



2 008 7676 6

海军舰艇机电教材

油料应用

一九七二年十二月

毛主席语录

全党都要注重战争，学习军事，准备打仗。

读书是学习，使用也是学习，而且是更重要的学习。从战争学习战争——这是我们的主要方法。

练兵方法，应开展官教兵、兵教官、兵教兵的群众练兵运动。

为了反对帝国主义的侵略，我们一定要建立强大的海军。

通 知

根据总参谋部关于组织力量编写专业教材的通知精神，海军部队的舰艇机电教材，由东海舰队负责编写。现已写出《油料应用》(试用稿)，印发部队试行。望各部队在使用中提出修改补充意见，上报海司军训部，以便修改定稿。

海 军 司 令 部

一九七二年十二月

目 录

第一章 油料基础知识.....	1
第一节 油料的组成和炼制.....	2
第二节 油料规格指标的意义.....	5
第二章 柴油机燃料.....	10
第一节 柴油机对燃料的品质要求.....	10
第二节 柴油的品种、牌号、规格和性能.....	14
第三节 柴油在舰艇上的使用.....	19
第三章 柴油机润滑油.....	22
第一节 柴油机对润滑油的品质要求.....	22
第二节 柴油机油的品种、牌号、规格和性能.....	27
第三节 柴油机油在舰艇上的使用.....	32
第四节 柴油机油在使用中的质量变化.....	35
第四章 汽油机燃料和润滑油.....	40
第一节 汽油机燃料.....	40
第二节 汽油机润滑油.....	44
第五章 锅炉燃料.....	47
第一节 舰用锅炉对燃料的品质要求.....	47
第二节 燃料油的品种、牌号、规格和性能.....	51

第三节	燃料油在舰艇上的使用.....	54
第六章	蒸汽机润滑油.....	56
第一节	汽轮机对润滑油的品质要求.....	56
第二节	汽轮机油的品种、牌号、规格和性能.....	59
第三节	汽轮机油在舰艇上的使用.....	61
第四节	蒸汽往复机润滑油.....	63
第七章	燃气轮机燃料和润滑油.....	69
第一节	燃气轮机燃料.....	69
第二节	燃气轮机润滑油.....	71
第八章	辅机润滑油.....	75
第一节	压缩机油.....	75
第二节	冷冻机油.....	77
第三节	齿轮油.....	80
第四节	仪表油.....	82
第五节	变压器油.....	84
第六节	机械油.....	86
第九章	液压油、清洗用油和冷却液防蚀油.....	88
第一节	液压油.....	88
第二节	清洗用油.....	95
第三节	冷却液防蚀油.....	98
第十章	润滑脂.....	100
第一节	润滑脂的一般性质.....	100

第二节	钙基润滑脂.....	104
第三节	滚珠轴承润滑脂.....	107
第四节	锂基润滑脂.....	109
第五节	仪表润滑脂.....	111
第六节	船用润滑脂.....	112
第七节	凡士林.....	113
第十一章	油料管理.....	117
第一节	油料化验.....	117
第二节	油料节约.....	119
附 录:	常用油料名称、用途表.....	122

第一章 油料基础知识

各种机械装备使用的油料大都是从石油中提炼出来的。我国石油资源非常丰富。在党的“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”总路线的指引下，我国石油工业发展很快，石油产品的生产无论在数量、品种、质量上都有了很大的提高。解放前，由于国民党反动派的统治和帝国主义的侵略，我国从1907年到1948年，石油总产量不超过32万吨，产品只有十七种。帝国主义为了倾销它的石油产品，对我国进行长期的掠夺，还制造了“中国是贫油之国”的谰言。解放后，在毛泽东思想的光辉照耀下，我国石油工业战线的广大革命职工，遵照伟大领袖毛主席关于“独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国”的教导，发扬革命加拚命的精神，打破常规，战天斗地，沿着毛主席的革命路线，闯出了一条多快好省地发展我国石油工业的道路，使我国的石油产量大幅度地增长：1959年比1949年增长32倍多，1969年比1959年又增长约4倍，1971年又比1969年增长1倍多。现在一个炼油厂一个月的产量已经超过了解放前40年的总产量，我国的炼油技术在不少方面已经达到了世界先进水平，石油产品在品种、数量上都已能自给。这是党的社会主义总路线的伟大胜利，是毛泽东思想的伟大胜利。

在舰艇上，机电设备大都用油料作为动力的来源，即使采用了核动力装置，也还要用油料作为润滑剂等。毛主席教导我们：“为了反对帝国主义的侵略，我们一定要建立强大的海

军。”随着海军建设的发展，油料的需要量不断增长，在质量方面也提出了更高的要求。因此，各级机电人员必须懂得一些必要的油料知识，以便正确使用油料，保证各项战备训练任务的胜利完成。

第一节 油料的组成和炼制

一、油料的组成

石油是从很深的地层中开采出来的一种黑色可燃液体，未加工前，称为原油。原油经炼油厂加工后可以制成一千多种燃料和润滑油等，这些产品统称为石油产品。石油产品无论在性质上或在化学组成上都和常见的动物油（如猪油、牛油）或植物油（如豆油、蓖麻油）不同，所以又称为矿物油。

石油是一种很复杂的混合物，它的化学组成成分主要是碳、氢和氧、硫、氮等，其中碳占83~87%，氢占11~14%，而氧、硫、氮总共不超过3~4%。此外，石油中还含有极微量的钾、钠、钙、铁等元素。所以，石油的基本组成成分是碳和氢，它们按一定的比例结合成很多不同性质的碳氢化合物，作为燃料和润滑油的石油产品都是各种碳氢化合物的混合物。

二、燃料的基本炼制方法

1. 常压蒸馏(直馏)

原油不能直接用在机械上，要经炼油厂加工精制后，才能使用。在加工时，根据各种碳氢化合物沸点不同，利用蒸馏的方法把轻重成分分开，例如汽油沸点在35~205℃，煤油在150~280℃，柴油在200~350℃。这种最基本的炼油方法称为直馏法。直馏产品的安定性较好。

2. 热裂化

为了提高轻质油料的产量，可以用加高温的方法使原油中的一些较重成分分解成为轻质成分（大分子受热分裂成为小分子），这种炼油方法称为热裂化。热裂化产品中不稳定成分较多，一般不单独使用。含有热裂化组分的油料如果贮存保管不好，容易引起质量变化。

3. 催化裂化

在裂化的过程中可以使用一些催化剂，这样就不用加热到很高的温度，同样可以使较重成分分解成为轻质成分，这种炼油方法称为催化裂化。催化裂化产品的安定性比热裂化产品好，和直馏产品相接近。

4. 精制

用直馏或裂化法制得的各种燃料中含有硫化物、氧化物、胶状物等不良成分，必须加工精制才能成为合格的产品。燃料常用酸碱法精制，即先加入浓硫酸使之和不良成分起化学作用，将生成的酸渣沉淀排除后，再用碱（氢氧化钠）中和残余的酸。

三、润滑油的基本炼制方法

1. 减压蒸馏

润滑油是沸点较高的重质油料，不可能用简单的蒸馏方法获得（在高温时会裂化分解），必须用直馏塔底的重油在降低压力的情况下进一步蒸馏（这样可以降低沸点，使之不易分解），这种炼油方法称为减压蒸馏。减压蒸馏出来的一些组分（馏出油）是轻质润滑油的原料，蒸馏塔底残留下来的重质成分（残留油）可以用来炼制高粘度润滑油。

2. 脱蜡

减压蒸馏所得的润滑油原料中常含有较多的蜡，为了改善低温性能，必须进行脱蜡。脱蜡的方法很多，可以用分子筛(一种人工合成的多孔吸附剂)吸附除去，也可以用溶剂(酮苯)稀释后冷冻分离，还可以用冷榨、尿素、细菌等方法。

3. 脱沥青

残留油中含有较多的沥青，必须除去，才能制得质量较好的高粘度润滑油。脱沥青时，常用丙烷来溶解润滑油，使它和沥青分离，然后再降低压力使丙烷蒸发回收。

4. 硫酸精制

润滑油和燃料一样也要加工精制后才能成为合格的产品。精制时也可以用硫酸来清洗，除去不良成分。用硫酸精制的润滑油安定性好、腐蚀性小，但粘度随温度的变化一般较大。

5. 溶剂精制

润滑油还可以用溶剂精制，糠醛、酚等选择性溶剂能将不良成分溶解除去，并和润滑油分离。用溶剂精制的润滑油，粘度随温度的变化较小，但和硫酸精制的润滑油比较，一般安定性略差、腐蚀性略大。

6. 白土处理

白土是一种微孔性陶土，能够吸附润滑油中的不良成分。在用硫酸或溶剂精制后，润滑油常用白土来补充精制。

四、添加剂

1. 添加剂的作用

添加剂大都是一些比较复杂的化工产品，只要添加极少量就可以显著地改进油料质量，这样既可避免复杂的加工过程，降低生产成本，还可以解决一些加工精制仍不满足机械

特殊要求的问题，从而扩大了优质油料的来源。这是一种比较先进的办法，目前很多国产油料中都已加有添加剂。

2. 添加剂的种类

添加剂的种类很多，根据加入油料后所起的作用，主要有以下几种：

(1) 抗氧化剂——提高油料的抗氧化安定性。

(2) 降凝剂——降低凝点，改善低温性能。

(3) 增粘剂(稠化剂)——提高润滑油的粘度，从而获得低温性能好的高粘度润滑油。这种含有增粘剂的润滑油称为稠化机油。稠化机油的粘温特性比一般润滑油好。

(4) 防腐剂(防锈剂)——防止油料对金属引起锈蚀并提高润滑油的防护性能。

(5) 抗磨剂(油性——极压添加剂)——提高润滑油的油膜强度，减少金属接触面的磨损或擦伤。

(6) 浮游性添加剂——提高润滑油的清洗作用，使内燃机工作中产生的氧化物等悬浮于油中，保持机件清洁。

(7) 抗泡沫剂——防止油料中产生大量的泡沫。

(8) 抗爆剂——提高汽油的抗爆性能。

有些添加剂还同时具有多种效用，称为多效添加剂。一般称为多效添加剂的则常指内燃机用的抗氧、防腐、浮游性添加剂。

第二节 油料规格指标的意义

一、油料规格指标

每一种油料都有一定的规格标准，作为判定油料是否合格的依据。标准中规定有：(1)生产原料和工艺，(2)用途，

(3)名称牌号,(4)质量要求,包括项目、指标和试验方法,(5)附注及包装、采样方法等(例见轻柴油规格标准全文,第15页)。

我国现行的石油产品标准主要有三种:(1)国家科委制订的叫“国家标准”,简称“国标”;(2)前石油工业部制订的叫“部标准”,简称“石油”;(3)工厂暂订的叫“企业标准”,简称“企标”;此外还有些临时性的协议规格。由于生产的不断发展,规格标准也随着修订,所以在规格编号后都要注上制订的年份,如“国标 252-64”表示 1964 年制订的第 252 号国家标准。这一标准 1964 年后没有修订过,所以仍是现行标准。有的规格编号在年份后还加上“试”字,表示这一标准是试行标准。

关于油料名称,现在虽然已有国家标准(国标 498-65 至 502-65)规定了命名法,但还没有完全统一(常用油料的各种名称见附录)。标准命名法中还规定了油料代号(如 RC-10 代表 10 号轻柴油),尚未推广使用。

二、燃料和润滑油的常用质量指标

1. 馏程

馏程表示油料的沸点范围。因为油料是一种复杂的混合物,没有固定的沸点。在蒸馏时,轻质成分先蒸馏出来,随着温度的逐渐升高,重质成分也逐渐蒸出。馏程试验是在规定的条件下蒸馏 100 毫升油样,记录馏出第一滴时的温度(初馏点)、馏出 10 毫升(10% 馏出温度)、50 毫升、90 毫升等体积时的温度及残留量、损失量等。初馏点表示最轻成分的沸点,10% 馏出温度表示轻质成分的多少,50% 馏出温度表示油料的平均蒸发性,90% 馏出温度表示重质成分的多

少，95%、96% 馏出温度或干点（亦称终馏点）表示最重成分的沸点。这些指标对燃料的蒸发燃烧有直接的影响。

2. 粘度

粘度表示油料的流动性，粘度小容易流动，粘度大不易流动。一般油料的粘度都用运动粘度来表示，粘度较大的油料有时也用恩氏粘度来表示。运动粘度是在毛细管粘度计中测定的，一定数量的油样依靠本身的重量从毛细管中流下的时间秒数和粘度计常数相乘即得运动粘度，以厘沱（读“拖”）为单位。恩氏粘度是 200 毫升油样从恩氏粘度计流出的时间和同体积的蒸馏水（20℃）流出的时间的比值，以恩格拉度（也称条件度），°E 为单位。在测定粘度时必须恒定温度，因为粘度是随温度而变化的。这两种单位的粘度可以查表互相换算。

油料的粘度随温度升高而变小，这种性能称为粘温特性，它常用运动粘度比 50/100℃，即 50℃ 运动粘度和 100℃ 运动粘度的比值来表示。粘度比小表示粘温特性好，但具体的比值和粘度的大小有关，粘度大的比值较大。粘温特性有时还用粘度温度系数（简称粘温系数）来表示，粘度温度系数是 0℃ 和 100℃ 时运动粘度之差与 50℃ 运动粘度的比值。粘度温度系数小表示粘温特性好。

3. 闪点

闪点是油料受热蒸发后和周围空气混合与火苗接触产生闪火现象的最低温度。根据试验条件的不同，分为开口法和闭口法两种。闪点表示油料的蒸发性。对轻质油料来说，它是一项安全指标。在开口的容器中保存或加温油料都不能超过它的闪点。

4. 凝点和浊点

凝点和浊点都是表示油料低温性能的指标。当温度降低时，油料会因石蜡析出而变混浊并停止流动，也会因粘度逐渐增大而丧失流动性。凝点(也称凝固点)是油料在试管中按一定条件冷却到倾斜 45° 一分钟停止流动的最高温度。浊点是在一定条件下冷却开始呈现混浊的温度。浊点一般略高于凝点。油料的凝点和水的凝固点不一样，到达凝点的油料只是在试验条件下丧失流动性，因而不能全面地说明低温性能。

5. 水分

一般油料本身是不含水分的，但由于容器封闭不严，空气中的凝水可能混入以及加入含有水分的添加剂等原因，也会使油料中含有少量的水分。轻质油料中的水分会沉淀析出，重质油料的水分含量用蒸馏法测定，如果少于 0.03% (重量比)就称为“痕迹”。

6. 机械杂质

油料中的机械杂质是指混入的泥砂、金属屑、铁锈、纤维和其他不溶解的盐类等。这些杂质都可以用滤纸过滤出来(粘度大的油料要用汽油稀释后再过滤)，如果称量计算的结果小于 0.005% 就认为“无”。

7. 水溶性酸或碱

水溶性酸或碱是指能溶于水的酸或碱，包括硫酸、盐酸、氢氧化钠等无机酸或碱和一些低分子有机酸。这些酸和碱对金属大都有腐蚀性。

8. 酸值和酸度

酸值和酸度都表示油料中酸的总含量，在没有水溶性酸的情况下，实际表示高分子有机酸含量。这些有机酸对金属

一般没有明显的腐蚀性，但不能过多。酸值和酸度的单位不同，酸值用毫克 KOH/克，酸度用毫克 KOH/100 毫升，分别表示中和 1 克或 100 毫升油料中所含的酸所需的氢氧化钾毫克数。

9. 腐蚀试验

腐蚀试验表示油料中硫化物等对金属的腐蚀性。在试验时，将磨光了的金属片浸在油中，保持一定的温度，到规定的时间再观察，如果金属片不变色，即认为合格。各种油料的腐蚀试验条件不完全一样，对金属片的规格、试验温度和时间都有不同的规定。

10. 实际胶质

实际胶质表示汽油和柴油中的一些不安定成分由于氧化作用而生成胶状物质的倾向。在试验时用热空气吹油使之完全蒸发，然后称取残留的胶质重量，用毫克/100 毫升来表示。

11. 灰分

灰分表示油料中一些不能燃烧的物质，主要是金属盐类。高度精制的油料灰分都很小，但有些润滑油因为加入了添加剂灰分较大，在这种情况下，灰分常用来了解添加剂含量。

12. 密度

油料的密度是单位体积的质量，在数值上等于 20°C 油料和 4°C 水的比重，主要供计量用。比重随温度而变化，油料的体积(公升或立方米)乘上同温度的比重即得重量(公斤或吨)。

第二章 柴油机燃料

第一节 柴油机对燃料的品质要求

舰艇柴油机的种类很多，对柴油的品质要求也不完全一样，总的说来有以下几点：

- (1) 柴油应在使用温度下便于泵送；
- (2) 柴油在喷入气缸后应能很好地雾化、迅速着火、燃烧稳定；
- (3) 柴油及其燃烧产物不应腐蚀机件；
- (4) 柴油及其燃烧产物不应增加磨损；
- (5) 柴油应保证使用安全。

在这些要求中，主要是柴油应能很好地雾化、着火燃烧。但在低温的情况下，为了保持不间断地供油，柴油的泵送性能也很重要。

一、影响柴油泵送的主要品质指标

1. 凝点和浊点

柴油中一般含有少量的石蜡，当温度降低到浊点时，石蜡就开始析出使油变混浊。温度再进一步降低，石蜡就会形成结晶网使柴油渐渐失去了流动性，这时就到达了凝点，供油可能中断。如果油温低于浊点，析出的晶体会堵塞过滤器，影响供油量，甚至也会使供油中断。柴油的浊点略高于凝点。在选用时必须根据气温条件考虑凝点，一般要求凝点比气温至少低 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。

2. 机械杂质和水分

柴油中的机械杂质和水分也会影响供油。柴油过滤器易被机械杂质堵塞。水分在低温时会结成冰粒堵塞过滤器，如果混入的水分较多，喷入气缸就会使柴油机熄火。所以，柴油中不应有水分和机械杂质。

二、影响柴油雾化燃烧的主要品质指标

1. 粘度

柴油在喷入气缸时应能很好地雾化，迅速形成均匀的混合气。如果粘度过大，供油时阻力增加，喷油时液滴和射程增大，喷散锥角减小，甚至喷到气缸壁和活塞顶部，造成分布不均匀，雾化不良，使燃烧情况恶化。如果粘度过小，在喷油时，因油粒细小、射程太短，同样不能很好地分布在整个燃烧室内与空气混合均匀，以致燃烧不完全，排气冒黑烟。因此，柴油应有适当的粘度。一般轻柴油要求 20°C 运动粘度 $2.5\sim 8$ 厘沱。由于柴油的喷散和雾化受着很多因素的影响，如燃烧室的形状、喷油嘴的构造、喷油压力、油温、转速等，粘度相同的柴油在不同类型的柴油机上，喷散和雾化的质量也有很大的差别。

2. 馏程

在柴油机中，柴油是直接喷入燃烧室与 $30\sim 35$ 个大气压、 600°C 左右的空气在短时间内形成混合气并自动着火燃烧的，这一过程时间很短，特别在高速柴油机中只有千分之二秒左右，因此柴油要有较好的蒸发性。柴油的蒸发性用馏程来表示。高速柴油机要求柴油的 50% 、 90% 、 95% 或 96% 馏出温度都比较低。但是，如果柴油的成分过轻，在柴油机中不易自燃着火。因此在选用柴油时必须注意要有合适的馏程，一般说来，沸点在 $200\sim 330^{\circ}\text{C}$ 范围内的成分是最适