

高硫原油加工

工艺、设备及安全

中国石油化工股份有限公司科技开发部

编



中国石化出版社

高硫原油加工工艺、设备及安全

TE 96/1926

出版社

高硫原油加工工艺、设备及安全

中国石油化工股份有限公司科技开发部 编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书以专题的形式,主要论述了硫对炼油装置的腐蚀机理、炼油装置的腐蚀与防护、设备的选材、腐蚀的监检测等内容。

本书理论与实践相结合,是高硫原油加工设备防腐蚀的技术、经验荟萃,可供炼油企业工程技术人员、科研设计人员、设备管理人员以及相关专业的高校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

高硫原油加工工艺、设备及安全/中国石化股份公司
科技开发部编. —北京:中国石化出版社,2001
ISBN 7-80164-101-9

I. 高… II. 中… III. 含硫原油—石油炼制—机械
设备 IV. TE96

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 045540 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)84271839

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

E-mail: press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 32 开本 5.125 印张 114 千字 印 1—3000

2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

定价:10.00 元

序 言

近年来，我国炼油企业加工高硫原油的比例逐年增加，这既是充分利用国际石油资源的需要，也是提高国内资源利用率、提高企业经济效益的需要。在高硫原油加工的过程中，我们积累了一定的经验，但也暴露出一些问题，如工艺流程不适应、设备不适应、管理不适应等。由于有些措施没跟上，在一些企业中还发生了安全生产事故。

高硫原油加工已成为石化科研人员和企业技术人员研究的重要课题，有关科研院所和企业对硫腐蚀机理、工艺、设备、选材、腐蚀监测、管理等方面做了深入的研究，获得了许多科研成果。这些经验和成果，对于提高我们高硫原油加工的技术水平、确保加工过程中设备腐蚀减轻、有效保证安全生产、获取较好的经济效益有极好的参考和学习价值。

为了更好地总结和推广这些经验和成果，推动高硫原油加工技术水平的进一步发展，中国石化出版社将有关高硫原油加工的技术文献汇编成册，正式出版。希望石化股份公司各企业认真学习和研究兄弟单位的成功经验，结合本企业生产的实际，共同攻关，把高硫原油加工工作搞好；同时，我也希望大家在此基础上，推陈出新，不断总结出新的经验来。我相信通过大家的努力，我们高硫油加工的技术水平会不断提高，也会为我们炼化企业效益的提高做出更多、更大的贡献。



2001年6月29日

目 录

高硫原油加工过程中的防腐蚀技术	贾鹏林 (1)
硫化物腐蚀测试技术在原油腐蚀预测中的 应用	田松柏 (16)
含硫原油加工过程的硫转化规律	汤海涛 凌 珑 王龙延 (22)
催化、焦化及硫磺回收装置的腐蚀与防护	镇海炼化公司 (42)
制氢装置的腐蚀与防腐	吕运容 (47)
蒸馏装置的腐蚀与防腐	吕运容 (57)
加氢及重整装置的腐蚀与防护	齐鲁石化公司胜利炼油厂 (73)
加工高硫原油对储罐系统的影响及对策	高向东 朱有志 (83)
RFCC 气体分离脱硫系统腐蚀及控制	宋洪建 高向东 杜 进 (92)
加工含硫原油存在的隐患分析	张 琦 康 彪 (100)
含硫原油加工防腐技术中日合作项目之介绍	董翔龙 (117)
含硫原油炼制设备的选材	郑文龙 张清廉 (130)
炼油设备腐蚀监测与检测	郑立群 (140)
《加工高硫原油重点装置的主要设备和管道 设计选材导则》编制说明	洛阳石化工程公司 (152)

高硫原油加工过程中的防腐蚀技术

贾鹏林

中国石化集团公司石油化工设备腐蚀与防护研究中心

一、概述

1. 进口原油的特点

根据我国国民经济发展的需要，我国已大量进口原油。出于经济效益最佳化的考虑和石油资源分布不均衡的考虑，进口原油的大部分将是中东地区的含硫原油，其特点是原油中的硫含量和重金属镍钒含量较高。据资料介绍：沙特轻质原油硫含量为 1.91%，沙特中质原油的硫含量为 2.56%，沙特重质原油的硫含量高达 3.39%；伊朗原油硫含量为 1.5%，伊拉克原油的硫含量为 2.10%；伊朗密度为 0.867 g/cm^3 的混合原油，大于 352°C 的馏分中，镍、钒含量分别为 58ppm ($1\text{ppm} = 10^{-6}$) 和 139ppm。高硫原油中的盐含量虽然不高，但其中可能含有结晶盐类，因此深度脱盐较为困难。由于高硫原油的这些特点，造成加工过程中设备腐蚀、催化剂中毒、环境污染。

2. 原油中的硫存在形态及分布

原油中的硫主要以 H_2S 、单质 S、硫醇、硫醚、二硫化物及噻吩硫等形态存在。

表 1 列出几种典型高含硫原油的硫在产品中的分布情况。由表 1 中硫分布数据可以看出：高硫原油中的硫化物主要分布在重质馏分中。

表 1 典型含硫原油的硫分布

序号	原油名称	原油 含硫/ %	汽 油		煤 油		柴 油		蜡 油		减 渣	
			含硫/ %	分布/ %	含硫/ %	分布/ %	含硫/ %	分布/ %	含硫/ %	分布/ %	含硫/ %	分布/ %
1	胜 利	1.00	0.008	0.02	0.01	0.05	0.34	6.0	0.68	17.9	1.54	76.0
2	伊 朗 重	1.78	0.09	0.7	0.32	3.1	1.44	9.4	1.87	13.5	3.51	73.9
3	伊 拉 克 轻	1.95	0.018	0.2	0.40	4.4	1.12	7.6	2.42	38.2	4.56	49.6
4	沙 特 轻 质	1.75	0.036	0.4	0.43	3.9	1.21	7.6	2.48	44.5	4.10	43.6
5	沙 特 中 质	2.48	0.034	0.3	0.63	3.6	1.51	6.2	3.01	36.6	5.51	53.3
6	沙 特 重 质	2.83	0.033	0.2	0.54	2.4	1.48	4.9	2.85	32.1	6.00	60.4
7	科威特	2.52	0.057	0.4	0.81	4.3	1.93	8.1	3.27	41.5	5.24	45.7

表 2 是中东高硫原油的硫化物类型分布,可以看出:随着石油馏分沸点的提高,馏分油中硫醇硫和二硫化物的比例迅速下降,硫醚硫的比例先增后减,而噻吩类硫化物的比例则持续增加。此外,硫醇和硫化氢主要分布在沸点 $50 \sim 250^{\circ}\text{C}$ 之间的馏分中,元素硫和二硫化物主要分布在 $100 \sim 250^{\circ}\text{C}$ 之间的馏分中,即原油中的活性硫主要分布在沸点小于 250°C 的轻质馏分中。二硫醚类和噻吩类硫化物则主要分布在沸点高于 200°C 的馏分中,沸点越高,此类非活性硫的比例越高。

3. 硫腐蚀的主要类型、涉及的装置及引起的安全问题

在原油加工过程中,非活性硫不断向活性硫转变,使硫腐蚀不仅存在于一次加工装置,也同样存在于二次加工装置,甚至延伸到下游化工装置。可以说硫腐蚀贯穿于炼油的全过程。根据腐蚀特点,可分为:

- (1) 低温湿硫化氢腐蚀;
- (2) 高温硫腐蚀;
- (3) 连多硫酸腐蚀;
- (4) 硫酸露点腐蚀。

3.1 低温湿硫化氢腐蚀

原油中存在的 H_2S 以及有机硫化物分解生成的 H_2S ,与原油加工过程中生成的腐蚀性介质(如 HCl 、 NH_3 等)和人为加入的腐蚀性介质(如乙醇胺、水等)共同形成腐蚀性环境,在装置的低温部位(特别是气液相变部位)造成严重的腐蚀。典型的有蒸馏装置塔顶的 $\text{HCl} + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ 腐蚀环境;催化裂化装置分馏塔顶的 $\text{HCN} + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ 腐蚀环境;加氢裂化和加氢精制装置流出物空冷器的 $\text{H}_2\text{S} + \text{NH}_3 + \text{H}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 腐蚀环境;干气脱硫装置再生塔、气体吸收塔的 RNH_2 (乙醇胺)

表 2 中东高硫原油的硫化物类型分布 (占馏分油中硫的比例/%)

原 油	馏分范围/ ℃	馏分中 硫含量/ %	S	H ₂ S	RSH	RSSR	RSR (I)	RSR (II)	残余硫
伊朗 Darius 含硫 2.43%	< 38	0.0100	0.00	0.00	84.00	0.00	0.00	0.00	16.00
	38 ~ 110	0.0410	0.98	9.76	46.34	0.00	39.02	0.00	3.90
	110 ~ 150	0.1137	3.52	7.04	50.15	7.04	27.26	2.20	2.81
	150 ~ 200	0.1780	2.13	3.37	18.87	5.00	50.56	13.87	6.18
	200 ~ 250	0.3650	0.00	0.00	1.26	0.63	51.51	14.24	32.35
	250 ~ 300	1.1800	0.00	0.06	0.40	0.34	25.33	5.43	68.44
	300 ~ 350	1.7600	0.00	0.04	0.06	0.07	19.31	7.24	73.27
沙特中 质含硫/ 2.48%	20 ~ 100	0.050	0.00	2.14	49.00	9.00	12.05	23.40	4.45
	100 ~ 150	0.070	0.00	1.80	43.60	4.29	15.70	18.29	16.32
	150 ~ 200	0.110	0.00	0.36	16.36	2.27	28.19	26.36	26.45
	200 ~ 250	0.410	0.00	0.00	0.73	0.12	23.86	24.39	50.90
	250 ~ 300	1.060	0.00	0.00	0.28	0.00	16.50	8.78	74.44
沙特重 质含硫 2.83%	300 ~ 350	1.460	0.00	0.00	0.18	0.00	14.04	7.19	78.59
	20 ~ 100	0.010	0.00	0.00	3.00	1.70	20.00	23.00	52.30
	100 ~ 150	0.029	0.00	0.00	0.69	0.30	27.59	13.79	57.63
	150 ~ 200	0.157	0.00	0.00	0.13	0.05	23.12	23.57	43.13
	200 ~ 250	0.680	0.00	0.00	0.06	0.01	16.62	20.44	62.87
	250 ~ 300	0.945	0.00	0.00	0.11	0.00	15.03	19.89	64.95
	300 ~ 350	1.100	0.00	0.00	0.22	0.00	17.36	18.09	64.32

注: S—元素硫; H₂S—硫化氢; RSH—硫醇; RSSR—二硫化物; RSR (I)—烷基或环烷基硫醚硫; RSR (II)—噻吩及其它硫醚硫; 残余硫主要是噻吩硫。

+ CO_2 + H_2S + H_2O 腐蚀环境等。低温湿硫化氢腐蚀表现为均匀腐蚀和湿硫化氢应力腐蚀开裂。湿硫化氢应力腐蚀开裂的形式包括 HB(氢鼓泡)、HIC(氢致开裂)、SSCC(硫化物应力腐蚀开裂) 和 SOHIC(应力导向氢致开裂)。

3.2 高温硫腐蚀

高温硫化物的腐蚀是指 240°C 温度以上的重油部位硫、硫化氢和硫醇形成的腐蚀。典型的高温硫化物腐蚀环境存在于蒸馏装置常、减压塔的下部及塔底管线、常压重油和减压渣油换热器等；催化裂化装置主分馏塔的下部、延迟焦化装置主分馏塔的下部等。在高温条件下，活性硫与金属直接反应，它出现在与物流接触的各个部位，表现为均匀腐蚀，其中以硫化氢的腐蚀性最强。

高温硫腐蚀速度的大小，取决于原油中活性硫的多少，但是与总硫量也有关系。当温度升高时，一方面促进活性硫化物与金属的化学反应，同时又促进非活性硫的分解。温度高于 240°C 时，随温度的升高，硫腐蚀逐渐加剧，特别是 H_2S 在 $350 \sim 400^\circ\text{C}$ 时，能分解出 S 和 H_2 ，分解出来的元素 S 比 H_2S 的腐蚀更剧烈，到 430°C 时腐蚀达到最高值，到 480°C 时分解接近完全，腐蚀开始下降。

高温硫腐蚀，开始时速度很快，一定时间后腐蚀速度会恒定下来，这是因为生成了 FeS 保护膜。而介质的流速越高，保护膜就容易脱落，腐蚀将重新开始。 H_2 + H_2S 型腐蚀环境在加氢裂化和加氢精制等临氢装置中由于 H_2 的存在加速 H_2S 的腐蚀，在 240°C 以上形成高温 H_2S + H_2 腐蚀环境，腐蚀主要发生在：加氢裂化装置的反应器、加氢脱硫装置的反应器以及催化重整装置原料精制部分的石脑油加氢精制反应器等。

3.3 连多硫酸引起的应力腐蚀开裂

当装置运行期间遭受硫的腐蚀，在设备表面生成硫化物，装置停工期间有氧(空气)和水进入时，与设备表面生成的硫化物反应生成连多硫酸($\text{H}_2\text{S}_3\text{O}_6$)，在连多硫酸和拉伸应力的共同作用下，就有可能发生连多硫酸应力腐蚀开裂(SCC)。

连多硫酸应力腐蚀开裂最易发生在不锈钢或高合金材料制造的设备上，一般是高温、高压含氢环境下的反应塔器及其衬里和内构件、储罐、换热器、管线、加热炉炉管，特别在加氢脱硫、加氢裂化、催化重整等系统中用奥氏体钢制成的设备上。

3.4 高温烟气硫酸露点腐蚀

加热炉中燃料油在燃烧过程中生成含有 SO_2 和 SO_3 的高温烟气，在加热炉的低温部位， SO_2 和 SO_3 与空气中水分共同在露点部位冷凝，产生硫酸露点腐蚀。在炼油厂多发生在加热炉的空气预热器和烟道、废热锅炉的省煤器及管道等。

4. 硫腐蚀引起的安全事故

由于硫的腐蚀加重，一些装置已发生严重的安全事故。如 2000 年 6 月某厂焦化炉进料管大小头因高温硫腐蚀穿孔，高温热油喷出自燃，造成人员伤亡，设备受损。2000 年 10 月，某厂石脑油罐因 FeS 自燃产生火花，引爆罐内油气，继而引起罐内残存油品燃烧，烧毁石脑油 266t，一台 5000m^3 石脑油罐损毁。

二、最近几年围绕高硫原油加工所开发的技术

1. 含硫原油加工装置的设计选材导则的制订

1997 年 10 月，石化总公司为适应加工日益增加的进口含硫原油，在青岛召开了进口高硫原油设计选材会，讨论了

进口高硫原油设计选材问题。在总结国内外高硫原油加工设计选材经验的基础上，制订了高含硫原油加工装置的设计选材导则，该导则详细制定了主要炼油装置各部位的选材范围。经过几年的试用，取得了良好效果。但该导则存在选材范围过宽，规定不严格等缺陷。2000 年底，受集团公司委托，洛阳石化工程公司与茂名石化公司对含硫原油加工装置的设计选材导则，进行了细化，近期已提交集团公司有关部门审查。

2. 结合高硫油的加工开发了一系列防腐软件

经过数年努力，建立了原油破乳剂数据库。原油电脱盐是一项重要的工艺防腐设施，影响电脱盐装置脱盐效果的因素很多，其中破乳剂的适应性是一主要因素。破乳效果与原油性质之间存在某种必然的联系，数据库收集了大量的原油性质及可与之相适应的破乳剂类型，以及相应的操作工艺条件，可为企业提供参考。

由于加工进口高硫原油的量越来越大，对设备的腐蚀与防护提出了更高的要求，集团公司参加了由欧共体发起，多个国家和地区参加的欧洲尤里卡计划项目“腐蚀失效分析方法在工业装置上的应用”，该项目建立了腐蚀案例库、腐蚀失效分析专家系统、腐蚀失效资料库，并首次将神经网络技术引入腐蚀失效分析。但需进一步完善有关内容、强化该项目的设备寿命评估功能以及相关软件的国产化和汉化工作。

为了规范防腐工作的管理，集团公司组织了有关企业、高校和科研单位，共同制订了防腐管理规范，并形成了一整套软件。软件提供了各个装置的腐蚀参数的收集表格、数据处理方法等，为全行业防腐管理及资源共享打下了基础。

3. 材料表面改性技术开发

3.1 渗铝技术

渗铝技术作为材料的表面改性处理方法，可以显著提高金属材料表面的防腐性能。尤其是在炼油防腐蚀中，渗铝材料在多种介质中具有良好的耐蚀性，如耐高温硫、环烷酸、二氧化碳、低温硫化氢、高温氧化等腐蚀。由于渗铝后的金属材料表面显微硬度增加，同时还具有良好的耐磨性能，因此集团公司对渗铝技术的开发非常重视，先后组织开发了粉末包埋渗铝和料浆感应渗铝。

这一技术可进行换热器管、型钢、格栅填料、规整波纹填料、塔板加热炉管的渗铝，对硫腐蚀有很好的抑制作用。

在渗铝技术的基础上，还开发了渗钛、多元共渗等技术，部分产品已在高硫油加工设备中得到应用，产生了良好的效果。

3.2 金属烧结涂层技术

金属烧结涂层技术是将多种金属元素粘结金属表面，在高温下烧结，形成 Ni 基合金熔镀涂层。主要用于解决工业加热炉、锅炉对流室及空气预热器硫酸露点腐蚀问题。在其它许多腐蚀性介质中也有优良的耐蚀性。经涂覆处理后，对材料的强度塑性不产生有害影响，涂层试样拉断后涂层无剥落现象。现场试验也证明了其优异的耐蚀性。

此外，一种称为 ND 钢的材料也已用于制造加热炉、锅炉对流室及空气预热器，有一定的防腐效果。

3.3 有机硅耐蚀涂料

为解决空气预热器的硫酸露点腐蚀问题，开发了有机硅耐蚀涂料，其特点是与钢材表面结合力强，耐温性能好具有优良的耐硫酸露点腐蚀性能，可作为空气预热器的专用

涂料。

3.4 化学镀技术

化学镀是利用合适的还原剂，使溶液中的金属离子有选择地在经催化活化的表面上还原析出，成为金属镀层的一种化学处理方法。

经应用证明，化学镀镍有以下优点：

防腐蚀效果好，与碳钢相比，可延长设备使用寿命 2~5 倍；在氯离子环境中耐腐蚀性能优于不锈钢；耐温性能好；传热性能好；具有一定抗垢能力；耐磨性能好。

含硫原油工艺设备常受到 H_2S 、 SO_2 、 Cl^- 等腐蚀介质侵害，采用化学镀镍后取得了明显效果。

在化学镀镍的基础上，正在组织开发化学镍铬共镀。

4. 大型石油储罐长效防腐技术

大型石油储罐长效综合防腐技术，采用了电化学保护与专用防腐涂料相结合的方法，主要包括：F-I 型油罐专用防腐涂料，应用于油罐内底板与牺牲阳极配套使用，主要特性为防腐耐油、耐阴极剥离性能；F-II 型油罐专用防腐涂料，主要应用于油罐内壁防腐防静电；F-III 型油罐外壁防腐涂料，主要应用于储罐外壁及其它设备的大气腐蚀其最主要的特性为与基体粘接力强，耐大气腐蚀性能优良。油罐阴极保护技术及其配套产品已在多家炼厂的油罐上成功应用，对应用后的油罐经多次检测，目前仍处在良好保护范围内，实践证明了该技术的安全性和可靠性，是油罐防腐的最佳及最成功技术。

5. 油相缓蚀抗垢剂

鉴于我国重油催化裂化及加氢裂化装置重油系统结焦积垢严重，给装置操作带来很多危害，同时严重影响炼油厂的

经济效益。已开发的油相缓蚀抗垢剂，其特点是：具有油溶性高温缓蚀剂的功能，在设备表面形成吸附膜或其它致密的化学保护膜；具有抗氧化作用，药剂能够捕捉烃类氧化所产生的游离基，生成稳定的化合物，阻止链反应的发生；具有清淨分散作用，由于其具有胶溶、增溶、中和和吸附作用，因而能使油浆中的非油溶性固体微粒(炭粒、树脂物质、油泥与金属盐等聚集而成)悬浮于油浆中，阻止生成和消除油垢，同时防止腐蚀产物进一步腐蚀设备。

为适应渣油加氢脱硫装置的需要，还开发了可用于该装置重油系统抗垢防焦，而且对催化剂无害的药剂，应用效果良好。

6. 高温缓蚀剂

90年代初，为解决环烷酸酸腐蚀问题，石化总公司立项了高温缓蚀剂的研制课题。经过多年研究，研制出了缓蚀性能优于美国同类产品的高效高温缓蚀剂。经实验证明：该缓蚀剂不仅可用于解决高温环烷酸酸腐蚀问题，而且对高温硫腐蚀也有很好的缓蚀作用。

7. 新型高效电脱盐技术

为适应进口高含硫原油不断增加、装置规模不断扩大以及加氢装置对金属钠含量要求严格的需要，开发了新型电脱盐成套技术。

进口含硫原油含盐较低，但深度脱除较为困难。该技术将原油流程改成平流式，原油在脱盐罐中，从罐的一端沿水平方向流动，与水滴下沉方向成角，使水滴沿水平抛物线轨迹下沉。原油在流动时不再对水滴下降造成阻滞，使水滴沉降速度加快，提高了油水分离效率；原油流动速度也不再受到限制，与老式的脱盐罐相比，在同等条件下，可提高原油

处理量。

罐内电极板采用轴向鼠笼式电极结构，由弱电场、过渡电场、强电场分段组成；原油从罐的一端水平进入，依次经过弱电场、过渡电场、强电场三个阶段，分段脱水。该技术经工厂应用证明，比同等体积的电脱盐罐提高效率 40% ~ 60%，耗电省、脱水迅速。经过改进，该装置可适用于单系列、大处理量。目前已建成 $400 \times 10^4 \text{ t/a}$ 装置，与其它同类装置相比，罐体容积缩小 30% ~ 40%。

结合进口含硫原油的特点，研制并生产了系列破乳剂及脱盐工艺，可使脱后含盐小于 3 mg/L ，某厂 $500 \times 10^4 \text{ t/a}$ 装置上已成功应用，满足了该厂减压渣油加氢装置的要求。

8. 原油及馏分油脱金属技术

原油中含有少量金属，其中的 Ca、Mg、Fe 等主要以无机盐或环烷酸盐形态存在，而镍、钒等重金属则主要以卟啉化合物形态存在。在石油炼制过程中，Ca、Mg、Fe 等可以在原油电脱盐中，通过加化学药剂的方法脱除，目前已广泛应用。大多数重金属存在于常减压渣油等重质馏分油中，在对这些重质馏分进行二次加工时，Ni、V 等金属会造成催化剂中毒，从而增加催化剂损耗，而且废催化剂又会造成环境污染。

含有钒的燃料油燃烧时，会形成 Na_2O 和 V_2O_5 的低熔点化合物，这类化合物会侵蚀金属表面，从而附着在炉管表面，影响加热炉或锅炉的热效率， V_2O_5 还会促使 SO_2 向 SO_3 的转化，加速空气预热器的腐蚀。

研究表明，石油中的镍钒主要以卟啉化合物和复杂的油溶性高分子化合物形态存在。馏分油中镍钒化合物结构的稳定性，决定了其脱除的难度。欲脱除馏分油中的镍钒，必须

破坏其分子结构或将其有机物脱出，主要方法有酸抽提法，溶剂抽提法，加氢脱除法等。

从馏分油(主要是常渣)中脱除镍钒的方法，主要采用化学方法脱除馏分油中的镍和钒。该工艺为在较高温度下加药剂进行化学反应，形成亲水化合物，在较低温度下加水混合分离。在某厂利用常渣进行了中试，效果良好，经分析 Ni、V 总脱除率在 70% 以上。

三、加快高硫原油加工技术开发，防腐技术创新要有突破

1. 全厂防腐系统管理、监检测软件开发

目前，尽管开发了一些腐蚀管理软件，但存在技术不配套、认识不统一等问题，缺乏全厂在线监检测系统及相应的软件。美国、日本在在线监检测方面作了大量的研究工作，美国研制了世界先进水平的高温探头，美国普林斯顿应用研究公司开发了 M351 腐蚀测试系统，该系统内置两套微处理系统，可同时控制 8 台恒电位仪，不但实现了全部操作的自动化，而且实现了数据处理的自动化。日本出光公司的在线监检测方面已形成自己的专有技术，我们在这方面的工作与国外差距较大。为获得生产装置腐蚀程度的有关信息及腐蚀过程和操作参数间的相互关系，以便制定合理的设备维护制度和改进腐蚀控制，避免因腐蚀而引起的生产装置非计划停车，使炼油装置安全正常运行，有必要开展全厂腐蚀监检测技术的研究，研制现场可拆卸探头及数据处理软件，使腐蚀数据的采集、存贮及处理趋于智能化，使信息及时反馈，及时指导现场防腐蚀工作。

2. 开发石油脱硫新技术

目前世界上普遍采用的石油脱硫方法是加氢脱硫和溶剂