



中华人民共和国国家标准

GB 18047—20xx
代替 GB 18047-2017

车用压缩天然气

Compressed natural gas as vehicle fuel

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 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	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 技术要求	2
5 取样	3
6 试验方法	3
7 检验规则	3
8 储存、运输和使用	3
附录 A（规范性） 马达法辛烷值-甲烷值计算方法（MON-MN）	5
A.1 甲烷值的定义	5
A.2 辛烷值与甲烷值	5
附录 B（规范性） 丙烷爆震指数-甲烷值计算方法（PKI-MN）	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。

本文件代替GB 18047-2017《车用压缩天然气》，与GB 18047-2017相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了甲烷值指标（见4.1）；
- b) 更改了氧含量指标（见4.1，2017年版的4.1）；
- c) 更改了组成试验方法（见6.1，2017年版的4.2）；
- d) 更改了总硫试验方法（见6.2，2017年版的4.3）；
- e) 更改了硫化氢试验方法（见6.3，2017年版的4.4）；
- f) 将“附录A”由资料性附录更改为规范性附录（见附录A，2017年版的附录A）；
- g) 增加了“PKI-MN”甲烷值计算方法作为附录B（见附录B）。

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。

本文件由国家能源局提出并归口。

本文件及其所替代文件的历次版本发布情况为：

——2000年首次发布为GB 18047-2000，2017年第一次修订。

——本次为第二次修订。

车用压缩天然气

1 范围

本文件规定了车用压缩天然气的技术要求、试验方法、检验规则、储存、运输和使用。
本文件适用于压力不大于25 MPa，作为车用燃料的压缩天然气。

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 11060.1 天然气 含硫化合物的测定 第1部分：用碘量法测定硫化氢含量
- GB/T 11060.2 天然气 含硫化合物的测定 第2部分：用亚甲蓝法测定硫化氢含量
- GB/T 11060.3 天然气 含硫化合物的测定 第3部分：用乙酸铅反应速率双光路检测法测定硫化氢含量
- GB/T 11060.4 天然气 含硫化合物的测定 第4部分：用氧化微库仑法测定总硫含量
- GB/T 11060.5 天然气 含硫化合物的测定 第5部分：用氢解-速率计比色法测定总硫含量
- GB/T 11060.8 天然气 含硫化合物的测定 第8部分：用紫外荧光法测定总硫含量
- GB/T 11060.10 天然气 含硫化合物的测定 第10部分：用气相色谱法测定硫化物
- GB/T 11060.12 天然气 含硫化合物的测定 第12部分：用激光吸收光谱法测定硫化氢含量
- GB/T 11060.13 天然气 含硫化合物的测定 第13部分：用紫外吸收法测定硫化氢含量
- GB/T 11062 天然气发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法
- GB 13392 道路运输危险货物车辆标志
- GB/T 13609 天然气取样导则
- GB/T 13610 天然气的组成分析 气相色谱法
- GB 17258 汽车用压缩天然气钢瓶
- GB/T 17281 天然气中丁烷至十六烷烃类的测定 气相色谱法
- GB/T 17283 天然气水露点的测定 冷却镜面凝析湿度计法
- GB/T 18619.1 天然气中水含量的测定 卡尔费休-库仑法
- GB 19158 站用压缩天然气钢瓶
- GB 20300 道路运输爆炸品和剧毒化学品车辆安全技术条件
- GB/T 21069 天然气高压下水含量的测定
- GB/T 22634 天然气水含量与水露点之间的换算
- GB/T 27894（所有部分） 天然气 在一定不确定度下用气相色谱法测定组成
- GB/T 27896 天然气中水含量的测定 电子分析法
- GB/T 30490 天然气自动取样方法
- GB/T 33440 天然气互换性一般要求
- GB/T 35211 天然气发热量的测量 连续燃烧法
- GB/T 43503 天然气 氧气含量的测定 电化学法

TSG R0004 固定式压力容器安全技术监察规程
 TSG R0005 移动式压力容器安全技术监察规程
 TSG 23 气瓶安全技术规程
 HB 4443 气瓶运输车
 SY/T 7379 天然气 水含量的测定 激光吸收光谱法
 SY/T 7507 天然气中水含量的测定 电解法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

压缩天然气 compressed Natural Gas

以储存和运输为目的，经处理后压缩的天然气。

注：压缩天然气主要用作车辆的燃料，典型的是以气态压缩至20 MPa。

3.2

车用压缩天然气 compressed Natural Gas as Vehicle Fuel

以专用压力容器储存的，用作车用燃料的压缩天然气。

3.3

甲烷值 methane Number

评定燃料气抗爆性的一项指标。

注：甲烷值可以与汽油的辛烷值相类比。甲烷值表示为某种甲烷-氢混合物中甲烷的体积百分数；在标准条件下的试验发动机中，该混合物与被测定燃料气具有同样的抗爆倾向。

[来源: ISO 14532:2014, 2.6.6.1]

4 技术要求

4.1 车用压缩天然气的技术指标应符合表 1 的规定。

4.2 同一地区的车用压缩天然气应符合 GB/T 33440 对于燃气互换性的要求。

表 1 车用压缩天然气的技术指标

项 目	技术指标
高位发热量 ^a / (MJ/m ³)	≥31.4
甲烷值	≥65
总硫(含加臭剂, 以硫计) ^a / (mg/m ³)	≤100
硫化氢 ^a / (mg/m ³)	≤15
二氧化碳(摩尔分数/%)	≤3.0
氧气(摩尔分数/%)	≤0.1

水 ^a / (mg/m ³)	在汽车驾驶的特定地理区域内, 在压力不大于 25 MPa 和环境温度不低于-13 ℃的条件下, 水的质量浓度应不大于 30 mg/m ³ 。
水露点/℃	在汽车驾驶的特定地理区域内, 在压力不大于 25 MPa 和环境温度低于-13 ℃的条件下, 水露点应比最低环境温度低 5 ℃。
a 本文件中气体体积的标准参比条件是 101.325 kPa, 20 ℃。	

5 取样

车用压缩天然气的取样应按GB/T 13609或GB/T 30490执行, 取样点应在合同规定的车用压缩天然气交接点。

6 试验方法

- 6.1 车用压缩天然气高位发热量按 GB/T 11062 计算, 也可按 GB/T 35211 直接测量。计算时所依据的车用压缩天然气组成的测定可按 GB/T 13610 或 GB/T 27894 执行, 仲裁试验应按 GB/T 13610 执行。
- 6.2 车用压缩天然气中总硫含量的测定按 GB/T 11060.4、GB/T 11060.5、GB/T 11060.8 或 GB/T 11060.10 执行, 仲裁试验应按 GB/T 11060.8 执行。
- 6.3 车用压缩天然气中硫化氢含量的测定按 GB/T 11060.1、GB/T 11060.2、GB/T 11060.3、GB/T 11060.10、GB/T 11060.12 或 GB/T 11060.13 执行, 仲裁试验应按 GB/T 11060.1 执行。
- 6.4 车用天然气中二氧化碳含量的测定按 GB/T 13610 或 GB/T 27894 执行, 仲裁试验应按 GB/T 13610 执行。
- 6.5 车用天然气中氧气含量的测定应按 GB/T 13610、GB/T 27894 或 GB/T 43503 执行, 仲裁试验应按 GB/T 13610 执行。
- 6.6 车用压缩天然气水露点测定按 GB/T 17283 执行, 含水量测定按 GB/T 18619.1、GB/T 21069 或 GB/T 27896、SY/T 7379 或 SY/T 7507 执行, 当水露点已知时, 可按 GB/T 22634 将其换算到标准参比条件下的含水量, 仲裁试验应按 GB/T 17283 执行。
- 6.7 甲烷值的计算应按照附录 A 给出的马达法辛烷值-甲烷值计算方法或附录 B 给出丙烷爆震指数-甲烷值计算方法执行, 仲裁试验应按丙烷爆震指数-甲烷值计算方法执行。

7 检验规则

- 7.1 正常生产时, 每天应对产品水含量进行检验, 以确保压缩天然气中不存在液态水。
- 7.2 初次投入生产时, 应按本文件规定的技术要求进行全面检验。
- 7.3 贸易交接时, 由交接双方商定检验周期和检验项目, 每周期内进行一次检验。

8 储存、运输和使用

- 8.1 车用压缩天然气的储存容器应符合 TSGR 0004 或 GB 19158 的有关规定。车用压缩天然气钢瓶应符合 GB/T 17258 的有关规定, 车用压缩天然气运输容器应符合 HB 4443、TSG R0005 和 TSG 23 的有关规定, 车用压缩天然气运输应符合 GB 13392 和 GB 20300 的有关规定。
- 8.2 在操作压力和温度下, 车用压缩天然气中不应存在液态烃。

8.3 车用压缩天然气中固体颗粒直径应小于 5 μm 。

8.4 车用压缩天然气应具有**可以察觉的臭味**。无臭味或臭味不足的天然气应加臭。加臭剂的最小量应符合当天然气泄漏到空气中，达到爆炸下限的 20%浓度时，应能察觉。加臭剂常用具有明显臭味的化合物配制。

附录 A (规范性)

马达法辛烷值-甲烷值计算方法 (MON-MN)

A.1 甲烷值的定义

甲烷值MN Methane Number

表示点燃式发动机燃料抗爆性的一个约定数值。

一种气体燃料的甲烷值是用ASTM的辛烷值评定方法,在规定条件下的标准发动机试验中,将该燃料与标准燃料混合物的爆震倾向进行比较而测定的。当被测气体燃料的抗爆性能与按一定比例混合的甲烷和氢气混合气标准燃料的抗爆性能相同时,该标准燃料中甲烷的体积分数的数值是该气体燃料的甲烷值。

A.2 辛烷值与甲烷值

A.2.1 辛烷值与甲烷值的关联

美国气体研究院(GRI)用ASTM的辛烷值评定方法测量了天然气燃料的马达法辛烷值(MON)。测量结果表明,纯甲烷的MON在140左右,大多数天然气的MON在115~130之间。丙烷含量高(17%~25%)的调峰气的MON为96~97。美国气体研究院通过研究分别推导出两个与实验数据非常吻合的、组成或氢碳比与辛烷值的关联式,可适用于大多数常规天然气。此外,还有两个用实验数据推导的辛烷值与甲烷值的关联式。这些关联式如下。

A.2.2 天然气组成与辛烷值的线性关联式:

$$MON = 137.78x_1 + 29.948x_2 - 18.193x_3 - 167.062x_4 + 181.233x_5 + 26.994x_6 \quad (A.1)$$

式中: MON ——马达法辛烷值;

x_i ——组分*i*的摩尔分数,各组分的代号和名称见表A1。

表 A.1 气体燃料中组分代号和名称

组分代号	1	2	3	4	5	6
组分名称	甲烷	乙烷	丙烷	丁烷	二氧化碳	氮气

A.2.3 天然气氢碳比与辛烷值关联式:

$$MON = -406.14 + 508.04R - 173.55R^2 + 20.17R^3 \dots \dots \dots (A.2)$$

式中: R ——气体燃料氢原子与碳原子数目的比值。

A.2.4 天然气甲烷值与辛烷值的关联式:

$$MN = 1.445MON - 103.42 \dots \dots \dots (A.3)$$

$$MON = 0.679MN + 72.3 \dots \dots \dots (A.4)$$

式A3和式A4不是完全线性的 ($r^2=0.98$), 因此, 这两个关联式相互间并不是完全可逆的。

附录 B

(规范性)

丙烷爆震指数-甲烷值计算方法 (PKI-MN)

气体燃料的甲烷值可以根据其组成采用几种不同的方法计算,不同方法的计算结果亦不相同。应采用本附录中描述的方法计算甲烷值 (PKI)。

DNV GL®开发了一种甲烷值方法 (“PKI-MN”),该方法基于燃料混合物本身的燃烧特性来表征气体的抗爆性。PKI-MN法基于甲烷-丙烷比例 (PKI, 丙烷爆震指数),在相同发动机条件下将被测气体的抗爆性与甲烷-丙烷气体混合物的抗爆性进行比较。

注2: DNV GL是DNV GL AS公司的商标。该信息仅为方便本文件用户之用,并不代表对其的认可。

用多项式(B.1)计算PKI值,该计算适用于PKI值 ≤ 20 (或 $MN_{(PKI)} \geq 53$,见下文),被测气体组成范围见表B.1。

$$PKI = \sum \alpha_i X_i^n + \sum \beta_{i^n * j^m} X_i^n X_j^m \dots \dots \dots (B.1)$$

其中:

X_i —(归一化)摩尔分数;

i —CH₄, C₂H₆, C₃H₈, i-C₄H₁₀, n-C₄H₁₀, n-C₅H₁₂, i-C₅H₁₂, neo-C₅H₁₂, CO₂, CO, H₂ 和 N₂;

j —C₂H₆, C₃H₈, i-C₄H₁₀, n-C₄H₁₀, n-C₅H₁₂, i-C₅H₁₂, neo-C₅H₁₂, CO₂, CO, H₂ 和 N₂;

n —等于 1 至 4;

m —等于 1、2;

α 和 β 值见表 B.1。

表 B.1 式(B.1)中的 α 和 β 系数

系数	值	描述
α_{CH_4}	569.2855	CH ₄
$\alpha_{(CH_4)^2}$	-650.8543	CH ₄ ²
$\alpha_{(CH_4)^3}$	64.35958	CH ₄ ³
$\alpha_{(CH_4)^4}$	17.21496	CH ₄ ⁴
$\alpha_{C_2H_6}$	-645.1	C ₂ H ₆
$\alpha_{(C_2H_6)^2}$	694.2294	C ₂ H ₆ ²
$\alpha_{(C_2H_6)^3}$	-675.3811	C ₂ H ₆ ³
$\alpha_{(C_2H_6)^4}$	1 474.79079137333	C ₂ H ₆ ⁴
$\alpha_{C_3H_8}$	499.3985	C ₃ H ₈
$\alpha_{(C_3H_8)^2}$	-576.6659	C ₃ H ₈ ²
$\alpha_{(C_3H_8)^3}$	252.1937	C ₃ H ₈ ³
$\alpha_{(C_3H_8)^4}$	593.959	C ₃ H ₈ ⁴
$\alpha_{n-C_4H_{10}}$	934.4663	N_C ₄
$\alpha_{(n-C_4H_{10})^2}$	-86.87236	N_C ₄ ²
$\alpha_{(n-C_4H_{10})^3}$	-20418.91	N_C ₄ ³
$\alpha_{(n-C_4H_{10})^4}$	633286.6	N_C ₄ ⁴

表B.1 式(B.1)中的 α 和 β 系数(续)

系数	值	描述
$\alpha_{\text{iso-C4H10}}$	735.2388	I_C4
$\alpha_{(\text{iso-C4H10})^2}$	-3182.614	I_C4^2
$\alpha_{(\text{iso-C4H10})^3}$	20945.19	I_C4^3
$\alpha_{(\text{iso-C4H10})^4}$	159067.9	I_C4^4
$\alpha_{\text{n-C4H10}}$	2 571.93079360535	N_C5
$\alpha_{(\text{n-C5H12})^2}$	10516.49	N_C5^2
$\alpha_{(\text{n-C5H12})^3}$	-7.71E+14	N_C5^3
$\alpha_{(\text{n-C5H12})^4}$	28633476	N_C5^4
$\alpha_{\text{iso-C5H12}}$	-3582.968	I_C5
$\alpha_{(\text{iso-C5H12})^2}$	0	I_C5^2
$\alpha_{(\text{iso-C5H12})^3}$	4.03E+14	I_C5^3
$\alpha_{(\text{iso-C5H12})^4}$	-11917334	I_C5^4
$\alpha_{\text{neo-C5H12}}$	1123.396	NEC5
$\alpha_{(\text{neo-C5H12})^2}$	1679.728	NEC5^2
$\alpha_{(\text{neo-C5H12})^3}$	-1.72E+14	NEC5^3
$\alpha_{(\text{neo-C5H12})^4}$	3467919	NEC5^4
α_{N2}	-469.4281	N2
$\alpha_{(\text{N2})^2}$	352.6881	N2^2
$\alpha_{(\text{N2})^3}$	-220.4917	N2^3
$\alpha_{(\text{N2})^4}$	1419.68	N2^4
α_{CO2}	-953.4603	CO2
$\alpha_{(\text{CO2})^2}$	1148.487	CO2^2
$\alpha_{(\text{CO2})^3}$	-601.3399	CO2^3
$\alpha_{(\text{CO2})^4}$	448.1256	CO2^4
α_{CO}	-5813.76	CO
$\alpha_{(\text{CO})^2}$	5511.721	CO^2
$\alpha_{(\text{CO})^3}$	1647.043	CO^3
$\alpha_{(\text{CO})^4}$	-3471.242	CO^4
α_{H2}	-906.8599	H2
$\alpha_{(\text{H2})^2}$	1059.748	H2^2
$\alpha_{(\text{H2})^3}$	-1302.862	H2^3
$\alpha_{(\text{H2})^4}$	3639.859	H2^4
$\beta_{\text{CH4} \times \text{C2H6}}$	201.7889	CH4*C2H6
$\beta_{\text{CH4} \times \text{C3H8}}$	-865.8567	CH4*C3H8
$\beta_{\text{CH4} \times \text{n-C4H10}}$	-1210.228	CH4*N_C4
$\beta_{(\text{CH4} \times \text{n-C4H10})^2}$	1331.556	(CH4*N_C4)^2
$\beta_{\text{CH4} \times \text{n-C4H10}}$	-1023.278	CH4*I_C4

表B.1 式(B.1)中的 α 和 β 系数(续)

系数	值	描述
$\beta_{(\text{CH}_4 \times \text{n-C}_4\text{H}_{10})^2}$	1550.095	$(\text{CH}_4 * \text{I}_{\text{C}_4})^2$
$\beta_{\text{CH}_4 \times \text{n-C}_5\text{H}_{12}}$	-2811.677	$\text{CH}_4 * \text{N}_{\text{C}_5}$
$\beta_{\text{CH}_4 \times \text{iso-C}_5\text{H}_{12}}$	3363.982	$\text{CH}_4 * \text{I}_{\text{C}_5}$
$\beta_{\text{CH}_4 \times \text{neo-C}_5\text{H}_{12}}$	-1534.526	$\text{CH}_4 * \text{NEC}_5$
$\beta_{\text{CH}_4 \times \text{N}_2}$	-1.053973	$\text{CH}_4 * \text{N}_2$
$\beta_{\text{CH}_4 \times \text{CO}_2}$	473.5748	$\text{CH}_4 * \text{CO}_2$
$\beta_{(\text{CH}_4 \times \text{CO}_2)^2}$	-308.259	$(\text{CH}_4 * \text{CO}_2)^2$
$\beta_{\text{CH}_4 \times \text{CO}}$	5356.434	$\text{CH}_4 * \text{CO}$
$\beta_{\text{CH}_4 \times \text{H}_2}$	118.6856	$\text{CH}_4 * \text{H}_2$
$\beta_{\text{CH}_4 \times (\text{H}_2)^2}$	252.8852	$\text{CH}_4 * (\text{H}_2^2)$
$\beta_{(\text{CH}_4)^2 \times \text{H}_2}$	325.3052	$(\text{CH}_4^2) * \text{H}_2$
$\beta_{\text{C}_2\text{H}_6 \times \text{C}_3\text{H}_8}$	0	$\text{C}_2\text{H}_6 * \text{C}_3\text{H}_8$
$\beta_{\text{C}_2\text{H}_6 \times \text{n-C}_4\text{H}_{10}}$	-437.6954	$\text{C}_2\text{H}_6 * \text{N}_{\text{C}_4}$
$\beta_{\text{C}_2\text{H}_6 \times \text{iso-C}_4\text{H}_{10}}$	-109.9838	$\text{C}_2\text{H}_6 * \text{I}_{\text{C}_4}$
$\beta_{\text{C}_2\text{H}_6 \times \text{n-C}_5\text{H}_{12}}$	-1870.347	$\text{C}_2\text{H}_6 * \text{N}_{\text{C}_5}$
$\beta_{\text{C}_2\text{H}_6 \times \text{iso-C}_5\text{H}_{12}}$	3909.509	$\text{C}_2\text{H}_6 * \text{I}_{\text{C}_5}$
$\beta_{\text{C}_2\text{H}_6 \times \text{neo-C}_5\text{H}_{12}}$	-886.5785	$\text{C}_2\text{H}_6 * \text{NEC}_5$
$\beta_{\text{C}_2\text{H}_6 \times \text{N}_2}$	968.8876	$\text{C}_2\text{H}_6 * \text{N}_2$
$\beta_{\text{C}_2\text{H}_6 \times \text{N}_2}$	267.4728	$(\text{C}_2\text{H}_6^2) * \text{N}_2$
$\beta_{\text{C}_2\text{H}_6 \times (\text{N}_2)^2}$	337.4649	$\text{C}_2\text{H}_6 * (\text{N}_2^2)$
$\beta_{\text{C}_2\text{H}_6 \times \text{CO}_2}$	1431.95	$\text{C}_2\text{H}_6 * \text{CO}_2$
$\beta_{\text{C}_2\text{H}_6 \times \text{CO}}$	6463.144	$\text{C}_2\text{H}_6 * \text{CO}$
$\beta_{\text{C}_2\text{H}_6 \times \text{H}_2}$	1865.091	$\text{C}_2\text{H}_6 * \text{H}_2$
$\beta_{\text{C}_3\text{H}_8 \times \text{n-C}_4\text{H}_{10}}$	-118.4902	$\text{C}_3\text{H}_8 * \text{N}_{\text{C}_4}$
$\beta_{\text{C}_3\text{H}_8 \times \text{iso-C}_4\text{H}_{10}}$	0	$\text{C}_3\text{H}_8 * \text{I}_{\text{C}_4}$
$\beta_{\text{C}_3\text{H}_8 \times \text{n-C}_5\text{H}_{12}}$	-1734.806	$\text{C}_3\text{H}_8 * \text{N}_{\text{C}_5}$
$\beta_{\text{C}_3\text{H}_8 \times (\text{n-C}_5\text{H}_{12})^2}$	1.28E+14	$\text{C}_3\text{H}_8 * (\text{N}_{\text{C}_5}^2)$
$\beta_{(\text{C}_3\text{H}_8)^2 \times \text{n-C}_5\text{H}_{12}}$	11318.42	$(\text{C}_3\text{H}_8^2) * \text{N}_{\text{C}_5}$
$\beta_{\text{C}_3\text{H}_8 \times \text{iso-C}_5\text{H}_{12}}$	3318.968	$\text{C}_3\text{H}_8 * \text{I}_{\text{C}_5}$
$\beta_{\text{C}_3\text{H}_8 \times \text{neo-C}_5\text{H}_{12}}$	0	$\text{C}_3\text{H}_8 * \text{NEC}_5$
$\beta_{\text{C}_3\text{H}_8 \times \text{N}_2}$	13.34534	$\text{C}_3\text{H}_8 * \text{N}_2$
$\beta_{\text{C}_3\text{H}_8 \times \text{CO}_2}$	292.2753	$\text{C}_3\text{H}_8 * \text{CO}_2$
$\beta_{\text{C}_3\text{H}_8 \times \text{CO}}$	5403.503	$\text{C}_3\text{H}_8 * \text{CO}$
$\beta_{(\text{C}_3\text{H}_8)^2 \times \text{CO}}$	2333.823	$(\text{C}_3\text{H}_8^2) * \text{CO}$
$\beta_{\text{C}_3\text{H}_8 \times \text{H}_2}$	957.8873	$\text{C}_3\text{H}_8 * \text{H}_2$
$\beta_{\text{n-C}_4\text{H}_{10} \times \text{iso-C}_4\text{H}_{10}}$	3500.703	$\text{N}_{\text{C}_4} * \text{I}_{\text{C}_4}$
$\beta_{\text{n-C}_4\text{H}_{10} \times \text{n-C}_5\text{H}_{12}}$	-4737.328	$\text{N}_{\text{C}_4} * \text{N}_{\text{C}_5}$

表B.1 式(B.1)中的 α 和 β 系数(续)

系数	值	描述
$\beta_{n-C4H10} \times (n-C5H12)^2$	5.26E+14	$NC_4*(NC_5^2)$
$\beta_{(n-C4H10)2} \times n-C5H12$	2.98E+14	$(NC_4^2)*NC_5$
$\beta_{n-C4H10} \times iso-C5H12$	6095.06	$N_C_4*I_C_5$
$\beta_{n-C4H10} \times neo-C5H12$	-953.0022	$N_C_4*NEC_5$
$\beta_{n-C4H10} \times N_2$	0	$N_C_4*N_2$
$\beta_{n-C4H10} \times CO_2$	-103.5715	$N_C_4*CO_2$
$\beta_{n-C4H10} \times CO$	5869.191	N_C_4*CO
$\beta_{n-C4H10} \times H_2$	1267.62	$N_C_4*H_2$
$\beta_{iso-C4H10} \times n-C5H12$	5056.603	$I_C_4*N_C_5$
$\beta_{iso-C4H10} \times iso-C5H12$	6619.279	$I_C_4*I_C_5$
$\beta_{iso-C4H10} \times neo-C5H12$	-1363.961	$I_C_4*NEC_5$
$\beta_{iso-C4H10} \times N_2$	1.48E+14	$I_C_4*N_2$
$\beta_{iso-C4H10} \times CO_2$	211.7526	$I_C_4*CO_2$
$\beta_{iso-C4H10} \times CO$	5786.325	I_C_4*CO
$\beta_{iso-C4H10} \times H_2$	1458.461	$I_C_4*H_2$
$\beta_{n-C5H12} \times iso-C5H12$	1.23E+13	$N_C_5*I_C_5$
$\beta_{n-C5H12} \times neo-C5H12$	0	$N_C_5*NEC_5$
$\beta_{n-C5H12} \times N_2$	-1573.689	$N_C_5*N_2$
$\beta_{n-C5H12} \times CO_2$	-898.4669	$N_C_5*CO_2$
$\beta_{(n-C5H12)2} \times CO_2$	-42401.41	$(N_C_5^2)*CO_2$
$\beta_{n-C5H12} \times CO$	3985.11	N_C_5*CO
$\beta_{(n-C5H12)2} \times CO$	48265.32	$(N_C_5^2)*CO$
$\beta_{n-C5H12} \times H_2$	-1112.444	$N_C_5*H_2$
$\beta_{(n-C5H12)2} \times H_2$	99558.33	$(N_C_5^2)*H_2$
$\beta_{iso-C5H12} \times neo-C5H12$	3773.449	$I_C_5*NEC_5$
$\beta_{iso-C5H12} \times N_2$	4490.678	$I_C_5*N_2$
$\beta_{iso-C5H12} \times CO_2$	5122.01	$I_C_5*CO_2$
$\beta_{(iso-C5H12)2} \times CO_2$	-28087.85	$(I_C_5^2)*CO_2$
$\beta_{iso-C5H12} \times CO$	10248.34	I_C_5*CO
$\beta_{iso-C5H12} \times H_2$	5464.935	$I_C_5*H_2$
$\beta_{neo-C5H12} \times H_2$	-642.1708	NEC_5*N_2
$\beta_{neo-C5H12} \times CO_2$	0	NEC_5*CO_2
$\beta_{(neo-C5H12)2} \times CO_2$	-11320.11	$(NEC_5^2)*CO_2$
$\beta_{neo-C5H12} \times CO$	4772.677	NEC_5*CO
$\beta_{neo-C5H12} \times H_2$	0	NEC_5*H_2
$\beta_{N_2} \times CO_2$	1156.2	N_2*CO_2
$\beta_{(N_2)2} \times CO_2$	359.3422	$(N_2^2)*CO_2$

表B.1 式(B.1)中的 α 和 β 系数(续)

系数	值	描述
$\beta_{N_2 \times CO}$	6076.818	$N_2 \cdot CO$
$\beta_{(N_2)_2 \times CO}$	389.8532	$(N_2^2) \cdot CO$
$\beta_{N_2 \times (CO)^2}$	367.3194	$N_2 \cdot (CO^2)$
$\beta_{N_2 \times H_2}$	1506.656	$N_2 \cdot H_2$
$\beta_{CO_2 \times CO}$	6557.376	$CO_2 \cdot CO$
$\beta_{(CO_2 \times CO)^2}$	1824.586	$(CO_2 \cdot CO)^2$
$\beta_{CO_2 \times H_2}$	1924.918	$CO_2 \cdot H_2$
$\beta_{(CO_2 \times H_2)^2}$	-1656.22	$(CO_2 \cdot H_2)^2$
$\beta_{CO \times H_2}$	6896.458	$CO \cdot H_2$
$\beta_{(CO \times H_2)^2}$	911.7918	$(CO \cdot H_2)^2$

该计算适用于 PKI 值 ≤ 20 (或 $MN_{(PKI)} \geq 53$, 见下文), 被测气体组成范围见表 B.2。

表 B.2 气体组成范围

种类	最低/(%mol:mol)	最高/(%mol:mol)
CH4	65	100
C2H6	0	20
C3H8	0	20
i-C4H10	0	5
n-C4H10	0	5
n-C5H12	0	2
i-C5H12	0	2
neo-C5H12	0	2
C6+	0	1.5
H ₂	0	20
CO	0	10
CO ₂	0	20
N ₂	0	20
H ₂ S	0	0.5

如气体混合物中存在 C₆₊和 H₂S, 为了表示 C₆₊和 H₂S 所占的比例, 根据 DNV GL*的快速压缩机中的自燃测量得出了比例因子。在该算法中, 这些比例因子用于将 C₆₊和 H₂S 对混合气体抗爆性的影响转化为 n-C₅H₁₂ 的当量分数。这些因子用于校正式(B.2)和(B.3)中的甲烷和正戊烷摩尔分数。

$$X_{CH_4, \text{校正}} = X_{CH_4, \text{原值}} - 0.3X_{C_{6+}} \quad (\text{B.2})$$

$$X_{nC_5H_{12}, \text{校正}} = X_{nC_5H_{12}, \text{原值}} + X_{H_2S} + 1.3X_{C_{6+}} \quad (\text{B.3})$$

其中 x 是指摩尔分数。请注意: 只有当气体混合物的总摩尔百分比为 100%时, 该算法的结果才有效。

为了使该方法与当前使用的甲烷值方法类似, 丙烷基比例(PKI)被转换为 0~100 数值范围, 称为 $MN_{(PKI)}$,

见式(B.4):

$$MN_{(PKI)} = a_1 PKI + a_2 PKI^2 + a_3 PKI^3 + a_4 PKI^4 + a_5 PKI^5 + a_6 PKI^6 + b \dots \dots \dots (B.4)$$

使用式(B.4)以及表 B.3 所列的系数, 用式(B.1)计算的 PKI 值被转换为 MN (PKI)。

表 B.3 式(B.4)中将 PKI 转为 MN (PKI)的系数

系数	值
a_1	-9.757977
a_2	1.484961
a_3	-0.139533
a_4	0.007031
a_5	-0.000177
a_6	1.75E-06
b	100

一般来说, α 值用于单个组分, β 值用于单个组分之间的相互作用。

例如, 假设某混合物含 90% CH₄ 和 10% C₂H₆, 则用本附录中式(B.1), 使用表 B.2 中的值计算 PKI。

$$X_{CH_4} = 0.9$$

$$X_{C_2H_6} = 0.1$$

$$PKI = X_{CH_4} \times \alpha_{CH_4} + (X_{CH_4})^2 \times (\alpha_{CH_4})^2 + (X_{CH_4})^3 \times (\alpha_{CH_4})^3 + (X_{CH_4})^4 \times (\alpha_{CH_4})^4 + X_{C_2H_6} \times \alpha_{C_2H_6} + (X_{C_2H_6})^2 \times (\alpha_{C_2H_6})^2 + (X_{C_2H_6})^3 \times (\alpha_{C_2H_6})^3 + (X_{C_2H_6})^4 \times (\alpha_{C_2H_6})^4 + X_{CH_4} \times X_{C_2H_6} \times \beta_{CH_4 \times C_2H_6}$$

$$= 0.9 \times 569.2855360160020 + (0.9 \times 0.9) \times (-650.8543394907) + (0.9 \times 0.9 \times 0.9) \times 64.3595752573862 + (0.9 \times 0.9 \times 0.9 \times 0.9) \times 17.2149592220536 + 0.1 \times (-645.0999666628550) + (0.1 \times 0.1) \times 694.2293768571020 + (0.1 \times 0.1 \times 0.1) \times (-675.3810752311650) + (0.1 \times 0.1 \times 0.1 \times 0.1) \times 1474.79079137333 + 0.1 \times 0.9 \times 201.788909592169$$

$$= 3.4$$

因此, 计算的该混合物 PKI 值为 3.4。

然后用式(A.4), 使用表 A.3 中的值计算 MN (PKI):

$$MN_{(PKI)} = a_1 PKI + a_2 PKI^2 + a_3 PKI^3 + a_4 PKI^4 + a_5 PKI^5 + a_6 PKI^6 + b$$

$$= (-9.757977) \times 3.4 + 1.484961 \times (3.4 \times 3.4) + (-0.139533) \times (3.4 \times 3.4 \times 3.4) + 0.007031306 \times (3.4 \times 3.4 \times 3.4 \times 3.4) + (-0.0001770029) \times (3.4 \times 3.4 \times 3.4 \times 3.4 \times 3.4) + 0.000001751212 \times (3.4 \times 3.4 \times 3.4 \times 3.4 \times 3.4 \times 3.4) + 100$$

$$= 79$$

请注意, 0.9×0.9在数学上等于 (0.9)²。式(B.1)中表示为(例如: 本例中 $X_{CH_4} = 0.9$) $X_{CH_4}^2$ 或 $(X_{CH_4})^2$ 。