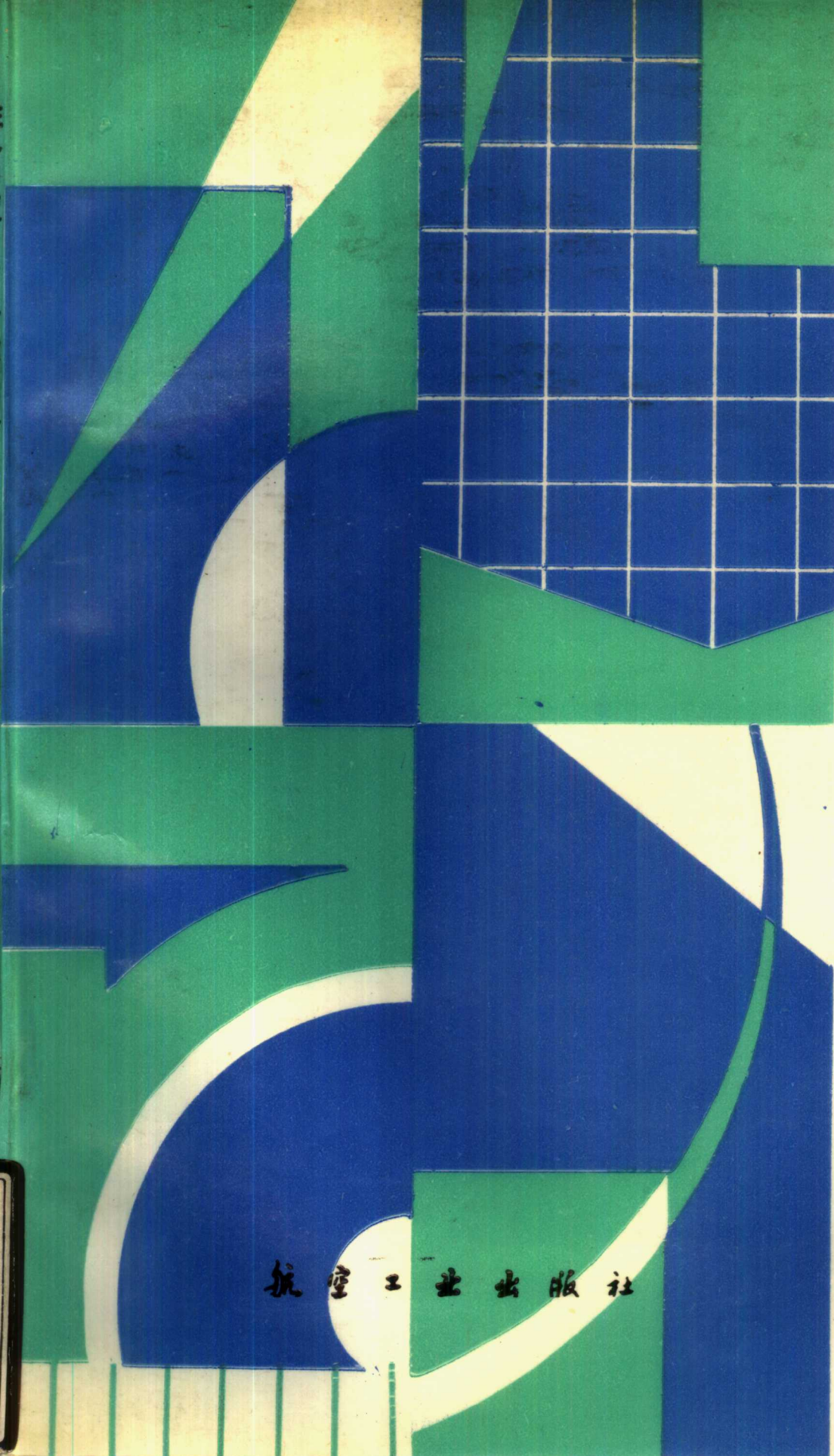




非金属材料及其管理

牛思忠 主编

航空工业出版社

(京) 新登字161号

内 容 提 要

本书主要介绍现代工业常用的汽油、柴油、喷气燃料、润滑油、润滑脂、塑料、橡胶、纺织材料、胶粘剂和涂料等非金属材料的分类方法、组成结构、性能特点、主要用途、储运管理及再生技术。此外,书中还对高分子基础理论做了比较系统的阐述。

本书可作为普通高校和成人高等教育物资管理工程专业用教材或参考书,也可供工业企业物资管理工作及工程技术人员参考。

非金属材料及其管理

牛思忠 主编

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号)

— 邮政编码: 100029 —

全国各地新华书店经售

航空工业出版社印刷厂印刷

1993年2月第1版

1993年2月第1次印刷

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 15

印数: 1—1500

字数: 374 千字

ISBN 7-80046-500-4/C·023

定价: 4.30元

前 言

《非金属材料及其管理》是一本为满足当前物资管理工程专业教学需要的专业教材。它是在郑州航空工业管理学院物资管理工程专业试用教材(牛思忠编写)的基础上,参阅北京航空航天大学104教研室、晨光化工研究院、重庆油漆厂等单位的讲义、资料以及其他有关论著进行修订、改编而成的。

根据教学大纲的要求和当前我国工业技术的发展趋势与特点,书中除了重点介绍现代工业常用的有机非金属材料(如石油燃料、润滑油、润滑脂及有机合成高分子材料)外,还特别增加了高分子材料的基础理论知识及有关非金属材料的再生利用技术。尽管书中所讲的高分子理论知识还比较粗浅,但对了解并掌握高分子材料的结构、性能特点以及合理选用却是十分必要的。

为了便于教学和自学,除注意到整个教材的系统性和完整性外,教材内容力求深入浅出,通俗易懂,理论联系实际。

全书共分三篇十四章。第一篇主要介绍现代工业油料(如汽油、柴油、喷气燃料、润滑油、润滑脂等)的分类、牌号、组成结构、性能指标、主要用途、储运管理及再生技术等;第二篇为高分子材料的理论基础,重点论述高分子的结构特点、物理状态、性能与结构的关系、老化机理等基础理论知识;第三篇着重介绍塑料、橡胶、纺织材料、胶粘剂、涂料等高分子材料的分类、组分构成、性能指标、主要用途、储运管理及再生技术等。

本书除用作普通高校和成人高等教育物资管理工程专业教材外,还可供工业企业物资管理工作及工程技术人员参考。

参加本书编写的有牛思忠(第五章~第七章、第十章~第十四章)、赵世军(第一章~第四章)和李向东(第八、九两章)。牛思忠任主编。

在本书编写过程中曾得到航空航天部301研究所张惠春工程师,郑州航院李军、郭健等同志的大力帮助,北航徐修成副教授审阅本书并提出了宝贵意见,在此一并表示衷心地感谢。

由于编者水平有限,书中缺点错误在所难免,敬请读者不吝赐教。

编 者

目 录

前 言

第一篇 工业油料

第一章 石油概述	(1)
第一节 石油的化学组成.....	(1)
一、石油中的烃类化合物.....	(1)
二、石油中的非烃类有机物.....	(3)
三、石油中的无机化合物.....	(4)
第二节 石油的炼制及石油产品的分类.....	(4)
一、石油的炼制.....	(4)
二、石油产品的分类和代号.....	(6)
第二章 石油燃料	(11)
第一节 汽油.....	(11)
一、汽化器式汽油机的工作原理.....	(11)
二、汽油的主要性能指标.....	(11)
三、汽油的分类、牌号和选用.....	(18)
第二节 喷气燃料.....	(20)
一、喷气燃料的主要性能指标.....	(20)
二、喷气燃料的品种和选用.....	(23)
第三节 柴油.....	(25)
一、柴油机的工作特点.....	(25)
二、柴油的主要性能指标.....	(25)
三、柴油的品种和选用.....	(27)
第三章 润滑油和润滑脂	(30)
第一节 摩擦与润滑.....	(30)
第二节 润滑油.....	(31)
一、润滑油的组成.....	(31)
二、润滑油的主要性能指标.....	(33)
三、润滑油的选用原则.....	(35)
四、常用润滑油.....	(36)
第三节 润滑脂.....	(41)
一、润滑脂的组成.....	(42)
二、润滑脂的主要性能指标.....	(43)
三、常用润滑脂.....	(46)

第四章 工业油料的物流管理技术	(50)
第一节 工业油料的验收和发放.....	(50)
第二节 工业油料的质量管理.....	(50)
一、防止油料蒸发和氧化的措施.....	(50)
二、防止水分和杂质混入的措施.....	(52)
三、防止混油的措施.....	(52)
第三节 工业油料的安全管理.....	(52)
一、工业油料的防燃、防爆措施.....	(53)
二、工业油料的防静电措施.....	(54)
第四节 工业废油的回收与再生技术.....	(56)
一、废油的回收.....	(56)
二、废油的再生.....	(56)
三、废润滑脂的再生.....	(57)

第二篇 高分子材料理论基础

第五章 高聚物的结构	(62)
第一节 高聚物的链结构.....	(62)
一、大分子链的组成及构型.....	(62)
二、大分子链的柔顺性及其影响因素.....	(67)
第二节 高聚物的聚集态结构.....	(68)
一、大分子链间的作用力.....	(69)
二、高聚物的无定形结构.....	(70)
三、高聚物的晶态结构.....	(70)
第六章 高聚物的物理状态及热转变温度	(73)
第一节 线型非晶态高聚物的物理状态.....	(73)
第二节 结晶高聚物的物理状态.....	(74)
第三节 高聚物的热转变温度.....	(74)
一、玻璃化转变温度及影响因素.....	(74)
二、结晶高聚物的熔点.....	(76)
三、高聚物的粘流温度.....	(77)
四、高聚物的其它特征温度.....	(78)
五、提高高聚物耐热性的途径.....	(78)
第七章 高聚物的力学性能	(79)
第一节 高聚物的高弹性.....	(79)
第二节 高聚物的粘弹性.....	(80)
一、蠕变.....	(80)
二、应力松弛.....	(81)
三、滞后和内耗.....	(82)
四、粘弹性与时间及温度的关系.....	(83)

第三节 高聚物的强度和断裂	(84)
一、高聚物的拉伸应力-应变曲线	(84)
二、高聚物的强度及其影响因素	(85)
三、高聚物的断裂	(88)
第八章 高聚物的电性能	(90)
第一节 高聚物的介电行为	(90)
一、极化	(90)
二、介电常数和介电损耗	(90)
第二节 高聚物的导电性及影响因素	(91)
一、导电性	(91)
二、影响高聚物导电性的因素	(91)
第三节 高聚物的介质击穿	(91)
一、介质击穿现象及介电强度	(91)
二、高聚物介质击穿机理	(92)
第四节 高聚物的静电现象	(92)
第九章 高聚物的老化及预防	(94)
第一节 高聚物的热氧老化及预防	(94)
一、热氧老化机理	(94)
二、热氧老化的预防方法	(95)
第二节 高聚物的光氧老化及预防	(96)
一、光氧老化机理	(96)
二、光氧老化的预防方法	(96)
第三节 高聚物材料在酸、碱、溶剂等化学介质作用下的老化及预防	(97)
第三篇 高分子合成材料	
第十章 塑料	(99)
第一节 塑料的组成和分类	(99)
一、塑料的组成	(99)
二、塑料的分类	(101)
第二节 塑料的性能特点及主要性能指标	(102)
一、塑料的性能特点	(102)
二、塑料的主要性能指标	(103)
第三节 主要合成树脂及其塑料	(107)
一、热塑性树脂及其塑料	(107)
二、热固性树脂及其塑料	(131)
第四节 塑料的物流管理技术	(141)
一、塑料的储运管理技术	(141)
二、塑料的再生利用技术	(143)
第十一章 橡胶及其制品	(146)

第一节 橡胶及其制品的分类	(146)
一、橡胶的分类	(146)
二、橡胶制品的分类	(147)
第二节 橡胶制品的组成及生产工艺	(147)
一、橡胶制品的组成	(147)
二、橡胶制品的生产工艺	(156)
第三节 橡胶的主要性能指标	(157)
一、主要机械性能指标	(157)
二、高弹性指标	(158)
三、低温性能指标	(158)
四、耐老化性能指标	(158)
第四节 橡胶胶料及橡胶制品	(158)
一、橡胶胶料	(158)
二、工业常用橡胶制品	(160)
第五节 橡胶的物流管理技术	(165)
一、橡胶的储运管理技术	(165)
二、废旧橡胶的再生利用技术	(166)
第十二章 纺织材料	(168)
第一节 纺织纤维的主要性能指标	(169)
一、长度	(169)
二、细度	(169)
三、机械性能	(171)
四、吸湿性	(172)
第二节 主要纺织纤维的性能特点	(173)
一、天然纤维	(173)
二、化学纤维	(174)
第三节 工业用纺织品	(180)
一、纱、线、绳的结构和用途	(180)
二、织物类别、结构和常用机织物	(182)
第四节 纺织材料的物流管理技术	(187)
一、纺织材料的识别	(187)
二、纺织材料的储运管理技术	(188)
第十三章 胶粘剂	(190)
第一节 胶粘剂的组成及其分类	(191)
一、胶粘剂的组成	(191)
二、胶粘剂的分类	(192)
第二节 胶接机理及影响胶接强度的主要因素	(193)
一、胶接机理	(193)
二、影响胶接强度的主要因素	(194)

第三节	典型胶粘剂分析	(196)
一、	环氧胶粘剂	(196)
二、	其它合成胶粘剂	(203)
第四节	胶粘剂的储运管理技术	(205)
第十四章	涂料	(207)
第一节	涂料的组成	(207)
一、	主要成膜物质	(207)
二、	次要成膜物质	(208)
三、	辅助成膜物质	(209)
第二节	涂料的分类及命名	(211)
一、	涂料的分类	(211)
二、	涂料的命名和牌号	(212)
第三节	涂料的成膜机理	(215)
一、	溶剂挥发型涂料的成膜机理	(215)
二、	氧化聚合型涂料的成膜机理	(215)
三、	固化剂固化型涂料的成膜机理	(215)
四、	烘干聚合型涂料的成膜机理	(215)
第四节	涂料主要品种介绍	(216)
一、	涂料的基础品种	(216)
二、	通用涂料	(218)
三、	特种涂料	(222)
第五节	涂料的储运管理技术	(223)
一、	涂料的安全管理	(223)
二、	涂料的质量管理	(225)
参考资料		(226)

第一篇 工业油料

油料泛指油腻性的和类似油腻性的液体物质。如植物油、动物油、矿物油和精油（香精油）等。工业油料主要是指用矿物油（即石油及页岩油等）加工制成的各种工业用油。如用做能源的汽油、柴油、煤油、重油等；用做润滑减磨材料的润滑油、润滑脂等；还有用做动力传递介质的液压油等。其中也包括用合成油调配成的具有某些特殊质量要求的润滑油、润滑脂和液压油。

第一章 石油概述

第一节 石油的化学组成

石油是一种在常温下呈暗绿色至深褐色的粘稠的油状液体，具有特殊的气味，可燃，比水轻且不溶于水。石油的密度一般介于 $0.80 \sim 0.98 \text{ g/cm}^3$ 之间。

石油的化学组成极为复杂，一般随产地而异。但分析证明，其组成中的主要化学元素均为碳和氢（总含量约为96%~99.5%）。它们在石油中多以烃的形式存在。其次是含量在1%以下的氧、氮、硫等元素。它们一般以烃的含氧化合物、含氮化合物及含硫化合物和胶质、沥青质的形式存在于石油中。此外，石油中还含有微量的钙、钠、钾、镁、铁、镍、钒、磷、硅等元素，它们多以无机盐的形式存在于石油中。

一、石油中的烃类化合物

组成石油的烃类按结构可分为烷烃、环烷烃和芳香烃等，一般不含不饱和烃。

（一）烷烃（ $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ）

烷烃又称石蜡烃，是石油的主要成分。在烷烃的同系物中，随着碳原子数的增加，其沸点、熔点、密度等会逐渐升高。在常温常压下，从甲烷到丁烷为气体，从戊烷到十六烷为液体，是液体燃料的主要成分。十七烷以上的正构烷烃是固体，多存在于馏分较重的柴油和润滑油中。

一般情况下烷烃的化学性质不活泼，常温下不易与空气中的氧发生化学反应，甚至与强酸、强碱和强氧化剂也不起反应。因此，烷烃在储存中不易发生氧化变质。

在较高的温度下，烷烃能和氧发生剧烈的氧化反应——燃烧，生成二氧化碳和水，同时放出大量的热量。这是石油可被用做能源的主要原因。

烷烃在隔绝氧气的条件下，加热到 400°C 以上，能发生裂解反应，同时还伴随有分子链的异构化、环构化和芳构化等多种反应。烷烃的裂化反应是石油裂化加工的理论基础。据此，可将石油中的重质成分裂化成为分子量较小的轻质成分，从而大大提高汽油等石油燃料的数量和质量。

(二) 环烷烃 (C_nH_{2n})

环烷烃是一种环状结构的饱和烃，是石油的主要成分之一。

石油中的环烷烃主要是环戊烷和环己烷，环上往往带有不同的侧链。

同烷烃一样，环烷烃同系物的沸点、熔点及密度随着碳原子数的增加逐渐升高。但环烷烃的密度比相同碳原子数的烷烃大20%，沸点约高10~20℃。

环烷烃与烷烃一样化学性质比较稳定，一般条件下不易氧化变质。

不同产地的石油含环烷烃的数量不同。通常含烷烃多的，含环烷烃就少。

(三) 芳香烃

芳香烃是指分子中含有一个或几个苯环的碳氢化合物。石油中的芳香烃含量一般比烷烃和环烷烃都少，只有对石油进行炼制加工时，才会使芳香烃的含量明显增加。

从结构来看，芳香烃有单环芳香烃、多环芳香烃等。苯是最简单的芳香烃。

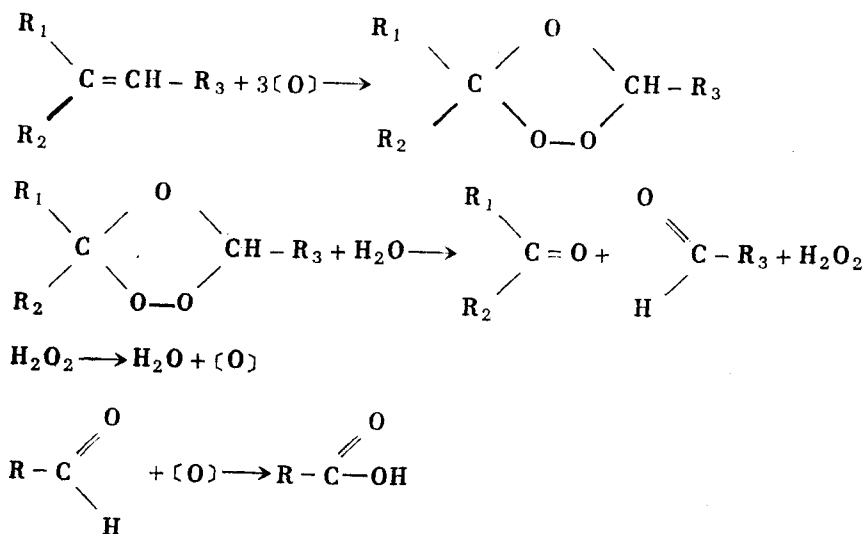
与其它烃比较，芳香烃的密度较大，凝点较高，而且较难氧化。没有侧链的芳香烃更难氧化。因此，一般情况下，芳香烃的性质比较安定，不易氧化变质。但带侧链的芳香烃则较易发生氧化反应，生成胶状物质，侧链越长氧化反应越容易进行。

(四) 不饱和烃

石油中一般不含不饱和烃。石油产品中的不饱和烃通常是石油在二次加工中的产物，而且多为链状的烯烃和二烯烃。

烯烃的沸点比相同碳原子数的烷烃稍低，密度较高。

烯烃分子中含有不饱和双键，因而烯烃具有一定的化学活泼性。在常温下，烯烃能被空气中的氧所氧化。氧化反应首先在双键处生成过氧化物，然后过氧化物又和空气中的水作用生成醛、酮和酸：



二烯烃的化学性质比烯烃更活泼，极易聚合形成胶质。所以含有烯烃、二烯烃的裂化汽油，储存期间极易氧化变质。

烯烃还易与卤素等发生加成反应。加卤反应是测定石油产品中不饱和烃含量的理论依据。

在高温(400~700℃)绝氧条件下，烯烃也可以直接聚合成大分子量的胶状物。这是石油在裂化过程中，生成胶质和沥青质的主要原因。

此外,石油中还含有固态的烃——蜡。蜡有两种,含碳原子数在15~30的称石蜡,含碳原子数在30~50以上的称地蜡。石蜡熔点一般在70℃以下,地蜡则一般在70℃以上。石蜡的组成主要是正构烷烃,而地蜡则主要由环烷烃、异构烷烃和芳香烃组成。

二、石油中的非烃类有机物

石油中的非烃类有机物主要是指烃的含氧、含氮、含硫衍生物以及胶质和沥青质等。虽然它们在石油或石油产品中的含量很少,但对石油加工和石油产品的使用却有一定的影响,故在石油炼制过程中均应尽量去除。

(一) 含硫化合物

在产地不同的石油中,硫的含量相差很大。国产石油(除胜利、江汉、孤岛原油外)多为低硫石油,硫含量在万分之几到千分之几。

硫在石油中可以元素硫、硫化氢、硫醇(RSH)、硫醚(RSR)、二硫醚(RSSR)及烃基磺酸(RSO_3H)等形式存在。根据化学性质,可将它们分为活性硫化物和非活性硫化物两大类。

1. 活性硫化物

活性硫化物主要包括元素硫、硫化氢、硫醇等。多由石油中的非活性硫化物在加工过程中分解而成。主要分布在轻质石油产品中。它们不仅能直接与金属作用腐蚀设备,而且会使汽油中的抗爆剂失效。因此在石油产品的质量标准中,对其含量均有严格限制。

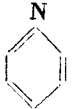
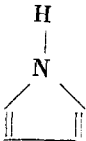
2. 非活性硫化物

非活性硫化物主要包括硫醚、二硫醚、噻吩等。它们都集中在石油的高沸点馏分中,其中硫醚含量较多。通常它们的化学性质较稳定,不直接腐蚀金属。但它们燃烧后生成的二氧化硫和三氧化硫,遇水后会生成强腐蚀性的亚硫酸和硫酸。所以非活性硫化物会间接地腐蚀金属。因此在石油燃料中,对非活性硫化物的含量也有严格的限制。

但对某些石油产品来说,非活性硫化物却是一种良好的改性添加剂。如为了改善齿轮油的极压性能,往往加入一定量的非活性硫化物作为极压添加剂。凡加有硫化物作添加剂的油品,其性能指标中的硫含量均有相应的提高。

(二) 含氮化合物

石油中的含氮量一般比含硫量低。氮在石油中多以有机碱的形式存在。如三甲胺

($\text{N}(\text{CH}_3)_3$)、乙胺($\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_5$)、吡啶()、吡咯()等。

含氮化合物性质很不稳定,容易氧化变质,使石油产品颜色变深,并有臭味逸出。因此含氮油料不能长期储存。

石油中的含氮化合物在加工过程中一般均可除去。所以在石油产品中含氮化合物的含量极少。但随油品馏分的加重,含氮化合物的含量亦会随之增多。

(三) 含氧化合物

石油中的含氧量一般约为千分之几,其中80%以上集中在胶质、沥青质中。石油中的含氧化合物主要是环烷酸和少量的酚类,通常称为石油酸。其次还有微量的脂肪酸。环烷酸的含量一般在1%以下。

环烷酸的主要结构式是  $-(CH_2)_nCOOH$, 分子量较大, 沸点较高, 是一种难挥发并

有腐蚀性的油状物。多分布在柴油和轻质润滑油等馏分中。其气味和化学性质均与相应的脂肪酸相似。环烷酸能与铅、锌、铜、锡、铁、镉等金属作用生成相应的环烷酸盐, 因此对金属设备有腐蚀作用。

酚类化合物中结构最简单的是苯酚, 其水溶液呈酸性, 对金属具有腐蚀性。其它结构复杂的酚同样也具有腐蚀性。

石油中的大部分环烷酸、酚类和脂肪酸等含氧化合物均可在石油加工过程中被除去。

(四) 胶状物质

胶状物质是石油中呈现深褐色或黑色粘胶状, 由碳、氢、氧、硫、氮等元素组成的多环复杂化合物。按其性质可分为胶质和沥青质, 它们的结构尚不十分清楚。

当石油产品中含有微量胶质或沥青质时, 会降低油料的安定性, 使其在储存期间颜色变深, 并生成较多的胶状油渣, 燃烧时会产生积炭而磨损机械。所以石油产品一般都要进行除去胶质和沥青质的精制加工。

三、石油中的无机化合物

石油中的无机化合物主要是指混在油中的水分和由钙、镁、铁、铝及二氧化硅等形成的化合物(即灰分)。它们既不能燃烧, 又会使油料的发热量降低, 并加剧机械设备的磨损; 水分的存在也会使石油的发热量降低, 并给石油产品的加工和使用带来一定的困难。此外, 水还能溶解某些无机盐类使其水解生成酸而腐蚀设备。所以油料中的灰分含量必须限制在最低限度, 并不允许有水分存在。

第二节 石油的炼制及石油产品的分类

一、石油的炼制

从油田开采出来的石油叫原油, 是一种复杂的混合物, 一般都不直接使用。多送到炼油厂进行加工, 生产出符合一定质量要求的产品, 以满足不同的需要。

将原油进行加工并制成各种石油产品的过程叫石油的炼制。石油炼制一般分两步进行。

(一) 石油的一次加工(常、减压蒸馏)

1. 常压蒸馏

常压蒸馏又叫直接蒸馏, 是炼油厂进行石油加工的第一道工序。

蒸馏法炼油的原理是根据石油中烃类的沸点不同(见表 1-1), 利用加热炉、分馏塔等

表 1-1 石油产品的沸点范围

油品名称	沸点范围(°C)	含碳原子数	油品名称	沸点范围(°C)	含碳原子数
轻汽油	30~100	$C_5 \sim C_7$	轻柴油	200~350	$C_{11} \sim C_{20}$
车用汽油	70~200	$C_8 \sim C_{12}$	轻质润滑油	300~420	$C_{15} \sim C_{26}$
航空煤油	60~280	$C_5 \sim C_{15}$	中质润滑油	400~470	$C_{25} \sim C_{35}$
灯用煤油	200~300	$C_{10} \sim C_{17}$	重质润滑油	>470	> C_{35}

设备进行加热、蒸发、冷凝等步骤而得到不同馏分的油料的。

把经过沉降脱水和脱盐后的原油用泵打入管式炉加热，达 $360\sim 370^{\circ}\text{C}$ 后进入常压蒸馏塔。塔下部温度高，往上温度逐渐降低。沸点较低的轻馏分挥发性大，能上升到温度较低的塔顶，沸点高的重馏分，蒸发困难，只能在温度较高的下部蒸发。因此，由塔顶到塔底的馏分，是由轻到重，依次是汽油馏分、煤油馏分、柴油馏分。塔底出来的是常压重油。可作为炼制润滑油的原料或裂化原料。

常压蒸馏得到的直馏产品主要由烷烃和环烷烃组成，一般不含不饱和烃，所以其性质安定，不宜氧化变质，适宜长期储存。其中汽油馏分约占 $9\%\sim 10\%$ ，煤油馏分约占 $10\%\sim 11\%$ ，柴油馏分约占 7% 。

2. 减压蒸馏

从常压塔底出来的重油馏分，其沸点很高（ $300\sim 700^{\circ}\text{C}$ ），如果用普通的蒸馏方法，需加热到 300°C 以上，这时某些烃就会裂解，无法得到所需的润滑油馏分。根据降低压力可降低液体沸点的原理，进行减压蒸馏。通过减压蒸馏可得到各种润滑油馏分。减压塔上部流出的是轻质润滑油馏分，中部流出的是中质润滑油馏分，下部是重质润滑油馏分，塔底的重质馏分叫减压渣油。可作为焦化和制取沥青的原料或作为锅炉燃料。

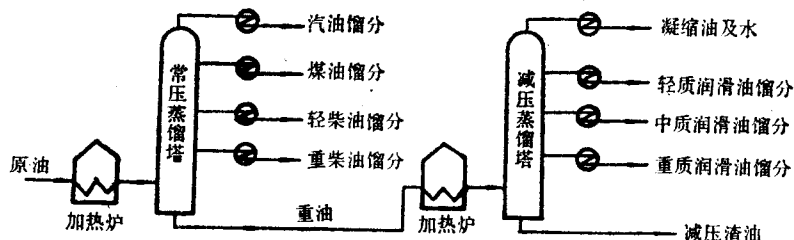


图 1-1 常、减压蒸馏工艺流程图

(二) 石油的二次加工（深度加工）

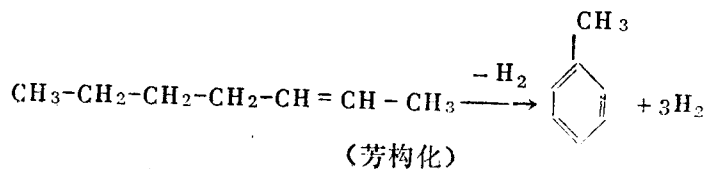
1. 裂化

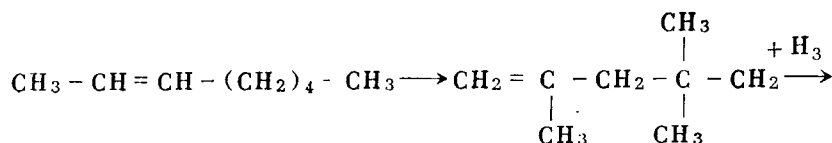
直接蒸馏法得到的汽油等燃料油远远满足不了需要。为了提高汽油等的产量和质量，常采用裂化加工的方法。根据反应条件的不同，裂化主要有热裂化、催化裂化和加氢裂化等。

热裂化 在高温下使重质油裂解为轻质油的工艺叫做热裂化。当重质油加热到 450°C 以上时，烃分子中的碳-碳键发生断裂，同时还伴随有脱氢、异构化、环构化等化学反应，使裂化产物中含有相当数量的烯烃、芳香烃和带支链的烷烃。它们都具有较高的抗爆性，所以石油的热裂化产品，不仅可以提高汽油的产量，而且能提高汽油的质量。但热裂化使油品中产生大量的不饱和烃，故其安定性大大降低。此外，裂化汽油和柴油的燃烧性也较差，所以我国大部分炼油厂已不采用这种深加工工艺。

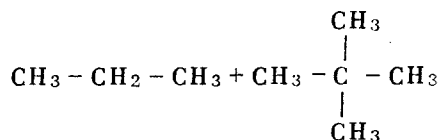
催化裂化 采用催化剂进行的裂化工艺称之为催化裂化。石油的催化裂化是在常压和 $450\sim 510^{\circ}\text{C}$ 温度下，经催化剂硅酸铝的作用，使重质油馏分裂解，以制取高质量汽油的。

烃类在催化裂化反应中，不仅有大分子的裂解，而且还有烃类的芳构化、异构化和氢转移等反应：





(异构化)



在氢转移反应中，如多环芳香烃脱氢可缩合成大分子或生成焦炭，脱出的氢转移到烯烃分子中，使烯烃变成烷烃。

催化裂化产物中异构烷烃、环烷烃、芳香烃含量较多，辛烷值一般可达80左右。汽油产率高达40%~50%，其中不饱和烃含量较少，安定性较高。但用催化裂化生产的柴油，十六烷值却较低。一般只有32~40。

加氢裂化 在有催化剂及氢气存在下，使重质油品裂化、加氢和异构化，从而得到各种高质量油品的工艺叫做加氢裂化。

加氢裂化产品的主要特点是不饱和烃含量少，非烃类杂质含量更少，储存安定性好，并无腐蚀性。

加氢裂化所用的原料范围广，但生产投资大，使用合金钢材较多，目前应用尚不普遍。

2. 催化重整

重整即重新调整的意思。催化重整即在催化剂的作用下，将直链烷烃和环烷烃进行结构上的重新调整排列，使之转化为芳香烃和异构烷烃的工艺过程。

催化重整所用的催化剂有铂、镍等金属。我国炼油工业多用铂作催化剂，所以催化重整在我国又叫铂重整。

催化重整的主要目的，一是制取苯、甲苯、二甲苯等芳香烃；二是炼制高辛烷值的汽油，一般可将辛烷值提高到85左右。

在催化重整过程中，烃类主要发生脱氢反应、异构化反应和裂化反应。但裂化产物中的小分子烯烃又立即被重整过程中产生的氢气所饱和。因此，重整产物中烯烃含量很少，一般不超过2%。重整汽油的安定性较好。

3. 石油产品的精制

从石油炼制得到的燃料油、润滑油等石油产品馏分，一般均含有一些不良成分，如硫化物、氧化物、胶状物等，它们对油品的质量影响很大。为进一步清除这些物质，工业上常将上述石油产品馏分进行进一步的加工精制。采用的精制方法主要有：汽油等的电化学精制、加氢精制和脱硫醇精制等；润滑油的溶剂精制、脱蜡精制和白土精制等。

二、石油产品的分类和代号

(一) 石油产品的分类

原油经一系列加工炼制后可得到各种不同的石油产品，根据国家标准规定、国产石油产品按用途和特性分为十四大类，各类石油产品分别用大写汉语拼音字母表示（见表1-2）。

表 1-2 石油产品的类别及代号

石油产品类别	代 号	石油产品类别	代 号
溶剂油类	N	蜡及其制品类	L
石油燃料类	R	沥青类	Q
润滑油类	H	焦类	J
电气用油类	D	真空油脂类	K
液压油及液压液类	Y	防锈油脂类	F
工艺用油类	G	石油添加剂类	T
润滑脂类	Z	石油化学品及其它类	X

(二) 石油产品的分组

石油产品的分组是依据石油产品的主要用途（包括使用对象和使用效能）或依据其组成性质进行的。如石油燃料的分组是按馏分性质进行的；润滑油是按所润滑的机器种类和结构部件特点分组的；润滑脂是按所含稠化剂的品种分组的；液压油是按其用途分组的；电器用油是按电器设备的类型分组的；真空油脂是按真空泵的种类分组的。组别代号也是用大写汉语拼音字母表示的。工业常用油料分组情况见表 1-3。

表 1-3 石油产品的分组及代号

石油燃料类		润滑油类		润滑脂类		液 压 油 类		真空油脂类		电器用油类	
组别	代号	组 别	代号	组 别	代号	组 别	代号	组 别	代号	组 别	代号
液化石油气	Y	喷气机润滑油	P	钙基脂	G	液 普通	A	真空泵油	K	变压器油	B
航空汽油	H	航空润滑油	H	钠基脂	N	压 抗磨	B	增压泵油	Y	油开关油	U
汽油	Q	汽油机润滑油	Q	锂基脂	L	传 低温	C	扩散泵油	S	电容器油	D
喷气燃料	P	柴油机润滑油	C	铝基脂	U	动 高精度指数	D	真空封脂	Z	电缆油	L
煤油	M	压缩机油	S	钡基脂	B	系 专用	—	真空封蜡	L	特种电器油	T
柴油	C	汽轮机油	U	铅基脂	Q	统 水包油	RA	真空封泥	N		
重油	Z	冷冻机油	D	其它基脂	A	油包水	RB				
渣油	A	汽缸油	G	钙-钠基脂	GN	— 水-乙二醇	RC				
特种燃料	T	机械油	J	钙-铝基脂	GU	液力传动系统	RD				
		仪表油	Y	铅-钡基脂	QB	磷酸酯	—				
		车轴油	Z	铝-钡基脂	UB	其它	LA				
		齿轮油	L	复合钙基脂	FG	普通	LB				
		特种润滑油	T	复合铅基脂	FU	抗磨					
		精密机床油	M	烃基脂	J						
		其它用途润滑油	A	无机脂	W						
				有机脂	Y						

(三) 石油产品的分级

根据同组石油产品的具体使用条件或使用特点的不同,可将其分为不同的级别。级别代号规定用阿拉伯数字表示(见表1-4)。

表 1-4 石油产品的级别代号

级 别	代 号	级 别	代 号	级 别	代 号	级 别	代 号	级 别	代 号	级 别	代 号
轻	1	白	20	直馏	30	工业	40	通 用	50	导轨	60
中	2	黄	21	提纯	31	农业	41	灯 用	51	主轴	61
重	3	软	22			铁道	42	信 号	52		
高速	4	粗	23			船用	43	仪 表	53		
低速	5					陆用	44	皂 用	54		
高温	6					航空	45	拖拉机	55		
低温	7					军械	46	绝 缘	56		
极压	8					医药	47	双曲线	57		
抗磨	9							越野车	58		
密封	10							钟 表	59		

(四) 石油产品的牌号编制

石油产品的牌号编制主要是根据其主要理化参数或其它特性。也有用顺序号表示的。石油产品的牌号规定用阿拉伯数字表示,或用阿拉伯数字与汉语拼音字母联合表示,但不得超过三位数字(见表1-5)。

为了区别相同牌号而有不同性质和来源的石油产品,往往在牌号后面附加尾注。尾注代号一般用汉语拼音字母表示(见表1-6)。

表 1-5 石油产品的牌号编制依据

类 别	组 别 名 称	牌 号 编 制 依 据
石 油 燃 料 类	(1) 航空汽油组、汽油组、煤油组中的拖拉机煤油	(1) 辛烷值
	(2) 液化石油气组	(2) 组成中的碳原子数
	(3) 喷气燃料组	(3) 按先后顺序号
	(4) 柴油组	(4) 凝点(°C)
	(5) 重油组	(5) 80°C运动粘度的平均值

续表 1-5

类 别	组 别 名 称	牌 号 编 制 依 据
润 滑 油 类	(1) 喷气机润滑油、汽轮机油、冷冻机油、机械油(部分)、仪表油、车轴油等组 (2) 航空润滑油、汽油机润滑油、柴油机润滑油、压缩机油、汽缸油、齿轮油、机械油中重型机械油等组 (3) 特种润滑油组 (4) 其它用途润滑油组	(1) 轻馏分润滑油按50°C时运动粘度的平均值 (2) 重馏分润滑油和残渣润滑油按100°C时运动粘度平均值 (3) 按先后顺序号 (4) 依各产品特点按50°C或100°C时运动粘度平均值(在产品分组标准中另作具体规定)
液 压 油 及 液压液类	(1) 各组液压油 (2) 液压液	(1) 40°C时运动粘度平均值(GB2512-81) (2) 按先后顺序号
电 器 用 油 类	(1) 变压器油组 (2) 电缆油和特种电器用油组 (3) 电容器油组	(1) 凝点(°C) (2) 击穿电压千伏数 (3) 按用途分为1号和2号。1号代表动力用, 2号代表电信用。
真 空 油 脂 类	(1) 扩散泵油组 (2) 真空封泥组及真空封蜡组 (3) 真空泵油组及真空增压泵油组 (4) 真空封脂组	(1) 极限真空度幂数 (2) 按使用温度 (3) 按先后顺序号 (4) 按特定1、2、3号顺序
润 滑 脂 类	各组润滑脂	按锥入度的序列号划分
溶 剂 油 类	(1) 香花、抽提、橡胶、洗涤及油漆溶剂油组 (2) 石油醚组 (3) 工业溶剂油组	(1) 98%馏出温度 (2) 95%馏出温度 (3) 干点(°C)

表 1-6 尾注及其代号

尾 注	代 号
合成油产品或合成脂肪酸制品	H
页岩石油产品	Y
加有石墨填料的产品	S
加有二硫化钼的产品	E
低凝点产品	D