

## 如何设计多支路液压同步控制回路？

在多支路驱动器的应用设计中，处理两个或多个驱动器等速同步驱动时出现问题较多。为简化问题，用两个油缸的举升平台为例，下列公式和计算方法适应与多数驱动器，马达或油缸。

如果载荷时对两个油缸不对称，油缸速度  $V_1$  和  $V_2$  不同， $Q_1$  和  $Q_2$  流量不同，则油缸（1）和油缸（2）举升行程也不相同。

看看下面的例子中油缸伸出速度不同时对平台的水平状态的影响。

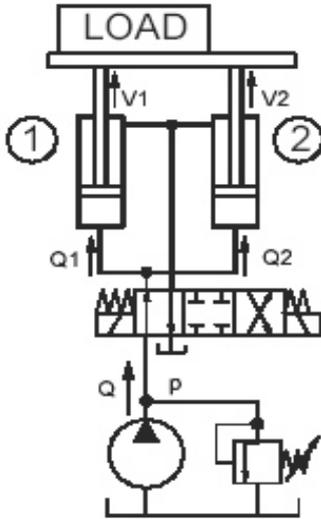


图 1：两个油缸的举升平台

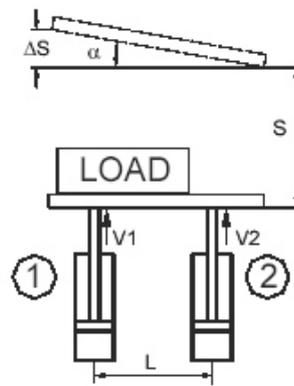


图 2：平台的水平倾斜

$$L = S = 1 \text{ m}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{\Delta V}{V} \Rightarrow$$

$$V_1 - V_2 = \Delta V; \quad \tan \alpha = \frac{\Delta S}{L}$$

$$\Delta S = V_1 \times t - V_2 \times t$$

$$t = \frac{S}{V} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{S}{V} \times \frac{\Delta V}{L}$$

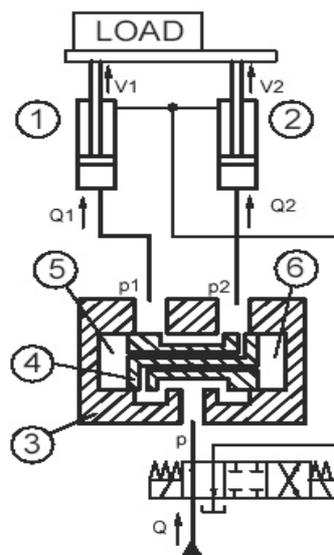
$\Delta V / V$	$\alpha$
10%	$5.7^\circ$
5%	$2.9^\circ$
1%	$0.6^\circ$

根据公式计算，速度变化时，平台倾斜角度随之变化，请见上表。可以根据工况来选择不同的设计方案。下面介绍五种常用的设计方案。

### 方案 1：压力补偿分流阀

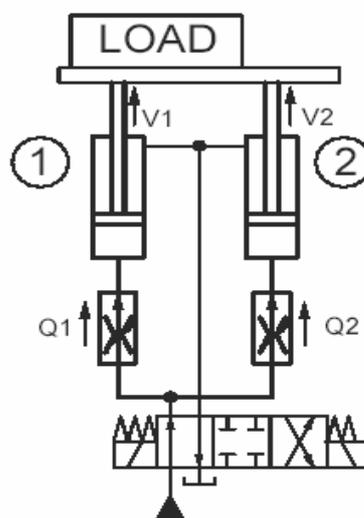
压力补偿分流阀将一路供油分为两路等量供油，不受输入输出压力的影响。见图 3。

当平台负载变化时，滑阀（4）在分流阀（3）中自动滑移，以补偿  $P_1$  与  $P_2$  压力的压差。压力通过滑阀内部的钻孔作用于相反一侧滑阀的端面，若  $P_1$  压力较高，则相反一端的开口减少，其  $Q_2$  开口流量相应减少，反之亦然。进口压力=高压出口的压力+开口的压降。集流阀的同步精度约为 5-10%。



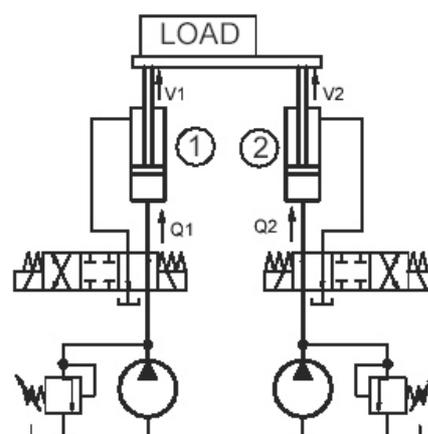
### 方案 2：压力补偿流量阀

压力补偿流量阀可以不受压力波动的影响，通过独立对个阀流量进行调整，满足同步速度的要求。该方案适用等量或不等量同步控制，对两路阀手动微调调整可以满足不同速度的要求。同步精度约为 5%。



### 方案 3：同型号液压泵

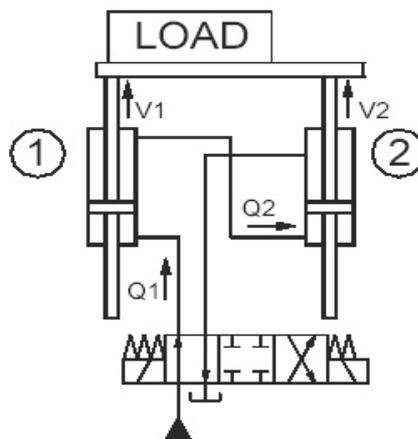
采用两个同样型号的液压泵也可实现同步控制。但是负载压力波动会影响液压泵的内泄。两泵方案实现调速较困难。控制的精度约为 5% ，



#### 方案 4：双杆等速油缸串联回路

采用双杆等速油缸串联回路的主要优点是容积效率较高。由于油缸 1 排出的流量与进入油缸 2 的流量相等，所以两油缸的速度相等。该方案等速同步控制精度约为 1%。

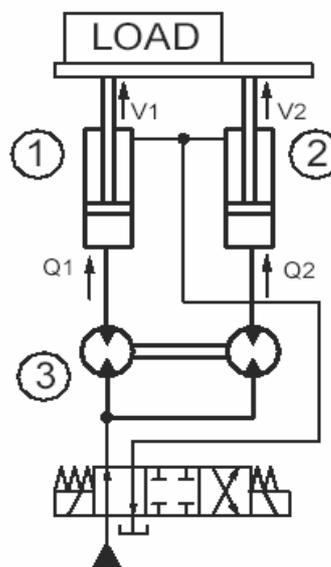
缺点是油缸 1 的压力为负载的 2 倍，另外双杆油缸的安装空间较大。



#### 方案 5：同步液压齿轮分流器

旋转式分流器是将一路供油分为两路或多路等量或不等量供油，供油不受输入输出压力的影响。

双片分流器是由两个相同排量的马达组成，采用公共轴连接，因此两个马达的速度相同，流量也相同。工作原理同于马达，由于驱动轴几乎不损失动力，所以各马达片间压降极小。在结构可以根据流量速度采用不同数量和不同型号的马达组合，选配灵活，适应范围较广。由于马达内泄较低，同步控制精度约为 1%。



该方案在同步控制中精度高，成本低，应用广泛。

液压驱动器同步控制方案参数对比表

速度精度	方案	说明	备注
5-10%	1	补偿分流阀	简单便宜
5%	2	补偿流量阀	流量微调，调速较难
	3	双泵	选型较难
1%	4	双杆等速油缸串联回路	能量损耗大，空间大
	5	齿轮分流器	精度高，成本低