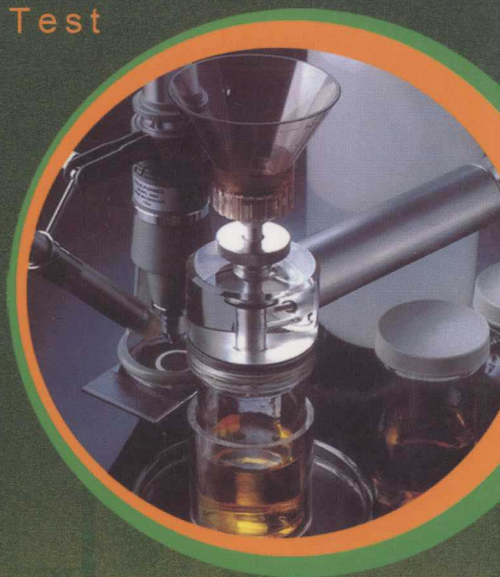


油品分析 与化验知识问答

Questions and Answers of
Oil Analysis and Test



顾洁 胥立红 梅林 编著

中国石化出版社

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

油品分析与化验知识问答

顾 洁 胥立红 梅 林 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书以燃料、润滑油、润滑脂分析为主,用问答方式对石油产品化验项目的基本概念、测定原理、目的、意义、影响因素及注意事项作了较为系统的介绍,并介绍了一些与化验工作有关的基础知识。本书既考虑化验工作新员工所需要的基本知识和基本技能,又考虑已参加化验工作人员所需要的基本理论和现代分析技术要求。

本书可供从事油品生产、销售、质检和分析人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

油品分析与化验知识问答 / 顾洁, 胥立红, 梅林
编著. —北京: 中国石化出版社, 2009
ISBN 978 - 7 - 80229 - 875 - 0

I. 油… II. ①顾…②胥…③梅… III. ①石油产
品 - 分析 - 问答②石油产品 - 油质化验 - 问答
IV. TE626 - 44 TE622 - 44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 031851 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

北京密云红光制版公司排版

北京科信印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 32 开本 8.625 印张 189 千字

2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

定价:22.00 元

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 石油的基本概念	(1)
第二节 石油产品及其分类	(5)
第三节 石油产品的分析及其标准	(13)
第二章 化验基础知识	(18)
第一节 实验室通用仪器	(18)
一、天平	(18)
二、加热仪器	(27)
三、测温仪器	(32)
四、制冷仪器	(38)
五、测压仪器	(40)
第二节 一般化验仪器	(43)
一、玻璃仪器	(43)
二、瓷制器皿及其他用品	(58)
第三节 基本操作	(63)
一、容量分析的基本操作	(63)
二、重量分析的基本操作	(70)
第四节 分析误差与数据处理	(73)
第五节 溶液配制	(86)
一、化学试剂	(86)
二、实验室用水	(92)

三、指示剂·····	(96)
四、溶液·····	(100)
第三章 油品分析·····	(107)
第一节 采样·····	(107)
第二节 油品基本理化性质的测定·····	(119)
一、密度·····	(119)
二、黏度·····	(123)
三、闪点、燃点和自燃点·····	(129)
四、苯胺点·····	(134)
五、残炭·····	(136)
第三节 油品蒸发性能的测定·····	(139)
一、挥发性·····	(139)
二、馏程·····	(140)
三、饱和蒸气压·····	(148)
第四节 油品燃烧性能的测定·····	(151)
一、燃烧性能·····	(151)
二、热值·····	(152)
三、烟点和辉光值·····	(155)
四、辛烷值·····	(158)
五、十六烷值·····	(162)
第五节 油品安定性的测定·····	(166)
一、安定性·····	(166)
二、实际胶质·····	(174)
三、诱导期·····	(176)
四、总不溶物·····	(178)
五、10% 蒸余物残炭·····	(179)

六、色度·····	(180)
七、分油量·····	(181)
第六节 油品腐蚀性的测定·····	(182)
一、腐蚀性·····	(182)
二、硫含量和硫醇·····	(183)
三、水溶性酸及碱·····	(188)
四、酸度(值)·····	(190)
五、铜片腐蚀·····	(196)
六、银片腐蚀·····	(198)
七、游离碱和游离有机酸·····	(200)
八、碱值和中和值·····	(204)
第七节 油品低温流动性的测定·····	(205)
一、低温流动性·····	(205)
二、凝点·····	(208)
三、冷滤点·····	(212)
四、冰点和结晶点·····	(213)
五、倾点·····	(215)
第八节 油品洁净性的测定·····	(217)
一、洁净性·····	(217)
二、水分·····	(218)
三、机械杂质·····	(222)
四、水反应和水分离指数·····	(227)
五、灰分·····	(229)
第九节 其他常用指标的测定·····	(232)
一、滴点·····	(232)
二、锥入度·····	(234)

三、破乳化时间.....	(237)
四、平衡回流沸点.....	(240)
第四章 石油产品化验有关计算.....	(243)
第五章 化验室管理.....	(248)
参考文献.....	(268)

第一章 绪 论

第一节 石油的基本概念

1. 什么叫做石油？

石油是从地下开采出来的一种流动或半流动的黏稠状可燃性液体，颜色多为黑色、褐色或暗绿色，少数呈黄色。一般情况下，石油比水轻。石油的密度大部分为 $0.80 \sim 0.98 \text{g/cm}^3$ 。组成石油的元素主要是碳、氢、氧、氮、硫，前两种元素的质量分数之和约为 $95\% \sim 99\%$ ；根据产地不同还含有微量的铁、镍、铜、铅、钒、砷、镁、磷、钾、硅、钙、锰等元素。

从油田开采出来的未经加工的石油称为原油。例如：大庆原油、胜利原油。

2. 石油有哪些组成？

石油是复杂的有机混合物，它包括由碳、氢两种元素组成的烃类和碳、氢与其他元素组成的非烃类。这些烃类和非烃类的结构和含量决定了石油及其产品的性质。

烃类有机物是石油的主要成分，在石油中主要含有烷烃、环烷烃、芳香烃，一般不含有烯烃。只有在石油的二次加工产品中和页岩焦油中含有烯烃。

石油中还含有相当数量非烃类有机物，主要是含硫化合物、含氧化合物、含氮化合物及胶状物质。

3. 按工业分类法原油是如何进行分类的？

(1) 按原油的密度分类

轻质原油：密度小于 0.878g/cm^3 ；

中质原油：密度介于 $0.878 \sim 0.884\text{g/cm}^3$ 之间；

重质原油：密度大于 0.884g/cm^3 。

我国原油中胜利原油和孤岛原油属重质原油，大港为中质原油，其他均属轻质原油。

(2) 按含硫量分类

低硫原油：含硫量低于 0.5% 。

含硫原油：含硫量介于 $0.5\% \sim 2\%$ 之间。

高硫原油：含硫量高达 2% 以上。

目前，我国开采的原油中，除胜利、孤岛和江汉原油属含硫原油外，其余均属低硫原油。

4. 原油按化学分类法如何进行分类的？

目前广泛应用的化学分类法有两种，即特性因数分类和关键馏分特性分类。

(1) 特性因数分类

原油按特性因数大小分为石蜡基、中间基和环烷基三种。

石蜡基原油：特性因数 $K = 12.1 \sim 12.9$ ，其特点是含蜡量较高，凝点高，密度小，含硫、含胶量很低，直馏汽油辛烷值较低，柴油十六烷值较高，并可从中制得高品质的润滑油

油。我国大庆、四川原油是典型的石蜡基原油。

中间基原油：特性因数 $K = 11.5 \sim 12.1$ ，原油性介于石蜡基和环烷基之间。

环烷基原油：特性因数 $K = 10.5 \sim 11.5$ ，原油密度较大，凝点低，直馏汽油的辛烷值较高，可以得到密度大、结晶点或冰点低的喷气燃料，但不易制得燃烧性能较好的柴油和黏温性能较好的润滑油。在我国，典型的环烷基原油少。

(2) 关键馏分特性分类

由于原油的组成十分复杂，在低沸点馏分和高沸点馏分中烃类分布规律也有很大差别，而且特性因素分类也比较笼统，有一定局限性。为了比较全面、科学地概括原油特性，一般多采用关键馏分的特性分类。

将原油在常压下蒸得 $250 \sim 275^{\circ}\text{C}$ 的馏分为第一关键馏分，再将所剩残油在 5.33kPa 的压力下，进行减压蒸馏取 $275 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 馏分（即常压下 $395 \sim 425^{\circ}\text{C}$ 馏分）为第二关键馏分。测定两个关键馏分的密度，然后对照表 1-1 所列馏分密度或 K 值来确定两个关键馏分是属于哪一个基，再按表 1-2 确定该油属哪一类。

表 1-1 关键馏分的分类指标

关键馏分	指 标	石蜡基	中间基	环烷基
第一关键馏分	密度(20°C)/(g/cm^3)	<0.8207	$0.8207 \sim 0.8560$	>0.8560
	特性因数 K	>11.94	$11.45 \sim 11.94$	<11.45
第二关键馏分	密度(20°C)/(g/cm^3)	<0.8721	$0.8721 \sim 0.9302$	>0.9302
	特性因数 K	>12.2	$11.45 \sim 12.2$	<11.45

表 1-2 关键馏分的特性分类

编号	第一馏分类别	第二馏分类别	原油的类别
1	石 蜡	石 蜡	石 蜡
2	石 蜡	中 间	石蜡 - 中间
3	中 间	石 蜡	石蜡 - 中间
4	中 间	中 间	中 间
5	中 间	环 烷	中间 - 环烷
6	环 烷	中 间	环烷 - 中间
7	环 烷	环 烷	环 烷

5. 我国原油的主要特点是什么？

我国主要油田有大庆、胜利、华北(任丘)、中原、大港、辽河、南阳、江汉、玉门、克拉玛依等，其中产量最大的是大庆油田，其次为胜利油田。我国原油主要有以下几个特点：

① 石蜡基原油多，因而汽油的抗爆性差、柴油的燃烧性能好。

② 除克拉玛依原油和青海冷湖原油以外，多数原油含蜡量较多、凝点较高，都需要加热输送或采用其他降凝措施。孤岛原油凝点虽低到 -2°C ，但其 50°C 运动黏度高达 $498\text{mm}^2/\text{s}$ ，所以必须加热输送。

③ 除江汉、胜利、孤岛原油外，其他原油含硫量都较低。

④ 除青海原油和克拉玛依原油外，一般原油的轻油含量均较少。

第二节 石油产品及其分类

1. 什么是石油产品？石油产品可分为哪几类？

原油经过一系列加工过程(或称为石油炼制过程)而得到的产品统称为石油产品。

按照 GB/T 498—87《石油产品及润滑剂的总分类》，根据石油产品的主要特征和用途将石油产品划分为六大类：

燃料：约占全部石油产品的 90% 以上，主要用来作为燃料的各种石油气体、液体。根据燃料类型分为气体燃料、液化气燃料、馏分型燃料和残渣燃料四组。本书的燃料部分主要是介绍发动机燃料，如汽油、喷气燃料、柴油等。

溶剂和化工原料：主要作有机合成工业的原料或中间体。

润滑剂和有关产品：约为石油产品总量的 5% 左右，但品种极多，性质差别很大。主要用于润滑机械、减少摩擦和磨损。如汽油机油、柴油机油、车辆齿轮油、液压油等。

石油蜡：主要用于轻工、化工、日用化学、食品、医疗、机械、电子、冶金等诸多行业。它包括液体石蜡、凡士林(石油脂)、石蜡、微晶蜡(地蜡)和特种蜡等。

石油沥青：主要用于铺设道路和建筑工程，也广泛用于水利工程、管道防腐、电器绝缘和油漆涂料等方面。分为道路沥青、建筑沥青、专用沥青和乳化沥青 4 个系列。

石油焦：用于制造石墨电极、化工生产的原料或燃料。

2. 石油产品的炼制过程分为哪几个过程?

习惯上将石油炼制过程分为一次加工、二次加工和三次加工过程。

一次加工过程是将原油用蒸馏的方法分离成轻重不同馏分的过程，常称为原油蒸馏(或称原油直馏，相应的馏分称为直馏馏分)。它包括原油的预处理、常压蒸馏和减压蒸馏。一次加工产品可以粗略地分为轻质馏分油(沸点约在 370°C 以下的馏分油，如粗汽油、粗煤油、粗柴油等)、重质馏分油(沸点约为 $370 \sim 540^{\circ}\text{C}$ 的馏分油，如重柴油、各种润滑油馏分、裂化原料等)、常压重油和减压渣油(又称残油)。

二次加工过程是一次加工过程的产物的再加工。主要是指将重质馏分油和渣油经过各种裂化生产轻质油的过程，包括催化裂化、石油焦化、加氢裂化等。其中石油焦化是一种完全转化的热裂化，产品除轻质油外还有石油焦。二次加工过程有时还包括催化重整和石油产品精制。前者是使汽油分子结构发生改变，用于提高汽油辛烷值或制取轻质芳烃(苯、甲苯、二甲苯)；后者是对各种汽油、柴油等轻质油品进行精制，或由重质馏分油制取润滑油馏分。

三次加工过程主要是指将二次加工产生的各种气体进一步加工(即炼厂气加工)，以生产高辛烷值汽油组分和各种化学品的过程，包括石油烃的烷基化、烯烃叠化、石油烃的异构化等。

图1-1是石油产品炼油工艺装置及其相互关系。

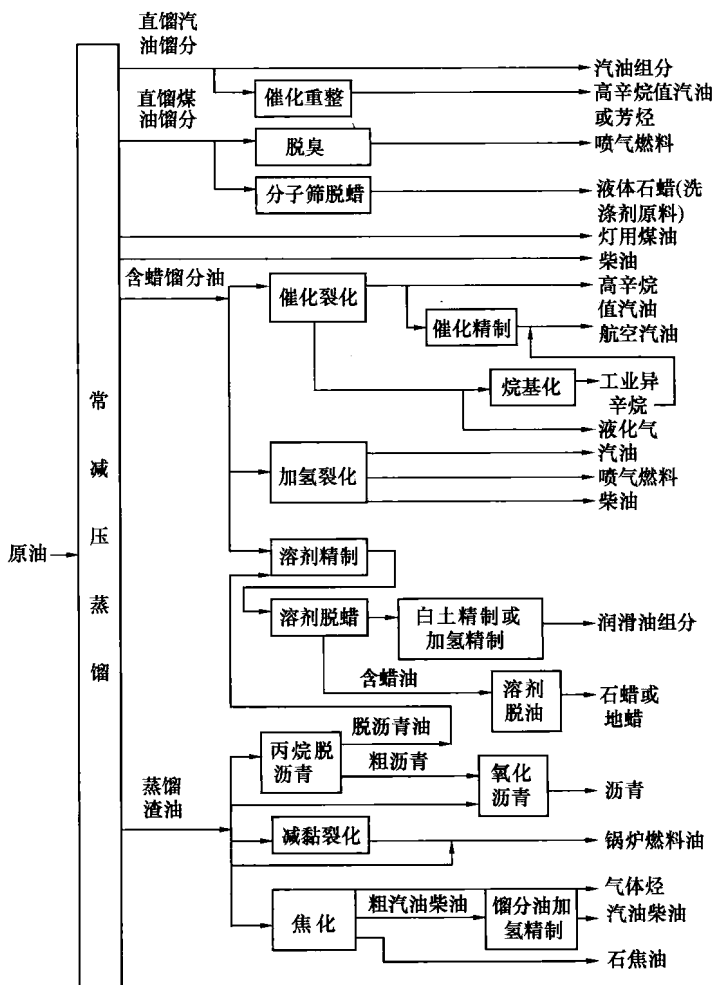
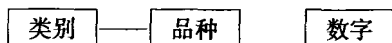


图 1-1 炼油工艺装置及其相互关系

3. 石油产品是如何命名的?

石油产品分类标准中采用统一格式命名;整体名称以一组符号表示。其组成如下:

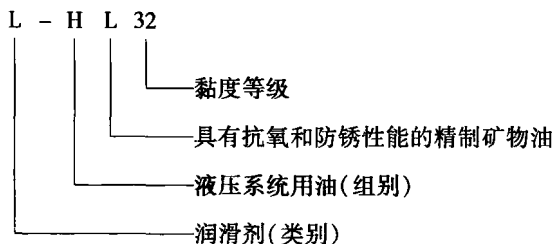


类别:用一个字母表示(字母含义见 GB/T 498—87),该字母应与其他符号用短横线“-”隔开。

品种:由一组英文字母组成,其首字表示组别,任何后面所跟的字母单独存在时有无含义,应在有关组或品种的详细分类标准中给予明确规定。

数字:位于产品名称最后,其含义也在有关标准中作了规定。

例如:



其中, L——按 GB/T 7631.2—2003《润滑剂、工业用油和相关产品(L类)的分类》; 32——按 GB/T 3141—94《工业液体润滑剂 ISO 黏度分类》中的黏度等级分。

4. 燃料油、润滑油是如何进行生产的?

燃料油和润滑油的生产,概括起来都要分成三个过程:切取馏分、精制、调合。

所谓切取馏分，是指用蒸馏的方法，将原油或中间产品中的某些组分，按不同的馏程范围切取出来。

精制的目的是除去油品中非理想组分，改善油品的性能。

调合是将不同的组分完全混合，以制备特定性质的石油产品的操作过程。调合的方法通常有管道调合、循环调合、机械搅拌等。

(1) 燃料油的加工方法

在燃料油生产中常用的加工方法有：常压蒸馏、催化裂化、加氢裂化、催化重整等。

常压蒸馏是利用原油中烃类沸点的差别，采用精馏方法把原油分割成不同沸程的直馏馏分油。通常分割成沸点范围为 65 ~ 205℃ 的汽油馏分，140 ~ 280℃ 的煤油馏分，200 ~ 350℃ 的柴油馏分。直馏产品不含烯烃或含量极少、安定性好、不易氧化变质，不管是汽油、煤油或柴油都适宜长期储存。

催化裂化是以减压馏分油、焦化柴油和蜡油等重质馏分油或渣油为原料，在常压和 450 ~ 510℃ 条件下，以硅酸铝或分子筛为催化剂，反应生成汽油、柴油及裂化气。催化裂化过程中主要发生裂化、异构化、芳构化、氢转移等反应，使产品中含有较多的异构烷烃和芳香烃，烯烃含量较少，因此汽油的辛烷值较高，达 88 左右，油品安定性较好，但不及直馏汽油。催化裂化柴油中芳香烃较多，因而燃烧性能较差，一般需同直馏柴油调合后才能合格。

加氢裂化是在氢压下进行的催化裂化，将重质油转变成

为饱和的轻质油。在加氢裂化中，进行裂化、加氢和异构化等反应，产物中含异构烷烃和环烷烃多，而且含硫、氧、氮等非烃化合物和烯烃很少，可以生产高辛烷值的汽油或安定性高、结晶点低的喷气燃料，还可以生产低凝点的柴油。液体产品收率高达97%，产品长期储存不易变质，宜作封存和战备储存用油。

催化重整是催化重整工艺就是在催化剂存在条件下，将正构烷烃和环烷烃进行异构化、芳构化和脱氢反应，转化为异构烷烃和芳香烃，得到高辛烷值汽油。

(2) 润滑油的加工方法

润滑油的加工方法主要有：减压蒸馏、丙烷脱沥青、精制、脱蜡等。

减压蒸馏是也称真空蒸馏，采用抽真空的方法，降低蒸馏塔的压力，从而降低蒸馏温度，把在常压下难以蒸馏的常压重油在抽真空的条件下降低其沸点进行蒸馏。通过减压蒸馏便可得到各种润滑油馏分。

丙烷脱沥青是利用丙烷作溶剂，除去减压渣油中的胶质、沥青质，以生产高黏度润滑油组分或裂化原料油，同时可以得到沥青。

润滑油精制是从润滑油馏分中去掉非理想组分，如环烷酸、胶质、多环烃类、硫及氮化合物以及蒸馏时产生的少量烯烃等。精制方法主要有溶剂精制及白土、加氢补充精制三种。

润滑油脱蜡是脱除润滑油馏分中石蜡和地蜡。脱蜡的方法很多，如溶剂脱蜡、尿素脱蜡，冷榨脱蜡、分子筛脱蜡和细菌脱蜡等，常用的是溶剂脱蜡和尿素脱蜡。