

液压组合系统



内蒙古人民出版社

YEYA ZUHE XITONG

液 压 组 合 系 统

房 彦 伟 编 著

内 蒙 古 人 民 出 版 社

1982·呼和浩特

液 压 组 合 系 统

房彦伟 编著

内蒙古人民出版社出版

(呼和浩特市新城西街82号)

内蒙古新华书店发行 内蒙古青山印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 20.625 字数: 488千

1983年9月第一版 1983年9月第1次印刷

印数: 1—4,000 册

统一书号: 15089·49 每册: 2.40元

前 言

液压技术在国民经济各个部门如机床、轻工和民用机械、工程机械、交通运输、矿山、冶金、化工机械、农牧业机械及国防等均得到广泛应用。液压传动系统的连接方式很多，而组合化液压系统（亦称叠积液压系统）则是一种新型的连接方式，它有组合灵活、性能可靠、使用维护方便等优点。

本书扼要地介绍了液压系统的各种连接方式，如箱体式、操纵板式、叠加阀式、嵌装式、插板式等结构特点，组合块式叠积液压系统的基本原理，组合块液压装置的结构设计原则及变化方法；并较详细地阐述了82例基本叠积液压回路的原理、调整、特点及直接选用这些叠积液压回路构成不同液压系统的原则和方法。还利用方框图的方式，通过排列组合的方法说明了如何直接选用叠积液压回路构成若干适应不同性能要求的液压系统。在对每种类型系统作举例进行分析的基础上，并列举了近200例常用的典型叠积液压系统原理图。

本书编写时，吸取了我们教学、科研和生产的经验及成果，参考了国内外有关书籍和资料。在叙述上力求通过工程实际考验的实例，深入浅出、浅显易懂地阐述其基本原理和应用方法；本书对从事液压技术应用工作的工程技术人员和工人均有参考价值，也可作为有关工业院校及工人业余大学的教学参考材料。

在课题的研究过程中，曾得到内蒙科委、机械局和内蒙古工学院的支持及北京机床研究所陈问源及有关同志的热情指导。内蒙古工学院朱瑛、迟月明、贾子瑛、郑应周等同志也给以大力协助，这里致以衷心感谢。

作 者

1979.6于呼和浩特

目 录

前 言

第一章 概述..... (1)

§ 1-1 液压系统的连接形式及特点 (1)

一、操纵板式..... (1)

二、组合化式连接..... (2)

§ 1-2 组合块纵向叠积液压系统的基本原理 (6)

第二章 组合块的结构设计..... (9)

§ 2-1 组合块六个表面的功用及外形尺寸的确定 (9)

一、组合块六个表面的功用..... (9)

二、组合块体尺寸的确定..... (10)

§ 2-2 组合块体内的油道孔 (10)

一、块体内油道孔径的确定..... (10)

二、块体内的公用孔..... (11)

三、油道孔及其他辅助油孔..... (11)

四、油道孔间最小壁厚的确定..... (12)

§ 2-3 组合块的叠积和密封 (12)

§ 2-4 基型叠积回路的变化 (15)

一、采用过渡板换加元件..... (15)

二、采用通路盖板或盲盖去掉元件..... (16)

三、追加专用元件..... (17)

四、追加交换垫板及交换元件..... (20)

五、加桥式垫板..... (23)

第三章 液压叠积回路原理及应用..... (24)

§ 3-1 压力控制叠积回路..... (24)

一、调压卸荷叠积回路..... (24)

二、减压叠积回路..... (40)

三、顺序动作叠积回路..... (44)

四、平衡与支承叠积回路..... (53)

五、制动叠积回路..... (57)

六、增压叠积回路..... (60)

§ 3-2 方向控制叠积回路..... (62)

一、换向叠积回路..... (62)

二、锁紧叠积回路..... (74)

三、缓冲叠积回路..... (75)

§ 3-3 速度控制叠积回路..... (78)

一、进口调速叠积回路..... (78)

二、出口调速叠积回路..... (91)

三、几种节流方式的性能..... (104)

四、多缸快退与工进互不干扰叠积回路..... (112)

五、多缸快慢互不干扰叠积回路..... (116)

六、同步叠积回路..... (120)

§ 3-4 底座和上盖..... (123)

一、底座..... (123)

二、上盖..... (125)

第四章 组合块式叠积液压系统..... (128)

§ 4-1 进油路调速叠积系统..... (128)

一、一次进给进口调速叠积系统..... (129)

二、夹紧一次进口调速叠积系统·····	(139)
三、定位夹紧一次进口调速叠积系统·····	(145)
四、送料、定位、夹紧一次进口调速叠积系统·····	(163)
五、二次进口调速叠积系统·····	(174)
六、夹紧二次进口调速叠积系统·····	(180)
七、定位、夹紧二次进口调速叠积系统·····	(184)
八、多速进口调速叠积系统·····	(192)
§ 4-2 出油路调速叠积系统·····	(199)
一、一次进给出口调速叠积系统·····	(199)
二、夹紧一次出口调速叠积系统·····	(212)
三、定位、夹紧一次出口调速叠积系统·····	(218)
四、送料、定位、夹紧一次出口调速叠积系统·····	(230)
五、二次出口调速叠积系统·····	(239)
六、夹紧二次出口调速叠积系统·····	(243)
七、定位、夹紧二次出口调速叠积系统·····	(246)
§ 4-3 多缸控制快退与工进互不干扰叠积系统·····	(251)
§ 4-4 多缸控制快慢速互不干扰叠积系统·····	(259)
一、一次多缸快慢速互不干扰叠积系统·····	(260)
二、二次多缸快慢互不干扰叠积系统·····	(267)
三、一二次调速快慢互不干扰叠积系统·····	(273)
§ 4-5 正反向进给叠积系统·····	(278)
一、一次进口正反向进给叠积系统·····	(279)
二、一次出口正反向进给叠积系统·····	(281)
三、进出口节流正反向进给叠积系统·····	(284)
§ 4-6 同步叠积系统·····	(290)
附录一 液压元件的故障及排除·····	(294)
附录二 液压系统图图形符号(GB786-65)·····	(303)

第一章 概 述

§ 1-1 液压系统的连接形式及特点

液压系统最初连接方式是管式元件管式连接，随着板式元件的出现，发展成板式元件管式连接方式。

近年来，由于现代机械制造业向高效、高精度及自动化方向发展，各种机械的动作越来越繁多，液压控制系统越来越复杂。这样，使液压控制装置的管路连接也越复杂，安装困难，设备的设计和制造周期长，液压系统中液体流动时的压力损失大；而液压系统的无管化连接方式的出现，则是解决这些问题的有效方法之一。

目前，液压系统的无管化连接方式可分为以下几种形式：

一、操纵板式

图 1-1 是整体式液压操纵板。实际上，这种连接方式可以看成是液压系统所需元件的组合物。它是根据液压系统要求，在板体内作出各阀孔和通油管道而构成所需要的液压系统。这种连接方式的特点是结构紧凑，占面积小，但结构复杂，工艺性差。而且，各阀的布局以及通油管道的布置、数量、长短尺寸都受到严格的限制，如有一处设计或制造差错，就造成整体报废，设计和制造周期较长。

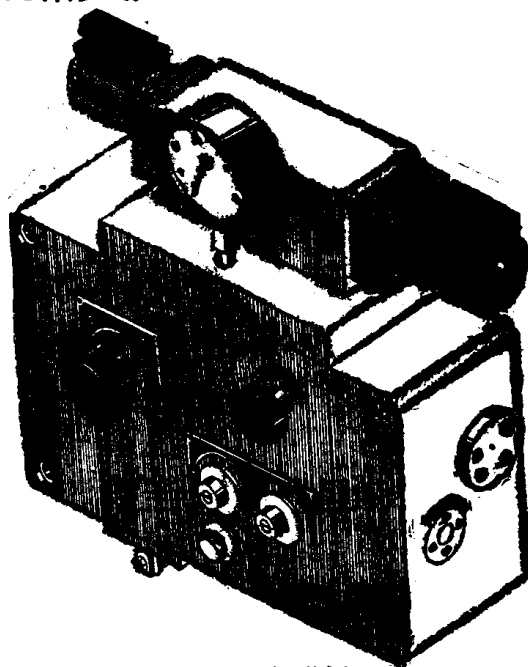


图1-1 整体式液压操纵板

图 1-2 所示液压控制板式连接，是将标准化的元件和专用元件固定在一块板体上。在板体内部布有管道，作为元件之间的连接管路。管道的形式有如下几种：

板体是由前后两块铸铁板胶合而成。后板体上铣或铸出油道槽，前板体固定元件，前后板用粘结剂和螺栓紧固在一起而构成系统。该结构因两板易鼓裂而产生窜流和泄漏，使系统性能不稳定。

采用整体铸造板体连装，可以克服上述缺点。即在板体内的通油管道以流体运动理想曲线铸出。其特点是构成液压系统的连接管道铸在板体内，并且选用标准元件，结构紧凑，占用面积小，装配维修方便。缺点是铸造工艺性差。

图 1-3 为纵向整体块式液压控制板连接。板体是纵向长方形的铸铁块，内有构成油路系

统的油道孔，前后两个侧面固定着标准元件，构成液压系统。结构紧凑、油道短，占地面积小、使用和维护方便，加工工艺性较差。

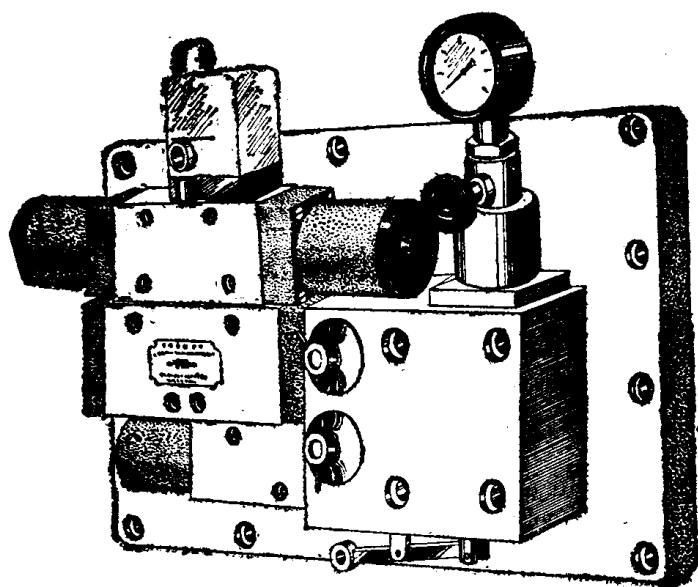


图 1-2 液压操纵板

上述各种连接方式的共同特点是适用于固定工作循环的液压系统。每一种液压系统须相应地设计制造一套装置。如果液压系统改变，则结构必须改变，不利于液压控制装置的通用化、系列化和标准化。

二、组合化式连接

组合化连接主要有下面几种形式：

（一）复合式连接：复合式连接包括控制元件复合和液压系统复合。

中低压元件系列中的单向行程节流阀，单向行程调速阀均属一部分元件复合，是复合式连接的一种特例。

液压系统复合，是从油泵到执行机构（包括油箱、油泵、控制元件、执行机构）的复合。它是将一些有代表性的系统，整个把合在一起，完全省去了连接管道，结构紧凑，选用标准元件或复合元件相互把合，维修更换方便。

（二）组合块式连接：如图1-4所示。

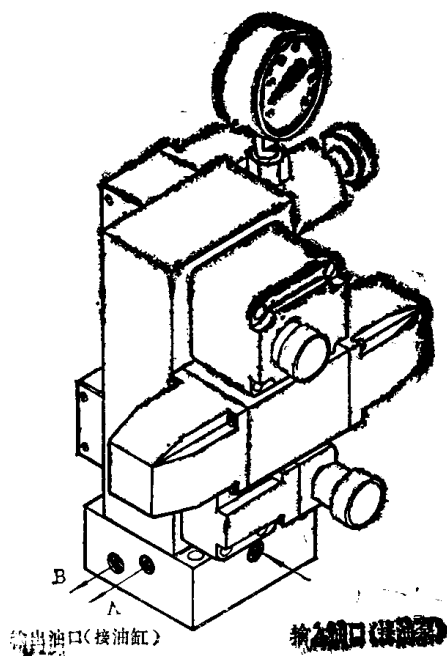


图1-3 纵向整体块式液压操纵板

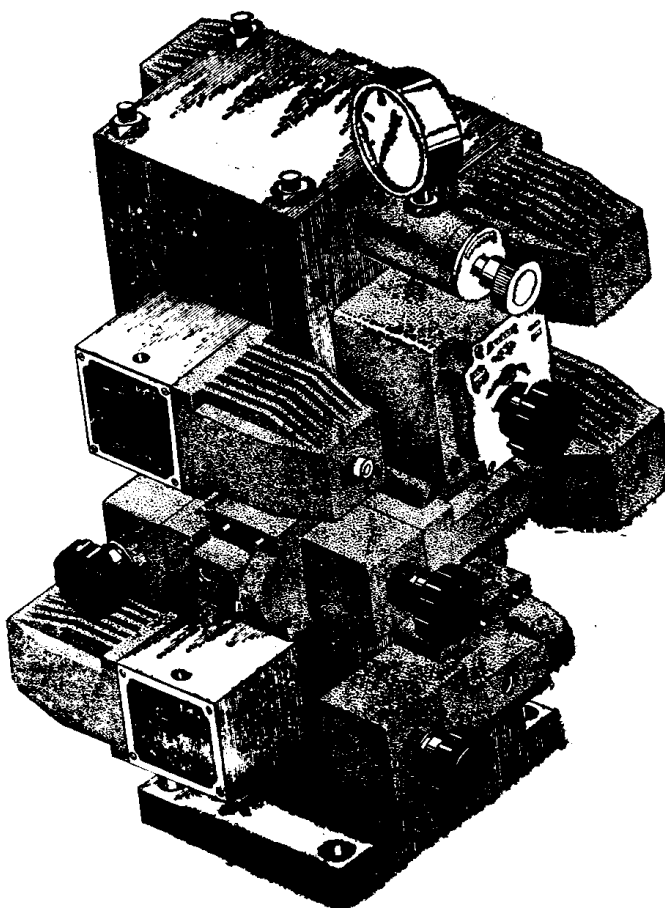


图 1-4 组合块纵向叠积液压装置

将标准板式元件安装在矩形铸铁块三个侧面上，元件之间借助于块体内构成单元回路的油道孔进行连接，其中一个侧面有输出油口，用油管与执行机构连接，每块表示一个基本回路。根据回路在系统中的作用可分为调压、换向、调速、减压、顺序等若干种基本回路块；上下两面为叠积结合面，布有公用压力油孔、回油孔、泄漏油孔和螺栓孔，用以叠积时回路之间的联系而构成所需要的系统。

组合块的叠积方式又可分为纵向和横向叠积等形式。

(三) 叠加阀式连接：将标准参数的叠积元件按一定次序叠积在一起组成基本回路，如图 1-5 所示。每一个叠加元件上都有与电磁换向阀相同的通油孔及安装孔。一般叠积顺序按自下而上：底座（安装元件）、压力阀（控制压力）、节流阀（控制速度）、单向阀（实现执行机构停止时自锁），最上层是电磁换向阀或电液换向阀（实现换向）。中间元件可以互换，换向阀一般均放在最上端。

一个液压系统可以由 1 或多个回路组成，将几摞这样的组件安装在一个底座上，如图 1-6 所示。底座的侧面有进出油口和连接执行机构的输出油口。

(四) 嵌入式：其特点是在回路块体内嵌入通用化的座套式元件，块体按回路要求加工出油道孔，构成一定的回路，然后将回路块用螺栓连接成液压控制系统，块体可根据回路性能作出多种，回路变化时，更换块体。这种液压系统，结构紧凑，体积小，重量轻，维护检修方便，如图 1-7 所示。

(五) 模板式：模板体固定上标准元件，或通用化元件，在模板体内钻出油道孔，把模板体叠积在两个螺栓之间构成不同的系统。回路变化时，更换模板体，使组成液压控制系统方便灵活，如图 1-8 所示。

组合化液压装置与管式元件管式连接、板式元件管式连接方式比较，有以下特点：

①它是利用标准元件或标准参数的元件，按典型动作与块体构成标准回路，选块叠积组成系统，大大缩短了设计、制造周期；

②基本回路和液压系统的变化灵活；

③省去了大量管子和接头；结构紧凑，占地面积小；

④元件距离近、油道短、压力损失小，效率高；

⑤无管子引起的振动，泄漏小，系统稳定性好；

⑥安装、使用、维护方便；

⑦工艺性好，便于成批生产；

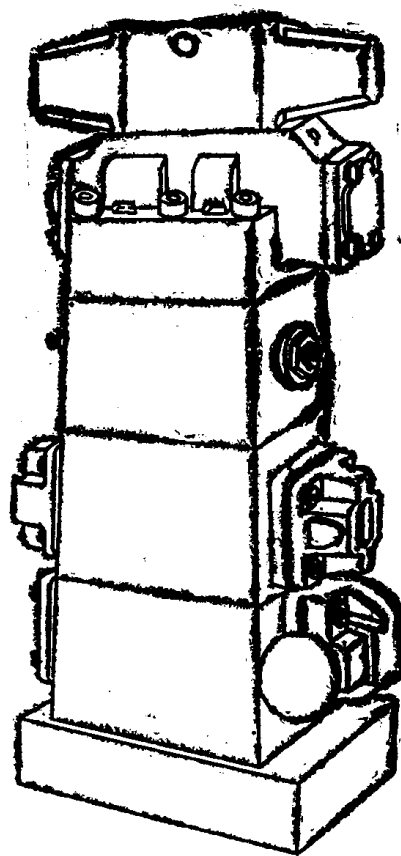


图1-5 单落叠加阀式系统外形图

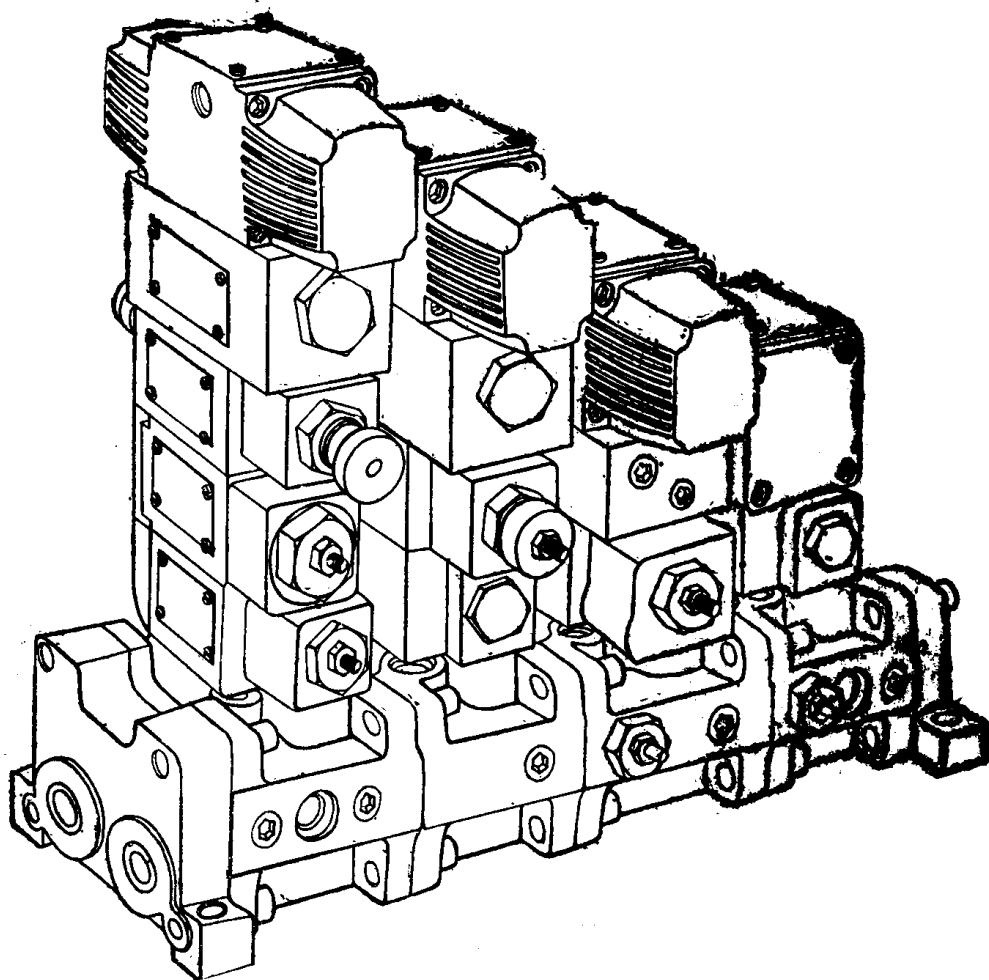


图1-6 多落叠加阀式系统外形图

⑧利于通用化、系列化、标准化。

§ 1.2 组合块纵向叠积液压系统的基本原理

图1-9 是双泵供油具有夹紧装置的一次进给进口调速液压系统原理图。完成如下循环：

1. 夹紧零件

工件定位后，按夹紧按钮、二位四通换向阀24的电铁4DT通电，二位四通换向阀24处于左端工作状态，双联油泵的低压大流量泵 YB_2 输出的油液经单向阀 D_1 与油泵 YB_1 输出的油液汇合在一起，经单向阀 D_2 、减压阀J、二位四通换向阀24(P-A)进入夹紧油缸A的大腔，推动活塞右移，夹紧工件；夹紧油缸A的小腔回油经二位四通换向阀24(B-O)流回油箱。

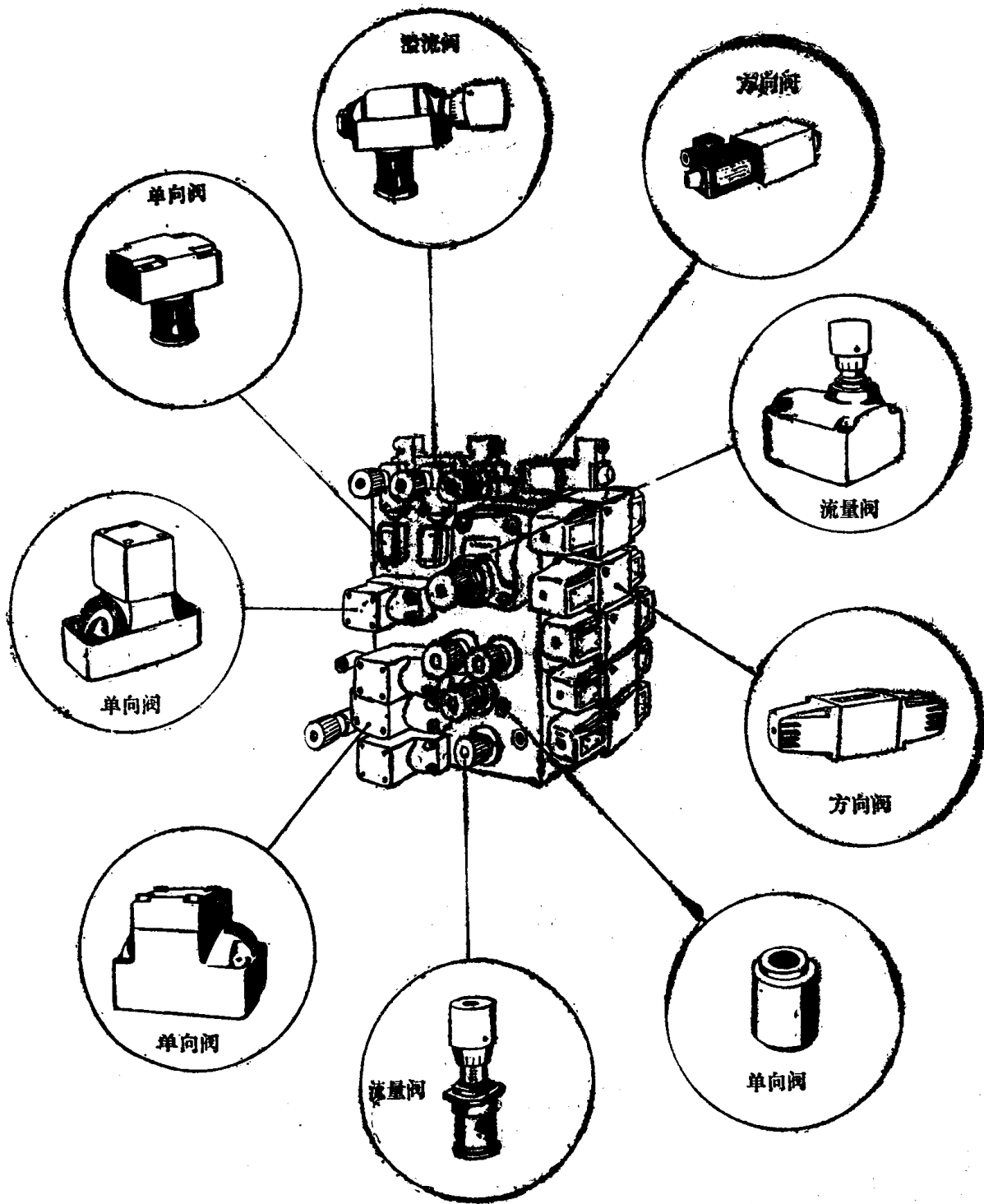


图1-7 嵌装式液压系统外形图

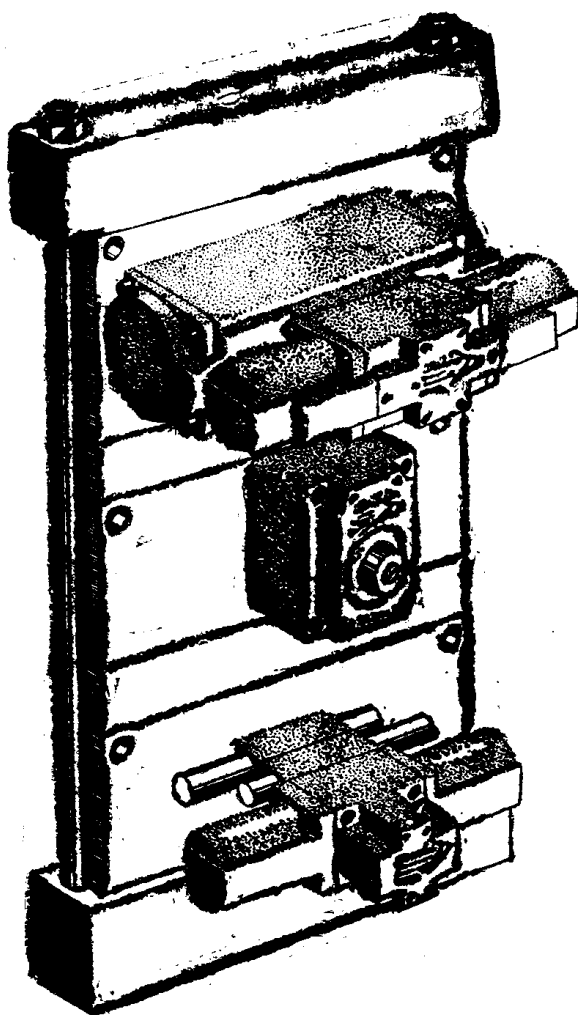


图1-8 模板式液压系统外图形

2. 快速移近

工件夹紧后，系统压力升高，压力继电器YJ发出信号，使三位四通换向阀34的电铁1DT及二位二通阀22的电铁3DT通电，三位四通换向阀34处于左端工作状态，二位二通电磁阀22开启，油泵输出的压力油经三位四通换向阀34(P—A)、二位二通电磁阀22进入主油缸B的大腔，推动活塞右移；主油缸B小腔的回油经三位四通换向阀34(B—O)、背压阀B流回油箱，实现快速移近。

3. 工作进给

主油缸B快速移近到预定位置，挡铁压下行程开关，使二位二通阀22的电铁3DT断电，二

位二通阀22关闭，切断快进油路，压力油经调速阀Q进入主油缸B的大腔，实现工作进给。这时，压力油关闭单向阀D₁，同时开启液控顺序阀YX，液压系统由高压小流量油泵YB₁供油。低压大流量泵YB₂输出的油液经液控顺序阀YX，以较低的压力流回油箱，使大泵YB₂卸荷。调节调速阀Q，可以控制主油缸B工作进给速度。

4. 快速退回

加工完毕，使三位四通换向阀34的电铁1DT断电，电铁2DT及二位二通阀22的电铁3DT通电，三位四通换向阀34处于右端工作状态，二位二通阀22开启，主油路换向，油泵YB₁、YB₂输出的压力油经三位四通换向阀34(P—B)进入主油缸B的小腔，推动主油缸B的活塞左移；大腔回油经二位二通阀22、三位四通换向阀34(A—O)、背压阀B流回油箱，实现快速退回。

5. 原位停止

主油缸快退到初始位置，挡铁压下终止行程开关，使三位四通换向阀34的电铁2DT及二位二通阀22的电铁3DT断电，三位四通换向阀34恢复中位，实现原位停止。

6. 松开工件

快退到初始位置，终止行程开关发出信号使二位四通换向阀24的电铁4DT断电，二位四通换向阀24复位，夹紧油缸A换向，松开工件。

(1)方框I中，是由溢流阀Y、液控顺序阀YX和单向阀D₁组成的双泵供油大泵卸荷的调压回路。溢流阀Y用以调定液压系统工作压力；液控顺序阀YX控制快进双泵供油，工作进给由小泵YB₁供油，大泵YB₂卸荷；单向阀D₁用以工作进给时，封闭高低压油路。

(2)方框II中，是由减压阀J、单向阀D₂、二位四通换向阀24、压力继电器YJ和蓄能器NX组成的减压回路。减压阀J使支油路(即夹紧油路)减压和稳压；单向阀D₂使夹紧油缸A自锁；二位四通换向阀24使夹紧油缸换向；压力继电器YJ，夹紧工件后发出自动控制信号，安全保护；蓄能器NX，用以补充泄漏，保持支油路压力。

(3)方框III中，是由三位四通换向阀34、调速阀Q、二位二通阀22、背压阀B组成的具有一次工作进给的进口调速回路。三位四通换向阀34，使主油路换向；二位二通阀22，用以快速移近与工作进给速度换接；调速阀Q，控制工作进给速度；背压阀B，在进口调速回路中起背压作用。

就是说，任何一个完整的液压系统，无论简单或复杂，它总是由一些典型的基本回路和专用回路(或元件)所组成。如果把这些回路，经过归纳，根据它们的特点和性能划分出来，就可以得到若干个完成一定功能，适应不同需要的调压、卸荷、保压、减压、增压、顺序、平衡、制动、换向、速度控制等基本回路。如果在一个方形铸铁块上按着它们的共性、特性作出回路通油孔，在其三个侧面装上所需要的标准元件，就构成各种类型的单元回路块，即称组合块。依各种工作循环要求，选取适当的组合块进行叠积，用螺栓将其固定在顶盖和底座之间，就构成组合块纵向叠积液压装置，再将该装置与油源及执行机构连接，即可组成组合块纵向叠积液压系统，简称组合化液压系统或叠积系统。

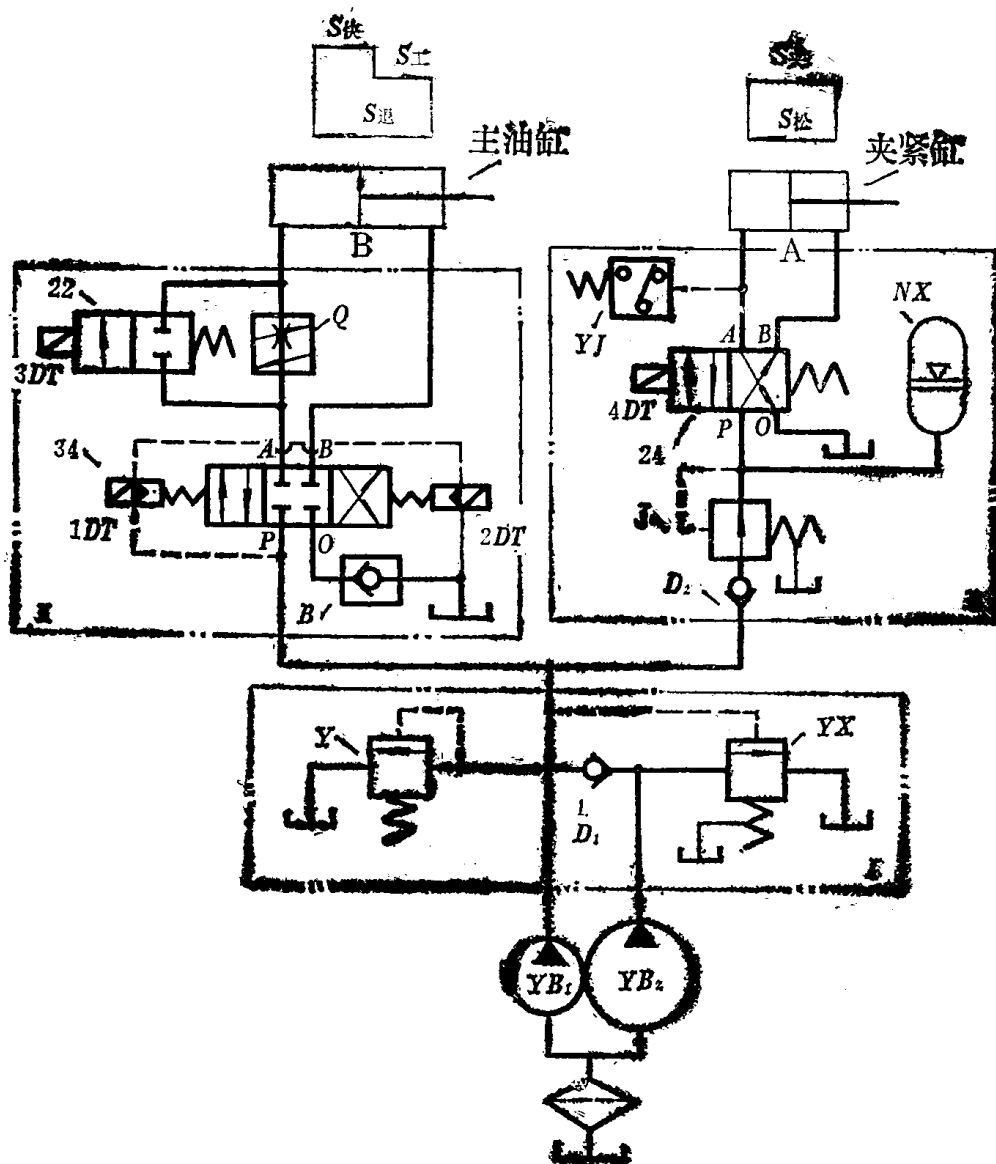


图1-9 双泵夹紧一次进口调速液压系统

第二章 组合块的结构设计

组合块纵向叠积液压装置，是由适应不同要求的单元回路块叠积而成。其中每一块表示一个基本回路（不更换、去掉或追加元件时），用以控制1~2个执行机构工作。

§2-1 组合块六个表面的功用及外形尺寸的确定

一、组合块六个表面的功用

组合块体共有六个表面如图2-1所示。其各表面功用如下。

1. 顶面和底面

组合块的顶面和底面为叠积接合面，表面布有公用压力油孔 P 、公用回油孔 O 、泄漏油孔 L 及四个螺栓孔。

2. 前面、后面和右侧面

前面、后面和右侧面为控制元件安装面。

(1) 右侧面：安装经常调整的元件，有压力控制阀类如溢流阀、减压阀、顺序阀等，流量控制阀类如简式节流阀、调速阀等。

(2) 前侧面：安装方向阀类，如电磁换向阀、单向阀等；当压力阀类和流量阀类在右侧面安装不下时，应安装在前侧面，以便调整。

(3) 后侧面：安装方向阀类等不调整的元件。

3. 左侧面

左侧面设有连接执行机构的输出油口、外测压点及其他辅助油口，如蓄能器油孔、接备用压力继电器油孔等。

组合块纵向叠积液压装置一般分块布置输出油口，可以简化结构，减少工艺孔，使用维护方便。

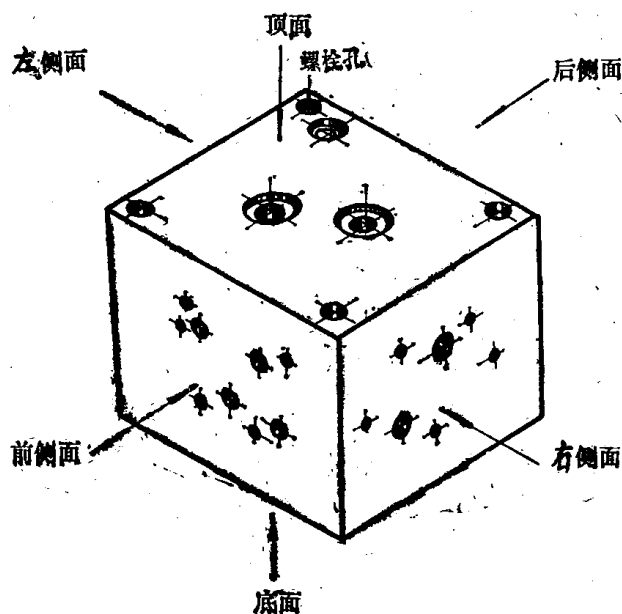


图2-1 块体六表面功用

二、组合块体尺寸的确定

组合块体尺寸，是在考虑三个侧面所安装的元件类型、元件的外形尺寸，以及保证块体内油道孔间的最小允许壁厚的原则下，应该力求结构紧凑，体积小、重量轻。

如图 2-2 所示，组合块体在X坐标方向的长度X，主要根据换向阀的阀孔（P、O、A、B、L、K）布局，连接螺钉孔及外形尺寸确定。块体在Y坐标方向的宽度Y，根据压力阀类、流量控制阀类的阀孔布局、连接螺钉及外形尺寸确定。在Z坐标方向的高度H，应考虑块体上所安装元件的高度来确定。各种单元回路块的高度H可以相等，也可以不等。若根据每个单元回路块的实际需要确定高度H，固然可以节省材料。但这样造成高度尺寸的不统一，使设计、制造、安装不便。一般高度H取成固定几种尺寸或全部取成一致。

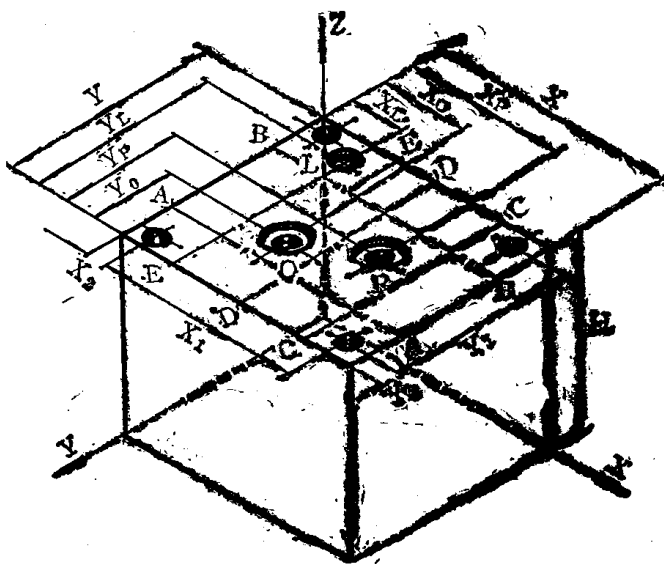


图2-2 组合块体的尺寸

§ 2-2 组合块体内的油道孔

组合块体内的油道孔，用以联系各个控制元件，构成单元回路及液压控制系统。油液流经块体内油道孔的压力损失与块体的油道孔的孔径尺寸、形状以及光滑度有关。通油道孔径过小、拐弯多、内表面粗糙，压力损失就较大；而油道孔径过大、压力损失虽可减小，但会造成块体外形增大。所以设计块体内油道孔时，应尽量缩短油道长度，减少拐弯，合理的确定油道孔的通流截面积。

一、块体内油道孔径的确定

块体内油道孔径可按式计算：

由于： $Q = F \cdot v$
 $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot v$
所以： $d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$