

## 附件

# 研究堆安全分类

(试 行)

## 1 引言

### 1.1 目的

1.1.1 本文件的目的是详细说明研究堆安全分类的原则和方法，为进行研究堆安全分类提供技术指导，也为实施研究堆分类监管提供支持。

1.1.2 本文件对《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例实施细则之三：研究堆许可证件的申请和颁发》(HAF001/03)中涉及的研究堆分类提供了具体的方法。

1.1.3 附录是对本文件的说明和补充。

### 1.2 范围

1.2.1 本文件适用于研究堆(包括临界装置)的安全分类。

1.2.2 本文件中“研究堆”包括反应堆堆芯，实验装置，以及反应堆厂址内的与反应堆或实验装置有关的一切其它设施。

## 2 安全目标和纵深防御原则的应用

2.1.1 《研究堆设计安全规定》(HAF201)2.1节给出了如下的研究堆安全总目标：建立并维持一套有效的防御措施，以保护工作人员、公众和环境免受过量的放射性危害。

2.1.2 为达到研究堆安全目标，研究堆设计中必须贯彻纵深防御原则，从而提供多层次的保护。

对于不同类别的研究堆，其纵深防御的层次和重点可以适当调整，对许多低功率研究堆，可能不需要考虑或者尽可能简化第五层次防御乃至第四层次防御的考虑。

研究堆基于分类的安全管理不降低 2.1.1 节所引用的安全目标。

### 3 研究堆安全分类

研究堆分类时要考虑的主要因素为：

- (1) 反应堆功率和热导出方式；
- (2) 可以引入的反应性及其引入速率，反应性控制能力和手段，以及固有安全特性和附加安全特性；
- (3) 燃料元件的类型和裂变产物总量；
- (4) 慢化剂、反射层和冷却剂的类型；
- (5) 安全壳及其它包容结构；
- (6) 反应堆的应用（实验装置、试验、反应堆物理实验）。

具体分类时重点考虑潜在源项大小、安全特性和放射性释放后果。

#### 3.1 I 类研究堆

##### 3.1.1 分类准则：

功率低、剩余反应性低、裂变产物总量少的研究堆，具体功率范围为：小于 500kW，如果具有较高的固有安全特性，功率范围可扩展至 1MW。

##### 3.1.2 安全特性：

这类研究堆通常在自然对流冷却方式下运行。在事故状态下，只需利用可靠的停堆手段或较好的负反馈效应即可使反应堆可靠停堆并保持安全停堆状态，可不要求有专设堆芯冷却系统。

这类研究堆即使在厂房倒塌或由于堆水池或其它包容结构的正常密封丧失造成堆芯或乏燃料裸露于空气，以及堆芯燃料重大破裂情况下也不违背《研究堆设计安全规定》(HAF201)第 2.1 节研究堆安全目标的要求。

### **3.2 II 类研究堆**

#### **3.2.1 分类准则：**

功率、剩余反应性和裂变产物总量属于中等的研究堆，具体功率范围为：500kW~10MW。

#### **3.2.2 安全特性：**

这类研究堆依据不同热功率水平在自然对流冷却方式或强迫循环冷却方式下运行。在事故状态下，反应堆必须能可靠停堆并保持安全停堆状态，并且必须保证堆芯在要求的时间内得到冷却。

这类研究堆只要厂房不倒塌、堆芯水池或容器不丧失正常的密封性、反应堆堆芯不裸露，堆芯流道不堵塞，就不会违背《研究堆设计安全规定》(HAF201)第 2.1 节的研究堆安全目标。

### **3.3 III 类研究堆**

#### **3.3.1 分类准则：**

功率、剩余反应性和裂变产物总量都较高的研究堆，具体功率范围为：10MW 以上。

### 3.3.2 安全特性:

这类研究堆一般在强迫循环下运行。在预计运行事件如厂用电源丧失的情况下，通常必须设置应急冷却，以保证堆芯余热的有效排出。在事故状态下，反应堆必须可靠地保持停堆状态，并且必须保证堆芯在规定时间内得到冷却。

这类研究堆只有在反应堆厂房或包容体、堆芯或容器或其它包容结构不丧失正常的完整性密封性的情况下，才能保证满足第 2.1 节的研究堆安全目标。

## 附录

### 我国在役民用研究堆安全分类示例

序号	堆 名	营运单位	堆 型	设计功率	分 类
1	重水研究堆	中国原子能院	重水堆	10MW	II类研究堆
2	49-2 游泳池式反应堆	中国原子能院	轻水堆	3.5MW	II类研究堆
3	原型微型反应堆	中国原子能院	轻水堆	27kW	I类研究堆
4	微堆零功率装置	中国原子能院	临界装置	—	I类研究堆
5	氢化锆固态临界装置	中国原子能院	临界装置	—	I类研究堆
6	DF-VI 快中子临界装置	中国原子能院	临界装置	—	I类研究堆
7	中试厂核临界安全实验装置	中国原子能院	临界装置	—	I类研究堆
8	中国实验快堆(CEFR)	中国原子能院	快堆	65MW	III类研究堆
9	中国先进研究堆(CARR)	中国原子能院	轻水堆	60MW	III类研究堆
10	屏蔽实验反应堆	清华大学	轻水堆	1MW	II类研究堆
11	5MW 低温核供热反应堆	清华大学	轻水堆	5MW	II类研究堆
12	10MW 高温气冷实验堆(HTR-10)	清华大学	石墨气冷堆	10MW	II类研究堆
13	高通量工程试验堆	中国核动力院	轻水堆	125MW	III类研究堆
14	岷江试验堆	中国核动力院	轻水堆	5MW	II类研究堆
15	中国脉冲堆	中国核动力院	轻水堆	1MW	II类研究堆
16	18-5临界装置	中国核动力院	临界装置	—	I类研究堆
17	高通量工程试验堆临界装置	中国核动力院	临界装置	—	I类研究堆
18	深圳微型反应堆	深圳大学	轻水堆	30kW	I类研究堆
19	医院中子照射器	北京凯佰特科技有限公司	轻水堆	30kW	I类研究堆