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

磁驱密封部件技术要求

Technical requirements for magnetic drive sealing assembly 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](#_Toc204000306)

[前言 III](#_Toc204000307)

[1 范围 1](#_Toc204000308)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc204000309)

[3术语和定义 2](#_Toc204000310)

[4 设备主要功能、参数和设备组成 2](#_Toc204000311)

[4.1 主要功能 2](#_Toc204000312)

[4.2 物项分级 2](#_Toc204000313)

[4.3 主要技术参数 2](#_Toc204000314)

[4.3.1 主要参数 2](#_Toc204000315)

[4.3.2 环境条件 3](#_Toc204000316)

[4.4 设备组成 3](#_Toc204000317)

[5材料要求 4](#_Toc204000318)

[5.1 主体材料 4](#_Toc204000319)

[5.2 限制和禁止使用的材料 4](#_Toc204000320)

[5.4 焊接材料 4](#_Toc204000321)

[6 制造、检验和试验要求 4](#_Toc204000322)

[6.1 制造要求 4](#_Toc204000323)

[6.1.1机加工 4](#_Toc204000324)

[6.1.2 特种合金轴承 5](#_Toc204000325)

[6.1.3焊接 5](#_Toc204000326)

[6.2 检验要求 5](#_Toc204000327)

[6.2.1 目视检查 5](#_Toc204000328)

[6.2.2原材料无损检测 5](#_Toc204000329)

[6.2.3 结构件的无损检测 5](#_Toc204000330)

[6.3 试验要求 6](#_Toc204000331)

[7 包装、运输和贮存要求 6](#_Toc204000332)

[7.1涂漆、包装和贮运总体要求 6](#_Toc204000333)

[7.2 涂覆与包装要求 6](#_Toc204000334)

[7.2.1 油漆和防护涂层 6](#_Toc204000335)

[7.2.2 包装要求 6](#_Toc204000336)

[7.3 运输和贮存 7](#_Toc204000337)

[8 质量保证和质量控制 7](#_Toc204000338)

[8.1 质量保证 7](#_Toc204000339)

[8.2 质量控制 7](#_Toc204000340)

[9 文件要求 7](#_Toc204000341)

[9.1 设备投产前应提交的文件 7](#_Toc204000342)

[9.2 出厂技术文件 8](#_Toc204000343)

[9.3 质保文件 8](#_Toc204000344)

[9.4 工艺性文件 8](#_Toc204000345)

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磁驱密封部件技术要求

# 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磁驱密封部件的技术要求，包括磁驱密封部件的功能参数，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磁驱密封部件。

# 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

HAD 003/08-1986 核电厂物项制造中的质量保证

GB/T 983-2012 不锈钢焊条

GB/T 5293-2018 埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合

GB/T 8110-2020 熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝非合金钢及细晶粒钢焊条

GB/T 5117-2012 非合金钢及细晶粒钢焊条

GB/T 222-2006 钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 4180-2012 稀土钴永磁材料

GB/T 1801-2009 产品几何技术规范(GPS)极限与配合公差带和配合的选择

GB/T1184-1996 形状和位置公差 未注公差值

NB T 20001-2013 压水堆核电厂核岛机械设备制造规范

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

NB/T 47010-2017 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件

NB/T 20003.4-2021 核电厂核岛机械设备无损检测 第4部分：渗透检测

NB/T 20010.5-2010 压水堆核电厂阀门 奥氏体不锈钢锻件技术条件

NB/T 20010.7-2010 压水堆核电厂阀门 包装、运输和贮存

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

GB/T 4798.1-2019 环境条件分类 环境参数组分类及其严酷程度分级 第1部分：贮存

GB/T 4798.2-2021 环境条件分类 环境参数组分类及其严酷程度分级 第2部分：运输和装卸

# 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，磁驱密封部件是保障高温气冷堆燃料装卸系统维修可达性的关键部件，包含磁力驱动和动作内件，执行了传动、过球和密封等重要功能，是堆芯卸料装置、维修隔离器和隔离器的重要功能部件。

## 4.2 物项分级

磁驱密封部件的物项等级如下表所示。

表1 磁驱密封部件安全分级表

|  |  |
| --- | --- |
| 安全等级 | NS |
| 抗震类别 | NA |
| 质保等级 | QA3 |
| 设计规范 | GB |

## 4.3 主要技术参数

### 4.3.1 主要参数

手轮磁驱组件的主要参数如表2所示。

表2 手轮磁驱组件主要参数表

|  |  |
| --- | --- |
| 设计温度 | 300℃ |
| 工作温度 | 250℃ |
| 工作介质 | 氦气/球形元件 |
| 耦合磁转子传递扭矩 | 400N•m |

磁力闸板组件的主要参数如表3所示。

表3 磁力闸板组件主要参数表

|  |  |
| --- | --- |
| 设计温度 | 300℃ |
| 工作温度 | 200℃ |
| 工作介质 | 氦气/球形元件 |
| 主设备密封试验压力 | 7.0MPa（a）/0.6MPa（a） |
| 主设备泄漏率 | ≤1.0×10-5 Pa•m3/s/1.0×10-3 Pa•m3/s |

### 4.3.2 环境条件

磁驱密封部件环境条件如下表所示。

表4 磁驱密封部件环境条件表

|  |  |
| --- | --- |
| 环境温度： | 16℃～40℃ |
| 环境压力： | 负压通风，最大外压0.13MPa（a） |
| 相对湿度： | ≤85% |
| 辐照分区： | 红区 |
| 舱室辐照剂量： | 5×105Gy |

## 4.4 设备组成

磁驱部件由以下功能部件组成：

1. 手轮磁驱部件。执行无接触驱动执行构件功能，包括外磁转子、轴承组件、外转子法兰及手轮。
2. 磁力闸板组件。安装于承压壳体内，带导流孔的直动闸板结构，执行过球和密封功能，包括内磁转子组件、闸板组件、轴承组件1、轴承组件2、固定密封环组件和推力环组件。

# 5材料要求

## 5.1 主体材料

不锈钢应符合NB/T 47010-2010 Ⅱ级要求，材料成份偏差满足GB/T 222-2006要求。锻坯须进行超声、渗透检测，满足NB/T 20003-2010的要，Ⅱ级合格。

永磁传动部件选用的稀土钴永磁材料，应符合GB/T 4180的规定。

## 5.2 限制和禁止使用的材料

磁驱密封部件应限制和禁止使用如下材料。

1. 所有与反应堆内主回路冷却剂接触的材料不应使用Al、Zn及其合金，禁止添加使用Si、Sn、Hg等元素及其化合物；
2. 无论何时，铅、汞、卤化物、其他低熔点金属及其化合物、以及主要成分包含低熔点金属的材料不应与设备的不锈钢表面直接接触。禁止在制造期间使用低熔点材料制成的工具、夹具、印记、焊剂、温度色笔、涂料、涂层等；
3. 设备的奥氏体不锈钢零件禁止与碳钢零部件直接接触；
4. 与介质接触的部件不能使用润滑剂、防腐剂与抗咬剂。

## 5.4 焊接材料

磁驱部件焊接材料应满足GB/T 983-2012、GB/T 5293-2018、GB/T 8110-2020及GB/T 5117-2012的要求。焊接材料制造厂必须提供合格的焊接材料质量证明书。

# 6 制造、检验和试验要求

## 6.1 制造要求

应遵循NB/T 20001-2013进行制造，并参照NB/T 20002-2013进行焊接。所有焊缝坡口型式、尺寸以及堆焊的工艺允许采用工厂经过焊接工艺评定的焊接工艺规程（WPS）中采用的焊缝坡口和堆焊工艺。

### 6.1.1机加工

机加工零部件应符合GB/T 1801-2009、GB/T 1184-1996的规定。

### 6.1.2 特种合金轴承

轴承工作在高温、高压、含粉尘性氦气及强放射性环境下，需要在无润滑条件下满足寿期内运行无更换要求。

### 6.1.3焊接

磁驱密封部件的焊接应遵循如下技术要求。

1. 焊接前应编制焊接工艺规程，焊接时应严格按工艺规程进行，焊缝须进行渗透检测；
2. 所有焊缝应符合图纸要求，不应有咬边、气孔、裂纹等缺陷，应避免焊缝高度不一致、宽度不均匀现象；
3. 焊缝要求进行目视检查和渗透检测；
4. 焊接工作须由持证的焊工担任。

## 6.2 检验要求

### 6.2.1 目视检查

所有零件加工完成后应进行100%目视检查。零件表面不应有裂纹、夹层、折叠、夹渣及其它有害缺陷。

### 6.2.2原材料无损检测

无损检验的阶段、检验规程和验收标准应按照各相应材料技术条件中的规定执行。检验类型包括超声波检验或液体渗透检验。检验应在材料使用之前进行。

### 6.2.3 结构件的无损检测

各部件的构成零件加工完成后、表面进行100% 液体渗透检测（PT），检验规程应按照NB/T 20003.4-2021进行，并按下列要求验收：

1. 记录标准：尺寸大于1.5mm的相关显示应予以记录；
2. 下列相关显示应予拒收：
3. 线性显示；
4. 尺寸大于3mm的圆形显示；
5. 在同一直线上有3个或3个以上显示，且其间距小于3mm；
6. 在缺陷显示最严重的区域内，任意100cm2矩形区域（最大边长不超过20cm）内，有5个或5个以上显示。

## 6.3 试验要求

需开展磁驱密封部件功能试验。用手盘车，所有活动件应转动轻便、灵活，转动一周，手感无抗力点出现。

# 7 包装、运输和贮存要求

应符合EJ/T 564-2006《核电厂物项包装、运输、装卸、接收、贮存和维护要求》的有关规定。

## 7.1涂漆、包装和贮运总体要求

磁驱密封部件的贮运物项分级为B，遵循EJ/T 564-2006要求进行包装、运输、装卸、接收、贮存和维护。此外，包装和贮运过程中应采用与磁驱部件相适应的支撑固定，应有防止振动或碰撞造成产品或包装箱损坏的保证措施。

## 7.2 涂覆与包装要求

### 7.2.1 油漆和防护涂层

磁驱密封部件漆和防护涂层应遵循如下技术要求。

1. 耦合磁转子外的碳钢和低合金钢结构表面应涂耐辐射漆；
2. 耦合磁转子内的碳钢和低合金钢结构表面应采取合适的防锈措施。

### 7.2.2 包装要求

包装应遵照EJ/T 564-2006，按B级物项包装和贮运，同时满足GB/T 4798.1-2019、GB/T 4798.2-2021要求，并应遵照以下要求：

1. 磁驱部件在出厂验收合格后，应完成内部零部件的装配，清洁度检验合格后应立即进行包装；
2. 单套磁驱部件采用整体包装，注意对外磁组件的固定与定位；
3. 包装、运输应遵守HAD003/08的有关规定；
4. 包装应考虑水运、陆运和安装、贮存的要求。包装应具有一定的屏障以防止水汽、带盐分的空气、尘土、污物和其他形式的污染物透入；
5. 包装所用的材料、密封件材料应符合防污染规则的要求，禁止使用含铅、汞或其他低熔点合金及其化合物，以及限制含氯化物、氟化物的材料接触不锈钢、非铁素体材料。用于奥氏体不锈钢的包装材料必须满足下列要求之一：
   1. 卤素或硫含量的重量比必须小于0.10%；
   2. 氯化物和氟化物的溶解过滤分离量小于50ppm。
6. 应特别注意对凸出部位和产品密封面等精密加工部位的保护，以免在运输、安装过程中受到损伤。

## 7.3 运输和贮存

磁驱密封部件装箱后方可运输，运输和贮存应按NB/T 20010.7-2010的规定。运输和贮存期间产品不允许露天存放，不应与腐蚀性和脏物一起堆放，防止生锈、冲击和破坏，堆放场地应通风并无灰尘和潮气。

# 8 质量保证和质量控制

## 8.1 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。

## 8.2 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。

# 9 文件要求

## 9.1 设备投产前应提交的文件

磁驱部件投产前，需提交的文件包括但不限于以下内容：

1. 磁驱部件制造质量计划；
2. 磁驱部件制造工艺流程；
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. 磁驱部件包装设计、标记和运输流程。

## 9.2 出厂技术文件

包括但不限于以下内容：

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

## 9.3 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. 磁性材料、各种元器件质量合格证明书及复检报告；
5. 聚酰亚胺、轴承合金等的质量合格证明书；
6. 重要外购配套件质量证明书；
7. 所有不符合项的处理记录。

## 9.4 工艺性文件

至少包括下列内容：

1. 磁驱部件制造工艺流程与计划；
2. 制造尺寸公差检验报告；
3. 焊接工艺评定报告（PQR）；
4. 焊接工艺记录；
5. 焊缝返修报告；
6. 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。

——————————终 ——————————