

ICS 71.100.20

CCS G 86

T/CCGA

中国工业气体工业协会团体标准

T/CCGA 90003—2020

混合气体的分类：氧化性分类

Classification of the mixture gases:Oxidizing classification

2020 - 12 - 30 发布

2021 - 01 - 30 实施

中国工业气体工业协会 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 混合气体的氧化性分类及判定	1
5 计算和判定实例	4

CCGA

前 言

GB/T 34526《混合气体气瓶充装规定》、GB/T 7144《气瓶颜色标志》均对混合气体气瓶作出了相关规定，而目前GB/T 34710《混合气体的分类》中只有毒性分类、腐蚀性分类和可燃性分类，缺少氧化性分类，为了填补其空白，满足气体行业发展的需求，中国工业气体工业协会特组织专家，参照ISO 10156《气体和气体混合物—气瓶阀门选择用潜在燃烧性和氧化性的测定》（Gases and gas mixtures—Determination of fire potential and oxidizing ability for the selection of cylinder valve outlets）编制本文件。

混合气体生产商在生产过程中控制混合气体的安全风险，一般不制备有潜在爆炸危险或穿过爆炸危险区的混合气体。

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。

本文件由中国工业气体工业协会提出并归口。

本文件起草单位：广州广钢气体能源股份有限公司、中国工业气体工业协会、广东华特气体股份有限公司、中船重工（邯郸）派瑞特种气体有限公司、福建久策气体股份有限公司、苏州金宏气体股份有限公司、盈德气体集团有限公司。

本文件主要起草人：泮春干、邓韬、朱建豪、茹高艺、陈艳珊、李翔宇、曹素英、刘志军、袁立志、宋芳芳。

本文件为首次发布。

混合气体的分类：氧化性分类

1 范围

本文件规定了混合气体氧化性的分类方法。
本文件适用于混合气体的氧化性分类。

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。

GB/T 34710.3 混合气体的分类 第3部分：可燃性分类

3 术语和定义

GB/T 34710.3界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

氧化性混合气体 oxidizing mixture gases

在标准大气压下，比含23.5%氧气与氮气组成的混合气体更能支持燃烧的混合气体。

3.2

非氧化性混合气体 non-oxidizing mixture gases

不符合3.1条件的混合气体。

3.3

氧化能力 oxidizing power

与氧气的氧化能力相比较的混合气体氧化能力。

4 混合气体的氧化性分类及判定

4.1 分类

混合气体的氧化性分为以下两类：

- 氧化性混合气体；
- 非氧化性混合气体。

4.2 部分不可燃性气体等同于氮气的转换系数

GB/T 34710.3 规定的部分不可燃性气体等同于氮气的转换系数 K_k 见表 1。

表1 部分不可燃性气体等同于氮气的转换系数 K_k

气体	N ₂	CO ₂	He	Ar	Ne	Kr	Xe	SO ₂	SF ₆	CF ₄	C ₃ F ₈
K_k	1	1.5	0.9	0.55	0.7	0.5	0.5	1.5	4	2	1.5

注：对于其他分子式中含有单个或更多的原子的不可燃性和非氧化性气体，宜采用系数 $K_k=1.5$ 。

4.3 部分氧化性气体等同于氧气的转换系数

部分氧化性气体等同于氧气的转化系数 C_i 见表2，表2给出的 C_i 值是由LOF试验所得的，对于未在表2中列出的，可采用式（1）计算。

$$C_i = 9.07 \frac{1}{LOF} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

C_i ——混合气体中氧化性气体i等同于氧气的转换系数。由含有氮气和乙烷的混合气体中氧化性气体的爆炸范围推导得出的；

LOF——氧化性气体含量的上限；

9.07——系数。由空气的LOF值，定义 $C_{O_2}=1$ 。

表2 部分氧化性气体等同于氧气的转换系数 C_i

气体/蒸气	C_i 系数
双-三氟甲基过氧	40 ^a
五氟化溴	40 ^a
三氟化溴	40 ^a
氯气	0.7
五氟化氯	40 ^a
三氟化氯	40 ^a
氟	40 ^a
五氟化碘	40 ^a
一氧化氮	0.3
二氧化氮	1 ^b
三氟化氮	1.6
三氧化氮	40 ^a
一氧化二氮	0.6
二氟化氧	40 ^a
臭氧	40 ^a
四氟肼	40 ^a

^a 对于未经测试的氧化性气体和蒸气， C_i 值恒定为40。
^b 由一氧化氮和三氟化氮得出。

4.4 混合气体的氧化性判定方法

4.4.1 不含可燃性气体的混合气体判定方法

4.4.1.1 氮气与氧化性气体的混合气体的判定方法

按式（2）计算，如果满足以下条件，则认为混合气体的氧化性比空气强。

$$OP = \sum_i x_i C_i > 23.5\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

OP——氧化能力；

x_i ——氧化性气体i的摩尔分数，%。

4.4.1.2 含有氮气以外的惰性气体与氧化性气体的混合气体的判定方法

混合气体中含有氮气之外惰性气体时，应考虑氮气当量系数 K_k 系数，按式（3）计算。

$$OP = \frac{\sum_{i=1}^n x_i C_i}{\sum_{i=1}^n x_i + \sum_{k=1}^p K_k B_k} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

K_k ——不可燃性气体k等同于氮气的转换系数；

B_k ——混合气体中惰性气体k的摩尔分数，%；

n——混合气体中氧化性气体的总数；

p——混合气体中不可燃性气体的总数。

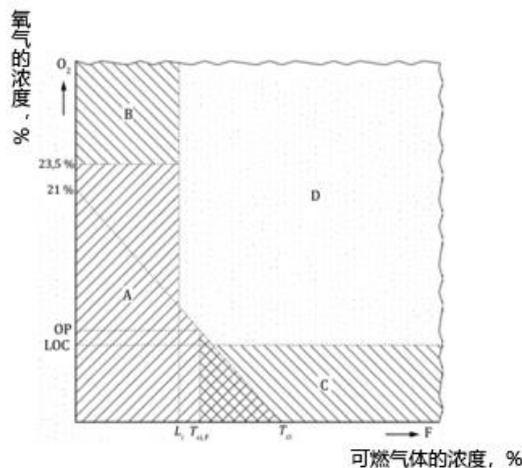
4.4.2 含有可燃性气体的混合气体判定方法

4.4.2.1 下列判定方法不适用于可燃性气体与氧气之外的氧化性气体的混合气体，应采用测定方式来确定。

4.4.2.2 在标准大气压和 20℃下，在空气中不易燃烧的部分卤化碳氢化合物，若在更高的压力、温度下与空气或氧化能力高于空气的氧化性气体混合，则是可燃的。

4.4.2.3 含有可燃性与氧化性气体的混合气体，可被划分为以下四类，见图 1：

- 不可燃和非氧化性。如氧气含量小于或等于 23.5%，且可燃气体的含量低于 $T_{ci, F}$ 或 L_i （可燃性气体在空气中的燃烧下限）；
- 氧化性。如氧气含量高于 23.5%，但可燃气体的含量低于 L_i 。
- 可燃性。如可燃性气体的含量高于 $T_{ci, F}$ 和 L_i 。
- 潜在爆炸性。如氧气含量超出 LOC，且可燃气体的含量高于 L_i 。



说明：

- A——不可燃和非氧化性； B——氧化性； C——可燃性； D——潜在爆炸性。

图1 含有可燃性与氧化性气体的混合气体分类

表3给出了部分可燃性气体中氧气含量上限LOC，LOC是可燃性气体、空气或惰性气体的混合气体在标准状态下不发生爆炸时的最大含氧量。

$T_{ci, F}$ 由式（4）计算：

$$T_{ci, F} = T_{ci} \times \left(1 - \frac{X_{O_2}}{21\%}\right) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$T_{ci, F}$ ——含有可燃性气体与氧化性气体的混合气体在空气中不可燃的可燃性气体的最高含量；

T_{ci} ——可燃性气体与氮气的混合气体在空气中不可燃的可燃性气体的最高含量，部分可燃性气体的数值参见GB/T 34710.3中的附录A；

X_{O_2} ——氧气含量，小于21%。

表3 部分可燃性气体中氧气含量上限（LOC）

可燃性气体	LOC/%
氨	12.2
苯	8.5
正丁烷	9.6
1-丁烷	9.7
一氧化碳	4.7
三硫化碳	4.6
二甲醚	8.5
乙烷	8.8
乙醇	8.5
乙烯	7.6
正己烷	9.1
氢气	4.3
硫化氢	9.1
异丁烷	10.3
异丁烯	10.6
甲烷	11.0
甲醇	8.1
正戊烷	9.3
丙烷	9.8
1-丙醇	9.3
2-丙醇	8.7
丙烯	9.3
环氧丙烯	7.7
注：对于此表未列出的可燃物质，使用恒定值2%。	

5.1 实例一

混合气体的例子：

$$5\% (\text{N}_2\text{O}) + 10\% (\text{O}_2) + 85\% (\text{N}_2)$$

计算步骤：

步骤一：对于氮气与氧化性气体的混合气体，确定混合气体中氧化性气体等同于氧气的转换系数 C_i 。

$$C_{\text{N}_2\text{O}}=0.6$$

$$C_{\text{O}_2}=1$$

步骤二：计算混合气体的氧化能力。

$$OP = \sum_i x_i C_i = [(0.05 \times 0.6) + (0.1 \times 1.0)] \times 100\% = 13\%$$

$$OP=13\% < 23.5\%$$

因此该混合气体的氧化性弱于空气，属于非氧化性混合气体。

5.2 实例二

混合气体的例子：

$$20\% (\text{N}_2\text{O}) + 20\% (\text{O}_2) + 40\% (\text{N}_2) + 20\% (\text{CO}_2)$$

计算步骤：

步骤一：对于含有氮气以外的惰性气体与氧化性气体的混合气体，确定混合气体中氧化性气体等同于氧气的转换系数 C_i 和混合气体中不可燃性气体等同于氮气的转换系数 K_k 。

$$C_{\text{N}_2\text{O}}=0.6$$

$$C_{\text{O}_2}=1$$

$$K_{\text{N}_2}=1$$

$$K_{\text{CO}_2}=1.5$$

步骤二：计算混合气体的氧化能力。

$$OP = \frac{\sum_{i=1}^n x_i C_i}{\sum_{i=1}^n x_i + \sum_{k=1}^p K_k B_k} = \frac{(0.2 \times 0.6) + (0.2 \times 1)}{0.2 + 0.2 + (0.4 \times 1) + (0.2 \times 1.5)} \times 100\% = 29\%$$

$$OP=29\% > 23.5\%$$

因此该混合气体的氧化性强于空气，属于氧化性混合气体。

5.3 实例三

混合气体的例子：

$$5\% (\text{H}_2) + 3\% (\text{O}_2) + 92\% (\text{N}_2)$$

计算步骤：

步骤一：对于含有一种可燃性气体和氧气的混合气体，应确定混合气体中可燃性气体与氮气混合气体在空气中不可燃的可燃性气体最高含量 T_{ci} ，可燃性气体在空气中的燃烧下限 L_i 。

$$T_{c(\text{H}_2)}=5.5\%$$

$$L_{\text{H}_2}=4\%$$

步骤二：计算混合气体的性质。

$$T_{ci, F} = T_{ci} \times \left(1 - \frac{X_{\text{O}_2}}{21\%}\right) = 5.5\% \times \left[1 - \left(\frac{3\%}{21\%}\right)\right] = 4.71\%$$

可燃性气体浓度 $5\% > L_i$, 4%

可燃性气体浓度 $5\% > T_{ci, F}$, 4.71%

因此该混合气体为可燃性混合气体。

5.4 实例四

混合物的例子：

$$2\% (\text{H}_2) + 1\% (\text{CH}_4) + 13\% (\text{O}_2) + 84\% (\text{N}_2)$$

计算步骤：

步骤一：对于含有多个可燃性气体和氧气的混合气体，应确定混合气体中可燃性气体与氮气混合气体在空气中不可燃的可燃性气体最高含量 T_{ci} ，可燃性气体在空气中的燃烧下限 L_i 。含有可燃性气体的混合气体在空气中的燃烧下限和不可燃的可燃性气体最高含量直接由Le Chatelier公式求得。

$$T_{c(\text{H}_2)} = 5.5\%$$

$$T_{c(\text{CH}_4)} = 8.7\%$$

$$L_{\text{H}_2} = 4\%$$

$$L_{\text{CH}_4} = 4.4\%$$

步骤二：计算混合气体的性质。

可燃性气体浓度=2%+1%=3%

$$L_m = \frac{\sum A_i}{\sum (A/L)_i} = \frac{(2\% + 1\%)}{[(2\%)/(4\%) + (1\%)/(4.4\%)]} = 4.12\%$$

$$T_m = \frac{\sum A_i}{\sum (A/T_{ci})} = \frac{(2\% + 1\%)}{[(2\%)/(5.5\%) + (1\%)/(8.7\%)]} = 6.27\%$$

$$T_{ci, F} = T_m \times \left(1 - \frac{X_{\text{O}_2}}{21\%}\right) = 6.27\% \times \left[1 - \left(\frac{13\%}{21\%}\right)\right] = 2.39\%$$

可燃性气体浓度 $3\% < L_m$, 4.12%

可燃性气体浓度 $3\% > T_{ci, F}$, 2.39%

因此该混合气体为不可燃性混合气体。

5.5 实例五

混合气体的例子：

$$10\% (\text{CO}) + 5\% (\text{O}_2) + 10\% (\text{N}_2) + 20\% (\text{CO}_2) + 25\% (\text{Ar}) + 30\% (\text{Ne})$$

计算步骤：

步骤一：对于含有一个可燃性气体、多个惰性气体和氧气的混合气体，应先将惰性气体的摩尔分数乘以表1内的 K_k 值，将可燃性气体、氧化性气体和当量氮气的相对体积调至（标准化）到100%。

应确定混合气体中可燃性气体与氮气混合气体在空气中不可燃的可燃气体最高含量 T_{ci} ，可燃气体在空气中的燃烧下限 L_i 。

$$F = \frac{100}{100 + \sum_{K=1}^P (K_k - 1) B_k}$$

$$\text{标准化因子 } F = \frac{100}{[100 + (1.5-1) \times 20 + (0.55-1) \times 25 + (0.7-1) \times 30]} = 1.114$$

可燃气体浓度=10%×1.114=11.14%

$$T_{c(\text{CO})} = 15.2\%$$

$$L_{\text{CO}} = 10.9\%$$

$$OP = 5\% \times 1.114 = 5.57\%$$

步骤二：计算混合气体的性质。

$$T_{ci, F} = T_{ci} \times \left(1 - \frac{OP}{21\%}\right) = 15.2\% \times \left[1 - \left(\frac{5.57\%}{21\%}\right)\right] = 11.17\%$$

可燃气体浓度 $11.14\% > L_i, 10.9\%$

可燃气体浓度 $11.14\% < T_{ci, F}, 11.17\%$

因此该混合气体为不可燃性混合气体。

CCGA