

ICS 27.120.20

F 65

备案号: 57395-2017

**NB**

# 中华人民共和国能源行业标准

NB/T 20395—2017

---

## 主控室可居留性设计要求

Design for habitability of the main control room

2017-02-10 发布

2017-07-01 实施

国家能源局 发布



## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准在编制过程中主要参考了美国的相关设计标准、技术规程、管理导则等。

本标准由能源行业核电标准化技术委员会提出。

本标准由核工业标准化研究所归口。

本标准起草单位：中国核电工程有限公司

本标准主要起草人：赵新艳、马莉、孙立臣、戴一辉、于风云、温华、胡北、邱林、田晖、高爱平、张帆、徐迎秋、李娜娜。



# 主控室可居留性设计要求

## 1 范围

本标准规定了压水堆核电厂主控制室可居留性设计的基本要求。

本标准适用于压水堆核电厂主控制室的可居留性的设计,其他核设施的主控制室可居留性设计也可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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/T 7163 核电厂安全系统可靠性分析要求
- GB/T 13284.1 核电厂安全系统 第1部分:设计准则
- GB/T 13286 核电厂安全级电气设备和电路独立性准则
- GB/T 13626 单一故障准则应用于核电厂安全系统
- GB/T 17094 室内空气中二氧化碳卫生标准
- GB/T 17939 核级高效空气过滤器
- GB 17945 消防应急照明和疏散指示系统
- GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
- GB 50034—2013 建筑照明设计标准
- NB/T 20038 核空气和气体处理规范 设计和制造通用要求
- NB/T 20039 核空气和气体处理规范 通风、空调与空气净化
- NB/T 20180—2012 核电厂核岛压缩空气供给系统设计准则
- NB/T 20190 核电站生产厂房的噪声控制
- NB/T 20196 核空气和气体处理规范 试验规程
- NB/T 20263 核电厂安全有关通信系统
- NB/T 20340—2015 压水堆核电厂核岛厂房用孔洞封堵材料和嵌缝材料技术要求
- HAD 002/01 核动力厂营运单位的应急准备和应急响应

## 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 main control room (MCR)**

主控制室是对核电厂进行监测、控制和操纵等的场所。

### 3.2

**主控制室应急区域** main control room emergency zone (CREZ)

核电厂执照许可依据中确定的场所。在应急情况下,可以将它与CREZ外部的核电厂其它区域或环境隔离开来。这个场所使用应急通风系统,意在维持主控制室的可居留性。这个场所包括主控制室,还可能包括在事故情况下工作人员有必要经常进出或连续停留的其它关键场所。

### 3.3

**主控制室控制区域** main control room control area (MCCA)

位于主控制室应急区域内,为操纵员或监控人员提供电厂安全运行所需人机接口资源(如大屏幕、盘台和工作站等)的特定区域。

### 3.4

**主控制室的可居留性** main control room habitability (MCRH)

指为CREZ工作人员配备或提供一个可以居留的生活及工作环境,保持核反应堆和相关系统正常运行期间的受控、异常情况期间的安全停堆;在核电厂(除主控制室外)发生如火灾、有害气体爆炸或泄漏以及放射性污染事故时,为防止事故工况下形成的过量照射、有害气体险情的继发性危害,必须保障主控制室环境仍能适宜于人员的工作和生活,以保持公众和电厂工作人员的健康和安全。

### 3.5

**主控制室可居留系统** main control room habitability systems (CRHS)

核电厂执照许可证申请时确定的系统。通常需要提供屏蔽、隔离、加压、加热、通风、空调、过滤和监测的功能以及生活物资、卫生设施和药品的配备,以确保主控制室的可居留性。

### 3.6

**主控制室压力边界** main control room pressure envelope (MCRE)

主控制室应急区域的外围封闭边界,将主控制室应急区域与其它区域或房间隔离及明确的界定。

### 3.7

**内渗透量** inleakage

MCRE外的环境空气经洞孔及开门等途径进入到MCRE之内的未经处理的空气流量。

### 3.8

**空气净化装置** air cleaning units

用于事故时去除气溶胶和放射性碘等的空气处理设施,主要由初效过滤器、高效粒子过滤器和碘吸附器组成。

## 4 主控制室可居留性设计

### 4.1 概述

主控制室可居留性功能是主控制室可居留系统(CRHS)实现。

### 4.2 主控制室可居留性系统(CRHS)设计

CRHS应包括:

- a) 通风系统;
- b) 辐射监测系统;
- c) 电源和照明系统;
- d) 通讯系统;
- e) 消防系统。

### 4.3 主控制室可居留系统 (CRHS) 设计总则

CRHS应满足以下设计要求:

- a) CRHS 应设计成具有抵御运行安全地震动 (SL-1)、极限安全地震动 (SL-2)、龙卷风、飓风、洪水、海啸等自然灾害的能力及屏蔽外部飞射物等外部事件的能力, 具有足够的外照射屏蔽能力和隔绝外来噪声的能力;
- b) CRHS 应提供监测和保护主控制室人员免受火灾, 烟气和有毒有害气体影响的能力, 以及提供防内部飞射物、水淹及管道甩击等内部事件的设计; 对于假想管道损坏的影响, 包括由于管道内流体外逸所造成的环境状况的恶化, 不应妨碍主控制室的可居留性或进出主控制室通道的畅通;
- c) CRHS 在事故期间为主控制室人员提供足够的防护。在设计基准事故期间接受的辐射照射不超过 GB 18871 和 HAD 002/01 的规定, 应使主控制室工作人员在设定的持续应急响应期间内 (一般为 30 天), 接受的有效剂量不大于 50 mSv, 甲状腺当量剂量不大于 500 mGy。应对严重事故期间人员的受照剂量做出评价;
- d) 主控制室应急区域 (CREZ) 的环境应满足工作人员的卫生标准;
- e) 主控制室应急区域 (CREZ) 应具有完整且清晰的边界, 穿越 MCRE 的管线应严格密封, 封堵要求按 NB/T 20340—2015 执行; 排水管道和地漏要设置可靠的水封等隔离措施。

### 4.4 主控制室可居留系统设计要求

#### 4.4.1 主控制室应急区域 (CREZ)

CREZ至少包含以下房间:

- a) 主控制室;
- b) 值长办公室;
- c) 操纵员休息室;
- d) 厨房和操作员盥洗室;
- e) 公共控制室 (如果有)。

对于计算机室, 当它作为应急响应计划整体的一部分来使用时, 可以纳入CREZ。

#### 4.4.2 主控制室应急区域 (CREZ) 的通道设计

CREZ应设计两条具有醒目而持久标识的安全到达和撤离的通道。

#### 4.4.3 可居留期限

主控制室可居留功能的维持时间, 按HAD 002/01相关规定执行。

#### 4.4.4 主控制室应急区域 (CREZ) 可居留人数

CREZ可居留人员的数量，应满足建设方或运营单位应急响应要求。一般情况下应不少于同规模同类型已运营核电厂的数量。

#### 4.4.5 通风系统

##### 4.4.5.1 总则

通风系统宜为CREZ区域设计一个独立的主控制室可居留通风系统CRHV；应急期间投运的CRHV系统应按核电厂专设安全设施进行设计，以保证CREZ的可居留性。

CRHV的设计按第5章执行，还应做好对辐射和有毒有害气体的防护设计。

##### 4.4.5.2 新风供应

新风为满足呼吸质量要求的新鲜空气。新鲜空气可以取自室外空气，也可以取自压缩空气的储气罐。新风应优先配置MCCA区域的供应量。新风供应系统的设计按5.3.1和5.3.2执行。

#### 4.4.6 有毒有害气体的防护

##### 4.4.6.1 有毒有害气体的种类

核电厂主控制室要考虑针对以下三类有毒有害气体：

- a) 有毒气体(例如氯)；
- b) 有可能释放到主控制室邻近的有限空间内的有害气体(例如灭火剂)；
- c) 从外部进入主控制室的烟气。

##### 4.4.6.2 有毒有害气体的防护措施

各种原因引起的有毒有害气体的释放都不能使主控制室失去可居留性，采取的措施包括：

- a) 快速动作的有毒气体探测器或烟气探测器；
- b) CREZ 自动隔离；
- c) 压力边界 MCRE 密封设计，减小内渗透量；
- d) 尽量减小或限制新风供应量；
- e) 配置呼吸装置或瓶装空气供给。

注：上述可多项自由叠加。

#### 4.4.7 辐射防护设计

应结合压水堆的具体情况，采取相应的如室外空气的隔离或加净化处理措施的新风供应系统；根据进入MCRE的内渗透量或满足事故分析所采取的假定值，选择合适的正压或新风量；根据系统处理风量以及碘吸附器效率选择空气净化装置的容量和配置等。

#### 4.4.8 电源和照明系统

可居留性系统应配备应急电源。

CREZ内设置应急照明系统。主要包括备用照明、安全照明和疏散照明。其中的安全照明在应急工况下应自动启动并立即可用，为主控制室的控制区域提供照明，其照度不低于200 lx。照明系统设计符合GB 50034的规定。

#### 4.4.9 通讯系统

CREZ应设应急通讯系统。此系统应有足够的通讯容量（冗余性）以及通讯手段的多样性。如报警系统、电话、微波、无线电。应具有防干扰、抗过载、防窃听或在丧失电源时而不造成损坏的能力。应急通讯系统的设计符合NB/T 20263的规定。

#### 4.4.10 消防系统

CREZ应设置为相对独立的防火空间，防火空间内设置火灾探测器和排烟系统。

### 5 主控制室可居留通风系统设计

#### 5.1 主控制室环境设计要求

主控制室的环境设计要满足以下的基本要求：

- a) 正常情况：
  - 1) 温度：18℃～24℃；
  - 2) 相对湿度：30%～75%；
  - 3) 二氧化碳卫生标准：≤0.10%（2000 mg/m<sup>3</sup>）；
  - 4) MCCA 背景噪声≤55dB(A)。
- b) 异常或事故情况：
  - 1) 温度：≤35℃；
  - 2) 二氧化碳卫生标准：≤0.50%（5000 ppm）；
  - 3) MCCA 背景噪声≤65 dB(A)。

#### 5.2 主控制室可居留通风系统（CRHV）的组成

CRHV系统应由维持主控制室压力边界（MCRE）的正压及温湿度条件的空气处理机组和人员呼吸用新风供应系统组成。

空气处理机组宜为CREZ单独设置，不为其它区域送风。

新风供应系统按正常和应急使用工况的不同应独立设置。

为应急工况设置的新风供应系统按核电厂是否设有安全级的可靠电源，分为以下两种方式：有安全级可靠电源的可设计为机械通风方式；无安全级可靠电源的，宜采用可呼吸的压缩空气作为新风供应系统。

#### 5.3 主控制室可居留通风系统（CRHV）设计总体要求

##### 5.3.1 由安全级可靠电源供电的机械通风系统设计

该通风系统应设计为：

- a) 风机、阀门等的设计应遵循 GB/T 13626 的单一故障准则。风机、阀门等任何能动部件的单一故障不应引起系统功能的丧失；
- b) 风机、阀门等的动力电源及控制电源应进行可靠设计。动力电源至少按两路独立配置，加载应急柴油机，并且符合 GB/T 13286 的要求；
- c) 通风系统的设备及其它们的支承件、风管都应按抗震 I 类设计，考虑 SL-1 和 SL-2 地震载荷；抗震 I 类与非抗震 I 类接口部件应按抗震 I 类要求设计；
- d) 新风供应系统应设置成两条独立的管线，分别对应于正常运行及应急运行工况。每条管线上布置两个互为冗余的安全级密闭隔离阀；

- e) 用于切换工况的隔离阀,必须考虑其误动作和不安全的故障模式的可能性且需采取相应设计措施。应选择带有故障安全模式控制的隔离阀;
- f) 应急运行管线上的机械新风供应系统,其净化装置及与之连接的上下游管道所引起的泄漏总量在±10%额定流量下应小于0.05%;
- g) 应急运行管线上的新风供应系统,取风口宜设置两个。双取风口的相对方位与距离应保证在任何情况下总能使一个入口不会被污染(极端无风条件除外),新风口的位置设置需满足事故分析的要求;
- h) 应急运行管线上的新风供应系统净化装置上游的管线在厂房内的布置应尽量短,所选材料及连接方式应保证管道的气密性;
- i) 与应急区域(CREZ)防火相关的设计,如管线的敷设、防火阀的布置、风机的电源系统等设计应避免同一火灾导致主控制室和辅助控制室同时失效。

### 5.3.2 由压缩空气供应新风的通风系统设计

该通风方式设计应满足以下要求:

- a) 系统和配管设计应遵循 GB/T 20180—2012 中 5.4 的要求;
- b) 系统在事故期间的运行应使主控制室应急区域的环境维持在 5.1 规定的二氧化碳体积浓度和 5.3.3 规定的正压范围内;
- c) 应考虑对压缩空气罐进行再充气的措施。如通过厂外的运输气瓶或设计管线对厂内压缩空气储气罐进行再充气;
- d) 应对压缩储气罐的空气进行定期取样;
- e) 压缩空气储气罐房间应采取防龙卷风等外部飞射物的结构防护设计,同时,空气罐及其安全阀等设备或管件不能成为内部飞射物,对周围其它设施构成威胁。

### 5.3.3 正压设计

正压设计应满足以下要求:

- a) 主控制室可居留通风系统(CRHV)的设计应达到并能维持 MCRE 内的区域相对于周边环境的微正压。一般按 30 Pa 考虑;
- b) CRHV 的设计应能抵御 MCRE 之外潜在的未经过滤的污染空气、烟雾尘埃、有害气体等向 CREZ 渗透;
- c) 对于机械通风系统,可通过设计连锁控制和调节送、排风管上的调节阀开度或送排风机变频装置等手段来保证正压;
- d) 从人员通道进入 CREZ 应设两道压紧式密闭门,密闭门应带自动关闭装置。

### 5.3.4 空气净化装置

空气净化装置设计要满足以下要求:

- a) 应根据事故分析的结论决定是否在压缩空气新风供应系统上设置空气净化装置;对于机械通风新风供应系统,必须在其应急新风供应系统上设置空气净化装置;
- b) 当压缩空气新风供应系统采用空气净化装置时,要考虑克服净化机组的阻力;
- c) 空气净化装置含初效过滤器、高效粒子过滤器和碘吸附器。为防止碳颗粒随气流带入到主控制室,碘吸附器下游一般要设置高效过滤器。过滤器的设计、制造应符合 GB/T 17939、NB/T 20038 和 NB/T 20039 的要求;
- d) 机械通风新风供应系统的空气净化装置必须设置在风机的上游,空气净化装置前后设压力监测仪表;

- e) 空气净化装置外壳为隔离内在放射性污染源的屏障，其制作应为不锈钢或屏蔽效果相当的材料；空气净化装置宜布置在 MCRE 之外；增加适当屏蔽装置后也可以布置在 MCRE 之内，但要评价累积剂量对操作人员的影响；
- f) 空气净化装置宜设置两套，按一套运行一套备用、 $2 \times 100\%$  的容量冗余来考虑；
- g) 空气净化装置上游宜设置电加热器，以保证碘吸附器入口空气的相对湿度。

### 5.3.5 主控制室可居留通风系统 (CRHV) 的启动

CRHV 应设计为按以下条件自动启动：

- a) 剂量监测系统的高放射性信号；
- b) 失去厂区供电电源（适用时）。

可居留通风系统应设置就地控制盘手动启动方式，主要用作系统的启动、调试及维护的检查。

### 5.3.6 试验或检查

应要求 CRHV 投运前进行如下的系统可运行性试验或检查：

- a) 新风流量是否满足人员的卫生要求；
- b) 主控制室压力边界内的正压测试；
- c) 由正常通风系统切换到应急通风系统的模式切换能力的检查；
- d) 对主控制室压力边界及环境的快速隔离的阀门动作检查风管的气密性检查；
- e) 由正常到事故运行的剂量监测系统的自动控制、显示及报警等的检查。

## 6 仪表和控制要求

CRHV 仪表及控制设计应符合 GB/T 13284.1 的设计准则且不低于以下要求：

- a) 执行工况切换功能的隔离阀应设两个限位开关和与其对应的两列独立的反馈信号到主控制室。当该反馈信号与剂量探测器发出的动作指令不一致时，宜在主控制室发出“不符合”的红色报警。该仪表应为 1E 级，且为独立互为备用的双通道设置，由安全有关电源供电；
- b) 应设置 1E 级双通道的剂量探测器用于剂量监控和工况转换。剂量探测器的布置位置确定，应能减少传递损失和杂质积聚，使探测到的数据最具代表性；
- c) 切换工况的隔离阀应设远程控制的开关、阀位的显示和报警信号；
- d) 净化机组中的初效过滤器、高效粒子过滤器、高效过滤器的上下游宜分别设差压传感器，用来监测每个过滤器的容尘状况；
- e) 主控制室宜设差压监测系统，实现对 CREZ 正压的实时显示和报警监控。

中 华 人 民 共 和 国  
能 源 行 业 标 准  
主控制室可居留性设计要求  
NB/T 20395—2017

\*

核工业标准化研究所出版发行  
北京海淀区骚子营 1 号院  
邮政编码：100091  
电 话：010-62863505  
原子能出版社印刷  
版权专有 不得翻印

\*

2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷  
印数 1—50 定价 21.00 元