

2022 年第 4 期

总第 38 期

 中再产险

中国核保险共同体 执行机构季讯



本期
看点

- 21 新的融资监管环境下核电项目融资工作
- 25 高温气冷堆和工业热应用

中国核共体

执行机构季讯

2022 年第 4 期

总第 38 期





精耕细作 熠熠前行

2022年是党和国家历史上极为重要的一年。这一年里，党的二十大胜利召开，科学谋划了中国未来五年乃至更长时期党和国家事业发展的目标任务和大政方针。这一年里，新冠肺炎疫情反复延宕，世界经济脆弱性更加突出。面对风高浪急的国际环境和艰巨繁重的国内改革发展稳定任务，以习近平同志为核心的党中央带领全党全国各族人民，坚持稳中求进工作总基调，完整、准确、全面贯彻新发展理念，加快构建新发展格局，推动高质量发展。

核能作为关系国家安全、能源安全和百姓民生的战略性行业，是减少能源外部依赖、提升能源安全的重要支柱。党的二十大充分肯定了核电产业的发展成绩以及核能领域关键核心技术实现的突破，提出了深入推进能源革命，积极安全有序发展核电，确保能源安全的要求。2022年，全

国运行核电机组累计发电量4125.72亿千瓦时，比2021年同期上升3.55%；新装料2台核电机组并有5个核电基地的10台核电机组获核准，在运加在建机组数为全球第二；全年未发生INES1级及以上事件，始终保持安全、稳定运行。

在“双碳”目标、助稳经济大盘、能源安全等多重背景下，国内核能产业进入新的发展周期，中国核共体作为核能产业配套体系的重要成员、核能风险管理体系的重要环节，积极发挥了绿色保险支持低碳核电发展，缓解重特大风险、提高民生保障的关键作用。2022年，在31家成员的共同努力下，中国核共体在服务国家战略、推动绿色发展、服务核工业安全生产等方面取得良好成效，累计为境内为17座运行核电厂55台机组的近万亿元国有涉核资产，相关的核贮存设施、核运输活动，境内第三者核责任以及2.5万名核工业一线人员的核损害责任，提供了全方位保险保障；为“华龙一号”、“国和一号”等国家重大核电工程项目提供保险保障与风险转移方案；积极支持境内核电厂开展核能综合利用新探索，为核能供热、放射性同位素生产提供保障；核保险巨灾准备金积累效率与规模稳步提升，年度计提额度同比增长27.27%，持续增厚核巨灾风险管理安全垫。

随着我国对新冠病毒感染实行“乙类乙管”，2023年我们将正式踏入“后疫情时代”，相信随着国家科学举措的积极推进，我们的工作生活都将实现平稳回归。作为“十四五”发展关键年，2023年中国核共体将继续以党的二十大精神为指引，立足核巨灾风险管理的主责主业，在保障国家能源安全、服务绿色发展、共建“核安全命运共同体”、护航核能发展新征程上，做出中国核共体新的更大贡献！

特别报道

推进核共体高质量发展 开启核保险事业新征程

——2022中国核保险共同体年会在京召开

在党的二十大胜利召开、中国式社会主义现代化建设开启新征程的背景下，11月10日，中国核保险共同体（以下简称“中国核共体”）年会在北京举行。会议认真学习贯彻党的二十大精神，共议推进核共体高质量发展，共谋开创护航核能事业新局面。来自中国核共体31家成员的80余名代表以现场+线上方式出席会议并完成各项议程，中国银行保险监督管理委员会财产保险监管部（再保险监管部）主任李有祥到会指导并讲话。



本届年会上，中再集团党委书记、董事长和春雷当选为中国核共体主席，人保再保险股份有限公司、国任财产保险股份有限公司加入中国核共体，成为最新成员。核共体大会审议通过《核事故损害赔偿评估指引》，进一步完善我国核保险应急与赔偿体系。中国核共体执行机构向大会作2022年工作报告、核电发展趋势和新堆型专题报告，核共体各项工作围绕十四五规划纲要有序开展。

李有祥主任发表题为《推动核保险高质量发展为新时代核能事业保驾护航》的讲话。李有祥主任指出，核保险是维护国家能源安全、核安全，服务政府核安全公共安全治理的重要市场化机制，核共体应勇担时代重任和行业使命，积极推动中国式核保险现代化，实现核保险高质量发展，为新时代核能事业护航。为此，核保险的高质量发展一要突出政治性，始终以服务国家战略为根本；二要根植人民性，始终以守护美好生活为目标；三要着力专业性，始终以护航实体经济为核心；四要加强国际性，始终以坚持双向开放为重点。中国核共体全体成员要始终坚持合规经营、始终维护团结一致、始终秉承合作共赢，共同承担起新时代国家和人民赋予核保险的历史使命和责任担当，为新时代的国家安全和核能发展提供更有力的金融保障。

和春雷主席发表题为《守正创新 以核共体高质量发展护航核能发展新征程》的讲话。和春雷主席指出，我们要以党的二十大精神为指引，深入践行新发展理念，坚持核共体的高质量发展，不负时代赋予中国核共体的重托。“十四五”以来，在监管部门的正确指导下，中国核共体依托成员单位精诚团结所凝聚的合力，在服务国家战略、服务核能发展、共建核巨灾风险管理生态圈等方面都取得了积极进展。党的二十大对国家安全作出了全面战略布局，我们要尽快补足在制度机制、核巨灾准备金积累、服务技术创新等方面的短板，开好护航国家能源安全、国家核安全的新局。面对国内核电新一轮的发展周期，要从积极参与国家核安全管理顶层设计、打造一站式全过程的核风险保障、汇集国际资源共建核安全命运共同体三个层次坚持好核共体的高质量发展。

年会通过了《核事故损害赔偿评估指引》(以下简称《评估指引》)。《评估指引》是中国核共体首次就重大核事故可能造成的核损害应如何评估进行的一次创新性探索，有助于加强保险业对核事故和核损害的认识和准备，是中国核共体为核电提供“保防救赔”一体化保障的有机构成，也是中国核共体积极服务国家能

源安全、国家核安全的举措之一。《评估指引》的通过，还标志着中国核共体以“四个一”为支撑的重大核事故核保险应急与赔偿机制基本建成。中国核共体的核保险应急与赔偿机制除《评估指引》外，还包括：一个系统平台，即核损害赔偿应急响应平台，主要功能是通过地图可视化、数据空间化等新技术，对核电厂发生重大核事故造成的损害进行模拟评估和赔偿应对；一个整体预案，即《核保险应急与赔偿预案》，预案从组织体系、响应方式、资源保障、培训演习等方面对中国核共体核保险应急与赔偿响应做出规定；一个操作手册，即《核事故损害赔偿应急手册》，手册细化了各成员公司参与应急与赔偿工作的标准、流程，组成了覆盖面广、专业能力突出的重大核事故损害赔偿处置力量。

本次年会还通过了人保再保险股份有限公司、国任财产保险股份有限公司两家保险公司加入中国核共体的申请。自即日起，中国核共体成员公司扩大至31家，包括了国内主要的财产保险公司和再保险公司，中国核共体护航国家安全、国家战略、实体经济的队伍进一步扩大，实力进一步增强。



本次年会是中国核共体“十四五”征程中的重要会议，会议获得了银保监会的监管指导，明确了落实二十大精神的工作思路和具体举措，增强了成员公司对核共体事业的责任感和使命感，对推动核共体高质量发展，开启核保险事业新征程意义重大。

核共体工作简讯

▶ 2022中国核保险共同体年会在京召开

11月10日，2022中国核保险共同体年会在北京召开，会议认真学习贯彻党的二十大精神，共议推进核共体高质量发展，共谋开创护航核能事业新局面。中国核共体31家成员公司的80余名代表出席会议，中国银行保险监督管理委员会财产保险监管部（再保险监管部）主任李有祥到会指导并讲话。

本届年会上，中再集团党委书记、董事长和春雷当选为中国核共体主席，人保再保险股份有限公司、国任财产保险股份有限公司加入中国核共体，成为最新成员。核共体大会审议通过《核事故损害赔偿评估指引》，我国核保险应急与赔偿体系进一步趋于完善。

▶ 中国核共体理事会召开会议

11月，中国核共体理事会召开会议，审议拟向核共体大会提交的各项议案等议题。

12月，中国核共体理事会召开会议，研究成员公司经营情况、偿付能力状况并确定中国核共体2023年核保险承保能力临时限额表。

▶ 中国核共体风险管理工作组召开会议

11月，核共体执行机构组织召开核共体风险管理工作组会议，分析成员公司经营情况并研究中国核共体成员2023年核保险承保能力临时限额等议题。

▶ 核共同体执行机构参加国际核共同体 GPC 会议

10月，中国核共同体执行机构参加国际核共同体体系总目标委员会（GPC）会议。

▶ 核共同体执行机构与国际核共同体召开定期业务沟通会议

11月，核共同体执行机构分别与瑞士、韩国核共同体开展定期业务沟通。

▶ 参加国际核共同体体系工程师 2022 年第二次线上研讨会及英国核共同体技术研讨

11月，核共同体执行机构参加国际核共同体体系工程师 2022 年第二次线上研讨会及英国核共同体技术研讨，就新机组建设进展以及乌克兰核电安全形势等内容进行交流。

▶ 参加国际核共同体工程师分委会 2022 年第五次例会

11月，核共同体执行机构参加国际核共同体体系工程师分委会 2022 年第五次例会，就国际核共同体 2023 年工作计划、技术交流活动等内容进行商议。

▶ 完成中广核集团旗下核电公司核保险年度续转工作

11月，核共同体执行机构完成中广核集团大亚湾核电基地、红沿河核电、宁德核电、阳江核电、防城港核电和台山核电核保险年度续转工作。

▶ 国际分入核保险业务正常续转，2023 市场趋硬信号明显

本季度，核共同体执行机构开展日本、英国、斯洛文尼亚、巴西、加拿大等国家的四季度业务续转工作，业务条件和承接成分维持稳定，2022 业务年度境外业务圆满收关；开展 2023 年 1 月 1 日业务续转，从新一年的业务条件看，受通胀及法制环境的影响，境外主要市场呈现限额与费率双提升的特点。

▶ 顺利完成海阳核电核保险国际检验、田湾核电核保险年度短检验

本季度，核共同体执行机构根据年度工作计划和国内疫情防控要求，开展海阳核电核保险国际检验和田湾核电年度短检验工作，对上述核电基地过去一年的运行情况、设备状态和相关事件进行了讨论和交流。

▶ 接受伦敦金融城及北京绿色金融与可持续发展研究院线上访谈

12月，核共同体执行机构接受伦敦金融城北京代表处及北京绿色金融与可持续发展研究院线上访谈，主题是核保险在参与、促进实体经济低碳转型方面的经验和做法。

▶ 举办中国核共体安全论坛第一期

12月29日，中国核共体安全论坛第一期以线上会议方式成功举办。来自国内核电厂、核电设计院、核共同体成员、保险经纪公司等单位的103名代表参加了会议。

武汉理工大学张英教授和中广核核技术发展股份有限公司安全质量环保部赵波副总经理分别就“电缆火灾最新研究进展与防控技术”和“核电厂消防管理数字化建设”做了专题报告。

核共体安全论坛今后将继续发挥自身的专业特色和平台优势，聚焦防灾减灾损技术实践和最新研究成果，为核电行业和核共同体成员公司的各位同仁提供及时、专业的行业信息，将论坛建成一个国内各核电厂、核共体各成员公司可以交流技术信息和经验的核电安全命运共同体平台，助力我国核电行业安全风险管理。

信息园地

核能与核技术利用

国内行业动态

▶ 习近平在二十大报告中列举核电技术等成果，表明我国已进入创新型国家行列

10月16日，习近平总书记在党的二十大报告中阐述过去五年的工作和新时代十年的伟大变革时指出，基础研究和原始创新不断加强，一些关键核心技术实现突破，战略性新兴产业发展壮大，载人航天、探月探火、深海深地探测、超级计算机、卫星导航、量子信息、核电技术、新能源技术、大飞机制造、生物医药等取得重大成果，进入创新型国家行列。（来源：新华社）

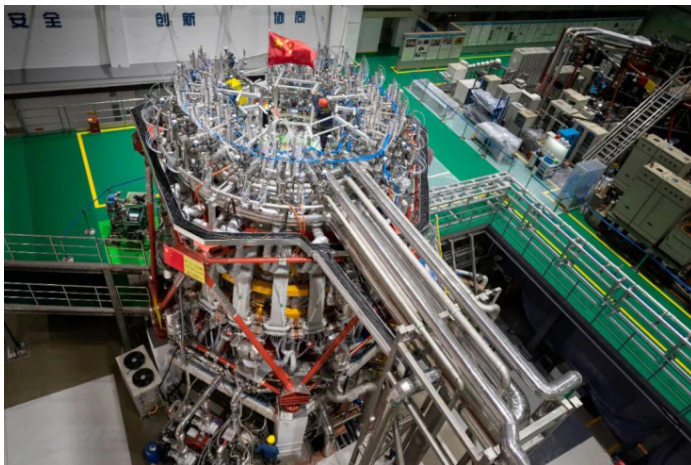
▶ 李克强向第二十三届太平洋地区核能大会致贺信

11月1日，国务院总理李克强向第二十三届太平洋地区核能大会致贺信。

李克强在贺信中表示，核能是安全、稳定、高效的清洁能源。核能的和平开发利用不仅为人类发展增添了新的动力，也为保障能源安全、应对气候变化、促进能源绿色低碳转型、带动高端装备制造业发展发挥了重要作用。

李克强指出，中国政府坚定支持在确保绝对安全的前提下积极有序发展核能，大力推动核能技术进步和产业发展，愿同各国在平等互利基础上积极深化国际核能交流与合作，更好助力经济社会发展转型、更好为各国人民造福。与此同时，各国应当以民众福祉为念，切实履行核安全领域国际法律文书规定的义务，共同维护以《不扩散核武器条约》为基石的国际核不扩散体系。（来源：新华社）

► 中国新一代“人造太阳”装置科学研究取得突破性进展



10月19日，中国新一代“人造太阳”装置（HL-2M）等离子体电流突破100万安培（1兆安），创造了中国可控核聚变装置运行新纪录，标志着我国核聚变研发距离聚变点火迈进重要一步，跻身国际第一方阵，技术水平居国际前列。此次全新的突破，意味着该装置未来可以在超过1兆安培的等离子体电流下常规运行，开展前沿科学研究，对我国未来深度参与国际热核聚变堆（ITER）实验及自主设计运行聚变堆具有重要意义。（来源：新华网）

► 田湾核电站8号、徐大堡核电站4号机组堆芯捕集器容器吊装就位

10月20日，田湾核电站8号机组堆芯捕集器容器平稳落位至堆芯竖井埋件上，田湾核电站8号机组第一台堆芯主设备吊装顺利完成，至此，8号机组核岛主设备安装工作正式开始。

10月24日，经过提升、变幅、回转、落位精调等一系列吊装动作，徐大堡核电站4号机组堆芯捕集器壳体容器平稳就位于堆芯竖井内，随着大吊车顺利摘钩，标志着堆芯捕集器壳体容器顺利吊装就位。

堆芯捕集器是严重事故管理系统的主要设备，其主要作用是事故状态下包容含大量放射性裂变产物的堆芯熔融物，以确保安全壳的完整性，堆芯捕集器容器是堆芯底部最主要的收纳熔融物部件，对极端安全事故的处置起着至关重要的作用。（来源：中国核电）

► 我国最大同位素生产基地正式启动建设



10月28日，中核秦山同位素生产基地建设项目在浙江海盐正式开工建设。项目建成投产后，将成为国内最大的同位素生产基地。

中核秦山同位素生产基地建设项目位于浙江省海盐县核技术应用（同位素）产业园内，项目总投资4.6亿元，规划建设五条同位素生产线，包括钴-60、碳-14、碘-131和铯-137等同位素。项目一次规划、分期建设，一期工程建设包括钴-60、碳-14在内的多条同位素生产线，将切实增强我国同位素国产化生产能力。（来源：秦山核电）

► 华能石岛湾高温气冷堆示范工程首次实现核能供热

11月1日，高温气冷堆示范工程首次实现核能供热，供热区域覆盖石岛湾公司生产厂区及厂前办公区。这是示范工程继2021年12月发出第一度核电后实现的又一突破。相较于往年辅助电锅炉供热的形式，核能供热将节约厂内用电1200万度，折合节约原煤7055吨，相当于减排二氧化碳12564吨、二氧化硫378吨、氮氧化物189吨，大幅提高了采暖系统的换热效率，有助于提升经济效益，改善生态环境。（来源：中国华能）

► 东北地区首个！辽宁红沿河核电站核能供暖项目正式供热

11月1日，辽宁红沿河核电站核能供暖示范项目正式投运供热，该项目是东北地区首个核能供暖项目，覆盖大连市瓦房店红沿河镇，惠及当地近两万居民。

红沿河核电站核能供暖示范项目位于大连市瓦房店红沿河镇，规划供热面积24.24万平方米，最大供热负荷为12.77MW，利用红沿河核电站汽轮机抽汽作为热源，替代红沿河镇原有的12个燃煤锅炉房，实现红沿河镇清洁供暖。项目新建一次管网近10公里，二次管网5.7公里，新建换热站4座。

据测算，项目投产后每年将减少标煤消耗5726吨，减排二氧化碳1.41万吨、烟尘209余吨、二氧化硫60余吨、氮氧化物85余吨、灰渣2621吨，将有效改善供暖区域大气环境，环保效益显著。（来源：中广核集团）

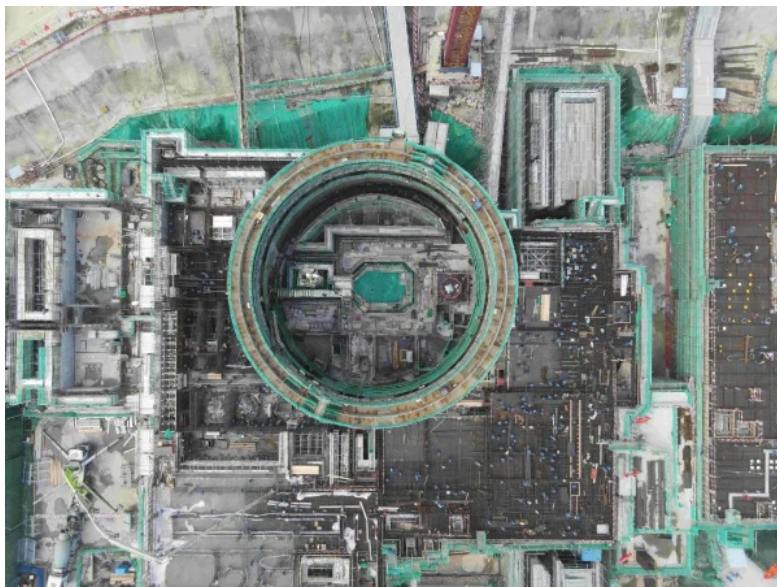
► 中广核浙江三澳核电项目1号机组完成穹顶吊装

11月3日，中国广核集团浙江三澳核电项目1号机组顺利完成穹顶吊装，标志着1号机组从土建施工阶段全面转入设备安装阶段，为进一步高质量稳步推进工程建设奠定了基础。

三澳核电项目1号机组是中广核第5台完成穹顶吊装的“华龙一号”核电机组。中广核浙江三澳核电项目规划建设6台“华龙一号”核电机组，一期工程2台机组分别于2020年、2021年主体工程开工。项目全部建成后，每年将为长三角地区提供绿色电力约525亿千瓦时，可减少标煤消耗1588万吨，减少二氧化碳排放4368万吨，相当于造林11.8万公顷。在积极稳妥推进碳达峰碳中和目标指引下，三澳核电项目将为加快规划建设新型能源体系持续贡献清洁能源力量。（来源：中广核集团）

► “玲龙一号”全球首堆核岛安装工程开工

11月30日，伴随核岛反应堆厂房R11区JR110房间内一道焊花闪动，“玲龙一号”全球首堆反应堆厂房管道支吊架开始安装，这标志着“玲龙一号”海南昌江多用途模块式小型堆核岛安装工程正式开工。



反应堆厂房是核电厂的主体，各个机械设备构成了核电站的各个器官，穿梭在其间的管道构成了连接各个“器官”的“血管”。反应堆厂房的安装将极大地带动其他厂房的安装建设步伐。（来源：中核集团）

▶ 国家科技重大专项——华能石岛湾高温气冷堆示范工程首次实现双堆初始满功率运行

12月9日，国家科技重大专项——华能石岛湾高温气冷堆示范工程反应堆达到初始满功率，实现了“两堆带一机”模式下的稳定运行。

初始满功率是指在目前反应堆堆芯混合燃料装载状态下达到的额定运行功率。这一运行状态验证了示范工程所有系统满足设计功能，为工程投产运行奠定了基础。

华能石岛湾高温气冷堆示范工程是全球首座球床模块式高温气冷堆，也是我国具有自主知识产权的第四代核电项目。中国华能联合清华大学及中核集团等单位开展科技攻关，实现双堆初始满功率运行目标，检验了高温气冷堆“两堆带一机”模式下运行控制能力，为今后商业化运行打下基础。（来源：中国华能）

► 我国首个核电超大型冷却塔开工

12月15日，我国首座核电站超大型冷却塔——广东廉江核电项目一期工程冷却塔顺利浇筑第一罐混凝土。塔高218.7米、零米直径174.552米，淋水面积达到全球之最佳的20000平方米，采用逆流式自然通风高位集水，一机一塔，由国家电投绿能科技（国核电力院）EPC建设。



超大型冷却塔关键技术研究，是国家科技重大专项——大型先进压水堆及高温气冷堆核电站研究的子课题之一。国核电力院作为主体，负责对世界领先的核核心技术引进、消化、吸收、再创新。

核电站需要冷却水。与传统核电站将热量带向大海不同，有了超大型冷却塔，就能将热量传递到大气。

广东廉江核电项目一期工程建设两座超大型冷却塔，采用海水二次循环冷却方案，从而大大减少用海面积，降低温排水余热，对海洋环境、通航产业和沿海经济更加友好。

超大型高位海水冷却塔的使用属于世界首创，使不具备海水直流循环冷却条件的沿海厂址具有建设核电项目的可能性，为我国今后核电选址提供深远借鉴示范意义。（来源：绿色能源通讯社 国家电投）

国际行业动态

► 福岛事件11年后，日本核电政策转变

12月22日，日本通过了一项新的能源政策以促进更多使用核电，寻求在全球燃料短缺的情况下确保稳定的电力供应并减少碳排放。

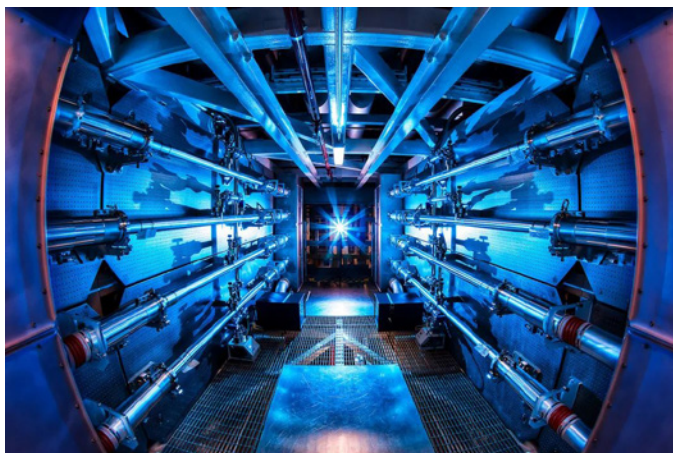
这项新政策在日本核监管机构批准新法规的第二天宣布，是对2011年福岛危机后东京淘汰核电计划的重大逆转，该法规将允许商业电力反应堆的运行时间超过之前的60年限制。

核监管局已经允许运营超过40年的核反应堆在满足强化安全措施，特别是满足防范自然灾害措施的情况下申请一次性延长20年。

该新能源政策称，为了实现最大限度地利用现有反应堆，日本必须重新启动尽可能多的现有核反应堆，延长60年以上老旧反应堆的运行寿命，以及尽快开发下一代反应堆进行更替。（来源：Nuclear Townhall 网）

► 美国宣布首次实现核聚变净能量增益

“这一重大科学突破，是我们走向清洁能源未来的一个里程碑。”



当地时间12月13日，美国能源部宣布，其下属劳伦斯利弗莫尔国家实验室(LLNL)的一个团队，12月5日在国家点火设施(下称“NIF”)进行了历史上第一次可控核聚变实验，实现了“核聚变点火”(fusion ignition)，该反应产生的能量超过所消耗的能量。

“这是一个酝酿了几十年的公告，”美国能源部称，这一突破将永远改变清洁能源和美国国防的未来。

定量是否“实现”了可控核聚变的判断标准，是看核聚变装置输出的能量与输入的能量的比例，称为Q值。如果 $Q \leq 1$ ，即产出的能量不及输入的能量，对于科学研究还是有意义的，但核聚变还是在耗费其他能源来源，显然无法为人类提供能量。如果输出的能量超出输入的能力，则 $Q > 1$ ，核聚变理论上被认为“实现了”，可能可以开始为人类发电了。

美国能源部透露，NIF投入了205万焦耳能量，使大约4%核聚变燃料产生反应，产出了315万焦耳能量，Q值大约达1.5。

但仅仅因为已经能够设计出一种能量增益的聚变反应，并不意味着人类发电方式的任何有意义的变化即将到来。中国科学技术大学副研究员，风云学会会长袁岚峰认为，只有当Q达到10，核聚变才有商业价值，因此NIF此次成果只能被理解为一个阶段性成果。

在发布会上，劳伦斯利弗莫尔国家实验室主任金伯利·布迪尔(Kimberley Budil)也坦承，要实现商业核聚变发电，还需要做“许多事情”，其中就包括“每分钟产生许多次核聚变点火”，这一过程可能还要花几十年。她表示，NIF目前使用的激光技术“基于1980年代”，下一步需要升级相关设施，简化流程以提高其可重复性。

中国科学技术大学等离子体物理与聚变工程系副主任吴征威向观察者网表示，美国建设NIF的初衷不是为了发电，而是为了模拟核爆炸。他认为，NIF目前还没有针对连续获取聚变产生热量的完整设计；在走向未来的潜在商业化途中，NIF采用的技术方案需要考虑激光等设施本身高昂的建设和运行成本。

美国能源部“核聚变点火”消息发布之际，拜登政府正致力于发展清洁发电，并且特别强调了聚变能源，最近美国通过的《降低通货膨胀法》为该领域的研究提供了大量资金。

吴征威认为，虽然我们距离商用的核聚变还有较远的距离，但是NIF能实现增益“确实已经很了不起了”，将推动人类进一步接近解锁核聚变的“无限能源可能”。(来源：观察者网，全文略有删减)

► 芬兰 EPR 机组给水泵损坏的调查仍在继续

自欧洲 EPR 首堆 Olkiluoto-3 机组的给水泵 10 月首次发现受损后，目前预估对 Olkiluoto-3 给水泵损坏的调查仍将持续数周，而同时给水泵受损对于电厂投运时间表的影响也不清晰。

电厂所有者和运营商 TVO 表示，根据阿海珐-西门子供应商的信息，电厂最早将于 2022 年 12 月 11 日开始发电，并最早计划于 2023 年 1 月底全面发电或商业运营。

TVO 表示，仍将继续对给水泵叶轮出现裂缝的根本原因进行详细调查和分析，但不太可能在 12 月之前完成。

“调查结果一旦出来，对于电厂投运时间表的影响也会立刻清晰，” TVO 说。“调查继续的同时，电厂汽轮机部分将会继续进行维护工作。”

TVO 于 10 月首次报告了给水泵的损坏，并表示需要进一步调查以找到根本原因。据 TVO 称，泵叶轮的裂缝只有几厘米大小，同时几个实验室正在对叶轮裂缝进行测试，以确定其来源。

Olkiluoto-3 机组 2022 年 9 月份首次达到 1,600 兆瓦的满功率发电水平，并原定于 2022 年 12 月开始正常投产发电。（来源：NucNet 网，截止发稿日，尚无该事件的进一步新闻）

► 国际原子能机构关于扎波罗热核电厂的声明

国际原子能机构（IAEA）总干事拉斐尔·马里亚诺·格罗西 11 月 20 日表示，11 月 19 日晚间和 11 月 20 日早上扎波罗热核电厂（ZNPP）现场的多次炮击损坏了电厂的厂房、系统和设备，其中一些爆炸发生在反应堆附近。

目前该厂址的辐射水平保持正常，没有人员伤亡的报告。在更早之前冲突中多次受损的扎波罗热核电厂的外部电源，目前没有受到影响。

炮击于当地时间 11 月 19 日下午 6 点前不久开始，经过一段时间的平静，于 11 月 20 日上午 9 点 15 分继续，并在 40 分钟内发生了十几次爆炸。后续则没有进一步的炮击。

据原子能机构专家称，电厂管理人员报告了几个地方的损坏，包括放射性废物和储存厂房、冷却水池喷淋系统、通往其中一个反应堆的电缆、冷凝水储罐以及另一座反应堆与其辅助厂房之间的连廊。

“再一次，我们很幸运，潜在的严重核事故没有发生。下一次，我们可能就没那么幸运了。我们必须尽一切努力确保没有下一次，” 格罗西总干事说，他再次呼吁采取紧急措施保护扎波罗热核电厂，防止在乌克兰当前冲突期间发生核事故。

总干事说，他今天一直在与世界各国领导人就扎波罗热的最新炮击进行积极磋商，他坚持认为，现在必须就电厂周围商定和实施核安全和安保保护区。

“尽管对核电站的关键核安全和安保系统没有直接影响，但炮击危险地接近它们。我们说的是米，而不是公里。无论谁炮击扎波罗热核电厂，都在冒着巨大的风险，拿许多人的生命做赌注，”格罗西总干事说。（来源：国际原子能机构）



► 美国 4 座核电站计划生产清洁氢气

根据美国核能办公室（Office of Nuclear Energy）消息，美国能源部能源效率及可再生能源办公室（EERE）和核能办公室已经开始与公共事业公司合作，支持四个核电站的制氢示范项目。

这四个示范项目为：

1. 九英里角核电站

美国能源部正在支持在九英里角核电站建造和安装低温电解系统。该项目将成为美国第一个核能清洁氢气生产设施，并将使用氢气来帮助冷却电厂发电机。本项目计划在今年年底前开始生产氢气。

同时九英里角核电站所隶属的Constellation Energy公司还与NYSERDA合作开展了一个单独的项目，为该设施的燃料电池供电，并将在2025年开始为电网提供额外的电力。

2. 戴维斯-贝斯核电站

Energy Harbor公司正在戴维斯-贝斯核电站进行低温电解系统验证。该项目的目标是证明清洁制氢的技术可行性和经济效益，以促进未来大规模商业化应用。

该示范项目预计到2023年能够生产清洁氢气。本项目潜在用途可以出售给当地的制造和运输业，包括为当地公交车队提供燃料。

3. 草原岛核电站

Bloom Energy公司和Xcel Energy公司正在草原岛核电站开展首个高温电解制氢项目。本项目收集到的数据，将用于验证以及推广本工艺过程。本项目预计将于2024年初开始生产氢气。

4. 帕洛佛得角发电站

美国能源部正在与亚利桑那州公共服务（APS）公司、PNW Hydrogen公司展开协商，以在帕洛佛得角发电站论证另一种低温电解制氢系统。生产的氢气将用于电网调峰或者制造化学品和其他燃料。该项目在协商完成后，预计于2024年开始生产氢气。

氢气在未来向100%清洁能源的过渡中具有相当大的潜力。它可以在多个工业行业中使用，如为电网存储和提供能源，参与工业工艺过程或制造长途卡车和飞机所需的密集燃料能源。

目前美国生产的氢气中约有95%来自天然气，这种制氢过程中，甲烷与高温蒸汽反应生成一氧化碳、二氧化碳和氢气，会产生大量的碳排放。

因此美国能源部（DOE）正在投资数十亿美元，通过利用美国现有的能源资产（包括核电站）来帮助降低成本并扩大清洁氢的生产。零排放生产氢气的一种方法是通过低温或高温电解，将水分解成纯氢气和氧气。高温电解槽使用热和电来分解水，效率更高。

传统和先进的核反应堆非常适合提供生产清洁氢气所需的恒定热量和电力，这为核电开辟了新的市场。

美国能源部估计，一个1000兆瓦的反应堆每年可以产生高达15万吨的氢气。这些氢气可以作为原料提供给化肥、炼油、钢铁生产、物料搬运设备、燃料电池汽车甚至碳中和合成燃料等行业。（来源：美国能源部核能办公室）

► EDF称Civaux核电站1号机组反应堆水压试验期间发生泄漏

法国电力公司EDF表示，11月2日法国西南部的Civaux核电站1号机组的主冷却回路水压试验期间发生泄漏，没有安全风险，也没有厂外的放射性泄漏。

水压试验旨在验证反应堆主回路管道、焊接和阀门的密封性和承压能力。“当压力达到19MPa，温度达到95℃时，蒸汽泄漏进入了反应堆厂房，同时记录到一回路降压，”EDF说，“已确定了主回路上的泄漏点，泄漏水也已收集到专门

的接收箱内，同时整个泄漏仅发生在反应堆厂房内，没有对电厂安全产生影响。”

事故为一根与反应堆的主冷却系统相连的管道发生了破裂，导致高压蒸汽泄漏。事故发生时泄漏点附近没有工作人员，因此未对员工产生伤害或放射性污染，也未记录到厂外的放射性升高。

2021年12月，对Civaux-1核电机组的一回路的维护检查过程中发现安全注入系统的管道焊缝附近有腐蚀。随后对2号机组的相同设备进行了检查，发现了类似的缺陷。EDF决定更换受影响的部件，同时将Chooz B的另外两台N4机组停机，进行了类似的检查。

EDF经过长时间的处理后，稍早之前，法国的核安全监管机构表示，鉴于对应力腐蚀现象和相关安全问题的了解，该机构认为EDF对其所属核电站的应力腐蚀问题的整改策略是“适当的”。

近期法国电力工人进行了大范围的罢工，已经影响到11个法国核电站，17个不同反应堆的维护工作被推迟。而Civaux 1是EDF希望尽早重启的一系列反应堆之一，以便能够在今年冬天产生足够的电力。



事件发生后，一位熟悉情况的行业消息人士称，泄漏会推迟原计划的反应堆重启工作。而EDF则称，“现在确定这一事件将会对反应堆停堆的持续时间产生什么影响还为时过早，”也因此现在尚不能立刻决定推迟反应堆的重启。

而核监管机构ASN表示，EDF必须提交有关该事件的报告，然后才能就重启的时间做出决定。（来源：法新社 GUILLAUME SOUVANT）

专业论坛

新的融资监管环境下核电项目融资工作 ——浅析核电项目融资中担保方式应用的必要性

晓核

2023年1月6日，中国银保监会对信贷领域的四个监管规定进行了修订，并向社会公众公开征求意见，这四个规定分别是《固定资产贷款管理暂行办法》、《流动资金贷款管理暂行办法》、《个人贷款管理暂行办法》、《项目融资业务指引》，业内也称其为“三个办法一个指引”。上述四个规定诞生于2009-2010年间，是原中国银监会在进行信贷监管方面极为重要的监管规定，其中第1、2、4个监管规定主要约束对公信贷业务，上述规定的修订对企业贷款意义重大。

作为国内较为特殊的重大基础项目建设——核电工程来说，其在融资领域也较一般的基础设施项目更加特殊。

一、核电项目融资特点

相较于其他能源项目，核电项目融资具有如下特点：一是时间长，基本维持在20年左右。二是融资期间分类清晰，将整个融资周期划分为提款期、宽限期以及还款期，提款期覆盖整个工程的建设周期，宽限期一般为装料运行后的初期，用以确定机组运行的稳定性，判断预期的还款能力。而还款期则是根据项目可研所设计的还款周期，由于核电机组进入运行期后发电较为稳定，电费收入按月获取，金额较大，根据目前的监管要求，一年一般分为两次还款，但也有核电项目

业主由于留存资金较多，往往在年内增加还款次数或提高分次还款额度。三是融资提款一般需要适用受托支付要求，即由金融机构将其提款直接支付到项目用款人账户上，借款人应当提供支付依据。

此外，由于核电机组运行稳定，建设技术成熟，随着国内核电建设增多，融资渠道不断拓宽，一般核电项目建设的项目融资也都为信用方式的贷款，免除了担保。

二、原监管环境下核电项目融资担保实践分析

修订前的“三个办法一个指引”对项目融资担保方式要求是较为严苛的，在《项目融资业务指引》第11条规定，贷款人应当要求将符合抵质押条件的项目资产和/或项目预期收益等权利为贷款设定担保，并可以根据需要，将项目发起人持有的项目公司股权为贷款设定质押担保。同时还要求，贷款人应当要求成为项目所投保商业保险的第一顺位保险金请求权人，或采取其他措施有效控制保险赔款权益。根据上述规定，如核电项目开展项目融资，将面临着借款人提供担保和融资方（贷款人）成为第一顺位的保险金请求权人的问题。但从业务实践中，由于核电项目建设经验日趋成熟，项目拖期、发电延迟基本已经不存在，项目融资款项归还的保障优势凸显。因此在项目融资谈判中，借款人往往处于优势地位，不需要提供担保措施。同时，目前我国核电建设基本以EPC总包模式，除项目业主成为被保险人外，总包方、各级合同分包商、供应商均为被保险人，融资方作为其中一员，其地位并不优先于总包方，且建设过程中的保险赔款到位后，应当主要用于恢复建设已经成为各参与方的共识，因此由融资方要求成为第一顺位的保险金请求人，从项目的角度看并不一定是合理的，也不利于项目的推进。因而在多年的融资实践中，融资方既没有让客户提供担保，也未成为第一顺位的保险金请求人。

那么，未提供担保是否是违规的操作呢？从法理上看，并不是违规的。《商业银行法》第三十六条规定，商业银行贷款，借款人应当提供担保。商业银行应当对保证人的偿还能力，抵押物、质物的权属和价值以及实现抵押权、质权的可行性进行严格审查。经商业银行审查、评估，确认借款人资信良好，确能偿还贷款的，可以不提供担保。《商业银行法》作为国家法律，其效力应高于部门规章，因此，商业银行可以根据自身的内控要求，自行决定客户是否需要提供担保。

三、核电项目融资担保方式的必要性分析

技术成熟所带来的风险可控。担保方式的使用，源于金融机构对项目融资回款的不确定性，增信可以弥补这种不确定性，从而确保资金的安全，因此，从核电项目建设的成熟度看，此类项目的风险可控，甚至较一些同类项目更低，可以采用信用方式。

行业发展趋势所带动的担保优化。除《商业银行法》外，在一些行业规范中也对于融资担保进行了建议与要求。如《关于构建绿色金融体系的指导意见》中明确：构建支持绿色信贷的政策体系。完善绿色信贷统计制度，加强绿色信贷实施情况监测评价。探索通过再贷款和建立专业化担保机制等措施支持绿色信贷发展。对于绿色信贷支持的项目，可按规定申请财政贴息支持。探索将绿色信贷纳入宏观审慎评估框架，并将绿色信贷实施情况关键指标评价结果、银行绿色评价结果作为重要参考，纳入相关指标体系，形成支持绿色信贷等绿色业务的激励机制和抑制高污染、高能耗和产能过剩行业贷款的约束机制。根据指导意见，对于绿色金融发展要求，对于清洁能源类企业来说，提倡用专业化担保机制支持绿色信贷发展是趋势，例如双碳政策出台后，新能源领域项目建设融资中，多使用收费权质押的方式进行担保，对于借款人来说，可以有效减少传统抵质押所带来的不便，也更有利于提高融资方的投资意愿，易于推动产业发展。

同时还应当看到，核电项目行业监管要求提高，使用担保也不利于执行。2016年，由国家发展改革委、能源局起草的《核电管理条例(送审稿)》(以下简称《条例》)向社会公开征求意见，征求意见稿中明确，作为核电项目的控股股东或者实际控制人应当是国务院国有资产监督管理机构履行出资人职责的企业，并且还需要满足如下条件，一是具有满足国家相关法律法规要求的、完善的核安全管理体系、质量保证体系和核应急保障体系，建立良好的核安全文化；二是持有其他核电项目25%以上股份，并具有作为参股股东至少8年的参与核电项目建设、运行的经验，其中至少包括1个机组的完整建设周期及其3年运行的经验；三是要具有数量不少于300人、符合核电相关资质要求的人才队伍，其中具有5年以上核电相关经验的员工数量不得低于50%，且专业配置应当满足核电项目管理的需要；四是具有较强的资金保障和融资能力；五是国务院规定的其他条件。同时，核电项目控股股东或者实际控制人的准入资质，应该在满足上述条件的基础上，经国务院能源主管部门及投资主管部门审核后，报国务院批准。从上述规定可知，作为核电项目公司的股东，是有较高准入条件的。若单纯依据《项目融资

业务指引》规定“项目贷的借款人可以将项目发起人持有的项目公司股权为贷款设定质押担保”，那么金融机构是否可以作为核电公司的股东，甚至按一般流程来处置核电公司的股权，都是值得进一步商榷的。

四、新监管规定的修订情况

根据本次的征求意见稿，“贷款人经风险评价认为项目融资风险可控，办理信用贷款的，应当在风险评价报告中充分论证”，同时也不再要求贷款人要成为保险的第一顺位请求人。这一规定的放开，从实践上避免了客观上无法实现的管理诉求，使项目公司在进行保险谈判时可以从更有利于项目保障的方面设计方案。同时也从专业监管的角度，为金融机构提供信用贷款给予了理论依据。但也给贷款人提出了更高的风控要求，即应当以更加严谨的方式对待项目贷款的贷前调查工作。

从适用范围来说，本次征求意见稿明确了金融机构的适用范围，为银行业金融机构，并将其明确为在中华人民共和国境内设立的商业银行、农村合作银行、农村信用合作社等吸收公众存款的金融机构以及各政策性银行。但经中国银行保险监督管理委员会批准设立的非银行金融机构发放的项目融资，可参照本规定执行。

五、工作建议

目前，三个办法一个规定正在进行意见征求，相信此次修改正式出台后必然带来对金融工作的重大影响，也将不断优化相关产业的发展，意义极大。笔者认为，金融监管工作一定要注意与产业发展的有机结合，特别是关注特殊产业或行业，监管对产业的推动作用与对金融的审慎指导是同等重要的，让金融业更加贴合产业发展，这样才更有利于金融业服务实体经济。同时，监管也要关注不同领域规定的融合，避免相互之间的矛盾，才更有利于规范的指导意义得到实现。

高温气冷堆和工业热应用

核共体执行机构 皮月

国际能源署在《可再生能源——2025年分析预测》报告中指出，供热是当前最大的能源消耗，约占全球最终能源消耗量的一半，比重远超电力（20%）以及交通运输（30%）。且当前的供热需求一直在稳步增长，已达到207埃焦耳（EJ）。截至2020年，用于工业中的供热约占总供热需求的50%；其余的47%的供热用于建筑中空间和水的加热等；3%的供热用于农业，主要是温室供暖。工业热主要指钢铁、水泥、化学品等各种工业生产中所需求的热量，其中约90%依赖于化石燃料，且其中很大一部分需要高温供热。

政府间气候变化专门委员会（IPCC）2018年发布的《全球变暖1.5℃》特别报告确定，到2050年实现碳中和应该是全球的共同目标。中国政府表示力争在2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和。2020年，工业部门的碳排放约占全球能源相关碳排放量的四分之一，因此其对于实现碳中和至关重要。然而，当前普遍认为工业部门“难以减少”（hard-to-abate）碳减排，因为其工艺需要大规模的高温供热。目前这种高温供热主要由化石燃料提供，而作为其替代品的低碳技术普遍成本高昂、缺乏市场竞争力。

高温气冷堆（HTGR）是一种先进的第四代核电堆型，以氦气作为冷却剂、石墨作为慢化剂，使用全陶瓷燃料，具有良好的固有安全性。同时相较于当前广泛运行的压水堆仅为320℃的堆芯出口温度，高温气冷堆的堆芯出口温度普遍在750~950℃之间。未来随着新材料的应用，高温气冷堆的运行温度还可以进一步提高到950℃以上，也因此其普遍被视为工业部门脱碳的实用选择之一。

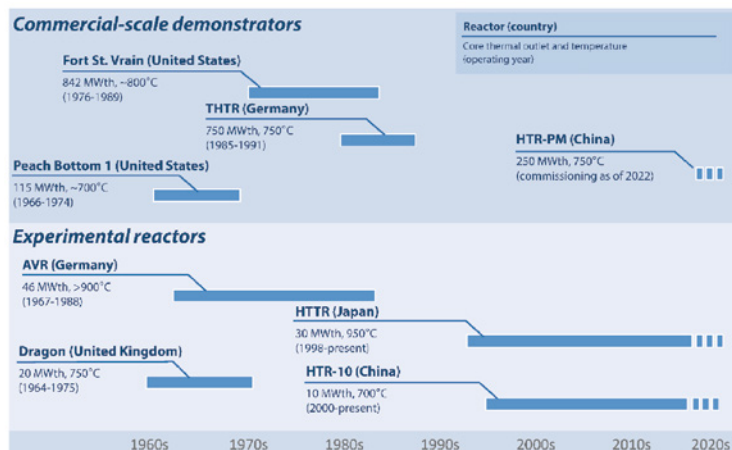
一、高温气冷堆发展概述及现状

在1945年的一个设计研究中，美国提出了第一个高温气冷堆概念。在20世纪60年代，英国、美国和德国出现了实验性质的高温气冷堆项目。随后美国和德国建设了商业规模的示范堆，这些示范堆从1966运行到了1991年，其运行经验和设计改进反映到了日本和中国的实验堆项目中。

中国于2012年底在山东荣成开建华能石岛湾高温气冷堆核电站示范工程，其

采用了两堆供一机的模式，总装机量为200MW，于2022年底实现双堆满功率运行。

美国、英国、加拿大等国实施了满足工业热应用的高温气冷堆的研究项目，并目标在本世纪20年代后期或30年代初期实现高温气冷堆的商业应用。其中美国能源部在其“先进反应堆示范计划”下为X能源公司提供资助，支持其在华盛顿州哥伦比亚亚县的一个现有厂址建设首座Xe-100电厂。加拿大核实验室（CNL）2018年4月启动首个模块化小堆示范项目，包括两种高温气冷堆设计。其中的微型模块式高温气冷堆的进展最快，已进入示范项目的第三阶段（共分四阶段），即土地布置及其他合同谈判。



高温气冷堆的运行历史

图片源自 Beck, L.M. and L.F. Pincock (2011), High Temperature Gas-Cooled Reactors: Lessons Learned Applicable to the Next Generation Nuclear Plant, Idaho National Laboratory, Next Generation Nuclear Plant Project, INL/EXT-10-19329; CNNC (2021), World's first HTR-PM nuclear power plant connected to grid, 20 December 2021.

虽然上述高温气冷堆项目均没有涉及将高温气冷堆与高温工业热应用结合在一起的详细计划，但是各国都在推进相关研究。例如，“欧洲地平线2020计划”于2017年资助了一个名为GEMINI+的国际合作项目，目的是证明高温气冷堆工业热应用的可行性。GEMINI+已提议用于热电联供的高温气冷堆设计基准，并计划在波兰建设一座试验堆。欧洲“可持续核能技术平台”（SNETP）正在规划一项后续国际合作开发活动，重点关注高温气冷堆热电联供的取证和示范。第四代反应堆国际论坛（GIF）正在通过国际合作开展超高温反应堆（VHTR）以及高温核热制

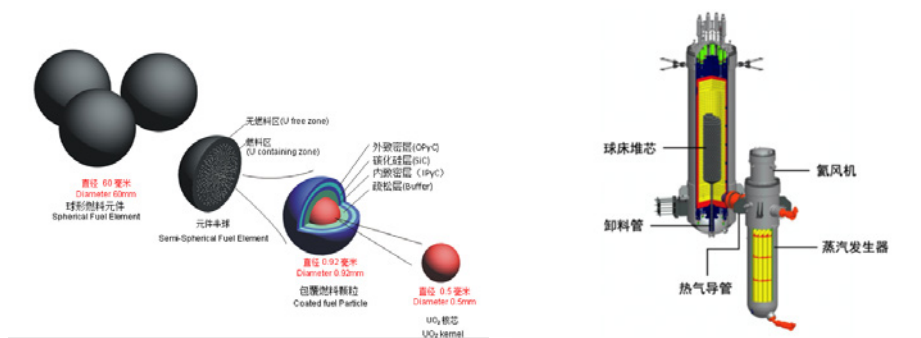
氢技术研究。

现有研究表明，高温气冷堆在以下三个方面拥有很强的安全性

一是非能动安全特性：带有涂敷层的三元结构各向同性（TRISO）燃料颗粒拥有良好的耐高温性能和包封能力，石墨慢化剂拥有高热容量和强导热能力，氦冷却剂具有化学惰性。在这些特性的共同作用下，高温气冷堆在事故工况下，能够不借助外部设备或操纵员干预，将堆芯热量转移至外部环境。

二是在事故应急响应期间降低对操纵员行动的依赖：由于堆芯的低功率密度和石墨堆芯结构件的高热容量，高温气冷堆堆芯温度在事故发生后的上升速度缓慢，为操纵员采取相应行动预留了较长时间，通常为几天或一周。

三是核燃料对放射性核素的稳固包覆：TRISO燃料具有很强的耐高温能力，能够在1600 ~ 1800℃的高温下包覆裂变产物。日本与中国都曾经于实验堆中演示过高温气冷堆一回路失去强迫循环冷却后，反应堆能够通过非能动的方式将堆芯余热导出，确保堆芯的安全。



高温气冷堆示范电站球形燃料元件示意图

高温气冷堆示范电站一个模块示意图

图片摘自清华大学公众号文章：国家最高科技奖出炉，你还不知道高温气冷堆是咋回事？

二、高温气冷堆工业热应用的前景

高温气冷堆在不同工业领域的潜在应用主要由以下因素决定：

过程温度：每个工业部门的工业热温度大致决定了高温气冷堆的适用性。近期内，高温气冷堆特别适用于700℃的温度范围。对于更高的工业热温度需求，则需要进一步的工程研究，包括温度提升的方法和新材料的开发。

工艺兼容性：高温气冷堆的应用也需取决于每个工艺的供热类型，即作为热源如何连接到工艺过程中。如果工业热是通过蒸汽管道供应的，高温气冷堆则需

要相对较小的工程修改，例如通过替换现有的蒸汽锅炉等。相比之下，高温气冷堆作为替代热源直接嵌入到工艺过程中，则需要更多的工艺调整，例如使用高炉炼钢，生产有色金属等。

能源需求规模：一个或一组工业设施的能源需求应足够高，以证明部署高温气冷堆的合理性。研究表明，欧洲工业场所通常消耗超过几百兆瓦的热量（MWth）或相对应的电能，因此需要多个模块组成的相对较大的高温气冷堆反应堆。而对于能源密集程度较低的行业或消耗不到100兆瓦热量的、位于偏远和独立位置的行业，微模块化高温气冷堆则是更合适的选择。

热用户的持续时间：一些潜在应用的行业对象资产寿命有限，例如依赖于资源可用性的行业，因此高温气冷堆设施寿命与相连的资产寿命的兼容是非常重要的。

根据工艺温度和工艺兼容性，经合组织核能机构（OECD/NEA）对于高温气冷堆在不同工业领域的近期潜在应用进行了评估。

工艺兼容性	工业种类	典型工艺温度
可使用现有蒸汽管道	区域供热	80-150°C
	海水淡化	70-130°C
	油砂	约 300°C
	化学药品	250-600°C 800-900°C（催化裂化）
	纯碱生产	300-400°C
需要特定的工程调整或工艺设计	纸浆和造纸生产	100-400°C
	炼油	350-550°C 600-800°C（催化裂化）
	铝生产	100-300°C（氧化铝水合成） 800-1000°C（氧化铝煅烧）
	氨生产 （天然气转化）	600-800°C（天然气转化） 400-500°C（氨合成）
	制氢	约 750°C
	油页岩	约 500°C
需要进一步分析	石灰、玻璃、水泥、陶瓷、有色金属	800-1500°C
	钢铁制造	1300 – 2500°C

高温气冷堆在不同工业领域中的近期潜在应用

以上应用场景中，近期最有前景且能够大规模应用是蒸汽供应（通常为 550°C ）。蒸汽供应作为热载体和催化反应物，在许多工业场所中广泛应用，同时在大多数工业化国家的市场相当可观。目前，这种蒸汽的供应几乎完全由化石燃料锅炉或热电联产厂提供。现有蒸汽网络和容量的可用性也有助于高温气冷堆参与这些工业部门的高温蒸汽供应。初步评估证实，近期内，区域供热、海水淡化、化学生产和纯碱生产是最有可能采用高温气冷堆进行供热的。

中长期发展中，高温气冷堆在氨和氢气生产方面具有巨大的潜力。氨和氢气作为可储存能源载体的需求预计将大幅增长。在传统的天然气生产氨或氢气的技术路线中，高温气冷堆可用于原料的预热或氮气加热重整过程，从而减少燃料燃烧以及相关的二氧化碳排放。将来可通过研发和优化高温蒸汽电解（HTSE）和热化学循环技术方法，进一步利用高温气冷堆工业热降低氢气或氨生产中的碳排放。其中，高温蒸汽电解需要的供热温度高于 650°C ，热化学循环需要的供热温度高于 850°C ，需要对高温气冷堆的堆芯出口温度进一步的提高。

三、高温气冷堆工业热应用的优势和挑战

高温气冷堆为工业部门提供能源供应，具有以下显著的优势：

一是低碳能源：核能是目前温室气体排放量最低的技术之一。高温气冷堆通过发电以及工业供热，都有助于减少化石燃料的使用和相关碳排放。

二是高温供热：除高温气冷堆外，目前尚无其他低碳技术可以达到商业规模的工业应用。

三是供热的可靠性和灵活性：与传统核电站一样，高温气冷堆不受天气等外部条件显著影响，并且可以长期可靠运行。同时如果进行专门的设计，高温气冷堆还可以通过功率控制来灵活运行以满足热量的需求，以及在热-电-储能中动态切换。

四是供应安全：目前全球范围内铀储量丰富。相对稳定的铀供应和燃料成本在总运行成本中所占的份额很小，高温气冷堆的稳定运行有助于能源供应安全，避免成本大幅波动。

五是灵活部署：高温气冷堆的占地面积小于常规核电厂，并且在发生事故时不需要可靠的水源进行堆芯冷却，对于场址要求相对较低，可以进行更加广泛的选址。

除去以上的优势外，高温气冷堆未来的推广仍需要在以下方面展开相关的工作：

一是就高温气冷堆与工业供热的配套工作展开针对性研究。除高温气冷堆自身安全性外，在工业过程的设计、许可以及运营中，均需要考虑与高温气冷堆匹配的安全性。如避免核设施以及工业设施之间交叉污染，确保工业设施中热负荷的波动对于反应堆的影响在技术限值内，采取相关的安全措施避免高温气冷堆以及工业设施之间的安全影响等。

二是与更多的利益相关人员进行沟通和合作。仅依靠核工业内部的研究和开发不足以消除高温气冷堆在工业界发展的限制，也因此需要核工业与相关的工业部门展开广泛的合作研究，促进双方对于核能和工业流程之间互相影响的理解，并进一步评估或重新设计整个工艺流程。

三是制定和协调相关的监管程序。核法规和其他相关工业法规关于高温气冷堆与工业过程连接的管辖范围和边界要求，对系统配置和商业计划具有重大影响。当前尚无专门可用于相关方面的明确的监管方案。在项目规划早期，相关的政府监管机构即参与到与行业相关人员的沟通与合作中，可有效推进高温气冷堆在工业热应用方面的发展。

四是适时建立高丰度低浓铀（HALEU，即铀-235丰度在5% ~ 20%之间的浓缩铀）燃料供应链体系。当前提出高温气冷堆商业应用的基础是高丰度低浓铀核燃料，而这种核燃料预计在2035年才能达到实质性应用水平。为了匹配高温气冷堆的开发和推广，应适应性的对于高丰度低浓铀核燃料的浓缩、再转换、运输和制造等工艺流程展开研发。

五是政府对于碳减排政策的承诺并提供可预测且有效的激励方案。高温气冷堆以及匹配的工业设施、HALEU燃料的供应链等相关新技术的开发，均需要相当大的努力和投资开发。也因此政府应提高商业环境的稳定性和可预测性，广泛鼓励各方参与这种深度的脱碳技术的开发和部署。

高温气冷堆作为第四代核电技术，随着华能石岛湾高温气冷堆示范工程的首次实现双堆满功率运行，也标志着我国在这一发展赛道上占据了领先的优势。基于高温气冷堆在工业热上具备的优良特征，我国在碳达峰碳中和的实践中，势必会展开更进一步的技术研发和配套的鼓励政策，以扩宽高温气冷堆的商业应用范围。作为核保险人，未来对于高温气冷堆的关注，不止要聚焦在常规的核电范畴，还需要对于可能涉及的不同工业分类以及厂址多样性带来的变化进行深入研究，以保证核保险风险持续可控。



主办/编辑：中国核保险共同体执行机构

联系电话：010-83498317

联系邮箱：longna01@cpcr.com.cn

本刊部分图片来自网络，因无法联系到作者，如本刊使用了您的作品，
请主动联系本刊编辑。内部资料 免费交流



欢迎关注
中国核共体微信公众号