

2025年12月20日，全球首台商用超临界二氧化碳发电机组在贵州六盘水首钢水钢集团成功商运，这也是超临界二氧化碳余热发电技术“超碳一号”的全球示范工程。“超碳一号”不再“烧开水”，而是采用超临界二氧化碳为循环工质，发电效率提升85%以上，净发电量提升50%以上。

突破“原子缝合术”： 中国科学家“闯关超碳”

200年来，蒸汽发电的“烧开水”模式长期主导全球能源动力领域，但其效率、适配性与运维的瓶颈日益凸显。在科技自立自强、“双碳”目标与新质生产力发展的时代命题下，一场颠覆性的能源技术变革悄然落地。

来自中国核动力研究设计院的科研团队用17年坚守，攻克超临界二氧化碳发电技术，以原创核心技术开启全新赛道。

捕捉二氧化碳的“超能力”

2025年12月20日，贵州六盘水首钢水钢集团内，随着控制中心大屏显示最后一组数据达标，全球首台商用超临界二氧化碳发电机组“超碳一号”成功并网商运，标志着中国科学家在超临界二氧化碳发电技术领域完成了“从0到1”的突破。

自2009年起，中核集团首席科学家、“超碳一号”总设计师黄彦平牵头布局超临界二氧化碳发电研究，青年科学家团队锚定传统蒸汽发电的固有瓶颈，精准挖掘出二氧化碳作为发电工质的独特“超能力”，持续攻坚17年，为能源技术革新找到了更优突破口。

200年来，尽管全人类的发电技术在持续进步，但不论是传统的火力发电还是先进的核电技术，以及各类余热蒸汽发电，原理都类似于“烧开水”，就是用热量将水

变为水蒸气，推动汽轮机转动来发电。

而随着近年来新能源发展带来对灵活性、响应速度与系统集成度的更高要求，蒸汽轮机遭遇了水蒸气相变特性的热力学天花板。蒸汽发电设备体积庞大、运维流程复杂，且功率爬坡速率小于每分钟3%，响应速度迟缓，无法适配新能源快速调峰、工业余热波动的现代能源需求，难以契合新型电力系统的发展趋势。

中国核动力研究设计院研究员官厚军介绍，不同于水等其他工质，二氧化碳无需高成本温控条件，通过常规加热加压即可实现状态转换，依托大气、自然水体即可冷却至超临界状态点，工况可实现性极强。

依托这一独特属性，超临界二氧化碳发电技术实现了全方位突破。发电效

率较传统机组大幅提升，设备所需场地缩减50%以上，功率爬坡速率可达每分钟10%，是传统蒸汽发电的3倍多，能够快速响应工业余热波动、新能源并网调峰等复杂场景。

同时，整套系统结构精简，无需复杂的水化学处理、补水体系，运维人员可缩减至原有三分之一，真正实现高效、集约、轻量化运行，尤其适配钢铁、水泥、光热发电等中高温工业余热利用场景，为中小功率能源装备升级、工业节能降碳提供了革命性解决方案。

专家初步测算，如果将这项技术应用到全国的烧结余热改造，预计每年可以节约标准煤483万吨以上，减少二氧化碳排放1285万吨以上，为我国培育绿色低碳新质生产力、推进“双碳”战略提供又一核心技术支撑。

为“原子级”难题找出中国方案

早在20世纪60年代，超临界二氧化碳发电理念就由全球多国学者提出，我国科学家也早早关注到了这一理论的前景。

但超临界二氧化碳发电始终无法实现工程化落地，核心受制于两大技术：大

型真空扩散焊接技术与超临界工质适配涡轮机技术。

真空扩散焊接技术被称为“原子缝合术”，是制造高端换热器的核心工艺，也是最难突破的第一道关卡。长期以来，美、英等国垄断真空扩散焊接技术核心工艺，对我国实施严格技术封锁，核心设备、工艺参数完全保密，团队海外考察仅能远观厂房。

该技术依托真空高温环境，让数百层布满微米级流道的合金板依靠原子自主扩散“生长融合”，无需焊条辅料，即可实现原子级无缝拼接。大型换热器拥有几十万个微流道，焊接过程中压力、温度的细微偏差，都会造成流道堵塞、板材变形、焊接不均，直接导致设备报废。

“但我们最着急的不是反复失败，而是不能让国家的科研经费‘打水漂’。”团队扎根生产一线、驻厂通宵调试，联合国内产业链企业补齐工艺短板，逐步攻克蚀刻精度控制、高温压力平衡、原子扩散一致性等核心难题，自主迭代出0.6米至2.4米全系列真空扩散焊炉，彻底打破海外技术垄断。

涡轮机适配技术成为掣肘工程化落

地的另一块硬骨头。

传统汽轮机适配气体工质，叶轮级数多，而小功率超临界二氧化碳涡轮机往往需做到仅通过两级叶轮，就能实现23兆帕至8兆帕的超大压差递减，极易出现转子窜动、部件碰磨等问题。

针对这一难题，团队创新优化涡轮机结构设计，独创轴向推力平衡方案，通过精准动态施压抵消转子轴向推力，解决高压工况下转子窜动磨损难题；同时研发适配超临界工质的密封技术，杜绝外源介质污染，实现工质低泄漏、高回收，保障机组高效纯净运行。

“核心技术的同步突破，补齐了超临界二氧化碳发电的全链条技术短板，让这项之前只存在于构想的前沿技术，真正实现规模化工程应用。”官厚军称。

“科研人要有远大目标，要把中国技术带到世界前列，这是信念，更是责任。”官厚军说，“超碳一号”科研团队汇聚大批“90后”“95后”青年博士，平均年龄30余岁，老中青传帮带的梯队模式，让这支年轻队伍既有深耕科研的定力，更有敢闯敢创的活力。

据新华社

赡养负担重 日本“死后离婚”增多

随着日本老龄化日益严重，越来越多的日本人在配偶去世后还办理“离婚”手续，即“死后离婚”。

所谓“死后离婚”，并非与去世的配偶离婚，而是与配偶的父母断绝关系。《日本经济新闻》28日报道，“死后离婚”数量自2015年开始上升，2017年达到4895起，随后几年缓慢减少，但2024年又达到4027起的小高峰。

在日本，办理“死后离婚”手续非常简单，只需向本人户籍或居住地所在地的地方政府提交姻亲关系终止申请书即可。无需通知或征得已故配偶亲属的同意。提交申请后，子女与祖父母或外祖父母之间的法定亲属关系保持不变。另外，“死后离婚”也不影响与已故配偶之间的法律关系。当事人仍可选择保留配偶的姓氏，仍拥有应得遗产和保险金。

《日本经济新闻》说，十几年前的“死后离婚”高峰主要由女方推动，最常见的原因通常是与丈夫或公婆不和，希望借此行为摆脱与具有父权制色彩的婆家关系。相比之下，最近这一数字增长，主要因为有人不愿赡养配偶尚在世的父母。

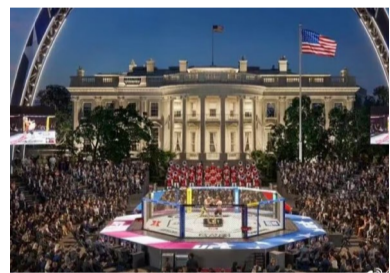
统计数据显示，2024年，日本75岁及以上的老年人数量达到2069万，在二十年内激增至原来的约1.7倍。

《日本网》说，一些保留传统思想的人认为，女性结婚后就成为丈夫家庭的一员，不但需要与公婆一起居住，还要帮助处理家族生意、与亲戚保持联系以及照顾年老的公婆。

如今，女性普遍外出工作，婚后像丈夫一样继续工作，在操持家务、养育孩子的同时，也为家庭提供经济支持。无论是在情感上还是经济上，她们都很难再为公婆扮演传统的儿媳角色。

据新华社

美军招募士兵 观看白宫格斗赛 身材必须健硕



美国五角大楼正为一场庆祝美国独立250周年的格斗赛招募军人观众，要求应征者必须身材健硕匀称。

《华盛顿邮报》30日援引知情人士和军方内部文件报道，过去数天，五角大楼开始在美军内部招募数百名观众，于6月14日观看在白宫南草坪举行的终极格斗冠军赛(UFC)。这是美国总统特朗普为庆祝美国独立250周年而计划举行的系列活动之一。

军方内部文件要求应征者的身材“必须符合现行腰围与体重比例标准以及体能标准”。另外，他们观看比赛时必须穿短袖制服。

五角大楼重点在薪资最低级别的美军士兵中招募观众。内部文件注明，观看比赛的费用需自理。

格斗赛当天是特朗普80岁生日。去年6月14日，美国政府在华盛顿举行阅兵式，庆祝美国陆军建军250周年。特朗普出席阅兵式。美国媒体报道，特朗普告诉下属，他对这场阅兵式感到“失望”。

据新华社