

团 体 标 准

T/CNS 29—2020

高温气冷堆核动力厂堆芯热工流体 设计准则

Core thermal hydraulic design criteria for high temperature gas cooled reactor
nuclear power plant

2020-12-31 发布

2021-04-01 实施

中 国 核 学 会 发 布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总的设计原则	1
5 设计基准	1
5.1 燃料元件温度设计基准	1
5.2 堆芯冷却剂流量设计基准	2
5.3 其他设计基准	2
6 热工流体设计参数的确定	2

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国核学会提出。

本文件由核工业标准化研究所归口。

本文件起草单位：清华大学核能与新能源技术研究院。

本文件主要起草人：陈志鹏、郑艳华。

高温气冷堆核动力厂堆芯热工流体 设计准则

1 范围

本文件规定了球床模块式高温气冷堆核动力厂(以下简称高温气冷堆)堆芯热工流体总设计原则、设计基准和设计参数的确定。

本文件适用于高温气冷堆核动力厂堆芯热工流体的设计。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 总的设计原则

4.1 堆芯热工流体设计的总目标,是为反应堆提供与堆芯产生热量相匹配的传热能力,并为二回路系统提供合理的一回路系统压力、温度等热工参数,在保证限制放射性物质释放的多道屏障能满足各类工况的安全要求前提下,又使高温气冷堆核电厂具有良好经济性。

4.2 设计应保证工况 I 下,运行参数与它们的保护整定值之间有足够大的裕量;在工况 II 下,最多只出现保护性停堆,而且在采取矫正措施后,能较快的恢复运行。

4.3 在工况 III、IV 下,燃料包覆颗粒最高温度不超过限值;确保堆芯有合适的传热几何形状和排出堆芯余热的能力。在工况 III、IV 下,释放的放射性物质导致公众可能受到的有效剂量均低于法规规定限值。

4.4 在工况 V 下,设计应保证实际消除可能导致早期放射性释放或大量放射性释放的核电厂工况发生的可能性,使得保护公众所采取的防护行动在持续时间和范围上是有限的、甚至在技术上是可取消的。

5 设计基准

5.1 燃料元件温度设计基准

堆芯热工流体设计应遵守下列燃料元件温度设计基准:

- a) 在工况 I、II、III、IV 下,燃料包覆颗粒的最高温度应在 95% 的置信度下至少有 95% 的概率低于限值。
- b) 计算堆芯温度场和燃料最高温度所运用的计算程序,应完成验证与确认工作。且应满足以下条件:
 - 1) 计算燃料堆芯温度场所选用的计算模型,应能描述球床堆内元件表面的对流换热以及元件壁面相互间的导热和辐射换热;

2) 计算燃料最高温度时,应考虑从初装堆芯到平衡堆芯整个运行过程。

5.2 堆芯冷却剂流量设计基准

堆芯热工流体设计应遵守下列堆芯冷却剂流量设计基准:

- a) 设计应保证正常运行条件下堆芯燃料能得到充分冷却;保证在事故工况下有足够的传热能力,将堆芯余热排出。
- b) 设计应保证卸料管内燃料元件的充分冷却。
- c) 设计应保证堆芯支承结构、控制棒等以及反应堆压力容器均能得到充分冷却。
- d) 设计应充分考虑石墨砌体间的旁路流量等各种漏流因素,并应考虑石墨受中子辐照变形的影响。

5.3 其他设计基准

除了上述设计基准之外,高温气冷堆核动力厂堆芯热工流体设计还应遵守高温气冷堆其他与堆芯热工流体设计有关的所有设计基准。

6 热工流体设计参数的确定

6.1 确定堆芯热工流体参数设计限值时,除了满足反应堆安全性要求之外,还应考虑经济性要求以提高电厂的竞争力。

6.2 堆芯热工流体设计参数是由下列几方面因素决定的:

- a) 安全分析采用的燃料最高温度限值;
- b) 为各类瞬态和事故工况所留的裕量;
- c) 为各种误差和不确定性影响所留的裕量;
- d) 设计者应考虑的其他裕量。

6.3 在堆芯热工流体设计中,至少应考虑下列误差、不确定性及其他因素对设计限值的影响:

- a) 在正常运行过程中,反应堆热功率、冷却剂系统压力、冷却剂温度等的不确定性,因测量误差、控制系统特性和核动力厂本身稳定运行的需要,使这些参数在额定工况下偏离名义值;
- b) 程序的不确定性;
- c) 有关安全系统的能力、电路特性和流体流动特性在电厂寿期内可能产生的变化,以及它们的测量系统和控制系统的不确定性;
- d) 在稳态和瞬变过程中,反应堆空间功率分布因某种原因而产生的变化;
- e) 堆芯堆积形状、堆芯支承结构制造和安装公差以及它们在反应堆寿期内可能产生的变化对热源、流体流动和传热的影响;
- f) 燃料和反射层结构材料在辐照过程中产生的各种变化对材料热物性和传热性能的影响;
- g) 主氦风机特性和回路特性在运行寿期内的变化对堆芯冷却剂流动和传热的影响;
- h) 蒸汽发生器可能的堵管和传热管表面结垢对冷却剂传热的影响。

中国核学会
团体标准
高温气冷堆核动力厂堆芯热工流体
设计准则

T/CNS 29—2020

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.5 字数 11 千字
2021年8月第一版 2021年8月第一次印刷

*

书号: 155066·5-3455 定价 14.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



T/CNS 29-2020



码上扫一扫 正版服务到