

聚变堆主机关键系统 综合研究设施

综述及基本情况

作为“十三五”规划中优先部署的国家重大科技基础设施之一，聚变堆主机关键系统综合研究设施的基本思路是建设具有国际领先水平的超导磁体研究系统和偏滤器研究系统，为磁约束聚变堆主机关键系统研究提供粒子流、电、磁、热、力等极端实验条件。设施建成后，将成为国际磁约束聚变领域参数最高、功能最完备的综合性研究平台，为开展聚变堆核心部件研发和建设提供建设技术基础，可开展聚变堆条件下热与粒子排除关键问题研究、大规模低温和超导技术研究、强流粒子束与基础等离子体研究，可以将建设我国聚变堆的进程大幅提前，同时为高场核磁共振、深空推进探索等提供完备的实验平台和强大的技术支撑。

设施包括主体部分和园区配套部分，其中设施主体部分由国家 and 地方共同投资建设，园区配套部分由地方单独配套建设。设施主体由超导磁体研究系统及偏滤器研究系统两部分组成，超导磁体研究系统包括8个子系统，偏滤器研究系统包括11个子系统。项目于2019年9月20日正式开工建设，建设周期为5年8个月。



聚变堆主机关键系统综合研究设施园区鸟瞰效果图

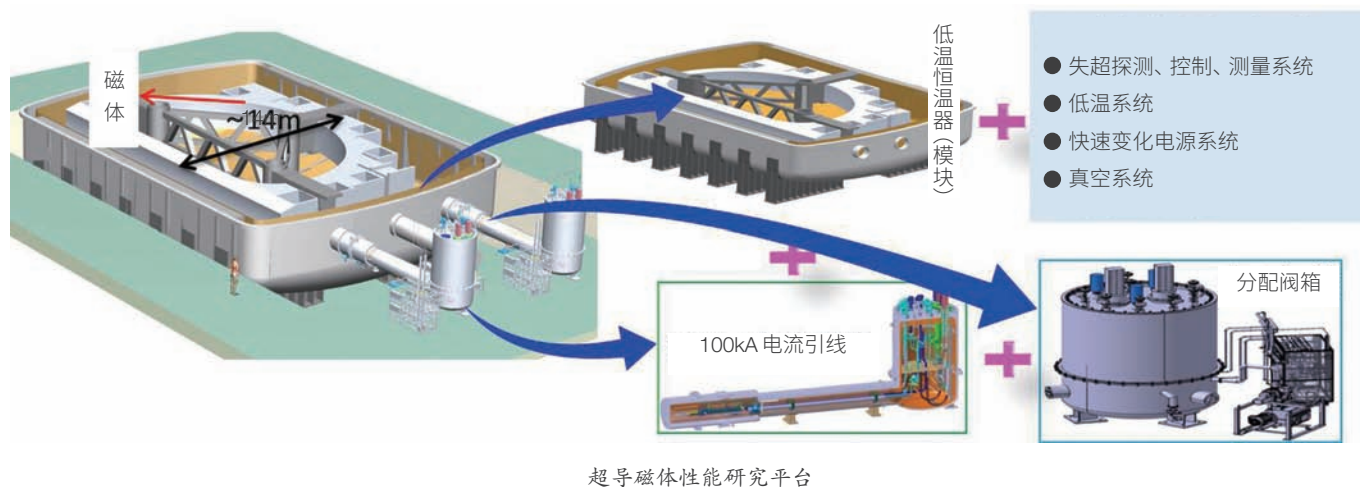
科学目标

开展磁约束聚变堆边界参数下的等离子体行为研究，探究主机关键系统和部件复杂动态负荷对主机系统可靠性、稳定性、安全性的影响，评估偏滤器与超导磁体材料/部件在堆工况下的服役性能，为我国开展聚变堆设计及核心部件研发、热与粒子排除关键问题研究、大规模低温和超导技术研究、强流离子束与基础等离子体研究、深空探索等提供技术支撑。

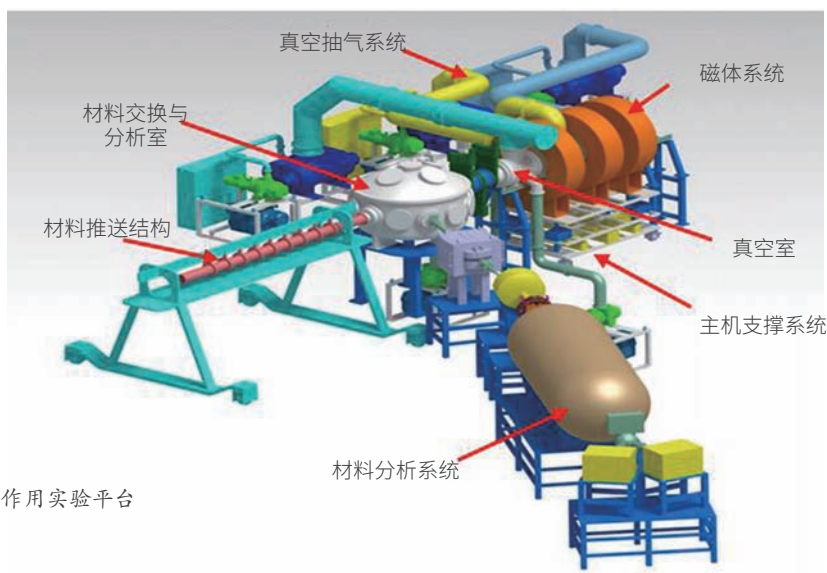
工程目标

项目的工程目标是建成参数高、功能完备的综合性研究设施。

(1) 超导磁体研究系统具备开展超导部件及超导磁体工程相关技术研究，及多场（电磁、应力、温度）耦合复杂条件下的超导相关材料研究的能力。超导磁体研究系统的最大磁体测试尺寸直径大于 13 m，最高磁体储能大于 2.5×10^9 J，导体最高测试磁场 16.5 T，导体测试区尺寸 $100 \text{ mm} \times 160 \text{ mm} \times 550 \text{ mm}$ ，最大测试电流 9×10^4 A，最快磁场变化率大于 5 T/s。



(2) 偏滤器研究系统具备强磁场环境下开展偏滤器、材料和部件的粒子辐照、高热负荷研究的实验能力，可为中国聚变工程实验堆偏滤器 1:1 原型件提供研究条件。最大粒子流大于 $1 \times 10^{24} \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，最大加热总功率 $8 \text{ MW} \cdot \text{m}^{-2}$ ，最大稳态热流 $20 \text{ MW} \cdot \text{m}^{-2}$ ，等离子体存在时间 100—1000 s。





聚变堆主机关键系统综合研究设施施工现场

建设进展

2019年1月，项目可行性研究报告获国家发展改革委批复；3月，项目初步设计方案获中国科学院批复；9月，项目初步设计概算获国家发展改革委批复，9月20日正式开工建设。