

# 新晋核电国家面临核基础结构发展的共同挑战



白俄罗斯正在奥斯特罗韦茨场址建设其第一座核电厂。

(图/白俄罗斯核电厂建设指挥部)

正在着手核电计划的国家需要确保其法律、监管和支持基础结构的发展与其核电厂建设同步。这是确保其核电计划以安全、可靠和可持续方式推进的唯一途径，这是参加去年2月在原子能机构举办的核电基础结构发展讲习班的人员得出的结论。“启动核电计划是一项严肃的事业，需要大量的财政资源和确保所需基础结构到位的隐性责任。”国际原子能机构核基础结构发展科科长Milko Kovachev说。“一个国家只有在作好准备和真实地了解所涉及的时间和资源的情况下，才能启动核电计划。”

首次引入核电的国家被称为“新晋核电国家”，在基础结构发展方面面临许多类似的重要挑战：完成国家核电计划的政策和战略、制定法律框架和建立独立的核监管机构、强化项目管理和培养技术熟练的员工队伍。

参加2月2日至5日举行的“第十届核电基础结构发展专题年度技术会议”的人员，包括来自新晋核电国家和正在运行核电国家的政府代表、未来业主/营运组织的代表、监管部门和其他研究机构的代表。

通过案例研究介绍，新晋核电国家的与会者讨论了各种问题，包括建立监管框架和许可证审批过程的复杂性。“知识渊博的独立监管人员对平衡核电厂运营者的作用和以透明的方式建立核安全标准和核安全文化是必不可少的。”来自瑞典的会议联合主席Per Lindell说道。

## 核电里程碑

“所有新晋核电国家都采纳了国际原子能机构的‘里程碑’方案框架，该方案是国际原子能机构为发展核电计划所需的核基础结构而制定的

关键导则。”本次会议联合主席、前摩洛哥核研究中心总干事Abdelmajid Caoui说。“这体现在成员国对安全、可靠及和平地利用核能作出的承诺；作为新核电计划的关键支撑的强力政府支持；监管机构、业主/营运者和技术支持机构的及早建立和参与。”摩洛哥正在考虑将核电作为其长期低碳能源，并于2015年10月接待了一次原子能机构“综合核基础结构评审”工作组访问。

白俄罗斯目前正在奥斯特罗韦茨建设其第一座核电厂。两台装机容量为1170兆瓦（电）的核电机组计划分别于2018年和2020年投入运行。在这次会议上，白俄罗斯能源部副部长Mikhail Mikhadiuk介绍了该国核电计划发展的路线图和关键里程碑。

“白俄罗斯于2008年决定启动核电计划，以便通过能源多样化来提高能源供应安全，降低电力生产成本，遏制温室气体排放。”Mikhadiuk说。“我们正在按照国际原子能机构标准实施核电计划。”白俄罗斯于2012年接待了一次原子能机构“综合核基础结构评审”工作组访问。

## 综合核基础结构评审：来自国际原子能机构的援助

“综合核基础结构评审”工作组访问是成员国在核基础结构发展领域可以请求提供的最重要服务。国际原子能机构副总干事、核能司

司长Mikhail Chudakov说。“我大力鼓励正在认真考虑引进核电的任何成员国讨论接待综合核基础结构评审工作组访问的可能性。”自2009年以来，原子能机构在13个国家开展了17次这样的工作组访问，并在最近出版了一份有关六年来开展“综合核基础结构评审”工作组访问的经验总结文件。

与会者还讨论了财政风险（包括监管风险）及如何缓解这些风险问

题。鉴于不断变化的能源成本及核电的费用和复杂性，成员国对这一领域的兴趣日益增加，这也是原子能机构今后会议将涉及的问题。

另外，人力资源的发展仍然是一个持续挑战。国家不仅要发现合适的人才并对他们进行培养，而且要确保他们经过培养后有合适的工作岗位，即使核电计划遇到推迟。

就许多成员国在决定是否启动核电计划时作出的初步考虑而言，能

源规划是考虑核电的第一步。这样的研究将通过预可行性研究和综合报告产生进一步的分析。国际原子能机构近期将出版关于这一过程和确定国家立场的新导则以及针对正在考虑核电国家的若干其他相关出版物。

—— Lenka Kollar和Elisabeth Dyck

## 小型模块式反应堆的安全和许可证审批要求：国际原子能机构举办首届监管人员讲习班

一种被称为小型模块式反应堆(SMR)的新一代先进预制型核动力堆可能获得许可证审批，最早会在2020年对市场产生冲击。国际原子能机构正在帮助监管人员为这些反应堆的亮相作准备。在今年初开始的一系列讲习班中，国际原子能机构与监管人员就小型模块式反应堆在世界各地潜在部署之前采取的安全和许可证审批方案展开密切合作。

在2016年1月国际原子能机构于维也纳举办的讲习班上，来自阿拉伯原子能署和阿拉伯核监管人员网的与会人员研习了小型模块式反应堆的安全要求、导则和许可证审批规程等专题。

“小型模块式反应堆对阿拉伯世界是一个很有吸引力的命题，因为在我们地区有半数以上的国家并不具有建设传统大型核电厂的资源。小型模块式反应堆更可行、更易管理、要求的投资较少，是阿拉伯国家应当考虑的一种非常可行的方案。”本次讲



小型模块式反应堆技术的开发进展。（图/国际原子能机构）

习班主席、阿拉伯原子能署署长 Abdelmajid Mahjoub 说道。

由美国核管理委员会共同主办的这次讲习班，汇聚了正在或预计致力于建立小型模块式反应堆的国家安全和技术基础结构的监管机构、营运

者和其他政府组织。

参加讲习班的人员获得了有关监管机构的作用和许可证审批要求的详细信息，包括小型模块式反应堆设计、选址和运行的审批信息。国际原子能机构促进了监管人员对原子能机

构相关安全标准的应用和在国家法规中可能需要作出的修改进行了讨论。

### 小而安全

采用预制模块实现模块化设计、输出功率低于300兆瓦的小型模块式反应堆，将缩短建设周期，有望以具有竞争力的成本加以建设。目前有四座小型模块式反应堆已在三个国家建设。“尽管较小，但属于下一代的这种核动力反应堆的安全和安保措施与目前反应堆须遵守的国际义务并无差异。”国际原子能机构资深核安全官员Stewart Magruder说道。

适用于现有和在建核动力堆的全球安全和安保标准，大多数也适用于小型模块式反应堆。“我们需要制定一套明确而实用的安全和许可证审批要求。”国际原子能机构核装置安全处处长Greg Rzentkowski说。“监管方面的确定性对小型模块式反应堆的成功部署至关重要。”

今后几年，国际原子能机构将对该领域的其他工作加以协调。这可能包括制订总体安全目标和根据设施规模和类型规定相关要求的导则文件。

### 开发、评估和部署

这些预制核反应堆模块能够运到特定目的地，就像将制造好的部件从一个工业园运到另一个工业园。小型模块式反应堆的商业运行给国家和最终用户带来的潜在好处十分可观，例如，为偏远地区提供急需的电力，从而加强全球能源供应的灵活性。

小型模块式反应堆的开发始于大约20年前，一些国家独立开展了原型堆的应用。国际原子能机构已注意到参与小型模块式反应堆技术开发的成员国显著增加，反映了这种反应堆的部署对扩大国家电网和改善能源供应安全的巨大潜力。

国际原子能机构还正在拟订小型模块式反应堆部署的路线图和开展发展中国家小型模块式反应堆部署指标研究，以协助成员国发展、评估或部署小型模块式反应堆。

### 目前发展

目前约有50种为不同目的和应用而正在开发的小型模块式反应堆设计，有四座反应堆正在建设中：阿根廷

的工业原型堆CAREM-25、俄罗斯联邦的浮动小型模块式反应堆KLT-40S和RITM-200、中国的工业示范堆——球床模块式高温气冷反应堆（HTR-PM）。去年，沙特阿拉伯原子能管理局与韩国签署了在沙特阿拉伯建设被称为系统集成模块式先进反应堆（SMART）的小型模块式反应堆的协议。甚至传统的化石燃料生产商现在也在考虑小型模块式反应堆在向国家和地区电网提供更加多样化的能源供应方面的潜力。

“小型模块式反应堆是用于满足未来能源需求的最先进反应堆技术之一，成员国需要充分了解适用的安全标准和法规，以使这种新型动力堆得到成功地部署。”国际原子能机构核电技术发展科核工程师Hadid Subki说道。

2016年6月，国际原子能机构将为非洲核监管机构论坛成员举办关于小型模块式反应堆安全和许可证审批要求讲习班。

——Aabha Dixit和Miklos Gaspar

## 国际原子能机构达到放射源处置的里程碑

一项用于转移和贮存低放密封源的有前景技术的成功试验，将为处理全球少量放射性废物的新处置方法铺平道路。这种把密封源置于一个深达数百米的狭小钻孔中然后加以覆盖的方法，将使许多国家能安全和可靠地管理其弃用放射源。对该技术概念论证的试验于去年底在克罗地亚进行，没有使用实际放射性材料。

事实上，各国在医疗、工业和其他领域都应用放射源。尽管如此，

在放射源不再能使用的情况下，许多国家并没有处理这些源所需的设备或人员。据国际原子能机构估计，在通常情况下，一个使用密封源的发展中国家在几年中就会产生数百个低放弃用源。

“低放源因其在世界范围内以各种不同的形式和种类的大量存在而成为一个巨大挑战。”国际原子能机构核工程师Andrew Tompkins说。

大多数发展中国家对密封放射源

采取临时贮存。一些发达国家具有近地表处置设施。这两种贮存方式如果保护不充分，都会造成安保风险。新的处置方法是对这个问题的一种长期解决方案，将从根本上有助于保护人和环境。

由国际原子能机构工程师和克罗地亚辐射防护公司实施的设备试验证实了将低放源安全转移并插入钻孔中处置的系统的可行性。

试验的这一技术是为弃用低放



国际原子能机构工程师和克罗地亚辐射防护公司对用于在钻孔中安全和可靠处置低放源的新系统进行试验。

(图/国际原子能机构L. Gil)

源开发的，采用一个坚固的金属平台和一个用于将放射源安全放入钻孔中的转运容器。“该技术简单、经济实惠，能够在世界各地推广使用。”国际原子能机构废物技术工程师János Balla说道。

“我们认识到那些有低放废物、适度的基础设施及有限的人力和财政资源的国家需要一种安全、简单而实用的解决方案。”Balla说道。

### 防止盗窃和恐怖活动

加强核安保是促使开发这一新方法的一个重要因素。“鉴于弃用源仍具有放射性，我们想限制其被接触和用于恐怖活动的可能性。”国际原子能机构核安保官员Gert Liebenberg说，“弃用源一旦放入钻孔中，则不再容易被任何人接触到。”

最初的钻孔想法是南非核能公司(Necsa)提出来的，后来被国际原子能机构改造，与处置高放源结合起来。目前，马来西亚和菲律宾等一些国家正在进行钻孔技术准备和安全评估，以便在今后几年内实施这一方法。

国际原子能机构准备对有兴趣采用钻孔处置方法的国家专家进行培训，并向他们提供设备或技术规格方面的必要援助，以制造他们自己的转运容器。该钻孔技术类似于抽水打井技术，包括欠发达国家在内的大多数国家普遍可获得这一技术。

### 放射源处理

从治疗癌症的放疗机到一次性医疗用品灭菌的工业工具，放射源被广泛应用于医疗和工业领域。最常见

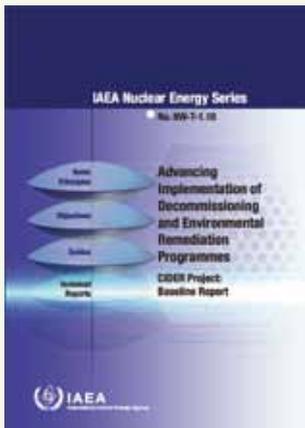
的密封源放射性水平比较低，或者半衰期短，也就是说它们仅在几个月至几百年内具有放射性。

在处置之前，所有的源都要经过称为整备的过程进行处理和再包装。在按这一方法进行处置准备时，几百个放射源（一个发展中国家每年通常产生的数量）占用不到一立方米，相当于一个小衣柜的大小。

一旦钻孔备妥，就将整备后的源装入一个专门设计的小罐或处置包中，随后进行密封。密封后的小罐再放入转运容器进行转运，最后放入钻孔中。

——Laura Gil

# 出版物预告



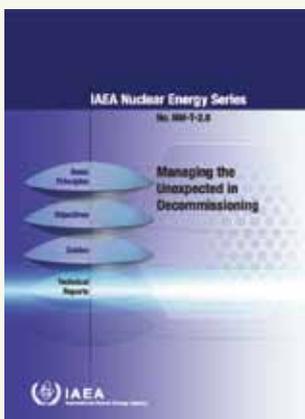
## 《推进退役和环境整治计划的实施》

“实施退役和环境整治的制约因素”项目：基线报告

讨论妨碍退役和环境整治项目实施的障碍，并提供用于克服这些障碍的方案。尽管近年来取得了显著的进展，但在解决核能早期发展遗留的问题方面，包括拆除多余的研究和燃料循环设施和发电厂以及整治受过去铀矿开采和加工作业影响的场址，仍有许多工作要做。一些国家正在处理这些历史遗留问题，并建立了相应的技术资源和专门知识，但许多国家计划仍面临重大的挑战。

国际原子能机构《核能丛书》第NW-T-1.10号；国际标准书号：978-92-0-101316-3；37.00欧元；2016年

[www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10993/CIDER](http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10993/CIDER)

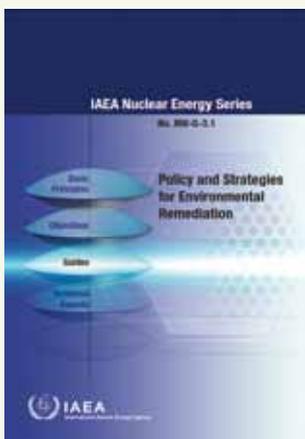


## 《退役中意外事件的管理》

探索退役过程中遇到的意外事件的影响和缓解办法，就考虑意外事件的同时如何规划和管理这类项目提供实际指导，并对意外结果使得需中止或重新考虑退役工作的一些情况进行分类和规定。该出版物包括对过去在应对退役挑战方面经验的评价。它将使未来的退役团队能够汲取这些经验教训，从而帮助他们减少额外的费用、时间延迟和不必要的辐射照射。

国际原子能机构《核能丛书》第NW-T-2.8号；国际标准书号：978-92-0-103615-5；35.00欧元；2016年

[www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10786/Unexpected](http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10786/Unexpected)



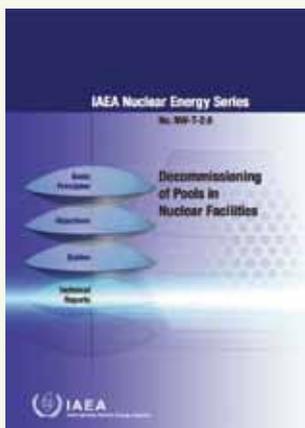
## 《环境整治的政策和战略》

描述实施环境整治所需的目标、时间表和工作，明确政策与战略之间的差异，并就如何制定和撰写这些类型的文件向成员国提供建议。它触及费用分配等方面以及环境整治有关各方的不同利益。

连同以前印发的国际原子能机构有关环境整治安全出版物，本书将有助于国家当局认识到将环境整治作为一个必要的组成部分纳入核相关活动的规划和实施中的必要性。

国际原子能机构《核能丛书》第NW-G-3.1号；国际标准书号：978-92-0-103314-7；20.00欧元；2015年

[www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10622/Policy](http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10622/Policy)



## 《核设施水池的退役》

描述核设施水池退役的技术和规划方面问题，回顾并整合与水池退役，包括项目规划、健康、安全和产生的废物管理相关的全球可用的经验。

许多核设施利用水池冷却乏燃料或屏蔽研究堆堆芯或辐照装置源。核设施水池使用寿命可跨越几十年，会由于存放放射性物质变得污染。虽然水池退役的案例在技术文献中已有零星的描述，但还没有一份报告像本出版物这样如此全面地涵盖对污染水池的去污处理以及拆除战略和技术。

国际原子能机构《核能丛书》第NW-T-2.6号；国际标准书号：978-92-0-103115-0；55.00欧元；2015年

[www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10669/Pool](http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10669/Pool)