

ICS 27.120.20

F 69

备案号: 38333-2013

**NB**

中 华 人 民 共 和 国 能 源 行 业 标 准

NB/T 20143.1—2012

---

核空气与气体处理规范 工艺气体处理  
第1部分: 氢气复合装置

Code on nuclear air and gas treatment Process gas treatment—  
Part 1: Hydrogen recombiner

2012-10-19 发布

2013-03-01 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 氢气复合装置的设计要求 ..... 1

5 氢气复合装置的制造要求 ..... 3

6 氢气复合装置的鉴定要求 ..... 4

7 氢气复合装置的试验和检验要求 ..... 4

8 氢气复合装置的安装要求 ..... 5

## 前 言

《核空气和气体处理规范》由下述四项标准组成：

- NB/T 20038 《核空气和气体处理规范 设计和制造通用要求》；
- NB/T 20039 《核空气和气体处理规范 通风、空调与空气净化》；
- NB/T 20143 《核空气和气体处理规范 工艺气体处理》；
- NB/T 20196 《核空气和气体处理规范 试验规程》。

其中NB/T 20039《核空气和气体处理规范 通风、空调与空气净化》分为下述19个部分：

- 第1部分：通风机；
- 第2部分：风阀；
- 第3部分：风道；
- 第4部分：箱体；
- 第5部分：空调设备；
- 第6部分：除雾器；
- 第7部分：低效空气过滤器；
- 第8部分：中效空气过滤器；
- 第9部分：高效空气过滤器；
- 第10部分：金属介质过滤器；
- 第11部分：碘吸附器（I型）；
- 第12部分：碘吸附器（II型）；
- 第13部分：碘吸附器（III型）；
- 第14部分：其他碘吸附器；
- 第15部分：吸附介质；
- 第16部分：净化部件用排架；
- 第17部分：仪表和控制；
- 第18部分：制冷设备；
- 第19部分：特殊类型的高效空气过滤器

NB/T 20143《核空气和气体处理规范 工艺气体处理》分为下述6个部分：

- 第1部分：氢气复合装置；
- 第2部分：压力容器、管道、热交换器和阀门；
- 第3部分：惰性气体滞留设备；
- 第4部分：压缩机；
- 第5部分：其他放射性核素设备；
- 第6部分：气体采样设备；

NB/T 20196《核空气和气体处理规范 试验规程》分为下述2个部分：

- 第1部分：空气处理系统的现场试验；
- 第2部分：气体处理系统的现场试验；

本部分是NB/T 20143的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。



本部分由能源行业核电标准化技术委员会提出。

本部分由核工业标准化研究所归口。

本部分起草单位：中国核电工程有限公司。

本部分主要起草人：李丽娟、李嫦月、李军、王晓江。

# 核空气与气体处理规范 工艺气体处理

## 第1部分：氢气复合装置

### 1 范围

本部分规定了核电厂非能动氢气复合装置的设计、制造、鉴定试验和检验要求。  
本部分适用于核电厂非能动氢气复合装置。

### 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。

GB/T 9723 化学试剂 火焰原子吸收光谱法通则  
GB/T 16702 压水堆核电厂核岛机械设施设计规则  
GB/T 17569 压水堆核电厂物项分级  
NB/T 20001 压水堆核电厂机械设施制造规范  
NB/T 20002 压水堆核电厂机械设施焊接规范  
NB/T 20038 核空气和气体处理规范 设计和制造通用要求  
HAF 003 核电厂质量保证安全规定

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**非能动氢气复合装置** *passive hydrogen recombiners*

使用催化剂降低氢气和氧气开始发生复合反应的温度，并增大接触表面以使氢气和氧气充分接触发生复合反应，从而实现非能动、低温、高效复合氢气的装置。

氢气复合装置采用非能动消氢，不应依赖电源、气源等辅助设施，不需要信号控制。

#### 3.2

**瞬态载荷** *instantaneous load*

由于设备突然从一种运行条件或载荷下，转变到另一种运行条件或载荷下而引起的瞬时载荷。

### 4 氢气复合装置的设计要求

4.1 非能动氢气复合装置至少包括催化部件、壳体、框架和连接件。

4.2 用于设计基准事故消氢的氢气复合装置，其安全分级至少为安全相关级，质保等级应与安全等级相对应，抗震类别为Ⅰ类(见 GB/T 17569)，在地震过程中或之后不会由于部件跌落而破坏其他安全相关



系统或设备,在正常和设计基准事故条件下,地震载荷导致的壳体和催化剂的变形不会削弱氢气复合装置的能力。

4.3 用于超设计基准事故消氢的氢气复合装置,其安全分级为非安全级,质保等级应与安全等级相对应,抗震类别为Ⅰ类(见 GB/T 17569),在地震过程中或之后应保证完整性,保证不会由于部件跌落而破坏其他安全相关系统或设备。

4.4 氢气复合装置的设计应满足安装条件、环境条件和外部作用的要求。

4.5 氢气复合装置布置在安全壳内时,氢气复合装置出口应能将高温气体导向安全壳内没有阻碍的自由空间。

4.6 氢气复合装置的构造应确保气体与催化剂充分接触,并能避免腐蚀产物和杂质的积聚。壳体应能保护催化剂表面不受壳体外沉降颗粒和液滴等沾污,免受外部影响。催化剂不应由于基体材料和催化剂不同的热膨胀造成剥落。

4.7 氢气复合装置的设计应确保在寿期内的安装、运行、维护和修复时的防火安全。

4.8 同一型号的氢气复合装置,相同尺寸的部件(除了支撑和连接件)应具有互换性。

4.9 氢气复合装置的设计应便于在役检查和维修。

4.10 氢气复合装置的可移动部件应尽可能少。

4.11 氢气复合装置的每个催化剂元件应有永久的唯一标识(工厂编号),便于安装和在役检查时快捷、正确地放置。

4.12 氢气复合装置的设计应使其运行对电厂运行的影响减至最少。

4.13 氢气复合装置的机械强度设计,应全面分析各种工况。位于安全壳内的氢气复合装置,应考虑各种工况的环境压力、温度,还要考虑地震载荷、气流冲击载荷、瞬态载荷等。

4.14 用于超设计基准事故消氢的氢气复合装置(非安全级的氢气复合装置),应考虑如下载荷组合和准则(见表1):

表1 载荷组合和准则(一)

载荷组合	准则要求
正常工况载荷: DW <sup>a</sup>	A 级准则
异常工况载荷: DW±SL1 <sup>b</sup>	B 级准则
事故工况载荷: DW±LOCA 载荷±SL2 <sup>c</sup>	D 级准则
严重事故工况载荷: DW±LOCA 载荷 <sup>d</sup>	D 级准则
<sup>a</sup> DW:自重。 <sup>b</sup> SL1:安全停堆地震动。 <sup>c</sup> SL2:极限安全地震动。 <sup>d</sup> LOCA载荷:一回路冷却剂丧失事故引发的气流冲击载荷。	

4.15 用于设计基准事故消氢的氢气复合装置(安全级的氢气复合装置),需要考虑如下载荷组合和准则(见表2):



表2 载荷组合和准则（二）

载荷组合	准则要求
正常工况载荷：DW <sup>a</sup>	A 级准则
异常工况载荷：DW±SL1 <sup>b</sup>	B 级准则
事故工况载荷：DW±LOCA 载荷±SL2 <sup>c</sup>	C 级准则
严重事故工况载荷：DW±LOCA 载荷 <sup>d</sup>	D 级准则
<sup>a</sup> DW：自重。 <sup>b</sup> SL1：安全停堆地震动。 <sup>c</sup> SL2：极限安全地震动。 <sup>d</sup> LOCA载荷：一回路冷却剂丧失事故引发的气流冲击载荷。	

4.16 应对氢气复合装置进行热影响分析，研究确定氢气复合装置的安装要求。

4.17 氢气复合装置的设计应提供消氢能力与压力、氢气浓度等参数的关系式。

## 5 氢气复合装置的制造要求

5.1 应根据 HAF 003 建立质保体系，制定质量保证大纲。

5.2 氢气复合装置制造的技术文件应依据有效的规范和标准形成。

5.3 只有那些化学成分能够保证氢气复合装置的可运行性及完整性的材料，包括焊接材料，才可以使用。使用的材料应能够抵抗由介质或外部影响造成的腐蚀和磨损，应能够耐辐照。

5.4 如果采用催化剂，催化剂应具有良好的热稳定性和抗辐照性能。在备用及运行期间，催化剂不会出现中毒或剥落现象。

5.5 氢气复合装置的材料应对人员和环境无危害。

5.6 禁用铸铁材料、铝及其合金、锌及其合金。

5.7 备件的材料应与原件采用相同的规范。

5.8 不锈钢表面应进行酸洗和钝化处理。

5.9 安全相关级设备（包括壳体、框架、支撑、连接件等）所使用的材料应满足相应标准的要求（例如 GB/T 16702 H 篇、NB/T 20002、NB/T 20038）。

5.10 制造和检验应满足相应的清洁、公差、焊接等标准和规则的要求。安全相关级设备（包括壳体、框架、支撑、连接件等）应满足相应标准的要求（例如 GB/T 16702 H 篇和 NB/T 20002、NB/T 20038）以及相关的核岛机械设备制造期间清洁技术条件的要求（例如 NB/T 20001、NB/T 20038）。

5.11 应在催化部件的制造和检验过程中采取足够措施，确保每一部件上催化剂的配比和含量及产品质量。

5.12 在制造的最终阶段，应达到规定的清洁度。

5.13 所有部件都应有相应的标记。标记应能够防止装配时出现错误。



5.14 每个氢气复合装置都应装有一个制造厂的铭牌,铭牌应按照相关文件(例如 NB/T 20038)的要求准备,铭牌上的内容应得到确认。

5.15 氢气复合装置应按照相关核岛机械设备包装、贮存和运输技术条件(例如 NB/T 20038)的要求进行贮存和包装。直至使用之前,都应保证部件的包装保存完好。

## 6 氢气复合装置的鉴定要求

6.1 氢气复合装置的鉴定包括抗震鉴定和环境条件下的性能鉴定。

6.2 抗震鉴定可以采用试验鉴定法或分析鉴定法。

6.3 应对氢气复合装置进行所有可能的运行条件下的鉴定试验,还应进行组合条件的鉴定试验。

6.4 鉴定试验应能够证明氢气复合装置的功能和消氢能力,还应包括启动阈值、停止阈值的试验。

6.5 鉴定试验应考虑事故后压力、温度、湿度、累积辐射剂量、事故后核素、气溶胶、一氧化碳、电缆升温或燃烧及油着火产生的气体、其他系统运行带来的影响(例如安全壳喷淋)、临近管道破裂等。

6.6 鉴定试验应制定合理的试验程序。鉴定试验的评价准则应合理并得到批准或认可。

6.7 应证明气流载荷导致的壳体和催化剂的变形不会导致催化剂脱落,削弱氢气复合装置的功能。

6.8 应证明在所有运行工况下,氢气复合装置运行相关参数保持不变,例如设备高度、入口横截面、出口横截面和内部流通截面。

6.9 鉴定试验的设施应经过相关检查、检验并符合相关要求,例如仪表应进行标定并在有效期内。

## 7 氢气复合装置的试验和检验要求

7.1 氢气复合装置应设置定期试验装置。

7.2 氢气复合装置定期试验应考虑防火、防爆。

7.3 应对氢气复合装置编制相应的试验规程。

7.4 确定定期试验的周期、频次和准则时,应考虑设备的重要性,还应尽量减少操作人员的受照剂量。

7.5 试验和再生的方法应得到批准或认可。

7.6 如果试验结果不满足要求,催化剂应能够再生或更换。

7.7 催化板活性组分测定应遵循 GB/T 9723。

7.8 氢气复合装置的验收包括工厂验收和现场验收试验。应对氢气复合装置进行性能试验,性能试验可从氢气复合装置中抽查一定数量的催化部件,并应对所有试验进行记录。

7.9 工厂验收应包括工厂验收性能试验、尺寸检查、数量检查等。

7.10 现场验收试验应根据调试前检查大纲进行检查和试验,以验证设备满足性能要求。对进一步的性能调试试验,应根据调试试验和检查文件进行。



## 8 氢气复合装置的安装要求

- 8.1 氢气复合装置的安装,应考虑消氢必需的流道特性、电厂运行和检修要求以及设备尺寸等因素。
  - 8.2 氢气复合装置应安装在能承受安全停堆地震事件的支持结构上。
  - 8.3 氢气复合装置的安装应保证其消氢效果,应促进氢气的整体和局部流动和分布,不宜放在角落里;应避免喷淋液进入氢气复合装置壳体的开口部分;不在安全壳地坑布置,以免水淹;应与地面保持一定距离,以保证氢气复合装置良好的介质流通条件,离墙最少 200 mm,离地最少 500 mm。
  - 8.4 氢气复合装置的安装应保证便于维修和定期试验,应保证维修和定期试验的可达性;应与高放射性设备保持足够距离,减少操作人员的辐照剂量。
  - 8.5 氢气复合装置的安装应保证不影响其他安全设备和活动,应保证人员通道畅通;应保证附近其他设备(阀门、管道等)的维修;应离开安全壳内壁至少 1 m,否则应采取相应措施,例如使出口背向安全壳内壁,朝向安全壳内大空间。
  - 8.6 催化部件的现场安装,应按照安装指导文件和相应的规程要求进行。
-

中 华 人 民 共 和 国  
能 源 行 业 标 准  
核空气与气体处理规范 工艺气体处理  
第 1 部分：氢气复合装置

NB/T 20143.1—2012

\*

原子能出版社出版

核工业标准化研究所发行

北京海淀区骚子营 1 号院

邮政编码：100091

电话：010-62863505

总装备部军标出版发行部印刷车间印刷

版权专有 不得翻印

\*

2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷  
印数 1—200