

团 体 标 准

T/CNS 63—2022

高温气冷堆核动力厂核功率控制系统 闭环试验导则

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

2022 - 12 - 16 发布

2023 - 04 - 01 实施

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	2
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：王琛翔、房俊生、姜一鸣、孟强、李卓、刘燕、程鹏、高红、雷川、张智军、闫唐诗、于德、李超、董哲、黄晓津、高玉峰、魏文斌、杨鹏。

高温气冷堆核动力厂核功率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核功率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核功率控制系统闭环试验。

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编写规范

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

超调量 overshoot

对于阶跃响应，为偏离输出变量最终稳态值的最大瞬时偏差，通常以最终稳态值与初始稳态值之差的百分数表示。

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

本试验目的是整定核功率控制器参数。

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7.4规定的核功率阶跃值扰动要求，整定核功率控制器参数。

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试验合格。

6.1.2 蒸汽和动力转换系统试运阶段已完成，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 完成核功率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、给水流量控制器处于自动调节状态。

6.2.3 核功率控制器、热氦温度控制器、蒸汽温度控制器、冷氦温度控制器、NSSS 输出热功率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，使控制器只有微分作用，将微分参数设置成较小的数值。

7.2 将核功率控制器置于自动调节状态。

7.3 通过手动以最大速度插入一根补偿棒引入负反应性扰动，不断调整微分参数，最终选择一个既使过渡过程超调量和稳定时间尽可能小，又使偏差最小的微分参数。扰动幅值宜为 5 cm~20 cm，若响应不显著，可以适当增加。

7.4 施加核功率设定值的正/负阶跃扰动，调整比例参数，最终选择一个收敛性最好的比例参数。扰动的幅值宜为 0.3 %核功率设定值，若响应不显著，可以适当增加。

7.5 记录核功率控制器输出的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、蒸汽温度和 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。

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 核功率超调量小于 $\pm 15\%$ RFP。

8.2.4 核功率稳态误差小于 $\pm 1\%$ RFP。

8.2.5 核功率稳定时间小于 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 试验记录要求

10.1.1 试验前应准备相应数据记录表。

10.1.2 各原始记录应进行整理和编号。

10.1.3 试验记录中有偏差的数据应进行标注。

10.1.4 试验过程中产生的图表应作为试验报告附录。

10.2 试验数据处理

根据DCS获取的数据或图表，计算核功率超调量、稳态误差、稳定时间。
如果试验中数据偏差过大，则应进行分析。

11 试验报告

试验结束后，应提交试验报告。试验报告的格式应符合NB/T 20145—2012中的规定。
