

ICS 27.120.99

F 65

备案号: 59596—2017

**NB**

中 华 人 民 共 和 国 能 源 行 业 标 准

NB/T 20426—2017

---

## 压水堆核电厂调试阶段设备的保养要求

Equipment serving of PWR NPPs during commissioning phase

2017 - 04 - 01 发布

2017 - 10 - 01 实施

国家能源局 发布

# 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 设备保养文件要求 .....	1
5 设备保养一般要求 .....	1
5.1 环境要求 .....	1
5.2 保养介质品质要求 .....	2
5.3 其他要求 .....	2
6 设备保养方法 .....	2
6.1 干保养 .....	2
6.2 湿保养 .....	2
6.3 定期运行 .....	2
6.4 润滑 .....	2
6.5 表面清洁和防护 .....	2
6.6 保温防冻 .....	2
6.7 电化学保护 .....	2
7 设备保养技术要求 .....	2
7.1 容器类设备的保养 .....	3
7.2 机电设备的保养 .....	4
7.3 电气二次设备和仪表控制设备的保养 .....	6
附录 A (资料性附录) 核电厂调试期间设备保养大纲模板 .....	7

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由能源行业核电标准化技术委员会提出。

本标准由核工业标准化研究所归口。

本标准起草单位：中国广核集团有限公司、江苏核电有限公司。

本标准主要起草人：陈宇、关建军、张涛、王青青、王绪军。

# 压水堆核电厂调试阶段设备的保养要求

## 1 范围

本标准规定了压水堆核电厂在调试阶段设备的保养文件要求、保养一般要求、保养方法、保养技术要求。

本标准适用于压水堆核电厂调试阶段的设备保养，其他堆型核电厂可根据实际情况参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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。

DL/T 956 火力发电厂停（备）用热力设备防锈蚀导则

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**调试 commissioning**

核动力厂已安装的部件和系统投入运行并进行性能验证，以确认是否符合设计要求，是否满足性能标准的过程。调试包括非核试验和核试验。

### 3.2

**保养 servicing**

对停用设备采取的日常保护性维护，维持设备在良好状态的过程。

## 4 设备保养文件要求

4.1 调试阶段实施设备保养前应制订相应的设备保养大纲（参见附录 A）保养规程或保养卡。

4.2 设备保养大纲应明确规定要保养的设备（或系统）代码、设备（或系统）名称、设备位置（厂房与房间号）、保养内容、保养周期、起始日期、所用规程编码或保养卡等内容。具体格式可参考附录 A。

4.3 重大设备或系统的保养应制定保养规程，内容应包含保养设备（或系统）名称及代码、保养目的、安全注意事项、保养项目、保养技术要求、保养实施步骤、执行记录等项目。

4.4 单个设备的保养，操作比较简单的可采用保养卡。

4.5 保养执行记录应有执行人、执行日期、实施结果等有关信息，并应归档，妥善保管，便于查询。

## 5 设备保养一般要求

### 5.1 环境要求

- 5.1.1 通风、照明、消防、通信等系统已投用。
- 5.1.2 定期检查厂房内部环境水平，确保设备所处厂房环境合格。
- 5.1.3 厂房内部环境控制指标应至少包括湿度、温度、清洁度等。
- 5.1.4 设备所处环境条件不达要求时，应采取相应的特别保护措施。

## 5.2 保养介质品质要求

- 5.2.1 对保养介质应定期检查、更换，确保保养介质合格。
- 5.2.2 联氨溶液应定期检查联氨含量、pH 值、液位，超出标准时应进行补充或更换。
- 5.2.3 惰性气体应定期检查纯度、压力，超出标准时应进行补充或更换。
- 5.2.4 干燥剂应定期检查外表颜色并定期更换，确保其有效。

## 5.3 其他要求

厂家设备运行维护手册中有明确保养要求的，应严格按相关要求执行。

保养过程中，如需将外来物品（如干燥剂等）带入系统或设备内部，应按照异物控制来管理，防止外来物品遗留在系统或设备内部。

# 6 设备保养方法

## 6.1 干保养

通过充填干性保养介质进行保养的方法，保养介质一般包括干风、惰性气体、干燥剂等。

## 6.2 湿保养

通过充满水进行保养的方法，根据材料性质的不同，充水可以是原水、除盐水、除氧水。根据需要在添加次氯酸钠、联氨、磷酸三钠、氨水、双氧水、亚硫酸氢钠等化学药剂以防止生物孳生、除氧或缓蚀。

## 6.3 定期运行

通过定期投运设备/系统的保养方法。

## 6.4 润滑

对转动摩擦部分定期添加或更换润滑剂的保养方法。

## 6.5 表面清洁和防护

对设备部件表面进行定期清扫、涂刷油脂、油漆隔离空气的保养方法。

## 6.6 保温防冻

对设备进行保温，防冻防潮的保养方法。

## 6.7 电化学保护

改变设备部件电位减缓腐蚀的保养方法，即阴极保护法。该法分为外加电流保护和牺牲阳极保护。

# 7 设备保养技术要求



## 7.1 容器类设备的保养

### 7.1.1 通用保养措施

7.1.1.1 碳钢材料一般采用湿保养，不锈钢材料采用干保养。对已生锈的表面应及时除锈并采取合适的保护措施。

7.1.1.2 调试期间，只要设备、系统符合保养条件，且预计停用时间超过一个月的，应尽快使设备、系统处于良好的保养状态。

7.1.1.3 除了设备、系统进行试验、定期检查外，一般不准许退出保养状态，除非有数据和经验表明，在设备、系统退出保养的一段时间内，不会发生腐蚀或腐蚀程度在可以接受的范围内。

7.1.1.4 对室外或室内温度低于零度的充水设备和管道，应根据实际情况采取适当防冻措施（如防冻剂、伴热、流体循环等）。

7.1.1.5 设备的防锈蚀方法，可按照 DL/T 956 执行。

### 7.1.2 一回路主系统的保养

7.1.2.1 一回路主系统停用期间宜采用干保养，控制环境湿度不超过 60%。原则上按每周 2 次进行温度、湿度测量。

7.1.2.2 反应堆压力容器在开盖后，应对主螺栓孔进行清洁，对主螺栓孔和压力容器密封面加盖保护，主螺栓在维修厂房进行清洁和保管。

### 7.1.3 二回路系统的保养

#### 7.1.3.1 蒸汽发生器二次侧的保养

以因科镍材料为传热管的蒸汽发生器二次侧根据停用时间长短，可分别采用干保养或湿保养。

长期停用（停用时间超过两周）的设备应采用干保养，干保养包括干风保养和充氮保养。

干风保养：干风保养装置通过临时风管与二次侧检查孔法兰相连接，出口位于蒸汽发生器二次侧靠近压力容器的人孔。干风保养的相对湿度目标值小于等于 50%，限值小于等于 60%，开始连续测量 3 天，直到不大于 60%，其后每周测量 3 次。

充氮保养：将蒸汽发生器及与其相连的主蒸汽系统、主蒸汽旁路系统、主给水系统、辅助给水系统水排尽，再充入氮气至 70 mbar 表压（为加快空气置换速度可在隔离后抽真空后再充氮气），将氧表连接在取样管上，监测排除氮气含氧量浓度小于 0.2%，其后维持氮气压力在 200 mbar 表压。定期监测氮气压力，如压力降低，及时补气。

短期停用（停用时间低于两周）的设备宜采用湿保养。二次侧充入氮气，在氮气 20 mbar 表压下充入除盐水（或除氧水），同时添加联氨溶液。在蒸汽发生器二次侧已充满水时，可通过二次侧下部取样管上的氮气阀进行鼓泡除氧，在蒸汽发生器顶部放气阀进行取样，当顶部放气阀排出的混合气体中氮气达到足够纯度后，关闭顶部放气阀、下部取水样管上的氮气阀，打开上部充氮气阀维持氮气压力，并添加联氨溶液。在蒸汽发生器二次侧充满饱和蒸汽时，当蒸汽发生器二次侧饱和蒸汽温度下降到 105℃，通过上部充氮气阀充入氮气，在二次侧蒸汽完全消失，氮气浓度达到要求时，添加适当联氨溶液。

充水液位视保养期长短而定，短期保养水位至少在 U 型传热管顶部 30 cm，长期保养水位至少在汽水分离器顶部 30 cm。不论保养期多长，水位最大值应低于蒸汽发生器蒸汽出口管嘴 120 cm。保养期间维持氮气表压不低于 200 mbar，控制 pH 值在 9.5~10.5，相应联氨浓度 (100~200) ppm，定期进行氮气压力监测和水质分析。

#### 7.1.3.2 凝结水系统的保养

从凝结水泵、低压加热器至除氧器给水箱，通过凝汽器进水，启动凝结水泵，加入联氨和氨水，pH值保持在9.5~10.5，相应联氨浓度(100~200) ppm（厂家有特殊要求的除外）。充水放气完毕后停运凝结水泵并断电，隔离与凝汽器相连的阀门，凝汽器热阱排空，为低压缸干风保养做准备。

### 7.1.3.3 高压、低压给水系统的保养

除氧器给水箱所在高度以下至给水泵、高压加热器、主给水隔离阀，在边界阀门隔离后，当除氧器给水箱水位在2/3高度时启动除氧循环泵充入加有联氨和氨水的凝结水；pH值控制在9.5~10.5，相应联氨浓度在(100~200) ppm（厂家有特殊要求的除外）。为使主给水管道中的联氨溶液浓度与除氧器内联氨溶液浓度均匀，可结合二回路冲洗和给水泵带载等试验进行保养。

### 7.1.3.4 高压、低压加热器壳侧的保养

除1号、2号低压加热器随汽轮机低压缸干风保养外，其他低压加热器、所有高压加热器设备壳侧以及除氧头（如有）采用干燥空气、联氨溶液或氮气保养。如采用氮气保养，应改善现场通风，加强现场氧浓度监测，防止氮气大量泄漏导致人员窒息。

### 7.1.4 汽轮机低压缸及凝汽器的保养

7.1.4.1 如汽水分离再热器安装已完工，则将两台转轮除湿机通过可拆卸风道和移动式空气干燥器分别与两台水分离再热器人孔相连接。投运干风保养装置后，热风从3台凝汽器热阱人孔排出。此时高压缸、汽水分离再热器、汽轮机低压缸、凝汽器、1号及2号低压加热器都处于干风保养条件下。

7.1.4.2 如汽水分离再热器未安装完工，干风保养装置通过临时风管分别与低压缸人孔相连接，装置投运后，热风从3台凝汽器热阱人孔排出。此时高压缸、汽水分离再热器不在干风保养范围。

7.1.4.3 干风保养的相对湿度目标值小于等于50%，限值小于等于60%，开始连续测量3天，直到不大于60%，其后每周测量3次。

### 7.1.5 海水系统的保养

7.1.5.1 由于海水（或河水）系统的特殊性，重要厂用水系统至少保持一列运行，因此同时采用湿保养和干保养两种方式。

7.1.5.2 已先投运的重要厂用水系统可按正常程序加药；从海水进水闸门、海水过滤系统、鼓网（或旋转滤网）到循环水泵泵体之间均处于海水浸泡状态，可在循环水管沟人孔加药，次氯酸钠浓度（1~3）ppm 进行调整，每半月对浓度进行一次监测。

7.1.5.3 凝汽器循环水出入口至海水排出口采用自然干保养方式。

7.1.5.4 海水系统大部分管道和设备都预埋在地下或浸泡在海水中，对于碳钢管道和部分低不锈钢管道，无论是在运行或保养期间，应投运阴极保护系统，定期监测其外加电流（~75A）；并在停运期间检查闸门、格栅除污机、鼓网等设备阳极保护块的完好程度，必要时加以更换。

## 7.2 机电设备的保养

### 7.2.1 通用保养措施

7.2.1.1 有环境要求的机电设备，应采取措施，保持其周围环境温度、湿度在要求的范围内，避免腐蚀性气体和灰尘的侵入。必要时采用帆布进行遮蔽、安装临时空调等措施。

7.2.1.2 定期检查和保持设备的外表面的清洁和完整，检查密封件填料函状态，对金属部件裸露部分应采取防锈保护措施（涂抹防锈类油脂等）。



7.2.1.3 转动设备（泵、风机等）采取定期运转的保养方式，若无法进行定期运转，则定期盘车。原则上频度每月1次。

7.2.1.4 机电设备的转动或传动部分（变速箱等）需要润滑，应按厂家的运行维护要求检查润滑情况，原则上频度每月1次，并按厂家的运行维护要求定期添加和更换润滑剂。

7.2.1.5 机电设备的动力驱动部分按电动机进行保养，应定期检查电动机绝缘水平，原则上频度每月1次，若有自带用于提高设备绝缘等级或者增强抗蚀能力的加热器装置，应定期或连续投用。若动力驱动为柴油机，则按柴油机要求进行保养。

7.2.1.6 应尽可能按照厂家的运行维护说明书对机电设备进行保养，特别是如核级冷冻机、应急柴油发电机等特殊设备。

## 7.2.2 主发电机的保养

7.2.2.1 发电机定子线圈的内部保养，对定子线圈线棒冲洗至电导合格后用压缩空气吹扫，可采用正压式、逆流式、脉冲式反复吹扫直至最大限度干燥定子线棒。之后在发电机定子冷却水箱及定子线圈内部用氮气瓶供氮，用氮气覆盖，表压维持在15 kPa左右，每周检查1次供氮压力。

7.2.2.2 发电机机壳、定子铁心及转子的保养，通过发电机氢气冷却系统进氢隔离阀向发电机内部连续供给洁净干燥的仪用压缩空气，发电机密封油系统停运，压缩空气通过发电机两端密封排至环境，以保证发电机内部的微正压。干风保养的相对湿度目标值小于等于50%，限值小于等于60%。

7.2.2.3 发电机转子，跟随汽轮机大轴定期进行盘车，大轴停止时保证与原先位置180°的翻转。

## 7.2.3 变压器的保养

7.2.3.1 定期检验变压器绝缘油，包括外观、水溶性酸（pH值）、酸值、闭口闪点、水分、界面张力、介质损耗因数、击穿电压、体积电阻率和含气量，检查频度宜每月1次，或参照厂家建议。

7.2.3.2 定期检查本体仪表（温度计、油位计）和油流继电器无水汽、瓦斯继电器和压力释放器无气体积存，检查频度宜每周1次，或参照厂家建议。

7.2.3.3 定期检查本体端子箱、接线箱（盒）无进水受潮，接线牢固，检查频度宜每周1次，或参照厂家建议。

7.2.3.4 定期检查变压器接地线接地良好，呼吸器硅胶无变色，检查频度宜每周1次或2次，或参照厂家建议。

## 7.2.4 蓄电池的保养

7.2.4.1 定期进行充放电。

7.2.4.2 定期清洁检查蓄电池外表面，确保连接紧固、气孔无堵塞、无电解液泄漏，检查频度宜每周1次或参照厂家建议。

7.2.4.3 定期检查蓄电池电解液液位和比重，并进行电压测量，检查频度宜每周1次或参照厂家建议。

## 7.2.5 六氟化硫气体绝缘开关站的保养

定期进行检查，检查频度宜每3月1次或参照厂家建议，主要检查：

- a) 指示器、指示灯是否正常；
- b) 有无异常声音或气味；
- c) 端子上有无过热变色现象；
- d) 接地导体或支架是否有生锈或损伤情况；
- e) 压力表指示是否正常；
- f) 液压弹簧操作机构的油位、碳刷、二次配线、密封情况；



- g) 隔离开关、故障关合接地开关的分、合指示正确性;
- h) 主母线六氟化硫和水分表计数值。

#### 7.2.6 发电机出口断路器的保养

定期进行检查,检查频度宜每月1次或参照厂家建议,主要检查:

- a) 气体密度、压力;
- b) 液压弹簧操作机构油位。

### 7.3 电气二次设备和仪表控制设备的保养

#### 7.3.1 电气及仪控盘柜的保养

7.3.1.1 保持电气及仪控盘柜房间的清洁度、温度和干湿度,必要时采用临时空调等设施。

7.3.1.2 保持盘柜内部和外表面的清洁及完整。

7.3.1.3 定期对停用的电气二次回路和仪表控制通道进行通电检查。

7.3.1.4 电气二次设备和仪控系统在服役前应测量绝缘水平,满足要求后才能投运。

7.3.1.5 装卸料机控制机柜和显示器等,在调试完成或首次装料完成后,整体拆卸至专用厂房进行保管。

#### 7.3.2 仪表的保养

7.3.2.1 设备自带的仪表、就地仪表和传感器、变送器在调试期间应加明显标识,并添加保护措施,防止踩踏碰坏。

7.3.2.2 定期检查在线化学水质分析仪表,其测量电极不使用时应清洗干净后另外存放。一般长期不用采取干法保存,短期停用应采取湿法保存。

7.3.2.3 参照厂家要求,定期对仪表进行标定。

附 录 A  
(资料性附录)  
核电厂调试期间设备保养大纲模板

核电厂调试期间设备保养大纲模板见表A. 1。

表A. 1 XXX 系统保养大纲

设备代码	设备名称	设备位置		保养内容	保养周期	起始日期	规程编码
		厂房号	房间号				