

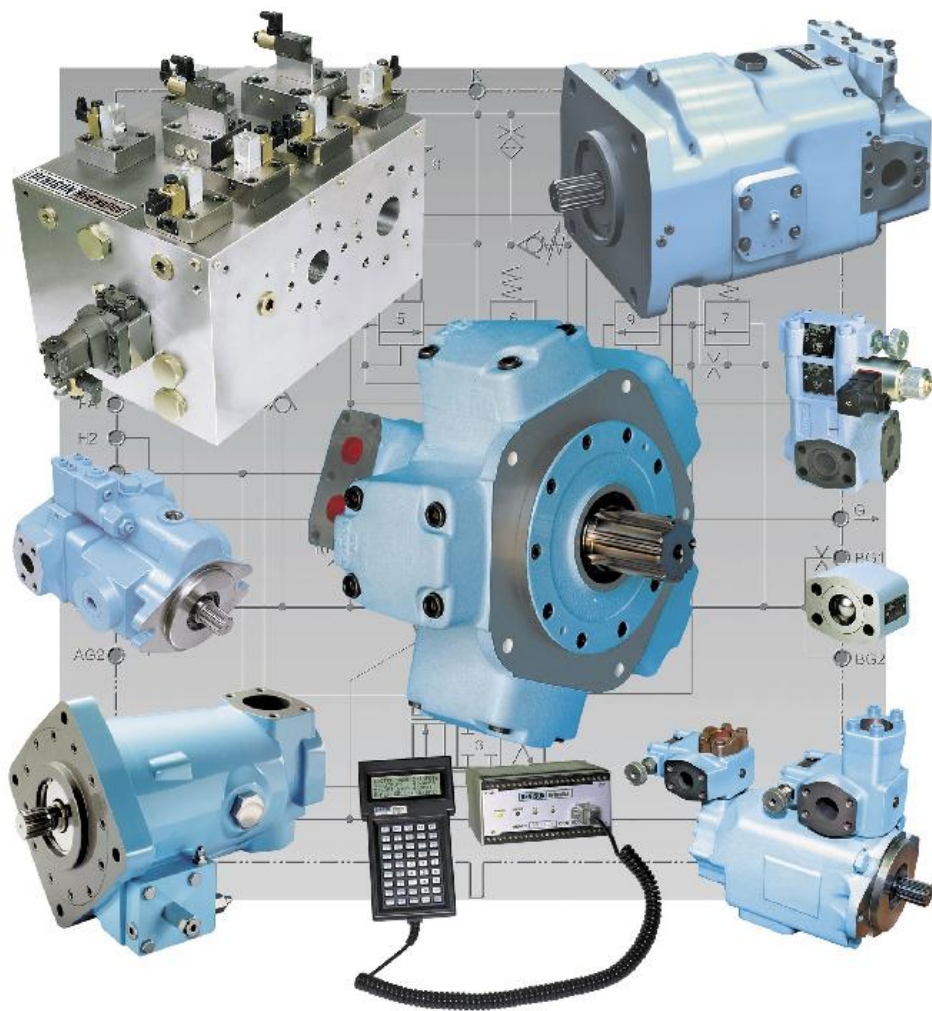
Hydraulic Pumps

液压泵基础



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

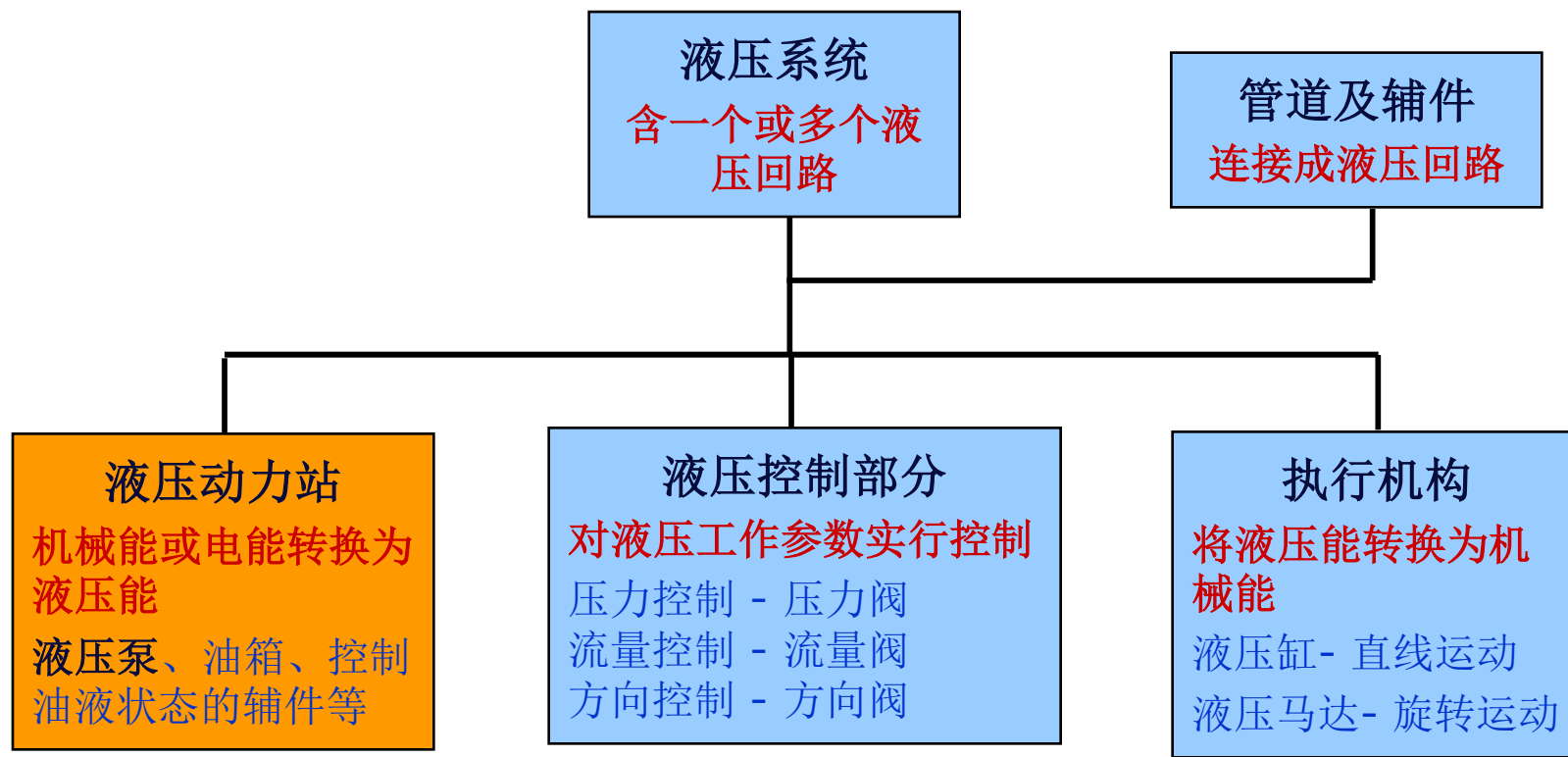
2008/06/30



液压系统 Hydraulic System

采用液压技术实现能量及运动转换、传递和控制的系统。

● 液压系统组成



液压泵 Hydraulic Pumps

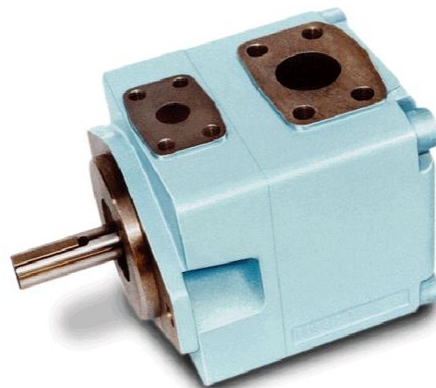


- 液压泵是把原动机 (电动机、内燃机等) 传递的机械能转换为液压工作能的机械装置。
- 各类液压泵构成泵送作用的元件不同，但泵送原理是相同的，所有的泵在吸油侧容积增大，在压油侧容积减小。
- 液压系统中使用的泵均为容积式泵，有许多类型，其中最典型的有：
 - ◆ 叶片泵
 - ◆ 齿轮泵 (外啮合、内啮合泵，摆线泵)
 - ◆ 柱塞泵 (弯轴型，斜盘或通轴型)
- 按排量是否可变频：
 - ◆ 定量泵
 - ◆ 变量泵

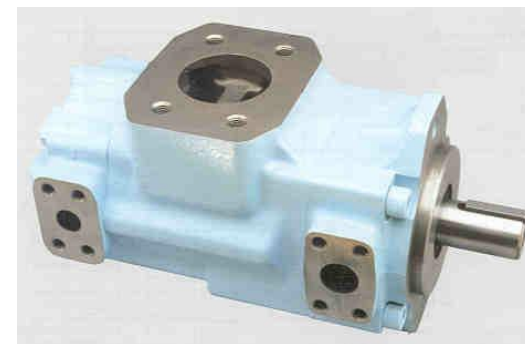
液压泵的分类



定量柱塞泵
(弯轴式)



叶片泵



变量柱塞泵
(斜盘式)



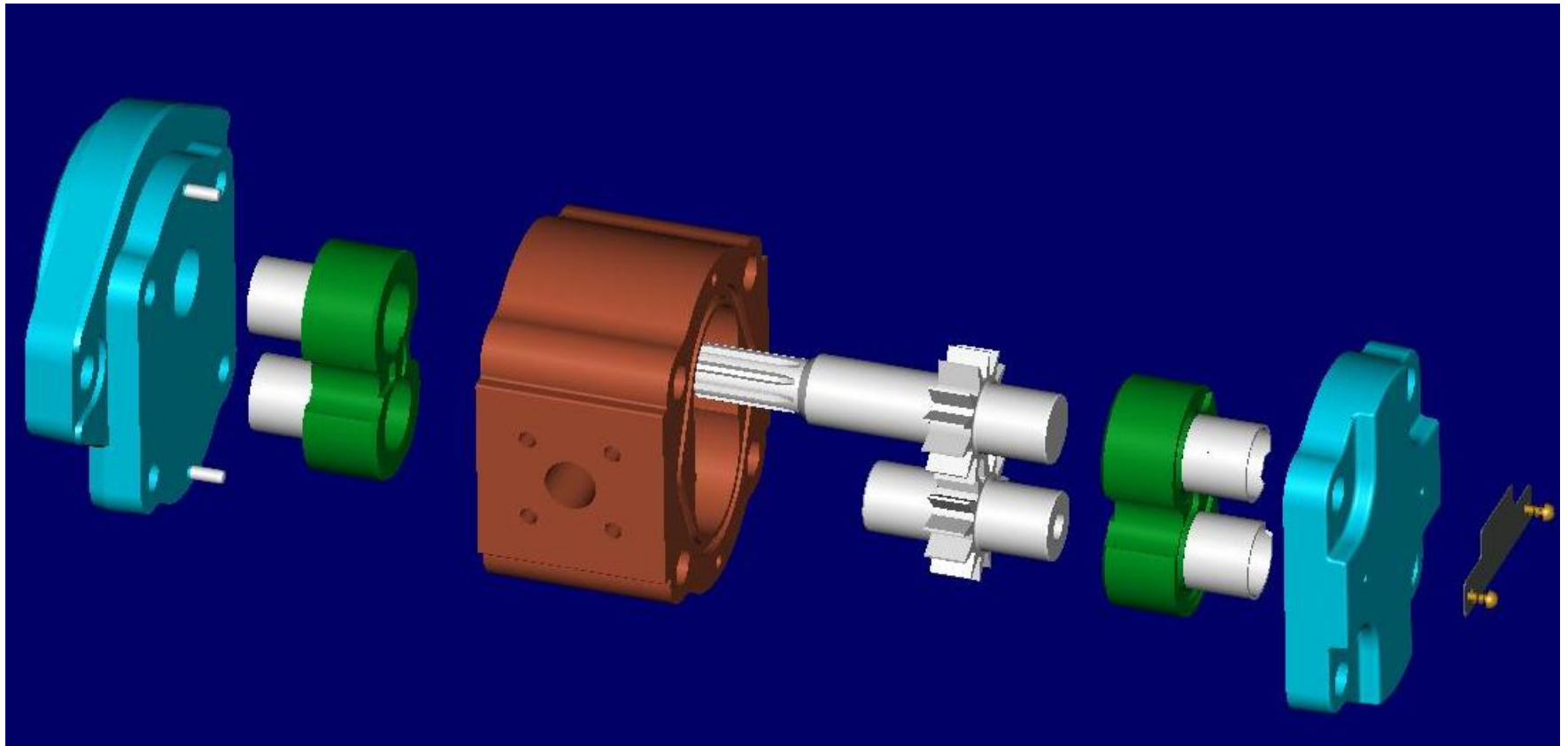
齿轮泵

齿轮泵

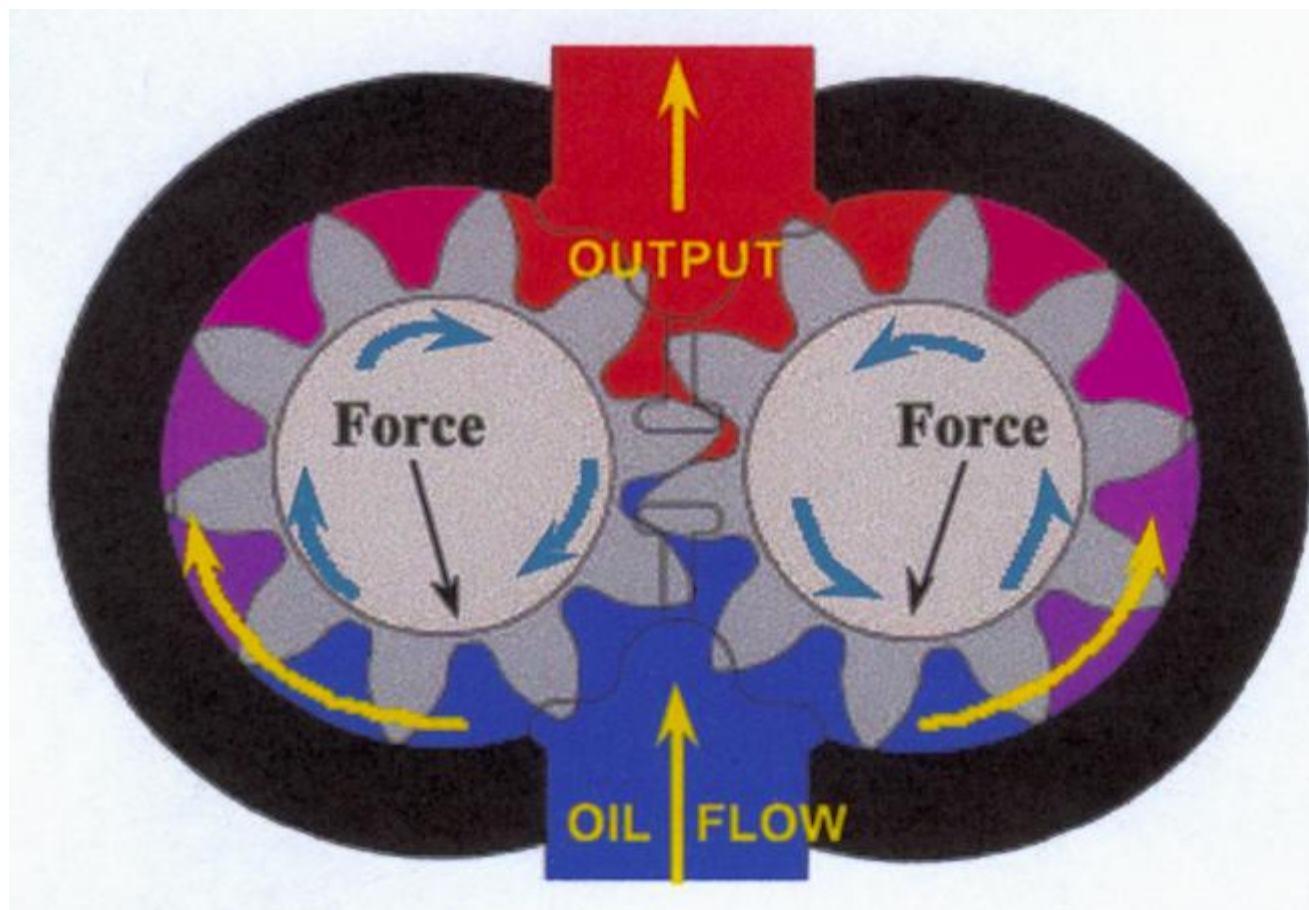


500系列齿轮泵

Series 500 爆炸图

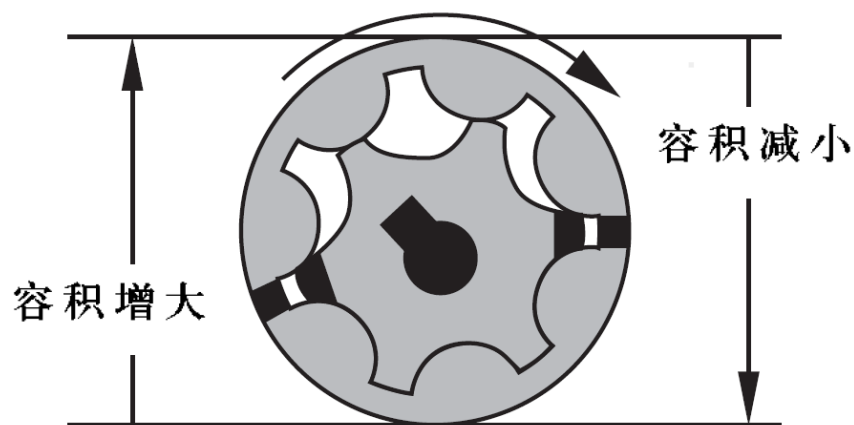


齿轮泵工作原理



摆线泵

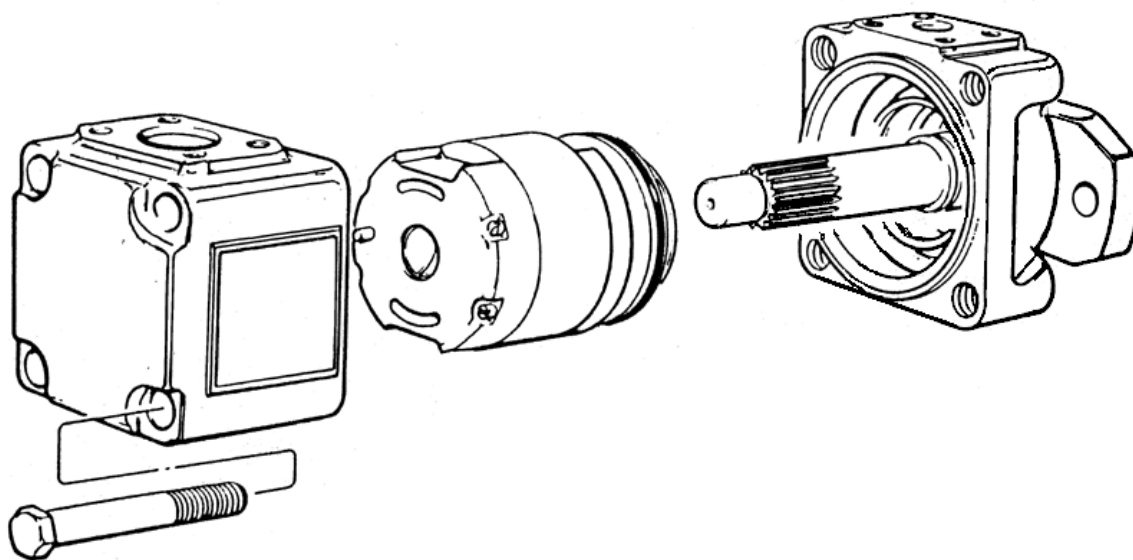
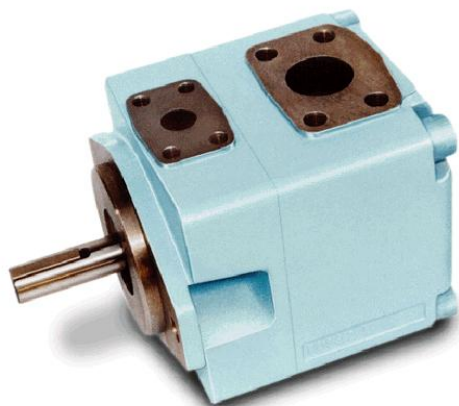
- 摆线泵是内啮合齿轮泵的一种，带有内主动齿轮和外被动齿圈，内齿轮比外齿圈少一个齿。
- 内齿轮由原动机驱动并带动大外齿圈一起转动，于是，在轮齿脱离啮合的一侧，随着轮齿的分离形成容积增大，而在该齿轮付的另一侧，则因轮齿的啮合形成容积减小。摆线泵是一种非平衡型结构泵。



叶片泵 (Vane Pump)

Denison 叶片泵

- 叶片泵基本上由壳(泵)体、泵芯及传动轴组成；
- 泵芯组件为模块化设计；
- 所有泵啣零件均组合在一个泵芯组件内。



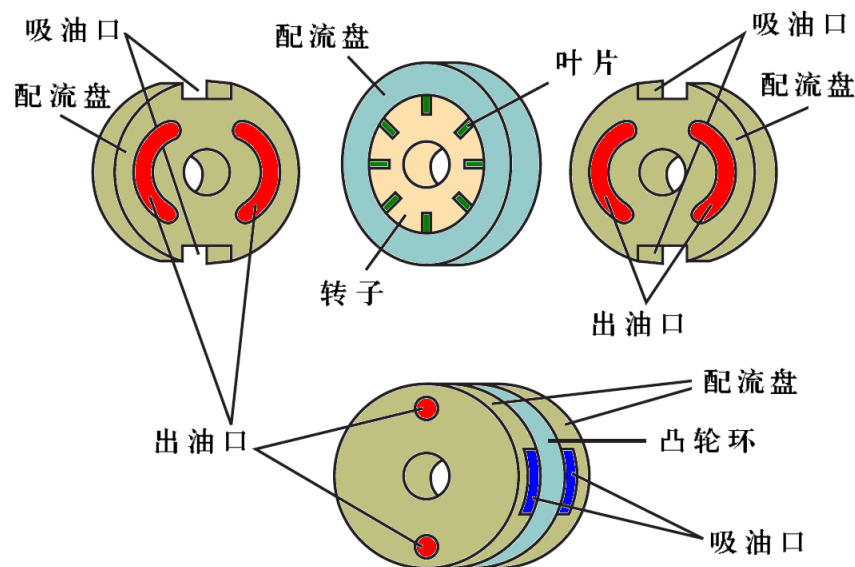
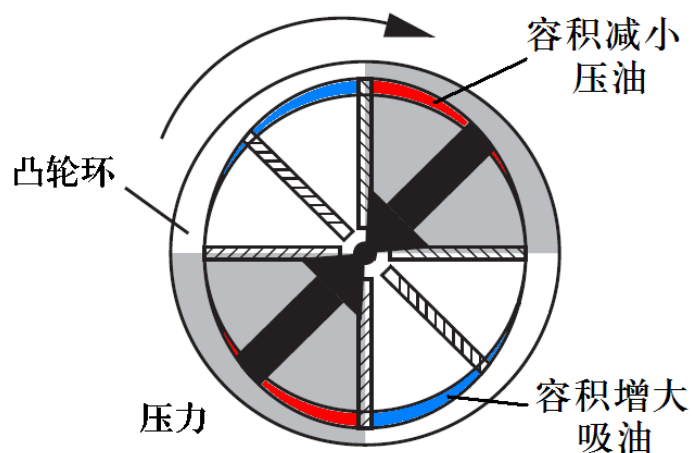
叶片泵 (Vane Pump)

泵芯组件包含了泵送机构的所有零件，由转子、叶片、定子和带有腰形进、出油口的配流盘组成。

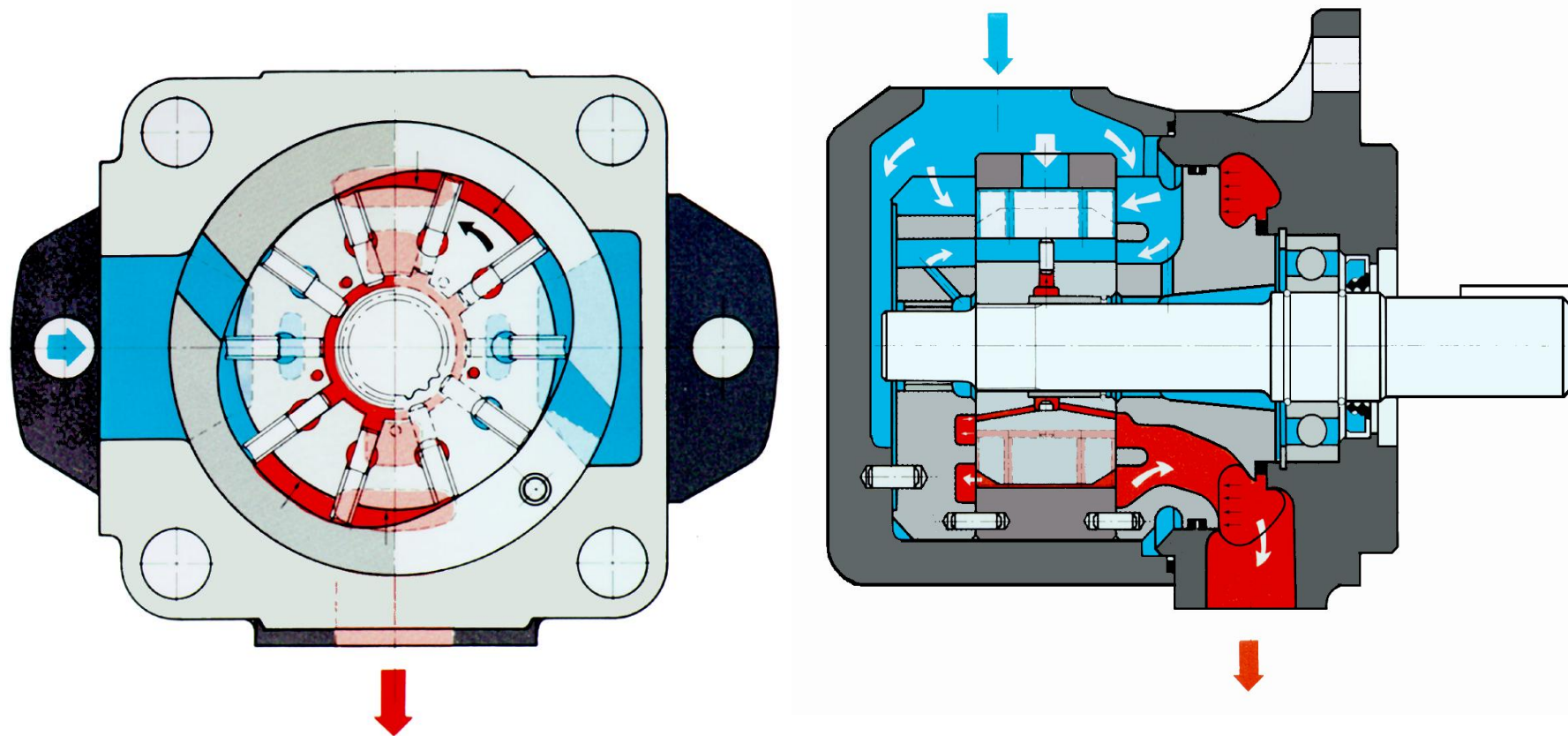
叶片安装在转子内，当转子由与原动机驱动而转动时，叶片在离心力的作用下被甩出，沿着定子内曲线表面运动，保持与定子内表面接触，在叶片顶端和定子之间形成可靠的密封。

转子和定子偏心安装，当转子转动时，在定子和叶片之间形成容积增大和容积减小的变化。

定子中设有油口，利用配流盘把进油腔和出油腔分开。配流盘装在定子、转子和叶片组件侧面，其吸油口位于容积增大的部位，出油口则位于容积减小的部位，所有油液通过配流盘进、出泵送机构 (当然，配流盘的吸油口和出油口分别连通泵壳体中的吸油口和出油口)。

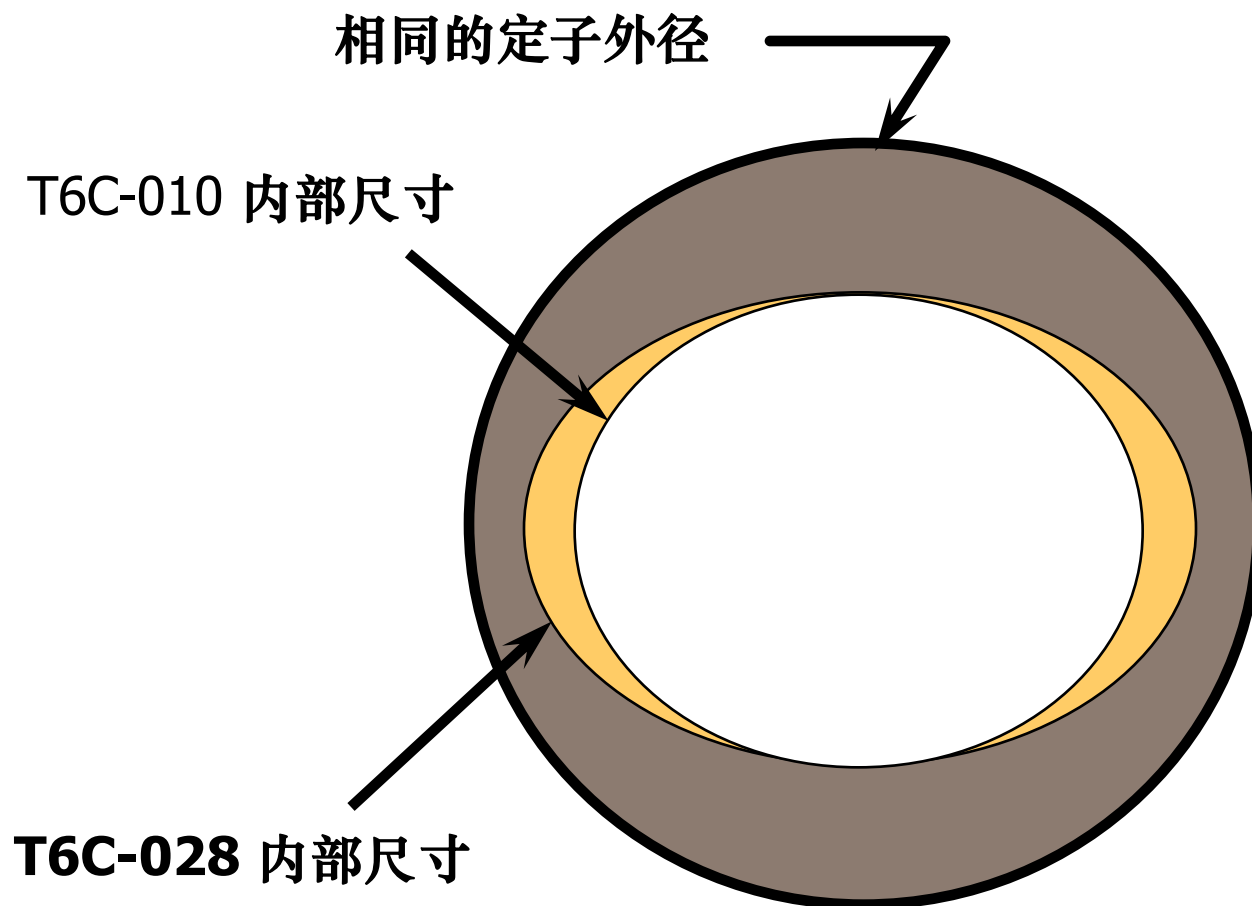


叶片泵工作原理示意图



不同的定子内圈尺寸

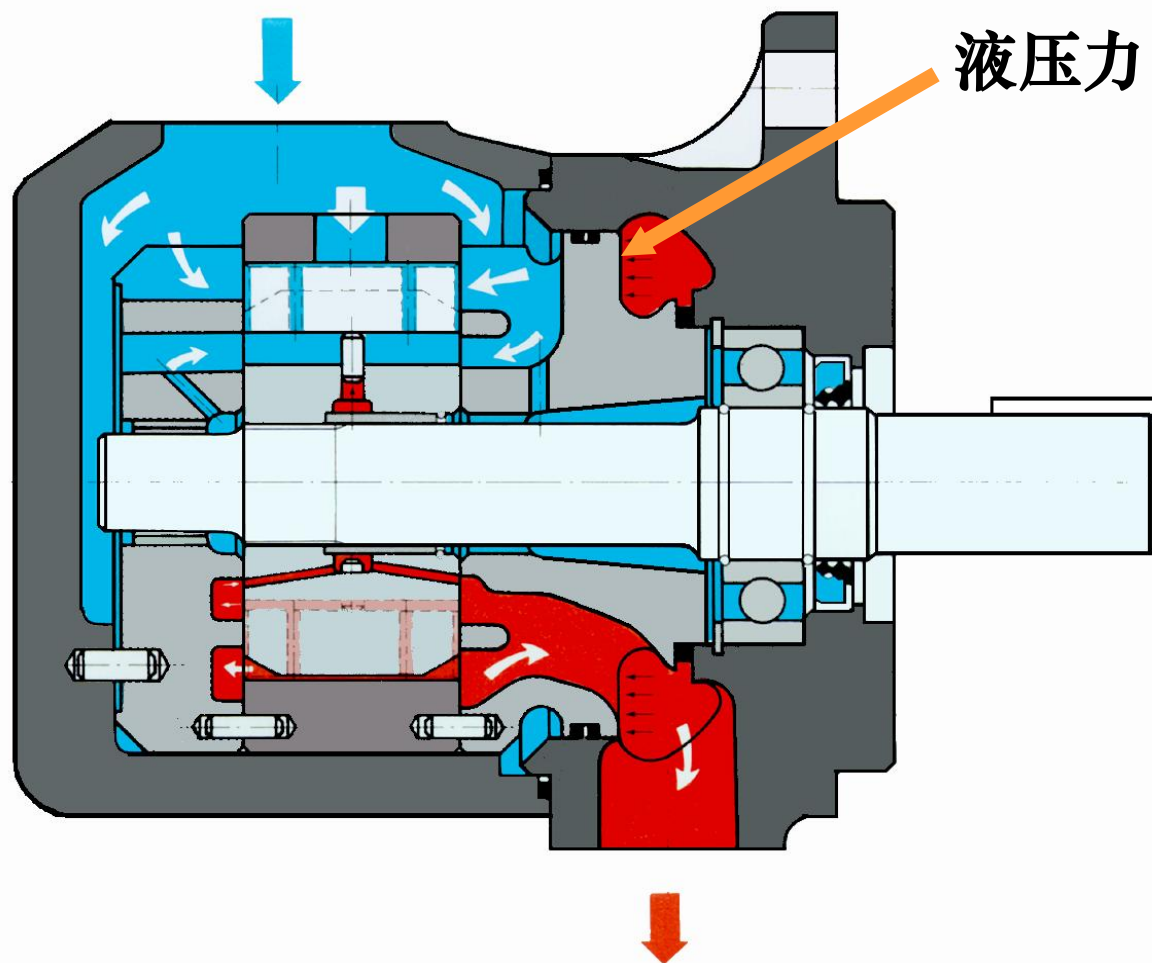
同一规格壳体的定子外径相同，由不同的内径尺寸形成不同的排量。



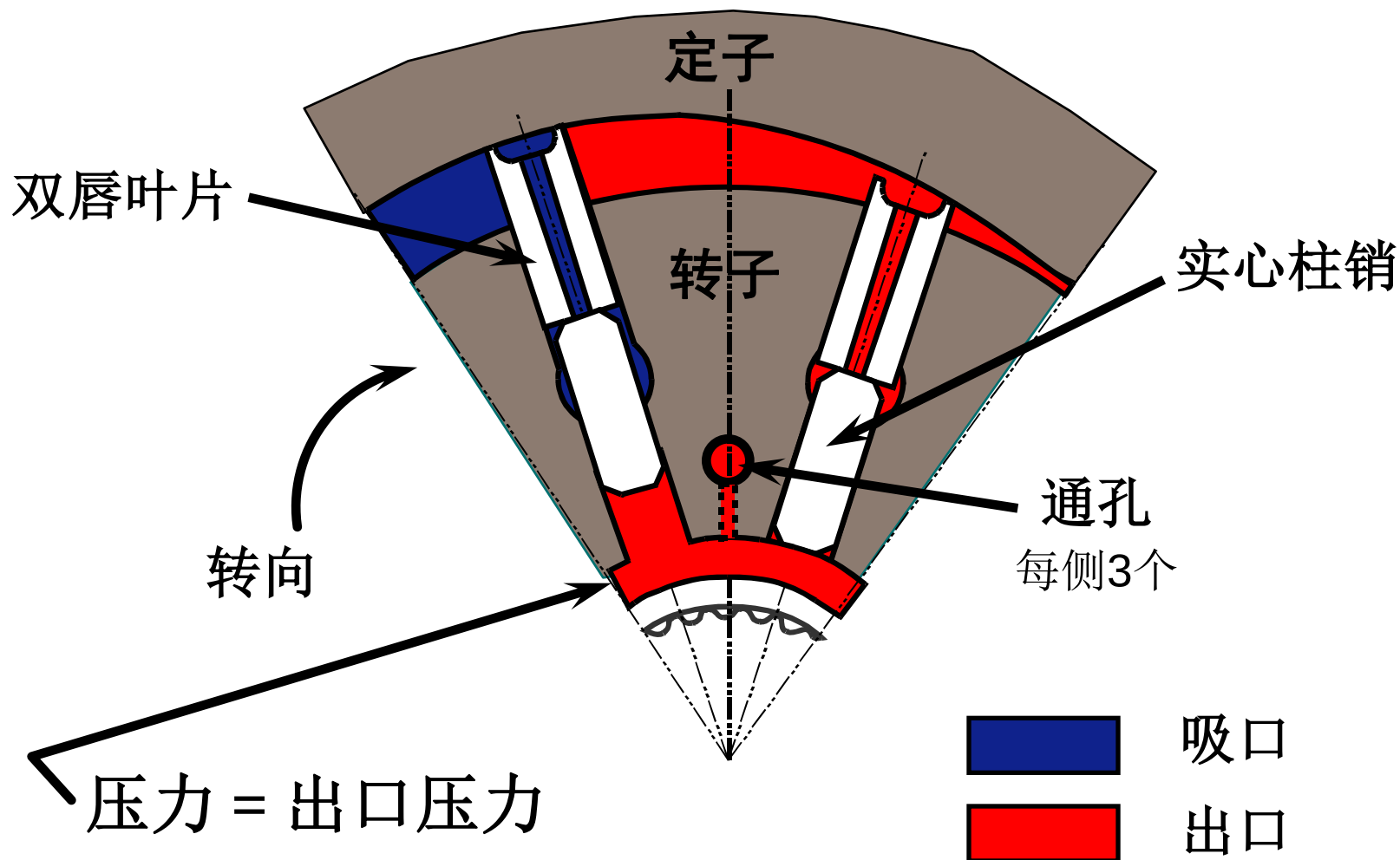
叶片泵结构特点

液压力将配流板压紧

- 容积效率高



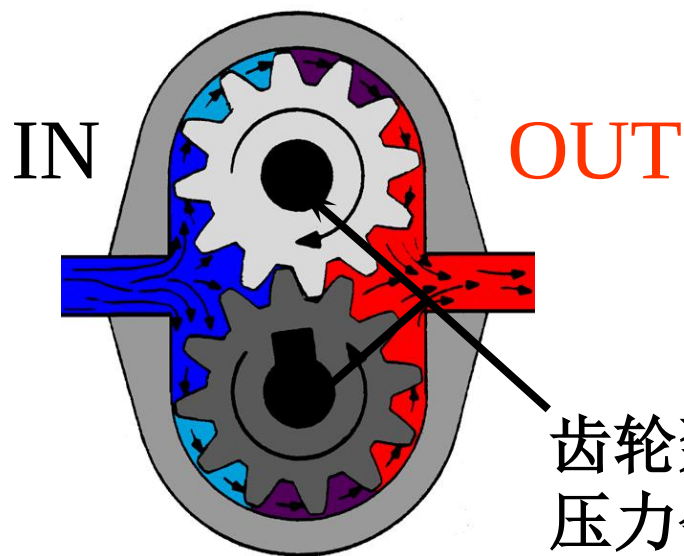
叶片泵结构特点



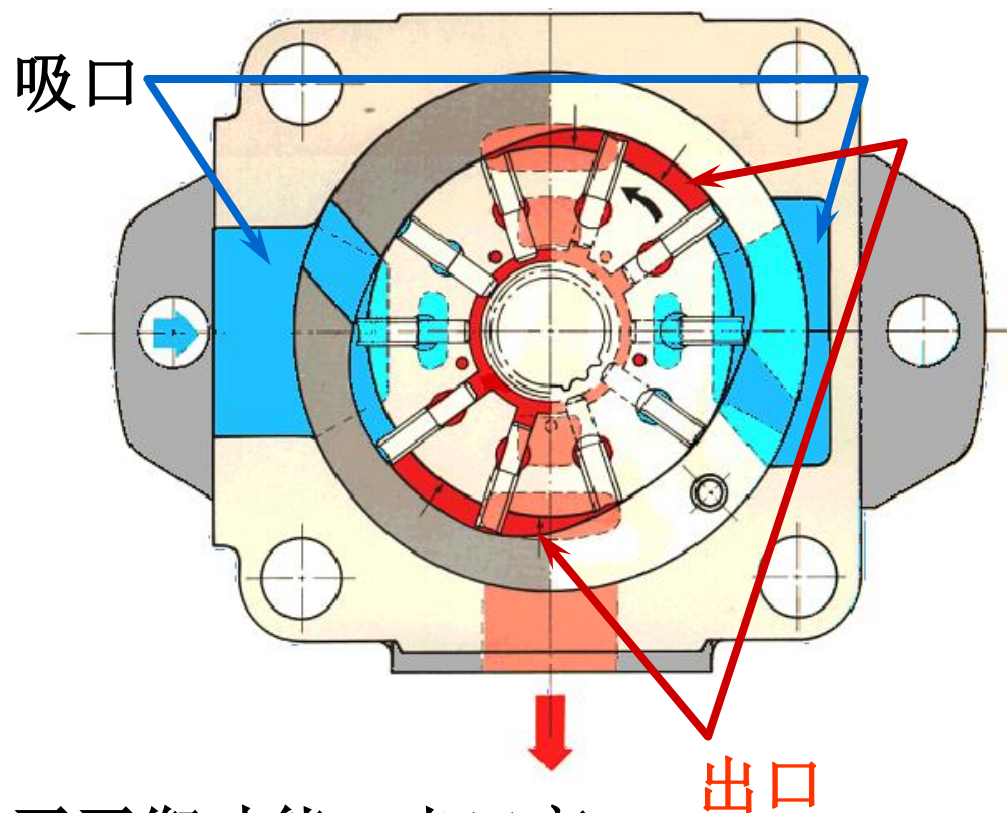
叶片泵结构特点

液压平衡转子

- 无径向液压负载
- 轴承寿命长

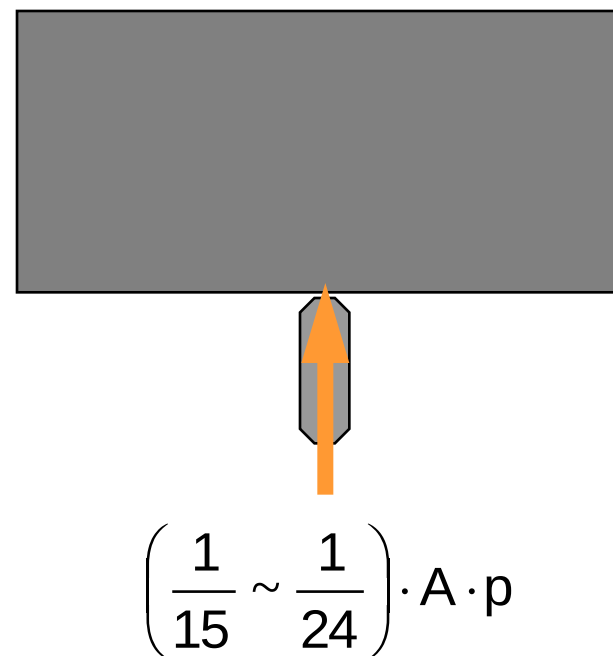
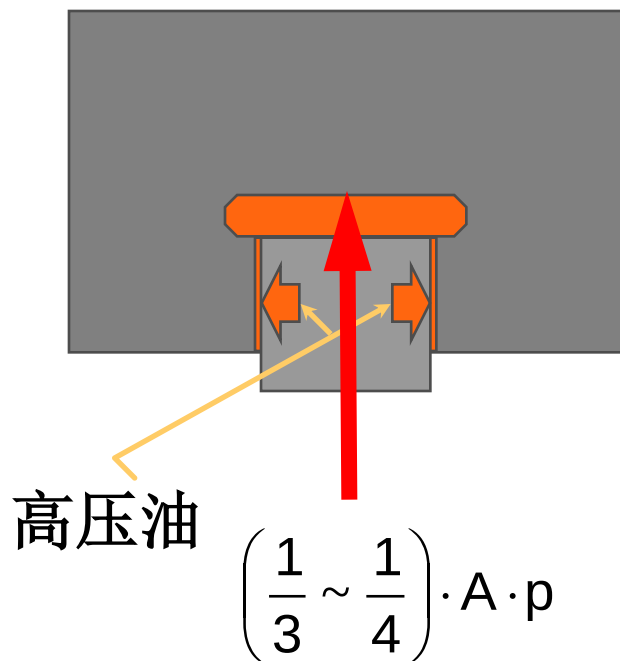
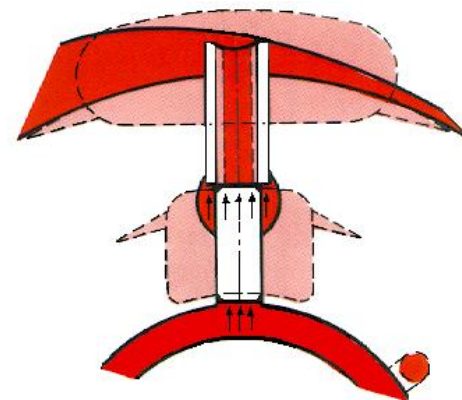


齿轮泵：无平衡功能，出口高压会造成较大的侧向负载力



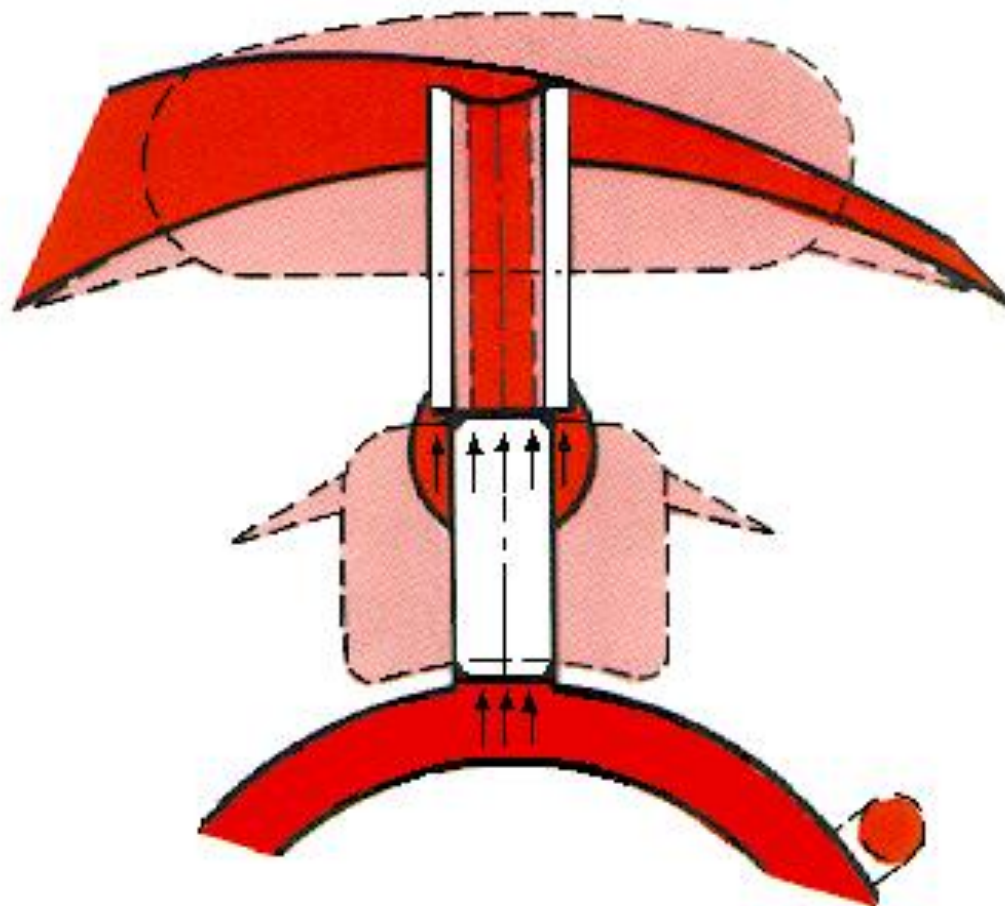
柱销式叶片顶销

- 叶片与定子环间的顶压力较小，磨损减小，工作寿命长；
- 较小的叶片撞击；
- 泄漏小，容积效率高；
- 受压力冲击影响小。



双唇叶片结构

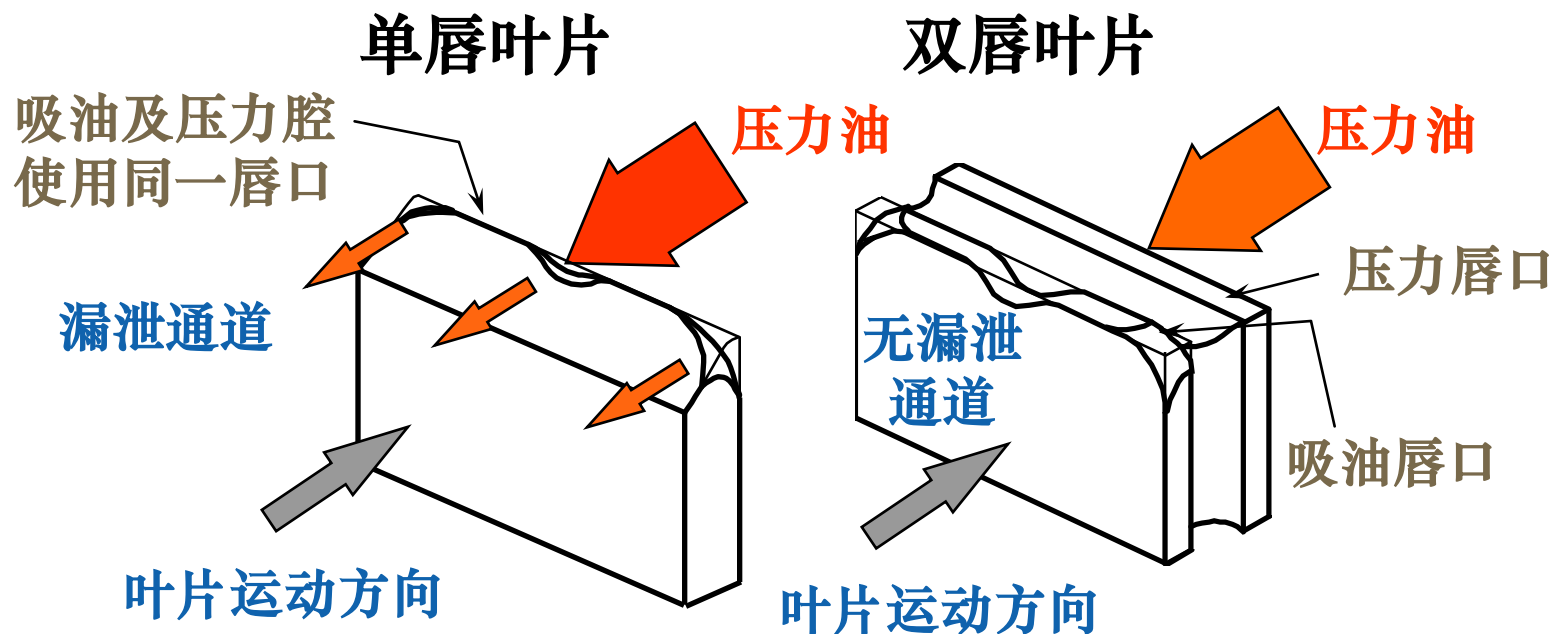
工作寿命长；
容许转速高；
工作压力高。



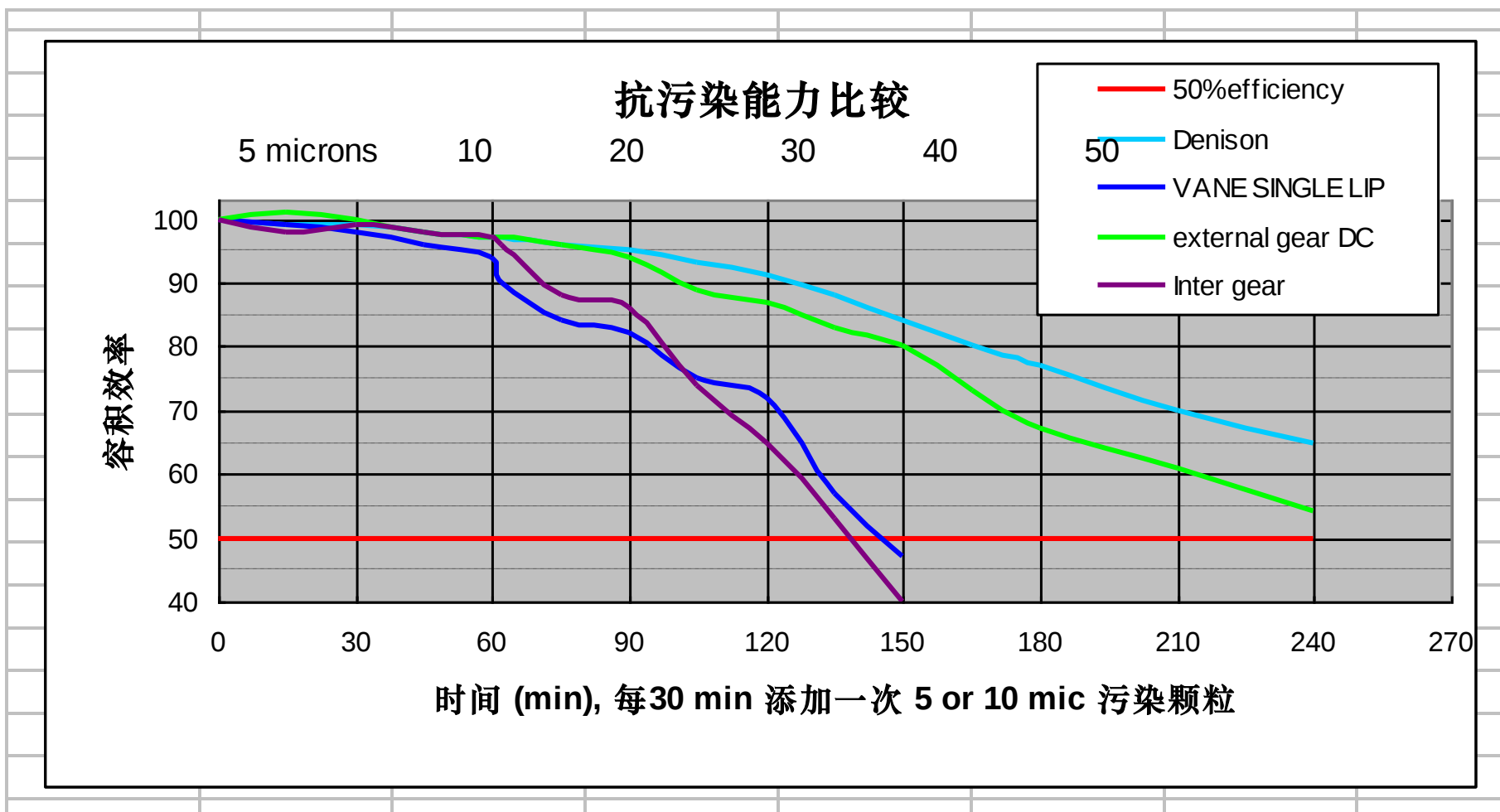
双唇叶片结构

极强的抗污染能力

在吸口处由污染造成的唇口磨损模式



抗污染能力比较



轴向柱塞泵

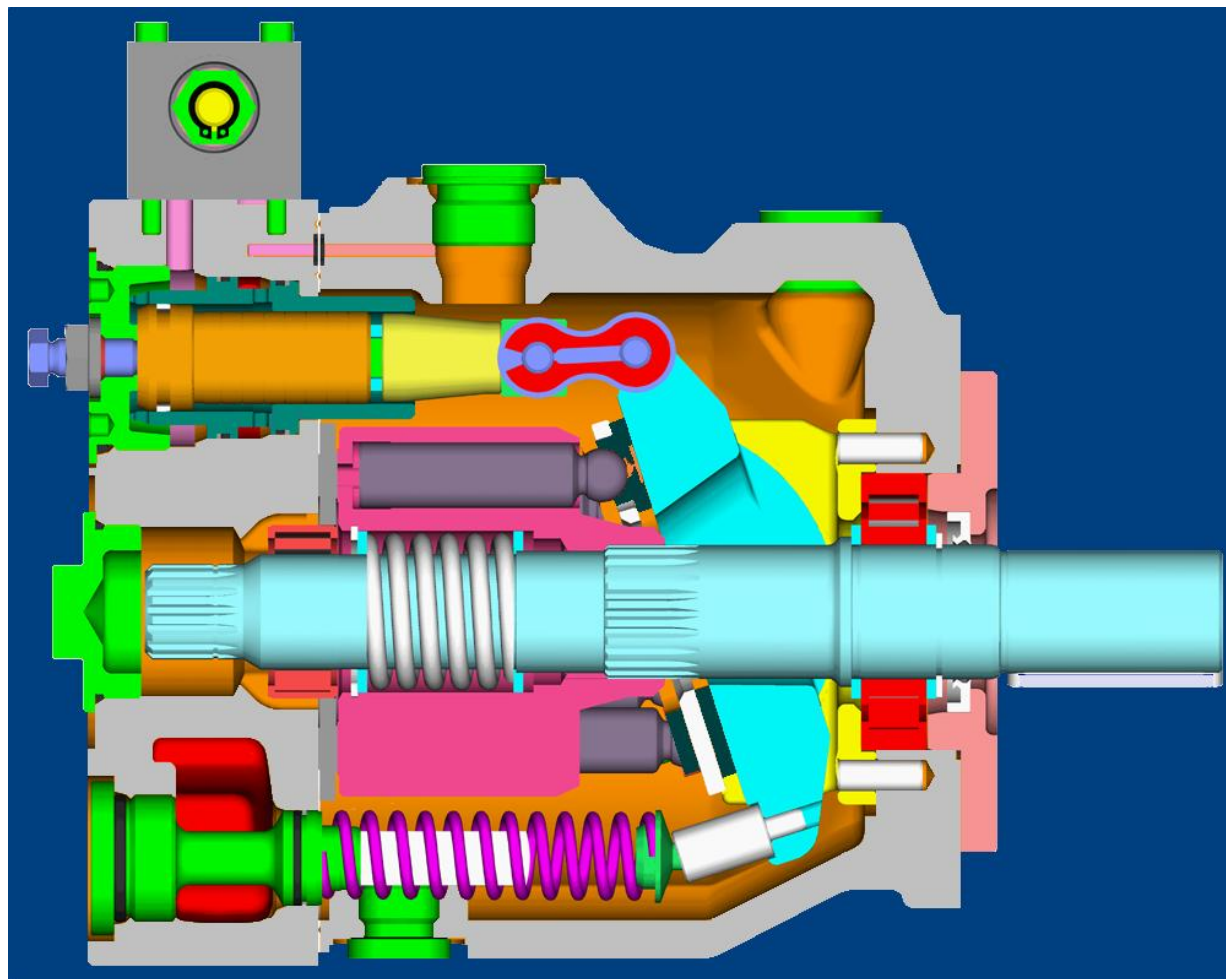


轴向柱塞泵 PVplus 演示



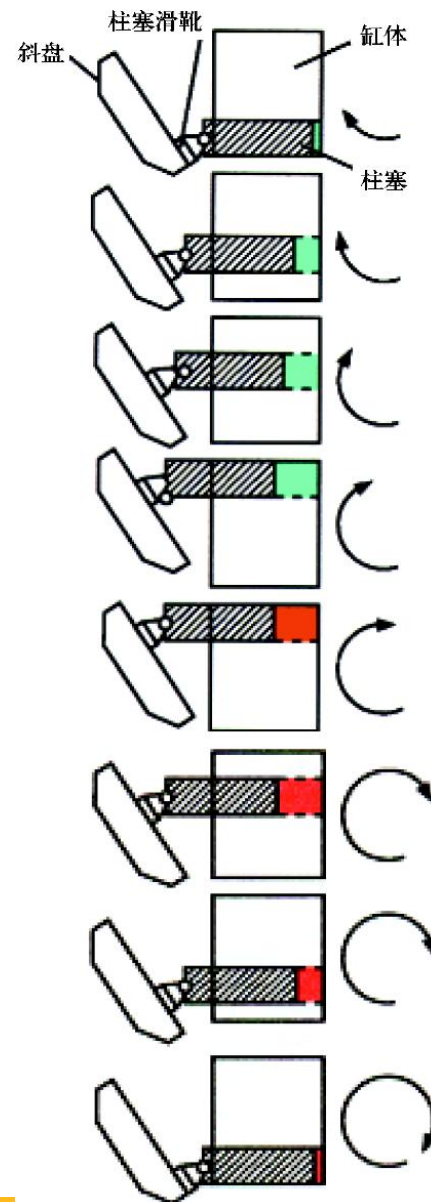
斜盘式轴向柱塞泵

- 柱塞泵是通过柱塞在缸体内的往复运动形成泵送作用的。
- 柱塞泵的泵送机构基本上由缸体，带滑靴的柱塞、斜盘、滑靴板、滑靴板偏置弹簧以及配流盘组成。
- 可做成通轴驱动型式。

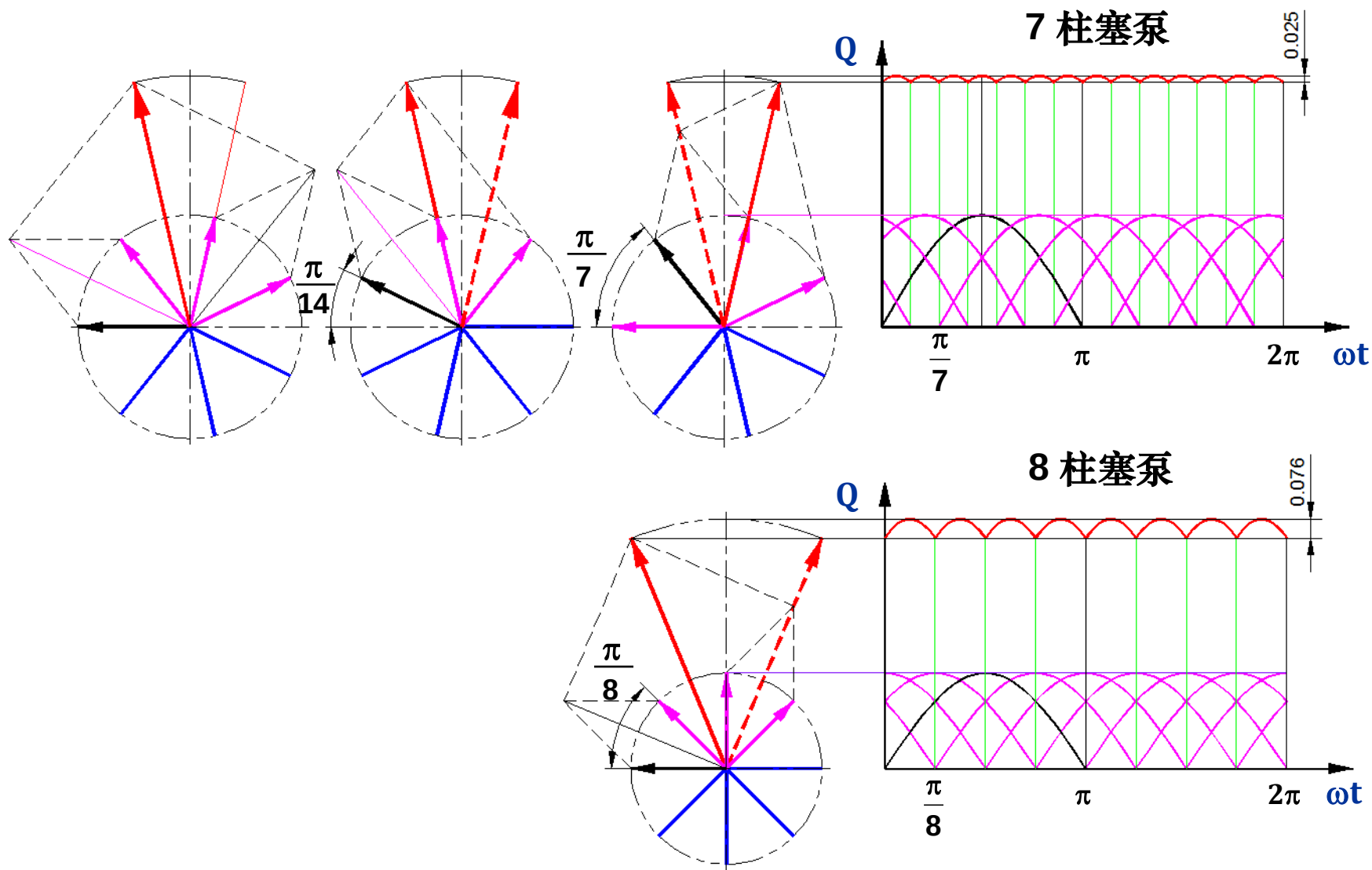


斜盘式轴向柱塞泵工作原理

- 图示为带有一个柱塞孔并装有一个柱塞的缸体，斜盘成角度安装，柱塞的滑靴座落在斜盘的表面。
- 当缸体旋转时，柱塞滑靴跟随斜盘的表面 (斜盘不转) 运动，由于斜盘与缸体转轴成夹角，使柱塞在孔内作往复运动。
- 在旋转循环的一半行程中，柱塞移出缸体，容积增大。在另一半循环时，柱塞移入缸体，使容积减小，形成泵唧功能。
- 实际中，缸体配装有多多个柱塞，故输出流量平稳。
- 配流盘用于隔离输入和输出的油液，被配置安装在和斜盘相对的缸体端部。



PVplus 柱塞泵的理论流量

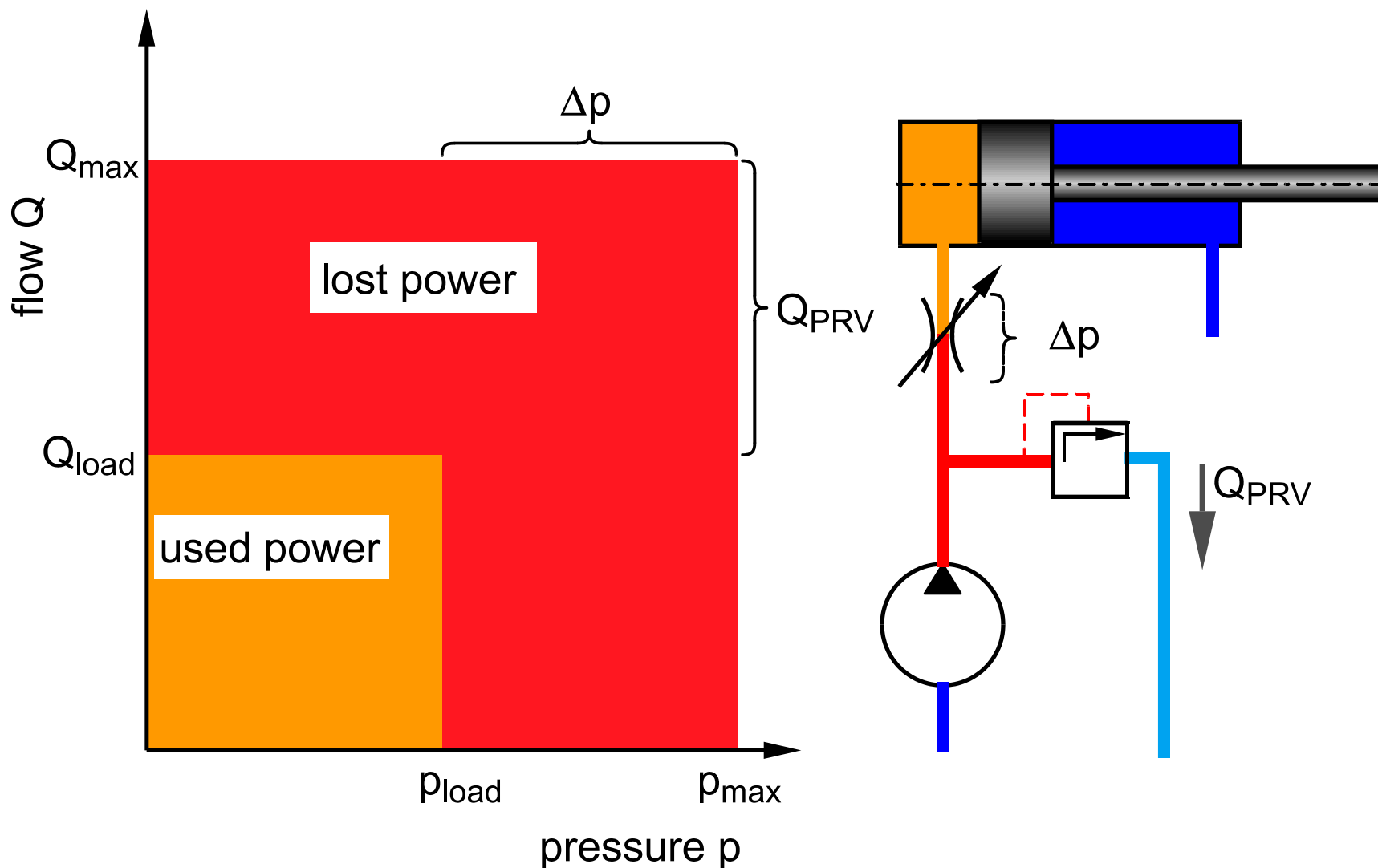


液压泵的变量

液压泵的变量有两类

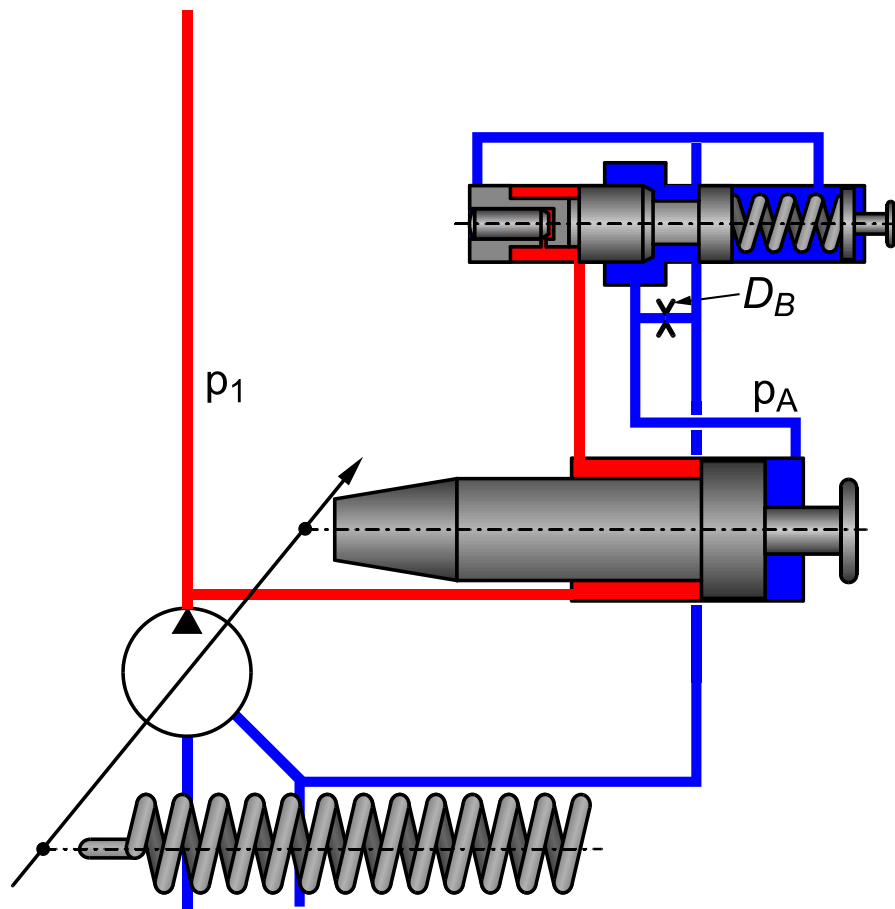
- **补偿型变量**
 - ◆ 压力补偿（恒压变量）
 - ◆ 负载传感变量
 - ◆ 扭矩限定（恒功率）变量
- **伺服型变量（主动）**
 - ◆ 比例控制
 - ◆ 伺服控制

定量泵系统的能量平衡

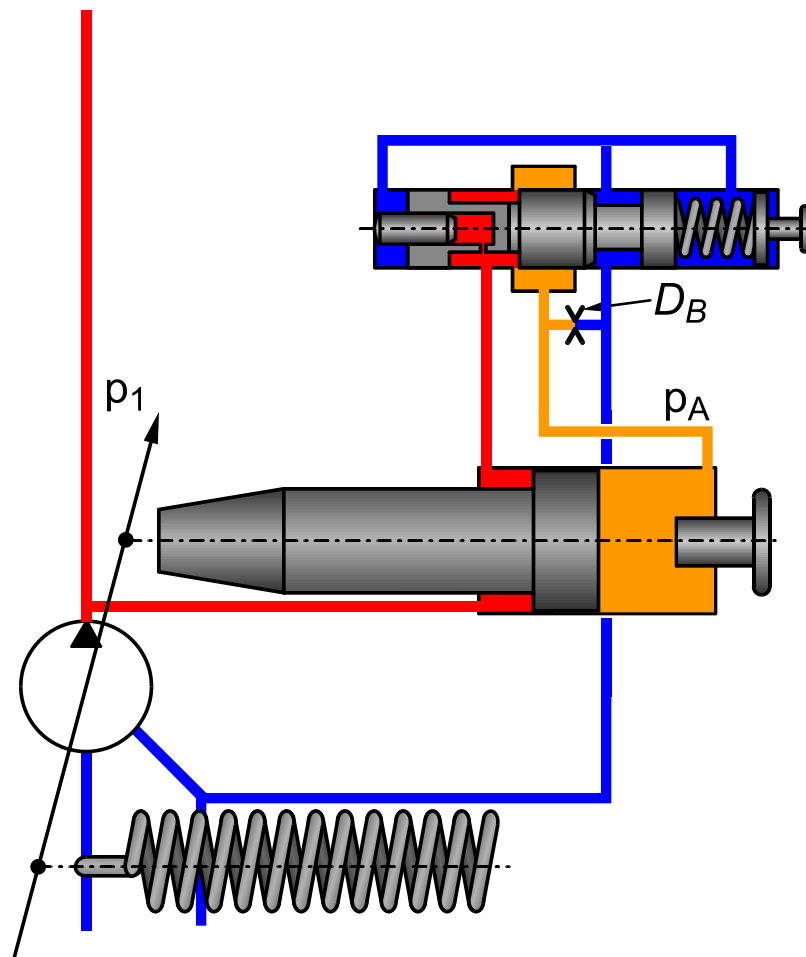


恒压变量控制器

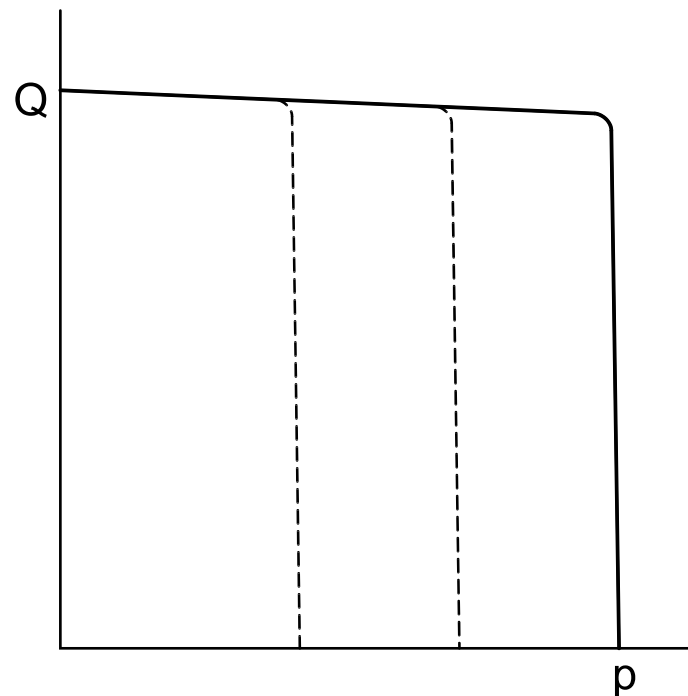
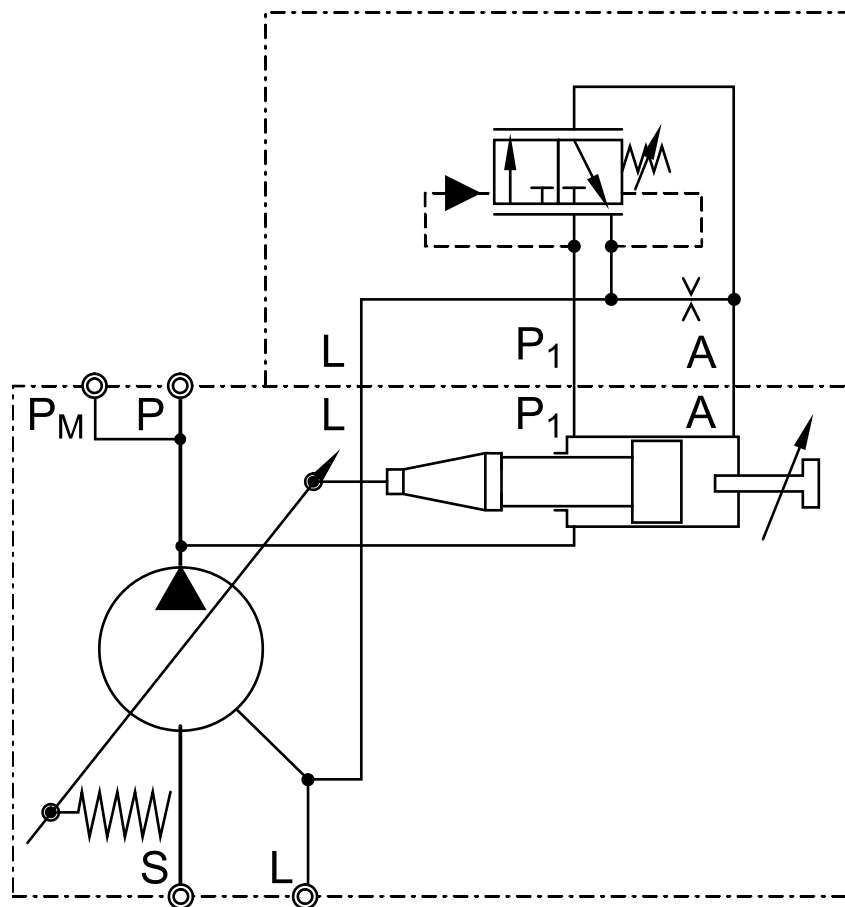
$p < p_{\text{Set}}$



$p = p_{\text{Set}}$



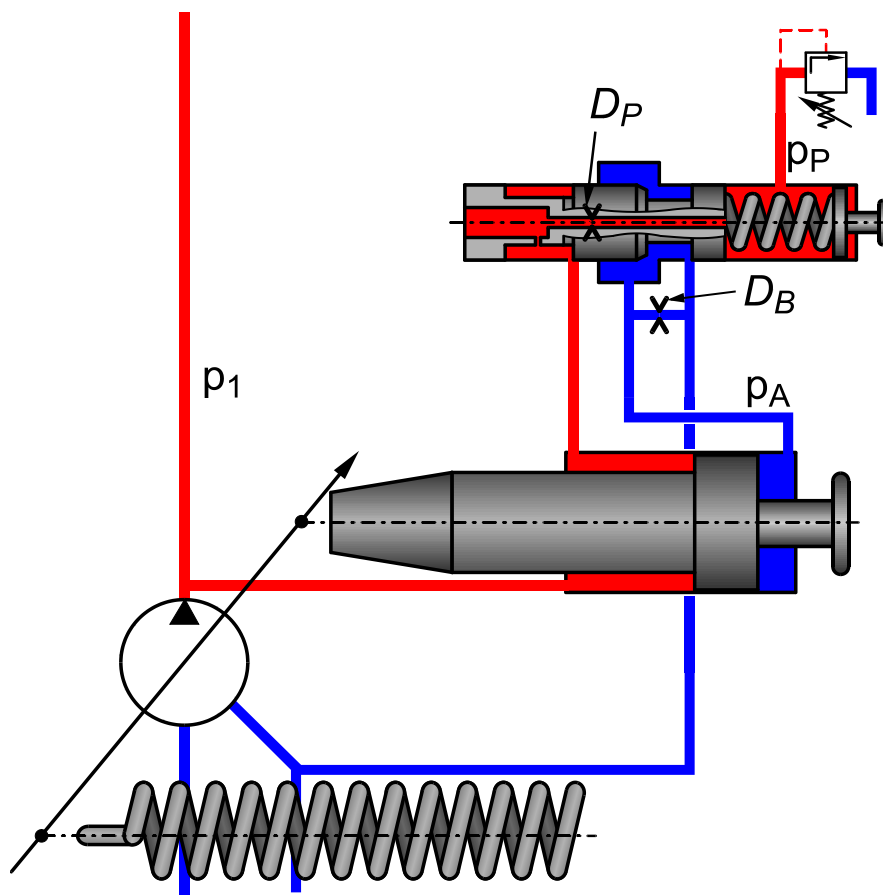
恒压(压力补偿)变量控制泵回路图



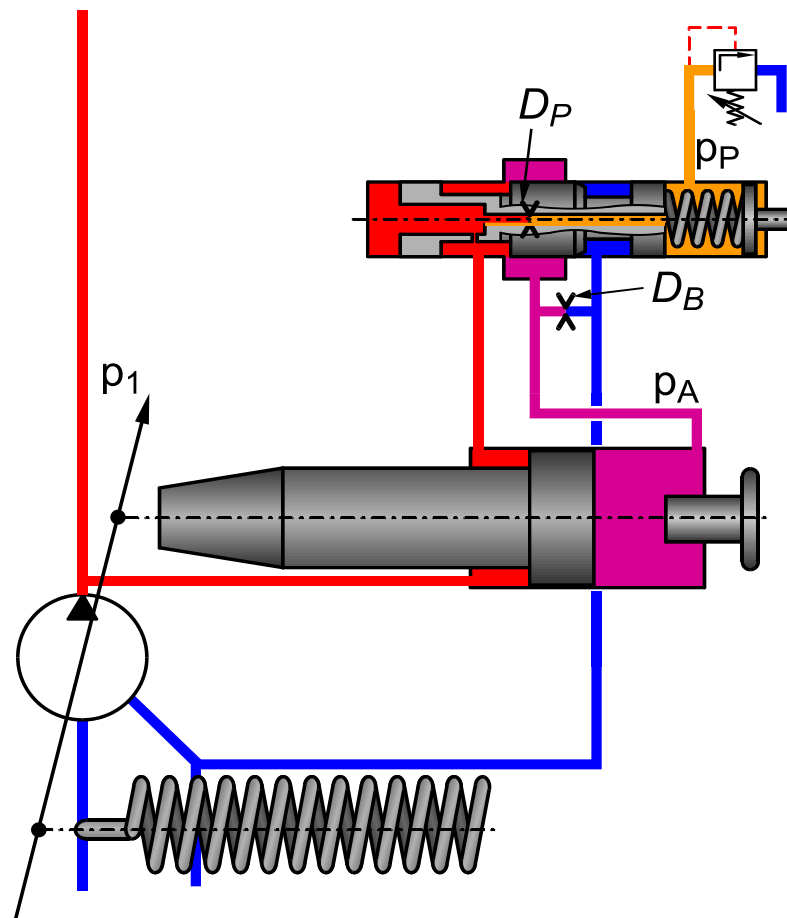
 = included

带遥控的恒压变量控制器

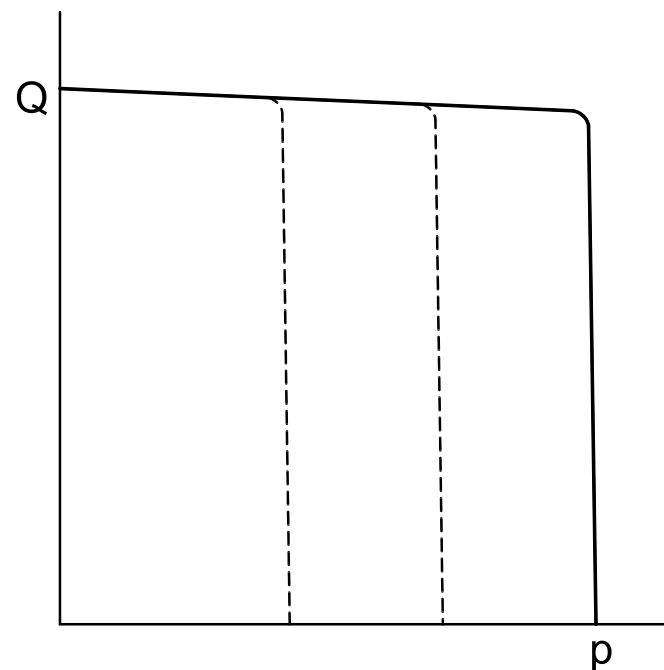
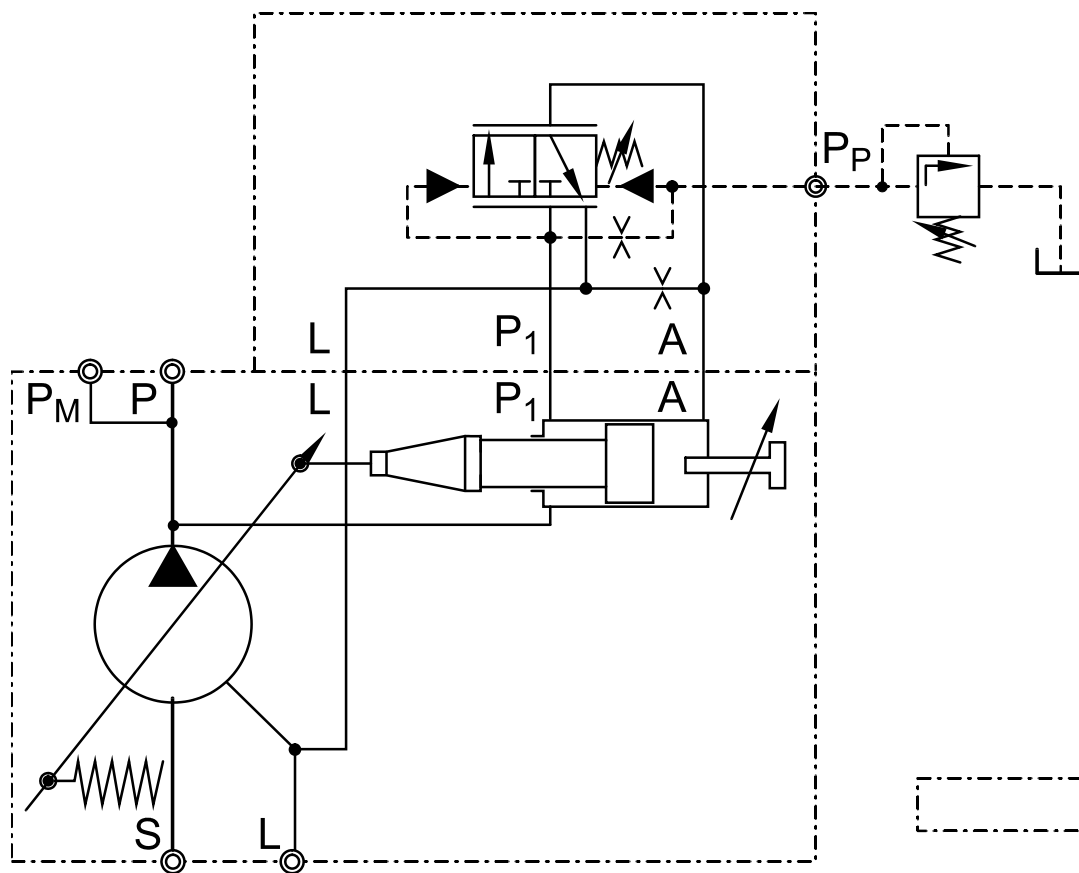
$p < p_{\text{Set}}$



$p = p_{\text{Set}}$



带遥控的恒压变量控制器 (回路图)

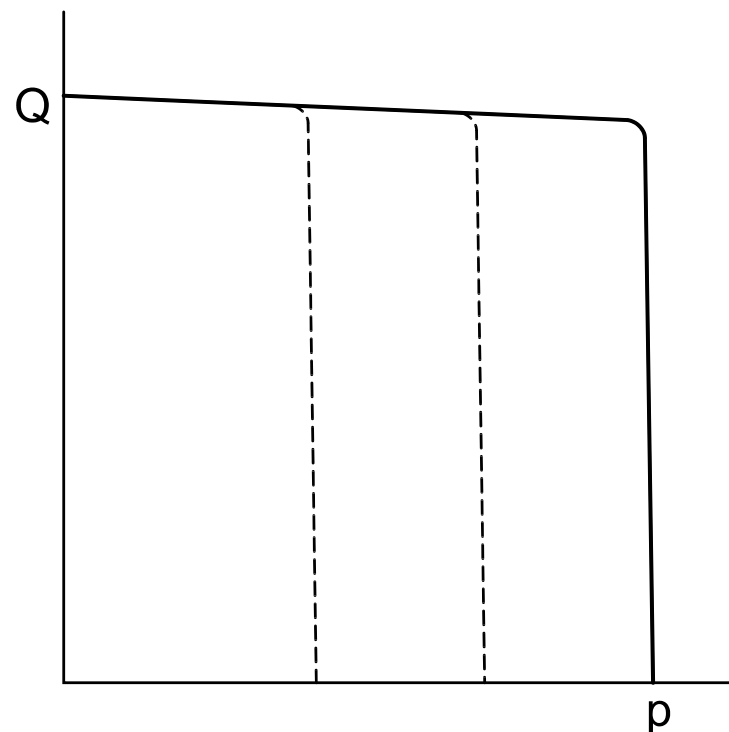
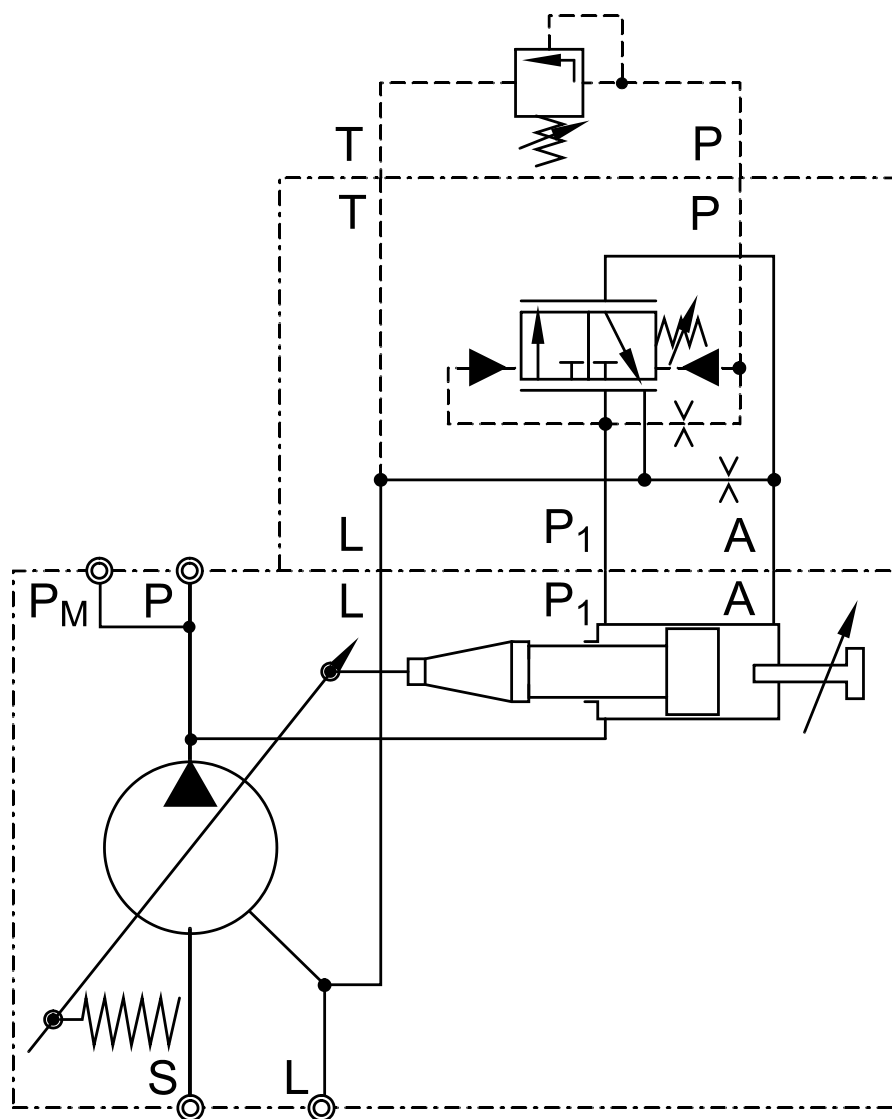


 = included



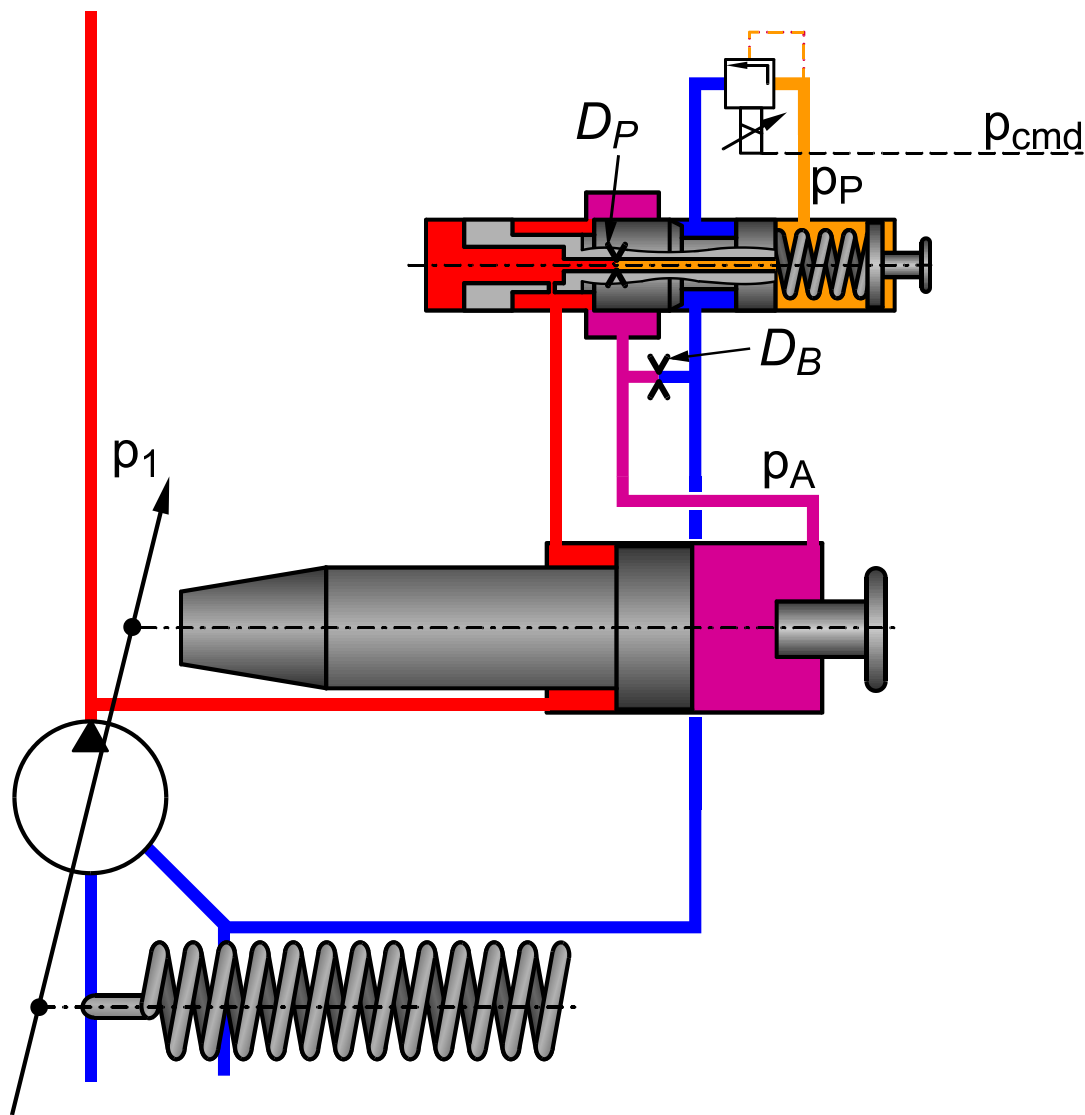
AMPLIFICATION-R

带遥控的恒压变量控制器 (FR1型)

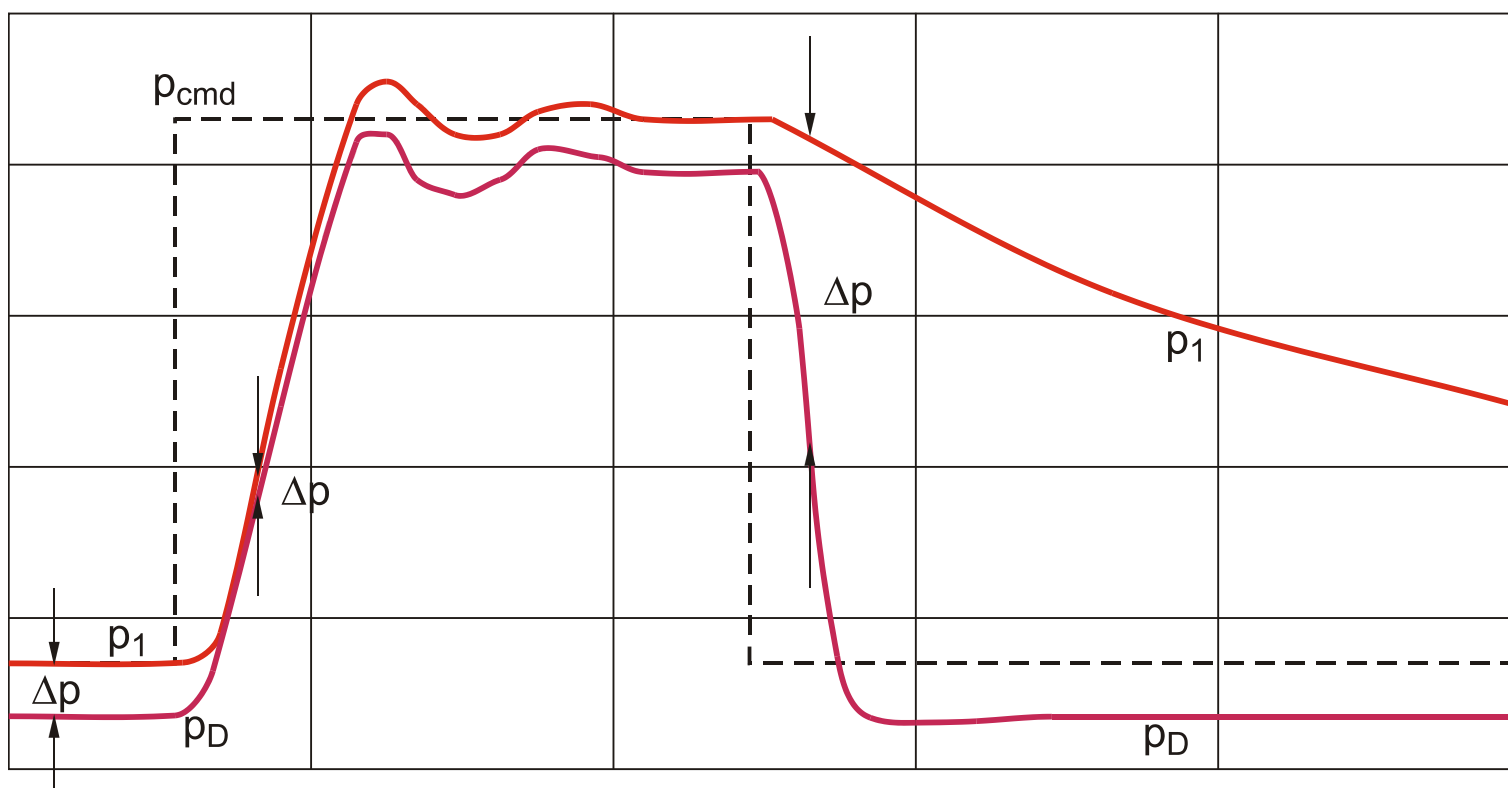


 = included

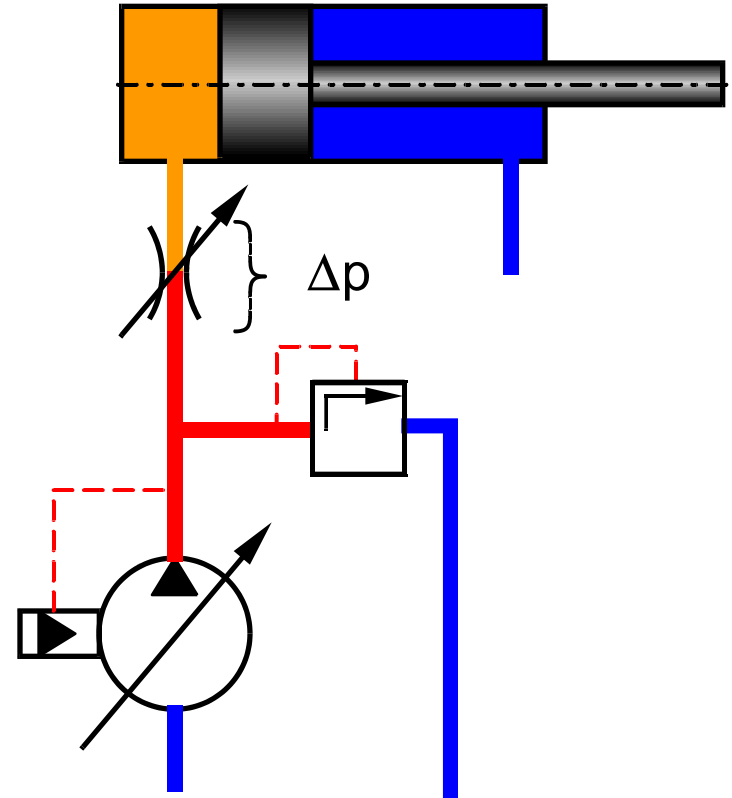
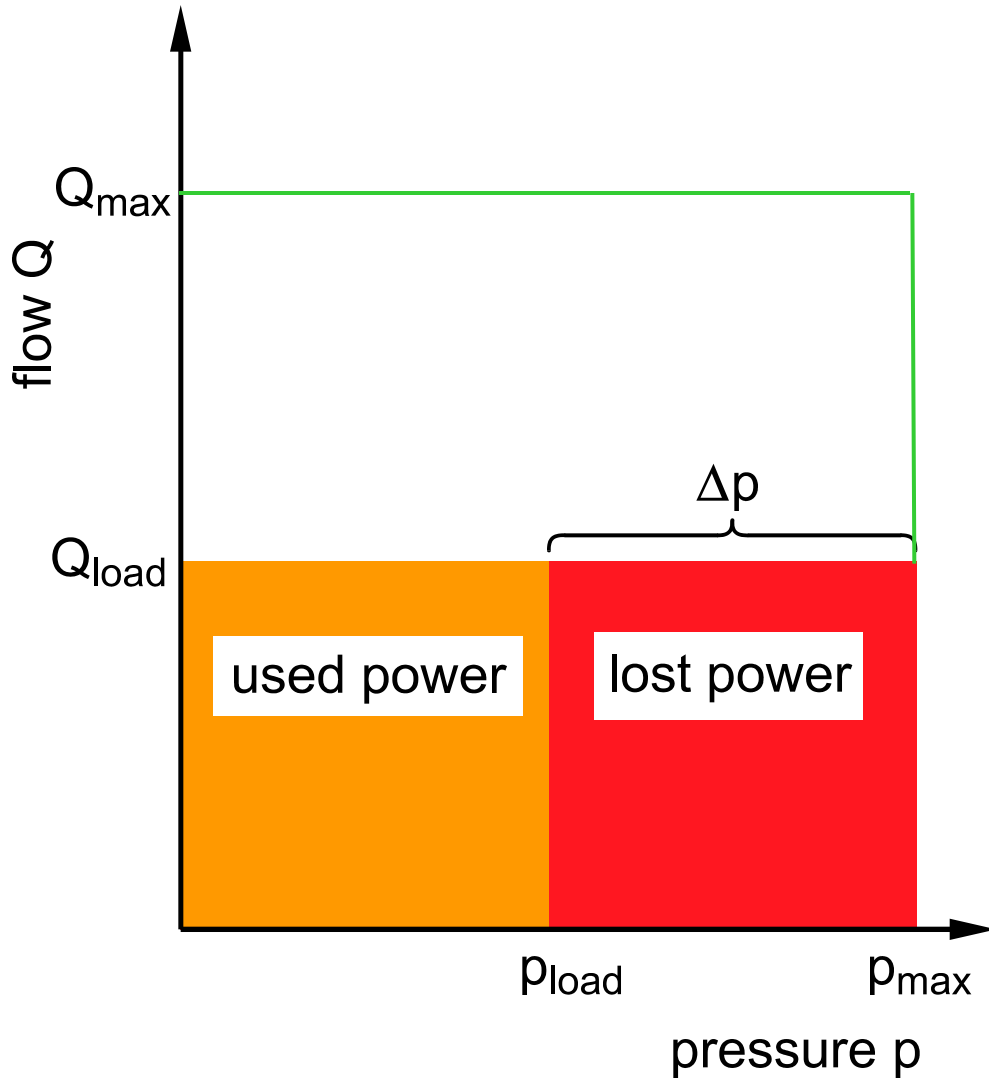
带电磁比例调节的恒压变量控制器



比例调节恒压变量控制泵的阶跃响应

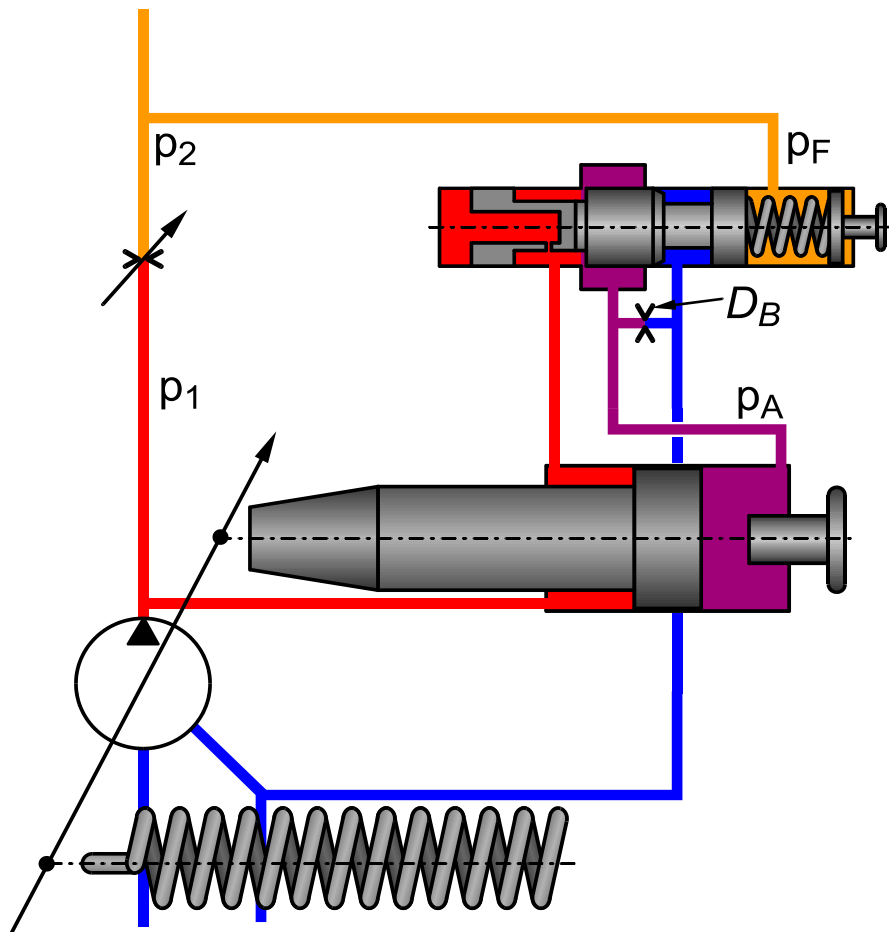


恒压变量泵的能量平衡

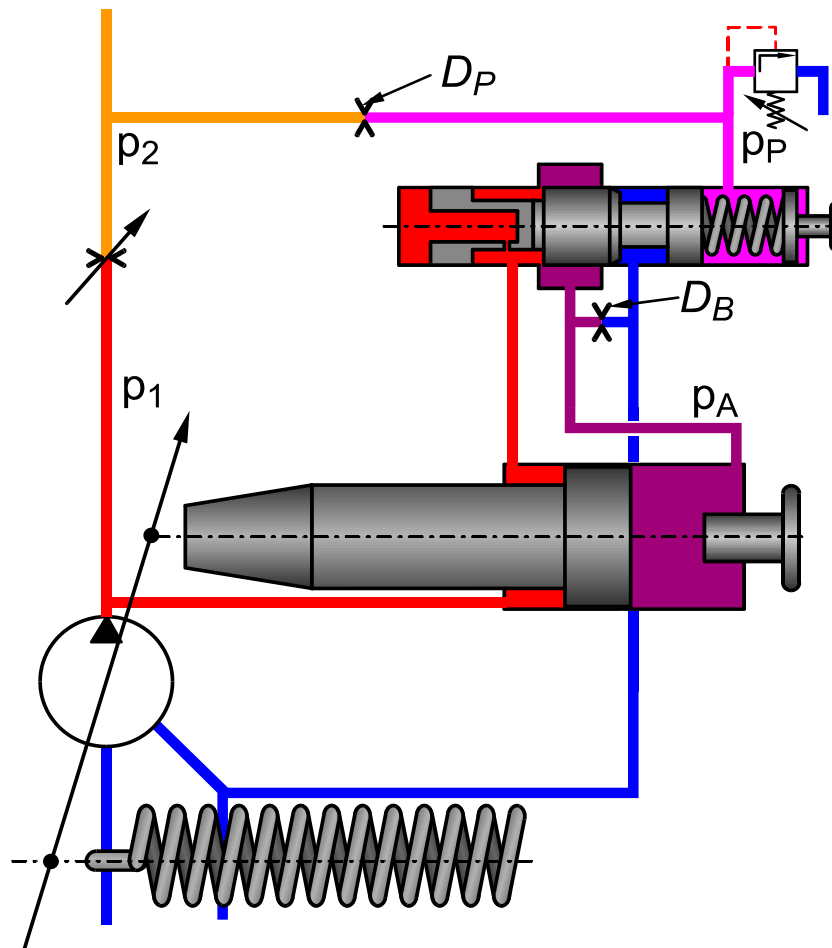


负载传感变量泵

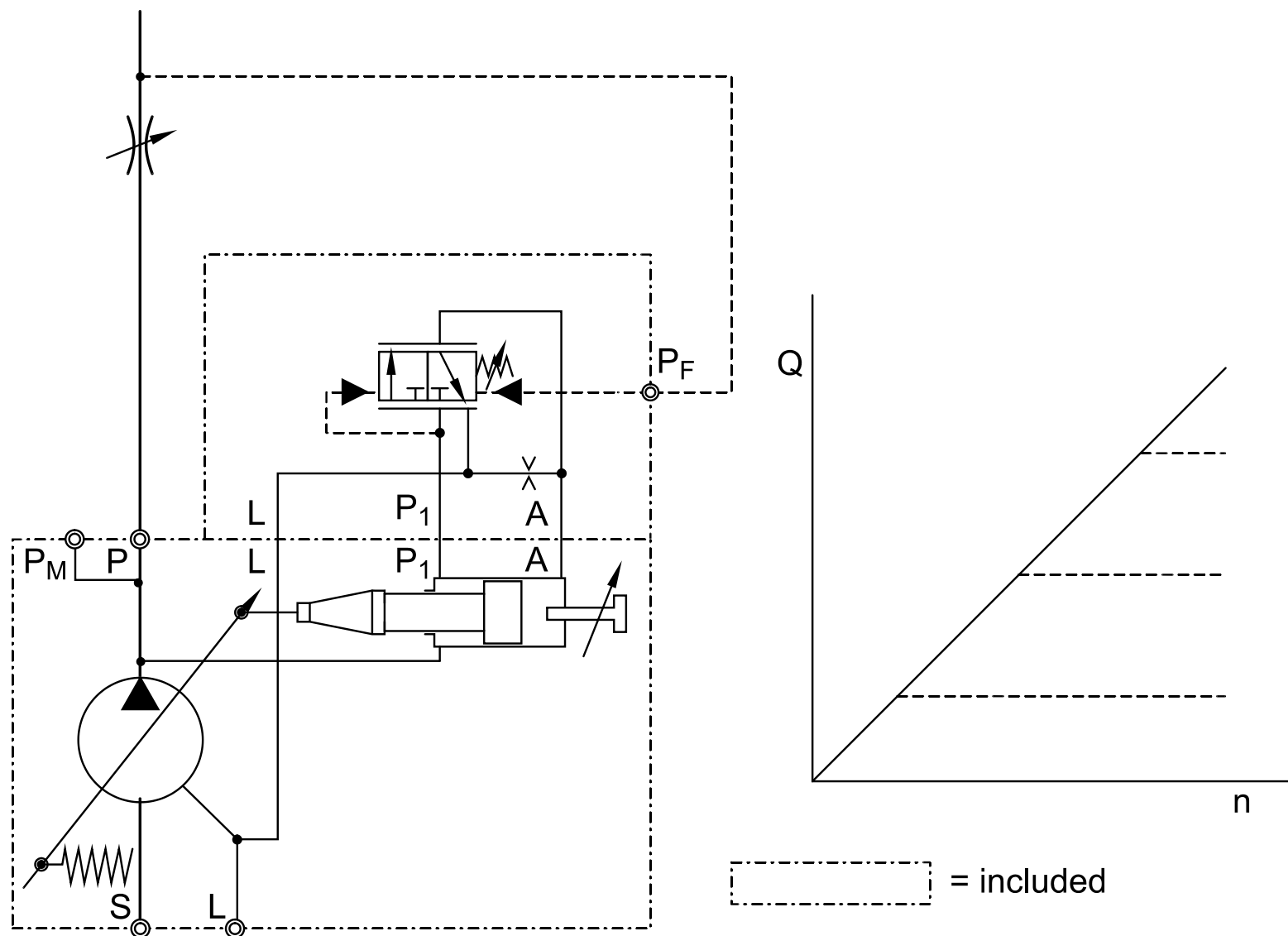
不带压力补偿变量控制器



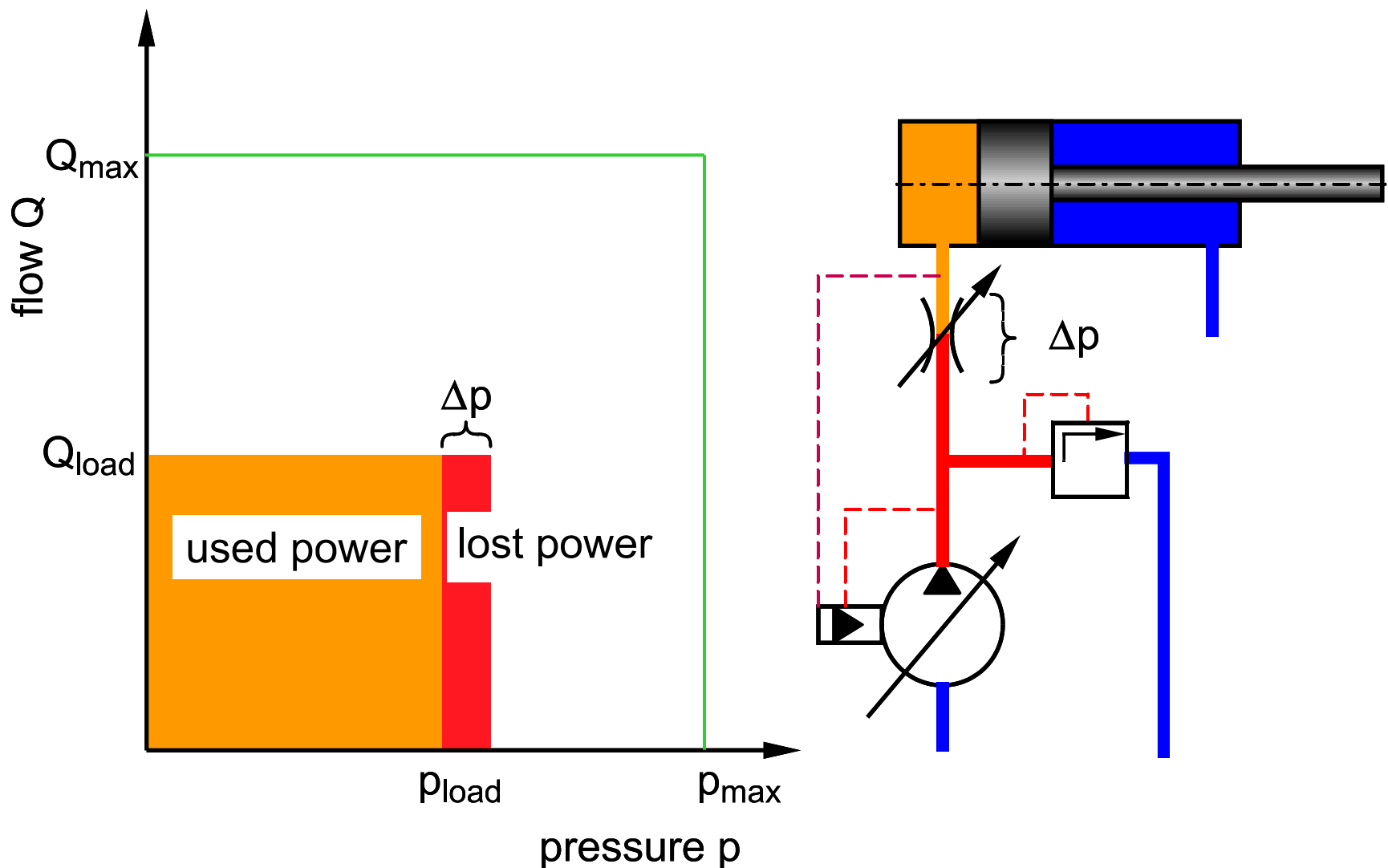
带压力补偿变量控制器



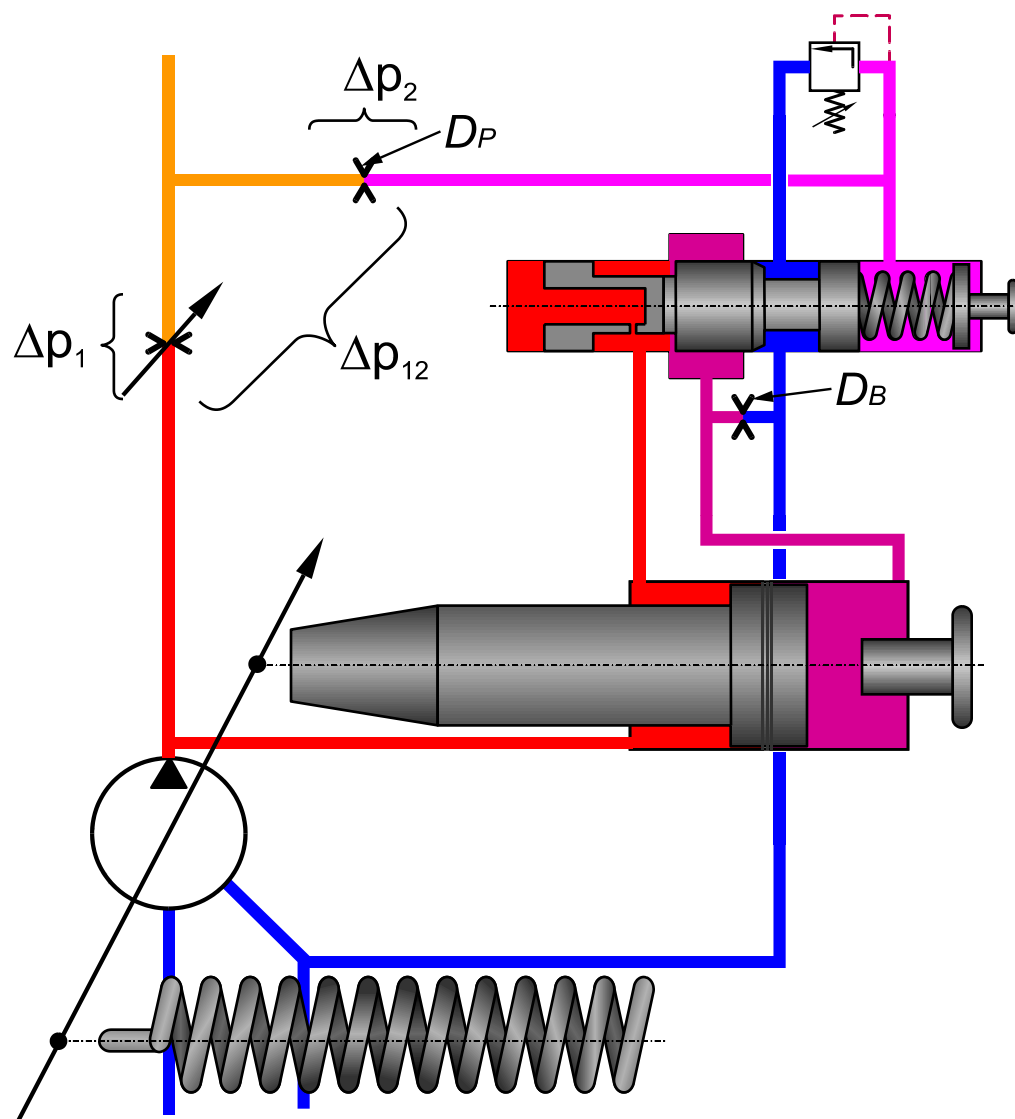
负载传感变量泵回路图



负载传感变量泵的能量平衡



负载传感变量控制器中的压差关系

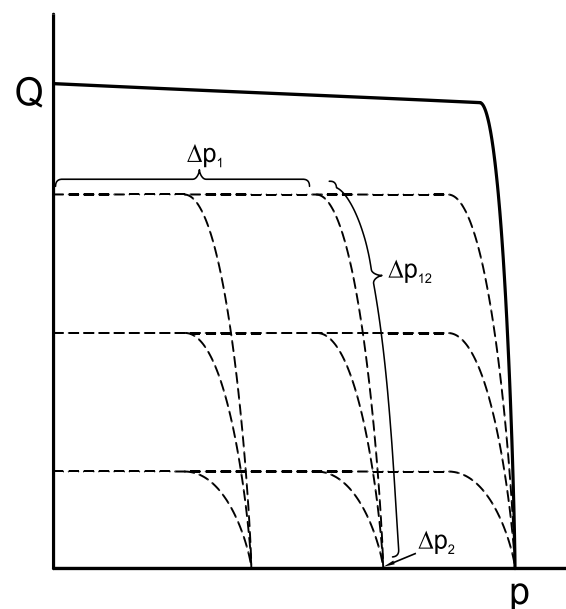


$$\Delta p_{12} = p - p_C = \frac{F}{A_C}$$

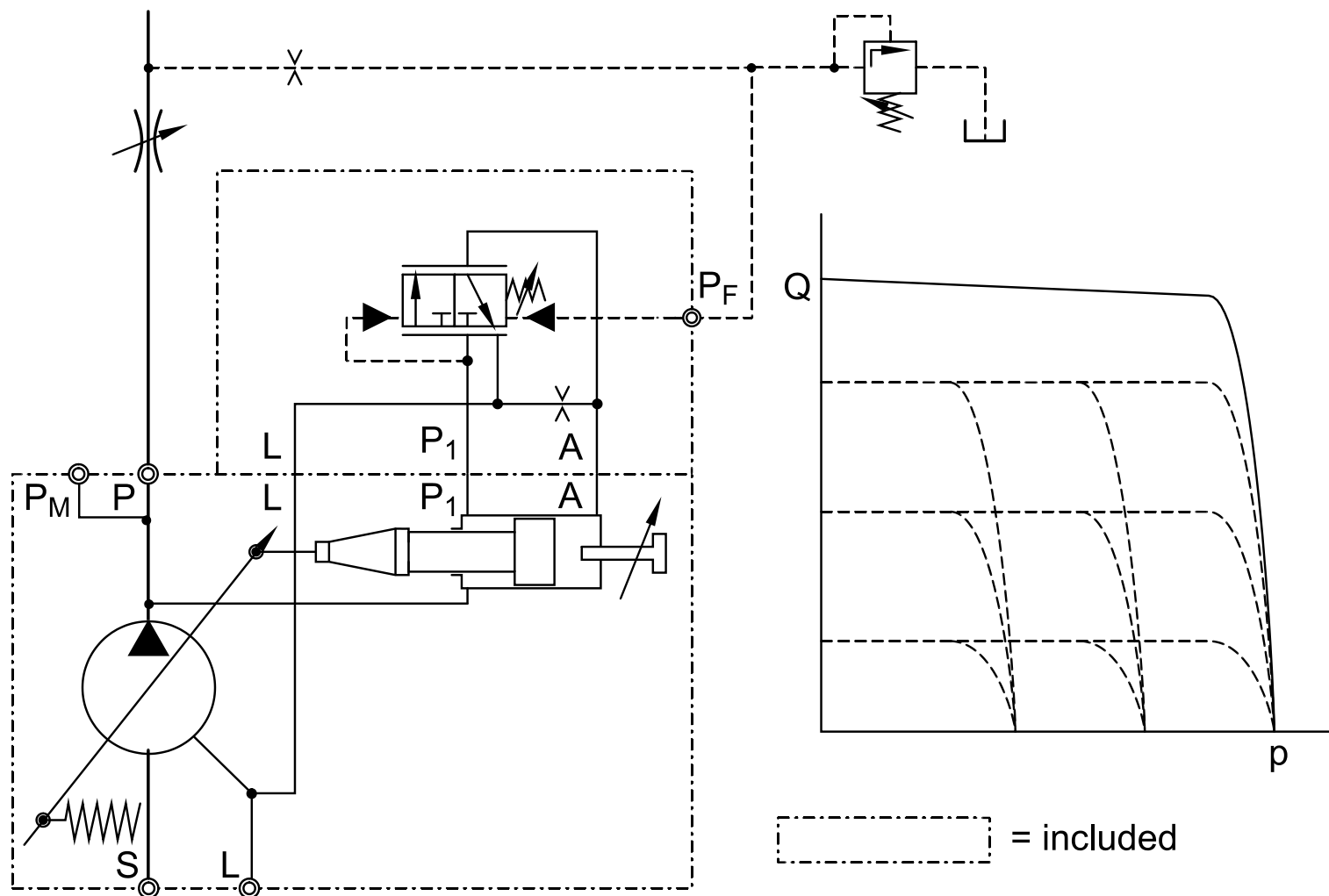
$$\Delta p_1 = p - p_L = p - (p_C + \Delta p_2)$$

$$\Delta p_1 = p - p_C - \Delta p_2 = \Delta p_{12} - \Delta p_2$$

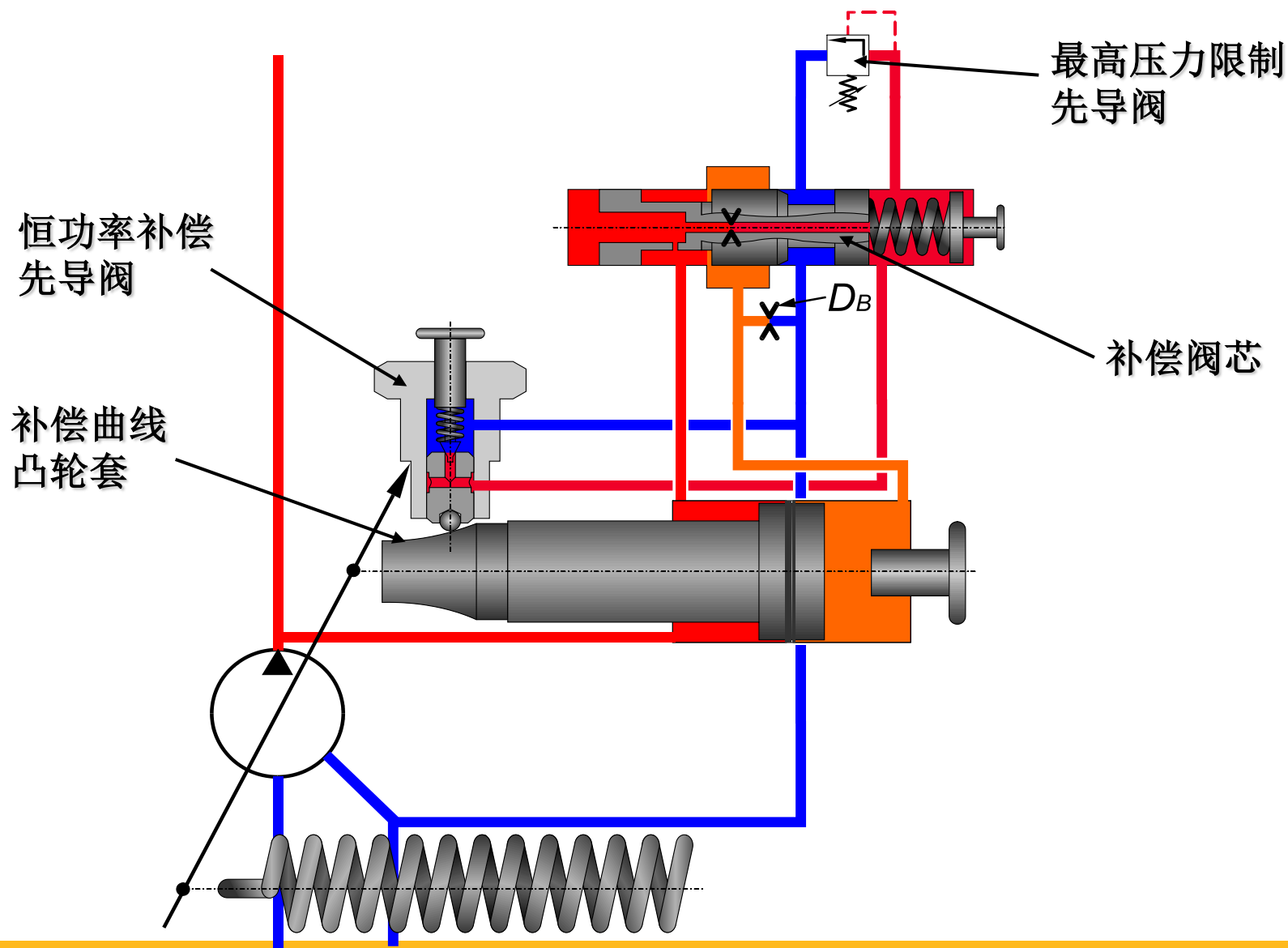
$$\Delta p_1 = \frac{F}{A_C} - \Delta p_2$$



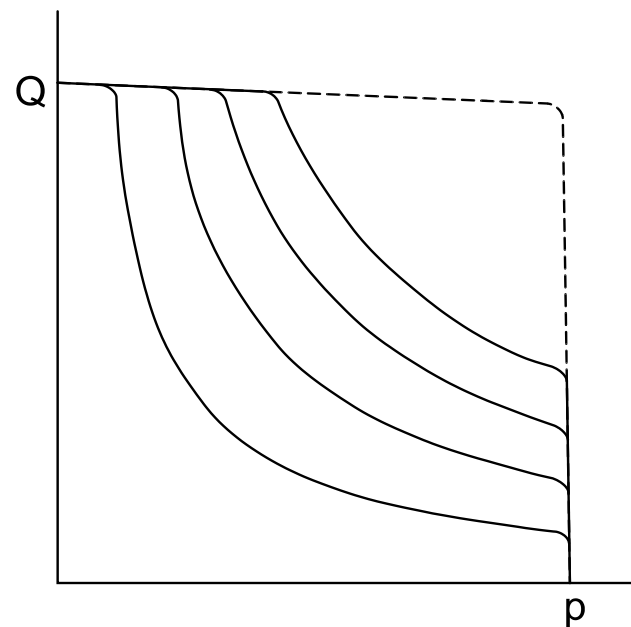
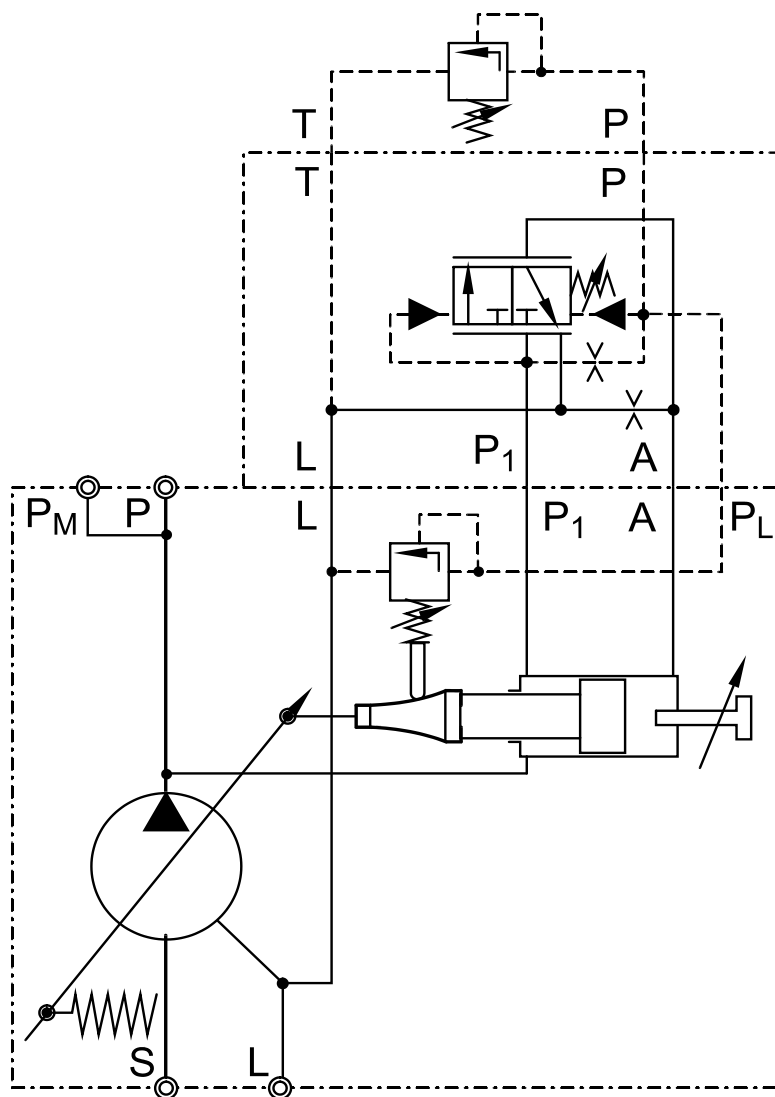
带遥控压力调节的负载传感变量泵回路图



基本恒功率变量控制器



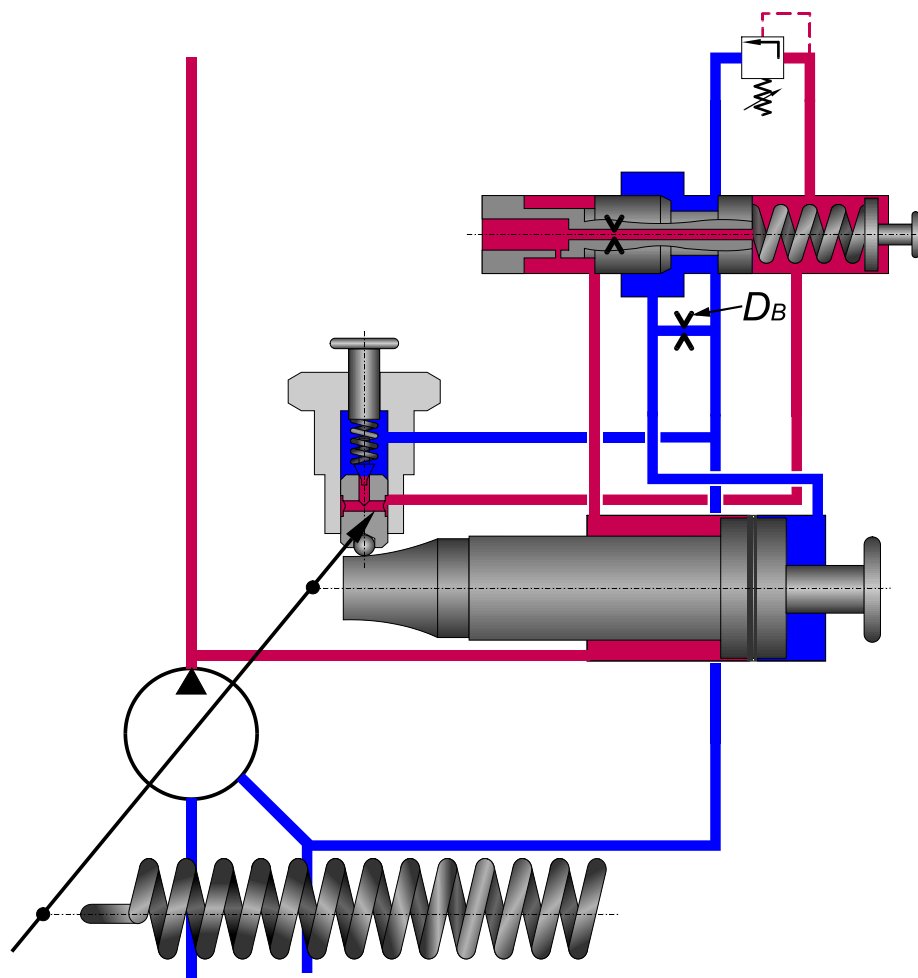
恒功率变量泵回路图



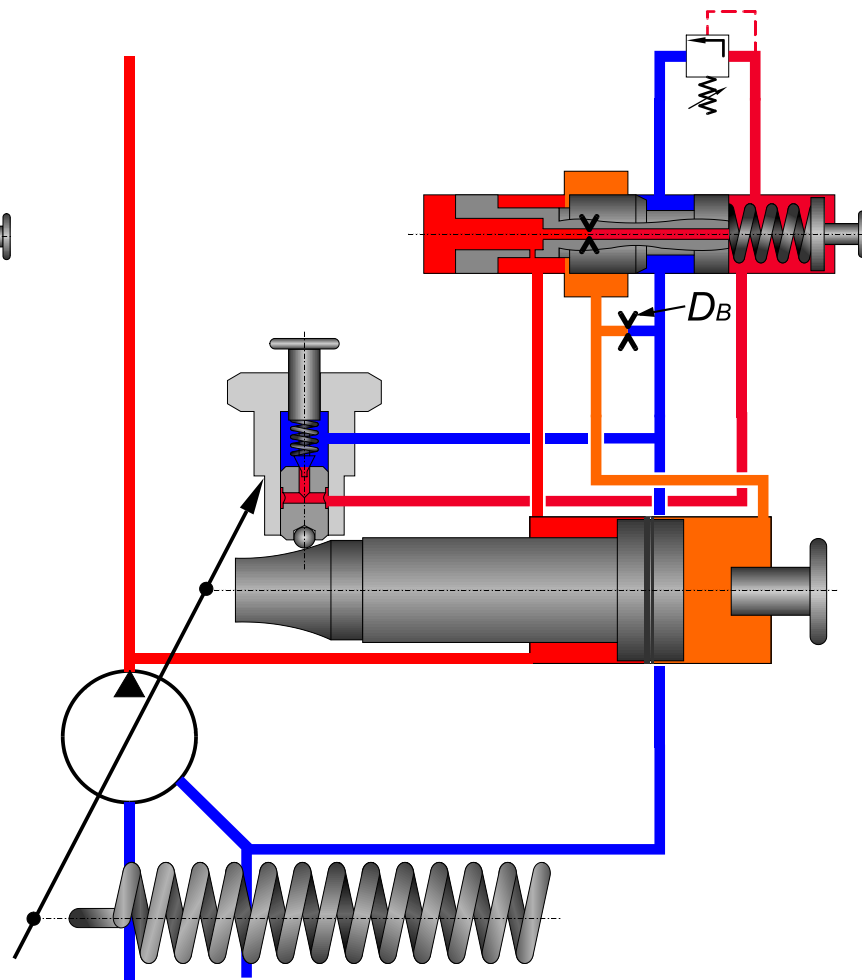
 = included

恒功率变量动作原理

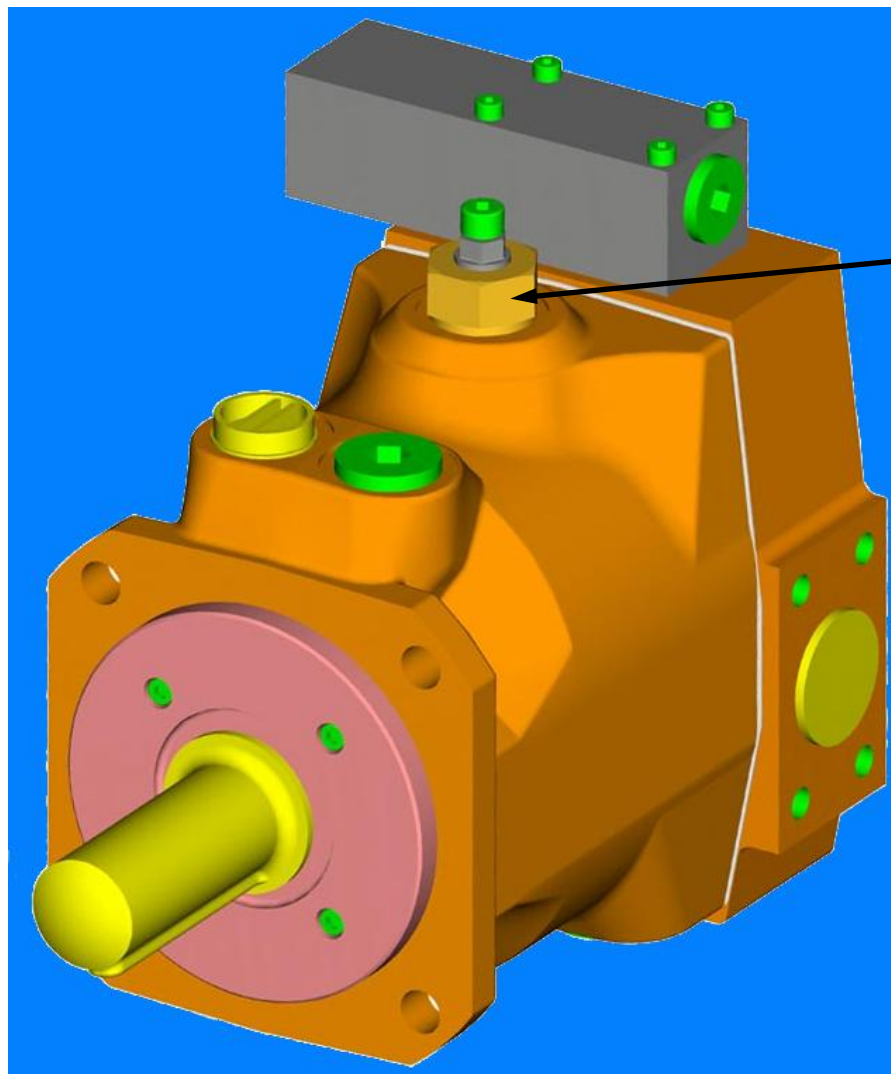
$$p < p_{Limit}$$



$$p = p_{Limit}$$

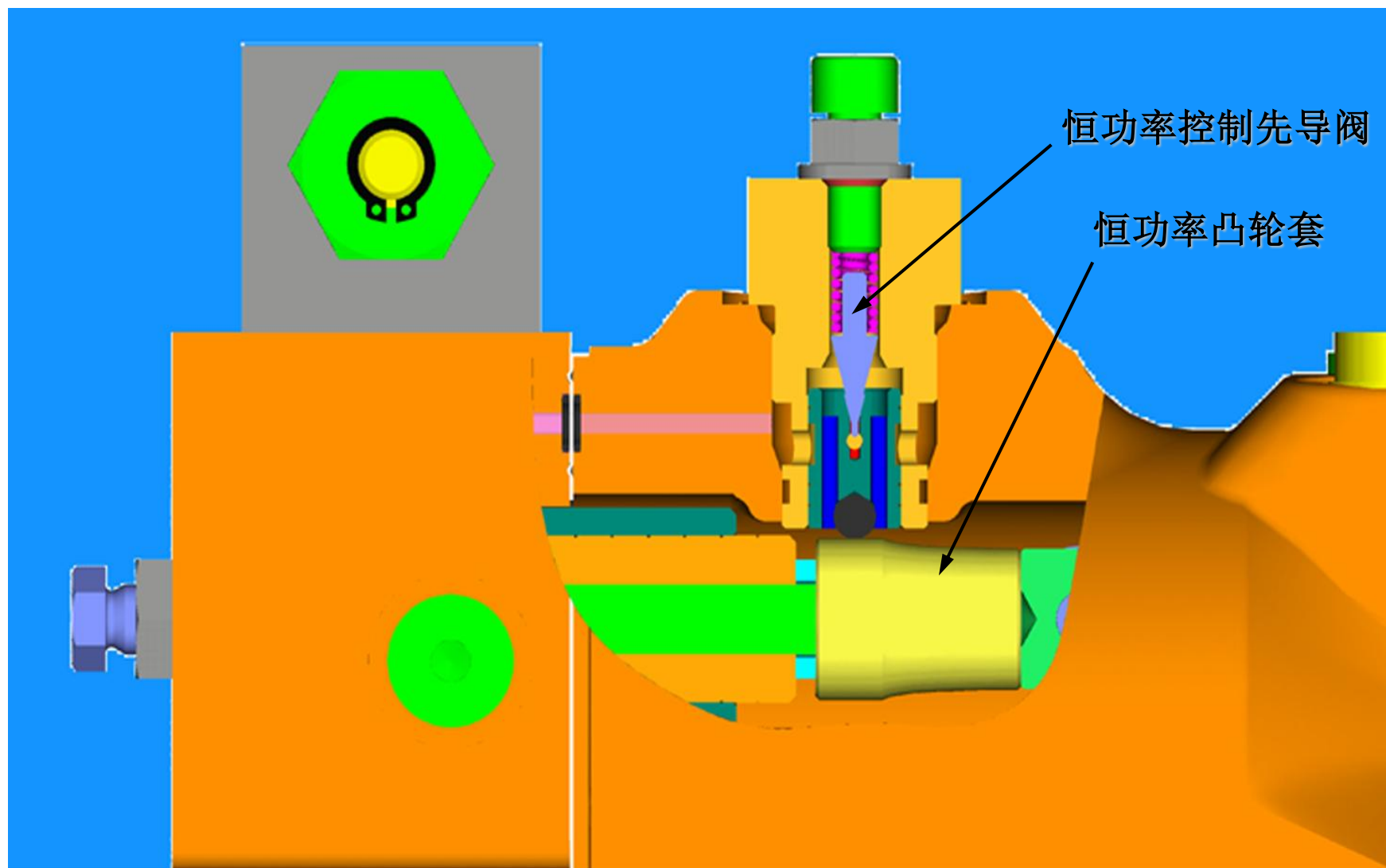


恒功率变量泵外形

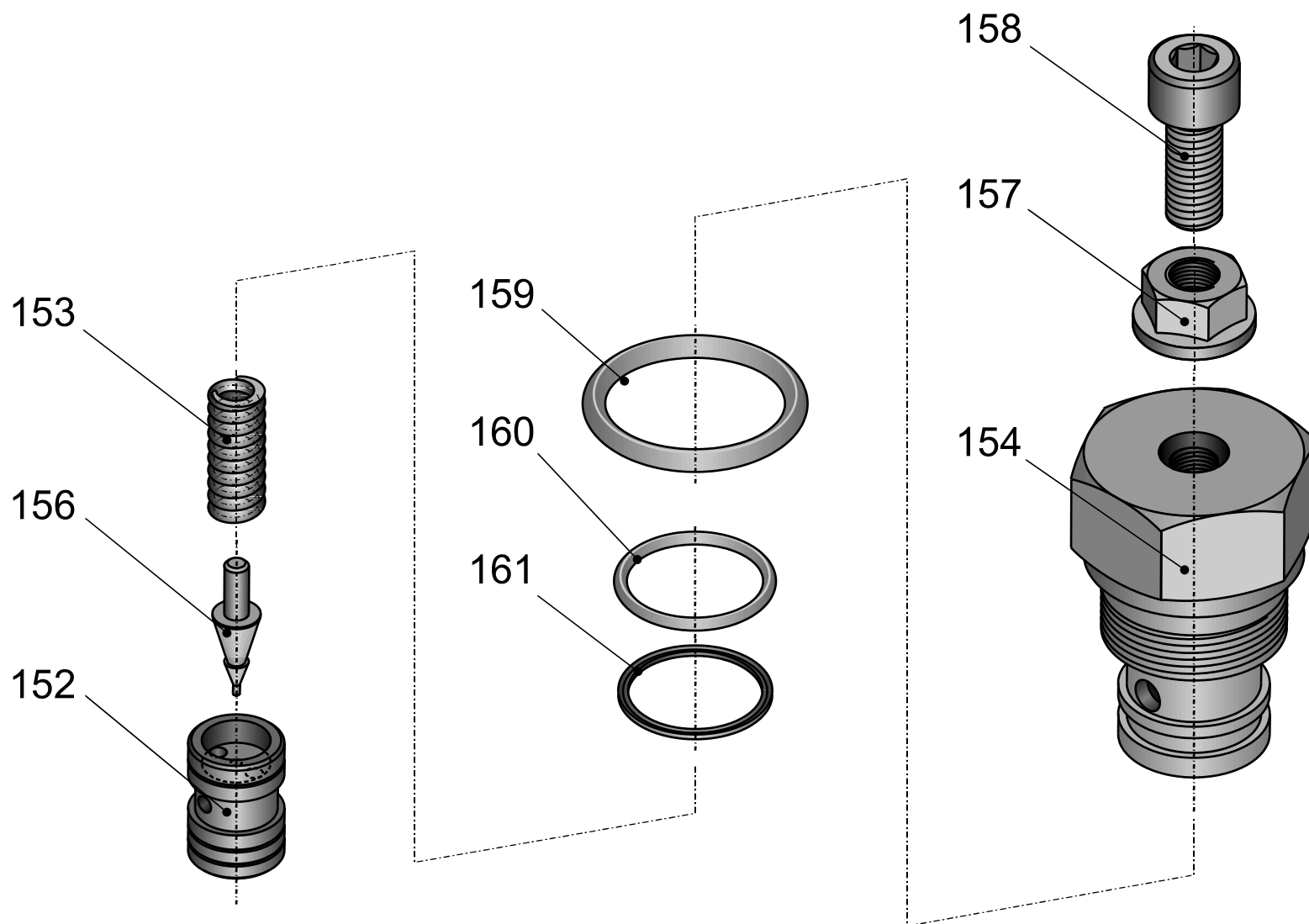


恒功率控制先导阀

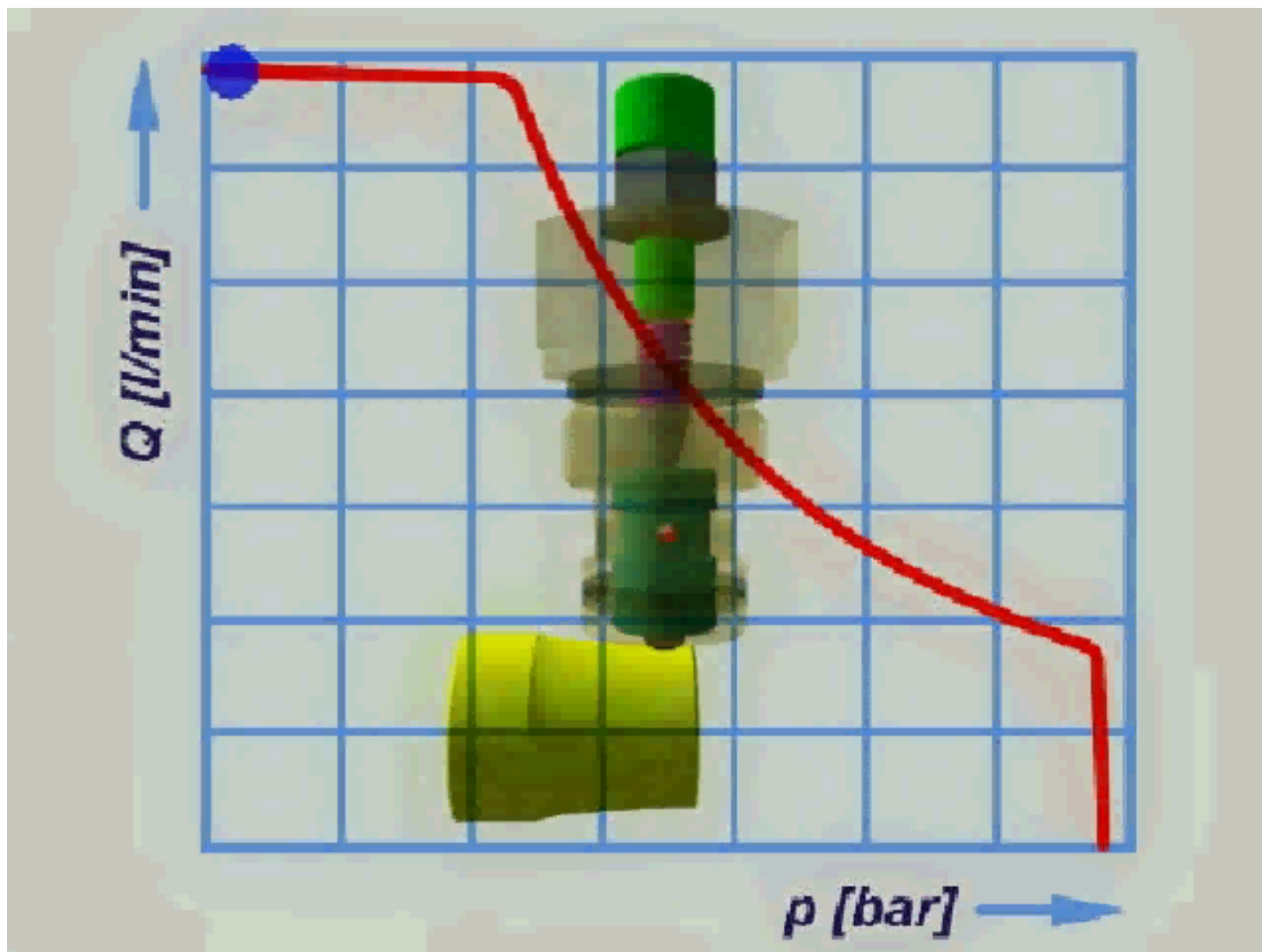
恒功率控制机构



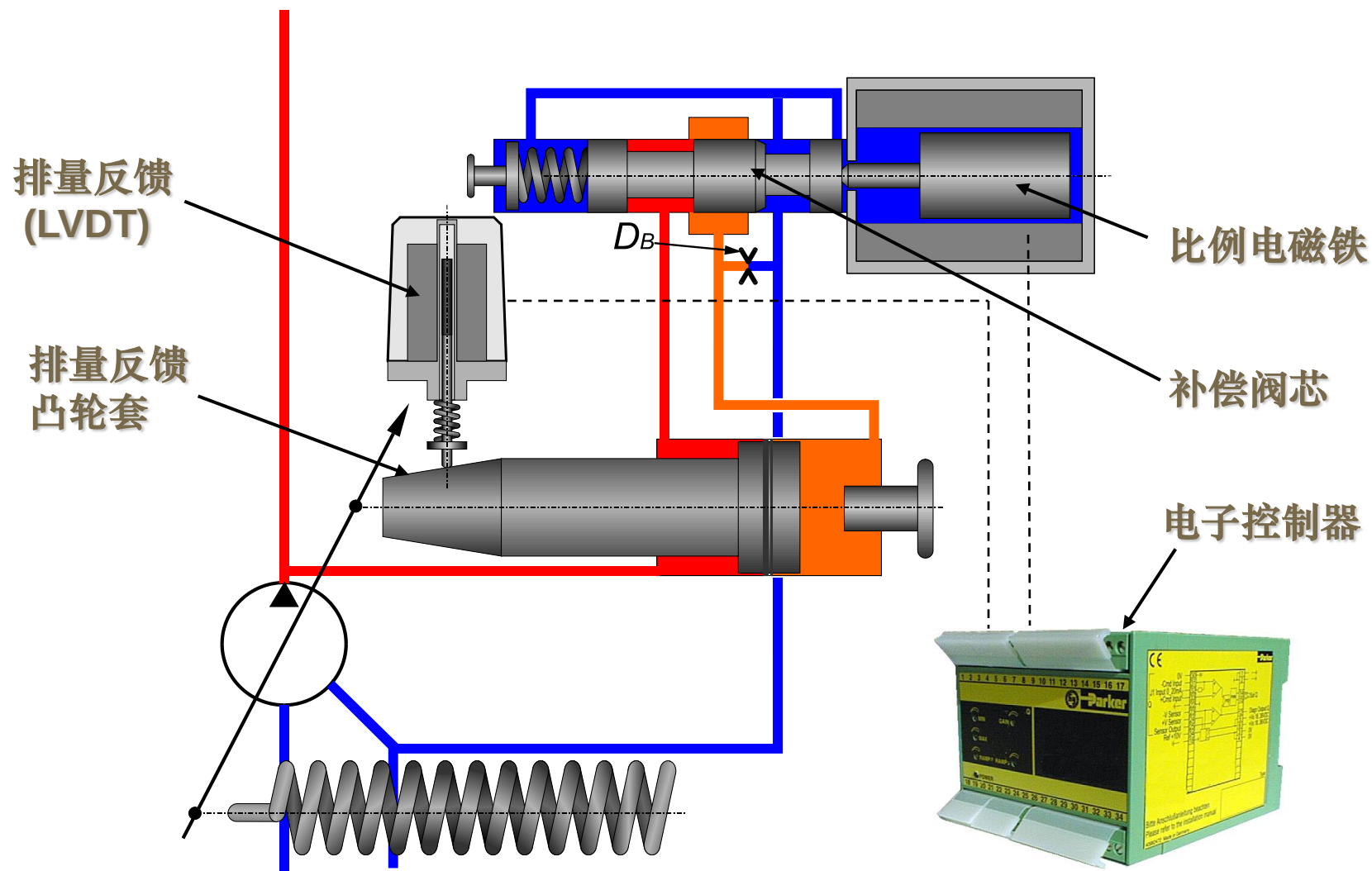
恒功率控制先导阀爆炸图



恒功率控制工作曲线

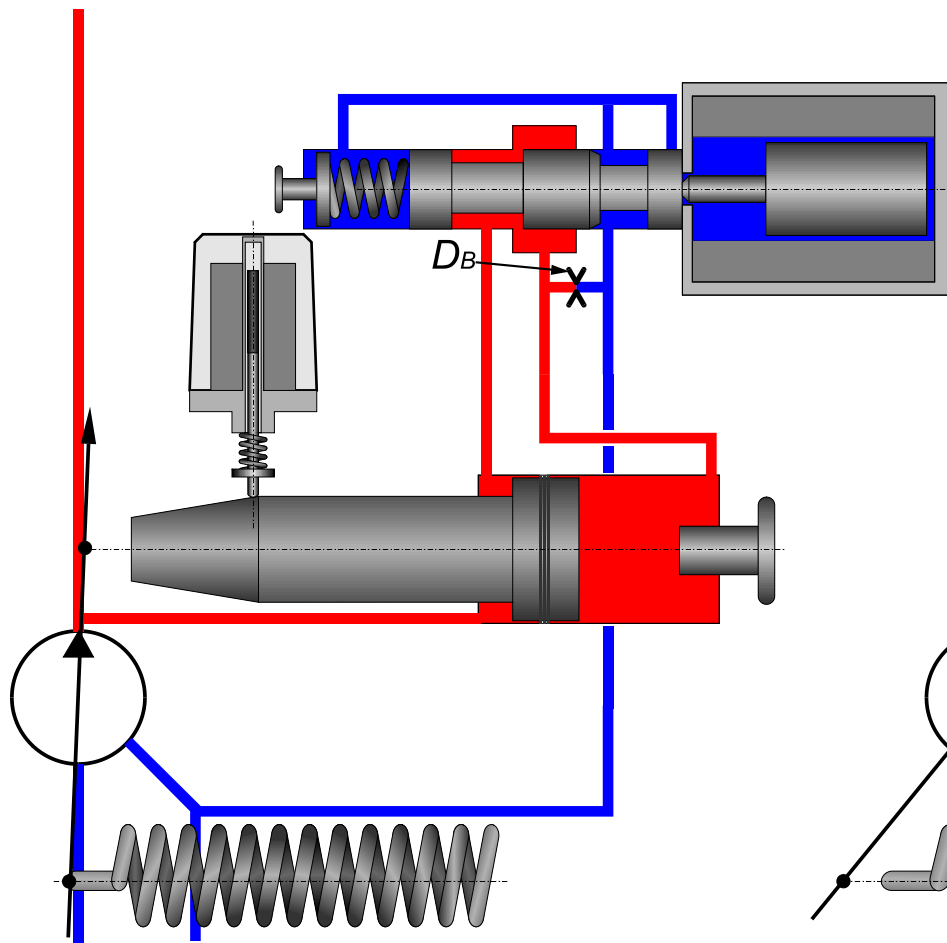


比例流(排)量控制

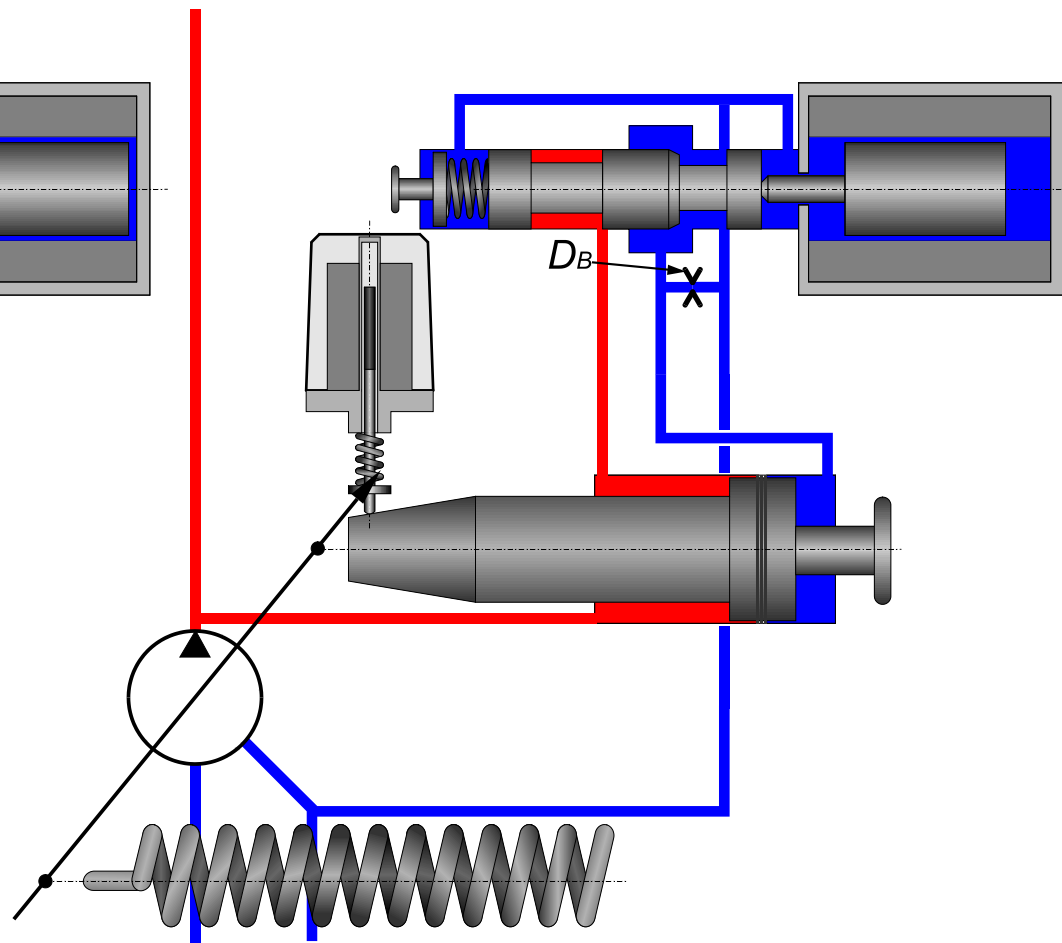


比例流量控制, $Q_{\min}$, $Q_{\max}$

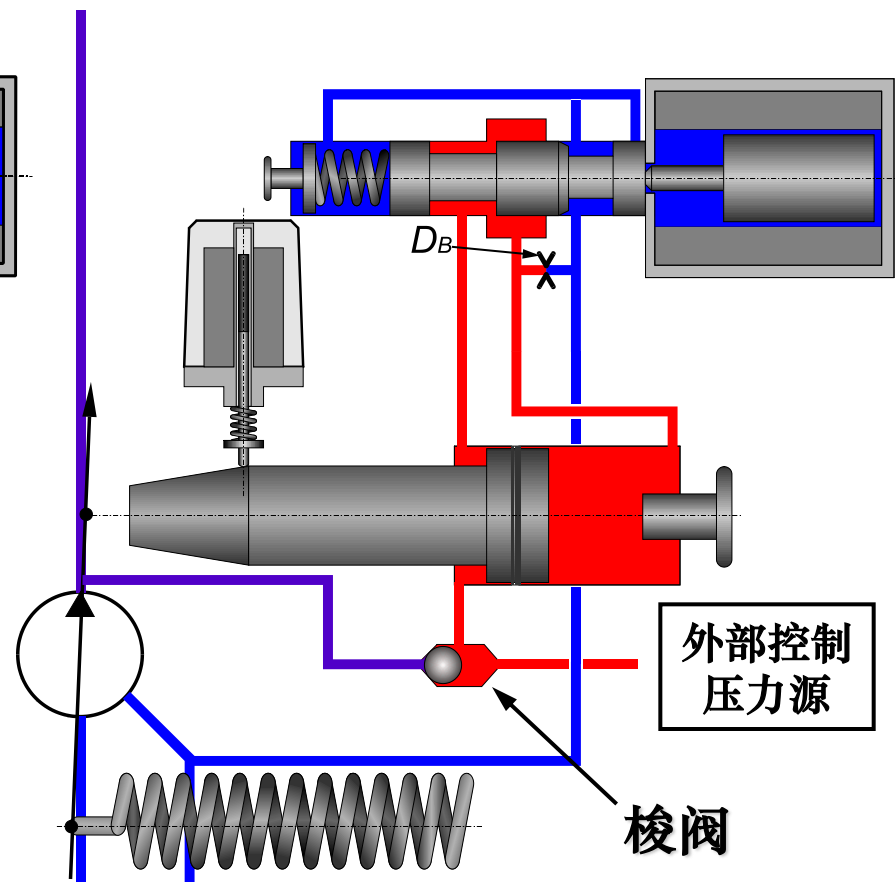
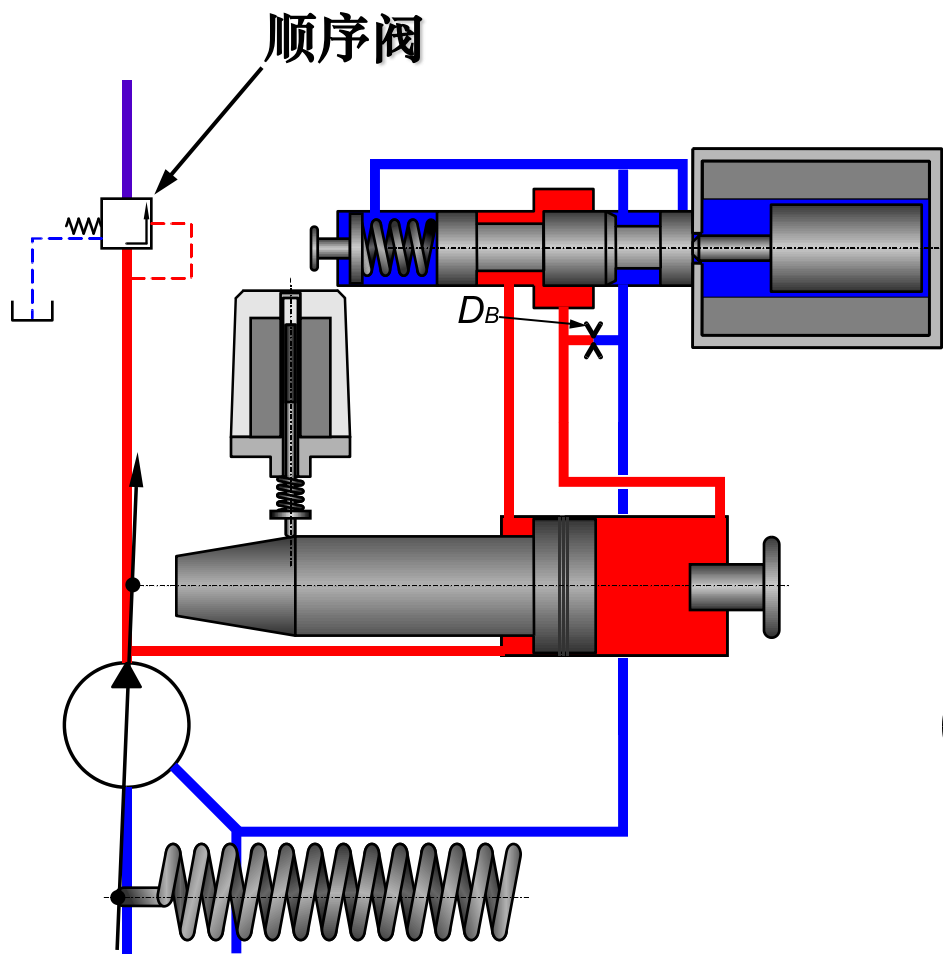
$Q_{\min}$ 状态

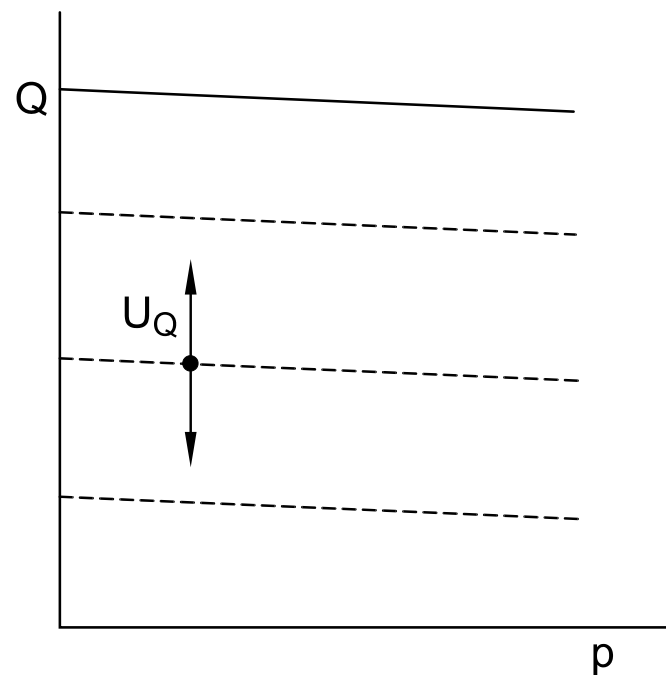


$Q_{\max}$ 状态



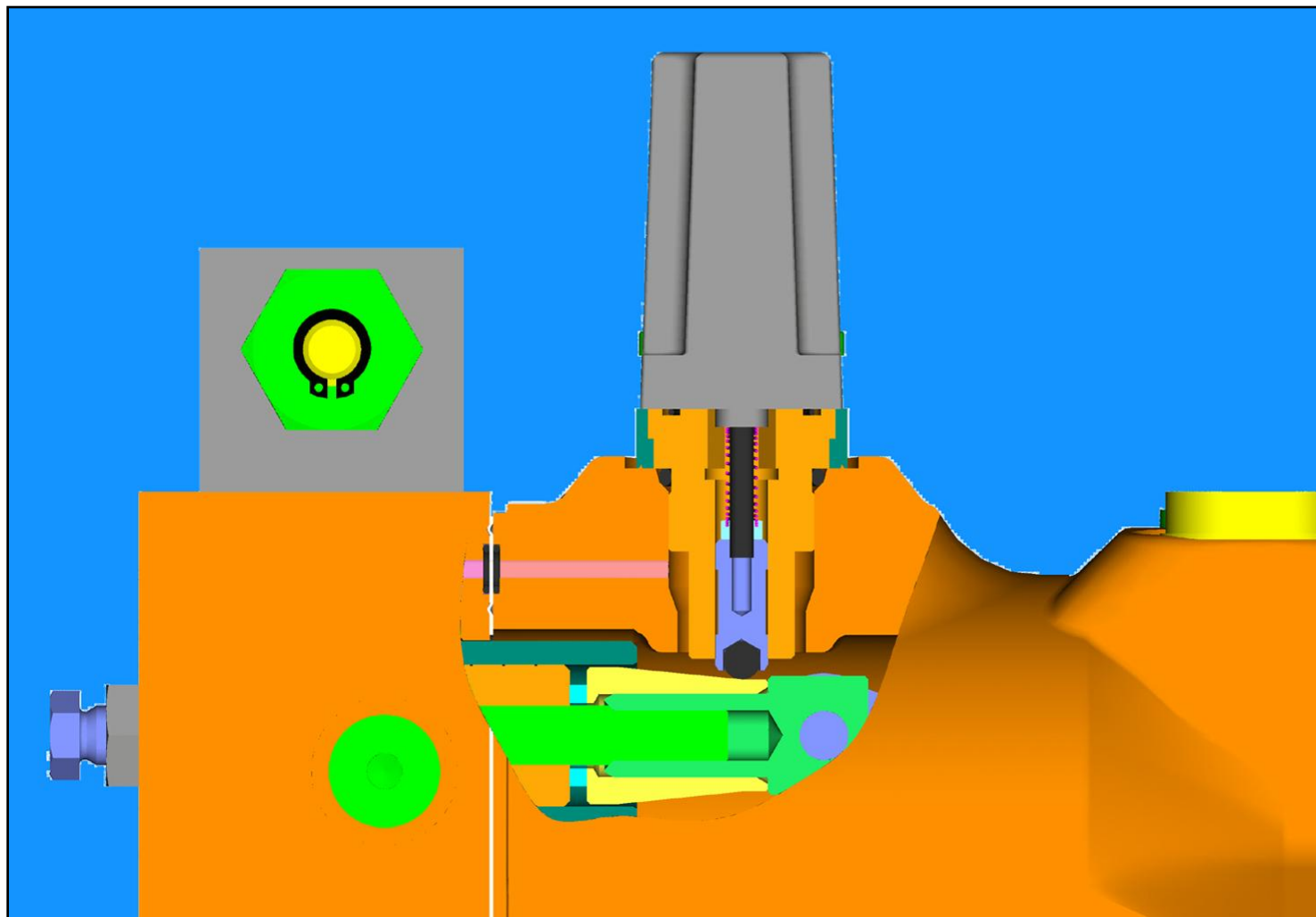
保证最低控制压力



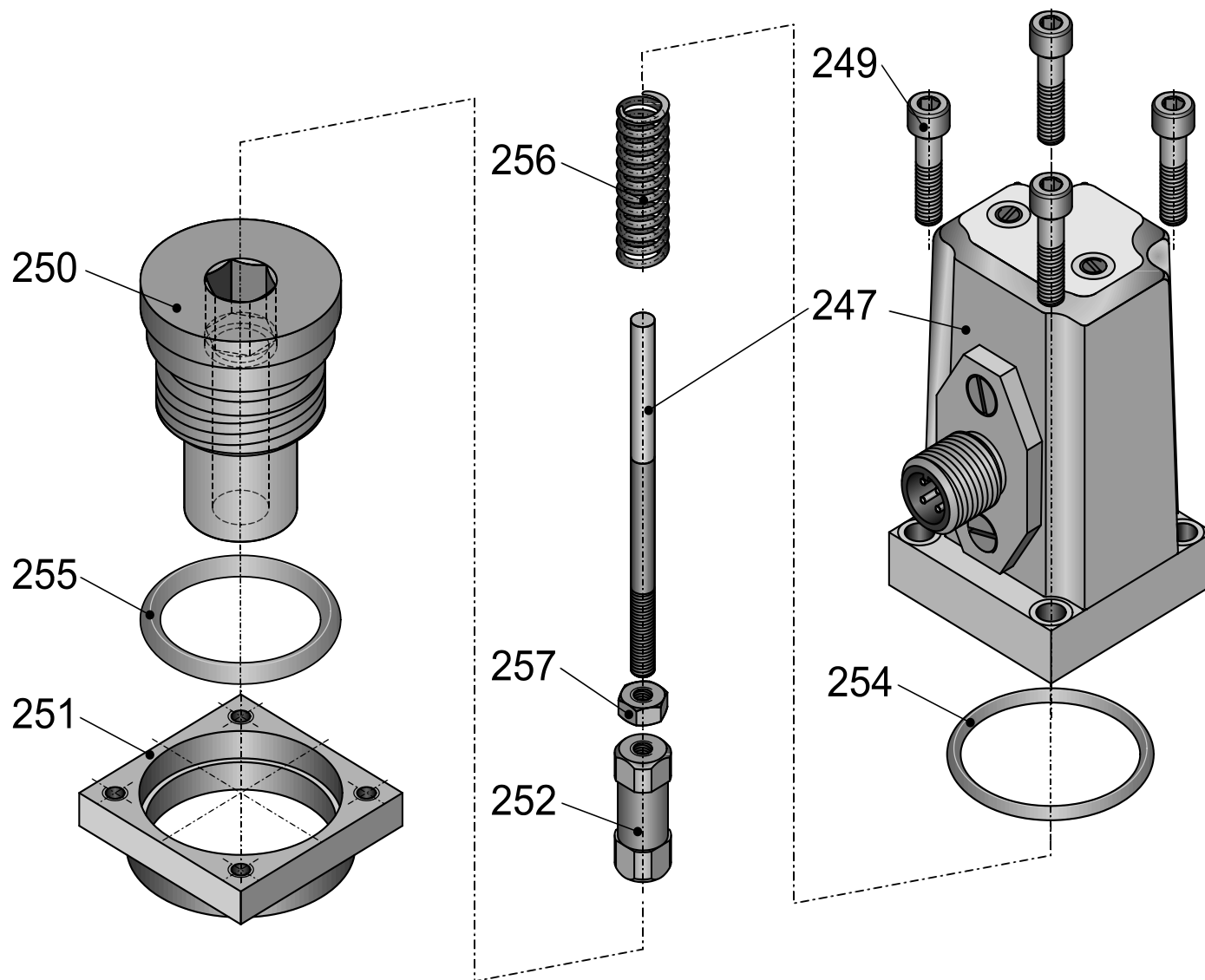


52

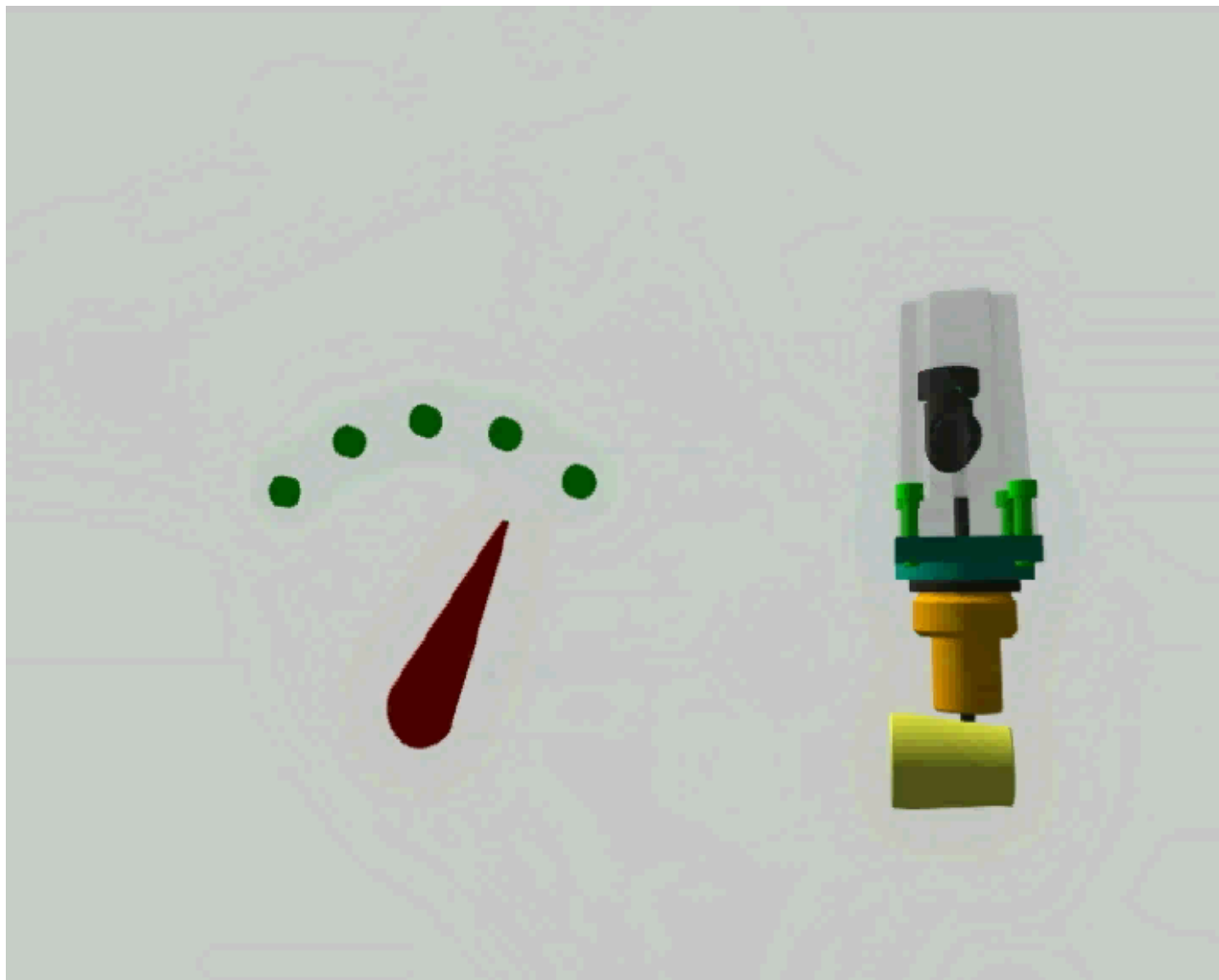
排量反馈传感器



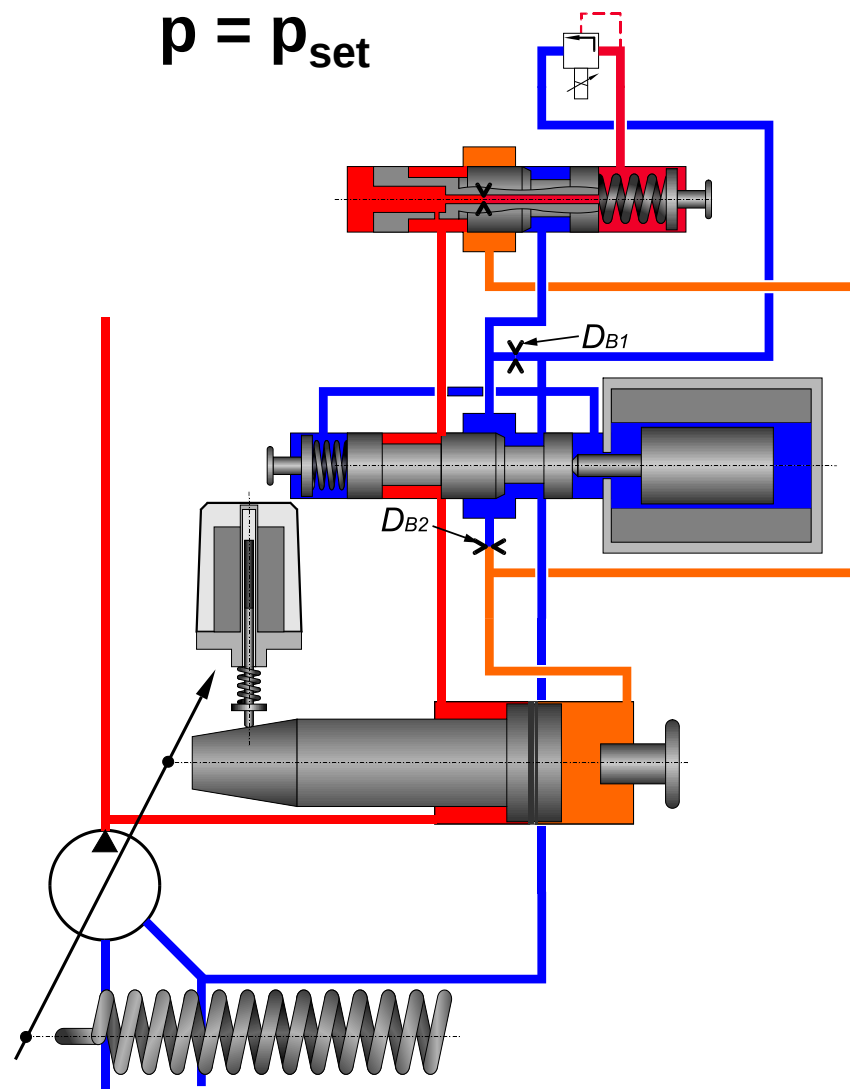
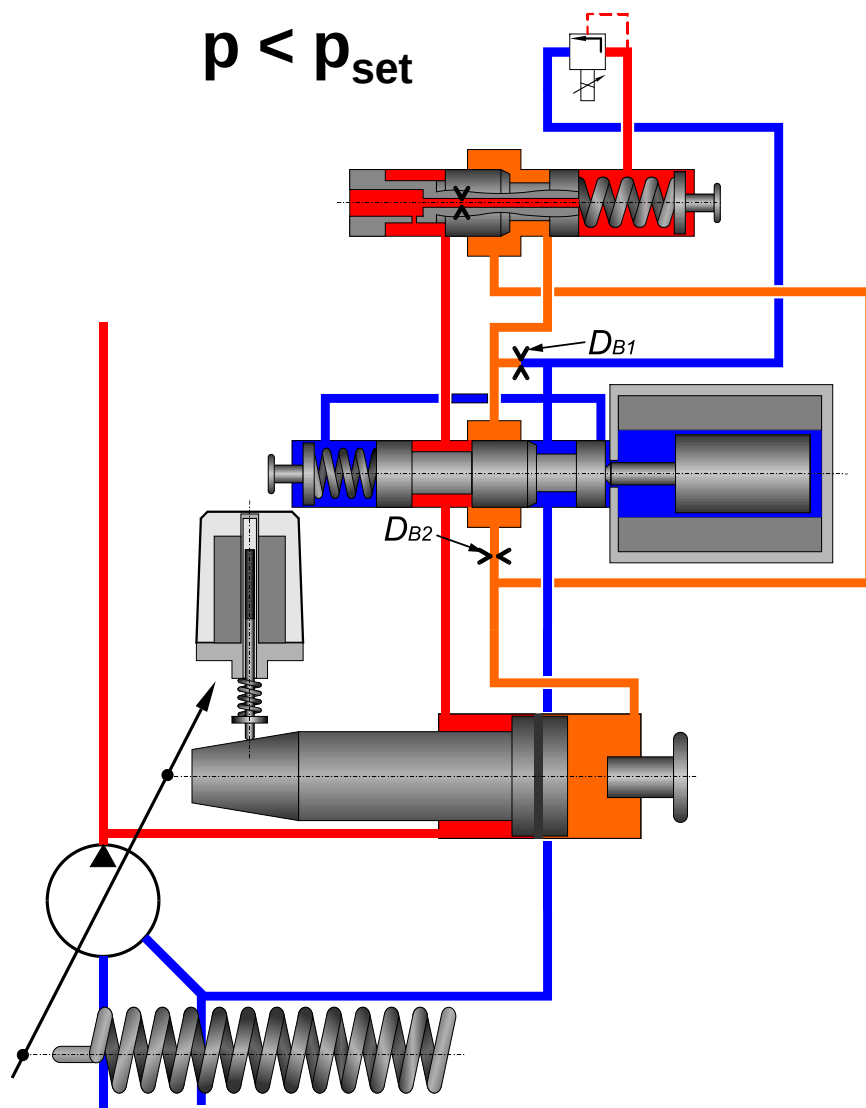
排量反馈传感器爆炸图



排量反馈动作示意



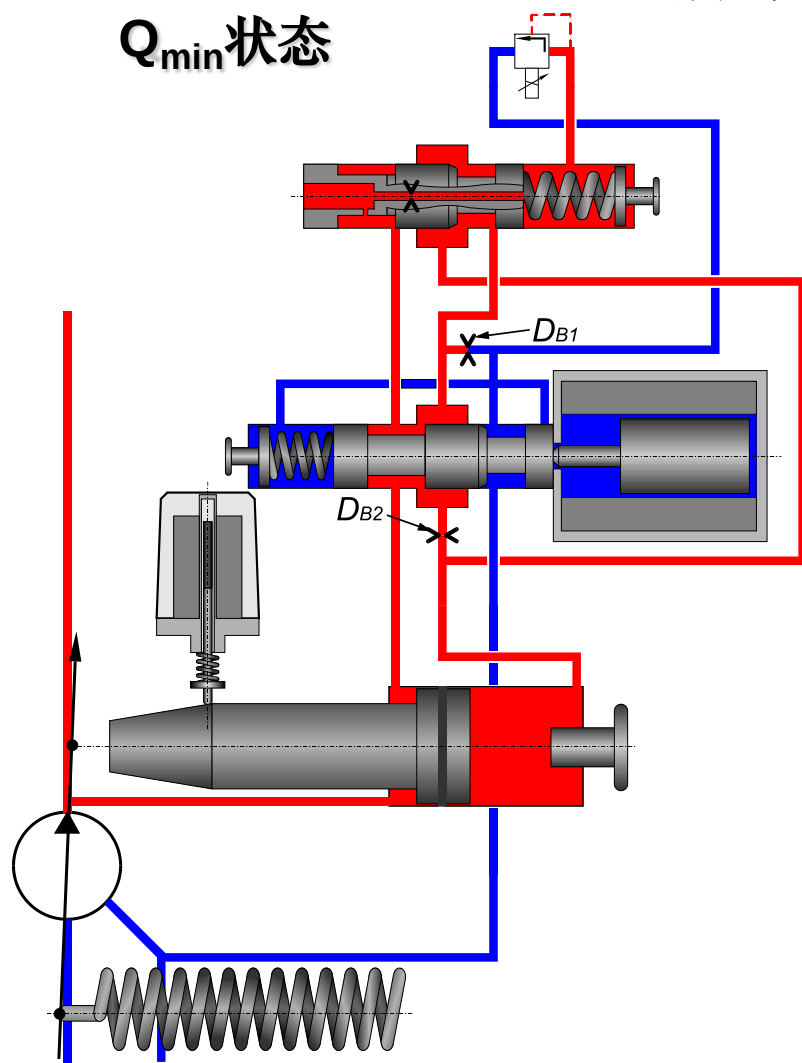
比例流量压力(p-Q)控制



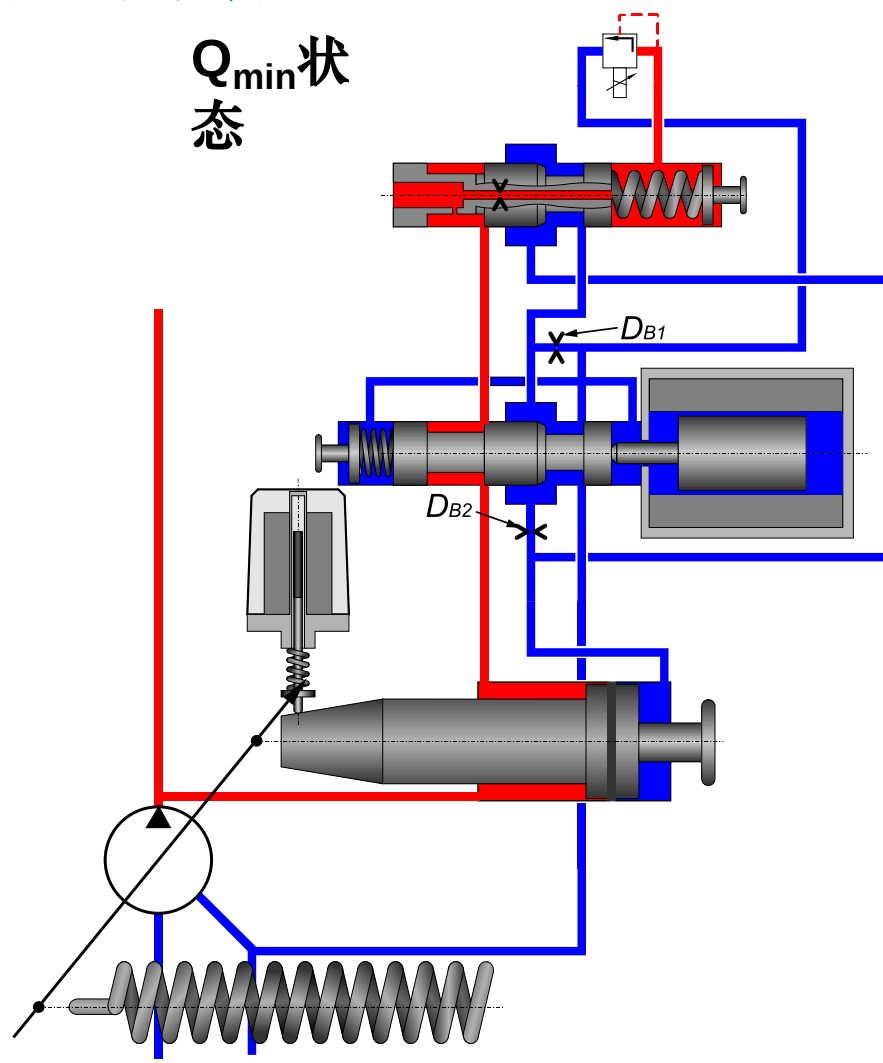
比例流量压力控制, $Q_{\min}$, $Q_{\max}$

工作压力低于设定压力

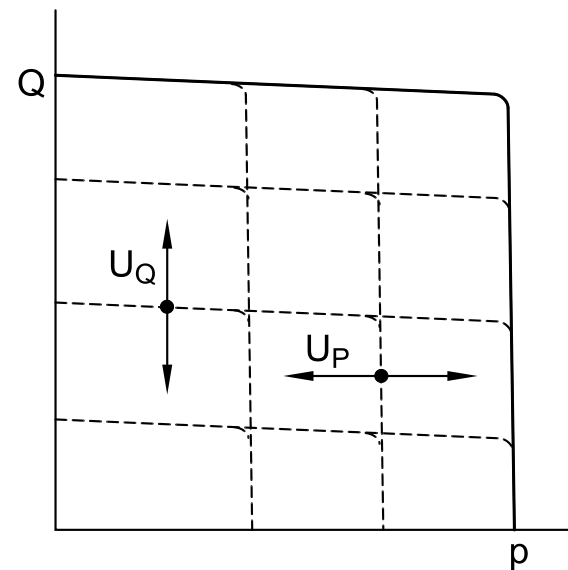
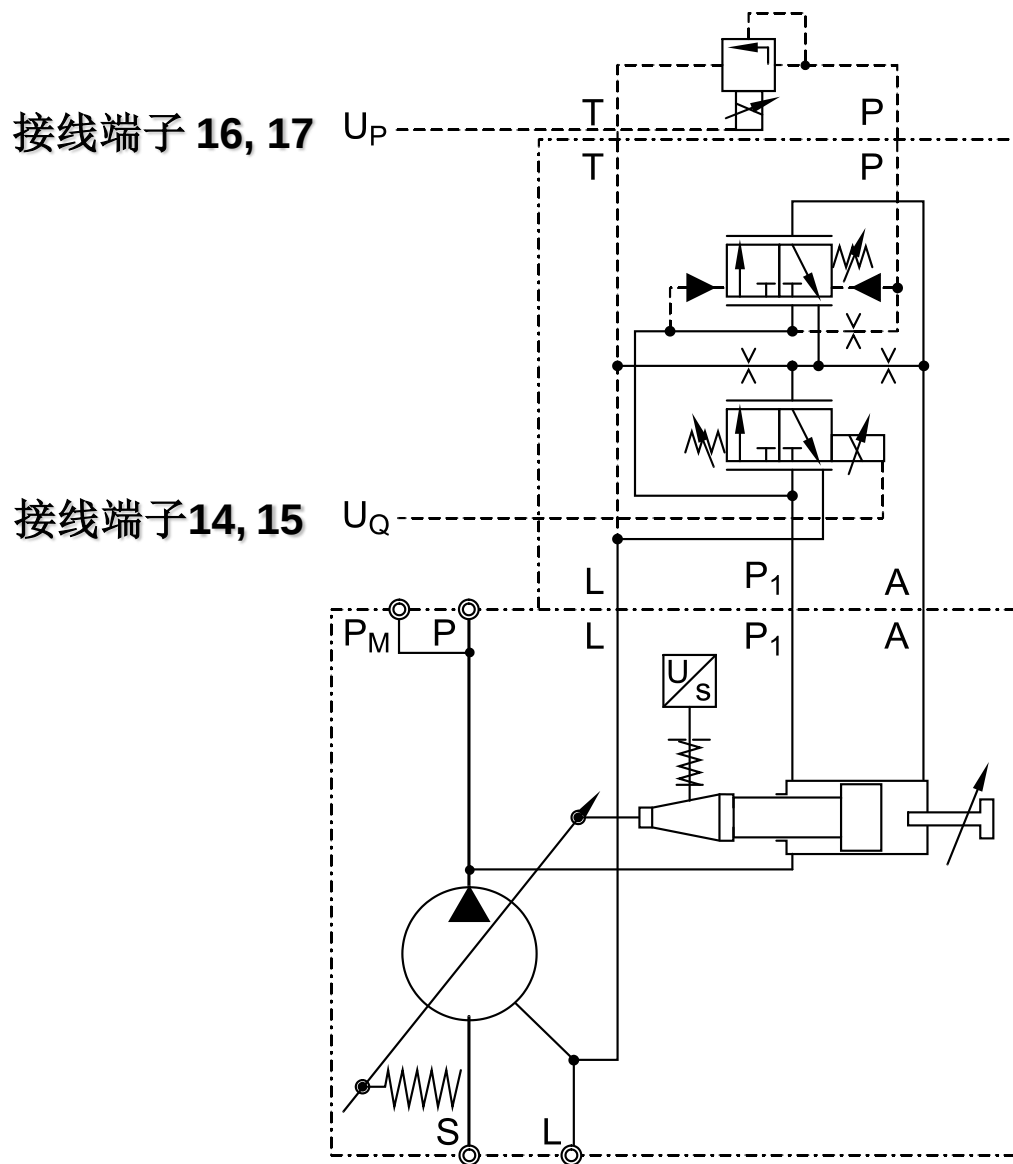
$Q_{\min}$ 状态



$Q_{\min}$ 状态

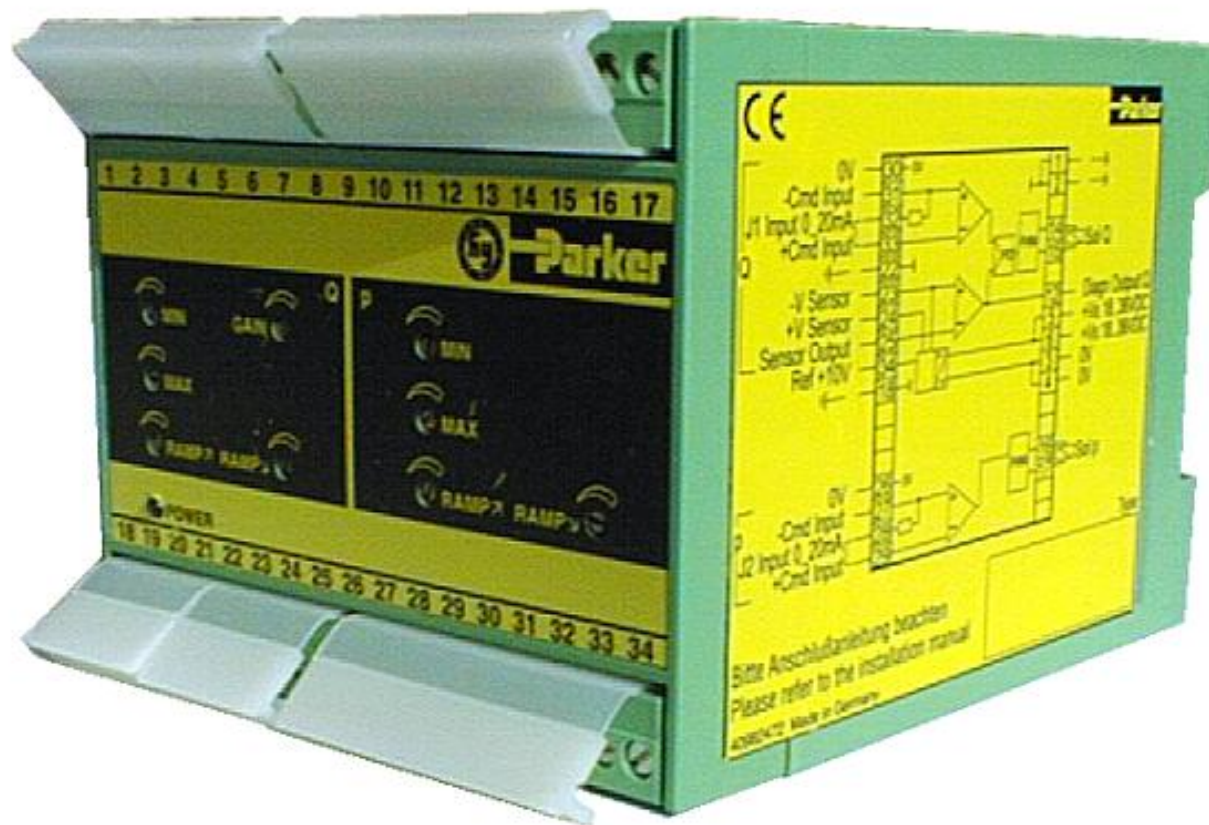


比例流量压力控制回路图

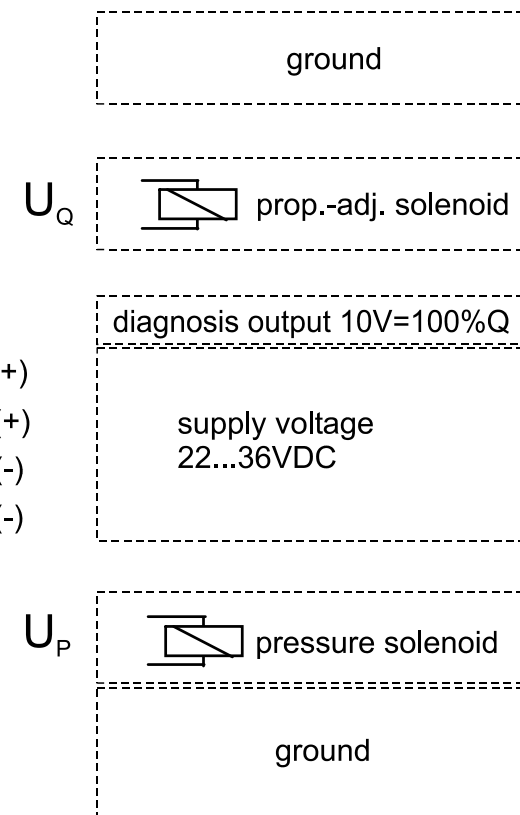
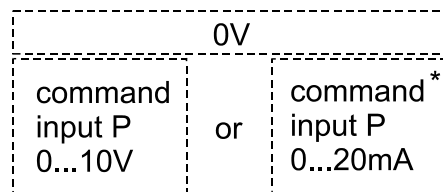
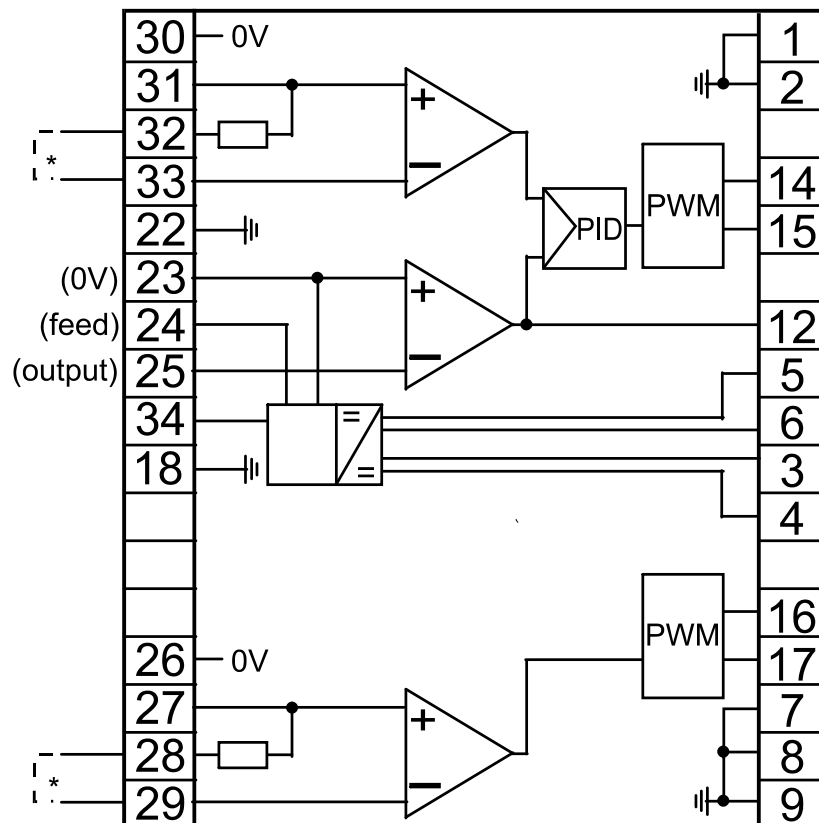
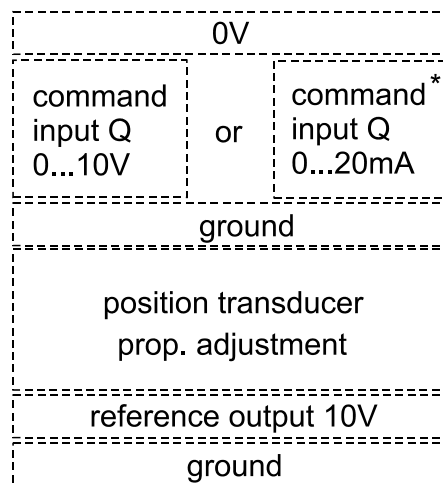


 = included

电子控制器



P-Q 电子控制模块接线框图



基本计算公式

液压传动常用公式

计算项目	公制	英制
液压泵输入扭矩, T_{Pin}	$T_{Pin} = \frac{pq}{20\pi\eta_m}$ (Nm)	$T_{Pin} = \frac{pq}{2\pi\eta_m}$ (ib-in)
液压泵输入功率, N_{Pin}	$N_{Pin} = \frac{pq\eta}{600000} = \frac{pQ}{600\eta}$ (kW)	$N_{Pin} = \frac{pq\eta}{395934} = \frac{pQ}{1714\eta}$ (hp)
液压泵输出流量, Q_{Pout}	$Q_{Pout} = \frac{nq\eta_v}{1000}$ (L/min)	$Q_{Pout} = \frac{nq\eta_v}{231}$ (USgpm)
液压马达转速, n_M	$n_M = \frac{1000Q\eta_v}{q_M}$ (rpm)	$n_M = \frac{231Q\eta_v}{q_M}$ (rpm)
液压马达输出扭矩, T_{Mout}	$T_{Mout} = \frac{pq\eta_m}{20\pi}$ (Nm)	$T_{Mout} = \frac{pq\eta_m}{2\pi}$ (lb-in)
液压马达输出功率, N_{Mout}	$N_{Mout} = \frac{npq\eta}{600000} = \frac{pQ\eta}{600}$ (kW)	$N_{Mout} = \frac{npq\eta}{395934} = \frac{pQ\eta}{1714}$ (hp)

注: η_m - 机械效率;

η_v - 容积效率;

η - 总效率。

单位换算

单位换算

名称	公制			英制	
压力, p	MPa bar	10 bar 0.1 MPa	145.0 psi 14.50 psi	psi (lbs/in ²)	0.006895 MPa 0.06895 bar
排量, q	ml/rev	0.06102 in ³ /rev		in ³ /rev	16.387 ml/rev
流量, Q	L/min (Lpm)	0.2642 gpm		gpm	3.78 L/min
功率, N	kW	1.341 hp		hp	0.7457 kW
扭矩, T	Nm	0.7376 lb-in		lb-in	1.3567 Nm
重量, W	kg	2.205 lbs		lb	0.4536 kg
力, F	N	4.448 lbs		lb	0.2248 N
长度, L	m mm	3.281 ft 0.03937 in		ft in	0.309 m 25.4 mm
面积, A	cm ²	0.1550 in ²		in ²	6.452 cm ²
体积, V	cm ³ (ml)	0.06102 in ³		in ³	16.387 cm ³
温度, t	°C	$= \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{1.8}$		°F	$= 1.8 \times ^{\circ}\text{C} + 32$
(运动) 粘度, v	mm ² /s (cSt)	按粘度换算图表 (或 $\cong \frac{\text{SUS} - 14}{4.25}$)		SUS	按粘度换算图表 (或 $\cong \text{cSt} \times 4.25 + 14$)

谢谢！

