

# 团 体 标 准

T/CNS 27—2020

---

## 高温气冷堆核动力厂一回路压力 泄放系统设计准则

Design criteria for primary circuit pressure relief system of high temperature  
gas cooled reactor nuclear power plant

2020-12-31 发布

2021-04-01 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 功能与组成 .....	2
5 安全等级和抗震级别 .....	2
6 系统设计准则 .....	2
7 设备设计准则 .....	2
8 结构设计准则 .....	3
9 布置与安装准则 .....	3
10 仪表与控制设计准则 .....	4
11 试验和检查准则 .....	4



## 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：清华大学核能与新能源技术研究院。

本文件主要起草人：张易阳、傅激扬。



# 高温气冷堆核动力厂一回路压力 泄放系统设计准则

## 1 范围

本文件规定了球床模块式高温气冷堆核动力厂一回路压力泄放系统的功能和设计要求。  
本文件适用于球床模块式高温气冷堆核动力厂一回路压力泄放系统的设计。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### **超压保护 overpressure protection**

为保护反应堆压力容器、管道、设备等承压边界免于损坏,当压力超过限值时,使压力迅速恢复到正常范围的措施。

### 3.2

#### **安全阀 safety valve**

当系统压力超过某一限值时,由介质压力自驱动开启排出部分介质,并在介质压力回落后自动关闭的一种超压保护设备。

### 3.3

#### **整定压力 set pressure**

安全阀阀瓣在运行条件下开始开启时的预定压力。

### 3.4

#### **排量 flow capacity**

超压保护设备达到预定开启状态时排出介质的流量。

### 3.5

#### **频跳 chattering**

安全阀泄放介质时,阀瓣迅速地来回运动,阀门高频地开启和关闭的一种异常现象。

### 3.6

#### **爆破膜 rupture disk**

在设定的爆破压力下,即刻动作(破裂或脱落),并泄放介质以迅速降低系统压力的一种超压保护设备。

### 3.7

#### **爆破压力 burst pressure**

爆破膜发生爆破的设定压力。

### 3.8

#### 排放反力 reaction force

超压保护设备在进行泄放时,由于介质高速流动而产生的作用于系统设备和管道的反作用力。

## 4 功能与组成

一回路压力泄放系统的主要功能是为一回路提供必要的超压保护,保证所有设计基准工况下一回路压力不超过设计压力的 110%。

一回路压力泄放系统由能提供上述功能的设备和系统组成,具体包括:

- a) 执行超压保护的设备,例如安全阀、爆破膜、动力驱动泄压阀等;
- b) 执行系统隔离的设备,例如隔离阀等;
- c) 辅助设备等;
- d) 连接设备的管道、管件、支吊架等;
- e) 参数测量仪表等。

## 5 安全等级和抗震类别

一回路压力泄放系统在超压保护设备(例如安全阀)上游的管道和设备,包括超压保护设备本身,应为安全 1 级,抗震 I 类。超压保护设备下游的管道和设备,应为安全 3 级或非安全级。

## 6 系统设计准则

6.1 一回路压力泄放系统的设计应保证所有设计基准工况下一回路压力不超过设计压力的 110%,并对设计扩展工况下一回路超压具有一定的缓解能力。

6.2 一回路压力泄放系统的设计应符合单一故障准则,并考虑高温气冷堆的特点:

- a) 在保证总体设计目标的前提下,可考虑设置不同响应压力、不同排量的超压保护支路,以应对不同程度的超压事故,例如不同程度的一回路进水事故。当采用多个超压保护设备时,应至少有一个设备的整定压力名义值低于一回路设计压力。不同超压保护设备的整定压力间应有合适的差值,以避免互相干扰。
- b) 超压保护设备的排量设计应考虑高温气冷堆事故分析,例如蒸汽发生器传热管泄漏或双端断裂导致的一回路进水事故等。超压保护设备的排量应足够抑制设计基准事故一回路压力的上升,使其不超过设计压力的 110%,还应应对设计扩展工况事故一回路压力的上升具备一定缓解能力。

6.3 一回路压力泄放系统的设计应考虑正常运行时超压保护设备泄漏状况的监测。

6.4 一回路压力泄放系统的设计应考虑超压保护设备的役前和在役试验,例如整定压力和密封性能的测试,以及设备检修活动的开展。

## 7 设备设计准则

7.1 一回路压力泄放系统执行超压保护的设备可以选择可闭合的压力泄放设备,例如安全阀、动力驱动泄压阀等,或非闭合的压力泄放设备,例如爆破膜等。

7.2 安全阀作为一回路压力泄放系统超压保护设备需满足:

- a) 可选择的安全阀类型包括弹簧直接载荷式安全阀、先导式安全阀、延时泄压阀等;



- b) 当安全阀整定压力不超过 480 kPa 时,其允差范围应不超过 15 kPa;当安全阀整定压力在 480 kPa 和 2 MPa 之间时,其允差范围应不超过整定压力的 3%;当安全阀整定压力在 2 MPa 和 7 MPa 之间时,其允差范围应不超过 70 kPa;当安全阀整定压力在 7 MPa 之上时,其允差范围应不超过整定压力的 1%。若高温气冷堆事故分析和安全阀技术规格书允许,安全阀整定压力的允差也可以超出上述限制范围;
- c) 安全阀应具备阀位监测功能,并将阀位实时状态上传核电厂仪控系统;
- d) 安全阀执行超压泄放时不应发生频跳。

7.3 动力驱动泄压阀可以作为一回路压力泄放系统超压设备的一种选择。动力驱动泄压阀的动作应由压力信号直接驱动,压力测量、阀门控制以及驱动电源均应保证足够的冗余和独立性,其冗余和独立程度应不低于反应堆保护系统。动力驱动泄压阀的阀门动作压力误差应不大于 $\pm 1\%$ ,并通过试验予以验证。

7.4 爆破膜作为一回路压力泄放系统超压保护设备需满足:

- a) 爆破膜可以作为一回路压力泄放系统的非封闭式超压保护设备,不应作为唯一的超压保护设备;
- b) 爆破膜与安全阀串联使用时应处于安全阀出口侧;
- c) 设计中应考虑温度对爆破膜爆破压力的影响;
- d) 爆破膜在特定温度下的爆破压力允差,在爆破压力不超过 300 kPa 时应不超过 $\pm 15$  kPa,在爆破压力大于 300 kPa 时应不超过 $\pm 5\%$ 。每批爆破膜应随机选取至少 4 张爆破膜(或该批总量的 5%,取较大值),在分布于服役温度范围内的至少 4 个不同温度下进行爆破压力试验,以确定该批爆破膜的爆破压力与温度关系曲线。

## 8 结构设计准则

8.1 一回路压力泄放系统的结构设计,应确保能承受设计基准工况时所能达到的内压、自重、工质重量、接管力、热膨胀力等持续载荷,地震力(SL-1 和 SL-2)、安全阀排放反力等动态载荷,以及上述载荷的组合。

8.2 应防止承压管道和阀门发生脆性破坏。

## 9 布置与安装准则

9.1 一回路超压保护设备的布置应注意其上游和下游的流动阻力。一回路压力容器至超压保护设备前管道的最小内径应不小于超压保护设备的进口接管内径。超压保护设备后泄放管道的内径应不小于超压保护设备出口接管内径。

9.2 安全阀应采用立式安装,布置时需注意其与一回路压力容器间的流阻。超压泄放时安全阀前的流阻损失,包括从一回路压力容器到安全阀的所有沿程流阻和局部流阻,应不超过安全阀整定压力的 3%。

9.3 当在安全阀后设置爆破膜时,安全阀与爆破膜间应设置排漏阀,以避免安全阀后背压上升过高。爆破膜爆破时产生的材料不应干扰安全阀的正常泄放。

9.4 爆破膜独立作为超压保护设备时,需考虑布置安装位置温度变化对爆破压力的影响。

9.5 应考虑超压保护设备泄放时对安全壳内仪表、电缆和设备的影响,避免泄放流体的直接冲击,并应考虑对安全壳内环境的影响。

## 10 仪表与控制设计准则

10.1 高温气冷堆一回路压力泄放系统应设置相关测量仪表和设备监测信号,以监测系统热工参数和设备运行情况。

10.2 一回路压力泄放系统测量的信号至少包括超压保护设备前压力、安全阀背压等。若采用爆破膜独立作为超压保护设备,应监测爆破膜温度。上述监测信号均应在主控制室显示。

10.3 一回路压力泄放系统的设备监测信号至少包括安全阀阀位状态信号、安全阀前隔离阀状态信号和动力驱动泄压阀状态信号等,上述监测信号均应在主控制室显示。

10.4 若超压保护设备上游设有隔离阀,则不同支路的隔离阀间应设置连锁控制,以防止高温气冷堆正常运行时隔离阀同时关闭。

## 11 试验和检查准则

11.1 一回路压力泄放系统应在役前和在役期间进行定期试验和检查,范围包括超压保护设备、管道、支吊架、仪表等。

11.2 安全阀应在役前和在役期间进行定期试验,试验项目包括目视检查、整定压力检查、密封情况检查、阀位指示功能及其他附件检查等。安全阀应至少每5年检查1次。

11.3 爆破膜等非闭合的压力泄放设备应至少每5年更换1次。

---



中国核学会  
团体标准  
高温气冷堆核动力厂一回路压力  
泄放系统设计准则  
T/CNS 27—2020

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)  
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238  
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

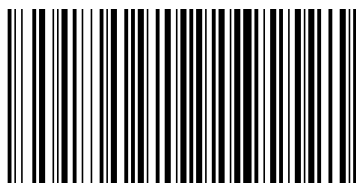
\*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 14 千字  
2021年8月第一版 2021年8月第一次印刷

\*

书号: 155066·5-3456 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107



T/CNS 27-2020



码上扫一扫 正版服务到