ICS 75.160.30
P 45

中华人民共和国国家标准

GB/T 13611—2018
代替 GB/T 13611—2006

城镇燃气分类和基本特性

Classification and basic characteristics of city gas

2018-03-15 发布　　2019-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅰ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　分类原则 …… 2
5　特性指标计算方法 …… 2
6　类别及特性指标 …… 3
7　试验气 …… 3
8　燃烧器具试验气测试压力 …… 6
附录 A（规范性附录）　配制试验气所用单一气体的质量要求及特性值 …… 7
附录 B（资料性附录）　试验用气的配制方法 …… 8
参考文献 …… 11

前　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 13611—2006《城镇燃气分类和基本特性》，与 GB/T 13611—2006 相比主要技术变化如下：

——修改了城镇燃气分类原则（见 4.1，2006 年版的 4.1）；

——修改了城镇燃气的类别及特性指标（见 4.3，2006 年版的 4.3）；

——增加了液化石油气混空气、二甲醚气、沼气（见 4.3）；

——修改了城镇燃气的试验气（见 4.4，2006 年版的 4.4）；

——增加了城镇燃气燃烧器具试验气测试压力（见 4.5）；

——增加了试验用气的配制方法（见附录 B）；

——删除了本标准与 BS EN437：1994 和 EN 30-1-1：1999 的对比（见 2006 年版的附录 C）。

本标准由中华人民共和国住房和城乡建设部提出并归口。

本标准起草单位：中国市政工程华北设计研究总院有限公司、石油工业天然气质量监督检验中心、深圳市燃气集团股份有限公司、济南港华燃气有限公司、北京市燃气集团研究院、中国燃气控股有限公司、昆仑能源有限公司、青岛经济技术开发区海尔热水器有限公司、宁波方太厨具有限公司、艾欧史密斯（中国）热水器有限公司、芜湖美的厨卫电器制造有限公司、广东万家乐燃气具有限公司、广东万和新电气股份有限公司、北京菲斯曼供热技术有限公司、能率（中国）投资有限公司、浙江帅丰电器有限公司、博西华电器（江苏）有限公司、中山百得厨卫有限公司、上海梦地工业自动控制系统股份有限公司 、瑞必科净化设备（上海）有限公司、国家燃气用具质量监督检验中心。

本标准主要起草人：高文学、王启、周理、刘建辉、郭军、刘丽珍、高慧娜、苗永健、刘云、郑军妹、毕大岩、徐国平、余少言、张华平、邵柏桂、张坤东、邵于佶、王海云、高强、金建民、白学萍、渠艳红。

本标准所代替标准历次版本发布情况为：

——GB/T 13611—1992、GB/T 13611—2006。

城镇燃气分类和基本特性

1 范围

本标准规定了城镇燃气的分类原则、特性指标计算方法、类别和特性指标要求、城镇燃气试验气，以及城镇燃气燃烧器具试验气测试压力。

本标准适用于作为城镇燃料使用的各种燃气的分类。

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 11062 天然气 发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

城镇燃气 city gas

符合规范的燃气质量要求，供给居民生活、商业(公共建筑)和工业企业生产作燃料用的公用性质的燃气。

注：城镇燃气一般包括人工煤气、天然气、液化石油气、液化石油气混空气、二甲醚气、沼气。

3.2

基准状态 reference conditions

温度为 15 ℃，绝对压力为 101.325 kPa 条件下的干燥燃气状态。

[GB/T 16411—2008，定义 3.1]

3.3

热值 heating value；calorific value

规定量的燃气完全燃烧所释放出的热量。

注：其中，释放出的包括烟气中水蒸气汽化潜热在内的热量称为高热值，释放出的不包括烟气中水蒸气汽化潜热的热量称为低热值。

[改写 GB/T 12206—2006，定义 3.1]

3.4

相对密度 relative density；specific gravity

一定体积干燃气的质量与同温度同压力下等体积的干空气质量的比值。

注：相对密度为无量纲量，以符号 d 表示。

[GB/T 12206—2006，定义 3.5]

3.5

华白数 Wobbe number；Wobbe index

燃气的热值与其相对密度平方根的比值。

3.6

基准气　reference gas

基准燃气

代表某一类燃气的标准气体。

3.7

界限气　limit gas

界限燃气

根据燃气允许的波动范围配制的标准气体。

4　分类原则

城镇燃气应按燃气类别及其特性指标华白数 W 分类，并应控制华白数 W 和热值 H 的波动范围。

5　特性指标计算方法

5.1　热值

热值可按式(1)计算：

$$H=\frac{1}{100}(H_1f_1+H_2f_2+H_3f_3+\cdots H_nf_n)=\frac{1}{100}\sum_{r=1}^{n}H_rf_r \quad \cdots\cdots(1)$$

式中：

H ——燃气热值(分高热值 H_s 和低热值 H_i)，单位为兆焦耳每立方米(MJ/m³)；

H_r ——燃气中 r 可燃组分的热值，单位为兆焦耳每立方米(MJ/m³)；

f_r ——燃气中 r 可燃组分的体积分数，%。

5.2　相对密度

相对密度可按式(2)计算：

$$d=\frac{1}{100}(d_1f_1+d_2f_2+d_3f_3+\cdots d_nf_n)=\frac{1}{100}\sum_{v=1}^{n}d_vf_v \quad \cdots\cdots(2)$$

式中：

d ——燃气相对密度(空气相对密度为 1)；

d_v ——燃气中 v 可燃组分的相对密度；

f_v ——燃气中 v 可燃组分的体积分数，%。

5.3　华白数

华白数可按式(3)计算：

$$W=\frac{H}{\sqrt{d}} \quad \cdots\cdots(3)$$

式中：

W ——燃气华白数(分高华白数 W_s 和低华白数 W_i)，单位为兆焦耳每立方米(MJ/m³)；

H ——燃气热值(分高热值 H_s 和低热值 H_i)，单位为兆焦耳每立方米(MJ/m³)；

d ——燃气相对密度(空气相对密度为 1)。

6 类别及特性指标

城镇燃气的类别及特性指标(15 ℃,101.325 kPa,干)应符合表 1 的规定。

表 1 城镇燃气的类别及特性指标

类别		高华白数 W_s/(MJ/m³)		高热值 H_s/(MJ/m³)	
		标准	范围	标准	范围
人工煤气	3R	13.92	12.65～14.81	11.10	9.99～12.21
	4R	17.53	16.23～19.03	12.69	11.42～13.96
	5R	21.57	19.81～23.17	15.31	13.78～16.85
	6R	25.70	23.85～27.95	17.06	15.36 ～18.77
	7R	31.00	28.57～33.12	18.38	16.54 ～20.21
天然气	3T	13.30	12.42～14.41	12.91	11.62 ～14.20
	4T	17.16	15.77～18.56	16.41	14.77 ～18.05
	10T	41.52	39.06～44.84	32.24	31.97 ～35.46
	12T	50.72	45.66～54.77	37.78	31.97 ～43.57
液化石油气	19Y	76.84	72.86～87.33	95.65	88.52 ～126.21
	22Y	87.33	72.86～87.33	125.81	88.52～126.21
	20Y	79.59	72.86～87.33	103.19	88.52 ～126.21
液化石油气混空气	12 YK	50.70	45.71～57.29	59.85	53.87 ～65.84
二甲醚[a]	12 E	47.45	46.98～47.45	59.87	59.27 ～59.87
沼气	6Z	23.14	21.66～25.17	22.22	20.00～24.44

注 1：燃气类别，以燃气的高华白数按原单位为 kcal/m³ 时的数值，除以 1 000 后取整表示，如 12T，即指高华白数约计为 12 000 kcal/m³ 时的天然气。

注 2：3T、4T 为矿井气或混空轻烃燃气，其燃烧特性接近天然气。

注 3：10T、12T 天然气包括干井气、油田气、煤层气、页岩气、煤制天然气、生物天然气。

[a] 二甲醚气应仅用作单一气源，不应掺混使用。

7 试验气

7.1 配制城镇燃气试验气所用单一气体的质量应符合附录 A 的规定。

7.2 所配试验气(15 ℃,101.325 kPa，干)宜符合表 2 的规定。

表 2　城镇燃气试验气

类别		试验气	体积分数/%	相对密度 d	热值/(MJ/m³)		华白数/(MJ/m³)		理论干烟气中 CO_2 体积分数/%
					H_i	H_s	W_i	W_s	
人工煤气	3R	0	$f_{CH_4}=9, f_{H_2}=51, f_{N_2}=40$	0.472	8.27	9.57	12.04	13.92	4.23
		1	$f_{CH_4}=13, f_{H_2}=46, f_{N_2}=41$	0.500	9.12	10.48	12.89	14.81	5.45
		2	$f_{CH_4}=7, f_{H_2}=55, f_{N_2}=38$	0.445	8.00	9.30	12.00	13.94	3.48
		3	$f_{CH_4}=16, f_{H_2}=32, f_{N_2}=52$	0.614	8.71	9.92	11.12	12.65	6.44
	4R	0	$f_{CH_4}=8, f_{H_2}=63, f_{N_2}=29$	0.369	9.16	10.64	15.08	17.53	3.71
		1	$f_{CH_4}=13, f_{H_2}=58, f_{N_2}=29$	0.393	10.35	11.93	16.51	19.03	5.22
		2	$f_{CH_4}=6, f_{H_2}=67, f_{N_2}=27$	0.341	8.89	10.37	15.22	17.76	2.94
		3	$f_{CH_4}=18, f_{H_2}=41, f_{N_2}=41$	0.525	10.31	11.76	14.23	16.23	6.63
	5R	0	$f_{CH_4}=19, f_{H_2}=54, f_{N_2}=27$	0.404	11.98	13.71	18.85	21.57	6.54
		1	$f_{CH_4}=25, f_{H_2}=48, f_{N_2}=27$	0.433	13.41	15.25	20.37	23.17	7.57
		2	$f_{CH_4}=18, f_{H_2}=55, f_{N_2}=27$	0.399	11.74	13.45	18.58	21.29	6.34
		3	$f_{CH_4}=29, f_{H_2}=32, f_{N_2}=39$	0.560	13.13	14.83	17.55	19.81	8.37
	6R	0	$f_{CH_4}=22, f_{H_2}=58, f_{N_2}=20$	0.356	13.41	15.33	22.48	25.70	6.95
		1	$f_{CH_4}=29, f_{H_2}=52, f_{N_2}=19$	0.381	15.18	17.25	24.60	27.95	7.97
		2	$f_{CH_4}=22, f_{H_2}=59, f_{N_2}=19$	0.347	13.51	15.45	22.94	26.23	6.93
		3	$f_{CH_4}=34, f_{H_2}=35, f_{N_2}=31$	0.513	15.14	17.08	21.14	23.85	8.79
	7R	0	$f_{CH_4}=27, f_{H_2}=60, f_{N_2}=13$	0.317	15.31	17.46	27.19	31.00	7.58
		1	$f_{CH_4}=34, f_{H_2}=54, f_{N_2}=12$	0.342	17.08	19.38	29.20	33.12	8.43
		2	$f_{CH_4}=25, f_{H_2}=63, f_{N_2}=12$	0.299	14.94	17.07	27.34	31.23	7.28
		3	$f_{CH_4}=40, f_{H_2}=37, f_{N_2}=23$	0.470	17.39	19.59	25.36	28.57	9.23
天然气	3T	0	$f_{CH_4}=32.5, f_{Air}=67.5$	0.853	11.06	12.28	11.97	13.30	13.19
		1	$f_{CH_4}=35, f_{Air}=65$	0.842	11.91	13.22	12.98	14.41	13.19
		2	$f_{CH_4}=16, f_{H_2}=34, f_{N_2}=50$	0.596	8.92	10.16	11.55	13.16	15.65
		3	$f_{CH_4}=30.5, f_{Air}=69.5$	0.862	10.37	11.52	11.18	12.42	11.73
	4T	0	$f_{CH_4}=41, f_{Air}=59$	0.815	13.95	15.49	15.45	17.16	11.73
		1	$f_{CH_4}=44, f_{Air}=56$	0.802	14.97	16.62	16.71	18.56	11.73
		2	$f_{CH_4}=22, f_{H_2}=36, f_{N_2}=42$	0.553	11.16	12.67	15.01	17.03	7.40
		3	$f_{CH_4}=38, f_{Air}=62$	0.828	12.93	14.36	14.20	15.77	11.73
	10T	0	$f_{CH_4}=86, f_{N_2}=14$	0.613	29.25	32.49	37.38	41.52	11.51
		1	$f_{CH_4}=80, f_{C_3H_8}=7, f_{N_2}=13$	0.678	33.37	36.92	40.53	44.84	11.92
		2	$f_{CH_4}=70, f_{H_2}=19, f_{N_2}=11$	0.508	25.75	28.75	36.13	40.33	10.88

表 2（续）

类别		试验气	体积分数/%	相对密度 d	热值/(MJ/m³)		华白数/(MJ/m³)		理论干烟气中 CO_2 体积分数/%
					H_i	H_s	W_i	W_s	
天然气	10T	3	$f_{CH_4}=82, f_{N_2}=18$	0.629	27.89	30.98	35.17	39.06	11.44
	12T	0	$f_{CH_4}=100$	0.555	34.02	37.78	45.67	50.72	11.73
		1	$f_{CH_4}=87, f_{C_3H_8}=13$	0.684	41.03	45.30	49.61	54.77	12.29
		2	$f_{CH_4}=77, f_{H_2}=23$	0.443	28.54	31.87	42.87	47.88	11.01
		3	$f_{CH_4}=92.5, f_{N_2}=7.5$	0.586	31.46	34.95	41.11	45.66	11.62
液化石油气	19Y	0	$f_{C_3H_8}=100$	1.550	88.00	95.65	70.69	76.84	13.76
		1	$f_{C_4H_{10}}=100$	2.076	116.09	125.81	80.58	87.33	14.06
		2	$f_{C_3H_6}=100$	1.476	82.78	88.52	68.14	72.86	15.05
		3	$f_{C_3H_8}=100$	1.550	88.00	95.65	70.69	76.84	13.76
	22Y	0	$f_{C_4H_{10}}=100$	2.076	116.09	125.81	80.58	87.33	14.06
		1	$f_{C_4H_{10}}=100$	2.076	116.09	125.81	80.58	87.33	14.06
		2	$f_{C_3H_6}=100$	1.476	82.78	88.52	68.14	72.86	15.05
		3	$f_{C_3H_8}=100$	1.550	88.00	95.65	70.69	76.84	13.76
	20Y	0	$f_{C_3H_8}=75, f_{C_4H_{10}}=25$	1.682	95.02	103.19	73.28	79.59	13.85
		1	$f_{C_4H_{10}}=100$	2.076	116.09	125.81	80.58	87.33	14.06
		2	$f_{C_3H_6}=100$	1.476	82.78	88.52	68.14	72.86	15.05
		3	$f_{C_3H_8}=100$	1.550	88.00	95.65	70.69	76.84	13.76
液混气	12YK	0	$f_{LPG}=58, f_{Air}=42$	1.393	55.11	59.85	46.69	50.70	13.85
		1	$f_{C_4H_{10}}=58, f_{Air}=42$	1.622	67.33	72.97	52.87	57.29	14.06
		2	$f_{LPG}=48, f_{Air}=42, f_{H_2}=10$	1.232	46.63	50.74	42.01	45.71	13.62
		3	$f_{C_3H_8}=55, f_{Air}=40, f_{N_2}=5$	1.299	48.40	52.61	42.46	46.16	13.70
二甲醚	12E	0	$f_{CH_3OCH_3}=100$	1.592	55.46	59.87	43.96	47.45	15.05
		1	$f_{CH_3OCH_3}=87, f_{C_3H_8}=13$	1.587	59.69	64.52	47.39	51.23	14.80
		2	$f_{CH_3OCH_3}=77, f_{H_2}=23$	1.242	45.05	48.88	40.43	43.86	14.44
		3	$f_{CH_3OCH_3}=92.5, f_{N_2}=7.5$	1.545	51.30	55.38	41.27	44.55	14.96
沼气	6Z	0	$f_{CH_4}=53, f_{N_2}=47$	0.749	18.03	20.02	20.84	23.14	10.63
		1	$f_{CH_4}=57, f_{N_2}=43$	0.732	19.39	21.54	22.66	25.17	10.78
		2	$f_{CH_4}=41, f_{H_2}=21, f_{N_2}=38$	0.610	16.09	18.03	20.61	23.09	9.60
		3	$f_{CH_4}=50, f_{N_2}=50$	0.761	17.01	18.89	19.50	21.66	10.50

注 1：空气(Air)的体积分数：$f_{O_2}=21\%$，$f_{N_2}=79\%$。

注 2：试验气：0——基准气，1——黄焰和不完全燃烧界限气，2——回火界限气，3——脱火界限气。

注 3：12YK-0，2 中所用 LPG 为 20Y-0 气组分。

注 4：相对密度 d、热值 H 和华白数 W 依据附录 A 中 A.3 的规定计算确定。

7.3 当试验用气不能按照表2规定的试验气体积分数进行配制时，可参照附录B规定的方法配制。

8 燃烧器具试验气测试压力

8.1 家用燃气燃烧器具试验气测试压力

家用燃气燃烧器具试验气测试压力(表压)应符合表3的规定。

表3 城镇家用燃气燃烧器具的试验气测试压力 单位为千帕

序号	类别		额定压力	最小压力	最大压力
1	人工煤气 R	3R	1.0	0.5	1.5
		4R	1.0	0.5	1.5
		5R	1.0	0.5	1.5
		6R	1.0	0.5	1.5
		7R	1.0	0.5	1.5
2	天然气 T	3T	1.0	0.5	1.5
		4T	1.0	0.5	1.5
		10T	2.0	1.0	3.0
		12T	2.0	1.0	3.0
3	液化石油气 Y	19Y	2.8	2.0	3.3
		22Y	2.8	2.0	3.3
		20Y	2.8	2.0	3.3
4	液化石油气混空气 YK	12YK	2.0	1.0	3.0
5	二甲醚 E	12E	2.0	1.0	3.0
6	沼气 Z	6Z	1.6	0.8	2.4

8.2 非家用燃气燃烧器具试验气测试压力

非家用燃气燃烧器具试验气测试压力及其波动范围，宜按照各用户用气设备的额定压力确定。

附 录 A
（规范性附录）
配制试验气所用单一气体的质量要求及特性值

A.1 配制试验气所用单一气体，其纯度不应低于下述值：

a) 氮气(N_2)99%；

b) 氢气(H_2)99%；

c) 甲烷(CH_4)95%；

d) 丙烯(C_3H_6)95%；

e) 丙烷(C_3H_8)95%；

f) 丁烷(C_4H_{10})95%；

g) 以上 c)、d)、e)、f)中氢、一氧化碳和氧总含量应低于1%，氮和二氧化碳总含量应低于2%。

A.2 当甲烷供应有困难时，可选用当地天然气代替；当丙烷、丁烷和丙烯供应有困难时，可选用液化石油气代替；但配制试验气的华白数 W 与给定值的误差应在±2%规定范围内。

A.3 配制试验气用的各种单一气体，其相对密度 d 和热值 H 应按 GB/T 11062 的规定计算确定，常用的单一气体特性值(15 ℃、101.325 kPa，干)应采用表 A.1 的规定值。

表 A.1 常用的单一气体特性值

成分	相对密度 d	热值/(MJ/m³)		理论干烟气中 CO_2 体积分数/%
		H_i	H_s	
空气(Air)	1.000 0	—	—	—
氧(O_2)	1.105 3	—	—	—
氮(N_2)	0.967 1	—	—	—
二氧化碳(CO_2)	1.527 5	—	—	—
一氧化碳(CO)	0.967 2	11.966 0	11.966 0	34.72
氢(H_2)	0.069 53	10.216 9	12.094 7	—
甲烷(CH_4)	0.554 8	34.016 0	37.781 6	11.73
乙烯(C_2H_4)	0.974 5	56.320 5	60.104 7	15.06
乙烷(C_2H_6)	1.046 7	60.948 1	66.636 4	13.19
丙烯(C_3H_6)	1.475 9	82.784 6	88.516 3	15.06
丙烷(C_3H_8)	1.549 6	87.995 1	95.652 2	13.76
1-丁烯(C_4H_8)	1.996 3	110.787 1	118.536 2	15.06
异丁烷(i-C_4H_{10})	2.072 3	115.710 5	125.416 8	14.06
正丁烷(n-C_4H_{10})	2.078 7	116.472 6	126.209 0	14.06
丁烷(C_4H_{10})	2.075 5	116.089 7	125.811 0	14.06
戊烷(C_5H_{12})	2.657 5	147.684 5	159.717 8	14.25

注 1：气体的 d、H_i、H_s 为按 GB/T 11062 中的理想气体值除以压缩因子计算所得。

注 2：C_4H_{10} 的体积分数：i-C_4H_{10}=50%，n-C_4H_{10}=50%。

注 3：干空气的真实气体密度：ρ_{Air}(288.15 K，101.325 kPa)=1.225 4 kg/m³。

注 4：干空气的体积分数：O_2=21%，N_2=79%。

注 5：燃烧和计量的参比条件均为 15 ℃、101.325 kPa。

附 录 B
（资料性附录）
试验用气的配制方法

B.1 一般要求

B.1.1 人工煤气应采用原料气甲烷、氢气、氮气进行配制。

B.1.2 天然气，以甲烷组分为主，宜采用甲烷、氮气、丙烷或丁烷进行配制。

B.1.3 天然气回火界限气，宜采用甲烷、氢气、丙烷或丁烷等进行配制。

B.1.4 用于燃气具实验室抽样检验、型式检验时，不应使用液化石油气混空气作为天然气类燃具的测试气源。

B.2 人工煤气

B.2.1 以甲烷、氢气及氮气为原料气配气时，可采用控制试验气和基准气的华白数、燃烧速度指数两个参数相等（同）以得到需要的试验气中各组分含量，可按式（B.1）、式（B.2）、式（B.3）进行计算：

试验气华白数：

$$W_s=\frac{H_{s,CH_4}f_{CH_4}+H_{s,H_2}f_{H_2}}{10\cdot\sqrt{100\cdot d_{N_2}+(d_{CH_4}-d_{N_2})f_{CH_4}+(d_{H_2}-d_{N_2})f_{H_2}}}=W_{s,0} \quad \cdots\cdots(B.1)$$

试验气燃烧速度指数：

$$S_F=\frac{10\cdot(f_{H_2}+0.3f_{CH_4})}{\sqrt{100\cdot d_{N_2}+(d_{CH_4}-d_{N_2})f_{CH_4}+(d_{H_2}-d_{N_2})f_{H_2}}}=S_{F,0} \quad \cdots\cdots(B.2)$$

其氮气组分：

$$f_{N_2}=100-(f_{CH_4}+f_{H_2}) \quad \cdots\cdots(B.3)$$

式中：

$W_{s,0}$ ——准备替代的基准气源的华白数，单位为兆焦耳每立方米（MJ/m^3）；

$S_{F,0}$ ——准备替代的基准气源的燃烧速度指数；

f_{CH_4}、f_{H_2}、f_{N_2} ——分别为试验气中甲烷、氢气及氮气成分的体积分数，%；

H_{s,CH_4}、H_{s,H_2} ——分别为甲烷及氢气的高热值，单位为兆焦耳每立方米（MJ/m^3）；

d_{CH_4}、d_{H_2}及d_{N_2} ——分别为甲烷、氢气及氮气的相对密度。

注：$W_{s,0}$与$S_{F,0}$，可解联立方程式（B.1）、式（B.2）、式（B.3），求得试验气中甲烷、氢气及氮气的体积分数。

B.2.2 燃烧速度指数S_F可按式（B.4）和式（B.5）计算：

$$S_F=k\times\frac{1.0f_{H_2}+0.6(f_{C_mH_n}+f_{CO})+0.3f_{CH_4}}{\sqrt{d}} \quad \cdots\cdots(B.4)$$

$$k=1+0.005\,4\times f_{O_2}^2 \quad \cdots\cdots(B.5)$$

式中：

S_F ——燃烧速度指数；

f_{H_2} ——燃气中氢气体积分数，%；

$f_{C_mH_n}$ ——燃气中除甲烷以外碳氢化合物体积分数，%；

f_{CO} ——燃气中一氧化碳体积分数，%；

f_{CH_4} ——燃气中甲烷体积分数，%；

d ——燃气相对密度(空气相对密度为1)；

k ——燃气中氧气含量修正系数；

f_{O_2} ——燃气中氧气体积分数，%。

B.3 天然气

B.3.1 原料气

天然气类试验气配制时，应采用甲烷、氢气、氮气、丙烷或丁烷作为配气原料气，其原料气中甲烷含量不宜低于80%，配制的试验气性质宜采用原天然气基准气性质。

B.3.2 配气计算

B.3.2.1 计算方法

B.3.2.1.1 天然气试验气的燃烧特性参数宜选取燃气的华白数、热值，依据式(B.6)、式(B.7)、式(B.8)进行计算，并应校核黄焰指数：

试验气华白数：

$$W_s=\frac{H_{s,CH_4}f_{CH_4}+H_{s,H_2}f_{H_2}+H_{s,C_3H_8}f_{C_3H_8}}{10\cdot\sqrt{100\cdot d_{N_2}+(d_{CH_4}-d_{N_2})f_{CH_4}+(d_{H_2}-d_{N_2})f_{H_2}+(d_{C_3H_8}-d_{N_2})f_{C_3H_8}}}=W_{s,0} \quad \cdots\cdots(B.6)$$

试验气热值：

$$H_s=\frac{1}{100}(H_{s,CH_4}f_{CH_4}+H_{s,H_2}f_{H_2}+H_{s,C_3H_8}f_{C_3H_8})=H_{s,0} \quad \cdots\cdots(B.7)$$

其氮气组分：

$$f_{N_2}=100-(f_{CH_4}+f_{H_2}+f_{C_3H_8}) \quad \cdots\cdots(B.8)$$

式中：

f_{CH_4}、f_{H_2}、f_{N_2}、$f_{C_3H_8}$ ——试验气中甲烷、氢气、氮气及丙烷成分的体积分数，%；

H_{s,CH_4}、H_{s,H_2}、H_{s,C_3H_8} ——分别为甲烷、氢气及丙烷的高热值，单位为兆焦耳每立方米(MJ/m^3)；

d_{CH_4}、d_{H_2}、$d_{C_3H_8}$及d_{N_2} ——分别为甲烷、氢气、丙烷及氮气的相对密度。

注：设$W_{s,0}$、$H_{s,0}$分别为准备替代的基准气源的华白数、热值，通过解联立方程式(B.6)、式(B.7)、式(B.8)，来求得试验气中甲烷、氢气、丙烷及氮气的体积分数。

B.3.2.2 配气原料气更换

当配气原料气为甲烷、氢气、氮气、丁烷时，可将式(B.6)、式(B.7)、式(B.8)中的丙烷各参数更换为丁烷的对应值。

B.3.2.3 黄焰指数 I_Y

B.3.2.3.1 人工煤气的黄焰指数可按式(B.9)计算，计算结果不应大于80：

$$I_Y=(1-0.314\frac{f_{O_2}}{H_s})\frac{\sum_{r=1}^{n}y_r f_r}{\sqrt{d}} \quad \cdots\cdots(B.9)$$

式中：

I_Y ——燃气黄焰指数；

y_r ——燃气中 r 碳氢化合物的黄焰系数，数值见表 B.1；

f_r ——燃气中的 r 碳氢化合物的体积分数，%；

d ——燃气相对密度；

f_{O_2}——燃气中的氧气体积分数，%；

H_s——燃气的高热值，单位为兆焦耳每立方米(MJ/m³)。

B.3.2.3.2 天然气的黄焰指数可按式(B.10)计算，计算结果不应大于 210：

$$I_Y = (1 - 0.418\ 7\frac{f_{O_2}}{H_s})\frac{\sum_{r=1}^{n} y_r f_r}{\sqrt{d}} \quad \cdots\cdots(B.10)$$

式中各符号含义与式(B.9)相同。

表 B.1 各种碳氢化合物对应的黄焰系数

碳氢化合物	CH_4	C_2H_6	C_2H_4	C_2H_2	C_3H_8	C_3H_6	C_4H_{10}	C_4H_8	C_5H_{12}	C_6H_6
黄焰系数	1.0	2.85	2.65	2.40	4.8	4.8	6.8	6.8	8.8	20

B.4 液化石油气

液化石油气试验气配制时，配制方法可参照 B.2 或 B.3，其黄焰指数可按式(B.11)计算：

$$I_Y = \frac{\sum y_r f_r}{\sqrt{d}} \quad \cdots\cdots(B.11)$$

式中各符号含义与式(B.9)相同。

B.5 其他类别燃气

除人工煤气、天然气、液化石油气之外类别的燃气试验气的配制，亦可参照上述方法进行。

参 考 文 献

[1] GB/T 3606—2001 家用沼气灶
[2] GB 11174—2011 液化石油气
[3] GB/T 12206—2006 城镇燃气热值和相对密度测定方法
[4] GB/T 13612—2006 人工煤气
[5] GB/T 16411—2008 家用燃气用具通用试验方法
[6] GB 17820—2012 天然气
[7] GB/T 19205—2008 天然气标准参比条件
[8] GB 25035—2010 城镇燃气用二甲醚
[9] CJ/T 341—2010 混空轻烃燃气
[10] NB/T 12003—2016 煤制天然气