

# 目 录

第一章 概述 .....	1
第二章 液压泵和液压马达 .....	3
§ 2-1 齿轮式液压泵 .....	3
彩色立体图一 CB-B型齿轮泵 .....	5
彩色立体图二 BB-B型摆线转子泵 .....	7
§ 2-2 叶片式液压泵 .....	8
彩色立体图三 YB <sub>1</sub> 型双作用定量叶片泵 .....	9
彩色立体图四 YBX型限压式变量叶片泵(一) .....	11
彩色立体图五 YBX型限压式变量叶片泵(二) .....	13
§ 2-3 柱塞式液压泵和液压马达 .....	14
彩色立体图六 10SCY14-1B型轴向柱塞泵(一) .....	15
彩色立体图七 10SCY14-1B型轴向柱塞泵(二) .....	17
彩色立体图八 ZB <sub>1</sub> 740型斜缸式轴向柱塞泵(一) .....	19
彩色立体图九 ZB <sub>1</sub> 740型斜缸式轴向柱塞泵(二) .....	21
彩色立体图十 JB86型径向柱塞泵(一) .....	23
彩色立体图十一 JB86型径向柱塞泵(二) .....	25
彩色立体图十二 NJM-1.25型内曲线液压马达(一) .....	27
彩色立体图十三 NJM-1.25型内曲线液压马达(二) .....	29
第三章 液压缸 .....	30
§ 3-1 柱塞式液压缸 .....	30
彩色立体图十四 柱塞式液压缸及实心双杆活塞缸 .....	31
彩色立体图十五 空心双杆活塞缸 .....	33
彩色立体图十六 单杆活塞缸 .....	35
§ 3-2 活塞式液压缸 .....	30
彩色立体图十七 齿条齿轮式无杆活塞缸 .....	37
§ 3-3 摆动式液压缸 .....	38
彩色立体图十八 双叶片摆动式液压缸 .....	39
第四章 液控阀 .....	40
§ 4-1 方向控制阀 .....	40
彩色立体图十九 I-63B型板式单向阀 .....	41
彩色立体图二十 IY-25B型液控单向阀 .....	43
彩色立体图二十一 22D-25B型二位二通电磁换向阀 .....	45
彩色立体图二十二 24E-25B型二位四通电磁换向阀 .....	47
彩色立体图二十三 34D-25B型三位四通电磁换向阀 .....	49
彩色立体图二十四 34Y-25B型三位四通液动换向阀 .....	51
彩色立体图二十五 34DY-63Z型三位四通液动换向阀 .....	53
彩色立体图二十六 24C-25B型二位四通机动换向阀 .....	55
彩色立体图二十七 34S-63型三位四通手动换向阀 .....	57
§ 4-2 压力控制阀 .....	58
彩色立体图二十八 P-B63B型直动式溢流阀 .....	59
彩色立体图二十九 Y-25B型先导式溢流阀 .....	61
彩色立体图三十 YF-S型先导式溢流阀 .....	63
彩色立体图三十一 J-10B型先导式减压阀 .....	65
彩色立体图三十二 JI-10B型单向减压阀 .....	67
彩色立体图三十三 X-B25B型直动式顺序阀 .....	69
§ 4-3 流量控制阀 .....	70
彩色立体图三十四 L-25B型节流阀 .....	71
彩色立体图三十五 LI-63B型单向节流阀 .....	73
彩色立体图三十六 Q-25B型调速阀 .....	75

# 第一章 概述

液压传动是一门较新兴的技术,由于它具有功率——体积比大,工作平稳,能在运行中进行无级调速,易于实现自动化等许多突出的优点,因此被广泛应用于机械制造、工程建筑、交通运输、冶金采矿、农业机械、海洋开发等方面。

现用一个由半结构图表示的工作原理图来说明液压系统是如何动作的。

图 1-1 是一个简化了的工作台往复运动的液压系统。从图中可以看出,液压系统包括油箱 1、滤油器 2、液泵 3、溢流阀 4、开停阀 5、节流阀 6、换向阀 7、液缸 8 等元件以及连接这些元件的油管。液泵由电动机驱动,从油箱中吸油,其输出的压力油在图 1-1 所示的状态下流经开停阀 5——节流阀 6——换向阀 7 进入液缸 8 的左腔。液缸 8 的活塞在压力油的推动下经活塞杆带动工作台右行。这时液缸 8 右腔的油液经换向阀 7 流回油箱。在图 1-1 中,从油箱吸入到液泵的油液用绿色表示,从液泵输出的压力油用红色表示,液缸右腔的回油用兰色表示。

当工作台右行至其左挡块 10 碰到换向阀操纵杆 11 时,换向阀阀芯 12 就被拉向左位,成为图 1-2 所示状态。这时,压力油经过换向阀 7 后进入液缸的右腔,工作台反向左行,液缸 8 左腔的油液经换向阀 7 流回油箱。此后,当工作台向左行至其右挡块 9 碰到换向阀的操纵杆 11 时,换向阀的阀芯 12 又会被拉回至右位,液

系统就回复到图 1-1 的状态,工作台又向右移动。如此不断循环动作,工作台就实现了往复运动。  
 液压系统中节流阀 6 的通流截面是可变的。当调节此节流阀的通流截面大小时,流过此节流阀的流量就可改变,从而使进入液缸的油液流量改变而实现工作台往复运动速度的调节。由于节流阀的通流截面可无级调节,所以进入液缸的流量,也即工作台的速度可以无级调节。

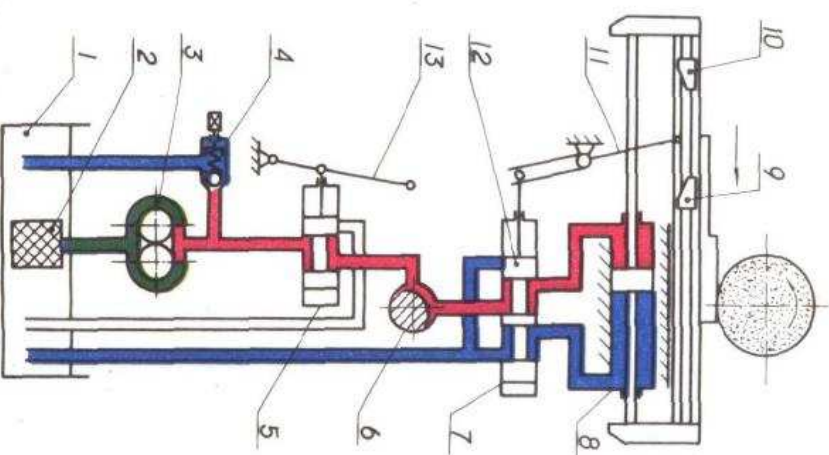


图 1-1

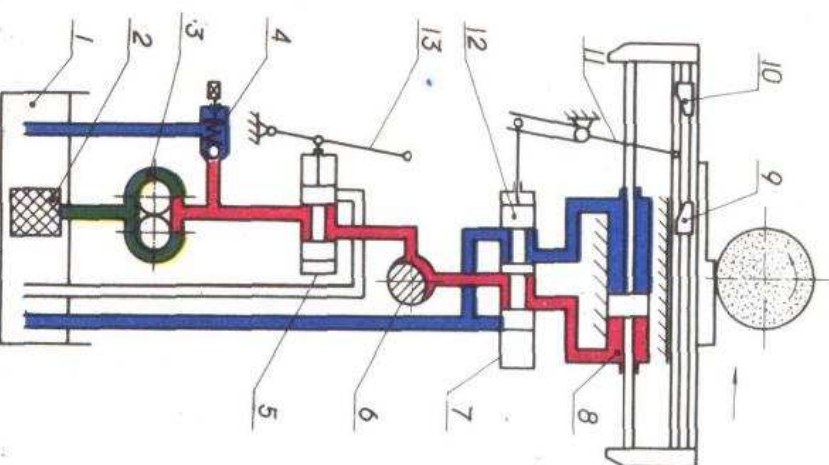


图 1-2

当用节流阀 6 来调节进入液压缸流量的同时,从液压泵输出的压力油除了通过节流阀 6 输向液压缸外,其多余的油液则通过溢流阀 4 溢回油箱。因为只有当溢流阀进口处油液压力升高到能克服溢流阀 4 中弹簧的预调压力值时,此阀才被打开而让油液流回油箱。当溢流阀被开启并维持流过一定的溢流量时,其进口处的油液压力就会基本维持在溢流阀的预调压力值。所以,溢流阀在溢流的同时起到了控制油液压力的作用。在图 1-1 和图 1-2 中,通过溢流阀溢回油箱的油液也用兰色表示。

当工作台需短时间停止工作时,可拨动开停阀 5 的手柄 13,使其阀芯处于左位,如图 1-3 所示状态。这时液压泵输出的油液直接经开停阀 5 流回油箱(图中用兰色表示),工作台停止运动。

图 1-1 ~ 1-3 是用半结构图形式来表示的液压系统工作原理图,它虽直观、易于理解,但绘制较麻烦。为此,为了简化作图,一般的液压系统都采用职能符号式的液压原理图。在这种液压原理图中,各液压元件都用符号表示,这些符号只表示元件的职能,连接系统的通路,而不表示其具体结构,因此此图面简洁。我国制定的

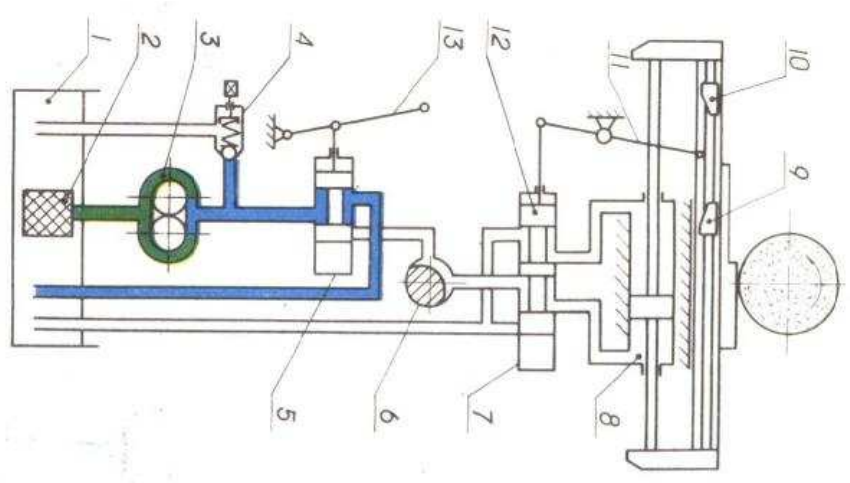


图 1-3

液压系统图形符号(GB786-76)就是属于职能符号。图 1-4 即为用职能符号表示的图 1-3 所示的液压系统。

从上面所述的例子可以看出,液压系统可分成以下四个主要组成部分:

1. 能源装置 它是把机械能转换成油液液压能的装置。它的形式就是液压泵。
2. 执行装置 它是把油液的液压能转换成机械能的装置,有液压缸、液压马达。
3. 控制调节装置 它们是控制液压系统中油液压力、流量和流动方向的装置,是各类压力阀、流量阀、方向阀的总称。
4. 辅助装置 它们是除上述三项外的其他装置,如油箱、滤油器、油管等。

下述各章将依次介绍液压泵和液压马达、液压缸、液压阀的典型结构。

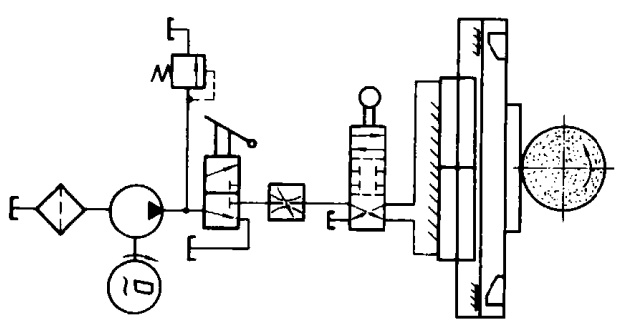


图 1-4

## 第二章 液压泵和液压马达

在液压系统中, 液压泵和液压马达都是能量转换装置。液压泵把电动机或其他动力装置输入的机械能转换成油液的压力能, 它是液压系统的“心脏”; 液压马达则由压力油驱动而产生旋转运动, 即把油液的压力能转变为机械能, 它是液压系统中的一种执行元件。液压泵是液压传动的动力源, 而液压马达则是液压传动的液动机。

液压泵和液压马达从原理上讲是可逆的, 有的液压泵和液压马达在结构上完全一样, 它们可以互逆使用, 即当它由电动机带动其旋转时为液压泵, 当它通入压力油时便为液压马达。有些液压泵和液压马达虽然不能互逆使用, 但其结构也基本类同。在本章中以液压泵为重点, 仅举一个液压马达以了解其结构上的不同之处。

液压传动中所使用的液压泵的基本工作原理, 是使油液充满在密闭的工作容积内, 在工作过程中依靠密闭容积的变化来输送油液。当容积由小变大时吸油, 由大变小时排油。因此这种液压泵又称为容积式泵。

液压泵和液压马达的种类很多, 常见的有齿轮式、叶片式和柱塞式三种, 柱塞式又可分为径向柱塞式和轴向柱塞式两种。

液压泵中, 按其输出的流量能否调节, 可分为定量泵和变量泵。齿轮式液压泵一般为定量泵, 叶片式和柱塞式液压泵可以是定量泵, 也可以是变量泵。按它们允许使用的压力, 又有低压泵、中压泵与高压泵等。按输油的方向能否改变, 又可分为单向泵和双向泵。

### § 2-1 齿轮式液压泵

在各类液压泵中, 齿轮式液压泵由于其结构简单, 便于制造和维修, 已广泛应用在压力不高的液压系统中。它的缺点是漏油较多, 轴承载荷大, 因而使压力提高受到一定限制。

#### 一、CB-B型齿轮泵

外啮合渐开线直齿圆柱齿轮泵的工作原理如图 2-1 所示。装在壳体内的一对齿轮的齿顶圆柱及侧面均与壳体内壁接触, 因此各个齿间槽间均形成密封的工作空间。齿轮泵的内腔被相互啮合的轮齿分为左、右两个互不相通的空腔, 分别与进油孔和排油孔相通。当齿轮按图 2-1 所示的方向旋转时, 左侧吸油腔的轮齿逐渐

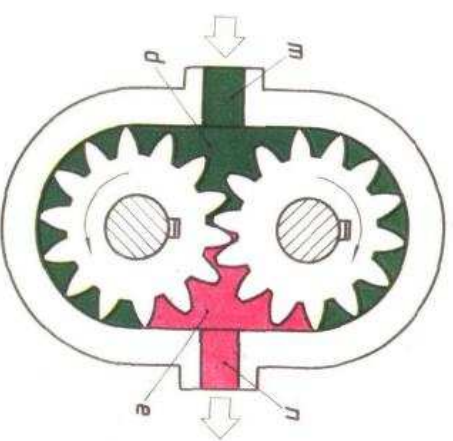


图 2-1

分离, 工作空间的容积逐渐增大, 形成部分真空, 因此油箱中的油液在大气压力的作用下, 经吸油管进入吸油孔  $m$ , 在图 2-1 中, 吸油腔  $d$  的油液用绿色表示。吸入到齿间的油液在密封的工作空间中随齿轮旋转带到右侧的排油腔  $e$ , 因右侧的轮齿逐渐啮合, 工作空间的容积逐渐减小, 所以齿间的油液被挤出, 从排油孔  $n$  经油管输出。在图 2-1 中排油腔的压力油用红色表示。当齿轮不停旋转时, 左、右两腔不断完成吸油和排油过程, 将压力油输送到液压系统中。

彩色立体图一为 CB-B25 型齿轮泵的轴测装配图及其各主要零件的轴测分解图, 图 2-2 为其结构图。齿轮 7、9 装在泵体 2 中, 由传动轴 6 带动回转。左、右端盖 1、3 装在泵体的两侧, 用六个螺钉连接, 并用圆锥销定位。带有保持架的滚针轴承 10 分别装在左右端盖中, 支承轴 6 和 8。这种由泵体和端盖组成分离三片式结构, 使装配后泵的轴向间隙直接由齿轮与泵体厚薄的公差来决定, 因此容易泄漏的油液经通道  $a$  和  $b$  流回吸油腔。泵体两端面上还设有压力卸荷槽  $c$ , 由侧面泄漏的油液经卸荷槽流回吸油腔, 这样可以降低泵体与端

盖接合面间泄漏漏油的压力。在彩色立体图一左左端盖被剖切的轴测图中,可看清其左端进油口 m 通过孔 d 进入泵体的吸油腔,右端的排油腔通过孔 e 通到排油口 n。

端盖 1、3 上的槽 f 和 g 是因油卸荷槽。因油现象是外啮合齿轮泵的一个较突出的问题。齿轮泵要能连续供油,啮合齿轮的重迭系数应大于 1,因此齿轮旋转时,一对齿未脱离之前,另一对齿便又开始啮合,这时两啮合轮齿之间形成一个封闭的容积 V,留在两齿间的油液就困在该容积中(图 2-3(a))。齿轮继续旋转,容积逐渐减小,直到两个啮合点 A、B 处于节点两侧的对称位置时(图 2-3(b)),封闭容积为最小。再继续转动,封闭容积又逐渐增大,到图 2-3(c)所示为最大位置。在封闭容积减小时,被困油液受挤压,压力急剧上升,油液从两齿接合的缝隙中强行挤出,使齿轮和轴承受到很大的径向力。

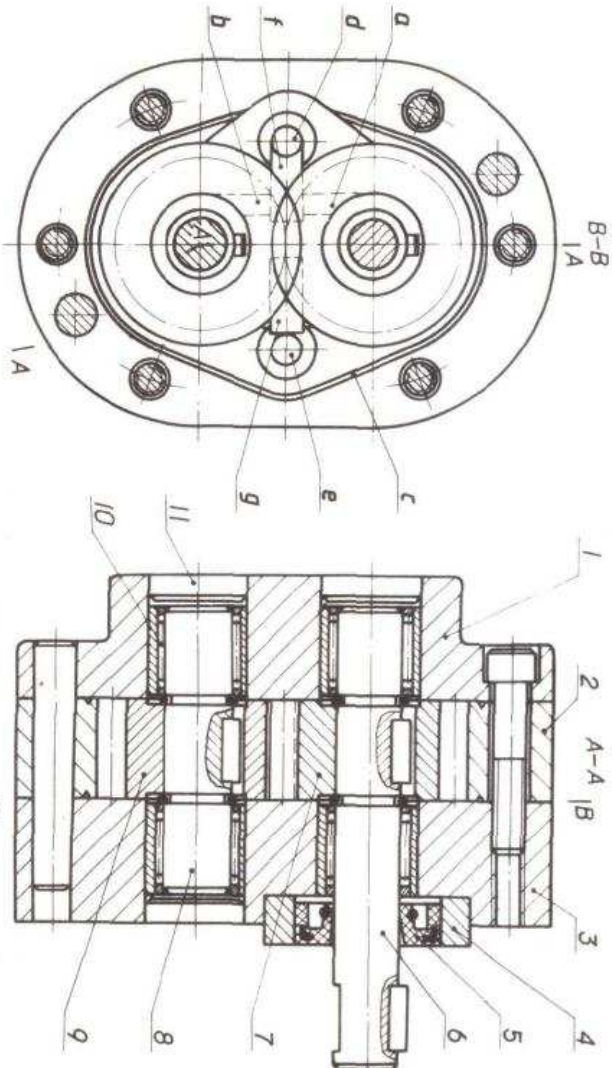


图 2-2

当容积增大时,又产生局部真空,使溶于油液中的空气分离出来,油液本身也要蒸发汽化,致使油液产生气泡,使流量不均匀并造成噪声,这种现象称为困油现象。因此在齿轮泵端盖上铣有两个消除困油现象的凹槽,即卸荷槽。从理论上讲,卸荷槽的位置应保证困油容积在到达最小位置以前和排油腔接通,过了最小位置和吸油腔接通。为保证泵的吸、排油腔互不沟通,令两个卸荷槽的边缘恰好通过对称于节点的两侧啮合点 A 和 B 就可以了,如图 2-3(d) 中的虚线。但实际上因齿侧间隙甚小,所以因油容积又可看成分隔为左下腔 I 和右上腔 II 两个空间。当按图示方向旋转,越过中间位置后,II 的容积将继续变小,这部分油液仍受到挤压。为此图示齿轮泵将卸荷槽向吸油腔方向偏移一段距离,如图 2-3(e) 所示,使  $a < b$ 。

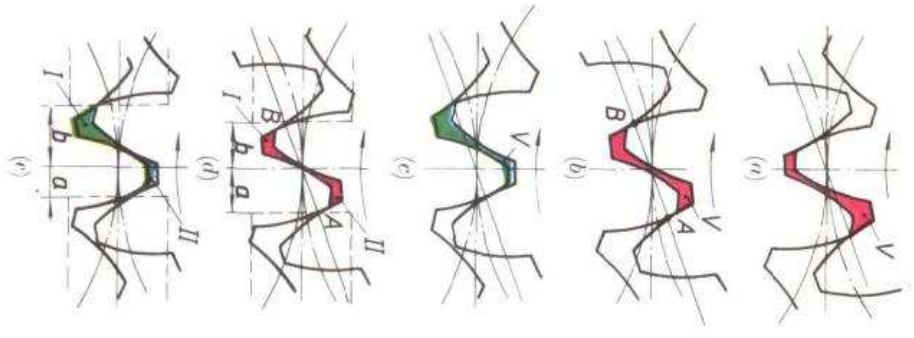
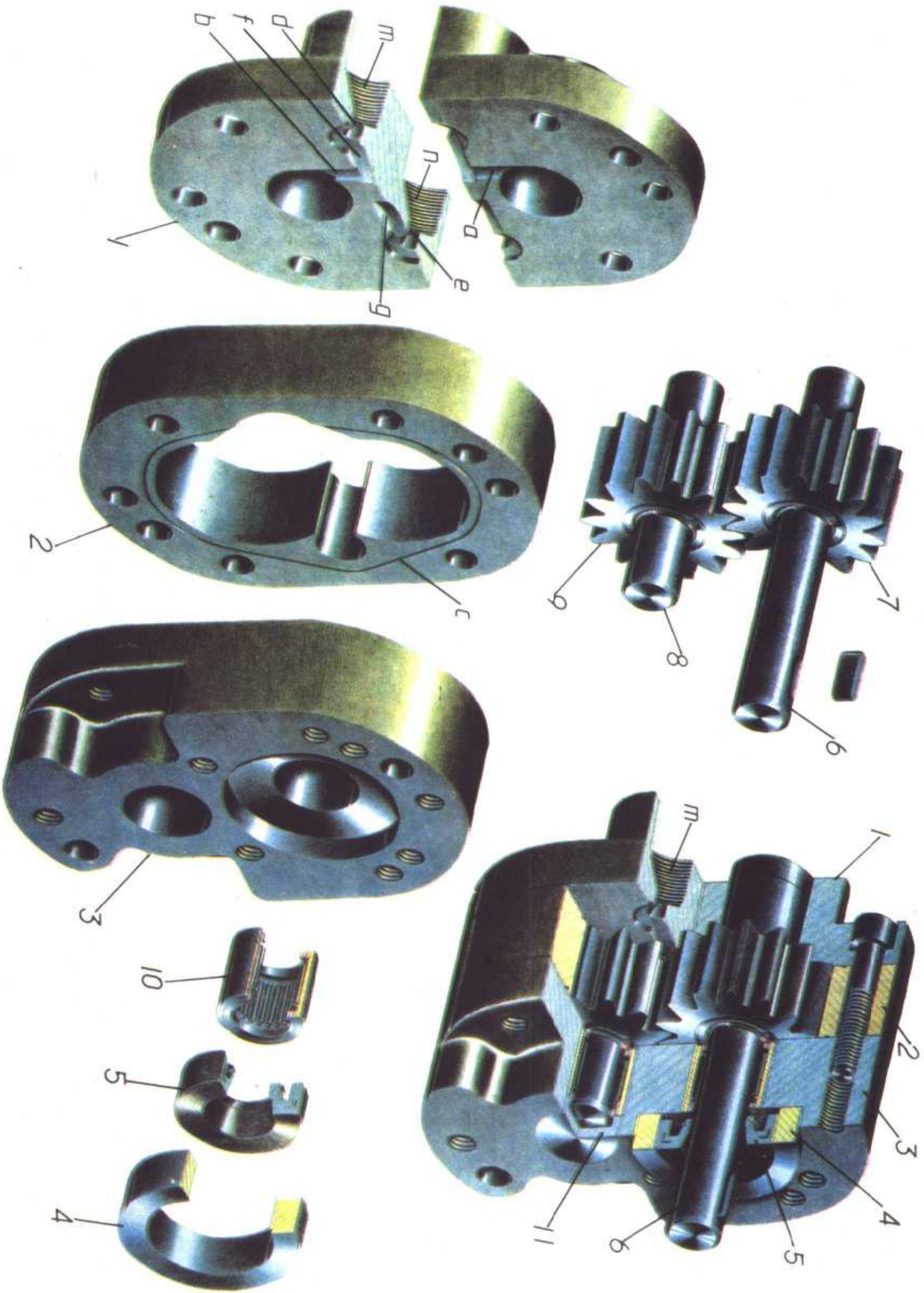


图 2-3

二、BB-B 型摆线转子泵

内啮合摆线转子泵的工作原理如图 2-4 所示。它由一对内啮合的内外转子所组成。内转子 1 为外齿轮,中心为  $O_1$ ; 外转子 2 为内齿轮,中心为  $O_2$ ;  $O_1O_2$  为偏心距 e。内转子比外转子少一个齿,在图 2-4 中内转子为 6 齿,外转子为 7 齿。内、外转子的齿廓是一对共轭曲线;图

彩色立体图一 CB-B型齿轮泵



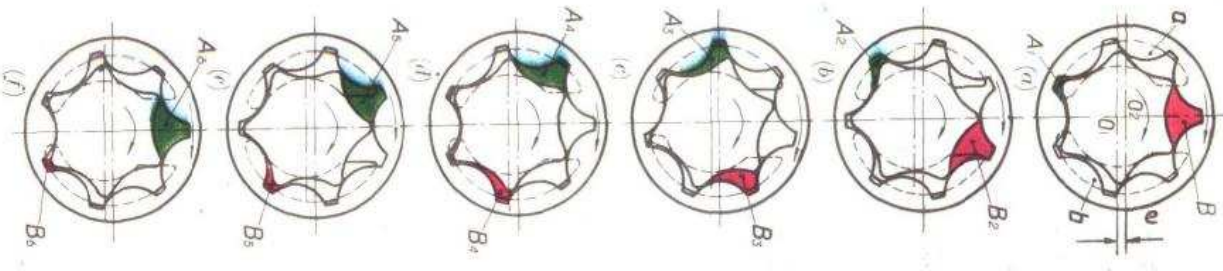


图 2-4

2-4 中外转子齿廓为一段圆弧, 内转子齿廓为短幅等距外摆线, 内外转子齿廓间形成若干个密封的工作容积。内转子靠轴和轴承定心, 外转子靠外径和壳体配合定心。当内转子绕  $O_1$  回转时, 带动外转子绕  $O_2$  作同向回转。图 2-4(a)~(f) 表示内转子回转  $180^\circ$  过程中, 封闭容积逐渐增大与减小的过程。密封工作容积 A (用绿色表示) 在回转过程中, 由  $A_1 \sim A_6$  逐渐增大, 形成部分真空, 并通过泵盖上左侧的配油窗口 a 完成吸油过程。密封工作容积 B (用红色表示) 在回转过程中, 由  $B_1 \sim B_6$  逐渐减小, 被挤出的油液通过泵盖右侧的配油窗口 b 完成排油过程。当内转子

回转一周时, 由内外转子齿廓所形成的每一个密封工作容积都各吸油和排油一次。当内转子不停旋转时, 油泵即连续完成吸油和排油过程, 将压力油输出, 如图 2-5 所示。

彩色立体图 2 为 BB-B20 型摆线转子泵的轴测装配图及其各主要零件的轴测分解图, 图 2-6 为其结

构图。型号中的 BB 表示摆线转子泵。内转子 8 由传动轴 6 带动回转, 由内转子带动外转子 9 在泵体 2 中回转。前、后端盖 3、1 装在泵体两侧, 组成分离三片式结构, 用四个螺钉连接, 并用两个圆柱销定位, 以保证泵体和前后端盖间偏心距 e 的准确。内外转子都是采用铁基粉末冶金制造。油液从左边进油口 m 进入配油窗口 a, 压力油从配油窗口 b 流向排油口 n。这个泵采用外泄漏结构, 前盖 3 中轴衬 7 处泄漏的油液经过轴 6 中间的孔 c、d 流入空腔 f, 与后盖 1 轴衬处泄漏的油液一起从泄油孔 L 中排出。泵体 2 两端面上铣有压力卸荷槽 g, 由侧面泄漏的油液经卸荷槽流入孔 h, 再从泄油孔 L 中



图 2-5

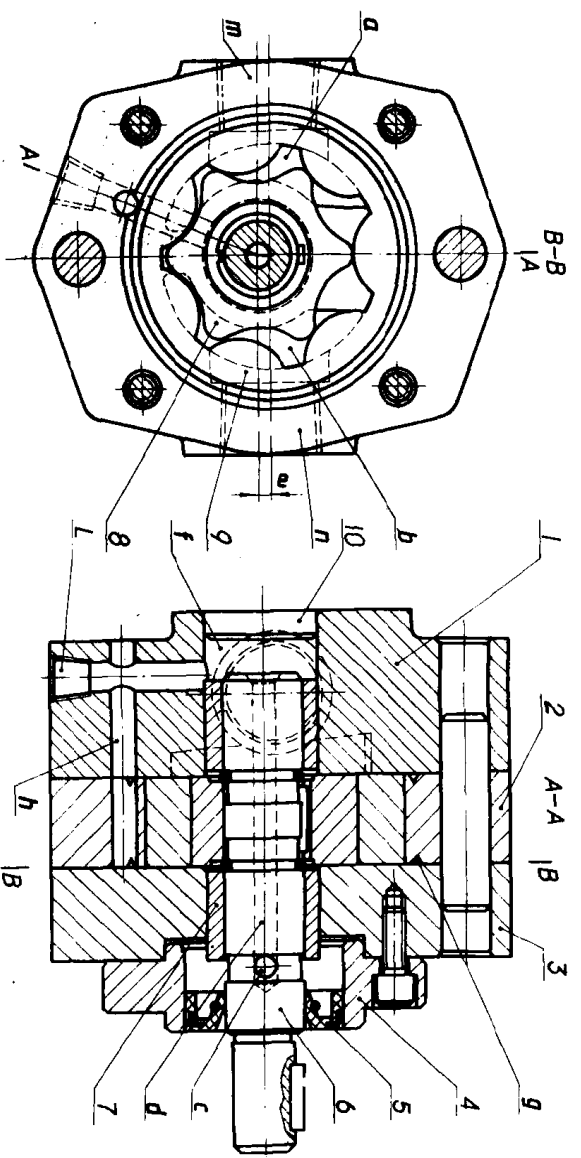
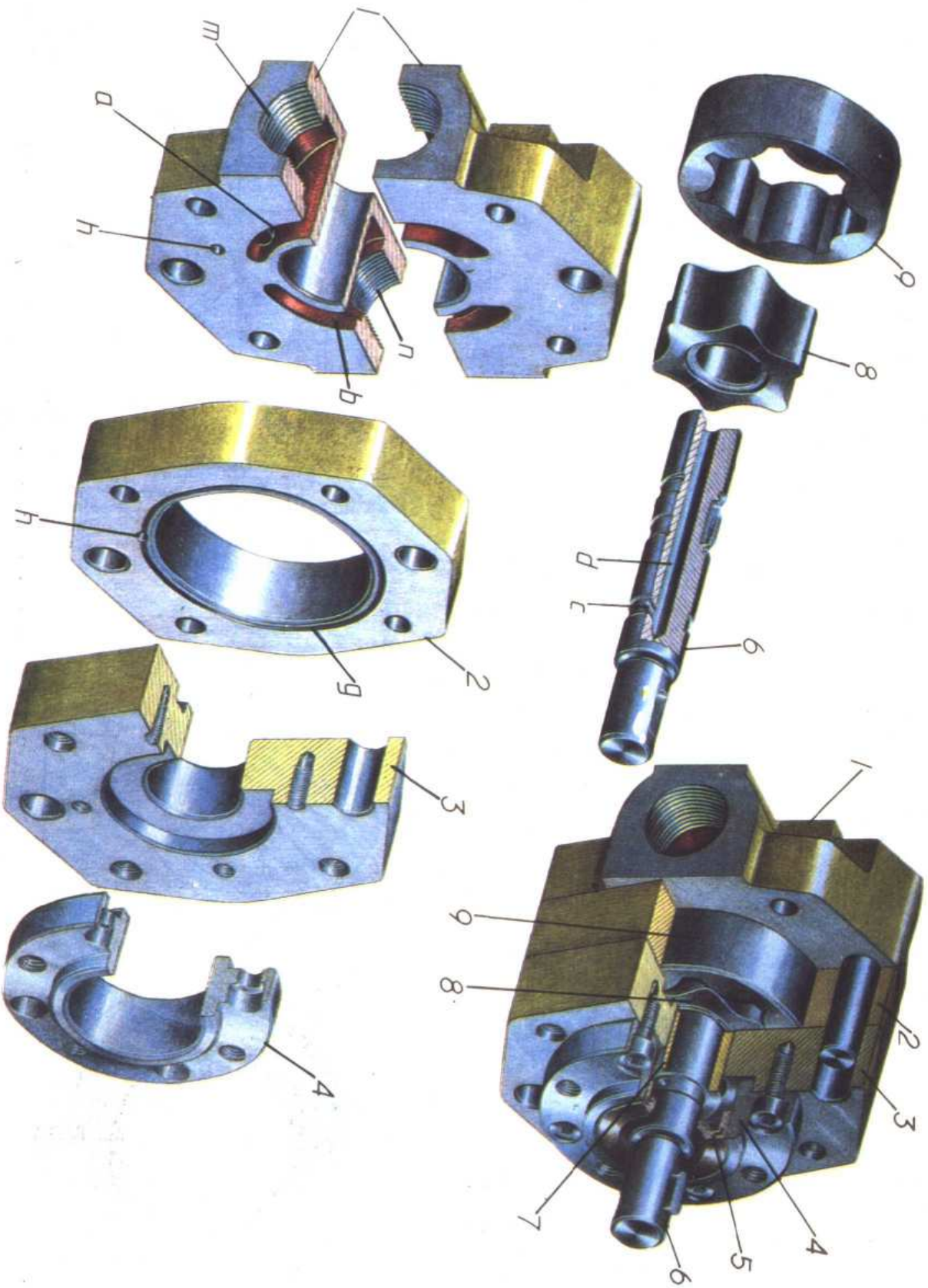


图 2-6

彩色立体图二 BB-B型摆线转子泵





推出。

### § 2-2 叶片式液压泵

叶片泵按每转吸排油的次数,可分为双作用式和单作用式两种。双作用叶片泵为定量泵,单作用叶片泵大多做成变量泵。叶片泵输出流量均匀,脉动小,噪声小,但结构较复杂。

#### 一、YB<sub>1</sub>型双作用定量叶片泵

YB型双作用定量叶片泵的工作原理如图 2-7。转子 4 和定子 5 的中心重合。叶片 3 装在转子槽中,并可在槽内移动。当转子回转时,由于离心力作用(有时还在叶片槽底部通进压力油),使叶片紧靠在定子内壁,这样就形成若干个密封容

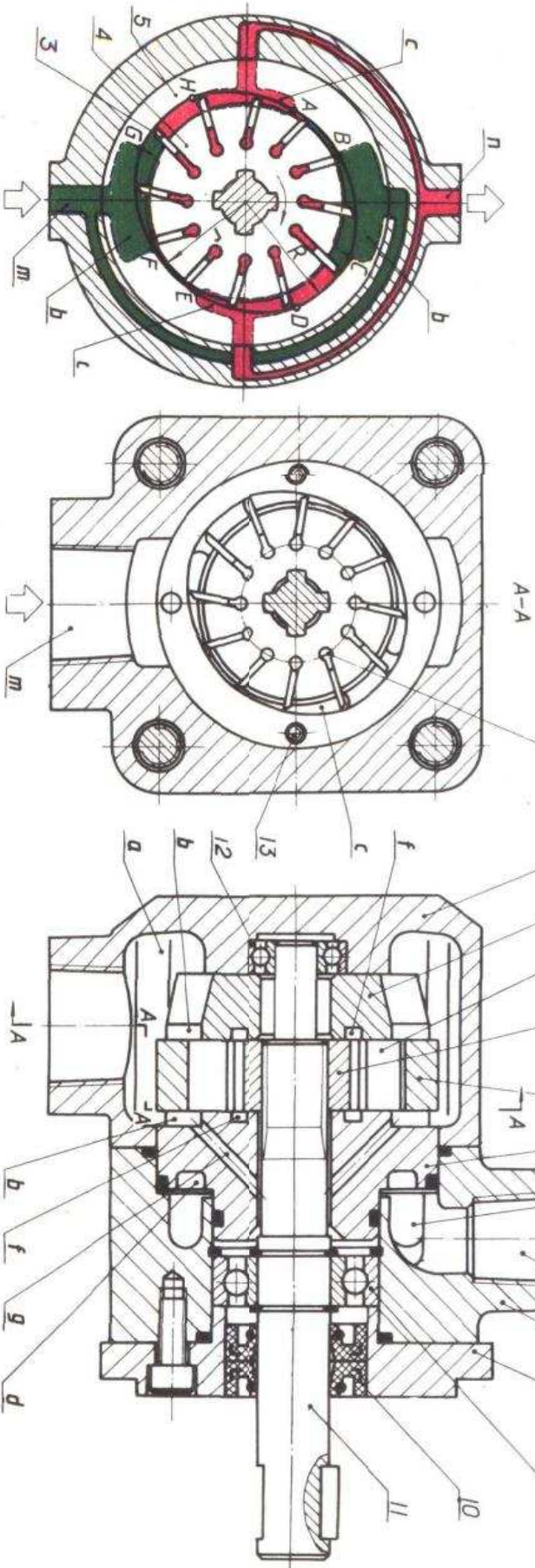


图 2-7

长半径 R 的圆弧段 CD、GH, 两段短半径 r 的圆弧段 AB、EF, 以及四段过渡曲线 BC、DE、FG、HA 所组成。叶片在 AB、EF 区域内时,密封容积最小。当转子按图示方向回转,叶片在 BC、FG 区域中,密封容积逐渐增大,从两个吸油窗口 b (与吸油口 m 相通) 中吸油,称为吸油腔。叶片在 CD、GH 区域内时,密封容积最大。叶片在 DE、HA 区域内中密封容积逐渐减小,称为压油腔,油液从压油窗口 c (与压油口 n 相通) 中压出。在吸油腔与压油腔之间有一段封油区,即 AB、CD、EF 和 GH 区域,把两腔隔开。这种叶片泵的转子每转一转,每个密封容积完成两次吸油和压油,故称为双作用式叶片泵。由于两个吸油窗口 b 和压油窗口 c 对称于旋转轴,压力油作用于轴承上的径向力是平衡的,故也称卸荷式液压泵。

彩色立体图三为 YB<sub>1</sub>-25 型定量叶片泵的轴测装配图及其各主

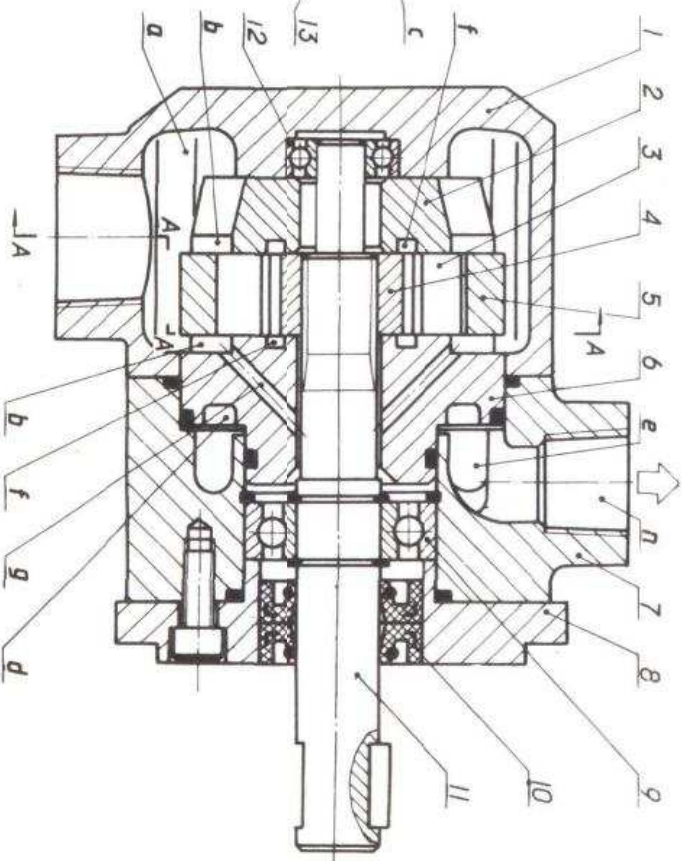
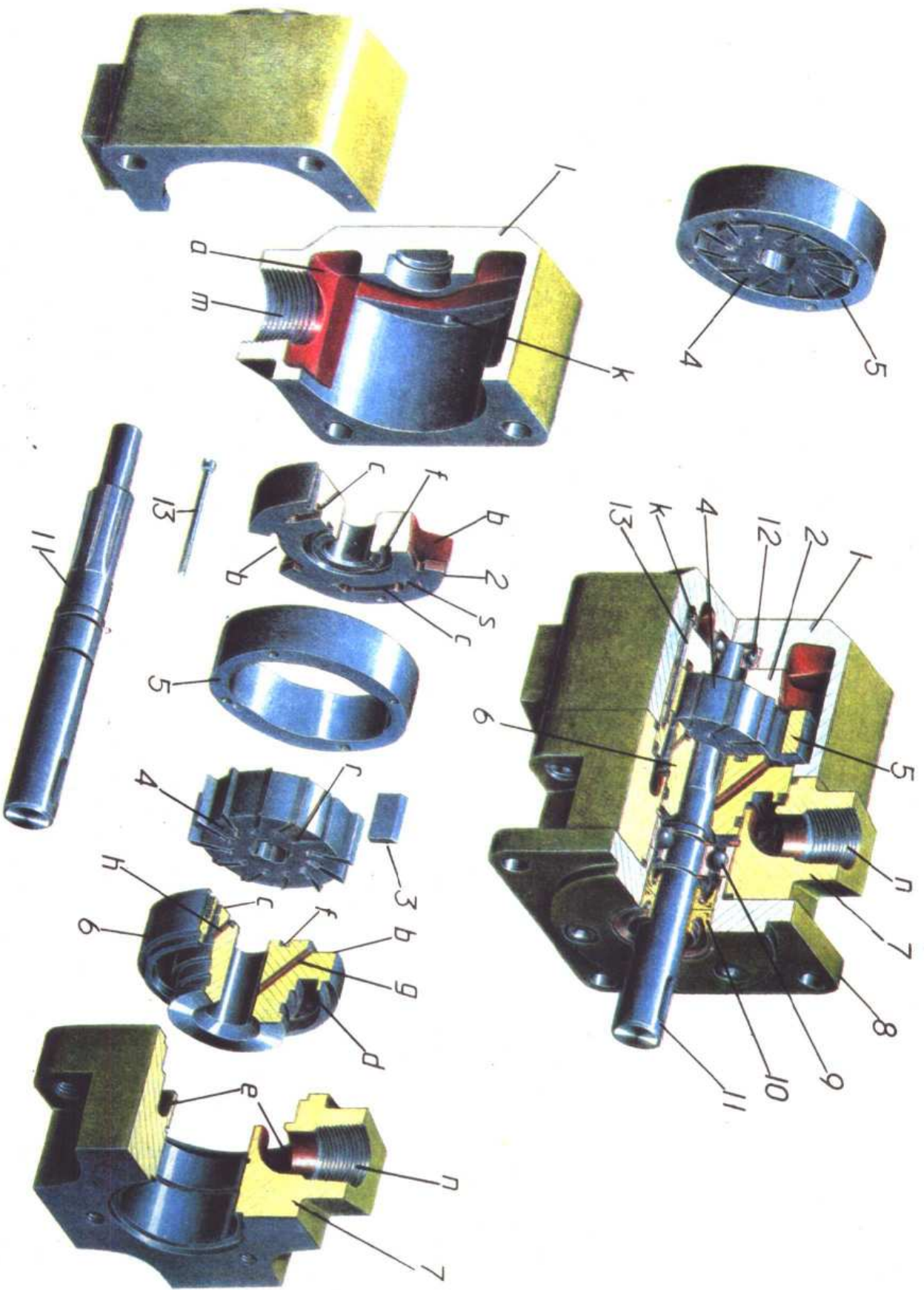


图 2-8

彩色立体图三 YB<sub>1</sub>型双作用定量叶片泵



要零件的轴测分解图,图2-8为其结构图。在左泵体1和右泵体7内安装有定子5、转子4、配油盘2和6。转子4上开有十二条倾斜的槽,叶片3装在槽内。转子由传动轴11带动回转,传动轴由左、右泵体内的两个径向球轴承12和9支承。盖板8和传动轴间用两个油封10密封,以防止漏油和空气进入。定子、转子和左、右配油盘用两个螺钉13(见立体图)组装成一分部件后再装入泵体内,这种组装式的结构便于装配和维修。螺钉13的头部分装在左泵体后面的孔k内,以保证定子及配油盘与泵体的相对位置。

油液从吸油口m经过空腔a,从左、右配油盘的吸油窗口b吸入,压力油从压油窗口c经右配油盘中的环形槽d及右泵体中的环形槽e,从压油口n压出。在配油盘端面开有环形槽f与叶片槽底部r相通,右配油盘6上的环形槽又通过孔h与压油窗口c相通(见立体图三右下方的配油盘6)。这样压力油就可以进到叶片底部,叶片在压力油和离心力的作用下压向定子表面,保证紧密接触以减少泄漏。在配油盘的压油窗口一边,开一条小三角卸荷槽s,这是为了消除困油现象,还能使叶片间密封容积中的油液逐步和压油腔相通,避免压力突变引起的冲击和噪音。从转子4两侧泄漏的油液,通过传动轴11与右配油盘孔中的间隙,从g孔流回吸油腔b。

## 二、YBX型限压式变量叶片泵

单作用叶片泵的工作原理如图2-9。定子具有圆柱形内表面,与转子间有偏心距e。当转子按图示方向回转时,下半部叶片逐渐伸出,密封容积逐渐增大,从与吸油口m相通的吸油窗口a中吸油,称为吸油腔。上半部叶片被定子内壁逐渐压进槽内,密封容积逐渐减小,称为压油腔,油液通过压油窗口b从压油口n中压出。这种叶片泵的转子每转一转,每个密封容积完成一次吸油和压油,所以称为单作用叶片泵。由于转子受来自压油腔作用的单向压力,使轴承上所受载荷较大,所以也称非卸荷式叶片泵。

若将转子和定子的偏心距e做成可调节的,则成为变量叶片泵。彩色立体图四和图五所示为一种外反馈限压式变量叶片泵。它

可根据液压系统的要求调节好限定的工作压力,当系统的压力达到限定压力后,便能自动减小偏心距e而减小输出流量。

彩色立体图四和图五为YBX-16型变量叶片泵的轴测装配图及其各主要零件的轴测分解图,图2-10为其原理图,图2-11为其结构图。立体图四上的轴测装配图相当于图2-11中的主视图,表达传动轴7上的转子3、定子4、侧板2、配油盘6等各零件间的装配关系,右下方为这些有关零件的轴测分解图。立体图五上的轴测装配图相当于图2-11中的左视图及图2-10的原理图,主要表达调节定子偏心距e的原理及结构。左下方为泵体8的零件轴测图,并剖开以表达进出油口m、n及其与吸油及压油窗口a和b的关系。

转子3固定在传动轴7上,轴7支承在两个滚针轴承上作逆时针方向回转。定子4可以左右移动,在左端限压弹簧13的作用下,定子被推向右端,靠紧在活塞21左端面上,使定子中心 $O_2$ 和转子中心 $O_1$ (图2-10)之间有一原始偏心距 $e_0$ ,它决定了泵的最大流量。转动流量调节螺钉23,通过柱塞22来调节活塞21的位置,从而调节 $e_0$ 的大小。在泵体8上钻有斜孔c,压油腔b中的压力油通过孔c流入d腔,作用在活塞21的右端面上,当此作用力大于左端限压弹簧13的预调力时,推动定子向左移动,偏心距e减小,从而使排出的流量减小。

转动左端的压力调节螺钉10,通过弹簧座11可调节弹簧13对定子的作用力,从而可改变泵的限定工作压力。滑块20的下部通过

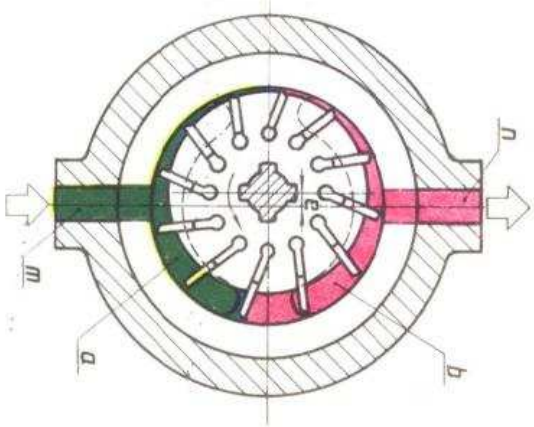
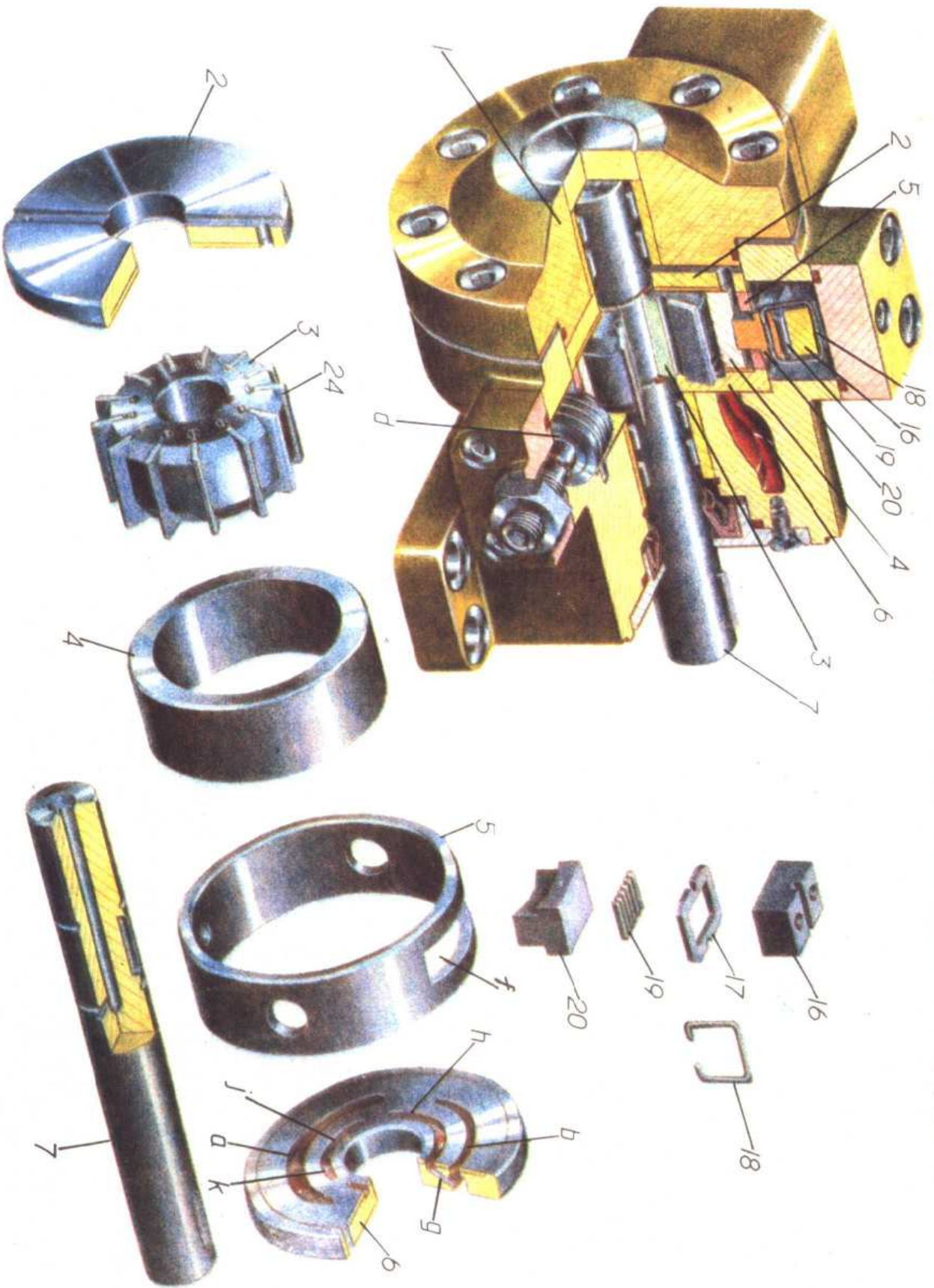


图 2-9

彩色立体图四 YBX 型限压式变量叶片泵(一)





隔套 5 上的槽 f 支承在定子 4 上, 并承受定子上压力油的作用力。当定子移动时, 滑块随着定子一起移动, 为减少摩擦力, 提高定子对油压变化时反应的灵敏度, 滑块支承在滚针 19 上。滚针装在滚针架 17 中, 用弹簧扣 18 将它与上、下滑块 16 与 20 连接在一起。

配油盘 6 的结构见立体图四的右方, 油槽 h 和 j 与转子上叶片槽底部相接通, 油槽 h 通过孔 g 与压油腔 b 接通; 油槽 j 通过孔 k 与吸油腔 a 接通。所以在压油腔叶片底部通高压油, 图 2-10 中用绿色表示; 在吸油腔叶片底部通低压油, 在图 2-10 中用红色表示, 叶片顶部和底部所受的液压力基本上是平衡的, 这样就减小了叶片顶部和定子内表面的磨损。

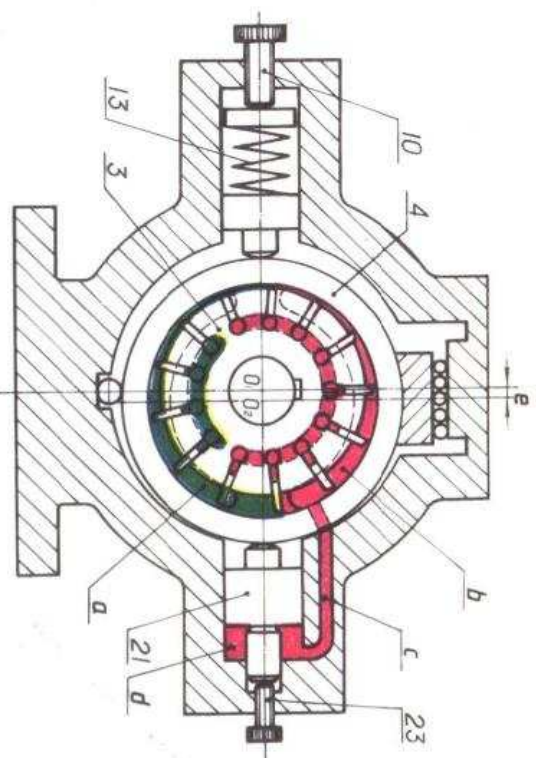


图 2-10

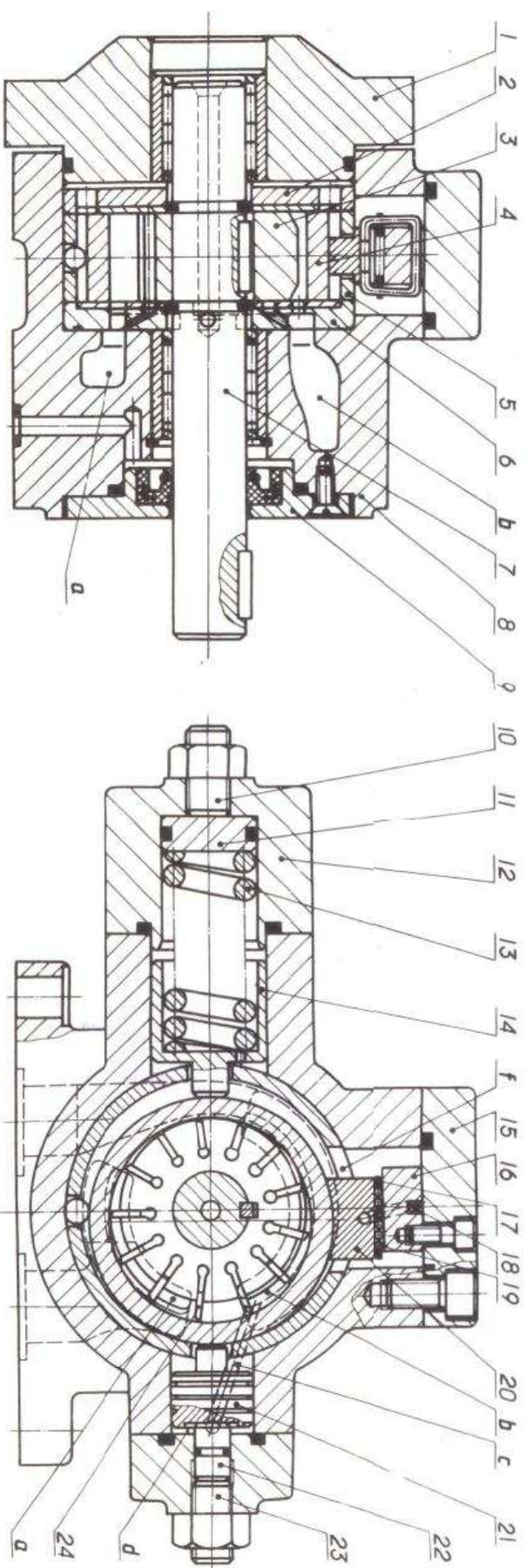
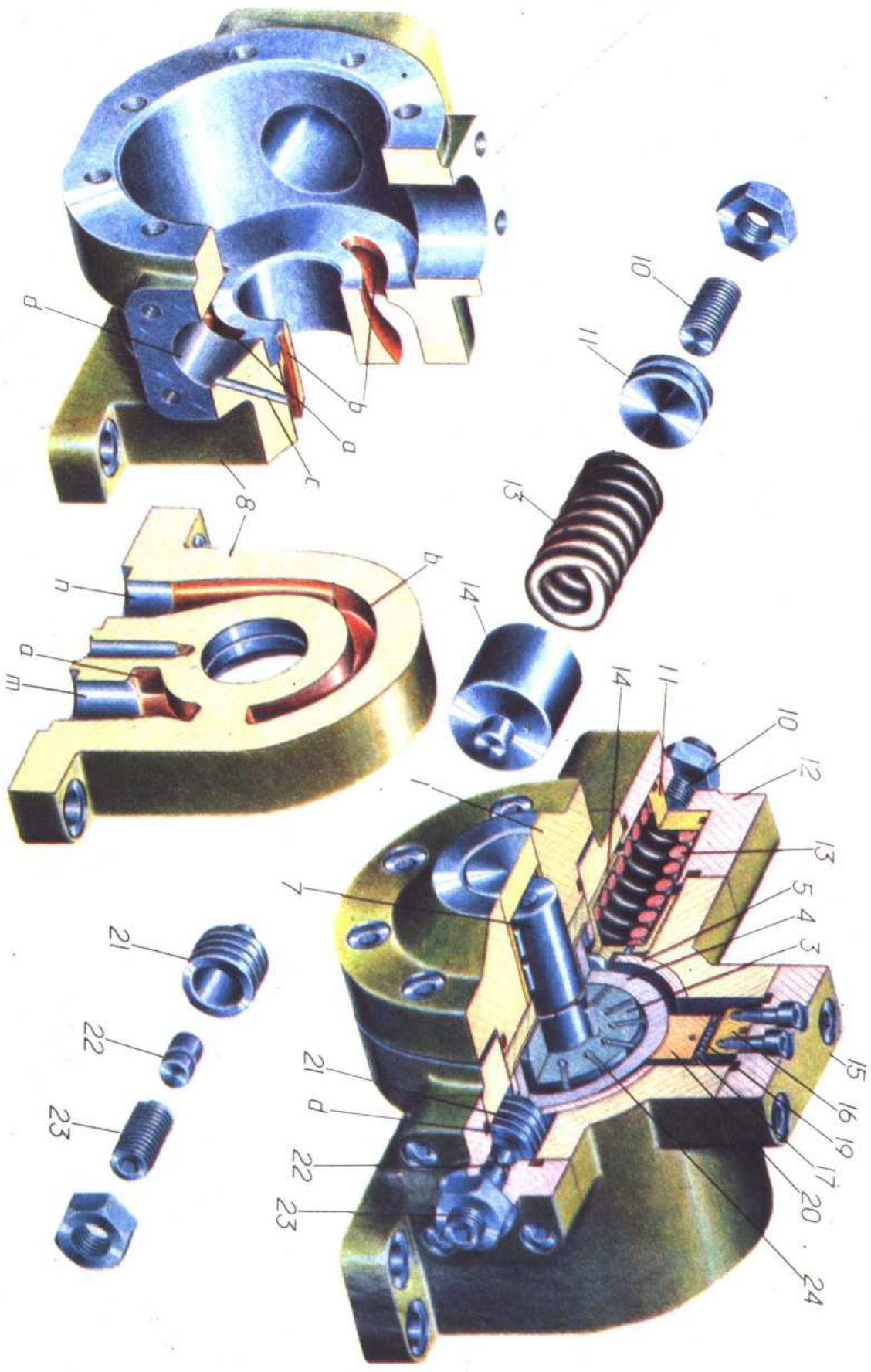


图 2-11

彩色立体图五 YBX 型限压式变量叶片泵(二)





## § 2-3 柱塞式液压泵和液马达

柱塞泵是靠柱塞在缸体内往复运动造成密封容积变化来实现吸油与压油的一类液压泵。由于柱塞和缸体内孔均为圆柱面,因此加工方便,配合精度高,密封性能好,结构紧凑,可以在高压下工作。同时这种液压泵只需改变柱塞的工作行程就能改变流量,故很容易实现流量调节及液流方向的改变。

柱塞泵按柱塞的排列和运动方向的不同,可以分为轴向柱塞泵和径向柱塞泵两大类。轴向柱塞泵是指柱塞轴线相互平行于缸体轴线的液压泵,它又分为斜盘式和斜缸式两种。

### 一、斜盘式轴向柱塞泵

斜盘式轴向柱塞泵的工作原理如图 2-12。柱塞 2 装在缸体 3 中,沿轴向圆周均匀分布。缸体中心具有花键轴孔,由传动轴带动旋转。由低压泵供给的油液,经过装在缸体右侧的配油盘 4 (图 2-12

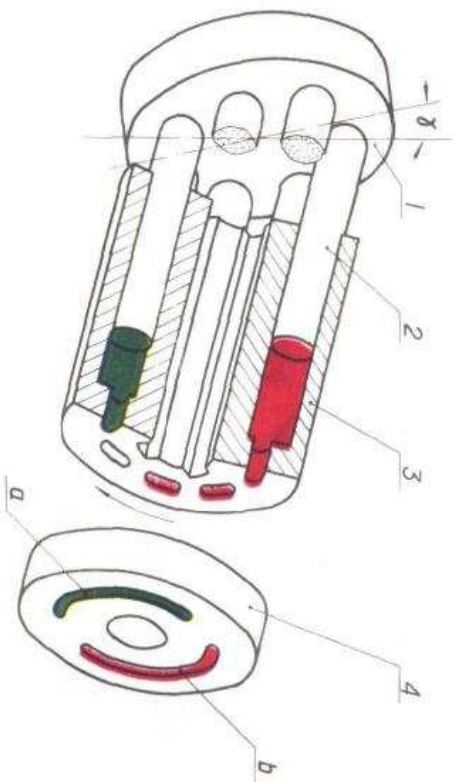


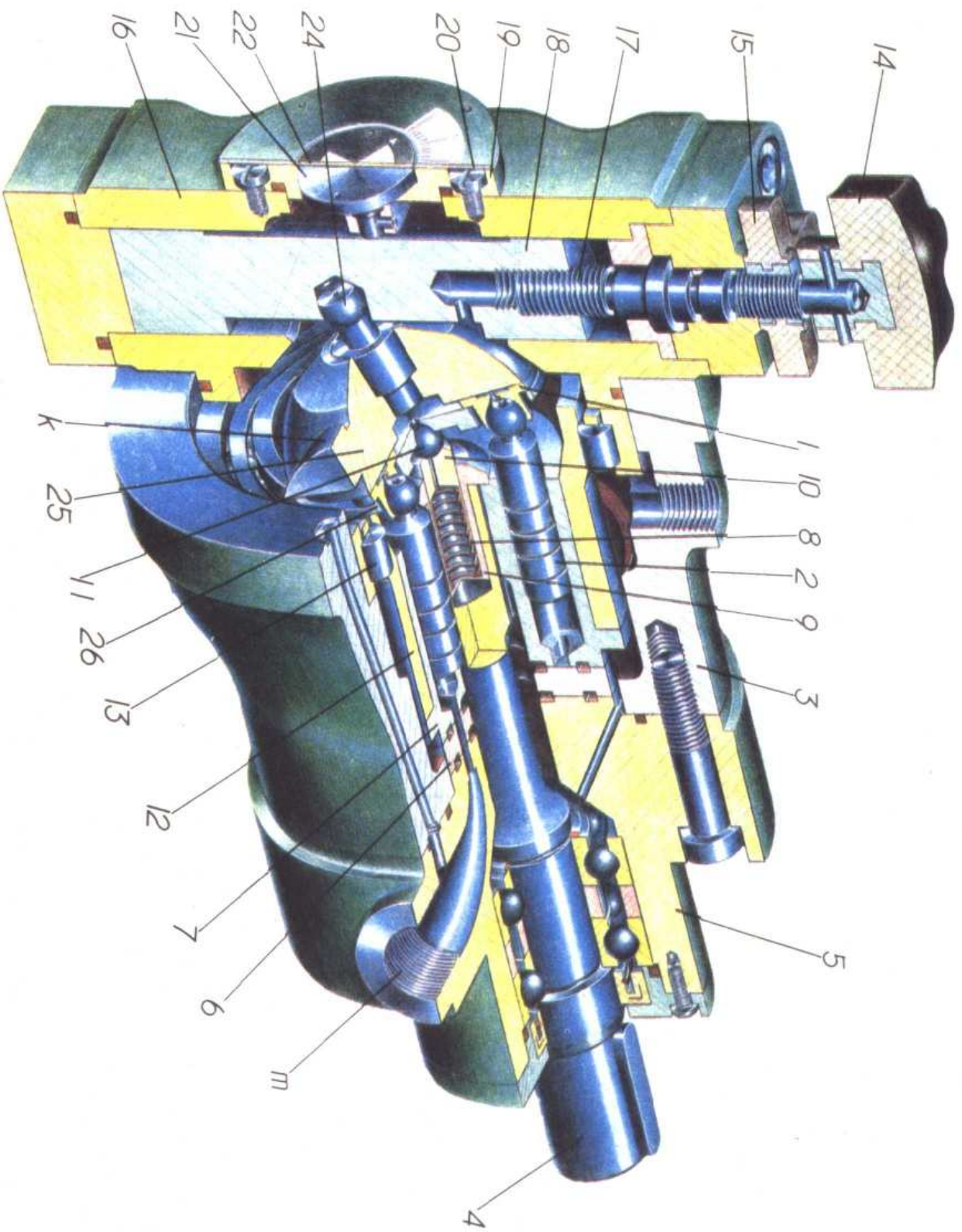
图 2-12

中假想将配油盘 4 向右移开,以表达缸体右端面形状)上的吸油窗口 a 进入缸内,使柱塞的一端抵紧在一个与缸体及传动轴轴线成 $\gamma$  倾角的斜盘 1 上。配油盘和斜盘都固定不动。当缸体回转时,在低压油及斜盘的作用下,柱塞就在缸中作往复直线运动。当缸体按图示方向旋转,则在前半部分,柱塞从缸中伸出,这时低压油经配油窗口 a 吸入缸体内,图 2-12 中吸入的油液用绿色表示。在后半部分,柱塞被斜盘压进缸内,油液便经压油窗口 b 压出,图 2-12 中压出的油液用红色表示。缸体每转一转,每一柱塞各完成一次吸油和压油,如缸体连续回转,就可以不断输出压力油。

彩色立体图六为 10SCY14-1B 型轴向柱塞泵的轴测装配图,彩色立体图七为其主要零件的轴测分解图,图 2-13 为其结构图。该泵的斜盘部分还带有手动变量机构,通过调整斜盘的倾角 $\gamma$ ,即可改变其流量。 $\gamma$  角越大,流量也越大,因此是一种变量泵。

泵的右边为主体部分,在泵体 3 内装有缸体 7 和配油盘 6 等。缸体与传动轴 4 间用花键联接,由传动轴带动旋转。缸体的七个轴向孔中各装有一个柱塞 2,柱塞的球状头部装有一个滑履 1,抵在斜盘 25 上,柱塞头部和滑履用球面配合,外面加以铆合,使两者不会脱离,但相配合的球面间可以相对转动。滑履的端面和斜盘的平面接触,为了减少它们间的滑动磨损,在柱塞和滑履的中心都加工有直径为 1mm 的小孔,缸中的压力油可经过小孔通到柱塞与滑履及滑履与斜盘的相对滑动表面间,起到静压支承的作用。定心弹簧 8 装在内套 10 和外套 9 中,在弹簧力的作用下,一方面内套通过钢球 11 和压盘 26 将滑履压向斜盘,使柱塞处于吸油位置时具有自吸能力,同时弹簧力又使外套压在缸体的左端面上,和缸内的压力油作用力一起,使缸体与配油盘 6 接触良好,以减少泄漏。缸体 7 用铝铁青铜制成,外面镶有钢套 12,并装在滚柱轴承 13 上,以支承斜盘作用在缸体上的径向分力。当传动轴带动缸体回转时,柱塞就在缸内作往复运动,缸底部的弧形孔就经配油盘上的吸、压配油窗口 a、b 配油,以完成吸油和压油作用。与配油窗口 a 和 b 相通的吸油口 m 和压油口 n 在右泵盖 5 中,见立体图六、图七中右泵盖的水平剖面。

彩色立体图六 10SCY14-1B型轴向柱塞泵(一)





配油盘 6 的结构见立体图七中的零件轴测图。两个配油窗口 a 和 b 分别与右泵盖 5 中的吸油口及压油口相通。外圈的环形槽 f 为卸荷槽, 从配油盘两侧泄漏的油液, 一部分进入槽 f, 通过下部的槽口 i 及泵体中 e 腔流入 g 腔; 另一部分泄漏到轴 4 及缸体内孔间的油液从空腔 c 经过右泵盖 5 中的小孔 d 及空腔 e 也流入 g 腔, 然后从泄油孔 L 中排出。两个通孔 h 的作用和叶片泵中所述小三角卸荷槽的作用相同。

泵的左边变量壳体 16 内安装斜盘和手动变量机构。柱塞 18 与螺杆 17 用螺纹连接。斜盘 25 的两侧有两个耳轴 k 支承在变量壳体前后相应的圆柱面上, 故斜盘能在变量壳体内摆动, 摆动的中心即为钢球 11 的中心。转动调节手轮 14 时, 柱塞 18 即沿轴向上、下移动。装在斜盘中的销轴 24 的左边球面部分装在柱塞的孔 j 中, 当柱塞上、下移动时, 就通过销轴使斜盘摆动, 最大的摆动角度是  $17^{\circ} \pm 10'$ 。当柱塞移动时, 还通过装在柱塞上的销子 27 和拨叉 23 带动左端的刻度盘 21 旋转, 刻度盘

装在盖 19 内, 铆在它左边的铁皮 22 上刻有箭头, 铆在盖 19 左端的铁皮 20 上, 具有刻度, 这样就可以观察柱塞上下的移动量, 从而知道所调节的流量大小。调节好后用锁紧螺母 15 锁紧。

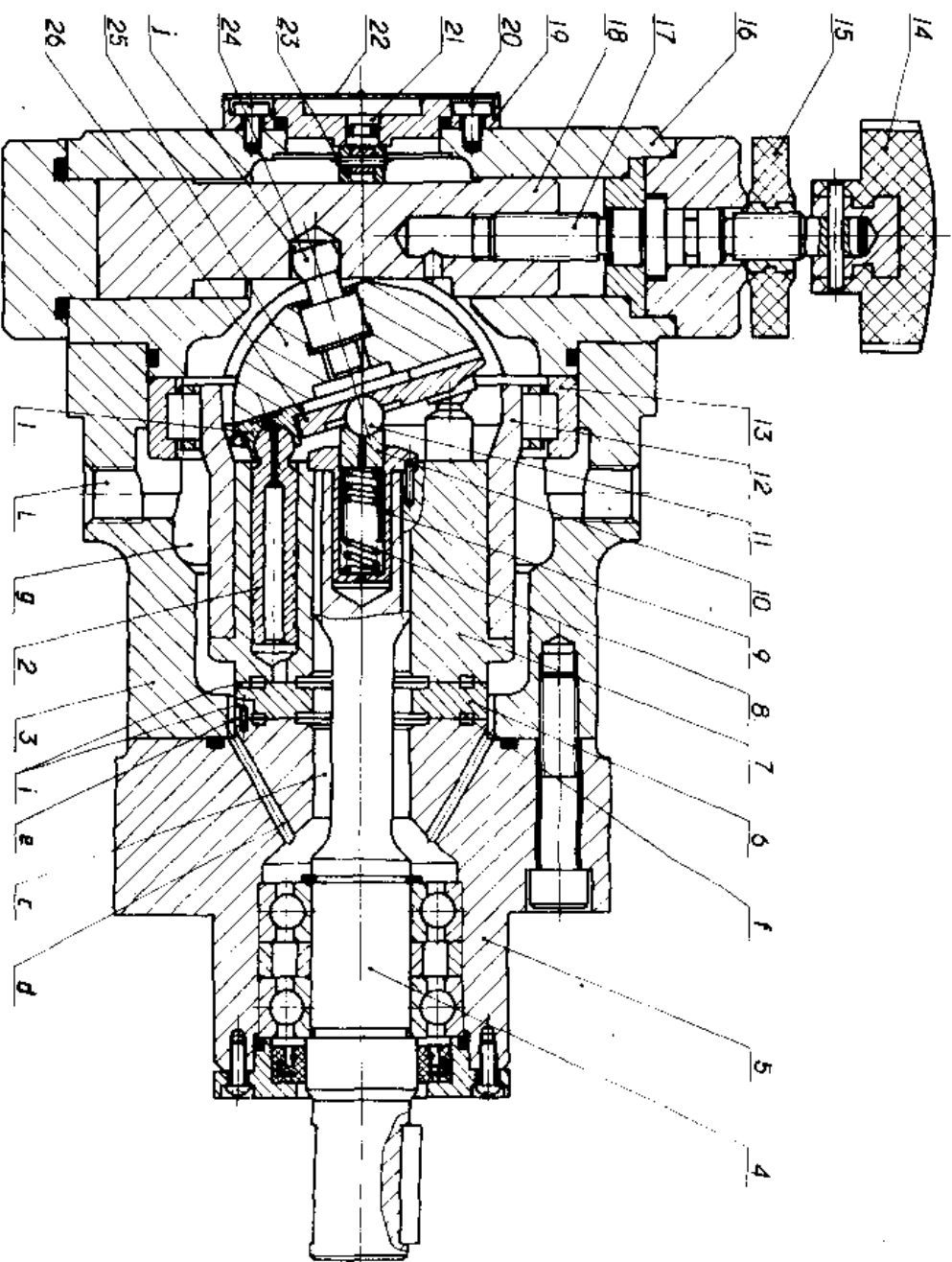
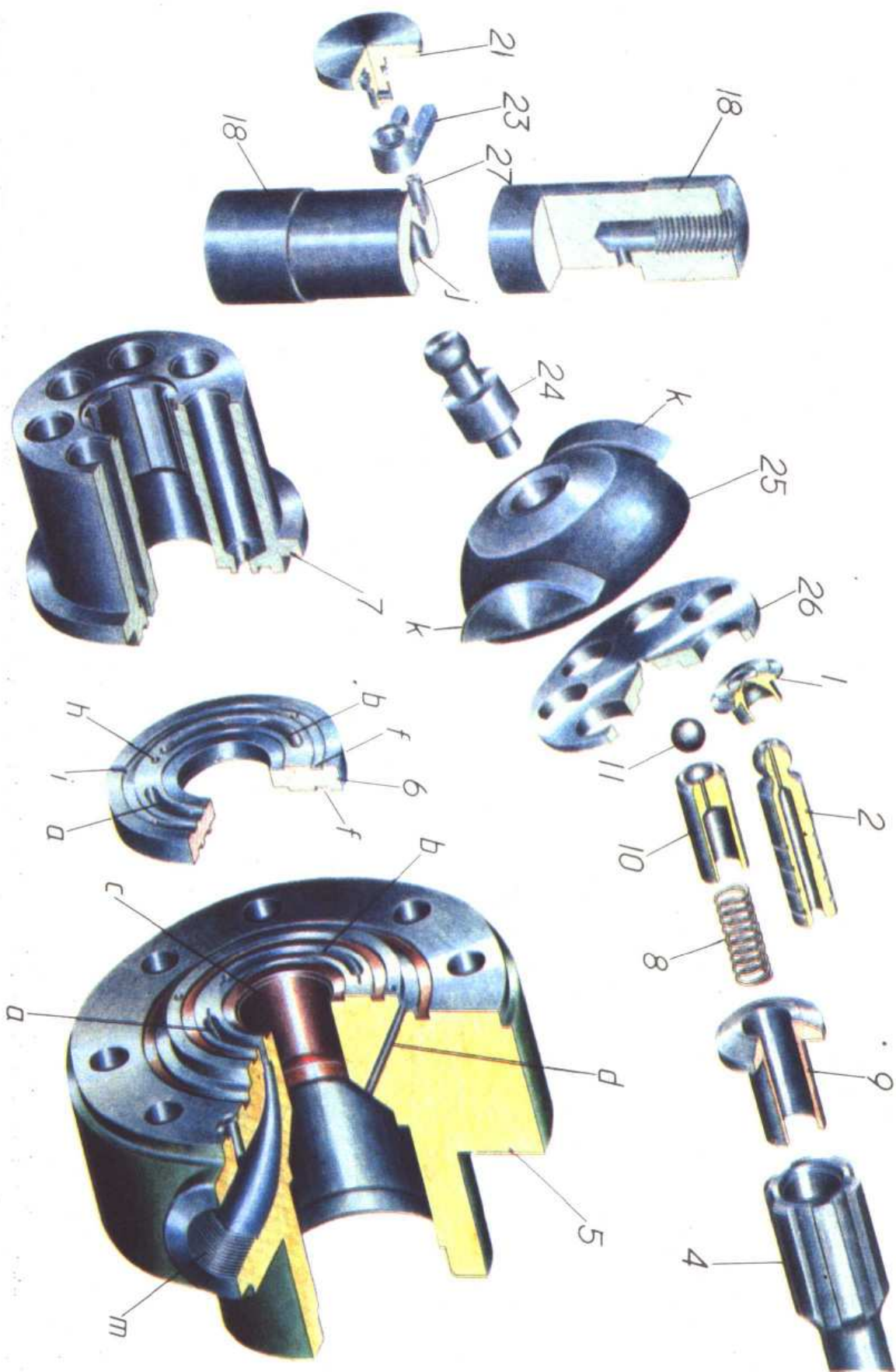


图 2-13

彩色立体图七 10SCY14-1B型轴向柱塞泵(二)





## 二、斜缸式轴向柱塞泵

斜缸式轴向柱塞泵的基本工作原理和斜盘式轴向柱塞泵相同，但是使缸体相对于传动轴倾斜一个角度 $\gamma$ 。图 2-14 为其原理图。当传动轴 1 带动其右端的圆盘旋转时，通过连杆机构 2 带动缸体 4 绕其倾斜的轴线旋转，使柱塞 3 在缸体内作往复运动，通过配油盘 5 上的配油窗口完成吸油和排油的过程。改变缸体的倾角 $\gamma$ 便可改变其流量。如果 $\gamma$ 角做成可以调节的，即成为一种变量泵。

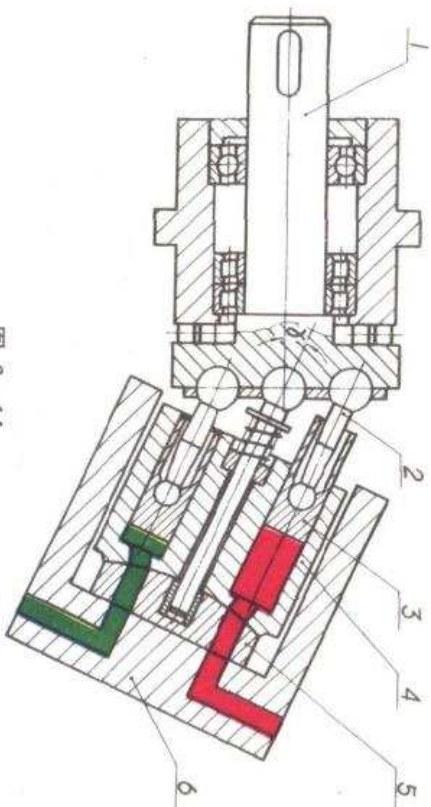


图 2-14

彩色立体图八为 ZB1 740 型斜缸式轴向柱塞泵的轴测装配图，彩色立体图九为其主要零件的轴测分解图。图 2-15 为其结构图，该图在中心线以上的半个剖视图为该泵的主视图，在中心线以下的半个视图为它的俯视图，为节省篇幅而将它们合画在一张图上。

缸体 10 装在有可以倾斜摆动的后泵体 11 内，缸体的右端面与配油盘 12 的左端面采用球面配合，心轴 13 的右端支承在配油盘中心孔中的轴衬 14 内，左端支承在传动轴 4 右端圆盘的中心球面孔内，这样缸体就靠心轴中部的球承 15、16 和配油盘的球面牢固地支撑，并在弹簧 18 的作用下压在配油盘左端的球面上。由于缸体可以绕心轴上的球承摆动，所以具有自位作用，能与配油盘上的球面接触良

好，因此密封性能也较好。由于缸体不采用滚动轴承支承，所以噪音和振动都较小。后泵体 11 的上下用两个圆锥滚子轴承 5 支承在外壳 1 上。后泵体上下支承轴端上有槽 g，通过变量机构带动其旋转，从而使后泵体 11 绕轴承 5 的轴线相对于前泵体 2 摆动的范围为  $\pm 25^\circ$ 。调整它的倾斜角度，即可改变其流量。传动轴 4 和右端的圆盘做成一体，装在前泵体 2 中，用一个径向球轴承 3 和两个径向滚子轴承 22 支承。在缸体 10 中装有七个柱塞 8，传动轴通过连杆 7 与柱塞和缸体联系起来。连杆 7 左端的球状头部和传动轴右端圆盘内的球面孔配合，通过压圈 20 及压板 6 使两者不会脱离，但相配合的球面间可以相对转动。连杆 7 右端的球状头部和柱塞内的球面孔相配合，并加以锁合，使其能转动而不会脱离。当传动轴旋转时，就通过连杆的侧面带动柱塞和缸体一起回转。由于缸体倾斜，因此每个柱塞均在缸体内往复运动，并通过配油盘上的吸、压配油窗口 a、b 配油，完成吸油和压油的作用。在柱塞 8 和连杆 7 中都有小孔，缸中的压力油可经过这些小孔通到连杆与柱塞、连杆与传动轴圆盘的相对滑动表面间，起到静压支承的作用。

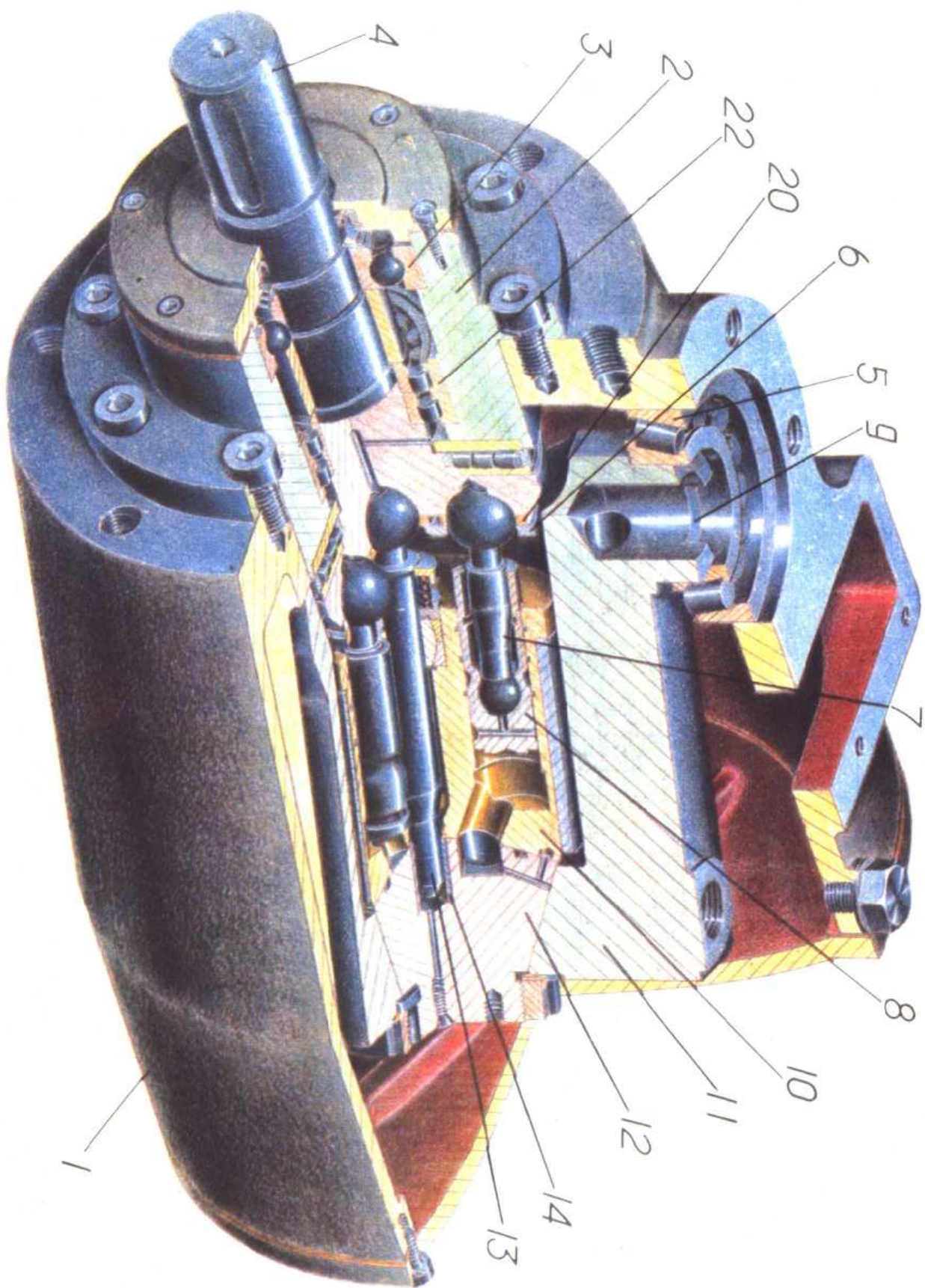
缸体中的吸、压油液经过 c 孔流入到配油盘中相应的吸、压油窗口，配油盘的形状及其配油窗口 a 和 b 与后泵体 11 中的进、出油口间的通道关系，如立体图九中该两零件的轴测图所示。图中表明了配油盘上部压油窗口 b 中的油液，经过斜孔 d 流入后泵体 11 中的孔 e，再向左通到后泵体支承轴端中的孔 f 而压出。由于孔 d、e 不在零件的对称平面上，因此在立体图九中，配油盘及后泵体上部在这两个孔处又向后局部剖开了一块，以表明其通道关系。下部吸油窗口 a 与吸油口 h 间的通道关系与上面相同。

这种液压泵的优点是变量范围较大，泵的强度较高，可以承受各种性质的载荷，但与斜盘式轴向柱塞泵比较，结构较复杂，外形尺寸和重量都较大。

## 三、径向柱塞泵

径向柱塞泵是指柱塞轴线垂直或大致垂直于泵体轴线的液压

彩色立体图八 ZB1740型斜缸缸式轴向柱塞泵(一)



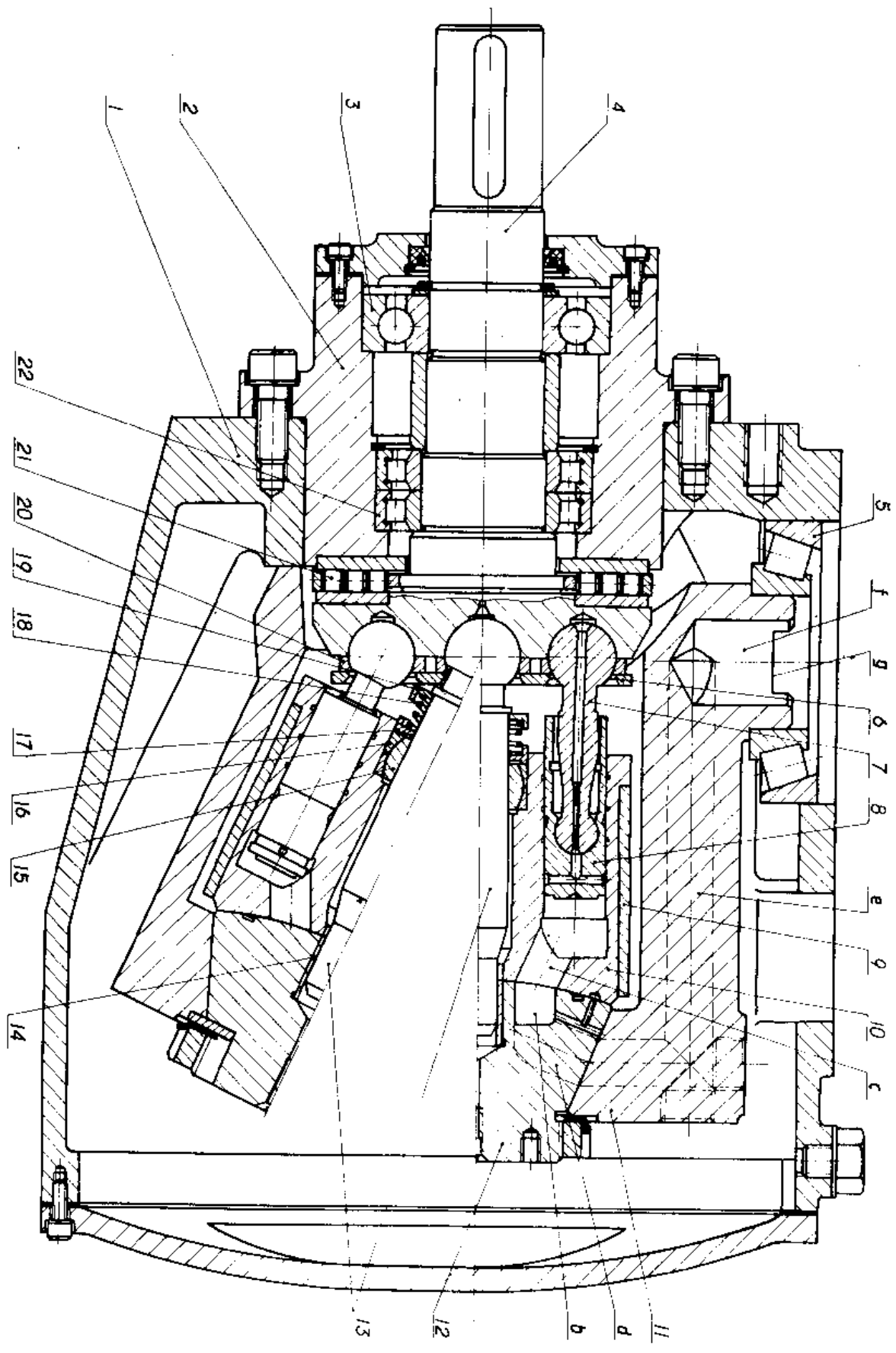
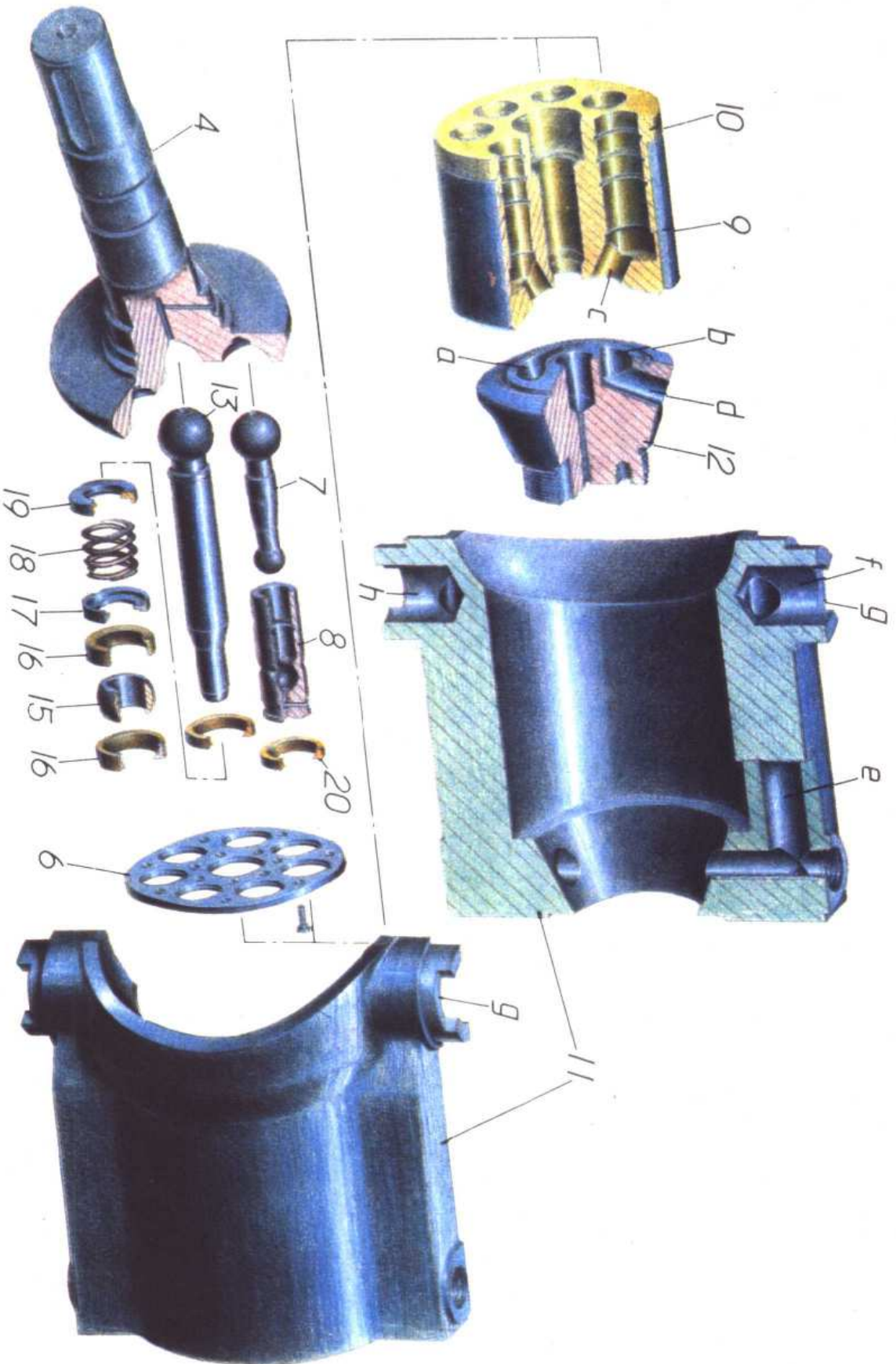


图 2-15

彩色立体图九 ZB1740型斜缸式轴向柱塞泵(二)



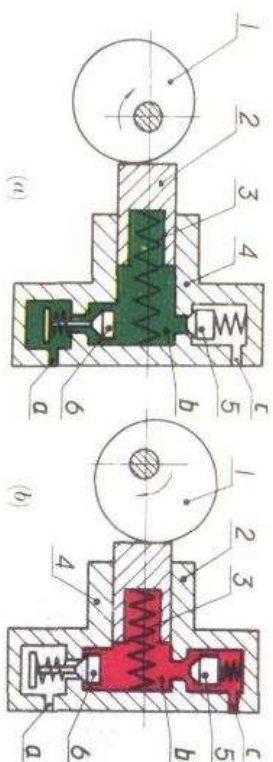


图 2-16

泵。图 2-16 为一种较常用的配油阀式径向柱塞泵一个柱塞吸压油的原理图。柱塞 2 在弹簧 3 的作用下压在偏心轴 1 的外表面上，偏心轴 1 旋转时，柱塞便在缸体 4 的孔中作往复运动。若偏心轴按顺时针方向回转，当其与柱塞接触点间的半径逐渐减小（图 2-16(a)），则柱塞向左运动，柱塞与缸体孔间的密封工作容积 b 逐渐增大而产生局部真空，油液在大气压力下打开低压单向阀芯 6，从吸油口 a 吸入到缸体内，这时高压单向阀芯 5 在上面弹簧作用下处于关闭位置。偏心轴继续回转，当其与柱塞接触点间的半径逐渐增大（图 2-16(b)），则柱塞向右运动，密封工作容积 b 逐渐缩小，油液被压缩，这时低压单向阀芯 6 关闭，油液不能从油口 a 倒流回油箱，便顶开上面的高压单向阀芯 5，从压油口 c 压出。偏心轴回转一周，每个柱塞往复运动一次，完成一次吸油和压油的过程。偏心轴连续旋转，泵就不断地输出压力油。

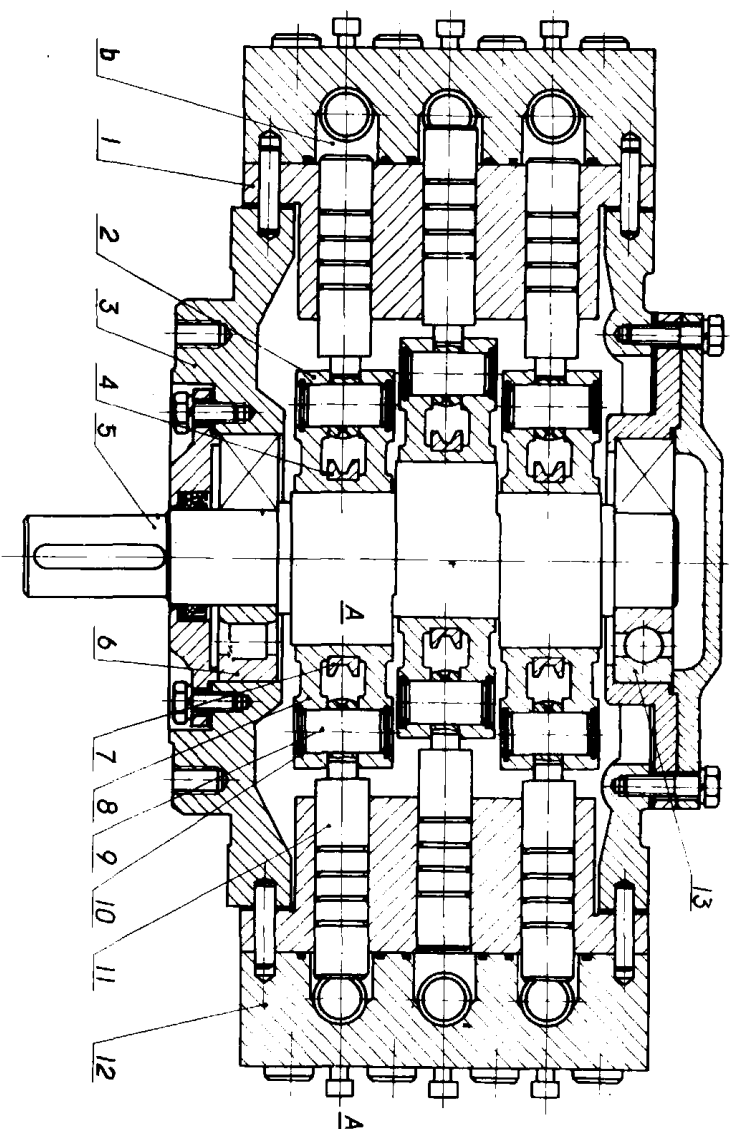
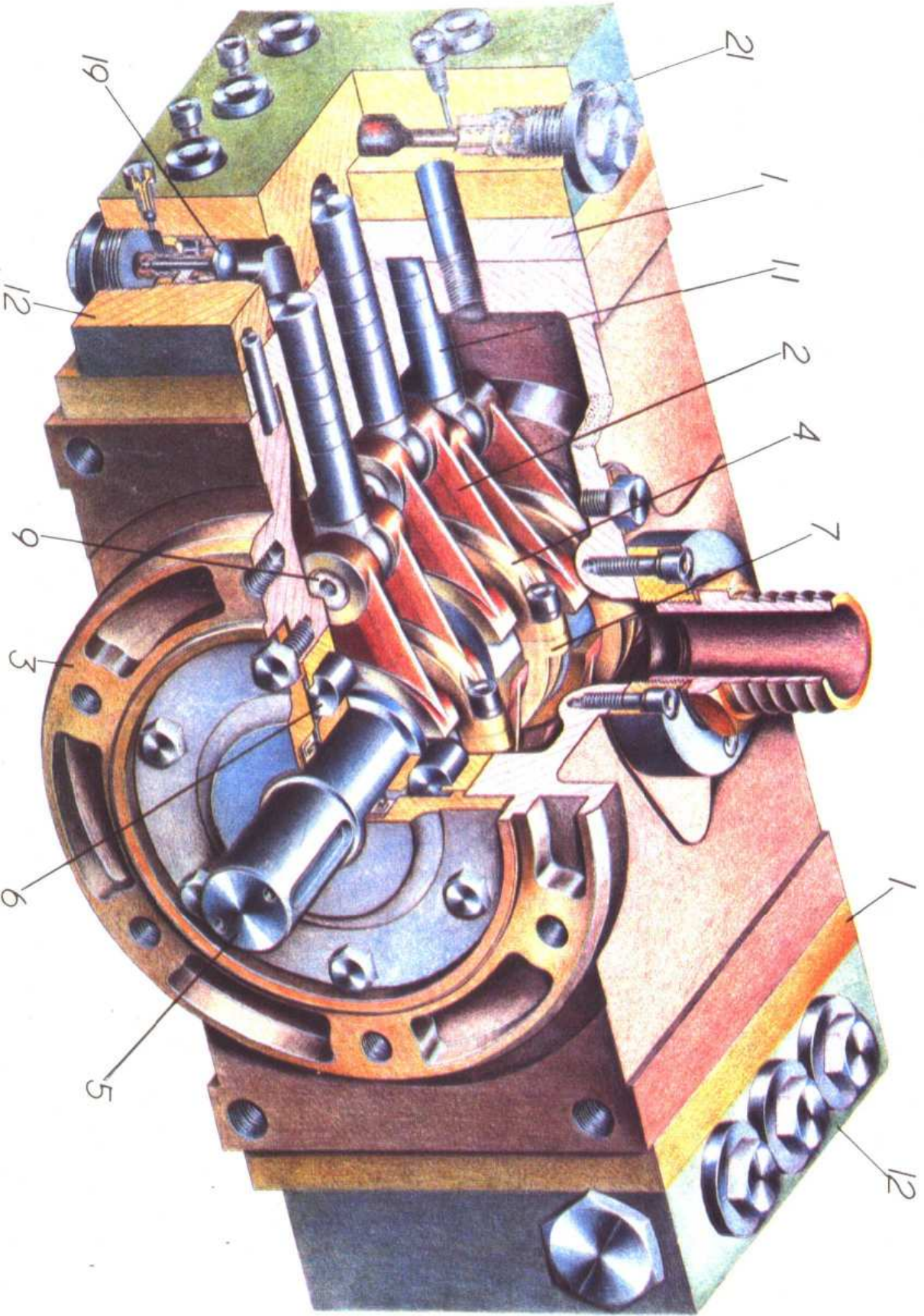


图 2-17

彩色立体图 11 为 JB86 型配油阀式径向柱塞泵的轴测装配图，彩色立体图 11 的左边和上方为其部分主要零件的轴测分解图。由于配油阀部分的结构较复杂，而相对尺寸又较小，因此在立体图 11 右方将配油阀体前面三分之一部分放大绘制，在配油阀体图的两边分别为上、下两个单向阀部分主要零件的轴测分解图。图 2-17 为其结构图。图中画出剖切线 A，在图 2-18 中用 2:1 的比例画出相应的 A-A 局部剖视图，以表达两个单向阀部分的结构。

图示的径向柱塞泵由左、右两组柱塞组成，每组各有三个柱塞 11。各组柱塞可以单独供油，当作两个液泵使用，也可以把压油口合并起来作为一个泵使用。整个泵用一根带有三段偏心轴颈的传动

彩色立体图十 JB86 型径向柱塞泵 (一)





轴 5 带动,传动轴 5 支承在泵体 3 前后的两个轴承 6 和 13 上。轴的左、右两边并非各安装三个带半圆形轴套的连杆 2 和 8, 两边相对的两个连杆用一副对开的连接环 4 和 7 通过螺钉夹持在偏心轴颈上。连杆通过销轴 9 与柱塞 11 铰接, 销轴两端各装一孔用弹性挡圈 10 使其固定在连杆的孔中。当传动轴 5 旋转时, 就通过偏心轴颈、连杆带动柱塞在缸体 1 中作往复运动。

在两个缸

体的外侧各装有一个配油阀体 12, 阀体上对应于每个柱塞各装一只吸油阀和一只排油阀, 它们都是具有锥形阀芯的单向阀(图 2-18)。下面为低压吸油阀, 弹簧 16 上部顶在阀座 18 的底面, 下部顶在挡圈 15 的顶面。挡圈 15 和低压阀芯 19 的下部铆合在一起, 阀座 18 用螺旋纹旋紧在配油阀体孔内, 下面再用锁紧螺母 17 并紧。当左边的柱塞 11 向

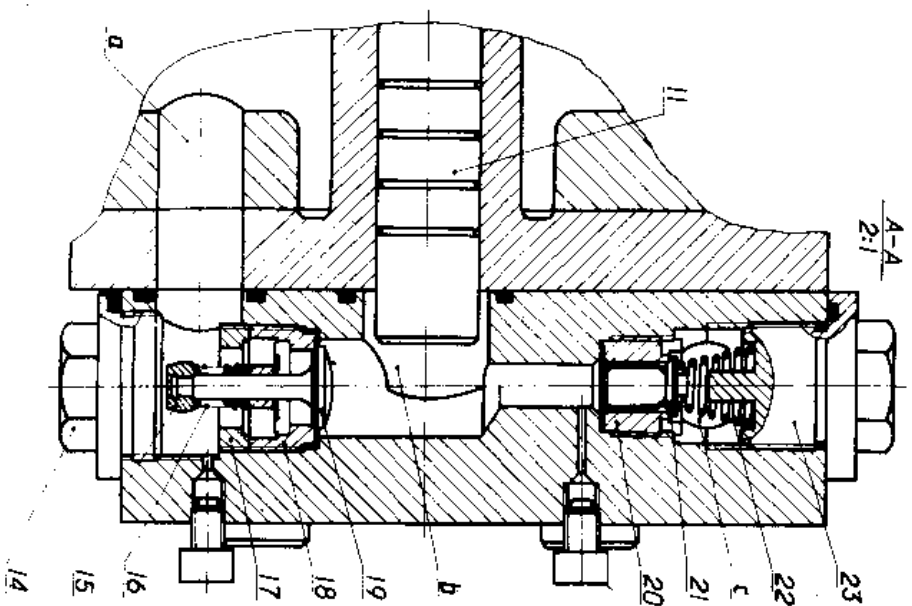


图 2 18

左移动时, 泵体 3 下部的油液从孔 a 中流入, 克服弹簧 16 的作用力, 向上顶开低压阀芯 19, 油液被吸入密封工作容积 b 内, 上面为高压排油阀, 弹簧 22 的上部顶在高压柱塞 23 的底面, 下部顶在高压阀芯 21 的顶面, 使阀芯压紧在高压阀座 20 的锥形阀口上。当柱塞向右移动时, 下部的阀芯 19 在密封工作容积 b 中的压力油及弹簧 16 的作用下, 压紧在阀座 18 的锥形阀口上, 低压单向阀关闭, 此时压力油克服上面弹簧 22 的作用力将高压阀芯 21 向上顶起, 压力油从孔 c 中压出。

三段偏心轴颈在偏心距方向上相互错开  $120^\circ$ , 因此当传动轴旋转时, 每组的三个柱塞交替地吸油和压油, 在每个瞬间至少有一个柱塞在压油, 使流量比较均匀, 同时也能使轴上所受径向力有所平衡, 以减轻轴承的负荷。但因柱塞数量较少, 所以流量的脉动率仍然比较大。

这种径向柱塞泵由于采用配油单向阀, 因此没有滑动的配合表面, 故其密封性能好。这种泵的优点为工作可靠, 耐冲击, 对油的过流要求不高, 维修也比较方便。其缺点是转速有限制, 不能太高, 否则单向阀的关闭可能跟不上节拍。

#### 四、液泵泵及液马达的图形符号

液泵泵按输出的流量能否调节可分为定量泵和变量泵, 按输油的方向能否改变可分为单向泵和双向泵。图 2-19 为液泵的图形符号, 其中 (a) 为单向定量泵, (b) 为双向定量泵,

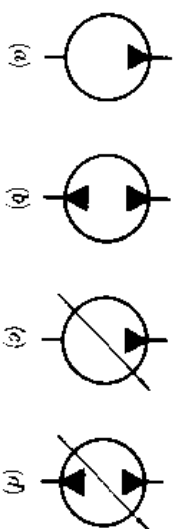


图 2-19

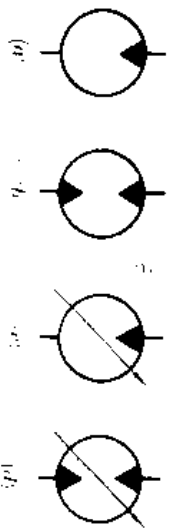
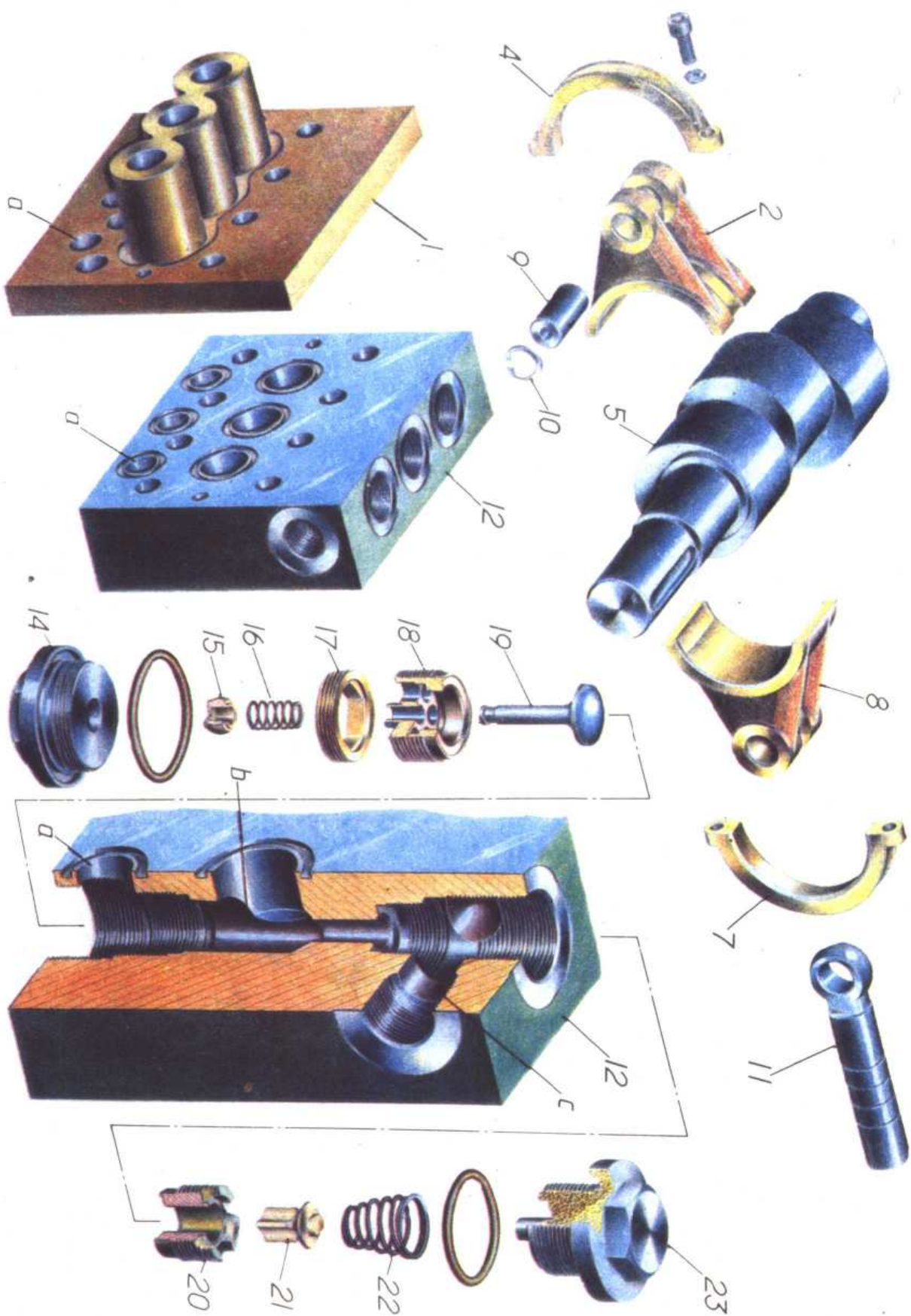


图 2 20

彩色立体图十一 JB86 型径向柱塞泵(二)



(c)为单向变量泵、(d)为双向变量泵。图2-20为液压马达的图形符号,其中(a)为单向定量马达、(b)为双向定量马达、(c)为单向变量马达、(d)为双向变量马达。

## 五、径向柱塞马达

虽然液压泵和液压马达从原理上讲是可逆的,但在工程上考虑到使用的特点,从液压马达的角度专门设计了几种径向柱塞马达。这里仅介绍一种内曲线液压马达,它是一种低速大扭矩液压马达,图2-21为其原理图。内曲线液压马达由定子、转子、柱塞组和配油轴轴四个基本部件组成。定子1的内工作表面称为导轨,它是由多段均匀

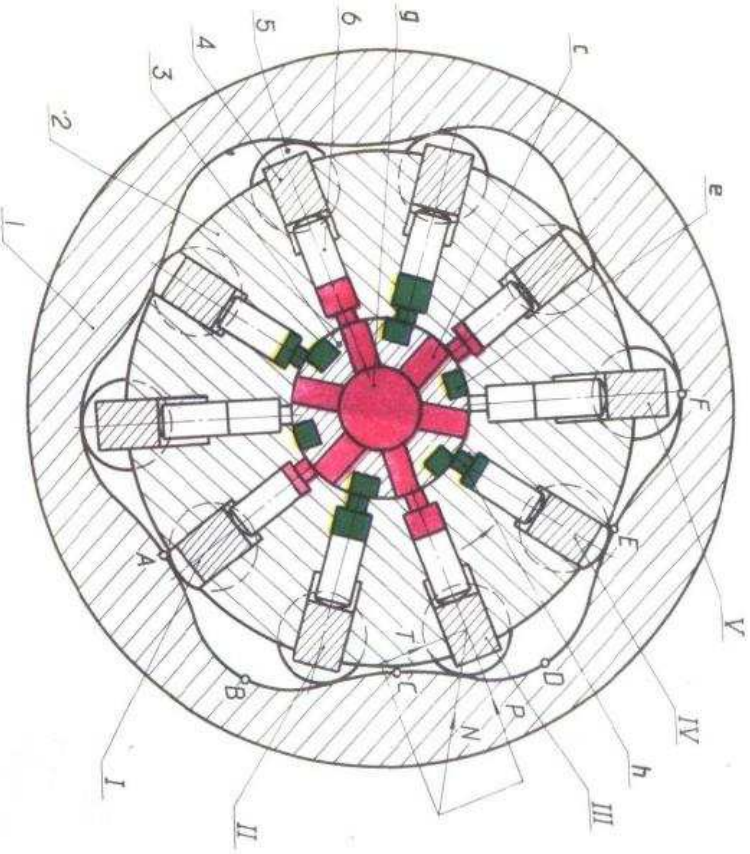


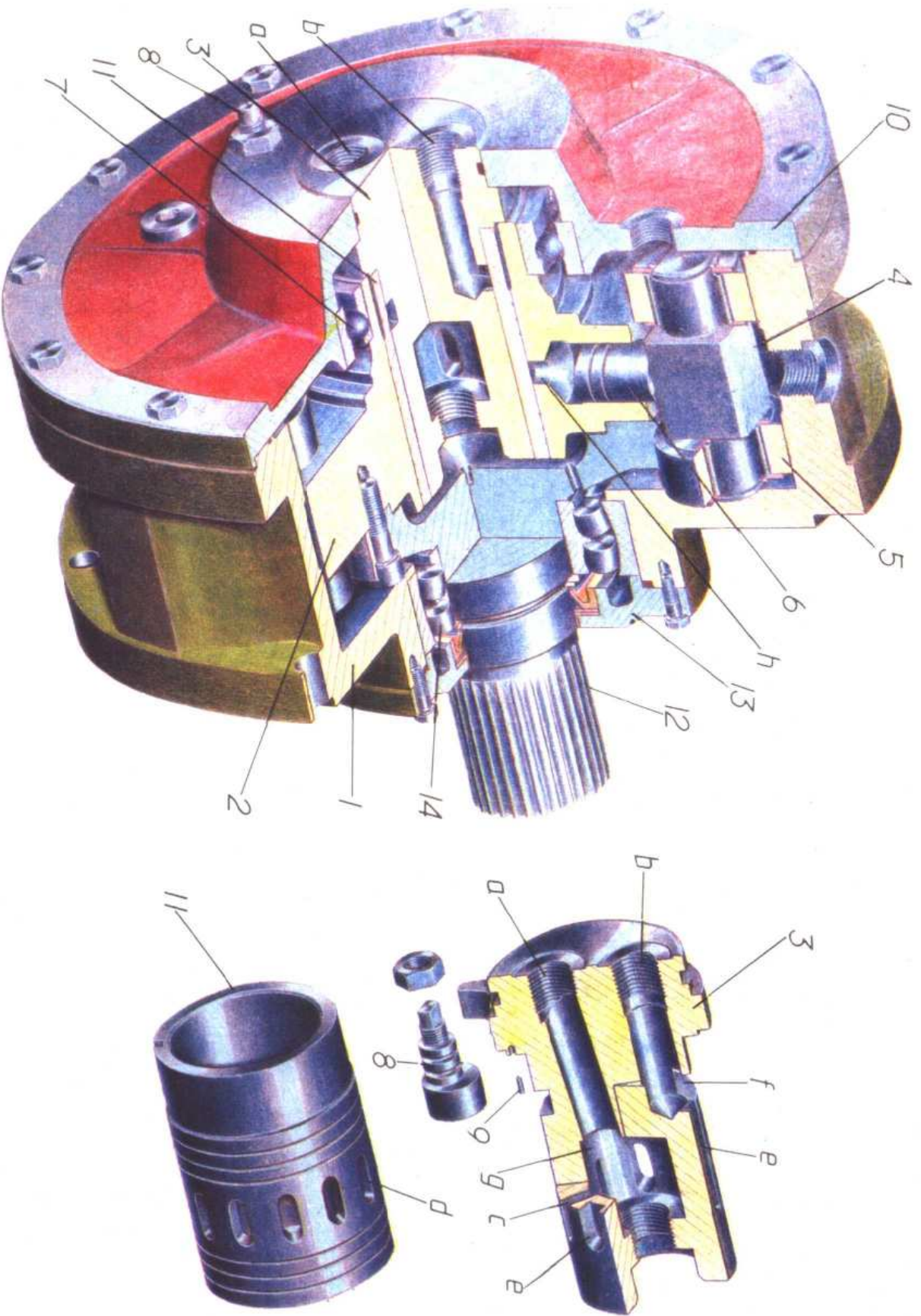
图 2-21

分布且形状相同的曲面组成,图示曲面的段数为6,该段数称为马达的作用次数。转子2和配油轴3滑动配合,图示转子沿径向均有10个柱塞孔,每个孔的底部都有孔h和配油轴的配油窗口相通。配油轴在圆周上有两组配油窗口,每组配油窗口的数目和定子曲面的段数相同。一组配油窗口c与配油轴中间的g孔相通,并通向进油口,图中用红色表示;另一组配油窗口e通向排油口,图中用绿色表示。配油窗口的位置与导轨曲面的工作区和排油区段的位置严格对应,如图中红色配油窗口c的位置正好对准定子上工作区段AB、CD、EF等的中间,绿色配油窗口e的位置正好对准定子上排油区段BC、DE等的中间。柱塞组包含柱塞6、横梁4和滚轮5,柱塞装在转子的柱塞孔内,组成可变化的密封容积,并通过横梁将滚轮顶在定子导轨曲面上滚动。

g孔中的压力油通过进油窗口c进入转子中位于工作区段的柱塞孔中,使相应的柱塞组(如图中的I和III)的滚轮顶紧在导轨上。图2-21中画出了柱塞组III处所受力的分解图。在接触点上,导轨给滚轮的反作用力为N,其径向分力P与柱塞底面的油压作用力平衡,切向分力T则通过柱塞组作用于转子而产生转矩,使转子按逆时针方向回转。处在排油区段的柱塞组(如图中的II和IV)被导轨压向转子中心,把油从排油窗口e中排出。在过渡区域的极短时间内,如柱塞组V,其底部孔h被配油轴的密封间隔封闭,称为死点,此时柱塞无径向运动,以免发生困油现象。这样转子每转一转,柱塞便往复运动六次,也即进行六次进油和排油。由于内曲线液压马达在任何瞬间总有柱塞处于工作区段,所以转子就能连续回转。

彩色立体图十二左边为NIM-1.25型内曲线液压马达的轴测装配图,右边及彩色立体图十三为其部分主要零件的轴测分解图。图2-22为其结构图,图中的零件及孔道等的编号均与图2-21相同。柱塞6的头部顶在横梁4中间矩形截面部分的底部。横梁在转子2的槽内沿径向滑动,两端各装一个带滚针轴承的滚轮5。壳体1(即定子)内左右两边均有内曲线导轨,分别和横梁两边的滚轮接触。转子2和输出轴12用螺钉连成一体,用滚动轴承7和14支

彩色立体图十二 NJM-1.25 型内曲线液压马达(一)



承。配油轴套 11 装在配油轴 3 的外面，它上面均布有十二个长圆形的径向孔  $d$  (见立体图十二)，分别与配油轴上相应的进油和排油窗口 1 对准，用圆柱销 9 以保证其相对位置的准确。压力油从配油轴上进油口  $a$  通到内孔  $g$ ，再从进油窗口  $e$  流入转子中相应的柱塞孔中，如图 2-22 主视图的下面半个视图所示。流入排油窗口  $e$  中的油液，向

左流入配油轴上的环槽  $f$  中，再从排油口  $b$  中排出，如图 2-22 主视图的上面半个视图所示。微调螺钉 8 的右端是一个偏心圆柱，它安装在配油轴 3 左下方的叉口内，因此转动微调螺钉 8，便能带动配油轴作微小的转动，以调整配油轴与定子之间的相对位置，保证配油位置的准确。

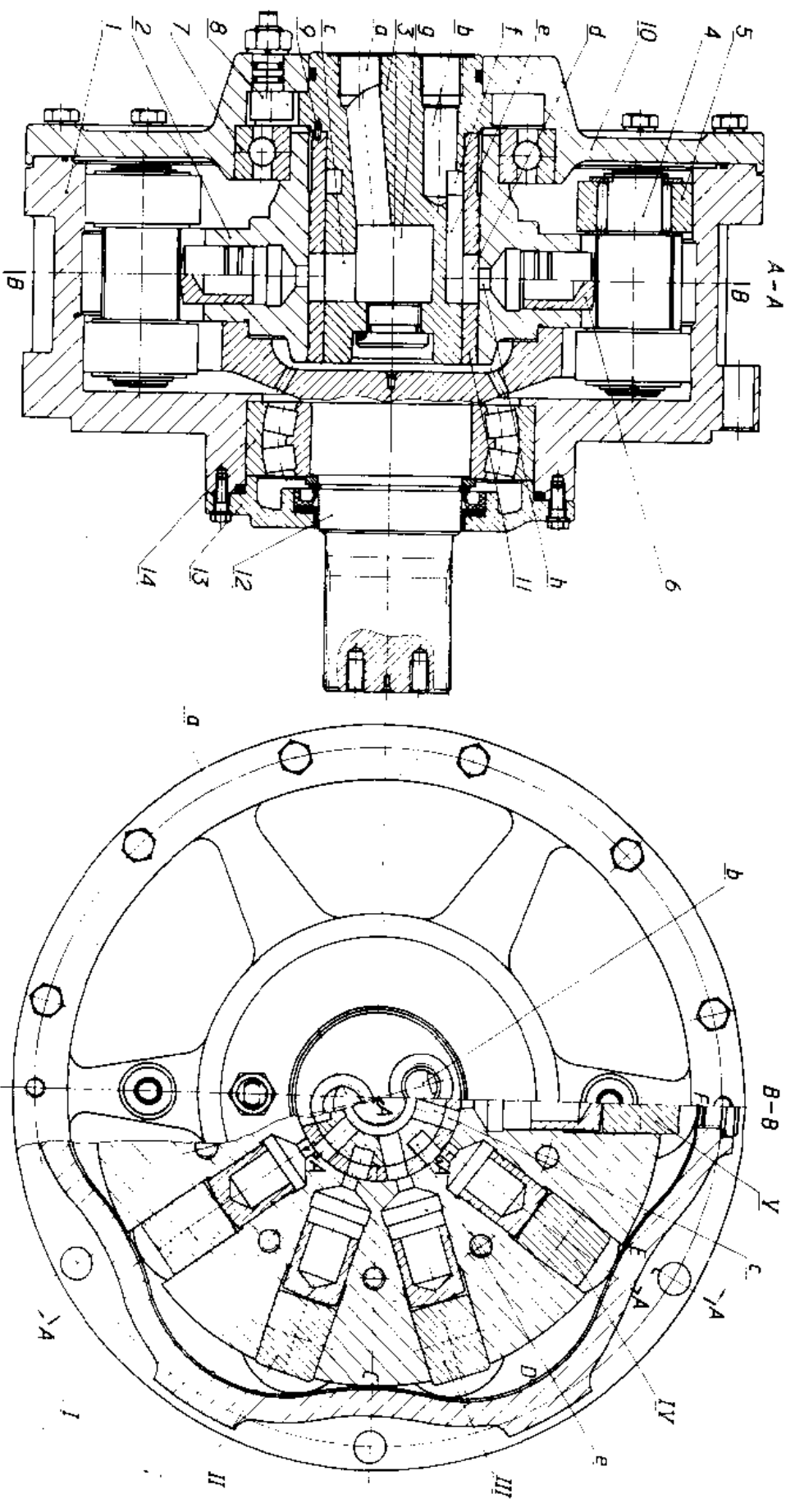
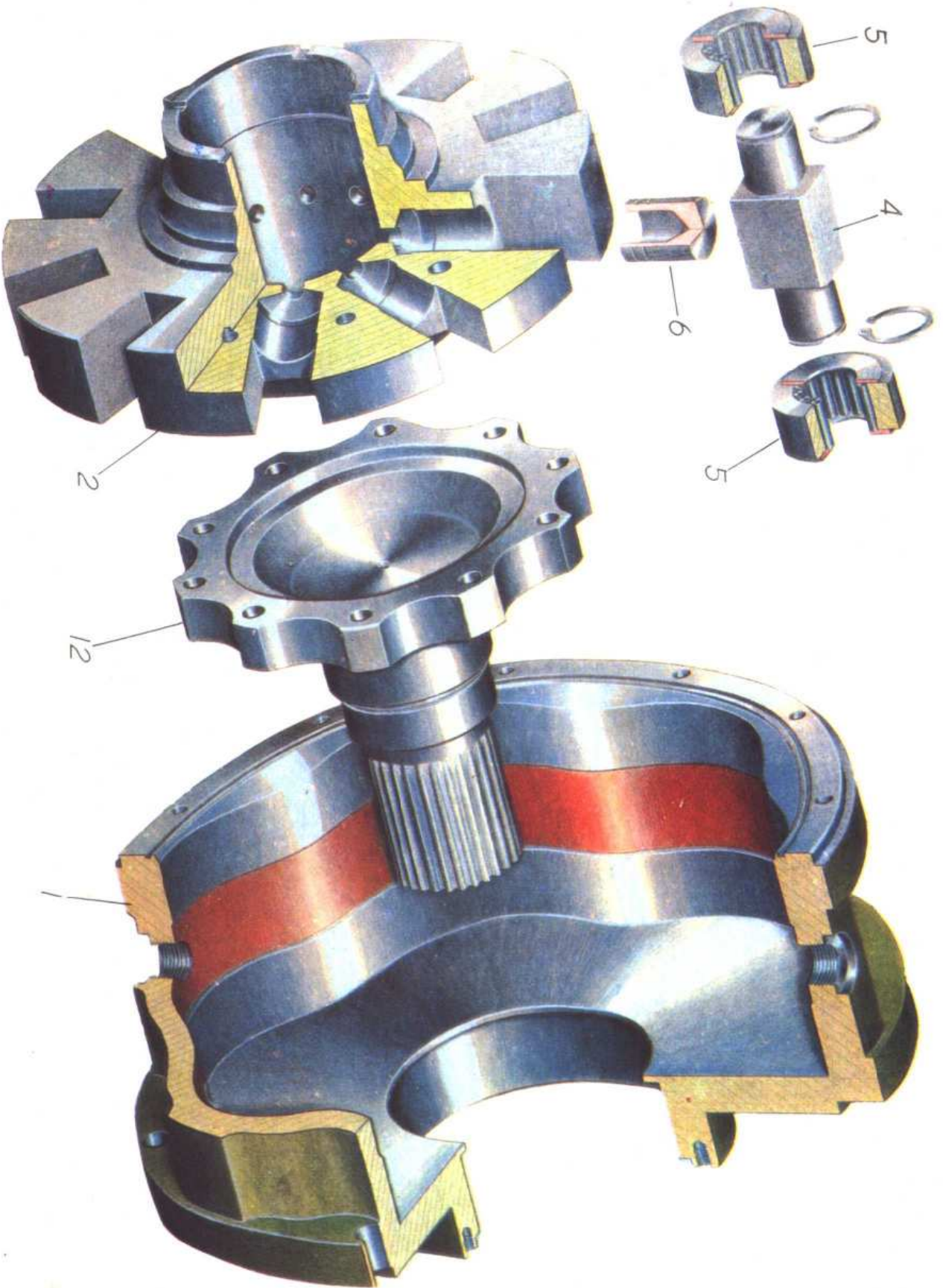


图 2-22

彩色立体图十三 NJM-1.25 型内曲线液压马达(二)



# 第三章 液 压 缸

液压缸是液压传动系统中的执行元件之一,它和液压马达一样是将液压能转换为机械能的能量转换装置。液压缸的结构形式有柱塞缸、活塞缸、摆动缸三大类。柱塞缸及活塞缸实现直线往复运动;摆动缸实现摆动往复运动。

## § 3-1 柱塞式液压缸

彩色立体图1-14的下面为MQ8260型曲轴磨床上用的柱塞式液压缸(也称闸缸)的轴测装配图,图3-1为其结构图,图3-2是其图形符号。压力油从液压缸左端的油口a进入缸体1,作用在柱塞2的左端面上,推动它向右移动,通过钢球4顶在砂轮架上以消除其丝杠螺母副的间隙。柱塞式液压缸只能在压力油作用下产生单向运动,它的回程需要借助外力的作用(如自重、弹簧力等),因此是一种单作用油缸。为获得双向往复运动,柱塞式液压缸常成对使用。套3和柱塞2之间应有良好的配合,起密封和导向作用。由于缸体内壁和

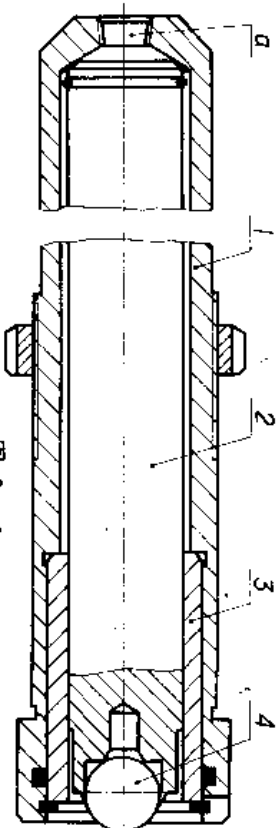


图 3-1

柱塞不接触,因此可只进行粗加工或不加工,故其制造简单、加工方便。

## § 3-2 活塞式液压缸

活塞式液压缸有双杆式、单杆式和无杆式三种。



图 3-2

### 一、双杆活塞缸

双杆活塞缸是在活塞的两端均有活塞杆伸出缸体两端。

1. 实心双杆活塞缸

彩色立体图1-14的上面为M7120A型平面磨床驱动工作台往复

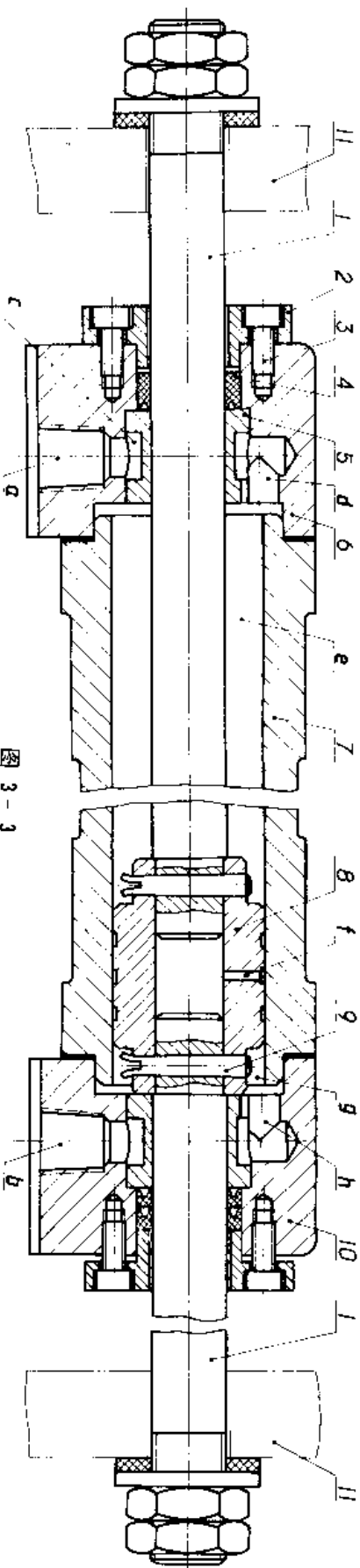
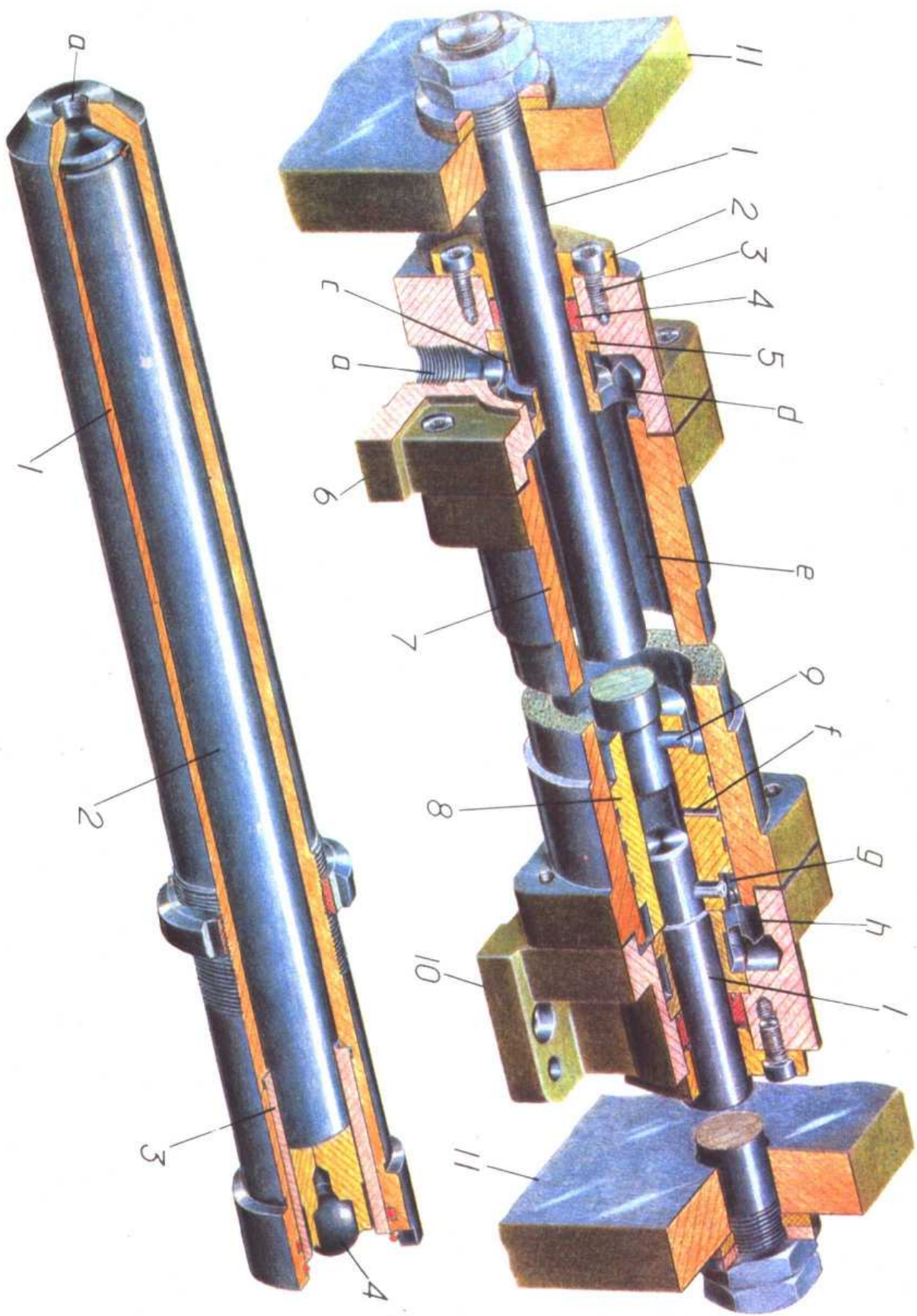


图 3-3

彩色立体图十四 柱塞式液压缸及实心双杆活塞缸





运动的实心双杆活塞缸的轴测装配图,图 3-3 为其结构图。两活塞杆 1 的外伸端分别通过支架 11 与工作台连接。当压力油从左端盖 6 下部的油口 a 经导向套 5 上的环形槽 c、端盖 6 中的 d 孔进入缸体 7 的左腔 e 时,推动活塞 8 带动活塞杆 1 连同工作台一起向右移动;而缸体右腔 g 中的油经孔 h 从右端盖 10 下部的油口 b 排出。若压力油从油口 b 进入,则推动活塞向左移动,左腔 e 中的油从油口 a 排出。图示实心双杆活塞缸用于缸体固定不动,由活塞杆带动工作台运动,而工作台运动范围约等于油缸有效行程的三倍(图 3-4),占地面积大,因此一般适用于小型机床。

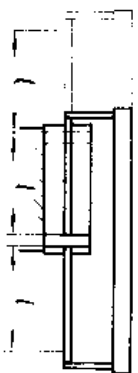


图 3-4

## 2. 空心双杆活塞缸

彩色立体图 1-5 为空心双杆活塞缸的轴测装配图,图 3-5 为其结构图。两活塞杆 1 用支架 11 固定在床身上,由缸体 7 带动和托架 3 及右端盖 10 相连接的工作台运动。活塞杆的中心孔为通油孔。当压力油从左活塞杆的油孔 a 经 c 孔进入缸体 7 的左腔 e 时,缸体受压力油的推动而带动工作台向左移动,而缸体右腔 g 中的油经孔 i 从右活塞杆的油孔 b 排出。若压力油从油孔 b

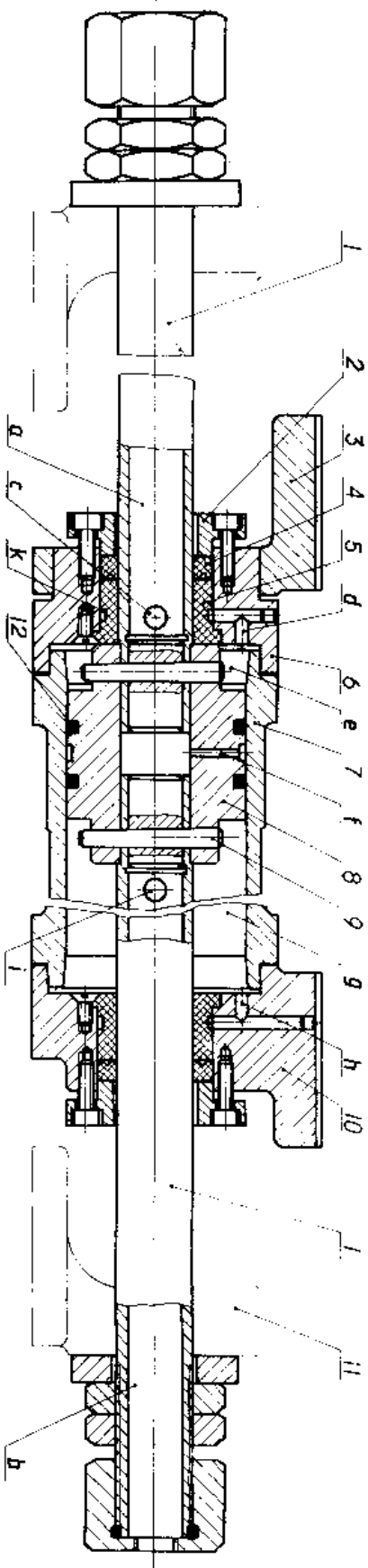


图 3-5

进入,则缸体带动工作台向右移动。空心双杆活塞缸由于活塞杆固定不动,缸体和工作台的运动范围尺寸约等于油缸有效行程的两倍(图 3-6),占地面积小,常用于大型和中型机床。

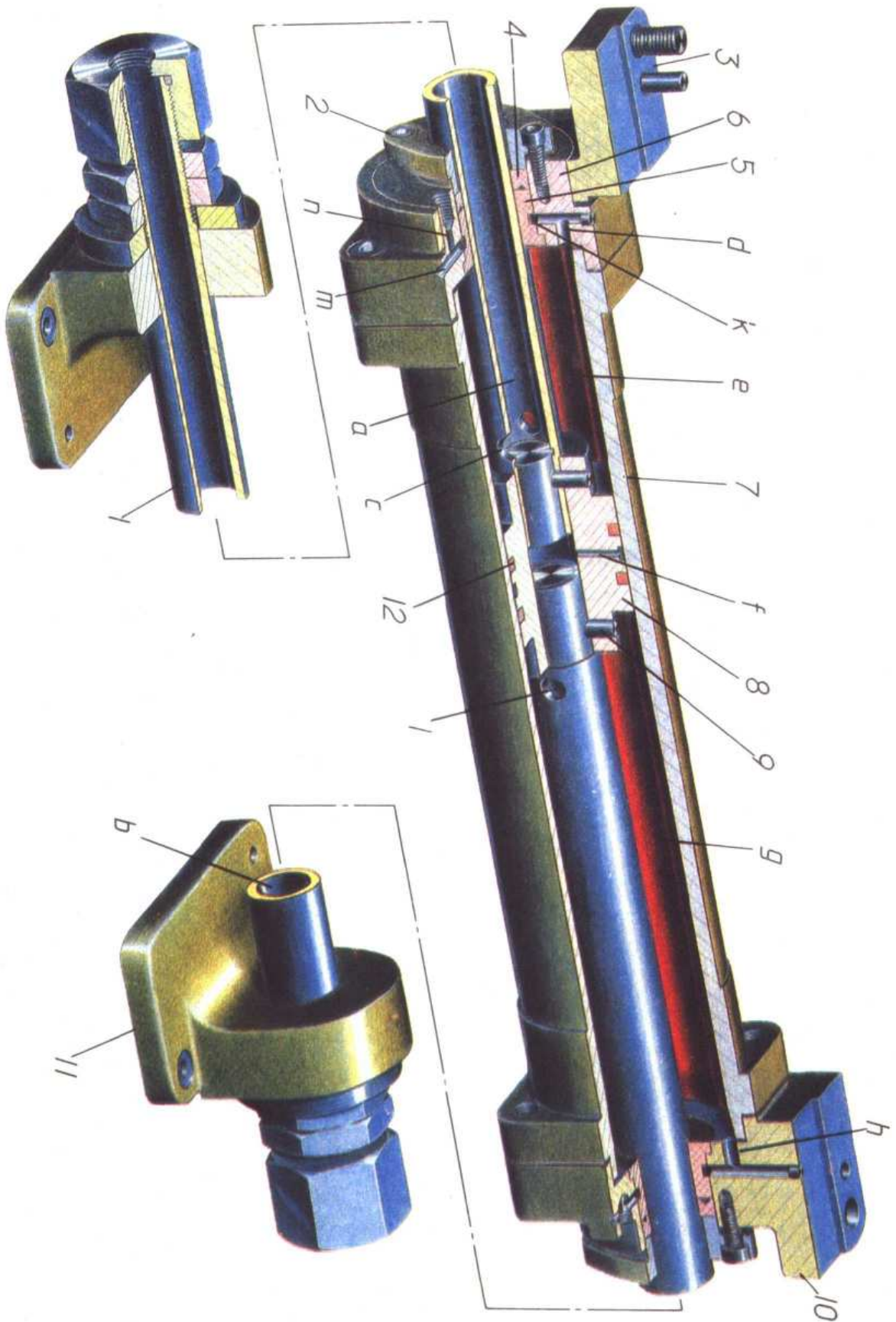


图 3-6

以上两种双杆活塞缸在结构上有很多类似之处。活塞杆 1 利用圆锥销 9 和活塞 8 连接。活塞 8 中间的小孔 f 用于装配活塞杆 1 时排除空气之用。由于它们的两活塞杆直径相等,当分别流入液压缸两腔中的油液流量相等时,活塞往复运动的速度也相等。由于活塞和缸体之间既有相对运动,又要良好的密封,因此它们间应保证较高的配合精度。图 3-3 的活塞与缸体间采用间隙式密封,其结构简单、摩擦阻力较小,但内泄漏较大,因此适用于运动速度较高,工作压力较低场合。图 3-5 的活塞 8 上装有两个“O”形密封圈 12,这样可以提高活塞和缸体间的密封性能,减少内泄漏,适用于低速运动时要求工作性能良好的场合。活塞杆 1 和端盖 6、10 之间采用 Y 形密封圈进行密封,端盖与缸体 7 间靠径向配合及端面加密封垫进行密封。

空心双杆活塞缸中,将托架 3 空套在左端盖 6 上,这是考虑到液压缸因摩擦和油液的温升可能引起热变形时,缸体 7 可以自

彩色立体图十五 空心双杆活塞缸



中伸缩。端盖上的小孔 d 和 h, 经导向套 5 上的环形槽 k 及端盖前方的孔 m、n (见彩色立体图 1-5) 和排气阀相通, 由此可排除积聚在液压缸内的空气。



图 3-7

双杆活塞缸的图形符号如图 3-7。

## 二、单杆活塞缸

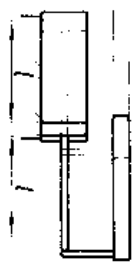


图 3-8

彩色立体图 1-6 为两种单杆活塞式液压缸的轴测装配图。这种液压缸仅在缸的一端有活塞杆, 故称为单杆活塞缸。它也有缸体固定和活塞杆固定两种形式, 它们的工作运动范围是相同的, 都约等于油缸有效行程的两倍 (图 3-8)。单杆活塞缸左、右两腔的有效工作面积不等, 活塞杆直径越大, 有效工作面积相差就越大。当液压力左、右两腔的流量及供油压力相同时, 活塞的往复运动速度不相同, 活塞左、右两个方向产生的推力也不相等。当无杆腔进油时推力大、速度慢; 当有杆腔进油时推力小、速度快。它们都是用于工作行程较短的地方。图 3-9 是该油缸的图形符号。

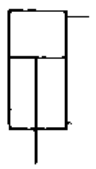


图 3-9

彩色立体图 1-6 的上面为 M7120A 型平面磨床上驱动磨头

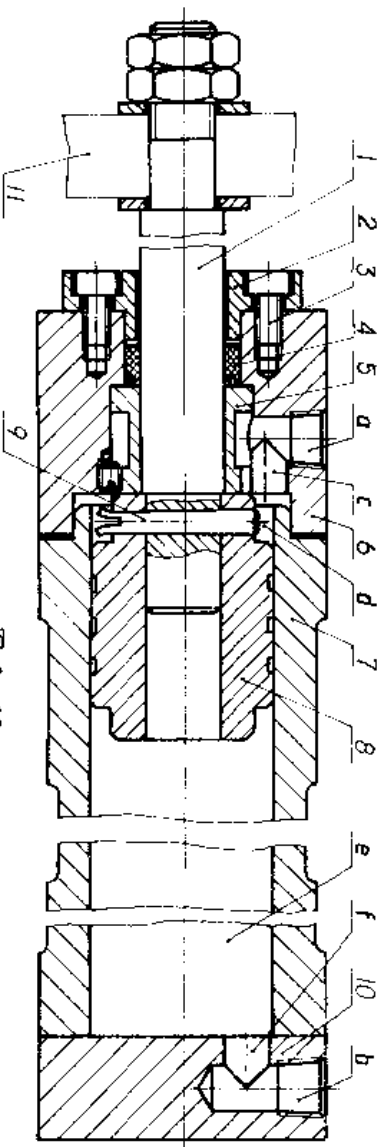


图 3-10

的单杆活塞缸, 图 3-10 为其结构图。从左端盖 6 上的油口 a 进入的压力油经过 c 孔流入缸体 7 左边的有杆腔 d, 推动活塞 8 向右移动; 若压力油从右端盖 10 上的油口 b 经 f 孔流入缸体 7 右边的无杆腔 e, 则推动活塞向左移动。活塞杆 1、导向套 5、活塞 8 之间的装配关系和结构与图 3-3 所示的实心双杆活塞缸相同。端盖

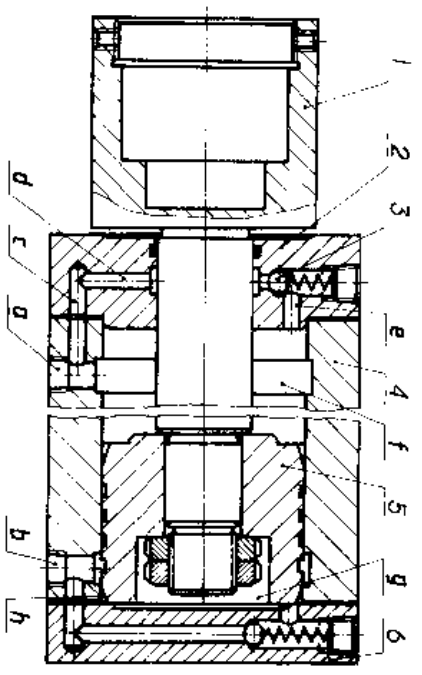


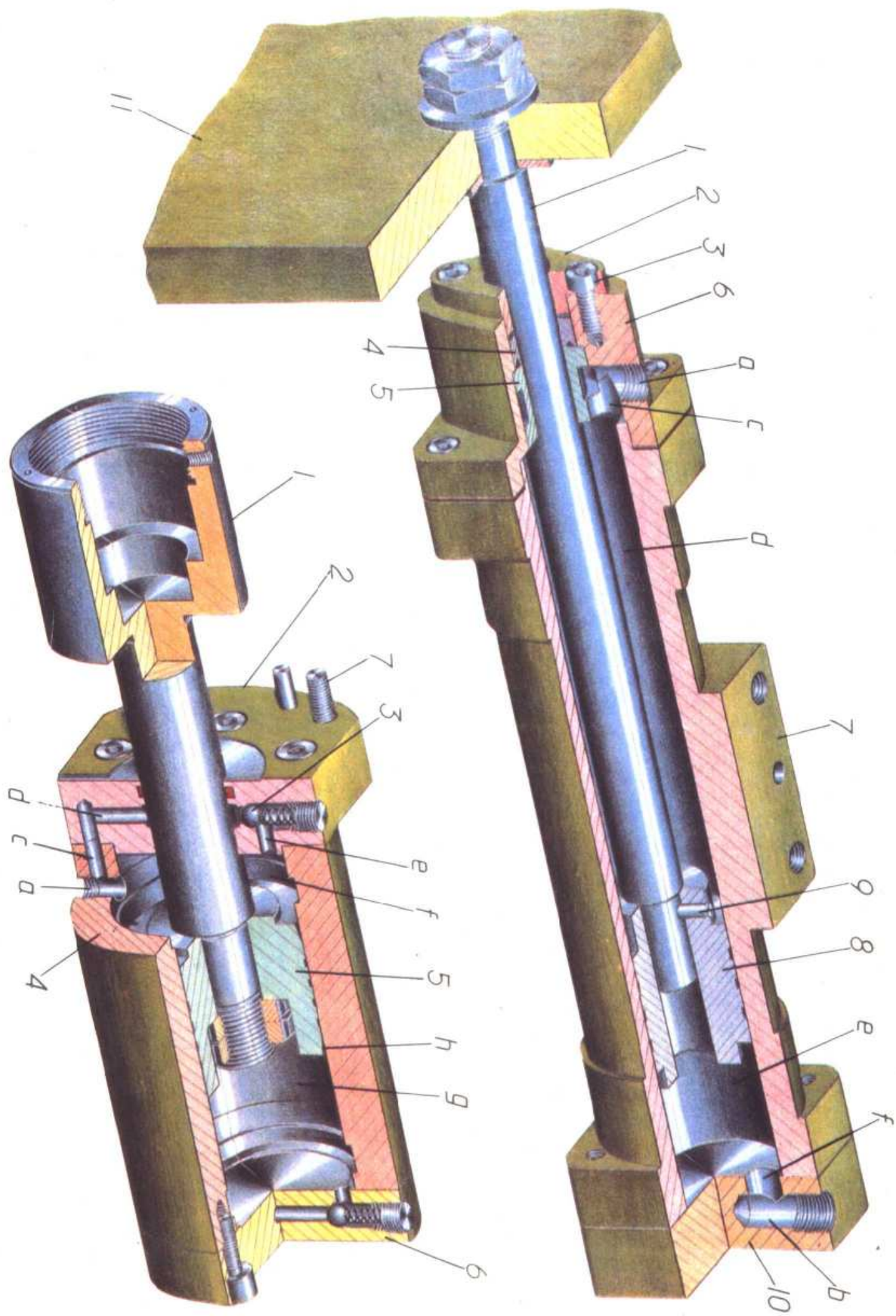
图 3-11

6 与活塞杆 1 之间用 Y 形密封圈 4 密封。

彩色立体图 1-6 的下面为 MO8260 型曲轴磨床上控制砂轮架快速进退的油缸, 这是一种两端带缓冲装置的单杆活塞缸。图 3-11 为其结构图。缸体及端盖用螺钉 7 固定在床身上。当活塞

5 处在最左位置时, 压力油从油口 a 经孔 c、d、单向阀 3 (单向阀原理见第四章 § 4-1)、e 孔进入油缸左腔 f, 推动活塞 5 向右移动; 油缸右腔 g 的油液从油口 b 排出, 这时右端盖 6 上的单向阀关闭。当活塞向右移动接近终点时, 右端回油腔 g 的油液须经过活塞 5 外圆端部的轴向三角沟槽 h 流出, 使油液获得节流而起缓冲作用。若从油口 b 进压力油时, 则活塞获得与上述相反的运动。

彩色立体图十六 单杆活塞缸



### 三、无杆活塞缸

无杆活塞缸大多数是利用齿条齿轮、棘爪棘轮等机构传递动力、执行件的运动形式一般为周期性的回转运动或步进运动。

彩色立体图十七为用作磨床切入进给的齿条齿轮式无杆活塞缸的轴测装配图。为详细表达该活塞缸的各部分结构,在图的上方,将其通过齿条活塞 8 的轴线剖切 1/4,在右下方将该活塞缸转过一个角度后又通过螺旋纹套 4 及螺母齿轮 3 的轴线剖切 1/4,左下方为螺旋纹套 4 的零件轴测图,以表达其左端的两个凸爪及右端的槽。图 3-12 为其结构图,图 3-13 为其图形符号。

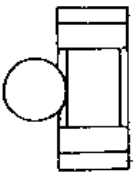
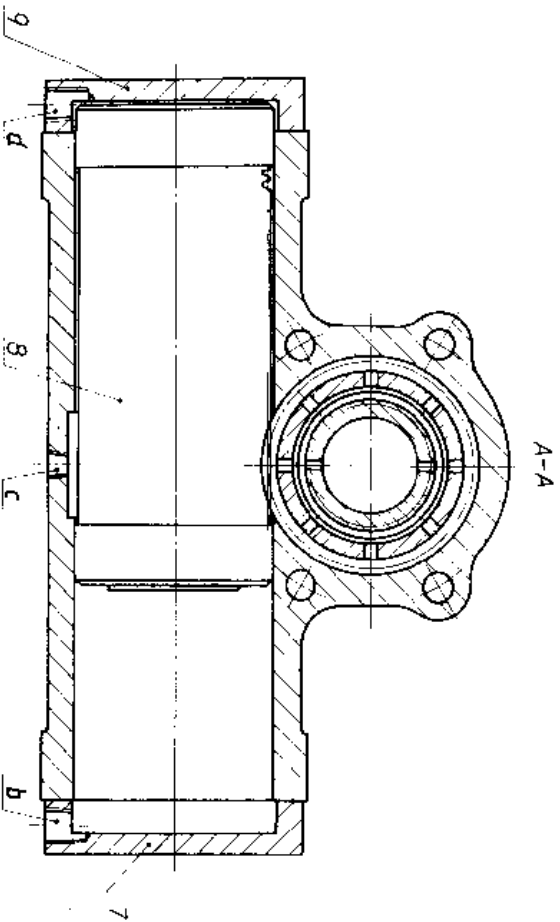


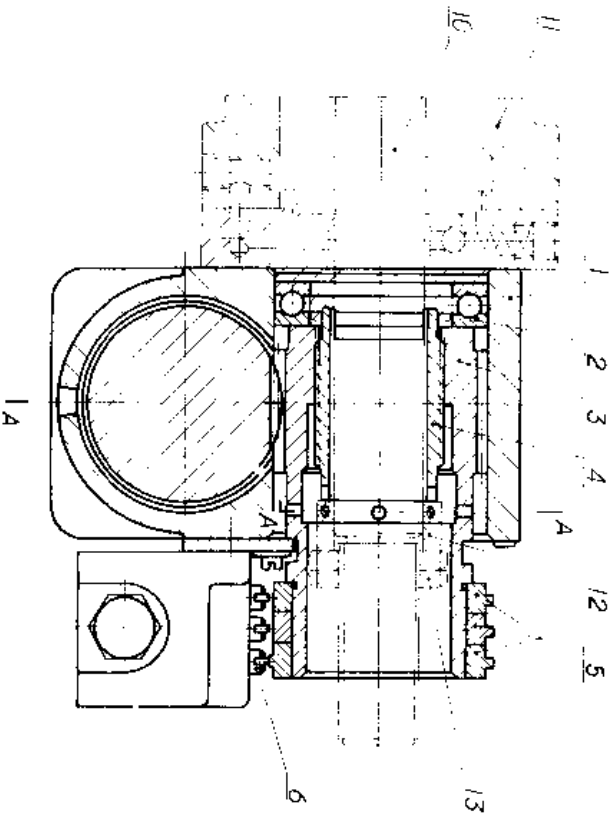
图 3-13

缸体 1 和砂轮架快速进退油缸 11 (其结构与图 3-11 相类似) 后部相连接。在图 3-12 中,快速进退油缸部分的零件 10、11、12、13 等均用双点划线表示,在立体图十七中这些零件均未画出。



A-A

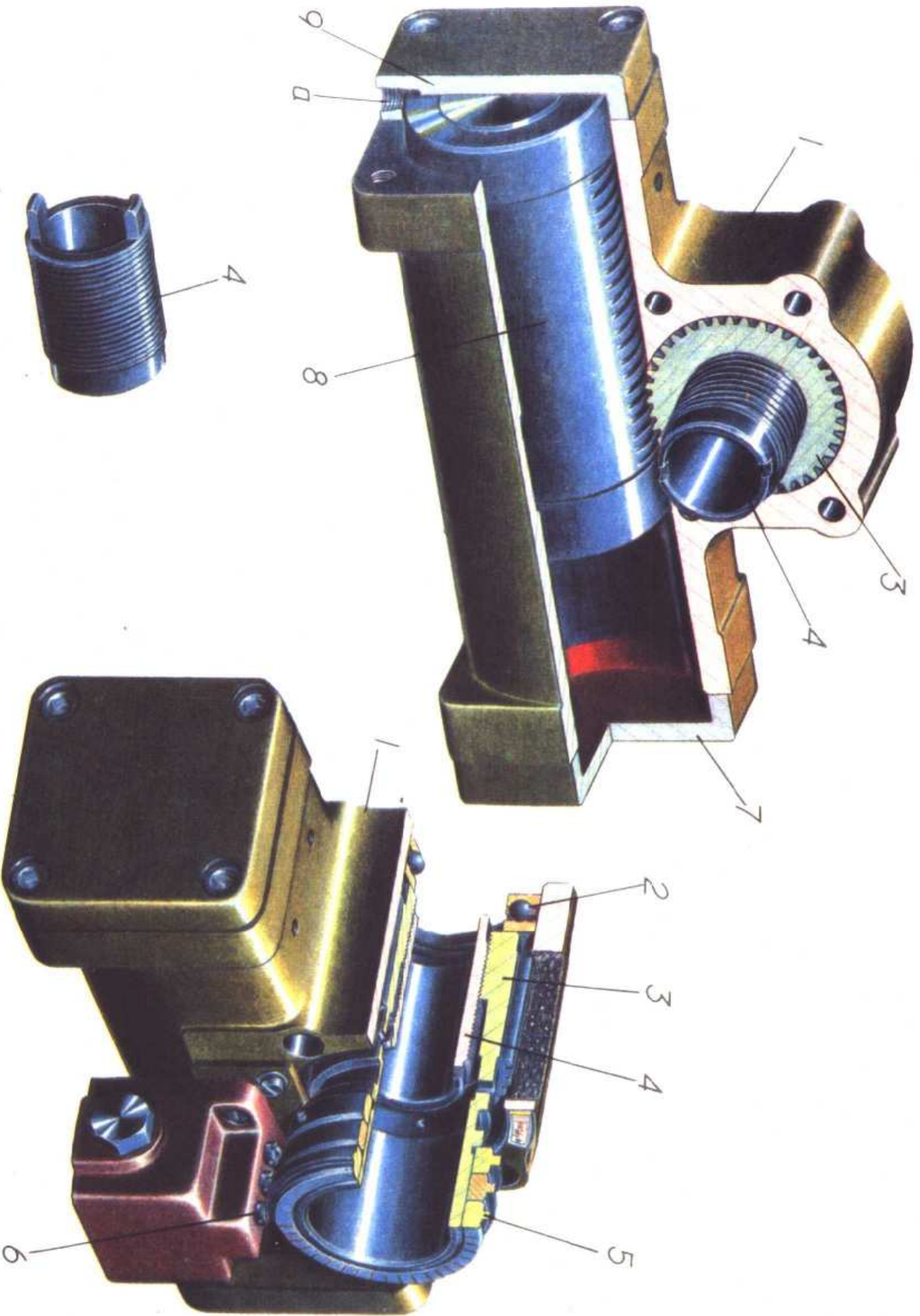
快速进退油缸带动砂轮架向前(在图示位置中,活塞杆 10 向左)快速,使活塞杆 10 上的挡块 12 碰到螺旋纹套 4 右端时停止移动。此时液压油加在快速进退油缸活塞 11 的作用力,通过活塞杆 10、挡块 12、螺旋纹套 4、螺母齿轮 3,止推轴承 2 作用到快速进退油缸的缸体 11 上。当压力油从左盖 9 下部的油口 a 进入切入进给油缸左腔推动齿条活塞 8 向右移动,右腔回油经油口 b 排出。由于齿条活塞 8 向右移动,使螺母齿轮 3 按逆时针方向回转。因螺旋纹套 4 左端凸爪插入快速进退缸体右端的缺口中,故它只能移动而不能转动,所以螺母齿轮 3 的回转使螺旋纹套 4 向左移动,则活塞杆 10 也向左移动,砂轮架实现切入进给运动。在螺母齿轮 3 的右侧装有三个凸轮 5 分别控制三个行程开关 6,通过电气控制,一方面使齿条活塞 8 向右作两个不同速度的移动,控制砂轮架作粗、精切入进给,另一方面控制齿条活塞 8 的行程,以控制切入磨削的总切入量。



A-A

图 3-12

彩色立体图十七 齿条齿轮式无杆活塞缸



快速进退油缸 11 快速进回程可用螺母 13 调节挡块 12 的位置而获得。油口 c 是将泄漏的油液流回油箱。

### § 3-3 摆动式液压缸

彩色立体图 11-8 为一种双叶片摆动式液压缸的轴测装配图, 及其主要零件(右端盖 4) 及零件组(轴 9 及动片 10、缸体 2 及定片 3、杆 5 及销 6) 的轴测分解图。图 3-14 为其结构图, 图 3-15 为其图形符号。为了表达右端盖 4 内的进出油孔的情况, 在立体图右方除了画出其完整的外形外, 还另外画出采用水平截面 I、II 将其分层剖切后的图形。在右上方画出采用垂直截面 III、IV 剖切后零件右边部分的图形。这些截面的位置均相应地标注在图 3-14 上。

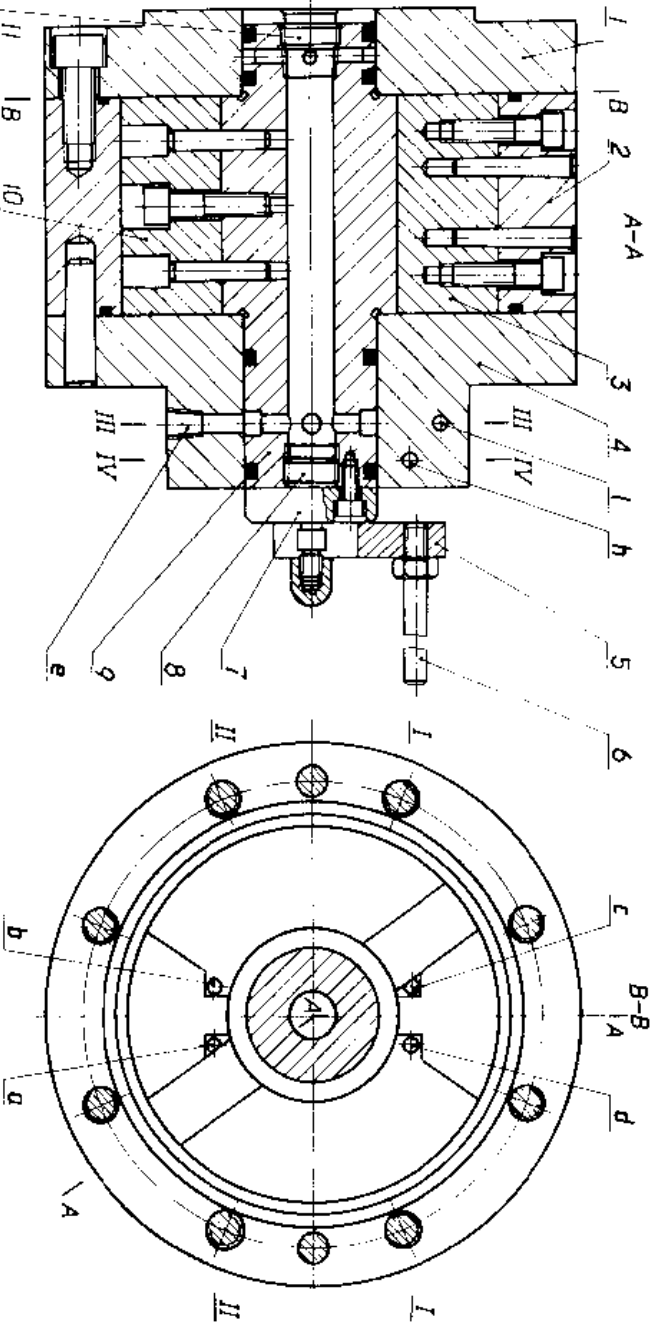


图 3-14



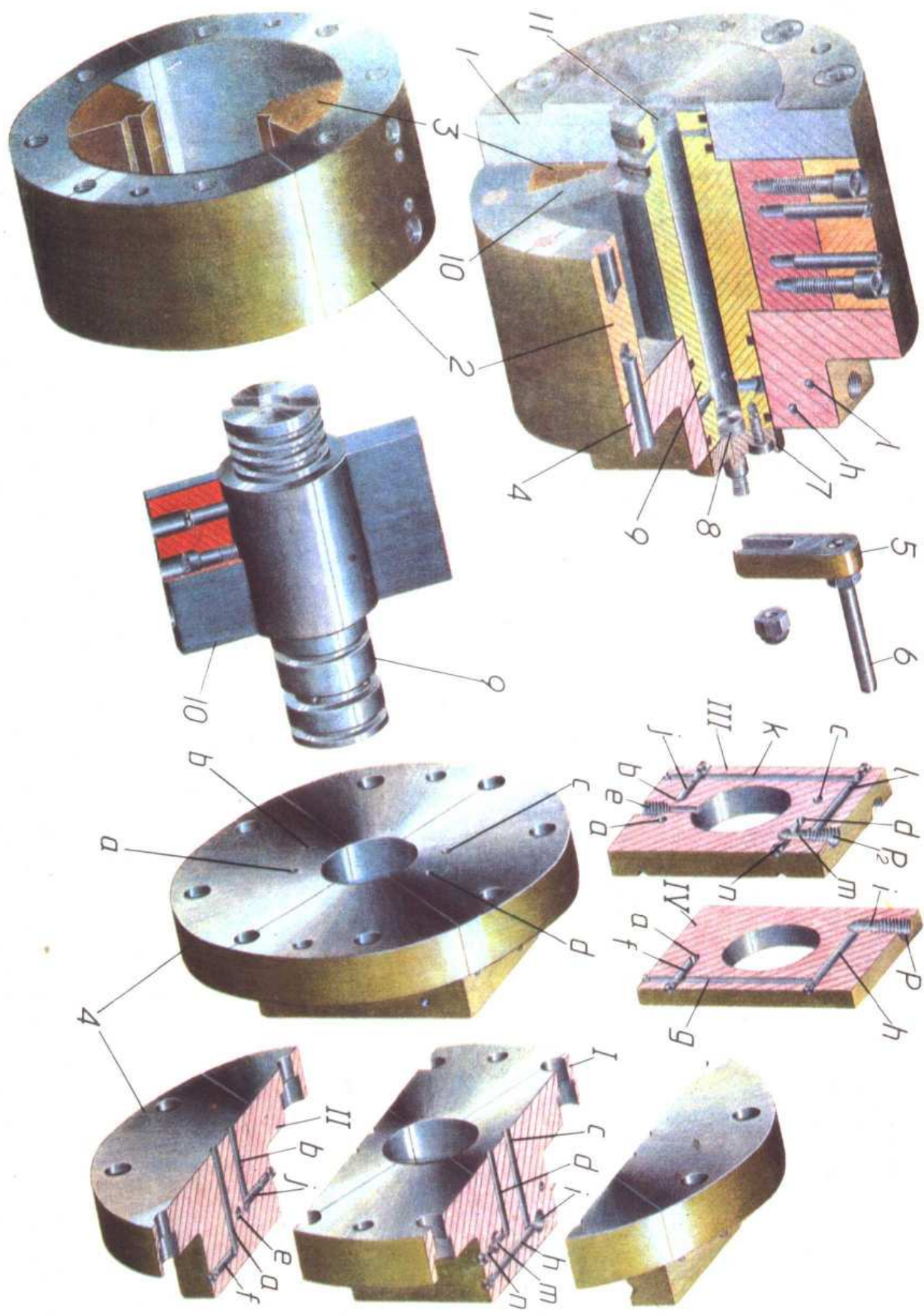
图 3-15

由图可知, 两个动片 10 和轴 9 用螺钉及圆锥销紧固在一起, 而两个定片 3 和缸体 2 也用螺钉及圆锥销紧固在一起。轴 9 两端装有螺塞 8 和 11, 中间为空心, 和泄漏油孔 e 相通。右端盖 4 的油孔 a, 经过孔 i, g, h, i 和 c 孔及油口 P<sub>1</sub> 接通(见右端盖 4 立体图上截面 IV 和 I、II 部分); 油孔 b 经过孔 j, k, l, m, n 和 d 孔及油口 P<sub>2</sub> 接通(见右端盖 4 立体图上截面 III 和 I、II 部分)。当压力油从油口 P<sub>1</sub> 进入 a、c 孔时, 推动动片 10 连同轴 9 作逆时针方向回转(见图 3-14 的左视图), 动片 10 另一侧的回油从孔 b、d 通向油口 P<sub>2</sub> 排出。相反, 当压力油从油口 P<sub>2</sub> 进入 b、d 孔时, 推动动片连同轴作顺时针方向回转, 回油从孔 a、c 通向油口 P<sub>1</sub> 排出。因为压力油作用在轴 9 上的力是对称的, 所以液压缸在工作时, 轴 9 只受扭矩而不受弯矩。轴 9 右端装上

杆 5, 杆上装有销 6, 这样销 6 就随着轴 9 一起回转, 以控制液压系统工作循环的电气开关之用。动片 10 和缸体 2 之间、定片 3 和轴 9 之间均靠精密配合密封, 而轴 9 和端盖 1 与 4 之间用 O 形密封圈密封。

由上述可知, 这种液压缸的动力是靠动片的回转运动传递的, 输出件的运动是周期性的往复摆动, 摆动角度小于 180°。这种摆动式的液压缸常用于送夹料和工作台回转等辅助运动的装置中。

彩色立体图十八 双叶片摆动式液压缸





## 第四章 液 压 阀

液压阀是用来控制或调节液压系统中油液流动的方向、油液压力和油液流量,以满足机床工作性能的要求。液压阀的种类很多,根据用途和工作特点的不同,主要可分为以下三大类:

1. 方向控制阀 用来控制液压系统中的油液流动方向及油路的通断,有单向阀、换向阀等。
2. 压力控制阀 用来控制液压系统中的油液压力,有溢流阀、减压阀、顺序阀等。
3. 流量控制阀 用来控制液压系统中油液的流量,有节流阀、调速阀等。

### § 4-1 方向控制阀

方向控制阀(简称方向阀)按其用途可分为单向阀和换向阀两大类。单向阀主要控制油液只作单向流动;而换向阀主要用于改变油液流动的方向。方向阀在液压系统中用得最多,在整个液压阀系列中也是品种规格最多的一类。

#### 一、单向阀和液控单向阀

##### 1. 单向阀的结构及工作原理

单向阀的作用是使油液只能向一个方向流动,不能反向倒流,因此亦称止回阀。中低压单向阀用型号 I 表示。

彩色立体图十九为 I-63B 型板式单向阀的轴测装配图及其各零件的分解图,图 4-1 为其结构图,压力油从进油腔  $P_1$  流入,克服弹簧 3 对阀芯 2 的作用力以及阀芯 2 与阀体 1 之间的摩擦力,顶开阀芯 2 而从出油腔  $P_2$  流出。若压力油从  $P_2$  腔流入时,在弹簧 3 及通过阀芯 2 的径向小孔 a 流入到阀芯内腔 b 的压力油的作用下,使阀芯 2 的

锥面紧贴在阀体 1 的锥孔处,使油不能通过。弹簧 3 的上端有螺塞 4,螺塞上面的四个小孔是用来拧紧螺塞的,螺塞 4 下面用 O 形密封圈进行密封。这种单向阀用四个内六角螺钉 6 将阀体 1 固定在连接板上,并用两个 O 型密封圈 5 对进出油口进行密封,因此称它为板式单向阀。

单向阀的通断状态示意图如图 4-2 所示。

图 4-2(a)表示油液从  $P_2$  腔进入时,阀芯关闭的状态。

图 4-2(b)表示油液从  $P_1$  腔流入,顶开阀芯、压缩弹簧,再从  $P_2$  腔流出时的状态。

图 4-3 为另两种直通式单向阀的结构图。图 4-3(a)的 1-25 型单向阀采用钢球 2 作为阀芯,制造工艺简便,一般用于流量较小的场合。弹簧右端用弹性卡圈 4 支承。

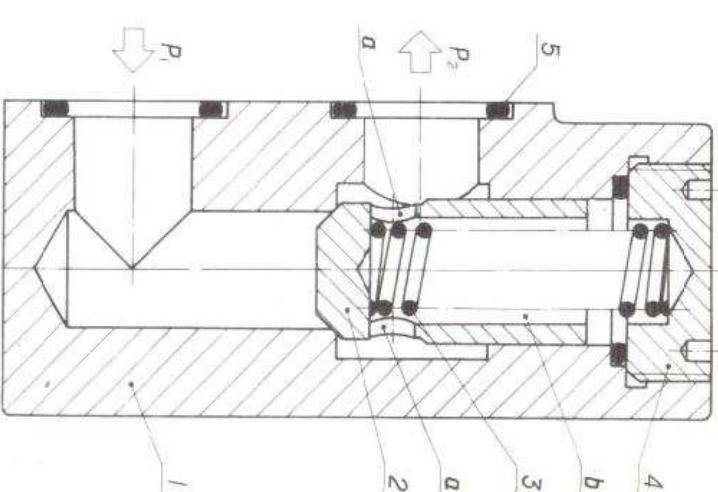


图 4-1

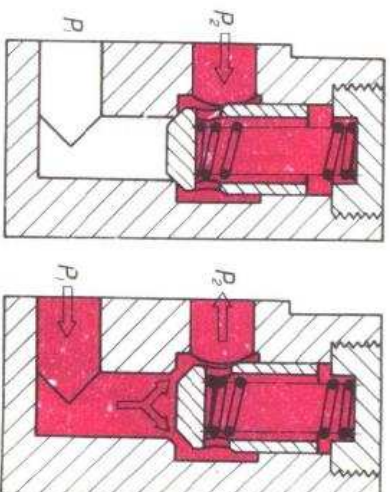
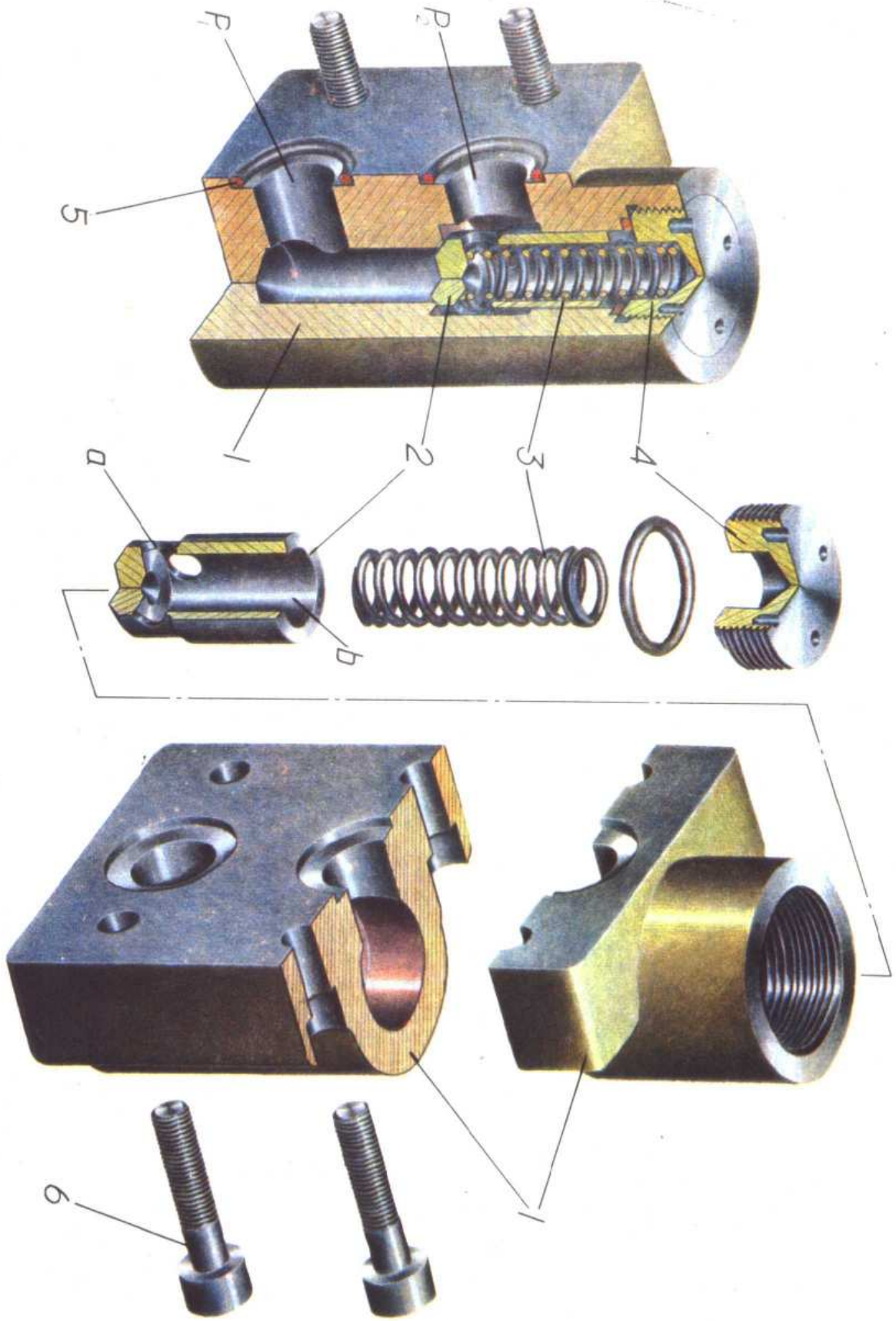


图 4-2



彩色立体图十九 I-63B型板式单向阀

图 4-3(b) 的

1-63 型单向阀采用带锥面的阀芯。当压力油从进油腔  $P_1$  流入并顶开锥阀芯 2 时, 油液经过阀芯 2 上的四个径向小孔 a 及内腔 b, 再从出油腔  $P_2$  流出。而图 4-1 所示板式单向阀的压力油在顶开阀芯后, 直接流向出油腔  $P_2$ 。

## 2. 液控单向阀的结构及工作原理

液控单向阀是在普通单向阀上增加液控部分而组成, 中低压液控单向阀用型号 1Y 表示。

彩色立体图 2-1 为 1Y-25B 型液控单向阀的轴测装配图及其各零件的分解图, 图 4-4 为其结构图。与 1-63B 板式单向阀相比较, 它增加了一个活塞 5、一根顶杆 6 及一个控制油口 K。当控制油口 K 内不通压力油时, 油只可以从  $P_1$  腔进入, 顶开阀芯 2 后从  $P_2$  腔流出, 其功能与普通单向阀完全相同。当油液从  $P_2$  腔进入时, 由于阀芯 2 的锥面紧贴在阀座 1 的阀座上, 使油液不能通过。

如果从控制油口 K 处接通压力油时, 该压力油将从活塞 5 的环形槽左侧的小槽 a 进入活塞下部的空腔 b, 此时作用在活塞下部的压力油将活塞向上推。由于活塞上部空腔 c 通过小孔 d 与泄油口 L 相通 (彩色立体图 2-1 右方的阀体是从孔 d 及泄油口的轴线处剖切开

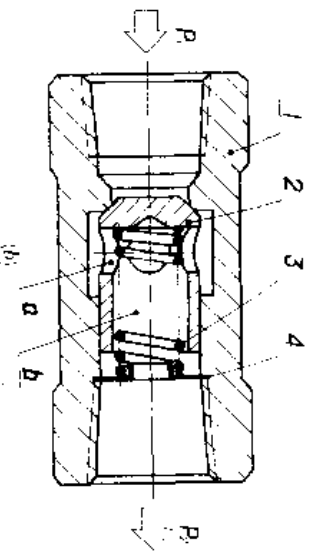
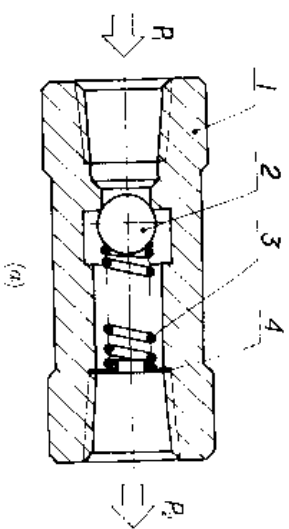


图 4-3

来的), 于是活塞 5 向上移动, 推动顶杆 6 而将阀芯 2 强行顶开, 这时  $P_1$  和  $P_2$  两腔接通, 油液可以在两个方向自由流通。

单向阀的符号如图 4-5 所示。图 4-5(a) 为单向阀单独使用时的图形符号; 图 4-5(b) 为单向阀与其他元件组合使用时的图形符号; 图 4-5(c) 为液控单向阀的图形符号。

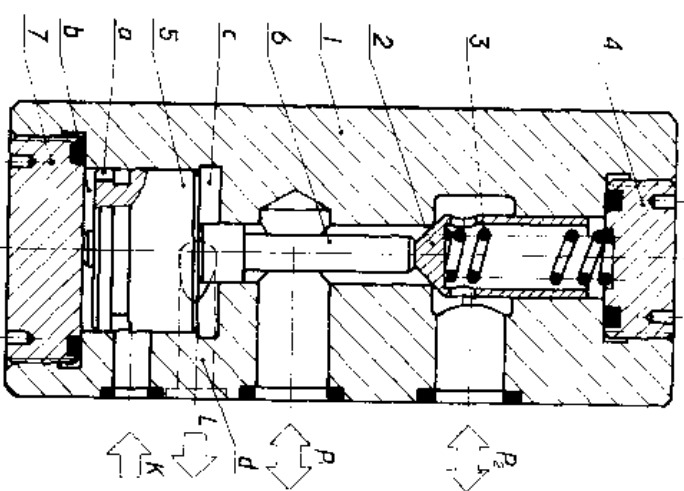


图 4-4

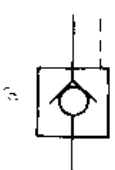
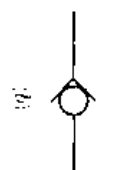
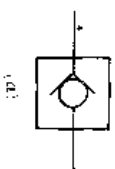
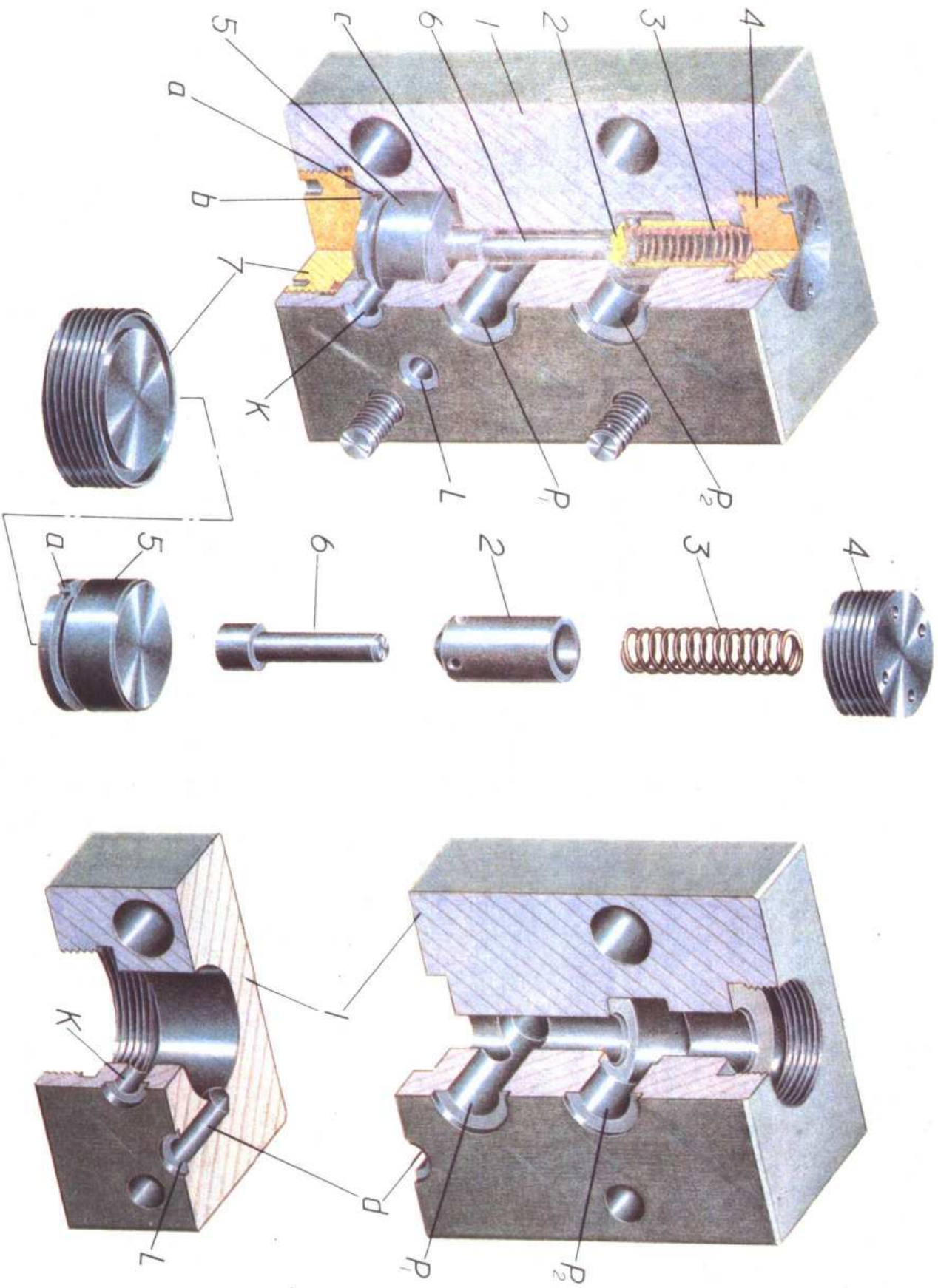


图 4-5

彩色立体图二十 IV-25B 型液控单向阀



## 二、电磁换向阀

机床液压系统中使用的换向阀种类很多,它的作用是利用阀芯和阀体间相对位置的改变来变换油液流动的方向、接通或关闭油路。换向阀按操作方式的不同,可分为电磁换向阀、液动换向阀、电液动换向阀、机动换向阀和手动换向阀等;按阀芯工作时在阀体内所处的位置数的不同,可分为二位和三位两种;按所控制的通道数的不同,可分为二通、三通、四通和五通等多种。

电磁换向阀简称电磁阀,它是利用电磁铁推动阀芯移动来控制阀芯位置的。采用电磁阀可使液压系统的自动化程度大大提高,因此应用非常广泛。电磁阀按使用的电源不同可分为交流电磁阀和直流电磁阀两种,交流电磁阀代号为D,直流电磁阀代号为E。

### 1. 二位二通电磁换向阀

彩色立体图二十一为22D-25B型二位二通电磁阀的轴测装配图及其各零件的分解图,图4-6为其结构图。在彩色立体图中,为了表达阀体1内部的各通道,在左下方采用通过阀体中心轴线的截面

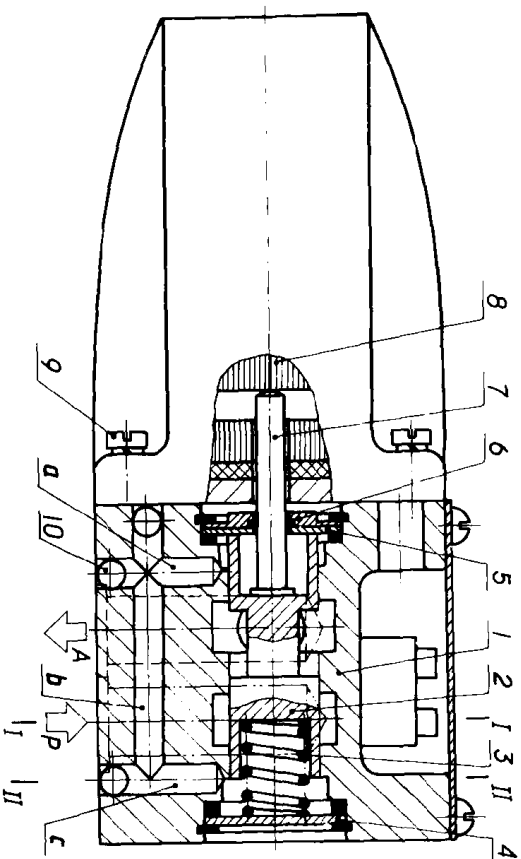


图 4-6

对开剖切,另外在右下方又用垂直于中心轴线的截面 I 和 II 将阀体分层剖切,截面 I 和 II 的位置标注在图 4-6 中。该电磁阀控制的通道有两个:图中 P 为进油腔,截面 I 通过 P 腔剖切。在图 4-6 中,由于 P 腔偏在前半边已被剖切掉,故用双点划线表示其假想投影。图中 A 为工作油腔(即压力油经此腔通往执行部件或其他油路)。在图 4-6 中由于 A 腔偏在后部看不见,故用虚线表达。以下各种液压阀的结构图上均按此方式处理。

当电磁铁断电时,阀芯 2 被弹簧 3 推向左端,使与挡板 5、6 接触为止,P 腔与 A 腔处于封闭状态,如立体图二十一及图 4-6 所示位置,其示意图如图 4-7(a),图中红色部分表示输入进油腔的油液。当电磁铁通电时,电磁铁的吸力通过推杆 7 将阀芯 2 推向右端,P 腔与 A 腔接通,其示意图如图 4-7(b)。

由于阀芯 2 和阀体 1 间有一定的配合间隙,在电磁阀工作时,部分油液会通过该间隙渗入到阀芯 2 的两端而造成背压。为了确保滑阀正常工作,在阀体上开设孔 a、b、c,其两端分别用三只钢球 10 将其堵塞,使阀芯左端的泄漏油液通过 a、b、c 孔流入阀芯右端,与右端的泄漏油液一起通过泄油腔 L(见立体图二十一右方阀体的截面 II)流入油箱。示意图中的泄漏油液用绿色表示。

图示二位二通电磁阀在常态时,P 腔与 A 腔封闭不通,电磁铁通

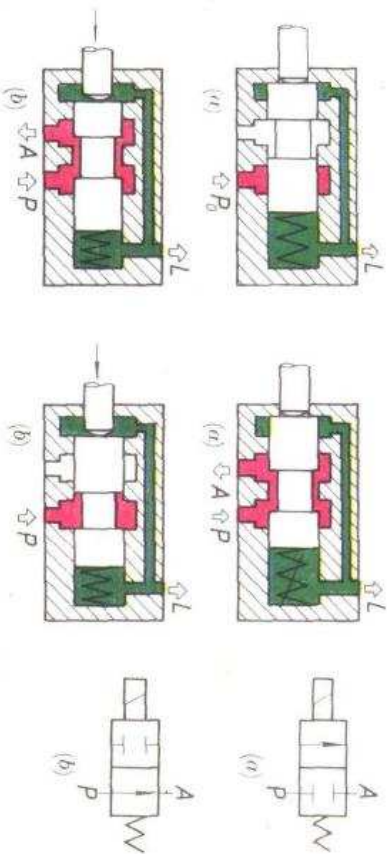
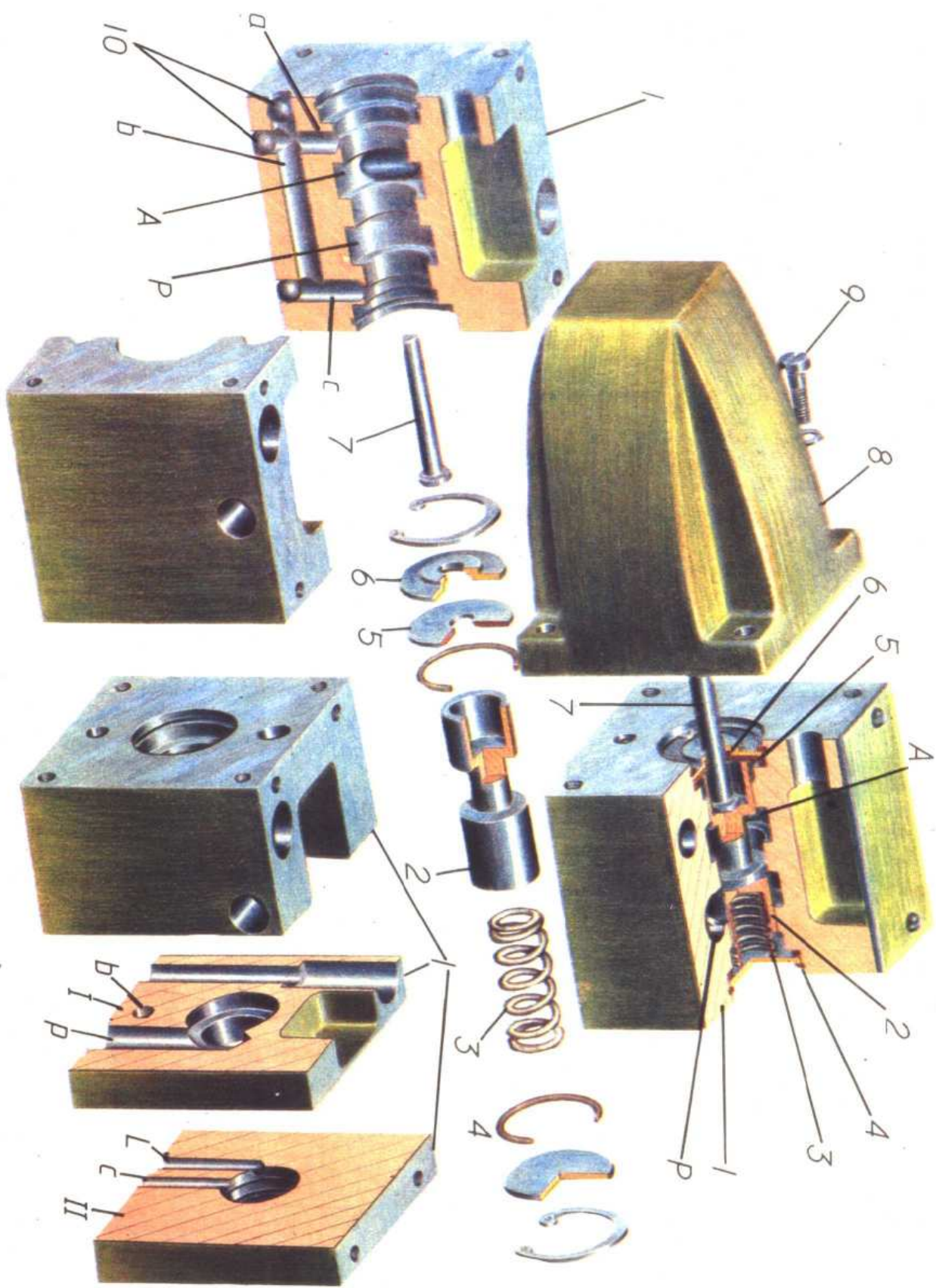


图 4-7

图 4-8

图 4-9

彩色立体图二十一 22D-25B型二位二通电磁换向阀



电后两腔接通,称之为常闭型(即O型),其图形符号如图4-9(a)。另一种型式电磁阀在常态时,P腔与A腔相互接通,如图4-8(a),电磁铁通电后,两腔封闭不通,如图4-8(b),称之为常开型(即H型),其图形符号如图4-9(b)。

## 2. 二位四通电磁换向阀

彩色立体图二十二为24E-25B型二位四通电磁阀的轴测装配图及其各零件的分解图,图4-10为其结构图,图4-11为其图形符号。在彩色立体图中,为了表达阀体1内部各通道,在左中部采用通过阀体中心轴线的截面对剖剖切,另外在下方又用垂直于中心轴线的截面I、II、III、IV将阀体分层剖切,各截面的位置标注在图4-10中。该电磁阀所控制的通道有四个,即进油腔P、工作油腔A和B、回油腔O(O<sub>1</sub>)。在图4-10中,处在剖切平面后面的P与O(O<sub>1</sub>)腔用虚线表达,在前面的A与B腔用双点划线表达。

当电磁铁断电时,阀芯2被弹簧3推向左端,使与挡板5、6接触为止,这时进油腔P与一个工作油腔B接通,另一个工作油腔A与回油腔O接通,如立体图二十二及图4-10所示位置。其示意图如

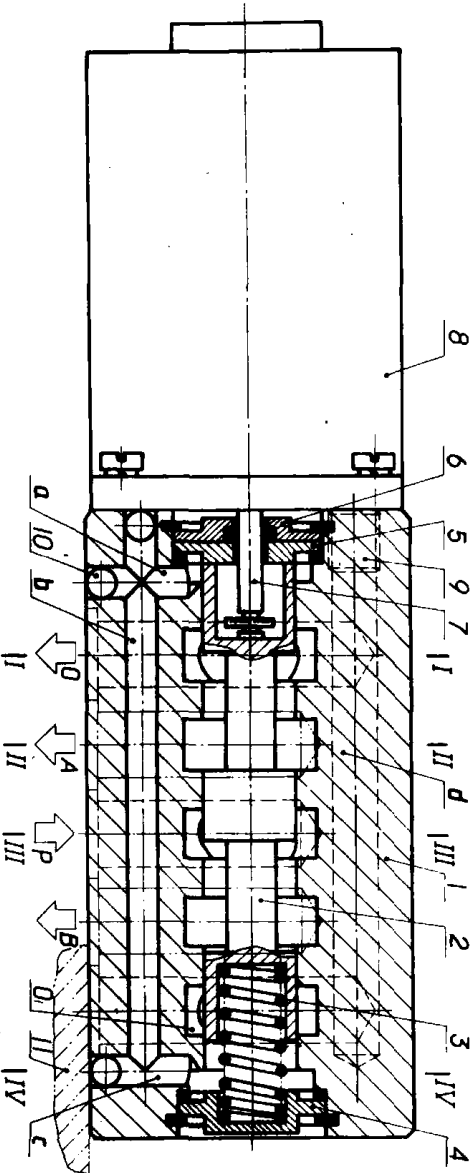


图 4-10

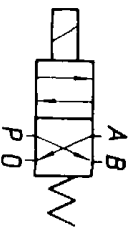


图 4-11

图4-12(a),图中通进油腔的油液用红色表示,通回油腔的油液用兰色表示,以下各种液压阀的示意图中均按此方式处理。当电磁铁通电时,电磁铁的吸

力通过推杆7将阀芯2推向右端,此时进油腔P与工作油腔A接通,工作油腔B与O<sub>1</sub>腔接通,再通过孔d通向回油腔O,其示意图如图4-12(b)。弹簧3的右端由定位套4支承,孔d的左端用螺塞9堵塞。

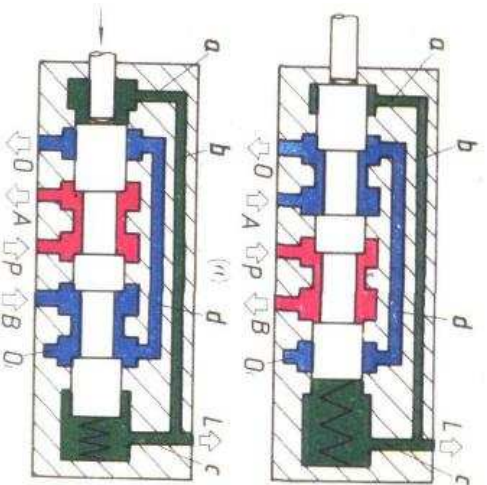
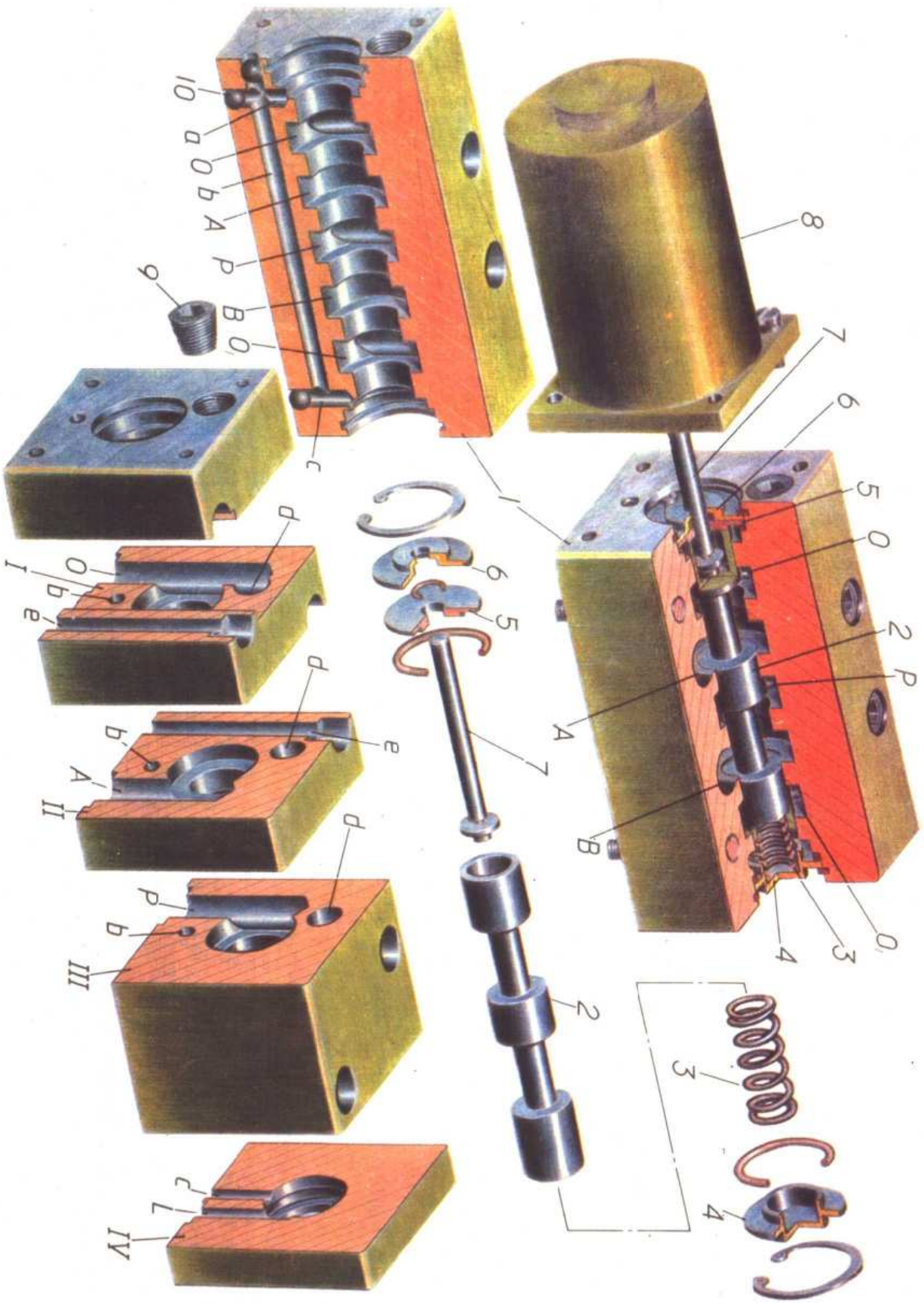


图 4-12

电磁阀在工作时,渗入到阀芯2左端的泄漏油液,通过a、b、c孔流入阀芯右端,与右端的泄漏油液一起通过泄油腔L(见彩色立体图中阀体的截面IV)流入油箱。在图4-12中通泄油腔L的油液用绿色表示,在以下各种液压阀的示意图中,均按此方式处理。孔a、b、c的外端分别用三个钢球10将其堵塞。

图4-5和4-10所示电磁阀均为板式,安装时用螺钉穿过孔e将阀与底板相连接。图4-10的右下方用双点划线画出底板11的部分投影,以表示O<sub>1</sub>腔对外是封闭不通的。板式液压阀的代号为B,型号中的25表示该阀的额定流量为25 l/min。

彩色立体图二十二 24E 25B 型二位四通电磁换向阀





3. 三位四通电磁换向阀

彩色立体图二十三为 34D-25B 型三位四通电磁换向阀的轴测装配图及其各零件的分解图, 图 4-13 为其结构图, 图 4-14 为其图形符号。在彩色立体图中, 阀体 1 的剖切方式与前面所述相同, 截面 I、II、V 和阶梯截面 III、IV 的位置标注在图 4-13 中。该电磁换向阀所控制的通道也是四个, 即进油腔 P、工作油腔 A 和 B、回油腔 O(O<sub>1</sub>)。它与 24E-25B 型二位四通电磁换向阀不同之处为: 该电磁换向阀的两端有两个电磁铁, 控制阀芯 2 在阀体 1 内有三个不同的工作位置。

当两边的电磁铁均断电时, 在两端弹簧 5 的作用下, 阀芯 2 处在中间的位置, 即立体图二十三及图 4-13 所示位置, 此时进油腔 P 与工作油腔 A 和 B 以及两端的回油腔 O 和 O<sub>1</sub> 都不接通, 相互处于封闭状态, 其示意图如图 4-15(a) 所示。当左边的电磁铁通电时, 电磁铁的吸力通过推杆 3 将阀芯 2 推向右端, 这时进油腔 P 与工作油腔 B 接通, 另一个工作油腔 A 与回油腔 O 接通, 其示意图如图 4-15(b)。当右边的电磁铁通电时, 阀芯 2 被推向左端, 这时进油腔 P 与工作油腔 A 接通, 另一个工作油腔 B 与 O<sub>1</sub> 腔接通, 再通过小孔

a、b 向右流向小孔 c 与回油腔 O 相接通 (见彩色立体图中阀体的截面 V), 其示意图如图 4-15(c)。

弹簧 5 的两端分别由挡板

6、7 及定位套 4 所支承。当右边的电磁铁通电, 阀芯被向左推时, 阀芯的左端面推动定位套 4 的凸肩, 从而压缩弹簧 5。当电磁铁断电时, 弹簧力将定位套 4 向右推回到其凸肩与阀体的阀芯孔左端面接触为止, 定位套 4 不能再向右移动, 这样可以保证阀芯 2 处于中间位置。右边弹簧部分的结构与左边完全相同。

渗入到阀芯 2 右端的泄漏油液, 通过 f、e、d 孔和渗入到阀芯左端的泄漏油液一起通过泄油腔 L 流入油箱。孔 d、e、f、a 的外端分别用四个圆柱塞 10 堵住, 孔 c、b 的外端分别用两个螺塞 12 和 11 堵住。

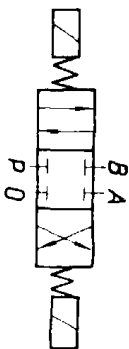


图 4-14

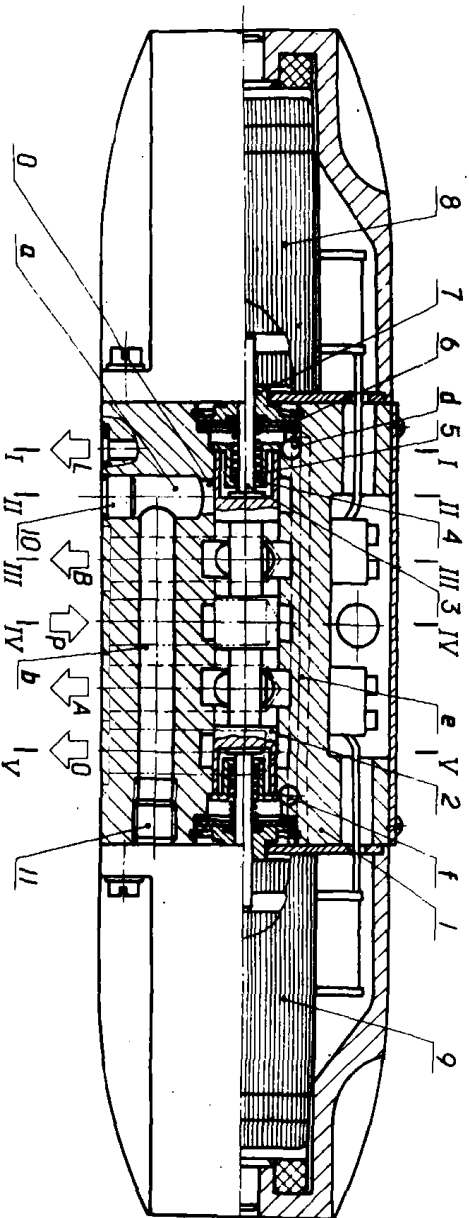


图 4-13

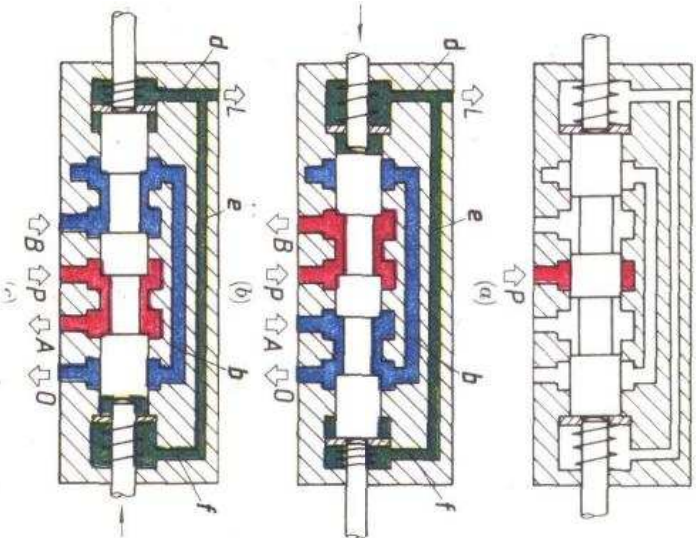
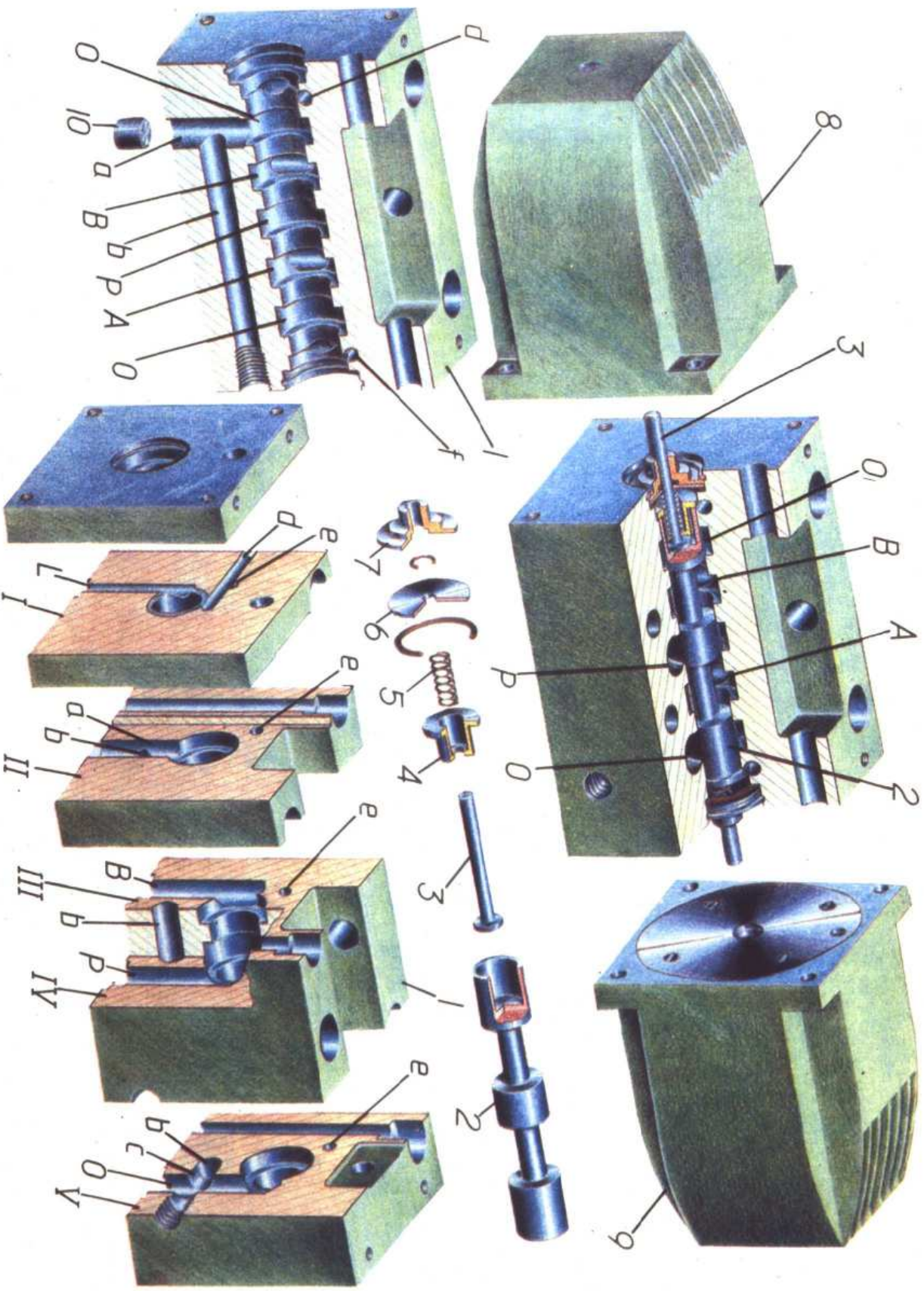


图 4-15

彩色立体图二十三 34D-25B型三位四通电磁换向阀



### 三、液动换向阀

液动阀和电磁阀的区别在于控制阀芯移动的方式不同。电磁阀是由电气信号操纵的,不论位置远近,控制都很方便,因此在实现各种机械自动化方面获得了广泛的应用。但是对于换向时间要求能调节,或流量大、行程长、移动阀芯需有较大力场的场合,采用单纯的电动式操纵是不适宜的。液动阀则是利用控制油路的压力油推动阀芯移动,以实现油路换向的。液动式操纵给予阀芯的推力是很大的,因此适用于压力高、流量大、阀芯移动行程长的场合。通过设在控制油路上的调节机构,还能使阀芯的移动速度得到调节。中低压液动换向阀用型号 Y 表示。

彩色立体图二一四为 34Y-25B 型三位四通液动换向阀的轴测装配图及其各零件的分解图,图 4-16 为其结构图,图 4-17 为其图形符号。在彩色立体图中,阀体 1 采用四个截面分层剖切,截面 I、II、III、IV 的位置标注在图 4-16 中。该液动换向阀所控制的通道也是四个,即进油腔 P、工作油腔 A 和 B、回油腔 O(O<sub>1</sub>),与 34D-25B 型三位四通电磁阀相同,阀芯 2 在阀体 1 内有三个不同的工作位置。

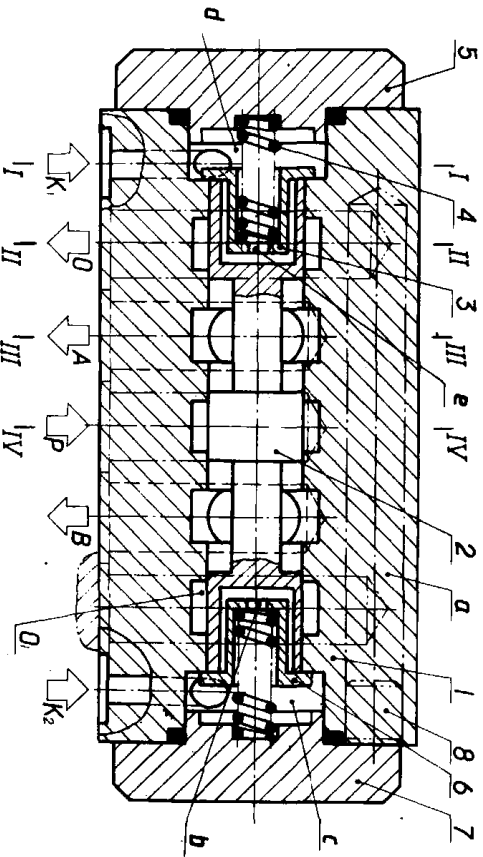


图 4-16

当两个控制压力油口 K<sub>1</sub>和K<sub>2</sub>都不通压力油时,在两端弹簧 4 的作用下,阀芯 2 处在中间位置。这时进油腔 P 与工作油腔 A 和 B 以及两端的回油腔 O 和 O<sub>1</sub>都不接通,相互处于封闭状态,如立体图二十四及图 4-16 所示位置,其示意图如图 4-18(a)。

当控制油路的压力油从阀右边的控制油口 K<sub>2</sub>进入阀体右边空腔 c,通过右边定位套 6 中的小孔 b,克服左边弹簧 4 的作用力,将阀芯 2 推向左边,这时进油腔 P 与工作油腔 B 接通,另一个工作油腔 A 与回油腔 O 接通,其示意图如图 4-18(b)。当控制油路的压力油从阀左边的控制油口 K<sub>1</sub>进入阀体左边空腔 d,通过左边定位套 3 中的小孔 e,克服右边弹簧的作用力,将阀芯推向右端,这时进油腔 P 与工作油腔 A 接通,另一个工作油腔 B 与 O<sub>1</sub>腔接通,再通过小孔 a 与回油腔 O 接通,其示意图如图 4-18(c)。

当 K<sub>1</sub>和K<sub>2</sub>内都不通压力油时,两端的定位套 3 和 6 可用来保持阀芯处于中间位置。当阀芯移动时,通过定位套 3 和 6 压缩弹簧。

当对液动换向阀的换向性能有较高的要求时,液动换向阀的两端可以再装上可调节的单向节流阀,用来调节阀芯的移动速度,它的结构将在下面的电液动换向阀中介绍。

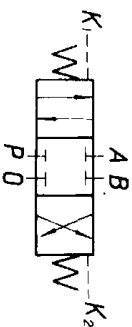


图 4-17

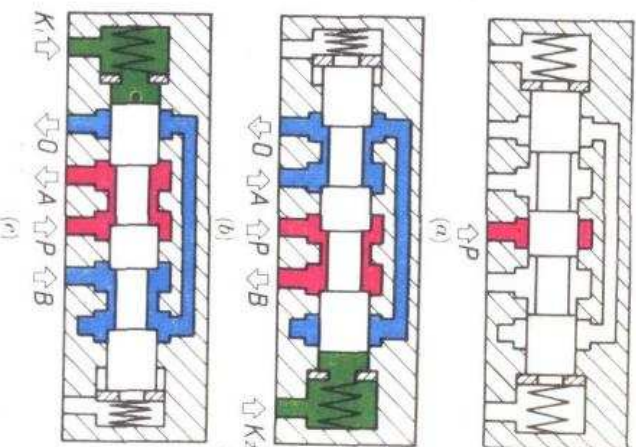


图 4-18



#### 四、电液动换向阀

电液动换向阀是电磁换向阀和液动换向阀的组合。电磁换向阀起先导控制阀的作用,它可以通过电磁换向阀两端的电磁铁通电或断电,从而改变控制油液的流向,这样就改变液动换向阀的阀芯位置,所以能够用较小的电磁铁来控制较大的液流。

彩色立体图:十五为34DY-63Z型三位四通电液动换向阀的轴测装配图及其各零件的分解图,图4-19为其结构图,图4-20(a)为其图形符号,图4-20(b)为其简化符号。在彩色立体图的右下方为其外形图,上半部分14为三位四通电磁换向阀,它的基本结构和上述电磁阀相同,在本图中没有再详细表达其内部结构;下半部分为液动换向阀。图的左上方表达了液动换向阀部分的装配结构,左下方为阀体1及左盖6的零件轴测图,并采用两个截面将其分层剖切。电液动阀型号中的Z表示液动阀的两端带有阻尼器,这种阻尼器是由一个单向阀和一个节流阀并联而成,用以调节液动换向阀的换向时间。

换向阀体1顶面上四个孔分别与电磁阀相通,孔 $P_0$ 即为电磁阀的进油腔,孔 $O_0$ 为其回油腔,孔 $K_1$ 和 $K_2$ 为液动阀的控制油口,即相当于电磁阀的工作油腔 $A_0$ 和 $B_0$ 。通入电磁阀的压力油从液动阀

体1前方的孔a进入,经过孔b通入 $P_0$ 孔。当电磁阀左边的电磁铁通电时,控制油路的压力油从 $K_1$ 流入,经过通道e、g、h、i,顶开单向阀芯9流入单向阀体8内的空腔j,再经过k孔、m腔和n孔流入左盖6的内腔p,将主阀芯2推向右端,这时P腔与B腔接通,A腔与O腔接通,其示意图如图4-21(b),图4-21(a)表示

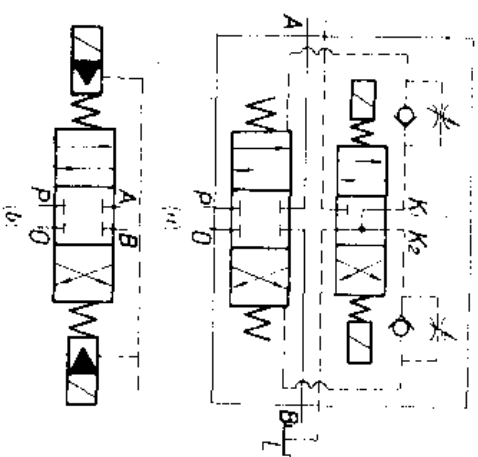


图 4-20

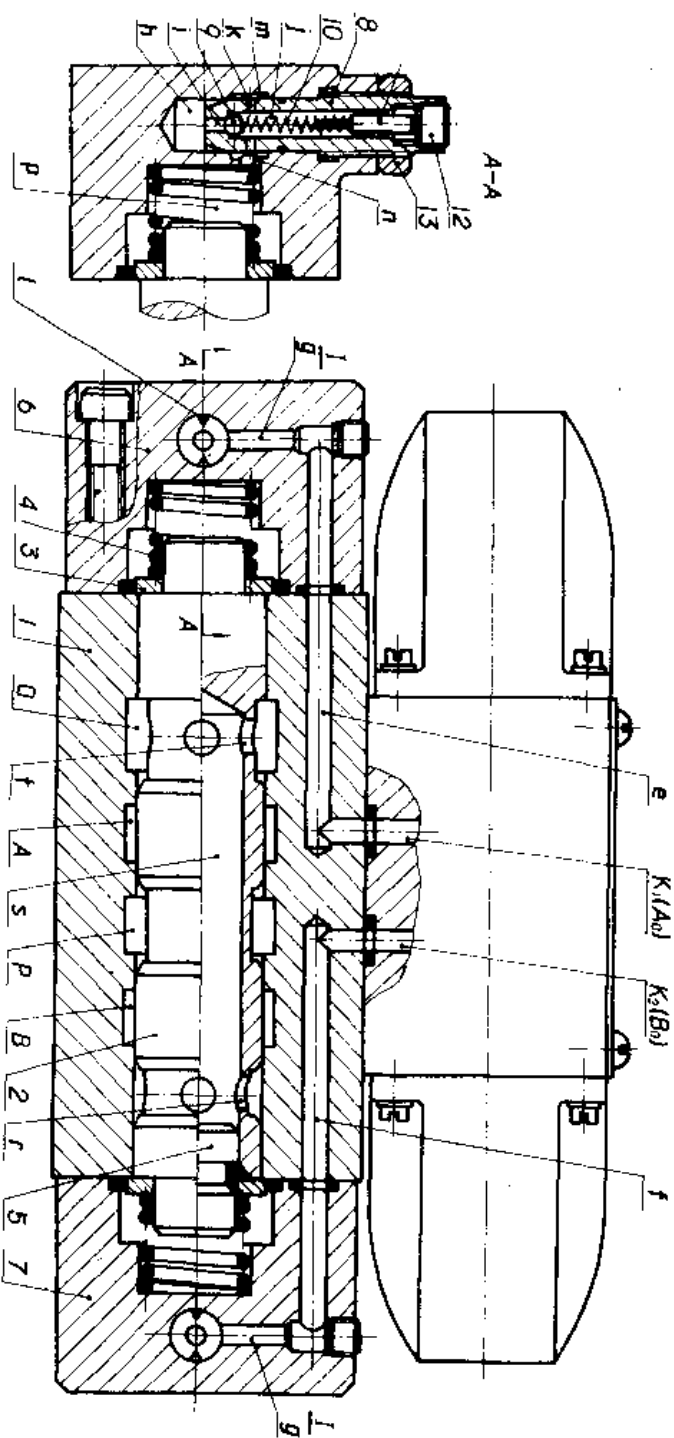
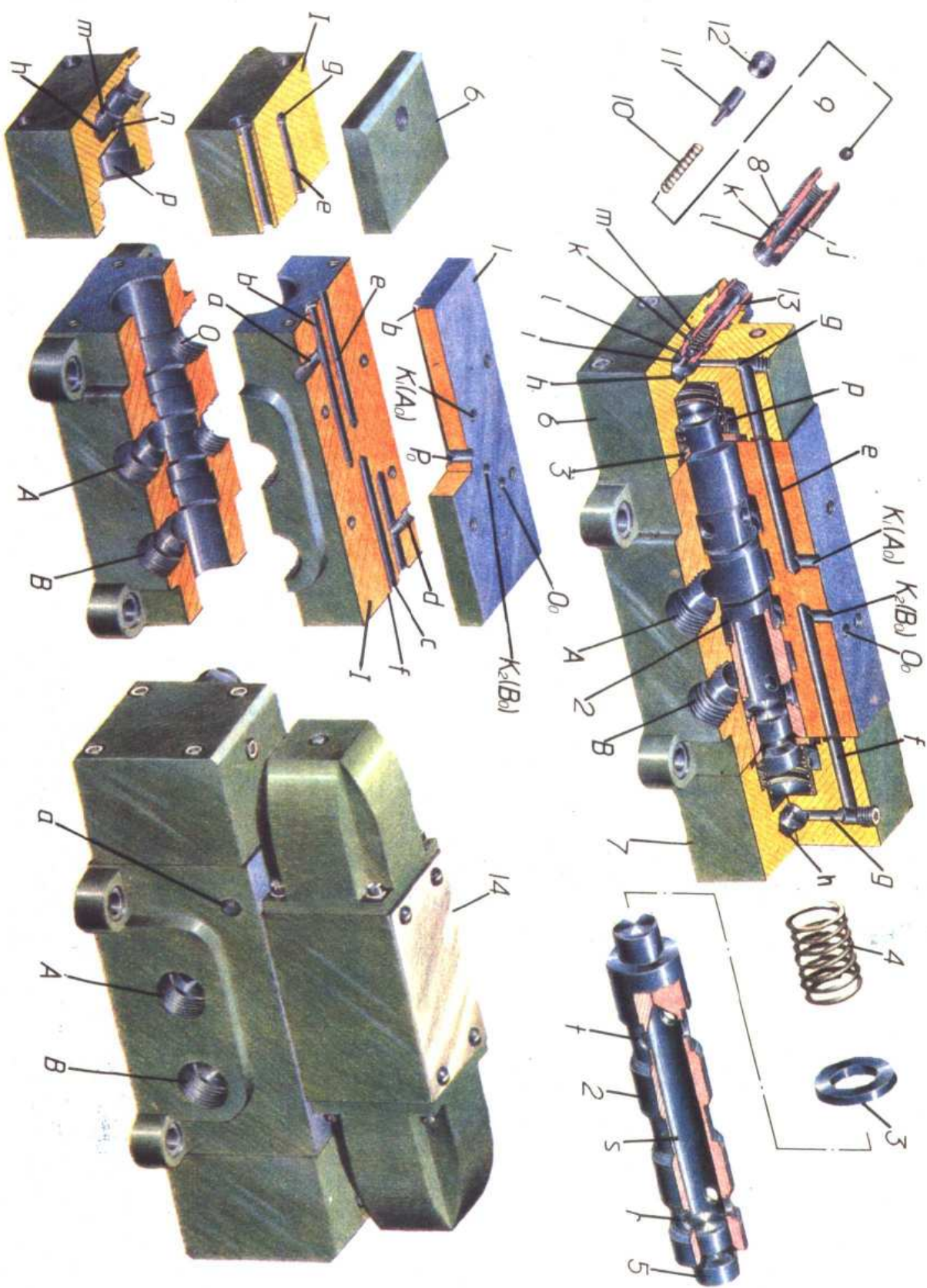


图 4-19

彩色立体图二十五 34DY-63Z型三位四通电液动阀



未通电前封闭状态的示意图。当右边的电磁铁通电时,控制油路的压力油从  $K_2$  流入,经过孔  $f$  及右盖 7 内相应的通道,将主阀芯 2 推向左端,原来在主阀芯左端的油经过节流口  $l$ 、通道  $h$ 、 $g$ 、 $e$ 、 $K_1$  与电磁阀的回油腔  $O_0$  接通,再由阀体 1 的  $c$ 、 $d$  孔(见立体图中阀体的截面 I)流回油箱。这时 P 腔与 A 腔接通, B 腔经过阀芯 2 内的孔  $r$ 、 $s$ 、 $t$  和回油腔  $O$  接通,这时主油路换向,其示意图如图 4-21(c)。当两边的电磁铁均断电时,两边的弹簧 4 使主阀芯处于中间位置,于是 P 腔与 A、B 腔以及 O 腔之间都不接通,相互处于封闭状态,如立体图 2-15 及图 4-19 所示位置。

两端的阻尼器的结构如图 4-19 的 A-A 剖视图及彩色立体图的左上方的轴测装配图及有关零件的分解图。转动单向阀体 8, 通过其外部的螺纹可改变其与盖 6 中的孔之间的前后相对位置,以调节节流口  $l$  与孔腔  $m$  间通道的大小,以控制通过的流量,起到阻尼作用,从而达到减慢主阀芯换向速度的目的,也即调整了执行机构的换向时间,使换向平稳而无冲击,所以电液动换

向阀的换向平稳性较好。单向阀体 8 的位置调整后,用螺母 13 锁紧。

## 五、机动换向阀

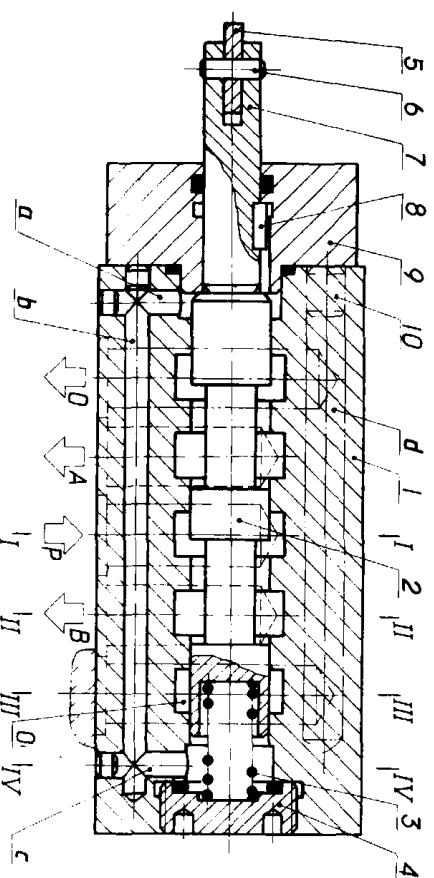


图 4-22

机动换向阀也称为行程换向阀,它是通过安装在执行机构上的挡铁或凸轮推动阀芯移动来改变油液的流动方向。它一般只有两个工作位置,即初始工作位置及换向工作位置。

彩色立体图 2-16 为 24C-25B 型二位四通机动换向阀的轴测装配图及其各零件的分解图,图 4-22 为其结构图,图 4-23 为其图形符号。在彩色立体图中,阀体 1 采用四个截面

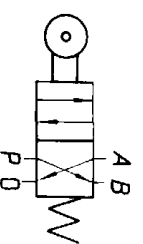
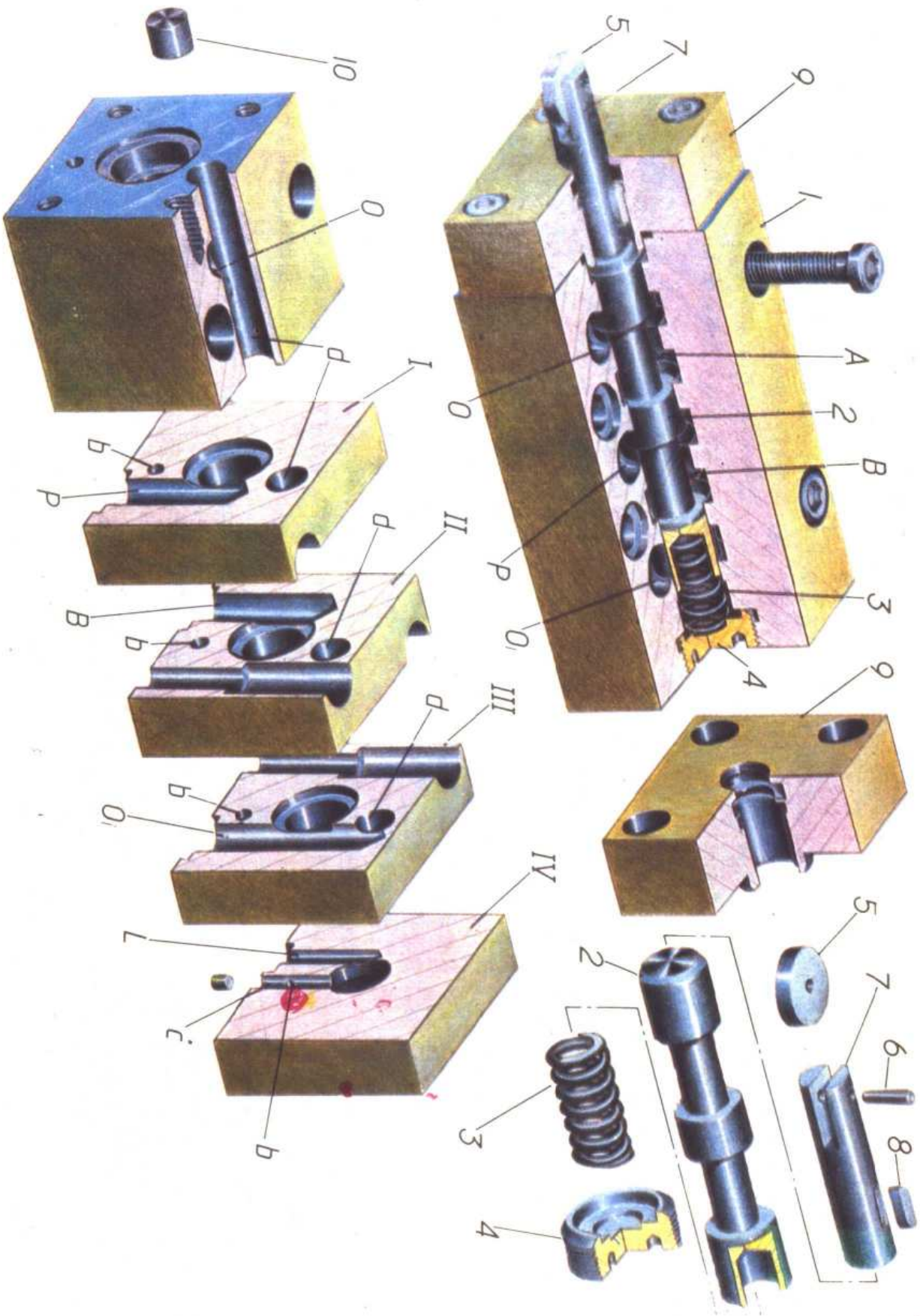


图 4-23

分层剖切,各截面的位置标注在图 4-22 中。中低压机动换向阀用型号 C 表示。该机动换向阀所控制的通道数及其滑阀的机能均与上述 24E-25B 二位四通电磁换向阀相同。在图示位置,阀芯 2 被弹簧 3 向左压到与阀盖 9 右端面接触为止。这时 P 腔与 B 腔接通, A 腔与 O 腔接通。当装在执行机构上的挡铁或凸轮与装在推杆 7 左端的滚轮 5 接触,并通过推杆将阀芯 2 压向右边工作位置时,使 P 腔与 A 腔接通, B 腔与 O 腔接通,经过孔  $d$  向左流入出油腔  $O$ 。阀芯左端的渗漏油液经过孔  $a$ 、 $b$ 、 $c$  与右端渗漏油液一起从泄油孔  $L$  排出(见立体

彩色立体图二十六 24C-25B型二位四通机动换向阀





图二十六中的截面IV)。

## 六、手动换向阀

操纵阀芯换向的方式除上述采用的电磁铁、液压油或挡铁外,还可利用手动来进行控制,这就是手动换向阀,它一般用于流量较小、要求徒手操作的场合。手动换向阀一般都是借用液动换向阀或液动换向阀的阀体,再在两端配装手柄操纵机构和定位机构。中低压的手动换向阀用型号S表示。

彩色立体图二十七为34S-63型三位四通手动换向阀的轴测装配图及其各零件的分解图,图4-24为其结构图,图4-25为其图形符号。该手动换向阀所控制的通道及其滑阀的机能均与上述

34DY-63Z三位四通液动换向阀相同,所不同之处为其左端有一手动操纵手柄,通过杠杆推动阀芯运动,右端为弹簧自动复位机构。

弹簧5安置在左弹簧座4和右弹簧座6之间,在图示位置,阀芯2在弹簧5的作用下

处于中间位置,此时四个油腔相互封闭,手柄8正好处在垂直向上的位置。当把手柄向左拉时,手柄8绕装在左阀盖上部孔中的销轴10旋转,其下端向右转动,通过销子11推动阀芯2向右移。小轴3左端装入阀芯孔内,并将其焊接成一体,将阀芯内孔的右端堵塞,于是阀芯右端面推动左弹簧座4使弹簧压缩,阀芯处于右端换向位置。

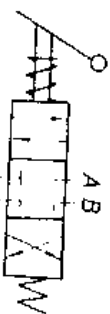


图4-25

当操纵手柄的外力去除后,复位弹簧又将阀芯推回到初始中间位置。当把手柄向右推时,阀芯2左移,通过右端小轴3右边的挡圈推动右弹簧座6左移,使弹簧压缩,阀芯处于左端换向位置。由上述可知,弹簧自动复位方式的特点是操纵手柄的外力必须始终保持,才能使阀芯维持在换向工作位置上,外力一旦去除,阀芯立即回复初始位置。利用这一特点,在使用中可通过操纵手柄的控制,使阀芯行程根据任意变动,从而使各油腔的开口灵活改变,这样可根据执行机构的需要,通过改变开口的大小来调节速度,它比电磁换向阀、液动换向阀的工作更为简便可靠。

阀芯和阀体间从左端渗漏出来的油液流入a腔,从右端渗漏的油液流入b腔,并通过左、右阀盖与阀体间的空隙流入c孔,再从泄漏孔L引出接回油箱(见彩色立体图右方阀体上过泄油孔L的截面I)。如不将泄漏油排出,则将在阀芯两端产生背压,泄漏油积聚到一定程度时,会自行推动阀芯移动,产生错误动作,甚至发生事故。

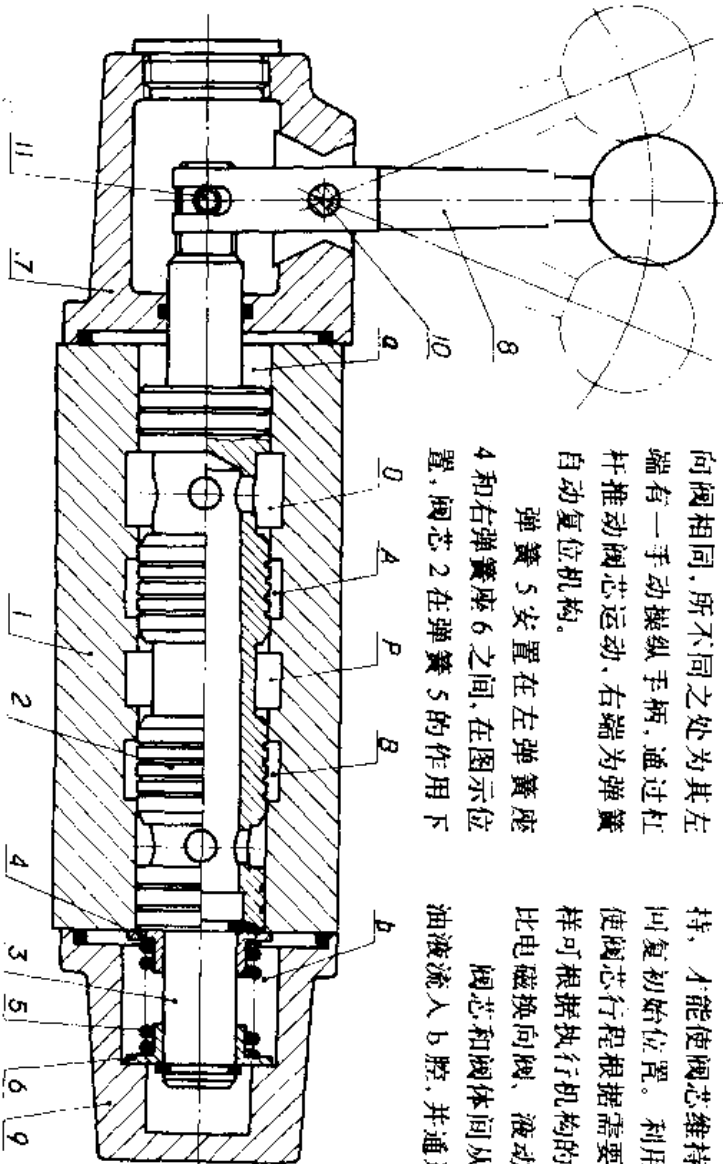
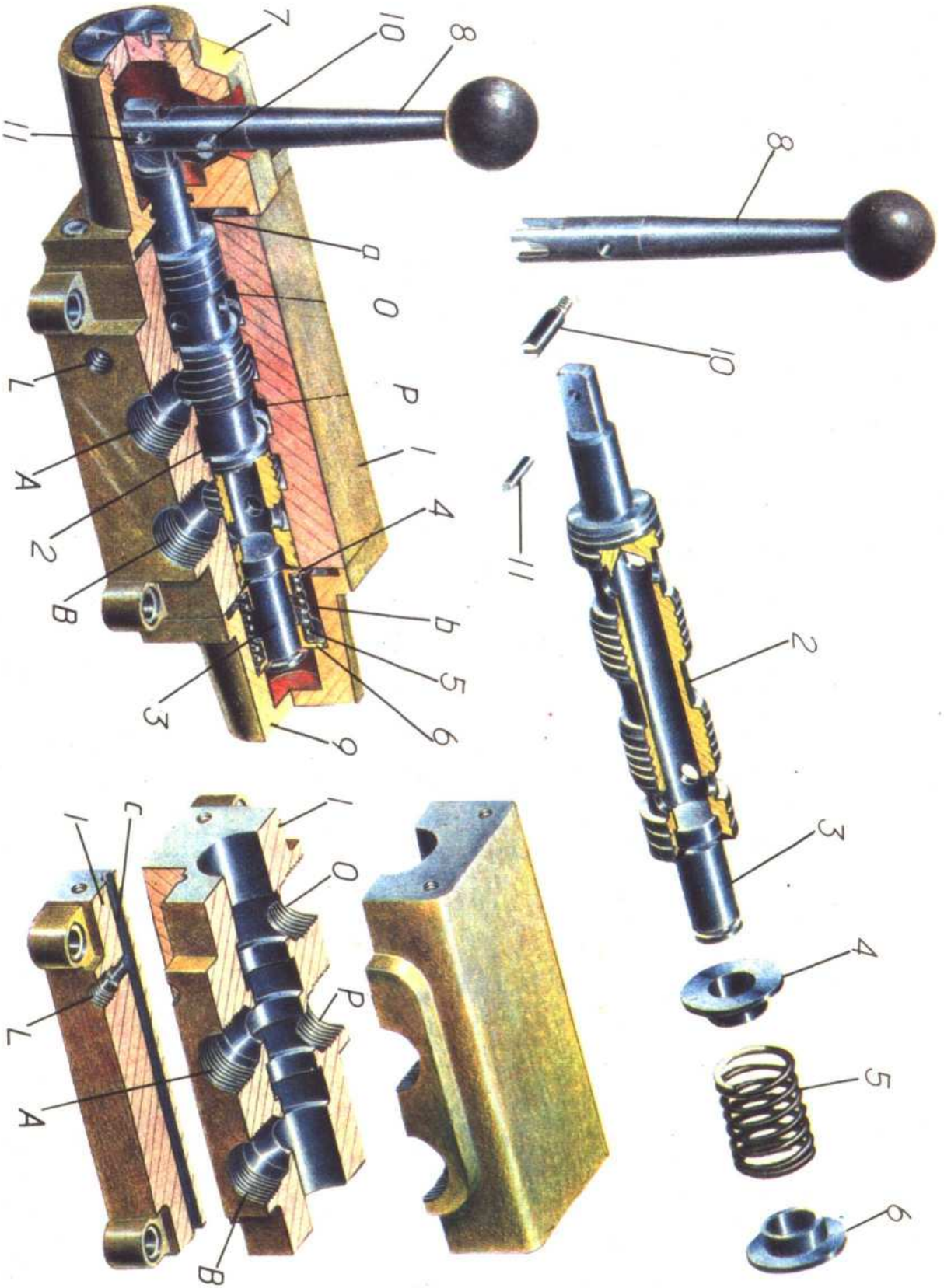


图4-24

彩色立体图二十七 34S-63型三位四通手动换向阀



## § 4-2 压力控制阀

压力控制阀(简称压力阀)是用来控制油液压力的高低,有溢流阀、减压阀、顺序阀等,它们都是利用油液压力与弹簧力相平衡的原理进行工作的

### 一、溢流阀

溢流阀的工作情况有两种。一种是经常溢流的,即当油路中串联有节流阀,则液泵的输出油液一部分流过节流阀,而多余的油液经溢流阀流回油箱。液泵的工作油压与溢流阀中弹簧的作用力等保持平衡,因而在不断溢流的过程中使液泵的压力保持基本稳定。另一种是过载时溢流的,这时它作为安全阀使用,在正常工作时阀是关闭的,仅当压力达到调整极限值时才打开,将油液排出,使液泵的压力不超过某一预调值,以保证系统的安全。

#### 1. P型直动式溢流阀

溢流阀的种类繁多,但基本上可分为直动式和先导式两大类。低压直动式溢流阀用型号P表示。彩色立体图二十八为P-B63B型

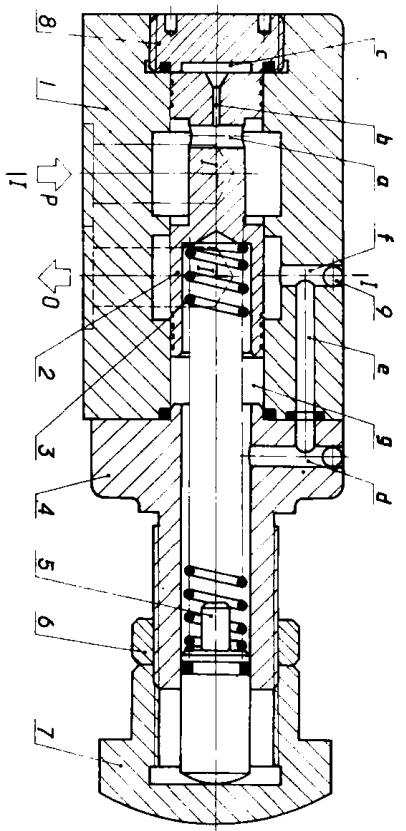


图 4-26

低压直动式溢流阀的轴测装配图及其各零件的分解图,图中阀体1采用1-1截面阶梯剖切,以表示进油腔P与回油腔O,截面位置标注在图4-26所示的结构图上。图中P为进油腔,压力油自P腔进入,经过阀芯2中的孔a及阻尼小孔b流入阀芯左端后盖8内的空腔c,使阀芯受到液压力作用力。当液压力小于弹簧3的预紧力时,阀芯处在最左端,此时进油腔P和回油腔O之间处于封闭状态,如立体图二十八及图4-26所示位置,其示意图如图4-27(a),图中由P腔进入的压力油液用红色表示。当P腔油液压力升高,液压力作用力能克服弹簧3的作用力时,阀芯被推向右移动,使P腔与O腔接通,部分油液通过O腔溢回油箱,其示意图如图4-27(b),溢入O腔的油液用兰色表示。

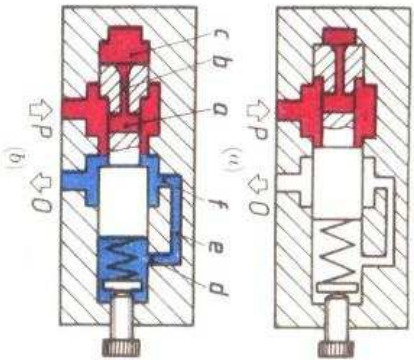


图 4-27

溢流阀稳定工作后,阀芯保持在一个与溢流量相应的开口位置上,这时阀芯2左端的作用力 $pA$ ( $p$ 为进油腔的油压, $A$ 为阀芯左端承压面积)就和此开口位置时作用在阀芯右端的弹簧力 $F$ 保持平衡,这样进油腔处的压力基本稳定在某一数值上,这就是直动式溢流阀控制压力的基本原理。然而上述状态的实现是有一段过程的。当 $p.A > F$ 时,阀芯右移,阀口打开,部分油液由溢流阀排出,但由于惯性的作用,阀芯的运动不能立即停止下来,以致阀口开得过大,使进油腔的压力下降,出现 $p.A < F$ 的情况,于是阀芯又向左移动,再由惯性又使阀口关得过小,排出的油液减少,使进油腔的压力又再次增大,促进阀芯重新向右移动。如此反复多次,振荡的幅度一次比一次减小,逐渐达到平衡状态。阀芯2中的阻尼小孔b对阀芯的振荡起阻尼作用,因而能提高阀的工作平稳性。



旋转调节螺母7,推动调节杆5,压缩弹簧3,可以改变弹簧的压紧力,从而调整溢流阀的开启压力。调节螺母7调整好,再用锁紧螺母6并紧。溢流阀工作时,渗入到阀芯右端g腔内的泄漏油液如不将其排出,则将形成一种附加背压。为此在阀盖4及阀体1上开设孔d、e、f,使泄漏油液经过这些孔与回油腔O相通,随同溢流油液一起流回油箱,这种泄漏方式称为内泄。孔d和f的上端用钢球9堵塞。阀盖4与阀体1之间用螺钉10连接,整个溢流阀用三个螺钉11将它固定在连接板上。

## 2. Y型先导式溢流阀

上述直动式溢流阀是靠进油腔的压力油直接作用在阀芯上与弹簧力相平衡,以控制阀芯的启闭动作,所以弹簧较硬。当通过流量大或压力高的液流时,阀芯的直径及阀芯左边的液压力作用力都将增大,需要配用刚度很大的弹簧,从而使阀的结构大、调压困难、调压偏差大。因此在中高压、大流量的情况下使用直动式溢流阀是不适宜的,必须采用先导式溢流阀。中压先导式溢流阀用型号Y表示。彩色立体图二十九为Y-25B型先导

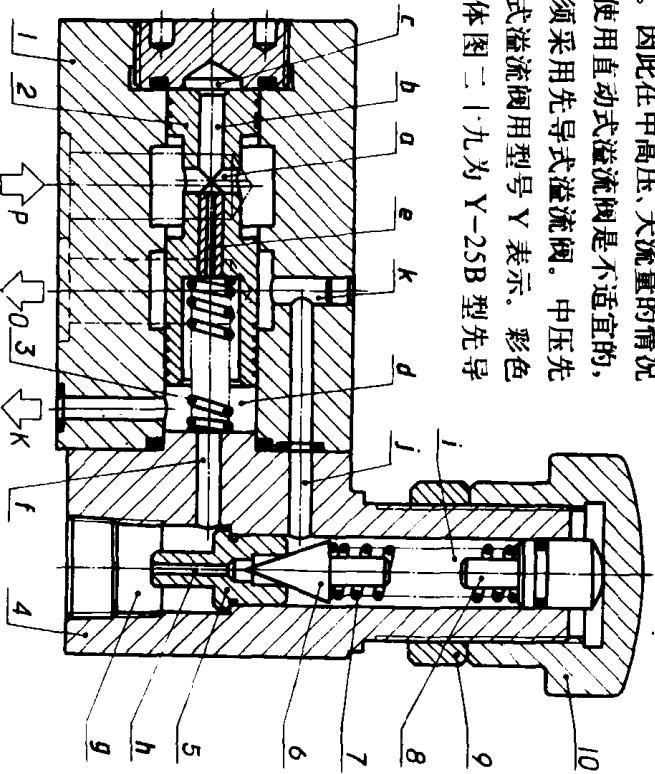


图 4-28

式溢流阀的轴测装配图及其各零件的分解图,图4-28为其结构图。这种溢流阀在结构上可分为两部分,左边为主阀部分,右边为先导调压阀部分,其特点是利用主阀芯2左右两端油的压力差来使主阀芯移动。图中P为进油腔,压力油从P腔进入,通过孔a、b流入c腔,作用于主阀芯的左端,同时又经阻尼小孔e进入d腔,并经f孔、g腔、阀座5内的h孔作用于先导阀芯6上。当进油腔的压力较低,还不能打开先导调压阀时,阀芯6关闭,阻尼小孔e中没有油液流动,所以主阀芯2两端的油压相等,在弹簧3的作用下阀芯处在最左端位置,将溢流口封闭,如立体图二十九及图4-28所示位置,其示意图如图4-29(a)。当进油腔的压力升高到能打开先导调压阀时,阀芯6就压缩弹簧7将油口打开,压力油经阻尼小孔e向右经过孔f、h、j、k通向回油腔。油液通过阻尼孔e时产生压力降,使主阀芯2右端的油压 $p_1$ 小于左端的油压 $p_2$ ,当这个压力差对主阀芯2所产生的作用力超过弹簧3的作用力时,主阀芯右移,P腔与O腔接通,实现溢流作用,其示意图如图4-29(b),图中通过先导阀芯6后的油液用兰色表示。

旋转调节螺母10,通过调节杆8可以改变调压弹簧7的压紧力,从而调整溢流阀的进油腔压力。  
先导式溢流阀的调压阀部分的结构尺寸一般都较小,调压弹簧7不必很强,因此调整压力时比较轻便。另外由于主阀芯的两端均有压力 $p$ 及 $p_1$ 存在,因此弹簧3可以做得较软,当溢流量变化而引起阀芯位置改变时,弹簧力的变化也较小。

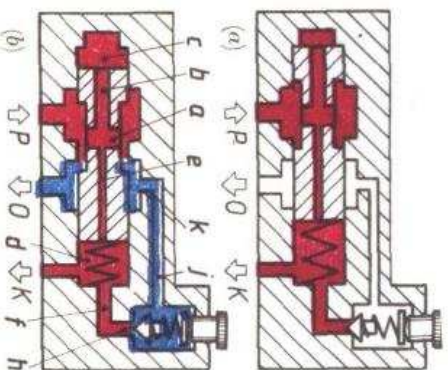
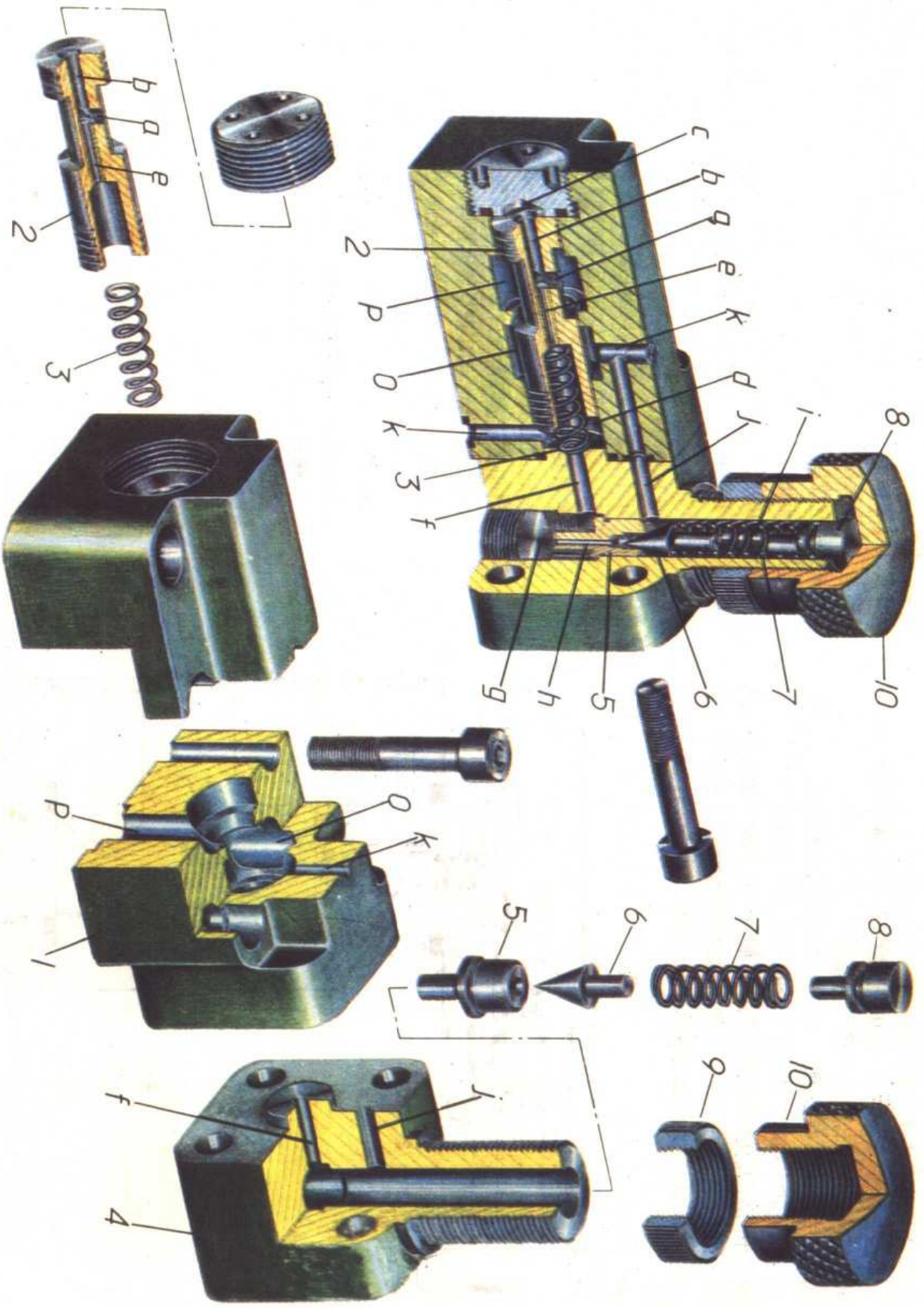


图 4-29

彩色立体图二十九 Y-25B型先导式溢流阀



## 3. YF-S型先导式溢流阀

彩色立体图三十为 YF-B20H-S 型先导式溢流阀的轴测装配图及其各零件的分解图。图 4-30 为其结构图。这是一种高压溢流阀，它的工作原理与图 4-28 所示 Y-25B 型先导式溢流阀基本上相同，主要区别是其主阀芯 2 带有大直径的台肩，压力油从进油腔 P 进入空腔 a，作用在大直径台肩下部的圆环形成面积上，同时又经阻尼小孔 e 进入空腔 d，作用在大直径台肩上部的圆环形成面积上。当油液压力大到一定值时，压力油通过阻尼小孔 e，经过 f 孔、g 腔、h 孔，顶开

阀芯 7 进入 i 腔，再通过孔 j、b 流入空腔 c，从回油腔 O 流出。由于油液通过阻尼孔 e 时产生压力降，使主阀芯 2 大直径台肩的上下油液形成一定的压力差，因此可克服弹簧 3 的作用力将主阀芯 2 抬起，油液即经过空腔 c 溢回油箱。

这种溢流阀由于主阀芯上承受油压的面积较大，因此当溢流量变化时，压力的变化也就较小。阀芯在溢流口处的密封采用了锥面阀座式结构，在关闭时一般能较好地避免油的泄漏。另外这种结构由于没有搭含量，当油压升高阀芯开始抬起时马上就能打开阀口，使 P 腔与 O 腔接通，所以作用比较灵敏。但是这种阀由于主阀芯 2 的上部小圆柱面与阀盖 5 配合、中部大圆柱面与阀体 1 配合、下部锥面与阀座 4 配合，三处同心度要求很高，加工精度的要求较高，所以工艺性较差。

先导式溢流阀一般可以实现远程调压，如将图 4-28、30 上所示远程控制口 K 用油管接到控制台上的远程调压阀，则 d 腔的油压就受该远程调压阀控制，从而对溢流阀实行远程调压，称为外控溢流阀。这时先导调压阀部分不起作用，故其调整压力应高于远程调压阀所能调节的最高压力。如将控制口 K 通过小型电磁阀与油箱连通，则当电磁阀的通路被接通时，d 腔的压力油就近于零，阀芯向上升到最高位置，这时 P 腔的压力油就可在很低的压力下通过溢流阀流回油箱，从而使液压泵卸荷。

溢流阀及外控溢流阀的图形符号分别如图 4-31(a) 与 (b) 所示。

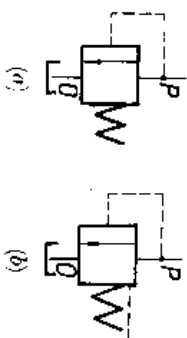


图 4-31

图 4-30





## 二、减压阀

减压阀的主要用途是使液压系统中某一部分获得比液压泵供油压力低些的稳定压力。减压阀按其工作原理也有直动式和先导式两类, 先导式减压阀因为性能较好, 最为常用。

### 1. J型先导式减压阀

中低压减压阀用型号J表示。彩色立体图三十一为J-10B型先导式减压阀的轴测装配图及其各零件的分解图。图4-32为其结构图, 图4-33为其图形符号。高压油(也称为一次压力油)从进油腔 $P_1$ 进入, 经过节流口d产生压力降, 低压油(也称为二次压力油)从出

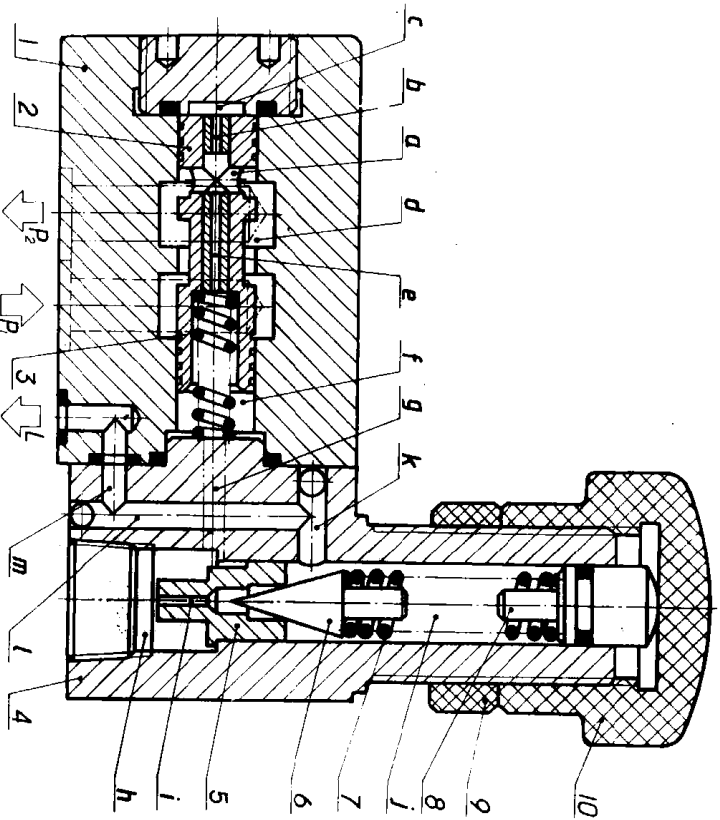


图 4-32

油腔 $P_2$ 流出。低压油还通过孔a和b流入阀芯2左端的空腔c, 同时又经过阻尼小孔e流入阀芯右端的空腔f, 经过阀盖上的孔g(见立体图三十一右下方阀盖4的轴测图, 由于该孔偏在前方, 因此在图4-32中用双点划线表示)、空腔h及阀座5内的小孔i作用在先导阀芯6上。当出油腔 $P_2$ 的压力小于调整压力时, 阀芯6关闭, 阻尼小孔e中没有油液流动, 主阀芯2两端的油压相等, 在弹簧3的作用下阀芯处在最左端的位置, 节流口d全部打开, 如立体图三十一及图4-32所示位置, 其示意图如图4-34(a)。

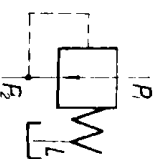


图 4-33

当出油腔 $P_2$ 的压力超过调整压力时, 低压油经过阻尼小孔e及孔g, i, 克服弹簧7的作用力, 打开阀芯6; 再经过空腔j流入孔k, l, m, 从泄油腔L排出。由于阻尼孔e中有油液流过, 使主阀芯右端的油压小于左端的油压, 当这个压力差对阀芯所产生的作用力超过弹簧3的作用力时, 主阀芯右移, 使节流口d的缝隙减小, 从而降低了出油腔的油压, 并使作用在阀芯上的油压和弹簧力等在新的位置上达到平衡, 其示意图如图4-34(b)。因此当进油压力或流经减压阀的流量变化时, 出油腔处的低压油的压力仍可保持在调整好的压力附近。

对比Y-25B型先导式溢流阀和J-10B型先导式减压阀的结构和工作原理, 可以发现它们在结构上有很大的相似之处, 但存在以下三个不同之处:

(1) 进出油腔的位置和主阀芯的形状不同。溢流阀的主阀芯为两节, 而减压阀的主阀芯为三节。减压阀的进出油腔位置和溢流阀正好相反。

(2) 溢流阀是保持进油腔的压力基本不变, 控制主阀芯

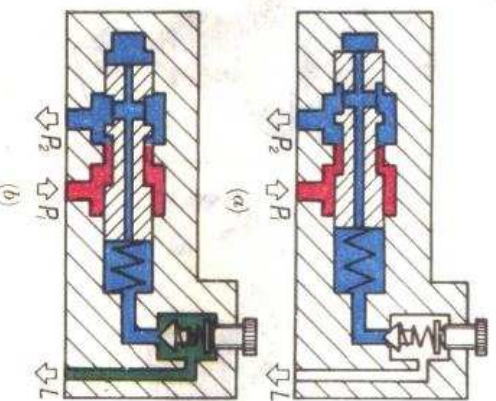
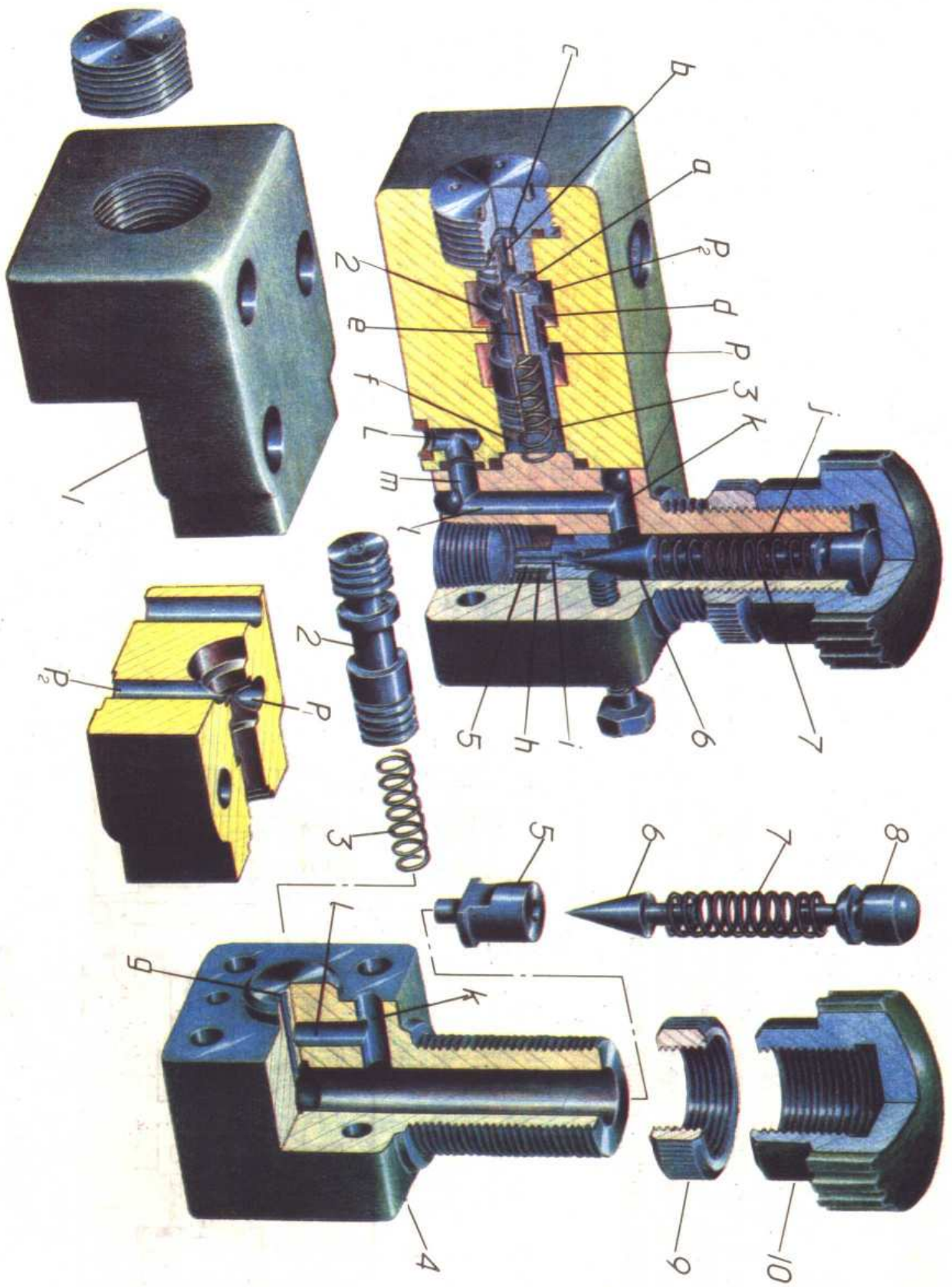


图 4-34



彩色立体图三十一 J-10B型先导式减压阀

移动的油液来自进油腔;而减压阀是保持出油腔的压力基本不变,控制阀芯移动的油液来自出油腔。

(3) 溢流阀的泄漏油采用内泄方式回油箱,而减压阀由于进出油腔都有压力,所以泄漏油不能从出油腔排出,而另从通道  $k$ 、 $l$ 、 $m$ 、 $l$  中单独引回油箱,这种泄漏方式称为外泄。

## 2. J1 型单向减压阀

由于实际应用中的需要,往往把几个单独的阀组合在一起,成为一种新的液压元件。这种由几种阀组合在一起的液压元件的优点是减少了阀与阀之间的油管连接,因而结构紧凑,压力损失小。单向减压阀就是这种组合元件的一种,它是由一个单向阀和减压阀并联组

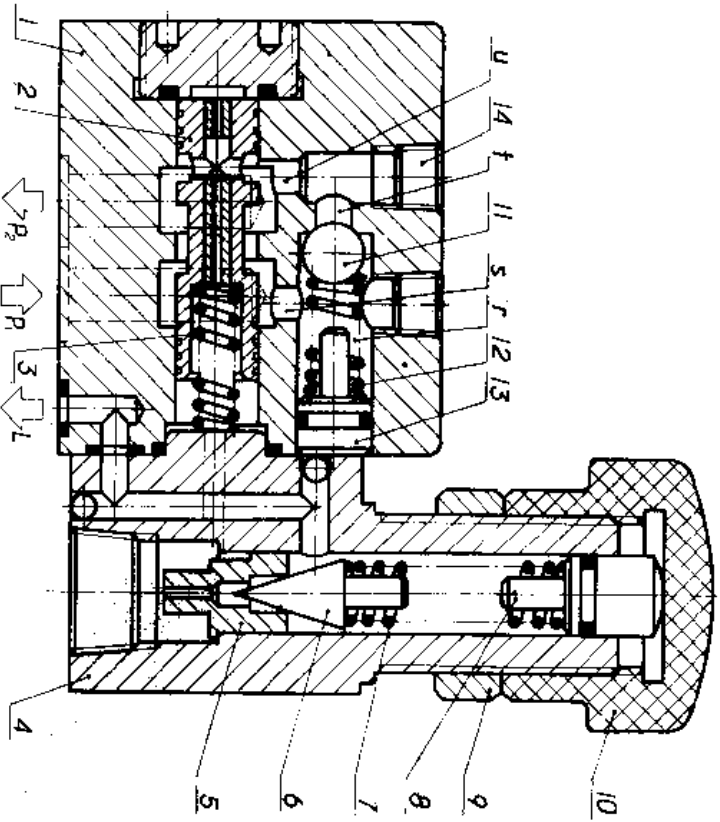


图 4-35

成的复合阀。中低压单向减压阀用型号 J1 表示。

彩色立体图 21-2 为 J1-10B 型单向减压阀的轴测装配图及其各零件的分解图,图 4-35 为其结构图,图 4-36 为其图形符号。该单向减压阀除包括 J-10B 型先导式减压阀的零件外,还包括单向阀零件。单向阀芯 11 (钢球) 右端的空腔  $r$  通过孔  $s$  与进油腔  $P_1$  相通,阀芯 11 左端的孔  $t$  通过孔  $u$  与出油腔  $P_2$  相通。

当压力油从进油腔  $P_1$  流向出油腔  $P_2$  时,  $P_1$  腔的压力大于  $P_2$  腔的压力,单向阀芯 11 在弹簧 12 的作用下,压紧在孔  $t$  右端的锥台面上,单向阀关闭。这时单向减压阀的工作情况和上述 J-10B 型减压阀完全相同,压力油液经过节流口后实现减压作用。

当油液反方向从  $P_2$  腔流入时,压力油通过孔  $u$ 、 $t$ , 克服弹簧 12 的作用力,将单向阀芯 11 向右顶开,油液通过单向阀进入  $P_1$  腔,这时减压阀不工作,油液通过单向阀时的阻力损失很小。

弹簧 11 的右端由杆 13 支承。由于工艺上的需要,阀体 1 上的孔  $u$  和  $s$  必须往  $t$  打通,再用两个螺塞 14 将其堵塞。

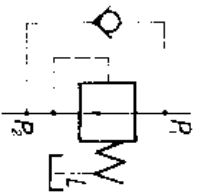
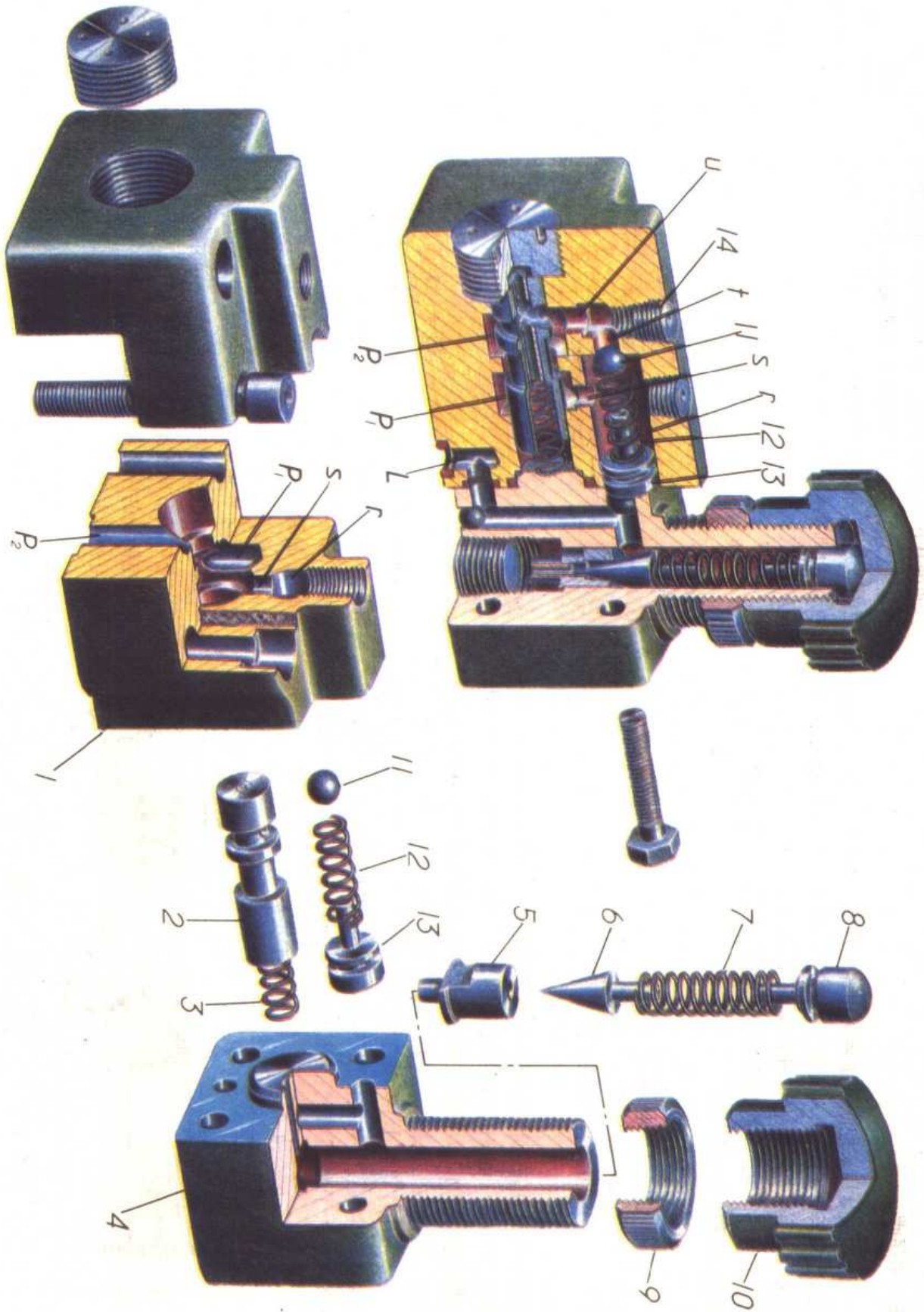


图 4-36

彩色立体图三十二 J1-10B 型单向减压阀



### 三、顺序阀

顺序阀是用来控制液压系统中各元件动作的先后顺序。根据控制油压来源的不同,顺序阀可分为两种:一种是直接利用进油腔油液本身的压力来控制直控顺序阀(简称顺序阀);另一种是用外来油液压力进行控制的液控顺序阀(也称远控顺序阀)。顺序阀的结构也有直动式和先导式两种。

#### 1. X型直动式顺序阀

中低压的顺序阀用型号 X 表示。彩色立体图三-133为 X-B25B 型低压直动式顺序阀的轴测装配图及其各零件的分解图,图 4-37 为其结构图,图 4-38 为其图符号。从图中可看出,顺序阀的结构和工作原理与直动式溢流阀相似,不同的只是溢流阀的出油腔直接连通油箱,而顺序阀的出油腔仍是通向系统中的某一压力油路,以操纵另一个液压缸或其他元件动作。图中  $P_1$  为进油腔,  $P_2$  为出油腔,进油腔的压力油经过阀芯 2 中的孔 a 及阻尼小孔 b 流入阀芯左端后盖 8 内的空腔 c,使阀芯受到液压作用力。

当液压力作用力小于弹簧 3 的作用力时,阀芯处在最左端,进出油腔  $P_1$  和  $P_2$  被隔开,如立体图三-133 及图 4-37 所示位置。当进油腔  $P_1$  的压力大于弹簧所调整的压力时,阀芯向右移动,进油腔  $P_1$  处的压

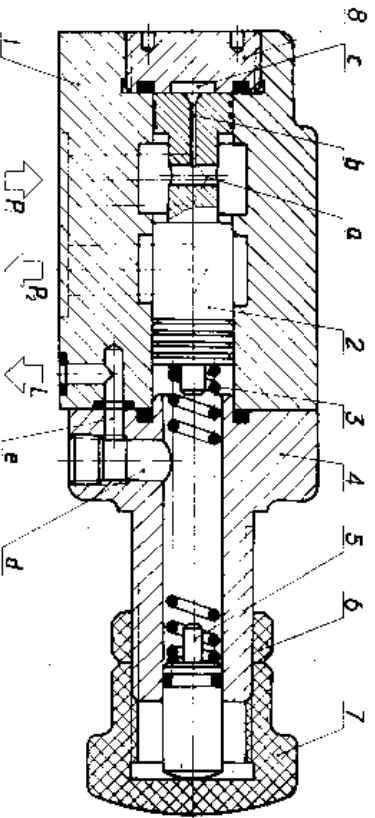


图 4-37

力油就从出油腔  $P_2$  流出。由于顺序阀的  $P_1$  和  $P_2$  腔都是压力油,因此其泄漏油液不能像溢流阀那样采用内泄方式,而是经通道 d、e,由泄油孔 L 单独引回油箱,也即采用外泄方式。

#### 2. XY 型液控顺序阀

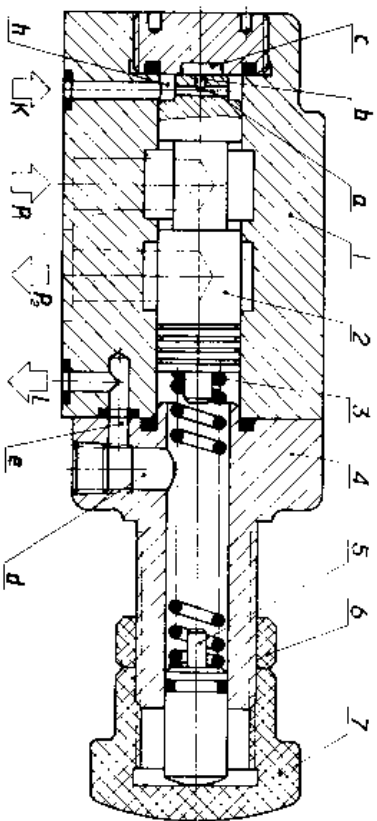


图 4-38

液控顺序阀是在普通顺序阀上增设液控部分而组成。液控顺序阀中的阀芯 2 的移动不再由进油腔油液的压力来控制,而是由与控制油口 K 相通的外部控制油液压力来控制,其结构如图 4-39 所示,其图符号如图 4-40。当控制油液的压力超过阀芯 2 右端弹簧 3 的调整压力时,阀芯向右移动,  $P_1$  腔与  $P_2$  腔接通。液控顺序阀中的阀芯移动与进油腔  $P_1$  的压力无直接关系,弹簧 3 的调整压力可调节得很小,只需克服摩擦力,使阀芯能够复位即可,因此外部控制油的压力可以较低。液控顺序阀的泄漏油和顺序阀一样,也采用外泄方式。

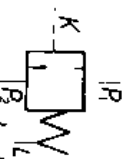


图 4-40

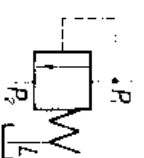


图 4-39



## § 4-3 流量控制阀

流量控制阀(简称流量阀)是用来控制通过该阀的流量,以实现调节执行机构所要求的运动速度。常用的流量阀有节流阀、调速阀等,它们都是利用改变阀口通流面积的大小来调节通过阀口的流量,阀口的通流面积越小,油液流过时的阻力就越大,因而通过的流量就越小。

### 一、节流阀

节流阀是通过改变节流截面或节流长度以控制油液流量的一种流量阀,由于它的结构简单、制造容易,已被广泛应用于液压调速系统中,它是流量阀中应用最多的一种阀。节流口的形式很多,最常采用的是轴向三角沟式,如图 4-41 所示,在阀芯端部开有两个(或四个)斜的三角槽,轴向移动阀芯时,就可以改变三角沟槽通流截面的大小。

节流阀根据其结构形式的不同而有好多种,常见的有筒式节流阀和可调节节流阀两种。节流阀也可与单向阀并联使用而组成单向节流阀。

#### 1. LF 型筒式节流阀

中低压节流阀用型号 L 表示。图 4-42 为 LF 型筒式节流阀的结构图,压力油由进油腔  $P_1$  流入,经过阀芯 2 下部的节流口从出油腔  $P_2$  流出。调节流量时,可以转动调节手轮 4,使阀芯 2 作轴向移动,从而改变

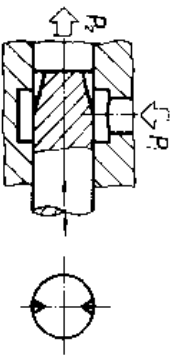


图 4-41

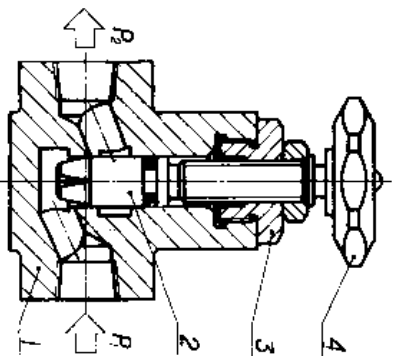


图 4-42

节流口的流通面积。筒式节流阀因进油腔的压力油直接作用在阀芯 2 下端的承压面积上,所以在油液压力较高时,手轮的调节就很困难,甚至无法调节,故筒式节流阀有时又称为带载不可调式节流阀。

#### 2. L-25B 型可调节节流阀

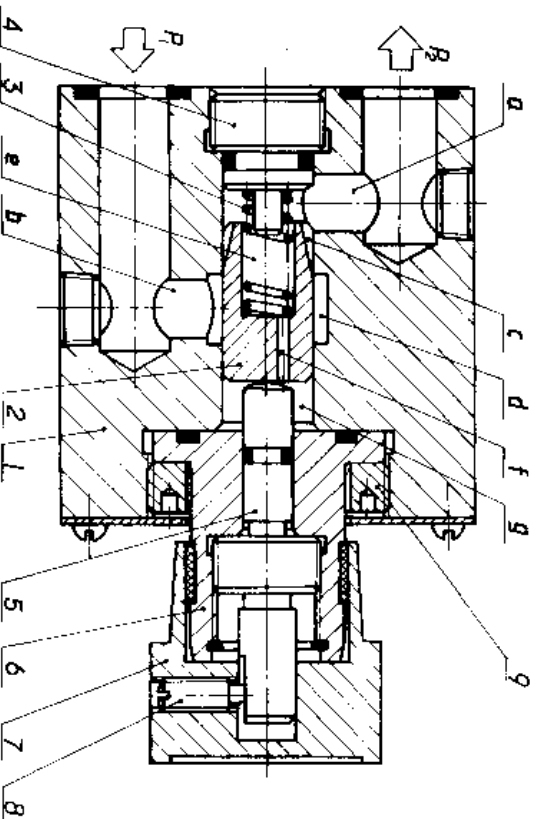
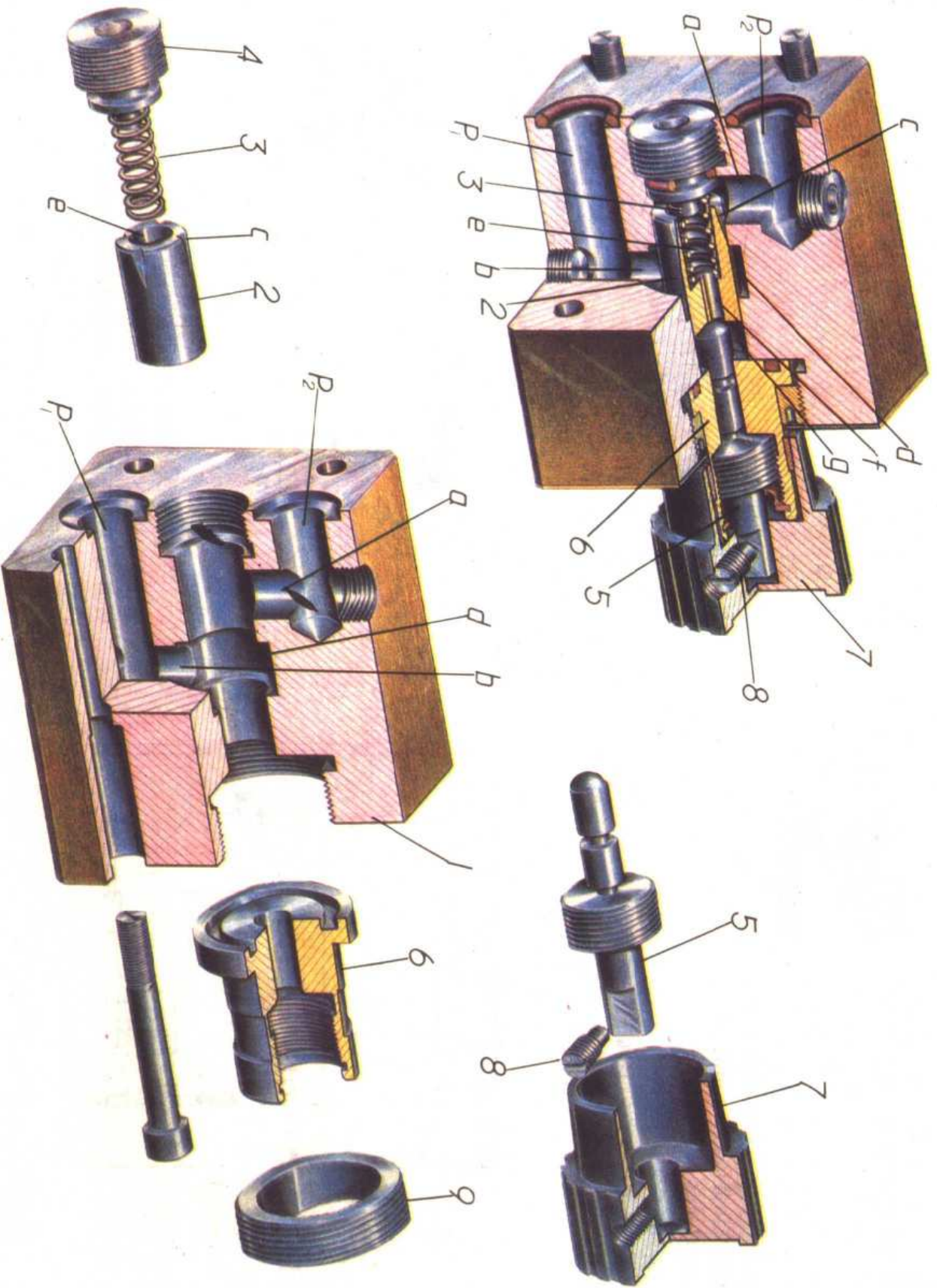


图 4-43

彩色立体图三十四为 L-25B 型节流阀的轴测装配图及其各零件的分解图,图 4-43 为其结构图,图 4-44 为其示意图。压力油从进油腔  $P_1$  进入阀内,经孔  $b$  流至环形槽  $d$ ,再经过节流口  $c$  流入孔  $a$ ,从出油腔  $P_2$  流出。出油腔的压力油同时还通过阀芯 2 内腔  $e$  及孔  $f$  流入阀芯右端空腔  $g$ ,由于压力油同时作用在阀芯左右两端承压面积上,且因阀芯左、右两端承压面积相等,所受的液压力作用力也相等,故阀芯 2 便只受复位弹簧 3 的作用紧靠在推杆 5 上。旋转手柄 7,通过拧紧螺钉 8 使推杆 5 和手柄 7 一起旋转,再利用套 6 和推杆 5 上螺旋的作用使推杆 5 沿轴向移动。推杆左移时,阀芯也向左移,节流口被压缩,节流口关小,推杆右移时,在弹簧 3 作用下阀芯也右移,节流口开大,这就调节了流量。这种节流阀吸取了高压节流阀中的优点,使出油腔的压力油通过阀芯中间的通孔而同时作用在阀芯左右两端承

彩色立体图三十四 L-25B 型节流阀





压面积上,使阀芯只受复位弹簧的作用,以保持原来调节好的节流口。因此在用手柄进行调节时,较筒式节流阀轻便,故这种可调节节流阀有时又称为带载可调节节流口。在图4-44的示意图中,通过节流口的油液用黄色表示。节流阀的图形符号如图4-45所示。

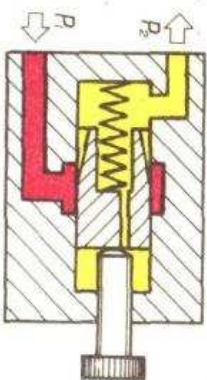


图 4-44

### 3. LI型单向节流阀

单向节流阀由节流阀和单向阀并联而成,用于需要单向控制流量的系统中,从而实现执行



图 4-45

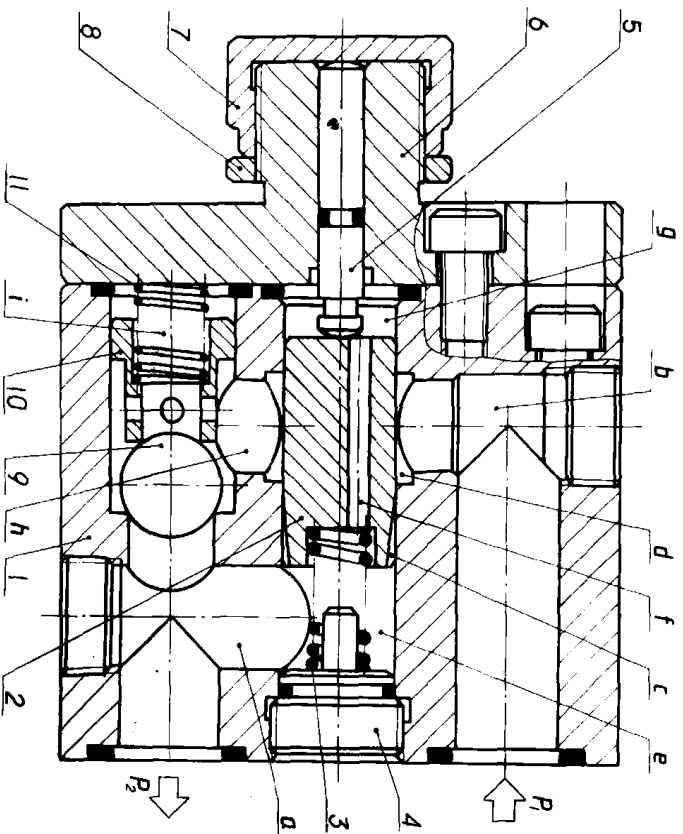


图 4-46

机构在正向时可调的速度工作,而反向时可快速退回。中低压单向节流阀用型号LI表示。

彩色立体图3-15为LI-63B型单向节流阀的轴测装配图及其各零件的分解图,图4-46为其结构图,图4-47为其图形符号。当压力油从进油腔P1流入时,经过b孔、d腔、节流口c、a孔而从出油腔P2流出。这时节流阀起节流作用,进油腔的压力油同时经过孔h流入套筒10内的空腔i,和弹簧11一起将单向阀芯9(钢球)压紧在阀体1的阀口上,这时单向阀关闭而不起作用,其示意图如图4-48(a)。转动手柄7,通过推杆5使阀芯2作轴向移动,以改变节流口的开度,实现执行机构正向工作时流量的控制。阀芯2中间有通孔f,使出油腔的压力油同时作用在阀芯两端的承压面积上,使得调节轻便。

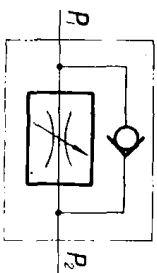


图 4-47

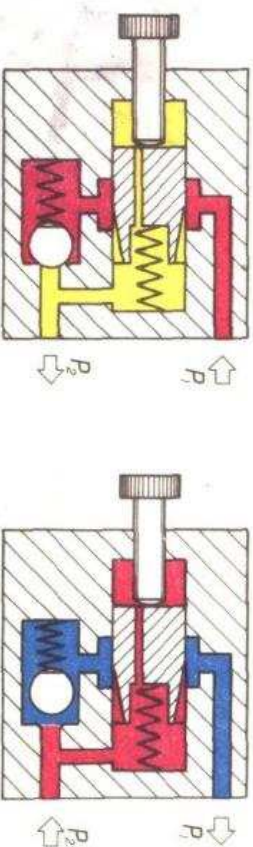
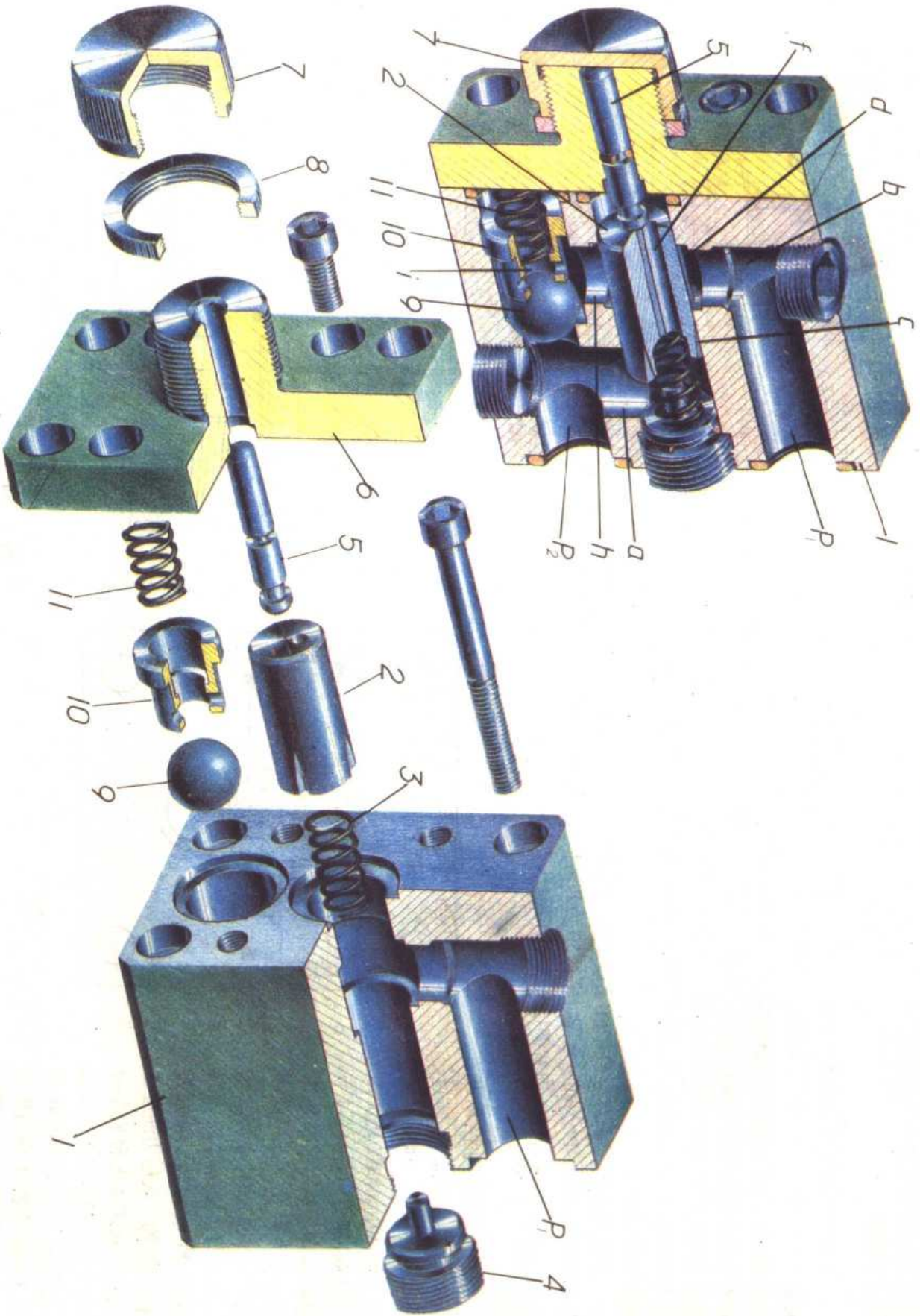


图 4-48

当压力油从P2腔反方向进入时,压力油克服弹簧11的作用直接顶开单向阀芯9,通过孔h、b而从P1腔流出,这时节流阀不起作用,从而实现执行机构在反向工作时可快速退回。其示意图如图4-48(b),图中通过单向阀的油液用兰色表示。

彩色立体图三十五 LI-63B型单向节流阀



## 二、调速阀

当节流阀的节流口开度一定时，节流口前后油液的压力差是影响流过节流阀流量大小的重要因素。在执行机构运动速度稳定性要求高的场合，为了使流经节流阀的流量不致随负载的变化而变化，就需要对节流口前后的油液压力差进行压力补偿，使节流口前后的油液压力和定差减压阀串联起来，这样组成的阀称为调速阀。中低压调速阀用型号 Q 表示。

彩色立体图三十六为 Q-25B 型调速阀的轴测装配图及其各零件的分解图，图 4-49 为其示意图，图 4-50 为其结构图。调速阀的结构比较复杂，为了能深入理解调速阀的工作原理，先从示意图上进行分析。

高压油从进油腔 P<sub>1</sub> 进入减压阀，压力为 p<sub>1</sub>，经过阀口 h 产生压力降，二次压力油从中间油腔 P<sub>2</sub> 流入节流阀，压力为 p<sub>2</sub>，经过节流口 l，最后从出油腔 P<sub>3</sub> 流出，压力为 p<sub>3</sub>。减压阀阀芯 4 右端的油腔 b 经过孔 a、r、n 与节流阀芯 12 右端的空腔 m 相通，压力为 p<sub>3</sub>。腔的二次压力油通过孔 f 与阀芯 4 大台肩左端的空腔 c 接通，同时又通过阻尼小孔 e 通向阀芯 4 左端的空腔 d，压力均为 p<sub>2</sub>。因此阀芯 4 就在弹簧 5 和两端液压力作用下处

在某个平衡位置上。

当调速阀出油腔的压力 p<sub>3</sub> 由于负载增大而上升时，通过孔 a 作用在阀芯 4 右端的液压力作用力增大，使阀芯 4 左移，减压阀的阀口 h 加大，压力降减小，因此 p<sub>2</sub> 增大，使节流阀芯前后的压力差 p<sub>2</sub>-p<sub>3</sub> 基本保持原来的数值，从而使流过节流阀的流量保持不变。

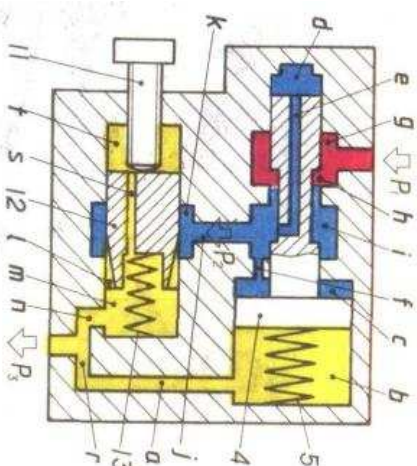
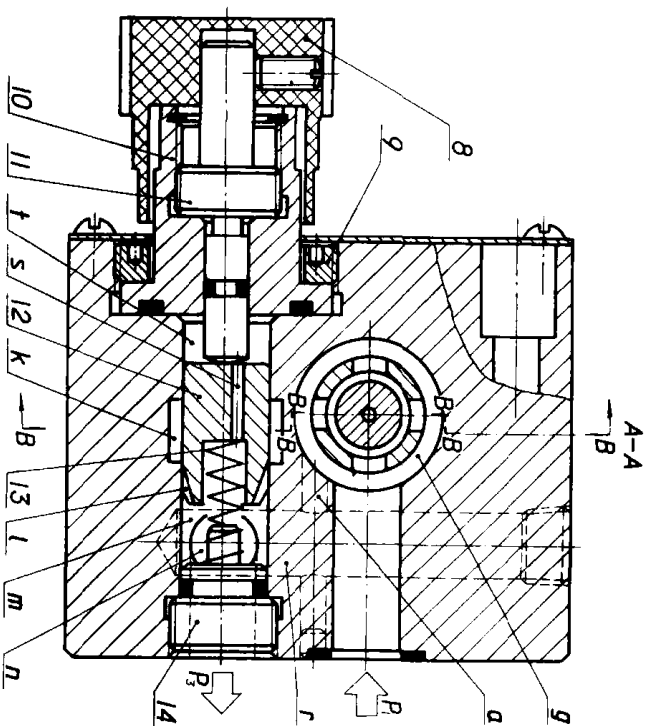
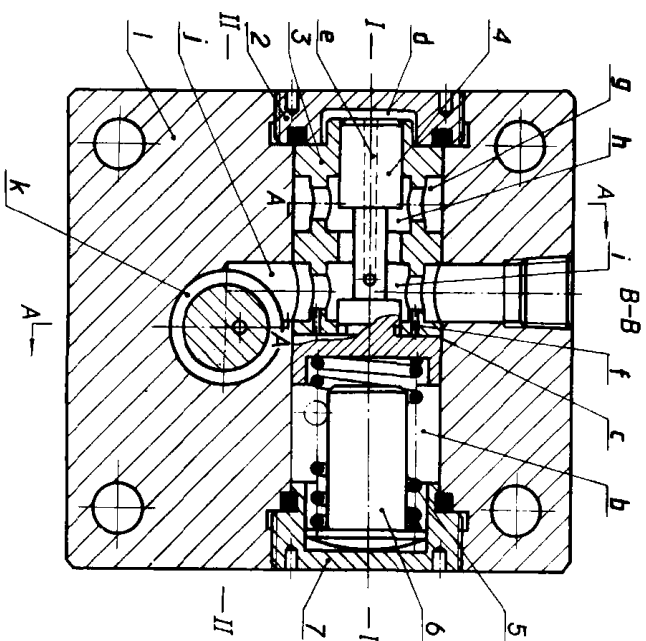
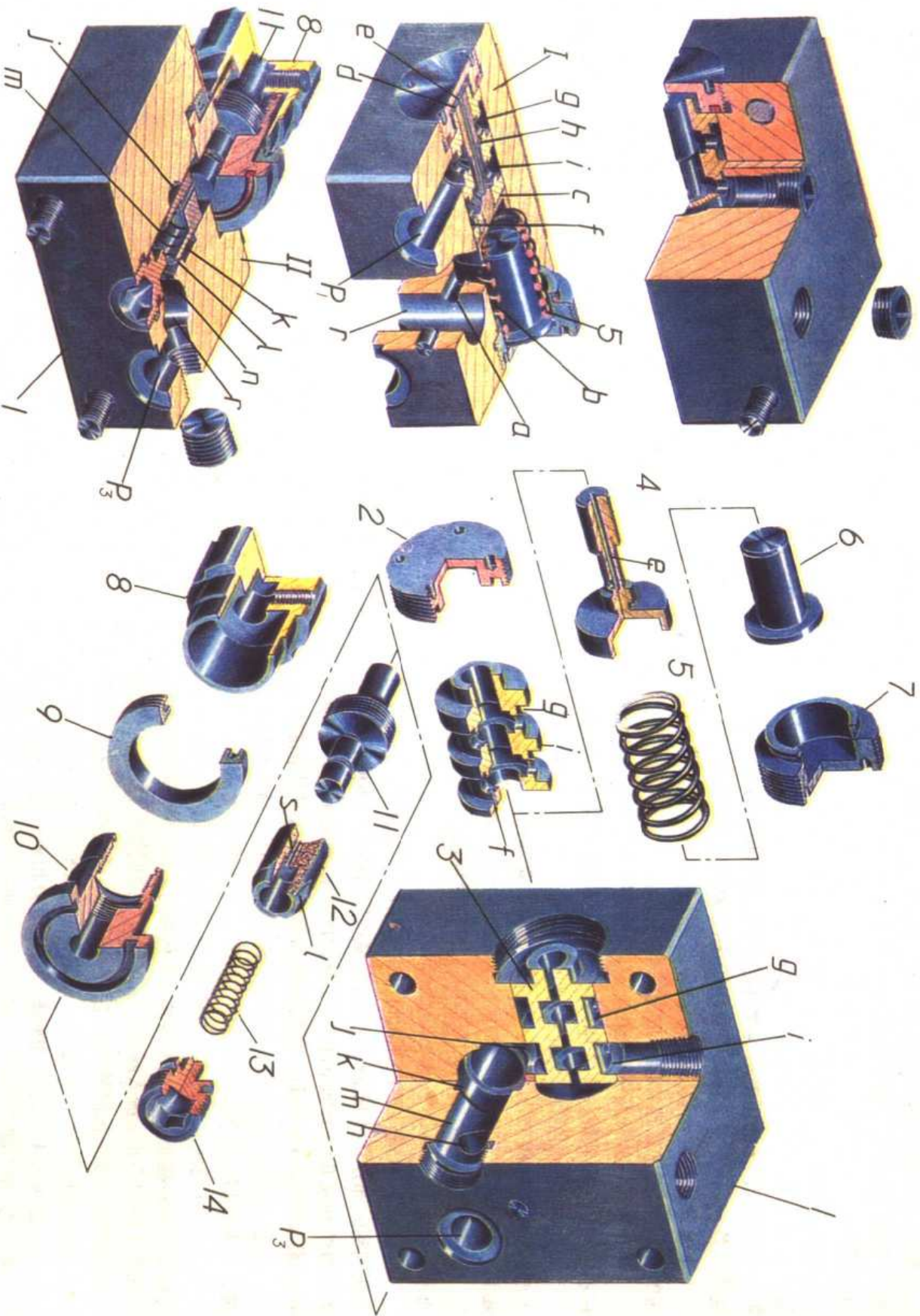


图 4-49

图 4-50

彩色立体图三十六 Q-25B型调速阀



相反,当负载减小, $p_3$ 下降时,减压阀芯4因其右端液压力减小,于是阀芯在油腔c和d的压力油(压力为 $p_2$ )的作用下右移,阀口h减小、压力增大,因此 $p_2$ 减小,所以仍能使 $p_2-p_3$ 保持不变。从以上的说明中可以看出,调速阀的作用实质上是利用一个能够自动进行调节的可变液阻——减压阀,来保证另一个固定液阻——节流阀前后的压差基本上恒定不变。调速阀中的减压阀由于能使压差 $p_2-p_3$ 基本上保持不变,所以称之为定差式减压阀。

上述调速阀是先减压后节流的,也有一种调速阀是先节流后减压的,两者的工作原理和作用情况基本上相同。

在立体图三十六及图4-50上,有关的空腔和孔所标注的字母,和示意图上完全相同。在立体图左边的轴测装配图部分,分别用截面I和II将其分层剖切,截面I、II的位置标注在图4-50中。截面I剖到的是减压阀部分,中上方为该部分的主要零件2、3、4、5、6、7;截面II剖到的是节流阀部分,中下方为该部分的主要零件8、9、10、11、12、13、14。左边的阀体剖切1/4,可清晰地表示两个阀之间的通道j。

高压油 $p_1$ 从进油腔P,进入阀座3与阀体1之间的环槽g(见截面I所剖到的部分);经减压阀的阀口h减压后到环槽i,环槽i中的二次压力油 $p_2$ 从孔j垂直向下流入节流阀的空腔k,通过节流口的压力油 $p_3$ 流入空腔m(见截面II所剖到的部分),经过孔n从出油腔P<sub>3</sub>流出。环槽i中的压力油同时又经阀座3右端的小孔f流入阀座3与阀芯4大台肩的左侧面之间的空腔c。在立体图二十六及结构图4-50上,由于将阀芯4画成处在最左端的极限位置,即大台肩的左端与阀座3的右端面接触,因而空腔c的体积为零,该压力油 $p_2$ 同时又经阀芯4的中心孔e流入阀芯左端与后盖2之间的空腔d。从空腔m中流出的压力油 $p_3$ 同时又经过孔r垂直向上,通过水平的孔a(见截面I所剖到的部分)中间局部剖开之处)流入阀芯4右端的空腔b内。于是阀芯4右端受到弹簧5的作用力和来自孔a的压力油 $p_3$ 的液压力,而右端受到来自孔f和e的压力油 $p_2$ 的液压力,整个阀芯4在上述三个力作用下取得平衡。

转动手柄8,通过紧定螺钉使推杆II沿轴向移动,改变流过节流阀的流量,从而调节执行部件的运动速度。

图4-51(a)为调速阀的图形符号,图4-51(b)为其简化的图形符号。

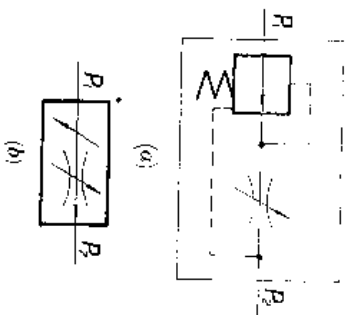


图 4-51

