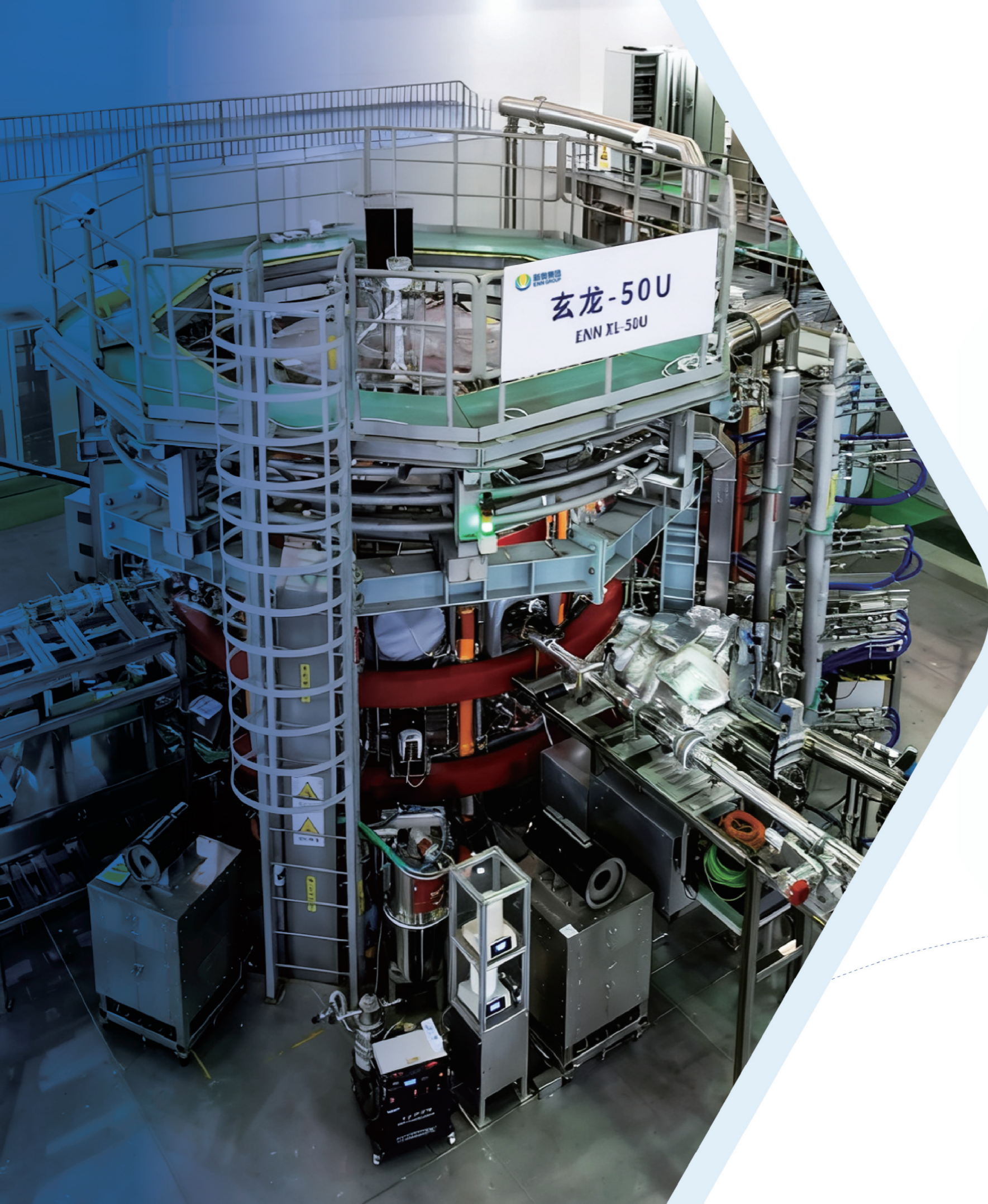




# 新奥商用聚变能源

ENN COMMERCIAL FUSION POWER



用我所能 善待明天



员工人数

**40000+**

家庭用户

**3200万+**

企业用户

**293000+**

## 新奥——中国最早开展商用聚变能源开发的民营企业

新奥集团以“用智能构建需供关系，打造现代能源体系、提高消费者生活品质”为使命，致力于成为一家受人尊敬的创新型智慧企业，自1989年在河北廊坊创业以来，以日益增长的客户需求为指引，逐步发展出了涵盖城市燃气运营、天然气全球供应链、泛能服务在内的清洁能源生态，以及涵盖智能家、智能游、健康服务在内的品质生活生态。



新奥能源 (02688.HK)



新奥股份 (600803.SH)



新智认知 (603869.SH)



西藏旅游 (600749.SH)

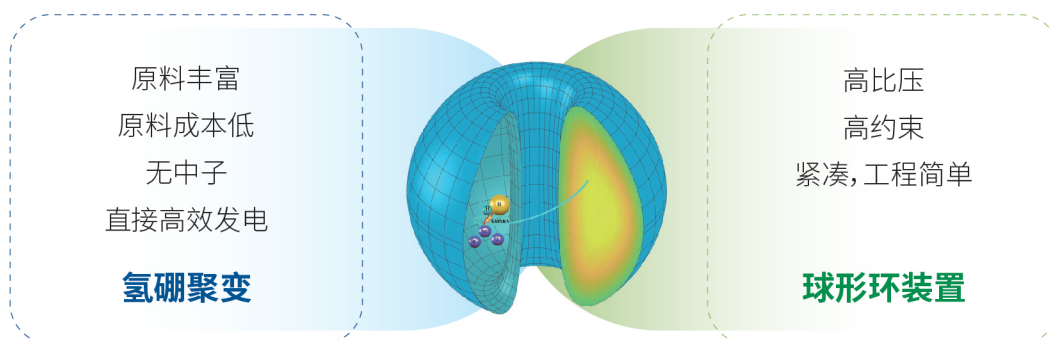
新奥科技发展有限公司(新奥能源研究院)隶属于新奥集团,作为中国最早布局商用聚变能源的民营企业,2017年启动“无中子、低成本、商用化”的聚变研发探索,聚焦球形环氢硼聚变技术路线,旨在开发出清洁安全、燃料易得、成本低廉的商用聚变能源。

- 2017.08** 启动紧凑型聚变技术研究
- 2018.07** “EFRC-0”场反位形装置建成并开展实验
- 2019.08** 建成国内首座中等规模实验装置“玄龙-50”并成功放电,用时10个月
- 2020.12** “河北省紧凑型聚变重点实验室”通过建设验收
- 2021.07** “玄龙-50”装置电子回旋波无感电流驱动等离子体电流达170kA为国际上最高值
- 2022.07** 确定球形环氢硼聚变技术路线
- 2023.12** “玄龙-50U”装置完成升级建设,用时3个月
- 2024.01** “玄龙-50U”装置正式启用,实现首次等离子体放电
- 2024.08** “玄龙-50U”装置实现500kA氢硼等离子体大电流
- 2025.04** “玄龙-50U”装置实现1MA氢硼等离子体大电流、温度4000万度
- 2025.05** “玄龙-50U”装置TF线圈1.6秒稳定通流,中心磁场1.2T所有工程设计指标全部实现
- 2025.10** 团队成员300+,硕博士200+,聚变研发投入累计达40亿元人民币

# 致力成为聚变能源商业化的引领者

可控核聚变因其近乎无限的潜力，被视为能源的终极解决方案。实现这一宏伟蓝图，必须满足商业能源对安全、清洁与低成本的核心诉求。

新奥选择的球形环氢硼聚变技术路线，凭借其原料储量丰富、反应安全环保及能源转换效率更高等属性，高度契合未来能源商业化的要求，是一条全新的可商业化的技术路线。



## ● 新奥球形环氢硼聚变技术路线的目标

2030年前点亮氢硼聚变第一盏灯。

2035年前实现稳态、大功率发电，2035年进入聚变示范堆阶段。



## 小步快跑, 迅速培育聚变核心竞争力

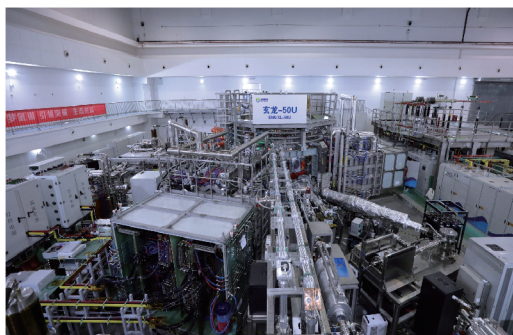
### ● “玄龙-50” (EXL-50)

2019年8月, 新奥自主设计并建成国内首座中等规模球形环物理实验装置“玄龙-50”。该装置稳定运行4年, 累计开展物理实验超2万次, 电流驱动达170kA, 创造了ECRH无感驱动世界纪录。



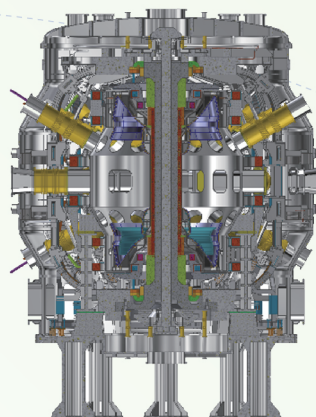
### ● “玄龙-50U” (EXL-50U)

2023年, “玄龙-50”升级为“玄龙-50U”。2025年, 距离首次放电仅一年时间, 达到中心磁场1.2T秒级的较高水平, 氢硼等离子体电流达到1MA, 温度4000万度, 参数超设计上限, 跻身球形环国际领先行列。作为中国首个、唯一MA级球形环装置, 填补国内该路线空白。



### ● “和龙-2” (EHL-2)

新奥正在建设整体参数国际领先的球形环新装置“和龙-2”, 籍此探索解决氢硼聚变中的关键科学与技术问题。目前已完成工程设计和关键测试工作。基于“和龙-2”物理设计成果的13篇论文于2025年2月在行业学术期刊《等离子体科学与技术》专刊发表。项目预计2027年建成。



# 理论创新与工程技术紧密协同

新奥聚变理论研究覆盖从路线规划、核反应机理、装置物理设计到实验验证与分析的研发全链条,为聚变装置研发提供理论依据与方向牵引;工程研发实现主机系统、加热与驱动、等离子体控制及磁体工程等关键技术落地,高效支撑物理实验验证需求。

## 物理理论与实验研究

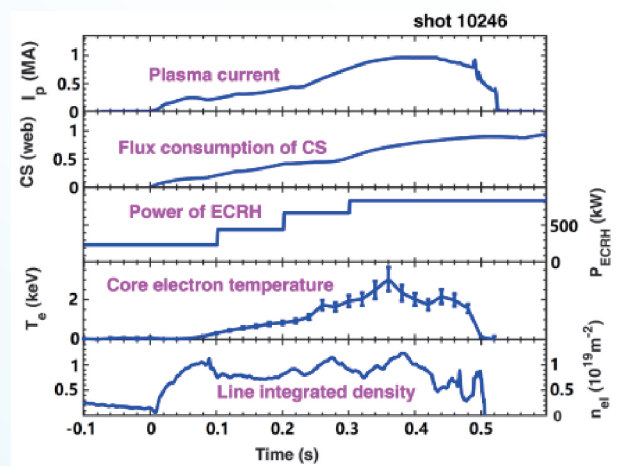
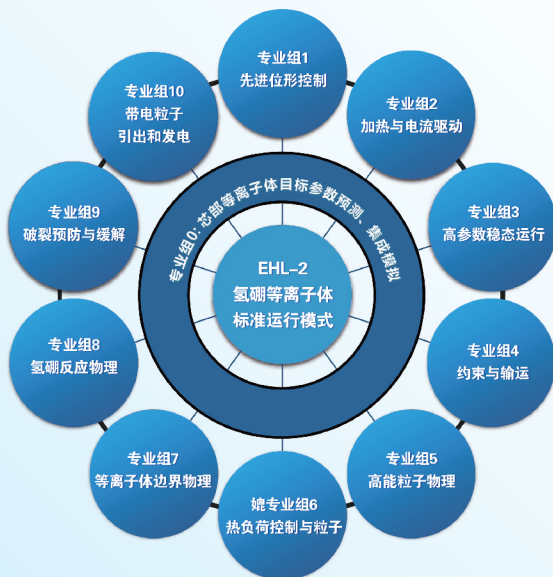
围绕提升聚变核反应增益及放电运行时间的核心物理,新奥开展先进位形控制、氢硼反应物理、等离子体边界物理、破裂预防与缓解等研究,支持百万安培等离子体电流目标的达成。推进等离子体波计算、聚变反应率与辐射模拟等关键程序的开发与开源,包括BO、BORAY、ETSC等,持续赋能全球聚变与等离子体物理社区。

截至2025年10月,新奥聚变团队共发表论文119篇 (SCI收录114篇)。

 实现**百万安培**等离子体电流

 **BO、BORAY、ETSC**等程序开发与开源

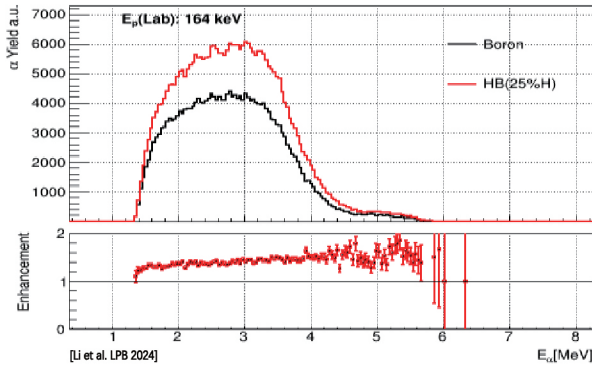
 共发表论文119篇 (SCI收录114篇)



1MA等离子体电流实验数据

## ● 跨核物理 - 等离子体物理的多尺度研究

新奥以反应率提升为目标，构建跨核物理与等离子体物理的多尺度多层次氢硼聚变技术研究体系。



氢硼燃料比例优化实现反应率30%提升  
(新奥-近物所)

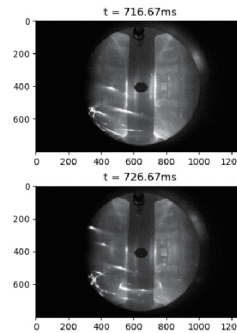
立足两大学科交叉融合，从微观核反应机制到宏观等离子体行为，形成涵盖基础数据构建、反应率优化、能量增益机制揭示的研究链条。

燃料比例优化实现30%反应率提升。非热平衡参数优化定位“净能量增益窗口”。为下一步磁约束装置氢硼反应实验及未来氢硼燃烧等离子体研究提供技术支撑与理论依据。

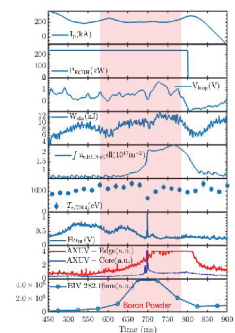
## ● 氢硼等离子体特性研究

新奥成功验证硼粉注入可有效改善等离子体性能，为系统研究硼作为聚变燃料时的运输物理、探索实现其芯部峰化分布的主动控制方法奠定坚实实验基础。

“玄龙-50U”装置的ECRH加热等离子体中，以5mg/s速度注入硼粉，可观测到电子密度提高约3倍，粒子再循环得到改善，等离子体储能获得明显提升。

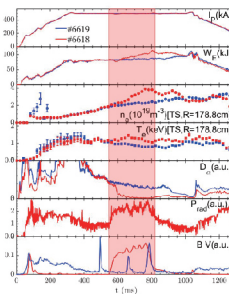


“玄龙-50U”球形环硼粉注入影像

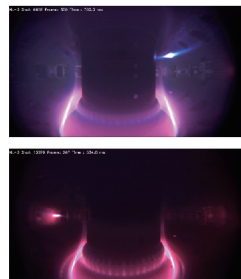


“玄龙-50U”上放电波形

联合西物院在“中国环流三号” (HL-3) 装置上以硼粉与激光吹气方式注入硼粉。实验结果表明：硼粉注入起到了实时硼化的效果，有效改善了壁条件并降低了其他杂质水平。与未注入硼粉的参考放电相比，注入硼粉后等离子体的电子温度和密度更高。



HL-3装置中注入(#6618)与未注入(#6619)硼粉的放电波形对比



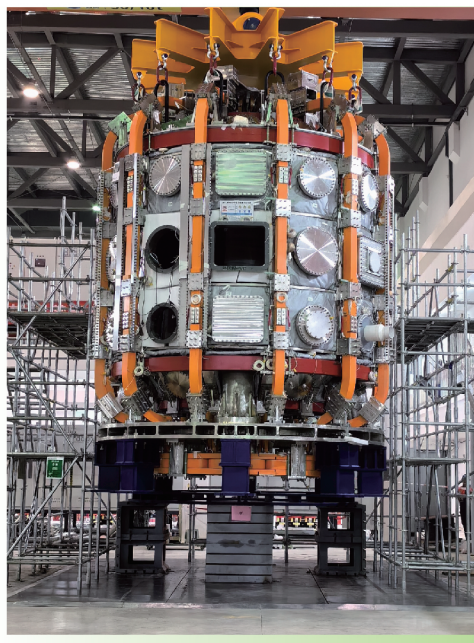
HL-3硼粉注入影像  
上图：硼粉注入  
下图：激光吹气



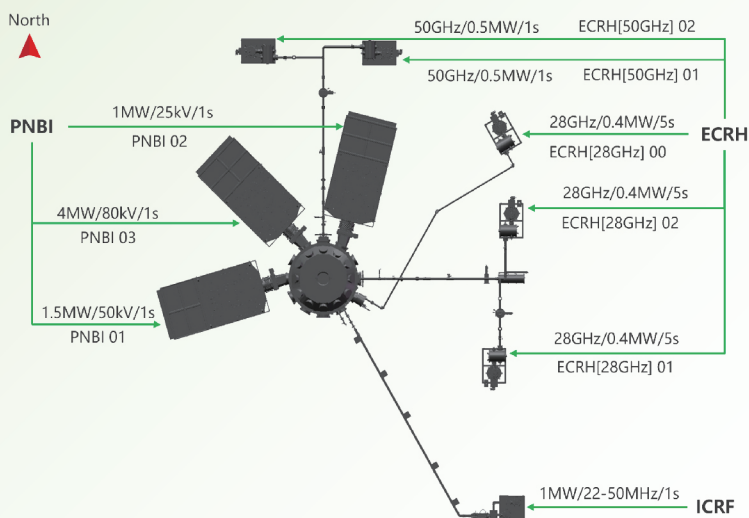
## ● 聚变装置的高效迭代与快速工程实现能力

新奥将中大型球形环设计、建造、升级的速度由世界范围内的5-10年提升到1年或半年内。

- 10个月完成中等规模球形环装置“玄龙-50”主机及相关系统的设计建造。
- 3个月完成球形环最高综合参数水平的“玄龙-50U”装置的迭代更换。
- 正在开发最高环向场参数(3T)的“和龙-2”主机装置,目前已完成工程设计和关键测试。



## ● 大功率加热与电流驱动系统



为满足“玄龙-50U”装置的目标需求,新奥构建了总功率达10MW的加热与电流驱动系统。其中,中性束注入系统是加热与电流驱动技术的关键组成部分。目前弧放电离子源已实现25kV/20A和50kV/40A离子束引出,跻身国内先进水平。

为满足“和龙-2”要求,基于生态合作正在研发3MW/200kV/3s下一代射频频负离子源中性束注入系统。

## ● 基于MMDDC的新一代磁体电源

- 新奥TF磁体电源已成功实现150kA放电，助力“玄龙-50U”实现秒量级1.2T磁场。
- 下一代“和龙-2”磁体电源总容量将达1GW，TF指标提升至2kV/200kA，技术路线升级为结合超导储能与全控电力电子器件的MMDDC架构，目前已完成20kA样机验证。
- 200kV及以上等级逆变型高压电源技术也在积极探索中。

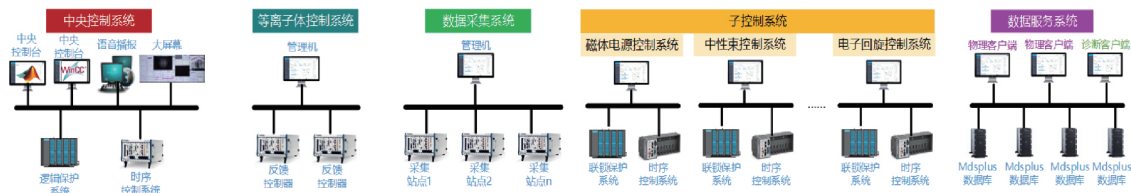


## ● 聚变智能控制系统

新奥自主研发中央控制系统 (CCS)、等离子体控制系统 (PCS) 与数据服务系统 (DAS), 实现百微秒级闭环控制及多系统高效协同。

依托全链条数字化平台, 消除数据与算法壁垒, 加速先进控制算法与智能控制器的迭代验证。

构建全新一代开放式、分布式与自组织的智能系统架构, 为实现更高水平的聚变控制奠定基础。

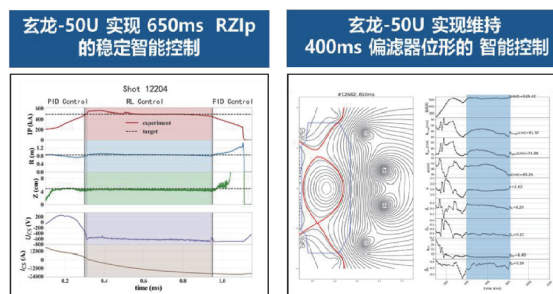


## AI 赋能聚变研发

新奥以数智球形环数据平台为核心，聚焦等离子体智能控制、聚变智能体研发及装置故障监测。

在“玄龙-50U”装置上，基于深度强化学习技术实现了650毫秒级RZIP控制与400毫秒级偏滤器位形智能控制，显著提升了等离子体控制的稳定性。

开发了数字孪生系统，并应用神经算子方法将主机多物理场耦合计算速度提升超4个量级，助力实现聚变研究的全流程智能化。

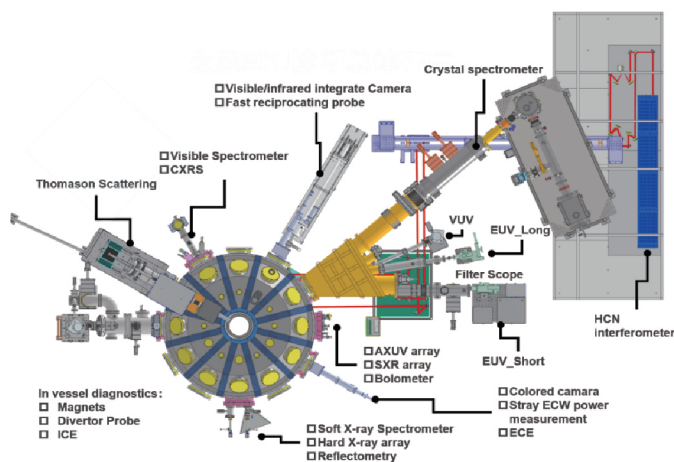


## 高精度诊断系统

新奥“玄龙-50U”配备包括磁测量、激光诊断、微波诊断、光谱诊断、核测量与探针诊断等完备的诊断系统。

发展有剖面集成数据处理功能，可融合微波反射仪、汤姆逊散射与HCN干涉仪数据，输出完整的物理分布信息。目前已满足实验数据分析的需求。

下一步将重点发展高能粒子和聚变产物诊断，为后续聚变反应的确认提供关键数据。



## ● 自研聚变高温超导磁体系统

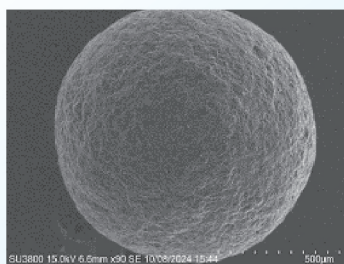
- 新奥成功研制米级D型高场高温超导线圈，20K通流5.3kA，最大场12.2T，中心场7.3T，已累计完成200余次正常及失超工况实验，并首次实现多线圈12T耦合运行验证。
- 建有160W@18K、20kA磁体系统低温测试平台，具备超导磁体的励磁运行、失超保护、过流测试、绝缘测试、冷热疲劳测试以及接头性能评估等全面试验能力。
- 在高温超导磁体设计、制造、工艺与实验运行方面积淀深厚。



## ● 高效加料与燃料制备

新奥自主开发“玄龙-50U”装置的硼弹丸注入系统，创新性采用直线弹夹送料方式，高压气动驱动弹丸实现280m/s的低场侧注入速度。

开发球形硼弹丸制备技术，硼弹丸致密度达到80%，球形度达90%，强度大于100N。具备制备厚度为0.1-10 $\mu$ m、氢含量为0-40at%的硼或氢硼核靶，精确调控碳氢硼复合核靶中的硼含量的能力。



直径1mm硼弹丸



直径10mm纳米厚  
自支撑硼-11核靶

## 开放共享 合作共赢

新奥打造“氢硼聚变国际研讨会”与“氢硼聚变研究基金”学术平台，促进学术跨界交流。

2025年5月，正式发布首批“氢硼聚变研究基金”项目申报指南。共计18个项目获得立项资助并已全面启动研究。未来，本基金将持续面向更广泛的学术群体与技术方向滚动发布项目指南，诚邀学术界持续关注并积极参与。



◎ 氢硼聚变研究基金



新奥深度融入全球聚变创新体系，积极参与国内外顶级行业活动，分享中国智慧、贡献企业方案，以实际行动践行助力人类终极能源发展的企业担当。



2023年12月  
加入“可控核聚变创新联合体”



2024年4月  
“全球首届聚变实业论坛”  
专题报告



2024年11月  
世界聚变能源集团 首届部长级会议  
作为中方民企代表受邀出席会议

新奥积极资助支持国内高等院校的青年科研人才培养工作，在中国科学技术大学、浙江大学、大连理工大学、华中科技大学等高校设立“新奥奖学金”，同时每年举办“人才开放日”等活动。积极搭建聚变青年人才成长平台，践行企业社会责任，培育聚变能源未来中坚力量。



◎ 新奥成才奖学金颁奖仪式

◎ 新奥聚变人才开放日系列活动





“玄龙-50U” VR



走进新奥聚变



公众号



网站

用我所能 善待明天

地 址: 河北省廊坊市广阳区经济技术开发区华祥路106号 (065001)

电 话: 0316-2595288

官 网: [www.ennresearch.com](http://www.ennresearch.com)