

团 体 标 准

T/CNS 31—2020

高温气冷堆核动力厂燃料装卸系统设计准则

Design criteria for fuel handling system of high temperature gas cooled reactor
nuclear power plant

2020-12-31 发布

2021-04-01 实施

中国核学会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	1
5 系统功能	1
6 系统设计准则	2
7 设备设计准则	2
8 电气、检测和控制装置设计准则.....	3
9 维修、检查与试验准则.....	3

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。

高温气冷堆核动力厂燃料装卸系统设计准则

1 范围

本文件规定了球床模块式高温气冷堆(简称高温气冷堆)核动力厂燃料装卸系统设计基本要求。本文件适用于高温气冷堆核动力厂燃料装卸系统的设计。

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。

T/CNS 22—2020 高温气冷堆核动力厂辐射防护设计准则

T/CNS 24—2020 高温气冷堆核动力厂假想管道破损事故防护设计准则

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 总体要求

- 4.1 应实现不停堆装卸燃料,满足高温气冷堆核动力厂不同工况下对装卸料的要求。
- 4.2 基于气力输送和重力输送两种方式实现管道内燃料元件的输送。
- 4.3 应采用成熟的或经过验证的设备部件,确保燃料装卸系统能执行全部功能。
- 4.4 对于多堆核动力厂,各堆燃料装卸系统可联合运行,也可隔离运行,单堆多列主循环及装卸料可局部隔离运行。
- 4.5 设备和管路的布置设计应考虑热膨胀产生的位移。
- 4.6 设备和管路的布置应为设备的安装、检查及维修留有足够的拆卸检修操作空间,并应为必要的吊装或轨道牵引设备、运输设备预留通道。
- 4.7 应考虑设备和管路安全,应设置必要的防震支承装置。
- 4.8 球流管路的现场对接焊缝应采用合适的内凹焊缝,焊缝接头型式应有利于减少焊接变形及残余应力。
- 4.9 应在管路中的相关位置设置包含可拆卸加球口和卸球口的球流管道装置,用于系统关闭或局部子系统与列系统隔离情况下,进行球流管路的投料、取料及运行调试与维修。
- 4.10 系统中安全级管路系统的布置和设计应符合 T/CNS 24—2020 中的有关要求。
- 4.11 系统舱室设置应符合 T/CNS 22—2020 辐射分区原则。

5 系统功能

- 5.1 能够实现初装堆芯及过渡过程装卸料,最终达到平衡堆芯状态。

- 5.2 进行堆芯单一化卸料,并将分离出的破损燃料元件和燃料元件碎片排入碎球罐贮存。
- 5.3 对从堆芯排出的燃料元件进行燃耗测量,将没有达到目标燃耗深度的燃料元件返回堆芯。
- 5.4 从堆芯卸出乏燃料并输送到乏燃料贮存系统。
- 5.5 自新燃料供应系统接收新燃料,并定期定量向堆芯补充新燃料元件。
- 5.6 特殊情况下,进行堆芯排空及再装料。

6 系统设计准则

6.1 安全相关准则

- 6.1.1 对于承压的安全级设备部件,应保证一回路压力边界的完整性,在与反应堆压力容器相连接通管路的压力边界处按接口原则设置安全 1 级和安全 2 级隔离阀。
- 6.1.2 暂存燃料元件的大容量暂存装置应满足次临界要求,必要时设置防临界结构。
- 6.1.3 暂存乏燃料元件和再装料元件的大容量暂存装置应进行余热分析,设置必要的冷却措施,防止设备和舱室超温。
- 6.1.4 确保舱室内外工作人员免受高辐射照射。
- 6.1.5 对进出堆芯的燃料元件进行计数复核与更新。
- 6.1.6 应采取放射性包容设计,保证放射性氦气的密封、隔离与回收。

6.2 燃料元件几何完整性保护要求

为确保燃料元件安全,应采取的措施包括:

- a) 限制元件的输送速度和跌落球床的落点速度,以防止燃料元件破损;
- b) 保证转动部件运转平稳,取球和送球转换口过渡顺畅;
- c) 过球通道圆滑畅通,控制管道装置转弯半径,避免元件实体破损。

6.3 卡堵预防与解除要求

- 6.3.1 应限制管道弯头的曲率半径,避免燃料元件在转弯处滞留。
- 6.3.2 应设计合适的球流管道倾角,保证燃料元件顺利流动及碎屑和石墨粉尘自由下落。
- 6.3.3 应合理设计装卸料设备内部结构,设置卡堵解除措施,防止结桥现象,保证取球率。

6.4 接口设计准则

- 6.4.1 与燃耗测量系统的接口应保证与准直器的距离、对中及标定要求。
- 6.4.2 与反应堆压力容器和金属堆内构件的接口应保证定位和连接可靠。
- 6.4.3 与乏燃料贮存系统的球路接口应保证燃料元件顺畅通过。

7 设备设计准则

7.1 安全等级

- 7.1.1 本系统管路与反应堆压力容器隔离有两道常开阀门,压力容器侧的阀门为安全 1 级,另一个阀门为安全 2 级。
- 7.1.2 用于安全级设备、管道、管道组成件、阀门和管道装置的支承件与对应被支承物项的安全等级相同。
- 7.1.3 为安全级管道设置的机械贯穿件为安全 3 级。

- 7.1.4 本系统安装于反应堆压力容器内并执行正常运行功能的非承压机械设备为 CS 级。
- 7.1.5 位于安全 2 级阀门以外的管道、管道组成件、阀门、设备及管道装置等设备部件均为非安全级。
- 7.1.6 位于安全级管道上非承压且不执行支撑功能的过球检测装置为非安全级。
- 7.1.7 除安全级阀门的电动装置或电动部件外,其余电气部件均为非安全级。
- 7.1.8 离线及备用设备部件均为非安全级。

7.2 质保等级

- 7.2.1 本系统安全 1、2 级设备部件的质保等级为 QA1。
- 7.2.2 本系统 CS 级设备部件的质保等级为 QA2。
- 7.2.3 本系统安全 3 级设备部件的质保等级为 QA3。
- 7.2.4 本系统球路和气路上的设备、管道装置、阀门、管道和管道组成件等非安全级设备部件和相关物项的质保等级为 QA3。
- 7.2.5 本系统中的标准工业设备及离线设备部件的质保等级为 NC,其中重要标准件的质保等级为 QA3。

8 电气、检测和控制装置设计准则

- 8.1 系统可实现自动运行,即在线执行自动装料、自动卸料和自动循环、系统监视。
- 8.2 设置手动切换与控制模式,以便进行子系统调试试验、系统冷态和热态联调以及处理故障。
- 8.3 根据设备部件自带控制器预设的运动控制程序,以及主控制程序预设的逻辑判断程序,实现对设备部件的运行、检测、自诊断及故障处理与报警。

9 维修、检查与试验准则

- 9.1 系统设计应考虑需现场维修、检查、试验和保养的设备、管路、仪表等的可达性。
 - 9.2 应制定设备定检周期,提供设备预防性维修措施。
 - 9.3 对冗余、备用和长期不动作的能动设备,制定定期试验计划。
 - 9.4 运行期间,定期检查设备部件状态。
 - 9.5 系统中除堆芯卸料装置和压力边界处安全 1 级隔离阀外,其余设备部件应在关闭一回路压力边界处隔离阀,以及相关维修隔离阀后都应能不停堆短期维修。
-

中国核学会
团体标准
高温气冷堆核动力厂燃料装卸系统
设计准则

T/CNS 31—2020

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.5 字数 13 千字
2021年8月第一版 2021年8月第一次印刷

*

书号: 155066·5-3458 定价 14.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



T/CNS 31-2020



码上扫一扫 正版服务到