

中华人民共和国国家标准

GB/T 28726—XXXX
代替 GB/T 28726-2012

气体分析 氦离子化气相色谱法

Gas analysis—Gas chromatograph with helium ionization detector

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(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

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》、GB/T 20001.4-2015《标准编写规则 第4部分：试验方法标准》的规定起草。

本文件代替GB/T 28726-2012《气体分析 氦离子化气相色谱法》，与GB/T 28726-2012相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了范围（见第1章，2012版的第1章）；
- 更改了术语和定义（见第3章，2012版的第3章）；
- 更改了原理（见第4章，2012版的第4章）；
- 增加了试验条件（见第5章）；
- 增加了试剂与材料的要求（见第6章）；
- 更改了仪器设备的要求（见第7章，2012年版的第5章）；
- 增加了采样的要求（见第8章）；
- 更改了试验步骤（见第9章，2012年版的第6章）；
- 删除了注意事项的要求（2012年版的第7章）；
- 更改了试验数据处理（见第10章，2012年版的第8章、第9章）；
- 增加了精密度和测量不确定度的要求（见第11章）；
- 增加了质量保证和控制的要求（见第12章）；
- 更改了试验报告（见第13章，2012年版的第10章）。

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。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国气体标准化技术委员会（SAC/TC 206）归口。

本文件起草单位：

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2012年首次发布为GB/T 28726-2012；
- 本次为第一次修订。

气体分析 氦离子化气相色谱法

警示——使用本文件的人员应有正规实验室工作的实践经验。本文件并未指出所有可能的安全问题。使用者有责任采取适当的安全和健康措施，并保证符合国家有关法规规定的条件。

1 范围

本文件规定了用氦离子化气相色谱法测定气体中微量组分的原理、试验条件、试剂或材料、仪器设备、样品、试验步骤、试验数据处理、精密度和测量不确定度、质量控制和保证和试验报告。

本文件适用于微量气体组分含量的测定。

对于微量的氢、氧、氮，甲烷组分，测定范围： 10×10^{-9} （摩尔分数） $\sim 500 \times 10^{-6}$ （摩尔分数）。

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 4844 纯氮、高纯氮和超纯氮

GB/T 4946 气相色谱法术语

GB/T 6379.2 测量方法与结果的准确度 第2部分：确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法

GB/T 8979 纯氮、高纯氮和超纯氮

GB/T 14850 气体分析词汇

GB/T 43306 气体分析 采样导则

3 术语和定义

GB/T 4946、GB/T 14850、GB/T43306界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

氦离子化检测器 helium ionization detector

检测器内电极通过高压产生放电形成高能量的紫外光并被引入至电离室。紫外光照射载气氦及样品，样品中组分被直接电离形成离子，载气氦原子被紫外光激发至具有较高能量的亚稳态，然后再与样品中组分发生碰撞使其电离，收集电离离子形成电信号。

4 原理

在特定的色谱条件下，将样品气中所有待测组分通过色谱柱进行分离，分离后进入氦离子化检测器对组分含量进行测定，并通过与气体标准样品（或标准物质）在检测器上的响应信号比较而定量。气体标准样品（或标准物质）和待测样品在同一测试系统中采用相同的操作条件进行测定。

5 试验条件

使用环境应满足下列要求：

- 环境温度：（5~40）℃；
- 环境相对湿度：（20~85）%；
- 周围无强电磁场干扰，无腐蚀性气体和无强烈震动；
- 供电电源：交流电压220V±22V，频率50Hz±0.5Hz；
- 接地要求：仪器可靠接地（接地电阻≤4Ω）。

6 试剂与材料

6.1 载气

高纯氦或超纯氦，符合GB/T 4844的规定。

6.2 辅助气

按仪器说明书选定。

6.3 气体标准样品（或标准物质）

当样品气中待测组分含量不大于 1×10^{-6} （摩尔分数）时，标准样品（或标准物质）中组分含量宜为 $(1 \sim 5) \times 10^{-6}$ （摩尔分数）。当样品气中待测组分含量大于 1×10^{-6} （摩尔分数）时，标准样品中组分含量宜与样品中组分含量相近。

7 仪器设备

7.1 氦离子化气相色谱仪

包括气路系统、进样系统、切割及反吹系统、温控系统、氦离子化检测器和数据处理系统。

7.2 校准要求

应采用有证标准样品（或标准物质）校准试验所用仪器。

7.3 计量检定或校准

试验所用仪器宜经过计量检定机构检定或校准，并在有效期内。

7.4 分离柱

7.4.1 预分离色谱柱

应采用不锈钢色谱柱，固定相应能有效分离主组分和待测组分。

7.4.2 分离色谱柱

应采用不锈钢色谱柱，固定相应能有效分离待测的气体组分。

8 采样

8.1 通则

采样的实施应按GB/T 43306的规定执行。

8.2 采样类型

宜直接采样。

8.3 采样系统

8.3.1 采样系统的气密性测试

宜用增压保压法、抽真空保压法和检漏仪法测试采样系统的气密性。

8.3.2 采样系统的材质

采样系统的材质应为金属，与样品无反应、无催化作用且孔隙率低。对于可能发生吸附的组分，应对系统内表面进行处理，如钝化、涂层、抛光，以减少吸附。

8.3.3 压力、流量调节器

死体积应尽可能小。

8.3.4 采样管线

采样管径尽可能小，采样管线尽可能短。

8.3.5 采样设备的连接方式

连接方式应确保系统的气密性良好。宜采用卡套连接、VCR连接和焊接。

9 试验步骤

9.1 仪器准备

应保证仪器的气密性良好。根据仪器操作说明书启动气相色谱仪，选择适合的色谱流程及操作条件，仪器稳定后开始进行测定。每次连接气体标准样品及样品气体到仪器时应进行气密性测试。

9.2 尾气排放与处理

测定时，应有尾气处理措施，以防止尾气对环境的污染。

9.3 仪器校准及样品测定

在完全相同的条件下，分别将气体标准样品（或标准物质）和样品进样，并测定其响应值。测定的实例见附录A～附录E。

9.4 关机

按照仪器说明书要求关机。

10 试验数据处理

对样品气和气体标准样品（或标准物质），至少分别进行三次重复测定，并计算三次重复测定响应值的平均值。测定结果按 GB/T8170 的规定进行修约。样品气中组分*i*的含量按式（1）计算：

$$x_i = \frac{\overline{A_i}}{\overline{A_s}} \times x_s \dots\dots\dots (1)$$

式中：

x_i ——样品气中组分*i*的含量；

x_s ——气体标准样品（或标准物质）中组分*i*的含量；

$\overline{A_i}$ ——样品气中组分*i*重复测定响应值的平均值；

$\overline{A_s}$ ——气体标准样品中组分*i*重复测定响应值的平均值。

11 精密度和测量不确定度

11.1 精密度

待测样品在重复性条件下获得的两次独立测试结果的差值不超过表 1 给出的重复性限、超过重复性限的情况不超过 5%。在再现性条件下获得的两次独立测试结果的差值不超过表 1 给出的再现性限，超过再现性限的情况不超过 5%。

表 1 精密度

单位：10⁻⁶（摩尔分数）

组分浓度的范围	重复性限	再现性限
$x \leq 2$	0.03	0.08
$2 < x \leq 5$	0.07	0.1
$5 < x \leq 20$	0.13	0.4
$20 < x \leq 50$	0.41	2.1
$x \geq 100$	1.3	3.1

11.2 测量不确定度

组分含量测定结果的测量不确定度的评定按附录F执行。

12 质量保证和控制

12.1.1 每次仪器开机稳定后、进样前应进行性能核查，核查项目至少应包括：仪器状态、极化电压、基线噪声、基线漂移，如出现基线明显变差影响分析结果或极化电压明显升高，应进行试漏处理、排除污染的影响或联系厂家进行处理。

12.1.2 实验室每次启动仪器时应使用校准混合气体对仪器进行校准，仪器长期正常运行时应定期校准。

12.1.3 进样完成后应检查样品的出峰情况，若出现峰的分离度变差或峰的反应明显变化，应对色谱柱进行老化处理。调试完成后应重新进行仪器校准。

13 试验报告

试验报告至少应给出以下的内容：

- 标题（例如“检测报告”）；
- 试验报告的唯一性标识和表明报告结束的清晰标识；
- 实施试验活动的地点、环境条件；
- 试验人员姓名、试验日期、报告发布日期等；
- 客户的名称和联络信息（必要时）；
- 试验对象的描述，例如样品名称、编号、采样日期、采样地点、采样时间、采样环境等；样品明确的标识、样品的状态、样品的接收时间；
- 本文件的编号（包括发布或出版年号）、采样方法、实验方法以及对方法的补充、偏离或删减等；
- 观察到的异常现象；
- 测定结果。

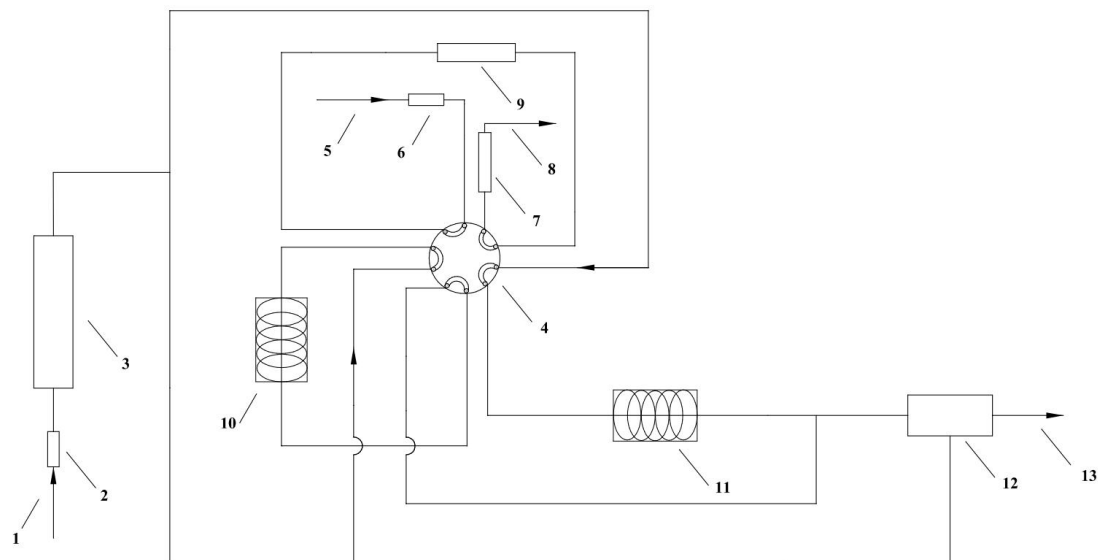
附录 A

(资料性)

氨中氮、氢、氧+氩、氮、一氧化碳、二氧化碳、甲烷的测定

A.1 仪器

配置氮离子化检测器的气相色谱仪，对氨中氢、氧+氩、氮、二氧化碳、甲烷含量的检测限不大于 0.01×10^{-6} （摩尔分数）。对氨中氮、一氧化碳含量的检测限不大于 0.03×10^{-6} （摩尔分数）。参考的气路流程示意图见图A.1。



标引序号说明：

- 1——载气进口；
- 2——载气过滤器；
- 3——氮气纯化器；
- 4——十通阀；
- 5——样品气进口；
- 6——样品过滤器；
- 7——流量计；
- 8——样品气出口；
- 9——定量管；
- 10——色谱柱 I；
- 11——色谱柱 II；
- 12——氮离子检测器；
- 13——尾气出口。

图A.1 氦气测定的流程示意图

A.2 测定条件

A.2.1 载气

高纯氦，符合GB/T 4844的规定，压力按使用说明书。

A.2.2 辅助气

高纯氦或高纯空气，高纯氮符合GB/T 8979的规定，高纯空气符合HG/T 5896的规定。压力为（0.1～0.4）MPa

A.2.3 色谱柱

A.2.3.1 色谱柱 I：长约3 m、内径约2 mm的不锈钢管，内装粒径为0.15 mm～0.18 mm的5A分子筛。该柱用于测定氖、氢、氧+氙、氮、甲烷、一氧化碳含量。

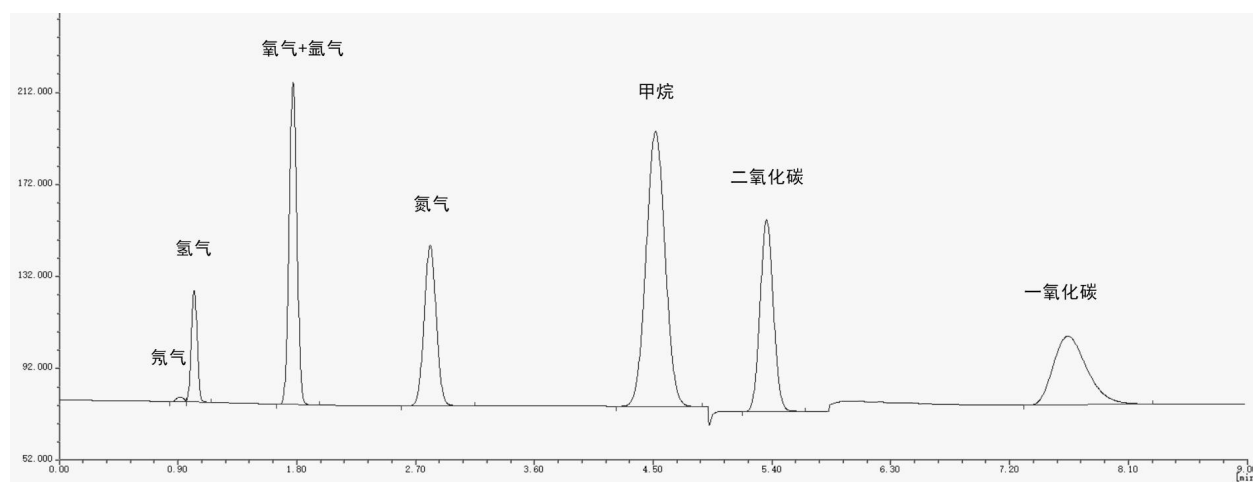
A.2.3.2 色谱柱 II：长约4 m、内径约2 mm的不锈钢管，内装粒径为0.18 mm～0.25 mm的高分子聚合物（Porapak Q）。该柱用于测定二氧化碳含量。

A.2.4 气体标准样品

组分含量与被测组分含量尽量接近，平衡气为氦气。

A.3 测定

仪器稳定后按仪器说明书进行测定操作。平行测定气体标准样品和样品气至少两次，直至相邻两次测定的相对偏差不大于5%，取其平均值。典型谱图见图B.2：



图A.2 氦气分析的典型谱图

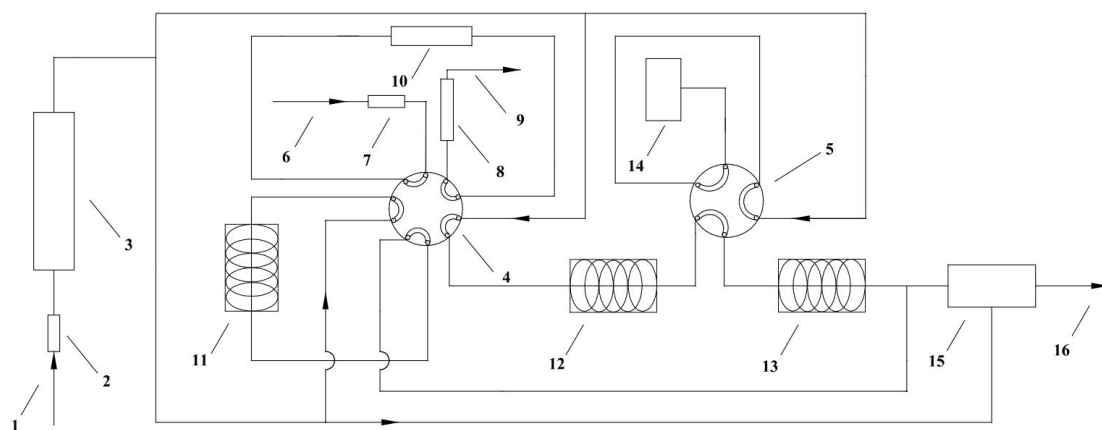
附录 B

(资料性)

氢中微量氧+氩、氮、一氧化碳、二氧化碳、甲烷含量的测定

B.1 仪器

配置氢离子化检测器的气相色谱仪，对氢中氧+氩、氮、一氧化碳、二氧化碳、甲烷含量的检测限不大于 0.01×10^{-6} （摩尔分数）。参考的气路流程示意图见图B.1。



标引序号说明：

- 1 ——载气进口；
- 2 ——载气过滤器；
- 3 ——氦气纯化器；
- 4 ——十通阀；
- 5 ——六通阀；
- 6 ——样品气进口；
- 7 ——样品过滤器；
- 8 ——流量计；
- 9 ——样品气出口；
- 10 ——定量管；
- 11 ——色谱柱 II；
- 12 ——预分离柱；
- 13 ——色谱柱 I；
- 14 ——放空口；
- 15 ——氢离子检测器；
- 16 ——尾气出口。

图 B.1 氢气测定的流程示意图

B.2 测定条件

B.2.1 载气

高纯氢，符合GB/T 4844的要求，压力按使用说明书。

B.2.2 辅助气

高纯氮或高纯空气，高纯氮符合GB/T 8979的规定，高纯空气符合HG/T 5896的规定。压力为（0.1~0.4）MPa。

B.2.3 预分离柱

B.2.3.1 长约2 m、内径约2 mm的不锈钢管，内装粒径为0.15 mm~0.18 mm的5A分子筛。

B.2.4 色谱柱

B.2.4.1 色谱柱 I：色谱柱：长约2 m、内径约2 mm的不锈钢管，内装粒径为0.15 mm~0.18 mm的5A分子筛。该柱用于测定氧+氩、氮、甲烷、一氧化碳含量。

B.2.4.2 色谱柱 II：长约4 m、内径约2 mm的不锈钢管，内装粒径为0.18 mm~0.25 mm的Porapak Q（一种高分子聚合物）柱。该柱用于测定二氧化碳含量。

B.2.5 气体标准样品

组分含量与被测组分含量尽量接近，平衡气为氢气。

B.3 测定

仪器稳定后按仪器说明书进行测定操作。平行测定气体标准样品和样品气至少两次，直至相邻两次测定的相对偏差不大于5%，取其平均值。典型谱图见图C.2：

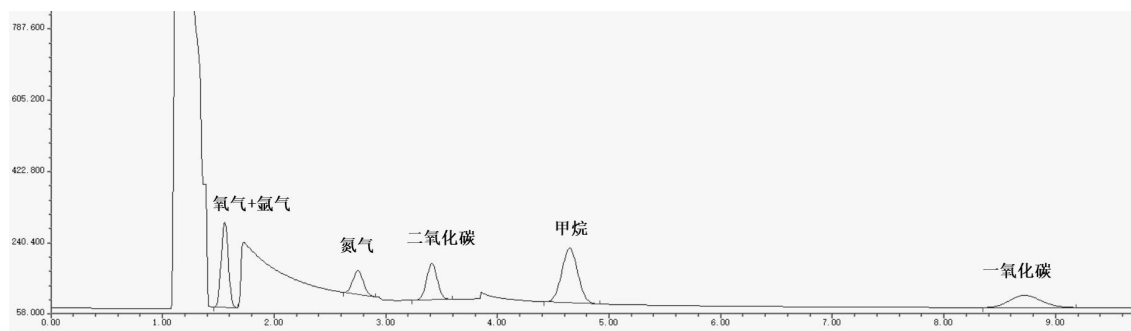


图 B.2 氢气分析的典型谱图

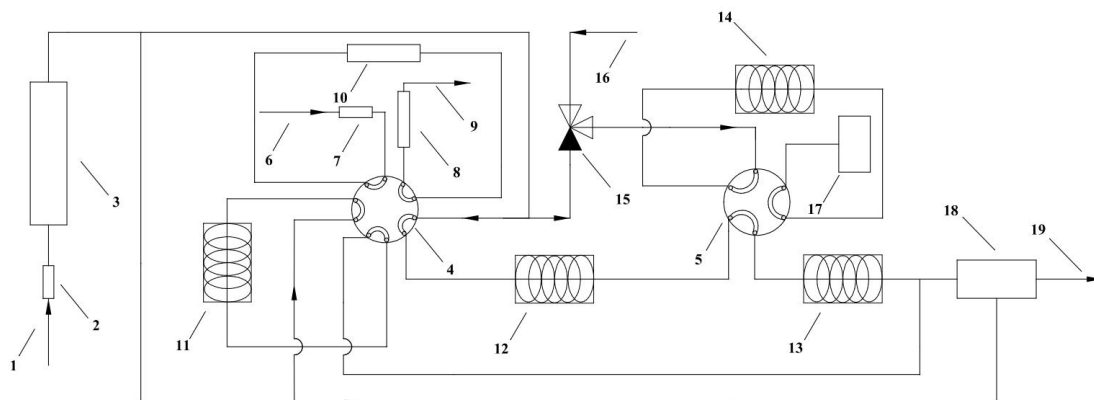
附录 C

(资料性)

氧中微量氢、氫、氮、一氧化碳、二氧化碳、甲烷的测定

C.1 仪器

配置氦离子化检测器的气相色谱仪，对氧中氢、氫、氮、二氧化碳、甲烷、一氧化碳含量的检测限不大于 0.01×10^{-6} （摩尔分数）。参考的气路流程示意图见图C.1。



标引序号说明：

- 1 ——载气进口；
- 2 ——载气过滤器；
- 3 ——氦气纯化器；
- 4 ——十通阀；
- 5 ——六通阀；
- 6 ——样品气进口；
- 7 ——样品过滤器；
- 8 ——流量计；
- 9 ——样品气出口；
- 10 ——定量管；
- 11 ——色谱柱Ⅲ；
- 12 ——色谱柱Ⅰ；
- 13 ——色谱柱Ⅱ；
- 14 ——脱氧柱；
- 15 ——三通选择阀；
- 16 ——氢气进口；
- 17 ——放空口；
- 18 ——氦离子检测器；

19——尾气出口。

图 C.1 氧气测定的流程示意图

C.2 测定条件

C.2.1 载气

高纯氦，符合GB/T 4844的要求，压力按使用说明书。

C.2.2 辅助气

高纯氮或高纯空气，高纯氮符合GB/T 8979的规定，高纯空气符合HG/T 5896的规定。压力为(0.1~0.4) MPa。

C.2.3 预分离柱

C.2.3.1 长约2 m、内径约2 mm的不锈钢管，内装粒径为0.15 mm~0.18 mm的5A分子筛。

C.2.4 脱氧柱

长约1.2 m、内径约3 mm的不锈钢管，内装粒径为0.40 mm~0.60mm的脱氧剂。该柱用于吸收去除氧气。

C.2.5 色谱柱

C.2.5.1 长约2 m、内径约2 mm的不锈钢管，内装粒径为0.15 mm~0.18 mm的5A分子筛。该柱用于测定氢、氫、氮、甲烷含量。

C.2.5.2 色谱柱III：长约4 m、内径约2 mm的不锈钢管，内装粒径为0.18 mm~0.25 mm的高分子聚合物(Porapak Q)。该柱用于测定二氧化碳含量。

C.2.6 气体标准样品

组分含量与被测组分含量尽量接近，平衡气为氧气。

C.3 测定

仪器稳定后按仪器说明书进行测定操作。平行测定气体标准样品和样品气至少两次，直至相邻两次测定的相对偏差不大于5%，取其平均值。典型谱图见图D.2：

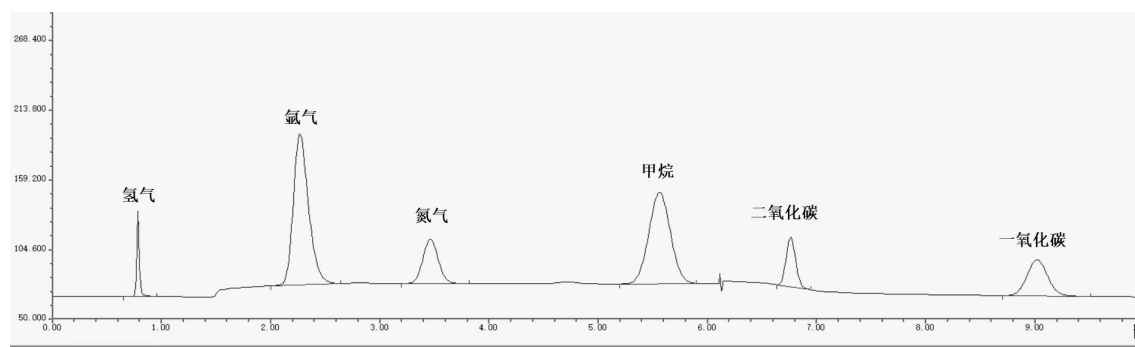


图 C.2 氧气分析的典型谱图

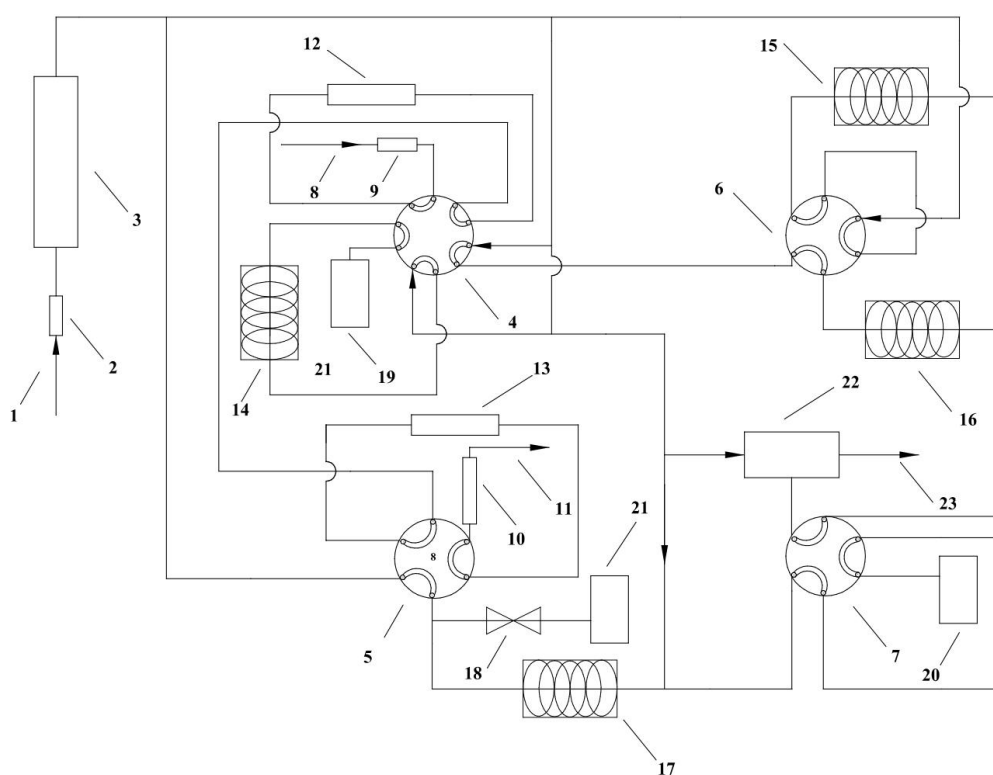
附录 D

(资料性)

超纯氨中氢、氧+氫、氮、一氧化碳、二氧化碳、甲烷、其他碳氢化合物含量的测定

D.1 仪器

配置氮离子化检测器的气相色谱仪，对超纯氨中氧+氫、氮、一氧化碳、二氧化碳、甲烷含量的检测限不大于 0.01×10^{-6} （摩尔分数）。参考的气路流程示意图见图D.1。



标引序号说明：

- 1 ——载气进口；
- 2 ——载气过滤器；
- 3 ——氨气纯化器；
- 4 ——十通阀；
- 5、6、7 ——六通阀；
- 8 ——样品气进口；
- 9 ——样品过滤器；
- 10 ——流量计；
- 11 ——样品气出口；
- 12、13 ——定量管；
- 14 ——预分离柱；

- 15——色谱柱Ⅱ；
- 16——色谱柱Ⅰ；
- 17——色谱柱Ⅲ；
- 18——分流调节阀；
- 19、20、21——放空口；
- 22——氦离子检测器；
- 23——尾气出口。

图 D.1 超纯氦气测定的流程示意图

D.2 测定条件

D.2.1 载气

高纯氦，符合GB/T 4844的要求，压力按使用说明书。

D.2.2 辅助气

高纯氦或高纯空气，高纯氦符合GB/T 8979的规定，高纯空气符合HG/T 5896的规定。压力为(0.1~0.4) MPa。

D.2.3 预分离柱

D.2.3.1 长约3 m，内径约2 mm的316L不锈钢管，内装粒径为0.18 mm~0.25 mm的高分子聚合物(GDX-502)。

D.2.4 色谱柱

D.2.4.1 色谱柱Ⅰ：长约3 m、内径约2 mm的不锈钢管，内装粒径为0.18 mm~0.25 mm的5A分子筛。该柱用于测定氢、氧+氩、氮、一氧化碳、甲烷含量。

D.2.4.2 色谱柱Ⅱ：长约3 m、内径约2 mm的不锈钢管，内装粒径为0.18 mm~0.25 mm的Hayesep Q(高分子聚合物)。该柱用于测定二氧化碳含量。

D.2.4.3 色谱柱Ⅲ：长约50 m、内径0.53 mm、内涂聚三氧化二铝的毛细柱。该柱用于测定其他碳氢化合物含量。

D.2.5 标准样品

标准样品中组分含量为(1×10^{-6} ~ 5×10^{-6}) (体积分数)，平衡气为氦。

D.3 测定

仪器稳定后按仪器说明书进行测定操作。平行测定气体标准样品和样品气至少两次，直至相邻两次测定的相对偏差不大于5%，取其平均值。典型谱图见图D.2:

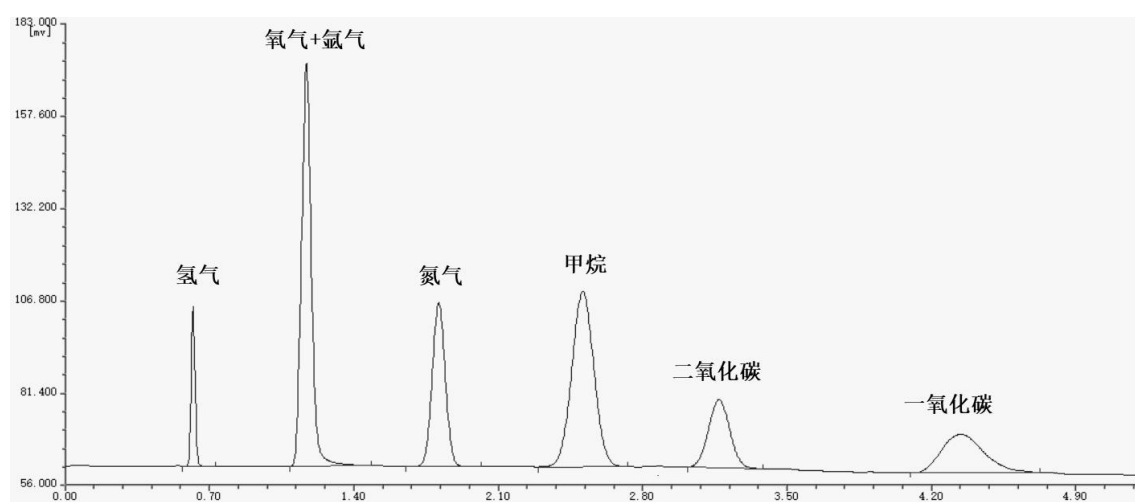


图 D.2 超纯氮分析的典型谱图

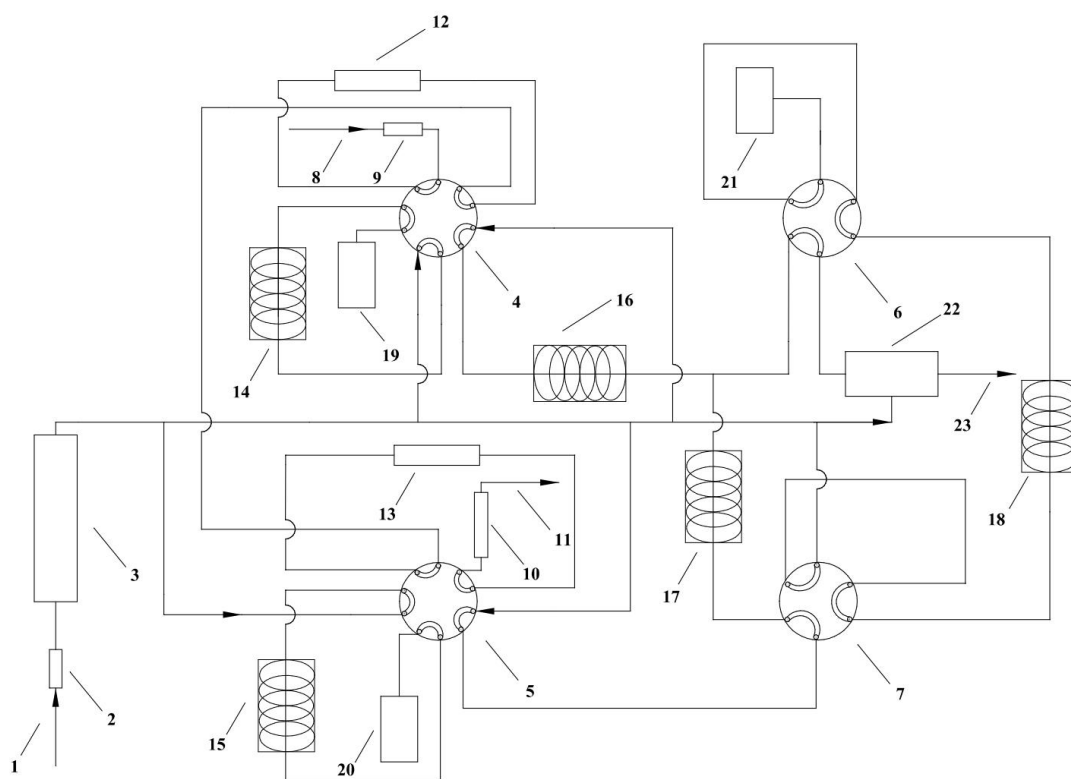
附录 E

(资料性)

三氟化氮中微量氧+氩、氮、一氧化碳、二氧化碳、四氟化碳、氧化亚氮、六氟化硫含量的测定

E.1 仪器

配置氮离子化检测器的气相色谱仪，对三氟化氮中氧+氩、氮、一氧化碳、二氧化碳、四氟化碳、氧化亚氮、六氟化硫含量的检测限不大于 0.01×10^{-6} （摩尔分数）。参考的气路流程示意图见图E.1。



标引序号说明：

- 1 ——载气进口；
- 2 ——载气过滤器；
- 3 ——氮气纯化器；
- 4、5 ——十通阀；
- 6、7 ——六通阀；
- 8 ——样品气进口；
- 9 ——样品过滤器；
- 10 ——流量计；
- 11 ——样品气出口；
- 12、13 ——定量管；
- 14 ——预分离柱 I；

- 15——预分离柱Ⅱ；
- 16——色谱柱Ⅰ；
- 17——色谱柱Ⅱ；
- 18——色谱柱Ⅲ；
- 19、20、21——放空口；
- 22——氦离子检测器；
- 23——尾气出口。

图 E.1 三氟化氮测定的流程示意图

E.2 测定条件

E.2.1 载气

高纯氮，符合GB/T 4844的要求，压力按使用说明书。

E.2.2 辅助气

高纯氮或高纯空气，高纯氮符合GB/T 8979的规定，高纯空气符合HG/T 5896的规定。压力为(0.1~0.4) MPa。

E.2.3 预分离柱

E.2.3.1 预分离柱Ⅰ：长约0.6 m，内径约2 mm的不锈钢管，内装粒径为0.15 mm~0.18 mm的改性碳分子筛(CST)。

E.2.3.2 预分离柱Ⅱ：长约4 m，内径约2 mm的不锈钢管，内装粒径为0.18 mm~0.25 mm的高分子聚合物(Porapak Q)。

E.2.4 色谱柱

E.2.4.1 色谱柱Ⅰ：长约2 m、内径约2 mm的不锈钢管，内装粒径为0.15 mm~0.18 mm的5A分子筛。该柱用于测定氧+氩、氮、一氧化碳含量。

E.2.4.2 色谱柱Ⅱ：长约6 m、内径约2 mm的不锈钢管，内装粒径为0.18 mm~0.25 mm的高分子聚合物(Porapak Q)。该柱用于测定四氟化碳含量。

E.2.4.3 色谱柱Ⅲ：长约2 m、内径约2 mm的不锈钢管，内装粒径为0.18 mm~0.25 mm的高分子聚合物(Porapak Q)。该柱用于测定二氧化碳、氧化亚氮、六氟化硫含量。

E.2.5 标准样品

对于纯度为 99.99×10^{-2} (体积分数)及 99.996×10^{-2} (体积分数)的三氟化氮，标准样品中组分含量与被测组分含量相近，平衡气为氦。

对于纯度为 99.999×10^{-2} (体积分数)的三氟化氮，标准样品中组分含量为 $(1 \sim 5) \times 10^{-6}$ (体积分数)，平衡气为氦。

E.3 测定

仪器稳定后按仪器说明书进行测定操作。平行测定气体标准样品和样品气至少两次，直至相邻两次测定的相对偏差不大于5%，取其平均值。典型谱图见图E.2：

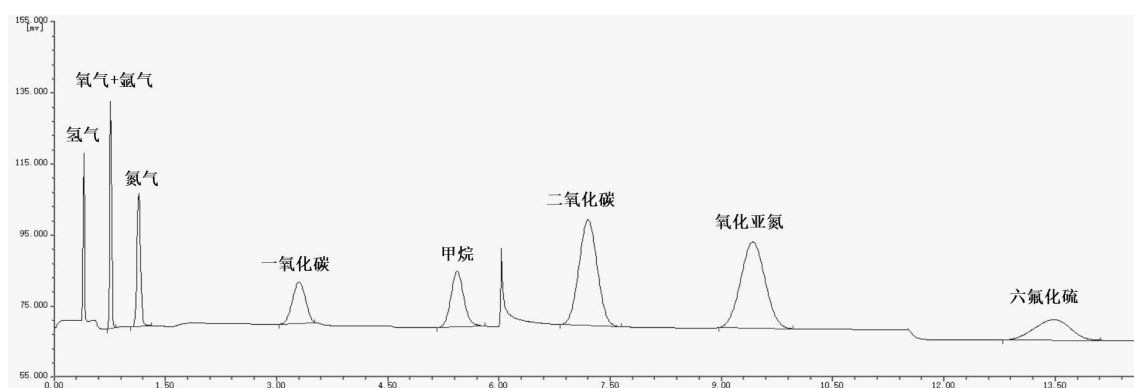


图 E.2 三氟化氮分析的典型谱图

附录 F

(规范性附录)

组分含量测定结果的测量不确定度评定

F.1 测量模型

本测定属于过原点的单点校准，其数学模型为第 10 章中的公式 (1)，如公式 (F.1) 所示：

$$x_i = \frac{\bar{A}_i}{A_s} \times x_s \quad \dots\dots\dots (F.1)$$

根据 ISO 12963:2017 计算测定结果的合成标准不确定度，如公式 (F.2) 所示：

$$u(x_i) = \sqrt{\left(\frac{\bar{A}_i}{A_s}\right)^2 \times u^2(x_s) + \left(\frac{x_s}{A_s}\right) \times u^2(\bar{A}_i) + \left(\frac{\bar{A}_i \times x_s}{A_s}\right) \times u^2(\bar{A}_s) + u^2(\Delta)} \quad \dots\dots\dots (F.2)$$

式中：

$u(x_i)$ ——样品气中组分 i 测定结果的标准不确定度；

$u(x_s)$ ——气体标准样品（或标准物质）中组分 i 含量的标准不确定度；

$u(\bar{A}_i)$ ——样品气中组分 i 平均响应值的标准不确定度；

$u(\bar{A}_s)$ ——气体标准样品（或标准物质）中组分 i 平均响应值的标准不确定度。

根据标准不确定度按公式 (F.3) 计算测定结果的相对标准不确定度：

$$u'(x_i) = \frac{u(x_i)}{x_i} \quad \dots\dots\dots (F.3)$$

式中：

$u'(x_i)$ ——测定结果 x_i 的相对标准不确定度。

F.2 各不确定度分量的计算

F.2.1 气体标准样品（或标准物质）中组分 i 含量的标准不确定度 $u(x_s)$

根据标准样品（或标准物质）证书，获得标准样品相对扩展不确定度 U ，组分 i 的含量 x_i 和包含因子 k 。则标准样品中组分 i 含量的标准不确定度按公式 (F.4) 计算：

$$u(x_s) = \frac{U}{k} \times x_i \quad \dots\dots\dots (F.4)$$

式中：

U ——气体标准样品（或标准物质）的相对扩展不确定度；

k ——扩展因子。

F.2.2 样品气和气体标准样品（或标准物质）中组分 i 平均响应值的标准不确定度 $u(\bar{A}_x)$

样品气和气体标准样品（或标准物质）中组分 i 平均响应值的标准不确定度可以用标准偏差来评估，即可按公式(F.5)计算：

$$u(\bar{A}_x) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (a_j - \bar{a}_j)^2}{n(n-1)}} \dots\dots\dots (F.5)$$

式中：

$u(\bar{A}_x)$ ——样品气和气体标准样品（或标准物质）中组分 i 平均响应值的标准不确定度 $u(\bar{A}_i)$ 和 $u(\bar{A}_s)$ ；

a_j ——样品气中组分 i 第 j 次重复测定的响应值；

\bar{a}_j ——样品气中组分 i 的 n 次重复测定响应值的平均值；

n ——重复测定次数，至少重复测定 3 次。

F.2.3 分析系统的线性贡献不确定度 $u^2(\Delta)$

由于本文件测定的组分含量不大于 500×10^{-6} (摩尔分数)，可以认为分析系统是线性的，即 $u^2(\Delta)=0$ 。

参 考 文 献

- [1] HG/T 5896 高纯空气