

# 关于炼油设备的腐蚀 与防护

# 第一节 概述

- ❖ 在石油炼制过程中存在着一系列腐蚀问题。它直接影响着生产装置的长周期，安全、稳定，满负荷及优质的运转；并降低工厂开工率，提高工厂维护费用；消耗大量化学药剂。因而增加工厂成本，降低工厂的整体效益。近年来由于我国原油变重，及含硫、含氮、酸值的增加，以及引进中东高含硫的原油，更加重了设备的腐蚀。



常压塔塔顶塔盘腐蚀



常顶回流管腐蚀穿孔



常顶回流管法兰腐蚀减薄



某炼油厂常顶浮阀点蚀形状





常顶油气换热器管束结垢及腐蚀形态



初底油-减渣换热器防冲板腐蚀情况



渣油换热器管束腐蚀减薄



减三线段塔壁贴板腐蚀状况

## ❖ 炼油设备腐蚀的原因：

- ❖ 在石油炼制过程中导致设备腐蚀的原因有二，其一是原油中的杂质；其二为加工过程中的外加物质。

❖ **对设备产生腐蚀的杂质有：** 硫的化合物、无机盐类、环烷酸、氮的化合物等等。

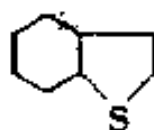
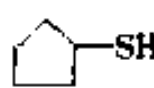
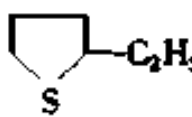
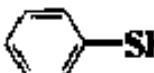
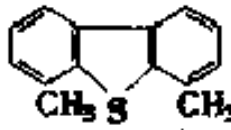
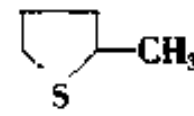
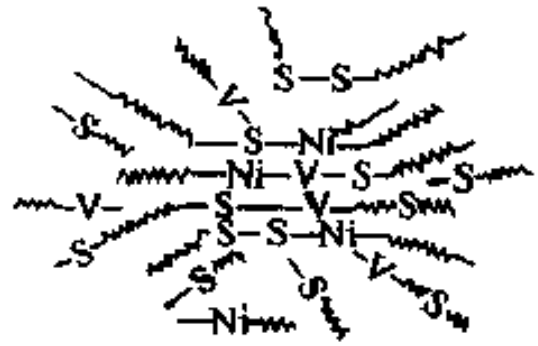

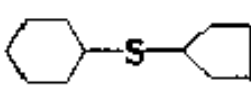
这些杂质虽然含量很少，但危害却极大。是因为在加工过程中它们本身有的是腐蚀介质，另一些则在加工过程中转化为腐蚀介质。此外在炼制过程中加入的溶剂及酸碱化学剂会形成腐蚀介质，也加速设备的腐蚀。

## 第二节 原油中的腐蚀介质

- ❖ 一、硫化物的腐蚀
- ❖ 原油中的硫化物主要包括：**硫化氢，硫和硫醇；硫醚，多硫醚，噻吩，二硫化物**等。
- ❖ 通常将含硫量在**0.1%-0.5%**的原油叫做**低硫原油**；含硫量大于**0.5%**者为**高硫原油**。
- ❖ 硫化物含量越高对设备腐蚀就越强。



表5-1 原油中的硫化物

硫化合物名称	典型代表(分子式)	硫化合物名称	典型代表(分子式)
元素硫	S		
硫化氢	H <sub>2</sub> S	多环状—	
硫醇类:	(R-SH)		
烷基—	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> -SH	二硫化物	(R-S-S-R')
		烷基—	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -S-S-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>
环状—		噻吩类	
芳香族—			
硫醚类:	(R-S-R')	苯并噻吩类	
烷基—	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -S-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>		
环状—		沥青质	
烷基—环状—	CH <sub>3</sub> -S- 	—芳香族环	
环烷—环烷—		——— 环烷环	



- ❖ 硫化物根据对金属的作用，可分为**活性硫化物**和**非活性硫化物**两类。
- ❖ **活性硫化物能与金属直接发生反应**。如通常原油中含有的硫化氢，硫和硫醇等。
- ❖ **非活性硫化物则是不能直接同金属反应的**，如硫醚，多硫醚，噻吩，二硫化物等。
- ❖ 主要与参加腐蚀反应的有效硫化物含量如 **$H_2S$** 、**单质硫**、**硫醇**等活性硫及易分解为 **$H_2S$** 的硫化物含量有关。硫化物含量越高则对设备腐蚀就越强。

- ❖ 硫化物对设备的腐蚀与温度有关：
- ❖ (1)  $t \leq 120^{\circ}\text{C}$  硫化物未分解，在无水情况下，对设备无腐蚀；但当含水时，则形成炼厂各装置中轻油部位的各种水 $\text{H}_2\text{S}-\text{H}_2\text{O}$ 型腐蚀。成为难以控制的腐蚀部位。
- ❖ (2)  $120^{\circ}\text{C} < t \leq 240^{\circ}\text{C}$ ，原油中活性硫化物未分解故对设备无腐蚀。
- ❖ (3)  $240^{\circ}\text{C} < t \leq 340^{\circ}\text{C}$ ，硫化物开始分解，生成 $\text{H}_2\text{S}$ 对设备腐蚀开始，并随着温度升高而腐蚀加重。

- ❖ (4)  $340^{\circ}\text{C} < t \leq 400^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ 开始分解为 $\text{H}_2$ 和 $\text{S}$ , 此时对设备的**腐蚀**反应式为:
  - ❖  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2 + \text{S}$        $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$
  - ❖  $\text{R-S-H}$ (硫醇) +  $\text{Fe} \rightarrow \text{FeS} +$  不饱和烃
- ❖ (5)  $420^{\circ}\text{C} < t \leq 430^{\circ}\text{C}$ , **高温硫对设备腐蚀最快;**
- ❖ (6)  $t > 480^{\circ}\text{C}$ , 硫化物近于完全分解, 腐蚀率下降。
- ❖ (7)  $t > 500^{\circ}\text{C}$ , 不是硫化物腐蚀范围, 此时为**高温氧化腐蚀**。



## 二、无机盐的腐蚀

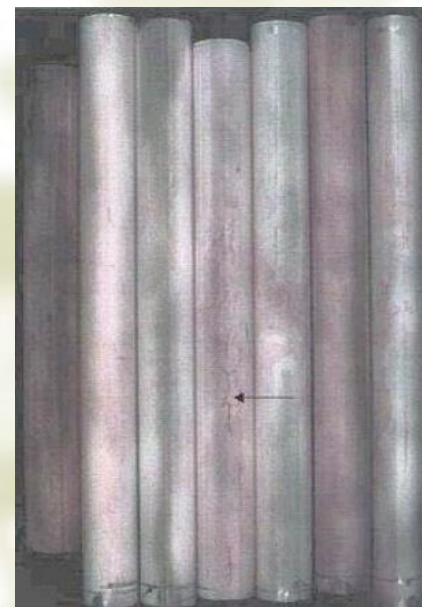
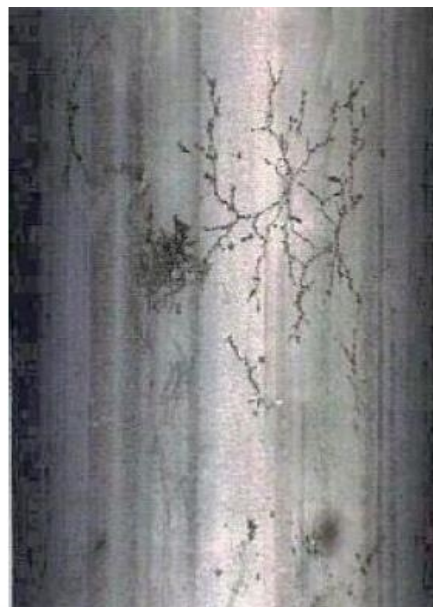
- ❖ 原油开采时会带有一部分油田水，经过脱水可以去掉大部分，但是仍有少量的水分与油乳化液悬浮在原油中。这些水分都含有盐类，盐类主要成分是氯化钠、氯化镁和氯化钙。
- ❖ 在原油加工中，氯化镁和氯化钙很易受热水解，生成具有强烈腐蚀性的氯化氢（HCl）。而氯化钠在500℃时尚无水解现象，故无HCl产生。氯化氢含量高则设备腐蚀严重。

- ◆ 2009年3月某公司常减压装置在停工检修前1天，常压塔上段出现油气泄漏，检查发现塔壁已经腐蚀穿孔，顶部五层塔盘、圈梁、支撑梁等部位腐蚀减薄严重。
- ◆ **原因：**脱后含盐高，塔顶回流温度低，形成盐酸腐蚀。





# 氯离子应力腐蚀开裂

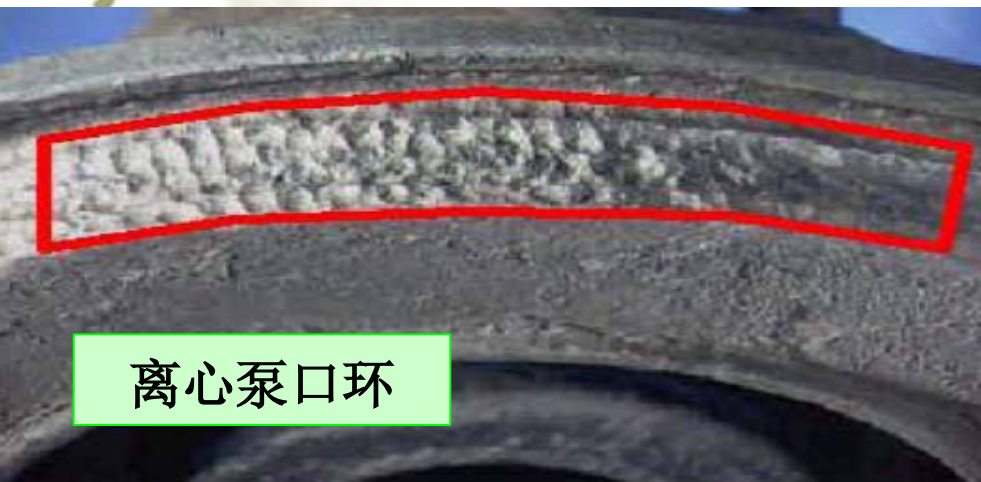




### 三、环烷酸的腐蚀

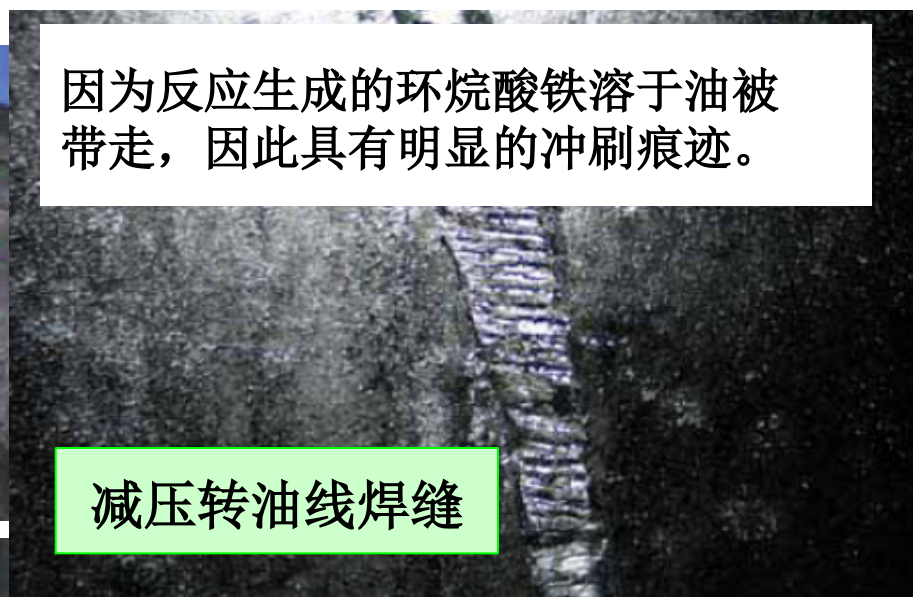
- ❖ 环烷酸在常温下对金属没有腐蚀性。但在高温下能与铁等生成环烷酸盐，引起剧烈的腐蚀。
- ❖ 环烷酸的腐蚀起始于 $220^{\circ}\text{C}$ ，随温度上升而腐蚀逐渐增加。在 $270\text{-}280^{\circ}\text{C}$ 时腐蚀最大。温度再提高，腐蚀又下降。可是到 $350^{\circ}\text{C}$ 附近又急骤增加。 $400^{\circ}\text{C}$ 以上就没有腐蚀了。此时原油中环烷酸已基本气化完毕，气流中酸性物浓度下降。

- ❖ 环烷酸腐蚀生成特有的锐边蚀坑或蚀槽，是它与其他腐蚀相区别的一个重要标志。一般以原油中的酸值来判断环烷酸的含量。
- ❖ 原油酸值大于 $0.5\text{mgKOH/g}$ (原油)时即能引起设备的腐蚀。



离心泵口环

因为反应生成的环烷酸铁溶于油被带走，因此具有明显的冲刷痕迹。



减压转油线焊缝



减压炉出口弯头



减压塔泡帽



热电偶



## 四、氮化物的腐蚀

- ❖ 石油中所含氮化合物主要为吡啶，吡咯及其衍生物。原油中这些氮化物在常减压装置很少分解。但是在深度加工如催化裂化及焦化等装置中，由于温度高，或者催化剂的作用，则分解生成了可挥发的氨和氰化物(HCN)。

- ❖ 分解生成的氨将在焦化及加氮等装置形成 $\text{NH}_4\text{Cl}$ ，造成塔盘垢下腐蚀或冷换设备管束的堵塞。 $\text{HCN}$ 的存在对催化装置低温 $\text{H}_2\text{S}$ - $\text{H}_2\text{O}$ 部位的腐蚀起到促进作用，造成设备的氢鼓泡、氢脆和硫化物应力开裂。

## 五、国内外原油所含腐蚀介质

国内原油腐蚀介质含量

腐蚀介质 产地	盐, mg/L	硫, %	氮, %	酸值 mgKOH/g	密度, g/cm <sup>3</sup>
大庆	20~110	0.11	0.06~0.24	0.016	0.864
辽河(北区)	2.07	0.56	1.06	1.26	0.86~0.92
辽河(中区)	7.0~172.8	0.20~0.40	0.40~0.61	0.98~2.26	
辽河(南区)	69.9~137.4	0.23~0.24	0.36~0.38	4.50~4.70	
大港(羊三木)	15.1	0.33	0.31		
胜利(孤岛油)	26.0	2.09	0.43	1.31~1.92	0.9
胜利(孤东油)	183.0	0.35	0.36	2.36	
胜利(胜利油)	20~200	0.80~1.05	0.40~0.63	0.40~0.62	
“管输油” <sup>①</sup>	14.3~129	0.60~0.80	0.36	0.96~1.96	0.9
中原油田	135	0.35	0.21	0.37	
南阳	11.30	0.26	0.63	0.38	
江汉	249—466.9	1.61~1.80	0.75	0.32	
长庆	140	0.07	0.056		
老君庙	20—23.6	0.11~0.19	0.31~0.32	0.11~0.20	
克拉玛依(白克)	10.69~20.01	0.07~0.023	0.08	0.18~0.81	
克拉玛依低凝油	11.74~61.31			1.28~1.80	
新疆(九区)	31.40	0.12~0.15	0.31~0.35	4.95	0.85~0.92
新疆(欢三联)		0.26	0.41	2.52	
新疆(普通)		0.05	0.13	0.17	
南海	11.3	0.11	0.08	0.03	

注：①管输油系指胜利、中原、华北等油田的混合原油。

# 进口原油腐蚀介质含量

腐蚀介质		盐, mg/L	硫, %	氮, %	酸值 mgKOH/g
产地					
印度尼西亚	伊坎巴里	2.88	0.0261	0.0256	0.11
	阿塔克	14.68	0.0308		0.36
	韦杜里	7.68	0.1007	0.2053	0.33
	贝坎拜	3.61	0.1022	0.0227	0.20
	杜里		0.21		0.92
	米纳斯	14.0	0.083		无
马来西亚	杜兰	42.9	0.0501	0.0117	0.68
	塔比斯	14.0	0.032	0.029	0.23
澳大利亚	库柏	14.32	0.0381	0.065	0.070
	塔里斯曼	57.10	0.0523	0.265	0.11
巴基斯坦		8.0	0.032		0.077
阿曼		1.18/14.3	0.66/1.18		0.33~0.38
伊朗		8.11	0.76/1.36	0.15	0.13
伊拉克		26~35	2~2.3	0.13	0.05~0.13
阿尔及利亚		10	0.15		0.06
阿联酋		35.16	1.66		0.03
辛塔		25.8	0.1		0.31



## 第三节 炼油厂的腐蚀环境

### ❖ 一、含硫、高酸值腐蚀环境

❖ 加工含硫、酸值较高的原抽对炼油设备的腐蚀极为严重，其腐蚀程度除与酸、硫含量有关外，还与腐蚀环境有关。

❖ 腐蚀环境可分为高温及低温(低于 $120^{\circ}\text{C}$ )两大类。每一类型又因其他介质如 $\text{HCl}$ ， $\text{HCN}$ 及 $\text{RCOOH}$ (环烷酸)等的加入，而有其不同类型的腐蚀环境。

❖ (1) 低温( $t < 120^{\circ}\text{C}$ )轻油 $\text{H}_2\text{S}-\text{H}_2\text{O}$ 腐蚀环境

❖ 有  $\text{HCl}-\text{H}_2\text{S}-\text{H}_2\text{O}$ 型、 $\text{HCN}-\text{H}_2\text{S}-\text{H}_2\text{O}$ 型、 $\text{CO}_2-\text{H}_2\text{S}-\text{H}_2\text{O}$ 型、 $\text{RNH}_2$ (乙醇胺)- $\text{CO}_2-\text{H}_2\text{S}-\text{H}_2\text{O}$ 型、 $\text{H}_2\text{S}-\text{H}_2\text{O}$ 型。

❖ (2) 高温( $240-500^{\circ}\text{C}$ )重油 $\text{H}_2\text{S}$ 腐蚀环境

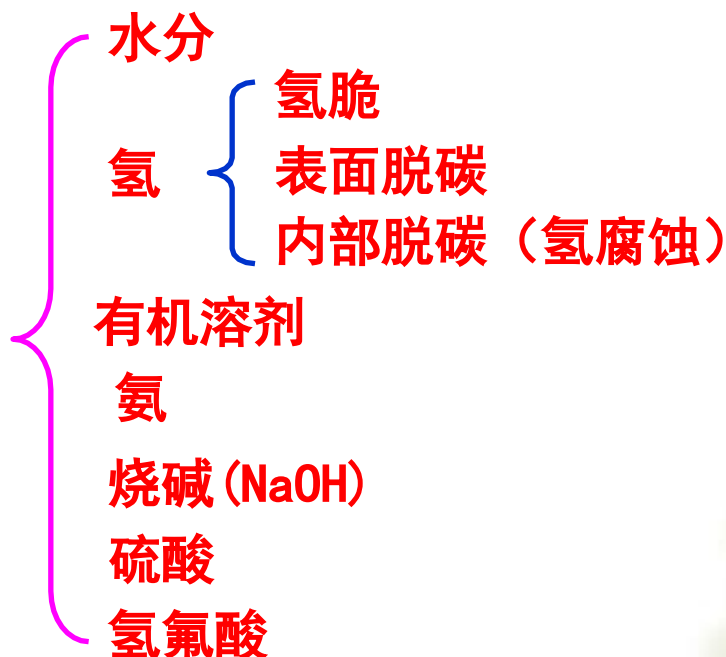
❖ 有 $\text{S}-\text{H}_2\text{S}-\text{RSH}$ (硫醇)型； $\text{S}-\text{H}_2\text{S}-\text{RSH}-\text{RCOOH}$ (环烷酸)型及 $\text{H}_2+\text{H}_2\text{S}$ 型。

❖ (3) 高温硫化

❖ 在硫磺回收装置中，燃烧后的高温含硫过程气中，气流组成为 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{SO}_2$ 、硫蒸气、 $\text{CS}_2$ 、 $\text{COS}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 及氮气等。这些介质常以复合形式产生腐蚀，当金属设备处于 $310^{\circ}\text{C}$ 以上高温时，碳钢设备就会发生高温硫化腐蚀。

## ❖ 二、其他腐蚀环境

❖ 在原油加工炼制过程中，尚有其他介质造成的腐蚀环境。主要有以下几种。



## ❖ (1) 水分

❖ 原油加工过程中要引入大量水分，如分馏汽提塔、油品水洗等。尤其是炼油厂还有大量的冷却用水。因此水分为炼油设备造成各种腐蚀环境，**水是造成各种类型电化学腐蚀的必要条件。**

❖ 各类型的 $\text{H}_2\text{S}-\text{H}_2\text{O}$ 型的腐蚀环境，均离不开水。如果没有水分存在，氯化氢或硫化氢的腐蚀在 $120^\circ\text{C}$ 以下是极轻微的。



## ❖ (2) 氢

- ❖ 氢在正常状态下，是以分子状态存在的，由于它的直径较大，不可能渗入金属中。但是在高温高压下或是在初生氢状态时，氢气可能变为原子氢而穿过金属表面层，扩散到金属晶格里，或穿透金属向外排出，此为**氢渗透**。

❖ 由于氢向钢材渗透，导致钢材的脆化，其主要形式如下。

❖ ①氢脆

❖ 氢脆现象是可逆的，也称作一次脆化现象。

❖ ②表面脱碳

❖ 钢中的氢在高温下移到表面，并在表面形成 $\text{CH}_4$ 。造成钢的表面脱碳。表面脱碳不形成裂纹。其影响是强度及硬度略有下降，而延伸率增加。

❖ ③内部脱碳（氢腐蚀）

❖ 高温高压下的氢渗入钢材之后和不稳定碳化物形成甲烷。钢中甲烷不易逸出，就在晶界或夹杂物附近聚集形成很高压力（约105-106MPa）。这压力足以使钢材产生裂纹或鼓泡，并使强度和韧性显著下降。其腐蚀反应是不可逆的，是永久性脆化。

### ❖ (3) 有机溶剂

- ❖ 气体脱硫、润滑油精制均要使用有机溶剂，如乙醇胺、糠醛、二乙二醇醚、酚等。一般说来这些溶剂本身对金属没有什么腐蚀，像乙醇胺还有缓蚀作用。但是在生产过程中，有些溶剂会发生降解、聚合、氧化等作用而生成某些腐蚀设备的物质。

#### ❖ (4) 氨

- ❖ 在炼油厂中氨可导致两种类型的应力腐蚀开裂。第一种是在无水、室温、非高压的工况下导致**碳钢**球罐的**应力腐蚀开裂**。第二种类型是**铜合金**(如海军黄铜)的应力腐蚀开裂。
- ❖ 已发现水是防止氨应力腐蚀开裂的有效抑制剂。空气污染则增加开裂的倾向性。



## ❖ (5) 烧碱(NaOH)

- ❖ 在炼油厂中，各种钢及不锈钢由烧碱造成的应力腐蚀开裂也是常见的。通常此种开裂称为“**碱脆**”。5%-40%碱水溶液加入某些工艺物料中，以中和残留的酸性物质。例如硫酸、氢氟酸以及盐酸。在冷却水和锅炉给水中也加入碱，以阻止因泄漏使pH值大幅度上升。

## ❖ (6) 硫酸

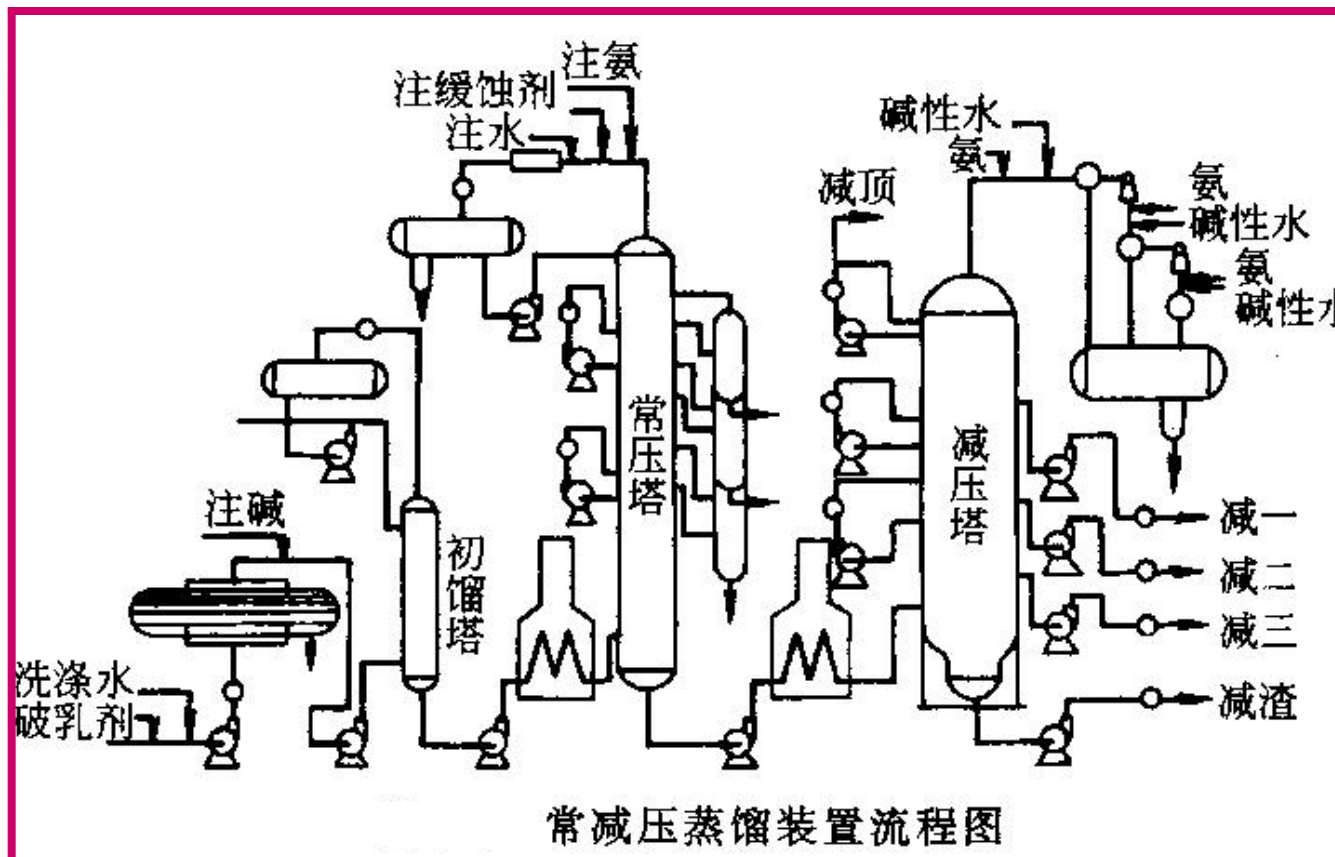
- ❖ 炼油厂中硫酸主要用于烷基化，电精制等装置。炼油厂所用大多为98%硫酸，使用碳钢设备即可。

## ❖ (7) 氢氟酸

- ❖ 氢氟酸与钢反应可形成氟化物保护膜而钝化金属。如果这些保护膜被稀酸破坏，将产生严重腐蚀。因此只要进料保持干燥，氢氟酸装置可使用碳钢设备。氢氟酸腐蚀经常伴有氢鼓泡产生。氢氟酸烷基化装置大多数腐蚀问题多发生于停工之后，这是因设备中留有积水。为防止腐蚀，设备彻底干燥是很重要的。

# 常减压装置的腐蚀与防护

## ❖ 一、常减压装置的工艺流程

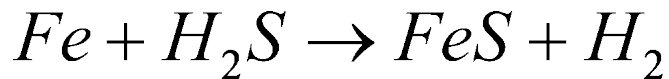


## ❖ 二、常减压装置的主要腐蚀类型

### ❖ 1. 低温部位的腐蚀

#### ❖ 1.1 HCl-H<sub>2</sub>S-H<sub>2</sub>O系统的腐蚀

❖ 常减压装置的初馏塔和常减压塔顶部及塔顶的冷凝冷却系统，温度一般在100℃左右，为低温腐蚀，主要是由于原油中的无机盐引起的，属于HCl-H<sub>2</sub>S-H<sub>2</sub>O环境介质的腐蚀。腐蚀形态表现为对碳钢为普遍减薄；对Cr13为点蚀；对1Cr18Ni9Ti为氯化物应力腐蚀开裂。



❖ 硫化氢和氯化氢在没有水存在时，对设备几乎没有腐蚀。在气相变液相的部位，出现露水后，则会出现HCl-H<sub>2</sub>S-H<sub>2</sub>O型的腐蚀介质。

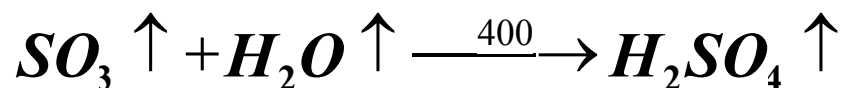


## ❖ 二、常减压装置的主要腐蚀类型

### ❖ 1. 低温部位的腐蚀

#### ❖ 1.2 低温烟气的露点腐蚀

- ❖ 主要发生在加热炉、锅炉空气预热器的低温部位。加热炉、锅炉用的燃料中含有硫化物，一般含量在1~2.5%，硫燃烧后全部生成SO<sub>2</sub>，由于燃烧室中由过量的氧气存在，所以又有少量的SO<sub>2</sub>进一步再与氧化合形成SO<sub>3</sub>。在通常的过剩空气系数条件下，全部SO<sub>2</sub>中约有1~3%转化成SO<sub>3</sub>。在高温烟气中的SO<sub>3</sub>不腐蚀金属，但当烟气温度降到400℃以下，将与水蒸气化合生成稀硫酸。



- ❖ 烟气的温度继续下降，当降至150~170℃时，已达到硫酸的结露温度，这时稀硫酸就会凝结到加热炉的受热面上从而发生低温硫酸腐蚀。由于这种腐蚀发生在硫酸的结露温度以下，所以又称作露点腐蚀。

## ❖ 2. 高温部位的腐蚀(S-H<sub>2</sub>S-RSH-RCOOH)

### ❖ 2.1 高温硫化物的腐蚀

❖ 当炼油设备壁温高于250℃且又处于H<sub>2</sub>S环境下时，就会受到H<sub>2</sub>S腐蚀，主要集中在常压炉及出口转油线、常压塔、减压炉、减压塔、减压转油线等部位，近年来原油的硫含量有逐步增大的趋势。这类腐蚀表现为设备表面减薄，属均匀腐蚀。

### ❖ 2.2 环烷酸腐蚀

❖ 在常减压的减二、减三线腐蚀严重，在220℃以下时，环烷酸的腐蚀并不剧烈，但随温度升高有逐步增大的趋势。在280℃以上时，温度每升高55℃，环烷酸对碳钢和低合金钢的腐蚀速度就增加三倍，直到385℃时为止。由于环烷酸的沸点在280℃左右，故在此使腐蚀为最厉害，而当高于350℃时，又由于H<sub>2</sub>S的影响而加剧，以后随温度的升高，腐蚀速度就下降了。

❖ **腐蚀的特征为：**环烷酸腐蚀的金属表面清洁、光滑无垢。流速高时能产生与液流同向的沟槽；流速低时能形成尖锐的孔洞。

# 三、常减压装置的防护措施

## ❖ 1. 一脱四注

### ❖ 1.1 脱盐

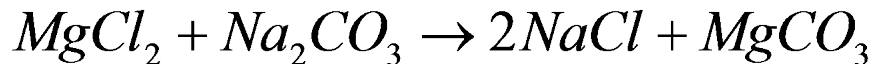
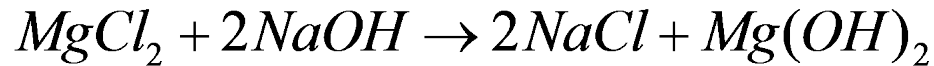
❖ 脱盐是工艺防护中最重要的一环，目的是去除原油中引起腐蚀的盐类。脱除原油中的氯化物减少塔顶Cl<sup>-</sup>的含量，可以减轻腐蚀。目前要求原油深度脱盐，如脱盐深度不够，则不能有效去除Ca、Mg盐类。

❖ 如果将脱盐稳定在3mg/L以下就能把腐蚀介质控制在一个较低范围。脱盐的效果与原油性质（乳化液稳定性、比重、粘度）、破乳剂、温度、注水及电场强度等多种因素有关，一般脱盐温度为100~120℃，破乳剂用量50~20ppm，注水4~10%。

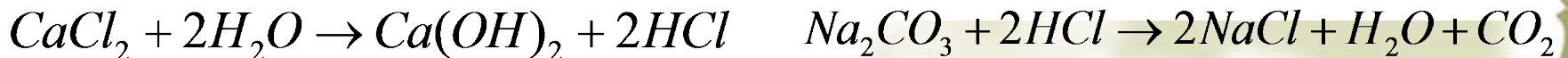
## ❖ 1.2 注碱

- ❖ **NaCl**一般不水解，较容易脱去。最容易水解的**MgCl<sub>2</sub>**则最难脱掉。无机盐会水解生成**HCl**，而在常压塔顶部与水生成盐酸，发生强烈的腐蚀，在脱盐后还要注碱。原油脱盐后注碱（**NaOH**、**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**）的作用主要表现在三个方面：

- ❖ **1.2.1 部分地控制残留氯化镁、氯化钙水解，使氯化氢发生量减小**

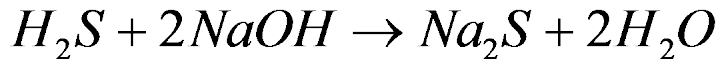
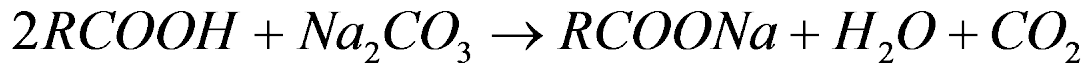
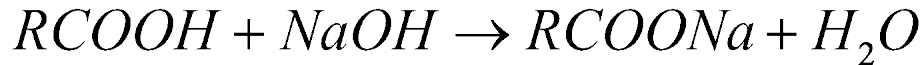


- ❖ **1.2.2 一旦水解，能中和一部分生成的氯化氢**



## ❖ 1.2 注碱

### ❖ 1.2.3 注碱也可以中和原油中的环烷酸和部分硫化氢

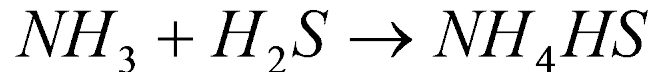
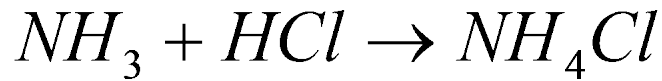


- ❖ 根据胜利炼油厂的试验结果，每吨原油加入18~27g  $Na_2CO_3$ 时，塔顶冷凝水中Cl<sup>-</sup>含量可降低80~85%，铁离子可降低60~90%，即腐蚀速度降低。注碱中和环烷酸是有效的，但耗能大带来不利。在有催化裂化装置的炼油厂要求Na<sup>+</sup>的含量小于1ppm，因此，石化总公司要求停止注碱。



### ❖ 1.3 注氨

- ❖ 中和塔顶馏出系统中的HCl和H<sub>2</sub>S，调节塔顶馏出系统冷凝水的pH值。



- ❖ 生成的氯化氨在浓度较高时会以固体的形式析出，造成垢下腐蚀。注氨是调节pH值减缓腐蚀的重要措施。石化总公司系统目前都是注氨水，国外用有机胺代替氨水受到更好的效果，因为有机胺的露点高，可以避免在水冷凝区发生露点腐蚀，并且能与HCl一起冷凝，有利于中和。

## ❖ 1.4 注缓蚀剂

- ❖ 缓蚀剂种类特别多，应适当评选。缓蚀剂能在金属表面形成一层保护膜。

## ❖ 1.5 注水

- ❖ 油水混合气体从塔顶进入挥发线时，温度一般在水的露点以上（水为气相），腐蚀极为轻微。当温度逐渐降低，达到露点时，水气即开始凝结成液体水。凝结之初，少量的液滴与多量的氯化氢气体接触，液体中的氯化氢浓度很高，pH值很低，因而它的腐蚀性极为强烈。随着凝结水量的增加，液体水中氯化氢的浓度逐渐降低，pH值则逐渐升高，此时腐蚀也跟着减小。故塔顶系统腐蚀以相变部位最为严重，液相部位次之，气相部位很轻。
- ❖ 相变部位一般在空冷器入口处，空冷器壁很薄，容易腐蚀穿透。而且空冷器结构复杂，价格昂贵，因而人们就想将腐蚀最严重的相变部位移至结构简单，而且壁厚的挥发线部位。这样既可延长空冷器的寿命，而且更换挥发线的管道也比较便宜。采用的方法是在挥发线注碱性水，挥发线注水后，露点部位从空冷器内移至挥发线，从而使空冷器的腐蚀减轻。挥发线注入的大量的碱性水，还可以溶解沉积的氯化铵，防止氯化铵堵塞；另外大量的碱性水，一方面中和氯化氢；另一方面冲稀相变区冷凝水中的氯化氢的浓度，可以减轻介质的腐蚀。

# 三、常减压装置的防护措施

## ❖ 2. 选用耐蚀材料

表5 加工高酸值原油蒸馏装置高温易蚀部位用材情况

厂名	常压部位				减压部位			
	进料段	高速段 转油线	低速段 转油线	炉管	进料段	高速段 转油线	低速段 转油线	炉管
1	A3	20#	10#	10#	A3	Cr5Mo	20R	Cr5Mo
2	1Cr18Ni9Ti	20#	20#	20#	1Cr18Ni9Ti	Cr5Mo	20R	Cr5Mo
3	A3加厚 12AlMoV	Cr5Mo	15MoVAI 20R 1Cr18Ni9Ti, 12AlMoV	Cr5Mo, 15A13MoWTi Cr5Mo	A3加厚 12A1MoV	Cr5Mo	0Cr13+20R 12A1MoV	Cr5Mo Cr5Mo A3加厚
4	15MnTi	Cr5Mo	20R	20R	A3	Cr5Mo	SB42N+SUS321	Cr5Mo
5	20R		20R	12SiMoVNBA	12SiMoVNBAI	20#	20R	12MoWVTiCr5Mo
6	1Cr18Ni9Ti 1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti 1Cr18Ni9Ti	- -	Cr5Mo+18-8Ti Cr5Mo	1Cr18Ni9Ni Cr6AlMo	Cr5Mo Cr5Mo	1Cr12Ni9Ti 1Cr18Ni9Ti	Cr5Mo Cr5Mo
7	1Cr18Ni9Ti	18-8Ti	18-8Ti	Cr5Mo+18-8Ti	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti	18-8Ti	Cr5Mo
8	16Mn	Cr5Mo	16Mn Cr5Mo	Cr5Mo 10#		Cr5Mo	1Cr18Ni9Ti	Cr5Mo
9	A3+1Cr18Ni9Ti	316L	1Cr18Ni9Ti	Cr5Mo 1Cr18Ni9Ti	A3+1Cr18Ni9Ni	316	316L+20R	1Cr+18Ni9Ti
10		10#	20R	10#	20R	Cr5Mo	20#	Cr5Mo
11	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti	12AlMoV	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti	
12	A3	20#		10#	A3	20#	16MoR	16Mn
13	A3R 1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti	Cr5Mo	A3R, 1Cr18Ni9Ni	20R+316L	20#+316L	Cr5Mo
14	CT3+2H496 A3+0Cr13	Cr5Mo Cr5Mo	Cr5Mo Cr5Mo	Cr5Mo Cr5Mo	20R+0Cr13 20R+0Cr13	SUS321 Cr5Mo	20R折 16Mn	SUS321 Cr5Mo
15	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ni	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti

1. 长岭炼油厂 2. 九江炼油厂 3. 胜利炼油厂(胜利油), 胜利炼油厂(孤岛油) 4. 安庆石化总厂炼油厂 5. 洛阳炼油厂 6. 南京炼油厂(一套), 南京炼油厂(二套) 7. 兰州炼化总厂 8. 武汉石化厂 9. 广州石化总厂炼油厂 10. 荆门炼油厂 11. 镇海石化总厂炼油厂 12. 天津炼油厂 13. 乌鲁木齐石化总厂炼油厂 14. 茂名石油公司炼油厂(一套), 茂名石油公司炼油厂(二套) 15. 锦西炼油厂

### 三、常减压装置的防护措施

#### ❖ 2. 选用耐蚀材料

易蚀部位的用材规定(试行)

部 位	规 定 用 材
常、减压炉辐射出口倒数 1~4 根炉管 <sup>①</sup>	Cr5Mo <sup>②</sup> 、Cr9Mo、316L、0Cr18Ni9Ti <sup>③</sup>
常、减压炉辐射出口高速转油线	316L、0Cr18Ni9Ti <sup>③</sup>
常、减压塔辐射出口低速转油线	20R + 316L (3mm)、316L、0Cr18Ni9Ti <sup>③</sup>
管线(上述)上管件 <sup>④</sup>	不低于相应管线材质
常、减压塔进料段塔壁	20R + 316L (3mm)、内衬 0Cr18Ni9Ti 板(2~3mm)



# 三、常减压装置的防护措施

## ❖ 2. 选用耐蚀材料

表3 加工高酸值原油炼油装置高温部位推荐用材表

装置、设备及 部位名称	推 荐 用 材			
	胜利原油 含硫 0.8% 酸值 0.4 ~ 0.6 mgKOH/g	孤岛原油 含硫 1.6%~2.0% 酸值 1.31 ~ 1.92 mgKOH/g	鲁宁管输原油 含硫 0.7%~0.9% 酸值 1.2 ~ 2.0 mgKOH/g	辽河原油 含硫 0.36% 酸值 0.3 ~ 1.9 mgKOH/g
常减压蒸馏装置				
常压塔 塔体	进料段加碳钢防冲板	上段(26层塔盘以上)为 20g+3RE60,下段 20g+ 0Cr13	进料段衬 1Cr18Ni9Ti	衬 1Cr18Ni9Ti 或 316L
塔体构件	碳钢	上段 3RE60 下段 1Cr13	下段 1Cr18Ni9Ti 顶部 3RE60 封头衬 3RE60	1Cr18Ni9Ti 或 316L
减压塔 塔体	进料段和塔底液相部位 衬 0Cr13 或减二线以下 用 20g+0Cr13	二线集油箱下, 20g + 1Cr18NiTi	进料段蒸发空间塔壁及 底部塔壁衬 1Cr18Ni9Ti	衬 1Cr18Ni9Ti 或 316L
塔内构件	减二线以下用 1Cr18Ni9Ti 或 1Cr13	渗铝, 1Cr18Ni9Ti 或 316L	减三线以下用 1Cr18Ni9Ti, 减一、二线 用 1Cr18Ni9Ti, 渗铝或 Cr6AlMo	减一、二、三线 1Cr18Ni9Ti 或 316L



# 三、常减压装置的防护措施

## ❖ 2. 选用耐蚀材料

加热炉				Cr5Mo
常压				Cr5Mo、1Cr18Ni9Ti
对流管	碳钢或 Cr5Mo	Cr5Mo	Cr5Mo	316L, 炉出口阀门
辐射管	Cr5Mo	Cr5Mo	Cr5Mo	用 1Cr18Ni9Ti
减压				Cr5Mo
对流管	Cr5Mo	Cr5Mo	Cr5Mo	Cr5Mo、1Cr18Ni9Ti
辐射管	Cr5Mo	Cr5Mo	Cr5Mo	316L, 炉出口阀门
转油线				用 1Cr18Ni9Ti
常压				1Cr18Ni9Ti 或 316L
高速段	Cr5Mo	Cr5Mo	1Cr18Ni9Ti 或 316L	1Cr18Ni9Ti 或 316L
低速段	15MoVAI	SB42-316	1Cr18Ni9Ti 或 316L	1Cr18Ni9Ti
减压				
高速段	Cr5Mo	Cr5Mo	1Cr18Ni9Ti 或 316L	1Cr18Ni9Ti 或 316L
低速段	20g+0Cr13	12AlMoV	1Cr18Ni9Ti 或 316L	1Cr18Ni9Ti 或 316L
减底蜡油和渣油				
管线	Cr5Mo	Cr5Mo	Cr5Mo	1Cr18Ni9Ti
泵	1Cr13、1Cr18Ni9Ti	SB42-316L	1Cr13	1Cr18Ni9Ti
原油/渣油				
一次换热器				
壳体	A3R、16MnR			
管束	0Cr13、0Cr18Ni9Ti	10号钢		

## 三、常减压装置的防护措施

### ❖ 3. 其它防护方法

- ❖ 常减压蒸馏装置原油加工，可采用高硫高酸值和低硫低酸值原油混炼，以降低介质含量减轻腐蚀。
- ❖ 改变设备结构，使气液负荷分布均匀，减少冲刷，降低流速；管线和容器要能排净液体不能存水，减少死角和盲肠以及减少缝隙等。
- ❖ 目前炼油厂在高温易受腐蚀部位采用了一些措施都有利于减轻腐蚀，如减压低速转油线扩径、高速转油线扩大弯曲半径，改变高速低速线的连接型式等。

## 第四节 HCl-H<sub>2</sub>S-H<sub>2</sub>O的腐蚀与防护

- ❖ 一、HCl-H<sub>2</sub>S-H<sub>2</sub>O的腐蚀部位及形态
- ❖ **腐蚀部位：**常压塔顶部五层塔盘，塔体，部分挥发线及常压塔顶冷凝冷却系统(此部位腐蚀最严重)；减压塔部分挥发线和冷凝冷却系统。一般气相部位腐蚀较轻微，液相部位腐蚀严重。尤以气液两相转变部位即“露点”部位最为严重。由于影响此部位的主要因素是原油中的盐水解后生成HCl而引起的。因此不论原油含硫及酸值的高低，只要含盐就会引起此部位的腐蚀。
- ❖ **腐蚀形态：**碳钢部件的全面腐蚀、均匀减薄；Cr13钢的点蚀；以及1Cr18Ni9Ti不锈钢为氯化物应力腐蚀开裂。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/027040166145010005>