



ENN 新奥

新奥集团核聚变项目简介及规划

新奥能源研究院 聚变研究中心 (Fusion Research Institute, FRI-ENN)

2018年04月04日

联系人：
刘敏胜 (liuminsheng@enn.cn)
谢华生 (xiehuasheng@enn.cn)

新奥集团简介

新奥集团股份有限公司创建于1989年，从燃气业务起步，经过持续的战略升级与产业拓展，构建了生态、生活和互联网三大事业板块。

现有400多家全资、控股公司和分支机构，业务遍及国内160余座城市和亚、欧、北美、大洋洲等地。

截至2017年底，员工总数4.72万余人，总资产超过1200亿元人民币。

愿景：

创建美丽生态、创造美好生活、成为受人尊敬的伟大公司

使命：

建设美丽生态、提升品质生活、推动智慧生产



新奥能源
02688.HK

新奥股份
600803.SH



北部湾旅游
603869.SH

新奥能源研究院简介

- ◆ 新奥能源研究院（新奥科技发展有限公司）成立于2007年，作为集团的技术引擎，专注于现代能源体系的前瞻性技术研发，为集团持续发展提供技术核心竞争力。
- ◆ 未来，新奥能源研究院聚焦以核聚变为核心(占比60%以上)的无碳能源技术开发，为解决人类的终极能源问题而努力。
- ◆ 拥有煤基低碳能源国家重点实验室、海外高层次人才创新创业基地、国际科技合作基地、院士工作站等科研平台，建有大型产业化示范基地。

创新团队

核心研发团队700余人
千人计划15人
海外终身教授2人

国家项目

国家863计划8项
国家973计划4项
国家科技支撑计划8项
国际科技合作9项
国家重点研发计划1项

创新成果

申请专利1600余项
已授权专利1000余项
注册商标100余项
软件著作权23项

新奥能源研究院已输出（产业化）技术—概览



煤清洁化技术

- 煤催化气化技术
- 煤加氢气化技术
- 煤地下气化技术
- 煤超临界气化技术



- 泛能网技术
- 泛能站技术
- 泛能机技术



低碳环保技术

- 高效太阳能技术
- 超临界危废处理技术
- 微藻固碳技术



催化气化

5吨/天,申请专利50件

- 碎煤流化床
- 适用于烟煤、褐煤
- 甲烷比现有技术高一倍



加氢气化

5吨/天,申请专利24件

- 粉煤气流床
- 高挥发份低阶煤
- 联产高附加值轻油



超临界气化

6吨/天,申请专利64件

- 水煤浆气流床
- 高水劣质煤/污泥/废液
- 耦合透平发电



地下气化

产业化基地, 专利150件

- 原位固定床气化
- 低品位褐煤
- 经济、节水、无排放



泛能网技术

- 20个城市 40多个示范项目
- 需供互动、有序配置
- 智能协同、循环生产
- 价值交换



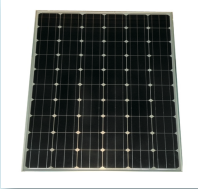
泛能站技术

- 适用于多种燃料：天然气、氢气等
- 电效率达65%以上，综合效率90%
- 需供平衡，泛入泛出



泛能机技术

- 20-500KW等商用泛能机
- 千瓦级 家用泛能机
- 热电效率 80%以上



高效太阳能技术

- 自主研发HST高效异质结技术
- 拥有世界领先的大面积（5.72平方米）PECVD及PVD
- 设计、技术开发、制造及应用于一体



微藻固碳技术

- 231项专利申请
- 9项国际国家课题项目
- 2项国家/地区行业标准
- 多联产技术路径处于国际领先水平



超临界危废处理技术

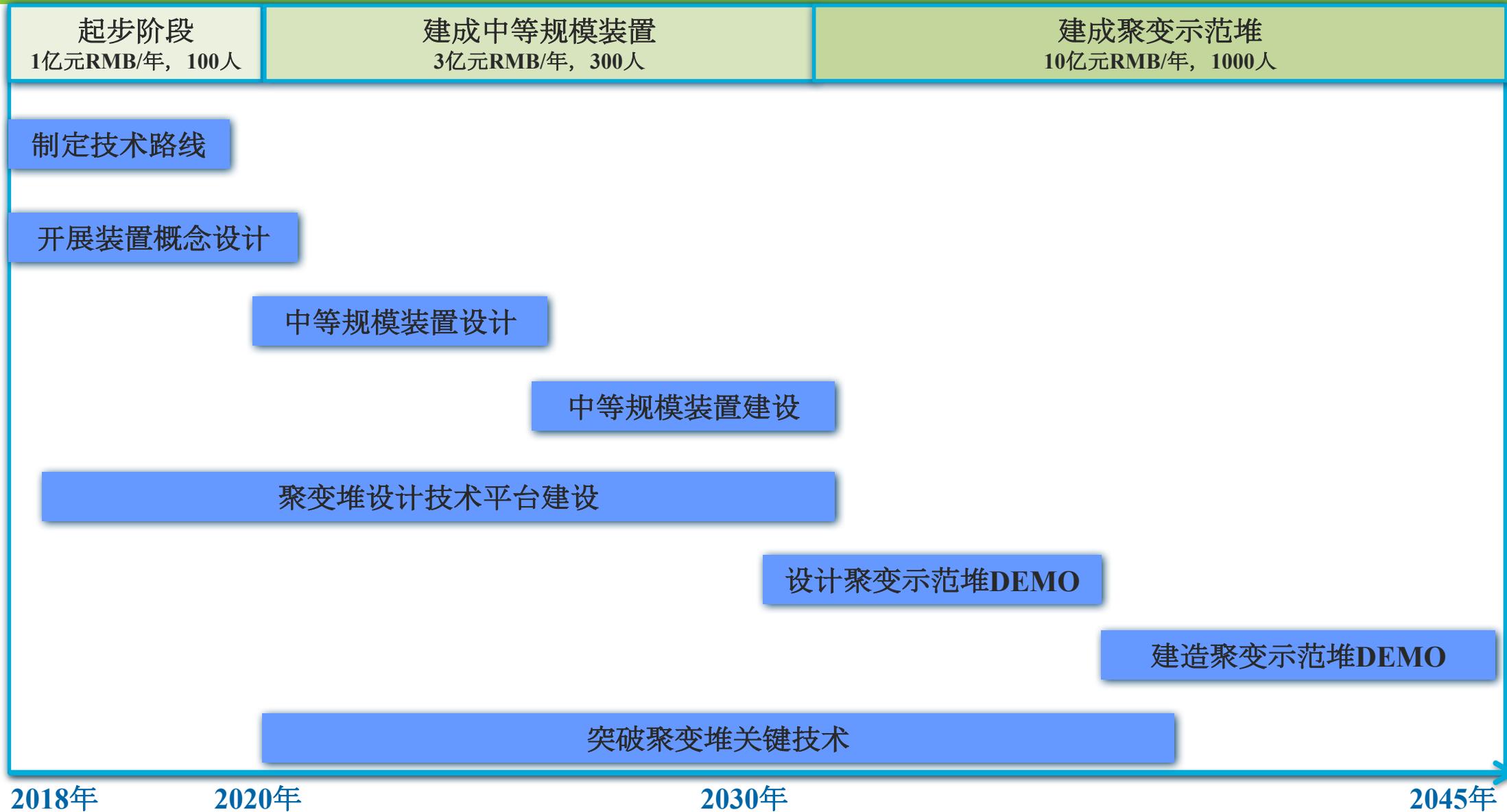
- 将污废中的有机质彻底分解，有机质转化率超99%，减容率超90%
- 240t/d、36t/d、18t/d等不同产能
- 廊坊、石家庄、南京建有多家产业化基地

新奥集团聚变研究中心-发展总目标

以发展小型核聚变技术与中间应用为核心，最终实现聚变能源的商业应用。

- ◆ 充分借鉴国家专业研究机构的经验，全面评估国际聚变研究各种主流的技术途径和新概念技术的发展前景。
- ◆ 制定详细的新奥聚变能源发展路线图，实现快速、高效的跨越式发展。用最快的速度（如5-10年）跻身国家受控核聚变研究机构的主序列。
- ◆ 采取创新驱动战略（跟踪、并跑到引领），加大人才和技术引进力度，采用合理可行的技术路线（如可预见的颠覆性技术），力争在本世纪40年代实现聚变能源的商业化。

新奥集团聚变项目目标和路线图



注：此图将根据项目实际进展情况调整。

新奥集团聚变研究中心-近期目标

◆ 起步阶段（2年）

- ◆ 资金投入：1亿RMB/年；
- ◆ 团队建设：组建100人的专业研究团队；
- ◆ 在深入研讨的基础上，制定切实可行的技术发展路线图；
- ◆ 评估各种技术途径、组织小型核聚变国际研讨会；
- ◆ 开展装置概念设计（在目标确定的基础上开展小型装置设计）；
- ◆ 设置科学、合理、高效的研究机构；
- ◆ 专业培训：理论与实践（搭建小装置）、邀请专家讲座、参观/访问、专业研究机构交流（国内、国际）；
- ◆ 建立学术委员会，顾问委员会（国内、国际）；
- ◆ 筹建实验室（省部级，国家级、与国外实验室建立合作关系）；
- ◆ 出版聚变研究团队宣传，加入相关学会组织（中国核学会）；
- ◆ 积极参加国内外学术交流，参与国家基金、项目；
- ◆ 建立广泛的国内外合作联盟。

新奥集团聚变研究中心-中期目标

◆ 建成中的等规模装置（8-10年）

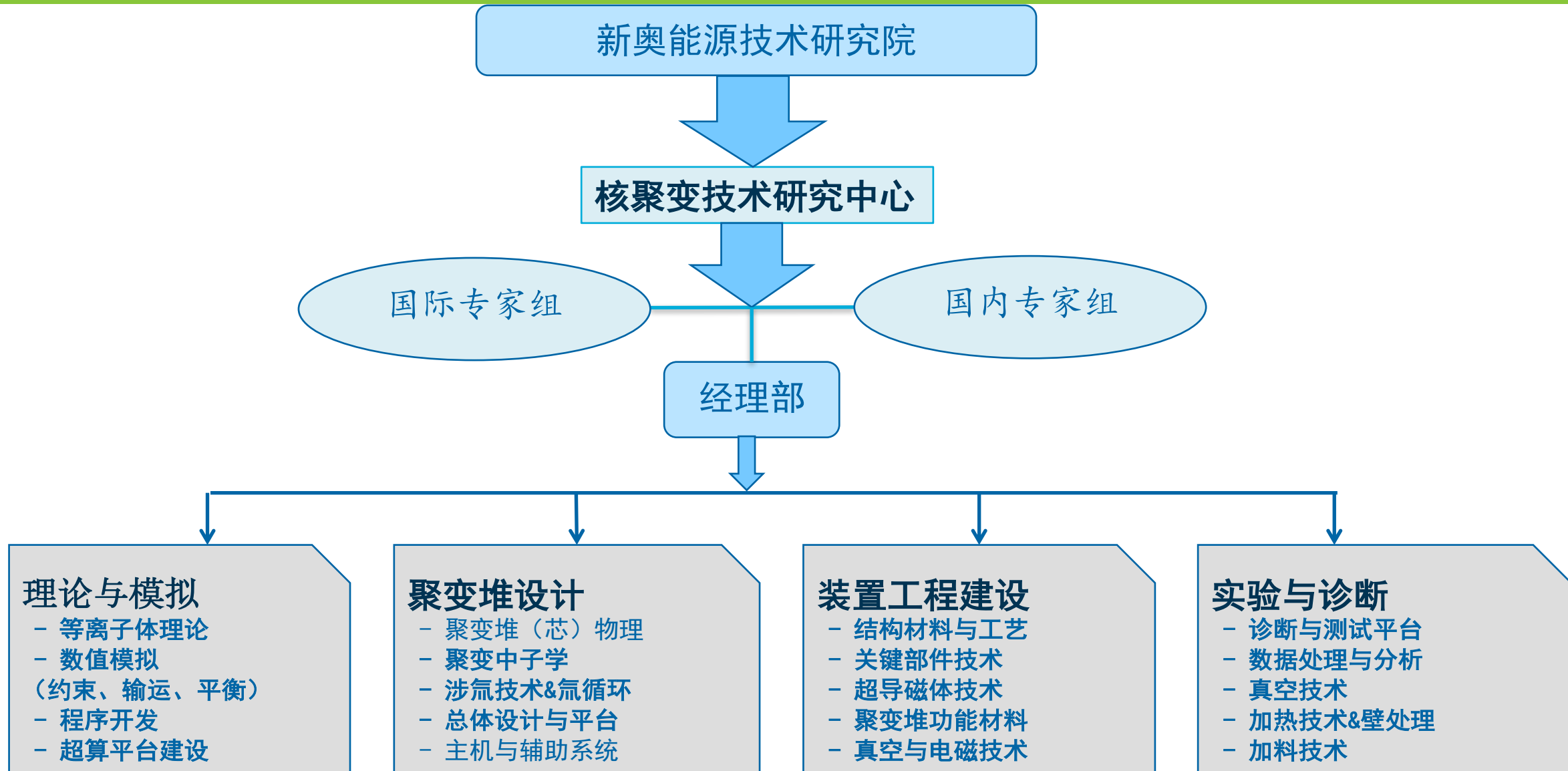
- ◆ 资金投入：3亿RMB/年；
- ◆ 建立与此目标相适应的约300人的研究团队；
- ◆ 根据目标和时间表，设计、建造、运行实验装置；
- ◆ 开展中等规模装置设计与建设；
- ◆ 掌握等离子体实验技术、诊断技术，约束与平衡技术、加热技术、超导磁体技术；
- ◆ 在所建装置上开展物理实验，获得高性能等离子体参数；
- ◆ 研究成果和装置能力、影响力跻身国内核聚变研究主流机构行列；
- ◆ 在国际上具有一定的地位与知名度；
- ◆ 建成核聚变技术研究国家重点实验室；
- ◆ 建成聚变堆设计技术平台，开展聚变堆设计研究；
- ◆ 发展和储备建堆关键技术（高温超导技术、先进材料技术、燃料与氦技术等）。

新奥集团聚变研究中心-长期目标

◆ 建成聚变示范堆（DEMO）（10-15年）

- ◆ 资金投入：10亿RMB/年；
- ◆ 组建1000人专业聚变技术团队；
- ◆ 设计和建造聚变示范堆DEMO；
- ◆ 掌握聚变堆整体设计与集成技术；
- ◆ 突破聚变堆关键技术；
- ◆ - 燃烧等离子体控制技术；
- ◆ - 材料技术；
- ◆ - 燃料循环与氦自持技术（如采用D-T聚变）；
- ◆ - 大功率加热技术；
- ◆ - 复杂系统集成技术；
- ◆ - 人工智能与遥操技术；
- ◆ - 高温超导技术。
- ◆ 在国际上率先实现聚变能应用；
- ◆ 探索聚变技术在国防军事领域的应用。

新奥集团聚变研究中心架构图



主要研发机构及未来合作对象

中国

1. 中科院等离子体物理研究所(ASIPP)
2. 核工业西南物理研究院(SWIP)
3. 中国科学技术大学(USTC)
4. 华中科技大学(HUST)
5. 清华大学(THU)
6. 北京大学(PKU)
7. 浙江大学(ZJU)
8. 中国工程物理研究院(CAEP)

北美

1. 普林斯顿大学等离子体物理实验室(PPPL)
2. 麻省理工学院(MIT)
3. 威斯康星大学麦迪逊分校(UWM)
4. 美国通用原子能公司(GA)
5. 加州大学(UCI等)
6. 通用聚变(General Fusion)
7. 北卡州立大学(NC state)

欧洲

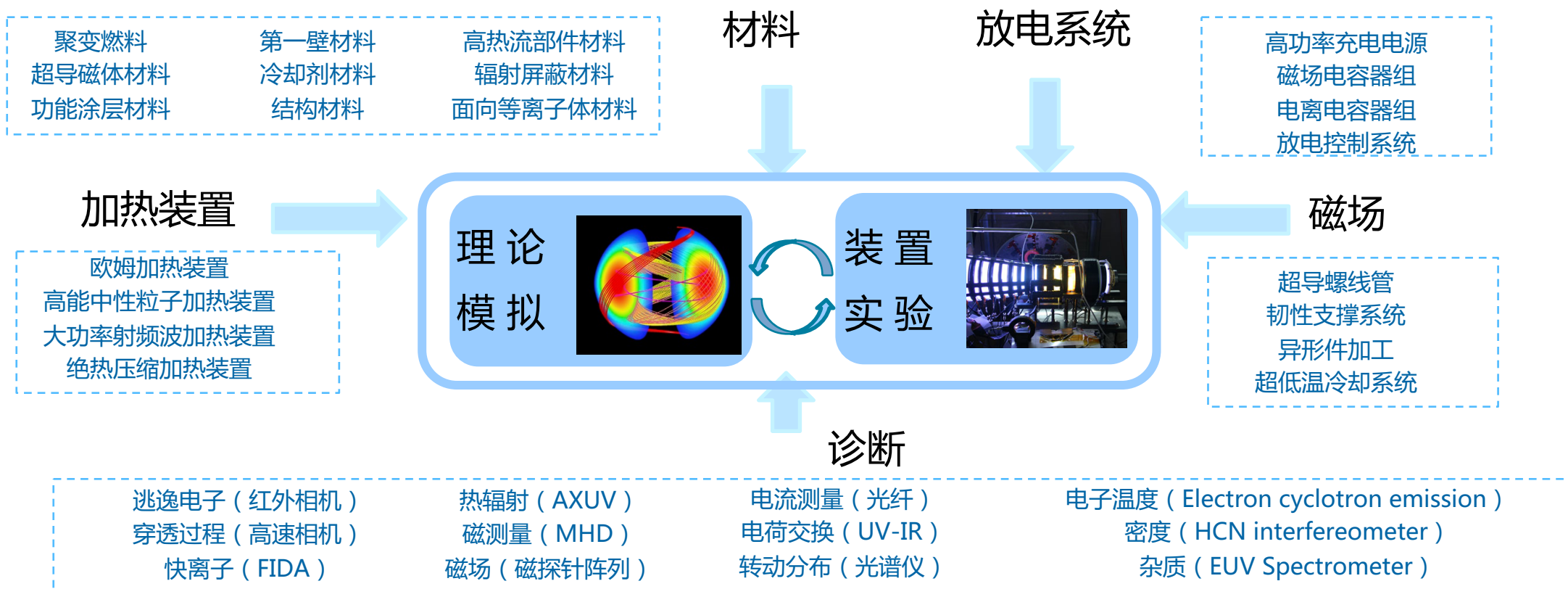
1. 英国卡勒姆聚变能源中心(Culham Centre for Fusion Energy)
2. 马克斯普朗克等离子体物理研究所(MAX-PLANCK Institute)
3. 国际热核聚变实验堆(ITER)
4. 托卡马克能源公司(Tokamak Energy)
5. 约克大学(York U)
6. 法国替代能源与原子能委员会(CEA)
7. 西班牙(CIEMAT)
8. 意大利(ENEA)

日本

1. 那珂聚变研究所(Naka Fusion Institute)
2. 日本国立聚变研究所(NIFS)
3. 东京工业大学(TIT)
4. 京都大学(Kyoto U)
5. 韩国国立聚变研究所(NFRI)
6. 九州大学(Kyushu U)
7. 东京大学(Tokyo U)
8. 首尔大学(Seoul National U)

装置建设与实验计划

1. 国内与核聚变相关的公司主要从事于为ITER、EAST等提供材料、部件的生产和供应工作。国外核聚变公司中，比较出色的公司如General Atomics、Tri-Alpha Energy等，更加注重于聚变的概念设计和核心技术。
2. 新奥也将集中于制定创新型的**聚变方案和核心设备**的设计搭建工作，非核心部分将通过**采购和联盟**的方式达成。

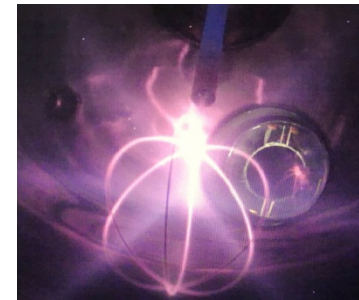
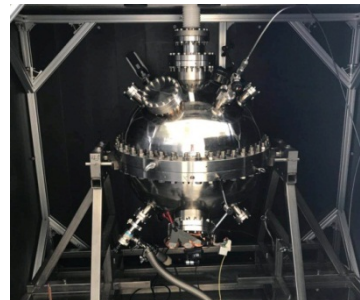


在非核心设备中，若外界提供设备参数难以达到新奥需求时，将采取自主研发手段。

2018核聚变装置实验计划

1. 静电约束核聚变实验

- a. **提高球腔产率**：通过提高离子源功率、外加磁场、双阳极射频等手段提高电离率，进而提高聚变产率；
- b. **新理念设计**：根据模拟结果建造如虚拟阴极、离子束对撞、圆柱型反应腔等设备。



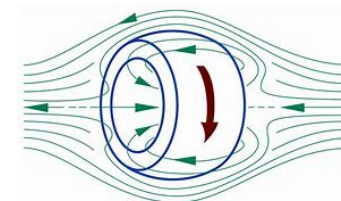
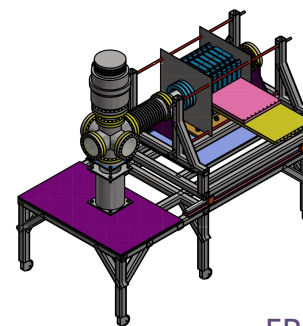
2. 小型FRC产生设备的搭建

目的：通过建造小型FRC设备，搭建配套的诊断系统、控制系统等，培养和锻炼团队。

在研究磁惯性约束核聚变装置的公司和研发机构中，许多都选择使用**场反位形**（FRC）作为用磁场约束等离子体的主要方式。

主要是因为场反位形具有以下优势：

- a. FRC磁场**结构简单**，是一个开放磁场系统，这消除了等离子体瓦解破坏的可能性；
- b. FRC具有**高 β 值**，可约束更高热压力的等离子体，也即是在聚变系统中可获得更高的功率密度；
- c. FRC具有**天然的偏滤器**，开放的磁场系统让刮削层内排出的离子在约束区外面被收集起来。



FRC示意图

3. 中型设备搭建的准备工作

目的：为2019年搭建中型聚变实验装置提前规划，保证2019年工作可顺利开展。

根据设计聚变方案1.0，提前启动相关的机械、工程、控制、磁体等的设计工作；启动相关诊断设备、原材料、配件的采购工作。

4. 团队建设

目的：扩充专业团队，助力装置搭建运行。

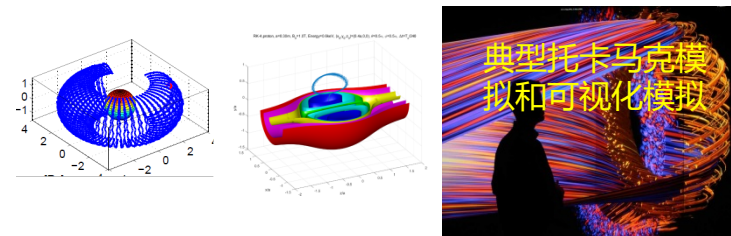
招聘诊断检测、强磁体及电源设计、控制系统、操作维护人员，加强团队人员培训，建立20人左右的全面而专业的团队。

2018核聚变理论模拟计划

1. 建立初步模拟平台

目的：建设具有核心知识产权的代码，增加新奥话语权。

- 通过IEC模拟和FRC模拟，锻炼团队，为聚变的实验工作提供理论支持；
- 完成单粒子轨道、磁流体模拟、双流体模拟、平衡分析、微观不稳定性计算等模拟代码框架；
- 后期着手准备增加更多模拟代码，如边界条件、等离子体与壁相互作用、原子分子过程等，为下一步全装置模拟做好准备。

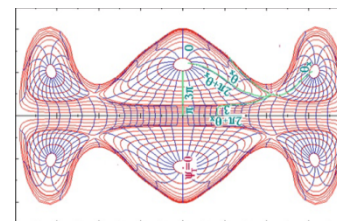


典型偶极场和FRC单粒子轨道

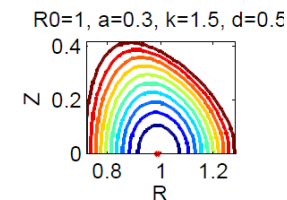
2. 确定聚变方案1.0

目的：提出新型的自有聚变方案1.0，并能通过国内外专家论证。

- 建立新奥聚变文献库(已建立)，全面调研历史和现在所有核聚变方案(已完成近十种方案初稿)；
- 对每种方案的磁场位形进行单粒子轨道和碰撞输运模拟，得出初步可行性结论；
- 在聚变方案优中选优，并对备选方案进行模拟改进，形成第一版聚变方案；
- 结合内部分析报告和四月份会议专家研讨意见，确认聚变方案1.0。



备选约束位形之一



典型托卡马克平衡磁面

3. 团队建设

目的：尽快建立专业团队，只有专业的团队才能保证高水平产出。

- 建立10人以上专业聚变理论模拟人才团队：广泛引进国内外优秀人才，加强内部培训；(已全职6人，即将入职3人，持续招聘中)
- 建立外部合作：与国内外等理论模拟高水平研究机构合作，学习和消化其成型代码，提升新奥模拟能力和准确性。

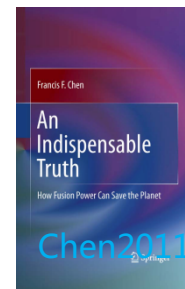
4. 提升业内影响力

目的：提升团队专业能力和业内显现度，为吸引人才和合作提供基础。

- 翻译书籍、技术文档，产出调研报告，初步打响知名度；
- 构建聚变模拟超算平台（一期1000核以上，二期5000-1万核）；
- 发表学术论文、参加国际会议，发表最新研究成果。



谢华生2018



Chen2011