

突破核电技术发展瓶颈

能源广角

近日，国家科技重大专项——华能石岛湾高温气冷堆核电站示范工程首次并网成功，发出第一度电，标志着全球首座具有第四代先进核能系统特征的球床模块式高温气冷堆，实现了从“实验室”到“工程应用”质的飞跃，标志着我国成为世界少数几个掌握第四代核能技术的国家之一，意味着在该领域我国成为世界核电技术的领跑者。

高温气冷堆的建成，有望开创核能应用的一条新路线，成为人类能源进步史上的一个里程碑。随着全球经济发展对能源需求持续增加，人们逐渐认识到，核能能量密度大，核电运行稳定、可靠、换料周期长，生产过程几乎不产生碳排放，在技术上可作为大规模替代化石能源的基荷电源。

尽管优势明显，但核电有一大“命门”——安全。历史上，1979年美国三哩岛、1986年苏联切尔诺贝利、2011年日本福岛等严重的核电站事故，都曾引发较大社会恐慌，给核电发展蒙上阴影。人们意识到，任何时候都必须保证核反应堆堆芯能够充分冷却，否则将会造成严重事故。为此，核电站增设了多种注水、补水系统，这些系统包括大量水泵、阀门等能动部件，需要确保其动力源的可靠性，这导致系统愈加复杂、庞大，大幅推升核电建设成本和周期。世界核电发展也陷入瓶颈期。

核能发电的原理其实和火电厂没太大区别，都是利用热能“烧开水”，只是后者用燃煤、燃气等产生热量，前者用核反应堆产生热量。因此，发展具有固有安全，即不依靠人为干预，仅仅利用自然规律，使反应堆自动冷却的反应堆技术，成为了各个堆型一直追求的发展目标。据国际标准，第四代先进核能系统有两大核心指标：一是，无论核电站发生什么事故，都不会对站外公众造成损害；二是，在经济上能够和其他电力生产方式相竞争。

高温气冷堆的准商业化是突破核电发展瓶颈的关键一步。高温气冷堆，顾名思义是指具有高温特征、使用气体进行堆芯冷却的核反应堆技术，固有安全性为其核心特征。相比其他反应堆，高温气冷堆产生的余热少，仅靠自然散热就能够把堆芯的热量带走，其燃料构成也很特别，能够经受大约1600℃的熔点高温。即使在丧失所有冷却能力、面临严重事故的情况下，不采取任何外界干预，反应堆仍能保持安全状态，不会出现堆芯熔毁事故，被称为“傻瓜堆”。

尽管优势明显，但核电安全问题仍是其命门。应充分利用我国在高温气冷堆技术上相对领先的优势，继续推动有关技术攻关，探索高温气冷堆商业应用和商业优势，抢占世界核电技术制高点。

名思义是指具有高温特征、使用气体进行堆芯冷却的核反应堆技术，固有安全性为其核心特征。相比其他反应堆，高温气冷堆产生的余热少，仅靠自然散热就能够把堆芯的热量带走，其燃料构成也很特别，能够经受大约1600℃的熔点高温。即使在丧失所有冷却能力、面临严重事故的情况下，不采取任何外界干预，反应堆仍能保持安全状态，不会出现堆芯熔毁事故，被称为“傻瓜堆”。

在解决安全问题的时候，高温气冷堆发电效率也得到大幅提升。核反应堆冷却剂的出口温度对发电效率有决定性影响。高温气冷堆氦气出口平均温度可达750℃，并具备提高至950℃以上的潜力，采用氦气循环方式，热效率可达

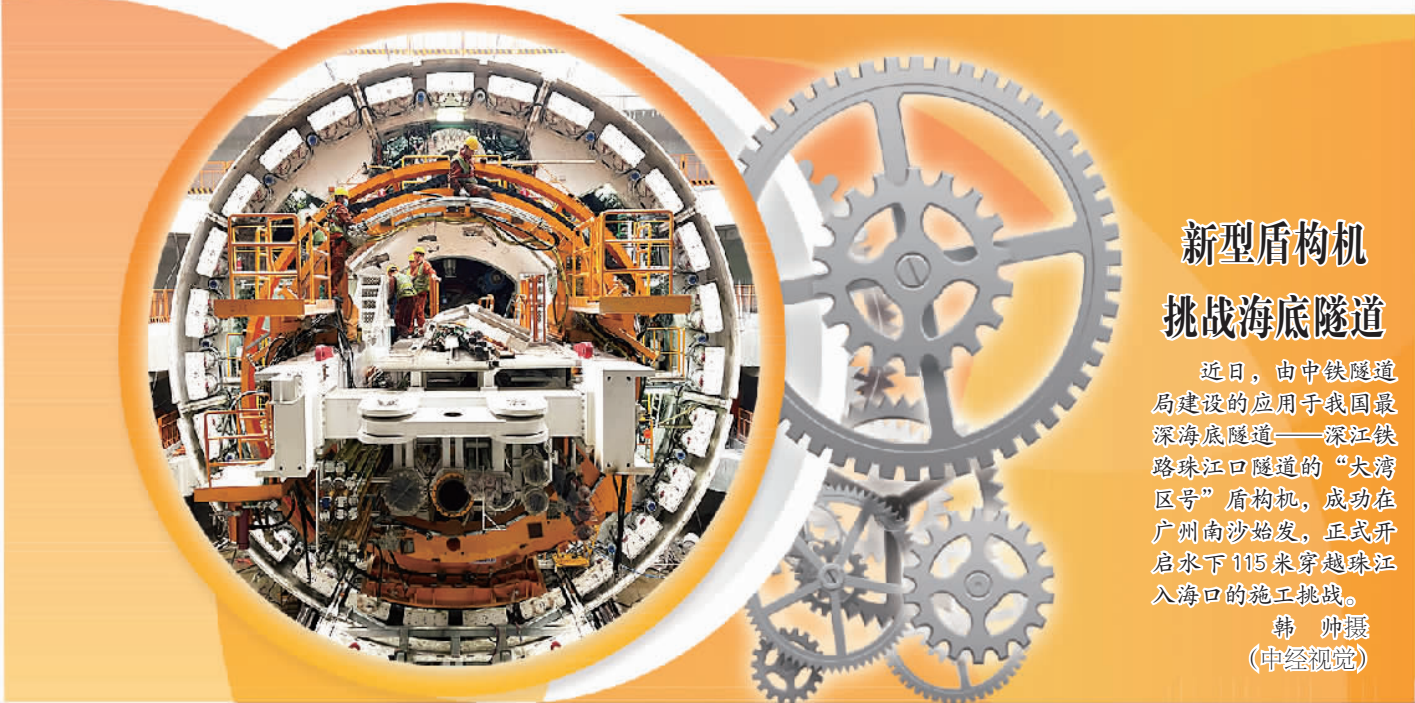
50%。与压水堆相比，高温气冷堆的发电能力相当于一座同等热功率压水堆发电能力的1.5倍。

高温气冷堆采取小型模块化的“乐高式”拼接设计，使得核电利用更加便利。我们能像搭积木一样拼接式组建核电站，这种模块化设计和建造的方法，能够大幅缩短核电站的建造周期，同时降低建设成本。基于固有安全特性，高温气冷堆还可大量简化应急措施，厂址适应性更强，具备在人口相对稠密的大中型城市附近建设的条件。

更重要的是，高温气冷堆大幅拓展了核电利用的领域。高温气冷堆产生的高温工作介质可以作为高温气热源，用于煤的气化、液化、技术冶炼等工艺，

区域供热和海水淡化，并能大大降低高温制氢的成本，形成无污染、无排放的能源链。余热分级利用，还可降低电站运营成本。

推动能源转型，实现“双碳”目标是一个复杂的系统性工程，由于每一种能源方案都有其优缺点，无法仅依靠单一类型能源完成转型任务。鉴于全球变暖 and 人类发展的规模，在能源供给中，核电仍将占据重要位置。高温气冷堆的出现使得人们可以像乐高一样安全高效地建设利用核电，其安全性和经济性优势一旦在商业化中证实，将产生重大影响。面对全球核能系统即将更新换代的形势，应充分利用我国在高温气冷堆技术上相对领先的优势，借助示范工程，继续推动高温气冷堆有关技术攻关，探索高温气冷堆商业应用和商业优势，抢占世界核电技术制高点，让先进核电技术更好地保障能源安全，服务碳中和。



新型盾构机 挑战海底隧道

近日，由中铁隧道局建设的应用于我国最深海底隧道——深江铁路珠江口隧道的“大湾区号”盾构机，成功在广州南沙始发，正式开启水下115米穿越珠江入海口的施工挑战。

韩帅摄（中经视觉）

（上接第三版）有关部门组织两用物项、军品、核等领域相关专家，建立出口管制专家支持队伍，协助作出科学准确判断。多年来，专家队伍对清单制定、许可管理、监督执法、业务咨询等工作提供了有力支持。随着出口管制工作专业化要求不断提高，中国将继续加大专家力量投入，打造一支领域全、业务精的专业队伍，为新时期出口管制工作提供更加专业、高效的支撑。

（二）提升执法能力

中国不断完善出口管制执法机制，拓展执法方式，提升执法能力，逐步健全权责统一、权威高效的出口管制执法制度，有效打击出口管制违法活动，保障出口管制法律法规得到完整、准确、严格实施。

完善组织机构，构建协同有力执法机制。强化商务部的出口管制专门机构建设，2014年，商务部设立了专职出口管制执法队伍，负责出口管制执法制度建设、案件调查等工作。商务部、公安部、工业和信息化部、海关总署等部门加强横向协作执法，并与各省级人民政府相关部门纵向联动执法。各部门和地方纵横相间的执法协作制度，形成了严密的执法网格，为中国出口管制执法提供坚强的组织机制保障，较好解决了中国出口管制执法遇到的地域广、领域宽、查处难等问题。

拓宽手段措施，增强执法监管威慑力。不断提升出口管制执法能力，除授权执法部门实地检查、询问调查、查阅资料等基本执法手段外，还赋予执法部门查封、扣押涉案物项，查询银行账户等多种手段。对违法的出口经营者，执法部门可以依法将其违法情况纳入信用记录，有效增强执法威慑力。中国的出口管制执法对出口各环节实施全覆盖，不仅严格监管出口环节，还对中介服务参与违法出口实施管控，禁止相关机构和个人为出口管制违法行为提供代理、货运、寄递、报关、第三方支付电子商务交易平台和金融等中介服务。中国注重推行监管谈话、行政指导等非强制性执法手段，实施预防、指导、监督等措施，确保执法效果。

推进执法装备和信息化运用，切实强化保障能力。中国加大出口管制执法装备设施投入，中国海关配备专门用来检测放射性、生物和化学等物项的专业设备，显著提高识别、检查和处置出口管制物项的效率，有效帮助执法人员侦测违法出口。中国积极改进执法信息运用，加强执法、管理等部门有关非法出口活动信息的交流合作。中国重视出口管制违法案件信息数据统计分析，实现涉案企业、案情等基本信息综合运用功能，健全信息化支撑。出口管制执法机构定期对执法官员进行全面的政策法规、物项识别及执法技能培训，提升执法能力。

（三）推进合规建设

中国高度重视出口管制合规建设，坚持“政府引导、企业为主、多方联动”的原则，夯实法律基础，完善政策框架，开展宣传培训，推动出口管制合规建设取得积极成效。

加强法治保障。注重夯实合规建设的法治基础。《出口管制法》明确，中国政府部门适时发

中国的出口管制

布有关行业出口管制指南，引导出口经营者建立健全出口管制内部合规制度以规范经营。明确激励措施，对建立出口管制内部合规制度且运行情况良好的出口经营者，可依法给予通用许可等便利措施。中国以法律的形式，为政府有效引导出口管制合规建设提供法治保障，为企业建立健全内部合规制度提供法律依据。

加强政策指引。2007年，商务部首次发布两用物项和技术经营企业建立内部出口控制机制的指导意见。2021年，商务部修订并发布《商务部关于两用物项出口经营者建立出口管制内部合规机制的指导原则》，将合规要素拓展为9个，包括拟定政策声明、建立组织机构、全面风险评估、确立审查程序、制定应急措施、开展教育培训、完善合规审计、保留资料档案和编制管理手册。新增《两用物项出口管制内部合规指南》，提供更详尽指引和场景化参考。在核领域中国发布了核进出口合规管理机制建设指南等文件。

加强公共服务。高度重视出口管制合规宣传培训，不断加大宣传力度，提高全社会合规水平。各级政府深入企业调研座谈，针对重点领域开展培训，夯实出口管制合规意识，培育出口管制合规文化。近年来，年均举办多形式培训和研讨交流20余次，约3万人人次参加。2021年，商务部启动出口管制信息服务平台建设，加大指导和服务力度。积极引导商协会、中介机构、专家智库等社会资源开展出口管制合规研究，提供咨询服务，共同参与出口管制合规建设。

（四）履行国际义务

中国一贯主张全面禁止和彻底销毁核武器、生物武器和化学武器等大规模杀伤性武器，坚决反对此类武器及其运载工具的扩散，不支持、不鼓励、不帮助任何国家发展大规模杀伤性武器及其运载工具。中国致力于规范常规武器贸易，打击武器非法贩运，缓解常规武器滥用引发的人道主义问题。中国坚定维护有关国际条约的权威性和有效性，严格履行国际义务，维护国际和地区和平稳定。

在核领域，中国于1984年加入国际原子能机构，1988年与国际原子能机构签署《中华人民共和国和国际原子能机构关于在中国实施保障的协定》，自愿将本国民用核设施置于该机构的保障监督之下。1992年，中国加入《不扩散核武器条约》。中国积极参与日内瓦裁军谈判会议有关《全面禁止核试验条约》的谈判，为该条约的达成作出重要贡献，并于1996年首批签约。1997年10月，中国加入“桑戈委员会”。1998年，中国签署关于加强国际原子能机构保障监督的附加议定书，并于2001年初正式完成该附加议定书生效的国内法律程序，成为第一个完成上述程序的核武器国家。2004年6月，中国加入“核供应

国集团”，积极参与“集团”相关事务，履行“集团”权利义务。

在生物领域，中国1984年加入《禁止生物武器公约》，一贯严格履行公约义务。中国始终按时全面提交履约建立信任措施宣布材料，深入参与公约审议进程，在规范生物科研活动、生物技术和资源全球分配等领域积极提出多边倡议，在加强生物实验室安全等领域积极向国际社会提供公共产品，不断加强生物两用品及相关设备和技术的出口管制，及时修订管制清单。中国倡导推动公约审议进程取得积极成果，特别是谈判制定具有法律约束力的核查议定书，以全面加强公约有效性。

在化学领域，中国为达成《禁止化学武器公约》作出积极贡献。1993年1月，中国签署公约。1997年4月，中国递交批准书，成为公约的原始缔约国。中国坚定支持公约宗旨和目标，推动各方严格履行义务，平衡、有效落实公约各项条款。自公约生效以来，中国按照公约要求颁布国内履约立法，设立专门履约机构，并按时、完整地提交各年度宣布，严格接受禁化武组织相关视察。2020年，中国按照公约规定时限，完成《禁止化学武器公约》第24届缔约国大会增列附表1化学品的国内立法程序。

在导弹领域，中国支持国际社会为防止导弹及相关物项和技术扩散所作出的努力，对国际上有关加强导弹防扩散机制的建议持积极和开放的态度。中国借鉴多国出口管制做法，颁布实施《导弹及相关物项和技术出口管制条例》，使中国导弹领域物项和技术出口有了法律依据。中国还积极参与相关国际交流与合作，共同致力于防止弹道导弹扩散。

在军品领域，中国积极参与《武器贸易条约》谈判，对条约的达成作出重要贡献。2019年9月，中国宣布启动加入《武器贸易条约》相关国内法律程序。2020年7月，中国正式加入《武器贸易条约》。中国作为条约缔约国，坚定支持条约的宗旨和目标，全面履行条约义务，并愿与其他缔约国一道，共同致力于规范常规武器贸易，促进条约普遍性和有效性，完善武器贸易全球治理。

四、积极开展出口管制国际交流与合作

中国一贯重视并积极开展出口管制国际交流与合作，推动增信释疑、互学互鉴，促进进出口管制的国际协调，促进进出口管制物项合规贸易，为提升国际出口管制的公正性、开放性作出中国贡献。

（一）开展双边交流与合作

中国在相互尊重、平等互利的基础上，积极开展出口管制双边交流与合作，通过对话协商增

进互信，体现中国开放合作的态度，促进双边合作互利共赢。

积极推动进出口管制物项合规贸易。中国与多个国家和地区建立政府间机制，开展政府间磋商、研讨，与企业对话等活动，交流经验做法。与有关国家出口管制主管部门保持对话，加强出口管制领域交流合作。中国与俄罗斯等国签署双边协议，相互出具《最终用户和最终用途说明》，推进互信合作。

深入开展双边出口管制、防扩散交流与合作。中国与美国多次举办出口管制物项识别研讨会，增进执法技术交流。在核领域，中国与美、俄罗斯、英国、法国、德国以及欧盟机构等保持磋商与交流，并依法通过信息交流和执法合作，联合打击违法活动。在监控化学品领域，中国在《禁止化学武器公约》框架下与其他缔约国开展双边交流与合作，并赴德国、西班牙、韩国、日本等国开展最终用户和最终用途核查工作。中国已与10余个国家建立副部级、司局级战略安全、军控与防扩散磋商机制，相互分享防扩散领域经验做法，对增进相互理解与合作发挥了重要作用。

除政府间合作外，中国积极支持出口管制非政府间交流与合作。商务部国际贸易经济合作研究院、中国军控与裁军协会、中国现代国际关系研究院、中国核能行业协会等机构积极与相关国家的研究机构等开展非政府间交流、学术研究、民间国际交往活动，通过联合举办研讨会、论坛和实地参观等方式，加深了解，增进友谊。

（二）加强多边对话和磋商

中国重视通过联合国及出口管制领域的多边机制，对全球性问题、突发性事件保持沟通与磋商，以促进世界和平和地区安全。

中国主张，联合国作为最具普遍性的国际组织，应发挥核心作用，平衡处理防扩散与和平利用的关系，保障发展中国家和平利用科技进步成果的合法权利。2021年12月，在中国的倡议下，第76届联大通过“在国际安全领域促进和平利用国际合作”决议，强调和平利用科技及相关国际合作对经济、社会发展的重要性，敦促各国在履行防扩散国际义务的同时，取消对发展中国家和平利用科技的不合理限制。该决议的通过标志着在联大框架下开启了开放、包容、公正的对话进程，对维护各国和平利用科技的合法权益、推动科技进步成果普惠共享、应对科技发展带来的安全挑战具有重要意义，有助于推动《不扩散核武器条约》《禁止化学武器公约》《禁止生物武器公约》等国际条约得到更加全面、平衡的执行，有助于现有防扩散、出口管制相关机制的成员国加强同其他国家的对话交流，更好地服务于普遍安全与共同发展，符合整个国际社会的共同利益。中国将继续与各

从六七人的初创团队到近800人规模的知名企业，基因科技公司安诺优达用9年时间，从小微企业蜕变成“小巨人”。疫情防控期间，该公司完成超过100万例的环境样本检测工作，成为北京科技创新力量突破发展的一个缩影。

在量大面广的中小企业中，像安诺优达这样的“专精特新”中小企业，处于产业链供应链的关键环节，同时也面临着研发的高投入。

“创业初期的路走得很难，尤其是技术研发阶段需要大量投入，一块钱恨不能掰成两半用。”安诺优达CEO李志民说，近3年来企业研发投入越来越多，从过去的6%增长到近12%。

近日，北京市发布支持中小企业发展的“双16条”，即《关于应对疫情防控常态化促进中小企业健康发展若干措施》和《关于促进“专精特新”中小企业高质量发展的若干措施》，将助力“专精特新”企业轻装前行。

“‘双16条’政策坚持诉求导向，突出系统集成、强化创新突破、力求精准直达。”北京市经济和信息化局副局长王磊说，北京市将支持“专精特新”中小企业开展颠覆性技术和前沿技术的研发及成果转化，对项目设备购置、房租、研发投入等分档予以支持；通过“揭榜挂帅”和“赛马”方式，解决企业关键核心和“卡脖子”技术难题。同时，鼓励企业转化落地高校、科研机构研究成果，对符合要求的项目给予资金支持。

“全”是北京此次“双16条”政策的重要亮点之一。“‘双16条’贯穿提高中小企业竞争力这一主线，着力打造中小企业活力迸发的良好生态，聚焦创新引领、融资支持、智能化等多个维度，加强普惠式全方位政策支持。”王磊表示。

首先，覆盖全行业。新政以“普惠”口径覆盖全市各类中小微企业，相关政策措施覆盖制造、商贸、文旅等各行业。其次，覆盖全生命周期。贯穿中小企业初创、成长、上市发展全过程，如推动中小企业全面上云用云，支持“专精特新”制造业中小企业实施数字化改造升级，对企业上市给予资金奖励，帮助上市企业对接金融机构提供金融服务。再次，覆盖全产业链。政策关注重点行业产业链全链条发展，鼓励围绕产业链布局开展并购重组，推动中小企业进入大企业供应链、产业链等支持政策。

“双16条”除了送政策，也送服务、送扶持。比如，针对中小企业资金周转问题，政策鼓励银行加强流动资金贷款支持，要求大型企业不得以商业汇票等非货币资金形式支付拖欠账款；针对企业用工错配问题，充分发挥高校作用，精准匹配企业人才需求。

“目前北京市有‘专精特新’中小企业2112家、市级‘小巨人’390家、国家级‘小巨人’257家。”王磊说，这些企业整体表现出“小市值、高估值、高成长、高盈利”特点，北京市将“专精特新”企业的支持培育摆在重要位置，已经初步形成渐进培育、梯度发展的格局体系。

根据计划，北京市将力争于“十四五”末，国家级专精特新“小巨人”企业达到500家，市级专精特新“小巨人”企业达到1000家，市级“专精特新”中小企业达到5000家。

向“专精特新”转型

本版编辑 顾 阳 祝君壁 美 编 王子莹

方一道，推进联大框架下的对话进程。

2004年4月，联合国安理会一致通过第1540号决议，要求各国加强对大规模杀伤性武器及相关材料和技术的国内管理和出口管制，防范和打击非国家实体获取上述物项。该决议是安理会第一个专门的防扩散决议，有利于在国际法基础上推动和加强国际合作。中国积极支持并参加安理会1540委员会等联合国框架下的防扩散工作，积极推动安理会第1540号决议全面实施进程。为推进决议在亚洲地区的执行，中方与安理会1540委员会于2015年、2017年、2019年，分别在中国青岛、西安、厦门举办了三届“亚太地区防扩散国家联络点培训班”。

2004年，中国加入“核供应国集团”。中国严格履行成员义务，积极参与“集团”政策磋商、清单制定、信息交流等事务，与其他成员加强出口管制合作。中国根据“集团”准则，对《核出口管制条例》《核两用品及相关技术出口管制条例》作出相应修订，将进口国接受全面保障监督作为核出口条件，并与“集团”管制清单保持同步，定期修订出口管制清单。

2004年，中国正式申请加入“导弹及其技术控制制度”并与其保持沟通交流，举办5轮对话会，就导弹领域的出口管制制度、管制清单、执法情况及中国加入等问题进行交流和磋商。中国在制定导弹出口管制条例和清单时，借鉴了“制度”准则和技术附件。

中国同“瓦森纳安排”保持沟通与交流，双方举行了5轮对话会，就常规武器及相关两用物项和技术的出口管制原则、清单及“最佳操作规范”等问题深入交换意见。

中国与“澳大利亚集团”保持接触和交流，双方举行6轮磋商，就生物和化学领域防扩散形势、《禁止化学武器公约》和《禁止生物武器公约》履约情况、“澳大利亚集团”运作情况等交换意见。

中国愿同国际社会共同推动出口管制相关多边机制保持公正性和开放性，增加成员的代表性和多样性，坚持走团结合作之路，抵制歧视性做法，携手应对各种全球性问题，共同创造人类更加美好的未来。

结束语

当前，国际格局深刻演变，国际出口管制面临诸多挑战，建设一个持久和平、普遍安全、共同繁荣、开放包容、清洁美丽的世界任重道远。加强国际合作，谋求共同安全与发展，需要各国长期不懈的共同努力。

中国将坚持总体国家安全观，不断推进出口管制体系和能力建设，强化管理，严格执法，推进合规建设，有效应对新形势下面临的风险和挑战。中国将担当大国责任，履行国际义务和承诺，开展出口管制交流与合作，同各国一道，推进国际出口管制治理健康发展，为构建人类命运共同体作出积极贡献。

（新华社北京12月29日电）