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

磁驱卸料部件技术要求

Technical requirements for magnetic drive unloading component 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](#_Toc204000501)

[前言 III](#_Toc204000502)

[1 范围 1](#_Toc204000503)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc204000504)

[3术语和定义 2](#_Toc204000505)

[4 设备主要功能、参数和设备组成 2](#_Toc204000506)

[4.1 主要功能 2](#_Toc204000507)

[4.2 物项分级 2](#_Toc204000508)

[4.3 主要技术参数 2](#_Toc204000509)

[4.3.1 主要参数 2](#_Toc204000510)

[4.3.2 环境条件 3](#_Toc204000511)

[4.4 设备功能与组成 3](#_Toc204000512)

[5材料要求 4](#_Toc204000513)

[5.1 主体材料要求 4](#_Toc204000514)

[5.2 永磁传动部件材料 4](#_Toc204000515)

[5.3 驱动柜材料 4](#_Toc204000516)

[5.4 无油润滑轴承 4](#_Toc204000517)

[5.5 焊接材料 4](#_Toc204000518)

[5.6 其他附件材料 4](#_Toc204000519)

[6制造、检验和试验要求 5](#_Toc204000520)

[6.1 制造要求 5](#_Toc204000521)

[6.1.1 总则 5](#_Toc204000522)

[6.1.2机加工 5](#_Toc204000523)

[6.1.3焊接 5](#_Toc204000524)

[6.2 检验要求 5](#_Toc204000525)

[6.3 试验要求 5](#_Toc204000526)

[6.3.1外观及关键尺寸检查 5](#_Toc204000527)

[6.3.2磁驱部件功能试验 6](#_Toc204000528)

[7 涂漆、包装和贮运要求 6](#_Toc204000529)

[7.1包装和贮运总体要求 6](#_Toc204000530)

[7.2 涂覆与包装要求 6](#_Toc204000531)

[7.2.1 油漆和防护涂层 6](#_Toc204000532)

[7.2.2 包装要求 6](#_Toc204000533)

[8 安装和运维要求 7](#_Toc204000534)

[8.1 安装要求 7](#_Toc204000535)

[8.2 运维要求 7](#_Toc204000536)

[9 质量保证和质量控制 7](#_Toc204000537)

[9.1 质量保证 7](#_Toc204000538)

[9.2 质量控制 8](#_Toc204000539)

[10文件要求 8](#_Toc204000540)

[10.1 设备投产前应提交的文件 8](#_Toc204000541)

[10.2 出厂技术文件 8](#_Toc204000542)

[10.3 质保文件 8](#_Toc204000543)

[10.4 工艺性文件 9](#_Toc204000544)

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卸料部件技术要求

# 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卸料部件的技术要求，包括部件的功能参数，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卸料部件。

# 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 222-2006 钢的成品化学成分允许偏差

JB/T 4730.3-2005 承压设备无损检测 第3部分：超声检测

JB/T 4730.5-2005 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测

GB/T 13237-2013 优质碳素结构钢冷轧钢板和钢带

GB/T 1801-1999 公差带和配合的选择

GB/T 4180-2012 稀土钴永磁材料

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 47010-2017 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件

GB/T 983-2012 不锈钢焊条

GB/T 5293-1999 埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂

GB/T 8110-2008 气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝

GB/T 5117-2012 非合金钢及细晶粒钢焊条

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，磁驱卸料部件是高温气冷堆燃料装卸系统实现不停堆换料的关键部件，包含磁驱卸料机构、磁驱扰动机构、磁驱电动插排部件、支撑构件和驱动柜等部件，是堆芯卸料装置、装料暂存装置、卸料暂存装置和新燃料缓存装置等装卸料装置主设备的重要功能部件。

## 4.2 物项分级

磁驱卸料部件的等级划分如下表所示。

表1 磁驱卸料部件安全分级表

|  |  |
| --- | --- |
| 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

磁驱卸料机构的主要参数如表2所示。

表2 磁驱卸料机构主要技术参数表

|  |  |
| --- | --- |
| 设计温度 | 250℃ |
| 工作温度 | 200℃ |
| 工作介质 | 氦气/球形元件 |
| 主轴转速 | 0.1~0.6rpm |
| 磁传动器传递扭矩 | 400 N•m |

磁驱电动插排部件的主要参数如表3所示。

表3 磁驱电动插排部件主要技术参数表

|  |  |
| --- | --- |
| 设计温度 | 250℃ |
| 工作温度 | 200℃ |
| 工作介质 | 氦气/球形元件 |
| 排叉工作行程 | 130mm |
| 磁驱推力 | 4000 N |

磁驱扰动机构的主要参数如表4所示。

表4 磁驱扰动机构主要技术参数表

|  |  |
| --- | --- |
| 设计温度 | 250℃ |
| 工作温度 | 200℃ |
| 工作介质 | 氦气/球形元件 |
| 工作行程 | 50mm |
| 磁驱推力 | 100 N |

### 4.3.2 环境条件

磁驱卸料部件环境条件如下表所示。

表5 磁驱卸料部件环境条件表

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

## 4.4 设备功能与组成

磁驱卸料部件的功能与组成如下：

1. 磁驱卸料机构，执行单一取料和单一卸料功能，包括驱动机构、磁力传动器、轴系及轴承组件、转盘组件等；
2. 磁驱扰动机构，执行结拱解除功能，包括伺服电机和永磁驱动器；
3. 磁驱电动插排部件，执行导流、导向、定位、扰动和结拱解除功能，以及拦截料箱内的球形元件功能，包括电动插排组件和导流定位组件，其中导流定位组件包括底护板组件、门架组件、料仓限流组件等；
4. 支撑构件，用于支撑扰动机构、维修部件及外屏蔽；
5. 驱动柜，用于安装变频驱动器和伺服驱动器，并对其供电和控制。

# 5材料要求

## 5.1 主体材料要求

不锈钢应符合NB/T47010-2010 Ⅱ级要求，材料成份偏差满足GB/T222-2006要求。锻坯须进行超声、渗透检测，满足JB/T 4730.3.5--2005Ⅱ级要求。

## 5.2 永磁传动部件材料

永磁传动部件选用的稀土钴永磁材料，应符合GB/T 4180-2012的规定。

## 5.3 驱动柜材料

驱动柜的柜体材料应采用优质冷轧碳钢板，符合GB/T 13237-2013要求，其他应符合GB 14048最新要求。电子元器件尽可能采用军品，至少应为工业品。

## 5.4 无油润滑轴承

卸料机构主轴轴承及各永磁传动部件中的轴承，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长时间运行，满足运行的寿命要求。推荐使用合金轴承。

## 5.5 焊接材料

焊接材料应满足GB/T 983-2012、GB/T 5293-1999、GB/T 8110-2008及GB/T 5117-2012的要求。

## 5.6 其他附件材料

非结构附件和临时附件，如铭牌等，可用不附质量合格证明的材料，但必须符合NB-4435的规定。非结构附件的材料和相连接的材料相容，并被鉴定，适于焊接。

# 6制造、检验和试验要求

## 6.1 制造要求

### 6.1.1 总则

应遵循NB/T 20001-2013进行制造，并参照NB/T 20002-2013进行焊接，同时应满足本技术要求。零部件图的所有焊缝坡口型式、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。

### 6.1.2机加工

机加工零部件应符合GB/T 1801-2009、GB/T 1184-1996的规定。机加工零部件，未注尺寸公差应符合GB/T1804中m级规定，未注形位公差按GB/T1184中K级规定。焊接件未注尺寸公差按GB/T1804中v级规定。

### 6.1.3焊接

磁驱卸料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. 焊缝要求进行无损检测；
4. 焊接工作须由持证的焊工担任。

## 6.2 检验要求

担任RT、UT、MT和PT项目检测的无损检验的人员必须持有有关部门颁发的相应方法无损检验人员资格证书。

## 6.3 试验要求

### 6.3.1外观及关键尺寸检查

应对磁驱卸料部件外观及关键尺寸进行检查。

1. 应对磁驱电动插排的底护板组件中竖向扰动肋的高度、宽度和角度尺寸复检，并检查定位焊外观；
2. 对磁驱电动插排的底护板组件的门档宽度、角度和门架高度尺寸进行复检；
3. 对磁驱电动插排的内屏蔽组件进行尺寸和外观检查；
4. 对磁驱电动插排和磁驱扰动机构位置及行程进行复检。

### 6.3.2磁驱部件功能试验

应对磁驱卸料部件进行如下功能试验。

1. 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；
2. 电气调试接线；
3. 磁驱卸料机构的功能试验；
4. 磁驱扰动机构的功能试验；
5. 磁驱电动插排的功能试验；
6. 电机调速试验；
7. 伺服驱动系统电气试验。

# 7 涂漆、包装和贮运要求

除本技术要求之外，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包装和贮运总体要求

磁驱卸料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，磁驱部件的包装和贮运还应参照和遵循以下要求：

1. 电气设备的贮运按GB/T 4798.1-2019和GB/T 4798.2-2021以及相关国家规范进行；
2. 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

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：
6. 卤素或硫含量的重量比必须小于0.10%；
7. 氯化物和氟化物的溶解过滤分离量小于50ppm。
8. 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。

# 8 安装和运维要求

## 8.1 安装要求

磁驱部件的磁驱卸料机构、磁驱扰动机构、磁驱电动插排以及支撑件均安装于装卸料装置主设备本体上，与本体装配连接。

每台堆芯卸料装置对应一台电控柜。

## 8.2 运维要求

磁驱卸料部件的运维要求，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

## 9.1 质量保证

制造方应遵循HAF003-1991《核电厂质量保证安全规定》，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

制造方应针对磁驱卸料部件制定质量计划，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

磁驱部件投产前，制造厂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。

## 10.2 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。

## 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. 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（含电机、驱动器等）质量证明书；
7. 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. 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. 产品焊接见证件试验报告；
7. 焊缝的无损检测报告；
8. 热处理规程及报告；
9. 装配检查报告；
10. 外观检查报告；
11. 电气性能检验报告；
12. 电气控制测试报告；
13. 功能试验报告；
14. 内部清洁度检验报告；
15. 不符合项报告。

——————————终——————————