ICS 点击此处添加ICS号

CCS点击此处添加中国标准文献分类号

**T/CNS**

中国核学会团体标准

T/CNS XXXX—XXXX

|  |
| --- |
|  |

高温气冷堆核动力厂燃料装卸系统

堆芯进料装置技术要求

Technical requirements for feeding device of fuel elements for reactor core in fuel handing system of high temperature gas cooled reactor nuclear power plant

|  |
| --- |
| （征求意见稿） |
| 本稿完成日期：2025年7月 |

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX – XX 实施

中国核学会团体标准

T/CNS XXXX—XXXX

|  |
| --- |
|  |

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX – XX 实施

中国核学会   发布

目  次

[目次 I](#_Toc204000081)

[前言 III](#_Toc204000082)

[1 范围 1](#_Toc204000083)

[2规范性引用文件 1](#_Toc204000084)

[3术语和定义 1](#_Toc204000085)

[4 设备主要功能、参数和设备组成 1](#_Toc204000086)

[4.1 主要功能 1](#_Toc204000087)

[4.2 物项分级 2](#_Toc204000088)

[4.3 主要技术参数 2](#_Toc204000089)

[4.4 设备组成 2](#_Toc204000090)

[5材料要求 2](#_Toc204000091)

[5.1 主体材料要求 2](#_Toc204000092)

[5.2 焊接材料要求 3](#_Toc204000093)

[6制造、检验和试验要求 3](#_Toc204000094)

[6.1 制造要求 3](#_Toc204000095)

[6.2 检验要求 3](#_Toc204000096)

[6.3 试验要求 3](#_Toc204000097)

[7包装、运输和贮存要求 4](#_Toc204000098)

[7.1 包装要求 4](#_Toc204000099)

[7.2 运输和贮存要求 4](#_Toc204000100)

[8 安装和运维要求 4](#_Toc204000101)

[8.1 安装要求 4](#_Toc204000102)

[8.2 运维要求 4](#_Toc204000103)

[9 质量保证和质量控制要求 5](#_Toc204000104)

[9.1 质量保证 5](#_Toc204000105)

[9.2 质量控制 5](#_Toc204000106)

[10文件要求 5](#_Toc204000107)

[10.1设备投产前应提交的文件 5](#_Toc204000108)

[10.2出厂技术文件 5](#_Toc204000109)

[10.3质保文件 6](#_Toc204000110)

[10.4工艺性文件 6](#_Toc204000111)

[10.5计算文件 6](#_Toc204000112)

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：张海泉、聂君锋、王鑫、李晓刚、刘阳。

高温气冷堆核动力厂燃料装卸系统堆芯进料装置技术要求

# 1 范围

本文件规定了球床式高温气冷堆（以下简称：高温气冷堆）核动力厂燃料装卸系统堆芯进料装置的技术要求，包括装置的功能参数，材料、制造、检验和试验等技术要求，以及相应的质量保证与质量控制要求。

本文件适用于高温气冷堆核动力厂燃料装卸系统所用的堆芯进料装置。

# 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。

HAF003-1991 核电厂质量保证安全规定

ASME BPVC Ⅲ-ND-2004 三级设备

ASME BPVC II-2004 材料

ASME BPVC V-2004 无损检验

ASME BPVC IX-2004 焊接及钎焊评定

NB/T 20002-2013 压水堆核电厂核岛机械设备焊接规范

NB/T 20003-2010 核电厂核岛机械设备无损检测

EJ/T 564-2006 核电厂物项包装、运输、装卸、接收、贮存和维护要求

# 3术语和定义

该目录下将主要编写本文件涉及到的术语和定义。

# 4 设备主要功能、参数和设备组成

## 4.1 主要功能

在高温气冷堆核动力厂中，堆芯进料装置是燃料装卸系统实现不停堆换料的关键设备，主要功能是将球形燃料元件从堆顶接收并进行导流和减速缓冲，最终装入堆芯。

## 4.2 物项分级

堆芯进料装置安全等级为安全相关级（CS级），属于非承压机械设备，抗震类别为抗震1I类，质保等级为QA2。

## 4.3 主要技术参数

堆芯进料装置的主要技术参数要求如下：

（1）中温段零部件

设计温度：300℃

工作温度：250℃

60年辐照（γ）累积剂量：5×107Gy

（2）高温段零部件

设计温度：350℃

正常工作温度：≤321℃

事故最高温度： 500℃

60年辐照（γ）累积剂量： 5×107Gy

快中子注量：≤1×1018n/cm2

（3）通用参数

工作介质：球形元件、氦气

使用寿命：60a

## 4.4 设备组成

堆芯进料装置主要由导流管组件、螺旋导流组件、缓冲管组件、支撑柱组件、屏蔽塞组件组成。

# 5材料要求

## 5.1 主体材料要求

关键部位的材料推荐进行如下选择。

表1 推荐材料

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 材料 |
| 1 | 缓冲管组件 | 12Cr2Mo1（SA-336-F22） |
| 2 | 螺旋导流组件 | 12Cr2Mo1（SA-336-F22） |
| 3 | 直管（导流管组件） | 12Cr2MoG（SA-335-P22） |
| 4 | 弯头（导流管组件及转换接头组件） | 12Cr2MoG（SA-335-P22） |
| 5 | 锻制管件及支撑座 | 12Cr2Mo1 |
| 6 | 屏蔽塞 | 12Cr2Mo1（SA-336-F22） |
| 7 | 碟型弹簧 | Inconel 718 |
| 8 | 支撑柱 | 12Cr2MoG（SA-335-P22） |
| 9 | 支撑柱底板 | 12Cr2Mo1R（SA-387-22-2） |
| 10 | 除支撑柱外的支撑柱组件零部件 | 12Cr2Mo1（SA-336-F22） |
| 11 | 紧固件 | 42CrMo（SA-193-B7） |

## 5.2 焊接材料要求

焊接材料应符合ASME规范第二卷C篇SFA-5.4的要求及ASME ⅢND-2400的要求。

# 6制造、检验和试验要求

## 6.1 制造要求

堆芯进料装置的制造应按ASME-Ⅲ-1 ND-4000、ASME-IX的有关规定进行。与工作介质接触的所有焊缝的根部焊道应采用钨极气体保护焊工艺并添加与母材相同的填充金属来完成。必须在焊接工艺评定合格和焊接技能评定合格后施焊，其中坡口形式如坡口角度、钝边长度、内壁倒角、焊缝间隙等尺寸为焊接工艺关键参数。球管焊接不允许焊补，不考虑焊后热处理。要求焊缝内壁成形均匀、无凸起、夹渣、以及明显缩颈等阻碍过球及损伤石墨球现象存在。试件焊接后应进行射线、表面渗透无损检测，检测方法依照NB/T 20003规定进行，验收符合NB/T 20002.6规定的1级焊缝要求，但对为控制焊后缩颈而预制的内坡口等射线探伤缺陷显示，在保证焊接强度前提下，可认为焊缝合格。

## 6.2 检验要求

堆芯进料装置材料和焊接均应进行无损检验，检验方法与规程、焊接、堆焊的标准应满足 ASME BPVC III-ND -2004 中5000和ASME BPVC-V-2004的要求。

## 6.3 试验要求

堆芯进料装置与金属堆内构件中的上支撑板和反应堆压力容器上封头均具有严格的接口安装要求，零部件制造完成后，应在制造厂内完成总装并进行单机功能试验。在出球管外安装测速器，采用10个直径为60mm的试验用石墨球进行过球试验，通过测速器检验本装置的缓冲功能，测量出球口速度，并检查石墨球表面状态。

# 7包装、运输和贮存要求

## 7.1 包装要求

堆芯进料装置经过出厂试验后必须进行彻底干燥，而后进行封缄，管口接头处要求加保护盖。整台堆芯进料装置用清洁无损的聚乙烯塑料袋封装，内置干燥剂，用木箱和纸箱包装。

包装应按EJ/T 564-2006或相关标准的规定，按B级物项包装和贮运，并应满足较长期贮存的要求。

## 7.2 运输和贮存要求

堆芯进料装置装箱后方可运输，运输和贮存应遵照EJ/T 564-2006的规定。运输和贮存期间产品不允许露天存放，不应与腐蚀性和脏的物品一起堆放，防止生锈、冲击和破坏，堆放场地应通风并无灰尘和潮气。

# 8 安装和运维要求

## 8.1 安装要求

堆芯进料装置的安装要求，至少应包括下列几方面：

1. 堆芯进料装置起吊方式和对起吊工具的要求；
2. 堆芯进料装置安装前的检查项目，安装中的注意项、安装后的检查项；
3. 堆芯进料装置安装接口和盲装要求。

## 8.2 运维要求

堆芯进料装置的运维要求，至少应包括下列几方面：

1. 运行中的可能故障及处理方案；
2. 大修期间的检查和维修内容。

# 9 质量保证和质量控制要求

## 9.1 质量保证

制造方应遵循HAF003-1991，建立符合质量要求的质保体系，编制产品设计、制造、试验、检验的质保计划及有关的程序、文件。在设备的设计、制造和试验过程中，按计划执行，建立齐全的设计和产品质量记录。

## 9.2 质量控制

制造方应针对安全级部件制定质量计划，对质量控制点做出专门规定。

# 10文件要求

## 10.1设备投产前应提交的文件

设备投产前，需提交的文件包括但不限于以下内容：

* 1. 设备制造质量计划；
  2. 设备制造工艺流程；
  3. 尺寸/目视检查工艺；
  4. 液体渗透检验工艺；
  5. 射线照相检验工艺或超声波检查工艺；
  6. 清洁和表面处理工艺；
  7. 焊接、补焊工艺评定报告；
  8. 设备包装设计、标记和运输流程。

## 10.2出厂技术文件

包括但不限于以下内容：

1. 设备竣工图；
2. 其他随机出厂图；
3. 装箱清单和发货清单；
4. 设备组成和主要零部件清单；
5. 设备备件清单；
6. 清洗、包装和运输技术条件；
7. 安装、调试、使用和维护说明书。

## 10.3质保文件

至少包括下列内容：

1. 产品合格证；
2. 产品质量证明书；
3. 各种金属材料（含焊材）的质量合格证明书和复验报告；
4. 螺栓连接件性能参数文件；
5. 所有不符合项的处理记录。

## 10.4工艺性文件

至少包括下列内容：

1. 主体材料及其焊接材料订货技术条件；
2. 设备制造工艺流程与计划；
3. 制造尺寸公差检验报告；
4. 焊接工艺评定说明书（WPS）；
5. 焊接工艺记录；
6. 锻件与焊缝的无损检测报告；
7. 热处理规程及报告；
8. 装配检查报告；
9. 外观检查报告；
10. 功能试验报告；
11. 内部清洁度检验报告；
12. 不符合项报告。

## 10.5计算文件

计算分析文件至少包含以下报告：

1. 堆芯进料装置重要部件应力分析报告；
2. 堆芯进料装置抗震分析报告；
3. 堆芯进料装置疲劳分析报告。

——————————终 ——————————