

简介

依照目前的机械和工业设备显示的趋势—更大型化、操作更精密、控制更自动化，液压传动装置在几乎所有的工业领域被广泛应用于机械装置。原因在于与机械或电气控制设备相比，液压装置具有很大优势，如应用更灵活，只需相对小的尺寸及狭窄的空间来安装就能获得巨大、动态的动力，而且结构简单。

如上所述，其应用已迅速扩展到几乎所有的工业领域，如机械、工程机械、锻压机和压力机、建筑机械、注射成型机、飞机、轮船和医疗器械等。

液压装置的主要优点如下：

- (1) 通过流量控制，可容易地进行连续的速度控制。
- (2) 通过压力控制，可容易地获得多级连续的动力。
- (3) 通过方向控制，可容易地改变执行元件的方向。
- (4) 通过压力控制，可轻松地用于安全保护装置。
- (5) 通过使用蓄能器可积累压力能。
- (6) 配合电气控制可容易地实现远程控制。

除了以上液压设备具有的优点，液压油作为动力的介质，与其他流体如空气、水相比，还有以下出色的性质：

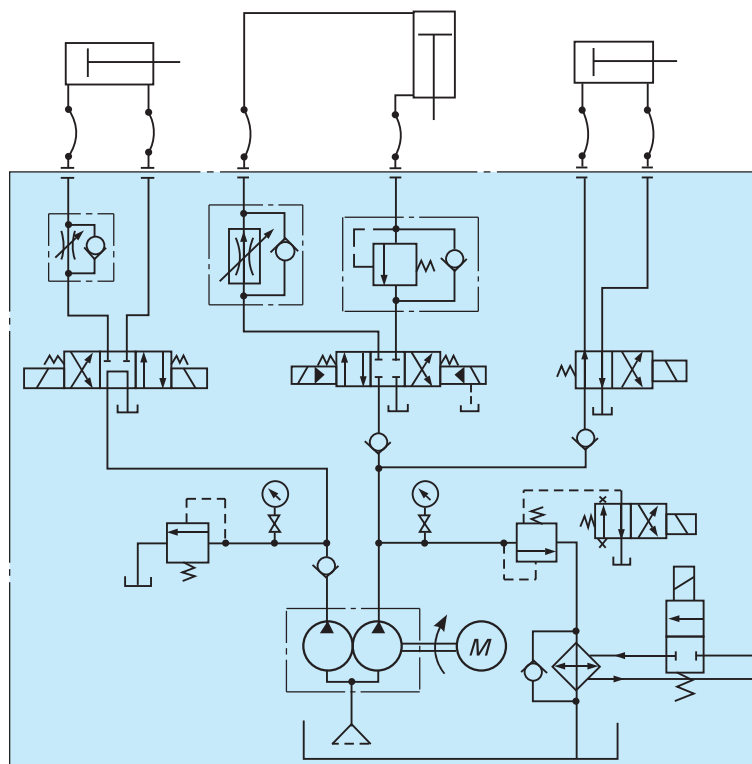
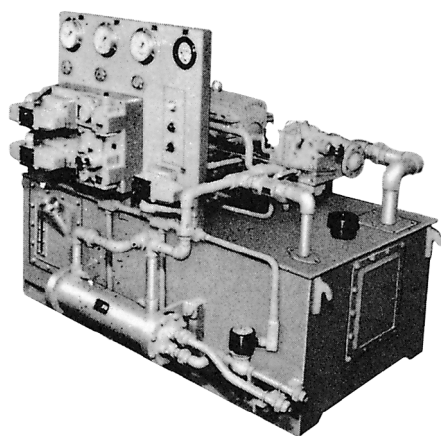
- (1) 液压油具有优越的润滑特性及防锈作用，这会直接关系到液压组件的长寿命及容易的系统维护。
- (2) 更高的可应用压力使设备尺寸较小。
- (3) 控制响应高，而且由于压缩率低，运行安全。
- (4) 基于以上同样的原因，操作时间延迟几乎可以忽略。

液压装置并不像它们看起来那样复杂，基本上由以下五种功能元件组成：

(1) 泵 (2) 压力控制阀 (3) 方向控制阀 (4) 流量控制阀 (5) 执行元件如：油缸、马达及旋转摆动扭矩执行器。

除此之外，储能器与增压器也被经常使用。

作为辅件，压力表、滤网、滤油器、热交换器、空气滤清器、流量计、温度计等被适当地使用。



1. 液压基本原理

1-1 巴斯卡定律

静态流体有如下性质：

作用在封闭的流体上的压力无损失地传动到各个方向，并且在相等的面积上作用着相等的力，并与作用面积保持垂直。

在下图中，作用于面积为 1 cm^2 的小活塞上的 30 kgf 的外部作用力，均匀地施加 30 kgf/cm^2 的压力于大活塞的每平方厘米的面积上。因大活塞的面积是 50 cm^2 所以作用于大活塞的力为 1500 kgf 。

$$P = \frac{F}{A}, \quad W = B \times P$$

这里 F =外部作用力 (kgf)

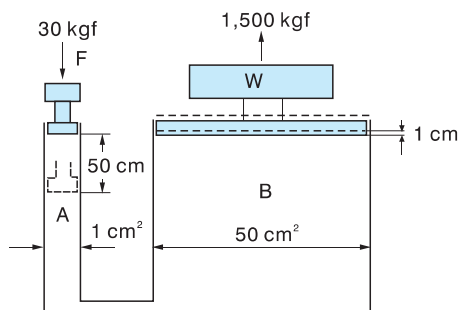
A =小活塞截面面积 (cm^2)

B =大活塞截面面积 (cm^2)

P =被传递的压力 (kgf/cm^2)

W =负载 (kgf)

这里，如果小活塞被压下 50 cm ，大活塞上移 1 cm ，大活塞的运动距离与大活塞与小活塞的面积之比成反比，而受力则直接成正比。



1-2 输出力与油缸速度

输出力=压力 x 有效活塞面积

$$F_1 = P_1 \times A = P_1 \times \frac{\pi D^2}{4}$$

$$F_2 = P_2 \times B = P_2 \times \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4}$$

$$\text{速度} = \frac{\text{流量}}{\text{有效活塞面积}}$$

$$V_1 = \frac{Q_1}{A} = \frac{Q_1}{\frac{\pi D^2}{4}}$$

$$V_2 = \frac{Q_2}{B} = \frac{Q_2}{\frac{\pi (D^2 - d^2)}{4}}$$

F_1 ：外伸输出力

kgf

F_2 ：内缩输出力

kgf

A ：无杆腔活塞面积

cm^2

B ：有杆腔有效活塞面积

cm^2

P_1 ：压力

kgf/cm^2

P_2 ：压力

kgf/cm^2

D ：油缸内径

cm

d ：活塞杆外径

cm

V_1 ：外伸速度

cm/min

V_2 ：内缩速度

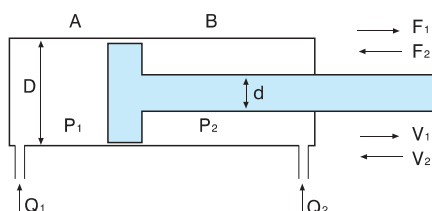
cm/min

Q_1 ：流向无杆腔端的流量

cm^3/min

Q_2 ：流向有杆腔端的流量

cm^3/min

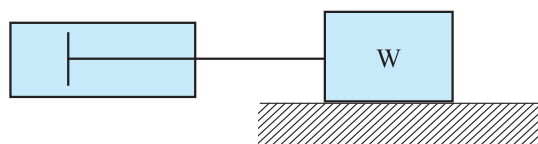


1-3 油缸在工作中的负载计算例子

(1) 由摩擦阻力产生的负载

在下图中，摩擦负载在运动的开始为 $F_s = W \times \mu_s$ ，摩擦负载在运动中为 $F_d = W \times \mu_d$ 虽然摩擦系数随滑动面的光滑程度变化，一般情况下机床的滑动摩擦系数可大致如下的简图：

$$\mu_s \leq 0.2 \text{ to } 0.3 \quad \mu_d \leq 0.05 \text{ to } 0.15$$



W = 质量

μ_s = 静态摩擦系数

μ_d = 动态摩擦系数

(2) 由惯性产生的负载

当物体加速时，惯性产生的负载其值为运动物体质量乘以加速度。负载将被产生直到速度恒定。在物体的加速度恒定时，惯性产生的负载由以下公式给出：

惯性负载

(加速度负载): $F_a = \frac{W}{g} \times \alpha$ g: 重力加速度 9.8 m/sec^2 , α : 加速度 m/sec^2

$$\text{加速度: } \alpha = \frac{\text{速度的变化}}{\text{加速所需的时间}}$$

$$W = 800 \text{ kgf}$$

$$g = 9.8 \text{ m/sec}^2 \cdots \text{重力加速度}$$

在 0.4 秒内，从 0 加速到 30 m/min 的加速度为：

$$\alpha = \frac{30}{60 \times 0.4} = 1.25 \text{ (m/sec}^2\text{)}$$

$$F_a = \frac{800}{9.8} \times 1.25 = 102 \text{ (kgf)}$$

因而，在加速度恒定进，负载为运动摩擦负载与惯性产生的负载之和。

2. 泵

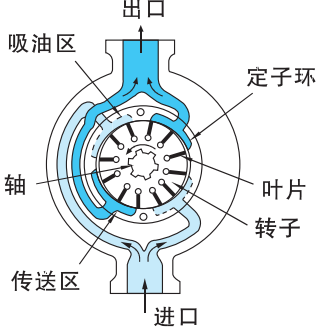
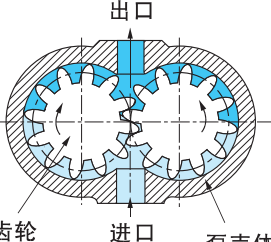
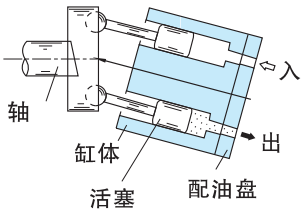
液压泵是将机械能转化为液压能的机械设备。在液压泵中，容积式泵目前在液压系统中使用最多。以结构区分，诸如叶片泵、齿轮泵、旋转柱塞泵都是最典型的液压泵。

$1 \text{ kgf/cm}^2 = 14.233 \text{ PSI}$
 $1 \text{ PSI} = 0.0703 \text{ kgf/cm}^2$

kgf/cm ²	35	70	105	140	175	210	245	280	315	350
PSI	500	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000	3,500	4,000	4,500	5,000

2-1 泵的分类

类型	压力 (kgf/cm ²)	输出流量 (ℓ/min)	最大转速 (rpm)	总效率 (%)
齿轮泵	20 – 175	7 – 570	1,800 – 7,000	75 – 90
叶片泵	20 – 175	2 – 950	2,000 – 4,000	75 – 90
轴向柱塞泵	70 – 350	2 – 1,700	600 – 6,000	85 – 95
径向柱塞泵	50 – 250	20 – 700	700 – 1,800	80 – 92

类型		叶片泵	齿轮泵	柱塞泵
特性	出口			
	泵原理	基于由相邻的两叶片、定子曲面和转子所构成的空间的体积变化。	由齿轮齿和泵壳体所封闭的空间传导。	基于由活塞的往复运动引起的体积变化。
	正常效率	通常较高	除压力负载型之外，相对较低	通常最高
	与液体粘度有关的效率	比较受影响	最受影响	只有很小影响
效 率	与泵部件损耗有关的效率	由于在泵部件与受压叶片接触到定子之间的精密间隙配合，可补偿液体渗漏，因而效率不会降低很多。	随磨损而降低	随磨损而降低
	抗污染程度	即使少量污染物也会受到影响，但程度较活塞泵小。	压力负载型是敏感的，但低压型不太敏感。	由于在滑动部件之间的非常精密间隙配合，受污染物的影响最大。
	可否成为变量型	可能	不可能	可能

2-2 泵的公式

2-2-1 液压功率 (输出功率) L_o (kW)

$$L_o = \frac{PQ}{612} = 1.633 \times 10^{-3} \times PQ$$

P: 压力 kgf/cm^2

Q: 输出流量 (ℓ/min)

2-2-2 输入功率 L_i (kW)

$$L_i = \frac{2\pi TN}{6120} = 1.026 \times 10^{-3} \times TN$$

T: 扭矩 kg.m $1\text{kW}=102 \text{ kg.m/s}$

N: 转速 rpm .

2-2-3 容积效率 η_v (%)

$$\eta_v = \frac{Q}{Q_o} \times 100$$

Q_o : 最低压力的输出流量或几何输出流量 (ℓ/min)。

2-2-3 总效率 η_τ (%)

$$\eta_\tau = \frac{L_o}{L_i} \times 100$$

2-2-5 机械效率 η_m (%)

$$\eta_m = \frac{\eta_\tau}{\eta_v} \times 100$$

2-3 叶片泵

叶片泵的的优点有:

- (1) 输出压力波动极小, 实际上几乎可以被忽略。
- (2) 叶片磨损不会对泵的效率有很大影响。
- (3) 相对其液压输出力, 它们的尺寸较小。
- (4) 操作简单, 易于维护。

叶片泵的种类有:

- (1) 单级泵
- (2) 双联泵
- (3) 组合泵
- (4) 变量泵

2-3-1 单级泵

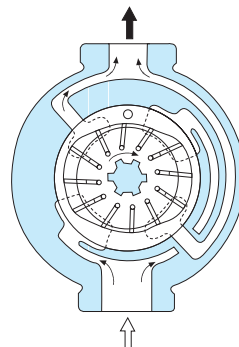
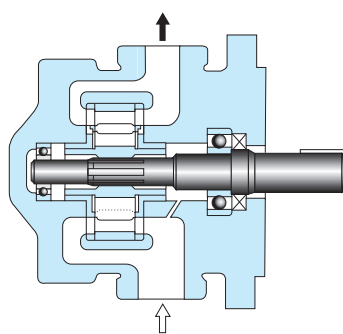
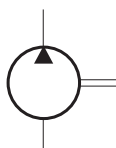
由于种类繁多可提供压力范围由低至高及容积范围由小至大, 单级泵最被广泛使用为液压动力源, 以满足各种工矿要求。

(1) 低压单级泵

这种泵设计最大可应用工作压力为 50 kgf/cm^2 和 70 kgf/cm^2 , 提供的不同排量由 $1.5 \text{ cm}^3/\text{rev}$ 到 $498 \text{ cm}^3/\text{rev}$ 。为对应其输出流量所特定的型号有 PVL1、50T、150T、250F 和 500F。

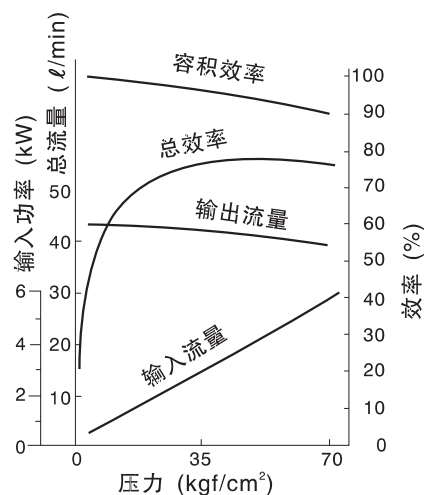
实际上, 这些低压单级泵在所有的工业邻域得到广泛应用, 从小型机床到大型的钢铁工厂设备。

图形符号



工作特性曲线 (举例)

型号 : 50T-36
 旋转速度: 1200 rpm
 粘度 : 40 cSt (190 SSU)



(2) 高压单级泵

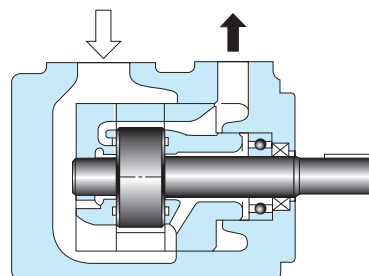
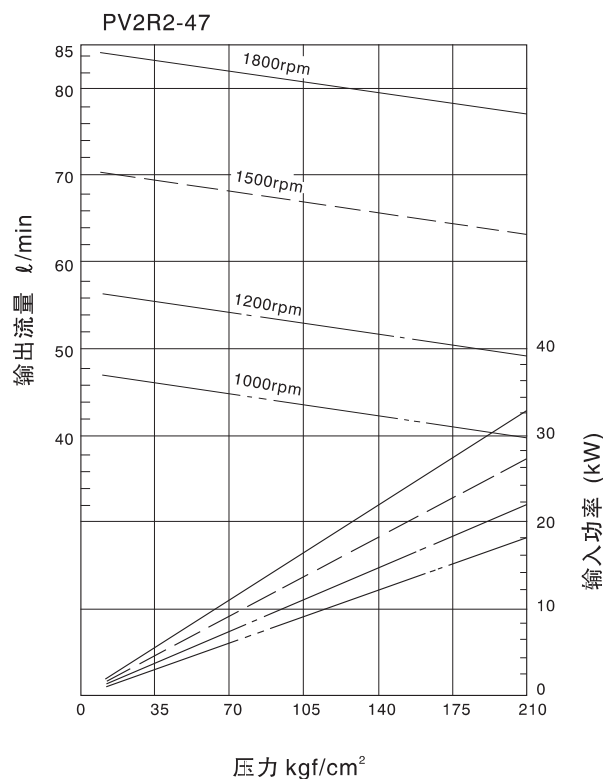
这种PV2R系列的泵设计最大可应用工作压力为160 kgf/cm²和 210 kgf/cm²。提供的排量范围由6 cm³/rev到237 cm³/rev。

结构上, 采用了压力加载原理, 以防止在输出压力增大时效率降低。此外, 其噪音小的特性使它们非常适用于注射成型机和其他很多种类的工况。

“压力对输出流量及输入功率”
 的典型工作特性

条件

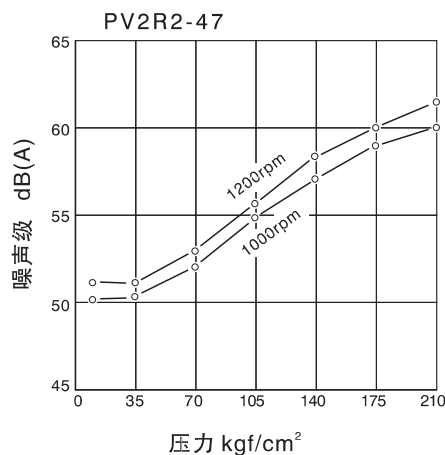
油粘度: 20 cSt (相当于 ISO VG32,
 油温 50°C)



噪声级特性 (举例)

条件

油粘度 : 20 cst
 测量点 : 距泵盖端水平 1m 远
 背景噪声级 : 40 dB(A)

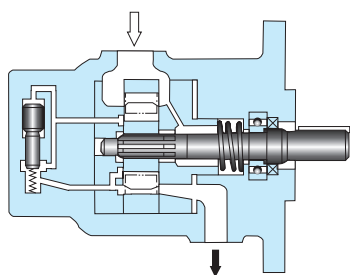


(3) 超高压单级泵

这种PV11R系列的泵设计最大可应用压力为 315 kgf/cm^2 和 400 kgf/cm^2 。提供的不同排量由 $2.3 \text{ cm}^3/\text{rev}$ 到 $22.5 \text{ cm}^3/\text{rev}$ 。

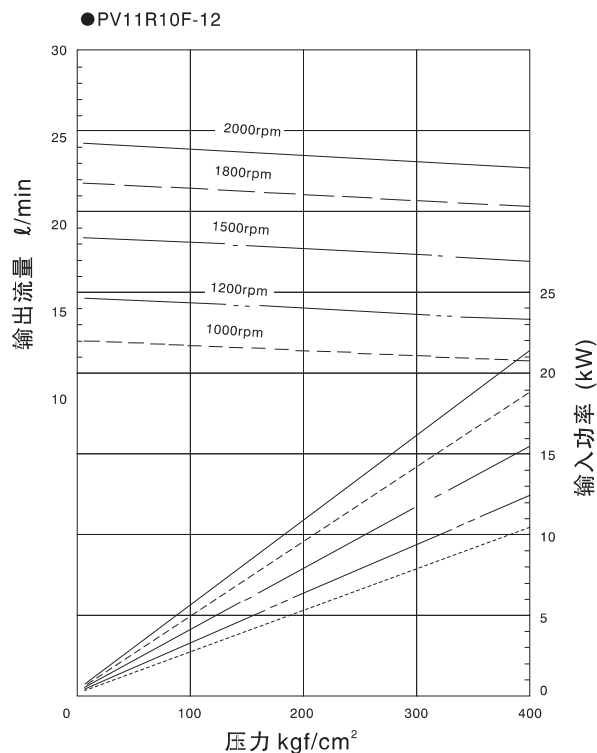
该系列的泵是完全特别为超高压应用而设计，为了解决与高压叶片泵相关的叶片与定子环的过度磨损问题，采用了特别的润滑手段和机械结构及压力加载原理。

这种泵的独特特性适用于那些需要使用超高压液压源的机器，如压力机及其它等。



条件
油粘度: 20 cSt
相当于 ISO VG32,
油温 50°C

“压力对输出流量及输入功率”
的典型工作特性

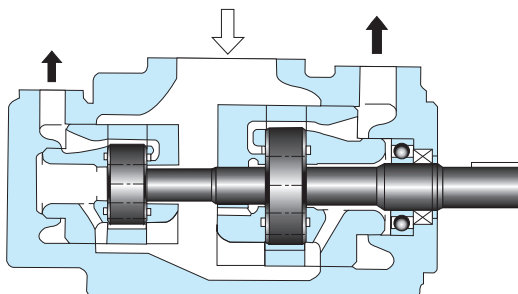
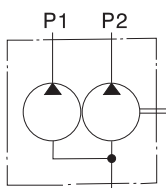


2-3-2 双联泵

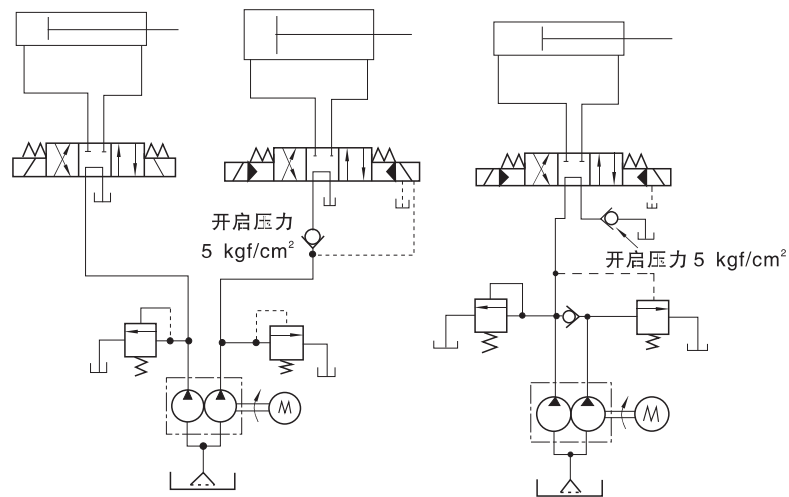
这种双联泵由两个分离、单一的泵组件串联组合在一个壳体里，同轴驱动，独立地排放液体。

两个泵组件可由低压和高压泵提供，可按容积选择以获得不同流量的组合。

图形符号



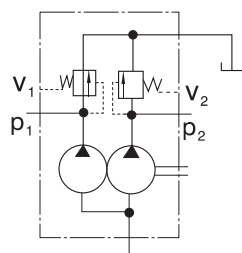
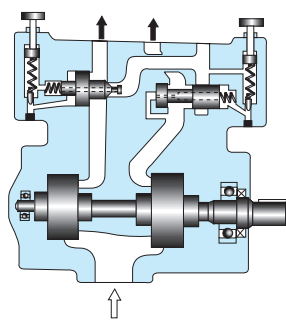
使用双联泵的例子



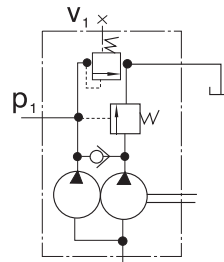
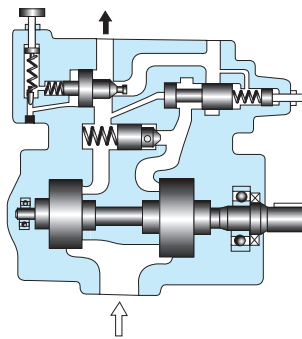
2-3-3 组合泵

典型的组合泵由一个双联泵和两个溢流阀或一个双联泵和一个溢流阀及一个单向卸荷阀内装在同一个壳体内。每个泵的压力可独立调节。

远程控制或高一低压控制都可实现。



(两个溢流阀的组合)



(溢流和卸荷阀的组合)

图形符号

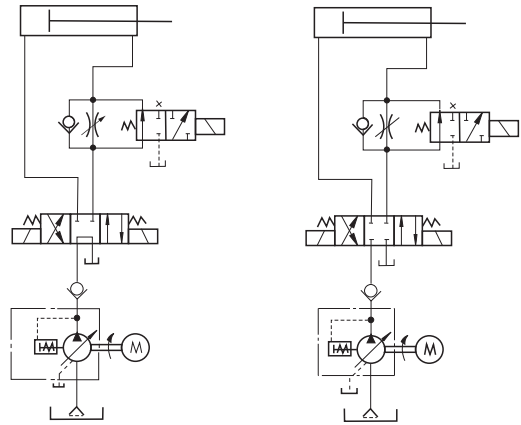
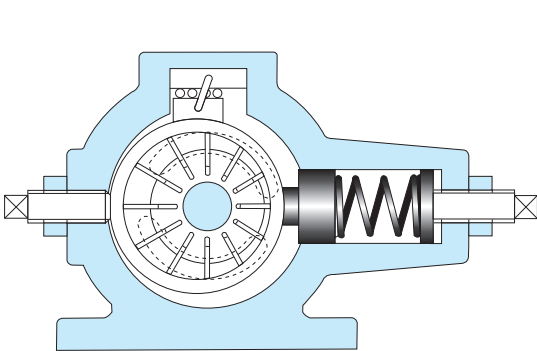
2-3-4 变量叶片泵

当系统压力提高并接近泵预设的关闭压力时，泵的输出流量会自动减少同时维持调定压力如常。

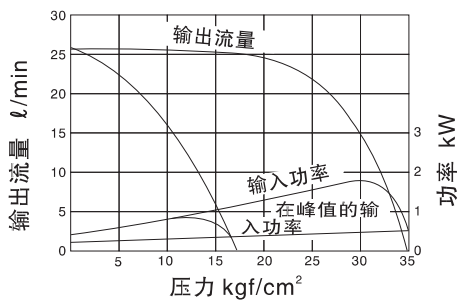
在现有的变量泵的流量控制方法中，压力补偿型最为流行。

因为这种泵不需随系统压力成比例地增加输入功率，因而可以设计高效率的回路。

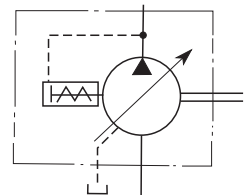
在我们的定量泵中，由于具有压力平衡式的结构，侧向负载彼此抵消。而在变量泵中，内部的压力并非平衡，并施加一侧向负载于其支承表面，该负载与工作压力成正比。



(例子) VPVQ - PNS※ - 06CR -
VPVQ - PSS※ - 06CR -



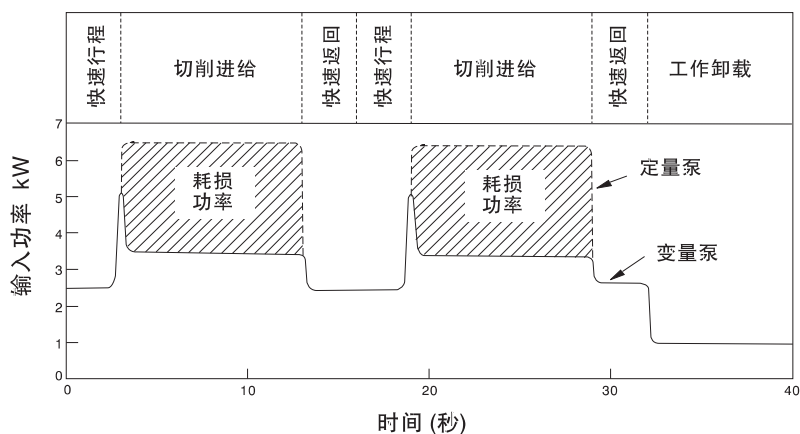
压力 kgf/cm ²	在峰值的输入功率 kW
5	0.22
10	0.24
15	0.27
20	0.32
25	0.39
30	0.48
35	0.55



输入功率可由以下公式计算：

$$\text{输入功率 (kW)} = \frac{PQ}{612} + \Delta L$$

P : 压力 kgf/cm²
Q : 输出流量 l/min
ΔL : 在峰值的输入功率 kW

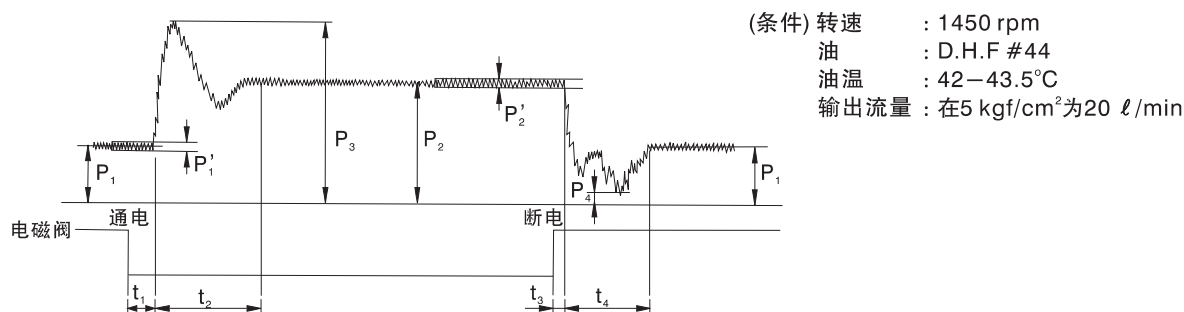


上图图解比较了用于机床进给控制的定量泵与变量泵的轴输入力的区别。虚线部分表示停止进给期间，输送给定量泵轴的输入力，显示出即使切断负荷，泵的输出压力仍升至系统压力。相应地，过剩的油被白白地释放到油箱，而导致不理想的油温升高。在同样条件下，因为变量泵只在进给时输送必要的油，所以可获得很高的功耗效率，而定量泵只能提供较低的功耗效率。

使用变量泵的其他优点是无需为泵配置溢流阀且油温增长小，这样可以使油箱的尺寸较小。

反之，与定量泵相比，其缺点是泵的使用寿命较短、噪音较大。变量泵的价格略高，但差别会被节省下的不必要的溢流阀和管路费用抵消。

由于变量泵的回路被突然截断而造成的冲击压力会比溢流阀压力设置高约30%到50%，其大小随泵的输出压力、流量、截断时间而变化。在变量泵使用容积式弹簧的情况下，时间延迟直到冲击压力提升时，大约是在3/100 到6/100 秒之间(下图是一个单幅响应特性的例子)。



■ 测量值

泵号	P ₁ kgf/cm ²	P ₂ kgf/cm ²	P ₃ kgf/cm ²	P ₄ kgf/cm ²	P ₁ kgf/cm ²	P ₂ kgf/cm ²	t ₁ 秒	t ₂ 秒	t ₃ 秒	t ₄ 秒
1 号	15	105	166	1.0	3.2	4.0	0.0126	0.0645	0.0045	0.0698
	50	105	155	10.0	4.4	4.0	0.0125	0.0510	0.0090	0.0630
	70	105	150	16.0	4.0	4.2	0.0122	0.0422	0.0039	0.0639
2 号	15	105	156	2.0	4.0	5.2	0.0147	0.0508	0.0020	0.0478
	50	105	154	7.0	4.2	5.2	0.0129	0.0356	0.0069	0.0409
	70	105	154	16.0	4.8	5.6	0.0110	0.0382	0.0029	0.0492

变量泵可以在以下条件下卸荷：

- (1) 在最大压力时没有输出…出油管完全关闭。
- (2) 在最小压力时输出最大…出油管对油箱完全打开。

在上述两种条件中，如果将泵的噪音、寿命和系统中的油温升高作为重点考虑，第二种条件会比较理想。另一方面，冲击压力同样需要被检验，如果泵在卸荷条件下被加载，冲击压力很有可能在系统中产生，并且破坏性的影响系统操作。

2-4 柱塞泵

柱塞泵的优点如下：

- (1) 高效。
- (2) 比较容易获得高压。
- (3) 变量式可容易地设计。
- (4) 可提供各种控制方式。

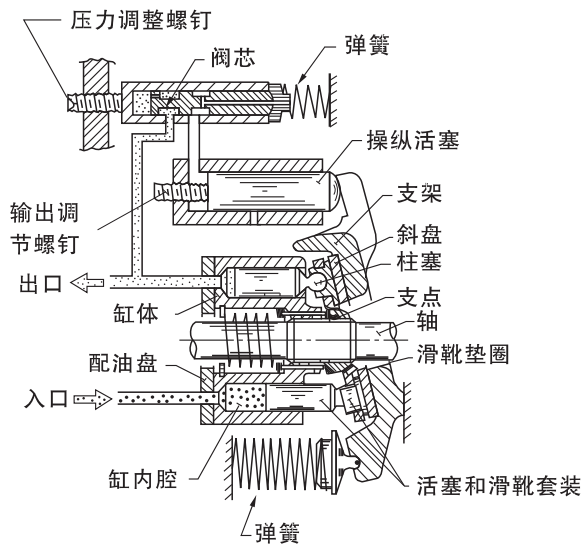
柱塞泵的种类：

- (1) 轴向柱塞泵
- (2) 径向柱塞泵
- (3) 往复式柱塞泵

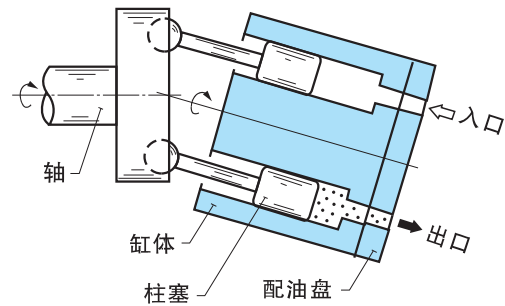
2-4-1 轴向柱塞泵

轴向柱塞泵广义上分为弯轴式和斜盘式。

下图给出每种结构。



斜盘式轴向柱塞泵



弯轴式轴向柱塞泵

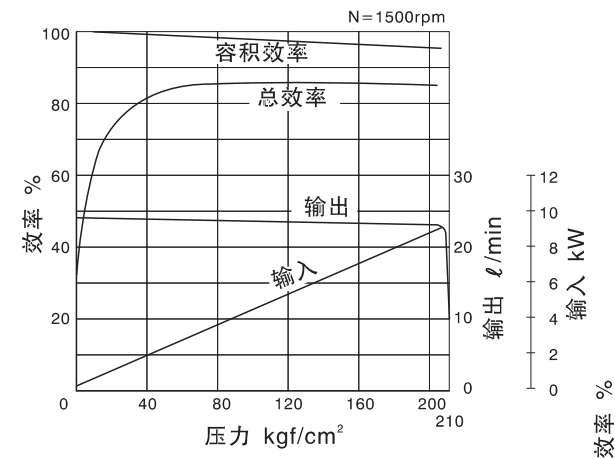
在两种泵中，柱塞都平行于各自缸体的轴线往复运动。当缸体旋转时，对斜盘式轴向柱塞泵，泵工作通过斜盘倾角完成，对弯轴式轴向柱塞泵则是靠与缸体轴线相关的驱动轴倾角工作。

这些柱塞泵通过改变斜盘倾角或驱动轴倾角可相应地配置成变量式泵。

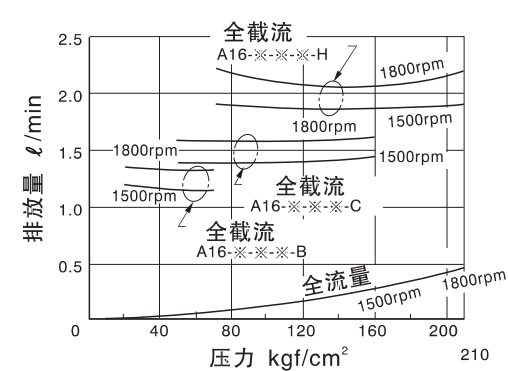
虽然斜盘式轴向柱塞泵或弯轴式轴向柱塞泵各有相应的优点，油研的A-系列变量柱塞泵采用了斜盘式，达到低噪音、高效、高响应特性。作为单级泵，它们的几何排量范围在 $6.3 \text{ cm}^3/\text{rev}$ 到 $125 \text{ cm}^3/\text{rev}$ 。

在 20 厘沱 (cSt)[100 SSU][ISO VG32油质, 50°C(122°F)]
情况下的典型工作特性

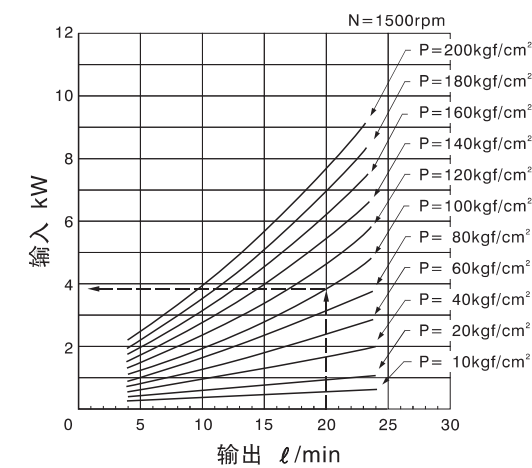
性能特性曲线



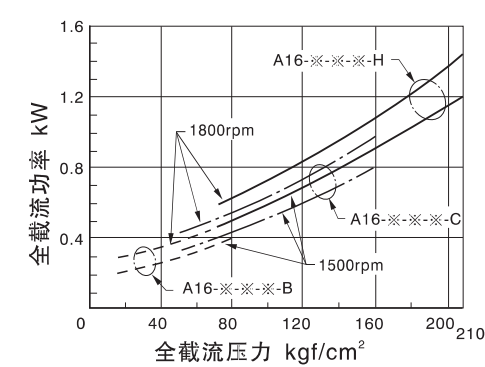
排放特性



输入性能特性

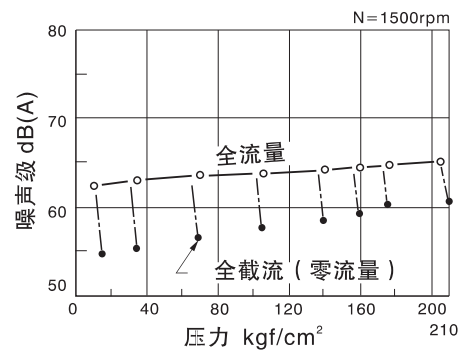


全截流功率特性



噪声级特性

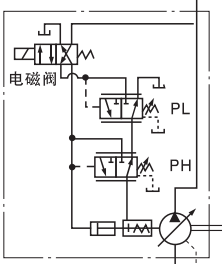
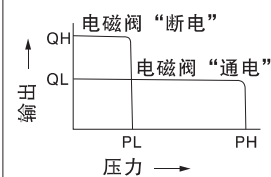
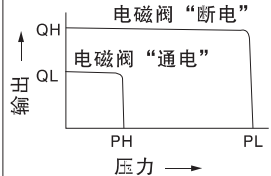
条件
测量点.....距泵前盖水平 1m (3.3 英尺) 远
背景噪声级.....40 dB(A)



■ A-系列变量柱塞泵的控制型式

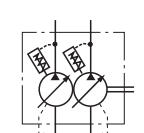
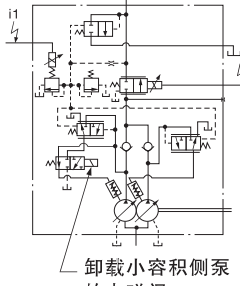
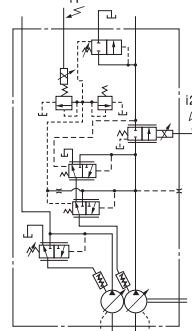
● 单级泵

控制型式	图标	特性	说明
“01” 压力补偿器型			● 当系统压力提高并接近预设的关闭压力时，泵流量自动减少同时维持设定压力不变。 ● 压力设置和泵流量可按要求调节(手动设置)
“02” 电磁-双压控制型			● 两种关闭压力，通过电磁换向阀的开闭操作可选择高低压力。 ● 当某项应用执行元件的输出功率需由两种不同的负载压力控制而执行元件的速度要几乎恒定时，这种控制就很理想。
“03” 压力补偿器控制带卸载型			● 这种控制在压力补偿器型控制的基础上补充了卸载功能。 ● 该控制适用于需要长卸载时间而且热量产生与噪音需维持在最低水平的情况。
“04” 电-液比例节能型			● 这是一种节能型控制，可将泵的流量及负载压力调节到操作执行元件完全必要的状态。 ● 泵的流量和关闭压力由泵的控制装置的输入电流按比例控制，该输入电流由特定的放大器来调节。 ● 在流量控制期间，泵的负载压力可保持在高于负载压力近 2.5 kgf/cm² 的水平，最终有助于电能的节约。
“05” 由系统压力实现的双压双流量控制型			● 用该方法控制，一个“A”系列泵可达到使用两个泵(一个低压高流量泵和一个高压小流量泵)才能获得的同样功能，这样只需用较小功率的电动机来驱动泵。 ● 当系统压力升高接近预设的关闭压力“PL”时，泵的流量自动降低到“QL”。 ● 压力(PL, PH)和流量(QL, QH)可选择各自独立设置。 ● 这种控制使用于“压力机”这样的应用，在冲压开始时，从快速进给到慢速进给之间需要一个切换点。

控制型式	图标	特性	说明
“06” 由电磁实现的双压 双流量控制型		设定在 $PL < PH$ 	● 用这种控制，一个“A”系列泵可达到使用两个泵（一个低压高流量泵和一个高压小流量泵）才能获得的同样功能，这样可使用较小功率的电动机来驱动泵。 ● 通过电磁换向阀的开关操作可以在低压高流量与高压小流量之间切换。当电磁铁为“开”时，无论压力大小，流量都降至“QL”。 ● 压力 (PL, PH) 和流量 (QL, QH) 可被选择各自独立设置。 ● 该控制方法适用于从快速进给到慢速进给之间的切换已经完成，机床需要开始进行机械加工的情况。
		设定在 $PL > PH$ 	● 用这种控制，一个“A”系列泵可达到使用两个泵（一个低压小流量泵和一个高压高流量泵）才能获得的同样功能。 ● 通过电磁换向阀的开关操作可以在低压小流量与高压高流量之间切换。当电磁换为“开”时，无论压力大小，流量都降至“QL”。

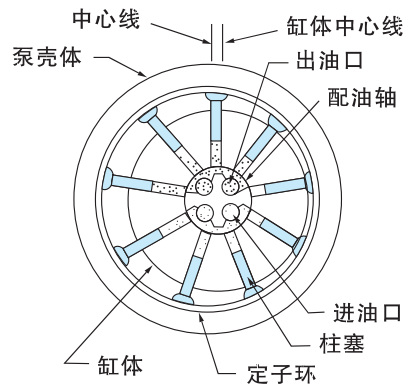
● 双联泵

这种双联泵由两个“A”系列单级泵串联组合在同一壳体内，同轴驱动。

控制型式	图标	说明
“01/01” 压力补偿器型		● 由两个独立的油口输送的液体既可以供给不同的回路，也可以供给同一回路，视其用途而定。 ● 其特性与单级泵的“01”压力补偿器型相同。
“04” 电-液比例节能型		● 从两个内置泵输出的分开的液流被合并成一股，可被负载传感控制。 ● 其特性基本与单级泵中的“04”比例电液节能型相同。但是因为装备了电磁换向阀以卸载侧向驱动泵，可达到更为有效的功耗节约。
“01/04” 压力补偿器型 加 电-液比例节能型		● 小容积一侧是压力补偿器控制型，大容积一侧是比例电液节能型。 ● 每个泵的特性分别与它们的单级泵相同。

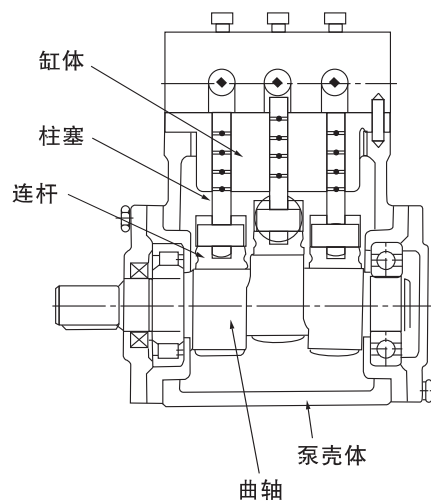
2-4-2 径向柱塞泵

在这种泵中，柱塞沿径向排列在沿固定或静止的配流轴旋转的缸体中。当定子环与配流轴偏离轴心时，柱塞在垂直于轴心的柱塞孔中往复运动，在每个半转中交替地重复吸入、排出油的过程。



2-4-3 往复式柱塞泵

在这种柱塞泵中，柱塞沿缸体内的缸孔往复运动，这些缸孔彼此平行并垂直于位于水平面上的轴的中心线，包括轴的中心线。



2-5 泵的噪音

2-5-1 泵发出噪音的主要原因

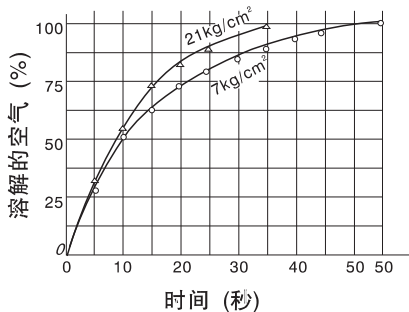
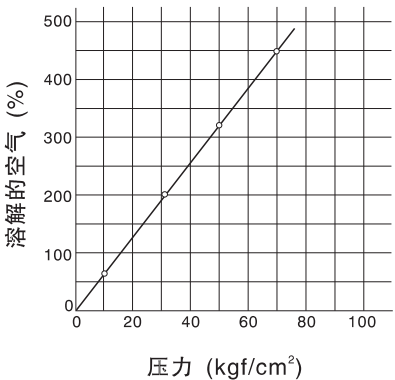
以下是泵发出噪音的主要原因包括泵自身特有的噪声。

- (1) 滤网或吸油管路存在过大的吸油阻力，泵吸油口处的负压不应超过-150mmHg。
- (2) 泵从吸油侧吸入空气。
- (3) 空气从泵轴和其密封之间的间隙中被吸入。
- (4) 泵轴和马达轴的同轴度不在允许范围之内。
- (5) 气泡混入油中。
- (6) 泵速太高。
- (7) 油的粘度过高。

2-5-2 气泡和溶解于油中的空气

- (1) 气泡并非溶解于油的空气而是油中夹带的空气。
- (2) 不含气泡的油其体积弹性模量大约是 $1.6 \times 10^{-4} \text{ kgf/cm}^2$ ，如果油中即使含有少许气泡，其体积弹性模量的值会显著减小。
- (3) 液压油中的空气溶解度与施加的压力近似成正比。

当吸油压力降低时，溶解的空气会在瞬时以气泡的形式出现，并进入泵，当气泡到达泵的出油口时，会被输出侧压力突然压破，因而产生很大的(气泡)破裂的声音，这就是所称的“气蚀噪音”。



3. 压力控制

这种阀是控制液压系统压力的阀。按其压力控制的用途分为以下几种。

- (1) 溢流阀
- (2) H 型 / HC 型压力控制阀 (顺序阀、卸荷阀、平衡阀等)
- (3) 卸荷溢流阀
- (4) 减压阀 单向减压阀
- (5) 制动阀
- (6) 平衡阀 (减压溢流阀)
- (7) 压力继电器

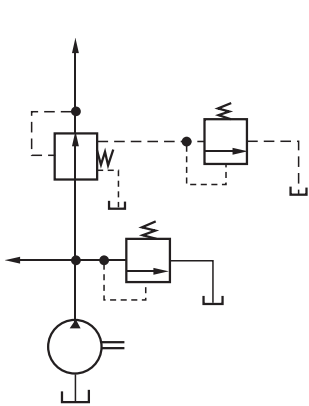
3-1 溢流阀

溢流阀保护液压系统防止过度的压力增长并维持液压系统的恒定压力。

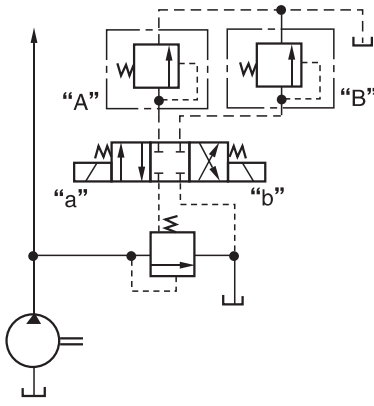
(1) 直动溢流阀

这种溢流阀结构上实际很简单，相对于流过阀的额定流量来说尺寸较小。反之，过高的压力超量和易于出现颤振现象是其弱点。因而这种阀主要用于较低流量的压力控制，例如用于先导压力控制阀的先导压力，与上述的优点相矛盾。

回路中的溢流阀

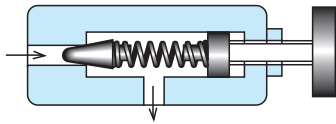
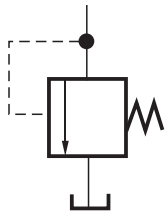


(1) 减压阀的远程控制



(2) 三级压力的远程控制

图形符号



(2) 平衡活塞式溢流阀

这种阀因其出色的压力控制性能而成为应用最为广泛使用的溢流阀。结构上这种阀由一个平衡活塞和一个先导阀组成。前者将超出的油释放到油箱，后者控制平衡活塞以调节溢流压力。通过适当地使用排放管路可以方便地实现远程控制、卸荷控制、高低压控制。

油研标准平衡活塞式溢流阀的尺寸和最大流量如下表：

阀的尺寸	最大流量 ℓ/min
3/8	100
3/4	200
1 1/4	400
2	800
3	1,200

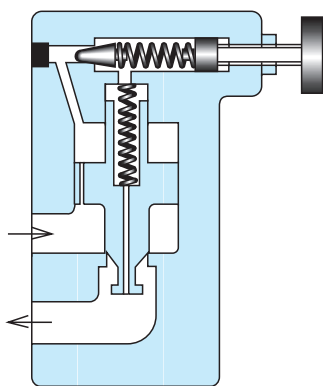
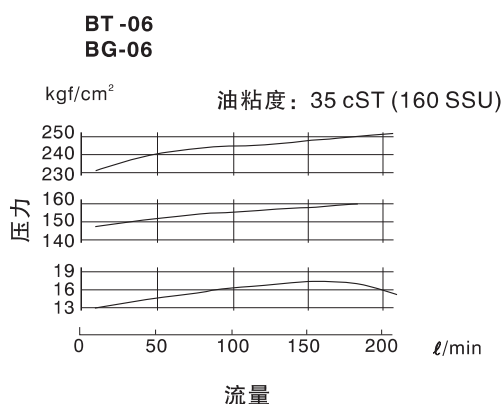


图1 显示关于我们的 BT-06 和 BG-06 型号的平衡活塞式溢流阀的流量对压力特性 (压力超量特性) 的测量结果。

图 1 公称超量特性



当溢流阀的排放管路完全打开时的溢流压力被称为排放压力，而在最小控制先导压力时的溢流压力被称为溢流阀的最小调节压力。图 2 显示关于流量对排放压力特性及流量对最小调节压力特性在高排放型和低排放型溢流阀间的实验结果。

每种溢流阀都有其特定流量，如超过该流量，过剩的会流过溢流阀的排放管路，由于排放管路的流阻而造成排放压力会突然升高。

图 3 所描述的回路是使用交流 (A C) 电磁阀来加载于溢流阀，图4显示在瞬态响应的压力曲线。

在首次启动压力控制功能时，电磁阀会先通电以关闭先导管路，图表4中“t”表示时间延迟是不可避免的。

图 5 说明了时间延迟与流量、液体粘度的关系。同时也可确认所设定的溢流压力与时间延迟无关。

另一方面，图4中的“T”表示如使用的管路容积越小，所设定的压力越小，与液压系统相关的时间延迟就可被缩短。相应地在检验溢流阀的总时间延迟时，我们必须考虑“T”和“t”。

图 2 最小调节压力和排放压力对流量

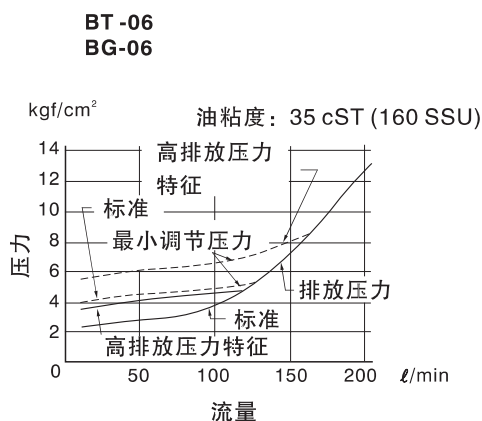


图 3 测试回路

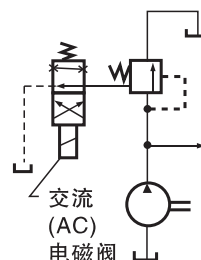


图 4 瞬态压力上升曲线

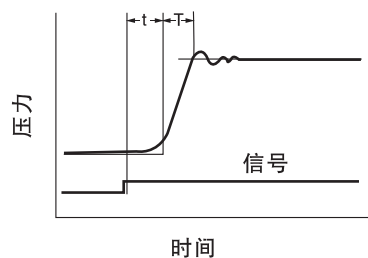
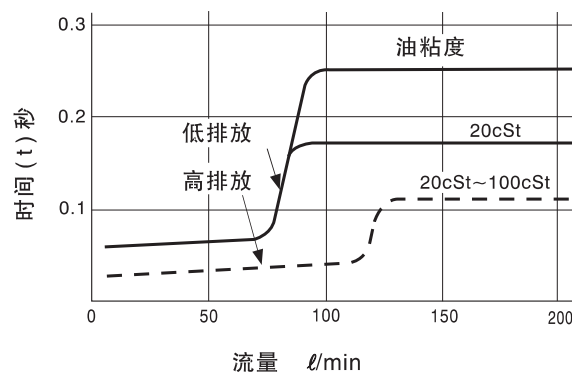


图 4 描述的是在图 3 的回路中，溢流阀的排放管路被电磁阀通电关闭后，随时间流逝压力升高状态的波形图。

图 5 描述在卸载条件下和全溢流条件下溢流阀自身的时间特性曲线。

图 5 时间延迟对流量



(3) 电磁溢流阀

平衡活塞式溢流阀通常与被分隔放置的小尺寸电磁换向阀组成，通过电信号操纵作为卸荷阀来使用。参考 3-1(2)中的图 3 “平衡活塞式溢流阀”。而且，溢流阀 (排放口) 惯常以管道或管子通过小尺寸的电磁换向阀与一个或两个直动溢流阀相连接，来达到系统的两级或三级压力控制。

这种电磁溢流阀是由上述的平衡活塞式溢流阀和小尺寸的电磁换向阀组成的组合阀。

