

ICS 71. 100. 20
G 86
备案号: 54437—2016

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 4987—2016

工业燃气 天然气为原料的增效燃气

Industrial fuel gas—Synergistic fuel gas using natural gas as feedstock

2016-04-05 发布

2016-09-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国气体标准化技术委员会（SAC/TC206）归口。

本标准起草单位：贵州纳斯新能源技术有限公司、德阳恒博秸油科技有限公司、北京金火焰创新科技发展有限公司、蓬莱市索普燃气有限公司、西南油气田分公司天然气研究院、普利莱（天津）燃气设备有限公司、重庆纳斯能源技术有限公司、重庆中容气体有限公司、西南化工研究设计院有限公司、中船第九设计研究院工程有限公司、成都新炬化工有限公司、中国船舶工业协会、广东九丰燃气股份有限公司、乌鲁木齐科源气体制造有限公司、四川丹尼斯气体有限公司、台州纳斯气体有限公司、上海纳丝气体有限公司、普莱克斯（中国）投资有限公司、泰州市产品质量监督检验所。

本标准主要起草人：黄国雄、刘厚荣、王辉、骆忠智、骆忠毅、陈雅丽、黄锁奎、罗勤、卢革、夏绍勇、蔡谦。

工业燃气

天然气为原料的增效燃气

1 范围

本标准规定了天然气为原料的增效燃气的技术要求，检验规则，试验方法，包装、标志、贮存和运输以及安全。

本标准适用于以液化天然气（经气化）、压缩天然气、市政管道输送天然气为原料加入增效剂经混匀制成的瓶装、罐装、管道输送的天然气为原料的增效燃气产品。天然气为原料的增效燃气主要用于金属切割、焊接、加热等工艺。

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 190 危险货物包装标志
GB/T 260 石油产品水分测定法
GB/T 2550 气体焊接设备 焊接、切割和类似作业用橡胶软管
GB/T 3863 工业氧
GB/T 5096 石油产品铜片腐蚀试验法
GB 5099 钢质无缝气瓶
GB/T 6536 石油产品常压蒸馏特性测定法
GB 9448 焊接与切割安全
GB/T 13609 天然气取样导则（GB/T 13609—1999，eqv ISO 10715: 1997）
GB 17820 天然气
GB/T 22778 液晶数字式石英秒表
GB 50028 城镇燃气设计规范
GB 50235 工业金属管道工程施工规范
GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
GB 50316 工业金属管道设计规范
HG/T 4097 增效丙烷
固定式压力容器安全技术监察规程
气瓶安全技术监察规程
气瓶安全监察规定
危险货物运输规则
移动式压力容器安全技术监察规程

3 术语和定义

HG/T 4097 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

HG/T 4987—2016

3.1

增效剂 synergist

能够完全溶解于天然气中并作为引发剂的混合物。这些引发剂能够在天然气燃烧过程中作为燃速调节剂和除烟剂，具有提高燃速和消烟的作用，由此产生更高的火焰温度，以提高效率。

3.2

天然气为原料的增效燃气 synergistic fuel gas using natural gas as feedstock

以天然气为原料、添加增效剂后能够稳定均匀存在的燃气。在同样条件下，天然气为原料的增效燃气与增效前的天然气相比至少能够提高 200 ℃ 的燃气火焰温度。

4 技术要求

4.1 原料气技术要求

原料气的技术指标应符合 GB 17820 中一类气的要求，总硫含量、硫化氢含量、二氧化碳含量、水露点的测定按 GB 17820 的规定进行，高位发热量的计算按 GB 17820 的规定进行。

4.2 增效剂要求

4.2.1 增效剂应均匀、不分层、不含水，水分的测定按 GB/T 260 的规定执行。

4.2.2 增效剂不应与天然气发生化学反应。

4.2.3 增效剂对铁、铜的腐蚀应符合 GB/T 5096 中 1 级要求。增效剂对天然气为原料的增效燃气在生产、贮存、运输、使用环节所接触的零部件及附件的制造材料应具有相容性。

4.2.4 天然气为原料的增效燃气中的增效剂应能全部气化、不结晶、无残留。增效剂的 98 % 馏出温度应小于或等于 200 ℃，测定按 GB/T 6536 的规定进行。

4.3 天然气为原料的增效燃气技术要求

4.3.1 天然气为原料的增效燃气中总硫含量、硫化氢含量、二氧化碳含量、高位发热量应符合 GB 17820 的要求。

4.3.2 天然气为原料的增效燃气其他技术指标应符合表 1 的要求。

表 1 技术指标

项 目	指 标
钢板表面熔化时间/s ≤	11
火焰温度增加值(与原料天然气相比)/℃ ≥	200
注：火焰温度增加值与钢板表面熔化时间可任选一项。当这两个测得值有异议时，以火焰温度增加值的测得值为准。	

5 检验规则

5.1 生产厂应保证所有出厂的天然气为原料的增效燃气符合本标准要求。

5.2 瓶装天然气为原料的增效燃气应以一次连续生产的产品或一个操作班生产的产品为一批。瓶装天然气为原料的增效燃气应以产品批量的 2 % 随机抽样进行检验，抽样数量不应少于 2 瓶，也不多于

5 瓶。当检验结果有任何一项不符合本标准要求时，应自该批产品中重新加倍抽样检验，若仍有任何一项不符合本标准要求，则该批产品判定为不合格。

5.3 稳定生产的管道输送的天然气为原料的增效燃气每 4 h 抽样检验一次，或由供需双方商定抽样频次。当检验结果有任何一项指标不符合本标准技术要求时，则判相应批次产品不合格。

5.4 储罐装天然气为原料的增效燃气应逐一检查验收。当检验结果有任何一项不符合本标准要求时，则判该产品不合格。

5.5 天然气为原料的增效燃气的取样应按 GB/T 13609 规定的方法执行。

6 试验方法

6.1 钢板表面熔化时间的测定

天然气为原料的增效燃气的钢板表面熔化时间的测定方法见附录 A。

6.2 火焰温度增加值的测定

天然气为原料的增效燃气的火焰温度增加值的测定方法见附录 B。当钢板表面熔化时间和火焰温度增加值的测定值有异议时，以火焰温度测定方法为仲裁方法。

6.3 总硫含量、硫化氢含量、二氧化碳含量的测定和高位发热量的计算

天然气为原料的增效燃气中的总硫含量、硫化氢含量、二氧化碳含量的测定按 GB 17820 的规定进行，高位发热量的计算按 GB 17820 的规定进行。

7 包装、标志、贮存和运输

7.1 包装天然气为原料的增效燃气的气瓶应符合 GB 5099 和《气瓶安全技术监察规程》《气瓶安全监察规定》的规定，瓶阀应使用天然气阀门。包装天然气为原料的增效燃气的储罐应符合《固定式压力容器安全技术监察规程》《移动式压力容器安全技术监察规程》的规定。输送天然气为原料的增效燃气的管道应符合 GB 50028、GB 50235、GB 50236、GB 50316 的有关规定，还应遵守国家和当地的安全法规。

7.2 包装天然气为原料的增效燃气气瓶、储罐的漆色应为棕色，瓶体上应用白色文字标注“天然气为原料的增效燃气”字样。

7.3 天然气为原料的增效燃气的生产、使用及贮运应符合 GB 190、GB 9448 和《气瓶安全技术监察规程》《气瓶安全监察规定》《危险货物运输规则》等相关规定。

7.4 返回生产厂充装的天然气为原料的增效燃气气瓶，其余压应不低于 0.05 MPa，用于测量的压力表精度应不低于 1.5 级。没有余压的气瓶、新气瓶以及经水压试验后的气瓶，充装前应进行加热、置换、抽空等预处理。

7.5 瓶装天然气为原料的增效燃气出厂时应有质量合格证，其内容至少应包括：

- 产品名称；
- 增效剂的添加量（质量比）和主要成分；
- 充装压力（MPa）；
- 生产厂名称；
- 生产日期或批号；
- 本标准编号、检验员编号。

HG/T 4987—2016

8 安全

- 8.1 天然气为原料的增效燃气是易燃气体，生产、贮存、运输、使用过程中应禁止明火、禁止火花和禁止吸烟。遇火灾时应切断气源，用水喷淋气瓶降温、灭火，也可使用干粉、二氧化碳灭火。
- 8.2 天然气为原料的增效燃气的瓶应贮存在阴凉、通风良好的地方，远离火源。
- 8.3 天然气为原料的增效燃气操作环境应通风良好，应使用防爆电器设备和照明。
- 8.4 天然气为原料的增效燃气在出厂前应检查气瓶阀螺纹连接处、瓶阀的出口及瓶阀阀杆间隔处无泄漏，并戴上瓶帽和防震橡胶圈，搬动时应防止气瓶碰撞。
- 8.5 增效天然气的安全警示同甲烷的安全警示，参见附录 C。

附 录 A
(规范性附录)
钢板表面熔化时间试验方法

A.1 方法原理

将调节好的火焰接触冷钢板表面，使钢板加热开始，到钢板表面熔化时为止，这一段时间称为“钢板表面熔化时间”。

当条件固定时，钢板表面熔化时间与焊割用燃气的火焰温度有关。

当与乙炔中性焰（文献温度为 3 045 ℃～3 088 ℃）按等热值的原则对比时，可以推算出相对的火焰温度。

A.2 设备与材料

- A.2.1 割炬：射吸式 100 型。
- A.2.2 割嘴：2 号，出口直径为 5.5 mm，燃气流通面积为 5.7 mm²。
- A.2.3 钢板：Q235-B 低碳钢热轧钢板，规格为 200 mm×200 mm×40 mm。
- A.2.4 氧气：氧含量应不低于 99.5 %。
- A.2.5 电子秒表：应符合 GB/T 22778 的规定。
- A.2.6 橡胶管：应符合 GB/T 2550 的规定。
- A.2.7 减压器。

A.3 试验准备

- A.3.1 整理试验用钢板表面，应无明显的毛刺和氧化层。
- A.3.2 试验前钢板应在试验环境温度下放置并与之平衡，试验过程中每次加热钢板后应用水冷却至环境温度。
- A.3.3 采用耐油橡胶管连接天然气为原料的增效燃气，并检查管道连接密封性。每一个样品配一根燃气橡胶管，不应互用！

A.4 试验步骤

- A.4.1 接通天然气为原料的增效燃气和氧气，调节天然气为原料的增效燃气压力为 0.05 MPa，按等热值原则，体积流量 12 L/min（标准状态下，以下同），质量流量 8.59 g/min。调整氧气压力为 0.5 MPa，流量 22 L/min。
- A.4.2 点火，调整火焰使其达到中性焰，再增加氧气使火焰成为微氧化焰（达到最高火焰温度状态）。
- A.4.3 控制割炬，保持火焰垂直于钢板，以火焰焰芯尖端（高温区）接触钢板为预热开始，到钢板表面熔化为止，用电子秒表记录钢板表面熔化时间。
- A.4.4 重复测定 6 次。

HG/T 4987—2016

A.5 结果的表述

取 6 次重复测得结果的算术平均值作为分析结果，并修约至 0.1 s。

A.6 重复性

在同一实验室、由同一操作员、采用同一设备重复测定 6 次，每一次的算术平均值相差应不大于 2 s。

附 录 B
(规范性附录)
火焰温度的比色红外试验方法

B.1 原理

比色红外测温法是通过选择两个红外波段接收被测目标热辐射的红外测温方式。由于是在两个波段上同时采集数据，由微处理器依据两路数据的比值计算被测目标的测温值，这样当被测目标发射率发生改变或者测试通道有烟雾或水蒸气变化时，这些因素会同时影响两个通道，而两个通道的比值又会明显减小上述影响，使得测温值仍然接近于真实温度。这使得比色红外测温比单色红外测温具有更加准确的测试性能。

采用比色红外测温法在同样条件下测试原料天然气和天然气为原料的增效燃气的温度。用天然气为原料的增效燃气温度减去原料天然气温度，其值应符合本标准表 1 的相应规定。

B.2 仪器、设备和材料

仪器、设备和材料应符合以下条件。

- 比色红外测温仪：测温上限应不小于 3 300 ℃，测量最大不确实±1 %，测温仪至少应当包含一个 2 200 ℃以上的校准点。
- 温度载体：WC20 钨钼电极，规格为 8 mm×8 mm×15 mm。
- 割炬：射吸式 100 型割炬，配备 2 号割嘴和气管。
- 割炬固定装置：装置应该能够在垂直方向上移动割炬，应该能方便地把割炬的割嘴调为水平或垂直两个方向，应该能够调节整个装置的水平度。
- 温度载体固定装置：能够水平固定温度载体。
- 燃气和氧气钢瓶减压器。
- 卷尺：最大测量长度应不小于 1 m，最小分度值应不大于 1 mm。
- 游标卡尺：最小分度值应不大于 0.1 mm。
- 秒表：最小分度值不大于 0.1 s。
- 三脚架：支撑架的最大长度应不小于 1.0 m，三脚架用于支撑、固定红外测温仪。
- 工业氧：符合 GB/T 3863 规定的技术要求。
- 天然气为原料的增效燃气：1 瓶，待测样品。
- 原料天然气：1 瓶。
- 白色记号笔：1 支。
- 耐火砖：若干块。

B.3 试验参数和条件的选择

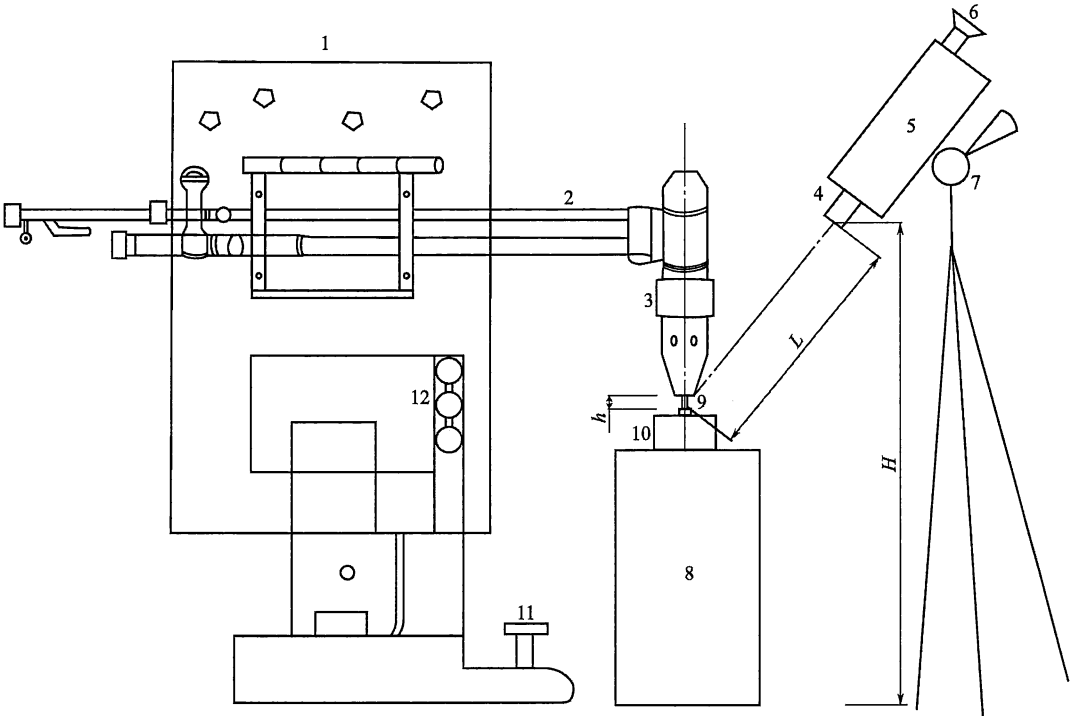
B.3.1 测温参数选择

设定测温仪的坡度值为 0.85。

HG/T 4987—2016

B.3.2 成套测温仪装置参数选择

图 B.1 为测温装置示意图。在调节装置时应当按如下参数进行设置： $L=1\,000\text{ mm}$ ， $H=560\text{ mm}$ ， $h=8.0\text{ mm}$ 。



说明：

- 1——割炬固定架装置；
- 2——射吸式 100 型割炬；
- 3——2 号割嘴；
- 4——测温仪物镜；
- 5——测温仪；
- 6——测温仪目镜；
- 7——三脚架；
- 8——钨钼电极固定和调节装置；
- 9——温度载体；
- 10——电极固定装置；
- 11——割炬固定架水平调节装置；
- 12——割炬固定架垂直调节装置；
- H ——测温仪物镜离地面的高度；
- h ——割嘴到温度载体的距离；
- L ——测温仪物镜到温度载体中心点的距离。

图 B.1 温度试验方法示意图

B.3.3 燃气和氧气输出参数

燃气减压器出口压力调节为 0.050 MPa （流量为 12 L/min ），氧气减压器出口压力调节为 0.50 MPa （流量为 22 L/min ）。

B.4 试验步骤

- B.4.1 在测温过程中，应当按 GB 9448 的相关安全规定进行操作。
- B.4.2 打开测温仪，使测温仪的定位点落在温度载体表面的中心位置。
- B.4.3 完成 B.3 规定的参数设置后，转动割炬使割嘴至水平位置后点火，然后调节火焰至微氧化焰。
- B.4.4 转动割炬的割嘴至垂直位置，同时按动秒表计时，读取测温仪在 25 s 内测试的最高温度值。
- B.4.5 转动割炬使割嘴至水平位置后熄火。
- B.4.6 按上述步骤，平行测定原料气和天然气为原料的增效燃气的燃气温度值至少 6 次，直至连续 6 次平行测定的温度值的相对偏差在 1 % 以内。取 6 次平行测定的平均值作为原料天然气或天然气为原料的增效燃气的温度值。
- B.4.7 计算原料气和天然气为原料的增效燃气温度的差值。

附 录 C
(资料性附录)
甲烷安全警示

甲烷		ICSC 编号: 0291	
CAS 登记号: 74-82-8		中文名称: 甲烷; 甲基氢化物(钢瓶)	
RTECS 号: PA1490000		英文名称: METHANE; Methyl hydride (cylinder)	
UN 编号: 1971		相对分子质量: 16	
EC 编号: 601-001-00-4		化学式: CH ₄	
中国危险货物编号: 1971			
危害/接触类型	急性危害/症状	预 防	急救/消防
火灾	极易燃。	禁止明火, 禁止火花和严 禁吸烟。	切断气源, 如不可能并对周围环境无危 险, 让火焰自行燃烧尽。其他情况用雾状 水、干粉、二氧化碳灭火。
爆炸	气体/空气混合物 有爆炸性。	密闭系统、通风、防爆型 电气设备和照明。使用无 火花手工具。	着火时, 喷雾状水保持钢瓶冷却。从隐蔽 位置灭火。
接触	/	/	/
吸入	窒息(见注解)。	通风。如果浓度高, 呼吸 防护。	新鲜空气, 休息。必要时进行人工呼吸, 并给予医疗护理。
皮肤	与液体接触: 冻伤。	保温手套。	冻伤时, 用大量水冲洗, 不要脱去衣服, 给予医疗护理。
眼睛	与液体接触: 冻伤。	护目镜。	先用大量水冲洗几分钟(如可能易行, 摘 除隐形眼镜), 然后就医。
食入	/	/	/
溢漏处置	撤离危险区域! 向专家咨询! 通风。移除全部引燃源。切勿直接向液体上喷水。个人防护用 具: 自给式呼吸器。		
包装与标志	欧盟危险性类别: F+ 符号 R:12 S:2-9-16-33 联合国危险性类别: 2.1 中国危险性类别: 第 2.1 项 易燃气体		
应急响应	运输应急卡: TEC(R)-20G1F。 美国消防协会法规: H1 (健康危险性); F4 (火灾危险性); R0 (反应危险性)。		
储存	耐火设备(条件)。阴凉场所。沿地面和天花板通风。		
重要数据	物理状态、外观: 无色压缩或液化气体, 无气味。 物理危险性: 气体比空气轻。 职业接触限值: 阈限值: (C ₁ ~C ₄ 链烷烃气体) 1 000 ppm (时间加权平均值)(美国政府工业卫 生学家会议, 2005 年)。最高容许浓度未制定标准。 接触途径: 该物质可通过吸入吸收到体内。 吸入危险性: 容器漏损时, 由于降低封闭空间的氧含量能够造成缺氧。 短期接触的影响: 液体迅速蒸发, 可能引起冻伤。		

(续)

物理性质	沸点：-161℃ 熔点：-183℃ 水中溶解度：20℃时 3.3 mL/100 mL 蒸气相对密度(空气=1)：0.6 闪点：易燃气体 自燃温度：537℃ 爆炸极限：在空气中 5%~15%(体积) 辛醇/水分配系数的对数值：1.09
环境数据	/
注解	沸点时液体密度为 0.42 kg/L。空气中高浓度造成缺氧，有神志不清或死亡危险。进入工作区域前检验氧含量。转动泄漏钢瓶使漏口朝上，防止液态气体逸出。焊接使用后，关闭阀门，定期检查管路等，并用肥皂水试漏。预防一节提到的措施也适用于该气体的生产、钢瓶灌装和贮存。 其他 UN 编号：1972 (冷冻液体)；危险性类别：2.1。
附加资料	编制/更新日期：2006 年 4 月
本卡片由 IPCS 和 EC 合作编写 2002。	
法律声明：EC 或 IPCS 或代表两个组织工作的任何人对本卡片信息的使用不负责任。	