

CFETR 安全保护系统研究

王芬¹, 颜永江², 王艳灵^{3,1}

¹中核集团核工业西南物理研究院, 成都 610225

Email: wangf@swip.ac.cn

摘要: 目前世界上的核聚变仍然处于研究阶段, 各核聚变装置的安全保护系统不尽相同, 尚无统一的标准。而已处于商用阶段的核裂变堆已经形成了一套成熟的安全体系, 借鉴裂变堆安全保护系统的设计思路, 参考 ITER 安全保护系统的设计经验、结合 CFETR 的运行方案及安全事故分析, 本文提出了合理的 CFETR 的安全保护系统设计。

由裂变堆和聚变装置特点对比可以看出, 裂变堆安全保护系统的主要功能将反应堆引向安全状态, 其次是包容与余热排出; 而聚变堆在反应性控制上具有固有安全特性, 安全的最大问题是放射性包容, 大多数系统都需要提供包容与约束的功能。对于余热排出, 聚变堆中也存在该要求, 但是余热较少, 在系统设计时就要考虑能够通过非能动换热实现。因此, 聚变堆存在余热排出的要求, 但没有余热排出的安全功能。核裂变堆与 CFETR 基本安全功能的对比如图 1 所示。

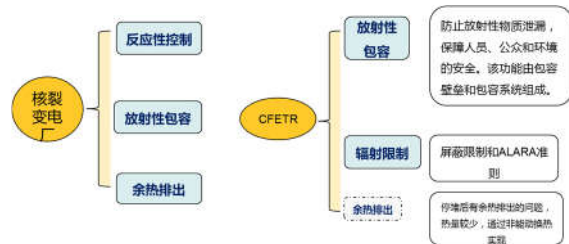


图 1 裂变聚变安全功能比较

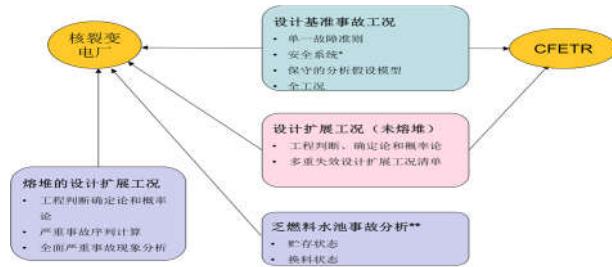


图 2 裂变堆与聚变堆的参考事故类别

放射性包容和接触限制是 CFETR 需要实现的两大基本安全功能和不同类别下的事故缓解措施, 图 2 所示, 初步构建了包容与约束、接触限制、包容和接触限制的保护系统、支持系统等四部分安全保护系统。

下一步的工作将随着的 CFETR 工程设计的细化而补充和更新安全保护系统设计。同时结合安全分析的结果, 对安全保护系统的可靠性、必要性进行反复确认。

关键词: CFETR; 安全保护; 安全功能。