团 体 标 准

T/CNS 64—2022

高温气冷堆核动力厂热氦温度控制系统 闭环试验导则

**Guidelines for hot helium temperature control system closed-loop test in high
temperature gas cooled reactor nuclear power plants**

2022-12-16 发布

2023-04-01 实施

中国核学会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	1
5 试验目的	1
6 试验条件及要求	1
7 试验方法	2
8 验收准则	2
9 注意事项	2
10 试验数据记录与处理	3
11 试验报告	3

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：华能山东石岛湾核电有限公司、清华大学、西安热工研究院有限公司、华能核能技术研究院有限公司。

本文件主要起草人：李卓、高红、闫唐诗、姜一鸣、孟强、王琛翔、房俊生、刘燕、程鹏、雷川、张智军、于德、李超、董哲、黄晓津、高玉峰、张晓斌、杨鹏。

高温气冷堆核动力厂热氦温度控制系统 闭环试验导则

1 范围

本文件规定了高温气冷堆核动力厂在调试阶段的热氦温度控制系统闭环试验的试验目的、试验条件、试验方法、注意事项、试验数据和报告等的要求。

本文件适用于高温气冷堆核动力厂热氦温度控制系统闭环试验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4960.2 核科学技术术语 裂变反应堆

NB/T 20145—2012 核电厂调试试验程序和报告

3 术语和定义

GB/T 4960.2界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

反应堆满功率 reactor full power

反应堆输出的额定热功率

3.2

稳态误差 steady-state errors

系统从一个稳态过渡到新的稳态，或系统受扰动作用又重新平衡后，系统出现的偏差。

3.3

稳定时间 settling time

从扰动试验开始到被调参数进入新稳态值的允许偏差范围内不再越出时的时间。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DCS：分布式控制系统（Distributed Control System）

NSSS：核蒸汽供应系统（Nuclear Steam Supply System）

RFP：反应堆满功率（Reactor Full Power）

5 试验目的

本试验目的是整定热氦温度控制器参数。

本试验只针对单个NSSS模块，分别在50 %RFP、60 %RFP和100 %RFP三个功率平台进行试验，按照7.6规定的温度阶跃值扰动要求，整定热氦温度控制器。

6 试验条件及要求

6.1 先决条件

- 6.1.1 反应堆冷却剂系统安全阀、蒸汽和动力转换系统安全阀及大气释放阀的试验已完成且合格。
- 6.1.2 蒸汽和动力转换系统试运阶段已经完成，具备进入机组带负荷调试与试验的条件，且蒸汽压力达到相应控制指标。
- 6.1.3 与本试验相关的DCS正常投运，机组相关保护功能已投入，紧急停堆功能已验证。
- 6.1.4 试验过程中所涉及的过程参数趋势功能可用。
- 6.1.5 完成热氦温度控制器的开环性能测试。

6.2 初始状态

- 6.2.1 机组稳定运行于试验所要求的功率平台。
- 6.2.2 氦气流量控制器、给水流量控制器、核功率控制器处于自动调节状态。
- 6.2.3 热氦温度控制器、蒸汽温度控制器、NSSS输出热功率控制器和冷氦温度控制器处于手动调节状态。

7 试验方法

- 7.1 进行控制器初始设置，输入已经整定完成的控制器参数，使控制器只有微分作用。
- 7.2 热氦温度控制器投入自动状态。
- 7.3 通过手动以50 mm/s的速度插入一根补偿棒达到幅值为5 cm~20 cm引入负反应性扰动。
- 7.4 记录核功率给定值及其修正量、控制棒传动机构驱动信号、各控制棒棒位、核功率、热氦温度、冷氦温度、蒸发器出口蒸汽温度、NSSS输出热功率等重要过程状态变量从初始到稳态的动态响应曲线，按照逐次逼近法，逐渐增大微分时间，以选择抗扰性最好的微分时间。
- 7.5 保持最佳微分时间不动，将比例增益设定成0.01。
- 7.6 输入幅值1℃的热氦温度设定值的正/负阶跃扰动，记录变化趋势。
- 7.7 记录核功率给定值及其修正量、控制棒传动机构驱动信号、各控制棒棒位、核功率、热氦温度、冷氦温度、蒸发器出口蒸汽温度、NSSS输出热功率等重要过程状态变量从初始到稳态的动态响应曲线，按照逐次逼近法，逐渐增大比例增益，以选择收敛性最好的比例增益。
- 7.8 试验过程观察变化趋势，如响应曲线不满足要求，应增大输入扰动值，重新调整参数后，再另行试验。

8 验收准则

8.1 安全准则

验收时无安全准则的相关要求。

8.2 运行准则

- 8.2.1 不引起反应堆冷却剂系统安全阀、蒸汽和动力转换系统安全阀动作。
- 8.2.2 不引起蒸汽和动力转换系统大气释放阀动作。
- 8.2.3 稳态偏差小于±5℃。
- 8.2.4 稳定时间小于2400 s。

9 注意事项

- 9.1 试验前，对本试验的试验条件及要求进行逐一确认。
- 9.2 试验中，若试验过程中发生设备故障，系统故障等情况，工艺过程参数超出正常运行范围，过渡过程反复震荡等情况，应立即停止试验。
- 9.3 试验后，将反应堆置于安全状态。

10 试验数据记录与处理

10.1 试验记录

试验记录要求为：

- a) 试验前，应准备相应数据记录表；
- b) 试验记录中有偏差的数据应进行标注；
- c) 各原始记录，应进行整理和编号；
- d) 试验过程中产生的图表，应作为试验附录。

10.2 试验数据处理

根据DCS获取的数据或图表，计算热氦温度稳态误差、稳定时间。试验中数据偏差过大，应由设计方进行分析。

11 试验报告

试验结束后，应提交试验报告。试验报告的格式应按照 NB/T 20145—2012 的要求。