



项目一

汽车燃料的合理使用

项目目标

- (1) 掌握汽油的使用性能及评价指标。
- (2) 掌握柴油的使用性能及评价指标。
- (3) 掌握车用汽油的牌号、选择原则及使用方法。
- (4) 掌握车用柴油的牌号、选择原则及使用方法。
- (5) 了解汽车主要代用燃料的品种和特点。

汽车燃料主要包括汽油机(点燃式发动机)用燃料和柴油机(压燃式发动机)用燃料。目前,汽油和柴油仍然是汽车最主要的车用燃料,汽车燃料对汽车发动机的性能、效率、耐久性、环保效应等都有着重要的影响。随着全球经济的发展,汽车保有量逐年增加,汽车尾气对环境的污染也日益加重,已成为空气污染的主要来源之一。因此,汽车制造商在不断完善发动机的燃烧系统,采用先进的电子控制技术和高性能的污染物净化装置,使用无铅汽油的同时,投入巨额资金,研制污染排放少、有利于环境保护的代用燃料和代用燃料汽车。在世界范围内,最成功的代用燃料是液化石油气(LPG)和压缩天然气(CNG)。自 20 世纪 80 年代起,各国开始研发代用燃料汽车及电动汽车。

随着社会和汽车工业的发展,人们对车用燃料的品质和质量不断提出新的要求。同时,汽车产品逐渐全球化,世界范围内的汽车排放标准趋向统一,世界燃料标准也逐渐统一。因此,了解燃料的使用性能及其对汽车使用的影响,燃料的牌号、规格、发展趋势及环保对燃料的要求,是正确、合理选用燃料的前提。

任务一 车用汽油

车用汽油是从石油中提炼出来的,由碳、氢元素组成的烃类化合物,其主要成分是烷烃,烷烃的自燃点为 $415\sim 530\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。车用汽油是一种密度小、易挥发的液体燃料。

一、汽油的使用性能

作为汽油发动机的主要燃料,汽油是不能直接燃烧的,它需要在短时间内由液体状态变为气体状态,与空气均匀混合,形成良好的可燃混合气,由电火花点燃,然后才可以平稳、快速地燃烧,对外做功。值得注意的是,可燃混合气在燃烧过程中不能出现气阻、爆燃、腐蚀机件等现象。车用汽油的这种满足汽油机工作需求并保证汽油机正常发挥其性能的能力称为汽油的使用性能。现代汽车汽油机要求的汽油使用性能越来越多,且要求越来越严格。车用汽油的性能指标主要包括抗爆性、蒸发性、热值、氧化安定性、腐蚀性、清净性及化学组分。

1. 抗爆性及评定指标

1) 抗爆性

汽油的抗爆性是指汽油在发动机气缸内燃烧时不产生爆燃的性能。汽油在汽油机内的燃烧分正常燃烧和不正常燃烧。其中,爆燃是常见的不正常燃烧之一。

可燃混合气在气缸内被电火花点燃后,一部分未燃混合气因受到正常火焰焰面的压缩和热辐射作用,温度和压力急剧升高,在火焰前锋面到达之前引起自燃,并以极高速传播火焰,产生带爆炸性质的冲击压力波,发出尖锐的金属敲击声,这种现象称为爆燃。爆燃的危害主要如下:使发动机气缸磨损,密封性下降,发动机功率降低;使发动机排气冒黑烟、积炭严重,油耗增加;使活塞、气缸垫、气门、火花塞和轴瓦等零件损坏。影响爆燃的因素主要是汽油本身的抗爆性能。

为提高汽油的抗爆性,可以采用先进的炼制工艺,生产抗爆性好的基础油;还可以添加抗爆剂。在汽油中加四乙基铅可明显提高汽油的抗爆性,因而出现了含铅汽油。随着对汽车排放污染物的日益限制,车用汽油已从含铅汽油发展为无铅汽油。

2) 评定指标

汽油抗爆性的评定指标为辛烷值和抗爆指数。

辛烷值是表示燃料抗爆性的一个约定数。在规定条件下的标准发动机试验中,汽油的辛烷值通过与标准燃料进行比较测定,采用与被测定燃料具有相同抗爆性的标准燃料的辛烷值表示。测定辛烷值的标准燃料是异辛烷和正庚烷,规定抗爆性极高的异辛烷值为100,抗爆性极差的正庚烷值为0。将两种标准燃料按不同体积比混合,就可得到辛烷值为 $0\sim 100$ 的标准燃料,以异辛烷含量的体积百分数表示该标准燃料的辛烷值。其他汽油的辛烷值则在专门的辛烷值测定机上与标准燃料进行比较来确定。例如,测得某汽油的辛烷值为90,即表明它与含有90%异辛烷和10%正庚烷的标准燃料的抗爆性相同。

辛烷值是车用汽油的重要质量指标之一,是一个国家炼油工业水平的反映。如果汽油的辛烷值过低,那么发动机在运转时就容易发生爆燃,产生强烈的冲击波,损坏气缸盖、活塞顶、气缸壁、连杆和曲轴等机件,并增大发动机的磨损和燃油消耗。高辛烷值的汽油对提高

汽车动力性、降低油耗和减少尾气排放具有十分明显的效果。

测试辛烷值的方法有研究法和马达法两种,分别得到研究法辛烷值(research octane number, RON)和马达法辛烷值(motor octane number, MON)。研究法辛烷值表示汽油机在中负荷、低转速运转条件下汽油的抗爆性,而马达法辛烷值则表示汽油机在重负荷、高速运转条件下汽油的抗爆性。马达法辛烷值的试验条件比研究法辛烷值的试验条件苛刻。例如,测定马达法辛烷值时发动机转速一般为 900 r/min,混合气一般加热至 149 °C;而测定研究法辛烷值时发动机转速一般为 600 r/min,混合气一般不加热。因为马达法辛烷值的试验条件苛刻,所以马达法辛烷值一般低于研究法辛烷值。同一种汽油用研究法测定的辛烷值比马达法测定的辛烷值要高 6~10,此差值称为汽油的灵敏度,用于反映汽油抗爆性随运转工况激烈程度的增加而降低的情况,汽油灵敏度越小越好。

由于研究法辛烷值和马达法辛烷值都不能全面反映车辆运行中燃烧的抗爆性能,因而一些国家引入了抗爆指数这一指标。抗爆指数(AKI)也称为平均辛烷值,即同一种汽油研究法辛烷值和马达法辛烷值的平均数,可反映一般条件下汽油的平均抗爆性。其计算方法如下:

$$AKI = \frac{RON + MON}{2}$$

我国用研究法辛烷值作为汽油抗爆性的评定指标,并以此划分汽油牌号。美国从 1970 年开始用抗爆指数代替研究法辛烷值作为抗爆性的评定指标。大部分国家或组织,如日本、欧盟等,都采用研究法辛烷值作为汽油抗爆性的评定指标。

2. 蒸发性及评定指标

1) 蒸发性

汽油由液态转化为气态的性质称为汽油的蒸发性。汽油能否在进气系统形成良好的可燃混合气,汽油的蒸发性能是主要因素。若汽油蒸发性不好,则混合气形成不良,低温时发动机起动困难、燃烧不完全,使发动机预热时间加长、油耗增加、碳氢化合物(HC)排放浓度增加;未蒸发的汽油冲刷发动机气缸油膜,流入曲轴箱后稀释发动机油,加剧发动机机油变质,影响正常润滑。因此,要求汽油应具有良好的蒸发性。

2) 评定指标

汽油蒸发性的评定指标是馏程和饱和蒸气压。

馏程是指油品在规定条件下蒸馏时,从初馏点到终馏点的温度范围。评价汽油蒸发可以采用初馏点、10%蒸发温度、50%蒸发温度、90%蒸发温度、终馏点和残留量等指标。初馏点是对 100 mL 汽油在规定条件下进行蒸馏时流出第一滴汽油的气相温度,初馏点是汽油中最轻组分的沸点。10%蒸发温度是对 100 mL 汽油在规定条件下进行蒸馏时,流出 10 mL 汽油的气相温度,10%蒸发温度与发动机冷起动性能有关,该温度低表明汽油中所含轻质馏分在低温时容易蒸发,发动机易冷起动。50%蒸发温度表明汽油中的中间馏分蒸发性好坏,此温度低,汽油中间馏分就易蒸发,发动机暖机性能、加速性能和工作稳定性都较好。90%蒸发温度和干点(终馏点)用于判定汽油中难以蒸发的重质馏分含量,此温度越低,表明汽油中重质馏分含量越少,越有利于可燃混合气均匀分配到各缸,使燃烧更完全。重馏分汽油不易挥发,特别在冬季时,来不及蒸发燃烧的重馏分汽油会分流到曲轴箱中,稀释润滑油,使润滑油性能变差。

饱和蒸气压是指在规定的条件下,汽油在适当的试验仪器中蒸发达到平衡状态时,汽油蒸气所显示的最大压力,它表示汽油的平均蒸发性能。饱和蒸气压容易产生气阻,同时,还

与汽油在储存、运输和使用过程中的蒸发损耗有密切关系。

3. 热值和氧化安定性

热值是指 1 kg 汽油完全燃烧后所产生的热量。汽油的热值大约为 44 000 kJ/kg。

氧化安定性是指汽油在常温和液态下的抗氧化能力,也可称为化学安定性,其好坏主要取决于原油的产地、加工炼制方法及汽油的组分。汽油氧化安定性的指标是实际胶质和诱导期。安定性差的汽油在储运、使用中经常因热、光等作用变黄或产生胶质。在发动机使用中,胶质会堵塞油路并容易在气门、电喷车喷嘴和燃烧室等处形成积炭,影响发动机正常运行和使用性能。

4. 腐蚀性和清净性

汽油中引起腐蚀的物质主要有硫分、硫化物、有机酸、水溶性酸和碱等。各国汽油标准中对汽油的硫含量、酸度、铜片腐蚀试验及水溶性酸或碱等都有严格规定。

汽油清净性是用汽油含机械杂质和水分的含量表示的。汽油中不应有机械杂质和水分。另外,电喷汽油车用汽油还应加清净分散剂,防止喷嘴、气门和燃烧室等处形成积炭;国外标准中还引入了喷嘴清洁度、气门清洁度来表示汽油的清净性。

二、汽油的牌号与规格

汽油的质量标准称为汽油的规格。各国根据各自的实际情况制定汽油的规格要求,随着汽车技术进步和节能、环保的要求不断提高,汽油的规格逐渐趋于全球一体化。自 2000 年以前,我国车用汽油标准执行的是 GB 484—1993《车用汽油》,生产的车用汽油牌号有 90 号、93 号和 97 号,这三种牌号的汽油均是含铅汽油。2000 年 1 月 1 日起开始实施的 GB 17930—1999《车用无铅汽油》,生产的车用无铅汽油有 90 号、93 号和 95 号,此外还有按企业标准生产的 97 号和 8 号车用无铅汽油。为防治机动车排气污染,保护生态环境和人体健康,我国于 2006 年 12 月 6 日发布了 GB 17930—2006《车用汽油》,该标准是对 GB 17930—1999《车用无铅汽油》的修订,修订版于发布之日起实施。GB 17930—2006《车用汽油》按研究法辛烷值(RON)将我国车用汽油分为 90 号、93 号和 97 号三种牌号。90 号、93 号和 97 号无铅汽油是指它们分别含有 90%、93%、97% 的抗爆震能力强的异辛烷,即分别含有 10%、7%、3% 的抗爆震能力差的正庚烷。2013 年,国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会发布了 GB 17930—2013《车用汽油》。

知识小贴士

含铅汽油

含铅汽油指添加了四乙基铅的汽油。向汽油中添加抗爆剂是提高汽油辛烷值最有效和最经济的办法,使用最广泛的抗爆剂是四乙基铅。含铅汽油燃烧后生成的铅化合物随尾气排入大气,可导致人类神经中毒,对儿童影响更大。儿童经常吸入汽车尾气,会导致血液中的铅离子浓度增加。研究表明,血铅水平每升高 100 $\mu\text{g/L}$,儿童智力就会下降 7%。另外,铅还会导致尾气转化催化剂中毒。因此,世界上大部分国家或地区禁止使用含铅汽油。我国规定从 2000 年 1 月 1 日起,全国所有汽车生产企业一律停止含铅汽油的生产,2000 年 7 月 1 日起全国停止销售和使用含铅汽油。自此,我国车用汽油实现了无铅化。

三、汽油的选择与使用注意事项

1. 汽油的选择

汽油牌号的选择应恰当,若选择的汽油牌号过高,则会增加费用;若选择的汽油牌号过低,则会使汽车发动机产生爆燃,影响动力性和经济性,严重时还会使汽油机损坏。正确选用汽油牌号不仅可延长发动机的使用寿命,而且可达到节油的目的。一般情况下,从汽车发动机抗爆性(不产生爆燃)、压缩比和经济性三方面来选择汽油牌号,选择时注意以下几点:

(1)依据汽车生产厂家规定选用汽油。在随车提供的汽车使用说明书中一般都有明确的规定和说明,依据使用说明书的规定选用汽油是最常用的方法。

(2)依据发动机压缩比的高低选用汽油。汽油牌号选择的一般原则如下:压缩比为7.0~8.0的汽油机应选用90号汽油,压缩比为8.5~9.5的中档轿车一般应选用93号汽油,压缩比大于9.5的轿车应选用97号汽油。目前国产轿车的压缩比一般都在9以上,最好选用93号汽油或97号汽油。

(3)依据汽车的使用条件选用汽油。经常处于大负荷、大转矩、低转速状况下行驶的汽车,容易产生爆燃,应选用较高牌号的汽油(与在正常使用条件下的汽车相比);高原地区由于气压低、空气稀薄,气缸充气性差,汽油机工作时爆燃燃烧的倾向减小,应适当降低汽油的牌号。

(4)提倡使用加入汽油清净剂的清洁汽油。若使用无汽油清净剂的车用无铅汽油,则汽车发动机在运行一段时间后,发动机燃油供给系统会有不同程度的油垢、胶状物和积炭生成。这些污垢使发动机润滑油道不畅,供油不均,雾化变差,燃烧不完全,功率下降,油耗增加,发动机起动困难,运转不稳,加速性差,排烟量加大,尾气中的碳氢化合物、一氧化碳和氮氧化物含量增加,污染环境,影响人体健康。使用清洁汽油不仅可以解决上述问题,还可以提高汽车的动力性和经济性,减少汽车维修费用,而且节油。

在汽油选用时,应该避免陷入“汽油牌号越高,对汽车越有利;汽油牌号越高,汽车排放越能达标”的误区。汽油质量是多种性能的综合评价,除挥发性、抗爆性、清洁性和无害性以外,还有氧化安定性、腐蚀性等;而汽油牌号高低只反映了抗爆性的好坏,并不能全面反映油品质量高低。如果低压缩比发动机的汽车加用高标号燃油,那么汽油的燃烧速度变慢,反而会出现燃烧不完全、加速无力、排污增多等现象,使其高抗爆性的优势无法发挥出来,并造成浪费,既不经济也不实用;高压压缩比汽车长期燃用低标号汽油则更不可取,发动机的高压缩比设计是从节能角度考虑的,用低标号油不但容易产生爆燃,还容易造成发动机气门及气缸处的积炭过早、过快地形成,使工况下降,油耗增加,排放逐步恶化。虽然现代一些汽车发动机上安装了爆燃传感器,会将信息传递给电子控制单元,自动延迟点火时间,但这种调整的范围和程度十分有限。

2. 汽油的使用注意事项

汽油的使用注意事项主要有以下几个方面:

(1)根据使用汽油的牌号不同对发动机相关系统进行适当调整。当汽油机使用辛烷值低于规定牌号的汽油时,应调小点火提前角,以免发生爆燃。原用汽油由低牌号改用高牌号时,可适当提前点火提前角,以发挥高牌号汽油的优良性能。

(2)发动机长期使用后,受燃烧室积炭、水套积垢等原因的影响,爆燃倾向增加,应及时

维护发动机。在维护发动机时,维修人员要彻底清除进气管、进排气门和燃烧室等处的积炭和漆膜等,以防这些物质隔热而导致发动机出现早燃或爆燃现象。维修保养后,若压缩比改变了,原牌号汽油不能满足需要,则可以考虑更换汽油牌号。

(3)根据海拔调整有关参数。根据汽车行驶地区的海拔,及时调整点火提前角。汽车从平原地区行驶到高原地区,应及时将点火提前角适当提前。一般海拔每上升100 m,汽油辛烷值可降低约0.1个单位。

(4)预防供油系统产生气阻。汽车在炎热夏季或高原、高山地区行驶时,应选用隔热物将汽油泵与输油管隔开,尽量减少输油管道的弯角,并加强发动机舱内的通风,以防产生气阻。若已产生气阻,则选择通风处停车,并在汽油泵、输油管和进气管等处敷湿毛巾来降温。

(5)防止油箱、输油管路等处胶质的产生。油箱内要经常装满汽油,尽量减少油箱中的空气量,保持空气阀的开闭自如,以免产生胶质而堵塞油道、量孔和喷油器等。

(6)维修车辆时,严禁使用汽油清洗汽车零部件,以免发生火灾。

(7)汽油是易燃易爆物品,其蒸气与空气混合达到一定的比例后,一遇火星就会着火,甚至爆炸。运输和维修企业暂时储存、装卸汽油时,应严格防火、防爆。

(8)汽油不能掺入煤油或柴油,因为煤油或柴油的挥发性和抗爆性差,会引起爆燃和严重破坏发动机润滑,导致发动机损坏。

任务二 车用柴油

柴油是轻质石油产品,是由碳、氢元素(碳原子数为10~22)组成的烃类化合物,分为轻柴油(沸点为180~370℃)和重柴油(沸点为350~410℃)两大类。轻柴油用于高速柴油机,重柴油用于中、低速柴油机,汽车用柴油机属高速柴油机,所用柴油为轻柴油。

与汽油相比,轻柴油具有馏分重、自燃点低(200~300℃)、相对密度大、蒸发性差、储存和运输过程中损耗少、使用安全等特点。与汽油发动机相比,柴油发动机具有低能耗、低污染的环保特性,因此,随着柴油发动机技术的不断提高,柴油车的应用越来越广泛,大力发展柴油车将是未来汽车工业的重点之一。随着柴油汽车保有量的增多,轻柴油作为汽车燃料的需求量也将越来越大。

一、柴油的使用性能

由于柴油的黏度比汽油大,不容易蒸发,而且自燃温度比汽油低,因而可燃混合气的形成及点火方式都与汽油机不同,柴油机要求的柴油使用性能也与汽油不同。同时,随着国家对车辆排放控制的要求越来越严格,柴油的性能要求也将逐步严格。为了保证柴油发动机正常、高效地工作,满足排放要求,对柴油的主要性能要求有低温流动性、雾化和蒸发性、燃烧性、安定性、无腐蚀性和清洁性等。

1. 柴油的低温流动性

柴油的低温流动性是柴油在低温条件下具有的流动状态性能。若燃料的低温性能不好,则柴油在低温下使用时失去流动性,产生蜡结晶,妨碍燃料在导管和油滤中顺利通过,使供油量减少甚至中断。因此,柴油的低温流动性能可直接影响到柴油发动机的正常工作。

评定柴油的低温流动性的指标有凝点、浊点和冷滤点。我国只采用柴油的凝点和冷滤点。柴油的凝点、浊点或冷滤点越低,其低温流动性越好。

1) 柴油的凝点

柴油的凝点又称为凝固点,是指柴油在一定的试验条件下冷却到液面不移动时的最高温度。柴油的凝点是评定其性能的最重要的指标之一。我国柴油的牌号是按凝点划分的,例如,0号柴油,它的凝固点是 0°C ;10号柴油,它的凝固点是 -10°C ;25号柴油,它的凝固点是 -25°C 。

若柴油发动机使用凝点过高的燃料,则汽车起动非常困难。凝点越低的柴油,在柴油机燃料系统中供油性能越好。因此,在室外工作的柴油发动机一般应使用凝点低于周围气温 5°C 以上的柴油,才能保证发动机的正常工作。

凝点的测定按照 GB 510—1983《石油产品凝点测定法》的规定进行,使用的测试仪器为凝点测定仪,如图 1-1 所示。

2) 柴油的浊点

在凝固之前,柴油温度下降,析出石蜡,柴油变浊,在一定试验条件下,当柴油混浊到与标准物的颜色相比没有异样时的温度称为浊点。柴油达到浊点时虽未失去流动性,但易造成油路堵塞。

浊点的测定标准是 GB/T 6986—2014《石油产品浊点测定法》。

3) 柴油的冷滤点

在规定条件下,以 1.96 kPa 压力进行抽吸试油,使试油通过一个每平方英寸 363 目的过滤器,试油通过滤网流量小于 20 mL/min 的最高温度称为柴油冷滤点。目前,国内外都广泛采用冷滤点代替凝点来评价柴油的低温流动性,因为冷滤点与柴油实际使用的温度有良好的对应关系,可作为根据气温选用柴油牌号的依据。

柴油冷滤点的测定标准是 SH/T 0248—2006《柴油和民用取暖油冷滤点测定法》。测试仪器为冷滤点测定仪,如图 1-2 所示。



图 1-1 凝点测定仪



图 1-2 冷滤点测定仪

2. 柴油的雾化和蒸发性

柴油的雾化和蒸发性是指柴油在柴油机气缸内经喷油器喷出时分散成液体雾粒及液体雾粒汽化蒸发的能力。柴油的雾化和蒸发性的评价指标有馏程、运动黏度、闪点和密度。

1) 柴油的馏程

柴油的蒸发性用馏程和 10%蒸发残留物表示,馏程采用 50%蒸发温度、90%蒸发温度

和 95%蒸发温度 3 个温度点表示。

柴油 50%蒸发温度与起动时间见表 1-1。50%蒸发温度低,油中轻质馏分多,蒸发性好,易形成均匀的混合气,柴油机易起动。但 50%蒸发温度也不宜过低,过低会因轻质馏分太多而使发动机产生工作粗暴现象。国家标准规定轻柴油 50%蒸发温度不高于 300℃。

表 1-1 柴油 50%蒸发温度与起动时间

柴油 50%蒸发温度/℃	200	225	250	275	285
柴油机的起动时间/s	8	10	27	60	90

90%蒸发温度和 95%蒸发温度表示柴油中重质馏分的含量。若 90%蒸发温度和 95%蒸发温度高,则柴油中重质馏分多,蒸发性差,形成的混合气质量差,燃烧不完全,易造成发动机排气冒黑烟、功率下降、油耗增多和零件磨损增大等。因此,应严格控制这两个温度不能太高,国家标准规定轻柴油 90%蒸发温度不高于 355℃,95%蒸发温度不高于 365℃。

2) 柴油的运动黏度

黏度是指液体在外力作用下发生移动时,液体分子间所呈现的内部摩擦力,是表示油品流动性能好坏的一项指标。黏度小的油品流动性能好,黏度大的油品流动性能差。

运动黏度表示液体在重力作用下流动时内摩擦力的量度,其值为相同温度下液体的动力黏度与液体的密度之比,其单位为 m^2/s 和 mm^2/s , $1 \text{ mm}^2/\text{s} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 。对于柴油,一般测定 20℃ 的运动黏度。

运动黏度影响着柴油的流动性和雾化质量。在现代高速柴油机中,柴油通过喷油器的高压喷射,使喷入燃烧室的柴油被粉碎成数以百万计的细小雾粒。若雾粒平均直径小,则柴油被雾化得好。实践证明,雾化雾粒的直径与柴油的黏度成正比,运动黏度大,则喷出油束射程远,喷雾锥角小,油滴直径大,雾化质量差,混合气形成不良;运动黏度小,则喷出油束射程近,喷雾锥角大,油滴直径小,雾化质量好,但是喷出的油束形状与燃烧室形状又往往不适应,同样会造成混合气形成不良。同时,黏度过小也会影响耦合件的可靠润滑,引起磨损加剧。因此,柴油的运动黏度不可太大,也不可太小。

在柴油的规格中,对每种牌号的柴油的运动黏度都规定了一个范围值。柴油运动黏度的测定按照 GB/T 265—1988《石油产品运动粘度测定法和动力粘度计算法》的规定进行。试验证明,柴油在 20℃ 的运动黏度约为 $5 \text{ mm}^2/\text{s}$,柴油在此条件下既能保证柴油流动性和精密耦合件的润滑要求,又能保证雾化质量和供油量。

3) 柴油的闪点和密度

闪点是石油产品在规定条件下加热,其蒸气与周围空气形成的混合气接触火焰发生瞬间闪火时的最低温度。闪点不仅是表示柴油蒸发性的指标,还是表示柴油使用安全性的指标。闪点低说明柴油中轻质馏分多,蒸发性好,但不能过低,以防止轻质馏分过多,蒸发过快,造成气缸压力突然上升而引起柴油机工作粗暴,且在使用中也不安全。

柴油的密度过大将使雾化质量差,不能形成良好的混合气,使燃烧条件变差,排气冒黑烟。柴油密度大意味着芳香烃含量多,将导致柴油机在工作中产生粗暴现象。

3. 柴油的燃烧性

柴油的燃烧性是指柴油在柴油机中的着火性能和防止柴油机产生工作粗暴现象的性能。

1) 柴油的燃烧过程

柴油的燃烧过程可分为着火延迟阶段、速燃阶段、缓燃阶段和补燃阶段四个阶段。

(1)着火延迟阶段。着火延迟阶段发生在压缩行程末,主要是为柴油的燃烧做一系列的物理准备和化学准备。其中,物理准备包括燃料的雾化、加热、蒸发、扩散、与空气混合等过程;化学准备主要是指柴油与高温、高压的空气接触发生化学反应,生成一定浓度的自燃点较低的过氧化物。在柴油机中,着火延迟阶段时间很短,但对整个燃烧过程影响很大。

(2)速燃阶段。速燃阶段发生在做功行程初、活塞靠近上止点附近,主要是把着火延迟阶段喷入气缸的燃料快速燃烧,使气缸中的压力快速升高,为活塞下行做功提供动力。在此阶段,由于气缸容积较小,燃烧速度极快,类似于等容燃烧,因而气缸内的压力升高很快。

(3)缓燃阶段。缓燃阶段发生在做功行程中活塞继续下行、气缸容积不断增大的情况下,是速燃阶段中未来得及燃烧的那部分燃料的继续燃烧阶段。为充分利用这部分燃料的燃烧热能,这部分燃料必须能快速完成燃烧,以保持气缸压力不变或稍有升高。

(4)补燃阶段。补燃阶段发生在做功行程末,是未来得及汽化的一小部分重质馏分的柴油继续汽化和最后燃烧阶段,但此时所放出的热量已不能被有效利用。为提高柴油机的燃油经济性,应尽量减少补燃烧阶段。

为保证柴油机良好工作,要求柴油的着火延迟阶段较短,使先期喷入气缸的柴油迅速完成燃烧前的准备,着火燃烧,然后逐步引燃随后进入气缸的燃料,使速燃阶段的气缸压力上升平稳、柴油机工作柔和,并使缓燃阶段的柴油快速燃烧。因此,柴油机对柴油的要求是具有较好的燃烧性能。若柴油燃烧性能较差,则柴油着火延迟阶段会变长,喷入气缸的柴油积存量过多,造成速燃阶段有过量的柴油同时燃烧,使气缸压力急剧升高,造成发动机运转不平稳,产生强烈的敲击声,这种不正常燃烧现象称为柴油机工作粗暴。柴油机工作粗暴会使曲柄连杆机构承受过大的冲击力,产生强烈的金属敲击声,加速零件的磨损和损坏,并使发动机功率下降、油耗增加。

燃烧性过好的柴油的自燃点若太低,则着火延迟阶段会过短,易使混合气来不及混合均匀就燃烧,导致燃料燃烧不完全,气缸产生的爆发压力下降,柴油机的输出功率下降。此外,燃料燃烧不完全还会导致排气冒黑烟、燃料消耗增大。同时,燃烧性过好的柴油,一般凝点过高、馏分较重,也不利于使用。

综上所述,柴油应具有适合的燃烧性能。

2) 柴油燃烧性的评价

柴油燃烧性的评价指标是十六烷值和十六烷指数。

柴油的十六烷值是表示压燃式发动机燃料燃烧性的一个约定数值。在规定条件下的标准发动机试验中,柴油的十六烷值通过与标准燃料进行比较来测定,采用与被测定燃料具有相同着火延迟阶段的标准燃料中正十六烷的体积百分数表示。十六烷值高的柴油,自燃点低,当柴油喷入燃烧室时,在高压、高温下容易形成高密度的过氧化物,成为着火中心,故着火延迟阶段短,速燃阶段压力升高率不大,柴油机不易产生工作粗暴。十六烷值低的柴油在工作过程中由于着火延迟阶段长,易产生工作粗暴。十六烷值除了影响柴油机工作粗暴以外,对柴油机的起动性也有一定影响。十六烷值的测定标准是 GB/T 386—2010《柴油十六烷值测定法》。

除了十六烷值以外,有时还用十六烷指数评定柴油的燃烧性。十六烷指数是表示柴油燃烧性能的一个计算值,是通过测定车用柴油的50%回收温度和密度利用经验公式计算得出的十六烷值,是一种在不做发动机试验的情况下估计柴油十六烷值的简单方法。

计算十六烷指数的经验公式如下:

$$\text{十六烷指数} = 431.29 - 1586.88\rho_{20} + 730.97\rho_{20}^2 + 12.392\rho_{20}^3 + 0.0515\rho_{20}^4 - 0.554B + 97.803(\lg B)^2$$

式中, ρ_{20} 为柴油在 20℃ 时的密度, g/cm³; B 为柴油的沸点,℃。

4. 柴油的安定性

柴油的安定性包括储存安定性和热安定性。储存安定性是指柴油在运输、储存和使用过程中保持外观、组成和使用性能不变的能力,热安定性是指柴油在柴油机的高温条件下和溶解氧的作用下发生变质的倾向。

储存安定性好的柴油在运输、储存和使用过程中外观颜色和实际胶质变化不大,基本上不生成不可溶的胶质和沉渣。储存安定性差的柴油颜色逐渐变深,实际胶质逐渐增多。使用储存安定性差的柴油,容易导致滤清器堵塞、喷油器孔黏结或堵死、活塞组零件表面上形成漆膜或积炭。

热安定性差的柴油在高温条件下易发生氧化变质生成胶质。汽车行驶时,油箱中的温度有时很高,尤其在炎热的夏季温度会更高,并且油箱中的油在汽车行驶过程中不断振荡,油中会卷入许多空气泡,增大了油与氧气接触的机会,加速了柴油的氧化过程,所以使用热安定性差的柴油,易在喷油器针阀上生成漆状沉积物,造成针阀黏滞,严重时导致供油中断;还易在燃烧室、气门、活塞环处生成积炭,加速柴油机的磨损。

柴油安定性的评价指标有色度、氧化安定性和 10% 蒸余物残炭。

5. 柴油的腐蚀性

柴油腐蚀性的评价指标有硫含量、酸度和铜片腐蚀量,有关试验测定与汽油相同,在此只强调硫和硫醇硫含量。

柴油中的硫含量较汽油中的硫含量高。我国柴油的品级主要是根据硫含量划分的。柴油中的硫不仅会增加柴油机机件的磨损,还会使柴油机的沉积物增加,加速机油的劣化变质。当使用硫含量高的柴油时,机油的性能级别要相应提高一级。

硫醇硫含量用其在柴油中所占的质量百分比表示。硫醇硫含量高会增加柴油机机件,特别是供给系统零件的磨损,并对人造橡胶构件造成不良影响。

6. 柴油的清洁性

柴油的清洁性主要有两个方面:柴油中不应含有机械杂质和水分,柴油燃烧不产生灰分。

(1) 柴油中的机械杂质和水分一般是在运输、储存和使用过程中受外界污染而混入的。机械杂质会增大柴油机燃油供给系统中精密零件的磨损,水分会加大有机酸对金属的腐蚀。因此,应严格限制它们在轻柴油中的含量,国家标准中规定轻柴油不允许有机械杂质,水分含量不大于 0.03%(体积分数)。

(2) 灰分是指柴油中不能燃烧的机械杂质和溶于其内的无机盐类和有机盐类经煅烧后的剩余物质。灰分沉积在燃烧室中会加快气缸壁与活塞环的磨损,所以应严格限制灰分在轻柴油中的含量,国家标准中规定灰分含量不大于 0.01%。

柴油中机械杂质的测定按 GB/T 511—2010《石油和石油产品及添加剂机械杂质测定

法》的规定进行,水分的测定按 GB/T 260—1977《石油产品水分测定法》的规定进行,灰分的测定按 GB 508—1985《石油产品灰分测定法》的规定进行。

二、柴油的牌号和规格

我国轻柴油质量标准为 DB 62/1467—2008《新型轻柴油》、GB 252—2015《普通柴油》,车用柴油标准为 GB 19147—2013《车用柴油(V)》。

GB 252—2015《普通柴油》为强制性国家标准,首次发布于 1964 年,进行了 7 次修订,自实施之日起替代 GB 252—2011。GB 252—2015《普通柴油》按照凝点将我国轻柴油分为 5 号、0 号、-10 号、-20 号、-35 号和 -50 号 6 种牌号。

GB 19147—2013《车用柴油(V)》由原来的推荐性国家标准修改为强制性标准,首次发布于 2013 年。虽然我国车用柴油的量只占轻柴油总量的 1/3,但和其他轻柴油均执行一个标准,难以单独提高车用柴油质量。车用柴油标准的公布和实施,一方面将有效降低柴油车引起的空气污染,另一方面也将促进柴油机生产企业产品的更新换代。GB 19147—2013《车用柴油(V)》按凝点将我国车用柴油分为 5 号、0 号、-10 号、-20 号、-35 号和 -50 号 6 种牌号。

三、柴油的选择与使用

1. 柴油的选择

车用柴油的选用主要考虑环境温度,并应遵循以下原则:

(1)根据柴油使用地区风险率为 10%的最低气温选用柴油牌号。风险率为 10%的最低气温应高于柴油的冷滤点。由于柴油的冷滤点一般高于凝点 3~6℃,因此,风险率为 10%的最低气温在数值上高于其牌号 3~6 个数即可满足选用要求。

各号柴油一般可按照下列情况选用:

- ①10 号柴油适合于有预热设备的高速柴油机使用。
- ②5 号柴油适合于风险率为 10%的最低气温 8℃以上的地区使用。
- ③0 号柴油适合于风险率为 10%的最低气温 4℃以上的地区使用。
- ④-10 号柴油适合于风险率为 10%的最低气温中-5℃以上的地区使用。
- ⑤-20 号柴油适合于风险率为 10%的最低气温中-14℃以上的地区使用。
- ⑥-35 号柴油适合于风险率为 10%的最低气温中-29℃以上的地区使用。
- ⑦-50 号柴油适合于风险率为 10%的最低气温中-44℃以上的地区使用。

(2)在气温允许的情况下尽量选用高牌号柴油。有些汽车使用者认为选用的牌号越低越安全,对车越有利,其实不然。首先,由于低牌号柴油凝点低,其炼制工艺复杂、生产成本高,因而其价格也比高牌号柴油贵;其次,由于柴油中凝点越低的成分燃烧性越差,使用时燃烧滞后期长,越容易发生工作粗暴。因此,选用牌号时在气温允许的情况下应尽量选用高牌号柴油,真正做到既经济又实用。

(3)注意季节气温变化对用油的影响。对于那些季节气温变化较大的地区,如黑龙江、内蒙古和新疆等,应特别注意季节气温变化对用油的影响,及时改变用油牌号。

2. 柴油的使用

车用柴油在使用过程中应注意以下几个事项:

- (1)不同牌号柴油可以掺兑使用,以将柴油凝点调整到合适的位置。

(2)不能在柴油中混入汽油,因为汽油的压燃性能差,可能会导致柴油机起动困难,甚至不能起动。

(3)柴油机低温起动时可以采取预热措施,也可以使用低温起动液,以提高柴油低温起动性。

(4)柴油加入油箱前,最好能经过沉淀和过滤,以尽可能去除杂质。

任务三 车用新能源

汽车在给人类社会不断带来财富、丰富社会生活的同时,也消耗了大量不可再生的石油资源,并对人类的生存环境造成严重污染。为了解决这一问题,人们在完善发动机燃烧系统、采用高性能的排放污染物净化装置、使用优质燃油的同时,也开始寻求清洁的新能源以替代或部分替代石油。

车用新能源的选择标准包括热值高,能量密度大,安全、无毒,污染低,价格便宜,来源广,制取容易,便于携带、储存等。

目前已开始小规模使用或正在开发的车用新能源包括电能、醇类燃料、天然气、液化石油气和氢能。

一、电能

电能是二次能源,可以采用绝大多数的一次能源(矿物燃料、水能、风能、核能、沼气能和太阳能等)生产。纯粹以电能驱动的汽车称为电动汽车,电动汽车是目前世界各国致力开发、最具发展前景的汽车。

与传统的汽车燃料相比,电能的特点如下:几乎无直接污染,噪声小;电源来源方式多,较易获取;结构简单,操控方便;比能低,续航里程短,动力性能较差。

受电能储存装置技术的限制,电动汽车尚未实现大批量的生产,但是作为过渡产品的混合动力(采用电机和内燃机双动力驱动)汽车技术已经日趋成熟,并有多款量产车型热销全球。相信不久的将来,随着各方面技术的不断完善,电动汽车必将成为汽车市场主流产品。

二、醇类燃料

醇类燃料主要包括甲醇和乙醇。目前,甲醇和乙醇作为汽车替代能源已被使用,在技术和成本方面已经达到实用阶段。醇类燃料的资源比较丰富,可从多种原料中进行提取。例如,甲醇可从天然气、煤、油页岩、重质燃料、木材和垃圾等物质中制取,乙醇可从甜菜、甘蔗、薯类和玉米等农作物中制取。

与汽油相比,醇类燃料的制取原料丰富、价格便宜,甲醇和乙醇均可以直接由植物发酵获得;辛烷值高,抗爆性能好,可以采用更高压缩比提高效率;单位质量的醇类燃料热值较低,但其最终形成的混合气可与汽油混合气的热值媲美;可燃界限宽,燃烧速度快,容易实现稀薄燃烧以降低排放污染;气化潜热大,易降低进气管温度,从而导致混合气雾化不良,发动机起动困难;易吸水,腐蚀性较强。

醇类燃料由于辛烷值高,因而是良好的汽油机替代燃料,但其着火性差,十六烷值比柴

油低很多,所以在柴油机上使用比较困难。目前,世界上有一定数量的汽车采用甲醇(乙醇)与汽油的混合燃料,甲醇汽油由于环保效果不理想,因而发展缓慢;乙醇汽油环保效果较好,但是成本较高,其原料农作物的生长占用土地资源。醇类燃料可以作为能源的一种补充,在某些国家和地区占有一定比例。

2001年我国制订了乙醇燃料发展计划,确定在吉林、河南和黑龙江三省设立燃料乙醇试点项目,并制定了《变性燃料乙醇》和《车用乙醇汽油》两项国家标准,开始推广含10%乙醇的车用乙醇汽油的混合燃料。《变性燃料乙醇》和《车用乙醇汽油》两项国家标准于2001年4月15日正式实施。其中,《车用乙醇汽油》于2004年进行了修订,标准编号是GB 18351—2004,2015年又进行了修订,现行标准编号为GB 18351—2015,标准名称为《车用乙醇汽油(E10)》,于2015年开始实施。

三、天然气

天然气是各种替代燃料中最早被广泛使用的一种。天然气汽车自20世纪30年代起就开始在意大利使用。目前,天然气汽车已受到各国政府的普遍重视。

天然气的主要成分是甲烷,甲烷占天然气体积分数的90%以上,其余则由乙烷、丙烷、丁烷等物质组成。天然气按照存在形式可划分为压缩天然气(CNG)和液化天然气(LNG)两种,目前国内外发展较快的是压缩天然气汽车。

与汽油相比,天然气的热值高;抗爆性能好,甲烷的研究法辛烷值高达130,便于采用更高压缩比提高效率;着火界限宽,容易实现稀薄燃烧以降低排放污染;着火温度高,火焰传播速度慢,需要较高点火能量。

从技术层面看,将天然气发展为汽车燃料,主要受限于以下几个方面:

(1)燃料加注便利性差。天然气在常态的自然环境下呈气态,所以充加天然气远比充加液体燃料复杂,需要技术含量极高的加气设备。

(2)安全性有待提高。由于汽车行驶环境比较复杂,因而保证在各种苛刻环境中储存气体燃料的气瓶都能拥有较高安全性始终是不可忽视的难题。

(3)汽车技术有待提高。气体燃料的性质决定相应发动机在混合气生成、燃烧方式和燃烧室结构方面需要进一步研发改进。

我国天然气汽车技术起步于20世纪50年代,但后来在石油产量暴增、压缩天然气关键技术问题受制约的背景下,发展几乎停滞。随着最近这些年我国经济的迅猛发展,能源紧张问题再次凸显,并且人们对环境保护的呼声日益高涨,同时考虑到我国具有较丰富的天然气资源,政府再次牵头,引领我国天然气汽车技术快速发展。

四、液化石油气

液化石油气(LPG)来源于石油开采过程中的石油气和炼油厂加工过程中的炼油气,这些油气在常温条件下经加压呈液态,可用高压罐储存。液化石油气是以3个或4个碳原子组成的烃类(以丙烷、丙烯、丁烷、丁烯为主)混合物。

与汽油相比,液化石油气的热值高;抗爆性能好,研究法辛烷值超过100,便于采用更高压缩比提高效率;更容易形成均匀混合气,燃烧也较安全,排放污染较低。

液化石油气在汽车上的使用形式与天然气类似,所以它们存在几乎相同的技术问题,如

加气站技术问题、气瓶技术问题、发动机结构与控制技术等问题等。

液化石油气在几种车用新能源中发展最快,欧美已有大量汽车使用液化石油气。迫于能源和环保压力,我国也加快了液化石油气技术的研发和推广速度,液化石油气汽车将是21世纪汽车的主流产品之一。

五、氢能

氢能的利用主要有两种形式:一种是通过燃料电池转化装置,将氢能转化为电能,然后由电机驱动汽车;另一种则是通过热机作用,将其化学能转变为机械能。第一种利用形式通常将其归入利用电能的范畴,而第二种利用形式将氢能原料称为氢燃料,即氢气。

与其他能源相比,氢气作为内燃机的替代燃料,其有两个非常突出的特点:首先,氢气可用水来制取,且氢气燃烧后又生成水,这种快速的资源循环,使得氢能源取之不尽、用之不竭,这决定氢气将在未来可耗尽资源消耗殆尽时起主导作用;其次,氢气是非常理想的清洁燃料。除此之外,它还具有以下几个特点:热值高,热效率高;辛烷值高,发动机工作效率高;制取氢气成本高;气态氢能量密度小,储运不方便,而液态氢技术难度高、成本高。

若使氢燃料动力汽车能推广使用,必须解决的问题如下:降低氢气制取成本;建立完善的氢气加注网络;改进氢气携带形态,保证安全高效。目前,氢气动力汽车尚处于研究探索阶段,比较成功的产品仅有宝马7系的氢动力汽车等极少数车型。

随着能源紧缺、环境污染问题日趋严重及科学技术的不断进步,氢燃料动力汽车发展前景非常光明,是未来汽车能源技术发展重要方向之一。



- (1) 车用汽油要求具有哪些使用性能? 各种性能的评定指标是什么?
- (2) 什么是辛烷值、马达法辛烷值、研究法辛烷值、抗爆指数?
- (3) 我国汽油牌号是如何划分的? 现有哪几种牌号?
- (4) 如何选用车用汽油? 使用时应注意哪些事项?
- (5) 车用柴油要求具有哪些使用性能?
- (6) 什么是车用柴油的十六烷值、凝点、冷滤点?
- (7) 我国现阶段轻柴油的牌号划分依据是什么? 如何正确选用?
- (8) 简述当前汽车主要代用燃料的品种和性能特点。



项目二

汽车润滑剂的合理使用

项目目标

- (1) 掌握机油的使用性能及其评价指标。
- (2) 掌握机油的牌号、选择原则及使用方法。
- (3) 掌握齿轮油的使用性能及其评价指标。
- (4) 掌握齿轮油的牌号、选择原则及使用方法。
- (5) 掌握润滑脂的性能指标、种类和选择方法。

任务一 发动机润滑油

发动机润滑油又称为机油,是由石油中的重油经精制加工并加入各种添加剂制成的。发动机润滑油的主要作用是润滑曲轴、连杆、活塞、气缸壁、凸轮轴和气门等摩擦部位。发动机润滑油是汽车润滑材料中用量最大、性能要求最高、品种规格繁多和工作条件异常苛刻的一种油品,在汽车润滑剂中处于重要地位。

一、发动机润滑油的工作环境

发动机润滑油在发动机中的工作环境非常苛刻,主要表现在以下几个方面:

1. 高温环境

润滑油在发动机中经常与高温机件接触,如气缸上部的平均温度为 $180\sim 270\text{ }^{\circ}\text{C}$,曲轴箱中的平均油温为 $85\sim 95\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

2. 金属及催化剂的影响

润滑油在发动机中的循环次数可达每小时 100 次以上,高温润滑油不断地与各种金属机件及空气接触,在金属的催化下与氧发生反应,老化变质。

3. 燃烧废气和燃料的侵蚀

发动机在工作中,燃烧的废气和未完全燃烧的混合气,在气缸密封不良时会窜入曲轴箱。

4. 其他杂质的污染

发动机在运转中,由于吸入空气时带入尘埃,机件磨损产生的金属屑及燃烧生成的积炭等都会进入润滑油,对润滑油造成严重污染。

二、发动机润滑油的作用

发动机润滑油有润滑、清洗冷却、密封、防腐防锈和缓冲减振 5 个作用。

1. 润滑

机油进入摩擦副后,就在摩擦面之间形成一层油膜,当配合副产生相对运动时,黏在它们表面的油膜随之移动,防止金属表面直接接触引起干摩擦,起到润滑的作用。油膜的强度和韧性是发挥润滑作用的关键。

2. 清洗冷却

机油中含有清除积炭的清净剂和分散剂,能够清洁金属表面,分散污垢,保持发动机内部清洁。当更换润滑油时,这些杂质随同机油一起排出,机油会呈现较黑的颜色。

3. 密封

机油可以在各配合件的间隙中形成油膜,保证了气缸的密封性,保持气缸压力及发动机的输出功率,并能阻止废气向下窜入曲轴箱。

4. 防腐防锈

机油中含有的缓蚀剂等物质是具有防锈性能的多效添加剂,这些添加剂在金属表面形成排列整齐的致密吸附层,有效地抵制了各种腐蚀物质的侵入。

5. 缓冲减振

适当黏度的机油可以吸收部分冲击能量,起到缓冲的作用。

三、发动机润滑油的主要使用性能

在工作过程中,发动机润滑油温度变化大、压力高,机件的相对运动速度快,工作条件非常苛刻,因而发动机润滑油容易老化变质。发动机润滑油变质后,发动机零件摩擦表面得不到良好的润滑,就会产生异常磨损或擦伤。为了保证发动机在复杂的环境中正常工作,使各运动系统得到正常润滑,保证发动机润滑油的作用,应该对发动机润滑油的使用性能提出严格的要求。

1. 黏度

液体在外力作用下移动时,液体分子间产生的内摩擦力称为黏度。通俗地说,黏度就是液体的稠稀程度。

黏度是发动机润滑油的主要性能指标,是润滑油分类的依据,也是选用润滑油的主要依据。

润滑油的黏度直接关系到发动机的起动性能、机件的磨损、燃料和油料的消耗及功率损失等。润滑油黏度过大或过小对发动机工作都会产生不利影响。因此,一方面要求发动机润滑油必须足够稀,以便能顺利进入运动零件之间的间隙;另一方面要求发动机润滑油足够稠,以便能承受一定的载荷。发动机润滑油太稀,不能形成油膜,失去润滑油润滑功能;发动

机润滑油太稠,则阻力太大,增加功率损失。

大多数润滑油根据黏度划分牌号,发动机油是按 100 °C 黏度划分,工业用油是按 40 °C 黏度划分,黏度是润滑油的重要理化指标,运动黏度测定仪如图 2-1 所示。流体动压润滑理论计算和实验证明,发动机使用的润滑油的 100 °C 运动黏度约为 100 mm²/s,黏度指数应在 90 以上。润滑油的黏度受温度的影响较大,所以在使用过程中,应考虑发动机润滑油的工作温度,以便选用适当黏度的品种。

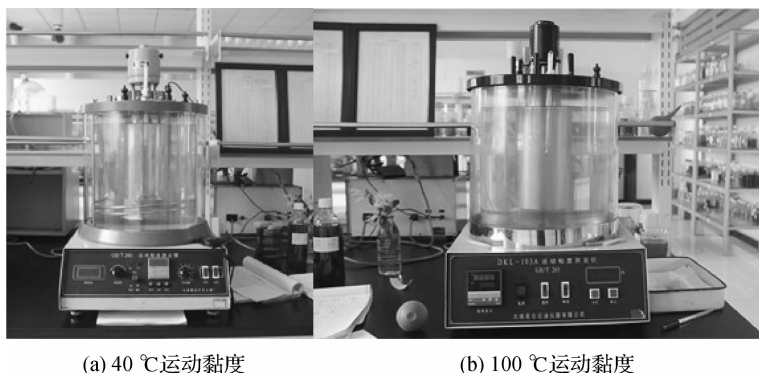


图 2-1 运动黏度测定仪

2. 黏温性

润滑油的黏温性是指润滑油的黏度随发动机温度变化而改变的特性,它是一项重要的指标。润滑油的黏度是随温度变化而变化的,温度升高,黏度变小,但黏度太小,润滑油膜容易破坏,密封作用不好,发动机润滑油消耗增加,同时还会导致发动机部件磨损;温度降低,黏度增大,流动性不好,使发动机发动以后不易形成油膜,摩擦金属表面长时间得不到充分润滑,使发动机零件磨损加剧。

润滑油在发动机润滑部位的工作温度差别很大。例如,当活塞环处温度为 205~300 °C 时,活塞裙部温度为 110~115 °C,主轴承处温度为 85~95 °C;在寒冷的冬季,如果将车停在室外,曲轴箱里的润滑油温度会降至与大气温度一样。由此可知,发动机要求润滑油在高温部件上工作时能保持一定的黏度,形成一定厚度的油膜,起到良好的润滑作用;在低温时,黏度不要变得太大,以免造成发动机冬季起动困难。

评定发动机润滑油黏温性的指标是黏度指数。将试油的黏温性与标准油的黏温性进行比较所得出的相对数值称为黏度指数(viscosity index, VI)。黏度指数与温度、运动黏度的关系如图 2-2 所示。将试油与在 100 °C 时试油黏度相同,但黏温性截然不同(高标准油 VI=100,低标准油 VI=0)的两种标准油对比,若试油在 40 °C 时的运动黏度越接近高标准油,则黏度指数越高。黏度指数可根据 GB/T 1995—1998《石油产品粘度指数算法》或 GB/T 2541—1981《石油产品粘度指数算表》计算。

对于黏度指数小于 100 的润滑油,黏度指数按下式计算:

$$VI = \frac{L - \mu}{L - H} \times 100$$

式中,VI 为黏度指数;L 为黏度指数是 0 的低标准油在 40 °C 的运动黏度(该种油在 100 °C 时的运动黏度与试油相同); μ 为试油在 40 °C 时的运动黏度;H 为黏度指数为 100 的高标准油

在 40 °C 时的运动黏度(该种油在 100 °C 时的运动黏度与试油相同)。

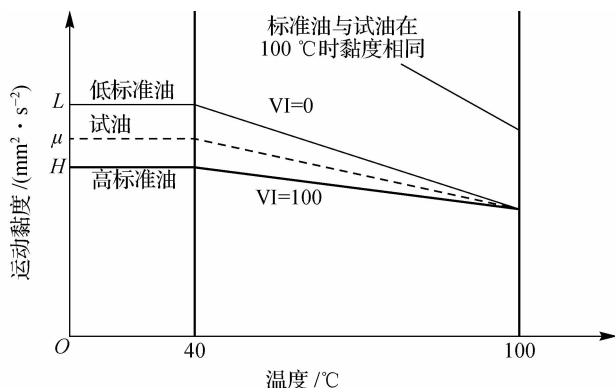


图 2-2 黏度指数与温度、运动黏度的关系

在基础油中加入黏度指数改进剂可提高油品的黏温性。用低黏度的基础油和黏度指数改进剂调配而成、具有良好的黏温性、能同时满足低高温使用要求的发动机油称为多黏度级发动机油,俗称稠化机油。

3. 低温操作性

发动机润滑油自身保证发动机润滑油在低温条件下容易冷起动和可靠地供给发动机润滑油的性能称为发动机润滑油的低温操作性。发动机润滑油应具有良好的低温操作性。

由于发动机润滑油的黏度随气温降低而增加,因而使得发动机随着起动温度的降低,转动曲轴的阻力矩增加,曲轴转速下降,从而造成发动机起动困难。此外,发动机润滑油黏度增加后,还会导致流动困难、供油不足,造成机件磨损严重。

发动机润滑油的低温操作性包括有利于低温起动和降低起动磨损两方面要求。发动机润滑油低温操作性主要评定指标有低温动力黏度、边界泵送温度和倾点等。

低温动力黏度也称为表观黏度。发动机润滑油在低温环境中,其黏度并非与温度成正比例关系,而在很大程度上与剪切速率有关。在不同剪切速率下,即使同一温度,润滑油黏度也不是常数。低温动力黏度是划分冬季用发动机润滑油黏度级号的依据之一。发动机润滑油低温动力黏度的测定按照 GB/T 6538—2010《发动机油表观黏度的测定(冷起动模拟机法)》的规定,可以采用图 2-3 所示的发动机油表观黏度全自动测定仪测定。



图 2-3 发动机油表观黏度全自动测定仪

边界泵送温度是指将发动机润滑油连续而充分地供给发动机机油泵入口的最低温度。边界泵送温度用于评价发动机起动过程中,油品能否顺利流到机油泵入口并提供足够压力的性能。边界泵送温度也是划分冬季用发动机润滑油黏度级号的依据之一。发动机润滑油边界泵送温度的测定按照 GB/T 9171—1988《发动机油边界泵送温度测定法》的规定,采用图 2-4 所示的发动机油边界泵送温度测定仪进行测定。

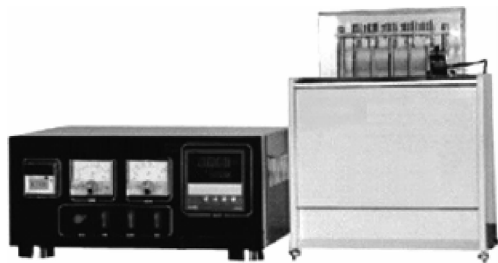


图 2-4 发动机油边界泵送温度测定仪

倾点是在规定冷却条件下试验时某种润滑油能够流动的最低温度。在相同试验条件下,同一润滑油的凝点比倾点略低。在现行发动机润滑油规格中,均采用倾点作为评定发动机润滑油低温操作性的指标之一。倾点的测定按照 GB/T 3535—2006《石油产品倾点测定法》的规定,采用图 2-5 所示的石油倾点测定仪进行测定。



图 2-5 石油倾点测定仪

4. 清净分散性

发动机润滑油抑制积炭、漆膜和油泥生成或将这些已经生成的沉积物冲入润滑油中予以清除的性能称为发动机润滑油的清净分散性。发动机润滑油应具有良好的清净分散性。

积炭是覆盖在气缸盖、火花塞、喷油器、活塞顶等高温区域、厚度较大的固体炭状物。积炭是燃烧不完全或是发动机润滑油窜入燃烧室在高温下分解的炭粒等物质在高温零件上沉积而形成的。漆膜是一种坚固具有光泽的漆状薄膜,主要产生在活塞环区和活塞裙部。漆膜主要是烃类在高温和金属催化作用下,经氧化、聚合生成的胶质、沥青质等高分子聚合物。在生成机理上,漆膜和积炭都属于高温沉积物。影响高温沉积物生成的因素一方面是发动机的设计和工作条件,另一方面是燃料和发动机润滑油的性质。若发动机冷却液和发动机润滑油温度高,燃料的馏分重,铅含量和硫含量大,则生成的积炭和漆膜较多。发动机润滑油重质馏分或添加剂的金属元素含量多,也会促进积炭和漆膜的生成。

油泥是一种比较稳定的油水乳状体与多种杂质的凝聚物。油泥属于低温沉积物。城市中行驶的汽车时停时开,发动机长时间处于低温条件下运行,易在油底壳中产生油泥。影响油泥生成的因素主要有发动机的操作条件和燃料、发动机润滑油的性质。由于油泥是在较低温度下形成的,因而冷却液和发动机润滑油温度越低,越容易生成油泥。当汽车处于时开时停或怠速时,发动机温度较低,燃烧后生成的水蒸气、CO、CO₂、NO_x、炭末及燃料的重质馏分等落入油底壳,加速了发动机润滑油的氧化并使之乳化,生成不溶物(油泥)。由此可知,曲轴箱窜气量越多,越容易生成油泥。

清净分散性能良好的润滑油能使积炭、漆膜和油泥这些沉积物悬浮在油中,通过机油滤清器将其过滤掉,从而减少发动机气缸壁、活塞及活塞环等部件上的沉积物,防止由于机件过热烧坏活塞环而引起气缸密封不严、发动机功率下降、油耗增加等故障。

发动机润滑油基础油本身是不具备清净分散性的,而是通过添加清净剂和分散剂获得的。现代发动机的性能逐渐强化,工作条件愈加苛刻。从一定意义上说,发动机机油使用性能高低取决于清净剂和分散剂的添加量与性能。

我国新的发动机润滑油分类中已废除了使用性能较低的发动机润滑油,所以发动机润滑油的清净分散性主要通过相应的发动机润滑油试验来评定。

5. 抗氧化安定性

发动机润滑油具有的良好的抗氧化能力称为抗氧化安定性。

在使用和储存过程中,润滑油一旦与空气接触,在适当条件下便会发生化学反应,产生酸类和胶质等氧化物,氧化物集聚在润滑油中会使润滑油颜色变暗、黏度增加、酸性增大,引起机件磨损,使发动机不能正常工作,还会加速润滑油老化变质。在高温时,氧化速度会加快。因此,要求润滑油具有良好的抗氧化能力,特别是在高温下的抗氧化能力。

现代润滑油主要通过三个方面来提高其抗氧化安定性能:改进炼制工艺,从润滑油中除去能产生漆膜的物质;加入抗氧化剂,阻止或延缓发动机部件的氧化过程;选用清净分散剂,在很大程度上减少胶质和漆状胶质在发动机部件上的沉积。

发动机油的抗氧化安定性通过相应的发动机试验来评定。

6. 抗腐蚀性

发动机润滑油抵抗腐蚀性物质对金属腐蚀的能力称为抗腐蚀性。发动机润滑油应具有良好的抗腐蚀性。

发动机润滑油在使用过程中不可避免地被氧化而生成各种有机酸,这些有机酸将对金属产生腐蚀作用。金属先与氧化产物作用,生成金属氧化物,金属氧化物与有机酸反应生成金属盐。特别是高速柴油机使用的铜铅、银镉轴承,抗腐蚀性差,在发动机润滑油中即使只有微量的酸性物质也会引起严重腐蚀,使轴承出现斑点、麻坑,甚至使整块金属剥落。

提高发动机润滑油抗腐蚀性的途径是提高发动机润滑油的精制等级,减小酸值,添加抗氧抗腐剂。

评定发动机润滑油抗腐蚀性的指标是中和值或酸值,可通过相应的发动机试验来评定。中和 1 g 试验用某种润滑油中含有的酸性或碱性组分所需的碱量称为中和值。中和值的测定按照 GB/T 7304—2014《石油产品酸值的测定(电位滴定法)》的规定,可采用图 2-6 所示的电位滴定仪进行测定。

7. 抗泡沫性

发动机润滑油的抗泡沫性是指发动机润滑油消除泡沫的性质。发动机润滑油应具有良好的抗泡沫性。

发动机工作时,润滑油会受到发动机动力所产生的不同方向的剪切、搅动作用力,容易使空气进入润滑油中并形成气泡。过多的气泡会严重影响发动机正常工作:降低润滑油的密封作用;破坏润滑油膜的完整性,减弱油膜强度;加快油品氧化变质的速度;在负压作用下,阻碍润滑油在发动机的润滑油路中传送,使供油不足,加剧发动机磨损。

发动机润滑油抗泡沫性的主要评定指标是泡沫性。泡沫性是指油品生成泡沫的倾向和生成泡沫的稳定性能。泡沫性的测定按照 GB/T 12579—2002《润滑油泡沫特性测定法》的规定,采用图 2-7 所示的润滑油泡沫特性测定器进行测定。



图 2-6 电位滴定仪



图 2-7 润滑油泡沫特性测定器

四、发动机润滑油的构成

发动机润滑油主要由基础油和添加剂组成。

1. 基础油

基础油是润滑油中的重要组成部分,它是添加剂的载体,润滑油的润滑性取决于基础油的润滑质,所以正确选择基础油是非常重要的。市场上常见发动机润滑油产品的基础油通常分为以下几类:

1) 矿物油

矿物油可以使用传统溶剂精炼矿物油或通过加氢裂解矿物油的方法获取。矿物油是从原油中提炼的。从原油中先提炼出油气、汽油、柴油、煤油和重油,然后提炼出矿物油,最后留底的是沥青。矿物油的颜色是透明微带浅琥珀色。有的矿物油是在废机油回收过滤之后经过蒸馏氯化重制的,价格非常低,颜色呈深棕琥珀色。

矿物油如图 2-8 所示,其价格最低,较容易氧化,使用寿命短,2 500~5 000 km 或 3 个月(以先到者为准)就要更换,跑长途的汽车换油里程可稍长,但常跑市区的汽车最好缩短换油周期。

2) 全合成油

全合成油是将来自原油中的瓦斯气或天然气所分散出来的乙烯和丙烯等经聚合、催化等繁复的化学反应,炼制成主要由大分子组成的基础液。因为全合成油使用的是原油中较

好的成分,其化学反应在严格的控制下达到预期的分子形态,其润滑性、黏温性、抗氧化性等都比矿物油强,其颜色与矿物油相似,为澄清微带浅琥珀色。

全合成油如图 2-9 所示,其提炼成本高,但抗氧化性好,使用寿命较长,能够使用 5 000~10 000 km或 6 个月。



图 2-8 矿物油



图 2-9 全合成油

3) 半合成油

半合成油的主要成分仍为矿物油(有些加入了少量的合成油),但采用了全合成油的技术生产。这样不仅大幅度降低了生产成本,还在一定程度上保持了合成油的特性。

2. 添加剂

添加剂用来改善机油物理化学性能,主要有两大类:一类用来改善机油物理性能,如黏度指数改进剂和抗磨添加剂等;另一类用来改善机油化学性能,如清净分散剂(占添加剂一半以上)、抗氧化剂和防腐防锈添加剂等。

常用添加剂及其作用如下:

(1) 清净分散剂。清净分散剂的作用是增溶、分散、酸中和与吸附。

(2) 抗氧化剂。抗氧化剂的作用是抑制油品的氧化过程,钝化金属对氧化的催化作用,延长油品使用期,保护机器。

(3) 降凝剂。降凝剂的作用是降低油品的凝点,使油品在低温时保持良好的流动性,提高发动机的低温起动性能。

(4) 黏度指数改进剂。黏度指数改进剂可以增加油品的黏度,特别是能满足油品的低温使用性能要求。

(5) 油性剂和极压剂。油性剂和极压剂能与金属表面起化学反应生成化学反应膜,防止金属表面的磨损、擦伤和熔焊。

(6) 防锈剂。防锈剂在金属表面形成吸附性保护层,防止腐蚀介质与金属接触,起到防锈作用。

(7) 抗泡沫剂。抗泡沫剂抑制泡沫的产生,以免形成安定的泡沫,它能吸附在泡膜上,形成不安定的膜,从而达到破坏泡沫的作用。

(8) 抗乳化剂。抗乳化剂可以改变油、水界面的张力,使油水分离,达到改善油品的抗乳化性能的作用。

五、发动机润滑油的分类和规格

我国发动机润滑油按发动机的类型分为汽油机润滑油(汽油机油)和柴油机润滑油(柴油机油)两类,每类润滑油又按其使用性能和黏度分成若干等级。国际上广泛采用美国汽车工程师协会(Society Of Automotive Engineers,SAE)黏度分类法和美国石油协会(American Petroleum Institute,API)使用性能分类法。

1. 发动机润滑油的分类

1) 按照黏度分类

黏度等级就是以一定温度下的黏度范围来划分的内燃机润滑油的牌号。

1911年,美国汽车工程师协会制定了发动机润滑油黏度分类法,曾几次修改,目前执行的是 SAE J300—2000《发动机润滑油黏度分类》。该标准采用冬季用油(含字母 W)和夏季用油(不含字母 W)两组系列黏度等级号划分,前者以最大低温黏度、最高边界泵送温度和 100℃ 时的最小运动黏度划分,后者仅以 100℃ 时的运动黏度划分。

参照美国汽车工程师协会 SAE J300—2000《发动机润滑油黏度分类》的标准,我国制定了国家标准 GB/T 14906—1994《内燃机油黏度分类》,将润滑油分为冬季用油(W 级)和非冬季用油,见表 2-1。冬季用油按低温黏度、低温泵送性划分,共有 0W、5W、10W、15W、20W 和 25W 六个等级。等级号越小,其低温黏度越小,低温流动性越好,所能适应的温度越低。非冬季用油按 100℃ 时的运动黏度分级,共有 20W、30W、40W、50W 和 60W 五个等级。它的等级号越大,黏度越大,适应的温度越高。

表 2-1 我国内燃机油的黏度分类(GB/T 14906—1994)

黏度等级/W (SAE)	低温黏度/(MPa·s) (不大于)	边界泵送温度/℃ (不高于)	100℃ 时的运动黏度/(mm ² ·s ⁻¹)	
			不低于	不高于
0	3 250(-30℃)	-35	3.8	—
5	3 500(-25℃)	-30	3.8	—
10	3 500(-20℃)	-25	4.1	—
15	3 500(-15℃)	-20	5.6	—
20	4 500(-10℃)	-15	5.6	—
25	6 000(-5℃)	-10	9.3	—
20	—	—	5.6	<9.3
30	—	—	9.3	<12.5

按 SAE 黏度分类的发动机润滑油,还有单级润滑油和多级润滑油之分。上面 11 种等级的油品均为单级润滑油,有着明显的区域性和季节的限制,只能满足在低温或高温条件下使用。为了增加润滑油对季节和气温的适应范围,还规定了多级润滑油的黏度等级,如 5W/20、5W/30、10W/30、20W/40 等。多级润滑油在油中添加了黏度指数改进剂,能同时满足某一 W 级和非 W 级的黏度要求,有较宽的温度使用范围。例如,5W/30 这种油在低温使用时符合 SAE 5W 黏度级,在 100℃ 时运动黏度符合 SAE 30W 黏度级,由此可见多级润滑油可以四季通用。市面上常用的几种发动机润滑油如图 2-10 所示。



图 2-10 市面上常用的几种发动机润滑油

2) 按照质量等级分类

1930 年以后,发动机由于功率增大、体积减小、结构趋于紧凑、热负荷增加,屡屡出现黏环、铜铅合金轴承腐蚀、机油迅速变质等与润滑油性能有关的故障。为解决这些问题,人们开始发展各种添加剂来提高机油的使用性能。

发动机润滑油 API 使用性能分类开始于 1947 年,当时只将发动机润滑油分为普通、优质和重负荷三个级别。1970 年,美国石油协会、美国汽车工程师协会和美国材料试验协会(American Society For Testing And Materials, ASTM)共同提出了发动机润滑油的使用性能必须通过规定的发动机试验来确定,即 API 使用性能分类法。

后来经过多次修订、补充,根据油品的性能和使用场合不同,把机油分为 S 系列和 C 系列。S 系列是汽油机系列(service station classification),迄今有 SA、SB、SC、SD、SE、SF、SG、SH、GF-1、SJ、GF-2、SL 和 GF-3 等级别;C 系列是柴油机系列(commercial classification),迄今有 CA、CB、CC、CD、CE、CF-4、CH-4 和 CI-4 等级别。各个级别机油的性能特点、适用场合及试验方法和标准均有许多详细的规定,此分类法也称为质量分类法或性能分类法。

参照国际通用的 API 分类法,我国国家标准 GB/T 28772—2012《内燃机油分类》将发动机润滑油分为汽油机油系列(S 系列)和柴油机油系列(C 系列)两类,每个系列按油品特性和使用场合的不同又分为若干等级。汽油机油系列共有 SE、SF、SG 等八个等级,柴油机油共有 CC、CD、CF 等九个等级,同时还废除了 SA、SB、SC、SD 和 CA、CB、CD- II、CE 八个等级。各类润滑油油品等级号越靠后,其使用性能越好。我国润滑油品种代号、特性和使用场合见表 2-2。

表 2-2 我国润滑油品种代号、特性和使用场合

应用范围	品种代号	特性和使用场合
汽油机 润滑油	SE	用于轿车和某些货车的汽油机,以及要求使用 API SE、SD 级润滑油的汽油机。SE 级润滑油的抗氧化性能及控制汽油机高温沉积物、锈蚀和腐蚀的性能优于 SD 或 SC 级润滑油
	SF	用于轿车和某些货车的汽油机,以及要求使用 API SF、SE 级润滑油的汽油机。SF 级润滑油的抗氧化和抗磨损性能优于 SE 级润滑油,还具有控制汽油机沉积、锈蚀和腐蚀的性能,并可代替 SE 级润滑油

续表

应用范围	品种代号	特性和使用场合
汽油机 润滑油	SG	用于轿车、货车和轻型卡车的汽油机,以及要求使用 API SG 级润滑油的汽油机。SG 级润滑油的质量还包括 CC(CD)级润滑油的使用性能。此种油品改进了 SF 级润滑油控制发动机沉积物、磨损和油的氧化性能,同时具有抗锈蚀和抗腐蚀的性能,可代替 SF、SF/CD、SE 或 SE/CC 级润滑油
	SH、GF-1	用于轿车和轻型卡车的汽油机,以及要求使用 API SH 级润滑油的汽油机。此种油品在控制发动机沉积物、油的氧化、磨损、锈蚀和腐蚀等方面的性能优于 SG 级润滑油,并可代替 SG 级润滑油。 GF-1 级润滑油与 SH 级润滑油相比,增加了对燃料经济性的要求
	SJ、GF-2	用于轿车、运动型多用途汽车、货车和轻型卡车的汽油机,以及要求使用 API SJ 级润滑油的汽油机。此种油品在挥发性、过滤性、高温泡沫性和高温沉积物控制方面的性能优于 SH 级润滑油。SJ 级润滑油可替代 SH 级润滑油,并可在 SH 级润滑油以前的 S 系列等级中使用。 GF-2 级润滑油与 SJ 级润滑油相比,增加了对燃料经济性的要求,GF-2 级润滑油可替代 GF-1 级润滑油
	SL、GF-3	用于轿车、运动型多用途汽车、货车和轻型卡车的汽油机,以及要求使用 API SL 级润滑油的汽油机。此种油品在挥发性、过滤性、高温泡沫性和高温沉积物控制方面的性能优于 SJ 级润滑油。SL 级润滑油可替代 SJ 级润滑油,并可在 SJ 级润滑油以前的 S 系列等级中使用。 GF-3 级润滑油与 SL 级润滑油相比,增加了对燃料经济性的要求,GF-3 级润滑油可替代 GF-2 级润滑油
	SM、GF-4	用于轿车、运动型多用途汽车、货车和轻型卡车的汽油机,以及要求使用 API SM 级润滑油的汽油机。此种油品在高温氧化和清净性、高温磨损性能及高温沉积物控制等方面的性能优于 SL 级润滑油。SM 级润滑油可替代 SL 级润滑油,并可在 SL 级润滑油以前的 S 系列等级中使用。 GF-4 级润滑油与 SM 级润滑油相比,增加了对燃料经济性的要求,GF-4 级润滑油可替代 GF-3 级润滑油
	SN、GF-5	用于轿车、运动型多用途汽车、货车和轻型卡车的汽油机,以及要求使用 API SN 级润滑油的汽油机。此种油品在高温氧化和清净性、低温油泥及高温沉积物控制等方面的性能优于 SM 级润滑油。SN 级润滑油可替代 SM 级润滑油,并可在 SM 级润滑油以前的 S 系列等级中使用。 对于资源节约型 SN 级润滑油,除具有上述性能以外,还强调燃料经济性、对排放系统和涡轮增压器的保护,以及与含乙醇最高达 85% 的燃料的兼容性能。 GF-5 级润滑油与资源节约型 SN 级润滑油相比,性能基本一致,GF-5 级润滑油可替代 GF-4 级润滑油
柴油机 润滑油	CC	用于在中、重负荷下运行的自然吸气、涡轮增压和机械增压式柴油机及一些重负荷汽油机。对于柴油机,CC 级润滑油具有控制高温沉积物和轴瓦腐蚀的性能;对于汽油机,CC 级润滑油具有控制锈蚀、腐蚀和高温沉积物的性能

续表

应用范围	品种代号	特性和使用场合
柴油机 润滑油	CD	用于需要高效控制磨损及沉积物或使用包括高硫燃料自然吸气、涡轮增压和机械增压柴油机,及要求使用 API CD 级润滑油的柴油机,具有控制轴承腐蚀和高温沉积物的性能,并可替代 CC 级润滑油
	CF	用于非道路间接喷射式柴油发动机和其他柴油发动机,也可用于需有效控制活塞沉积物、磨损和含铜轴瓦腐蚀的自然吸气、涡轮增压和机械增压式柴油机。该种油品能够使用硫的质量分数大于 0.5% 的高含硫柴油燃料,并可代替 CD 级润滑油
	CF-2	用于需高效控制气缸、环表面胶合和沉积物的二冲程柴油发动机,并可代替 CD-II 级润滑油
	CF-4	用于高速四冲程柴油机及要求使用 API CF-4 级润滑油的柴油机,在油耗和活塞沉积物控制方面,其性能优于 CE 级润滑油并可代替 CE 级润滑油。此种油品特别适用于在高速公路行驶的重负荷卡车
	CG-4	用于可在高速公路和非道路使用的高速、四冲程柴油发动机。能够使用硫的质量分数小于 0.05%~0.5% 的柴油燃料。此种油品可有效控制高温活塞沉积物、磨损、腐蚀、泡沫、氧化和烟炭的累积,并可代替 CF-4、CE、CD 和 CC 级润滑油
	CH-4	用于高速、四冲程柴油机。能够使用硫的质量分数不大于 0.5% 的柴油燃料。即使在不利的应用场合,此种油品也可凭借其在磨损控制、高温稳定性和烟炭控制方面的特性有效地保持发动机的耐久性;对于非铁金属的腐蚀、氧化和不溶物的增稠、泡沫性及剪切所造成的黏度损失可提供最佳的保护。其性能优于 CG-4 级润滑油,并可代替 CG-4、CF-4、CE、CD 和 CC 级润滑油
	CI-4	用于高速、四冲程柴油机。能够使用硫的质量分数不大于 0.5% 的柴油燃料。此种油品在装有废气再循环装置的系统里使用可保持发动机的耐久性。对于腐蚀性和与烟炭有关的磨损倾向、活塞沉积物及烟炭累积所引起的黏温性变差、氧化增稠、机油消耗、泡沫性、密封材料的适应性降低和剪切所造成的黏度损失可提供最佳的保护。CI-4 级润滑油的性能优于 CH-4 级润滑油,并可代替 CH-4、CG-4、CF-4、CE、CD 和 CC 级润滑油
	CJ-4	用于高速、四冲程柴油机。能够使用硫的质量分数不大于 0.5% 的柴油燃料。对于使用废气后处理系统的发动机,如使用硫的质量分数大于 0.001 5% 的燃料,可能会影响废气后处理系统的耐久性和机油的换油期。此种油品在装有微粒过滤器和其他后处理系统里使用可有效保护排放控制系统的耐久性。CJ-4 级润滑油可对催化剂中毒的控制、微粒过滤器的堵塞、发动机磨损、活塞沉积物、高低温稳定性、烟炭处理特性、氧化增稠、泡沫性和由于剪切所造成的黏度损失提供最佳的保护。CJ-4 级润滑油的性能优于 CI-4,并可代替 CI-4、CH-4、CG-4、CF-4、CE、CD 和 CC 级润滑油

续表

应用范围	品种代号	特性和使用场合
农用柴油机油		用于以单缸柴油机为动力的三轮汽车(原三轮农用运输车)、手扶变型运输机和小型拖拉机,还可用于其他以单缸柴油机为动力的小型农机具,如抽水机、发电机等。农用柴油机油具有一定的抗氧、抗磨性能和清净分散性能

2. 发动机润滑油的规格

在我国现行的有关标准中,GB 11121—2006《汽油机油》规定了 SE、SF、SG、SH、GF-1、SJ、GF-2、SL 和 GF-3 九个级别的汽油机油规格,还规定了 CC、CD、CE、CF-4、CH-4 和 CI-4 六个级别的柴油机油规格。

发动机润滑油的产品命名是由品种(质量等级)和牌号(黏度等级)两部分构成的,每个特定品种都附有规定的牌号。发动机润滑油牌号示例如图 2-11 所示。国产发动机润滑油的品种与牌号见表 2-3,所有产品按统一的方法命名。例如,SC30 是指使用等级为 SC 级,黏度等级为 30 的汽油机油;SE/CC 30 则为汽油机/柴油机通用油,符合 SE 级汽油机油和 CC 级柴油机油的使用性能,黏度等级为 30。CC 10W/30 为多级柴油机油,SF/CD 5W/30 为多级汽油机和柴油机通用油。



图 2-11 发动机润滑油牌号示例

表 2-3 国产发动机润滑油的品种与牌号

品种代号	牌 号									
SC	5W/20	10W/30	15W/40	30	40					
SD(SE/CC)	5W/30	10W/30	15W/40	30	40					
SE(SE/CC)	5W/30	10W/30	15W/40	20W/20	30	40				
SF(SF/CD)	5W/30	10W/30	15W/40	30	40					
CC	5W/30	5W/40	10W/30	10W/40	15W/40	20W/40	30	40	50	
CD	5W/30	5W/40	10W/30	10W/40	15W/40	20W/40	30	40		

六、发动机润滑油的选择

发动机润滑油的选择直接影响发动机使用性能的发挥,影响发动机工作状态和发动机

主要零部件的磨损及其使用寿命,特别是现代高速发动机,由于转速加快,使发动机的工作条件更加苛刻。因此,正确选用润滑油是至关重要的。若润滑油选用得当,则发动机的动力性、经济性及其使用寿命会得到保障。否则,既不能满足发动机使用要求,还会造成发动机过早损坏。

1. 根据发动机工作条件的苛刻程度选用润滑油质量等级

汽油发动机与柴油发动机的工作条件不同,所使用的润滑油也不同。选用发动机润滑油时,应严格按照说明书的规定选用。若无说明书,则可根据发动机性能和使用地区的气温情况,兼顾质量等级与黏度等级两个方面。

1) 汽油机润滑油质量等级的合理选用

汽油机润滑油质量等级应根据发动机的压缩比及附加装置选用,汽油机压缩比越大,热负荷和机械负荷越大,对润滑油要求越高。汽油机油的选用原则见表 2-4。汽油机工作条件的苛刻程度与发动机进气、排气系统中有无附加装置及类型有关。

表 2-4 汽油机油的选用原则

压缩比	发动机附加装置	质量等级	说明
<7		SC	
7~8	PVC 阀(曲轴箱强制换气)	SD	
8~10	EGR 装置(废气循环)	SE	
>10	EGR 装置、废气催化转化器	SF、SG	无铅汽油
>10	涡轮增压装置、废气催化转化器	SF/CC、SG/CD、SH 及以上	无铅汽油

2) 柴油机油的合理选用

柴油机的热负荷和机械负荷是影响润滑油质量变化的主要因素。柴油机负荷越大,工作温度越高,工作强度越大,要求其使用的柴油机油的质量越高。柴油机的热负荷和机械负荷用强化系数 K 表示,其公式为

$$K = P_e C_m Z$$

式中, K 为柴油发动机的强化系数; P_e 为气缸平均有效压力,MPa; C_m 为活塞平均速度,m/s; Z 为冲程系数(四冲程为 0.5,二冲程为 1.0)。

选择柴油机油的质量等级时,可按发动机的强化系数来决定。强化系数为 30~50 时,可选用 CC 级柴油机油;强化系数为 50~80 时,可选用 CD 级柴油机油;强化系数为 80 以上时,可选用 CE 级柴油机油;对于大型载重车,应选用 CF-4 级柴油机油。

2. 根据季节、气温、工况和发动机技术特性选用黏度等级

黏度是内燃机油的重要指标,在确定了润滑油的质量等级后,还应选择合适的黏度。黏度过大或过小都会引起能源浪费、磨损增加。

1) 根据使用地区季节和气温选用黏度等级

润滑油黏度等级的选用首先应根据发动机工作的环境温度来决定。冬季寒冷地区应选用黏度小的单级或多级润滑油,以保证发动机在低温条件下容易起动;夏季或全年气温较高的地区应选用黏度较大一些的润滑油,以保证汽车在热状态下能维持足够的黏度。黏度等级与适用环境温度范围的参考值见表 2-5。

表 2-5 黏度等级与适用环境温度范围的参考值

黏度等级	适用环境温度/℃	黏度等级	适用环境温度/℃
5W	-50~-30	5W/20	-30~25
10W	-25~-5	10W/30	-25~30
20	-10~30	10W/40	-25~40
30	0~30	15W/40	-20~40
40	10~50	20W/40	-15~40

2) 根据工况选择润滑油的黏度等级

发动机在重载、低速和高温工况下应选用黏度较大一些的润滑油,发动机在轻载、高速工况下应选用黏度小的润滑油。

3) 根据发动机的技术性能特性选择黏度等级

新发动机应选用黏度相对较小的润滑油,以保证在走合期内正常磨合;使用较久、磨损较大的发动机,则应选用黏度相对较大的润滑油,以维持所需的润滑油压力,保证正常润滑。

七、发动机润滑油的使用

1. 发动机润滑油使用中的注意事项

在对发动机润滑油做出合理选择后,必须依据规定对其加以正确使用。为此,在使用中应注意以下几个方面:

(1) 保持正常油位,注意经常检查。正常油位一般应位于 1/2 刻度标志到满刻度标志之间,不可过多或过少。油位过高容易被搅拌产生泡沫,且对尾气净化装置有害;油位过低容易造成油路中润滑油流动不连续。

使用中还要注意润滑油颜色、气味的变化,有条件者可以定期检查润滑油的各项性能指标,一旦发现颜色、气味及性能指标有较大变化,应及时更换。

(2) 换油时,应采用热机放油方法。油温高时,不但旧油容易从换油孔中流出,而且油中杂质被悬浮、分散,易跟随旧油一起排出发动机。

(3) 定期检查、清洗发动机润滑油滤清器,清理油底壳中的脏杂物。发动机润滑油很重要的一个作用就是通过循环流动将发动机工作过程中产生的各种杂质带走。这些杂质在润滑油循环过程中会被滤清器阻隔而停留在其内部。因此,要定期检查、清洗发动机润滑油滤清器,清理油底壳中的脏杂物,避免油路堵塞。

(4) 换油的同时更换滤芯。换油的同时必须更换滤芯,若每次没有同时更换滤清器,则无法及时清理油路中的杂质。

(5) 避免不同牌号的发动机润滑油混用。不同品牌、不同牌号的发动机润滑油不可混用,因为每种润滑油中加入的各种添加剂可能不一样,混用会导致其化学成分变质。

(6) 选购时,应尽可能地购买有影响、知名度的正规厂家的发动机润滑油,要特别注意辨别真假,确保润滑油的品质。

2. 发动机润滑油使用中存在的主要问题

发动机润滑油使用中存在的主要问题,可归纳为“八忌”。

(1) 忌选用黏度偏高的润滑油。

(2) 忌随意选择代用品。

- (3)忌使用中只添不换。
- (4)忌把润滑油颜色变黑作为更换润滑油的主要依据。
- (5)忌加注润滑油过多。
- (6)忌不了解发动机的结构特点而随意选择润滑油。
- (7)忌润滑油储存或使用中混入水分。
- (8)忌选用劣质冒牌润滑油。

八、发动机润滑油的更换

发动机润滑油在使用过程中,由于添加剂的消耗,发动机油本身在高温下的氧化,燃烧产物的影响,外部尘埃、水分等的混入,使发动机润滑油劣化变质。

发动机润滑油劣化变质后,沉积物增多,润滑性能下降,使零件增加腐蚀和磨损。因此,应适时更换在用发动机润滑油。

发动机润滑油的更换依据以下三条原则:一是根据车辆的行驶里程(发动机润滑油的工作时间)确定,称为定期换油;二是根据发动机润滑油的使用性能降低程度确定,称为按质换油;三是采用在发动机润滑油油质监测下的定期换油。

1. 定期换油

定期换油就是按行驶里程或使用时间对发动机润滑油使用性能变化的影响规律来换油。换油期依据发动机润滑油使用性能变化的影响规律来确定。换油期与发动机润滑油使用性能级别、发动机技术状况和运行条件有关。

德国大众汽车的换油里程为 7 500~10 000 km,但随着发动机制造技术的不断提高,德国一些汽车公司生产的最新一代轿车换油里程已经提高到 30 000 km。国内生产的多数轿车的换油里程是 7 000 km。影响换油里程的因素有以下两个:

- (1)低气温条件下要勤换油,车辆如果在气温低于-20℃的地区行驶应缩短换油里程。
- (2)连续在多尘地区行驶,即使使用高品质的润滑油,也应每 5 000 km 更换一次发动机润滑油。

部分汽油发动机润滑油的参考换油里程或周期见表 2-6。

表 2-6 部分汽油发动机润滑油的参考换油里程或周期

汽车型号	参考换油里程或周期
北京切诺基	0.6×10^4 km
富康	0.75×10^4 km
奥迪	0.75×10^4 km
捷达	0.75×10^4 km
皇冠(CROWN)3.0	0.75×10^4 km 或 6 个月
雷克萨斯(LEXUS)LS400	0.75×10^4 km 或 6 个月
凯迪拉克(CADILAC)	0.5×10^4 km 或 6 个月
雪佛兰(CHEVROLET)	0.5×10^4 km 或 6 个月
奔驰(BENZ)560	0.75×10^4 km 或 6 个月
南京依维柯 8140.27S	0.7×10^4 km 或 6 个月

柴油发动机润滑油的参考换油里程或周期见表 2-7。

表 2-7 柴油发动机润滑油的参考换油里程或周期

车辆或机型	柴油机型号	强化系数	使用油品	使用条件	参考换油里程或周期
黄河 JN1172	X6130	3.9	CC	3,4 级路面	$(1.2 \sim 1.5) \times 10^4$ km
黄河 JN162	6130Q	3.9	CC	3,4 级路面	$(1.2 \sim 1.5) \times 10^4$ km
黄河 JN1173	6100A	4.2	CC	3,4 级路面	2×10^4 km
黄河 JN163	DA-120	3.9	CC	3,4 级路面	$(0.8 \sim 1) \times 10^4$ km
解放 CA15K	4BD1	4.4	CC	3,4 级路面	$(0.8 \sim 1) \times 10^4$ km
黄海 DD6112NA	X6130	3.9	SD/CC、SE/CC	3,4 级路面	1.2
太脱拉 T815-2	T3A-930-60	4.0	SF/CC	3,4 级路面	1×10^4 km
金龙 XMQ6100	6BT5.9	4.8	SF/CC	3,4 级路面	0.5×10^4 km

2. 按质换油

按质换油是依据对能够反映在用发动机润滑油质量的一些有代表性理化指标的测试评定来做出是否换油的决定。在用发动机润滑油中有一项指标达到换油指标时应更换新油。现行的在用发动机润滑油换油指标国家标准有 GB/T 8028—2010《汽油机油换油指标》和 GB/T 7607—2010《柴油机油换油指标》。GB/T 8028—2010《汽油机油换油指标》的换油指标和试验方法见表 2-8。

表 2-8 GB/T 8028—2010《汽油机油换油指标》的换油指标和试验方法

项 目	换油指标		试验方法	
	SE、SF	SG、SH、SJ(SJ/GF-2)、 SL(SL/GF-3)		
100 °C 时运动黏度变化率	>	25%	20%	GB/T 265 或 GB/T 11137 和本标准的 3.2
闪点(开口)	<	100 °C		GB/T 261
(碱值-酸值)(以 KOH 计)	>	—	0.5 mg/g	SH/T 0251 GB/T 7304
燃油稀释(质量分数)	>	—	5.0%	SH/T 0474
酸值(以 KOH 计) 增加值	>	2.0 mg/g		GB/T 7304
正戊烷不溶物(质量分数)	>	1.5%		GB/T 8926B
水分(质量分数)	>	0.2%		GB/T 260
铁含量	>	150 μg/g	70 μg/g	GB/T 17476 SH/T 0077 ASTM D 6595

续表

项 目	换油指标		试验方法	
	SE、SF	SG、SH、SJ(SJ/GF-2)、 SL(SL/GF-3)		
铜含量增加量	>	—	40 $\mu\text{g/g}$	GB/T 17476
铝含量	>	—	30 $\mu\text{g/g}$	GB/T 17476
硅含量增加量	>	—	30 $\mu\text{g/g}$	GB/T 17476

3. 在油质监测下的定期换油

发动机润滑油在换油期应监测在用油的综合指标,必要时可提前换油。随着对在用发动机润滑油油质分析技术的进步,特别是油质快速分析方法的出现与广泛应用,可以采用简易快速在用发动机润滑油分析法作为定期换油合理性的监测手段。目前我国多采用仪器测定法进行测定。

油质测定仪的基本原理是通过测定在用发动机润滑油的介电系数来反映发动机润滑油的污染程度。发动机润滑油是电介质,具有一定的介电系数。发动机润滑油的介电系数值取决于发动机润滑油中的添加剂或污染物。发动机润滑油劣化时,过氧化物、酸和其他原子团在油粒子上形成,从而引起油粒子极性变化(一端变正,一端变负)。当一些极化了的粒子逐渐增大时,发动机润滑油的介电系数随之增大,即发动机润滑油污染严重,介电系数更大。

通过对发动机润滑油介电系数变化的测定,可以分析发动机润滑油的污染程度。图 2-12 所示的 HF-2 快速油质分析仪就是依据这一原理实现对油质的快速分析的,取一小滴油样即可快速测定和显示杂质对润滑油介电常数的影响,判断润滑油的品质好坏,决定是否换油。利用快速油质分析仪对油质做定性分析,还可以帮助维修技术人员检测、判断和确定润滑故障或机械故障等情况。



图 2-12 HF-2 快速油质分析仪

任务二 汽车齿轮油

通常把用于汽车手动变速器、后桥齿轮传动机构及转向机构中的润滑油称为汽车齿轮油,把用于自动变速器的润滑油称为汽车自动传动液、自动变速器油或液力传动油等。与其他润滑油一样,汽车齿轮油在齿轮传动中的主要作用包括减少摩擦、降低磨损、冷却零部件、缓和振动、减少冲击、防止锈蚀及清洗摩擦面等。

一、齿轮油的工作条件

齿轮油的工作条件主要有承受压力大和工作温度不高两个。

(1)承受压力大。齿轮在啮合过程中,齿与齿间的接触为线接触,接触面小,齿面啮合部位的接触压力很高。一般汽车齿轮的接触压力达 $2\ 000\sim 3\ 000\ \text{MPa}$;而双曲面齿轮因相对滑动速度大,齿面接触压力就更高,可达 $3\ 000\sim 4\ 000\ \text{MPa}$ 。

(2)工作温度不高。齿轮油基本不受发动机热源影响,油温的升高主要是传动机构摩擦产生的热量引起的,并且随周围环境气温和行驶中外部空气冷却强度的变化而变化。

二、汽车齿轮油的性能指标

汽车齿轮油的性能指标有极压抗磨性、热氧化安定性、黏度和防腐性。

1. 极压抗磨性

极压抗磨性是指齿轮油在较高的负荷下仍能保持足够厚的油膜的能力。为满足现代汽车功率和车速不断提高的要求,一些高级小轿车和越野汽车多采用准双曲面前轮,目的是降低车身的高度以适应高速行驶。准双曲面齿轮在传动时,齿面压力可高达 $3\ 000\sim 4\ 000\ \text{MPa}$,啮合齿面间的相对滑动速度也可高达 $450\ \text{m/min}$ 。在高压和高速下,准双曲面齿轮处于边界润滑状态。另外,当汽车在重载荷起动、爬坡或遇到冲击载荷时,齿面接触区中有相当部分处于边界润滑状态。因此,要求齿轮油在较高的负荷下仍能保持足够厚的油膜,即足够的极压抗磨性。齿轮油的黏度增加有利于承载能力的提高和油膜厚度的保持,但黏度过大会增加摩擦损失,所以在汽车齿轮油中一般都添加极压抗磨添加剂。

2. 热氧化安定性

轿车后桥和变速箱的工作温度并不是很高,但发动机工作条件的要求却越来越苛刻,齿轮箱体积的缩小使车辆齿轮油的氧化越来越严重。车辆齿轮油的氧化的危害如下:使油的黏度增大,生成油泥,影响车辆齿轮油的流动;氧化产生的腐蚀性物质会加速车辆齿轮油对金属的腐蚀和锈蚀;生成的极性沉淀物会吸附极性添加剂,使添加剂随沉淀一起从油中析出;沉淀会使橡胶老化变硬,当沉淀覆盖于金属零件表面时,又会影响其散热。因此,车辆齿轮油还应加入抗氧化剂,使其具有良好的热氧化安定性。

3. 黏度

黏度是齿轮油的重要指标。黏度大可以保证齿轮在弹性流体动压润滑状态下形成足够厚的油膜,使齿轮具有足够的承载能力,降低齿面的磨损。但是,黏度过大也会给循环润滑带来困难,增加齿轮运动的搅拌阻力,以致发热而造成动力损失。同时,黏度大的润滑油流

动性能较差,对被挤压的油膜,不能给予及时的自动补偿和修复而会增加磨损。这就要求齿轮油应有合适的黏度。

4. 防腐性

汽车齿轮油中所含的极性添加剂会与零件表面金属反应生成有机膜,增加极压性能,防止在重负荷时油膜破裂引起擦伤。但是,极性添加剂又会造成铜或铜合金的腐蚀,所以车辆齿轮油还必须加入防腐剂,保证汽车齿轮油兼有极压抗磨性和抗腐蚀性。

此外,汽车齿轮油还应具有良好的黏温性和良好的抗泡沫性。

三、汽车齿轮油的分类

与发动机润滑油一样,汽车齿轮油也是按黏度和质量进行分类分级的。

1. 按黏度分类

我国汽车齿轮油的黏度采用美国 SAE 黏度分类法,按齿轮油黏度为 150 Pa·s 时的最高温度和 100 °C 时的运动黏度,将齿轮油分为 70W、75W、80W、85W、90、140 和 250 七个黏度牌号,见表 2-9。数字后带 W 的润滑油为冬季用齿轮油,数字后不带 W 的润滑油为常温和高温下使用的齿轮油。另外,为了节能,方便四季及寒暖地区通用,SAE 还设计了三个多级润滑油的牌号,即 80W/90、85W/90 和 85W/140。其中,80W/90 的含义是低温黏度符合 SAE 80W 的要求,高温黏度符合 SAE 90 的要求。

表 2-9 我国汽车齿轮油的黏度分类

SAE 黏度级号	在黏度达到 150 Pa·s 时的最高温度/°C	100 °C 时的运动黏度/(mm ² ·s ⁻¹)	
		最小值	最大值
70W	-55	4.1	
75W	-40	4.1	
80W	-26	7.0	
85W	-12	11.0	
90	-10	13.5	24.0
140	-10	24.0	41.0
250		41.0	

2. 按质量分类

汽车齿轮油的质量广泛采用 API 使用分类法,按齿轮形式、承载能力和使用条件的不同,汽车齿轮油分为 GL-1、GL-2、GL-3、GL-4、GL-5 和 GL-6 六个级别。随着汽车工业、石油工业及科学技术的发展,API 车辆齿轮油的分级经过多次修改。汽车齿轮油使用性能分类标准见表 2-10。

表 2-10 汽车齿轮油使用性能分类标准

使用等级	适用范围
GL-1	用于低齿面压力、低滑动速度下运行的汽车驱动桥及各种手动变速器。GL-1 级齿轮油能满足使用要求,可加入抗氧化剂、防锈剂和防泡剂等以改善其性能
GL-2	用于汽车后桥齿轮。GL-2 级齿轮油中通常加有脂肪添加剂

续表

使用等级	适用范围
GL-3	用于速度和负荷比较苛刻的汽车手动传动箱、螺旋伞齿轮的驱动桥和其他规定用GL-3级齿轮油的车辆。此种齿轮油的承载能力比GL-1和GL-2级齿轮油高,比GL-4级齿轮油低
GL-4	用于在低速高转矩、高速低转矩下操作的各种齿轮,特别是客车和其他车辆用的准双曲面齿轮
GL-5	用于在高速冲击负荷、高速低转矩、低速高转矩下运转的轿车和其他车辆的各种齿轮,特别是准双曲面齿轮
GL-6	用于高速冲击负荷下运转的轿车和其他车辆的各种齿轮,特别是高偏置的准双曲面齿轮、偏置量大于5 cm的齿轮

3. 我国汽车齿轮油的分类

根据GB/T 7631.7—1995《润滑剂和有关产品(L类)的分类 第7部分:C组(齿轮)》,将汽车齿轮油分为普通汽车齿轮油(CLC)、中负荷汽车齿轮油(CLD)和重负荷汽车齿轮油(CLE)三个品种,分别相当于API中的GL-3、GL-4和GL-5。各种齿轮油的特点和常用汽车部位见表2-11,几种常用的车辆齿轮油如图2-13所示。

表 2-11 各种齿轮油的特点和常用汽车部位

名称	代号	特点	常用部位	API级别
普通汽车齿轮油	CLC	由精制矿物油加抗氧化剂、防锈剂、防泡剂和少量的极压抗磨添加剂组成	手动变速器、弧齿锥齿轮的驱动桥	GL-3
中负荷汽车齿轮油	CLD	由精制矿物油加抗氧化剂、防锈剂、防泡剂和极压抗磨添加剂等组成。其适应低速高转矩、高速低转矩下操作的各种齿轮,特别是客车和其他各种车辆用的准双曲面齿轮	手动变速器、弧齿锥齿轮、使用条件不太苛刻的准双曲面齿轮减速器	GL-4
重负荷汽车齿轮油	CLE	适用于高速冲击负荷、高速低转矩和低速高转矩下操作的各种齿轮,特别是客车和其他各种车辆用的准双曲面齿轮	操作条件缓和或苛刻的准双曲面齿轮及其他各种齿轮的驱动桥,也可用于手动变速器	GL-5



图 2-13 几种常用的车辆齿轮油

四、常用汽车齿轮油的规格

常用汽车齿轮油的规格如下：

(1)普通汽车齿轮油具有较好的抗氧防锈性和一定的极压抗磨性,与 API 的 GL-3 的质量水平相当,其黏度分为 80W/90、85W/90 和 90 三个等级,适用于一般汽车的弧齿锥齿轮、手动变速器的润滑,但不能用于准双曲面齿轮装置的润滑。

(2)中负荷车辆齿轮油具有较好的极压抗磨性、氧化安定性和防锈性等,与 API 的 GL-4 的质量水平相当,其黏度分为 75W、80W/90、85W/90、85W/140、90 和 140 六个等级,适用于手动变速器、弧齿锥齿轮和使用条件不太苛刻的准双曲面齿轮减速器及其他要求使用 GL-4 级齿轮油的进口车辆。

(3)重负荷车辆齿轮油具有良好的极压抗磨性、氧化安定性和防锈性等,与 API 的 GL-5 的质量水平相当,其黏度分为 75W、80W/90、85W/90、85W/140、90 和 140 六个等级,适用于条件苛刻的准双曲面齿轮减速手动变速器及要求使用 GL-5 齿轮油的进口车辆。

五、汽车齿轮油的选择

汽车齿轮油的选择包括质量级别的选择和黏度牌号的选择。质量级别应根据齿轮类型和工作条件来选择,黏度牌号应根据其工作的最低环境温度和传动装置的最高运行温度来选择。

1. 根据齿轮的工作环境选择质量等级

通常进口轿车、中外合资生产的轿车及大负荷货车的驱动桥准双曲面齿轮,其接触压力在 3 000 MPa 以上,滑动速度超过 10 m/s,油温达 120~130 °C,工作条件十分苛刻,必须使用重负荷车辆齿轮油(GL-5)。接触压力在 3 000 MPa 以下、滑动速度为 1.5~8 m/s 的驱动桥准双曲面齿轮,因工作条件不太苛刻,应选用中负荷车辆齿轮油(GL-4)。弧齿锥齿轮因齿轮接触压力和滑动速度较低,可选用普通车辆齿轮油,负荷较大的车辆可选用中负荷车辆齿轮油。

2. 根据季节、气温选择黏度等级

齿轮油的低温黏度决定了传动机构在低温下的操作性能。因此,可以把齿轮油黏度达 150 Pa·s 时的最高温度作为使用的最低温度,然后对照当地气温来选用齿轮油的黏度等级。通常长江流域及其他冬季气温不低於-10 °C 的地区,全年可使用 90 号油;长江以北冬季气温不低於-26 °C 的寒区,全年可用 80W/90 号油;黑龙江、内蒙古、新疆等冬季最低气温在-26 °C 以下的严寒地区,冬季应使用 75W 号油,夏季应换用 90 号油;其他地区全年可用 85W/90 号油。

六、汽车齿轮油的使用注意事项

汽车齿轮油的使用注意事项有以下几个方面：

(1)低级润滑油不可以用在高级车辆上,高级润滑油可以用在低级车辆上,但是降级过多会不经济。

(2)应尽可能使用适合条件的多级齿轮油,以避免季节换油造成的浪费。

(3)不同等级的车辆齿轮油不能混用。

(4) 齿轮油油面一般要加到与齿轮箱加油口下缘平齐,不可过高或过低,并要经常检查各齿轮箱是否渗漏,保证各衬垫、油封完好。

(5) 齿轮油的使用寿命长,在换季维护时放出的旧油如果未到换油指标,可在再次换油时加到车里使用。旧油应妥善保管,严防污染。

(6) 按照规定的指标换油或按期换油。齿轮油中加有各种性能优异的添加剂,其质量变化缓慢。国外汽车厂推荐的换油周期是 50 000~120 000 km,我国汽车运输企业多在 40 000~60 000 km 时结合车辆定期维护换油。SH/T 0475—1992 推荐的换油里程为 45 000 km,换油时应趁热放出旧油并清洗齿轮箱。

任务三 汽车润滑脂

润滑脂俗称黄油、黄干油或黄黏油,是一种稠化了的润滑油,即在润滑油中加入了稠化剂,其外形呈黏稠的半固体油膏。润滑脂可以在常温下附着于垂直表面不流失,并能在敞开或密封不良的摩擦部位工作,具有其他润滑剂不可替代的特点。例如,汽车上的轮毂轴承、各拉杆球头、发电机、水泵和离合器轴承等均使用润滑脂。

一、汽车润滑脂的优点和缺点

1. 汽车润滑脂的优点

与润滑油相比,润滑脂有以下优点:

- (1) 具有良好的黏附性,能附着在摩擦表面上,不易流失或飞溅。
- (2) 承压抗磨性强,在大负荷和冲击载荷下仍能保持良好的润滑性能。
- (3) 使用周期长,无须经常补充,而且对金属部件具有一定的防锈性,可减少维护工作量。
- (4) 在不易密封的部位使用,可以简化润滑系统的结构。
- (5) 使用温度范围较大。

2. 汽车润滑脂的缺点

汽车润滑脂有以下缺点:

- (1) 散热能力差,不能像润滑油那样可以对摩擦表面进行冷却。
- (2) 流动性差,内摩擦阻力大,运转时功率损失也大。
- (3) 当固体杂质混入其中时不易清除,在一定程度上制约了润滑脂的使用范围。

二、汽车润滑脂的性能指标

润滑脂具有许多其他润滑剂所不具有的特殊使用性能。润滑脂使用范围很广,工作条件差别很大,不同机械设备对润滑脂的性能要求也不同。根据汽车用润滑脂部位的工作条件,对其性能的基本要求为具有适当的稠度、极压性、抗磨性、胶体安定性、抗水性和良好的耐热性等。

1. 稠度

稠度是指润滑脂的浓稠程度,是一个与润滑脂在所润滑部位上的保持能力和密封性能、

润滑脂的泵送和加注方式有关的重要性能指标。稠度用锥入度来评价。负荷较大、速度较低的摩擦机件,应选用锥入度值较小的润滑脂;反之,则应选用锥入度值较大的润滑脂。通常,2号、3号润滑脂因其软硬程度比较适合汽车和工程机械的使用要求,故用得最多、最广。

2. 极压性和抗磨性

润滑脂的极压性是指涂在相互接触的金属表面间的润滑脂所形成的脂膜能承受来自轴向与径向的负荷的特性。一般而言,在基础油中添加了皂基稠化剂后,润滑脂的极压性就增强了。在苛刻条件下使用的润滑脂常添加极压剂,以增强其极压性。

抗磨性是指润滑脂通过保持在运动部件表面间的油膜,防止金属和金属相接触而磨损的能力。润滑脂的稠化剂本身就是油性剂,具有较好的抗磨性。在苛刻条件下使用的润滑脂中添加了二硫化钼、石墨等减磨剂和极压剂,因而具有比普通润滑脂更强的抗磨性,这种润滑脂被称为极压型润滑脂。

3. 胶体安定性

胶体安定性又称为析油性,是指润滑脂在一定温度和压力下保持胶体结构稳定,防止润滑油从润滑脂中析出的性能。通常把润滑脂析出油的数量换算为质量分数来表示。润滑脂的胶体安定性,反映出润滑脂在长期储存中与实际应用时的分油趋势,若润滑脂的胶体安定性差,则在受热、压力、离心力等作用下,易发生严重分油,导致寿命迅速降低,并使润滑脂变稠变干,失去润滑作用。

4. 抗水性

抗水性指润滑脂具有在水中不溶解、不从周围介质中吸收水分和不易被水洗掉的能力。抗水性差的润滑脂,遇水后稠度下降,甚至乳化而流失。汽车在雨天和涉水行驶时,由于底盘各摩擦点可能与水接触,因而要求使用抗水性能良好的润滑脂。

5. 耐热性

温度对润滑脂的流动性有很大影响,当温度上升,润滑脂熔融时,会从摩擦表面流失而失去润滑作用。因此,润滑脂应具有很强的附着能力,使其在温度升高时也不易流失。

汽车润滑脂的耐热性可用滴点、蒸发损失和漏失量等指标来评定。

三、润滑脂的品种、规格和使用范围

润滑脂的品种繁多,其分类方法也多种多样。润滑脂按稠化剂类型的不同分为钙基润滑脂、钠基润滑脂、锂基润滑脂和复合锂基润滑脂,按基础油类型不同分为矿物油脂和合成油脂,按填充剂类型不同分为二硫化钼脂和石墨脂,按其他命名分为2号复合锂基脂、3号复合锂基脂、汽车通用锂基脂,但使用最多的是按稠化剂的类型来分类。目前使用最广泛、最普遍的是钙基润滑脂、钠基润滑脂和锂基润滑脂。

1. 钙基润滑脂

钙基润滑脂俗称黄油。钙基润滑脂是用天然脂肪酸钙皂稠化中等黏度的矿物油制成的,合成钙基润滑脂是用合成脂肪酸的钙皂稠化中等黏度的矿物油制成的。钙基润滑脂具有抗水性好、机械安定性好、易于泵送和价格低等优点,但同时又有耐热性差和寿命短等缺点。

钙基润滑脂按工作锥入度(针入度)分成1、2、3、4四个牌号。其中,1、2号钙基润滑脂使用温度不高于55℃,3、4号润滑脂使用温度不高于60℃。目前,1、2号润滑脂使用最多,3、

4号润滑脂用于高负荷、低转速的设备。合成钙基润滑脂分为2、3号两个牌号。

钙基润滑脂外观光滑,颜色由浓黄至暗黄色,不溶于水,不耐高温,一般工作温度在70℃以下,用于转速在3000 r/min以下的各种滚动轴承和滑动摩擦面的润滑。农业机械常用的是2、3、4号钙基润滑脂和2、3号合成钙基润滑脂。一般,在中等转速、轻负荷和最高工作温度在50℃以下的部位用2号合成钙基润滑脂;中等转速、轻负荷和最高工作温度不超过60℃的摩擦部位用2号钙基润滑脂或3号合成钙基润滑脂;中等转速、中等负荷和最高工作温度不超过60℃的摩擦部位用2号钙基润滑脂或3号合成钙基润滑脂;中等转速、中等负荷和最高工作温度在65℃以下的摩擦部位用3号钙基润滑脂;低转速、重负荷和最高工作温度在70℃以下的摩擦部位用4号钙基润滑脂。

2. 钠基润滑脂

钠基润滑脂分为2、3、4号三个牌号。钠基润滑脂颜色由深黄到暗褐甚至黑色,耐高温性较好,抗水性较差,遇水起乳化作用。钠基润滑脂适用于润滑温度较高而不遇水的部位,如离合器前轴承、发动机轴承等。其中,2号和3号钠基润滑脂的工作温度不超过120℃,4号钠基润滑脂的工作温度不超过135℃。

3. 锂基润滑脂

锂基润滑脂是天然脂肪酸锂皂稠化中等黏度的矿物油或中等黏度的合成油制成的,而合成锂基润滑脂是合成脂肪酸锂皂稠化中等黏度的矿物润滑油而成的。锂基润滑脂使用温度高,可长期在120℃下使用,短期在150℃下使用,与其他润滑脂相比,具有用量少、寿命长、使用范围广泛的特点。锂基润滑脂包括汽车通用锂基润滑脂、极压锂基润滑脂和通用锂基润滑脂三类。在汽车、拖拉机上较常用的是汽车通用锂基润滑脂,它适用于-30~120℃下的汽车轮毂轴承、底盘、水泵和发电机等摩擦部位的润滑。

此外,汽车常用的润滑脂还有石墨钙基润滑脂,它具有良好的抗水性和抗碾压性能,主要用于汽车钢板弹簧、半拖挂货车转盘高压部位的润滑。

四、汽车润滑脂的选用

可以根据车辆和机械设备使用说明书的规定选用与润滑部位工作条件相适应的润滑脂品种和稠度牌号,选用的主要依据是润滑脂的工作温度、承载负荷和工作环境。

1. 工作温度

如果工作温度对润滑脂的影响最大,就应选用合适滴点指标的润滑脂。工作温度越高,选用的滴点越高,使用寿命越短。一般情况下,轴承温度每升高10~15℃,润滑脂的寿命就下降50%。工作温度高的部位要选用抗氧化安定性好、热蒸发损失少、滴点高、分油量少的润滑脂,工作温度较低的部位要选用低温起动性能好、相似黏度小的润滑脂,水泵轴承、离合器分离轴承、轮毂轴承、发电机轴承等均可选用复合钙基润滑脂。

2. 承载负荷

如果承载负荷对润滑脂的影响最大,就应选用合适锥入度指标的润滑脂。对于重负荷机械,应采用稠度大一些的润滑脂,如加极压添加剂、二硫化钼或石墨的润滑脂。承载负荷较大、速度较低的摩擦件应选用锥入度较小的润滑脂,承载负荷较小的摩擦件应选用锥入度较大的润滑脂。

3. 工作环境

若润滑脂的工作环境较差,直接与水接触,则应该选用耐水性能强的润滑脂。同时,还要考虑润滑部位的温度、灰尘和腐蚀性等因素,特殊环境下选用特殊性能的润滑脂。汽车的钢板弹簧可选用石墨钙基润滑脂;传动轴中间支承轴承和十字轴承的工作幅度虽不太高,但容易与水接触,应选用钙基润滑脂。

为了方便加注润滑脂,可以兼顾各方面的综合因素分别选用锂基润滑脂、复合钙基润滑脂或钠基润滑脂中的任意一种。

五、汽车润滑脂的使用注意事项

汽车润滑脂的使用注意事项有以下几方面:

(1)注意防止不同种类、牌号及新旧润滑脂的混用,避免装润滑脂容器和工具的交叉使用。否则,易使润滑脂变软和胶体安定性下降。换用新鲜润滑脂时,应将原润滑脂擦净。否则,会加速新鲜润滑脂的氧化变质。

(2)润滑脂一次加入量不要过多。若加脂量过大则会使摩擦力矩增大,温度升高,耗脂量增大;若加脂量过少,则不能获得可靠润滑而发生干摩擦。一般来讲,适宜的加脂量为轴承内部空隙体积的 $1/3 \sim 1/2$ 。

(3)一般情况下,润滑脂与润滑油不能混用。

(4)润滑脂应储存在阴凉干燥处,不要露天存放,并防止日晒、雨淋和灰(砂)的侵入。



- (1)发动机润滑油是如何分类的? 其主要有哪些品种?
- (2)发动机润滑油的使用注意事项有哪些?
- (3)如何选用发动机润滑油?
- (4)汽车齿轮油的主要使用特点有哪些?
- (5)如何选用汽车齿轮油?
- (6)汽车齿轮油的使用注意事项有哪些?
- (7)汽车润滑脂有哪些工作性能?