

团 体 标 准

T/CNS 62—2022

高温气冷堆核动力厂氦气流量控制系统 闭环试验导则

Guidelines for helium flow closed-loop control circuit 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 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：雷川、姜一鸣、孟强、王琛翔、房俊生、李卓、刘燕、程鹏、高红、张智军、闫唐诗、于德、李超、董哲、黄晓津、高玉峰、张晓斌、杨鹏、孙惠敏。

高温气冷堆核动力厂氦气流量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电厂在调试阶段的氦气流量闭环控制回路试验的试验目的、先决条件、试验步骤、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电厂氦气流量闭环控制回路试验。

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

超调量 over shoot

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

本试验目的是整定氦气流量控制器参数。

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7.3规定的氦气质量流量阶跃扰动要求，整定氦气流量控制器参数。

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 完成氦气水流量控制器的开环响应测试。

6.2 初始状态

- 6.2.1 机组稳定运行于试验所需功率平台。
- 6.2.2 氦气流量控制器、给水流量控制器、核功率控制器、热氦温度控制器、蒸汽温度控制器和 NSSS 输出热功率控制器均处于手动状态。

7 试验方法

- 7.1 关闭氦气流量控制器的积分作用、微分作用。
- 7.2 将氦气流量控制器比例增益设置成 0.01。
- 7.3 将氦气流量控制器置于自动调节状态，输入 1 kg/s 的氦气流量设定值负/正阶跃扰动，测量回路的响应曲线。
- 7.4 逐渐增大比例增益，缩短积分时间，测量回路的响应曲线。
- 7.5 记录氦气流量的变化趋势及对应驱动机构的响应动作。
- 7.6 记录氦气流量设定值、主氦风机转速给定值、主氦风机转速、一回路氦气质量流量、核功率、反应堆出口热氦温度、蒸发器出口蒸汽温度和 NSSS 输出热功率等参数的动态响应曲线。
- 7.7 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 氦气质量流量超调量小于 $\pm 10\%$ 额定流量。
- 8.2.4 氦气质量流量稳态误差小于 $\pm 5\%$ 额定流量。
- 8.2.5 氦气质量流量稳定时间小于 600 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，根据实际需要，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 试验数据误差

根据DCS获取的数据或图表，计算氢气质量流量超调量、核功率稳态误差、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

试验报告按照NB/T 20145—2012的要求。
