

ICS 27.120.10

F 65

备案号: 57419—2017

NB

中 华 人 民 共 和 国 能 源 行 业 标 准

NB/T 20419—2017

压水堆核电厂安全壳过滤排放系统 设计准则

**Design criteria for containment filtration and exhaust system of pressurized
water reactor nuclear power plant**

2017 - 02 - 10 发布

2017 - 07 - 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 系统功能 1

 4.1 严重事故缓解功能 2

 4.2 安全壳隔离功能 2

5 系统范围和设备 2

 5.1 系统范围 2

 5.2 主要设备 2

6 设计准则 2

 6.1 工艺设计准则 2

 6.2 辐射屏蔽设计准则 3

 6.3 机械设计准则 3

 6.4 电气设计准则 4

 6.5 仪表和控制设计准则 4

 6.6 布置设计准则 4

7 试验和检查 4

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：中广核工程有限公司、中国核电工程有限公司。

本标准主要起草人：冯兴祥、唐辉、李丽娟、李嫦月、李盛杰、郎红方。

压水堆核电厂安全壳过滤排放系统设计准则

1 范围

本标准规定了压水堆核电厂安全壳过滤排放系统设计的基本要求，包括该系统的功能、系统设备、设计准则、试验和检查要求等。

本标准适用于压水堆核电厂安全壳过滤排放系统的设计。

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 16702 压水堆核电厂核岛机械设备设计规范

GB/T 17569 压水堆核电厂物项分级

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

NB/T 20051 核电厂厂用电系统设计准则

NB/T 20194 压水堆核电厂辐射屏蔽设计准则

NB/T 20406 压水堆核电厂流体系统的安全壳隔离装置

HAD 102/06 核电厂反应堆安全壳系统的设计

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

安全壳隔离 **containment isolation**

在失水事故时，用于切断安全壳与外界的一切联系通道（应急冷却系统通道除外），并将放射性物质封闭在安全壳内的安全功能。

3.2

干预水平 **intervention level**

针对应急照射情况或慢性照射情况，预先制定的可防止的剂量水平，当达到或超过这一水平时，则应对公众采取相应的防护行动或补救行动。

3.3

过滤单元 **filter unit**

严重事故后，用于收集安全壳排出气体中放射性物质的净化装置。

3.4

严重事故 **severe accident**

严重性超过设计基准事故并造成堆芯明显恶化的事故工况。

4 系统功能

4.1 严重事故缓解功能

4.1.1 在严重事故工况下，通过安全壳过滤排放系统主动卸压，维持安全壳的完整性。

4.1.2 安全壳过滤排放系统运行时，过滤净化排放气体中的放射性物质，使不可避免释放到环境中的放射性物质维持在合理可行尽可能低的水平。

4.2 安全壳隔离功能

安全壳过滤排放系统在贯穿安全壳的管线上设置安全壳隔离阀，作为安全壳的延伸部分，参与执行安全壳隔离的功能。

5 系统范围和设备

5.1 系统范围

安全壳过滤排放系统由执行本标准第4章系统功能的安全壳隔离阀、过滤单元、放射性监测仪、辅助支持设备和相关管道组成。

5.2 主要设备

5.2.1 安全壳隔离阀

安全壳过滤排放系统的安全壳隔离阀是常关阀，具有规定的密封性。严重事故后，通过打开安全壳隔离阀开启安全壳过滤排放系统，进行安全壳泄压；过滤排放结束后，关闭安全壳隔离阀。

5.2.2 过滤单元

安全壳过滤排放系统的过滤单元设置有能够过滤净化放射性物质的物理或化学过滤器，过滤单元总的过滤能力满足本标准6.1.1.3的要求。

5.2.3 放射性监测仪

放射性监测仪能够测量严重事故后安全壳过滤排放系统排出气体中的放射性剂量及总 γ 活度浓度。

6 设计准则

6.1 工艺设计准则

6.1.1 功能准则

6.1.1.1 安全壳过滤排放系统应满足安全壳隔离的功能要求，安全壳隔离设计应遵循 NB/T 20406 的要求。安全壳过滤排放系统应设置两道安全壳隔离阀。

6.1.1.2 安全壳过滤排放系统应依据严重事故管理的安全壳卸压要求，确定系统的额定排放流量，确保严重事故后安全壳的完整性，满足严重事故缓解的功能要求。

6.1.1.3 过滤单元的放射性物质过滤能力应使不可避免释放到环境中的放射性物质维持在合理可行尽可能低的水平。经过滤单元过滤后释放到环境中的放射性水平不应大于 GB 18871 所规定的通用优化干预水平，即在整个事故持续期间，半径 5 km 之外公众受到的有效剂量低于撤离通用优化干预水平（50 mSv）；10 km 之外的公众受到的有效剂量低于隐蔽通用优化干预水平（10 mSv）；10 km 之外的公众受到的甲状腺当量剂量低于碘防护通用优化干预水平（100 mGy）。

- 6.1.1.4 安全壳过滤排放系统应依据滞留在过滤单元内的放射性物质的衰变热，确定过滤单元的热量导出能力，确保过滤单元的过滤性能。
- 6.1.1.5 安全壳过滤排放系统应依据严重事故后安全壳内的气溶胶量和系统的排放流量确定过滤单元的承载能力，确保过滤单元的过滤性能。
- 6.1.1.6 安全壳过滤排放系统应依据严重事故管理的要求确定系统的开启和关闭时机。
- 6.1.1.7 安全壳过滤排放系统应考虑充氮气惰化保护化学药剂（如有）。
- 6.1.1.8 安全壳过滤排放系统应考虑过滤后气体的氢爆风险。
- 6.1.1.9 安全壳过滤排放系统停运后，过滤单元内的废液（如有）应经回流管线回流到事故机组安全壳内，碘过滤单元（如有）应吸附并永久固化放射性元素碘和有机碘，避免放射性物质的外泄风险。

6.1.2 分级

依据 GB/T 17569 的分级规定，安全壳过滤排放系统设备的分级详见表 1。具体系统设计中，原则上不低于表 1 要求。

表1 安全壳过滤排放系统设备的分级

系统级部件	安全等级	质量保证等级	规范等级	抗震类别
安全壳贯穿件、隔离阀及相关连接管线	SC-2	QA1	2 级	抗震 I 类
过滤单元、排放管线、阀门、仪表等	NC (S)	QA3	NA	抗震 I 类
其他辅助设备	NC (S)	QA3	NA	NA
定期试验辅助设备	NC	QAN	NA	NA

6.1.3 内外部灾害

安全壳过滤排放系统应考虑爆炸、飞射物、水淹、火灾、重物跌落和地震等内外部灾害。

6.2 辐射屏蔽设计准则

- 6.2.1 安全壳过滤排放系统的辐射屏蔽设计应遵循 NB/T 20194 的要求。
- 6.2.2 安全壳过滤排放系统的主要设备所在的房间墙体应采用屏蔽墙。
- 6.2.3 事故后阀门的操作、系统的就地信息读取应考虑人员的辐射防护。

6.3 机械设计准则

安全壳过滤排放系统的安全级设备的设计应遵循 GB/T 16702（或具有同等效力的其它法规标准）的要求，其他设备设计应遵循相关工业标准的要求。

6.3.1 材料

安全壳过滤排放系统的设备和管道部件应采用奥氏体不锈钢材料。安全壳过滤排放系统采用的材料应与设备或管道所包容的流体具有良好的相容性。

6.3.2 结构设计要求

- 6.3.2.1 在发生设计基准事故和严重事故后的压力、温度、湿度和辐照环境条件下及在安全停堆地震载荷下，安全壳贯穿件应满足保持完整性的设计要求，安全壳过滤排放系统的安全壳隔离阀应满足保持可操作性的设计要求。

6.3.2.2 安全壳过滤排放系统的其他设备及其控制和保护设施，应能够承受严重事故工况所达到的压力、温度、湿度和辐照环境条件的影响，有抗震要求的部件还应满足相应抗震规范要求。

6.3.2.3 安全壳过滤排放系统的管道和设备中，便于维修和压力试验的管道和设备应采用法兰连接，其他应采用焊接方式连接。

6.4 电气设计准则

6.4.1 安全壳过滤排放系统的电气设计应遵循 NB/T 20051 的要求。

6.4.2 执行安全壳隔离功能的用电设备，除配置正常电源外，还应配置应急电源，确保相关用电设备可执行预定功能。

6.5 仪表和控制设计准则

6.5.1 安全壳过滤排放系统应监测系统压力、液位（如有）、安全壳隔离阀的阀位，且应设置可以在主控室和应急指挥中心监视的压力和液位（如有）报警。

6.5.2 安全壳过滤排放系统应监测过滤后气体的放射性。

6.5.3 安全壳过滤排放系统的仪表应具备严重事故后的可用性。

6.6 布置设计准则

6.6.1 安全壳过滤排放系统的布置应有利于气体排放和局部冷凝液回流。

6.6.2 安全壳过滤排放系统的安全壳隔离阀应安装在尽可能靠近安全壳的位置。

6.6.3 安全壳过滤排放系统的管线入口位置应避开安全壳内氢气聚集区域。

6.6.4 安全壳过滤排放系统的布置应考虑事故后需要操作的阀门处于人员可达的位置。

6.6.5 安全壳过滤排放系统的气体排放高度应满足核电厂严重事故后环境评价的总体要求。

7 试验和检查

7.1 安全壳过滤排放系统的设计应包括必要的试验、检查和维修措施。

7.2 安全壳过滤排放系统的安全壳隔离阀和贯穿件应进行功能试验或密封性试验，试验应遵循 HAD 102/06 的有关规定。

7.3 安全壳过滤排放系统的仪表、控制逻辑和执行机构应进行定期试验，确保系统可靠性。

7.4 安全壳过滤排放系统应定期对过滤单元内的溶液（如有）进行取样和化学分析，检测过滤单元内化学药剂成分的变化。

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
压水堆核电厂安全壳过滤排放系统
设计准则

NB/T 20419—2017

*

核工业标准化研究所出版发行

北京海淀区骚子营 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

*

2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—50

定价 18.00 元