液压缸

§1　液压缸的类型及其特点

§2　摆动式液压缸

液压缸是液压传动系统中的执行元件，它是将液压能转换为机械能的能量转换装置，用于驱动工作机构作直线往复运动或往复摆动。

液压缸结构简单、工作可靠，在各种机械的液压系统中广泛应用。

§1 液压缸的类型及其特点 p61

液压缸(oil cylinder) 有多种形式，按其作用方式分类，分为单作用式和双作用式两大类。

单作用式液压缸(hydraulic cylinder)是指利用液压油推动活塞(柱塞)作一个方向运动，而反向运动则依靠重力或弹簧力等实现。

双作用式液压缸是指正、反两个方向的运动都依靠压力油来实现。

液压缸按不同的使用压力，又可分为**中低压**、**中高压**和**高压液压缸**。

对于机床类机械一般采用**中低压**液压缸，其额定压力为**2.5～6.3MPa**；对于要求体积小、重量轻、出力大的建筑车辆和飞机用液压缸多数采用**中高压**液压缸，其额定压力为**10～16 MPa**；对于油压机一类机械，大多数采用**高压液压缸**，其额定压力为**25～31 MPa**。

液压缸按结构型式不同，又分活塞式、柱塞式、摆动式和伸缩式等，其中以活塞式液压缸(piston cylinder)应用最多。

根据移动和摆动又分移动式液压缸和摆动式液压缸，移动式液压缸主要指活塞式、柱塞式和多级液压缸。

一、活塞式液压缸(piston cylinder)

活塞式液压缸按作用方式分有单作用、双作用之分；双作用又分双作用双活塞杆和双作用单活塞杆。

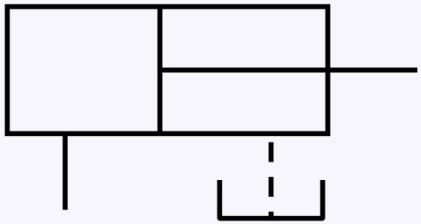
按其安装方式不同，又分缸固定式和活塞杆固定式两种：

- 活塞缸
  - 单作用
  - 双作用
    - 双作用双活塞杆
    - 双作用单活塞杆

1、单作用活塞式液压缸 (one-way cylinder)

单作用活塞缸——工作时靠压力油推动，返回时靠自重(或弹簧)的作用实现。

1）(职能) 图形符号



2、双作用活塞式液压缸(double-acting cylinder)

双作用活塞式液压缸又分双作用双活塞杆、双作用单活塞杆两种；根据安装方式不同又有缸筒固定式和活塞杆固定式两种。

双作用
- 双作用双活塞杆
- 双作用单活塞杆

安装方式
- 液压缸筒固定式
- 活塞杆固定式

1）双作用双活塞杆式液压缸

a、液压缸固定式(如图)

压力油**a** 口进入液压缸左腔，当液压油的作用力克服阻力后，活 塞和与之相连的工作台一起从左向右运动，缸右腔的油液则从**b** 口流出，

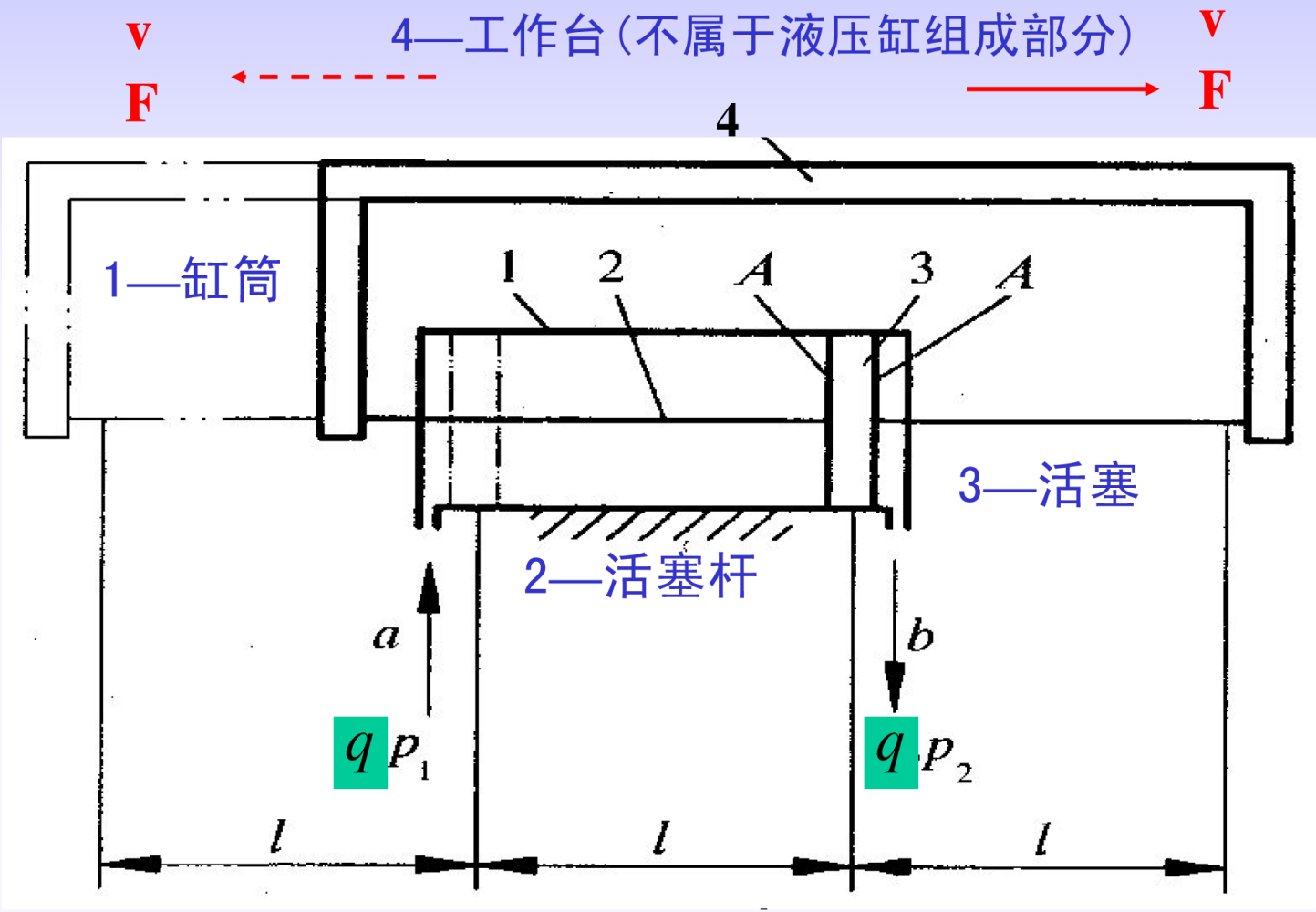
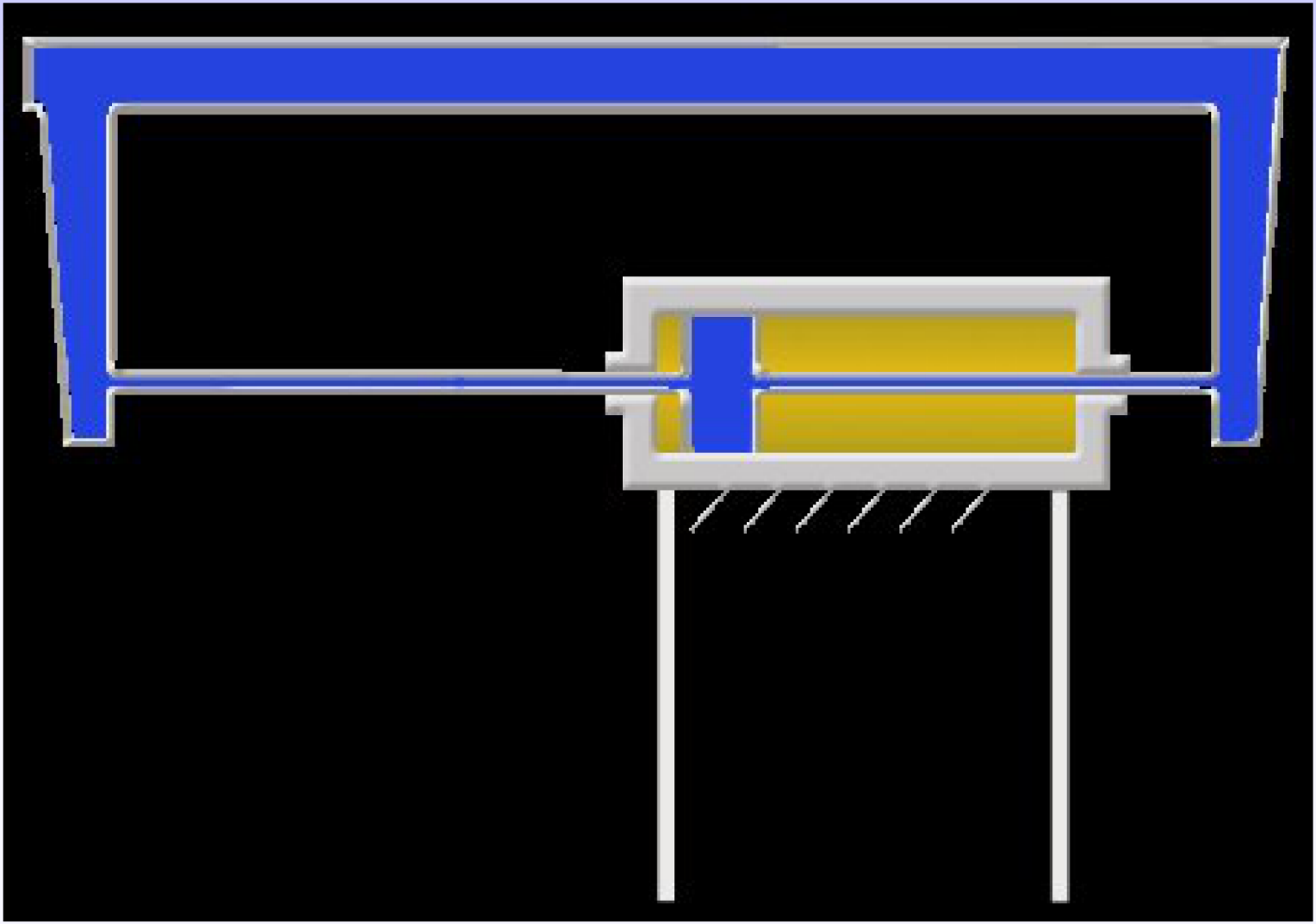
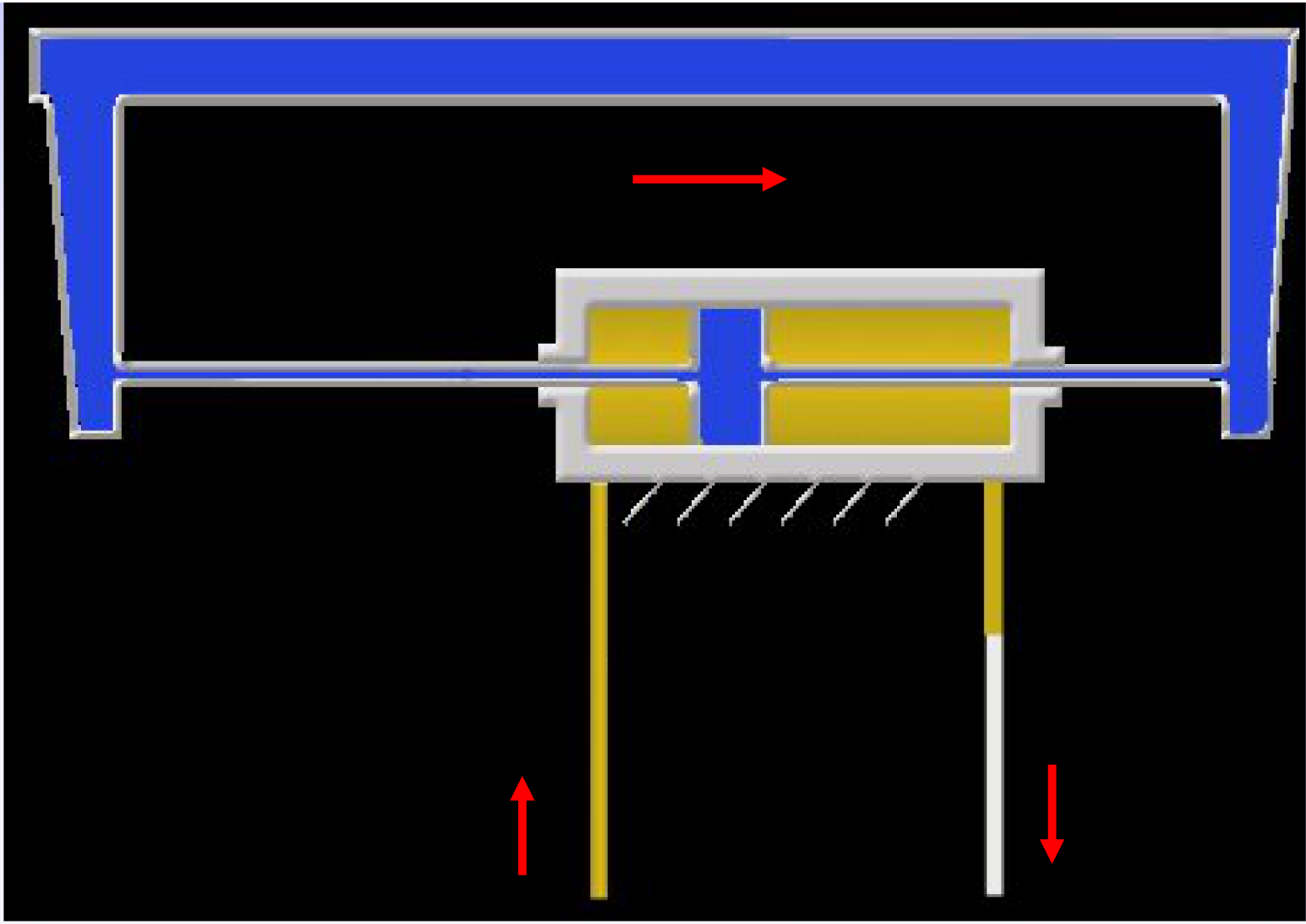
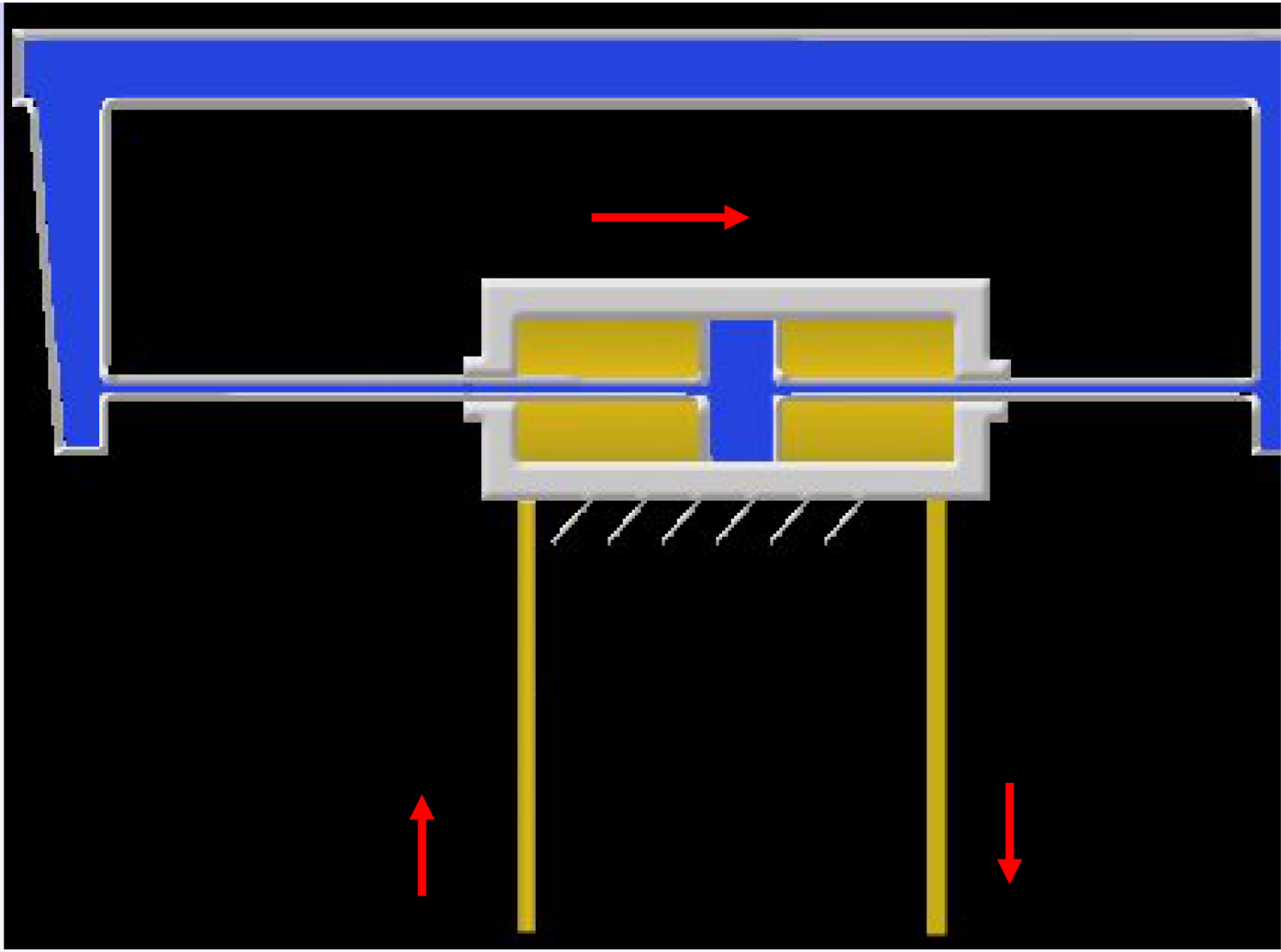


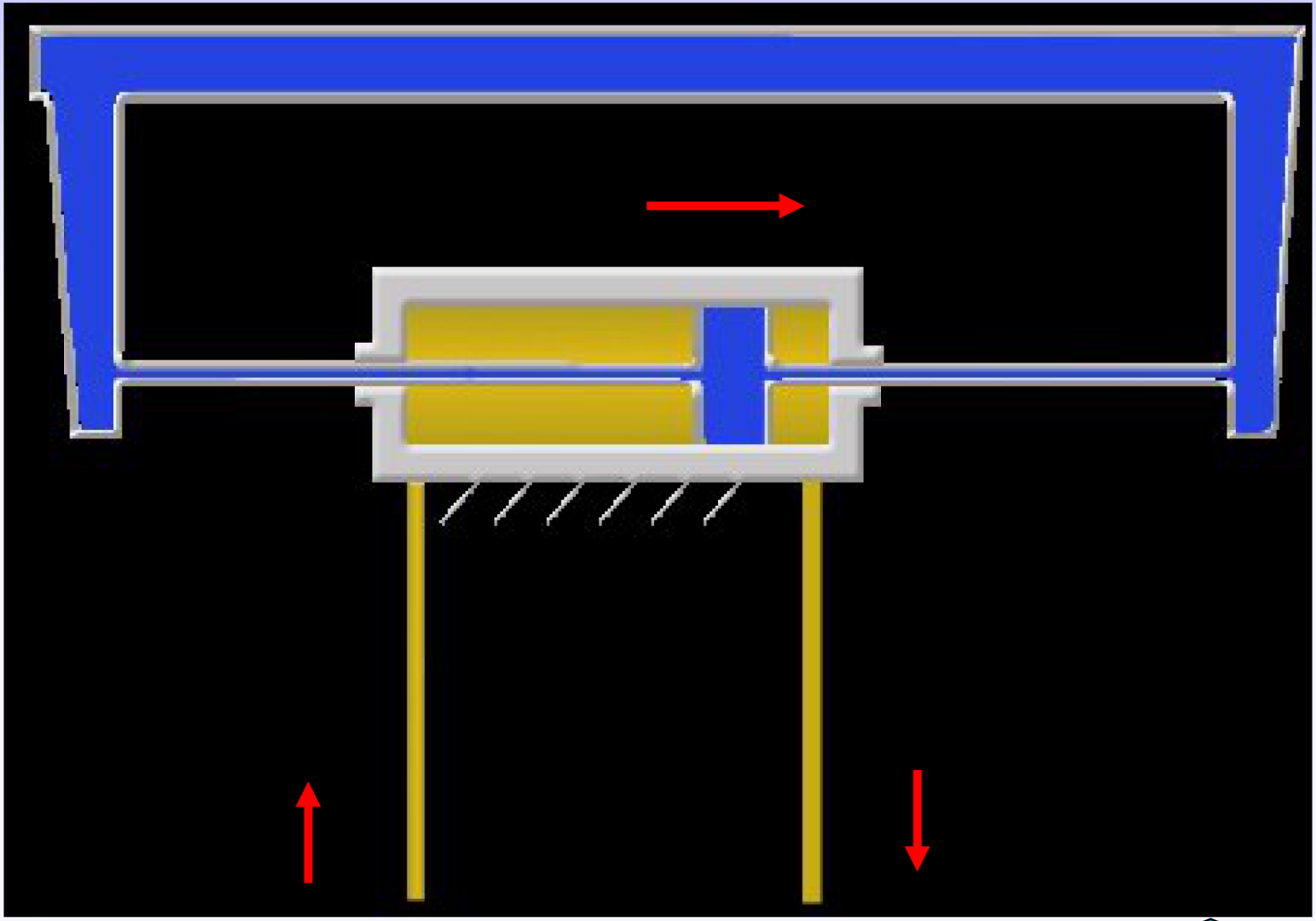
图 4－1　缸定式双杆活塞缸

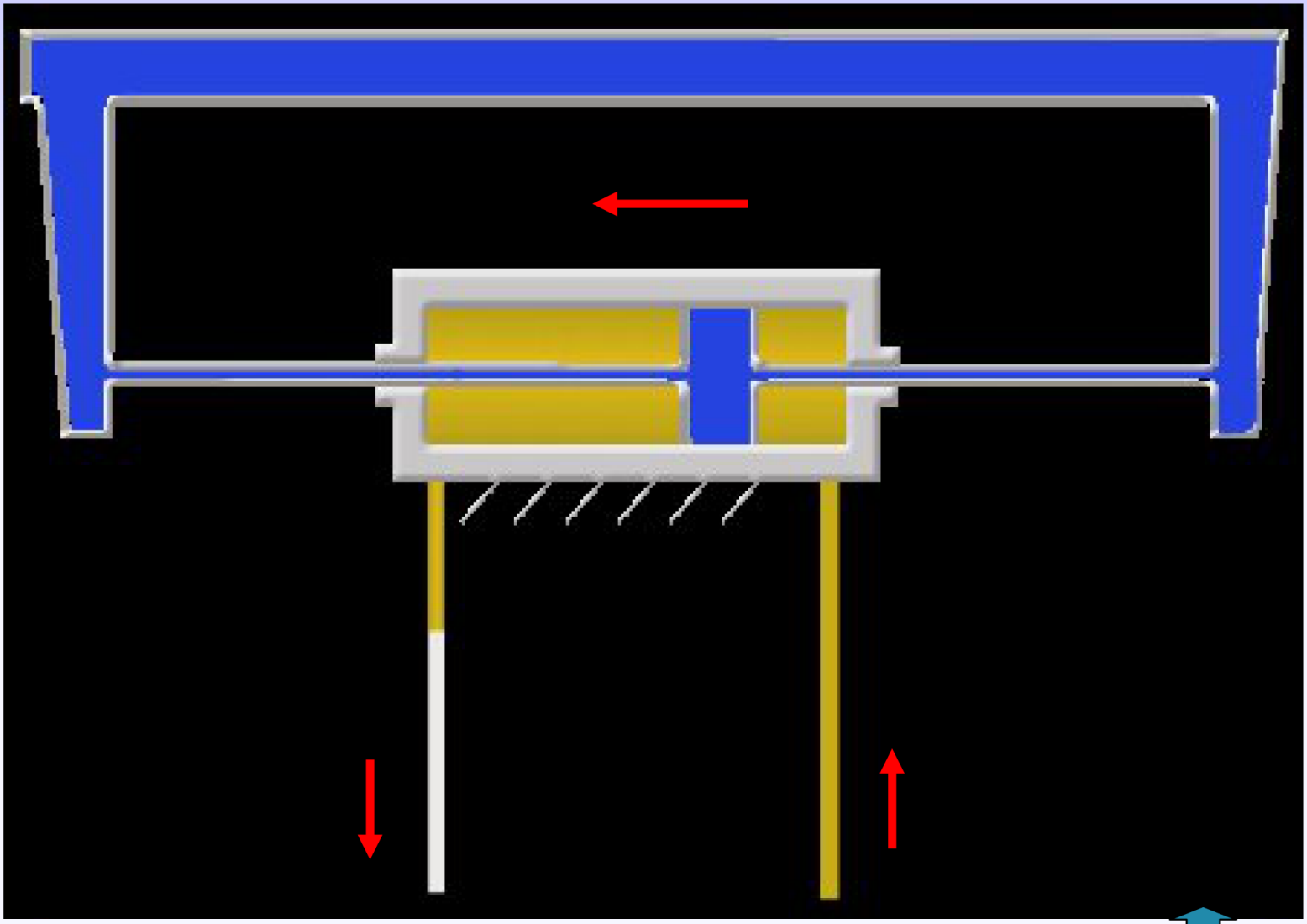
压力油p_1流量为q 从a 口进入缸左腔，当液压油的作用力克服阻力后，活 塞和与之相连的工作台一起从左向右运动，缸右腔的油(压力为p_2)液则从b 口流出，若改变进油方向， 即液压油从b 口流入缸右腔，缸和工作台的运动反向。从图中可见，这种缸工作台的最大活动范围是活塞有效行程L 的3 倍。这种安装方式占地面积大，常用于小型机床(设备)。

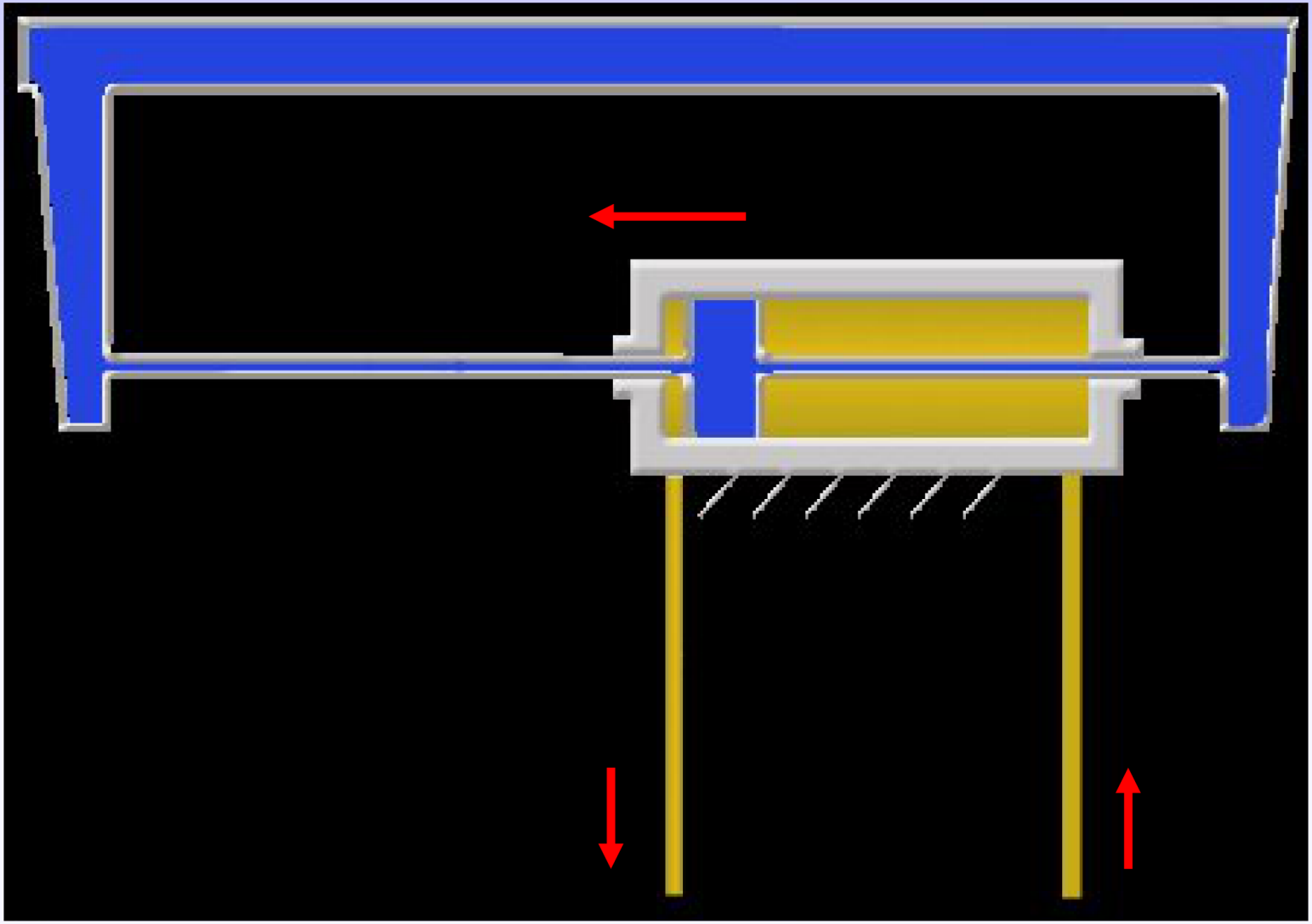












b、活塞杆固定式(如图)

图中活塞杆2 固定，缸筒1和工作台4 连接在一起，当压力p_1的液压油从孔口a 流入缸左腔，缸筒1和工作台4 从右向左运动，缸右腔的油液则从另一孔b 流出，改变进油方向，右腔进油，缸体向右运动。 由图可知，这种缸工作台的最大活动范围是缸有效行程L 的2 倍，占地面积较小，适用于中型及大型机床。

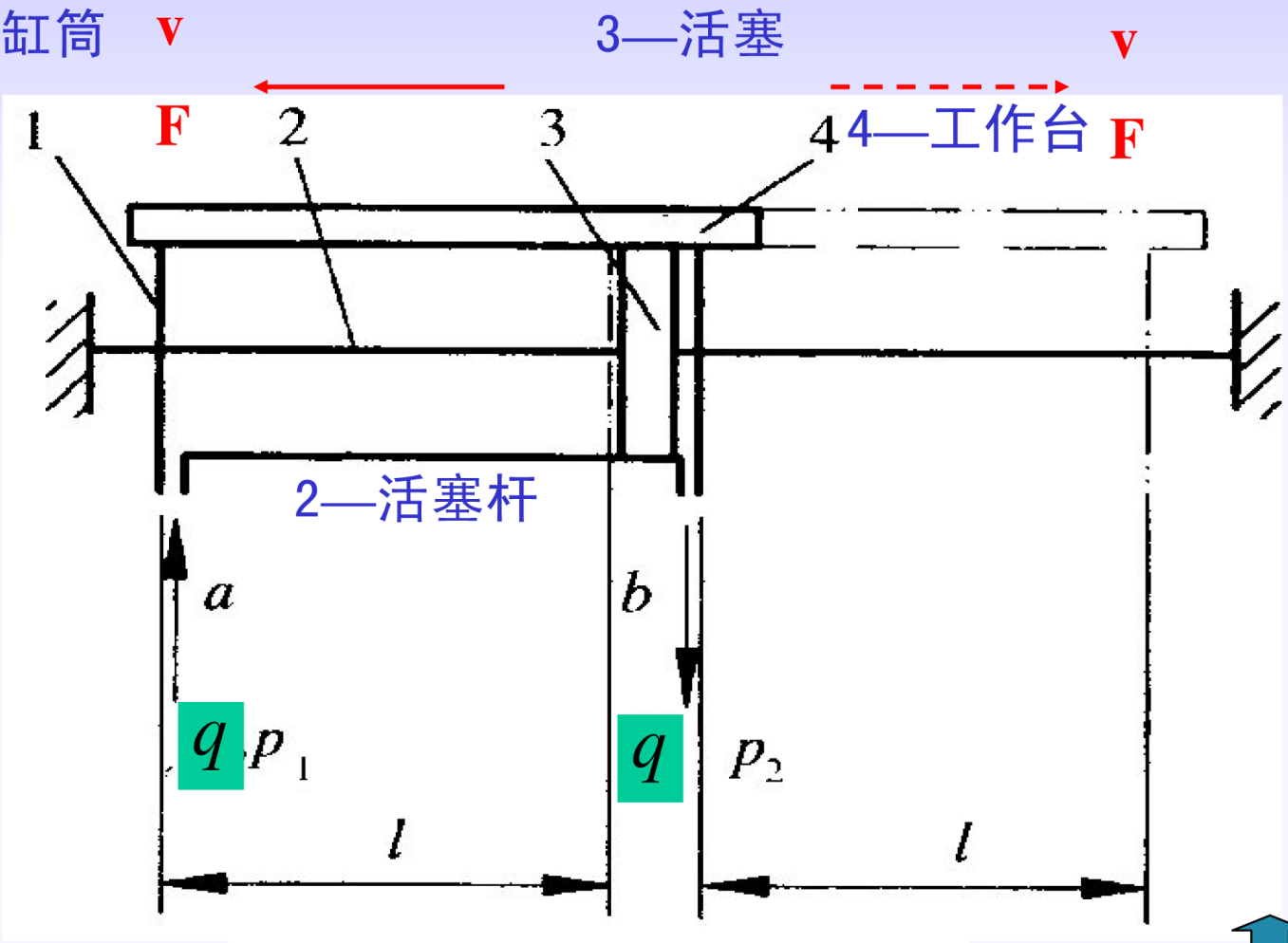
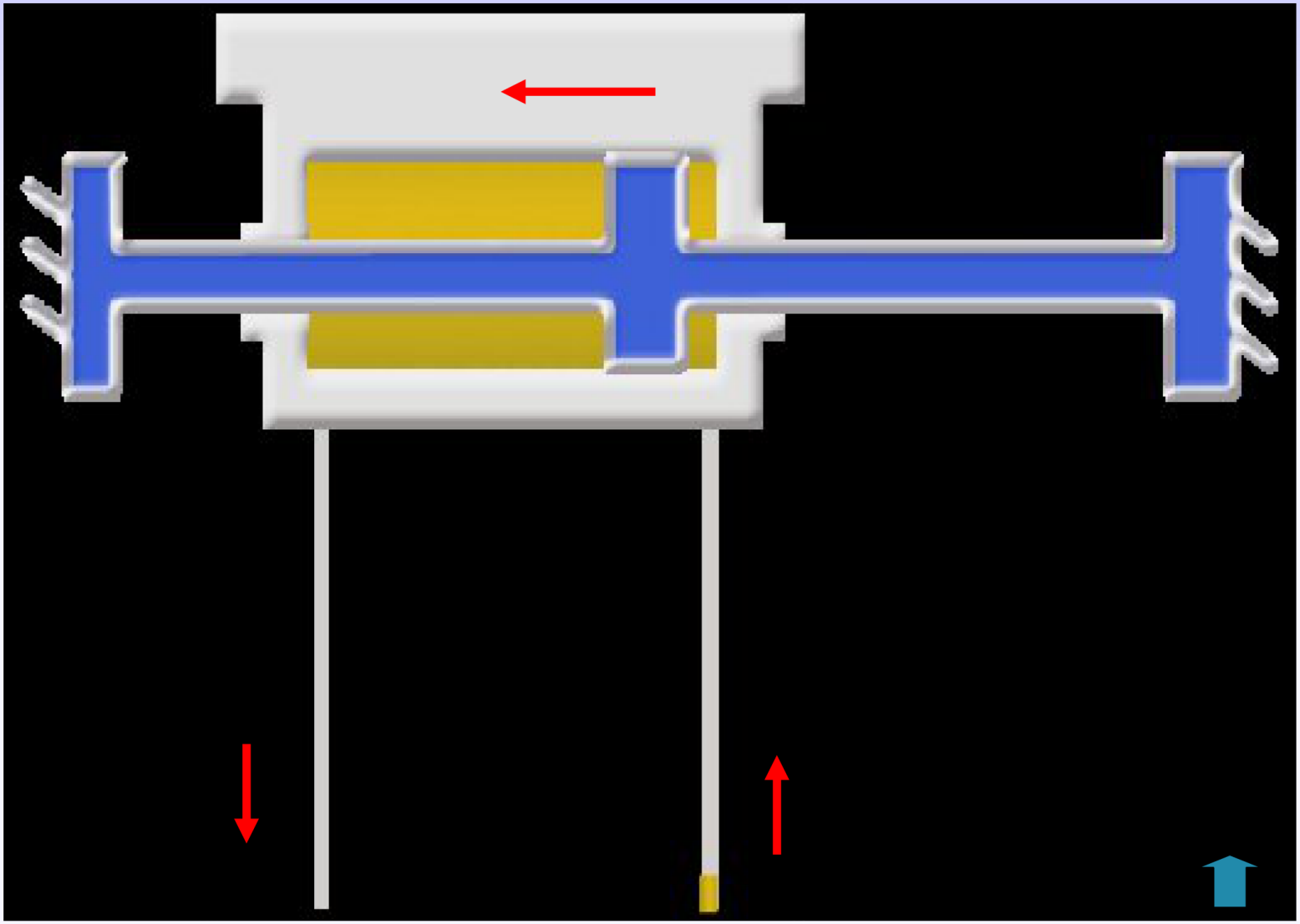
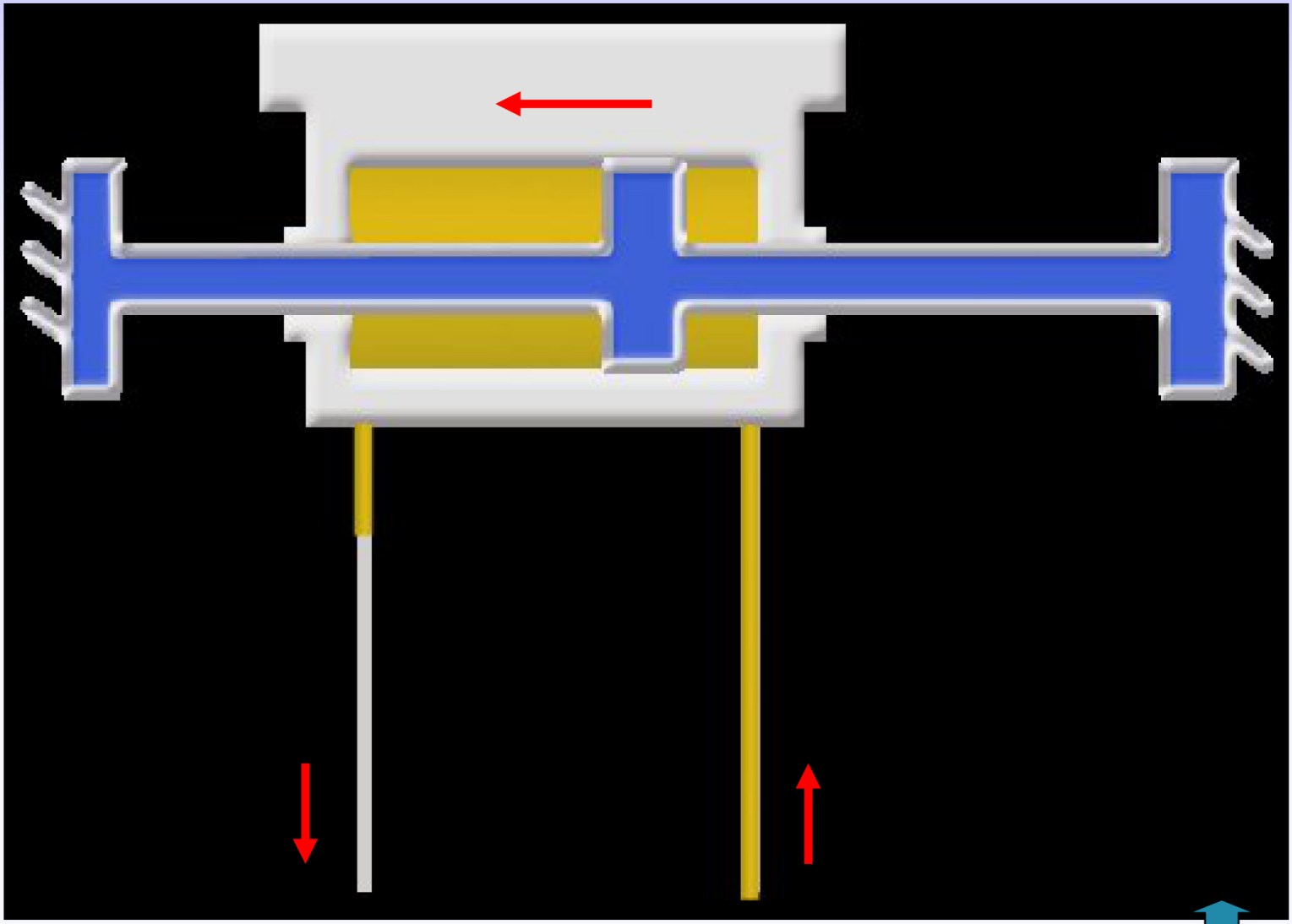
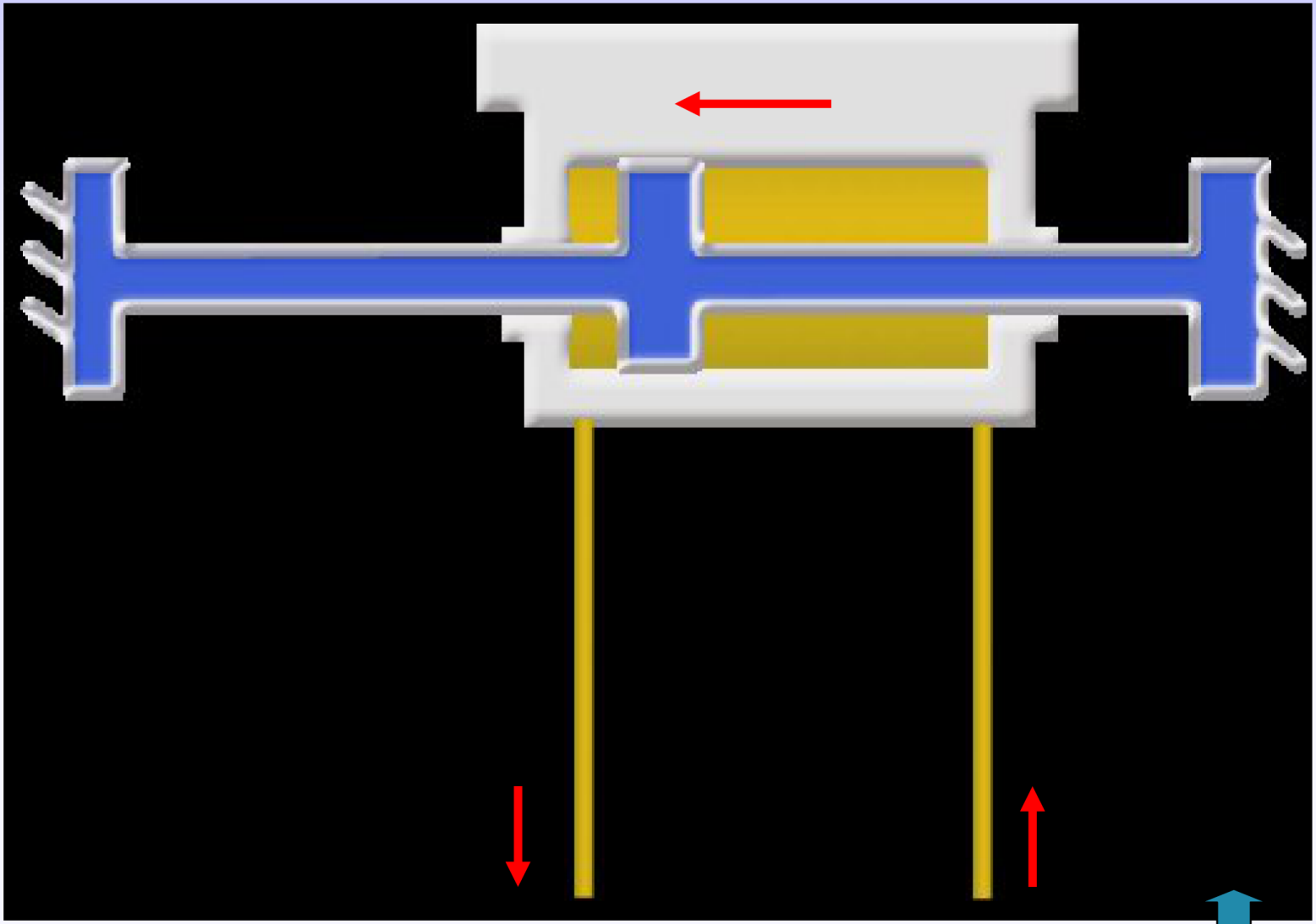
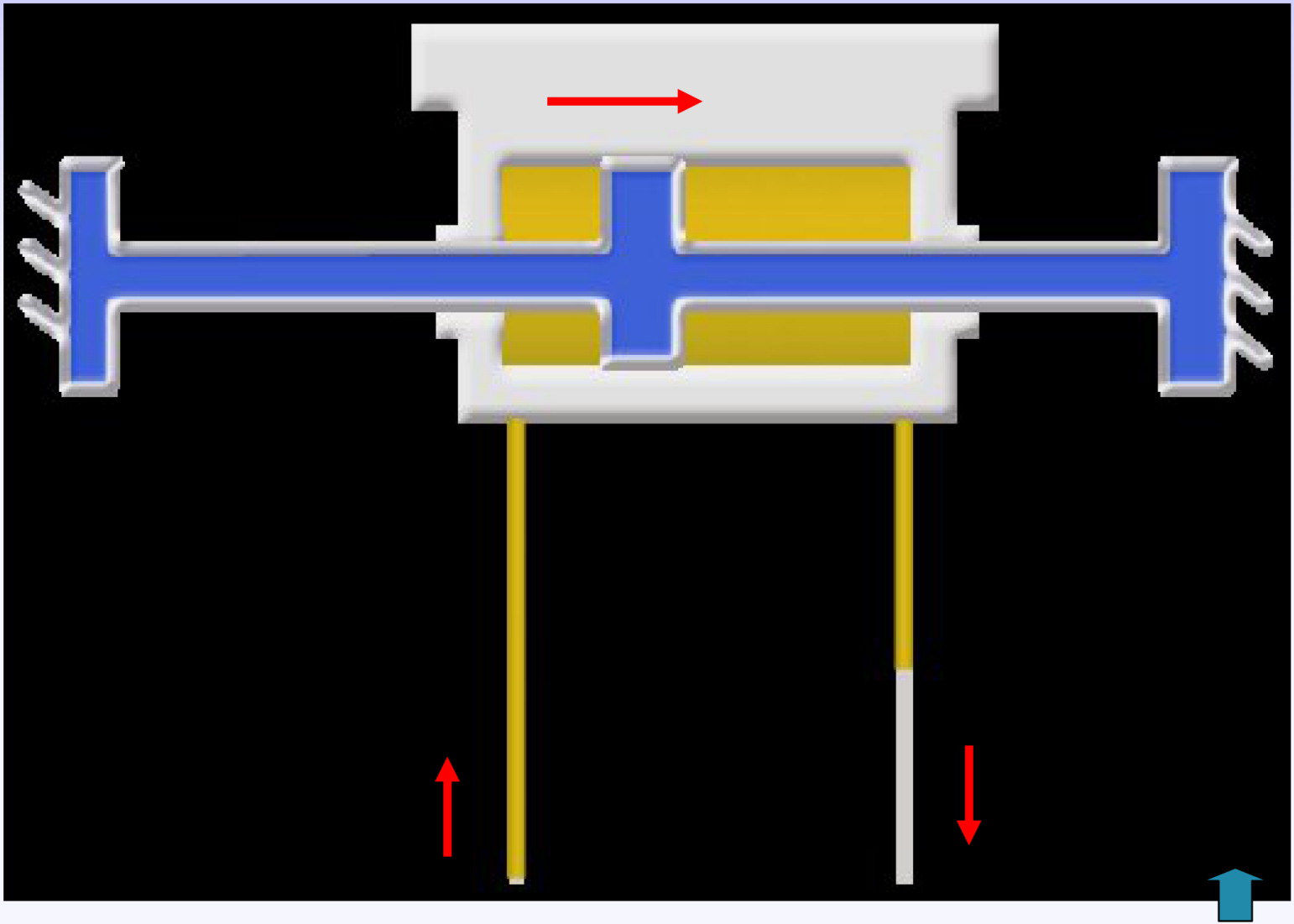


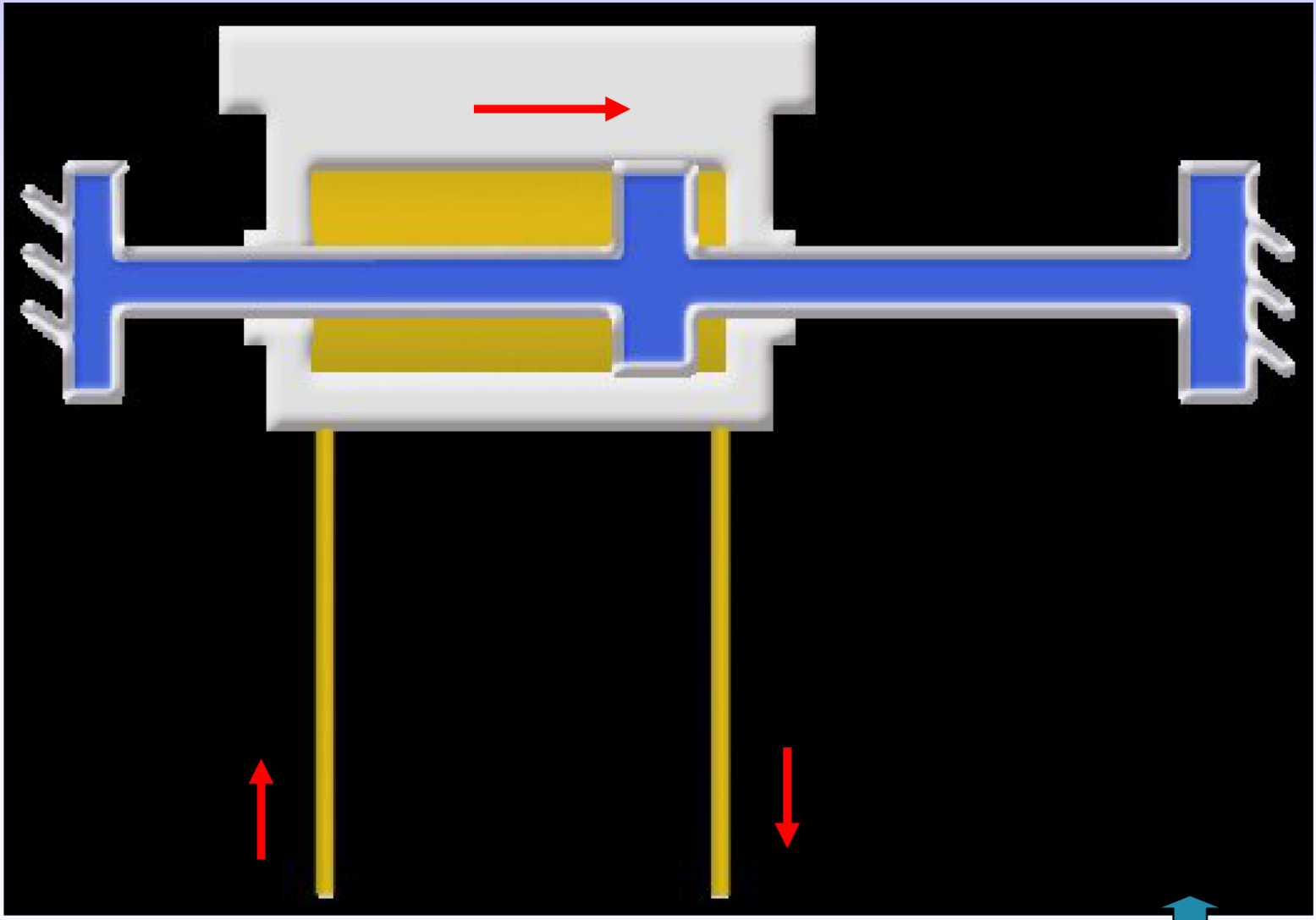
图 4－2　杆定式双杆活塞缸





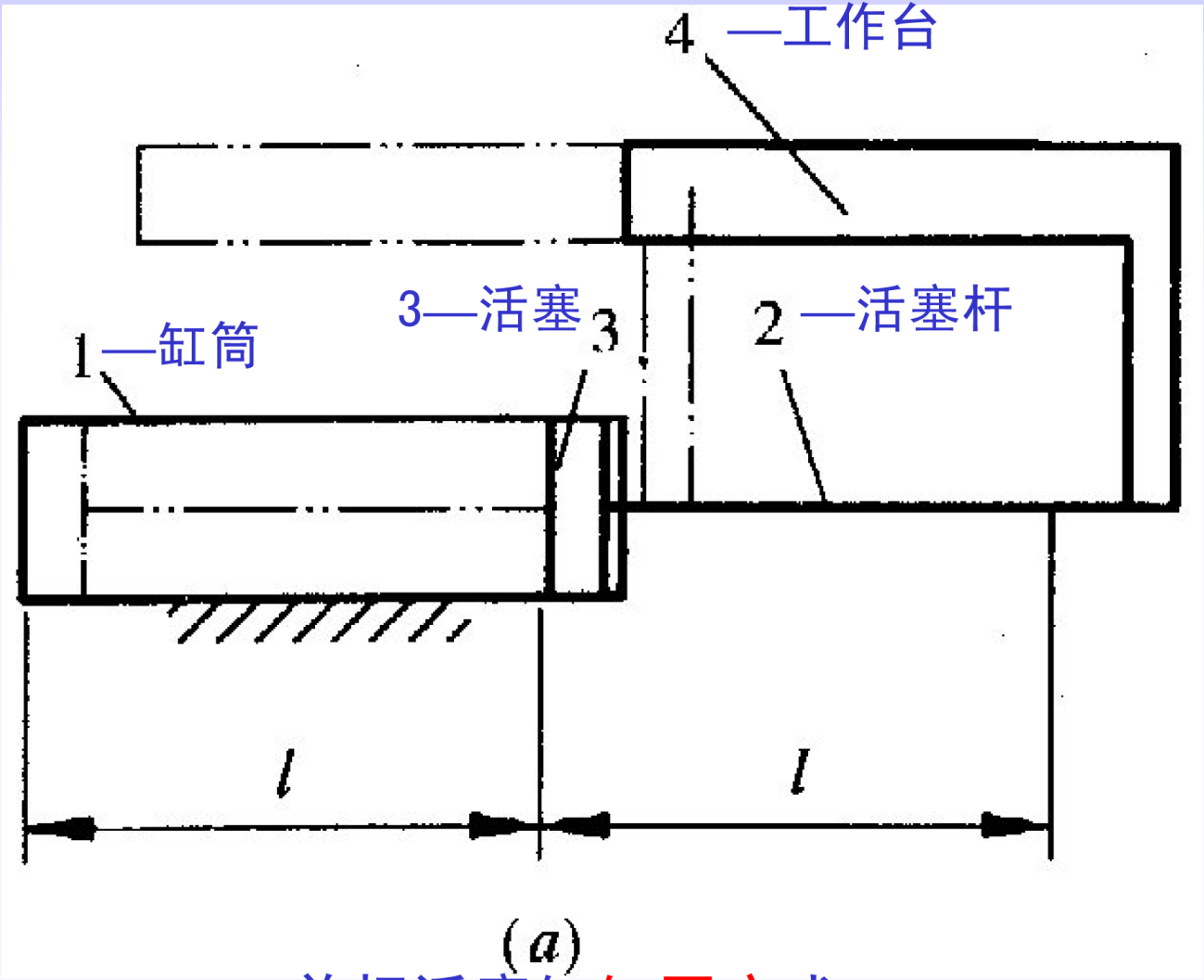




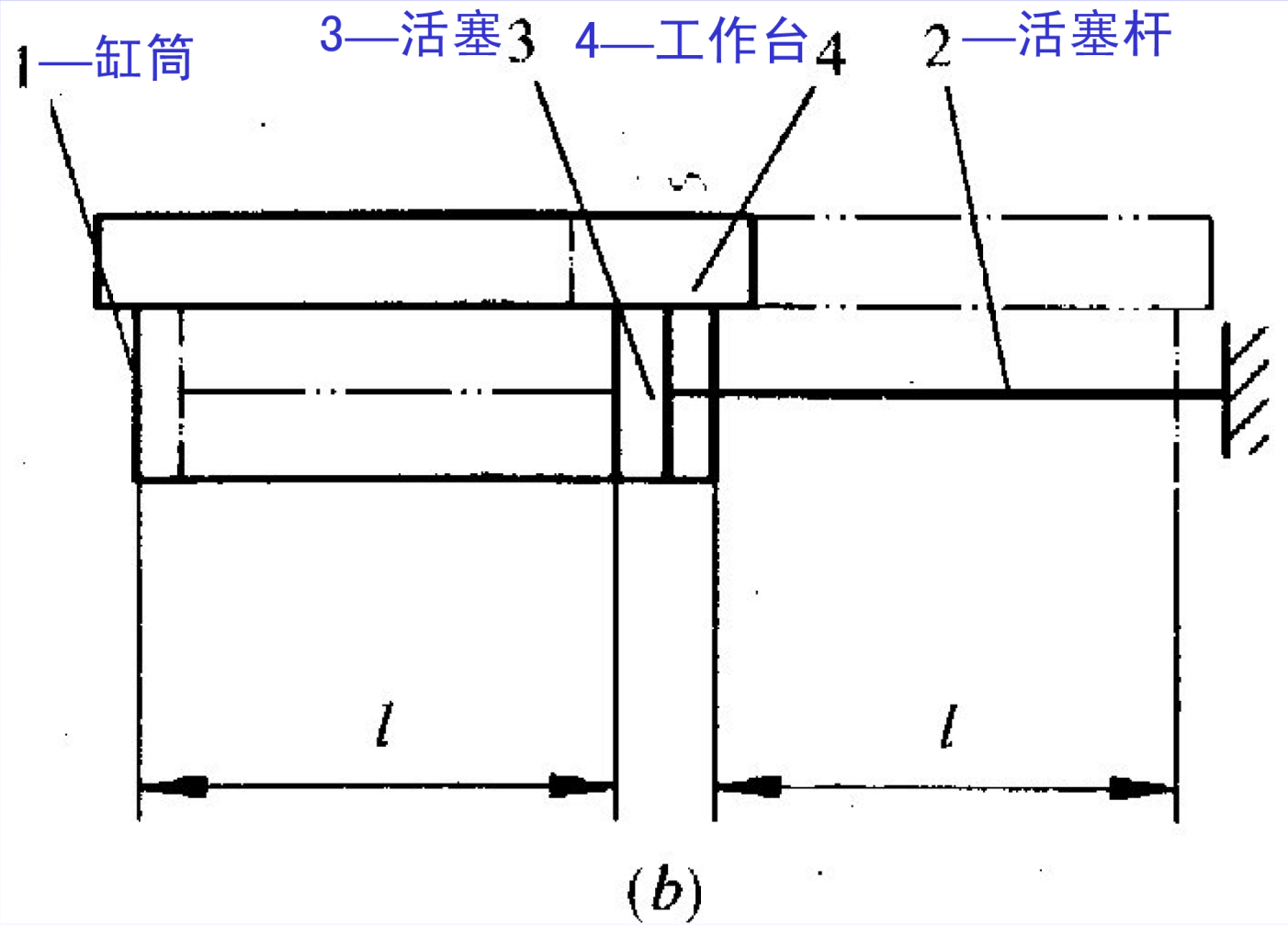


2）双作用单活塞杆式液压缸

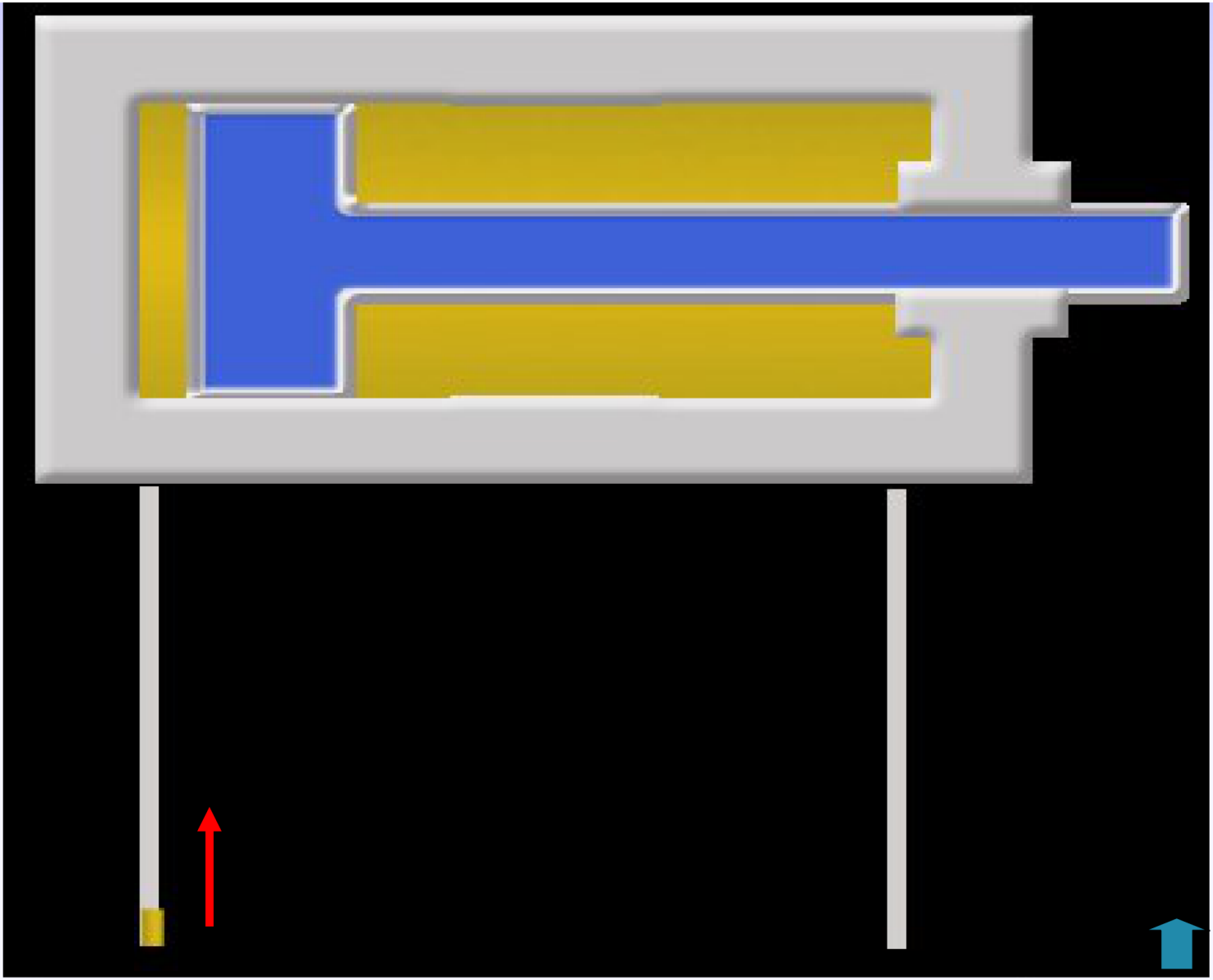
如图所示，单杆活塞缸也有缸固定式和杆固定式两种安装方式，无论是缸固定式还是杆固定式，其工作台的最大活动范围都是活塞(缸筒)有效行程**L** 的**2** 倍。

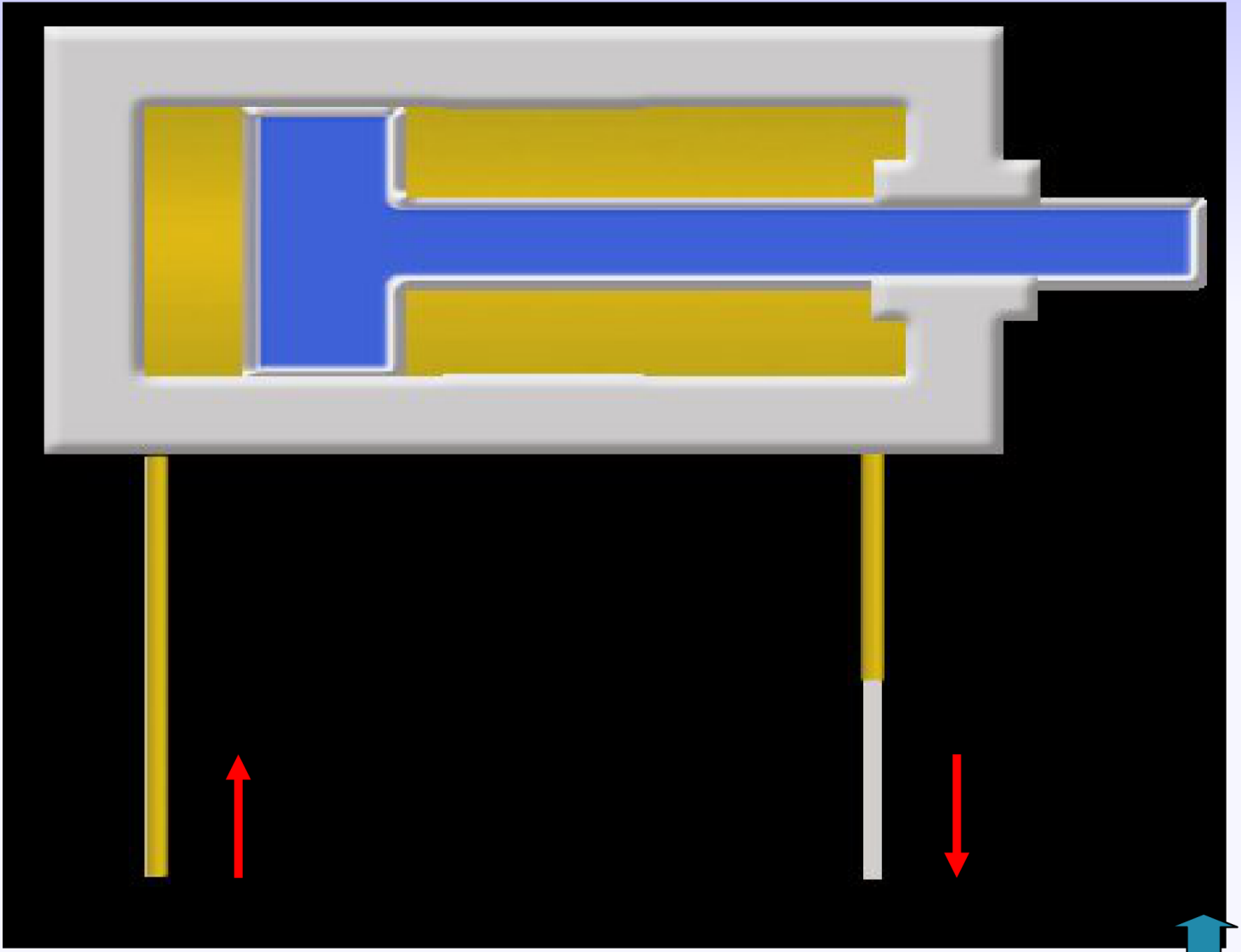


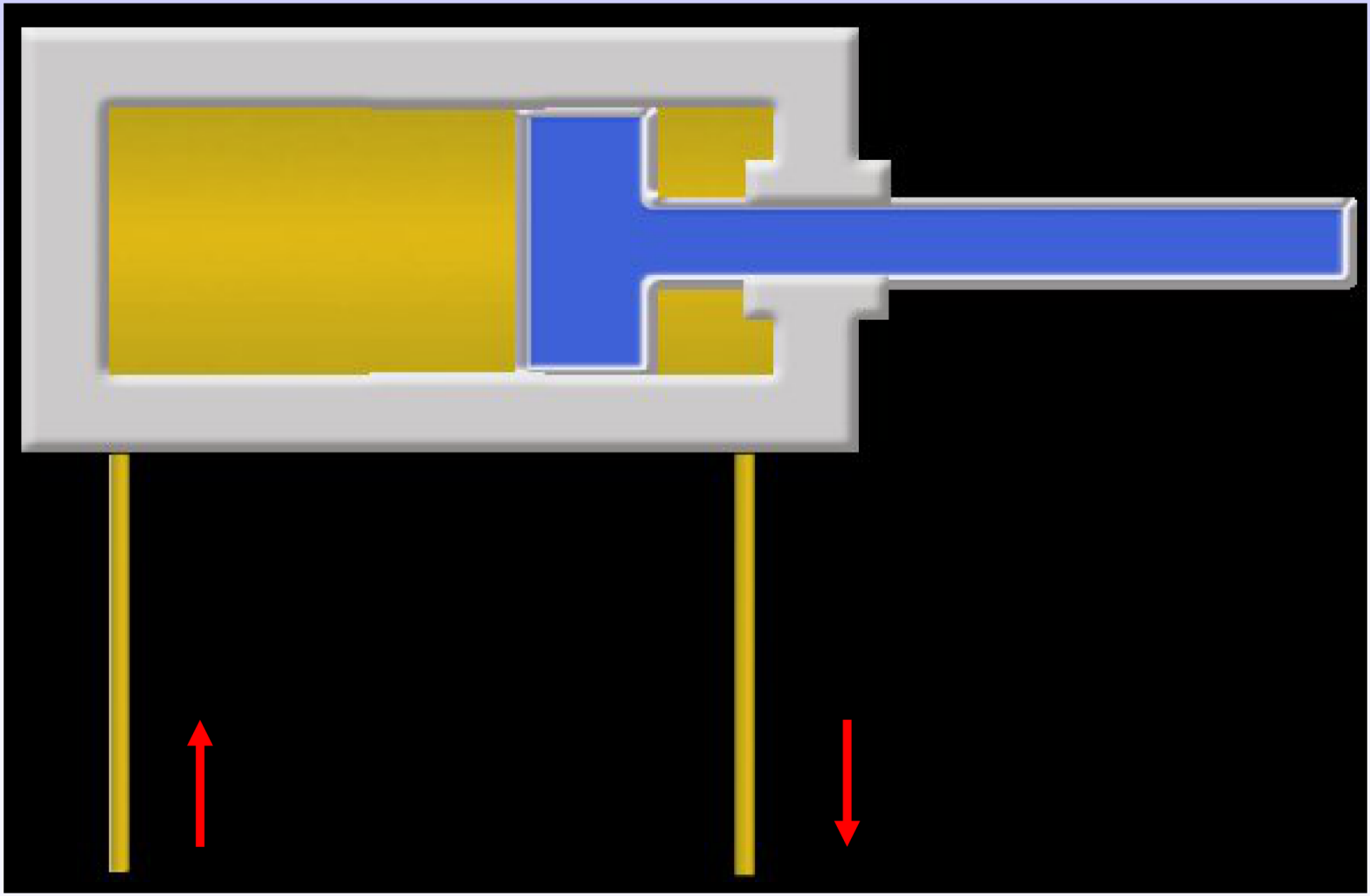
单杆活塞缸缸固定式

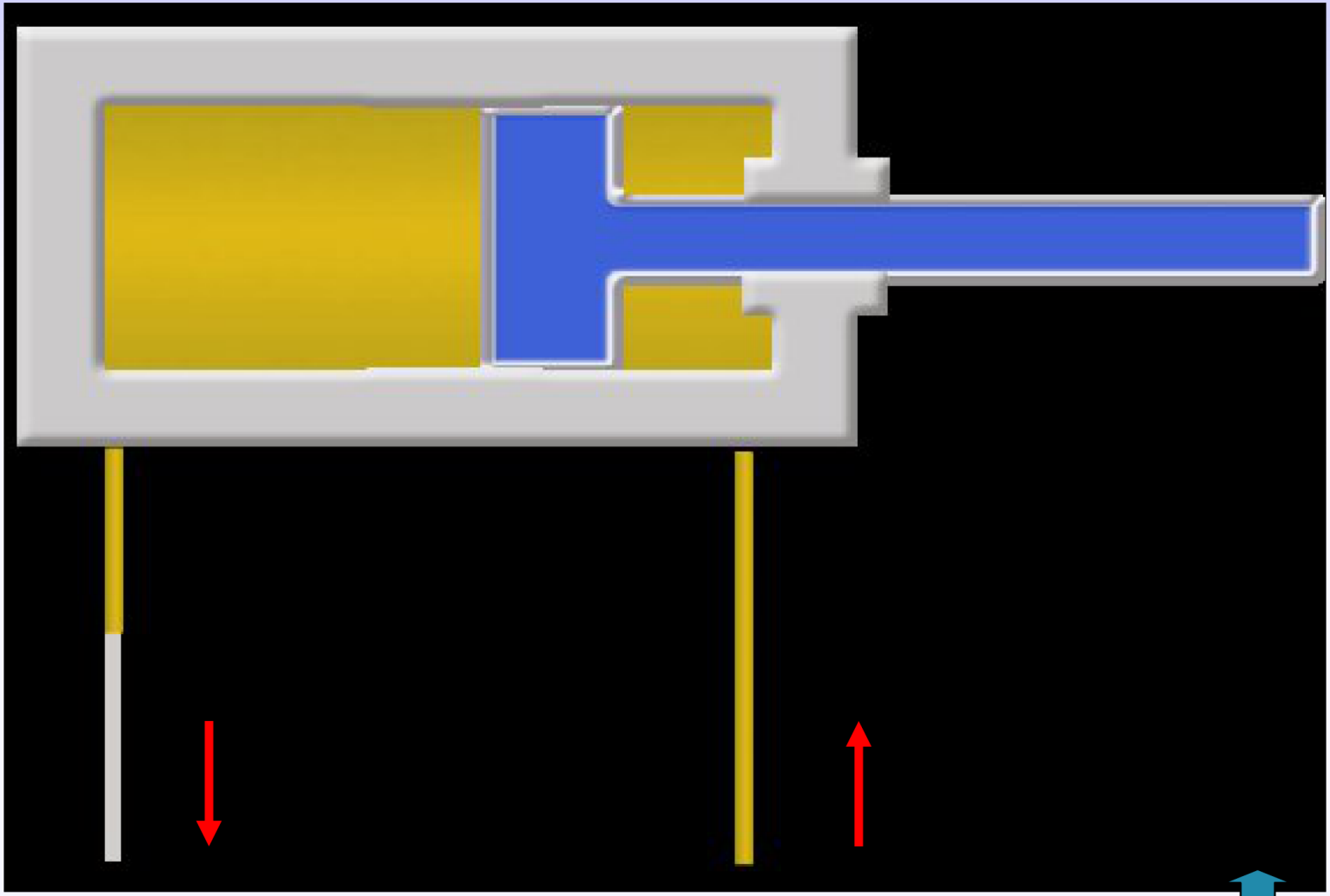


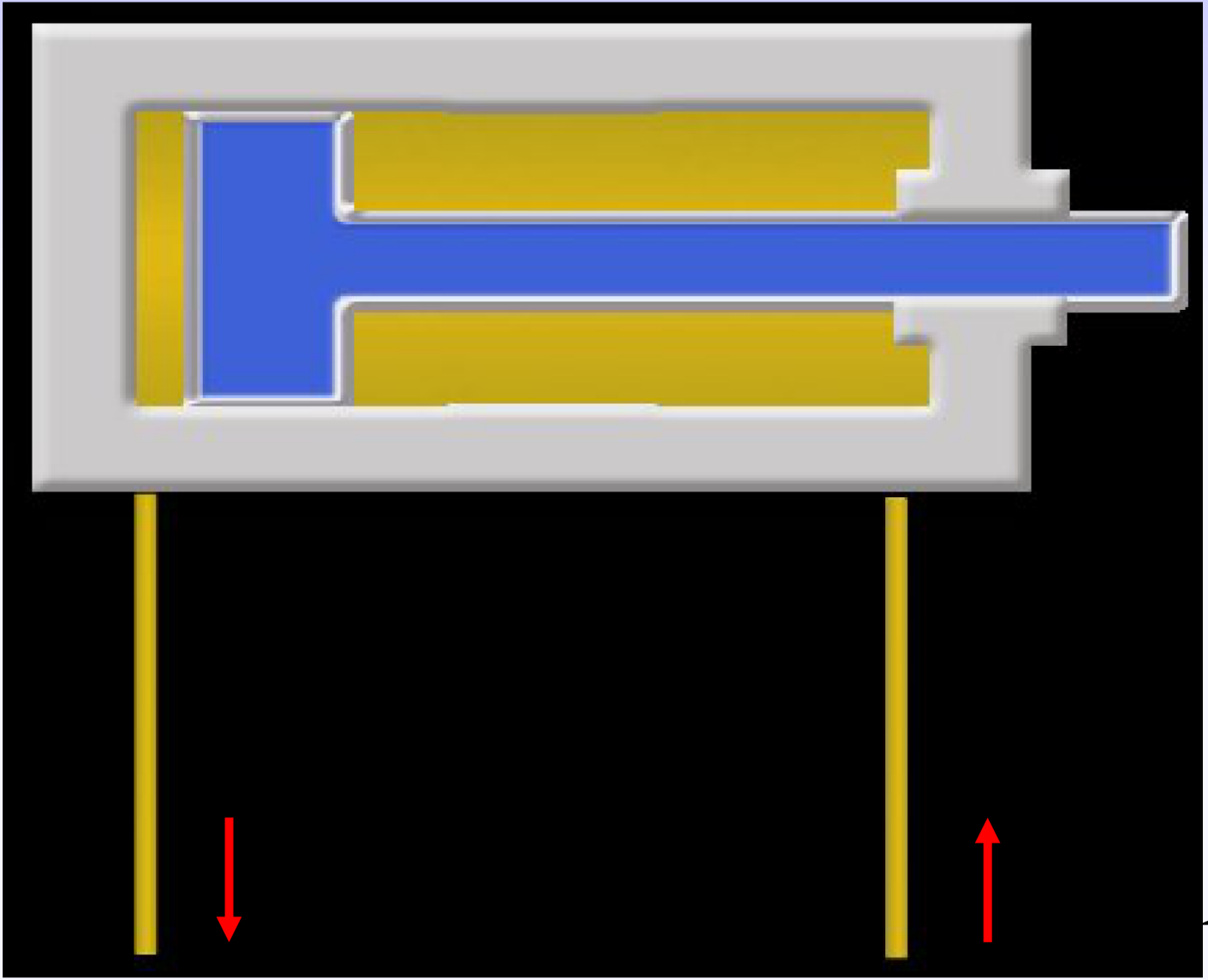
单杆活塞缸杆固定式











3、 差动油缸(cylinder with differential)

p62

1）差动连接——当双作用单杆液压缸左右两腔同时通压力油时，由于油缸左、右两腔的有效工作面积不相等，两腔的推力也不相等，从而产生差动运动，这种油路的连接形式称差动连接。

（简单定义差动连接——双作用单杆油缸左右两腔相互接通并同时输入压力油时，称为差动连接。）

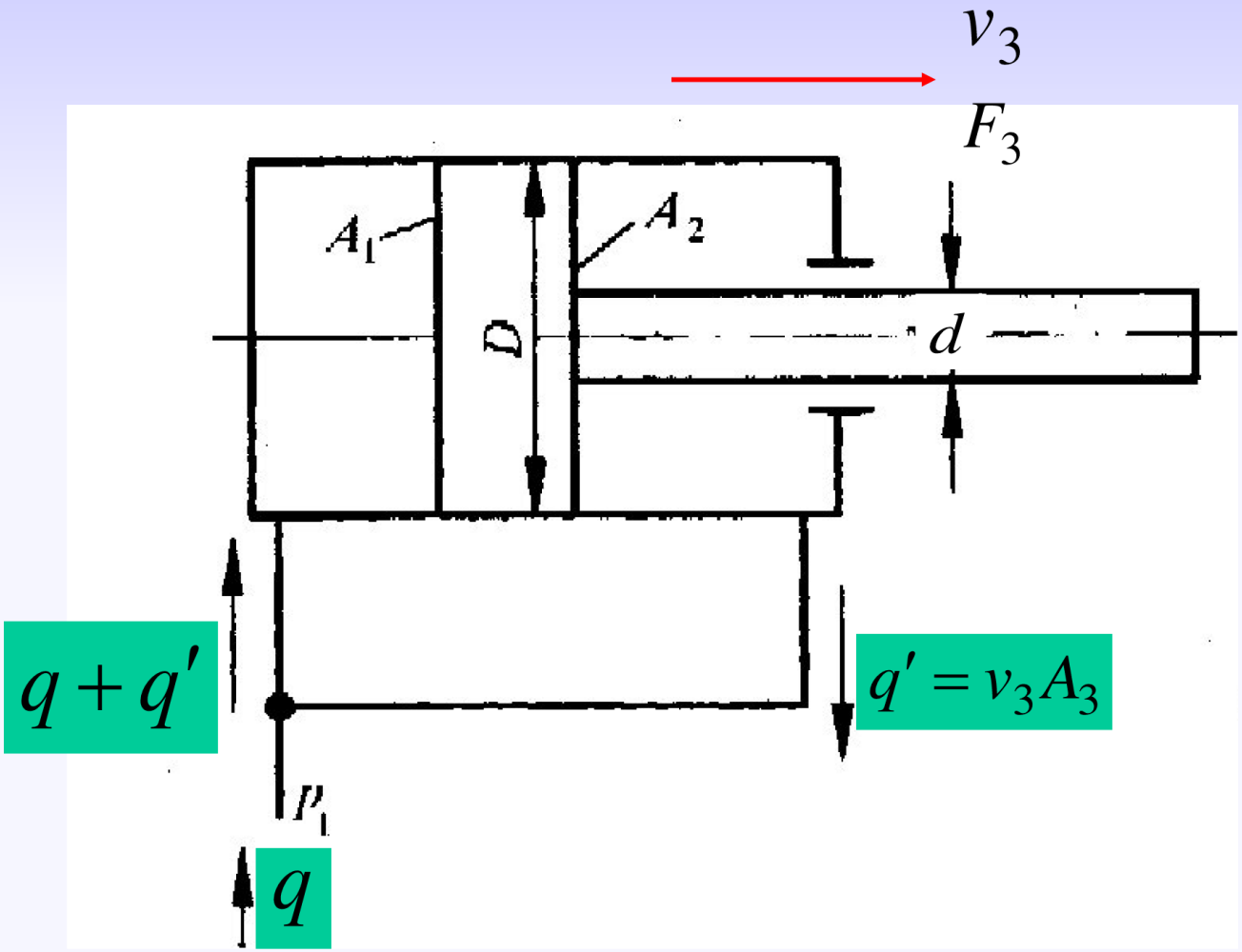
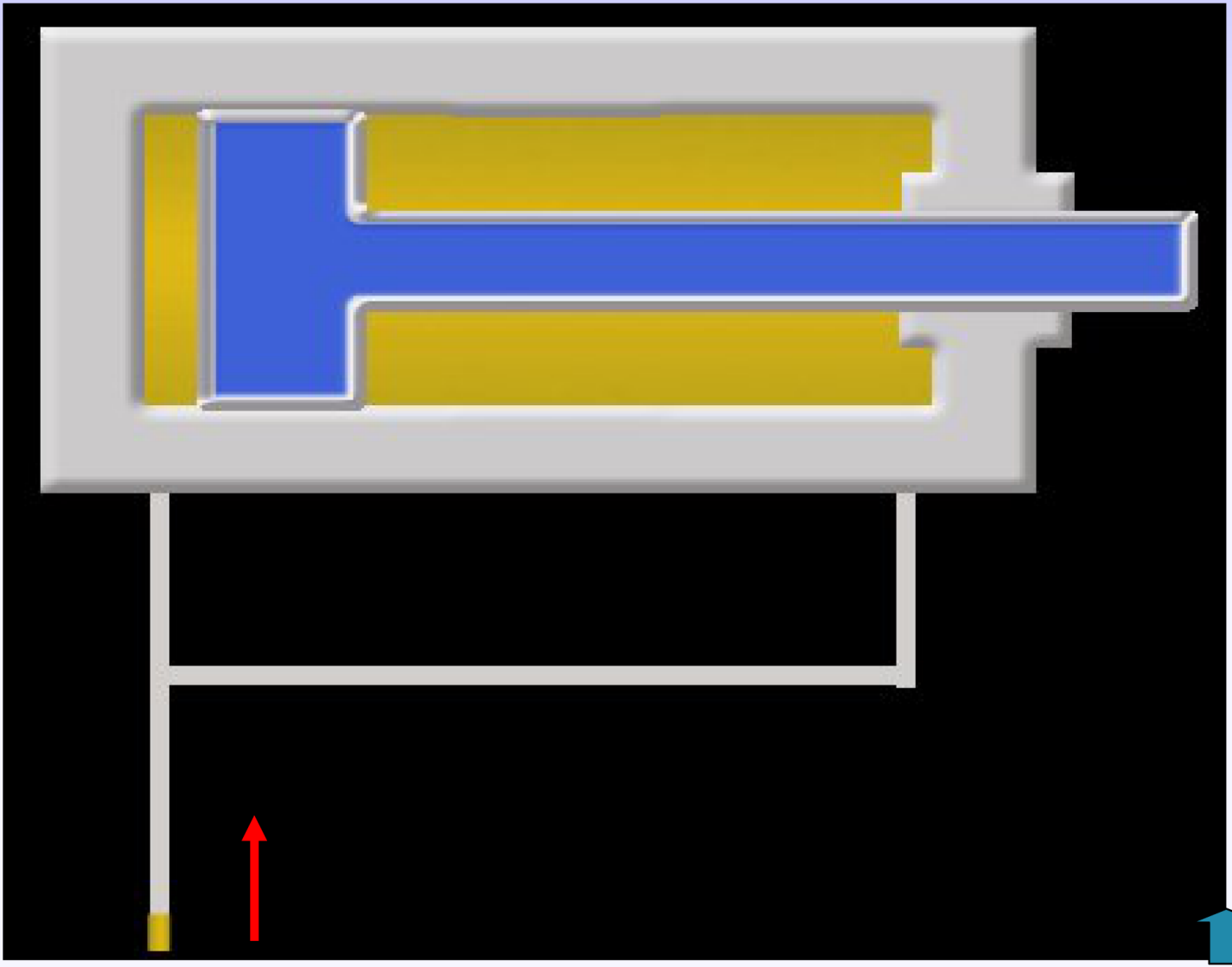
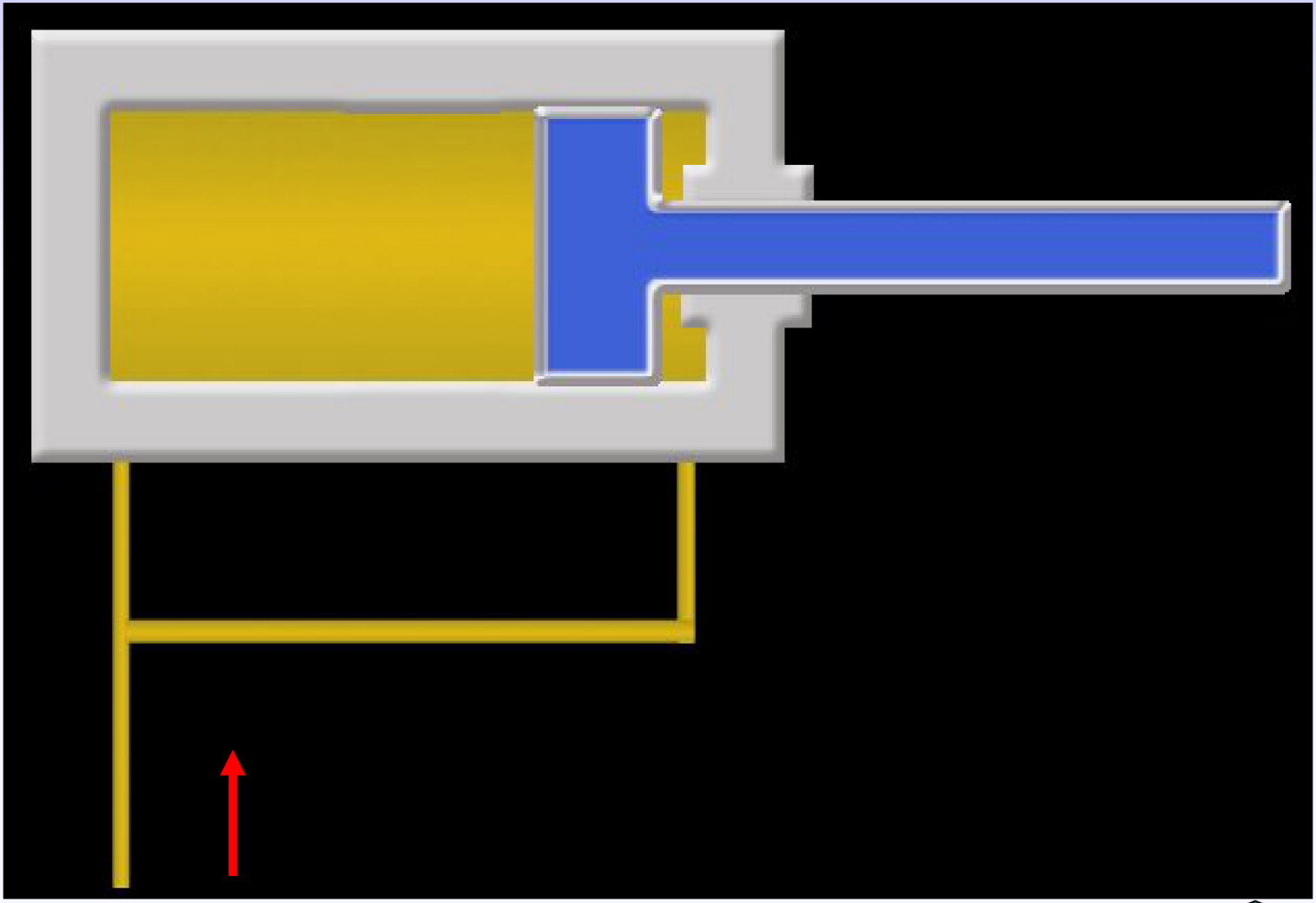


图 4－6　液压缸的差动连接





差动连接的意义：

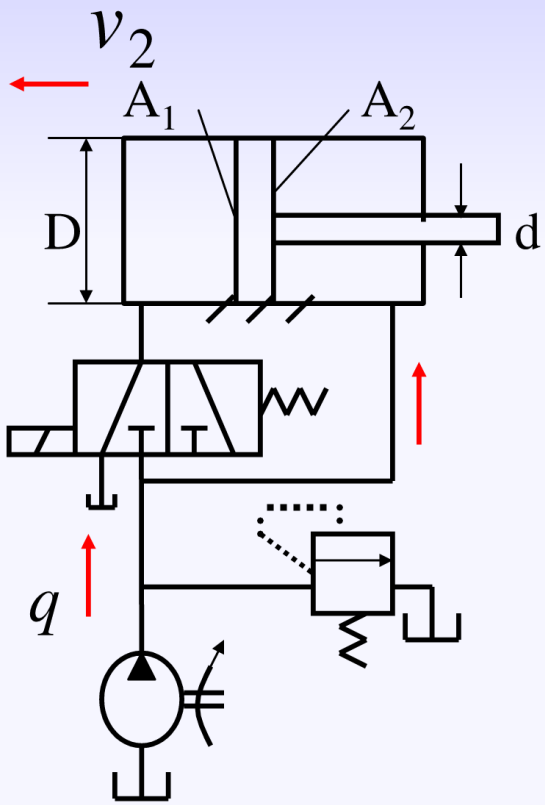
采用差动连接时，不增大油泵的供油量却可得到较大的速度。

② 活塞反向运动，其速度v_2

差动连接不能使运动反向，反向必须非差动连接。

因此要进行如下油路设计，（见右图） 反向速度v_2为：

$$v_2 = \frac{q\eta_v}{A_2} = \frac{q\eta_v}{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)}$$



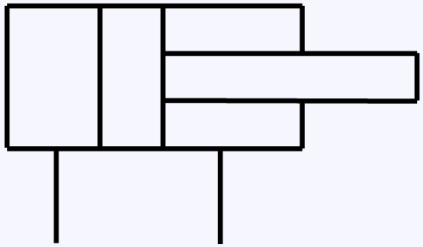
这种的油路设计既可以差动连接，又可以反向运动。

2）差动油缸

定义：

结构尺寸满足d=0.707D的双作用单杆的液压缸称为差动油缸。

其符号图形为：



差动油缸的特点：

1. 具有双作用单杆的液压缸的特点；
2. 具有**d=0.707D**结构尺寸；
3. 采用差动连接，并正反向运动，供油量相同时，可得到正反向运动速度相等。

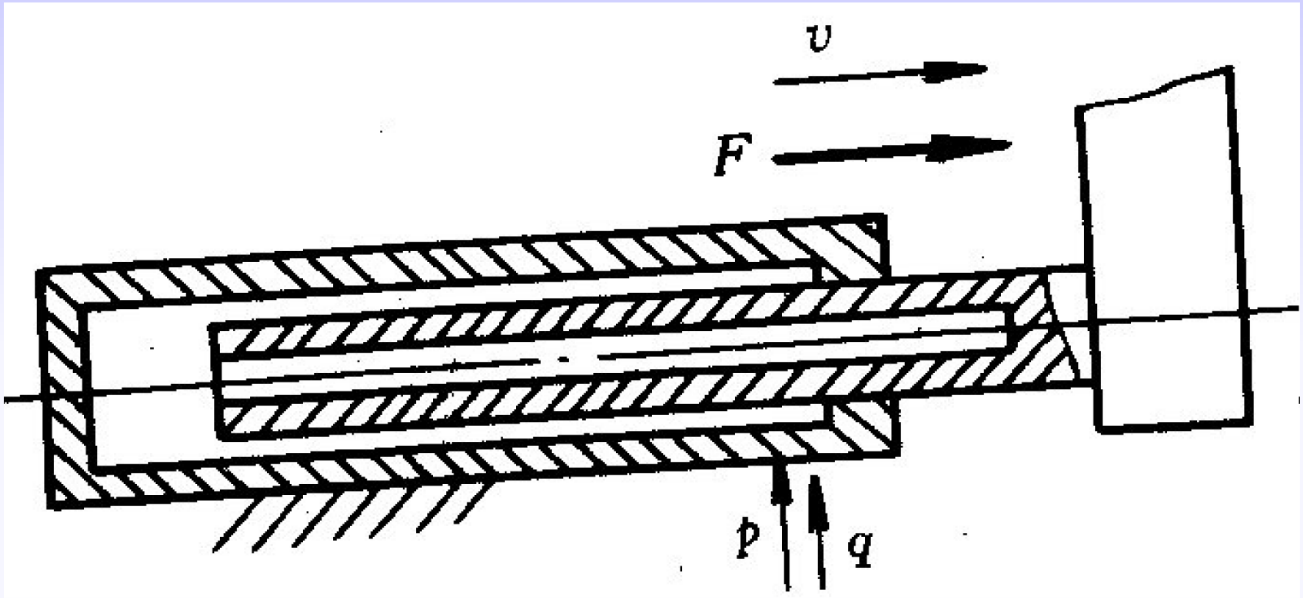
差动油缸的意义：

在用定量泵供油时，以无杆腔为工作油腔，采用差动连接；以有杆腔为工作油腔，不能采用差动连接，可以得到正反运动，且正反运动的速度相等。

二、柱塞式液压缸 p63

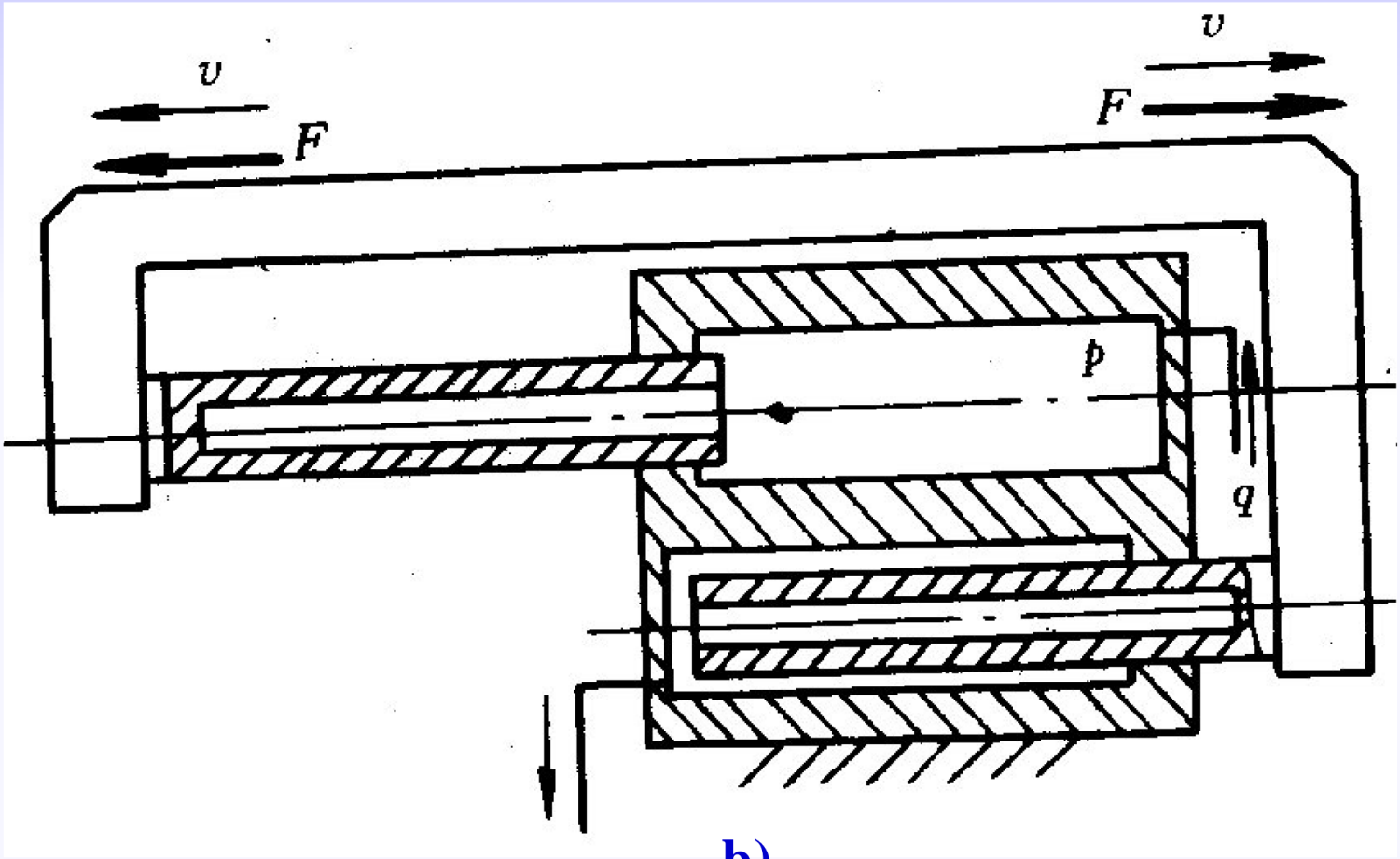
1、柱塞式液压缸的特点

柱塞式液压缸为单作用缸，即工作时靠压力油推动，返回靠弹簧或自重完成，这种缸内壁不需精加工、工艺性好、成本低、制造容易。常用于行程较长的场合，如导轨磨床、龙门刨床。若要求往复工作运动时，常将柱塞缸成对使用，即由两个柱塞缸分别完成相反方向运动。

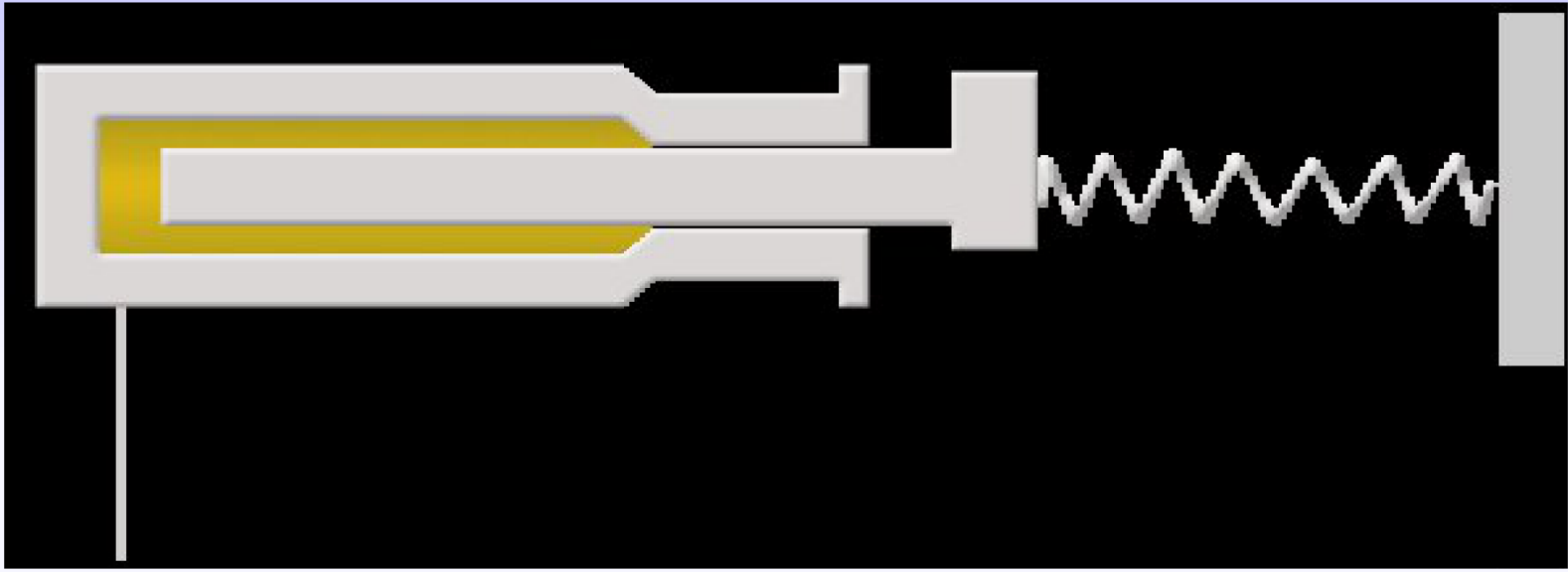


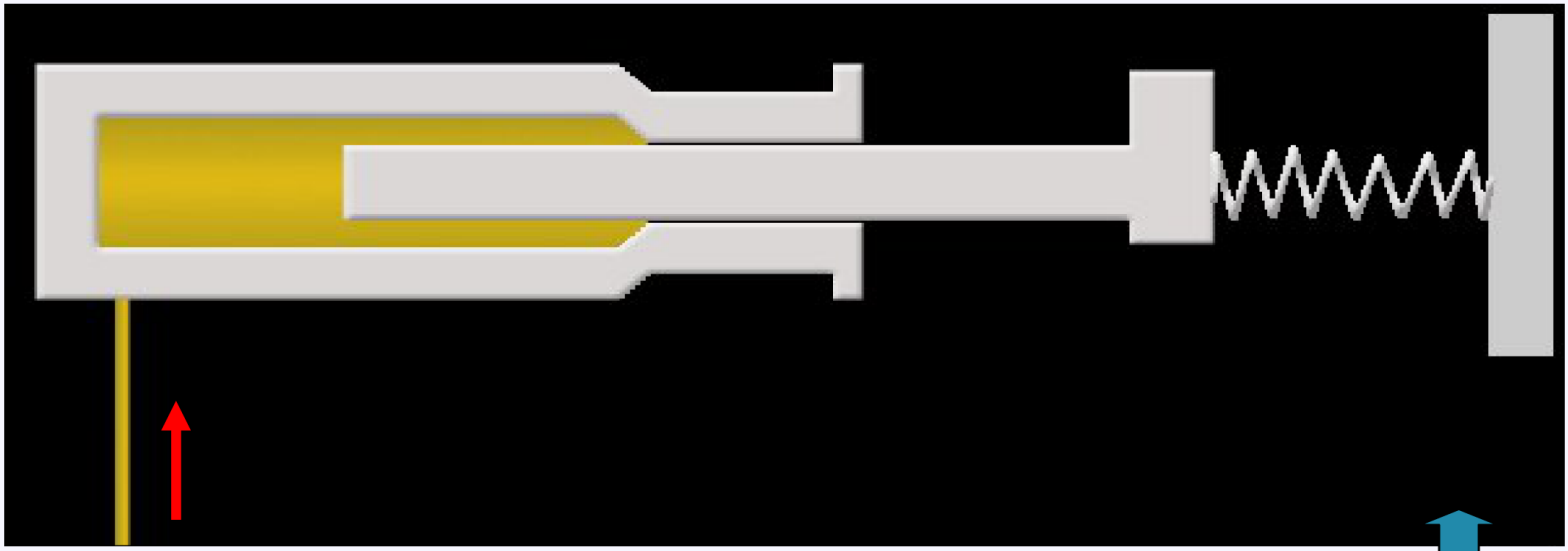
a)

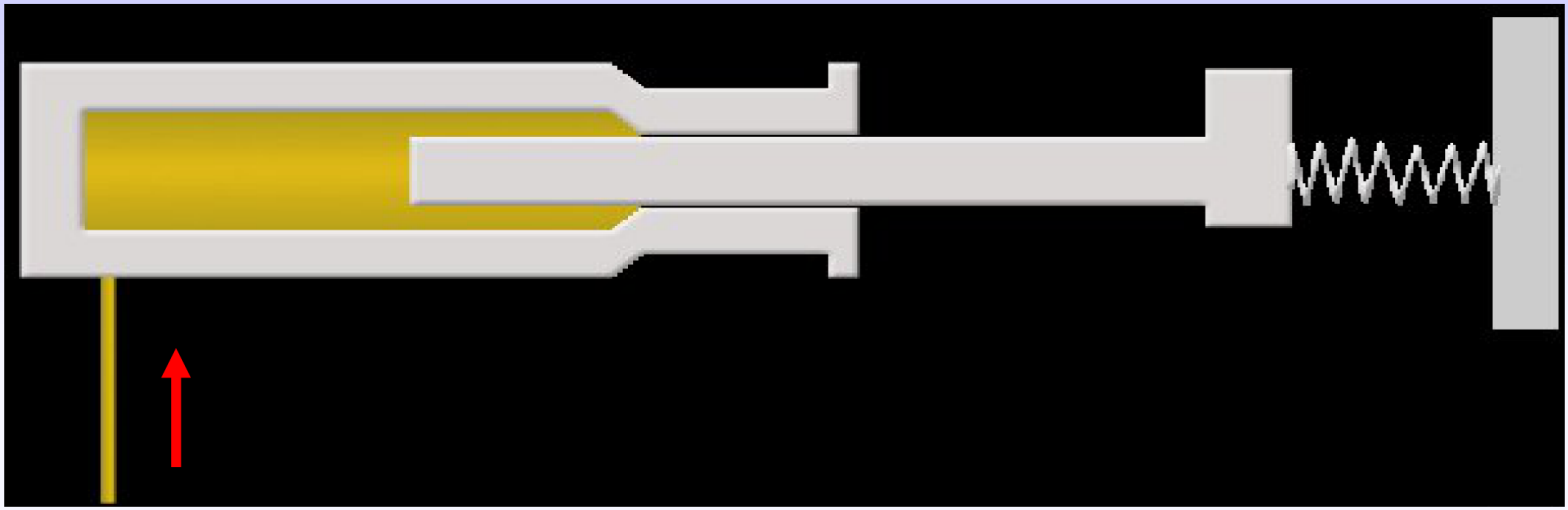
如上图a)所示，柱塞式液压缸只能单方向向右运动，反向退回时靠外力，如弹簧力、重力等完成。若要求往复工作运动时，常将柱塞缸成对使用，即由两个柱塞缸分别完成相反方向运动。如图b)所示。

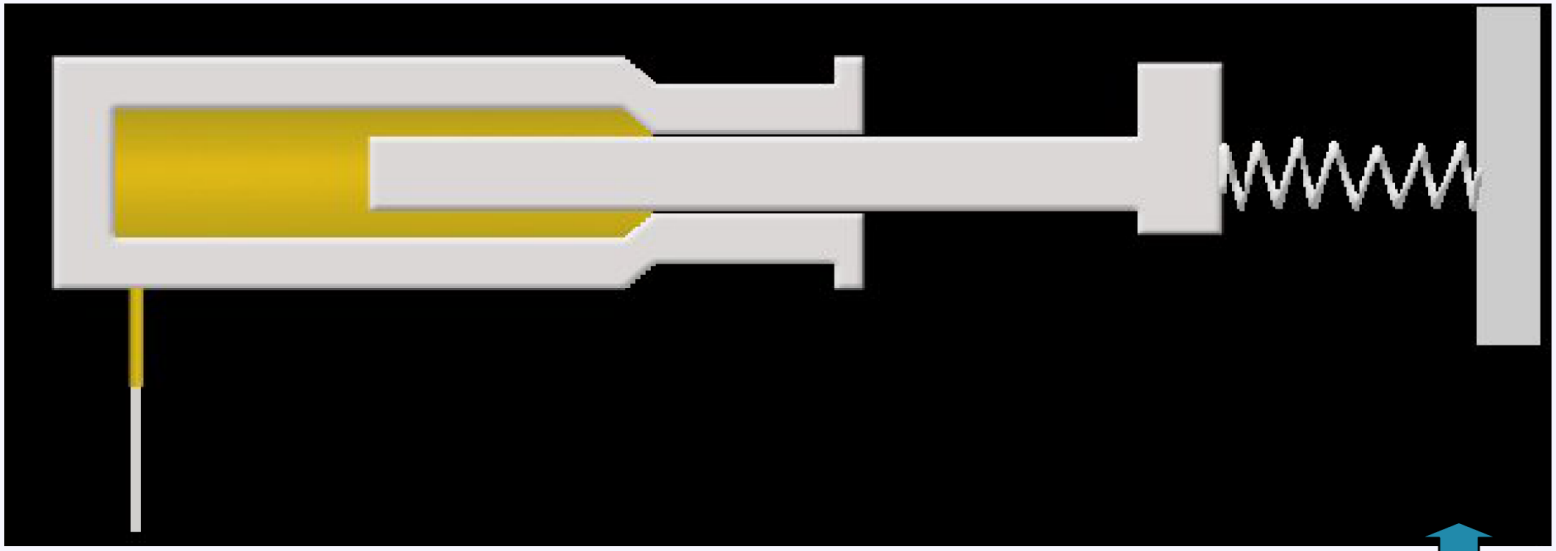


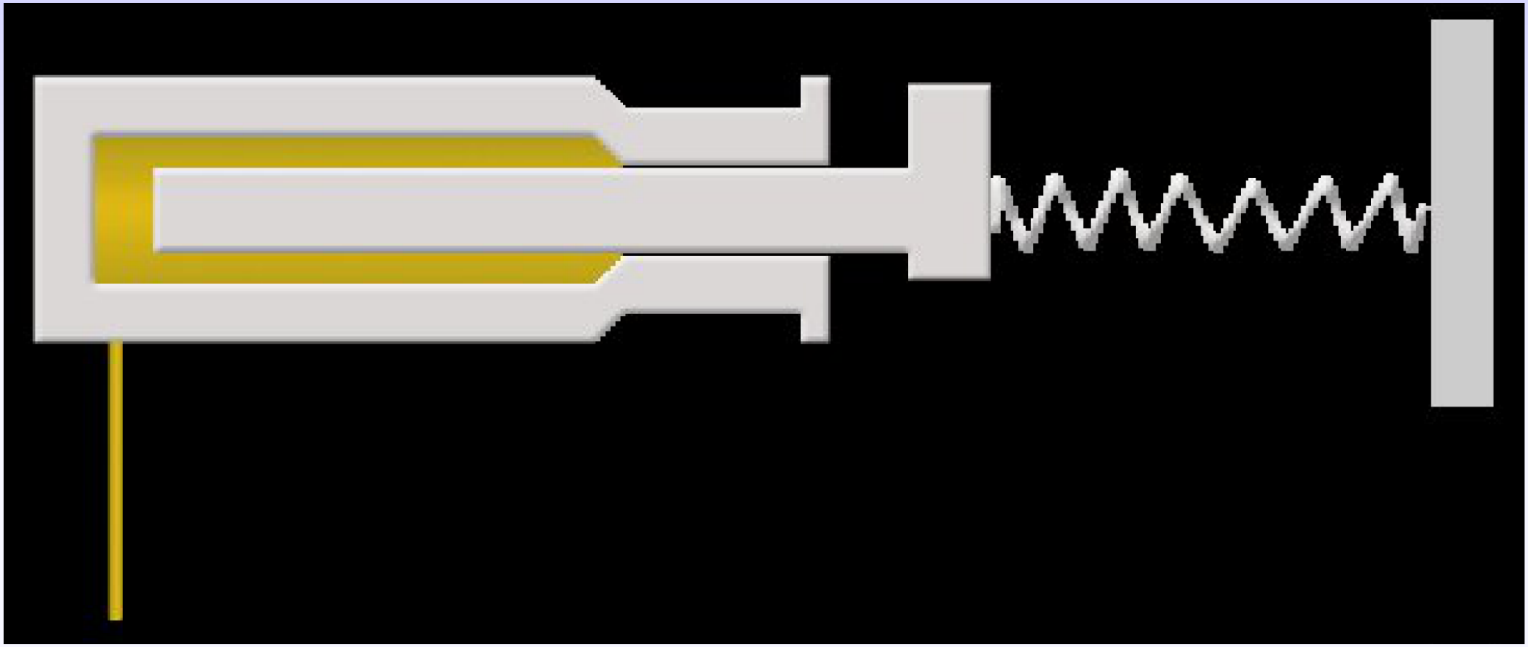
b)











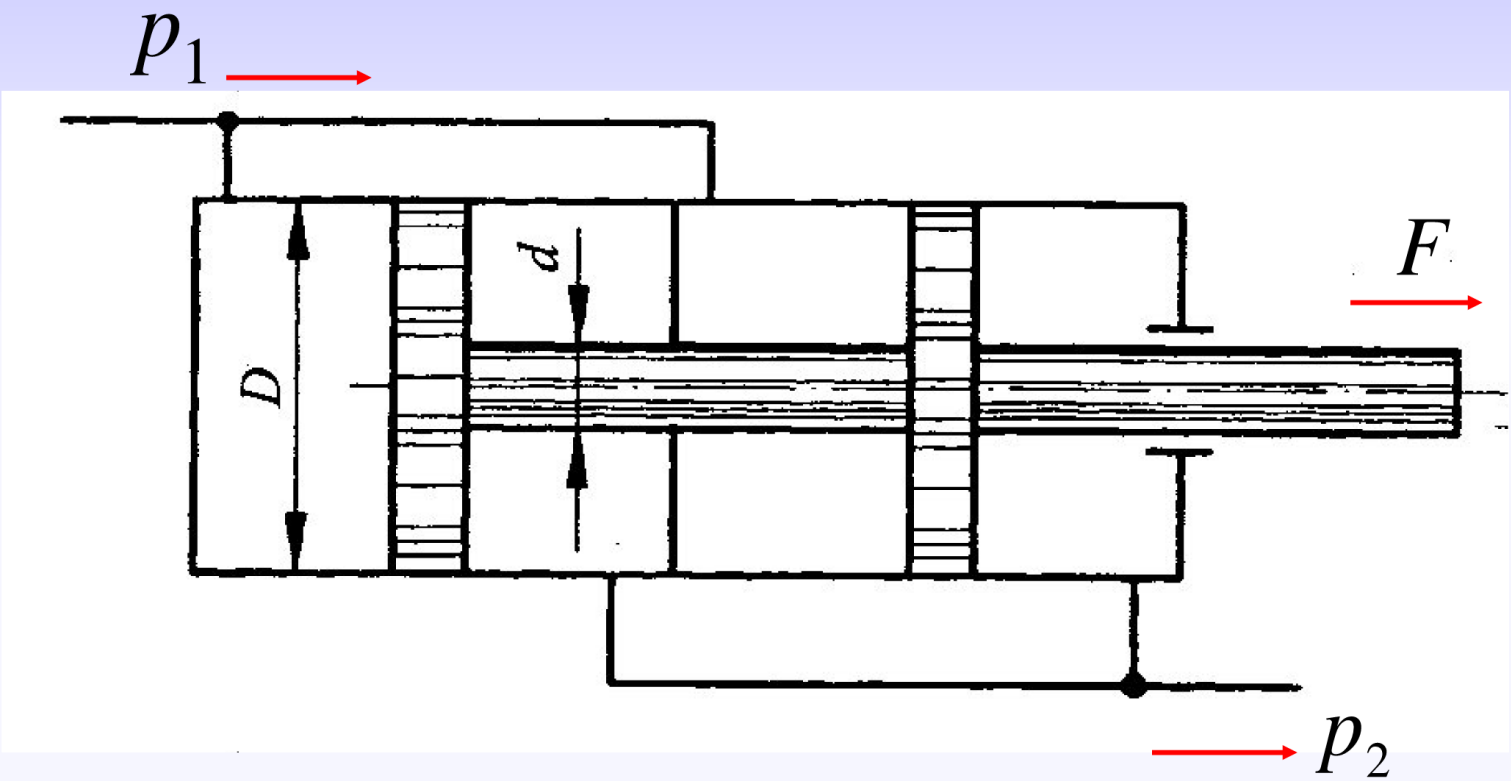
三、复合油缸

1、增力油缸

由两个单活塞杆缸串联在一起，当压力油通入两缸左腔时，串联活塞向右运动，两缸右腔的油液同时排出，其推力等于两腔推力之和，即：

$$F=[p_1\frac{\pi}{4}D^2+p_1\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)-2p_2\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)]\eta_m$$

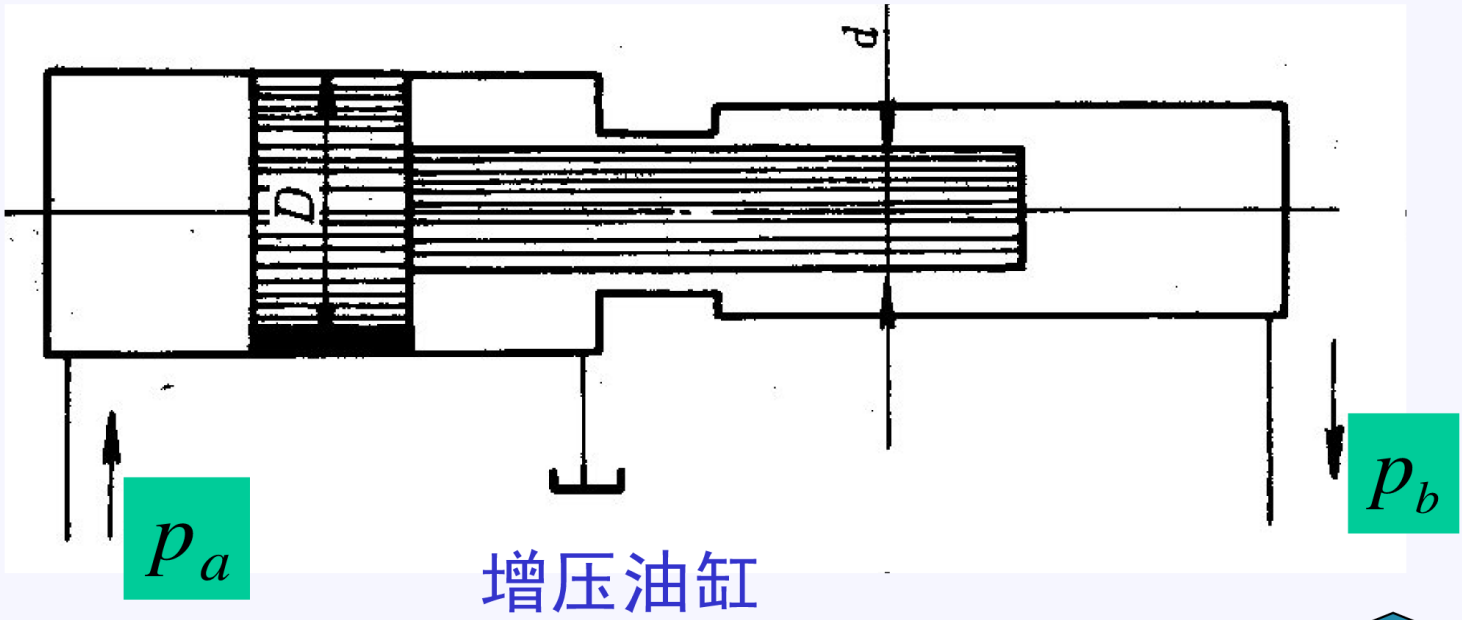
式中 p_1—进油压力；p_2—回油压力；



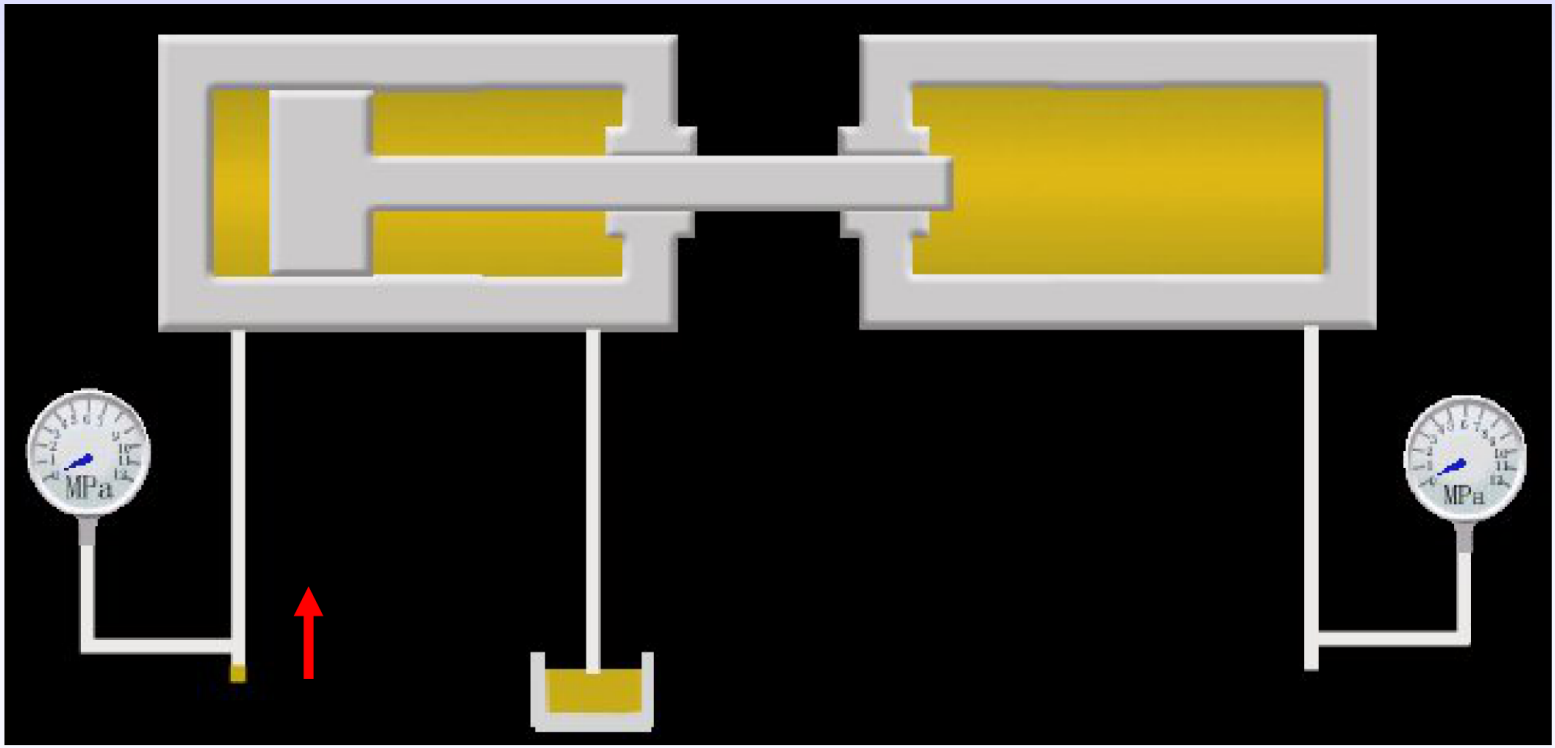
增力油缸

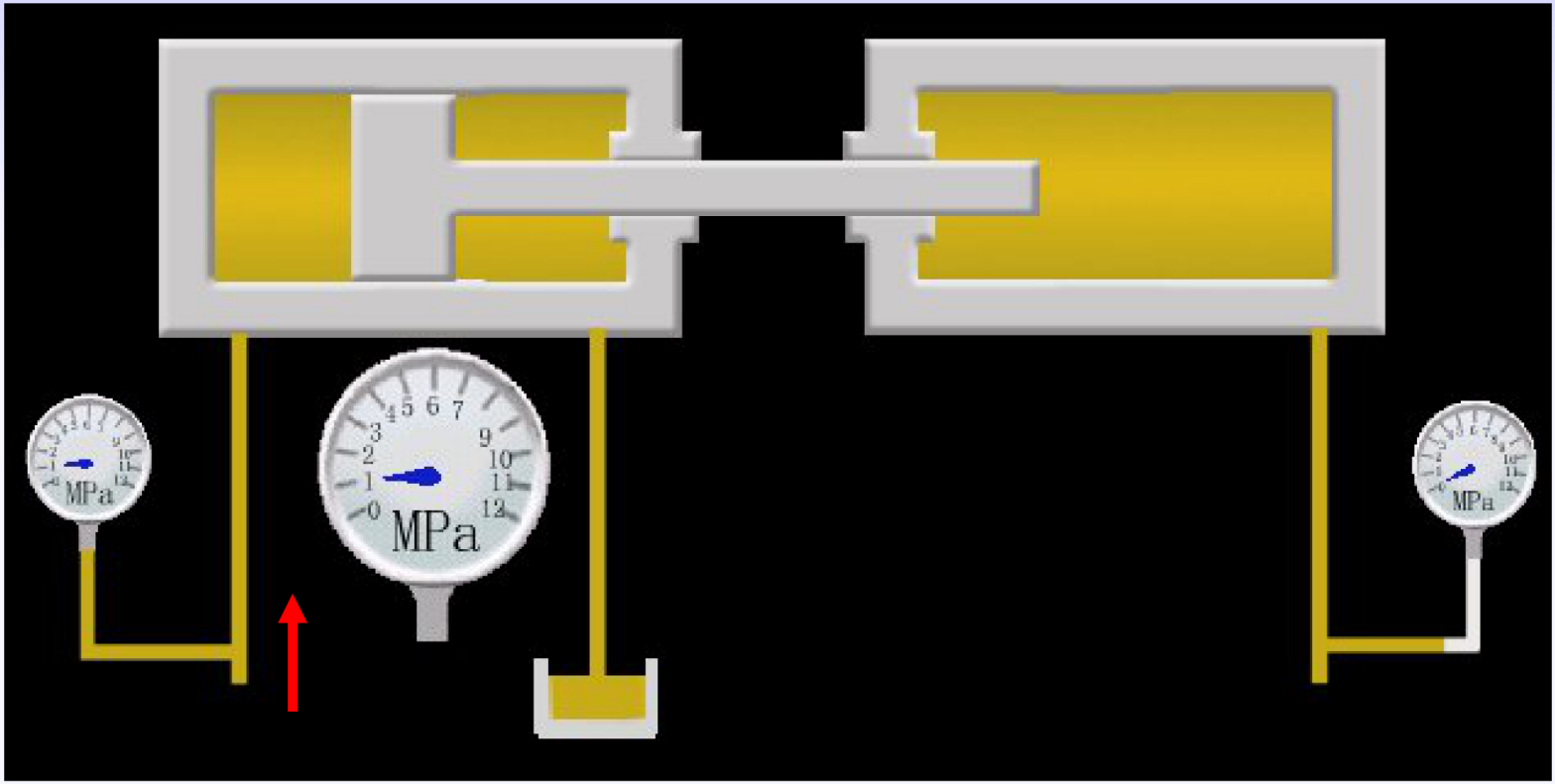
2、增压油缸

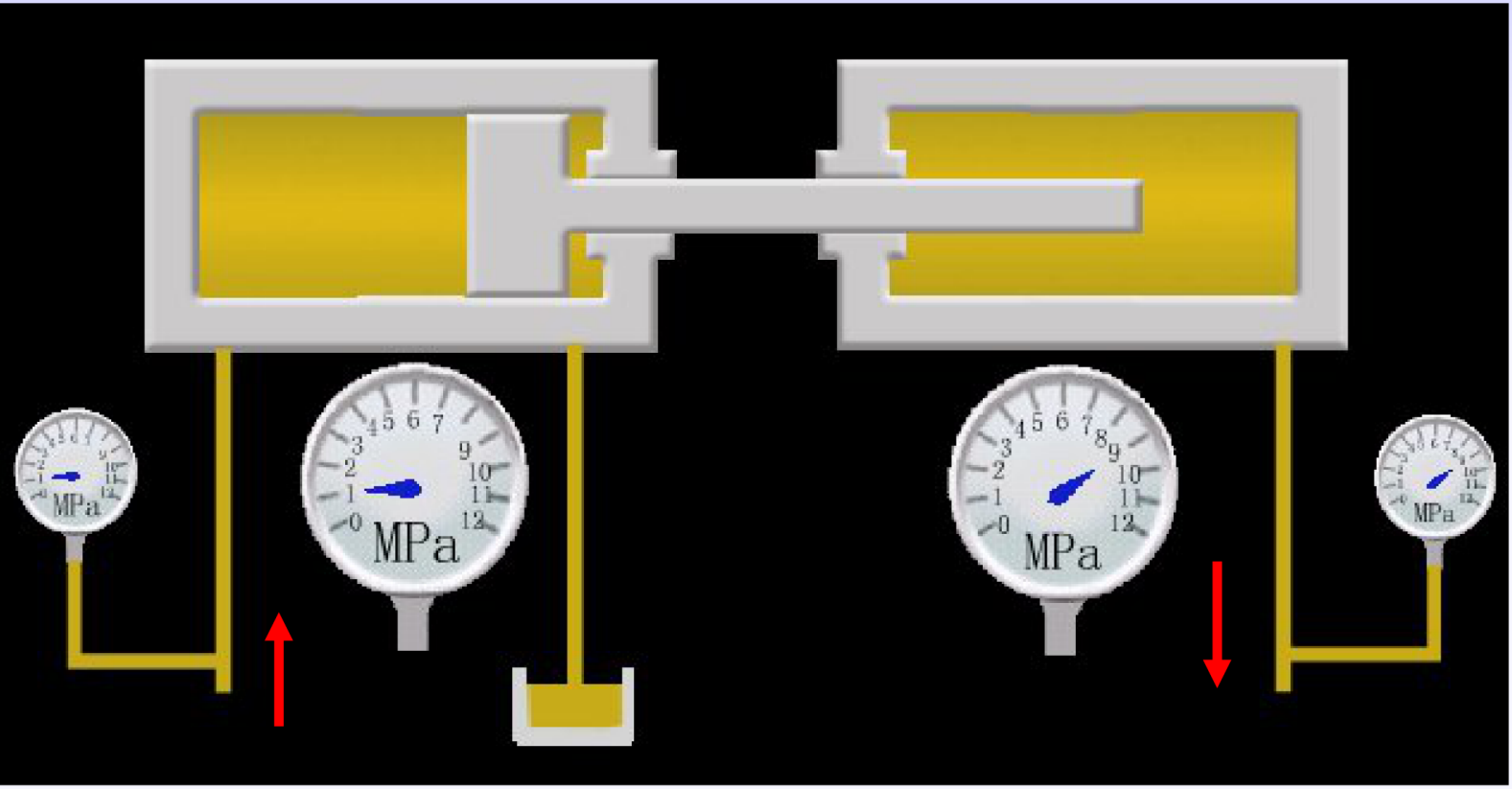
增压油缸又叫增压器，在液压系统中采用增压油缸，可以在不增加高压能源的情况下，获得比液压系统中能源压力高得多的油压力。



增压油缸


MPa
MPa


MPa
MPa
MPa

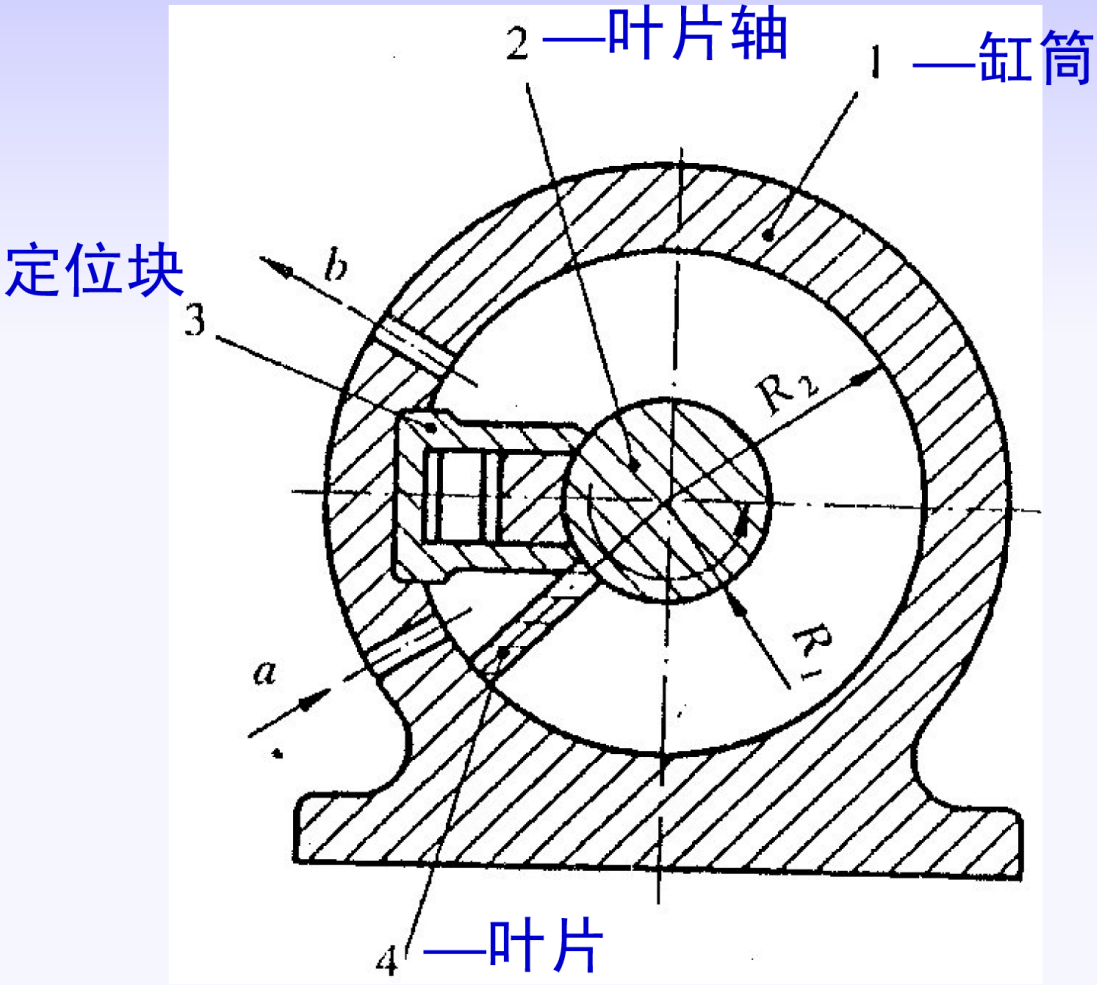

MPa
MPa
MPa
MPa

如图所示为一种由**活塞缸和柱塞组合而成的增压油缸**，它是利用活塞和柱塞有效工作面积之差来使液压系统中局部区域获得高压的。当输入活塞缸左腔的压力油为p_a，则柱塞缸右腔输出的压力为p_b

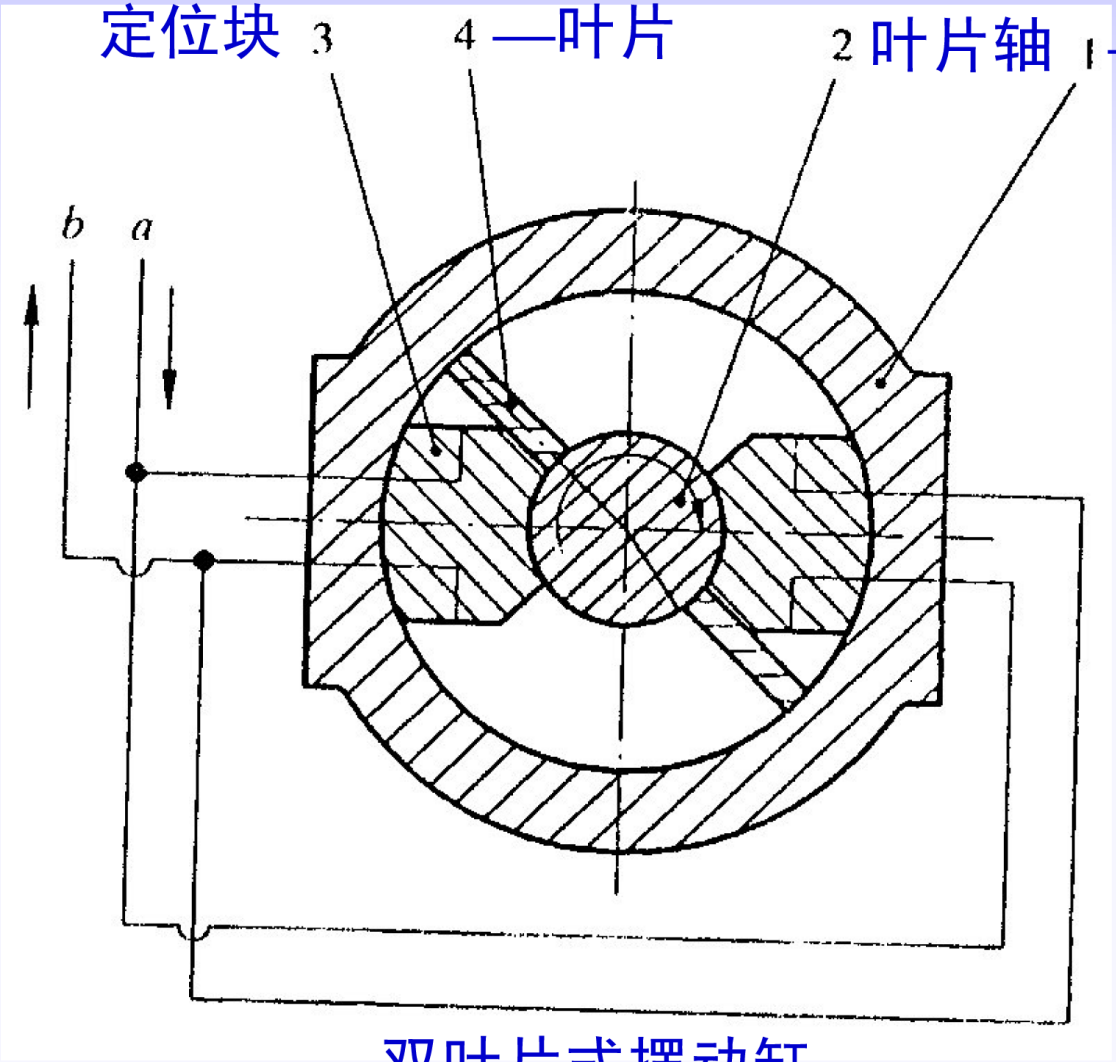
§2　摆动式液压缸

摆动式液压缸也称回转式液压缸或摆动马达。

常有单叶片和双叶片式两种结构形式，(也有多叶片式的，但很少)，摆动式液压缸由缸筒**1**、叶片轴**2**、定位块**3** 和叶片**4** 组成，见图。



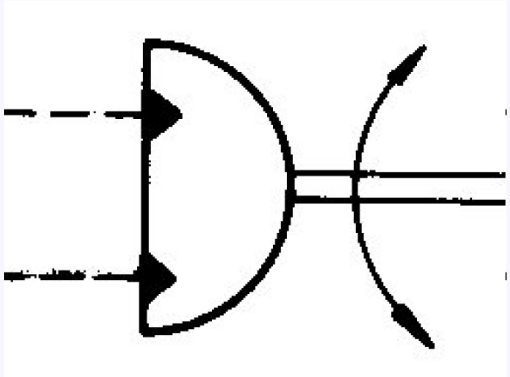
单叶片式摆动缸



双叶片式摆动缸

单叶片摆动缸，其摆动角度可达300°，双叶片摆缸其摆动角最大可达 150°。双叶片摆动缸输出转矩是单叶片的2倍，在同等条件下角速度则是单叶片的一半。

(职能)图形符号为：



摆动式液压缸的主要特点是结构紧凑，但加工制造比较复杂。在机床上，用与回转夹具、送料装置、间歇进刀机构等；在液压挖掘机、装载机上，用于铲斗的回转机构。目前，在舰船的液压舵机上逐步由摆动式液压缸取代柱塞式液压缸；在舰船稳定平台的执行机构中，也不少采用摆动式液压缸。

四、伸缩式液压缸

伸缩式液压缸又称为多级液压缸，是由两个或多个活塞套装而成。它的前一级活塞缸的活塞是后一级活塞缸的缸筒，伸出时(按活塞1、2 的有效工作面积由大到小依次伸出)，可获得很长的工作行程，缩回时(按活塞有效工作面积由小到大依次缩回)长度则较短，故结构较紧凑。

由于各级活塞的有效工作面积不同，在输入液压力和流量不变的情况下，液压缸的推力和速度是分级变化的：先动作的活塞速度低、推力大；后动作的推力小、速度高。

图4—9为双作用式伸缩缸(亦有单作用式)。

伸缩式液压缸常用于工程机械(如翻斗汽车、起重机等)和农业机械上。

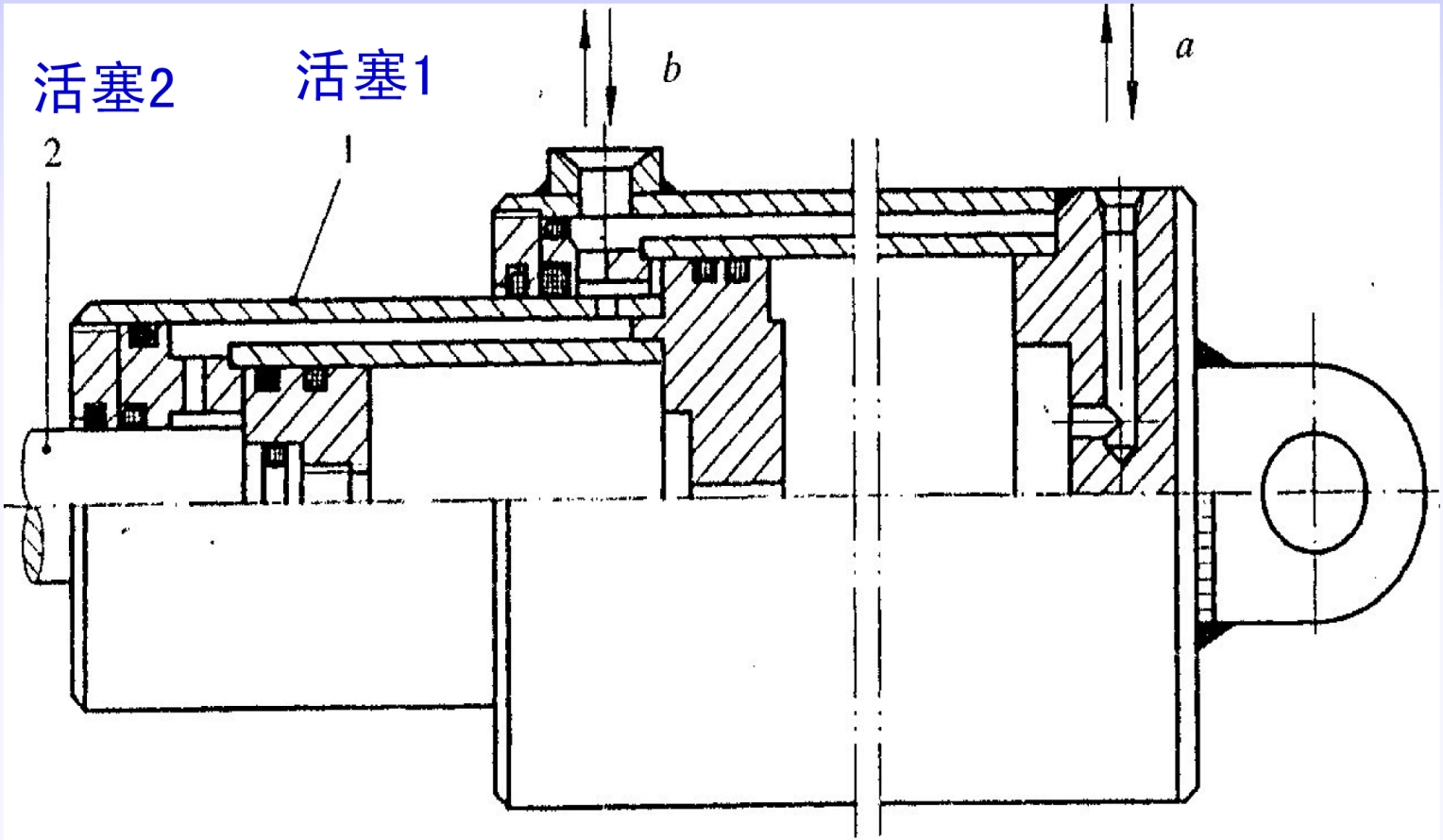
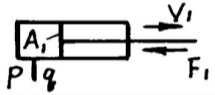
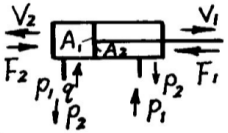
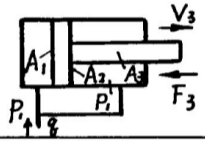
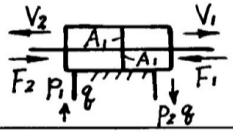
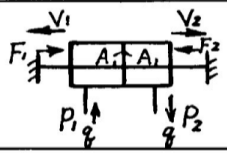
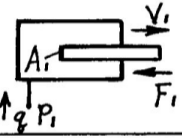


图 4－9　伸缩式液压缸

液压缸的运动参数和动力参数计算

类型				符号	正向速度，负载	反向速度，负载
活塞缸	单杆	非差动油缸	单作用		推力 速度 $F_1=A_1P\eta_m$ $V_1=\frac{q\eta_v}{A_1}$	无
			双作用		$F_1=(AP_1-A_2P_2)\eta_m$ $V_1=\frac{q\eta_v}{A_1}$	$F_2=(A_2P_1-A_1P_2)\eta_m$ $V_2=\frac{q\eta_v}{A_2}$
		差动油缸			$F_3=(A_1-A_2)P_1\eta_m$ $V_3=\frac{q\eta_v}{A_1-A_2}$	
	双杆	缸固定			$F_1=(P_1-P_2)A_1\eta_m$ $V_1=\frac{q\eta_v}{A_1}$	$F_1=F_2$ $V_1=V_2$
		杆固定			同缸固定	同缸固定
柱塞缸					$F_1=A_1P_1\eta_m$ $V_1=\frac{q\eta_v}{A_1}$	无
摆动缸					$T_M=\frac{b}{2}(R_2^2-R_1^2)\Delta P\eta_m\cdot z$ 转矩 $\omega=\frac{2q\eta_v}{b(R_2^2-R_1^2)\cdot z}$ 角速度	

表中符号：

A—面积

q— 流量

b—叶片宽

z—叶片数

R_1—叶片轴半径

R_2—缸孔半径

思　考　题

1、液压缸有哪些类型？如何分类？

2、何谓单作用液压缸？何谓双作用液压缸？

3、什么是差动连接？差动连接的意义何在？

4、何谓差动面积？何谓差动油缸？

5、差动连接能否使运动反向？

6、差动油缸的意义何在？