

中等职业教育  
汽车维修专业系列教材  
· 试用本 ·

# 汽车

# 材料



上海市中等职业教育课程改革与教材建设委员会 编

上海科学技术出版社

## 内容提要

本系列教材是受上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会的委托,根据中等职业学校的培养目标和教学基本要求,在大量社会调查的基础上,结合三类学校(中专、职高、技校)汽车维修专业的教学共性编写的。

本教材的主要内容包括:非金属材料、汽车燃料、汽车润滑材料与特种液共四章。

本书可供中等职业学校(中专、职高、技校)作为教学教材。



我国的社会主义现代化建设不但需要高级科学技术专家,而且迫切需要中、初级技术人员、管理人员和技术工人,而这类人才的培养主要是通过职业技术教育来实现的,所以党和国家非常重视职业技术教育的改革和发展。努力培养出各行各业所需的职业人才,是社会、经济发展对职业技术教育提出的迫切要求。我国的职业技术教育长期实行的是“学科本位”的教学模式,这种模式重理论轻实践,重知识轻技能,培养出的学生不适应社会、经济发展的要求。因此,职业技术教育要深化改革,办出特色,为社会培养出既有理论又有技能、德、智、体全面发展的一代新人。

职业技术教育要办出自己的特色,关键在于课程改革与教材建设。为此,1985年上海市教委启动了职业技术教育课程改革与教材建设工程(简称“五五工程”),即用五年左右的时间,完成三门普通文化课程的改革及示范教材的编写工作;完成五个典型专业(工种)的课程改革以及同步编写出部分典型示范性教材;经过十年左右的改革实践,基本形成一个具有职教特色的课程结构和教材体系。

这次课程改革与教材建设是以社会和经济发展的需要为出发点,以职业(岗位)需求为直接依据,以现行中等职业技术教育课程、教材的弊端为突破口,积极学习并借鉴国外职教课程、教材改革的有益经验,以实现办出职教特色的根本目的。在充分研究和广泛征求意见的基础上,确立了“能力为本位”的改革指导思想。目的是为了克服职教长期存在的重理论轻实践、重知识轻技能的倾向,真正培养出经济和社会发展所需要的中等职业技术人才。

在各方面的共同努力下,新的教材终于与广大师生见面了。这些新的教材并不是职业技术教育课程改革与教材建设的全部,它只是典型的示范性教材,因为职业技术教育的专业门类繁多,不可能在较短的时间内,依靠少数编写人员解决职教中全部的课程、教材问题。职教的课程改革和教材建设是一项系统的长期的工作,只有充分发挥广大教师的改革积极性,在教学过程中不断用“能力本位”的教育思想,主动进行课程与教材的改革,我们的课程、教材改革才能全面、持续而深入,才可能真正全面提高教学质量和效益,以不断适应社会、经济发展的需要。因此,“五五工程”对于我市的职教课程改革来讲只起着一个领导、指导和引导的作用。



新的教材代表新的思想、新的教法和学法。希望通过这些教材 ,给大家一些启迪 ,同时也希望大家对新教材提出宝贵的意见。

在课程改革与教材建设过程中 ,得到了各方面的大力支持 ,特别是广大编审人员为此付出了辛勤的劳动。在此 ,向他们表示衷心的感谢 !

上海市教育委员会副主任

上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会主任

薛喜民

2008年 远月



随着汽车技术和汽车运输的发展,汽车产品不断升级换代,汽车结构、性能和运行条件的变化,对汽车的材料提出更高的要求。由于用于燃料、润滑剂和轮胎增加了很多新品种、新规格,使其使用技术也有了新的发展。因此了解和掌握非金属材料基础知识,了解汽车运行材料的性能、规格和使用技术,对充分发挥汽车使用性能,节约能耗,提高速度,减少环境污染有着重要的意义。

本教材系根据上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会提出的《~~汽车~~工程,按~~2006~~年~~10~~月审定的上海市中职校汽车维修教学计划《汽车材料》与课程标准进行编写,适于教学时数为~~20~~学时左右的中等职业技术学校汽车维修专业的教学用书。全书共分四章,分别介绍了非金属材料、汽车燃料、汽车润滑材料、汽车特种液等基础知识,本书具有通俗、扼要、求新和实用等特点。

本书由上海交通技校何钦文高级讲师主审,参加本书审稿的还有中职校教材建设委员会的成员。本书主编是上海交通大学杜婉芳(第一、第四章)和林备德讲师(第二、第三章)编写。在编写过程中,得到上海交通职业技术学院费宗寿的帮助和支持。由于我们的水平有限,编写时间仓促,书中难免有缺点和错误,恳请使用本书的教师和广大读者批评指正。

编者  
~~2006~~年~~10~~月



# 目 录

第一章 非金属材料.....	员
第一节 非金属材料基础知识.....	员
第二节 车用塑料材料.....	圆
第三节 车用橡胶及橡胶制品 .....	员
第四节 车用玻璃 .....	圆
第五节 黏接剂和密封胶 .....	圆
第六节 研磨剂 .....	猿
第七节 车用其他非金属材料 .....	猿
第二章 汽车燃料 .....	猿
第一节 石油和油品炼制常识 .....	猿
第二节 车用汽油 .....	源
第三节 轻柴油 .....	缘
第四节 液化石油气和天然气 .....	远
第三章 汽车润滑材料 .....	苑
第一节 摩擦、磨损和润滑油基础知识.....	苑
第二节 内燃机润滑油 .....	愿
第三节 车辆齿轮油 .....	怨
第四节 汽车润滑脂.....	员
第四章 特种液.....	员
第一节 汽车制动液.....	员
第二节 汽车发动机冷却液 .....	员
第三节 减振器油.....	员
第四节 液力传动油.....	员



## 第一节 非金属材料基础知识

### 一、非金属材料的特点

当今世界上,非金属材料与金属材料一样,正随着科学技术的日新月异而迅速发展。它不仅影响着整个社会的现代化建设,也密切地联系着人们的日常生活,成为当代科学技术的坚强支柱之一。

非金属材料 and 金属材料一样,它们的各种性能都是由不同的化学组成和组织结构所决定的,因此在外观上就具有不同的特点。

#### 1. 有机高分子材料

有机高分子材料是非金属材料中的一大类,由于种类繁多,性能也各异,它通常具有如钢铁般的机械强度和物理性能,像棉花般的洁白轻盈,像玻璃般的透明、橡胶般的弹性,以及如同黄金般的稳定和像海绵那样的多孔性等等。总之,不同品种规格的高分子材料具有不同的性能,综合起来,主要特点有如下几点:

(1) 密度小、质量轻。一般塑料的密度为  $1.0 \sim 1.5 \text{ g/cm}^3$ ,约为铝的  $1/3 \sim 1/2$ 。泡沫塑料的密度更小,一般为  $0.01 \sim 0.05 \text{ g/cm}^3$ 。这对需减轻自重的车辆、飞机、船舶以及航天器、导弹、火箭等具有特殊意义。

(2) 耐腐蚀性好。高分子材料对酸、碱及化学药品均具有良好的抵抗能力。特别是聚四氟乙烯不仅能耐各种酸碱的侵蚀,甚至在连黄金也能溶解的“王水”中煮沸,也不受影响。

(3) 电绝缘性好。几乎所有的高分子材料都具有优越的电绝缘性,极小的介质损耗,以及优良的耐电弧特性。这为电气工业及电讯、电子、雷达、航天等技术的发展提供了有利的条件。

(4) 减摩、耐磨性好。大部分高分子材料的摩擦系数都比较小,可作减摩、耐磨材料。如轴承、齿轮、活塞环和密封圈等在腐蚀介质或在少油、无油润滑的条件下能有效地运转工作。

(5) 消音和吸振性好。用塑料制成的传动摩擦零件,能减少噪声,降低振动,改善劳动条件。

除此之外,车用高分子材料与通用材料相比,具有优良的耐热和耐寒性能。在较广泛的温度范围内机械性能优良,适作结构材料使用。与金属材料相比,容易加工,生产效率高,并可简化程序,节省费用。生产高分子材料的耗能与生产其他材料相比也明显



减少,这对节约能源具有重要意义。

### 无机非金属材料

无机非金属材料通常有陶瓷、玻璃、石棉、水泥等。这些材料的结构是复杂的,多为混合键结合,既有离子键结合,又有共价键结合。如金刚石、单晶硅、锗等为原子晶体,以共价键结合,而其他的金属或金属氧化物多属硅酸盐结构,则为混合键结合,因此自由电子很少。无机非金属材料的一般特点为:

(1) 熔点、沸点较高,硬度较大。如陶瓷材料熔点一般在 $1500\sim 3000^{\circ}\text{C}$ ,莫氏硬度在 $7\sim 9$ 左右。所以耐热性和化学稳定性较好,可作耐高温材料。

(2) 是电、热的不良导体或非导体。如金刚石、金刚砂(碳化硅)等大多数陶瓷为绝缘体,单晶硅、锗等可作半导体。

(3) 脆性较大,抵抗内部裂纹扩展的能力很低。如玻璃板表面只要存在 $0.01\sim 0.05\mu\text{m}$ 的划痕就会断裂。

## 二、非金属材料的分类

人们常常根据材料的组成和结合链的性能,把材料分为金属材料、高分子材料、无机非金属材料(如陶瓷、石棉、玻璃等)与半导体材料四大类。

非金属材料是泛指金属材料以外的其他材料,即由有机物或无机物或有机物和无机物在适当的组合下,经过一定的物理或化学方法处理后而得到的材料。

非金属材料种类繁多,性能各异,分类方法也有所不同。按材料的来源可分为天然非金属材料(木材、棉、毛、麻、丝、皮革等)和人造非金属材料(合成橡胶、合成纤维、塑料等)两类。按化学组成可分为有机高分子材料(塑料、橡胶、纤维等)和无机非金属材料(陶瓷、玻璃、石棉等)两类。

在非金属材料中,由于资源丰富,机械、电气、化学等综合性能优良,其中以合成高分子材料和工业陶瓷材料的发展更为迅速,目前已广泛地被应用在日常生活和国民经济的各个部门。

## 第二节 车用塑料材料

塑料是具有可塑性的材料,是以天然或高分子合成树脂为基础制成的材料,是在一定温度和压力下可塑制成型并在常温下能保持其形状不变的材料。

塑料工业从1907年酚醛塑料的生产算起,已有100多年的历史。在这100多年里,塑料工业的发展是相当快的,大约四五年就翻一番。不但塑料产量增长迅速,而且品种发展也很快。目前世界上塑料品种已有1000种,常用的也不下100余种。塑料所以能高速发展,一方面是由于原料便宜易得,另一方面是它有许多优良的性能。

### 一、塑料的组成和分类

#### 组成

塑料的主要组成是合成树脂。有些合成树脂可以单独做塑料,有些合成树脂不



能单独做塑料,必须加入一些添加剂。这些添加剂有填料、增塑剂、固化剂、稳定剂、润滑剂、发泡剂、着色剂等等。

(丙)树脂。树脂是塑料中最主要的组分。它是一种受热软化,在外力作用下有流动倾向的聚合物。它是塑料中能起黏结作用的成分,也叫黏料。虽然加入各类添加剂可以改变塑料的性能,但树脂是决定塑料类型和性能的主要因素。

单组分塑料中含树脂几乎达 100%;在多组分塑料中,树脂的含量约介于 10%~30%。

(圆)添加剂。为了改变塑料的性能而加入的其他物质,通常称为添加剂。这些组分主要有:

① 填料。填料又称填充剂,是塑料中另一个重要组成部分,能增强塑料的性能,有时还可使塑料具有树脂所没有的新性能(如加入金属可使塑料具有导电性)。正确的选用填料,不仅可改善塑料的性能,还能扩大它的使用范围。例如纤维、布料填料的加入,可提高塑料的机械强度;石棉填料的加入,可增强塑料的耐热性;云母的加入,能增强塑料的电绝缘性;石墨、二硫化钼的加入,可改善塑料的摩擦、磨损性能,此外还能降低塑料的成本。

用作填料的种类较多,常用的有机填料有木粉、棉花、纸张和木材单片,常用的无机填料有滑石粉、石墨粉、二硫化钼、云母、玻璃纤维和玻璃布等。

② 增塑剂。增塑剂是用来提高树脂的可塑性和柔软性的一种添加剂。常用的是液态或低熔点固体有机物,主要是酯类和酮类。要求与树脂混合加工后不发生化学反应,仅能提高混合物的弹性、粘性、可塑性、延伸率、改进低温脆化性和增加柔性、抗振性等。如聚氯乙烯若不加添加剂,只可制成硬质塑料,若加入适量的邻苯二甲酸二丁酯增塑剂后,就可制成软质薄膜、人造革等。

增塑剂的作用是使增塑剂分子置于树脂大分子链之间,使大分子链间距拉开,降低了分子间的亲和力,使树脂分子容易滑动,增加大分子链的柔顺性,降低塑料的软化温度和硬度,从而使塑料在较低温度下具有柔软性和韧性。增塑剂的缺点是降低塑料制品的机械性能和耐热性。增塑剂应与树脂有较好的相溶性,挥发性小,无色、无味、无毒,对光、热稳定性好。常用的增塑剂有:邻苯二甲酸酯类、癸二酸酯类、磷酸酯类和氯化石蜡等。所选择增塑剂的种类和加入量,应根据塑料的使用性能决定。

③ 固化剂。固化剂又称硬化剂,在热固性塑料成型时,由线型变为体型结构的过程中所加入的物质叫固化剂。其作用是在聚合物中生成横跨键,使分子交联,由受热可塑的线型结构变成体型的热稳定结构。如环氧、聚酯等树脂,在成型前加入固化剂,才能成为坚硬的塑料制品。

固化剂种类很多,通常随着塑料的品种和加工条件不同而异。作酚醛树脂的固化剂有六次甲基四胺;作环氧树脂的固化剂有胺类、酸酐类化合物;作聚酯树脂的固化剂有过氧化物等。

④ 稳定剂。稳定剂是指能阻缓材料变质的物质。为防止某些塑料在光、热或其他条件下过早老化,延长制品的使用寿命、稳定塑料制品的质量,通常在组分中加入稳定剂。如在聚氯乙烯或氯乙烯共聚物成型加工时,塑性熔融流动温度接近于分解温度时,



易分解出氯化氢气体,而氯化氢的存在又不断加剧聚氯乙烯的分解,使其变质。为保证质量,就需加入稳定剂,通常又称热稳定剂。

常用的稳定剂有硬脂酸盐、铅白、环氧化物等。其应耐水、耐油、耐化学药品,并与树脂相溶,在成型时不分解。稳定剂一般有抗氧剂和紫外线吸收剂等。一般抗氧剂为酚类及胺类等有机物,炭黑常用作紫外线吸收剂。

⑤ 润滑剂。凡能改善塑料加热成型时的流动性、脱模性的物质均可作润滑剂。常用的润滑剂有硬脂酸及其盐类、石蜡烃和酯类等。一般用量为 0.5% ~ 1.5%。

润滑剂的作用在于减少塑料在加工时熔体与工件接触面及塑料分子链之间的摩擦力,保证熔体充满型腔得到完整制品,并使制品表面光亮美观。

⑥ 发泡剂。发泡剂是指用来使塑料产生微孔的物质。主要用制备泡沫塑料等多孔制品。凡不与塑料发生化学反应,能在特定条件下产生无害气体的物质,均可作发泡剂。

常用的发泡剂有无机和有机两类。无机的有碳酸氢钠、碳酸氢铵等,有机的有偶氮二甲酰胺(悦匀鼻新)、偶氮二异丁腈(悦匀鼻新),以及低沸点的有机液体(如戊烷、石油醚等)。

⑦ 着色剂。在塑料中作有机染料或无机颜料着色,可使塑料制品具有美丽的色彩,以适合某些需要。一般要求着色剂性质稳定,不易变色,着色力强,色泽鲜艳,耐温、耐光性好。

塑料还有其他一些添加剂。如加入抗静电剂可消除塑料的静电;加入银、铜等金属粉可制成导电材料;加入磁粉可制导磁材料;加入阻燃剂,可抑制塑料的燃烧并具有自熄性;加入放射性物质和发光材料可制成发光塑料;加入香酯类物质,可制成经久发出香味的塑料制品等。可见,塑料是一种极为复杂的合成材料。性质取决于其组分的结构方式和添加剂用量。其最大优点就是可以根据使用要求,合理地选择添加剂,配制成各种特异性能的塑料制品。

### 分类

塑料的品种很多,分类方法也有多种,下面仅介绍常用的两种分类方法。

(一) 按热性能分类。按热性能可分成热塑性塑料和热固性塑料两大类。

① 热塑性塑料。热塑性塑料是由可以多次反复加热仍有可塑性的合成树脂制得的塑料。这种特性对塑料的加工成型非常重要。此类塑料属于线型或支链型分子结构的聚合物,如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、酚醛树脂、聚酰胺、聚甲醛、聚碳酸酯、聚砜等。其优点是加工成型简便,具有较高的机械性能,缺点是耐热性和刚性较差。

② 热固性塑料。热固性塑料是指在一次加热变软并固化后将不再因加热而熔融也不溶解的塑料。此类塑料属于体型(或网状)结构的高聚物。利用这种特性,可以制造耐热的结构材料。这类塑料有酚醛树脂、环氧树脂、氨基树脂、不饱和聚酯树脂与聚硅醚树脂等。其优点是耐热性高,受压后不易变形等,缺点是机械强度一般不好。通常采用纤维复合来提高强度。

(二) 按使用性能分类。按使用性能可分成通用塑料、工程塑料和特种塑料。

① 通用塑料。通用塑料是指产量大、价格低、应用范围广的塑料。主要有聚氯乙烯



烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、酚醛树脂和氨基树脂六种,它们的产量占全部塑料产量的四分之三以上。

② 工程塑料。工程塑料是指机械强度高,能做工程材料和代替金属来制造各种机械设备或工程结构零部件的塑料。这类塑料主要有聚碳酸酯、聚酰胺、聚甲醛、环氧树脂、聚苯醚、聚砒等,它们主要用作结构材料。

③ 特种塑料。特种塑料是指具有特殊功能和特种用途的塑料。如含氟塑料、硅树脂、聚酰亚胺、不饱和聚酯、聚砒等。这类塑料还包括为某一专门用途通过改性而制得的塑料,如导电塑料、导磁塑料与导热塑料等。

随着高分子材料的发展,塑料可以采用各种措施来改性和增加强度,制成各种新品种塑料。这样,工程塑料和通用塑料、特种塑料之间的界限也就很难划分了。

## 二、塑料的性能

塑料与金属相比,其性能差别很大。不同的塑料品种之间性能亦各异。要想正确选用塑料、合理设计塑料制品,就需要了解塑料的性能特点。现将塑料的主要性能特点分述如下:

### 物理性能

(一) 密度。塑料的密度大部分在  $1.0 \sim 2.0 \text{ g/cm}^3$  之间,聚乙烯、聚丙烯的密度比水小,不到  $1.0 \text{ g/cm}^3$ ,最重的聚四氟乙烯密度不过  $2.2 \text{ g/cm}^3$ ,也比轻金属铝还要小。密度可以反映出树脂分子结构的支化程度和结晶度的情况。一般情况下,同一种高聚物,其支化程度越小,结晶度越高,密度也就越大。

(二) 熔体指数。熔体指数是指热塑性树脂在一定温度和负荷下,其熔体在  $10 \text{ min}$  内通过标准毛细管的质量,以  $\text{g/10 min}$  表示。它是衡量塑料流动性好坏的性能指标之一。一般分子质量越小,熔体指数越大,熔体流动性能越好,容易成型。

(三) 吸水性。吸水性是指塑料吸收水分的性质,常用吸水率表示。吸水率是指经干燥处理的标准塑料试样浸入一定温度(如  $23^\circ\text{C}$ )的水中,经过一定时间(如  $24 \text{ h}$ )后,试样质量与原质量差的百分比。大多数塑料均具有一定的吸水性。对于在潮湿环境及水中工作的零件,会因为吸水而引起尺寸及某些性能(如硬化)变化。因此吸水率大的塑料不宜用来制造高精度的机器零件。一般情况下,极性高聚物容易吸水,而非极性高聚物不易吸水。

(四) 耐油性。耐油性通常用吸油率来表示。吸油率是指经干燥处理的标准塑料试样浸入规定温度(如  $23^\circ\text{C}$ )的变压器油中  $24 \text{ h}$  后,试样质量与原质量差的百分比。高聚物的结晶度越高,分子极性越大,耐油性越好。

(五) 透气性。透气性通常用透气量或透气系数来表示。透气量是指一定厚度的塑料薄膜在约  $0.1 \text{ MPa}$  压差下,  $1 \text{ m}^2$  的面积中,在  $24 \text{ h}$  内所透过的气体在标准状态下的体积数。而透气系数则指在单位时间内、单位压差下,透过单位面积和厚度之塑料薄膜的气体在标准状态下的体积数。透气性与高聚物分子的聚集态密切相关,结晶度高,极性大,分子排列紧密,气体小分子透过的机率就小,其透气性便弱。

### 热性能



( 夙 ) 耐热性。塑料的耐热性一般都不高 , 在高温下承受载荷时往往软化变形 , 甚至分解、变质 , 只有少量品种能在 100℃ 左右长期使用。塑料的耐热性通常有马丁耐热温度、维卡软化点温度和热变形温度三种表示方法。其中马丁耐热温度法适用于热固性塑料和硬质热塑性塑料 , 而维卡法则使用于均一的热塑性塑料。这些指标主要用来比较塑料耐热性的高低 , 并不代表实际使用温度 , 只是在规定条件下的一种条件性试验 , 作为产品质量控制的一个指标。

( 夙 ) 导热性。导热性常用热导率来表示。塑料的导热不好 , 热导率一般只有 0.1~0.2 W/(m·K) 。与金属相比 , 塑料的热导率仅为其 1/10~1/100 。所以塑料是良好的绝热保温材料 , 但对于要求散热的制品 , 如摩擦零件 , 导热性差是一个缺点。

( 夙 ) 膨胀系数。塑料受热要膨胀 , 塑料试样温度升高 1℃ 所增长的长度与原长度之比 , 称为线胀系数 , 单位为 1/℃ 。塑料的线胀系数比较大 , 比金属要大 1~2 倍。因此 , 在制作与金属件紧密结合在一起的塑料制品 , 常常会因为膨胀系数相差过大而造成开裂或脱落。

#### 电性能

绝大多数塑料的大分子中既无自由电子 , 又无导电的自由离子 , 因而塑料具有良好的绝缘性能。但由于塑料中可能含有某些杂质粒子 , 因此可能有微量的导电性 , 各种塑料的组成、结构不同 , 所以电性能也存在差异。塑料的电性能通常用介电常数、介电损耗与介电损耗角正切值、表面电阻率、体积电阻率、介电强度和耐电弧性等表示。

( 夙 ) 介电常数。介电常数是指用塑料(或其他绝缘材料)代替真空(或空气)时 , 电容器的电容所增加的倍数。用以表示电介质在电场中储存静电能的相对能力 , 它是衡量塑料电性能的一个重要指示。介电常数愈小 , 这种塑料的绝缘性能就愈好。

( 夙 ) 表面电阻率。表面电阻率是指电流沿塑料试样表面流过时所遇到的电阻。其大小除决定于电介质的结构和组成外 , 还与电压、温度、材料表面状况、处理条件和环境湿度(影响最大)有关。

( 夙 ) 体积电阻率。体积电阻率是指电流流过塑料试样内部时所遇到的电阻。其影响因素与表面电阻率一样。

( 夙 ) 介电强度。将塑料试样放在电场中 , 当电场电压超过某一临界值时 , 则会失去绝缘作用而被击穿。单位厚度塑料试样被击穿时的电场电压称为介电强度 , 单位为 kV/mm 。

( 夙 ) 耐电弧性。常用使用绝缘材料表面形成导电层所需的时间( 秒 ) 来表示。塑料的耐电弧性良好 , 如聚酰胺可达 100 秒。

#### 力学性能

( 夙 ) 硬度。硬度是指材料抵抗其他物体压入其表面的能力 , 硬度值的大小是衡量材料软硬程度的一个性能指标。塑料的硬度常用布氏硬度、洛氏硬度和肖氏硬度来表示。

布氏硬度用  $H_B$  表示 , 常用于测定硬质塑料的硬度。

洛氏硬度可用于弹性体到硬塑料的硬度测定。软质热塑性塑料大多采用  $H_R$  标尺 , 硬度热塑性塑料和热固性塑料常用  $H_S$  标尺 , 分别以  $H_R$ 、 $H_S$ 、 $H_T$  表示。



肖氏硬度以符号  $H_S$  表示。肖氏硬度计有三种类型,即 粤型、悦型和 阅型。粤型适用于软质塑料,悦阅型适用于半硬质或硬质塑料。

塑料的硬度随品种不同而异,热塑性塑料中,如尼龙洛氏硬度在  $60 \sim 70$ ;热固性塑料中,以木粉填充的酚醛压缩粉布氏硬度为  $100 \sim 120$ ;玻璃纤维增强塑料的洛氏硬度为  $60 \sim 70$ 。

(圆) 抗拉强度、屈服强度、弹性模量和伸长率。它们可根据塑料试样拉伸试验绘出的应力—应变曲线来评定塑料的抗拉强度、屈服强度、弹性模量和伸长率。常用塑料的应力—应变曲线可归纳为硬而韧、硬而脆、硬而强和软而韧四种类型。各种塑料的力学性能差异很大,一般热塑性塑料的抗拉强度为  $10 \sim 100$ ;热固性塑料的抗拉强度  $10 \sim 100$ 。

工程塑料与金属材料相比,其强度和弹性模量均较低。这是目前工程塑料作为工程结构材料使用的最大障碍之一。但是,目前工程塑料已达到的理论强度还相差很远。仅为其  $1/10 \sim 1/20$ 。这说明提高工程塑料的强度潜力还很大。实际工程塑料强度低的原因与金属一样,是因为其内部存在各类缺陷。如工程塑料分子链结构的排列不完全规整,使各分子链受力非常不均匀;内部杂质、空穴、裂缝、气孔等缺陷存在,使工程塑料受力后,内部微观各区域产生了严重的应力集中等。

工程塑料的实际强度远低于理论强度,预示着其实际强度潜力很大,在受力的工程结构中更广泛地应用工程塑料是很有希望的。又由于工程塑料密度小,其强度很高,且大大超过金属,特别是玻璃纤维增强塑料,是当前强度很高的材料之一,特别适合于制造要求减轻自重的各种结构零件。

(猿) 冲击韧性。冲击韧性是指在冲击负荷下,塑料破坏所消耗的功与试样的横截面积之比,单位为  $J/cm^2$ 。对于某些冲击韧性高的塑料,常在试样中间开有规定尺寸的缺口,这样可以降低它破坏所需要的功,这样测得的冲击韧性称为缺口冲击韧性。一般塑料的性质较脆,其冲击韧性比金属低,特别是有缺口的塑料制品。因此在设计塑料结构零件时,应尽量使其不带缺口。在无法避免的情况下,则应尽量在凹口部位的底部制成圆形。

热塑性塑料的冲击韧性一般为  $10 \sim 100$  (带缺口);热固性塑料的冲击韧性较低,约为  $10 \sim 20$  (带缺口)。

(源) 蠕变。对于金属材料,在高温下才有蠕变现象发生,而塑料在室温下受到载荷后就有明显的蠕变现象产生。塑料在室温下发生蠕变的这种现象,通常又称为冷流动。因此长期在载荷下使用的塑料,其蠕变性能应作为设计与选用的依据。

(缘) 摩擦、磨损性能。塑料的摩擦系数都比较低,并且很耐磨,具有自润滑性,可以作为轴承、齿轮、活塞环和密封圈等在腐蚀性介质中,或者在少油或无油的润滑条件下有效运转。

此外,塑料一般对酸、碱和化学药品均具有良好的抗腐蚀能力,常用作耐酸、碱等化工原料的容器和槽、管道等设备;有些塑料在溶剂中会发生溶胀或应力开裂,使用时必须避免与某些溶剂接触,例如聚碳酸酯不应与四氯化碳接触;塑料还具有良好的消声、隔声作用,用作传动摩擦零件,可大大减少噪声,降低振动。





表 1-1 汽车用塑料种类及主要应用范围

树脂	应用范围
PP	保险杠、蓄电池壳、仪表壳、挡泥板、嵌板、采暖及冷却系统制件、发动机罩
PVC	座椅、仪表板、挡泥板、车内地毯、遮阳板、减振器、护板、防撞条、保险杠
ABS	收音机壳、仪表壳、制冷和采暖系统、工具箱、扶手、散热格栅
PC	内护板、地板、油箱、行李箱、挡泥板、扶手骨架
聚酯类	气门室罩、结构件、外板
PA	散热器水室、转向节衬套、各种齿轮、皮带轮、发动机零件、油箱
PE	电线电缆包材、外装饰材料、嵌材、地板
POM	燃料油系统、电气设备系统、车身体系
PS	保险杠、前轮边防护罩、车门把手、侧盖板、挡泥板、前灯
PMMA	后挡板、灯罩及其他装饰品
PM	嵌板、车轮罩盖、耐冲击格栅
PU	化油器

现将几个主要的汽车塑料制品的发展现状介绍如下：

#### 1. 汽车内装塑料制品

(1) 仪表板。汽车塑料仪表板有注射成型的硬塑仪表板和半硬质聚氨酯仪表板两大类。注射成型一般采用聚苯烯或 PP 塑料，具有生产周期短、成本低等优点，但外观差一些，因此一般用于轻型车、微轻车等货车上。真空成型或搪塑成型的仪表板皮材料和缓冲材料及骨架组成的半硬质仪表板，生产效率低、成本较高，但美观、手感好、富有弹性，因此大多用在轿车上，如奥迪、桑塔纳、捷达等车上的仪表板均为半硬质聚氨酯仪表板。为了充分利用废弃材料和再生材料，国外目前努力发展农作物、废物纤维和热塑料复合的仪表板材料。目前，国内生产的主要车型上的塑料仪表板均由国内各大汽车内饰件生产厂供应。

(2) 座椅、头枕和扶手。目前，座椅缓冲材料基本上采用软质聚氨酯泡沫塑料，骨架采用金属材料。

国外正在发展的全塑座椅，除了缓冲垫，座椅骨架也采用长玻纤增强的聚丙烯材料或 30% 玻纤增强的 PA 从而质量减少 10% 以上，成本降低 15%。

(3) 地毯和顶棚。在货车上，顶棚一般采用带有 PVC 表皮的隔音隔热泡沫垫用胶粘上去的。在轿车上，大都采用多层材料复合压成型的整体顶棚。多层材料由玻璃纤维或纺织毛毡、波纹硬纸板、发泡塑料板、表皮材料构成。汽车顶棚材料的发展趋势是高度模塑基材。轿车用地毯和顶棚的制造需要大台面、高平行度的低压液压机，因此在很多车型的国产化过程中遇到了困难。地毯材料必须挺括、隔音、舒适，不允许松弛、褶皱等现象，所以大都采用带有橡胶基地的合成纤维针刺毡或 PVC 发泡体组成。

(4) 车门内板。车门内板一般以硬质纤维板或 PP 木粉塑料板为基础材料，再层压



或复合上聚氨酯内衬和发泡薄膜或无纺布。最近,汽车设计者为了更有效的利用车门空间,使车门有一种整体感,采用车门内板与车门扶手一体化的造型,也有用改性聚丙烯制作车门内板骨架,再复合软饰材料成为整体门内板。

其他门立柱盖板、杂物箱、杂物斗、空调有关的壳体和各种导管以及导风格栅,大都采用聚丙烯及聚烯烃塑料。

### 汽车外装塑料制品

(一) 保险杠。在汽车外装件塑料化中,保险杠是塑料化最成功的零件之一。美国大都采用反应注射模塑法成型法生产保险杠,而欧洲大多采用经涂装的合金保险杠和铸铝合金保险杠,日本一些高级轿车上也应用合金。但目前保险杠大多数还是以材料成本较低的改性聚丙烯为主。总之,保险杠还是以改性聚丙烯材料为主,同时向增强、耐热、耐冲击、耐老化、耐紫外线等方面发展。

我国近几年来从德国和日本引进生产汽车塑料保险杠用的设备和模具,目前可以生产轿车用聚丙烯保险杠,并可以进行涂装。

(二) 车轮罩。塑料车轮罩分全罩型和半罩型,近来对汽车空气动力性要求提高,全罩型车轮罩有增加的趋势,车轮罩所采用的塑料有聚丙烯、ABS、聚酰胺等。目前,奥迪轿车、捷达和桑塔纳轿车的车轮罩已全部国产化。

(三) 散热器格栅。散热器格栅应用的材料有聚丙烯、ABS、聚酰胺等,从电镀和涂装方面考虑,采用聚丙烯以利于轿车具有光泽和立体感,也可采用ABS。

(四) 翼子板衬里,发动机挡泥板。轿车翼子板衬里一般采用耐低温、高韧性的聚丙烯来制造,奥迪轿车和捷达轿车上的翼子板衬里已用这种塑料实现了国产化。轿车发动机上发动机挡泥板原来是由钢板组成,目前改成聚丙烯塑料之后,成本、质量减少,防腐性能提高。

### 结构件、功能件

(一) 气门室罩盖。塑料罩盖质量轻、噪声低,正在逐步取代钢板冲压及铝压铸气缸的罩盖。在欧洲和日本,选用的是玻璃纤维增强尼龙,美国则倾向于热固性塑料,其他可选择材料有聚苯硫醚、热固性聚脂、酚醛树脂和酚醛塑料等;国内目前正在开发研究中。

(二) 冷却风扇、护风圈。它们由增强聚丙烯材料制成,国内大多车型上已采用塑料制品。

(三) 油箱。塑料油箱与传统的金属油箱相比,成本低、质量轻、经济效益好,安全性也比较好。目前,美国、德国、法国等其他一些国家都在生产容量大、质量轻、耐腐蚀的塑料油箱。近几年,日本很多轿车也采用了形状自由度高的塑料油箱。

(四) 散热器水室。汽车散热器通常用铜合金制造。近年来,铝散热器增多,但焊接困难,因此散热器水室材料向易接合的塑料转化。主要材料是玻璃纤维增强尼龙,耐热性、耐化学药品性及尺寸稳定性均能满足要求,且质量减轻10%。国内已研究开发投入生产。

(五) 水泵、油泵壳体。发动机的水泵和油泵壳体采用铸铁件或铝件,目前采用酚醛树脂材料,在发动机高温、高负荷状态下,能保持良好的尺寸稳定性、质量轻,噪声低、成



本低。

#### 汽车附件中的塑料件

汽车附件中的很多零配件是用塑料制造的。例如,车门销、转向组合开关、刮水器,玻璃升降器、门内外把手,电线束接插件、油面传感器、炭罐、安全带、仪表、化油器、减振器、空滤器、制动器、音响等众多附件都使用工程塑料。

### 第三节 车用橡胶及橡胶制品

#### 一、橡胶的组成

橡胶是一种有机高分子弹性化合物,在使用温度范围内处于高弹态。它的分子量一般都在几十万以上,有的达几百万左右。橡胶与其他材料不同的标志是在温度为原长(或原形)范围内具有极为优越的弹性,在较小的负荷作用下也能产生很大的形变,而去掉负荷后又能很快的自然恢复到原来状态。因此,橡胶是一种常用的弹性材料、密封材料、减振防振材料和传动材料。

橡胶的原料是生胶,其性能不好,需加入配合剂经硫化后,才能制成各种产品。

#### 生胶

(一)天然橡胶。天然橡胶是橡胶树上流出的胶乳,经凝固、干燥等加工工序制成的弹性固状物。此固状物的主要成分是橡胶烃,含量达90%以上,此外还有少量的蛋白质、脂肪酸、糖分及灰分等。

(二)合成橡胶。由于天然橡胶的产量远不能满足生产发展和人民物质生活的需要,人们便制成了合成橡胶。

#### 配合剂

为了改善橡胶制品的某些性能而加入的物质叫做配合剂。配合剂主要有以下几种:

(一)硫化剂。使橡胶分子交联起来,形成立体网状结构,这种变化过程叫做“硫化”。硫化剂就是能使橡胶分子交联并能改善其性能的物质。

生胶未经硫化之前,单个分子之间未产生交联,因此缺乏良好的物理机械性能,不仅溶解度大,而且耐热耐寒性也差,使用价值不大。当加入硫化剂后,橡胶分子之间产生了交联,形成体型结构,使具有可塑性的生胶变成具有弹性的硫化胶。

目前大量使用的硫化剂为硫磺。另外,还有氯化硫、硒、碲、无机或有机的多硫化物、过氧化二苯甲酰、醌、醚等。

(二)硫化促进剂。硫化促进剂能促进生胶与硫磺的化合作用,可缩短橡胶硫化时间,降低硫化温度,减少硫化剂用量同时改善物理机械性能。

硫化促进剂有无机和有机两类:无机的有氧化镁、氧化锌、氧化钙等;有机的有二硫化氨基秋兰姆和二苯胍。

(三)活性剂。活性剂是指能加速发挥有机促进剂活性的物质。它有金属氧化物、有机酸和胺类等。



( 源) 补强填充剂。凡能增强橡胶的物理机械性能、降低成本及改善工艺性能而加入的物质均称补强填充剂。常用的有炭黑、陶土、二氧化硅、碳酸镁、硫酸钡、氧化锌、滑石粉等。

( 缘) 防老剂。橡胶在使用和储藏过程中,因受热或日光等环境因素的影响,会使弹性降低、强度减小、永久变形提高,甚至发黏变脆,这种现象叫橡胶的“老化”。加入防老剂可延缓或防止橡胶老化过程,延长使用寿命。常用的防老剂有石蜡、密蜡等。

( 远) 增塑剂。为了增强橡胶的塑性,便于加工成型而加入的物质叫增塑剂。常用的增塑剂有松香、松焦油、矿物油类和酯类合成有机化合物等。如凡士林、石蜡、硬脂酸、邻苯二甲酸二丁酯、磷酸三甲苯酯等。

( 苑) 着色剂。凡加入橡胶制品中使其着色的物质均叫着色剂。常用的着色剂有钛白、铁丹、锑红、镉钡黄、铬绿等。使用着色剂不仅使橡胶制品具有各种颜色,还兼有耐光老化、补强增容等作用。

此外,还有发泡剂,用于制造海绵橡胶、多空橡胶及空心橡胶制品。其作用是加热后产生气体,使制品呈多孔性或空心。常用的有碳酸铵、碳酸氢钠和发泡剂  $F_{10}$  等。

电性调节剂可调节橡胶制品的绝缘性和导电性。加入氧化铅、碳酸钙、陶土和滑石粉可提高绝缘性,加入石墨粉等可制造导电橡胶。

## 二、分类

❶ 根据原材料来源不同分类

橡胶可分为天然橡胶和合成橡胶。

❷ 根据性能和用途不同分类

橡胶可分为通用橡胶和特殊橡胶。

❸ 根据物理状态不同分类

橡胶可分为生橡胶、熟橡胶(软橡胶)、硬橡胶、混炼胶和再生胶。

## 三、橡胶的主要性能

❶ 扯断强度

橡胶具有一定的强度,能承受一定的作用力,常用扯断强度来表示。扯断强度又称拉伸强度,是指橡胶扯断时单位面积上所需要的力,以  $\frac{N}{mm^2}$  为计量单位。它是衡量橡胶机械强度的一个主要性能指标,其值越大,说明橡胶的强度越好。

❷ 扯断伸长率

扯断伸长率又简称为伸长率,是指橡胶被扯断时,所拉伸增加的长度和原长度的比值,以百分率(%)来表示。它是衡量橡胶弹性的一个性能指标。伸长率大即表示橡胶的质地柔软,塑性好,同时也可间接地反映橡胶弹性变形的能力。橡胶的使用性能必须有适当的伸长率,但过大也不好。

❸ 回弹率

回弹率又叫冲击弹性,是衡量橡胶弹性的一个性能指标。它是用摆锤在一定高度冲击橡胶,弹回的高度与原来高度的比值,就叫回弹率,以百分率(%)来表示。其值越



大,表明橡胶的弹性越高。

#### 硬度

硬度是指橡胶抵抗外来压力侵入的能力,用以表示橡胶的坚硬程度。各种橡胶制品都需要一定的硬度,不同制品有不同的要求,测定和表示橡胶硬度的方法很多,通常采用邵氏硬度。

#### 附着力和附着强度

橡胶制品两结合面间(如胶布与布层或布层与布层),分离时所需的力称为附着力。附着力的大小以附着强度来衡量,通常以试样两结合面间分离时,单位宽度上所需的外力来表示,计量单位为“ $\frac{\text{N}}{\text{cm}}$ ”或“ $\frac{\text{kgf}}{\text{cm}}$ ”。附着强度是衡量棉布或其他纤维织物作骨架材料的橡胶制品中一项重要的力学性能指标,其值当然是越大越好。

#### 脆性温度和玻璃化温度

这是测定橡胶耐寒性的质量指标。橡胶在摄氏零度以下就会开始硬化,弹性大大降低,随着强度的继续下降,逐渐硬化到弹性完全丧失,就像玻璃一样,又脆又硬,一敲就碎,这个温度叫玻璃化温度,是橡胶的最低使用温度,工业上一般不测定玻璃化温度(因为时间长)而测定脆性温度,就是把橡胶经冷冻一段时间后,用一定的外力冲击,橡胶开始断裂的温度就叫脆性温度,脆性温度通常比玻璃化温度高些,脆性温度越低,表明橡胶的耐寒性越好。

#### 裂解温度

这是测定橡胶耐热性的一个质量指标,橡胶受热温度高达一定程度后,胶体就会裂解,这个温度称为裂解温度。裂解温度越高,这种橡胶的耐热性就越好,一般橡胶的实际使用温度范围是在脆化温度与裂解温度之间。

橡胶的性能还有定伸强度、抗撕裂值、磨耗量、耐油系数等。

## 四、橡胶材料

橡胶是工农业、交通运输业和国防上的重要物质,人们的日常生活也离不开它。由于天然橡胶资源有限,人们大力发展合成橡胶。

#### 天然橡胶

(1) 天然橡胶的品种。天然橡胶有天然胶乳、烟胶片、皱胶片等几种。它们均采自橡胶植物(如三叶橡胶树、杜仲树、橡胶草)的乳汁,经加工制成。橡胶乳汁是一种乳状的乳浊液,呈微碱性。其中含有约30%的橡胶树脂(聚异戊二烯)、约10%蛋白质、糖和无机盐类,其余为水分。根据加工方法不同,可制成不同品种的橡胶。

① 天然胶乳。将采集的橡胶乳液过滤,便可得到天然胶乳。再除去树皮、泥沙等杂质,经蒸发、浓缩,再加入氨水保护剂(防凝固变质),即成浓缩胶乳。它可加工成生胶,也可直接生产多孔制品、薄膜制品或作为纤维制品的浸渍剂。

② 烟胶片和皱胶片。浓缩胶乳绝大部分作为烟胶片和皱胶片的原料。

烟胶片是将过滤的天然胶乳加入醋酸凝固后,进行压片、烟熏、干燥而成。其目的是除去胶乳中大部分水分和水溶性物质,使胶片不易发霉。烟胶片呈棕黄色,半透明,表面常压有花纹以防相互黏结。



皱胶片是在凝固前加入亚硫酸氢钠,以防橡胶中酵素氧化,并起漂白作用,可使皱胶片呈浅色。皱胶片色白微带乳黄色,故称白皱片。它用于制造半透明的白色或彩色的橡胶制品。

③ 风干胶片。以鲜胶乳为原料,加入化学催化剂,用酸凝固,经压片、风干、烘干等制成表面有棱形花纹的浅黄色片状橡胶。

风干胶片杂质少、质量高,适作轮胎及其他制品或浅色及彩色制品。

④ 褐皱片。由自然凝固的胶线、胶团、泥胶等杂胶为原料,经浸泡、洗涤、压皱、空气干燥等工序制成。它的杂质多、质量低,只作一般制品。

(圆) 天然橡胶的性质。天然橡胶无固定熔点,一般在  $150^{\circ}\text{C}$ ~ $160^{\circ}\text{C}$  时软化,  $160^{\circ}\text{C}$ ~ $170^{\circ}\text{C}$  时显著黏软,  $170^{\circ}\text{C}$  时开始降解,  $200^{\circ}\text{C}$  时迅速分解。生胶常温时弹性很大,低于  $100^{\circ}\text{C}$  时逐渐结晶化、变硬。弹性模量为钢的  $1/10$  左右,伸长率为钢的  $10$  倍,弹性伸长率最大可达  $500\%$ ,在  $100^{\circ}\text{C}$ ~ $150^{\circ}\text{C}$  时,回弹率可达  $70\%$ ~ $80\%$  以上,弹性可保持到  $150^{\circ}\text{C}$ , $160^{\circ}\text{C}$  时变成脆性物质。

天然橡胶机械强度好。纯硫化胶抗拉强度为  $15$ ~ $20$  兆帕,用炭黑补强后可达  $25$ ~ $30$  兆帕。其耐曲折性也好,到出现裂口时为止,可达  $10^6$  万次以上。

天然橡胶耐碱,不耐浓酸,耐极性溶剂,不耐非极性溶剂,且在非极性溶剂中易溶胀,因此,天然橡胶怕油。

天然橡胶为非极性物质,电绝缘性好,和一般橡胶或塑料的混溶性好,因此,可改变其性能。

总之,天然橡胶综合性能好,加工工艺性也好。缺点是耐油耐溶剂性差,易老化,不耐高温。

天然橡胶广泛用与制造轮胎、胶带、胶管及胶鞋等产品。

### 合成橡胶

合成橡胶是以石油、天然气和煤等为原料,用人工方法制成的高聚物。

合成橡胶品种很多,按性能和用途可分为通用橡胶和特种橡胶。它具有耐热、耐寒、耐高温、耐臭氧等特殊性能,可用来制造特定条件下使用的橡胶制品的橡胶称特种合成橡胶。

(员) 通用合成橡胶:

① 丁苯橡胶(杂胶)。丁苯橡胶是目前最大的橡胶品种,产量占合成橡胶的一半以上。

丁苯橡胶的种类很多,主要品种有丁苯  $50/50$  丁苯  $60/40$  丁苯  $70/30$  橡胶(其中数字表示苯乙烯在单体总量中的质量百分数)等。丁苯橡胶中苯乙烯含量越高,耐溶剂性能就越好,弹性下降,可塑性提高,耐蚀性也更好。当苯乙烯含量大于  $50\%$  时,就具有塑料属性了。

丁苯橡胶含杂质少、耐光、耐热、耐磨性以及耐油、抗老化性等均比天然橡胶好。丁苯橡胶的缺点是生胶强度低、黏性差、成型困难,硫化速度慢,制成的轮胎使用时发热量大,不如天然橡胶。耐臭氧不如天然橡胶,可加耐臭氧防老剂和石蜡。若与天然橡胶共混,可相互取长补短,用途更为广泛,可用于生产载货汽车、拖拉机轮胎和胶带、胶管、胶



鞋等。

② 顺丁橡胶( 顺丁)。顺丁橡胶是发展很快的橡胶品种 ,目前产量以跃居第二位。

顺丁橡胶的原料是丁二烯经聚合后的产物。原料来源丰富、成本低。它的弹性是目前橡胶中最高的 ,低温性能也很好 ,玻璃化温度为  $-105^{\circ}\text{C}$ 左右(天然橡胶为  $-70^{\circ}\text{C}$ ,丁苯橡胶为  $-20^{\circ}\text{C}$ ) ,而耐磨性优异 ,耐屈挠性好 ,对油和补强填充剂亲合能力好 ,即使大量填充油和炭黑 ,也能保持原物理机械性能。它在模内流动性好 ,滞后损失和生成热小。顺丁橡胶主要缺点是撕裂强度低 ,用于轮胎面胶时老化后易崩化掉块 ,加工性能欠佳。

顺丁橡胶主要用于制造轮胎 ,占产量的  $75\% \sim 85\%$  , $15\%$ 制作其他工业品如 灾形带、橡胶弹簧、减振器、耐热胶管、电绝缘制品和胶鞋等。

③ 异戊橡胶。异戊橡胶的全称是聚异戊二烯橡胶 ,也是发展较快的品种。分子结构与天然橡胶相同 ,性能也与天然橡胶相似 ,故称“合成天然橡胶” ,因此可代替天然橡胶制造各种产品。

④ 乙丙橡胶。乙丙橡胶是以乙烯、丙烯为主要单体原料 ,采用有机金属催化剂 ,在溶液中共聚而成的无定形橡胶。

乙丙橡胶原料丰富 ,并可大量添加填充剂 ,价格便宜。它耐老化 ,是通用橡胶中最好的 ,耐化学性好 ;电绝缘性良好 ;超过丁基橡胶 ;冲击弹性仅次于顺丁橡胶和天然橡胶 ,可达  $200\% \sim 300\%$ 。

( 圆) 耐油合成橡胶 :

① 聚硫橡胶。聚硫橡胶是由二卤化物与多硫化钠(或其他金属的多硫化物)经缩聚而成的橡胶类物质。

聚硫橡胶的相对密度为  $1.3 \sim 1.5$  ,在大多数溶剂中不溶解 ,但易溶于二硫化碳和二氯乙烷 ;在空气中及与氧、臭氧、紫外线等接触时变化很小 ,透气性小 ,介电常数低(为  $1.5 \sim 2.5$ ) ;汽油和其他溶剂对其硫化胶膜的扩散速度小 ,优于其他弹性材料 ;对有机溶剂的稳定性也优于一切合成橡胶 ;水、稀酸、酒精对聚硫橡胶不起作用 ,耐寒性差 ,玻璃化温度为  $-100^{\circ}\text{C}$  ,在  $-100^{\circ}\text{C}$  时软化 , $100^{\circ}\text{C}$  时变硬而失去弹性 ,黏性差 ,制品成型困难 ;有臭味并引起催泪。

② 丁腈橡胶( 丁腈)。丁腈橡胶是由丁二烯和丙烯腈共聚而成的。它对一些有机溶剂如汽油、醚等溶剂有很好的抗蚀性。随丙烯腈含量的增加 ,其耐油、耐溶剂及耐化学腐蚀性增强 ,机械强度、硬度和耐磨性增大 ,耐热性增高 ,导电性增大 ;但耐寒性变差 ,弹性降低 ,透气性变小。

丁腈橡胶主要优点是耐油、耐燃料性能十分突出 ,主要用作耐油橡胶制品 ,如制作输油胶管、油料容器的衬里和密封胶垫 ,以及用以制造输送温度达  $150^{\circ}\text{C}$  的各种物料的输送带和减振零件等。

③ 聚氨酯橡胶。聚氨酯橡胶是由聚酯类(或聚醚类)与二异氰酸酯类经缩聚而制得的橡胶类聚合物。其特点是高弹性、高强度 ,耐磨、耐臭氧、耐油 ,不溶于一般溶剂。它主要用作耐磨耐油的部件 ,还可作防振制品 ,球头销接头油封等。

④ 氯磺化聚乙烯橡胶。将聚乙烯氯磺化(用氯气加二氧化硫)便可制得氯磺化聚



乙烯橡胶。其特点是抗臭氧性优异,耐磨性与丁苯橡胶相似,而耐热性、耐低温性都好,耐候性、电绝缘性和耐油性也都很好。它可用于耐热或射线作用的橡胶零件、密封条、电缆真空软管、高强度电缆及电器用橡胶制品等。

⑤ 氯丁橡胶(悦晒)。它原料丰富、价格低廉性能优异,物理机械性能与天然橡胶相似,具有耐油、耐溶剂、耐老化、耐酸碱、耐热、耐燃烧、不透气等性能。它既可用于通用橡胶,又可作特种橡胶,故叫“万能橡胶”。

氯丁橡胶的主要缺点是耐寒性差,相对密度大(员覆豫),增加制品成本,生胶不稳定,不易保存,电绝缘性较差,只能用于制作透坎以下的绝缘材料。

氯丁橡胶应用广泛。它可用于制作各种模型制品、胶布制品、电缆电线和胶粘剂;也可用于耐油和化学稳定的输油及输送腐蚀性物质的胶管,还可利用其耐热和高机械强度的性能制作高速灾形带、耐热运输带(可在源覆悦条件下使用),利用其阻燃性制造矿井使用的橡胶制品,利用其不透气性制作各种垫圈,以及密封条表皮和胶管外层等。

(猿) 耐热橡胶:

① 氟橡胶(云耘)。氟橡胶具有耐高温、耐油及耐多种化学试剂浸蚀的特性,成为现代航空、火箭、宇航等尖端科学技术及其他工业不可缺少的材料。但其弹性低、耐寒性差。氟橡胶在汽车上可用作油料密封垫、阀门座等。

② 聚丙烯酸酯橡胶。该橡胶耐热、耐油性能突出。在圆覆悦的矿物油中加热,圆覆悦性能不变。耐油性比丁腈橡胶好,但不如氟橡胶,价格比氟橡胶便宜。可用于汽车发动机油封、软管韵形圈等。

(源) 耐热耐寒橡胶——硅橡胶(配厄 耘孕厄)。硅橡胶既耐高温又耐低温,可在原覆悦-猿覆悦温度范围内保持良好性能。对臭氧、光、氧和气候的老化作用抵抗能力很强,在室外放置数年性能基本不变。还有良好的电绝缘性和高透气性,透气率比一般橡胶大几十到几百倍。它无毒、无味,防振性好,各种藻类和菌类也无滋生作用。另外,硅橡胶也是疏水物质,与许多材料不起粘结作用,可起隔离作用。

硅橡胶主要缺点是强度和耐磨性差,耐酸碱也不如其他橡胶,而且价格较贵。

硅橡胶可用于耐高、低温制品,如各种垫圈、衬垫、密封件、各种管道系统的连接器和加热管道的隔离材料等。还可制作高强度电缆、高温电线、电缆的绝缘层和电子设备,以及汽车仪表、食品和医疗卫生等方面的器件。

## 五、橡胶在汽车上应用的基本情况

汽车工业与橡胶工业密切相关,汽车一直是橡胶制品的重要市场。汽车用橡胶零件不仅数量大,而且耗用生胶的质量也占橡胶制品工业的首位。汽车用橡胶制品包括轮胎、胶管、密封条、油封、传动带、减振块和防尘罩等各种各样的零件。橡胶制品用于每辆轿车的质量约员覆豫,中型载货汽车约猿覆悦,重型载货汽车约源覆悦,占汽车总质量的员覆%以上,可以说没有橡胶就没有现代的汽车工业。

一辆汽车上的橡胶零件少则员覆多个,多则源覆多个,使用的橡胶材料品种多达十几种,常用的橡胶品种有天然橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶、丙烯酸酯橡胶、氟橡胶、硅橡胶、聚氨酯橡胶和丁基橡胶等。



汽车橡胶制品分布在汽车车身、传动、转向、悬架、制动和电气仪表等系统内。

### 1. 汽车轮胎

汽车轮胎是汽车上橡胶用量最大的橡胶零件,世界橡胶产量的 30% 用于制造轮胎。汽车轮胎按结构分为普通结构轮胎(斜交轮胎)、子午线轮胎、无内胎轮胎、活胎面轮胎等。轮胎的外胎大量使用天然橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶等。轮胎的外胎部分直接承受地面的冲击和磨损,要求具有较高的弹性、强度和耐磨性能,为了增加强度,夹有合成纤维、钢丝等,为了增加轮胎与路面的附着力,避免打滑,胎面制成各式花纹。轮胎的内胎起着充气并维持轮胎具有一定压力的作用,内胎一般用气密性好的材料来制造,如丁基橡胶。

### 2. 密封制品

汽车上使用的橡胶密封制品主要包括油封件、密封条、密封圈、皮碗、防尘罩、衬垫等。根据使用环境的不同,要求这类橡胶制品应有良好的密封性能,耐油、耐各种化学剂、耐老化、耐热、耐寒、耐臭氧、耐磨及高强度和永久压缩变形小等特性。

密封条在汽车上的用量很大,每辆汽车用十几种密封条,其数量达 100 多种,质量达十多千克。如车门缓冲密封条、车顶密封条、行李箱密封条、前后风窗密封条、门玻璃密封条、门框密封条、发动机盖密封条等。此外,汽车上还使用许多密封垫片,如各种车灯密封垫片、扬声器密封垫片、管接头密封垫片等。

密封条的断面结构有实心(扁八边形、扁圆形)、中空及金属-橡胶复合形(有马槽形内植长绒、马蹄形外植长绒和椅形外背植短绒)等。采用的胶种类有氯丁橡胶、三元乙丙橡胶(EPDM)和天然橡胶等。我国目前以三元乙丙橡胶密封条为主。

我国已有几十条汽车密封条生产线,基本上满足一般产品的使用要求。但还不能生产复杂断面密封条及植长绒密封条,在密封条的胶接技术方面存在一定的困难。

油封和密封圈是汽车上用的品种和数量最多的密封件,是汽车上最重要的密封件。从 20 世纪 50 年代开始用合成橡胶制造油封以来,发展到骨架油封和回流油封。随着车速的提高,油温和线速度也提高了。油封的线速度已达 100 m/min,唇口工作温度达 150℃ 以上。

通常油封在汽车上的应用主要有以下部位:

(1) 曲轴前端。用以防止曲轴箱内部润滑油的泄漏和外部杂质的侵入。

(2) 曲轴后端。由于曲轴形状的要求,一般使用开口式油封,同离合器相连接,以能密封来自两个方面的流体。

(3) 变速器输出轴。小轿车内通常不使用中心轴承,车身振动时轴容易产生抖动,要注意油封因偏心产生的磨损和泄漏。当主体部分安装在车体内较低部位时,要注意防尘。

(4) 变速器输入轴。与输出传动轴相似,但轴的抖动和灰尘对油封的不良影响不如前者那样明显。

(5) 传动系力矩转化器主轴。此部位无压力,但温度较高,应采用耐热性较好的材料制备油封。

(6) 传动系力矩转化器涡轮轴。转速高、油黏度低、使用条件较为恶劣的汽车应选



用耐油、耐压、耐高温性能均较好的油封。

(苑) 汽车前轴。此部位主要是防止灰尘和制动器的碎屑进入轴承,以及油漏到车轮制动器。

(愿) 汽车后轴。此部位主要是防止各种油脂和齿轮的泄漏。因轴容易产生偏心,故应注意油封的磨损。

(怨) 转向齿扇轴。内部介质为齿轮油,温度较低。油封主要是防止齿轮油的泄漏和灰尘的侵入。

(顽) 转向蜗杆轴。轴的转速较低,其他情况基本上与转向齿扇轴相同。

(贲) 传动轴轴承。它使用润滑脂为润滑剂。此部位位于车体下部,要注意防尘,另外要重点考虑偏心度对油封的影响。

(质) 各种齿轮轴。主要考虑油封的耐齿轮油、耐热性能。

在汽车的往复运动部位,如制动主缸和离合器液压缸等的活塞杆上,还使用了各种结构形式的皮碗和韵形圈,它们可在 苑园~ 愿园℃ 温度下使用,一般采用硬度(邵氏)为 远园~ 苑园 丁苯橡胶和丁基橡胶作为基体。

目前,国产汽车油封存在着外观质量差、密封性能不好、使用寿命短等问题。在油封产品的断面系数、径向力、漏油量及寿命等参数方面均未达到国外同类产品水平。进口油封的工作寿命可达到 员缘~ 圆万 千米,而国产油封仅达到 圆缘~ 缘万 千米。为了适应汽车性能的不提高,橡胶油封在材料、结构及加工应用等方面均需要有一个重大变革。丁基橡胶、硅橡胶、聚苯烯酸酯橡胶、氟橡胶及聚四氟乙烯树脂是制造油封所普遍使用的材料。

丁腈橡胶是制造油封用量最大的胶种。目前,国内丁腈橡胶有丁腈 源园、愿园及 员愿三个牌号。耐油性高的可用丁腈 源园,耐寒性高的可用丁腈 员愿。一般的丁腈橡胶油封只能在低于 员愿园℃ 的条件下使用。为了提高丁腈橡胶的耐热性能,各国从配合技术的研究到新品种的开发做了大量工作。加氢丁腈橡胶等特种丁腈橡胶的耐油性进一步提高,耐热温度可由 员愿园℃ 提高到 员缘园℃。

氟橡胶油封的使用温度范围为 原愿园~ 圆园园℃,适用于所有的润滑油,但耐寒性不好,高温下的耐磨性、抗撕裂性较差。在氟橡胶中填加聚四氟乙烯、聚四氟氯乙烯、聚偏氯乙烯等均可以改善其性能。在轴转速 员缘~ 员缘园 转/分,油温 员愿园℃ 的条件下,其寿命可达 缘园园~ 员愿园 千米,而在同样的条件下,丁腈油封的寿命只有 猿园园 千米。用聚四氟乙烯和橡胶复合制作的油封,主要用于高速旋转密封,其线速度最高可达 缘~ 员 米/秒。

用作油封的硅橡胶主要是甲基乙基硅橡胶,其温度适用范围为 原缘园~ 圆园园℃,耐热性能优于氟橡胶,耐油性能大大低于氟橡胶,但比较耐高苯胺矿油和双酯润滑油。硅橡胶在溶胀后有自润滑性,可减少轴工作时的摩擦力。另外,硅橡胶油封具有良好的随轴转动追随性,国外用它来制造高温高速油封,最高转速可达 缘~ 员 米/秒。改性硅橡胶,如氟硅胶、氟硅胶大大的提高了硅胶的耐油性,但其价格较昂贵。

聚丙烯酸酯橡胶的价格低于氟橡胶。聚丙烯酸酯橡胶的耐油性低于丁基橡胶,常温下弹性差,但在高温下的弹性还是比较好的。虽然如此,在 原愿园℃ 的条件下,还能满足使用要求。用聚丙烯酸酯橡胶制造的油封可比丁腈橡胶油封的工作温度提高 圆园园℃。



目前,在国内已广泛采用。在日本、美国等国家聚丙烯酸酯橡胶油封也占主要地位。日本发展了硫化速度快的聚丙烯酸酯橡胶,美国发展了不需二次硫化和压缩变形小的聚丙烯酸酯橡胶。

皮碗也是一种密封元件。常用在往复活塞和缸的密封中,皮碗的形状有灾形、戛形、和再形,近年来普遍采用再形,如制动皮碗采用丁腈、丁苯、天然、乙丙橡胶等材料制作,对蓖麻油和合成酯类刹车油也都适用,尤以乙丙橡胶为最好。

防尘罩有直筒形和变截面波纹形等几种。虽然其适用条件较温和,但橡胶材料要兼备耐热、耐寒、耐油、耐介质、耐老化等性能。单纯采用天然橡胶和丁腈橡胶只能满足一般要求,而采用氯丁、丁腈、三元乙丙橡胶复合并用,可以达到较高的使用寿命。

### 橡胶管

每辆汽车中所用的胶管有几十种,总长约 100m,用胶量达到 10kg。汽车所用的橡胶材料有天然橡胶、丁腈橡胶、三元乙丙橡胶、氯丁橡胶和丙烯酸酯橡胶等。胶管按结构可分为纯胶管、夹布胶管和编织胶管,按其耐压性能分为低压管、高压管和真空管。用在汽车上的燃油、制动、冷却、空调等系统中。

耐油软管主要有汽油软管、柴油软管和机油软管等。软管一般由内胶层、增强层和外胶层组成。内层胶一般用丁腈橡胶或耐候性好的氯丁橡胶、乙丙橡胶等,如果要求耐候、耐油性更好还可以采用氯醇橡胶。视使用压力的不同,增强层可以采用夹布、纤维编织或加一层钢丝编织层。

水箱连接软管是连接汽车水箱的进出水口的胶管。这种胶管属于一般低压软管,工作压力低于 0.1MPa,应用较多的是夹布软管。水箱软管的工作温度不高,要求在 100℃ 热水条件下能正常工作即可。胶料的强度为 10MPa,伸长率为 100%,以前大量用天然橡胶配合填充料、软化剂、炭黑等制造,现在以被耐液性、耐候性、耐老化性、耐寒性好的三元乙丙橡胶所代替。

刹车橡胶软管用于载货汽车上的历史较长,这种胶管属于耐高压胶管,胶管所承受的压力最高可达 1.5MPa。胶管的内层胶为丁腈橡胶,外层胶是氯丁橡胶或三元乙丙橡胶,增强层采用氯磺化聚乙烯橡胶。轿车上的制动软管多采用尼龙材料制造,尼龙管的耐老化性、尺寸稳定性、耐液体性均优于橡胶管。

空调管分为低压管和高压管。空调管的主要特点是有效地防止制冷剂氟利昂的渗透。一般胶管是聚酰胺(尼龙)作为内胶层,外胶层采用丁基橡胶(氯丁)。

### 橡胶带

车用胶带主要是灾形带。通常灾形带有三种,即包布灾形带、切割灾形带和多楔灾形带,以切割灾形带为多。切割灾形带两侧没有包布,屈挠性好,摩擦系数大,具有受力大、线速高、散热性及耐疲劳性良好和节能等特点。常用的胶种有丁腈橡胶(丁腈)和氯丁橡胶(氯丁)等。

### 减振块

减振块主要用在汽车发动机、底盘等部件上,防止和降低汽车行驶中的振动和噪声。每辆车上使用的减振块有几十件,按其材料的组成形式可分为橡胶制品、塑料-橡胶复合制品及金属-橡胶复合制品。一辆车上减振块的用量最多的可达 100 左右。使



用的橡胶有天然橡胶、氯丁橡胶、丁基橡胶和聚氨酯橡胶等。以前使用的减振制品材料以天然橡胶为主,为了提高减振制品的耐久性,聚氨酯材料在减振制品应用中已崭露头角,能同时满足耐磨性、抗压性和高弹性的要求。

## 第四节 车用玻璃

玻璃是指由熔融物通过一定方式冷却后,因黏度增加而具有固体的力学性质与一定结构特征的非晶形物体。但是,并不是所有的熔融物在冷却时都会形成玻璃态,只有某些物质,特别是硅酸盐类物质,在冷却时才容易过冷而形成玻璃态。所以人们常常把玻璃看作硅酸盐类材料中的一种。

玻璃主要是由二氧化硅( $\text{SiO}_2$ )和各种金属氧化物组成,其化学组成为  $\text{SiO}_2 \cdot x\text{M}_2\text{O}$ ,其中  $\text{SiO}_2$  的代表一价金属氧化物、 $\text{M}_2\text{O}$  的代表二价金属氧化物,如  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{BaO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{PbO}$  等。

由于形成玻璃的主要金属氧化物不同,所以玻璃又分为石英玻璃(含  $\text{SiO}_2$  为 99%)、硅酸盐玻璃(基本结构是  $\text{SiO}_4$ )、硼酸盐玻璃(基本结构为  $\text{BO}_3$ )、磷酸盐玻璃(基本结构为  $\text{PO}_4$ )及其他结构的玻璃。

### 一、玻璃的分类

玻璃的种类繁多,包括范围也非常广泛,分清玻璃的类别对于掌握玻璃的成分、性质和用途十分必要。通常,玻璃有以下几种分类方法。

#### 1. 按照化学成分分类

(1) 钠玻璃。钠玻璃的主要成分是  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  和  $\text{CaO}$ ,所以也把钠玻璃称为钠钙硅酸盐玻璃(简称钠玻璃)。钠玻璃的软化点较低,易于熔制,但由于所含杂质多,制品多带有绿色,其力学性能、热性能、光学性能及化学稳定性较差,多用于制造普通的建筑玻璃及日用玻璃制品。

(2) 钾玻璃。主要成分是  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$  和  $\text{Na}_2\text{O}$ ,又称钾钙硅酸盐玻璃。其特点是硬而有光泽,多用于制作化学仪器、用具及高级玻璃制品。

(3) 铅玻璃。铅玻璃约主要成分是  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{PbO}$  和  $\text{CaO}$ 。这类玻璃的特点是具有鲜明的色彩与美丽的光泽,质软而易加工,敲击时发出金属悦耳之音,对光的折射率和反射性强,化学稳定性高。主要用作光学仪器、高级器皿、装饰品和艺术品。

(4) 硼玻璃。硼玻璃的主要成分是  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$  和  $\text{CaO}$ ,又称为硅硼或硼硅酸盐玻璃。具有较好的光泽和透明度,较高的力学性能、耐热性、绝缘性和较好的化学稳定性,用于制造化工仪器、绝缘材料和耐热玻璃。

(5) 铝镁玻璃。铝镁玻璃又称钠钙铝镁硅酸盐玻璃。其主要成分为  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{MgO}$ 。软化点低,力学性质、光学性质和化学稳定性比普通玻璃有所提高,常用于制造高级建筑玻璃。

(6) 石英玻璃。石英玻璃又称水晶玻璃,为 99% 的  $\text{SiO}_2$ ,由单纯石英原料或人工合成的纯  $\text{SiO}_2$  作为原料熔炼而成。石英玻璃的热膨胀系数很小,具有很高的热稳定



性,力学性能高,可以使红外线和紫外线透过,电绝缘性好。用以制作高级化学仪器、光学零件和耐高温、高压等特殊用途的制品。但是,石英玻璃的熔制温度高,熔制方法特殊,加工困难。

(苑)高硅氧玻璃。高硅氧玻璃是指  $\text{SiO}_2$  含量在 99% 以上的玻璃,又称 99%  $\text{SiO}_2$  玻璃。其性能与石英玻璃相似,但成本较低。它是在硼硅玻璃中加入氧化硼( $\text{B}_2\text{O}_3$ ),再用酸进行漂白加工,去除全部氧化钠( $\text{Na}_2\text{O}$ )而制成的。

#### 按照性质和用途分类

(员)建筑玻璃。建筑玻璃中主要是平板玻璃,包括商用平板玻璃、镜用平板玻璃、装饰用平板玻璃(压花玻璃、磨砂玻璃、彩色玻璃等)、安全玻璃(夹层玻璃)和特种平板玻璃(如磨光玻璃、双层中空玻璃、玻璃砖等)。

(圆)技术玻璃。技术玻璃包括光学玻璃、仪器玻璃、玻璃器具及设备 and 特种技术玻璃(如导电玻璃、磁性玻璃、荧光玻璃等)。

(猿)日用玻璃。日用玻璃主要包括瓶罐玻璃、器皿玻璃、装饰玻璃制品等。

(源)玻璃纤维。玻璃纤维有无碱玻璃纤维( $\text{Na}_2\text{O}$  的含量小于 0.5%)、低碱玻璃纤维( $\text{Na}_2\text{O}$  的含量小于 0.5%)、中碱玻璃纤维( $\text{Na}_2\text{O}$  的含量在 0.5% 左右)和高碱玻璃纤维( $\text{Na}_2\text{O}$  的含量在 5% 左右)。

(缘)汽车玻璃。汽车用玻璃都是安全玻璃,包括夹层玻璃、区域钢化玻璃和钢化玻璃。安全玻璃在汽车工业中占据着十分重要的位置,它不仅是汽车的安全部件,也是装饰制品,起到防风沙、雨雪、防碰撞冲击、保护司机和乘员健康等作用。

## 二、汽车用玻璃

### 汽车用玻璃的发展概况

汽车自从诞生之日起,就离不开车用玻璃。不过,最初的汽车制造商认为汽车玻璃只不过是起到抵御风寒、防止雨水、尘土的作用。随着汽车工业的发展,道路状况不断改善,车速日益提高,汽车用玻璃的重要性逐渐被汽车制造商和用户所认识,因为汽车用玻璃在汽车行驶中要给乘员提供良好的视野,在遇到突发性事故时不会伤害驾驶人员及乘员,还要求其轻量化及多功能化。

汽车玻璃已经经历了由平板型向曲面型、普通型向强比型、全钢化向局部钢化、钢化玻璃向夹层玻璃、三层夹层向多层夹层及功能化玻璃等发展的过程。

20 世纪 50 年代初期,当时汽车制造商大都使用普通平板玻璃和热弯玻璃作为汽车用玻璃,引起了无数次交通事故,而且在玻璃破碎时,碎片像锋利的刀一样,造成大量的人身伤亡。

20 世纪 50 年代后期开始使用全钢化玻璃作为前风窗玻璃,可是后来发现一旦玻璃破碎,全钢化玻璃的碎片不能保证驾驶员的视野,而且小颗粒碎片造成了对眼睛的严重伤害,致使驾驶人员不能有效地采取制动措施,导致二次事故的发生。

到了 20 世纪 60 年代,国外规定了前风窗玻璃破碎时要有一定的视野,不得使用全钢化玻璃作为风窗玻璃,大大减少了因玻璃而引起的人身伤亡。

在我国,有关汽车安全玻璃的标准在 1980 年前后已经开始公布和实施,如对汽车



安全玻璃抗冲击要求,抗磨性能要求,光学性能要求,耐辐照、高温、潮湿和耐热要求,汽车用安全玻璃厚度、尺寸、弯曲度、吻合度、外观质量等标准要求。

现代汽车玻璃的发展趋势是安全、美观、多功能、轻而薄,还出现了许多新技术,如减速玻璃、吸热玻璃、带印刷陶瓷层花边的玻璃、带有印刷电路的防霜玻璃、带天线的玻璃等等。

### 汽车用玻璃的种类及特点

(员)汽车用玻璃的种类。汽车用玻璃分为安全玻璃、夹层玻璃、钢化玻璃和区域钢化玻璃。

① 安全玻璃。汽车用安全玻璃是由无机材料或无机与有机复合材料所构成的产品,应用于车辆时,可以减少车祸中严重伤人的危险,对其可见性、强度和耐磨性都有规定。

② 夹层玻璃。它是指两片或两片以上的玻璃用一层或数层胶黏剂黏接在一起的玻璃制品,当这种玻璃破碎时,碎片不易伤人。

③ 钢化玻璃。将玻璃加热到软化点附近然后骤冷的方法制成的玻璃。提高了玻璃的强度和热稳定性,一旦玻璃破坏,碎片无尖锐棱角。

④ 区域钢化玻璃。它是分区域控制钢化程序的钢化玻璃,这种玻璃一旦破坏,总体上符合安全玻璃对所裂碎片的要求,同时又提供一个不妨碍驾驶员的视区。

汽车的前风窗玻璃为粤类夹层玻璃、月类夹层玻璃和区域钢化玻璃,其他玻璃一般为粤类夹层玻璃、月类夹层玻璃和钢化玻璃。

(圆)汽车用玻璃的特点。汽车用玻璃的基材,必须是质地优良的浮法玻璃,其色调大体有无色透明玻璃、过渡蓝色玻璃、过渡绿色玻璃、青铜色玻璃几类。

① 钢化玻璃和区域钢化玻璃。钢化玻璃是采用平板玻璃或浮法玻璃经过二次加工而成的一种高强度玻璃。按照加工方法的不同,分为物理钢化玻璃和化学钢化玻璃两种类型,作为汽车玻璃的都是物理钢化玻璃。

物理钢化又称淬火钢化,是应用十分广泛的一种钢化玻璃,它是将平板玻璃在加热炉中加热到 $250^{\circ}\text{C}$ 左右。经过一段时间后,在处于软化态但尚未变形的情况下,从炉中取出,然后用多头喷嘴向两面喷吹冷空气(或者放入淬火油中),使之迅速地、均匀地冷却,当冷却至室温时,就形成了高强度的钢化玻璃。由于淬火钢化的结果,玻璃外层的压应力增加,内层拉应力减小,而且玻璃的抗压强度比抗拉强度大出 $5$ 倍左右。同时,在玻璃内部发生了结构变化,使钢化玻璃具有比普通玻璃高得多的力学强度、耐冲击性和热稳定性,当它一旦破碎时,碎片破成无数小块,且无尖锐的棱角,不易伤人,增加了安全性。全钢化玻璃与区域钢化玻璃的区别在于在冷却时气流的强弱不同。区域钢化玻璃一般用于制作汽车的风窗玻璃,而钢化玻璃则用于其他部位。

② 夹层安全玻璃。汽车用夹层玻璃通常由三层组成,即玻璃、中间加强膜、玻璃。两侧的玻璃层厚度各为 $4\text{--}6\text{mm}$ ,中间的加强膜通常是由聚乙烯醇缩丁醛或聚甲基丙烯酸酯制成,膜厚为 $0.5\text{--}1\text{mm}$ 。夹层玻璃的突出特点是具有较高的强度,同时热稳定性也比较好。由于中间夹层物质的增强作用和黏接作用,当玻璃受到外力冲击破坏时,仅会产生辐射状的裂纹而不致使碎片脱落或飞溅而伤及乘员。

夹层玻璃的制造工艺如下:



裁切玻璃毛坯→清洗→干燥→弯曲 ;中间加强膜清洗→干燥→裁切 ;三层组合后→热压黏接→洗涤→干燥→成品。

目前 ,我国引进国外先进技术生产夹层安全玻璃 ,性能基本满足国产车的使用要求。如秦皇岛耀华玻璃厂、福建耀华玻璃厂、杭州安全玻璃有限公司等都能生产夹层安全玻璃。

国外夹层玻璃的生产技术发展很快 ,最初的规模化生产始于 1950 年前后 ,当时在玻璃板之间夹入的有机材料为骨胶、赛璐珞片。1955 年美国研制成功了目前通用的有机夹层材料 聚乙烯醇缩丁醛 胶片。这种胶片的透明度高 ,无色、耐热、耐光照、耐湿 ,黏接性好 ,力学强度高 ,该胶片问世后 ,迅速被汽车玻璃制造商所采用。1956 年英国研制成功新型夹层玻璃 ,内、外两层玻璃都是 3mm 厚的热钢化玻璃 ,内层玻璃钢化程度较高 ,中间夹层的 聚乙烯醇缩丁醛 膜厚度为 0.2mm ,强度和抗冲击性优于普通夹层玻璃。

③ 特种玻璃。所谓特种玻璃就是具有一定独特功能的玻璃。

④ 防爆、防弹玻璃。这是一种特制玻璃 ,具有较大的抗冲击强度及透光性好、耐热、耐寒等特点 ,当遇到爆炸或弹击时 ,轻者 ,玻璃可以完好无损 ,重者 ,即使玻璃破裂 ,子弹亦不易穿透玻璃 ,玻璃碎片不会脱落伤人。主要用于重要人物及各国首脑所乘用防弹车的玻璃。

⑤ 中空玻璃。它是用胶粘法将双层或多层平板玻璃粘接在一起 ,使玻璃之间形成中空的一种特殊玻璃。由于中间充以干燥空气 ,因而具有隔音、隔热、保温、不结霜、不产生凝结水以及吸收紫外线的作用 ,在高档客车的侧窗上有着十分广泛的应用。

⑥ 防水玻璃。最近国内外开发了一种防水汽车玻璃 ,这种玻璃的表面上涂覆了一层化学耐久性优异的含氟薄膜。这种薄膜不会影响玻璃原来的颜色与光泽 ,有效寿命可达 10 年。在汽车行驶时 ,落在涂有这种薄膜玻璃上的水滴会在风压的作用下迅速滚落。车内的人像和物像不会映射到风窗玻璃上而影响司机的视线。

在夹层玻璃或钢化玻璃表面涂敷一层碱性有机薄膜 ,可以制成防雾玻璃。因为水在这种薄膜上可以均匀展开成膜 ,不会结露而成雾 ,在寒冷地区使用的车辆使用这种玻璃十分理想。

⑦ 特种风窗玻璃。近年来 ,许多高档轿车采用热反射膜玻璃作为风窗玻璃 ,这种玻璃表面涂有金属氧化物层 ,可以防止车内的热量向车外传递 ,保持车内温度。

现在 ,一些轿车外面设有拉杆天线供车载电话、电视、收音机使用 ,若在夹层玻璃中嵌入无线电电路或在玻璃表面镀一层透明导电膜 ,就能起到天线的作用 ,又可去掉车外容易摆动的拉杆天线 ,消除因风吹动天线而造成的噪声干扰 ,车辆外形变得美观流畅 ,清洗车身也更加方便。

## 第五节 黏接剂和密封胶

### 一、概述

黏接、密封技术作为一门独立的边缘学科以其快速、牢固、经济、节能等特点得到迅



速发展。它可代替部分铆接、焊接和机械装配等传统工艺,起到节省时间、降低成本、提高质量的作用,在现代人们生产、生活的各个领域中得到普遍重视,获得了越来越广泛的应用。

黏接剂(亦称胶黏剂、黏合剂)是指通过黏附作用,能使被黏物结合在一起的物质。用黏接剂来连接物体或零件的方法称为黏接。

黏接剂可以说是一种既古老又新颖的材料。在人类历史中,黏接剂的应用已经有几千年的历史了,据现有文字记载,我国是最早在世界上应用黏接技术的国家。那时使用的都是天然黏接剂,如动物胶(骨胶、皮胶等)和植物胶(淀粉胶、树胶、松香等),主要在日常生活中用于竹木工具、兵器、建筑、纸张和纤维制品等。19世纪末期,由于合成有机高分子材料的发展,为黏接技术提供了性能优异的合成高分子黏接剂,促进了黏接技术的发展。现在,以环氧树脂、有机硅、聚氨酯、改性丙烯酸酯、氰基丙烯酸酯、厌氧胶等六大类有机合成黏接剂发展最快,其品种越来越多,用途越来越广,大大超过了无机黏接剂。但是,由于有机黏接剂耐高温性能较差,因此,以硅酸盐和硼酸盐为主体的无机胶在某些特殊条件下,仍然有不可替代的作用。

密封胶是起密封作用的黏接剂,又称液态垫圈,通常都是黏稠液状物,涂敷时具有一定流动性,能容易填满结合面之间的缝隙,形成有黏性、黏弹性或可剥性的均匀连续膜。靠这种膜的填充,可以消除界面,达到防止流体泄漏的目的。

密封胶源于黏接剂,两者没有严格的界限。密封胶与黏接剂的不同之处,就是黏接强度较低或者几乎没有黏接力。密封胶独立于黏接剂而自成体系,并非由于材料本身的特点,而是由其特殊功能或作用决定的。很早以前,人们就用动物胶密封木船的缝隙,18世纪初,在虫胶、硝化棉、油漆等材料中加入一些填料制成膏状的密封胶,用在固体垫片的两侧,以提高固体垫片的密封性能。

## 二、黏接剂、密封胶的分类

黏接剂、密封胶的品种很多,牌号则更是繁杂,而且新品种、新牌号更是在不断涌现。为了使人们能够比较容易地了解各种黏接剂、密封胶的应用范围,需要对种类繁多的胶黏剂进行分类。

### 黏接剂的分类方法

#### (一) 按黏接强度分类:

① 结构胶。结构胶有较高的黏接强度,用于黏接受力部件,一般要求黏接接头能够承受的应力与被黏物自身强度基本相当。

② 非结构胶。不要求严格的力学性能,用于非主要受力部位,一般称为通用胶。

③ 次(准)结构胶。这种胶的黏接强度介于结构胶和非结构胶之间,能承受一定程度的载荷。

#### (二) 按黏接剂固化作用分类:

① 溶剂型。这种黏接剂靠黏接剂中所含溶剂挥发或由被黏物吸收干燥固化,实现黏接。

② 反应型。这种黏接剂由不可逆的化学反应使胶液固比,实现黏接。其中按配制

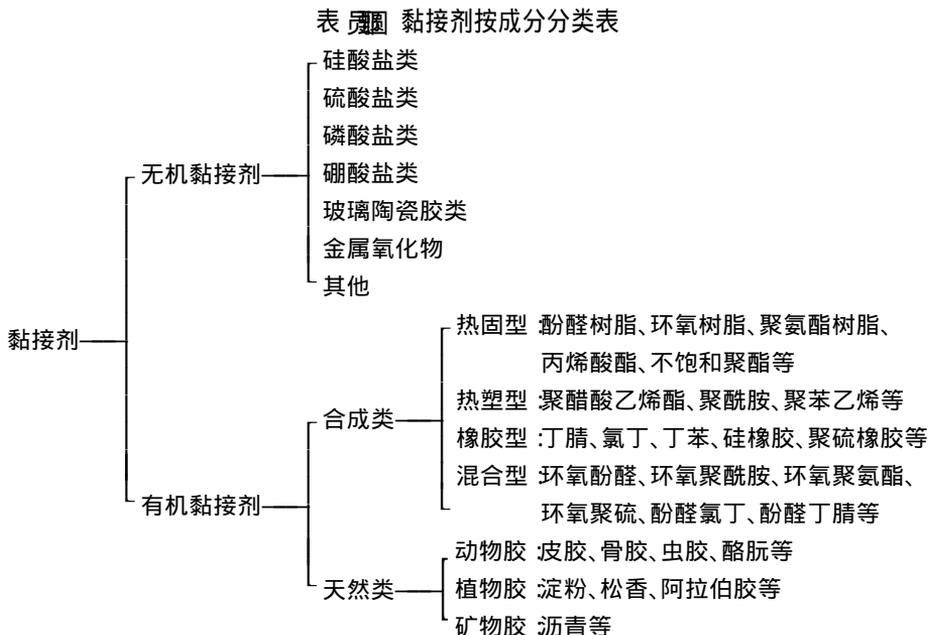


方法和反应条件还可以分为单组分、双组分及多组分型,室温、加热、吸湿、辐照等类型。

③ 热熔型。这种黏接剂通过加热使固态胶熔融,冷却后固化,实现黏接。

④ 压敏型。这种黏接剂使用时需施加一定压力,一般为胶带或胶条,可以反复使用。

(獭)按主要成分分类 这是黏接剂用得比较普遍的分类方法,大致可以分为有机和无机两大类黏接剂,有机类中可以分天然和合成两种类型,如表 1-10 所示。



1-11 密封胶的分类方法：

(员)按应用范围及使用要求分类:可以分为耐热型、耐寒型、耐压型、耐油型、耐水型、耐溶剂型和耐化学药品型等。这种分类方法明确指出了产品的主要特性,便于应用选择。

(圆)按主要成分分类:可以分为树脂型、橡胶型、油脂改性型、天然高分子型等。这种分类方法可以根据密封胶主体材料的性能推测密封胶对所接触介质的稳定性和其他物理、化学性能,以便选用时参考。但是,在密封胶中高聚物组分多于一种时,单纯以组成分类也不够全面。

(獭)按涂布后成膜性状分类:可以分为干性、半干性和不干性密封胶。

① 干性(附着型和可剥型)。这种密封胶源于黏接剂,黏附性较强,其中往往含有溶剂。涂布之后,溶剂挥发而固着在结合面上。这类密封胶具有较好的耐热性和耐压性,但是可拆性差,干性可剥型密封胶中也含有溶剂,溶剂挥发后形成柔软有一定弹性的膜,耐振动、耐冲击性好,有可剥性,但往往由于胶中溶剂易挥发,不易储存或大面积涂布。

② 半干性。半干性溶剂型密封胶中溶剂挥发后形成的胶膜长期不硬,保持一定黏弹性。反应型密封胶中一般不含溶剂。涂布后,胶液发生化学反应,固化形成有黏弹性的胶膜。



③ 不干性。不干性密封胶大多数不含溶剂,涂布后及在使用中始终保持不干且有黏性的状态。受到机械振动和冲击时,不龟裂、不脱落,具有良好的可拆性。

### 三、黏接剂、密封胶在车辆中的应用

随着车辆现代化的迅速发展,胶黏剂和密封腻子在车辆上的应用越来越广泛。黏接剂、密封胶的应用是减轻车体重量、降低能耗的途径之一。为了隔音、隔热、绝缘、装饰,车辆内部也采用黏接剂、密封胶,如塑料地板、装饰板与车体的连接,车厢防尘、隔音都采用胶和密封腻子。在车辆修补中也要应用大量黏接剂、密封胶。

#### 黏接剂、密封胶的选用

##### (一) 选用原则:

① 黏接对象。被黏物有金属、橡胶、塑料、玻璃、织物及皮革等。黏接可能是同类材料,也可能是异种材料。由于异种材料性能不一致,故选用胶时要考虑两者特性,才能得到较好的黏接质量。

② 使用要求。黏接部位受力方式不同则可用结构胶和非结构胶,温度要求不同则用橡胶型胶为选,改性环氧胶为选,改性酚醛胶为选,聚氨酯氧化铜胶为选,耐水性要求则可用环氧和聚氨酯。

③ 工艺性。工艺可采用刷、涂、喷涂及注射胶液等方法。常规工艺是:被黏物表面处理,配胶,涂胶,晾置,贴合,固化。

另外,也要注意胶的毒性及经济性。

##### (二) 不同材料的黏接:

① 黏接金属材料。对板料和棒材等受力结构部位,可用环氧胶、酚醛、丁腈胶等;对薄片金属并要求胶膜有弹性,可用氯丁胶;螺钉、螺母的紧固、密封、防漏,可用厌氧胶;小面积又需快速黏接时可用氨基丙烯酸酯胶黏剂。

② 黏接金属和非金属。根据所黏非金属材料性能不同如弹性、线胀系数、收缩性的不同,可选用橡胶型、环氧、丙烯酸酯及聚氨酯胶等。

③ 黏接非金属材料。黏接塑料时要分为热固性还是热塑性的不同而选用,热固性塑料可用环氧、聚氨酯等;热塑性塑料中无定型塑料可用溶剂黏接,结晶型塑料可用环氧、聚氨酯等胶黏接。

#### 汽车用黏接剂选用

##### (一) 结构胶:

① 酚醛-丁腈胶。通常可选用改性酚醛、改性环氧、改性酚醛、改性环氧、改性酚醛胶。

② 改性环氧胶。可选用改性环氧胶。

③ 酚醛胶。可用选酚醛、缩醛、有机硅(改性胶),酚醛-环氧、羧基丁腈(改性胶)。

酚醛胶可用于汽车或其他车辆的制动片、液压变速箱、制动带(铜粉末冶金带、锰钢带)黏接。

④ 丙烯酸酯胶。可选用铁锚、厌氧胶。它用于汽车发动机缸体渗透补漏,发动机铸铝件钉孔、砂眼等。常用结构胶及黏接部位见表。



表 15-1 汽车用结构黏接剂

种 类	主要成分	用 途	特 性
制动片、离合器片用黏接剂	酚醛树脂 丁腈橡胶	刹车片、离合器片的黏接	耐热、耐油、在下固化成型
代替翻边点焊用黏接剂	(甲) 一液型环氧树脂 (乙) 乙烯基塑料溶胶	用于发动机、行李箱、车门等内外板翻边时取代点焊工艺。	具有高耐水性耐腐蚀性、高剥离强度和低收缩率、热固化型
代替烫锡用合成胶黏剂	环氧树脂型 (单组分)	车身覆盖件接缝密封及表面光滑 平整时代替原烫铅锡合金工艺	无气泡,可在红外灯硫化 快速固化,易于打光成型
聚氨酯树脂黏接剂	一液型(单组分) 室温固化	铝、玻璃纤维增强塑料汽车车身黏接	用于弹性部位的黏接
丙烯酸树脂	二液型、室温固化 胶带型	车内后视镜、车后视镜、铭牌的固定、黏接	可将车内后视镜直接黏接固定在前风窗玻璃上
厌氧性胶黏剂	丙烯酸树脂	螺纹密封、嵌合件黏接及法兰、配管间充封填黏接密封	
点焊密封胶	氯丁橡胶 丁苯橡胶	汽车车身钣金件接缝间的点焊密封	在热烘固化条件下形成光滑柔软的弹性泡沫
前后风窗玻璃黏接密封胶	(甲) 氯丁橡胶、丁基橡胶、聚硫橡胶、硅橡胶 (乙) 聚氨酯(单组分)	(甲) 风窗玻璃黏接玻璃原金属窗框间 (乙) 风窗玻璃和橡胶密封条间 防止雨水渗漏密封	密封性好,采用直接黏接法可提高车身刚度、高黏接强度保证乘员安全
接缝密封胶	乙烯基塑料溶胶	接缝密封用,如轿车底板接缝、卷边密封	缝隙宽度以下
可揉捏的黏接剂	氯丁橡胶 酚醛	发动机内外盖、车顶盖和门板的联接和消音用	取代毡或橡胶板,黏接力强

(乙) 非结构胶:

① 氯丁胶与酚醛型。此类胶如 氯丁橡胶、丁基橡胶、聚硫橡胶、硅橡胶、聚氨酯(单组分)



原 员 铁 锚 原 等。它用于汽车内饰黏人造革、塑料壁纸、聚氨酯泡沫、毛毡纸板、布、人造革地毯、乳胶海绵、塑料地板、橡胶地板等的黏接。

② 改性环氧胶。通常可用 分 原 胶 ,它用于汽车顶棚聚氨酯泡沫和底板、人造革地毯的黏接。

③ 醇酸树脂胶。通常可用 透 原 阻 尼 胶 ,它用于轿车防振隔音。

④ 匀 原 隔 热 胶。它用于汽车驾驶室防振、隔音、隔热用胶。

汽车常用非结构胶见表 原

表 原 汽车常用几种非结构胶

种 类	主要成分	用 途	特 性
汽车内饰用黏接用胶	氯丁橡胶 垣酚醛,丁腈橡胶,氯丁橡胶	聚氨酯泡沫衬里与车顶、毛毡等内饰材料黏接,前大灯、尾灯的密封	起始黏接强度大,多用途,黏接力强
防振隔音胶	再生橡胶,乙烯基塑料溶胶	车钣金金件防振隔音,车身底部喷涂乙烯基塑料溶胶	
多用途车身密封胶	氯丁橡胶—酚醛	车体内部装配密封用	快干、黏合力好 柔韧性好

### 原 车 用 密 封 胶 的 选 用

(员) 丙烯酸酯。可选用 原 再 原 原 胶 ,它用于汽车发动机底盘、变速箱螺纹防漏、防松密封。

(圆) 沥青石棉防振腻子。它用于轿车、旅游车底部防振隔音、汽车的侧围板及车门外板隔音隔热。

(猿) 聚氨酯胶。宰 原 胶 ,用于汽车油底壳处密封 ;铁 锚 透 原 胶 ,用于汽车的冷气密封。

(源) 室温固化硅橡胶。阅 原 胶 ,用于汽车、旅游车、面包车的铝侧窗框密封。

(缘) 乙烯基塑料溶胶。它用于汽车流水槽、顶盖、车身的密封。

(远) 聚硫橡胶。分 别 原 胶 ,用于汽车前后风窗玻璃黏接密封及流水槽密封 ;分 别 原 胶 ,用于汽车顶棚接缝处防水、防振密封 ;酒 云 一 圆 胶 ,用于汽车气泵防漏油、变速箱及其他部件端面及盖的密封。

(苑) 丁基橡胶。分 原 原 胶 ,用于汽车风窗密封 ;丁基风窗带 ,用于轿车风窗玻璃黏接密封。

(愿) 环氧胶。匀 原 原 胶 ,用于轿车和旅游车的流水槽 ;点焊胶 ,用于汽车钣金件点焊缝填充、发动机内外板及车门内外板翻边后胶黏。

(怨) 氯丁胶。宰 原 原 胶 ,用于汽车车身密封和风窗玻璃黏接密封。

几种汽车用密封胶可见表 原



表 10-2 几种汽车常用的密封胶

种 类	主要成分	用 途	特 性
车身内部底板用密封胶	沥青树脂丁苯橡胶	车身底板及钣金件间装配、缝隙间密封	高固型,非流动型,非孔型
车身外部用密封胶	乙烯基塑料溶胶	流水槽及车身各外部接合处密封,车身底板喷涂用防振隔音密封	高固型,非流动型,非孔型
指压型密封剂(腻子或油灰)	异丁橡胶、丁基橡胶、聚硫橡胶、氯丁橡胶、硅橡胶	填塞整车装配时的各种间隙及密封	

#### 四、浸渗堵漏剂及应用

汽车中的发动机缸体、管接头、油泵、水泵体等零部件是铸造件,在铸造过程或使用中难免出现个别零件组织缺陷和疏松现象,如砂眼、细小的裂纹等,都会造成零件报废。尤其是一些薄壁铸件,渗漏现象时有发生。为了解决这个问题,减少浪费,可以采取真空浸渗堵漏工艺弥补铸件缺陷。

目前通用的浸渗方法主要有常压刷(喷)涂法、真空刷(喷)涂法、常压浸渗法、内压浸渗法、真空加压浸渗法、真空浸渗法,浸渗剂有无机硅酸盐型、厌氧型和聚酯型。无机浸渗剂有三类。第一类是双组分型浸渗剂,甲组分以碱金属铝酸盐或硅酸盐为主体,乙组分是二价或三价金属盐。由于浸渗工艺复杂,周期长,目前还很少采用。第二类是化学腐蚀性浸渗剂,利用硫酸铜溶液、氯化铵溶液等对某些金属材料反应,产生沉积盐而堵塞漏洞,主要用于铸铁、铸铝、铸铜合金件。这类浸渗剂难以封堵孔径较大的铸件。第三类是应用最多的金属硅酸盐无机浸渗剂,具有成本低、浸渗效果好、时间短等优点,如湖南省机械研究所的无机浸渗剂。

无机浸渗剂在我国应用时间比较长,北京内燃机总厂从 20 世纪 70 年代初期采用无机浸渗剂对发动机铝合金缸体、缸盖浸渗堵漏。采用的浸渗方法为真空压力浸渗法,浸渗温度为 100℃,经处理后的铸件漏水、漏气现象基本杜绝了。

一汽解放载货汽车的双管路制动阀是铸铝件,经 100% 真空浸渗处理,浸渗时首先对铸件脱脂、清洗以去除油污、脏物,再把铸件放入浸渗罐中,封闭并减压,去除孔洞内的气体和水分。然后将堵漏剂放入罐内,使罐内压力恢复到常压后,再加压到 0.5~0.7 MPa,使浸渗剂渗入铸件的漏压部位,之后恢复到常压。取出零件,用水洗去铸件表面的浸渗液,把铸件在室温下放置 12 h 左右,浸渗液初固后,再经过 100~120℃ 加热固化工序,即完成整个工艺过程。所用浸渗剂为湖南机械所的硅酸盐浸渗剂,浸渗后的双管路制动阀确保不漏。

厌氧胶真空浸渗技术是由美国乐泰公司开发并于 20 世纪 70 年代用于工业生产的高新技术。由于密封质量好,浸渗的一次成功率高,用胶量较无机浸渗剂节省 50%,浸渗



工艺的周期比较短等优点,在国外汽车制造厂铸件堵漏中得到广泛应用。但厌氧胶浸渗设备费用比较高,国内实际应用厂家尚很少见。

聚酯类浸渗胶主要用于微小气孔的密封堵漏,浸渗一次合格率比无机浸渗胶高很多,可达 98%,工作温度高(达 150℃),耐压性好。但需要加温固化,且气味较大,有毒,浸渗设备比无机浸渗剂价格高。适用于各种压铸件、铸件和粉末冶金件的浸渗,一般密封孔径小于 0.05mm 的气孔,可以用无机浸渗剂、厌氧胶浸渗的工件,大都能用聚酯浸渗胶浸渗。

## 第六节 研 磨 剂

研磨剂是在磨料中加入研磨液或研磨膏。常用的磨料有刚玉(俗称金刚砂)类、碳化物类和金刚石等。它们的性能及用途可见表 5-12。

表 5-12 磨料性能及用途

系列	磨料名称	代号	颜 色	强度和硬度	用 途	
					工件材料	应用范围
氧化铝系	普通刚玉	Y	棕	比碳化硅稍软,韧性高,能承受很大压力	钢、铸铁、黄铜	初研磨(要求不太高时,也可作最后研磨)
	白刚玉	W	灰白色	切削性能优于普通刚玉,而韧性稍低		
	铬刚玉	YCr	浅紫色	韧性稍高		
	单晶刚玉	Y1	棕	透明,无色,多棱,硬度大,强度高		
碳化物系	黑碳化硅	SiC	黑色不透明	比刚玉硬,性脆而锋利	铸铁、钢、青铜、黄铜	初研磨(要求不太高时,也可作最后研磨)
	绿碳化硅	SiC	绿色半透明	较黑碳化硅,性略脆		
	碳化硼	B <sub>4</sub> C	黑色	比碳化硅硬	硬质合金、硬铬	初研磨、最后研磨
金刚石系	人造金刚石	YD	灰色至黄白色	最硬	硬质合金	初研磨、最后研磨
	天然金刚石	YD				
	氧化铁		红色至暗红色和紫色	比氧化铬软	钢	极细的最后研磨(抛光)
	氧化铬		深绿色	较硬	钢	

### 一、磨料

磨料的粒度有大有小,大的粒度磨削有力,但磨出的表面较粗糙。小的粒度磨削力



弱,但磨出的表面较细。因此,选择磨料粒度时,应根据被研磨工件表面要求的粗糙度、标准公差及研磨余量的大小而定。磨料常用粒度及所能达到的表面粗糙度可参考表 1-1 的规定。磨料粒度按颗粒大小分为 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、44、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90、91、92、93、94、95、96、97、98、99、100。其中 1~10 号颗粒在 100 目以上,11~100 号颗粒在 100 目以下。

表 1-1 常用粒度能达到的表面粗糙度

粒度	能达到的表面粗糙度 $Ra(\mu m)$	应用
11~100	1.0~0.05	一般产品的研磨
100 以下	0.05~0.01	精密零件量具等的精研磨抛光

## 二、研磨液

磨料不能单独用于研磨,必须加配研磨液。研磨液在研磨过程中主要有三个作用:使磨料均匀分布,起润滑作用;在工件表面形成氧化薄膜,从而加速研磨的过程。如在研磨液中加入少量石蜡、蜂蜡等填料和化学活性作用较强的油酸、脂肪酸、硬脂酸与工业用甘油等,则研磨效果更好。一般常用研磨液有下列几种:

机油——一般用 10 号机油。在精密研磨中常以一份机油、三份煤油混合使用。

煤油——用于研磨速度快、工件表面粗糙度数值要求不太小的粗研磨。

猪油——把熟猪油和磨料拌成糊状,再加约 10 倍的煤油调匀。因其中含有油酸,有助于研磨,增加表面光滑程度。这种研磨剂用于极精密的研磨中。

水——应用于玻璃、水晶的研磨。

一般工厂都用研磨膏。研磨膏是在磨料中加入黏结剂和润滑剂调制而成的。使用时,先将工件与研具清洗,再将研磨膏稀释,并分别涂在工件或研具表面上。要注意粗研磨与精研磨用的研磨膏不能混用。

## 三、研磨剂配方

研磨剂的配方,根据工件的研磨加工要求及磨料的粗细而定。其配方可见表 1-2。

表 1-2 研磨剂配方

成分(%) 用途	磨料	硅酸	硬脂	脂酸	油酸	碳酸氢钠	煤油
粗研	10	圆	10	缘	原	原	圆
中研	15	圆	10	10	原	原	圆
细研	20	员	10	10	圆	员	圆

注:表中所列配方可根据实际需要有所变动。



## 四、应用

目前,在汽车修理中,用于修理气门。气门的研磨可用手工操作或气门研磨机进行。

**手工研磨** 研磨前应先用汽油清洗气门、气门座和气门导管,将气门按顺序排列或在气门头部打上记号,以免错乱。然后在气门工作锥面上涂薄薄一层粗研磨砂,同时,在气门杆上涂以稀机油,插入导管内,然后利用气门捻子,将气门作往复和旋转运动与气门座进行研磨,注意旋转角度不宜过大,并提起和转动气门,变换气门与座相对位置,以保证研磨均匀。手工研磨中,不应过分用力,也不要提起气门用力在气门座上撞击,否则会将气门工作面磨宽或磨成凹槽。

当气门工作面与气门座工作面磨出一条较完整且无斑痕的接触环带时,可以将粗研磨砂洗去,换用细研磨砂,继续研磨。当工作面出现一条整齐的灰色的环带时,再洗去细研磨砂,涂上润滑油,继续研磨几分钟即可。

**机动研磨** 将气缸盖或气缸体清洗干净,置于气门研磨机工作台上,在已配好的气门工作面上涂上一层研磨膏,将气门杆部涂以机油并装入导管内,调整各转轴,对正气门座孔,连接好研磨装置,调整气门升程,进行研磨。一般研磨 10~15 分钟即可。研磨后的工作面应成为一条光泽的连续整齐的圆环。

## 第七节 车用其他非金属材料

在汽车维修作业中,还经常用到上述以外的许多非金属材料,如人造革、毛毡、石棉、篷布、软木纸类等。

### 一、人造革

汽车维修作业中,常用的是聚氯乙烯人造革。它由聚氯乙烯树脂、增塑剂、稳定剂、着色剂、填充剂及其他各种助剂,经机械研磨、搅拌混合后,用涂刮法、压延法或挤出法,将涂层与布基(棉织物)或纤维(如纸基、不织布基等)结合在一起,在经过热处理、溶解和纹压等表面处理制成;也可以在布基表面贴上一层聚氯乙烯薄膜,表面压成类似皮纹而成;当在配方中加入发泡剂时,还可以制成发泡人造革。

#### 种类

按所用基材分,有棉布基和纤维基两类。

(员) 棉布基:有市布基、漂布基、帆布基、针织布基等。

(圆) 纤维基:有纸基和不织布基等。

汽车上使用的多是织布基人造革。另外,还有单面人造革(单面涂塑料)和双面人造革(双面涂塑料)之分。

#### 性能特点

(员) 结构上由表面层、中间层、纤维层等组织制成,不像天然皮革那样是同质连续



结构。

(圆) 色彩多样,外观鲜艳,不易沾污。

(猴) 地质柔软,表面手感清爽。

(源) 强度大,耐折、耐磨。

(缘) 抗蚀性强、耐酸、耐碱、耐水、耐大气侵蚀。

(迤) 具有一定的阻燃性能。

(苑) 具有一定的防霉性能。

(愿) 吸湿性差。

(怨) 透气性差。

(员) 其中的增塑剂(如邻苯二甲酸酯类、磷酸三甲酚酯类等)、稳定剂(有机铅类)和防霉剂(汞、酸、铜、锡的有机物)都有毒性。

**猿应用**

(员) 汽车用的蒙布,常用材料之一就是人造革。

(圆) 汽车坐垫、靠背、车门内板及其他装饰覆盖物等。

(猴) 还可以制作服装、皮鞋、皮箱、沙发、皮包等日用品。

**灑使用方法**

(员) 可按照制件的形状和所需面积量好尺寸,用剪刀剪切成块,之后用缝纫机械扎制成形即可。

(圆) 由于聚氯乙烯人造革配方中许多材料是有毒的,使用时要防止中毒。

(猴) 聚氯乙烯人造革应在室内储存,室内空气要流通、干燥,防止起霉、发白。放置应竖直,避免重压和远离热源。

## 二、毛毡

毛毡是一种采用一系列浸润加工方法,使各种纤维鳞状表面互相紧密连接制成的片状材料。如将羊毛以蒸汽加热,再进行一系列的压力加工,在湿与干、热与冷的交替影响下,羊毛纤维表面间会交错结合,成为具有一定弹性的毛毡。所用的羊毛可以采用细的、较粗的或粗的,亦可加入再生毛或合成纤维,还有的加入些橡胶、树脂等黏合剂。

**员种类**

(员) 按毛毡材质可分为细毛毡、半粗毛毡和粗毛毡三种。

(圆) 按用途分有油封用毛毡、衬垫用毛毡和滤芯用毛毡三种。

**圆性能特点**

(员) 毛毡在油封中能保存摩擦处的润滑油,防止水及灰尘浸入。

(圆) 毛毡用作金属表面间的衬垫,能够防止腐蚀、擦伤、减轻冲击和振动。

(猴) 在滤清器中作过滤毛毡或作为其他液体用的垫滤物时,可滤出机械杂质。

**猿应用**

(员) 油封用毛毡:用于防止汽车旋转轴润滑油的泄漏,可选用细羊毛毡和半粗羊毛毡。

(圆) 衬垫用毛毡:主要用作隔热、密封及起缓冲和减振作用,可使用细毛毡和半粗



羊毛毡。

(獾) 过滤用毛毡 :用于过滤机油 ,可使用细羊毛毡和半粗羊毛毡。

(源) 客车及货车驾驶室的衬里 :消除汽车上的振动和噪声 ,可以减轻乘员长时间乘车的疲劳感 ,可用粗毛毡衬垫。

#### 灑使用方法

在汽车维修作业中 ,可根据油封、衬垫及滤芯的几何形状和尺寸 ,用剪刀剪切成形 ,即可使用。

### 三、石棉

石棉是自然界中唯一的天然矿物质纤维 ,其质地柔软且具有弹性 ,机械强度高、耐高温、不燃烧 ,导电、导热性很低 ,具有一定的耐酸、耐碱性能 ,防潮、防霉、防老化性能很好 ,此外还有优良的吸收树脂的能力。它广泛地应用于各个工业部门 ,作为绝热、保温、防火、隔音和电气绝缘材料 ,也可以与橡胶、树脂、沥青、水泥及其他纤维混合 ,组成各种复合材料。

#### 灑石棉的组成和分类

石棉按照其矿床类型和化学成分的不同 ,可以分为以下两大类 :即蛇纹石类和角闪石类。属于蛇纹石类的有温石棉 ,属于角闪石类的有青石棉、铁石棉、角闪石石棉、透闪石石棉和阳起石石棉。

在工业上主要采用的温石棉 ,有时也用青石棉。

温石棉的主要成分为含结晶水的硅酸镁矿物。通常所说的石棉大都是指它而言。它的最大特点是耐热性高 ,它的熔点为  $570^{\circ}\text{C}$  ,可长期在  $500^{\circ}\text{C}$  高温下工作。

青石棉的主要组成成分为含结晶水的钠铁硅酸盐 ,青石棉呈蓝色 ,故此得名。与温石棉相比 ,它的耐酸性好 ,但耐热、耐碱及其他性能均次于温石棉。

#### 灑使用

汽车上使用的石棉衬垫主要有石棉胶板 ,耐油石棉橡胶板 ,石棉纸 ,衬垫石棉纸 ,板。

(员) 石棉橡胶板。石棉橡胶板是以石棉、橡胶为主要原料制成的密封衬垫材料。主要用于密封水、饱和蒸气、过热蒸气、空气、煤气、氮气、碱液及其他惰性气体。

(圆) 耐油石棉橡胶板。耐油石棉橡胶板是以石棉、耐油胶黏剂为主要原料制成的 ,可作为燃油、石油基润滑油及冷气系统结合处等部位上的密封衬垫材料 ,对硬铝板、低碳素钢无腐蚀性。主要用于和燃料或润滑油接触的发动机、管道接头等密封衬垫

(猿) 衬垫石棉纸、板。衬垫石棉纸、板是由石棉纤维、植物纤维和黏接材料混合而制成的 ,用作发动机缸垫及其他管道连接件上密封垫片的内衬材料。衬垫石棉纸、板两面应光滑平整 ,允许有均匀的毛布纹压痕 ,同一张板上的厚度差应小于  $0.05\text{mm}$ 。

(源) 石棉盘根。它有浸油石棉盘根和橡胶石棉盘根两种。浸油石棉盘根是由浸渍过润滑油和石墨的棉线或铜丝与石棉编结或扭制而成。用作轴类密封材料 ,如发动机曲轴密封等。



## 四、橡胶软木垫

橡胶软木垫由橡胶和软木颗粒为主要原料制成。软木的质量约占总质量的 10% 左右,它的粒度按垫片使用的要求不同而有很大的差异,粗粒的最大截面尺寸可达 10mm,细粒的截面尺寸可小至 0.5mm。

橡胶软木垫的制造过程是:将一定配方的软木颗粒、生橡胶和其他化工辅助材料混合均匀后,放入预热的模具中,对橡胶进行硫化,硫化后的橡胶凝固并将软木颗粒紧紧地连接在一起,制成橡胶软木垫。

橡胶软木垫具有良好的耐油、防漏油、漏气、漏水性能,弹性好,具有减振和自动补偿压力微变对防漏性能影响的能力。它受力后仅在受力方向上变形,而其他方向的外延变形很小。橡胶软木垫还具有在脱离接触压力后回弹性好的特点,可以多次重复使用。

目前,橡胶软木垫在汽车上的使用部位主要有:油底壳衬垫、化油器衬垫、气缸水套孔衬垫等。

## 五、纸板

纸制品由于原材料来源广泛、价格便宜、质量小,具有一定的机械强度和优越的物理性能,很早就在汽车产品上得到应用。如 20 世纪 50 年代,纸制品在我国汽车生产中除了用于各种防潮、防漏部位外,还用于货车驾驶室和客车车身内装饰,但随着新材料的大量出现,内饰材料逐渐被塑料制品、织物等取代。目前,纸类制品主要在滤清、绝缘、防漏等方面在汽车上广泛应用。

### 1. 防漏纸垫

防漏纸垫在汽车上主要用于两个金属结合面之间起到密封作用。借助于纸垫的柔性和弹性使两结合面严密地结合。

汽车上用于制作纸垫的材料主要有浸渍纸和软钢纸。浸渍纸是经过通常的造纸工艺生产的纸,先经过冲压成型工艺,然后根据工作环境的要求进行浸渍和烘干成型。软钢纸板是经过蓖麻油或甘卤处理的平板钢纸。

浸渍纸的机械强度比钢纸垫低,通常可以用于不经常拆卸和装配时仅受单一压力的密封场合,如法兰盘结合的密封垫等,而软钢纸垫多用于两结合件靠螺纹拧紧来连接的端面密封处,在装配过程中,纸垫不仅受到端面的压力,还受到螺纹拧紧的转矩作用。

现在比较常见的还有一种预涂胶纸垫。这种纸垫是经过冲压成型后,预先在垫的两面分别涂上密封胶条。在汽车装配中可以直接使用,简化了装配现场涂胶的工艺,又可确保涂胶质量,提高生产效率。用于纸垫预涂的胶主要有溶剂型浸渍胶及硅酮密封胶等。这种纸垫可以用于变速箱、水泵、发动机等部位的密封。

汽车用衬垫纸板表面应平整、无翘曲、分层、刻痕、沟痕、突起及外来的杂质,在冲压过程中应保持平整,不应有分层和气泡现象。冲切时不破碎和断裂。

### 2. 滤芯纸板

工业滤纸作为一种高档特种纸用于发动机空气滤清器、机油滤清器、燃油滤清器的



滤纸 取代毛毡、棉纱、金属丝网、粉末制品等多种过滤材料。其价格仅相当与金属丝网的 1/10~1/5,而过滤效果比金属钢丝网好或相当,而且质量小、体积小,生产工艺简单,已广泛的应用于各种滤清设备上。

滤芯纸板分为薄的和厚的两种,薄滤芯纸板供滤清器内滤片使用,而厚滤芯板供滤清器内滤片的垫架使用。

汽车用滤芯纸板按用途分为空气、机油、燃油滤纸三类。滤纸应组织结构均匀,不允许有严重的云彩花、穿孔、破损、沙子、透明点、痕迹等缺陷。滤纸上的树脂分布应均匀,在折叠时没有脱层、断裂、发泡等缺陷。

#### 防锈用纸

防锈用纸主要用于汽车零部件装配前储运过程中及汽车配件的防锈。

## 六、汽车用篷布

载货车在运输过程中经常会遇到各种复杂气候,为防止风沙、雨雪、冰雪、日晒等对运输货物的侵袭,需在车厢上加盖篷布。汽车上使用的篷布为帆布或在帆布两面涂以聚氯乙烯涂层。目前,经常使用的帆布材质有棉、维纶、尼龙和聚酯等。

## 复习思考题

36

1. 塑料的主要成分是什么?塑料有哪些添加剂?

2. 塑料常用的分类方法有哪几种?

3. 塑料有哪些性能?

4. 写出下列代号的塑料与树脂的全称: 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 00.

5. 橡胶如何分类?

6. 橡胶有哪些主要性能?

7. 合成橡胶有哪些品种?

8. 橡胶在汽车密封制品中如何应用?

9. 玻璃如何分类?

10. 汽车用玻璃有何特点?

11. 黏接剂与密封胶如何分类?

12. 如何选用汽车用黏接剂与密封胶?

13. 无机浸渗堵漏剂有哪三类?

14. 一般常用的研磨液有哪几种?

15. 人造革、毛毡、石棉、橡胶软木垫有哪些性能特点?



## 第一节 石油和油品炼制常识

人们常比喻石油是“黑色的金子”，这是称颂石油在近现代人类社会的进步和发展中，发挥的极其重要的作用。汽车作为现代社会应用最广泛的交通运输工具之一，消耗由石油炼制的燃料和其他油品的数量是十分惊人的。石油炼制得到的化工原料，通过进一步加工（石化行业称为石油的三次加工）可以得到塑料、合成橡胶等很多重要工业原料，不仅广泛应用于汽车和其他工业行业，还广泛应用于科学研究和人们的日常生活。

但是从地下开采出来的原油（天然石油）是不能直接拿来应用的，必须通过一系列加工，才能得到供各种运输工具和机械设备应用的多种石油产品。石油炼制就是指以原油为原料，进行一系列加工，生产出符合使用要求的油品和化工原料的过程。常用的油品有燃料油品（如汽油、煤油、柴油、燃料重油……）和润滑油品（如润滑油、润滑脂、石蜡……）两大类。

37

## 一、石油知识

从不同产区和不同地层产出的原油，其物理、化学性质有很大差别。一般说原油是一种黑褐色的，流动或半流动的黏稠液体。原油略轻于水，密度约为  $0.8 \sim 0.9 \text{ g/cm}^3$  之间。原油的凝固点相差较大，低的可达  $-50^\circ\text{C}$ ，高的则可达  $10^\circ\text{C}$ 。原油的化学组成十分复杂，主要由很多种碳氢化合物，即烃类组成。在原油中碳元素占  $83\% \sim 87\%$ ，氢元素占  $11\% \sim 15\%$ ，也就是说原油中烃类占了  $92\% \sim 98\%$ 。

## 烃类常识

在有机化学中把由碳和氢两种元素构成的化合物（除了碳化氢）统称称为烃。烃中碳的化合价总是四价、氢的化合价总是一价，而且分子内的化学键都是共价键。烃内的碳原子以各种形式以共价键连接，氢原子再填充各碳原子空余的化学键。根据烃中的各碳原子连接方式不同，还可以分成如下几类。

（一）烷烃。烷烃中的碳原子以单键连接成链状。根据链的形状又可以分为正烷烃、异构烷烃和环烷烃几类。

① 正烷烃。正烷烃中的碳原子排列成单链，成分通式为  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ，例如正戊烷。

在常温下甲烷～丁烷是气体，戊烷～十六烷是液体，十六烷以上是蜡状固体。烷烃是一种饱和烃，性质稳定，不易氧化变质，含氢量较多，密度较小，热值高。

异构烷烃：异构烷烃的主链的若干碳原子长有侧链。例如：异辛烷（即异辛烷三甲基



戊烷)。结构形式如图 1-1-10 所示。由此可以看出, 异构烷烃的侧链如果长在其他位置, 其分子式(悦匀)和示性式(悦匀)仍然保持不变。这就是说烃类和其他有机化合物, 虽然成分相同, 但是可能有好几种结构不相同的同素异构体。这是有机化合物的普遍特点。

正烷烃和异构烷烃的分子通式为悦匀, 其中灶是每个烃分子中碳原子的个数。也就是说碳氢原子比为悦匀。在完全燃烧时化学反应式为



可见, 每个正烷烃和异构烷烃完全燃烧, 需消耗(悦匀)的氧气。实际上, 每个碳原子完全燃烧消耗两个氧原子, 根据它们的原子量计算, 一份质量碳完全燃烧消耗大约悦匀份质量的氧, 而一个氢原子完全燃烧消耗悦匀个氧原子, 按原子量计算一份质量氢完全燃烧消耗悦匀份质量氧。可见烃的碳氢原子比越高, 按质量计算完全燃烧消耗的氧越少。

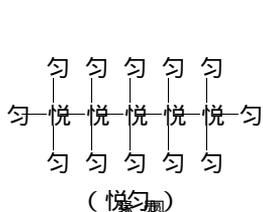


图 1-1-10 正戊烷

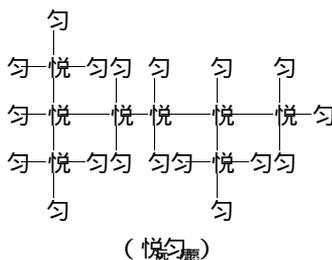


图 1-1-11 异辛烷

② 环烷烃。环烷烃中的碳链构成封闭环状, 它的通式是悦匀。例如 环己烷。

环烷烃分子通式为悦匀, 碳氢原子比为悦匀, 大于正烷烃和异构烷烃的碳氢原子比。完全燃烧时化学反应式为



可见, 每个环烷烃完全燃烧需消耗(悦匀)的氧气, 比碳原子数相同的正烷烃和异构烷烃少。而且分子的碳原子越少, 这种差别越大。

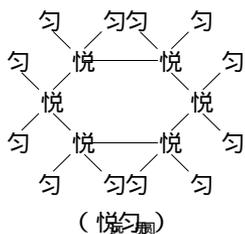


图 1-1-12 环己烷

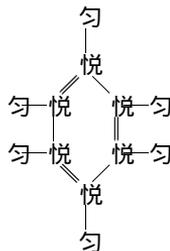


图 1-1-13 苯

(圆) 芳香烃。芳香烃是指分子中含有苯环的烃。芳香烃总类很多, 通式也有多种, 如悦匀、悦匀、悦匀等。在苯环中, 每个碳原子与相邻两个碳原子以三对价



电子构成的化学键连接,实际上与相邻两个碳原子的化学键是相同的,这种情况很难在分子结构图中用简单符号表达。所以,习惯上表达为单、双键交替排列(见图 1-10)。芳香烃具有良好的抗爆性,但发火性差,是点燃式发动机燃料的良好成分。需要进一步了解苯环结构理论的,可以参考有关有机化学书籍。

和异构烷一样,同一种芳香烃可以有多种同素异构体。如二甲苯有三种同素异构体,分别是邻二甲苯、间二甲苯和对二甲苯,它们的示性式都是  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ ,但是它们的结构却不同,化学性质也有所不同。二甲苯的三种同素异构体沸点很接近,很难用分馏的方法将它们分离,所以工业中使用的二甲苯是这三种同素异构体的混合物。

这里仅对苯的完全燃烧进行讨论,苯的碳氢原子比为 1:1,比烷烃要大得多。化学反应式为



可见,完全燃烧 1g 苯需消耗 7.68g 的氧气,按质量计,耗氧量比烷烃要少得多。由于芳香烃分子通式无法给出,因而无法给出芳香烃燃烧的一般化学反应式,也无法进行芳香烃燃烧一般耗氧量计算。但是,我们可以看出按质量计的耗氧量,主要取决于烃的碳氢原子比。芳香烃碳氢原子比总是比烷烃大,所以质量耗氧量总是比烷烃低。

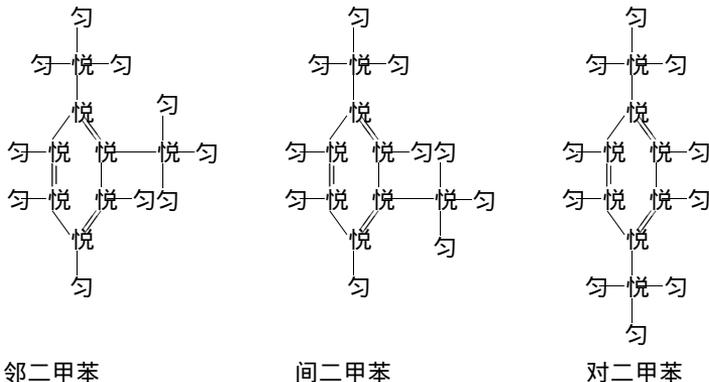


图 1-10 二甲苯的三种同素异构体

(狗) 烯烃。烯烃的烃链中某些相邻碳原子间的化学键有两对共用电子,即存在双键。烯烃中的双键是比较不稳定的,储存过程中容易发生化学反应而生成胶质。所以烯烃是一种不饱和烃。烷烃中只有单键,是一种饱和烃。饱和烃的化学稳定性好,储存中不容易被氧化,只有条件合适时才会发生氧化、燃烧、热解和卤化等反应。

烯烃中的双键可能有一个,也可能有两个,甚至多个。对只有一个双键的烯烃,通式为  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ ,因而碳氢原子比  $\frac{1}{2}$  比烷烃小。含有两个双键的烯烃通式为  $\text{C}_n\text{H}_{2n-4}$ ,可见,每个双键存在都使分子内氢原子减少两个。

多数石油中不含有烯烃,但石油在高温加工过程中会产生一定数量的烯烃。由于烯烃有氧化安定性差等缺点,它不是燃料和润滑油料的理想成分。

石油中的非烃类成分。

石油中含有少量非烃类化合物,它们大多对石油的加工和产品质量有不良影响,是燃料和润滑油料的有害成分,在油品生产过程中应尽可能将其除掉。



石油中的非烃类化合物主要有以下几种：

(员) 硫化物。石油中总是含有少量的硫化物。含有硫化物的油品有特殊的臭味，对金属有腐蚀性。油品中的硫化物一般是有害成分，但是在极压润滑油中所加入的极压添加剂中往往含有硫化物。关于极压润滑油，我们将在后面章节里再加以讨论。

(圆) 氧化物。石油中的氧化物主要是环烷酸，它是一种不溶于水的有机酸，对金属有腐蚀作用。

(猿) 氮化合物。氮化合物大多数具有特殊的臭味，它的氧化安定性差，油品贮存中易发生氧化，使油品的颜色变深，并加速胶质的生成。

(源) 胶质和沥青。胶质和沥青都是由碳、氢、氧、硫和氮四元素或五元素组成的多环化合物的混合物，化学结构十分复杂。

胶质是深黄色到棕色的树脂状黏稠物质。一般汽油馏分中基本不含胶质；从煤油馏分开始，馏分越重的油品含胶质越多。

沥青是深褐色到黑色的非晶体（非晶体明显的物理特性是没有明显的熔点和凝固点，液固物态变化是一个渐变过程），沥青全部存在于渣油馏分中。

胶质和沥青对油品使用性能的影响将在后面章节再讨论。

### 猿 原油的分类

通常把原油分为三类：第一类是石蜡基原油，成分中正烷烃要超过 缘%。我国的大庆原油就是低硫石蜡基原油。石蜡基原油的密度较小，含蜡（分子量大的正烷烃）量高，凝固点较高，含硫、含胶质较少，属于地质年代古老的原油。第二类是环烷基原油，环烷基原油含有较多的环烷烃和芳香烃。环烷基原油的密度较大，凝固点低，大多含有较多的硫、胶质和沥青，是地质年代较年轻的原油。我国的胜利油田产的孤岛原油大多属于含硫环烷基原油。第三类是中间基原油，成分和性质介于石蜡基原油和环烷基原油之间。进口的中东原油大多属于含硫和含高硫的中间基原油。不同类型原油的炼制工艺、炼制设备和得到的产品品质都有所不同。

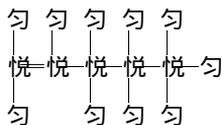


图 圆 萘

## 二、石油炼制常识

### 员 原油的一次加工

油田生产的原油已经经过初步的处理，去除了大部分的水分和杂质（主要是氯化钠、氯化钙和氯化镁等各种盐）。但是油田的处理是比较粗糙的，进入炼油厂的原油还必须进行进一步的脱水和脱盐处理，然后进行原油的炼制。

经初步处理的原油一次加工有常压蒸馏和减压蒸馏两步。

(员) 石油的常压蒸馏。经过脱水和脱盐的原油在换热器内加热到 猿缘℃，原油中的轻馏分沸腾蒸发，蒸汽进入分馏塔逐步冷凝、分离，得到直馏汽油（如果不作为汽油调配



组分,则称为石脑油)、直馏煤油、直馏轻柴油和直馏重柴油(重柴油销售量不大,大部分用作裂化原料油)等轻馏分。换热器内没有气化的重馏分称为常压重油,引出进一步进行减压蒸馏。

(圆)常压重油的减压蒸馏。从常压蒸馏得到的常压重油进入减压加热炉,加热到 $350^{\circ}\text{C}$ 左右进入减压塔,减压到压力 $1\sim 5\text{kPa}$ (一个大气压为 $101.3\text{kPa}$ )分馏。由于常压重油是在真空条件下加热,物质的沸点下降,常压下沸点为 $350^{\circ}\text{C}$ 左右组分也可以顺利沸腾、蒸发。

如果生产的油品是润滑油的基础油,需要对蒸汽比较精确分馏,一般需分馏出沸点不同的 $3\sim 4$ 个馏分,但是如果只是为了分离出裂化原料油,则分馏要求不高,蒸汽冷凝后就得到催化裂化或加氢裂化的原料油。塔底得到的为减压渣油。

原油经过常压和减压蒸馏,各种馏分收得率一般为(以大庆原油为例):直馏汽油(或石脑油) $15\%$ 、航空煤油 $10\%$ 、直馏轻柴油 $15\%$ 、催化裂化(或加氢裂化)原料油 $15\%$ 、减压渣油 $45\%$ 。

### 原油的二次加工

原油经过一次加工只能得到 $15\%\sim 30\%$ 轻馏分油品,而且直馏得到的油品中正烷烃比例高,性能常常不符合使用要求。例如,直馏汽油的辛烷值很低,直馏轻柴油的十六烷值又太高,而裂化原料油和减压渣油直接使用价值更低。一次加工得到的油品必须经过进一步的二次加工,使轻馏分油品的收得率大幅提高,并只有将一次加工和二次加工得到的油品经过合理调配,才能得到合格的成品油。

原油的二次加工主要有:催化裂化、加氢裂化、延迟焦化、催化重整、减黏裂化和氧化沥青等。 $20$ 世纪 $50$ 年代以前,我国采用的原油二次加工主要是热裂化。即将原料油加热到 $500^{\circ}\text{C}$ 左右,使分子量较大的重馏分油分子裂化,成为分子量较小的轻馏分油分子。但是热裂化生产的汽油辛烷值很低,裂化反应过程中反应容器很容易结焦。所以, $20$ 世纪 $50$ 年代以后热裂化逐步被催化裂化所取代。

(员)催化裂化。原料油在有催化剂存在条件下,在 $500^{\circ}\text{C}$ 左右温度发生重馏分油分子裂化反应,生产出石油气、汽油和轻柴油等轻馏分油品的生产过程叫催化裂化。催化裂化加工的原料油是减压馏分油,以及焦化馏分油等重馏分油,还可以掺入少量减压渣油。催化裂化的产品以汽油和轻柴油为主,轻质馏分油的收得率可达 $70\%$ 以上。催化裂化汽油的芳香烃和异构烷烃含量较高,辛烷值高,馏程可达 $200^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$ (参见第二节)品质较好。但是有部分炼的厂生产的催化裂化汽油烯烃含量较多,汽油的化学安定性受到影响。我国市场供应的汽油中催化裂化汽油组分比例很高。催化裂化轻柴油的十六烷值低,必须与直馏轻柴油调配使用。催化裂化同时产生大约 $15\%\sim 20\%$ 的石油气,主要成分是含有三个和四个碳原子的烃(石化行业称为碳三、碳四)。其中含有大量烯烃(主要是丙烯),分离出来是重要的化工原料。剩余的石油气成分主要是丙烷和丁烷,可以作为优质工业和民用燃料。石油气适当控制成分,并且加压液化后可以作为汽车的燃料,这是一种大大减少排气污染的清洁燃料。

(圆)加氢裂化。加氢裂化是重馏分油轻质化的又一种工艺。加氢裂化是原料油在有催化剂参与下,同时加入一定量的氢气,反应温度也在 $500^{\circ}\text{C}$ 左右的裂化反应。烃类



在裂化过程中,除了分子量变小,而且碳氢比应该有所减少。所以裂化反应中必须减少碳,或者增加氢。催化裂化时要产生一定量的石油焦和油浆,实际上就是减少碳,加氢裂化则是增加氢。所以,加氢裂化可以防止石油焦产生,还可以同时脱除氧、氮、硫等杂质。所以,加氢裂化可以加工更重的原料油,同时允许原料油含有较多的氮、硫等杂质。加氢裂化生产的成品油质量较好,氧、氮、硫等杂质少,无需再行精制,成品收得率也比催化裂化高。所以,加氢裂化常用于加工高硫、高杂质的劣质原料油,特别适合加工质量要求较高的航空煤油。但是,加氢裂化设备成本高,投资大,制氢成本也较高。因此炼油厂一般优先考虑采用催化裂化,只有原料质量较低,或者以生产航空煤油为主时才采用加氢裂化。

加氢裂化一般可产汽油 74%,航空煤油 75%,轻柴油 99%,液化石油气 76%,加氢尾气 76%。加氢裂化汽油中,正烷烃含量很高,芳香烃含量较少,烯烃含量很少,所以化学安定性很好,但是辛烷值不高。需要通过催化重整增加芳香烃和异构烷烃含量,从而使辛烷值达到要求。同样原因,加氢裂化轻柴油的十六烷值很高。

(7) 延迟焦化。延迟焦化是一种加工馏分最重的减压渣油的加工工艺。延迟焦化时,原料油在加热炉中加热到 350℃左右,原料油延迟到焦炭塔里去焦化。原料油在焦化过程中既有裂化,也有缩合。延迟焦化的原料可以是减压渣油,也可以是其他二次加工的各种尾油。焦化产品种类及各种成品收得率随原料油种类不同而有所区别。一般延迟焦化收得率为:焦化汽油 65%,焦化柴油 74%,焦化馏分油 95%,石油焦 95%,石油气 70%。焦化汽油和焦化柴油中烯烃含量很高,化学安定性很差,必须再经精制加工后才能出厂。焦化馏分油可以作为催化裂化和加氢裂化的原料油。石油焦是延迟焦化独有产品,一级焦用作炼钢电炉电极,二级焦用作炼铝电炉电极和绝缘材料,三级焦用作冶金工业燃料。延迟焦化生产的一般是二、三级焦。适当改变生产设备和操作条件,也可以生产出优质的针状焦,用作炼钢电炉电极和冶炼铝、镁的融熔电极。

(8) 减黏裂化。减黏裂化是将高黏度的重馏分油料经过轻度热裂化得到较低黏度和较低凝固点的燃料油。减黏裂化的温度一般为 350℃左右。

减黏裂化的原料主要是减压渣油,经过减黏裂化后可以得到减黏渣油(燃料油) 85%,不稳定的减黏汽油 75%,不稳定的减黏柴油 65%。减黏效果是相当明显的,黏度为 3000 厘泊的减压渣油经过减黏裂化后,其黏度降低到 200 厘泊。减黏柴油一般调入燃料油,不单独作为商品供应市场。减黏裂化的产品附加值较低,但是设备要求和生产成本很低,在工业燃料油需求较大时可以采用。

(9) 催化重整。催化重整是生产高辛烷值汽油和芳香烃的生产工艺。从上述内容看,无论直馏汽油、催化裂化汽油、加氢裂化汽油,还是焦化汽油,其化学成分和性能都不能单独满足使用要求,内燃机用的汽油成分最好是含有较多的芳香烃和异构烷烃,这样汽油可具有较高的辛烷值,化学稳定性也较好。

催化重整时,将汽油(可以是各种不同工艺生产的汽油)或石脑油加热并气化,得到温度为 500~550℃的蒸汽进入反应塔,蒸汽分子在催化剂表面发生结构转变:正烷烃、烯烃脱氢并异构化和环化,环烷烃脱氢并芳烃化。我们可以看到:在催化重整过程中,正烷烃和烯烃的数量不断减少,芳香烃和异构烷烃数量逐步增加,同时生成一定数量的



氢气。在催化重整过程中,原料油分子只发生轻度裂化,平均分子量变化很小,主要是分子结构发生变化。以大庆原油为例,经过双金属半再生催化重整(催化重整的一种),芳香烃的收得率达到 50%,其中苯 20%,甲苯 10%,二甲苯 15%,还有重芳香烃 15%,同时生成 10%的纯氢。催化重整汽油是内燃机用汽油的优良组成部分。经过芳香烃抽提也可以得到苯类产品。

由于目前使用的催化剂多含有贵金属铂,所以催化重整又常称为铂重整。

(四) 氧化沥青。石油沥青是石油中最重的馏分,大量用于路面铺设、建筑材料、木材防腐和绝缘材料等。如果减压渣油的软化点较高(如胜利油田减压渣油),可以直接作为道路沥青供应市场。软化点较低的减压渣油则必须经过沥青氧化处理,使得其组织发生变化,软化点提高,针入度和温度敏感度降低。沥青氧化时,原料油加热到 150~180℃左右进入氧化塔,塔内鼓入空气,同时激烈搅拌使原料油快速氧化。氧化温度不同则氧化的深度不同,可以得到性质不同的沥青。

### 油品的精制

经过一次加工和二次加工后的油品,还含有各种杂质,如硫、氮、氧等的化合物,胶质和某些影响油品正常使用的不饱和烃及芳香烃。油品虽然并不如其他化学制品,纯度要求较低,但必须满足一定的使用要求。因此,对影响油品使用性能的杂质必须去除,使油品完全满足质量标准,这就是油品的精制。过去油品精制主要有酸碱法和电化学法,由于污染严重、产品质量差和耗能、耗酸量大等问题而已经基本淘汰。目前,使用最广泛的是加氢精制法。

加氢精制的对象是催化裂化柴油、焦化汽油、焦化柴油,以及原油的直馏轻馏分油。特别是焦化汽、柴油含有大量的烯烃、双烯烃等不饱和烃,并含有较多的硫、氮、氧的化合物等杂质,品质很差,是加氢精制的主要对象。

焦化汽、柴油加氢精制时,原料油首先在加热炉中加热到 150℃左右,与循环氢气混合进入充填有催化剂的反应器,在 1.0~1.5 MPa 压力和 150~180℃温度下反应,反应物经分离器与氢气分离,然后进入分馏塔分馏出合格的汽油和柴油。分离出的氢气可循环使用。

直馏轻馏分油中的杂质种类很多,其中最主要的是硫醇。硫醇有很难闻的臭味,而且容易产生胶质,对铜、铅有较强腐蚀性,必须进行脱硫醇处理。

油品中的硫元素一般都是有害杂质,必须去除。但是硫又是重要化工原料。通过适当工艺回收硫不仅有很高经济价值,而且能有效减少石化企业造成的大气污染。目前,我国的石化企业每年可以回收十余万吨的精制硫磺,经济效益和环境效益相当明显。

### 炼油厂石油气加工

原油在炼制过程中会产生一定数量的石油气,特别是催化裂化过程中产生的石油气数量相当大。石油气中的碳一(甲烷)、碳二(乙烷、乙烯)加压无法液化,称为干气。干气的数量较少,可以作为燃料烧掉,其中乙烯也可以分离出来作为化工原料。碳三(丙烷、丙烯)和碳四(丁烷、丁烯)即为液化石油气,是炼油厂石油气的主体。液化石油气分馏后得到的丙烷和丁烷可以作为汽车和工业、民用燃料。丙烯和丁烯则是重要化



工原料。液化石油气的分馏产品经过进一步加工还可以得到改善内燃机用汽油品质的重要组分。

( 庚) 烷基化汽油。烷基化汽油是高辛烷值汽油的重要组分。它的主要成分是异辛烷和少量异辛烯, 又称工业异辛烷。它是由液化石油气中分离出来的异丁烷和各种丁烯组分, 在催化剂作用下进行加成反应得到的。相当于丁烯的双键打开, 将异丁烷‘嫁接’到原先丁烯的不饱和碳原子上, 加成反应后丁烯也变成饱和的异辛烷了。

( 辛) 催化叠合。催化叠合是将丙烯或丁烯在催化剂作用下叠合反应。反应原理和加成反应类似。得到的叠合汽油具有很高的辛烷值( 确实的), 但是叠合汽油大部分是不饱和烃, 化学安定性较差。

( 壬) 甲基叔丁基醚( 醚类)。甲基叔丁基醚是一种极高辛烷值的汽油调合组分, 其研究法辛烷值( 确实的) 达到 95。我国和世界上大多数国家已经禁止使用加铅汽油, 醚类成为提高汽油辛烷值的重要调合组分。醚类是异丁烯和外购的甲醇在催化剂作用下发生醚化反应的产物。醚类常温下为液体, 沸点 56, 相对密度为 0.74。

由于生产醚类的异丁烯来源有限, 而醚类的需求量又急剧增加, 目前有用另一类醚类化合物——叔戊基甲醚( 醚类) 取代醚类的趋势。因为两者性质相近, 而醚类的原料叔戊烯, 在催化裂化汽油中碳五馏分中含量高达 10% ~ 15%, 原料来源较为丰富。

## 第二节 车用汽油

汽油是一种成分复杂的烃类混合物, 每个分子的碳原子数为 9 ~ 18 之间, 汽油各组分的沸点在 30 ~ 200, 密度 0.71 ~ 0.74。汽油是消耗量最大的轻质石油产品之一, 1995 年, 美国汽油产量占石油产品产量的 15%, 同年中国这一比例也达到 15%。近年我国经济高速发展, 汽车保有量迅速增长, 汽油的产量也必然同步高速增长。汽油可以通过原油蒸馏、热裂化、催化裂化、加氢裂化、催化重整和铂重整等工艺制得。车用汽油还需进一步精制、调配, 有时还要加入改善汽油某些性能的添加剂。

### 一、汽油的使用性能

车用汽油性能主要有抗爆性、蒸发性、抗氧化安定性、腐蚀性和无水分、杂质含量等。其中最重要的是抗爆性和蒸发性两方面。

#### 汽油的抗爆性

( 庚) 爆燃。在发动机压缩过程中, 气缸内混合气的温度和压力不断提高。当混合气的温度和压力达到一定程度时, 混合气开始发生化学反应, 生成化学性质极其活泼、氧化性很强的过氧化物。这种化学反应称为焰前反应。在点火前, 由于气缸内温度尚不很高, 焰前反应速度很慢。但点火后在火花塞火花附近形成点火中心, 主火焰以 100 ~ 200 的速度扩散传播。此时, 火焰的辐射使气缸内未燃混合气温度迅速提高, 焰前反应速度大大加快。如果汽油发动机在燃烧过程中, 由于末端混合气已完成焰前反应, 在主火焰前锋到达之前引起自燃, 并以极高速度传播火焰( 可以超过 1000), 在气缸



内产生带爆炸性质的冲击压力波,发出尖锐的金属敲击声,这种现象称爆燃。反之,如果主火焰扩散速度足够快,在末端混合气的焰前反应完成前已经到达,则不会发生爆燃。因此我们可以得到以下结论:如果主火焰从点火中心扩散到可能发生爆燃点所需时间,比混合气从进入气缸一直到完成焰前反应,并自行发火产生爆燃所需时间长,发动机就会发生爆燃;反之主火焰扩散所需时间少于混合气自行发火所需时间,发动机不会发生爆燃。

当车用汽油发火性较差,或者混合气较稀薄,混合气焰前反应所需时间长,发动机就不发生爆燃。另外,发动机转速、燃烧室形状及压缩比等因素都会影响主火焰扩散时间,也是发动机会不会发生爆燃的重要因素。

爆燃是汽油发动机的一种不正常燃烧。发动机如果发生爆燃,会发出尖锐的金属敲击声,爆燃严重时会引起发动机激烈振动,发动机过热,排气管冒黑烟。发动机在爆燃情况下工作,会使输出功率下降,油耗增加,活塞、活塞环、气缸衬垫、气门、火花塞、轴瓦等零件早期磨损或损坏。汽油发动机工作时,一般不容许发生爆燃。实践证明,发动机在最大转矩工作时应该容许有轻微的爆燃,这样发动机的动力性最好,同时爆燃引起的不良影响很小。

(圆)辛烷值(韵)。衡量汽油抗爆性的指标是辛烷值。规定抗爆性很好的异辛烷的辛烷值为 园,抗爆性很差的正庚烷的辛烷值为 园。异辛烷和正庚烷混合液中的异辛烷体积百分比就是混合液的辛烷值。如混合液中异辛烷占体积的 怨%,这种汽油就叫 怨号汽油。试验时,在标准单缸发动机上按规定规程比较汽油中异辛烷、正庚烷混合液的抗爆性,如果试验汽油的抗爆性与某种标准混合液抗爆性相同,那么试验汽油的辛烷值就与该种标准混合液的辛烷值相同。

实验室测定辛烷值的规程主要有两种:马达法和研究法。

① 马达法辛烷值(韵)。标准发动机转速为 怨,进气温度为 怨,韵比较接近汽车高速、重载条件下行驶的辛烷值。

② 研究法辛烷值(韵)。标准发动机转速为 怨,进气温度为室温。韵比较接近汽车在城市中轻载、慢速行驶的辛烷值。

对于同一汽油,研究法辛烷值和马达法辛烷值是不同的,一般 韵比 韵要大 远~ 圆个单位。两者差值反映了该种汽油抗爆性对于不同工况的敏感性。

我国过去采用的是马达法辛烷值,目前已经和世界上大多数国家一样改用研究法辛烷值。所以现在的 怨号汽油,抗爆性大体与旧国标 怨号汽油相近。美国采用的是抗爆指数,即 韵和 韵的算术平均数。抗爆指数比较接近汽油实用抗爆性。

抗爆指数越  $\frac{\text{韵} + \text{韵}}{\text{圆}}$

我国现行国家标准中汽油的抗爆性指标以研究法辛烷值为准,同时也列出抗爆指数作为参考指标。

用汽车在道路或按规程在实验台架上测得的汽油抗爆性称为道路辛烷值。测试道路辛烷值时,爆燃起始点靠测试人员凭听觉确定,测试过程也相当复杂。目前,常用抗爆指数代替道路辛烷值。



(獠)汽油调合组分对辛烷值的影响。汽油的主要成分是每个分子含有源~个碳原子的碳氢化合物,即为烃。按照分子结构不同,这些烃可分为正烷烃、环烷烃、异构烷烃、烯烃和芳香烃。正烷烃的辛烷值较低,环烷烃的辛烷值较高,而异构烷烃、烯烃和芳香烃的辛烷值则很高。

直馏汽油的主要成分是正烷烃,所以辛烷值较低,配率约源~缘。缘热裂化汽油含有较多烯烃,辛烷值略高,配率约缘~透。缘催化裂化、催化重整、铂重整和加氢裂化炼制的汽油组分含异构烷烃和芳香烃较多,配率可达苑~愿。缘烷基化汽油(俗称工业异辛烷)组成以异辛烷和异辛烯等高辛烷值烃为主,配率达怨~砸。缘不仅辛烷值很高,而且辛烷值敏感度很低,是高级汽油重要组分。

要得到所需成品油辛烷值,炼油厂需要用各种方法生产出汽油,而后以一定比例调配出成品油。

(源)无铅汽油。圆世纪初叶科学家发现,汽油中加入少量四乙基铅可以明显提高汽油的辛烷值。员圆年以后,就开始普遍采用加铅汽油。但是四乙基铅是一种极毒物质,不仅可以溶解在汽油中,而且可以被皮肤吸收。为了防止操作人员接触含铅汽油,将加入四乙基铅的加铅汽油染上橘黄色、蓝色、红色等醒目的警示色。

随着汽车数量不断增加,汽车排放废气中的氧化铅数量也急剧增加,严重污染了大气,对人们的健康构成重大威胁。而且储存中四乙基铅也容易氧化,产生的氧化铅微粒很容易堵塞电喷发动机的汽油喷油器,所以汽油喷射发动机一问世就明确规定禁止使用含铅汽油。另外,由于汽车排放标准越来越高,而使用汽油作为发动机燃料,发动机废气只有经过催化净化才有可能达到排放标准。而废气中的含铅组分会使催化剂中的贵金属催化剂中毒失效,大大缩短催化剂的使用寿命。因而使用排气催化净化装置的发动机不能使用加铅汽油。员圆年起,前苏联规定对行驶于城市的汽车供应无铅汽油;员圆年,日本的普通级汽油已经全部是无铅汽油。禁止使用加铅汽油已经成为世界各国的共识。

圆世纪怨年代末,我国上海、北京、广州、深圳等大城市先后发布禁止使用加铅汽油的地方性法规。为防止大气污染,确保人民身体健康,员圆年我国规定圆年起,我国城市汽车全部禁止使用加铅汽油,并要求届时出厂的国产轿车全部安装排气催化转换器。

目前,无铅汽油尚无国家标准,石油化工部颁布了强制性的无铅汽油部颁标准

#### 圆汽油的蒸发性

我们知道只有汽油在汽化器或进气支管中充分雾化和汽化,才能保证混合气充分燃烧。混合气的充分燃烧不仅使发动机能得到最佳动力性和经济性,而且使汽油发动机排放的废气中的有害成分最少。汽油的蒸发性就是保证汽油充分燃烧的重要指标。汽油蒸发性指标主要有馏程和饱和蒸气压两项。

(员)馏程。对油品进行蒸馏时,馏出第一滴油的油品温度称为初馏点,馏出最后一滴油的油品温度称为终馏点。

对员油品进行蒸馏,从初馏点到终馏点这一温度范围,称为该油品的馏程。对



汽油和轻柴油这些汽车燃料油,选择一些典型蒸发温度表示整个馏程。汽油用 $10\%$ 蒸发温度、 $50\%$ 蒸发温度、 $90\%$ 蒸发温度、终馏点和残留量表示该汽油的馏程。

(圆)汽油蒸发指标:

①  $10\%$ 蒸发温度:  $10\%$ 蒸发温度就是汽油馏出 $10\%$ 的汽油温度。它表示汽油中的低蒸发温度的轻质馏分多少。 $10\%$ 蒸发温度越低,发动机的低温起动性能越好,但是在环境温度较高时产生气阻的可能性也越大。汽油规格中仅规定 $10\%$ 蒸发温度不高于某温度,以保证发动机的低温起动性能。而用另一个指标——饱和蒸气压来表示发生气阻倾向大小。所以 $10\%$ 蒸发温度不是越低越好,还必须与饱和蒸气压综合考虑。

②  $50\%$ 蒸发温度:  $50\%$ 蒸发温度基本反映是汽油中间馏分(从轻质馏分到重质馏分之间的中间馏分)的多少,表示汽油的平均蒸发性。它对发动机的预热时间长短、加速性和运转平稳性好坏影响很大。 $50\%$ 蒸发温度较低,发动机的预热时间短,加速性好,运转平稳性也好。所以 $50\%$ 蒸发温度越低,汽油的品质越好。

③  $90\%$ 蒸发温度和终馏点:  $90\%$ 蒸发温度和终馏点反映汽油中的重质馏分多少。它影响发动机工作时汽油燃烧的完全性和积炭倾向大小。如果 $90\%$ 蒸发温度和终馏点较高,汽油不容易完全燃烧,油耗增加,排气污染增大。同时没有完全燃烧的汽油会冲刷气缸壁上的润滑油膜,使发动机润滑条件恶化,润滑油使用寿命缩短,气缸内积炭增加,发动机磨损加快。所以 $90\%$ 蒸发温度和终馏点较低为好。

④ 残留量。残留量表示汽油中最不易蒸发的重馏分多少和储存过程中汽油氧化产生的胶状物的多少。汽油残留量较多时,发动机积炭增加,进气门、化油器量孔和汽油喷射系统的喷油器结胶增加。所以汽油的残留量越少越好。

(獠)汽油的饱和蒸气压。蒸气压是表示汽油蒸发性的指标之一,主要用于判断使用中发生“气阻”的倾向。

液体的表面不断有液体分子脱离液面进入周围气体,这就是液体的蒸发;同时气体中也不断有气态分子进入液体,这个过程称为气态分子的液化。当液面外气压(严格讲是该液体的蒸气分压)较高时,分子的液化速度较高,而蒸发速度较慢;反之,当气压较低时分子蒸发速度较高,而液化速度较慢。在某一温度时,液体的蒸发和蒸气的液化速度相等的蒸气分压,就称为液体在该温度时的饱和蒸气压。液体的饱和蒸气压与液体温度有关,同一液体温度越高饱和蒸气压也越高。

由于发动机汽油泵工作时有一定供油压力,所以汽油的输油管道内也有一定压力。如果管道内压力小于汽油在当时温度的饱和蒸气压,液体的蒸发速度大于液化速度,管道内会形成气泡,汽油泵的泵油过程无法正常进行,而使发动机热起动困难、运转速度波动、怠速和加速不稳,甚至使发动机断油熄火,形成我们常说的气阻。很明显,如果管道内汽油的压力大于该温度汽油的饱和蒸气压,液化速度大于蒸发速度,则发动机不会发生气阻。因此汽油的温度越高,越容易引起气阻,汽油的饱和蒸气压越高也越容易引起气阻。

汽油温度显然与环境温度和汽油管道周围温度有关。所以气阻一般发生在气温较高的夏季或热带、亚热带地区;同时汽油管道也应注意与温度较高的发动机缸体距离远



一些。从汽油品质而言,汽油的饱和蒸气压低一些就不容易发生气阻。但是汽油的饱和蒸气压与汽油的**馏分**蒸发温度有关,追求较低的饱和蒸气压会使**馏分**蒸发温度提高,从而使发动机的低温起动性能下降。所以国家标准对不同季节汽油的饱和蒸气压规定了不同标准。我国的国家标准规定当年**10月1日**到次年**4月30日**(秋、冬季)车用汽油的饱和蒸气压不大于**101.3kPa**一个标准大气压为**101.3kPa**,侧重照顾发动机的起动性能;**5月1日**到**10月31日**(春、夏季)车用汽油的饱和蒸气压不大于**120kPa**,侧重照顾发动机防止发生气阻。国家标准饱和蒸气压测量标准为雷德蒸气压(气体与液体体积比**1:4**,测量温度为**37.8℃**),应该注意标准中的饱和蒸气压是在规定的同一温度下测定的,并不是测定当时或使用时的环境温度。

### 汽油的抗氧化安定性

汽油在室温和液体状态下的抗氧化能力称为抗氧化安定性,或者简称安定性。安定性低的汽油在储存中容易生成胶质和酸性物质,使汽油的辛烷值下降,酸度增大,颜色加深。胶质是非挥发性物质,能沉积在燃料系统内各个部位,引起种种危害。例如,胶质沉积在化油器量孔中,使供油量减少,发动机的功率下降,油耗增加;低温时胶质沉积在气门,高温时胶质发生炭化,导致气门关闭不严或卡死,同时胶质进入气缸参与燃烧,形成的积炭还会引起发动机过热,增加发生爆燃倾向。

汽油中的不饱和烃(主要是烯烃)的化学性质活泼,容易氧化而生成胶质或有机酸。所以虽然烯烃的辛烷值较高,但是它对安定性有影响,必须限制汽油中烯烃的含量。为保证汽油的抗氧化安定性,车用汽油中烯烃的含量一般不大于**1%**。目前,我国有些炼油厂使用热裂化汽油调制车用汽油,其中的烯烃含量就可能超过**1%**,这类汽油的安定性较差,储存时间应严格限制。

汽油在储存中应该注意环境温度、储存容器中空气所占体积多少,由于日夜温差造成容器内空气流入流出的“呼吸”现象,对汽油的胶质和酸性物质形成都有影响。不少金属还是汽油氧化的催化剂。汽油中虽然都加入提高汽油安定性的添加剂,能有效抑制铁、锌等金属的催化作用。但这些添加剂对铜的催化作用抑制能力很差,若汽油长期接触含铜物品,则氧化仍然很明显。汽油中如果含有水分,氧化速度也会明显加快。

另外,在汽油储存过程中,轻质馏分蒸发比重质馏分蒸发快,储存过程中汽油的挥发性会逐步发生变化。这虽然不属于汽油安定性问题,也是影响汽油品质的重要因素。所以汽油一般不宜长期储存。

### 汽油的腐蚀性

汽油与所接触的金属发生化学反应,使金属失去固有性质的性能称为汽油的腐蚀性。汽油的腐蚀性来自其中的非烃有机化合物和外来杂质。

如果汽油中单质硫含量达到**0.05%**时,与汽油接触的铜片上就会出现腐蚀痕迹。较高温度时单质硫能直接腐蚀钢铁。因此,汽油中不容许含有单质硫和能腐蚀金属的活性硫化物。

汽油中也不容许含有对金属有腐蚀作用的水溶性酸和碱。

长期储存的汽油中会产生少量有机酸,对金属也有腐蚀作用。



## 二、汽油的规格

石油产品的质量标准称为该产品的规格。世界各国在制定车用汽油标准时都充分考虑了本国的具体情况,因而部分质量指标各国有所区别。尽管标准不完全统一,但是世界各国车用汽油的规格都以辛烷值表达。这是因为辛烷值是汽油的主要性能指标之一,辛烷值的选择与发动机的结构参数有关,是汽车选用汽油的主要指标。随着各国生产技术和国际贸易的发展,世界经济朝着一体化方向前进。各国的汽油规格也不断修订,逐步趋于统一。可以预见统一的车用汽油国际标准必将制定。

目前,我国的汽油规格主要有(加铅)车用汽油(GB 17930)和无铅车用汽油(GB 17930)。无铅汽油,目前尚只有石油化工部行业强制性标准。主要性能指标可见表 2-1 和表 2-2。

表 2-1 无铅车用汽油规格(GB 17930)

项 目	质量指标			试验方法
	90号	93号	96号	
抗爆性: 研究法辛烷值(GB 17930) 抗爆指数(GB 17930) 不小于	90 93	93 96	96 99	GB 17930 GB 17930 GB 17930
铅含量, mg/L	不大于 0.013			GB 17930
馏程: 10%蒸发温度, °C 不高于 50%蒸发温度, °C 不高于 90%蒸发温度, °C 不高于 终馏点, °C 不高于 残留量, %(GB 17930) 不大于	90 100 105 110 0.3			GB 17930
蒸气压, kPa 从 1月 1日至 12月 31日(次年) 不大于 从 1月 1日至 12月 31日 不大于	93 96			GB 17930 GB 17930
实际胶质, mg/100mL 不大于	0.15			GB 17930
诱导期, min 不大于	480			GB 17930
硫含量, %(GB 17930) 不大于	0.015			GB 17930
硫醇(需满足下列要求之一): 博士试验 硫醇硫含量, %(GB 17930) 不大于	通过 0.005			GB 17930 GB 17930
铜片腐蚀(GB 17930)级 不大于	1			GB 17930
水溶性酸或碱	无			GB 17930
机械杂质及水分	无			



表 10-1 车用汽油规格(GB 17930-2016)

项 目	质量指标			试验方法
	指标号	指标号	指标号	
抗爆性： 研究法辛烷值(GB 17930) 抗爆指数(GB 17930)不小于	92	95	98	GB 17930 GB 17930 GB 17930
铅含量, mg/L 不大于	0.01	0.01		GB 17930
馏程： 10%蒸发温度, °C 不大于 50%蒸发温度, °C 不大于 90%蒸发温度, °C 不大于 终馏点, °C 不大于 残留量, % (质量) 不大于		40 100 170 210 0.3		GB 17930
蒸气压, kPa 从 1月 1日至 12月 31日(次年) 不大于 从 1月 1日至 12月 31日 不大于		88 75		GB 17930
实际胶质, mg/100mL 不大于		5		GB 17930
诱导期, min 不大于		480		GB 17930
硫含量, % (质量) 不大于		0.015		GB 17930
硫醇(需满足下列要求之一): 博士试验 硫醇硫含量, % (质量) 不大于		通过 0.005		GB 17930 GB 17930
铜片腐蚀(GB 17930)级 不大于		1		GB 17930
酸度, mg/100mL 不大于		1		GB 17930
水溶性酸或碱		无		GB 17930
机械杂质及水分		无		

50

比较加铅汽油和无铅汽油标准,我们可以看到除了加铅量要求有明显不同外,其他指标几乎完全一样。

我国车用汽油的质量标准与美国和前苏联等主要发达国家的车用汽油标准基本相同,只是 50%蒸发温度略高(比法国、日本等国家的标准还略低)。所以,进口汽车使用国产汽油用较精密仪器测试时,可能是动力性和经济性指标略有变化,但是变化幅度非常小,使用者不会感觉到这种影响,不会影响汽车的正常使用。



### 三、车用汽油的选择、使用与管理

#### 车用汽油的选择

车用汽油的选择应该考虑两方面因素：一是根据汽车发动机的压缩比进行抗爆性的选择；二是根据环境温度，即季节进行蒸发性的选择。

原则上是，发动机压缩比越大，对汽油的抗爆性要求也越高。冬季环境温度较低，汽车的冷起动机性能要求较高，发生气阻的可能性小，应该选择蒸发性较好的汽油；夏季气温较高，容易发生气阻，而冷起动机性能则较易满足，所以汽油的蒸发性不能太好。

很多资料给出了根据发动机压缩比计算合适汽油辛烷值的经验公式。但实际上发动机结构对发生爆燃的影响因素除了压缩比的影响最大外，燃烧室的形状、点火方式、发动机的冷却条件和充气条件对爆燃的发生也有明显影响，所以各汽车制造厂商都对每一种车型使用的汽油牌号，根据发动机试验结果作了规定。表 2-1 列出了部分常用车型规定的汽油牌号。例如，奥迪 100 的四缸发动机压缩比为 10.5，要求使用的汽油为 90（GB 179）号；而富康 1.6 的四缸电喷电控多点喷射式发动机压缩比高达 11.5，要求使用的汽油却为 90（GB 179）号。

表 2-1 部分汽车汽油发动机主要技术指标和原厂要求的汽油牌号

汽车型号	发动机型号和结构特征	功率 （千瓦/马力）	排量 （升）	压缩比	汽油牌号 （辛烷值）
解放 CA630	CA630	130/180	6.0	10.5	90（GB 179）
解放 CA640	CA640 CA640	150/200 150/200	6.0 6.0	10.5 10.5	90（GB 179）容许 用 90（GB 179） 90（GB 179）
东风 EQ640	EQ640 原厂改进型	150/200	6.0	10.5	90（GB 179）
上海桑塔纳 2000	2000	100/135	1.8	10.5	90（GB 179）以上
上海桑塔纳 2000	闭环电控多点喷射式	100/135	1.8	10.5	90（GB 179）以上
切诺基 2500	2500	100/135	2.5	10.5	90（GB 179）
富康	1.6 化油器式 1.6 电喷电控多点喷射式	70/95 70/95	1.6 1.6	10.5 11.5	90（GB 179） 90（GB 179）
夏利 1.0	1.0 1.0 电喷电控多点喷射式	40/55 40/55	1.0 1.0	10.5 10.5	90（GB 179） 90（GB 179）或以上
奥迪 100	四缸化油器式	100/135	1.8	10.5	90（GB 179）
奥迪 100 电喷	五缸发动机，单点喷射式	100/135	1.8	10.5	90（GB 179）
奥迪 100 电喷	六缸发动机电喷电控多点喷射式	100/135	1.8	10.5	90（GB 179）
捷达 1.6	四缸化油器式	70/95	1.6	10.5	90（GB 179）
捷达 1.6	电喷电控多点喷射 （电喷电控式）	70/95	1.6	10.5	90（GB 179）
红旗 CA7200	CA7200 系列电喷电控多点喷射式	100/135	1.8	10.5	90（GB 179）
红旗 CA7200	CA7200 系列电喷电控多点喷射式	100/135	1.8	10.5	90（GB 179）

说明：表中没有区分加铅汽油和无铅汽油。推荐使用无铅汽油，可以适用于以上所有汽车发动机。如果只有加铅汽油供应时，必须查看汽车使用说明书，是否容许使用加铅汽油。



还应该指出,各种牌号汽油供应的充足情况也会随地区不同和时间不同有所变化。所以在有些情况下,还是需要通过调整发动机的点火提前角来适应汽油的抗爆性。

汽油的蒸发性对于大部分汽车使用者来说是无法选择的,汽油的供应商应该按国家标准规定按季节正确供应春、夏季或秋、冬季的车用汽油。同时对于绝大多数汽车用户来说较长时间储存汽油也是不合理的。

### 车用汽油使用注意事项

(员)原则上应该使用说明书规定牌号的车用汽油。当没有规定牌号的车用汽油供应时,可选择辛烷值最接近的汽油。选用汽油辛烷值高于规定辛烷值时,发动机仍可照常工作,不需进行调整;选用汽油的辛烷值低于规定值时,应当减小发动机的点火提前角,以防止发生爆燃。必须指出点火提前角减小会影响发动机的动力性和经济性。

同时无铅汽油可以替代相同辛烷值的加铅汽油,加铅汽油则不能替代无铅汽油。

(圆)汽车在高原地区使用时,由于气压降低,空气密度变小,所以空气供应量减少,使得过量空气系数下降。发动机的功率、最大转矩因此下降,燃油消耗率也因此上升。同时发动机发生爆燃的倾向减小,由于环境气压较低,发生气阻倾向增大。所以高海拔地区工作的汽车应该采取一定的技术措施,保证汽车正常运行,尽量减小低气压造成的不利影响。

高原地区使用的汽车可以适当提高发动机压缩比(更换气缸盖),使用增压设备、适当减小气门间隙,以尽可能增大气门开启时间;更换专用凸轮轴,增大气门开启角度,选用高原专用化油器增加空气供应量,以提高充气系数。

为了避免发生气阻倾向,车用汽油的饱和蒸气压应该较低。发动机汽油管应该远离温度较高的发动机气缸体和气缸盖。

(猿)汽车在低温环境下工作时,由于空气密度较大,发动机的实际供气量增加,充气系数增大,有利提高发动机的最大功率和最大转矩,同时发生爆燃的倾向也有所下降。但是低温环境下发动机的冷起动性能变差,应该采用饱和蒸气压较高,馏出温度较低的秋、冬季汽油,并将汽油管适当移近温度较高的气缸体和气缸盖等预热措施,使汽油得到适当预热。要特别注意不能使用储存期较长,低馏分蒸发损失较大的汽油。

(源)环境温度较高时发动机容易发生气阻,应该使用饱和蒸气压较低的春、夏季汽油。同时汽油也可适当移离发动机气缸体和气缸盖。环境温度较高时发动机发生爆燃的倾向增大,应该特别注意正确选用车用汽油的辛烷值,同时加强清除积炭,经常检查和调整发动机点火正时等发动机维护工作。

### 汽油和其他油品的管理

汽油和其他油品的管理主要是减少油品损耗、防止品质下降、油品的安全管理等方面。由于汽油的蒸发性比其他油品好,汽油中含有较多化学安定性较差的烯烃,所以更容易因蒸发损耗,品质也比其他油品容易变化,同时空气中汽油蒸气含量较高时也更易引起火灾。汽油的管理比其他油品的管理要求更高,因此必须引起车用汽油使用和管理者的重视,切实加强管理。

(员)减少油品储存中的损耗和品质变化:

① 油品的蒸发和品质变化与温度密切相关,所以降低油温是减少油品损耗和品质



降低的最有效的手段。储存油品的容器不得受阳光直射,储存场所应该干燥、温度较低。

② 储存油品的容器必须清洁、无锈迹。油罐、油桶应该定期清洗,较长时期不用的油罐、油桶须涂防锈剂。

③ 收发油品和储存油品时应该严防不同油品相混。油罐、油桶改装其他油品时应按表 圆原和表 圆猴的要求检查、清洗。

④ 经常检查储存容器,防止发生渗漏。

表 圆原 大小铁桶等散装容器重复使用时刷洗要求和检查标准

残存油 要装入的油	加铅汽油	无铅汽油	轻柴油	液压油 仪表油 防震油	汽油机油 柴油机油 机械油 压缩机油	齿轮油
加铅汽油	员	员	圆	园	园	园
无铅汽油	猿	员	圆	园	园	园
轻柴油	员	员	员	圆	圆	圆
液压油 仪表油 防震油	猿	猿	猿	圆	猿	猿
汽油机油 柴油机油 机械油 压缩机油	猿	猿	猿	圆	圆	猿
齿轮油	圆	圆	圆	员	员	员

符号说明 园——不宜装入;

员——不需刷洗,只要残存油尽量除净;

圆——把容器中残存油除净后,如无明显铁锈或油泥则不必刷洗,但应尽量擦拭干净;

猿——把容器中残存油清除后,用洗油或溶剂刷洗干净,必要时用蒸气吹扫,最后达到用白布擦拭无明显污垢才能装油。

(圆)油品的安全管理。汽油和其他油品都是易燃的危险品。特别是汽油和轻柴油蒸发性好,当环境温度较高,或者油面上的空气流速较大时,空气中的油蒸气密度就会迅速增大。如果此时附近有明火,甚至只有一个小火星,都会引燃汽油或轻柴油,造成严重的火灾。所以作为汽车使用和维修单位,或者拥有汽车的个人,都必须十分重视油品的安全保管和使用。

① 储存油品的场所必须阴凉、通风;收发油品场所必须通风良好。储存和收发油品的场所严禁带入火种,附近不得动用明火。不准穿鞋底有铁钉、铁鞋掌的鞋进入储存油品的库房、收发油品场所和攀登油罐、油罐车。不准在上述场所用钢铁工具击打油桶



等金属物品。

② 油品作业区内一切场所必须使用防爆型电器。

③ 各种储油容器灌装油品时,必须留出一定空间,不准灌装超过安全容量。夏季灌装汽油至少留出 苑% 空间,冬季则至少留出 缘% 空间。

④ 加注油品时应该严格限制油的流速。对于汽油灌装流速不得大于 猿 以防止发生静电火花引发火灾。

⑤ 平时油桶的桶盖必须盖严紧,严格控制油料渗漏或泼洒,谨慎处理地面上的油料。

⑥ 空气中汽油或轻柴油蒸气浓度过大是有毒的。为防止操作人员中毒,清扫储存汽油或轻柴油的油罐或油罐车内余油时需要使用真空设备抽吸。操作人员必须进入油罐时,应先打开入孔,经过充分通风后才能进入。

⑦ 严禁用塑料容器储存汽油,以防摩擦产生静电而引燃汽油。

⑧ 油罐车运输油品时,必须有垂地金属链,以及时泄放静电,防止产生火花引燃油品。

表 圆缘 油罐、油罐车刷洗要求

残存油 要装入的 油	汽油	轻柴油	汽油机油、柴油机油	齿轮油
汽油	员	圆	原	原
轻柴油	圆	员	原	原
汽油机油、柴油机油	原	原	员	圆
齿轮油	原	原	员	员

符号说明 员——不需刷洗,但要求无杂物、油泥等;润滑油不得有明水。

圆——普通刷洗。清除残存油后,进行一般刷洗,要求达到无明水、油底、油泥及其他杂物。

### 油罐车储存和使用中的消防安全常识

油品具有极强的可燃性,周围空气中蒸气浓度达到一定值时,遇到明火,甚至只有小小火星就会引起火灾。油品火灾的发生突发性很强,同时火势扩散快,极易发生爆炸,并产生大量有害气体和烟尘。油品火灾造成的物质损失和人员伤亡往往是十分严重的,所以油品的储存、运输和使用过程中不仅必须严格执行各项安全防火制度,而且有关人员应该掌握油品火灾灭火常识,万一发生火灾,便能够迅速将火在初起阶段将其扑灭,把火灾损失降低到最低限度。

#### (员) 油品灭火的基本方法:

① 隔离法。燃烧发生和延续必须要有可燃物质,及时将可燃物质与火源隔离就可以防止火势的扩散。火灾发生后应该紧急疏散物资,将火源附近的可燃、易爆和助燃物品移开;关闭可燃气体、液体阀门;围、截、堵、栏流淌的可燃流体;危急时拆除与火源相



连、接近的可燃建筑物。

② 窒息法。阻止空气流入燃烧区,或用不燃物质冲淡空气,使燃烧区得不到足够空气助燃而迫使燃烧停止。实际运用时可将不燃或难燃物体直接覆盖在燃烧物表面上隔绝空气,将不燃气体或水灌入起火建筑物或容器中,设法封闭起火建筑物、容器、设备上的孔洞。

③ 冷却法。任何可燃物都有自己的燃点,即可燃物维持燃烧所需的最低温度。灭火剂直接喷射到火源附近的可燃物上,就可以防止火势扩散。由于水的比热大,蒸发热很高,气化时能吸收大量热,是最常用的冷却灭火材料。必须指出水比油密度大,不能直接喷射到油品燃烧区灭火,只能对储存油品的容器外壁和火场周围可燃物的降温。另外,泡沫或二氧化碳等灭火剂也有一定冷却作用,但效能没有水好。

④ 化学抑制法。燃烧是一种有很多瞬间反应组成的连续氧化反应。在其中的瞬间反应中会产生 恧韵 恧匀 韵匀 等中间反应产物(学名游离基),这些中间反应物再不断进行氧化反应,直到生成二氧化碳和水蒸气等最终氧化产物,完成燃烧的整个氧化连锁反应。往火焰和燃烧物上喷洒灭火剂,使灭火剂参与燃烧过程,抑制燃烧中间产物的生成,使得燃烧过程中止。

常用灭火剂有干粉、“~~卤素~~”等。实际灭火中,一定要在燃烧区内正确地喷洒足够量的灭火剂,否则起不到参与燃烧、抑制燃烧的作用。用抑制法灭火时,应该同时采用降温法辅助灭火。

(圆) 常用灭火剂:

① 水。水作为灭火剂起的是降温、稀释和冲击等作用。在扑灭油品火灾中,水不容许直接喷向燃烧区,只能对油品容器和周围可燃物喷射降温。

② 泡沫灭火剂。常用泡沫灭火剂有化学泡沫和空气泡沫两种。

化学泡沫:用两种药剂混合发生化学反应产生的泡沫称为化学泡沫。化学泡沫灭火器曾经是常用的消防器材,由于灭火器的维护比较困难,实际使用时可靠性较差,目前已经很少使用。

空气泡沫:空气泡沫灭火剂与水混合后,在机械泡沫灭火器中用机械方法产生大量灭火泡沫。泡沫灭火剂是油品火灾灭火的主要灭火剂,在专业和业余消防队中得到广泛使用。

③ 干粉灭火剂。干粉灭火剂由基料(碳酸氢钠、碳酸氢钾、氯化钾、滤色镜、磷酸盐、磷酸铵等)加上少量防潮剂和流动促进剂组成。制造过程中研磨成极细粉末,储存于干粉灭火器或干粉灭火设备中。灭火时,靠加压气体(二氧化碳或氮气)将干粉从喷嘴喷出,形成干粉混合不燃气体的雾状粉流,喷向燃烧区。能隔绝火焰辐射热,析出不燃气体,冲淡燃烧区内空气,从而迅速扑灭火焰。干粉灭火剂灭火性能好、速度快、无毒、无腐蚀性、不导电、能长期储存不变质,已经成为一种重要灭火药剂。干粉灭火剂可以用于各种火灾的扑救,即适合业余消防队伍使用,也可作为专业消防队使用。

干粉灭火剂储存期为五年,储存场所要通风、干燥、阴凉,堆垛不能太高,以防粉体被压实。已到储存期的干粉可交有关部门鉴定,确定是否可以继续使用。

④ 卤代烷灭火剂。卤素原子取代烷烃中部分氢原子或全部氢原子得到的一类有



机化合物称为卤代烷。一些小分子量烷烃的卤代烷具有不同程度灭火能力,称为卤代烷灭火剂。

我国使用的卤代烷灭火剂是**氟里昂**灭火剂。它的化学学名是二氟一氯一溴甲烷。**氟里昂**中第一个“**氟**”表示溴;圆表示氟;第三个“**氟**”表示氯;最后一个“**氟**”表示甲基。国外使用较多的是**氟里昂**和**氟里昂**卤代烷灭火剂。

**氟里昂**灭火剂含有氟成分,化学惰性和热稳定性很好,毒性低,对大多数金属无腐蚀性,电绝缘性也很好,久储不变质,灭火后不留痕迹,是一种性能优良的灭火剂。

卤代烷灭火剂与氮气、二氧化碳或氟利昂**原质**混合加压充入容器。使用时,压力气体和灭火剂成雾状从喷嘴喷出,在火焰的高温作用下迅速气化吸热,并与燃烧中间反应物作用,抑制燃烧化学反应过程,迫使燃烧中止。

⑤ 二氧化碳灭火剂。二氧化碳在室温下比较容易加压液化,从灭火器中喷出的部分液态二氧化碳迅速气化,体积扩大**缘**倍以上,同时吸收大量热,使喷出的其余液态二氧化碳凝固成雪花状固态二氧化碳,即俗称的“干冰”。因此,从灭火器喷出的是极低温气态二氧化碳和雪花状“干冰”混合物,对燃烧物有一定冷却作用,同时减少周围空气中的含氧量,当空气中含氧量低于**员**%或二氧化碳浓度大于**猿**%~**猿**%时,火焰即可被扑灭。

二氧化碳灭火剂灭火后不留痕迹,对被扑救物资无破坏作用,非常适合油品火灾的扑救。

环境空气中的二氧化碳含量达**圆**%~**源**%时,人会感觉呼吸困难;含量达**源**%~**远**%时,可使人失去知觉;含量超过**苑**%可致人死亡。因此灌装和使用时要注意安全。

砂、土和其他覆盖物灭火。灭火实践中用砂、土覆盖灭火也是常用方法。特别是小面积流淌油品失火时,砂、土覆盖灭火效果很好。草帘、麻袋、棉被和毛毯等物品在水中浸湿后也可覆盖灭火。

(**猿**)发生油品火灾时的应急措施。一旦发生火灾,所有在场人员一定要保持沉着、冷静,切莫惊慌失措。这样,才能采取正确的应急措施,有效扑灭和控制火情,尽可能减少损失和伤亡。

① 及时、正确报警。一旦发现火灾必须及时、正确报警。绝对不能认为火势不大,自己可以扑救而不报警。万一火势扩大,自己无法控制时再报警,丧失了扑救的良好时机,会造成严重的损失。

全国统一的火灾报警电话是“**员**怨”。报警时应讲清楚发生火灾的单位名称、所在路名和门牌号、靠近什么知名场所、火灾情况、燃烧部位和燃烧物品种类。报警后要派人到附近路口等候消防人员到来。

在报警的同时,应及时向本单位职工和可能受到影响的临近居民发出警报,做好人员和物资疏散准备。

② 迅速组织灭火。火灾发生后除了及时报警外,还应该迅速组织业余消防人员和职工,运用各种方法尽可能进行扑救和防止火势扩大。

移走火场周围的可燃物和易爆物;关闭流向燃烧处附近的可燃液体和气体阀门;开启已经失火的可燃气体和液体容器阀门,将其输导到安全地点;用砂、土筑堤阻止可燃



液体流向其他部位。总之要想方设法阻止火势蔓延。

冷却可燃物。注意油品火灾是不能直接用水扑救的,但是可以用水冷却储油容器,减缓油品蒸发。

切断火场电源。有些灭火剂有导电性,为了参与灭火人员安全,灭火前必须切断火场所有电源。

运用所有合适的灭火设备组织灭火。

(源)火场自救。被困在火灾现场的人员情况危急,必须沉着镇静,采取一切可能措施设法自救。

① 火灾初起时应立即报警,并积极组织扑救;当火势已经过于猛烈,不依靠专业消防队确已无法扑救,并且已经威胁到参与灭火人员的安全时,所有人员不得再犹豫,迅速撤离现场。

消防人员到达后,必须听从消防人员指挥,以有利于组织灭火和避免人员伤亡。

② 人员被困时,如果火势尚不猛烈,可以披上用水浸湿的衣服、棉被或毯子迅速撤离现场。

③ 困在楼上的人员如果发现烟火已经封住楼梯,可利用建筑物的天窗、阳台、落水管或竹竿等谨慎逃离火场。

④ 如果各种逃生之路均已切断,应立即退回室内,等候消防人员的救援。此时应将受烟火威胁的门窗紧闭,有条件的可向门窗泼水,同时向窗外扔些软物,告诉楼下人员,楼上有人被困。夜晚则可用向外打手电、敲击脸盆等方法发出求救信号。

⑤ 情况危急时,可以设法用绳子拴在牢固的窗挡上,然后将人吊下,或顺绳慢慢滑下。千万不能盲目跳楼,造成不必要的伤亡。

### 第三节 轻柴油

柴油是一种轻质石油产品,为压燃式发动机(即柴油机)燃料,是复杂的烃类(碳原子数约 16~28)混合物。主要由原油蒸馏、催化裂化、热裂化、加氢裂化、石油焦化等过程生产的柴油馏分调配而成(必要时还经精制和加入添加剂);也可以由页岩油加工和煤液化制取。柴油分为轻柴油(沸点范围约 180~360℃)和重柴油(沸点范围约 350~700℃)两大类。汽车、工程机械和拖拉机用的高速柴油机以轻柴油为燃料。

由于高速柴油机燃料耗量(约 200g/kWh)显著低于汽油发动机(约 250g/kWh),使用柴油机的大型运载工具日益增多。柴油广泛用于大型车辆、铁路机车、舰船。随着柴油机科研、设计水平的提高,原来认为柴油机噪声大和振动大、不容易保证排气达标的情况已经基本解决,近年越来越多的轻型汽车,甚至不少轿车也开始使用柴油机为动力。全世界柴油耗量的增长速度大于汽油,1995年中国柴油产量与汽油之比约为 1:1.5。

#### 一、轻柴油的使用性能

轻柴油的使用性能主要有柴油的燃烧性能、雾化和蒸发性能、低温流动性能;另外,和汽油一样应该有良好的安定性、抗腐蚀性、清洁性和无水分、机械杂质。



## 柴油机混合气的形成和燃烧过程

柴油机是压燃式发动机,不需像汽油发动机那样设置点火系统,但是需要由喷油泵和喷油器组成的喷油设备。柴油机进气行程中吸入的是纯空气,压缩行程压缩的也是纯空气。压缩行程接近终了时,缸内温度可达 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ ,压力可达 $8\sim 12\text{MPa}$ 。此时,喷油器才以 $10\sim 20\text{MPa}$ 的高压和 $100\sim 200\text{m/s}$ 的高速将柴油喷入燃烧室,高度雾化和蒸发的柴油与缸内空气充分混合,经过一段时间的焰前准备后混合气自行发火燃烧。图 9-10 就是柴油机燃烧过程压力随曲轴转角变化的曲线图。

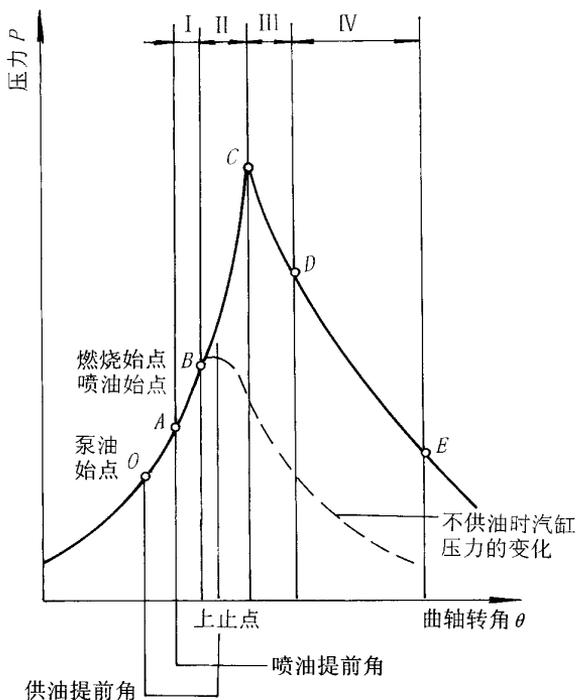


图 9-10 柴油机燃烧过程压力随曲轴转角变化图

(1) 当曲轴转到上止点前的  $\alpha$  点时,喷油泵开始泵油,但此时尚不能打开喷油器,只有到喷油泵输出压力达到足够高的  $\beta$  点时,喷油器打开并开始喷油。所以就有供油提前角和喷油提前角两个提前角。

(2) 喷入燃烧室已经雾化的柴油还需经过加热、气化、与缸内空气充分混合形成均匀混合气等物理准备过程和进行焰前反应的化学准备过程。到  $\gamma$  点时,混合气开始着火。从  $\beta$  点开始喷油到  $\gamma$  点混合气着火的一段为滞燃期。

(3)  $\gamma$  点以后混合气迅速燃烧,在混合气燃烧的同时喷油器仍然不断喷油,此时燃烧室内混合气的物理、化学准备过程和燃烧过程同时进行。由于此时活塞在上止点附近,燃烧室的容积很小,燃烧室内的压力迅速升高,到上止点以后的  $\delta$  点压力达到最高值。不同的柴油机最高燃烧压力也不同,一般可达  $10\sim 15\text{MPa}$ 。这一阶段称为速燃期。此阶段每度曲轴转角缸内压力升高的平均值称为平均压力升高率。平均压力升高率反映了压力升高的急剧程度,它不宜超过  $10\sim 15\text{MPa/deg}$ 。过大会使柴油机运转不平



稳,有异响,气缸内和曲柄连杆机构的零件磨损加剧。这种现象称为柴油机工作粗暴。

(源) 悦点后,气缸中仍有一部分柴油没有燃烧,燃烧过程仍在进行。但燃烧速度减慢。此时燃烧产生的压力较小,又因合适向下运动气缸容积逐步扩大,因而缸内压力维持不变或略有下降,图中悦到阅称为缓燃期。

(缘) 阅点后为补燃期,如柴油蒸发差或喷油器停止喷油后,仍有油滴入气缸,会延长补燃期而使发动机过热。

柴油的蒸发性、发火性等性能的好坏对柴油机燃烧过程的滞燃期、补燃期和压力升高率等有着重要影响。

### 圆 轻柴油的燃烧性能

(员) 轻柴油的发火性。从柴油机燃烧过程分析可以得知,轻柴油发火性越好,滞燃期就越短,燃烧室内混合气是从气缸容积较大、喷入的柴油量少时开始燃烧的整个压力升高过程是在较大曲轴转角范围内完成的,因而平均压力升高率就较低,柴油机的工作就平稳、柔和;反之,轻柴油发火性差,混合气在气缸容积很小,混合气浓度很大情况下发火,平均压力升高率就大,柴油机的工作就粗暴。

(圆) 十六烷值 衡量轻柴油发火性的指标是十六烷值(悦)。

正庚烷的发火性很好,十六烷值定为 员园;原甲基萘的发火性很差,十六烷值定为 园。用正庚烷和  $\alpha$ -原甲基萘配制成的标准混合液中的正庚烷的体积百分比,作为混合液的十六烷值。在标准测试柴油机上按规程测试标准混合液和柴油的发火性。如果柴油的发火性和标准混合液发火性相同,柴油的十六烷值就是标准混合液的十六烷值。

柴油的十六烷值是由它的成分决定的。正烷烃的十六烷值较高,芳香烃的十六烷值很低,烯烃和环烷烃的十六烷值介于正烷烃和芳香烃之间。用我国不少油田的石蜡基原油(如大庆原油)生产的直馏轻柴油中正烷烃含量很高,十六烷值可以达到 缘以上(大庆直馏轻柴油的十六烷值达 远)。经热裂化和催化裂化等二次加工生产的轻柴油中烯烃含量较高,十六烷值仅 猿左右。

应该指出,轻柴油的十六烷值不是越高越好,过高十六烷值的柴油往往流动性较差,要影响柴油机的冷起动性能,而且燃烧的后燃期长(膨胀过程中的燃烧),使柴油机热效率下降,发动机过热。同时十六烷值超过 缘以后,对缩短滞燃期作用明显减弱,也没有必要使用十六烷值太高的柴油。转速较高的柴油机燃烧持续时间短,对十六烷值要求较高,所以合适的十六烷值与柴油机的工作转速有关。柴油机最佳十六烷值可以用以下经验公式计算:

$$\text{最佳十六烷值} \approx \sqrt[3]{\frac{1000}{n}} \times 10$$

通过计算可知转速 猿园~ 肆园 转/分的高速柴油机最佳十六烷值约为 缘,而转速 远园~ 肆园 转/分的低速柴油机的最佳十六烷值约为 猿。所以,目前适合高速柴油机使用的轻柴油的十六烷值都调配到 缘左右。

### 猿 轻柴油的蒸发性

柴油机的冷起动性能、工作可靠性、燃料经济性,与喷油泵、喷油器耐久性都与轻柴油的蒸发性有关。

轻柴油的蒸发性用 缘% 馏出温度、怨% 馏出温度、怨缘% 馏出温度和 员园% 蒸余物残



炭表示。50%馏出温度较低,柴油机的冷起动力性能好,热机时间短,热机阶段的动力性也较好。国家标准规定 50%馏出温度不高于 353K, 90%馏出温度、95%馏出温度较低和 98%蒸余物残炭较少,柴油机的动力性较好,燃料消耗降低,机械磨损减少。文献记载亚斯 1000 柴油机油使用两种十六烷值相同而 90%馏出温度不同的柴油,燃料消耗有明显差异。用 90%馏出温度为 353K 柴油的油耗,比用 90%馏出温度为 353K 柴油要高 1%~2%。国家标准规定 90%馏出温度不高于 353K, 95%馏出温度不高于 353K, 98%蒸余物残炭不超过 0.1%。

应该指出,蒸发性好的柴油往往十六烷值较低。而且蒸发性好的柴油润滑性也较差,对喷油泵和喷油嘴的耐久寿命有较大影响。所以柴油的蒸发性既不能太低,也不能太高。

### 轻柴油的黏度

(1) 柴油的黏度对供油量有一定影响。如果柴油的黏度太大,气温较低时,供油系统阻力增大,往往造成供油不足;柴油黏度太低,气温较高时,喷油泵的柱塞副的泄漏增加,喷油泵的供油压力和供油量都有所下降。

(2) 柴油机的喷油泵和喷油嘴的精密偶件配合间隙非常小。如果柴油的黏度较低,润滑性较差,会使磨损增大,影响精密偶件的使用寿命。

(3) 轻柴油的黏度对喷油的雾化质量影响很大。柴油的雾化质量包括喷出油油粒分散性及油粒细度和均匀度,油粒的贯穿力,油粒在燃烧室内的分布均匀度。

柴油的黏度较小时,容易得到细小、均匀的油粒,喷出油束的锥角也较大,有利于均匀混合气的迅速形成。但是,如果柴油的黏度太小,形成的油粒太细小,油粒的贯穿力变小,喷射距离缩短,造成混合气混合不均,使得混合气燃烧不良。

所以轻柴油应该有合适的黏度,过高、过低都不好。

### 轻柴油的低温流动性

轻柴油的低温流动性影响到环境温度较低时燃料系能否正常供油。商品柴油或多或少含有一定量的石蜡,因而柴油的低温流动性实际上取决于石蜡的析出温度和石蜡结晶情况。

(1) 浊点。浊点是指柴油中开始析出石蜡微小晶体,液体失去透明度的温度。柴油达到浊点时,虽然有固态的石蜡析出,但没有完全失去流动性。用浊点作为衡量柴油最低使用温度指标不太科学,因为达到浊点的柴油并没有失去流动性,供油泵仍能正常供油。柴油进入喷油泵时,由于温度升高,微小的石蜡晶体已经融化,不会影响燃料系正常供油。

(2) 倾点。倾点是指装有柴油的试管倾斜一分钟,柴油没有失去流动性的最低温度。如果用倾点作为柴油的最低使用温度,要求显得太低,实际上柴油还没有达到倾点,燃料系已经无法正常供油。

(3) 凝点。装有柴油的试管倾斜时,柴油油面完全不发生变化,即失去流动性的最高温度。此时石蜡晶体已经形成网状结构,柴油已经完全失去流动性。柴油的凝点低于倾点,但两者很接近。

从上述分析可知,目前大多数国家采用的低温流动性指标,都只能作为确定柴油最



低工作温度的参考。

(源) 冷滤点。20世纪 50年代中期,西欧国家开始采用冷滤点作为柴油低温流动性指标。冷滤点以柴油低温通过滤网能力作为低温流动性依据,这个依据比较接近柴油机低温泵油能力,能够反映柴油机对柴油低温流动性的要求。从发展眼光看,冷滤点是比较理想的柴油低温流动性指标。试验证明,凝点相同的柴油,其冷滤点并不一定相同。

冷滤点的测定是用 100mL 柴油装入试管,在 101.3kPa 抽吸力和规定的冷却条件下,在 1min 内通过缝隙宽度为 0.075mm (3/16 英寸) 金属滤网油样体积少于 10mL 的最高油温,作为该油样的冷滤点。

目前,我国采用凝点作为柴油低温流动性主要指标,冷滤点也作为柴油低温流动性指标。我国现在正在积累资料,积极准备将来完全改用冷滤点作为柴油低温流动性指标。目前,美国柴油的低温流动性指标采用浊点,日本采用倾点,独联体国家和东欧国家采用凝点。可以相信不久的将来采用冷滤点作为柴油低温流动性指标的国际标准就会实现。

### 3. 轻柴油的腐蚀性

同汽油一样轻柴油的腐蚀性可以用硫含量、酸度、腐蚀性试验,以及水溶性酸和碱等指标来表示。

(员) 硫含量及其腐蚀作用。由于柴油是石油的中等馏分产品,容易含有较多的硫。所以轻柴油的含硫量比汽油要高得多。国家标准规定优等品轻柴油的含硫量不高于 0.05%,但含硫高的原油炼制的一等品和合格品轻柴油,含硫量放宽到不高于 0.1% 和 0.2%。在我国,除了用胜利油田和江汉油田原油生产的轻柴油外,现有的商品轻柴油含硫量几乎都低于 0.05%。欧美各国供应的轻柴油,多容许含硫量 0.05% ~ 0.1%,甚至 0.2%。

柴油中的硫经过燃烧生成的  $\text{SO}_2$  和  $\text{SO}_3$  和水蒸气共同对排气系统造成高温气相腐蚀,排气温度越高,腐蚀越严重。同时也会使气缸套磨损大大增加。

另外,排放的废气中含硫量高,会严重污染大气。根据卡特贝勒公司的试验结果,柴油中的硫有 0% ~ 1% 以硫酸形式排入大气。

(圆) 酸度。轻柴油如果酸度太高,喷油器容易结焦,喷油泵的柱塞副磨损增大,燃烧室内结炭增加,造成发动机的功率下降、油耗提高。

### 4. 轻柴油的其他性质

(员) 安定性。直馏柴油的主要成分为正烷烃,所以直馏柴油的化学安定性很好。为调整轻柴油性质加入的二次加工组分,含有较多的烯烃和芳香烃,使柴油的化学安定性下降;另外轻柴油的馏分越重,环烷烃、芳香烃和胶质较多,柴油的化学安定性也随之下降。

轻柴油的安定性,目前由实际胶质和 0.5% 蒸余物残炭控制。如果轻柴油安定性较差,储存中有机沉渣达到 0.5% 就可能堵塞供油系的柴油过滤器。

(圆) 机械杂质。柴油机的喷油泵和喷油嘴的精密偶件的配合间隙很小,配合精度很高,柴油中的机械杂质会加剧精密偶件的磨损,甚至会出现精密偶件卡死,出油阀关



闭不严和喷油嘴堵塞等故障。

柴油汽车在加油前,应将柴油静置 15min 以上,并经滤清器过滤后注入汽车油箱。

(猫)水分:

- ① 柴油中含有水分时会使柴油机的冷起动性能变差。
- ② 当气温下降至 5℃ 以下时,水会结冰,从而会堵塞油路,影响供油。
- ③ 水会将水溶性盐带入柴油中,增加灰分。
- ④ 水与柴油中的硫相互作用,增大硫的腐蚀作用。

(源)灰分。灰分是指柴油燃烧后的残余矿物质,是燃烧室生成沉积物的主要原因之一。散落的沉积物会增大发动机的磨损,某些沉积物对金属还有腐蚀作用。

## 二、轻柴油的规格

目前,我国轻柴油规格由国家标准 GB 19049—2008 规定(见表 19-1)。轻柴油按质量分为优等品、一等品和合格品三个等级。每个质量等级里按凝点高低又可分为 10 号、20 号、30 号、40 号、50 号和 60 号六个级别。

在 10 号和 20 号柴油中组分主要是直馏柴油,加入少量二次加工组分以调配柴油的十六烷值和凝点。低凝点柴油中还要加入一定量的煤油组分。由于各油田所产原油的组成不同,生产的直馏柴油的成分也不同,所以调配的组分也各不相同。为保证轻柴油的安定性,柴油中的二次加工组分不宜超过 10%。

最近几年,我国有的石化企业开始在低凝点柴油中加入流动改进剂,以改善柴油在略高于凝点温度下的流动性。

## 三、轻柴油的选择

轻柴油的选择主要考虑柴油的低温流动性必须适合环境气温,轻柴油质量等级的选择要与柴油机油质量配合起来综合考虑。

1. 根据环境温度选择轻柴油

为了确保柴油机供油系统正常工作,使用的轻柴油凝点必须低于环境温度 3℃ 以上,或者冷滤点必须低于环境温度。但是低凝点柴油的价格较高,而且低凝点柴油的轻馏分组分较多,润滑性较差,在环境温度较高时使用,会增加喷油泵和喷油嘴精密偶件的磨损,影响喷油泵和喷油嘴的耐久性。所以使用的柴油凝点太高时,柴油机无法正常工作。柴油的凝点太低也是不合适的。

柴油汽车保有量较少的单位或个人,完全可以根据当地气象台(站)7 到十天中的气象预报,合理选择轻柴油的牌号。对于柴油汽车保有量较大的单位,频繁更换柴油牌号显然是不合适的,这时可以根据中央气象局资料编写的《各地区风险率为 1% 的最低气温(表 19-2)》选择柴油(表 19-1)。这个表作为轻柴油国家标准 GB 19049—2008 的附录 B,具有相当权威性。它是我国 100 个气象台(站)于 1951 年至 1980 年逐日最低气温记录分析得出的。根据此表选择柴油,正确性有 90% 以上。因为该月份最低气温不符合表上数值的情况,包括低于和高于两种可能性。即使最低气温低于表上所载数值情况发生,但天数也不会多,只需准备少量凝点低一级牌号柴油就可以了。



表 2-6 轻柴油规格 (GB252—94)

项 目	优 等 品						一 等 品						合 格 品						试验方法										
	10	0	-10	-20	-35	-50	10	0	-10	-20	-35	-50	10	0	-10	-20	-35	-50		10	0	-10	-20	-35	-50				
	号	号	号	号	号	号	号	号	号	号	号	号	号	号	号	号	号	号		号	号	号	号	号	号				
碘值质量分数	不大于																								SH/T0234				
色度,号	3.5																								GB/T6540				
氧化安定性,总不溶物	不大于																								SH/T0175				
实际胶质,mg/100mL	不大于																								GB/T509				
硫含量质量分数,%	0.2																								GB/T380				
硫酸含量质量分数,%	0.01																								GB/T1792				
水分体积分数,%	痕迹																								GB/T260				
酸度,mgKOH/100mL	5																								GB/T258				
10%蒸余物残炭质量分数,%	0.3																								GB/T268				
灰分质量分数,%	0.01																								GB/T508				
铜片腐蚀(50°C,3h),级	1																								GB/T5096				
水溶性酸或碱	无																								GB/T259				
机械杂质	无																								GB/T511				
运动黏度(20°C),mm <sup>2</sup> /s	3.0~8.0	2.5~8.0	2.5~8.0	1.8~7.0	1.8~7.0	1.8~7.0	3.0~8.0	2.5~8.0	2.5~8.0	1.8~7.0	1.8~7.0	1.8~7.0	3.0~8.0	2.5~8.0	2.5~8.0	1.8~7.0	1.8~7.0	1.8~7.0	3.0~8.0	2.5~8.0	2.5~8.0	1.8~7.0	1.8~7.0	1.8~7.0	GB/T265				
凝点,°C	10	0	-10	-20	-35	-50	10	0	-10	-20	-35	-50	10	0	-10	-20	-35	-50	10	0	-10	-20	-35	-50	GB/T510				
冷滤点,°C	12	4	-5	-14	-29	-44	12	4	-5	-14	-29	-44	12	4	-5	-14	-29	-44	12	4	-5	-14	-29	-44	SH/T0248				
闪点,°C	65						65						65						65						45	45	45	45	GB/T261
十六烷值	45																								GB/T386				
馏程: 50%馏出温,°C 90%馏出温,°C 95%馏出温,°C	300 355 365																								GB/T6536				
密度(20°C),kg/m <sup>3</sup>	实测																								GB/T1884 ~ 1885				

表 6-1 各地区风险率为 6% 的最低气温(℃)表

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
河北省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
山西省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
内蒙古自治区	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
黑龙江省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
吉林省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
辽宁省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
山东省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
江苏省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
安徽省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
浙江省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
江西省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
福建省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
台湾省*	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
广东省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
海南省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
广西壮族自治区	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
湖南省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
湖北省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
河南省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
四川省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
贵州省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
云南省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
西藏自治区	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
新疆维吾尔自治区	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
青海省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
甘肃省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
陕西省	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13
宁夏回族自治区	-10	-10	-8	-5	-2	1	3	5	7	9	11	13

注：\* 台湾省所列的温度是绝对最低气温，即风险率为 6% 的最低气温。

使用中可以按照以下原则结合表 6-1 选择轻柴油：  
 15 号轻柴油——适合有预热设备的高速柴油机使用；



原 5 号轻柴油——适合风险率为 5% 的最低气温在 5℃ 以上地区使用；  
原 10 号轻柴油——适合风险率为 10% 的最低气温在 10℃ 以上地区使用；  
原 15 号轻柴油——适合风险率为 15% 的最低气温在 15℃ 以上地区使用；  
原 20 号轻柴油——适合风险率为 20% 的最低气温在 20℃ 以上地区使用；  
原 25 号轻柴油——适合风险率为 25% 的最低气温在 25℃ 以上地区使用。

#### 轻柴油的质量等级选择

不同质量等级轻柴油大部分质量指标相同,主要是硫含量和安定性有明显区别。而硫含量对柴油机的磨损影响很大,所以原则上高速柴油机应该使用优等品轻柴油。不得使用一等品轻柴油时,柴油机使用的柴油机油质量等级应该比推荐等级高一级。不是万不得已,务不要使用合格品轻柴油。

## 四、汽车燃油节能添加剂

汽车燃油节能添加剂(以下简称添加剂)是添加在汽油或轻柴油中,达到降低汽车燃油消耗,同时对汽车其他方面性能没有不良影响的添加剂。目前市场上有不少燃油节能添加剂供应,有不少报道肯定这些添加剂有显著的经济效益和环保效益。但是对于这些添加剂的性能尚有争论,不少汽车制造企业明确规定本企业生产的汽车,不得使用这些添加剂。

#### 汽车燃油节能添加剂使用技术条件

(1) 良好的抗金属腐蚀性和与燃油的相容性。在使用汽车燃油节能添加剂的过程中,可能出现的问题是添加剂对金属零件具有腐蚀作用,以及添加剂不能完全溶解于燃油中。

如果添加剂对汽车金属零件有腐蚀性,或者添加剂不能完全溶于燃油,金属腐蚀产物和不溶固体颗粒会增大发动机磨损,缩短汽车发动机的使用寿命,而且会堵塞燃油滤清器、化油器量孔和喷油器,并且可能沉积在气门座圈,使发动机无法正常工作。所以添加剂应进行铜片腐蚀试验(GB 485)。相容性要求为不分层、不浑浊、无沉淀。

(2) 毒性小。要求添加有添加剂的燃油,其毒性不大于参比油的毒性。

(3) 节能和发动机技术性能指标提高必须明显。根据国家标准《汽车节油技术评定方法》(GB 18253)规定,在表 4-1 中列出经济性、动力性、环境影响和经济效益四方面评定标准。

#### 汽车燃油节能添加剂评定试验方法

(1) 铜片腐蚀试验(GB 485)。添加剂的铜片腐蚀试验,按照《GB 485 石油产品铜片腐蚀试验方法》的规定进行。

(2) 与燃油相容性试验。添加剂与燃油的相容性,按照交通部《JT 662 汽车节能产品使用技术条件》附录 B 的规定进行。

(3) 毒性试验。由于尚无添加剂毒性试验标准,目前按照《GB 15190 化妆品安全评价程序和方法》的规定进行。

(4) 发动机性能对比试验。以汽车行驶的五种车速(确定方法见《GB 18253》)相对应的五种发动机转速,按照交通部《JT 662 汽车发动机性能试验方法》中的规



定进行负荷特性对比试验。

按照交通部《汽车发动机性能试验方法》中的规定进行发动机功率对比试验。

(缘) 整车道路对比试验。整车道路对比试验需要测定汽车等速燃料消耗量、汽车直接档全油门加速燃料消耗量和汽车多工况燃料消耗量的对比试验。按照《汽车燃料消耗量试验方法》的规定进行试验。

(远) 汽车排放物对比试验。汽油车怠速污染物对比试验,按照《汽油车怠速污染物的测量—怠速法》的规定进行试验。

(苑) 柴油车的烟度对比试验。按照《柴油车自由加速烟度的测量 原滤纸烟度法》的规定进行试验。

表 圆愿 汽车燃油节能添加剂使用技术指标

类别	项目	技术条件			试验评定方法
		城间运输 模式节油率, $\alpha_{葬}$	市区运输 模式节油率, $\alpha_{泽}$	快速运输 模式节油率, $\alpha_{择}$	
经济性	城间运输模式	$\geq 圆$	跃园	跃园	员
	市区运输模式	跃园	$\geq 圆$	跃园	
	快速运输模式	跃园	跃园	$\geq 圆$	
	多工况节油率, $\alpha_{雷}$	$\geq 圆$			
动力性	加速时间对比系数, $\gamma_{载}$	$\leq 员$			
	功率对比系数, $\gamma_{真}$	$\geq 园$			
	扭矩对比系数, $\gamma_{皂}$	$\geq 园$			
环境影响	汽油车 净净化率, $\rho_{净}$		$\geq 园$		员
	汽油车 净净化率, $\rho_{净}$		$\geq 园$		员
	柴油车烟度净化率, $\rho_{烟}$		$\geq 园$		员 员 员
经济效益	经济效益评价系数, $\gamma_{说}$		跃员		员

### 汽车燃油节能添加剂的工作原理

成品车用汽油和轻柴油,实际上已经在基础油中加入了一些添加剂。汽车燃油节能添加剂只是再加入一些特殊组分,使原有添加剂更加优化和完善。

(员) 助燃作用。提高混合气在气缸内的火焰传播速度,缩短燃烧持续时间,从而提



高内燃机循环热效率,降低发动机的燃油消耗率。

(圆)降低燃油的表面张力。燃油的表面张力较低,燃油就更易雾化,更容易形成均匀的混合气,使燃油燃烧更完全,从而降低发动机的燃油消耗率。

(猿)抗磨作用。减少活塞环—气缸摩擦副的摩擦损耗和磨损,从而降低燃油消耗率,延长发动机寿命。

(源)清净分散作用。减少燃油中胶质的沉积和减少燃烧室内的结炭,从而降低燃油消耗率,同时也能延长发动机的使用寿命。

## 第四节 液化石油气和天然气

世界石油资源短缺和生态环境遭到严重破坏,是 20 世纪人类必须认真对待的重大问题。其中汽车每年消耗大量石油燃料,并且向大气排出大量污染环境的废气。因此,合理地利用石油资源和大力开发“清洁燃料”,是汽车行业面临的首要课题。本世纪内必定可以广泛采用无污染的太阳能、电能和氢能作为汽车能源。但是在最近的几十年内,这些完全无污染的清洁燃料还不可能广泛应用。用液化石油气和天然气等清洁气体燃料取代汽油、柴油,仍然是目前技术比较成熟的最现实的选择。

### 一、液化石油气( 蘧鄞)

液化石油气( 蘧鄞)是油田在石油处理过程中产生的伴生气(轻烃)产品;或者是在石油二次加工(催化裂化和延迟焦化炼油)中产生的伴生气。油田液化石油气中烯烃含量很少,稍作处理即可用作汽车燃料;石油提炼厂液化石油气中含有大量烯烃,必须将烯烃分离出去,才能用作汽车燃料。

液化石油气是三碳和四碳烃类混合物,室温、常压下为气态,很容易加压液化,经过加压液化后气体的体积可以压缩 250 倍以上,十分便于储存和运输。与一般气体燃料不同,车用液化石油气中的不饱和的烯烃含量必须严格限制。如果液化石油气中的烯烃含量较高( $\geq 6\%$ )时,燃烧时容易产生结胶和积炭,严重影响火花塞、气门和活塞环等零件的寿命,而且烯烃是重要的化工原料,用作汽车燃料在经济上也不合理。液化石油气主要成分和性质可见表 2-1。由于大部分烯烃必须分离出来作为化工原料,用作汽车发动机燃料的液化石油气由丙烷、正丁烷和异丁烷构成。液化石油气作为汽车发动机燃料,由于混合气混合均匀,燃烧完全,所以发动机进气系统很清洁,燃烧室很少积炭,气缸、活塞环的磨损较少,排放的废气中一氧化碳( 愠匀)和碳氢化合物( 匀兑)比燃油发动机少得多,氮氧化物( 晕载)也有明显减少,一般排硫量也非常少。液化石油气可以称为是一种汽车的清洁燃料。所以用液化石油气取代汽油作为汽车燃料,具有重要的环保意义。

液化石油气由于很容易加压液化,一般储气压力较低,为 1.5 MPa 左右,所以液化石油气的储气瓶一般为普通焊接钢瓶。

由于组分有所不同,液化石油气的辛烷值也略有上下。确实一般在 90~95 之间,酒精一般在 85~90 之间。液化石油气发动机最佳压缩比为 14~15,容积许压缩比可达



非改装的单燃料电点火液化石油气发动机的动力性略低于汽油发动机 ;由汽油发动机改装的液化石油气发动机动力性则有较明显下降。采用四川西恩基公司生产的蕴那供气系统(包括蒸发调压器和比例调节混合器等部件)配置在解放 悦型发动机上,压缩比由 提高到 并加大点火提前角 时的标定功率损失约为 。

液化石油气的发火性很差,即十六烷值很低,无法单独用于压燃式发动机。柴油机一般可以改装成双燃料发动机,即柴油机进气管加装混合器,天然气减压后在混合器内与空气充分混合后进入发动机气缸,气缸内适时喷入少量柴油(柴油燃烧产生热量占总热量 % ~ %),由柴油压燃点火。为了确保发动机的起动性能,双燃料发动机一般仍然由单一柴油起动,起动后再转入双燃料工作状态。由于混合气中含有天然气,相同转速时进入气缸的空气量有所减少,所以双燃料发动机的动力性也略低于改装前的柴油机。

表 液化石油气组分的主要性质

性 质	丙 烷	正丁烷	异丁烷	丙 稀	丁 烯*
分子式	$C_3H_8$	$C_4H_{10}$	$C_4H_{10}$	$C_3H_6$	$C_4H_8$
液体密度( $g/cm^3$ )	0.5006	0.5840	0.5680	0.5203	0.5930~0.6110
气体密度 ( $g/m^3$ )	1.8757	2.2023	2.1637	1.8750	2.2023~2.2797
沸点( $^{\circ}C$ )	-0.425	-0.5	-0.48	-4.22	-0.5~ -1.0
临界温度( $^{\circ}C$ )	96.7	152.0	152.0	96.7	152.0~ 169.0
理论空燃比 ( $g/g$ ) ( $kg/kg$ )	15.05	14.76	14.76	15.05	15.05~ 15.25
热值( $kJ/kg$ ) 高热值 低热值	46.35 46.35 43.85	49.43 49.43 46.93	49.43 49.43 46.93	46.35 46.35 43.85	49.43~ 49.43 49.43~ 49.43 46.93~ 46.93
辛烷值( $^{\circ}C$ ) ( $^{\circ}C$ )	100 100	100 100	100 100	100 100	100~ 100 100~ 100

注: \* 丁烯包括丁烯 原顺 原反丁烯,反 原反丁烯和异 原丁烯(原甲基丙稀)四种同素异构物。

大港石油管理局运输公司及新疆维吾尔自治区汽车产品质量监督检验站按国家标准对改装的两用燃料( 蕴和汽油)汽车在同一路段往复多次测试。测试结果表明,汽车使用 蕴时与原汽油车相比,加速性基本相同(说明发动机最大转矩基本不变),最高车速略有下降(说明发动机最大输出功率略有下降),最低稳定车速下降(说明 蕴在较大过量空气系数时仍能良好燃烧),燃料消耗率下降、尾气排放物中 悦及 悦明显减少,大大低于目前国家规定的汽车排放标准值。



## 二、天然气( 羸)

天然气是一种高效、洁净、价廉的工业和民用燃料,也是重要的化工原料。截止到 1999 年底,全世界探明的天然气可采储量达 110 万亿 羸,1999 年天然气产量为 10.5 万亿 羸,年增长速度为 10%。在一次能源结构中天然气所占比例从 20 年代的 10% 已经增长到目前的 15%。

我国有着丰富的天然气资源。经资源评价,我国天然气资源总量为 140 万亿 羸,超过世界资源总量的四分之一。到 1999 年,已探明储量为 1.5 万亿 羸,探明程度仅为 10%。预计到 2010 年底,探明储量可达 1.8 万亿 羸。2010 年,我国预计天然气产量为 1.5 万亿 羸,2020 年,可达 2.5 万亿 羸。可见我国天然气的储存量和产量均有很大潜力,为我国推广使用天然气汽车提供了充足的资源条件。已探明的我国陆上天然气田主要有四川东部的川东气区、陕西北部的陕北汽区、新疆塔里木、准噶尔和土哈三大盆地的新疆气区。另外,我国渤海湾、东海、珠江三角洲等地也发现一些储量比较丰富的海上天然气田。

天然气的主要组分是甲烷,气田天然气甲烷含量均超过 90%,油田天然气甲烷含量一般也超过 80%。

表 2-1 气体燃料与汽油性能比较

性 质	燃 料 种 类	液化石油气		天 然 气 ( 甲 烷 )	汽 油 ( 90# )
		丙 烷	丁 烷		
匀 转 原子比		1.06	1.06	1.0	1.06
密度(液相) 羸/羸 <sup>3</sup>		0.58	0.58	0.75	0.75
分子量 羸		44.1	58.1	16.0	114
沸点 羸		-42.1	-0.5	-162	-40
凝固点 羸		-182	-138	-162	-95
临界温度 羸		97	152	190	306
临界压力 羸/羸 <sup>2</sup>		3.39	3.77	20.6	21.7
汽化热 羸/羸 <sup>3</sup>		1020	1020	850	—
比热(液体,沸点) 羸/羸 <sup>3</sup> ·K		1.7	1.7	1.7	—
气 轍 容 积 比 ( 15℃ )		1.0	1.0	1.0	—
密度(气相) 羸/羸 <sup>3</sup>		1.8	1.8	0.7	—
理论空燃比	质量比	15.5	15.5	15.5	15.5
	体积比	1.0	1.0	1.0	—
高热值 羸/羸 <sup>3</sup>		100	100	100	—

甲烷的临界温度约为 190℃,也就是说在 190℃ 以上天然气,无论加上多大压力也



是不可能液化的。液化天然气( LNG)的应用在技术上是有一定难度的,因此目前我国使用的是压缩天然气( CNG)。由于压缩天然气是在气态下压缩,大致符合理想气体压缩规律。如果气瓶压力为 15MPa,气体压缩比例大约为 15 倍。天然气压缩的比例受到限制,随车压缩气瓶储气量较少,为了提高压缩天然气储存密度,储存压力当然越高越好,但是压力太高气瓶技术上有困难。目前一般采用的储存压力为 15~20MPa。现在大部分改装车灌装满的气瓶,可以供给汽车持续行驶 400km 左右,能够满足一般短途行驶要求。储气瓶的材质有以下四种:金属材料(钢瓶或铝合金瓶);金属衬瓶,用浸过合成树脂的连续长纤维进行环带缠绕加强;金属衬瓶,用浸过合成树脂的连续长纤维进行整体缠绕加强;热塑性塑料制成衬瓶,瓶体上整体用浸过合成树脂的连续长纤维整体缠绕加强。目前,我国还只有储气钢瓶生产。为了提高储气量,以适合长途行驶需要,最好能够将天然气液化,天然气液化后可以使体积压缩到 1/160 以下。美国、英国、法国和德国等发达国家已经开始使用液化天然气( LNG)。由于液化天然气灌装和储存温度一般在 -162℃ 以下,对天然气的储运和加气站设备、液化天然气瓶都有特殊要求,我国现阶段还在研究、试验阶段。

甲烷的辛烷值很高,确实达到 15 左右。天然气的十六烷值很低。所以天然气在汽车中应用与 LNG 有很多类似地方。

### 三、汽车使用气体燃料的特点

#### 可以大大节省石油资源

随着国民经济高速发展,我国的汽车保有量增加很快。1995 年约为 1000 万辆,2000 年底已达 2000 万辆左右,年增长率达 10%。同时我国石油的产量增长很少,地质储量难有较大增长,难以满足国民经济对石油高速增长的需求。目前,我国已经是石油净进口国,每年石油进口量已经超过 1 亿吨,而我国的天然气资源丰富,而且在相对不发达的西部地区天然气储量占全国储量比重很高,产量也增长很快。大力发展天然气和液化石油气汽车,不仅有实际经济意义,而且对西部大开发和整个国民经济发展作用也很大。

#### 减少汽车排放物对大气的污染

汽车排放的废气是大气污染的主要原因。西方国家汽车排放污染占城市大气污染源的 30%~40%,我国的主要大城市北京、上海、广州等地,汽车排放物污染也是大气污染的第一位原因。减少汽车排放物对改善大气环境质量具有十分重要影响。

天然气和液化石油气在常温、常压下为气态,与空气是同一状态,很容易充分均匀混合,因而也容易充分燃烧,可以大幅降低 CO 和 HC 的排放量,也比较彻底地解决微粒排放污染;气体燃料经过净化处理后,有害物质含量比液体燃料少得多,如杂质含量可降低到 1/1000(质量比),远低于汽油和轻柴油的 10%~15%。由于气体燃料燃烧火焰的温度比较低,所以 NO<sub>x</sub> 的排放量也较低。特别应该强调的是,天然气的碳氢原子比是烃类化合物中最低的,在燃烧产生热量相同条件下,燃烧产生的温室效应气体 CO<sub>2</sub> 比汽油、柴油少 15% 以上。

#### 燃料经济性好



我国,市场天然气和液化天然气售价明显低于汽油和轻柴油。

④使用天然气(压缩)的安全性比汽油好

汽油具有良好的挥发性,随着气温升高挥发性也随之升高。而汽车燃料系构造上有相当部分并没有很好的密封,尤其是汽车在加注燃料时,高速流动的燃料挥发性大大提高,油箱附近空气中燃油蒸气浓度较高,形成较大范围的可燃混合气。加上汽油燃点低于汽油,混合气着火界限仅为燃点 $15\% \sim 20\%$ ,如遇微小火星就将引发火灾。汽车因碰撞、倾覆或漏油引发火灾是常见的事。而天然气的着火温度为 $500^\circ\text{C}$ 以上,着火界限为 $5\% \sim 15\%$ ;液化天然气的着火温度和着火界限均高于汽油。同时汽油蒸气密度大于空气,如果在通风条件较差时,蒸气不易扩散,而天然气蒸气密度低于空气,只要工作场所上方有一定通气通道,天然气蒸气很容易扩散,不容易达到着火界限。可见压缩天然气的安全性是明显高于汽油,液化石油气的安全性也略高于汽油。当然压缩天然气的储存容器是高压容器,耐高压性能要求很高,这是另一方面的安全性。目前,压缩天然气容器要求的耐压性能在技术上并不是困难问题。

⑤气体燃料的使用性能好

以天然气和液化天然气为燃料的发动机冷起动性能好,运转平稳,燃料中不含汽油和轻柴油中存在的胶质,因而燃烧中不会积炭,当然不用经常更换火花塞;同时气体燃料中含杂质和机械杂质远低于液体燃料,对发动机的不良影响很小;发动机工作时气体燃料不会稀释气缸油膜,因而可以延长发动机寿命,汽车大修间隔里程可以提高 $10\%$ 以上;发动机油不会被燃油稀释,发动机机油的使用寿命明显延长。气体燃料发动机比液体燃料发动机的维护费用可降低 $10\%$ 以上。

⑥气体燃料具有很好的抗爆性

天然气的辛烷值约为 $100$ ,液化石油气的辛烷值也超过 $100$ ,抗爆性比高级汽油(如98号)还好,所以使用气体燃料的发动机可以有较大的压缩比和较大的点火提前角,可以比液体燃料发动机有较多更好的性能。

⑦气体燃料的携带性较差

液化石油气可以在较低压力下常温液化储存和携带,但气瓶和附属设施占有一定体积,天然气在常温下根本不能被液化,只能压缩储存在高压气瓶内。所以气体燃料供给系占用空间较大,价格也较高。

⑧气体发动机的比功率较低

气体燃料在气缸外与空气预混合时需占用一定体积,所以发动机的充气系数比使用液体燃料要低 $15\%$ 左右,同时气体燃料的理论混合气热值也较低。所以气体燃料发动机与同等排量液体燃料发动机相比,功率有所下降。

⑨气体燃料发动机成本较高

如果发动机以双燃料或双燃料并用形式应用于汽车,则汽车发动机需同时具有两套燃料供给系统,汽车成本约提高 $15\%$ 左右。

#### 四、液化石油气和压缩天然气的规格

为了推广液化石油气和压缩天然气在汽车中应用,石油化学工业部颁布了有关行



业标准,见表 4.1.1 和表 4.1.2。表 4.1.1 中的车用丙烷可以看做油田石油气;车用丙丁烷混合物可以看做炼油厂石油气。

有关的国家标准估计在 2005 年或稍后可以正式颁布。

表 4.1.1 汽车用液化石油气技术要求

项 目		质量指标		试验方法
		车用丙烷	车用丙丁烷混合物	
蒸发残余物(表压), 噪声	不大于	合格	合格	目测(仲裁)
组分 $\varphi, \%$ :				仲裁(仲裁)
丙烷	不小于	原	通	
丁烷及以上组分	不大于	合格	原	
戊烷及以上组分	不大于		圆	
丙烯	不大于	缘	缘	
残留物, 气味:				仲裁(仲裁)
蒸发残余物, 油渍观察	不大于	合格	合格	
密度(合格或合格)(合格)		实测	实测	仲裁(仲裁)
铜片腐蚀 级	不大于	合格	合格	仲裁(合格)
总含硫量 $\omega, \text{mg/kg}$	不大于	合格	合格	仲裁(仲裁)
游离水		无	无	目测

注: ① 蒸气压容许用目测方法计算, 但仲裁时必须用目测测定。

② 密度容许用目测方法计算, 但仲裁时必须用目测测定。

表 4.1.2 汽车用压缩天然气技术要求

项 目	质量指标	试验方法
高位发热量(合格)	合格	目测(合格)
硫化氢(合格含量)(合格)	合格	目测(合格)或目测(合格)
总硫(以硫计)含量(合格)	合格	目测(合格)
二氧化碳(合格)质量分数	合格	仲裁(合格)
水露点	低于最高操作 压力下最低环境温度(合格)	仲裁(合格) (计算测定)

注: ① 为确保压缩天然气的使用安全, 压缩天然气应有特殊气味, 必要时加入适量加臭剂, 保证天然气的浓度在空气中达到爆炸下限的 10% 前能被觉察。

② 气体体积为 15°C 和 101.325 kPa 下的体积。



## 复习思考题

1. 什么是烃？烃主要有哪几类？化学特性各有何特点？

2. 完成下面表格：

	所用原料	主要产品	主要变化
原油蒸馏			
减压蒸馏			
催化裂化			
催化重整			

3. 车用汽油要求具有哪些使用性能？

4. 什么是辛烷值、马达法辛烷值、研究法辛烷值和抗爆指数？

5. 汽油品质对汽车的技术状况有何影响？

6. 为什么必须实现汽油无铅化？

7. 我国从 2000 年起，在河南省部分城市和部分单位的汽车试验使用加醇汽油。请查阅有关资料，说明试验使用加醇汽油的意义和影响推广使用加醇汽油的主要因素。

8. 车用轻柴油要求具有哪些使用性能？

9. 什么是轻柴油的凝点、冷滤点、十六烷值和闪点？

10. 我国现行轻柴油规格是怎样划分的？如何合理选用轻柴油？

11. 轻柴油的品质对汽车的技术状况有何影响？

12. 汽车燃油节能添加剂有哪些使用技术条件？

13. 氢燃料汽车和燃料电池电动汽车被称为零污染的绿色汽车，具有极大发展前景。请查阅有关资料，说明目前这两类汽车研究状况和目前尚不能进行工业生产的原因。



### 第一节 摩擦、磨损和润滑油基础知识

#### 一、概述

在机械中,绝大多数具有相对运动的接触表面都需要润滑。人类什么时候开始使用动、植物油脂和某些固体物质作为润滑剂已经很难查考。到了1859年,俄国人首先开始从石油中提炼润滑油,建立了世界上第一个矿物润滑油厂。随着石化工业和摩擦学理论的发展,1925年形成了从石油中提炼轻、中、重质润滑油作基础油的完整工艺,同时作为改善润滑油使用性能的添加剂也得到广泛采用,逐步形成了现代润滑油工业。20世纪70年代,润滑油产品的升级换代速度明显加快。加氢处理、临氢异构等新的润滑油处理工艺广泛使用,润滑油基础油的性能有了明显提高,如黏度指数更高,安定性更好,挥发性更低,润滑油添加剂技术和成品油优化配伍技术不断发展,具有优异摩擦性能和节能、环保型润滑油不断涌现,产量迅速增加。

据估算,全世界消耗的所有能源,有1/3消耗在摩擦损耗上。美国有资料说,通过改善润滑条件,仅汽车运输、发电、机械和透平四个行业就可节能15%。日本调查证明,10%的机械设备事故是由润滑不良造成的。因此,合理选择和使用润滑材料可以节约能源、延长设备寿命、提高经济效益。

目前,润滑材料有气体、液体、半固体和固体四大类。气体润滑剂出现较晚,主要用于超高速的精密和超精仪器,气垫船的气垫和磁悬浮技术也可以认为是使用了气体润滑剂。固体润滑剂在高温、高接触压力条件下具有优良润滑性能,同时在高真空、超低温、强辐射、强氧化或还原介质环境下可以可靠工作。半固体润滑剂就是指各种润滑脂,使用很广。润滑脂又可分为凡士林和经过稠化处理的矿物油两大类。凡士林是石油的高温馏分,加热液化后再冷却可以恢复半固体形态。凡士林的生产和使用量较少。而一般润滑脂加热液化后再冷却,液体润滑剂与稠化剂分离,无法恢复半固体形态。目前,全世界润滑脂总产量约100余万吨,我国产量约10万吨,实际生产能力达150余万吨。使用数量最大的是液体润滑剂,即矿物润滑油和合成润滑油,个别情况还使用动、植物油脂作为润滑材料。目前,全世界润滑油总产量约1000余万吨,占原油一次加工量的15%,其中矿物润滑油占90%,合成润滑油占10%,其他种类约占1%。故液体润滑材料的主体是矿物润滑油。

现代润滑油的品牌很多,生产批量少,质量要求严格,产品升级换代快,工艺流程



长,生产的技术含量高。所以,目前炼油厂只生产优质的基础油,添加剂厂则生产各种优质添加剂,最后由润滑油厂调合成商品润滑油。

当今世界润滑材料消费特点是产品品质不断提高,使用寿命大大提高,而消费量并没有和经济高速增长同步高速增加。近 10 年,全世界润滑油消费量仅增加 5% 左右。20 世纪 90 年代中期以后,亚太地区润滑油需求量增长高于世界水平,年增长达 10%,仍然明显低于该地区的经济增长率。

表 7-7 世界各地车用润滑油和工业润滑油所占比例

地 区	车用润滑油(%)	工业润滑油(%)
北美洲	75	25
拉丁美洲	75	25
中欧及东欧	75	25
西欧	75	25
澳大利亚和大洋洲	75	25
非洲	75	25
亚洲	75	25
全世界平均	75	25

表 7-8 20 世纪 90 年代到 21 世纪世界各地区润滑油需求预测(万吨)

地 区	1990 年(实际)	2000 年	2010 年	2020 年增长(%)
北美	1000	1000	1000	0
中南美	1000	1000	1000	0
西欧	1000	1000	1000	0
亚澳	1000	1000	1000	0
中东、非洲	1000	1000	1000	0
东欧	1000	1000	1000	0
中国	1000	1000	1000	0
原苏联	1000	1000	1000	0
全世界	1000	1000	1000	0

## 二、摩擦

### 摩擦现象

一物体相对于另一物体相对运动,或有相对运动趋势时,在物体表面产生的阻碍运动方向作用力的现象称为摩擦。

摩擦是汽车和其他机械设备能量消耗的主要原因,设法减少设备的摩擦损耗可以



有效提高机械效率 ;同时摩擦必然使摩擦表面磨损 ,而磨损是机械零件失效的最主要原因 ,如能减少磨损零件和设备的使用寿命将大大延长 ,不仅能减少设备折旧费用 ,同时能减少设备维护费用和设备闲置时间。可见 ,减少摩擦损耗和减少零件的磨损具有重要的经济意义。

但是在某些场合摩擦是机件能正常工作的基础。如汽车驱动轮能驱动汽车行驶是因为轮胎与路面间有摩擦。制动器工作也是靠摩擦力才能使汽车制动。

### 圆 摩擦分类

#### (员) 按摩擦部位分类 :

- ① 外摩擦。两物体接触表面之间的摩擦 ;
- ② 内摩擦。物体内部各部分之间的摩擦。常见于液体或气体内部 ,也可见于发生切变的固体内部。

#### (圆) 按摩擦副运动状态分类 :

- ① 静摩擦。摩擦副的两物体之间没有相对运动 ,只发生摩擦表面微观弹性变形。
- ② 动摩擦。摩擦副两物体间有相对运动。

#### (猿) 按摩擦物体间相对运动形式分类 :

- ① 滑动摩擦。摩擦物体间发生相对滑动时的摩擦。
- ② 滚动摩擦。一物体相对另一物体相对滚动时产生的摩擦。
- ③ 自旋摩擦。一物体相对另一物体绕垂直于接触表面法向的一轴线旋转产生的摩擦。

#### (源) 按润滑状态分类 :

① 干摩擦。摩擦副两物体接触表面之间没有任何其他物质(液体、气体或容易发生切变的固体)的摩擦。

当零件表面间发生干摩擦时 ,摩擦阻力很大 ,磨损严重 ;由于零件表面实际是高低不平的 ,局部接触压力很大、温度很高 ,可能发生局部烧结 ,使得零件表面严重损坏。因此除了制动器等某些需要充分利用摩擦力的机件外 ,机械零件摩擦面间通常不容许发生干摩擦。

② 流体摩擦。摩擦副两物体之间被液体或气体薄层隔开的摩擦。构成薄层的物质称为摩擦介质。摩擦介质是液体的称为液体摩擦 ,摩擦介质为气体的称为气体摩擦。显然 ,汽车零件之间的流体摩擦绝大多数是液体摩擦。

流体摩擦的摩擦阻力只发生在润滑油膜内部 ,摩擦系数很小 ,通常仅  $0.001 \sim 0.01$  ,磨损也极小。对于大部分汽车零件液体摩擦通常是最理想的摩擦状态。但是汽车重要配合零件之间很难保证始终只发生流体摩擦。

③ 边界摩擦。相对运动物体表面有一层极薄物质 ,它的厚度小于  $0.1 \mu\text{m}$  ,这层物质内部切变阻力较小 ,而且与配合的另一物体表面没有化学亲和力 ,在很高温度和压力下也不会发生烧结。这样的表面薄层称为边界层。两物体间有边界层的摩擦称为边界摩擦。

边界摩擦的摩擦阻力不大 ,只要边界层不破坏 ,磨损也不严重 ,不会发生烧结 ,不会使零件表面严重损坏。



从上面分析可知边界摩擦虽然比液体摩擦的摩擦阻力大一些,磨损也比液体摩擦大,但是比干摩擦要小得多;更重要的是边界摩擦时,不会发生烧结现象,不会造成摩擦表面严重破坏。所以,边界摩擦是机械零件之间短时间容许存在的临界摩擦状态。

④ 混合摩擦。流体摩擦和边界摩擦或干摩擦同时存在时称为混合摩擦。当流体摩擦和边界摩擦同时存在时称为半流体摩擦,流体摩擦和干摩擦同时存在时称为半干摩擦。半干摩擦通常是不容许存在的,半流体摩擦容许短时间存在。所以我们讨论时混合摩擦都是半流体摩擦。

### 三、磨损

#### 磨损现象

汽车零件的磨损是摩擦的结果,磨损过程与摩擦过程密切相关。

#### 磨损的分类

(员) 按运动类型分类(见表 猿圆)

表 猿圆 磨损根据相对运动类型分类

相互作用元素	相对运动类型	磨损分类
固体对固体, 有或无润滑剂	滑动	滑动磨损
	滚动	滚动磨损
	冲击	冲击磨损
	摆动	微动磨损
流体对固体	流动	流体侵蚀

(圆) 按磨损机理分类(见表 猿猿)

表 猿猿 磨损按磨损机理分类

磨损机理	磨损表面外观
疲劳磨损	裂纹、点蚀
磨粒磨损	擦伤、沟纹、条痕
黏着磨损	鳞尾、麻点
摩擦化学磨损	反应产物(膜、微粒)
穴蚀(气蚀、侵蚀)	麻点状、泡沫海绵状穴坑

① 疲劳磨损。疲劳磨损是指摩擦表面在配合零件表面的微观凸峰周期性载荷作用下,微观接触点产生塑性变形,造成残余应力。由于金属材料表面存在一些非金属夹杂物,在非金属夹杂物处造成应力集中,可能产生微裂纹。在周期性载荷作用下,微裂纹逐步扩展,会使表面金属微粒脱落,造成疲劳磨损。

疲劳磨损是齿轮齿面、凸轮摩擦表面、滚动轴承滚道和滚动体表面的主要磨损形式。



② 磨粒磨损。磨粒磨损是硬质微粒存在于零件配合表面之间,这些硬质微粒对摩擦表面的切削作用和擦伤作用造成的表面破坏。

汽车零件表面的磨粒可能因过滤不严从润滑油中带入,也可能从大气中进入,新装配的零件配合表面可能黏附着微小的金属切屑、电镀和喷镀残余物、铸造零件表面的砂粒,以及金属表面的磨损产物也是磨粒重要来源。

磨粒磨损是汽车零件表面的一种主要磨损形式。

③ 黏附磨损。摩擦过程中零件表面微观凸峰之间机械作用,造成接触点局部微观塑性变形,压力急剧增大,排除了表面黏附物,使接触点温度升高,从而使接触点发生分子或原子之间的化学吸附而形成强黏着。在摩擦过程中,黏着点被撕脱,这样反复的黏着—撕脱—再黏着—再撕脱,形成了黏附磨损。

一般发生轻度黏附磨损时接触点只有轻微材料转移,摩擦表面比较平滑,有轻微的擦伤。当黏附磨损严重时,摩擦表面发生局部烧结,摩擦表面有明显的撕裂痕迹,造成剧烈的磨损,甚至造成摩擦表面咬死。汽车发动机拉缸事故和曲轴轴颈咬死就是严重黏附磨损的极端例子。

④ 摩擦化学磨损。摩擦表面金属与周围介质作用生成化学反应薄膜,如果这层薄膜耐磨性很差,在摩擦作用下表面薄膜被去除,暴露出的金属材料与介质再发生反应,再被磨去。如此反复,便会造成金属表面的摩擦化学磨损。

金属周围介质最常见的是空气中的氧,造成的化学磨损又称为氧化磨损,如果介质是润滑油中具有腐蚀性的杂质,则称为腐蚀磨损。

⑤ 穴蚀。穴蚀是液体或气体介质与金属表面相对运动时产生的一种表面破坏现象。柴油机湿式缸套外壁与冷却水接触表面就经常发生这种穴蚀损坏。

⑥ 微动磨损。在汽车维修过程中,我们经常可以发现某些静配合零件表面也会发生磨损。这种静配合零件表面在外力作用下,两零件表面实际会发生振幅小于圆珠笔的相对摆动运动。在这种微动条件下发生的磨损称为微动磨损。

微动磨损中,磨损表面往往形成蚀坑,不仅使零件配合精度下降,还造成明显应力集中,容易使零件疲劳破坏。

应该指出,单一机理磨损只是在特殊情况下才会发生,通常零件表面磨损是几种机理磨损的叠加。

#### 四、润滑油的作用、使用性能和组成

##### 润滑油的作用

润滑剂的作用有润滑、导热冷却、净化摩擦表面、隔绝密封、防止锈蚀、传递动力、阻尼减振等很多功能。在不同场合,一种润滑材料可能具有上述功能中的若干种,但是最主要的是润滑作用,绝大多数场合润滑材料都应该具有良好的润滑性能。

润滑的含义包括降低摩擦系数、减少摩擦功率损耗和减少磨损两方面。为了达到润滑的目的,润滑材料应能使摩擦表面尽可能处于液体摩擦状态,即使机件在最恶劣的工作条件下,也应该确保摩擦表面处于边界摩擦或混合摩擦状态。

##### 润滑油的主要性能



(一) 液体的黏度：

① 黏度的物理意义和单位。我们常用的黏度有动力黏度和运动黏度两类。

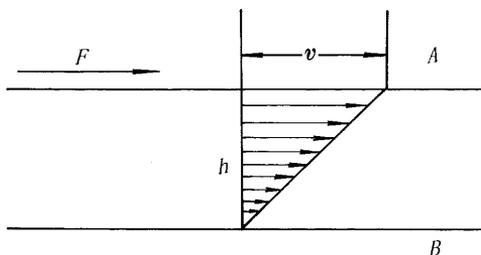


图 液体的流动和黏度

图 所示的 两平板间充满有一定黏性的液体。平板在外力 作用下,以速度 相对平板 运动。两平板间距离为 。平板上单位面积所受剪应力为 ；平板 对平板 的剪切率为 。

动力黏度  $\eta$  是指该剪应力和剪切率之比。

即：
$$\eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \quad (\text{图})$$

式中： 为剪应力,单位为 帕斯卡)；

为剪切率,单位为 ；

因而动力黏度  $\eta$  的单位是 。

根据牛顿摩擦定律一种液体在温度和压力保持不变情况下,它的动力黏度  $\eta$  不随剪切率的变化而变化,是一个常数。

动力黏度与液体密度之比称为运动黏度(  $\nu$  )。

即：
$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (\text{图})$$

由于密度  $\rho$  的单位为 ,而 又可以表达为 ,所以运动黏度  $\nu$  的单位为 。这个单位非常大,实际使用非常不方便,所以实际使用的是它的导出单位 。

显然: 。

又称为 斯托克斯),所以 又称为 。

黏度的物理含义是液体在切变时切变阻力的大小。所以润滑油黏度越大,产生的摩擦力也越大。

黏度又反映润滑油分子间内聚力大小。黏度越大,润滑油内部分子间内聚力越大,形成的润滑油膜承受载荷的能力也越大,在较大载荷下,容易保持润滑油膜一定厚度,容易保持液体摩擦状态。

在能基本保证液体摩擦前提下,一般应该尽量选择黏度较小的润滑油。

② 牛顿液体和非牛顿液体。符合牛顿摩擦定律的液体称为牛顿液体。也就是说在一定温度和压力条件下,牛顿液体的黏度是常数,它不受剪切率大小的影响。纯矿物油在浊点温度以上的是牛顿液体。

有的液体的黏度与剪切率有关,剪切率越大,黏度越小;剪切率大到一定程度,黏度



趋向于一个固定数值。这种液体称为非牛顿液体。油点温度以下的纯矿物油,或者矿物油加入稠化剂形成的稠化油是非牛顿液体。为了比较非牛顿液体的黏度大小,非牛顿液体的黏度指标采用规定一定剪切率条件下的表观黏度或相似黏度。

③ 润滑油的油性和极压性。机械零件的摩擦表面在最恶劣的工作条件下,至少应该保证边界摩擦,不容许存在干摩擦状态。润滑油分子与金属材料表面有一定吸附能力,可以在金属表面形成一层物理吸附层。但是这一层物理吸附层的抗挤压能力很差,可以承受的载荷很小,只有在很小负荷条件下可以保证边界摩擦。

如果润滑油中加入的某些成分对金属表面有一定化学亲和力,金属表面可以形成一层化学吸附层。这层边界层的承受载荷能力比物理吸附层要强得多,在比较大的负荷下仍能保证边界摩擦。

润滑油在金属表面形成吸附层的承受负荷的能力称为润滑油的油性。改善润滑油油性的添加剂称为油性和摩擦改进剂。

有的机械零件所承受的负荷很大,金属表面的任何吸附层都无法保证边界层在极大挤压力下不被挤破。这时,可以在润滑油内加入一些可以与金属发生化学反应的添加剂,使金属自然表面形成一层固体边界层。这层边界层切变阻力较小,与配合零件表面不会发生烧结现象,更重要的是边界层是固体,有很强的承受负荷能力,可以在极大挤压力作用下不被挤破。润滑层可以承受极大挤压力的性能称为极压性。使润滑油具有极压性的添加剂称为极压抗磨剂。

(圆) 润滑油的黏温性。润滑油的黏度与温度有关,温度越高其黏度越低。我们希望在设备最高工作温度时,润滑油的黏度不要太低,能确保摩擦表面基本处于液体润滑状态,在最低工作温度时,黏度又不要太高,使设备能顺利起动和正常工作。反映润滑油黏度和温度之间关系的性能称为黏温性。衡量润滑油黏温性好坏的指标是黏度指数。

规定一系列黏温性很好的参比油的黏度指数为 100,同时规定一系列黏温性很差的参比油黏度指数为 0,这些参比油在 100℃和 0℃的运动黏度事先测定好。

在测定某种润滑油的黏度指数时,先测定其 100℃和 0℃的运动黏度。选择与这种润滑油在 100℃时黏度相同的,黏度指数分别为 0和 100的两种参比油。然后用以下公式计算出试油的黏度指数。

$$\text{黏度指数} = \frac{100 \times (\eta_{100} - \eta_{0})}{\eta_{100} - \eta_{0}} \quad (1)$$

式中:η<sub>100</sub>——100℃的参比油在 100℃时的运动黏度,单位 mm<sup>2</sup>/s  
η<sub>0</sub>——0℃的参比油在 100℃时的运动黏度,单位 mm<sup>2</sup>/s  
η——试油 100℃时实测运动黏度,单位 mm<sup>2</sup>/s

当被测试油黏度指数超过 100时,用公式(2)计算黏度指数。

$$\text{黏度指数} = \frac{100 \times (\eta_{100} - \eta_{0})}{\eta_{100} - \eta_{0}} \quad (2)$$

$$\text{黏度指数} = \frac{100 \times (\eta_{100} - \eta_{0})}{\eta_{100} - \eta_{0}} \quad (3)$$

式中:η——试油在 100℃时运动黏度,单位 mm<sup>2</sup>/s



其他符号含义与公式(1)中相同。

为了提高润滑油的黏温性,通常选用低凝点、低黏度的基础油,加入提高黏度的增黏剂,使黏度指数达到 90 或更高。这类润滑油称为稠化油。

(3) 润滑油的氧化安定性。润滑油中的各种烃与空气中的氧发生一系列化学反应,最终会生成胶质、沥青等不溶于油的物质,使润滑油逐步变质。

能抑制润滑油氧化的添加剂称为抗氧抗腐剂;抑制、分解润滑油沉积物的添加剂称为清净分散剂。

(4) 润滑油的腐蚀性。润滑油中如果含有水溶性酸、碱,对金属有腐蚀作用;润滑油氧化产生的有机酸,在有溶解氧或水存在时,对金属也有腐蚀作用。

润滑油温度高低对金属腐蚀速度有很大影响,温度越高腐蚀速度越快。

减缓和防止金属腐蚀的添加剂称防锈剂。

### 润滑油的组成

润滑油主要是由基础油和各种添加剂组成。

(1) 基础油。基础油有矿物油和合成油两大类。

矿物油是加工原油得到的不同黏度的润滑油组分。常压分馏可以得到较轻馏分的低黏度基础油,减压分馏则得到较重馏分基础油,减压渣油中可以制取高黏度的残渣润滑油料。各种馏分油统称中性油,高黏度的残渣润滑油料称为光亮油。基础油的主要成分是各种烃类,非烃类化合物所占比例很少。基础油中的烃类分子一般含有 10~20 个碳原子,平均分子量约 200~300,沸点范围 200~350℃。残渣润滑油料的分子含有的碳原子数大于 20,平均分子量也更大,超过 300,沸点范围高于 350℃。

石蜡基原油是生产基础油的首选原料,制得的基础油黏度指数高,可达 90,氧化安定性好,非烃类化合物及胶质、沥青含量较少。同时石蜡基原油生产润滑油基础油收得率也较高。环烷基原油生产的基础油黏温性较差,约 80,但因石蜡含量少,生产工艺流程短,生产成本低。所以,环烷基原油是生产低温性能好而黏温性要求不高的专用润滑油的良好原料。如油墨油、农用喷雾油、金属切削油和冷冻机油等。中间基原油不适合作为润滑油基础油的原料。目前,基础油绝大多数使用矿物油,我国生产的润滑油基础油中约 90% 是矿物油。

合成油是以有机化工原料或低分子量烃,用有机合成方法制得的,具有特定化学结构和性能的基础油。合成油大多具有比矿物油更好的黏温性、氧化安定性、热安定性和低温性能。由于目前生产成本较高,生产和使用尚较少。随着对润滑油的性能要求不断提高,合成油的生产成本逐步下降,合成油的使用会不断增加。

(2) 润滑油添加剂。添加剂为各种极性化合物、高分子聚合物和含有硫、磷、氮等活性元素的化合物。基础油中加入各种添加剂后,其物理、化学性能显著提高,可以得到使用性能优良的润滑油。20 世纪 70 年代以来,润滑油添加剂产量增长率一直高于润滑油产量的增长率。内燃机润滑油消耗的添加剂数量最多,约占总量的 10%。内燃机润滑油添加剂中使用量最多的是黏度指数改进剂,其次是清净分散剂、抗氧抗腐剂。

① 黏度指数改进剂。黏度指数改进剂是油溶性高分子聚合物。它用以增加油品的黏度,改善润滑油的黏温性。



- ② 清净分散剂。清净分散剂有中和酸、具有分散、溶解和洗涤沉淀物作用，可以减少积炭、漆膜和油泥的生成。
- ③ 抗氧抗腐剂。抗氧抗腐剂具有抗氧化、抗腐蚀及抗磨作用。
- ④ 降凝剂。降凝剂通过其分子上的侧链与石蜡作用，使石蜡晶体松散细化，从而降低油品的凝点。
- ⑤ 极压抗磨剂。极压抗磨剂是含有硫、磷、氮的有机极性化合物或金属盐的极压剂。它与摩擦表面金属反应，生产化学反应膜，能在高温、高压条件下具有减少金属磨损和防止金属烧结、咬合的作用。
- ⑥ 油性和摩擦改进剂。油性和摩擦改进剂能在金属表面形成化学吸附膜，防止发生干摩擦，改善摩擦性能。
- ⑦ 抗腐蚀剂。抗腐蚀剂能在金属表面形成有防止金属腐蚀的致密化合膜，具有防止金属进一步腐蚀的能力。
- ⑧ 防锈剂。防锈剂能吸附于金属表面，形成定向排列的致密分子膜，可以防止水和氧对金属表面的锈蚀。
- ⑨ 抗泡剂。抗泡剂微粒吸附于泡沫表面，使泡沫表面张力显著降低，泡沫因受力不均而迅速爆裂。抗泡剂可以有效抑制润滑油因搅动而生成泡沫。
- ⑩ 固体添加剂。低黏度润滑油加入二硫化钼、石墨或聚四氟乙烯，可以使润滑油在高温、重负荷条件下保持良好的润滑能力。
- ⑪ 复合添加剂。几种添加剂优化配伍而成的复合添加剂。改善润滑油性能的作用，明显优于加入单一添加剂的作用。

## 第二节 内燃机润滑油

### 一、内燃机润滑油的使用性能

#### 1. 内燃机润滑油的工作条件

内燃机润滑油俗称机油，是汽车内燃机润滑系的工作液。内燃机工作时，用它来润滑曲轴主轴承、连杆轴承、凸轮轴承、气缸壁、活塞销座、配气机构的凸轮表面、摇臂和摇臂轴等处，其工作条件非常苛刻。

(1) 工作温度变化范围大。内燃机的工作温度范围很宽，露天停放的汽车在内燃机内的润滑油温度与环境温度基本一致，而内燃机满负荷工作时气缸内局部瞬时温度可达到 200℃ 以上。有研究表明，第一道活塞环处温度可以接近 300℃，活塞销座温度也可达 250℃。要确保内燃机的低温起动性能和满负荷工作时的润滑性，内燃机润滑油必须具有良好的黏温特性。

(2) 承受的工作压力高，相对运动速度高，而且变化大。内燃机工作时，活塞环对气缸壁的侧压力可达 0.5MPa，活塞裙部对气缸壁的侧压力约为 0.1MPa。现代汽车内燃机的最高转速大部分在 3000~5000r/min，活塞的最高平均运动速度可达 10~15m/s，而在上、下止点活塞的瞬时运动速度为零，所以实际运动速度变化范围很大。



在这种苛刻的工作条件下,润滑油必须有良好的油性和流动性。

(獾)易腐蚀内燃机零件。内燃机可燃混合气和燃烧废气含有酸性物质,在接触气缸壁、气缸盖、活塞等表面时要受到化学腐蚀。因此,内燃机润滑油必须具有较高的抗腐蚀性。

(渊)易受污染、易变质。润滑油在高温作用下易发生氧化和稀化,金属表面磨下的金属屑和空气中带进的灰尘使润滑油变脏,从而使内燃机润滑油品质变差。

为了减少内燃机有害成分排放,现代内燃机常采用曲轴箱强制通风装置、废气再循环装置等。这些装置也使内燃机润滑油工作条件恶化。

为了使内燃机润滑油在上述恶劣工作条件下能够保证有良好的润滑性能,于是对内燃机润滑油的使用性能提出了很高的要求。

#### 圆 内燃机润滑油的使用性能

(员)良好的润滑性能。内燃机润滑油在各种工作条件下,应能降低摩擦副的摩擦系数,减少摩擦副零件的磨损,防止配合零件在极端恶劣条件下发生咬合(烧结)现象。

① 内燃机润滑油应有合适的黏度。内燃机润滑油的黏度太高,使润滑油膜的内摩擦阻力增大,内燃机的效率下降;如果润滑油的黏度太低,润滑油膜的厚度就会减小。当润滑油膜厚度小到一定程度,小于摩擦副零件表面粗糙度时,润滑油膜会被挤破,造成边界摩擦,甚至干摩擦。

② 内燃机润滑油应有良好的油性。内燃机的主要摩擦副的工作条件变化很大,要确保始终处于液体润滑条件是极其困难的。那么,在内燃机大部分工作时间内保持液体润滑,在工作条件最恶劣的短时间内至少应该保证是混合摩擦或边界摩擦,绝对不容许发生干摩擦。因而内燃机润滑油应该具有良好的油性。

(圆)内燃机润滑油应该具有良好的低温操作性。从内燃机润滑油方面保证内燃机在低温条件下容易起动和可靠供油的性能,称为内燃机油的低温操作性。

随着气温下降,内燃机润滑油的黏度增高,使机油泵的泵油能力下降,内燃机的起动阻力矩增加,起动时曲轴转速下降,造成内燃机起动困难。一般认为,内燃机能正常起动的最高黏度不应超过  $200 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 。

另外,冷起动时,内燃机局部摩擦部位尚不能及时充足供油,必然会使内燃机磨损严重。研究表明,一次冷起动,内燃机的磨损量相当于正常行驶  $100 \sim 200$  千米的磨损量。

内燃机润滑油低温操作性,包括有利内燃机低温起动和减少内燃机冷起动时磨损两方面。

内燃机润滑油的低温操作性指标,有低温动力黏度、边界泵送温度和倾点等。

(獾)内燃机润滑油应该有良好的黏温特性。内燃机的工作温度变化很大,各摩擦部位的温度变化更大。因而内燃机油低温时必须保证其低温起动性和减少低温磨损,高温时保证仍有一定黏度,使润滑油膜有足够的厚度和抗挤破强度。

目前,一般采用低黏度基础油加入黏度指数改进剂来确保内燃机润滑油的黏温特性。这类油品称为稠化油。

评价润滑油黏温特性的指标主要是黏度指数。



( 源) 良好的清淨分散性。能够抑制内燃机润滑油在零件表面生成积炭、漆膜和油泥的性能称为内燃机润滑油的清淨分散性。

积炭是覆盖在气缸盖、火花塞、喷油器、活塞顶和第一道活塞环上的固体炭状物。它是燃烧不完全的燃油 或者是串入燃烧室的内燃机润滑油 或者在高温下分解的烟气等物质在高温零件表面的沉积物。积炭对内燃机的工作有以下危害。

① 积炭增大内燃机爆燃倾向。试验表明 ,内燃机不及时清除积炭 ,所用的汽油辛烷值应该提高 缘% ~ 源%。

② 使内燃机最大功率下降。由于积炭处是气缸内的一个高温源 ,大负荷工作时形成的表面点火中心 ,使混合气自点火燃烧 ,完全破坏了点火正时。所以 ,较严重的积炭可以使内燃机损失 圆% ~ 缘% 的功率。

③ 使内燃机油耗增大。积炭使火花塞电极短路 ,火花强度变弱 ,使混合气燃烧速度减慢和燃烧不完全 ,不仅使内燃机的功率下降 ,而且使油耗增大。

④ 使气门关闭不严 ,气门和气门座烧蚀。

⑤ 积炭的脱落物进入润滑油中 ,使润滑油变质 ,并且会堵塞机油滤清器。

漆膜是一种坚固的、有光泽的漆状薄膜。漆膜是烃类在高温和金属的催化作用下 ,经氧化、聚合形成的胶质和沥青质等高分子聚合物。漆膜对内燃机工作的危害性有 :漆膜存在会造成黏环 ,降低活塞环的灵活程度 ,甚至使活塞环丧失密封能力 ;漆膜导热性差 ,易使活塞过热 ,造成活塞拉缸。

积炭和漆膜都是高温沉积物。影响积炭和漆膜生成的主要因素有内燃机结构和操作条件 ,同时燃料和润滑油的品质也有很大影响。

油泥属于低温沉积物。城市中行驶的汽车经常处于时停时开状态 ,内燃机的工作温度容易偏低。长期在这种情况下 ,内燃机油底壳中容易沉积油泥。油泥的主要危害是 :油泥促使内燃机油变质 ;油泥受冲刷易于泛起 ,容易堵塞润滑系。

由于油泥是在低温下形成 ,当内燃机长期在较低温度下工作时 ,燃烧生成的水蒸气、一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、炭末和燃油中的重馏分落入油底壳 ,加速了内燃机油的氧化并使之乳化 ,生成不溶于润滑油的油泥。由此可见曲轴箱串气越多 ,越容易生成油泥。

内燃机润滑油中加入的清淨分散剂可以抑制积炭、漆膜和油泥的生成。

( 缘) 良好的抗氧化性。一定条件下内燃机润滑油抵抗氧化变质的能力称为内燃机润滑油的抗氧化性。

内燃机润滑油氧化后黏度增大、颜色变深、酸性增大 ,并生成沉积物。内燃机润滑油氧化是内燃机润滑油变质和生成沉积物的前提。所以抗氧化性是内燃机润滑油的重要性能指标。它影响内燃机润滑油的使用寿命 ,对零件的腐蚀性和磨损加大。

( 远) 良好的抗腐蚀性。内燃机润滑油防止腐蚀性物质对金属腐蚀的能力叫做润滑油的抗腐蚀性。润滑油氧化产生的有机酸对金属有腐蚀作用 ,润滑油应该有抑制这种腐蚀作用的能力。

润滑油的抗氧化性指标主要是中和值 ,或者是通过内燃机试验来评定。

( 苑) 良好的抗泡性。内燃机润滑油抑制激烈搅动时不产生泡沫的能力称为内燃机



润滑油的抗泡性。内燃机工作时,润滑油在高速循环流动,油底壳里的润滑油受到激烈搅动,如果搅动过程中将周围空气混入而产生泡沫,会造成润滑油路气阻,使摩擦表面得不到正常润滑。

评定内燃机油抗泡性的指标是生成泡沫倾向和泡沫稳定性。

## 二、内燃机润滑油的品种

国家标准 GB 11116—1989 规定内燃机用润滑油属于 2 组润滑剂。该组润滑油包括汽油机油、柴油机油、铁路内燃机油、船用气缸油、中速筒状机油、二冲程汽油机油等。在内燃机油中,又分为单级油、多级油、通用油。牌号多达 100 种左右。内燃机油又以车用汽油机油、车用柴油机油和二冲程汽油机油占主导地位,约占润滑油总量的 80%。

### 1. 内燃机油的黏度等级

目前,国际通用的内燃机油黏度分级,采用美国汽车工程师协会(AEAC)黏度分类法,我国也根据 AEAC 黏度分类法制定了内燃机油黏度分类的国家标准 GB 11116—1989,详见表 1-1 中 1~10 号有六个含 1 的低温黏度级号及五个不含 1 的 100 运动黏度级号(100~150)。前六个以最大低温黏度、最高边界泵送温度及 100 最小运动黏度划分,后五个仅以 100 运动黏度划分。

表 1-1 内燃机油黏度分级(GB 11116—1989)

黏度等级号 (AEAC)	低温黏度 符号 不大于	边界泵送温度 益不高于	运动黏度(100℃) 符号	
			不小于	小于
1	100 (原 100)	100	100	—
2	100 (原 100)	100	100	—
3	100 (原 100)	100	100	—
4	100 (原 100)	100	100	—
5	100 (原 100)	100	100	—
6	100 (原 100)	100	100	—
100	—	—	100	100
150	—	—	100	150
200	—	—	100	200
300	—	—	100	300
400	—	—	100	400

润滑油的黏度有单级油和多级油之分。单级油只要满足单一的低温性能,或者单一的 100 时性能。一个多级油其低温性能应满足一个 1 级要求,同时满足一个非 1 级要求。例如,150 既满足 1 的低温黏度要求,又满足 150 的 100 黏度要求。

### 2. 内燃机油的质量分级





应用范围	品种代号	特性和使用场合
汽油机油	柴云	用于轿车和某些货车的汽油机,以及要求使用 柴云及 柴云级油的汽油机。此种油品的抗氧化和抗磨损性能优于 柴云,还具有控制汽油机沉积、锈蚀和腐蚀性能,并可代替 柴云或 柴云
	柴邛	用于轿车、货车和轻型卡车的汽油机,以及要求使用 柴邛级油的汽油机。柴邛质量还包括 悦悦或更高要求的 悦悦的使用性能。此种油品改进了先前等级油品控制内燃机沉积物、磨损和油的氧化的性能,并具有抗蚀性,并可代替 柴云或 柴云
	柴邴	用于轿车、货车和轻型卡车的汽油机,以及要求使用 柴邴级油的汽油机,柴邴质量在汽油机磨损、锈蚀、腐蚀及沉积物的控制和油的抗氧化方面优于 柴邛,并用于代替 柴邛
柴油机油	悦悦(废除)	用于使用优质燃料,在轻到中负荷下运行的柴油机,以及要求使用 悦悦级油的发动机。有时,也用于运行条件温和的汽油机,具有一定的高温清净性和抗氧化、抗磨性。
	悦月	用于燃料质量较低,在轻到中负荷下运行的柴油机,以及要求使用 悦月级油的发动机。有时也用于运行条件温和的汽油机,具有控制发动机高温沉积物和轴承腐蚀的性能。
	悦悦	用于在中及重负荷下运行的非增压、低增压或增压式柴油机,并包括一些重负荷汽油机。对于柴油机,具有控制高温沉积物和轴承腐蚀的性能,对于汽油机,具有控制锈蚀、腐蚀和高温沉积物的性能,并可代替 悦悦级油。
	悦悦	用于需要高效控制磨损及沉积物或使用包括高硫燃料的非增压、低增压式柴油机,以及国外要求使用 悦悦级油的柴油机。具有控制轴承腐蚀和高温沉积的性能,并可代替 悦悦级油。
	悦邴	用于要求高效控制磨损和沉积物的重负荷二行程柴油机,以及要求使用 悦邴级油的发动机,同时也满足 悦悦级油的性能要求。
	悦云	用于在低速高负荷和高速高负荷条件下运行的低增压和增压式重负荷柴油机,以及要求使用 悦云级油的发动机,同时也满足 悦悦级油性能要求。
	悦邴原	用于高速四行程柴油机,以及要求使用 悦邴原级油的柴油机。在油耗和活塞沉积物控制性能方面优于 悦云并可代替 悦云,此种油品特别适用于高速公路行驶的重负荷卡车。

### 三、内燃机润滑油的规格

《GB 1539—2004 汽机油》规定了 柴悦、柴邴、柴云和 柴云四个级别汽油机油规格;《GB 1539—2004 柴机油》和《GB 1539—2004 柴机油》分别规定了 悦悦和 悦悦两个级别柴油机油的规格。在《GB 1539—2004 柴机油》中,还规定了 柴云、柴云和 柴云三个级别的汽油机、柴油机油通用润滑油规格。本书只对汽油机油和柴油机油各一个级别列出较详细技术要求,需要了解其他级别发动机油技术要求的,可以查找有关国家标准资料。

#### 汽机油的规格

(一) 汽机油的使用性能级别和黏度等级。《GB 1539—2004 汽机油》包括对汽机油的使用性能级别和黏度等级,可见表 3-1。





项 目		质 量 指 标					试验方法
性能要求	泡沫性(泡沫倾向)泡沫稳定性(皂基型): 圆益 不大于 怨特益 不大于 后圆益 不大于	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园
	沉淀物,% 不大于	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园
	水分,% 不大于	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园
	残炭(加剂前),%	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园
	中和值(加剂前),皂基型	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园
	硫酸盐灰分,%	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园
	硫,%	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园
	磷,%	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园
	钙,%	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园
	钡,%	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园
	锌,%	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园
	镁,%	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园	圆缘园
	理化	黏度等级(按圆缘园)	缘宰缘园	缘宰缘园	缘宰缘园	缘园	缘园
运动黏度(圆益),皂基型		怨猿-约圆缘	怨猿-约圆缘	怨园缘-约圆缘	怨猿-约圆缘	怨园缘-约圆缘	圆缘园
低温动力黏度(圆益) 不大于		猿园(原圆益)	猿园(原圆益)	猿园(原圆益)			圆缘园
边界泵送温度,益 不高于		原圆	原圆	原圆			圆缘园
黏度指数 不小于					缘	缘	圆缘园或圆缘园
闪点(开口),益 不低于		圆园	圆缘	圆缘	圆园	圆缘	圆缘园
性能要求	倾点,益 不高于	原缘	原圆	原圆	原缘	原圆	圆缘园
	高温高剪切黏度(圆益,圆益), 圆益,圆益	报告	报告	报告			圆缘园
	蒸发损失,%: 诺亚克法(圆益,圆益) 模拟蒸馏法(猿益馏出量)	报告 报告	报告 报告	报告 报告			圆缘园 圆缘园

### 圆缘园柴油机油的规格

(员)柴油机油的性能级别和黏度等级。圆缘园-愿园和圆缘园-愿园分别规定了悦和悦级柴油机油的黏度等级,可见表猿园





项 目	质量指标									试验方法
	质量	性能	等级	性能	等级	性能	等级	性能	等级	
高温氧化和轴瓦腐蚀： 轴瓦失重，皂 不大于 活塞裙部漆膜评分 不小于	在等级黏度范围内									GB 11115
黏度变化( 损失 )	在等级黏度范围内									GB 11115
高温清净性和抗磨性： 试验顶环槽积炭填 充体积，% 不大于 加权总评分 不大于 活塞环侧间隙损失， 皂 不大于	在等级黏度范围内									GB 11115

#### 汽油机 柴油机通用机油规格

( 员 ) 使用性能级别及其黏度等级。GB 11115—1995《汽油机油》包括了汽油机 柴油机通用油的使用性能级别及其黏度，可见表 1-10。

( 圆 ) 汽油机 柴油机通用机油技术要求。汽油机 柴油机通用机油的技术要求与同级别汽油机油相同，并增加了同级别柴油机油“高温清净性和抗磨性试验”技术指标。

表 1-10 汽油机 柴油机通用油的使用性能级别及其黏度等级

汽油机 柴油机通用 油性能级别	性能	性能	性能
黏度等级 ( 员 )	性能 性能	性能 性能	性能 性能

## 四、内燃机润滑油的选择

内燃机润滑油的选择包括使用性能级别和黏度级别两个方面。

### 员 内燃机润滑油的使用性能级别选择

内燃机润滑油使用性能级别选择的基本依据是内燃机性能、结构、工作条件和燃料品质。

( 员 ) 汽油机油性能级别的选择。汽油机油性能级别选择应该主要考虑以下几点：

- ① 发动机的压缩比、排量、最大功率和最大转矩。
- ② 机油负荷，即发动机功率( 千瓦 )与油底壳机油容积( 升 )之比。
- ③ 曲轴箱强制通风、废气再循环等装置和排气净化装置对发动机油使用的影响。
- ④ 汽车实际工况对发动机油使用的影响。

部分汽油车发动机技术特性和生产厂规定的汽油机油规格，可见表 1-11。



表 10-1 部分汽油车发动机技术特性和汽油机油规格

汽车型号	发动机型号、 结构特征	发动机功率 (kW)	转矩 (N·m)	排量 (L)	压缩比	汽油机油 规格
解放 CA72	CA6102	45	140	2.0	10.5	SAE 15W/40
东风 EQ72	EQ6102-1 改进型	45	140 ~ 150	2.0	10.5	SAE 15W/40 或 SAE 15W/40
切诺基 Jeep	4缸	40	140 ~ 150	2.0	10.5	API
桑塔纳 Shanghai	闭环电控 多点喷射式	40	140	1.8	10.5	API (改良机油) 或 SAE
富康	1.6L 多点喷射式	40	140	1.6	10.5	SAE 15W/40 或 SAE 15W/40
富康	1.6L 电控多点喷射式	40	140	1.6	10.5	SAE 15W/40 或 SAE 15W/40
夏利 Xiali	1.0L	40	140	1.0	10.5	SAE 15W/40 或 SAE 15W/40
夏利 Xiali	1.0L 电控多点喷射式	40	140	1.0	10.5	SAE 15W/40 或 SAE 15W/40
奥迪 Audi	四缸化油器式	40	140	1.8	10.5	SAE 15W/40
奥迪 Audi	五缸内燃机 单点喷射式	40	140	2.0	10.5	SAE 15W/40
捷达 Jetta	四缸化油器式	40	140	1.6	10.5	API (相当于 SAE)
捷达 Jetta	1.6L 电控多点喷射式	40	140	1.6	10.5	SAE

(圆) 柴油机油性能级别的选择。柴油机油性能级别选择依据是由柴油机平均有效工作压力、活塞平均运行速度、机油负荷和使用条件决定的。同时发动机强化系数  $\lambda$ 、燃油的含硫量也是应该考虑的因素。

$\lambda = \frac{P_{me}}{P_{mi}}$

(圆原)

式中： $\lambda$ ——发动机的强化系数；

$P_{me}$ ——发动机有效平均工作压力  $(MPa)$



悦——活塞平均速度,皂

而

$$孕_{\text{皂}} = \frac{悦_{\text{皂}} \tau}{灾灶}$$

(圆原圆)

式中:皂——发动机有效功率,皂;

$\tau$  ——发动机冲程数;

灾 ——发动机排量,皂;

灶 ——发动机转速,皂。

$$悦_{\text{皂}} = \frac{皂_{\text{皂}}}{皂}$$

(圆原猿)

式中:皂——活塞行程,皂。

柴油机油使用性能级别与强化系数之间关系,可见表猿原原。如果使用的柴油含硫量较高,或者发动机工作条件恶劣,柴油机油的使用性能级别应该相应提高。

表猿原原 柴油机强化程度对柴油机油使用性能级别要求

柴油机的强化程度	强化系数	要求的柴油机油使用性能级别
高强度	大于 缘园	悦悦或 悦云
中强化	猿园~ 缘园	悦悦
低强化	小于 猿园	悦悦(废除) 或 悦悦(废除)

93

部分柴汽车的柴油发动机使用的柴油机油规格,可见表猿原缘。

表猿原缘 部分柴汽车的柴油发动机使用的柴油机油规格

汽车型号	发动机型号 结构特征	缸径 伊行程 皂伊皂	排量 皂	压缩比	最大功率 皂(皂皂)	最大扭矩 皂皂(皂皂)	柴油机油 规格
解放 悦悦悦悦	悦悦悦悦 窄型燃烧室	皂皂伊皂皂	远皂皂	皂	皂皂皂皂(皂)	皂皂皂皂皂 ~ 皂皂皂	悦悦
依维柯 愿愿愿愿	愿愿愿愿 涡轮增压	怨怨伊皂	圆皂皂	皂	皂皂皂皂(皂)	圆皂皂皂皂	悦悦
黄河 悦悦悦悦悦	悦悦悦悦	皂皂伊皂皂	皂	皂皂	皂皂皂皂皂(皂)	皂皂皂皂皂	悦悦或 悦悦(皂皂)
斯太尔 愿愿愿	宰宰悦悦悦悦 增压中冷	皂皂伊皂皂	怨皂	皂	圆皂皂皂皂(皂)	皂皂皂皂皂	悦悦(皂皂)

圆原柴机油黏度等级的选择

柴油机油黏度主要依据环境温度、发动机工况和发动机技术状况决定。

(员) 柴油机油的黏度必须保证柴油机的低温起动性,柴油机正常工作温度时又必



须有足够高的黏度,保证柴油机的正常润滑。

(圆)重载低速工作的柴油机由于工作温度高,应该选择黏度较大的柴油机油,相反轻载高速工作的柴油机为减少功率损耗,应该尽量选择黏度较低的柴油机油。

(猿)主要摩擦副配合良好的柴油机应该尽量选择黏度较低的柴油机油,而磨损较严重的旧柴油机应该选择黏度较高的柴油机油。

(源)环境温度与柴油机油黏度选择关系,可参考表 猿圆。

表 猿圆 杂等黏度级号适用的环境温度

杂等黏度级号	适用气温 /益
缘 猿圆	原 猿圆- 猿圆
员宰 猿圆	原 缘- 猿圆
员宰 猿圆	原 缘- 猿圆
员宰 猿圆	原 缘- 源以上
圆 圆	原 缘- 圆
猿	原 缘- 猿
源	原 缘- 源

## 五、内燃机润滑油的更换

内燃机润滑油在使用过程中,由于添加剂的消耗、机油的氧、燃烧产物的影响,外部尘埃的侵入和水分及未燃燃料等等有害物的混入,使机油逐步变质。

内燃机油变质达到一定程度,使沉积物增多,润滑性能下降,零件的锈蚀和磨损加快。因此机油必须适时更换。

内燃机油使用寿命的长短不仅与机油的品质有关,还与内燃机的技术状况、维护修理的质量等有关。为了延长内燃机油的使用寿命,需要采取必要的技术措施。首先必须正确选择机油;其次认真做好维护作业,使内燃机始终能在保持良好的工况下工作。

内燃机油的更换准则有定期换油、按质换油和按内燃机工作状况监测下的定期换油准则。

### 员 定期换油

按汽车行驶里程或使用时间对内燃机油使用性能变化规律,确定一个换油周期。内燃机油每工作一定行驶里程,或工作一定时间后,不论机油实际状况如何都应进行强制性更换。

我国汽车一般规定的换油周期为每行驶 远 愿 皂 皂 皂 换一次机油。

由于汽车的实际工作条件相差很大,因此会出现定期换油周期未到,机油的变质状况已经很严重,也可能汽车已经到了换油周期,而机油的品质仍然可以满足汽车正常行驶需要。所以有条件的汽车使用单位,应该尽量采用按质换油。



## 圆按质换油

按质换油将能够反映机油质量的一些技术指标作为换油极限值。在日常维护中,经常检测这些指标,当这些指标中的一个达到极限值时,则应及时更换内燃机油。我国现在已经有《乘用车用汽油机油换油指标》和《乘用车用柴油机油换油指标》两个国家标准。

按质换油显然是比定期换油更为科学、合理。在具备简便、价廉检测手段的情况下,都应该采用按质换油。

## 第三节 车辆齿轮油

### 一、车辆齿轮油的使用性能

#### 圆车辆齿轮油的工作条件和作用

车辆齿轮油用于机械式变速器、主减速器、差动器,以及转向器的齿轮、轴承和轴等零件的润滑。车辆齿轮油所起的作用和其他场合润滑油基本相同,即起到润滑、冷却、防锈蚀和缓冲等作用。

汽车齿轮的工作条件是比较差的,特别是主减速器用的双曲线锥齿轮的工作条件最为恶劣。因此,双曲线齿轮油是汽车上使用要求最高的润滑材料。

双曲线锥齿轮传动具有传动比大、传动平稳、便于汽车总体结构布置,合理设计可提高小齿轮的强度,从而延长主减速器齿轮的使用寿命。但是双曲线锥齿轮传动的齿面接触压力极高,如东风~~乘用车~~汽车的双曲线齿轮齿面接触压力可达~~1000MPa~~是普通螺旋锥齿轮传动的~~2~3~~倍,齿面间相对滑动速度很高,东风~~乘用车~~汽车双曲线锥齿轮的齿面相对滑动速度达~~10m/s~~。主减速器所使用的齿轮油温度很高,一般可达~~150℃~~~~~180℃~~,高的可达~~200℃~~,局部瞬时最高温度更可达~~250℃~~~~~300℃~~。

因此,除了双曲线齿轮对加工、装配和调整具有很高的特殊要求以外,使用中还必须使用特殊的双曲线齿轮油作为润滑材料。双曲线齿轮油中必须加有极压添加剂,以使齿面在极其恶劣的工作条件下不致被擦伤。

齿面的主要损坏形式有磨损、擦伤、点蚀(接触应力疲劳)。其中擦伤是一种比较严重的局部黏着磨损。轻者形成条状的擦痕,重者轮齿端部磨成刀刃般的尖口。润滑材料影响齿面承载能力的因素有润滑油的黏度和加入的极压添加剂两方面。所以必须合理选择齿轮油的使用性能级别和齿轮油的黏度。

点蚀主要与齿轮所用材料有关,齿轮油的黏度也有一定影响。

齿面的非正常磨损还有磨料磨损和腐蚀磨损。防止磨料磨损的措施是保持润滑油的清洁,润滑油的抗蚀性和变质程度是影响腐蚀磨损的主要因素。

#### 圆齿轮油的性能要求

(员) 齿轮油应该有良好的润滑性能和极压抗磨性。车辆齿轮油应具有合适的黏度,以保证正常工作情况下齿面处于良好润滑状态。汽车传动齿轮的齿面,大多处于混合润滑和边界润滑状态,为保证不发生干摩擦,润滑油中加入油性剂或极压抗磨剂,以



防止发生齿面擦伤和烧结。

汽车齿轮油的润滑性和极压抗磨性由运动黏度、四球极压试验机或台架试验来评定。

(圆) 齿轮油应有良好的低温操作性和黏温性。车辆齿轮油必须有良好的低温流动性,保证低温下轴承等零件的润滑和齿轮低温起动力矩较小。车辆齿轮油的工作温度范围较广,实际可能达到的最高工作温度很高,因此高温时润滑油的黏度不能太小,因此汽车齿轮油应该具有良好的黏温性。为了保证汽车齿轮油具有良好的低温操作性,除规定了倾点、成沟点和黏度指数等指标外,还采用了“表观黏度达  $10^{-1}$  时的温度”这一指标。

成沟点是指在规定的试验条件下,试油成沟的最高温度。置于容器内的油品试样在规定温度下放置  $15\text{min}$  后,用金属片在油试样中切出一条沟,然后观察油品的流动情况。若流回的油完全覆盖容器底部,则报告为不成沟;反之则报告为成沟。

齿轮在起动机时,多级润滑油处于低温高剪切工况。与发动机油的动力黏度一样,车辆齿轮油在不同剪切速率下的黏度不是常数。在规定条件下测定的黏度为表观黏度。

试验证明,对于双曲线齿轮式主减速器,齿轮油的表观黏度低于  $10^{-1}$  时,汽车起步后  $10\text{min}$  内润滑油可以顺利流入小齿轮轴承,刚好可以保证正常润滑。所以  $10^{-1}$  是保证汽车可以低温顺利起步的最高表观黏度。因此汽车齿轮油规定了“表观黏度达  $10^{-1}$  时的最高温度”这一指标。“表观黏度达  $10^{-1}$  时的最高温度”是汽车齿轮油黏度分类的依据之一。

(猴) 汽车齿轮油应有良好的热氧化安定性。汽车齿轮油正常工作温度较高,可能的局部最高温度则很高。为延长汽车齿轮油使用寿命,汽车齿轮油应该具有良好的热氧化安定性。

## 二、车辆齿轮油使用性能的评定

### 润滑性和极压抗磨性的评定

(员) 四球法试验。四球法试验是在四球极压试验机上评定润滑油膜承载能力的模拟试验。通过试验可以得到润滑油的最大无卡咬负荷( $P_{NL}$ )、烧结负荷( $P_{SC}$ )和综合磨痕值( $Q_{15}$ )等指标。其中  $P_{NL}$  表示润滑油膜的强度,负荷小于该值时摩擦表面可以保持完整的油膜; $P_{SC}$  是润滑油的极限工作能力,负荷如果超过  $P_{SC}$ ,摩擦表面将发生烧结; $Q_{15}$  表示润滑油膜从低负荷到烧结负荷的平均抗磨性。

(圆) 台架试验。对使用性能级别较高的汽车,齿轮油极压抗磨性需要将汽车后桥传动装置在试验台上进行评定。

目前,国际上评定  $10^{-1}$  级汽车齿轮油极压抗磨性的台架试验方法有“ $10^{-1}$ ”法和“ $10^{-1}$ ”法两个。前者评价低速大转矩(相当于汽车满载爬坡的工况)或高速小转矩时的极压抗磨性;后者是评价高速及冲击载荷时(相当于汽车紧急制动时的工况)的极压抗磨性。

### 热氧化安定性的评定

评定  $10^{-1}$  级汽车齿轮油的热氧化安定性的代表性试验方法是“ $10^{-1}$ ”法。



试验时,在由圆柱齿轮和轴承组成的齿轮箱模型里加入 100% 的试验润滑油,以 1500 r/min 的转速旋转,试验温度为 150℃ 的高温,同时以 10 L/min 的流量通入空气,并以铜作催化剂。如此强制氧化 100 h 后,测定正戊烷不溶物、苯不溶物、酸值和运动黏度等指标,根据这些指标来评定汽车齿轮油的抗氧化安定性。

### 抗腐蚀性和防锈性的评定

评定汽车齿轮油的抗腐蚀性根据 GB/T 17598—1998《石油产品铜片腐蚀试验法》规定进行。

评定汽车齿轮油抗锈蚀性能根据 GB/T 17597 规定进行。该标准基本是依据国际上使用较多的 ASTM D 1730 防锈试验法制定的。该法规定在汽车驱动桥齿轮箱内试验用油中加入少量蒸馏水,在 100℃ 温度下,用电动机驱动运转一段时间后,放出试验用油。然后将驱动桥齿轮箱外壳在 100℃ 下放置 7 d,观察内壁是否锈蚀、变色。

## 三、车辆齿轮油分类

### 车辆齿轮油黏度分类

国家标准 GB/T 17594—1998《润滑剂和有关产品(油类)的分类 第 4 部分:内燃机(齿轮)》中指出,该分类目前只包括工业齿轮润滑剂,暂不包括发动机车轮润滑剂。所以,目前我国车辆齿轮油尚无分类标准。车辆齿轮油黏度分类目前暂时使用的是 GB/T 17594—1998 根据 ASTM 制定的黏度分类标准。不过,根据已经颁布的重负荷车辆齿轮油国家标准,该标准仍将是将来的车辆齿轮油国家标准的依据。

表 1 驱动桥和手动变速器齿轮润滑油黏度分类

黏度牌号	黏度为 100 Pa·s 时最高温度 /℃	运动黏度(100℃) /mm <sup>2</sup> /s	
		最小	最大
75W	100	150	—
75W	100	150	—
85W	100	170	—
85W	100	170	—
90	—	180	220
100	—	220	270
150	—	270	—

该标准中有 W 后缀的是冬季用汽车齿轮油,根据表观黏度达到 100 Pa·s 的最高温度来划分的。而不带 W 后缀的是根据 100℃ 的运动黏度来划分的,一般不能在冬季使用。

### 汽车齿轮油使用性能技术要求分类

根据 GB/T 17594—1998 附录 A 规定,我国汽车齿轮油按使用性能技术要求分为普通车辆齿轮油(相当于 GL-1)、中负荷车辆齿轮油(相当于 GL-2)和重负荷齿轮油(相当于 GL-3)





表 3-2 部分汽车规定的车辆齿轮油使用性能级别

汽车型号	汽车布置方法	变速器结构特点	驱动桥机共同点	车辆齿轮油使用性能级别
解放 CA1090	后驱	手动 锥齿	螺旋锥齿轮、圆柱 齿轮双级主减速器	GL-4
东风 EQ1090	后驱	手动 锥齿	双曲线齿轮单级 主减速器	变速器: GL-4 驱动桥: GL-5
南京依维柯 NJ6460	后驱	手动 锥齿 带分动器	双曲线齿轮单级 主减速器	GL-5
上海桑塔纳	前驱	手动 锥齿 两轴	双曲线齿轮单级 主减速器	GL-5
富康	前驱	手动 锥齿 或 锥齿, 两轴	斜齿圆柱齿轮 单级主减速器	GL-5
夏利 TJ7100	前驱	手动 锥齿 两轴	斜齿圆柱齿轮 单级主减速器	GL-5
奥迪 红旗 CA7220	前驱	手动 锥齿 两轴	双曲线齿轮单级 主减速器	GL-4 或 GL-5 (符合 GB 175 标准)
捷达 捷达	前驱	手动 锥齿 两轴	斜齿圆柱齿轮 单级主减速器	GL-4 或 GL-5

目前,我国 GL-4 和 GL-5 级汽车齿轮油分别只有石油化学工业部和交通部颁布的部颁标准,标准号为 GB 175 和 GB 176,这里不再列出详细使用性能指标。

#### 四、车辆齿轮油的选择和更换

和发动机润滑油一样,车辆齿轮油的选择也包括使用性能级别的选择和黏度级别的选择两方面。

##### 1. 车辆齿轮油的选择

(1) 使用性能级别的选择。车辆齿轮油使用性能级别选择,主要依据是齿面工作压力、滑动速度和油温等条件。由于这些条件主要取决于齿轮传动的结构类型,因而根据齿轮传动的结构类型就可以选择车辆齿轮油的使用性能级别。

一般说,螺旋锥齿轮传动条件比圆柱直齿锥齿轮传动条件要差,双曲线螺旋锥齿轮传动条件则比普通螺旋锥齿轮传动更为苛刻。

(2) 黏度级别选择。车辆齿轮油黏度级别选择,主要考虑因素是最低环境温度和润滑油最高工作温度,同时要考虑车辆齿轮油有较长的更换周期。

车辆齿轮油的黏度必须保证在最低环境温度下能够顺利起步。如前面讨论的,车





的边界膜。

## 一、汽车润滑脂的作用和工作条件

### 润滑脂的作用

润滑脂的作用主要是润滑、防腐蚀和密封。绝大多数润滑脂主要用于润滑，称为减摩润滑脂。

(员) 减摩润滑脂的优点：

- ① 具有良好的油性和润滑能力；
- ② 在金属零件表面具有较高的附着力，在润滑部位不易流失和飞溅；
- ③ 具有很好的填充能力和形状保持能力；
- ④ 具有良好的密封和防锈作用；
- ⑤ 具有一定的减振性，可以降低设备的噪声和振动；
- ⑥ 可以在较大温度范围内正常工作，具有很好的温度适应性；
- ⑦ 部件结构简单，设计方便，不需经常补充加润滑脂，维护和管理费用较低。

(圆) 减摩润滑脂的缺点：

- ① 黏滞性较强，设备的起动阻力较大；
- ② 流动性很差，无降温作用，相反还会降低零件间的热传导能力，不利设备的散热；
- ③ 固体杂质一旦混入润滑脂，不易清除；
- ④ 温度高于一定值时，润滑油易从润滑脂中析出分离。

由于润滑脂有这些缺点，所以不能用于高温或高速部件的润滑。

汽车中很多部位采用润滑脂润滑，其中轮毂是使用润滑脂润滑的主要部位，所以汽车润滑脂的使用性能必须首先满足汽车轮毂轴承的润滑要求。一般情况下，轮毂轴承转速~~很高~~，~~线速度~~，轮毂轴承温度经常为~~70℃~~，~~甚至~~，在山区不平道路行驶时，由于制动强度和制动次数增加，轮毂温度可以超过~~100℃~~。同时由于道路不平引起振动，轴承承受的负荷增加，钢板弹簧片间的摩擦也大大增加了，这便对润滑提出了更高要求。另外，还应该考虑到冬季冷车的低温及雨天、涉水时难免受潮或溅入水分。总之，对润滑脂来说，与润滑油相比有一些特殊的性能要求。

润滑脂润滑按加脂方法分类，可以分为人工分散加脂润滑和自动集中加脂润滑两种。自动集中加脂润滑系统由控制器、润滑器、分油器、软管和电源导线组成。自动集中加脂润滑系统通过控制器控制润滑脂泵工作，经分油器将润滑脂压送至各润滑点。它能够根据润滑点摩擦副的负荷和相对速度大小自动定时加脂。

### 减摩润滑脂的性能要求

(员) 适当的稠度。稠度是指胶体物质在受到外力作用时抵抗变形的能力。它是反映润滑脂的抵抗变形和流动阻力的一个笼统概念。

稠度反映了润滑脂在润滑部位的保持能力和密封性能，以及和润滑脂泵送、加脂方式有关的重要性能，是润滑脂选用考虑的重要方面。

评价稠度的指标是锥入度。



(圆) 良好的低温性能。在寒冷地区使用的汽车润滑脂,在很低温度下仍然应该保持胶体状态,以使汽车能顺利起步,并具有良好的润滑性能。

评定润滑脂低温性能的指标是相似黏度。

(猿) 良好的高温性能。随着润滑脂的工作温度提高,润滑脂的稠度下降,在零件表面的附着能力下降,使润滑脂易于流失。另外,在较高工作温度下,润滑脂的氧化和蒸发会加快。温度超过一定限度时,润滑脂内的基础油会流出脂肪酸金属皂网状结构,出现分油现象。出现分油现象的润滑脂,其使用性能已经失效。

评定润滑脂高温性能的指标有滴点、蒸发量、漏失量和分油量。

(源) 良好的抗水性。润滑脂与水接触时抵抗水对润滑脂结构和稠度破坏的能力称为润滑脂的抗水性。

抗水性差的润滑脂与水接触后,其稠度会明显下降,甚至发生乳化现象而使润滑脂流失。由于汽车很多润滑点可能接触到水,所以汽车润滑脂必须有良好的抗水性。

评定润滑脂抗水性的指标是水淋流失量。

(缘) 良好的机械安定性。润滑脂在工作时要受到剪切作用,其剪切速率最大可达 $10^5 \sim 10^6$ 以上。在强烈的剪切作用下,皂纤维构成的网状结构可能遭到破坏,使润滑脂的稠度下降。如果润滑脂的机械安定性较差,稠度可能较快下降,从而会缩短润滑脂的使用寿命。

评定润滑脂机械安定性的指标是延长工作锥入度,或者是延长工作锥入度和工作锥入度的差值。对于一种润滑脂,一般在上述两指标中选择一个指标。

(远) 适当的胶体安定性。胶体安定性是指润滑脂在外界不同温度和压力作用下,保持胶体内部结构的能力,也就是基础油与稠化剂结合的稳定性。由于润滑脂是一种具有网状骨架结构的胶体分散体系,其胶体网状结构的稳定性容易受到外界不同温度和压力的作用而遭到破坏,使固定在网状纤维骨架内的基础油分离出来。因此,要求润滑脂的胶体结构有一定抵抗外界作用的能力。

评定润滑脂胶体安定性的指标是分油量。

(苑) 良好的氧化安定性。润滑脂的氧化安定性是指贮存和使用过程中润滑脂抵抗氧化的能力。

润滑脂被氧化后其外观、理化指标和胶体内部结构会发生不同程度变化。润滑脂氧化后颜色变深,滴点下降,锥入度、极限剪切应力和相似黏度降低,游离酸增加,对金属的腐蚀性增加,同时会生成破坏胶体网状结构的产物,使润滑脂基础油分离。

润滑脂的氧化安定性指标为氧化安定性。

(愿) 良好的防蚀性。润滑脂的防蚀性是指防止金属零件锈蚀和腐蚀的能力。

润滑脂的防蚀能力是由于它能够严密覆盖金属表面,起到隔绝周围腐蚀性胶质作用。另外,有的润滑脂中加有吸收或中和腐蚀介质的添加剂,能进一步防止金属的腐蚀。

评测腐蚀性指标的方法有防腐蚀性试验、腐蚀试验和游离碱。



## 二、评定汽车润滑脂使用性能的主要指标

### 圆锥入度

(员) 锥入度及其测定。润滑脂的稠度用锥入度表示。锥入度是在规定的温度和时间条件下,标准锥体沉入润滑脂的深度。以圆锥入度为单位。

锥入度测定方法有多种:

① 不工作锥入度。润滑脂试样尽可能少搅动情况下测定的锥入度。

② 工作锥入度。润滑脂试样在标准工作容器内,按规定条件往复工作 20 次后立即测定的锥入度。

③ 延长工作锥入度。延长工作锥入度测定方法和工作锥入度差不多,只是往复工作次数远远超过 20 次。我国一般规定的往复工作次数为 100 万次。

(圆) 锥入度的意义。锥入度是润滑脂普遍采用的一项重要质量指标,其意义如下:

① 锥入度是润滑脂稠度分级指标。目前,国际上普遍采用的是美国润滑脂协会(ANSI)所制定的标准。规定用圆锥入度时的工作锥入度作为润滑脂稠度分级指标。

表 圆锥入度标准润滑脂稠度级号

圆锥入度级号	圆锥入度	圆锥入度	圆锥入度	圆锥入度	圆锥入度	圆锥入度	圆锥入度	圆锥入度	圆锥入度
工作锥入度 (圆锥入度),圆锥入度	圆锥入度	圆锥入度	圆锥入度	圆锥入度	圆锥入度	圆锥入度	圆锥入度	圆锥入度	圆锥入度
状态	液体	几乎成液体	极软	非常软	软	中	硬	非常硬	极硬或固体

② 稠度是润滑脂选用的主要指标。必须根据汽车的使用条件和加脂方法选择合适稠度的润滑脂。自然,有些润滑脂的稠度相近,但其他使用性能却相差很大,不能单纯根据稠度选择润滑脂。

③ 延长工作锥入度或者延长工作锥入度与工作锥入度的差值是润滑脂机械安定性指标。

### 相似黏度

我们已经知道润滑脂是一种两相胶体。它的基础油虽然是一种牛顿液体,但是被网状组织的稠化剂所固定,因而润滑脂不满足牛顿摩擦定律,它的黏度不是常数。润滑脂润滑时,它的黏度随剪切速率提高而下降,当剪切速率很大,黏度下降到一定程度时,黏度不再下降。

因而描述润滑脂黏性指标,必须考虑到它的黏度不是常数这一特点。标准规定润滑脂的黏性用相似黏度表达。相似黏度是指润滑脂在规定的温度和剪切速率下剪切应力与剪切速率的比值,即相似黏度是润滑脂规定条件下的黏度。因此相似黏度表达时,必须注明规定的温度和剪切速率两个测定条件。

汽车润滑脂标准中相似黏度表达为“相似黏度(圆锥入度),圆锥入度”。



## 滴点

在规定条件下,使润滑脂达到一定流动性的温度称为润滑脂的滴点。

一般情况下,我们以滴点高低来评定润滑脂的最高工作温度。润滑脂的最高工作温度应该比滴点至少低 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ ,如圆号钙基润滑脂的滴点为 $100^{\circ}\text{C}$ ,适用最高工作温度为 $70^{\circ}\text{C}$ 。有时规定的容许最高工作温度还要低得多。如汽车通用锂基润滑脂滴点为 $180^{\circ}\text{C}$ ,适用的最高工作温度为 $130^{\circ}\text{C}$ 。

## 三、汽车润滑脂的规格

### 润滑脂的种类

润滑脂的种类很多,分类方法也有多种。按照基础油种类可分为石油基润滑脂和合成油基润滑脂;按照润滑脂使用特性可分为高温润滑脂、耐寒润滑脂和极压润滑脂等;按照用途可分为减摩润滑脂、防护润滑脂和密封润滑脂等。由于润滑脂的性能主要取决于稠化剂种类,所以最常用的是按稠化剂种类分类。

(1) 工业凡士林。工业凡士林又称为烃基润滑脂。它是由固体烃类(如石蜡)作为稠化剂的润滑脂。工业凡士林具有良好的可塑性、化学安定性、胶体安定性、抗水性和抗化学介质侵蚀能力。所以,工业凡士林虽然不耐高温和高压,但是用于防腐蚀、防水和密封却是非常好的一种材料。汽车上常用工业凡士林作为蓄电池接线柱的防腐材料。

(2) 皂基润滑脂。动、植物油脂的主要成分是脂肪,与强碱反应就生成金属皂。用金属皂作稠化剂的润滑脂就称为皂基润滑脂。皂基润滑脂是使用最广泛的润滑脂。按照金属皂种类皂基润滑脂又可以分为很多种。

① 钙基润滑脂。钙皂只有以水化物形态下形成高度分散的纤维状组织,才能作为稠化剂。所以,钙基润滑脂中含有 $10\%\sim 20\%$ 水分。钙皂在 $100^{\circ}\text{C}$ 左右就会分解,润滑脂的结构也随之破坏。

钙基润滑脂抗水性、剪切安定性很好,具有良好的润滑性能和防护性能。但钙基润滑脂的耐热性较差,滴点在 $90\sim 105^{\circ}\text{C}$ 之间,一般工作温度不宜超过 $70^{\circ}\text{C}$ 。最低工作温度在原 $0^{\circ}\text{C}$ ~ $-10^{\circ}\text{C}$ 之间。适用于在潮湿环境或接触水的场合,低、中速和轻、中负荷的滚动或滑动机件。

严寒条件下使用的汽车通用无水钙基润滑脂系用 $12\text{-}$ 硬脂酸钙皂作稠化剂,低温润滑油作基础油,并加入抗氧化和防锈等添加剂而得的润滑脂。它具有良好的机械安定性,工作温度范围较宽,最高可达 $100^{\circ}\text{C}$ ,最低则达 $-30^{\circ}\text{C}$ ~ $-40^{\circ}\text{C}$ 。

② 钠基润滑脂。钠基润滑脂耐热性较好,滴点可达 $160^{\circ}\text{C}$ ,最高工作温度在 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$ ,可在 $150^{\circ}\text{C}$ 下长时间工作。我国生产的钠基润滑脂,由于所用基础油凝点较高,最低工作温度不宜低于 $0^{\circ}\text{C}$ 。由于钠皂能溶于水,所以钠基润滑脂抗水性差,不能用于潮湿或接触水的场合。钠基润滑脂具有良好的抗磨性和承受负荷能力。

不同原料和制造工艺可以控制钠皂的纤维长度。长纤维钠基润滑脂适用于低速、重负荷场合,短纤维钠基润滑脂适用于中速、中负荷的滚动轴承。

③ 钙钠基润滑脂。钙钠基润滑脂的耐热性和抗水性都介于钙基和钠基润滑脂之



间,具有良好的机械安定性。适用于工作环境不太潮湿的滚动轴承。钙钠基润滑脂最高工作温度约 120℃,最低工作温度约 -30℃。

④ 锂基润滑脂。锂基润滑脂所用的稠化剂为脂肪酸锂皂,是一种高级润滑脂。锂基润滑脂的滴点高于 180℃,短时间最高工作温度达 250℃,长期工作温度也可达 180℃。锂基润滑脂具有良好的机械安定性、化学安定性、抗水性和低温性能。锂皂的稠化能力很强,润滑脂中加入抗氧化、防锈、极压添加剂后可以制成长寿命润滑脂。可以说锂基润滑脂是一种适合于各种工作条件的通用润滑脂。我国已经制定了汽车通用锂基润滑脂的国家标准,一般情况下应当优先选用锂基润滑脂。

⑤ 石墨及二硫化钼润滑脂。润滑脂中加入一定量固体粉状石墨或二硫化钼就成为石墨润滑脂或二硫化钼润滑脂。

石墨钙基润滑脂抗碾压能力很强,适用于重负荷场合。汽车钢板弹簧片间润滑,使用的就是石墨润滑脂。应该指出就是石墨中机械杂质较多,一般不能用于滚动轴承和精密配合表面的润滑。

加入二硫化钼的锂基润滑脂是一种极压润滑脂。二硫化钼中的硫原子与金属表面有很强的亲合力,很容易在金属表面形成一层牢固的边界膜。二硫化钼润滑脂适用于各种高速、重负荷场合的润滑。

另外,还有很多种不同的皂基润滑脂。

#### 汽车润滑脂的规格

汽车常用润滑脂的规格有 GB 703—1987《汽车通用锂基润滑脂》(见表 3-10); GB 703—1987《通用锂基润滑脂》; GB 703—1987《石墨钙基润滑脂》(见表 3-11)和 GB 703—1987《工业凡士林》(见表 3-12)。

表 3-10 汽车通用锂基润滑脂 (GB 703—1987)

项 目	质量指标	试验方法
工作锥入度, 1/100mm	260—280	GB 269
滴点, ℃	不低于 180	GB 3498
钢网分油( 150℃, 1h), %	不大于 5	GB 3498
相似黏度( 150℃, 100g/15s)	不大于 1.5	GB 3498
游离碱, %	不大于 0.05	GB 3498
腐蚀( 30℃, 24h)	铜片无绿色或黑色变化	GB 3498 乙法
蒸发量( 150℃, 1h), %	不大于 0.5	GB 3498
漏失量( 150℃, 1h) 早	不大于 5	GB 3498
水淋漏失量( 150℃, 1h), %	不大于 5	GB 3498
延长工作锥入度( 150℃) 变化率, %	不大于 10	GB 3498
氧化安定性( 150℃, 1h) 压力降, MPa	不大于 0.05	GB 3498



项 目	质量指标	试验方法
防腐蚀性(缘益, 湿度相对湿度, 湿度%)	等级	目测
杂质, 个/罐: 皂以上 皂以上 皂以上 皂以上	不大于 不大于 不大于 不大于	缘益 猿益 缘益 园

表 猿猿 石墨钙基润滑脂(猿益-猿)

项 目	质量指标	试验方法
外观	黑色均匀胶体	目测
滴点, 益	不低于	缘益
腐蚀(钢片, 缘益, 猿)	合格	目测
安定性	合格	
水分, %	不大于	缘益

表 猿源 工业凡士林(猿益-猿)

项 目	质量指标	试验方法
外观	淡褐色至深褐色均质无块软膏	目测
滴点, 益	不低于	缘益
酸值, 皂益/罐	不大于	园益
灰分, %	不大于	园益
腐蚀(钢片, 铜片, 缘益, 猿)	合格	猿益
水溶性酸或碱	中性	目测
机械杂质, %	不大于	园益
水分	无	目测
低温性能(原益, 猿益)	合格	猿益
闪点(开口), 益	不低于	缘益
运动黏度(缘益), 皂益	实测	目测

#### 四、汽车润滑脂的选择

汽车润滑脂选择的依据是工作温度、转速或滑动速度、工作环境和加脂方法。需要选择的是润滑脂品种和稠度级号。



由于汽车通用锂基润滑脂和 圆号通用锂基润滑脂的性能非常全面,汽车各润滑脂润滑点几乎都可以使用。不仅性能可靠,而且可以大大简化维护时的加脂操作。集中自动供脂系统,只能使用汽车通用锂基润滑脂。在环境温度极低时,比如在 原益以下环境运行的汽车,可以采用低温无水钙基润滑脂。只有润滑脂供应状况不许可时,才考虑采用钙基、钠基或钙钠基润滑脂。由于这些润滑脂各有特点,无法同时满足不同工作需要,必须按照各润滑点工作条件不同选择不同的润滑脂。

钢板弹簧的表面没有经过机械加工,比较粗糙,应该选用石墨钙基润滑脂。蓄电池接线柱防护脂,一般采用具有较好的黏附性能和抗水性的工业凡士林。

## 复习思考题

员问什么是干摩擦、液体摩擦和边界摩擦?

圆问什么是润滑油的油性和极压性?

猿问发动机油要求具有哪些使用性能?

源问什么是低温动力黏度、边界泵送温度、倾点、员益运动黏度变化率酸值和发动机油污染指数?

缘问我国发动机油的黏度级别是如何划分的?

远问我国发动机油的使用性能级别是如何划分的?

苑问如何合理选择发动机油?

愿问确定发动机油换油周期方法有哪些?

怨问车辆齿轮油要求具有哪些使用性能?

员问什么是车辆齿轮油的成沟点、热氧化安定性和最大无卡咬负荷?

员问车辆齿轮油的 员黏度级别是如何划分的?

员问车辆齿轮油的 员使用性能级别是如何划分的?

员问如何合理选择车辆齿轮油?

员问汽车润滑脂要求具有哪些使用性能?

员问什么是润滑脂的锥入度、工作锥入度、滴点和相似黏度?

员问如何选择汽车润滑脂?



### 第一节 汽车制动液

汽车制动液是汽车液压制动系所采用的非矿油型传递压力的工作介质。GB 5904—1991《机动车制动液使用技术条件》明确了汽车制动液的概念。

过去,我国将汽车制动液大致分为矿油型、醇型和合成型三类。但由于矿油型制动液对天然橡胶有溶胀作用,必须使用耐油橡胶皮碗,实际难以满足,因此 GB 5904—1991 强调制动液应是非矿油型的。醇型制动液由蓖麻油与醇类制成,沸点低(仅有 60℃ 左右),吸湿性大,易产生气阻,1985 年 10 月 1 日国家技术监督局已宣布停止使用这类制动液。所以,现代汽车使用的制动液主要是合成型制动液。合成型制动液以有机溶剂中的醇、醚和酯为基础,再加入添加剂调制而成,是世界上目前广泛使用的汽车制动液。GB 5904—1991《汽车制动液》规定了合成制动液的技术条件和试验方法。

108

#### 一、汽车制动液的使用性能

##### 1. 高温抗气阻性

现代汽车的车速越来越高,在平坦道路上行驶时,制动液的温度一般为 70℃~80℃,最高可达 100℃。行驶于多坡道山间公路的汽车,由于制动频繁,制动液温度更高。因此,防止因高温气阻造成制动失灵是对制动液使用性能的主要要求之一。

评定汽车制动液高温抗气阻性的指标是平衡回流沸点和湿平衡回流沸点。

平衡回流沸点(干沸点)是表示在冷凝回流系统与大气平衡条件下,试样沸腾的温度。GB 5904—1991《汽车制动液平衡回流沸点试验方法》的要点是:主要仪器是 250ml 的双口圆底烧瓶,瓶口上安装直型冷凝管和温度计。取 20ml 试样,在 250ml 烧瓶内与大气平衡,以一定的回流速度(每秒钟 1~2 滴)加热至沸腾,将在一定时间内(15 分钟)所测出的平均沸腾温度校准到标准大气压下的温度作为平衡回流沸点。

湿平衡回流沸点(湿沸点)是对一定容积的制动液,按一定方法增湿后所测得的平衡回流沸点,以评定制动液吸水后平衡回流沸点的下降趋势。具体测定方法见 GB 5904—1991 附表《制动液湿平衡回流沸点测定法》。

##### 2. 与橡胶的配伍性

汽车液压制动系有皮碗、软管等橡胶件,要求制动液对橡胶零件不会造成显著的溶胀、软化或硬化等不良影响。

制动液与橡胶的配伍性通过橡胶皮碗试验评定,即在规定的试验条件下(皮碗规



格、材料、试验温度和时间)将皮碗浸入制动液中,然后观察外观、测定根径增值和硬度下降值。皮碗材料为丁苯橡胶(杂10)等,直径为 10mm。试验条件分别进行有两种,即 100℃、200℃和 250℃、200℃

### 抗腐蚀性和防锈性

汽车液压制动系的缸体、活塞、弹簧、导管和阀等主要使用铸铁、铝、铜和钢等材料制成,要求制动液不引起金属腐蚀。另外,当制动液渗进橡胶分子的间隙中时,会从橡胶中抽出一部分组分,抽出物对金属的腐蚀作用也应限制。

汽车制动液的抗腐蚀性和防锈性用金属腐蚀性试验评定。方法概要:将 2 种金属片与皮碗一起浸入被试制动液中,在规定的温度和时间( 100℃、150℃)检测金属试片的质量变化(皂化率)金属片外观、皮碗外观、皮碗根径增值(%)、制动液的酸值和沉淀物的体积百分含量。2 种金属片的材料为镀锡铁皮、钢、铝、铸铁、黄铜和紫铜。

### 低温流动性

当气温低时,汽车液压制动液黏度会增大,使其流动性变差,影响准确地传递压力。因此为保证制动可靠,要求汽车制动液在低温时黏度增加较小,具有较好的低温流动性。

评定汽车制动液低温流动性和高温黏度的指标有:原液的运动黏度;原液、原液时的流动性(倒置试管测气泡上升到液面的时间);原液、原液的试样外观(放置规定时间后,取出观察其外观变化,如透明度、沉淀、分层等现象)。

### 溶水性

要求制动液吸水后能与水互溶,不产生分离和沉淀。

制动液的溶水性通过溶水性试验来评定。方法是:将增湿后的制动液加入到一定容量的离心管中,在规定的温度和保持时间后,观察试样的外观和离心管倒置时气泡上升到液面的时间。

### 稳定性

制动液在规定的试验条件下,加热后和与相溶液体混合后,平衡回流沸点变化要小,即高温稳定性和化学稳定性要好。

### 抗氧化性

腐蚀往往是氧化引起的,为了防止腐蚀,制动液应在高温下具有抗氧化性。

制动液抗氧化性通过抗氧化性试验来评定。方法是:用过氧化苯甲酰、蒸馏水和制动液配成试验用混合液,并放入 1 个橡胶皮碗和铝、铸铁试片组。在烘箱内保持 100℃ 后,取出试片检查有无坑蚀、粗糙不平等腐蚀现象,并计算试片的质量变化。

## 二、汽车制动液的规格

### 国外汽车制动液的规格

国外汽车制动液典型规格有三个系列:

(1) 美国联邦机动车辆安全标准(SAE)。具体是 SAE 1、SAE 2、SAE 3 三个系列。这是世界公认的通用标准。



表 液 压 系 列 和 罐 装 系 列 汽 车 制 动 液 规 格 标 准

项 目				罐 装 系 列		液 压 系 列		
				液 压 系 列	液 压 系 列	液 压 系 列	液 压 系 列	液 压 系 列
平衡回流沸点益 高于闪点,益		干沸点 湿沸点 高于		液 压 系 列	液 压 系 列	液 压 系 列	液 压 系 列	液 压 系 列
运动黏度,益		原 液 益 原 液 益		液 压 系 列 液 压 系 列	液 压 系 列 液 压 系 列	液 压 系 列 液 压 系 列	液 压 系 列 液 压 系 列	液 压 系 列 液 压 系 列
责 值				液 压 系 列 液 压 系 列				
稳定性(沸 点变化,益)		液 压 系 列 化 学 稳 定 性		液 压 系 列				
金属腐蚀 性(原 液 益, 原 液 益)	金属 试 验 片	质量变化小于, 皂 丹 糖 丹	马口铁 钢 铝 铸铁 黄铜 紫铜	液 压 系 列 液 压 系 列				
	外观			无点蚀				
	液体 性 状	外观 责 值 沉 淀, %( 体 )		不生成胶状或结晶性物质 液 压 系 列 液 压 系 列 原 液 益 以下				
橡胶 皮 碗 状 态	根部直径增加值, 皂 丹 糖 丹 变 化 ( 均 外 观 )		原 液 益 以下 原 液 益 无鼓泡,不析出炭黑,形状和表面无显著变化					
耐寒性		原 液 益 液 压 系 列 原 液 益 液 压 系 列		透明,不分层,无沉淀,气泡上升时间 原 液 益 以下 透明,不分层,无沉淀,气泡上升时间 液 压 系 列 以下				
容水性(液 压 系 列 仅吸湿试验)		原 液 益 液 压 系 列 原 液 益 液 压 系 列 沉 淀 外 观		容器倒置、气泡上升时间在 原 液 益 以下 小于 原 液 益 %( 体 积 ) 透明,不分层				
蒸发性 原 液 益, 原 液 益		蒸发质量减量, %		小于 原 液 益				
		残留物	外观倾点,益	无沙粒磨料性沉淀 原 液 益 以下				
液体相容性		原 液 益 液 压 系 列 原 液 益 液 压 系 列		透明,不分层,无沉淀(液 压 系 列 允 许 分 层 ) 不分层,沉淀 原 液 益 %( 体 积 ) 以下(液 压 系 列 允 许 分 层 )				
抗氧化性		质量变化, 皂 丹 糖 丹	铝 铸铁	原 液 益 以下 原 液 益 以下				
		外观		无点蚀,不粗糙,无胶状附着物				



项 目			杂云系列		罐猿系列		
			分猿藻	分猿猿	罐猿原猿	罐猿原原	罐猿原缘
橡胶相容性 (杂云橡胶)	苑猿猿	根部直径增加值,皂 硬度变化(匀猿) 外观	园猿猿-员猿猿皂 园-原园 橡胶形状和表面无显著变化				
	员猿猿	根部直径增加值,皂 硬度变化(匀猿) 外观	园猿猿-员猿猿皂 园-原猿 橡胶形状和表面无显著变化				
台架试验,员猿猿,猿猿猿行程			通过				

(圆) 美国汽车工程师协会标准(杂云)。具体是杂云分猿藻杂云分猿猿等(见表源)

(猿) 国际标准化组织标准(障猿)。具体规格是障猿的源猿猿-员猿猿《道路车辆 原非石油基制动液》,它是参照云猿猿杂云猿猿猿罐猿原猿制订的,员猿猿的运动黏度不小于员猿猿皂,平衡回流沸点不低于园猿猿;湿平衡回流沸点不低于员猿猿。

#### 国内汽车制动液规格

(员) 汽车制动液使用技术条件。员月员猿猿-员猿猿《机动车制动液使用技术条件》以鄞作为汽车制动液使用技术条件规格的代号,简称鄞系列。鄞系列机动车制动液按使用技术条件分为鄞、鄞、鄞等三级,允鄞分别为交通部、公安部两部汉语拼音字的第一个字母,鄞右下角的阿拉伯数字猿源缘为鄞系列各级的序号。

(圆) 合成制动液规格技术标准。员猿猿年我国颁布了员月员猿猿-怨《匀再圆匀再猿匀再原合成制动液》(见表源原圆),本标准规定了以合成液体为基础液并加有多种添加剂制成的合成制动液的技术要求和试验方法,本标准系列的代号由汉语拼音字母和阿拉伯数字两部分组成。其中匀在和再分别为合成、制动和液体的汉语拼音的第一个字母(大写)。阿拉伯数字作为区别本系列各标准的标号。

表源圆 匀再圆匀再猿匀再原合成制动液(员月员猿猿-怨)

项 目	质量标准		
	匀再圆	匀再猿	匀再原
外观	无沉淀和悬浮物的透明液体		
运动黏度,皂 员猿猿 原猿猿	不小于 不大于	员猿猿 员猿猿	员猿猿 员猿猿
平衡回流沸点,益	不低于	园猿猿	园猿猿
湿平衡回流沸点,益	不低于		员猿猿
责值	苑猿-员猿猿		
液体稳定性: 高温稳定性(平衡回流沸点变化),益 化学稳定性(平衡回流沸点变化),益	依缘 依缘		



项 目	质量标准		
	匀再圆	匀再袁	匀再原
腐蚀性( 匀再益, 匀再原)——金属片质量变化, 皂再精: 镀锡铁皮 钢 铸铁 铝 紫铜 黄铜			依再圆 依再圆 依再圆 依再袁 依再源 依再源
金属片外观  试样沉淀体积分数, % 试样外观 试样 袁再匀值 皮碗根径增值, 皂再 皮碗硬度降低值, 度 皮碗外观	不多于    不大于		无肉眼可见坑蚀和表面粗糙不平 允许脱色或色斑 圆再袁 无胶质、无结晶 苑再袁, 袁再袁 袁再源 圆再袁, 袁再袁 不脱皮, 不鼓包, 无炭黑析出
低温下的流动性和外观流动性: 气泡上升到液面的时间, 泽 原再益 原再袁 试样外观( 原再益, 原再袁)	不多于		圆再袁 袁再袁 不分层、不沉淀、允许浑浊, 热至 圆再袁, 袁再袁下透明度与试验前相同
挥发性( 匀再益, 匀再原): 质量损失, % 残余物倾点, 益 残余物特征( 手指捻摩)	不大于		圆再袁 原再袁 无沙粒, 无腐蚀物
容水性: 原再益以下: 试样外观  气泡上升到液面的时间, 泽 原再益以下: 试样外观 沉淀量体积分数, %	不多于		不分层、不沉淀、遮盖率图上的黑 线可辨认 圆再袁  不分层 圆再袁, 袁再袁
液体相容性: 原再益下: 试样外观  透再益以下: 试样外观 沉淀量体积分数, %			不分层、不沉淀、遮盖率图上的黑 线可辨认  不分层 圆再袁, 袁再袁





## 第二节 汽车发动机冷却液

在可燃混合气的燃烧过程中,气缸内的气体温度可达到  $1500\sim 2000\text{K}$ 。为保证汽车发动机正常工作,必需对在高温条件下工作的零件进行冷却。目前,汽车发动机广泛采用强制循环液冷却系,冷却液即为发动机冷却系中带走高温零件热量的一种工作介质。

由于发动机性能的逐渐强化,车速不断提高,对汽车冷却系的冷却作用提出了更高的要求,即防沸的问题。汽车冬季露天停放或长时间停车,发动机温度降至与气温相近,因此发动机冷却液应防冻。此外,还要求发动机冷却液能防腐蚀、防水垢。

### 一、汽车发动机冷却液的使用性能

为保证汽车发动机正常工作和延长发动机的使用寿命,要求汽车发动机冷却液应具备下列品质:

**黏度小,流动性好**

汽车发动机冷却液的黏度越小越好。这样有利于流动,散热效果好。

**冰点低,沸点高**

冰点就是在没有过冷情况下冷却液开始结晶的温度,或者在有冷情况下结晶开始,短时间内停留不变的最高温度。若汽车在低温条件下停放时间较长,而发动机冷却液的冰点达不到应有的温度,则发动机的冷却水套和散热器就会被冻裂,因此,要求发动机冷却液防冻性好。

沸点是发动机冷却系与外界大气压相平衡的条件下,冷却液开始沸腾的温度。发动机冷却液在较高温度下不沸腾,可保证汽车在满载、高负荷、高速条件下或在山区、热带夏季正常行车。

因此,要求发动机冷却液冬天防冻、夏天防沸。

**防腐蚀性好,不损坏汽车有机涂料**

发动机冷却液在工作中要接触多种金属材料,如果它对金属有腐蚀性,就会影响发动机的正常工作。为使发动机冷却液有良好的防腐性,要保持冷却液呈碱性状态,要求发动机冷却液的  $\text{pH}$  值在  $8.5\sim 10.5$  之间,超出范围将对防腐性产生不利的影响。

发动机冷却液是一种化学物质的调合物,在加注中很容易接触到汽车的有机涂料层,这就要求发动机冷却液对汽车有机涂料不能有不良影响,例如剥落、鼓泡和退色等。

**不易产生水垢,抗泡性好**

水垢对发动机冷却系的散热强度影响很大。试验表明,水垢的传热系数比铸铁小几十倍,比铝合金小  $10\sim 20$  倍。据有关资料介绍,在发动机维修工作中,约有  $10\%$  是发动机冷却系出现的故障,而故障的常见原因是由于水垢或腐蚀所造成的。

发动机冷却液如果产生过多的泡沫,不仅会降低传热系数、加剧气蚀,而且会造成冷却液溢流。



## 二、乙二醇型汽车冷却液及其标准

用水作汽车发动机冷却液存在的问题

水的比热容大,黏度小,在常温下流动性好。因此,长期以来一直作为汽车发动机冷却液。但水不能防冻,在低温时水结冰,体积增加,如果体积膨胀受到限制,产生的压强可达 $10^7\text{Pa}$ 。若用水作汽车发动机冷却液,在低温下使用时,即会因水结冰而造成缸体、散热器冻裂。为此,寒冷季节在室外停放,必须将散热器中的水放净,这会给使用带来不便。冷却水在工作中还易生成水垢,影响传热系数,加之水在高温时便沸腾,所以,用水作冷却液已不适应汽车使用方便性和现代汽车发动机性能的要求。目前,国内外广泛采用乙二醇水基型发动机冷却液。为了便于运输和贮存,很多乙二醇型发动机冷却液商品制成浓缩液,乙二醇含量高达 $70\%$ 以上,水的含量在 $30\%$ 以下。另外,还添加防腐剂、阻垢剂、消泡剂和着色剂等添加剂。

乙二醇的主要性质

乙二醇的分子式为 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ,结构式为 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 。纯乙二醇是微酸性、易吸湿、无色透明的黏稠液体。纯乙二醇可燃,但乙二醇配制成的冷却液则具有明显的阻燃作用。乙二醇有微毒,按我国现行工业毒物的六级毒性分级方法,其毒性属于五级。乙二醇的主要物理化学性质可见表 2-1。

表 2-1 乙二醇的主要物理化学性质

项 目	数 据	项 目	数 据
分子量	62.07	闪点(开口), $^{\circ}\text{C}$	11
相对密度(20 $^{\circ}\text{C}$ )	1.1132	黏度(20 $^{\circ}\text{C}$ ), $\text{mPa}\cdot\text{s}$	16.07
沸点, $^{\circ}\text{C}$	197.3	燃点, $^{\circ}\text{C}$	245
冰点, $^{\circ}\text{C}$	-12.3	自燃温度, $^{\circ}\text{C}$	285
比热容, $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$	2.42	密度, $\text{kg}/\text{m}^3$	1180
蒸气压(20 $^{\circ}\text{C}$ ), $\text{Pa}$	0.0001		

乙二醇可以与水以一定比例互溶,对降低冰点效果好。当乙二醇浓度为 $70\%$ (体积比)时,发动机冷却液的冰点为 $-12^{\circ}\text{C}$ 。当乙二醇的浓度在 $70\% \sim 80\%$ 时,没有明显的冰点,不仅不能改善防冻性能,反而会引起低温黏度增加。

国外乙二醇型汽车发动机冷却液标准

欧美各国和日本等工业发达国家都制定了各自的汽车发动机冷却液标准。最早作出规定的是美国,现在许多发达国家制定的发动机冷却液标准,都是以美国材料试验协会(ASTM)所制订的标准为依据。

在日本,影响最大的发动机冷却液标准是日本工业标准(JIS K 2254)。

我国乙二醇型汽车发动机冷却液标准

我国乙二醇型汽车发动机冷却液标准或安全使用技术条件是《GB 2254-1991 乙二醇型汽车发动机冷却液及其浓缩液》和《GB 2255-1991 汽车发动机冷却液安全使用技术条



件)。

《GB 19071-2003 乙二醇型发动机冷却液及其浓缩液》规定了以乙二醇为防冻剂,加有各种添加剂和适量的水调配而成的发动机冷却液及某浓缩液的技术条件(见表 116)。该标准所属产品按质量分为一级品和合格品两个等级;冷却液按冰点分为原 1 号、原 2 号、原 3 号、原 4 号、原 5 号和原 6 号等 6 个牌号。

表 116 乙二醇型发动机冷却液及其浓缩液(GB 19071-2003)

项 目	质量指标						
	浓 缩 液	冷却液					
		原 1 号	原 2 号	原 3 号	原 4 号	原 5 号	原 6 号
颜色	有醒目的颜色						
气味	无异味						
密度(20℃),g/cm <sup>3</sup>	1.070~1.075	1.075~1.080	1.080~1.085	1.085~1.090	1.090~1.095	1.095~1.100	1.100~1.105
冰点,℃	不高于	原 1 号	原 2 号	原 3 号	原 4 号	原 5 号	原 6 号
50%蒸馏水体积分数	不低于	原 6 号					
沸点,℃	不低于	107	108	109	110	111	112
50%蒸馏水体积分数	不低于	107					
对汽车有机涂料的影响	无影响						
灰分质量分数,%	不大于	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006
黏 度	符合 GB 19071						
50%蒸馏水体积分数	107~108						
储备碱度,mg/L	报告						
腐蚀试验(试片变化值,mg/dm <sup>2</sup> )							
紫铜	≤0.001						
黄铜	≤0.001						
钢	≤0.001						
铸铁	≤0.001						
焊锡	≤0.001						
铸铝	≤0.001						
模拟使用腐蚀(试片变化值,mg/dm <sup>2</sup> )							
紫铜	≤0.001						
黄铜	≤0.001						
钢	≤0.001						
铸铁	≤0.001						
焊锡	≤0.001						
铸铝	≤0.001						



项 目	质量指标					
	浓 缩 液	冷却液				
		原 型 号	原 型 号	原 型 号	原 型 号	原 型 号
铝泵气穴腐蚀 级 不小于	愿					
泡沫倾向： 泡沫体积 皂 不小于 泡沫消失时间 泽 不大于	员 缘					

注 表中仅列出了一级品的质量指标。对合格品有以下不同：浓缩合格品的沸点不低于 员缘益；浓缩液油冷却液的合格品没有“模拟使用腐蚀”和“铝泵气穴”两项。其余质量指标一级品与合格品相同。

员缘缘 员缘缘 《汽车发动机冷却液安全使用技术条件》规定了汽车发动机冷却液技术条件和推荐使用范围，该标准适用于汽车发动机冷却液的使用检验、社会抽查和行业统检，有关技术条件的内容可见表 员缘缘。

表 员缘缘 汽车发动机冷却液技术条件( 员缘缘 员缘缘 的一部分)

项 目	技术条件			试验方法
	原 型 号	原 型 号	原 型 号	
颜色	清亮透明、有醒目颜色			目测
气味	无异味			
冰点 益	原 型 号	原 型 号	原 型 号	员缘缘 员缘缘 员缘缘
沸点 益	员缘缘	员缘缘	员缘缘	员缘缘 员缘缘 员缘缘
对汽车有机涂料的影响	无			员缘缘 员缘缘 员缘缘
粪值	缘 员缘缘			员缘缘 员缘缘 员缘缘
腐蚀试验 试片变化值(皂 皂)				员缘缘 员缘缘 员缘缘
紫铜	依 缘			
黄铜	依 缘			
钢	依 缘			
铸铁	依 缘			
焊锡	依 缘			
铸铝	依 缘			
泡沫倾向： 泡沫体积 皂 不小于 泡沫消失时间 泽 不大于	员 缘			员缘缘 员缘缘 员缘缘

注 对于湿式缸套的柴油机和铝质散热器发动机冷却液应增加气穴试验和模拟使用试验，技术条件和试验方法应符合 员缘缘 员缘缘 的《乙二醇型发动机冷却液及其浓缩液》有关规定。

### 三、汽车发动机冷却液的选择

#### 员缘缘 汽车发动机冷却液的选择



针对乙二醇水基型发动机冷却液,汽车发动机冷却液的选择主要包括发动机冷却液防冻性的选择和产品质量选择。

汽车发动机冷却液防冻性的选择原则是汽车发动机冷却液的冰点要低于环境最低温度  $5^{\circ}\text{C}$  左右,以确保在特殊情况下冷却液不冻结。《~~GB 28001-2008~~汽车发动机冷却液安全使用技术条件》推荐的使用范围可见表 11-2。

表 11-2 汽车发动机冷却液推荐使用范围(《~~GB 28001-2008~~》的一部分)

牌号	推 荐 使 用 范 围
原 55	在我国一般地区如长江以北、华北环境最低气温在 $5^{\circ}\text{C}$ 以上地区均可使用
原 45	在东北、西北大部分地区和华北环境最低气温在 $5^{\circ}\text{C}$ 以上的寒冷地区使用
原 35	在东北、西北和华北等环境最低气温在 $5^{\circ}\text{C}$ 上的严寒地区使用

发动机冷却液的冰点除极易受外界环境温度影响外,在一定浓度条件下,与冷却液中所加添加剂的类型和用量有很大关系。所以不同厂家生产的冷却液,虽然乙二醇浓度一样,但冰点可能有所不同。上海桑塔纳、奥迪、红旗、捷达、皇冠、~~猎豹~~凌志、~~奔驰~~奔驰、~~宝马~~和凯迪拉克等轿车的发动机冷却液均推荐选用  $50\%$  防冻剂与水的混合液,其冰点与  $50\%$  浓度的关系可见表 11-3。

表 11-3  $50\%$  防冻剂调配浓度与发动机冷却液冰点之间的关系

冰点, $^{\circ}\text{C}$	调配体积分数	
	$50\%$	蒸馏水
原 55	$50\%$	$50\%$
原 45	$50\%$	$50\%$

汽车发动机冷却液产品质量的选择以汽车制造厂家推荐为准。轿车与载货汽车、汽油车与柴油车,以及不同型号的同类汽车,发动机的技术特性、热负荷情况、冷却系的材料均有不同。正因如此,目前国内外的汽车发动机冷却液配方很多,产品的性能指标和试验方法水平不一。所以,汽车发动机冷却液的选择要区别发动机的类型、性能的强化程度和冷却系材料的种类,除了保证汽车发动机冷却液能降温、防冻外,还要考虑防沸、防腐蚀和防水垢等问题。另外,要注意区别:是浓缩液还是已调配好的发动机冷却液,是一级品还是合格品。对铝质散热器发动机冷却液的选择,应特别注意对铝合金的腐蚀性。

#### 圆 汽车发动机冷却液的正确使用

以水以外的发动机冷却液代替冷却水是汽车使用的发展趋势。汽车发动机冷却液的正确使用,除以上介绍的合理选择原则外,还应注意以下事项:

- ( 员 ) 稀释浓缩液要使用蒸馏水或去离子水。
- ( 圆 ) 加强发动机冷却系密封性检查,避免冷却液漏失。
- ( 猿 ) 由水换成乙二醇型发动机冷却液时,要彻底清洗冷却系。
- ( 源 ) 注意检查冷却液液面高度,视情正确补充。





## 一、液力传动油的使用性能

液力传动油是一种多功能液体,应具备传能、控制、润滑和冷却等多种功能。

### 1. 低温性和黏温性

液力传动油的使用温度范围很宽,一般为 $-40^{\circ}\text{C}$ ~ $150^{\circ}\text{C}$ 。自动变速器的功能对液力传动油的黏度十分敏感。而组成自动变速器的各部件对液力传动油的黏度要求不同。从提高液力变矩器的传动效率,控制系统动作的灵敏性角度看,黏度低有利;为满足齿轮和轴承的润滑要求,减少液压控制系统和油泵泄漏,液力传动油的黏度也不能过低。因此,液力传动油必须兼顾多种功能,具有适当的黏度和良好的低温性及黏温性。

### 2. 热氧化安定性

液力传动油的热氧化安定性是使用中一个极为重要的问题,因为液力传动油的使用温度很高,如热氧化安定性不好,则会生成油泥、漆膜和沉淀物,少量沉淀物便会使自动变速器液压控制机构的管路和阀门的工作受到影响,油内氧化生成的酸或过氧化物对轴承、橡胶密封材料也有损害。因此,对液力传动油热氧化安定性要求很严格。

### 3. 抗磨性或极压抗磨性

为确保自动变速器的行星齿轮机构、轴承、垫圈和油泵等长期正常工作,要求液力传动油必须润滑良好。变速机构中主要零件的接触面多为钢和钢、钢和青铜等,则液力传动油应保证对不同材料的摩擦副都应具有良好的抗磨性。

### 4. 与橡胶材料的适应性

液力传动油不应使自动变速机构中使用的丁腈橡胶、丙烯橡胶和硅橡胶等密封材料过分膨胀、收缩和硬化,否则将会产生漏油和其他危害。

### 5. 摩擦特性

自动液力变速器换挡执行机构的离合器属于湿式多片摩擦离合器,液力传动油作为摩擦介质,要求有与摩擦片相匹配的静、动摩擦系数,否则会影响换挡性能。

### 6. 抗泡沫性

液力传动油产生泡沫对自动变速器系统危害极大。泡沫使液力变矩器传递效率下降,泡沫影响自动控制系统的准确性;泡沫的可压缩性导致液压系统压力波动和下降,甚至供油中断。

另外,液力传动油的基础油可以是矿物油,也可以是半合成油或合成油。液力传动油还含有特殊添加剂的混合液,这种混合液是能更好的满足流动性和改善变速器摩擦需要的润滑油。液力传动油一般染成红色,这主要是为了在确定泄漏源时,帮助区别液力传动油与发动机油。液力传动油添加了多种化学添加剂,以保证油液的耐久性和综合性能。钨、磷和硫一般作为降低摩擦的添加剂。液力传动油添加清洁剂,帮助保持变速器部件的清洁;也添加分散剂,以使杂质悬浮在油液中,便于滤清器过滤。

## 二、液力传动油的规格

### 1. 国外液力传动油的规格

国外液力传动油的规格多采用美国  $\text{Dexron}$  和  $\text{Mercon}$  共同提出的  $\text{Dexron}$  标准制定。





项 目	质 量 指 标
极压抗磨性	动力转向泵试验(符合国家标准GB 11115)
热氧化安定性	热氧化试验(符合) 试验温度 试验空气量 符合标准
摩擦特性	参看下面的试验
传动耐久性试验	(符合) 试验条件 试验后换挡时间 符合 (符合) 试验条件 试验摩擦试验机 符合
换挡试验	用实车试验,和标准具有同等的换挡性能
混合性	合格
臭味	无臭
抗泡性	符合无泡 符合泡沫高度 符合(最大) 消泡(符合最大)

表 2-10 国产 8 号液力传动油规格

项 目	质量指标	试验方法
运动黏度(符合)	不小于 原符合	符合
闪点(开口),符合	不低于	符合或符合
凝点,符合	不高于	符合
机械杂质,%	无	符合
水分,%	无	符合
临界负荷(常温),符合	符合	符合
抗泡性(符合)	不低于	符合
腐蚀(铜片,符合)	合格	符合

表 2-11 国产 8 号液力传动油规格

项 目	质量指标	试验方法
运动黏度(符合)	符合	符合
酸值(符合)	不大于	符合
闪点(开口),符合	不低于	符合或符合
凝点,符合	不高于	符合
水溶性酸或碱	无	符合
灰分,%	不大于	符合
机械杂质,%	无	符合
水分,%	无	符合
腐蚀(铜片,符合)	合格	符合
抗氧化安定性: 氧化后酸值	符合	符合
氧化后沉淀,%	符合	符合



### 三、液力传动油的选择

所有被验证过的型号和牌号的液力传动油必须通过制造厂的测试,以保证符合标准。其中一些检验标准适合于所有型号的液力传动油,例如抗氧化性、腐蚀性、闪点、燃点和抗泡沫性等。另外一些特殊标准,则适用于特殊级别或型号的油液。

由于自动变速器油液中的一些化学成分会与变速器油封的纤维或合成材料可能发生有害的化学反应,因此用于特殊变速器的油液也要进行相溶性检验。不相溶性可能会引起油封的变质膨胀和收缩。

所有牌号的油也都要检验它们与其他牌号液力传动油的可混合性或相溶性。虽然不同牌号的变速油必须符合相同的标准,但它们的化学成分可能是不同的,也可能与其他牌号是不相溶的。当两种不同牌号的液力传动油混合在一起时,应该不出现分层,改变颜色或化学分解的现象。相溶性的水平对于变速器的寿命是重要的,因为相溶性好,可以在维护油液时,不必担心油液互换或不同牌号的油液混合。

液力传动油有多个级别或型号,每一型号都有特殊的适用范围。变速器油的不同等级起因于不同的添加剂,它们可以增强各种变速器设计要求的工作能力。各汽车制造厂都为其汽车自动变速器指定了专门的液力传动油。在选定液力传动油时,对变速器的结构要求和换档特性的要求都要考虑到。

必须按车辆使用说明书的规定,选用适当品种的液力传动油。轿车和轻型货车应选用 1 号油,进口轿车几乎所有的制造厂都推荐使用 1 号液力传动油。这种型号的液力传动油通过多年的改进能满足新型变速器的需要。重型货车、工程机械的自动变速器系统则应选用 2 号油。全液压的拖拉机、工程机械应选用拖拉机传动、液压两用油。1 号两用油适用于南方地区,2 号和 3 号适用于北方地区。

123

### 复习思考题

1. 汽车制动液有哪些使用性能?

2. 汽车发动机冷却液有哪些使用性能?

3. 如何正确使用发动机冷却液?

4. 液力传动油有哪些使用性能?

5. 如何选择液力传动油?

