

油料应用 技术手册

沈阳油料研究所编
辽宁科学技术出版社

YOULIAOYINGYONG
JISHUSHOUCE

油料应用技术手册

沈阳油料研究所编



辽宁科学技术出版社

B 582800

编 者 杨长华
吕 跃
主 审 任文彦
吕效敏
付锡茂

油料应用技术手册

Youliao Yingyong jishu Shouce

沈阳油料研究所

辽宁科学技术出版社出版发行

(沈阳市南京街6段1望2号)

沈 阳 市 第 二 印 刷 厂 印 刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 13⁵/₈ 字数: 293,000

1989年3月第1版

1989年3月第1次印刷

责任编辑: 白京久 插 图: 王凤祥

封面设计: 李秀中

印数: 1-10,000

ISBN7-5381-0614-6/TQ·10

定价: 5.20元

内 容 提 要

本手册从实用出发，广泛搜集了目前国内
外最新资料，总结编辑了石油知识；油料化
验；石油产品、石油添加剂的分类、分组、命
名及常用添加剂；油料品种、牌号、用途、注
意事项及油料识别；油料调合、再生、质量管
理及安全；常用资料等内容。可供从事油料管
理、应用、再生、调配、化验等油料行业的管
理人员、技术人员、工人使用和参考。

序

当今世界，石油作为最重要的能源广泛地应用于工业、农业、交通、电力、国防等各个部门，与人类的衣、食、住、行紧密地联系在一起。所以，有人把石油比作“黑色的金子”，称为“机械的血液”，这是颇有道理的。

虽然，没有石油不行，但有了石油，也并非就能发挥其应有的效能。据我所知，无论是地方，还是部队，在石油产品的应用方面都不同程度地存在一些问题。例如：油料的化验把关不严，发生质量事故的事有之；选用油品不当，造成机械损坏的事故有之；不懂油料的再生利用，抛弃“废油”的事有之；油料调配方法欠佳，油品达不到技术指标的有之。诸如此类问题，既造成经济损失，也给管油、用油的人员带来了苦恼。

随着我国机械设备的更新换代和进口设备的增多，国家对油品的要求不断提高，试验方法和技术标准也相应地有所改变。这就要求管油、用油人员了解新情况，学习新知识，运用新方法，以适应工作的需要。

根据广大管油、用油人员的迫切要求和实际工作需要，作者编写了这本《油料应用技术手册》。该手册内容新颖，资料丰富，文图并茂，既有国内外最新技术要求，又有作者多年的实践经验，对解决油品质量化验、油品使用管理、油料再生利用和油品调合掺配等问题较为系统的介绍，很有实

际意义和参考价值。相信，这本手册在我国的社会主义现代化建设中一定会发挥积极的作用。

辽宁省石油协会 常务理事
沈阳军区后勤部油料部部长

王永全

一九八八年十月一日于沈阳

前 言

目前我国工业技术水平不断提高,进口技术设备不断增多,石油产品的标准和试验方法均向国际标准靠拢,给管油、用油人员提出了许多新的问题。为了帮助有关人员解决实际工作中的问题,我们在搜集国内外最新技术资料 and 总结多年实践经验的基础上,编写了《油料应用技术手册》,以期对从事油料管理、应用、再生、调配、化验人员有所帮助。

由于我国石油产品标准正向ISO, ASTM等标准过渡,因此手册中有些内容属暂定或未定范畴,如润滑剂和有关产品分类,每种油品具体划归那类,现尚无定论,为方便查阅,我们只能根据分类建议进行大致归类,供参考。另外,第四章没有编入技术规格,请读者查阅时借助一下石油产品标准。

原沈后油料部副部长虞振北对编写手册提出了建议和指导,手册初稿编写后,辽宁省石油学会秘书长周国云、沈阳军区后勤部熊辅助、陈季焜、刘瑞、李庆伍、李启才、阎文佳、王德清、王乃文、吕军、大连石油公司张金娥等同志对手册有关章节进行了审阅,并提出了一些修改意见,这里致以衷心的感谢。

由于我们水平有限,难免有疏漏谬误之处,恳请专家同行和广大读者不吝指正。

沈阳油料研究所

一九八八年十月一日

目 录

序	1
第一章 石油知识	1
第一节 石油的一般性状及其化学组成	1
第二节 原油的分类	9
第三节 炼油工艺	11
第四节 炼油设备	22
第五节 炼油厂的类型	24
第二章 油料化验	26
第一节 常用玻璃仪器名称、规格及用途	26
第二节 油料化验基本操作法	31
第三节 溶液的基本知识及浓度的计算	43
第四节 溶液的配制及标定	57
第五节 分析误差和数据处理	74
第六节 石油及石油产品的化验	82
第三章 石油产品及石油添加剂的分类	144
第一节 石油产品总分类	144
第二节 石油产品的分类、分组和标准	149
第三节 石油添加剂	169
第四章 石油产品的牌号及选用	176
第一节 燃料油的选用	176

第二节 溶剂油的选用	185
第三节 润滑油及有关产品的选用	187
第四节 润滑油选用实例	278
第五节 部分进口油料的品种、牌号及用途	311
第六节 常用油料的简易识别	315
第五章 油料调合、再生、质量管理及安全	322
第一节 油料调合	322
第二节 油料再生	347
第三节 油料质量管理	358
第四节 安全知识	371

附录:

一、常用化学试剂的配制	378
二、常用器皿上的标刻记号	379
三、常用溶质的加热温度	380
四、常用液体浴介质	380
五、常用化合物的俗名	381
六、制备所需浓度(重量%)的溶液所需要的溶剂重量	385
七、酒精比重、百分含量、冰〔闪〕点对照表	388
八、强酸、强碱、氨溶液的百分浓度与比重、当量浓度 (N)的关系	390
九、酒精-水-甘油混合液组成与冰点对照表	392
十、乙二醇防冻液浓度、比重、冰点对照表	392
十一、甘油比重、重量百分含量、冰点对照表	393
十二、温度转换表	395
十三、一般化验项目所需时间	397
十四、中高档润滑油的分类	398
十五、大桶、扁桶、方听装油量表	400
十六、铁路油罐车最大装油量表	400

十七、全国主要城市极端最高气温和极端最低气温	401
十八、部分国产汽车、拖拉机耗油量及油箱容量	403
十九、部分国外汽车耗油量及油箱容量	410
二十、国产油品代用进口设备原用油品参考资料	411
二十一、部分国内外石油产品试验方法对照	419

第一章 石油知识

第一节 石油的一般性状及其化学组成

一、石油的一般性状

地下开采出来的石油，未经加工时称为原油。

石油主要是碳氢化合物组成的复杂混合物。外观是一种流动和半流动的粘稠液体，颜色大部分是暗色的，从褐色以至深黑色。石油能发出绿色或蓝色的荧光。比重一般都小于1，大约在0.65—1.06之间。石油有特殊的气味。石油组成相当复杂，是由C₁以上的碳氢化合物组成，含有分子量很小的气体烷烃(CH₄)，也含有分子量为1500—2000的烃类。

原油的性状因产地不同而异，加工后的产品品种、产率、性质等也不尽相同。

二、石油的元素组成

石油主要由碳和氢两种元素组成，它们占元素总量的96—99%，其中碳占83—87%，氢占11—14%，此外，还含有氧、硫、氮等元素。大部分石油中氧、硫、氮等元素总含量占总重量的1%以下，但部分石油的含硫量很高，如伊朗原油含硫量1.36%，伊拉克原油含硫量2.3%，阿尔巴尼亚原油含硫量高达4.1%。在石油的灰分中还发现有：氯、碘、

磷、砷、硅、钾、钠、钙、铁、铜、镍、钒等微量非金属和金属元素，虽然含量极微，但对石油的炼制工艺过程影响很大。

一些不同产地的石油的元素组成如下表所示。

石油的元素组成

原油名称	比重 d_4^{20}	元 素 组 成% (重)				
		C	H	O	N	S
大庆原油	0.8615	85.74	13.31	0.12	0.28	0.11
胜利原油	0.8917	86.26	12.20	—	0.41	0.8
苏联杜依玛兹	—	83.9	12.3	0.74	0.33	2.67
墨西哥	0.9260	84.2	11.4	0.80	—	3.60
美国宾夕法尼亚	0.8740	84.9	13.7	0.90	—	0.50
印度尼西亚沙拉巴克	0.899	85.5	12.4	0.68	0.13	0.35
抚顺页岩油	0.9033	85.39	12.09	0.71	1.27	0.54

上述各种元素并非以单质出现，而是相互以不同形式结合合成含碳和氢元素的化合物存在于石油中。

三、石油的族组成

石油是复杂的有机化合物的混合物，它包括由碳和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。

(一) 烃类

烃类是石油的主要成分，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。

1. 烷烃

烷烃是石油的主要组分之一，在常温常压下，正构烷烃分子中含有一个碳原子到四个碳原子的是气体，含有五个碳原子到十五个碳原子的是液体，含有十六个碳原子以上的是固体。

含有大量的甲烷和少量的乙烷、丙烷的天然气称为干气，除含有较多的甲烷、乙烷外，还含有少量易挥发性液态烃的蒸汽（如戊烷、己烷、辛烷）的天然气称为湿气。通常以天然气中丁烷以上的液态烃气体汽油含量大小来区分，若在每立方米天然气中含有低于100克气体汽油时，称为贫气。在富气中，一般含有100克以上的气体汽油，有些甚至达到700~800克。 $C_5 \sim C_{10}$ 的烷烃，主要存在于汽油及煤油中，小分子的烷烃沸点低，容易挥发，对油品的性质影响很大。 C_{10} 以上的烷烃一般多以溶解状态存在于石油中，当温度降低时，即以固态结晶析出，称为蜡，通常在柴油馏分中才含有蜡，蜡的含量多少，对油品的凝固点高低有很大的影响。蜡又分为石蜡和地蜡，石蜡主要由正构烷烃组成，地蜡主要由异构烷烃及环烷烃组成，石蜡为板状或带状结晶，而地蜡则为针状结晶。大庆原油含蜡量高达25%以上，为世界上罕见的高含蜡原油。

烷烃在一般条件下，化学性质较为安定，但在特殊条件下，它也会发生氧化、卤化、硝化及热分解等反应。

2. 环烷烃

环烷烃是饱和的环状化合物，也是石油的主要组分之一。在石油中主要含五元环和六元环的环烷烃及其同系物，其中六元环的环烷烃比五元环的环烷烃多，在高沸点的石油馏分中，还含有双环和多环的环烷烃。

环烷烃在石油馏分中含量不同，它们的相对含量随馏分

沸点的升高而增多，在更重的石油馏分中则因芳香烃的含量增加而有所减少。

环烷烃有较高的抗爆性能、低凝固点，有较好的润滑性能和粘温特性，是汽油、喷气燃料、润滑油的良好组分。

环烷烃性质与烷烃相似，但比重、熔点、沸点较相应的烷烃为高，其化学性质稍活泼，它同样在一定的条件下可以发生氧化、卤化、硝化、热分解等反应，更重要的是环烷烃在一定的条件下能脱氢生成芳香烃。

3. 芳香烃

芳香烃是指含有苯环的烃类，也是石油的主要组分之一。在汽油中芳香烃含量较少，而在高沸点馏分中含量较多。在石油中除含有单环芳香烃外，还含有双环和多环芳香烃，有些多环芳香烃具有荧光，这是石油能发出各种荧光的原因。

芳香烃具有良好的抗爆性，是汽油的优良组分。但在灯用煤油中燃烧时会产生灯烟和使灯芯结焦，反而成为有害组分，需限制灯用煤油中芳香烃含量。存在于润滑油中的多环短侧链的芳香烃，使润滑油的粘温特性变坏，高温时易为空气中的氧所氧化而生胶，因此，润滑油精制时要加以除去。

芳香烃的比重、折射率比相同碳原子数的烷烃、环烷烃都要高。

浓硫酸与苯及其同系物作用生成苯磺酸，常用浓硫酸从石油中分离芳香烃，也可用于油品的精制和石油馏分的族组成分析。芳香烃与硝酸作用时，根据条件的不同，可以依次进行一个或数个氢原子的取代反应。在三氯化铝、磷酸等催化剂的作用下，芳香烃和烯烃可进行烃化反应，这是制取高辛烷值燃料组分的重要方法。芳香烃被氧化生成醛和酸，氧化

物进一步反应则可生成胶状物质。芳香烃在镍等催化剂作用下，可进行加氢。

4. 烯烃

石油中一般不含烯烃。烯烃主要是存在于石油的二次加工的产品中，在页岩焦油中烯烃的含量很高。

烯烃按其双键数目及结构，又分为单烯烃、双烯烃、环烯烃。在常温常压下，单烯 $C_2 \sim C_4$ 是气体， $C_5 \sim C_{18}$ 是液体， C_{19} 以上是固体。

烯烃的物理性质与相当的烷烃相似，比重、折射率较碳原子相当的烷烃要大一些。

烯烃分子中有双键，因此，烯烃的化学性质很活泼，烯烃可与多种物质发生反应，在一定条件下可进行加氢转化成烷烃，小分子的烯烃可迭合成为大分子的烯烃。在空气中烯烃易氧化成酸性物质或胶质，特别是二烯烃和环烯烃更易氧化，因此，油品的安定性与烯烃的含量多少有关。烯烃的迭合反应是生产合成润滑油的重要反应。烯烃与芳香烃和烯烃与烷烃的烃化反应是生产高辛烷值组分的重要方法。

(二) 非烃类

石油的主要成分是烃类有机物，此外，还含有相当数量非烃类有机物，这类化合物的分子中除碳氢元素外，尚有硫、氧、氮等元素，其含量虽然很少，但对石油产品是有害的，需要除去。如果将它们进行适当处理，综合利用，还可变害为利，生产一些有用的化工产品。例如，从石油气中除硫的同时，又可回收硫磺。

以下分别介绍主要非烃类有机物的组成及其对油品的影响。

1. 含硫化合物

石油中含硫化合物有：硫醇(RSH)、硫醚(RSR)二硫化合物(RSSR)和噻吩()等。在石油的某些加工产物中还会有硫化氢。

硫化物的主要危害是：(1)对设备管线有腐蚀性。有些硫化物如硫醚、二硫化物等，本身对金属并无作用，但受热后会分解生成腐蚀性较强的硫醇与硫化氢，特别是燃烧生成的二氧化硫腐蚀性更强。(2)有臭味，污染大气，对人体有害，当空气中含有0.00001毫克/升的硫醇即可嗅到。(3)可使油品某些应用性能变坏。

2. 含氧化合物

主要有环烷酸、酚类，还有微量脂肪酸。这类化合物通称有机酸。在炼油生产中常把环烷酸和酚叫做石油酸。

纯的环烷酸是一种油状液体，有腐蚀性。

酚类化合物分子结构最简单的是苯酚，也叫石炭酸，有强烈的气味，能溶于水。石油中也含有分子复杂的酚。酚类化合物有腐蚀性。

3. 含氮化合物

主要有吡咯()、吡啶()、喹啉()和

胺(RNH₂)类等。

当油品中含有氮化合物时，贮存日期稍久，就会使颜色变深，气味发臭。

4. 胶状物质

大多数石油中含有深褐色或黑色胶粘的东西，按其性质

可分为胶质和沥青，都是由碳、氢、氧、硫和氮等元素组成的多环复杂化合物。它们在高温时易转化为焦炭。

石油中非烃类有机物的含量和组成因产地而异。多数石油的含硫(元素)量小于1%，重质石油中含硫较多。一般石油含氧化物和含氮化物较少，其影响不如硫化物大。一般轻质石油含胶状物质较少，通常小于4~5%；但在重质石油中可达20%以上，甚至更多。

从上述介绍可以看出：石油是以烃类有机物为主，还包含一定数量非烃类有机物的复杂混合物。

了解石油的化学组成这一基本特征，再根据它的物理性质及实际需要，就可以确定合理加工石油的途径。我国几种原油的性质，见下表。

我国几种原油的性质

	大 庆	玉 门	新 疆	胜 利
比 重, d_4^{20}	0.8604	0.8698	0.8679	0.8886
粘 度, 50℃ 厘斯	23.79	15.9	19.23	29.38
闪 点, ℃ (开口法)	38	—	36	19
℃ (闭口法)	—	—	-18	—
凝 点, ℃	23	8	-50	30
含蜡量, % (蒸馏法)	17.9	8.3	2.04	—
(吸附法)	28.7	—	—	17.1
蜡熔点, ℃ (蒸馏法)	51~52.4	47.5	50	—
(吸附法)	49~51	—	—	52~54
胶 质, % (硫酸法)	—	48	44	59
(硅胶法)	15.9	12.3	12.6	19