

团 体 标 准

T/CNS 58—2022

高温气冷堆核动力厂蒸汽发生器二回路 侧停（备）用腐蚀防护导则

**Guidelines for steam generator secondary side corrosion protection during
shutdown (standby) 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 系统功能 1

5 腐蚀防护方法 1

6 腐蚀防护实施 2

7 保养记录 4

附录 A（规范性）停（备）用保护方法的监督项目和控制标准 5

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、西安热工研究院有限公司、华能核电开发有限公司、华能核能技术研究院有限公司。

本文件主要起草人：孙雅萍、姚洪猛、张贵泉、党志军、龚兵、陈立强、文慧峰、位承君、龙国军、姚建涛、曹杰玉、王庆武。

高温气冷堆核动力厂蒸汽发生器二回路 侧停（备）用腐蚀防护导则

1 范围

本文件规定了高温气冷堆蒸汽发生器二回路侧停（备）用腐蚀防护方法选择的原则和技术要求。
本文件适用于高温气冷堆蒸汽发生器二回路侧的停（备）用期间的腐蚀防护。

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 6904 工业循环冷却水及锅炉用水中pH的测定

GB/T 6906 锅炉用水和冷却水分析方法 联胺的测定

GB 8978 污水综合排放标准

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 系统功能

4.1 高温气冷堆核电机组在停用期间，蒸汽发生器二回路侧应根据机组停（备）用期间所处的状态、以及现场条件，采取有效的腐蚀防护措施。

4.2 高温气冷堆核电机组在停用期间，蒸汽发生器二回路侧停（备）腐蚀防护应编制和实施如下技术文件：

- a) 腐蚀防护工作规定，以明确各专业的职责及所需采取的行动；
- b) 腐蚀防护计划，将腐蚀防护计划排入检修工作计划中；
- c) 保护实施细则，针对选定的腐蚀防护方法制定专用的保护实施细则。

4.3 停备用期间的化学监督应符合如下要求：

- a) 相关化学药品、气体的质量等，应符合电厂有关化学品质量控制的标准要求；
- b) 相关水化学监测仪表、湿度监测仪表等应在计量检定有效期内；
- c) 应根据选定的各腐蚀防护方法要求进行化学监督。监督项目和控制标准应符合附录 A 的规定。

5 腐蚀防护方法

5.1 方法选择原则

5.1.1 停（备）用腐蚀防护方法的选择应考虑停（备）用时间的长短、性质、现场条件、可操作性和经济性。

- 5.1.2 采用的停（备）用腐蚀防护方法不应影响机组启动、正常运行时汽水品质。
- 5.1.3 其他应该考虑的因素如下：
- a) 保护液排放应符合GB 8978及当地环保部门的相关规定；
 - b) 冻结、盐雾等环境因素。若存在冻结风险，不宜采用湿法保养；若存在盐雾环境，应避免敞口存放；
 - c) 检修工作和检修人员的安全。

5.2 可选用的腐蚀防护方法

- 5.2.1 当机组停（备）用时间在1周之内，且蒸汽发生器二回路侧无需放水时，可维持停运阶段水质，密闭封存。当蒸汽发生器二回路侧需放水时，尽量排空存水，不必采用其他保养方式。
- 5.2.2 当机组停（备）用时间在1周以上，可采用表1中停（备）用腐蚀防护方法保护。

表1 可采用的腐蚀防护方法

方法	适用状态	设备保养期限		工艺指标要求	备注
		1月	≥1月		
氨-联胺法	冷（热）备用、封存	✓	✓	pH（25℃）≥10.5 联胺30~100 mg/L	1. 除盐水 2. 保养期限不宜超过6个月
充氮法	冷备用、封存	—	✓	1. 氮气覆盖法： 压力：0.03~0.05 MPa.g 排气口氧气浓度：<2 % 2. 氮气密封法： 压力：0.01~0.03 MPa.g 排气口氧气浓度：<2 %	必须保证系统严密性
干风干燥法	冷备用、封存、检修	✓	✓	相对湿度<40 %	应无积水，采用干风或仪用压缩空气作为气源； 干风质量：露点-20℃ 固体颗粒度粒径≤1 μm 含油量≤0.1 mg/m ³

6 腐蚀防护实施

6.1 氨-联胺法

6.1.1 技术要点

机组停运时，用氨水调节给水pH值，提高给水联胺含量，使保护液充满蒸汽发生器。

6.1.2 保护方法

- 6.1.2.1 当反应堆功率降为零、蒸汽发生器出口温度降为105℃，且给水满足停机运行水质时，退出精处理系统。
- 6.1.2.2 保持除氧器连续运行，加氨提高给水pH值，加联胺提高给水联胺联胺浓度。
- 6.1.2.3 监测蒸汽发生器入口和凝结水pH值和联胺浓度，当凝结水pH值和联胺浓度达到表1要求时停止加药。

6.1.3 注意事项

保护期间维持蒸汽发生器二回路侧密闭性。

6.2 充氮法

6.2.1 技术要点

蒸汽发生器二回路侧充氮保护有以下两种方式：

- a) 氮气覆盖法：停运后不放水，用氮气来覆盖汽空间。系统压力降至0.5 MPa. g时，开始向设备内通入氮气，在保护过程中维持氮气压力0.03 MPa. g~0.05 MPa. g；
- b) 氮气密封法：停运后因检修需要放水，用氮气来密封水汽空间。系统压力降至0.5 MPa. g时，开始向设备内充氮排水，在保护过程中，保持氮气压力为0.01 MPa. g~0.03 MPa. g。

6.2.2 保护方法

6.2.2.1 氮气覆盖法

停机前提高二回路给水系统氨水和联胺加药量，宜按照停运阶段水质标准上限控制pH值和联胺浓度。

建立蒸汽发生器二回路充氮保护隔离边界。

蒸汽发生器二回路侧压力降至0.5 MPa. g时，打开蒸汽发生器充氮门充入氮气。

在保护过程中维持氮气压力0.03 MPa. g~0.05 MPa. g。

6.2.2.2 氮气密封法

停机前提高二回路给水系统氨水和联胺加药量，宜按照停运阶段水质技术规范上限控制pH值和联胺浓度。

建立蒸汽发生器二回路充氮保护隔离边界。

蒸汽发生器二回路侧压力降至0.5 MPa. g时，打开蒸汽发生器充氮门充入氮气。

氮气顶压放水，微开放水门，用氮气置换蒸汽发生器内存水。当蒸汽发生器内存水放尽后，检测放水门处排气的氧气浓度，小于<2 %后关闭放水门，确保氮气纯度大于98 %。

保护过程中维持氮气压力在0.01 MPa. g~0.03 MPa. g范围内。

6.2.3 注意事项

6.2.3.1 使用的氮气纯度应大于 99.99 %。

6.2.3.2 氮气系统减压阀出口压力应调整至 0.5 MPa. g 以上，当系统压力降至此值以下时，氮气可自动充入。

6.2.3.3 充氮过程中，保证作业区域通风，防止窒息风险。

6.2.3.4 设备需要进行检修工作时，应先用湿度低于 40 %RH 空气置换氮气，并测试设备内部的氧浓度，以确保工作人员的安全。

6.2.3.5 充氮管内径不应小于 10 mm。

6.2.3.6 设备检修完毕后，重新进行充氮保护。

6.3 干风干燥法

6.3.1 技术要点

将常温干燥空气（干风）通入热力设备，除去热力设备的残留水分，使热力设备达到干燥而得到保护。

6.3.2 保护方法

具体如下：

- a) 停机前提高二回路给水系统氨水和联胺加药量，宜按照停运阶段水质技术规范上限值控制pH值和联胺浓度；
- b) 根据机组运行规程，当蒸汽发生器出口水温降至105℃时，迅速放尽蒸汽发生器内存水；
- c) 建立蒸汽发生器二回路干风干燥保护隔离边界；
- d) 向蒸汽发生器二回路侧通入干风，在排风口监测空气的相对湿度，确保相对湿度小于40 %RH。

6.3.3 注意事项

具体如下：

- a) 定期监测排风口空气的相对湿度，应符合附录A的要求；
- b) 相对湿度的测量宜远离干燥空气进气口；
- c) 干风入口管道内径不应小于30 mm，并根据排风口的相对空气湿度调节干风流量。

7 保养记录

7.1 氨-联胺法

氨-联胺法保养记录应包括：设备名称、设备编号、保养措施、停用时间、保养开始时间、每次监督的保养液水质指标。

短期停机并维持运行水质的保养监督记录内容参照电厂日常运行记录要求执行。

7.2 充氮法

充氮法保养记录应包括：设备名称、设备编号、保养措施、停用时间、保养开始时间、氮气压力。

7.3 干风干燥法

干风干燥法保养记录应包括：设备名称、设备编号、保养措施、停用时间、保养开始时间、每次监督的空气相对湿度数据。

附录 A

(规范性)

停（备）用保护方法的监督项目和控制标准

停（备）用保护方法监督项目和控制标准应符合表A.1的规定。

表A.1 停（备）用腐蚀防护方法监督项目和控制标准

方法	监督项目	控制标准	监测方法或仪器	取样部位	其他
氨-联胺法	pH 值 联胺含量	pH: ≥ 10.5 联胺: 30 mg/L~100 mg/L	GB/T 6904 GB/T 6906	取样门	停（备）用期间每周分析一次
充氮法	压力 氧气浓度	压力: 0.01 MPa.g~0.05 MPa.g 排气口氧气浓度: $< 2\%$	就地压力表 氧气测量仪	排气门	停（备）用期间每天记录一次氮气压力
干风干燥法	相对湿度	$< 40\%$	相对湿度计	排气门	干燥过程中每8 h测定一次 停（备）用期间每周测定一次