

# 团 体 标 准

T/CNS 23—2020

---

## 高温气冷堆核动力厂工况分类

Categorization of plant states 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 总则 ..... 2

5 工况Ⅰ——正常运行 ..... 2

    5.1 定义 ..... 2

    5.2 工况Ⅰ的典型事例 ..... 2

6 工况Ⅱ——预计运行事件 ..... 2

    6.1 定义 ..... 2

    6.2 工况Ⅱ的典型事例 ..... 3

7 工况Ⅲ——稀有事故 ..... 3

    7.1 定义 ..... 3

    7.2 工况Ⅲ的典型事例 ..... 3

8 工况Ⅳ——极限事故 ..... 3

    8.1 定义 ..... 3

    8.2 工况Ⅳ的典型事例 ..... 4

9 工况Ⅴ——设计扩展工况 ..... 4

    9.1 定义 ..... 4

    9.2 工况Ⅴ的典型事例 ..... 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：郑艳华、陈志鹏。



# 高温气冷堆核动力厂工况分类

## 1 范围

本文件规定了球床模块式高温气冷堆(以下简称高温气冷堆)核动力厂运行及事故工况的分类方法。

本文件适用于高温气冷堆核动力厂设计、事故分析中涉及的工况划分。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 4960.2 核科学技术术语 裂变反应堆

## 3 术语和定义

GB/T 4960.2 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### **事故工况 accident condition**

偏离正常运行,比预计运行事件发生频率低但更严重的工况。

注:事故工况包括设计基准事故和设计扩展工况。

### 3.2

#### **设计基准事故 design basis accident**

导致核动力厂事故工况的假设事故,该核动力厂是按确定的设计准则和保守的方法来设计的。并且这些事故的放射性物质释放在可接受限值以内。

### 3.3

#### **球床模块式高温气冷堆 pebble-bed modular high temperature gas-cooled reactor**

采用球形燃料元件堆积而成的活性区,并可采用多个反应堆模块组成大的核电机组的高温气冷堆。

### 3.4

#### **停堆 shutdown**

通常指插入控制棒等引入负反应性使反应堆处于次临界的过程,也指反应堆由于引入负反应性而进入到次临界的状态。

### 3.5

#### **冷停堆 cold shutdown**

反应堆维持在远低于运行温度之下的停堆状态。

注:对于球床模块式高温气冷堆,冷停堆状态下反应堆堆芯平均温度低于 150 ℃。

### 3.6

#### **维修停堆 maintenance shutdown**

反应堆处于次临界状态,反应堆冷却剂系统的平均温度低于允许进行主要维护和检修所要求的

温度。

注：对于球床模块式高温气冷堆，维修停堆状态下反应堆堆芯平均温度低于 50℃。

## 4 总则

高温气冷堆核动力厂运行及事故工况主要根据事件的频率并考虑事件所产生的后果分为：工况Ⅰ——正常运行；工况Ⅱ——预计运行事件；工况Ⅲ——稀有事故；工况Ⅳ——极限事故；工况Ⅴ——设计扩展工况。对本文件未列入的运行状态或事故可根据定义和事例归入适当的工况类别中。

## 5 工况Ⅰ——正常运行

### 5.1 定义

工况Ⅰ是高温气冷堆核动力厂在规定的运行限值和条件范围内的运行状态，包括启动、停堆、功率运行、试验、维护或检修过程中所预计到的经常性或定期出现的工况。工况Ⅰ事件引起的物理参数变化不会达到触发保护动作的整定值。

### 5.2 工况Ⅰ的典型事例

5.2.1 在核动力厂技术规格书规定限值范围内的各种稳态运行和启动、停堆操作：

- a) 功率运行；
- b) 启动；
- c) 停堆；
- d) 冷停堆；
- e) 维修停堆。

5.2.2 允许的带偏离运行，这些偏离(或缺陷)不超出核动力厂技术规格书规定的限值范围。

在高温气冷堆核动力厂持续运行期间会出现技术规格书所许可的各种偏差，这些偏差应与其他运行方式一起考虑，包括：

- a) 带有停运设备或系统的运行；
- b) 燃料包覆颗粒有缺陷而导致放射性泄漏状况下的运行；
- c) 不超过技术规格书所允许的蒸汽发生器的最大泄漏的运行。

5.2.3 运行瞬态：

- a) 反应堆冷却系统满足技术规格书规定的升温和降温；
- b) 负荷的阶跃变化；
- c) 负荷连续变化；
- d) 甩负荷，包括甩掉满负荷而未达到事故停堆的瞬变过程。

5.2.4 技术规格书许可的试验。

## 6 工况Ⅱ——预计运行事件

### 6.1 定义

工况Ⅱ是在高温气冷堆核动力厂运行寿期内预计发生一次或数次的偏离正常运行的各种运行过程。工况Ⅱ的发生频率大于  $10^{-2}/(\text{堆} \cdot \text{年})$ 。在工况Ⅱ下最多要求反应堆停堆，但采取纠正措施和满足规定的要求后，即能恢复运行。由于设计中已采取相应措施，这类事件不至于引起安全重要物项的损

坏,也不至于导致工况Ⅲ和工况Ⅳ类事故。此外,在工况Ⅱ不会发生燃料包覆颗粒破损或反应堆冷却剂系统压力超过设计压力的110%。

## 6.2 工况Ⅱ的典型事例

工况Ⅱ的典型事例如下:

- a) 一根反射层控制棒在低功率工况下失控提升;
- b) 一根反射层控制棒在功率运行的工况下失控提升;
- c) 运行基准地震动下球床堆芯密实化;
- d) 丧失一回路冷却剂流量;
- e) 汽轮机事故停机;
- f) 外负荷丧失;
- g) 丧失正常给水流量;
- h) 丧失厂用电源;
- i) 给水温度降低,给水流量增加等引起过度地热量导出;
- j) 一回路主氮风机误加速;
- k) 主蒸汽旁路阀门误打开;
- l) 冷凝器失去真空;
- m) 汽轮机主汽门故障关闭。

## 7 工况Ⅲ——稀有事故

### 7.1 定义

工况Ⅲ是在高温气冷堆核动力厂规定寿期内可能会出现的频率很低的设计基准事故。在此工况下,造成反应堆停堆,并使反应堆在短时间内不能恢复运行。工况Ⅲ的频率为 $10^{-2} \sim 10^{-4}/(\text{堆} \cdot \text{年})$ 。可能造成有缺陷的燃料包覆颗粒破损,但释放的放射性物质使公众可能受到的有效剂量低于国家规定的剂量限值,工况Ⅲ本身不会导致工况Ⅳ事故。

### 7.2 工况Ⅲ的典型事例

工况Ⅲ的典型事例如下:

- a) 蒸汽发生器一根传热管双端断裂;
- b) 给水管道小破口;
- c) 反应堆辅助系统厂房内的氮净化系统一根管道破裂;
- d) 放射性废液贮存罐的泄漏;
- e) 反应堆冷却剂一根小连接管(如仪表测量管)破损或断裂。

## 8 工况Ⅳ——极限事故

### 8.1 定义

工况Ⅳ是在高温气冷堆核动力厂规定寿期内预计不会发生的假想事故。它代表了设计的极限情况,是设计基准事故中最严重的工况。工况Ⅳ的频率为 $10^{-4} \sim 10^{-6}/(\text{堆} \cdot \text{年})$ 。可能造成有缺陷的燃料包覆颗粒破损,在此工况下,释放到周围环境的放射性物质使公众可能受到的有效剂量应低于国家规定的剂量限值,不足以中止或限制居民使用非居住区半径以外的区域。单一的工况Ⅳ事故不应使对付这类事故所需系统的功能丧失。

## 8.2 工况Ⅳ的典型事例

工况Ⅳ的典型事例如下：

- a) 给水管道大破口；
- b) 主蒸汽管道破裂；
- c) 压力容器和隔离阀之间一根大连管断裂；
- d) 堆舱内一回路隔离阀下游的一根大连管断裂。

## 9 工况Ⅴ——设计扩展工况

### 9.1 定义

不在设计基准事故考虑范围的事故工况，在设计过程中应该按最佳估算方法加以考虑，并且该事故工况的放射性物质释放在可接受限值以内。

可以采用确定论方法、概率论方法和工程判断来确定具体的设计扩展工况列表。

### 9.2 工况Ⅴ的典型事例

工况Ⅴ的典型事例如下：

- a) 一根控制棒在功率运行下失控提升同时发生运行基准地震动；
  - b) 未能紧急停堆的各种预计瞬态(ATWS 事故)；
  - c) 蒸汽发生器主蒸汽联箱破裂。
-



中国核学会  
团体标准  
高温气冷堆核动力厂工况分类  
T/CNS 23—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

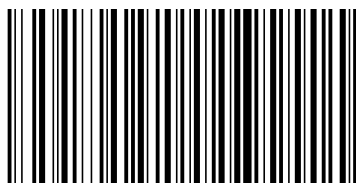
\*

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: 155066·5-3460 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 23-2020



码上扫一扫 正版服务到