



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 38310—2019

---

## 火灾烟气致死毒性的评估

Estimation of the lethal toxic potency of fire effluents

(ISO 13344:2015, MOD)

2019-12-10 发布

2020-04-01 实施

---

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	I
引言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 原理 .....	2
4.1 概述 .....	2
4.2 FED 的计算 .....	2
5 试验模型及烟气组分分析 .....	2
5.1 火灾试验模型 .....	2
5.2 烟气组分分析 .....	3
6 试样要求 .....	3
7 试验装置及烟气组分分析的校准 .....	3
8 试验方法 .....	3
8.1 概述 .....	3
8.2 试验准备 .....	3
8.3 试验程序 .....	3
9 计算 .....	4
9.1 概述 .....	4
9.2 $L_{FED}$ 的计算 .....	4
9.3 $L_{FED}$ 应用及所需输入参数要求 .....	5
9.4 $LC_{50}$ 预测值的计算 .....	5
10 评估报告 .....	5
11 精度和偏差 .....	6
附录 A (资料性附录) 本标准章条编号与 ISO 13344:2015 的章条编号对照 .....	7
附录 B (资料性附录) 本标准与 ISO 13344:2015 的技术性差异及其原因 .....	10
附录 C (规范性附录) 用于验证 $LC_{50}$ 预测值的生物鉴定法 .....	11
C.1 概述 .....	11
C.2 验证试验要求 .....	11
C.3 验证方法 .....	11
C.4 验证报告 .....	13
参考文献 .....	14

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 13344:2015《火灾烟气致死毒性的评估》，并结合了我国最新相关研究成果。附录 A 中列出了本标准与 ISO 13344:2015 的章条编号对照一览表。

本标准与 ISO 13344:2015 相比存在技术性差异，这些差异涉及的条款已通过在其外侧页边空白位置的垂直单线(|)进行了标示，附录 B 中给出了相应技术性差异及其原因的一览表。

为便于使用，本标准对 ISO 13344:2015 还做了下列编辑性修改：

- 删除了国际标准的参考文献，重新起草了参考文献；
- 增加了附录 A(资料性附录)和附录 B(资料性附录)，给出了本标准章条编号与国际标准章条编号的对照和技术性差异及其原因说明，将国际标准的附录 A 变为本标准的附录 C。

本标准由中华人民共和国应急管理部提出。

本标准由全国消防标准化技术委员会(SAC/TC 113)归口。

本标准起草单位：应急管理部四川消防研究所、应急管理部消防救援局、北京市消防救援总队、云南省消防救援总队。

本标准主要起草人：刘军军、甘子琼、何瑾、张羽、刘玉波、王祝坤、马锐、吴丹。

## 引 言

本标准建立一种火灾烟气毒性致死效应的标准评估方法,可用于对材料、制品及组件热解或燃烧时所产生的烟气的毒性进行评估,适用于消防安全评估工作中的相关计算。

火灾烟气对人员的威胁主要分为几种:死亡、失去自主逃生的能力、降低逃生能力、长期生理影响。火灾烟气毒性对人员的影响与人员的位置、烟气的浓度及暴露时间有关,可以根据试验结果建立火灾烟气毒性与烟气浓度和人员暴露时间的函数关系。

本标准通过毒性组分浓度的测试结果计算有效剂量分数(FED)和半数致死浓度  $LC_{50}$  预测值,用于评估火灾烟气毒性致死效应。根据对燃烧产生的烟气中一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、氧气(O<sub>2</sub>)、氰化氢(HCN)、氯化氢(HCl)、溴化氢(HBr)、氟化氢(HF)、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、二氧化氮(NO<sub>2</sub>)、丙烯醛(C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O)和甲醛(CH<sub>2</sub>O)等毒性组分浓度值进行计算,可获得火灾烟气毒性致死效应的相关参数。当采用 FED 参数评估毒性致死效应时,需注明参与计算的毒性组分。

# 火灾烟气致死毒性的评估

## 1 范围

本标准规定了火灾烟气致死毒性的评估方法,包括原理、试验装置、试验方法、计算及评估报告等。

本标准适用于在受控的试验条件下,对材料、制品及组件燃烧产生的火灾烟气急性毒性致死效应的评估,不适用于暴露后长期的慢性毒性评估。

## 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 5907.1—2014 消防词汇 第1部分:通用术语

GB/T 38309—2019 火灾烟气流毒性组分测试 FTIR 分析火灾烟气中气体组分的指南 (ISO 19702:2015, MOD)

ISO 19701 火灾烟气的取样和分析方法(Methods for sampling and analysis of fire effluents)

ISO 19706 火灾对人的威胁评价指南(Guidelines for assessing the fire threat to people)

## 3 术语和定义

GB/T 5907.1—2014 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**碳氧血红蛋白的饱和度** **carboxyhaemoglobin saturation**

人体吸入的一氧化碳与血液中的血红蛋白结合后形成的碳氧血红蛋白占总血红蛋白的百分比。

### 3.2

**时间-浓度曲线** **concentration-time curve**

烟气组分浓度以时间为变量的函数曲线。

### 3.3

**暴露剂量** **exposure dose**

暴露时间与测得的烟气组分浓度的乘积,可通过对时间-浓度曲线上的面积进行积分计算。

### 3.4

**有效暴露剂量** **effective exposure dose**

产生一定毒性效应所需的特定暴露剂量。

### 3.5

**有效剂量分数** **fractional effective dose; FED**

烟气中毒性组分的暴露剂量与有效暴露剂量之比。

注1: FED从概念上反映了烟气中毒性组分导致的丧失逃生能力、致死等后果。

注2: 基于丧失逃生能力的 FED 定义为  $I_{FED}$ 。

### 3.6

**致死性有效剂量分数** **lethal fractional effective dose**

$L_{FED}$

导致死亡的有效剂量分数。

3.7

半数致死浓度 **lethal concentration 50**

LC<sub>50</sub>

在一定暴露期和后观察期内导致 50%暴露动物死亡的毒性组分浓度。

3.8

质量损失浓度 **mass loss concentration**

燃烧过程中,单位空间消耗的试样质量。

注:单位为毫克每升(mg/L)。

3.9

半数致死浓度预测值(LC<sub>50</sub>预测值) **predicted LC<sub>50</sub>**

FED=1 时,根据试样燃烧产生的烟气组分浓度计算得到的 LC<sub>50</sub>。

4 原理

4.1 概述

本方法是在特定的燃烧试验状态下,对试样燃烧产生的主要烟气毒性组分进行 30 min 监测,由此得到各毒性组分的时间-浓度曲线。结合产烟材料浓度或质量损失浓度,预测试样 30 min 的半数致死浓度(LC<sub>50</sub>)。LC<sub>50</sub>预测值可采用附录 C 给出的生物鉴定法验证其准确性。

4.2 FED 的计算

材料、制品及组件火灾烟气的毒性,是根据燃烧产物中毒性组分的浓度与有效暴露剂量进行计算确定,用有效剂量分数(FED)来表征。毒性组分的综合毒性为各组分毒性之和,见式(1):

$$FED = \sum_{i=1}^n \int_0^t \frac{C_i}{(C \cdot t)_i} dt \dots\dots\dots (1)$$

式中:

C<sub>i</sub> ——毒性组分 i 的浓度,单位为微升每升(μL/L);

(C · t)<sub>i</sub> ——浓度与暴露时间的乘积,单位为微升每升 · 分[(μL/L) · min],指毒性组分 i 的有效暴露剂量。

如设定暴露时间均为 30 min,且采用 LC<sub>50</sub>作为有效暴露剂量时,则 FED 可简化为暴露时间内毒性组分 i 的平均浓度与其 LC<sub>50</sub>值的比值。

5 试验模型及烟气组分分析

5.1 火灾试验模型

5.1.1 选定的火灾试验模型应能反映 ISO 19706 中描述的火灾特定阶段及场景。火灾试验模型包括:

- 大尺寸火灾试验模型,例如墙角火试验;
- 中尺寸火灾试验模型,例如建筑材料或制品的单体燃烧试验(SBI 试验);
- 小尺寸火灾试验模型,例如管式炉材料产烟毒性评价试验。

5.1.2 整个火灾试验模型及相应的动物暴露染毒系统应处于通风良好的环境中,确保实验人员安全。

5.1.3 火灾试验模型应具有可重复性,不同实验室根据 GB/T 38309—2019 测量得出的烟气组分浓度应在允许的误差范围之内。

## 5.2 烟气组分分析

5.2.1 烟气组分中 CO、CO<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 的测定应采用连续取样方式进行。

5.2.2 烟气组分分析仪测量范围需满足以下要求：

- a) CO 0%~1% (0 μL/L~10 000 μL/L)；
- b) CO<sub>2</sub> 0%~10% (0 μL/L~100 000 μL/L)；
- c) O<sub>2</sub> 0%~21% (0 μL/L~210 000 μL/L)。

5.2.3 其他气体（如 HCN、HCl、HBr、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O、CH<sub>2</sub>O 和其他化学物质）也可按照 GB/T 38309—2019 和 ISO 19701 中规定的方法进行分析。

## 6 试样要求

试验前，应根据所采用的火灾试验模型和试样的最终用途，对试样进行制备，并在室温(23±3)℃和相对湿度(50±10)%条件下对试样进行 24 h 以上的养护。

## 7 试验装置及烟气组分分析的校准

7.1 试验装置校准应根据火灾试验模型要求的操作方法来进行。

7.2 烟气组分分析仪器的校准应在每一个试验开始时进行。

7.3 O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub> 和 CO 等烟气组分分析前的校准应以 N<sub>2</sub> 作为背景“调零”。校准气体浓度应接近但小于烟气组分分析仪的最大量程。同时，对于所有的校准，应确保校准气和样气的流速和压力相同。对于 O<sub>2</sub> 分析仪的校准，可采用环境空气（若为干燥空气，O<sub>2</sub> 的体积百分比为 20.9%）作为校准气体；对于 CO<sub>2</sub> 和 CO 分析仪的校准应采用已知浓度的瓶装 CO<sub>2</sub> 或 CO 标准气体作为校准气，也可使用 CO<sub>2</sub> 和 CO 混合气体进行校准。

7.4 其他烟气组分（如 HCN、HCl 和 HBr）分析前的校准应按照 ISO 19701 及 GB/T 38309—2019 中规定的方法进行。

## 8 试验方法

### 8.1 概述

火灾试验模型的试验条件应与设定的火灾场景和火灾发生阶段相符。

试样量的选择需考虑在 30 min 试验时间内获得的  $L_{FED}$  为 0.7~1.3（见第 9 章）。

### 8.2 试验准备

根据火灾试验模型的操作要求进行试验准备。

### 8.3 试验程序

- 试样称重；
- 按火灾试验模型的要求设定试验条件并进行试验；
- 试验过程中数据记录与采集；
- 试验结束后，将残余试样冷却并称重。

## 9 计算

### 9.1 概述

$L_{FED}$  通过 CO、CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、HCN、HCl 和其他毒性组分的浓度值来计算。

### 9.2 $L_{FED}$ 的计算

#### 9.2.1 概述

基于毒性加和理论的经验公式可用于  $L_{FED}$  的计算,见式(2)。

#### 9.2.2 计算 $L_{FED}$ 的经验公式

式(2)考虑了 CO<sub>2</sub> 对其他毒性组分的作用,同时除了考虑 HCN、HCl、HBr 等毒性组分外,还增加了其他有机和无机毒性组分的贡献。

$$L_{FED} = \left( \frac{[CO]}{LC_{50,CO}} + \frac{[CN]}{LC_{50,HCN}} + \frac{[X]}{LC_{50,X}} + \frac{[Y]}{LC_{50,Y}} \right) \times V_{CO_2} + Z_A + \frac{21 - [O_2]}{21 - 5.4} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- [CO] ——CO 的浓度,单位为微升每升( $\mu\text{L/L}$ );
- [CN]=[HCN]+[总有机含氮物]-[NO<sub>2</sub>];
- [HCN] ——HCN 的浓度,单位为微升每升( $\mu\text{L/L}$ );
- [总有机含氮物] ——总有机含氮物的浓度,单位为微升每升( $\mu\text{L/L}$ );
- [NO<sub>2</sub>] ——NO<sub>2</sub> 的浓度,单位为微升每升( $\mu\text{L/L}$ );
- [X] ——单一无机酸性毒性组分的浓度,单位为微升每升( $\mu\text{L/L}$ );
- [Y] ——单一有机毒性组分的浓度,单位为微升每升( $\mu\text{L/L}$ );
- [O<sub>2</sub>] ——O<sub>2</sub> 的浓度(体积百分比);
- LC<sub>50,X</sub> ——单一无机酸性毒性组分的 LC<sub>50</sub>,单位为微升每升( $\mu\text{L/L}$ );
- LC<sub>50,Y</sub> ——单一有机毒性组分的 LC<sub>50</sub>,单位为微升每升( $\mu\text{L/L}$ );
- V<sub>CO<sub>2</sub></sub> ——换气过度下的 CO<sub>2</sub> 加权因子,  $V_{CO_2} = 1 + e^{\left[ \frac{0.14[CO_2] - 1}{2} \right]}$ ;
- Z<sub>A</sub> ——酸毒症因子,  $Z_A = [CO_2] \times 0.05$ 。

表 1 给出了大鼠的 30 min LC<sub>50</sub> 实验值。

表 1 大鼠的 30 min LC<sub>50</sub> 实验值

火灾烟气组分	30 min 的 LC <sub>50</sub> $\mu\text{L/L}$
CO	5 700
HCN	165
HCl	3 800
HBr	3 800
HF	2 900
SO <sub>2</sub>	1 400



表 1 (续)

火灾烟气组分	30 min 的 LC <sub>50</sub> μL/L
NO <sub>2</sub>	170
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O	150
CH <sub>2</sub> O	750

### 9.3 L<sub>FED</sub>应用及所需输入参数要求

L<sub>FED</sub>可用于材料及制品产烟毒性评价,也可用于给定火灾场景下的火灾危险性评估。当 L<sub>FED</sub>用于材料及制品产烟毒性评价时,毒性组分浓度应取 30 min 内的平均值;当 L<sub>FED</sub>用于给定火灾场景下一段时间内火灾危险性评估时,毒性组分浓度宜取该段时间内的峰值;当 L<sub>FED</sub>用于给定火灾场景下特定时刻火灾危险性评估时,毒性组分浓度宜取该时刻的值。

### 9.4 LC<sub>50</sub>预测值的计算

#### 9.4.1 概述

采用 L<sub>FED</sub>计算 LC<sub>50</sub>。本标准中 LC<sub>50</sub>与采用的火灾试验模型有关。实际火灾中,火灾烟气组分非常复杂,对人体和试验动物有相似的影响。因此,可通过试验动物的实验结果推导出与人类的相关性。

#### 9.4.2 计算公式

在整个试验中,试样在 30 min 内的 LC<sub>50</sub>预测值可按式(3)计算:

$$LC_{50} = \frac{M}{L_{FED} \times V} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

LC<sub>50</sub>——试样在 30 min 内的半数致死浓度的预测值,单位为克每立方米(g/m<sup>3</sup>);

M ——试样质量损失,单位为克(g);

V ——标准温度和压力下的空气总体积,单位为立方米(m<sup>3</sup>)。在封闭系统中,指整个封闭空间的体积;在开放系统中,指烟气总体积。

在式(3)采用的 L<sub>FED</sub>值应介于 0.7~1.3。计算 LC<sub>50</sub>需进行 3 次以上试验,LC<sub>50</sub>的取值为至少三次试验的平均值。

#### 9.4.3 误差范围

采用式(3)计算得到的 LC<sub>50</sub>,其允许误差范围为±30%。如有其他未知组分存在,应采用生物鉴定法确认。

## 10 评估报告

评估报告应提供下述信息:

- a) 评估实验室的名称和地址;
- b) 评估实验室责任人的姓名;
- c) 试验编号和日期;

- d) 环境条件(温度和湿度);
- e) 样品描述;
- f) 火灾试验模型和操作条件描述;
- g) 样品的材料产烟浓度及质量损失浓度,用 mg/L 表示;
- h) 现象观察;
- i) 各毒性组分的浓度值,包括氧气浓度和二氧化碳浓度;
- j) 计算所需参数及计算结果:
  - 每种毒性组分的暴露剂量( $C \cdot t$ );
  - 每种毒性组分的平均暴露剂量( $C \cdot t$ )/30;
  - 标明所用计算公式;
  - $L_{FED}$ ;
  - $LC_{50}$  预测值。

## 11 精度和偏差

各种火灾试验模型获得的材料、制品及组件燃烧产烟致死毒性  $LC_{50}$  的可接受误差范围为  $\pm 30\%$ 。

附 录 A  
(资料性附录)

本标准章条编号与 ISO 13344:2015 的章条编号对照

表 A.1 给出了本标准章条编号与 ISO 13344:2015 章条编号对照一览表。

表 A.1 本标准章条编号与 ISO 13344:2015 的章条编号对照

本标准章条编号	对应的 ISO 13344:2015 章条编号
—	前言
前言	—
引言	引言和第 1 章中第 2 段和第 4 段
1	1 和 5.7
3.1	—
3.2	—
3.3	—
3.4	—
3.5	—
3.6	—
3.7	—
3.8	—
3.9	—
4.1	4.1 和 4.2
4.2	4.3
—	5.1
—	5.2
—	5.3
—	5.4
—	5.5
—	5.6
—	5.8
5.1	6.1
5.1.1	6.1.1 和 6.1.2
5.1.2	7.1

表 A.1 (续)

本标准章条编号	对应的 ISO 13344:2015 章条编号
5.1.3	6.1.3
—	6.1.4
5.2	6.2
5.2.1	6.2.1
5.2.2	6.2.2
5.2.3	6.2.3
—	7.2
—	7.3
6	8.1 和 8.2
7	9
7.1	9.1
7.2	9.2
7.3	9.2.1
7.4	9.2.2
8	10
8.1	10.1
8.2	10.2
8.3	10.3
9	11
9.1	11.1
9.2	11.2
9.2.1	11.2.1
—	11.2.2
9.2.2	11.2.3
9.3	—
9.4	11.3
9.4.1	—
9.4.2	11.3.1
9.4.3	11.3.2
10	12.1 和 12.2

表 A.1 (续)

本标准章条编号	对应的 ISO 13344:2015 章条编号
11	13.1 和 13.2
附录 A	—
附录 B	—
附录 C	附录 A
—	A.2.5
—	A.2.7
—	A.2.9
C.3.1	A.3.1、A.3.3 和 A.3.4
C.3.3	—
—	A.4
C.4	A.5
C.4.1	A.5.1
C.4.2	A.5.2
—	参考文献
参考文献	—

注：表中的章条以外的本标准其他章条编号与 ISO 13344:2015 其他章条编号均相同且内容一致。

**附 录 B**  
(资料性附录)

**本标准与 ISO 13344:2015 的技术性差异及其原因**

表 B.1 给出了本标准与 ISO 13344:2015 的技术性差异及其原因的一览表。

**表 B.1 本标准与 ISO 13344:2015 的技术性差异及其原因**

本标准的 章条编号	技术性差异	原因
1	将第 5 章“不适用于暴露后长期的慢性毒性评估”移至第 1 章范围中,并删除第 5 章其他内容	属于范围的内容,不宜写在标准正文中
2	关于规范性引用文件,本部分做了具有技术差异的调整,调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中,具体调整如下: ——采用 GB/T 5907.1—2014 代替了 ISO 13943 《Fire safety — Vocabulary》(见第 3 章) ——增加引用了 GB/T 38309—2019(见 5.1.2, 5.2.3,7.4)	引用我国现行的术语标准,适合我国国情,与现行术语相协调
3	增加了“有效暴露剂量 effective exposure dose”和致死性有效剂量分数( $L_{FED}$ ) lethal fractional effective dose( $L_{FED}$ )的术语和定义	有助于理解相关条文含义
5	增加了火灾试验模型的类别(见 5.1.1)	是对火灾试验模型的进一步补充,更直观、明确
7	修改了国际标准 ISO 13344:2015 的 7.1 内容并移至第 5 章(见 5.1.2)	条理更清晰,便于理解
9.2.2	删除式(2)	考虑到国际标准 ISO 13344:2015 的式(3)具有更高的安全余量,且更接近实际火灾情况,因此将式(3)作为本标准计算 FED 的推荐公式,删除了国际标准 ISO 13344:2015 的式(2)
9.3	增加了“9.3 $L_{FED}$ 应用及所需输入参数要求”	增强标准可操作性
附录 C	修改了 A.2 内容	语言更精炼,符合国家标准编写要求
附录 C	增加了 C.3.3	增强标准可操作性,同时也与 GB/T 20285—2006 协调一致

## 附 录 C (规范性附录)

### 用于验证 LC<sub>50</sub> 预测值的生物鉴定法

#### C.1 概述

LC<sub>50</sub> 预测值需通过动物暴露染毒试验进行验证。如果不进行动物暴露试验验证,可能会因为未知毒物的存在而低估毒性。LC<sub>50</sub> 预测值的实验室验证应满足实验室及相关法律法规的要求,保证获取数据的可靠性和完整性。

#### C.2 验证试验要求

C.2.1 试验动物应是选种繁殖的、成年小鼠或大鼠。实验动物应从有资质的供应商处获得,并能证明动物未携带特定病原。

C.2.2 动物的饲养应符合相关法规的资质人员来负责。动物房设施应符合有关要求。

C.2.3 收到动物后应进行标识、称重,试验前饲养在一个隔离的区域内,且不少于 5 d。动物的分笼应随机化。在隔离期间,应定期观察动物的状况。不应使用由于大小、健康状况或其他原因而无法满足试验要求的动物。

C.2.4 饲养环境应保证通风无菌,温度为(23±3)℃,相对湿度为(50±15)%。

C.2.5 动物暴露装置不应造成动物过度紧张。

C.2.6 试验后,幸存的动物应被饲养在一个与试验前动物房分开的动物房内,进行至少 3 d~14 d 的暴露后期观察,并记录暴露后期的死亡情况。

#### C.3 验证方法

##### C.3.1 概述

采用实验动物暴露染毒的生物鉴定试验应与 LC<sub>50</sub> 预测值试验的条件一致。

一般常用大鼠暴露染毒的方法来验证 LC<sub>50</sub> 预测值,也可采用小鼠暴露染毒法进行验证试验。但由于  $L_{FED}$  计算中,各毒性组分的 LC<sub>50</sub> 值均采用大鼠的 LC<sub>50</sub> 值,因此,验证报告中体现的 LC<sub>50</sub> 预测值均为大鼠的 LC<sub>50</sub> 值。

动物暴露染毒后可立即采集血液样本进行碳氧血红蛋白和氰化物的测定。

##### C.3.2 简单验证法

如果采用小鼠进行验证,那么在 30 min 暴露时间内,应使样品量满足试样的产烟浓度介于平均 LC<sub>50</sub> 预测值的 70%~130% 的要求。验证试验可选择试样的产烟浓度为平均 LC<sub>50</sub> 预测值的 70%、平均 LC<sub>50</sub> 预测值及平均 LC<sub>50</sub> 预测值的 130% 分三组进行验证。当试样的产烟浓度为平均 LC<sub>50</sub> 预测值的 70% 时,小鼠死亡数小于或等于 1;当试样的产烟浓度为平均 LC<sub>50</sub> 预测值时,小鼠发生部分死亡;当试样的产烟浓度为平均 LC<sub>50</sub> 预测值的 130% 时,小鼠死亡数超过一半,这样即可认为通过验证。采用简单验证法失败或出现无法解释的异常情况,需采用统计验证法进行验证,见 C.3.3。

### C.3.3 统计验证法

#### C.3.3.1 原理

统计验证法是选取 6 组以上等比级数烟气浓度进行试验,并基于统计学原理来计算  $LC_{50}$ 。

#### C.3.3.2 $LC_0$ 的确定

取  $1.15^{n-1}$  mg/L,  $1.15^n$  mg/L 和  $1.15^{n+1}$  mg/L 烟气浓度进行试验组小鼠染毒试验,若  $1.15^{n-1}$  mg/L 和  $1.15^n$  mg/L 无小鼠死亡,  $1.15^{n+1}$  mg/L 出现小鼠死亡,则判定  $1.15^n$  mg/L 为全不死亡烟气浓度上限。

#### C.3.3.3 $LC_{100}$ 的确定

取  $1.15^{n-1}$  mg/L,  $1.15^n$  mg/L 和  $1.15^{n+1}$  mg/L 烟气浓度进行试验组小鼠染毒试验,若试验组  $1.15^{n+1}$  mg/L、 $1.15^n$  mg/L 小鼠完全死亡,  $1.15^{n-1}$  mg/L 小鼠有存活,则判定  $1.15^n$  mg/L 为全死亡烟气浓度下限。

#### C.3.3.4 $LC_{50}$ 和 95%置信度范围的确定

##### C.3.3.4.1 $LC_{50}$ 的确定

取  $LC_0$  和  $LC_{100}$  之间,包含  $LC_0$  和  $LC_{100}$  在内,不少于 6 个并成等比级数的烟气浓度进行试验组小鼠染毒试验,根据各试验组小鼠死亡率按式(C.1)计算  $LC_{50}$  :

$$m = \lg LC_{100} - i(\sum P - 0.5) \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

$m$  ——  $\lg LC_{50}$  ;

$i$  —— 相邻两剂量组之对数剂量差值,例如按  $1.15^n$  等比数列试验时,式中  $i$  为  $\lg 1.15$  或 0.060 7;

$LC_{100}$  —— 最大剂量;

$\sum P$  —— 各剂量组死亡率总和(精确到小数点后 2 位)。

##### C.3.3.4.2 $LC_{50}$ 的 95%置信度范围确定

$LC_{50}$  的 95%置信度范围按式(C.2)和式(C.3)确定:

$$\lg LC_{50} \text{ 的置信度范围} = \lg LC_{50} \pm 1.96 S_{\lg LC_{50}} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

标准差

$$S_{\lg LC_{50}} = i \sqrt{\sum \frac{pq}{N}} \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

$i$  —— 相邻两剂量组之对数剂量差值;

$p$  —— 一个组的死亡率;

$q$  —— 一个组的存活率( $q=1-p$ );

$N$  —— 各组实验小鼠数(只)。



#### C.4 验证报告

C.4.1 除了报告  $LC_{50}$  预测值(见第 9 章)数据外,生物测试应提供下列补充资料:

- a) 实验动物的种类和供应商;
- b) 每个动物的初期质量,试验前质量及试验结束后幸存小鼠 3 d 内、7 d 内及 14 d 内每天的质量;
- c) 试验期间至试验后 30 min 死亡的动物数量和试验后 3 d 内、7 d 内及 14 d 内死亡的动物数量;
- d) 血液中碳氧血红蛋白或其他血液测量值;
- e) 动物试验过程中需每日观察动物的行为及生理状态,如震颤、抽搐、呼吸困难及严重眼刺激等。

C.4.2 验证报告应说明  $LC_{50}$  预测值是否与动物试验结果相符。

参 考 文 献

- [1] GB/T 20284—2006 建筑材料或制品的单体燃烧试验(EN 13823:2002, IDT)
  - [2] GB/T 20285—2006 材料产烟毒性危险分级
  - [3] GB/T 25207—2010 火灾试验 表面制品的实体房间火试验方法(ISO 9705:1993, MOD)
  - [4] ISO/TS 13571:2012 Life—Threatening components of fire—Guidelines for the estimation of time to compromised tenability in fires
  - [5] ISO 19701:2013 Methods for sampling and analysis of fire effluents
  - [6] Klimisch H.J., Doe J.E., Hartzell G.E., Packham S.C., Pauluhn J., Purser D.A. Bioassay Procedures for Fire Effluents: Basic Principles, Criteria and Methodology. *J. Fire Sci.* 1987, 5 (2) pp. 73-104.
-