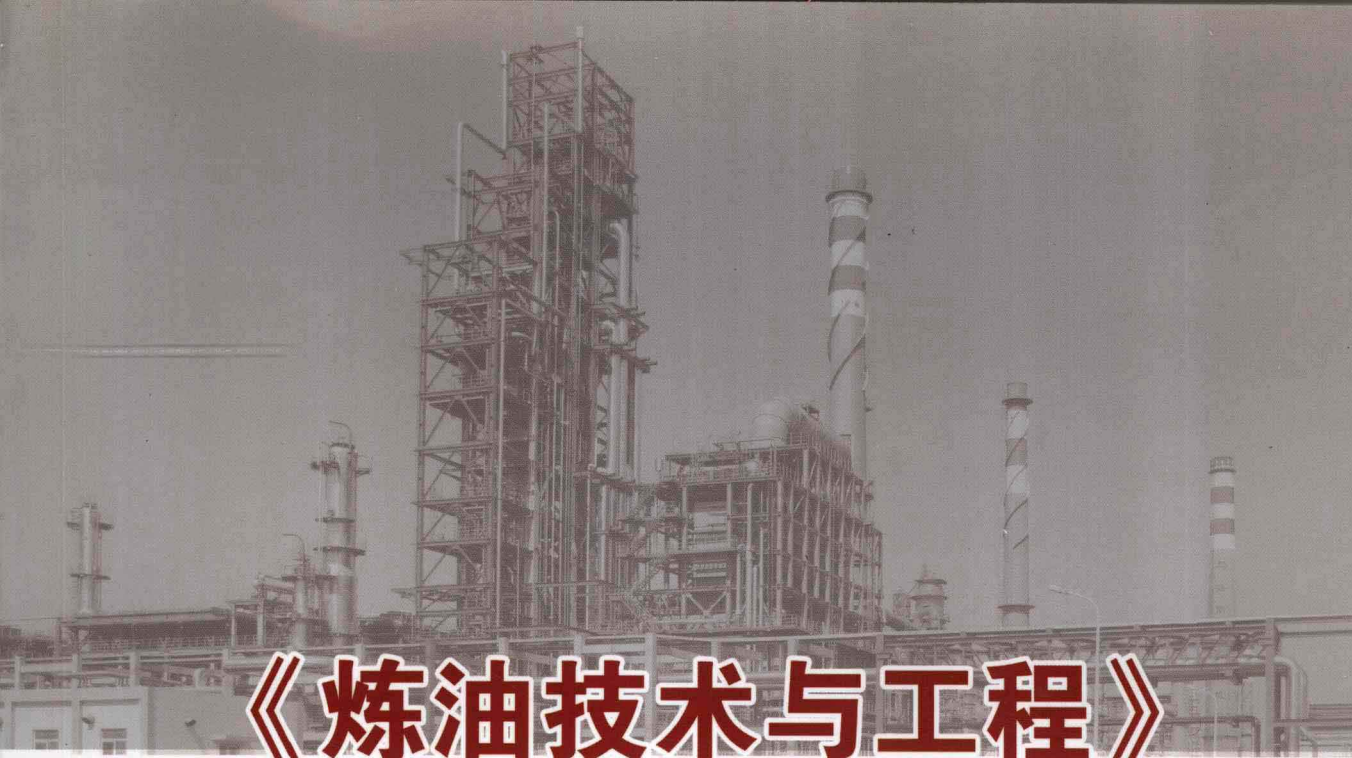




《炼油技术与工程》

常减压蒸馏专辑

2006~2010年

主编：朱华兴 张立新

中国石化出版社

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

《炼油技术与工程》 常减压蒸馏专辑

2006 ~ 2010 年

主编：朱华兴 张立新

中国石化出版社

内 容 提 要

本专辑介绍了2006~2010年《炼油技术与工程》杂志刊出的常减压蒸馏装置采用的新工艺、新技术、新设备等的开发及应用成果。内容包括加工工艺、机械设备、配管技术、自动控制、助剂、能量利用、数据图表7个栏目,共53篇文章。本专辑适合常减压蒸馏装置的工程设计与研究人员以及相关院校师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

炼油技术与工程. 常减压蒸馏专辑 / 朱华兴, 张立新主编.
—北京: 中国石化出版社, 2011. 8
ISBN 978-7-5114-1024-5

I. ①炼… II. ①朱… ②张… III. ①石油炼制-常
减压蒸馏 IV. ①TE62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 148931 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以
任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

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

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 14.5 印张 333 千字
2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

定价:38.00 元

序

《炼油技术与工程》期刊是国家炼油和石油化工行业的专业性核心期刊，从创办她的前身《炼油设计》算起，至今已有 40 年历史，进入了不惑之年。她的出生、成长和壮大处在与我国炼油事业发展同步的时机，客观上存在有利的因素；但不容忽视的是当时起步条件十分艰苦，位于河南省洛阳市西 80 公里的宜阳县的竹园沟是她的诞生地，依靠少数编辑人员的艰苦奋斗，靠手写笔录、油墨印刷、赠阅刊物、运输大型展板去外地办展览等手段给炼油界打造初始的印象，终于在 1979 年被石油工业部批准为国内公开发行的科技刊物。然后经历了 10 年的成长阶段，建立了较完善的编委会、通讯员和特邀作者队伍以及专门的编辑部，确立了“侧重工程，突出应用”的办刊方针，采用先进的书写、编辑、排版、印刷工具，大大提高了刊物出版质量，1988 年被批准向国外公开发行。此后直到现在的 20 多年来处在持续发展阶段，跟踪国内外炼油工业形势和炼油技术水平，在栏目设置、专题报导、内容和形式等方面均有所创新。1999 年开始由双月刊改为月刊。

《炼油设计》和《炼油技术与工程》期刊办刊 40 年来，先后在中国石油工业部、中国石化总公司和中国石油化工集团公司的领导下，在其他国家石油集团公司的关心和全国石油化工企业、设计科研部门与高校的支持下，在主办单位洛阳石油化工工程公司的具体帮助指导下，得到广大读者、作者、历届编委和通讯员的通力合作，已经跻身于国内一流刊物之列，多次获得国家级、省部级优秀期刊和科技进步奖励，取得了令人满意的成就。我们一方面为身居这个奋进的时代而自豪，为得到上级和兄弟部门的支持而鼓舞，但在欢庆之余，我们也深深怀念和感谢那些为这一刊物的创建和发展而默默奉献毕生精力的几代人物，其中不少炼油界前辈已经离开我们了。

为了纪念创刊 40 周年，《炼油技术与工程》编辑部将 5 年来刊登的有关常减压蒸馏、催化重整、催化裂化、加氢和延迟焦化五类炼油主要技术共 409 篇文章分别汇集成专辑，期望对本刊读者提供查阅的便利条件，同时作为向创刊 40

周年的献礼。

当然在时代发展和进步的潮流中，我们也看到刊物面临的挑战。作为传播炼油技术进步的前沿阵地，《炼油技术与工程》任重而道远。一方面要继续体现特色，与其他炼油技术刊物在共同中有所区别，在“侧重工程，突出应用，兼顾学术性”的方针指引下阔步前进。结合国家的第十二个“五年计划”和“十年规划”对能源产业的要求，在降低能源消耗、生产清洁运输燃料和改善环境等方面做文章，进行较深入的技术经济分析和论述。不仅结合某一企业的具体情况，还提倡进行企业间的相互比较。希望各位读者及时提供有影响力的文章，让我们一起为《炼油技术与工程》的持续发展和进步，同时也为国家炼油工业的发展和进步继续作出贡献。

陈瑞武

序 言

常减压蒸馏是炼油厂原油加工的第一道工序，为下游催化重整、催化裂化、柴油加氢、蜡油加氢、渣油加氢、延迟焦化装置提供原料。常减压蒸馏装置的能力（原油一次加工能力）常被视为一个国家炼油工业发展水平的标志，能耗占整个炼油厂总能耗的 15% 左右，总拔出率不但影响下游渣油加工装置的能力，也直接决定了炼油厂的经济效益。从加工能力、能量消耗、产品拔出率等方面，常减压蒸馏装置被是为炼油厂的“龙头装置”。

“十一五”期间，我国常减压蒸馏技术取得了长足的进步。通过走新建和扩能改造相结合的路线，原油一次加工能力大幅度提高，目前，我国原油一次加工能力已达 470Mt，居世界第二位。5 年来，我国进口原油数量大幅度增加，从资源的获得性和采购成本考虑，我国进口的原油以高硫原油为主，同时还有部分含酸和高酸原油，含硫油和含酸油已成为我国蒸馏装置的主要原料。随着原油性质的劣质化，原油预处理和防腐日趋完善，为保持装置长周期平稳生产起到很好的保障作用，先后开发出了高速电脱盐、超声波电脱盐和脉冲电脱盐技术等成套技术，脱盐电耗大幅度降低。在这 5 年中，我国蒸馏装置在大型化方面取得了巨大进展，单套装置的处理能力大幅度提高，由平均 2.9Mt/a 提高到 4.3Mt/a，单套能力 8Mt/a 以上的常减压装置已投产 19 套，正在建设的有 7 套，其中已有 7 套千万吨级的蒸馏装置成功投产，还有 4 套装置正在建设，我国蒸馏装置已具备单套 15Mt/a 的能力。减压深拔技术是常减压蒸馏装置重点攻关技术之一，5 年来我国减压深拔技术水平已有突破性进展，减压渣油切割点温度已由“十五”期间的 520 ~ 540℃，提高到 565℃，最高已达到 580℃。5 年来，常减压装置的节能降耗取得了较大的成绩，通过优化工艺条件，降低工艺总用能，优化换热网络，采用高效换热设备，低温热利用、装置热联合等节能措施提高能量回收率，使常减压装置的平均能耗由 2005 年的 10.65kg 标油/t 原油已降到 10.0kg 标油/t 原油以下。

2006 ~ 2010 年期间，《炼油技术与工程》紧跟常减压蒸馏技术进步的步伐，及时刊登了反映常减压蒸馏技术在研究、设计和生产方面取得进步的论文，介绍了含硫油和含酸油加工、装置扩能改造，设备大型化，减压深拔、节能降耗、

防腐技术、环境保护等方面的最新成果。

在《炼油技术与工程》创刊 40 周年之际,《炼油技术与工程》编辑部将 5 年来刊登的常减压蒸馏技术方面的论文编成《炼油技术与工程》常减压蒸馏专辑(2006 ~ 2010)。该书收录论文 53 篇,从加工工艺、机械设备、配管技术、自动控制、能量利用、化学助剂以及计算方法等几大方面介绍了近 5 年国内常减压蒸馏装置采用的新工艺、新技术、新设备等的开发及应用成果。相信该书的出版将对从事常减压蒸馏领域的管理、研究、工程设计和生产、施工和设备制造人员提供极大的方便和有益的帮助。

衷心感谢《炼油技术与工程》编辑部为我们奉献了一部好书。

李和杰
2011 年 8 月

编 委 会

主编：朱华兴 张立新

编委：陈香生 黎国磊 胡 敏 师敬伟 赵予川

李淑红 尹 静 漆 萍 苏德中 陈凤娥

董海青

前 言

常减压蒸馏是石油加工的“龙头装置”，是原油加工的第一道不可少的工序，后续二次加工装置的原料及产品都是由常减压蒸馏装置提供。原油一次加工能力（即原油蒸馏装置的处理能力）常被视为一个国家炼油工业发展水平的标志。目前，我国原油一次加工能力已达 477Mt，居世界第二位。

本专辑内容包括加工工艺、机械设备、配管技术、自动控制、助剂、能量利用、数据图表 7 个栏目，共 53 篇文章。介绍了近 5 年国内常减压蒸馏装置采用的新工艺、新技术、新设备等的开发及应用成果。希望这本专辑对从事相关领域的工程设计与研究人员以及相关院校师生有一定的帮助。

本专辑收集的文章来自 2006~2010 年由中国石化集团洛阳石油化工工程公司期刊编辑部编辑的《炼油技术与工程》月刊。尽管编者在论文的查找、收集、组织、修改等方面付出了一定的努力，但由于论文涉及面广，加上编者的水平有限，文集若有不妥之处，敬请广大读者提出宝贵意见，以便修改完善。

《炼油技术与工程》编委会主任陈俊武院士高度重视本专辑的出版，亲自撰写了序言。

在本专辑编辑、出版过程中，编者有幸请到中国石化集团洛阳石油化工工程公司副总工程师李和杰为本专辑做序。李和杰副总工程师从事常减压蒸馏装置的工程设计和技术开发工作 24 年，主持设计了我国第一批（3 套）千万吨级蒸馏装置，在常减压蒸馏装置大型化、减压深拔、轻烃回收等方面做出了突出贡献，2001 年被遴选为中国石化集团学术技术带头人，2002 年被中国石化集团授予“有突出贡献的科技和管理专家”称号，2006 年起享受国务院政府特殊津贴，是资深炼油技术专家。

由于时间和精力有限，不妥之处，恳请各位作者和读者批评指正。借出版之际，感谢本专辑所有作者为我国炼油工业发展做出的贡献，同时感谢相关单位领导对我们工作的关心和支持。

目 录

加 工 工 艺

应用新技术充分挖掘老常减压蒸馏装置潜力	董国森	周立岩	(1)			
蒸馏装置改炼轻质原油改造设计新思路	罗家勇		(7)			
超声波强化原油破乳电脱盐技术的工业实践	达建文	苟社全	(12)			
改炼高含硫原油扩能改造中蒸馏装置的防腐蚀措施	胡明华		(14)			
俄罗斯混合原油电脱盐技术研究与应用	娄世松	范洪波	赵德智	曹云凤	(19)	
常减压蒸馏装置燃料油系统技改措施及可行性	姜 文		(23)			
燃料型减压塔汽提段工艺参数对拔出率的影响	杜 翔		(27)			
控制原油电脱盐装置排水中 FeS 含量技术研究	娄世松	顾 平	范洪波	曹云凤	(33)	
某公司加工高硫原油改造方案的选择	万 云		(36)			
电脱盐系统应对加工劣质原油的改造	李海良		(41)			
原油性质变化与电脱盐装置操作条件优化	李 彬	杨 森	(45)			
高速电脱盐工艺操作条件的优化和探讨	史 伟	王纪刚	田一兵	(48)		
闪蒸分炼方案加工塔河中质原油的研究	李 莉	邹 滢	翁惠新	郑国栋	唐孟海	(52)
降低电脱盐电流的研究	李庆梅	王 伟	赵 敏	高绍华	(57)	
常减压蒸馏装置减压深拔技术改造及工艺优化	陈燕萍		(60)			
超声波 - 电脱盐组合技术的应用	白 帆		(64)			
炼厂气中氢气、轻烃组分综合回收的工业应用	黄爱斌		(68)			
常减压蒸馏装置的减压深拔技术	庄肃青	畅广西	张海燕	(73)		
沙特混合原油电脱盐技术研究	郑俊鹤	刘小辉	张艳玲	韩 磊	(80)	
常减压蒸馏装置实施镁法烟气脱硫可行性分析	马致远		(84)			

机 械 设 备

刚性受液槽和降液板技术改造	佟以丹	(88)
常减压蒸馏装置减压炉炉管腐蚀原因研究	郭文浩 张国福 宋天民 王丽娟	(90)
液体喷射器在常减压蒸馏装置抽真空系统的应用	王进刚	(94)

常减压蒸馏装置加热炉炉管安全评定 ... 罗春玲 赵 杰 孔祥军 高 鹏 孔春艳(98)

雾化介质对燃油加热炉内流动和燃烧的影响

..... 王 娟 毛 羽 李丽红 张建国 刘义中(102)

燃烧器结构对气体火焰形状和炉内温度分布的影响

..... 王 娟 毛 羽 李丽红 窦从从 张建国 刘义中(107)

常减压蒸馏装置油水分离器内部结构改进 张则亮 张明富(112)

常减压蒸馏装置加热炉空气预热系统的改进 钟 华 金万金(115)

罗茨真空机组在常减压蒸馏装置中的应用 黄文霞 盖小厂(119)

减压塔底泵机械密封失效分析及预防措施 刘军峰(122)

网孔塔板的评价(I)——用 FRI 数据预测网孔塔板在减压体系的操作性能

..... 曹 睿 刘艳升 严超宇(124)

常压炉对流段钉头管失效原因分析 叶有俊 姜 勇 巩建鸣(131)

网孔塔板的评价(II)——用 FRI 数据改进网孔塔板设计模型 曹 睿 刘艳升(135)

常压炉空气预热器腐蚀分析与对策 张国才 王伟华 任丽萍(139)

燃料型减压塔汽提段内件型式对拔出率的影响 ... 吴少敏 唐忠利 何 洪 杜 翔(144)

改进塔内件 提升减压塔处理能力及产品质量 ... 玄昌海 江昌城 谈枚香 龙 梅(150)

常减压蒸馏装置加热炉节能改造 嵇境鹏(155)

常压塔塔顶结盐分析与对策 张黎明 侯玉宝 赵新强(159)

两级液体喷射器及其应用 韩 冰 李洪洋 王雪莲(162)

油溶性清洗剂在常减压蒸馏装置换热器的应用 许楚荣(165)

大型减压炉的设计探讨 梁 栋(169)

配管技术

大型常减压蒸馏装置的减压转油线设计 王桂华(173)

常减压蒸馏装置常压塔区配管设计要点 杨 宇(178)

自动控制

多级分组换热器温度平衡控制的研究与应用

..... 向 虎 张 雅 孟祥生 王书惠 张自亮(183)

超驰控制在原油蒸馏装置的应用 向 虎 张 雅 孟祥生 张自亮(187)

先进控制在常减压蒸馏装置的实施 张黎明 姚 亮(189)

助 剂

脱钙剂循环使用原油脱钙技术 于曙艳 马忠庭 罗来龙 牛春革 张海兵(193)

FZC-1 硫化亚铁钝化剂在常减压蒸馏装置的应用..... 刘 超(197)

脱钙剂 CC827494 在原油电脱盐中的应用 佟玉文(201)

原油蒸馏增收剂的应用 刘选礼 杜小华 崔 琳 张 鸿 周向忠(204)

能量利用

用常减压蒸馏装置低温余热加热进罐区原油 陈文杰(208)

常减压蒸馏装置节能降耗剖析 郑 欣(210)

数据图表

常压下石油馏分蒸馏曲线换算的数学模型
..... 肖 磊 曹 睿 王 俊 刘艳升 严超宇(214)

应用新技术充分挖掘老常减压蒸馏装置潜力

董国森 周立岩

中国石油天然气股份有限公司锦州石化分公司(辽宁省锦州市 121001)

摘要 介绍了中国石油天然气股份有限公司锦州石化分公司Ⅱ套燃料油型常减压蒸馏装置的大型化扩能改造情况。改造是在现有主体设备不动情况下应用新技术完成的。改造中采用了 ADV 高效塔盘、高效规整填料、新型高速交直流电脱盐设备、减压炉管四级扩径、减压塔顶机械抽真空等多项新技术。改造后各项指标达到设计要求,原油加工能力由 3.0Mt/a 提高到 5.0Mt/a,总拔出率增加 6.06 个百分点。

关键词: 常减压蒸馏装置 扩能改造 技术措施 拔出率

中国石油天然气股份有限公司锦州石化分公司Ⅱ套常减压蒸馏装置 1988 年 10 月建成投产,原设计规模 3.0Mt/a,加工 100% 辽河原油。投产 17 年来,随着原油的不断劣质化和进口油比例逐年增加,特别是进口含酸重质原油的掺炼,使该装置面临诸多问题需要通过技术改造彻底解决。随着经济快速发展,炼油厂扩能改造步伐加快,为了满足燃料油迅速增长的需求,充分挖掘现有装置加工潜力,因地制宜应用新技术扩能改造,使原油加工量由 3.0Mt/a 扩大到 5.0Mt/a,减压拔出率显著增加,能耗降低。

1 装置存在的问题

1.1 原油脱盐达不到 3mg/L

现有并联 $\phi 3200\text{mm} \times 20000\text{mm}$ 一级电脱盐和并联同规格二级电脱盐装置,存在一直送不上电、原油脱后盐含量高的问题。由于辽河原油相对密度大、黏度高,特别是在操作温度下油水密度差小,有时甚至油比水重,因此尽管脱前盐浓度低(10 ~ 15mg/L 左右),但脱盐率低(小于 60%),脱后指标从未达到 3mg/L。

1.2 装置拔出率低、能耗高

由于该装置建设较早,受当时技术水平的限制,装置总拔出率仅 57.79%,低于中国石油天然气集团公司、中国石化集团公司同类装置 63.78% 的平均水平;平均能耗在 565.2MJ/t 以上,高于中国石油天然气集团公司、中国石化集团公司同类装置 453.4MJ/t 的平均水平。

1.3 装置存在环烷酸腐蚀的严重安全隐患

辽河原油为重质含酸原油,近年来原油不断劣质化,环烷酸含量逐年增加,Ⅱ套常减压蒸馏装置设备腐蚀速率急剧加快,因设备、管道腐蚀多次造成装置跑油、着火事故和非计划停工,存在安全隐患,已经严重影响装置安全运行。

2 扩能改造设计情况

2.1 设计规模

Ⅱ套常减压蒸馏装置扩能改造设计公称能力 4.5Mt/a(按年开工 8000h 计算),最大

炼油技术与工程. 2006, 36(1)

作者简介: 董国森,高级工程师,1984 年 8 月毕业于抚顺石油学院石油加工专业,现任该公司技术发展处高级主管。

加工能力 5.0Mt/a。

2.2 原油性质及组成(见表 1)

2.3 设计物料平衡(见表 2)

2.4 设计能耗(见表 3)

表 1 原油性质及组成

原油种类	辽河	苏丹	西非杜巴	萨哈林
原油类别	低硫环烷基		低硫环烷中间基	
w(组成)/%	50	20	20	10
API 度	15.78		21.51	
w(水)/%	1.13	0.03	0.10	0.03
盐浓度/(mg/L)	14.10	3.70	6.91	4.60
密度(20℃)/(kg/m ³)	957.4	841.8	921.2	892.0
运动黏度/(mm ² /s)				
80℃	199.0	12.89	212.9 (50℃)	6.47
100℃	74.0			
酸值/(mgKOH/g)	4.56	0.12	4.74	0.56
凝点/℃	-2	33	-11	-15
w(残炭)/%	10.5	3.18	5.32	1.94
w(灰分)/%	0.062	0.020	0.089	0.020
w(总硫)/%	0.35	0.10	0.12	0.32
w(胶质)/%	35.5	4.13	21.80	3.75
w(沥青质)/%	1.3	0.68	<0.10	0.22
w(蜡)/%	3.50	34.15		3.74
特性因数	11.16	12.70	11.90	11.50
w(汽油)/%	2.02	4.80	1.22	6.80
w(喷气燃料)/%	2.72	11.70	3.27	23.00
w(轻柴油)/%	9.25	16.50	11.08	18.80
w(重柴油)/%	4.21	6.60	4.34	13.20
w(蜡油)/%	27.71	28.80	29.68	23.90
w(渣油)/%	53.75	30.70	50.02	13.40
损失/%	0.34	0.90	0.39	0.90

表 2 扩能改造设计及改造前标定物料
(% (质量分数))

产 品	设计点	依原油评价 数据计算	改造前
干气	0	0	0.03
蒸顶汽油	2.41	2.894	3.20
常顶汽油	0.85		1.43
喷气燃料	6.22	6.654	3.64
轻柴油	18.20	12.021	17.58
重柴油	1.470	5.613	0
减顶油	0.10		0.48
减压蜡油	29.42	27.941	25.67
减四线油	2.90		5.34
减压渣油	37.82	44.359	42.21
减黏凝缩油	0.61		0.36
损失	0	0.518	0.06

表 3 扩能改造设计及改造前标定能耗

MJ/t

项 目	改 造 前	扩能改造设计
燃料油	192.59	343.32
燃料气	189.24	0.00
蒸汽	49.82	43.04
电	109.28	82.02
新鲜水	0	0.084
循环水	23.03	12.98
软化水	1.26	3.39
合计	565.22	484.83

3 主要改造内容

3.1 原油电脱盐改造

(1) 考虑到加工能力增幅较大，特别是辽河原油的特性，增加两台 $\phi 5000\text{mm} \times 22000\text{mm}$ (切线长)大罐，原四台 $\phi 3200\text{mm} \times 22000\text{mm}$ 小罐挪作它用。采用大型化新型提速交直流电脱盐技术，组成两级脱盐流程。采用两个大罐避免了因采用多个罐体流量分配不均匀的问题，同时罐体内的油流有更大的截面面积，与采用多个小罐体相比，采用大罐后油流速上升更加平稳，设备运行稳定，能够充分发挥设备性能，更有利于脱盐、脱水。

(2) 采用全阻抗防爆专用变压器和大功率整流箱。全阻抗大型化新型交直流变流电源是一项专利技术，该电源设备由高阻抗全密闭防爆变压器和大功率整流器组合而成，能在大处理量、含水量高的状态下稳定运行，具有电场短路状态下自我保护、自动恢复性能好等特点。

(3) 大型化电脱盐电场设计。在大型化电脱盐罐体内，由于处理量的增加，油流在罐体内的上升速度加快，高压电场和变压器的负荷增大，可以通过改变电极板的设计降低变压器的负荷，这主要包括下面几项技术：①要求电场的设计均匀，防止出现局部畸形电场或边壁电场；②重视弱电场的设

计,将大部分水通过弱电场沉降下来,降低强电场的负荷;③改变电极板传统的钢结构设计,同时增加薄不锈钢板以消除电极板在原油导电率高的情况下容易发生的尖端放电现象。

(4) 进油分配器和出油收集器。在罐体直径增大以及原油加工量提高的情况下,进油分配器和出油收集器的设计主要应考虑:一方面要充分利用整个罐体的空间,避免在罐体内出现“沟流”或“死区”,另一方面确保原油在电场中以及水在罐体内有足够的停留时间。

保证原油乳化液在罐体内均匀分布、平稳上升是大型化电脱盐设备的关键技术之一。在电脱盐罐内含水的乳化液通过设计在电脱盐罐底部的双排进油分配管进入到电脱盐罐的水层,分配器上出油孔的大小和数量根据原油性质和处理量进行合理设计,能够使乳化液在罐体内横向和纵向有一个均匀的分布,保证乳化液在罐体内均匀、平稳地上升,确保油水界面相对稳定和充分利用整个罐体的作用具有重要意义。

(5) 采用新型高压电引入棒和聚四氟乙烯绝缘吊挂。该高压电引入棒与罐体的连接为法兰结构,一旦出现原油渗漏,外表可直接看出,更不会渗漏到高压电软连接装置中污染充满的干燥变压器绝缘油,大大提高了电源设备安全性能和使用寿命。

聚四氟乙烯绝缘吊挂设计为万向型垂挂结构,这使得在电极板安装完毕后,能够保证聚四氟乙烯绝缘吊挂始终处于垂挂状态,只受垂直拉应力,避免吊挂受剪应力和弯曲应力,大大延长了吊挂的使用寿命。

(6) 混合系统。两级的混合系统都由高效静态混合器和混合阀组成,如果原油处理量、注水量等操作条件发生变化,可以对混合强度进行灵活调整。同时由于处理量较大,需要提供更多的动能以促进原油和水的混合,使原油中的盐分溶解到洗涤水中。在

大型化电脱盐的混合系统的设计上,采用了静态混合器与混合阀串联的方式,静态混合器由传统的叶片式结构改为由若干不锈钢混合单元组成的填料式结构的高效混合器。而且在大型化电脱盐的开车和调试中发现,大型化电脱盐的混合强度与传统的混合强度有很大的差别,静态混合器与混合阀串联,可使混合压差有一个较大的自动调节范围。

3.2 塔设备改造

① 初馏塔、常压塔壳体不动,更换成新型高效率、低压力降的 ADV 塔盘;

② 减压塔壳体不动,采用天津大学新型规整填料及塔内件(包括双向金属折峰式 ZUPAC 系列波纹填料、导板连通槽式液体分布器、具有捕液吸能作用的双切向环流进料分布器等)技术。这些技术成熟、可靠、先进,应用于减压塔将有助于改善减压系统的产品质量,提高减压侧线拔出率,同时实现节能降耗。

3.3 加热炉系统

加热炉炉体不动,通过更换炉管达到提高加工量的目的。

(1) 原常压炉压力降过大,为减小压力降,辐射炉管由二路改为四路;将原 $\phi 152\text{mm} \times 8\text{mm}$ 对流炉管更换为 $\phi 180\text{mm} \times 10\text{mm}$ 炉管;原辐射室炉墙为 70mm 厚珍珠岩砖 + 180mm 轻质高铝砖,炉顶为 60mm 厚耐火陶瓷纤维毡 + 80mm 厚岩棉板 + 30mm 水泥珍珠岩,散热损失较大,在本次改造中,原辐射室炉衬全部更换,炉墙更换为 150mm 厚的普铝纤维喷涂 + 70mm 厚的高铝纤维喷涂,炉顶更换为 200mm 厚的高铝耐火纤维模块,该材料导热系数低,散热损失小,施工周期短;更换 12 台炉火嘴、常压炉空气预热器入口烟道挡板;更换常压炉引风机。

(2) 减压炉管采用技术成熟的逐级扩径、逐渐汽化改造方案,由原来的 $\phi 152\text{mm}/\phi 219\text{mm}/\phi 273\text{mm}$ 三级扩径改为

φ168mm/φ219mm/φ273mm/φ325mm 四级扩径;对流室增加 4 排炉管;原 φ152mm × 8mm 辐射管扩径为 φ168mm × 10mm;更换减压炉烟囱挡板。

(3) 加热炉空气预热器仍采用烟气与空气直接换热,增大空气预热器换热面积,考虑到露点腐蚀问题,换热管材质选用 09CrCuSb。

(4) 常压炉、减压炉对流室及空气预热器增设 HS 型高声强中频声波除灰器。

3.4 抽真空系统改造

原减压塔顶抽真空系统流程不变,更换一、二级抽空器以满足提量的需要,同时增设二级机械抽真空系统,真空泵选用西门子液环泵。

3.5 更换部分机泵

为满足扩能改造需要,更换 26 台机泵。

3.6 换热流程改造

采用美国科学模拟公司开发的 PRO - II 与 HEXTRAN 软件进行换热流程模拟与调优,根据加工重质原油、处理量大的特点,充分考虑电脱盐罐前、入初馏塔及换热终温三个重要的温度节点,受装置平面布置的制约,流程上适当调整,强化换热效果。换热流程:电脱盐罐前、电脱盐罐后仍为原油二路;拔头油换热为三路。改造后初底油换热终温 315℃。在此基础上进行换热器优化选型,在充分考虑利旧现有换热器的同时选用高效换热设备,提高传热系数,降低换热面积,从而降低设备一次投资。

本次改造换热器数量基本不变,从提高加工能力和材质升级考虑,更换了 39 台换热器。

改造后,减压渣油全部作为焦化原料,通过调整换热流程,减压渣油在 165℃ 左右直接进入延迟焦化装置,取消渣油减黏裂化工艺。

根据原油组成计算,兼顾蒸发塔、常压塔顶油气量大的现状,现蒸发塔、常压塔顶

空冷器的冷却面积和压力降均不能满足要求,造成塔压增高、干气放空和气体带液。本次改造拟将蒸发塔、常压塔顶的空冷器(4 排管)部分更换为 6 排管,另外新增两跨 4 台 6 排管空冷器以满足塔顶冷却系统的需要。

3.7 关键设备及材料材质升级

本次改造的设备选材就是综合考虑其他兄弟单位的经验结合原油酸值情况考虑的。

① 减压炉管材质由 Cr5Mo 改为 316L,并要求 Mo 质量分数不低于 2.3%。

② 常压炉对流管选用 Cr5Mo 材质;辐射炉入口管选用 Cr5Mo、出口管选用 316L。

③ 减压炉转油线选用 316L。

④ 常压塔、减压塔内件材质选用 316L,并要求 Mo 质量分数不低于 2.3%;减三、减四线填料选用 317L。

⑤ 初馏塔、常压塔顶空冷器新增及更换管束仍选用 09Cr2AlMoRE 材质。

⑥ 管道阀门选用:Ⅱ套常减压蒸馏装置有些部位的阀门经常出现密封面被冲刷腐蚀而关不严的情况,选择合适材质的阀门一直是该公司努力研究的课题,1997 年曾经试用过 316L 密封面的阀门,但由于 316L 硬度偏低,容易受损,同样关不严,没有大量应用。本次改造管道阀门选用一机部的标准阀门,凡是 18-8 材质的管道,阀门均选择 18-8 阀。同时,通过与辽河石化公司交流,得知其大量采用了 316L 阀体、特殊合金密封面的阀门,使用效果较好。因此经其推荐在常三线泵出入口、减三线、减压渣油等部位准备试用一些 316L 阀体及特殊密封面的阀门,要求阀体 Mo 质量分数不低于 2.5%,密封面堆焊层厚度不小于 3mm。

⑦ 管道法兰用螺栓、垫片选用:选用 35CrMo/35#螺栓/螺母,选用 0Cr19Ni9 石墨缠绕垫片。

⑧ 机泵选材:真空泵采用 316L 材质,高温泵材质为 18-8,腐蚀较重的减二、减

三、减四线为 316L。

⑨ 冷换设备选材：拔头油与渣油的一次换热器，拔头油与减三线的一次换热器，原油与常二中、常二线一次换热器等采用 1Cr18Ni9Ti 材质管束；渣油二次换热器、减三线二次换热器、常二线二次换热器等采用渗铝材质管束。同时对流程进行调整，腐蚀性较重的减三线由原来的壳程调整到管程，减轻对换热器壳体的腐蚀，有利于设备安全运行及降低设备投资。

4 装置扩能改造后运行情况分析

2005 年 5 月利用大修机会对 II 套常减压蒸馏装置进行扩能改造，装置改造后一次开车成功。2005 年 8 月进行了 24h 标定，其结果表明：生产数据完全达到设计指标，扩能改造是成功的。

4.1 标定物料平衡(见表 4)

标定的原油组成与设计一致。

这次标定平衡了全厂加工流程，按 4.50Mt/a 加工量计量，所有标定数据按此加工量采集。

表 4 扩能改造后标定物料平衡

% (质量分数)

项 目	2005 年 8 月 (标定)	2005 年 9 月 (实际)	2004 年 (标定)	2004 年 (实际)
干气	0.19	0.03	0.05	0.16
蒸顶汽油	2.25	2.64	3.20	3.95
常顶汽油	2.52	1.99	1.43	
常一线喷气燃料	2.44	3.35	3.64	3.09
常二线柴油	17.83	17.08	17.18	15.98
减顶油	0.50	0.29	0.48	0
减一线	0.00	0.00	0.40	0
凝缩油	0.00	0.00	0.36	0
减四线	1.07	1.56	5.34	0
减压蜡油	34.49	35.93	25.67	32.05
减压渣油	38.54	36.92	42.21	44.54
损失	0.17	0.22	0.06	0.23
合计	100.00	100.00	100.00	100.00
轻质油收率	25.73	25.38	25.98	23.18
总拔出率	61.29	63.08	57.73	55.23

标定结果表明：装置扩能改造后，轻质油收率由 2004 年全年的 23.18% 提高到 25.73%，总拔出率由 55.23% 提高到 61.29%，主要是由于减压塔采用新型规整填料及内件，压力降减小，减压蜡油收率显著增加，减压拔出率增加，渣油收率显著下降。

2005 年 9 月加工量降到 3.76Mt/a，原料以辽河原油为主，总拔出率仍然达到 63.08%。

4.2 扩能改造后标定能耗

装置扩能改造后投产标定结果(见表 5)说明，装置实际能耗为 481.06MJ/t，与设计指标一致，低于装置改造前标定值。该装置设计规模上限 5.0Mt/a，从短期生产数据看，在此规模下水、电、气消耗没有增加，能耗稳定在 439.6MJ/t 以下。

表 5 扩能改造后标定能耗 MJ/t

循环水	30.31	燃料油	108.44
软化水	0.80	低压瓦斯	81.22
新鲜水	0.00	高压瓦斯	215.20
蒸汽	3.89	合计	481.06
电	41.03		

4.3 各侧线产品质量

从产品分析看出，汽、煤、柴三大产品合格，但常顶汽油与常一线喷气燃料有 19℃ 的馏分重叠，说明常压塔各回流分配需要优化调整。

5 结束语

(1) II 套常减压蒸馏装置扩能改造后生产运行正常，4.5Mt/a 标定数据已经达到设计指标，产品质量合格，总拔出率与 2004 年全年实际比较增加 6.06 个百分点。

(2) II 套常减压蒸馏装置扩能改造后最大加工能力可达到 5.0Mt/a，产品质量合格，产品分布与 4.5Mt/a 规模的相当。

(3) 扩能改造后原油换热终温达到 305℃，原油入电脱盐的温度由改造前的