

组合机床液压设计

大连组合机床研究所

组合机床液压设计

1972/12

大连组合机床研究所

目 录

前 言	
一、概 论	(1)
1.1 什么叫液压传动	(1)
1.2 巴斯加原理	(1)
1.3 液压传动的优缺点	(2)
1.4 液压系统的组成及其性能	(2)
1.5 液压传动在组合机床及其自 动线中的应用	(3)
1.6 液压传动用油	(4)
二、组合机床的液压传动	(6)
2.1 组合机床液压传动装置的基 本类型	(6)
2.2 组合机床液压系统的基本回路	(6)
一、无负荷回路	(6)
二、压力保持回路	(7)
三、顺序动作回路	(8)
四、增速回路	(9)
五、减速回路	(11)
六、减压回路	(11)
七、二次进给和多级进给回路	(12)
八、正反向进给回路	(14)
九、反压和支撑回路	(16)
2.3 组合机床液压集成回路	(16)
2.4 组合机床常用液压系统	(70)
(一) 管接式液压系统	(70)
1. 采用定量泵的液压系统	(70)
1) 进口节流进给液压系统	(70)
2) 出口节流进给液压系统	(72)
3) 进口节流分级进给液压系统	(73)
4) 双向进给液压系统	(73)
5) 输送带液压系统	(74)
6) 定位夹紧液压系统	(74)
7) 回转工作台液压系统	(75)
8) 进口节流带定位夹紧的进 给液压系统	(77)
9) 进口节流镗孔车端面液 压系统	(78)
10) 双动力部件双向工进液 压系统	(79)
11) 双动力部件进口节流进 给液压系统	(80)
12) 双动力部件二次进给液 压系统	(81)
2. 采用变量泵的液压系统	(82)
1) 进口节流进给液压系统	(82)
2) 出口节流进给液压系统	(83)
3) 输送带液压系统	(84)
4) 定位夹紧液压系统	(84)
5) 进口节流带定位夹紧二 工进液压系统	(85)
6) 一工进带回转工作台液 压系统	(86)
7) 进口节流双动力部件进 给液压系统	(87)
(二) 块式集成化液压系统	(88)
1) 进口节流一工进液压系统	(88)
2) 出口节流一工进液压系统	(93)
3) 双向进给液压系统	(96)
4) 定位夹紧液压系统	(98)
5) 辅助装置(输送、升降)液 压系统	(102)
6) 进口节流带位夹紧二工进 液压系统	(104)
7) 进口节流镗孔车端面液 压系统	(106)
8) 一工进带回转工作台液 压系统	(107)
9) 双动力部件(高、低压泵 分实现工、快进)液 压系统	(109)
(三) 叠加式集成化液压系统	(111)
1) 进口节流一工进液压系统	(111)
2) 进口节流二工进液 压系统	(112)
3) 双向进给液压系统	(113)
4) 进口节流镗孔车端面进 给液压系统	(114)
5) 带夹紧的进口节流一工 进液压系统	(115)
6) 带定位夹紧的进口节流一 工进液压系统	(117)
7) 进口节流进刀夹紧进给液 压系统	(119)
8) 定位夹紧液 压系统	(120)
9) 进口节流差动形式的进 给液压系统	(121)
10) 出口节流进给液 压系统	(121)
11) 进口节流进给液 压系统	(122)
12) 多动力部件集中控制液 压系	

统	(123)	2. 单向反压阀	(194)
(四) 通用液压传动装置	(126)	3. 电动换向阀	(195)
三、组合机床液压系统的设计与计算	(127)	4. 单向阀	(196)
1. 主机对液压系统的要求	(127)	5. 电动调速阀	(197)
2. 确定循环时间	(127)	6. 单向调速阀	(198)
3. 对环境、工作条件、精度的 要求及经济性的分析	(127)	7. 行程调速阀	(198)
4. 系统压力与流量的确定	(128)	8. 压力表开关	(199)
5. 拟定液压系统图	(129)	9. 过渡板	(199)
6. 油泵的计算与选定	(129)	10. 基础板 (单底板)	(200)
7. 选择液压元件	(131)	11. 基础板 (双联板)	(201)
8. 液压管道尺寸的选定和管路 系统压力损失的计算	(132)	12. 基础板 (多联板)	(202)
9. 油箱温升计算及油箱容量的 选定	(134)	13. 螺栓	(204)
10. 设计液压传动装置	(136)	§ 2 其它元件	(205)
11. 辅助元件的选择与计算	(136)	一、YB 定量叶片泵	(205)
四、液压系统和主要元件故障排除	(139)	1. YB型单级叶片泵	(205)
1. 系统产生噪音和杂音	(139)	2. YB型双联叶片泵	(206)
2. 系统爬行	(141)	二、YB变量叶片泵	(209)
3. 压力阀的故障及排除	(141)	1. YBN型变量叶片泵	(209)
4. 流量阀的故障及排除	(141)	2. YBN型变量叶片泵底板	(210)
5. 换向阀的故障及排除	(143)	三、油马达	(211)
附录 I		1. 榆次液压件厂齿轮油马达	(211)
§ 1 液压元件	(144)	2. 榆次液压件厂叶片油马达	(211)
一、板式液压元件	(144)	3. 天津液压件厂柱塞油马达	(212)
元件型号说明	(144)	四、蓄能器	(212)
安全阀	(147)	1. 皮囊式蓄能器系列	(212)
反压阀	(149)	2. 活塞式蓄能器系列	(213)
减压阀	(150)	五、电加热器	(213)
程序阀	(151)	六、水冷冷却器	(214)
支撑阀	(153)	七、DP型压力继电器	(214)
延时压力继电器	(155)	八、滤油器	(215)
换向阀	(156)	九、压力表	(218)
一、换向阀一览表	(156)	§ 3 通用零组件	(219)
二、换向阀技术性能	(159)	一、管接头	(219)
三、换向阀外形尺寸	(164)	二、泵装置	(227)
单向阀	(177)	1. 定量泵装置	(228)
调速阀	(178)	2. 变量泵装置	(231)
节流阀	(180)	三、油箱	(233)
行程调速阀	(181)	四、电气盒	(234)
行程减速阀	(182)	附录 II	
空气滤清器	(184)	一、常用计量单位的换算	(236)
垫板	(186)	二、液压传动中通用系列参数表	(238)
二、叠加阀	(193)	三、液压系统用油液粘度换算表	(240)
1. 压力阀	(194)	四、计算图表	(241)
		附录 III	
		液压系统图图形符号 (摘自国 家标准GB786-65)	(250)

前 言

在毛主席无产阶级革命路线指引下，随着我国国民经济的蓬勃发展，我国的液压技术得到了迅速的发展。因为液压传动与机械传动相比，它是一项较新的技术，并具有一定的优点，所以得到越来越广泛的应用。

为了满足组合机床及其自动线的液压设计的需要，我们编了这本《组合机床液压设计》。这本资料是在组合机床研究所原编ZD25-1、ZD25-2 液压传动设计指导资料的基础上，由凤群同志汇编的，并适当作了些增补。由于思想水平和业务水平所限，这本资料在内容上肯定会有错误和遗漏之处，恳切希望同志们把意见告诉我们，以便进一步改进我们的工作。

一、概 论

1.1 什么叫液压传动

液压装置中的油泵将电动机或其它发动机的机械能转变成工作油的流体能量（主要是压力能），给予工作油的流体能量具有压力、流量、方向三个基本参数，这些参数可用控制阀按所定的目的进行调整，然后再借助适当的执行机构（油缸或油马达），重新变成直线运动或回转运动的机械能。这种动力变换和传递的过程主要是以液压油为传递介质，故称为液压传动。

1.2 巴斯加原理

在静止的理想流体中，压力的传递具有以下三个基本性质：

1. 压力和作用面垂直。
2. 在各方向的压力都相等。
3. 在密闭的容器中加在静止流体的一部分上的压力，以相等的强度传给流体的其它部分。

如图1-1所示，当向断面积 1厘米² 的活塞加力30公斤时，根据巴斯加原理，这个压力以等值传到各点，因此作用在断面积 50厘米² 的大活塞上的力就是1500公斤。

$$p = \frac{P_1}{F_1}$$

$$W = F_2 \cdot p$$

式中： P_1 ——作用在小活塞上的力，公斤；
 F_1 ——小活塞的作用面积，厘米²；
 F_2 ——大活塞的作用面积，厘米²；
 p ——产生的压力，公斤/厘米²；
 W ——大活塞油缸产生的推力，公斤。

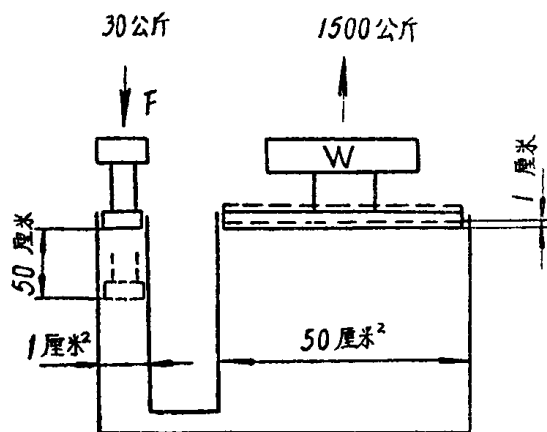


图 1-1

这时大活塞移动距离是小活塞移动距离的 $\frac{1}{50}$ ，对大活塞而言，力增大了但移动距离却减小了。

1.3 液压传动的优缺点

一、液压传动的主要优点：

1. 易于在很大范围内实现无级调速；
2. 易于实现低速大扭矩运动；
3. 易于实现过载保护；
4. 可以实现远距离控制；
5. 可以很方便地实现频繁的往复运动；
6. 同样的功率，与机械传动相比，液压传动装置的尺寸小、重量轻、动作快、惯性小；
7. 由于机件在油里动作，可自动润滑，所以使用寿命长；
8. 与机械、电气和气动元件配合，可实现动作自动化；
9. 液压元件可实现标准化、系列化、通用化，便于液压传动装置的设计、制造、维修和推广。

二、液压传动的主要缺点：

1. 难于避免的泄漏；
2. 由于油的粘度随温度而变化，造成工作机构运动的不稳定，故难于实现定比传动；
3. 液压系统中因渗入气体，工作中常会出现许多不正常现象，如噪音、震动和爬行等；
4. 液压系统出现故障时不易查找原因，但一经查出，则易于排除；
5. 液压零件的加工质量要求较高。

随着生产的不断发展，有些缺点会逐步得到克服，因此液压传动有着广泛的发展前途。

1.4 液压系统的组成及其性能

组合机床液压系统的组成与其它类型机床的大体相同，主要可分四部分。图 1.2 是构成这种传动装置的简图。

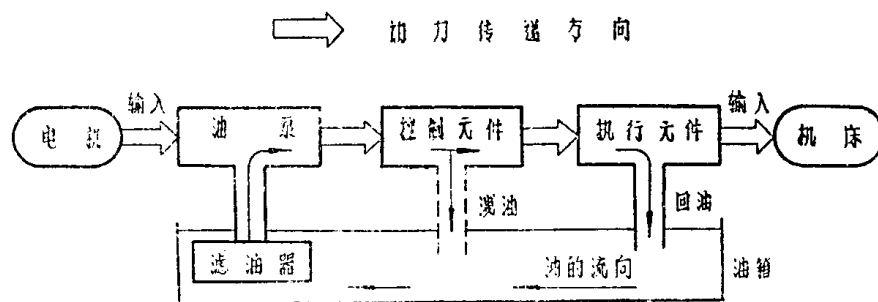


图 1.2

一、动力元件——油泵：它是通过电动机的驱动将机械能转变为液压能的一种能量转换装置，是液压系统的压力能源。组合机床液压系统中当前主要是采用叶片泵、变量叶片泵和变量柱塞泵等，均属容积式泵。常用压力为 $20\sim 63$ 公斤/厘米²，常用流量为 $4\sim 100$ 升/分，电机同步转速都为 1000转/分 或 1500转/分。

二、控制元件——液压阀：它是液压系统的重要组成部分，其种类很多，性能各不相

同。但大体可分为三类；

1. 压力控制阀：压力控制阀在液压系统中是用来控制液体压力的。它主要是依靠液体压力和弹簧力（或重力）平衡的原理设计制造的。根据在系统中所起作用的不同，压力控制阀又可以分为：

① 溢流阀——又称安全阀，在系统中可以根据是经常打开或偶然打开将二者加以区别，经常打开的称为溢流阀，偶然打开的称为安全阀。溢流阀根据其结构的不同可分为直接动作型和先导动作型。

② 顺序阀——又称程序阀，用来控制若干个机构（油缸、马达）按压力的高低实现顺序动作；另外较多的用于在双联定量泵液压系统中使低压泵卸荷。顺序阀按其结构的不同也分为直接动作型和先导动作型。

③ 减压阀——它的作用是使油路中某一支路的压力低于油源的压力并使此压力保持恒定。减压阀也有直接动作型和先导动作型之分。

2. 流量控制阀——流量控制阀在液压系统中控制从一孔口到另一孔口的流量，一般用来控制油缸、油马达的速度和分配各个支路的流量。

流量控制阀又可分为筒式节流阀及调速阀两种，前者的工作原理为调节油流通路的面积来控制油的流量。这种阀的优点是结构简单，调节范围大，其缺点是：当进出口压力差变化时会引起流量相应变化。后者因具有压力补偿装置使节流阀的入口和出口间的压力差能保持恒定，故具有流量不受负荷变化影响的功能，从而保证在切削负荷变化过程中进给速度的稳定。

3. 方向控制阀——方向控制阀用来控制油流方向，控制运动机构的起动、停止、加速、减速和运动方向的转换。方向控制阀分为换向阀与单向阀两种。换向阀按其结构又可分为滑阀式和回转式两种。对于滑阀式换向阀的称呼方法是根据阀的进出油口的数量和换向时的位置数来确定的。例如有5个通油口、3个换向位置的换向阀称为3位5通阀。单向阀的作用是限制油流的方向，其结构形式很多，如球阀式、锥阀式、滑阀式等。

三、执行机构——液压油缸（用于直线运动）；液压马达（用于回转运动）。

四、辅助元件——辅助元件包括油箱、滤油器、管接头、钢管（无管连接用的通道体等）、冷却器、加热器、压力继电器、蓄能器、压力表等。其中某些元件的详细工作原理和计算方法等在“组合机床液压系统设计与计算”部分详述，这里不再重复。

1.5 液压传动在组合机床及其自动线中的应用

组合机床是由通用部件及专用部件组成，用于加工一种（或几种）零件的一道（或几道）工序的高效率专用机床。它能完成的工艺范围很广，其中以钻、镗、铣三种工艺最多。

前面已经谈到了液压传动的一系列优点，目前液压传动在组合机床及组合机床自动线中也得到广泛应用。液压传动较机械传动易于获得较大的进给力，因而能适应组合机床多刀加工的要求。另外，液压传动可在很大范围内实现无级调速，工作平稳可靠，液压与机械、电气和气动元件配合可实现复杂的自动工作循环，因而能适应组合机床多种形式的加工要求。

在组合机床及其自动线中，液压传动主要可实现下述动作：

1. 动力部件的进给运动，可借助于电气挡铁或液压挡铁实现各种形式的工作循环；
2. 工件的定位、夹紧以及在自动线中工件的输送（包括提升、下降、输送、转位、翻转等）。

3. 加工后的自动检查、排屑以及润滑；
4. 移动工作台的移动和夹紧，回转工作台和回转鼓轮的转位、定位、夹紧；
5. 机械手运动的控制；
6. 立式和倾斜式组合机床的液压平衡。

1.6 液压传动用油

一般油的特性指标为：比重、燃点、酸值、灰分、颜色、流动性等六项，其中燃点和酸值对液压部件并无实用价值。对于机床液压系统中使用的工作油液应考虑的特性是：

1. 在运行温度和运行压力下，相对运动部件的磨损应最小，也就是说润滑性能要好。
2. 具有适当的粘度及粘度指数，在剪切力的作用下，粘度的变化值应小。
3. 油在长期使用过程中不会因受热和氧化而变质，不产生淤渣，粘度和含酸量也不会增加。
4. 在液压传动装置中使用时对金属的腐蚀性小，防锈性能要好。
5. 与水的分离性好。
6. 不会造成密封材料的膨胀和硬化。
7. 燃点高、挥发性小。
8. 产生泡沫少。
9. 压缩率小。
10. 有些使用场合要求具有不燃性或难燃性。

目前我所设计的组合机床及其自动线中的液压传动装置所采用的传动油为 20# 机械油，其特性：

相对粘度..... $^{\circ}E_{50} = 2.6 \sim 3.21$
 运动粘度..... $\gamma_{50} = 17 \sim 23$ 厘沲
 比 重..... $\gamma = 0.88 \sim 0.905$
 燃 点..... $170^{\circ}C$
 凝 固 点..... $-20^{\circ}C$

图 1-3 是国产油的粘温曲线，从图中可以查得各种牌号油在不同温度时的粘度（图中上稠化油，为了改善粘-温性能在油中加以添加剂，曲线较平）。

组合机床液压系统的最高允许温度为 $55 \sim 60^{\circ}C$ ，因为油的粘度随着温度上升而降低，当温度过高时会使油液变质，并氧化析出沥青，将滑阀堵塞，加快机构的磨损，增加泄涌，使

表 1-1

$^{\circ}C$	温 度 范 围	使 用 情 况
100		
50	危 险 温 度 区 域	绝 对 不 能 使 用
60		
70	临 界 温 度 区 域	很 快 缩 短 液 压 油 的 使 用 寿 命 ， 必 须 加 冷 却 器 ，
65		
60	注 意 温 度 区 域	否 则 无 法 工 作
55		
50	安 全 温 度 区 域	在 此 温 度 范 围 内 ， 液 压 传 动 装 置 工 作 最 好
46		
40	理 想 温 度 区 域	
30		
20	常 温 区 域	油 的 粘 度 较 大 工 作 效 率 较 低
10		
0	低 温 区 域	油 的 粘 度 太 大 ， 起 动 时 易 损 坏 油 泵 油 缸

整个液压系统失灵。因此，从保持液压系统应有的性能看，我们希望温升变化愈小愈好。为此，除了不断改进和提高液压元件性能外，还应改进液压油的性能（目前大连石油七厂已出产的20#液压油，其性能比20#机械油好，建议广泛应用）。更重要的是在工作使用过程中，采取必要的措施将油温控制在一定范围内，一般在30~55℃之间为最好，具体事项见图1-3

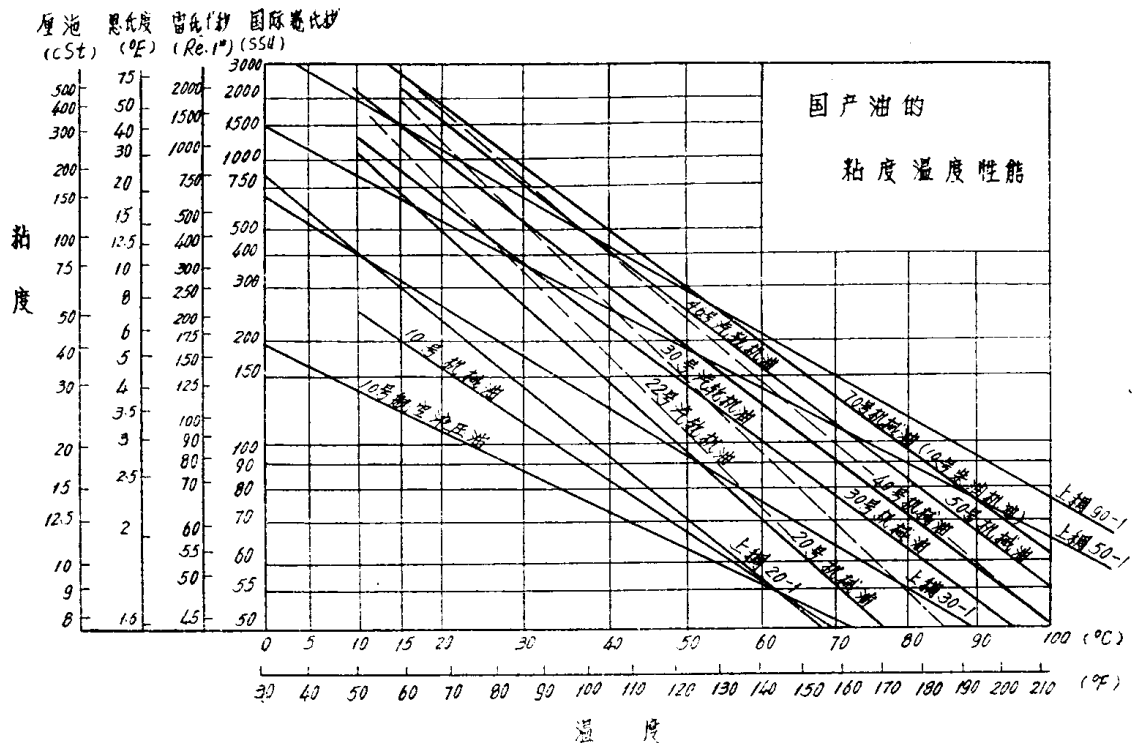


图 1-3

在使用过程中，一定要保证液压油的清洁，这样做的目的，除能延长液压油的使用寿命外，还能确保液压元件的正常工作。一般液压油的污染原因见表 1-2。

表 1-2 液压油污染原因及种类

污染原因	污染物的种类													
	金属粉	铸件存砂	灰	铁	焊渣	密封材料	橡胶类磨料	切削磨料	棉纤维	漆料片	压力油分化物	水分	其他液体	空气
清洗及组装不适当	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	○	—
保管及输送过程	—	—	○	○	—	—	—	—	—	○	—	○	○	—
维修的过程中	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	—	○	○	○
从装置内脱落及产生的	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	○

二、组合机床的液压传动

2.1 组合机床液压传动装置的基本类型

组合机床动力部件的传动方式有液压电气传动、机械电气传动或液压气动传动等几种。由液压电气传动的动力部件有自驱式液压动力头及他驱式液压动力滑台，后者是运用最广泛的组合机床液压动力部件。（自驱式）动力头的主运动和进给运动的驱动机构集中在动力头箱体上，并合用一个电机，因而结构紧凑，大多用在配置卧式组合机床，一般不用于立式，因为动力头箱体内充满液压用油，自身重量大，如用于立式机床，则配重较重，容易漏油，维修和调整都不方便。此外，动力头所能完成的工作循环比较固定，难于改变，同时也不易兼管除了自身进给运动之外的其它辅助动作，而需要另设独立的辅助系统，故近年来发展不大。而他驱式液压动力滑台的应用却愈来愈广泛，它不仅用来配置卧式组合机床，也可以配置立式组合机床，因为液压动力滑台有单独油箱，此油不仅对液压滑台的传动供油，也可用于定位、夹紧等辅助动作。

2.2 组合机床液压系统的基本回路

一台组合机床的液压系统虽然比较复杂，但是它总不外乎是由一些基本回路所组成。当然，实现同一个工作循环，可以有多种系统与之对应。这就需要经过分析对比而选择其中最佳方案。为使设计可靠合理，除选用一些典型回路外，还应根据需要加上一些专用回路和元件（或在典型回路上做些小的改动），以组成一个完整的系统。所以，熟悉一些已经典型化了的回路是十分必要的。将组合机床一些常用的液压系统事先分类，合理地使之典型化，对于加快设计速度、保证系统性能可靠是十分有利的。下面分别介绍一些典型回路，供设计时参考。

一、无负荷回路

在动作过程中，液压系统不需要大流量或机床处于非工作位置（如在原始位置）时，应使泵处于低压或无负荷卸荷，以减少功率损耗，延长泵的使用寿命，减少系统发热，确保液压系统能长时间连续正常工作。

1. 用二通滑阀使油泵卸荷的回路：如图 2-1 所示，在油泵的出油口处并联一个二位二通电动换向阀。需要卸荷时，电磁铁 CT 断电（或通电），使油泵的排油经换向阀流回油箱，这是一种简单易行的方法。换向阀流量要与泵流量相适应，不宜选得过小。

2. 用主换向阀使泵卸荷：如图 2-2 所示，是将变量泵的排油直接通主换向阀回油箱。这种方法简单，只适用于单泵驱动一个油缸的系统，主换向阀除选用 H 型外，M、K 型也能满足这种要求。

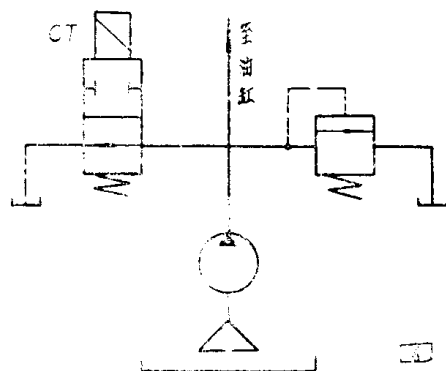


图 2-1

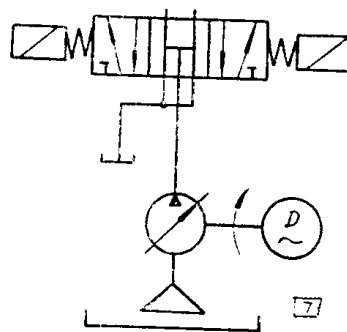


图 2-2

3. 用小电磁换向阀控制安全阀使泵卸荷：如图 2-3 所示，电磁换向阀 1 断电时，使安全阀 2 的控制压力腔通油箱，即压力控制失去作用。油泵排出的油以很低的压力（克服安全阀的主阀弹簧力），使泵排出的油流回油箱，其卸荷压力值的大小取决于主阀弹簧的强弱，一般在 2~4 公斤/厘米²。系统中除选用较小规格的电磁阀单独控制外，为使结构更为紧凑，可将电磁阀与安全阀组合在一起。

4. 用行程阀控制安全阀使泵卸荷：如图 2-4 所示，当油缸快退到原位后，压下行程阀 2，使安全阀 1 的控制压力腔通油箱，即压力控制失去作用。其卸荷原理与上述图 2-3 相同。

5. 用双泵系统低压卸荷的回路：在组合机床液压传动中，双联定量叶片泵应用得十分广泛。运动机构快速移动时需要大流量，双泵可同时工作，在加工和死挡铁停留时，只需很小的流量，即可使高压泵工作低压泵处于卸荷。图 2-5 为这种使低压泵卸荷的典型环节，其优点是功率损耗小、发热少。

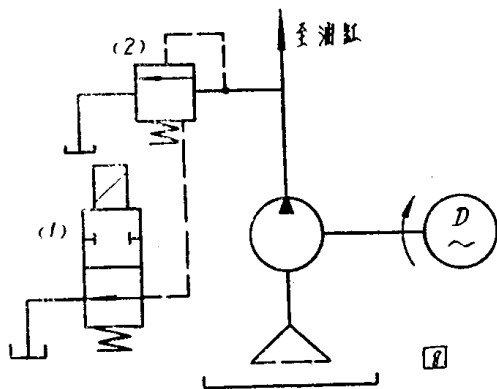


图 2-3

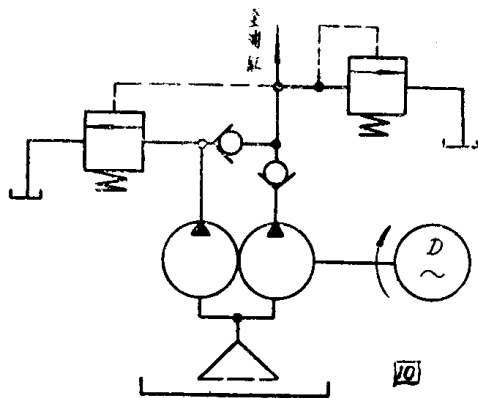


图 2-5

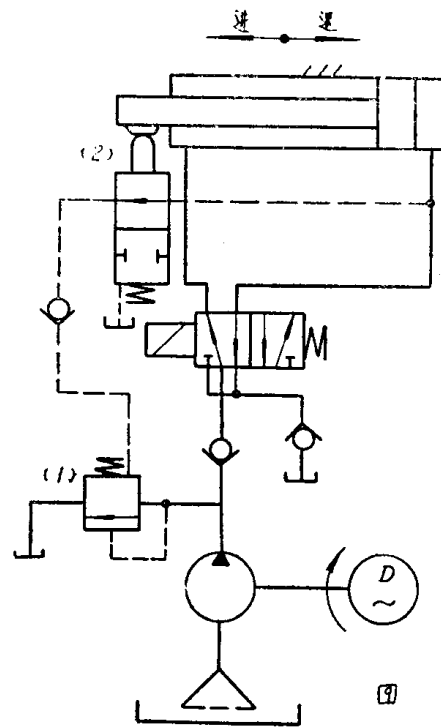


图 2-4

二、压力保持回路

为保证加工精度及避免发生事故，有些部件在处于加工、夹紧等位置时，需要保持一定的压力，并且使压力波动值保持最小。

1. 由泵和安全阀直接保持压力：如图 2-6 所示，油泵的供油压力由安全阀调节，其值的大小由负载大小决定。油泵排油除满足工作所需外，多余的油经安全阀流回油箱，变成热能，因而效率低。

2. 用蓄能器保持压力：如图 2-7 所示，大多是进给系统与夹紧系统共用一套泵驱动。当进给油缸移动时，系统压力下降，为此夹紧系统与进给系统用单向阀分开，其夹紧压力由蓄能器来保持。

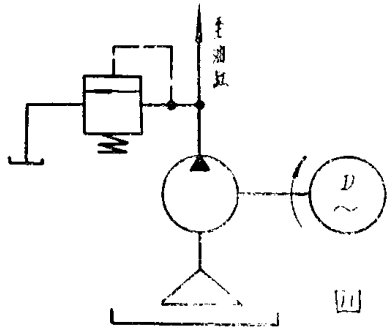


图 2-6

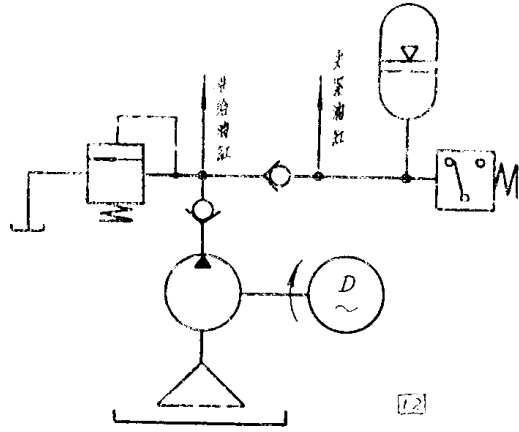


图 2-7→

3. 用压力阀保持压力：如图 2-8 所示，在两个以上的油缸用一套泵驱动时，其中油缸 A 需要保持压力，而油缸 B 移动时不致影响油缸 A 所要求的最低压力。其工作情况是：当油缸 A 移动时，高压泵 2 排出的油直接进入油缸 A。低压泵 1 排出的油经单向阀 7 进入油缸 B，并经单向阀 6 进入油缸，推动油缸 A 向前运动。在油缸 B 移动过程中，油缸 A 的压力不会低于阀 3 的调节压力。

三、顺序动作回路

用同一动力源驱动几个机构，而这些机构在运动过程中又需要按照严格顺序依次动作时（如回转工作台的抬起与回转、定位与夹紧等），应采用顺序动作回路。可以根据实际情况选择压力控制、行程控制和电磁控制等不同方法来实现。

1. 压力控制实现顺序动作：图 2-9 所示为用程序阀和单向阀组成的顺序动作回路，其动作顺序为：A 向前—B 向前—A、B 向后。

这样的回路在机床上是经常遇到的。例如要求工件先定位、后夹紧；加工结束之后，松开与拔销等。如图 2-9 所示，在电磁铁 1CT 接通后，压力油经孔 a 进入油缸 A 的左腔，推动活塞向前运动。运动到终点后，系统压力升高，打开程序阀 1，推动油缸 B 的活塞向前运动。当需要快退时，接通一下电磁铁 2CT，压力油经孔 b 推动油缸 B 和 A 的活塞向后运动至原位。因程序阀只能单方向起作用，故需并联一个单向阀 2，以保证油缸后腔排出的油通过单向阀流回油箱。这种顺序动作的可靠性在很大程度上决定于程序阀的性能和压力调节值。

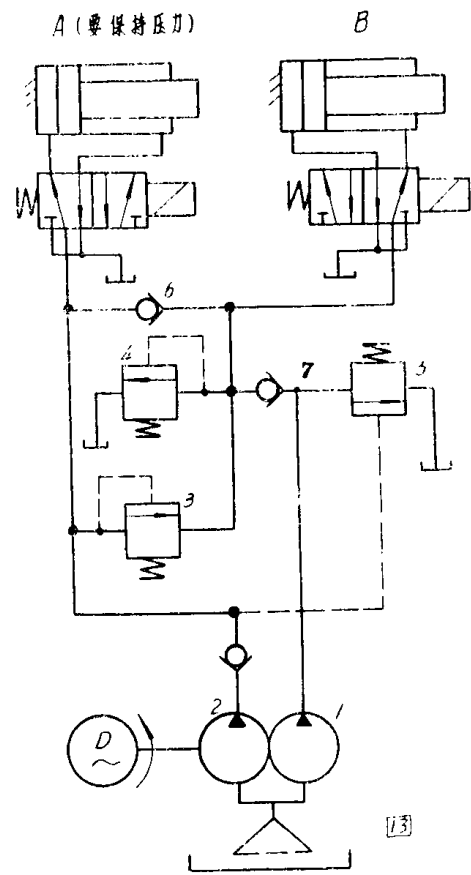
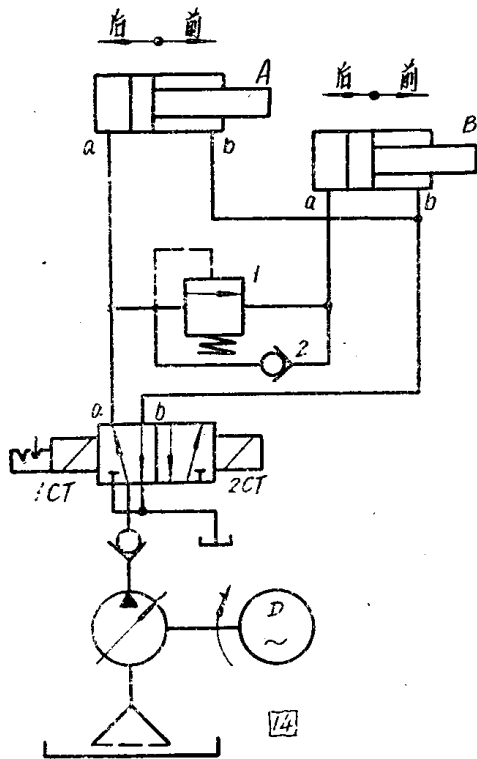


图 2-8

程序阀压力值应调节为：先动作的油缸移动时需要最大压力加 $8 \sim 10$ 公斤/厘米²，这样，才能保证在 A 缸移动过程中，程序阀 1 不打开。当 A 缸到达预定位置之后，压力升高 $8 \sim$

10公斤/厘米²时，程序阀才能打开。程序阀的调节压力与油缸A移动时所需的压力差值不能太小，否则程序阀可能在压力冲击下打开，或者系统压力下降到较低时，程序阀不能关死。程序阀的打开与关闭的压差值直接影响系统工作的可靠性。由于存在着上述问题，所以这种回路适用于顺序动作油缸不多且阻力变化不大的场合。



←图 2-9

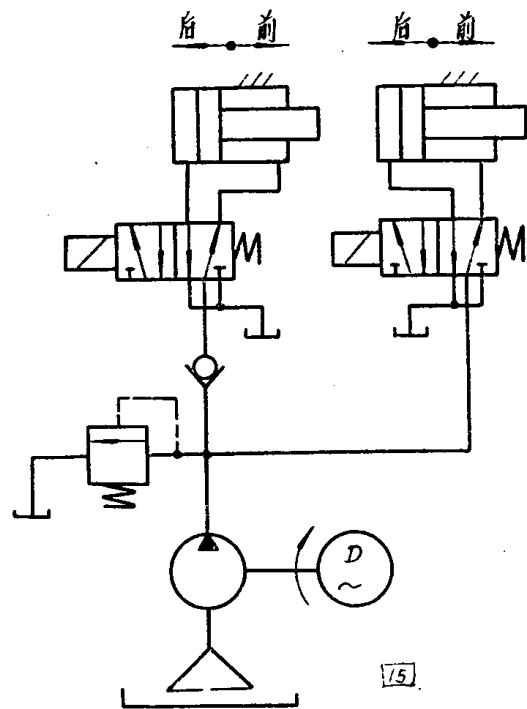


图 2-10

2. 用电磁阀控制实现顺序动作：图2-10所示回路是采用电磁换向阀实现油缸的顺序动作。其动作顺序是由电气线路来保证的。当用多种不同动作的油缸时，换向阀的数量与油缸的种类数相同，这种回路的优点是控制方便、使用可靠，但电气线路相应复杂。

3. 用行程控制实现顺序动作：如图2-11，当电磁铁 CT 接通时，压力油经孔 a 进入油缸 A 的左腔，推动油缸 A 向前运动，当运动到一定位置后，压下行程阀 1，使油缸 B 向前运动。这种回路能可靠地保证只有油缸 A 运动到指定位置后，油缸 B 才能向前运动，但改变动作的顺序比较困难。

四、增速回路

在满足液动机快进速度的要求下，又要减少泵的输油量，这时往往采用增速回路，在组合机床液压传动中大多采用差动回路或采用蓄能器回路。

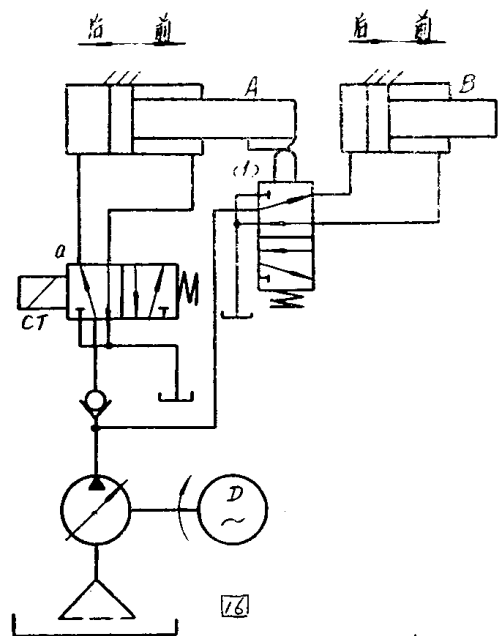


图 2-11

1. 用蓄能器加速的系统：如图2-12所示的回路，用于回路中瞬时需要大流量，在这一瞬时由油泵1和蓄能器3联合供油。停止时油泵向蓄能器供油，压力升高之后，控制压力阀2使油泵卸荷。

2. 差动回路：油缸向前快速移动时，油缸后腔的油也进入油缸前腔，由于前腔面积大，所以能推动油缸向前运动。采用差动连接以后，速度增大了，但推力却相应减弱了。当移动件的重量比较大时，不推荐采用这种回路。

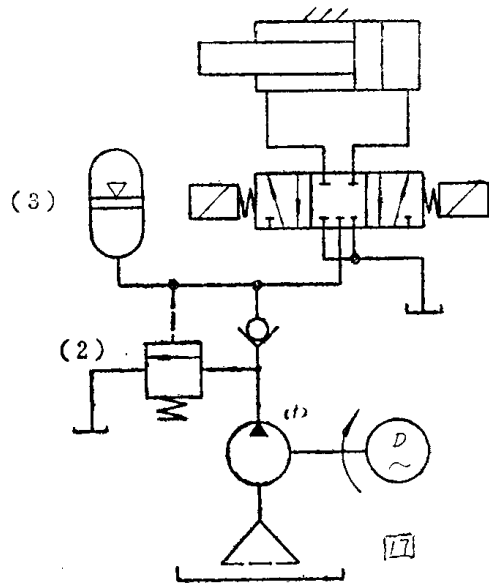


图 2-12

图2-13所示为采用二位三通换向阀实现差动。油泵1排出的油经换向阀3进入油缸前腔，后腔排出的油也经换向阀进入油缸前腔，实现差动。图2-14所示为采用二位五通换向阀实现差动的回路。

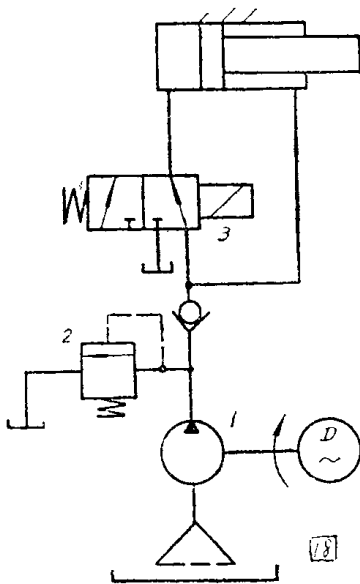


图 2-13

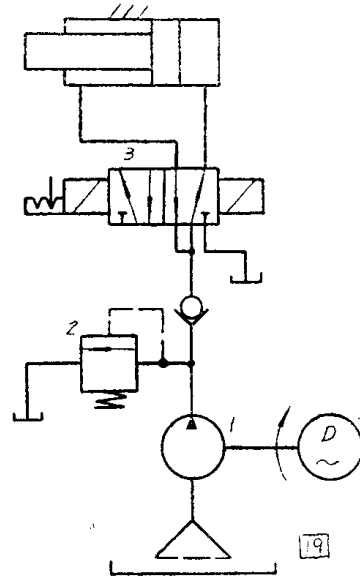


图 2-14

上述两种方法主要是利用换向阀，适用于油缸只有快速向前或向后运动的辅助系统。

在进给系统中，除快速移动外，还有进给（切削）运动。图2-15所示为进给差动系统，快进时高低压泵同时向油缸前腔供油，后腔排油也流入前腔实现差动。当工作进给时，高压泵参加工作，低压泵卸荷。此时后腔的油经反压阀6、程序阀3（阀已处于打开状态）流回油箱。

图2-16也是采用差动回路的进给系统。当电磁铁1CT、2CT通电时，压力油经换向阀进入油缸前腔，后腔排出的油也随同一起进入前腔实现差动。2CT断电后，压力油经换向阀、滤油器、调速阀、换向阀进入前腔实现工作进给。后腔的油经换向阀、反压阀回油箱。行至终点撞死挡铁后压力升高，压力继电器发信号切断1CT接通2CT实现快退。

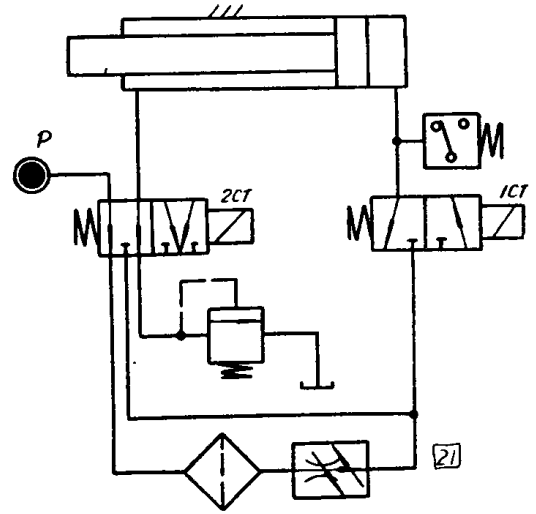
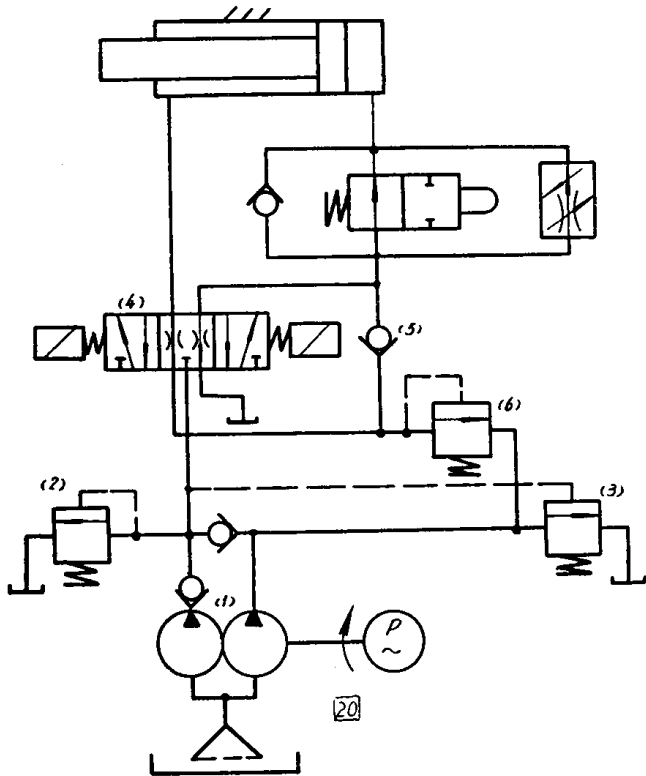


图 2-16

←图 2-15

五、减速回路

减速回路大多用于自动线的输送装置或回转工作台的液压系统中。在快速行程到终点前，需经减速缓冲，一般采用行程减速阀或采用行程开关控制电动换向减速阀来实现。如图 2-17、2-18 所示。

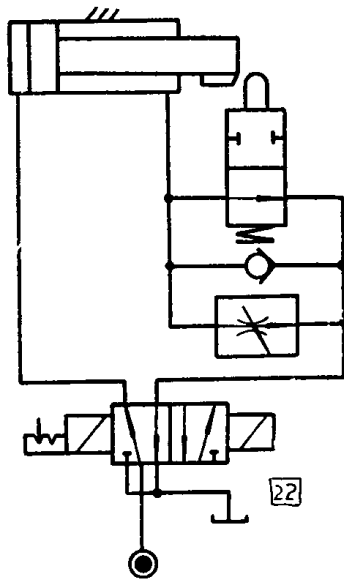


图 2-17

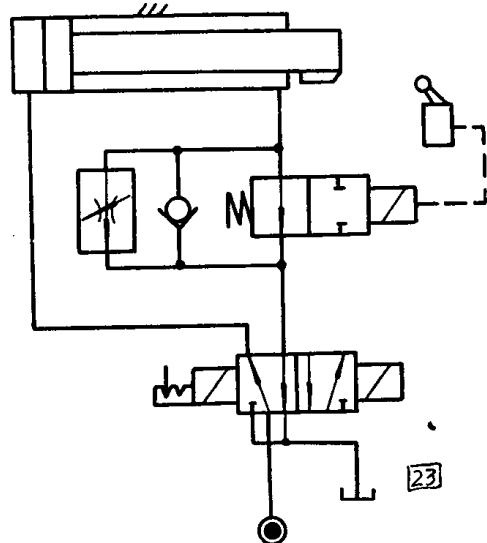
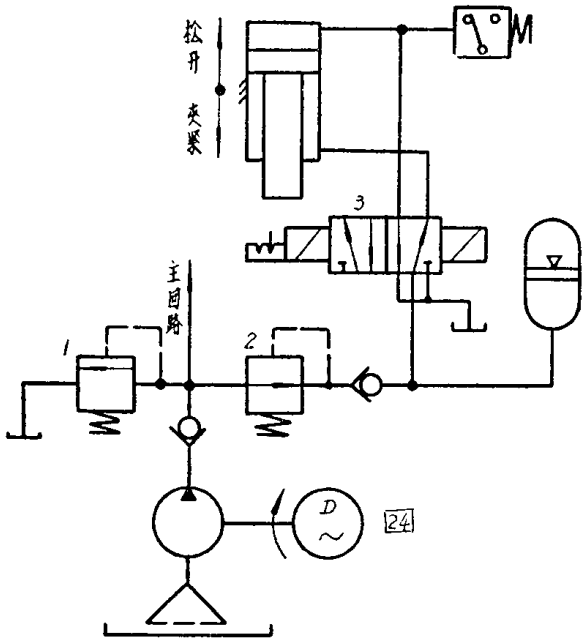


图 2-18

六、减压回路

当液压系统中的某一局部需要在低于限压回路所限制的压力下工作时，应采用减压回路。如机床中的工件夹紧、镗孔车端面液压系统中的车端面回路的压力常常低于主油路中的压

力。此时就采用减压阀使支油路中的压力降低到所需要的数值。图 2-19 是一种一般的减压回路，主回路的压力由安全阀 1 给定，夹紧油缸在减压阀 2 减压后的低压下工作。当安全阀 1 的调节压力一定时，减压阀的出口压力可以在 5 公斤/厘米² 以上到低于安全阀调节压力 5 公斤/厘米² 以下的范围内调节。只要保证上述条件，减压阀出口压力与安全阀的调节压力无关。当安全阀的调节压力低于减压阀的调节压力时，减压阀不起作用。



←图 2-19

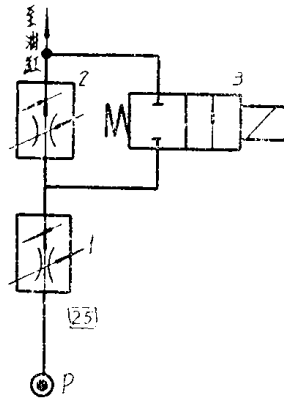


图 2-20

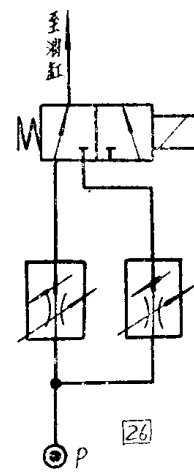


图 2-21

七、二次进给和多级进给回路

当被加工工件需要进行加工，同时又要刮端面或倒角时，组合机床的进给液压系统需要二次进给（一般第一次进给量比第二次进给量大）。二次进给可采用如下几种方法来实现：

1. 图 2-20 所示为一种调速阀串联的环节。调速阀 1 用于第一次进给节流，调速阀 2 用于第二次进给节流。当运动机构需要第一次进给时（如孔加工），使换向阀 3 的电磁铁通电，压力油通过调速阀 1、换向阀 3 进入油缸。转为二次进给之后（如刮端面），换向阀 3 的电磁铁断电，油经过调速阀 1 和 2 进入油缸、实现第二次工作进给。

第一次进给和第二次进给的速度可由调速阀 1 和 2 分别进行调整，但是第二次进给只能小于第一次进给的速度。

2. 图 2-21 所示为一种调速阀并联的回路。图示位置为第一次进给的情况，压力油经调速阀进入油缸。当换向阀的电磁铁通电时，压力油经调速阀进入油缸，实现第二次进给。其优点是：第一次与第二次进给速度不致互相影响，但是在转换第二次进给时，由于实现第二次进给用的调速阀内的减压阀开口较大，瞬时未起减压作用，会造成突然前冲，所以这种系统目前用得较少。

图 2-22 和图 2-23 所示为调速阀并联的另一种方案，使压力油进油缸之前，在调速阀中通油，以避免过渡现象的影响，消除前冲现象。这两种方案虽然可靠，但有能量损失。

3. 图 2-24 所示为带二次进给的行程进给阀回路，采用行程控制，位置精度比较准确，电气线路相应简化。因为行程进给阀装在滑座上，所以液压油温升对进给的稳定性影响小，用在卧式组合机床上时调整方便，但用在立式机床上时调整不太方便。

4. 图2-25所示是采用计量泵以调速电阻 VR_n 改变伺服马达的转速来控制流量。用调速电阻 VR_n 和开关 SW_n 来选择进给油缸的速度等级。因而，速度等级由调速电阻 VR_n 的个数来决定，用一台带伺服马达的计量泵，实际上可得无限个速度等级。一般是有几个进给速度就要装几个调速阀，以分别确定进给过程中的进给速度。这样，回路就要变得复杂，而且装置本身体积变大，价格高昂。此外，进给油缸的速度还可进行程序控制，这是另一优点。比如：进给速度的顺序为A、B、C、D、E，可以改为D、A、E等任一顺序，用电路控制极为容易。另外，用压力补偿式计量泵进行多级进给的复杂动作可消除跳跃现象，达到平稳进给。安装位置也可任意选择，计量泵可装在机械装置最适合的地方，而调速电阻则可装在操作最方便的地方。调速阀必须装在操作方便的地方，在调速阀和液动机之间需要安装较长的油管，管路变得复杂，尤其是在微量调速时，由于油的压缩性，油管的膨胀等，经常引起油缸爬行等故障，用计量泵式遥控调速则可解决这个问题。

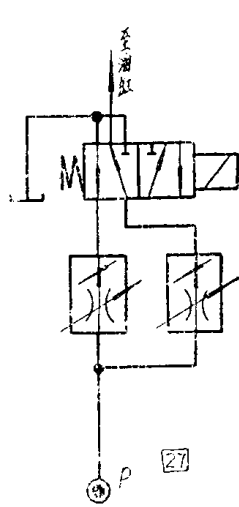


图 2-22

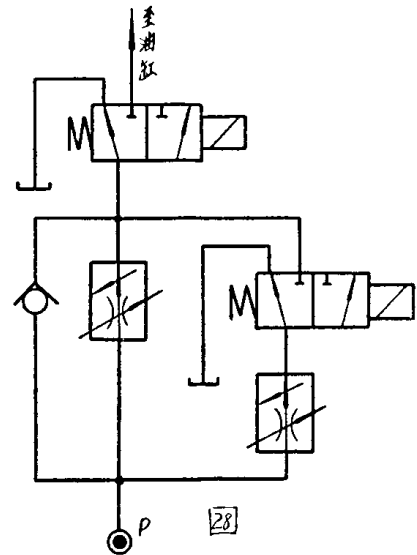


图 2-23

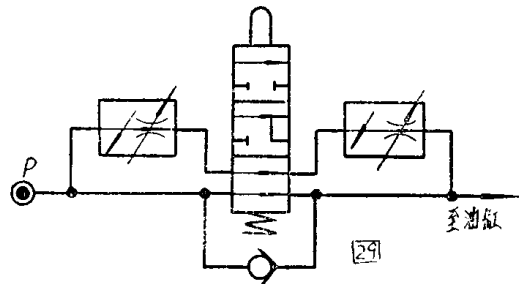


图 2-24

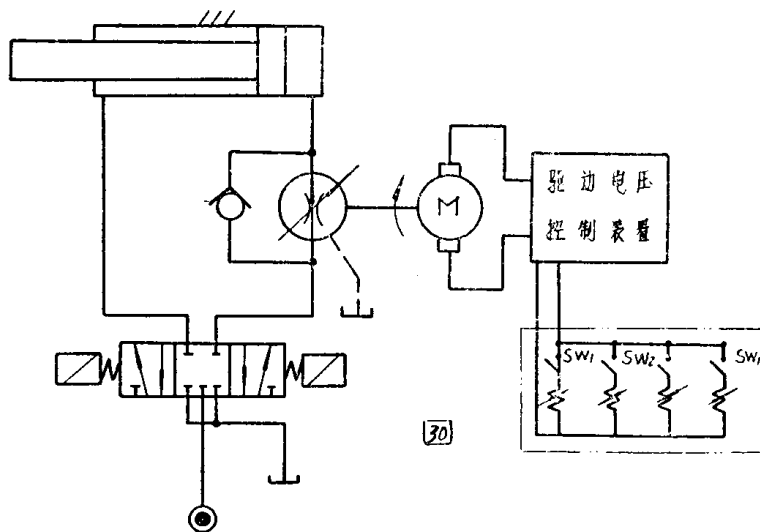


图 2-25