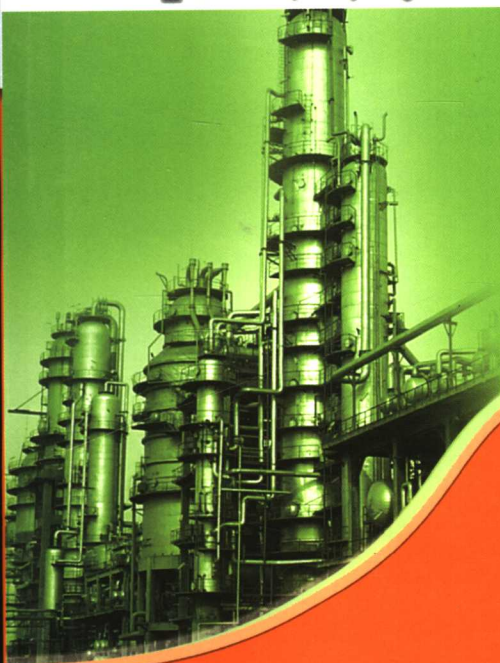




炼油装置操作指南丛书

常减压蒸馏装置 操作指南



王兵 胡佳 高会杰 编著

中国石化出版社

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

炼油装置操作指南丛书

常减压蒸馏装置 操作指南

王 兵 胡 佳 高会杰 编著

中国石化出版社。

内 容 提 要

本书以典型配置的常减压装置为例,对常减压蒸馏装置的基础知识和所涉及的工艺过程进行了较全面的介绍,着重叙述了常减压蒸馏装置的生产操作方法,包括工艺流程、参数调节、开停工操作、事故处理等环节。同时介绍了装置所属的机泵、加热炉、换热器、仪表等方面的知识。全书主要内容有:原油性质、蒸馏知识、蒸馏操作、塔和炉等设备的使用和维护、仪表控制、节能及安全环保知识等。

本书对常减压装置的操作与事故处理有一定的指导作用,主要供从事常减压蒸馏装置的技术人员和操作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

常减压蒸馏装置操作指南/王兵,胡佳,高会杰编著.
—北京:中国石化出版社,2006
(炼油装置操作指南丛书)
ISBN 7-80164-975-3

I.常… II.①王… ②胡… ③高… III.石油炼制—
减压蒸馏—指南 IV.TE624.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 013926 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

北京精美实华图文制作中心排版

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 11.5 印张 275 千字

2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷

定价:30.00 元

前言

经过几十年的发展，常减压蒸馏已经成为一个比较成熟的石油加工工艺。近几年来，常减压蒸馏技术又不断进步，在减压深拔、产品质量提高、节能降耗、安全环保技术等方面取得了累累硕果；在装置大型化以及先进的设备和仪表、高效的塔内构件的应用方面，创造了许多新的技术方法，提高了装置拔出率，降低了加工损失和能耗。

本书主要面向生产一线的操作工人，重点阐述了常减压蒸馏的基本原理，操作参数对工艺过程的影响，重要设备的操作方法，产品的质量控制，装置的开停工操作和事故处理等内容，同时在书中加入了作者对如何控制关键过程的理解、分析，将枯燥的理论有机地融入实际操作中，并指明了具体工作中关键点、基本操作原则等实践经验。

本书第一章至第五章，第九章、第十一章由王兵编写；第十章由刘传健编写；第六章由高会杰编写；第七章由刘竣编写；第八章由胡佳编写；第十二章由赵玉远编写。

本书由王勇、李兴朝审定。

常减压蒸馏经过多年的发展，衍生出各种各样的加工流程，本书只是以最典型、最标准的流程配置为基础加以说明。另外，由于水平有限，时间仓促，书中错误在所难免，恳请各位读者不吝指教。

在编写本书过程中，参考和引用了大量公开发表的文献和内部资料，在此一并致以衷心的感谢！

目 录

绪 论	(1)
第一章 原油的基本性质	(3)
一、原油的基本物性	(3)
二、原油的组成	(3)
三、原油的分类	(6)
第二章 电脱盐与防腐	(8)
第一节 电脱盐	(8)
一、电脱盐原理	(8)
二、电脱盐的一般工艺流程	(9)
三、电脱盐的几种形式	(10)
四、电脱盐的主要设备	(11)
五、电脱盐的主要控制点	(12)
六、电脱盐操作法	(15)
七、电脱盐单元的开停工	(18)
第二节 腐蚀与防护	(20)
一、常减压装置的腐蚀类型与特点	(20)
二、腐蚀的监测和防护方法	(23)
三、其他部位防腐	(25)
第三章 蒸馏基本知识	(26)
一、蒸馏的基本原理	(26)
二、蒸馏的基本知识点	(26)
三、蒸馏过程的分类	(28)
四、蒸馏的几个概念	(30)
五、影响蒸馏塔操作的因素	(32)
第四章 蒸馏塔	(35)
第一节 板式塔的种类和结构	(36)
一、板式塔的种类	(36)
二、塔盘	(37)
三、板式塔结构	(39)

四、板式塔的流体动力学	(40)
第二节 填料塔的种类和结构	(42)
一、填料塔的总体种类	(42)
二、填料的种类和特性	(42)
三、填料的流体动力学	(45)
四、填料塔与板式塔的比较	(46)
第五章 蒸馏工艺的特点和控制	(48)
第一节 常压蒸馏单元	(48)
一、初馏塔的工艺特点	(48)
二、常压塔的工艺特点	(48)
三、初馏塔的操作要点	(49)
四、常压塔的操作要点	(50)
五、常压单元常见的操作事故	(53)
第二节 减压蒸馏单元	(57)
一、减压塔的工艺特点	(57)
二、减压塔的分类	(59)
三、减压深拔技术	(59)
四、减压塔的操作要点	(60)
五、减压操作法	(63)
六、减压塔常见的问题	(65)
第六章 加热炉操作	(68)
第一节 概述	(68)
一、管式加热炉的形式	(68)
二、管式加热炉的一般结构	(68)
第二节 加热炉的燃烧器及其他部件	(69)
一、燃烧器	(69)
二、炉管	(70)
三、炉墙	(70)
四、热管式空气预热器	(72)
五、加热炉系统的安全、防爆措施	(73)
第三节 加热炉操作、管理和维护	(73)
一、加热炉点火前的准备工作	(73)
二、加热炉的点火和升温	(74)
三、加热炉日常操作中的问题及解决方法	(74)
四、事故及处理	(76)

五、加热炉的烘炉	(78)
六、炉管结焦和烧焦	(79)
七、加热炉日常检查项目	(81)
第四节 加热炉的节能和提高热效率	(81)
第五节 加热炉的露点腐蚀与防护	(83)
第七章 机 泵	(84)
第一节 常减压装置用泵	(84)
一、按用途分类	(84)
二、按作用原理分类	(84)
三、常减压装置用泵的特点	(86)
第二节 离心泵	(87)
一、离心泵的类型	(87)
二、离心泵的基本结构	(87)
三、离心泵的型号	(88)
四、离心泵的主要性能参数	(89)
五、离心泵的吸入特性	(91)
六、离心泵的特性曲线	(92)
第三节 离心泵的运行、维护、故障及处理	(93)
第四节 其他类泵操作法	(105)
一、旋涡泵的操作	(105)
二、计量泵的操作	(107)
三、齿轮泵操作	(109)
第五节 电 机	(111)
第八章 冷换设备	(114)
第一节 概 述	(114)
一、冷换设备应满足的基本要求	(114)
二、冷换设备的分类	(114)
三、结构设计	(118)
第二节 冷换设备操作法	(120)
一、换热器的操作	(120)
二、冷却器的操作	(121)
三、空冷器的操作	(121)
四、冷换设备的热紧	(121)

第三节 故障判断及处理	(121)
第九章 自动控制及仪表	(124)
第一节 DCS 集散控制系统	(124)
第二节 常规仪表	(127)
一、温度测量仪表	(128)
二、压力测量仪表	(128)
三、流量测量仪表	(129)
四、液位测量仪表	(130)
第十章 装置的开停工	(133)
第一节 正常开工	(133)
一、开工准备	(133)
二、正常开工	(135)
第二节 装置正常停工	(137)
一、停工准备	(137)
二、正常停工	(138)
三、扫线、水洗、蒸塔	(139)
四、减压炉烧焦	(140)
第三节 紧急停工	(140)
一、局部停工	(140)
二、紧急停工	(141)
第十一章 节能降耗	(145)
一、能耗的定义	(145)
二、能耗的计算方法	(146)
三、常减压装置的能耗组成	(146)
四、节能途径	(147)
五、影响能耗的因素	(150)
六、基准能耗	(151)
第十二章 安全与环保	(153)
第一节 石油加工生产的特点	(153)
一、石油加工的生产特点	(153)
第二节 消防知识	(155)
一、燃烧的种类	(155)

二、灭火的基本措施·····	(157)
三、灭火器的分类·····	(158)
四、灭火器使用方法(手提式)·····	(159)
第三节 环境保护 ·····	(159)
一、常减压装置的主要污染及治理·····	(159)
二、其他环境危害·····	(161)
三、硫化氢中毒与预防·····	(163)
第四节 HSE 知识 ·····	(164)
一、HSE 基本知识·····	(164)
二、直接作业环节 HSE 控制程序 ·····	(164)
第五节 安全器材的使用方法 ·····	(166)
一、防毒器材·····	(166)
二、上海依格空气呼吸器使用方法·····	(166)
三、巴固空气呼吸器使用说明·····	(167)
第六节 装置检修中的安全工作 ·····	(167)
一、装置检修的特点·····	(167)
二、装置停车的安全处理·····	(168)
三、吹扫与置换·····	(168)
四、装置检修安全规定·····	(169)
附录 几种安全规定 ·····	(171)
一、防火防爆十大禁令·····	(171)
二、人身安全十大禁令·····	(171)
三、装置防火规定·····	(171)
四、装置生产用火规定·····	(171)
五、设备使用安全规定·····	(172)
六、防冻防凝规程·····	(172)
七、环保规程·····	(172)
八、防汛防汛安全规定·····	(172)
九、防电、防雷、防静电安全规定·····	(173)
十、防止硫化氢中毒安全管理规定·····	(173)
参考文献 ·····	(174)

绪 论

在石油加工工序中，常减压蒸馏装置是第一道工序，是炼厂的“龙头”装置。从地下开采出来的石油送到炼厂后首先进入常减压装置。在这里，原油被初步加工，分离出各种轻、重的中间产品，作为下游装置的加工原料。

常减压蒸馏装置的加工流程主要决定于整个炼厂的配置和原油的性质，还有市场的需求。根据目的产品的不同，常减压蒸馏装置可分为燃料型、燃料-润滑油型和燃料-化工型三种类型。三者在工艺过程上并无本质区别，只是在侧线数目和分馏精度上有些差异。

一、常减压装置的类型

1. 燃料型

即炼厂的最终产品主要是液化气、汽油、柴油等燃料。具体来说，常压塔顶生产重整原料或者石脑油组分；常压塔的侧线生产溶剂油、柴油，且各侧线都设有汽提塔以保证产品的闪点合格；减压塔设有2~3个侧线，生产催化裂化原料或加氢裂化原料，分馏精度要求不高，一般不设汽提塔；塔底产品作为延迟焦化、渣油加氢或者沥青装置的原料；减压塔多采用干式操作。

2. 燃料-润滑油型

此类型装置的常压塔的形式和燃料型基本相同，主要差别在减压塔的配置上。润滑油型的减压塔一般设4~5个侧线，每个侧线作为一种润滑油基础油，对其粘度、馏程、颜色及残炭都有严格的指标要求；各侧线设有汽提塔以保证闪点和初馏点的要求；减压塔操作基本采用湿式操作。

3. 燃料-化工型

化工型常减压装置的常压塔也设有2~3个侧线，但侧线不设汽提塔，对分馏精度要求不高，塔盘数目较其他两种类型的常压塔要少一些，侧线产品作裂解原料；减压塔的配置和燃料型类似。

随着市场环境的发展和WTO对石化行业的压力，各炼厂纷纷上马化工、润滑油单元，加工方案的区分逐渐淡化、融合，全面型的炼厂愈来愈多。

很多常减压装置经过多年的技术改造和扩能改造，加工流程五花八门。有最基本的初馏塔（闪蒸塔）-常压塔-减压塔流程，也有只有初馏塔-常压塔的流程，还有两段闪蒸、四级蒸馏等等。在这些流程下还有产品精制、轻烃回收等附属单元。图1-1为最典型的燃料型常减压蒸馏装置的原则流程示意图。

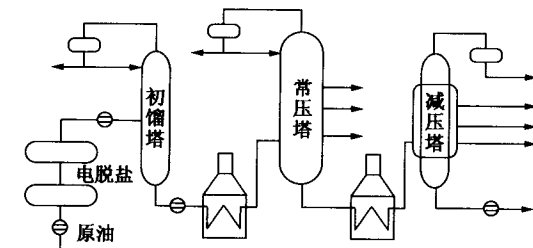


图 1-1 典型常减压蒸馏装置原则流程图

二、工艺流程简介

原油自原油罐底部自压经过原油过滤器进入原油泵，并与破乳剂在泵入口混合，经过原油泵加压后，与温度较低的中段回流和侧线产品换热至130℃进入电脱盐罐，在破乳剂、注水、电场的作用下脱去携带的水分和部分盐类；自电脱盐罐出来后继续换热，热源一般为较

高温度的中段回流和产品，原油被加热到 230℃ 进入初馏塔，经过闪蒸后将一小部分石脑油蒸出，塔底油继续换热(热源以减渣为主)至 270 ~ 300℃ 左右进入常压炉，升温至 365℃ 进入常压塔进行主要产品的分馏。360℃ 左右的常底重油通过减压炉继续升温至 390℃ 后进行减压蒸馏，得到减压蜡油和减压渣油。

经过几十年的发展，常减压蒸馏已经成为一个比较成熟的石油加工工艺。尤其近几年来，常减压蒸馏技术更是不断进步；在减压深拔、产品质量提高、节能降耗、安全环保技术等方面取得了累累硕果；在装置大型化、先进的设备和仪表、高效的塔内构件的应用方面，创造了许多新的技术方法，提高了装置拔出率、降低加工损失和能耗。

虽然蒸馏过程只是一种简单的物理变化，它的广泛使用促使精馏技术已相当成熟，但是技术的成熟并不意味着之后不再需要发展。成熟技术的发展往往要花费更大的精力，但由于其应用广泛，每一个进步，哪怕是微小的，也会带来巨大的经济效益。正因为如此，蒸馏技术的研究仍受到广泛的重视，不断取得发展。

当然，对于常减压装置还有一些问题需要解决：进一步提高常压拔出率和减压拔出率，改进润滑油馏分质量，继续降低能耗和实现长周期运行等。还有，如果能够将原油中的硫脱除干净，不光对常减压装置有利，对整个炼厂都有利。仅降低为预防硫腐蚀的金属材质等级的投资就可省去总投资的一半以上！这项工作目前尚未有特别好的效果。原油中的重金属的脱除也是个难题，现在有不少种类的脱钙剂，效果不是十分理想，更别提脱掉其他种类的重金属了。原油破乳剂也应向广普性发展，才能保证较高的脱盐率。还有针对常减压蒸馏的先进控制技术，虽然不少装置都安装了先进控制系统，但实际保持正常运行的很少，不是因为流程改造，装置扩能，就是因为原油品种更换造成工艺有大的变化等原因，使先进控制系统处于瘫痪状态。这也和在线组成智能分析仪表未全面普及有关。

第一章 原油的基本性质

一、原油的基本物性

常减压蒸馏装置的原料是原油，原油是指地下开采出来的未经加工的石油。石油是埋藏在地下深处的有机物在地壳的高压、高温下经过很长时间才形成的。在常温下，原油大都呈流体或半流体状态，颜色多为黑或深棕色，少数为暗绿、赤褐或黄色，并且有特殊气味。一般情况下，石油比水轻，它的密度为 $0.77 \sim 0.98 \text{g/cm}^3$ 。

我国是最早发现和使用石油的国家之一，早在 3000 多年前的西周就已经发现石油，2000 多年前在甘肃、四川、新疆等地就有发现和使用石油的文字记载。虽然我国发现和使用石油较早，但近代石油工业却相对落后。1949 年全国解放前石油加工能力只有 17 万吨/年，所以中国人只能使用“洋油”。全国解放后，我国石油加工能力不断提高，从 20 世纪 50 年代开始起步到 2004 年，全国石油加工量已达 2.7 亿吨，在世界排名第二。

由于产地不同，形成原油的物质也不同，其物理性质也有很大的差异。评价原油的性质主要是分析原油的密度、粘度、盐含量和重金属含量、硫含量、酸值、凝点、残炭等特性。下面表 1-1 为几种原油的物性对比。

表 1-1 几种典型原油的物理性质

性 质	胜利原油	沙特原油	大庆原油	阿曼原油
密度/(kg/m^3)	912.9	864.9	861.7	851.8
粘度(50°C)/(mm^2/s)	168.1	5.973	31.15	7.987
凝点/ $^\circ\text{C}$	32	< -25	33	-29
硫含量/%	0.97	1.27	0.11	1.15
盐含量/(mg/L)	250.7	10.74	4.7	25.71
酸值/(mgKOH/g)	1.34	0.13	0.01	0.47
残炭/%	7.85	5.79	3.1	3.58
闪点/ $^\circ\text{C}$	108	40	20	25
重金属含量/($\mu\text{g/g}$)				
Fe	16.85	1.1	0.55	0.39
Ni	21.18	4.9	3.06	4.8
Cu	0.11	0.1	0.02	0.5
Na	47.24	1.7	2.1	2.1
V	0.79	6.3	0.04	5.38
馏分/%				
< 180°C	4.4	19.4	8.83	20.1
< 350°C	22.4	50.5	38.3	45.1
< 500°C	51.1	72.2	65.9	73.7

二、原油的组成

原油之所以在外观和物理性质上存在差异，根本原因在于其化学组分不完全相同。原油既不是由单一元素或两三种元素组成的化合物，而是由许多种元素组成的多种化合物的混合物。因此，其性质就不像单质和纯化合物那样确定，而是所含各种化合物性质的综合体现。

1. 原油的元素组成

原油的主要组成成分是碳和氢，碳氢化合物也简称为烃，烃是原油加工和利用的主要对象。其中碳的含量约为 83% ~ 87%，氢约为 11% ~ 14%，两者合计约占原油的 95% 以上。

原油中所含各种元素并不是以单质形式存在，而是以相互结合的各种烃类及非烃类化合物的形式而存在。其中的非烃类化合物是以烃类的衍生物形态存在于原油中，简单地说就是这些微量元素多数镶嵌在烃分子中。

原油中含有的硫、氧、氮等元素与碳、氢形成的硫化物、氮化物、氧化物和胶质、沥青质等非烃化合物，其含量可达 10% ~ 20%，这些非烃化合物大都对原油的加工及产品质量带来不利影响，在原油的炼制过程中应尽可能将它们除去。

2. 原油的烃类组成

原油中的烃类按其结构不同，大致可分为烷烃、环烷烃、芳香烃三类。不同烃类对各种原油产品性质的影响各不相同。

(1) 烷烃

烷烃是原油的重要组分，是一种饱和烃，其分子通式为 C_nH_{2n+2} 。

烷烃是按分子中含烃原子的数目为序进行命名的，碳原子数为 1 ~ 10 的分别用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸表示；10 以上者则直接用中文数字表示，例如只含一个碳原子的称为甲烷；含有十六个碳原子的称为十六烷。这样，就组成了为数众多的烷烃同系物。

烷烃按其结构之不同又可分为正构烷烃与异构烷烃两类，凡烷烃分子主碳链上没有支碳链的称为正构烷烃，而有支链结构的称为异构烷烃。

正构烷烃因其碳原子呈直链排列，易产生氧化反应，即发火性能好，它是压燃式内燃机燃料的良好组分。但正构烷烃的含量也不能过多，否则凝点高，低温流动性差。异构烷由于结构较紧凑，性质安定，虽然发火性能差，但燃烧时不易产生过氧化物，即不易引起混合气爆燃，它是点燃式内燃机的良好组分。

在常温下，甲烷至丁烷的正构烷呈气态；戊烷至十五烷的正构烷呈液态；十六烷以上的正构烷呈蜡状固态(是石蜡的主要成分)。

由于烷烃是一种饱和烃，故在常温下，其化学安定性较好。烷烃的密度最小，粘温性最好，是燃料与润滑油的良好组分。

(2) 环烷烃

环烷烃的化学结构与烷烃有相同之处，只是其碳原子相互连接成环状，故称为环烷烃。由于环烷烃分子中所有碳价都已饱和，因而它也是饱和烃。环烷烃的分子通式为 C_nH_{2n} 。

环烷烃具有良好的化学安定性，与烷烃近似但不如芳香烃。其密度较大，自燃点较高，辛烷值居中。它的燃烧性较好、凝点低、润滑性好，故是汽油、润滑油的良好组分。环烷烃有单环烷烃与多环烷烃之分。润滑油中含单环烷烃多则粘温性能好，含多环烷烃多则粘温性能差。

(3) 芳香烃

芳香烃是一种碳原子为环状连接结构，形成稳定的大 π 键，分子通式有 C_nH_{2n-6} 、 C_nH_{2n-12} 、 C_nH_{2n-18} 等。它最初是由天然树脂、树胶或香精油中提炼出来的，具有芳香气

味，所以把这类化合物叫做芳香烃。芳香烃都具有苯环结构，但芳香烃并不都有芳香味。

芳香烃化学安定性良好，与烷烃、环烷烃相比，其密度最大，自燃点最高，辛烷值也最高，故其也是汽油的良好组分。但由于其发火性差，十六烷值低，故对于柴油而言则是不良组分。润滑油中若含有多环芳香烃则会使其粘温性显著变坏，故应尽量去除。

还有一种烃类，叫作不饱和烃，如烯烃、炔烃。原油一般不存在不饱和烃，因为这些不饱和烃不稳定，容易氧化生成胶质。举例来说，汽油存放时间长了，颜色慢慢变深，就是里面的烯烃氧化了。但是烯烃的辛烷值较高，凝点较低，是汽油的良好组分。不饱和烃主要存在于二次加工产物里。

对于常减压装置经常说的低压瓦斯(三顶不凝气)，其组分主要是 $C_1 \sim C_4$ 的正构烷烃或异构烷烃，当然也含有少量的未冷凝的 C_5 (汽油组分)。由于减压炉出口温度较高，在高温下会发生热裂化，产生少量的烯烃。另外，三顶气中还含有大量的 H_2S ，在装置现场，三顶脱水系统是 H_2S 防护重点部位。

3. 原油中的非烃化合物

(1) 硫化物

硫在原油中主要是以单质硫(S)、硫化氢(H_2S)、硫醇(RSH)、硫醚、二硫化物、噻吩的形态存在。其中单质硫、硫化氢、硫醇称为活性硫化物，它们的化学性质较活跃，容易与铁发生反应生成硫化亚铁，使工艺管线和设备器壁减薄、穿孔，发生泄漏事故；硫醚、二硫化物、噻吩等属于非活性硫化物，它们对金属的腐蚀性较弱。但是，非活性硫化物受热后可以分解成活性硫化物。硫的腐蚀性在后面专门说明。

硫在原油馏分中的分布一般是在塔顶不凝气中含量很高，在轻油馏分中含量很少，随着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。

石脑油馏分中的硫化物主要是硫醇、硫醚以及少量二硫化物和噻吩。

柴油馏分中的硫化物主要是硫醚类和噻吩类。

高沸馏分中的硫化物大部分是稠环，硫原子也多在环结构上。

(2) 氧化物

氧元素都是以有机化合物的形式存在的，大部分集中在胶状、沥青状物质中。这些含氧化合物，可分为酸性氧化物和中性氧化物两类。酸性氧化物中有环烷酸、脂肪酸以及酚类，总称为原油酸。酸性氧化物在原油里的多少用酸值表示。酸值越高，氧化物对金属的腐蚀性越强。中性氧化物有醛、酮等，它们在原油中含量极少，而且几乎没有腐蚀性。

在原油的酸性氧化物中，以环烷酸为最重要，它约占原油酸性氧化物的 90% 左右。环烷酸的含量，因原油产地不同而异，一般多在 1% 以下。

环烷酸在原油馏分中的分布规律很特殊，在低沸馏分以及高沸重馏分中环烷酸含量都较低，在中间馏分中(沸程约为 $250 \sim 350^\circ\text{C}$ 左右)环烷酸含量最高。而这个温度下的环烷酸腐蚀性也最高，正是由于这种特性，介质温度超过 240°C 以上的工艺管线如重油线和加热炉炉管都采用抗环烷酸腐蚀的 Cr5Mo 或更高级材质，设备内壁高温处一般使用 316L 复合钢板以抵抗环烷酸腐蚀。

(3) 氮化物

原油中氮含量一般在万分之几至千分之几。大部分氮化物也是以胶状、沥青状物质形态

存在于渣油中。氯化物的分布与硫化物相同：组分越重，氯化物含量越高。且 80% 以上的氯化物集中在渣油中。从现在掌握的知识看，氯化物对常减压蒸馏没有什么影响，但会使催化裂化的催化剂暂时失活。

(4) 金属化合物

金属化合物在原油中，一部分以无机水溶性盐类的形式存在，如钾、钠的氯化物盐类，它们主要存在于原油乳化的水相中，可在脱盐过程中随水分脱掉。另外一部分以油溶性的有机化合物或络合物的形态存在，并且大部分集中在渣油中，这部分重金属包括砷、磷、镍、钒、铁、铜等元素，会造成电脱盐电流升高，对原油的加工有害无利。

三、原油的分类

根据原油物理性质的不同，原油分类主要有以下几种方法。

1. 按原油的密度分类

轻质原油：< 830.0kg/m³

中质原油：830.0 ~ 904.0kg/m³

重质原油：904.0 ~ 966.0kg/m³

特重质原油：> 966.0kg/m³

现实意义：通过原油换罐后的性质分析，了解原油密度变化，也就掌握了原油轻重变化的方向，可以提前调节各种参数，减少油品变化对整个装置的冲击，提高运行平稳率。

2. 按原油的硫含量分类

低硫原油：硫含量 < 0.5%

含硫原油：硫含量 0.5% ~ 2.0%

高硫原油：硫含量 > 2.0%

现实意义：了解原油硫含量的变化，可以预知腐蚀程度的变化。硫含量升高后，对塔顶油气系统、高 H₂S 区域的巡检要格外小心、仔细。

3. 按原油的含蜡量分类

低蜡原油：蜡含量 0.5% ~ 2.5%

含蜡原油：蜡含量 2.5% ~ 10%

高蜡原油：蜡含量 > 10%。

4. 按原油的胶质含量分类

以重油(沸点高于 300℃的馏分)中胶质含量来分。

低胶质原油：胶质含量 < 17%

含胶质原油：胶质含量 17% ~ 35%

多胶质原油：胶质含量 > 35%

5. 据原油的化学组成不同，以原油的特性因数 K 不同进行分类

石蜡基原油： $K > 12.1$ 烷烃含量高，密度小，凝点高，胶质含量低。

中间基原油： $K = 11.5 \sim 12.1$ 性质处于石蜡基和环烷基之间。

环烷基原油： $K = 10.5 \sim 11.5$ 密度大，凝点低。

根据特性因数和密度将原油按轻油、重油两个关键组分进行更为详细的分类，可分为七类，即：石蜡基、石蜡-中间基、中间-石蜡基、中间基、中间-环烷基、环烷-中间基、环烷基。

由于各种原油的性质差异很大，在原油品种改变时，就会给装置带来波动，影响产品合格率，为了预知随着原油变化，装置的各种主要参数会发生哪种变化趋势，大量的科研人员对世界上各种原油进行了评价，得出各种原油的性质数据，汇编成《原油数据库》，以指导实际生产。由于炼厂生产时并不仅炼某一种原油，而是同时几种原油一起掺炼，如果知道原油的掺炼比例，可以预测原油的变化趋势并采取相应的调整手段；如果不知道掺炼比例，只能靠我们的经验和各种参数的变化来调整产品的质量。

第二章 电脱盐与防腐

第一节 电 脱 盐

从地下采出来的原油含有很多的水分和盐类，这些盐类大多以 NaCl 、 CaCl_2 、 MgCl_2 等形式存在，还有 Ni 、 V 、 Fe 、 Cu 等微量金属与 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 这些酸性离子形成无机盐或与烃类形成有机络合盐。原油中盐和水的存在给常减压装置及后续装置的平稳操作、设备腐蚀带来相当大的危害。

原油中的水分在换热流程中随着原油温度的升高逐渐被汽化，不仅带走了大量热量，降低了热量的有效传输，增加了塔顶冷却系统对水蒸气的冷却负荷，也就是增加了能耗，而且增加了流程压降，给换热器的安全运行造成危害，大量的水汽化甚至造成机泵抽空、换热器泄漏、分馏塔冲塔等安全事故。

原油含盐对加工危害极大。少量的盐类以晶体状悬浮在油中，大部分能够溶解在水中。首先这些盐类水解生成 HCl ，严重腐蚀设备，或者在常压塔上部塔盘上结晶析出，堵塞塔盘，造成侧线分离不清；其次在炉管和换热设备中，盐类沉积在管壁上而结垢，影响传热，同时使炉管寿命缩短，压力降增大，严重时可使炉管或换热器堵塞，造成装置停工；第三是对后续装置的影响。金属钠对分子筛催化剂的晶格有破坏作用，催化裂化装置的进料要求含钠量小于 $1\mu\text{g/g}$ 。重金属 Ni 、 V 危害更大，它们很容易使催化剂中毒造成永久失活。渣油中所携带的盐类在延迟焦化装置的炉管里会迅速结焦，使炉管压降增加，加工量减小，甚至发生炉管烧弯。

电脱盐是当前石油加工行业普遍接受并广泛应用的电化学石油处理技术。在 20 世纪 80 年代以前，我国根本没有自己的电脱盐技术。当时，为了除去油中的水和盐，只有采取热沉降法。这种方法效率低，占用设备和场地非常大，而且脱水脱盐效果非常差。从 20 世纪 60 年代起，我国从国外引进了电脱盐设备，使我国石油加工水平提高了一大步，但是国外只卖设备，对先进的技术还是对我国进行封锁。因此我国电脱盐整体技术还是比较落后，原油脱后含盐指标还未能满足原油深度加工的技术要求。当时，国内各炼油厂电脱盐设备均为普通电力变压器，存在着不防爆、阻抗低、适应负载变化能力差等缺点，时常发生击穿、爆炸、火灾等事故。直到 1986 年，我国才自行设计、生产出第一套交流电脱盐设备，并在长岭炼油厂安装调试，开车成功。然后相继开发出交直流电脱盐技术、高速电脱盐技术。

为了减轻原油中的水和盐类的危害，电脱盐系统作为原油加工的第一道工序，它的重要性也逐渐提高，难度也越来越大。

一、电脱盐原理

原油中的环烷酸、胶质、沥青质是天然的乳化剂，随着原油的过度开采及采油技术越来越多的依靠油层注水和使用驱油剂（一种乳化剂），再加上原油从油田经过长途运输和多次泵的加压传送最后送到常减压装置，其中的水被均匀地分散在油中，和油滴过度混合形成牢固的乳化液。乳化液的状态分为油包水型和水包油型两种。其中，95%的原油属于稳定的油包水型。