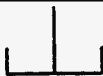
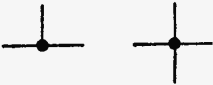
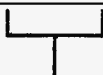
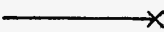
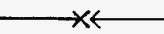
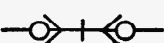


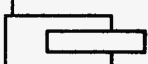
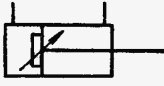
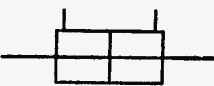
液压线路识图

常用液压系统图形符号 (GB786--76)

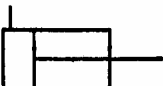
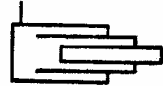
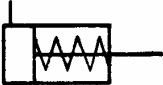
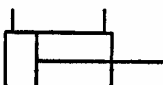
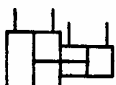
一、管路及连接

名 称	符 号	名 称	符 号
工作管路		管口在油面之上的通油箱管路	
控制管路			
泄漏管路		管口在油面之下的通油箱管路	
管路连接点			
连接管路		接油箱底部的管路	
交叉管路		堵头	
		压力接点	
软管连接		带二个单向元件的快速接头组	

二、泵、马达及缸

名 称	符 号	名 称	符 号
单向定量液压泵		双向定量液压马达	
双向定量液压泵		单向变量液压马达	
单向变量液压泵			
双向变量液压泵		双向变量液压马达	
摆动马达		单作用柱塞式缸	
单向定量液压马达		双作用单向缓冲式缸	
		双作用双活塞杆缸	

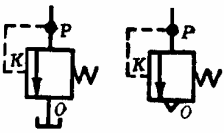
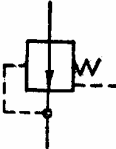
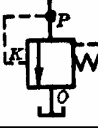
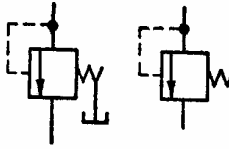
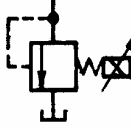
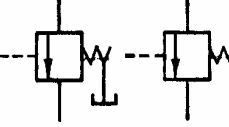
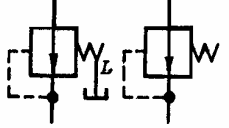
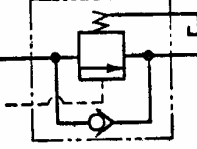
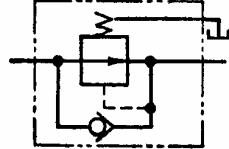
(续表)

名 称	符 号	名 称	符 号
单作用活塞式缸		双作用差动式缸	
单作用伸缩式缸		双作用伸缩式套筒缸	
单作用弹簧复位缸		相同介质增压缸	
双作用单活塞杆缸		不同介质增压缸	

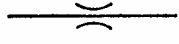
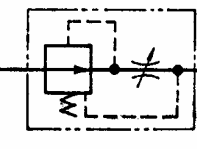
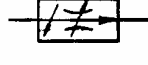
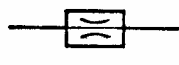
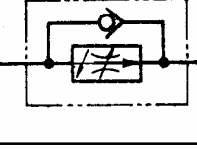
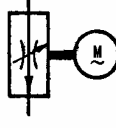
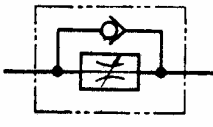
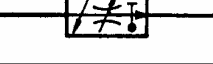
三、控制方式

名 称	符 号	名 称	符 号
手柄式人工控制		先导式液压控制	
转动式人工控制		单线圈式电磁控制	
按钮式人工控制		顺序动作式 电液复合控制	
脚踏式人工控制		伺服控制	
弹簧式机械控制		交流单向旋转式 电动机控制	
顶杆式机械控制		直流双向旋转式 电动机控制	
滚轮式机械控制		三位定位机构	
直控式液（气）压控制		机械反馈机构	

四、压力控制阀

直控溢流阀		外控减压阀	
外控溢流阀		直控顺序阀	
比例式溢流阀		外控顺序阀	
定压减压阀		单向外控顺序阀	
单向定压减压阀			

五、流量控制阀

固定节流器		调速阀详细符号	
可调节流器		调速阀简化符号	
固定式节流阀		单向调速阀	
可调节流阀		可调试计量阀	
单向节流阀			
温度补偿调速阀			

(续表)

名 称	符 号	名 称	符 号
溢流节流阀详细符号		分流阀	
溢流节流阀简化符号		集流阀	
比例式调速阀		分流--集流阀	

名 称	符 号	名 称	符 号
常闭式二位二通阀		二位五通阀	
常开式二位二通阀		三位三通阀	
单向行程换向阀		三位四通手动换向阀	
二位三通阀		三位四通液动换向阀	
二位四通阀		三位四通电磁换向阀	

(续表)

名 称	符 号	名 称	符 号
二位四通电液换向阀 详细符号		带阻尼器的三位四通电液换向阀 详细符号	
二位四通电液换向阀 简化符号		带阻尼器的三位四通电液换向阀 简化符号	
四位四通手动转阀		单向元件	
三位五通阀		单向阀	
二通伺服阀		液(气)控单向阀	
三通伺服阀		开关	
四通伺服阀		梭阀	
		液压锁	

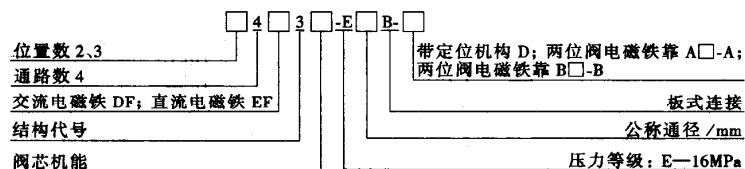
七、辅助和其他装置

名 称	符 号	名 称	符 号
一般油箱		交流电动机	
充压油箱		直流变速电动机	
蓄能器		油温调节器	
弹簧式蓄能器		管路加热器	
重锤式蓄能器		冷却器	
非隔离式气体蓄能器		初过滤器	
隔离式气体蓄能器		精过滤器	
非隔离式气体传送器		指针式压力表	
隔离式气体传送器		带电接触点的指针式压力表	
一次雾化油雾器		流量计	
过滤器--减压器--油雾器 详细符号		直读温度计	
过滤器--减压器--油雾器 简化符号		带电接点温度计	
压力继电器		转速表	
		压力源	

注：表格中两图并列者，左图用于液压、右图用于气动。

2^D 3^E F3 型电磁换向阀

型号意义:



阀 芯 机 能

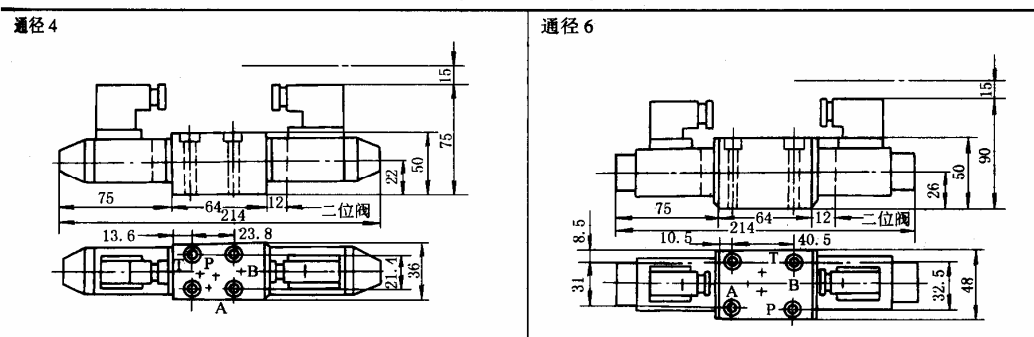
O		M		B		M		JP		H		YX	
P		N		P		N		JC		J		K	
Y		X		Y		X		B		C		O	
H		YX		H		YX		B		M		JP	
J		K		J		K		P		N		JC	
C				C		O		Y		X			

技 术 规 格

通径 /mm	额定 压力 /MPa	最高使用压力 /MPa		通过 流量 /L·min ⁻¹	使用 油温 /℃	油液 粘度 /m ² ·s ⁻¹	重量/kg		使用电压/V		激磁功率/W		通电持续 100%/h ⁻¹	
		P、A、B □	T□				单电 磁铁	双电 磁铁	直流	交流	直流/W	交流/VA	直流	交流
4	16	20	6.3	6	10~60	(7~320) × 10 ⁻⁶	1.0	1.5	24 110	110 127 220	12	30	3000	3000
6				25			1.8	2.3			19	48		
10				60			3.9	4.9			26	60		
16				80			8.6	11.0			36	75		

注: 生产厂: 广州机床研究所、石家庄液压件厂、佛山液压件厂、南通液压件厂、高行液压件厂。(GE 系列产品)

外 形 尺 寸



阅读液压系统图的方法

现在用液压传动的设备很多，型号也很杂。但是，每一台设备上都有一本说明书，每一本说明书中都有一份该设备的液压系统图。我们不但通过说明书要了解该设备的结构、性能、技术规范、使用和操作要点。而且通过液压系统图，还应该了解该设备液压传动的动作原理，了解使用、操作和调整的方法。因此学会看懂液压系统图，对一个操作和修理液压设备的工人、技术人员来说，是非常重要的，下面我们介绍阅读液压系统图的要求、方法和步骤。

液压系统图是表示该系统的执行机构所实现的动作的工作原理。在此图中，各个液压元件及它们之间的连接或控制方式，均按规定的符号-----职能符号（或结构形式符号）-----画出。在使用一台液压设备时，首先要阅读该设备的液压系统图，以求较透彻的了解它的工作原理，正确使用它。在调整或检修一台液压设备时，可根据液压系统图分析各种元件应有的作用或参数，及应有的合理数值，从而推论出产生某种故障的可能原因，或确定进一步试调的方案。可见，正确阅读液压系统图，无论对于液压设备的使用、检修、调整、排除故障，都有重要作用。下面介绍阅读液压系统图的要点和步骤，并进行实例分析，较系统地复习本篇所述的基本内容，和掌握阅读系统图的方法和步骤。

一、阅读液压系统图的要求

1. 应很好的掌握液压传动的基础知识，了解液压系统的基本组成部分、液压传动的基本参数等。

2. 熟悉各种液压元件（特别是各种阀和变量机构）的工作原理和特性。

3. 熟悉油路的一些基本性质及液压系统中的一些基本回路。

4. 熟悉液压系统中的各种控制方式及液压图形符号的含义与标准。

除以上所述的基本要求以外，还要多读多练，特别要多读各种典型设备的液压传动系统图，了解其各自的特点，这样就可以起到“触类旁通”、“举一反三”和“熟能生巧”的作用。

二、阅读液压系统图的方法和步骤

1. 尽可能了解或估计该液压系统所要完成的任务，需要完成的工作循环，及为完成工作所需要具备的特性。

根据系统图的标题名称，或液压系统图上所附的循环图及电磁铁工作表，可以估计该系统实现的运动循环、所要具有的特性或应满足的要求，当然这种估计不会是全部准确的，但它往往能为进一步分析找出一些头绪，作一些思想准备，为下面进一步读图打下一定的基础。

2. 查阅系统图中所有的液压元件及它们的连接关系，并弄清楚各个液压元件的类型、性能和规格，估计它们的作用。

查阅和分析元件，就是要了解系统中用的是一些什么元件，要特别弄清它们的工作原理和性能。

在查阅元件时，首先找出液压泵，然后找出执行机构（液压缸或液压马达）。其次是各种控制操纵装置及变量机构。再其次是辅助装置。

在查阅和分析元件时，要特别注意各种控制操纵装置（尤其是换向阀、顺序阀等元件）和变量机构的工作原理、控制方式及各种发信号元件（如挡铁、行程开关、压力继电器等）的内在关系。

3. 仔细分析实现执行机构各种动作的油路，并写出其进油和回油路线。

对于复杂的系统图，最好从液压泵开始直到执行机构，将各元件及各条油路分别编码表示。以便于用简要的方法写出油路路线。

在分析油路走向时。应首先从液压泵开始，并要求将每一个液压泵的各条输油路的“来龙去脉”弄清楚，其中要着重分析清楚驱动执行机构的油路----主油路及控制油路。写油路时，要按每一个执行机构来写。从液压泵开始，到执行机构，再回到油箱，成一个循环。

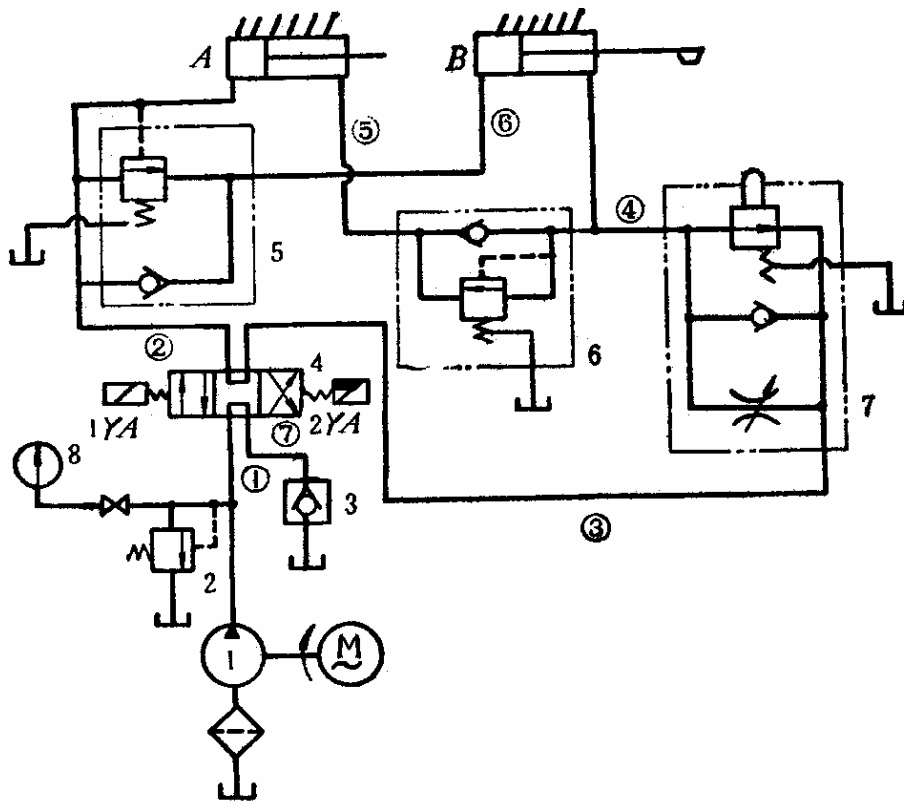
液压系统有各种工作状态。在分析油路路线时，可先按图面所示状态进行分析，然后再看它的工作状态。在分析每一工作状态时，首先要分析换向阀和其它一些控制操纵元件（开停阀、顺序阀、先导阀等）的通路状态和控制油路的通路情况，然后再分别分析各个主油路。要特别注意系统中的一个工作状态转换到另一个工作状态。是由那些发信号元件发出信号的，是使那些换向阀或其它操纵控制元件动作，改变通路状态而实现的。对于一个工作循环，应在一个动作的油路分析完以后，接着做下一个油路动作的分析，直至全部动作的油路分析依次做完为止。

以上所介绍的阅读液压系统图的要求、方法和步骤，只是一些原则性的提法，在遇到具体问题时还要作仔细推敲和具体分析。下面结

合一个例子来进一步谈谈阅读液压系统图。

三、阅读液压系统图实例分析

如下图所示的液压系统图。若只有一张系统图，没有任何说明。要求我们分析一下它的工作原理。那么，一般应：



液压缸顺序控制油路系统图

1. 估计液压系统的任务

从上图可知，这是一张液压缸顺序控制系统图，这个系统能实现A、B两液压缸按某个顺序进行动作。但究竟这个顺序是什么，暂时还不知道，这就要通过分析这个系统的油路来解决。

2. 熟悉元件、编码、分析元件作用

我们先将各元件及各油路加以编码，如上图所示。此系统是液压

泵 1 供油，执行机构是单杆液压缸 A、B。阀 2 是溢流阀。8 是压力表用以测定油液的压力。阀 3 装置在主油路的回路上，估计起背压阀的作用。电液换向阀 4 起控制执行机构换向的作用，从元件符号图可知，它是一个三位四通电磁换向阀。5、6 是单向顺序阀。它们各由一个单向阀和一个顺序阀组成，可使 A、B 两液压缸按压力不同进行顺序动作。7 是单向行程节流阀，由一个节流阀、一个单向阀、一个行程阀组成；由 B 缸活塞杆下方固定的挡块来控制其动作。因此可使液压缸 B 的速度按行程控制的办法实现换接的作用。

3. 进行动作程序的油路分析

(1) 在图示状态时

液压泵 1→管路①→换向阀 4→管路⑦→背压阀 3→油箱。液压泵 1 卸荷。

由于没有压力油进入液压缸 A、B，所以它们都处于停止状态。

液压泵 1 的卸荷压力由压力表 8 测出。由于卸荷压力很低，因此溢流阀 2 处于封闭状态。

(2) 令 1YA 通电、2YA 断电时

液压泵 1→管路①→换向阀 4→管路②→液压缸 A 左腔。缸 A 右腔的油液→管路⑤→阀 6 的单向阀→阀 7 的行程阀（少量油流经节流阀）→管路③→换向阀 4→管路⑦→背压阀 3→油箱。于是液压缸 A 的活塞被压力油推动快速右行。

此时，油路③压力较低，阀 5 的顺序阀关闭，没有压力油进入油缸，故 B 缸活塞仍保持停止。

当液压缸 A 的活塞右行到右端尽头,或行至不能再右行的位置时(如夹紧工作等),油路②的压力升高,打开阀 5 中的顺序阀,压力油便经管路③进入液压缸 B 的左腔。而缸 B 右腔的油液→管路④→阀 7 中的行程阀(少量油流经节流阀)→管路③→换向阀 4→背压阀 3→油箱;液压缸 B 的活塞便快速右行。

当液压缸 B 的活塞右行到了预定位置时,固定连接在活塞杆上的档块压下行程阀,截断此阀的道路,液压缸 B 右腔的油液便只能经阀 7 中的节流阀→管路③→换向阀 4→背压阀 3→油箱。而活塞变成较慢的速度运动。

(3) 当液压缸 B 的活塞右行到预定位置时,固定在活塞杆上的挡块碰到行程开关,使 1YA 断电,2YA 通电,管路①、③相通及②、⑦相通。

此时的油路是:液压泵 1→管路①→换向阀 4→管路③→阀 7 中的单向阀(少量油流经节流阀)→管路④→液压缸 B 的右腔。缸 B 左腔的油液→管路⑥→阀 5 中的单向阀→管路②→换向阀 4→管路⑦→背压阀 3→油箱,于是液压缸 B 的活塞便快速左行。此时,管路中④的压力较低,不足以打开阀 6 中的顺序阀,所以没有压力油进入液压缸 A 的右腔。液压缸 A 的活塞就仍保持停止。

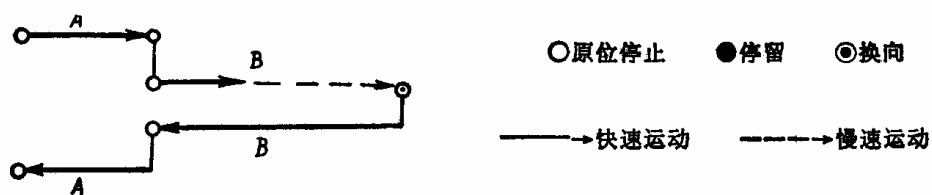
当液压缸 B 的活塞左行到尽头时,管路④的压力升高,打开阀 6 的顺序阀。压力油便经管路⑤进入液压缸 A 的右腔。而左腔的油液可经管路③→换向阀 4→管路⑦→背压阀 3→油箱,所以液压缸 A 的活塞便快速左行。

4. 当液压缸 A 的活塞左行到尽头时，固定在活塞杆上撞块碰行程开关，使 2YA 断电，整个系统便回复到图面所示的停止工作状态。

这样，此系统便自动完成了一个工作循环。

如果液压缸 A 的活塞左行到尽头时，固定在此活塞杆上的撞块碰行程开关，使 2YA 断电，1YA 通电，系统便可自动重复上述工作循环。

根据以上的分析，此液压系统 A、B 两个液压缸的动作顺序，可用顺序动作图（如下图）来表示。



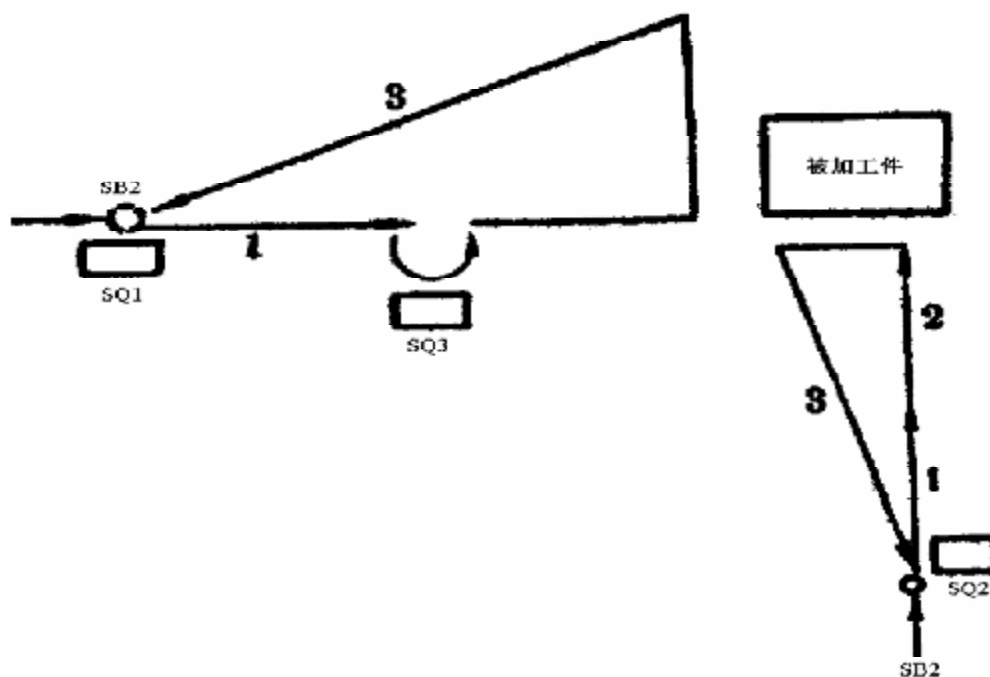
顺序动作图

液压电控原理图设计实例

设计液压传动设备电控原理图，首先要有电气设计和液压控制系统设计的基础知识，并且还要有一定的经验设计和逻辑设计方法的实际应用能力，才有可能顺利的设计出液压电控原理图。下面我们进行一些设计实例的讲解。

1、有一台由两把刀具组成，在同一平面可同时工作，而加工方向不同的机床。其控制线路的设计要求为：甲、乙两动力头同时启动。从不同方向对工件加工。机械设计指定甲动力头于指定地点（SQ3 处为危险区）停止；待乙动力头加工完毕返回原位后，甲动力头再次自行启动进入危险区加工完毕。

注：设计时只考虑甲乙两动力头运动轨迹，刀具的伸出和收回不考虑；但必须考虑防止两把刀具在工件加工过程中的危险区内相碰的可能性。



上图为其工作循环图。图中注明了以行程开关（SQ1、SQ2）的方框标志为初始安装定点；甲动力头在 SQ3 处所画圆圈表示其停止等待状态（SQ3 处为危险区）。其中各行程开关作用说明如下：

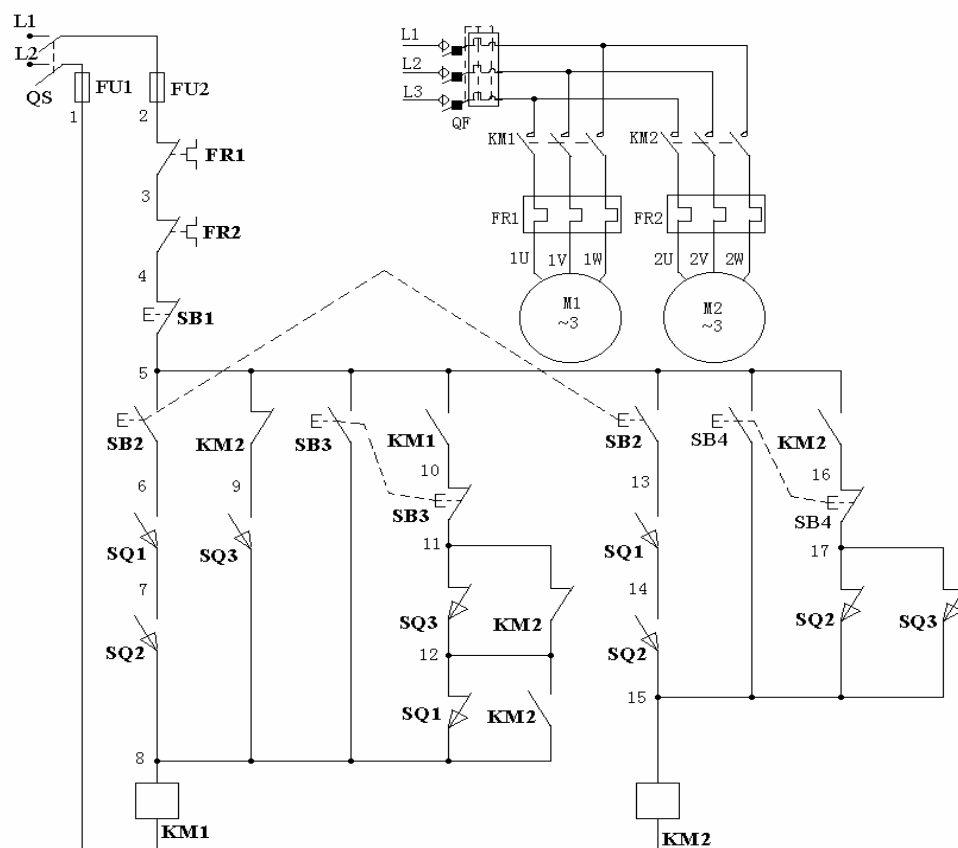
SQ1----甲动力头原位压下行程开关；

SQ2----乙动力头原位压下行程开关；

SQ3----甲动力头进入‘危险区’行程开关；

KM1、KM2----分别为甲、乙动力头的控制用接触器。

要求：控制线路最简单，可靠性高，初投资费用较少；操作、维护、调整最方便，并且最安全可靠，接线点数较少；常设保护功能齐全，使用元件个数最少；线路投入正常运行后控制能耗最低，最适合于实际应用；设计电路如下图所示：



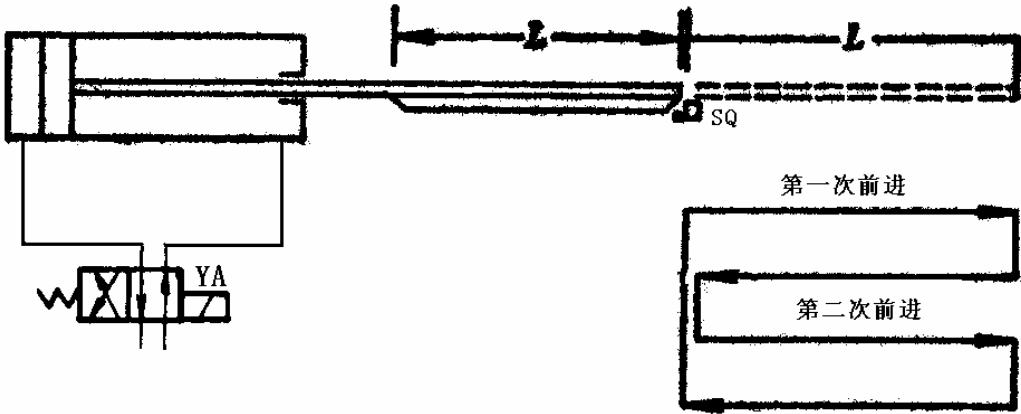
按下 SB2 (SQ1、SQ2 的常开触点在起点被动力头甲、乙压合，常闭触点在起点被动力头甲、乙压断) 交流接触器 KM1、KM2 得电吸合，甲动力头电机 M1、乙动力头电机 M2 正常运转 (当动力头甲、乙离开起点其常开、常闭触头恢复原状，为甲、乙两动力头以下工作作准备)，接触器 KM1、KM2 的常开辅助触点闭合自锁，常闭辅助触点断开互锁，当甲动力头运行到 SQ3 处并压下，SQ3 的常闭触头断开 KM1 失电释放 M1 电机停转，SQ3 常开触头闭合为 KM1 再次起动作准备；M2 电机循环一周后回到起点压下 SQ2，KM2 失电释放 M2 自动停止，KM2 常闭辅助触点闭合 KM1 得电再次起动，M1 电机继续运转直到循环一周后回到起点压下 SQ1，KM1 失电释放 M1 自动停止，完成了所要求的工艺过程。

2、有一液压控制系统其工艺和设计控制要求为：按合 SB 后，二位四通阀 YA 得电，油缸作前进运动，使长挡块压合 SQ 直至完全经过 SQ 后，二位四通阀 YA 失电，油缸作后退运动，又压合 SQ 直至经 SQ 返回原位；其后，油缸再进、退一次完成一个工作循环。油缸未完成第二次进、退运动之前按合 SB 应不起作用。

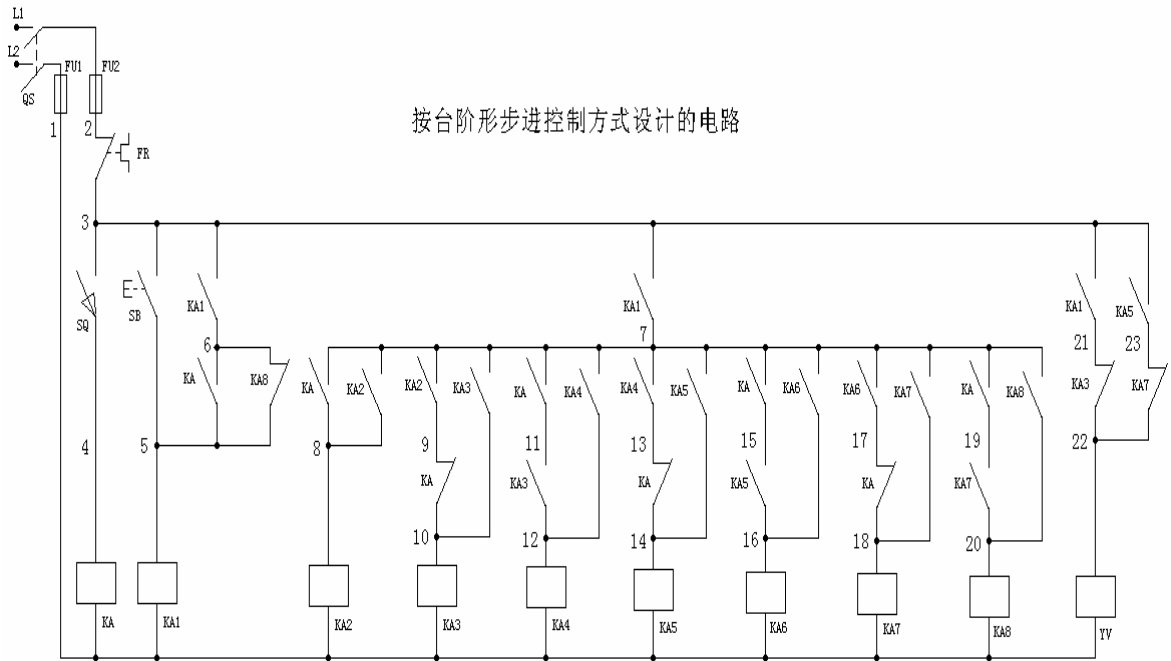
控制线路最简单，可靠性高，初投资费用较少；操作、维护、调整最方便，并且最安全可靠，接线点数较少；常设保护功能齐全，使用元件个数最少；线路投入正常运行后控制能耗最低，最适合于实际应用；

这个控制要求的特殊之点在于：它只允许用一个行程开关 SQ 控制其油缸的伸出、缩回转换，作为伸出、缩回运动转换的检测元件；

它没有使用行程开关来反映油缸的原始位置。根据上述要求，其工作循环图如下：



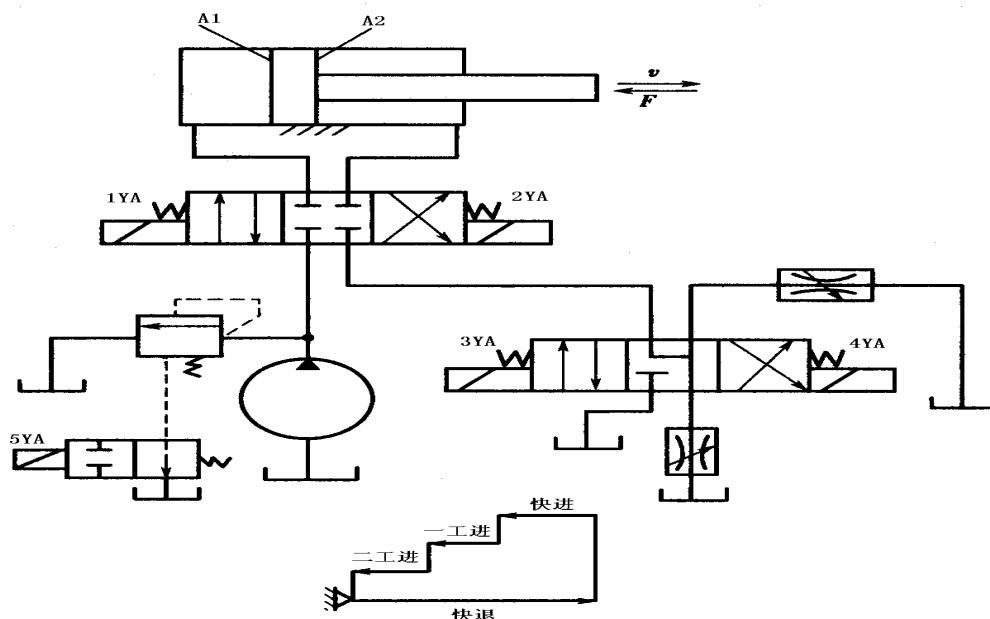
注：可以发现这个线路和“区分动作次数奇偶”的线路在本质上十分相似；两次前进程序和两次后退程序中检测元件 SQ 的伸出和缩回转换都必须加以记忆区分。另外：当油缸失电缩回并在 SQ 处于原始状态时，作为工作循环完毕，且允许按合 SB 再次启动线路工作。设计电路如下图所示：



按下 SB 中间继电器 KA1 得电吸合，辅助常开触头闭合自锁，而二位四通阀 YA 也得电，油缸作前进运动，使长挡块压合 SQ 中间继电器 KA 得电吸合，并且中间继电器 KA2 也得电吸合自锁，直至完全经过 SQ 后中间继电器 KA3 也得电吸合，二位四通阀 YA 失电，油缸作后退运动，又压合 SQ 中间继电器又 KA 得电吸合，并且中间继电器 KA4 也得电吸合自锁直至经 SQ 返回原位，中间继电器 KA5 也得电吸合自锁；油缸再进、退一次完成一个工作循环。油缸未完成第二次进、退运动之前按合 SB 应不起作用，最后直至经 SQ 返回原位，中间继电器 KA 失电释放，中间继电器 KA8 得电吸合，同时中间继电器 KA1 失电释放，完成了所要求的工艺过程并自动停止。

3、请解答如图所示液压系统的下列问题：

(1) 将实现“快进→I 工进→II 工进→快退→停止及卸荷”的工序，填写电磁铁动作情况（通电为“+”，断电为“-”）于表中。并说明其液压图的优缺点和适应的工况。



电磁铁 动作工序	1YA	2YA	3YA	4YA	5YA
快进					
I 工进					
II 工进					
快退					
原位停、泵卸荷					

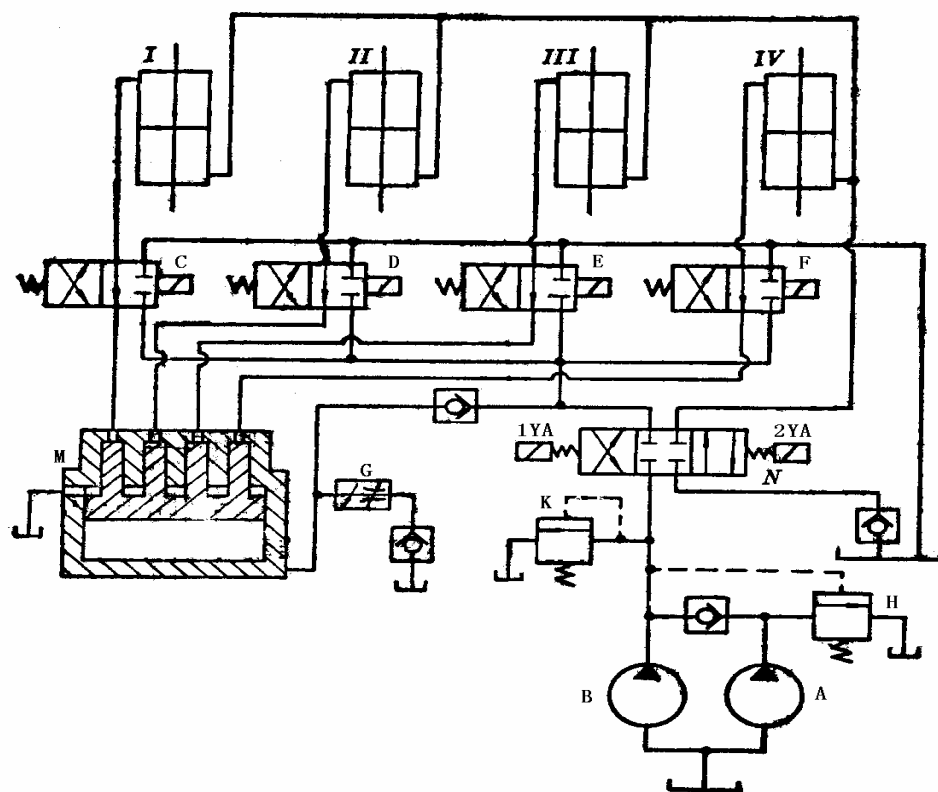
(2) 按动作顺序“用继电器接触方式以位置控制原则设计”一套自动循环的电控线路。油泵拖动电机为交流三相 380V, P=4.5KW。电磁铁线圈每只其电压为直流 110V, 功率为 36W。设计要求为: 控制线路最简单, 可靠性高, 初投资费用最少; 操作、维护、调整最方便, 并且最安全可靠, 接线点数较少; 常设保护功能齐全, 使用元件个数较少; 电机投入正常运行后控制能耗最低, 最适合于实际应用。并填写元器件表。

(3) 按动作顺序“用 PLC 控制”设计有八个循环就自动停车的电控线路, 并画出梯形图(计数采用减计数器, 并要有必要的故障报警、自诊断功能、WinCC 界面显示等)和 I/O 接线图及外部控制电源图。并填写电气元器件表。

用多轴盘同步的回路

本回路可使四个液压缸实现快速上升、慢速同步上升、快速下降的工作循环。当 1YA 通电, 电磁换向阀 C、D、E、F 均断电时, 大流量低压泵 A 与小流量高压泵 B 同时供油至各液压缸下腔, 上腔的油分别经阀 C、D、E、F 后再经阀 N 流回油箱, 各缸活塞快速上升。当其

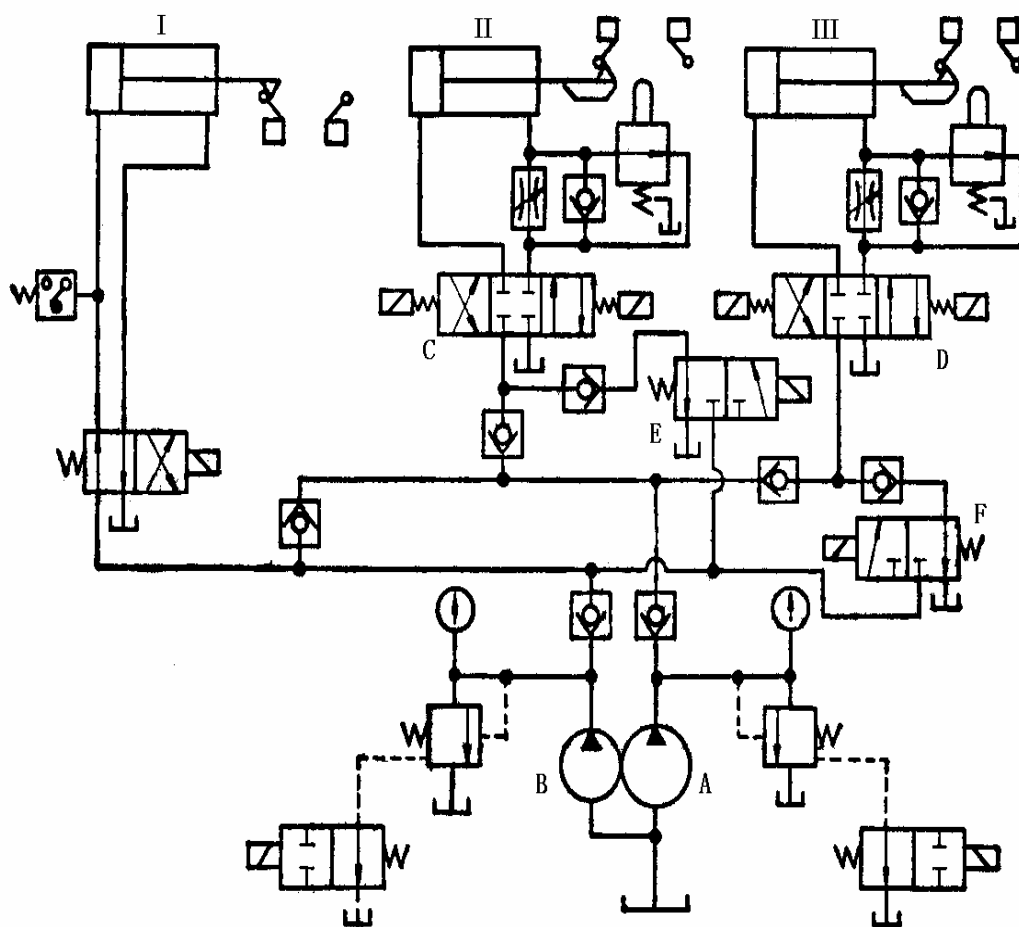
中某一液压缸活塞。例如缸 I 活塞快速行程结束时，撞块压下行程开关，使阀 C 通电，缸 I 上腔即与多轴盘 M 中相应的小油腔相通，由于阀 H 调节压力较低，而多轴盘下腔回油路上有调速阀 G 与背压阀，因此多轴盘活塞不会下移，缸 I 活塞停止不动。当四个缸快速行程都结束后，阀 C、D、E、F 均通电，四个缸上腔分别与多轴盘 M 相应油腔相通，四个缸的活塞转为同步慢速上升，其速度由阀 G 调节，此时阀 H 打开泵 A 卸荷。当 2YA 通电，阀 C、D、E、F 均断电，各液压缸活塞快速下降，多轴盘 M 活塞亦向上退回。



用多轴盘同步的回路

用双泵供油防干扰的回路

夹紧缸 I 活塞快进时，由低压大流量泵 A 与高压小流量泵 B 同时供油，工件夹紧后，压力继电器发出信号。使阀 C 与 D 切换至右位，缸 II 与 III 由泵 A 供油，活塞快进，缸 I 由泵 B 保压。当缸 II 与缸 III 活塞上的撞块碰到行程节流阀转为慢速时，行程开关发出信号使阀 E 或 F 通电。于是由泵 B 供油至慢进的液压缸，另一个缸可继续由泵 A 供油快进，使各缸之间快进与慢进互不干扰。泵 B 的流量必须大于各缸同时慢进的最大流量之和。



双泵供油防干扰的回路

行程控制的周期运动回路

工作缸 I 每一个单行程使 3YA 动作一次（通电或断电）定容液压缸 III 将容积为 $u = l \times f$ 的油压入进给缸 II 上腔，使活塞进给。容积 u 的大小可用螺钉调节行程 l 来决定 4YA 通电，可使缸 II 活塞快进，5YA 通电，可使缸 II 活塞快退，进给精度取决于定容液压缸 III 电磁换向阀的泄漏。

