

硫化氢中毒及预防

LIUHUAQING ZHONGDU JI YUFANG

汪东红 李宗宝 主编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

硫化氢中毒及预防

汪东红 李宗宝 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书主要从预防硫化氢中毒的基本点出发,在阐述硫化氢的性质、危害和来源的基础上,系统地介绍了脱硫技术、硫化氢中毒的处理和预防等。

本书取材注重系统性、实用性。结合了大量的生产实际案例,并对案例进行了分析,有很强的针对性和实用性。

本书可供从事炼油化工行业的生产、设计、营销、管理等人员以及高等院校相关专业的师生作为培训教材和参考书,对普通读者也是很好的科普教材。

图书在版编目(CIP)数据

硫化氢中毒及预防/汪东红,李宗宝主编. —北京:中国石化出版社,2008
ISBN 978-7-80229-487-5

I. 硫… II. ①汪… ②李… III. 硫化氢-有害气体中毒-防治 IV. R595.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第011845号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街58号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

金圣才文化发展(北京)有限公司排版

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

850×1168毫米32开本6.125印张162千字

2008年3月第1版 2008年3月第1次印刷

定价:16.00元

前 言

随着国民经济迅速发展，油品供需矛盾日益突出，仅依靠国内原油已无法满足市场的需求，加工进口原油，特别是含硫原油是石油加工的必然趋势。进口原油含硫量均较高，由此而带来的硫及硫化物的危害问题越来越突出。一方面设备腐蚀加剧，降低了设备使用寿命，缩短了装置开工周期，易发生管线、设备泄漏着火事故。另一方面在加工过程中产生了几倍、十几倍于国产原油的 H_2S ，它在生产过程中分布广，易泄漏，给安全生产构成严重威胁。因此，加工进口含硫原油，增加了对工艺技术、安全、设备、质量及环保等专业管理的难度。历史的经验和教训告诉我们，必须对石油加工中所产生的 H_2S 及其危害提高到一个新的高度来认识，对 H_2S 的治理，必须作为安全防患的重点。为了防止中毒事故的发生，石化企业要以本质安全为目标，以 H_2S 治理技术进步为重点，强化工艺管理，完善有关的规章制度，做到防患于未然，才能扼制住类似事故的发生。

目前国内完整、系统地介绍石油化工方面有关硫化氢中毒的书籍很少，这给许多从事炼油化工生产的一线工作人员、科技人员、安全管理人员带来了工作上的不便。因此，有必要将硫化氢中毒及预防等知识进行系统的编写，方便大家使用。

本书按硫化氢危害、石油化工生产中硫存在的方式及硫化氢的来源、脱硫技术、硫化氢中毒的处理、硫化氢中毒的预防等方面进行编写，结合了较多的案例分析和国内外目前的最新研究进展。

本书可供国内从事炼油化工行业的生产、设计、营销、管理等人员及相关院校的师生作为培训教材和参考书，对普通群众和对石油化工类工作有兴趣的学生也是一本很好的科普教材。

本书在编写过程中得到了茂名学院化工与环境工程学院老师的大力支持和帮助，得到了茂名石化公司很多专家的指导，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请专家、学者及广大读者提出宝贵意见。

编者

2007年12月

目 录

第一章 硫化氢的性质及其危害	(1)
第二章 石化生产中硫存在形式及硫化氢的来源	(5)
第一节 石油及其产品中的硫分布及存在形态	(5)
第二节 石化生产过程中硫化氢的分布	(13)
第三章 石化生产中的脱硫	(20)
第一节 脱硫工艺	(20)
第二节 含硫气体的脱硫	(46)
第三节 含硫污水的处理	(52)
第四节 硫磺回收	(64)
第五节 脱硫新技术介绍	(70)
第四章 硫化氢中毒的处理	(91)
第一节 有毒物质的来源及分类	(91)
第二节 毒物的毒性和分级	(92)
第三节 毒物侵入人体的途径及对人体的危害	(99)
第四节 毒性物质的物性及毒性的影响因素	(101)
第五节 防毒、防尘措施	(103)
第六节 炼油厂硫化氢中毒事故危险源(点)分析及改进措施	(108)
第七节 接触硫化氢作业的注意事项	(120)
第八节 硫化氢中毒现场急救	(125)
第九节 硫化氢中毒应急预案的制定、实施	(141)
第五章 硫化氢气体报警器和个人防护器具的选用	(149)
第一节 硫化氢的检测	(149)
第二节 硫化氢气体报警器	(151)

第三节	个人防护器具	(156)
第六章	典型硫化氢中毒事故及分析	(167)
附录一	石油化工企业防毒规定	(185)
附录二	石油化工企业防止硫化氢中毒安全管理规定	(187)
参考文献	.....	(190)
(2 )	.....	章二第
(3 )	.....	章一第
(13 )	.....	章二第
(20 )	.....	章三第
(20 )	.....	章一第
(46 )	.....	章二第
(52 )	.....	章三第
(64 )	.....	章四第
(70 )	.....	章五第
(91 )	.....	章四第
(91 )	.....	章一第
(92 )	.....	章二第
(99 )	.....	章三第
(101)	.....	章四第
(103)	.....	章五第
(108)	.....	章六第
(150)	.....	章七第
(152)	.....	章八第
(141)	.....	章九第
(149)	.....	章五第
(149)	.....	章一第
(121)	.....	章二第

第一章 硫化氢的性质及其危害

一、硫化氢的性质

H₂S 是无色、微甜、有臭蛋味的气体。相对分子质量(分子量)34.8, 相对密度 1.19, 沸点 -60.2℃, 熔点 -83.8℃, 自燃点 260℃, 其蒸气压如表 1-1。

表 1-1 硫化氢蒸气压表

温度/℃	-60.4	-22.3	25.5	55.8	76.3
蒸气压/kPa	101.3	506.5	2026.1	4052.3	6078.5

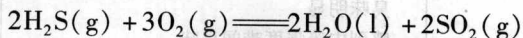
H₂S 易溶于水, 20℃时 1 体积水中可溶 2.5 体积 H₂S。也溶于乙醇、汽油、煤油、原油中。溶于水后生成氢硫酸, 它是一种很弱的二元酸, 按下式解离:



H₂S 的分子构型与水相似, 呈 V 形, S—H 键长 134pm; 键角为 92°。

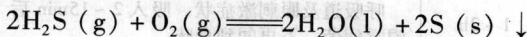
H₂S 和硫化物中的硫都处于最低氧化数, 所以, 它们都具有还原性, 能被氧化成单质硫或更高的氧化数。

H₂S 的化学性质不稳定, 在空气中容易燃烧, 产生蓝色火焰; 当空气充足时, 反应为:



$$\Delta_r H_m^\ominus = -1124 \text{kJ/mol}$$

当空气不足时, 反应为:

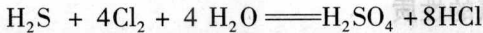
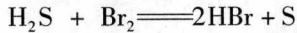


$$\Delta_r H_m^\ominus = -531 \text{kJ/mol}$$

H₂S 爆炸极限为 4.3% ~ 45.5% (体积)。它能使银、铜及其

金属制品表面发黑，与许多金属离子作用，生成不溶于水或酸的硫化物沉淀。

在水溶液中更容易氧化，在空气中放置可使其被氧化成游离的硫而使溶液混浊。卤素也能氧化 H_2S ，例如：



300℃时，硫与氢可直接化合生成 H_2S ，实验室中常用 FeS 与盐酸反应制 H_2S 。

二、硫化氢的危害

H_2S 主要会对人体健康产生危害，还会产生火灾或爆炸、造成环境污染等。

1. 对人体健康的危害

H_2S 是一种恶臭毒性很大的气体，属 II 级毒物，是强烈的神经毒物，对黏膜有明显刺激作用。人们不小心进入空气中 H_2S 含量大于 500×10^6 环境里就会中毒。低浓度中毒要经过一些时间后，才感到头疼、流泪、恶心、气喘等症状；当吸入大量 H_2S 时，会使人立即昏迷，在 H_2S 浓度高达 $1000mg/m^3$ 时，会使人失去知觉，很快就会中毒死亡。不同浓度 H_2S 对人体的危害见表 1-2。

表 1-2 H_2S 对人体的危害

H_2S 浓度/ (mg/m^3)	接触时间	毒性反应	危害等级
0.035 0.4 4~7		嗅觉阈，开始闻到臭味 臭味明显 感到中等强度难闻臭味	无危害
30~40 70~150	1~2h	臭味强烈，仍能忍受。是引起症状的阈浓度 呼吸道及眼刺激症状。吸入 2~15min 后嗅觉疲劳，不再闻到臭味	轻度
300	1h	6~8min 出现眼急性刺激性。长期接触引起肺水肿	中度

续表

H ₂ S 浓度/ (mg/m ³)	接触时间	毒性反应	危害等级
760	15 ~ 60min	发生肺水肿、支气管炎及肺炎。接触时间长时引起头疼、头昏、步态不稳、恶心、呕吐、排尿困难	重度
1000	数秒钟	很快出现急性中毒，呼吸加快，麻痹而死亡	
1400	立即	昏迷、呼吸麻痹而死亡	

按国家规定的卫生标准，H₂S 在空气中最高允许浓度是 10mg/m³。浓度越高，对人体毒害越大。人的嗅觉阈为 0.012 ~ 0.03mg/m³，远低于引起危害的最低浓度。起初臭味的增强与浓度的升高成正比，但当浓度超过 10mg/m³之后，浓度继续升高臭味反而减弱。在高浓度时，会因很快引起嗅觉疲劳而不能察觉 H₂S 的存在，故不能依靠其臭味强烈与否来判断有无危险浓度出现。

H₂S 经呼吸道吸收很快，在血液中一部分被氧化为无毒的硫酸盐和硫代硫酸盐等经尿排出，一部分游离的 H₂S 经肺排出，体内无蓄积作用。

H₂S 的局部的刺激作用，系由于接触湿润黏膜与钠离子形成的硫化钠引起。当游离的 H₂S 在血液中来不及氧化时，则引起全身中毒反应。目前认为 H₂S 的全身作用是通过与细胞色素氧化酶及这类酶中的二硫键起作用，影响细胞氧化过程，造成细胞组织缺氧。由于中枢神经系统对缺氧最为敏感，因此首先受影响。当 H₂S 浓度高时，则引起颈动脉窦的反射作用，使呼吸停止。当 H₂S 浓度更高时，直接麻痹呼吸中枢而立即引起窒息，造成“电击式”中毒。

2. 火灾和爆炸

H₂S 有毒且易燃，燃烧时呈蓝色火焰产生二氧化硫，后者有特殊气味和强烈刺激性。H₂S 与空气混合达到 4.3% ~ 45.5% (体积) 时，遇火源可引起强烈爆炸。由于其蒸气比空气重，故会积

聚在低洼处或在地面扩散，若遇火源会发生燃烧。

H₂S 遇热分解为氢和硫，当它与氧化剂，如硝酸、三氟化氯等接触时，可引起强烈反应和燃烧。

3. 对环境的污染

全世界每年估计进入大气的 H₂S 约 1 亿吨左右，人为产生（工厂泄漏、释放）每年约 300 万吨。H₂S 在大气中很快被氧化为 SO₂，这使工厂及城市局部大气中 SO₂ 浓度升高，这对人和动植物有伤害作用。SO₂ 在大气中氧化成 SO₄²⁻，是形成酸雨和降低能见度的主要原因。

水中含有 H₂S 除了发臭外，对混凝土和金属都有侵蚀作用。水中的 H₂S 含量超过 0.5 ~ 1.0 mg/L 时，对鱼类有害。

臭阈浓度为 0.03 mg/L，臭浓度超过 10 mg/L 时，对人体健康有害。臭浓度越高，对人体健康和环境的影响越大。臭浓度超过 10 mg/L 时，对人体健康和环境的影响越大。臭浓度超过 10 mg/L 时，对人体健康和环境的影响越大。

H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。

H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。

H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。

H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。

H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。

H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。

H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。

H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。

H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。

H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。

H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。

H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。

H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。H₂S 的毒性主要表现在对呼吸系统的刺激和窒息作用。

第二章 石化生产中硫存在形式及硫化氢的来源

第一节 石油及其产品中的硫分布及存在形态

一、石油及其产品中的硫分布

硫是石油的组成元素之一。不同石油的含硫量相差很大，从万分之几(如我国克拉玛依石油含硫量只有 0.04% ~ 0.09%)到百分之几(如委内瑞拉原油含硫量高达 5.5%)。由于硫对石油加工、油品应用和环境保护的影响很大，所以含硫量常作为评价石油的一项重要指标。

通常将含硫量高于 2.0% 的石油称为高硫石油，低于 0.5% 的称为低硫石油。介于 0.5% ~ 2.0% 之间的称为含硫石油。我国原油大多属于低硫石油(如大庆等原油)和含硫石油(如孤岛等原油)。

世界部分含硫原油见表 2-1，世界部分高硫原油见表 2-2。

表 2-1 世界部分含硫原油(含硫: 0.5% ~ 2.0%)

原油名称	产地	密度(20℃)/(g/cm ³)	含硫/%
穆尔班, Murdan	阿联酋	0.8186	0.78
乌姆谢夫, Umm Shaif	阿联酋	0.8337	1.51
扎库姆, Zakum	阿联酋	0.8181	1.05
穆巴雷克, Mudrek	阿联酋	0.857	0.62
阿拉伯轻质原油, Aradian	沙特	0.8539	1.79
伊朗轻质原油, Iranian	伊朗	0.8520	1.35
鲁斯塔木, Rostam	伊朗	0.8412	1.55
萨莫, Salmon	伊朗	0.8515	1.91

续表

原油名称	产地	密度(20℃)/ (g/cm ³)	含硫/%
巴士拉轻质原油, Basrah	伊拉克	0.8523	1.95
基尔库克混合原油, Kirkuk	伊拉克	0.8450	1.97
豪特, Hout	中立区	0.8573	1.91
德克汉, Dukhan	卡塔尔	0.8128	1.28
卡塔尔海上原油, Qater	卡塔尔	0.8442	1.57
阿曼出口原油, Oman	阿曼	0.8392	0.79
苏伊士湾混合原油, Suez	埃及	0.8621	1.52
胜利原油, Shengli	中国	0.9050	1.00
莫林, Maureen	英国	0.8430	0.55
塔尔坦, Tartan	英国	0.8128	0.56
木灿, Buchan	英国	0.8525	0.84
柯瑞孟瑞得南部, Cormotant	英国	0.8422	0.56
柯瑞孟瑞得北部, Cormorant	英国	0.8464	1.71
弗洛塔, Flotta	英国	0.8422	1.14
贝里, Brae	英国	0.8531	0.73
曼吉, Manaji	加蓬	0.8697	1.10
阿什塔蒂, Ashtart	突尼斯	0.8778	1.00
BCF—24 原油	委内瑞拉	0.9092	1.85
胡安娜轻质原油, Juana	委内瑞拉	0.8610	1.10
塞乌蒂, Ceuta	委内瑞拉	0.8626	1.20
利昂娜, Leona	委内瑞拉	0.9056	1.50
拉罗萨中质原油, La Rosa	委内瑞拉	0.8983	1.73
拉戈梅迪欧, Lagomedio	委内瑞拉	0.8642	1.17
伊斯莫斯, Isthmus	墨西哥	0.8573	1.51
奥连特, Oriente	厄瓜多尔	0.8767	1.01
西塞卡, West Sak	美国	0.9157	1.82
库帕勒克, Kuparuk	美国	0.9122	1.76
北坡, North Slope	美国	0.8923	1.06
韦恩赖特—柯音塞拉	加拿大	0.9116	1.58
南兰赫尔池	加拿大	0.8219	0.75
雷恩伯轻中质原油	加拿大	0.8176	0.50
海湾	加拿大	0.8452	0.98
苏维埃出口原油	前苏联	0.8586	1.38

表 2-2 世界部分高硫原油(含硫: 2.0%以上)

原油名称	产地	密度(20℃)/ (g/cm ³)	含硫/%
阿布布科什, Abu Al Bu Khoosh	阿联酋	0.8634	2.00
迪拜, Dubai	阿联酋	0.8664	2.00
阿拉伯中质原油, Arabian	沙特	0.8677	2.40
阿拉伯重质原油, Arabian	沙特	0.8835	2.85
SIRIP 混合原油	伊朗	0.8882	2.45
弗莱敦, Fereidoon	伊朗	0.8653	2.50
大留士, Darius	伊朗	0.8531	2.35
锡鲁, Sirri	伊朗	0.8675	2.30
居鲁士, Cyrus	伊朗	0.9424	3.30
阿布扎尔, Aboozar	伊朗	0.8893	2.48
巴士拉中质原油, Basrsh	伊拉克	0.8661	2.58
巴士拉重质原油, Basrsh	伊拉克	0.9019	3.50
布尔甘, Burgan	中立区	0.9104	3.37
耀森, Eocene	中立区	0.9392	4.55
卡夫奇, Khafji	中立区	0.8806	2.85
科威特出口原油, Kuwait	科威特	0.8647	2.52
毕鲁姆, Belayim	埃及	0.8861	2.20
苏丹尼, Souedie	叙利亚	0.9009	3.82
胡安娜重质原油, Juana	委内瑞拉	0.9821	2.70
梅雷, Merey	委内瑞拉	0.9468	2.20
白奇奎罗, Bachaquero	委内瑞拉	0.9506	2.40
博斯坎, Boscan	委内瑞拉	0.9960	5.50
玛雅, Maya	墨西哥	0.9182	3.32
鲍河重质原油, Bow River	加拿大	0.8906	2.10
冷湖, Cold Lake	加拿大	0.9000	2.91

我国已探明的石油储量已达 40 亿吨以上, 大部分属低硫原油, 只有胜利和中原油区属含硫原油, 而且一般其含硫量在 1% 以下, 但胜利孤岛原油含硫较高, 在 2% 左右。我国含硫原油的含硫量大致如表 2-3 所示。

硫在石油馏分中的分布一般是随着石油馏分沸程的升高而增加。大部分硫均集中在重馏分和渣油中。表 2-4 为我国主要原油各馏分中硫的分布。数据表明, 汽油馏分的硫含量最低, 减压渣油中的硫含量最高, 除新疆吐哈和轮一联原油外, 我国大多数

原油中约有 70% 的硫集中在减压渣油中。表 2-5 为中东地区原油各馏分中硫的分布。数据表明, 随着石油馏分沸程的升高, 硫含量也呈增多的趋势。

表 2-3 中国原油的含硫量

原油名称	油区	密度(20℃)/ (g/cm ³)	硫含量/ %	原油类别
胜坨	胜利	0.907	0.87	含硫中间基
孤岛	胜利	0.944	1.81	含硫环烷、中间基
东辛	胜利	0.879	0.84	含硫石蜡基
广利	胜利	0.886	1.29	含硫石蜡基
梁家楼-纯化镇	胜利	0.878	0.69	含硫石蜡基
单家寺	胜利	0.973	0.82	含硫环烷基
文明寨-卫城	中原	0.899	1.44	含硫中间基
濮城	中原	0.854	0.67	含硫石蜡基
江汉	江汉	0.874	1.83	含硫石蜡基

表 2-4 我国原油各馏分中硫的分布

馏分(沸程)/℃	硫含量/(μg/g)							
	大庆	胜利	孤岛	辽河	中原	江汉 ^①	吐哈	轮一联
原油	1000	8000	20900	2400	5200	18300	300	8598
<200	108	200	1600	60	200	600	20	30
200~250	142	1900	5200	130	1300	4400	110	250
250~300	208	3900	8800	460	2200	5900	200	980
300~350	457	4600	12300	880	2800	6300	300	3020
350~400	537	4600	14200	1190	3400	10400	350	5540
400~450	627	6300	11020	1100	3400	15400	440	6640
450~500	802	5700	13300	1460	4300	16000	680	8570
>500(渣油)	1700	13500	29300	3600	9400	23500	940	16700
(渣油中硫/ 原油中硫)/%	74.7	73.3	75.0	70.0	68.0	72.2	30.1	38.1

① 江汉原油的切割温度稍有差异。

必须指出, 有一部分含硫化合物耐热不稳定, 在原油蒸馏过程中容易分解成分子较小的硫化物, 因而测定蒸馏产物中含硫量往往并不能正确反映原来石油馏分中硫的真正分布情况。看来, 石油中原来的硫化物应更集中分布在石油的高沸组分和渣油中。

表 2-5 中东等地原油各馏分中硫的分布


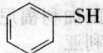
馏分(沸程)/℃	硫含量/(μg/g)						
	伊朗 轻质	沙特 中质	沙特 重质	沙特 轻质	阿联酋	阿曼 ^①	安哥拉
原油	14000	24200	28500	18000	8300	9500	2170
<200	800	700	790	410	270	300	80
200~250	4300	2840	3230	1730	1030	1400	250
250~300	9300	8120	10960	10310	5600	2900	540
300~350	14400	14230	20400	16110	9300	6200	750
350~400	17000	19590	25200	22100	11600	7400	1090
400~450	17000	22420	27100	23400	12500	9200	1100
450~500	20000	25400	30100	25700	13500	11600	1250
>500(渣油)	34000	38100	55000	39300	16000	21700	2400
(渣油中硫/ 原油中硫)/%	55.9	48.2	57.3	43.4	30.6	66.1	38.8

① 阿曼原油的切割温度稍有差异。

二、石油及其产品中硫的存在形态

硫在石油中的存在形态已经确定的有：单质硫、硫化氢、硫醇、硫醚、二硫化物、噻吩等类型的有机含硫化合物。此外，尚有少量其他类型的含硫化合物。这些含硫化合物按性质划分时，可分为两大类：活性硫化物和非活性硫化物。活性硫化物主要包括单质硫、硫化氢和硫醇等，它们的共同特点是对金属设备有较强的腐蚀作用；非活性硫化物主要包括硫醚、二硫化物和噻吩等对金属设备无腐蚀作用的硫化物，经受热分解后一些非活性硫化物将会转变成活性硫化物。石油中的硫化物除了单质硫和硫化氢外，其余均以有机硫化物的形式存在于原油和石油产品中。表 2-6 为石油中硫化物的存在形式。

表 2-6 石油中硫化物的存在形式

名 称	典型代表(分子)	名 称	典型代表(分子)
硫	S	环状 -	
硫化氢	H ₂		
硫醇类	(R-SH)	芳香 -	
烷基 -	C ₄ H ₉ -SH		

续表

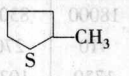
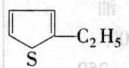
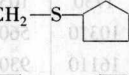
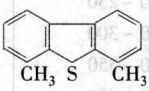
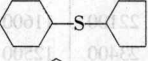

名 称	典型代表(分子)	名 称	典型代表(分子)
硫醚类	(R-S-R)	二硫化物	(R-S-S-R)
烷基	$C_2H_5-S-C_3H_7$	烷基	$C_2H_5-S-S-C_2H_5$
环状 -		噻吩类	
烷基 - 环状 -		苯并噻吩	
环烷 - 环烷		沥青质	
多环烷		- 芳香族环	
		- 环烷环	

表 2-7 列出了国外几种原油中含硫化物类型的分布, 表中的“其余硫”可以认为主要是噻吩硫。由表 2-7 可以看出, 虽然不同原油之间的硫化物类型含量差别较大, 但原油中的含硫化物一般以硫醚类和噻吩类为主。表中数据表明: 原油中单质硫含量很少, 原油中硫化氢含量极少。硫化氢一般是由原油中的硫化物受热后分解而产生的, 而硫化氢又能被氧化生成单质硫, 所以原油中的单质硫和硫化氢并不一定都是原油本来就有的。

表 2-7 原油中含硫化物类型的分布

原油产地	原油中硫含量/%	硫类型分布/%					
		单质硫	硫化氢硫	硫醇硫	硫醚硫	二硫化物硫	其余硫
美国得克萨斯州, 威逊	1.85	0.1	0	15.3	24.6	7.4	52.6
美国密执安州, 得波利法	0.58	0.0	0	45.9	3.0	22.5	28.6
美国俄克拉何马州, 瓦尔玛	1.36	0.4	0	1.1	53.9	0.7	43.9
伊朗, 阿卡加里	1.36	0.0	0	8.5	22.4	3.4	65.7
伊拉克, 克利考克	1.93	0.0	0	7.9	45.5	3.5	41.0
美国加利福尼亚州, 萨塔玛利亚	4.99	0.0	0	0.2	41.6	0.0	58.2