

## ITER 气体注入系统和辉光放电清洗系统设计进展

李波<sup>1</sup>, 李伟<sup>1</sup>, 江涛<sup>1</sup>, 潘宇东<sup>1</sup>, 王明旭<sup>1</sup>, 王英翹<sup>1</sup>, 蔡立君<sup>1</sup>, 夏志伟<sup>1</sup>, 黄向玫<sup>1</sup>, 袁应龙<sup>1</sup>, 潘莉<sup>1</sup>, 刘熙罡<sup>1</sup>, 甘明杨<sup>1</sup>, 刘容利<sup>1</sup>, 陈程远<sup>1</sup>, 张琦<sup>1</sup>, 尹士璋<sup>1</sup>, 刘浩<sup>1</sup>, 罗存阳<sup>1</sup>, 谷正阳<sup>1</sup>, 赵宇轩<sup>1</sup>, 张博<sup>2</sup>, 房同珍<sup>2</sup>, 刘生<sup>2</sup>, 贺芳<sup>2</sup>, 牟昌华<sup>3</sup>, 邓博文<sup>3</sup>

<sup>1</sup>中核集团核工业西南物理研究院, 成都 610225

<sup>2</sup>中国国际核聚变能源计划执行中心, 北京 100862

<sup>3</sup>北京七星华创流量计有限公司, 北京 100176

Email: [libo@swip.ac.cn](mailto:libo@swip.ac.cn)

**摘要:** ITER 装置加料和器壁锻炼系统, 包括气体注入, 弹丸注入, 破裂缓解和辉光放电清洗四个独立系统, 其中气体注入系统和辉光放电清洗系统是中方独立承担的两个采购包。气体注入系统包括气体分配(汇集管道和弹丸加料阀门箱)系统、气体加料系统(加料阀门箱及专用注入管线)、聚变功率关闭系统及测量控制等, 其主要功能是为 ITER 装置放电提供工作气体(包括氙气)、为弹丸注入系统和中性束注入系统提供所需工作气体, 为偏滤器辐射冷却、脱靶控制、辉光放电、离子耦合提供所需气体注入, 以及提供紧急情况下安全停运聚变堆的功能。目前气体分配汇集管道已经完成最终设计并进入加工制造; 气体加料系统、聚变功率关闭系统和弹丸加料阀门箱以及测量控制系统已完成初步设计评审进入最终设计阶段; 同时, 氙兼容、耐辐照的流量控制器完成了原型机制造并进行了性能测试。辉光放电清洗系统主要功能是降低装置器壁表面的杂质, 主要是碳氧杂质以及燃料粒子, 为装置放电提供良好的器壁条件。用于 ITER 初始等离子体放电(First Plasma, FP)的临时辉光放电清洗系统(TE)已完成初步设计评审; 而 FP 之后的永久电极系统由于 ITER 组织预留窗口空间不足等诸多客观因素, 正在进行设计方案变更, 新方案工程可行性研究已经启动, 关键技术正在论证中。同时, 为了探索电极设计的合理技术参数和将来在装置上的运行控制, 在 SWIP 实验平台上对嵌入式电极间隙绝缘、GDC 辉光放电特性和启辉特性等进行了系统性的实验研究。本报告旨在总结 ITER 气体注入系统和辉光放电清洗系统设计、建造的最新进展, 包括详细设计过程及面临的挑战。

**关键词:** ITER 气体注入系统; 气体分配; 气体加料; 聚变功率关闭; ITER 辉光放电清洗系统; GDC 临时电极; GDC 永久电极

### 参考文献

- [1] S. Maruyama, SRD-18.GI(Gas Injection) from DOORS, (IDM\_D\_2AC9FQ)
- [2] S. Maruyama, SRD-18.GC(Glow Discharge Wall Conditioning) from DOORS, (IDM\_D\_2AC9HR)
- [3] B. Zhang, System Design Description of ITER GIS GVB, (ITER\_D\_WUF5B)
- [4] B. Zhang, System Design Description of GDC TE, (IDM\_D\_27FN9G)
- [5] B. Li, Design Description of ITER GDC I&C, (ITER\_D\_27G6CW)
- [6] B. Li, Design Description of ITER GIS I&C, (ITER\_D\_WUG3BE)