

液 压 传 动
精 密 零 件 的
制 造 工 艺

國防工業出版社

7.5

内 容 简 介

本书介绍了液压随动系统节流元件的制造工艺和检验问题。对于液压传动精密零件的加工方法和使用设备作了较详细的论述。分析了使用各种计量仪器进行检验和最后液压检验的特点。还扼要地介绍了用电火花法加工节流窗口及电极制造工艺、液压传动精密零件的材料选择及热处理、工艺杂质的清洗,并根据输出参数计算节流元件的公差等。

本书可供从事液压传动精密零件制造的工人和技术人员参考。

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ ГИДРОПРИВОДА

М. Г. Ильин, Я. А. Бекиров

Машиностроение 1971

*

液压传动精密零件的制造工艺

[苏] М. Г. 伊林 Я. А. 贝基罗夫 著

隆 中 译

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 1/32 印张 5 9/16 121 千字

1977 年 6 月第一版 1977 年 6 月第一次印刷 印数: 00,001—22,000 册

统一书号: 15034·1535 定价: 0.60 元

译 者 序

液压随动系统,具有重量轻、体积小、精度高和快速作用好等优点。在飞行器、船舶、机床等自动控制系统中已得到广泛应用。为了适应我国液压传动发展的需要,遵照伟大领袖毛主席关于“洋为中用”的教导,我们翻译了这本书。

本书详细地阐述了液压随动系统典型元件圆柱滑阀、平板滑阀、喷嘴等的制造工艺,对液压精密零件的制造工艺、工艺参数和影响加工精度及表面光洁度的因素进行了分析。并列举了加工中使用的刀具、夹具及设备规格和性能参数。此外,还介绍了特种型面节流窗口的电火花加工方法及所用设备、液压检验方法及其实验装置等。

近几年来,随着液压传动在我国的广泛应用,我国广大工人和技术人员制造了许多加工液压精密零件的方法。因此,阅读本书时,应当根据我国的实际情况,吸取那些对我们有益的经验。

原书中个别明显的误印及其它错误,在翻译时作了更正。本书承北京机床研究所顾瑞龙同志校对,谨致谢意。由于我们水平所限,翻译中一定有不少错误,希读者批评指正。

目 录

译者序	5
第一章 液压随动装置节流元件的结构、用途和工作原理	7
1. 圆柱滑阀的工作原理和工艺特点	7
2. 平板滑阀的工作原理和工艺特点	15
3. 可调式和不可调式节流器的工作原理和工艺特点	19
4. 制造节流元件的技术条件	24
第二章 液压传动精密零件的材料和热处理	27
1. 材料选择	27
2. 热处理	28
3. 化学热处理	32
4. 冷处理	35
第三章 液压传动精密零件的粗加工	37
1. 阀套的粗加工	38
2. 阀芯的粗加工	51
3. 平板阀芯的粗加工	51
4. 喷嘴的粗加工	55
第四章 液压传动精密零件的精加工	58
1. 阀套和阀芯的精加工	58
2. 平板阀芯的精加工	105
3. 喷嘴的精加工	107
4. 滑阀、节流器和柱塞的检验	113
第五章 圆柱形和平板形滑阀节流窗口的加工	120
1. 环形槽式节流窗口的加工	120

2. 圆孔形断续节流窗口的加工	126
3. 任意形状的断续式节流窗口的加工	127
4. 滑阀的重迭量配作	140
5. 滑阀的液压检验	145
6. 喷嘴和节流器的液压检验	151
第六章 精密零件工艺杂质的清洗	155
1. 工艺杂质及其成因	155
2. 精密零件工艺杂质的清洗方法	157
第七章 根据液压传动装置输出级的参数的公差计算第 一级和第二级放大元件的工艺公差	166
1. 圆柱滑阀	167
2. 喷嘴-挡板式可调节流器	174
参考资料	177

液压传动精密零件的制造工艺

〔苏〕 M. П. 伊林 Я. А. 贝基罗夫 著

隆 中 译



国防工业出版社

A495228

内 容 简 介

本书介绍了液压随动系统节流元件的制造工艺和检验问题。对于液压传动精密零件的加工方法和使用设备作了较详细的论述。分析了使用各种计量仪器进行检验和最后液压检验的特点。还扼要地介绍了用电火花法加工节流窗口及电极制造工艺、液压传动精密零件的材料选择及热处理、工艺杂质的清洗,并根据输出参数计算节流元件的公差等。

本书可供从事液压传动精密零件制造的工人和技术人员参考。

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ ГИДРОПРИВОДА

М. Г. Ильин, Я. А. Бекиров

Машиностроение 1971

*

液压传动精密零件的制造工艺

[苏] М. Г. 伊林 Я. А. 贝基罗夫 著

隆 中 译

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 1/32 印张 5 9/16 121 千字

1977 年 6 月第一版 1977 年 6 月第一次印刷 印数: 00,001—22,000 册

统一书号: 15034·1535 定价: 0.60 元

目 录

译者序	5
第一章 液压随动装置节流元件的结构、用途和工作	
原理	7
1. 圆柱滑阀的工作原理和工艺特点	7
2. 平板滑阀的工作原理和工艺特点	15
3. 可调式和不可调式节流器的工作原理和工艺特点	19
4. 制造节流元件的技术条件	24
第二章 液压传动精密零件的材料和热处理	27
1. 材料选择	27
2. 热处理	28
3. 化学热处理	32
4. 冷处理	35
第三章 液压传动精密零件的粗加工	37
1. 阀套的粗加工	38
2. 阀芯的粗加工	51
3. 平板阀芯的粗加工	51
4. 喷嘴的粗加工	55
第四章 液压传动精密零件的精加工	58
1. 阀套和阀芯的精加工	58
2. 平板阀芯的精加工	105
3. 喷嘴的精加工	107
4. 滑阀、节流器和柱塞的检验	113
第五章 圆柱形和平板形滑阀节流窗口的加工	120
1. 环形槽式节流窗口的加工	120

2. 圆孔形断续节流窗口的加工	126
3. 任意形状的断续式节流窗口的加工	127
4. 滑阀的重迭量配作	140
5. 滑阀的液压检验	145
6. 喷嘴和节流器的液压检验	151
第六章 精密零件工艺杂质的清洗	155
1. 工艺杂质及其成因	155
2. 精密零件工艺杂质的清洗方法	157
第七章 根据液压传动装置输出级的参数的公差计算第 一级和第二级放大元件的工艺公差	166
1. 圆柱滑阀	167
2. 喷嘴-挡板式可调节流器	174
参考资料	177

译 者 序

液压随动系统,具有重量轻、体积小、精度高和快速作用好等优点。在飞行器、船舶、机床等自动控制系统中已得到广泛应用。为了适应我国液压传动发展的需要,遵照伟大领袖毛主席关于“洋为中用”的教导,我们翻译了这本书。

本书详细地阐述了液压随动系统典型元件圆柱滑阀、平板滑阀、喷嘴等的制造工艺,对液压精密零件的制造工艺、工艺参数和影响加工精度及表面光洁度的因素进行了分析。并列举了加工中使用的刀具、夹具及设备规格和性能参数。此外,还介绍了特种型面节流窗口的电火花加工方法及所用设备、液压检验方法及其实验装置等。

近几年来,随着液压传动在我国的广泛应用,我国广大工人和技术人员制造了许多加工液压精密零件的方法。因此,阅读本书时,应当根据我国的实际情况,吸取那些对我们有益的经验。

原书中个别明显的误印及其它错误,在翻译时作了更正。本书承北京机床研究所顾瑞龙同志校对,谨致谢意。由于我们水平所限,翻译中一定有不少错误,希读者批评指正。

第一章 液压随动装置节流元件的结构、用途和工作原理

1. 圆柱滑阀的工作原理和工艺特点

现代的随动系统广泛应用圆柱滑阀来控制液动机运动的快慢和方向。这种阀的主要优点是：结构简单，工作可靠，液压力是被平衡了，所以在适当的制作条件下，为移动阀芯和输出工作液所需的力极小。

尽管它的结构形式多种多样，但是在现代液压传动中，应用得比较广泛的是四通圆柱滑阀。

图 1 所示为仿形铣床单座标随动装置的原理图。铣床的液压传动是带圆柱滑阀机构的随动系统，其阀套 5 与垂直滑

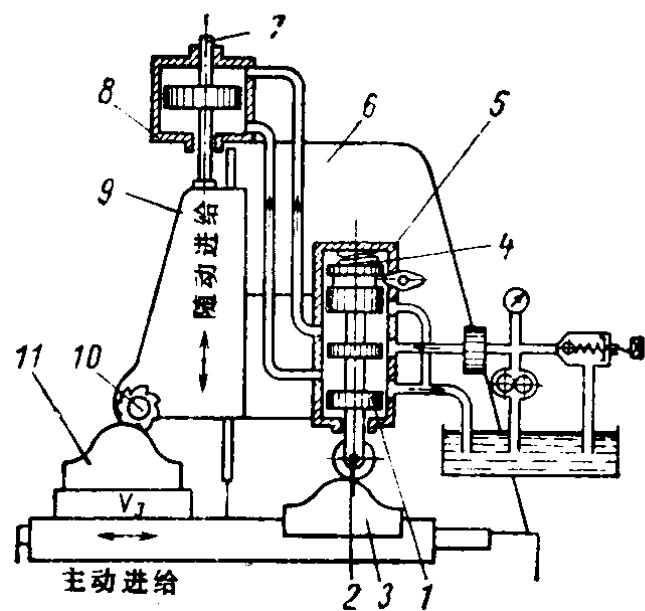


图 1 单座标仿形铣床的随动装置原理图

座 9 和刀具(铣刀)10 为刚性联接。位于阀套和阀芯 1 端头之间的弹簧 4 经常使阀芯保持在最下边的位置。阀芯的另一端有一个随动滑轮 2, 它在弹簧 4 的作用下, 总是与模板 3 相接触。作动筒 8 固定在支座 6 上, 而其活塞杆 7 与垂直滑座连成一体。滑阀的油腔与作动筒的相应油腔是联通的, 使垂直滑座 9 总是跟随阀芯移动。根据模板 3 的形状, 滑阀在作动筒中建立一定数值和一定方向的压差, 从而保证滑座上的刀具相对于被加工零件 11 有一所需的位移。

双座标仿形铣床也是按照这样的原理工作的, 所不同的是同时对两个座标供油。

图 2 所示为用于载重汽车和大功率轮式拖拉机上的方向操纵机构的原理图。方向操纵的液压随动装置有作动筒 1, 活塞杆 2, 由阀套 4 和与方向盘 6 连成一体阀芯 5 组成的分流装置。传动装置的活塞杆与圆柱滑阀的阀套及摇臂 3 形成刚性反馈。

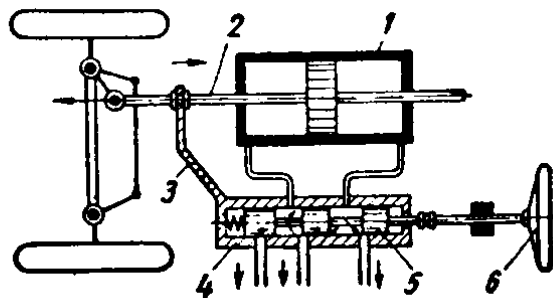


图 2 方向盘操纵液压随动装置原理图

这种液压随动装置的动作原理如下: 当转动方向盘 6 时, 与其相连的螺杆就移动阀芯 5, 打开阀套 4 的相应节流窗口。这时, 工作液进入作动筒左腔或右腔, 其活塞杆使机轮具有转角。当活塞杆 2 移动时, 反馈摇臂 3 相对阀芯移动阀套, 又使滑阀节流窗口恢复到转动方向盘以前的位置。

图 3 所示为具有圆柱滑阀和硬反馈液压放大器的简单原理图。输出与输入的反馈是借助于与阀芯相联的摇臂 2 来实现。移动操纵杆 1 使阀芯 5 移动, 从而向作动筒 4 的相应油腔供油, 使活塞 3 移动, 而活塞杆是与调节元件相联的。当解除输入时, 活塞借助摇臂 2 以相反的方向开始移动阀芯, 一直到阀芯回到原来的位置和盖住阀套 6 的节流窗口时止, 这就停止了

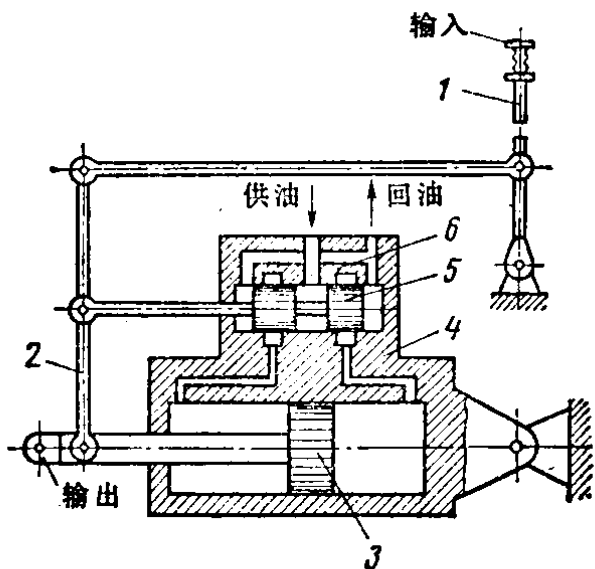


图 3 带圆柱滑阀的液压随动装置原理图

向作动筒供油, 并使活塞停止运动。当反向移动操纵杆时, 随动装置及被操纵对象的所有元件将反向运动。

当阀芯从中立位置向右或向左移动时, 其节流窗口逐渐打开, 以便流过工作液, 其流量取决于这个节流窗口和阀芯行程所形成的面积。节流窗口的面积, 可按阀芯行程(即调节系统所需的任意规律)成比例变化。

图 4 所示即为滑阀。阀套 1 内的工作液节流窗口 2 与宽度为 l_1 及 l_2 的矩形内环槽 3 相通, 边缘 C 是节流工作边。宽度为 L_1 及 L_2 的阀芯工作凸肩也是控制工作液流通的, 其边缘为节流边。在理想的情况下, $l_1 = l_2$ 和 $L_1 = L_2$, 但是在制造过程中, 存在各种不同的工艺误差, 往往它们是不相等的。

阀芯工作凸肩和阀套节流边宽度差的二分之一是滑阀的重迭量。当阀套节流边的宽度小于阀芯工作凸肩的宽度时, 亦即 $l_1 < L_1$ 及 $l_2 < L_2$ 时, 则滑阀具有正重迭量; 当 $l_1 > L_1$ 及

$l_2 > L_2$ 时为负重迭量; 而当 $l_1 = L_1$ 及 $l_2 = L_2$ 时为零重迭量。

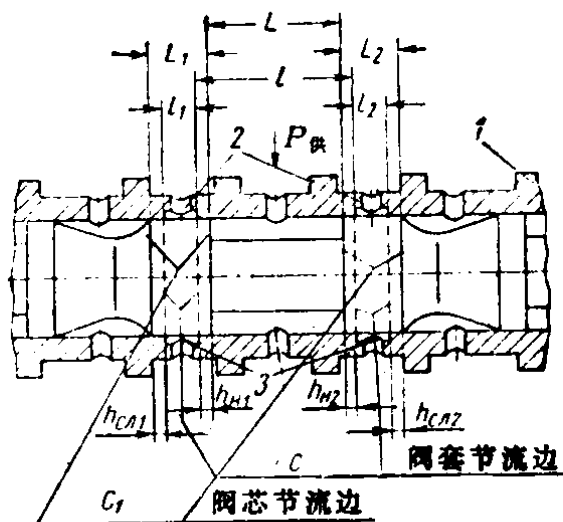


图4 圆柱滑阀的原理图

系统的静态精度由供油边的重迭 h_{c1} 及 h_{c2} 的性质来确定●。在正重迭情况下, 当阀芯位于中立位置时, 不向液动机供油 (见图4)。当滑阀向左移动 h_{c1} 或向右移动 h_{c2} 之后, 工作液便开始进入作动筒, 并推动活塞杆。随着重迭量 h_{c1} 或 h_{c2} 的增加,

不灵敏区将相应增大, 这就会降低系统的灵敏度和精度。在负重迭情况下 ($l_1 > L_1$ 及 $l_2 > L_2$), 当阀芯处于中立位置时, 工作液进入作动筒腔和动力管路。

负重迭可提高系统的灵敏度和精度, 但由于活塞杆不动时, 工作液流入回油管路, 因而使工作液造成无益的损耗。这些损耗取决于重迭量和径向间隙。正重迭滑阀的无益损耗, 与负重迭滑阀相比, 是很微小的, 其无益损耗主要取决于阀套和阀芯间的径向间隙。在这种情况下, 工作液的泄漏, 既可在阀套的内表面发生, 也可在遮盖节流窗口的阀芯工作凸肩表面之间所形成的毛细管的环形缝隙中发生。

当零重迭时, 也就是当 $l_1 = L_1$ 及 $l_2 = L_2$ 时, 节流窗口的宽度和阀芯工作凸肩的宽度相等。零重迭的理论意义比实际意义要大的多, 因为制造节流窗口和工作凸肩, 在宽度上绝对相等的滑阀实际上是不可能的。这不仅是因为不可能达到精

● 这句话不够全面, 静态精度不仅取决于进油重迭 h_{c1} 及 h_{c2} 的性质, 而且也取决于回油边的 h_{c11} 及 h_{c22} 。——校者

确的测量,而且由于制造阀套和阀芯绝对尖锐的节流边,还存在着工艺上的困难。

微量的倒圆锐边,就可改变特性,使零重迭的滑阀,变成负重迭的滑阀。

决定液压随动系统灵敏度和稳定性的主要参数,是随滑阀行程而变的流量特性。为保证线性特性,必须在给定的压差情况下,同一阀芯位移增量带来同一的流量增量。这点要求只有在阀套内的节流窗口为矩形截面时,才可能得到保证。液压传动中采用的滑阀,为了保证调节系统所需要的特性,其节流窗口的形状和尺寸是各种各样的。

图 5 所示为各种不同结构形式的阀套和阀芯。阀套的矩形截面节流窗口(见图 5a),在这里以一个环形槽出现,它和工作液的节流窗口相通,如要保证小的流量,就得把这种阀套的工作液节流窗口宽度和阀芯直径限制到实际不可能制造的尺寸。

在保证工艺尺寸的情况下,使用带环形槽阀套的一种可能,就是采用带断续工作边的阀芯,也就是将阀芯工作凸肩的端面不是作成平的,而是作成一个个带微小锥度的平面(见图 5a、b)。当阀芯为这种结构时,其节流边移向工作凸肩的外表面上,在这种情况下,要使工作凸肩节流边位于 0.01~0.015 毫米范围内的一个平面上是很困难的。但是采用这种形式的阀芯,就可以在阀套中采用加工和测量方便、并能作成高质量节流边的那种工艺环形槽。对于直径小于 10 毫米、重迭量在 0~0.03 毫米范围内的阀芯和阀套,由于保证阀套的节流边的共面性,不可能精确测量出其边缘宽度和距离,所以配作其重迭量是困难的。

由于制造和检验环形槽式的节流窗口在工艺上存在一些

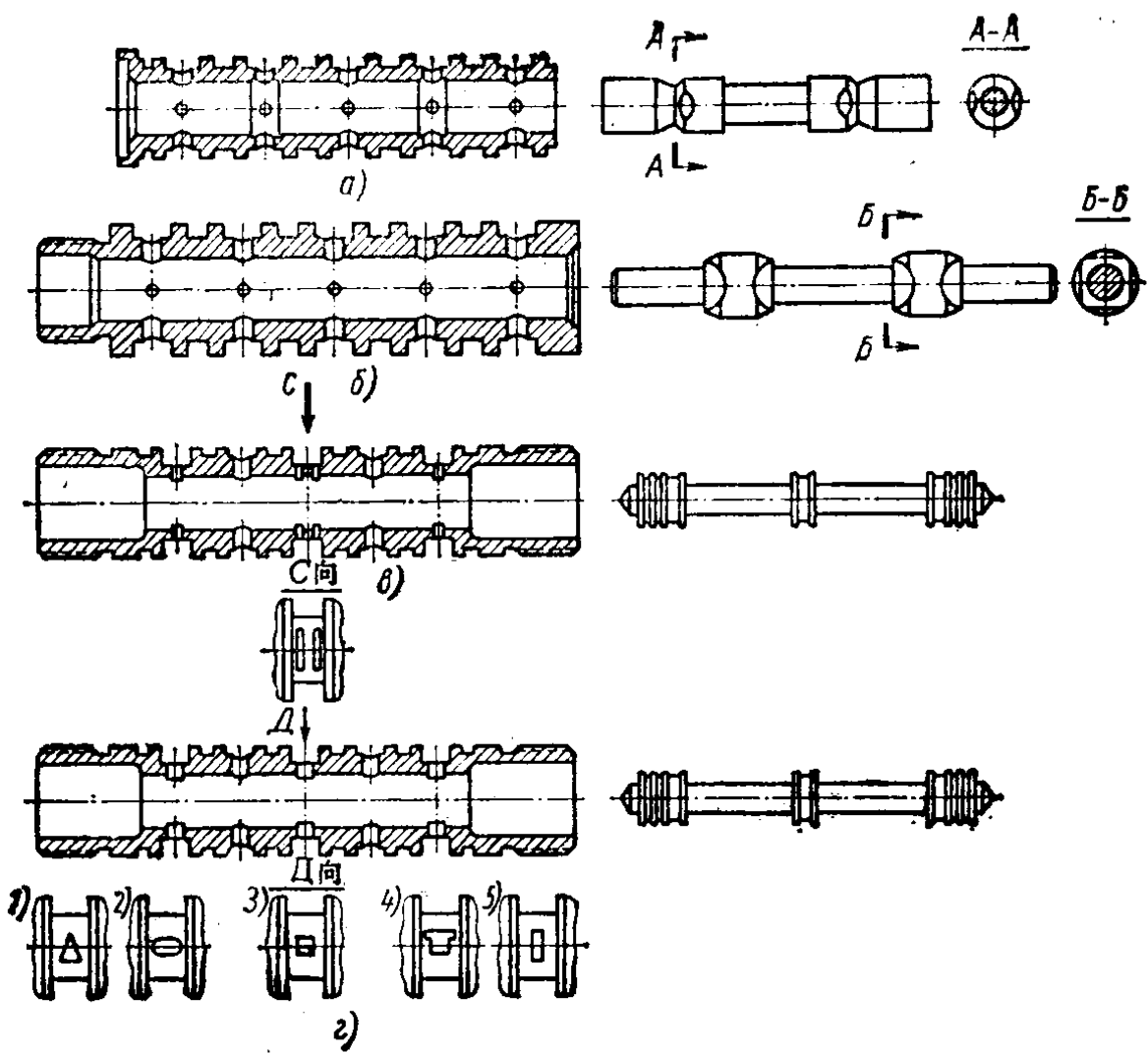


图 5 圆柱滑阀的典型结构

困难,因而迫使人们创造了由一组衬套组成的阀套结构。

图 6 所示为由五个带径向液流孔的衬套组成的阀套, 宽度为 l 的衬套内径大于宽度为 L 的两个相邻并列着的衬套, 这两个衬套直径差的二分之一, 便是油槽的深度。

在这种结构中, 衬套所需的宽度是在平面磨床上进行精加工的, 磨削中需保证两端面有精确的平行度和对轴心的垂直度。此阀套装配后, 必须精研内孔 d_1 , 以达到所要求的精度和光洁度, 因为装配时的变形和衬套两端面对中心的不垂直度会引起孔的几何形状畸变。