

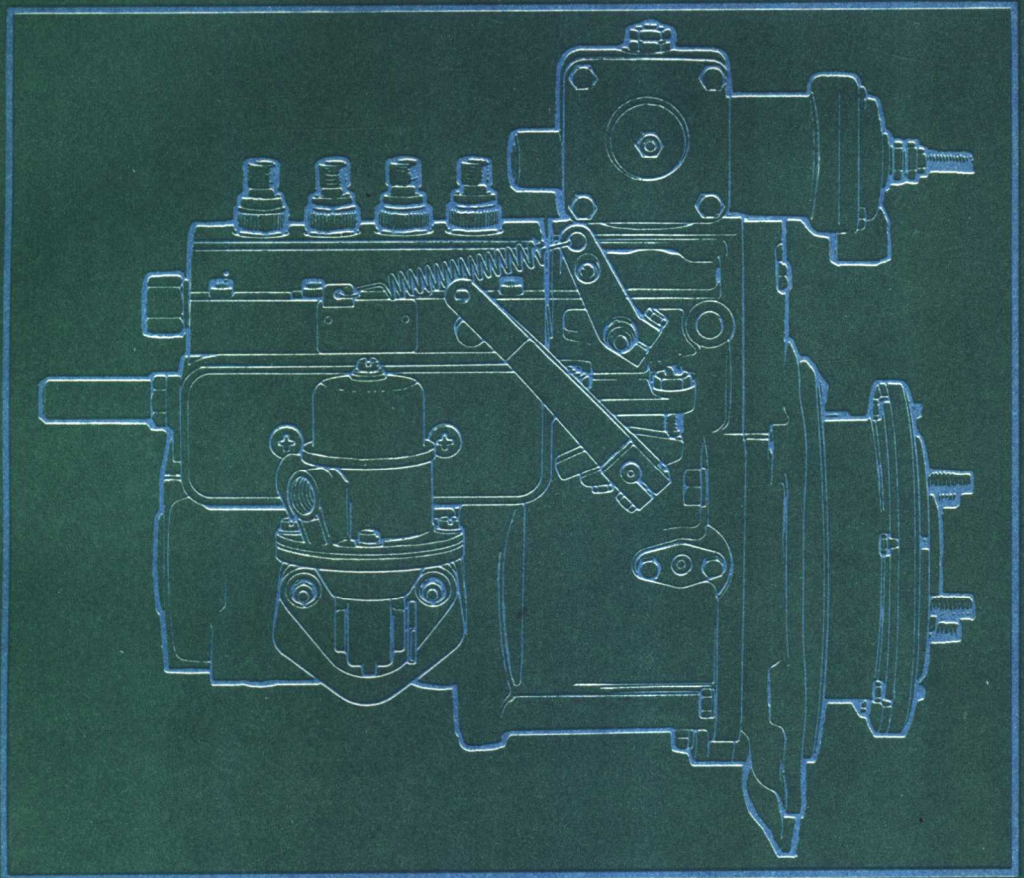
天津内燃机研究所 王颂秦 编译

Minimec

— 9 型

58

喷油泵



413.84
150

机械工业出版社

Minimec-9型喷油泵

天津内燃机研究所 王颂秦 编译
无锡油泵油嘴研究所 董尧清 校订
责任编辑：蔡耀辉
封面设计：郭景云

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

北京龙华印刷厂印刷

机械工业出版社发行·机械工业出版社书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $5\frac{1}{4}$ ·字数125千字

1987年2月北京第一版·1987年2月北京第一次印刷

印数：0,001-4,000 ·定价：2.00元

*

统一书号：15033·6966

前 言

根据中国技术进口总公司为机械工业部签订的喷油泵采购合同（合同号CEEC-35109）的规定，英国Lucas集团CAV公司于1984年3~4月间派专家来华进行技术培训。培训活动中，CAV公司专家作了有关Minimec-9型喷油泵的专题讲座，进行了Minimec-9型喷油泵的拆卸、修理、装配和试验的讲解及示范操作，解答了北京内燃机总厂、潍坊华丰机器厂、洛阳第一拖拉机制造厂、南昌柴油机厂在Minimec-9型喷油泵与X4115、R4100、R6100、X6110型柴油机配试过程中出现的问题。在此之后，1984~1986年英方多次派专家来华进行Minimec-9型喷油泵的配试。现将历次专家提供的有关资料及培训、配试中讲解的有关问题编译成册，作为了解Minimec-9型喷油泵和国产微型泵基本原理、结构、拆装、修理、调试的一本教材。供广大技术人员和用户使用、维修X4115、R4100、R6100、X6110型柴油机和Minimec-9型喷油泵及国产微型泵参考。

书中收集了有关图片164张，其中Minimec型喷油泵轴测零件图编入附录XⅠ。

有关扭矩校正和调速器的问题编入附录Ⅶ和Ⅸ。其中参阅了董尧清、陈达民同志的“英国CAV公司专家来华进行Minimec-9型喷油泵运用技术培训总结”一文和范明强、杨棣芾同志的“关于Minimec-9型喷油泵的配试问题”一文中的有关部分。

为便于使用维修，将喷油器以及冒烟故障诊断表分别编入附录X、Ⅱ。

由于Minimec型喷油泵变型产品很多，英方历次提供的资料、图片与各厂实物不一定完全吻合，希望在使用时予以注意。

本书仅限内部使用。

在本书编译出版过程中，机械工业部农机局综合技术处和中国农业机械进出口公司的有关同志，潍坊华丰机器厂、天津内燃机研究所特别是北京内燃机总厂参加了编译稿的讨论，对本书的出版给予了大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，时间仓促，书中不当和错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

目 录

前 言	
第一章 简介	(1)
第二章 工作原理	(4)
第三章 拆卸	(19)
第四章 修理	(30)
第五章 装配	(33)
第六章 试验	(47)
第七章 附录	(56)
附录 I 4缸 Minimec-9型喷油泵主要技术参数表	(56)
附录 II Minimec型直列式喷油泵专用维修工具	(57)
附录 III Minimec-9型喷油泵各部位螺钉拧紧力矩表	(59)
附录 IV 不同编号的挺柱体垫块对应的垫块实际厚度	(61)
附录 V 不同编号的柱塞弹簧下座对应的下座实际厚度	(62)
附录 VI 术语表	(63)
附录 VII 试验计划 (培训用)	(63)
附录 VIII 有关扭矩校正问题	(64)
附录 IX 调速器的有关问题	(68)
附录 X 喷油器故障诊断表	(71)
附录 XI 冒烟故障诊断表	(73)
附录 XII Minimec型喷油泵轴测零件图	(75)

第一章 简介

Minimec型直列式喷油泵是英国Lucas集团CAV公司为现代高速柴油机生产的一种喷油泵。其适用范围很广，直到可用于单缸排量为1.5升的发动机上。该泵有2、3、4、5、6和8缸几种型式。采用标准结构的斜面加载式板簧调速器（即C型调速器），以进行灵敏的全制式调速。

根据发动机的布置，喷油泵的安装方式有所不同。该泵可用平面或法兰安装，并有托架支撑。喷油泵由发动机通过传动齿轮或喷油泵凸轮轴上的联轴节进行驱动。喷油泵采用全封闭式结构，并用机油润滑。该泵可根据需要配带或不配带输油泵。Minimec型喷油泵对非增压发动机和增压发动机均适用，并配有增压压力控制器、喷油定时自动提前器和起动机加浓装置。

典型的四缸Minimec型喷油泵如图1-1所示，图示的泵配有增压压力控制器、自动提前器和输油泵。在使用中可根据需要来选择这些附件。

这种直列式喷油泵是柱塞式的。柱塞由凸轮驱动上行，并借助弹簧复位，每缸有一对柱塞副，泵体内装有凸轮轴和挺柱机构。装在泵体内的机械式调速器通过对输出油量的控制，在整个转速范围内实现调速。

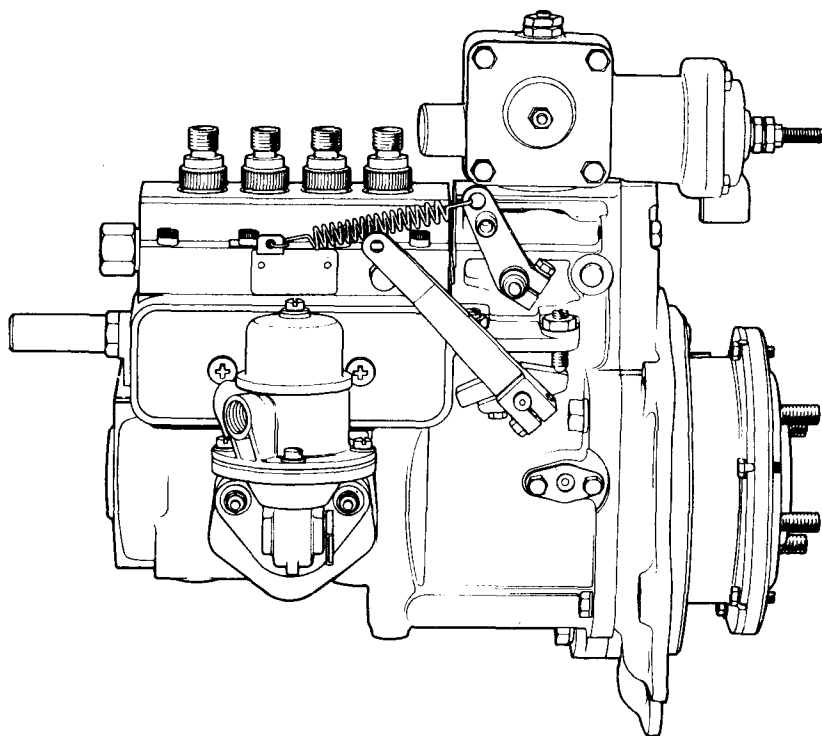


图 1-1 Minimec 型喷油泵

喷油泵基本上由两部分组成：一个内部装有柱塞副的矩形钢制泵上体和一个内部装有凸轮轴和调速器的合金泵体。图 1-2 为注有主要零件名称的喷油泵局部剖视图。

由于采用可拆卸的钢制泵上体，从设计上就保证了喷油泵使用中具有较大的刚性。同时，便于喷油泵拆开维修。柱塞副必须向发动机各气缸内精确地供给相同量的燃油，该燃油的容积很小，但瞬时可有高达约 9000 磅 / 英寸² (约 62000 千帕斯卡) 的压力，每分钟要重复喷射数百次，因此，喷油泵使用中的刚性是非常重要的。喷入燃油的容积随时由调速器控制。

柱塞尺寸相对比柱塞套小，经精确加工与柱塞套精密配合。柱塞和柱塞套之间的配合和加工光洁度是现代机加工所能达到的最高水平，精度可达 0.0000 4 英寸 (0.001 毫米)。由于这些零件在燃油中工作，因此除了杂质和水随燃油带进喷油泵而外，其磨损是可以忽略不计的。当杂质进入燃油时，可以想象当喷油压力高达 633 千克力 / 厘米² 时，研磨颗粒在这种精加

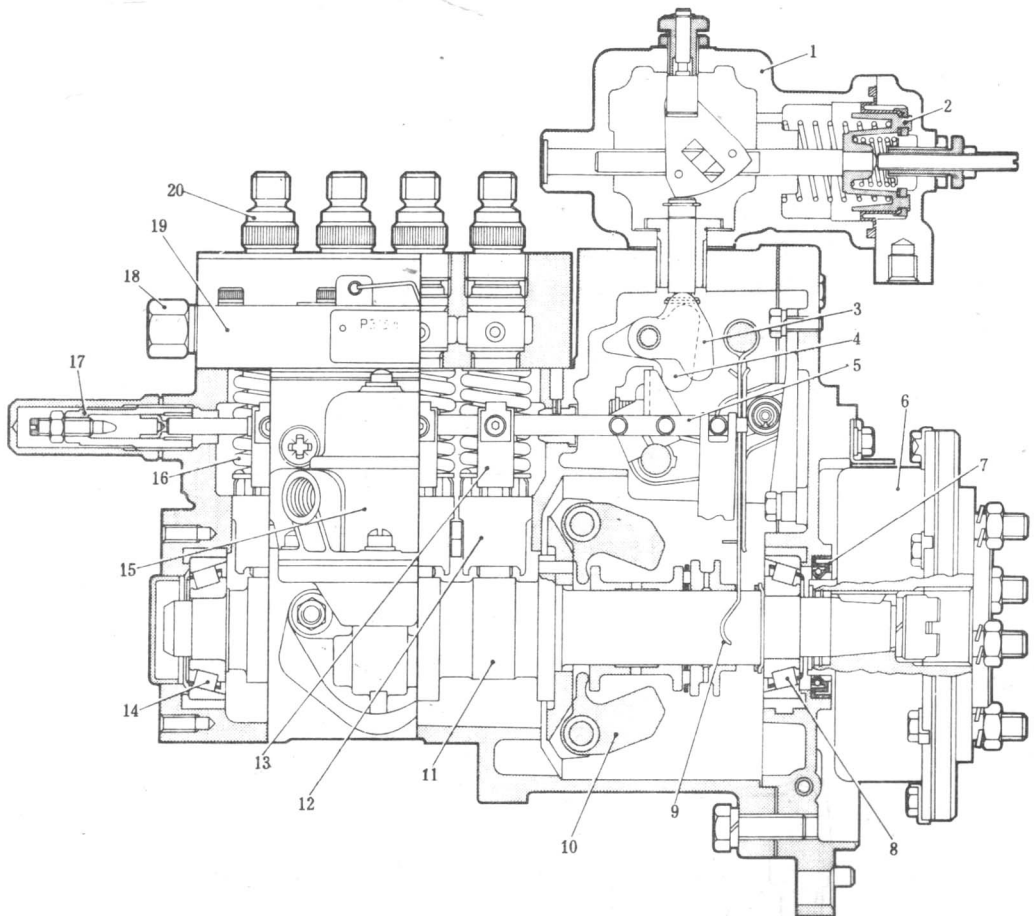


图 1-2 Minimec 型喷油泵剖视图

- 1—增压压力调节器 2—膜片 3—停油轴 4—最大油量停止杆 5—控制拉杆 6—自动提前器 7—油封 8—凸轮轴轴承 9—调速器板簧 10—调速器飞块 11—凸轮轴 12—挺柱组 13—拉杆拨叉 14—凸轮轴轴承 15—输油泵 16—柱塞回位弹簧 17—怠速阻尼器 (防止游车) 18—进油口 19—泵上体 20—出油阀紧帽

工的表面上会产生什么影响。水进入喷油泵也同样是有害的，它会引起工作表面和弹簧的腐蚀和锈蚀。

因此，规定在油箱和喷油泵之间必须进行燃油滤清。同样，在进行喷油泵的保养和维修时必须严格保持清洁，并要防止水进入喷油泵中。任何带入喷油泵的杂质将会引起工作表面的磨损或拉伤，使其不能修复。柱塞磨损会导致喷油泵不能有效地供油，各缸供油不均匀，发动机运转不良和起动性能恶化。

第二章 工作原理

一、柱 塞 副

在四冲程发动机中，发动机通过联轴节驱动喷油泵凸轮轴，使其以发动机一半的转速转动。

每个凸轮通过挺柱、滚子各自驱动一个柱塞。图 2 - 1 示出了凸轮轴、滚子、调整垫块、柱塞、柱塞套、柱塞回位弹簧、弹簧下座、拉杆拨叉和控制拉杆的剖视图。

凸轮轴的旋转产生了柱塞的垂直向上运动，柱塞向上运动的同时使弹簧下座和泵体之间的回位弹簧受到压缩。凸轮鼻角转过以后，由于压缩的柱塞回位弹簧的作用，使柱塞在其回位行程中向下运动。凸轮轴每转一周循环重复一次，这样凸轮轴的连续转动就产生了与凸轮

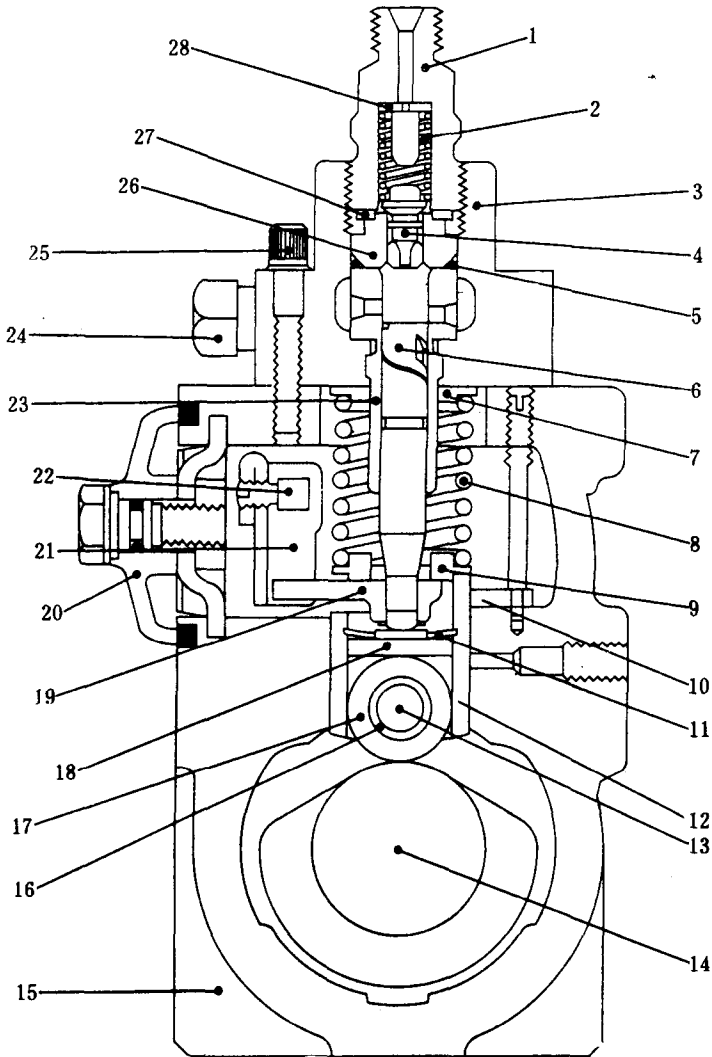


图 2 - 1 柱塞副剖视图

- 1—出油阀紧帽 2—出油阀弹簧 3—泵上体 4—出油阀 5—低压密封圈 6—柱塞 7—弹簧上座 8—柱塞回位弹簧 9—弹簧下座 10—挺柱定位片 11—卡环 12—挺柱体 13—销 14—凸轮轴 15—泵体 16—套筒 17—滚子 18—挺柱调整垫块 19—柱塞臂 20—检查窗 21—拉杆拨叉 22—控制拉杆 23—柱塞套 24—放气螺钉 25—泵体紧固螺钉 26—出油阀座 27—高压密封圈 28—出油阀减容塞

轴转动相关的精确的定时泵油作用。

在一个正常工作的供油系统中，喷油泵的进油腔、柱塞套和通往喷油器的油管中全都充满了燃油。柱塞的垂直向上运动将把高压燃油供给喷油器。很明显，凸轮轴的转动使柱塞有固定的行程，从而使每一个行程供给固定容积的燃油，因此，必须设法根据发动机负荷和要求来改变供油量。这是用以下方法达到的。

图 2-2 示出柱塞的详细结构。从图 2-2 可看出在柱塞的顶面上有一个垂直方向的油孔，该油孔与精确位于柱塞侧面上的一条加工螺旋槽相联接。在柱塞套两侧加工有两个互相对着的径向油孔。其中一个是进油孔，允许燃油从该孔进入柱塞腔，另一个是回油孔，其主要作用是在任何需要的时刻切断供油。这两个油孔均与喷油泵的油腔相通。

如图 2-2 a 所示，当柱塞处于其行程底部时，燃油是在顶置油箱内燃油的重力作用下，或是在输油泵的压力作用下经柱塞套上的进油孔流入。输油泵是较常采用的方案。

在供油行程中，柱塞上行，一部分燃油经柱塞套上的回油孔流回油腔，直到图 2-2 b 所示柱塞上沿关闭这两油孔为止。在柱塞副柱塞腔里的燃油被封闭，唯一的出口是装在柱塞套上的出油阀。柱塞继续上行压缩燃油使燃油顶开出油阀，进入与喷油器相连的高压油管。当高压油管和喷油器充满燃油时，柱塞的进一步供油会引起整个管路系统压力升高。这一压力足以克服保持喷油器针阀关闭的弹簧压力，因此针阀升起，燃油喷入发动机燃烧室。

此时，柱塞把燃油从泵端压入喷油器高压油管，等量的燃油从喷油器喷孔喷出。这种状况一直持续到柱塞上行达图 2-2 c 的位置。此时控制螺旋槽的上边缘刚好打开回油孔，这样，柱塞上的高压油向下经柱塞上的中心孔，螺旋槽和回油孔流回喷油泵油腔。该油腔的油压低得多，柱塞上部的燃油卸压，使出油阀在其回位弹簧的作用下关闭。接着，喷油器油道中的压力下降，喷油器针阀关闭，停止向发动机燃烧室中喷油。

从上述过程可以看出，尽管柱塞的行程是固定的，但其有效行程，即柱塞行程中向喷油器供油的部分是可以通过螺旋槽与回油孔的连通位置来改变的。

借助柱塞臂，可使柱塞本身在其柱塞套内转动，这样就可以改变供油终点。图 2-2 c、d、e 表明在柱塞行程中停止供油或早或晚的不同位置。图中的 c、d 和 e 分别代表全负荷、半负荷和怠速的相应供油终点位置。发动机停油需要一个停油位置，如图 2-2 f 所示，此时柱塞处于柱塞顶面关闭柱塞套进油孔，而螺旋槽的上边缘正好打开柱塞套回油孔的位置。柱塞处在这个位置，在整个供油行程中，燃油可以向下流经柱塞中心孔，再经柱塞套回油孔流

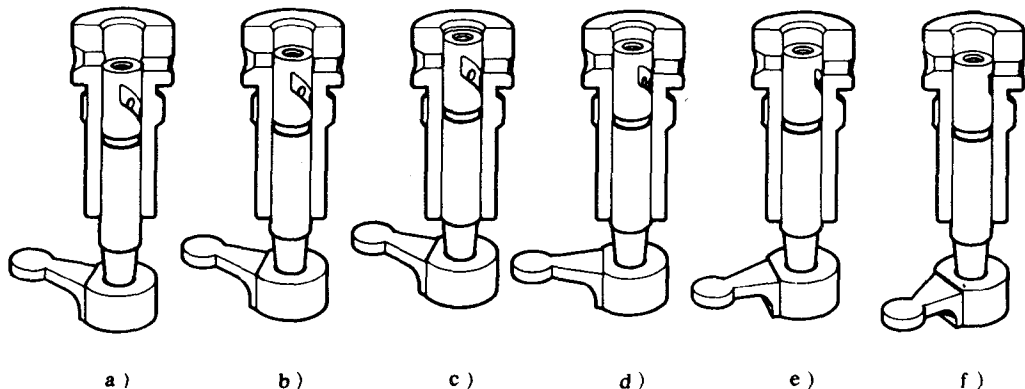


图 2-2 柱塞泄油位置

出。因此，没有燃油喷入发动机。

用以改变供油量的柱塞的转动是借助于在凸轮轴箱内滑动的方形截面控制拉杆实现的。

紧固在控制拉杆上的拉杆拨叉与柱塞底部伸出的柱塞臂相啮合，如图 2-3 所示。控制拉杆的纵向移动引起柱塞臂的角位移，这样就转动了柱塞。柱塞的转动改变了螺旋槽与柱塞套回油孔的相对位置，因此就增加或减少流向喷油器的供油量。

为了更清楚地说明喷油泵的工作原理，图 2-4 至图 2-14 给出了 Minimec-9 型喷油泵在不同行程时的几何关系。其中：图 2-4 为柱塞处于下止点位置。

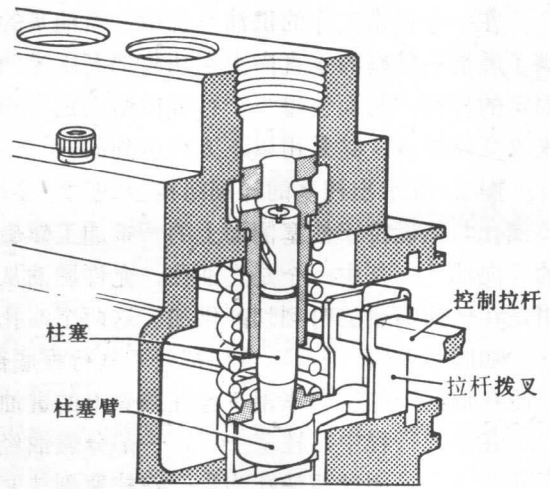


图 2-3 柱塞副的控制

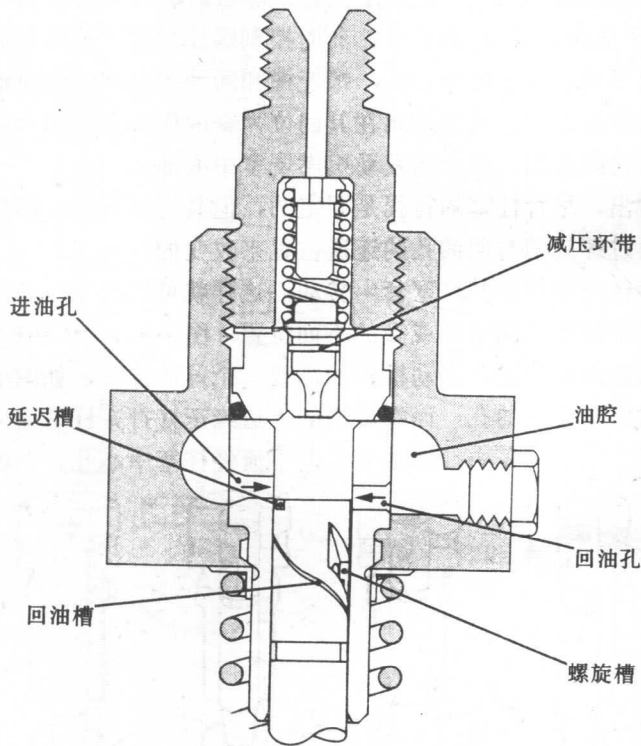


图 2-4 柱塞处于下止点位置

图 2-5 为柱塞关闭进油孔, 供油始点的位置。图中给出了柱塞的预行程。

图 2-6 为柱塞关闭进、回油孔, 压缩燃油进行高压喷射的位置。

图 2-7 为柱塞打开回油孔, 供油终点位置, 图中给出了柱塞的有效行程。

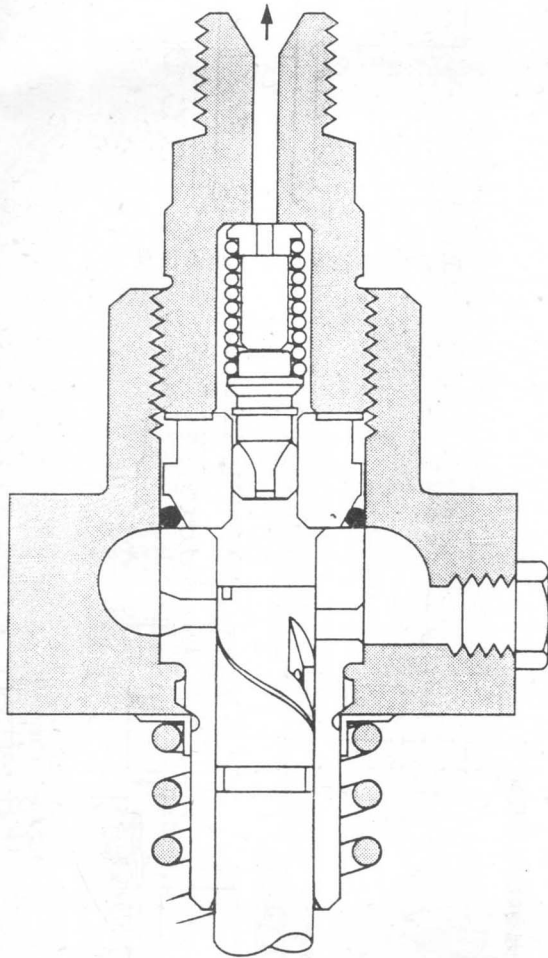


图 2-6 高压喷射位置

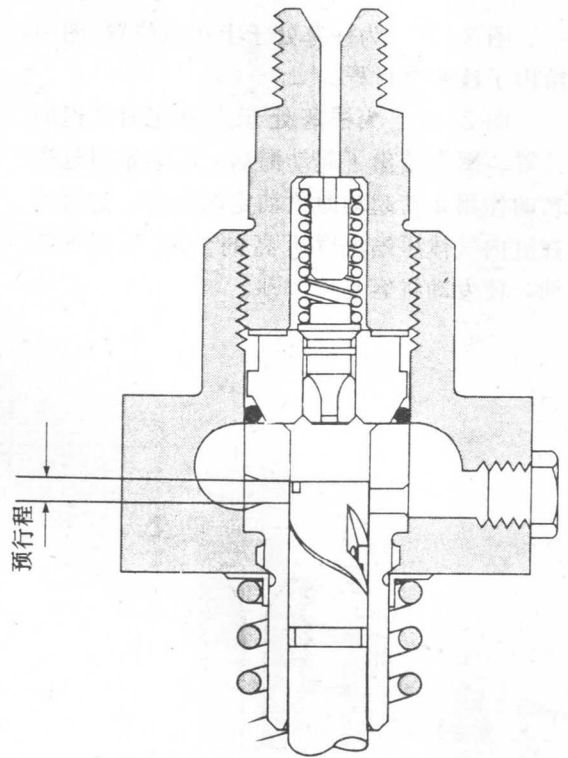


图 2-5 供油始点位置

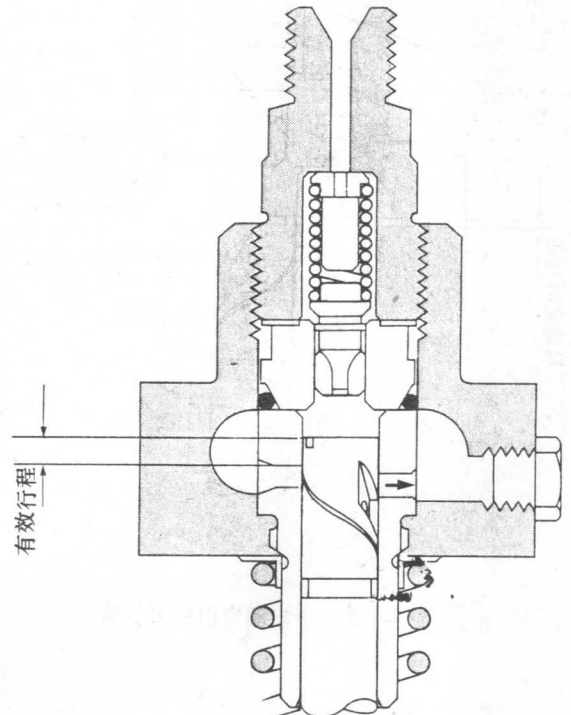


图 2-7 供油终点位置

图 2-8 为柱塞处于上止点位置,图中给出了柱塞全行程。

图 2-9 为柱塞处于起动定时延迟的位置。图中给出了起动滞后。起动定时延迟槽的作用是使起动时喷油定时滞后,这样可在缸内气体压缩温度更高的情况下开始喷油,使发动机容易冷起动。

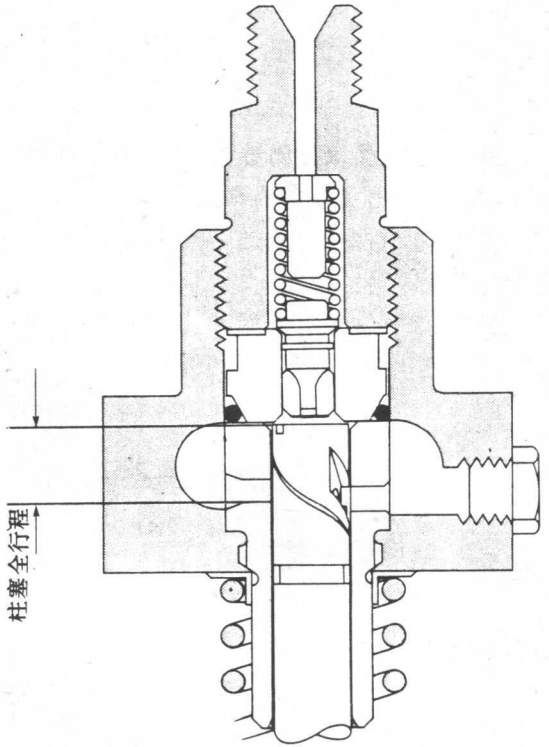


图 2-8 柱塞处于上止点位置

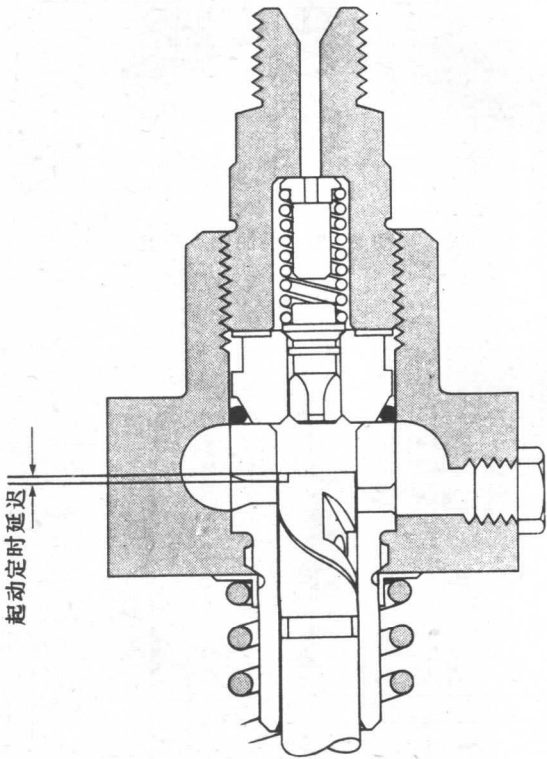


图 2-9 柱塞处于起动定时延迟位置

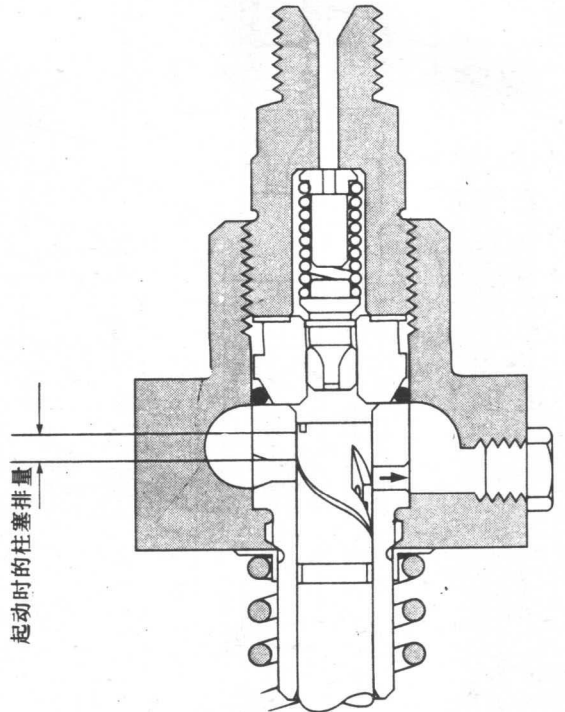


图 2-10 柱塞处于起动加浓位置

图 2-10, 2-11, 2-12 分别给出起动加浓、全负荷最大油量及怠速时的柱塞位置, 并给出了相应的柱塞排量。

图 2-13 所示为停油位置。

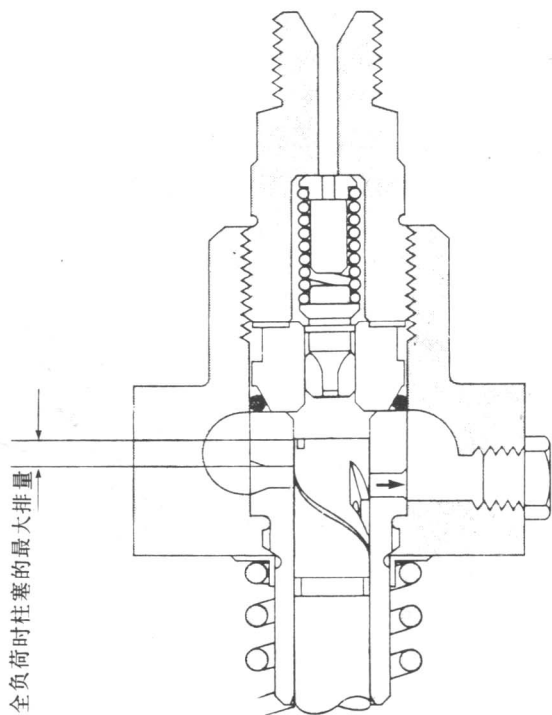


图 2-11 柱塞处于最大供油量位置

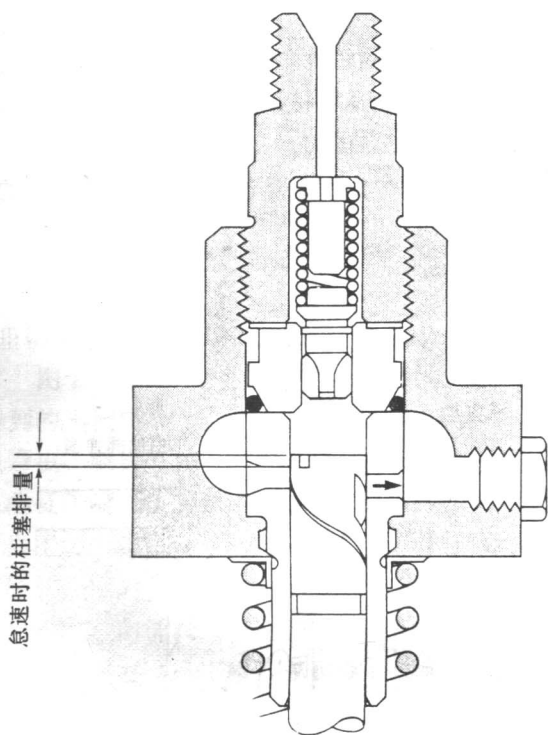


图 2-12 柱塞处于怠速供油位置

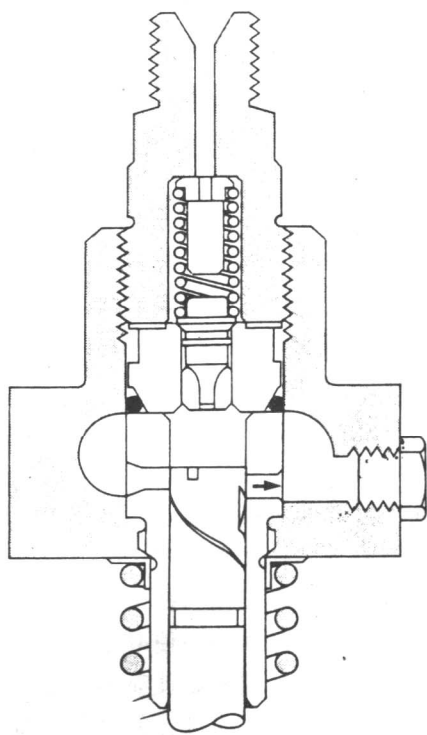


图 2-13 停油位置

图 2-14 为柱塞升程曲线。图中表明了在不同工况下,通过改变螺旋槽与回油孔的连通位置从而改变柱塞有效行程即改变供油量的情况。

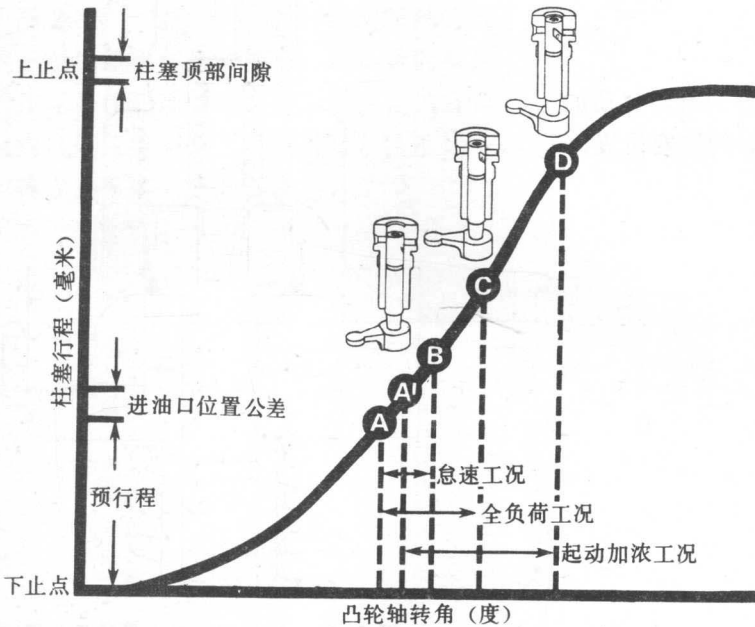


图 2-14 柱塞升程曲线

- A、供油始点
- A₁、起动定时延迟时的供油始点
- B、怠速回油点
- C、全负荷回油点
- D、起动加浓回油点

二、出油阀

前边已提到过出油阀。出油阀是泵体上一个简单而重要的组件,每一个喷油器油道连有一个出油阀,直接装在柱塞副的上边。出油阀有三个作用:一是当柱塞在充油行程中下降时,出油阀起止回阀作用;二是帮助在喷油器高压油管中迅速建立压力;三是在供油终点提供非常迅速的停油。典型的出油阀结构如图 2-15 所示。它是一个弹簧加载的斜面阀,具有延伸的导向部分。在导向部分加工有一个圆槽,该槽把出油阀分成两部分。下部分加工有四个纵向槽。上半部呈圆形,构成一个减压环带,其精确加工成圆柱形,装在内孔磨削的出油阀座内。

在柱塞供油行程中,油压升高,克服了出油阀弹簧的预紧力,使出油阀打开。此时高压燃油通过纵向槽,越过阀面,继而进入喷油器,当柱塞到达停止供油位置时,压力下降的结果使出油阀在出油阀弹簧的作用下落座。这个关闭作用使减压环带部分向下落入出油阀座,这样就使喷油器油道增加了等于出油阀减压环带部分的容积。喷油器油道容积的增加使高压油管中的压力突然减少,针阀可以迅速落座,及时停止向发动机气缸

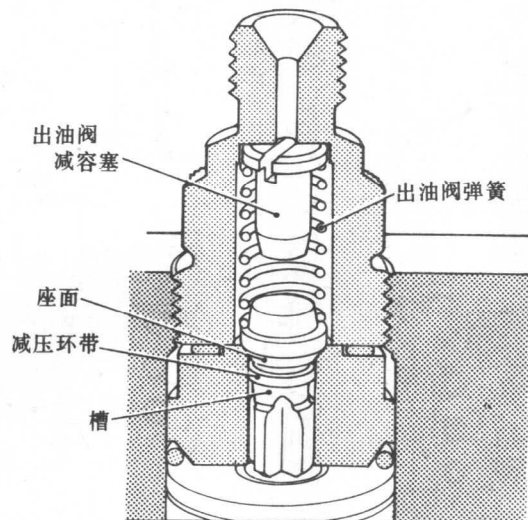


图 2-15 出油阀剖视图

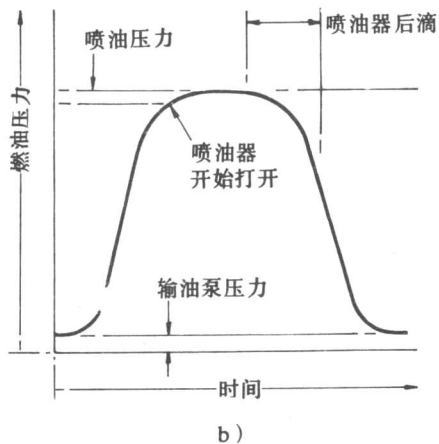
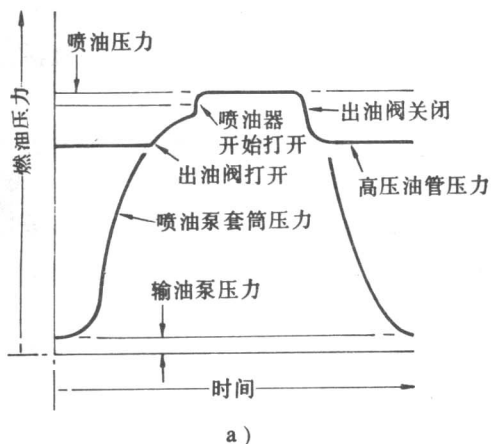


图 2-16 压力图

- a) 装有出油阀的压力变化图
- b) 不装出油阀的压力变化图

里供油而不产生后滴。

图 2-16 所示为使用和不使用出油阀所得到的不同燃油压力曲线。从图 2-16a 可以看出，喷油器和出油阀之间燃油压力维持在略低于喷油压力的水平。当出油阀打开时，管内压力迅速提高，打开针阀。柱塞一到达断油位置，压力下降，出油阀减压环带落入出油阀座内，出油阀关闭。这个动作使喷油器油道中的压力迅速下降，从而保证了喷油器的迅速关闭而不产生后滴。高压油管中则保持残余压力直到下一次喷射。

图 2-16b 表明没有装出油阀时所得到的

的燃油压力图。喷油器油道中压力升高较慢，随后带来的结果是喷油器开启滞后。压力下降缓慢造成喷油后滴。同时，油管压力的降低促使油管内燃油溶解的空气产生气泡。压力升高及降低缓慢给供油精确定时带来了困难。

三、调速器

怠速不稳定和油门全开时超速是柴油机及其燃油供给系统的固有特性。由于这一原因和其他一些理由，发动机都装有调速器，以自动控制怠速时的发动机转速，并限制发动机的最高转速在预定的安全极限以内。

柴油机的转速和功率输出很容易通过调整供油量来加以控制。我们已经看到 Minimec-9 型喷油泵如何借助操纵柱塞臂的控制拉杆来

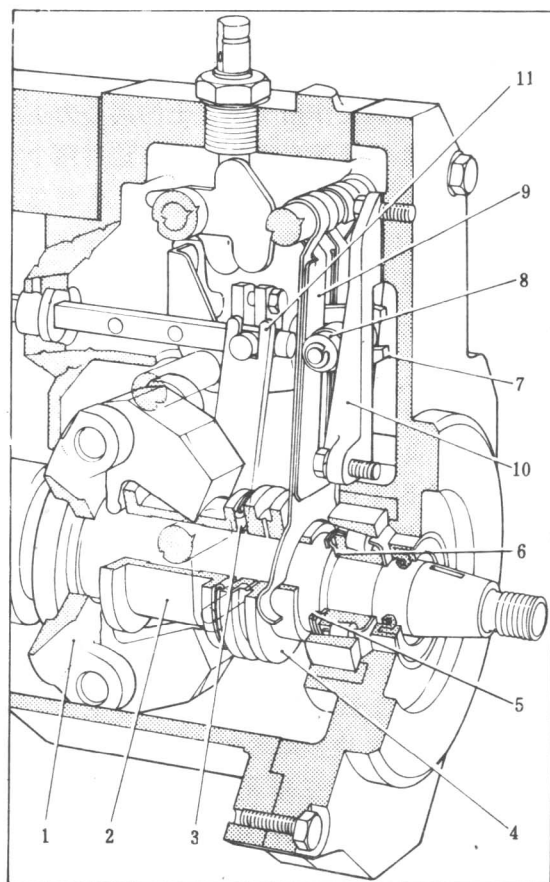


图 2-17 调速器机构

- 1—飞块 2—止推套筒 3—止推轴承 4—滑套
- 5—调整垫片 6—挡片 7—拨叉 8—滚轮组
- 9—板弹簧 10—斜面 11—摇杆

实现供油量的控制。因此，把调速器连到控制拉杆上就能实现发动机转速的自动控制。

Minimec-9型喷油泵在泵体内装有机械式调速器，它与喷油泵构成一个整体。调速器是飞块式的，利用与凸轮轴相连的后盘使飞块转动产生离心力来进行工作。

图2-17为调速器的剖视图。它由飞块组、止推套筒、止推轴承、滑套、调整垫片、止推片、拨叉、滚轮组、板弹簧、斜面等组成。调速器借助于摇杆11连到控制拉杆上，并经调速器拨叉加载。

调速器的动作和其与控制拉杆的联接如图2-18所示。飞块1的一端加工有销轴孔，在与飞块大约成 80° 处有伸出的爪。这个爪压在与凸轮轴滑配的止推套筒2上。

作用在旋转飞块上的离心力使飞块沿其销轴摆动，这使飞块爪推动止推套筒沿凸轮轴滑动。在止推套筒运动的同时克服板弹簧5的压力，推动止推轴承3和滑套4。

调速器飞块机构的运动通过摇杆6与控制拉杆相连。与摇杆一端锁紧的操纵销与滑套的槽啮合，而摇杆的另一端与控制拉杆相连。摇杆销轴中心离滑套近，离控制拉杆远。由于杠杆比的关系，滑套较小的位移可以使控制拉杆产生大得多的位移。

因为作用在旋转飞块上的离心力通过滑套与板弹簧的力相对抗，因此在发动机转速稳定时，总可以找到使作用于飞块上的离心力正好与弹簧力相平衡的点。当这两个力平衡时，我们就说调速器处于平衡状态。在这种两个相反的力互相平衡的调速器中，调速器总是寻求平衡位置。因此，任何力的变化，也就是说弹簧力或是离心力的变化都会使调速器重新寻求新的平衡。在此过程中，调速器将改变控制拉杆的位置，因此也就改变了发动机的供油量。由于发动机转速是发动机负荷及供油量的综合作用结果，因此这两个因素中的任何一个发生变化均将改变发动机的转速。调速器就是这样工作的。为了便于说明调速器的工作原理，我们假定发动机在稳定转速运转，并且供油量是稳定的。突然部分切断发动机负荷，其后果自然是发动机的转速上升。此时调速器飞块转速增加，因此离心力加大。这使飞块进一步甩开，从而推动滑套，克服板弹簧的弹力，移动了摇杆，进而移动了控制拉杆，使发动机供油量减少，如图2-19所示。这样就使发动机转速下降，返回到预先调整的转速。

当负荷增加时，调速器的动作正好相反。

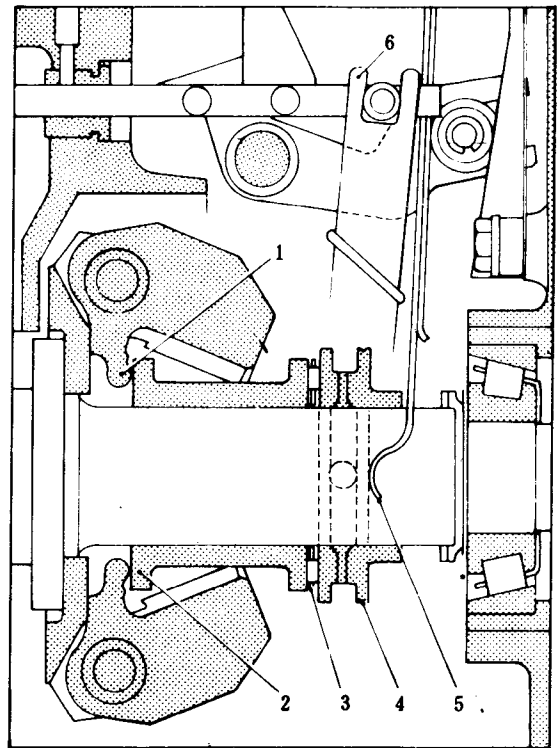


图2-18 调速器操纵机构

- 1—飞块 2—止推套筒 3—止推轴承
4—滑套 5—板弹簧 6—摇杆

发动机转速下降，作用在飞块上的离心力减小，由于弹力不变，弹簧力向后推动滑套，因此使飞块向内移动，如图 2-20 所示。滑套的移动也使摇杆摆动，摇杆带动控制拉杆向供油量增加的位置移动。供油量增加使发动机转速上升，返回要求的预定转速。

我们已经看到调速器在稳定转速和固定供油量的情况下，可以控制发动机的转速。但在有些使用场合，如载货汽车、拖拉机、轿车等要求发动机改变转速、改变供油量。为满足这些需要，在调速器上装有可变载荷的板弹簧，如图 2-21 所示。提供可变载荷的元件为调速器拨叉 1、滚轮组 2、板簧支撑销 3、分层的板弹簧 4 和斜面 5。其作用如下：

调速器拨叉装在调速器轴上。滚轮组位于调速器拨叉的叉形端内，处于板弹簧和斜面之间，并与这两者接触。层状板弹簧的一端套在板簧支撑销上，而另一端压在滑套上。调速器拨叉摆动使滚轮组沿斜面上、下移动。

由于滚轮同时与板弹簧和斜面两者接触，滚轮沿斜面向下的移动，将会使滚轮向外而推

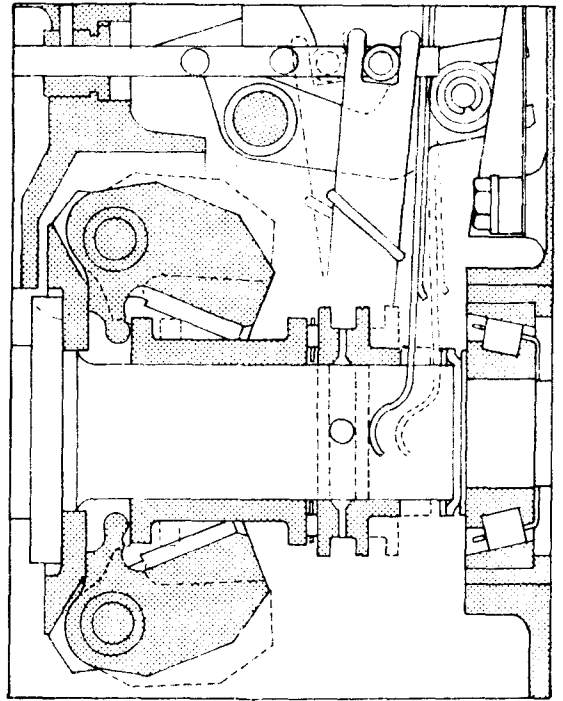


图 2-20 调速器作用——燃油增加

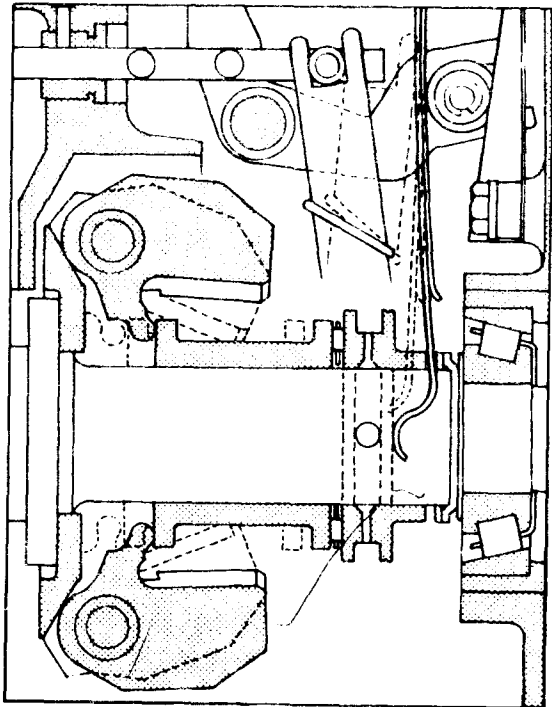


图 2-19 调速器作用——燃油减少

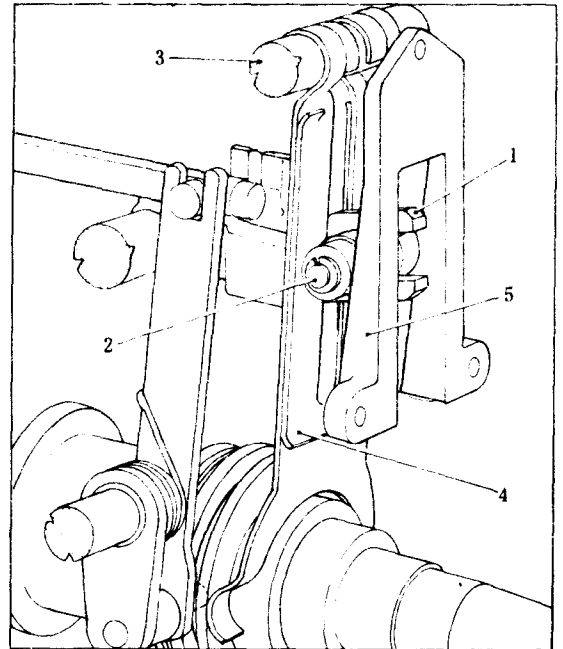


图 2-21 弹簧加载机构

1—拨叉 2—滚轮组 3—板簧支撑销 4—板簧
5—斜面