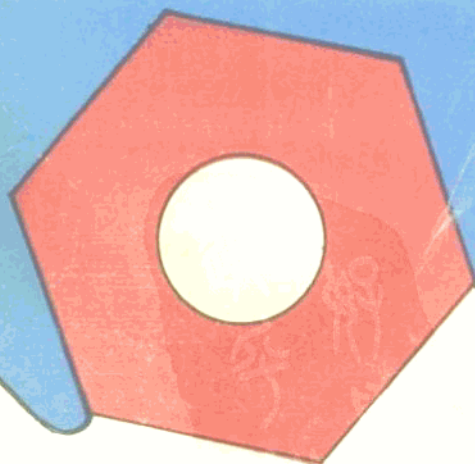
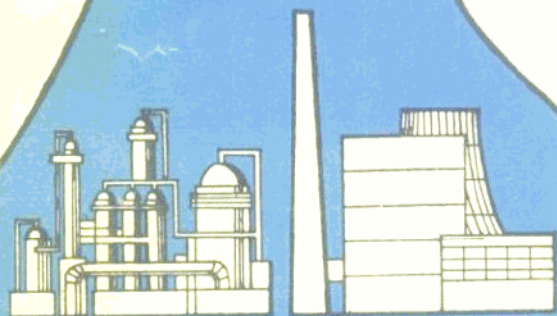


重油的使用 和节能技术

唐钰成 李根启
郑瑞佩 高海波
编 著



石油大学图书馆

河北科学技术出版社

TE626.25
002



060057 12-12

重油的使用和节能技术

唐钰成 李根启 编著
郑瑞佩 高海波



200428322



河北科学技术出版社

责任编辑 王浩茨 李文杰

封面设计 马丽霞

(冀)新登字004号

重油的使用和节能技术

唐钰成 李根启 编著
郑瑞佩 高海波

河北科学技术出版社出版 (石家庄市北马路45号)

邯郸地区印刷厂印刷 河北省新华书店发行

787×1092毫米 1/32 8印张 170000字 1992年4月第1版

1992年4月第1次印刷 印数: 1-2500 定价: 4.50元

ISBN 7-5375-0799-1/TE·1

序

言

DP51/08

燃料重油发热值高，火焰辐射能力大，输送和使用比较方便，因而深受用户欢迎。但是，由于我国石油资源有限，随着石油深加工能力的扩大，重油在油品结构中所占比率逐渐减少，重油的供应将进一步紧缩。因此，对于现有的重油资源应更加有效地利用，力求提高其燃烧效率，降低单位产品的重油消耗量。欲达此目的，除了思想上重视以外，工作在燃用重油第一线的实际操作人员和管理人员，还必须提高技术知识水平。为此，我们参考了国内外有关技术资料以及在重油的使用、管理、节能技术方面的实践经验，编写了本书。

本书内容以适合我国现状的重油燃烧技术和行之有效的重油节能技术为重点，并对重油的一些基本知识作扼要的介绍。以期本书能成为重油操作、管理人员一本有实用价值的参考书。使他们能够比较全面地掌握重油的性质、使用和节约的技术知识，以便在节能降耗的工作中收到切实的效果。

由于我们水平有限，书中不足及错误之处尚请读者批评指正，以便在今后补充、修改。

编著者

1991年9月

目 录

第一章 重油的供应及使用现状	(1)
第二章 重油的基本性质	(7)
一、重油的重度	(7)
二、重油的粘度	(8)
三、重油的凝固点	(16)
四、重油的发热量	(16)
五、闪点和燃点	(17)
六、重油的静电特性	(17)
七、残炭	(18)
八、灰分	(18)
九、机械杂质和水分	(19)
十、安全性	(19)
十一、重油的规格	(20)
第三章 重油的输送和储存	(23)
一、铁路槽车卸油	(23)
二、汽车槽车卸油	(29)
三、航运输油及卸油	(30)
四、重油储罐	(31)
第四章 供油系统工艺流程和管道	(53)
一、一段供油系统	(53)

二、两段供油系统.....	(54)
三、回油方式.....	(56)
四、供油管道的一般要求.....	(59)
五、供油管道管径的选定.....	(60)
六、管道的压力降.....	(62)
七、管道的保温.....	(67)
八、管道零件.....	(78)
第五章 供油系统主要设备.....	(80)
一、油泵.....	(80)
二、过滤器.....	(88)
三、加热器.....	(91)
四、喷油嘴.....	(103)
第六章 供油系统监测仪表、仪器.....	(135)
一、重油流量计.....	(135)
二、温度计.....	(142)
三、压力表.....	(168)
四、粘度计.....	(174)
五、水分测定仪.....	(179)
第七章 影响重油燃烧的主要因素.....	(182)
一、重油入炉时的雾化状态.....	(182)
二、重油油雾与助燃空气的混合.....	(194)
三、重油和助燃空气的适当比例.....	(196)
四、炉膛内温度的影响.....	(198)
第八章 重油乳化燃烧节能技术.....	(201)
一、乳化重油的性质.....	(201)
二、乳化重油节能原理.....	(205)

三、乳化重油供油系统工艺流程·····	(209)
四、混合乳化主要设备·····	(213)
五、混合乳化操作要点和工艺指标·····	(216)
六、乳化重油的经济、社会效益及推广使用 中应注意事项·····	(218)
第九章 重油磁化节能技术 ·····	(222)
一、重油磁化器的构造·····	(222)
二、重油磁化燃烧节能原理·····	(224)
三、重油磁化器的应用·····	(227)
第十章 代用重油 ·····	(234)
一、水煤浆燃料·····	(234)
二、地沥青、水浆燃料·····	(245)
三、煤油浆和煤油水浆燃料·····	(248)

第一章 重油的供应及使用现状

重油又称重质燃料油，主要用于各类工业窑炉、电站锅炉、大型船舶的燃料。

重油来源于石油加工炼制后的渣油。无论是常压、减压蒸馏，或是石油深加工的热裂化、催化裂化等，除了得到汽油、柴油、润滑油等轻质油品外，总还残留相当数量的渣油。这些渣油经过调入适量的轻质油，或进行减粘裂化处理后，即可得到商品重油。可见重油的获得有多种途径，根据重油的来源不同，可分为三大类：

1. 直馏重油

直馏重油是指石油经常压、减压蒸馏后的渣油经调合而成的商品重油。

从油井开采出来的未经加工的石油叫做原油。原油需在炼油厂进行加工炼制，根据不同馏程提取各种油品。其中最简单的一种炼制工艺就是常压蒸馏。

常压蒸馏是在接近大气压力下用蒸馏的方法分离原油。

图 1—1 所示就是一种常压蒸馏系统的简图。

原油经油泵打入加热炉进行加热，被加热到 360°C 左右，然后送入常压蒸馏塔。塔内温度上部低、下部高。沸点低的石油气从塔顶馏出，经冷凝形成直馏汽油。在塔身上从上到下有三条侧线，依次流出沸点不同的馏分。它们分别

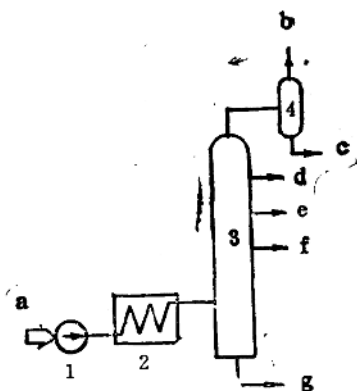


图 1 - 1 石油常压蒸馏
系统示意图

1. 油泵 2. 常压加热炉 3. 常压蒸馏塔 4. 冷凝器

a. 原油 b. 石油气 c. 直馏汽油 d. 煤油 e. 轻柴油 f. 重柴油
g. 常压重油

是：煤油、轻柴油和重柴油。剩下沸点高的渣油从塔底排出，叫做常压渣油。常压渣油的组分相对于减压渣油和裂化渣油还比较“轻”，其粘度略小些，有时可不加轻油而直接作为商品重油，即常压重油。

常压渣油是一个多组分的混合物，可以通过减压蒸馏进一步加工提炼。

减压蒸馏是根据压力降低沸点下降的原理，进一步从常压渣油中拔取轻质馏分，以避免其中的烃分子因温度高而断裂、结焦。减压蒸馏系统如图 1—2 所示。减压蒸馏塔中的压力大约在 0.1 大气压以下，这可使渣油中烃的沸点降低 200 多

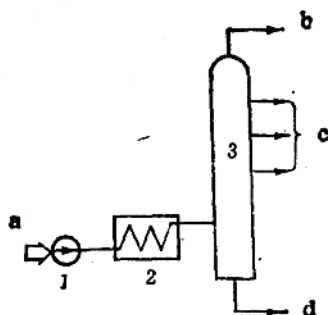


图 1 - 2 石油减压蒸馏
系统示意图

1. 油泵 2. 减压加热炉 3. 减压蒸馏塔
a. 常压重油 b. 重柴油 c. 各种蜡油 d. 减压重油

度。常压渣油经加热炉加热到 400°C 左右进入减压蒸馏塔，就可以把原来沸点 700°C 以下的各种烃分馏成重柴油和多种蜡油，蜡油是提取润滑油的原料。重柴油和多种蜡油从塔顶、塔侧流出，塔底排出的是分子量更大、沸点更高、粘度也更大的重质渣油，叫做减压渣油。在其中加入一定数量的轻质油调制成商品重油，是为减压重油。

常压重油和减压重油合称直馏重油。

2. 裂化重油

为了多产轻质油品，提高经济效益，改善产品质量，炼油厂还采用分子改造的方法进一步加工石油。例如裂化、重整等工艺，可以从某些渣油中生产出汽油、柴油，或从某些馏分中生产出高级润滑油、高级航空汽油以及多种重要的化

工原料等。所谓裂化就是将分子较大的烃断裂成分子量较小的烃。经裂化分解后，提取出石油气、汽油、润滑油等轻质油品后，残留下的沸点更高、粘度更大的渣油称为裂化渣油。由于裂化渣油中含有较多的不饱和烃的缩聚物及游离炭，粘度大，着火点高，不易燃烧，不能直接燃用，需加入轻质油调制成商品重油，称为裂化重油。

3. 减粘裂化重油

如上所述，炼油厂为了生产合格的商品燃料重油，必须向高粘度的渣油中掺入一定数量的轻质油，以使重油的粘度下降到规定数值。这在经济上是很不合算的。因为轻质油的价格远远高于重油的售价。

近年来，为了提高炼油厂的经济效益，通过减粘裂化生产商品重油的工艺得到较快的发展。减粘裂化是一种轻度热裂化工艺，渣油一次通过加热炉进行低温热裂化处理，使渣油转化为粘度较小、符合规格要求的燃料重油，同时还可生产一部分轻质油品。这样可以达到生产商品重油不掺或少掺轻质油的目的。

以上三类重油是按其制取工艺不同来划分的。在我国商品重油的供应市场上，还按重油的粘度不同，分为四种牌号。即根据在80℃时运动粘度的厘斯数分为20、60、100和200号燃料重油。各种牌号燃料重油的生产配比要按各种调和特性来决定。一般20号燃料重油是由热裂化残渣油加入30~50%的裂化或焦化轻油调和而成；60号燃料重油是由热裂化残渣油加入10~30%裂化或焦化轻油调和而成；100号燃料重油是由热裂化残渣油或直馏残渣油直接制成的粘度较大的重质燃料油；而200号燃料重油是由常减压蒸馏残渣油和

热裂化残渣油制成的高粘度、高凝点重质燃料油。

除了上述四种牌号的商业重油外，我国国内各个炼油厂又根据本厂所产渣油的粘度和凝固点的实际情况，与用户协商签订了协议指标，以用户能接受的标准或能够运输储存和使用的最起码条件为基础，制定了锅炉和工业窑炉燃料油的出厂标准。例如，某厂对大庆油制定了250号重油标准，规定100℃运动粘度不大于185厘斯，凝点不高于45℃。这样，大庆减压渣油不掺轻油就可出厂。又例如，一些炼油厂在处理任丘、胜利等原油时，因其减压渣油100℃粘度太大，连250号重油的指标也达不到，因而制定了出厂粘度为250~400厘斯的标准，即使如此，仍需要掺入一定量的轻油才能达到此目的。

我国由于原油组分偏重，炼油深加工能力不足，以及价格体制等多方面的因素，使得目前重油在油品结构中所占的比例仍较大。虽然自1980年以后，贯彻“压缩烧油”的政策，使重油在油品结构中所占的比重从1980年的40%下降到1988年的32%，但与国外平均重油比率10%左右相比，仍是过高，影响整个国家的经济效益。重油在炼油厂进一步深加工，每多加工100吨重油，可增产六大类产品（汽油、煤油、柴油、溶剂油、化工轻油和润滑油）83~86吨，经济价值比重油大5~7倍。因此，总的发展趋势是重油在各种油品中的比率要逐步减少，重油的价格要适当上调。在扩大炼油厂深加工能力的同时，继续贯彻“压缩烧油”的政策，严格审查准许使用重油的用户。只有那些在生产工艺、产品质量、燃料温度等方面有特殊要求，产品可以出口创汇，经济效益高的厂家，才准许烧重油。

由此可见，重油是一种十分宝贵的优质燃料，深受许多工矿企业的欢迎。这是由于它和煤炭相比，输送、操作比较方便灵活，几乎没有灰渣，发热量比煤炭高得多。因此，现有烧油的用户，应该珍惜重油资源，加强能源管理，提高重油的利用效率，努力降低单位产品的重油消耗。重油用户的干部、职工除了思想上重视以外，还应对有关重油基本性质、储运、燃烧以及节能技术等方面的知识认真学习，以便更有效地利用现有重油资源。

第二章 重油的基本性质

重油是石油（原油）提炼出汽油、煤油、柴油等轻质油以后残余的部分调入适量轻质油而成。按照石油炼制工艺的不同，重油可分为直馏重油、减粘裂化重油、裂化重油三类。石油是天然的矿物产物，化学组成十分复杂。石油既不是由单一元素组成的单质，也不是由两种以上元素组成的单一化合物，而是由各种元素组成的多种化合物的混合物。其中主要的化合物类型包括各种烷烃、环烷烃、芳香烃以及含硫、含氧、含氮的非烃类化合物。而这些非烃类化合物以复杂的多环化合物形态存在，形成胶质和沥青质。这两种物质的大部分聚集在重油中，使得重油具有颜色深、粘度大的表面特征，对重油的基本性质有很大影响。现将与重油的使用有关的重油基本性质介绍如下。

一、重油的重度

单位体积内物质的重量称为物质的重度，单位为吨/米³。重油的重度与温度有关，随着温度升高，重油的重度略有减小。规定以20℃时的重度为标准。当温度不是20℃时，乘以表2—1中的系数进行修正（重油的重度范围0.851~0.965）。

表2—1

不同温度时燃料重油重度修正系数

油温(°C)	修正系数	油温(°C)	修正系数	油温(°C)	修正系数
5	1.009	40	0.979	75	0.956
10	1.007	45	0.976	80	0.952
15	1.003	50	0.972	85	0.949
20	1.000	55	0.969	90	0.946
25	0.991	60	0.965	95	0.943
30	0.986	65	0.962	100	0.940
35	0.983	70	0.959	105	0.937

例如，20℃时重油的重度为0.92吨/米³，加热到50℃时，其重度为 $0.972 \times 0.92 = 0.894$ 吨/米³。

二、重油的粘度

粘度表示液体流动性能的好坏。粘度越大，液体的流动性越差。表示重油粘度的方法一般有以下三种。

1. 动力粘度

在液体中，当两个面积为1厘米²，相距1厘米的两层液面，以1厘米/秒的相对速度运动时，液面间产生的内摩擦力叫做动力粘度。当内摩擦力等于1达因时，粘度为1泊（1P），动力粘度以符号 μ 表示。

1泊（1P）= 100厘泊（100CP）= 1达因·秒/厘米² = 0.1帕秒（0.1Pa·S）

2. 运动粘度

液体的动力粘度 μ 与其同样温度时的密度 ρ 之比，称为液体的运动粘度，用符号 ν 表示。即：

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

式中，如密度 ρ 的单位为克/厘米³，动力粘度 μ 的单位为泊，则运动粘度的单位为“斯”。

$$1 \text{ 斯 (1 St)} = 100 \text{ 厘斯 (100 cSt)} = 1 \text{ 厘米}^2/\text{秒}$$

3. 恩氏粘度

恩氏粘度是一种条件粘度，就是用某种粘度计，在规定的条件下测得的粘度。恩氏粘度是用恩氏粘度计测得的。恩氏粘度计的主要部件是底部带一个小孔的容器。容器四周有恒温水夹套，可使油样温度保持在某一恒定值。当在此温度(t)下油样200厘米³从恩氏粘度计小孔流出的时间，与同体积20℃的蒸馏水流出时间之比，就叫做该油在 t ℃时的恩氏粘度。用符号 $^{\circ}\text{E}_t$ 表示。运动粘度与恩氏粘度之间，可用下列经验公式换算：

$$\nu_t = 7.31 \cdot ^{\circ}\text{E}_t - \frac{6.31}{^{\circ}\text{E}_t} \quad (\text{厘斯}) \quad (2-1)$$

除了恩氏粘度以外，有时还用另外两种条件粘度，即雷氏粘度和赛氏粘度。在同一温度下这三种条件粘度的经验关系式为：

$$\text{雷氏粘度} = 192.2K \left(1 + \sqrt{1 + \frac{0.01624}{K^2}} \right) \quad (2-2)$$

$$\text{赛氏粘度} = 228.7K \left(1 + \sqrt{1 + \frac{0.01309}{K^2}} \right) \quad (2-3)$$

$$K = 0.08109E - 0.07013/E$$

为使用方便起见，现将几种常用的粘度对照数据列于表2-2中。

表2-2 运动粘度、恩氏粘度、赛氏粘度、雷氏粘度对照表

运动粘度 mm^2/S	恩氏粘度 $^{\circ}\text{E}$	赛氏粘度 $\text{S}, (\text{通用})$ SuS	雷氏粘度 $\text{S}, (1\text{号})\text{RIS}$
1.0	1.00		
2.0	1.14	32.6	30.95
3.0	1.22	36	33.45
4.0	1.30	39.2	35.95
5.0	1.40	42.3	38.45
6.0	1.48	45.5	41.05
7.0	1.56	48.7	43.7
8.0	1.65	52.0	46.35
9.0	1.74	55.4	49.1
10.0	1.83	58.8	52.0
11.0	1.92	62.3	55.0
12.0	2.02	65.9	58.1
13.0	2.12	69.6	61.3
14.0	2.21	73.4	64.55
15.0	2.32	77.2	67.9
16.0	2.43	81.1	71.4
17.0	2.54	85.1	74.85
18.0	2.64	89.2	78.45
19.0	2.75	93.3	82.1
20.0	2.87	97.5	85.75
21.0	2.98	101.7	89.5