

# 第 7 届 “核 + X” 决赛 & 陕核高峰论坛纪要

---

一小块浓缩铀

2023 年 1 月 8 日

西安交通大学 核科学与技术学院

# 第 7 届 “核 + X” 决赛

# 第 7 届“核 + X”决赛

## 1. 上海交通大学：方舟反应堆制作指南

- 1.1 核聚变：氘氚反应；
- 1.2 托卡马克磁约束装置；
- 1.3 新世界的钥匙，东方超环 EAST 实现 1056 秒运行，环流器 2 号 HL-2M 实现 1 MA 放电；
- 1.4 工业革命是能源转换的革命。

## 2. 哈尔滨工程大学：辐射不育技术

- 2.1  $^{60}\text{Co}$  和  $^{137}\text{Cs}$  衰变放出  $\gamma$  射线辐射不育；
- 2.2 生殖细胞对辐射的敏感程度比体细胞更高；
- 2.3 核技术昆虫防治和其他应用。

## 3. 南华大学：跟着辐宝去造福

- 3.1 低能电子束 (10 MeV) 灭活耐低温病毒，阻止冷链食品传播；
- 3.2 不穿透外包装且无残留，效率高；
- 3.3 辐照育种技术，提高产量和营养价值。

## 第 7 届“核 + X”决赛

### 4. 南京航空航天大学： $\gamma$ 射线高度计

- 4.1 返回舱着陆前紧急制动的高度判断（1 m 左右）；
- 4.2  $\gamma$  源和闪烁体接受器，毫厘级精度，抗干扰性强，实现有限燃料的有效制动；
- 4.3 核技术在航天领域的应用。

### 5. 核工业学院：“核”心跳动

- 5.1 核电池心脏起搏器，终生不用更换电池；
- 5.2 放射性同位素衰变放出载能粒子，通过热电材料转换（塞贝克效应）；
- 5.3 能量密度高，体积小，寿命长，不会造成辐射损伤。

### 6. 苏州大学：平地惊“镭”

- 6.1 镭产生  $\alpha$  衰变对肿瘤细胞杀伤效果好；
- 6.2 镭和钙同主族，对骨癌治疗靶向性强。

### 7. 西安交通大学：蚊核友

- 7.1 辐照灭蚊技术，射线破坏雄蚊的生殖细胞，小剂量辐照致使完全不育，但雄蚊求偶能力有一定下降；
- 7.2 消灭携带致命病毒的蚊子，防治传染病；
- 7.3 亚不育剂量辐照使得染色体易位，辐照雄蚊求偶能力与正常雄蚊相当。

### 8. 核工业学院：遥相应核，月来月好

- 8.1 放射性同位素电池（千瓦级）月球核反应堆电源（百千瓦级）供电；
- 8.2 屏蔽层，深埋月壤等措施削弱辐射。

# 陕核高峰论坛

# 潘德炉院士：世界百年变局对我国科技根基的思考

## 1. 中国的崛起挑战美国霸权

- 1.1 邓小平：“韬光养晦、有所作为”“科技是第一生产力”。
- 1.2 新型大国关系：相互尊重、和平共处、合作共赢。
- 1.3 美国将中国视为“长期、头号战略竞争对手”。
- 1.4 拓展利益看海上权利和海洋安全。

## 2. 对我国科技根基的思考

- 2.1 要有破釜沉舟的魄力和决心研发高端芯片。
- 2.2 加快通导遥一体化星链网络建设。
- 2.3 发展自主可控大数据核心算法。
- 2.4 自主可控的操作系统是软件之本。
- 2.5 人才是国家科技竞争力核心根基。

# 邱爱慈院士：脉冲功率技术：能源开发的新手段

## 1. 脉冲功率技术概述

- 1.1 初级储能，脉冲功率系统，负载。
- 1.2 储能、开关、绝缘、传输线、负载和测量技术。
- 1.3 核爆模拟、高新武器、核聚变、能源开发。

## 2. 聚变能源技术发展现状

- 2.1 劳逊判据（氘氘反应） $T > 100 \text{ keV}$ ,  $n\tau > 10^{16} \text{ cm}^{-3} \cdot \text{s}$ 。
- 2.2 磁约束（托卡马克、仿星器）、激光惯性约束（ICF）。
- 2.3 国际热核聚变堆 ITER，东方超环 EAST，美国国家点火工程（NIF）。
- 2.4 Z 箍缩聚变科学技术，产生高温、高压、高密、高速和强辐射环境。

## 3. Z 箍缩聚变裂变反应堆

- 3.1 聚变-裂变混合能源是未来清洁能源的重要方向。
- 3.2 Z 箍缩驱动器 + 局部体点火靶 + 深次临界能源堆。
- 3.3 Cz-15 装置，用于强辐射模拟、材料科学、天体物理等。



## 4. 能源开发的新手段

- 4.1 国家能源安全形势紧迫，西部富油煤潜力巨大，煤炭生产安全形势严峻。
- 4.2 可控冲击波技术：大电流在金属丝局部迅速释放能量。
- 4.3 冲击波致裂砂岩效应实验、常规油水井增注、煤矿钻孔瓦斯治理。

## 5. 前景和展望

- 5.1 保障国家油气和煤炭供给。
- 5.2 解决高温高压环境中应用的难题，推进页岩油、富油煤的开发。

# 于俊崇院士：实现“双碳”——核能的机遇与挑战

## 1. 实现“双碳”的意义和难度

- 1.1 拯救地球气候，改善人类居住环境，推动国家高质量发展，建立人与自然和谐共生的生态文明，发展清洁能源实现能源自给。
- 1.2 时间紧、任务重、难度大，众多清洁能源技术需要开发，50% 以上的技术尚不成熟。

## 2. 核能的机遇和挑战

- 2.1 机遇：能量密度高，技术成熟，供热稳定，减排效果显著，党和国家寄予期望和鼓励。
- 2.2 挑战：储能技术（钠电池、钙钛矿电池），高新电网技术（柔性、分布式智能电网），光伏上网电价低、转换效率高，风光电制造规模大、速度快，煤的清洁利用技术。

## 3. 核能必须与时俱进

- 3.1 以新技术改造“二代+”核电机组。
- 3.2 积极有序发展三代核电。
- 3.3 开发适用不同场合的微核反应堆。
- 3.4 加大核能利用产业链中薄弱环节技术研发。
- 3.5 加大研发先进核能技术及应用。

## 4. 小结

- 4.1 实现“双碳”是一场深刻变革，意义重大。
- 4.2 实现“双碳”过程中需要每一种能源做贡献。
- 4.3 核能是人类不可或缺的能源。
- 4.4 每个人都是节能减排的变革者，也是建设生态文明的变革对象。

# 罗琦院士：新一代核能技术特征与发展方向

## 1. 我国严峻的能源形势

- 1.1 能源消费快速增长，供应需求矛盾突出。
- 1.2 对外依存度高（石油、天然气、铀），能源安全形势严峻。
- 1.3 能源结构偏煤炭，能源转型降碳难度大。
- 1.4 产业结构偏重工业，节能降耗难度高。

## 2. 我国发展核能的迫切需求

- 2.1 “双碳”目标下，逐步满足我国能源发展需要。
- 2.2 国家能源安全需求，世界能源强国（美、俄、法）以核能作为战略优先选项。
- 2.3 核能创新引领急迫。

## 3. 我国核能现状

- 3.1 以压水堆为主的基本格局，发展热堆快堆二元协同。
- 3.2 核电发电量远低于世界平均水平。
- 3.3 四代堆与预期安全性、经济性存在差距，尚未形成重点发展堆型。

## 4. 新一代核能主要目标

- 4.1 需求牵引，技术前迎，回应关切。
- 4.2 安全性问题为核心（“固有安全”型），经济性（“经济高效”型）、环境影响（“环境友好”型）和铀资源问题（“资源节约”型）并重考虑。

## 5. 新一代核能主要特征

- 5.1 反应堆具有固有安全特性，不存在堆芯熔化风险，放射性自我包容。
- 5.2 经济高效，发电成本低，热效率和发电效率高。
- 5.3 环境友好，全域选址，零污染、零排放。
- 5.4 资源利用率大幅提升，先进乏燃料处理技术，燃料利用率高。

## 6. 新一代核能主要堆型

- 6.1 一体化快堆（池式钠冷快堆），蓄热能力巨大。
- 6.2 固有安全在线增殖自然反应堆（铅冷行波堆）， $k_{\text{eff}} = 1$  保持稳定，燃料利用率提高（一次装料，燃至退役），环境影响下降。
- 6.3 改进型三代堆（钠冷快堆，超高温气冷堆、熔盐堆）。