

Proportional Directional Control Valves

比例方向控制阀



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

2015/07/15

比例方向控制阀与伺服阀



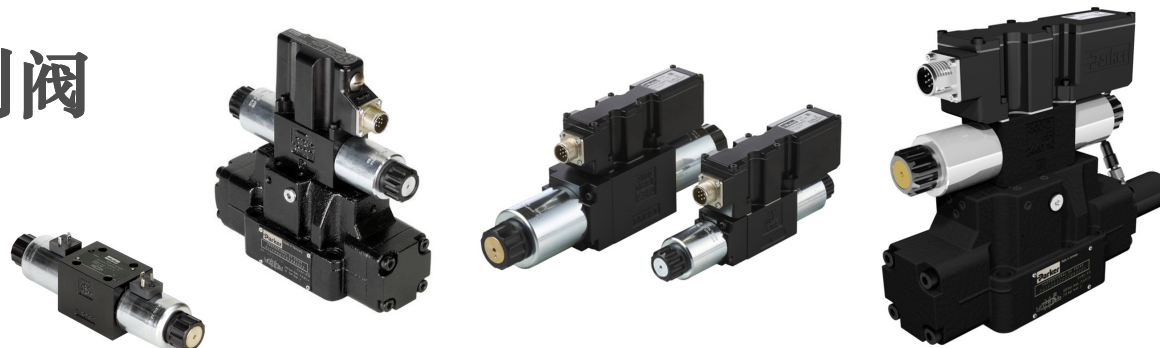
Proportional Directional Control Valves and Servo Valves

- 在液压系统中常常需这样一类方向控制阀：
其输出流量 (本质上是：阀口开度或阀芯行程) 与输入信号成正比。
分为：比例阀与伺服阀两类。
- 传统上将：以比例电磁铁驱动的阀称为比例阀；
以力矩马达驱动的阀称为伺服阀。
- Parker 将所开发的以 VCD[®] (Voice Coil Drive 音圈驱动器) 驱动的同类阀 – DFplus 归在比例阀的范畴中。

比例方向控制阀与伺服阀



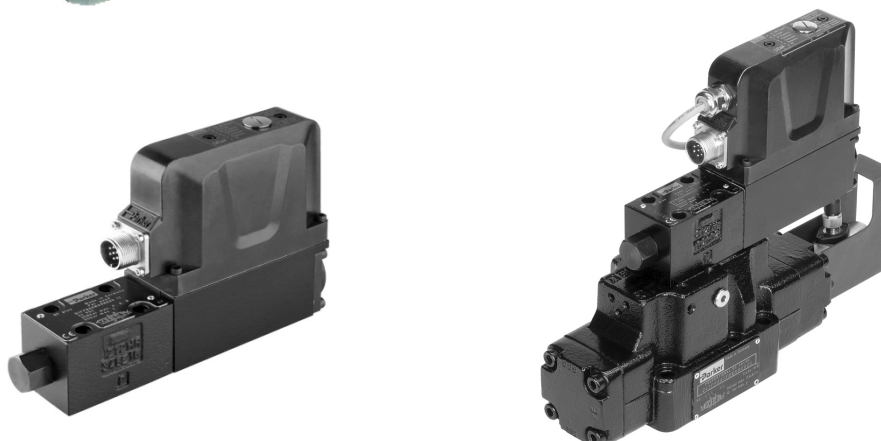
- 比例方向控制阀



- 伺服阀



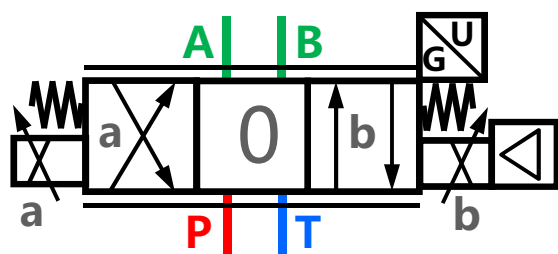
- DFplus



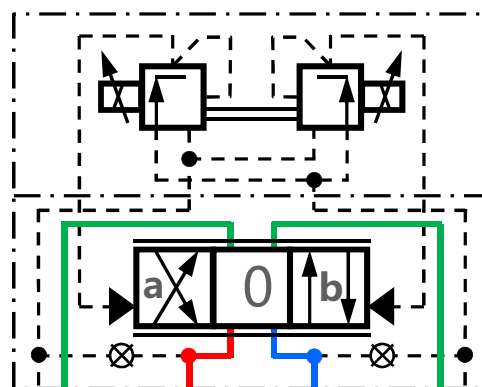
比例方向控制阀 图形符号



电磁比例方向阀

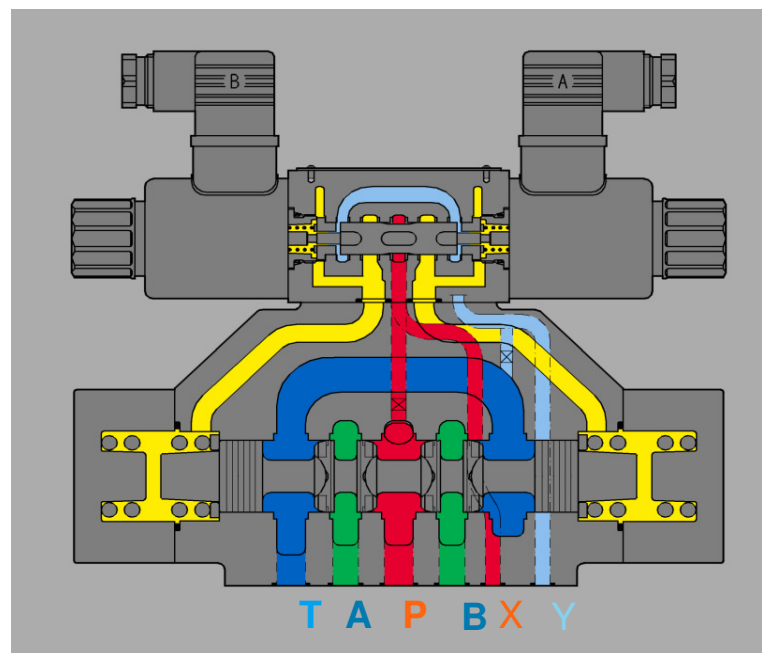
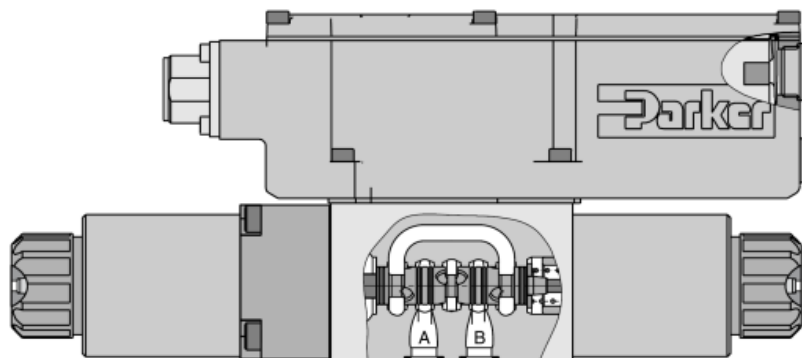
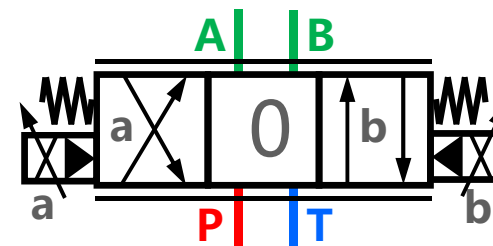


详图



电液比例方向阀

简图



为何要使用比例方向控制阀？



液压系统基本上有两类负载：

1. 稳态负载：负载的运动速度为常数或变化缓慢

目前绝大多数的液压回路均是这类负载，普通方向阀可用于此类负载的控制，结构简单、成本低廉、工作可靠。

但普通方向阀液压回路驱动的负载的运动品质较差，在起止及换向过程中会造成冲击，常常将这种回路形象地称作“乒乓回路”。在对运动品质要求较高的系统，就需使用比例方向阀。

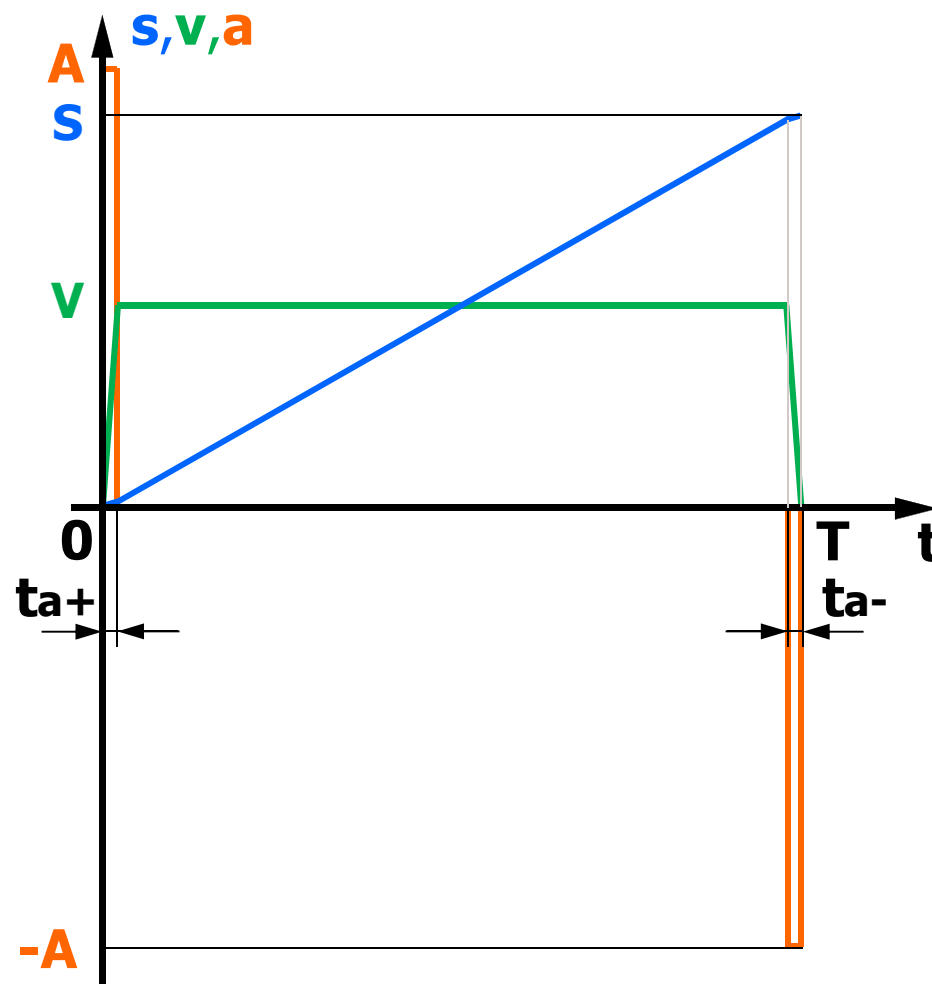
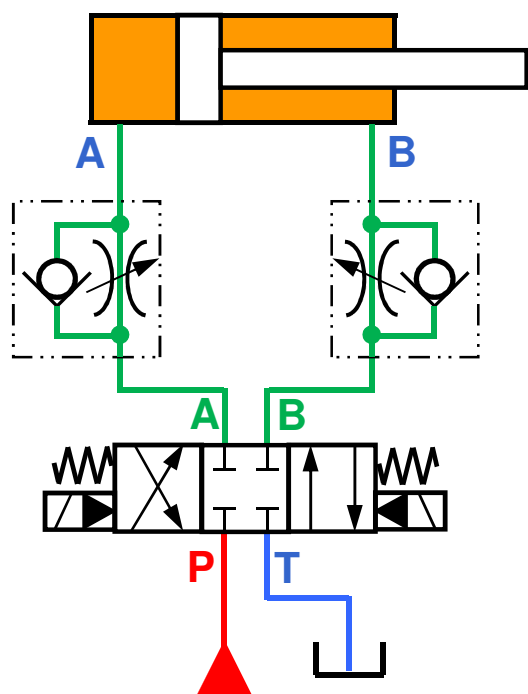
2. 动态负载：负载的运动速度为快速连续变化

普通方向阀无法胜任此类负载，只能使用比例阀或伺服阀。

为何要使用比例方向控制阀？

普通方向控制阀回路的运动品质

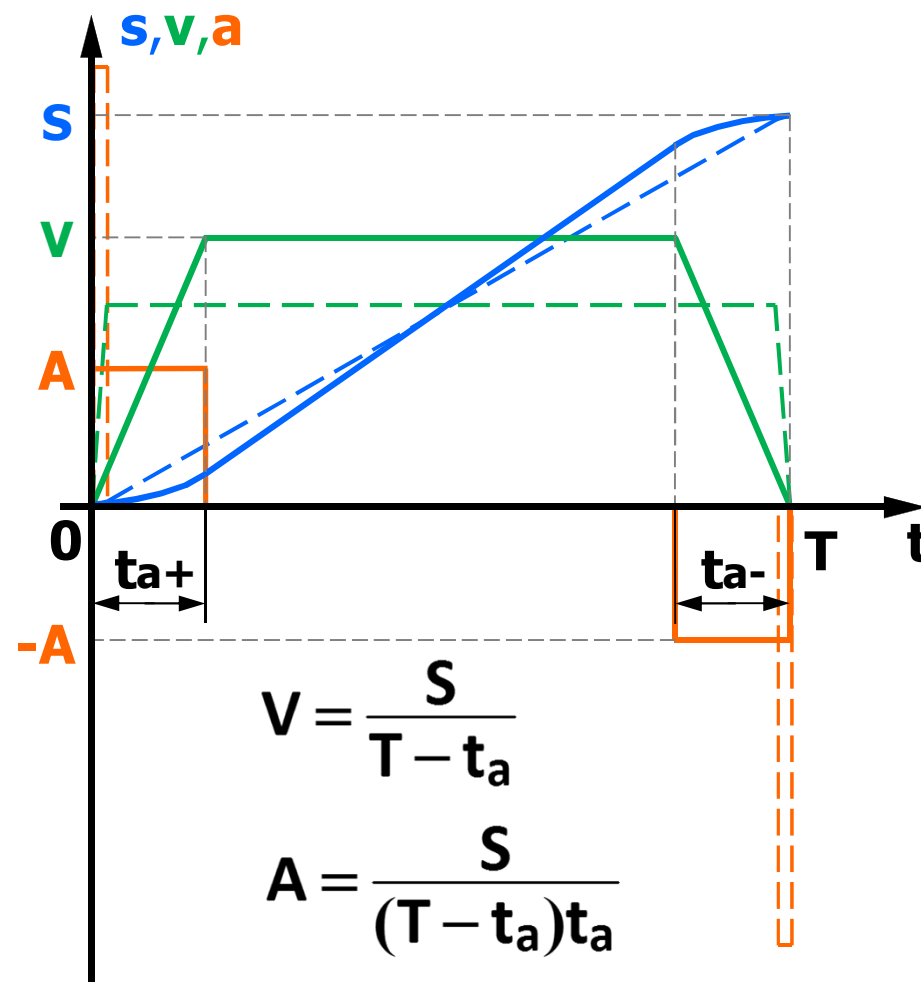
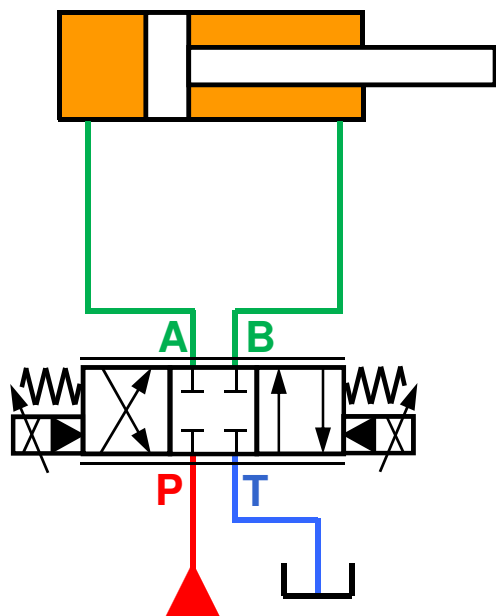
- **s** 负载行程
- **v** 负载速度 (对应流量)
- **a** 负载加速度 (对应压力)



为何要使用比例方向控制阀？

比例方向控制阀回路的运动品质

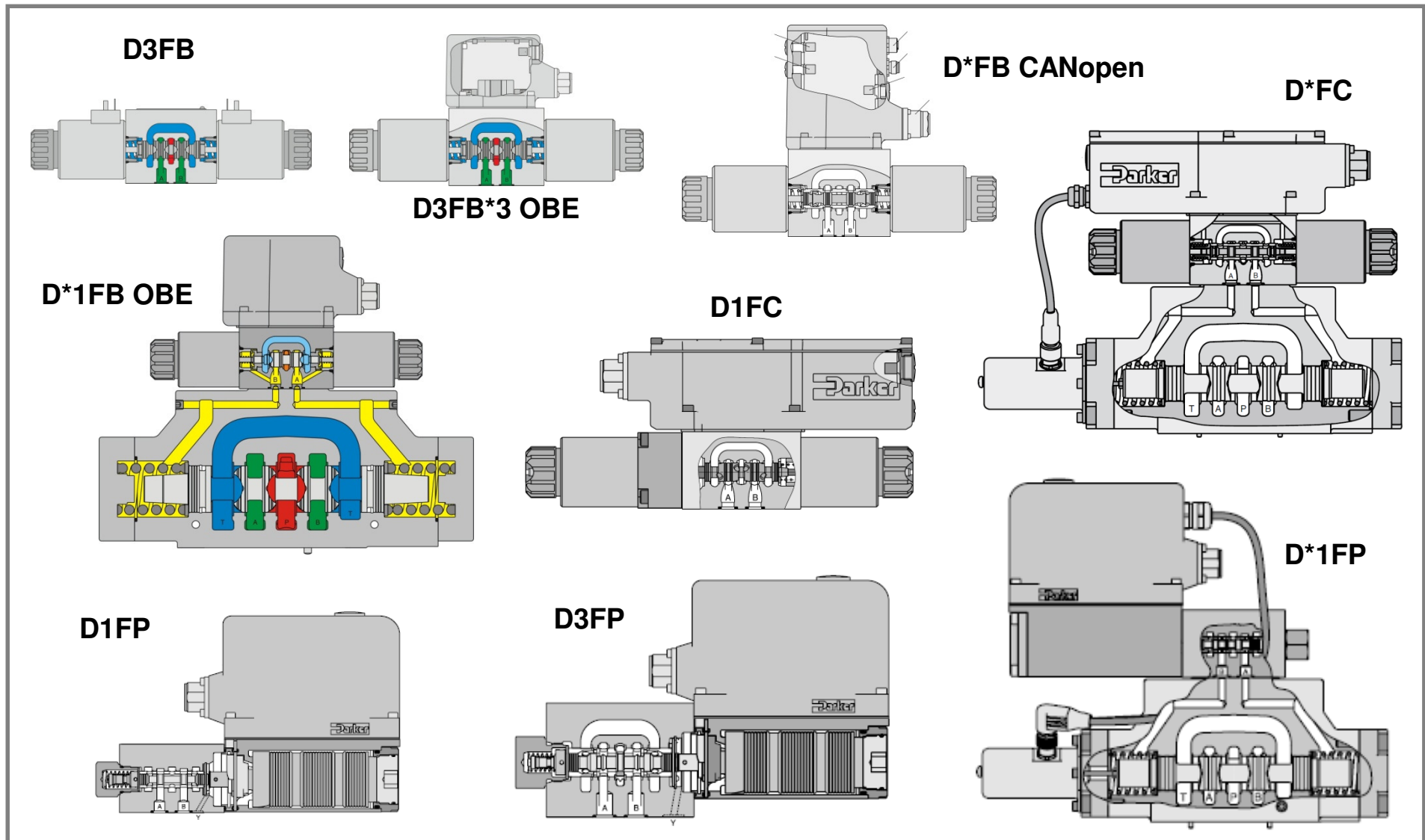
- **s** 负载行程
- **v** 负载速度 (对应流量)
- **a** 负载加速度 (对应压力)



Parker 比例方向控制阀



Proportional Directional Control Valves

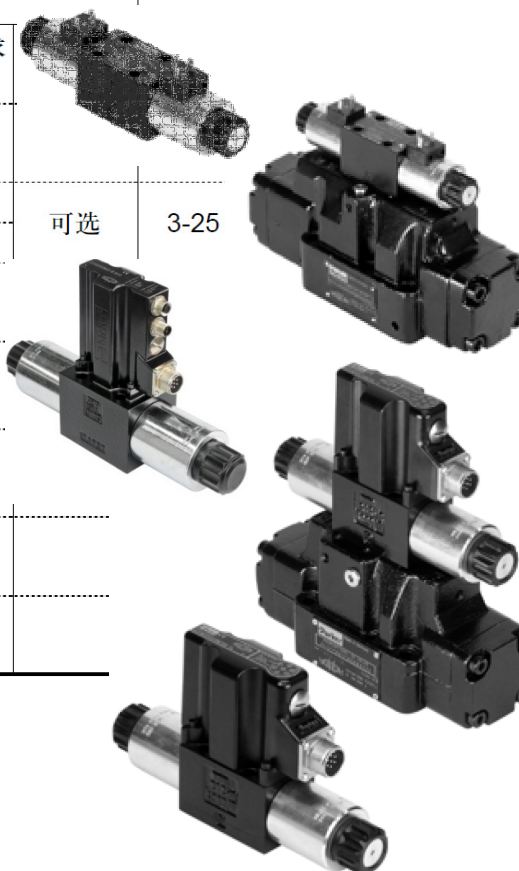


Parker 比例方向控制阀产品系列



开环操控比例阀 Open Loop Controlled

系 列	说 明	规格	操控方式		电子 控制器		LVDT	阀芯设计类型			页次
		DIN/ISO	直动	先导	外接	阀载		正遮盖	零遮盖	阀芯/阀套	
	标准型										
D1FB D1FB OBE	电磁比例方向阀（开环操控）	NG06	●			●		●	应要求 供货		
D3FB D3FB OBE	电磁比例方向阀（开环操控）	NG10	●			●		●			
D1FB CANopen	电磁比例方向阀（开环操控） （符合 CANopen 通讯协议）	NG06	●			●		●		可选	
D3FB CANopen		NG10	●			●		●			
D31FB D31FB OBE	电液比例方向阀（开环操控）	NG10		●	●			●			
D41FB D41FB OBE	电液比例方向阀（开环操控）	NG16		●	●			●			
D91FB D91FB OBE	电液比例方向阀（开环操控）	NG25		●	●			●			
D111FB D111FB OBE	电液比例方向阀（开环操控）	NG32		●	●			●			
D1FV D1FV OBE	电磁比例先导减压阀	NG06	●		●			●			



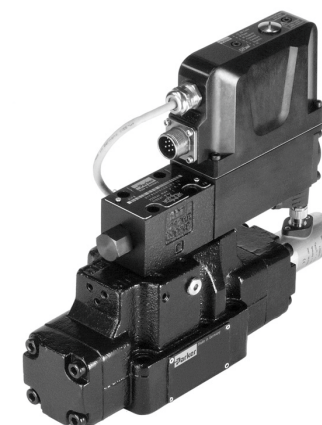
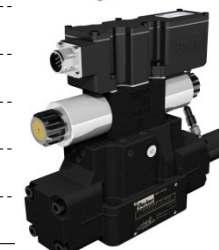
Parker 比例方向控制阀产品系列



闭环操控比例阀 Closed Loop Controlled

● 高重复精度 High repeatability

	高重复精度							
D1FC	电磁比例方向阀 (闭环操控)	NG06	•			•	•	•
D3FC	电磁比例方向阀 (闭环操控)	NG10	•			•	•	•
D31FC	电液比例方向阀 (闭环操控)	NG10		•		•	•	•
D41FC	电液比例方向阀 (闭环操控)	NG16		•		•	•	•
D91FC	电液比例方向阀 (闭环操控)	NG25		•		•	•	•
D111FC	电液比例方向阀 (闭环操控)	NG32		•		•	•	•
D*FC, D*1FC	比例方向阀 (EtherCAT 接口)		•	•		•	•	•
D31FH	电液比例方向阀 (闭环操控)	NG10		•		•	•	•
D41FH	电液比例方向阀 (闭环操控)	NG16		•		•	•	•
D81/91FH	电液比例方向阀 (闭环操控)	NG25		•		•	•	•
D111FH	电液比例方向阀 (闭环操控)	NG32		•		•	•	•
D31FE	电液比例方向阀 (VCD® 驱动)	NG10		•		•	•	•
D41FE	电液比例方向阀 (VCD® 驱动)	NG16		•		•	•	•
D81/91FE	电液比例方向阀 (VCD® 驱动)	NG25		•		•	•	•
D111FE	电液比例方向阀 (VCD® 驱动)	NG32		•		•	•	•



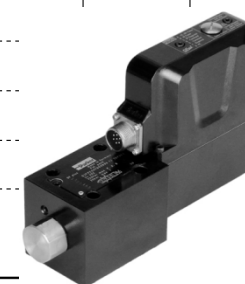
Parker 比例方向控制阀产品系列



闭环操控比例阀 Closed Loop Controlled

- VCD 操控 (DFplus), 用于闭环系统
VCD[®] performance, for closed loop applications

	VCD [®] 操控性能, 用于闭环系统							
D1FP	伺服型电磁比例方向阀	NG06	•			•	•	•
D3FP	伺服型电磁比例方向阀	NG10	•			•	•	•
D30FP	伺服型电液比例方向阀 (内置先导阀芯)	NG10		•		•	•	•
D31FP	伺服型电液比例方向阀	NG10		•		•	•	
D41FP	伺服型电液比例方向阀	NG16		•		•	•	
D91FP	伺服型电液比例方向阀	NG25		•		•	•	
D111FP	伺服型电液比例方向阀	NG32		•		•	•	
D*FP, D*1FP	伺服型电液比例方向阀 (EtherCAT 接口)		•	•		•	•	



3-107



Parker 比例方向控制阀订货代号简介



D	*	1	F	*	***		*						
方向 控制阀	规格	NG06 先导阀	比例 控制	性能代号	阀芯 型式	流量	阀芯 位置	先导油路 连接	密封件	电磁铁	电气接口	阀选项	设计系列 (订货时 无需规定)

规格: 1 – NG06
3 – NG10
4 – NG16
8 – NG25
9 – NG25 (油口孔径增大至 Ø32)
11 – NG32

性能: B – 标准动态特性及重复精度, 比例电磁铁驱动, 开环操控;
H – 高重复精度, 比例电磁铁驱动, 闭环操控;
C – 高重复精度, 比例电磁铁驱动, 闭环操控;
E – 高性能比例阀, VCD® 驱动;
P – 伺服阀性能, VCD® 驱动;

Parker 比例方向控制阀订货代号简介



D	*	1	F	*	***		*						
方向 控制阀	规格	NG06 先导阀	比例 控制	性能代号	阀芯 型式	流量	阀芯 位置	先导油路 连接	密封件	电磁铁	电气接口	阀选项	设计系列 (订货时 无需规定)

正遮盖 (10-25%)

阀芯型式: E01 –

E02 –

B31 – $Q_B = Q_A/2$

B32 – $Q_B = Q_A/2$

零遮盖

E50/52 –

B60/61 – $Q_B = Q_A/2$

负遮盖 (-0.5%)

E55 –

差动及复合型

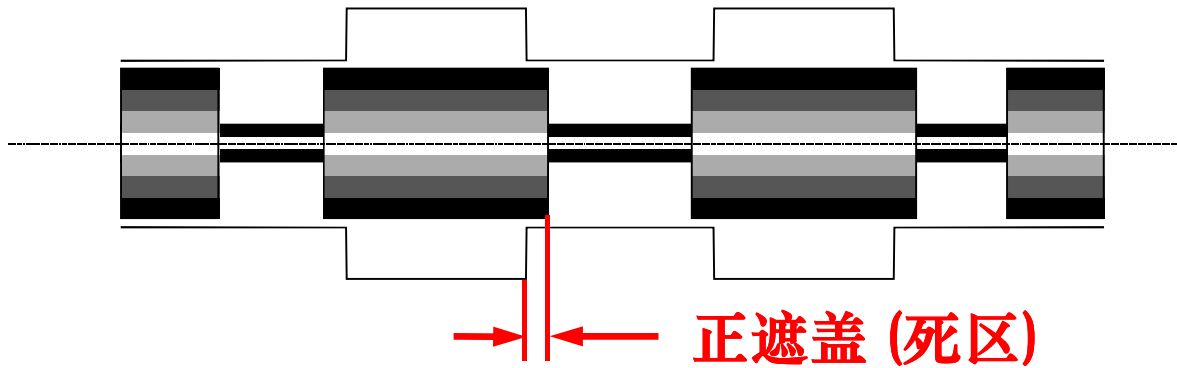
R31 –

R32 –

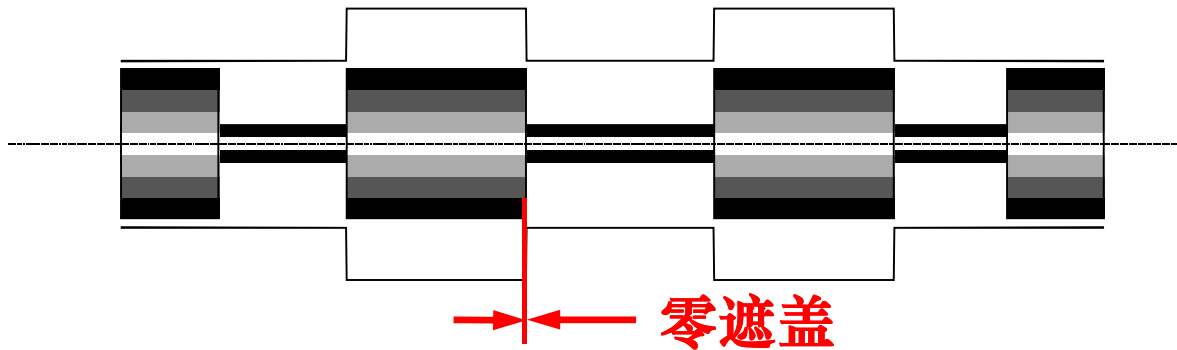
Z31 –

Z32 –

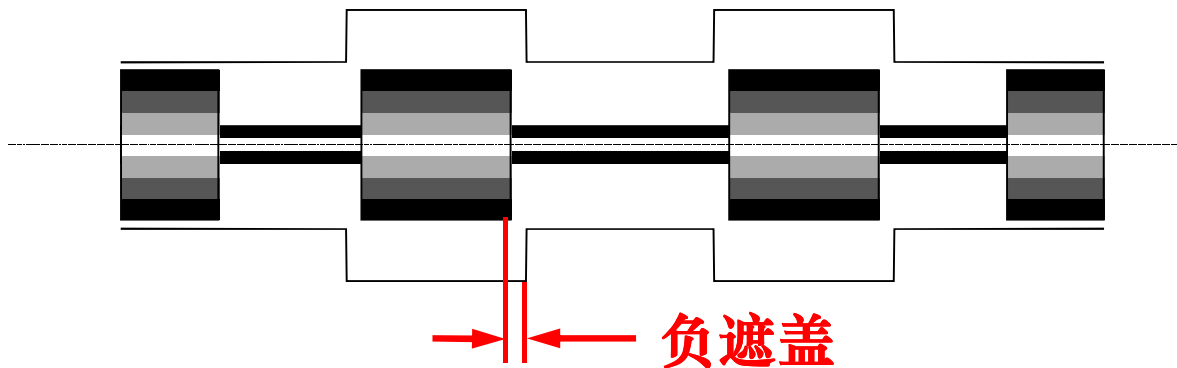
比例方向阀的遮盖与死区



正遮盖
(Positive) Overlap



零遮盖
Zerolap



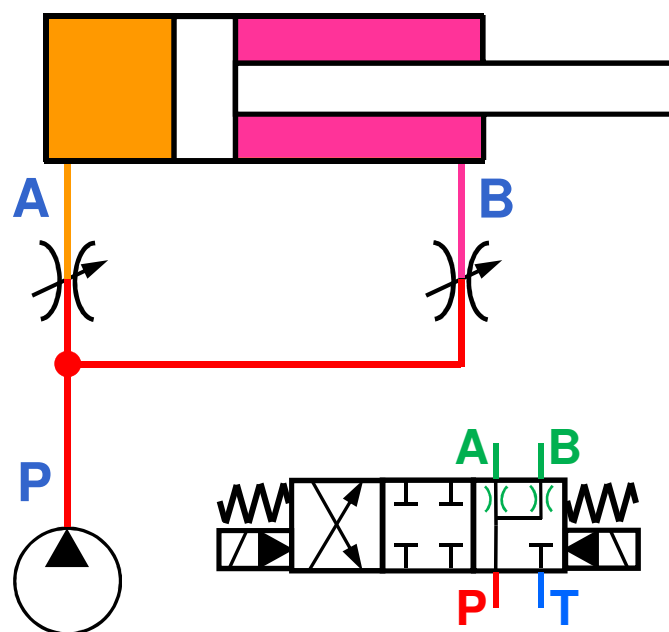
负遮盖
(Negative) Underlap

A 口差动型阀芯

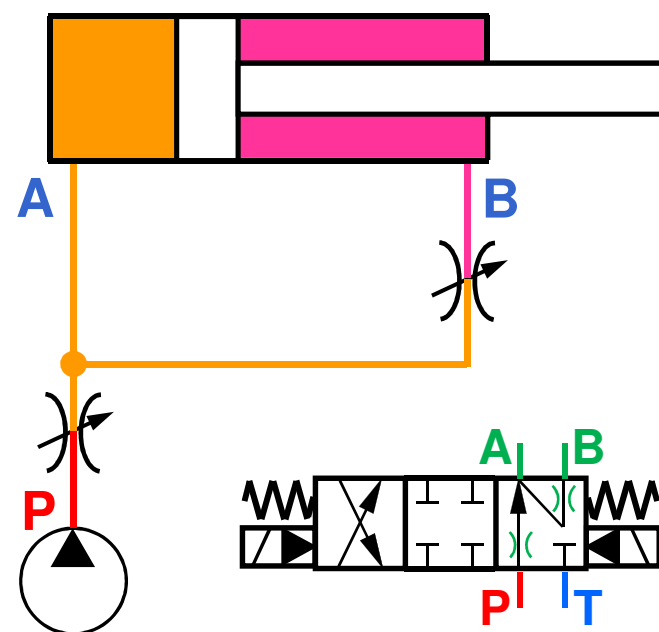


Parker 创新差动概念及术语

常规 P口差动



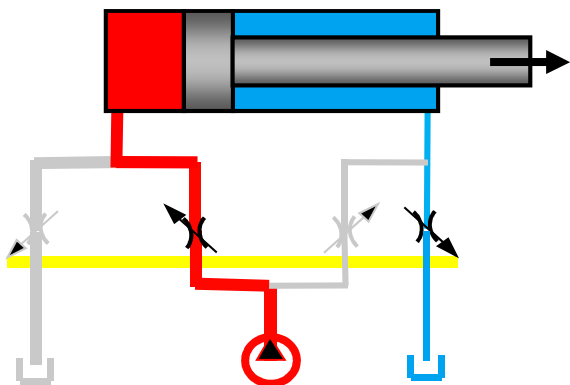
Parker A口差动



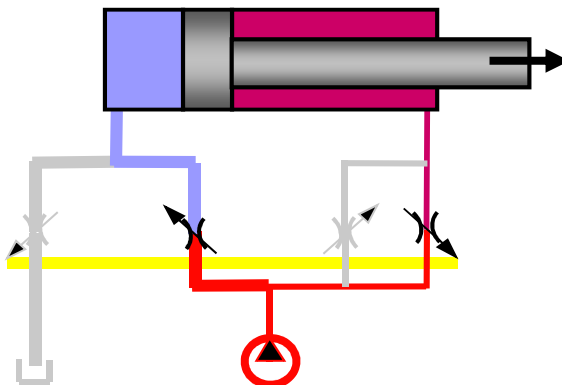
A 口差动型阀芯

标准回路及差动回路比较

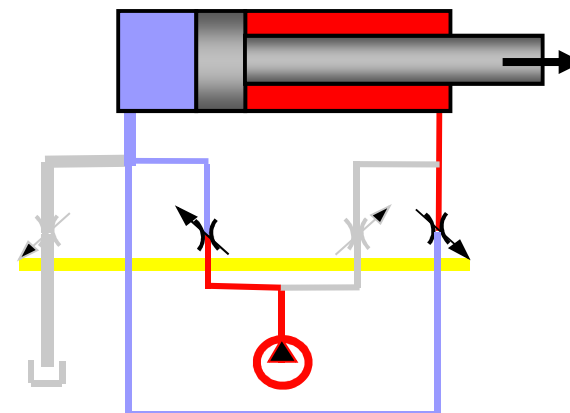
标准回路 (输出力大)



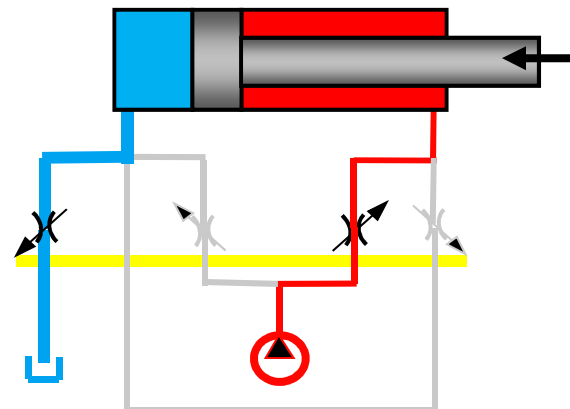
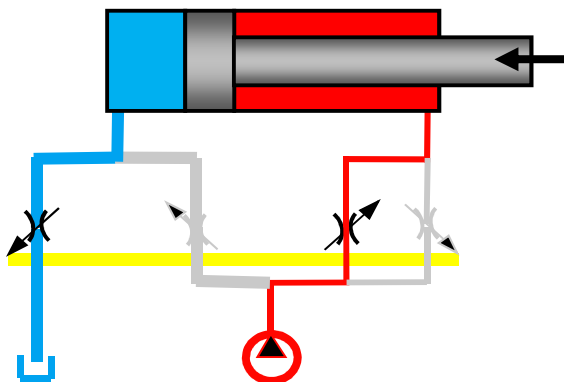
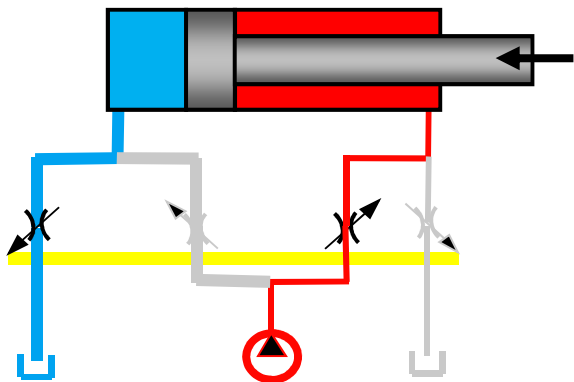
P口差动回路 (快速)



A口差动回路 (快速节能)

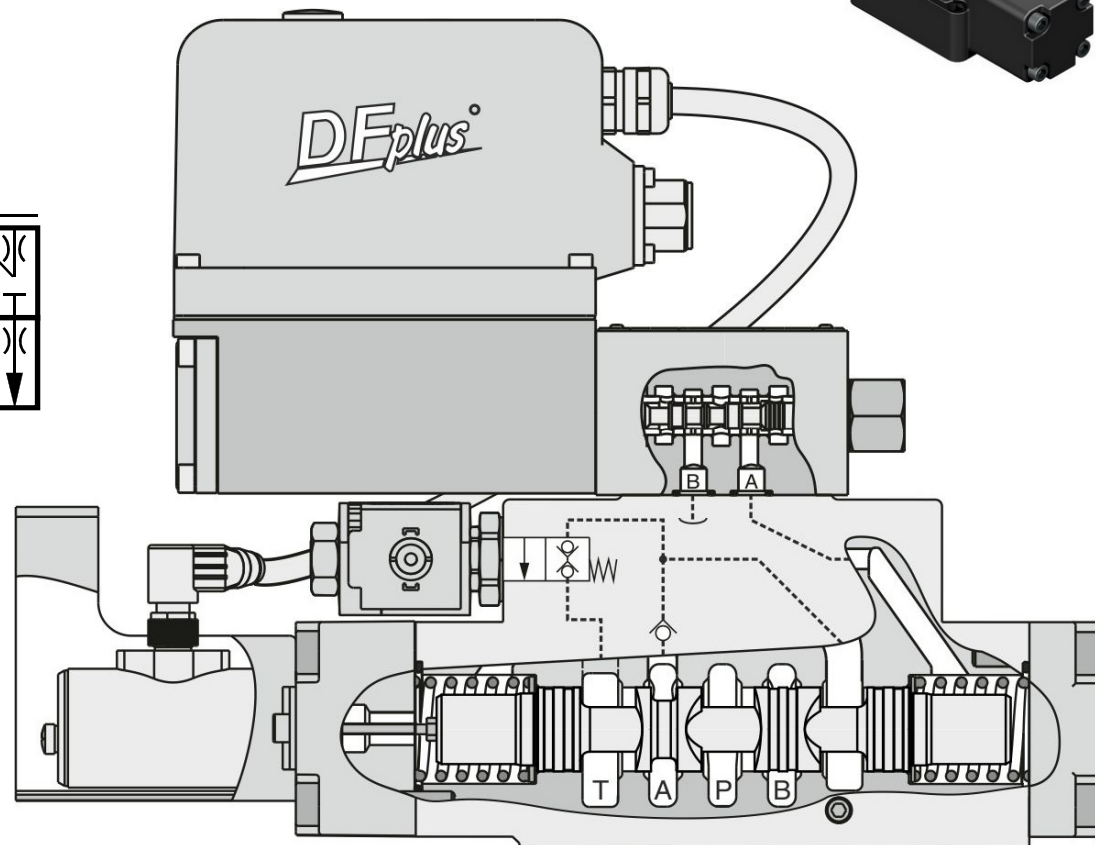
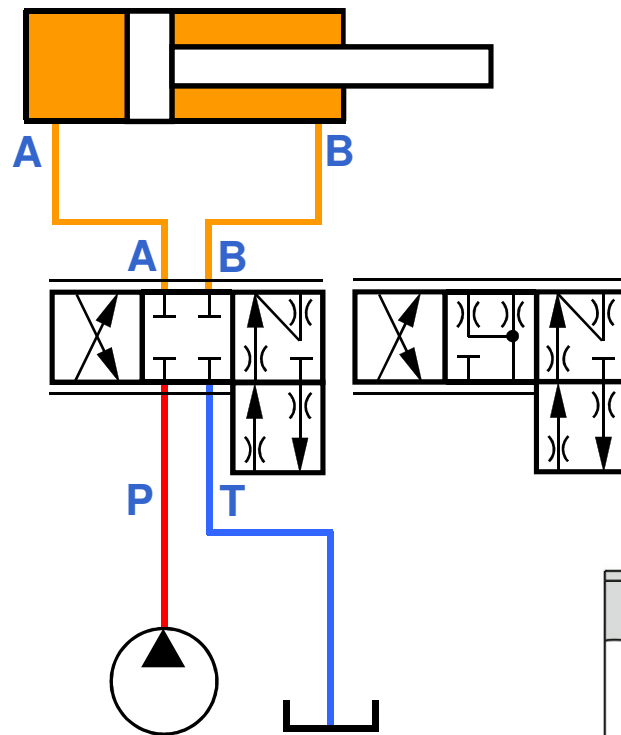


回程 (3种回路相同)



A口差动阀芯

Z31/32 型复合阀芯



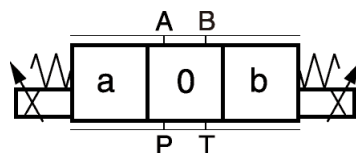
Parker 比例方向控制阀订货代号简介



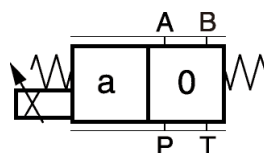
D	*	1	F	*	***		*						
方向 控制阀	规格	NG06 先导阀	比例 控制	性能代号	阀芯 型式	流量	阀芯 位置	先导油路 连接	密封件	电磁铁	电气接口	阀选项	设计系列 (订货时 无需规定)

阀芯位置:

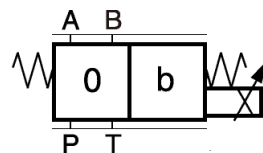
C -



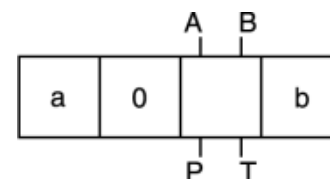
E -



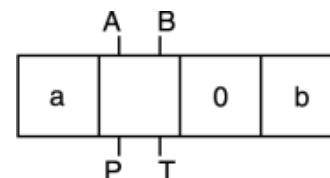
K -



A -



B -



所谓的第4 阀位或故障安全阀位，
是电控器失电时，由偏置弹簧决定的
阀芯位置，(不妨理解为机械中位)。

Proportional DV Principles

比例方向控制阀工作原理



Parker

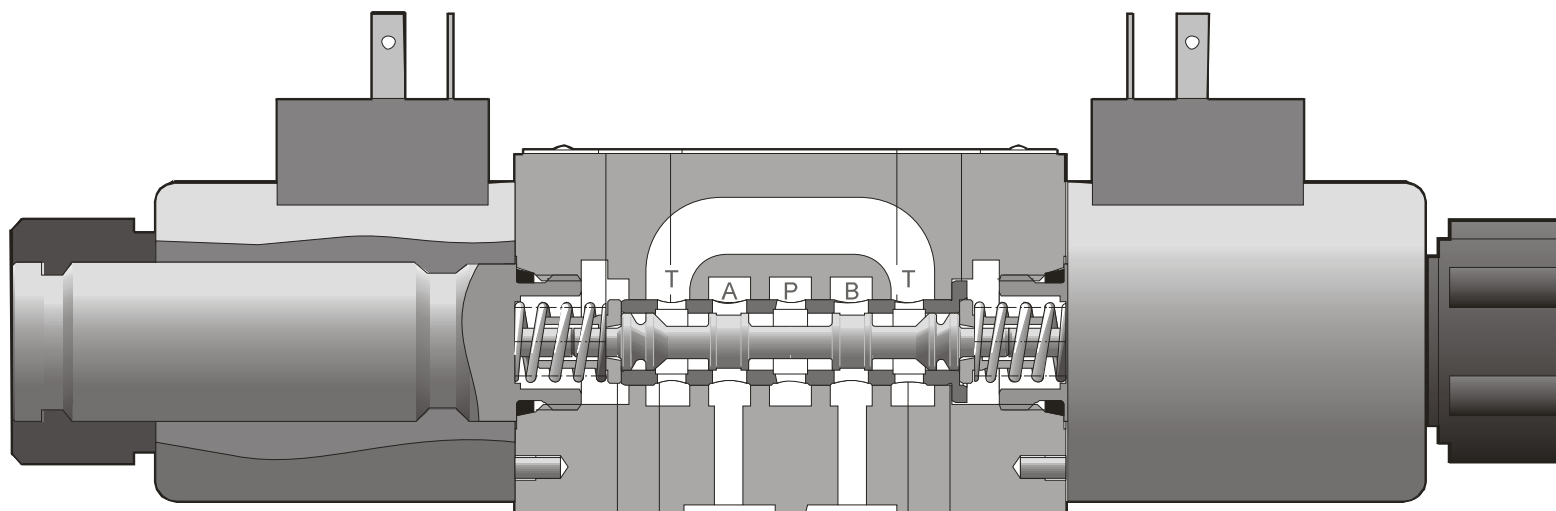
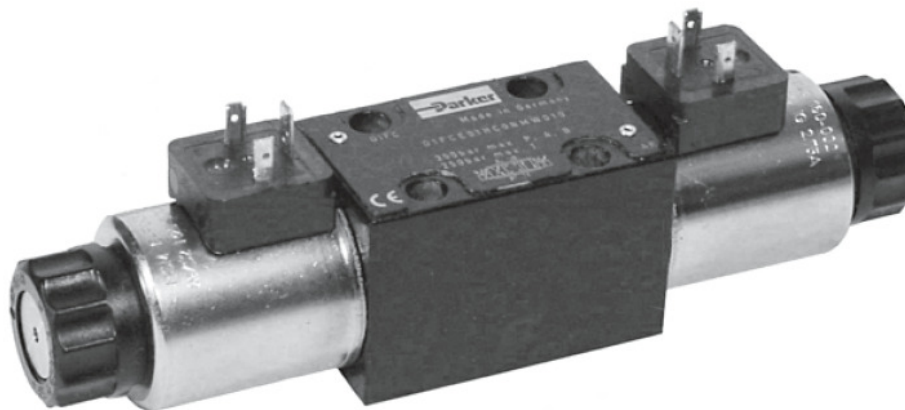
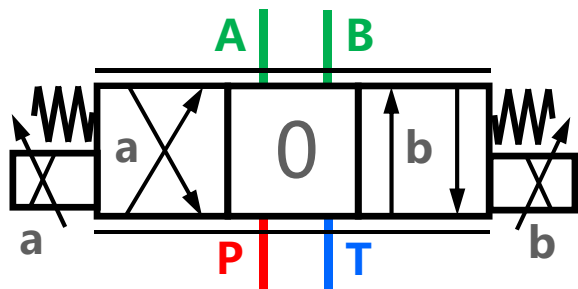
ENGINEERING YOUR SUCCESS.

2015/07/15

开环操控比例方向控制阀



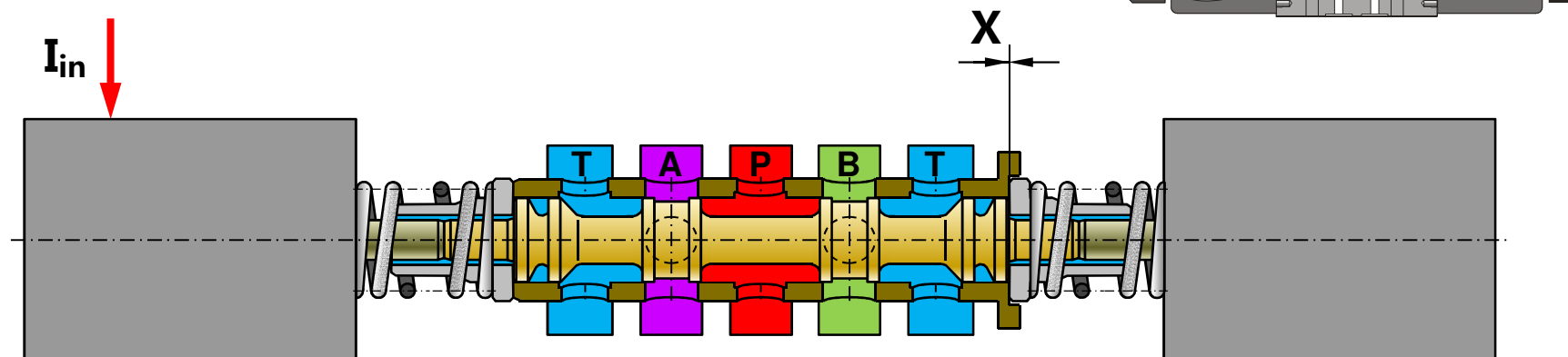
- 直动式标准型



开环操控比例方向控制阀



- 直动式标准型比例方向控制阀工作原理



比例电磁铁推力：

$$F_D = k_D I_{in}$$

复位弹簧力：

$$F_S = k_S X$$

电磁铁推力与弹簧力平衡，有：

$$F_D = F_S \quad \text{即：} k_D I_{in} = k_S X$$

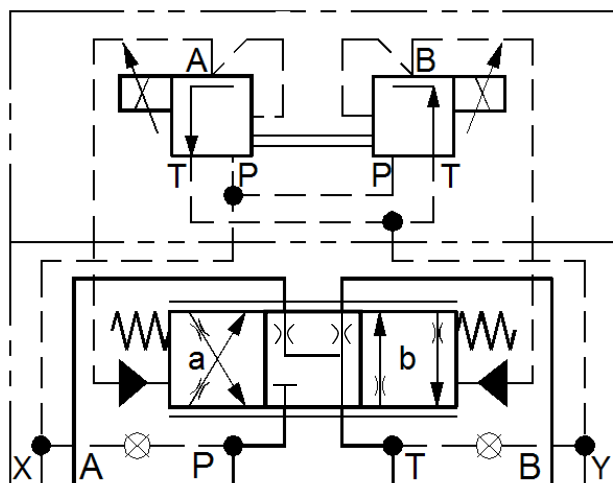
整理后可得：

$$X = \frac{k_D}{k_S} I_{in} = k I_{in}$$

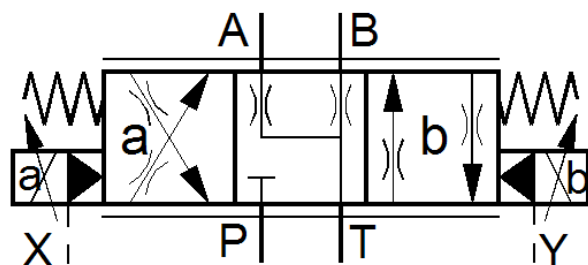
开环操控比例方向控制阀



- 电液比例方向控制阀 (先导式)



详图



简图

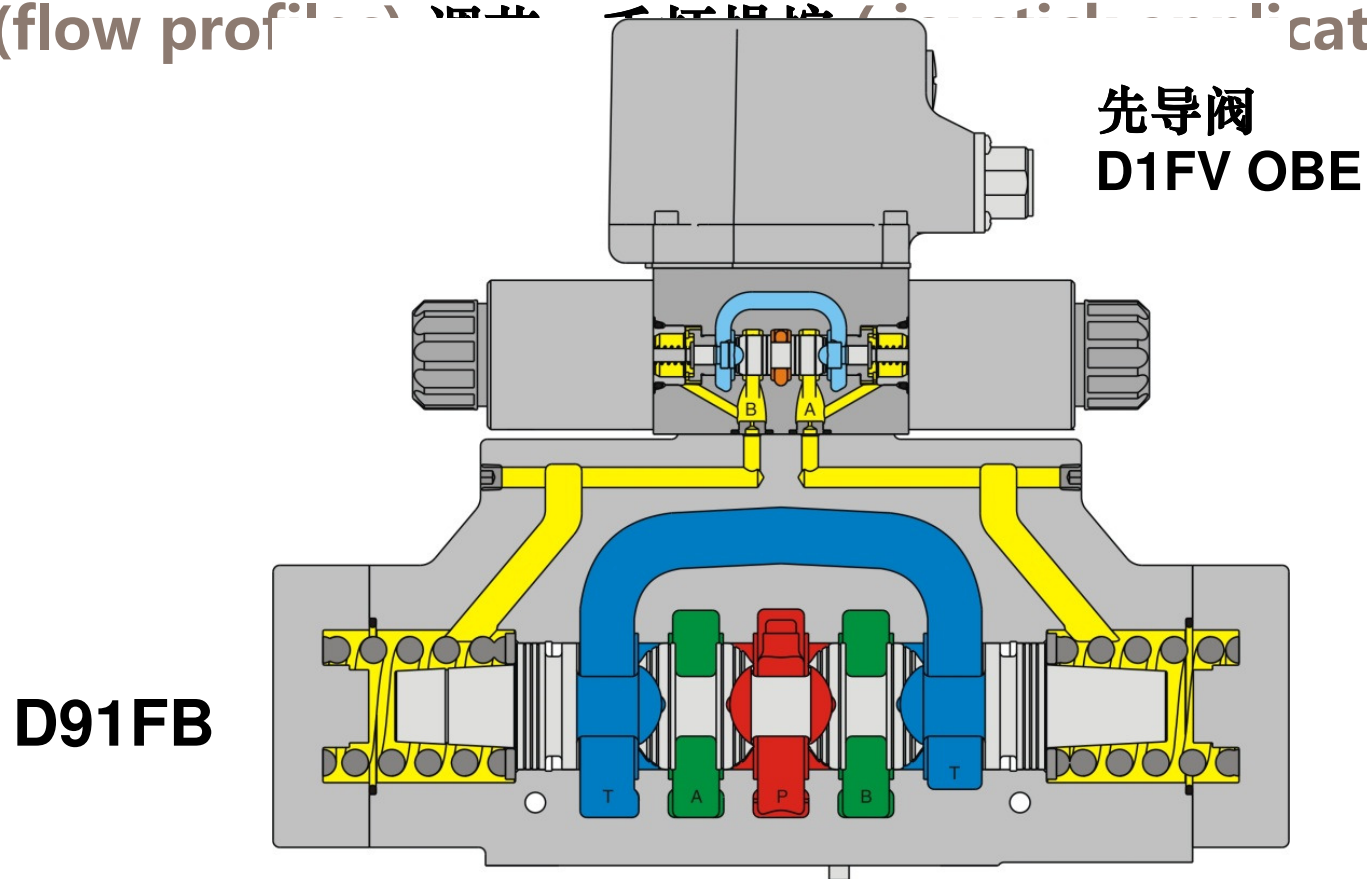


开环操控比例方向控制阀



开环操控先导式比例方向阀的额定流量可达 1000 l/min (单边 Δp =

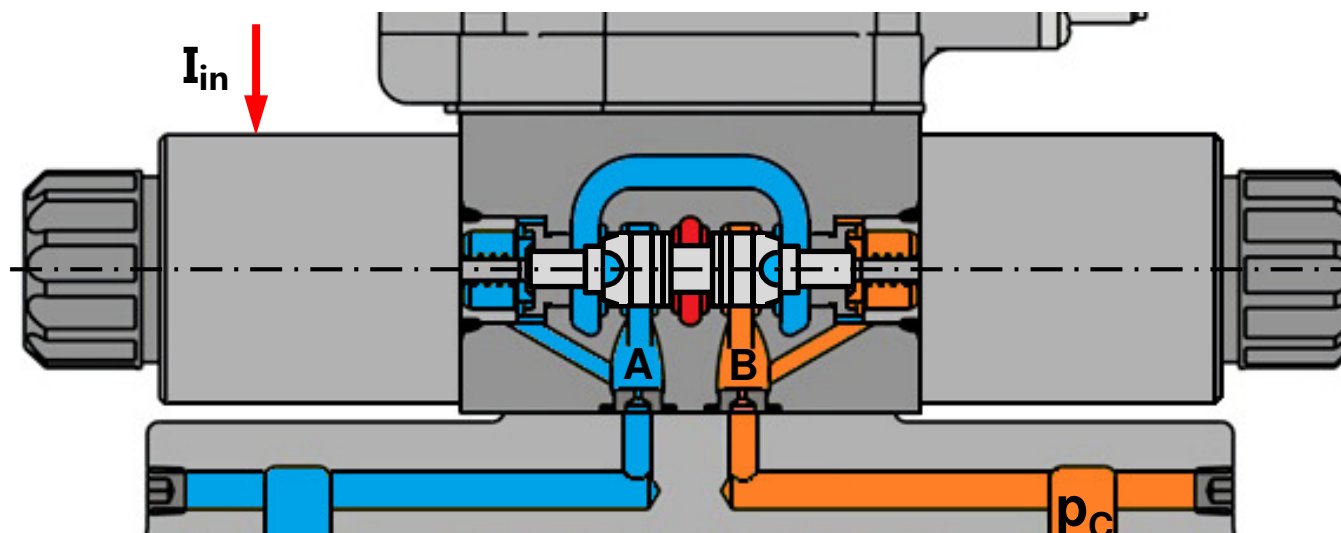
5 bar), 用于精度及动态性能要求不高的开环应用场合, 如: 速度 (flow profile) 控制 (applications) 等系统。



开环操控比例方向控制阀



- 开环操控电液比例方向阀用 D1FV 电磁比例先导减压阀



比例电磁铁推力：

$$F_D = k_D I_{in}$$

液压平衡力：

$$F_C = p_C A_C$$

电磁铁推力与液压力平衡，有：

$$F_D = F_C$$

整理可得：

$$p_C = \frac{k_D}{A_C} I_{in} = k_P I_{in}$$

开环操控比例方向控制阀



- 开环操控先导式(电液)比例方向控制阀工作原理

比例先导减压阀压力: $p_c = k_p I_{in}$

主阀控制端液压推力: $F_c = p_c A = k_p I_{in} A$

复位弹簧力: $F_s = k_s X$

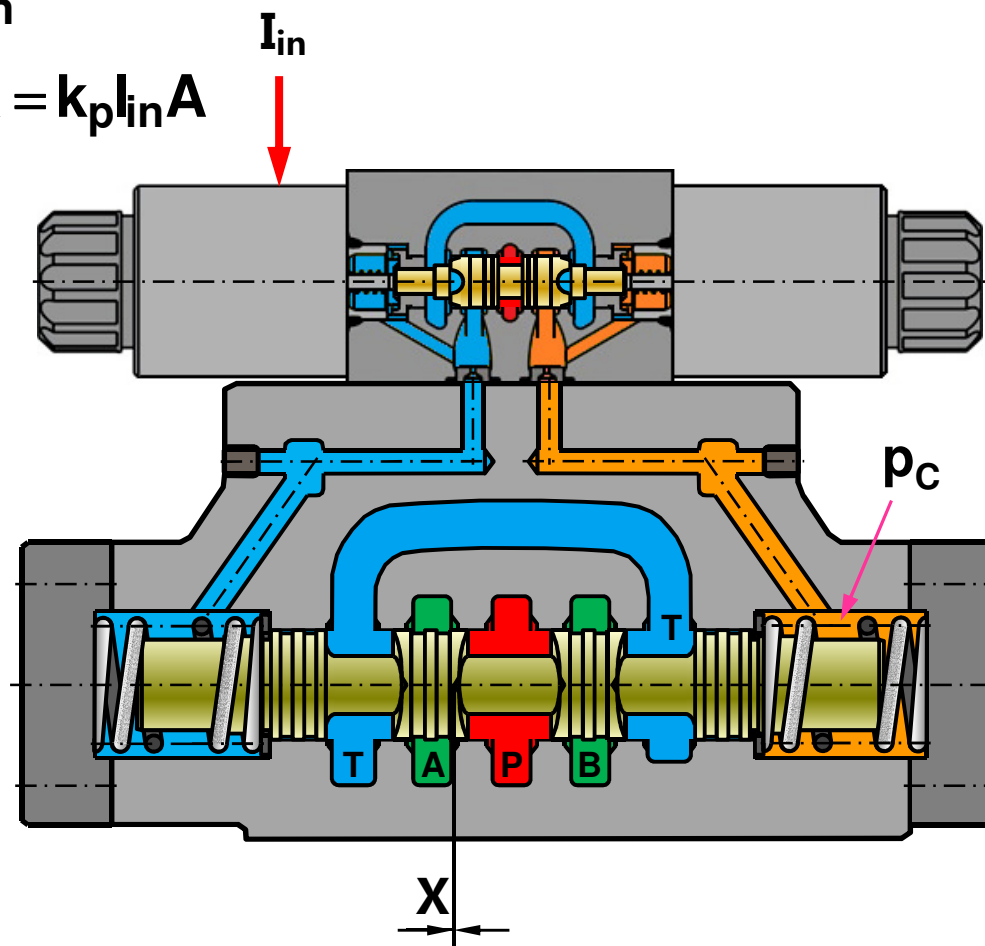
主阀芯移动至液压推力与弹簧力平衡时停止, 此时应有:

$$F_c = F_s$$

即: $k_p I_{in} A = k_s X$

整理可得:

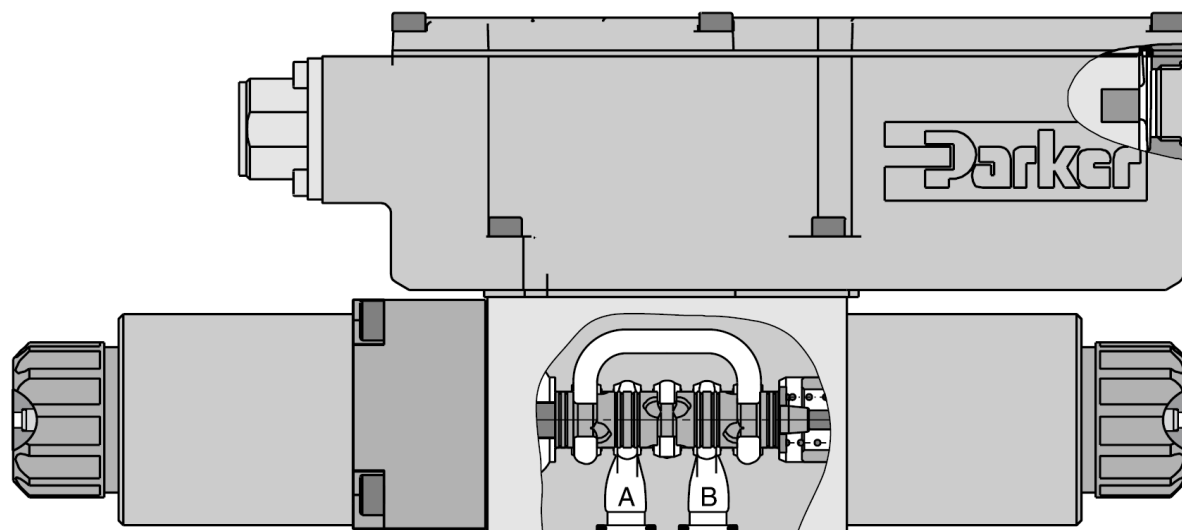
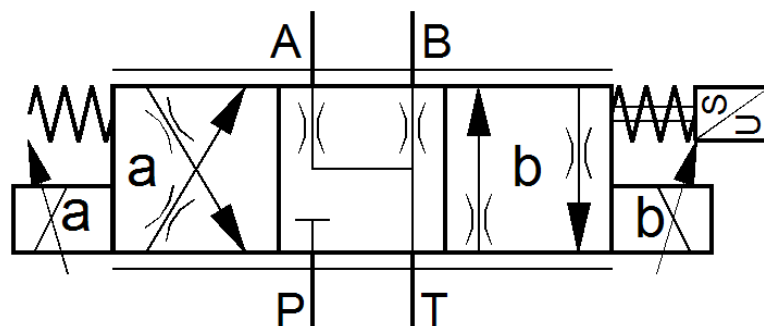
$$X = \frac{k_p A}{k_s} I_{in} = k I_{in}$$



闭环操控比例方向控制阀



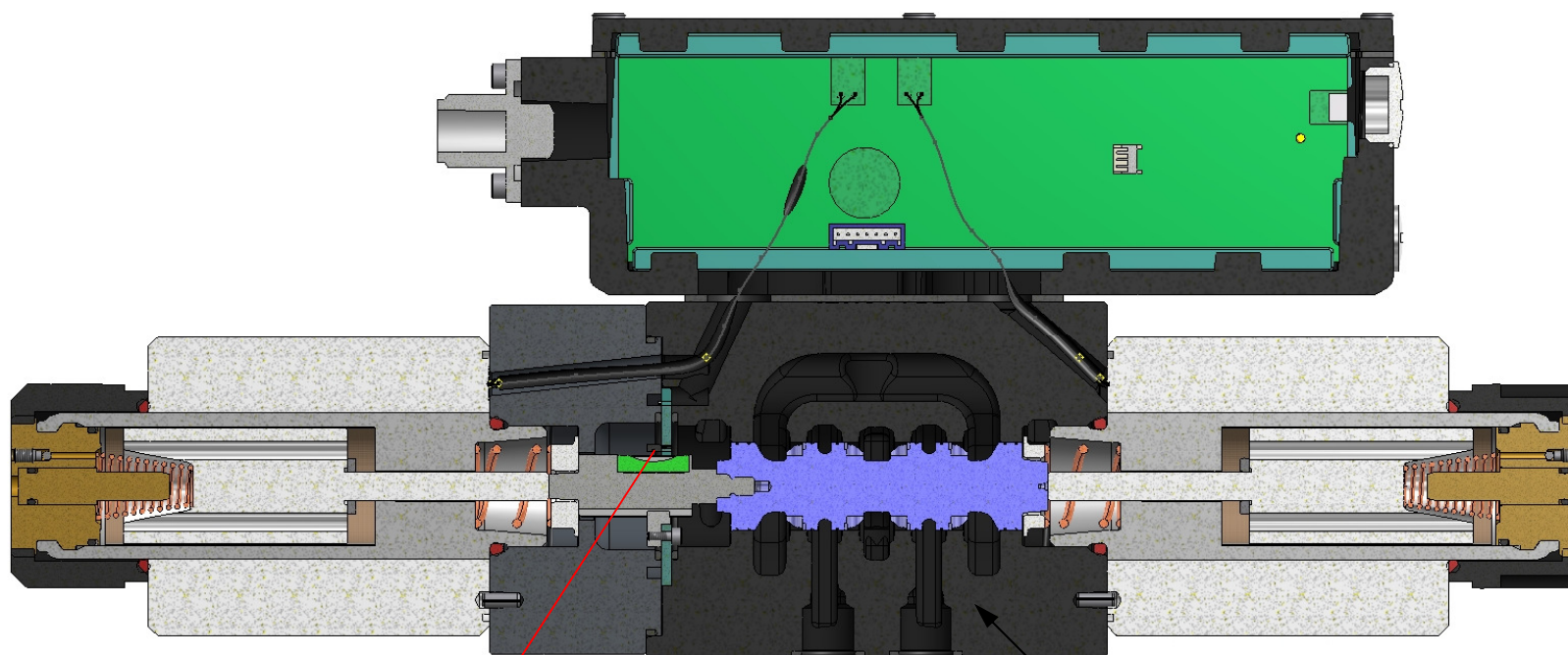
- 直动式 (电磁) 闭环操控比例方向控制阀



闭环操控比例方向控制阀



- D1FC/D3FC 直动式闭环操控电磁比例方向控制阀的设计



位移传感器细节

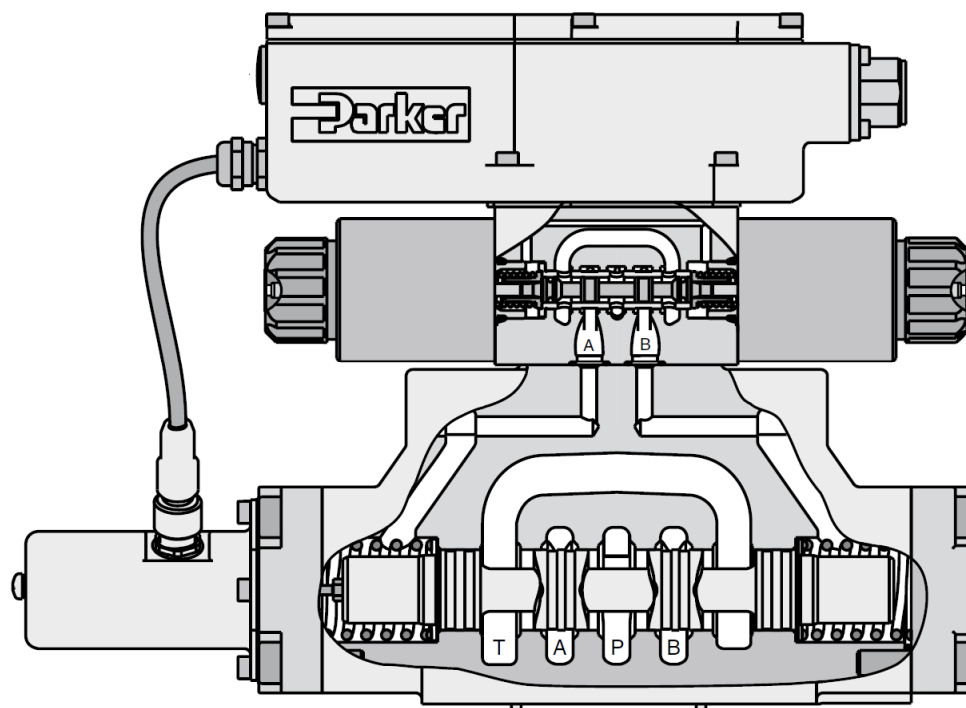
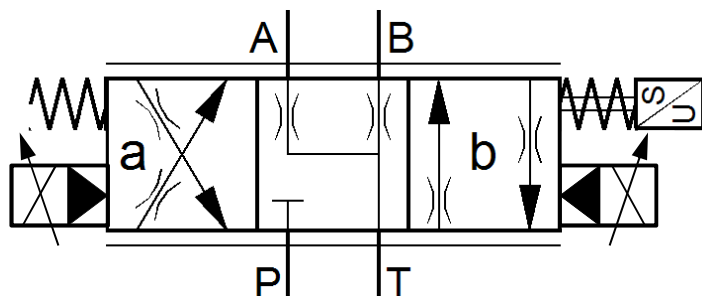
5 油腔设计的阀体

Valve body
5 chamber design

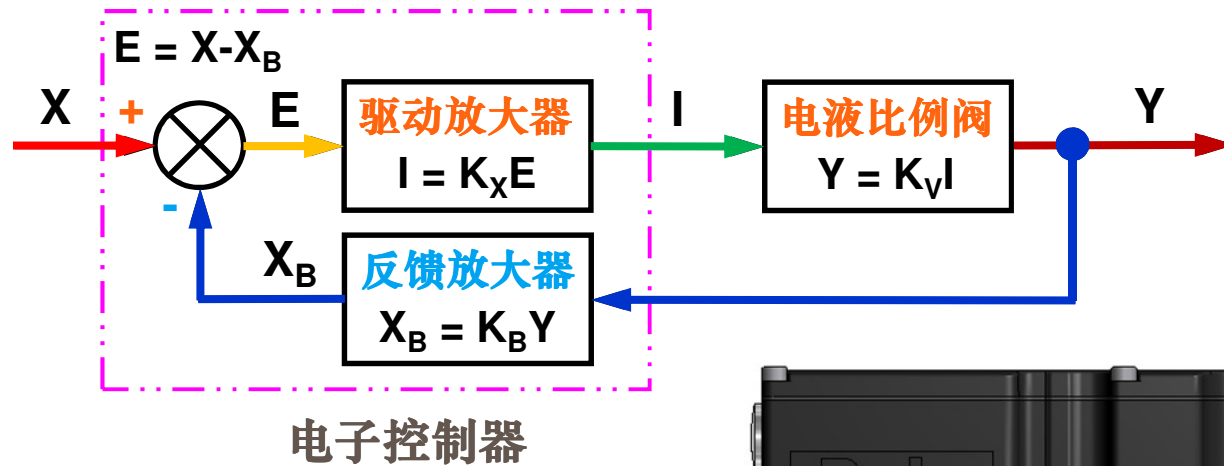
闭环操控比例方向控制阀



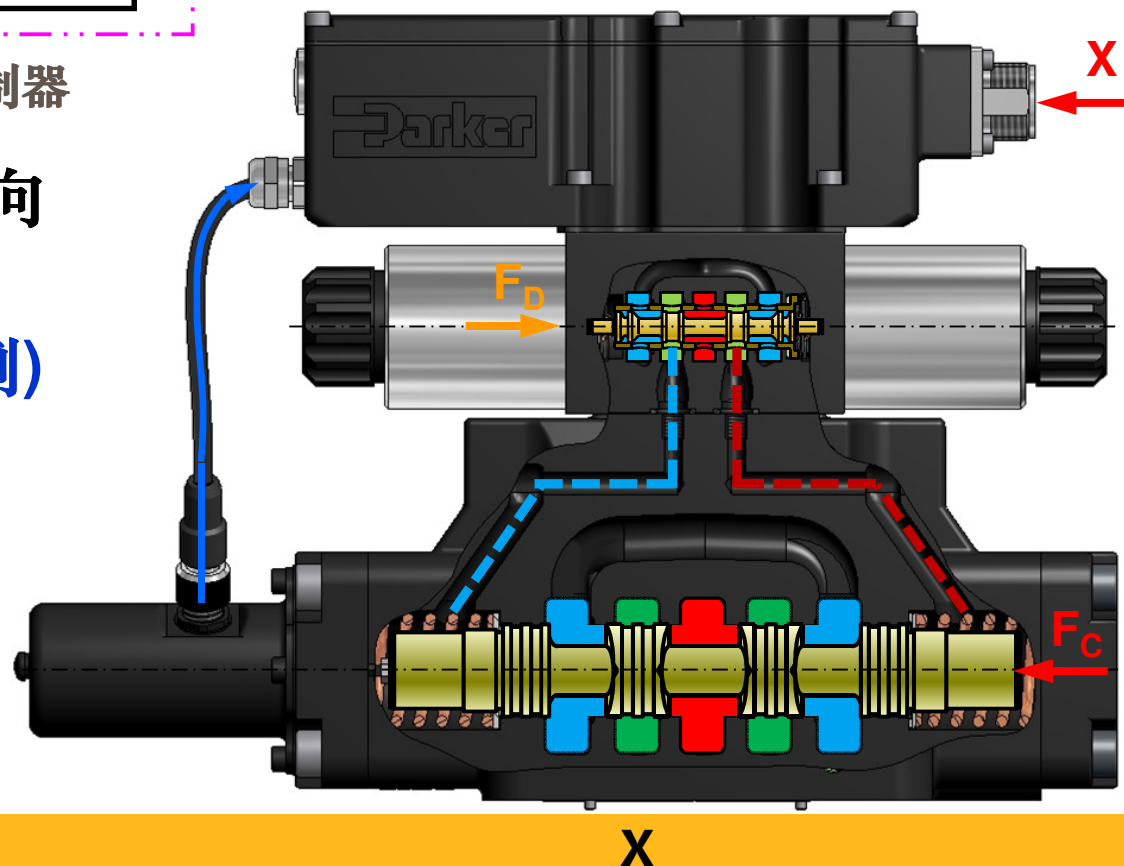
- 先导式 (电液) 闭环操控比例方向控制阀



闭环操控电液比例方向控制阀



- 闭环操控比例方向阀工作原理
(以 D*1FC型为例)



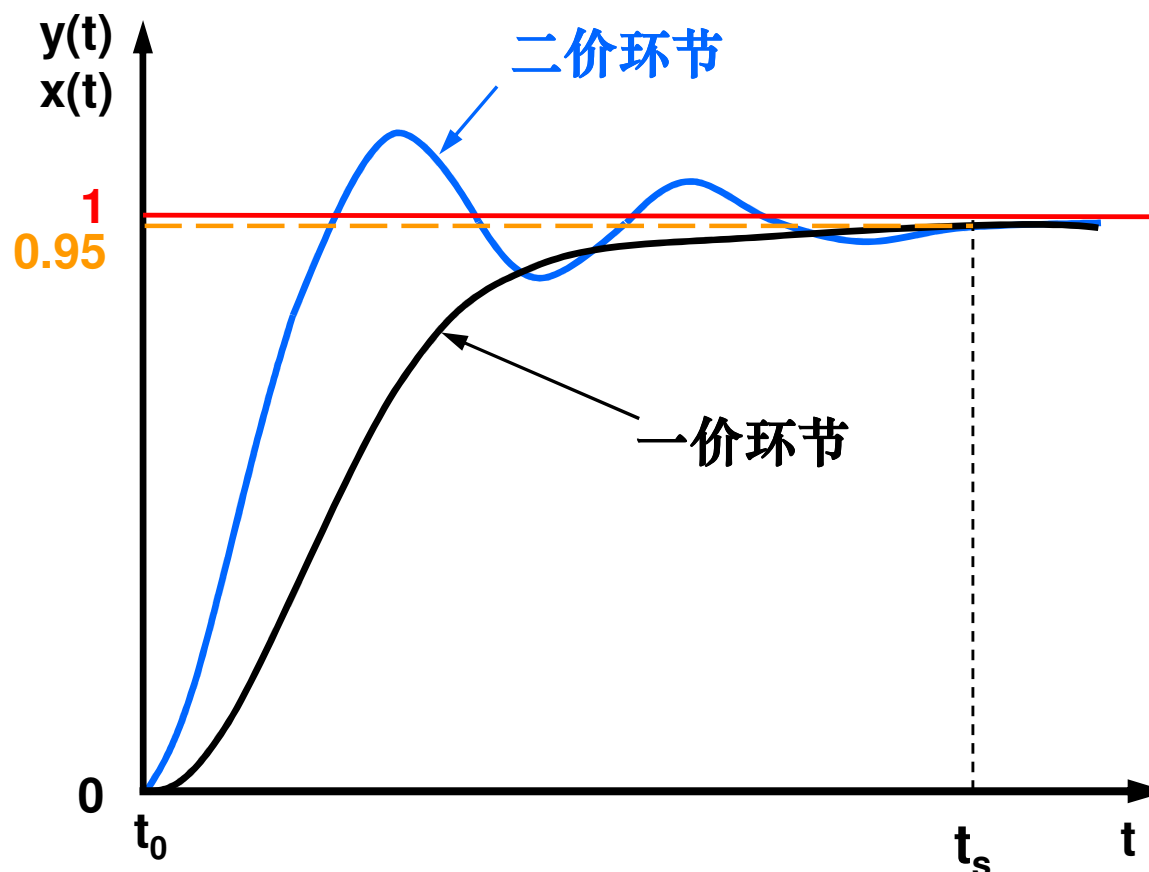
动态特性的基本分析方法



1. 阶跃响应 (针对稳态信号)

在时间域中表达系统的输出随阶跃输入信号的变化关系。

t_s – 调节时间或
响应时间



动态特性的基本分析方法



2. 频率响应 (针对动态信号)

所谓动态信号，即是随时间不断变化的信号。

对于这样的信号不可能用时间域的响应时间来表达它的动态特性了，就要采用频率域的方法，即**频率响应**来表示。

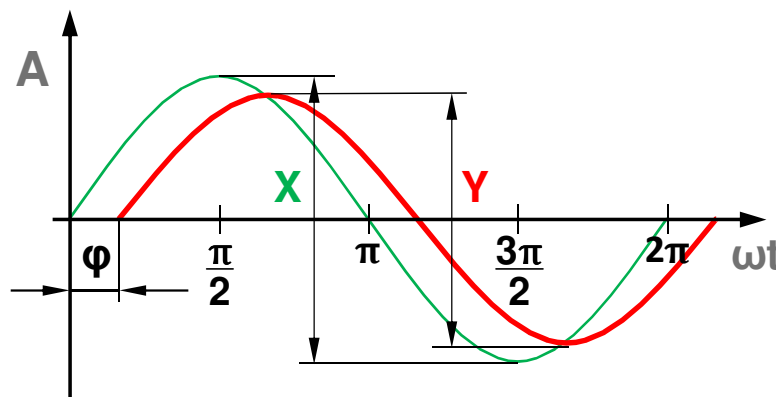
- 一个随时间变化的连续函数可以分解为多个不同频率、不同振幅的正弦函数的合成。
- 对一个线性系统，如果输入一个正弦信号，那么它的输出也一定是相同频率的正弦值，但其幅值有所改变，相位有所滞后。

- 定义：

幅值比： $\text{dB(分贝)} = 20 \ln \frac{Y(\omega)}{X(\omega)}$

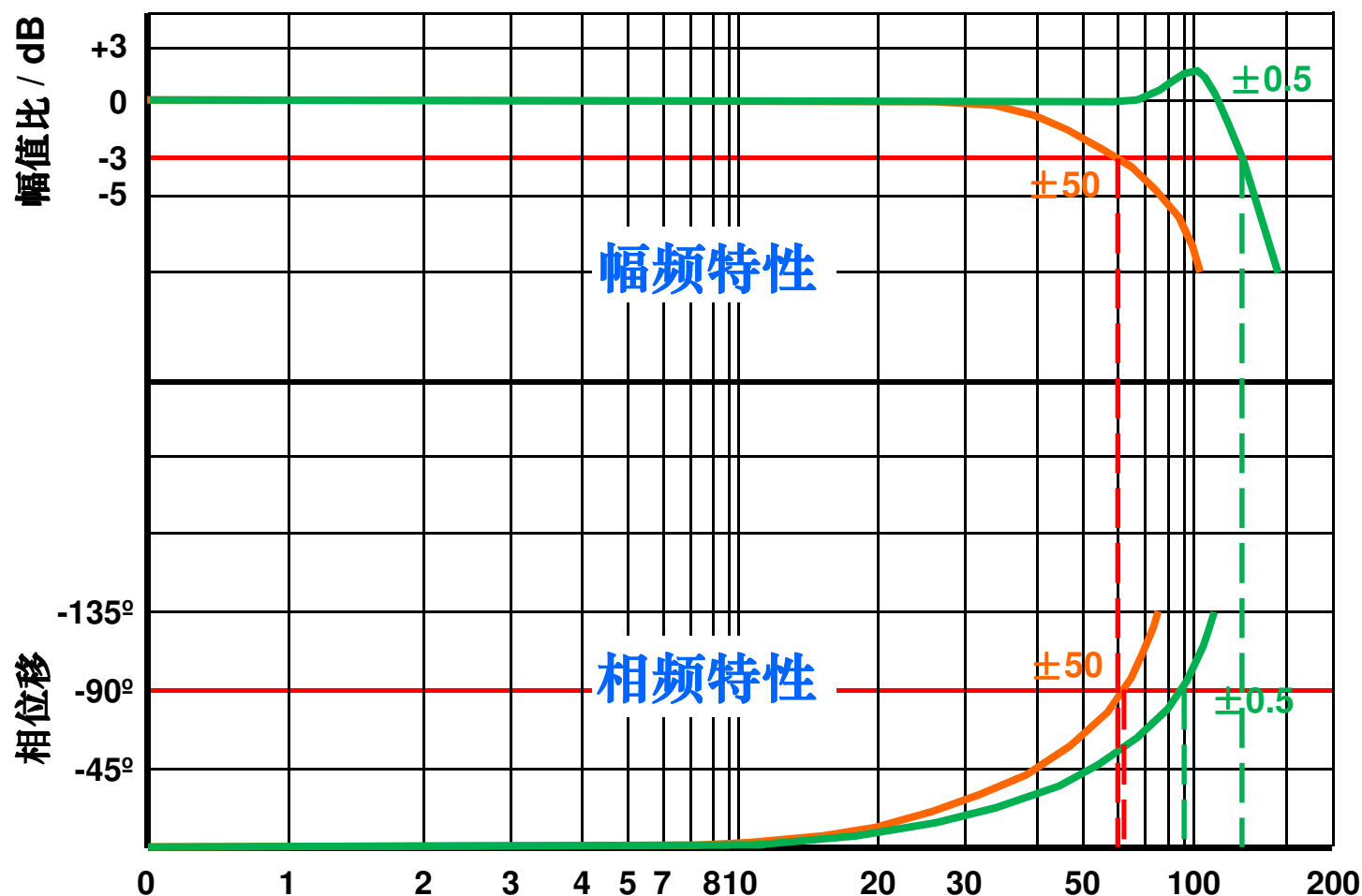
相位移： φ

- 频率不同，幅值比和相位移不同。

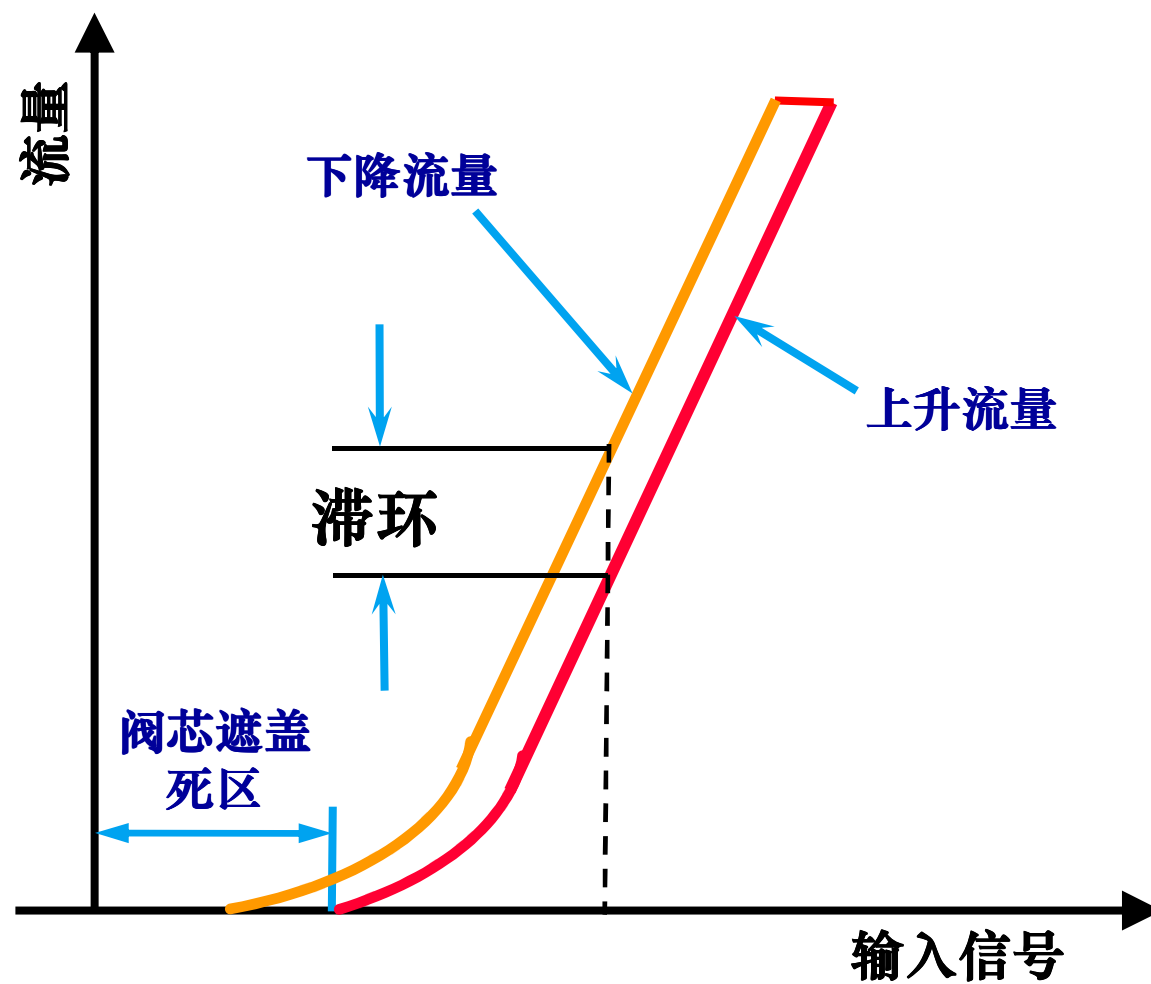


动态特性的基本分析方法

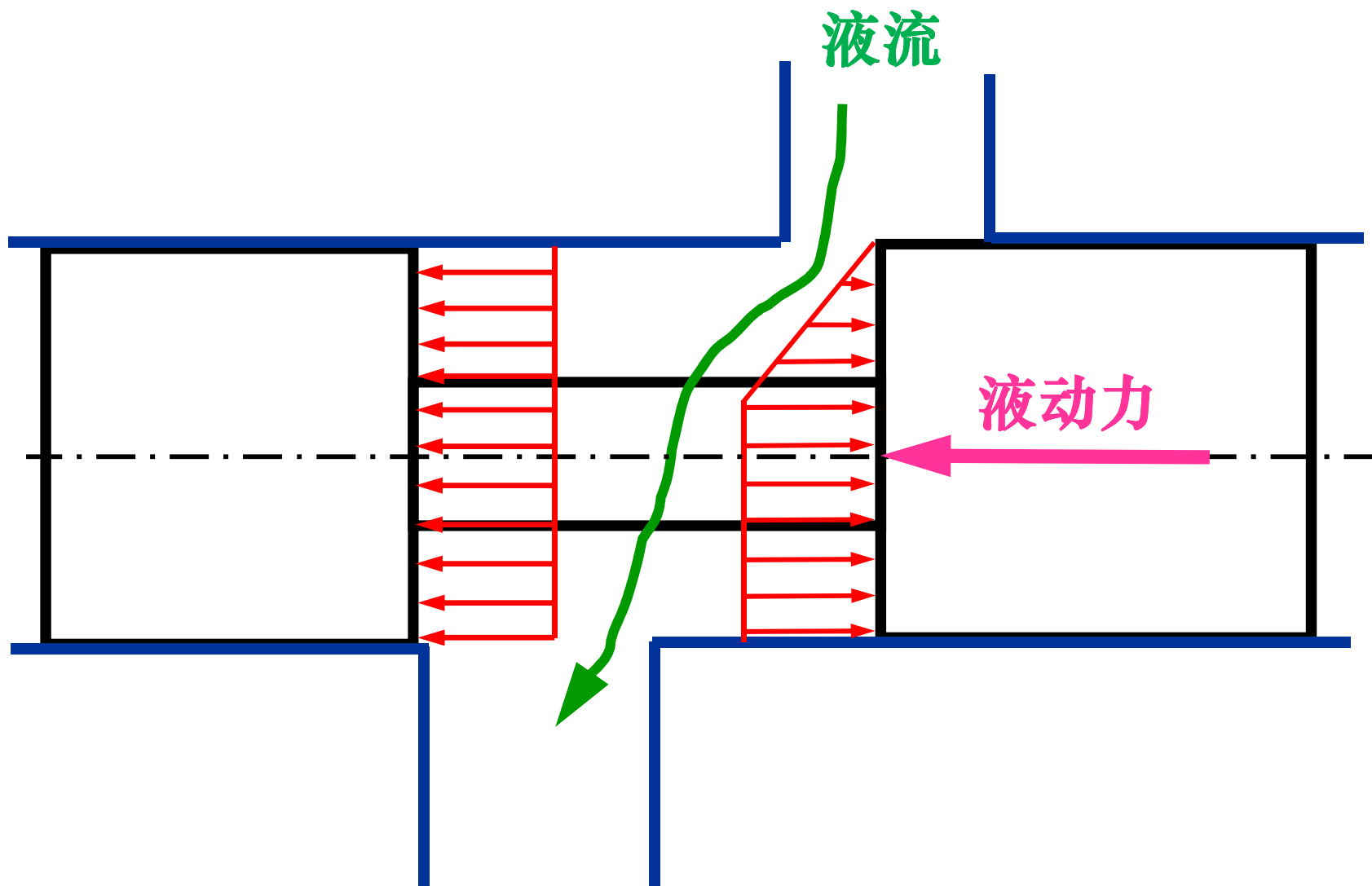
- 工程上常用伯德(Bode)图来表达频率特性



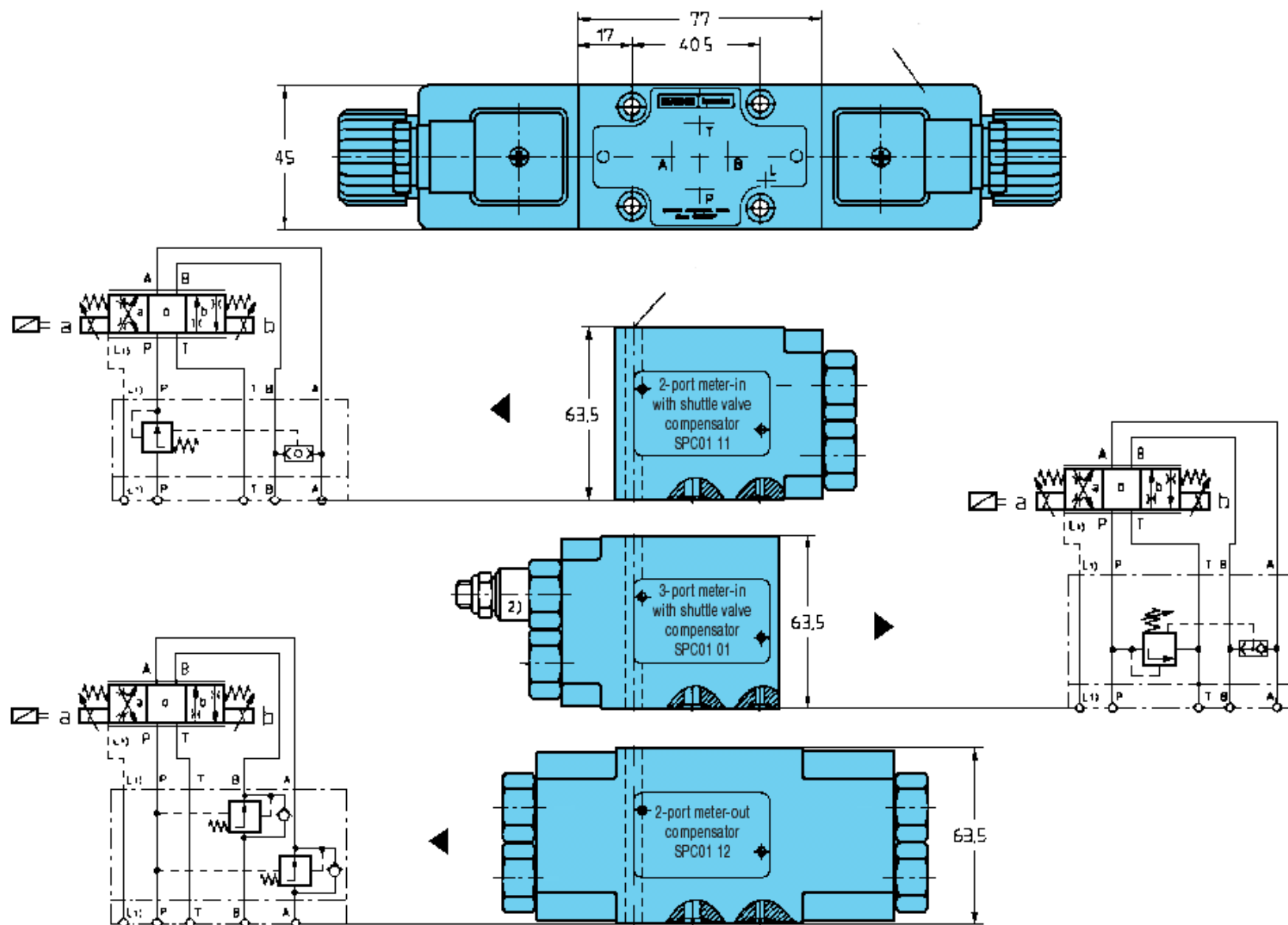
比例阀的滞环



阀芯上的液动力影响



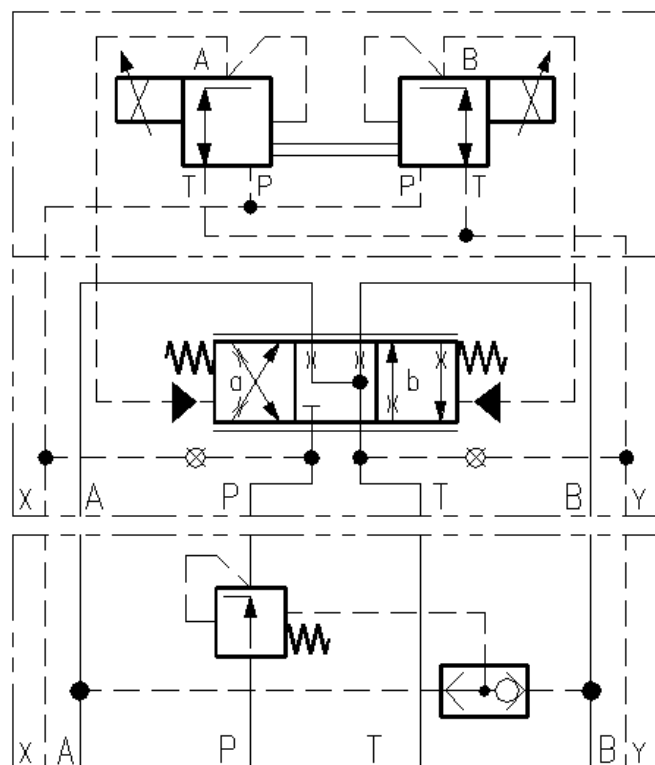
压力补偿器



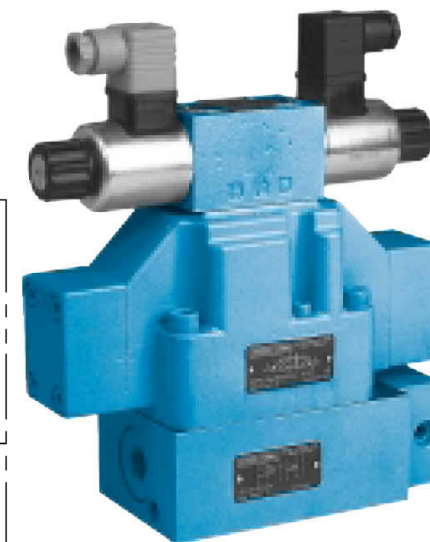
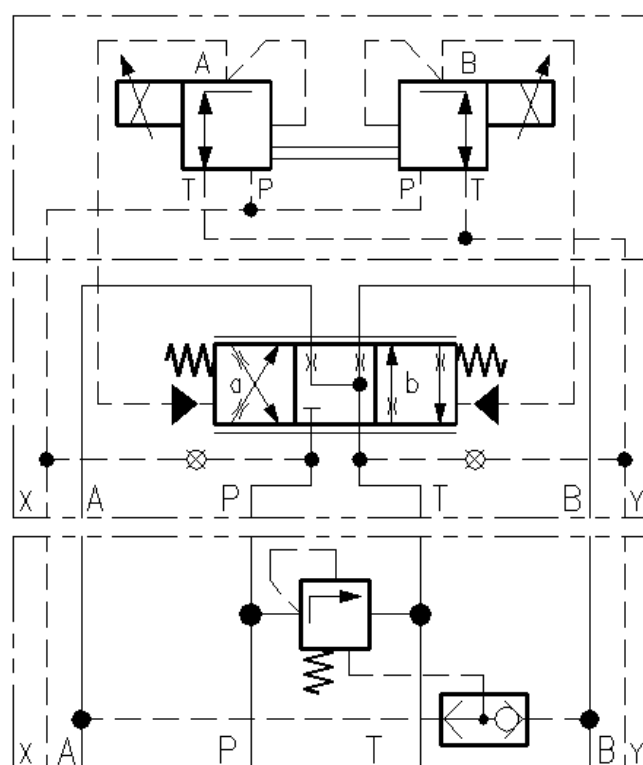
压力补偿器



二通型



三通型



DFplus Valves

DFplus 比例方向控制阀



Parker

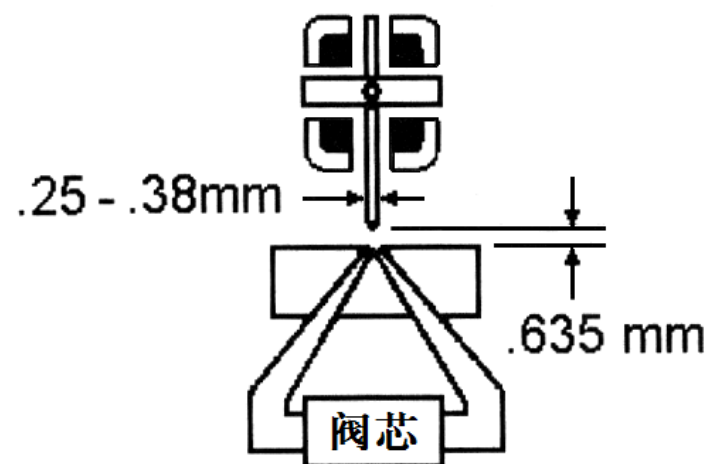
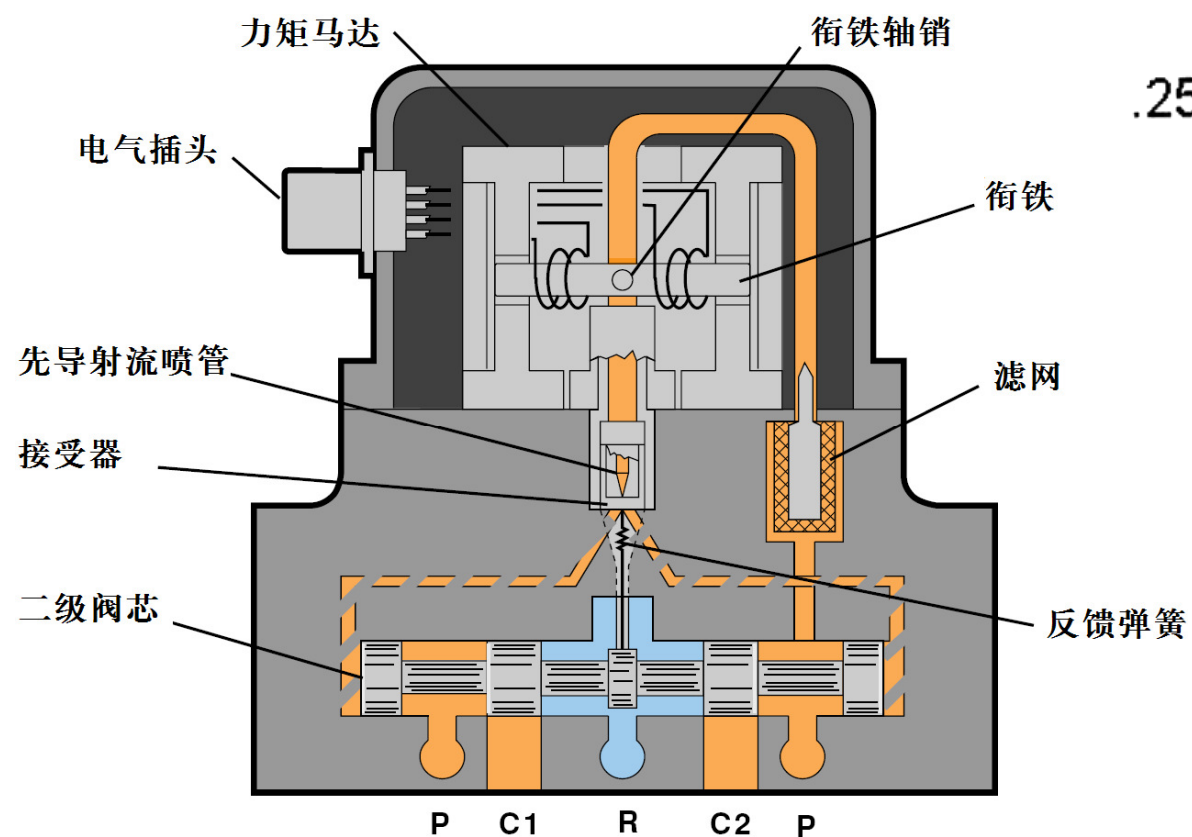
ENGINEERING YOUR SUCCESS.

2015/07/15

伺服阀 Servo Valves



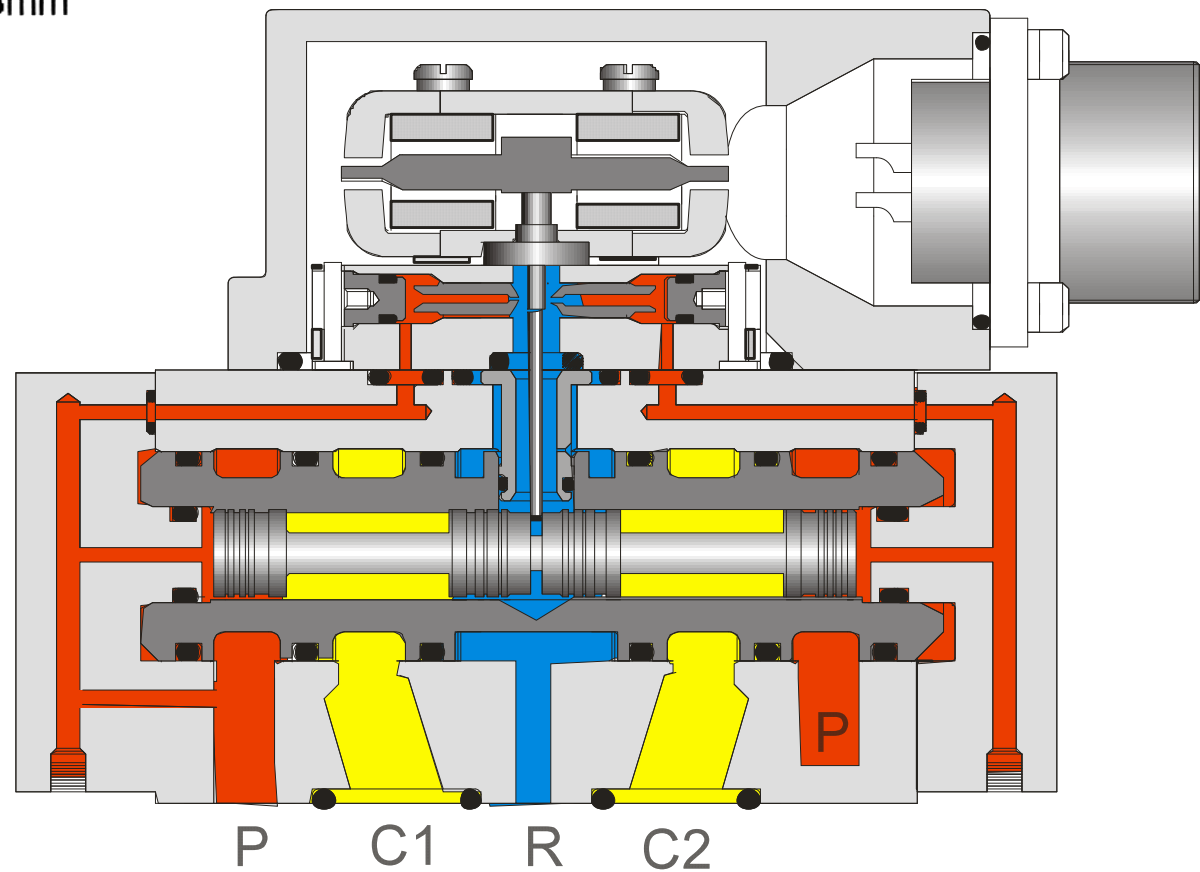
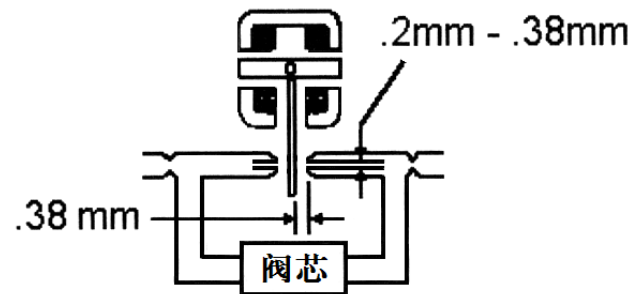
● 射流管式



伺服阀 Servo Valves



● 喷嘴挡板式



比例电磁铁与力矩马达比较



电 - 机转换器 (驱动装置)

	比例电磁铁	力矩马达
动态响应	200 Hz	500 Hz
优点	坚固、耐用 价格低廉 使用成本低	动态性能好, 死区 极小 线性度好, 双向
缺点	动态性能差, 死区大 线性度较差 单向	价格贵 工作条件要求高 使用成本高

比例电磁铁驱动比例阀的性能局限



- 必须以平衡弹簧力的方式工作
 - 存在克服液动力的问题
 - 特性的非线性，控制困难
 - 电磁衔铁需支承，存在较大的过渡 / 边界（静/动摩擦）力，滞环大
 - 单向驱动
 - 电磁铁衔铁质量大，驱动力小，动态响应差
- 寻找一种新的驱动装置，综合比例电磁铁及力矩马达的优点，避免两者的缺点。

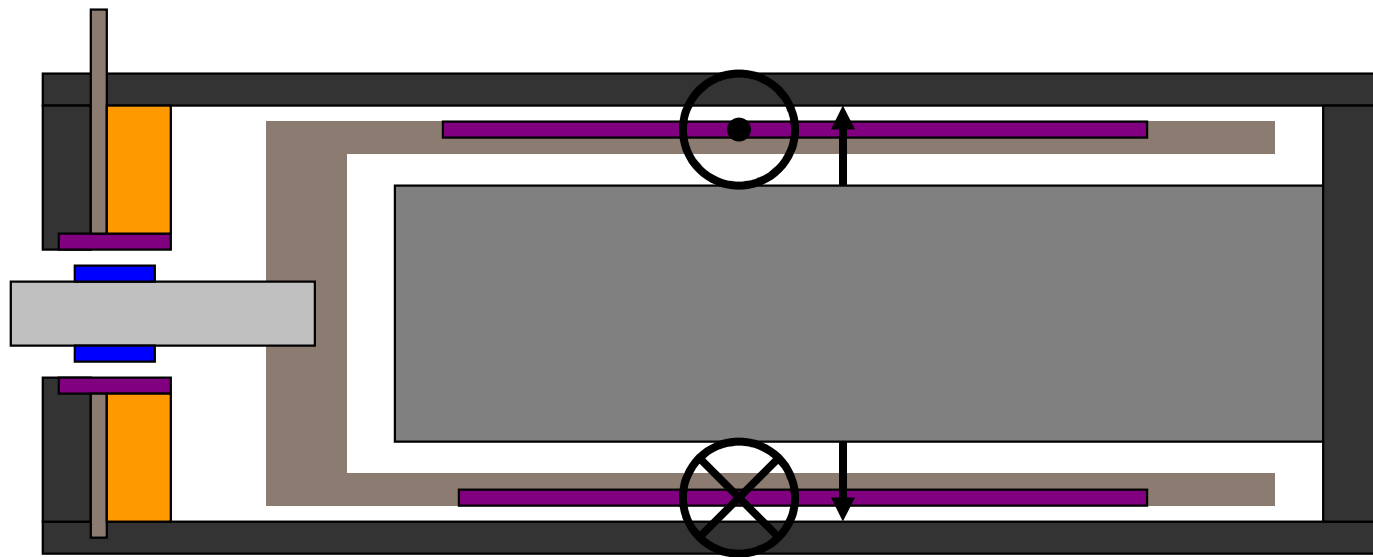
Parker 的 **VCD 驱动器**即是。

伺服型比例方向控制阀 (DFplus)

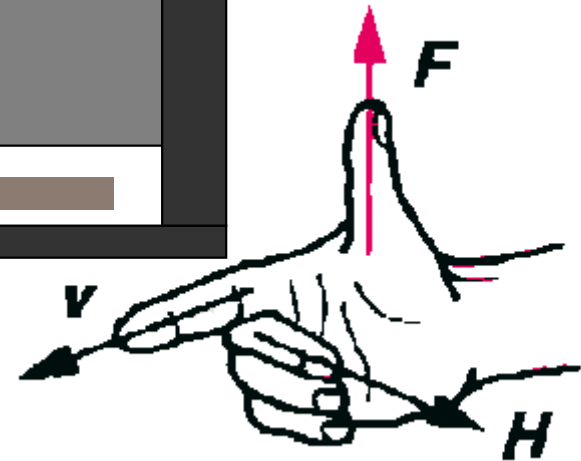


Parker 音圈驱动 (VCD[®]) 技术:

$$F = I \cdot l \cdot n \times B$$



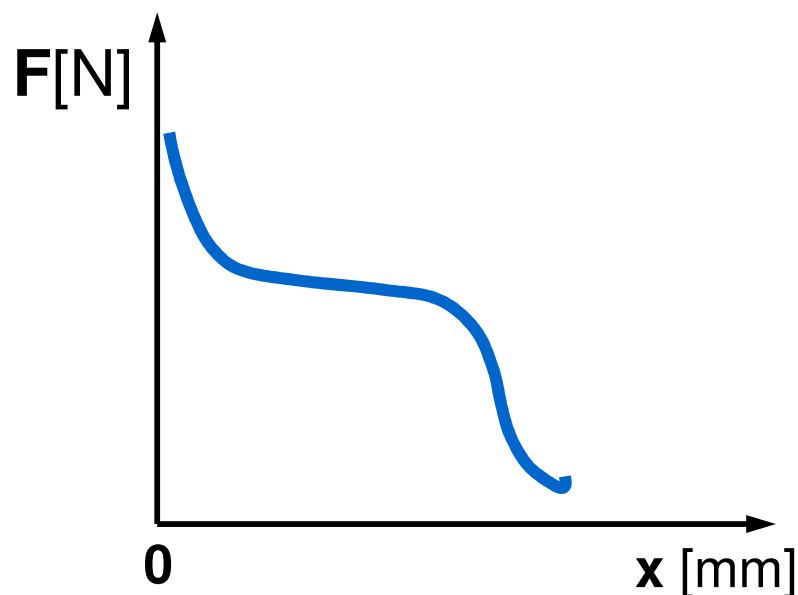
电子流动方向 (v), 磁场方向 (H), 产生的作用力方向(F)
v 与电流 I 方向相反



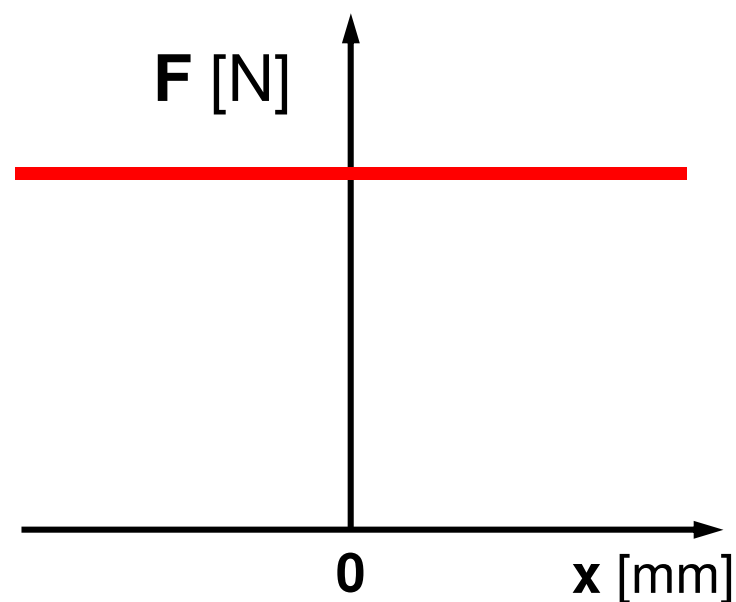
伺服型比例方向控制阀 (DFplus)



驱动力特性比较



比例电磁铁
推力与行程相关

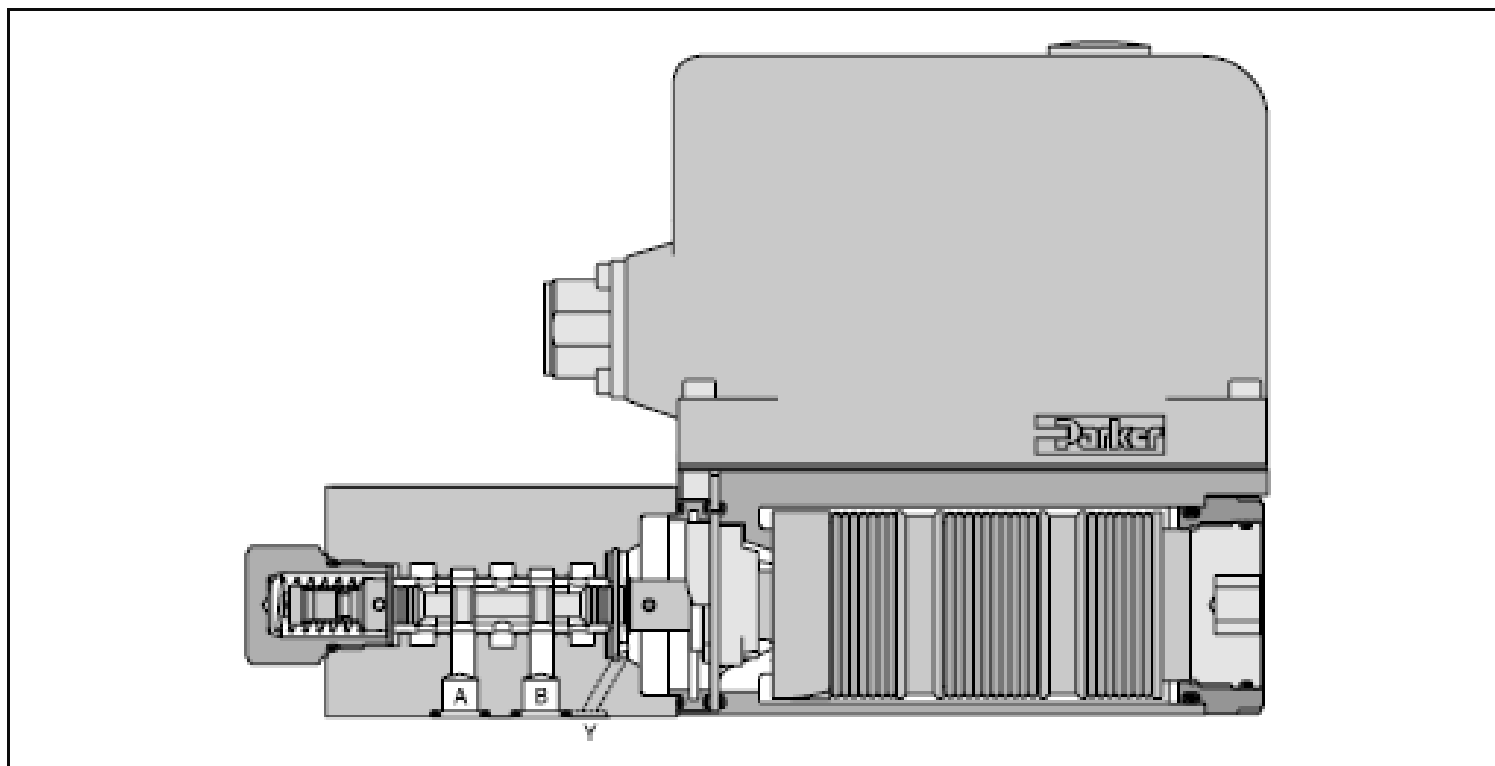
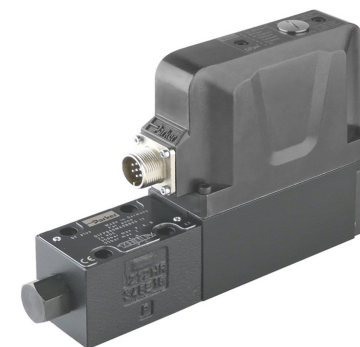


VCD
驱动力与行程无关

伺服型比例方向控制阀 (DFplus)



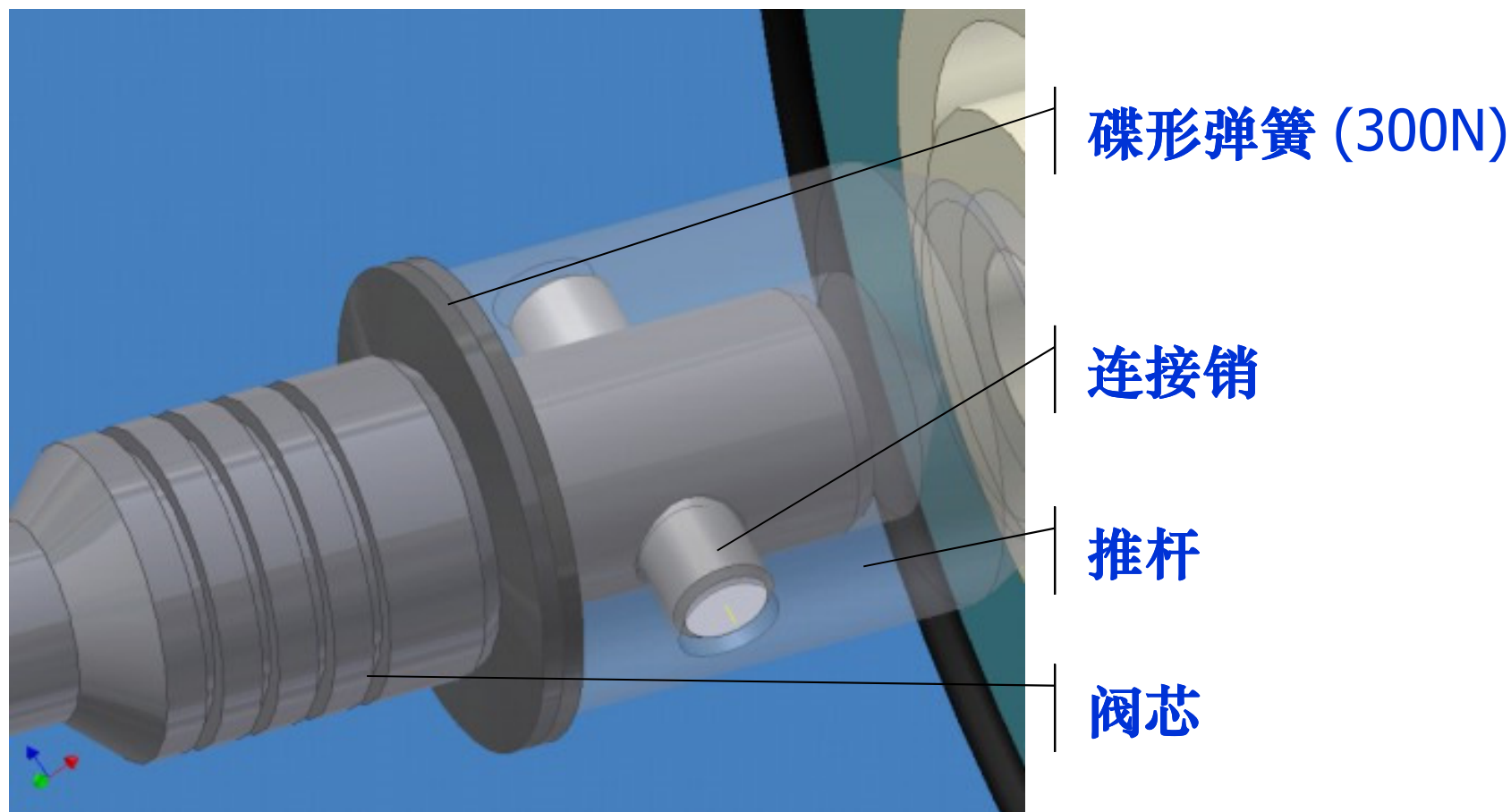
High End Performance
最高性能



伺服型比例方向控制阀 (DFplus)



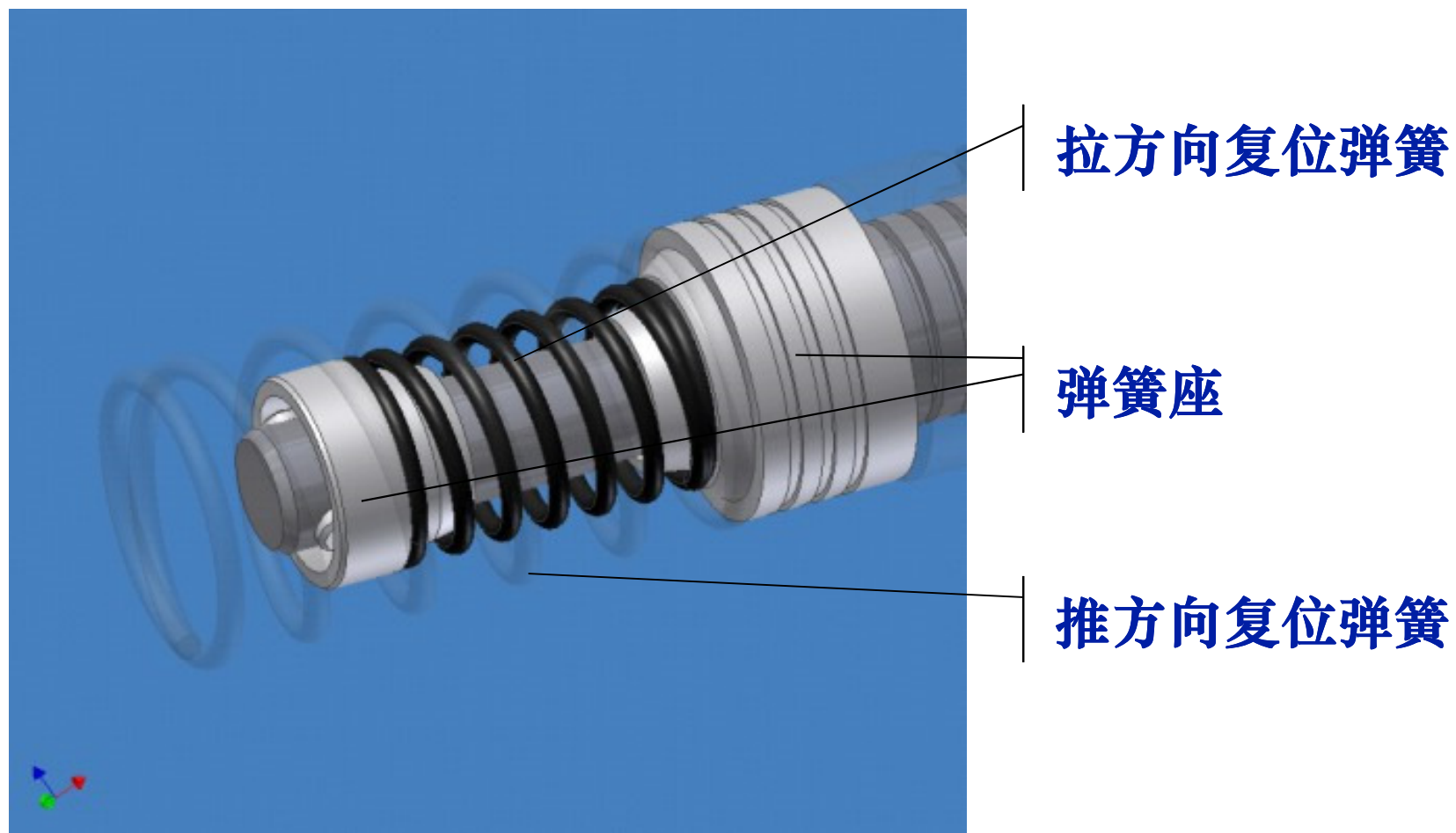
阀芯与 VCD 驱动器的机械连接



伺服型比例方向控制阀 (DFplus)



弹簧组合件

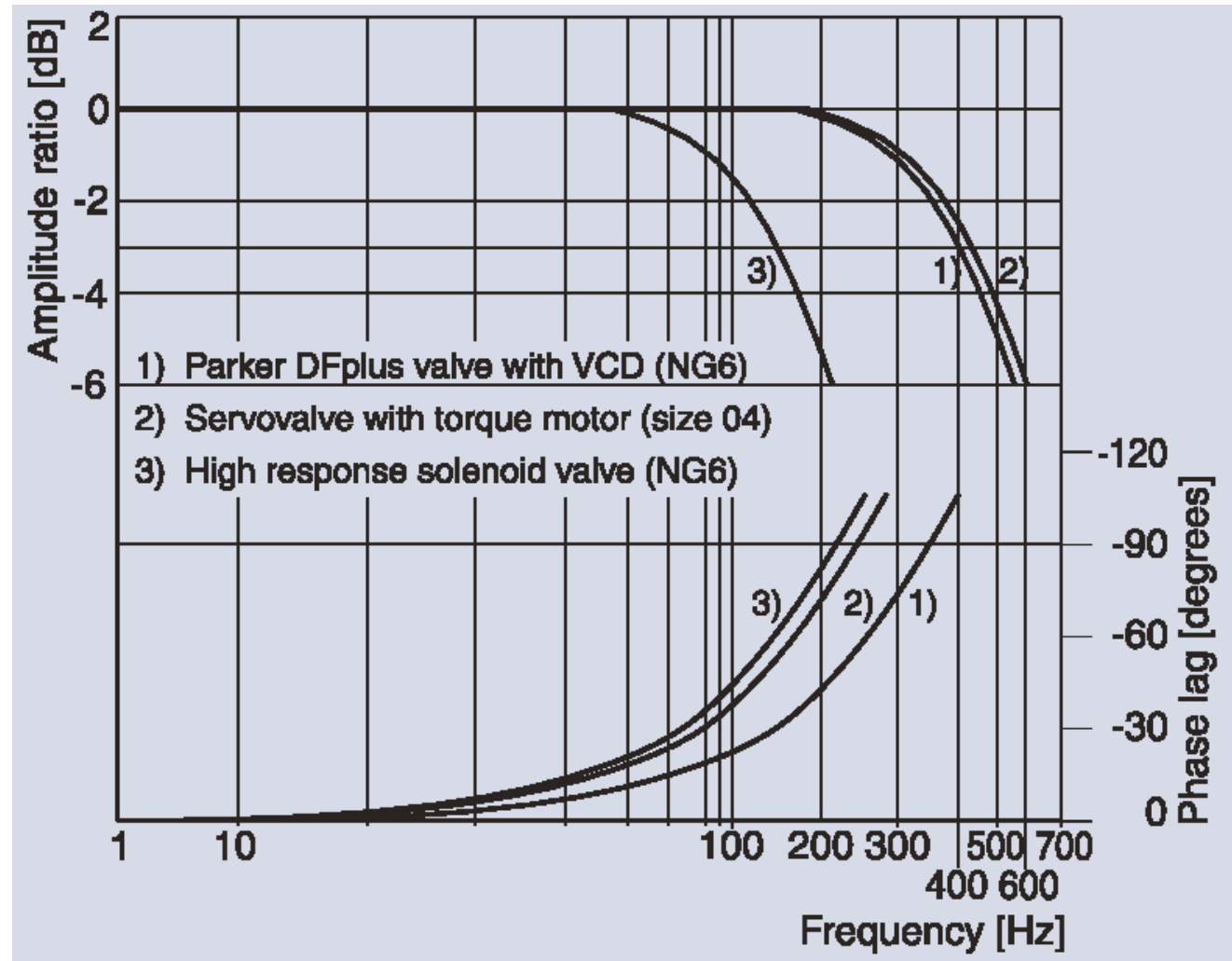


伺服型比例方向控制阀 (DFplus)



* schematics, all valves $Q_{nom} = 40 \text{ l/min}$

频率响应特性
@
 $\pm 5\%$ 指令信号

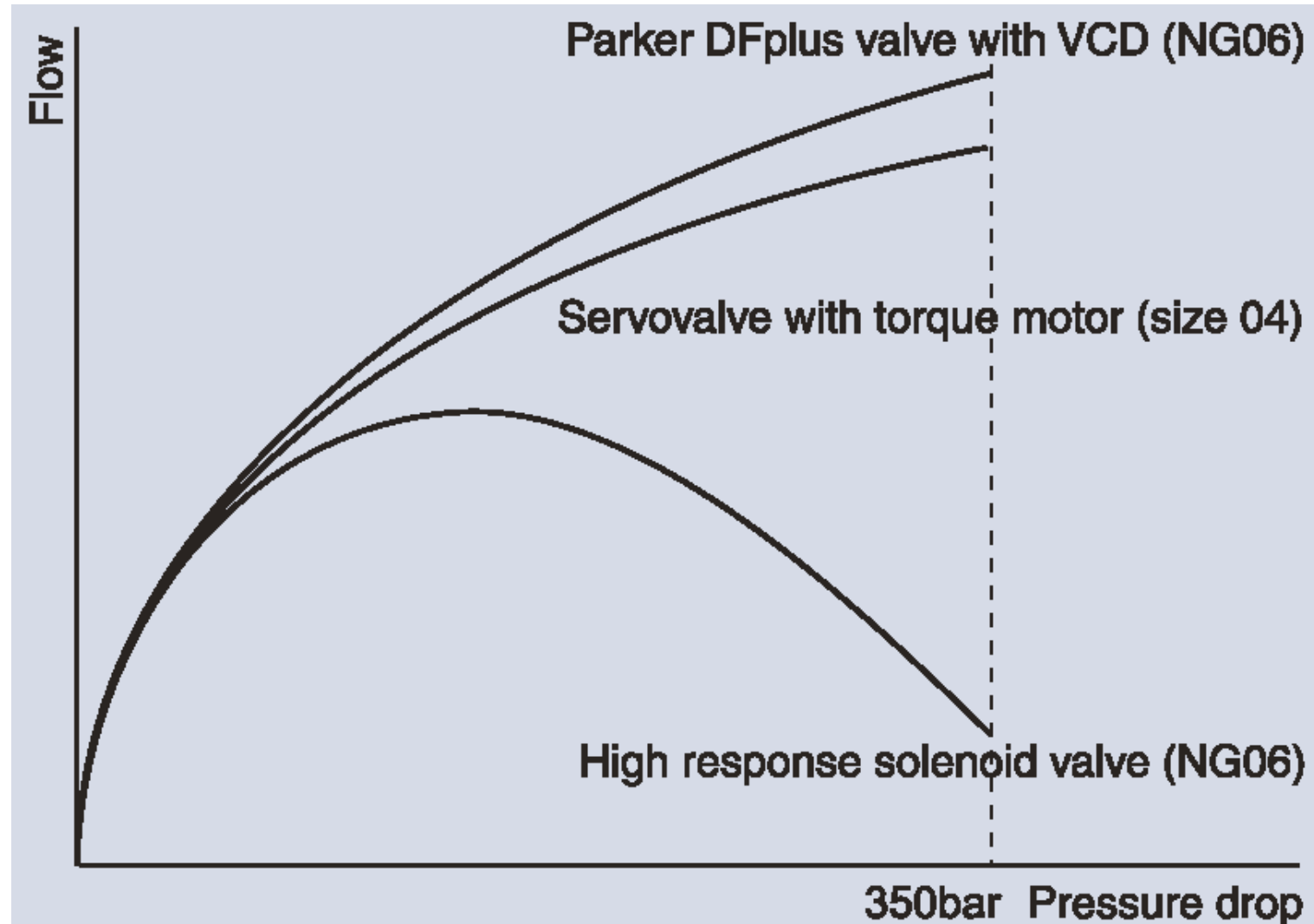


伺服型比例方向控制阀 (DFplus)



* schematics, all valves $Q_{nom} = 40 \text{ l/min}$

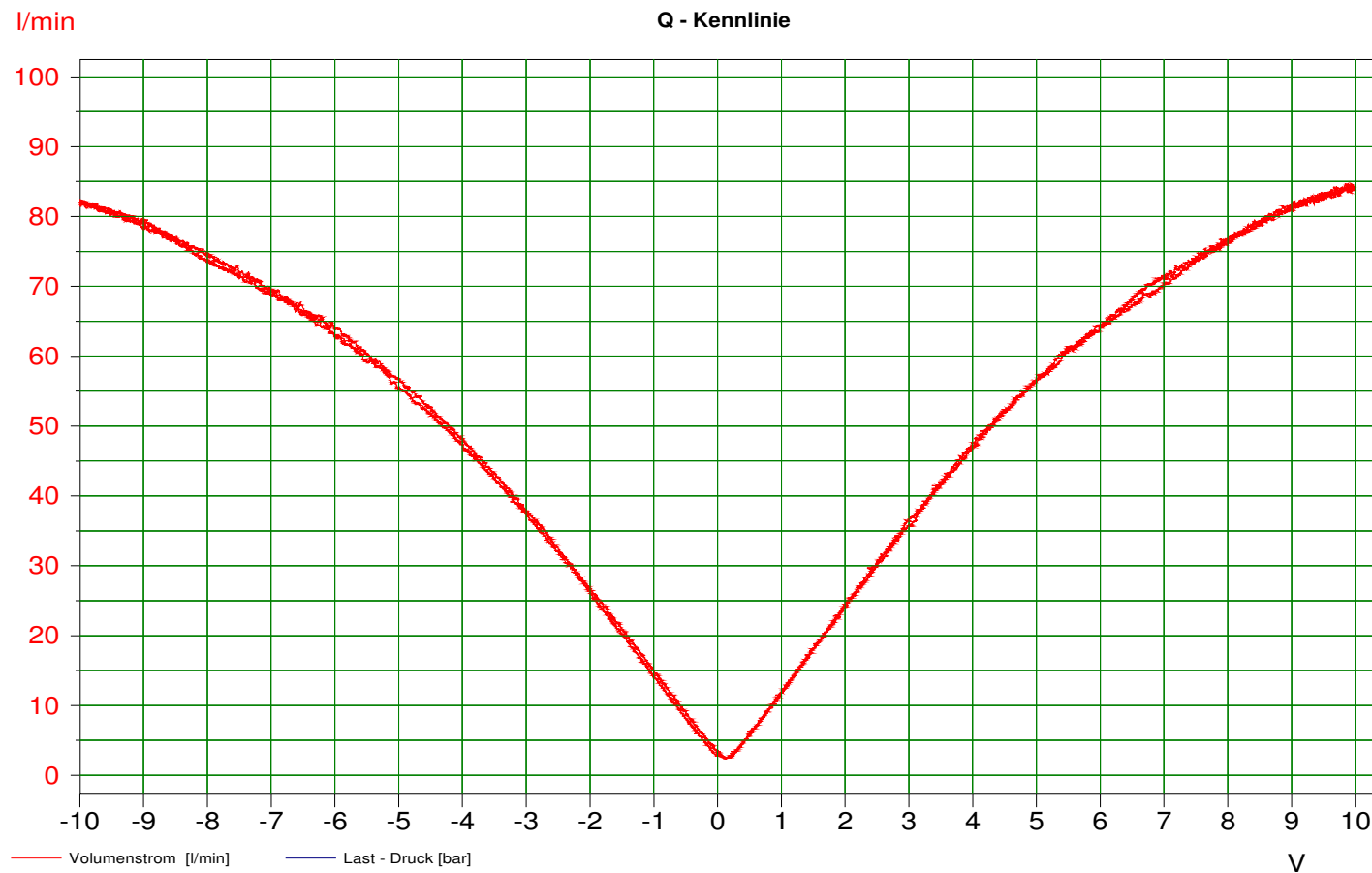
流量限制比较



伺服型比例方向控制阀 (DFplus)



Parker DFplus® : 流量特性 @ 350bar Δp



伺服型比例方向控制阀 (DFplus)



Parker DFplus[®] : 电子控制器

- ◆ 电源 24V
- ◆ 最大功率 100W
- ◆ 高保真放大器
- ◆ 最大峰值电流 4A, 稳定工作电流 1,5A
- ◆ 预设与现场总线模块匹配
- ◆ 预备用于二次控制环

D1FP 订货代号 - NG06 / Cetop 3



D	1	F	P			9				0	
方向 控制阀	规格 DIN NG06 CETOP 03 NFPAD03	比例控制	VCD 驱动器	阀芯型式	阀芯位置 (断电时) ¹⁾	Y 油口 (封堵) ⁵⁾	密封件	指令信号	电气连接 界面	阀芯/阀套 设计	设计系列 (订货时 无规定)

代号	阀芯型式	流量 / l/min 单控制边 $\Delta p = 35 \text{ bar}$
零遮盖阀芯		
E50M		40
E50H		25
E50G		16
E50F		12
E50C		6
E50B	3	
B60M		40 / 20
E60H		25 / 12.5
E60G		16 / 8
E60F		12 / 6
E60C		6 / 3
负遮盖阀芯, 约 -0.5%		
E55M		40
E55H		25
E55G		16
E55F		12
E55C		6
E55B	3	
正遮盖阀芯 25%		
E01M		40
E01H		25
E01G		16
E01F		12
E01C		6
E01B	3	
B31M		40 / 20
E31H		25 / 12.5
E31G		16 / 8
E31F		12 / 6
E31C		6 / 3
E02M		40
E02H		25
E02G		16
E02F		12
E02C		6
E02B	3	
B32M		40 / 20
E32H		25 / 12.5
E32G		16 / 8
E32F		12 / 6
E32C		6 / 3

代号	电气连接界面
0	6+PE 符合EN175201-804
5	11+PE 符合EN175201-804
7	6+PE + 激活

代号	信号类型	功 能
B	+/- 10V	0...+10V → P-A
E	+/- 20mA	0...+20mA → P-A
S	4...20mA	12...20mA → P-A

代号	密封件
N	NBR (丁腈橡胶)
V	FPM (氟橡胶)
H	用于 HFC (高水基) 液

代号	断电时阀芯位置
A ²⁾	
B ²⁾	
C ³⁾	
H ⁴⁾	
J ⁴⁾	

所有类型 交货周期均短

¹⁾ 断电时阀芯将回复至一个规定的位置, 但在 A-T 或 B-T 单控制边有流量的情况下, 若压降高于 120 bar 或油液受到污染, 则此项功能不能得到保证;

²⁾ 开度约 10%, 仅适用于零遮盖及负遮盖阀芯;

³⁾ 仅适用于正遮盖阀芯;

⁴⁾ 对流量代号 M (40 l/min) 不适用;

⁵⁾ 在回油压力 > 35 bar 的情况下, 此处堵头需拆除。

请单独订购电插头, 详见本章之“附件”。

D1FP 技术参数



液压参数

- 阶跃响应 < 3.5ms
- 动态响应
幅频: 350 Hz @ - 3dB (5% 控制信号下)
相频: 340 Hz @ - 90° (5% 控制信号下)
- 滞环 < 0,05%
- 灵敏度 < 0,03%
- 公称流量 3, 6, 12, 25, 40 [l/min] @ 35 bar Δp (单控制边)
- 泄漏量
< 0.4 l/min 零遮盖阀芯
< 0.05 l/min 正遮盖阀芯
- 最大流量 > 90 l/min @ 350 bar Δp (2 控制边)
- 规格 NG6 (Cetop 3)

集成电子控制器参数

- 电源 18...30 V; 30 W
- 输入控制信号 $\pm 10V$ (D 至 E 正 = 流量 P->A), ± 20 mA, 4-20mA

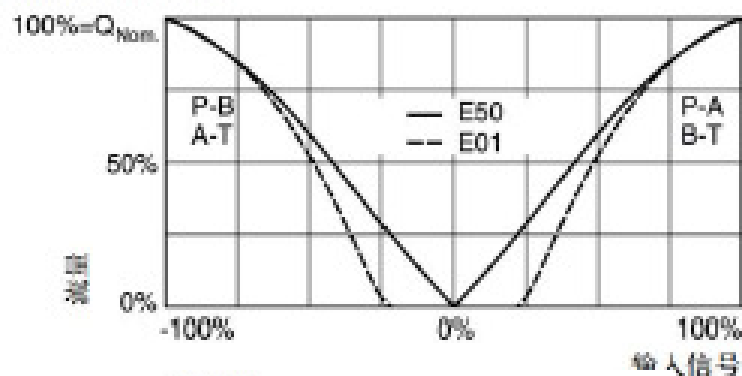
D1FP 性能曲线



流量极限

在单控制边压降 $\Delta p = 35 \text{ bar}$ 的状态下

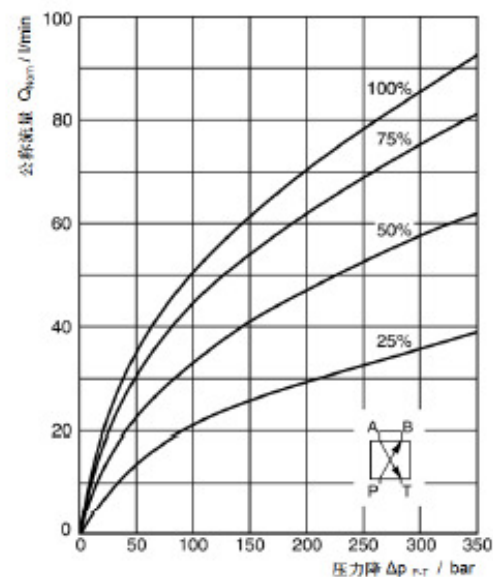
阀芯型式 E01/E50



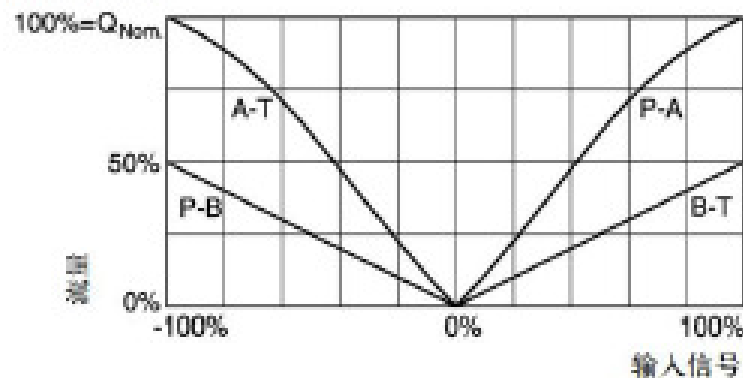
流量极限

在 25%, 50%, 75% 及 100% 指令信号下

阀芯型式 E50M



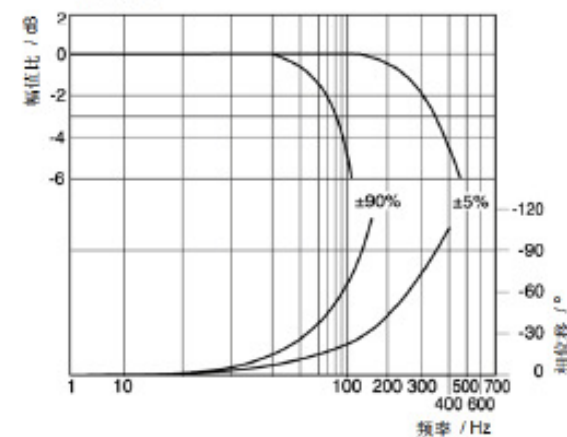
阀芯型式 E60



频率响应

$\pm 5\%$ 输入信号

$\pm 90\%$ 输入信号



所有特性曲线均使用 HLP46 液压油, 在 50°C 油温下测试取得。

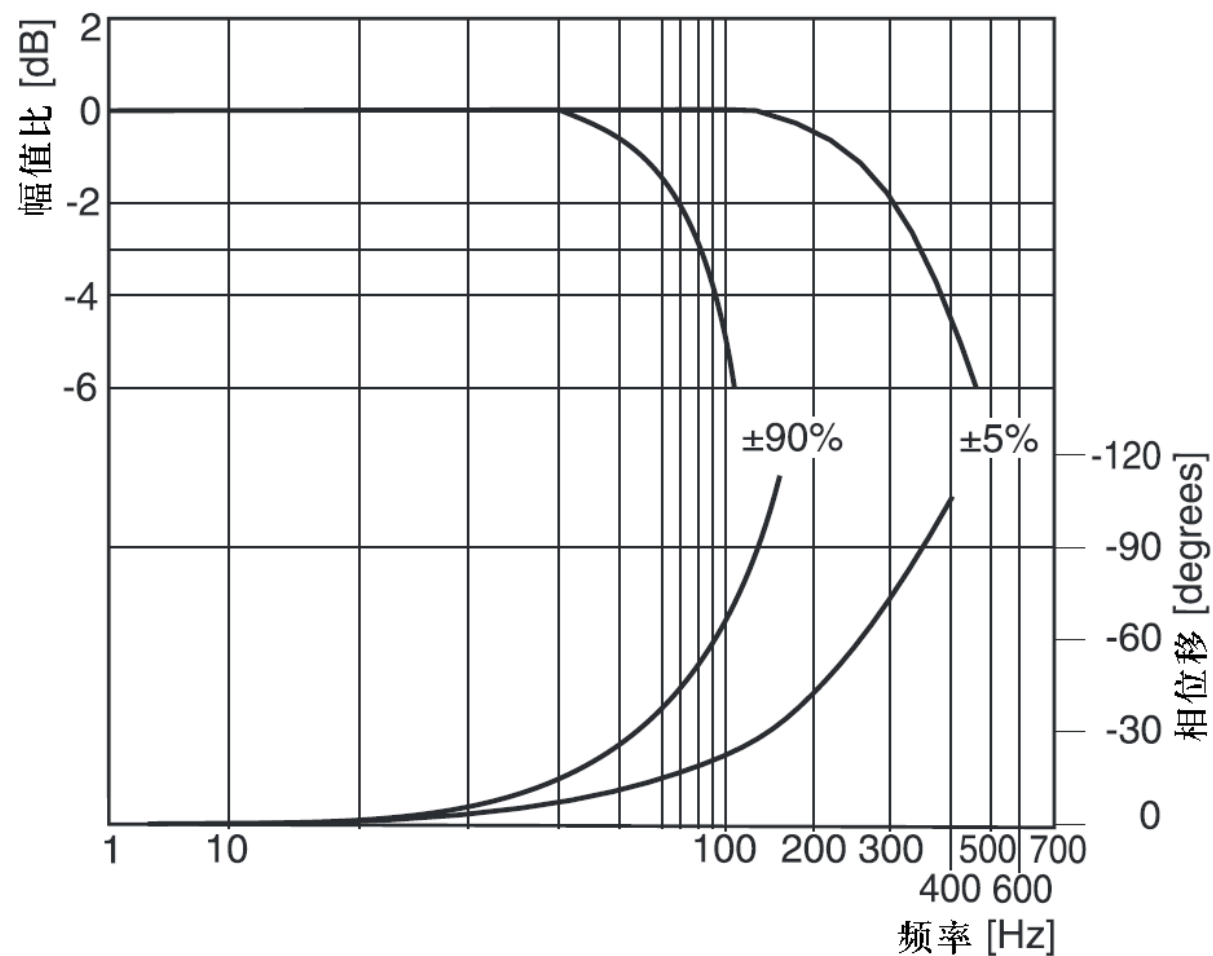
D1FP 性能曲线



频率响应特性

±5% 输入信号

±90% 输入信号



伺服型比例方向控制阀 (DFplus)



D3FP
NG10/Cetop 5



D3FP (NG10/Cetop 5) 订货代号



D	3	F	P			9				0	
方向 控制阀	规格 DIN NG10 CETOP 05 NFFA D05	比例控制	VCD 驱动器	阀芯型式	阀芯位置 (断电时) ¹⁾	Y 油口 (封堵) ⁴⁾	密封件	指令信号	电气连接 界面	阀芯/阀套 设计	设计系列 (订货时 无规定)

代号	阀芯型式	流量 / l/min 单控制边 $\Delta p = 35 \text{ bar}$
零遮盖阀芯		
E50Y		100
E50P		50
B60Y	$Q_{0.5} = Q_{0.2}$ 	100 / 50
B60P	$Q_{0.5} = Q_{0.2}$ 	50 / 25
负遮盖阀芯, 约 -0.5%		
E55Y		100
E55P		50
正遮盖阀芯 18%		
E01Y E01P		100 50
E02Y E02P		100 50
B31Y B31P	$Q_{0.5} = Q_{0.2}$ 	100 / 50 50 / 25
B32Y B32P	$Q_{0.5} = Q_{0.2}$ 	100 / 50 50 / 25

代号	电气连接界面	
0	6+PE	符合EN175201-804
5	11+PE	符合EN175201-804
7	6+PE +	激活

代号	信号类型	功 能
B	+/- 10V	0...+10V → P-A
E	+/- 20mA	0...+20mA → P-A
S	4...20mA	12...20mA → P-A

代号	密封件
N	NBR (丁腈橡胶)
V	FPM (氟橡胶)
H	用于 HFC (高水基) 液

代号	断电时阀芯位置
A ²⁾	
B ²⁾	
C ³⁾	

请单独订购电插头, 详见本章之“附件”。

¹⁾ 断电时阀芯将回复至一个规定的位置, 但在 A-T 或 B-T 单控制边有流量的情况下, 若压降高于 120 bar 或油液受到污染, 则此项功能不能得到保证;

²⁾ 开度约 10%, 仅适用于零遮盖及负遮盖阀芯;

³⁾ 仅适用于正遮盖阀芯;

⁴⁾ 在回油压力 > 35 bar 的情况下, 此处堵头需拆除。

所有类型
交货周期均短

D3FP 技术参数



技术参数

- 阶跃响应 < 6 ms
- 动态响应
幅频: 200 Hz @ - 3dB (5% 控制信号下)
相频: 200 Hz @ - 90° (5% 控制信号下)
- 滞环 < 0.05%
- 灵敏度 < 0.03%
- 公称流量 50, 100 [l/min] @ 35 bar Δp (单控制边)
- 泄漏量 @ 350 bar < 0.4 l/min 零遮盖阀芯
< 0.1 l/min 正遮盖阀芯
- 最大流量 > 100 l/min @ 75 bar Δp (2 控制边)
- 规格 NG10 (Cetop 5)

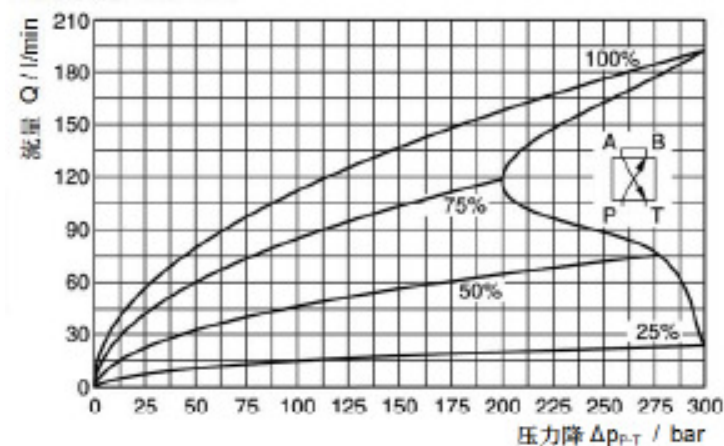
D3FP 性能曲线



流量极限

在 25%, 50%, 75% 及 100% 指令信号下

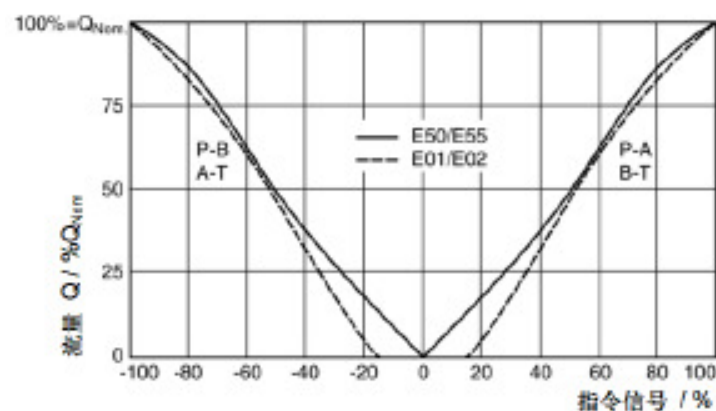
阀芯型式 E01 / E02



流量特性曲线

在单控制边压降 $\Delta p = 35$ bar 的状态下

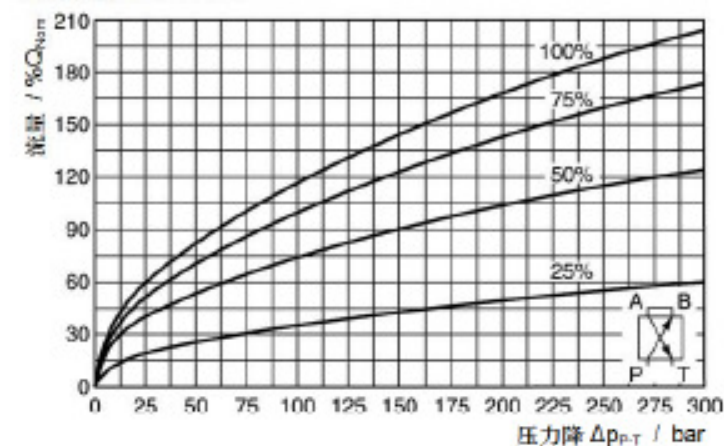
阀芯型式 E50 / E55, E01 / E02



流量极限

在 25%, 50%, 75% 及 100% 指令信号下

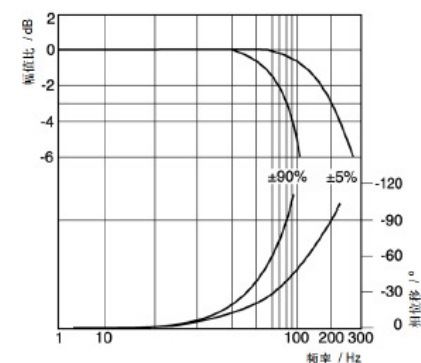
阀芯型式 E50 / E55



* 若阀的工作状况超出了功能极限, 则经一段时间后, 阀芯将切换到故障安全状态, 此时需将控制器电源关断后再接通, 才能使阀恢复工作。

频率响应

±5% 输入信号
±90% 输入信号



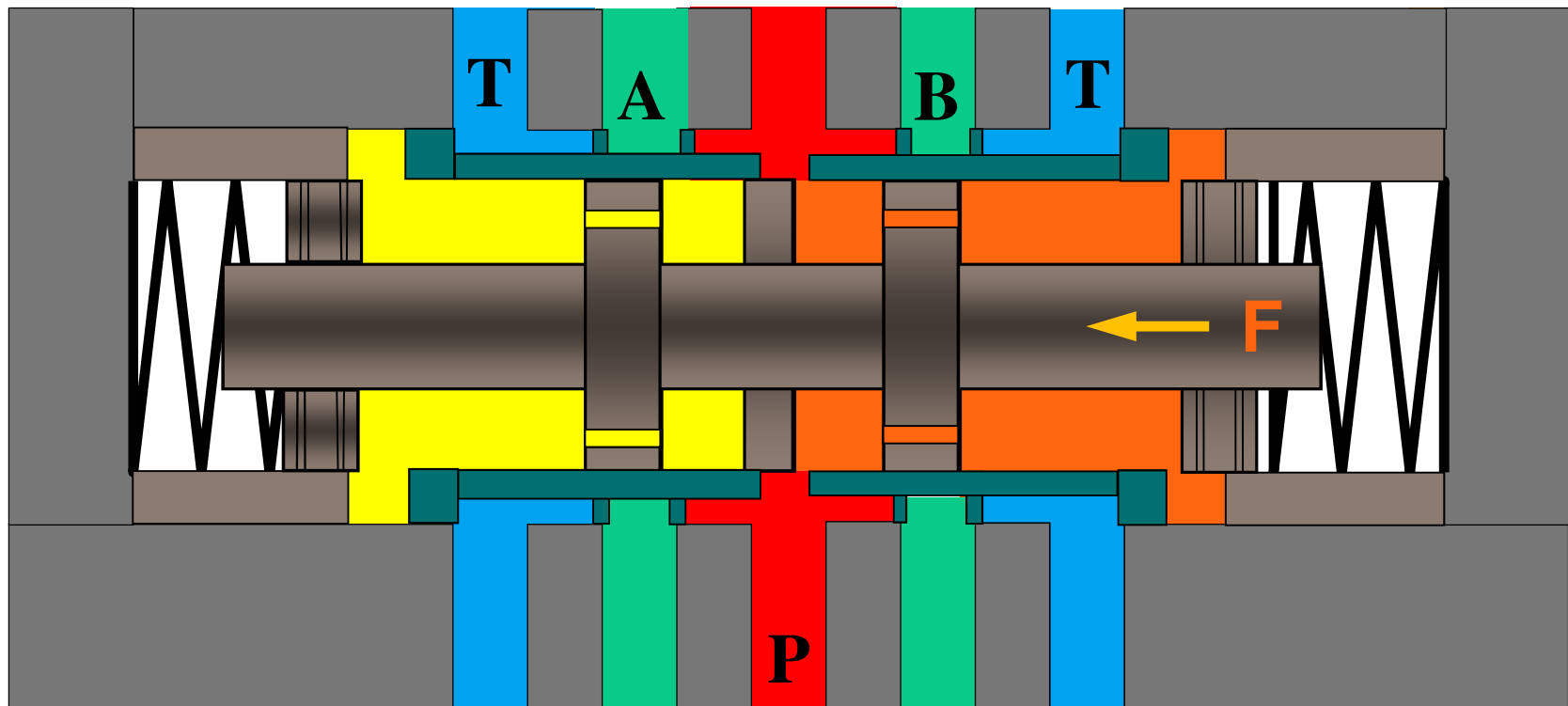
Parker



D30FP 工作原理



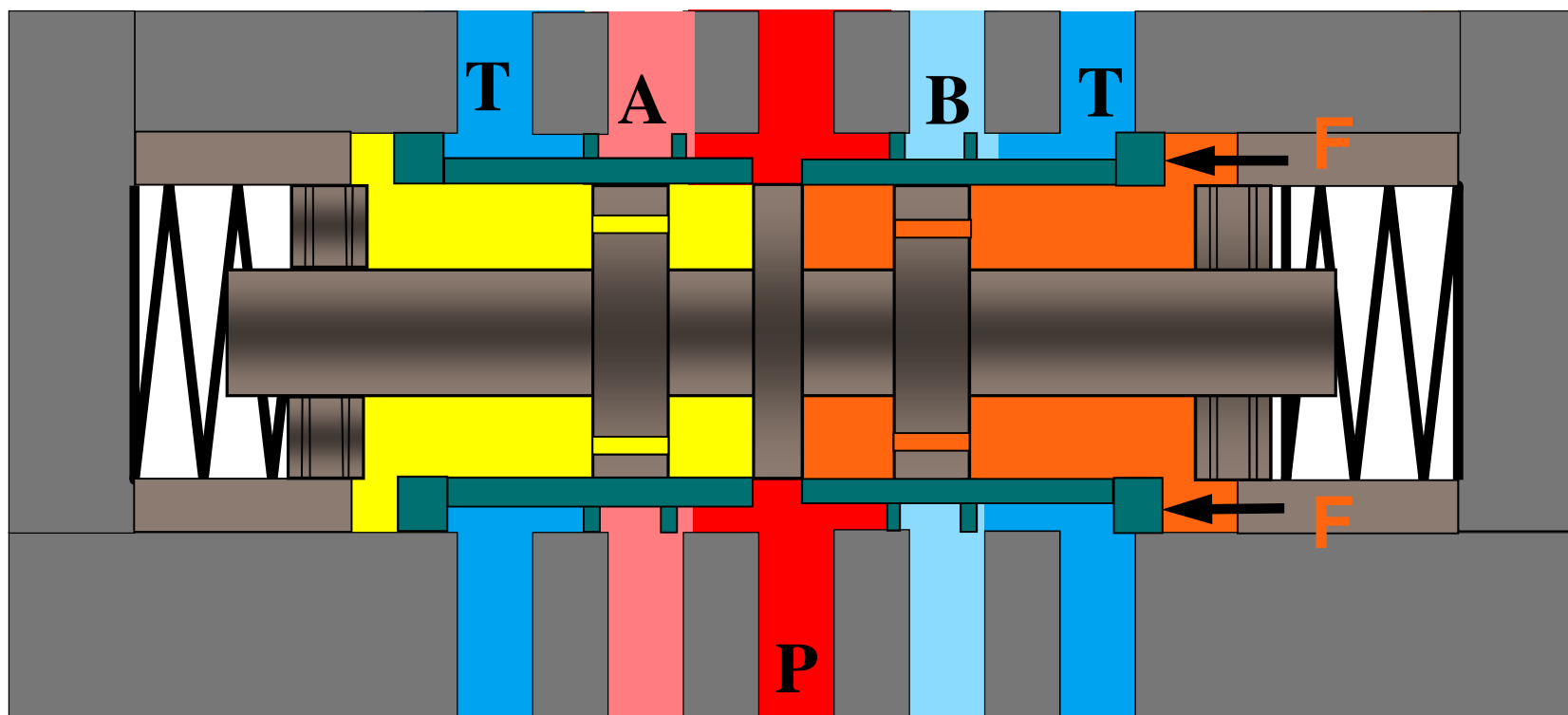
先导阀芯动作



D30FP 工作原理



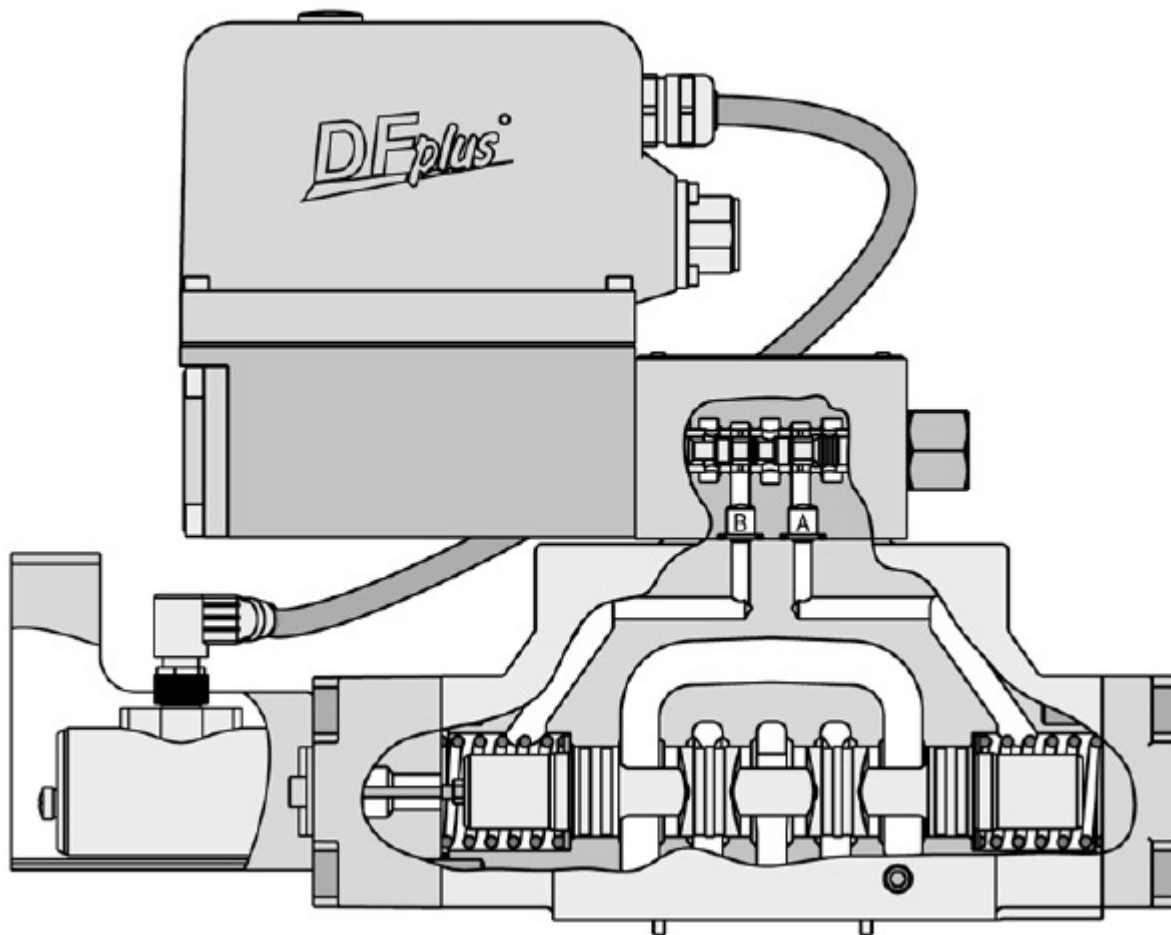
阀套 (主阀芯) 跟随先导阀芯到位



伺服型比例方向控制阀 (DFplus)



D41FP



DFplus® - D*1FP (NG10-32 两级) 订货代号



代号	规格
3	NG10 / CETOP05
4	NG16 / CETOP07
8	NG25 / CETOP08
9 ¹⁾	NG25 / CETOP08
11	NG32 / CETOP10

标准型		新：启动功能 ²⁾³⁾		新：复合功能 ⁴⁾⁵⁾	
代号	阀芯型式	代号	阀芯型式	代号	阀芯型式
正流量 10%					
E01		R31		Z31	
E02		R32		Z32	
零流量					
B31					
B32					
零流量					
E52		R61		Z61	
B61					

代号	流量 /l/min 单控制边压降 Δp = 5bar 时				
	D31	D41	D61	D91	D111
D	90	—	—	—	—
E	120	—	—	—	—
F	—	200	—	—	—
H	—	—	400	450	—
L	—	—	—	—	1000

¹⁾ 出口流量增大至 132L

²⁾ 对规格代号 8 不适用

³⁾ 对于 D31FP (NG10), 请考虑采用叠加阀的方案组成启动及复合功能, 相关的符号叠加在阀芯 "A10-1654 / A10-1655L / H10-1652 / H10-1655L" 见第 12 章

D31FP 阀芯型式: R31 R32 R61

⁴⁾ 对 D31FP 及 D61FP 不适用

⁵⁾ 阀芯开度 10%, 仅适用于零流量阀芯

⁶⁾ 仅适用于正流量阀芯

⁷⁾ 见附录“启动及复合功能”(对 D31FP 不适用)

代号	复合选项
0	标准型, 用于阀芯型式 B, E, R
L ⁷⁾	复合阀, 24V 常闭用于阀芯型式 Z

代号	阀选项
0	6+PE 接口 符合 EN 175201-804
5	11+PE 接口 符合 EN 175201-804
7	6+PE 接口 + 叠活

代号	信号类型	功能
B	0...±10V	0...+10V → P-B
E	0...±20mA	0...+20mA → P-B
K	0...±10V	0...+10V → P-A
S	4...20mA	12...20mA → P-A

代号	密封件
N	NBR (丁腈橡胶)
V	FPM (氟橡胶)
H	用于 HFC (高水基) 液

代号	先导通路	先导位置
1	内控	外置
2	外控	外置
4	内控	内置
5	外控	内置

代号	断电时阀芯位置
A ⁶⁾	
B ⁶⁾	
C ⁶⁾	

所有类型
交货周期均短

请单独订购电插头, 详见本章之“附件”。

D*1FP 技术参数



参数		NG10 D31FP	NG16 D41FP	NG25 D8(9)1FP	NG32 D111FP
公称流量 Q_N @ 单控制边压差 5 bar	L/min	120	200	400/450	1000
推荐最大流量 Q_{Max}	L/min	250	600	1000	3000
阶跃响应时间 @ 210 bar	ms	10	12	24	40
主级泄漏量 @ 300 bar (零遮盖)	L/min	< 0,9	< 0,9	<1,0	<5,0
滞环	%	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
响应频率 5% 幅值 @ 210 bar	Hz	128	95	95	40

带有 EtherCAT 界面的比例阀



D1FC with EtherCAT



D1FC/D3FC
D*1FC
D1FP/D3FP
D*1FP
D30FP



D1FP with EtherCAT



比例阀选型 – 比例方向阀的阀系数

● 控制边的流量公式：

$$Q = C_d A \sqrt{\frac{2g}{\gamma} \Delta p} = K_V \sqrt{\Delta p}$$

其中： $K_V = C_d A \sqrt{\frac{2g}{\gamma}}$ ，定义为：**阀系数**(反映控制边的通流状况)

	英制单位	米制单位
Q – 通过控制边的流量	in³/s	L/min
A – 控制边的节流面积	in²	cm²
Δp – 控制边两端的压差	psi	bar
C_d – 流量系数，取值为：	0.6	0.6
g – 重力加速度	386.4 in/s²	9.8 m/s²
γ – 油液重度	0.03 lb/in³	8.0 N/L
K_V – 阀系数	100A	60A

比例阀选型 – 比例方向阀的阀系数

● 阀系数 K_V 的单位

K_V 的单位:

英制

公制

$$K_V = \frac{Q}{\sqrt{\Delta p}} \text{ (hole, 孔)} \quad \frac{\text{in}^4}{\text{s}\sqrt{\text{lb}}} \left(\frac{\text{in}^3/\text{s}}{\sqrt{\text{psi}}} \right) \quad \frac{\text{L}}{\text{min}\sqrt{\text{bar}}} \left(\frac{\text{L}/\text{min}}{\sqrt{\text{bar}}} \right)$$

某种意义上可将 K_V 看作为比流量, 即: 单位压差下流经的流量。

● Parker 比例方向阀的公称流量

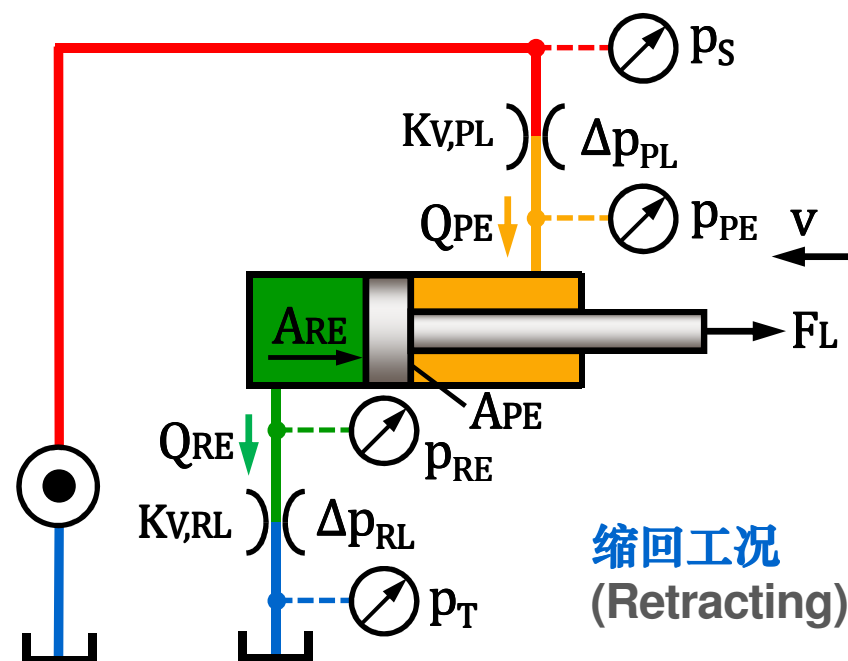
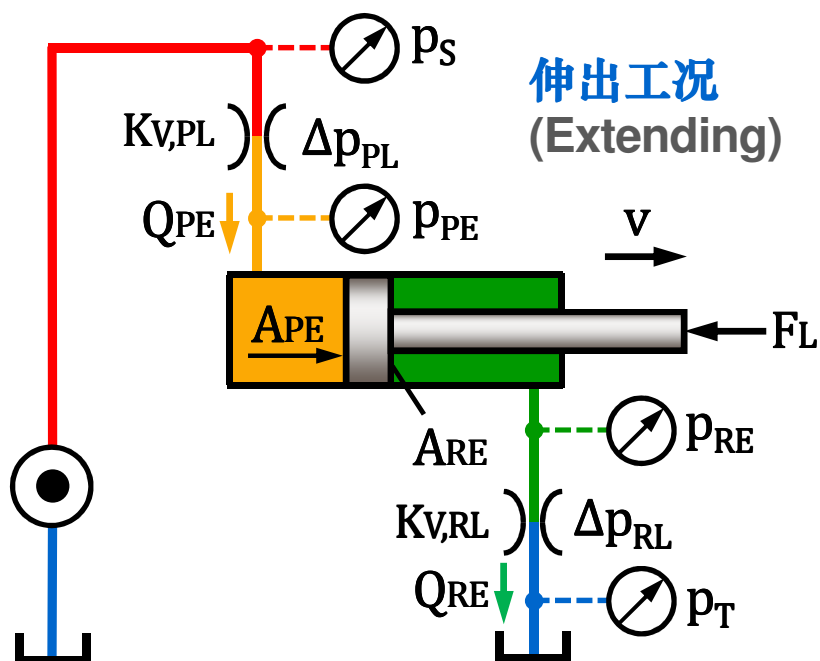
Parker 比例方向阀的公称流量是阀全开 (100%信号)、单节流边压差 $\Delta p = 5 \text{ bar}$ (72.5 psi) 时的流量。

即: $Q_{\text{rated}} = K_{V,Rt} \sqrt{\Delta p_{\text{ratedflow}}}$

英制: $Q_{\text{rated}} = K_{V,Rt} \sqrt{72.5} \text{ (in}^3/\text{s)}$

公制: $Q_{\text{rated}} = K_{V,Rt} \sqrt{5} \text{ (L/min)}$

比例阀选型 – 工作参数代号



Q_{PE} – 进入油缸工作腔的流量
 Q_{RE} – 自油缸回油腔流出的流量
 p_S – 供油压力
 p_{PE} – 油缸工作腔压力
 p_{RE} – 油缸回油腔压力
 A_{PE} – 油缸工作腔端活塞作用面积
 A_{RE} – 油缸回油腔端活塞作用面积

K_{VPL} – 比例阀进油边阀系数
 K_{VRL} – 比例阀回油边阀系数
 Δp_{PL} – 比例阀进油边压差
 Δp_{RL} – 比例阀回油边压差
 ν – 油液运动粘度
 F_L – 总负载力

比例阀选型 – 系统工作参数计算

按阀控油缸回路图可以有下列各工作参数的关系式：

{	$p_S = \Delta p_{PL} + p_{PE}$	(进油路压力串联方程)
	$p_{PE} A_{PE} = F_L + p_{RE} A_{RE}$	(油缸的力平衡方程式)
	$\Delta p_{PL} = \left(\frac{Q_{PE}}{K_V} \right)^2$	(进油节流边流量方程)
	$p_{RE} = \Delta p_{RL} = \left(\frac{Q_{RE}}{K_V} \right)^2$	(回油节流边流量方程)
	$Q_{PE} = v A_{PE}$	(进油流量计算式)
	$Q_{RE} = v A_{RE}$	(回油流量计算式)

比例阀选型 – 系统工作参数计算

合并前页各关系式，并整理后可得：

$$F_L = p_S A_{PE} - \left(\frac{v A_{PE}}{K_{VPL}} \right)^2 A_{PE} - \left(\frac{v A_{RE}}{K_{VRL}} \right)^2 A_{RE}$$

或：

$$F_L = p_S A_{PE} - \frac{v^2 A_{PE}^3}{K_{VPL}^2} \left(1 + \frac{\rho_V^2}{\rho_C^3} \right) \dots\dots\dots (X)$$

其中： $\rho_C = \frac{A_{PE}}{A_{RE}}$ 为油缸进油端与回油端的作用面积比

$\rho_V = \frac{K_{VPL}}{K_{VRL}}$ 为阀的进油边与回油边的阀系数比

比例阀选型 – 系统工作参数计算

应注意油缸伸出和缩回时的 ρ_C , ρ_V 是不相同的，它们的关系为：

$$\rho_{C,Ext} = \frac{1}{\rho_{C,Ret}} \quad \rho_{V,Ext} = \frac{1}{\rho_{V,Ret}}$$

标准阀芯是对称的，即： $\rho_{V,Ext} = \rho_{V,Ret} = 1$

讨论：

式 (X) 中有 5 个参数：2 个应用参数： F_L , v ；

3 个液压参数： p_S , A_{PE} 和 K_{VPL} 。

其中的 K_{VPL} 是我们最感兴趣的，因为可以用它来选取比例阀。

5 个参数 p_S , A_{PE} , K_V 与 F_L , v 之间的关系：

增大 A_{PE} ，会增大 F_L ，但同时会降低 v ；

增大 K_V ，会提高 v ，而不会增大 F_L ；

唯有提高 p_S ，会同时提高 v 和增大 F_L 。

比例阀选型 – 方程式 (X) 的讨论

- 方案 1: 2 个应用 参数 F, v 为已知,
3 个液压参数 $p_S, A_{PE}, K_{V,PL}$ 中有两个未知。

工况 1: 若设定供油压力 p_S , 则有:

$$A_{PE} = \frac{1}{p_S} \left(\frac{v_2^2 F_1 - v_1^2 F_2}{v_2^2 - v_1^2} \right)$$

$$K_{V,PL} = \sqrt{\frac{A_{PE}^3 (v_2^2 - v_1^2) \left(1 + \frac{\rho v^2}{\rho_C^3} \right)}{F_1 - F_2}}$$

比例阀选型 – 方程式 (X) 的讨论

- 方案 1: 2 个应用 参数 F, v 为已知,
3 个液压参数 $p_S, A_{PE}, K_{V,PL}$ 中有两个未知。

工况 2: 若设定阀系数 $K_{V,PL}$, 则有:

$$A_{PE} = \sqrt[3]{\frac{K_{V,PL}^2 (F_1 - F_2)}{(v_2^2 - v_1^2) \left(1 + \frac{\rho v^2}{\rho_C^3} \right)}}$$

$$p_S = \frac{1}{A_{PE}} \left(\frac{v_2^2 F_1 - v_1^2 F_2}{v_2^2 - v_1^2} \right)$$

比例阀选型 – 方程式 (X) 的讨论

- 方案 1: 2 个应用 参数 F, v 为已知,
3 个液压参数 $p_S, A_{PE}, K_{V,PL}$ 中有两个未知。

工况 3: 若设定油缸进油面积 A_{PE} , 则有:

$$p_S = \frac{1}{A_{PE}} \left(\frac{v_2^2 F_1 - v_1^2 F_2}{v_2^2 - v_1^2} \right)$$

$$K_{V,PL} = \sqrt{\frac{A_{PE}^3 (v_2^2 - v_1^2) \left(1 + \frac{\rho v^2}{\rho_C} \right)}{F_1 - F_2}}$$

比例阀选型 – 方程式 (X) 的讨论

方案 1 的说明:

3 个液压参数中有 2 个未知，是一个二元方程，需要二个方程才能求解。为此，需要两组 F, v ，以构成两个方程，两组 F, v 应有相同的 $K_{V,PL}$ 。

或者用 $F_2 = 1.5 F_1, v_2 = 0$ 及 F_1, v_1 来建立两个方程进行求解， F_1, v_1 为最大功率点。

比例阀选型 – 方程式 (X) 的讨论

例 1：已知： 油缸伸出速度为 $v = 10 \text{ in/sec}$, 负载为 $F_L = 14000 \text{ lbs}$, 若供油压力为 $p_S = 1500 \text{ psi}$ 。

求解： 油缸活塞面积 A_{PE} 及阀系数 $K_{V,PL}$, 并据此选择适当的比例阀

解： 设定： $\rho_C = 4/3$, $\rho_V = 1$ (对称阀芯);

并设定第二组工作参数为： $F_2 = 1.5 F_1 = 21000 \text{ lbs}$, $v_2 = 0$

$$A_{PE} = \frac{1}{p_S} \left(\frac{v_2^2 F_1 - v_1^2 F_2}{v_2^2 - v_1^2} \right) = \frac{1}{1500} \left(\frac{0 - 10^2 \times 21000}{0 - 10^2} \right) = 14 \text{ (in}^2\text{)}$$

$$K_{V,PL} = \sqrt{\frac{A_{PE}^3 (v_2^2 - v_1^2) \left(1 + \frac{\rho_V^2}{\rho_C^3} \right)}{F_1 - F_2}} = \sqrt{\frac{14^3 (0 - 10^2) \left(1 + \frac{3^3}{4^3} \right)}{14000 - 21000}} = 7.466 \text{ (holes)}$$

$$Q_{\text{rated}} = K_V \sqrt{\Delta p_{\text{rated flow}}} = 7.466 \sqrt{72.5} = 63.57 \text{ (in}^3\text{/s)} = 62.51 \text{ (Lpm)}$$

按额定流量查阅样本，便可选取比例阀。

比例阀选型 – 方程式 (X) 的讨论

- 方案 2: 2 个应用 参数 F, v 为已知,
3 个液压参数 $p_S, A_{PE}, K_{V,PL}$ 中只有 1 个未知。

工况 1: 设定油缸进油面积 A_{PE} , 及阀系数 $K_{V,PL}$, 则有:

$$p_S = \frac{F}{A_{PE}} + \frac{v^2 A_{PE}^2}{K_{V,PL}^2} \left(1 + \frac{\rho_V^2}{\rho_C^3} \right)$$

工况 2: 设定进油压力 p_S , 及油缸进油面积 A_{PE} , 则有:

$$K_{V,PL} = \sqrt{\frac{v^2 A_{PE}^3}{p_S A_{PE} - F} \left(1 + \frac{\rho_V^2}{\rho_C^3} \right)}$$

比例阀选型 – 方程式 (X) 的讨论

- 方案 3: 2 个应用 参数 F, v 中有 1 个未知,
3 个液压参数 $p_S, A_{PE}, K_{V,PL}$ 均为已知。

工况 1: 设定油缸速度 v , 求解负载力 F :

$$F = p_S A_{PE} - \frac{v^2 A_{PE}^2}{K_{V,PL}^2} \left(1 + \frac{\rho_V^2}{\rho_C^3} \right)$$

工况 2: 设定负载力 F , 求解油缸速度 v :

$$v = K_{V,PL} \sqrt{\frac{p_S A_{PE} - F}{A_{PE}^3 \left(1 + \frac{\rho_V^2}{\rho_C^3} \right)}}$$

比例阀选型 – 方程式 (X) 的讨论

- **提示 1:**

脚本 1 ~ 脚本 3 的所有工况均可利用 Excel 软件的计算功能进行计算，无需手工计算。

- **提示 2:**

如果比例阀配用了二 / 三通压力补偿器，则应简单地按照普通方向阀的选型方法去选取比例阀。

选用了压力补偿器，速度调节稳定，但成本相应增加。

比例阀选型



练习：

已知：

- 系统调定压力
- 工进时的负载压力
- 工进速度范围内所需的流量
- 快进时的负载压力
- 快进速度范围内所需流量

L/min

$$p_s = 120 \text{ bar}$$

$$p_1 = 110 \text{ bar}$$

$$Q_1 = 5 \sim 20 \text{ L/min}$$

$$p_2 = 60 \text{ bar}$$

$$Q_2 = 60 \sim 150$$

求：选取合适的比例阀。

比例阀选型

解：将式 (X) 两边除以 A_{PE} 得：

$$p_L = p_S - \frac{v^2 A_{PE}^2}{K_{VPL}^2} \left(1 + \frac{\rho_V^2}{\rho_C^3} \right)$$

整理后可得：

$$K_{VPL} = \sqrt{\frac{Q_{PE}^2}{p_S - p_L} \left(1 + \frac{\rho_V^2}{\rho_C^3} \right)}$$

设定： $\rho_C = 2$ (油缸有杆腔进油，油缸面积比为 2)

$\rho_V = 1$ (对称阀芯)

$$Q_{Rated} = K_V \sqrt{\Delta p_{Rated}} = \sqrt{\frac{\Delta p_{Rated} Q_{PE}^2}{p_S - p_L} \left(1 + \frac{\rho_V^2}{\rho_C^3} \right)}$$

$$Q_{Rated} = \sqrt{\frac{5.625}{p_S - p_L}} Q_{PE} (L/min)$$

比例阀选型

a) 按工进最大流量计算:

$$Q_{\text{Rated}} = \sqrt{\frac{5.625}{120-110}} \times 20 = 15 \text{ (L/min)}$$

b) 按快进最大流量计算:

$$Q_{\text{Rated}} = \sqrt{\frac{5.625}{120-60}} \times 150 = 45.93 \text{ (L/min)}$$

两者取大值，故应按 $Q_{\text{Rated}} = 46 \text{ L/min}$ 选取比例阀。

数字控制模块



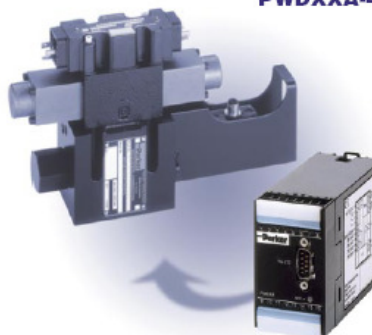
PWD00A-400
适用于无位置反
馈的比例方向阀

PWD00A-400



Proportional directional
control valves without electrical
position feedback

PWDXXA-400



Proportional valves with position
feedback or closed-loop systems

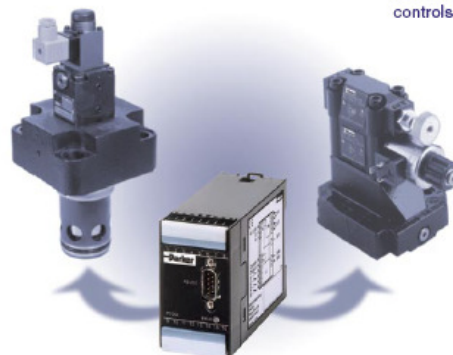
PID00A-400



PID00A-400
适用于位置、压力
和速度的闭环控制

Position, pressure and velocity
controls in closed-loop systems

PCD00A-400



PCD00A-400适
用于无位置反馈
的比例压力和比
例流量控制阀

Up to 2 proportional pressure or throttle
valves without electrical position feedback

PZD00A-400

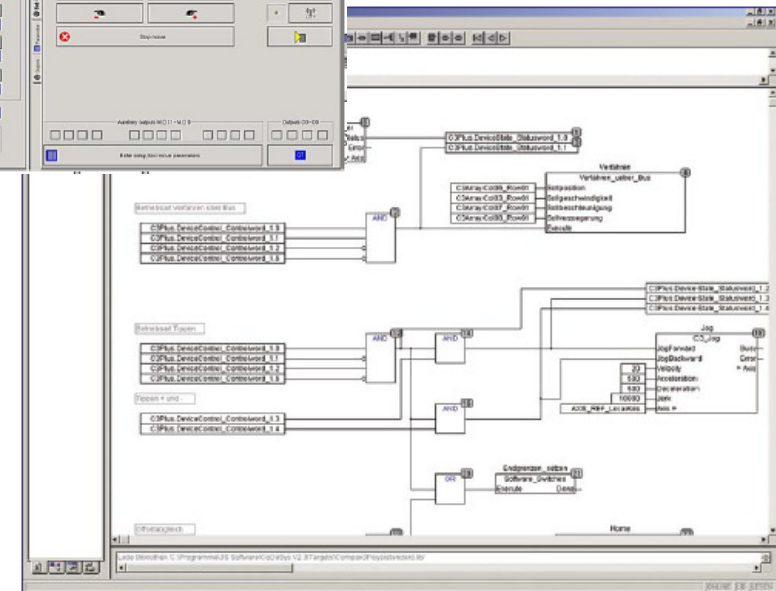
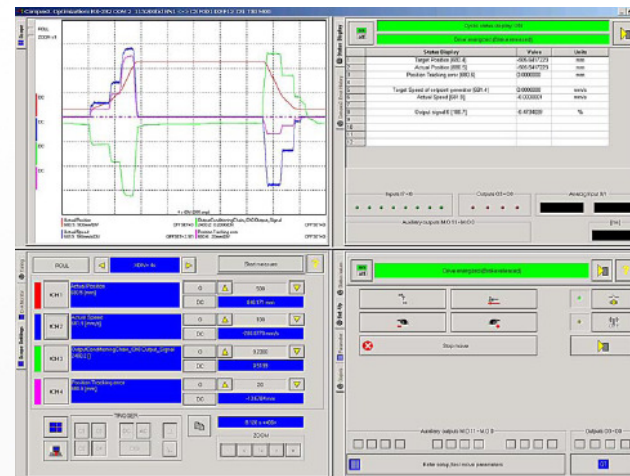


Electronics for additional functions,
e.g. 6 command signals

PWDXXA-400
适用于带位置反馈的
比例方向阀或闭环控
制

PZD00A-400
用于附加信号功能
如：6 指令信号

Parker 轴控制器 – Compax 3F



Parker 轴控制器 – Compax 3F



控制功能

- 位置 / 压力 / 力控制
- 专用的液压控制

运动品质控制 Motion control

- 软件操控行程终端位置 Software travel limits
- 独立的运行过程描述 Individual motion profiles
- “动态位置控制” – 容许在运行过程中设置新的目标位置
- 通过可自由定义的事件起因，由事件控制运动顺序
Event-controlled motion sequences with freely definable event sources
- 多轴跟随应用 (利用其它Compax 3)
Multi-axis following applications (with other Compax3)

多轴控制 (超过2 轴控制的可以使用附加 Compax3)

PLC 功能

- 完全可编程的 IEC61131-3 轴控制器
- PLCopen 标准及复杂运动功能块
PLCopen standard and complex motion function block
- 客户独立的编程环境



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	0.2642 gpm 或 1.017 in³/s		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	0.2248 lbs		lb	4.448 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	$= \frac{°F - 32}{1.8}$		°F	$= 1.8 \times °C + 32$
(运动) 粘度, v	mm ² /s (cSt)	按粘度换算图表 (或 $\cong \frac{SUS - 14}{4.25}$)		SUS	按粘度换算图表 (或 $\cong cSt \times 4.25 + 14$)

Thank You!!

