

国外射流技术

第二辑

上海科学技术情报研究所

国外射流技术

(第二辑)

《国外射流技术》编译组

*

上海科学技术情报研究所出版

新华书店上海发行所发行

上海东方红印刷厂印刷

*

1971年5月出版

代号: 1634015 定价: 0.2

(只限国内发行)

撕书: 慢扫 编号

毛主席语录

全世界人民团结起来，打败美国侵略者及其一切走狗！

自然科学是人们争取自由的一种武装。人们为着要在社会上得到自由，就要用社会科学来了解社会，改造社会进行社会革命。人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。任何事物内部都有这种矛盾性，因此引起了事物的运动和发展。事物内部的这种矛盾性是事物发展的根本原因，一事物和他事物的互相联系和互相影响则是事物发展的第二位的原因。



TP 6
K 37
:2
C.1

国外射流技术

第二辑

《国外射流技术》编译组

目 录

1. 射流技术的优缺点·····	D.C.Bain 等·····	(2)
2. 用射流元件的数字控制机床·····	H.P.Stal ·····	(5)
3. 船用柴油机的气动控制·····	A.C.Law ·····	(15)
4. 液面控制装置·····	R.B.Adams ·····	(22)
5. 液面控制装置·····	W.A.Boothe·····	(26)
6. 涡流模拟速度传感器·····	S.J.Przybylko ·····	(29)
7. 差动流体放大器·····	F.M.Manion ·····	(31)
8. 气动紊流放大器·····	R.N.Auger ·····	(38)
9. 使用射流器件的简单逻辑线路·····	K.Foster 等·····	(44)
10. 采用气动逻辑元件控制的六角车床·····		(49)
11. 在无压时的射流放大器工作·····		(54)

第三辑预告

射流在数字控制机床上的应用

射流技术的优缺点

D. C. Bain 和 P. J. Baker

优 点

射流的优点可分为以下几点：(1)环境上的；(2)界面；(3)灵敏性；(4)可靠性；(5)价格。降低价格，固然非常重要，然而通常总是与上列其它优点结合而产生的，因此放在最后讨论。

环 境 上 的

射流技术受环境的影响较小，无疑是其主要的优点。假定系统的设计优良，并用较好的材料制成，则有迹象证明，附壁元件能耐受十分恶劣的环境条件。

射流在环境影响方面的优点如下：(1)能耐高温、低温、热震、冲击、振动、重力负载、腐蚀气体以及离子辐射；(2)不受电磁辐射的影响；(3)在爆炸性气体中，有安全性。

射流技术在环境方面的优点，其中显示重要性的工业部门有：(1)星际航行；(2)水运业；(3)机床(范围有限制，如偏心压力机)；(4)原子核；(5)医学(范围有限制，如杀菌和手术室的安全)；(6)加工工业，如化学、煤气、石油、钢铁、食品和采矿等；(7)其它(范围有限制，如混凝土振动器、矿石粉碎机等)。

一般说，环境越恶劣，射流同其它技术相比较就越有吸引力，在极端恶劣的环境下，射流则是一种很好的解决办法。

界 面

在许多系统中，当所用的工作介质不止一种时，就发生界面问题，例如压缩空气推动电子逻辑线路。有些形式的界面设备不可靠，而另一些则很贵，为了改进可靠性和降低价格，尽量减少界面的数目，甚至完全取消界面。

射流系统倘若在一个介质中工作，例如气动传感、逻辑和驱动，则具有好处。气动和液动系统广泛应用于各工业部门。因此，射流控制是值得认真考虑的，特别在输入端和输出端很多的逻辑回路中，尤为重要。

传 感

射流传感器在价格便宜、简单和可靠性上都有很大优点。由于使用了空气，最普通的应用方法是可遮断的喷嘴和背压传感。除了位置探测外，空气测头允许对物体的尺寸测定和控制达到非常精确的程度，而不受物体材料的影响。

对大量应用射流技术的各工业部门进行的研究结果表明，大多数已应用了某种形式的射流传感器。

可 靠 性

关于射流技术的可靠性*,一般认为射流技术中没有可动部件,因此没有磨损,这种说法过于简单化。没有可动部件的磨损可能意味着寿命长,但不一定是可靠的。同时射流元件一般只是实际控制系统的一部分,而其余的组件也可能出毛病。最后还有污染这一复杂问题。有证据表明,空气过滤得净的话,紊流放大器和膜片元件都是可靠的。但也有大量的证据表明,对某些类型的附壁元件来说,为了具有必要的可靠性,必须使用高标准的纯净空气作为工作介质。射流技术显然具有获得极高可靠性的潜力,但还有待于进一步证实。

任何系统的可靠性通常还取决于维修情况。射流元件也需要定期维修,只是次数可比其它系统少些。维修必须简单易行,费用便宜,使半熟练人员也可进行,而不至于在检查故障的过程中,伤害自己或损害设备。这样,就不需再从机械和电子行业去找专门人员,来进行维修。

价 格

通常都说流体系统便宜。但这种一般性的说法并无意义。任何价格的比较,都必须在具体的应用场合中进行。同时还必须注意,不能从设计不良的系统去进行比较,以引出错误的结论。同时在考虑到射流技术的将来进展时,也必须预计到其它技术的改进。

目前,价格还不能作为射流技术的一般优点。降低射流部件造价的潜力确是很大的,但在许多控制系统中,这不过是总价值中的一小部分。

缺 点

要对射流技术的缺点进行认真研究,特别是在目前发展的初期阶段。有些缺点只是暂时的,在进一步发展中将会消失。但这些缺点在一、二年内仍然将限制或延迟射流技术在许多应用方面的发展。

射流系统的性能一般地比机械和液压系统优越,但与最新的固体电子技术相比较,就差远了。

射流技术的缺点通常由下述一个或几个原因引起的:(1)由于信号响应和传送的速度比较慢而受到的限制;(2)缺乏关断能力;(3)由于目前处于发展初期而形成的局限性。

信号的响应速度和传送速度

由于声速的限制,射流信号冗长距离的传递是比较慢的,同时还有个信号衰减和相移的问题。

基于同样理由,射流系统的响应速度同电子系统相比较,是非常缓慢的。对工作速度十分重要的复杂逻辑线路来说,射流技术是不能应用的。

缺乏关断能力

无可动部件的射流装置缺乏关断能力。在间歇操作和周转时间长的系统中,由于不断

* 可参阅 A. R. Adler 所著的“评价射流系统可靠性的技术”,译文登在本刊第一辑,第 4~8 页。——编者注

地消耗动力,对射流技术很不利。同时目前的许多装置还不能直接控制流体动力。譬如,某些附壁元件只能恢复输入功率的15~20%。

目前存在的以下这些缺点大都是由于还处于初生阶段所造成的:(1)元件性能的不一致性,特别是附壁元件;(2)设计资料的缺乏,有时连基本资料和原始特性的资料都十分稀少;(3)测试仪表的缺乏;(4)性能一致的商品模拟元件很少;(5)目前射流元件及组件的价格昂贵;(6)获得辅助设备的范围很有限;(7)关于射流系统的性能和可靠性,尚缺乏长期的统计资料。

结 论

一切射流技术系统跟电子系统相比较,都受到信号的传递速度和响应速度的根本限制。因此,不适用于高速动作,特别是含有复杂逻辑运算的场合。另一方面,对于间歇周期较长的非连续动作来说,由于无关断能力,纯射流系统的动力消耗很高。

射流技术理想的应用看来适应以下场合:存在环境上的问题,能应用射流传感器的多输入系统。要求适度的逻辑运算以及能应用流体执行推动的多输出系统。

(译自 “The advantages and disadvantages of fluidics”,
«Hydraulic Pneumatic Power», Vol. 15, No. 175,
1969, p. 397~400.)

用射流元件的数字控制机床

H. P. Stal

本文介绍了一种用射流元件组成的数字点位控制的模型, 该模型由一行程测量系统、一驱动元件及一逻辑系统所组成, 该控制装置几乎可装在所有的机床上。射流元件的反应较缓, 故其控制必须由粗转为精, 同时定位应在每一级内具有相应的速度。文中将说明对于不同控制系统的控制方式。

一、引言

机床通过数字控制可以自动控制刀具对工件的相对运动, 甚至速度的选择及其它的操作过程均可由数字来确定。数字符号可通过穿孔带、穿孔卡片和磁带等输入给机床。几乎所有我们所知道的数字控制系统都应用电子控制, 若能成功地应用气动控制, 则从射流系统的可靠性和价格方面来说, 无论目前和将来, 均可同电子系统相比。

射流元件的优点是不受温度和辐射的影响, 若采用陶瓷材料, 则元件还可耐高温。另一方面, 射流元件在工作中受脉冲波和声波的影响, 因此, 最好是采用封闭式装置, 并采用隔音材料。

荷兰机床研究所设计了一种紊流放大器, 特别适用于逻辑线路^[1], 同时还收集了数字控制中相当缓慢工作的元件的使用经验。因此, 决定在数字点位控制装置中采用射流紊流放大器。由于定位需要, 射流元件组成一个作用范围较大的系统, 因此, 需对此特别详尽地进行介绍。信号输入的方式为速度与刀具选择范围的扩大提供了可能。本文在一般说明之后, 将介绍所选择的控制系统和使用线路。

二、测量系统

直接的和间接的测量系统

在间接测量中, 拖板的移动量是通过齿条和小齿轮或丝杆和螺母来测量的(图1); 直接测量中, 则用直线尺来测量拖板的运动。间接测量系统一般会产生机械增量。例如, 若要确定一丝杆的回转角(丝杆导程为 H), 直接装在半径为 R 的编码盘上, 则得机械放大量为 $2\pi R/H$ 。间接测量系统会产生附加误差, 它是受螺距误差、丝杆和螺母间的间隙、丝杆轴承间隙、因扭曲和温度影响所引起的变形及齿轮的间隙等因素所决定的。目前有滚珠丝杆, 在丝杆上拼紧两只螺母, 可避免产生丝杆间隙, 而且可减小摩擦。

绝对系统和增益系统

在绝对系统内, 工件的尺寸必须在每一个使用的座标方向上表示出零位及基准点, 这个

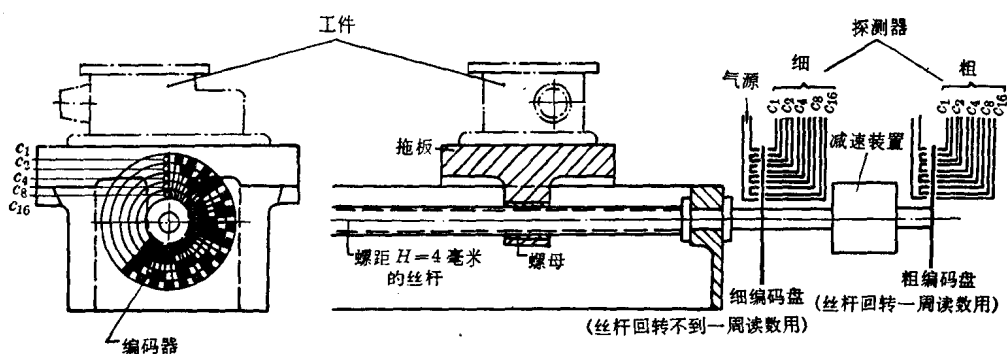


图1 带绝对式编码测量系统的间接测量装置

优点是从通常的测量方法中得出的。工件在机床上夹紧时，测量系统的零位要同工件上相应的基准点吻合。校正是需要的，但当工件在机床上移动时，不能经常进行校正。如工件经常使用专用夹具，则可不进行此种校正。在这种情况下，调整系统的零位必须校正。因此，大多是用机械方法在换能器和移动部件之间先进行校正，例如将丝杆上的编码盘回转。用改变信号输入的方法校正需要进行相当麻烦的计算（二进制码的减法或加法）^[2]。绝对系统的最重要优点是在馈电中断后或出现另一误差后，具有自动校正的特性。因此，作为错误脉冲的结果而失去信号或存储错误信号的储存元件，可不再需要。因为绝对式编码盘对于每一数字均具有自己的脉冲图，所以必须各自选出每一个比特（Bit——二进制信息单位）（见图1）。探测头必须具有一定的最小尺寸，以便发出足够强的起始信号。脉冲图相当粗略，其分辨率是有限的。故绝对式编码器仅使用于间接测量中。

在增益系统内要根据前述情况来决定新的情况。图中的尺寸也要用这种方式来注明或在调整系统内相应作出计算。输入与输出信号均在计数器内进行比较。与绝对式编码尺相反，由于换能器具有自复的格子形测视图，因此可以进行多次的平行探测。这样可产生一个强的起始信号，从而减少了格子内的误差。实际上，该原理是在光电系统内实现的，它是用两个相同的光栅迭加而成的，其中一个固定在移动部件（拖板）上，另一个固定在床身上。用这种方式可获得1脉冲/微米的高分辨率，甚至在直接行程测量时也可达到。

增益系统的另一优点是零点变更很方便，通过将计数器零位调节到任意位置可做到这点。增益系统的主要缺点是对误差脉冲反应灵敏，该脉冲作为累积误差会引起定位偏差。

三、数字控制中使用射流元件时出现的问题

用数字控制进行定位分析有困难，在使用射流元件时也出现困难，这些困难是：(1)射流换能器的最高分辨率；(2)系统最高分辨率和拖板速度间的关系；(3)在所需要的移动元件内中止的条件。

换能器的最高分辨率

完全由射流元件组成的记数换能器很容易设计。在需测量相对运动的机床部件之一上置一气源，在另一部件上置一具有以相等间距分布的孔的尺，气流即在此尺上或经过孔通过或被隔断（图2）。当气流通过孔时，尺的接收器上在相对于孔的一面受到了压力作用。如

不用尺, 也可用圆板(见图1)。在这种换能器内要获得最高的分辨率有相当的困难, 因为它要受到孔的最小允许中心距和其直径的限制。一方面, 孔的大小应使气流通过时, 能形成一个足够大的起始信号; 另一方面, 孔间的距离要能割断气流。因此, 孔的间距为 0.6~1 毫米, 孔径为 0.3~0.5 毫米最为合适。但按照这样的尺寸数值, 所得的分辨率是太低了, 超过了允许范围。对机床来说, 分辨率一般为 0.01 毫米, 有时坐标镗床要求的分辨率为 0.001 毫米。所以射流换能器仅使用于直接测量系统内, 分辨率至少要提高 100 倍。使用螺距为 5 毫米的丝杆, 在其上固定一直径为 150 毫米的编码盘, 即可达到上述要求。在增益系统内, 分辨率还可继续提高, 可以使用二只探测器, 互相间隔 1/4 孔间距。使用一简单的逻辑操作, 即可获得每孔间距四个脉冲, 同时可分辨运动的方向。

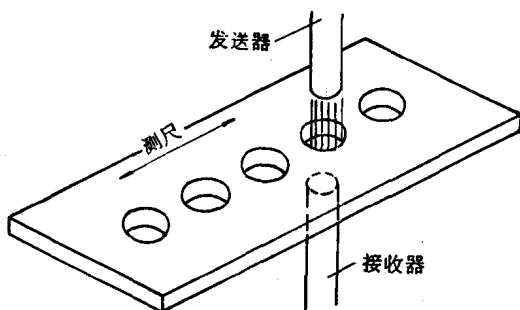


图2 气动式数字测量

最高的分辨率及拖板速度

假设, 运动部件具有稳定速度 v , 系统的最高分辨率数值为 B (图3)。在一定的时间 t_0

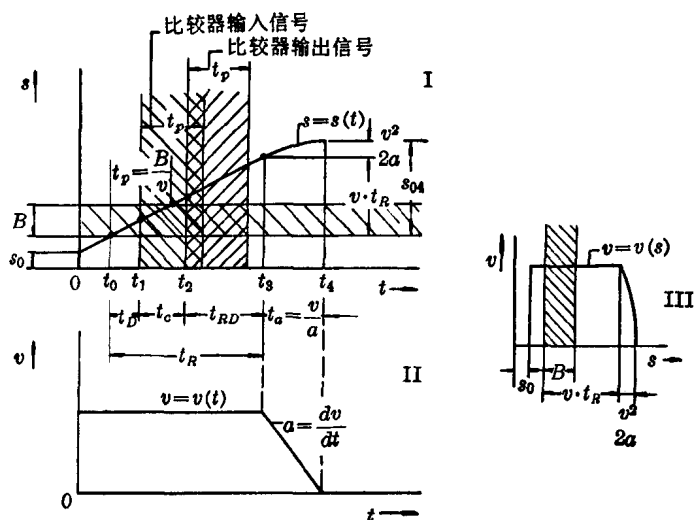


图3 拖板在达到所要求的间隔时的停止

内, 传动元件达到了极限, 换能器开始向控制装置发送信号, 但是信号要在延迟时间 t_D 后, 才在 t_1 时间内到达控制装置, 该延迟时间是受所用的传播方法(电子或空气)和换能器与控制装置间的连接长度影响的。为了确定实际数值和标准数值间的相同性及将此结果转换为 t_2 时的起始信号, 控制装置需要一定的处理时间 t_0 。此时, 运动部件则以稳定的速度 v 走过一定的路程, 甚至它还可能离开传动元件。随后, 比较器的起始信号作用于运动部件的任一驱动部分(例如气动或磁性的离合器或制动器)。若需要一定的转换时间 t_{RD} , 则稳定速度 v 的周期末端达到瞬间 t_3 , 从此瞬间开始进入延迟过程。为简化起见, 设定一不变的延迟过程 a , 运动部件在 t_4 时间内, 经过延迟时间 $t_4 - t_3 = t_a = \frac{v}{a}$ 后停止运动。在最后周期内所走过的路程为 $\frac{v^2}{2a}$ 。在 t_0 到 t_4 时间内, 所走过的总路程 s_{04} 为:

$$s_{04} = v \cdot t_R + \frac{v^2}{2a} \quad (t_R = t_D + t_0 + t_{RD})$$

驱动具有宽度 B 的传动元件 (速度保持不变) 所需的时间为 $\frac{B}{v}$ 。

在同样长的时间内, 换能器的信号作为比较器的输入信号, 通过延迟时间 t_D 。若比较器的处理时间为 t_c 及操作时间内的平行输入信号均可使用 (这是在比较器静态工作时的情况), 则处理时间 t_c 可以不超过信号存在的时间, 即 t_p 。这样即得:

$$t_c \leq t_p \quad \text{和} \quad t_c \leq \frac{B}{v}$$

由于静态操作可避免在动态操作时因脉冲传播而产生的误差, 故模拟试验选择了可进行信号静态处理的条件。

当然, 比较器的输出信号作用的时间 t_p 必须能控制传动系统的离合器或制动器。如有必要, 该时间通过储存元件或时间延迟作用很容易延长。图 4 所示为比较器在静态操作条件下, B 和 v 之间的推导关系。取其中一例: 在速度 $v=6000$ 毫米/分 (此速度为一般机床所采用) 和分辨率 $B=0.01$ 毫米时, 静态处理时间 $t_c < 0.1 \cdot 10^{-3}$ 秒。

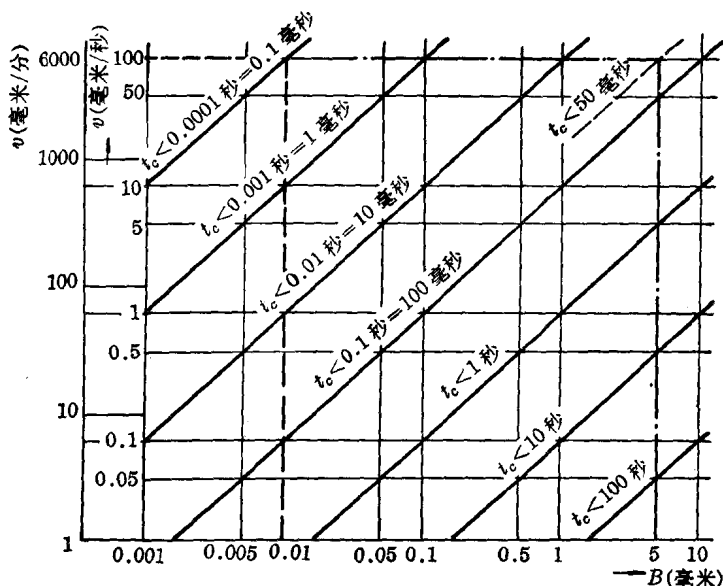


图 4 在比较器不同的切换时间 t_c 内, 允许拖板速度 v 和间隔宽度 B 之间的关系

若使用电子构件, 并无很大困难。但射流元件的信号输送时间为 1 或 2 毫米/每元件; 此外, 在比较器内串联连接 8 个或更多的元件, 它们通过具有一定长度的软管连接。这样, 所得的射流比较器的加工时间比 0.1 毫秒更长。静态处理时间的范围在 20~50 毫秒内, 后者数值可在速度 $v=6000$ 毫米/分时, 获得一可靠的低分辨率, 即 $B=5$ 毫米。通过分级定位可解决问题。现在开始一般都采用很高的速度和较高的分辨率。若已进行了粗定位, 则在控制系统内获得较高的分辨力及较低的速度。静态操作时, 在任何级内都可满足不等式

$$t_c \leq \frac{B}{v}$$

传动元件在一定时间内的停留

在不等式 $t_c \leq B/v$ 条件下, 传动元件 B 不能按希望在一定时间内停留 (见图 3)。如上所述, 先决条件是:

$$B \geq \frac{v^2}{2a} + v \cdot t_R$$

在这方面,射流控制与电子控制相比较并不差,因为 t_R 的重要分量,到驱动开始的延迟时间 t_{RD} 以及两个系统的延迟过程 a 都是相等的。

若允许超越,则运动部件首先可以高的速度来带动所需要的传动元件。在停止后,运动方向改变,运动部件在一定的间隔内重新返回(图5)。在 b 的情况下,返回的速度应小到足以使运动部件停留在所需的间隔内。在 a 的情况下,传动元件却往相反的方向移动;在重新返回后,拖板才停留在所需的间隔内。在 c 的情况下,加速过程在返回后,同延迟过程一样长短,同时进入间隔的往复速度也是相同的,移动部件即在所述间隔内作往复运动。控制过程是稳定的。

为了避免超越此间隔,有必要在到达要求地位前,减低运动部件的速度。对于每一级来说,预发信号必须适应距离 A (图6):

$$A \geq \frac{v^2}{2a} + v \cdot t_R$$

在“慢”控制系统内,拖板速度快时的预发信号应由一换能器内导出,该信号要比规定的最后起作用的更粗,以适合下列关系式:

$$\frac{B}{v} \geq t_0$$

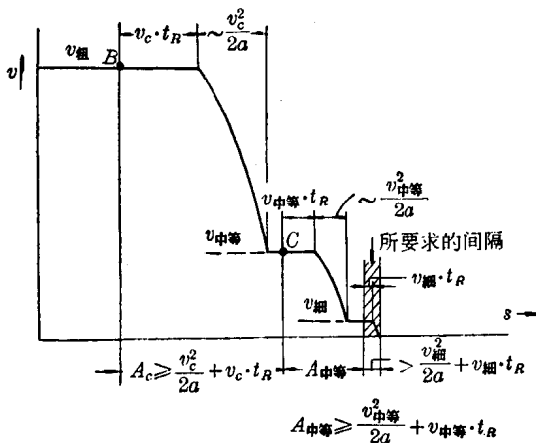


图6 在到达所要求的间隔前,减速的信号

在该间隔内进行连续的定位。必须指出,即使在所述之例内不出现超越 c_8 的间隔,但在粗定

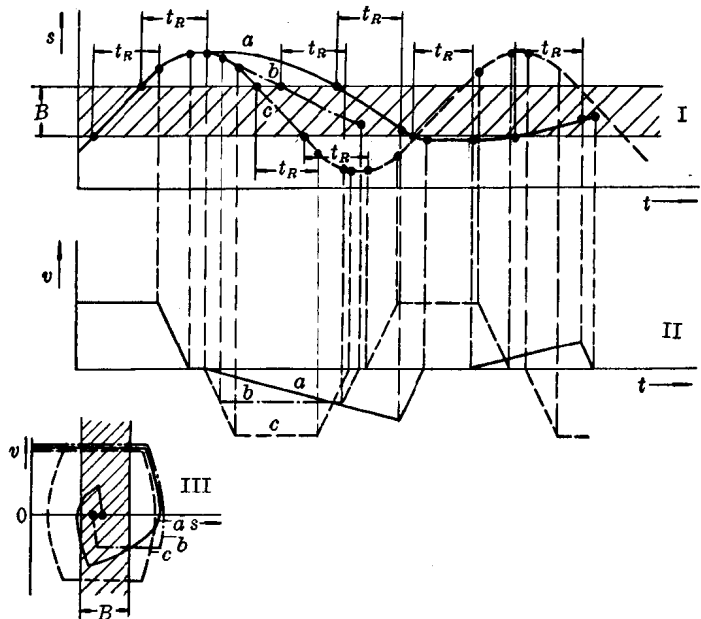


图5 在所要求的间隔内拖板的停止

图7所示为该信号对增益系统的作用情况。若运动部件进入粗的间隔内时,在确定的分辨率范围内开始进行脉冲计数,在粗间隔内存在所需要的细间隔。特别在粗间隔的背部进行细调是很费时的。

在一个具有绝对式完全二进位的编码器的系统内,由于比特的连续,提高了分辨率。因此该系统非常适合于分级调节,所具有的速度与分辨精度相适合。图8所示之方法,由编码器 c_8 和 c_1 给出了间隔,在

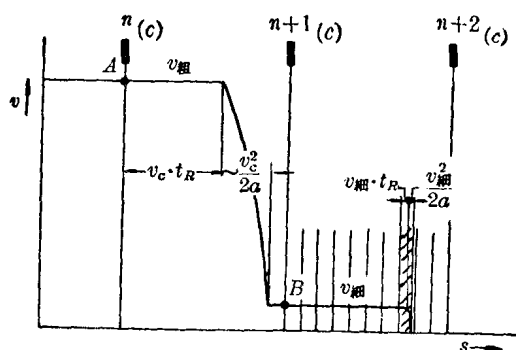


图7 在十进制测量系统内,到达所要求的间隔前,减速的信号

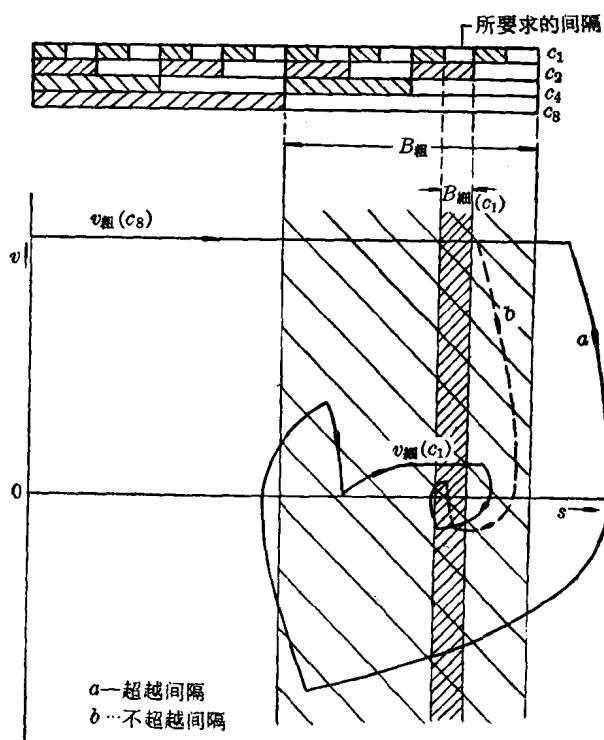


图8 在二进制测量系统内,终端位置的超越

位时, 仍然可能在 c_1 间隔内出现超越。若不希望发生这种情形, 则在绝对系统内也必须给以一个降低速度的信号。为此, 必须在表示所需部位的数字上再加上一定的数值, 或减去一定的数值。在绝对式编码器内进行该项数学计算时, 需用一个计算器。这样, 预发信号储入输入信号机构内可更简便些。前述说明同样适用于具有二十进制编码的系统。在十进制级内可以进行控制。

四、使用射流元件的数字控制系统

在第一节内所述的数字控制系统, 使用具有五个十进位小数点的二进制十进制编码器的绝对式数字系统。由于程序化方便, 选择了十进制编码器。有关编码器的详细情况在下节内叙述。

该系统为一点位控制系统,在该系统内,超越是被允许的。因使用了射流换能器,故必须使用间接测量系统。

模型试验时,拖板由一螺距为 5 毫米的丝杆来拖动。在丝杆上装上一块直径 $D=150$ 毫米、圆周上有 500 个数字分度的编码盘。这样可获得 0.01 毫米的分辨度,对于大多数的加工和机床来说,已经足够了。第二块绝对式编码盘由一减速比为 1:200 的丝杆驱动,其圆周上有 200 个数字,以绝对编码记下丝杆的回转过程。行程距离为 1000 毫米。丝杆通过一只变速器,由一台电动机以稳定转速拖动。由磁性离合器相联的齿轮使丝杆具有三种转速,以 500:10:1 的速度比回转(图 9)。三个比较器则以互相连接的细分辨度进行分级控制。粗分辨度为 5 毫米,中等的为 0.1 毫米,细的为 0.01 毫米。可以认为,在分辨度与速度之间的比例对于三个级来说是相同的。只要粗比较器不具有相同性,仍可保持高速度。

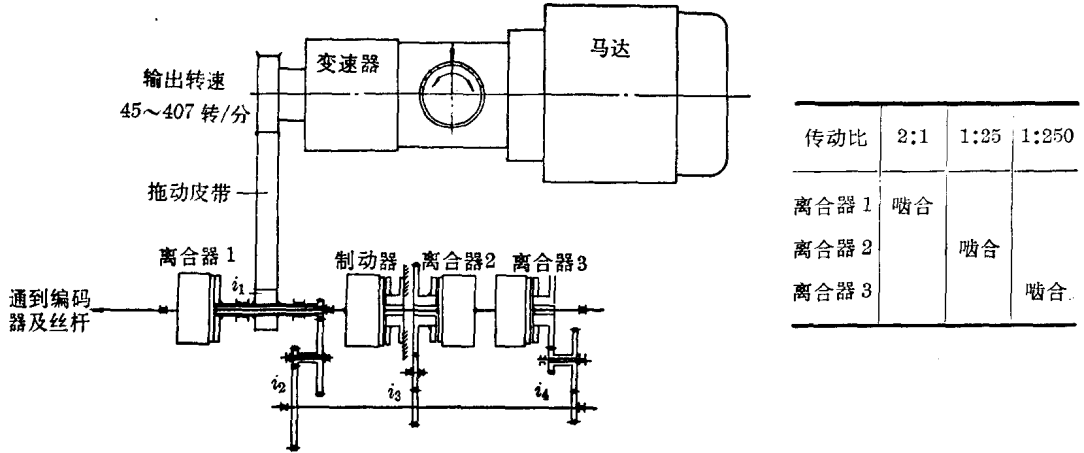


图 9 驱动装置

若不是中等比较器而是粗比较器具有相同性,则可选择中等的速度;若不是细比较器而是粗的和中等比较器具有相同的,则拖板需以最小速度来拖动。为了获得一个短的制动距,在主传动机构内有一个制动器,它在固定的时间间隔内使用,因而比较器就具有了相同性。若超越了时间间隔,则由比较器重新获得不相同性,此时符号相反,即以相同的速度、相反的方向进行动作,情况和前述时间间隔相同。为了避免由于超越现象重复而形成不稳定性,在时间间隔内的返回速度要比原来的进给速度小些。在换向时,给以一个小的加速作用,此时拖板尚未达到其原来的起动速度,并将重新进入该间隔,即可获得上述的速度。为此,须选用一台具有小的起动力矩的电动机。应指出,在选择连续速度时,并不需要储存元件。比较器仅给出实际数值与标准数值之间差别的信号。借助于驱动机构内的变速器,可显示出在不同速度下系统的性能。

试验时,拖板的最高速度达到 3000 毫米/分,是否在实际使用中可达到该速度或更高的速度,时常取决于拖板和驱动机构的动态特性。

五、控制系统

使用的编码器

在编码器内使用了一种递进式编码,即此种编码具有的特性是相连的,间隔之间的区别

仅为一个比特。这种编码若要获得确切的判断,不需要采取特别的措施。

在这种类型的编码中,通常熟识的有格雷(Gray)编码,但它并不太适用于十进制数据处理的要求。除此之外,尚有许多其它的递进式编码可利用。图 10a 指出了所选择的编码,选择的理由如下:

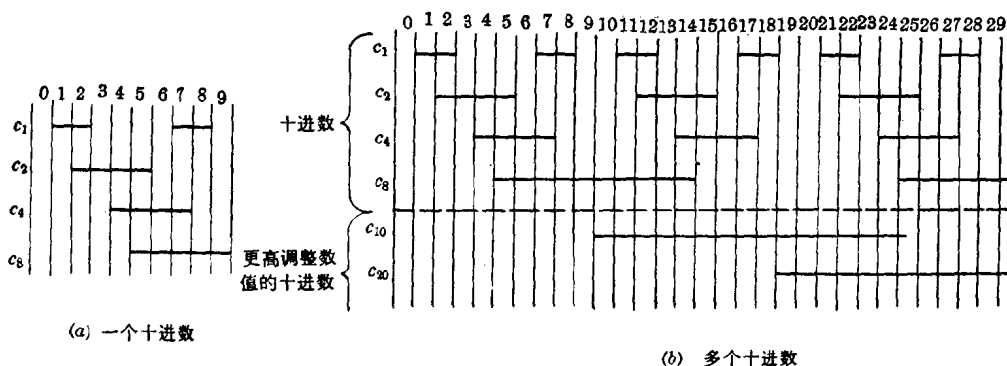


图 10 所使用的二进位十进制编码

(1) 递进式编码不直接适用于比较器。只有一个重的或假重的编码可简单设计一比较器^[3]。因此 c_8 轨迹的选择要使它仅包括五个重要的间隔在十进数内,该轨迹便具有重量的特性。

(2) c_2 和 c_4 的轨迹是相同的,但发生相移,因此只要求在正确的相位上有一个带有两喷嘴的轨迹。这样,编码器的尺寸可减小,轨迹数可减少。

已得的编码在一个十进位数内是递进式的。编码扩展到更多的十进位数有困难,因为 c_8 比特和较重要的十进数内的比特会有一个重合的过渡过程,所以编码要改变(图 10b),使 c_8 轨迹在 10~20 和 30~40 等的间隔内返回。

在所述的间隔内,该轨迹的返回是由更高的十进数信号来控制的。

编 码 器

在一个编码器内使用两块编码盘很复杂。两块盘具有相同的信号内容和尺寸,全部信号分布于两块盘上,平均为 1 毫

米十进数:细编码盘包括五个间隔,各相隔 1 毫米。因此在细编码盘上,毫米十进数的部分必须包括三个比特,即第一、第二和第四个比特(图 11)。粗编码盘包括毫米十进数的第八个比特。毫米十进数的编码分布同其它编码的区别点就在于此。在该编码内,在细编码盘上的 4 与 0 之间有一个双过渡过程。 c_1 与 c_2 比特可由同一轨迹导出,因为 c_2

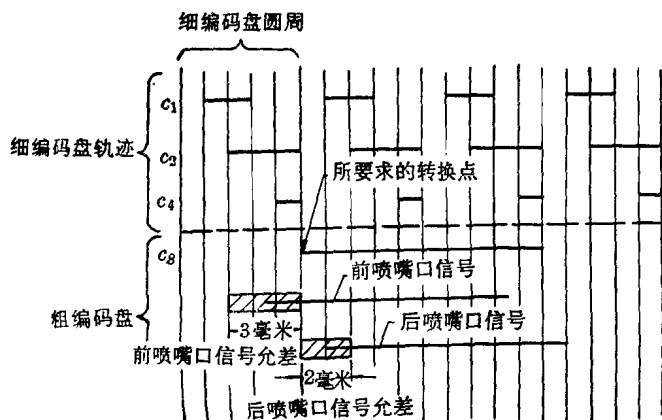


图 11 为避免混淆过渡过程的粗编码盘的前喷嘴口和后喷嘴口信号

返向,并对 c_1 发生了相移。

图 12a 所示为一细编码盘,图 12b 所示为 0.01 毫米十进数 ($4h$ 比特、3 个轨迹、 c_2 和 c_4 组合), 0.1 毫米十进数 ($4t$ 比特、3 个轨迹、 c_2 和 c_4 组合) 和 1 毫米十进数 ($3E$ 比特、2 个轨迹、 c_1 和 c_3 组合) 的比特排列。编码器的喷嘴口输出层流式气流。

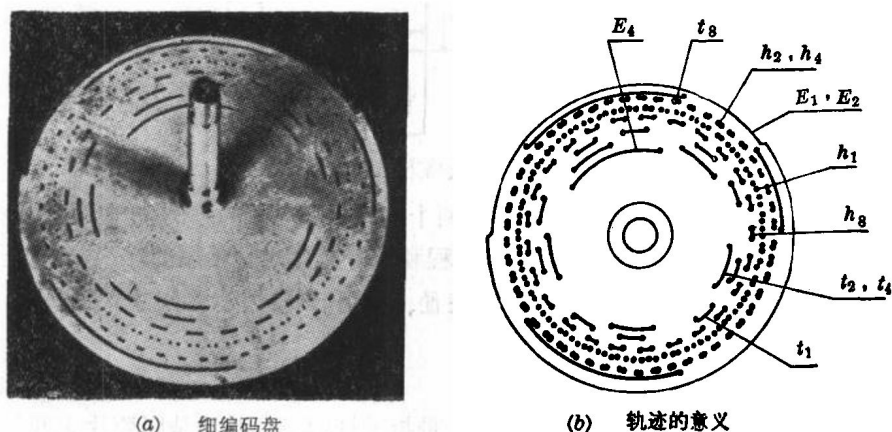


图 12 细编码盘

粗编码盘中编码的过渡过程是有问题的。因为在粗编码盘与丝杆之间有一减速比 1:200,所以在盘上的轨迹精度比直接装在丝杆上的细编码盘的轨迹精度高 200 倍。在此,齿轮间隙的影响甚至可忽略,就是说,粗编码盘在过渡过程中的公差在细编码盘上,包括相当多的 0.01 毫米的间隔。在粗编码盘上对所有的轨迹进行双重选择可以解决这个问题。在前喷嘴口和后喷嘴口之间位差仅为粗间隔的一半,即 2.5 毫米。前喷嘴口靠前 1.5 毫米,后喷嘴口向所要求的过渡点靠后 1 毫米 (见图 11)。非对称性位移产生的原因在于 5 毫米的粗间隔内包括了一个奇数,并分布于包括 0 和 1 及 2、3、4 数字的部分内。在前喷嘴口或后喷嘴口之间的选择,直接通过 1 毫米十进数的第二个比特在输入信号内进行控制:若第二个比特为 0,则使用前喷嘴口,若第二个比特为 1,则使用后喷嘴口。故在间隔 0 和 1 内使用前喷嘴口的信号,在 2、3 和 4 的间隔内使用后喷嘴口的信号。

图 11 表明,通过该项措施,粗编码盘上比特过渡点上的公差相应于 1 毫米的位移,可以允许存在于编码内。

比较器线路的调整时间

图 13 说明了十进制比较器线路的调整时间,下面的轨迹表示输入信号,时基为 5 毫秒/厘米,压力传感器 (传声器) 的特性会引起信号的变形。

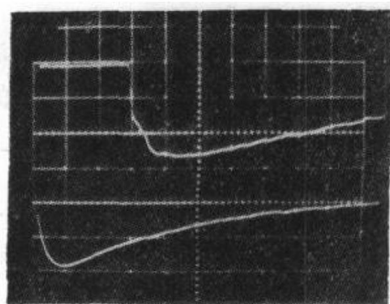


图 13 比较器的切换时间示波图,水平分度距为 5 毫秒

方框图

图 14 内的方框图表示出前面所述的总的定位调整过程。为了简化起见,其它细节已删除,连接线路组用线条表示。

如前所述,比较器线路分成三个部分:粗比较器、中等比较器和细比较器。线路的输出信号,通过控制门操纵驱动装置。

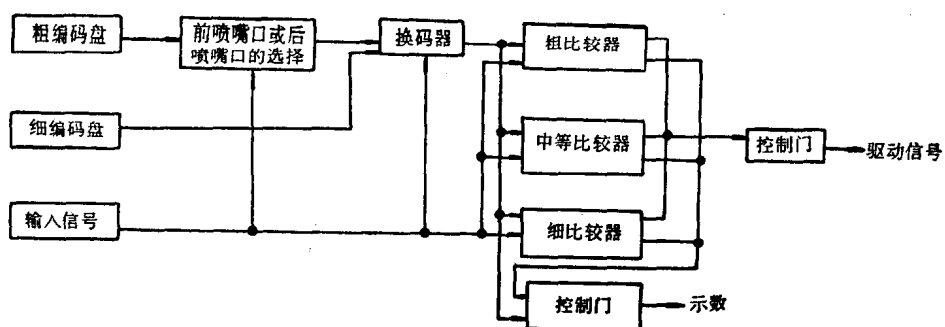


图 14 线路方框图

调整装置三个部分中，经常有一个或两个部分是不用的。例如在 100.00 毫米向 100.05 毫米移动时，只使用细比较器，快速行程和中等速度时是不用的。

为了在机床上进行调整，必须在程序化装置、机床和调整过程之间建立起联系。

示数装置

为了检验作用情况，须使用数字示数器。带指示灯的指示装置是同膜片式开关联用的，此种开关是由所述的比较器线路通过编码转换器来控制的。

线路的实际使用经验

所使用的元件的整体结构在构成复杂线路中，证明非常有实用意义^[1]。直径为 2 毫米的塑料管用作连接元件。如装配发生错误，工作发生干扰时，借助于指示器很快可发现误差。因连接会发生中断，故受到一定的限制。

用机械加工的或腐蚀法加工出来的线路，来代替塑料管作为中间连接有很多优点。发展到现在，已有许多线路板均采用腐蚀法加工线路板。设计的线路工作可靠，很少受声音的干扰影响。因此，这种线路适用于实际，并且很可靠。

六、结 束 语

试验证明在机床上完全用射流元件来进行数字程序控制是可能的，在此要解决的重要问题是速度要适合于连续调整级的分辨率。射流元件可能进一步扩大应用于数字控制，这特别适用在具有中等速度的机器上使用，其中相当大一批是机床。

(参考文献略)

(译自 “Entwurf einer numerischen Werkzeugmaschinensteuerung aus Fluidik-Elementen”,
«Industrie-Anzeiger», Jg. 89, Nr. 32, 1967,
p.21~26.)