

ICS 13.280

F 74

备案号: 38372—2013

NB

中 华 人 民 共 和 国 能 源 行 业 标 准

NB/T 20182—2012

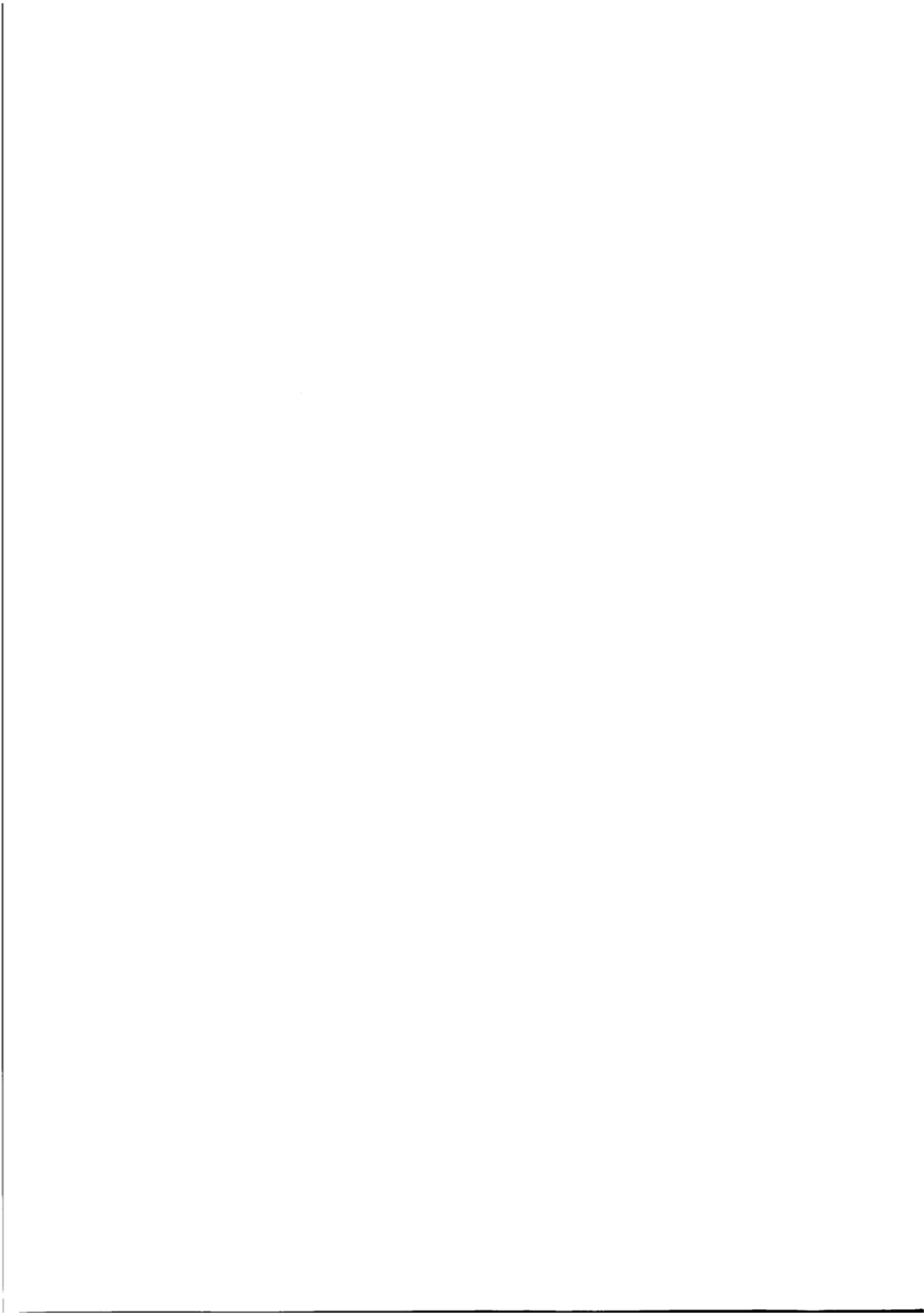
**核电厂事故工况气载放射性物质释放辐
射环境影响评价技术规范**

**Technical specification of radiation environmental impact assessment for
gaseous releases of nuclear power plant on accident conditions**

2012-10-19 发布

2013-03-01 实施

国家能源局 发布



目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	2
5 基础数据收集	2
6 大气弥散因子	3
7 辐射剂量的计算	4
8 参数选择	4
9 剂量接受准则	5
附 录 A （资料性附录） 事故短期大气弥散因子的计算模式	6
附 录 B （资料性附录） 年平均大气弥散因子的计算模式	8
附 录 C （资料性附录） 事故期间公众个人剂量计算模式	9
附 录 D （资料性附录） 呼吸率的取值	10
参考文献	11

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

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：中国广东核电集团苏州热工研究院有限公司。

本标准主要起草人：上官志洪、沙向东、丁四中、陶云良、陈洋、赵锋。

核电厂事故工况气载放射性物质释放辐射环境影响评价技术规范

1 范围

本标准规定了核电厂选址假想事故和设计基准事故工况下气载放射性物质释放辐射环境影响评价的内容、方法和要求。

本标准适用于核电厂选址、建造和运行等阶段事故工况下的辐射环境影响评价。

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 6249—2011 核动力厂环境辐射防护规定

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

NB/T 20140—2012 核动力厂厂址选择辐射防护技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

事故工况 accident conditions

指选址假想事故和设计基准事故。

3.2

大气弥散因子 atmospheric dispersion factor

放射性物质释放造成的环境空气中某点的放射性物质相对浓度。

3.3

事故源项 accident source term

在事故情况下用于表示从核电厂中放射性物质实际的或潜在的释放信息。它包括放射性物质的数量、同位素组成、释放率和释放方式等。

3.4

联合频率 joint frequency

对一段时间的气象观测数据进行统计得到的结果，表示某风速、某风向、某稳定度、某雨量在一段时间内的出现频率。

3.5

复杂地形 complex terrain

不平坦地形（如山脊和谷地）以及沿海或靠近大面积水体的区域地形。

4 总则

4.1 评价目的

核电厂选址阶段需要评价选址假想事故对公众的辐射影响，以论证厂址非居住区、规划限制区设置的合理性，为核电厂厂址选择提供科学依据。

核电厂建造阶段和运行阶段均需要评价设计基准事故对公众的辐射影响，前者的目的是论证核电厂专设安全设施的工程设计性能能否满足保护环境的要求，后者的目的是验证核电厂最终建成的专设安全设施的性能能否满足保护环境的要求。

4.2 评价内容

4.2.1 在核电厂选址阶段，应评价以下内容是否满足 GB 6249—2011 的相关规定：

- a) 非居住区边界上公众个人在事故后任意 2h 内可能受到的最大有效剂量；
- b) 规划限制区外边界上公众个人在事故持续期间可能受到的最大有效剂量；
- c) 事故持续期间内厂址半径 80 km 范围内公众群体可能受到的集体剂量。

4.2.2 核电厂建造和运行阶段，应评价以下内容是否满足 GB 6249—2011 的相关规定：

- a) 发生一次稀有事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续期间内可能受到的最大有效剂量和最大甲状腺剂量；
- b) 发生一次极限事故时，非居住区边界上公众在事故后 2h 内以及规划限制区外边界上公众在整个事故持续期间内可能受到的最大有效剂量和最大甲状腺剂量。

4.3 工作程序

核电厂事故工况的辐射环境影响评价通常需要开展以下工作：

- a) 基础数据收集：包括获取用于评价的气象数据、事故源项、人口信息和地形数据等；
- b) 大气弥散计算：利用获取的气象数据和地形数据等参数计算大气弥散因子；
- c) 辐射剂量计算：根据事故源项和放射性物质对人体的照射途径，估算公众所受到的辐射剂量；
- d) 辐射环境影响评价：根据辐射剂量计算结果，依据相关标准进行评价。

5 基础数据收集

5.1 源项

对轻水反应堆核电厂，选址假想事故源项应按照 NB/T 20140—2012 的相关内容确定；对其他堆型的核电厂，选址假想事故源项应获得审管部门的认可。

设计基准事故辐射环境影响评价可采用经过安全分析得出的设计基准事故源项。

对于选址假想事故，事故期间放射性物质的释放应考虑为经通风口或其他建筑物贯穿件的释放；对于设计基准事故，应根据安全分析确定事故期间放射性物质的释放方式。

5.2 气象数据

在核电厂选址阶段，应按下列优先顺序获取气象数据：

- a) 由厂址气象观测系统 10 m 高度处测得的近五年内连续 12 个月的逐时（次）气象数据；
- b) 由厂址附近的下垫面条件与厂址相近的气象台站获取的近五年内连续 12 个月的逐时（次）气象数据或联合频率。

在核电厂建造阶段，应至少获取由厂址气象观测系统 10 m 高度处测得的近五年内连续 12 个月的逐时（次）气象数据；设计基准事故期间放射性物质释放方式涉及烟囱释放的，还应获取由厂址气象观测系统测得的烟囱高度处的同步逐时（次）气象数据。

在核电厂运行阶段，应至少获取由厂址气象观测系统 10 m 高度测得的最近连续 24 个月的逐时（次）气象数据；设计基准事故期间放射性物质释放方式涉及烟囱释放的，还应获取由厂址气象观测系统测得的烟囱高度处同步逐时（次）气象数据。

本条所指的逐时（次）气象数据应包括可确定联合频率的气象观测要素。

5.3 人口信息

在进行事故集体剂量计算时应获取核电厂厂址半径 80 km 范围内的人口信息。应按照有关技术规范的要求获取相关的人口信息。

5.4 地形数据

收集的厂址及其周围区域的地形数据应满足大气弥散计算模型的要求。

6 大气弥散因子

6.1 一般原则

在某些气象学或地形较为特殊的厂址上（如静风频率很高、厂址周围为复杂地形等），需要分析本标准推荐模式和方法的适用性，必要时应对其予以修正或选用其他模式和方法。

为了获取反映核电厂厂址大气弥散特征的相关参数，在选址阶段可收集相关资料或开展厂址相关的大气扩散试验；在建造及运行阶段应开展厂址相关的大气扩散试验。

6.2 大气弥散因子的计算

6.2.1 小时大气弥散因子

应计算释放点下风向不同距离处（包括非居住区边界和规划限制区外边界）的小时大气弥散因子。本标准推荐的小时大气弥散因子的计算方法见附录 A。

6.2.2 年平均大气弥散因子

应计算释放点下风向不同距离处（包括非居住区边界和规划限制区外边界）的年平均大气弥散因子。本标准推荐的年平均大气弥散因子的计算方法见附录 B。

6.3 用于评价的大气弥散因子

应按照下列步骤确定用于环境影响评价的偏保守和（或）偏现实的大气弥散因子：

- a) 确定各方位距释放点下风向不同距离处的 99.5%（偏保守）或 95%（偏现实）概率水平的小时大气弥散因子。对距释放点下风向的某一特定距离，应把按照 6.2.1 计算得到的各方位的所有小时大气弥散因子由大到小排列，建立一个小时大气弥散因子值的累积概率分布。应作出小时

大气弥散因子与超过该值概率的图，并绘制包络曲线。从每个方位的曲线上，选取满足下列条件的小时大气弥散因子：超过该值的时间为总小时数目的 0.5%（偏保守）或 5%（偏现实）。

- b) 确定全厂址距释放点下风向不同距离处的 95%（偏保守）或 50%（偏现实）概率水平的小时大气弥散因子。对距释放点下风向的某一特定距离，应把按照 6.2.1 计算得到的全厂址所有方位的小时大气弥散因子由大到小排列，建立一个包括所有方位的小时大气弥散因子的累积概率分布。应作出小时大气弥散因子与超过该值概率的图，并绘制包络曲线。从这条曲线上选取满足下列条件的小时大气弥散因子：超过该值的时间为总小时数目的 5%（偏保守）或 50%（偏现实）。
- c) 将步骤 a) 和步骤 b) 得到的小时大气弥散因子进行比较，选取较大值作为用于辐射环境影响评价的偏保守和（或）偏现实的小时大气弥散因子（0 h~2 h 大气弥散因子）。
- d) 将步骤 c) 得到的小时大气弥散因子与根据 6.2.2 计算得到的年平均大气弥散因子最大值通过双对数线性内插，根据事故释放时段的具体特点计算出不同时段（如 2 h~8 h、8 h~24 h、24 h~96 h 和 96 h~720 h 等时段）偏保守的和（或）偏现实的大气弥散因子。

7 辐射剂量的计算

7.1 个人剂量

选址假想事故的辐射环境影响评价需考虑烟云浸没外照射和吸入内照射两个途径。

设计基准事故的辐射环境影响评价至少需考虑烟云浸没外照射和吸入内照射两个途径。

本标准推荐的这两个途径所致公众个人剂量的计算模式见附录 C。

7.2 集体剂量

可按下列步骤确定用于辐射环境影响评价的集体剂量：

- a) 计算事故期间同一方位的集体剂量，即计算该方位各子区的集体剂量之和；
- b) 将连续相邻三个方位的集体剂量相加，选取最大值作为厂址半径 80 km 范围内公众群体可能受到的集体剂量。

第 i 方位公众可能受到的集体剂量 $D_{T,i}$ 可由下式计算：

$$D_{T,i} = \sum_m D_{i,m} \cdot P_{i,m} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$D_{T,i}$ ——事故期间第 i 方位公众可能受到的集体剂量，单位为人·希[沃特]（人·Sv）；

$D_{i,m}$ ——第 i 方位、第 m 子区中心处公众个人可能受到的最大有效剂量，单位为希[沃特]（Sv）；

$P_{i,m}$ ——第 i 方位、第 m 子区内公众人数，单位为人。

集体剂量计算时应选择核电厂并网发电当年的预期人口分布数据作为输入参数。

8 参数选择

8.1 剂量转换因子

应按下列优先顺序选取剂量转换因子：

- a) GB 18871 中的推荐值；
- b) 国际权威机构相关文件中的推荐值。

8.2 呼吸率

本标准推荐的呼吸率取值见附录D。

9 剂量接受准则

核电厂选址假想事故对公众的辐射剂量应满足GB 6249—2011中5.9的要求。

核电厂设计基准事故对公众的辐射剂量应满足GB 6249—2011中7.2的要求。

附 录 A
(资料性附录)
事故短期大气弥散因子的计算模式

A.1 概述

本标准推荐的模式为高斯烟羽扩散模式，该模式适用于大多数地形较为开阔平坦的厂址。对于某些气象学或地形较为特殊的厂址，需要开展专门的大气扩散实验对该模式和参数进行必要的修正，或采用其他适用的模式和参数。

A.2 经通风口或其他建筑物贯穿件的释放

这类释放方式包括实际上低于 2.5 倍邻近建筑物高度的所有释放点和释放区域。

此类释放方式的大气弥散因子 χ/Q 由以下公式确定：

$$\chi/Q = 1/(\bar{U}_{10} \cdot (\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z + A/2)) \cdots \cdots \cdots (A.1)$$

$$\chi/Q = 1/(\bar{U}_{10} \cdot (3 \cdot \pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z)) \cdots \cdots \cdots (A.2)$$

$$\chi/Q = 1/(\bar{U}_{10} \cdot \pi \cdot \Sigma_y \cdot \sigma_z) \cdots \cdots \cdots (A.3)$$

式中：

χ/Q ——大气弥散因子，单位为秒每立方米(s/m^3)；

σ_y ——烟羽水平扩散参数，为大气稳定性和距离的函数，单位为米 (m)；

σ_z ——烟羽垂直扩散参数，为大气稳定性和距离的函数，单位为米 (m)；

\bar{U}_{10} ——地面上方 10 米高度处的平均风速，单位为米每秒 (m/s)；

A ——反应堆建筑物（如果恰当的话，可能是其他构筑物，或者需要考虑方向才是正确的）的最小迎风截面，单位为平方米 (m^2)；

Σ_y ——考虑烟云弯曲和建筑物尾流效应的水平扩散参数，根据地面风速、稳定性和释放距离确定。

对于中性 D 或稳定类 (E、F) 大气稳定性天气，且 10 m 高处风速小于 6 m/s 时， χ/Q 的值是由公式 (A.1) 和 (A.2) 求出的较大值与公式 (A.3) 的值比较，选其较小值。在非稳定 (A、B 或 C) 的大气稳定性情况或者 10 m 高处风速大于或等于 6 m/s 时，不考虑风摆，则取公式 (A.1) 和公式 (A.2) 计算的较大值作为 χ/Q 的值。

A.3 烟囱释放

这类释放高度包括高度等于或大于邻近建筑物高度 2.5 倍的所有释放点和释放区域。

烟囱释放的烟羽中心地面相对浓度的方程为式 (A.4):

$$\chi/Q = \exp(-h_e^2/(2 \cdot \sigma_z^2))/(\pi \cdot U_h \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z) \cdots \cdots \cdots (A.4)$$

式中:

U_h ——释放高度处的平均风速, 单位为米每秒 (m/s);

h_e ——有效烟囱高度, 单位为米 (m); 当 $h_1 \leq h_s$ 时, $h_e = h_s - h_1$; 当 $h_1 > h_s$ 时, $h_e = 0$;

h_s ——核电厂烟羽的起始高度 (通常为烟囱高度), 单位为米 (m);

h_1 ——在释放点与所要进行计算的点之间, 核电厂地面上的地形最大高度, 单位为米 (m)。

在申请者可以证明事故期间核电厂流出物烟羽将具有垂直速度 (由于浮力或机械喷射效应) 的情况下, 在确定有效烟囱高度 h_e 时, 可以考虑此附加速度。

附 录 B
(资料性附录)
年平均大气弥散因子的计算模式

本标准推荐的核电厂年平均大气弥散因子计算模式为高斯烟羽扩散模式。

年平均大气弥散因子 $(\overline{\chi/Q})$ 可以由式 (B.1) 确定:

$$\overline{\chi/Q} = 2.032 \cdot \sum_{i,j} \{n_{i,j} / (N \cdot X \cdot \overline{U}_i \cdot \Sigma_{z,j}) \cdot \exp[-h_e^2 / (2 \cdot \sigma_{z,j}^2)]\} \cdots \cdots \cdots (B.1)$$

式中:

$(\overline{\chi/Q})$ ——年平均大气弥散因子, 单位为秒每立方米(s/m^3);

h_e ——有效烟囱高度, 单位为米(m); 当 $h_t \leq h_s$ 时, $h_e = h_s - h_t$; 当 $h_t > h_s$ 时, $h_e = 0$;

h_s ——核电厂烟羽的起始高度(通常为烟囱高度), 单位为米(m);

h_t ——在释放点与所要进行计算的点之间, 核电厂地面上的地形最大高度, 单位为米(m);

$n_{i,j}$ ——观测到气象数据中, 某一特定风向下风速等级为 i , 大气稳定度为 j 的时间长度, 单位为小时(h);

N ——观测气象数据的总时间长度, 单位为小时(h);

X ——释放点下风向距离, 单位为米(m);

$\sigma_{z,j}$ ——下风向距离 X 处、 j 类稳定度下的未修正的烟羽垂直扩散参数, 单位为米(m);

\overline{U}_i ——代表释放高度处的风速等级 i 的平均风速, 单位为米每秒(m/s);

$\Sigma_{z,j}$ ——考虑修正后的烟羽垂直扩散参数, 单位为米(m); 当 $h_e > 0$ 时, $\Sigma_{z,j} = \sigma_{z,j}$; 当 $h_e = 0$ 时,

$$\Sigma_{z,j} \text{ 需要进行修正: } \Sigma_{z,j} = \min(\sqrt{(\sigma_{z,j}^2 + 0.5 \cdot D_z^2 / \pi)}, \sqrt{3} \cdot \sigma_{z,j});$$

D_z ——释放点邻近建筑物的最大迎风高度, 单位为米(m)。

附录 C
(资料性附录)
事故期间公众个人剂量计算模式

C.1 放射性烟云浸没外照射

放射性烟云浸没外照射剂量由式 (C.1) 计算:

$$D_{A,r,e} = \sum_n Q_{n,e} \cdot (\chi/Q)_{r,e} \cdot F_{A,n} \cdots \cdots \cdots (C.1)$$

式中:

- $D_{A,r,e}$ ——事故发生后第 e 释放时间段内在距离 r 处的烟云浸没剂量, 单位为希[沃特] (Sv);
- $Q_{n,e}$ ——事故发生后第 e 释放时间段内放射性核素 n 的释放活度, 单位为贝可 (Bq);
- $(\chi/Q)_{r,e}$ ——事故发生后第 e 释放时间段、在距离 r 处的事故大气弥散因子, 单位为秒每立方米 (s/m^3);
- $F_{A,n}$ ——放射性核素 n 的空气浸没剂量转换因子, 单位为希[沃特]立方米每贝可秒 ($Sv \cdot m^3/(Bq \cdot s)$).

C.2 吸入放射性物质引起的内照射

吸入放射性物质引起的内照射剂量由式 (C.2) 计算:

$$D_{I,r,e} = \sum_n Q_{n,e} \cdot (\chi/Q)_{r,e} \cdot B_{R,e} \cdot F_{I,n} \cdots \cdots \cdots (C.2)$$

式中:

- $D_{I,r,e}$ ——事故发生后第 e 释放时间段内在距离 r 处由于吸入烟云中放射性物质而产生的剂量, 单位为希[沃特] (Sv);
- $(\chi/Q)_{r,e}$ ——事故发生后第 e 释放时间段、在距离 r 处的事故大气弥散因子, 单位为秒每立方米 (s/m^3);
- $B_{R,e}$ ——公众在第 e 释放时间段内、在距离 r 处的呼吸率, 单位为立方米每秒 (m^3/s);
- $F_{I,n}$ ——放射性核素 n 的吸入剂量转换因子, 单位为希[沃特]每贝可 (Sv/Bq).

附录 D
(资料性附录)
呼吸率的取值

用于事故工况下辐射环境影响评价的呼吸率可按表D.1取值。

表D.1 呼吸率的取值

时段 (h)	成人呼吸率 (m^3/s)
0~8	3.5×10^{-4}
8~24	1.8×10^{-4}
>24	2.3×10^{-4}

参 考 文 献

- [1] NUREG-0800:2007 Standard review plan
 - [2] Regulatory Guide 1.183:2001 Radiological source terms for evaluating design basis accidents at nuclear power reactors
 - [3] ICRP Publication 71:1995 Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides - Part 4: Inhalation dose coefficients
 - [4] IAEA Safety Report Series No.19:2001 Generic models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment
 - [5] Regulatory Guide 1.145:1982 Atmospheric dispersion models for potential accident consequence assessment at nuclear power plants
 - [6] Regulatory Guide 1.111:1977 Methods for estimating atmospheric transport and dispersion for gaseous effluent in routine releases from light water cooled reactors
-

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
核电厂事故工况气载放射性物质释放
辐射环境影响评价技术规范
NB/T 20182—2012

*

原子能出版社出版
核工业标准化研究所发行
北京海淀区骚子营 1 号院
邮政编码：100091

电话：010-62863505

总装备部军标出版发行部印刷车间印刷

版权专有 不得翻印

*

2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷
印数 1—200 定价 45.00 元