

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 20526—2018

压水堆蒸汽发生器出厂水压试验要求

**Hydrostatic shop test requirement for steam generator of
pressurized water reactor**

2018 - 12 - 10 发布

2019 - 04 - 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 预备要求	1
5 总体要求	1
6 清洁度要求	2
7 充水和疏水要求	2
8 二次侧水压试验要求	2
9 一次侧水压试验要求	3
10 干燥要求	3

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：上海核工程研究设计院有限公司。

本标准参与单位：中广核工程有限公司、中国核动力研究设计院。

本标准主要起草人：应秉斌、李锡林、张丽艳、林绍萱、景益、毋争娟、何戈宁。

压水堆蒸汽发生器出厂水压试验要求

1 范围

本标准规定了压水堆蒸汽发生器制造厂水压试验的要求。

本标准适用于压水堆蒸汽发生器制造厂水压试验的实施。

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。

NB/T 20004—2014 核电厂核岛机械设备材料理化检验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

蒸汽发生器 steam generator

压水堆核电站一回路主设备之一，将反应堆冷却剂热量传给二回路给水并产生蒸汽的设备。

3.2

基准无塑性转变温度 reference nil ductility temperature

根据NB/T 20004—2014标准方法确定的材料基准无塑性转变温度。

4 预备要求

4.1 水压试验前蒸汽发生器应卧式放置和支撑。制造厂应编制一份详细描述水压试验时的接口和方位的文件。

4.2 选择压力表时应考虑压力表的位置和水的静压头，应能满足最小和最大水压试验压力，其量程不应小于试验压力的1.5倍，但不大于3倍。

4.3 水压试验使用的仪表应按相关规定标定合格并在有效期内。试验用压力表应在每次试验或一系列试验以前进行标定。一系列试验是指在不超两星期时间内，用相同的一块或几块压力表，在同一场所进行的一组试验。

5 总体要求

5.1 在水压试验前，应编制描述水压试验详细过程的程序并签字生效。

5.2 螺栓、螺柱、螺母、垫圈和密封垫片可不进行水压试验。

5.3 试验过程中蒸汽发生器外表面最低金属壁温应不低于各承压部件最高基准无塑性转变温度+33℃。蒸汽发生器压力边界的外表面最高金属壁温在水压试验时不应超过 80℃。在加压前容器外表面温度应达到规定的温度要求。

5.4 蒸汽发生器应在足够多的测量位置用经标定的温度测量仪进行测量,以验证在容器加压时,在没有外部直接加热的情况下,材料表面能保持规定的温度要求。在基准无塑性转变温度最高的承压部件上至少应有一个温度测量仪进行测量。

5.5 在一侧进行水压试验时,另一侧应与外界环境相通。最低和最高水压试验压力,应根据设计文件执行。

5.6 升压/降压平均速率应不超过 0.7 MPa/min,瞬时速率应不超过 1.0 MPa/min。

5.7 在水压试验时,试验侧的密封盖应按规定关闭,且密封盖螺栓应按要求预紧。

5.8 水压试验系统应设有超压保护装置。

5.9 压力表的精度不得低于 0.4 级。

5.10 在水压试验期间,已完工的承压部件上以后要求机加工到的精确尺寸和公差的部分,留有不超过壁厚 10%或 10 mm 两者中较小的材料余量是允许的。

6 清洁度要求

6.1 在关闭、充水和试验前,蒸汽发生器一次侧本体内表面应满足以下清洁要求:

- a) 表面应显示金属色,轻微的环境灰尘的沉积是允许的;
- b) 分散的生锈区(U形管除外)是允许的,生锈的总面积在任何 1000 cm²内不超过 14 cm²。回火氧化膜和焊接导致的变色是可接受的;
- c) 表面应无有机薄膜和污染物,例如油漆、油或防锈剂。

6.2 在关闭、充水和试验前,蒸汽发生器二次侧本体内表面应满足以下清洁要求:

- a) 表面应显示金属色,轻微的环境灰尘的沉积是允许的;
- b) 对于耐蚀合金,分散的生锈区(U形管除外)是允许的,生锈的总面积在任何 1000 cm²内不超过 100 cm²;
- c) 对碳钢、合金钢和铁素体不锈钢,均匀的轻微的可用刷或擦拭去除的浮锈区域是允许的。
- d) 表面应无有机薄膜和污染物,例如油漆或油。

7 充水和疏水要求

7.1 水压试验中充水的水质应满足表 1 的要求,疏水的水质应满足表 2 的要求。

7.2 二次侧水压试验时应保证水中的含氧量小于质量分数 100 μg/kg,应向水中添加联氨,联氨浓度宜为质量分数 175 μg/g~200 μg/g。

7.3 二次侧水压试验用水应添加氢氧化铵使水的 pH 值保持在 9.0~9.8。

7.4 蒸汽发生器充水时应放气。放气管应在蒸汽发生器高点。

8 二次侧水压试验要求

8.1 蒸汽发生器二次侧应加压到规定的水压试验最低和最高压力之间,并保持至少 10 min。在二次侧水压试验进行时,一次侧应与外界环境相通。

8.2 在保压至少 10 min 后,应降低二次侧试验压力至设计压力,并保持至少 4 h,应进行目视检查,不得出现异常变形。应对所有焊接接头、接管和高应力区(例如容器开孔周围和厚度改变区)进行泄漏

检查。此外，管孔端和管子—管板焊缝应进行泄漏检查。承压部件不允许泄漏，但是用于水压试验临时的需更换的密封垫片或密封焊的泄漏是允许的，除非泄漏率超过了系统在试验期间不补水而保持试验压力的能力。应除去任何从临时密封垫圈或密封焊泄漏的水，以避免掩盖可能由容器部位引起的泄漏。

8.3 如果在设计压力平台保压阶段发生试验压力波动下降时，应采取必要的压力平衡措施。前提为压力下降不是由于组件焊缝及密封处泄漏造成的。

8.4 二次侧水压试验完成后，二次侧压力应缓慢降低到环境压力，卸压速率应符合 5.6 的规定，之后二次侧应排空。在疏水过程中应对水质进行取样分析，取样如下：

- a) 第一次取样：在开始疏水后 30 min；
- b) 第二次取样：大约在疏水的中间；
- c) 第三次取样：大约在完成疏水前 30 min。

8.5 样品应单独分析，三份样品的平均值应满足表 2 中对二次侧出口水化学成分的规定。若超过了限值，则应再次进行充水、冲洗和疏水。

8.6 容器排空后，二次侧应按照第 10 章的规定进行干燥。

9 一次侧水压试验要求

9.1 蒸汽发生器一次侧应加压到规定的水压试验最低和最高压力之间，并保持至少 10 min。在进行一次侧水压试验时，二次侧应与外界环境相通。

9.2 在保压至少 10 min 后，应降低一次侧试验压力至设计压力，并保持至少 4 h，应进行目视检查，不应出现异常变形。应检查一次侧压力边界的泄漏情况。不允许泄漏，但是用于水压试验临时的需更换的密封垫片或密封焊的泄漏是允许的，除非泄漏量超过了系统在试验期间不补水而保持试验压力的能力。应除去任何从临时密封垫圈或密封焊泄漏的水，以避免掩盖可能由容器部位引起的泄漏。

9.3 如果在设计压力平台保压阶段发生试验压力波动下降时，应采取必要的压力平衡措施。前提为压力下降不是由于组件焊缝及密封处泄漏造成的。

9.4 一次侧水压试验完成后，一次侧压力应缓慢降低到环境压力，卸压速率应符合 5.6 的规定，之后一次侧应排空。在疏水过程中应对水质进行取样分析，取样如下：

- a) 第一次取样：在开始疏水后 30 min；
- b) 第二次取样：大约在疏水的中间；
- c) 第三次取样：大约在完成疏水前 30 min。

9.5 样品应单独分析，三份样品的平均值应满足表 2 对一次侧出口水化学成分的规定。若超过了限值，则需再次进行充水、冲洗和疏水。

9.6 容器排空后，一次侧应按照第 10 章的规定进行干燥。

10 干燥要求

10.1 制造厂应编制详细的水压试验后的干燥程序。

10.2 当水压试验结束后，应对易积水区域进行疏水并检查，尽快开始干燥，干燥循环系统中相对湿度低于 30%（20℃时），则可以停止干燥。

表1 水压试验充水水质要求

物项	充水（进口）要求
钠离子（质量分数）	$\leq 0.05 \mu\text{g/g}$
氯离子（质量分数）	$\leq 0.05 \mu\text{g/g}$
氟离子（质量分数）	$\leq 0.05 \mu\text{g/g}$
硫酸根离子（质量分数）	$\leq 0.05 \mu\text{g/g}$
二氧化硅（质量分数）	$\leq 0.05 \mu\text{g/g}$
电导率（25℃）	$\leq 2.0 \mu\text{s/cm}$ （一次侧和二次侧，在二次侧 pH 调整前）
pH 值（25℃）	6.0~8.0（一次侧），9.0~9.8（二次侧）
透明度	无混浊，无油或无沉积物
总悬浮固体（质量分数）	$\leq 0.5 \mu\text{g/g}$

表2 水压试验疏水水质要求

物项	疏水（出口）要求
钠离子（质量分数）	$\leq 0.1 \mu\text{g/g}$
氯离子（质量分数）	$\leq 0.1 \mu\text{g/g}$
氟离子（质量分数）	$\leq 0.1 \mu\text{g/g}$
硫酸根离子（质量分数）	$\leq 0.1 \mu\text{g/g}$
二氧化硅（质量分数）	$\leq 0.3 \mu\text{g/g}$ （仅对二次侧）
pH 值（25℃）	5.5~8.5（一次侧），9.0~9.8（二次侧）
悬浮铁（质量分数）	$\leq 0.05 \mu\text{g/g}$
电导率（25℃）	一次侧出口水与进口水电导率之差应不超过 $5.0 \mu\text{s/cm}$ 二次侧出口水与进口水电导率之差应不超过 $20.0 \mu\text{s/cm}$

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
压水堆蒸汽发生器出厂水压试验要求
NB/T 20526—2018

*

核工业标准化研究所出版发行
北京市海淀区骚子营1号院
邮政编码：100091
电 话：010-62863505
原子能出版社印刷
版权专有 不得翻印

*

2019年4月第1版 2019年4月第1次印刷
印数 1—50 定价 18.00 元