



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 13696—2007  
代替 GB/T 13696—1997

## $^{235}\text{U}$ 丰度低于 5% 的 浓缩六氟化铀技术条件

Specification for uranium hexafluoride enriched to less than 5%  $^{235}\text{U}$

2007-01-18 发布

2007-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

本标准修改采用美国试验与材料协会标准 ASTM C996—96《Standard specification for uranium hexafluoride enriched to less than 5%  $^{235}\text{U}$ 》。

本标准与 ASTM C996—96 的主要差异为：增加了“批量要求与取样”以及“ $^{235}\text{U}$  丰度允许偏差值”的有关要求。

本标准代替 GB/T 13696—1997《 $^{235}\text{U}$  丰度低于 5% 的浓缩六氟化铀技术条件》，与 GB/T 13696—1997 相比主要有以下变化：

- 扩大了标准的适用范围。修订后的标准还适用于用商用天然六氟化铀与后处理六氟化铀掺合的六氟化铀进行浓缩得到的，以及由  $^{235}\text{U}$  丰度高于 5% 的浓缩六氟化铀与其他低丰度的六氟化铀掺合得到的  $^{235}\text{U}$  丰度低于 5% 的浓缩六氟化铀产品。
- 增加了对浓缩后处理六氟化铀放射性核素的要求。
- 对物理要求进行了修改。
- 增加了“买方可以根据所有检测到的放射性核素总的放射性水平，考虑是否接受每克铀中  $^{236}\text{U}$  含量高于 250  $\mu\text{g}$  的批料，以便确定其在预定用于制造燃料元件和辐照时的适应性。如果每克铀中  $^{236}\text{U}$  含量高于 250  $\mu\text{g}$ ，但低于 500  $\mu\text{g}$ ，则应在起运前向买方通报  $^{232}\text{U}$  和  $^{99}\text{Tc}$  的测量结果。”

本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由核工业标准化研究所归口。

本标准起草单位：中国核工业集团公司 504 厂。

本标准主要起草人：刘增荣、张敏谦、董书惠、刘建华、贡仙妮。

本标准所代替标准历次发布情况为：GB/T 13696—1992、GB/T 13696—1997。

# $^{235}\text{U}$ 丰度低于 5% 的 浓缩六氟化铀技术条件

## 1 范围

本标准规定了  $^{235}\text{U}$  丰度低于 5% 的浓缩六氟化铀产品的安全、保健物理和临界要求,化学、物理和同位素要求,批量要求和取样,化学分析和同位素分析的试验方法以及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于用商用天然六氟化铀或用商用天然六氟化铀与后处理六氟化铀掺合得到的六氟化铀进行浓缩的,以及由  $^{235}\text{U}$  丰度高于 5% 的浓缩六氟化铀与其他低丰度的六氟化铀掺合得到的  $^{235}\text{U}$  丰度低于 5% 的浓缩六氟化铀产品。

本标准的范围并不全部包括防止临界事故的各项规定或对保健和安全或运输的各项要求。遵守本标准并不能解除用户遵守国家标准、行业标准等有关加工、运输或以任何方式使用六氟化铀的各项适用的规定和义务。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 4960.3 核科学技术术语 核燃料与核燃料循环

GB 11806 放射性物质安全运输规程

GB/T 13701 单标准气体质谱法铀同位素分析

GB/T 14501.1 六氟化铀中硼的测定 化学光谱法

GB/T 14501.4 六氟化铀中硅的测定 分光光度法

GB/T 14501.6 六氟化铀中铀的测定

GB 15146.3 反应堆外易裂变材料的核临界安全 易裂变材料贮存的核临界安全要求

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

EJ/T 427 六氟化铀中烃、含氯烃和部分取代卤代烃的测定

EJ/T 727 六氟化铀中铀-232 的测定方法

EJ/T 728 六氟化铀中钚  $\alpha$  放射性的测定

EJ/T 729 六氟化铀中镅  $\alpha$  放射性的测定

EJ/T 730 六氟化铀中裂变产物  $\beta$  放射性的测定

EJ/T 731 六氟化铀中裂变产物  $\gamma$  放射性的测定

EJ/T 895 六氟化铀的液化分样

EJ/T 948 六氟化铀中钨-99 的测定方法

EJ 1056 铀加工与核燃料制造设施辐射防护规定

## 3 术语和定义

GB/T 4960.3 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**商用天然六氟化铀 commercial natural  $\text{UF}_6$**

用天然的未经辐照的铀(每 100 g 铀含有  $0.711 \text{ g} \pm 0.004 \text{ g } ^{235}\text{U}$ )生产的六氟化铀。对在常规处理

过程中受到后处理铀某种程度的污染,但只要符合六氟化铀产品质量要求,是可以接受的。

### 3.2

#### 后处理六氟化铀 reprocessed $\text{UF}_6$

在中子辐照装置中受过照射,并随后用化学方法分离掉所产生的裂变产物和超铀同位素之后的铀生产的任何六氟化铀。

### 3.3

#### 浓缩的商用级六氟化铀 enriched commercial grade $\text{UF}_6$

用商用天然六氟化铀浓缩的六氟化铀或用符合浓缩的商用级六氟化铀限值的派生的浓缩六氟化铀。

### 3.4

#### 浓缩的后处理六氟化铀 enriched reprocessed $\text{UF}_6$

用后处理六氟化铀,或用后处理六氟化铀与商用天然六氟化铀的混合物浓缩的六氟化铀。

### 3.5

#### 派生的浓缩六氟化铀 derived enriched $\text{UF}_6$

将 $^{235}\text{U}$ 丰度高于5%的浓缩六氟化铀与商用天然六氟化铀、浓缩的商用级六氟化铀或贫化的六氟化铀掺合后得到的 $^{235}\text{U}$ 丰度低于5%的浓缩六氟化铀。

## 4 安全、保健物理和临界要求

4.1 为了核临界安全,每100 g样品中六氟化铀的含量不应低于99.5 g,以限制潜在的氢含量。

4.2 液态六氟化铀,总的绝对蒸汽压不应高于表1给出的限值。如果测量的是固态六氟化铀,绝对蒸汽压力不应高于表2给出的限值。

注:检查压力的目的是限制氟化氢、空气或其他挥发性成分,因为加热装料容器取出液态样品或蒸发转移物料时,这些成分可能造成过高压力。

4.3 烃、含氯烃和部分取代卤代烃总含量与六氟化铀的摩尔比不应高于0.01%。限制这些物质的原因是为了防止在加热时,这些物质与六氟化铀发生剧烈反应。除直接测量之外,有关方面还可商定一种能证明符合此项要求的替代方法。

4.4 对于符合第5章要求的浓缩的商用级六氟化铀,不需要测量由裂变产物产生的 $\gamma$ 活度和由镅和钷产生的 $\alpha$ 活度,除非买方和卖方另有协议。

4.5 对于浓缩的后处理六氟化铀,由裂变产物产生的 $\gamma$ 辐射不应高于 $4.4 \times 10^5 \text{ MeV Bq/kgU}$ ;由镅和钷产生的 $\alpha$ 比活度应小于 $3.3 \times 10^3 \text{ Bq/kgU}$ 。

表1 液态蒸汽压力限值

温度/°C	蒸汽压力/kPa
80	380
93	517
112	862

表2 固态蒸汽压力限值

温度/°C	蒸汽压力/kPa
20	50
35	69

## 5 化学、物理和同位素要求

5.1 浓缩的商用级六氟化铀和浓缩的后处理六氟化铀,只在4.4、4.5、5.4和5.5所述有区别外,其他

都应符合本标准的要求。为某些同位素(包括人工的放射性同位素)确定了两组限值。确定浓缩的商用级六氟化铀的限值是为了不致于对在现有的设施中使用这种物料造成特殊的影响;对于浓缩的后处理六氟化铀,给出了比较高的限值。买方和卖方可以按照用于浓缩的原料成分,商定出较低的限值。

5.2 六氟化铀的含量应以每 100 g 样品中所含六氟化铀的质量报出。

5.3 杂质元素含量不应高于表 3 给出的限值。对于完全取代的含氟氟烃,有关方面可商定一个最高限值。

表 3 硼、硅杂质元素含量限值 单位:微克每克铀

元 素	限 值
硼	4
硅	250

5.4 浓缩的商用级六氟化铀应符合 5.5 给出的限值。为了评价浓缩的商用级六氟化铀,应将测出的<sup>236</sup>U 丰度作为被后处理铀污染程度的一个指标,这里假定这种六氟化铀没有受到过尚未处理掉大部分裂变产物的辐照铀的污染。为此应测定并报出下列同位素丰度:<sup>234</sup>U、<sup>235</sup>U、<sup>236</sup>U。<sup>235</sup>U 丰度由买方规定,与规定值 C 的偏差不应超出表 4 规定的限值。

表 4 <sup>235</sup>U 的丰度允许偏差限值

丰度(C)范围/%	允许偏差限值/%
0.711≤C≤1.00	±0.015
1.00<C≤2.00	±0.02
2.00<C<5.00	±0.05

5.5 浓缩的六氟化铀产品,放射性核素不应高于表 5 给出的限值。根据<sup>236</sup>U 的含量,决定是否测定<sup>232</sup>U 和<sup>99</sup>Tc,具体分为如下三种情况:

表 5 放射性核素限值

放射性核素	浓缩的商用级六氟化铀	浓缩的后处理六氟化铀
<sup>232</sup> U	0.000 1 μg/gU <sup>a</sup>	0.050 μg/gU <sup>b</sup>
<sup>234</sup> U	10×10 <sup>3</sup> μg/g <sup>235</sup> U <sup>c</sup>	2 000 μg/gU <sup>b</sup>
<sup>236</sup> U	250 μg/gU <sup>d</sup>	商议值 <sup>b</sup>
<sup>99</sup> Tc	0.01 μg/gU <sup>a</sup>	5 μg/gU <sup>b</sup>

- a 见 5.5 的 a)、b)和 c)项。
- b 浓缩的后处理六氟化铀预期可达到这些限值。确定这些限值并不意味着任何一个按照设计使用浓缩的商用级六氟化铀的燃料元件制造厂,就能加工未用浓缩的商用级六氟化铀和其他特殊措施稀释的浓缩的后处理六氟化铀。考虑到由各种来源不同的燃料生产的后处理六氟化铀的复杂性,以及对元件制造厂和用户提出的各种要求,买方和卖方需要商定一个较低的浓缩产品限值。
- c 每克<sup>235</sup>U 中<sup>234</sup>U 的含量符合 10×10<sup>3</sup> μg 的限值,可能对原料中的<sup>234</sup>U 丰度和浓缩铀与贫料中的<sup>235</sup>U 丰度的可允许的组施加了限制。如果估计每克<sup>235</sup>U 中<sup>234</sup>U 含量大于 10×10<sup>3</sup> μg,但小于 11×10<sup>3</sup> μg,则双方可就直接接受该物料事先达成协议。
- d 见 5.5 的 c)项。

- a) 如果每克铀中<sup>236</sup>U 的测量结果不高于 125 μg,则不要求测量<sup>232</sup>U 和<sup>99</sup>Tc,除非买方与卖方另有协议。
- b) 如果每克铀中<sup>236</sup>U 的测量结果高于 125 μg,但低于 250 μg,则常规验收六氟化铀时,应测量和报出<sup>232</sup>U 和<sup>99</sup>Tc 的含量。

- c) 卖方可以根据所有检测到的放射性核素总的放射性水平,考虑是否接受每克铀中 $^{236}\text{U}$ 含量高于 $250\text{ }\mu\text{g}$ 的批料,以便确定其在预定用于制造燃料元件和辐照时的适应性。如果每克铀中 $^{236}\text{U}$ 含量高于 $250\text{ }\mu\text{g}$ ,但低于 $500\text{ }\mu\text{g}$ ,则应在起运前向买方通报 $^{232}\text{U}$ 和 $^{99}\text{Tc}$ 的测量结果。

## 6 批量要求和取样

- 6.1 经液化均质的、质量特性相同的一批物料为一个批量。
- 6.2 由一台装料容器中的产品液化后分装于若干台容器时,则所对应的子装料容器都应标明所盛装物料是来自于某一批的均匀物料。
- 6.3 每一个批量应在物料呈液态和均匀的情况下,取数量足以完成规定检验的有代表性的样品。这些样品可用于卖方分析、买方复验以及仲裁。
- 6.4 提交给买方的样品可使用 P10 型、2S 型或经双方同意的其他类型样品容器,仲裁样品用 2S 型或经双方同意的其他类型样品容器。样品重量由买卖双方商定。样品分装按照 EJ/T 895 执行。
- 6.5 样品应有清楚的标识,包括取样日期、取样器编号、皮重、总重、净重、对应的产品容器号和批号。
- 6.6 仲裁样品由卖方保存。保存期为发货日起 30 d,国外订货的 60 d。
- 6.7 交买方的样品计入交货总量。

## 7 化学、同位素以及放射性核素分析

化学、同位素以及放射性核素分析,应按照 GB/T 14501. 6、GB/T 14501. 1、GB/T 14501. 4、GB/T 13701、EJ/T 427、EJ/T 727、EJ/T 728、EJ/T 729、EJ/T 730、EJ/T 731、EJ/T 948 的要求进行。也可按买方和卖方商定的方法进行。

## 8 标志、包装、运输和贮存

- 8.1  $^{235}\text{U}$ 丰度低于 5% 的浓缩六氟化铀产品包装、运输采用 30B 型或买方和卖方商定的容器。产品的标志和运输应符合 GB 11806 的要求。产品容器的贮存应符合 GB 15146. 3、GB 18871 和 EJ 1056 的要求。
- 8.2 盛装过浓缩的后处理六氟化铀的容器在对容器内部进行去污处理之后才能用于盛装浓缩的商用级六氟化铀。
- 8.3 对派生的浓缩六氟化铀,卖方应向买方做出说明。

## 9 质量保证

对质量保证有特殊要求的由买方和卖方在确定合同时商定。

---

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
<sup>235</sup>U 丰度低于 5%的  
浓缩六氟化铀技术条件  
GB/T 13696—2007

\*

中国标准出版社出版发行  
北京西城区复兴门外三里河北街 16 号  
邮政编码:100045

<http://www.spc.net.cn>  
电话:(010)51299090、68522006  
2007 年 6 月第一版

\*

书号: 155066 • 1-29435

版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68522006