

附件3

《六氟化铀容器（征求意见稿）》

编制说明

中核第七研究设计院有限公司

二〇二一年四月

《六氟化铀容器（征求意见稿）》编制说明

一、项目背景

（一）任务来源

本项目来源于 2020 年核与辐射安全监管项目，所属子项：（十三）法规标准制修订，项目名称 59. 制定《六氟化铀（UF₆）运输容器》。

计划要求制定《六氟化铀容器（报批稿）》及编制说明。

（二）工作过程

1. 2020 年 4 月，收到生态环境部“关于印发核与辐射安全监管 2020 年项目计划的通知”，接到“通知”后成立标准编制项目组。

2. 2020 年 5 月，国家核安全局辐射源安全监管司以视屏会的形式检查了项目启动情况并召开项目启动会，对项目的预期成果提出了指导和期望。项目组就标准准备情况进行了汇报。

3. 2020 年 6~10 月，项目组消化吸收了国际标准《核能、六氟化铀（UF₆）的运输包装》（ISO7195）、IAEA《放射性物质安全运输条例》（SSR-6）以及《“放射性物质安全运输条例”的咨询材料》（SSG-26）中对六氟化铀运输容器相关要求，同时对运输容器使用单位、制造单位进行了现场调研，并在此基础上形成了《六氟化铀运输用容器》草稿。

4. 2020 年 11 月，项目组在太原，第一次向国家核安全局进行了标准情况汇报，会上核安全局领导听取了项目组的阶段性研究成果汇报，并对后期工作提出了指导意见，将标准名称由《六氟化铀运输容器》协商更改为《六氟化铀容器》，同时对标准架构提出了要求，《六氟化铀容器》章节编排参照 ISO7195 标准的格式进行。

5. 2020年12月~2021年2月，项目组根据第一次标准沟通交流会上专家提出的意见和建议，对所形成的标准草稿进行了修改，调整了标准编排结构形式，同时结合国内六氟化铀容器使用实际情况，细化了条款相关内容，在ISO7195标准基础上适当进行了增减，编写完成了标准征求意见稿初稿。

6. 2021年4月，项目组在北京，第二次向国家核安全局进行了标准情况汇报，会上各位专家审阅了标准征求意见稿初稿，并对《六氟化铀容器》标准编制范围、质量保证、六氟化铀容器、阀门和堵头的制造和使用中的相关条款进行了充分的技术沟通，通过对比ISO7195标准条款，结合国内六氟化铀容器的使用和制造情况，提出了宝贵的意见和建议。项目组在此基础上，修改完善了标准征求意见稿初稿，最终形成了如下成果：

ISO7195:2020《核能、六氟化铀(UF₆)容器的运输包装》翻译稿

《六氟化铀容器（征求意见稿）》

《六氟化铀容器（征求意见稿）》编制说明

二、标准制订的必要性分析

（一）目前国际上欧美等发达国家均拥有各自的六氟化铀容器相关标准，国际标准ISO7195-2020《核能、六氟化铀（UF₆）的运输包装》和美国国家标准ANSI N14.1-2012《六氟化铀（UF₆）的运输包装》中也对六氟化铀容器提出了相应的要求，国内在六氟化铀容器领域目前尚无相匹配的标准。

（二）按照“放射性物品分类和名录”和新颁布的《放射性物品运输安全管理条例》（国务院令 第562号），六氟化铀运输容器属于一类放射性

物品运输容器，该容器虽在我国国内已有多年的使用，为使容器产品标准化，有必要对容器和包装的设计、制造、出厂检验、维修、在线检查和检验等方面的安全性内容进行固化。

（三）按照核燃料走出去的发展战略要求，为满足六氟化铀容器的海外扩展，须具有与国际标准相适应的国家标准。

三、国内外相关标准情况

（一）国外标准情况

1. ISO7195:2020

国际标准化组织（ISO）制定了六氟化铀容器的标准 ISO7195，2019 年已对 ISO7195:2005 进行了修订，新版本 ISO7195:2020 已于 2020 年 11 月正式发布并实施。新版标准中对六氟化铀容器以及配套阀门设计、制造、检查检验、定期检验以及装运等方面要求均进行了规定。新版 ISO7195:2020 与 ISO7195:2005 相比，主要修订内容如下：

1) 调整了标准的总体结构，新版标准的章节安排趋于和 ANSI14.1 保持一致，标准章节安排更加清晰合理；

2) 新版标准中取消了 48G 容器型号，增加了 30C 容器型号；

3) 新版标准中增加了 30 英寸和 48 英寸容器的堵头类型；

4) 新版标准将第四部分“质量保证计划”已修订为“管理系统”；

5) 对于 30B、48X 和 48Y 容器的定期检验，引入了使用无损检测作为替代压力试验的相关条款。

本标准编制以 ISO7195:2020 为蓝本，章节的安排与该版标准保持一致，具体的章节对比见表 1。

表 1 本标准 and ISO7195: 2020 对比

章节	ISO7195: 2020	本标准
正文	1) 范围 2) 规范性引用文件 3) 术语及定义 4) 管理系统 5) 容器和阀门保护装置的 一般要求 6) 容器和阀门保护装置的 特殊要求 7) 阀门和堵头的一般要求 8) 阀门和堵头的特殊要求 9) 装运	1) 范围 2) 规范性引用文件 3) 术语及定义 4) 质量保证 5) 容器和阀门保护装置的 一般要求 6) 容器和阀门保护装置的 具体要求 7) 阀门和堵头的一般要求 8) 阀门和堵头的具体要求 9) 装运

2. IAEA

IAEA 没有专门针对六氟化铀运输容器的设计、制造以及使用等方面的技术导则发布。但是在 IAEA 发布的特殊安全要求《放射性物质安全运输条例》(SSR-6) 和特殊安全导则《Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material》(SSG-26) 中对六氟化铀容器结构设计和安全性评价方面提出了要求。

3. ANSI N14.1

美国国家标准 ANSI N14.1 中所包含的容器被广泛用于六氟化铀的国际运输，该标准被用作国际核燃料运输行业的参考标准，系统性对六氟化铀

容器、阀门和堵头的设计和制造作出了技术规定。该标准涵盖的六氟化铀容器型号齐全，容器类型包括了 1S 容器、2S 容器、5B 容器、8A 容器、12B 容器、30B 容器、30C 容器、48X 容器、48Y 容器以及 48G 容器。该标准规定了容器范围、质量保证、六氟化铀容器设计、制造、清洗、定期检验、维护、阀门和堵头的制造、使用等方面的内容。

（二）国内标准情况

由中核第七研究设计院有限公司编制并发布的 EJ190《钢制产品容器技术条件》对六氟化铀容器的制造和试验提出了详细的要求，该标准发布较早且有些条款已落后，但对规范六氟化铀容器的试验和制造发挥了积极的作用。

由中核第七研究设计院有限公司编制并发布的六氟化铀容器系列标准 EJ/T303~306-94《六氟化铀容器》，该标准涵盖的容器范围包括 1L 六氟化铀容器、60L 六氟化铀容器、300L 六氟化铀容器、740L 六氟化铀容器、1000L 六氟化铀容器以及 3m³ 六氟化铀容器，标准规定了六氟化铀容器的技术参数、结构尺寸和主体材料，标准发布二十多年来对规范六氟化铀容器发挥了较大作用。

由中核兰州铀浓缩有限公司编制发布的 EJ/T307-2014《六氟化铀容器使用要求》，规定了新容器组装、试验和钝化处理，规定了容器档案和交接要求，规定了容器清洗方法、工艺操作规则和定期检验要求，并对容器的使用提出了比较完整的要求。

XN3000 六氟化铀容器获得设计许可后，中核第七研究设计院有限公司编制并发布了 EJ/T20232《XN3000 六氟化铀容器》标准，该标准规定了

XN3000 六氟化铀容器的结构组成、材料、制造、检验、容器出厂资料和铭牌等方面的内容。

四、标准制订的基本原则和技术路线

标准制订是基于国内六氟化铀容器的使用和制造情况，参照 ISO7195:2020《核能、六氟化铀（UF₆）的运输包装》章节编制进行，其技术内容与国际标准基本保持一致。

标准制订的技术路线分为两步：

（一）调研国内六氟化铀容器使用和制造情况

调研国内六氟化铀容器的使用和制造情况，在使用单位了解容器使用流程；容器装料和出料时的安全控制相关情况；在带料容器、残料容器、空容器厂外运输、厂内周转与贮存等方面相关情况；常规性的操作检查、定期检验和容器清洗等方面相关情况；容器在维修与报废等方面情况。

制造单位主要调研容器质量计划的主要内容、编制与审批等环节控制情况；原材料控制情况；容器出厂试验控制情况；容器铭牌、标识相关制作方法及张贴要求。

（二）翻译国际最新 ISO7195: 2020 标准

翻译最新国际标准 ISO7195，分析和消化新版 ISO7195 的内容，与原标准进行对比，并按照国内国家标准的编制原则和习惯，在此基础上编制本标准。

五、主要技术内容的说明

《六氟化铀容器（征求意见稿）》标准规范了六氟化铀容器设计、制造、检验维修等环节的技术内容，标准的出台能够使不同用户之间的容器产品

保持性能上的一致，标准规定了运输 0.1kg 或以上六氟化铀容器的设计、制造和使用，规定了阀门保护装置、阀门和堵头的制造和使用。

标准共有十章，具体技术内容的说明如下：

第一章“范围”主要规定了标准的适用范围。标准涵盖的容器、阀门及堵头包括：740mL 取样器、8L 容器、740L 容器、3m³ 容器、4m³ 容器、DN10 直角截止阀、DN25 直角截止阀以及 NPT1 堵头。

第二章“规范性引用文件”主要规定了标准中引用的材料、焊接、无损检测等方面的标准。

第三章“术语和定义”主要规定了标准采用的术语和定义。

第四章“质量保证”主要规定了六氟化铀容器的设计和制造在监管方面的基本要求。

第五章“容器和阀门保护装置的一般要求”主要规定了容器和阀门保护装置在设计、制造等方面的总体要求，内容包括容器设计、加工制造、容器和阀门保护装置定期检验、维护以及改造等方面的要求进行了规定。

第六章“容器和阀门保护装置的具体要求”分别对 740mL 取样器、8L 容器、740L 容器、3m³ 容器以及 4m³ 容器在材料、制造、试验、外表面清洁以及检验等方面的要求进行了规定。

第七章“容器阀门和堵头的一般要求”主要从容器阀门和堵头的材料、制造、清洗、阀门和堵头挂锡、安装、测试等方面的要求进行了规定。

第八章“容器阀门及堵头的具体要求”主要从容器用 DN10 直角截止阀、DN25 直角截止阀以及 DN25 堵头等方面的要求进行了规定。

第九章“装运”主要规定了新容器、清洗干净的容器和其它容器的装

运要求以及容器防拆指示要求。

第十章“容器和阀门结构简图”规定了标准中所涉及的六氟化铀容器、阀门以及堵头的结构与尺寸。

六、与国外同类标准或技术法规的水平对比和分析

《六氟化铀容器（征求意见稿）》主要是以 ISO7195: 2020《六氟化铀（UF₆）运输容器》为蓝本，结合国内容器使用和制造情况进行编制。与 ISO7195 相比，本标准涵盖了 ISO7195 中的所有技术内容，在此基础上，结合我国六氟化铀容器的实际设计制造等情况，相应增加了相关技术要求。具体而言，本标准和 ISO7195 标准相比，主要区别如下：

——本标准前言部分按照国内国家标准的相关要求编写了相关内容，ISO7195 中的前言部分包括了世界范围内六氟化铀容器设计、制造等方面的相关情况。

——本标准适用范围包括的容器为 740mL 取样器、8L 容器、740L 容器、3m³ 容器、4m³ 容器、DN10 直角截止阀、DN25 直角截止阀以及 NPT1 堵头。ISO7195 标准中的容器包括 1S 容器、2S 容器、5B 容器、8A 容器、12B 容器、30B 容器、30C 容器、48X 容器以及 48Y 容器，本标准按照容积大小规定容器类型，ISO7195 标准按照容器直径的英制尺寸规定容器类型，本标准中的容器类型与 ISO7195 中的容器类型并非一一对应，具体对应关系见下表：

本标准中的容器及主体材料	ISO7195: 2020 标准中的容器及主体材料
暂无直接相对应容器	1S 取样器 (蒙乃尔或镍)
740mL 取样器 (蒙乃尔)	2S 取样器 (蒙乃尔或镍)
8L 容器 (S30408 不锈钢)	5B 容器 (镍)
暂无直接相对应容器	8A 容器 (蒙乃尔)
暂无直接相对应容器	12B 容器 (镍)
740L 容器 (16MnDR)	30B 容器 (SA516)
暂无直接相对应容器	30C 容器 (SA516)
3m ³ 容器 (16MnDR)	48X 容器 (SA516)
4m ³ 容器 (16MnDR)	48Y 容器 (SA516)

国内目前采用的是 740mL 取样器 (对应的是 ISO7195 中的 2S 取样器), 未使用 1S 取样器。

国内 8L 容器类比于国际上的 5B 容器, 适用于 ²³⁵U 丰度 ≤ 100% 六氟化铀的储存和运输, “十二五” 期间完成了容器本体的研究及试验, “十三五” 期间完成了该容器的安全性验证, 容器现已获得国防科工局的设计和制造许可。国际上 5B 容器采用的是纯镍材料, 8L 容器国内使用的主体材料为 S30408 不锈钢材料, 根据容器工艺冷凝蒸发性能试验结果和最终产品的化学纯度, 表明该材料能够满足工艺使用要求。

740L 容器适用于 ²³⁵U 丰度 ≤ 5% 六氟化铀的储存和运输, 主要用于压水堆核电站用六氟化铀产品的运输, 该容器的运输目前使用的是国际上的 30B 容器, 国内 740L 容器正在开展安全性试验验证研究。

3m³容器适用于天然六氟化铀的储存和运输，该容器类比国际上的48X容器，目前容器已获得国家核安全局的设计和制造许可。

4m³容器适用于天然六氟化铀的储存和运输，该容器类比国际上的48Y容器，目前该容器已完成冷凝蒸发工艺性能试验，产品结构已定型。

——容器设计参数

本标准中的六氟化铀容器最高允许工作压力（内压）为1.4MPa，对应温度为120℃，ISO7195标准中容器最高允许工作压力（内压）为1.38MPa，对应温度为121℃。

国内六氟化铀容器中3m³容器、4m³容器的²³⁵U丰度限值为1%，最大装料限值为9270kg和12156kg，ISO7195标准中，对应的48X容器和48Y容器，²³⁵U丰度限值在有慢化控制情况下为4.5%，无慢化控制情况下为1%，最大装料限值为9539kg和12501kg，国内外相比，由于ISO7195中规定的容器内径与本标准中规定的容器内径相比，尺寸稍大，在长度尺寸相同的情况下，国际上的容器装料量比国内容器偏大。

——环向焊接接头形式。为保证六氟化铀物料不会在焊缝背面垫板与容器壁之间的缝隙积留，本标准规定容器环向焊接接头不允许带垫板进行焊接，同时对第二道环向焊接接头打底焊缝进行了规定。ISO7195标准中规定环向焊接接头允许使用带垫板的结构形式。

——容器焊接接头无损检测。本标准中容器裙座纵向焊接接头、筒体纵向焊接接头、筒体和封头之间的环向焊接接头均需进行100%射线检测和100%超声检测，并对射线和超声检测的技术等级、质量等级均进行了规定。ISO7195标准中仅对容器包容系统中的主要焊接接头进行了100%射线检

测，裙座纵向焊接接头未专门做出技术规定。在对容器主要焊接接头的无损检测方面，本标准要求要严于 ISO7195 标准。

——容器接头螺纹加工。本标准中规定接头在和封头焊接前应先进行螺纹粗加工，焊接后再进行螺纹的精加工。ISO7195 标准中，接头在焊接前，应先拧入适当尺寸的美国标准管螺纹 (NPT) 塞，在焊接完成后，拔下塞子，检查接头螺纹，螺纹应无毛刺、凿槽、划痕。

——容器气密性试验。本标准中容器气密性试验压力按照 GB150 相关要求，试验压力为设计压力为 1.4MPa，ISO7195 标准中容器的气密性试验压力为 0.69MPa，本标准要求要严于 ISO7195 标准。

——容器真空密封试验、吊耳载荷试验以及冷热试验。本标准规定了所有容器出厂前均需进行真空密封试验，3m³ 容器和 4m³ 容器需进行吊耳载荷试验，S30408 材料的六氟化铀容器须进行冷热试验，ISO7195 标准未提出上述试验要求，本标准要求要严于 ISO7195 标准。

——3m³ 或 4m³ 容器吊装。ISO7195 标准中容器在残料情况下允许采用两个吊耳来进行吊装，本标准中提出任何情况下不允许采用两个吊耳进行吊装。

——铭牌标识。本标准中按照国内六氟化铀容器监管相关要求规定了容器铭牌中应包含的内容，ISO7195 标准中以列表的形式对容器铭牌内容进行了规定，两者在铭牌内容上存在区别。

——低合金钢制容器外表面要求。本标准中低合金钢制容器（具体包括 740L 容器、3m³ 容器和 4m³ 容器）在去除外表面铁锈、氧化皮、污垢和其

他异物后，在涂敷前应进行表面喷丸处理。ISO7195 标准中未提出喷丸处理相关要求。

——容器阀门材料消除应力处理。ISO7195 标准中对热处理的机械性能做出规定，本标准未做出具体的要求，直接满足相关材料标准。

——容器阀门清洗。ISO7195 标准中对阀门未规定具体的清洗流程，本标准中对阀门具体清洗过程、清洗方法以及检验均做出了明确规定。

——容器阀门镀锡。ISO7195 标准中规定除非买方规定，阀门可以不进行镀锡处理。本标准中规定了所有的容器阀门均应镀锡处理，同时明确了镀锡方法。

——容器阀门真空密封试验。ISO7195 标准中未提出阀门真空密封试验要求，本标准中提出阀门须做真空密封试验并明确了相应漏率要求。

——容器堵头。ISO7195 标准中规定的堵头形式有两种，一种为外六角头堵头，一种为内六角头堵头，同时堵头规格分为 1 1/2 英寸和 1 英寸两种规格，本标准中规定的堵头结构形式为外六角头堵头，规格为 1 英寸。

七、实施本标准的管理措施、技术措施、实施方案建议

本标准的制定，填补了六氟化铀容器国家标准的空白。本标准能为六氟化铀容器的设计方、制造方、使用方和监管方提供相应的指导依据，为所设计及制造的六氟化铀容器能更好的满足我国相关法规及标准提供技术支持。

本标准应当征求国家核安全局、主要审评单位、核行业主管部门、容器使用单位、制造单位和阀门制造单位的意见。