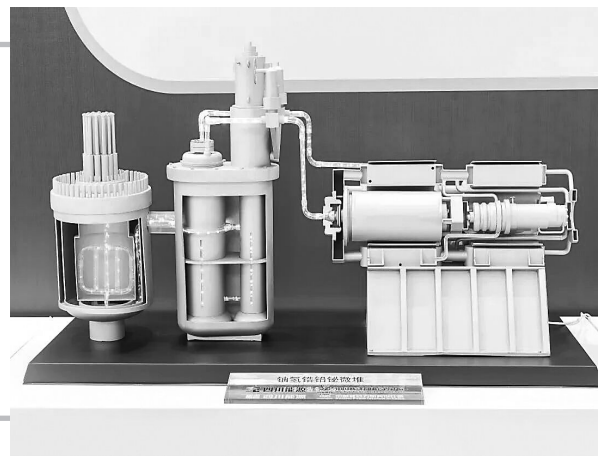
执行主编：刘琳佳 责任编辑：刘雪娇 电话：(0451)84612187 E-mail:nhlnrb@163.com

核能“充电宝”来了

一台核反应堆能有多小？说出来你可能不信：堆芯跟家用冰箱差不多大，加上发电系统也只需要两三个集装箱就能装下，卡车、飞机、轮船都能拉着走。

10月20日，由中国核动力研究设计院和四川能源发展集团联合成立的四川能源核产业有限公司正式揭牌，核心业务就是聚焦先进微型核反应堆的技术研发与产业化，标志着我国微堆技术正式从实验室走向工程化应用的新阶段。



核反应堆，怎么“装”到集装箱里的？

如果只从字面上看，你可能会想，微堆是不是就是把大核电站按比例缩小了？

答案当然是否定的。微堆的小是与生俱来的。

微堆电功率上限通常不超过10兆瓦。相比之下，一座百万千瓦级的常规核电机组，功率是微堆的上百倍。功率小了，需要装进去的核燃料、导出的热量、包容的裂变产物总量都会变少，对应的配套设备数量和体积自然也不是一个量级。

但能把堆芯做到“冰箱级”，靠的可不只是降低功率，而是燃料、冷却剂、安全设计等多个层面一起“减负”。

铀氢锆铅铋微堆技术路线中，燃料用的是铀氢锆燃料，名字太拗口，记不住没关系，你只需要知道，这里面的氢元素充当了慢化剂的作用，这和之前燃料与慢化剂各自独立的设计大不相同，相当于二者从“分居”变成了“同居”，都“住”在了一起，占用的空间自然就少了。

不用外界干预，自己“刹车”保安全

东西小了，离人更近了，安全这根弦反而要绷得更紧。微堆的回答很简单：它想失控，物理规律都不答应。

微堆的安全性被称为固有安全性，是“固有安全燃料+固有安全堆型”的双重叠加。

微堆采用的铀氢锆燃料有一个被称为瞬发负反馈效应的特点。极端情况下，当堆芯内的核裂变反应失控，温度开始升高时，燃料里的氢率先不乐意，它会率先发威，通过一系列复杂反应，带着核裂变反应自动往下走，给反应堆“踩刹车”。

与此同时，因为氢就嵌在燃料内部，这种反应在毫秒级别就完成了，远快于任何人类的介入操作，这从物理规律上就杜绝了发生严重事故的可能。

铅铋冷却剂也有讲究，其导热性能优良、事故排热快，还拥有强大的自屏蔽能力，能把放射性物质兜住，极端情况下还可注水冷却形成“铅封”，给反应堆安全又加了道保险。

电网这么发达，这“小家伙”给谁用？

如果把大电网看作能源体系的“主动脉”，微堆就是深入末梢的“毛细血管”，是大电网之外的能源补位者。可以把微堆看作是一个移动的核能“充电宝”：哪儿电网够不着，它就可以放在哪儿。

在海岛和远海平台：拉海缆、建柴油发电，技术难度大不说，成本还高，供应也不稳。微堆往那儿一放，事情就变了：一台2兆瓦级微堆，设计寿命40年以上，装一次燃料能连续供电5到10年，如果有余力，还能接上海水淡化设施生产淡水。这下水和电都有了，再偏远都不怕。

《科技日报》

炮口制退器——火炮的“后坐刹车”

火炮发射时会形成冲击波产生后坐力。如果没有制退装置，巨大的后坐力会将火炮掀翻，甚至危及炮手安全。而炮口那个布满孔洞的装置，就是火炮的“后坐刹车”——炮口制退器。

炮口制退器的工作原理并不复杂，炮弹出膛后，高压火药燃气经过制退器腔室向侧后方喷射，依靠气流反作用力抵消部分火炮后坐冲量。

火炮的后坐力不容小觑。一门大口径榴弹炮发射时，后坐力可达数十吨。如果没有炮口制退器，这些火炮只能安装在笨重的固定炮架上，机动性能受限。炮口制退器的出现，让大口径火炮同样能快速机动，提供灵活可靠的火力支援。

各国的炮口制退器设计各有不同，主要分为3大类。冲击式炮口制退器通过燃气冲击挡板产生制退力，制退效率高，曾在二战坦克上运用较多；反冲式炮口制退器使燃气从大量细小的向后斜孔喷出，以此抵消后坐力；复合式炮口制退器则结合了两者优点，制退效率和冲击力控制都比较出色，较为典型的如俄罗斯2S19自行火炮，采用的是这种设计。

不同设计差异的背后，是对火炮作战需求的综合考量。早期坦克炮因为空间有限，对制退效率要求更高，通常采用冲击式炮口制退器；牵引式榴弹炮需要炮手在附近操作，对冲击波的控制更严格，大多采用反冲式炮口制退器。同时，炮口制退器的设计还要考虑对射击精度的影响，不对称的燃气喷出会导致弹丸出膛发生偏差，因此需要进行精密的加工和调试。

炮口制退器的作用，还需要与驻退机、复进机协同配合。驻退机吸收剩余的后坐能量，复进机则将炮身推回原位，三者共同组成了火炮的反后坐系统。这种“多级缓冲、协同制动”的设计，让火炮能够在发射中保持稳定，也诠释了“刚柔并济”的设计智慧。

《解放军报》

X 先贤匠影

神臂劲弩 宋军利器

神臂弓虽以弓为名，实质是一件单兵踏张弩，诞生于北宋熙宁年间。从科技史角度看，它不是单一匠人的灵感产物，而是一套材料、力学与人机工程高度协同的远程射击系统。其出现，标志着冷兵器时代单兵弩在储能效率与标准化制造上达到一个高峰。

它的核心结构可拆解为四部分。弓身以山桑木为胎，这种木材纤维密实、弹性模量高，擅长承受压缩应力并储存势能；弩梢用檀木，硬度大、抗弯强，负责把弦的回弹高效传导到箭杆。前端装铁制踏镫，张弦时脚踩固定，把人体腰腿力量引入上弦动作；后端嵌铜铸弩机，包含郭、牙、望山、悬刀、钩心与枢销。铜材耐磨、不易锈、铸造精度稳，能在高频击发中保持机构可靠。弓弦以麻绳为芯、外扎丝线，兼顾抗拉与回弹。

从力学原理看，神臂弓是一次典型的弹性势能转化过程。射手踏镫、双手引弦，腰腿臂合力做功，使弩臂发生可控弹性形变，能量按形变平方积累。挂弦后，扣动悬刀，钩心通过斜面自锁释放机牙，储存的势能在一瞬间转为弦与箭的动能。望山带刻度，可据目标距离调仰角，补偿箭道下坠，这已经具备简易弹道修正逻辑。

射程数据文献口径不一：有记二百四十余步，有记三百步乃至三百四十余步。按宋制约数折算，极值可达三百七十米至五百米，但军中考核线多定在一百二十步上下，约一百七十米，看重的是稳定穿甲而非极限抛射。配木羽箭与凿形破甲镞，在百步内可洞穿重札，对重甲骑兵形成有效压制。

更关键的是它的工程制度化。宋代设军器监统一图样，木作、金作、皮作、箭作分工总装，零件强调互换。踏张方式降低对单兵臂力的绝对依赖，使普通士兵经训练即可操作。战场上再以叠阵分层：神臂弓在百步先发，强弓继之，把慢射速的缺点用队列纵深补齐。

神臂弓的局限同样明显。拉力初制偏高，后下调以保出勤率；麻木机构怕潮、怕损耗，维护成本大；加之宋廷严控工艺，败则碎之勿落敌手，技术链条过度集中。

本报综合

承印单位：黑龙江龙江传媒有限责任公司、经济日报印刷厂、广州蓝海印刷有限公司、河北报业传媒集团印务有限公司、河南省邮电科技有限公司、山东大众华泰印务有限责任公司、西安蓝星新技术开发有限责任公司、江苏鸿兴达邮政印务有限公司