

# 前述章节知识回顾-Ch6-2

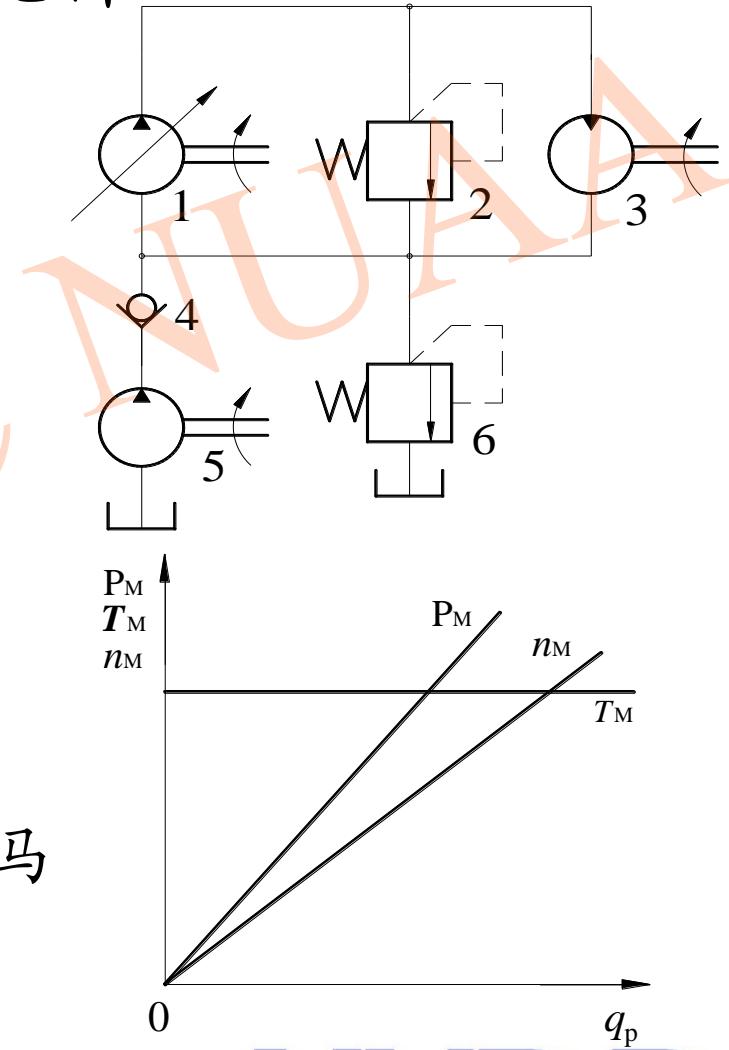


## 容积调速：变量泵与定量执行元件

### ✓速度特性

$$n_M = \frac{A_p}{V_M} = \frac{A_t - k_l \frac{T_M}{V_M}}{V_M}$$

N @



### ✓推力和功率特性

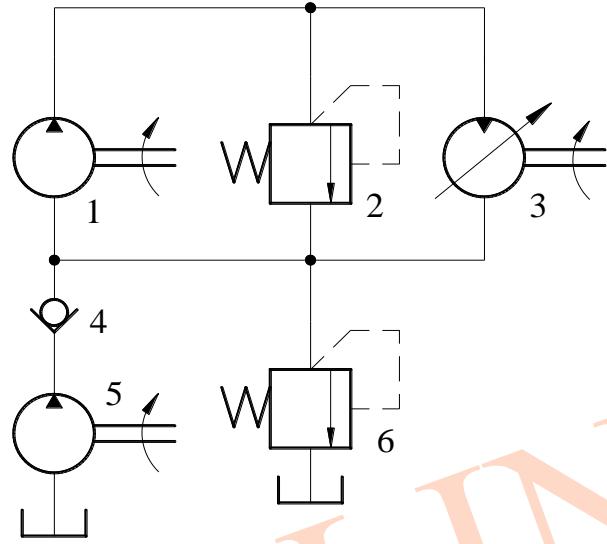
• 液压马达输出的转矩:  $T_m = \frac{\Delta p_M V_M}{2\pi}$

• 负载一定时，整个调速范围内，液压马达输出的转矩不变，即恒转矩调速。

NUAA

# 前述章节知识回顾-Ch6-2

## 容积调速：定量泵与变量马达



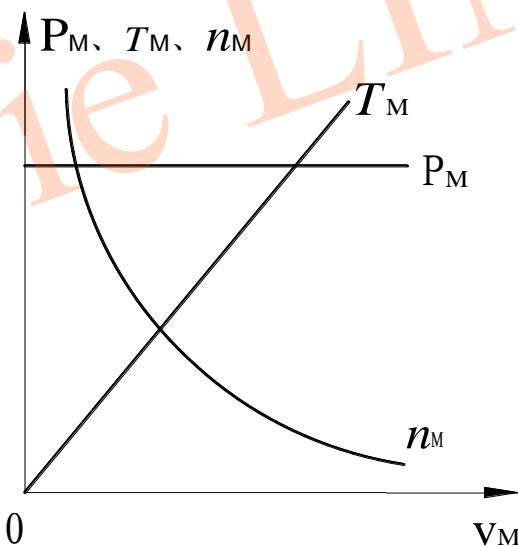
✓速度特性

$$n_M = \frac{q_p}{V_M} = \frac{q_t - k_l \frac{T_M}{V_M}}{V_M}$$

✓转矩和功率特性

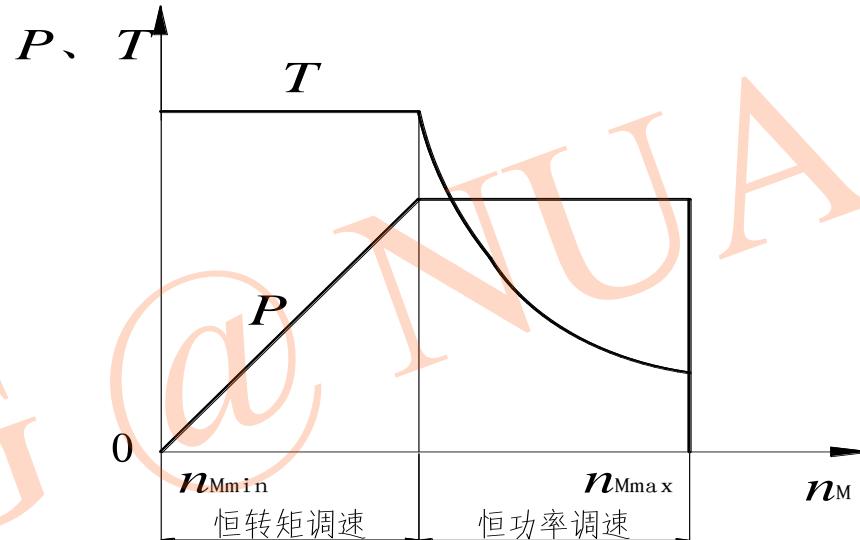
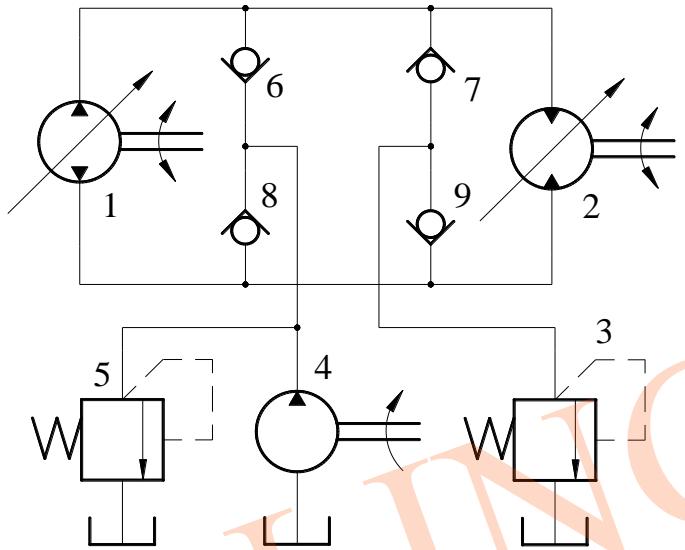
$$T_m = \frac{\Delta p_M V_M}{2\pi}$$

- 液压马达输出的功率： $P_M = 2\pi n_M T_M = \Delta p_M q_p$
- 系统负载恒定，则马达的输出功率恒定，故这种调速方式也称为**恒功率调速**。



# 前述章节知识回顾-Ch6-2

## 容积调速：变量泵与变量马达



两种调速回路的组合，泵和马达排量均可改变，扩大调速范围。

先将变量马达的排量调至最大  
(使马达能获得最大输出转矩)，  
用变量泵调速(恒转矩)；

$$T_m = \frac{\Delta p_M V_M}{2\pi}$$

低速，大转矩：

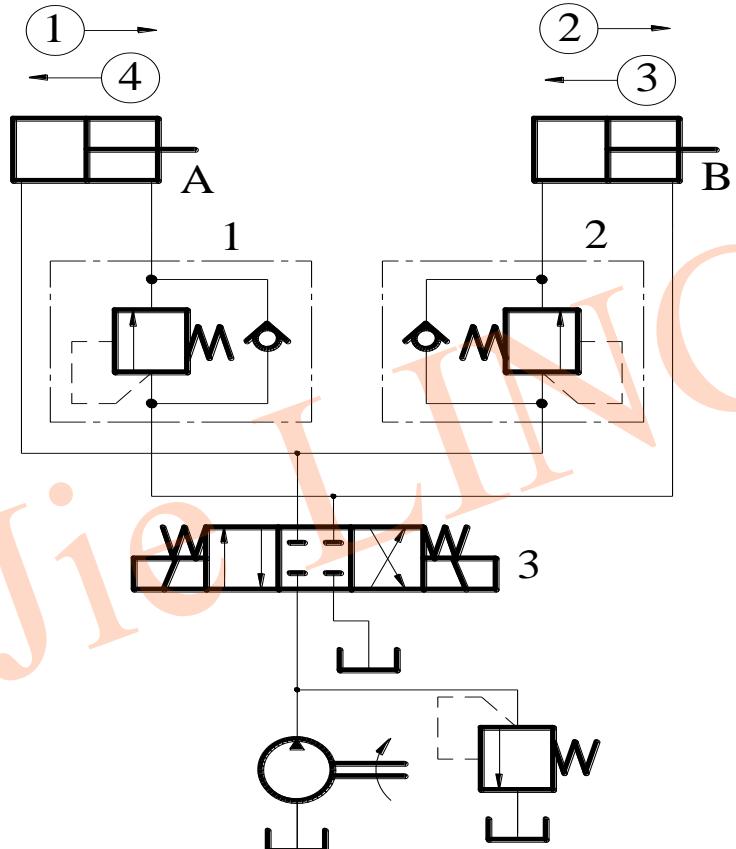
保持泵最大排量，将马达排量由大  
调小，用变量马达调速（恒功率）；

$$P_M = 2\pi n_M T_M = \Delta p_M q_p$$

NUAA

# 前述章节知识回顾-Ch6-2

## 多缸工作控制回路：顺序阀控顺序动作回路



- (1) 当三位四通换向阀3左位接入回路且顺序阀2的调定压力大于液压缸A的最大前进工作压力时，压力油先进入液压缸A的左腔，**实现动作①**；
- (2) 缸A右行至终点后，压力上升，压力油打开顺序阀2进入液压缸B的左腔，**实现动作②**；
- (3) 同样地，当换向阀3切换至右位且顺序阀1的调定压力大于缸B的最大返回工作压力时，两液压缸则按**③和④**的动作顺序返回。



南京航空航天大學  
NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS

机电学院

# 第七章

# 典型液压传动系统

主讲人：凌杰

南京航空航天大学机电学院

NUAA

- 7.0 液压系统分析概述
- 7.1 组合机床动力滑台液压系统
- 7.3 液压压力机液压系统

# 7.0 液压系统分析概述

## ➤ 目的

- ✓ 了解液压技术的应用；
- ✓ 熟悉液压元件的作用及基本回路的构成；
- ✓ 掌握分析的步骤和方法。

# 7.0 液压系统分析概述



## ➤ 步骤

分析一个较复杂的液压系统图，大致可按以下步骤进行：

- (1) 了解机械设备工况对液压系统的要求，了解在工作循环中的**各个工步对力、速度和方向这三个参数的质与量的要求。**
- (2) 初读液压系统图，了解系统中包含哪些元件，且**以执行元件为中心，将系统分解为若干个工作单元。**
- (3) 先**单独分析每一个子系统，了解其执行元件与相应的阀、泵之间的关系。** 参照电磁铁动作表和执行元件的动作要求，理清其液流路线。
- (4) 根据系统中对各执行元件间的互锁、同步、防干扰等要求，**分析各子系统之间的联系以及如何实现这些要求。**
- (5) 在全面读懂液压系统的基础上，根据系统所使用的基本回路的性能，**对系统作综合分析，归纳总结整个液压系统的特点，** 以加深对液压系统的理解。

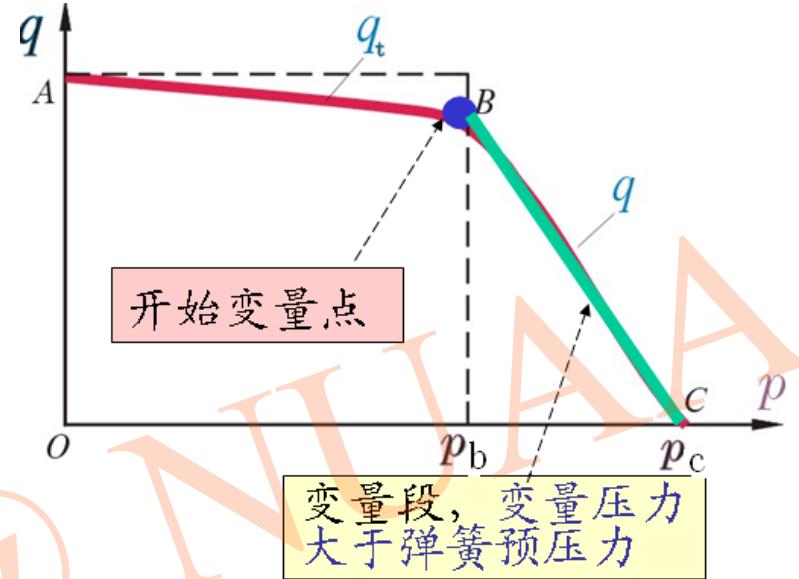
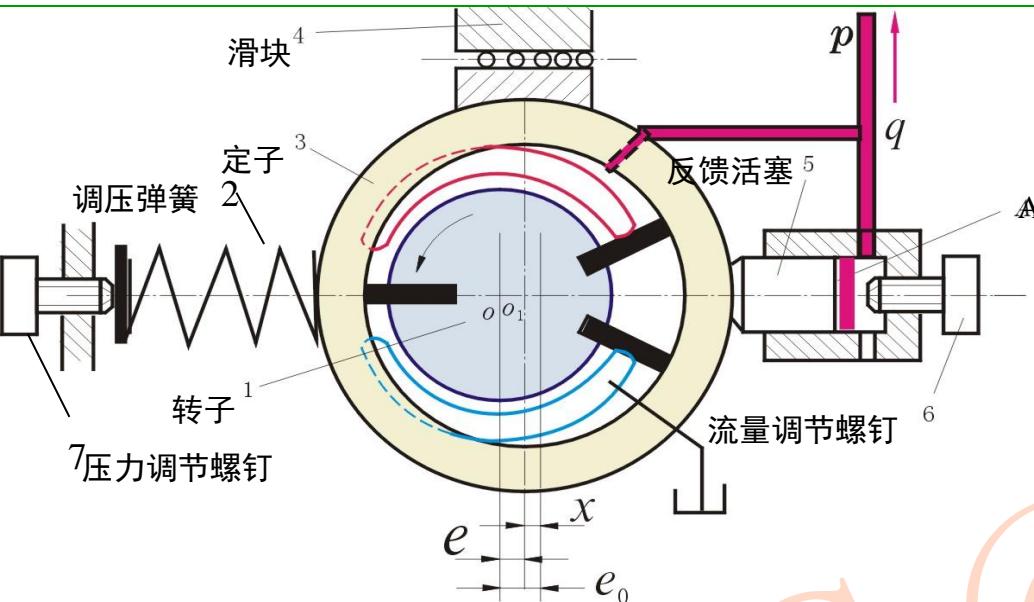
# 7.2 组合机床动力滑台液压系统



## ► 液压系统组成

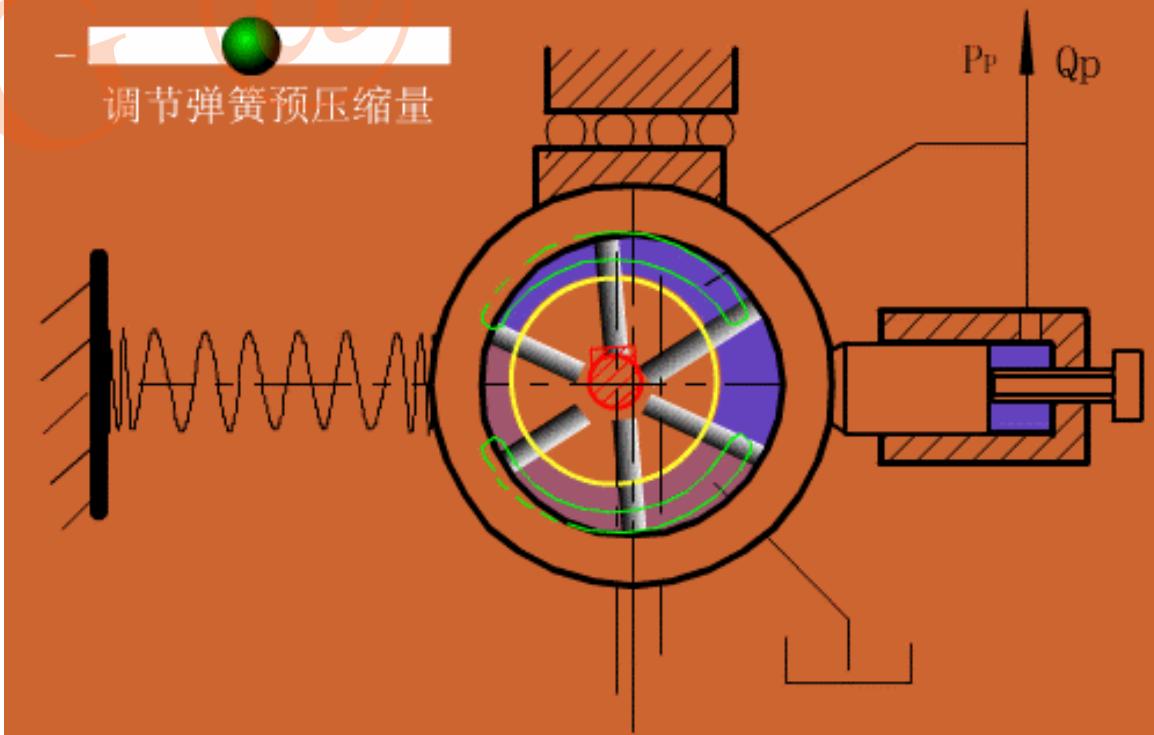
- ✓ 采用限压式变量叶片泵供油；
- ✓ 采用电液换向阀换向；
- ✓ 使液压缸差动联接以实现快速运动；
- ✓ 用行程阀实现快进与工进的转换；
- ✓ 用电磁阀实现工进速度间的转换；
- ✓ 用止挡块停留来限位保证尺寸精度；

# ►知识回顾：限压式变量叶片泵



(1) 执行机构需要有快、慢速运动的场合;  
如：组合机床进给系统实现快进、工进、快退等工作循环；  
快进或快退：用AB段  
工进：用BC段

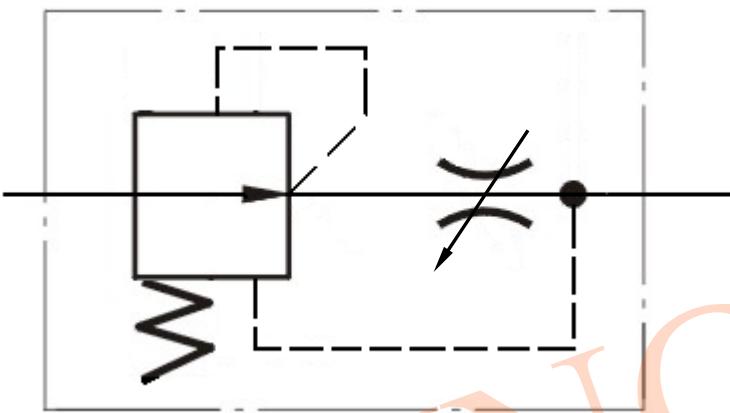
(2) 定位夹紧系统  
定位夹紧：用BC段  
夹紧结束保压：用C点



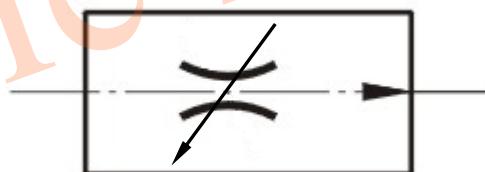
# ➤知识回顾：调速阀



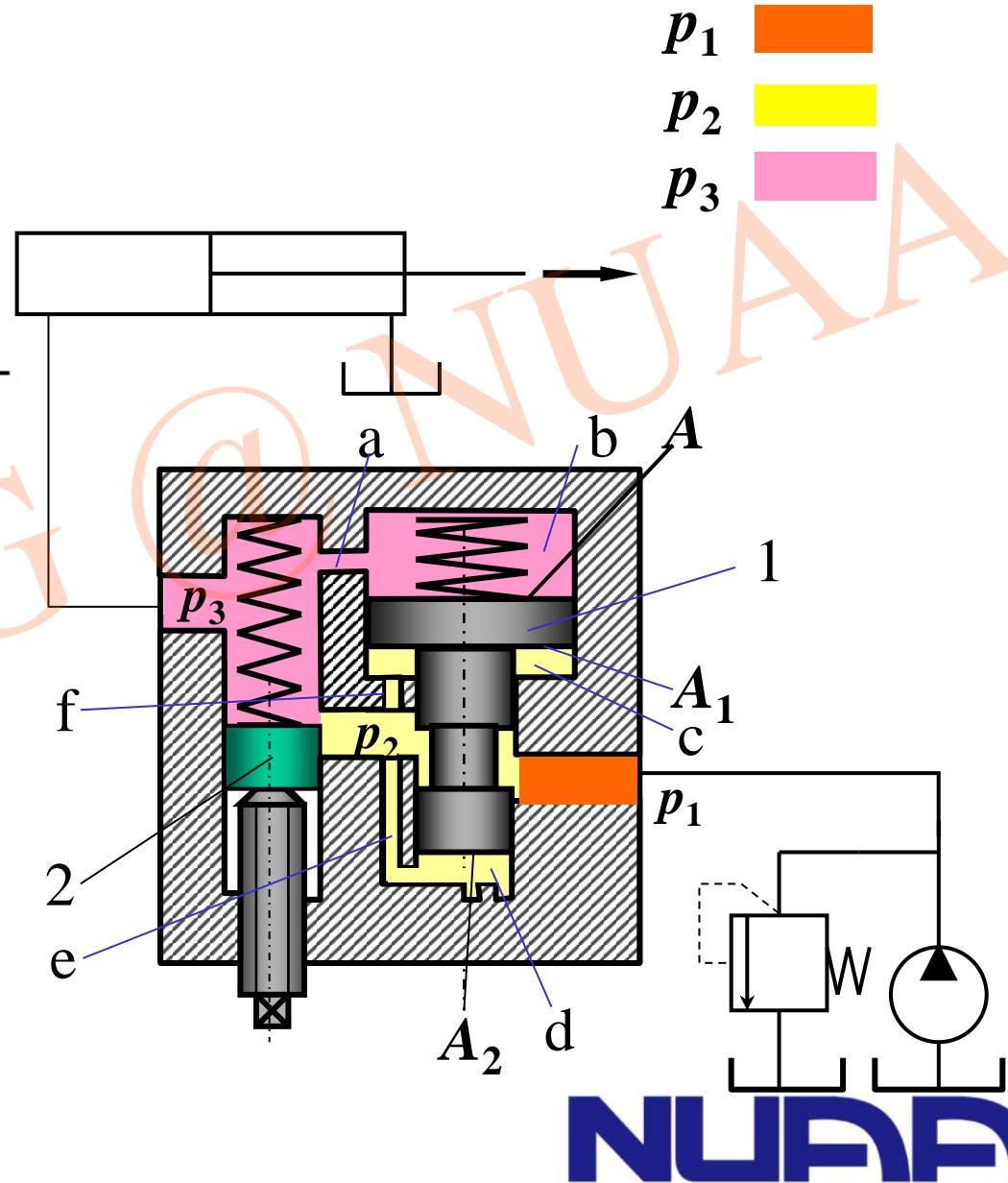
## ➤职能符号



详细符号

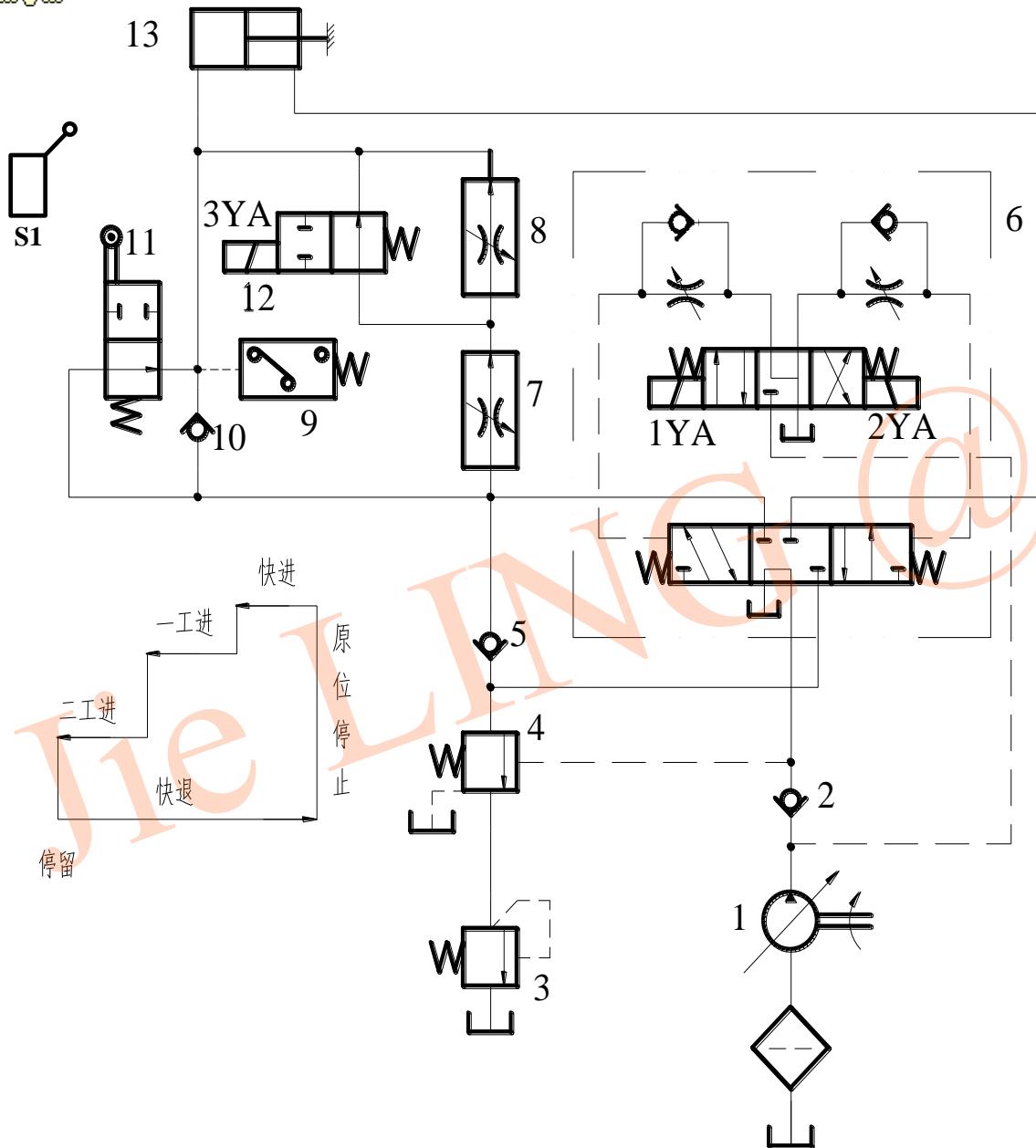


简化符号



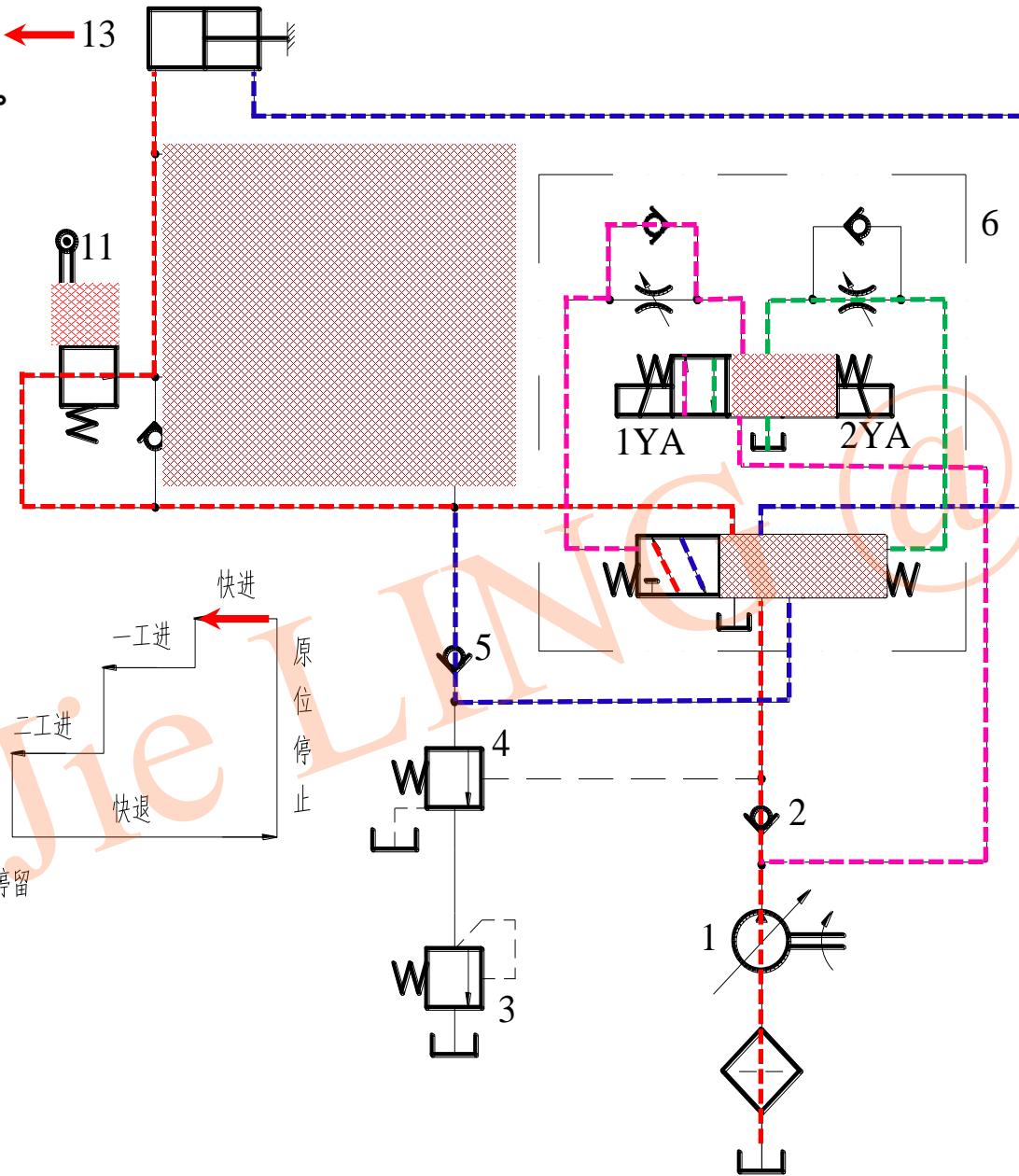
NUFA

## 7.2 组合机床动力滑台液压系统



控制元件 动作	电磁铁			压力 继电器9	行程阀 11
	1YA	2YA	3YA		
快进	+	-	-	-	接通
第一次工进	+	-	-	-	切断
第二次工进	+	-	+	-	切断
止挡块停留	+	-	+	+	切断
快退	-	+	-	-	切断→接通
原位停止	-	-	-	-	接通

# 7.2 组合机床动力滑台液压系统



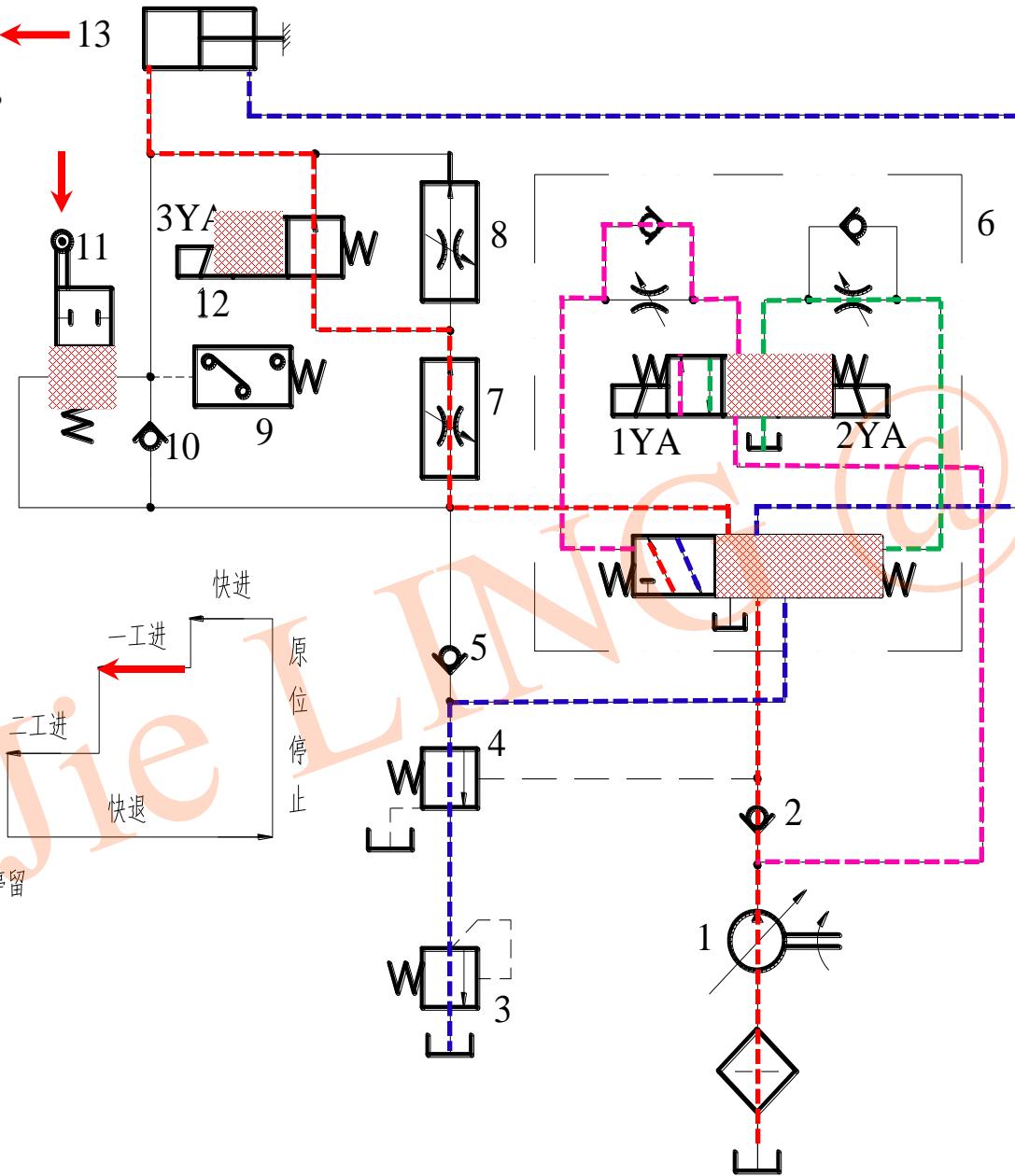
✓ 快进

进油路：变量泵1→单向阀2→换向阀6（左位）→行程阀11（下位）→液压缸左腔

回油路：液压缸右腔→换向阀6（左位）→单向阀5→行程阀11（下位）→液压缸左腔

控制元件	电磁铁			压力继电器9	行程阀11
	1YA	2YA	3YA		
动作					
快进	+	-	-	-	接通

# 7.2 组合机床动力滑台液压系统



✓ 一工进

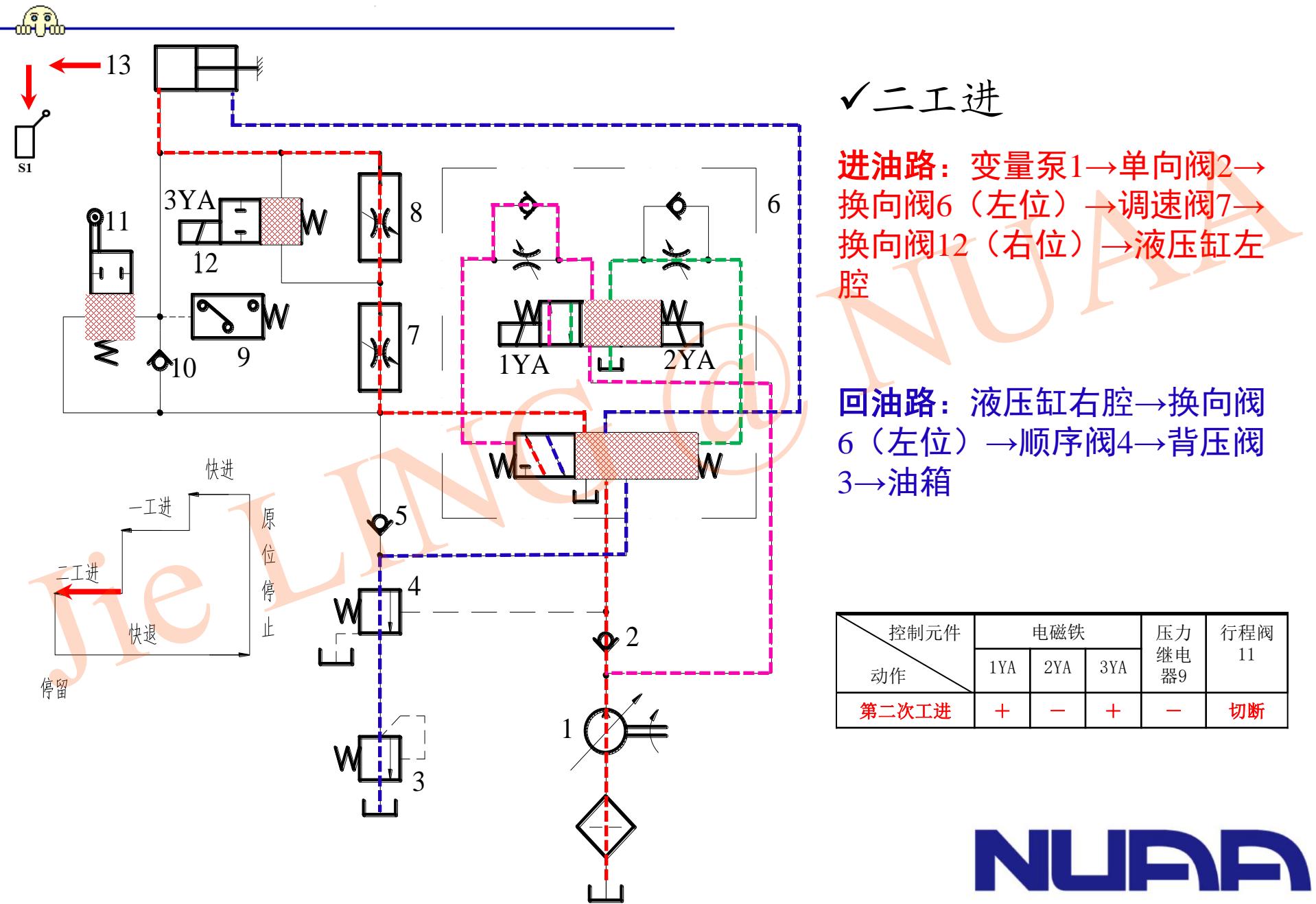
**进油路:** 变量泵1→单向阀2→换向阀6（左位）→调速阀7→换向阀12（右位）→液压缸左腔

**回油路:** 液压缸右腔→换向阀6（左位）→顺序阀4→背压阀3→油箱

控制元件	电磁铁			压力继电器9	行程阀11
	1YA	2YA	3YA		
动作					
第一次工进	+	-	-	-	切断

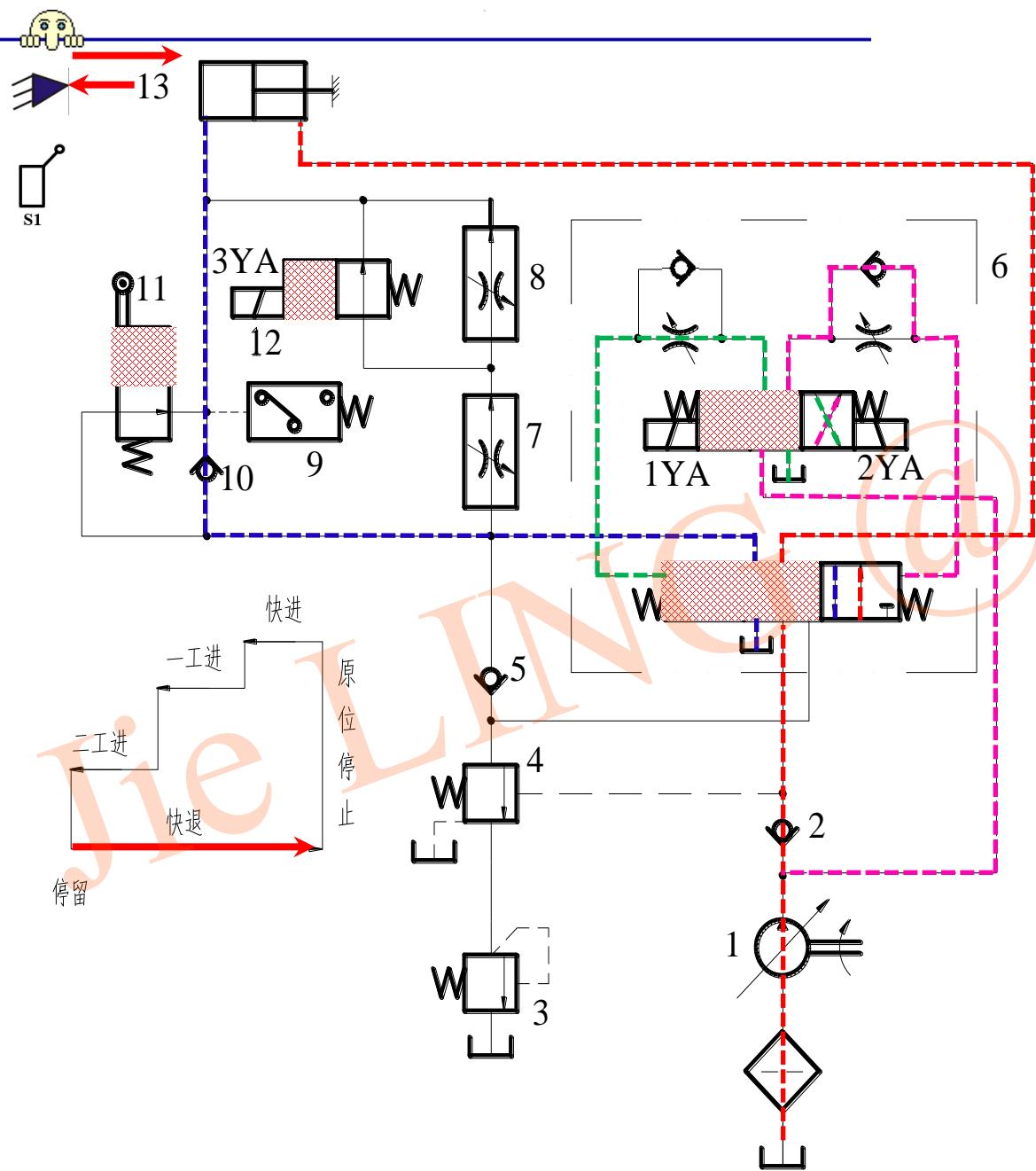
NUAA

# 7.2 组合机床动力滑台液压系统



NUAA

## 7.2 组合机床动力滑台液压系统



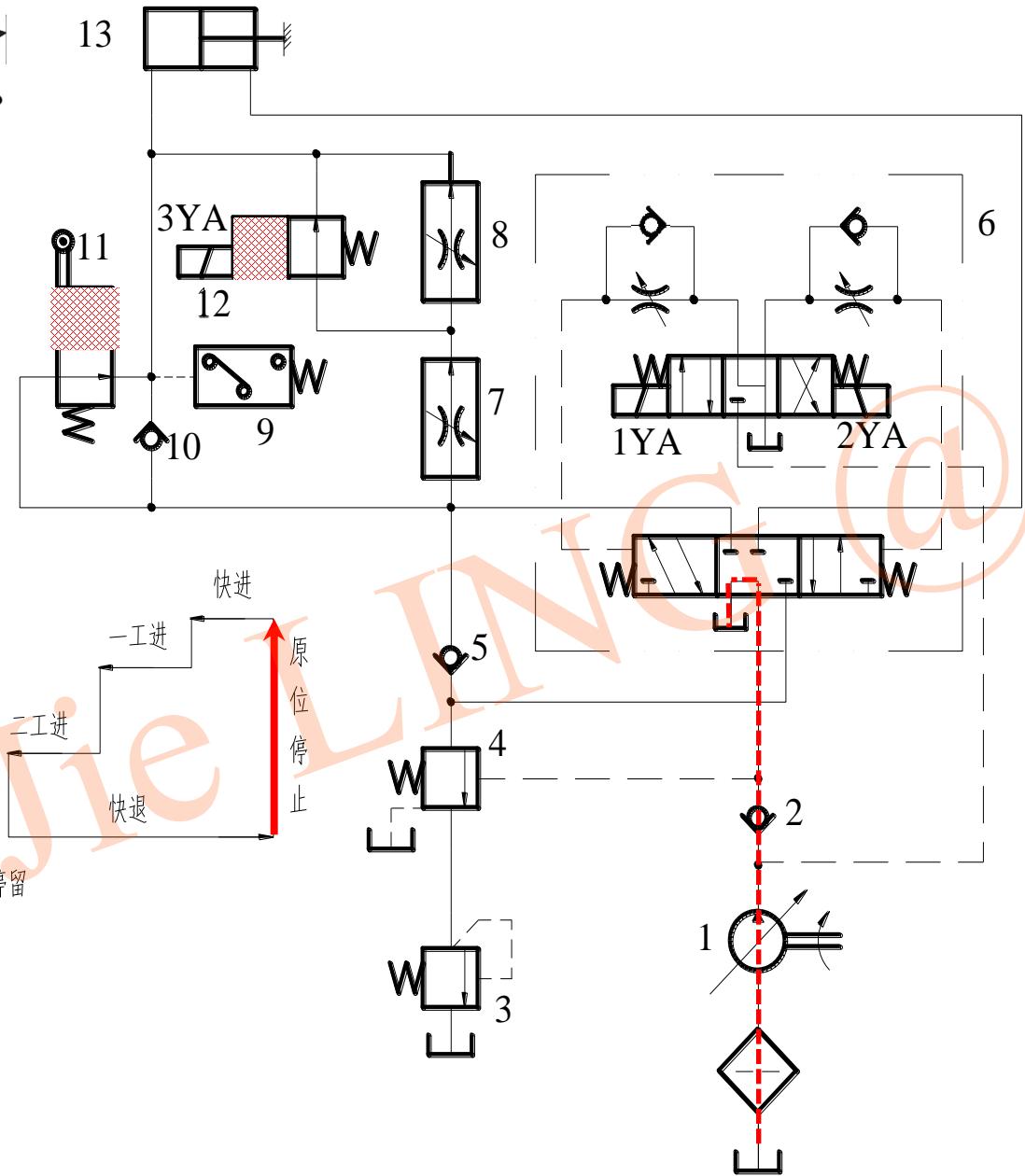
✓ 止挡块停留及快退

进油路：变量泵1→单向阀2→换向阀6（右位）→液压缸右腔

回油路：液压缸左腔→单向阀10→换向阀6（右位）→油箱

控制元件	电磁铁			压力继电器9	行程阀11
	1YA	2YA	3YA		
死挡块停留	+	-	+	+	切断
快退	-	+	-	-	切断→接通

## 7.2 组合机床动力滑台液压系统

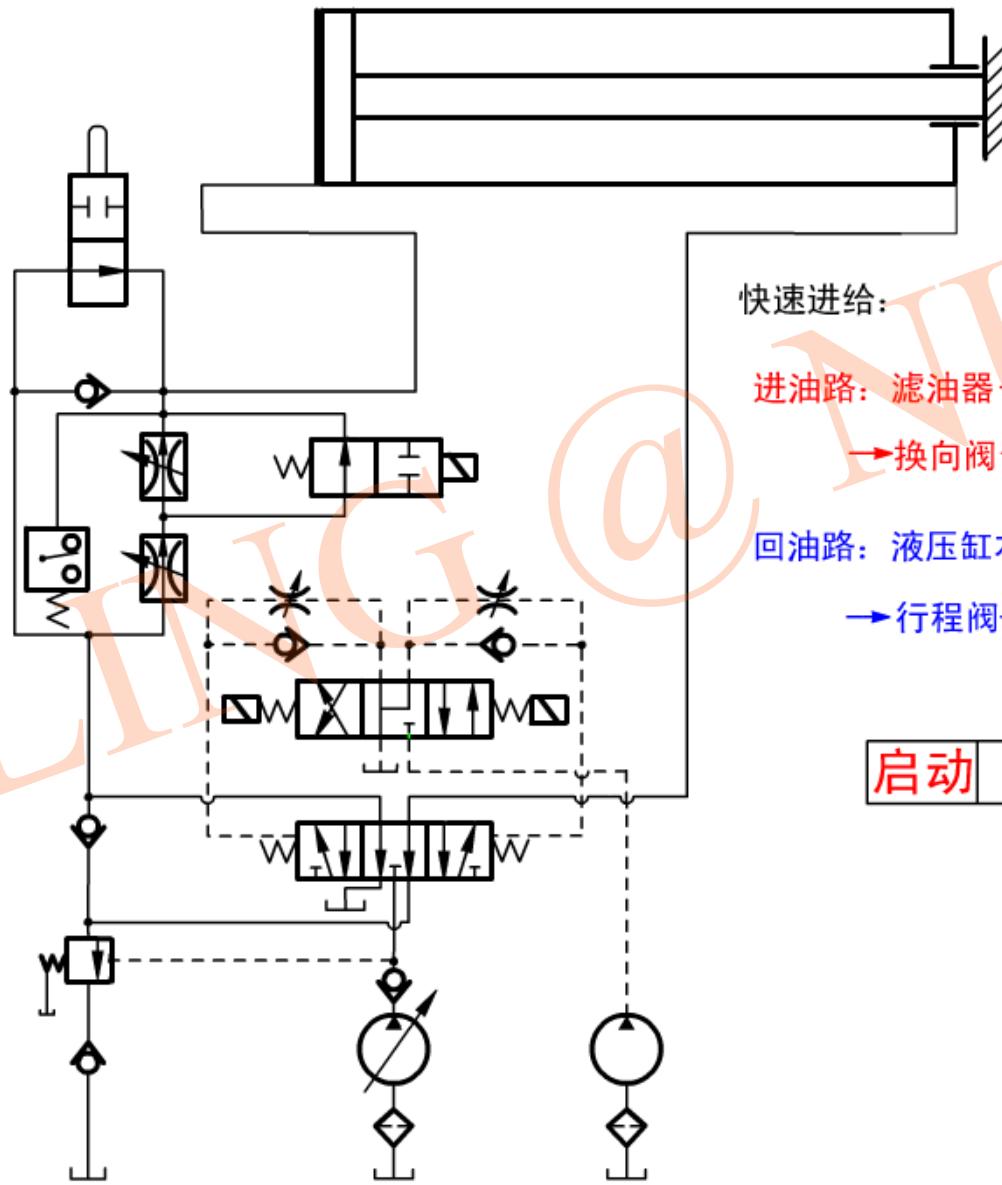


✓原位停止

变量泵1→单向阀2→换向阀6  
(中位)→油箱

控制元件 动作	电磁铁			压力继电器9	行程阀11
	1YA	2YA	3YA		
原位停止	—	—	—	—	接通

# 7.2组合机床动力滑台液压系统



快速进给:

进油路: 滤油器 → 变量泵 → 单向阀 →  
→ 换向阀 → 行程阀 → 液压缸左腔

回油路: 液压缸右腔 → 换向阀 → 单向阀  
→ 行程阀 → 液压缸左腔

启动 1DT通电



# 7.2组合机床动力滑台液压系统

## ➤ 系统基本回路

- ✓ **调速回路**: 采用了由限压式变量泵和调速阀的调速回路，调速阀放在进油路上，回油经过背压阀；
- ✓ **快速运动回路**: 采用限压式变量泵在低压时输出的流量大的特点，并采用差动连接来实现快速前进；
- ✓ **换向回路**: 采用电液动换向阀实现换向，并由压力继电器与时间继电器发出的电信号控制换向信号；
- ✓ **快速运动与工作进给的换接回路**: 采用行程阀实现速度的换接。
- ✓ **两种工作进给的换接回路**: 采用了两个调速阀串联的回路结构。

# 7.2组合机床动力滑台液压系统

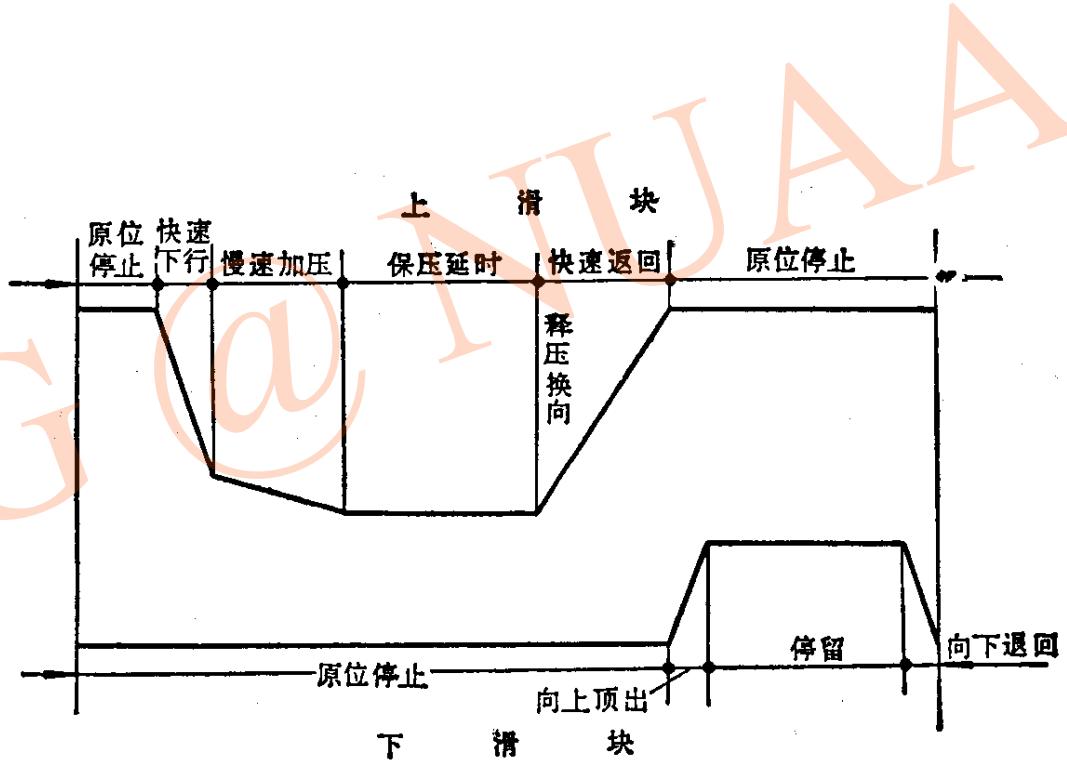
## ➤ 系统基本特点

- ✓ 容积节流调速，速度稳定性、刚性好及较大的调速范围。
- ✓ 回油路上有背压阀，滑台运动平稳，能承受一定的负值负载。
- ✓ 采用行程阀和顺序阀换速，动作可靠，换接平稳，位置准确。
- ✓ 采用串联调速阀的二次进给回路，且调速阀装在进油路上，启动和换速冲击小，刀具和工件不会碰撞，且利于YJ发讯。
- ✓ 采用死挡铁停留，提高位置精度

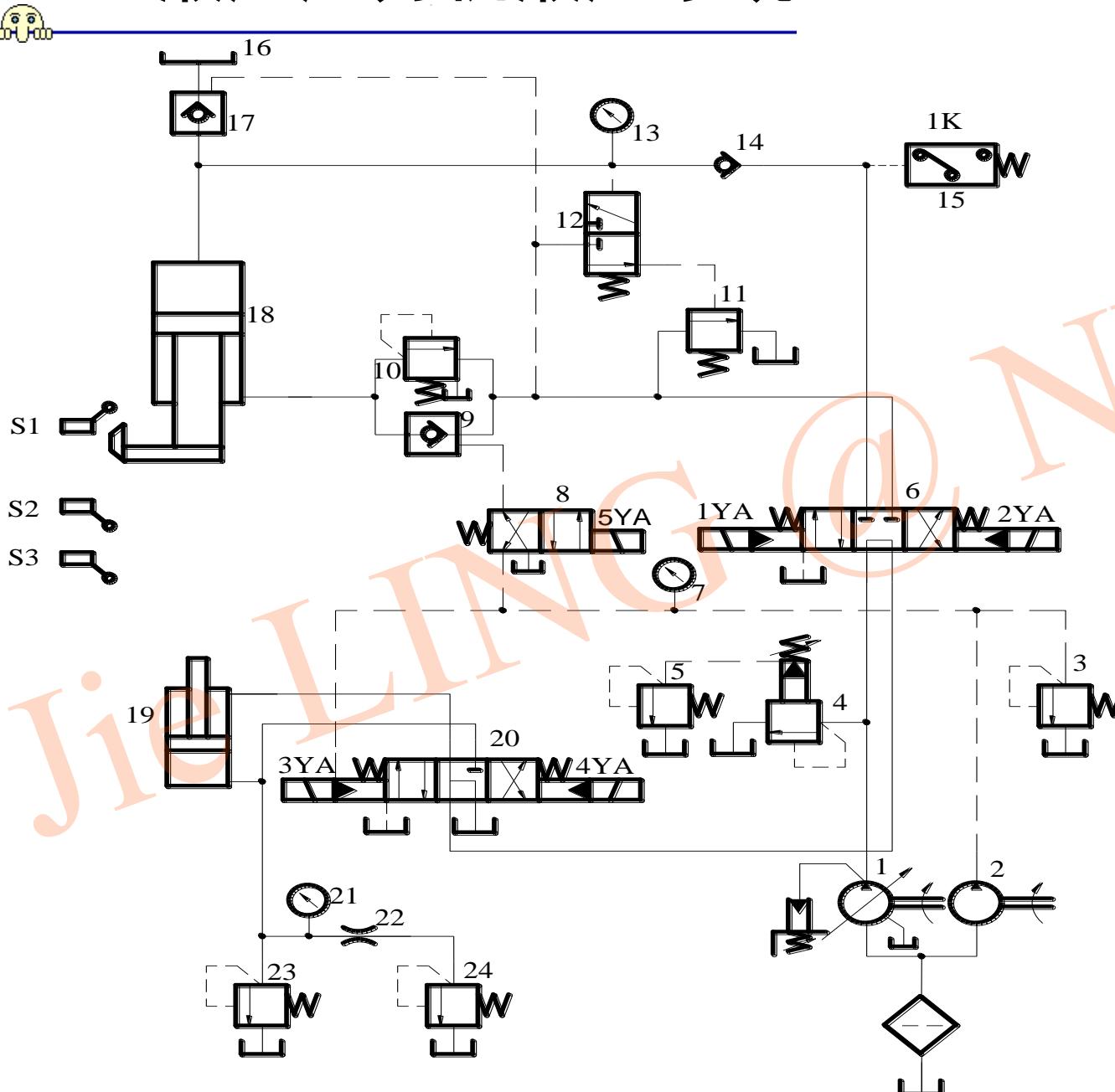
# 7.3 液压压力机液压系统



基本要求：



# 7.3 液压压力机液压系统

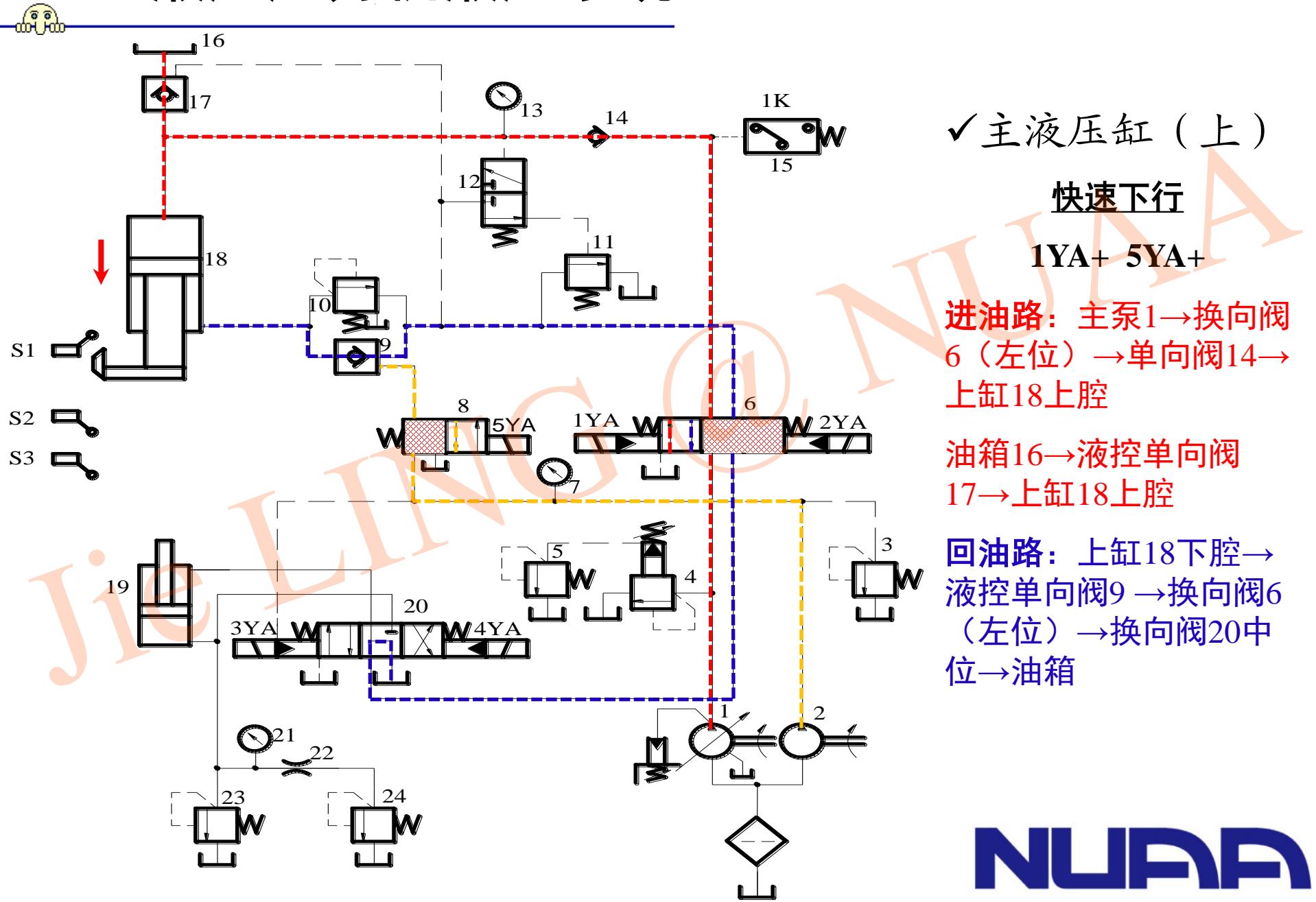


# 7.3 液压压力机液压系统

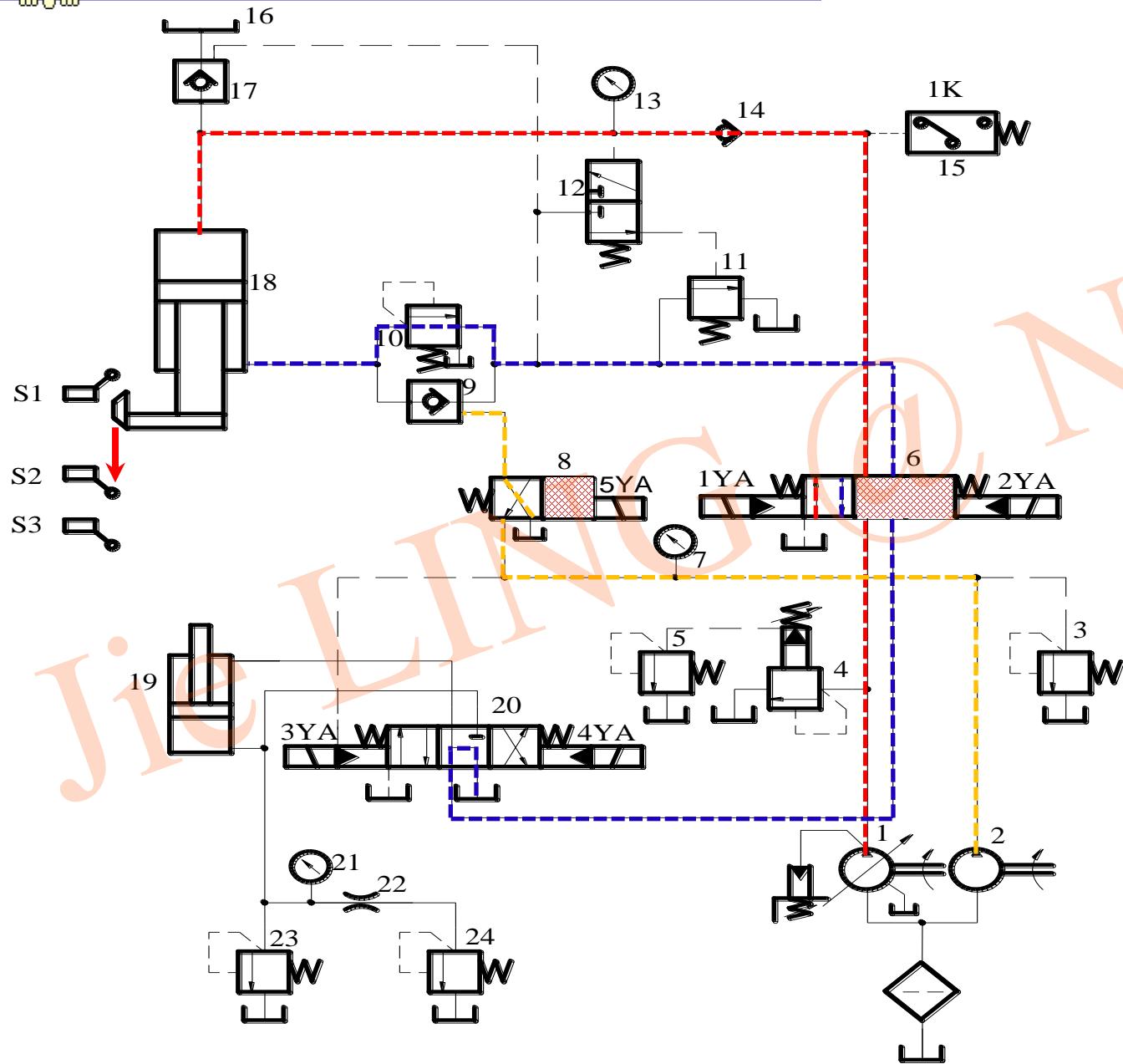
表10-2 YB32-200型液压机液压系统的动作循环表

动作名称	信号来源	液压元件工作状态			
		先导阀 3	上缸换向阀 7	下缸换向阀 2	释压阀 9
上滑块	快速下行	1YA通电	左位	左位	上位 中位 下位
	慢速加压	上滑块接触工件	中位	中位	
	保压延时	压力继电器 8 使1YA断电	右位	右位	
	释压换向	时间继电器使2YA通电			
	快速返回				
下滑块	原位停止	上滑块压行程开关使2YA断电	中位 中位 右位 左位 中位	中位 中位 上位 上位 中位	上位 上位
	向上顶出	4YA通电			
	停留	下活塞触及液压缸盖			
	向下退回	4YA断电、3YA通电			
	原位停止	3YA断电			

# 7.3 液压压力机液压系统



# 7.3 液压压力机液压系统



✓ 主液压缸（上）

慢速下行、加压

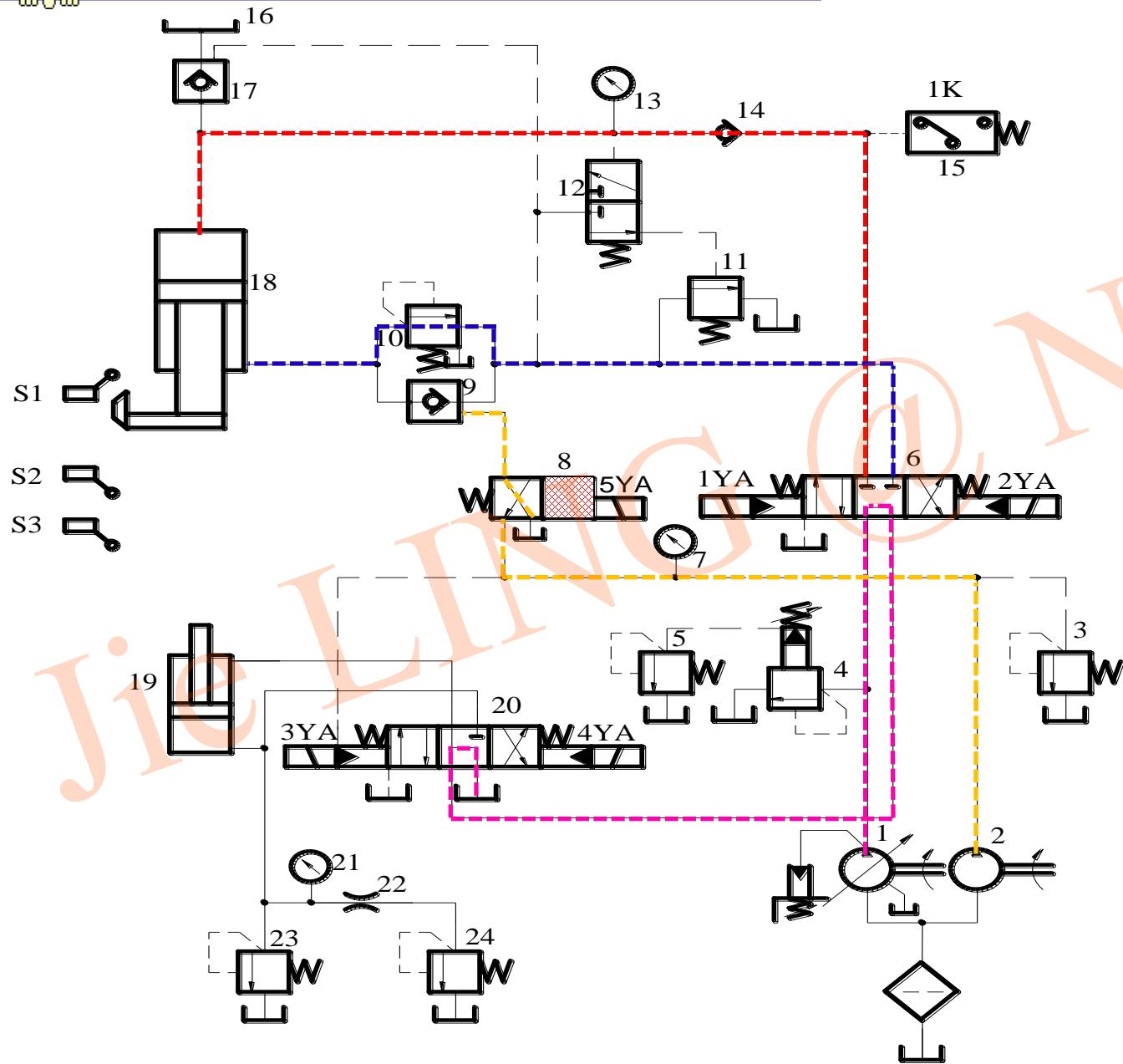
S2+ 1YA+ 5YA-

进油路：主泵1→换向阀6（左位）→单向阀14→上缸18上腔

回油路：上缸18下腔→背压阀10→换向阀6（左位）→换向阀20中位→油箱

NUAA

# 7.3 液压压力机液压系统



✓ 主液压缸（上）

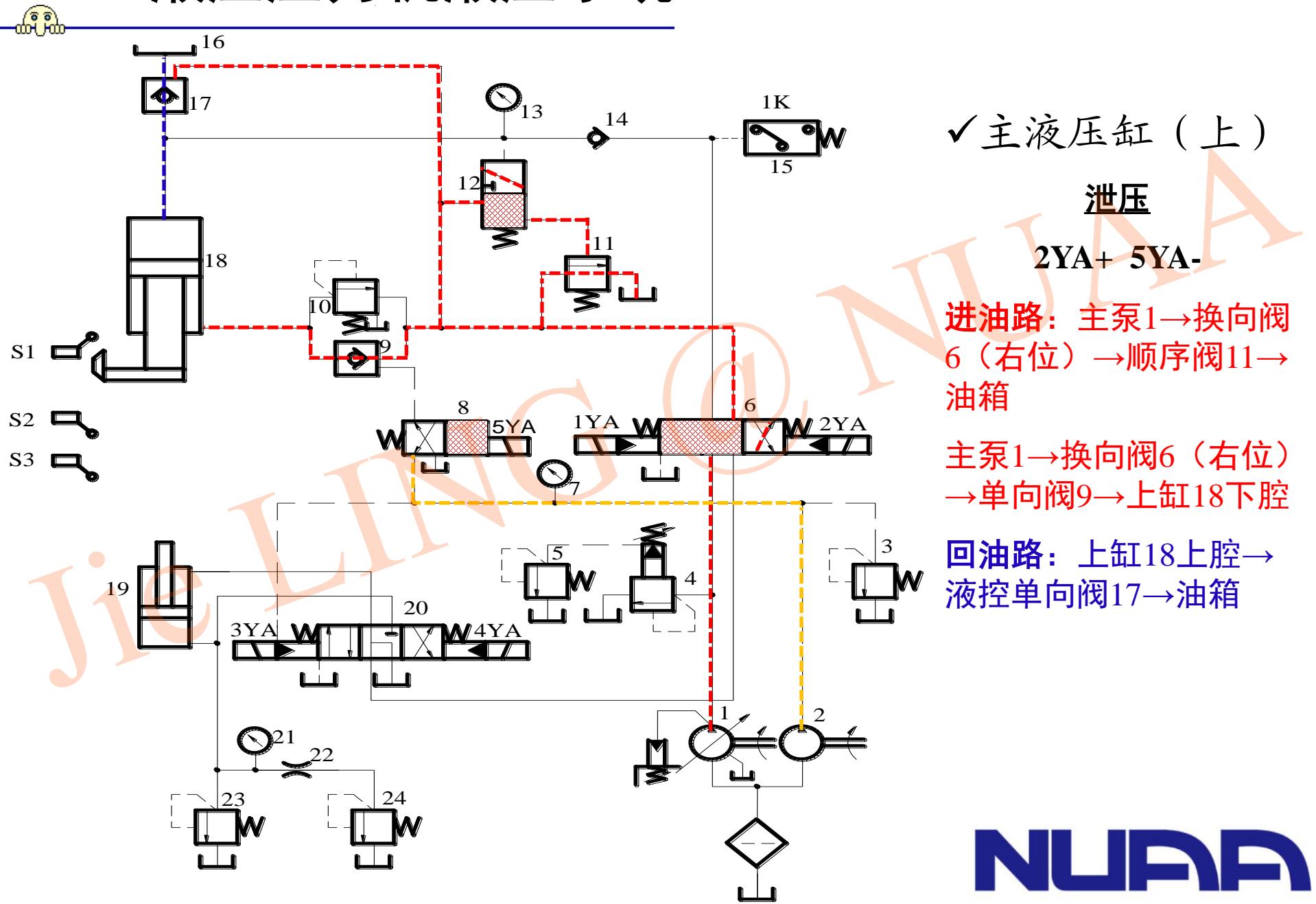
保压延时

15+ 1YA- 5YA-

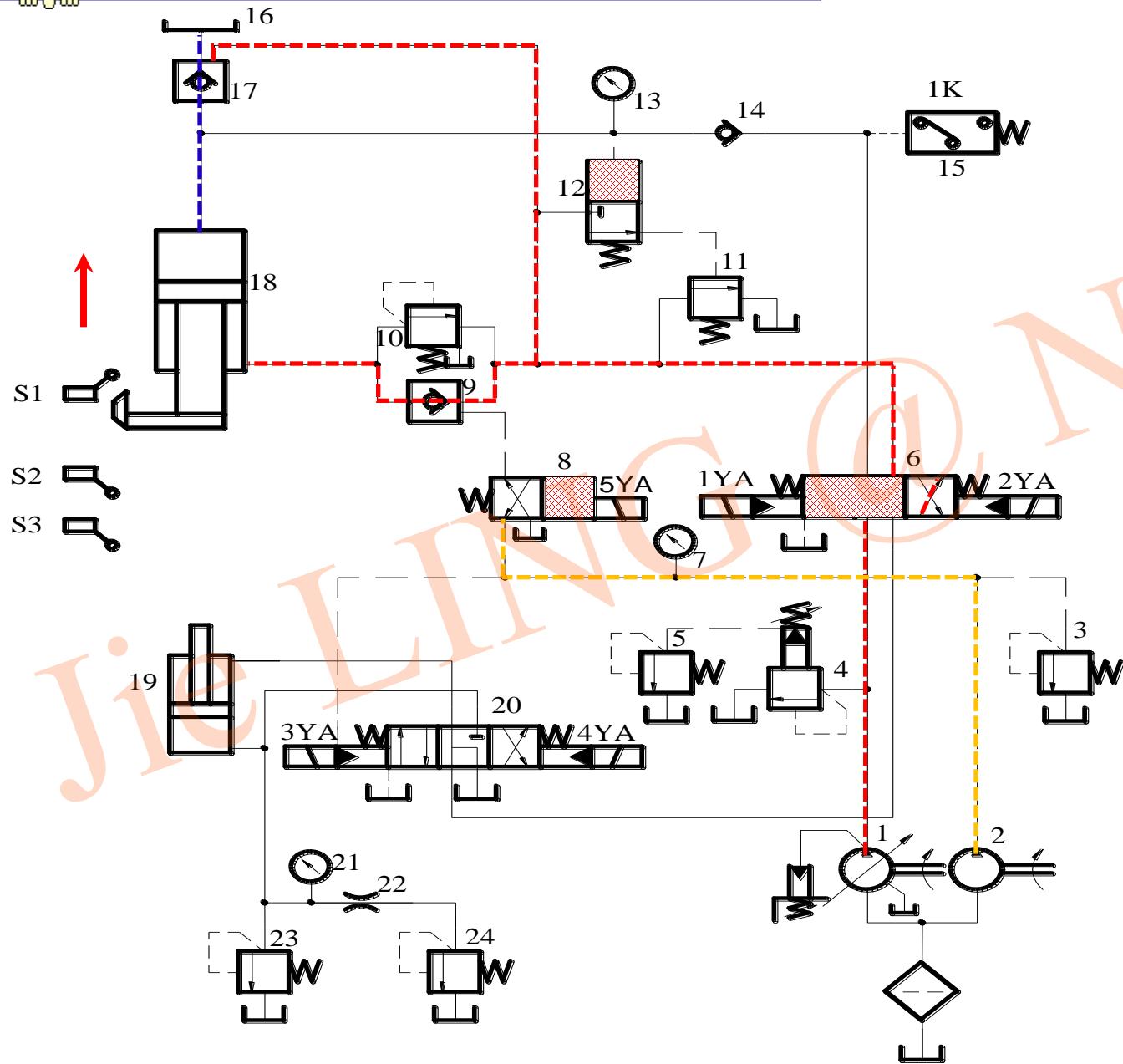
主泵1→换向阀6（中位）  
→换向阀20中位→油箱

NUAA

# 7.3 液压压力机液压系统



# 7.3 液压压力机液压系统



✓ 主液压缸（上）

快速返回

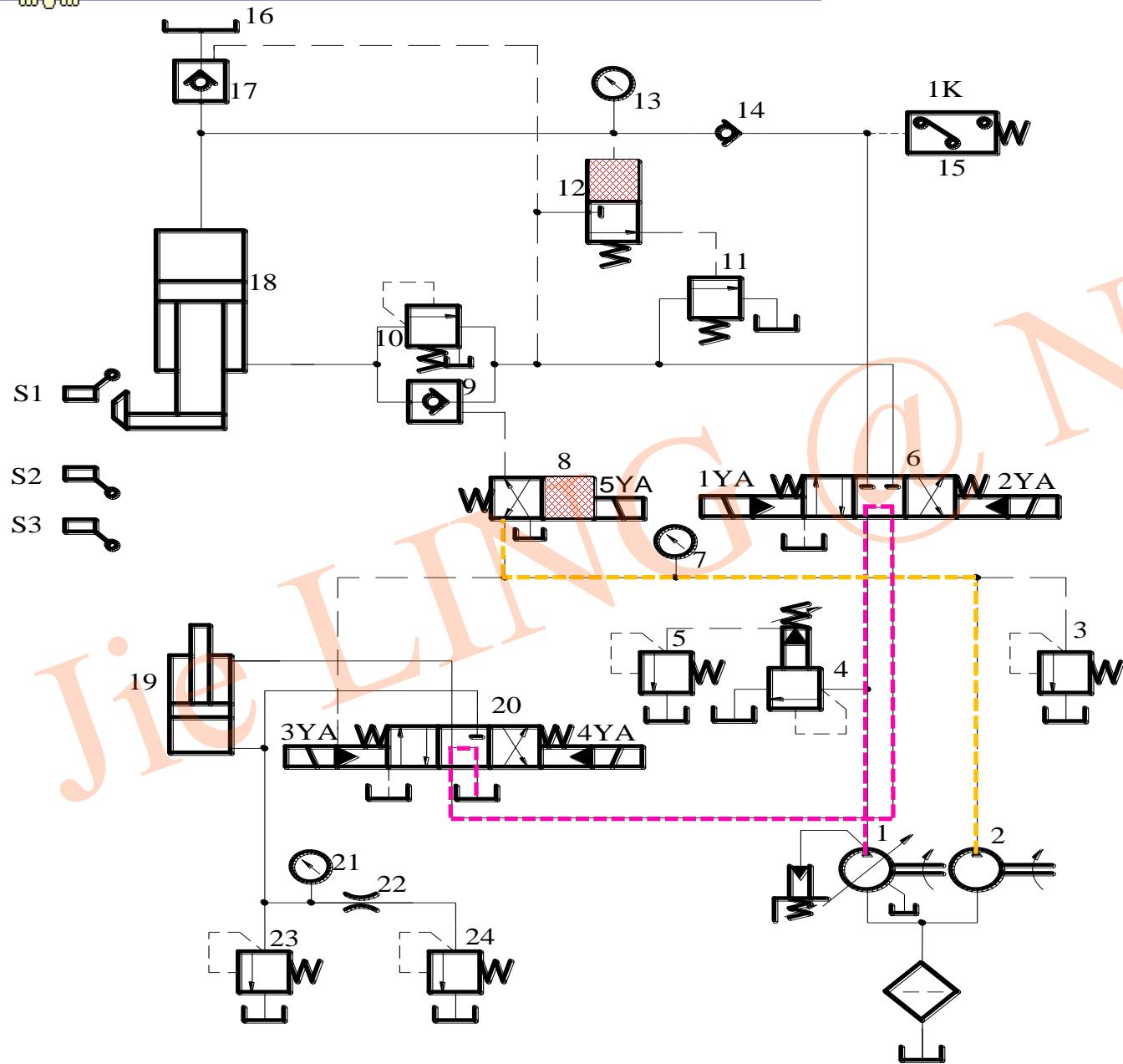
2YA+ 5YA-

进油路：主泵1→换向阀  
6（右位）→单向阀9→  
上缸18下腔

回油路：上缸18上腔→  
液控单向阀17→油箱

NUAA

# 7.3 液压压力机液压系统



✓ 主液压缸（上）

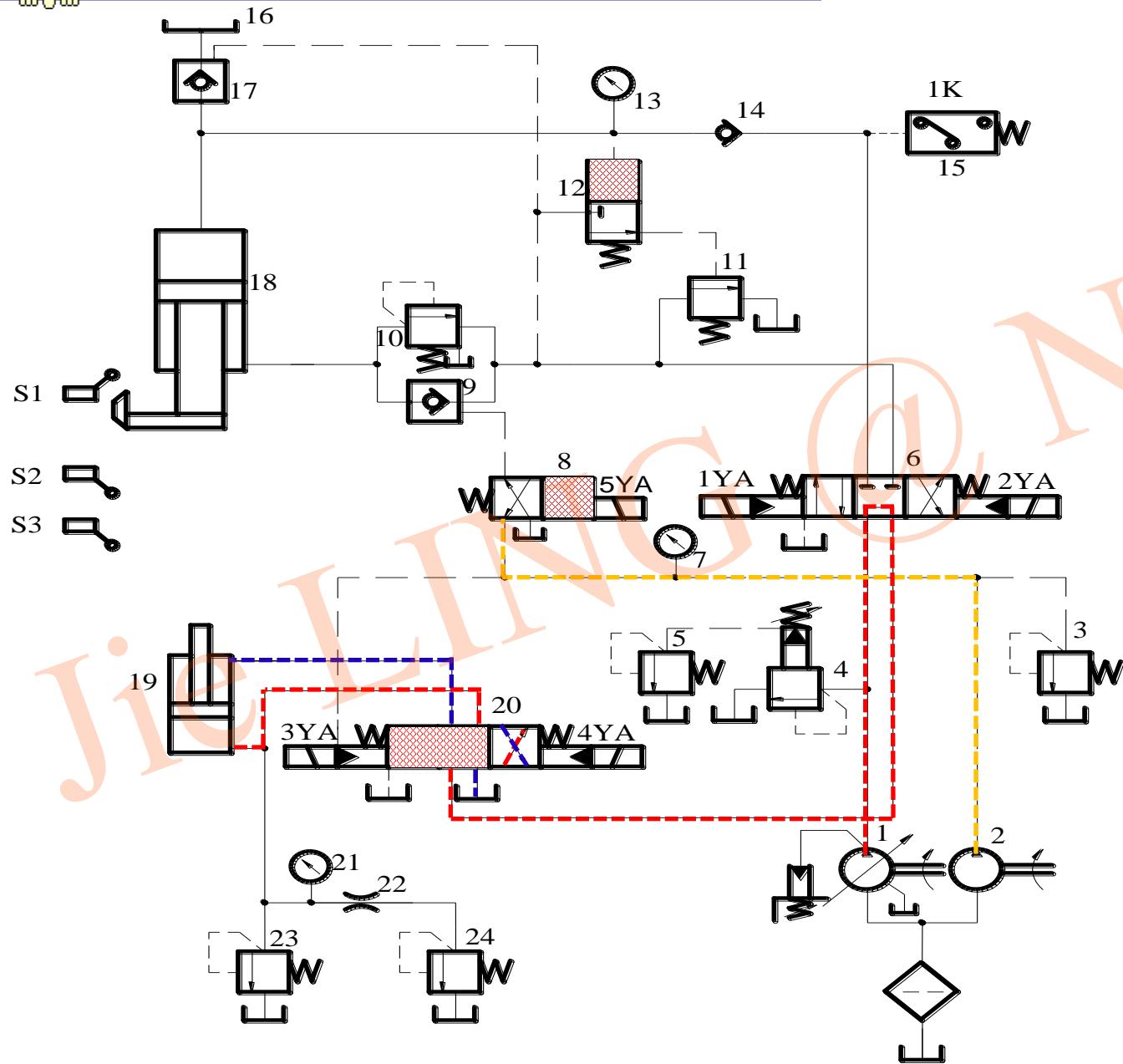
原位停止

S1+ 2YA- 5YA-

主泵1→换向阀6（中位）  
→换向阀20（中位）→油箱

NUAA

# 7.3 液压压力机液压系统



✓ 辅助液压缸（下）

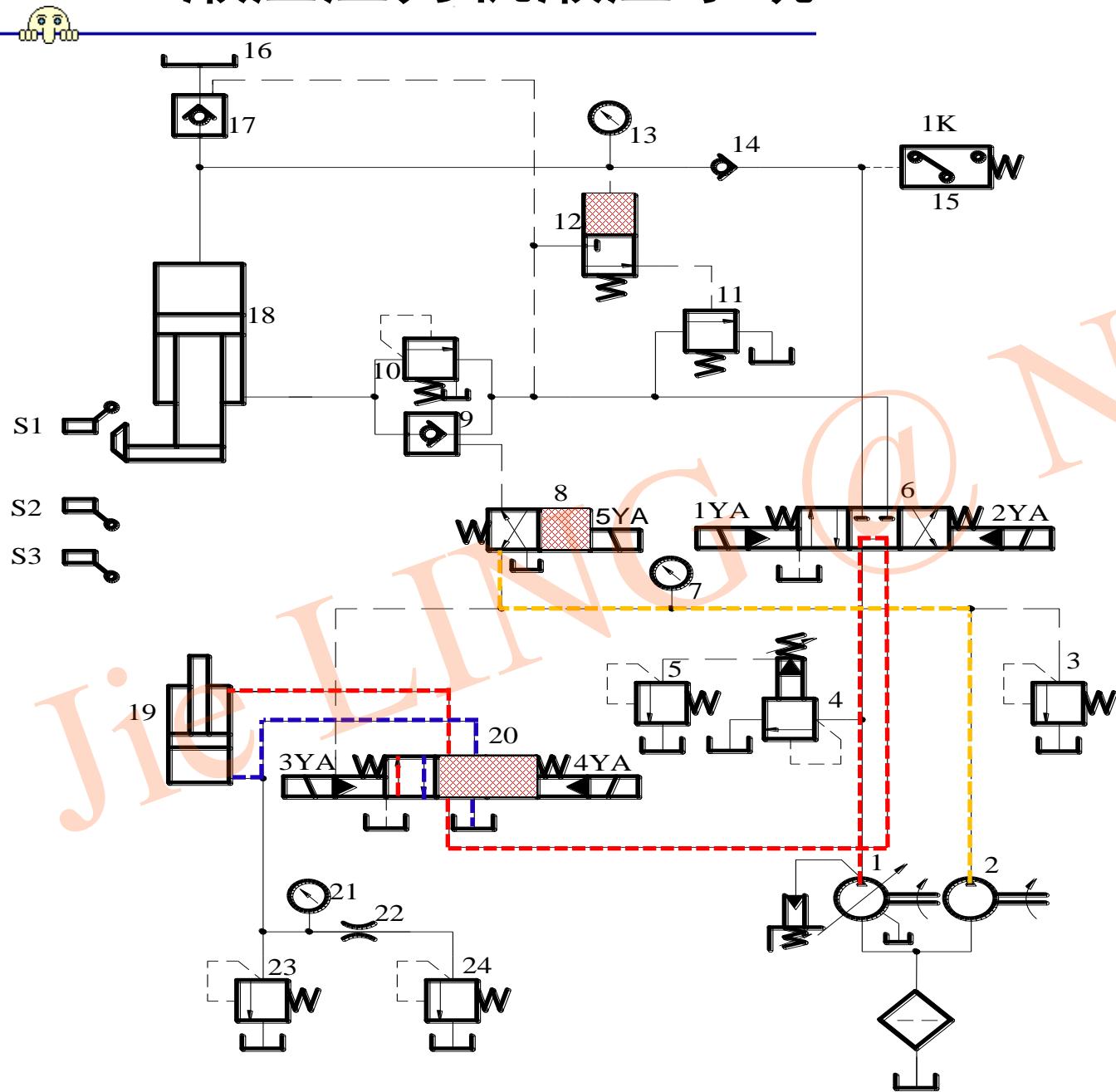
上行顶出、停留

4YA+ 5YA-

进油路：主泵1→换向阀6  
（中位）→换向阀20（右位）→下缸19下腔

回油路：下缸19上腔→换向阀20（右位）→油箱

## 7.3 液压压力机液压系统



## ✓ 辅助液压缸 (下)

# 下行退回

4YA- 3YA+

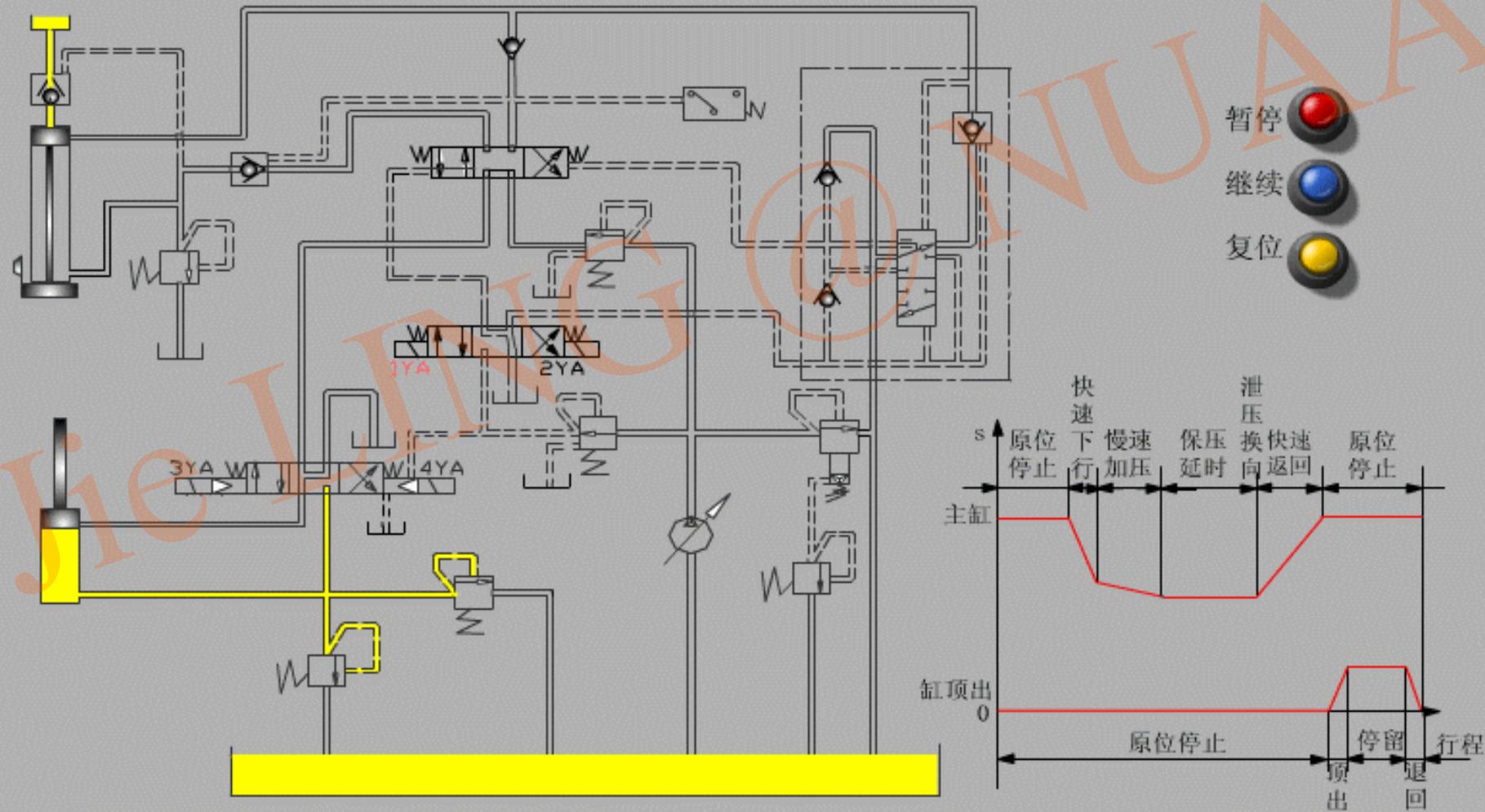
**进油路：主泵1→换向阀6  
(中位)→换向阀20(左位)→下缸19上腔**

**回油路：**下缸19下腔→换向阀20（左位）→油箱

# 7.3 液压压力机液压系统



## YB32-200型液压压力机



## 7.3 液压压力机液压系统



➤ 系统基本特点：

(1) 系统采用高压大流量恒功率(压力补偿)变量泵供油，并利用电液换向阀的中位机能实现空载启动及原位停止时的卸荷，这样既符合液压机的工作要求，又节省能源。

(2) 系统利用上缸活塞、滑块自重的作用实现快速下行，并利用充液油箱和液控单向阀对上缸充液，从而减小泵的流量，简化油路结构。

(3) 系统中采用了单向阀14保压及由外控顺序阀11和带卸荷阀芯的充液阀17组成泄压回路，结构简单，减小了由保压转换为快速回程时的液压冲击。

(4) 系统利用管道和油液的弹性变形来保压，方法简单，但对液控单向阀和液压缸等元件的密封性能要求较高。

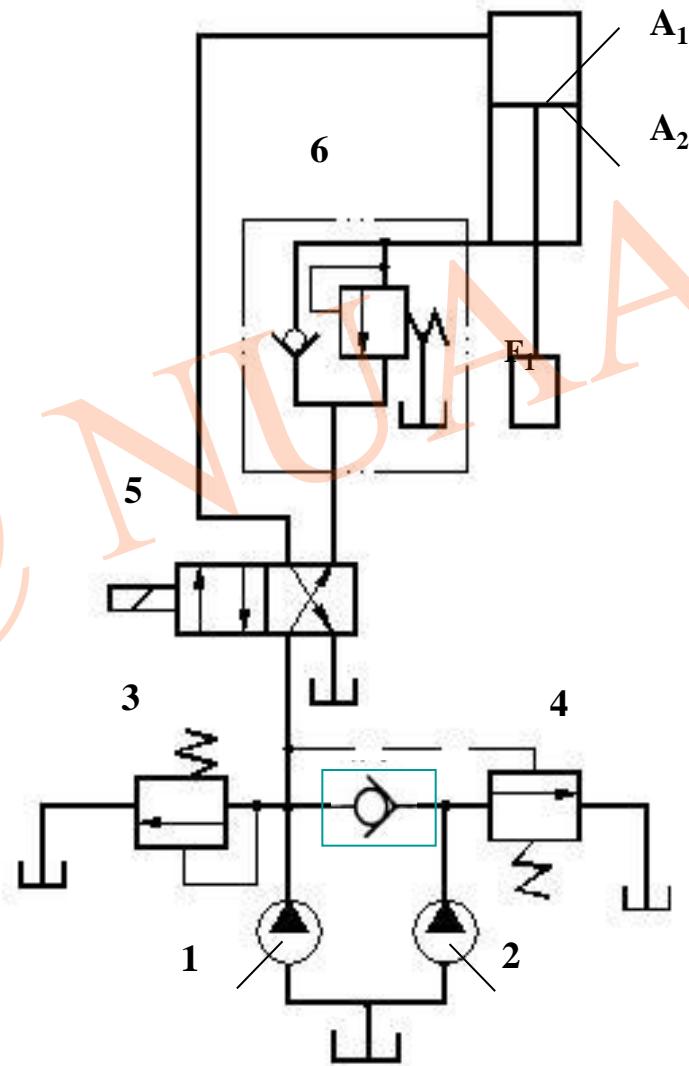
(5) 系统中上、下两缸的动作协调由两换向阀6和20的互锁来保证，以确保操作安全。

# 习题

- 系统分析
- 1、试分析图示压力机液压系统：

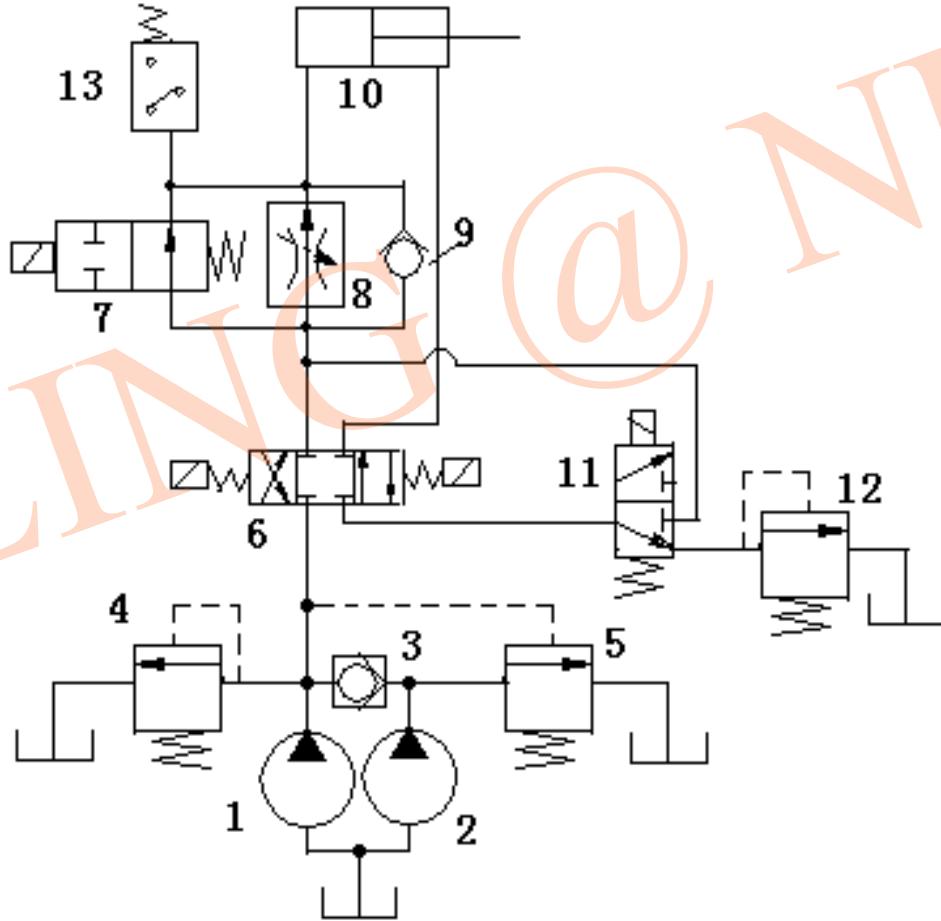
列出“快速下降→压制工件→快速退回→原位停止”各动作的进油路线和回油路线；

说明阀3、4、6的名称和作用，它们的调整压力各为多少？



# 习题

- 2、试分析下列液压系统图，列出系统快进、工进和快退的进油与回油路线，并说明该系统有哪些基本回路组成（不少于三个）。



# 习题

- 3、下图所示为一组合机床液压系统原理，该系统具有进给和夹紧两个液压缸，要求完成的动作循环如图所示。

- (1)根据动作循环列出电磁铁动作顺序表；(2)写出快进、二工进时的进、回油路线
- (3)说明蓄能器、阀10、阀8和阀21的作用；(4)写出系统中包含的至少3个基本回路

动作	1YA	2YA	3YA	4YA	5YA
原位停止	—	—	—	—	—
夹紧					
快进					
一工进					
二工进					
快退					

