

# 目 录

<b>核能要闻</b> .....	1
<b>【国内要闻】</b> .....	1
习近平主席在法国《费加罗报》发表署名文章，文章三处提及核能合作！ .....	1
章建华会见阿联酋阿布扎比酋长国能源局局长 .....	1
<b>【国外要闻】</b> .....	1
美国能源部宣布启动多功能快中子源项目 .....	1
日本核电站重启，液化天然气进口量下降 .....	2
英国、美国和加拿大就核设施退役展开合作 .....	2
芬兰 EPR 获得运行许可证 .....	2
美印加强安全和民用核能合作 .....	3
西阿将开展核燃料服务合作 .....	3
伊朗承诺将公布 112 项核技术领域成果 .....	4
罗马尼亚与美国就小型模块堆展开合作 .....	4
美国深层隔离公司推广核废物永久贮存方法 .....	4
乌克兰核电产量增加 10% .....	5
伊朗开始建造两个新的核电机组 .....	5
美国 2018 年核能发电创新纪录 .....	5
英国处理遗留放射性废物的新设施 .....	6
<b>行业动态</b> .....	7
阿尔及利亚比林和平堆升级改造项目圆满完成 .....	7

<b>60 万千瓦高温气冷堆工程项目完成标准设计 .....</b>	<b>7</b>
中广核主持编制的首个国家档案行业标准正式发布.....	8
中核集团 4 台机组 WANO 综合指数并列世界第一 .....	8
中广核蒸发器二次侧水压试验实现智能化和自主化.....	8
我国首个大型先进商用压水堆燃料组件研制成功.....	9
耐高温 1.5 亿度 “人造太阳”核心部件研制成功 .....	9
中核成功研制的两款核和辐射安全设备达国际先进.....	10
我国首次建立铀矿数字化基础数据库 .....	10
中广核三家公司获颁“科普中国”核能科普荣誉证书 .....	11
“华龙一号”又一部件打破国外技术垄断! .....	11
<b>协会活动 .....</b>	<b>12</b>
2019 年度核电经验反馈工作交流会议召开 .....	12
2019 年度中国参与 GIF 工作研讨会在福州召开 .....	12
福清核电 1-4 号机组工程质量评价圆满结束 .....	12
核能行业协会信专委举办核电无线通信技术研讨会.....	13
核能智库联盟第一次理事会顺利召开 .....	13
阳江核电 3、4 号机组工程质量评价圆满结束 .....	14
中核检修有限公司质量保证体系有效性评价活动圆满结束 .....	14
首届核能行业核燃料操作人员技能竞赛启动会在深圳召开 .....	15

核能观点.....	16
核电厂址资源保护刻不容缓.....	16
质子治癌将成为人类征服癌症的有效手段 .....	19

## 核能要闻

### 【国内要闻】

#### 习近平主席在法国《费加罗报》发表署名文章，文章三处提及核能合作！

3月23日，在对法兰西共和国进行国事访问前夕，国家主席习近平在法国《费加罗报》发表题为《在共同发展的道路上继续并肩前行》的署名文章，文章中三处提及中法核能合作：

两国合作建设的台山核电站1号机组已成为全球首台商业运营的EPR机组。中法英三方合作旗舰项目——欣克利角核电站项目顺利起步。

我们愿同法方深化核能、航空航天等传统领域全方位合作，积极发展农业、科技创新等新兴领域合作，推动共建“一带一路”和第三方市场合作迈出更大步伐。

来源：中广核

#### 章建华会见阿联酋阿布扎比酋长国能源局局长

3月4日，国家能源局局长章建华在北京会见阿联酋阿布扎比酋长国能源局局长阿维尔·穆尔氏德·穆尔，双方就中阿两国能源合作深入交换了意见并达成重要共识。

章建华指出，中阿友谊源远流长，近年来在两国领导人的关怀下，中阿在油气、光热和清洁煤电领域合作取得了喜人成就，希望双方共同努力，进一步深化在油气、可再生能源等领域合作，拓展在核能、储能、智能电网等领域合作，推动能源合作取得更多成果。

阿维尔·穆尔氏德·穆尔表示，中阿战略合作伙伴关系为两国进一步加强能源合作奠定了坚实基础，阿方愿与中方一道，重点加强在油气、光伏、核能、储能及智能电网等方面的合作。

双方同意研究起草并尽快签署中阿能源合作行动计划。

来源：国家能源局

### 【国外要闻】

#### 美国能源部宣布启动多功能快中子源项目

2019年2月28日，美国能源部长里克·佩里宣布启动能源部多功能快中子源项目，该项目也被称为多功能试验堆（VTR）项目，是美国2017年《核能创新能力法》中指定的基础项目之一。该项目将由美国能源部爱达荷国家实验室领导。

快中子试验能力将帮助美国实现发展先进核反应堆技术的目标。多功能试验堆项目将为先进核燃料、材料、仪器和传感器的加速试验提供前沿技术。它将使能源部实现其重要核能基础设施的现代化，并在美国境内以安全、有效和及时的方式进行关键的先进技术和材料试验。

拟议中的多功能试验堆项目可提供比现有水冷试验堆大 20 倍的加速中子损伤率。而美国也需要如此高的损伤率来帮助科学家和开发人员加快核燃料和材料的测试工作。

来源：核信息院

## 日本核电站重启，液化天然气进口量下降

2019 年 3 月 4 日，美国能源情报局（EIA）表示，日本继 2018 年恢复 5 座核反应堆运行后，日本电力行业 2019 年的液化天然气进口量可能最多减少 10%。2018 年，日本运行中的反应堆总数达到 9 座，总装机容量为 8.7 GWe。

美国能源情报局估计，到 2019 年，重启的核反应堆将使日本的液化天然气进口量进一步减少约 500 万吨，相当于日本电力行业天然气消费量的 10%、2018 年液化天然气进口量的 6%。根据日本的长期能源政策，到 2030 年，核能份额将达到 20%~22%。美国能源情报局称，这将需要多达 30 座反应堆投入运行。

来源：核信息院

## 英国、美国和加拿大就核设施退役展开合作

2019 年 3 月初，在美国凤凰城举行的第 45 届废物管理会议上，英国核设施退役管理局（NDA）和加拿大原子能有限公司（AECL）签署了一项为期 5 年的延长协议，将在核设施退役项目上进一步合作。合作内容涵盖放射性废物管理、退役和环境恢复。

两家组织还与美国能源部举行了会晤，讨论了包括近地表处置和老化基础设施管理在内的各方共同关心的内容。他们一致认为，三家组织都将在合作中受益无穷。初期合作将侧重于现场退役。

来源：核信息院

## 芬 EPR 获得运行许可证

芬兰就业与经济部 2019 年 3 月 7 日宣布向芬兰工业动力公司（TVO）颁发奥尔基洛托 3 号机组运行许可证。这台 1600 MWe 的欧洲压水堆（EPR）机组预计将于 2020 年 1 月投入商业运行。投运后，该机组将能满足芬兰约 15% 的电力需求。在此之前，芬兰辐射与核安全局（STUK）于 2 月 25 日向就业与经济部提交了支持颁发运行许可证的声明和安全评估报告。核安全局的安全评估结论是，该机组已安全地建成，且工业动力公司能够安全地运营。因此，没有理由不为该机组颁

发运行许可证。

工业动力公司总裁兼首席执行官 Jarmo Tanhua 对“这一历史性决定”表示欢迎，并表示这是芬兰自 1979 年以来颁发的首份核电机组运行许可证。

奥尔基洛托 3 号机组是全球首台投入建设的 EPR 机组。工业动力公司 2003 年下半年与阿海珐-西门子联合体 (Areva-Siemens) 签署该机组的交钥匙建设合同。该机组于 2005 年启动建设，原计划于 2009 年建成投运，但此后发生多次延误。

最近的一次延误发生在 2018 年上半年。在 2017 年 12 月启动的热试中，发现稳压器真空管存在振动问题，导致热试结束时间比预期晚了 50 天，并在此后需要实施相应改进措施。根据 2018 年 10 月宣布的最新进度表，该机组将于 2019 年 6 月装料，10 月首次并网，2020 年 1 月投运。

来源：核信息院

## 美印加强安全和民用核能合作

2019 年 3 月 13 日，在美国和印度第九轮战略安全对话于华盛顿结束后，两国发布一份联合声明，表示将加强双边安全和民用核能合作，包括使用美技术在印建设 6 台核电机组。

印度现有 22 台在运核电机组，总装机容量 6219 MWe，核发电量约占总发电量的 3%。印度目前致力于发展核电，拥有 7 台在建机组：4 台是本土设计的加压重水堆，格格拉帕尔和拉贾斯坦各 2 台；2 台俄罗斯设计的 VVER-1000 机组，位于库坦库拉姆；1 台本土设计的原型快堆机组，位于卡尔帕卡姆。

安得拉邦 Kovvada 已被选定作为建设 6 台西屋公司 (Westinghouse) AP1000 机组的厂址，但相关方仍在就最终合同进行协商。

印度的民事核责任赔偿制度一直是海外供应商进入印度市场的绊脚石。在大多数国家，核电运营商对事故造成的任何损害承担责任，由责任保险赔付。但 2010 年的《民用核损害责任法》使印度成为一个典型的例外。因为根据该法，核电设备供应商可能会需要对事故造成的损害承担赔偿责任，且赔偿额没有上限。

来源：核信息院

## 西阿将开展核燃料服务合作

世界核新闻网站 2019 年 3 月 13 日报道，阿联酋核能公司 (ENEC) 近日与西班牙 Enusa 公司于阿联酋首都阿布扎比签署谅解备忘录，为双方开展核燃料服务领域合作以及信息与专业知识交流建立了框架。阿核能表示，这一备忘录的签署有助于加强国际间核能合作。

阿核能首席执行官哈马迪表示：“阿核能致力于按照最高的国际质量、安全和安保标准发展阿联酋和平核能计划，并与各种全球组织合作，使我们能够分享见解和专业知识。这种合作对阿联酋国内和国际核能行业的未来发展非常重要。”

Enusa 主席 Berlanga 表示，该协议具有战略意义，因为 Enusa 也“代表了西班牙政府利益”。

阿核能是一家全资国营公司，正在一个韩国联合体的帮助下在巴拉卡建设四台 APR1400 机组。

Enusa 于 1972 年成立，最初专注于铀矿开采，后来逐步发展到为西班牙和其他国家的核电厂设计、制造和供应燃料，包括检查、修理、乏燃料装卸和管理以及相关工程服务。

来源：核信息院

## 伊朗承诺将公布 112 项核技术领域成果

2019 年 3 月 16 日，伊朗原子能机构（AEOI）发言人卡玛尔万迪宣布，伊朗将在 2019 年 4 月 9 日的伊朗国家核技术日当天公布 112 项“非常重要”的核技术领域成果，包括核电厂、燃料循环、激光、勘探等技术领域的自主创新。

根据 2015 年达成的《全面联合行动计划》，伊朗不能从事军用核技术的开发。作为交换，包括美国在内的其他缔约国承诺将解除对伊朗的制裁并提供经济援助。同时，伊朗也被允许可以开发用于和平目的的核技术，而伊朗政府正寻求利用这些技术，使国内经济摆脱对石油和天然气的依赖，并允许更多的能源资源销往国际市场。

来源：核信息院

## 罗马尼亚与美国就小型模块堆展开合作

据《世界核新闻》网站 2019 年 3 月 19 日报道，美国小型模块堆开发商纽斯凯尔能源公司与罗马尼亚 SNN SA 能源公司达成协议，双方将探索小型模块堆在罗马尼亚的应用问题。美国能源部对协议也表示支持。

两家公司已经签署了一份谅解备忘录，内容涉及关于纽斯凯尔公司核技术的商业和技术信息交流，目的是评估纽斯凯尔公司小型模块堆的开发、许可证审批和建造流程，为罗马尼亚提供一个关于小型模块堆利用的“长期解决方案”。

纽斯凯尔公司的小型模块堆技术采用独立的纽斯凯尔发电模块，总功率为 200 MWt 或 60 MWe。该技术基于压水堆技术，一个核电厂内最多可配备 12 个独立的发电模块。

来源：核信息院

## 美国深层隔离公司推广核废物永久贮存方法

据《鳕鱼角时报》2019 年 3 月 16 日报道，美国加利福尼亚州伯克利的深层隔离公司正在推广一种永久贮存核废物的方法。该方法主要利用天然气和石油行业多年来使用的先进钻探技术。该方法可以实现高放废物永久贮存，而且成本远

低于尤卡山等深层地质处置库的开发成本。

根据该公司的设想，他们需要依据地质条件，在地下钻探一条约 0.36 m 宽、至少 1.6 km 深的垂直通道，然后逐渐使钻孔沿岩层水平方向钻探。水平钻层长度可达 3.22 km，将作为核废物贮存区域。该区域位于岩石结构非常稳定的地下深处，并且与地表不接触，不会受海平面上升等地表因素的影响。

为了测试该系统，Deep Isolation 公司最近在德克萨斯州的卡梅隆市打了一个钻孔，成功地将一个 1.52 m 长、用于贮存铯和锶等军用放射性废物的金属罐放置在地下深处的水平贮存区域。

来源：核信息院

### 乌克兰核电产量增加 10%

乌克兰国家新闻社近日消息，总统波罗申科称，乌克兰扩大了核电生产，“2014 年核电在电力生产总量中占比为 47-48%，目前已达到 54-58%。”

截至 3 月 17 日，乌克兰核电站 15 台机组中的 11 台处在工作状态。核电站生产场所的辐射、消防和环境状态都在正常范围内。

来源：核信息院

### 伊朗开始建造两个新的核电机组

2019 年 3 月 18 日，伊朗原子能组织负责人萨利希表示，布什尔核电站已开始建造两个新的核电机组。

布什尔核电站 2 号和 3 号机组将在俄罗斯国家原子能公司协助下建造。萨利希说，已挖掘 100 万土方，并正在施工现场浇筑混凝土。根据之前的报道，布什尔 2 号和 3 号核电机组将分别于 2024 年 10 月和 2026 年 4 月进行物理启动，预计布什尔 2 号机组耗资约 100 亿美元。

2011 年 5 月，俄罗斯在布什尔建成了伊朗第一座 1000 MWe 核电站。

来源：核信息院

### 美国 2018 年核能发电创新纪录

据世界核新闻网站 2019 年 3 月 22 日报道，据美国能源情报局（EIA）说，尽管自美国上一个核电发电高峰以来已关闭几个核电站，但美国在 2018 年实现了有史以来的最高核能发电水平。

核电站装机容量增加，加上较短的换料维护时间，使美国核电站 2018 年的发电量达到 8.071 亿 MW·h，超过 2010 年创下的 8.07 亿 MW·h 的峰值水平。

自 2010 年以来，美国仅有一个新核电机组并网，它就是田纳西峡谷管理局 1.2 GWe 的瓦茨巴 2 号机组。自 2013 年起，美国已有 7 个核电站停产，总装机容量为 5.3 GWe。2018 年初，共有 60 个核电站的 98 座反应堆在运行。



美国能源情报局表示，核电站的升级、缩短停电时间，以及改善热效率平衡等因素，使美国 2018 年核电机组容量系数达到创纪录的 92.6%。

来源：核信息院

## 英国处理遗留放射性废物的新设施

据世界核新闻网站 2019 年 3 月 21 日报道，卡文迪什核能公司已完成在英国塞拉菲尔德场址筒仓维护设施的移交。该设施将支持回取该场址旧贮存筒仓中的废物。机械处理车间有设备储存、检查、货包装卸、去污和维护能力，支持从镁诺克斯核废物贮存筒仓和反应堆燃料包壳堆料仓回取历史遗留核废物。

镁诺克斯核废物贮存筒仓建造于 20 世纪 60 年代，用来贮存英国最早的核反应堆产生的废物，2000 年关闭，目前正在退役。

反应堆燃料包壳堆料仓最初设计是永久密封，但现在已安装了设备，以便能够安全清除废物，使它能够退役。示范性废物清除工作定于 2019 年底进行，更大规模的清除工作将于 2020 年开始。

来源：核信息院

## 行业动态

### 阿尔及利亚比林和平堆升级改造项目圆满完成

阿尔及利亚当地时间3月7日上午，由中核集团承建的阿尔及利亚比林和平堆升级改造项目，顺利通过阿尔及利亚原子能署组织的现场临时验收，双方签署临时验收证书，该项目正式通过业主验收。比林和平堆是中阿两国和平利用核能及传统友谊的历史见证，升级改造项目圆满完成。

验收仪式上，阿尔及利亚原子能署对和平堆升级改造项目取得的成果给予了充分肯定及赞赏，对反应堆运行期间各项技术指标参数表示满意，同时对中国项目团队克服各种困难，在短短80天内先后完成各系统单调、系统冷态联调、带核热调并成功实现满功率运行72小时表示衷心的感谢和敬意。

比林和平堆是由中核集团独立设计的阿尔及利亚唯一一座多用途重水反应堆，其主要用途是进行基础科学研究、民用核能应用、医用同位素生产。作为阿尔及利亚最大的核设施和科研平台，比林和平堆肩负着发展和应用核技术的艰巨任务，在阿尔及利亚国内科技领域占有重要地位。由于比林和平堆及其辅助设施已运行多年，部分系统、部件、设备面临老化，为最佳利用和平堆及其设施，满足阿尔及利亚对放射性同位素和放射性药物的需要，因此需对反应堆及其辅助系统进行适应性升级改造。

升级改造后的比林和平堆，更具安全性、可靠性、先进性、经济性与现代化。数字化技术将为反应堆日后运行、应用和操作提供更加便利的人机接口，以及更加便捷的操控手段和维护性能，能够有效减少人因失误带来的风险；部分回路系统和部件的适应性改造，也为后续三期工程提供有力的技术条件。

来源：中核集团

### 60万千瓦高温气冷堆工程项目完成标准设计

全国政协委员、中核集团科技与信息化部主任钱天林10日在接受科技日报记者采访时表示，中核集团联合清华大学已启动60万千瓦高温气冷堆工程项目实施工作，并已完成标准设计和项目建议书专家评审，正在选择厂址。

60万千瓦高温气冷堆工程项目是基于我国现有核电装备制造能力、在示范工程基础上设计的。项目采用6个反应堆模块的设计方案，与示范工程具有同样的安全性、主设备设计和运行参数，与常规压水堆核电站核岛厂房体积和占地面积相当。基于示范工程研发和工程实施经验，60万千瓦高温气冷堆工程项目将进一步优化提升经济性。

据了解，所谓标准设计是指不针对具体厂址的初步设计，确定的项目技术方案将为项目落地奠定坚实的技术基础。

“建议尽快启动60万千瓦高温气冷堆工程项目建设，将‘核能制氢与氢能冶金’列入国家科技重大专项。”钱天林告诉记者，高温气冷堆具有安全性高、

出口温度高等优势，其高温高压的特点与适合大规模制氢的热化学循环制氢技术十分匹配，被公认为最适合核能制氢的堆型。“以重大工程带动技术研发，将为高温气冷堆技术持续创新和实现大规模核能制氢提供可靠保证。”

来源：科技日报

## 中广核主持编制的首个国家档案行业标准正式发布

近日，国家档案局发布 7 项行业标准，由中广核工程有限公司设计院主持编制的首个国家档案行业标准《岩心档案管理规范》（DA/T72—2019）正式发布。该标准从立项到发布，历时 3 年，于 2019 年 3 月 4 日通过全国档案工作标准化技术委员会审查，并经国家档案局批准发布，将于 2019 年 9 月 1 日起正式实施。

岩心是地质工作或工程需要，使用岩心环状钻头及其他取心工具，从孔内取出的圆柱状岩石样品，不仅是研究和了解地下地质和矿产情况的重要实物资料，而且是开展地质工作和工程建设前期可行性研究的重要依托物，同时是工程方案设计输入的重要来源。以核电为代表的重大工程项目前期可行性研究将产生大量岩心及探取记录，经整理后成为“岩心档案”。良好完整的岩心档案，可为地质状况持续研究分析及发生非设计基准事故情况下应急方案制定提供可靠数据参数。此前，我国档案行业并无岩心档案管理的规范及标准。

此次《岩心档案管理规范》的发布，填补了我国岩心档案管理领域标准的空白，实现了中广核在我国档案行业标准编制零的突破，将有助于提高中广核在我国工程档案领域的影响力，为各在建核电项目档案专项验收创造良好外部条件。同时，该标准的发布，对我国包括“华龙一号”示范项目在内的重大工程项目的岩心档案管理标准化与规范化将起到良好的促进作用。

来源：中广核

## 中核集团 4 台机组 WANO 综合指数并列世界第一

近日，从 WANO（世界核电运营者协会）官网传来消息，2018 年度中核集团共有 4 台机组 WANO 综合指数满分，分别为方家山核电厂 1、2 号机组、秦山第二核电厂 4 号机组以及田湾核电厂 2 号机组。

在 2018 年 WANO 综合指数方面，参加评价的 16 台机组 WANO 综合指数平均值为 95.37 较 2017 年略有上涨。

在 2018 年 WANO 单项指标方面，参加评价的 19 台机组 253 项单项指标中，排名达到全球排名前 1/10 位（卓越）的数量占比为 60.87%，达到前 1/4 位（优秀）数量占比 64.03%。

来源：中核集团

## 中广核蒸发器二次侧水压试验实现智能化和自主化

近日，中广核核电运营公司（简称“运营公司”）在岭澳二期 2 号机组第 7

次大修中成功应用国内首个智能化蒸发器水压试验装置进行自主试验，标志着中广核在该项目上正式实现智能化和自主化。该项技术目前处于国内领先和国际先进水平，不仅适用于 CPR 机组，还可推广至 EPR 和华龙一号机组。

智能化蒸发器水压试验装置是运营公司自主研发的具备充水加热打压、金属温度测量和视频实时监视功能的智能化联合试验装置，实现了蒸发器二次侧金属循环加热、充水加热打压远程操作、泄漏率实时计算、结果报告自动生成等功能，提高了数据的准确性和精确性，其安全性能、质量和技术明显高于传统试验装置。

在此次大修中，该装置的试验运用将试验关键路径缩短了约 38 小时。目前，该装置已获得 3 项实用新型专利。

来源：中广核

## 我国首个大型先进商用压水堆燃料组件研制成功

近日，由中核集团自主研发的 CF3 燃料组件在秦山核电二厂 2 号机组结束全部长循环辐照考验，顺利出堆并完成池边检查，检查结果显示 CF3 燃料组件性能达到国际同类产品先进水平。这标志着我国具有完全自主知识产权、适用于大型商用压水堆核电站的 CF3 燃料组件具备工业化应用条件，为我国自主三代核电建设以及国内核电大规模应用奠定坚实基础，对华龙一号和我国核燃料“走出去”以及我国能源供应安全保障具有重要的战略意义。

在国防科工局等相关部委支持下，CF3 燃料组件依托中核集团首批科技重点专项“压水堆燃料元件设计制造技术”，由中国核动力研究设计院牵头开发，中核建中核燃料元件有限公司、中核核电运行管理有限公司、西部新锆核材料科技有限公司、国核宝钛锆业股份公司共同参与，以华龙一号三代核电标准为牵引、集中攻关研制具有高可靠性、高安全性、高经济性的大型先进压水堆燃料组件，从材料研发和供应、设计技术和手段、试验平台和能力、制造装备和技术等方面形成了我国自主核燃料研发核心技术体系。

CF3 燃料组件严格按照核燃料研发流程和严密的核安全质量控制程序进行开发，经历了先进锆合金材料研发、关键部件创新设计、燃料组件设计、全套堆外试验验证、特征化组件辐照考验，研制的 4 组 CF3 燃料组件严格按照国家核安全局监管要求于 2014 年 7 月装入秦山核电二厂 2 号机组进行辐照考验，并在每个循环出堆实施细致全面地池边检查。

来源：中核集团

## 耐高温 1.5 亿度 “人造太阳” 核心部件研制成功

3 月 19 日，被誉为“人造太阳”的中国环流器二号 M (HL-2M) 装置核心部件——主机真空室在中核集团成功研制，并在西安起运发往成都。

它的研制成功，是中核集团全面推进装备制造国产化进程中取得的又一重大突破，为我国未来核聚变堆的设计建造积累了丰富经验，将助力 HL-2M 开展堆芯

级聚变等离子体物理实验和关键技术研究，也为中国环流器二号 M 装置建设奠定了坚实基础。

主机真空室由西安核设备有限公司和核工业西南物理研究院共同研制，属中国环流器二号 M 装置的核心部件，是为核聚变技术研究量身定制的特殊容器，属于超高真空设备，需要耐受约 1.5 亿摄氏度的高温，同时还要能够承受核聚变反应过程中的复杂电磁力和热应力。

该设备从概念设计、设计定型到制造完成凝聚了研发团队大量心血，相继攻克了复杂曲面成型技术、复杂结构焊接及防变形技术、联体成环技术以及真空大窗口高精度加工技术等多项关键技术难题，并在研制过程形成了一批拥有自主知识产权的科技创新成果。

本次起运的是我国首台特材全焊接—双曲面—薄壁件结构的主机真空室。该真空室直径 5.3m，高 3.2m，重 16 吨，是由特材焊接成 D 形截面的环形真空容器。它将为中国环流器二号 M 装置提供超高真空、容纳亿度聚变等离子体的物理环境，并能够承受核聚变反应过程中的复杂电磁力和热应力。

来源：中核集团

## 中核成功研制的两款核和辐射安全设备达国际先进

3 月 19 日，由中核集团自主研制的“壳体可复用式核用空气过滤器”和“1 级密封屏蔽手套箱”通过专家验收。

专家组一致认为，这两款产品达到国际先进水平，可替代进口产品，具有显著的经济、社会效益和广泛的应用前景，提高了我国核行业相关产品技术指标，将进一步为我国核电发展以及核科研生产提供更好的安全保障。

据了解，这两款产品由中核环保河南核净公司自主研制。壳体可复用式核用空气过滤器在保持原有核用空气过滤器的高性能的同时，通过对过滤器的壳体结构优化设计，使壳体在过滤器失效后可重复使用，有效减少核用空气过滤器用户的放射性固废产生量。1 级密封屏蔽手套箱广泛应用于核工业生产科研活动。该设备在 1 级密封手套箱基础上增加了辐射屏蔽功能，最大限度地确保箱内危险物质不外泄，以确保操作人员不受射线辐射危害。

来源：中核集团

## 我国首次建立铀矿数字化基础数据库

几十年来，我国探明了数百个铀矿床，积累了海量数据资料，但这些资料绝大多数为手工绘制的图纸和文字报告，普遍存在损毁、褪色等问题。中核集团核地研院院长李子颖 25 日透露，历时 8 年，该院联合兄弟单位对分散保存的全国铀矿基础资料进行整合梳理，开展老旧纸质资料数字化工作，基于先进的 GIS（地理信息系统）技术和数据库技术，建立了我国首个较为系统完整的铀矿数字化基础数据库。

据了解，该数据库包括全国 49 个铀成矿区带、340 多个预测区、2000 余个最小预测区和主要铀矿床的地质、物化探等各类信息数据，共 10 万多个数据图层。

该数据库按照专业组、空间划分方式（国家级、成矿区带级、预测区级、矿区级）、分类专题进行数据管理，具有高效的数据空间检索、查询功能，实现了按关键词检索和按空间区域（可视化）检索的查询下载功能，充分满足了用户的实际应用需求，方便用户日常使用。图档夹的数据存储概念和方式，突破了现有数据库存储的平台限制，为多种类型综合数据存储和再利用提供了便利。为方便系统使用，开发了 GMT（地质数据管理模板）辅助建库和检查工具模块，可提高数据库建库的质量和规范性。

作为我国核地质领域的系统工程，该数据库的建成不仅便于数据维护、更新铀矿勘查最新成果，还可快速、高度融合铀矿资源勘查区不同信息数据，为常态化开展全国铀矿资源动态评价等工作奠定数据基础，也有利于大数据分析、人工智能技术在铀矿勘查领域的应用研究。

来源：科技日报

## 中广核三家公司获颁“科普中国”核能科普荣誉证书

近日，在由中国科协、国家能源局、国家原子能机构、国家核安全局主办的 2018 年度“科普中国-绿色核能主题科普活动”中，全国共有 50 多家单位围绕主题开展了内容丰富、形式多样的科普活动。

中国广核集团下属大亚湾核电运营管理有限公司（简称“大亚湾公司”）、阳江核电有限公司、广西防城港核电有限公司表现突出，受到活动组织方表扬并颁发荣誉证书。

来源：中广核

## “华龙一号”又一部件打破国外技术垄断！

近日，生态保护部华北核与辐射安全监督站、中核工程、福清核电和中核动力院共同完成了福清 5 号机组堆外核测系统探测器的出厂验收，实现了三代堆外核测系统探测器的技术突破，打破了国外技术垄断，为“华龙一号”首堆热试节点提供了有力的保障。

长期以来，堆外核测系统探测器都是从国外进口，此次验收成功标志着探测器国产化的崭新开端。堆外核测系统探测器，属于 1E 级核安全设备，是反应堆保护系统的重要信号来源，用来监测反应堆中子注量率。探测器安装在反应堆压力容器外，能够为操作员提供反应堆从启动到满功率运行期间的功率水平、功率变化、反应堆状态等信息。

来源：中国核电工程有限公司

## 协会活动

### 2019 年度核电经验反馈工作交流会议召开

2月28日至3月1日，由中国核能行业协会核电运行分会主办，广西防城港核电有限公司协办的核电厂经验反馈工作交流会议（协调员、信息员会议）在广西省南宁市召开。来自分会各成员单位的近70名代表参加了会议。

会上，分会秘书处汇报了分会2018年工作情况及2019年主要工作计划，并对2018年度分会经验反馈事件报送评分情况进行了通报。会议指出，近年来，协会核电行业经验反馈工作取得了明显进展，各电厂事件和各类报告报送情况逐年好转，各电厂相关人员做出了积极贡献。

龙茂雄在会议总结时说，分会将研究筹建相关领域工作组，进一步规范行业经验反馈工作，持续提高经验反馈工作时效性和影响力。

会议还就分会经验反馈及相关工作建议等问题进行了深入交流与探讨。

来源：中国核能行业协会

### 2019 年度中国参与 GIF 工作研讨会在福州召开

2019年3月4日，由中国核能行业协会 GIF 联络办公室主办、中国原子能科学研究院承办、中核霞浦核电有限公司协办的“2019 年度中国参与 GIF 工作研讨会”在福州召开。

来自国防科工局系统工程二司、上海核电办公室、中国核工业集团有限公司、国家电力投资集团有限公司、中广核研究院有限公司、华能核电开发有限公司、中国原子能科学研究院、中国核动力研究设计院、中国核电工程有限公司、中科院核能安全技术研究所、中科院上海应用物理所、中科院近代物理研究所、清华大学、上海交通大学等18家单位的50余名代表参加了会议。

会议报告了2018年我国参与GIF工作的总体情况和2019年的工作计划，GIF政策组、专家组、高级行业顾问组、方法学工作组、专项任务组以及中方参与的具体项目进展情况。

会议上专家和代表们研判了目前我国先进核能系统所处的国内外发展环境，尤其是美国在先进核能领域针对中国所开展的一系列限制措施，对我国未来如何更高效地参与GIF等多边机制下的国际合作进行了研讨，对未来国内开展GIF相关工作提出了积极的建议。

来源：中国核能行业协会

### 福清核电 1-4 号机组工程质量评价圆满结束

应福清核电有限公司的申请，中国核能行业协会组成核能工程质量评估队2019年2月24日-3月4日对福清核电有限公司4台运行机组工程施工质量进行了评价。本次评估队领队由中国核协副秘书长杨波担任，国家电力投资集团有限

公司专家委员曾曦担任队长。来自中广核工程有限公司、国核示范电站有限公司、国核工程有限公司、上海睦诚工程监理有限公司、山东核电有限公司、山东电力工程咨询研究设计院的 19 名专家参加了评价活动。评估期间，有关专家对福清核电绿色施工和新技术应用两个专项评价进行了咨询指导。

本次评估队由具有丰富经验的专家组成。专业覆盖了核岛、常规岛及 BOP 土建、机械设备、管道、焊接、电气仪控、调试、质量保证、档案，新技术应用，绿色施工等领域，依据《核电工程施工质量评价规程（2018 版）》规定，通过质量管理文件抽样检查、工程质量现场查验和观感质量检查等方式，发现良好实践、工程亮点和问题，并基于事实进行分析量化，形成评价结论。福清核电 1、2 号机组和 3、4 号机组建设工程均被评为高质量等级优良工程。

本次工程质量评价结果为后续整体工程评优提供了客观依据。

来源：中国核能行业协会

## 核能行业协会信专委举办核电无线通信技术研讨会

3 月 7-8 日，中国核能行协会信息化专业委员会在广西防城港举办了核电无线通信技术研讨会。来自中核集团、中广核集团、国家电力投资集团和华能集团有关核电、核燃料设计、建造、运维方面的技术人员，以及来自国家核安保技术中心、中国电力企业联合会标准化管理中心、中国电子技术标准化研究院、工信部数据通信研究所、清华大学的专家参加了会议。

随着核电企业数字核电建设步伐的加快，无线通信的基础保障作用引起行业高度重视。虽然目前可以选择的无线通信技术有许多，但选择一种既满足核电企业特殊的电磁兼容性要求，又保证网络和信息安全的技术方案，成为各企业研究的重要课题。

会上，广西防城港核电站、大亚湾核电站、台山核电站、福清核电站、田湾核电站、三门核电站、石岛湾核电站、中广核信息技术中心、中国核电工程公司、中广核工程公司设计院等单位技术人员介绍了各自单位在完成基础无线通信实验和测试之后，取得的工程建设初步成果。与会专家就无线通信技术在核电应用的标准编制工作进行了热烈讨论。大家集思广益，一致认为，在做好标准体系总体框架设计下，应结合即时通信、物联网、核应急、运维等需求，借鉴已经建立相关系统单位的成功经验，应该尽快启动标准的编制工作。会议对下一步编制工作的组织模式、编写主要内容、工作进度等方案进行了讨论。

来源：中国核能行业协会

## 核能智库联盟第一次理事会顺利召开

2019 年 3 月 15 日中国核能行业协会邀请中国核科技信息与经济研究院、苏州热工研究院有限公司、国家电投集团科学技术研究院有限公司、中国华能集团有限公司技术经济研究院共同发起成立“核能智库联盟”。联盟的宗旨是：加强



行业内外智库的交流与合作，在核能行业战略规划制定、政策与立法研究、国际国内行业趋势分析等方面加强研究合作、观点交流、智慧共享，积极为我国核能行业发展建言献策，加强行业文化建设，促进核能行业安全高效发展，并努力成为在国内外具有一定影响力的行业智库组织。

会议审议批准通过了《核能智库联盟章程》。会议经民主选举产生了联盟理事长、联盟副理事长、联盟秘书长。中国核能行业协会秘书长张廷克当选为 2019 年联盟理事长，中国核能行业协会副秘书长杨波、中国核科技信息与经济研究院副院长白云生、苏州热工研究院有限公司总经理助理刘金宏、国家电投集团科学技术研究院有限公司副院长樊胜、中国华能集团有限公司技术经济研究院副院长王万魁当选为联盟副理事长，中国核能行业协会战略研究部主任陈荣当选为联盟秘书长。

联盟邀请了一批行业内外关心和支持核能发展事业，长期从事战略规划、政策与立法研究、国际国内行业趋势分析，并具有一定影响力的企事业单位、高校及科研机构加入联盟。目前，联盟共有 5 家副理事长单位，10 家理事单位，4 家成员单位。

来源：中国核能行业协会

### **阳江核电 3、4 号机组工程质量评价圆满结束**

应阳江核电有限公司的申请，中国核能行业协会组成核能工程质量评估队，于 2019 年 3 月 10 日-3 月 15 日对阳江核电有限公司 3、4 号机组工程施工质量进行了评价。本次评估活动由中国核能行业协会副秘书长杨波领队，来自中国核电工程有限公司、中核工程咨询有限公司、国核工程有限公司、上海睦诚工程监理有限公司的 17 名专家参加了评价活动。

杨波在讲话中介绍了核能工程评优的背景和意义。他说，我国核电已进入高质量发展阶段，为确保核电安全稳定可持续发展，协会开展核能工程评选，旨在经过创优，进行全过程质量控制，提升核能工程建设和运行安全质量管理水平，对落实党的“十九大”提出的建设质量强国的目标要求，激励从业者的荣誉感，树立核电的公众形象具有积极的作用。

本次评价内容覆盖了土建、机械管道、电仪焊接、综合等专业领域，依据《核电工程施工质量评价规程（2018 版）》规定，通过文件抽检、观感质量检查等方式，发现良好实践、工程亮点和问题，并基于事实，给出评价结论。阳江核电 3、4 号机组建设工程被评为高质量等级优良工程。

来源：中国核能行业协会

### **中核检修有限公司质量保证体系有效性评价活动圆满结束**

应中核检修有限公司（以下简称“中核检修”）的申请，中国核能行业协会（以下简称“协会”）组成质量保证体系有效性评价队，于 2019 年 3 月 17 日-22

日对中核检修的质量保证体系有效性进行了评价。协会副秘书长龙茂雄担任领队。

本次评价内容包括组织职责、内外部接口等管理有效性，人员知识技能与培训、授权管理有效性，维修实施过程、质量控制有效性，文件管理有效性，设施、设备和材料管理有效性，数据收集、应用及经验反馈有效性等6个方面，依据评价导则的要求，通过文件抽检、现场查勘等方式，发现良好实践和问题，并基于事实，给出评价结论，中核检修被评为质保体系四星级维修单位。

龙茂雄在离场会上表示，此次评价活动为《维修承包商质量保证体系有效性评价导则》（以下简称“评价导则”）的修订提供了第一手资料和依据，也在定性评价的基础上给予了定量的评分，希望中核检修能够参照评价报告进行整改，结合事实、举一反三，进一步分析、整理，从而提高质保体系的有效性。

通过本次活动，一方面对导则进行验证和修订，使导则更具有科学性、适用性和可操作性，另一方面，评价过程中发现的问题和不足，将会对中核检修提升质量管理水平，增强核电运维、技改与检修能力，提升自主化管理能力，为核电站提供优良可靠的全寿期服务具有积极的指导和促进作用。

来源：中国核能行业协会

## 首届核能行业核燃料操作人员技能竞赛启动会在深圳召开

为全面贯彻落实党的十九大提出“建设知识型、技能型、创新型劳动者大军，弘扬劳模精神和工匠精神”的要求，培养和选拔一批在核燃料操作技术领域具有高超技能和创新能力的高技能人才，根据行业需要，中国核能行业协会拟举办首届核能行业核燃料操作人员技能竞赛。本次竞赛由中核核电运行管理有限公司、中广核核电运营有限公司共同承办，中核武汉核电运行技术股份有限公司协办。

为顺利推进赛事各项活动，协会于2019年3月20日在深圳大亚湾核电基地组织召开了首届核能行业核燃料操作人员技能竞赛启动会。有关核电集团、竞赛承办/协办单位的领导及专家共29人参加了会议。协会技术服务部主任姜慧银主持了会议。本次会议由中广核核电运营有限公司具体承办。

会议认为，核燃料操作极具核电行业专业特色，具有技术、技能、安全性要求高的特点。本次核能行业核燃料操作人员技能竞赛将为各单位相关专业人员提供切磋技艺、交流经验、增进友谊、相互学习的平台，是对参赛选手技能水平和精神风貌一次集中展示，对促进核燃料操作专业人才培养和技能水平提升具有重要的意义。

会议听取了第一届核能行业核燃料操作人员技能竞赛前期工作汇报，代表们围绕竞赛组织机构、实施方案、竞赛规则等展开了深入的讨论，并达成共识。会议对竞赛理论试题、实操考试规则及考题编制、后勤保障等进行了分工，代表们还对核燃料操作培训、研讨交流及培训基地挂牌等事宜进行了讨论。

来源：中国核能行业协会

# 核能观点

## 核电厂址资源保护刻不容缓

核电，“国之重器”，目前却正面临“无处栖身”的隐忧。

“核电站厂址保护得有人、有资金，保证厂址不被破坏或另作它用，还得有地方政府和周边居民的长期支持。但时间一长，项目职工留不住了，地方和居民也动摇了，有些厂址只是‘两个人一只狗’长期驻守，有些厂址则正面临被破坏的风险，有的甚至已经被征用和破坏了。”沿海某核电项目负责人向记者直言。

核电建设对地理位置、地质条件、水文状况、人口密度等因素要求高，所以我国能够建设核电站的厂址少之又少。据了解，从上世纪 90 年代到本世纪初，我国共有 43 个核电项目厂址初步可行性研究报告通过审查。如果这些稀缺资源遭到破坏，“国之重器”将无栖身之处，而这正是我国核电可持续发展面临的严峻问题。

“我国核电厂址资源保护迫在眉睫，刻不容缓。”在刚刚结束的全国两会上，全国政协委员、国家电投国核工程公司总经理王明弹发出呼吁。

### 厂址保护难度与日俱增

“保护好稀缺的核电厂址资源，要克服来自各个方面的困难和障碍。这是厂址保护与外界环境不断变化之间的一场博弈。”过去 10 年，先后作为两个内陆核电项目负责人，江西核电有限公司（以下简称“江西核电”）总经理袁毅亲历了厂址保护之难，“离项目正式启动建设日期越远，厂址保护遇到的现实问题就越多，保护起来就越难。”

据了解，在已完成初步可行性研究报告审查的 43 个项目中，内陆核电项目占到 30 个，分布在辽宁、吉林、安徽、河南、四川以及重庆等 8 个省市，其余在沿海省市。而截至目前，承载了 44 台运行机组和 13 台在建机组的 13 个核电基地均位于沿海，大部分内陆和沿海厂址保护工作均面临不小风险，其中，内陆厂址尤甚。

记者在采访中了解到，近年来，城镇化进程加快，但核电建设长期停滞，难以带动地方乃至区域发展，地方政府势必转而选择发展其他产业，进而对核电厂址保护形成冲击。尤其是面对长时间的保护需求，地方政府很难坚守核电规划不变，部分沿海地区甚至考虑在核电厂址优先规划建设其他工业项目。

在此背景下，我国于 2018 年 1 月开始实施核安全管理基本制度的顶层法律——《核安全法》。其中第二十一条明确规定，省、自治区、直辖市人民政府应当对国家规划确定的核动力厂等重要核设施的厂址予以保护，在规划期内不得变更厂址用途，并提出了具体要求：省、自治区、直辖市人民政府应当在核动力厂等重要核设施周围划定规划限制区，经国务院核安全监督管理部门同意后实施；禁止在规划限制区内建设可能威胁核设施安全的易燃、易爆、腐蚀性物品的生产、贮存设施以及人口密集场所。

对此，中国核能行业协会专家委员会常务副主任赵成昆告诉记者，包括核电

厂址在内的核设施厂址筛选有明确且严格的安全标准和要求，除了要考虑地理位置、地震、地质、水文等自然因素外，还要考虑人口密度、废物排放、应急撤离等社会因素。“总体分析，国内厂址资源有限，必须提前做好储备和保护工作，以免厂址因环境发生改变或遭破坏而无法开发利用。”

在此之前，国家发改委、国家能源局 2016 年印发的《电力发展“十三五”规划（2016-2020 年）》也曾明确要求，深入开展内陆核电研究论证和前期准备工作，认真做好核电厂址资源保护工作；2017 年，中国工程院在《推动能源生产和消费的支撑与保障》研究成果中指出，核电厂址资源是中国可持续发展核电并达到一定规模的主要制约因素之一，一方面应开发对核电厂址要求相对较宽松的核电新技术，另一方面要特别强调核电厂址资源的保护与开发。

“从长远考虑，保护核电厂址，是为核电未来规模化发展，以及在能源结构调整中发挥作用作战略性储备。”一位长期从事核电政策研究的业内人士告诉记者。

中电联日前发布的《中国电力工业现状与展望（2019）》（以下简称《展望》）明确提出，要实现 2030 年核电装机达到 1.37 亿千瓦的建议目标，从 2020 年到 2030 年，每年需投运 6—8 台机组。

有鉴于此，《展望》在提出“抓紧启动东部沿海地区三代核电项目，适时启动内陆三代核电项目，实现核电的合理布局和可持续均衡发展”的同时，也明确提出“加强重点核电厂址开发与保护，明确厂址开发与保护的主体责任，确保核电厂址可用、够用”。

### 厂址长期保护与地方短期发展不相容

据了解，2008 年，国家曾批准湖南、湖北和江西开展内陆核电前期工作，但自 2011 年项目搁浅至今，员工陆续离职，目前只有少部分人员留守现场保护厂址。此外，一些拟建待建的沿海核电项目也面临养人难、保护性投入少的问题。

“有些长期停滞的储备厂址，员工积极性大打折扣，大量人才跳槽，甚至有的厂址只剩下零星几个人。”赵成昆告诉记者，“尤其是员工工资、日常开销、学习培训、公众沟通和科普等，每年都是笔巨大的开支。”

对于开支问题，某内陆核电项目负责人深有感触：“核电企业难以统筹前期工作安排，财务费用与管理费用居高不下，厂址保护经济压力日益增加。此外，厂址附近区域条件变化，如输电通道、取排水口位置等，可能增加后续论证工作的难度，项目开发成本会随之攀升。”

袁毅也告诉记者：“时间越长，随着地方经济的发展，厂址周边环境也存在不断变化的风险，给后续论证工作增加难度，甚至可能对国家稀缺的核电厂址资源产生破坏。”

赵成昆进一步指出，核电项目选址严格，以致选址所在地区的环境承载力有限，如果项目落地，其他工业项目审批就只能暂缓，地方的短期发展就会受影响。“地方政府几年一换届，等待的耐心有限，对核电发展、核电厂址保护的规划、认知难免会发生变化。”

对此，袁毅告诉记者：“随着长江经济带、中部地区崛起等国家重大战略的深入推进，中部地区作为承载东南部产业转移的核心区域，经济增速迅猛，能源需求快速增长。核电对于一次能源资源禀赋较差、电力装机不足的内陆省份而言具有重要现实意义，相应的厂址保护也由此变得十分关键。”

### 一味限制

### 不如开发性保护

传统的核电厂址保护对规划限制区（5km）范围内的新建、扩建、迁入等予以强制限制。对前期工作耗时较长的项目，尤其是内陆项目，袁毅认为，以限制为主的保护措施效果未必最佳。“结合地方区域发展，要实现厂址的有效保护，迫切需要核电企业创新方式方法，合理进行开发性厂址保护，推动地方与核电企业共同发展。”

记者了解到，包括江西核电在内的一些核电企业，已经在探索开发性厂址保护。“开发性核电厂址保护的侧重点在于开发，即在不影响核电厂址条件的基础上，通过在规划厂址内开发光伏发电、风电等优质产业项目等，提升核电开发企业在当地的影响力和发展能力，以达到开发与保护并重的效果，最终保证核电厂址的长久保护。这样一来，核电厂址保护及前期工作也更易得到地方政府和民众的支持。”袁毅分享了江西核电的尝试。

据了解，江西核电利用彭泽核电厂址二期部分场地，已建成 20.89MW 的移动式光伏电站，并在厂址周围规划开发建设了分散式风电等优质项目。此外，中核浙能、国家电投湖南核电、中核辽宁核电等核电企业也在核电厂址中尚未进行工程建设的区域开发了新能源项目。

采访中，也有专家提出，目前真正的稀缺性厂址到底有多少？20 年前初选的所有厂址，都得到保护了吗？

赵成昆认为，随着时间推移，地方经济社会的发展都发生了变化，早期筛选的一些厂址可能已不再具备条件。“建议以国家为主导，各地结合自身能源禀赋和现实需求，精准规划选择核电厂址。”

赵成昆还表示，厂址保护是长期工作，国家应尽早明确地方政府的责任，将核电发展列入长期战略规划，保证优质厂址资源不被破坏。

记者注意到，近年来，一些西部省区也明确提出了发展核电的意愿。例如青海省明确，要利用“十三五”后两年积极开展研究，做好规划、踏勘选址等前期工作；宁夏也公开表示，将根据国家核电发展政策，积极推进核电项目厂址普选论证及保护工作。

“核电建设要根据需求来驱动，哪个地方有需求、有条件，就可以规划。”中国工程院院士叶奇蓁向记者表示，“我国的厂址非常稀缺，国家也进行了相关规划，坚决不能另作他用，对于已经做了前期准备的厂址，还要多与民众进行沟通，以便更好地保护好厂址，为核电未来发展打好基础。”

来源：中国能源报

## 质子治癌将成为人类征服癌症的有效手段

国家癌症中心最新报告指出，恶性肿瘤已经成为严重威胁中国人群健康的主要公共卫生问题之一。最新数据显示，全国新发恶性肿瘤约为 392.9 万例，相当于每天有 1 万多人被确诊为恶性肿瘤。而在多种癌症治疗手段中，核技术表现出不容忽视的治疗功效。

事实上，核技术在医学领域的应用已有 100 多年的历史。早在上世纪初，著名科学家居里夫人和贝克勒尔在放射学领域的研究成果就已奠定了核医学的基础。国际原子能机构自创立以来，就把核医学列入原子能和平利用的重大领域之一。可以说，在多年发展中，核技术拯救了亿万人的生命，也极大促进了医学的发展。当代最尖端且先进有效的癌症治疗手段——质子、重离子治疗技术，就是核技术在治愈癌症方面的应用。它可以精准打击癌细胞，将成为人类征服癌症的有效手段。

我们总是惧怕放射性对身体带来的伤害，但只要发挥好放射性的“特长”，它们就能成为守卫我们健康的勇士。所谓放射治疗，就是将放射源或者放射性核素引入体内，利用其放射性特点作用于病变组织或者改变组织的局部代谢，达到破坏、杀伤甚至摧毁恶性肿瘤的目的。质子、重离子治疗就是放疗手段中的佼佼者。质子、重离子产生的粒子射线拥有一项特殊技能——能够形成独特的能量“布拉格峰”，即在穿透人类健康组织时保持克制，而面对病灶时集中爆破。并且，它的束流能与病灶的形状精确契合，这样就能实现精准击打病灶，还将对健康组织的伤害降低到最小。

目前，全球已有近百个以质子、重离子技术为主的粒子治疗中心，80%以上集中在美国、日本和欧洲。其中，美国和日本的粒子治疗产业最为发达，技术也最为领先。而我国仅有不足 10 个在建和在运的粒子治疗项目，投入临床应用的更是屈指可数。放射治疗技术需要依托专用的大型放疗装备，我国放射治疗装备的百万人口配置仅为 1.5 台，且集中在东部沿海地区，仅为世界卫生组织推荐平均水平的一半。而在美国，这一配置水平已达到 12 台，日本为 7 至 8 台。该资源的稀缺性，是我国放疗费用昂贵的原因之一。

核技术若要造福更多癌症患者，只有加紧国产化设备研制与应用。我国放疗装备稀缺原因：一是设备昂贵，质子治疗设备价格高达数千万元，少有医院能够负担得起；二是依赖进口，设备核心技术受国外制约。目前，国内市场投放的放疗装备被外国品牌占据了 80% 的份额。而国内企业中，中核集团已于 2018 年初宣布完成质子治疗核心部件的研制，标志着我国已全面掌握该设计和制造技术。根据国家卫健委的规划，2020 年，我国放疗装备配置水平将达到世界平均水平，我们期待着能够有更多国产化放疗装备投入市场，造福癌症患者。

除了治疗癌症之外，核技术还通过与电子技术、计算机技术、影像技术、大数据技术等交叉融合，应用在诊断和治疗的各类场景中。

例如：我们常见的影像学检查技术——CT 已广泛应用于我国二级以上医院，配置水平达到每百万人口约 9.4 台。磁共振成像技术（MRI）作为最先进的技术

代表之一，除呼吸系统外，可应用在全身各系统疑难病变的诊断中，全国的配置水平达到每百万人口 4.9 台。正电子发射计算机断层显像（PET）则让许多病变得以在早期被发现，是目前所有显像技术中最有前途的显像技术之一。而 CT、MRI、PET 三者互相融合而形成的多模式核医学影像设备，将是未来的发展趋势。此外，放射性核素和核素药物目前已多达几十种，大致可以分为显像药物、诊断药物和治疗药物。例如，锝-99 可以诊断出人体脏器和组织（大脑、心肌、肾、骨骼等）的疾病；氟-18-FDG 可以用于显示脑的代谢情况，探知人类视听和思维过程；碘-131 标记的碘化钠可以用于治疗甲亢和甲状腺癌。

目前，各类新型核素药物的研发与临床试验仍在不断开展中。而美国科幻片《黑豹》中苏睿公主为垂危的病人使用的全能医疗舱，大抵就是各类核素与其他“黑科技”的综合体，相信在不远的未来能够走进现实。

来源：经济日报