

第4章 机床液压系统的修理与调整

邓绍规

第1节 概 述

液压传动是靠密封容器内的液体压力能来进行能量转换、传递与控制的一种传动方式。

图4-1-1是简化的机床工作台的往复运动液压传动原理图。当启动液压泵电机后，液压泵B工作，油箱中的油液经滤油器U进入液压泵。液压泵输出的压力油经管道至换向阀C，1与2通，再经管道至液压缸G的右腔。由于液压缸的缸体固定，于是压力油推动活塞连同与活塞杆固连的工作台向

左运动。随后，液压缸G左腔的油液经3、换向阀C至4，节流阀L回油箱。当推动换向阀C的阀芯右移时，就改变了油液的流动方向，即1与3通，2与4通，工作台向右运动。如此周而复始，即可实现工作台往复运动。

图4-1-1中节流阀L，用以调节工作台运动速度。L的节流开口通流面积大，工作台速度快；反之，节流开口通流面积小，工作台速度慢。液压泵输出的油液，在满足工作台的运动速度要求之后，多余的油液经溢流阀Y流回油箱。溢流阀Y用以调节液压系统的压力。因若要使工作台运动，必

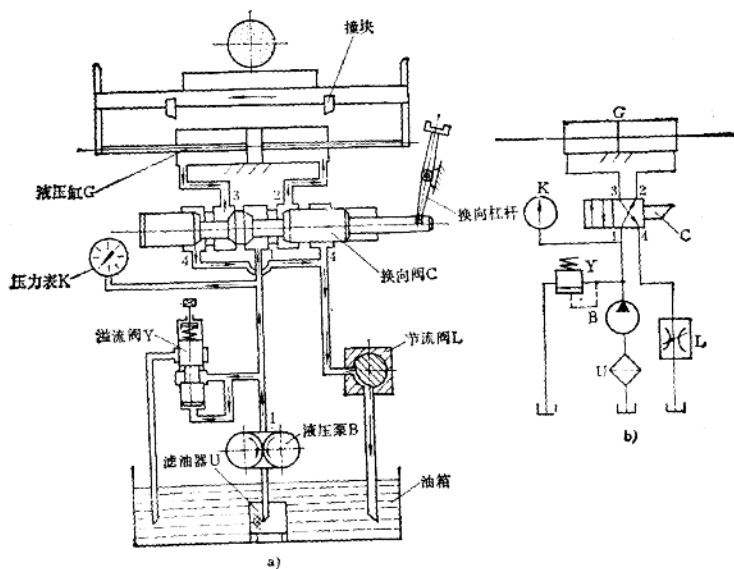


图4-1-1 机床工作台往复运动液压传动原理

须克服背压力、切削力、摩擦力等阻力,而且这些阻力是变化的,所以,调节压力应根据最大阻力来调整。这样,当系统压力低于这一调节压力时,溢流阀Y关闭,当阻力大,系统压力升高到调节压力时,溢流阀打开。

上面所举的例子,虽与实际使用的不尽相同,但说明了液压传动的工作原理。即以具有一定压力的油液作为工作介质,液压泵输出的压力油经液压控制阀,进入液压缸推动工作机构运动。工作机构运动速度的快慢,取决于在一定时间内进入液压缸内的油液容积的多少;液压缸推力的多少,取决于油液的压力高低和液压缸活塞有效工作面积的大小。

从图 4-1-1 看出,液压系统是由具有各种功能的液压元件有机地组合而成的。不论最简单的液压系统,还是很复杂的液压系统,都是由驱动元件、执行元件、控制元件和辅助元件四个部分组成(见下图)。

液压传动之所以得到广泛应用和不断发展,是由于液压传动与机械传动及电气传动相比具有许多优点:

1) 液压传动易获得大的力或力矩,并易于控制。

2) 在输出同等功率下采用液压传动,体积小

和重量轻,因此惯性小,动作灵敏,便于实现频繁的换向。

3) 液压传动可实现较宽的调速范围,而且较方便地实现无级调速。

4) 液压传动易于实现过载保护。

5) 液压传动因采用油液作为工作介质,它具有防锈性和自润滑能力,故使用寿命长。

6) 液压传动便于布局,操纵力较小。

7) 液压传动易于实现系列化、标准化、通用化及自动化。

但液压传动由于本身的特性,也存在一些缺点:

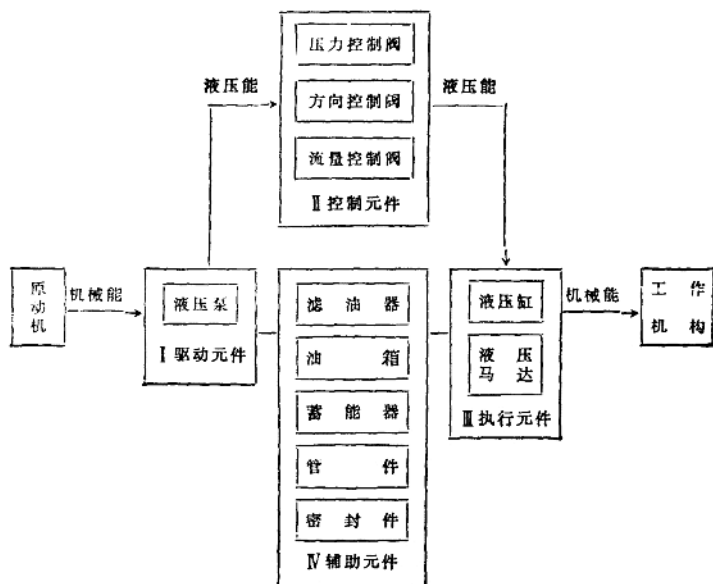
1) 液压传动因采用油液作为工作介质,由于渗漏和管件的弹性变形等原因,液压传动不宜用于传动比要求严格的场合。

2) 液压传动如密封不严或零件磨损后产生渗漏,影响工作机构运动的平稳性和系统效率,而且污染环境。

3) 液压系统混入空气后,产生爬行和噪声等。

4) 油液污染后,机械杂质常会堵塞小孔、缝隙,影响动作的可靠性。

5) 液压传动的能量损失较大,系统效率较低,而且均转化为热量,引起热变形。



液压系统的组成

6) 液压传动发生故障后不易寻找, 分析故障的原因需要有较丰富的经验。

液压传动由于具有许多独特的优点, 所以应用领域日益广泛。以机床为例, 从工作机构的往复运动、无级调速、进给运动、控制系统、静压支承以至各种辅助运动等都采用了液压传动, 从而简化了结构, 减轻了重量, 降低了成本, 改善了劳动条件, 提高了工作效率和自动化程度。由于液压执行元件的推力(或转矩)较大、操作方便、布置灵活、与电器配合易实现遥控等, 因此在冶金设备、矿山机械、钻探机械、起重运输机械、建筑机械、塑料机械、农业机械、航空等工业部门被普遍采用。

第2节 机床液压元件的 修理与调整

(一) 液压泵的修理

液压泵是将机械能转换为液压能的能量转换装置, 是液压机床的主要组成部分。所以, 液压泵的性能好坏直接影响机床液压系统的工作性能。金属切削机床上常用的液压泵有齿轮泵、叶片泵、柱塞泵、螺杆泵、摆线泵等。

1. 齿轮泵的修理

齿轮泵由于具有结构简单、紧凑、自吸性能好、对油中的污染不敏感、工作可靠、维修方便等, 所以在金属切削机床及工程机械上得到广泛的应用。

齿轮泵种类繁多, 但其基本结构相似, 均有一对相互啮合的齿轮。齿轮装在泵体内, 由前后盖板密封; 齿轮轴装在轴承座圈或前后盖板的滚动轴承或滑动轴承里。现选取 IIIΓ01 型、CB-B 型及内啮合齿轮泵为例来说明它们的修理方法(图 4-2-1、图 4-2-2、图 4-2-3)。

(1) 齿轮泵结构分析

1) IIIΓ01 型齿轮泵为整体结构式, 齿轮的长、短轴及轴承座圈都装于泵体中, 其中轴承座圈在轴向可以浮动。因此, 工作过程中轴承座圈和齿轮的两侧面很容易刮毛、擦伤及磨损, 轴向间隙增加, 致使容积效率降低和压力提不高。轴承座圈在轴向浮动及齿轮两侧面与轴承座圈端面的间隙不是一固定值, 而轴承座圈和泵体孔有一定的配合间隙, 所以轴向间隙的浮动, 会造成较大的机械损失。

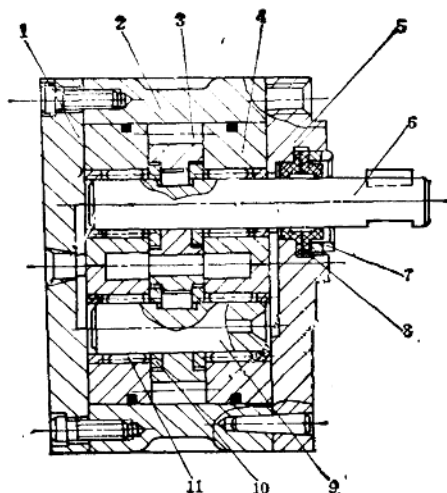


图 4-2-1 IIIΓ01 型外啮合齿轮泵结构

1—后盖 2—泵体 3—齿轮 4—轴承座圈
5—前盖 6—长轴 7—锁紧螺母 8—密封
9—短轴 10—挡圈 11—滚针

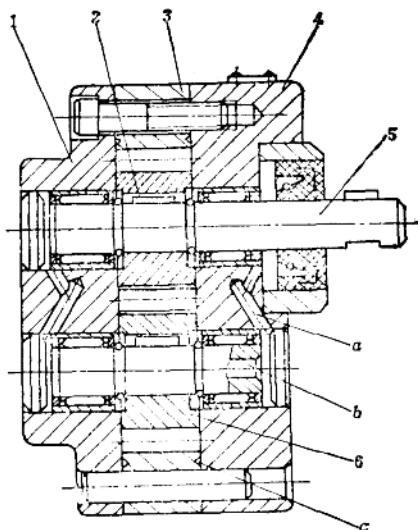


图 4-2-2 CB-B 型外啮合齿轮泵结构

1—后盖 2—平键 3—泵体 4—前盖
5—长轴 6—齿轮
a—泄油孔 b—短轴中心通孔 c—泄油槽

CB-B 型齿轮泵是分离三片式结构, 齿轮装于泵体中, 滚针轴承分别装在前盖板中, 装配后的轴向间隙直接由齿轮厚薄与泵体厚薄公差决定。因

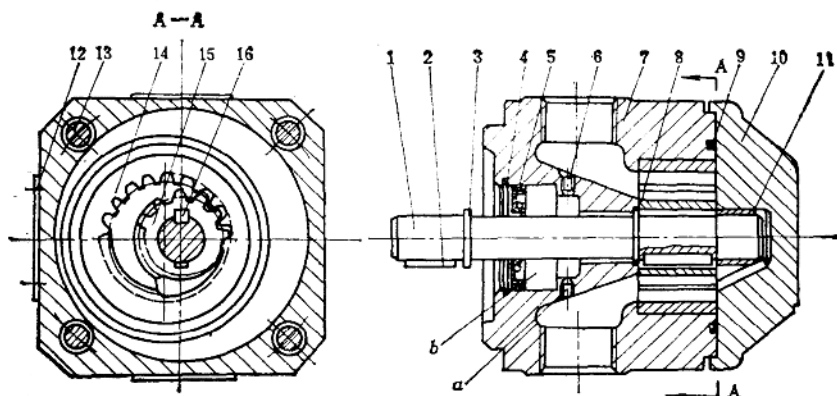


图4-2-3 内啮合齿轮泵结构

1—传动轴 2—平键 3、4、8—挡圈 5—密封圈 6—螺塞 7—泵体 9—密封圈 10—后盖
11—滑动轴承 12—标牌 13—螺钉 14—内齿轮 15—外齿轮 16—平键

为取消了中间浮动环节——轴承座圈，这就解决了由于轴承座圈的浮动而不易控制间隙的缺陷。

内啮合齿轮泵由一对相互啮合并装在泵体7内的外齿轮15和内齿轮14它们之间有月牙板（与泵体7一体）将进油腔与压油腔分开。传动轴装在后盖10内的滑动轴承11上，泵体7与后盖10用螺钉13紧固在一起。螺塞6装在压油腔内，泵内的渗油进入进油腔并通过孔a至b腔。

2) 齿轮泵在工作过程中，由于压油腔和进油腔存在着压力差，将齿轮推向往进油腔一侧，且同时作用于长、短轴和滚针轴承上，使轴受弯曲力，因而加剧磨损和降低零件的使用寿命。为了解决这一问题，IIIΓ01型泵在四只轴承座圈上开有压力平衡槽（图4-2-4），将压油腔的压力油从轴承座圈外圆的压力平衡槽引到对称位置的一边，以平衡一部分液压力，使作用在齿轮外圆表面上的液压力减少。但是，从压油腔引出的高压油靠近了进油腔，易于形成泄漏，使容积效率降低。

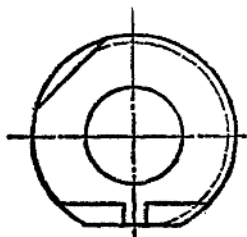


图4-2-4 IIIΓ01型泵在四只轴承圈上开有压力平衡槽

CB-B型泵取消了压力平衡槽，为了减少齿轮外圆表面的径向液压力，采取缩小压油口尺寸和增大径向间隙的措施，使压力油作用于齿轮外圆表面上的面积减少了（一般为一、两个齿范围）。同时，压力油从压油腔流回进油腔时，所经过的密封地帯较长（类似“迷宫”式密封），且有径向力存在，到达进油口泵体与齿轮的径向间隙更小，压力降较大，因此，对容积效率影响较小。

3) IIIΓ01型泵的长、短轴装于密布滚针的轴承座圈里，由于轴承座圈孔和滚针的加工误差，滚针之间的间隙不易控制，使滚针倾斜，不能实现滚针的自转和公转，这种情况，促使泵在工作过程中加剧轴颈和轴承座圈孔的磨损。

CB-B型泵采用了带有保持架的滚针轴承或薄壁滑动轴承，能保证滚针不倾斜，提高了机械效率和零件的工作寿命。

4) 为了解决困油现象，IIIΓ01型泵在轴承座圈上设有卸除困油的沟槽，CB-B型泵在与齿轮端面接触的前、后盖板上设有卸荷槽，若卸荷槽的尺寸处理不当或加工误差较大，则不能消除困油，并增加泵的泄漏和噪声等。

5) 齿轮泵比叶片泵和柱塞泵的泄漏较大。为使内泄漏的油回至进油腔或油箱，IIIΓ01型泵在两侧盖板及短轴上开有泄油通道，使内泄漏的油通过泄油通道回油箱。而CB-B型泵在两侧盖板及泵体两端面开有泄油通道，使内泄漏的油通过泄油通道至进油腔。因此，在装配调整时，要注意不要堵塞

泄油通道。

(2) 齿轮泵常见故障及其排除方法 (表4-2-1)。

表4-2-1 齿轮泵常见故障及其排除方法

故障现象	产生原因	排除方法
噪声大	(1) CB-B型齿轮泵由于泵体与前、后盖是硬性接触 (不用纸垫), 若泵体与前、后盖的接触面平面度不好, 则在旋转时进入空气; 同时, 该泵的泵盖上装长、短轴两端的密封过去采用生铁压盖, 倒角大, 与泵盖又是硬性接触, 不能保证可靠密封 (现采用塑料压盖, 若塑料压盖损坏或因热胀冷缩关系也会产生类似情况); 此外, 若齿轮泵各接合面及管道密封不严、密封件损坏等也会混入空气 (2) 泵与电动机连接的联轴器碰擦 (3) 齿轮的齿形精度不好或接触不良 (4) CB-B型齿轮泵中的骨架式密封因密封性能较差和损坏, 或装配时骨架密封圈内弹簧脱落, 致使空气混入 (5) 泵内个别零件损坏 (6) 轴向间隙过小 (7) 齿轮内孔与端面不垂直, 端盖上两孔轴线不平行等 (8) 装配不良, 如转动主动轴时有轻重现象 (9) ⅢΓ01型泵滚针未充满轴承座圈内孔或滚针断裂; CB-B型泵滚针轴承保持架损坏 (10) 溢流阀内部阻尼小孔堵塞及滑阀在阀孔中移动不灵活等 (11) CB-B型泵前后盖端面修磨后, 两卸荷槽距离增大, 产生困油现象	(1) 若泵体与泵盖端面平面度不好, 可在平板上用金刚砂研磨或在平面磨床上修磨, 使其平面度不超过 0.005mm (同时要注意端面与孔的垂直度要求); 泵盖孔与生铁 (或塑料) 压盖密封处的泄漏, 可用环氧树脂胶粘剂涂敷 (涂敷前应用丙酮或无水酒精清洗干净); 同时, 紧固各连接件, 更换密封件等 (2) 泵与电动机应采用柔性连接; 若联轴器中的圆柱、橡皮圈损坏应换新, 且安装时应保持两者同轴度在 0.1mm 范围内 (3) 调换齿轮或对研修整, 也有采用修正齿轮以减小噪声的 (4) 可采用密封性能较好的双唇口回转密封圈, 若损坏应更换, 防止空气混入 (5) 拆检, 更换损坏件 (6) 重配轴向间隙 (7) 拆检, 修复有关零件的精度 (8) 见“齿轮泵的装配及调整” (9) 在装配时滚针应充满轴承座圈内孔, 若损坏则更换滚针或滚针轴承 (10) 拆检溢流阀, 清洗或修复 (11) 修整卸荷槽尺寸, 使之符合设计要求 (两卸荷槽间距 = $2.78m$, m 为齿轮的模数)
容积效率低、压力提不高	(1) 轴向间隙与径向间隙过大, 内泄漏大 (2) 各连接处泄漏 (3) 油液粘度太大或太小 (4) 溢流阀失灵, 如滑阀与阀体中的阻尼小孔堵塞; 滑阀与阀体孔配合间隙太大; 调压弹簧质量不良等 (5) 若是新泵, 可能泵体有砂眼、缩孔等铸造缺陷 (6) 进油位置太高	(1) 见“齿轮泵主要零件的修理” (2) 紧固各连接处, 严防泄漏 (3) 该两系列齿轮泵选用的油液粘度应与机床说明书相符, 还要根据气温变化合理选用, 如冬天使用粘度较小的油液, 夏天使用粘度较大的油液 (4) 见“压力控制阀的修理” (5) 更换泵体 (6) 进油高度不得超过 500mm
机械效率低或咬死	(1) 轴向间隙及径向间隙过小 (2) 装配不良, 如CB-B型泵的盖板与轴的同轴度不好; 长轴上的弹簧因紧固脚太长; 滚针轴承质量较差或损坏等 (3) 泵与电动机的联轴器同轴度不好	(1) 重配轴向间隙或径向间隙 (2) 见有关齿轮泵修理的内容 (3) 两者的同轴度要求不超过 0.1mm, 且应柔性连接

故障现象	产生原因	排除方法
机械效率低 或咬死	(4) 油液中杂质进入泵内或装配前未清洗干净, 残存有杂质 (5) 齿轮两侧和齿部有毛刺 (6) 泵内零件未退磁 (7) 两盖板螺孔距加工时产生偏移, 在装配拧紧螺钉时使两盖板错位 (8) 轴承损坏	(4) 严防周围灰砂、铁屑及冷却水等物进入油池, 以保持油液清洁。同时, 在装配前应仔细清洗待装零件 (5) 在装配前仔细清除毛刺 (6) 在装配前应将全部零件退磁 (7) 两盖板螺栓在装配时重攻螺纹, 使之用螺钉连接时无轻重现象 (8) 更换轴承
CB-B型泵的压盖及骨架密封圈有时被冲出	(1) 压盖堵塞了前后盖板的回油通道, 造成回油不舒畅而产生很大压力 (2) 骨架密封圈与泵的前盖配合过松 (3) 装配时将泵体方向装反, 使出油口接通卸荷槽, 形成压力, 冲出骨架密封圈 (4) 泄漏通道被污物阻塞	(1) 将压盖取出重新压进, 注意不要堵塞回油通道, 且不出现漏气现象 (2) 检查骨架密封圈外圆与泵的前盖配合间隙, 骨架密封圈应压入泵的前盖, 若间隙过大, 应更换新的骨架密封圈 (3) 纠正泵体装配方向 (4) 清除泄漏通道之污物

值得注意的是, 在实际工作过程中故障的出现不是单个的, 往往是几个故障同时出现, 而且产生的原因也交织在一起, 互相关联, 互相制约。因此, 必须仔细地观察故障现象, 深入分析产生故障的原因, 然后, 才能确定排除故障的方法。

(3) 齿轮泵主要零件的修理 从以上分析可知, 有的故障是由外界因素而引起的, 采取维护保养或调整的方法即可解决。但有的故障是泵内零件磨损后精度超差或泵咬死等原因造成的, 则需拆卸检查, 分别情况, 予以修复。

1) 齿轮 齿轮外圆因受不平衡径向液压力的作用, 与泵体内孔摩擦而产生磨损及刮伤, 导致径向间隙增大。轻者可不必要进行修整, 对使用无明显影响。严重者需更换齿轮。齿轮两侧端面由于与轴承座圈(CB-B型泵与前后盖)相对运动而磨损。轻者起线, 可用研磨方法将起线毛刺痕迹研去并抛光, 即可重新使用。而磨损严重者, 应将齿轮放在平面磨床上将磨损处磨出。但需注意, 凡是一只齿轮端面磨损, 另一只齿轮也必须同时放在平面磨床上修整, 以保证两只齿轮的厚度差在 0.005mm 范围内。同时, 须注意端面与孔的垂直度及平行度在 0.005mm 范围内, 并用油石适当将锐边倒钝, 但不宜倒角。

一般说来, 一对啮合的齿轮在工作过程中以一定的方向旋转, 一个齿的两面齿形仅一面啮合工

作。因此, 当齿轮的啮合表面磨损时, 可把磨损所产生的毛刺用油石去掉, 然后在重新装配泵时调换齿轮啮合方位, 使原来未啮合工作的齿形表面啮合。这样, 既不影响泵的工作性能, 又延长了齿轮的使用寿命。

2) 轴承座圈 轴承座圈一般磨损在与齿轮接触的端面和与滚针接触的内孔。

端面磨损或起线拉毛时, 可将四只轴承座圈放在平面磨床上以非齿轮接触面为基准一次将端面磨出, 轴承座圈内孔一般磨损较小, 若磨损严重, 可研磨或内磨加大孔径(孔的圆度和圆柱度不得大于 0.005mm)选配滚针或更换轴承座圈。

3) 泵体 泵体磨损一般发生在进油腔。因为泵在启动时压力突然升高, 泵内压力一时不能平衡, 且在正常工作状态下, IIIΓ01型泵虽在轴承座圈上设有压力平衡槽, 但不可能达到绝对的压力平衡, 因此, 齿轮和轴承座圈受径向力作用, 使齿轮与泵体摩擦而磨损。由于磨损在进油腔处, 故可将泵体绕本身轴线旋转 180° , 而泵内其它零件不动; 或者在原装长轴的位置改装短轴, 这样, 原进油腔变为压油腔, 使泵体得到重新利用。若已翻转 180° 使用过一次, 且进、出油腔均已磨损严重, 则需更换新的泵体, IIIΓ01型泵的泵体主要精度要求见图4-2-5。但需注意, 在经过上述改装后, 定位孔位置错开了, 故在装配时需重新加工定位销孔, 并用

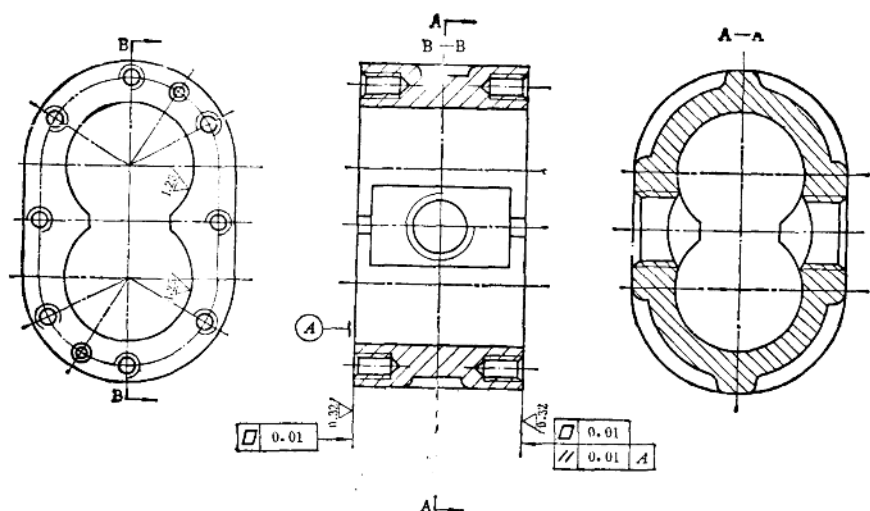


图4-2-5 IIIΓ01型泵体主要精度要求

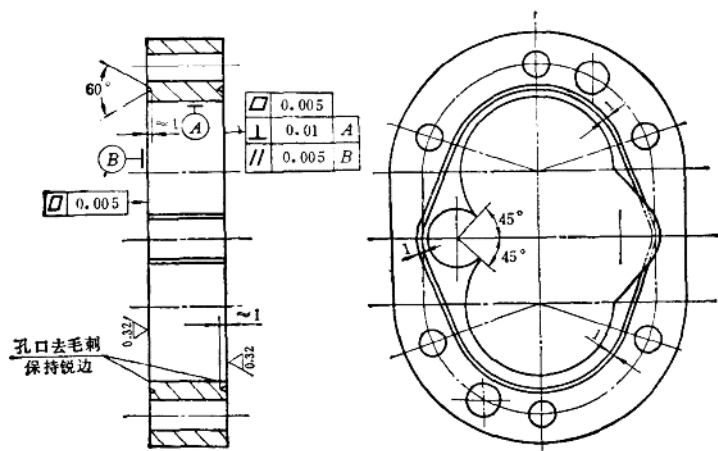


图4-2-6 CB-B型泵体主要精度要求

圆锥销定位。

为提高其机械效率CB-B型齿轮泵的径向间隙较大,故一般齿轮外圆面不会碰擦泵体内圆,或径向磨损较小。但在启动时,由于压力冲击,也可能使齿轮外圆擦着泵体内孔,但因该泵体两端面上开有泄油槽,故不能翻转180°使用。因此,磨损严重者需换新,若有轻微磨损或刮伤,则不必换新,除去拉毛等缺陷后仍可使用,并对使用性能无多大影响, CB-B型泵体主要精度要求见图4-2-6。

当齿轮两端面、轴承座圈与齿轮接触面修磨后,为控制轴间间隙,需将泵体后盖的端面相应磨

去一些。但需注意,在磨削之前,对于III01型泵应测得两轴承座圈和齿轮厚度的实际数,然后确定泵体的磨削量。而CB-B型泵,其轴向间隙直接由齿轮与泵体厚度实际尺寸之差而决定。

4) 长、短轴 长、短轴一般磨损在与滚针接触处(长轴与骨架式密封圈接触处也很容易磨损)。如果轻微磨损, 经抛光后可继续使用, 而磨损严重着则需调换新的轴。

5) ИГ01 型泵挡圈 挡圈端面的磨损是由于与滚针接触摩擦而引起, 一般可将磨损的一面修去毛刺, 翻一面再使用。如果厚度过薄, 将影响长、

短轴轴向窜动, 则应换新。

(4) 齿轮泵的装配及调整

1) 将未退磁的零件全部退磁, 修去表面毛刺, 在原规定的锐角处, 保持锐角程度, 可作 $0.2 \sim 0.3\text{mm}$ 修锐, 但不可倒角和修圆。

2) 仔细清洗零件。

3) 对于 IIIΓ01 型泵滚针应充满轴承座圈, 不得遗漏。每根滚针直径不得相差 0.003mm , 每根长度不得相差 0.1mm , 且长度不得高出轴承座圈端面, 并保持轴和轴承座圈之间隙为 0.01mm 。同时, 挡圈的位置不得高出轴承座圈端面 (图4-2-7), 但允许低 1.2mm 之内。

4) 长、短轴上之平键与齿轮键槽配合, 其侧

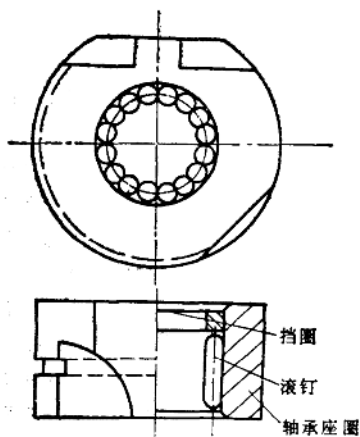


图4-2-7 挡圈及滚针在轴承座圈中的位置

向间隙不能过大, 顶面不得碰擦, 且能轻松推进, 轴不得在齿轮内产生径向松动现象。平键长度不得高出齿轮两端面, 且要求平行。

5) 实践表明, 轴向间隙对泵的泄漏影响最大, 当轴向间隙增大后, 容积效率显著降低。因此, 在检修时应严格控制轴向间隙在要求的范围内, 但又不可能将其无限制的缩小, 其最小轴向间隙与下列条件有关:

① 齿轮与壳体的加工精度, 如盖板端面与轴孔的垂直度、泵体端面的平面度等;

② 为保证滑动面之间的液体摩擦保持一定的油膜, 必须留有最小间隙;

③ 齿轮和壳体等的材料膨胀系数不一样, 因而在工作过程中油温升高后产生热膨胀的大小不同, 因此须考虑热膨胀后不致因轴向间隙过小而咬死;

④ 由于压力油漏入轴向间隙, 盖板受到轴向液压力作用而产生变形, 使轴向间隙发生变化。

IIIΓ01 型及 CB-B 型齿轮泵轴向间隙与径向间隙值见表4-2-2。

6) 装配时不得垫入多张纸垫 (CB-B 型泵不容许垫纸垫), 按原来销孔定位, 保持其同轴度, 并均匀将螺钉紧固。如果泵体翻转 180° 使用 (CB-B 型泵不能翻转 180°), 则必须注意前盖台肩和长轴保持同轴度要求, 且装好后需重新定位。

7) CB-B 型齿轮泵滚针轴承应垂直压入前、后盖板孔内, 滚针在滚针轴承保持架内转动灵活,

表4-2-2 IIIΓ01 型及 CB-B 型齿轮泵轴向间隙与径向间隙

(mm)

型 号	轴向间隙	径向间隙	型 号	轴向间隙	径向间隙
IIIΓ01-3×5	0.03~0.06	0.03~0.06	CB-B2.5	0.02~0.04	0.10~0.14
IIIΓ01-5×10	0.03~0.06	0.03~0.06	CB-B4	0.02~0.04	0.10~0.14
IIIΓ01-8×15	0.03~0.06	0.03~0.06	CB-B6	0.025~0.04	0.13~0.16
IIIΓ01-12×20	0.03~0.06	0.03~0.06	CB-B10	0.025~0.04	0.13~0.16
IIIΓ01-18×25	0.04~0.08	0.03~0.06	CB-B16	0.03~0.04	0.13~0.16
IIIΓ01-25×25	0.04~0.08	0.03~0.06	CB-B20	0.03~0.04	0.13~0.16
IIIΓ01-35×25	0.04~0.08	0.03~0.06	CB-B25	0.03~0.04	0.13~0.16
IIIΓ01-50×25	0.04~0.08	0.03~0.06	CB-B32	0.03~0.04	0.13~0.16
IIIΓ01-70×25	0.04~0.08	0.03~0.06	CB-B40	0.03~0.04	0.13~0.16
IIIΓ01-100×25	0.04~0.08	0.03~0.06	CB-B50	0.03~0.04	0.13~0.16
			CB-B63	0.03~0.04	0.13~0.16
			CB-B80	0.03~0.04	0.14~0.19
			CB-B100	0.03~0.04	0.15~0.20
			CB-B125	0.03~0.04	0.21~0.26

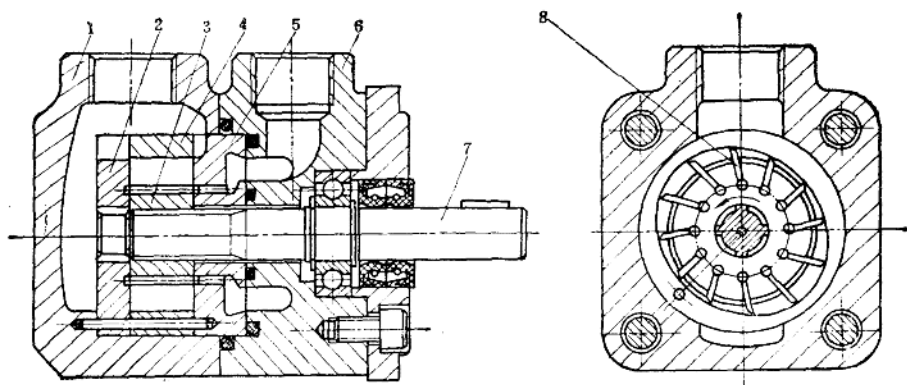


图4-2-8 YB型叶片泵结构

1—左体壳 2—配油盘 3—转子 4—定子 5—配油盘 6—右体壳 7—花键轴 8—叶片

轴装入后亦应保持灵活无阻。

8) CB-B型泵前盖上的骨架密封圈装上后不得堵塞泄漏通道。

9) 装配时一面均匀拧紧螺钉, 一面检查有无轻重现象。装配后旋转主动轴(长轴), 应保证用手旋转平稳无阻滞现象。

2. 叶片泵的修理

叶片泵由于具有结构简单紧凑、输出压力较高、输油率均匀、运转平稳、噪声较小等特点, 所以在铣床、车床、镗床、磨床等机床液压系统中均有应用。

(1) 叶片泵结构分析

1) 图4-2-8为YB型叶片泵结构。泵的定子4、配油盘2及5、转子3安装在左体壳1内, 转子3比定子4宽度稍小, 由花键轴7带动, 左右配油盘紧紧地压在定子4的两侧面上, 并由圆柱销把这三件定位在左右体壳内。转子上均匀地开有12条叶片槽(从减小脉动要求出发叶片应大于8片, 一般为12片或16片), 槽内装有叶片8并能在槽内自由滑动, 这样, 转子处在定子和左右配油盘所封闭的空间内。左右配油盘上开有对称分布的四个环形窗口(二个进油口及二个压油口), 并有四个小孔与压油窗相通, 把压力油引至叶片底部, 使叶片在工作中能与定子内表面紧密接触。同时压力油还作用于右配油盘的右侧面, 使配油盘压紧在定子端面上, 可减小泄漏, 提高容积效率。

这种结构形式的叶片泵没有外泄漏孔, 其内泄漏的油液通过花键轴中心小孔流回进油腔, 并在轴

伸出端密封之前形成一较低背压, 防止空气进入。

图4-2-9为YBP型单向限压式变量叶片泵的结构。当泵压力较低未达到预调限定压力以前时, 定子所受到的液压力对摆动轴的力矩小于限压弹簧的弹簧力矩。于是限压弹簧推动定子顶部的调节杆, 使之靠紧在滑套上, 此时定子的偏心距最大, 泵的输出流量也最大。当液压系统的负载增大到使泵压力达到预调的限定压力后, 定子受到推力的力矩大于弹簧力的力矩, 使弹簧压缩, 定子的偏心量便减小, 泵的流量也就减少。随着泵的压力进一步增大, 弹簧被定子压缩得更多, 定子偏心量进一步减小, 泵的流量也进一步减小, 直到压力增高到弹簧被定子压缩到最短, 相应的定子偏心最小, 这时泵只输出用来补充泄漏的微小流量。如果改变限压弹簧的刚度, 便可调节限定压力的大小。旋动压力调节螺钉, 便可调节流量近于零时的压力。至于泵在低于限定压力时的流量, 可旋动流量调节螺钉, 改变滑套在右边的位置, 即改变定子的最大偏心量。

2) 叶片泵的进排油是利用转子在转动时, 装于转子槽中的叶片伸缩形成容积的变化来工作的, 因此, 对转速有一定的要求。若转速太低, 离心力不够, 叶片不能压紧在定子内曲线表面上, 不能形成密封良好的封闭容积, 故不进油。若转速太高, 由于进油速度太快, 会产生空穴现象。

同时叶片泵对工作油液粘度要求较高, 若粘度太大, 则油液在进油管路中压力损失太大, 造成进

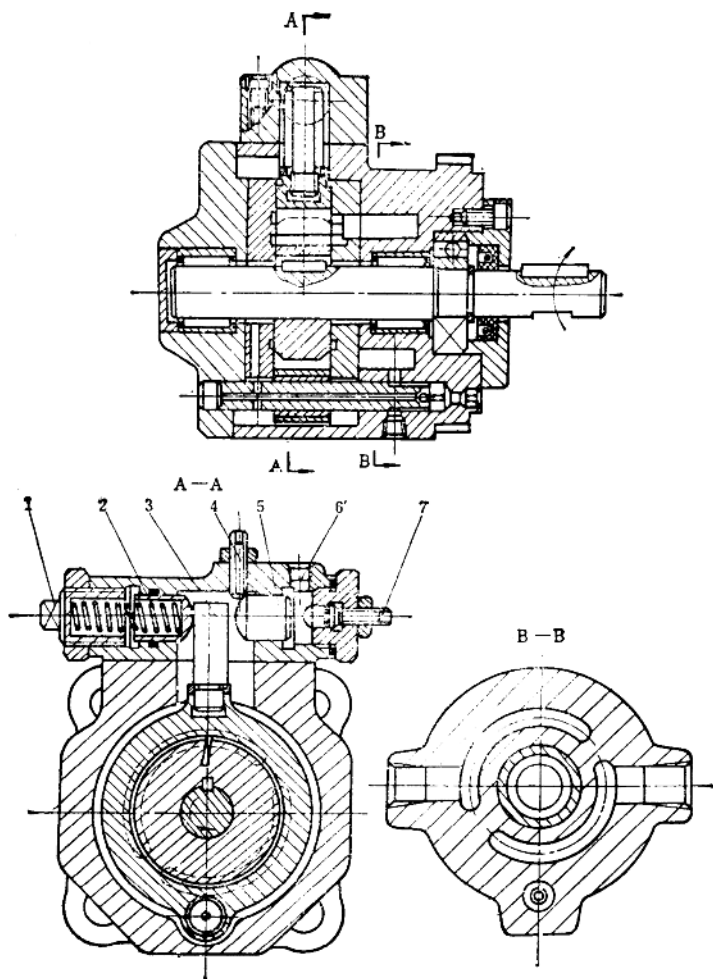


图4-2-9 YBP型单向限压式变量叶片泵结构

1—压力调节螺钉 2—限压弹簧 3—摆动轴 4—螺钉 5—滑套
6—远程控制口 7—流量调节螺钉

油不畅。如果粘度太小，会造成进油不足。

端面间隙的大小对叶片泵的进油影响也较大，只要端面间隙稍许比规定间隙大一点，就会引起容积效率降低。

3) 叶片泵相对运动件较多，因此，相对运动件之间的摩擦表面亦较多，如叶片与转子槽、叶片顶端与定子内曲线表面、转子与配油盘等，故在修复叶片泵的工作性能时要特别注意单个零件本身的尺寸精度和装配时相互关联的尺寸精度，以保证较高的容积效率。

4) 叶片泵对污染的敏感性较强，如果工作油

液不清洁，又未经过仔细过滤，油中杂质和微小颗粒进入泵内，将导致叶片在转子槽中卡死。同时，叶片顶端在离心力和液压力作用下，使定子内表面磨损加剧，甚至使磨粒产生切削作用，促使定子内表面由局部的微小面积刮痕逐步发展到大面积刮伤。当油温升高后，油的粘度减小，使叶片与定子内表面接触处油膜不易形成，产生金属干摩擦，因此，亦会加剧叶片顶端及定子内表面的磨损和刮痕。

5) 配油盘有四个窗口，两个进油口，两个出油口。油窗对称排列，故作用在转子上的液压力相互抵消而平衡。另外，配油盘上有四个小孔与压油

窗相通,把压力油引至叶片底部,使叶片在工作中能与定子内表面紧密接触。对于YB型泵,压力油腔一边的配油盘可沿轴向微动,因而能实现轴向间隙的液压补偿。这样,当工作压力建立后,压力油将此配油盘压紧在转子和定子端面上,可减小泄漏,提高容积效率。但配油盘的刚性较差,当“O”形密封圈压缩量不均匀或过大时,容易引起配油盘变形,加剧磨损。

同时,为了解决困油现象,在配油盘的压油窗口一边设有三角形卸荷沟槽。当修复配油盘时,如果使此卸荷沟槽尺寸明显减小,应适当加大至原设计尺寸,否则会引起局部压力升高和噪声等。

6) YB型泵取消了泄漏孔,其内泄漏的油通过花键轴中心小孔流回进油腔,并在轴伸出端密封

之前形成一较低的背压,防止空气进入。

7) 由于叶片不是沿转子半径方向放置(一般倾斜 13°),故其旋转方向是固定的(不能反转),其旋转方向与叶片倾斜方向相同。若要使其反转,必须经过这样改装:将泵拆开后,把转子及其上的叶片、定子和配油盘一道翻转 180° ,然后再将它们绕转子的轴线一同转 90° (以适应配油盘上的进、压油窗口和泵体上未变的进入、压出管道的连接),并用定位销将定子上的孔与泵体上相对应的孔串起来,装好后即可反转。

(2) 叶片泵常见故障及其排除方法 叶片泵在工作过程中所出现的故障现象与齿轮泵相似。但由于结构不同,因此,引起故障的原因及排除方法也有所差异(表4-2-3)。

表4-2-3 叶片泵常见故障及其排除方法

故障现象	产生原因	排除方法
容积效率低,压力提不高	(1) 个别叶片在转子槽内移动不灵活甚至卡住 (2) 叶片或转子装反 (3) 轴向间隙过大,内泄漏严重 (4) 定子内环曲线表面起线,致使叶片与定子内环曲线表面接触不良 (5) 配油盘内孔磨损 (6) 叶片与转子槽的配合间隙太大 (7) 定子进油腔处磨损严重;叶片顶端缺裂或拉毛等 (8) 进油不畅 (9) 对于YBP型变量泵 1) 限压弹簧调整不当或弹簧疲劳,偏心距太小,致使泵的流量不足 2) 流量调节螺钉调整不当,因为当变量泵在低于限定压力的流量时,可调节流量调节螺钉,以改变定子的最大偏心量,如果调整不当,则会影响泵的输油量 3) 滑套在孔中卡住 4) 其它同定量叶片泵	(1) 检查配合间隙,若配合间隙过小应单槽研配 (2) 纠正叶片或转子方向 (3) 见“叶片泵主要零件的修理” (4) 放在装有特种凸轮的工具有内圆磨床上进行修磨 (5) 磨损严重需换新 (6) 根据转子叶片槽单配叶片 (7) 定子磨损一般在进油腔,可翻转 180° 装上,在对称位置重新加工定位孔并定位;叶片顶端有缺陷或磨损严重,应重新修磨 (8) 清洗滤油器,定期更换工作油液,检查工作油液的粘度是否太大或太小,加足油池中的油液等 1) 重新调整限压弹簧压缩量或更换限压弹簧 2) 重新调整流量调节螺钉 3) 使滑套在孔中移动灵活 4) 同定量叶片泵
泵不出油	(1) 泵旋转方向反了 (2) 叶片与转子槽配合过紧而卡死 (3) 油面过低 (4) 油液粘度过大,使叶片移动不灵活 (5) 对于YBP型变量泵如轴向间隙太小,定子在摆动轴上摆动不灵活,甚至卡死等致使定子不偏心	(1) 纠正泵旋转方向 (2) 单配叶片,使每片叶片在转子槽内移动灵活 (3) 定期检查油池中的油液,并加注至油标规定线 (4) 调换粘度较小的油液 (5) 重配轴向间隙,使定子在摆动轴上摆动灵活

(续)

故障现象	产生原因	排除方法
泵不出油	(6) 泵体有砂眼、气孔与疏松等铸造缺陷, 高、低压油互通 (7) 配油盘与体壳接触不良, 高、低压油互通 (8) 花键轴断裂	(6) 调换新的泵体 (7) 一般由于配油盘在压力油作用下容易变形, 修整配油盘的接触面即可 (8) 更换花键轴
噪声大	(1) 定子曲线表面拉毛 (2) 配油盘端面与内孔不垂直或叶片端面与侧面不垂直 (3) 配油盘压油窗口的节流槽太短 (4) 主轴密封圈过紧 (用手感觉到轴和端盖处有烫手现象) (5) 叶片倒角太小 (6) 进油口密封不严, 空气混入 (7) 进油不畅 (8) 泵轴与电机轴同轴度不良 (9) 在超过规定压力下工作, 这不仅发生噪声, 还会显著降低泵的使用寿命 (10) 电动机振动或其它机械振动影响泵的振动 (11) 高、低压两个泵的压油腔相通, 或使用蓄能器时, 高压油向泵内倒流	(1) 抛光定子曲线表面 (2) 修整配油盘端面和叶片侧面, 使其垂直度在0.01mm以内 (3) 为消除困油及噪声现象, 在配油盘压油腔处开有节流槽, 若太短, 可适当用什锦锉修长, 使当一片叶片过节流槽时, 相邻的一片应开启 (4) 适当调紧密封圈 (5) 将原叶片一侧倒角或加工成圆弧形, 其目的是使叶片运动时减少作用力突变 (6) 紧固进油管各接头 (7) 加足油液, 加大进油管道面积, 清除滤油器污物, 调换粘度较小的油液等 (8) 校正同轴度, 要求 $\leq 0.1\text{mm}$ (9) 一般情况下, 应低于泵的额定压力下工作 (10) 泵和电动机与安装板联接时应安装一定厚度的橡胶垫 (11) 在系统内增装一个单向阀, 防止高压油向泵内倒流, 如下图所示 The diagram illustrates a hydraulic circuit. At the top, two pumps are shown: '低压泵' (low pressure pump) on the left and '高压泵' (high pressure pump) on the right. They are connected to a common horizontal line. A '单向阀' (check valve) is installed on this line, allowing flow from the pumps but preventing backflow. A pressure gauge is connected to the high pressure line. Below this, a '蓄能器' (accumulator) is connected to the common line. Further down, another '单向阀' is shown on the line leading to a motor, ensuring that high pressure oil does not flow back into the pumps.

片槽磨损后, 间隙增大。当叶片伸出时, 在 P 力作用下 (图 4-2-14), 使叶片在叶片槽中倾斜, 仅与槽 a 、 b 两点接触, 因此, 叶片槽的 a 、 b 两处磨损严重, 而且叶片磨损也加剧, 这样, 内泄漏增加, 容积效率降低, 寿命缩短。为了控制叶片与叶片槽的配合间隙基本相同, 需将转子装夹在专用夹具上, 将槽重新磨出, 并单配叶片, 以保证其配合间隙为 $0.013 \sim 0.018 \text{ mm}$ (变量叶片泵为 $0.025 \sim 0.04 \text{ mm}$)。若叶片在叶片槽内运动有不灵活现象, 可用研磨的方法修复, 不必修磨叶片槽。

转子叶片槽修磨时装夹方法如图 4-2-15 所示。

为避免叶片沿定子曲线表面运动时的作用力突变, 叶片槽的倾斜角一般为 13° (图 4-2-16)。因此在装夹时必须使转子槽与砂轮端面平行, 拧紧螺母 4 后将定位片 2 插入转子槽中定位。每磨完一槽, 松开螺母, 转动转子槽修磨相邻的另一槽。

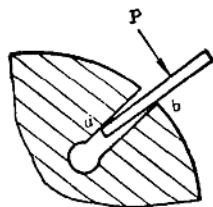


图 4-2-14

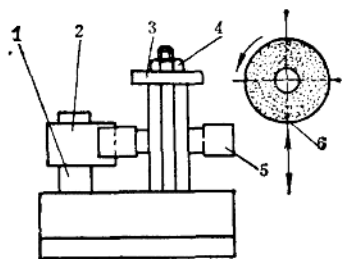


图 4-2-15 转子叶片槽修磨装夹示意图

1—开口销 2—定位片 3—压圈 4—螺母
5—工件 6—砂轮

4) 配油盘 配油盘的端面和孔径最易磨损。端面磨损后可将磨损面在专用研磨平板上先用粗砂皮将被叶片刮伤处推平, 然后用极细砂皮推平。若端面严重磨损者, 可在车床上车平, 但必须注意应保证端面和内孔垂直度不大于 0.01 mm 及平行度

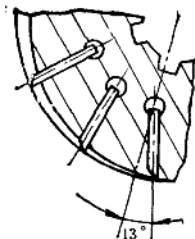


图 4-2-16

$0.005 \sim 0.01 \text{ mm}$, 且只容许端面的中部微凹。此外, 若车削量太多, 配油盘过薄后容易变形。

若配油盘内孔磨损, 轻者起线, 用砂皮修光即可, 严重者则必须调换新的配油盘, 或将轴孔放在内圆磨床上修磨内孔, 孔径与转子单配。YB 型叶片泵转子和配油盘的端面修磨后, 为控制其轴向间隙, 泵体也必须相应修磨。

(4) 叶片泵的装配与调整

1) 装配前各零件必须清洗干净, 不得有切屑、磨粒或其它污物。

2) 叶片在转子槽内, 能灵活移动, 其间隙为 $0.013 \sim 0.018 \text{ mm}$ (变量叶片泵叶片与转子槽的配合间隙为 $0.025 \sim 0.04 \text{ mm}$)。

3) 一组叶片的高度尺寸差应控制在 0.008 mm 范围内。

4) 叶片高度略低于转子的高度, 其值为 0.005 mm 。

5) 转子及叶片在定子中应保持原装配方向, 不得装反。

6) 轴向间隙控制在 $0.04 \sim 0.07 \text{ mm}$ 范围之内。

7) 紧固螺钉时用力必须均匀。

8) 装配完工后用手旋转主动轴, 应保证平稳, 无阻滞现象。

3. 柱塞泵的修理

(1) CY14-1 型轴向柱塞泵的修理 CY14-1 型轴向柱塞泵是采用配油盘配油、缸体旋转的变量轴向柱塞泵。由于该泵在柱塞头部和斜盘之间采用了静压轴承的结构以及柱塞用集中弹簧回程, 因而具有结构简单, 制造容易, 维修方便 (零件可自行配制), 效率高, 寿命长, 噪声小, 体积小, 重量轻, 自吸能力好等特点。它适用于机床行业、锻压机械、各种行走机械以及其他液压传动的机械之中。

该泵同时亦可作为液压马达使用。

1) 结构原理 CY14-1型轴向柱塞泵由主体部分和变量机构两大部分组成,主要有五种型式。其主体部分是相同的,仅变量机构不同:

① CCY14-1型伺服变量泵的结构原理见图4-2-17,传动轴13与缸体11用花键连接,缸体由传动轴带动转动。均匀分布在缸体上的七个柱塞10,则由缸体带动而绕传动轴公转。每个柱塞端部装一滑靴8,弹簧9通过内套15、钢球16和回程盘7将滑靴紧紧地压在倾斜盘3上。由于倾斜盘对传动轴线倾斜了一个 γ 角,当缸体旋转时,柱塞同时作往复运动(如图所示柱塞在最里位置,当缸体旋转 180° 时,柱塞就在最外位置),完成进油和压油作用。另外,弹簧9通过外套14将缸体压在配油盘12上,起初始密封作用。滑靴和配油盘均采用了流体静力平衡结构,平衡了轴向推力的绝大部分。因此该泵具有很高的机械效率。

伺服变量机构原理——高压油由通道g经过通道f、e并经过单向阀1进入端盖2的下腔d,当拉杆推动伺服活塞向下运动时,则d腔的高压油经通道e进入上腔a。由于a腔孔径大于d腔孔径,

则变量活塞6被推向下运动,带动销4并由此带动倾斜盘3绕钢球16摆动而改变 γ 角实现变量。当拉杆向上拉动时,通道c被堵塞,上腔a的高压油经过通道b卸压,d腔的高压油推动变量活塞6向上运动,同样实现变量。流量的大小及油流方向是依靠改变倾斜盘倾斜角 γ 的大小与方向来实现的。泵的实际流量占其公称流量的百分比可从刻度盘5上读出。

② YCY14-1型压力补偿变量泵的结构原理见图4-2-18,其主体部分的工作原理同图4-2-17。

变量机构原理——高压油由通道b、c单向阀11进入变量体壳10的下腔d,并由此经过通道e分别进入通道f和h。当弹簧的推力大于由通道f进入差动活塞7下端压力油所产生的推力时,则压力油经h进入上腔g,变量活塞9便向下运动,使泵的流量增加。当差动活塞7下端压力油产生的推力大于弹簧推力时,则差动活塞7向上运动,关闭了通道h,同时使g腔的压力油经过通道i及差动活塞中的小孔卸压,变量活塞9向上运动,泵的流量减小。

③ SCY14-1型手动变量泵的结构原理见图4-

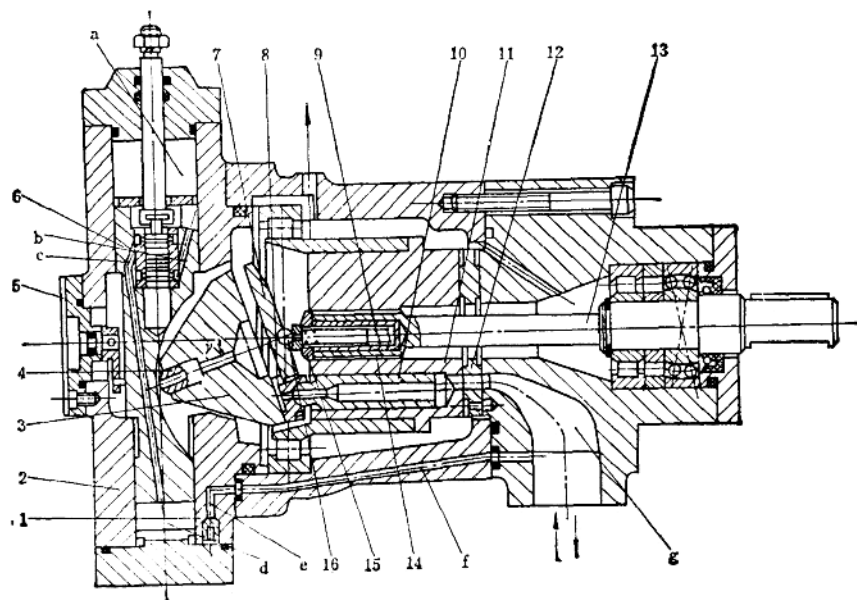


图4-2-17 CCY14-1型伺服变量泵

1—单向阀 2—端盖 3—倾斜盘 4—销 5—刻度盘 6—变量活塞 7—回程盘 8—滑靴
9—弹簧 10—柱塞 11—缸体 12—配油盘 13—传动轴 14—外套 15—内套 16—钢球

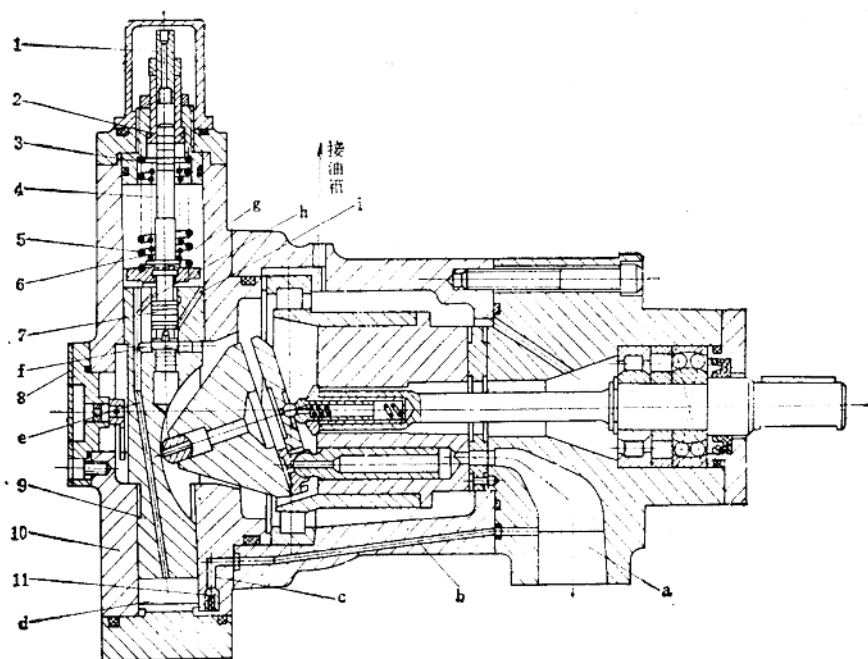


图4-2-18 YCY14-1型压力补偿变量泵

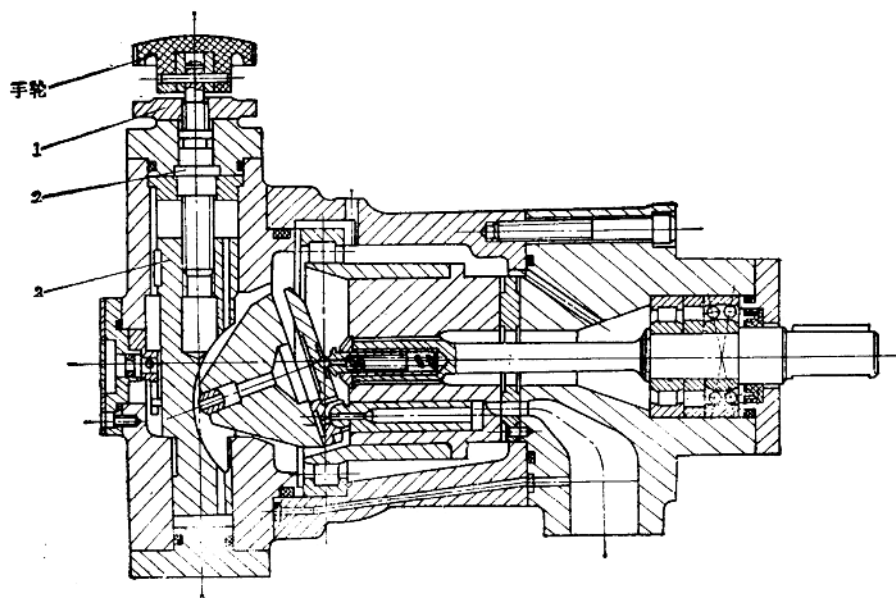


图4-2-19 SCY14-1型手动变量泵

2-19。用手转动手轮，使调节螺杆 2 旋转，变量活塞 3 便产生轴向移动而改变泵的流量。调整完毕时，须将锁紧螺母 1 锁紧，防止手轮转动而影响泵的稳定。

④ DCY14-1型液动变量泵是依靠外界油液来

操纵变量活塞的。

⑤ MCY14-1型定量泵的结构原理见图 4-2-20，该泵 γ 角的大小是固定的。

2) CY14-1型轴向柱塞泵常见故障及其排除方法（见表 4-2-4）

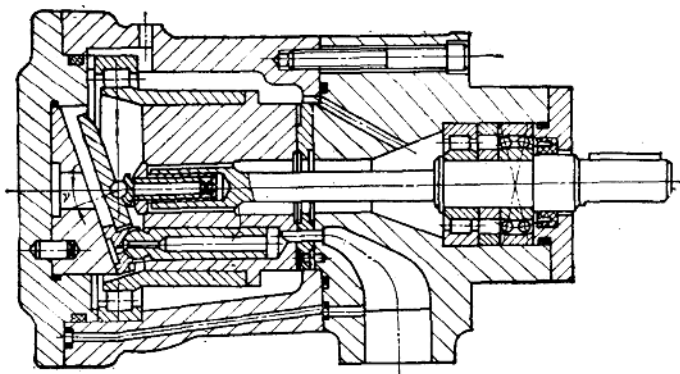


图 4-2-20 MCY14-1 型定量泵

表 4-2-4 CY14-1 型轴向柱塞泵常见故障及其排除方法

故障现象	产生原因	排除方法
泵不出油或流量不足	(1) 进油管道上滤油器堵塞 (2) 油箱油液太低 (3) 进油管路漏气 (4) 泵中心弹簧折断，使柱塞不能回程，缸体和配油盘初始密封不好 (5) 壳体内未充满油，存有空气 (6) 由于带轮或齿轮直接装于泵轴上，致使泵轴受径向力，引起缸体和配油盘之间产生楔形间隙，高低压腔沟通 (7) 配油盘与缸体，或柱塞与缸体磨损 (8) 内外泄漏大	(1) 卸下滤油器清洗 (2) 适当增加油液 (3) 紧固各连接处 (4) 更换弹簧 (5) 将壳体内注满油或把液压系统中的回油管接入泵体回油口，使泵内保持经常充满油 (6) 采用弹性联轴器与泵联接，使泵轴不受径向力 (7) 修复或更换磨损件 (8) 更换密封件
建立不起压力	(1) 泵打不出油或流量不足 (2) 液压系统漏油严重 (3) 安全阀未调整好 (4) 变量机构 γ 角太小，使流量太小，加上内漏大，因此不能连续对外供油 (5) 对于压力补偿变量泵，控制变量机构的弹簧没有调好，因此当压力升高时流量迅速下降 (6) 压力表损坏或截门关闭	(1) 根据“泵不出油或流量不足”的排除方法修理及调整 (2) 紧固各管接头或结合面 (3) 重新调整安全阀 (4) 增大变量机构 γ 角，以增大流量 (5) 重新调整好弹簧 (6) 更换压力表或打开截门
噪声大	(1) 进油管道阻力大，使进油不足 (2) 进油管接头漏气 (3) 泵轴和电机轴同轴度不良，使泵轴受径向力	(1) 减小进油管道阻力 (2) 拧紧进油管接头 (3) 调整泵和电动机的同轴度至 0.05mm 以内