



中华人民共和国国家标准

GB 15146.8—94

反应堆外易裂变材料的核临界安全 堆外操作、贮存、运输轻水堆 燃料单元的核临界安全准则

Nuclear criticality safety for fissile materials outside reactors
—Criticality safety criteria for the handling, storage
and transportation of LWR fuel unit outside reactors

1994-07-07 发布

1995-01-01 实施

国家技术监督局 发布

中华人民共和国国家标准

反应堆外易裂变材料的核临界安全 堆外操作、贮存、运输轻水堆 燃料单元的核临界安全准则

GB 15146.8—94

Nuclear criticality safety for fissile materials outside reactors
—Criticality safety criteria for the handling, storage
and transportation of LWR fuel unit outside reactors

1 主题内容与适用范围

本标准规定了堆外操作、贮存和运输轻水堆燃料单元的核临界安全基本要求和准则。
本标准适用于轻水堆燃料单元的堆外操作、贮存和运输。

2 引用标准

GB 11806 放射性物质安全运输规定
EJ 279 超临界事故报警系统性能要求及其检验规定

3 术语

3.1 受控参数

需要将其限制在规定范围以内的能影响次临界度的某种参数。

3.2 燃料元件

用于轻水堆的、以核燃料为主要成分且结构上独立的最小构件,它的形状有棒状、板状或球状等。

3.3 燃料单元

操作、贮存或运输时,作为单个物件对待的物体。它可以是单根燃料元件、燃料组件、装在罐内的乏燃料或密集在一起的一批燃料元件。

3.4 阵列

由适当的手段保持的、燃料单元的任意固定排列。

4 一般安全准则

4.1 必须按有关的管理规定对核燃料单元的操作、贮存、运输进行核临界安全设计和评价分析,保证在正常条件和可信的异常条件下,燃料单元的操作、贮存或运输的核临界安全。

注:正常条件和可信的异常条件的例子见附录 A。

4.2 必须按照可信的会使反应性达到最大的燃料设计参数、阵列尺寸、燃料单元操作程序、慢化条件和反射条件等进行核临界安全分析。

4.3 对辐照史和辐照条件已知的燃料单元,可以根据实际的辐照史和辐照条件考虑燃料的燃耗,但要留有一定的裕量。

国家技术监督局 1994-07-07 批准

1995-01-01 实施

对辐照史和辐照条件未知的燃料单元,若燃料单元的反应性随辐照而下降,则必须按未辐照过的燃料单元考虑;若燃料单元的反应性随辐照而增加,则必须按燃料单元可能达到的最大反应性考虑。

4.4 必须按有关规定将相应的核临界安全分析和核临界安全设计写成书面文件,这种文件必须内容齐全、条理清楚,足以使审评者作出独立的判断。

4.5 核临界安全分析文件和核临界安全设计文件必须明确规定核临界安全所依赖的受控参数及其设计限值和操作限值。

4.6 对于操作、贮存或运输燃料单元的新项目,其核临界安全分析文件和核临界安全设计文件必须经过独立的审评。

4.7 在进行操作、贮存和运输的具体作业前,作业单位必须核实已有条件与4.4条和4.5条描述的或规定的条件和限值相符。

4.8 必要时可以用就地测量中子增殖的方法证实操作、贮存、运输中所出现阵列的次临界性。

4.9 操作、贮存、运输燃料单元时应贯彻双偶然事件原则,即至少要有两个不大可能发生变化的、彼此独立的操作、贮存或运输的条件同时或先后发生变化时才可能发生临界事故。

4.10 可以用在燃料单元、构件、设备内加入中子吸收剂的办法确保核临界安全,但必须采取控制措施,使毒物保持预定的分布和浓度。当使用液态吸收剂时,由于难以实施这种控制,使用时必须特别小心。对于含有可燃毒物的燃料单元,在确定其需要考虑的反应性最大的条件时也必须特别小心。

4.11 应根据实际情况确定是否需要设置临界报警装置,若需要设置则应按EJ 279的要求选择及布置这种装置。

4.12 厂外操作、暂存、运输燃料单元还必须符合GB 11806的要求。

5 核临界安全措施

5.1 行政管理措施

5.1.1 操作、贮存、运输时必须符合有关的核临界安全一般行政管理规定。

5.1.2 必须对操作、维修、管理人员进行培训和考核,使其明了工作范围内的核临界安全责任。

5.1.3 管理部门必须制定控制核临界用的操作细则。

5.1.4 对于经常性的作业必须至少一年复审一次,以便查明各项规程是否得到遵守,操作、贮存和运输条件是否有影响核临界安全的变动。

作业复审必须由对作业不直接负责的核临界安全专业人员与作业人员协商进行。

5.1.5 必须制定应急规程并报经管理部门批准。对紧急事件要作出响应的各有关单位必须知道可能会遇到的情况,这些单位应参与制定与其有关的响应行动规程。

5.2 技术措施

可以通过控制与易裂变系统有效增殖系数 k_{eff} 有关的一个或几个因素来保证核临界安全。采取这些控制方式时必须要有可靠的措施确保这种控制的实现。

6 确定受控参数次临界限值的准则

6.1 如果有实验数据可用,必须根据实验数据确定次临界限值。当没有可直接应用的实验值时,可由计算导出次临界限值,但计算方法必须是经过验证并证明为有效的。

6.2 在用分析方法计算许可的最大中子增殖系数 k_s 时,必须满足下述不等式:

$$k_s \leq k_c - \Delta k_s - \Delta k_c - \Delta k_m$$

式中: k_s ——在所有正常条件或可信的异常条件或事件情况下,被评价系统的最大许可中子增殖系数的计算值;

- k_c ——用特定计算方法对若干个基准临界实验(基准临界实验在物理组成、构形、核特性、反射层等方面应该与被评价的系统相类似)进行计算而得到的 k_{eff} 的平均值,若对各个临界实验进行计算而得到的各个 k_{eff} 值随某一参数呈现某种变化趋势,则 k_c 值必须在对计算值进行最佳拟合的基础上依靠外推求得;
- Δk_s ——对 k_c 的容许偏差留的裕量,这种容许偏差是由下述情况引起的:计算 k_c 时计算方法本身的不确定度、材料组成的容许误差和机加工的容许公差、对材料或几何条件近似处理所引起的不确定度;
- Δk_e ——给 k_c 的不确定度留的裕量,这种不确定度是由下述原因造成的:临界实验的不确定度、计算 k_c 时计算方法本身的不确定度、当 k_c 是由外推至实验数据范围之外而得时引起的不确定度、对几何条件、材料的近似处理所引起的不确定度;
- Δk_m ——为确保 k_c 为次临界值而另外附加的裕量。

附录 A

操作、贮存和运输燃料单元时需要考虑的核临界安全因素

(参考件)

在进行操作、贮存和运输燃料单元的核临界安全分析时,一般要考虑燃料的设计参数、贮存阵列的尺寸、燃料操作程序、慢化和反射条件等,要确保所考虑的状态是可信的反应性最大的状态。4.1条要求考虑与受控参数有关的正常条件和可信的异常条件并考虑各种不确定度(包括设计的容许偏差)。有代表性的参数和条件如下:

A1 燃料元件的参数

- a. 易裂变材料的含量、形态、密度、核特性和分布;
- b. 可燃毒物的成分、密度和分布(注意:含有可燃毒物的已辐照燃料的反应性可以超过未辐照燃料的反应性);
- c. 燃料元件的几何条件,及包壳的材料和尺寸;
- d. 燃料元件内可影响反应性的其他材料。

A2 燃料单元的组成

- a. 燃料元件数目及其在燃料单元内的位置;
- b. 燃料单元的尺寸;
- c. 可能存在的其他材料。

A3 阵列参数

- a. 燃料单元之间的距离;
- b. 燃料单元之间的固定的中子毒物;
- c. 阵列内的结构材料和可能存在的其他材料(核特性、数量、位置和尺寸);
- d. 燃料单元的装卸对阵列参数的影响。

A4 慢化条件

燃料单元内和燃料单元之间的可信慢化条件,例如,干法贮存时存在的塑料垫片或可能存在的其他慢化材料(雪、工作人员等);在水下贮存燃料单元时水的密度和温度的状况包括因沸腾形成的空隙的状况。

A5 反射层和相互作用条件

- a. 反射层的成分、形状和位置;
- b. 与其他易裂变材料的相互作用。

A6 异常条件和事故条件

- a. 地震、爆炸、火灾、水淹等引起的后果;
- b. 燃料单元位置异常;
- c. 燃料或容器跌落,或燃料架转运时翻倒等事故引起的几何变形;
- d. 因丧失毒物或因慢化、几何、反射等条件变化引起的可信事故;
- e. 厂外运输时,GB 11806中规定的事故条件。

附加说明：

本标准由中国核工业总公司提出。

本标准由核工业第二研究设计院负责起草。

本标准主要起草人王维善。

本标准参照采用美国国家标准 ANSI/ANS 8.17—1984《堆外操作、贮存和运输轻水堆核燃料元件的核临界安全准则》。

(京)新登字 023 号

GB 15146.8—94

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
反应堆外易裂变材料的核临界安全
堆外操作、贮存、运输轻水堆
燃料单元的核临界安全准则

GB 15146.8—94

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045
电 话:8522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1/2 字数 9千字
1995年4月第一版 1995年4月第一次印刷
印数 1—1 000

*

书号: 155066·1-11363 定价 8.00 元

*

标 目 260—21



GB 15146.8—1994