

ROSATOM NEWSLETTER

01.

文章

国际热核聚变实验反应堆（ITER）准备进行测试
英雄之名的破冰船
同日而生



02.

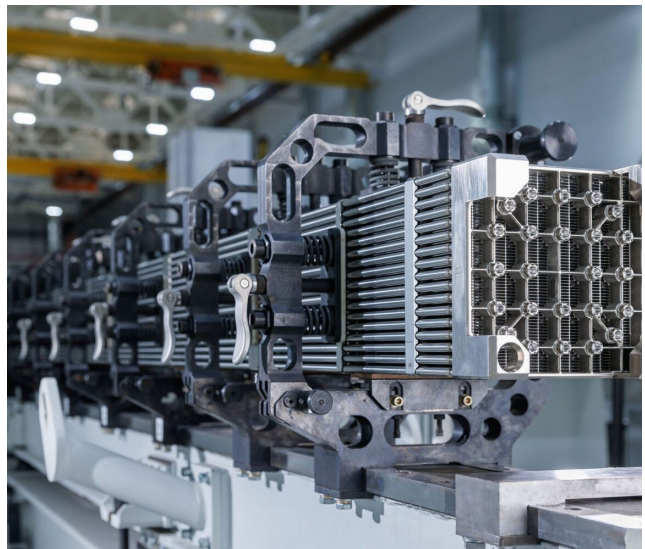
趋势

原子能在增长，但并未扩张

03.

地区文章

中国. 可定制任何构型的燃料



国际热核聚变 实验反应堆 (ITER) 准备 进行测试

11月17日，首台来自俄罗斯的测试台运抵在建的国际热核聚变实验反应堆（ITER）现场。该测试台共有四台，将在尽可能接近真实运行的条件下，对“接口窗”（Port Plug）——用于安放诊断系统和技术系统的装置——进行测试。



该测试台是一个重近30吨、容积40立方米、带有真空系统、加热系统、控制与监测系统的钢制真空室。根据2011年签署的协议，俄方共需制造和供应四台此类测试台。制造商为“机械制造与仪器集团公司”（GKMP）。该公司生产用于热核聚变、低温综合体和热真空测试装置的设备，并进行复杂的设备测试。

“ITER项目中心”（隶属于俄罗斯国家原子能公司）主任阿纳托利·克拉西利尼科夫（Anatoliy Krasilnikov）在庆祝测试台运抵的仪式上说：“该测试台是我们在此项目中负责的最复杂、技术密集型最高的系统之一。为开发和制造它，我们的主要供应商不得不创造并引入了前沿的创新解决方案。俄罗斯被委托制造所有这些装置，这是我们经验和领先地位的体现。”

测试的必要性

所有46个由项目合作伙伴国制造的接口窗都将在这些测试台中进行检验。测试台内部将创造深度真空和高温环境，以进行真空、热学和功能性测试。例如，计划进行三个温度从20°C变化至240°C的测试循环。在每个阶段，都将进行氦气泄漏测试，以确认系统的密封性。

俄罗斯专家将参与ITER现场测试台的启动调试工作。“我们负责对测试台及其所有子系统的组装进行现场监督，并进行综合性集成测试，”GKMP公司ITER项目办公室主任奥列西娅·索洛维约娃（Olesya Solovieva）告诉《俄罗斯原子能》报。GKMP公司已于今年开始生产第二台测试台，预计将于2026年秋季完工，之后进行出厂测试，并于初冬运往法国。第三和第四台测试台将在2029年底前交付——

这是ITER国际组织设定的任务。



俄罗斯的贡献

ITER主管建造的副总干事塞尔吉奥·奥兰迪（Sergio Orlandi）高度评价了俄方的贡献：“作为该装置建设项目的负责人，我非常高兴看到俄罗斯ITER机构交付了首台用于测试接口窗的测试台。这一综合设施是俄罗斯联邦高水平工业能力的生动例证，确保了项目在预算内按时、保质地完成。我尤其要感谢俄罗斯联邦的专家们，他们在测试台的设计、采购和组装的各个阶段都进行了专业的监督。”

此前，俄罗斯的核工业企业已向ITER建设现场交付了超导体、极向场线圈和四套回旋管系统。其他部件的生产仍在继续。俄罗斯的独特设备正按照反应堆的建设计划按时交付。俄罗斯的科研院所和企业共受托制造和供应未来ITER热核装置的25个高科技系统。

ITER是世界上首个新一代国际热核实验反应堆项目。建设现场位于法国马赛附近。该项目的任务是展示和平利用聚变能的科学技术可行性，并验证相关工艺。对热核聚变的实际掌握将能为人类提供未来数千年的能源。

俄罗斯与欧盟、中国、印度、日本、韩国和美国共同参与ITER项目。俄罗斯国家原子能公司的私营机构“ITER项目中心”履行俄罗斯ITER国家机构的职能，负责确保俄罗斯在该项目中的实物贡献。



英雄之名的破冰船

第七艘22220项目核动力破冰船“斯大林格勒”号在波罗的海造船厂举行了龙骨铺设仪式。交付使用后，该船将成为俄罗斯国家核动力破冰船公司（Atomflot）旗下的第九艘核动力破冰船。这类破冰船拥有独特的性能，例如能够破开厚度达3米的冰层。



该破冰船以斯大林格勒市（现为伏尔加格勒）命名。从1942年7月17日至1943年2月2日，斯大林格勒战役——第二次世界大战中苏联红军与德国国防军之间规模最大的决战之一——在这座城市及其周边地区展开，并以红军的胜利告终。

破冰船的龙骨铺设仪式特意选在纪念“天王星”行动开始的日子：1942年11月19日，苏联红军在斯大林格勒转入反攻。

俄罗斯总统弗拉基米尔·普京通过视频连线在龙骨铺设仪式上发表讲话说：“我相信，新的‘斯大林格勒’号破冰船将不负其名。它将在严酷的北极条件下工作，破冰前行，成为我们人民才华、力量、创造性能源的又一象征，象征着我们人民有能力为自己设定并实现最宏伟的计划，并在最艰难的时期屹立不倒。”

俄罗斯国家原子能公司总经理阿列克谢·利哈乔夫（Alexey Likhachev）向总统表示：“您为我们设定了新的目标——在北方海路（NSR）的基础上建立跨北极运输走廊。这是一项巨大的、全球性的任务。它的解决将有助于巩固俄罗斯的领先地位，确保在高纬度地区实施国家项目，并为俄罗斯联邦的物流主权奠定基础。”



在仪式上，斯大林格勒战役的参与者帕维尔·维诺库罗夫（Pavel Vinokurov）（今年11月满103岁）将一个装有来自伏尔加格勒泥土的纪念匣交给了阿列克谢·利哈乔夫。该纪念匣将被保存在破冰船上。

白底红妆

“斯大林格勒”号的设计采用了红白两色调。上层建筑的侧面为白色，正面则是一幅镶板画：在红色背景上，是一颗代表英雄城市的白色五角星，星上是“祖国母亲在召唤！”雕像的红色剪影。

“斯大林格勒”号上层建筑的红白设计方案还解决了一个功能性问题：它能让人从远处将其与同在波罗的海造船厂建造的同系列“列宁格勒”号破冰船区分开来，后者的生活区上层建筑正面采用了蓝白配色。

“能参与创造核动力破冰船的形象，是巨大的荣幸。而‘斯大林格勒’号在卫国战争胜利80周年和核工业80周年之际铺设龙骨，更赋予了该项目额外的意义，”俄罗斯国家原子能公司通讯中心艺术设计部负责人、该设计方案的作者弗拉基米尔·鲁日尼科夫（Vladimir Ruzhnikov）说。

更多破冰船

在“斯大林格勒”号铺设龙骨时，其建造完成度为4%——已组装好首批三个分段。随着经验的积累，每艘后续建造的船只都会进行改进，因此该破冰船与其前辈略有不同。但22220项目船只的主要特点得以保留：双吃水深度设计、使用两座RITM-200型反应堆装置以及带异步推进电机的交流电推进系统。这类破冰船能破开厚度达3米的冰层。

目前，波罗的海造船厂还在建造另外两艘22220项目核动力破冰船：“楚科奇”号和“列宁格勒”号。

“楚科奇”号已在准备进行系泊试验。今年11月，机械制造厂（隶属于俄罗斯国家原子能公司）提前完成了该破冰船两座反应堆装置堆芯的制造工作。10月，在“楚科奇”号上安装了一个由十个分段组成的上层建筑扩大模块，总重超过200吨，其中将安置破冰船辅助动力装置的舱室。同月，还安装了一个重约300吨的生活区上层建筑扩大模块。船体结构安装完毕后，波罗的海造船厂的专家将开始布置内部舱室：船员舱、公共休息室、餐厅、休闲区等。

11月，在“列宁格勒”号的左舷安装了一台备用柴油发电机（RDG）——该机组重38.5吨，功率为2000千瓦。随后将在右舷安装另一台。该船的建造完成度估计为20%。

得益于向大模块建造技术的过渡，核动力破冰船的建造周期正在缩短。如果说该系列的首舰建造了七年，那么下一艘“雅库特”号则用了不到五年。计划在五年内完成“楚科奇”号的建造，四年半内完成“列宁格勒”号和“斯大林格勒”号。

此外，在“红星”造船厂，10510项目的超级破冰船“俄罗斯”号的建造工作仍在继续，计划于2029年投入使用。

核动力破冰船确保了船只在跨北极运输走廊（从圣彼得堡到符拉迪沃斯托克）的北极海域航线上安全地穿越冰区。

目前，俄罗斯的核动力船队包括八艘破冰船，其中四艘为最新的22220项目：“北极”号（2020年投运）、“西伯利亚”号（2021年投运）、“乌拉尔”号（2022年投运）、“雅库特”号（2024年投运）。

同日而生

2025年，俄罗斯国家原子能公司机械制造事业部的两家企业——伊·伊·阿夫里康托夫机器制造实验设计局（“OKBM Afrikantov”，位于下诺夫哥罗德）和中央机械制造设计局（TsKBM，位于圣彼得堡）——将在同一天，即12月27日，庆祝其成立80周年。OKBM负责设计、制造和测试用于破冰船、陆基和浮动式小功率核电站（SMR）的反应堆装置，以及快中子反应堆。TsKBM则专注于主循环泵（RCPs）。



伊·伊·阿夫里康托夫机器制造实验设计局 （“OKBM Afrikantov”）

1945年，为解决苏联原子项目的任务，在第92号工厂内成立了一个特殊设计局（OKB），负责设计专用机械。

在最初几年，该设计局致力于获取核材料并寻找处理这些材料的技术。例如，从1945年起，OKB参与了用于铀浓缩的气体扩散机的研制。

该企业最重要的业务方向之一是船用反应堆装置。1953年，OKB接到了为“列宁”号破冰船开发核蒸汽发生装置的首个订单，并于1955年完成。从1975年到2006年，该企业的设计师们为九艘核动力破冰船开发并完成了三种反应堆装置的改进型号——OK-900A、KLT-40和KLT-40M。



如今，OKBM是22220项目和10510项目破冰船反应堆装置的总设计师和成套供应商。OKBM为前者提供RITM-200反应堆装置，为10510项目的“俄罗斯”号破冰船提供功率加倍的RITM-400反应堆装置。

船用反应堆装置的设计非常成功，以至于它们开始被用于小功率核电站（SMR）。OKBM的设计师们为世界上首座浮动式核热电站“罗蒙诺索夫院士”号（Akademik Lomonosov）生产了两座KLT-40S反应堆装置。对于将在楚科奇地区工作的浮动式动力装置（FPU），OKBM的专家们开发了蒸汽涡轮装置，与KLT-40S不同，它们将只产生电力。与浮动式核热电站相比，浮动式动力装置的发电功率将增加一倍半，从77兆瓦增至116兆瓦。OKBM为国际市场开发了RITM-200M反应堆装置，其两次燃料换料之间的运行周期更长。搭载此类反应堆的浮动式动力装置可以在核基础设施发展水平最低的国家运行。另一项改进型设计是功率更强的RITM-400M反应堆装置。

在陆基小功率核电站领域的试点项目是RITM-200N反应堆装置。两座这样的反应堆将安装在雅库特乌斯季-库伊加（Ust-Kuiga）村附近的核电站。

该企业自1960年起便开始进行快中子反应堆的研发：包括世界上首座试验性工业动力堆BN-350以及动力堆BN-600和BN-800。下一个项目是为别洛雅尔斯克（Beloyarsk）核电站第五号机组设计的BN-1200M反应堆，其建设是闭式核燃料循环项目的一部分。

此外，伊·伊·阿夫里康托夫机器制造实验设计局还是用于能源技术综合体和氢能的高温气冷反应堆装置的总设计师。

到2025年底，伊·伊·阿夫里康托夫机器制造实验设计局计划为“列宁格勒”号核动力破冰船制造并交付RITM-200反应堆，向客户交付用于“领袖”号（Lider）破冰船的RITM-400反应堆，并为首艘浮动式动力装置提供RITM-200S反应堆——而这远非其交付和工作的全部清单。

中央机械制造设计局（TsKBM）

TsKBM最初也从事气体扩散浓缩核心设备的生产。如今，它是核电站泵类设备的关键制造商。

TsKBM生产的主循环泵（RCPs）已安装在俄罗斯及海外的20多座核电站。

最新的例子是为库尔斯克核电站二期1号机组制造主循环泵。这些是新一代泵组，采用单轴布局，并使用水而非油来润滑和冷却泵及电机的部件。这改善了运行性能并提高了机组的防火安全性。

对于正在托木斯克州谢韦尔斯克市“突破”（Proryv）项目框架内建设的BREST-OD-300铅冷快堆，设计师和工程师们建造了一种独特的泵，专门用于输送液态铅。同样在“突破”项目框架内，TsKBM为再制造/再加工模块（同样在建）生产了生产线设备。

此前，该企业已为MOX燃料棒和燃料组件的制造生产了设备。

此外，TsKBM还为在俄罗斯及海外不同类型的核电站中处理放射性材料和废物，开发和制造远程操控的运输技术设备。

TsKBM拥有自己的测试中心。这是俄罗斯唯一一个能对泵类设备进行全尺寸测试的综合设施，其测试条件（压力、温度、冷却剂类型）能模拟反应堆的所有运行参数。测试在不同模式下进行，能及时发现运行参数的偏差并排除故障。

该企业积极引入新技术——泵设备元件的机器人焊接、机器视觉、虚拟现实技术。

2025年，TsKBM完成了为田湾核电站8号机组和徐大堡核电站3号机组的主循环泵关键设备成套交付。此外，还为其他核电站交付了泵类和换料设备。

原子能在增长，但并未扩张

国际能源署（IEA）于11月发布了《世界能源展望》报告，其中回顾了各能源行业的过去与现状，对未来进行了预测，并指出了关键的挑战和风险。核工业正在增长，但速度不及其他能源行业。



IEA的报告认为，不稳定是当前全球现实的关键特征，而能源安全是应首先关注的问题。

IEA指出的主要风险包括：地缘政治动荡与冲突、石油市场供过于求导致的价格受抑、关键固体矿产供应受限、网络威胁、生产和气候风险。报告指出：“能源政策制定者所做的决定对于应对这些风险至关重要，但他们必须在模棱两可的环境中采取行动。”

世界仍然面临能源短缺。能源（一如既往）处于当地缘政治紧张局势的中心。在这种情况下，各国力求确保能源安全和能源可及性，但采取的方式各不相同。报告作者认为：“一些国家，包括许多能源进口国，将解决方案视为发展可再生能源和提高能效。而另一些国家则更侧重于确保传统燃料的充足供应。”



所有类型的发电方式都在增长：“2024年，可再生能源连续第23年实现了创纪录的装机增长。石油、天然气、煤炭的消费以及核能发电量也均达到历史新高，”报告指出。

IEA分析师指出的另一个重要趋势是，国家和国际层面减少排放的努力强度有所下降。自2019年以来，主要由于中国的推动，煤炭需求增长速度比增长第二快的化石燃料——天然气快了50%。这是与能源相关的排放持续增长的关键原因。

现状

自2010年以来，全球能源需求增长了20%以上。2024年，需求继续增长，增幅为2%，达到超过650艾焦。这远高于2010年至2023年期间的平均增长率（1.4%）。2024年，化石燃料满足了近80%的总能源需求。风能和太阳能发电显示出稳定增长（近700太瓦时）。核能发电水平在2010年代初有所下降，但随后因新机组并网和先前停运机组的重启而回升。报告称之为“强劲增长”，但与其他能源相比，其电力供应量仍然较低（仅高于生物质能）。

全球核能装机容量的增长也显得极为有限——过去10年平均每年仅增加8吉瓦。相比之下，全球太阳能发电装机容量在同一时期增长了十倍，2024年达到了540吉瓦。

2024年，能源领域的投资增至3.2万亿美元，远高于前十年平均2.6万亿美元的投资水平。从IEA提供的图表可以看出，核能不仅与能效、可再生能源和储能等热门且快速增长的领域相比投资不足，甚至与石油、天然气乃至煤炭等行业相比也相形见绌。过去五年投资增长70%听起来不错，但如果与同期太阳能电池板投资翻倍相比，显然其增长速度（尤其考虑到基数较低）也并不理想。

欧洲和美国已不再是核工业的领导者。“近年来，欧洲和美国的大型反应堆建设面临严重延期和超支：平均而言，它们比计划晚八年投运，成本比最初估算高出2.5倍，”报告中说。报告还谦虚地提到，在俄罗斯、中国和韩国，一些核项目更接近最初的工期和预算完成。报告还谦虚地提到，在俄罗斯、中国和韩国，一些核项目更接近最初的工期和预算完成。

能源展望

国际能源署（IEA）在其传统的《世界能源展望》报告中，提出了几种全球能源未来发展的可能情景。现行政策情景（STEPS）：简要描述了现行政策和法规，并对新技术在能源系统中的推广和整合速度给出了谨慎的评估。既定政策情景（APS）：包括了已正式提出但尚未采纳的政策决策，以及其他指明能源发展方向的战略文件。该情景假设新技术推广的障碍低于现行政策情景。这两个情景似乎被评估为最有可能发生的情景。报告中还提出了“2050年净零排放情景”，该情景描述了到2050年将全球能源领域的二氧化碳排放量降至净零的路径；以及一个加速推广清洁烹饪技术和电力供应的情景。

现行政策情景（STEPS）

根据该情景，全球各地的电力需求都将增长。印度和印度尼西亚将显示出最大的增长。预计太阳能光伏系统和风能将在许多地区具有竞争力，但其推广将面临挑战，从而减缓增长速度。因此，到2035年，太阳能光伏系统的年新增装机容量平均将达到540吉瓦。不过，这与2024年的装机容量相当。到2035年，煤炭仍将是全球最大的发电来源。新核电站的建设将在2030年代加速：“超过40个国家已采纳扩大使用核能的计划，自2015年以来投资已翻倍，且在研项目组合不断增长：因此，根据既定政策情景的预测，到2035年，全球核能装机容量将增加三分之一。”到2050年，增长将超过80%。国际能源署的分析师将日本重启反应堆以及美国、日本、韩国和法国的新建机组列为增长来源。

但值得指出的是，这一增长将主要由俄罗斯和中国的机组，以及俄罗斯国家原子能公司目前正在建设或准备开工建设的欧洲、亚洲和非洲的机组所贡献。例如，根据《至2042年电力设施布局总体规划》，俄罗斯计划投产38台核电机组，总功率为29.3吉瓦。在俄罗斯的电力生产结构中，核能的份额将从2023年的18.9%增长到2042年的24%。俄罗斯国家原子能公司的海外订单组合包括在全球11个国家的41台大、小功率机组。

报告中还是承认：“目前，中国占全球在建核电装机容量的近一半，到2030年，中国将成为全球最大的核电运营商。”

尽管在现行政策情景下，未来十年核能的增长水平将与其他能源（如煤炭）大致相当，但由于基数较低，从绝对数字来看，到2035年，核能的装机容量仍将是所有能源中最低的。

既定政策情景（APS）

该情景旨在反映能源系统的主流发展方向，即使各国的法规和标准尚未立法确定。

根据该情景，从2030年代起，可再生能源发电将能够满足全球所有新增的能源需求。可再生能源在发电量中的份额将从目前的三分之一增长到2035年的一半以上，到2050年达到三分之二，这主要得益于太阳能、风能与储能电池的结合。到2035年，核能发电量将增长40%，其在总发电量中的份额将保持在9%的水平。国际能源署修正了该情景下对核能发电需求的预测。据推测，到2035年，该需求将比一年前的预测高出4%。从2035年到2050年，如果既定政策情景得以实现，核能将额外增长40%，但其份额仍将维持在9%左右。

根据这两种情景，到2035年，对核能的投资都将增加，因为有几个国家将就大型新反应堆做出最终投资决策。在既定政策情景下，投资水平将比目前增长40%，达到每年超过1000亿美元；在现行政策情景下，增长约30%，达到每年超过900亿美元。如果审视对其他能源领域的投资，就会发现对核能的投资数字非常小。例如，到2035年，全球对电网的投资在现行政策情景下将增长至约7150亿美元，在既定政策情景下为7300亿美元。

一些结论

国际能源署报告中呈现的现状和最可能的情景表明，核能发电作为一个满足环保、低碳和稳定发电需求的高科技行业，在所有发电类型中占据的份额最小。

考虑到全球电力乃至所有能源载体消费的总体增长，核能行业必须“跑得非常快”，才能至少保持其在全球能源结构中目前的份额（约9%）。

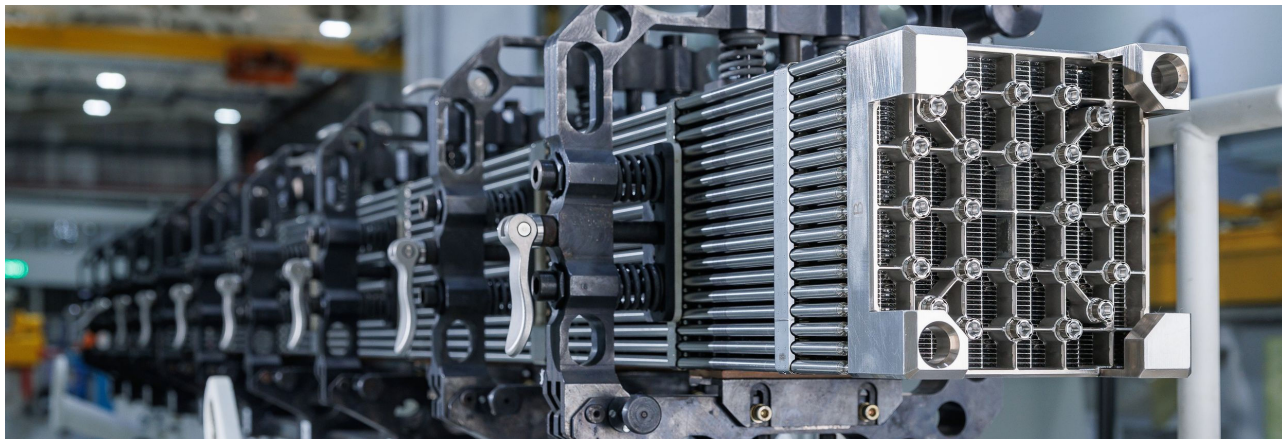
要取得更高的成就，则必须“跑得更快”。这需要相应的政策决策、技术、投资和人才。

幸运的是，投资环境正逐渐向好。例如，11月底，亚洲开发银行（ADB）修改了其规章制度，允许其投资于核能项目。亚行还与国际原子能机构签署了合作协议，支持那些正在研究将核能纳入其能源和发展战略的亚太国家。此前，世界银行也做出了类似的决定。

我们有理由希望，这些决定和协议之后，会有更多类似的举措。这些投资将有助于在全球范围内建造新的大、小功率机组，为各国提供可持续的电力，为人们提供有趣的高薪工作，并促进科学技术的发展。

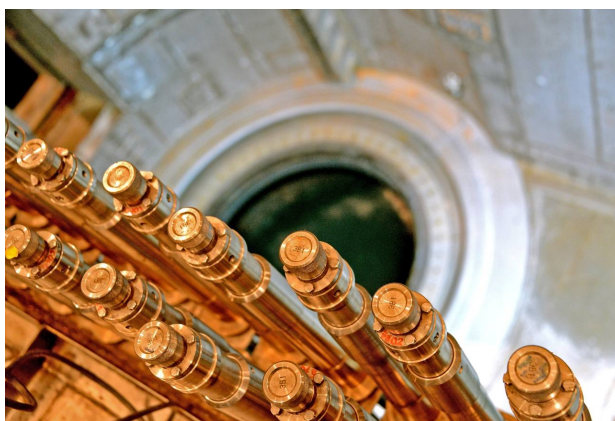
可定制任何构型的燃料

在中国举办的国际核能产业创新博览会上，俄罗斯国家原子能公司展示了其在“TVS-Kvadrat”燃料研发领域的成就。下文将介绍这家俄罗斯国有企业为传统和创新型反应堆所研发和生产的燃料。



第四届中国核能高质量发展大会暨深圳国际核能产业创新博览会于11月中旬在深圳举行。本次活动汇集了100多家核工业领域的龙头企业和学术界代表。俄罗斯国家原子能公司展台的中心展品是一个互动式展柱，展示了俄罗斯为西方设计的反应堆开发的“TVS-Kvadrat”核燃料。展区的一个独立部分专门介绍了俄中在核能、核医学和物流领域合作75年的历史。以中国能源研究会理事长石玉波为首的展会组织方代表团参观了俄罗斯国家原子能公司的展台。

选择燃料组件模型作为展会的关键展品并非偶然。俄罗斯国家原子能公司是全球铀浓缩和核燃料生产的领导者之一。在其内部，负责此项业务的是TVEL燃料公司：该公司的业务范围包括铀产品浓缩、燃料组件及其配件的制造，以及燃料运行的设计、许可和科技支持服务。



为压水堆及更多堆型服务

TVEL公司为所有类型的俄罗斯设计的动力反应堆生产核燃料，包括VVER-440、VVER-1000、第三代+

VVER-1200、RBMK、EGP-6、BN-600和BN-800，完全保障了俄罗斯及多个国外核电站的运行。俄罗斯国家原子能公司的燃料公司占据了全球核燃料市场17%的份额。

例如，TVEL的工厂为俄罗斯核工业的旗舰产品VVER-1200生产燃料。该燃料的特点是燃料棒的铀含量更高。这种燃料支持在不同时长的灵活燃料循环中运行，并具备日负荷跟踪能力，使机组运行更具经济效益。

“TVS-Kvadrat” (TVSK) 是为方形截面压水堆 (PWR) 设计的一系列燃料组件，并可适用于其他尺寸的燃料组件。该燃料的设计采用了两种俄罗斯锆合金系列——用于格架和燃料棒包壳的E110合金，以及用于燃料组件导向管的E635合金。这两种材料的结合确保了反应堆在不同水化学工况下的长期运行，具有高可靠性和耐腐蚀性，且氧化膜生成最少。

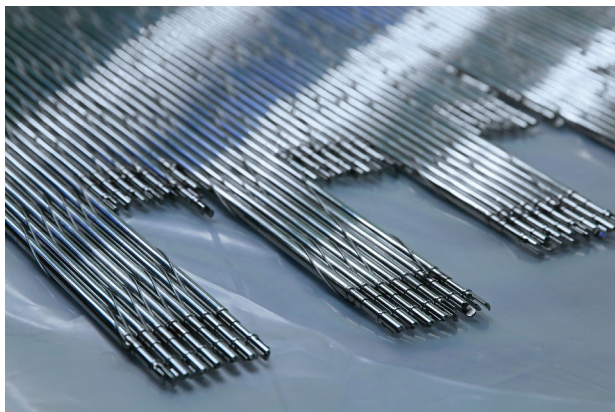
TVSK的设计基础是已在VVER型反应堆燃料中成功验证的最佳解决方案。TVSK是完全独立的设计，不受第三方国家的知识产权限制。

燃料创新

TVEL公司还在开发创新型核燃料。例如，“容错”燃料ATF（事故容错燃料）：它属于新一代安全燃料，在反应堆堆芯冷却水中断的情况下能耐受过热。其核心理念是排除锆蒸汽反应，这种反应在燃料棒锆包壳温度升高并破损时发生。TVEL公司正在为VVER和西方设计的反应堆开发容错燃料。

去年，在罗斯托夫核电站2号机组，容错燃料棒开始了第三个运行周期。这样，带有实验性燃料棒的组件将完成俄罗斯VVER-1000反应堆核燃料的标准运行周期——三个为期18个月的燃料循环。

TVEL的另一项创新研发是用于VVER的REMIX燃料，它是从后处理乏核燃料（SNF）时产生的未分离的再生铀和钚的混合物中获得的。在该混合物中加入少量浓缩铀。这样不仅可以重复利用乏燃料中含有的钚，还可以利用未燃尽的铀-235。使用REMIX燃料将有助于减少燃料循环中天然铀的消耗。去年年底，在巴拉科沃核电站1号机组，装有REMIX燃料的燃料组件开始了第三个为期18个月的试验性工业运行周期。



MOX燃料也由乏燃料制成，但其基础是在动力堆中产生的钚的氧化物和贫化铀的氧化物。这向闭式核燃料循环迈进了一步，减少了核废料的产生量，并通过核燃料的多次循环利用扩大了核能的原料基础。MOX燃料的批量生产已经建立。

这种燃料主要计划用于“快”堆。三年前，别洛雅尔斯克核电站4号机组的BN-800反应堆已完全转换为使用MOX燃料。然而，这种燃料也有可能用于新一代压水堆。今年三月，俄罗斯国家原子能公司开始了对使用MOX燃料的VVER-S反应堆中子物理特性的研究。

此外，TVEL的工厂还为所有俄罗斯及部分国外的研究堆生产核燃料。TVEL还为俄罗斯的破冰船队和世界上首座浮动核电站“罗蒙诺索夫院士”号提供核燃料。

着眼未来

俄罗斯国家原子能公司的科学家们还在为全新类型的反应堆开发燃料。其中之一是高温气冷堆（HTGR）。这是核能技术站（AETS）的关键组成部分，旨在为工业企业提供高温热能，包括通过蒸汽-氧气转化甲烷法生产氨和含氢产品。最近，在俄罗斯国家原子能公司的一家企业，已建成了一条用于生产HTGR燃料的试验性工业生产线。这种燃料的基础是能够在极端高温条件下工作的微型燃料球和燃料压块。