

团 体 标 准

T/CNS 37—2020

高温气冷堆核动力厂主控制室可居留区 设计准则

Design criteria for main control room habitable area 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 设计要求	1
4.1 主要目标	1
4.2 设计内容	2
4.3 辐射防护设计要求	2
4.4 构筑物设计要求	2
4.5 通风与空调系统	3
4.6 照明	4
4.7 火灾探测和灭火	6
4.8 通信系统	7
4.9 生活保障措施及救生设备	8
4.10 保安措施	9
参考文献	10

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：中核能源科技有限公司。

本文件主要起草人：高旭、刘思光、沈斌、何磊、王昆、姚启欣、白刚、胡全忠。

高温气冷堆核动力厂主控制室可居留区 设计准则

1 范围

本文件规定了球床模块式高温气冷堆核动力厂(以下简称高温气冷堆)主控制室可居留区的设计准则和基本要求。

本文件适用于高温气冷堆核动力厂主控制室可居留区设计。

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。

GB 50116 火灾自动报警系统设计规范

GB 8624—2012 建筑材料及制品燃烧性能分级

GB/T 13630—2015 核电厂控制室设计

EJ/T 638—92 核电厂控制室综合体的设计准则

NB/T 20263—2014 核电厂通信设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

主控制室可居留区 main control room habitable area

在核动力厂正常运行和事故工况下,保护核动力厂操纵人员和安置控制设备、仪表的场所,一般包括主控制室、分布式控制系统(DCS)工程师室、技术支持中心、应急生活间等。

3.2

计算机数据链 computer data link

计算机之间通过网络协议和接口、以电缆或光缆传输数据的通信链路。

3.3

反射率 reflectance

在入射辐射的光谱组成、偏振状态和几何分布给定状态下,反射的辐射通量或光通量与入射的辐射通量或光通量之比。

4 设计要求

4.1 主要目标

主控制室可居留区设计的主要目标是保证与主控制室可居留性要求相关的工艺系统在正常运行工

况及事故工况下安全与有效的运行。

4.2 设计内容

主控制室可居留区设计应包括建筑、通风与空调、照明、火灾探测和灭火、通信、生活保障措施和救生设备、安保等方面。

4.3 辐射防护设计要求

主控制室可居留区的辐射防护设计,应能保证主控制室操纵员所受的辐射剂量保持在年有效剂量当量不大于 5 mSv。事故工况下,应保证在整个事故期间主控制室操纵员所受的有效剂量不大于 50 mSv,甲状腺当量剂量不大于 500 mSv。

4.4 构筑物设计要求

4.4.1 抗震要求

主控制室构筑物抗震类别应为抗震Ⅰ类。

4.4.2 辐射屏蔽要求

核动力厂主控制室可居留区构筑物的设计应采取适当的防护措施,以减少来自所有放射源的照射和污染。

4.4.3 抗外部事件与超设计基准事故能力要求

主控制室可居留区构筑物的设计应确保核动力厂在遇到外部设计基准事件,如:龙卷风、台风、洪水、火灾等,和外部人为事故,如飞机坠毁等,能使主控制室可居留区执行安全功能。

4.4.4 构筑物内飞射物防护要求

4.4.4.1 在主控制室可居留区内应合理防护,使运行人员和安全系统免受主控制室可居留区内部或外部的设备故障或其他事件所产生飞射物的伤害。

4.4.4.2 应用确定论和概率论方法的组合进行飞射物危险的分析 and 防护飞射物设计的分析。飞射物及其二次效应的防护宜采用以下一种或多种方法实现:

- 设置飞射物屏蔽;
- 合理布置设备的方位,减少设备损坏所产生的飞射物危险性;
- 冗余安全系统和设备进行实体分隔,使单个飞射物引起的后果不会导致安全功能的丧失;
- 设计与选择具有较低故障(特别考虑那些可能产生飞射物的故障)概率的系统和设备。

4.4.5 主控室内装饰设计要求

4.4.5.1 人因工程要求

主控制室内装饰应满足:

- 室内设施颜色搭配协调,感觉舒适;
- 灯光强度合适,不存在使眼睛疲劳和过度紧张的眩光;
- 地面材料应降低站立和行走的疲劳。

4.4.5.2 装饰材料防火及环保要求

装饰材料防火及环保设计应满足以下要求:

- 装饰材料应优先满足 GB 8624—2012 中燃烧性能 A 级的要求,当确实达不到 A 级性能,可选择燃烧性能为 B 级的材料;
- 装饰材料应满足环保要求。

4.4.5.3 防静电要求

主控制室地面应进行防静电设计。

4.4.5.4 防坠落要求

主控室吊顶、吸音墙面、装饰构件等应进行防坠落设计。

4.4.6 噪声控制设计要求

主控制室噪声应不妨碍操纵员之间的口头通信,不影响音响信号辨别,并且能减轻操纵员的听力分散、烦躁和疲劳。具体应满足以下条件:

- 环境本底噪声不大于 45 dB;
- 回响时间限制在 1 s 以下。

4.5 通风与空调系统

4.5.1 总则

主控制室可居留区的通风与空调系统应为运行人员、设备和仪表提供满足运行环境的条件,符合事故工况下的可居留要求。

4.5.2 主控制室环境限值

4.5.2.1 正常工况

主控制室在正常工况下的环境设计须满足以下基本要求:

- 温度:20 °C~25 °C;
- 相对湿度:30%~60%;
- 顶部和底部温差 ≤ 6 °C;
- 控制台盘操作区气流速度应小于 0.23 m/s,引入室外新鲜空气人均应大于 0.43 m³/min。

4.5.2.2 事故工况

主控制室在事故工况下的环境设计须满足以下基本要求:

- 事故工况下,应保持主控制室可居留区的二氧化碳的体积浓度不超过 0.5%;
- 在正常和事故工况下,主控制室区域对外部环境应保持微正压;
- 通过比较人员需要最小新鲜空气量和保持主控制室正压需要最小空气量中的大值确定主控制室事故工况下的最小新风量;
- 可居留区内的温度、湿度应保证操作人员正常工作和安全系统设备可靠运行。

4.5.3 空调系统

主控制室可居留区的空调设计应满足以下要求:

- 主控制室可居留区应设置正常通风空调系统和应急通风空调系统,两系统可以合用,也可以采用不同的系统形式;
- 既执行正常工况又执行应急工况的空调系统应设置两套独立的空调系统,各系统允许共用通

- 风管道；系统采用实体或功能隔离，在事故工况下，应保证系统执行可居留功能的能力；
- 只执行应急工况下的空调系统可采用被动式压缩空气罐送风系统；
- 主控制室可居留区事故工况下的应急空调系统应定为安全系统辅助设施，设备及管道应为抗震Ⅰ类，并满足辐射防护要求；
- 主控制室空调系统设备应保持自身环境条件在允许范围内；
- 在事故工况下，维持主控制室可居留性要求的空调系统的供电应得到可靠的电力供应。

4.5.4 新鲜空气补充

- 主控制室的新鲜空气补充应满足以下要求：
- 当正常通风吸入口出现放射性或其他危险物质污染时，应切断正常通风环路，切换到应急空气供应环路；
 - 当启用应急通风环路后，引入主控制室区域的空气应满足人员呼吸要求；
 - 引入主控制室可居留区空气的净化设备及能动部件应冗余设置；
 - 至少设置 2 个新风吸入口，其中至少 1 个新风吸入口作为事故新风口。

4.5.5 环境的监测

应连续监测主控制室区域的环境条件，以确保空调通风系统可正确执行预期的功能。当被检测参数超过设计限值时，或出现异常情况和设备失效时，应向操作人员提供报警信号，并触发有关系统相关的安全动作。

4.5.6 可试验性

- 主控制室通风空调设备应能满足以下试验要求：
- 空调系统应能定期试验，以保证在所有运行方式下的可用性；
 - 环境条件的检测设备和仪表应定期试验和校准，以保证这些设备在规定的限值范围内执行功能。

4.6 照明

4.6.1 总则

- 主控制室的照明设计应遵循以下原则：
- 控制室可居留区照明系统应由正常照明系统和应急照明系统组成；
 - 正常照明系统的设计应使控制室具有符合要求的照度，保证操纵员执行各项作业均有满意的观察效果；
 - 应急照明系统的设计应保证全部安全有关的控制屏、控制台具有必要的照度；
 - 正常照明系统可由正常动力母线（非安全级）供电。应急照明系统应由直流母线或柴油发电机和蓄电池组逆变装置供电的交流母线供电。当正常照明出现故障时，应自动或手动切换到应急照明。

4.6.2 照明要求

- 主控制室的照明设计应满足以下要求：
- 为保证操纵员执行各项作业，推荐的各作业区和各类作业的照度见表 1。
 - 为保证有效地观察性能，作业区域与周围区域之间的亮度比应不超过表 2 所列的数值。
 - 控制室内各种设施和设备的表面均具有反射率。为保证环绕控制室的亮度分布适当，控制室

内各种表面的反射率应满足表 3 中所列允许值。

——在照明系统中,应采取防眩光措施。

——若操纵员执行特殊作业的区域固定照明的照度不足,应提供补充照明,以提高局部区域的照度。

表 1 推荐的作业区域照度

单位为勒克斯

工作区域(或作业类型)	观察对象上的照度		
	最大值	推荐值	最小值
控制屏主要操作区	500	300	200
辅助控制屏	500	300	200
刻度指示表读数	500	300	200
坐着操作的工作站	1 000	750	500
阅读印刷品与打印资料	500	300	200
修理与配线区域	500	300	200
书写与数据记录	1 000	750	500

表 2 推荐的亮度比

区域	最大亮度比
作业区域相对于毗邻的暗环境	3 : 1
作业区域相对于毗邻的亮环境	1 : 3
作业区域相对于较远的暗表面	10 : 1
作业区域相对于较远的亮表面	1 : 10
光源相对于邻近光源的表面	20 : 1
再正常视野范围内的两个观察对象之间	40 : 1

表 3 推荐的控制室各种表面的反射率

表面的部位	反射率/%	
	较优值	允许值
天棚	80	60~95
墙上部 ^a	50	40~60
墙下部	15~20	—
仪表/显示器	80~100	—
机箱/控制台	20~40	—
家具	35	25~45
地面	30	15~30

^a 墙上部指天棚之下 30 cm~60 cm,与天棚刷相同的颜色。

4.6.3 应急照明

4.6.3.1 照度

应急照明系统的设计应保证在操纵员操作有关的控制屏上有足够的照度(见表 1),其最小值为 200 lx,并应连续工作 8 h 以上。

4.6.3.2 应急照明的启动

当正常照明出现故障时,应自动切换至应急照明,并立即投入运行。若采用手动控制完成上述切换,控制器应易辨识且易操作。

4.6.3.3 独立性

应急照明系统应独立于控制室内其他照明系统,正常照明系统的故障不得影响应急照明系统的可运行性。

4.7 火灾探测和灭火

4.7.1 火灾预防

- 主控制室可居留区的设计和建造中,应采用非可燃材料或阻燃材料。
- 应通过火灾危险评估和损害分析来确定主控制室可居留区防火屏蔽和耐火极限及灭火系统的要求。
- 主控制室可居留区内应设防火屏蔽,防止外部火灾蔓延影响。防火屏蔽中的门、孔以及管道和电缆贯穿件,其耐火极限应与该防火屏蔽所要求的耐火极限相同。
- 主控制室可居留区内的电缆应采用阻燃型电缆。
- 贯穿防火屏蔽的通风管道,应设置防火阀,防火阀耐火极限与防火屏蔽的耐火极限相同。

4.7.2 火灾探测和报警系统

4.7.2.1 火灾报警的信息显示和控制功能

- 主控制室为核动力厂主消防控制室,应可查询核岛厂房所有火灾报警信号和消防联动状态信号,并能控制重要消防设备;
- 主控制室应能显示常规岛重要房间、防火分区火灾报警、核电厂配套设施(BOP)重要防火分区火灾报警和 BOP 各子项综合报警;
- 主控制室应设图形报警显示装置,显示各防火区域报警状态,并设声光报警装置显示总火灾报警状态;
- 消防联动控制设备应具备自动和手动控制功能;
- 主控制室设消防电话总机,可与核岛厂房内所有的消防电话分机通话;
- 主控制室的火灾应急广播系统可向核岛各厂房广播应急消息。

4.7.2.2 火灾探测器的设置

主控制室区域内所有房间设置的火灾探测器,应满足 GB 50116 对探测器种类、位置和数量的要求。

主控制室内的电气、仪控盘柜,是否设置独立的火灾探测器应进行评估,若工作电压大于交流 220 V或盘柜体积大、设备多时,应在盘内设置主动抽气式感烟探测器或被动式点型感烟探测器。

4.7.2.3 其他设计要求

- 火灾报警系统设备应为抗震Ⅰ类；
- 火灾报警系统主电源为双路供电，日常运行由厂用不间断电源供电，特殊情况切换至应急电源供电；
- 火灾报警系统上游供电全部丧失后，火灾探测和报警功能应继续保持 30 min。

4.7.3 灭火系统

- 主控制室可居留区灭火系统应设置具有适当容量、能力和鉴定合格的灭火系统，以便及时报警和迅速灭火；
- 灭火系统的设计和布置应确保它们的运行、损坏、误动作和意外动作不致影响安全重要物项的功能；
- 主控制室内应以手提灭火器作为灭火主要设施，消火栓系统作为备用设施，应布置在主控制室外适当位置。

4.7.4 排烟系统

主控制室可居留区应设置独立的排烟系统。主控制室发生火灾时，排烟系统可在就地模拟盘和主控制室远程手动启动。主控制室内排烟系统的阀门、风管、支吊架应为抗震Ⅰ类。

4.8 通信系统

4.8.1 总则

- 通信系统的设计应符合 GB/T 13630—2015 中 7.9 和 NB/T 20263 的各项要求，核动力厂通信应包括但不限于以下子系统：行政电话系统、安全电话系统、对讲电话系统、电力调度电话系统、无线电话系统、声力电话系统、综合布线系统、警报系统、有线广播系统、时钟系统；
- 厂内通信系统应保证主控制室与厂内其他部位之间有效而可靠的通信，在异常事件和事故工况期间，这些部位的通信设备应是畅通的；
- 通信系统应具备与厂外政府及其他相应的机关联络的功能；
- 厂内通信系统中的设备可用于与厂外通信系统；
- 厂内通信系统以及与厂外通信系统均应由至少两种独立且不同类型的通信设备组成；
- 对于多单元机组的电厂，各机组的控制室和机组的通信站之间应能相互通信。

4.8.2 厂内通信

4.8.2.1 主控制室内应至少安装一台可与公用电话系统连接的电话分机，还应安装一台不与公用电话系统连接的专用分机，只用于向主控制室人员传送异常和事故信息。主控制室内所有电话应满足：

- 有合适的频率响应；
- 电话线的长度应允许操纵员有一个合理的活动范围；
- 电话线的布线应和重要控制线路分开且不妨碍通行；
- 在多台电话机放在一处时，应予以标识；
- 所有电话机的音量应可调。

4.8.2.2 应设置一个独立的直通电话系统与安全重要的操作设施和辅助控制点联系，该系统时应满足：

- 操纵员应能与选定的若干台电话分机进行单个或并行通话；
- 多机组核动力厂各机组控制室之间的应能通话；

- 应由不间断电源供电；
- 系统应能按运行要求扩展。

4.8.2.3 为了在任何工况下都能寻找厂内人员和发布信息,应设置广播系统,设计该系统时应考虑:

- 清晰度应不低于电话的声音品质(频率范围 200 Hz~3 300 Hz);
- 喇叭的安装应使规定区域内正常人都能听到清晰的信息;
- 主控制室广播应优先插入广播系统,随时中断正在进行的广播。

4.8.2.4 在试验、维护或修理期间、若存在其他通信系统不能覆盖的地方,应提供便携式无线话机与控制室通信。

4.8.2.5 无线话机不能干扰信息和控制设备的工作,不能使用对讲机的地方要设禁用标志。

4.8.3 厂区外通信

- 应设置一套专用电话系统与厂区外营运管理部门、应急支持和响应单位、安全监督机构、地方政府和公众组织通信,其中重要联络应采用冗余和多样化的系统;
- 电话系统应有足够的外线,其中一些分机的号码,尤其是控制室的分机应保密,并且应满足 4.8.2.1 要求。

4.8.4 非语言通信系统

4.8.4.1 电视系统

在主控制室内应设置电视系统,可在事故工况下监督反应堆操作平台和汽轮发电机状态。

4.8.4.2 传真

在主控制室或其附近设置传真系统,以便在事故或应急情况下传送电厂状态和运行建议,该系统应与应急有关的设施和机构相连接。

4.8.4.3 计算机数据链

在主控制室与应急指挥中心之间设置计算机数据链,在应急工况下这个链应能与其他应急设施相连。

4.9 生活保障措施及救生设备

4.9.1 总则

生活保障措施及救生设备的设计应保证在设计基准所规定的放射性、或危险化学物质释放期间主控制室能具备预期的可居留条件。

4.9.2 个人物品的贮存

在主控制室可居留区内或附近,应有操纵员个人物品的贮存设施(一般为更衣室),以便操纵员存放他们的衣服和其他物品。

4.9.3 应急生活物品

在主控制室可居留区应设置应急生活间,以贮存足够的应急物资,应急设备的数量与规格应满足主控制室可居留区全体人员(最低不少于 10 人)的需要。

4.9.4 救生设备

主控制室可居留区应配备事故工况下人身防护所需的应急设备,包括防护服和呼吸器具等。

防护服和呼吸器具应整洁有序放置在易于接近的地方,并且需标明设备规格,使用方法等。应急设备应定期检验。

4.10 保安措施

4.10.1 总则

主控制室应定为电厂保卫计划中的要害部位,主控制室设计应能防范内部或外部可能的人为破坏活动。

4.10.2 措施

应制定行政管理规则,只允许经过审批的人员进入主控制室可居留区规定的区域内,为接待外部来访的人员,宜在主控制室毗邻的位置设一个可以观察到主控制室的接待区域,对主控制室可居留区的门应进行门禁控制、视频监控,对主控制室操作区应进行视频监控,人员主出入口应设置保安通信设备。

参 考 文 献

- [1] GB/T 12788 核电厂安全级电力系统准则
 - [2] GB/T 22158 核电厂防火设计规范
 - [3] GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范
 - [4] HAF 002/01 核动力厂营运单位的应急准备和应急响应
 - [5] HAF 102 核动力厂设计安全规定
 - [6] HAD 102/04 核动力厂内部危险(火灾和爆炸除外)的防护设计
 - [7] HAD 102/11 核动力厂防火与防爆设计
 - [8] HAD 102/12 核动力厂辐射防护设计
 - [9] HAF J0055 核电厂控制室设计的人因工程原则
-

中国核学会
团体标准
高温气冷堆核动力厂主控制室可居留区
设计准则

T/CNS 37—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

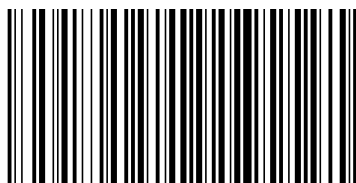
*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 27 千字
2021年8月第一版 2021年8月第一次印刷

*

书号: 155066·5-3453 定价 18.00 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 37-2020



码上扫一扫 正版服务到