

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 5886—1991

燃气轮机气体燃料的使用导则

1991-10-24 发布

1992-10-01 实施

中华人民共和国机械电子工业部 发布

燃气轮机气体燃料的使用导则

1 主题内容与适用范围

本标准规定了燃气轮机燃用气体燃料时对使用的气体燃料品质的要求。
本标准适用于发电或驱动用的燃气轮机。

2 引用标准

- GB 11060 天然气中硫化氢含量测定
- GB 11061 天然气中总硫的测定法—氧化微库仑法
- GB 11062 天然气发热量、密度和相对密度的计算方法
- GB 13609 天然气的取样方法
- GB 13610 天然气的组成分析 气相色谱法
- JB 4399 燃气轮机—采购
- SY 7502 原油伴生气分析方法 低温冷凝取样色谱分析法
- SY 7507 天然气中水含量的测定 电解法

3 术语

3.1 气体燃料

可燃气体或者可燃气体和不可燃气体按不同组成混合而成的燃料气。其可燃组分是甲烷，其它低分子量碳氢化合物、氢及一氧化碳；主要的不可燃组分是氮、二氧化碳和水蒸气。

3.2 干气和湿气

每立方米(101.3 kPa, 15.5℃时)井口流出物中， C_6 以上重烃液体含量低于 13.5 mm^3 的天然气，称干气。超过 13.5 cm^3 的天然气，称湿气。

3.3 着火浓度极限

气体燃料和空气的混合物能发生着火的浓度范围称作着火浓度极限。其最低浓度称作下限，最高浓度称作上限。浓度在这一范围以外，不会发生着火。

气体燃料通常由多种可燃气体组成，它的着火浓度极限可以通过各可燃组分的着火浓度上、下限计算求得（见附录 A）。

3.4 气体燃料的饱和含水量

在一定压力和温度下，一定体积（或质量）的气体燃料中所含的水蒸汽质量（即绝对湿度）的最大值，称为气体燃料在该条件下的饱和含水量。

4 技术要求

4.1 杂质

4.1.1 气体燃料中的固体微粒，除碳氢化合物以外，其质量分数不能超过 30 PPM。固体微粒的大小和密度分布为：在 101.3 kPa、15.5℃条件下，在空气中的沉降速度大于 6 mm/s 的固体微粒不超过总含量的 1%，沉降速度大于 10 mm/s 的固体微粒不超过总含量的 0.1%。

对球状固体微粒，如果已经给定微粒直径和相对密度，可用斯托克（Stoke）沉降定律计算沉降速度。表 1 中列有固体微粒的平均当量球径与对应的极限沉降速度值。

表 1 沉降速度与粒子的平均当量球径

沉 降 速 度 mm/s	固 体 微 粒 的 平 均 当 量 球 径 μm	
	相对密度 2	相对密度 4
6	10	7
10	13	9

- 4.1.2 气体燃料在工作状态下，超过饱和含水量的水分不得高于气体质量的 0.25%。
- 4.1.3 气体燃料应该是清洁的“干气”，但不排除“湿气”用作燃气轮机燃料，在使用时应采取措施防止在管路中积聚的重烃液体冲进燃料系统。
- 4.1.4 在恒压下，当气体燃料温度下降 10℃时，不得有凝，气态水化物，其它固态或半固态碳氢化合物从气体中凝析出来。

4.2 发热量

标准型机组使用的气体燃料，其单位体积燃料的低（位）发热量应在 11~186 MJ/m³ 范围内。然而在这一范围内，对于每一具体场合，发热量应是某一定值，并且在运行中变化幅度不应超过设计值或规定值的±10%。

注：该低（位）发热量是在压力为 101.3 kPa，温度为 15.5℃条件下确定的数值。

4.3 着火浓度极限

气体燃料的着火浓度上限和下限的最小比值为 2.2。着火浓度极限的定义条件为 15.5℃和 101.3 kPa。

4.4 组分

- 4.4.1 应该有一份完整的气体燃料定量分析记录，见附录 B（参考件）。
- 4.4.2 应记录所含硫化氢、总硫的浓度。这样，当需要避免透平叶片材料的高温腐蚀以及控制阀和系统的常温腐蚀时，就可采取必要的预防措施。
- 4.4.3 碱金属钠、钾、锂的总含量应低于相当于在燃料中形成 5 PPm 碱金属硫酸盐的含量。因为硫和碱金属在气体燃料中既可以呈气态或液态，还可以呈固态杂质存在，它们在燃烧过程中结合成有腐蚀性的碱金属硫酸盐。
- 4.4.4 在配备有余热回收设备时，应控制气体燃料中的总硫含量低于 30 PPm。

5 试验方法

试验方法见表 2。

表 2 气体燃料的试验方法¹⁾

试 验 目 的	标 准 编 号	备 注
气体取样	GB 13609	适用于原油伴生气 按 GB11062 计算 15.5℃发热量时，可选用“天然气工程手册” （四川石油管理局编）22 页所列数据
气体组分	GB 13610	
	SY 7052	
发热量	GB 11062	
	JB 4399	
水含量	SY 7507	
总 硫	GB 11061	
硫化氢	GB 11060	

注：1) 除本表推荐的试验方法外，也可采用经合同双方认可的其它方法。

附录 A
气体燃料的补充说明
(参考件)

A1 气体燃料的分类及主要性质

A1.1 分类

从燃气轮机使用的观点，按照气体燃料的发热量进行分类较为合适。表 A1 列有这样的分类。

表 A1 气体燃料的分类

按 发 热 量 进 行 分 类	体 积 发 热 量 ¹⁾ MJ/m ³	属于此类的典型燃料	主要气体组分
很 高	45~186	液化石油气、 液化天然气	丙烷 丁烷
高	30~45	天然气、 合成天然气	甲烷
中	11~30	干馏、裂解煤气(如焦炉煤气、炼厂气及油制气)； 气化煤气(以氧气为气化剂时)	氢 一氧化碳 甲烷
低	4~11	气化煤气 (以空气或水蒸汽为气化剂时)	一氧化碳 氢 氮
很 低	<4	高炉煤气	一氧化碳 氮

注：1) 1MJ/m³=239 Kcal/m³ 或 26.9 Btu/ft³。

A1.2 气体燃料的主要性质

气体燃料的主要性质见表 A2。

表 A2 气体燃料的主要性质

项 目	天 然 气	焦 炉 煤 气	煤 气 (中发热量)	煤 气 (低发热量)	高 炉 煤 气
体积发热量 (MJ/m ³)	36~43	20~32	18~26	4~6 ¹⁾	3~4
相对密度	0.58~0.72	0.40~0.45	0.41~0.48	0.80~0.92	0.95~1.05

续表 A2

项 目	天 然 气	焦 炉 煤 气	煤 气 (中发热量)	煤 气 (低发热量)	高 炉 煤 气
组分:(体积%)					
甲烷,CH ₄	75~97	28~32	20~35	0.5~4.5	—
其他碳氢化合物,CH	2~20	2~4	2~4	—	—
氢,H ₂	—	50~55	40~55	12~16	1~4
一氧化碳,CO	—	5~7	5~15	2~32	25~30
氮,N ₂	1~16	1~6	4~11	30~55	55~60
二氧化碳,CO ₂	0.1	2~3	2~4	0.5~10	8~16

注:1)指以空气为气化剂时的气化煤气,若是以氧气为气化剂时的气化煤气,其单位体积发热量将是前者的3倍左右。

A2 气体燃料的杂质

A2.1 液态碳氢化合物

燃料中积存的液态碳氢化合物,当他们到达机组的燃烧系统以后,会引起输入热量的剧变。严重时,未蒸发的燃料液滴在燃烧室中使火焰超出正常的火焰区并危及燃烧室和热通道部件。虽然压缩机站的管道系统已配备了液体分离器,但小的液体颗粒不易分离出来。因此,建议在气体进入燃气轮机前再提供一次分离的机会,在调节器和装置之间管道比较长时要安置液体收集槽。

A2.2 硫化氢

当气体燃料含有硫化氢时,会腐蚀系统的某些金属材料。在有水存在及高压下,这种腐蚀会更为严重。对于通常的燃料系统,硫化氢的含量应受到限制。如适当地选择燃料系统的材料,硫化氢含量高的气体也可以成功的燃烧。

A2.3 总硫

除硫化氢以外,许多人工制造的气体燃料中含有有机硫化合物,它们通常在向用户交货以前的净化过程中已去除。有机硫化合物包括二硫化碳、羰基硫、硫茂和硫醇,它们在人工气体燃料中大量出现,而硫醇在天然气中也有少量的发现,这些化合物腐蚀某些金属,特别是铜,曾经发现某些胶质的形成与硫醇有关。在燃烧时,有机硫和硫化氢一起形成二氧化硫。

在配备有余热回收设备时,应该限制总硫的含量,以防止酸性腐蚀。

A2.4 天然气水化物

在天然气系统中,如果压力高、水的含量高而温度又低,则有可能形成一种固态水化物。这种物质的沉积有可能引起燃料系统堵塞,可预先添加甲醇或乙二醇抑制剂防止水化物堵塞。

A2.5 萘

萘是一种芳香族碳氢化合物,它存在于某些煤气中。它是一种具有高蒸发压力的升华固体粒子,气体燃料中含有气态的萘,就有可能使燃料系统中温度低的地方形成固态萘的沉积,应在净化过程中去除。

A2.6 焦油

焦油是一种黑褐色的烃类混合物。当人工制造的气体燃料冷却到常温时,焦油就被凝聚出来。通常在加工过程中已预先被清除,否则将沾污燃料控制和处理系统。

A2.7 氨

人工气体燃料中的氨能够对燃料系统中的铜合金产生腐蚀,它们在燃烧时形成氮氧化物,会产生排放污染。

A2.8 非饱和碳氢化合物

非饱和碳氢化合物以烯烃和环戊基为代表。能够在气态下起聚合反应,在燃料系统中形成胶质并沉

积，氮氧化物的存在对此聚合反应能起催化剂的作用。

A2. 9 氮氧化物

氮氧化物即使相对量较少，也能促使非饱和碳氢化合物的聚合反应，形成胶质和固体粒子的沉积。由于这两种反应物都是气体，在经过过滤器以后反应仍可以发生，这样沉积物可以在过滤器到气体燃料控制器之间的管道形成。氮氧化物可以通过电处理或吸收作用去除。

A2. 10 固体微粒

泥土(复合铝硅酸盐)、细砂、灰尘和铁锈等污物必须除去，防止阻塞气体燃料控制系统。它们一般在预处理时已经去除，但是细小的污物常被气体带入输气管道。因此，在燃气轮机现场必须有过滤器。

A2. 11 碱金属

在燃料气体、喷注的蒸汽或水、燃气轮机进口空气中，钠盐和钾盐的含量都必须很低。在有水和硫存在时，它们不仅能引起燃料系统中的金属腐蚀，而且会使燃气轮机热通道部件产生热腐蚀。

天然气通常是没有碱金属的，煤中钾和钠的含量随产地而不同。用煤加工出来的燃料气体可能夹带有碱金属。在气体燃料中碱金属含量是基于燃气轮机排气中含有的微量金属含量来确定的。

A3 气体燃料的着火浓度极限

着火浓度极限范围反映了机组起动时的点火、熄火性能以及联焰的能力。对带负荷运行，则与熄火界限、一氧化碳污染程度，燃烧效率及燃烧室的压力脉动有关。所用气体燃料的着火浓度极限范围愈宽，它对偏离设计工况点运行的适应性愈好。反之，则会使燃烧室起动时点火困难或熄火。根据运行经验，现代燃气轮机燃用着火浓度上限和下限比值低达 2.2 的气体燃料时，燃气轮机从起动到满负荷所有工况还能满意地工作。一般燃气轮机制造厂均对此比值有规定，当燃用在此比值以下的燃料气，要求设计出结构更加合理的燃烧室。

气体燃料通常由多种可燃气体组成，对于只含有可燃气体的气体混合物的着火浓度下限或上限可由 A1 式计算：

$$L = \frac{100}{\sum \frac{X_i}{L_i}} \% \dots\dots\dots (A1)$$

式中：L— 气体混合物着火浓度下限或上限，体积 %。

X_i— 气体燃料中可燃组分的浓度，体积 %。

L_i— 可燃组分的着火浓度下限或上限，体积 %。

对于含有惰性气体或含有氧气的气体混合物的着火浓度下限和上限可参考有关资料进行计算。

可燃气体的着火浓度极限见表 A3

表 A3 可燃气体的着火浓度极限 体积%

可燃气体种类	着火浓度极限		可燃气体种类	着火浓度极限	
	下 限	上 限		下 限	上 限
甲 烷 CH ₄	5.0	15.0	丙 烯 C ₃ H ₆	2.0	10.0
乙 烷 C ₂ H ₆	2.9	13.0	丁 烯 C ₄ H ₈	1.6	9.3
丙 烷 C ₃ H ₈	2.1	9.5	氢 H ₂	4.0	74.2
正丁烷 n-C ₄ H ₁₀	1.8	8.4	一氧化碳 CO	12.5	74.2
异丁烷 i-C ₄ H ₁₀	1.8	8.4	硫化氢 H ₂ S	4.3	45.5
正戊烷 n-C ₅ H ₁₂	1.4	8.3	氨 NH ₃	15.5	27.0
异戊烷 i-C ₅ H ₁₂	1.4	8.3			
乙 炔 C ₂ H ₂	2.5	80.0			
乙 烯 C ₂ H ₄	2.7	34.0			

附录 B
气体燃料分析记录
(参考件)

B1 化学分析

组分(体积%):		
甲烷	CH ₄	_____
乙烷	C ₂ H ₆	_____
丙烷	C ₃ H ₈	_____
丁烷	C ₄ H ₁₀	_____
戊烷	C ₅ H ₁₂	_____
氢	H ₂	_____
一氧化碳	CO	_____
二氧化碳	CO ₂	_____
氮	N ₂	_____
氦	He	_____
氧	O ₂	_____
其它		_____

B2 发热量 kJ/m³

高(位)发热量	_____
低(位)发热量	_____
变化率 ±%	

B3 运行条件

压力范围 kPa	最大	_____
	最小	_____
温度范围℃	最大	_____
	最小	_____

B4 污染物

硫化氢	mg/m ³	_____
总 硫	mg/m ³	_____
水	mg/m ³	_____
液态碳氢化合物	mg/m ³	_____
碱金属硫酸盐		_____
固体微粒:		
数量		_____
颗粒尺寸范围		_____

B5 物理性能

相对密度(15.5℃)

注, $1\text{ PP}_\text{A} = (1.23 \times 10^3 \times d)\text{g/m}^3$

d 为气体相对于 15.5℃, 101.3 kPa 干空气的相对密度

附加说明:

本标准由机械电子工业部南京燃气轮机研究所提出并归口。

本标准由机械电子工业部南京燃气轮机研究所负责起草。

本标准主要起草人陈福霍、方家琼、冯明之。

中 华 人 民 共 和 国
机 械 行 业 标 准
燃气轮机气体燃料的使用导则
JB/T 5886—1991

*

机械科学研究院出版发行
机械科学研究院印刷
(北京首体南路2号 邮编 100044)

*

开本 880×1230 1/16 印张 X/X 字数 XXX,XXX
19XX 年 XX 月第 X 版 19XX 年 XX 月第 X 印刷
印数 1—XXX 定价 XXX.XX 元
编号 XX—XXX

机械工业标准服务网: <http://www.JB.ac.cn>