



中华人民共和国国家标准

GB/T 38301—2019

可燃气体或蒸气极限氧浓度测定方法

Determination of limiting oxygen concentration (LOC) of
flammable gases and vapours

2019-12-10 发布

2020-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 试剂和材料 3

5 试验装置 3

6 试验方法 3

7 试验装置的标定 5

8 测试报告 6

附录 A（资料性附录） LAC 测定实例 7

参考文献 9

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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：应急管理部天津消防研究所、吉林市宏源科学仪器有限公司、上海化工研究院。

本标准主要起草人：任常兴、李野、李晋、张网、管长勇、张欣、马千里、肖秋平、柴一波、吕东、伍晗、王婕。

引 言

极限氧浓度和爆炸极限是表征可燃气体(蒸气)爆炸特性的两个重要参数。多数工业生产场合,把可燃性气体、可燃蒸气或其混合物氧浓度作为重要的安全技术指标。

可燃气体(蒸气)、惰性气体与空气混合气的极限氧浓度与以下因素有关:

- a) 可燃气体(蒸气)的种类及化学性质;
- b) 可燃气体(蒸气)的纯度;
- c) 惰性气体(蒸气)的种类、纯度;
- d) 可燃气体(蒸气)、惰性气体和空气混合气的均匀性;
- e) 引火源的形式、能量和点火位置;
- f) 爆炸容器的几何形状和尺寸;
- g) 可燃气体(蒸气)、惰性气体和空气混合气的温度、压力和湿度。

极限氧浓度测定可为爆炸性环境的氧浓度控制提供依据,有助于预防和降低可燃气体(蒸气)火灾爆炸事故,也可为可燃气体(蒸气)环境及其设备或容器提供氧浓度报警指示。

可燃气体或蒸气极限氧浓度测定方法

警示——按照本标准规定的方法点燃可燃气体、惰性气体和空气混合气后,即使未形成火焰传播,也不能完全认为该混合气不会发生爆炸。

1 范围

本标准规定了可燃气体(蒸气)极限氧浓度的测定方法。
本标准适用于常压下可燃气体(蒸气)极限氧浓度的测定。

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 803 空气中可燃气体爆炸指数测定方法
- GB/T 5907.1 消防词汇 第1部分:通用术语
- GB/T 5907.2 消防词汇 第2部分:火灾预防
- GB/T 12474 空气中可燃气体爆炸极限测定方法
- GB/T 16425 粉尘云爆炸下限浓度测定方法
- GB/T 21844 化合物(蒸气和气体)易燃性浓度限值的标准试验方法

3 术语和定义

GB/T 5907.1、GB/T 5907.2、GB/T 12474 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

惰性气体 **inert gas**
不燃烧且不与氧气、被保护的可燃气体(蒸气)反应的气体。

3.2

极限空气浓度 **limiting air concentration**
LAC
在规定的试验条件下,可燃气体(蒸气)、空气和惰性气体混合物遇火源不发生爆炸的最大空气浓度。

3.3

极限氧浓度 **limiting oxygen concentration**
LOC
在规定的试验条件下,可燃气体(蒸气)、空气和惰性气体混合物遇火源不发生爆炸的最大氧气浓度。以体积分数(%)表示,可按式(1)通过**极限空气浓度**(3.2)进行换算:

$$LOC = 0.209 \times LAC \dots\dots\dots (1)$$

注: LOC 与可燃气体(蒸气)特性、惰性气体种类等有关。

3.4

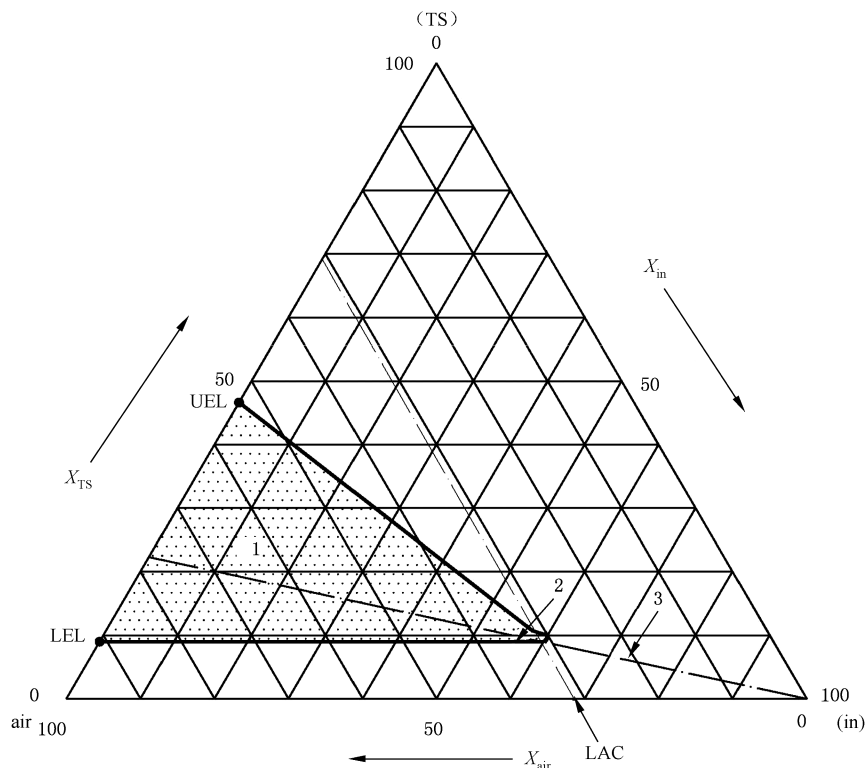
待测混合物 mixture to be tested

待测可燃气体(蒸气)、空气和惰性气体的混合物。

3.5

爆炸区 explosion area

待测混合物(3.4)爆炸极限边界所形成的区域。多数情况下,边界曲线有顶点,对应待测混合物的极限空气浓度 LAC。待测混合物爆炸区示例见图 1。



说明:

1 —— 爆炸区;

2 —— 顶点;

3 —— 当量浓度线;

X —— 体积分数, %;

in —— 惰性气体;

TS —— 待测可燃气体;

air —— 空气;

UEL —— 爆炸上限;

LEL —— 爆炸下限;

LAC —— 极限空气浓度。

图 1 待测混合物的爆炸区示例

3.6

爆炸下限 lower explosion limit

LEL

可燃气体(蒸气)和空气组成的混合气遇火源即能发生爆炸的可燃气体(蒸气)最低浓度。

注: 改写 GB/T 12474—2008, 定义 3.1。

3.7

爆炸上限 upper explosion limit

UEL

可燃气体(蒸气)和空气组成的混合气遇火源即能发生爆炸的可燃气体(蒸气)最高浓度。

注：改写 GB/T 12474—2008, 定义 3.2。

4 试剂和材料

试验用的空气应进行净化处理,若为合成空气应在报告内注明。

试验用的惰性气体纯度不应低于 99.8%(体积分数),若为混合惰性气体,应在报告内说明。

试验测定可燃气体(蒸气)可能为单一物质、混合物或过程取样(已知或未知成分),其中单一物质和混合物中的单一物质的纯度不应低于 99.8%(体积分数)。若液体混合物出现大量气体挥发,气相和液相成分随时间变化,测试取样应采用液相物质。

5 试验装置

极限氧浓度试验装置采用管式装置(T)或球式装置(B,含圆柱形)。管式装置应符合 GB/T 12474 相关试验装置的规定。球式装置可为 20 L 的球形不锈钢爆炸罐、1 m³ 的圆柱形容器、5 L 或 12 L 短颈环颈瓶,分别应符合 GB/T 16425、GB/T 803、GB/T 21844 相关试验装置的规定。

6 试验方法

6.1 试验原理

采用管式装置或球式装置,测试确定可燃气体(蒸气)、空气和惰性气体的爆炸区。通过增加惰性气体的体积分数,测试确定可燃气体(蒸气)的极限空气浓度 LAC,进而计算确定待测可燃气体的极限氧浓度 LOC。

6.2 试验步骤

6.2.1 一般要求

依照下列试验步骤,四次重复测试确定待测可燃气体的极限空气浓度 LAC,配好气后应搅拌均匀:

——步骤 1:依照 GB/T 12474 测定待测可燃气体(蒸气)的爆炸下限 LEL 和爆炸上限 UEL。

——步骤 2:确定当量浓度线顶点附近待测混合物的爆炸极限。若惰性气体采用氮气,且待测可燃气体的当量浓度线未知,则设定待测可燃气体浓度为 $X_{TS} = 1.2LEL$,通过改变空气和惰性气体浓度测定混合物的爆炸极限(空气和惰性气体浓度分别为 $X_{air, L}$ 、 $X_{in, L}$)。采用渐进法测试,首次惰性气体体积分数设定为 50%,随后增加惰性气体的体积分数级差为 5%,接近爆炸极限时体积分数级差降低为 0.5%。

6.2.2 判定准则

极限空气浓度 LAC 位于爆炸区顶点时,可采用 6.2.3 规定的简易程序进行测定(参见附录 A 的 A.1),判定依据如式(2)所示;否则,应采用 6.2.4 规定的一般程序进行测定(参见附录 A 的 A.2)。

$$UEL \leq 0.8 \times (100 - X_{air, L}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$X_{air, L}$ ——待测混合物爆炸极限的空气体积分数, %。

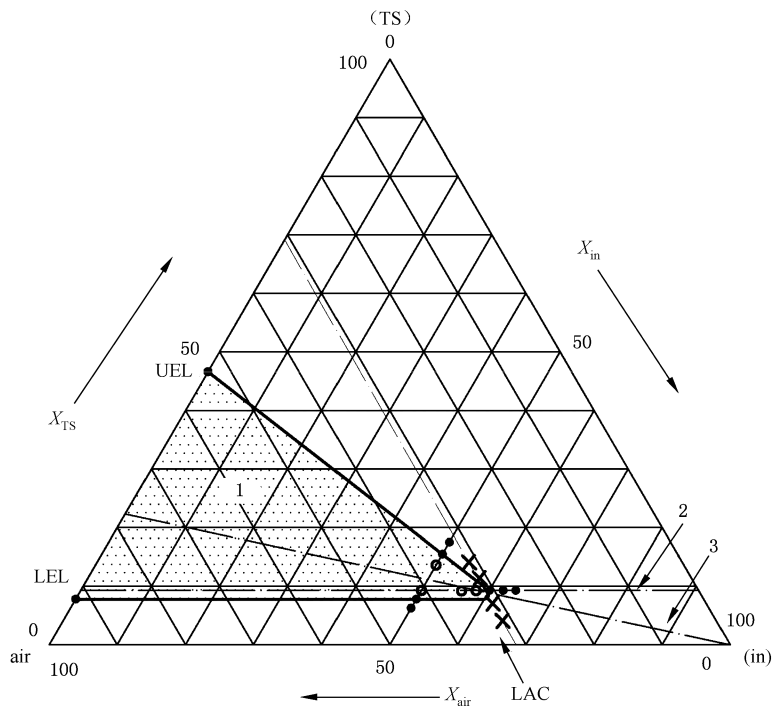
6.2.3 简易程序步骤

6.2.3.1 待测混合物爆炸极限的空气体积分数 $X_{\text{air}, L}$ 为定值, 见图 2, 改变待测可燃气体的浓度进行以下测定:

- a) 若待测可燃气体体积分数小于 5%, 改变增量为体积分数 0.2%;
- b) 若待测可燃气体体积分数大于或等于 5%, 改变增量为体积分数 0.5%。

6.2.3.2 在待定顶点下面和上面各测定 2 次, 若被引燃应重复 6.2.1 规定的步骤 2 和 6.2.3.1 中 a) 测定, 直到确定顶点位置。

6.2.3.3 测定惰性气体体积分数为 $0.8X_{\text{in}, L}$ 的混合物爆炸极限, 以确定极限空气浓度 LAC 位于爆炸区的顶点。



说明:

- | | |
|---|----------------|
| 1 —— 爆炸区; | in —— 惰性气体; |
| 2 —— $X_{\text{TS}} = 1.2\text{LEL}$ 线; | TS —— 待测可燃气; |
| 3 —— 当量浓度线; | air —— 空气; |
| X —— 体积分数, %; | UEL —— 爆炸上限; |
| ● —— 未爆炸点; | LEL —— 爆炸下限; |
| ○ —— 爆炸点; | LAC —— 极限空气浓度。 |
| × —— $X_{\text{air}, L}$ 线测定点; | |

图 2 极限空气浓度确定简易程序

6.2.4 一般程序步骤

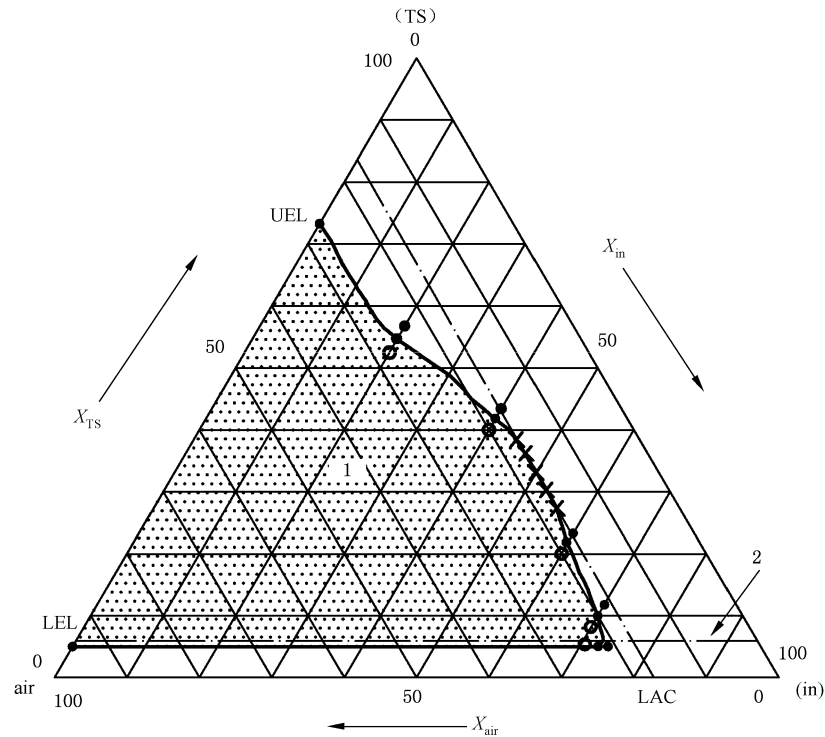
6.2.4.1 爆炸极限应通过测定沿爆炸上限 UEL 线附近的至少 4 个同等间隔点来确定, 测定时惰性气体浓度为定值, 以体积分数 0.5% 步长改变空气的浓度进行测定, 见图 3。

6.2.4.2 在爆炸区分布图上标注测试点, 连接测试点, 采用插值法确定爆炸上限 UEL 曲线。绘制爆炸上限 UEL 曲线的切线, 平行于惰性气体边线, 与空气轴线的交点即为极限空气浓度 LAC。

6.2.4.3 以空气体积分数 $X_{\text{air, LAC}}$ 为定值, 上部和下部各体积分数 5% 范围内, 改变待测可燃气体的浓度至少再测定 5 个点, 测定步长为体积分数 2.5%, 进一步确定极限空气浓度值 LAC, 测定结果见图 3。若被引燃, 采用差值法重新测定。

6.2.4.4 依据测定的 LAC 值, 采用式(1)计算待测可燃气体的极限氧浓度 LOC。

注: 具有高能的不稳定化学物质, 如丁二烯、环氧乙烷等, 极限氧浓度(LOC)体积分数为 0%, 爆炸上限体积分数为 100%。



- 说明:
- | | |
|---|----------------|
| 1 —— 爆炸区; | in —— 惰性气体; |
| 2 —— $X_{\text{TS}} = 1.2\text{LEL}$ 线; | TS —— 待测可燃气体; |
| X —— 体积分数, %; | air —— 空气; |
| ● —— 未爆炸点; | UEL —— 爆炸上限; |
| ○ —— 爆炸点; | LEL —— 爆炸下限; |
| X —— $X_{\text{air,L}}$ 线测定点; | LAC —— 极限空气浓度。 |

图 3 极限空气浓度确定一般程序

6.3 氧含量分析

至少测定一次极限空气浓度 LOC 时的混合物氧浓度, 偏差位于计算极限氧浓度 $\text{LOC} \pm 0.2\%$ 范围内[式(1)计算值]。氧分析设备测定浓度应校准在体积分数 0%~21% 范围之内。采用 GB/T 12474 管式装置测定时, 应在开始点火前容器出口处进行氧浓度测定。采用 GB/T 16425、GB/T 803 球式装置测定时, 应在球内测定混合物混合均匀且点火引燃前取样进行氧浓度测定。

7 试验装置的标定

依据 GB/T 12474、GB/T 16425、GB/T 803 的要求对试验装置各自进行标定。安装后的装置进行

正式测定前,用纯度不低于 99.9% 的乙烯标定(乙烯的爆炸下限值体积分数为 2.7%,爆炸上限值体积分数为 36%),如测定结果符合下列规定,即认为装置运行正常:

- a) 同一实验室测得的重复性试验结果,误差不应大于 5%;
- b) 不同实验室测得的重复性试验结果,误差不应大于 10%。

8 测试报告

测试报告应包括以下内容:

- a) 待测可燃气体(蒸气)种类、纯度等;
- b) 惰性气体种类及其纯度,空气的组分、纯度、来源等;
- c) 试验时环境条件;
- d) 测试装置,管式装置或球式装置,测试装置容器形状、容积及点火方式等;
- e) 爆炸极限,依据相关标准测定或采用爆炸区图确定;
- f) 极限氧浓度 LAC;
- g) 若试验操作与本标准规定有偏离应加以说明;
- h) 试验日期。

附录 A
(资料性附录)
LAC 测定实例

A.1 实例 1: 简易程序确定极限空气浓度 LAC

图 A.1 为 *n*-正己烷、氮气和空气的爆炸区分布图, 依据 EN 1839 规定的方法测试得出。混合气体的极限空气浓度 LAC 测定为 39.7%, 其极限氧浓度 $LOC=0.209 \times 39.7\% = 8.3\%$ 。可燃蒸气的爆炸极限也可采用 GB/T 12474 进行测定。

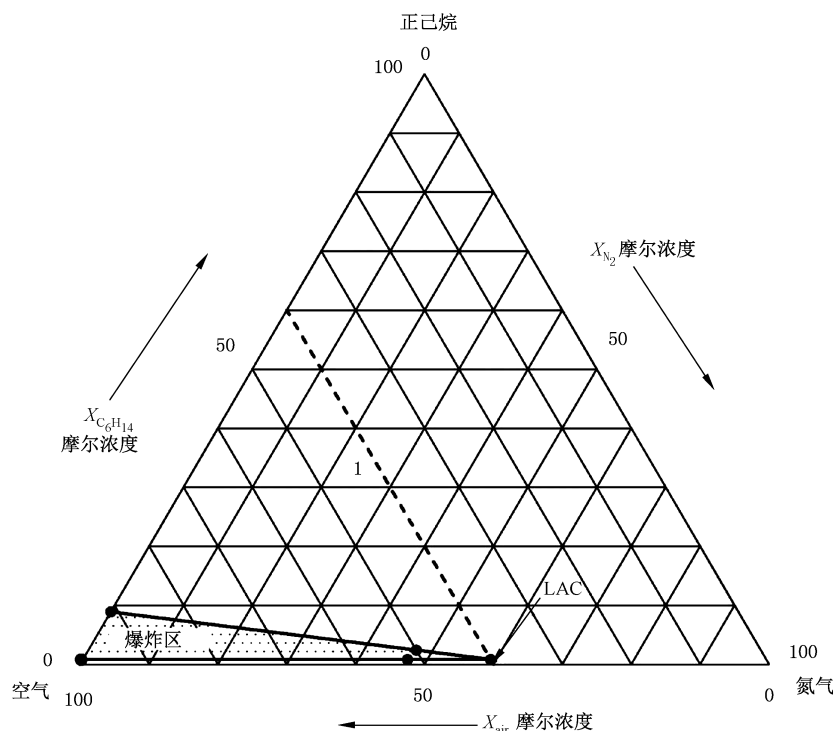


图 A.1 100 °C, 标准大气压状态下 *n*-正己烷、氮气和空气的爆炸区坐标图

A.2 实例 2: 一般程序确定极限空气浓度

对于一些可燃气体或可燃蒸气、空气和惰性气体的爆炸区图, 极限空气浓度 LAC 可能不会出现在爆炸区顶点位置。例如, 摩尔比热容与氮气相近的待测可燃气体, 典型的此类可燃气体包括氢气、一氧化碳等。

图 A.2 为氢气、氮气和空气的爆炸区分布图, 依据 EN 1839 测试得出。混合气体的极限空气浓度 LAC 测定为 21.2%, 其极限氧浓度 $LOC=0.209 \times 21.2\% = 4.4\%$ 。

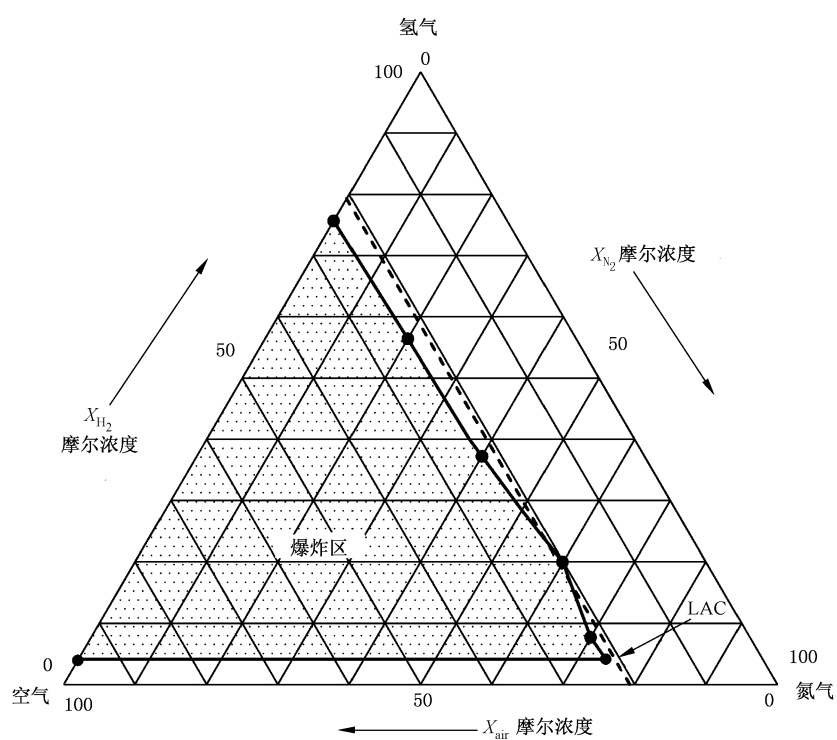


图 A.2 20 °C ,标准大气压状态下氢气、氮气和空气的爆炸区坐标图

参 考 文 献

- [1] GB/T 16426 粉尘云最大爆炸压力和最大压力上升速率测定方法
 - [2] ASTM E 681:2009(2015) 化合物(蒸气和气体)易燃性浓度极限值的标准试验方法[Standard test method for concentration limits of flammability of chemicals (vapors and gases)]
 - [3] ASTM E 2079:2007 气体和蒸气中极限氧(氧化剂)浓度的标准试验方法[Standard test methods for limiting oxygen (oxidant) concentration in gases and vapors]
 - [4] EN 1839:2003 气体和蒸气爆炸极限的测定方法(Determination of explosion limits of gases and vapours)
 - [5] BS EN 14034-4:2005 尘云的爆炸特性测定 尘云的极限氧气浓度 LOC 的测定(Determination of explosion characteristics of dust clouds—Determination of the limiting oxygen concentration LOC of dust clouds)
 - [6] EN 14756:2006 可燃气体和蒸气极限氧浓度的测定方法[Determination of the limiting oxygen concentration (LOC) for flammable gases and vapours]
-