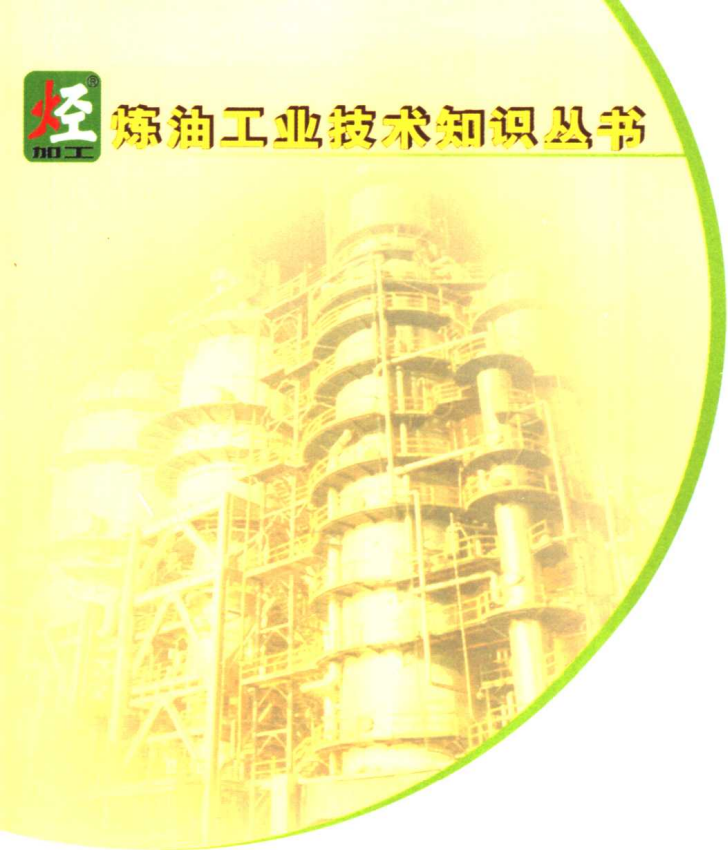




炼油工业技术知识丛书



◇ 唐孟海 胡兆灵 编著

# 原油蒸馏

中国石化出版社

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

炼油工业技术知识丛书

# 原油蒸馏

唐孟海 胡兆灵 编著

中国石化出版社

## 内 容 提 要

本书主要介绍了常减压蒸馏装置的基本知识,包括原油性质及评价、产品种类及性质、蒸馏基本原理、工艺流程、操作技术、装置开停工以及事故的分析判断处理等方面内容。

本书供常减压蒸馏装置操作人员阅读,适合炼油企业作为技术工人岗位培训用教材,也可供相关院校师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

原油蒸馏/唐孟海,胡兆灵编著.  
—北京:中国石化出版社,2007  
(炼油工业技术知识丛书)  
ISBN 978-7-80229-212-3

I. 原… II. ①唐…②胡… III. 原油-蒸馏  
IV. TE624.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 133903 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

北京大地印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

\*

850×1168 毫米 32 开本 9.625 印张 248 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

定价:25.00 元

# 《炼油工业技术知识丛书》

## 编委会

主任：凌逸群

副主任：王子康

技术顾问：龙军 方向晨 李平

王强 王治卿

编委：(按姓氏笔画排序)

仇性启 华炜 吕亮功 吕家欢

孙兆林 宋天民 陈保东 郑世桂

赵培录 高步良 梁凤印 梁文杰

梁朝林 赖光愚 廖士纲

## 序

随着我国石油化学工业的不断发展，炼油技术也在不断进步，炼油企业管理水平不断提高。与之相应，炼油行业十分迫切需要既掌握炼油理论知识、又拥有丰富生产经验和较高技术管理水平技术人员与管理队伍。近些年来，在石化企业中，由于很多老职工和老技术人员相继退休，离开了工作岗位，取而代之的是一大批年轻职工和许多参加工作不久的技术和管理人员。他们走上炼油行业关键技术和管理岗位后，迫切需要补充炼油技术知识。

为了确保装置安稳长满优运转，提高炼油企业的国际竞争能力，提高职工队伍的整体素质，造就一大批懂管理、懂技术的人才，非常有必要在广大炼化企业职工中大力传播专业技术知识，推广科学技术，营造比学赶帮超的良好学习氛围。为了适应这一需要，中国石化股份公司炼油事业部和中国石化出版社及时组织编写了《炼油工业技术知识丛书》。

参加该丛书编写的作者来自于各炼化企业、科研院所和大专院校，他们都是石油化工领域的专家和长期工作在生产一线的技术骨干。在编写过程中，他们将自己的丰富学识与多年的生产实践经验相结合，并查阅大量文献资料，精心编写。可以说，这套丛书的每一分册都

是作者的智慧结晶。丛书按装置和专业设分册编写、出版，既考虑炼油厂装置的实际情况，也考虑炼油企业岗位不同工种的学习需要。在介绍基本理论、基本知识的基础上，紧密结合炼油企业生产和技术管理的实际，注重理论与实践相结合。在文字表述方面，力求通俗易懂，深入浅出。

纵观丛书，最大的特色是理论与实际相结合，且系统性强，基本上涵盖了炼油工业技术的基础知识。该丛书的出版发行，有利于普及炼油工业技术知识，有利于提高炼油企业职工素质，有利于总结生产经验，能更好地为炼油装置的安稳长满优运行服务。我相信，《炼油工业技术知识丛书》的出版，将为行业内人员提供一套比较完整的炼油技术知识参考书，在加强技术传播、促进技术交流、推广技术应用、指导生产实践等方面会起到积极的作用，得到广大炼油行业从业人员的热烈欢迎。



中国工程院院士

# 前 言

常减压蒸馏装置作为原油的一次加工装置，在原油加工总流程中占有重要作用，近年来常减压蒸馏技术和管理经验不断创新，装置节能降耗显著，产品质量提高。但与国外先进水平相比，仍存在较大的差距，装置能耗仍然偏高，分馏精度和减压拔出深度偏低，对含硫原油的适应性差等。进一步提高常减压装置的操作水平和运行水平，显得日益重要，对提高炼油企业的经济效益也具有重要意义。

本书以提高操作技能为核心，突出实用性，介绍了原油性质和产品种类及性质、蒸馏基本原理、工艺流程、操作技术、装置开停工以及事故的分析判断处理方法等。

本书主要面向技术工人，适合作为职工继续教育工程的学习资料和培训教材，希望为提高职工的操作水平提供有益的帮助。

本书第四章由张麦贵编写，第九章由张黎明编写，其余各章由胡兆灵和唐孟海两位同志编写，胡兆灵对全书稿进行了审核。感谢在此书编写过程中给予支持和帮助的家人和朋友。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2006年10月

# 目 录

第一章 石油的性质 .....	( 1 )
第一节 石油的化学性质 .....	( 1 )
一、石油的元素组成 .....	( 1 )
二、石油的馏分组成 .....	( 2 )
三、石油的烃类组成 .....	( 3 )
四、石油中非烃类组成 .....	( 4 )
五、石油中的微量元素 .....	( 6 )
六、胶质和沥青质 .....	( 6 )
第二节 石油及产品的物理性质 .....	( 6 )
一、蒸气压 .....	( 6 )
二、沸程与平均沸点 .....	( 7 )
三、密度、相对密度和特性因数 .....	( 8 )
四、平均相对分子质量 .....	( 8 )
五、油品的热性质 .....	( 9 )
第三节 石油的分类 .....	( 9 )
一、化学分类 .....	( 9 )
二、商品分类 .....	( 11 )
第四节 我国部分原油的性质 .....	( 11 )
一、大庆原油的性质 .....	( 11 )
二、胜利原油的性质 .....	( 12 )
三、孤岛混合原油的性质 .....	( 12 )
四、克拉玛依原油的性质 .....	( 12 )



五、中原混合原油的性质·····	( 13 )
六、辽河曙光原油的性质·····	( 13 )
<b>第二章 石油产品的使用要求</b> ·····	<b>( 15 )</b>
第一节 石油产品的使用要求·····	( 15 )
一、汽油·····	( 15 )
二、柴油·····	( 20 )
三、喷气燃料·····	( 23 )
四、润滑油·····	( 27 )
五、燃料油·····	( 28 )
第二节 常减压蒸馏装置馏出产品的种类和控制要求·····	( 29 )
一、常压蒸馏装置馏出产品的质量控制要求·····	( 30 )
二、减压蒸馏装置馏出产品的质量控制要求·····	( 34 )
<b>第三章 常减压蒸馏工艺流程</b> ·····	<b>( 37 )</b>
第一节 原油的加工方案·····	( 37 )
一、原油评价·····	( 37 )
二、加工方案·····	( 42 )
第二节 常减压蒸馏工艺流程·····	( 44 )
一、工艺流程·····	( 44 )
二、工艺过程·····	( 45 )
<b>第四章 原油电脱盐</b> ·····	<b>( 60 )</b>
第一节 电脱盐基本原理·····	( 60 )
一、金属盐类等杂质对原油加工过程的影响·····	( 60 )
二、电脱盐基本原理·····	( 63 )
第二节 原油电脱盐工艺·····	( 67 )
一、电脱盐工艺流程·····	( 67 )
二、原油电脱盐主要工艺参数·····	( 68 )

第三节	原油电脱盐技术和设备	( 76 )
一、	电脱盐技术	( 76 )
二、	电脱盐装置的主要设备及其作用	( 81 )
第四节	原油电脱盐的操作	( 85 )
一、	电脱盐的开、停工操作	( 85 )
二、	电脱盐的正常操作	( 87 )
三、	电脱盐的事故处理和紧急停工	( 91 )
<b>第五章</b>	<b>常减压蒸馏原理</b>	<b>( 94 )</b>
第一节	蒸馏的基本概念和原理	( 94 )
一、	基本概念	( 94 )
二、	蒸馏方式	( 97 )
三、	精馏过程的必要条件	( 99 )
第二节	原油常压蒸馏	( 100 )
一、	原油分馏塔的工艺特征	( 100 )
二、	回流方式	( 102 )
三、	石油分馏塔气、液相负荷分布特点	( 105 )
四、	常压分馏的精度	( 106 )
五、	常压分馏塔主要工艺参数	( 109 )
第三节	原油减压蒸馏	( 112 )
一、	减压蒸馏塔的特征	( 113 )
二、	干式减压蒸馏	( 114 )
三、	减压蒸馏塔的抽真空系统与抽空设备	( 116 )
四、	减压分馏塔主要工艺参数	( 118 )
<b>第六章</b>	<b>常减压蒸馏操作</b>	<b>( 121 )</b>
第一节	工艺参数的控制	( 121 )
一、	温度	( 121 )
二、	压力	( 126 )

三、回流·····	(130)
四、液位和流量·····	(134)
五、汽提蒸汽·····	(135)
六、原油性质·····	(136)
第二节 产品质量的控制和调节·····	(137)
一、常压馏出产品质量的控制·····	(137)
二、减压馏分产品质量调节·····	(142)
第三节 分馏精度·····	(145)
一、分馏精度·····	(145)
二、减压深拔·····	(147)
第四节 分馏塔的平稳操作·····	(148)
一、物料平衡·····	(149)
二、气液相平衡·····	(150)
三、热量平衡·····	(150)
第五节 操作过程异常情况处理·····	(152)
一、原油带水·····	(152)
二、塔顶回流油带水·····	(153)
三、塔顶空冷风机突然停车·····	(154)
四、进装置原油突然中断·····	(154)
五、分馏塔发生冲塔·····	(155)
六、侧线油颜色变深·····	(156)
七、蒸汽喷射器的串汽·····	(157)
八、干式减压塔回流油喷嘴里堵塞·····	(158)
<b>第七章 装置的开停工</b> ·····	(159)
第一节 装置开工操作·····	(159)
一、开工前的准备工作·····	(159)
二、单机试运转·····	(162)

三、水联运冲洗和试压·····	(162)
四、工艺流程蒸汽贯通试压·····	(163)
五、减压塔系统抽真空试验·····	(164)
六、柴油冲洗·····	(165)
七、装置开工·····	(166)
第二节 装置停工操作·····	(169)
一、停工前的准备工作·····	(169)
二、停工注意事项·····	(170)
三、停工前的操作调整·····	(170)
四、停工步骤和方法·····	(171)
五、停工吹扫·····	(173)
六、装置的清洗·····	(174)
<b>第八章 常减压蒸馏装置主要设备</b> ·····	<b>(178)</b>
第一节 分馏塔·····	(178)
一、分馏塔的分类·····	(178)
二、分馏塔的一般结构·····	(178)
三、分馏塔的基本性能指标·····	(180)
四、板式塔·····	(180)
五、填料塔·····	(190)
第二节 换热设备·····	(195)
一、换热器分类·····	(195)
二、常用换热设备的结构形式·····	(197)
三、换热器的选用·····	(199)
四、换热器操作管理·····	(203)
第三节 机泵·····	(205)
一、泵的分类·····	(205)
二、离心泵·····	(208)

三、其他形式的泵·····	(216)
<b>第九章 加热炉</b> ·····	<b>(219)</b>
<b>第一节 加热炉的分类和结构</b> ·····	<b>(219)</b>
一、几种常用炉型·····	(219)
二、管式加热炉的一般结构·····	(222)
<b>第二节 加热炉的主要技术指标</b> ·····	<b>(223)</b>
一、热负荷·····	(223)
二、炉膛体积发热强度·····	(224)
三、表面热强度·····	(224)
四、热效率·····	(225)
五、火墙温度·····	(226)
六、炉管内介质流速·····	(226)
<b>第三节 加热炉用燃料</b> ·····	<b>(226)</b>
一、燃料气·····	(227)
二、燃料油·····	(227)
<b>第四节 加热炉热平衡和热效率</b> ·····	<b>(230)</b>
一、热平衡·····	(230)
二、热效率·····	(231)
<b>第五节 加热炉的主要工艺参数</b> ·····	<b>(232)</b>
一、温度·····	(232)
二、压力·····	(235)
三、过剩空气系数和烟气氧含量·····	(237)
四、加热炉进料量·····	(237)
<b>第六节 加热炉运行操作管理</b> ·····	<b>(238)</b>
一、加热炉烘炉操作·····	(238)
二、加热炉的开工操作·····	(240)

三、加热炉的正常操作·····	(244)
四、加热炉的烧焦操作·····	(251)
第七节 加热炉的安全管理及事故处理·····	(253)
一、安全点火·····	(253)
二、防止回火、脱火·····	(253)
三、严禁燃料气带液·····	(254)
四、异常事故处理·····	(254)
<b>第十章 装置节能</b> ·····	<b>(258)</b>
第一节 装置的能耗构成和影响因素·····	(258)
一、能耗构成·····	(258)
二、装置的基准能耗·····	(260)
三、影响装置能耗的因素·····	(263)
第二节 装置的用能环节和特点·····	(267)
第三节 常减压蒸馏装置节能措施·····	(268)
一、优化操作, 减少工艺总用能·····	(268)
二、降低热量损失, 提高热量回收率·····	(270)
三、提高能量转换和传输环节效率·····	(272)
<b>第十一章 设备的腐蚀与防护</b> ·····	<b>(276)</b>
第一节 常减压蒸馏装置的腐蚀类型·····	(276)
第二节 原油中的腐蚀介质·····	(277)
一、氯化物·····	(277)
二、硫化物·····	(278)
三、环烷酸·····	(280)
第三节 影响腐蚀速率的因素·····	(283)
一、温度的影响·····	(283)

二、液体流速的影响·····	(283)
三、腐蚀介质及其浓度的影响·····	(283)
四、两种腐蚀介质的协同腐蚀作用·····	(284)
五、溶液 pH 值的影响·····	(284)
第四节 装置的防腐措施·····	(285)
一、“一脱四注”工艺防腐技术·····	(285)
二、选择耐蚀材料·····	(288)
三、选择表面涂层技术·····	(290)
四、操作条件优化·····	(290)

# 第一章 石油的性质

石油又称原油，是从地下深处开采的可燃黏稠液体，呈流动或半流动状，带有浓烈的气味。石油的性质因产地而异，颜色绝大多数都是黑色的，但也有暗黑、暗绿、暗褐色的，密度为 $0.8 \sim 1.0 \text{g/cm}^3$ ，黏度范围很宽，凝点差别很大( $30 \sim -60^\circ\text{C}$ )，沸点范围为常温到 $500^\circ\text{C}$ 以上，可溶于多种有机溶剂，不溶于水，但可与水形成乳状液。

石油是十分复杂的烃类及非烃类化合物的混合物，组成石油的化合物的相对分子质量从几十到几千，其分子结构多种多样，因此石油不能直接作为产品使用，必须经过各种加工过程，炼制成多种在质量上符合使用要求的石油产品。常减压蒸馏是指在常压和减压条件下，根据石油中各组分的沸点不同，把石油切割成不同馏分的工艺过程，是原油的一次加工装置。借助蒸馏装置，可以将原油分割成直馏汽油、煤油、轻柴油或重柴油馏分以及各种润滑油馏分；也可以按不同的生产方案，分割出一些二次加工过程所用原料，如重整原料、催化裂化原料、加氢裂化原料，以便进一步提高轻质油的产率或改善产品质量。

## 第一节 石油的化学性质

### 一、石油的元素组成

组成石油的主要化学元素是碳、氢、硫、氮、氧，其中碳的含量占 $83.0\% \sim 87.0\%$ ，氢含量占 $11.0\% \sim 14.0\%$ ，由碳和氢化合形成的烃类构成石油的主要组成部分，约占 $95\%$ 以上，其余的硫含量为 $0.05\% \sim 8.00\%$ 、氮含量为 $0.02\% \sim 2.00\%$ 、氧含量为 $0.05\% \sim 2.00\%$ ，硫、氮、氧及微量元素总共不超过 $5\%$ ，这



些元素则以碳氢化合物的衍生物形态存在于石油中。表 1-1 为我国部分原油的碳氢组成及硫氮含量。

表 1-1 我国部分原油的碳氢组成及硫氮含量

原油名称	C/%	H/%	S/%	N/%
大庆	85.87	13.73	0.10	0.16
胜利	86.26	12.20	0.80	0.41
孤岛	85.12	11.61	2.09	0.43
新疆	86.13	13.30	0.05	0.13
大港	85.67	13.40	0.12	0.23

微量元素包括金属元素与非金属元素。在金属元素中量重要的是钒(V)、镍(Ni)、铁(Fe)、铜(Cu)、铅(Pb)。在非金属元素中主要有氯(Cl)、硅(Si)、磷(P)、砷(As)等, 这些元素虽然含量极微, 但对石油的炼制工艺过程影响很大, 在石油加工中应尽量除去。

## 二、石油的馏分组成

石油是一个多组分的复杂混合物, 其沸点范围很宽, 从常温一直到 500℃ 以上。无论对石油进行研究或是加工, 都必须对石油进行分馏。分馏就是根据组分沸点的差别, 将石油“切割”成若干“馏分”, 馏分常冠以石油产品的名称, 如汽油馏分、煤油馏分、柴油馏分等。而馏分并不是石油产品, 石油产品要满足油品规格的要求, 还需要将馏分进一步加工才能成为石油产品。

根据各组分沸点的范围, 石油的馏分组成一般包括: 汽油馏分(也称轻油或石脑油馏分): 初馏点 ~ 200℃(或 180℃); 煤柴油馏分(或称常压瓦斯油): 200(或 180℃) ~ 350℃; 减压馏分(也称润滑油馏分或称减压瓦斯油): 350 ~ 500℃; 减压渣油: > 500℃; 有时人们也将常压蒸馏后 > 350℃ 的油称为常压重油。表 1-2 为我国部分原油的馏分组成。