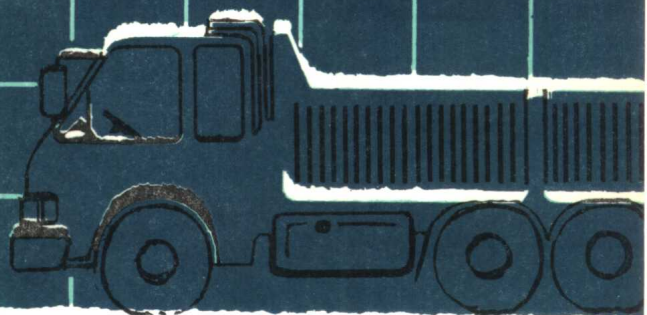
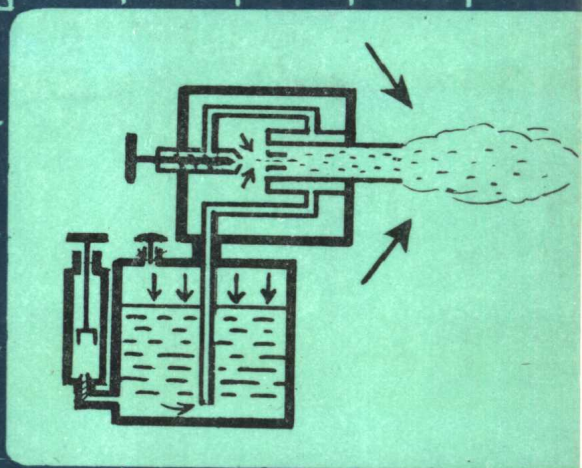


# 汽车低温起动

QICHE DIWEN QIDONG



金盾出版社

# 汽车低温启动

袁 雄 编著

金盾出版社

(京)新登字 129 号

## 内 容 提 要

本书作者研究汽车低温起动多年,其研究成果曾先后获全军及国家科学进步奖和国家发明奖。本书所介绍的内容分为十章,第一章阐述了汽车低温起动的基本概念,第二章至第九章详细地介绍了常用的八种汽车低温起动装置与措施,第十章列举了国内、外汽车采用低温起动装置的实例。内容丰富,通俗易懂,有些章节有较高的学术价值。可供驾驶员和汽车使用部门的工程技术人员阅读,也可供汽车设计、制造、大专院校及科研单位的工程技术人员参考。

## 汽车低温起动

袁 雄 编著

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:8214039 8218137

传真:8214032 电挂:0234

国防科工委印刷厂印刷

各地新华书店经销

开本:32 印张:5.5 字数:123 千字

1992 年 6 月第 1 版 1992 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—31000 册 定价:2.20 元

ISBN 7-80022-471-6/U·22

---

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、  
倒页、脱页者,本书发行部负责调换)

## 前 言

我国三北地区,汽车存在着低温起动困难的问题。为了起动发动机,人们采取烤油底壳、灌热水、烤进气管以及推车、拖车、溜坡等方法。这些方法不甚可靠,而且费力、费时、费燃料,其中有些还很不安全。

我国广大科技工作者在提高汽车低温起动技术方面作了大量的研究与试验工作,积累了丰富的经验,提出许多改进措施,研制出一些提高汽车低温起动性能的附加装置,解决了汽车低温起动困难的问题。本书主要向读者介绍一些常用的、行之有效的措施与附加装置,以便广大工程技术人员、汽车驾驶员能了解它,运用它,提高汽车的低温起动性能,保证汽车在严寒条件下顺利起动。

编著者

1992年2月

# 目 录

<b>第一章 汽车发动机的低温起动</b> .....	( 1 )
第一节 汽油发动机的起动过程 .....	( 1 )
第二节 柴油发动机的起动过程 .....	( 3 )
第三节 汽油发动机低温起动困难的原因 .....	( 5 )
第四节 柴油发动机低温起动困难的原因 .....	( 6 )
第五节 发动机的起动性能 .....	( 7 )
<b>第二章 低温机油</b> .....	( 9 )
第一节 发动机低温起动对机油的要求 .....	( 9 )
第二节 机油的粘度等级 .....	( 15 )
第三节 机油的质量级别 .....	( 17 )
<b>第三章 蓄电池加热保温装置</b> .....	( 20 )
第一节 低温对起动系统输出功率的影响 .....	( 20 )
第二节 蓄电池加热保温装置的工作原理 .....	( 24 )
第三节 蓄电池加热保温箱的结构 .....	( 27 )
第四节 蓄电池加热保温装置的热力计算 .....	( 31 )
第五节 蓄电池加热保温装置的控制系統 .....	( 34 )
第六节 蓄电池加热保温装置的使用 .....	( 39 )
<b>第四章 罐装起动力</b> .....	( 43 )
第一节 用起动力起动力柴油发动机 .....	( 43 )
第二节 起动力 .....	( 47 )
第三节 起动力的包装 .....	( 52 )
第四节 罐装起动力的使用 .....	( 55 )
<b>第五章 起动力加注器</b> .....	( 57 )
第一节 对起动力加注器的要求 .....	( 57 )

第二节	常用的起动力加注器 .....	(59)
第三节	起动力加注器的使用 .....	(71)
<b>第六章</b>	<b>进气预热装置 .....</b>	<b>(73)</b>
第一节	概述 .....	(73)
第二节	电热进气预热装置 .....	(76)
第三节	火焰进气预热装置 .....	(78)
第四节	火焰进气预热装置的使用 .....	(99)
<b>第七章</b>	<b>汽油蒸发器.....</b>	<b>(101)</b>
第一节	概述.....	(101)
第二节	薄层汽油的沸腾.....	(105)
第三节	汽油蒸发器的结构.....	(110)
第四节	汽油蒸发器的热力计算.....	(119)
第五节	使用中应注意的问题.....	(126)
<b>第八章</b>	<b>发动机低温起动力燃油加热器.....</b>	<b>(127)</b>
第一节	概述.....	(127)
第二节	发动机低温起动力燃油加热器的构造原理.....	(135)
第三节	使用中应注意的事项.....	(148)
<b>第九章</b>	<b>防冻液.....</b>	<b>(150)</b>
第一节	概述.....	(150)
第二节	乙二醇—水防冻液的冰点与沸点.....	(153)
第三节	乙二醇—水防冻液的添加剂.....	(154)
第四节	防冻液的使用.....	(157)
<b>十章</b>	<b>汽车低温起动力装置的应用.....</b>	<b>(159)</b>
一节	十种汽车采用汽车低温起动力装置的情况.....	(159)
二节	选用汽车低温起动力装置时应注意的事项.....	(164)

## 附录 汽车低温起动装置的型号、适用车型及生产

厂家	.....	(168)
附表 1	蓄电池加热保温装置	..... (168)
附表 2	罐装起动力	..... (168)
附表 3	起动力加注器	..... (169)
附表 4	火焰进气预热装置	..... (169)
附表 5	汽油蒸发器	..... (170)
附表 6	发动机低温起动加热器	..... (170)

# 第一章 汽车发动机的低温起动

用于汽车的发动机可分为两类。一类是汽油发动机,它是以汽油为燃料,采用强制点火。另一类是柴油发动机,它是以柴油为燃料,采用压缩点火。这两类发动机都存在着低温起动困难的问题,但由于它们使用的燃料与点火方式不同,引起低温起动困难的原因与程度亦有所不同。本章将分别介绍这两类发动机低温起动困难的原因。

## 第一节 汽油发动机的起动过程

发动机由静止状态进入稳定运转的过程称为起动过程。

发动机起动时,起动机的主动齿轮与发动机飞轮的齿圈啮合,将蓄电池的电能转变为机械能,产生驱动力矩,克服发动机的起动阻力矩,带动发动机曲轴旋转。发动机被起动机带动时曲轴的转速称为起动转速。由于起动阻力矩有波动,因此起动转速也有波动(见图 1-1)。转速下降,表示某缸内的混合气被压缩。转速升高,表示某缸内的混合气膨胀。一台六缸发动机出现六个脉冲,表示发动机曲轴旋转了两圈。根据这种关系,可以用公式(1-1)求出在某一时间内的平均起动转速。

$$n = \frac{60km}{ir} \dots\dots\dots (1-1)$$

式中:  $n$  —— 发动机平均起动转速,  $r/min$ ;

$k$  —— 发动机冲程系数: 四行程发动机  $k=2$ , 二行程发



动机  $k=1$ ;

$m$  —— 脉冲数;

$i$  —— 发动机气缸数;

$\tau$  ——  $m$  个脉冲所经过的时间, s。

由于起动系统输出的功率不高,因此起动转速较低,一般在  $250\text{r/min}$  以下。此时,化油器喉管处的空气流速低,被吸入的汽油不易被吹散成雾化良好的混合气。由于发动机尚未工作,进气歧管、进气道、活塞、气缸盖、气缸都是凉的,而且又没有残存的高温废气,不能受到有效的加热,汽油油滴不能充分汽化,因此混合气不易被点燃,发动机不能着火。

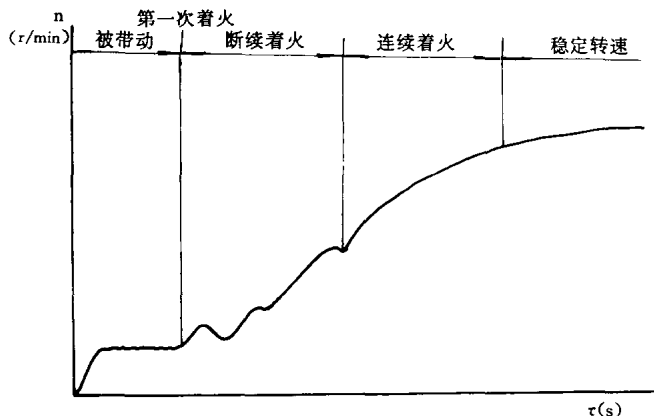


图 1-1 发动机起动过程转速特性曲线

发动机曲轴旋转若干圈后,形成易被点燃的混合气的条件有所改善,个别缸首先形成易被点燃的混合气,一经点火,立即燃烧,这一缸开始工作,于是出现了第一次着火。出现第一次着火后,形成易被点燃的混合气的条件进一步得到改善,于是出现断续着火。在此期间,发动机转速断续增加。

出现了第一次着火后,发动机转速增加,通过化油器喉管的空气流速增加,有利于雾化。燃烧了的废气加热了这一缸的气缸盖、气缸及活塞,使表面温度上升,加热混合气,使汽油油滴汽化。燃烧后残存的废气(在正常转速时,温度达  $700^{\circ}\text{C}$ ),在下一进气行程中与进入气缸的混合气混合,使汽油汽化。由于雾化情况改善,有利于形成易被点燃的混合气,为第二次着火创造了条件。发动机转速增加,也为其余各缸着火创造了条件。如此循环下去,着火的气缸数增多,燃烧条件得到进一步改善。当每一个气缸都着火时,发动机就由断续着火进入连续着火。当发动机产生的力矩大于或等于起动阻力矩时便脱开起动机,开始独立运转,起动过程完成。如果发动机产生的力矩小于起动阻力矩时就脱开起动机,则可能导致起动失败。

起动机脱开以后,要注意操作,否则还会使发动机熄火,起动失败。一般应在起动机脱开后,使发动机平稳运转一段时间,待气缸盖、活塞、气门、气缸进一步升温,雾化与汽化较充分时发动机才能可靠地起动。

如果起动时使用了低温起动装置(如喷射起动液),在起动机脱开后仍要继续使用,否则会因为未能提供易燃混合气而使起动失败。

## 第二节 柴油发动机的起动过程

柴油机的起动转速较低,在压缩行程中被压缩的空气散热时间较长,空气泄漏的时间也长,致使一部分空气漏掉,于是压缩终了的温度也较低。一般说,柴油的着火条件是压缩终了的压力达到  $3\text{MPa}$ (30 个大气压),温度达到  $200^{\circ}\text{C}$ 。如果压缩终了的压力及温度达不到上述数值,则不能着火,发动机曲

轴只能被起动机带动着旋转。

随着被带动的循环次数增加,压缩终了的空气温度逐渐提高。一旦某缸内的压缩终了的空气温度与压力达到上述数值,便可点燃喷入的柴油,出现第一次着火。

出现第一次着火后,产生的废气(正常运转时,温度为 $400\sim 700^{\circ}\text{C}$ )将加热气缸盖、活塞、气门及气缸,使这些零件温度升高并积蓄热量,在下一个进气行程中放出,加热进气。残存的高温废气与进入的空气混合,进一步加热进气,从而进一步提高压缩终了的空气温度,有利于第二次着火。出现了第一次着火后,发动机转速将迅速增加,为其余各缸着火创造了条件。进而产生断续着火,发动机转速进一步提高。由于出现了第一次着火的气缸比其余各缸多了空气被加热的因素,因此比其余各缸更容易着火。低温起动试验的示波器记录纸带的转速特性曲线明显地显示了这一现象。

断续着火持续一段时间,发动机转速增加,气缸内压缩终了的空气温度与压力增加。当各缸压缩终了的空气温度达到柴油的着火温度时,于是各缸按柴油机的点火顺序依次工作,发动机进入连续着火。当发动机产生的力矩大于或等于起动阻力矩时,便可脱开起动机,发动机开始独立运转。如果在发动机产生的力矩小于起动阻力矩时就脱开起动机,则有可能导致起动失败。因此在进行起动操作时要仔细察听发动机的工作情况,避免因过早脱开起动机而使起动失败。

在低温条件下借助于低温起动装置(如用起动液加注器喷射起动液)起动柴油发动机时,在起动机脱开后仍要使用这些装置,一直到发动机能独立地平稳运转为止。过早地停止使用低温起动附加装置,将会导致起动失败。

### 第三节 汽油发动机低温 起动困难的原因

汽油发动机起动一般应具备以下条件:有一定起动转速,一般不低于  $20\sim 50\text{r/min}$ ;有易燃的混合气;有一定点火能量的火花,一般不低于  $16\text{mJ}$ 。

但当温度下降时,产生如下的变化,会使汽油机起动困难。

现用的车用机油的粘度随着温度的下降而增大。普通车用机油的粘温性差,随着温度的下降粘度迅速增大,积存在发动机各摩擦副之间的机油就会产生很大阻力,阻碍发动机曲轴旋转,起动阻力矩迅速增加。在起动系统输出功率一定的条件下,发动机起动转速明显下降。

现用的铅酸蓄电池的容量随着温度的下降而降低。以  $20\text{h}$  放电来测量蓄电池容量,温度为  $25^{\circ}\text{C}$  时的容量为  $100\%$ ;当温度下降到  $-18^{\circ}\text{C}$  时,其容量下降到  $48\%$ ;温度下降到  $-40^{\circ}\text{C}$  时,其容量下降到  $20\%$ 。若以  $20\text{min}$  放电来测量蓄电池容量,当温度下降到  $-40^{\circ}\text{C}$  时,容量下降到  $1\%$ 。由于蓄电池容量在低温条件下明显降低,使起动系统(包括蓄电池、电缆线及起动电机)输出的功率下降,产生的起动力矩下降,因此发动机转速下降。当起动转速低于  $20\sim 50\text{r/min}$  时,发动机就不能起动。

起动转速降低,意味着通过化油器喉管的空气流速下降,靠空气动力吹散汽油使其雾化的能力下降,因此雾化质量差。

在低温下汽油粘度增加,不易被吹散,也使雾化质量下降。

在低温条件下,发动机机体是冷的,在进气行程中不能加热混合气,在压缩行程中还会使被压缩的混合气散失许多的热量。汽油在蒸发时是要吸热的,一般蒸发 1g 汽油要吸收 450~500J 的热量。但在低温条件下却不能加热汽油使其汽化形成易燃混合气。

由于雾化不良、汽化困难,不能形成易燃混合气,因此导致汽油机在低温下起动困难。

#### 第四节 柴油发动机低温 起动困难的原因

柴油机起动应具备以下条件:起动转速不低于 80r/min (6 缸发动机);压缩终了的空气压力不低于 3MPa;压缩终了的空气温度不低于 200℃。同本章第三节所述的一样,在低温条件下,起动转速随温度的下降而迅速下降,如果起动转速低于 80r/min,即使采用了低温起动辅助措施,使用了低温起动附加装置,也很难使柴油机起动。

在低温条件下,压缩终了的空气温度与压力比在常温条件下要低,当低到喷射入气缸的柴油不能自燃时,发动机也就不能起动了。一般说,在低温条件下影响压缩终了空气温度的原因有以下三个方面。

一是在低温(0~-40℃)条件下进气的温度就比常温(20℃)低 20~60℃,这是使压缩终了的空气温度与压力下降的重要原因。

二是由于起动转速在低温条件下明显下降。因此在压缩行程中压缩空气向气缸盖、气门、活塞、气缸散热的时间长,加上机体与压缩空气间的温差大,散失的热量,使压缩终了的

空气温度与压力降低。

三是由于起动转速下降,压缩空气泄漏的时间长,泄漏量明显增加,导致压缩终了的空气温度与压力下降。

在低温条件下,柴油粘度增加,表面张力增大及起动转速低,导致喷油压力低,均会使喷油的雾化质量变差,延长了着火滞后期,使柴油机起动困难。

## 第五节 发动机的起动性能

一般用发动机在某温度下能起动的最低起动转速表示发动机在该温度下的起动性能。对于一台配有某一起动系统的发动机来说,一般用其能起动的最低温度来表示其低温起动性能。

发动机能起动的最低温度可由试验求得,图 1-2 表示吉尔—130 型汽油发动机的起动特性。曲线 1 表示在  $-35 \sim 0^{\circ}\text{C}$  该发动机能起动的最低起动转速,曲线 2 表示起动系统能带动发动机旋转的转速。前者反映发动机的性能,后者反映起动输出系统的性能,两条曲线的交会点对应的温度 ( $-22^{\circ}\text{C}$ ) 就是该发动机配有该起动系统后能起动的最低温度。

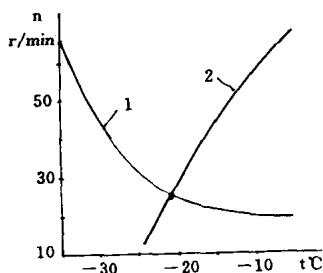


图 1-2 吉尔—130 型汽油发动机的起动特性

对于柴油发动机也有类似的关系,只不过柴油机能起动的最低起动转速要比汽油机高,起动系统带动发动机的转速要高。

由图 1-2 可以看到,要想使发动机能在较低的温度下起动,可以采取以下两种技术途径:一是提高发动机的起动转速;二是降低发动机能起动的最低起动转速。提高发动机起动转速的措施及附加装置有:使用低温机油;使用低温蓄电池;使用蓄电池加热保温装置;并联附加起动蓄电池;使用大功率起动电源(如电源车)。降低发动机能起动的最低起动转速的措施及附加装置,因汽油机与柴油机的工作原理不同而有所不同。用于汽油机的有:罐装起动液;起动液加注器;汽油强行雾化器;混合气加热器;汽油蒸发器。用于柴油机的有:罐装起动液;起动液加注器;炽热塞;进气预热装置。

发动机除冷态起动外,还可预热后进行热态起动。预热的方法有:使用独立燃油加热器;使用发动机电热加热器;向发动机冷却系灌热水;向发动机通入蒸气。

使发动机在低温条件下起动的措施与附加装置种类繁多,本书只介绍几种常用的措施与附加装置。

## 第二章 低温机油

### 第一节 发动机低温起动 对机油的要求

#### 一、低温动力粘度要小

粘度是液体的内摩擦力,也称粘性。低温粘度是指低温条件下机油的动力粘度。动力粘度亦称绝对粘度,常用的单位是 $\text{Pa}\cdot\text{s}$ 。 $1\text{mPa}\cdot\text{s}$ 的粘度与 $23.3\text{C}$ 的蒸馏水的粘度大体相当。在此温度下,轻柴油的粘度约为其 $2\sim 8$ 倍,锭子油的粘度约为其 $20\sim 30$ 倍,机械油的粘度约为其 $40\sim 100$ 倍,内燃机油、汽缸油、齿轮油等的粘度为其几百至几千倍。

在低温条件下,机油的粘度都比较大。如在 $-18\text{C}$ 时,粘度等级为 $\text{SAE}20\text{W}$ 的机油,其粘度高达 $10000\text{mPa}\cdot\text{s}$ ,即令是用于严寒区的 $\text{SAE}5\text{W}$ 机油的粘度也高达 $1250\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。

一般用冷起动模拟器来测定机油在 $-40\sim 0\text{C}$ 高剪切率下的表观动力粘度,并以此作为机油的低温粘度,由于其测量的方法与低温起动时轴与轴承这对摩擦副的相对运动关系类似,因此所测的粘度与发动机起动性能有关。正因如此,这种冷起动模拟器被用来测定内燃机油的低温粘度,并用其所测的粘度值对机油低温性能进行粘度等级分级。

随着温度的下降,机油的内摩擦力增加,发动机阻力矩增



加,使发动机起动所需要的功率增加。图 2-1 左边的三条曲线表示某发动机使用 SAE30、SAE20W、SAE10W 等机油随着

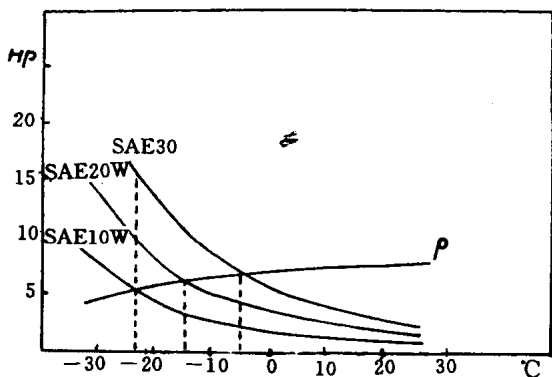


图 2-1 使用低粘度机油降低发动机能起动的最低温度

温度下降使发动机起动所需要的功率增加的情况。三种不同粘度等级的机油中,SAE10W 曲线最低,在同一温度条件下所需的起动功率最小。在 $-23.3^{\circ}\text{C}$ 温度下,使用 SAE10W 机油只需 5 马力的起动功率,使用 SAE20W 机油,则需 10 马力的起动功率,而使用 SAE30 机油所需的起动功率竟增加到 16 马力。其原因是 SAE10W 机油的低温粘度小。在 $-18^{\circ}\text{C}$ 这一温度时,SAE10W 机油的动力粘度最大只有  $2500\text{mPa}\cdot\text{s}$ ,而在相同温度下,SAE20W 机油的动力粘度却高达  $10000\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。

图 2-1 的另一条曲线 P 表示这台发动机配用的起动系统在各温度下所能输出的起动功率。由于蓄电池的容量随着环境温度下降而降低,因此起动系统输出的功率也随着环境温度的下降而降低。温度越低,下降的越快。P 曲线与 SAE30、SAE20W、SAE10W 等三条曲线的交点,就是这台发动机配