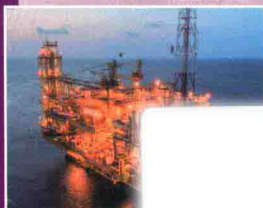


油气检测技术系列教材

油气质量检验教程

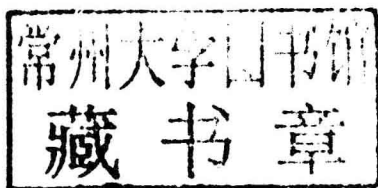
陈 东 陈 英◎主 编
聂立宏 王 敏 高良军◎副主编

YOUQI ZHILIANG JIANYAN JIAOCHENG



油气质量检验教程

陈 东 陈 英 主 编
聂立宏 王 敏 高良军 副主编



海洋出版社

2017 年 · 北京

内 容 简 介

主要内容：本书以现行天然气、石油及石油产品检验方法中的国家标准或石油化工行业标准等为基础编写，包括天然气分析、轻质油品与润滑油理化项目分析、润滑脂项目分析、沥青项目分析等。

本书特色：知识点安排合理，突出实用性；结构严谨，层次分明，突出重点与适用性；反映最新教学改革成果，突出行业特色；紧扣国家最新技术标准，与行业要求紧密衔接。

适用范围：本书可作为石油化工行业及相关专业的本科生实验教学教材或教学参考书。适用于应用型、技能型人才培养的各类教育，也可供从事油气产品生产、经销、检验及技术服务等工作的技术人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

油气质量检验教程/陈东，陈英主编. —北京：海洋出版社，2017. 1

ISBN 978-7-5027-9656-3

I. ①油… II. ①陈… ②陈… III. ①油气-质量检验-教材 IV. ①TE626

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 316485 号

责任编辑：郑跟娣

责任校对：肖新民

责任印制：赵麟苏

出 版：海洋出版社

地 址：北京市海淀区大慧寺路 8 号

邮 编：100081

开 本：787mm×1092mm 1/16

字 数：360 千字

发行部：010-62132549 010-68038093

总编室：010-62114335

网 址：www.oceanpress.com.cn

承 印：北京朝阳印刷厂有限责任公司

版 次：2017 年 1 月第 1 版

印 次：2017 年 1 月第 1 次印刷

印 张：17.5

定 价：48.00 元

本书如有印、装质量问题可与本社发行部联系调换

本社教材出版中心诚征教材选题及优秀作者，邮件发至 hjcecb@sina.com

浙江海洋大学特色教材编委会

主 任：吴常文

副主任：虞聪达

编 委：（按姓氏笔画排序）

王 颖	方志华	邓一兵
邓尚贵	全永波	李 强
吴伟志	宋秋前	竺柏康
俞存根	唐志波	黄永良
黄品全	韩伟表	程继红
楼然苗	蔡慧萍	

前 言

本书针对油气储运、化学工程与工艺（石油化工方向）、安全工程（石油化工方向）、商品检验（石油化工产品检验方向）等专业具有石化行业背景的特点，从天然气、轻质油品、润滑油、润滑脂及石油沥青的常规分析项目入手进行编写。

本书以现行天然气、石油及石油产品检验方法中的国家标准或石油化工业标准等为基础。由于标准方法严谨性强、篇幅长等特点，为使其浅显易懂且容易操作，在遵循标准精髓的前提下对原标准中的部分内容进行适当删减与编写。

本书由天然气分析、轻质油品与润滑油分析、润滑脂分析、石油沥青分析和实验室安全、健康与环保（HSE）5个章节及1个附录试验组成，共42个试验项目。天然气理化试验项目4个，包括天然气中硫化氢含量测定、天然气中总硫含量测定、天然气组成、天然气烃露点。轻质油品与润滑油试验项目31个，主要包括运动黏度、密度、水分、机械杂质、馏程、蒸气压、胶质、闪点、倾点、腐蚀、锈蚀、柴油冷滤点、极压抗磨（四球机）、油品抗氧化等试验。润滑脂产品试验项目3个，具体为润滑脂滴点测定、润滑脂和石油脂锥入度测定、锥网法测定润滑脂分油试验。沥青试验项目3个，包括沥青的软化点、延度与针入度测定。附录试验为红外分光光度法测定水中石油类和动植物油类的含量。

本书可以作为石油化工行业及相关专业的本科生实践教学教材或教学参考书。适用于应用型、技能型人才培养的各类教育，也可供从事油气产品生产、经销、检验及技术服务等工作的技术人员参考使用。在使用本教材的过程中可根据各学校与各专业的特点结合课时安排选取部分试验项目进行实践教学，对于开设油气储运及加工、环境等相关专业的学校，建议选取或增加附录试验水中石油类含量测定。

本书第一章由聂立宏编写；第二章由陈东、陈英、高良军共同编写；第三章及第四章由陈东、陈英编写；第五章由王敏编写；附录由陈东编写，全书由陈东统稿。

本书由浙江海洋大学教材出版基金资助出版。教材编写中，参考和汲取了相关资料的精华，在此向有关作者表示感谢。

限于编者水平，本书定有不妥或欠缺，敬请广大读者批评指正，以便及时修改。

编者

2016年5月

目 录

实验须知	(1)
第一章 天然气分析	(3)
试验一 碘量法测定天然气中硫化氢含量	(3)
试验二 氧化微库仑法测定天然气中总硫含量	(10)
试验三 冷却镜面目测法测定天然气烃露点	(16)
试验四 气相色谱法分析天然气的组成	(18)
第二章 轻质油品与润滑油分析	(29)
试验一 石油产品运动黏度与动力黏度的测定	(29)
试验二 车用汽油蒸气压的测定(雷德法)	(38)
试验三 车用汽油馏程测定	(44)
试验四 柴油酸度测定	(53)
试验五 变压器油闪点测定(宾斯基-马丁闭口杯法)	(56)
试验六 L-TSA 46 防锈汽轮机油闪点的测定	(60)
试验七 150 BS 润滑油基础油残炭含量的测定	(64)
试验八 变压器油凝点测定	(68)
试验九 SL 10W-40 汽油机油倾点测定	(71)
试验十 柴油冷滤点的测定	(75)
试验十一 轻质烃、发动机燃料等石油产品总硫含量测定(紫外荧光法)	(82)
试验十二 液体石油化工产品密度测定	(89)
试验十三 机械杂质的测定	(101)
试验十四 石油产品水分的测定	(105)
试验十五 利用指示剂法测定石油产品和润滑剂酸值和碱值	(110)
试验十六 石油产品水溶性酸或碱的测定	(115)
试验十七 石油产品颜色测定	(119)
试验十八 燃料胶质含量的测定(喷射蒸发法)	(122)
试验十九 润滑剂极压性能测定(四球法)	(128)
试验二十 润滑油泡沫特性测定法	(139)
试验二十一 润滑油氧化安定性的测定(旋转氧弹法)	(144)

试验二十二	L-TSA 46 汽轮机油抗乳化性能测定	(152)
试验二十三	润滑油空气释放性能测定	(156)
试验二十四	石油产品铜片腐蚀试验法	(160)
试验二十五	润滑油液相锈蚀测定	(167)
试验二十六	液压油污染度的测定	(175)
试验二十七	SL 10W-40 汽油机油抗剪切试验(超声波法)	(181)
试验二十八	液体绝缘材料介质损耗因数、相对电容率和直流电阻率的测量	(184)
试验二十九	变压器油耐电压试验	(197)
试验三十	电感耦合等离子体发射光谱法测定润滑油及添加剂中添加元素含量	(203)
试验三十一	有机化学品中碳、氢、氮、硫含量的元素分析仪测定法	(209)
第三章	润滑脂分析	(215)
试验一	润滑脂滴点测定法	(215)
试验二	润滑脂和石油脂锥入度测定	(219)
试验三	锥网法测定润滑脂分油	(233)
第四章	沥青分析	(237)
试验一	环球法测定沥青软化点	(237)
试验二	沥青延度测定法	(242)
试验三	沥青针入度测定法	(245)
第五章	实验室安全、健康与环保(HSE)	(250)
第一节	实验室安全环保管理	(250)
第二节	实验室安全环保管理制度	(252)
第三节	实验室常见安全事故	(254)
附录	红外分光光度法测定水中石油类和动植物油类的含量	(262)
参考文献		(269)

实验须知

一、实验目的

- (1) 要求学生在完成相关专业课程学习的基础上，正确掌握石油、石化行业领域内多种指标检测的基本方法和专业技能，进一步提高学生的实践能力和探究能力；
- (2) 培养学生理论联系实际、实事求是、严谨认真的科学态度；
- (3) 培养学生科学的思维能力和创新意识。

二、实验要求

为了保证实验的顺利进行和培养良好的实验作风，要求学生须做到以下几点。

(1) 充分预习。实验前预习教材，同时还须查阅天然气、石油产品等产品标准与实验方法标准（国家、行业或国外最新采用标准，如 ISO、ASTM、DIN 等）、相关手册和参考资料；认真阅读将涉及的仪器设备使用说明书（仪器的操作规程与注意事项），并写出预习报告，无预习报告或不符合要求者不得进行实验。

(2) 认真听讲及观察。进入实验室后，认真听指导教师讲解实验原理、操作要点与注意事项，注意指导老师在演示过程中的操作步骤及重点指出的地方等，进一步加深对本次实验的理解。

(3) 认真操作。实验时要求注意力集中，认真操作，仔细观察，积极思考，注意安全，保持整洁，不许大声吵闹，不得擅自离开实验室。

(4) 做好实验记录。要求学生如实地记下实验理化条件（如温度、压力等）、实验现象、实验得到的数据，并对实验现象做出分析和解释，必须养成随做随记的良好习惯，不允许在实验结束后凭记忆补写实验记录。特别是在实验过程中的异常现象要加以记录。

(5) 正确书写实验报告。实验报告包括原理、操作步骤、现象和解释、结果和讨论、意见和建议等。报告要求条理清楚、文字简练、图与表格式正确、结论明确、书写整洁。

三、实验注意事项

(1) 必须遵守实验室的各项规章制度，特别是油气实验室中所涉及的原材料、试剂，多属于易燃、易爆的气体或液体（或易挥发液体，如汽油、低沸点石油醚、溶剂油），因

此进入实验室要求关闭手机，否则不得进入实验室。

(2) 严格按照《个体防护装备选用规范》(GB/T 11651—2008) 的要求进行防护穿戴。不按要求进行穿戴的学生，不得进入实验室。

(3) 进入油气实验室后须认真听从指导教师的讲解与过程指导。

(4) 在实验过程中及实验结束后，严禁向水槽内倒入任何液体、半流体石油化工产品、废试剂、废物等，实验中产生的石油化工产品废弃物必须装入专用的废弃物储备桶中。

(5) 爱护实验设备及配套设施，节约用水、用电、各种气体和化学药品与试剂等。

(6) 实验完毕后，做好实验台面的卫生清洁工作，关闭实验仪器以及水、电、气、门窗等（部分设备要求达到一定温度才能关机，必须遵循）。在实验设备的登记本上详细记录使用设备的情况（如设备出现异常也需要详细记录），在征得指导教师同意后方能离开实验室。

四、实验室安全

(1) 鉴于涉及的实验原料为天然气与石油产品（易燃、易爆），部分试剂为易燃、易爆、有毒、腐蚀性的，因此要特别注意安全。要求进入实验室前应认真学习本书第五章的内容。

(2) 在操作中必须严格遵循安全操作规程，加强安全措施，防止事故的发生。

(3) 实验过程中严格听从指导教师的讲解与演示（示范），正确操作，以防仪器、设备损坏。

第一章 天然气分析

试验一 碘量法测定天然气中硫化氢含量

一、试验目的

- (1) 了解碘量法测定天然气中硫化氢含量的原理；
- (2) 了解碘量法测定天然气中硫化氢含量的测定方法及操作要求；
- (3) 掌握碘量法测定天然气中硫化氢含量的范围。

二、测量范围及原理

- (1) 测量范围：适用于天然气中硫化氢含量 0%~100%。
- (2) 测量原理：用过量的乙酸锌溶液吸收气样中的硫化氢，生成硫化锌沉淀。加入过量的碘溶液以氧化生成的硫化锌，剩余的碘用硫代硫酸钠标准溶液滴定。

三、仪器和材料

1. 仪器

- (1) 定量管（图 1-1）：定量管容积及相应的尺寸见表 1-1。定量管容积须预先标定，标定方法见《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 11060.1—2010）附录 A。

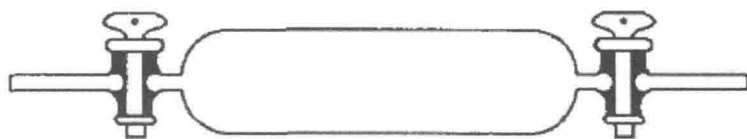


图 1-1 定量管

表 1-1 定量管的容积尺寸

容积/mL	长度/mm	内径/mm
5	44	12
10	65	14
25	100	18
50	100	25
100	160	30
250	200	40
500	250	50

(2) 稀释器 (图 1-2)。

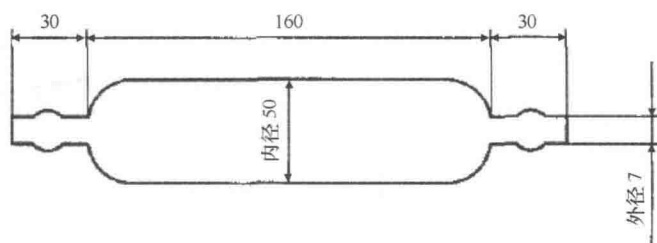


图 1-2 稀释器 (单位: mm)

(3) 吸收器: 内附玻璃孔板, 板上均匀分布有 20 个直径 0.5~1 mm 的小孔, 见图 1-3。

(4) 自动滴定仪或棕色酸式滴定管: 容量 25 mL。

(5) 温度计: 测量范围为 0~50℃, 分度值 0.5℃。

(6) 大气压力计: 测量范围为 80~106 kPa, 分度值 0.01 kPa。

(7) 医用注射器: 5 mL、10 mL、30 mL、50 mL 和 100 mL 各 1 支。

2. 试剂

蒸馏水, 应符合《分析实验室用水规格和试验方法》(GB/T 6682—2008) 规定的三级水的技术要求; 重铬酸钾 (基准试剂); 硫代硫酸钠 $[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}]$ (分析纯); 碘 (分析纯); 碘化钾 (分析纯); 可溶性淀粉 (分析纯); 无水碳酸钠 (分析纯); 乙酸锌 $[\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ (分析纯); 乙醇 (质量分数不低于 95%, 分析纯); 盐酸 (分析纯); 硫酸 (分析纯); 冰乙酸 (分析纯); 氢氧化钾 (化学纯); 氮气 (体积分数不低于 99.9%); 氢氧化钾溶液 200 g/L; 盐酸溶液 (1+2: 1 份浓盐酸与 2 份水混合); 盐酸溶液 (1+11: 1 份浓盐酸与 11 份水混合); 硫酸溶液 (1+8: 1 份浓硫酸与 8 份水混

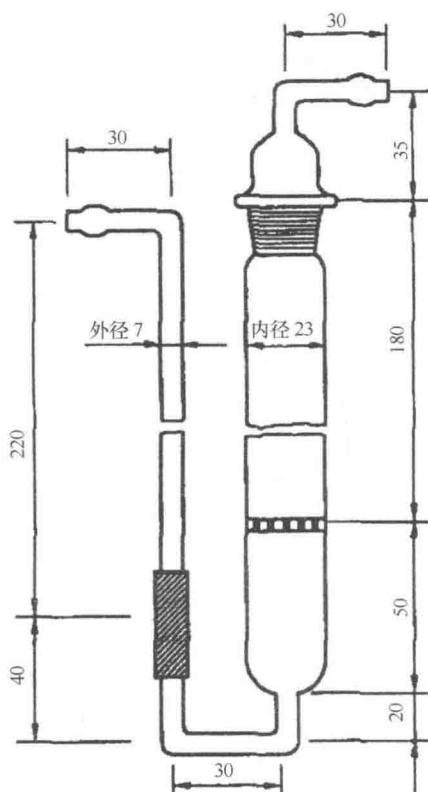


图 1-3 吸收器 (单位: mm)

合); 乙酸锌溶液 5 g/L (称取 6 g 乙酸锌, 溶于 500 mL 水中, 滴加 1~2 滴冰乙酸并搅动至溶液变清亮, 加入 30 mL 乙醇, 稀释至 1 L); 碘储备溶液 50 g/L (称取 50 g 碘和 150 g 碘化钾, 溶于 200 mL 水中, 加入 1 mL 盐酸, 加水稀释至 1 L, 储存于棕色试剂瓶中); 碘溶液 5 g/L (取碘储备溶液稀释配制); 碘溶液 2.5 g/L (配制方法同碘溶液 5 g/L); 硫代硫酸钠标准储备溶液 [$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1 \text{ mol/L}$]; 硫代硫酸钠标准溶液 [$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.02 \text{ mol/L}$ 和 $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.01 \text{ mol/L}$]; 淀粉指示液 5 g/L (称取 1 g 可溶性淀粉, 加入 10 mL 水, 注入 200 mL 搅拌下的沸水中, 再煮沸 2 min, 冷却后将清液倾入试剂瓶中备用, 该溶液于使用前制备)。

硫代硫酸钠标准储备溶液 $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1 \text{ mol/L}$ 的配制: 称取 26 g 硫代硫酸钠和 1 g 无水碳酸钠, 溶于 1 L 水中, 缓缓煮沸 10 min, 冷却, 储存于棕色试剂瓶中, 放置 14 d, 取清液标定后使用。

硫代硫酸钠标准储备溶液 $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1 \text{ mol/L}$ 的标定: 称取在 120°C 烘至恒重的重铬酸钾 0.15 g, 称准至 0.000 2 g, 置于 500 mL 碘量瓶中, 加入 25 mL 水和 2 g 碘化钾, 摇动, 使固体溶解后, 加入 20 mL 盐酸溶液 (1+2) 或硫酸溶液 (1+8), 立即盖上瓶塞, 轻轻摇动后, 置于暗处 10 min。加入 150 mL 水, 用硫代硫酸钠溶液滴定。近终点时,

加入 2~3 mL 淀粉指示液，继续滴定至溶液由蓝色变为亮绿色。同时做空白试验。硫代硫酸钠标准储备溶液的浓度 c 按下式计算：

$$c = \frac{m}{49.03(V_1 - V_2)} \times 10^3 \tag{1-1}$$

式中， c 为硫代硫酸钠标准储备溶液的浓度，mol/L； m 为重铬酸钾的质量，g； V_1 为试液滴定时硫代硫酸钠溶液的耗量，mL； V_2 为空白滴定时硫代硫酸钠溶液的耗量，mL；49.03 为 $M(1/6K_2Cr_2O_7)$ ，g/mol。两次标定得硫代硫酸钠溶液的浓度相差不应超过 0.000 2 mol/L。

硫代硫酸钠标准溶液 $c(Na_2S_2O_3) = 0.02\text{ mol/L}$ 和 $c(Na_2S_2O_3) = 0.01\text{ mol/L}$ 的配置：取新标定过的硫代硫酸钠标准储备溶液，用新煮沸并冷却的水准确稀释配制。

四、取样

1. 一般规定

取样按《天然气取样导则》（GB/T 13609—2012）执行。

硫化氢剧毒，取样时的安全注意事项按《含硫油气田硫化氢监测与人身安全防护规程》（SY/T 6277—2005）执行。

2. 试样用量

硫化氢的吸收应在取样现场完成。每次试样用量的选择见表 1-2。

表 1-2 试样参考用量表

预计的硫化氢浓度		试样参考用量/ mL
体积分数（%）	质量浓度/（mg·m ⁻³ ）	
<0.000 5	<7.2	150 000
0.000 5~0.001	7.2~14.3	100 000
0.001~0.002	14.3~28.7	50 000
0.002~0.005	28.7~71.7	30 000
0.005~0.01	71.7~143	15 000
0.01~0.02	143~287	8 000
0.02~0.1	287~1 430	5 000
0.1~0.2		2 500
0.2~0.5		1 000
0.5~1		500

续表

预计的硫化氢浓度		试样参考用量/ mL
体积分数 (%)	质量浓度/ ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	
1~2		250
2~5		100
5~10		50
10~20		25
20~50		10
50~100		5

3. 取样步骤

(1) 硫化氢含量高于 0.5% 的气体：用短节胶管依次将取样阀、定量管、转子流量计和碱洗瓶连接，打开定量管活塞，缓缓打开取样阀，使气体以 1~2 L/min 的流量通过定量管，待通气的气量达到 15~20 倍定量容积后，依次关闭取样阀和定量管活塞，记录取样点的环境温度和大气压力。

(2) 硫化氢含量低于 0.5% 的气体：取样和吸收同时进行。

五、试验步骤

1. 吸收

(1) 硫化氢含量高于 0.5% 的气体：吸收装置见图 1-4，于吸收器中加入 50 mL 乙酸锌溶液，用洗耳球在吸收器入口轻轻鼓动使一部分溶液进入玻璃孔板下部的空间，用洗耳球吹出定量管两端玻璃管中可能存在的硫化氢，用短节胶管将图 1-4 中各部分紧密对接，打开定量管活塞，缓缓打开针形阀，以 300~500 mL/min 的流量通氮气 20 min，停止通气。

(2) 硫化氢含量低于 0.5% 的气体：吸收装置见图 1-5，于吸收器中加入 50 mL 乙酸锌溶液，用洗耳球在吸收器入口轻轻地鼓动使一部分溶液进入玻璃孔板下部的空间。用短节胶管将各部分紧密对接，全开螺旋夹，缓缓打开取样阀，用待分析气经排空管充分置换取样导管内的气体。记录流量计读数，作为取样的初始读数。调节螺旋夹使气体以 300~500 mL/min 的流量通过吸收器。吸收过程中分几次记录气体的温度。待通过表 1-2 中规定的气样后，关闭取样阀。记录取样体积、气体平均温度和大气压力。

在吸收过程中应避免日光直射。

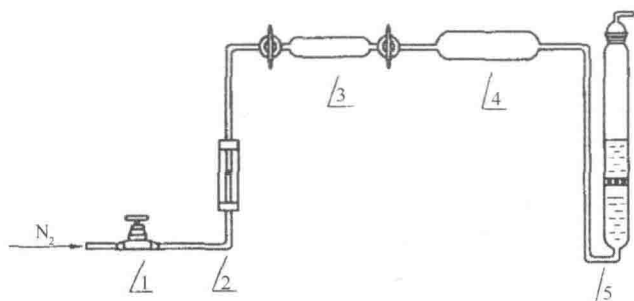


图 1-4 硫化氢含量高于 0.5% 的吸收装置示意图

1—针形阀；2—流量计；3—定量管；4—稀释器；5—吸收器

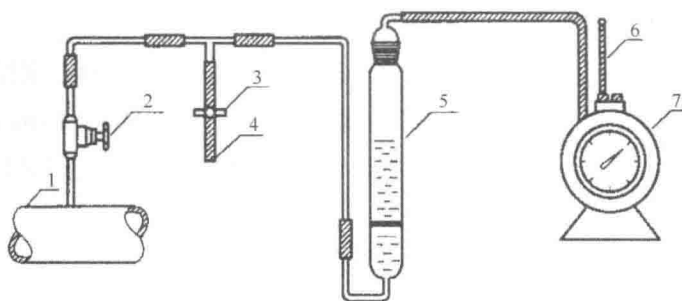


图 1-5 硫化氢含量低于 0.5% 的吸收装置示意图

1—气体管道；2—取样阀；3—螺旋夹；4—排空管；
5—吸收器；6—温度计；7—流量计

2. 滴定

取下吸收器，用吸量管加入 10 mL（或 20 mL）碘溶液（5 g/L）。硫化氢含量低于 0.5% 时应使用较低浓度的碘溶液（2.5 g/L）。再加入 10 mL 盐酸溶液（1+11），装上吸收器头，用洗耳球在吸收器入口轻轻鼓动溶液，使之混合均匀。为防止碘液挥发，不应吹空气鼓泡搅拌。待反应 2~3 min 后，将溶液转移进 250 mL 碘量瓶中，用硫代硫酸钠标准溶液 [$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.02 \text{ mol/L}$ 或 $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.01 \text{ mol/L}$] 滴定，临近终点时加入 1~2 mL 淀粉指示液，继续滴定至溶液蓝色消失。按同样步骤做空白试验。

以上操作需在无日光直射的环境中进行。

六、计算

1. 气样校正体积的计算

(1) 定量管计量的气样校正体积的计算：定量管计量的气样校正体积 V_n 按下式计算

$$V_n = V \frac{P}{101.3} \times \frac{293.2}{273.2 + t} \quad (1-2)$$

式中, V_n 为定量管计量的气样校正体积, mL; V 为定量管容积, mL; P 为取样点的大气压力, kPa; t 为取样点的环境温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 流量计计量的气样校正体积的计算：流量计计量的气样校正体积 V_n 按下式计算

$$V_n = V \frac{(P - P_v)}{101.3} \times \frac{293.2}{273.2 + t} \quad (1-3)$$

式中, V_n 为定量管计量的气样校正体积, mL; V 为取样体积, mL; P 为取样时的大气压力, kPa; P_v 为温度 t 时水的饱和蒸气压, kPa; t 为气样平均温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

2. 硫化氢含量的计算

(1) 质量浓度的计算：质量浓度 ρ (g/m^3) 按下式计算

$$\rho = \frac{17.04c(V_1 - V_2)}{V_n} \times 10^3 \quad (1-4)$$

式中, ρ 为硫化氢质量浓度, g/m^3 ; c 为硫代硫酸钠标准溶液的浓度, mol/L ; V_1 为空白滴定时, 硫代硫酸钠标准溶液耗量, mL; V_2 为样品滴定时, 硫代硫酸钠标准溶液耗量, mL; V_n 为气样校正体积, mL; 17.04 为 $M(1/2\text{H}_2\text{S})$, g/mol 。

(2) 体积分数 φ 的计算：体积分数 φ (%) 按下式计算

$$\varphi = \frac{11.88c(V_1 - V_2)}{V_n} \times 100 \quad (1-5)$$

式中, φ 为硫化氢体积分数, %; c 为硫代硫酸钠标准溶液浓度, mol/L ; V_1 为空白滴定时, 硫代硫酸钠标准溶液耗量, mL; V_2 为样品滴定时, 硫代硫酸钠标准溶液耗量, mL; V_n 为气样校正体积, mL; 11.88 为在 20°C 和 101.3 kPa 下的 $V_n(1/2\text{H}_2\text{S})$, L/mol 。

取两个平行测定结果的算术平均值作为分析结果, 所得结果大于或等于 1% 时保留 3 位有效数值, 小于 1% 时保留两位有效数字。

七、精密度

(1) 重复性 (r)：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 1-3 给出的重复性限, 超过重复性限的情况不超过 5%。

(2) 再现性 (R): 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 1-4 给出的再现性限, 或超过再现性限的情况不超过 5%。

表 1-3 重复性

硫化氢浓度		重复性限 (较小测得值的) (%)
体积分数 (%)	质量浓度/ ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	
$\leq 0.000\ 5$	≤ 7.2	20
$0.000\ 5 \sim 0.005$	$7.2 \sim 72$	10
$0.005 \sim 0.01$	$72 \sim 143$	8
$0.01 \sim 0.1$	$143 \sim 1\ 434$	6
$0.1 \sim 0.5$		4
$0.5 \sim 50$		3
≥ 50		2

表 1-4 再现性

硫化氢浓度/ ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	再现性限 (较小测得值的) (%)
≤ 7.2	30
$7.2 \sim 72$	15
$72 \sim 720$	10

八、思考题

- (1) 简述硫化氢的危害; 在操作过程中需要注意的问题有哪些?
- (2) 为什么采用碘量法测定天然气中硫化氢含量的操作过程需要在无日光直射下进行?
- (3) 现行测定天然气中硫化氢含量的国家标准有哪些? 请列出标准号及对应标准名称。

试验二 氧化微库仑法测定天然气中总硫含量

一、试验目的

- (1) 了解氧化微库仑法测定天然气中总硫含量的原理;