

团 体 标 准

T/CSES XXXX—XXXX

大气环境健康风险地图编制技术指南

Technical guideline for atmospheric environmental health risk
mapping

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

前 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 工作程序	4
5 数据准备	4
6 污染源风险分级	5
7 区域大气污染物暴露浓度确定	6
8 区域大气环境健康健康风险分级	6
9 风险源地图及风险地图绘制	6

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。

本文件由生态环境部华南环境科学研究所提出。

本文件由中国环境科学学会归口。

本文件起草单位：生态环境部华南环境科学研究所等。

本文件主要起草人：于云江、任明忠、向明灯、罗伟铿、周洋、郑彤、董辰寅、蔡明甫等。

大气环境健康风险地图编制技术指南

1 范围

本文件规定了大气环境健康风险地图编制的一般性原则、工作程序、基本方法和技术要求。

本文件适用于单个或多个典型行业的大气环境健康风险源地图和风险地图绘制，以及地方、区域和国家等不同地理或行政区划层面的大气环境健康风险源地图和风险地图绘制。

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。

HJ 2.2 环境影响评价技术导则 大气环境
HJ 875 环境污染物人群暴露评估技术指南
HJ941 企业突发环境事件风险分级方法
WS/T 666 大气污染人群健康风险评估技术规范
T/CSES 36 区域环境污染健康风险评估技术导则
T/CSES 39 保护人体健康的优控污染物筛选技术指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

健康风险 health risk

也称危险度，即在特定的暴露情况下，某环境污染物能引起人群健康危害，出现毒性效应，产生疾病甚至死亡的概率。

3.2

排污系数 pollutant discharge coefficient

即污染物排放系数，指在典型工况生产条件下，生产单位产品（使用单位原料）所产生的污染物经过末端治理设施削减后所排放污染物的量。

3.3

风险源 risk source

可能向大气环境排放有毒有害物质、造成人体健康风险的污染源。

3.4

风险源地图 risk source maps

表征某一地区或某一行业大气环境健康风险源的等级及分布、风险因子等相关信息的专题地图。

3.5

风险地图 risk maps

以区域人群暴露健康风险为主题内容的地图，重点表征区域大气环境健康风险的等级、风险因子，以及对应的风险源信息。

4 工作程序

大气环境健康风险地图绘制的基本流程包括：数据准备、污染源风险分级、区域大气污染物暴露浓度确定、区域大气环境健康风险分级、风险源地图及风险地图绘制共 5 个阶段。

5 数据准备

5.1 工业企业基础信息

基于污染源普查、排污许可、环境统计等数据来源，获取企业名称、地理位置（中心经纬度）、行业类别、运行状态、产生污染的工艺及设施情况等，并为每个企业编制唯一识别码。

5.2 工业企业废气污染物排放数据

5.2.1 基于调查/监测直接获取的废气污染物排放数据

基于污染源普查、排污许可、生态环境监测等信息来源，直接获取工业企业废气污染物排放数据，包括废气排放口信息、废气排放量，以及二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、挥发性有机物、氨、砷、铅、镉、铬、汞等污染物排放量。其中，风险地图编制重点关注砷、铅、镉、铬、汞等毒害重金属，以及单项毒害有机污染物的排放数据。企业废气排放口信息包括排放口位置（经纬度）、排放口编号、排放口高度(米)；污染物排放量数据包括工业废气排放量(万立方米)、挥发性有机物排放量(千克)、毒害重金属排放量(千克)、单项有机物排放量(千克)。

5.2.2 基于排污系数计算获取的废气污染物排放数据

基于排污系数计算获取废气污染物排放数据的步骤如下：

- 筛选行业目标污染物。基于行业排放的特征污染物，以及其毒性效应，筛选排放量大、健康危害程度高的污染物，为目标污染物。
- 确定目标污染物的行业排污系数。对于不能通过调查/监测直接获取废气污染物排放数据的目标污染物，基于文献调研及整编方法，确定行业排污系数及其相关信息，包括污染物名称、CAS 号、所属行业、系数类型、工艺、产品、系数、单位、样品数、偏差及位置等，排污系数单位为 mg/m^3 或者 $\text{wt}\%$ 。
- 目标污染物排放数据计算。根据不同企业的行业类型、工艺、产品等资料，选择合适的排污系数，通过废气排放量以及排污系数，计算不同行业、不同类型企业的目标污染物排放量。工业废气排放量按照公式（1）计算：

$$t_{i,j,k} = c_{i,k} \times V_{i,j,k} \times 10^{-3} \quad (1)$$

式中：

$t_{i,j,k}$ 为某行业 i 企业 j 产生污染因子 k 排放量， mg ；

$c_{i,k}$ 为某行业 i 排放污染因子 k 的浓度系数， mg/m^3 ；

$V_{i,j,k}$ 为该行业 i 企业 j 的 VOCs 废气排放体积， m^3 。

5.3 区域人口数据

通过《中国人口空间分布公里网格数据集》，获取评价区域的人口数据。将含有人口数据信息的底图、以及排放毒害污染物的风险源点位底图共同导入 ArcGIS，并以风险源点位为中心建立缓冲区（半径 5 公里范围），提取缓冲区范围的总人口数。

6 污染源风险分级

6.1 污染源危害强度分级

6.1.1 污染源危害强度计算

污染源危害强度，主要根据工业企业废气排放污染物可能存在的致癌和非致癌危害程度，对区域内的企业进行半定量计算。

其中，污染源致癌危害强度公式为：

$$SHc = t/V \times IUR \times 10^6$$

式中：

t 为企业污染因子排放量，g；

V 为企业废气/废水排放体积，m³；

IUR 为呼吸吸入致癌斜率因子(μg/m³)-1。

污染源非致癌危害强度公式为：

$$SHnc = \frac{t}{V * RfC} \times 10^6$$

式中：

Rfc为污染物的非致癌参考计量 (μg/m³)。

6.1.2 污染源危害强度分级

在污染源危害强度计算基础上，依据不同企业污染源危害强度，分别对评价区域内相同行业大类的工业企业由小到大排序。依据排序相对位置，对危害强度进行等级划分，分为P1~P3 三个等级，其中危害强度值为0（无废气排放）的不参与排序，危害强度排序位置位于前1/3的企业为P1等级，位于中间1/3部分的企业为P2等级，危害强度最大的1/3企业为P3等级。

6.2 敏感度分级

敏感度指企业排放毒害大气污染物可能危害的企业周边区域人群大小的程度。风险源影响范围内人群敏感度，等级划分参照 HJ941-2018 方法。其中，5km 范围内人口数大于 5 万的，划分为 E3 等级，1~5 万人为 E2 等级，1 万以下为 E1 等级，具体划分方法见表 1。

表1 风险源影响范围内人群敏感度类型划分方法

敏感度分级 (E)	影响范围 (半径5 km) 人口数
E1	小于1万人
E2	介于1~5万人之间
E3	大于5万人

6.3 风险源分级

考虑污染源危害强度 (P) 与风险源受体敏感性(E)两方面因素，建立风险源分级矩阵模型，对风险源等级进行划分。

敏感度及危害强度都为最高等级的企业划分为极高风险源，等级为 IV；危害强度或敏感度其中一个为最高等级，另一个为次高等级，划分为高风险源，等级为 III；危害强度或敏感度其中之一为最高等级，另一个为最低等级，或两者均为次高等级的，划分为中风险源，等级为 II；危害强度和敏感度两者其中之一为次高等级，另一个为最低等级，或两者均为最低等级的，划分为低风险源，等级为 I。具体的划分方法见表 2。

表 2 风险源分级矩阵

风险分级	P1	P2	P3
E1	I	I	II
E2	I	II	III



7 区域大气污染物暴露浓度确定

7.1 大气扩散模型确定

区域大气污染物暴露浓度，主要基于评价区域污染源排放量及工况资料，采用大气扩散模型进行模拟确定。

大气扩散模型的确定可参考 HJ 2.2。其中，对于评价区域范围超过 50 km，并具有复杂地形、海陆风等复杂下垫面条件，推荐采用 CALPUFF 模型。

7.2 排放源工况资料确定

排放源的大气扩散模拟需输入的工况资料包括：地理坐标、烟囱高度、烟囱内径、污染物排放强度等。

7.3 区域大气污染物暴露浓度模拟

区域大气污染物暴露浓度模拟工作流程包括气象数据准备、地形数据准备、排放源及受体点设置、大气扩散模拟计算、模拟结果后处理共 5 个步骤，具有方法可参考 HJ 2.2。

8 区域大气环境健康风险分级

8.1 区域大气环境健康风险评估

在区域大气污染物暴露浓度模拟基础上，采用暴露评估及健康风险评估模型，逐一计算评价区域不同毒害污染物的致癌风险和非致癌风险。其中，大气污染物的健康风险参考 T/CSES 36、WS/T 666 推荐公式及参数计算。

8.2 区域大气环境健康风险分级

根据区域大气环境健康风险评估结果，分非致癌风险和致癌风险分别进行分级。

对于非致癌风险，同时考虑单一目标污染物危害商最高值 (HQ_{max})，以及多种目标污染物危害商 (HQ_{sum})，从大到小分为 4 个等级。其中， $HQ_{max} > 3$ 或 $HQ_{sum} > 30$ ，为极高风险； $2 < HQ_{max} \leq 3$ 或 $20 < HQ_{sum} \leq 30$ ，为高风险； $1 < HQ_{max} \leq 2$ 或 $10 < HQ_{sum} \leq 20$ ，为中风险； $HQ_{max} < 1$ 或 $HQ_{sum} \leq 10$ ，为低风险。

对于致癌风险，同时考虑单一目标污染物的致癌风险 (R_{max}) 和多种目标污染物致癌风险 (R_{sum})，从大到小分为 4 个等级。其中， $R_{max} > 10^{-4}$ 或 $R_{sum} > 10^{-3}$ ，为极高风险； $10^{-5} < R_{max} \leq 10^{-4}$ 或 $10^{-4} < R_{sum} \leq 10^{-3}$ ，为高风险； $10^{-6} < R_{max} \leq 10^{-5}$ 或 $10^{-5} < R_{sum} \leq 10^{-4}$ ，为中风险； $R_{max} \leq 10^{-6}$ 或 $R_{sum} \leq 10^{-5}$ ，为低风险。

表3区域大气环境健康风险分级

风险分级	特征污染物非致癌风险 (HQ)	特征污染物致癌风险 (R)
极高	$HQ_{max} > 3$ 或 $HQ_{sum} > 30$	$R_{max} > 10^{-4}$ 或 $R_{sum} > 10^{-3}$
高	$2 < HQ_{max} \leq 3$ 或 $20 < HQ_{sum} \leq 30$	$10^{-5} < R_{max} \leq 10^{-4}$ 或 $10^{-4} < R_{sum} \leq 10^{-3}$
中	$1 < HQ_{max} \leq 2$ 或 $10 < HQ_{sum} \leq 20$	$10^{-6} < R_{max} \leq 10^{-5}$ 或 $10^{-5} < R_{sum} \leq 10^{-4}$
低	$HQ_{max} < 1$ 或 $HQ_{sum} \leq 10$	$R_{max} \leq 10^{-6}$ 或 $R_{sum} \leq 10^{-5}$

9 风险源地图及风险地图绘制

9.1 大气风险源地图绘制

9.1.1 大气风险源地图的色彩及形式设计

根据不同行业的风险源分级结果，绘制分行业的风险源分级地图。分别用浅绿色、蓝色、橙色、红色，将低风险源、中风险源、高风险源以及极高风险源，在企业中心点位置以点状图形式，分四级在地图上进行可视化表达。

表4 风险源图绘制

风险源等级	风险源等级说明	分级颜色	示例
I	低风险源	浅绿色	
II	中风险源	蓝色	
III	高风险源	橙色	
IV	极高风险源	红色	

9.1.2 大气风险源地图的图面内容要求

大气风险源地图的产品类型包括产品类型纸质图和数字图两种。其中纸质图的图面内容应包括图名、主图、图例、比例尺、指北针、制图单位和时间；数字图的图面内容除纸质图的一般要求外，还应标识各风险源的名称、行业类型、企业概况（规模、工艺、产物设施及污染防治设施）、主要风险因子（企业排放主要毒害污染物清单）。

9.1.3 大气风险源地图的文字说明要求

文字说明应包含制图使用的资料来源、数据时间，地图投影，坐标系和高程系，制图过程及编绘、制图单位、特殊注释等。

9.2 区域大气环境健康风险地图绘制

9.2.1 区域大气环境健康风险地图的色彩及形式设计

区域大气环境健康风险地图在区域大气污染物暴露浓度模拟和区域大气环境健康风险分级基础上，基于3km * 3km模拟扩散点对应的健康风险等级，分别用浅绿色、蓝色、橙色、红色，对地图每个3km * 3km区域，标注其低风险区、中风险区、高风险区以或极高风险区属性。可采用等值线图，对极高、高、中、低不同等级风险区域进行分区。

表5 区域环境健康风险地图分区

区域风险等级	区域风险等级说明	分级颜色	示例（3km * 3km 范围）
I	低风险区	浅绿色	
II	中风险区	蓝色	
III	高风险区	橙色	
IV	极高风险区	红色	

9.2.2 区域大气环境健康风险地图的图面内容要求

区域大气环境健康风险地图的产品类型包括产品类型纸质图和数字图两种。其中纸质图的图面内容应包括图名、主图、图例、比例尺、指北针、制图单位和时间；数字图的图面内容除纸质图的一般要求外，还应标识评价区域内，不同行业的高风险源企业清单及基础信息、风险源等级、周敏感度等级等。

9.2.3 区域大气环境健康风险地图的文字说明要求

区域大气环境健康风险地图的文字说明应包含制图使用的资料来源、数据时间、健康风险评估方法及参数，地图投影，坐标系和高程系，制图过程及编绘、制图单位、特殊注释等。