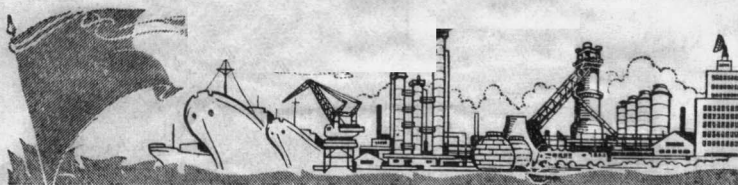


毛主席语录

我们必须打破常规, 尽量采用先进技术, 在一个不太长的历史时期内, 把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

★

射流点位程序控制钻床



工业技术资料

第77号

上海人民出版社

工业技术资料 第 77 号

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷三厂印刷

1971年8月第1版 1971年11月第2次印刷 定价0.03元

射流点位程序控制钻床

上海机床厂

我厂液压车间制造的磨床液压操纵箱及其他液压阀体，规格繁多，每月生产批量却并不大，并要在不大的体积里钻几十个孔，例如 M7120A 平面磨床操纵箱箱体，在 $180 \times 130 \times 70$ 毫米的箱体上要钻 72 个孔(图 1)。对于这种工件，不宜采用专用的多头钻床加工，因此以往一直沿用人工划线——打心冲眼——钻孔，或用钻模板——钻定位孔——钻孔的方法。前种方法效率低，后种方法则要制造大量钻模板(一个操纵箱体六块)，都不能适应多品种生产和产量大幅度增长的需要。

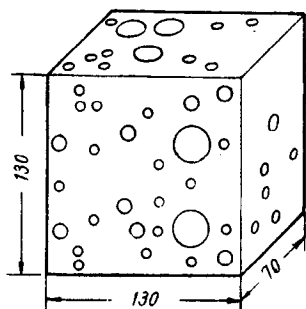


图 1

毛主席教导我们：“我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。”为了满足我厂产品品种和产量大幅度增长的需要，必须打破过去落后的生产常规，采用先进技术。去年六月，液压车间钳床班的工人大胆提出搞一台射流点位程序控制钻床，使液压操纵箱钻孔逐步实现自动化。这一革命建议得到了领导的大力支持，立即组织了以钳床班工人为主体的、有车间技术组和磨床研究所射流组参加的三结合战斗组，共同试制这台机床，争取在七月八日这个光辉的日子以前试制成功，向伟大

领袖毛主席莅厂视察十三周年献礼。

三结合战斗组成立时离“七·八”只有一个多月的时间，能不能在这样短短的时间里搞成这台采用射流技术作程序控制的复杂的自动机床呢？毛主席亲临我厂视察过的液压车间的工人，坚决表示要向“七·八”献上这份厚礼。三结合战斗组以毛主席的光辉著作《实践论》作指导思想，从实践着手，集中群众智慧，分析问题，解决问题。在搞这台机床以前，磨床研究所射流组曾搞过一些模拟试验，但因未与生产结合，存在很多问题。战斗组组织大家认真分析模拟试验的经验教训，批判了关门试验脱离实际的错误方向，决心搞好三结合，密切结合生产实际。同时也总结了模拟试验中的实践经验，肯定了步进油缸等成功的机构，又找出了模拟试验中存在的三个主要关键问题：穿孔带漏气；气液转换器不灵敏；自动定位油缸不准。接着又集中了大家的实践经验，制定了解决这三个关键的新方案：用发信盘代替穿孔带；气液转换器的橡皮薄膜压成波纹形以减少其变形抗力，提高灵敏度；用步进油缸代替自动定位油缸等。战斗组根据厂里条件，因地制宜，土法上马，尽量利用废置部件，苦干加巧干，经过“实践、认识、再实践、再认识”的多次反复，终于在短短的一个多月时间内试制成功了这台射流点位程序控制钻床，向“七·八”这个毛主席亲临我厂视察的光辉节日献了一份厚礼。

通过试制这台机床的实践，使我们对射流技术也有了进一步的认识。主要是：

1. 射流技术比起电子技术来容易被广大工人所掌握，容易搞群众运动。它有简单、可靠，成本低，试验、使用、维修比较方便等优点，为实现机床自动化开辟了一个新的途径。

2. 对射流技术也要“一分为二”，要应用得恰当才能充分发挥它的优点，避免它的缺点（如易堵塞、漏气等）。

3. 要多快好省地实现自动化, 必须充分发挥每种技术的特点, 结合起来应用, 相互取长补短, 在这台机床上就是采用射流、电气、液压联合作为控制手段的。

这台机床有两个尺寸坐标, 用气动射流系统作控制, 液压作动力, 可以自动地用三个钻头同时打完工件上六个面的所有定位孔, 效率比划线高十倍, 比钻模板高二倍, 且减轻了劳动强度, 节约了钻模板。下面简单介绍一下这台机床的控制系统。

一、数字定位系统

这台机床的特点, 就是能根据预定的信号, 工作台在横向和纵向移动需要的尺寸, 用钻头打一定位孔, 然后再移动下一孔要求的距离, 依次类推。从信号到工作台移动需要的距离是怎样实现的呢? 下面分别叙述实现这一动作要求的数字定位系统的各个部分。

(一) 步进油缸

机床上有两层工作台, 分别作横向和纵向运动, 各由一只油缸带动。此油缸结构特殊, 称为步进油缸, 如图 2 所示。当各进油孔都无高压油通入时, 从右端 B 孔通入的低压油把各活塞推向左端, 这时工作台处于零位(图 2b)。当 A_1 孔通入高压油时, 把活塞 a_1 推向右, 直到活塞 a_1 的凸头碰到活塞 a_0 的右壁为止, 此时工作台移动 0.5 毫米。当 A_2 孔进入高压油后, 把活塞 a_2 推向右, 工作台移动 1 毫米。依次类推, $A_1 \sim A_8$ 孔分别进油时, 工作台分别移动 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 74 毫米。这样, 如果要使工作台移动一任意尺寸(从 0.5~201.5 毫米), 那末只要使上述尺寸适当排列和组合就可以做到。例如要移动 73.5 毫米, 只要同时移动 0.5, 1, 8, 64 毫米各尺寸(因 $0.5+1+8+64=73.5$), 也就是使 A_1, A_2, A_6, A_8 各孔进油就可以了。

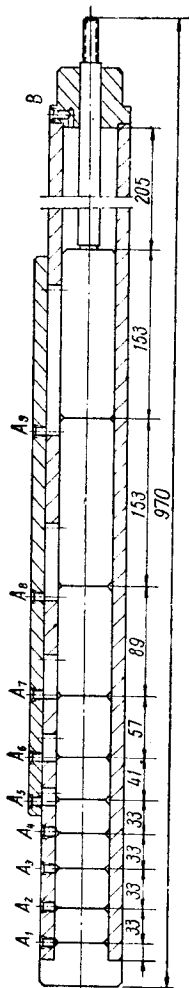
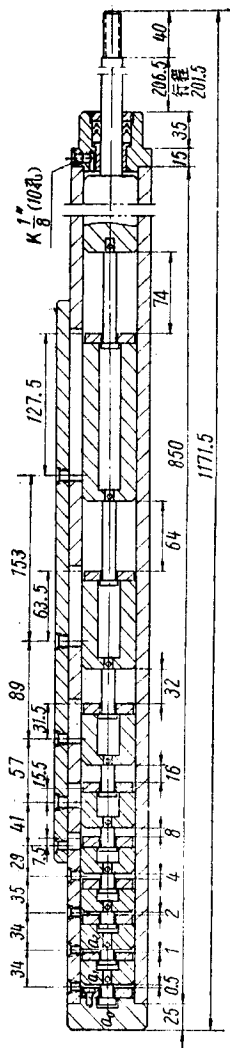


图2 步进油缸

(二) 气液转换器

如上所述,要使步进油缸带动工作台移动某一尺寸,只要使步进油缸的某些孔进油,某些孔不进油就可以了。这些孔的进油或不进油是通过气液转换器来实现的。

图3为气液转换器。图中为左边进气,气推动薄膜把滑阀推向右端,此时进油孔进油,输入油缸。当右边进气时,气通过薄膜把滑阀推向左端,此时进油孔封住,油由油缸从出油孔经回油孔流出。

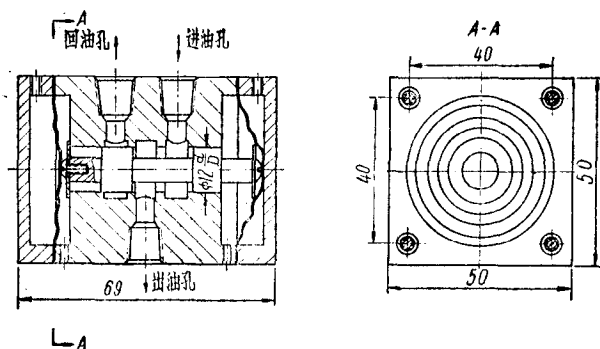


图3 气液转换器

控制气液转换器的气压是很小的,只需 250~300 毫米水柱 (等于 0.025~0.03 公斤/厘米²)。这是因为薄膜的面积较大,产生压力放大作用。作用在薄膜上的轴向推力 $P \approx p \times S$ (p 为输入气压,设为 0.03 公斤/厘米²; S 为薄膜面积, $S = \pi r^2 = 3.14 \times 4 \text{ 厘米}^2 = 12.5 \text{ 厘米}^2$)。所以 $P = 0.03 \text{ 公斤/厘米}^2 \times 12.5 \text{ 厘米}^2 = 0.38 \text{ 公斤}$, 足够推动滑阀。

薄膜用 0.5 毫米厚的耐油橡皮,用模子加热加压制成波纹形,这样可减少变形阻力,提高灵敏度。薄膜既起压力放大作

用，又把气体和液体分隔开来。此薄膜经数月使用仍性能良好，未发现破裂或卡死现象。

x 和 y 方向这两个步进油缸上各有九个气液转换器与其各孔相连。某一气液转换器左边进气，就使步进油缸相应的孔进油，移动相应的尺寸。

(三) 射流线路板

气液转换器的开闭是由射流元件来控制的，这里采用的是或非射流元件。控制 x 和 y 方向两个步进油缸的 18 个气液转换器的 18 个或非元件装在图 4 所示的线路板上。每一个或非元件的两个输出孔分别接在气液转换器的两端，当或非元件的控制孔无控制信号时，元件 a 输出孔有输出气进入气液转换器左气室，气液转换器通油；当元件有控制信号时 b 孔有输出，把气液转换器封闭。

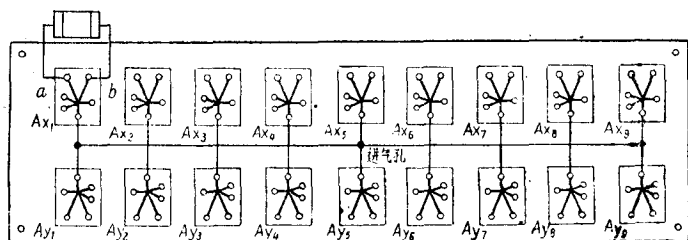


图 4 射流线路板

因此，要使步进油缸的某几个孔通油，只要相应的几个或非元件控制孔无控制信号就可以了。

(四) 发信装置和编码法

综上所述，如果要使步进油缸带动工作台移动某一尺寸，如在 x 方向移动 73.5 毫米，那末只要 x 方向的 Ax_1 , Ax_2 , Ax_5 , Ax_8 各或非元件控制孔上无信号便可（分别使油缸移动 0.5, 1,

8, 64 毫米, 总共 73.5 毫米); 如果同时叫 y 方向移动 10 毫米, 只要 Ay_8, Ay_9 两个或非元件无控制信号。如何使这些元件有时有控制信号, 有时无信号呢? 这是通过发信装置来实现的。

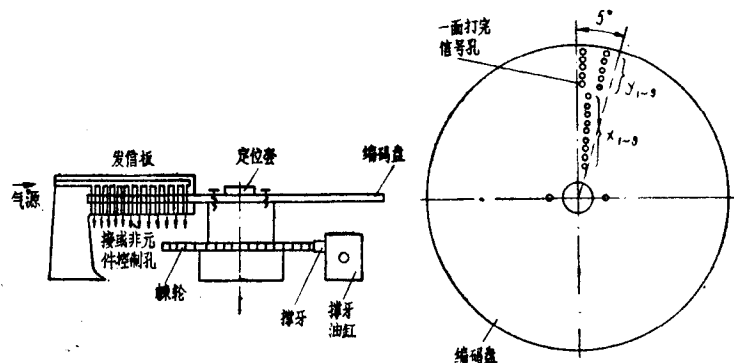


图 5 发信装置

发信装置(图 5) 由棘轮分度机构、发信板和编码盘组成。编码盘上每 5° 有 21 个孔, 里面一排 11 个孔中实际用 9 个(两个备用), 分别对准发信板下面九个信号接收孔, 连接 $Ax_1 \sim Ax_9$ 各元件控制孔。外边两排 10 个孔中 9 个孔(一个孔用于控制动作)分别对准发信板下面九个信号接收孔, 连接 $Ay_1 \sim Ay_9$ 各元件控制孔。盘上各孔做成圆锥形, 可以放入 $\phi 2.5$ 毫米钢珠, 当发信板上面各孔流出的气流遇到有钢珠的孔时, 气通不过, 此时相应的或非元件无控制信号, 元件使气液转换器打开, 使步进油缸移动相应的尺寸。如在 x 方向移动 73.5 毫米, 只需在 x_1, x_2, x_5, x_8 孔上放上钢珠。未放钢珠的孔通气, 使或非元件有控制信号, 把气液转换器关闭, 相应的尺寸就不动。

在此编码盘上每一方向(x 和 y) 的九档两进制编码数字列于表 1。根据这些数字, 可以列出 0.5~201.5 之间为 0.5 倍数的任意尺寸, 共 403 档。例如, 某操纵箱一个面上有 10 个孔, 坐

表 1

编 码	1	2	3	4	5	6	7	8	9
尺 寸	0.5	1	2	4	8	16	32	64	74

标尺寸如图 6 所示, 那末可以列表 2, 根据表 2 的编码在码盘上放上钢珠。

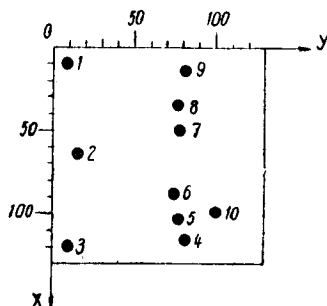


图 6 某操纵箱一个面上的尺寸

表 2

序 号	坐 标 编 码	x 轴		y 轴	
		尺 寸	编 码	尺 寸	编 码
1		10	3, 5	9	2, 5
2		65	2, 8	17	2, 6
3		120	3, 4, 5, 7, 9	9	2, 5
4		116.5	1, 3, 5, 7, 9	80.5	1, 3, 4, 9
5		108	3, 7, 9	78	4, 9
6		90	6, 9	78	4, 9
7		51	2, 3, 6, 7	78	4, 9
8		33	2, 7	78	4, 9
9		13.5	1, 2, 4, 5	80.5	1, 3, 4, 9
10		99	2, 5, 6, 9	100	3, 5, 6, 9

编码盘由棘轮机构带动而分度,每打完一个孔,棘轮由油缸驱动转动一格(5°),编码盘转过 5° ,盘上的各编码孔与发信板对准。

如果加工的操纵箱换了一种规格,那末只要根据图纸,重新编码一次,把码盘上的钢珠调整一次就行了。

二、程序控制系统

上面部分叙述了每一孔从信号到定位的动作原理,但每一操纵箱上有好几个加工面,每个面上有若干个孔,要加工好全部的孔,需要连贯的程序动作,这是由另一射流线路板通过控制有关的机械、液压装置来完成的。

(一) 液压、机械装置

1. 头架(图7) 头架体内装有三根主轴,转速1500转/分,由0.8瓩电动机通过皮带、齿轮传动。中间轴又是小油缸的活塞,小油缸下面设一连接板带动三根主轴同步上下。小油缸外面为一大油缸,其行程最大为130毫米,用作头架升降。大油缸活塞的升降由装在其下端的自动定位伺服阀控制。小油缸活塞升降由一只两位五通气液转换器控制。

2. 自动定位伺服阀(图8) 该阀共有五处进出油口(A、B、C、D、E),当E处进信号压力油时(图示已来信号),使阀套2向下,这时A处压力油通过阀体1下面沉割与深孔,阀套2滑阀3的开口进入D使大油缸上端进压力油(大油缸下端的油由B处通过阀体1沉割及阀套2滑阀3开口进入C回油池),使大油缸活塞带着伺服阀一起向下移动,当杠杆与加工工件表面接触后使滑阀3向下拉,当滑阀3的边与阀套2开口边全部遮住时,B、D两处进出油关闭,这时大油缸活塞就自动定位固定不动。当E处信号油消失后,由于弹簧5作用使阀套2向上

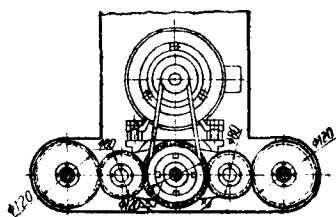
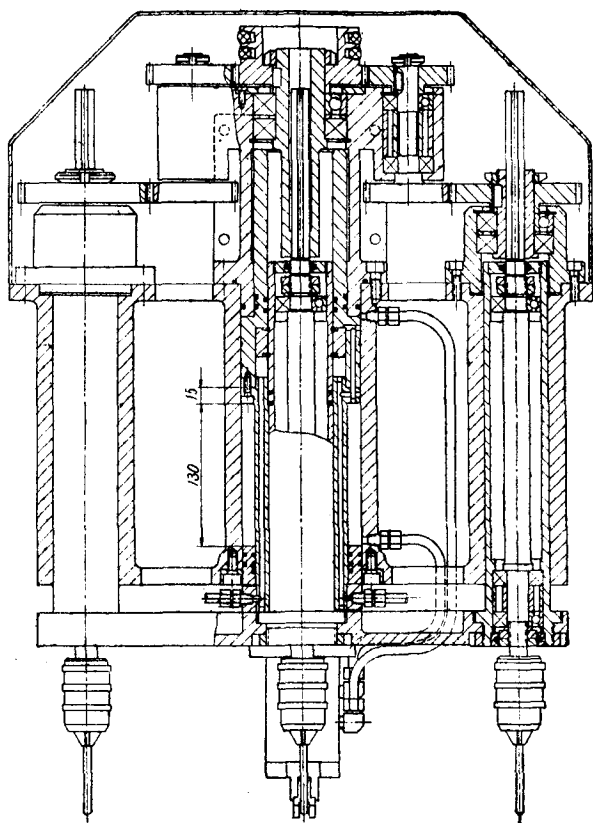
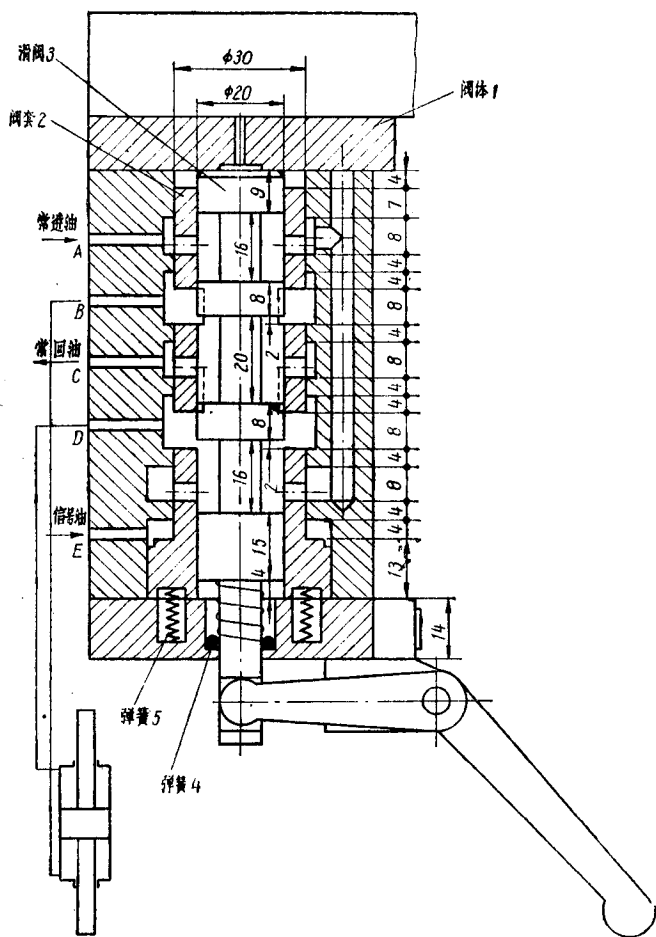


图 7 头架



复位,这时A处油液进入阀体1上面沉割,阀套2与滑阀3的开口进入B处,使大油缸下腔进压力油向上移动(大油缸上腔的油通过阀体1 阀套2 滑阀3 中间沉割至C处回入油池)。

当大油缸活塞向上,伺服阀也同时向上,由于杠杆离开工作表面,弹簧4使滑阀3退回,这时使大油缸活塞快速上升至原始位置。

3. 工作台和夹紧气缸(图9) 工作台分上下两层,上工作台纵向(y 方向)移动,下工作台横向(x 方向)移动。导轨上放两排滚柱枢使移动灵活轻便。工作台各由一步进油缸带动。

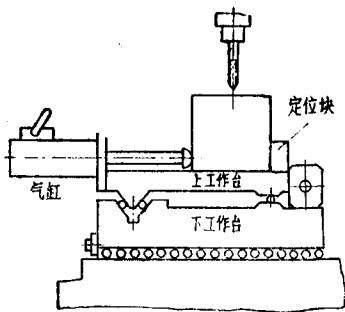


图9 导轨、工作台和装夹

上工作台上 x 和 y 方向两个基准面,作工件安装基准。当步进油缸处于“零”位时,钻头对准基准零位。工件的夹紧

由三个气缸夹持,气缸开关用手操纵。

(二)射流控制部分(见图10)

射流线路板由六个元件(两个双稳元件、两个或非元件、两个与门元件)组成,与有关附件配合,完成如下动作:

(1) 工件定位夹紧后,开机床油泵。手撤大油缸下降按钮 K_1 ,使双稳元件2稳于左边,使气液转换器B有油压输出,此时自动定位伺服阀D孔出油,大油缸快速下降。当杠杆碰到工件后,大油缸立刻停止。

(2) 杠杆碰到工件时,杠杆上的气动触头接触工件,触头进气不能流走,左边输出口就有气输出(图11)。此气信号一方面使或非元件6切换,使气电转换器通电(图12),马达带动钻头

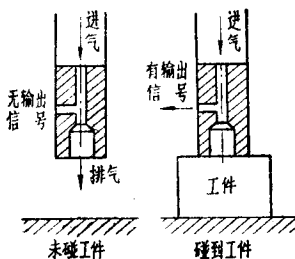


图 11 气动触头

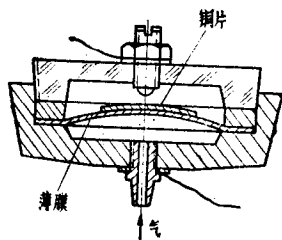


图 12 气电转换器

旋转；另一方面通入与门元件 3，因为此时小油缸处于上端位置， C_1 孔通气入元件 3，与门 3 有信号输出，输入双稳元件 1，使元件稳于右端，使两位五通气液转换器 A 右端有输出，一方面使棘轮分过一度，使工作台按分度盘信号移动一尺寸；同时使小油缸向下。因单向节流阀可调节小油缸下降速度，使钻头碰到工件前工作台已移动完毕。

(3) 钻头向下，在工件上打出定位孔。当小油缸下降到最低位置时，发信阀 C_2 通气，使双稳元件 1 稳于左侧，气液转换器 A 左侧出油，使小油缸快速上升。

(4) 当小油缸向上时， C_1 通，打下一孔的循环开始。如此循环下去，直到一个加工面上最后一个孔时，此孔信号上“一面打完”信号孔(图 5)上放有钢珠，此时或非元件 5 无控制信号，元件 5 左边有输出，与钻头下降到 C_2 时发出的信号合成，与门元件 4 有输出，把双稳元件 2 切向右边，把 B 阀关闭，伺服阀 B 孔出油，使大油缸上升；同时触头脱离工件，钻头停止转动。

(5) 工件翻过一面，继续上述动作，直到六个面打完。当工作台移动尺寸不正确或其他事故发生时，可转动大油缸上升开关 K_2 ，使双稳元件 2 左控制孔接通气源，大油缸快速上升，避免事故发生。

(三) 电气部分

电气原理见图 13。油泵开停由按钮操纵，主轴转动由气电转换器控制。

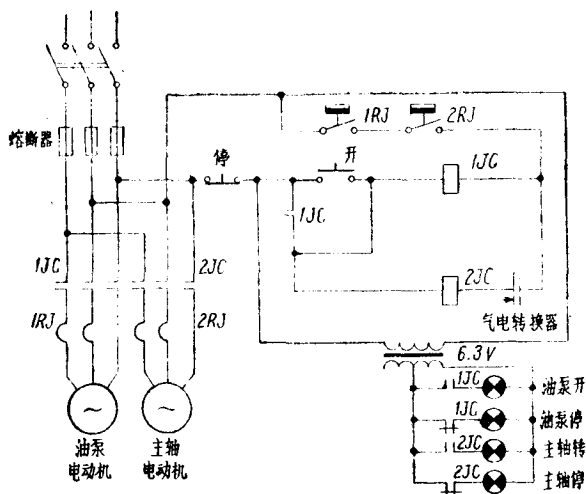


图 13 电气原理图

三、存在的问题及改进方向

我们从上一阶段的实践中证实，上述的数字定位系统和程序控制分流基本上是可以应用的，但是也存在不少缺点，在使用中也要注意一些问题，从今后的实践中不断改进和提高。主要问题如下：

1. 射流元件气源要经过过滤 本机床中先经油水分离器滤去空气中油雾和水分，再经过滤砂滤水用的砂芯过滤气中的灰尘。经这两道过滤基本上滤清。但元件上用久时仍有些油和水，要定期清洗(几个月一次)。供给元件的定值器压力调整为