的资源调动努力**

15. 2020年12月，在“联合国全球市场”上发布了关于核应用实验室剩余设备需求的新公告，以最大限度地激发私营部门对与秘书处建立伙伴关系的兴趣。

## **C. 今后的步骤**

16. 随着所有先前在建的新设施现已竣工并全面投入使用，项目重点现已是与外部专家合作完成“核应用实验室的改造”项目第二阶段主要要素的概念设计和详细设计，包括建造第二座移动模块式实验室大楼、整修剂量学实验室侧翼和更换温室。正在进行的设计阶段将产生精确的费用概算，从而进一步影响该项目的资源调动战略，包括短期、中期和较长期筹资目标。

17. 资源调动努力将侧重于在2021年第四季度前筹集所急需的890万欧元补充资金，用于在2022年初第二座移动模块式实验室大楼建设的采购和启动工作。用于整修现有实验室大楼的剂量学实验室部分的资金业已调集。为更换现有温室调动资源将被列为优先事项，目标是在2022年获得全部资金，该资源调动可能单独进行，也可能与第二座移动模块式实验室大楼的筹资一同进行。



# 开发一揽子 昆虫不育技术用于治理传播疾病的蚊虫

## A. 背景

1. 大会在 GC(62)/RES/9.A.2 号决议中关切地注意到“约 32 亿人仍有感染蚊虫传播的疟疾的危险，仅 2016 年就估计有 2.16 亿新发疟疾病例和 44.5 万人死亡，主要是在非洲，从而构成了消除非洲贫困的一个重大障碍。”大会注意到“疟疾寄生虫继续产生抗药性，蚊虫继续产生抗杀虫剂性。”
2. 大会严重关切地注意到“蚊虫传播登革热这种目前世界上最常见的蚊虫传播疾病的发病率在过去 50 年期间上升了 30 倍以上，已成为一个重大的国际公众健康关切”，并且“估计每年有约 4 亿人感染登革热，而全球有一半以上的人口都存在感染此疾病的风险。”
3. 大会注意到“利用昆虫不育技术抑制传播疾病蚊虫将主要适合于城市地区，因为空中喷洒杀虫剂在城市地区被禁止或可能不具有可取性，并且需要采取大面积方案，这是对现有基于社区的计划所作的一种新颖而又可能强有力的补充。”
4. 大会要求原子能机构“在实验室和实地继续加强能够完善和验证利用昆虫不育技术综合治理传播疟疾、登革热、寨卡和其他疾病蚊虫所需的研究工作。”大会要求原子能机构“不断增加发展中成员国的科学和研究机构参与该研究计划，以期确保其参与，从而使受影响的国家掌握自主权。”大会还要求原子能机构“加强努力开发和转让能够将雌性蚊虫从生产设施中完全清除的更高效雌雄分离系统，包括遗传选性品系，并发展在实地释放和监测不育雄虫的成本效益好的方法。”
5. 大会还要求原子能机构“通过地区技合项目在拉丁美洲、亚洲及太平洋和非洲加强能力建设和网络建设，并通过评定昆虫不育技术作为防治传播疾病蚊虫高效手段之潜力的国家技合项目向防治伊蚊和按蚊的实地项目提供支持。”
6. 大会赞赏地注意到“一些捐助者对利用昆虫不育技术防治传播疟疾、登革热、寨卡和其他疾病蚊虫的研究与发展工作表现出的兴趣和给予的支持”，并要求原子能机构“分配适当的资源和吸引预算外资金，以便继续实施现已扩大的蚊虫研究计划、实验室/办公室空间和工作人员配备。”
7. 大会邀请原子能机构“根据‘发展和应用昆虫不育技术和相关遗传和生物控制方法防治传播疾病蚊虫主题计划’会议专家提出的建议采取行动，通过向开发昆虫不育技术及其他相关遗传和环境友好方法持续提供资金，投资支持蚊虫媒介种群的治理。”

8. 大会在 GC(64)/RES/12.A.5 号决议中请总干事向大会第六十五届常会报告在执行 GC(62)/RES/9.A.2 号决议方面所取得的进展。

## B. 自大会第六十二届常会以来的进展

9. 为了对 GC(62)/RES/9.A.2 号决议做出响应，原子能机构通过设在奥地利塞伯斯多夫的虫害防治实验室，继续致力于开发一揽子昆虫不育技术，用于防治传播疾病的蚊虫，即作为疟疾病媒的阿拉伯按蚊，以及作为登革热、寨卡、基孔肯雅病和黄热病的主要病媒的埃及伊蚊和白纹伊蚊。虫害防治实验室目前还保有 16 个国家的蚊虫品系，包括具有形态标记和其他标记的品系，目前正在评估它们在基于昆虫不育技术的方案中的潜在用途。



图 B.1. 雄蚊被装入  $\gamma$  射线 220 辐照装置室内进行绝育处理。

(来源：原子能机构)

10. 原子能机构继续努力开发包括遗传选性在内的稳健且高效的雌雄分离方法。开发并在实验室条件下验证了两种埃及伊蚊遗传选性品系，一种基于红眼颜色，另一种基于白眼颜色。埃及伊蚊红眼遗传选性品系很健壮；它已经渗入不同的基因组背景，并可用于在技合计划框架内进行实地测试。辐照诱发染色体倒位被整合到红眼遗传选性品系，以增强其遗传稳定性。已分离出埃及伊蚊、白纹伊蚊和阿拉伯按蚊的其他突变（主要是身体突变和眼色突变），目前正在对其作为遗传选性的潜在可选标记物进行评价。



图 B.2. 埃及伊蚊虫蛹：(a) 黑眼雄蛹，(b) 红眼雌蛹，(c) 白眼雌蛹。

(来源：原子能机构)

11. 在蚊虫规模饲养技术方面，虫害防治实验室开发并验证了若干工具、部分设备和程序，目的是降低生产成本并提高生物材料的质量。例如，新的伊蚊成虫笼箱和幼虫架已经在白纹伊蚊上得到验证，成本大幅降低；针对三个物种进行了自动化幼虫计数器的评估；为规模饲养蚊虫幼虫阶段开发了一种基于廉价昆虫蛋白（黑水虻粉）的新幼虫饮食。

12. 认识到使用同位素辐照器进行蚊虫绝育和蚊虫抑制项目的预期扩大所带来的日益增加的挑战，原子能机构评定了 X 射线和  $\gamma$  射线诱导阿拉伯按蚊、白纹伊蚊和埃及伊蚊雄蛹不育的相对效率。原子能机构还评定了影响剂量反应曲线和昆虫质量的主要因素，包括剂量率、冷冻、大气条件、地理来源、生命阶段和蛹龄。此外，正在研究对冷冻蚊虫成虫进行大小规模辐照的可能性。原子能机构还开始与私营部门协作开发适用于蚊虫绝育的 X 射线辐照器。

13. 针对埃及伊蚊、白纹伊蚊和阿拉伯按蚊开发并向成员国传授了一种用于测量飞行能力的快速质量控制测试法。

14. 与欧盟委员会资助的研究项目“*Infravec 2*”协作，开发了用于诊断蚊虫传播疾病和蚊虫群落病原体的分子工具。这些分子工具将被证明对在昆虫不育技术计划中保持无病原体群落至关重要。

15. 在成功抑制住中国广州白纹伊蚊目标虫口后，通过结合昆虫不育技术和不亲和昆虫技术，在新加坡针对埃及伊蚊获得了类似结果，那里的目标虫口明显受到抑制。在古巴，进行了使用昆虫不育技术抑制埃及伊蚊种群的开放实地中试，结果减少了 90% 的卵孵化。



图 B.3. 古巴哈瓦那第一次蚊虫释放在当地学校进行。  
(来源：佩德罗·库里热带医学研究所)

16. 意大利乔治·尼科利农业环境中心和巴西地中海果蝇研究所分别自 2017 年 9 月和 2018 年 3 月以来被指定为原子能机构协作中心。它们报告了在意大利对白纹伊蚊和在巴西对埃及伊蚊的一揽子昆虫不育应用的重大发展。此外，中国中山大学于 2021 年被指定为原子能机构协作中心，在四年内协助开展开发用于控制蚊虫的昆虫不育技术的实地活动。

17. 原子能机构继续实施题为“蚊虫处理、运输、释放和雄蚊捕获方法”的协调研究项目。该协调研究项目产生了针对控制伊蚊物种的不育雄蚊监测、标记、处理、运输和释放新方案，该方案将被传授给成员国，并将惠及世界各地的昆虫不育技术蚊虫试点项目。一个题为“蚊子辐照、绝育和质量控制”的新协调研究项目已获核准，并于 2020 年 7 月开始实施。

18. 为响应成员国对新的不育雄蚊释放方法的需求，原子能机构与欧洲研究理事会合作，正在努力减轻不育雄蚊无人机释放系统的重量，以便在城市地区上空使用该系统。实地测试正在一些成员国进行。

19. 原子能机构通过五个地区技合项目继续向成员国提供支助，这些项目涵盖：欧洲地区（题为“制订防治侵入性伊蚊的遗传控制计划”的 RER5022 号项目和题为“加强将昆虫不育技术纳入对侵入性伊蚊的有效治理中的能力”的 RER5026 号项目）、亚洲-太平洋地区（题为“利用昆虫不育技术防治和控制伊蚊媒介种群”的 RAS5082 号项目）和拉丁美洲和加勒比地区（题为“加强拉丁美洲和加勒比地区利用含昆虫不育技术组成部分的病媒综合管理方案防治作为人类病原体特别是寨卡病毒病媒的伊蚊的能



力”的 RLA5074 号项目和题为“加强利用昆虫不育技术作为蚊虫防治计划组成部分的能力”的 RLA5083 号项目)。原子能机构还通过一个跨地区技合项目(题为“共享关于不育昆虫技术和相关技术用于大面积综合治理虫害和人类疾病媒介的知识”的 INT5155 号项目)提供了支助,该项目是一个在世界范围内交流知识和经验的基本战略平台。

20. 原子能机构继续通过在巴西、古巴、毛里求斯、墨西哥、菲律宾、南非、斯里兰卡、苏丹和土耳其的技合计划向成员国提供支助。原子能机构还为在意大利、西班牙和美利坚合众国的昆虫不育技术蚊虫应用中试提供了支助。

21. 原子能机构推出了一个有条件分阶段方案计划,成员国可通过该计划测试和实施昆虫不育技术用于病媒控制,而推进到下一阶段则取决于前一阶段活动的完成情况,目标是在昆虫不育技术实地计划的实施方面取得进展。

22. 作为原子能机构与世卫组织之间谅解备忘录的一部分,自 2020 年 4 月起就向原子能机构成员国提供了“关于测试昆虫不育技术作为防治伊蚊传播疾病的病媒控制工具的导则框架”。此外,2019 年 8 月,原子能机构和世卫组织专家协助孟加拉国评定了该国的登革热暴发情况,并制订了一项计划来测试利用昆虫不育技术抑制传播该疾病的蚊虫。

23. 自 21 世纪初以来在降低疟疾流行率方面大获成功之后,过去五年中的病例数量保持稳定。原子能机构正在寻求进一步的资源用于开发防治传播疟疾蚊虫的一揽子昆虫不育技术,特别是因为其涉及整个一揽子昆虫不育技术的研究与发展部分,包括其测试和验证,以及向成员国的转让。

24. 昆虫不育技术是大面积病媒综合防治方案的一部分。粮农组织/原子能机构粮农核技术联合计划和虫害防治实验室一直继续开发、验证和优化一揽子昆虫不育技术,以作为治理蚊虫虫口的一个配套手段。与成员国协作(包括通过技合计划),已在两项主要挑战上取得了良好进展:制订允许只释放雄蚊的高效雌雄分离方法,以及蚊虫的空中释放。目前在选性和无人机释放方面的发展将允许在中试中进行昆虫不育技术方案的测试,以证明该方案是一种安全、具有生物可靠性和负责任的蚊虫虫口治理方案。



# 加强在粮食和农业领域对成员国的支持

## A. 背景

1. 大会在 GC(62)/RES/9.A.5 号决议中认识到农业发展在加速实现若干“可持续发展目标”特别是消除饥饿、实现粮食安全和改善营养及促进可持续农业发展以增进所有成员国的社会经济利益的进展方面发挥着核心作用。因此，大会促请秘书处以整体和综合的方式进一步扩大其努力，通过发展和综合应用核科学和技术，除其他外，特别解决成员国的粮食不安全问题并进一步增加其对提高农业生产力和可持续性、减少贫穷和饥饿以及提高农民收入的贡献。大会鼓励粮农组织/原子能机构联合司继续对影响农业发展的主要全球趋势作出响应，以确保尽可能最大程度地提高生计抵御农业威胁和危机的能力，包括适应和缓解气候变化的影响。

2. 大会还认识到将影响中期农业发展的主要全球趋势包括：日益增长的粮食需求、持续的粮食不安全、营养不良和气候变化影响。因此，大会敦促秘书处通过利用核技术应对气候变化对粮食和农业的影响，同时优先考虑适应和缓解气候变化的影响，包括通过开发工具和技术包。大会请秘书处在“气候智能型农业”主题下开展活动来应对气候变化挑战。

3. 大会还请秘书处考虑到抗微生物药物耐药性的全球趋势及其对人体健康和动物健康的影响，继续顺应国际发展趋势，努力在核/同位素方法/工具可能具有比较优势的领域确立可能的应用。

4. 大会欢迎由需求驱动的有关开发交流工具的研究活动，以改进非洲农业水管理方面的决策，以及用于粮食和农业方面核和辐射应急准备和响应的新可视化平台，敦促秘书处进一步加大工作力度，为加强其影响粮食和农业的核和辐射应急准备和响应方面的研究活动寻求预算外资金。

5. 大会在 GC(64)/RES/12.A.7 号决议中请总干事向大会第六十五届常会报告在执行 GC(62)/RES/9.A.5 号决议方面所取得的进展。

## B. 自大会第六十二届常会以来的进展

6. 现名为粮农组织/原子能机构联合中心的粮农组织/原子能机构联合司目前监督着成员国约 450 个研究所和实验站参与的 35 个协调研究项目，并负责向 328 个国家、地区和跨地区技术合作（技合）项目提供科技支持。在报告所涉期间，举办了 264 个由需求驱动的讲习班、研讨会和培训班，主要得到原子能机构技合计划支助的 6433 名发展

中国的参训人员参加了这些活动。此外，联合中心还产出了 602 份出版物（包括 124 份技术文件、通讯、导则和图书）、同行评审科学期刊的 290 篇文章、141 篇会议论文以及同行评审科学期刊的六个特版。

7. 奥地利塞伯斯多夫粮农组织/原子能机构农业和生物技术实验室响应成员国的要求，继续进行由需求驱动的研究与发展活动，包括将核技术用于气候智能型农业和测量农业温室气体以寻找更好的减缓方案；开发同位素技术和分析技术，用于食品溯源和真伪鉴别以及污染物和残留分析；开展辐照动物疫苗研究；编制动物育种辐射杂交图谱；加强动物疾病诊断应用以早期检测动物疾病和包括 2019 冠状病毒病在内的人畜共患疾病；开发适应气候的更高产作物；以及防治植物和牲畜害虫。

8. 发展和进一步加强有多个利益相关方参加的实验室网络继续成为主要重点，特别是为了加强支持对跨境动物疾病和人畜共患疾病的及时诊断、控制和根除（如兽医诊断实验室网）；加强食品安全和食品控制系统的能力（如拉丁美洲和加勒比分析网、非洲食品安全网和亚洲食品安全网）；促进作物改良和采用现代生物技术（亚洲及太平洋地区植物突变育种网和咖啡突变网）；以及分享关于昆虫不育技术用于害虫防治的知识（实蝇科工作人员数据库）。



图 B.1. 兽医诊断实验室网科学家学习如何使用多病原体分析方法。  
(来源：原子能机构)

9. 原子能机构通过提供培训、诊断试剂盒、标准作业程序及控制和预防跨境动物疾病和人畜共患疾病的设备和材料继续为兽医诊断实验室网提供支持，该网已扩大到非洲的 45 个成员国和亚洲的 19 个成员国。

10. 原子能机构支持成员国努力应对 2019 冠状病毒病（GOV/INF/2021/4 号文件提供进一步的详情）。粮农组织/原子能机构联合中心立即作出响应，提供了强有力的技术支持、专家指导和实验室支助。原子能机构向 128 个国家和领土提供了一揽子支助，其中包括检测设备，即实时逆转录-聚合酶链反应仪器和检测试剂盒连同试剂和实验室耗材，以及用于安全处理和分析 2019 冠状病毒病样本的生物安全用品。

11. 印度尼西亚兽医科学研究中心第一个快速检测到了非洲猪瘟病毒。自 2019 年 9 月印度尼西亚出现非洲猪瘟以来，该研究所一直为疾病确认和监测实施诊断检测。这包括非洲猪瘟特异性和多重（出血性疾病组合）逆转录-聚合酶链反应和原代细胞培养中的病毒分离。

12. 自 2019 年以来，一些亚洲国家出现了疙瘩皮肤病病毒，该病毒于 2020 年夏季在孟加拉国、不丹、印度尼西亚、缅甸、尼泊尔、斯里兰卡、泰国和越南迅速传播。原子能机构通过兽医诊断实验室网支持这些国家对当地疙瘩皮肤病病毒分离株进行了实验室材料和分子表征，为孟加拉国和越南进行了全基因组或靶向多基因测序，并正在与其他国家进行合作。

13. 2020 年，塞内加尔首次检测并通报了兔出血性疾病病毒（RHDV2）。该病毒很快传播到布基纳法索和尼日利亚，造成了很高的家兔死亡率。兽医诊断实验室网高效工作，向西非的伙伴兽医实验室提供了支持。

14. 野生动物和家畜可能由于明显未知的原因发生急性死亡或严重疾病事件。在过去几个月，布基纳法索（鸽子等野生鸟类）以及埃塞俄比亚和肯尼亚（骆驼）都报告了大规模死亡事件。粮农组织/原子能机构联合中心和兽医诊断实验室网正在积极支持实验室调查，以评定是否存在已知或未知的传染性因子，并揭示这些事件的原因。

15. 对新型辐照原型疫苗进行了测试，以调查它们对动物疾病的功效。实验是与维也纳兽医大学、奥地利卫生和食品安全署以及威尼斯动物疾病预防实验研究所合作进行的。此外，粮农组织/原子能机构联合中心还提供了技术支持，在斯里兰卡佩勒代尼耶大学建立了流式细胞术设施，这是评价疫苗反应不可或缺的工具。

16. 在技合计划的支持下，在刚果民主共和国、埃塞俄比亚、摩洛哥、纳米比亚、尼日尔和塞内加尔的七个非洲兽医实验室实施了基于牛津纳米孔 MinION 平台的全基因组测序技术。该技术将主要用于宏基因组模式，以便能够检测家养和野生动物携带者中的未知病原体。

17. 2020 年，原子能机构与维也纳兽医大学和国际骆驼遗传改良和保护联盟协作，开发了一种多物种骆驼科哺乳动物脱氧核糖核酸芯片（基因芯片），供用于高产骆驼的选择和育种。该芯片含约 20 万个标记物，可用于多种骆驼物种包括单峰驼、双峰驼、羊驼和美洲驼的遗传评价。该芯片目前正在验证和现场测试中，将于 2021 年底推出。

18. 原子能机构对六个国家（阿根廷、孟加拉国、秘鲁、塞尔维亚、斯里兰卡和乌拉圭）进行本地牛全基因组评价提供了技术支持。正在利用一种牛 60K 基因芯片对 1900

多头牛进行基因分型。该评价的目的是进行基因型与产奶性状的全基因组关联（塞尔维亚）；估计杂交牛的遗传混合物和评定其牛磺酸遗传水平（孟加拉国和斯里兰卡）；确定与高海拔适应相关的选择特征（秘鲁）；并评定本地牛的遗传生物多样性（阿根廷和乌拉圭）。

19. 拉丁美洲和加勒比分析网已扩大到包括 21 个国家的 57 个研究机构以及协调讲习班及实验室间试验和培训。非洲食品安全网继续扩展到 102 个实验室，在 39 个参加国建立了研究和食品控制组织，以促进技术联网和能力建设。亚洲食品安全网正在促进其成员研究机构在提高实验室检测能力方面的协作（例如，巴基斯坦支持巴布亚新几内亚进行食品危害检测，黎巴嫩协助约旦检测农药残留，泰国支持柬埔寨和缅甸检测污染物），从而为实验室卓越和认证做出贡献。

20. 在 2019 年 7 月第一次研讨会上与 13 个签署成员国正式建立的亚洲及太平洋地区植物突变育种网于 2020 年 11 月以虚拟方式举行了第二次会议，又有三个成员国参加并加入该网络。2019 年 7 月“荆州建议”确定的植物突变育种网的关键作用是：加强国家和地区能力、增强种质资源、促进快速育种技术的使用、建立功能基因组学平台、确定应力筛选位置、早期检测跨境病虫害、保存突变体种质以及进行联合资源调动。拉丁美洲地区对植物突变育种的兴趣也越来越浓厚。

21. 原子能机构将其与奥地利卫生和食品安全署的技术互动扩大到利用该署的三级生物安全实验室加强诊断跨境动物疾病和人畜共患疾病的研究和发展能力，评价和验证 2019 冠状病毒病检测试剂盒和试验，以及对影响成员国牲畜的高致病性细菌和病毒进行遗传表征。原子能机构加大了对一些亚洲成员国抗击非洲猪瘟疫情的援助力度，包括加强了成员国的技术诊断能力和向受影响国家提供指导和建议。



图 B.2. 在越南国家兽医诊断中心处理跨境动物疾病诊断用样本。  
(来源：原子能机构)



22. 原子能机构与联合国粮食及农业组织（粮农组织）密切合作，制订了关于利用核技术和同位素技术追踪抗微生物药物从农业地区向环境中转移的导则。目前正致力于编写一份关于在成员国测试该方法的详细导则文件。

23. 2020 年 2 月印发了题为“农业放射性污染治理战略和实践”的原子能机构出版物，目的是加强国际组织和成员国对粮食和农业相关核紧急情况 and 放射性事件的准备和响应规划。

24. 食品认证和掺杂物检测方法方面的应用研究和能力建设加强了 30 多个成员国的食品安全和质量控制能力。这涉及各种食品，如中国的牛奶、蜂蜜和茶叶；马来西亚的高价值可食用燕窝；菲律宾的醋以及新加坡的进口猪肉和奶制品。斯洛文尼亚也制作了针对当地的牛奶和乳制品的“质量保证”标志。

25. 原子能机构的支持使博茨瓦纳、蒙古、纳米比亚、尼日利亚、巴基斯坦、南非和乌干达的成员国食品安全实验室获得了 ISO 17025:2017 认证。这提高了食品中化学残留和相关污染物检测和监测的可靠性。

26. 在 10 个成员国中，通过协调研究项目开发的核和同位素分析技术被应用于五种以上食品的多种/混合残留和污染物国家监视和监测计划。一个例子是多残留分析方法被用于检测藜麦中包括农药和真菌毒素在内的 132 种化合物，以应对秘鲁藜麦出口遭拒的挑战。

27. 原子能机构继续开展与抗微生物药物耐药性有关的工作，包括开发一种同位素多残留方法，用于量化和确认动物粪便中的抗微生物药物残留和真菌毒素。这项工作建立在先前测定实验处理肉鸡粪便中金霉素抗微生物药物残留、抗微生物药物活性和抗性基因存在情况的工作（分析方法）的基础上，对全球抗微生物药物耐药性工作至关重要。原子能机构还支持 30 多个成员国进行了抗微生物药物残留检测和监测，这是抗微生物药物耐药性工作的一个重要组成部分。正在开展进一步的工作，包括有针对性的研究技术转让。



图 B.3. 最近获得认证的巴基斯坦药物残留分析实验室。  
(来源：原子能机构)

28. 原子能机构继续支持食品法典委员会，并通过积极参加各分法典委员会（如关于食品中兽药残留、农药残留和污染物以及分析方法等的法典委员会），支持制定食品安全标准和细则。十分重要的是，能力建设和技术转让能力正在使一些成员国能够实施法典标准、细则和实务守则。

29. 原子能机构通过粮农组织/原子能机构联合中心，支持厄立特里亚和冈比亚建立或加强了五个食品安全和环境卫生实验室，并支持与粮农组织亚洲及太平洋办事处开展协作，制定了在新加坡和泰国试行的亚洲及太平洋地区抗微生物药物残留监测蓝图。在《非洲核科学技术研究、发展和培训地区合作协定》框架内，认可了在阿尔及利亚和尼日利亚的两个为食品安全教育和分析服务提供支持的指定地区中心，以期通过实验室联网促进非洲的公共卫生以及地区和国际食品贸易。

30. 原子能机构为作为厄瓜多尔国家果蝇管理项目组成部分的地中海果蝇防治计划提供了支持。由于原子能机构的支持，水果和蔬菜的质量和数量都有所提高，国际贸易也得到促进，农民得以开始向美利坚合众国、拉丁美洲和欧洲市场出口黄金莓、火龙果和树番茄。



图 B.4. 得益于昆虫不育技术，厄瓜多尔的树番茄如今正出口至美利坚合众国、拉丁美洲和加勒比地区以及欧洲联盟的市场。  
(来源：厄瓜多尔动植物卫生监管机构)

31. 原子能机构在植物虫害防治领域向阿根廷提供了支持，由于成功地应用昆虫不育技术防治地中海果蝇，这种支持现正在开花结果。2020 年初，中国认可了巴塔哥尼亚和门多萨省部分地区的无果蝇地位。因此，来自阿根廷这些地区的车厘子和其他核果类和梨果类水果可以出口到世界上最大的新鲜食品市场。

32. 原子能机构对多民族玻利维亚国提供了支持，以建立一个最先进的果蝇羽化和释放设施，用于支持实施昆虫不育技术。位于阿根廷门多萨的一个规模饲养和绝育设施每周运送 300 万只不育雄性地中海果蝇。这些不育雄蝇在多民族玻利维亚国科恰班巴存在这种害虫的 2000 多公顷土地上释放。

33. 原子能机构最近开发了针对斑翅果蝇和欧洲葡萄蔓蛾（分别是无核小果和葡萄害虫）的昆虫不育技术包。2020 年，与阿根廷和智利合作，启动了这两个物种的实地中试。

34. 在报告所涉期间，原子能机构为国家植物保护及动物和人体健康组织的利益出版了 28 份关于大面积虫害综合治理的标准作业程序、手册和导则，其中涵盖了果蝇、蚊虫和锥虫物种。与《国际植物保护公约》合作制作了题为“果蝇标准能够帮助获得市场准入”的动画信息图表。2021 年编制了两本 1000 多页的开源教科书：第二版《昆虫不育技术：大面积虫害综合治理的原则和实践》和《大面积虫害综合治理：发展和实地应用》。

35. 原子能机构继续向塞内加尔提供技术支持，帮助其努力在塞内加尔西部高产农业区尼亚伊采用含昆虫不育技术组成部分的大面积虫害综合治理方法建立一个无采采蝇



区。项目区的采采蝇虫口约 97%已被抑制，导致采采蝇传播的锥虫病发病率非常低，使塞内加尔能够继续向该地区进口更多高产牛。

36. 原子能机构继续向 70 多个成员国提供植物突变育种和相关生物技术方面的技术援助，并在 2020 年期间支持六个成员国即保加利亚、中国、印度、印度尼西亚、马来西亚和巴基斯坦开发和推出了 18 个新的和改良的作物品种。此外，塞内加尔开发的共计七个先进改良突变系通过非正式种子系统分发给了农民。



图 B.5. 通过原子能机构在辐照、组织培养和筛选程序方面提供的技术支持，牙买加科学研究委员会甄选抗软腐病的突变生姜植物。  
(来源：原子能机构)

37. 2020 年，在植物突变育种方面实现了两个首次：一个是生姜改良，另一个是林木改良。原子能机构提供的技术援助使牙买加能够利用组织培养和辐射，结合基于实验室和温室的甄选程序，确定抗软腐病的突变生姜变种。原子能机构的援助还使智利能够开始应用辐照提高林木的生产率和气候变化适应力，同时建立了一个分子生物学实验室，以有助于进行更快和更精确的甄选。

38. 2020 年，原子能机构与粮农组织驻苏丹国家办事处密切合作，确保北科尔多凡地区的种植者能够获得在原子能机构的技术支持下于 2018 年推出的适应干旱的花生突变品种 Tafra-1。目前约有 2900 吨优质种子正在生产中，目标是在 2021 年惠及 4300 名小农户。

39. 原子能机构与来自若干成员国的研究人员合作抗击镰刀菌枯萎病热带 4 号小种 (TR4)，该病种一直在破坏亚洲、非洲和拉丁美洲的香蕉种植园。这种协作努力已导致中国的伙伴开发和推出了卡文迪许香蕉新突变品种，这是一种通常用于出口的香蕉，具有 TR4 抗性。其他成员国已确定对该疾病具有潜在抗性或耐受性的推定突变体。



图 B.6. 香蕉种植园中，中国植物育种者与中国广东种植的卡文迪许香蕉新品种。  
(来源：G. Yi)

40. 原子能机构一直在协助成员国应对农业生产力和粮食安全面临的另一项重大挑战：独脚金，这种在撒哈拉以南非洲严重危害谷类和豇豆类作物的寄生植物。这种寄生杂草导致玉米、小米、水稻和高粱等主食作物减产，造成巨大的经济损失。通过原子能机构的技术支持，布基纳法索、马达加斯加和苏丹已开发出抗独脚金的玉米、水稻和高粱突变系。



图 B.7. 布基纳法索环境和农业研究所的一名研究员向奥地利塞伯斯多夫原子能机构植物育种和遗传学实验室的同事介绍在抗独脚金新高粱品系上的研究结果。  
(来源：原子能机构)



41. 原子能机构过去四年向巴基斯坦提供的技术指导使得开发了四个新的和改良的突变棉花品种并增加了它们的传播，从而使种植面积不断扩大。2020年，种植这四个最新突变棉花品种的面积增加到约70万公顷，占该国主要棉花种植区旁遮普省棉花总面积的40%以上。

42. 原子能机构加强了与小岛屿发展中国家在作物改良促进粮食安全领域的合作和对它们的支持。通过技合计划，2019年10月为来自斐济、马绍尔群岛、帕劳、巴布亚新几内亚和瓦努阿图以及非洲和拉丁美洲其他小国家的24名科学家举办了一个关于突变育种和增效技术的跨地区培训班。向斐济、马绍尔群岛、巴布亚新几内亚和瓦努阿图提供了食品安全领域的类似支持。

43. 原子能机构继续支持非洲、亚洲、欧洲和拉丁美洲的逾75个成员国制订利用沉降放射性核素技术的土壤保持战略，以确保可持续农业生产和缓解气候变化对土壤侵蚀特别是高地生态系统中土壤侵蚀的影响。

44. 原子能机构进一步开发了在线的“影响粮食和农业的核应急决策支持系统”。正在为比利时和中国等成员国定制该系统，以便为改善粮食和农业领域的核应急准备和响应提供量身定制的解决方案。该系统包括从受影响地区收集适当的数据，对其进行管理并使之可视化，以确保及时向利益相关方和公众传播和通报。

45. 通过技合计划，原子能机构协助马里和尼日利亚以核技术促进的自给农业为指导进行了滴灌和智能施肥。这使得马里的500名农村小农户（大多是妇女）得以将低产田变成肥沃的农田。这项技术还使2500名尼日利亚人（大多也是妇女）得以种植作物并自我谋生。



图 B.8. 马里中部塞古的萨赫勒地区的小农户正在采摘西红柿。  
(来源：D. Coulibaly)

46. 原子能机构还促进利用数字农业作为由需求驱动的有关交流工具的研究活动的一部分，以改进非洲农业水管理方面的决策。原子能机构开发了绘制土壤性质和监测景观水供应的实时数字技术，连同用于粮食和农业方面核和辐射应急准备和响应的可视化平台。

47. 原子能机构协调了利用同位素技术确定温室气体排放途径并进而设计有效的减缓技术的国际研究与发展活动。有关成就包括与巴西农业研究公司农业生物中心和巴拉那农艺研究所合作，开发了一种实时测量和分析农业中二氧化碳的新型仪器，以及开发了一种低成本的可靠甲烷测量方法。

## C. 加强粮农组织-原子能机构伙伴关系

48. 粮农组织/原子能机构中心不断调整其计划活动，以满足成员国不断发展的需求，并帮助它们提高生产力和应对粮食与农业生产、生计和健康面临的威胁，以及加快实现“可持续发展目标”。

49. 原子能机构总干事和粮农组织总干事于 2021 年 2 月 23 日签署了经修订的粮农组织-原子能机构伙伴关系安排，将粮农组织/原子能机构联合司升级为粮农组织/原子能机构联合中心，并扩大了其合作工作的范围。这两个组织都承诺加强粮农组织-原子能机构战略伙伴关系，以造福数百万人。

50. “经修订的安排”扩大了共同关心的领域，将“改进对跨境动物疾病、人畜共患疾病和植物病害的监测和控制”列为了关键领域。这一修改正式确认了以前进行的合作，并将能够将粮农组织/原子能机构联合中心实验室的能力集成到粮农组织的“同一健康”工作中。加强后的伙伴关系将有助于原子能机构的“人畜共患疾病综合行动”项目。

51. 联合中心通过积极参与和助力“粮农组织 2022—2031 年战略框架”、就工作规划和成果报告进行持续互动、就两年期工作规划进行磋商以及对成员国的活动作简要介绍，与粮农组织相关组织单位/中心保持有效协调。联合中心还在工作规划、项目执行和提出报告期间与粮农组织地区办事处和国家办事处进行协调。

52. 联合中心积极参加两年一次的粮农组织非洲地区会议、亚洲及太平洋地区会议、欧洲和中亚地区会议及拉丁美洲和加勒比地区会议。在这些会议期间，阐述核技术和核相关技术及其在各地区的一些影响的信息资料受到了利益相关方的欢迎。

53. 原子能机构加强了与粮农组织在重要全球倡议方面的合作，如控制和根除小反刍兽瘟疫全球战略；收集和保存成员国当地现有牲畜遗传物质以识别与高产和抗病相关的脱氧核糖核酸标记物；在全球土壤伙伴关系内建立全球土壤实验室网；以及通过注重改进和利用植物遗传多样性的基于需求的创新执行第二项粮食和农业植物遗传资源全球行动计划。

# 同位素水文学用于水资源管理

## A. 背景

1. 大会在 2019 年 9 月第六十三届常会上，通过 GC(63)/RES/10 号决议要求秘书处在可得资源情况下，进一步加强充分利用同位素技术和核技术潜力促进感兴趣国家进行水资源开发和管理的努力；继续帮助成员国通过升级选定的实验室，获得对同位素分析的方便利用；扩大与原子能机构“加强水供应”项目和地下水管理有关的活动；使成员国更容易获得利用惰性气体同位素进行地下水测龄的新技术；加强有助于了解气候及其对水循环影响的活动；扩大利用地球化学和同位素工具来加强采矿区水文学模型；扩大同位素在污染研究中的利用以及开展国际比对活动；进一步加强努力，扩大原子能机构全球降水和河流同位素监测计划的时空覆盖范围；继续开发同位素水文学方面的人力资源。

2. 大会在 GC(63)/RES/10.A.3 号决议中请总干事向理事会和大会第六十五届常会报告在执行这一决议方面所取得的成就。

## B. 自大会第六十三届常会以来的进展

### B.1. 加强同位素水文学活动

#### B.1.1. 同位素水文学实验室

3. 原子能机构同位素水文学实验室于 2020 年上半年完成了一项新的最先进氦-3 质谱仪系统开发，该系统用于使用氦-3 内生法分析氚浓度，适用于各种形式的环境样本。质谱仪是利用日本提供的“和平利用倡议”资金采购的。氦-3 内生法是非破坏性的，比其他分析技术灵敏得多。制定了标准操作程序，该系统现随时可通过协调研究项目和技术合作（技合）项目进行更广泛应用，以更好地评估自然环境材料中的氚含量。



图 B.1. 基于渗透性电解膜技术的氮富集新方法。（来源：原子能机构）

4. 对于使同位素水文学家能够识别和区分水生系统中的硝酸盐来源以及量化河流中的反硝化和养分同化等自然修复过程，硝酸盐的同位素指纹分析至关重要。2020 年，原子能机构公布了一种新的低成本氯化钛（III）还原方法，用于将水中硝酸盐快速转化为一氧化二氮气体，这是进行同位素测量所必需的。这种新方法将以前方法的工作量和成本降低了 90%，并已被采用，在同位素水文学实验室中经常用于支持与营养物质污染对水质影响有关的协调研究项目和技合项目。

5. 具有同时分析阳离子和阴离子能力的新的离子色谱系统于 2021 年完成安装。离子色谱系统可以测量主要和痕量阳离子和阴离子，包括硝酸盐、亚硝酸盐和铵，并将有助于与降水同位素监测、地下水污染研究和全球同位素监测网络运作有关的计划活动，以及有助于那些支持需要评估氮氧化物和硫氧化物的氮污染、水质和气候变化研究的协调研究项目。从离子色谱系统运行中获得的经验将使原子能机构能够向通过技合项目支持的成员国提供咨询和技术援助。

6. 原子能机构获得了一套元素分析仪-同位素比值质谱仪（EA-IRMS）系统，用于测量地下水和地表水中的硫稳定同位素（即硫-32 与硫-34 的比值）。硫同位素用来评估酸性矿井排水、海水入侵和其他重要水质指标。元素分析仪-同位素比值质谱仪系统目前正在安装中，将用于支持几个关于水质和采矿对当地水循环影响的协调研究项目。



7. 原子能机构继续开发基于渗透性电解膜技术的低成本、易操作的氡富集装置。氡富集装置用来对地下水和降水样本进行更简单和更精确的氡测量。需要扩大天然水中氡的分析设施，以评估地下水补给率，并为成员国绘制地下水脆弱性图提供便利。

8. 用于精确量化水样中稀有氧-17 同位素的专用激光光谱仪目前已在原子能机构同位素水文学实验室全面投入使用。氧-17 是水文气候学应用中的一种新示踪剂，它可使人对诸如蒸发等重要气候驱动水文过程或辨别平流层水源有深入的了解。新的激光器目前正被用来支持原子能机构-气象组织全球降水同位素网计划。

### B.1.2. 概述

9. 在 2020—2021 年期间，通过原子能机构技合计划为 21 个同位素水文学实验室配备或升级了激光光谱分析仪。自用于稳定同位素分析的激光技术 12 年前问世以来，有来自 69 个成员国的总共 105 个实验室受益于原子能机构对获得并运行用于测量水样中氧和氢稳定同位素的激光光谱仪器提供的支持。此外，在报告所涉期内，原子能机构向四个成员国提供了由原子能机构设计和开发的四个氡富集装置。

10. 原子能机构于 2020 年公布了氡比对结果。全球创纪录地有 78 个实验室参加了测试。测试结果显示，约 75% 的实验室产生了适合用于水资源调查的可靠同位素数据，但约有 25% 的实验室因系统误差、错误和性能不好的仪器仪表而表现不佳。推荐了一些改进和纠正分析问题的策略，如采用新的数据评价策略和污染筛查作法，以及纳入额外控制标准。

11. 2020 年，公布了评估拉丁美洲和加勒比地区 25 个实验室的同位素比值质谱测量和激光吸收光谱测量的第一次水平测试结果。81% 的实验室在氡（氢-2）测量方面的能力令人满意，但只有 54% 的实验室在氧-18 测量方面取得类似的成绩。严格的水平测试条件可促使查明激光吸收光谱测量方面的核心挑战，并为提高报告存在分析问题的一些实验室的能力提供建议。

12. “水同位素实验室间比对” 2020 年水稳定同位素（如氧-18 和氢-2）的水平测试围绕五种天然测试水进行，并首次包括最近开始用于气候研究的稀有氧-17 同位素。参与者数量创历史新高，达到来自 88 个成员国的 307 个实验室，包括来自中国、拉丁美洲和加勒比地区以及俄罗斯联邦的大量新参与者，比过去十年增加了 75%。尽管由于 2019 冠状病毒病大流行造成了延迟和实验室关闭，281 个实验室仍然按时完成了水平测试。结果显示，85% 的实验室能够得出准确的结果，其余 15% 的实验室的结果不太充分。后一组结果的质量可能归因于经验不足、基准材料处理不当和一般仪器性能问题等原因。原子能机构将与这些实验室合作，协助它们改进其结果。氧-17 比对结果突出表明，在达到将这种稀有同位素纳入气候研究所需的预期精度和准确度方面存在巨大挑战。原子能机构将继续向利用这种同位素的实验室提供援助，以克服已确定的挑战。

13. 旨在开发简易迅速的放射性核素分析方法的福岛县倡议项目于 2021 年完成。原子能机构在过去四年里积极支持福岛县在其县级实验室建立自己的分析设施。该项目使福岛县能够根据与原子能机构共同开发和验证的系统和分析规程，精准地分析环境样本中的氚和铯-90。

14. 2020 年，完成了题为“利用同位素水文学对核电厂周边地下水系统进行表征”的协调研究项目。来自阿根廷、巴西、中国、意大利、日本、立陶宛、摩洛哥、巴基斯坦、乌克兰和越南的 10 个团队利用稳定和放射性同位素全面表征了几个核电厂周围的地下水流系统，以便规划和实施在发生放射性泄漏或事故情况下的应对措施。2020 年，发表了几篇科学论文，其中描述了通过协调研究项目进行的研究的结果和建议。

15. 题为“利用同位素研究河流湖泊氮污染和富营养化”的协调研究项目提高了全世界科学家利用硝酸盐中发现的氮-15 和氧-18 同位素的能力，并成功地在七个成员国（阿根廷、智利、古巴、加纳、印度、马来西亚和斯里兰卡）对河流水域的硝酸盐同位素进行了首次测量。在项目期间，在中国、古巴和印度建立了三个新的实验室，用于对水样进行硝酸盐同位素分析，还有几个成员国正在接受援助以建立类似的设施。

## **B.2. 原子能机构“加强水供应”项目方案**

16. 在过去的两个技合周期中引入原子能机构“加强水供应”项目过程，表明了原子能机构“加强水供应”项目协商和讲习班在涉及同位素水文学工具使用的技合项目的设计以及实施的各个阶段的相关性。原子能机构“加强水供应”项目方案现被视为一个重要工具，可用于高效协调原子能机构和成员国在规划和制定技合项目方面所作的努力，从而确保关键水文学差距得到适当弥补，并确保有关利益相关者从早期阶段就积极参与这些项目。原子能机构“加强水供应”项目尤其有助于制定技术协作的长期战略，从而取得更圆满的项目成果，产生更大的影响和可持续性。

17. 在上一个两年期中，通过非洲（贝宁、喀麦隆、斯威士兰、加纳、肯尼亚、马里、尼日尔、尼日利亚、塞内加尔和多哥）以及拉丁美洲和加勒比地区（多民族玻利维亚国、哥伦比亚、墨西哥和巴拉圭）的地区技合项目和国家技合项目，开展了原子能机构“加强水供应”项目讲习班和专家工作组访问。对萨赫勒干旱和半干旱地区五个跨境含水层、南美洲瓜拉尼含水层、中美洲干旱走廊以及墨西哥深层含水层进行了地下水资源评估。此外，作为原子能机构“加强水供应”项目方案的一部分而收集的信息有助于更好地协助成员国加强技术能力，特别是实验室基础设施。原子能机构“加强水供应”项目促进了水务部门各利益相关者包括水文学家、建模者、管理者和政策制定者之间更密切的互动，为更有信心的水资源评估作出了贡献。

## **B.3. 水质**

18. 题为“利用同位素研究河流湖泊氮污染和富营养化”的协调研究项目于 2020 年 2 月结束。项目包括了来自五大洲的 18 个国家，促进了对水资源中氮动态的更好了解，改进了利用硝酸盐同位素（氮-15 和氧-18）评价硝酸盐污染来源和评估相关分析方法和

解读的专门知识。在原子能机构同位素水文学实验室对 13 个参与成员国提供的约 500 个水样进行了硝酸盐同位素分析。到目前为止，已发表 20 多个与在地表水和地下水中应用硝酸盐同位素有关的新个案研究。

19. 汇编并在原子能机构网站上发布了关于硝酸盐同位素（氮-15 和氧-18）的全球数据库，其中包括 45 个国家在过去 25 年中提供的 5000 多个条目。对该数据库的分析显示，浅层含水层的硝酸盐浓度水平高于河流，主要来自肥料以及城市垃圾和动物粪便。分析还显示，无论氮污染来源如何，温度、气候和季节等环境因素都强烈影响着氮种类从被引入水生系统那一刻起所经历的过程。因此，这些研究结果对水道污染的管理具有重要意义。



图 B.2. 在阿根廷洛斯·吉甘特斯铀矿进行氮-222 取样。（来源：原子能机构）

#### B.4. 气候与水资源

20. 对全球降水中氧-18 的 60 年记录进行重新分析，揭示了复杂的时间和空间气候同位素响应（例如，随着时间的推移，双向变暖和变冷）。采用先进监督式机器学习工具对几十年的趋势和模式进行了研究。研究发现，大的年代际周期性事件，如大西洋多年代际振荡和太平洋年代际振荡，是地球各大陆氧-18 变化和气候的最大驱动力。相比之下，海洋岛屿由于经历的振荡干扰影响比大陆少，因此似乎更适合作为长期气候同位素响应的指标。这些结果已发布，并连同关于全球降水同位素网和降水中同位素测量与气候变化研究的相关性的建议一起提供给成员国。

21. 作为正在进行的对萨赫勒地区目前和未来水供应和水质更好地表征和绘图的努力的一部分，原子能机构汇编了一个载有同位素数据和水化学数据的专门同位素数据库。这个独特的数据库包含了从 20 世纪 60 年代末至今作为 13 个成员国技合项目的一



部分而获得的同位素数据和水质数据。除了用于绘制该地区水质图的数据外，这一数据库资源还包含稳定同位素数据、碳-14 数据和 3000 多条氡记录。这种天然存在的氢放射性同位素正被用来测定地下水的年代，最早可追溯到 100 年前。这一关键信息正被用来绘制各种空间尺度的水文图，显示含有在当前半干旱条件下得到补给的地下水区域，以及原生地下水为最常见水源的区域。萨赫勒地区地处极为敏感的气候区，对额外水资源的需求巨大，该地区及其未来依赖于关于这些宝贵水资源更新率的精确信息。

22. 汇编了一个湖泊同位素数据的全球数据库，以估计湖泊对蒸发的脆弱性，这种脆弱性可能因流量调节和过度开发而加剧，特别是在应对气候变化时。该数据集包括来自全球 1256 个大小湖泊的 7415 个稳定同位素测量值，横跨不同的地理和气候区：热带、干旱带、温带、大陆和极地。利用从全球地理空间数据集获得的湖泊-集水区蒸发的一系列潜在驱动因素，对每个湖泊的蒸发损失进行了评价和建模。该数据库将向成员国开放，可用于对水文循环进行表征，更好地预测湖泊对气候多变性和生态系统变化的反应。

## B.5. 同位素监测网

23. 在报告所涉期内，通过与成员国研究机构协作，全球降水同位素网扩大了规模，在 23 个成员国增设了 50 个取样站。其中 12 个研究机构（尽管不一定是属于成员国的机构）是全球降水同位素网计划的新成员。又有七个成员国参加了全球降水同位素网。全球降水同位素网的站点总数目前为 419 个。在报告所涉期内，全球降水同位素网数据库的记录超过了 14 万条。

24. 全球河流同位素网目前由 25 个成员国的 71 个站点组成，其中九个是在报告所涉期内开发的。其中包括五个涉及对溶解硝酸盐离子中氮-15 进行取样的试验点。现在又有六个成员国向全球河流同位素网捐款。



图 B.3. 在乍得进行湖水取样。（来源：恩贾梅纳水利卫生部）

## B.6. 能力发展

25. 为建设成员国在同位素水文学方面的能力和专门知识，提供了通用和专业培训班和技术讲习班，并编写了电子学习材料。更新并在原子能机构网站上发布了同位素水文学工具和方法的教学模块，以提供将同位素水文学工具纳入水资源评估的基本知识。这些模块将纳入参与成员国的大学课程，包括在埃及、摩洛哥和突尼斯的三个“非洲地区核合作协定”指定中心。

26. 2019 冠状病毒病大流行的发生严重阻碍了对原子能机构技合计划参加者的现场培训。为此，为组织在线培训班提供了大量支持（培训材料、教学计划和日程以及科学监督）。这些努力促成了技合计划中的大量综合性虚拟培训活动，包括为拉丁美洲和加勒比、欧洲和中亚举办的地区培训班、编写的俄文专用教材以及举办的激光光谱学同位素分析远程培训。





# “人畜共患疾病综合行动”项目

## A. 背景

1. 在 GC(64)/RES/12.A.4 号决议中，大会欢迎总干事在 2020 年 6 月 15 日理事会会议上提出的关于设立“人畜共患疾病综合行动”项目的建议。
2. 大会认识到原子能机构与其他相关国际组织和专门机构开展合作的长期实践；还认识到补充这些组织各自的任务的重要性以及指导合作的长期协议如述及应对人类-动物-环境界面健康风险的协作努力的《采取“多个部门、同一个健康”方针：帮助各国应对人畜共患病三方合作指南》（《人畜共患疾病三方合作指南》）的重要性。
3. 大会注意到 2019 冠状病毒病等人畜共患疾病，包括疟疾、黄热病、基孔肯雅病毒和登革热等病媒传染疾病对人体健康和成员国的社会经济发展具有长期重大影响。
4. 大会认识到核科学、技术和应用对于检测、追踪和控制可发展成疾病和大流行病的新病原体的重要性，还认识到向所有成员国提供这些技术的重要性。
5. 大会注意到，通过提高成员国检测、追踪和应对可发展成成人畜共患疾病和大流行病的新病原体的能力，“人畜共患疾病综合行动”能够为成员国通过使用分子生物学核方法和核衍生方法应对新发和复发人畜共患疾病提供支助，并加强其准备工作。
6. 大会欢迎“人畜共患疾病综合行动”将以原子能机构现有的相关核科学技术应用和结构如兽医诊断实验室网以及技术合作计划的其他执行机制为依托。
7. 大会欢迎原子能机构总干事和粮农组织总干事重申其对两个组织之间长期伙伴关系的承诺，包括通过在疾病发展的所有阶段使用核技术和核衍生技术，加强全球检测、追踪和应对人畜共患疾病的能力。
8. 大会认识到“人畜共患疾病综合行动”还旨在通过使用核技术和核衍生技术，成为原子能机构与兽医诊断实验室网等现有实验室网络合作和协调为成员国防治人畜共患疾病和预防未来大流行病提供支助的一部分。
9. 大会请总干事就执行本决议所取得的进展向理事会和大会第六十五届常会提出报告。

## B. 自大会第六十四届常会以来的进展

10. 原子能机构通过执行其所有与人畜共患疾病有关的计划活动继续响应成员国的需求和优先事项。总共举行了 24 场关于使用逆转录-聚合酶链反应技术的网络研讨会，并以阿拉伯文、英文、法文、俄文和西班牙文发布了 19 个关于逆转录-聚合酶链反应和血清学使用的视频。继续为采购送往 257 个实验室的设备、试剂和个人防护设备提供技术支持，并通过 INT0098 号技术合作项目向成员国发送了 16 台移动式 X 射线设备。

11. 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，以及通过兽医诊断实验室网的协调和实施六个协调研究项目，包括 2021 年启动的两个题为“确定辐照疫苗和其他疫苗功效和效力的新检测方法”和“通过兽医诊断实验室网应用先进分子表征技术”的新项目，继续在其塞伯斯多夫实验室进行动物健康领域的适应性研究与发展。

12. 在 GOV/INF/2020/13 号文件的基础上，秘书处编写并向理事会 2020 年 11 月会议提交了一份详细的“人畜共患疾病综合行动”项目文件。“人畜共患疾病综合行动”项目文件包含需求分析、详细工作计划、时间表和项目财务方面等内容。“人畜共患疾病综合行动”项目文件除其他外，特别借鉴了原子能机构以往在检测和监测高致病性禽流感（2003 年至今）、严重急性呼吸综合征（2003 年）、中东呼吸综合征（2016 年）、埃博拉病毒病（2014 年、2018 年）和寨卡（2016 年）等跨境动物和人畜共患疾病方面向成员国提供支持的经验和教训。理事会在其 2020 年 11 月会议上核准了拟议的 INT5157 号周期外跨地区技术合作项目“支持国家和地区加强采取综合行动防治人畜共患疾病的能力”（载于 GOV/2020/37 号文件），该项目将满足“人畜共患疾病综合行动”的技术转让和能力建设需求。

13. 秘书处响应对“人畜共患疾病综合行动”目标、实施情况和技术相关信息的需求，并应有关成员国的请求，与设在维也纳的各常驻代表团以及各指定国家专家小组就人畜共患疾病举行了 30 多次双边会议和技术简况介绍会。

14. “人畜共患疾病综合行动”的实施在很大程度上依赖于最大程度地利用原子能机构现有机制。在 143 个成员国对提名“人畜共患疾病综合行动”国家协调员<sup>2</sup>的要求给出答复后，原子能机构通过其技术合作部与核科学和应用部的相关各司，在 2021 年 2 月 25 日至 3 月 26 日期间组织了四次地区会议，向指定的“人畜共患疾病综合行动”国家协调员介绍“人畜共患疾病综合行动”、他们的预期角色和责任以及参与成员国在“人畜共患疾病综合行动”方面将采取的进一步行动。为国家联络官作为观察员参加会议提供了便利，以使其能够更好地在国家层面协调“人畜共患疾病综合行动”实施工作。

---

<sup>2</sup> 共有 143 人被提名为“人畜共患疾病综合行动”国家协调员或候补协调员（非洲：41 人；亚太：33 人；欧洲：42 人；美洲：27 人）。



图 B.1. 2021 年 2 月 25 日，原子能机构总干事拉斐尔·马利亚诺·格罗西在第一次非洲地区“人畜共患疾病综合行动”国家协调员会议上讲话，原子能机构负责核科学和应用部的副总干事纳贾特·穆赫塔尔和原子能机构负责技术合作部的副总干事刘华与会。（来源：原子能机构）

15. 2021 年 2 月 23 日，原子能机构总干事和联合国粮食及农业组织（粮农组织）总干事签署了一项“经修订的安排”，这项安排除其他外，特别旨在扩大两个组织共同感兴趣的领域，尤其是在监测和防治跨境动物疾病、人畜共患疾病和植物病害方面。塞伯斯多夫粮农组织/原子能机构联合实验室的研发能力将继续补充粮农组织在“同一个健康”倡议方面的工作。继续与世界动物卫生组织和世界卫生组织在高级管理层和技术层进行讨论，以确定在“人畜共患疾病综合行动”方面的具体合作领域，从而确保在人畜共患疾病方面所开展工作的互补性。



图 B.2. 在 2021 年 2 月 23 日的一次虚拟会议上，原子能机构总干事拉斐尔·马利亚诺·格罗西与粮农组织总干事屈冬玉签署“经修订的安排”。（来源：原子能机构）

16. “人畜共患疾病综合行动”国家实验室将是协调研发活动以及能力建设和技术转让及联网的中心。“人畜共患疾病综合行动”国家实验室将为开发用于发掘、检测、表征、追踪和监测动物体内人畜共患疾病的创新方法和新方法做出积极贡献。应秘书处的提名要求，143 个已提名“人畜共患疾病综合行动”国家协调员的成员国提交了 110 份“人畜共患疾病综合行动”国家实验室提名<sup>3</sup>。2021 年 5 月，秘书处开展了一项在线调查，从指定的“人畜共患疾病综合行动”国家实验室收到了 111 份答复。调查结果是确定实验室获得在人畜共患疾病背景下使用核技术和核衍生技术的能力所需技术支持水平的初步依据。

17. 在牵头实施倡议的成员国的支持下，秘书处与其他正在进行的倡议如“预防新发人畜共患疾病”倡议、美国国际开发署的 PREDICT（预测）项目、Eclipse 项目和“同一个健康”高级别专家小组建立联系并举行双边会议，以期发展伙伴关系和开展合作，同时确保各项活动的互补性、避免重复工作并提高“人畜共患疾病综合行动”的影响力。

18. 对于建设涉及“人畜共患疾病综合行动”国家实验室的必要国家研发能力以便利利用核技术和核衍生技术高效和可持续地检测和监测人畜共患疾病而言，协调研究项目机制的使用至关重要。在动物健康方面，2021 年 2 月和 6 月组织了有 43 名动物健康问题高级专家参加的两次顾问会议，以便他们分别就加强应用研究以开发和验证成员国在动物-人类界面所需的实验室工具，以及就开发用于发掘、监测和追踪非洲人畜共患疾病病原体的工具提供咨询意见。第一次会议确定了五个主要研究领域：追踪病原体来源；确定野生动物/家畜-动物贮主和宿主；监测病原体突变和新型株；更好地理解病原体循环和动物-人类界面；开发及时可靠的诊断技术。在这次会议的基础上，根据地区优先事项和地区挑战，为四个地区各开发了一个“人畜共患疾病综合行动”协调研究项目。第二次会议就如何探索重点疾病病原体以及用于发掘、监测、追踪和表征这些病原体所需的工具提供了指导，以便通过多个合格实验室对各项分析进行全面现场验证，并制定适合该地区的标准作业程序。原子能机构将协调涉及“人畜共患疾病综合行动”国家实验室包括“人畜共患疾病综合行动”附属实验室的研究项目，以开发将向所有“人畜共患疾病综合行动”国家实验室提供的必要工具和程序，使其能够开展独立的研发活动。在人体健康方面，分别于 2021 年 3 月和 5 月举行了有 25 名高级专家参加的放射组学和人工智能顾问会议和放射生物学和分子生物学顾问会议，目的是审查现有和新发人畜共患疾病管理相关领域的全球需求，以确定协调研究项目。

19. 及时调动资源是被设计成全部由预算外资源提供资金的“人畜共患疾病综合行动”的一个重要方面。除了传统和可信赖的伙伴之外，秘书处还开始努力调动非传统捐助者的资源，主要侧重于私营公司和基金。迄今已收到来自 10 个成员国共计 900 万欧元的捐款和认捐，但这些努力仍将继续进行下去。<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> 截至 2021 年 7 月 14 日。

<sup>4</sup> 截至 2021 年 7 月 14 日。



# 利用中小型 核反应堆生产廉价饮用水计划

## A. 背景

1. 大会在 GC(62)/RES/9.A.4 号决议中请总干事与感兴趣的成员国、联合国系统主管组织、地区发展机构以及其他相关政府间和非政府组织在利用核能淡化海水相关活动方面继续磋商并加强互动。
2. 大会还强调了在规划和实施核能淡化海水示范计划中通过任何感兴趣的国家和地区项目继续加强国际合作的必要性。它还请总干事在可得资源情况下继续增加秘书处在核能淡化海水项目能力建设（包括培训和教育）方面的活动，以弥合用户/供应商/营运者/监管者之间的差距。
3. 在 GC(64)/RES/12.A.6 号决议中，大会请总干事就执行 GC(62)/RES/9 号决议所取得的进展向理事会和大会第六十五届常会提出报告。

## B. 自大会第六十四届常会以来的进展

4. 原子能机构正在启动一个协调研究项目，内容是评定核能淡化海水在缓解气候变化背景下的作用，其中涵盖了可用技术的技术经济性和与部署有关的方面。原子能机构 2020 年组织了一次有来自六个成员国的八位专家出席的会议，会议讨论了这一已规划协调研究项目的好处、目标和预期成果，并建议扩大其范围，以评估热电联产包括通过水循环、制氢和减少主要热应用对化石燃料的依赖缓解气候变化的潜力。该协调研究项目还计划研究小型模块堆在远程和微电网热电联产应用中的适用性以及此类系统对减少碳排放的价值。
5. 原子能机构正在起草关于核能热电联产项目中供应商和用户责任的出版物，以促进更好地了解用户和供应商的需求和制约因素，作为促进核能热电联产项目实施的一个先决条件。已为起草该出版物举行几次会议，包括 2020 年 10 月举行的有四位专家出席的一次会议，内容包括用户/供应商对部署核能热电联产项目的主要技术问题的看法、用户/供应商参与的最佳实践以及从以前或正在进行的核能热电联产项目中汲取的经验教训。

6. 2021年3月，以虚拟方式举行了“核能热电联产厂许可证审批潜在方案技术会议”，来自16个成员国的32名与会者出席了会议。会议讨论了核能热电联产设施许可证审批方案的各个方面，对不同国家的经验提出了宝贵的见解。会议的主要建议包括需要在原子能机构“里程碑”方案的框架内考虑热电联产项目，并且需要为成熟技术（如海水淡化、供热和通过传统电解法制氢）的核能热电联产项目许可证审批制定一份导则文件。

# 导 言

## A. 背景

1. 大会在 GC(64)/RES/12.B.1 号决议中申明原子能机构在促进为和平目的的开发和利用核能、促进感兴趣的成员国之间的国际合作以及向公众传播关于核能的均衡信息方面的重要作用。它还鼓励原子能机构继续支持感兴趣的成员国在启动新的核电计划时建设其运行核电厂及其核电基础设施方面的国家能力，包括通过同行评审和咨询服务。
2. 大会还鼓励正在考虑发展核电的成员国自愿利用原子能机构向成员国提供的与环境、气候和经济因素有关的能源规划和能源系统评定方面的支持，并请原子能机构继续提供服务，以便在这方面为感兴趣的成员国提供帮助。它赞扬秘书处努力提供关于核能作为低碳能源的潜力及其为减缓气候变化作出贡献的潜力的综合信息，并鼓励秘书处应请求与成员国直接合作，并继续扩大其在这些领域的活动，包括“巴黎协定”。
3. 大会还强调在规划、部署或退役核能设施包括核电厂和相关燃料循环活动时，必须确保实行最高标准的安全和应急准备和响应、安保、防扩散和环境保护，了解最佳可得技术和实践，不断交流涉及安全问题的研发信息，加强旨在了解严重事故和相关退役活动的长期研究计划，以及促进在这方面不断做出改进；并重视原子能机构在促进国际核能界就这些问题交流专门知识和进行讨论方面的作用。
4. 大会在 GC(64)/RES/12.B.9 号决议中请总干事就执行该决议所取得的进展酌情向理事会和向大会第六十五届常会提出报告。

## B. 自大会第六十四届常会以来的进展

5. 为促进性别平等和多样性，并鼓励成员国在其核工业内建立一支包容性的职工队伍，总干事于 2020 年 3 月启动了原子能机构玛丽·斯克洛多夫斯卡-居里进修计划，该计划旨在通过提供核相关领域硕士课程奖学金和提供机会从事原子能机构推动的与其研究领域有关的实习，激发和鼓励女性从事核科学技术、核安全和核安保或防扩散职业。自启动以来，已建立玛丽·斯克洛多夫斯卡-居里进修计划的项目治理框架，技术遴选委员会和项目管理小组已全面运作。2020 年 10 月 11 日，玛丽·斯克洛多夫斯卡-居里进修计划 2020 年周期的申请公告期截止，收到来自 90 多个国家的 557 份申请。2020 年 12 月，首批 100 名来自 71 个国家的学生被选中，在遍布 40 个国家的大学学习。玛丽·斯克洛多夫斯卡-居里进修计划第二个周期的准备工作正在进行中，其申请期为 2021 年 7 月 15 日至 9 月 30 日，评审和遴选申请工作将在 2021 年 12 月中旬结束。

**Lesego Mvembell**  
南非  
在南非西北大学学习应用辐射科学技术

“我是一个来自马菲肯村的女孩，一直梦想成为一名科学家。出于兴趣，我决定学习应用辐射科学；我想对它有更深入的了解。当我学习了更多核能知识后，我认为这是最吸引人的学科，于是我决定继续攻读该学科的硕士学位。原子能机构玛丽·斯克洛多夫斯卡-居里进修计划资助我学习并完成研究，帮助我实现了梦想。

“将来，我希望自己能成为一名有影响力的科学家，在世界各地工作，特别是在尚未取得技术发展的国家工作，帮助人们过上更好、更轻松的生活。”

**Duque Geraldyn Ule**  
哥伦比亚  
在巴西圣保罗大学学习  
医用物理学

“作为一名物理学研究生，我对医用物理学特别感兴趣。这个领域不仅关乎核辐射，也关乎人类福祉。我亲眼目睹了癌症患者必须经历的艰难阶段，因此我一心想要帮助这些人提高生活质量，为早期诊断做贡献，以增加他们战胜疾病的机会。

“10年后，我希望自己成为一名成熟的专业人员，在医院、大学或研究中心帮助我的国家加强医用物理学研究水平。”

**Nanako Kawano**  
日本  
在日本东京工业大学学习核工程/核通信/核聚变

“2011年福岛第一核电站事故激励我选择了攻读核工程硕士学位。我对核科学技术所面临的技术挑战和社会挑战都极为感兴趣。我的梦想是利用核能让生活更加舒适。我的专业是液态偏滤器，因为它们直接关系到反应堆连续运行的安全和效率。

“由于福岛第一核电站事故，我过去对核技术非常恐惧。我希望将来能致力于改进核电站，分享正确的核科学知识。”

**Stamatina Alexandropoulou**  
希腊  
在英国约克大学学习核物理学

“玛丽·斯克洛多夫斯卡-居里进修计划奖学金将缓解我学习的经济压力，让我能够全心专注于学术工作和研究。在本科物理学学习期间，我接触了核物理学领域，认识到它对理解物理世界的重要性。我对实验核物理学与应用核科学的密切联系特别感兴趣。

“10年后，我希望自己能够成为多元化科学界的一员，为建设一个更美好的世界开展核科学技术研究。我也希望鼓励年轻科学家，特别是青年女性从事核研究，为核科学的和平应用做出贡献。”

**Lindsay Leslie Bryda**  
美国  
在美国米德尔伯里国际研究院  
学习核安保

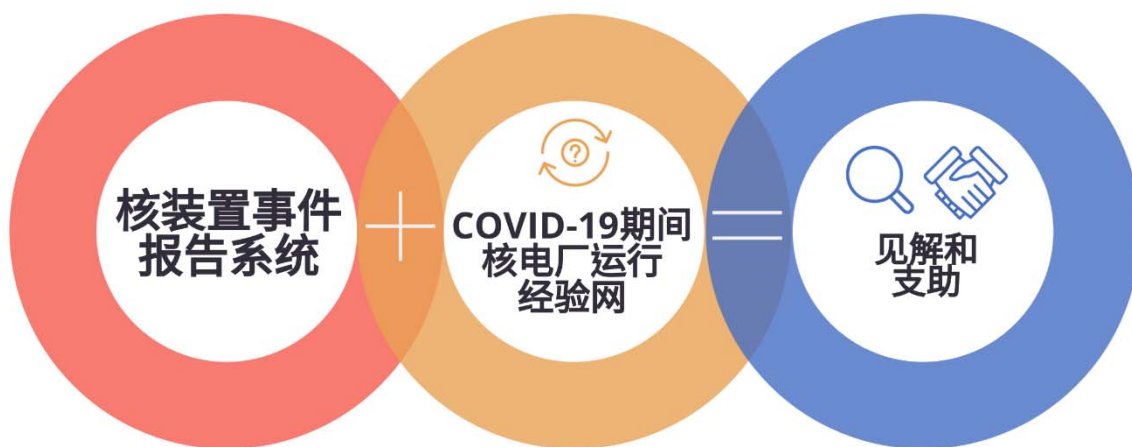
“原子能机构玛丽·斯克洛多夫斯卡-居里进修计划将在很大程度上消除我攻读防扩散和恐怖主义方面硕士课程的经济负担。随着世界日益感受到气候变化的影响，越来越多的国家可能会接受核电。然而，我们需要确保采取强健措施，防止这类材料落入恐怖分子之手。

“我希望在建立国际核安保制度和发展跟踪所有阶段核材料的更严格体系方面发挥作用。”

图 B.1. 玛丽·斯克洛多夫斯卡-居里进修计划参加者语录

6. 《联合国气候变化框架公约》缔约方第二十六届会议的筹备工作于 2020 年启动，并在该会议推迟到 2021 年 11 月后持续到 2021 年。原子能机构秘书处成立了一个内部协调组，由核能部牵头负责核电在缓解气候变化方面的作用，由核科学和应用部与技术合作部牵头负责核技术在气候变化监测和适应方面的作用。原子能机构在其气候变化宣传活动中阐述了与核电有关的关键信息。正在为《联合国气候变化框架公约》缔约方第二十六届会议编写一本题为“核能对净零世界的贡献”的小册子，其中包括成员国对以下主题的意见：核电在摆脱煤炭方面的作用；核电、可再生能源和氢在推动能源系统实现净零排放方面的作用；核电对能源系统韧性的贡献；以及投资核电计划对推动经济复苏和清洁能源转型的重要性。已向作为《联合国气候变化框架公约》缔约方第二十六届会议东道国的英国提出活动建议，原子能机构也在考虑与其他成员国合作，以突出强调将核能纳入气候辩论的重要性。原子能机构还积极参加了通往《联合国气候变化框架公约》缔约方第二十六届会议的活动，总干事应邀出席了一系列活动，如 2021 年 3 月国际能源机构净零峰会、2021 年 4 月世界核燃料循环论坛以及 2021 年 6 月第十二届清洁能源部长级会议期间的“核创新：清洁能源未来”活动。

## 原子能机构在 COVID-19 危机期间 对核设施运营者的支持



7. 核电厂 2019 冠状病毒病期间运行经验网平台仍在运行，目前载有 10 个成员国和五个国际组织提供的 27 份报告，以支持营运组织、技术支持组织、相关国际组织和其他利益相关者之间的信息和经验共享。

8. 印发了以动力堆信息系统和《国家核电概况》为基础的年度出版物，其中包括第 40 版《世界核动力堆》（《参考数据丛书》第 2 号）、第 52 版《成员国核电站运行经验》和 2021 年版《国家核电概况》。

9. 作为努力维持和加强向启动核电计划或扩大此类计划的成员国提供的援助以及同行评审和咨询服务的一部分，并为了支持芬兰的核电扩大计划，芬诺能源公司按照



《建造准备状态评审导则：准备和实施核电厂建造项目准备状态评审工作组访问》（原子能机构《服务丛书》第 24 号）中提供的导则，完成了建造准备状态的自评定。芬诺能源公司还公布了对于原子能机构建造准备状态评审工作组访问的各项计划。

10. 根据核能常设咨询组的建议，总干事核准了原子能机构中小型反应堆或模块堆及其应用平台的工作范围。该平台包括一个高级别指导委员会和一个实施小组，两者均由核能部主持。指导委员会负责制定原子能机构支持成员国开发和早期部署中小型反应堆或模块堆的中期战略。它还将审查从成员国、国际组织和咨询组收到的中小型反应堆或模块堆及相关应用方面的所有请求和建议。

11. 2021 年 5 月，以虚拟方式组织了“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”关于核能开发和部署伙伴关系的第 18 届对话论坛，有来自 33 个国家和五个国际组织的代表参加了论坛。活动参加者指出，在支持国家研究与发展（研发）计划、旨在加强燃料循环运行和废物管理的技术合作以及联合使用发电技术经济评定工具方面的协同作用，将有助于确保核电始终是未来清洁能源系统的一个可行选择方案。“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”关于核活动公众宣传的第 19 届对话论坛计划于 2021 年 12 月举行。

12. 原定于 2021 年 5 月在北京举行的“快堆和相关燃料循环：未来的可持续清洁能源”国际会议（FR21）被推迟到 2022 年 4 月举行（FR22）。为筹备 FR22，原子能机构开发了一系列专门讨论快堆技术的网络研讨会。第一次网络研讨会题为“快堆和相关燃料循环：现状、前景和下一步”，于 2021 年 6 月举行，来自 31 个成员国的 155 名与会者（31 名女性）出席了会议。

13. 原子能机构继续通过自评价支持和综合核基础结构评审工作组访问方式评定核电基础结构发展状况，以保持和加强对启动或扩大核电计划的成员国的援助和咨询服务。对乌兹别克斯坦进行了第二阶段工作组访问（从 2020 年改期到 2021 年 5 月/6 月），对肯尼亚进行了第一阶段后续工作组访问（从 2020 年改期到 2021 年 6 月），并计划于 2021 年 8 月对斯里兰卡进行综合核基础结构评审第一阶段工作组访问。以虚拟方式进行了自评价支持工作组访问和综合核基础结构评审前期工作组访问，包括 2021 年 5 月对乌干达进行的这些访问。原子能机构还继续通过大约 30 个与核电基础结构发展直接相关的技术合作项目向启动核电国家提供支持。成员国和原子能机构通过制定和定期更新国家“综合工作计划”和“国家核基础结构概况”来协调适当活动的实施。此外，成员国还通过参加 INT2021 号技术合作项目提供的与核电基础结构发展有关的跨地区培训班获得了援助和培训。原子能机构继续支持成员国为新兴中小型反应堆或模块堆技术发展有利的核基础结构，并支持成员国部署中小型反应堆或模块堆。



图 B.2. 核能部代表在 2021 年 6 月对乌兹别克斯坦进行综合核基础设施评审第二阶段工作组访问期间。(来源：原子能机构)

14. 位于哈萨克斯坦的原子能机构低浓铀银行在过去 12 个月里一直安全、可靠地运行，继更新“运行活动计划”后，修订了“项目和财务计划”。2020 年 9 月，原子能机构与中国原子能工业公司缔结了一份运输合同，该合同经中国国家原子能机构核准后，于 2020 年 12 月 14 日生效，由此为经由中国领土运输低浓铀和（或）设备提供了一条可能的路线。

15. 2021 年 4 月，应日本政府的请求，以混合形式就日本原子力开发机构关于设施退役和相关放射性废物处理和处置的长期政策进行了一次放射性废物和乏燃料管理、退役和治理综合评审服务工作组访问。评审工作组包括来自八个成员国的九名国际专家，向日本原子力开发机构提出了一些评述、建议和意见。

## 工业中天然存在的放射性物质管理 国际会议

**668** 名与会者来自 **105** 个成员国

16. 2020 年 10 月，作为完全虚拟活动，举行了“工业中天然存在的放射性物质管理问题国际会议”，在 10 天内举行了 10 场全体会议和八场会外活动。这次会议有来自 105 个成员国的 668 名与会者出席，有关行业（石油和天然气、冶金、磷酸盐）以及政府机构和研究界积极参与和参加，为根据成员国的需要进一步确定原子能机构优先事项创造了条件。

17. 核能后端系列网络研讨会自 2020 年 10 月至 2021 年 7 月举行，其中包括 12 个涵盖与乏燃料和放射性废物管理、退役和环境治理有关主题的网络研讨会。来自 23 个成员国的工作人员和专家作了专题报告。这些网络研讨会的注册与会者在 85 名至 433 名之间，总共来自 61 个成员国。

18. 为了促进地区和国际努力确保广泛利用现有多用途研究堆，并增加研究堆的运行和利用，原子能机构重新指定法国可替代能源和原子能委员会与放射防护和核安全研究所合作，作为 2020—2025 年以研究堆为基础的国际中心（国际研究堆杰出中心）。目前有六个国际研究堆杰出中心，它们分布在六个成员国。

19. 2021 年，启动了两个因特网反应堆实验室，其东道国分别为欧洲的捷克共和国和亚洲的大韩民国。乌兹别克斯坦在 2021 年 6 月加入了因特网反应堆实验室项目。计划在 2021 年第三季度举行由摩洛哥主办的因特网反应堆实验室的启动会议。与阿根廷、哥伦比亚、古巴和厄瓜多尔关于拉丁美洲因特网反应堆实验室的新五年期协议已准备就绪，计划在 2021 年签署。



20. 原子能机构对成员国进行了 11 次虚拟知识管理援助访问，以支持其基础结构的发展和扩大。在巴西、智利、印度尼西亚、约旦、墨西哥、罗马尼亚、苏丹、乌兹别克斯坦和越南举办了九次国家专家一级知识管理援助访问讲习班，在亚美尼亚和匈牙利举办了两次国家专家二级知识管理援助访问讲习班。

21. 与主办成员国合作定期组织“21 世纪的核电部长级国际会议”，以提供一个高级别论坛，用于讨论核电在满足未来能源需求、促进可持续发展和缓解气候变化方面的作用。目前正在筹备组织第五次此类部长级会议，该会议已被推迟到 2022 年 10 月在华盛顿哥伦比亚特区举行。

22. 第 28 届原子能机构聚变能会议（FEC2020）于 2021 年 5 月与法国可替代能源和原子能委员会和国际热核实验堆组织合作以虚拟方式举行。这次活动由总干事宣布开幕，参与度创历史新高：注册人数超过 4200 人，134 份口头报告和 544 份海报展示有超过 2700 次虚拟连接。组织了三场会外活动，包括一场关于“女性进入核聚变领域”活动。在会议期间，原子能机构还出版了一期以核聚变能为主题的《国际原子能机构通报》，更新了题为“核聚变能”的小册子，并升级了聚变装置信息系统，使会议周期期间的个人访问超过 5000 次。



图 B.3. 原子能机构总干事拉斐尔·马利亚诺·格罗西宣布 2021 年 5 月举行的第 28 届原子能机构聚变能会议（FEC2020）开幕。（来源：原子能机构）





# 原子能机构沟通、与其他机构的 合作及利益相关方参与

## A. 背景

1. 大会在 GC(64)/RES/12.B.2 号决议中鼓励秘书处持续协助成员国提高公众对和平利用核能的认识和了解，包括发布关于利益相关方参与和公众宣传的报告，以及组织与其他机制之间的会议、技术会议和讲习班。
2. 大会还要求秘书处与“联合国能源机制”等国际倡议继续开展合作；鼓励成员国通过原子能机构、经合组织核能机构、核能合作国际框架、世界核协会和世界核电营运者联合会等国际组织交流信息，加强彼此之间的相互合作；鼓励秘书处与国家和国际工业标准化组织合作；建议秘书处继续探索发挥原子能机构的活动与在第四代国际论坛、核能合作国际框架、欧洲可持续核工业倡议和国际热核实验堆等其他国际倡议下所开展活动之间的协同作用的机会。
3. 此外，大会还欢迎修订《核能丛书》结构，鼓励秘书处继续编写《核能丛书》文件，将其编成一套更综合、更全面、结构更清晰的出版物并保持最新，还进一步鼓励秘书处继续加强《核能丛书》出版物的起草和审查，以建立一个单一、系统而透明的流程。
4. 大会在 GC(64)/RES/12.B.9 号决议中请总干事就执行该决议所取得的进展酌情向理事会和向大会第六十五届常会提出报告。

## B. 自大会第六十四届常会以来的进展

5. 2020 年 11 月 30 日，原子能机构和国际能源机构签署了“谅解备忘录”，以正式确定和加强两机构在核能方面的合作。工作层面的合作内容涵盖统计数据收集和数据交换、国际能源机构参加原子能机构的至 2050 年核装机容量预测工作以及共同感兴趣领域出版物的同行评审。合作方式包括邀请国际能源机构执行主任出席 2020 年核电与清洁能源转型科学论坛，以及邀请原子能机构总干事出席国际能源机构 2020 年 7 月的清洁能源转型峰会和 2021 年 3 月的净零峰会。



图 B.1. 原子能机构总干事拉斐尔·马利亚诺·格罗西在国际能源机构 — “气候公约”第二十六届会议净零峰会虚拟活动的“部长级小组会议 2：促进近期实施”上发表讲话。奥地利维也纳原子能机构。2021 年 3 月 31 日。（来源：原子能机构）

6. 原子能机构和世界核电营运者联合会继续通过两者之间的定期接口会议进行合作。核电营运者联合会参加了均以虚拟方式举行的 2021 年 3 月核电基础结构发展中的专题问题技术会议和 2020 年 11 月核电基础结构技术工作组会议。此外，原子能机构和核电营运者联合会的新机组援助工作组合作编写了 2020 年出版的题为《运行准备工作路线图》的出版物。新机组援助工作组的一名代表作为发言者参加了关于政府和主要组织在核电计划发展中的作用的系列网络研讨会中题为“业主和营运者的责任和能力”的第三次网络研讨会。原子能机构还作为观察员参加了核电营运者联合会对土耳其电力公司 EÜAŞ 的综合管理系统评审工作组访问。原子能机构参加核电营运者联合会运行准备工作援助工作组访问，包括 2021 年 6 月对阿拉伯联合酋长国巴拉卡核电厂 3 号机组的运行准备工作援助虚拟工作组访问，是协作的一个组成部分。

7. 核能合作国际框架定期参加原子能机构会议。除了参加核能合作国际框架指导小组外，原子能机构还通过其两个工作组即基础结构发展工作组和可靠核燃料服务工作组与核能合作国际框架进行合作。核能合作国际框架的代表定期参加每年在维也纳举行的核电基础结构发展中的专题问题技术会议，最近一次会议是 2021 年 3 月举行的。

8. 原子能机构、经合组织核能机构和欧盟委员会正在合作制定退役标准分类法，目的是促进包含进行中退役项目经验教训的知识管理系统的互操作性。该倡议预定于 2021 年底完成，倡议报告将于 2022 年发布。

9. 原子能机构于 2021 年 5 月参加了经合组织核能机构国际核数据评价合作工作组各分组，并在 2021 年 4 月的经合组织核能机构“裂变和聚变联合编评”数据库会议上以

各核素的核数据评价为该数据库项目做出了贡献。此外，原子能机构于 2021 年 6 月与经合组织核能机构举行了年度协调会议。议题包括“气候公约”第二十六届会议的准备工作、2019 冠状病毒病大流行框架内的最新主要发展、风险交流、核能的发展和经济性、“红皮书”最新情况、核行业的性别均衡、经合组织核能机构辐照实验框架的最新情况以及国际会议中的合作。

10. 原子能机构继续与国家国际标准化组织合作，例如，通过国际标准化组织（标准化组织）85 和 46 两个技术委员会与标准化组织合作。2021 年 6 月组织了纪念通过“谅解备忘录”与标准化组织缔结正式合作四十周年的活动。

11. 原子能机构继续与各国际倡议合作，积极关注了联合国能源机制的活动，并参加了青年参与维也纳能源论坛活动。

12. 在报告所涉期间，原子能机构继续在革新型和先进核能系统方面与第四代国际论坛、核能合作国际框架、欧洲可持续核工业倡议和国际热核实验堆进行合作。目前，“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”作为观察员参加第四代国际论坛抗扩散和实物保护工作组。第四代国际论坛抗扩散和实物保护工作组一些成员正在通过参加 2019 年至 2021 年的顾问工作，为更新“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”抗扩散方法学手册做出贡献。

13. 作为“里程碑”方案的关键问题之一，原子能机构继续强调利益相关方参与，包括公众宣传。原子能机构将着手编写一本关于利益相关方参与新核电计划的《核能丛书》出版物，以支持“里程碑”方案和补充最近完成的总括性出版物《利益相关方参与核计划》（原子能机构《核能丛书》第 NG-G-5.1 号）。由于 2019 冠状病毒病暴发，一年一度的利益相关方参与技术会议被从 2020 年推迟到 2021 年 12 月。

14. 为了确保在 2019 冠状病毒病大流行期间继续成员国和其他利益相关方合作，原子能机构发起了关于政府和主要组织在核电计划发展中的作用的系列网络研讨会。来自约 60 个成员国的共计 1292 名与会者参加了 2020 年和 2021 年举行的四次实时网络研讨会。研讨会录像均在线提供，以供进一步观看。根据“实际安排”框架，与非洲核能委员会联合组织了三次网络研讨会。

15. 2021 年 6 月 1 日，举行了题为“利益相关方参与新核电：在核电新加入国领域开展合作”的网络研讨会，会议有来自 55 个成员国的 221 名注册与会者，提供了与核基础结构发展有关的活动实例。

16. 原子能机构还继续积极开展对核能领域年轻一代网络的外宣。特别是，负责核能部的副总干事米哈伊尔·丘达科夫与联合国-核青年一代的成员举行了“副总干事一席谈”活动。原子能机构还延长了“与国际青年核能大会在核科学技术领域的实际安排”。



# 核燃料循环和废物管理

## A. 背景

1. 大会在 GC(64)/RES/12.B.3 号决议中认识到协助对铀生产感兴趣的成员国通过适当技术、基础结构、利益相关方参与和熟练人力资源开发的方式发展和维持可持续活动的重要性，鼓励原子能机构针对考虑或启动铀生产计划的国家编写载有循序渐进方案的导则文件，并鼓励感兴趣的成员国利用在该领域支持成员国的铀生产场址评价小组的工作访问。
2. 大会还鼓励秘书处协助感兴趣的成员国分析可能妨碍核燃料循环设施可持续运行的技术挑战，如老化管理问题。
3. 此外，大会要求秘书处继续开展并加强与燃料循环、乏燃料和放射性废物管理有关的工作，并协助成员国根据相关的安全标准和安保导则制订和实施适当计划。它还鼓励秘书处促进信息共享，以便更好地整合影响乏燃料处理、运输、贮存和回收以及废物管理的燃料循环后端方案，并提供更多关于废物管理所有阶段包括放射性废物处置前管理和处置的信息，从而协助成员国（包括启动核电计划的成员国）根据相关安全标准和安保导则制订和实施适当处置计划。
4. 大会在该决议中要求原子能机构拟订关于退役的导则文件以及支持退役的行动计划，以期推动安全、可靠、高效和可持续地开展这些活动，同时酌情根据最新发展，为系统评价这些导则文件提供便利。它还鼓励原子能机构进一步加强其在环境治理领域的活动，并支持成员国采用管理天然存在的放射性物质残留物/废物以及治理受天然存在的放射性物质污染的场址的最佳实践。
5. 大会还鼓励原子能机构通过特别是发展促进弃用密封放射源管理的合格技术中心以及旨在丰富关于弃用密封放射源钻孔处置的辅助资料的合作努力，进一步加强支持有效管理弃用密封放射源的活动，以期加强弃用密封放射源的长期安全和安保。
6. 大会在 GC(64)/RES/12.B.9 号决议中请总干事就执行该决议所取得的进展酌情向理事会和向大会第六十五届常会提出报告。

## B. 自大会第六十四届常会以来的进展

7. 2020 年 11 月，原子能机构出版了作为相关协调研究项目最后报告的《铀矿床和钍矿床的地球化学和矿物学表征》（原子能机构《技术文件》第 1929 号），并于 2020 年



12 月出版了《核燃料循环用铀原料的勘探、开采、生产、供求、经济性和环境问题》(URAM-2018 号), 其中载有 2018 年 6 月 25 日至 29 日在维也纳举行的国际专题讨论会文集。



图 B.1. 世界铀矿床分布图概览。(来源: 原子能机构)

8. 2020 年 12 月, 世界铀矿床分布 (UDEPO) 数据库升级版在原子能机构网站上线, 改进了用户图形界面功能, 并登记了 5000 多个铀矿床。
9. 2020 年 12 月, 还印发了原子能机构和经合组织核能机构 (核能机构) 联合“红皮书”出版物《2020 年铀资源、生产和需求》。2020 年版“红皮书”介绍了主要基于政府官方信息对铀市场基本面的最新评述, 并提供了全球铀工业的统计概况。
10. 2021 年 1 月, 原子能机构出版了《世界铀产区分布》和《世界钍矿床分布》。铀地图以 1:35 000 000 的比例显示了世界范围内铀产区的广泛分布和相关资源统计数据, 而钍地图显示了钍矿床类型分类系统和矿床规模范围, 并包括 Adobe PDF 格式的交互式查询和图层功能。
11. 2021 年 4 月, 原子能机构出版了《矿山废物中铀资源的初步存量 and 评定》(原子能机构《技术文件》第 1952 号), 它旨在不仅提供矿山废物中所含铀的初步存量 (包括铀矿开采行业理想的综合萃取目标), 还提供一初步框架, 将这一目标与实现零废物的环境考虑和治理考虑相结合。
12. 原子能机构于 2020 年 7 月出版了作为相关协调研究项目最后报告的《事故耐受性增强的水冷堆燃料的方案分析和实验检验》(原子能机构《技术文件》第 1921 号)。

13. 2020年12月，举行了有120多名与会者参加的耐受事故燃料及其对乏燃料管理的影响问题网络研讨会。该网络研讨会侧重于渐进型耐受事故燃料设计及其对从堆芯排放后各燃料管理步骤即贮存、运输、回收和处置的影响。

14. 2021年4月，原子能机构出版了《乏燃料池事故现象学、模拟和建模》（原子能机构《技术文件》第1949号），其中载有一次技术会议的文集，概述了专家们对乏燃料池严重事故进展分析、模拟和建模的讨论。

15. 为了努力协助感兴趣成员国分析可能阻碍核燃料循环设施可持续运行的技术挑战，如老化管理问题，2021年4月以虚拟方式举行了第三次乏燃料干法贮存系统老化管理计划研究协调会议。会议有来自10个成员国的21名专家（九名首席科学研究人员和12名观察员）出席。首席科学研究人员介绍了协调研究项目第二阶段的工作进展，并讨论和商定了协调研究项目最后报告的内容。

16. 铀生产周期电子学习模块正在开发中，乏燃料贮存电子学习课程正在被翻译成日语，然后于2021年底之前登载在网络教育和培训网络学习平台和原子能机构其他网络网站上。

17. 2020年12月，以虚拟方式举行了“水堆正常运行中的燃料破损：经验、原因和缓解”技术会议，来自15个国家和一个国际组织（经合组织核能机构）的41名专家出席会议，交流了关于国家经验和研发进展的信息。提交的论文将被汇编成一份目前正在起草中的《技术文件》。

18. 2021年2月，以虚拟方式举行了第二次快堆燃料材料研究协调会议。来自五个国家和两个国际组织（欧盟委员会联合研究中心和经合组织核能机构）的12名专家出席了会议。八名首席科学研究人员介绍了协调研究项目第一阶段的工作进展，并讨论和商定了协调研究项目第二阶段的单项行动和联合行动及工作计划。

19. 2021年6月，原子能机构出版了作为2019年10月在法国普罗旺斯地区艾克斯举行的技术会议成果的《支持核电厂灵活运行的芯块-包壳相互作用和应力腐蚀开裂试验、建模和应用方法方面的进展》（原子能机构《技术文件》第1960号），其中审查了自2000年代初以来在世界范围内就该主题进行的研究。

20. 2021年2月，原子能机构出版了《冷却剂化学控制和对加压重水堆燃料可靠性的影响》（原子能机构《技术文件》第1942号），其中载有一次技术会议的报告，介绍了关于该专题的最新知识，包括在一回路热传输系统中观察到的腐蚀现象以及因此对加压重水堆燃料可靠性的影响。

21. 2021年8月，举行了第一次耐受事故和先进技术燃料的测试、建模和模拟研究协调会议，以讨论和评定各参加者提出的研究计划与该专题协调研究项目总体目标的相关性，并促进协调研究项目参加者之间的互动，从而实现项目目标。

22. 原子能机构在 2021 年第三季度出版了《计算研究堆退役成本的数据分析和收集》（原子能机构《核能丛书》第 NW-T-2.12 号）。该出版物旨在提高编制研究堆退役成本估算的总体能力，确定不同表征策略对成本和废物类别命名的影响以协助制定最佳方案，以及了解成本估算的不确定性水平和这种不确定性的来源。

23. 举行了两次虚拟技术会议：一次在 2020 年 10 月，有来自 23 个成员国和欧盟委员会秘书处及经合组织核能机构秘书处的 51 名与会者，一次在 2021 年 7 月，有来自 29 个成员国和三个国际组织的 57 名与会者，目的是推进编写《核能丛书》关于全球退役状况并涵盖核动力堆、研究堆和核燃料循环设施退役的现状、趋势与主要问题和挑战的出版物草案。

24. 2020 年 12 月，以虚拟方式举行了关于推进退役能力建设和知识管理协作的技术会议，会议有来自 20 个成员国和三个国际组织的 46 名与会者出席，为讨论相关需求和机会提供了论坛。在会议上，两个已确定的原子能机构退役问题协作中心和几个即将成为此种协作中心的组织介绍了它们在支持原子能机构开展退役能力建设和知识管理活动方面的能力。

25. 为了进一步拟订关于退役和受污染场址终态定义、控制和长期管理的实际推动因素的建议，原子能机构于 2020 年 12 月举行了有来自 29 个成员国的 48 名与会者参加的对放射性污染土地实施控制技术会议，以讨论在环境治理措施实施前后实施控制方面的良好实践和经验。



图 B.2. 拆除斯洛伐克 V1 核电站冷却塔。（照片来源：JAVYS, a.s.）

26. 2021年3月，斯洛伐克的核和退役公司 JAVYS 成为原子能机构退役问题协作中心。将法国电力公司退役和废物管理项目局和日本原子力开发机构确立为原子能机构退役问题协作中心的工作正在进行中。因此，在协作中心退役知识管理和能力建设计划内与原子能机构合作的组织数量将达到五个，还有更多的组织已表示对这种伙伴关系的兴趣。

27. 为了加大在环境治理和天然存在的放射性物质管理领域支持成员国的力度，环境管理和恢复网已经启动了四个地区工作组，它们旨在了解非洲、亚洲、欧洲以及拉丁美洲和加勒比成员国的具体需求，并从而实施能够满足所确定需求的活动和项目。以与每个地区或分地区相关的语言进行了活动（如网络研讨会）推广，以加强外宣以及经验交流、良好实践共享和能力建设的影响。2020年10月至2021年8月，每月举行关于不同环境治理问题的网络研讨会，包括反映具体地区需求和挑战的地区网络研讨会。这些网络研讨会是核能部与核安全和安保部合作举办的，每次网络研讨会会有来自14个成员国的主讲人以及来自共计49个成员国的51名至512名注册与会者参加。

28. 原子能机构通过与经合组织核能机构和欧盟委员会合作启动其乏燃料和放射性废物现状和趋势项目的第三个周期，继续致力于及时提供与成员国放射性废物和乏燃料管理现状和趋势有关的信息和分析。该项目第二周期的最终报告正处于出版过程，预计发布日期为2021年第四季度。第一次第三周期顾问会议于2021年1月至6月期间以虚拟方式召开，来自五个国家的九名与会者以及来自欧盟委员会、经合组织核能机构和世界核协会的代表参加了会议，他们商定了工作范围，并确定了作为文件下一版重点内容的关键主题。在第三周期分析的数据将基于乏燃料和放射性废物信息系统中报告的存量，并将与《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》的最新报告周期保持一致。

29. 原子能机构通过发展促进弃用密封放射源管理的合格技术中心概念以建设和扩大成员国现有能力的覆盖面，进一步加强了为有效管理弃用密封放射源提供支持的行动。过去12个月中，合格技术中心框架得到发展，其中纳入了将一个组织指定为合格技术中心的评定标准和方法。正在计划在一个志愿组织测试该方法，目标是在2021年底之前做好征求正式的合格技术中心提名的准备。2020年12月，以虚拟方式举行了第一次钻孔处置系统有效实施框架制定工作研究协调会议，来自14个成员国的26名与会者参加了会议。协调研究项目的目的是促进合作努力，以进一步加强关于弃用密封放射源钻孔处置的辅助信息，以期从长远加强弃用密封放射源安全和安保。原子能机构通过支持成员国移除高活度源，包括在2020年支持塞浦路斯和突尼斯的源回取，继续进一步加强高活度源安全和安保。





# 研究堆

## A. 背景

1. 大会在 GC(64)/RES/12.B.4 号决议中鼓励秘书处继续促进地区和国际协作和网络建设，以扩大对研究堆的利用，如国际用户群体。它还鼓励秘书处向考虑发展或安装首座研究堆的成员通报这种反应堆相关的功用、成本效益、环境保护、安全和安保、核责任、抗扩散性问题，包括全面保障的实施和废物管理问题，并应请求协助成员国按照原子能机构编写的《研究堆项目的具体考虑因素和里程碑》系统地并根据面向使用的稳健战略计划推进新的反应堆项目。
2. 大会还促请秘书处继续提供关于研究堆寿期所有方面（包括制订新老研究堆老化管理计划）的导则，以确保安全性和可靠性的持续改进、可持续的长期运行、燃料供应的可持续性、对高效和有效乏燃料和废物管理处置方案的探索以及有研究堆退役的成员国内知识型客户的能力发展。
3. 此外，大会还鼓励秘书处进一步加大力度支持基于研究堆的能力建设，包括通过可在亚太、欧洲和非洲地区拓展的原子能机构因特网反应堆实验室项目。
4. 最后，大会呼吁秘书处继续支持致力于尽量减少民用高浓铀的国际计划，只要这种最小化在技术上和经济上具有可行性。
5. 大会请总干事就执行该决议所取得的进展酌情向理事会和向大会第六十五届常会提出报告。

## B. 自大会第六十四届常会以来的进展

6. 原计划在捷克共和国举行的优化中子活化分析实绩和过程培训讲习班于 2020 年 11 月和 12 月以虚拟方式举行，有来自 28 个成员国的 57 名参加者参加。优化中子活化分析实绩的方法得到严格分析，重点是提高通量及改进周转时间、质量保证和质量控制以及发展和应用创新过程的机会。题为《中子活化分析质量保证和质量控制实用导则》的《技术报告丛书》出版物草案目前正在进行编辑，准备出版。
7. 《中低通量中子源中子散射：过程、探测和应用》（原子能机构《技术文件》第 1961 号）于 2021 年 6 月出版。它是关于中低通量中子源中子散射应用的权威参考，中子散射专家、研究堆和加速器相关人员以及考虑基于这项技术开展研发或教育和培训计划的人员对其抱有兴趣。

8. 原子能机构预定于 2021 年 8 月 30 日至 9 月 3 日以虚拟方式举行一次中子散射和成像应用中子探测器方面的进步技术会议，以审查中子散射和中子成像应用中子探测器的发展。

9. 原子能机构制作了一门关于中子成像的电子学习课程，并于 2020 年 10 月向成员国提供。法证学核分析技术电子学习课程有所扩展，增加了介绍 X 射线衍射和 X 射线荧光在法证学中的使用以及离子束分析的样本制备考虑因素的新模块。

10. 举行了一次中子活化分析实验室全球水平测试演习，为实验室提供了一个证实其分析实绩和确定改进领域的机制。该演习包括核相关技术的应用，并利用了与塞伯斯多夫核科学和仪器仪表实验室的协同作用。共有来自 44 个成员国的 70 个实验室参加，其中包括 42 个中子活化分析实验室。

11. 由于 2019 冠状病毒病大流行，原定于 2020 年进行的两次综合研究堆利用评审工作组访问不得不推迟。已收到第三次请求，工作组访问暂定于 2021 年 11 月进行。

12. 2020 年 12 月，原子能机构举办了支持新研究堆项目的国家核基础结构评定培训讲习班。讲习班就《研究堆项目的具体考虑因素和里程碑》（原子能机构《核能丛书》第 NP-T-5.1 号）的适用、新研究堆基础结构的建立、原子能机构相关安全标准和其他相关的原子能机构出版物提供了实用指导。讲习班还提供了一个论坛，使参加者共享和讨论在新研究堆项目的制订和实施方面取得的经验、遇到的挑战和汲取的教训。

13. 2021 年 6 月，原子能机构印发了《评定新研究堆计划国家核基础结构状况的具体考虑因素》（原子能机构《核能丛书》第 NR-T-5.9 号）。该出版物为在“里程碑”方案的基础上评定在发展支持新研究堆计划的国家核基础结构方面的进展提供了导则。它既可由想要评价自身进展的成员国使用，也可作为原子能机构应成员国请求为独立评定基础结构状况或在发展基础结构方面取得的进展可以开展的研究堆综合核基础结构评审工作组访问的依据。原子能机构还继续编写一份关于研究堆建造项目管理的出版物。

## 研究堆综合核基础结构评审工作组访问

改为2021年12月



泰国

推迟至2022年



赞比亚

## 后续研究堆综合核基础结构评审

推迟至2022年



尼日利亚



越南

14. 由于2019冠状病毒病，原定于2020年对泰国进行的研究堆综合核基础结构评审工作组访问改在2021年12月进行，对赞比亚的研究堆综合核基础结构评审工作组访问和对尼日利亚和越南的研究堆综合核基础结构评审后续工作组访问被推迟到2022年进行。

15. 2021年5月举办了新研究堆项目可行性研究报告编写工作培训讲习班。代表17个成员国的57名参加者参加了这次讲习班。考虑到潜在利用、安全要求和未来运行，向参加者提供了关于准备新研究堆项目可行性研究的实用信息和知识。讲习班还充当了共享和讨论取得的经验、遇到的挑战和汲取的教训的论坛。

16. 为继续提供关于研究堆寿期所有方面的导则，于2021年5月至6月举行了研究堆老化管理、整修和现代化技术会议。它提供了一个论坛，以供交流关于研究堆老化管理的经验和信息，以及已完成和正在进行的研究堆现代化和整修项目的经验。参加者还审查了原子能机构制定的研究堆老化管理、现代化和整修计划导则草案。

17. 2021年6月，原子能机构举办了研究堆综合管理系统培训讲习班，向参与成员国提供了实用信息和交流关于建立、实施和不断改进研究堆管理系统经验的可能性。

18. 2021年4月，原子能机构印发了《新的和现有研究堆数字仪器仪表和控制系统》（原子能机构《核能丛书》第NR-G-5.1号）。该出版物提供了关于数字仪器仪表和控制系统设计与运行方面的工程导则，用于现有设施整修和新研究堆，以提高其可靠性和可用性。

19. 2020 年 11 月，原子能机构印发了《研究堆运行和维护评定导则》（原子能机构《服务丛书》第 44 号），其中提供关于研究堆运行和维护评定工作组访问（包括前期研究堆运行和维护评定工作组访问和后续工作组访问）的筹备、执行和报告的资料，以协助成员国使其研究堆实现高运行标准和实绩。

20. 由于 2019 冠状病毒病大流行，智利、刚果民主共和国、伊朗伊斯兰共和国、波兰和泰国请求的研究堆运行和维护评定工作组访问改在 2021 年第四季度和 2022 年进行。

21. 同样，计划于 2020 年底进行的指定摩洛哥国家核能、科学和技术中心作为以研究堆为基础的国际中心的评审工作组访问被推迟。

22. 由于大流行，原计划于 2020 年与东欧研究堆倡议合作举办的第 16 次研究堆团组进修培训班被推迟到 2021 年 10 月，原计划于 2020 年在俄罗斯联邦举办的研究堆短训班被推迟到 2022 年。

23. 2021 年 4 月，原子能机构印发了《燃料密度对研究堆性能和经济性的影响》（原子能机构《核能丛书》第 NF-T-2.7 号）。该出版物对在研究堆中使用高密度燃料的性能和成本影响进行了初步评价。它概述了燃料密度增加对反应堆性能和燃料消耗影响的主要考虑因素，并根据燃料消耗比较，对使用高密度燃料的成本节省进行了简单评价。

24. 为就退役方面考虑因素向研究堆设计者和营运者提供实用导则，原子能机构开始起草一份关于研究堆设计和运行中的退役考虑因素的出版物。

25. 原子能机构继续支持哈萨克斯坦的两个最大程度减少高浓铀的项目。通过一系列虚拟咨询会议、专家参与和合同安排，进行了从 IVG.1M 研究堆向俄罗斯联邦返还高浓铀乏燃料和稀释从 IGR 研究堆卸载的辐照高浓铀石墨燃料的准备工作。

26. 2020 年 10 月举行了全球非高浓铀钼-99 靶件生产和制造能力技术会议。来自 15 个成员国和欧盟委员会的 50 名参加者讨论了钼-99 生产用靶件当前和未来制造技术和能力，并分享了对不使用高浓铀生产这一重要医用放射性同位素所取得进展的深入见解。

27. 原子能机构继续与阿贡国家实验室合作组织了 2021 年 4 月以虚拟方式举行的年度降低研究堆和试验堆燃料浓缩度国际会议。来自 35 个国家的 200 多名与会者讨论了研究堆从高浓铀燃料向低浓铀燃料转换的各个方面、高密度燃料的开发和认证、新研究堆设计的抗扩散性，以及确保高丰度低浓铀供应的连续性。

28. 原子能机构完成了研究堆数据库升级，加强了其功能并将其迁移到新信息技术平台。这个可公开访问的数据库提供了关于 70 个国家 840 多座目前在运、在建、已规划、已关闭、正在退役或已退役研究堆包括临界和次临界装置的技术和行政管理资料。

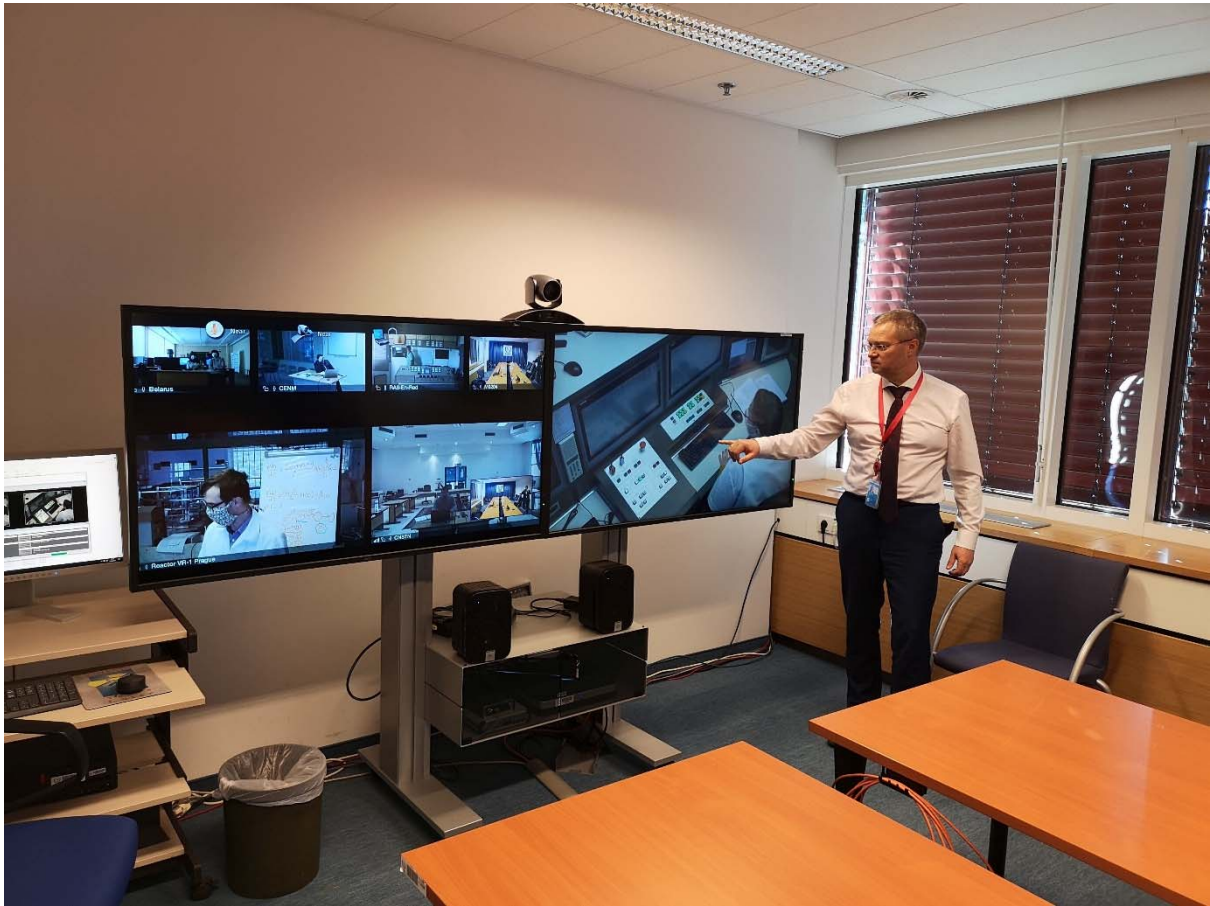


图 B.1. 因特网反应堆实验室：直播捷克技术大学 VR-1 研究堆的实验，2021 年 2 月。  
关于因特网反应堆实验室的更多信息，见附件九。（来源：原子能机构）





# 在运核电厂

## A. 背景

1. 大会在 GC(64)/RES/12.B.5 号决议中要求秘书处促进感兴趣成员国之间展开协作，提升核电厂安全、可靠、高效和可持续运行的卓越程度，以及继续为感兴趣的成员国提供支助，特别是通过加强其老化管理和电厂寿期管理方面的知识、经验和能力。
2. 大会还鼓励秘书处确定有关大型资本密集的核工程项目实施中的采购、供应链、工程和相关问题的最佳实践和经验教训，并通过供应链管理方面的出版物和网络工具予以推广和传播。
3. 此外，大会还认识到需要进一步加强对电网和核电厂接口、电网可靠性和冷却水使用的支助，并建议秘书处与拥有在运核电厂的成员国在这些事项上进行协作。
4. 大会在 GC(64)/RES/12.B.9 号决议中请总干事就执行该决议所取得的进展酌情向理事会和向大会第六十五届常会提出报告。

## B. 自大会第六十四届常会以来的进展

5. 计划于 2020 年 10 月举行关于创新以改善可提高在运核电厂经济可持续性的技术驱动因素的第二届全球论坛。由于全球大流行，国际指导委员会决定将该活动推迟到 2022 年。与此同时，原子能机构在原子能机构旨在加强交流和培训的网中网互联互通（CONNECT）平台上推出了全球核创新论坛网络。在大会 2020 年常会的一次会外活动期间，该网络被用来收集和突出已部署创新实例。
6. 为促进感兴趣成员国之间展开协作以提升核电厂安全、可靠、高效和可持续运行的卓越程度，于 2020 年 10 月以虚拟方式举行了一次核能领域人力资源管理技术工作组会议，代表 15 个成员国的超过 25 名与会者出席了会议。会议重点说明了为应对 2019 冠状病毒病大流行的影响而部署的措施实例，并就与营运成员国相关的人力资源、培训和领导力专题提供了广泛的最新视角。
7. 原子能机构以虚拟方式向来自 15 个成员国的 38 名参加者提供了核组织取得安全、可靠和有效实绩的行为能力评估培训班。培训班第一部分于 2020 年 11 月举办，第二部分于 2021 年 6 月举办。

8. 代表 37 个成员国和两个国际组织的超过 88 名参加者出席了于 2021 年 5 月举行的核组织中的领导力及其发展技术会议。它为今后关于这一专题的工作奠定了基础，并激发了参与成员国表达额外的需求。

9. 原子能机构于 2021 年 4 月印发了《核设施工作人员系统培训方案：过程、方法和实践》（原子能机构《核能丛书》第 NG-T-2.8 号）。该出版物为确定和维护所有主要类别核设施工作人员培训和资格认证的质量和可靠性提供了依据，并介绍了作了经验教训和良好实践更新的系统培训方案方法学。

10. 原子能机构还于 2021 年 3 月印发了《核电厂可持续运行的资产管理》（原子能机构《核能丛书》第 NR-T-3.33 号）。该出版物包含向资产管理领域不同国际专家收集的经验和建议。资产管理是一种整体运行和维护方案，旨在通过平衡考虑成本、机会和风险确保系统、结构和部件的持续可靠性。该出版物为寻求优化财务执行结果、运行实绩和风险敞口的决策者提供支持。

11. 2021 年 4 月，原子能机构出版了《核电厂寿期管理》，其中载有 2017 年 10 月 23 日至 26 日在法国里昂举行的一次国际会议的会议文集。随着在运反应堆许可证继续得到延长，以及许多核电厂现已获准运行长达 80 年，核电厂寿期管理是一个越来越相关的专题。

12. 原子能机构于 2021 年 2 月印发了《核电厂消防》（原子能机构《技术文件》第 1944 号）。该出版物包含向消防领域不同国际专家收集的经验和建议。感兴趣成员国的利益相关方可以运用该出版物所载资料，以改善世界各地在运核电厂的消防管理并最大限度地减少相关风险。

13. 2020 年 10 月印发了《核电厂项目管理》（原子能机构《核能丛书》第 NG-T-1.6 号）。该出版物包含向核电厂项目管理领域国际专家收集的经验和良好实践。随着越来越多成员国考虑扩大或引进核电计划，这份关于成功核项目考虑因素及相关支持的实用出版物将变得越来越具有相关性。

14. 为了努力寻求发展和管理数字信息系统方面的效率，以及确保和改善对这种工具和数据库的长期可获得性和公众访问权，2021 年上半年部署了对动力堆信息系统数据库的数据采集、验证和验收模块进行全面检查。该项目将软件调整到一个新平台，因为软件供应商不再支持以前的平台。原子能机构利用这一机会，根据用户反馈进行改进，以提高效率和整体用户体验。

15. 2021 年 6 月启动了一个重大项目，以更新动力堆信息系统统计模块。此次更新旨在通过比如加强直观性等以及增加新的分析功能来提高数据库的实用性和用户体验。2020 年 12 月，对已退役反应堆和退役计划动力堆信息系统模块进行了更新，以收集、评价和传播关于全世界核电厂退役现状和未来前景的信息。

16. 为通过分享在论证商用工业仪器仪表和控制设备用于核电厂应用的合理性方面的最佳实践和所采用的战略向感兴趣的成员国提供进一步支持，原子能机构于 2020 年 12 月印发了《无线技术在核电厂仪器仪表和控制系统中的应用》（原子能机构《核能丛书》第 NR-T-3.29 号）。该出版物概述了无线数字技术在在运核电厂中的各种应用，特别是在用于监测和控制电厂运行的仪器仪表和控制系统中的应用。

17. 2020 年 12 月出版了《核电厂仪器仪表和控制系统设计的计算机安保问题》（原子能机构《核能丛书》第 NR-T-3.30 号）。该出版物详细介绍了核电厂仪器仪表和控制系统的信息技术安保考虑因素。该出版物非常及时，因为该行业与全球其他行业一样，正在向数字应用转型。

18. 原子能机构还于 2020 年 9 月出版了《选择、评定和认证用于核电厂应用的商业化工业数字仪器仪表和控制设备的挑战和方案》（原子能机构《核能丛书》第 NR-T-3.31 号）。加强对商业化工业级设备的认证和利用可以缓解与紧张的供应链相关的挑战，并有助于确保在运核电厂在经济上仍然可行。

19. 举办了与电网有关的讲习班，以支持核电计划发展。通过 2020 年 11 月为沙特阿拉伯举办的核电厂-电网接口、电网要求和电力损失虚拟国家讲习班，30 名参加者接受了培训。在 2021 年 6 月为乌兹别克斯坦举办的电网可靠性和与核电厂的接口虚拟国家讲习班上，15 名参加者接受了培训。

20. 为了促进成员国之间分享与在核电厂实施福岛后行动的方法和战略有关的经验和知识，原子能机构于 2020 年 10 月印发了《福岛第一核电站事故后核电厂所采取行动的 实施情况和有效性》（原子能机构《技术文件》第 1930 号）。该报告概述了成员国为落实在 2011 年福岛第一核电站事故后汲取的教训而采取的行动，以及这些行动的有效性。

21. 作为继续支持感兴趣的成员国建设其在运行核电厂方面国家能力的一部分，原子能机构于 2021 年 3 月印发了《核电厂停堆期间去污方案的经验和教训》（原子能机构《技术文件》第 1946 号）。该出版物包含向放射性去污和核电厂停堆规划与管理领域不同国际专家收集的经验和建议。感兴趣成员国的利益相关方可以运用该出版物所载资料，以改善核电厂停堆的规划和实施。这些改进有助于营运者确保在运电厂的经济可持续性。





# 国际原子能机构

## 在革新型核电技术发展方面的活动

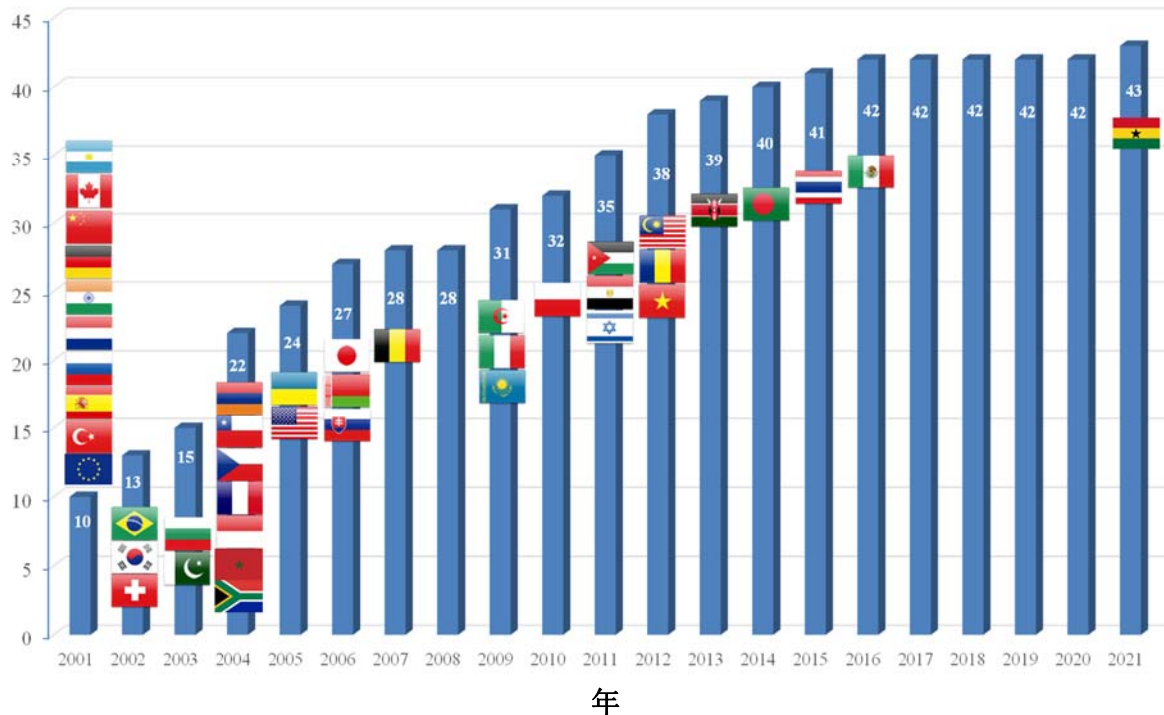
### A. 背景

1. 大会在 GC(64)/RES/12.B.6 号决议中要求秘书处促进感兴趣的成员国之间在发展革新型全球可持续核能系统方面的协作和支持建立有效的协作机制以交流相关经验和良好实践方面的信息。大会还鼓励秘书处考虑进一步的机会，除其他外，特别是利用“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”所开发的分析方案和工具，发展和协调其在制订长期国家核能战略和进行长期可持续核能部署决策方面提供的服务。
2. 大会还鼓励秘书处研究核燃料循环后端合作方案，以确保各国之间为实现长期可持续利用核能而开展有效合作，并要求秘书处促进先进反应堆（如中小型反应堆或模块堆、第四代反应堆）开发者之间在这些反应堆设计思考的最早阶段就对退役和放射性废物管理相关挑战和技术进行讨论。
3. 此外，大会还鼓励秘书处进一步致力于面向大学和研究中心的学生和工作人员的革新型核技术开发和评价问题远程学习/培训工作，并进一步开发工具对支持向成员国高效提供服务的这项活动予以支持。
4. 大会在 GC(64)/RES/12.B.9 号决议中请总干事就执行该决议所取得的进展酌情向理事会和向大会第六十五届常会提出报告。

### B. 自大会第六十四届常会以来的进展

5. 2021 年，随着加纳的加入，“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”增加一个成员，目前包括 42 个成员国和欧盟。在过去几年中，“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”开发了一系列工具和服务，以及在其成员之间开展集体行动的协作项目。在报告所涉期内，原子能机构通过地区核技术教育培训网（STAR-NET）与俄罗斯的大学合作，进一步推动了这些工具在大学课程中的使用，并于 2021 年 4 月以虚拟方式采用俄文举办了原子能机构-地区核技术教育培训网关于利用“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”方法学进行核能系统建模和评定的教员培训地区短训班。“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”还与核工程系主任组织和加拿大核工程优秀大学网就拟于 2021 年 9 月以虚拟方式举办一期关于利用“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”方法学进行核能系统建模和评定的教员培训地区短训班有了新的约定。为努力促进原子能机构多语外宣活动，“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”开发了“分析支持用于增强核能可持续性”电子学习课程的英文版、俄文版和西班牙文版。

2001—2021年“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”成员



6. 原子能机构还启动了一个名为“小型模块堆的可持续部署假想方案”的新协作项目（“分析支持用于增强核能可持续性”小型模块堆项目），以便让新的参加者参与进来，并扩大利用属于“分析支持用于增强核能可持续性”服务的方法和工具所开展的案例研究的范围。项目参加者有亚美尼亚、白俄罗斯、中国、印度尼西亚、罗马尼亚、俄罗斯联邦、泰国和乌克兰，保加利亚、埃及、德国、以色列和摩洛哥为观察员。“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”其他几个成员正在考虑加入“分析支持用于增强核能可持续性”小型模块堆项目。

7. “革新型核反应堆和燃料循环国际项目”开发了电力系统建模框架，以便在原子能机构内发展足够的能力，就核电应对气候变化的潜力以及核能在当前和未来电力系统中可以发挥的作用向成员国提供量化和合乎情理的分析。此外，这种新能力还可以为涉及先进核技术（如中小型反应堆或模块堆、微堆和快堆）的最佳电网整合以及核能的非电力应用（混合能源系统、制氢、热电联产等）的技术分析提供合理的支持。这种能力将使“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”在支持成员国在该领域的需求方面能够发挥关键作用。铀浓缩公司和原子能机构已商定共同努力，在“气候公约”第二十六届会议上，特别是在脱碳制氢方面发出核能的声音。因此，电力系统建模框架分析将通过展示核能与可再生能源（风能、太阳能、水电）合作制氢的强大作用，为原子能机构讨论核能在这些脱碳战略中的作用提供关键信息。

8. “革新型核反应堆和燃料循环国际项目”采用制定路线图战略，通过介绍与促进国家核能系统配置增加和发展的各种选择方案相关的现状、前景、利益和风险，鼓励增强核能可持续性。“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”路线图制定工作力求通过与其他国家的协作和核贸易来节省加强国家核能系统可持续性所需的时间、精力和资源。这种分析使用“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”工具箱中“向全球可持续核能系统过渡的路线图 Excel 工具”，协助进行核能系统评定。在这方面，“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”已开始与阿根廷、大韩民国、俄罗斯联邦和美国合作，对规划设计进行核能系统评定，以根据“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”方法学评定小型模块堆设计的可持续性，并查找差距供设计团队评价，以提高为部署而进行的设计的稳健性和可持续性。

9. 为了促进感兴趣成员国在发展革新型全球可持续核能系统方面的协作，并支持建立有效的协作机制以交流相关经验和良好实践信息，原子能机构 2021 年 5 月宣布了将于 2022 年初启动的“核能-可再生能源混合能源系统的技术评价和最优化”新协调研究项目。

10. 关于先进反应堆信息系统数据库现代化建设的新项目于 2021 年 1 月启动，将于 2021 年第四季度完成。另外，促进材料热物理特性数据库现代化建设的新项目于 2021 年 5 月启动，将于 2022 年完成。

11. 原子能机构还于 2020 年 12 月出版了《福岛第一核电站事故后水冷堆严重事故中可燃气体分析和管理方面的发展》（原子能机构《技术文件》第 1939 号）。该出版物全面审查了与水冷核反应堆中可燃气体相关的安全问题的技术现状，特别关注了福岛第一核电站事故后的发展情况，并讨论了最近在氢气/可燃气体行为的实验和分析研究中获得的结果。所开发的知识库有益于验证和评定现有安全分析工具中的可燃气体建模情况，并有益于对严重事故管理导则进行可能的改进。

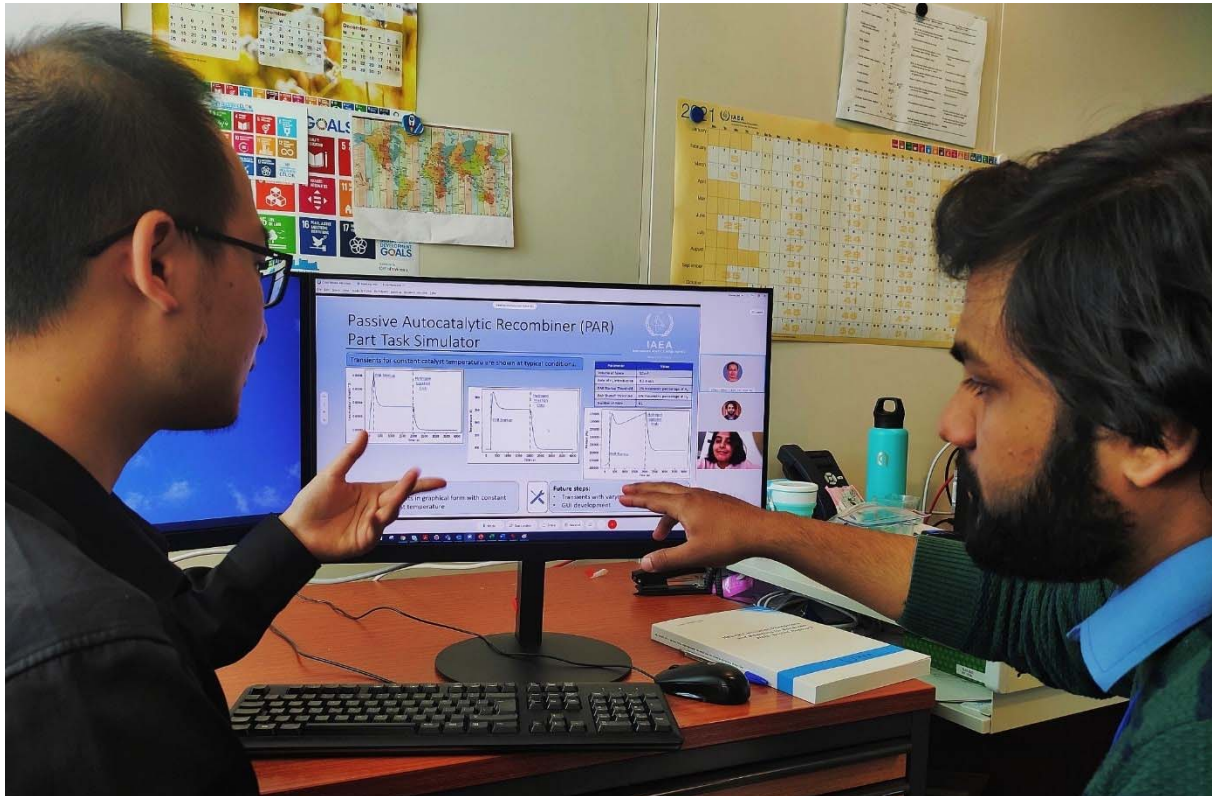


图 B.1. 通过一个新的原子能机构协调研究项目，将为启动核电计划国家的学生制定和实施一项适用于超临界水冷堆原型设计的热工水力学现象建模和预测综合研究生（硕士和博士）培训计划。（来源：原子能机构）

12. 原子能机构于 2021 年 5 月宣布了“推进用于超临界水冷堆原型设计和运行的热工水力学模型和预测工具”的新协调研究项目。该协调研究项目将于 2022 年启动，将支持成员国进行适用于超临界水冷堆设计的热工水力学建模、工具开发和实验研究。

13. 作为努力促进革新型全球可持续核能系统领域知识和经验交流的一部分，原子能机构于 2021 年 5 月举行了先进水冷堆和小型模块堆革新型地震设计方案虚拟技术会议，来自 28 个成员国和两个国际组织的 75 人参加了会议。

14. 2020 年 7 月，原子能机构出版了《超过 5%限值的轻水堆燃料丰度：前景与挑战》（原子能机构《技术文件》第 1918 号），其中详细介绍了与制造、装卸、运输、贮存、辐照以及正常和事故工况下性能有关的高丰度低浓铀燃料和堆芯设计、安全分析和评定的技术方案和相应问题。

15. 2021 年 7 月，以虚拟方式举行了“动力堆辐照燃料和革新性燃料辐照后检验技术的进步技术会议”，以便就动力堆辐照燃料和革新性燃料辐照后检验技术领域的最新经验以及正在进行的和未来的改进交流信息。

16. 2021 年 7 月，原子能机构宣布了“液态重金属回路从强制循环过渡到自然循环实验的基准”的新协调研究项目。该协调研究项目的总体目标是提高成员国在模拟液态重金属冷却快堆领域的分析能力。

17. 2021年3月，原子能机构举办了第九届原子能机构-第四代国际论坛液态金属冷却快堆安全问题联合讲习班，来自12个成员国和两个国际组织的28名专家参加了讲习班。

18. 为支持快中子系统，原子能机构已开始编写关于该技术的若干出版物，包括关于小型模块堆型快堆的益处和挑战的《技术文件》、关于液态重金属堆结构材料的《技术文件》，以及一本有关热工水力学关联的钠冷却剂教科书。

19. 为了进一步努力为大学和研究中心的学生和工作人员提供关于革新型核技术发展和评价的远程学习/培训，原子能机构通过其网络教育和培训网络学习平台发布了新的电子学习模块，内容涉及：水冷堆概述；沸水堆的历史、先进设计和全球部署介绍；以及混合能源系统。

20. 在关于“加速器驱动系统应用和低浓铀在该系统中的使用”的协调研究项目于2020年结束后，原子能机构开始编写关于其成果的出版物。该出版物将涵盖与以低浓铀为燃料的加速器驱动系统设施有关的实验和分析，这些实验和分析旨在对扩大使用加速器驱动系统的应用以及开发和完善加速器驱动系统的分析工具提出建议和进行确认。

21. 原子能机构还开始编写关于核裂变和核聚变在能源生产技术开发中的协同作用的《核能丛书》出版物。该出版物将展示核裂变和核聚变在技术开发、知识和专门技术转让以及共同基础设施方面可能的协同作用。

22. 2020年9月，原子能机构推出了一个新的聚变装置信息系统，这是第一个提供有关120个目前在运、在建、已关闭或正在计划的公共和私营聚变实验研究装置信息的交互式数据库。2021年5月，聚变装置信息系统得到进一步加强和更新，增加了更多的技术数据、国家统计数据和与个别实验设施相关的研究成果。

23. 在2020年10月举行的国际聚变研究委员会年度会议上，专家们回顾了世界各地聚变研究的最新成果，并讨论了在一些新领域开展国际合作的机会，包括支持启动关于聚变监管框架和关于机器学习和人工智能用于聚变的新协调研究项目。

24. 在2020年11月以虚拟方式举行的原子能机构-国际热核实验堆组织聚变堆安全和辐射防护联合技术会议期间，讨论和信息交流侧重于与聚变实验设施有关的安全和辐射防护问题，重点是国际热核实验堆。来自16个成员国和两个政府间组织的46名与会者出席了这次会议。

25. 2020年12月，原子能机构发表了一篇题为《聚变能商业化战略的考虑》的文章，作为物理学协会出版物《聚变能商业化：小企业如何改变大科学》的一个章节。

26. 2021年2月，举行了“用于核聚变技术相关材料辐照和表征的离子束技术的开发和应用”第一次研究协调会议，来自11个成员国的33名科学家出席了会议。

27. 核聚变协调委员会第四次会议于2021年3月举行。会议重点讨论了聚变设施的安全和监管问题。





# 支持核电基础结构发展的方案

## A. 背景

1. 大会在 GC(64)/RES/12.B.7 号决议中鼓励核基础结构发展处开展整合原子能机构向启动或扩大核电计划成员国所提供援助的活动，并鼓励对核电计划感兴趣或正着手新的或扩大的核电计划的成员国利用原子能机构与核基础结构发展有关的服务。
2. 大会还要求秘书处继续纳入从综合核基础结构评审工作组访问中汲取的经验教训并提高此类综合核基础结构评审活动的有效性，敦促成员国制定和不断更新行动计划，以处理综合核基础结构评审工作组提出的建议和意见，并鼓励成员国参与制定各自的国别“综合工作计划”。
3. 大会还鼓励秘书处在可能情况下促进国际协调以提高向这些成员国提供多边和双边援助的效率，并鼓励加强成员国为在核基础结构发展领域自愿进行合作而单独和集体开展的活动。
4. 大会在 GC(64)/RES/12.B.9 号决议中请总干事就执行该决议所取得的进展酌情向理事会和向大会第六十五届常会提出报告。

## B. 自大会第六十四届常会以来的进展

5. 在（原子能机构《核能丛书》第 NG-G-3.1 (Rev.1) 号中概述的）原子能机构“里程碑”方案的基础上，通过部际核电支助组和基础结构协调组，并且通过加强对包括来自秘书处所有相关部和法律事务办公室代表的成员国特定核心小组的问责制，秘书处继续努力向启动或扩大核电计划的成员国提供原子能机构综合援助。各核心小组参加了与相关成员国旨在制定或更新各自国家“综合工作计划”及“国家核基础结构概况”的双边会议，以根据各成员国当前的需求规划并量身定制原子能机构的援助，并在“综合核基础结构评审”工作组访问之后监测国家基础结构发展进程。在与各成员国的讨论中，核心小组更新了四个“综合工作计划”和“国家核基础结构概况”（孟加拉国，2021年2月；白俄罗斯，2020年9月；埃及，2021年8月；苏丹，2021年4月），以支持落实综合核基础结构评审工作组访问结果的国家行动计划。此外，还以虚拟方式与八个成员国（2020年12月，埃及、约旦、肯尼亚、波兰和沙特阿拉伯；2021年1月，摩洛哥和尼日利亚；2021年2月，加纳）举行了“综合工作计划”中期审查会议，以确保原子能机构继续支持启动核电成员国，并优先考虑/确定近期支持的活动。



图 B.1. NuPEA 公司首席执行官 Collins Juma、原子能机构综合核基础结构评审工作组组长 Eric Mathet、能源部首席行政秘书 Zachary Ayieko、NuPEA 公司董事长 Ezra Odondi Odhiambo（从左至右）在对肯尼亚的综合核基础结构评审后续工作组访问总结会议上。（来源：原子能机构）

6. 原子能机构继续强调适当的法律框架以及有效和独立的监管机构在核电计划发展中的重要性。监管框架是“里程碑”方案中 19 个基础结构问题之一。在这方面，2021 年 3 月，出版了《成员国建立监督新核电厂的监管框架的经验：国家案例研究》（原子能机构《技术文件》第 1948 号）。

7. 此外，还对载有以往综合核基础结构评审工作组访问期间提出的所有建议和意见的登记册进行了定期维护和更新。经验教训被进一步纳入与核基础结构发展有关的现有出版物的修订和新出版物特别是 2021 年 4 月出版的《综合核基础结构评审：10 年经验教训》（原子能机构《技术文件》第 1947 号）的编写之中。

8. 秘书处继续酌情结合英文和联合国其他一种正式语文来开展综合核基础结构评审工作组访问，以促进最高程度的信息交流。尽管自我评价报告预计以英文提交，但辅助性文件可以以联合国其他正式语文提供。综合核基础结构评审工作组访问主报告以英文出版。此外，为了响应对“里程碑”方案的日益认可和使用，《国家核电基础结构发展中的里程碑》（原子能机构《核能丛书》第 NG-G-3.1（Rev.1）号）已译成阿拉伯文、中文、法文和俄文，并出版；西班牙文译本正在出版中。

9. 通过对外部专家和相关各部工作人员的定期培训（最近一次是在 2020 年 11 月），正在确保综合核基础结构评审服务的继续可持续性和广泛的专家库的可用性。秘书处继续确保综合核基础结构评审工作组访问使用外部专家不构成利益冲突或提供商业优势。

10. 第 15 届年度核电基础结构发展中的专题问题技术会议于 2021 年 3 月以虚拟方式举行，代表 35 个成员国和国际组织的 100 多名与会者出席了会议。会议仍然是启动核电成员国和有核电经验成员国分享在建立安全和成功核电计划所需基础结构和确定所需活动的优先级别和次序方面的良好实践和经验教训的主要论坛。

11. 为了使原子能机构在因 2019 冠状病毒病暴发而采取限制措施后能够继续执行其任务，在实施跨地区核基础结构培训班以提高对“里程碑”方案的认识和理解方面，采取了一种替代解决方案，即两步法。第一步包括虚拟专题介绍和小组讨论，第二步是在可行的情况下进行面对面的培训，并增加重点专题介绍、小组活动和现场参观。基于这种替代方案，在 2020 年 9 月至 12 月和 2021 年 5 月（虚拟部分）部分实施的六个跨地区培训班期间，向来自 30 个成员国的约 128 名参加者提供了培训。其他 18 项活动被推迟到 2021 年，两步法已扩展到另外七项活动。然后，所有面对面活动将在 2021 年第四季度开始进行，但要看旅行限制是否结束。

## 政府和关键组织 在核电计划 发展中的作用



1 里程碑方案和  
参与核电计划  
发展的  
关键组织



2 核能计划  
实施组织  
的责任  
和职能



3 业主和  
营运者的  
责任和能力



4 成员国  
建立新核电厂  
监督监管框架  
的经验

---

## 管理新核计划： 新加入国的成功故事



1 新加入国的  
成功故事：  
阿联酋

12. 在 2019 冠状病毒病封锁期间，原子能机构鼓励启动核电国家继续将这种交互式电子学习材料用于辅助了解“里程碑”方案和核电基础结构的各个方面，以扩大认识范围，并用作关于正在举行的关于政府和主要组织在核电计划发展中作用的系列网络研讨会的入门知识。来自 49 个成员国的 432 名与会者出席了由四部分组成的该系列网络研讨会的最后两次，这两次研讨会分别于 2020 年 10 月和 2021 年 2 月举行。此外，原子能机构还开发了一个关于“管理新的核能计划：启动核电国家的成功事例”的新网络研讨会系列，此系列第一次网络研讨会涉及阿拉伯联合酋长国的经验教训，于 2021 年 4 月举行，有来自 72 个成员国的 529 名与会者在线参加。

13. 2020 年 10 月，以虚拟会议的形式组织了“新核电厂的替代承包方案技术会议”，来自 18 个成员国的 51 名与会者参加了会议，目的是讨论当前的承包方案和趋势，收集成员国在应对实施其承包和所有权方案方面挑战的经验，以及提出关于该主题出版物修订草案的结构。

14. 此外，在跨地区核基础结构培训班的框架内，原子能机构于2020年9月/10月与法国电力公司合作组织了一个在线培训班，来自15个成员国的21名学员在这次培训班中了解了在确定国家态度时需要考虑的经济和融资方面问题，并反思了从运行核电厂的国家吸取的经验教训。2020年11月，与美利坚合众国阿贡国家实验室合作组织了核电厂融资和风险分配培训班，该培训班提供了关于核电厂融资的培训机会，目的是为考虑引进核电成员国的决策者、负责制定和实施核计划人员以及为核电厂招标或合同谈判作准备人员提供支持。来自15个成员国的26名参加者参加了培训班。

15. 2021年，开始编写关于管理系统案例研究的原子能机构《技术文件丛书》出版物，并对三本原子能机构《核能丛书》出版物进行修订：《新核电计划建设和营运环境影响评定的管理》（第 NG-T-3.11 号）、《国家核电基础结构发展中的里程碑》（第 NG-G-3.1 (Rev.1) 号）和《新核电项目可行性研究报告编制》（第 NG-T-3.3 号）。

16. 原子能机构举行了“编写原子能机构‘里程碑’方案第一阶段综合报告所需案例研究问题技术会议”（虚拟方式，2020年10月，有来自17个成员国的27名与会者参加）和“加强支持引进核电的保障基础结构技术会议”（2021年4月，有来自29个成员国的76名与会者参加）。与会者还讨论了正在进行的关于相同主题的文件编写工作。

17. 原子能机构审查并确认了“里程碑”方案和《国家核基础结构发展状况评价》（原子能机构《核能丛书》第 NG-T-3.2 (Rev.1) 号）中的条件的适用性，最近一次是在2020年10月举行的“原子能机构综合核基础结构评审评价方法对小型模块堆的适用问题技术会议”期间，会议以虚拟方式组织，为期四天，有来自16个成员国的51名提名者参加，超过65人连接到会。

18. 小型模块堆监管者论坛和原子能机构其他活动所产生的成果和导则材料将在修订“里程碑”方案出版物时得到考虑，并进一步反映在综合核基础结构评审评价方法中。

19. 在正在进行的“和平利用倡议”项目“支持发展管理系统和核安全文化计划”的框架内，原子能机构继续协助启动新的核电计划或扩大现有核电计划的成员国通过加强了解和实施对确保安全、安保、有效性和可持续性的管理系统的领导和责任来发展管理系统，并通过为高级管理人员举办能力建设讲习班在关键组织中建立适当的组织文化。2020年10月在加纳和2021年6月在波兰对业主/运营者的高级管理人员进行了两次虚拟专家工作组访问。其他已规划的审查因2019冠状病毒病暴发已被推迟。原子能机构还作为观察员参加了世界核电运营者联合会对土耳其 EÜAŞ 电力公司综合管理系统进行的评审工作组访问。

20. 2021年5月，以虚拟方式举行了“关于启动新核电计划国家管理系统发展的案例研究问题技术会议”，会议与正在编写的同一标题的《技术文件》草案有关，有来自19个成员国的72名与会者参加。会议为启动核电成员国以及积极参与“和平利用倡议”项目或该出版物编写的国家提供了一个机会，以分享其在为核电计划关键组织建立管理系统流程方面的经验教训。



21. 原子能机构通过汲取七年来其反应堆技术评定方法学在启动核电国家适用中所获得的经验教训，更新了该方法学，并将该方法学扩展到先进反应堆技术（包括中小型反应堆或模块堆）和非电力应用：关于该方法学的一本新《核能丛书》出版物将在2021年第四季度出版。

22. 2020年11月，以虚拟方式举办了“核电厂合同规范和反应堆技术评定跨地区培训班（第一部分）”，来自10个成员国的18名学员参加了该培训班。另一个“核电厂合同规格和反应堆技术评定跨地区培训班（第二部分）”计划在2021年10月举办。



## 中小型反应堆或模块堆的发展和部署

### A. 背景

1. 大会在 GC(64)/RES/12.B.8 号决议中鼓励秘书处继续与感兴趣的成员国、联合国系统主管组织、金融机构、地区发展机构以及其他相关组织就发展和部署中小型反应堆或模块堆的建议进行磋商和互动。它还鼓励秘书处继续致力于制订安全实绩、可运行性、可维护性和可建造性的指标，以协助各国评定先进中小型反应堆或模块堆技术，并继续努力编写关于实施中小型反应堆或模块堆技术的导则。
2. 大会呼吁秘书处继续促进就国际上现有的中小型反应堆或模块堆方案进行有效的国际信息交流，并请秘书处和能够提供中小型反应堆或模块堆的成员国促进开展国际合作，对在发展中国家部署中小型反应堆或模块堆的社会经济影响、其与可再生能源的潜在结合及其非电力应用进行研究。
3. 大会在 GC(64)/RES/12.B.9 号决议中请总干事就执行该决议所取得的进展酌情向理事会和向大会第六十五届常会提出报告。

### B. 自大会第六十四届常会以来的进展

4. 2020 年 9 月，原子能机构出版了新版《小型模块堆技术发展的进步》。新版小册子报告了中小型反应堆或模块堆类别内所有主要技术路线中小型反应堆或模块堆的设计和技术发展方面的进步。它涵盖了陆基水冷堆和海基水冷堆、高温气冷堆、重液态金属冷却、钠冷和气冷快中子能谱反应堆、熔盐堆以及最近开发的电力通常高达 10 兆瓦（电）的微型模块堆的一个子类。这本小册子还首次就其中报告的中小型反应堆或模块堆设计的相关燃料循环和放射性废物管理提供了一些见解。

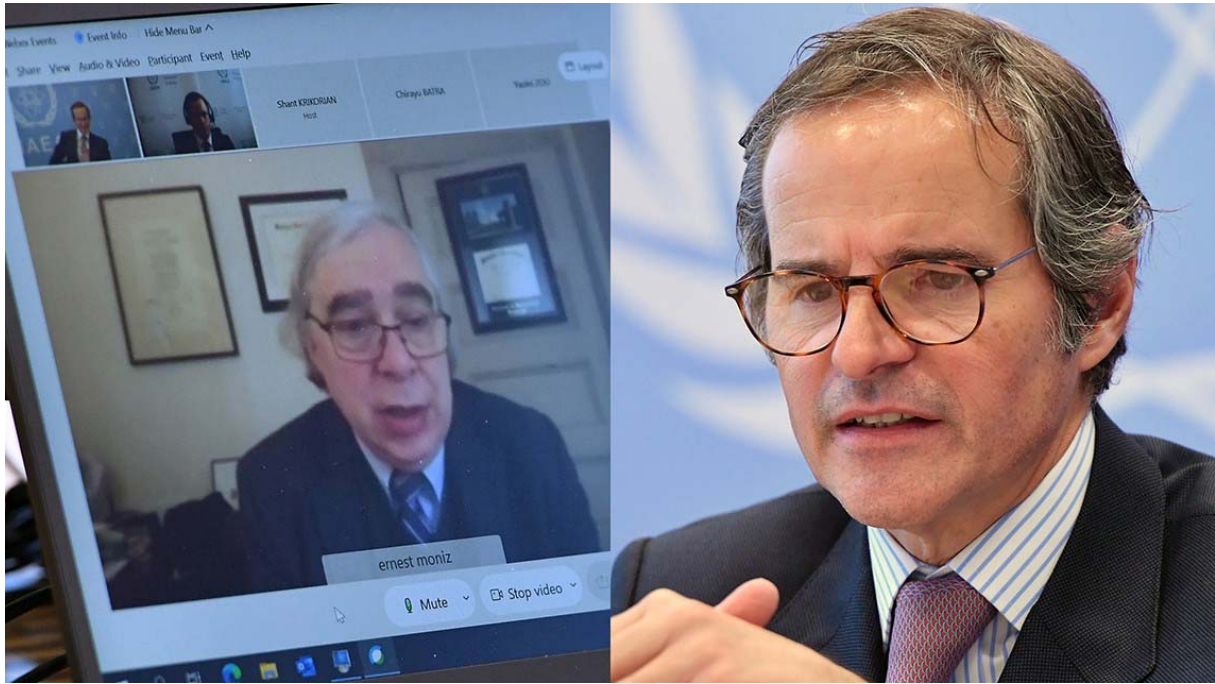


图 B.1. 美国前能源部长欧内斯特·莫尼兹与原子能机构总干事拉斐尔·马里亚诺·格罗西在虚拟对话中讨论微型反应堆的机遇和挑战。（来源：原子能机构）

5. 2021年4月，原子能机构召开了微型反应堆现状、设计特点、技术挑战和部署模式技术会议。来自14个成员国和两个国际组织的41名代表出席了会议。会后举行了高级别对话，总干事与“反对核威胁倡议”共同主席兼首席执行官、“能源未来倡议”首席执行官欧内斯特·莫尼兹先生讨论了微型反应堆的潜在作用、挑战和机遇，以及微型反应堆与其他清洁能源的兼容和整合。

6. 2021年4月，原子能机构启动了一个旨在解决中小型反应堆或模块堆部件的规范和标准、设计工程、测试和制造问题的新项目。

7. 2020年8月，原子能机构举办了关于制订用于确定小型模块堆部署的应急规划区技术基础的方案、方法和标准的第三次研究协调会议。会议得出的结论是，许多设计者建议的、有时已被中小型反应堆或模块堆监管者接受的方法可能与原子能机构目前发布的大型核电厂方法有显著差异。一个不同的方面是该方法使用截止概率将极低频率事件排除在外。其他方法则使用风险概念设定一个品质因数来确定应急规划区规模。一般认为，分级方案可适用于中小型反应堆或模块堆。

8. 2021年5月以虚拟方式举行了供近期部署的小型模块堆技术通用用户要求和标准技术会议。这项活动正在题为“启动核电国家的小型模块堆部署及其应用”的“和平利用倡议”项目框架内开展。

# 核知识管理

## A. 背景

1. 大会在 GC(62)/RES/9.C 号决议中赞扬总干事和秘书处在解决保存和加强核知识问题作出的重要的跨部门努力，并鼓励总干事和秘书处继续以跨部门方式从整体上加强其在该领域的当前努力和计划开展的工作，同时与成员国和其他相关国际组织保持磋商与合作，并进一步提高对核知识管理工作的认识水平。
2. 大会要求秘书处继续收集和向成员国提供关于和平利用核能的核数据、资料 and 知识资源，包括国际核信息系统（核信息系统）和其他有价值的数据库及原子能机构图书馆和国际核图书馆网。大会还呼吁秘书处继续特别侧重于旨在帮助感兴趣的成员国评定其人力资源需求和确定满足这些需求之途径的活动，除其他外，特别鼓励开发新工具和提供通过进修获得实际经验的机会。
3. 大会还请秘书处与成员国磋商，进一步制订和传播有关规划、设计、实施和评价核知识管理计划和实践的导则和方法。大会还鼓励秘书处继续促进在发展中国家建立有效的人力资源和知识管理网络，并酌情与其他联合国组织合作和得到发达国家现有这类网络的支持。
4. 大会请总干事在编制和实施原子能机构的计划时，考虑到成员国对有关核知识管理的一系列问题持续表现出的高度兴趣。
5. 此外，大会在 GC(64)/RES/12.C 号决议中请总干事就执行 GC(62)/RES/9.C 号决议的进展向理事会和向大会第六十五届常会提出报告。本附件系为响应这一要求而编写。

## B. 加强核知识管理

6. 2021 年 5 月以虚拟方式举行了核知识管理技术工作组年度会议。共有来自 14 个成员国的 23 名参加者（包括七名女性）和四名独立观察员出席了会议。会议讨论了原子能机构在 2019—2021 年期间开展的活动，并就今后的计划活动提出了建议和指导。在出席会议的 14 名核知识管理技术工作组成员中，有三人是第一次参加核知识管理技术工作组会议。
7. “核知识管理和人力资源发展：挑战与机遇”国际会议已重新安排在 2022 年 6 月 13 日至 16 日在莫斯科举行。这次会议原定于 2020 年 6 月在莫斯科举行，但由于 2019 冠状病毒病大流行而推迟。这次活动的目的是：审查与人力资源发展和核知识管理有



关的全球发展；审议当前和未来的挑战与机遇；以及向参加者提供实际解决方案，以供其在组织、国家和国际各级用于发展和维持支持安全和可持续核电计划所需的人力资源。

8. 为努力促进核领导、管理系统以及核工业与设施和活动整个寿期的质量保证和控制，应成员国请求制定了由原子能机构推动的国际核管理学院理科硕士计划，以帮助核专业毕业生更好地为核领导和管理角色做准备。在报告所涉期间，分别于 2020 年 7 月在布达佩斯技术和经济大学、2021 年 3 月在索非亚大学“圣克里门特·奥赫里德基”和在西波西米亚大学共完成了三次国际核管理学院虚拟工作组访问。

9. 新核知识管理中心第一阶段于 2020 年 11 月在原子能机构 CONNECT（旨在加强交流和培训的网中网互联互通）平台上线。该数字平台使成员国能轻松获取为运行核设施的成员国和考虑或发展新核计划的成员国提供支持的最新核知识管理导则和服务信息。该中心汇聚了来自秘书处和成员国的专业人员和专家，以促进信息共享和能力建设，同时提供对核知识管理关键领域和资源的集中一站式访问。

10. 在报告所涉期间，发行了以下新出版物：《在整个核电厂寿期期间利用电厂信息模型管理设计知识》（原子能机构《技术文件》第 1919 号）；《国际核管理学院核技术管理硕士学位课程》（原子能机构《核能丛书》第 NG-T-6.12 号）；《摸底调查核组织的组织能力》（原子能机构《核能丛书》第 NG-T-6.14 号）；以及《探索语义技术及其在核知识管理中的应用》（原子能机构《核能丛书》第 NG-T-6.15 号）。

11. 在报告所涉期间，原子能机构举办了以下虚拟活动：2020 年 7 月，共享核知识管理指导和辅导实践经验技术会议，有来自 11 个成员国和两个国际组织的 16 名参加者（九名女性）参加；2020 年 9 月/10 月，确定核组织知识管理的关键实绩指标的方法导则编制工作技术会议，平均每天有 28 名参加者参加；2020 年 10 月，汇集地区和国家教育网络的教育网络核知识管理培训活动，有来自 31 个成员国和四个国际组织的 40 名参加者（16 名女性）参加；2020 年 11 月，原子能机构知识管理成熟度评定工具使用方法培训讲习班，有来自 22 个成员国的 25 名参加者（九名女性）参加，以及国际核管理学院年度技术会议，有来自 19 个成员国的 34 名参加者（七名女性）参加；2020 年 12 月，核能管理短训班协调员和组织者年会，有来自九个成员国和一个国际组织的 18 名参加者（五名女性）参加；以及 2021 年 4 月，核教育现状和趋势国家报告编写工作技术会议，有来自 34 个成员国的 40 名参加者（11 名女性）参加。

## C. 实施核知识管理和进行能力建设

12. 由于 2019 冠状病毒病大流行的旅行限制，无法在成员国现场举办任何核能管理或核知识管理短训班。然而，在 2020 年 9 月至 12 月期间，原子能机构调整并举办了 25 场关于核知识管理的网络研讨会。共有来自 70 个成员国的 1679 名与会者参加。所有网

络研讨会都已录制，并可通过核知识管理中心获取以供成员国今后观看。网络研讨会分为五个主题：核知识管理方法和过程、核知识管理短训班讲座、知识管理援助访问、可持续核教育网络全球协作以及为成员国核知识管理计划提供支持的新出版物。

13. 此外，由于旅行限制，原子能机构以虚拟方式举办了国际理论物理中心-原子能机构年度联合核能管理短训班和核知识管理短训班。2021年5月，与阿卜杜斯·萨拉姆国际理论物理中心（国际理论物理中心）合作举办了第十六次国际理论物理中心-原子能机构联合核知识管理短训班系列网络研讨会。该系列研讨会吸引了来自59个成员国的157名参加者。2021年5月/6月，与国际理论物理中心合作举办了第十一次国际理论物理中心-原子能机构联合核能管理短训班系列网络研讨会。该系列研讨会吸引了来自60个成员国的249名参加者。关于这两个系列网络研讨会，每天会向参加者分享每个模块的录制讲座，并向参加者提供一个全天候开放式论坛进行提问。另外，每天都设有现场聊天室，最后一天与六名小组成员进行了两个小时的小组讨论。

14. 2021年1月/2月举办了国际理论物理中心-原子能机构基于现场可编程门阵列的片上系统及其在核和相关仪器仪表中的应用联合短训班，来自20个成员国的25名参加者参加了短训班。在意大利的里雅斯特国际理论物理中心的计算机和奥地利塞伯斯多夫核科学和仪器仪表实验室的计算机上安装了设计工具和硬件平台。参加者可以远程登录两个场所的计算机，并根据书面指令单独进行实验室练习。

15. 2021年3月举办了国际理论物理中心-原子能机构公民科学应用于核、地震和空气质量监测联合短训班。该虚拟活动的重点是如何平衡低成本科学工具和核、地震和空气质量监测中使用/应用这些工具的学术严谨性，有来自46个成员国的92名参加者（30名女性）参加。

16. 在报告所涉期间，原子能机构开展了以下11次知识管理援助访问虚拟工作组访问：2020年9月，面向越南的关于知识管理的一级知识管理援助访问讲习班，有来自三个成员国的15名参加者（六名女性）和三个组织参加；2020年10月，面向乌兹别克斯坦的关于知识管理的一级知识管理援助访问讲习班，有15名参加者（三名女性）和九个组织参加；以及面向匈牙利的二级知识管理援助访问工作组访问，有来自四个成员国的30名参加者（九名女性）参加；2020年11月，面向智利的关于核知识管理和人力资源发展实践的一级知识管理援助访问讲习班，有11名参加者（两名女性）参加；2020年12月，面向罗马尼亚的一级知识管理援助访问讲习班，有16名参加者（四名女性）和四个组织参加；2021年4月，面向巴西的一级知识管理援助访问讲习班，有20名参加者（十名女性）参加；以及面向墨西哥的一级知识管理援助访问前期长期运行安全问题讲习班，有11名参加者（四名女性）和两个组织参加；2021年5月，面向约旦的一级知识管理援助访问讲习班，有30名来自四个成员国的参加者（十名女性）和四个组织参加；2021年6月，面向印度尼西亚的一级知识管理援助访问讲习班，有来自三个国家组织的143名参加者（51名女性）参加；以及面向苏丹的一级知识管理援助访问讲习班，有来自四个国家组织的25名参加者（十名女性）和四个组织

参加；2021年7月，在亚美尼亚进行的二级知识管理援助访问工作组访问，亚美尼亚国家核当局参加。

17. 2020年11月以虚拟方式举办了国家人力资源和知识发展网络讲习班，来自三个成员国（印度尼西亚、日本和土耳其）的17名参加者参加了讲习班。原子能机构专家概述了人力资源和知识发展项目与案例研究，印度尼西亚参加者则分享了印度尼西亚人力资源和知识发展的现状。该讲习班为有效执行计划于2021/2022年开展的专家工作组访问奠定了基础。

18. 原子能机构分别于2020年7月和9月就南非库贝赫核电厂的长期运行知识管理和人力资源问题举办了一个虚拟讲习班，并进行了一次混合支助工作组访问。

## D. 利用核知识管理促发展

19. 人力资源发展是非洲地区的一个优先事项，2020年，继续通过短期和长期学术培训，努力训练工程师和技术人员等技术熟练的中级人员，以建设能力并确保非洲成员国有熟练工作人员可用。在RAF0052号地区项目“支持核科学技术领域的人力资源发展（非洲地区核合作协定）”下，通过一项三明治式计划为来自28个成员国（其中13个是最不发达国家）的36名候选人在外国大学开展博士研究工作提供了支助。

20. 知识的积累、汇集、维护、分享、保存和利用对于亚洲及太平洋地区的成员国非常重要，特别是在获得核电计划和应用其他核技术所需的必要技术专门知识和能力方面。2020年全年，亚洲及太平洋技术合作（技合）计划继续与成员国合作，通过为成员国建立交流知识、推广核科学和培养对核科学技术的兴趣（包括大中学生对核科学技术的兴趣）的平台，维护和保存核知识的机构记忆。2020年11月，在SIN0003号技合项目“建设核电技术和安全能力”下安排了一次关于核能未来的网络研讨会，该研讨会由“新加坡核研究与安全倡议”主办。该网络研讨会的目标受众是包括大学生、学术界、工业界和政府在内的不熟悉核能的人群，有150多名参加者参加，会上讨论了核电在满足全球能源需求、应对气候变化威胁和减少全球碳排放方面的前景。

21. 继续努力在欧洲支持核科学技术专业人员在其职业生涯不同阶段的教育和培训。核电在该地区发挥着重要作用，有11个成员国在运行核电厂，还有四个成员国被认为是核电厂新加入国。无核电厂的成员国也在对核应用进行各种利用。鉴于对核相关人员的需求日益增加，核知识发展是捷克共和国的一个优先事项。在CZR0009号国家项目“加强核能和平利用相关领域的人力资源能力、核知识、技能保存及知识和专门知识的补充性扩大”下提供了培训，以确保核领域机构和服務的安全、可持续和可靠运作。在罗马尼亚，计划在切尔纳沃德核电厂禁区内建造一个近地表处置库，新处置库的第一阶段将于2026年左右建成并获得废物处置许可证。2020年，在ROM9038号项目“加强对放射性废物和乏核燃料的长期安全管理能力”下进行了一次工作组访问，

以了解国家核知识管理计划以及促进知识管理的人力资源发展战略和过程的准备情况和现状。



图 D.1. 青年核专业人员和受训人员访问巴西核能和能源研究所，研究该研究所定期帮助向全国和整个地区的用户提供的服务。  
(照片来源：核能和能源研究所)

22. 在拉丁美洲和加勒比地区，继续努力促进核科学技术领域青年专业人员的教育和培训。在 RLA0057 号地区项目“加强核教育、培训、宣传和知识管理”的框架内，拉丁美洲核技术教育网制定了一个多媒体教育计划（NUCLEANDO），为中小学教师配备教学工具和资源，使他们能够以积极和创新的方式将核与同位素科学纳入其课程，并清楚地向一代代青年人展示和平应用核技术的好处。NUCLEANDO 计划于 2019 年 7 月作为试验课程首次推出，并于 2020 年为来自智利、哥伦比亚、墨西哥和乌拉圭的 150 名教师所利用，在一年内惠及 5000 多名学生。此外，原子能机构与阿贡国家实验室合作，为拉丁美洲和加勒比地区的核设施提供了为期六周的战略沟通在线培训班。该培训班有来自该地区 19 个国家的核装置管理人员和负责人参加，并在 RLA0069 号地区项目“通过合作和伙伴关系建设，促进国家核研究机构的战略管理和创新——第二阶段（拉美和加勒比地区核合作协定 CLXXII）”的框架内组织进行。该培训班使国家核研究机构能够通过利用可教育目标受众并解决其优先事项的针对性信息，更有效地与主要利益相关方合作。



图 D.2. 来自 43 个国家的近 300 名学生、青年专业人员和政府代表出席了第十一届国际青年核能大会，其中 12 人通过技合计划获得赞助。

(照片来源：国际青年核能大会)

23. 另外，原子能机构在 RLA0069 号项目下于 11 月启动了一个为期三个月的培训班，以加强国家核研究机构未来领导人的战略规划和管理能力。培训班主题包括：利益相关方分析；威胁分析；行动规划和评审；设施运行与管理；组织结构和人员发展；财务；营销；以及变革管理。21 名培训班参加者在成功介绍与其各自领域相关的案例研究后获得了证书。





图 D.3 乌拉圭的中小学教师在参加原子能机构的一次培训班期间测试 NUCLEANDO 的一些交互式组件。(照片来源：国家原子能委员会)

24. 此外，2020 年还在 RAS0080 号地区项目“促进国家核研究机构的自力更生和可持续性”下开展了几次虚拟活动，包括一个题为“辐射技术项目的财务/经济可行性研究”的地区培训班。这为来自 10 个国家的 20 多名参加者提供了关于使用联合国工业发展组织的可行性分析和报告计算机模型软件以及原子能机构的核电厂影响评估用扩展投入产出模型软件进行辐射技术项目宏观经济影响评估的“实际操作”培训。在该项目下开发了两个可行性研究原型，一个关于工业应用的 $\gamma$ 辐照器，另一个关于放射性药物生产用加速器。组织了有来自 12 个国家的 15 名参加者参加的另一个地区培训讲习班，目的是讨论正在为发展和建立辐照设施制订的“里程碑”方案。

## E. 将核知识管理用于核安全、核安保和核保障

25. 核安全和核安保在线用户界面使用户能够方便地访问原子能机构关于核安全和核安保的出版物即原子能机构《安全标准丛书》和《核安保丛书》的内容。它为直接访问出版物内容及其之间的导航提供了便利。其用户界面包括使经授权用户能够就出版物提供反馈的功能。

26. 在报告所涉期间，原子能机构调整了国际核安保短训班的课程以适应虚拟方式。以虚拟方式举办了两次国际核安保短训班：2020年9月和2021年5月至6月以俄文举办一次，2021年4月以英文举办一次。此外，国际理论物理中心-原子能机构联合国际核安保短训班还举办了其成立十周年庆祝活动。联合国国际短训班自第一次启动以来已使来自世界各地的约500名青年专业人员受益。

27. 2020年12月，原子能机构以虚拟方式举办了一个核安全能力建设政策和战略地区讲习班，以支持阿拉伯成员国努力制订和维持核安全能力建设计划，其中包括教育和培训、人力资源发展、知识管理和知识网络。

28. 原子能机构辐射安全、运输安全和废物安全教育和培训指导委员会于2020年11月至12月以虚拟方式举行会议，就其“2011—2020年辐射安全、运输安全和废物安全教育和培训战略方案”的执行情况以及该领域国家战略制订状况向原子能机构提供了咨询。此外，原子能机构监管能力建设和知识管理指导委员会于2020年12月以虚拟方式举行会议，就原子能机构当前在管理、发展和加强监管能力方面的活动进行了信息交流。

29. 2020年，原子能机构发起了“原子能机构关于国家核材料衡控系统和负责保障执行的国家当局或地区当局的综合能力建设倡议”（综合能力建设倡议）。“综合能力建设倡议”旨在进一步支持各国努力加强和保持其负责保障执行的国家当局或地区当局及其各自国家核材料衡控系统的有效性。

30. 通过面向青年毕业生和初级专业人员的保障培训计划，原子能机构向青年受训人员提供执行保障方面的知识和技术技能。2020年，六名受训人员参加并成功完成了该计划。

31. 原子能机构继续拓展其“国家申报门户”——支持原子能机构与负责保障执行的国家当局或地区当局安全快速通讯往来的一个网基系统。通过“国家申报门户”，负责保障执行的国家当局或地区当局能够向原子能机构提供各种提交材料，并且能够接收原子能机构的反馈信函。为了强化机构记忆，“国家申报门户”还提供原子能机构与负责保障执行的国家当局或地区当局之间通讯往来的历史记录。

## **F. 加强与核教育和培训有关的网络**

32. 原子能机构通过RAF0059号技合项目向“非洲地区核合作协定”科学技术教育网提供支助。2021年公布了对“非洲地区核合作协定”科学技术教育网进行的首次调查结果。该调查旨在评价当前形势以及提供电子学习材料和平台的具体需求和要求，并进一步了解人们的电子学习体验、他们对主题的偏好、平台特点和学习习惯。

33. 还与东南亚国家联盟和非洲核能委员会等地区网络定期举行虚拟合作会议，原子能机构还参加了 2020 年 12 月 10 日举行的题为“非洲核电计划的安全可靠发展：发展清洁能源、减轻气候变化影响和建立适当监管框架”以及 2021 年 3 月 31 日举行的题为“非洲安全可靠地发展和平利用核能包括核电的能力建设”的两次非洲核能委员会网络研讨会。

34. 在 RAS0075 号技合项目“在亚洲核技术教育网框架内建立核科学技术领域核教育、培训和宣传计划网络”下，开发了一个由一个学习管理系统和一个学习对象存储库组成的网络门户。该门户的资源有助于亚洲及太平洋地区特别是发展中国家和在核科学技术领域能够获得的高质量教育资源有限的国家的能力建设和人力资源发展。2021 年 4 月举行了一次关于亚洲核技术教育网及其网络学习和核知识共享平台的网络研讨会。举行了亚洲核技术教育网月度电话会议，目的是增加该网络的教育资源和对该网络的利用。

35. 原子能机构通过 RLA0065 号项目“推进核组织实施知识管理，加强核教育”向拉丁美洲核技术教育网提供支助。该项目为保护、推广和共享核知识以及促进拉丁美洲地区在教育、健康、工业、农业、政府、环境和采矿等领域的核知识传播作出了重要贡献。拉丁美洲核技术教育网还致力于向公众传播核技术的好处，以激发一代代青年人对核技术的兴趣。2020 年 10 月，拉丁美洲核技术教育网的代表在一次虚拟会议上与其他地区教育网的代表一道，分享了最佳实践，并加强了跨地区合作。

36. 已创建一个专门的 NUCLEANDO 网站，并于 2020 年 8 月在智利、2020 年 11 月在哥伦比亚和 2020 年 12 月在墨西哥以虚拟方式举行了相关活动，目的是到 2021 年鼓励 25 万名青年学生对核科学技术的参与。



图 F.1. 原子能机构促进全球核教育和培训机构之间的伙伴关系。它直接促进了非洲、亚洲、东欧和中亚以及拉丁美洲和加勒比地区的地区教育网络。

37. 2021年2月21日，自2013年以来一直存在于地区网络间的协作协定得到续签，并扩展到国家网络。该协定的签署网络如下：

- 地区网络：“非洲地区核合作协定”科学技术教育网、亚洲核技术教育网、拉丁美洲核技术教育网、欧洲核教育网协会和地区核技术教育培训网。
- 国家网络：比利时核高等教育网、核技术教育联盟和核工程优秀大学网。

38. 协作协定的目标是维持地区和国家网络在核教育、培训和相关研究及宣传方面的协作框架。签署网络将在各自的优势和成就基础上进一步开展协作，以期在人力资源发展、宣传和教育工具以及技术这三个主要领域实现共同目标和开展共同感兴趣的活

39. 2020年7月以虚拟方式举行了国际核安保教育网年度会议，纪念其成立十周年。2021年3月，以虚拟方式举行了2021年国际核安保教育网领导会议，会议讨论了国际核安保教育网正在进行的活动和2019冠状病毒病对核安保教育的影响。在报告所涉期间，国际核安保教育网秘书处还进行了教育影响评定调查。

40. 国际核安保培训和支持中心网促进共享信息和资源，以推动设有核安保支持中心的国家或者有意发展此类中心的国家之间的协调与协作。2020年9月，举办了关于最近出版的原子能机构出版物《建立和运行国家核安保支持中心》的网络研讨会。2021年4月，以虚拟方式举行了国际核安保培训和支持中心网2021年年会。原子能机构继续与国际核安保培训和支持中心网合作，实施了一项系统和有组织的活动计划为网络成员提供支持。

41. 原子能机构CONNECT平台是一个易于使用的线上环境，旨在促进信息共享和能力建设，同时在专题领域提供一个集中式资源中心。原子能机构CONNECT平台为20多个专题网络的6300多名成员提供服务，已将自身确立为汇聚秘书处和成员国专业人员和专家的场所。除了为技术会议和技术工作组提供便利的新协作站点外，还根据与世界核大学的联合协议启动了一个新的外部网络。

42. 在2020年至2021年期间，原子能机构CONNECT平台增加了五个新网络，包括核知识管理中心。原子能机构CONNECT平台目前正在进行基础技术升级和重新设计，以提高可用性。近年来对原子能机构CONNECT平台的改进包括一个新的“核维客”，它已在原子能机构CONNECT平台成员网站上推出，其中载有秘书处在国际专家支持下编写和维护的技术文章。网络成员提供并可获取的案例研究的增加为在成员国执业的专业人员提供了分享和交流各自主题事项领域已完成和正在进行的项目的实用信息的机会，目的是提供实用技术咨询和汲取的教训。目前保留原子能机构CONNECT平台经授权成员对案例研究的访问，以鼓励成员国和从事相关领域工作的专业人员之间的信息交流。

43. 作为原子能机构教育和培训战略方案的一个基本要素，网络教育和培训网络学习平台（CLP4NET 平台）在本报告所涉期间经历了显著发展，成长为原子能机构电子学习的标准实施机制。截至 2021 年 4 月底，CLP4NET 平台的注册用户增加到超过 45 500 人，课程数量增加到 676 门（上一次报告的数字是 400 门）。除了电子学习课程之外，原子能机构还开始通过 CLP4NET 平台举办网络研讨会。截至目前，已在 CLP4NET 平台上举办了 30 次网络研讨会，预计今后几年还会增加很多。一个旨在在提高质量和优化资源的同时开发电子学习材料和产品以及控制这些产出周期的原子能机构新电子学习治理框架即将建成。学习资源目录很快将在原子能机构网站上公布，这应当有助于提高向成员国提供的电子学习服务的影响力和可获得性。

44. 为确保成员国持续获得基本保障知识，原子能机构经更新的 CLP4NET 平台现已被用作原子能机构针对成员国的所有保障培训的主要学习管理系统。在报告所涉期间，原子能机构为成员国开发了新的保障电子学习课程，包括保障执行方面的“保障基础知识”课程以及一些核材料衡算模块。

## G. 核信息

45. 国际核信息系统（核信息系统）作为核能和平利用的信息库，继续得到维护和扩大。每年获得的高质量元数据记录超过 10 万条，总数达到近 450 万条。这些信息被编入索引，并通过每年用户数超过 170 万的核信息系统存储库免费提供给成员国。技术能力的主要改进包括对核信息系统存储库搜索前端的大幅加强，以及增加对包括人工智能在内的自动化的使用。“核信息系统叙词表”是一个包含 31 000 多个描述符的“知识组织系统”，已通过加入了新的相关术语得到进一步丰富，同时考虑了成员国和“核信息系统叙词表”咨询组的输入。核信息系统启动了特别保存项目，包括与切尔诺贝利、德国于利希研究中心高温材料实验室和俄罗斯联邦国际核遗留问题倡议专家联络组有关的项目。核信息系统通过针对特定成员国持续举办一系列网络研讨会，扩展了其推广、教育和能力建设活动。





46. 原子能机构图书馆通过将用户连接至印刷格式（90 000 多项）和电子格式（81 000 多个电子期刊标题和 68 个数据库）的所有现有信息资源，继续提供核信息访问。原子能机构图书馆选取了 13 500 多个新项目和相关项目加入馆藏。该图书馆在 2020 年举办了 21 次培训班，共有 192 名参加者现场参加和以虚拟方式参加。国际核图书馆网的成员增加到来自 42 个成员国的 62 名成员，他们能够通过 NUCLEUS 上的国际核图书馆网论坛直接进行高效交流。



图 G.1. 总干事在庆祝 2021 年世界图书和版权日之际参观原子能机构图书馆。  
(来源：原子能机构)

47. 自原子能机构和经济合作与发展组织核能机构（经合组织核能机构）之间关于向符合资格的原子能机构成员国分发经合组织核能机构数据库核计算机代码和经处理的核数据库的协议备忘录恢复以来，已向驻 14 个原子能机构成员国的 29 个原子能机构相关机构委派了 27 名经合组织核能机构数据库联络官，同时收到并处理了 20 项代码请求。下列国家直接受益于已恢复的服务：奥地利、白俄罗斯、巴西、中国、克罗地亚、埃及、约旦、卡塔尔、南非、乌克兰和也门。





**IAEA**

国际原子能机构  
原子用于和平与发展

[www.iaea.org](http://www.iaea.org)

国际原子能机构

PO Box 100, Vienna International Centre

1400 Vienna, Austria

电话: (+43-1) 2600-0

传真: (+43-1) 2600-7

电子信箱: [Official.Mail@iaea.org](mailto:Official.Mail@iaea.org)