|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 点击此处添加ICS号 |
| CCS | 点击此处添加CCS号 |

中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX



高温气冷堆核动力厂主控制室可居留性评价准则

Human factors data collection for nuclear power plants

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

`

目次

[1 范围 3](#_Toc199150122)

[2 规范性引用文件 3](#_Toc199150123)

[3 术语和定义 3](#_Toc199150124)

[4 气象数据选取要求 4](#_Toc199150125)

[5 用于主控制室可居留性评价的大气弥散因子分析原则 4](#_Toc199150126)

[5.1 释放点(源)特性确定 4](#_Toc199150127)

[5.2 主控制室通风系统进风口 5](#_Toc199150128)

[6 用于主控制室可居留性评价的大气弥散因子分析参考模型 6](#_Toc199150129)

[7 典型事故的选取 6](#_Toc199150130)

[8 空气净化系统的运行状态考虑 6](#_Toc199150131)

[9 照射途径 6](#_Toc199150132)

[10 剂量评估方法 6](#_Toc199150133)

[11 同一厂址存在大型堆的情况 7](#_Toc199150134)

[附件：A 8](#_Toc199150135)

高温气冷堆核动力厂主控制室可居留性评价准则

* 1. 范围

本标准规定了了高温气冷堆核动力厂主控制室可居留性设计的基本要求。本标准适用于了高温气冷堆核动力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。

* 1. 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。

NB/T 20395-2017 主控制室可居留性设计要求

NB/T 20531-2018 核电厂主控制室可居留性评价用大气弥散因子分析方法

HA 002/01-2010 核动力厂营运单位的应急准备和应急响应

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

主控制室main controlroom(MCR)

主控制室是对核电厂进行监测、控制和操纵等的场所。

大气弥散因子 atmospheric dispersion factor

释放每单位活度放射性核素在下风向某处空气中造成的该放射性核素浓度，通常用x/Q表示。

点源 point source

通过某种装置(如烟肉、集气简等)集中排放的固定点状源。

弥散源 diffuse source

通过反应堆或安全壳等外表面上的多个位置向环境排放或泄漏的源，

烟羽抬升:plume rise

释放烟流的初始热力和动力作用造成其继续上升的过程，

主控制室可居留区域 main controlroom envelope(CRE)

主控制室的外围封闭边界包络的区域，核应急情况将主控制室可居留区与其他区域或房间隔离开，包括主控制室、通风系统支持的其他非关键区域。

主控制室的可居留性 main controlroom 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。

主控制室进风口main control room intake

放射性物质进入主控制室可居留区边界的位置,包括通风系统进风口及可能泄漏进入主控制室可居留区边界的其他位置。

内渗漏 inleakage

通过构成主控制室可居留区边界的相关建筑物、系统和部件,在内外压力作用或者开关门等情况下，放射性物质未经过滤而进入到主控制室可居留区。

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。

风向窗wind direction window

以释放点为顶点，以释放点-接收点的连线为对称轴，所确定的一定的角度范围。

空气净化装置 aircleaning 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。

事故 accident

造成不期望后果的事件。

* 1. 气象数据选取要求

4.1 大气弥散因子计算所需的气象数据包括逐时的风速、风向及大气稳定度，所选取的气象数据应能够反映整个厂址情况。与HAD002/01的要求相一致，应从厂址气象测量中选取气象数据。

4.2 大气弥散因子计算中应尽可能采用足够多的有效气象数据，最少保证采用近年一整年逐时气象数据。

* 1. 用于主控制室可居留性评价的大气弥散因子分析原则
     1. 释放点(源)特性确定

5.1.1 对于多释放点一接收点组合情况，为了减少计算量，可根据释放点与接收点的实际情况选取包络性位置组合用于确定大气弥散因子，该过程应考虑各释放点与主控制室各进风口之间的距离、方位及释放模式，其他参数(如用于确定烟羽抬升的参数等)也应视情况考虑。

5.1.2 对于具有多个释放位置的情况，可进行加权处理，但方案合理性及权重系数保守性应经过论证。

5.1.3 对于已确定的释放点一接收点组合，通常应分别计算并确定 95%概率水平的大气弥散因子。

5.1.4 释放方式包括地面释放、高架释放等点源释放，以及弥散源释放。

5.1.4.1 地面释放模式适合于大多数情况下的主控制室可居留性评价用大气弥散因子计算，通常不考虑烟羽抬升。

5.1.4.2 高架释放模式适用于独立的、竖直的、无盖烟囱等的释放，并且不受周围建筑物的影响。当释放高度大于周围建筑物高度 2.5倍，或者满足如下条件按高架释放处理:

a)与上风向建筑物尾端距离超过 5L；

b)与下风向建筑物前端距离超过 2L；

c)与横风向建筑物最近边缘距离超过 0.5L。

L为产生上凤向、下风向、横风向尾流效应的建筑物高度或宽度中较小者。

由于高温气冷堆烟囱较矮，一般按地面释放进行计算。

5.1.4.3 弥散源释放适用于放射性从建筑物外表面上各种缝隙和孔洞向环境缓慢释放的情况。建筑物贯穿件的位置相对容易发生泄，分析中应考虑连通环境的贯穿件对扩散面源的可能影响，甚至不适用的情况。

5.1.4.4 对于点源释放,释放点到接收点的斜线距离通过两者之间的最短的水平距离及高度养来计算,如果释放点在建筑物群中，释放点与接收点之间的最短路径需穿过中间建筑物的情况，可取绕过或者越过中间建筑物的最小长度。

5.1.4.5 对于弥散源释放，扩散距离的计算可采用弥散源距主控制室进风口最短的距离。

* + 1. 主控制室通风系统进风口

5.2.1 正常运行工况下，主控制室通风系统的新风来自于环境的空气。事故工况下，切换到应急模式后,通风系统运行模式发生改变。大气弥散因子计算中，应考虑进风口位置可能的变化。除了主控制室通风系统进风口外，还需考虑内渗漏等其他可能的污染空气进入主控制室的途径。鉴于高温堆的源项很小，主控制室可居留性评价中所用内渗漏量可以适当增加，参考上限为400m3/h。

5.2.2 主控制室外部的通风系统进风口应设置在任何风向条件下提供低污染空气的位置。该位置的确定与释放点的设置、建筑物尾流效应、地形及静风或风向逆转的可能性等因素相关。

5.2.3 在仅通过观察难以判断不利或有利的进风口位置的情况下,针对释放点-进风口的每一组合计算出 O值，再根据计算结果识别出不利或有利的进风口位置。

5.2.4 如果两个进风口设置在同一个风向窗内，两个进风口将同时受到污染。如果进风流量相同，则采用公式(2)计算有效大气弥散因子:如果进风流量不同，并且两个进风口进风流量不会发生变化，应采用公式(3)计算有效大气弥散因子;如果两个进风口进风流量会发生变化，应采用公式(4)计算有效大气弥散因子。(公式采用《NB/T 20531-2018 核电厂主控制室可居留性评价用大气弥散因子分析方法》5.2.4中（2)、（3）、（4）公式）。

5.2.5 如果两个进风口不在同一个风向窗内，并且其同时工作才能满足设计需求的情况下，应计算确定每一个时间段内最不利进风口的大气弥散因子。如果进风流量相同，则采用公式(5)计算有效大气弥散因子;如果进风流量不同，并且两个进风口进风流量不会发生变化，应采用公式(6)计算有效大气弥散因子:如果两个进风口进风流量会发生变化，应采用公式(7)计算有效大气弥散因子。(公式采用《NB/T 20531-2018 核电厂主控制室可居留性评价用大气弥散因子分析方法》5.2.4中（5)、（6）、（7）公式）。

5.2.6 对于两个进风口不在同一个风向窗内，并且不需同时投用情况，可根据实际投用情况选择适用的大气弥散因子。

* 1. 用于主控制室可居留性评价的大气弥散因子分析参考模型

6.1 针对地面释放模式，大气弥散因子计算的参考模型，参见《NB/T 20531-2018 核电厂主控制室可居留性评价用大气弥散因子分析方法》附录 A。

6.2 针对高架释放模式，以烟囱为例，大气弥散因子计算的参考模型参见《NB/T 20531-2018 核电厂主控制室可居留性评价用大气弥散因子分析方法》附录 B。

6.3 针对弥散源释放, ,大气弥散因子计算采用本标准附录A中的公式进行计算。

6.4 主控制室大气弥散因子计算中，可视具体情况考虑浮力抬升或者机械喷射作用引起的烟羽抬升对释放高度的影响。烟羽抬升计算的参考模型可参见《NB/T 20531-2018 核电厂主控制室可居留性评价用大气弥散因子分析方法》附录D；也可以保守地认为不存在抬升。

* 1. 典型事故的选取

选择设计基准事故（IV类）中的压力容器和一回路隔离阀之间一根DN65mm大连管断裂事故和设计基准事故（III类）中的蒸汽发生器一根传热管双端断裂事故进行主控制室综合体可居留性的评估，以保证评估结论可以包络其他事故工况。

* 1. 空气净化系统的运行状态考虑

8.1 非安全级事故通风系统

假设主控制室与外环境连通，则主控制室综合体内工作人员同时受到如下两种途径的照射：

a.放射性烟羽直接对主控制室综合体工作人员产生的浸没外照射；

b.工作人员吸入放射性物质所形成的内照射。

8.2 安全级事故通风系统

在事故情况下，主控制室综合体正常进风口关闭，事故进风口打开，新风由此进入。新风与循环空气混合，经过过滤后送入主控制室综合体。需要考虑进风过滤器对粒子的总去除率、分子碘总去除率、甲基碘总去除率和气体循环去除率；并考虑内渗量的影响。

* 1. 照射途径

在估计事故放射性对主控制室综合体工作人员释放引起的辐射剂量时，考虑了以下的照射途径：

a 室外放射性烟羽对主控制室综合体工作人员产生的外照射；

b 进入主控制室综合体的放射性物质对工作人员产生的外照射；

c 工作人员吸入主控制室综合体中放射性物质所形成的内照射。

对于主控制室综合体工作人员甲状腺的辐射剂量，考虑了以下的照射途径：

可居留区域人员吸入放射性物质对甲状腺形成的内照射。

* 1. 剂量评估方法

开展有效剂量与甲状腺剂量评估。

1. 非安全级事故通风系统：按本标准第5章计算弥散因子，按本标准8.1节假设主控制室内外连通的情况，计算主控制室进风口位置核素浓度，按事故时间，呼吸率，居留因子计算内照射剂量，再与外照射剂量累加。

2. 安全级事故通风系统：按本标准第5章计算弥散因子，计算主控制室进风口位置核素浓度，按本标准8.1节的考虑，按通风系统过滤效率、事故进风口的空气总流量、内渗量计算进入主控制室的核素浓度，按事故时间，呼吸率，居留因子计算内照射剂量，再与外照射剂量累加。

计算主控制室中人员吸入剂量的有关参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数 | 取值 | 单位 |
| 呼吸率 |  |  |
| 事故后0-8小时 | 3.5×10-4 | m3/s |
| 事故后8-24小时 | 1.8×10-4 | m3/s |
| 事故后24小时-30天 | 2.3×10-4 | m3/s |
| 停留时间份额： |  |  |
| 事故后24小时内 | 100% |  |
| 事故后1 – 4天 | 60% |  |
| 事故后4 – 30天 | 40% |  |

* 1. 同一厂址存在大型堆的情况

在同一厂址存在大型堆时，需要评价距离最近的大型堆发生事故时，高温堆主控制室的可居留性。

附录：A

通过以下公式计算弥散源的大气弥散因子：

 （**I-**5）

其中：

 — 大气弥散因子，s/m3；

 — 10米处风速，m/s；

 — 扩散参数，m；

*A* – 建筑物截面积，m2；

：

*s* – 建筑物表面与主控制室综合体进风口的最短距离，m；

*d* – 建筑物直径，m。

根据RG-1.194（4.4节）给出的计算方法，针对事故后的不同时段，分别对式（14）的计算结果进行矫正，得到对应时段的弥散因子。矫正考虑风向窗口和风速两方面因素。由式（14）中*s/d*的比值与RG-1.194（第19页表2）确定风向窗口（附表I.2-1）。

附表 I.2-1 不同*s/d*比值下的最小风向窗口

|  |  |
| --- | --- |
| s/d 值 | 最小风向窗口 |
| >2.5 | 68° |
| 1.25 - 2.5 | 90° |
| 0.8 - 1.25 | 113° |
| 0.6 - 0.8 | 135° |
| 0.5 - 0.6 | 158° |
| 0.35 - 0.5 | 180° |
| <0.35 | 225° |

在该风向窗口内，按RG-1.194（第19页表1）统计各个时段的代表性风速(附表I.2-2)，并除以式（14）中的5%分位风速，得到各个时段的矫正系数。将矫正系数乘以式（14）计算的0-8小时弥散因子，得到各个时段的弥散因子。

附表 I.2-2 不同时间间隔的风速百分位

|  |  |
| --- | --- |
| 时间间隔 | 风速百分位 |
| 0 - 8 hours | 5 |
| 8 - 24 hours | 10 |
| 1 - 4 days | 20 |
| 4 - 30 days | 40 |