

## 3. 主要组件说明

### 3.1 输油泵

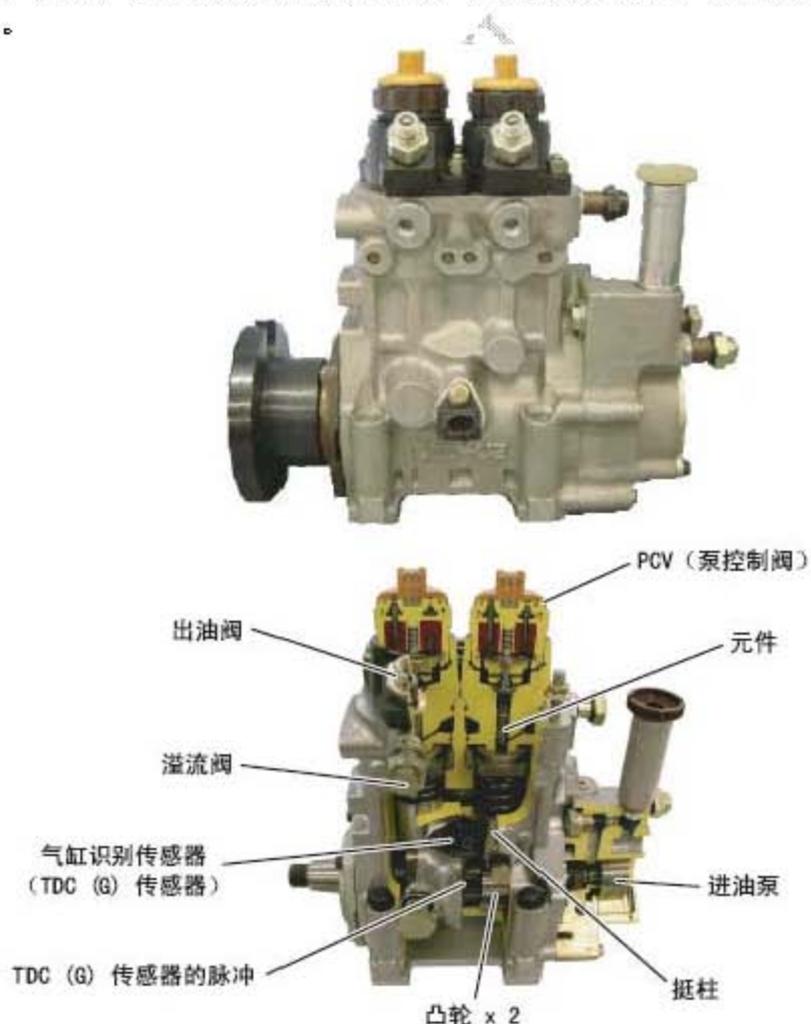
#### 3.1.1 HPO 型

##### 3.1.1.1 结构和特性

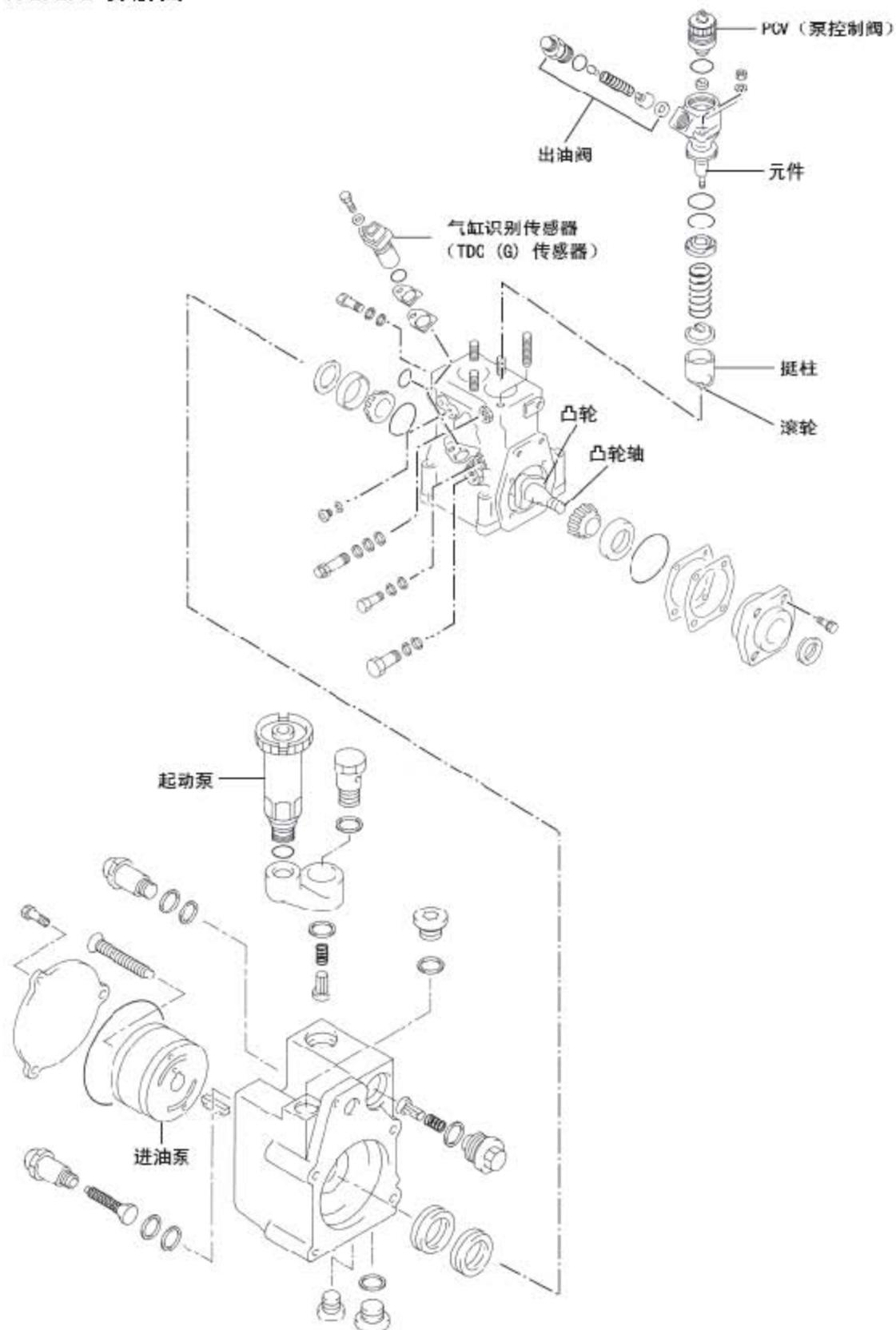
- HPO 输油泵主要由传统型直列泵（两气缸）中的抽吸系统、控制燃油排放量的 PCV（泵控制阀）、气缸识别传感器（TDC（上死点）（G）传感器）和进油泵组成。
- 它通过改变凸轮的齿数来控制发动机缸数。输油泵以发动机一半的转速旋转。发动机缸数与输油泵的抽吸次数之间的关系如下表所示。

发动机缸数	速度比（泵：发动机）	输油泵		发动机 1 个循环的抽吸次数（2 转）
		缸数	凸轮齿	
4 缸	1 : 2	2	2	4
6 缸			3	6
8 缸			4	8

- 通过增加凸轮齿的个数来控制发动机缸数，使用一个小型、两缸的泵单元可以实现。此外，由于此泵的抽吸行程数与喷射次数相同，所以油轨压力会保持平稳。



## 3.1.1.2 分解图



### 3.1.1.3 输油泵零部件功能

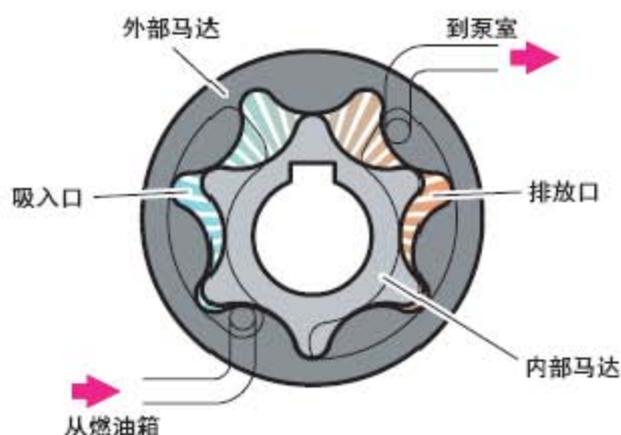
零部件	功能	
进油泵	从燃油箱吸入燃油, 将其供给抽吸机构。	
溢流阀	调节输油泵中燃油的压力。	
PCV (泵控制阀)	控制供给油轨的燃油量。	
抽吸机构	凸轮	驱动挺柱。
	挺柱	将往复运动传递给柱塞。
	柱塞	往复运动以抽吸和压缩燃油。
出油阀	使抽吸到油轨的燃油停止逆流。	
气缸识别传感器 (TDC (G) 传感器)	识别发动机气缸。	

#### 1). 进油泵

进油泵 (集成在输油泵中) 从燃油箱吸入燃油, 然后通过燃油滤清器供给泵室。进油泵有两种类型: 次摆线型和叶轮型。

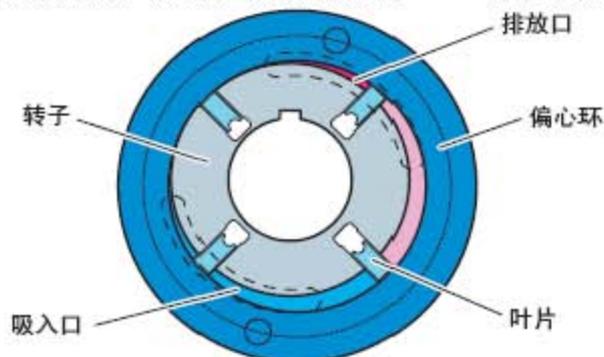
##### A). 次摆线型

凸轮轴驱动进油泵的外部/ 内部转子, 使其开始转动。根据外部/ 内部转子的运动产生的空间, 进油泵将燃油抽吸到吸入口, 然后抽吸到排放口。



##### B). 叶轮型

凸轮轴驱动进油泵转子, 然后叶轮沿偏心环的内圆周滑动。随转子的旋转一起, 泵从燃油箱吸入燃油, 然后排放到 SCV 和抽吸机构。



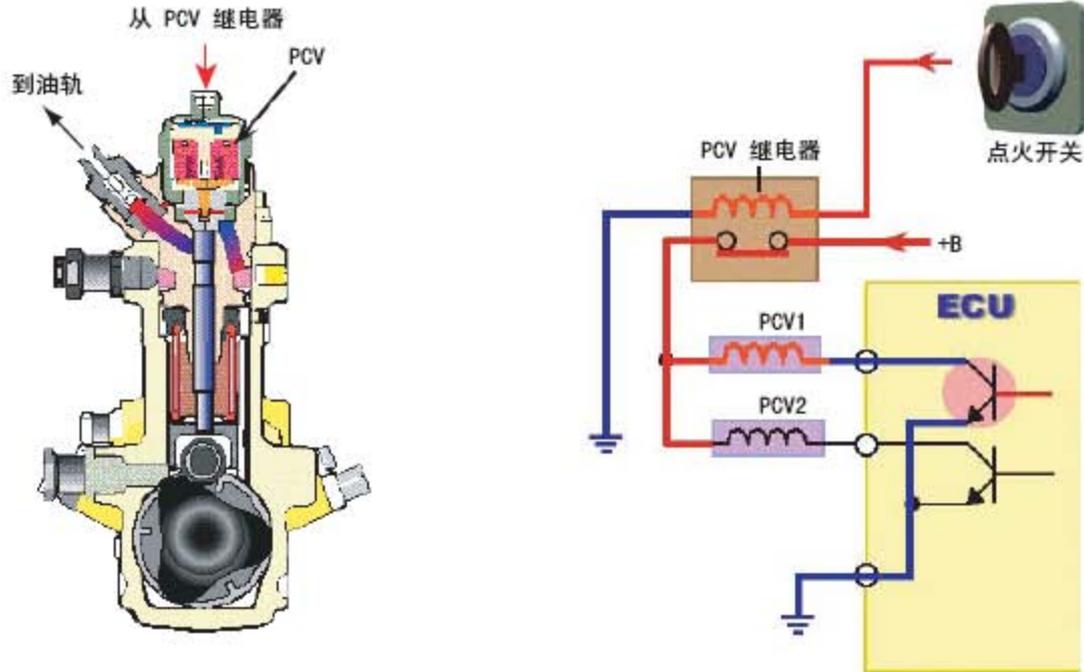
#### 2). PCV: 泵控制阀

PCV (泵控制阀) 调节输油泵的燃油排放量, 以便调节油轨压力。输油泵排

放到油轨的燃油量取决于向 PCV 施加电流的正时。

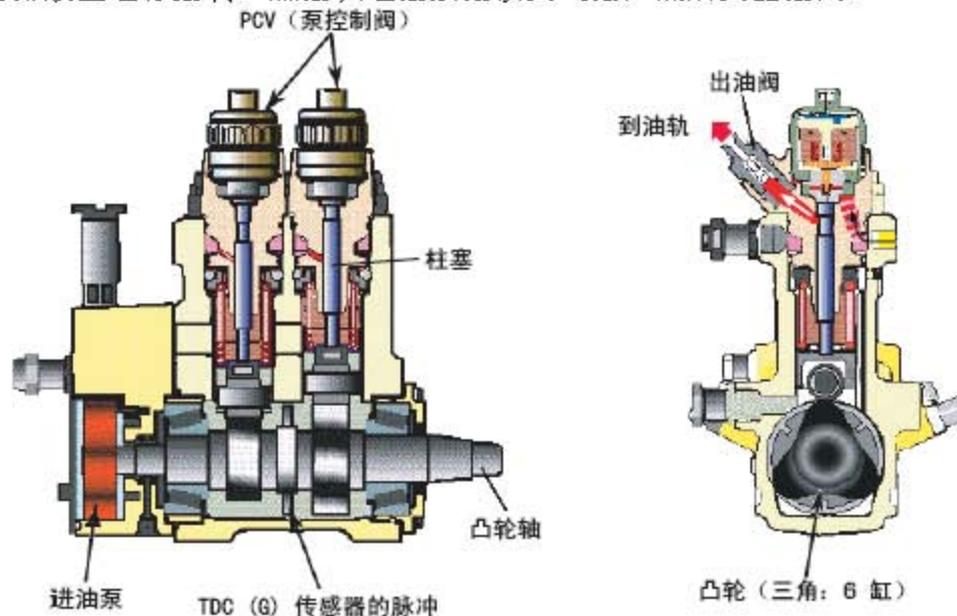
### A). 执行电路

下图所示为 PCV 的执行电路。点火开关接通或关断 PCV 继电器，以向 PCV 施加电流。ECU 对 PCV 的打开/ 关闭进行控制。它根据每个传感器发出的信号，确定提供最佳油轨压力所需的目标排放量，并控制 PCV 的打开/ 关闭正时，从而达到目标排放量。



### 3). 抽吸机构

凸轮轴由发动机驱动，凸轮通过挺柱驱动柱塞以抽吸进油泵提供的燃油。PCV 对排放量进行控制。燃油从进油泵抽吸到气缸，然后到出油阀。



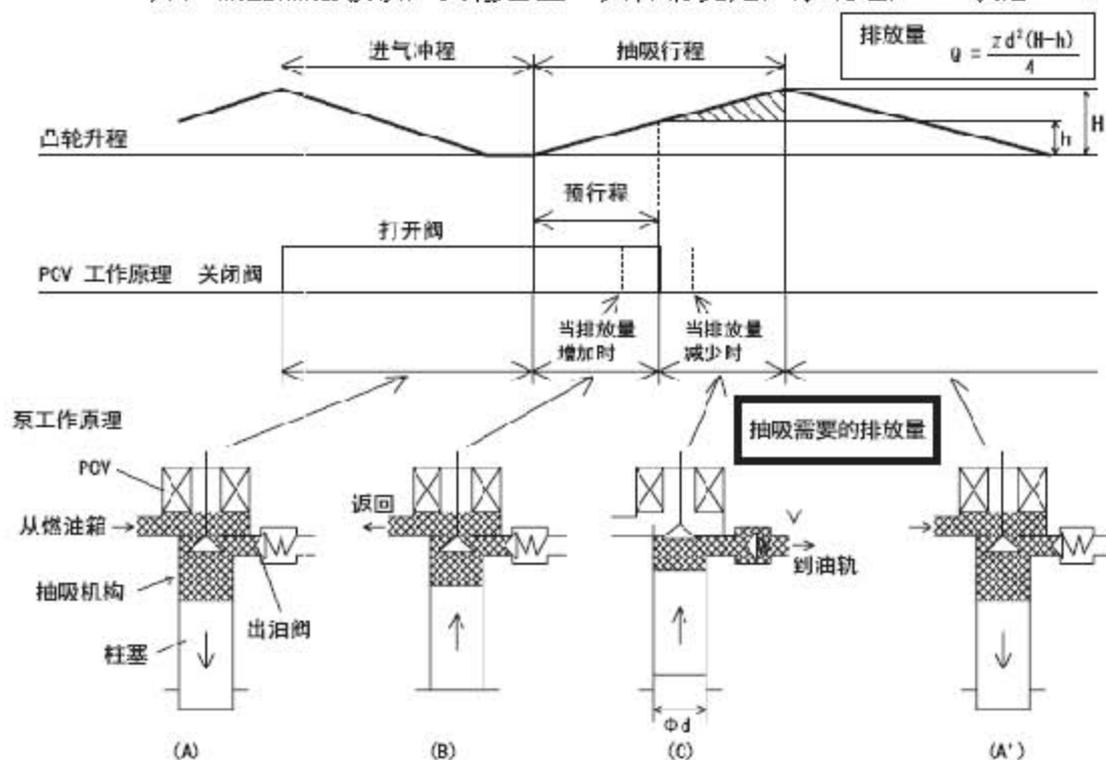


## c). 抽吸行程 (C)

在获得所需排放量的最佳时机, 提供电力使 PCV 关闭, 则返回通道关闭, 同时柱塞室中的压力上升。因此, 燃油流经出油阀 (反向切断阀), 然后被抽吸到油轨。具体情况是, PCV 关闭之后柱塞升程部分变成排放量, 而且通过改变 PCV 关闭正时 (柱塞预行程的终点), 排放量得到改变, 从而使油轨压力得到控制。

## d). 进气行程 (A)

当凸轮超过最大升程时, 柱塞进入下降行程, 同时柱塞室中的压力下降。此时, 出油阀关闭, 燃油抽吸停止。此外, PCV 由于被断电而打开, 低压燃油被吸入到柱塞室。具体情况是, 系统进入 A 状态。



## 3.1.2 HP2 型

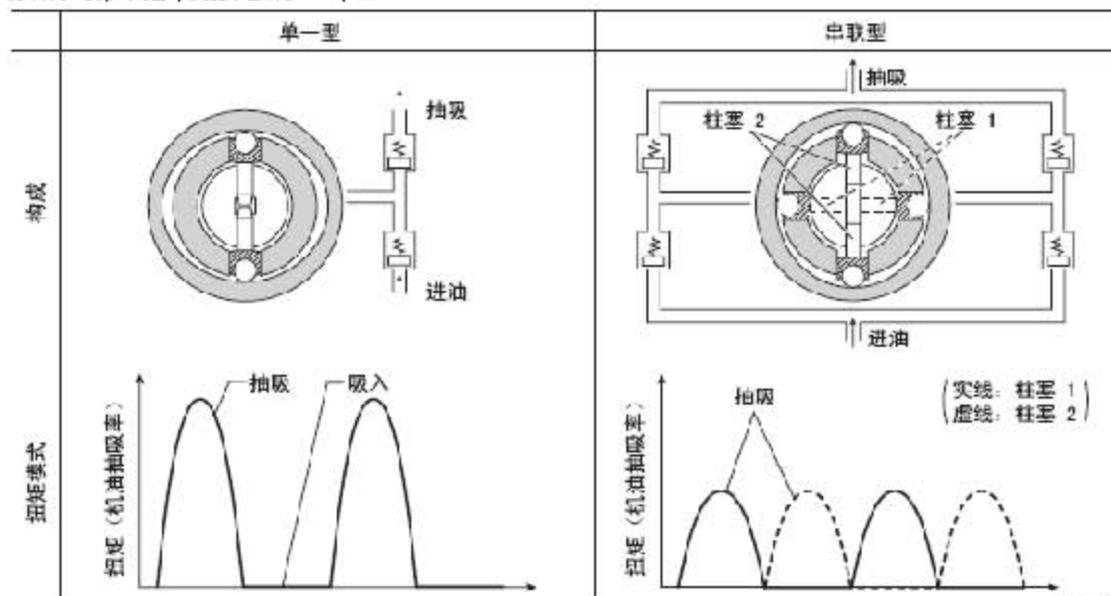
## 3.1.2.1 结构和特性

- 输油泵主要由两个抽吸机构 (内部凸轮、滚轮、两个柱塞) 系统、SCV (吸入控制阀)、燃油温度传感器和进油泵 (叶轮型) 组成, 它以发动机一半的转速运转。
- 抽吸机构由一个内部凸轮和一个柱塞组成, 形成一个串联结构 (两个系统轴向排列)。这样使输油泵结构更加紧凑, 同时减小了最大扭矩。
- 排放到油轨的燃油量可通过使用 SCV (吸入控制阀) 控制燃油吸入量而得到控制。为了用吸入量控制排放量, 多余的抽吸操作需取消, 从而减小执行负荷和抑制燃油温度升高。

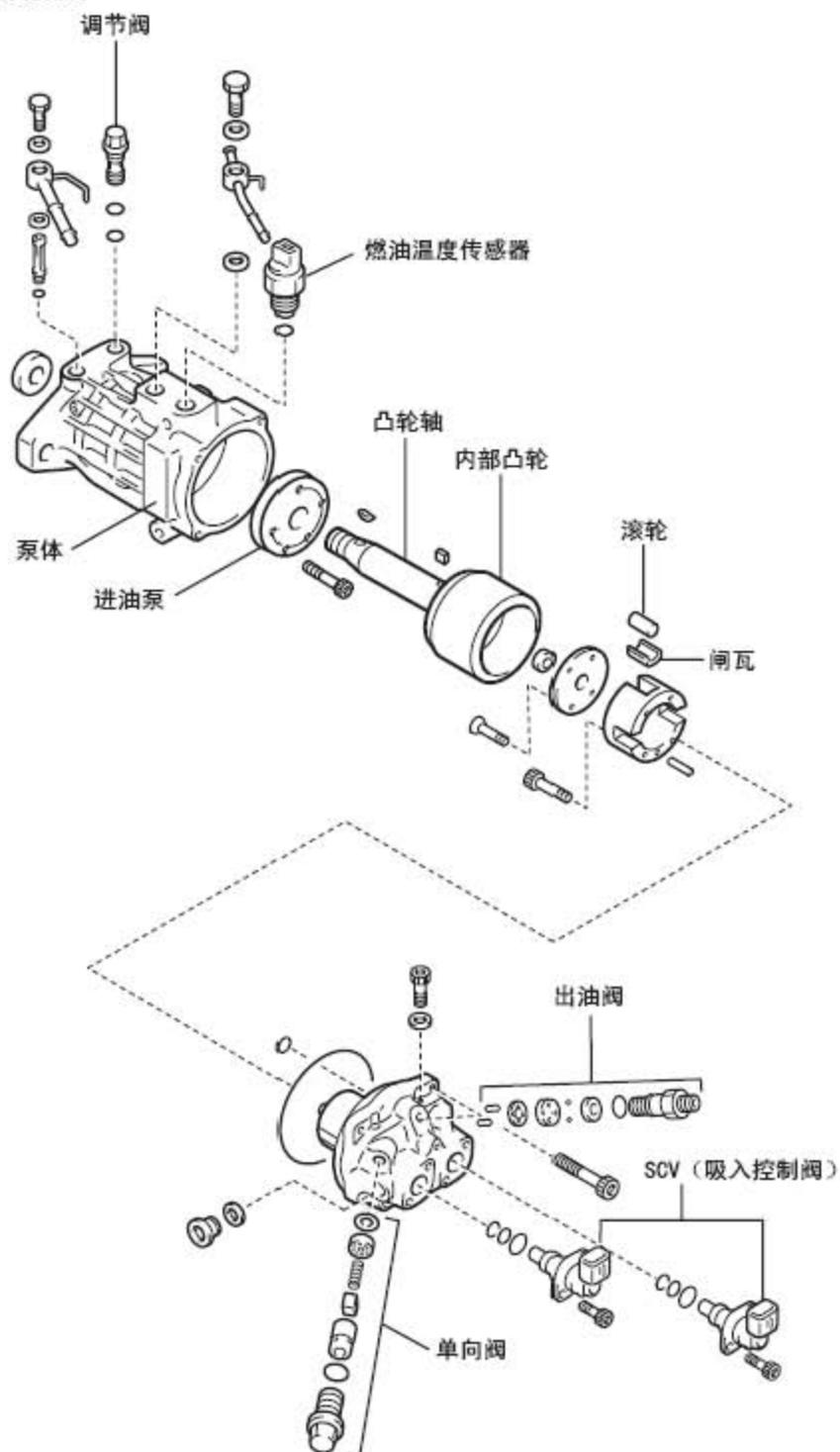


### 3.1.2.2 输油泵驱动扭矩

由于抽吸机构是一个串联结构，所以其最大驱动扭矩是有相同排放量的单个泵的最大驱动扭矩的一半。



## 3.1.2.3 分解图



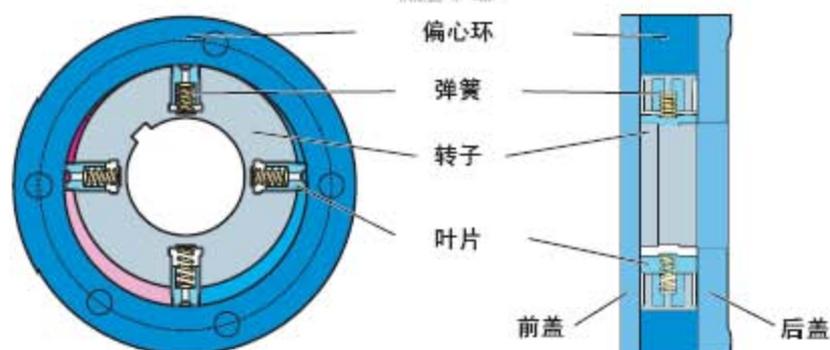
### 3.1.2.4 零部件功能

零部件	功能	
进油泵	从燃油箱吸入燃油，将其供给抽吸机构。	
调节阀	调节输油泵中内部燃油压力。	
SCV（吸入控制阀）	控制输送给柱塞的燃油量，以便控制油轨中的燃油压力。	
抽吸机构	内部凸轮	驱动柱塞。
	滚轮	驱动柱塞。
	柱塞	往复运动以抽吸和压缩燃油。
出油阀	通过将加压区（油轨）与抽吸机构分离，保持高压。	
燃油温度传感器	检测燃油温度。	
单向阀	防止抽吸机构中的加压燃油流回到抽吸侧。	

#### 1). 进油泵

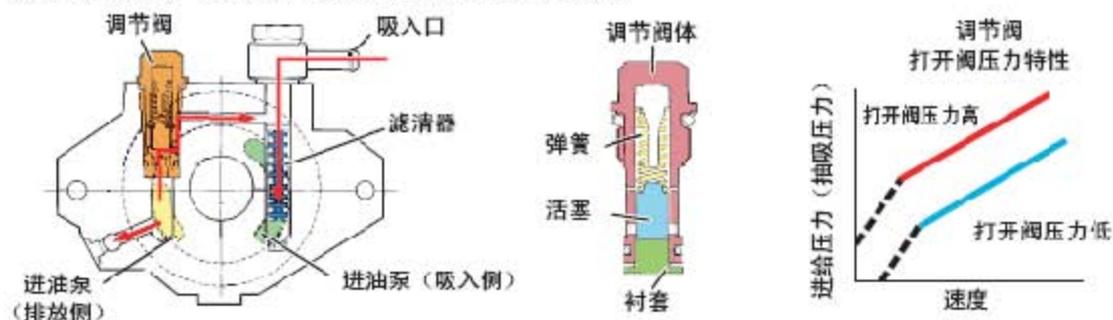
输油泵是一个四叶片型泵，它从燃油箱吸入燃油，然后将其排放到抽吸机构。驱动轴的旋转使进油泵转子旋转，叶轮沿外壳（偏心环）的内表面滑动。随转子的旋转一起，泵从燃油箱吸入燃油，然后排放到 SCV 和抽吸机构。为了使叶轮紧

压住内圆周，在每个叶轮内侧提供了一根弹簧，从而可以将泵中燃油泄漏降到最少。



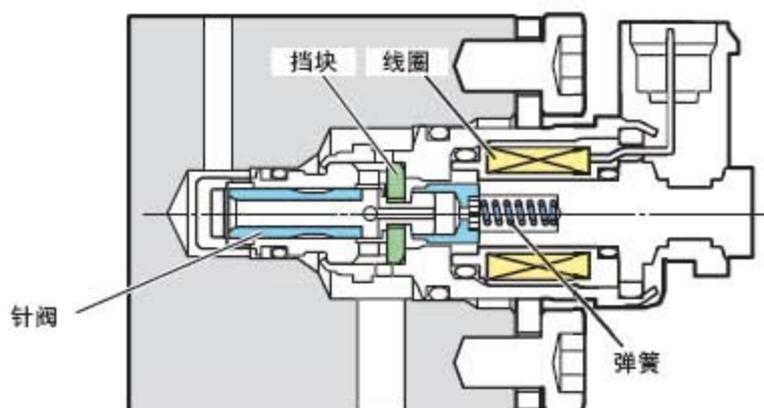
#### 2). 调节阀

调节阀的目的是控制将燃油输送到抽吸机构的进给压力（燃油抽吸压力）。随着泵旋转运动的增加以及进给压力超过调节阀处设置的压力，该阀通过克服弹簧力而打开，从而使燃油能够返回到吸入侧。



### 3). SCV: 吸入控制阀

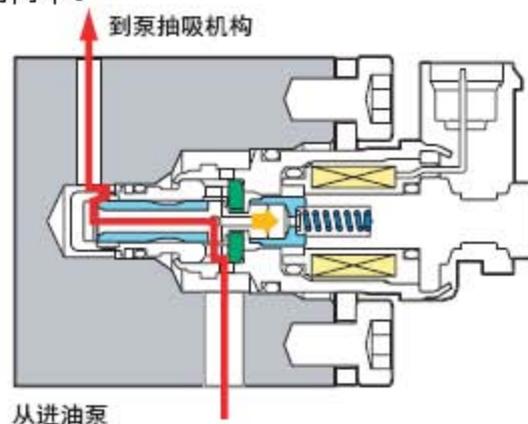
采用了电磁阀。ECU 控制向 SCV 施加电流的持续时间，以便控制吸入到抽吸机构的燃油量。因为只吸入了达到目标油轨压力所需的燃油量，所以输油泵的执行负荷减少，从而改善了燃油经济性。



#### A). 工作原理

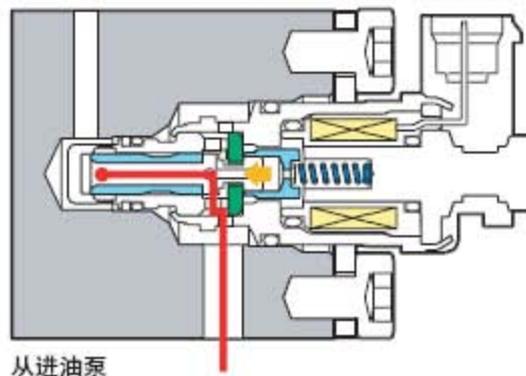
##### a). SCV 打开

当向线圈施加电流时，它向上拉动针阀，从而使燃油能够被吸入到输油泵的抽吸机构中。



##### b). SCV 关闭

当不再向线圈施加电流时，针阀关闭，燃油抽吸停止。

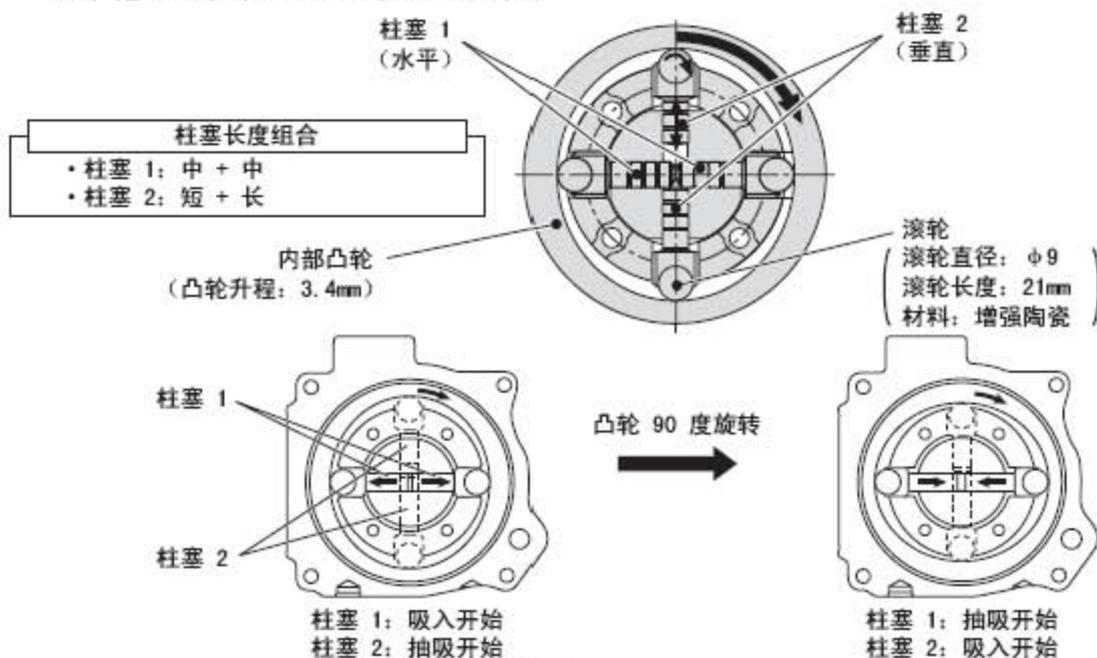


### 4). 抽吸机构（柱塞、内部凸轮、滚轮）

- 抽吸机构由柱塞、内部凸轮和滚轮组成，它抽吸由进油泵排放的燃油，然后

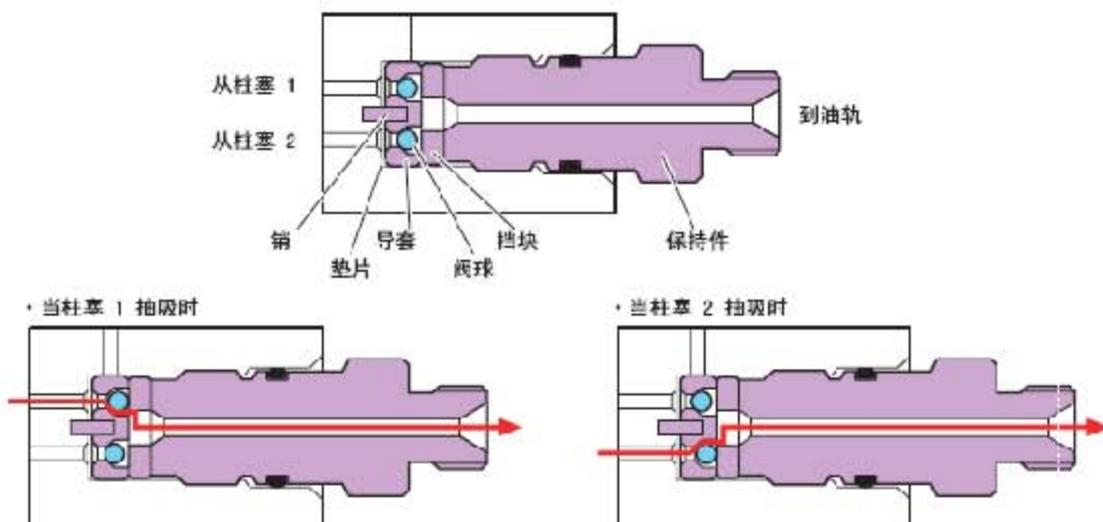
将其抽吸到油轨。因为驱动轴和内部凸轮是一个整体结构，所以驱动轴的旋转直接成为内部凸轮的旋转。

- 两个柱塞系统连续排列在内部凸轮中（串联型）。柱塞 1 水平放置，柱塞 2 垂直放置。柱塞 1 和柱塞 2 的抽吸和压缩冲程完全相反（当一个在吸入时，另一个在排放），而且每个柱塞在每一转中排放两次，因此输油泵旋转一次，两个柱塞总共向油轨排放燃油四次。



#### 5). 出油阀

出油阀（有两个阀球）在交替行程中将加压燃油从柱塞 1 和 2 输送到油轨。当柱塞中的压力超过油轨中的压力时，该阀打开以排放燃油。

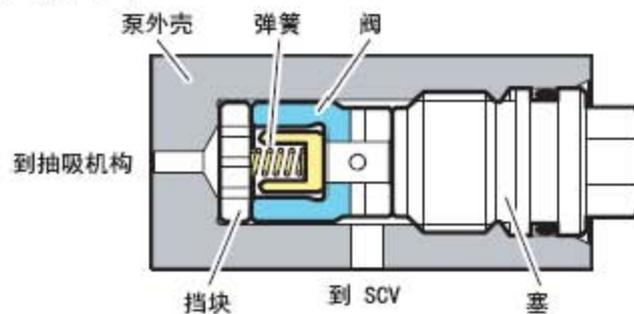


#### 6). 燃油温度传感器

燃油温度传感器安装在燃油进入侧，它利用热敏电阻的特性（其中电阻随温度的不同而改变）来检测燃油温度。

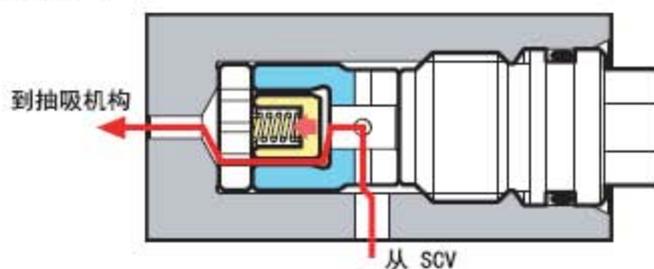
## 7). 单向阀

单向阀位于 SCV（吸入控制阀）和抽吸机构之间，可以防止抽吸机构中的加压燃油流回到 SCV 中。



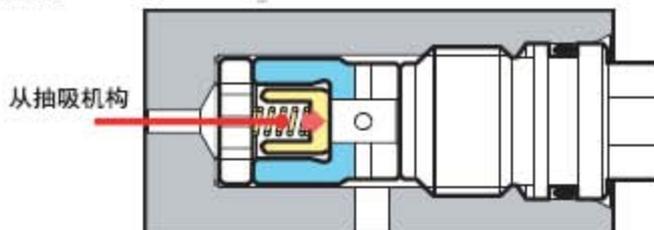
## A). 单向阀打开

在燃油吸入期间（SCV 打开），进给压力使阀打开，从而使燃油能够被吸入到抽吸机构中。



## B). 单向阀关闭

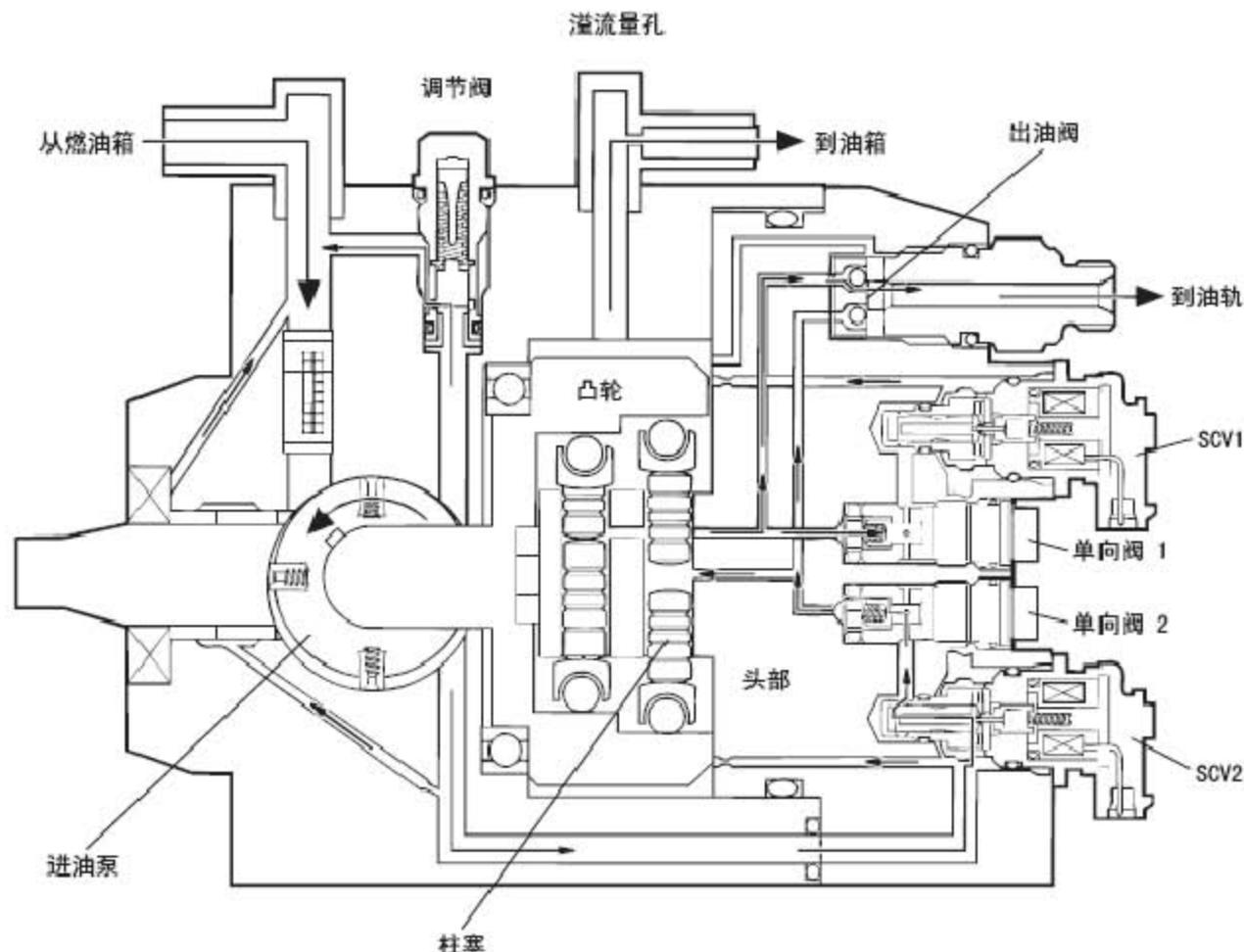
在燃油抽吸期间（SCV 打开），抽吸机构中的加压燃油使阀关闭，从而防止燃油流回到 SCV 中。



### 3.1.2.5 输油泵工作原理

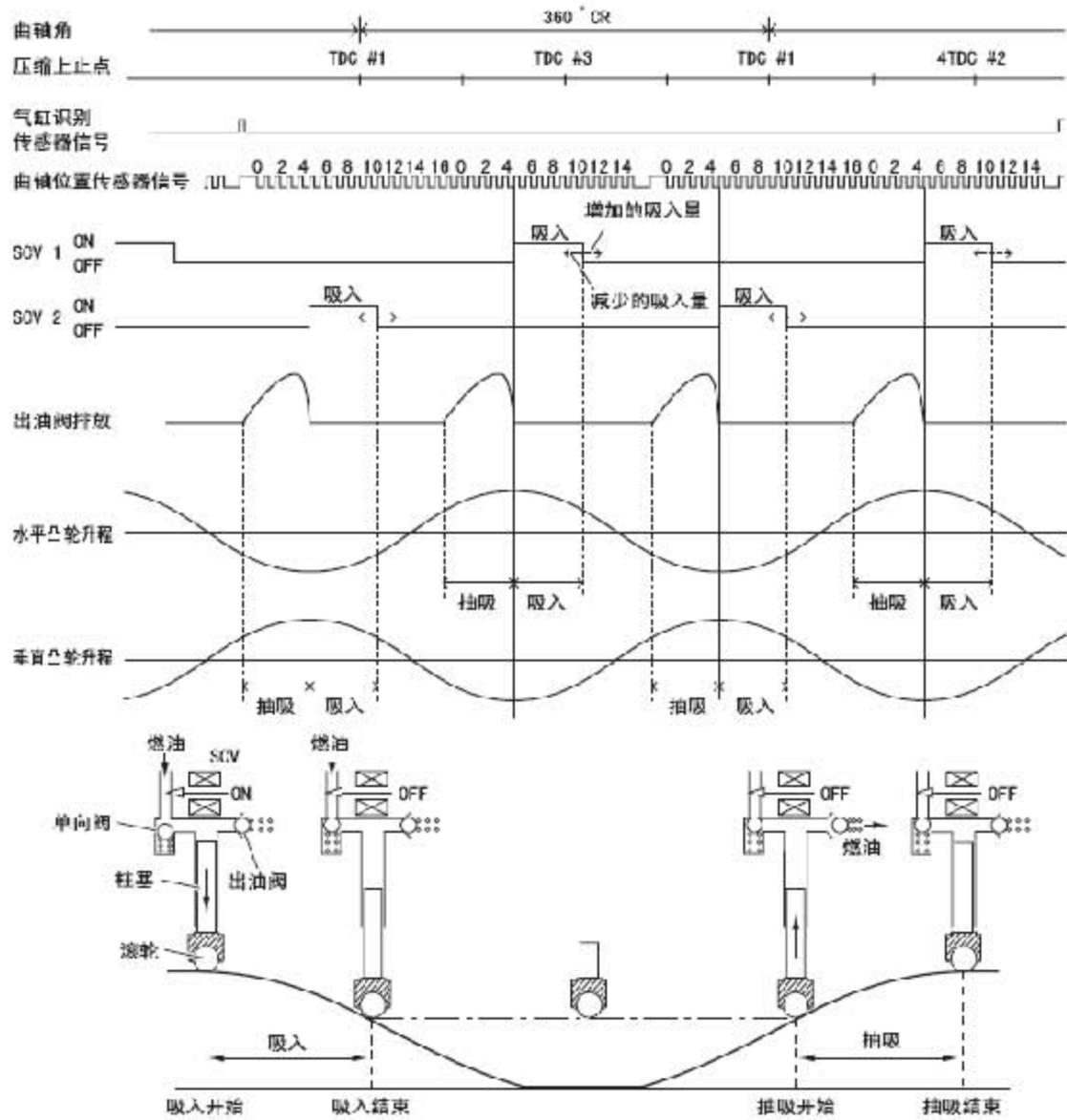
#### 1). 输油泵燃油总流程

燃油从燃油箱被吸入到进油泵，然后输送到 SCV。此时，调节阀将燃油压力调整到低于一定水平。输送到进油泵的燃油由 SCV 调整到所需的排放量，然后通过单向阀进入抽吸机构。抽吸机构使燃油通过出油阀抽吸到油轨。



#### 2). 燃油排放量控制

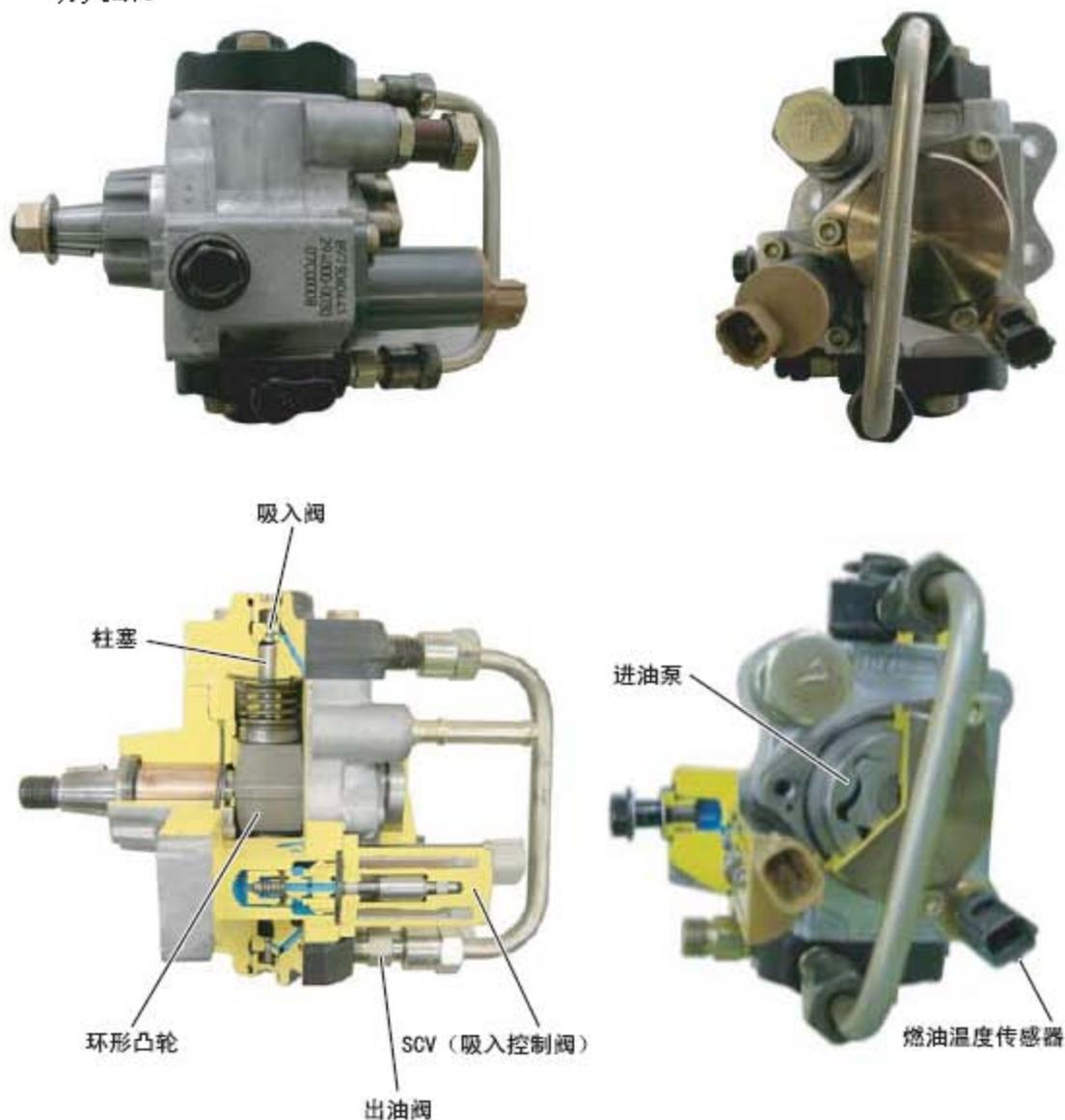
- 下图显示了抽吸开始正时 (SCV (吸入控制阀) ON) 是恒定的 (取决于泵速度)，这归功于曲轴位置传感器信号。为此，燃油吸入量可通过改变抽吸结束正时 (SCV 关闭) 来进行控制。因此，当 SCV 较早关闭时吸入量减少，而当 SCV 较晚关闭时吸入量增加。
- 在进气冲程期间，柱塞接收燃油进油压力并沿凸轮表面下降。当 SCV 关闭时 (抽吸结束)，柱塞上的进给压力终止，下降停止。既然吸入量会改变，那么当抽吸结束时 (除了最大吸入)，滚轮离开凸轮表面。
- 当驱动轴旋转、凸轮齿升高和滚轮再次接触凸轮表面时，柱塞被凸轮按下并开始抽吸。既然吸入量 = 排放量，那么排放量受 SCV 关闭正时控制 (吸入量)。



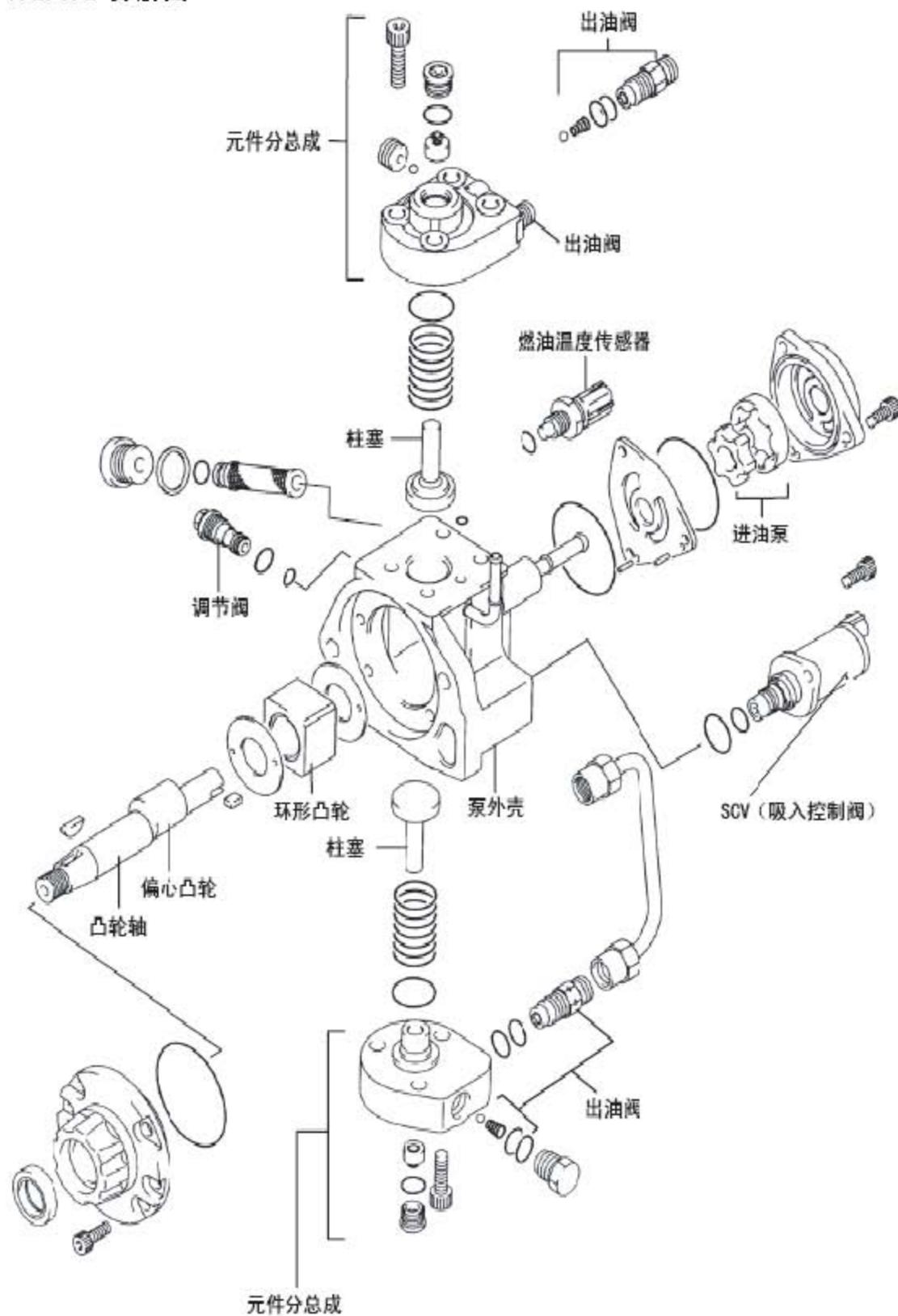
### 3.1.3 HP3 型

#### 3.1.3.1 结构和特性

- 输油泵主要由两个泵单元（偏心凸轮、环形凸轮、两个柱塞）、SCV（吸入控制阀）、燃油温度传感器和进油泵（次摆线型）组成，它以发动机相同或一半的转速运转。
- 两个小型泵单元柱塞对称放置在环形凸轮外侧上方和下方。
- 燃油排放量由 SCV 控制，类似于 HP2 型，从而可减少执行负荷和抑制燃油温度升高。此外，HP3 SCV 有两种类型：常开型（吸气阀在不通电时打开）和常闭型（吸气阀在不通电时关闭）。
- 带有一个 DPNR（柴油粒子 NO<sub>x</sub> 减少）系统，还有一个流量缓冲器。使用该流量缓冲器的目的是在 DPNR 中的燃油附加阀通道出现燃油泄漏时将燃油自动关断。



## 3.1.3.2 分解图

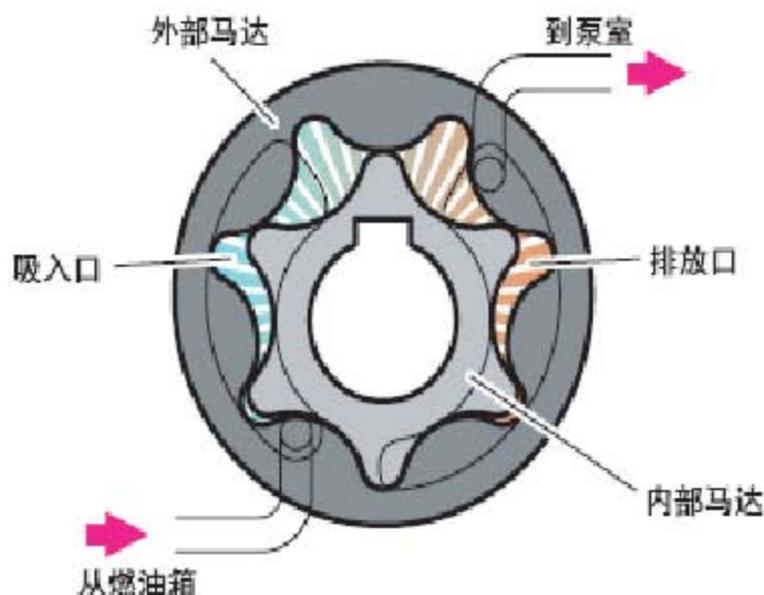


### 3.1.3.3 零部件功能

零部件		功能
进油泵		从燃油箱吸入燃油，将其供给柱塞。
调节阀		调节输油泵中燃油的压力。
SCV（吸入控制阀）		控制供给柱塞的燃油量。
泵单元	偏心凸轮	驱动环形凸轮。
	环形凸轮	驱动柱塞。
	柱塞	往复运动以抽吸和压缩燃油。
吸气阀		防止加压燃油逆流到 SCV。
出油阀		防止从柱塞抽吸到油轨的燃油逆流。
燃油温度传感器		检测燃油温度。

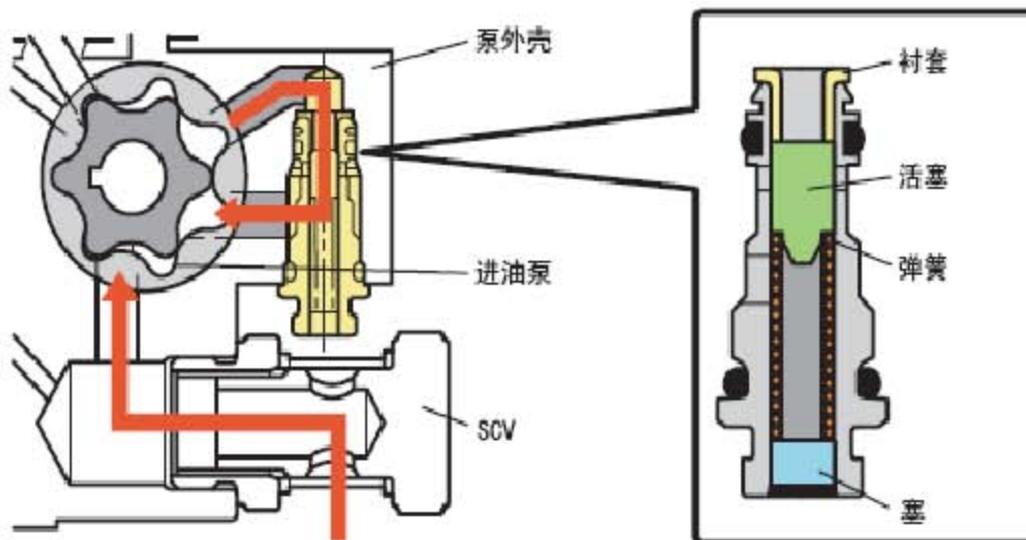
#### 1). 进油泵

次摆线型进油泵（集成在输油泵中）从燃油箱吸入燃油，然后通过燃油滤清器和 SCV（吸入控制阀）供给两个柱塞。驱动轴驱动进油泵的外部/内部转子，使其开始转动。根据外部/内部转子的运动增加和减少的空间，进油泵将燃油抽吸到吸入口，然后抽吸到排放口。



#### 2). 调节阀

调节阀使燃油进油压力（排放压力）保持在低于一定水平。如果泵转速增加且进给压力超过调节阀处预设的压力，该阀通过克服弹簧力而打开，从而使燃油能够返回到吸入侧。



### 3). SCV: 吸入控制阀

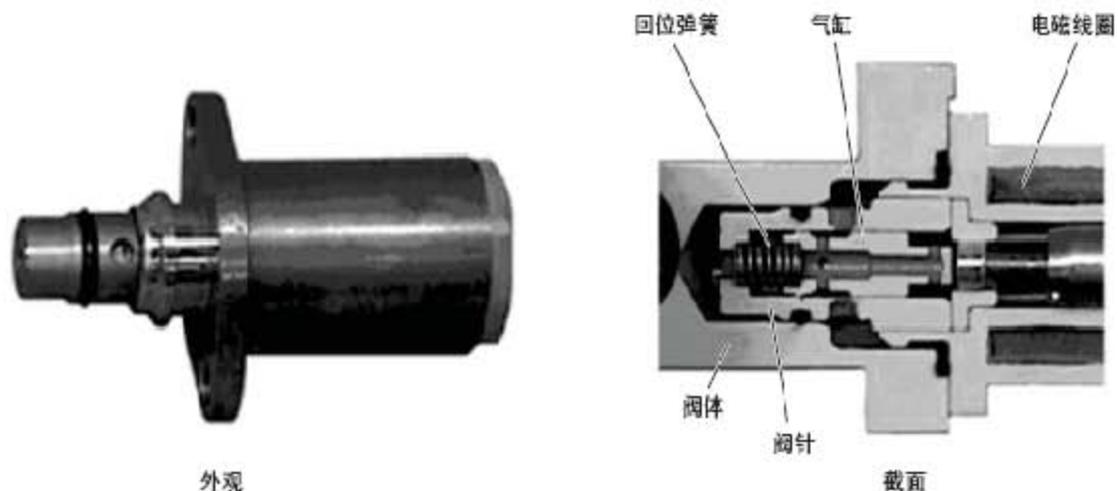
HP3 SCV 使用线性电磁线圈型电磁阀，与 HP2 的打开和关闭（全开或全关）控制不同，它控制从 ECU 向 SCV 施加电流的时间（占空比控制），从而控制提供给高压柱塞的燃油量。当电流流经 SCV 时，其中的电枢根据占空比的不同而移动。燃油流量随电枢的操作而变化，并根据气缸燃油通道的打开幅度进行控制。结果，吸入燃油量在控制下达到目标油轨压力，输油泵执行负荷减少。

#### A). 常开型和常闭型

HP3 SCV 有两种类型：常开型（吸气阀在不通电时打开）和常闭型（吸气阀在不通电时关闭）。每种类型的工作原理与另一种完全相反。

##### a). 常开型

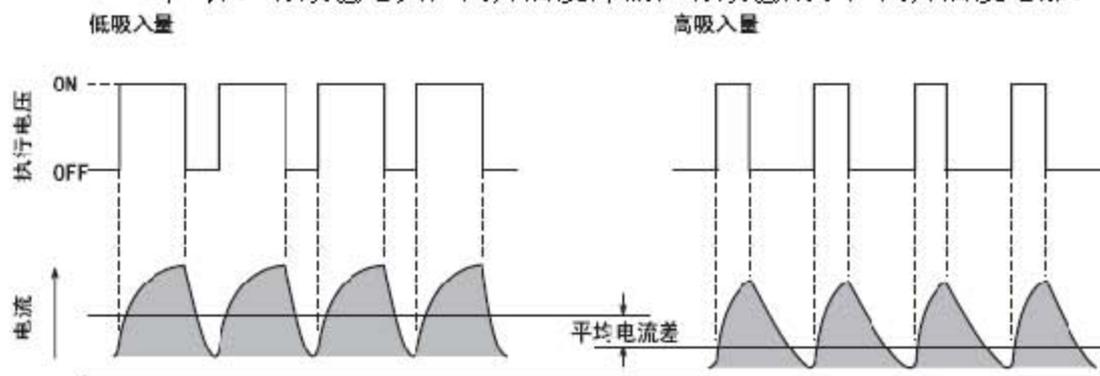
- 当电磁线圈不通电时，回位弹簧推动气缸，完全打开燃油通道并向柱塞输送燃油。（全部吸入和全部排放）
- 电磁线圈通电时，电枢推动气缸，从而压缩回位弹簧和关闭燃油通道。
- 电磁线圈的接通/ 切断由占空比控制操作。根据通道打开的表面积供应一定量的燃油，这取决于占空比的大小，然后由柱塞将其排放。



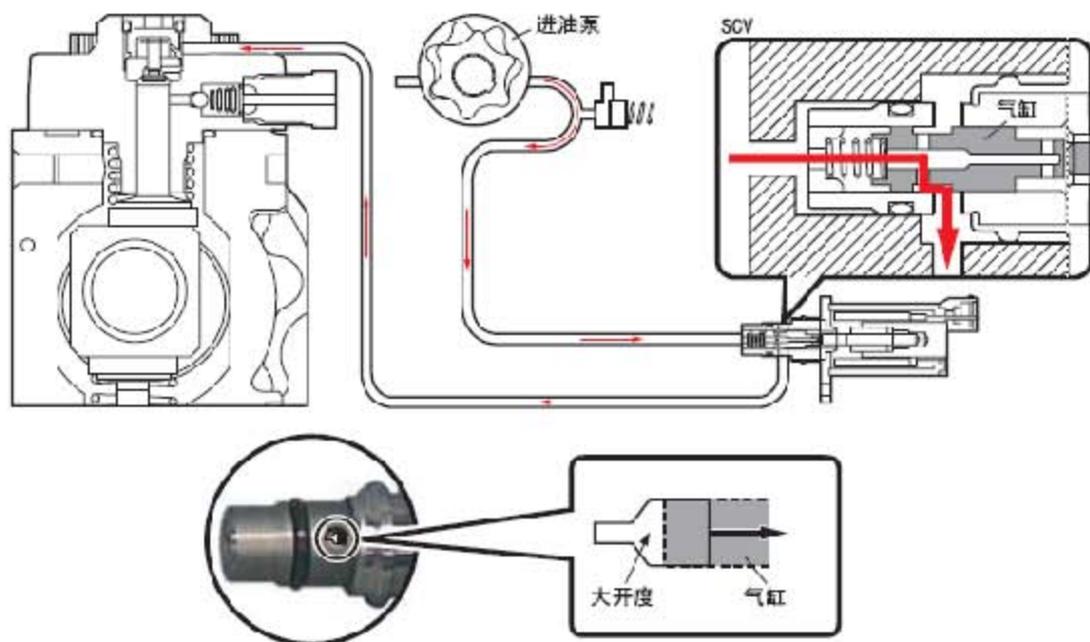
##### • 占空比控制

发动机 ECU 以恒定频率输出锯齿波信号。电流值是这些信号的有效值

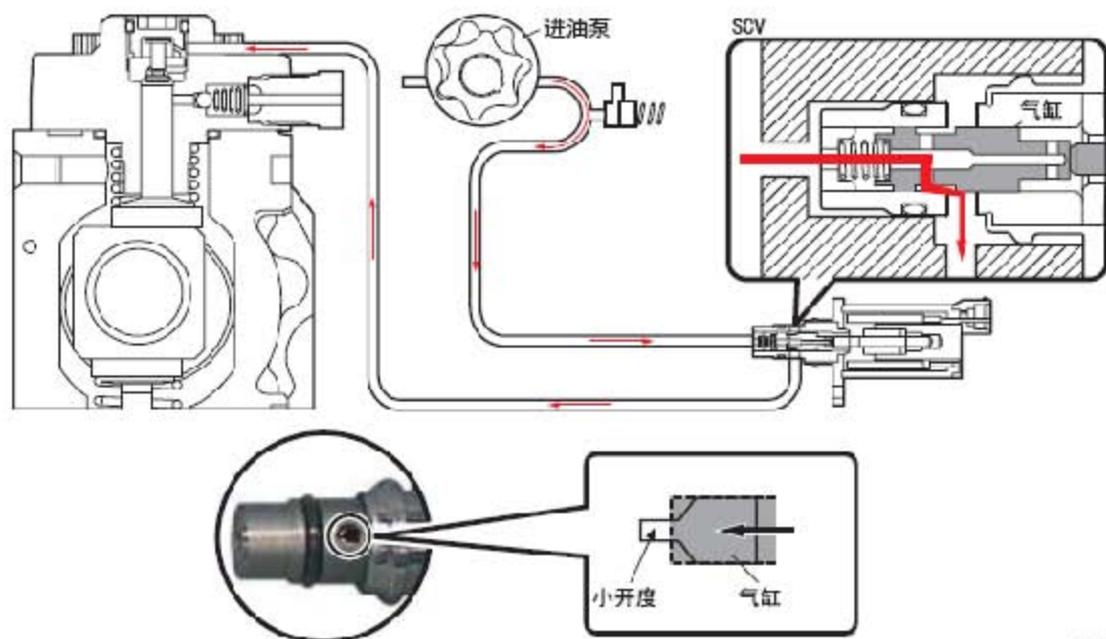
(平均)。有效值增大，阀开启度降低；有效值减小，阀开启度增加。



- SCV 通电持续时间（负载接通时间）短时  
通过电磁线圈的平均电流小，气缸在弹簧力作用下返回，阀开启度大。  
结果，燃油吸入量增加。

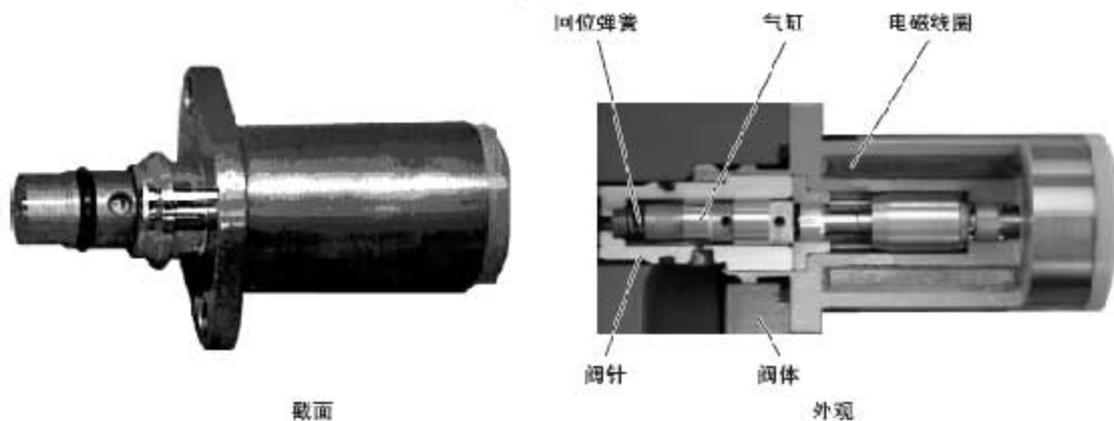


- SCV 通电持续时间（负载接通时间）长时  
通过电磁线圈的平均电流大，气缸被推出，阀开启度小。结果，燃油吸入量减少。



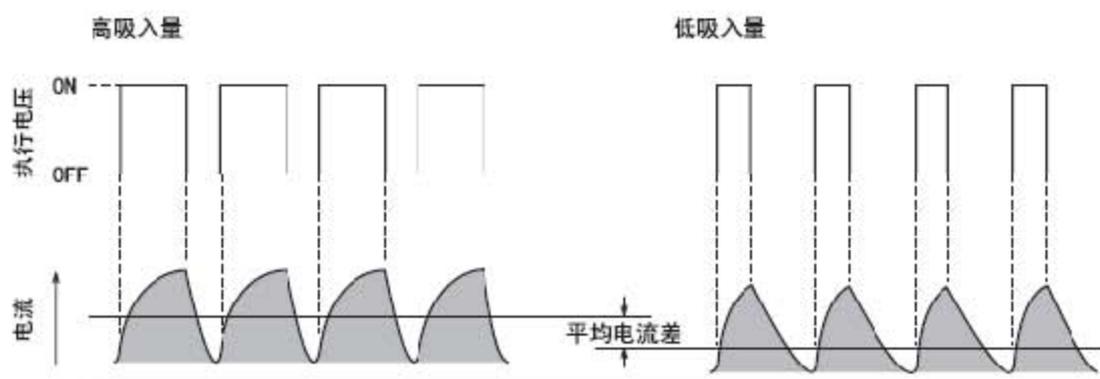
### B). 常闭型

- 当电磁线圈不通电时，电枢推动气缸，完全打开燃油通道并向柱塞输送燃油。（全部吸入和全部排放。）
- 当电磁线圈通电结束时，回位弹簧推动气缸使其返回，从而关闭燃油通道。
- 电磁线圈的接通/切断由占空比控制操作。根据通道打开的表面积供应一定量的燃油，这取决于占空比的大小，然后由柱塞将其排放出。

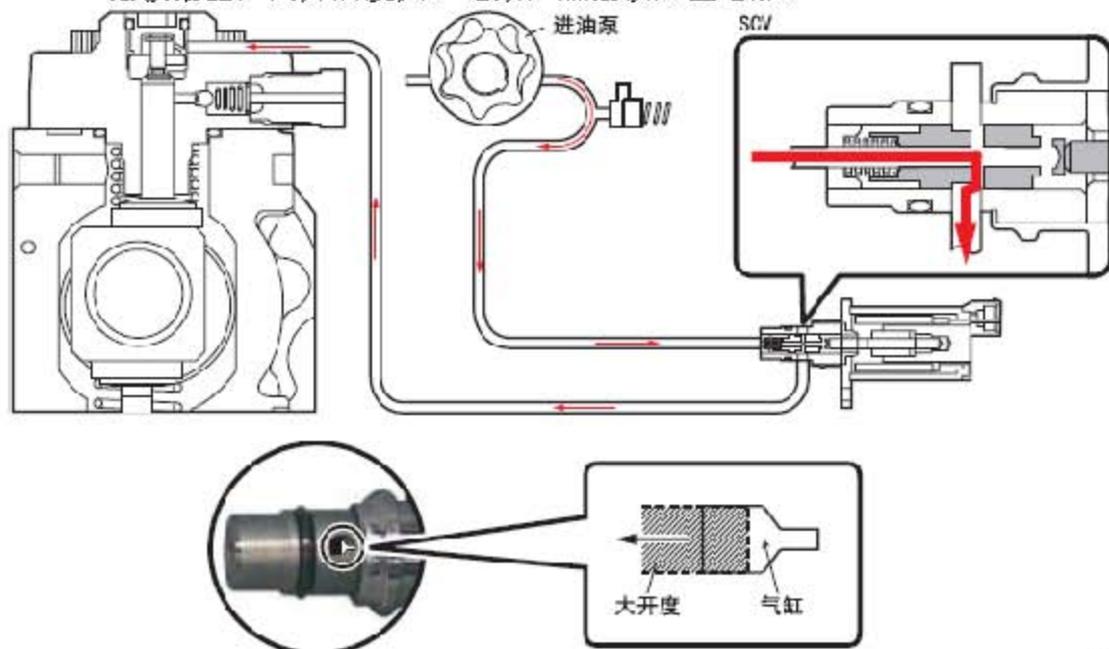


### • 占空比控制

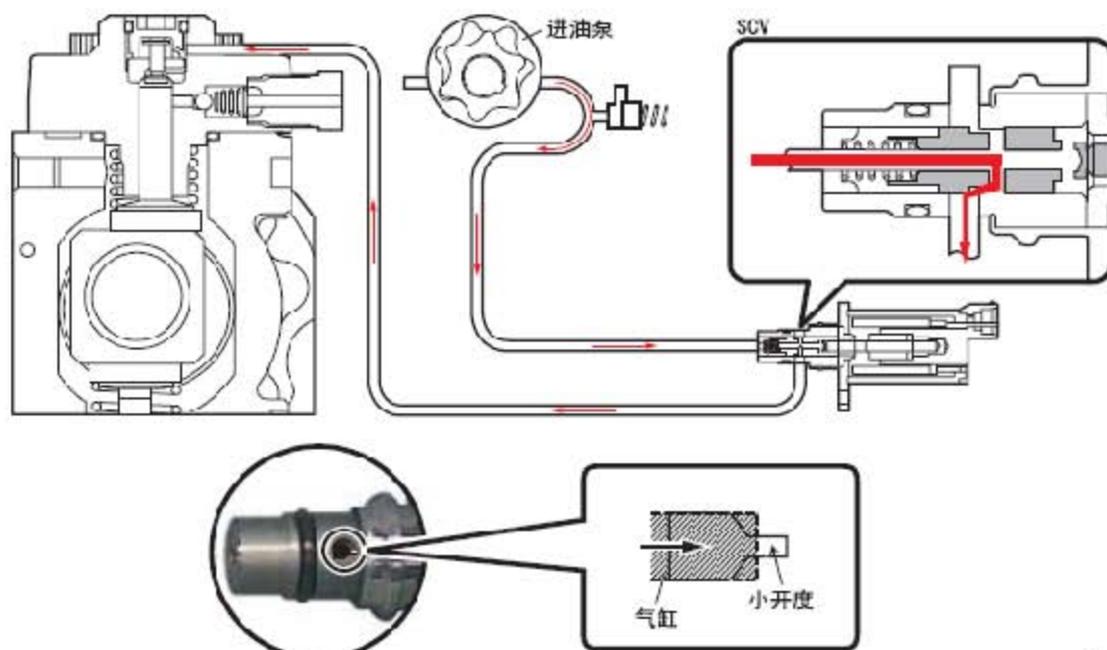
发动机 ECU 以恒定频率输出锯齿波信号。电流值是这些信号的有效值(平均)。有效值增大，阀开启度降低；有效值减小，阀开启度增加。



- SCV 通电持续时间（负载接通时间）长时通过电磁线圈的平均电流大，气缸被推出，阀开启度大。结果，燃油吸入量增加。

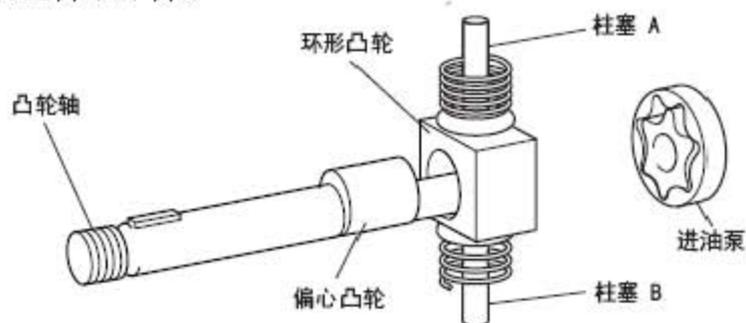


- SCV 通电持续时间（负载接通时间）短时通过电磁线圈的平均电流小，气缸在弹簧力作用下返回，阀开启度小。结果，燃油吸入量减少。

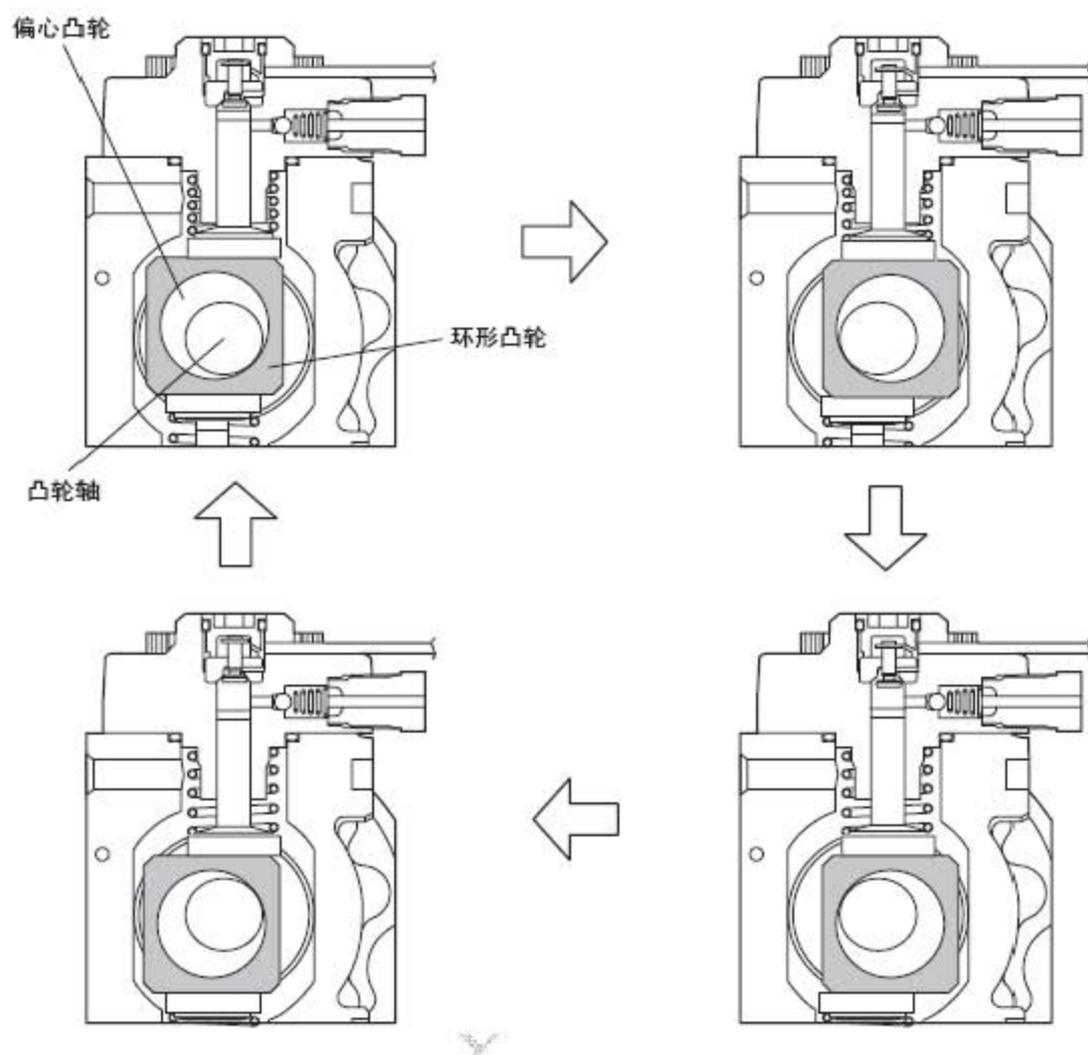


#### 4). 泵单元（偏心凸轮、环形凸轮、柱塞）

偏心凸轮附在凸轮轴上，而环形凸轮安装在偏心凸轮上。两个柱塞对称位于环形凸轮的上方和下方。

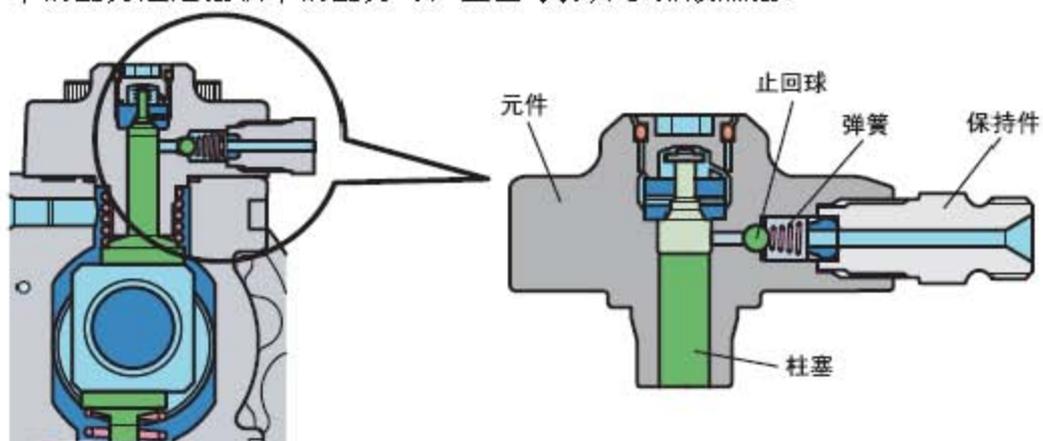


- 因为凸轮轴的旋转使偏心凸轮偏离中心旋转，所以环形凸轮伴随此运动上下移动，这使得两个柱塞往复移动。（环形凸轮本身不旋转。）



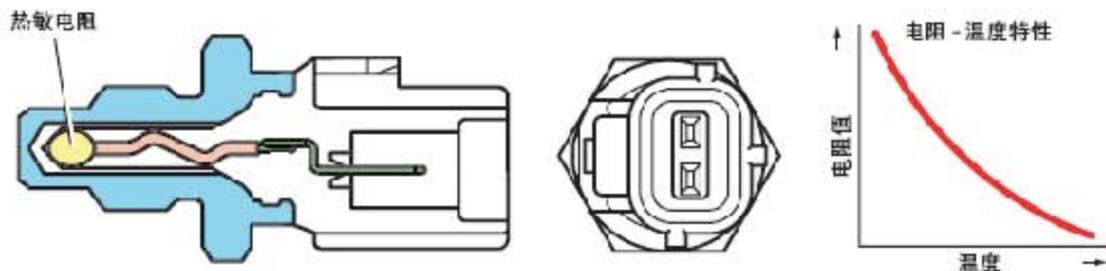
### 5). 出油阀

用于 HP3 的出油阀有一个集成元件，由止回球、弹簧和保持件组成。当柱塞中的压力超过油轨中的压力时，止回球打开以排放燃油。



### 6). 燃油温度传感器

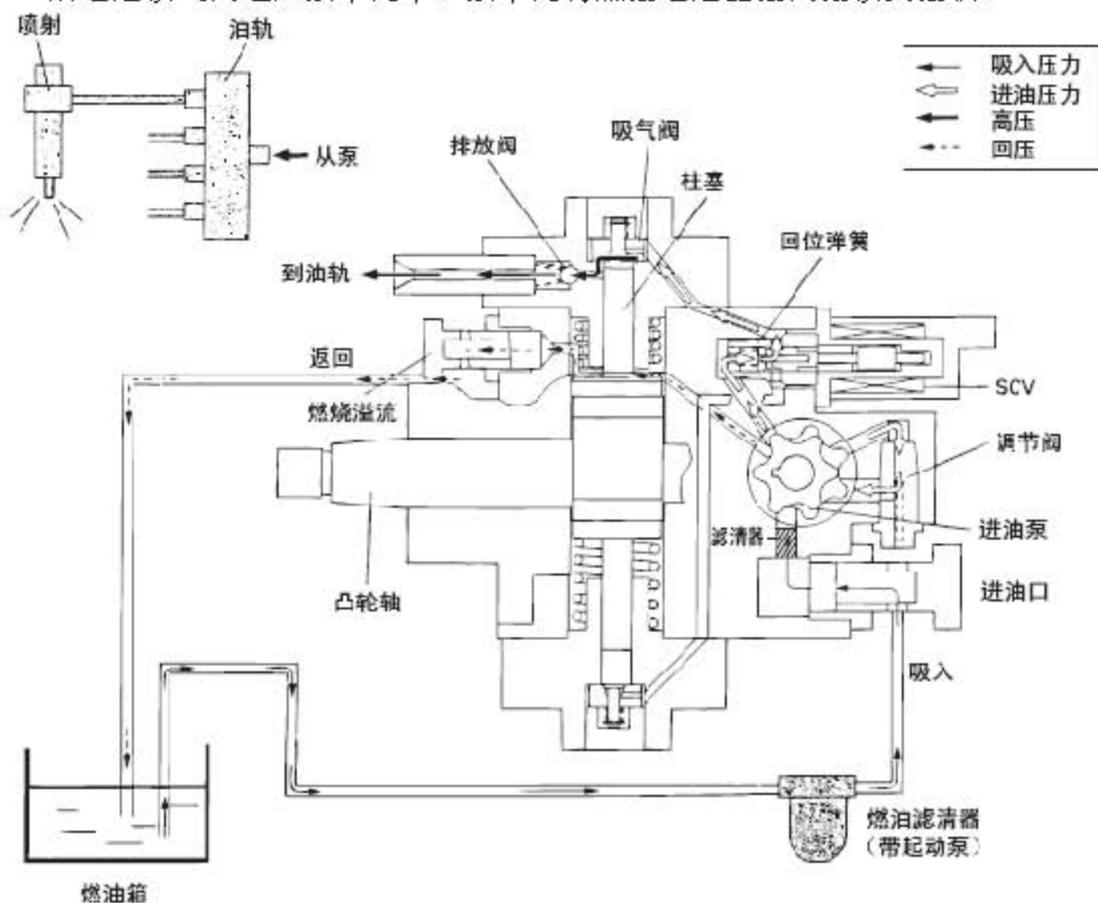
燃油温度传感器安装在燃油进入侧，它利用热敏电阻的特性（其中电阻随温度的不同而改变）来检测燃油温度。



### 3.1.3.4 输油泵工作原理

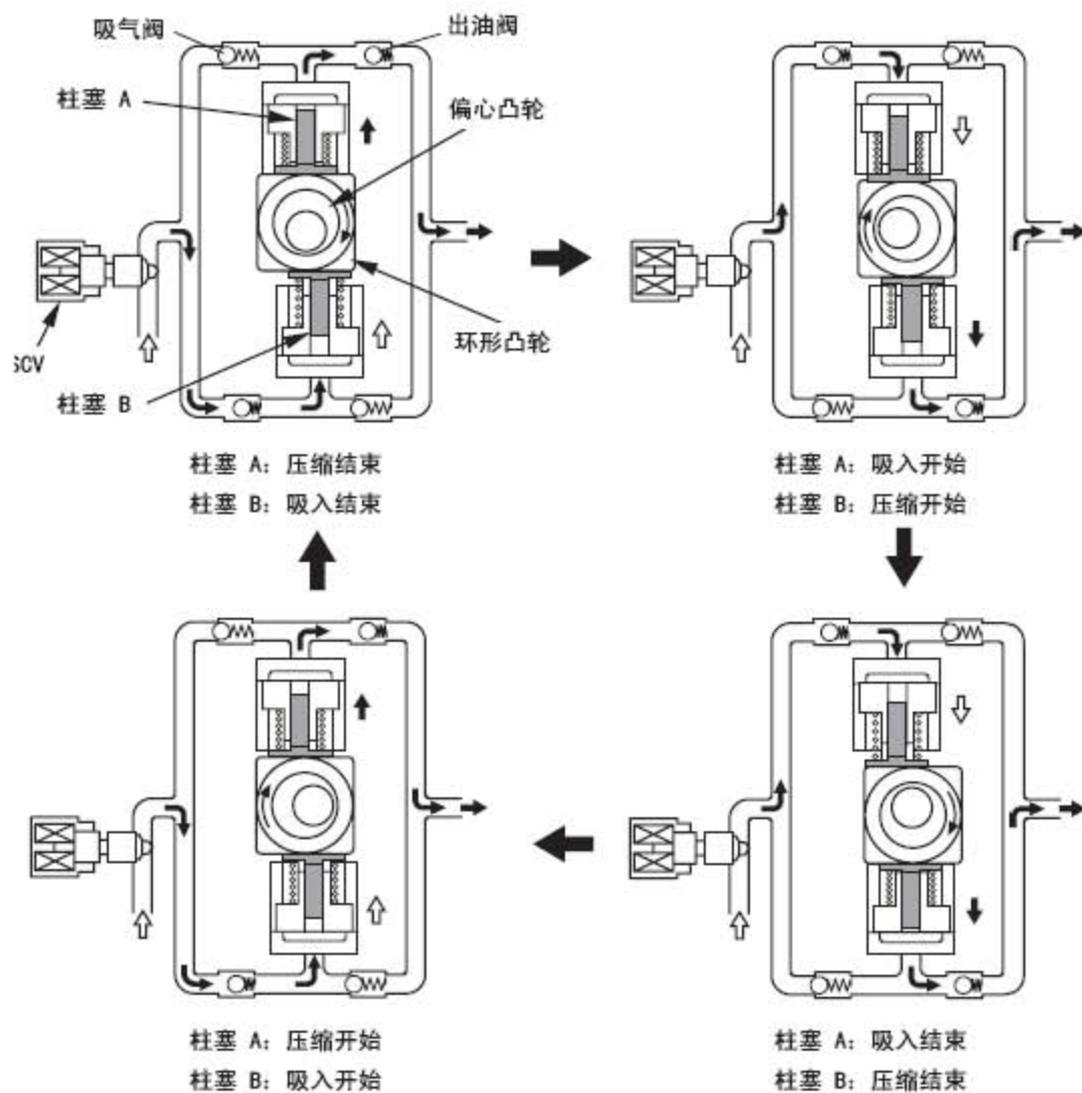
#### 1). 输油泵燃油总流程

燃油从燃油箱吸入到进油泵，然后输送到 SCV。此时，调节阀将燃油压力调整到低于一定水平。由进油泵输送的燃油由 SCV 调整达到所需的排放量，然后通过吸气阀进入泵单元中。泵单元将燃油通过出油阀抽吸到油轨。



#### 2). 工作原理

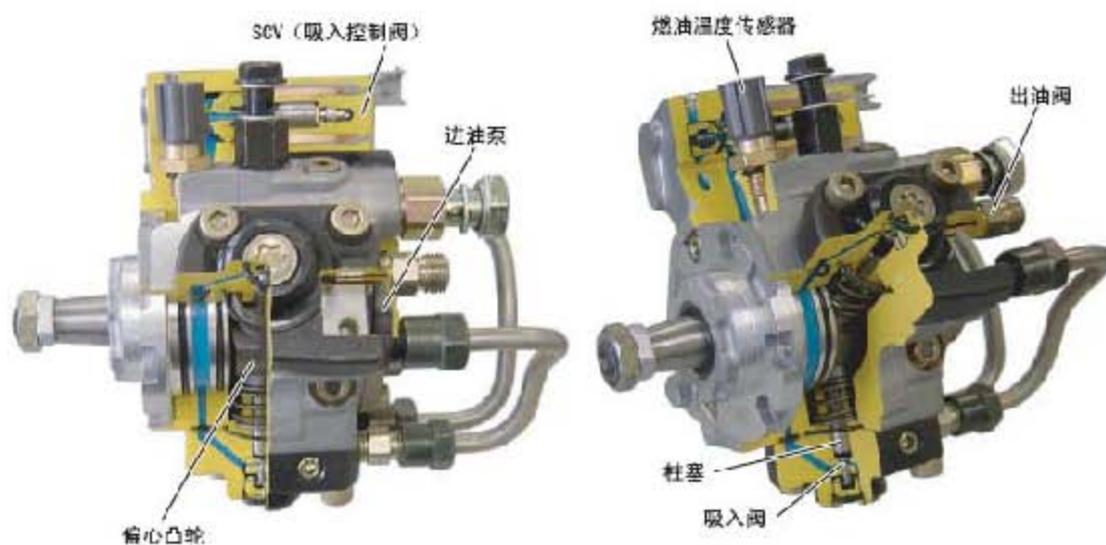
- 排放量由 SCV 进行控制，这类似于 HP2，但是与 HP2 不同的是阀开启度由占空比控制来调整。
- 在进气冲程中，弹簧使柱塞跟随环形凸轮的运动，因此柱塞与环形凸轮一起下降。从而，与 HP2 不同的是，柱塞本身也吸入燃油。当吸入的燃油通过 SCV 时，流量被控制到阀打开所需的排放量，然后流入泵主单元。
- 在抽吸行程中，经过 SCV 调整的燃油量被抽吸。



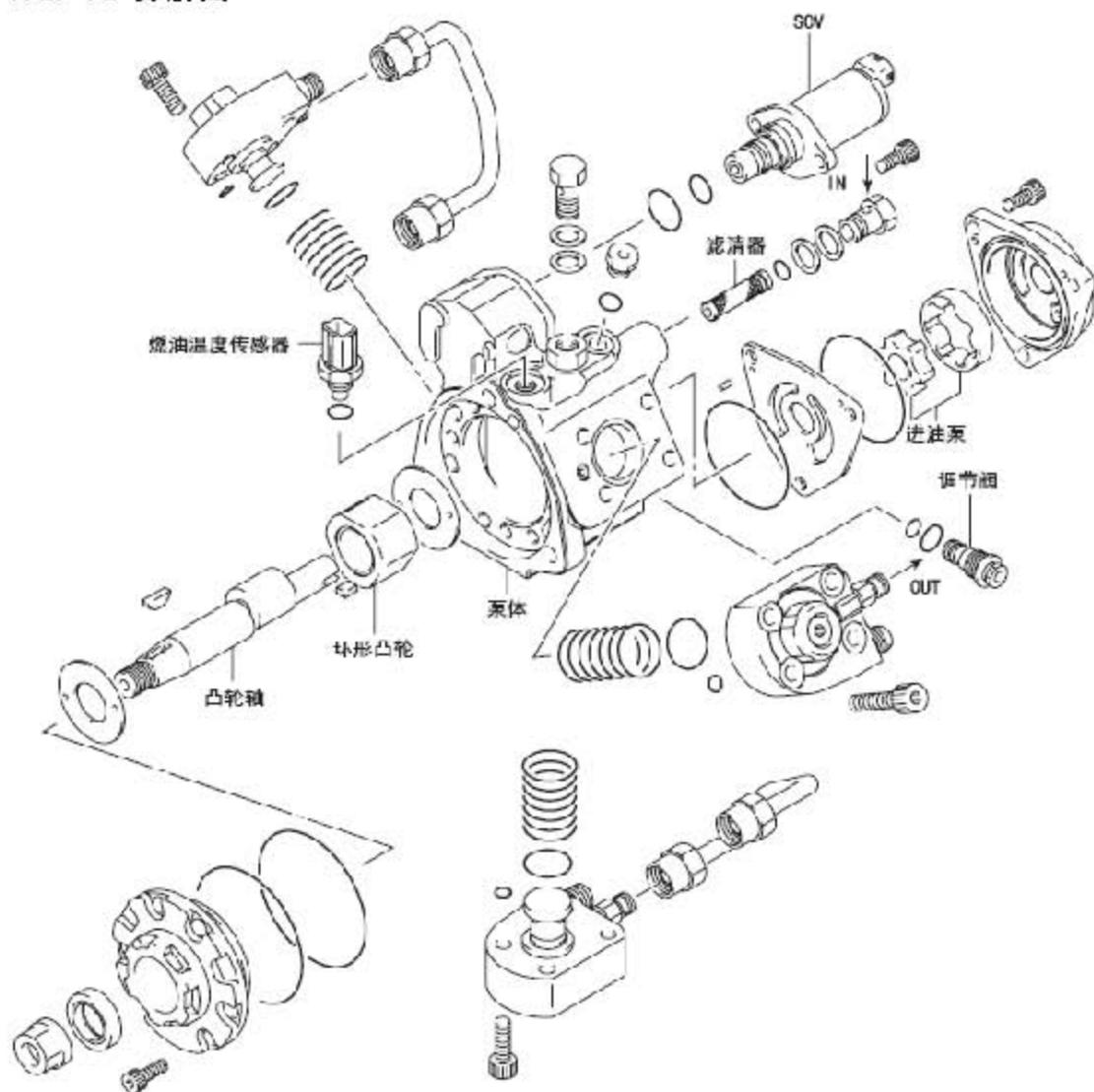
### 3.1.4 HP4 型

#### 3.1.4.1 结构和特性

- HP4 基本的输油泵构造与 HP3 的相同。构成部分也与 HP3 的相同，它们是泵单元（偏心凸轮、环形凸轮、柱塞）、SCV（吸入控制阀）、燃油温度传感器和进油泵。主要的差别是有三个柱塞。
- 因为有三个柱塞，所以它们以  $120^\circ$  的间隔围绕在环形凸轮的外侧。此外，燃油输送量是 HP3 的 1.5 倍。
- 燃油排放量由 SCV 控制，这与 HP3 相同。



## 3.1.4.2 分解图



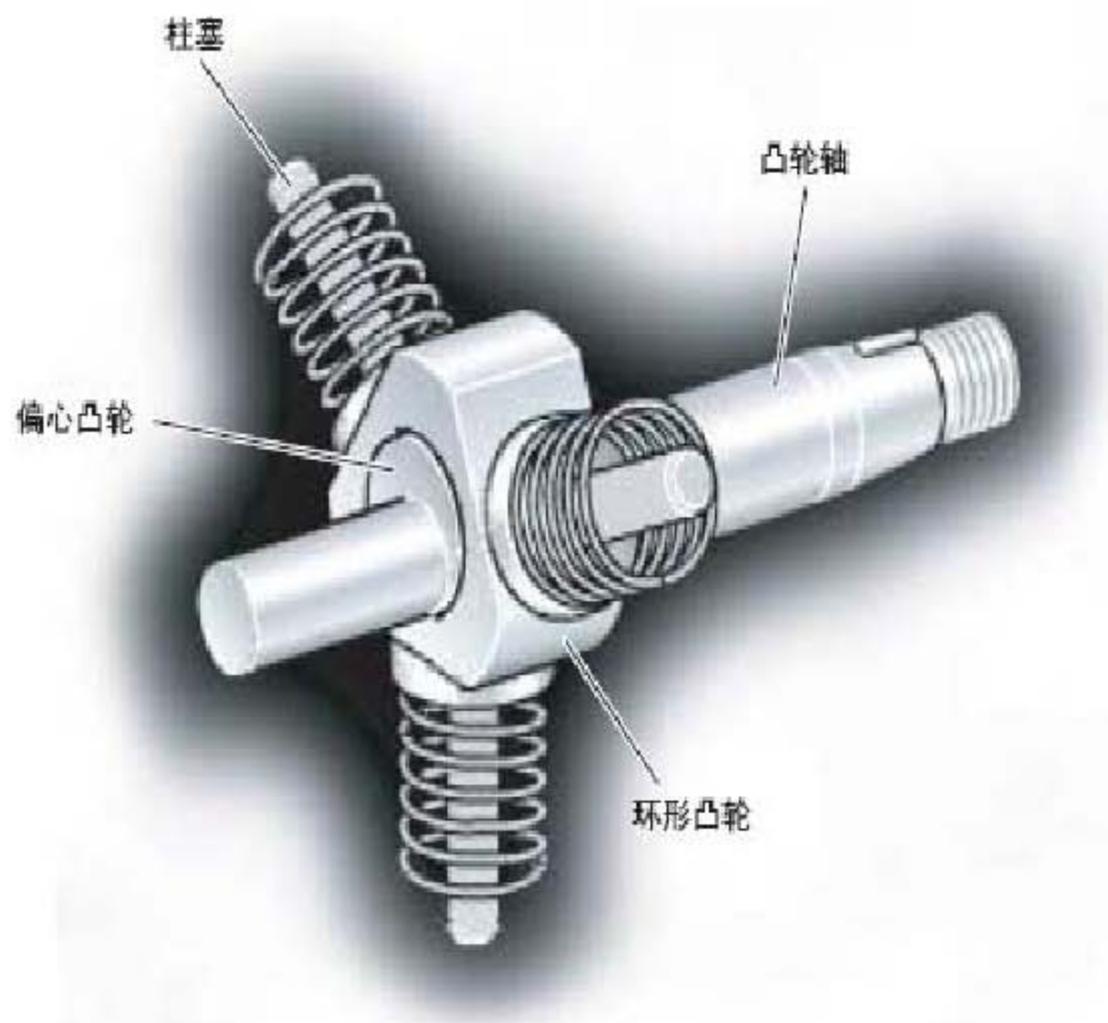
## 3.1.4.3 零部件功能

零部件		功能
进油泵		从燃油箱吸入燃油，将其供给柱塞。
调节阀		调节输油泵中燃油的压力。
SCV（吸入控制阀）		控制供给柱塞的燃油量。
泵单元	偏心凸轮	驱动环形凸轮。
	环形凸轮	驱动柱塞。
	柱塞	往复运动以抽吸和压缩燃油。
吸气阀		防止加压燃油逆流到 SCV。
出油阀		防止从柱塞抽吸到油轨的燃油逆流。
燃油温度传感器		检测燃油温度。

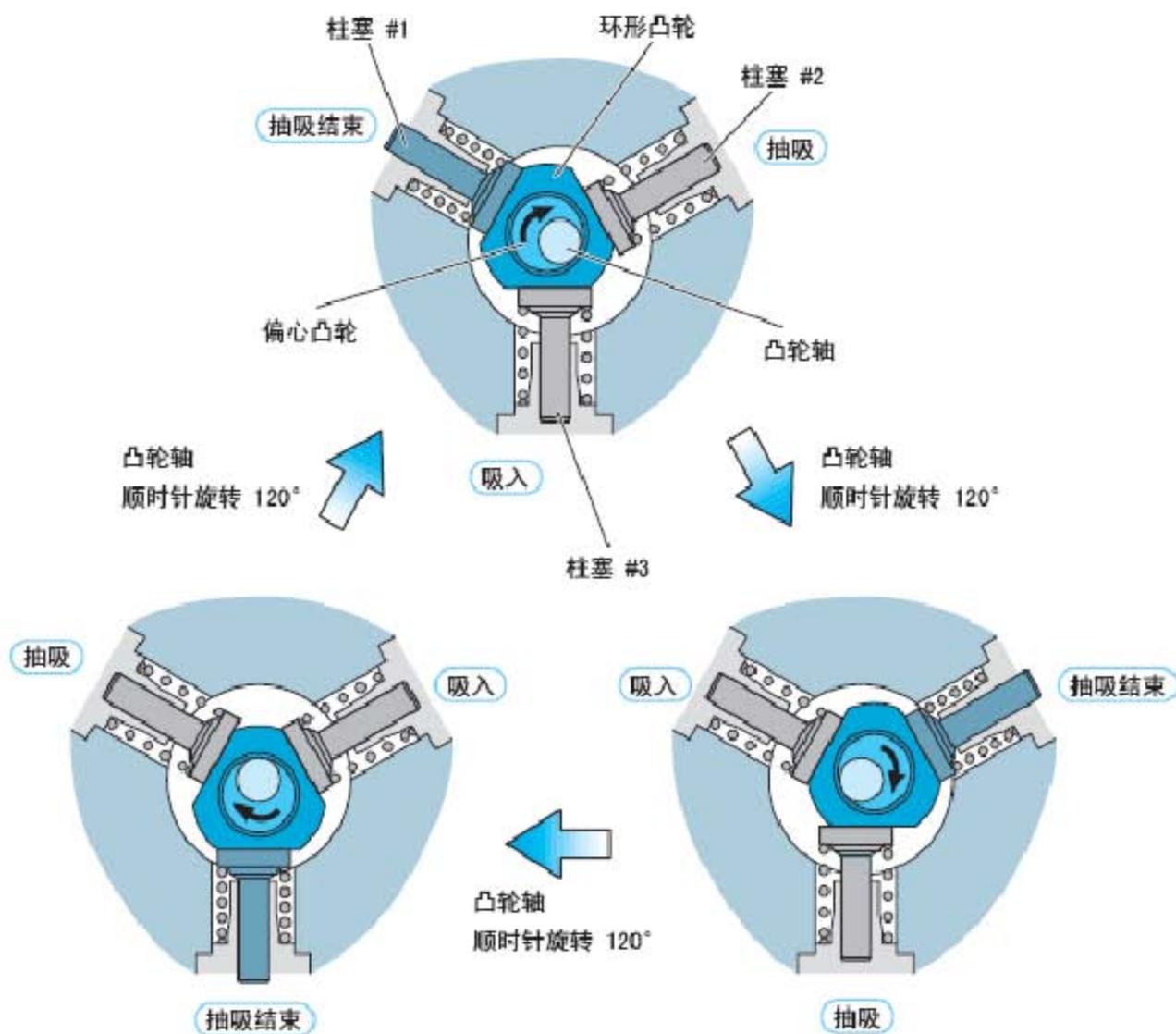
HP4 输油泵零部件和功能基本上与 HP3 的相同。下面的说明仅包括 HP4 与 HP3 的不同之处。对于其他零部件，请参见 HP3 说明中的对应项。

1). 泵单元（偏心凸轮、环形凸轮、柱塞）

- 在驱动轴的偏心凸轮上安装有一个三角环形凸轮，三个柱塞以  $120^\circ$  的间隔安装在环形凸轮上。



- 因为凸轮轴的旋转使偏心凸轮偏离中心旋转，所以环形凸轮伴随此运动移动，这使得三个柱塞进行往复移动。（环形凸轮本身不旋转。）

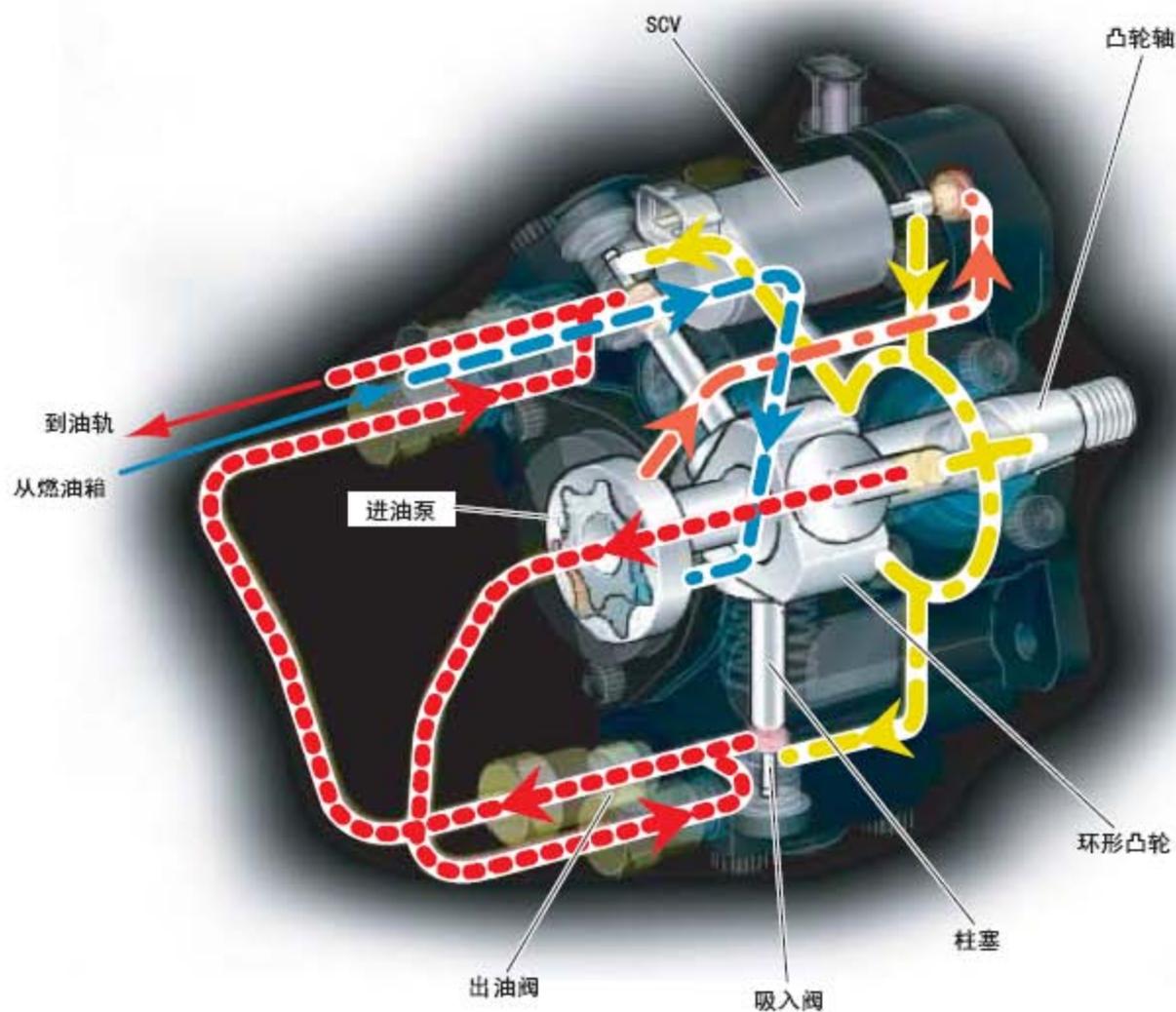


### 3.1.4.4 输油泵工作原理

#### 1). 输油泵燃油总流程

燃油从燃油箱吸入到进油泵，然后输送到 SCV。此时，调节阀将燃油压力调整到低于一定水平。由进油泵输送的燃油由 SCV 调整达到所需的排放量，然后通过吸气阀进入泵单元中。泵单元将燃油通过出油阀抽吸到油轨。

-  从燃油箱的进油泵（吸入）
-  从进油泵的 SCV（低压）
-  从 SCV 的泵单元（低压调整完成）
-  从泵单元到油轨（高压）



#### 2). 工作原理

排放量由 SCV 控制。如同 HP3 一样，阀开启度由占空比控制来调整。与 HP3 的唯一差别是泵单元的形状。工作原理和控制基本上相同。有关工作原理和控制的详情，请参见对 HP3 的说明。