

## CFETR 和 HFRC 物理设计的磁流体理论分析

朱平<sup>1,2\*</sup>, CFETR MHD 任务组, HFRC MHD 任务组

<sup>1</sup>华中科技大学, 武汉, 湖北, 中国 430074

<sup>2</sup>威斯康星大学麦迪逊分校, 麦迪逊, 威斯康星州, 美国 53706

Email: [zhup@hust.edu.cn](mailto:zhup@hust.edu.cn)

**摘要：**稳态低密度和脉冲高密度聚变等离子体装置一直是具有实现磁约束聚变能前景的两条途径。与此相应，CFETR(中国聚变工程试验堆)和 HFRC (华中场反位形) 分别是中国目前正在进行密集物理与工程设计的两个主要稳态低密度和脉冲高密度聚变等离子体装置。对这两个装置磁流体物理特性的充分理解和评估是这两个项目物理设计的基础。对于 CFETR，已在以下各方面进行了磁流体分析评估：1) 托卡马克宏观不稳定性区间，包括电阻与新经典撕裂模、误差场锁模、电阻壁模、及边缘局域模等主要磁流体模式；2) 电子回旋电流驱动系统对于抑制新经典撕裂模的要求；3) 中性杂质气体注入缓解破裂方案的过程与时间尺度。对于 HFRC，通过使用 NIMROD 程序中实现的单流体、双流体和动理-磁流体模型，已对 HFRC 场反位形的形成、平移、合并、压缩过程及其主要磁流体不稳定性进行了初步计算和模拟。在这份报告中，我们将详细讨论 CFETR 和 HFRC 物理设计中所涉及的磁流体理论与模拟问题。

**关键词：**磁流体分析；CFETR；HFRC；物理设计；NIMROD

**基金项目：**国家自然科学基金项目 (No. 11775221)，美国能源部项目 (Nos. DE-FG02-86ER53218 and DE-SC0018001)