

油田设备用油

杨秉陆 王一民 编



油田设备用油

杨秉陆 王一民

~~石油工业~~出版社

内 容 提 要

本书着重介绍油田钻机、施工机具、车辆所用的石油产品,其中包括汽油、轻柴油、内燃机油、齿轮油、液压油和润滑脂等油品的基本知识。对油田设备如何正确选油作了扼要的介绍。此外还列举了一部分油田设备的用油图表,对废机油再生和油料管理也作了一些简要的介绍。

油 田 设 备 用 油

杨秉陆 王一民

石油工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $9^{5/8}$ 插页1 字数207千字印数1—22,000

1980年4月北京第1版 1980年4月北京第1次印刷

书号15037·2150 定价0.78元

内部发行

前 言

近几年来，油田设备不断增加，并从国外引进了一些车辆、施工机具、钻机等设备。因此，用油品种和牌号及用油量也在不断增多。为了用好、管好油田的设备，充分发挥其效率和延长使用寿命，正确地选用油料，进行合理的润滑是非常重要的。

为了适应油田设备用油的需要，编写了这本书，其目的是为了操作设备的人员和油料管理人员进一步掌握设备用油的基本知识。所以，本书重点介绍了钻机、施工机具、车辆等使用的汽油、轻柴油、内燃机油、齿轮油、液压油、润滑脂等的基本知识及如何正确选用油品的知识；同时列举了一部分钻机、施工机具和车辆的用油表及国内外几类常用油品的对照表；并对废机油再生、企业油料管理作了介绍。供操作设备人员和油料管理人员参考。

本书在编写过程中，曾得到大庆、辽河、大港、胜利等油田和石油一厂、五厂、七厂、上海炼油厂等单位的大力协助。在此深表谢意。

由于水平所限，对一些设备缺乏全面的了解，使用经验也少，书中的缺点、错误在所难免，望读者批评指正。

一九七九年三月廿七日

目 录

第一篇 石油产品应用知识	1
第一章 燃料类	1
第一节 汽油	1
第二节 柴油	16
第二章 润滑油脂类	27
第一节 内燃机油	27
第二节 齿轮润滑油	52
第三节 汽轮机油	69
第四节 润滑脂	73
第三章 工作液体及其它	96
第一节 石油基液压油	96
第二节 刹车液	108
第三节 减震器油	111
第四节 发动机冷却液和防冻液	112
第五节 变压器油	117
第四章 石油产品添加剂	120
第一节 抗爆添加剂	120
第二节 清净分散添加剂	121
第三节 抗氧、抗腐蚀、抗磨添加剂	124
第四节 极压油性添加剂	125
第五节 抗氧、防胶和金属钝化剂	126
第六节 降凝添加剂	128
第七节 粘度添加剂	129
第八节 防锈添加剂	130
第九节 抗泡沫添加剂	132

第五章 废润滑油的回收和再精制	134
第一节 废油的收集和保管	134
第二节 废油的预处理	135
第三节 废油的再精制工艺	137
第四节 再生润滑油的质量	145
第二篇 油料管理及应用	149
第一章 企业油料管理	149
第一节 油料管理和使用中常遇到的几个问题	150
第二节 企业油料管理的任务	153
第三节 油料的保管	156
第四节 油料的安全常识	162
第二章 设备用油表	166
第一节 车辆用油表	168
第二节 施工机具用油表	202
第三节 钻机用油表	220
附录	239
一、国内外几类常用油品对照表	239
二、粘度换算表	249
三、粘度指数计算图表	280
四、温度换算表	289

第一篇 石油产品应用知识

第一章 燃 料 类

第一节 汽 油

汽油是汽化器式发动机的燃料。这种发动机主要用在汽车、飞机、舰艇和农业机械上。

为了保证汽油发动机工作的稳定性和可靠性，对汽油的蒸发性、抗爆性、安定性和抗腐性等都有严格的规定。

一、汽油的蒸发性

汽油由液体状态转化为气体状态的性能，叫做蒸发性。由于在发动机中，汽油要先在汽化器内汽化，并同空气按一定的比例混合均匀后进入燃烧室燃烧。因此，要求它具有良好的蒸发性。保证发动机在各种条件下容易起动、加速和正常运转。汽油蒸发性越好，就越易汽化，在冷车和低温情况下也能使发动机顺利地起动和正常的工作。反之，若汽油的蒸发性不好，汽油汽化不完全，难于形成足够浓度的混合气，不但发动机不易起动，而且在混合气中有一些浮游的油滴进入燃烧室内，使发动机工作不稳定，燃烧不完全，从而增加燃料消耗。此外，这些没有完全燃烧的油滴，还会因活塞环密封不严而附着在气缸壁上，破坏润滑油膜，甚至流入曲轴箱内，冲稀机油，增加磨损。因此，蒸发不好的汽油，

不宜使用，特别是在冬季更不宜使用。

但汽油的挥发性也不要太好，否则会使汽油在保管时蒸发损耗太多，而且在夏季使用时，汽油没有进入汽化器前就蒸发成气体，使汽油泵、输油管等曲折处和油管较热的地方形成气泡，这些气泡会象塞子一样堵住油管，妨碍汽油流通，使供油不通畅甚至中断，造成发动机熄火停车。这种现象称为“气阻”。在炎热的夏季，在高原行驶或在重负荷（如：爬坡、拖挂车）条件下工作的发动机，如使用挥发性太高的汽油，就易产生气阻现象，造成行车故障。

因此，汽油的挥发性要适宜，不能太高，也不能太低。在汽油规格中，衡量汽油挥发性的指标有两个：这就是馏程和蒸气压。

1. 馏程

馏程是汽油的重要质量指标之一。根据馏程可以判断汽油的馏分范围，也是衡量汽油的挥发性好坏的重要指标。

馏程的测定，是按国家标准（GB255-77）的规定，在石油产品测定器上进行的。从馏程还可以判断出汽油轻质成分和重质成分的比例。从馏程中各个馏出温度，可以判断油料在使用中的情况。

初馏点，是汽油的最低馏出温度，它表示汽油在发动机起动时是否能有必要的轻质馏分。一般汽油的初馏点约在 $35\sim 45^{\circ}\text{C}$ 之间。

10%馏出温度，表示汽油中含轻质馏分的多少。它与发动机在冬季起动的难易和夏季是否会产生气阻有很大的关系。10%馏出温度愈低，汽油中轻质馏分愈多，蒸发性能就愈高，发动机就越容易在较低温度下起动。由于挥发性高，能够迅速形成可燃混合气，所以起动时间短，起动时相对消

耗的汽油量也低。但是10%馏出温度不能太低，否则易发生气阻现象。我国汽油标准中对10%馏出温度只规定了上限。即不能高于79℃。而对下限没有作出规定。汽油在使用时，是否会发生气阻，国家标准是用蒸气压来控制的。但在有些情况下，特别是汽油泵和排气管在同一侧的发动机，汽油的蒸气压虽然合格，而10%馏出温度偏低时，在夏季炎热地区仍有发生气阻的可能。根据试验结果，在夏季炎热地区汽油的10%馏出温度不宜低于60~65℃。

在美国，车用汽油按其蒸发特性，即汽油的馏程、饱和蒸气压和汽液比，分成五种，可以分别满足不同气候条件下的需要（见表1-1-1）。

表 1-1-1 美国ASTM D439-68T产品规格

汽 油 品 种	馏出温度，℃，不高于			汽 液 比		饱和蒸 气压 毫米汞柱
	10%	50%	90%	试验温度 ℃	V/L体积 %	
C（寒冷气候）	52	121	191	41	20	827
M（温暖气候）	55	121	191	46	20	696
W（温暖气候）	60	121	191	51	20	595
H（炎热气候）	66	121	191	56	20	517
E（苛刻条件）	69	121	191	61	20	465

50%馏出温度，表示汽油的平均蒸发性。它对发动机的热起动和加速有一定的影响。50%馏出温度低的汽油，发动机热起动快，加速性好。因为50%馏出温度低，平均蒸发性好，容易蒸发较多的气体迅速燃烧，发出大量的热量，使刚起动的发动机暖车时间缩短。即热起动快。

50%馏出温度的高低，还直接影响发动机的加速性及运转的稳定性。温度低，当发动机由低速突然变为高速时，加

速性和运转稳定性就好。反之，这个温度高，发动机由低速突变到高速时，供油量急剧增加，汽油来不及充分汽化，因而燃烧不完全，发动机就发不出需要的功率，运转也不稳定。因此，国家标准中规定50%馏出温度不高于一定的温度。

90%馏出温度和干点，是表示汽油中重质馏分含量的多少。它对于汽油能否完全燃烧和发动机的磨损大小有一定的影响。这个温度过高，汽油会燃烧不完全，发动机冒黑烟，耗油量增大，没有完全燃烧的重质汽油会冲洗掉气缸壁上的润滑油，从而加剧发动机的磨损。同时，还会稀释曲轴箱内的润滑油，使其粘度变小，易窜入燃烧室被烧掉，形成过多的积炭，机油耗量加大，机油使用周期缩短。在国家标准中这两个温度规定不高于某一个数值，以保证汽油在发动机中的完全燃烧，并防止气缸壁的磨损加剧。

2. 蒸气压

蒸气压又称为饱和蒸气压。是表示汽油蒸发性的另一指标。主要用来判断汽油发动机在工作时是否会发生气阻现象。

蒸气压的测定，是按国家标准（GB257-64）发动机燃料饱和蒸气压测定法的规定进行的。

蒸气压是用来控制汽油不至发生气阻现象的重要指标。在汽油的标准中规定汽油的蒸气压不大于500毫米汞柱。在一些地区冬季允许使用蒸气压不大于600毫米汞柱的汽油。大气温度越高和大气压力越低，则汽油在发动机中也越易发生气阻现象。根据试验证明，不致引起气阻的汽油蒸气压和大气温度的关系，如表1-1-2所示。

在大气温度高和大气压低的条件下，要采取措施防止气阻。如加强发动机室的通风，汽油泵和输油管隔热，减少输油管的弯角，选用合适的汽油，保证油泵的压力等，是可以

表 1-1-2 大气温度与汽油不致引起气阻的蒸气压的关系

大气不致发生气阻的最高温度, ℃	10	16	28	38	44	49
蒸气压, 毫米汞柱	730	630	520	365	310	275

防止气阻发生的。如果气阻严重时, 可采取向汽油泵滴水冷却的暂时解决办法。

在夏季, 特别是在炎热的地区, 用桶装贮存高蒸气压的汽油时, 要采取降温措施。而最好是在库内贮存, 以防增大损耗和油桶被油气涨裂。

二、汽油的抗爆性

1. 汽油的抗爆性和爆震的因素

汽油的抗爆性, 是指汽油在发动机中燃烧时, 抵抗爆震的能力。它是汽油燃烧性能的主要指标。爆震是汽油在发动机中燃烧不正常引起的。汽油的抗爆性用辛烷值表示。例如: 70号汽油, 就是说这种汽油的辛烷值不低于70。辛烷值越高, 汽油的抗爆性越好。如果汽油的辛烷值低于发动机的要求时, 在汽车的行驶中, 就会听到发动机的气缸里有一种特殊的声响, 就象有人敲气缸一样的啪啪声。特别是在汽车爬坡时和加速时, 这种声音就更加明显。而使用高辛值的汽油时, 这种声音就消失了, 或很少听到。气缸中出现的这种声响, 叫做爆震。爆震是发动机的一种不正常燃烧。产生爆震的原因是气缸中汽油燃烧速度不均匀的缘故。汽油在气缸中正常燃烧时, 气缸内的火焰传播速度保持在 20~25 米/秒左右, 缸内的压力和温度变化也是均匀的。但是, 若使用抗爆性不好的汽油时, 燃烧的情况就不同了, 当混合气点燃后, 火焰前沿还未传到的那一部分混合气, 在气缸内的高

温、高压的影响下，产生大量的过氧化物，它是一种极不稳定的化合物，当聚集到一定量时，不等火焰传到，它就会自行分解，引起混合气爆炸燃烧，使燃烧速度达到1500~2000米/秒。这种高速的爆炸气体冲击波，就象铁锤一样敲击活塞和气缸壁，发出金属的敲击声，出现爆震。

发动机爆震时，气缸发生过热现象，发动机功率下降，汽油的单位消耗量增加。严重的爆震，会使活塞、活塞环、排气门等机件被烧毁，轴承和其它零件被损坏，严重影响发动机的运转。所以为了减少发动机的爆震现象，必须选用和发动机压缩比相适应的汽油。压缩比高的汽油发动机，易产生爆震，要求使用抗爆性好的汽油，即高辛烷值的汽油。通常汽油的辛烷值是与发动机的压缩比成正比的。一般来说，车用汽油发动机的平均压缩比每提高0.1，汽油的辛烷值(按研究法)要提高2个单位。因此，对于不同压缩比的汽油发动机，应选用不同牌号的汽油，否则易产生爆震(见表1-1-3)。

表 1-1-3 根据压缩比选用汽油

发动机的压缩比	7.0以下	7.0~8.0	8.0以上
可选用汽油的牌号	66~70	75~80	85

压缩比高的发动机，具有良好的经济性，它效率高，耗油量低。所以，从第二次世界大战以后，许多国家的汽车发动机的压缩比有了很大的提高(美国曾达到9.0~10)。但是，压缩比高的发动机，对气缸、活塞、活塞环、连杆、轴承等零件的机械强度的要求也提高了。此外，压缩比高的发动机，由于压缩终了的压力、温度都增高了，产生爆震的倾向

也增加了，从而要求使用抗爆性更好的高辛烷汽油。但是，抗爆性好的汽油大多加有数量不同的四乙铅抗爆剂，这种汽油在发动机中燃烧后排出的含铅的废气污染空气，引起公害。因而，近几年来美国汽车发动机的压缩比又有所下降（已降到8.6~8.7），以使用无铅或含铅较少的汽油，从而减少铅废气对空气的污染。

汽油的早期燃烧也能使发动机发生不正常现象。汽油的早期燃烧多半是由于燃烧室内的积炭引起的。发动机工作时，燃烧室内的积炭被烧红，在火花塞尚未跳火前气缸中的混合气就过早的被炽热的积炭引燃。所产生燃烧的压力与上行的活塞相抗拒，使发动机的功率下降，并产生敲击声。因此，要经常清除气缸中的积炭，避免发生早期燃烧现象。

除此之外，发动机的提前点火角度对产生爆震和汽油的消耗量也有很大的影响。点火角要调整得适宜。点火过早，易发生爆震，适当推迟点火角，能减轻爆震的发生。但是，点火角过迟，会使发动机工作恶化，并多耗汽油。实践证明，一般载重汽车发动机的点火角较最适宜的点火角推迟 4° ，则多耗汽油4~10%。若推迟 7° ，则多耗油15%。因此，点火角要适宜。一般可以调整到汽车满载，以中速在平坦路面行驶时，猛踏油门到底，听见有轻微的爆震声，当车速提高后，爆震声消失，这样的点火角最适宜。

为了减少爆震和早燃，应当正确地选用燃料。在实际工作中，还要定期地清除燃烧室内的积炭，调整适宜的点火角度，注意冷却，不使发动机过热等。

2. 抗爆性的评定和辛烷值

汽油的抗爆性是用辛烷值来表示的。汽油辛烷值的测定是以两种抗爆性悬殊的烃类为基准的。一种是异辛烷（2,2,

4-三甲基戊烷)，它具有良好的抗爆性，定其辛烷值为100单位；另一种是正庚烷，它的抗爆性极差，定其辛烷值为0单位。将此二种燃料按各种体积比配成混合液，即可以得到辛烷值0~100的燃料。如果一种标准燃料含标准异辛烷75%，正庚烷25%，那么它的辛烷值就等于75。以异辛烷80%和正庚烷20%进行调配，就可以得到辛烷值为80的标准燃料。

辛烷值的测定是按国家标准 GB503-65 辛烷值测定法进行的。它是将要测定辛烷值的汽油与标准燃料在专门的标准单缸汽油发动机上进行比较。这个发动机上装有灵敏的电动机械发讯器或电爆震计，能准确地测出爆震的强度。并且它的压缩比在4~10的范围内可任意调整。然后在相同的压缩比条件下，依次换用各种标准燃料进行试验，直到找到一种标准燃料的爆震强度与所试汽油相同，则所试的汽油与此标准燃料具有相同的抗爆性。也就是说它们的辛烷值相同。

辛烷值的测定方法，常用的有马达法和研究法等。我国汽油标准，规定使用马达法测定。苏联和东欧国家大多也使用马达法。美国 and 英国、日本则多采用研究法。二者之间的关系，如下式：

$$\text{马达法辛烷值} = \text{研究法辛烷值} \times 0.8 + 10$$

例如：已知某一种汽油研究法辛烷值是90，则将90代入上式，即可算出这种汽油的马达法辛烷值：

$$\text{马达法辛烷值} = 90 \times 0.8 + 10 = 82$$

即研究法辛烷值90的汽油，相当马达法辛烷值82的汽油。即相当于我国的80~85号汽油。

3. 影响汽油辛烷值的因素

汽油辛烷值的高低是由它的烃类组成和烃类分子的结构所决定的。烷烃是汽油的主要成分，正构烷烃的辛烷值低，

而异构烷烃的辛烷值较高。并且随着其支链的增多，辛烷值也随之增高。如：正辛烷的辛烷值为 17，异辛烷有一个支链，它的辛烷值为24~39，而有两个支链的辛烷值为52~85。有四个支链的辛烷值为103。测定辛烷值的标准燃料异辛烷，是具有三个支链的，其辛烷值为97~102。

此外，汽油中也含有芳香烃。它具有良好的抗爆性，但有一定的毒性，同时冰点也较高。所以汽油中含量不宜过多。不饱和烃的抗爆性也很好，但它的安定性不好，在氧的作用下，氧化生成胶质。所以汽油中不希望含有不饱和烃。

综合上述，在汽油中多支链的异构烷烃、芳香烃、不饱和烃都是高辛烷值成分，而正构烷烃是低辛烷值成分。但从汽油的其它性质来看，特别是汽油的安定性，异构烷烃和芳香烃是比较理想的高辛烷组分。

4. 提高汽油辛烷值的途径

提高汽油辛烷值的主要途径有两种。一是采用能生产出含有高辛烷值烃类成分的汽油的炼制工艺；另一种途径是往辛烷值较低的汽油中加入抗爆剂，以提高其辛烷值。

催化裂化法炼制出的汽油中，含有多量的异构烃和芳香烃，所以辛烷值较高，达80左右。是高级轿车和航空汽油的主要组分。也有用它来调合车用汽油，以提高辛烷值的。此外，用铂重整、烷基化、加氢裂化等方法生产的汽油辛烷值可达90以上，是高级汽油的良好组分。

使用最广泛的提高汽油辛烷值的方法是往汽油中加入抗爆剂，四乙铅。加入少量的四乙铅就能大大提高汽油的辛烷值。一般直馏汽油加入0.13%四乙铅后，辛烷值能提高20~30个单位。四乙铅提高辛烷值的幅度随原油和炼制工艺的不同而不同。四乙铅对不同的汽油有它不同的最佳添加量。超

过此量，辛烷值的提高幅度则随四乙铅的增多而减少，甚至没有效果。我国汽油规格中规定四乙铅含量不大于1.0克/公斤汽油。

三、汽油的安定性

汽油安定性一般是指它的化学安定性，是指它在贮存，使用过程中抗氧化的能力和产生胶质的倾向。安定性好的汽油，在地面贮罐内贮存也可以储存2~3年以上。在地下罐可以储存五年。因为战备的需要，我国军用汽油要求储存期3~5年。民用汽油也应贮存半年到一年以上。因此，汽油的安定性是汽油在贮存和使用中一项重要指标。

1. 汽油的安定性对发动机工作的影响

安定性不好的汽油，在贮存中，经常发现颜色变黄、变深、胶质含量增加。这些胶质中必然有一部分沉积在油箱底部和输油管 and 汽化器中。它们会造成进气管截面缩小，堵塞油路，甚至中断供油。胶质物还能使气门粘滞，关闭不严，因而降低发动机功率。胶质物在高温时会分解生成积炭，沉积在燃烧室内，使气缸的散热不良，发生过热，引起爆震和增加磨损。此外，安定性不好的汽油在贮存中，随着胶质的增多会使辛烷值下降，酸度增加。

使用安定性不好的汽油时，对发动机的供油泵要经常清扫，对于发动机燃烧室和缸壁上的积炭应定期清除，才能减少发动机的故障。

2. 影响汽油安定性的因素

汽油的安定性主要取决于它的化学成分，汽油中最不安定的是不饱和烃类、非烃中最不安定的是苯硫酚、吡咯等。实验证明，苯硫酚等硫醇类化合物是烃类氧化链反应的引发剂和传递剂。其氧化产物对烃类氧化反应还具有催化作用，

因此，能显著加速油品的氧化生胶过程。吡咯等含氮化合物的氧化缩合产物是汽油中的带色体，使汽油的颜色变深。如果没有硫化物或氯化物的存在，胶质的生成速度会显著降低。因此，为了得到安定性好的汽油，必须对汽油进行精制，除掉其共轭二烯烃，侧链上带双链的芳烃，烯烃硫化物及氯化物等。

汽油的氧化生胶过程，还取决于溶解在油中的氧和油罐上部空间氧的分压。油品在惰性气体保护下贮存，胶质生成速度就显著降低。从试验中证明，某种汽油密闭贮存16周后胶质为9毫克/100毫升，而通空气贮存16周时，胶质则达17毫克/100毫升。继续贮存32周时，密闭贮存的胶质没有增高；而通空气贮存的汽油，胶质却增高到103毫克/100毫升。这是因为密闭贮存的罐中氧已经消耗尽了，胶质就不会再生成了。

汽油的贮存温度，对汽油氧化生胶过程也有严重的影响。氧化生胶的作用随温度升高而加速。如在 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ 时，氧化生胶倾向不大，温度升高时，在 15°C 时形成胶质倾向开始加剧。温度对汽油氧化生胶过程的影响，见表1-1-4。

除此之外，阳光对贮存汽油的照射以及金属和水分都对汽油的氧化生胶过程起催化作用。

3. 汽油氧化安定性的评定指标和方法

汽油氧化安定性的评定方法可分为两类，一类是快速氧化试验；另一类是条件缓和的催速贮存试验。诱导期氧弹法曾经是应用较广的快速评定方法。它的测定是按国家标准（GB256-64）汽油诱导期测定法在诱导期测定仪上进行的。这种方法存在一定的缺陷，但目前尚没有其它标准来代替它，所以现在大多数国家的汽油仍保留着诱导期的指标。