

简明发动机化学

〔苏〕K.K.巴帕克 著



航空工业出版社

简明发动机化学

[苏]K.K.巴帕克 著

常汝楫 臧玉兰 译

航空工业出版社

1990

内 容 简 介

本书是苏联发动机化学奠基人 K.K. 巴帕克教授于去世的数星期之前写就的，并第一次以“发动机化学”作为书名出版。它科学地讲述了各种油料的应用问题，突出了发动机、燃料和润滑材料之间的相互关系。它对于我们了解和正确选用各种油料，保证发动机等各种机械工作安全可靠以及节约油料是很有裨益的。本书的特点是将科学性和趣味性融于一体，是一本很好的发动机化学入门的普及读物。

本书对从事燃料、润滑材料的保管人员和发动机使用维护人员以及从事发动机化学研究的技术人员是一本很好的参考书。

本书由空军油料研究所组织翻译。

简 明 发 动 机 化 学

〔苏〕K.K. 巴帕克 著

常汝楫 臧玉兰 译

航空工业出版社出版发行

(北京市和平里小关东里 14 号)

邮政编码 100029

全国各地新华书店经售

北京市海淀区昊海印刷厂印刷

1990 年 4 月第 1 版 1990 年 4 月第 1 次印刷

787×1092毫米1/32 印张：6.375

印数1—3500 字数：148千字

ISBN 7-80046-234-X/V·048

定价：5.00元

目 录

序言

引言

- 0.1 石油和石油产品的意义…………… (3)
- 0.2 发动机化学简述…………… (8)
- 0.3 燃油和润滑材料质量的评定…………… (15)
- 0.4 燃料和润滑材料的炼制…………… (17)

第一章 燃料的发动机化学

- 1.1 概述…………… (27)
 - 对燃料质量的要求…………… (27)
 - 燃料的燃烧热…………… (27)
 - 燃料的硫含量…………… (30)
 - 燃料的吸水性…………… (33)
 - 燃料的结晶开始温度…………… (35)
- 1.2 汽车汽油和航空汽油…………… (37)
 - 汽油小史…………… (37)
 - 汽油的蒸发性…………… (39)
 - 汽油在发动机内的燃烧…………… (44)
 - 汽油的辛烷值…………… (48)
 - 汽油的品度值…………… (51)
 - 汽油内胶质的生成…………… (52)
 - 汽油对汽化器结冰的影响…………… (55)
 - 汽油的其它质量指标…………… (56)
 - 乙基汽油…………… (57)
 - 汽车汽油的品种…………… (60)

航空汽油的品种	(64)
1.3 柴油	(66)
柴油小史	(66)
柴油机的工作特点	(67)
燃料在柴油机内的燃烧	(70)
十六烷值	(72)
柴油馏程的意义	(73)
燃料的粘度	(78)
柴油的低温性能	(79)
柴油的其它几个质量指标	(83)
柴油的品种	(86)
贮存中柴油内沉淀物的生成	(93)
1.4 喷气燃料	(95)
喷气燃料的使用问题	(95)
燃料内的冰晶体	(97)
燃料的积炭性能	(99)
燃料的热安定性	(102)
燃料内的微生物	(103)
亚音速飞机的航空发动机燃料的品种	(104)
超音速飞机的航空发动机燃料的品种	(104)
第二章 润滑油的发动机化学	
2.1 润滑油小史	(108)
一切始于青铜时代	(108)
石油润滑油的诞生	(109)
石油润滑油的命运	(111)
合成润滑油	(113)

2.2	对润滑油质量的要求	(114)
2.3	润滑油在发动机内的性状	(117)
	润滑油在发动机内的工作条件	(117)
	发动机内润滑油质量的变化	(121)
	润滑油的消耗	(124)
2.4	发动机润滑油的使用性能	(126)
	润滑性能	(127)
	热氧化安定性	(129)
	浮游性	(131)
	抗腐蚀性	(132)
	低温性能	(135)
	发动机润滑油的其它性能	(136)
2.5	润滑油的添加剂	(138)
	浮游添加剂	(140)
	抗氧化添加剂	(141)
	增粘剂	(142)
	降凝剂	(143)
	抗磨损添加剂	(144)
	抗擦伤添加剂	(144)
	抗腐蚀添加剂	(145)
	防锈蚀添加剂 (防锈或防护性添加剂)	(146)
	抗泡沫添加剂	(147)
	多功能添加剂	(148)
2.6	发动机润滑油的分类	(148)
	老的分类法 (1974 年以前)	(149)
	新的分类法 (从 1974 年开始)	(150)

2.7	汽车润滑油	(152)
	一般性能	(152)
	汽车润滑油的品种	(152)
2.8	柴油机润滑油	(156)
	一般性能	(156)
	柴油机润滑油的品种	(156)
2.9	航空润滑油	(162)
2.10	喷气润滑油	(164)
	涡轮喷气发动机润滑油的品种	(164)
	涡轮螺旋桨发动机润滑油的品种	(166)
2.11	传动润滑油	(167)
2.12	塑性润滑脂	(170)
	润滑脂的用途	(170)
	润滑脂的制备	(171)
	润滑脂质量的评定	(172)
	润滑脂的品种	(173)
	塑性润滑脂的使用特点	(178)

第三章 燃料和润滑油的生态性能

3.1	燃料和润滑油的毒性	(179)
	汽油的毒性	(180)
	乙基汽油的毒性	(183)
	煤油和柴油的毒性	(186)
	润滑油的毒性	(187)
3.2	燃料和润滑油的火灾危险性	(188)
	燃料和润滑油的发火性	(188)
	燃料的起电性	(191)

序 言

技术器材和发动机制造业的发展在多数情况下会导致燃料、润滑油、润滑脂以及特种液体需要量的增长。正因为如此，合理地应用燃料无论是在国民经济中还是在军队内部均具有特殊重要的意义。可以这样说，对于苏联武装力量来说，这是一项特别重要的任务。要知道，我们的党、政府和苏联人民对于用第一流的军事技术装备武装起来的陆军和海军是至为关注的。

通常，新技术装备要向燃料和润滑材料提出新的要求，这必然会出现新的高效能燃料、润滑油和润滑脂。于是，在各种机械上合理地和经济地应用燃料、润滑油、润滑脂的重要性也便增大。发动机化学的使命就是从事这些问题的研究。

解决发动机化学问题可以在如下一些重要领域获得重要的成果，诸如提高机械设备工作的可靠性和耐久性、降低液体燃料和润滑油的消耗、创造提高机械寿命的条件、缩减所用油料的品种。

改变发动机燃料的质量和技术装备的结构型制可以将这种燃料的加工出率提高 15~40%，发动机的摩托寿命提高 20~30%，燃料消耗降低 5~10%，所用燃料的品种减少近二分之一，并能使技术装备的维修费用大大下降。

提高发动机润滑油和传动润滑油的质量以及改变技术装

备的某些结构可以促使进一步降低发动机燃料的消耗约10~15%和提高发动机的摩托寿命。所有这些均是就现用的技术装备而言，而对于新设计的技术装备来说，这些指标还会明显。

本书作者苏联俄罗斯联邦共和国科学技术功勋活动家、技术科学博士巴帕克教授是发动机化学的创始者并是发动机化学的积极宣传者。巴帕克是在其生命结束的数星期之前完成本书手稿的。

本书简述了发动机化学的基本问题和引用了作者本人的许多有益的事实和观察，这些都有很大的实用意义和为我们提供了增加知识的丰富资料。关于油料应用图书的书名，本书第一次采用了发动机化学这个学科名称，毫无疑问，它将会为其读者带来很大的裨益。

B.B.尼基金

引 言

0.1 石油和石油产品的意义

我们知道，在地球上的自然条件下，只有两种液体其数量是很大的，这就是水和石油。水是大地上生命的源泉，而石油在 20 世纪已成为技术装备的主要“生命”源泉。

石油是一种化学组成最复杂的液体：它具有强大的能量。我们知道，石油的起源有不少的假说。这下面的一种假说得到了最广泛的承认。

很久以前，阳光照射到大地表面，与现在一样，照射到数量众多的“化学工厂”。这些“化学工厂”便是植物和生命有机体。在这些“工厂”内太阳能发生了变化，并得到积聚。岁月流逝，由于自然界的发展，以及由于祸患和其它剧烈的变迁，这种事情在过去的地球上是非常多的，植物和生命有机体的遗体被深深地埋在地下。在亿万年的过程中，死亡的植物和生命有机体发生了深刻变化，变化的结果是在地层下生成了一种奇妙的液体——石油。这是一种神奇的能源，太阳能极恰当地浓缩在其中。

人们从很早以前就知道了石油，幼发拉底河岸的挖掘工作就证实了在公元前 4000~6000 年间，即在著名的埃及金

字塔还没有修建的几千年以前，就存在有油矿。

人类在很早以前就利用天然的石油照明、点燃篝火和治疗。大约在 700 年前来到高加索的著名威尼斯旅行家马可·波罗就这一问题写到：在格鲁吉亚境内有丰富的油源，这种油不能吃，但可以点燃或用它为骆驼治病。人们从遥远的地方来取这种油，在整个地区都烧这种油。

根据 1785 年到过阿普歇伦半岛的列尔赫院士的资料来看，那时，在所有的家庭中，石油已经作为燃料和防风湿病及坏血病的药剂使用。

只是在 20 世纪初期，当石油和石油产品已经当做蒸汽锅炉和内燃机燃料使用时，其作用才开始明显地增大，它相当快地变成了一个十分重要的军事经济因素。在 1914 年的帝国主义战争中，石油对战争的结局施与了很大的影响，并获得了“同盟国在石油的浪峰上划向胜利”这一广为流传的佳话。

在伟大的卫国战争年代，石油燃料和润滑油是使大量各类战斗装备得以开动的动力。同时，值得指出的是，苏军在 1941~1945 年间燃油的消耗量竟接近于弹药的消耗量。

战后，石油的意义不断增大，石油开采的数字可明显地证实这一点（图 1）。

在地球上的许多地区都在开采石油，在陆地，在海洋。有些地方，石油靠近地表面，但是在多数情况下，它被埋藏于地下深处，为了寻找石油，人们穿透极深的地层钻井，其深度要达万米左右。

1960 年，世界石油的开采量达到十亿九千一百万吨，

而在以后的 15 年中增长了 1.5 倍，到 1974 年为二十八亿七千万吨。1975 年，石油的开采量稍有下降，降到二十六亿四千四百万吨，以后又有增长，在 1977 年为三十亿二千五百万吨。

1974 年，苏联开采石油四亿五千九百万吨，跃居世界第一位（图 2）。



图 1 从地下抽出多少石油

当前，石油在世界贸易中居第一位，而主要的石油产品：燃油、润滑材料，对于技术装备起有重要的作用。没有这些石油产品，工农业的生产，各种运输工作包括陆运、空

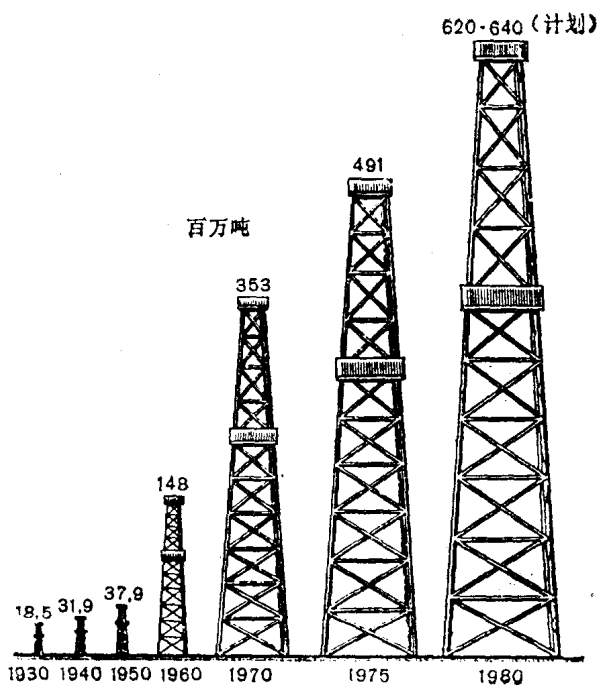


图 2 苏联的石油开采量

运和水运，以及军队的战斗力是难以想象的。对于这点应该补充的是，石油也越来越广泛地被当做制造各种必需商品的原料，如：橡胶制品、塑料、合成纺织品、衣服、药品、各种各样的化学品、醇类、酯类、脂肪酸、爆炸物、肥料、洗涤剂、筑路和建筑材料、牲畜饲料等等。

在科学技术蓬勃发展的条件下，燃油和润滑材料在经济和技术发展中的意义得到了明显的增长。这是由于以下原因造成的。

第一，燃油和润滑材料的需要量有了显著的增长。如果它们的消耗量过去是几千万吨，那么现在一年就要消耗几亿吨。燃油和润滑材料需要量的这种增长首先反映在同这些产品的质量和使用有关联的经济效益上。的确，这要看如何解决这些问题，国家可能从中得到上百万的经济效益，也会带来上百万的经济损失。

第二，在解决提高内燃机和机械的工作可靠性、耐久性和经济性问题中，燃料和润滑油的作用得到了很大的增强。

第三，对石油产品质量提出的要求有了明显的变化。如果说在过去燃料或润滑油质量主要是由从技术装备方面提出的要求而决定的，那么在现在，对石油产品质量提出的则是一套新的要求。在这些要求中要考虑经济、能源、生态等问题特点以及国内和国外油品标准的现状。因此，确定对燃料和润滑材料的质量提出最佳化的要求并根据这些要求生产高质量的石油产品品种，在当前所具有的主要意义是过去所不曾有过的。

第四，燃料和润滑材料的质量以及其在技术装备上合理地使用问题益发成为各部门间的共同问题。这些问题只靠石油炼制工业部门一方的努力是不能解决的，而应会同机械制造工业和技术装备的使用部门一起研究解决。

第五，燃料和润滑油在个别情况下已成了阻碍制造新技术装备的障碍。这是因为新品种燃料和润滑材料的研制和推广使用已成为一件复杂、困难并要求多年研究和试验的重要事情。通常，一个新品种进行使用试验要耗费数年的时间。这样长时间的试验在科学技术蓬勃发展的情况下用来评定石油产品的质量是不适宜的。因为它阻碍了新品种燃料和润滑

材料的制造，从而也阻碍了新技术装备的发展速度。这就需要有一些评定燃油和润滑材料使用性能的新鉴定方法，它们可以在短期内检验产品的质量。

第六，因技术装备在质量上和数量上的变化，以及因使用新原油、新原料而使燃料资源扩大及其炼制工艺的改进，使燃油和润滑材料的品种迅速更新。

在苏共第二十五次代表大会上通过的 1976~1980 年苏联国民经济发展的基本方针中，提出了在工业和国民经济各个部门中进一步增加产品的发展规划，并对现阶段党的经济政策的中心任务即改善产品质量、提高其使用效率以及加速科学技术进步进程给予了很大的重视。从这个角度来看，所有这一切都同制造新的技术装备、加速其推广使用、提高其在工农业和运输业中使用的效率有关，结合摆在石油加工工业和石油化学工业部门面前的任务，这将极大地取决于燃料和润滑材料的质量和合理的应用。

那么，什么样的学科研究燃料和润滑材料的质量和确定其合理应用的方法呢？发动机化学就负有这种使命。

0.2 发动机化学简述

当人们成功地将金属结构同两种液体（燃料和润滑油）巧妙地结合成一个统一的系统时，于是就制造出了内燃机。

形象地说，发动机是依靠润滑膜将燃料的化学能转变成机械功，这无疑是在液体燃料或气体燃料化学能的实际运用领域内所获得的最高的科学技术成就。完全可以这样说，当前内燃机在技术发展和工业发达国家的总能量平衡中是占主

导地位的，它提供的能量比使用的其它任何能量（热力发电站、水力发电站、原子能发电站、锅炉装置）都多。活塞式发动机的诞生是出现众多与燃料和润滑油有关的复杂任务和问题的原因

开始于本世纪五十年代的科学技术革命开辟了若干新的科学领域和技术学科。它们建立在各种知识领域的交插点上。担负解决这些现实问题使命的发动机化学就属于一门这种实用科学，它是在化学、石油工艺学、热力学、机器学、经济学的交插点上建立起来的。

发动机化学即在技术装备上合理应用燃料和润滑材料的理论和实践，其主要任务是提高燃料和润滑油的使用效率。

这个新学科的名称是由三个词的缩写组成：化学——发动机——学说。它反映出发动机化学的主要方向，即燃料和润滑油在发动机内的应用。

燃料和润滑油在内燃机内合理应用的全部问题可分为第一类问题和第二类问题。

第一类问题：这类问题产生在发动机的制造或改型过程中，这时，要同时为发动机将要使用的燃料和润滑油的质量制订出技术要求。

第二类问题：这类问题发生在发动机使用的条件下，这时，因某种原因必须改变所用燃料和润滑油的质量。

在第一种情况下，主要研究三环节系统：发动机——燃料——润滑中的发动机化学问题。在第二种情况下，主要研究四环节系统：发动机——燃料——润滑油——应用中的发动机化学问题。这时应该注意，在两种情况下，合理地应用燃料和润滑油可以通过三种在原则上完全不同的方法达到，

1、改进燃料和润滑油的质量，以便制造更为优良的发动机和提高发动机的使用效率；2、改进发动机，以便使用在价格和原料资源上更为适宜的燃料和润滑油品种；3、同时改进油料的质量和发动机的型制。

发动机——燃料——润滑油。发动机与伴随其从诞生到生命终结形影不离的伴侣：燃料和润滑油，在发动机化学中被当做是统一的三环节系统中的组成部分。为了便于明了，现将其绘制成图 3 的形式。它反映出了其各个环节之间质的相互关系。

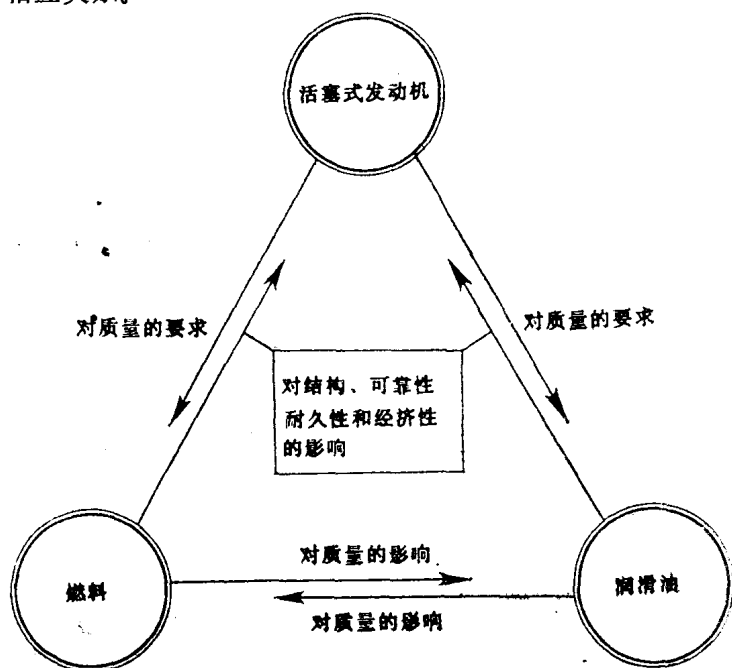


图 3 发动机、燃料、润滑油间的相互关系