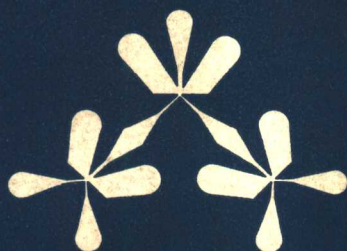


射流元件及其应用



天津市工业展览馆
电气传动设计研究所

最高指示

領導我們事業的核心力量是中國共產黨。

指導我們思想的理論基礎是馬克思列寧主義。

工人階級必須領導一切。

備戰、備荒、為人民。

鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社會主義。

中國人民有志氣，有能力，一定要在不遠的將來，趕上和超過世界先進水平。

團結起來，爭取更大的勝利。

針，貫徹執行鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社会主义总路綫，以实际行动抓革命，促生产，促工作，促战备所取得的結果。

这次卫星发射成功，是我国发展空间技术的一个良好开端，是毛泽东思想的伟大胜利，是毛主席无产阶级革命路綫的伟大胜利，是无产阶级文化大革命的又一丰硕成果。

中国共产党中央委员会向从事研制、发射卫星的工人、人民解放军指战员、革命干部、科学工作者、工程技术人员、民兵以及有关人员，表示热烈的祝贺。希望同志们更高地举起马克思主义、列宁主义、毛泽东思想伟大红旗，~~认真学习~~ ~~毛主席著作~~，不断提高阶级斗争、路綫斗争觉悟，谦虚谨慎，戒骄戒躁，再接再厉，为进一步发展我国科学技术，加速社会主义建设，为人类做出更大的贡献而努力奋斗！

前 言

光輝灿烂的二十世紀七十年代到来了！

放眼全球，展望未来，我国各族人民心潮澎湃，衷心祝願我們的伟大領袖，无产階級的革命導師毛主席万寿无疆！

毛主席精辟地指出：“人民，只有人民，才是創造世界历史的动力。”“在共产党領導下，只要有了人，什么人間奇迹也可以造出来。”我們东方无产階級，在战无不胜的毛泽东思想指引下，从一个一无資料二无設備的基础上，“自力更生”、“艰苦奋斗”，短短几年，就在西方資產階級号称六十年代的射流技术的各方面，不是也达到了相当的水平嗎！不管西方資產階級怎样吹嘘其“繁荣”、“发达”，我們有战无不胜的毛泽东思想武装，有社会主义制度的无比优越性，“西方資產階級有的，东方无产階級要有；西方資產階級沒有的，东方无产階級也要有。”

天津市射流技术的发展和全国一样，充滿了两个階級、两条道路、两条路綫的尖銳斗争。早在一九六二年，我市的高等学校和科研部門就研究过它。由于叛徒、內奸、工賊刘少奇及其在天津的代理人万晓塘、张淮三之流，疯狂推行“专家治厂”，“爬行主义”，“洋奴哲学”等一整套反革命修正主义路綫，資產階級技术“权威”垄断了射流技术，工人階級根本无权过問科学实验。这些所謂的“专家”、“教授”，追名逐利，跟着洋人屁股后面从杂志縫中找題目，关起門来一步一步地爬，爬行几年，浪費大量資金，还没用到生产中去，一无成果。

毛主席亲自发动和领导的无产階級文化大革命，打倒了叛

徒、內奸、工賊刘少奇，彻底清算了刘賊推行的反革命修正主义路綫。“无产階級文化大革命是使我国社会生产力发展的一个强大的推动力。”我市工人階級，在“工人階級必須領導一切”的战斗号令下，浩浩蕩蕩地占領了上层建筑的各个領域，牢固地掌握了科学實驗大权，实行了三結合，从此射流技术的发展开了新生面。現在射流技术已在我市化工、机械、印染、橡胶、电力等行业，用来控制机床、液面、時間、流量、压力、溫度。大大地提高了工业生产过程的自动化水平，生产效率显著增长，产品质量得到提高，防止了危害工人身体健康的职业病。一支以工人階級为主体的射流技术队伍已經形成。所有这一切都是毛主席的无产階級革命路綫的伟大胜利！

毛主席教导我們：“**要認真总结經驗。**”为了总结前段工作，交流我市各单位~~学~~毛泽东思想发展射流技术的經驗和丰硕成果，进一步推广射流技术，提高应用水平，我們搜集了部分厂的成果資料，整理成册，以供交流。“**我們的責任，是向人民負責。**”对本书編写中的錯誤，欢迎同志們批評指出，以便今后我們把工作做得好些。

“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”我們要遵循毛主席的伟大教导，学北京、赶上海，向全国各省、市、自治区的工人階級学习，高举“九大”团结胜利的光輝旗帜，为在不远的将来赶上和超过世界先进水平而奋斗！为伟大領袖毛主席爭光！为伟大的社会主义祖国爭光！

目 录

射流元件及附件

一、射流元件	(1)
1-1概述	(1)
1-2附壁式射流元件	(2)
1-3动量相互作用式射流元件	(15)
1-4紊流式射流元件	(18)
1-5涡流式射流元件	(21)
1-6組合元件	(23)
二、射流元件的制造和测试	(25)
2-1概述	(25)
2-2附壁式射流元件的制造方法	(25)
2-3紊流式管形元件的制造方法	(30)
2-4射流元件的测试方法	(31)
三、通用附件	(40)
3-1放大器	(40)
3-2信号转换元件	(46)
3-3信号控制元件	(50)
3-4延时元件	(52)
3-5气源调节元件	(54)
3-6执行元件	(56)

射流技术的应用

四、在液面控制方面的应用	(59)
--------------------	--------

4-1印花机給浆的射流自动控制	(59)
4-2三效烧碱真空蒸发器液面的自动控制	(62)
4-3三液面自动控制装置	(64)
4-4三罐加料射流自动控制	(67)
五、在流量控制方面的应用	(70)
5-1流量自动调节系统	(70)
六、在压力控制方面的应用	(78)
6-1空气压缩机的压力自动控制	(78)
七、在温度控制方面的应用	(82)
7-1射流温度自动调节系统	(82)
八、在时间控制方面的应用	(85)
8-1射流技术在平板硫化机上的应用	(85)
8-2内胎硫化机射流自动程序控制	(88)
8-3外胎水压硫化机组射流自动程序控制	(92)
8-4沙市热电厂移动床离子交换器射流程序控制 装置	(99)
8-5武汉钢铁公司移动床离子交换器射流程序控 制装置	(109)
九、在机床控制方面的应用	(113)
9-1射流程序控制的自动車床	(113)
9-2射流控制 Y 54 A 插齿机让刀	(120)

一、射流元件

1—1. 概 述

毛主席教导我們：“人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。”在我們日常的生产、工作和生活中，常常可以見到空气从“皮老虎”的咀里噴出，水从救火龙头中射出，高速气流从噴气式飞机的噴管中噴出等等，这些形式的流体流动就叫做射流。它与流体的其它运动形式（如自然界里空气的流动）不同的地方，就是具有噴射成一束流动的特点。毛主席指出：

“馬克思主义的哲学认为十分重要的問題，不在于懂得了客观世界的規律性，因而能够解释世界，而在于拿了这种对于客观規律性的认识去能动地改造世界。”利用射流流动过程中所产生的一些物理現象，我們可以做成各种射流元件，組成控制系統，以實現生产过程的自动控制。

射流元件在某些方面可以代替电子管的作用，在有些地方来讲，要比电子管更稳定可靠，不受电磁場干扰，不怕振动，不怕高温，不怕腐蝕，不怕幅射。射流元件小巧簡單，易于制造，成本低上馬快，人人可以动手做，适合搞群众运动。当然，射流元件也不是十全十美的，和电子元件相比，射流元件的反应速度慢得多，效率低，不适宜远距离控制。

为了更好地掌握和运用射流元件，下面进一步介紹各种射流元件的动作原理。

1-2. 附壁式射流元件

1. 物理现象

一束流体从喷嘴喷出，其流动状态是杂乱的扩散流动。（见图1-1甲）由于流体分子间的磨擦，带动它周围的静止流体一起向前流动，如图1-1乙所示。这样射流就具有卷吸的作用（或称夹带作用，抽气作用）。

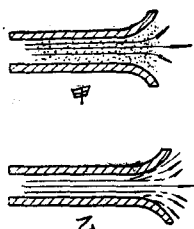
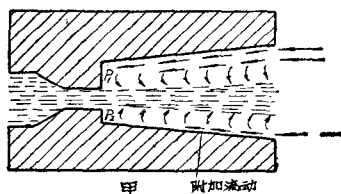


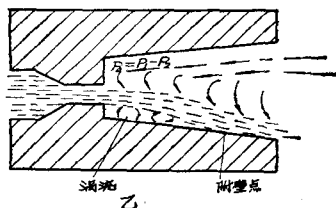
图 1-1

从喷嘴喷出的射流，在两块挡板之间流动，两块挡板到喷嘴的距离不等，这时又会

产生什么现象呢？由于射流的卷吸作用，把两侧的空气带走，造成了两侧的压力降低，而外界大气压力比射流两侧的压力大，形成附加流动，补充被射流卷吸走的气体。（见图1-2



甲）由于上挡板到喷嘴的距离大于下挡板到喷嘴的距离，因此，上面比下面容易得到外界空气的补充，附加流动速度较小，其压力较大，下面压力小，这就形成一个压力差 $P_d = P_1 - P_2$ 。



射流在压力差的作用下，被压向下面（距离小的一侧），最后附贴于下壁，沿壁喷射出去。这种现象叫做附壁效应。射流开始与壁面接触的那点叫做附壁点。弯曲的附壁射流与

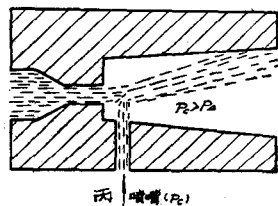


图 1-2

下壁間的低压区内有一个小涡流。(见图1—2乙)

若在下壁离喷嘴不远的地方开个小孔,另一股射流 P_c 从中喷出,当 P_c 大于 P_d 时,射流就从下壁被推向上壁,并附于上壁流动。(见图1—2丙)这就是附壁式射流元件的动作原理。

2. 几何参数与各部位名称

- a —— 主喷嘴宽度;
- b —— 位差 (即主喷嘴与壁面的距离);
- c —— 控制通道宽度;
- L —— 劈距 (即劈尖与喷嘴之间的距离);
- θ —— 张角。

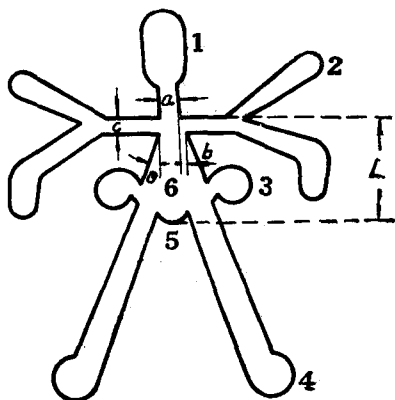


图 1—3

- 1 —— 主喷嘴;
- 2 —— 控制通道 (信号输入通道);
- 3 —— 排气孔;
- 4 —— 输出通道;
- 5 —— 分流劈 (劈尖);
- 6 —— 相互作用腔室。

各类元件的 a、b、c、L、 θ 的具体值见表2-1至表2-7。

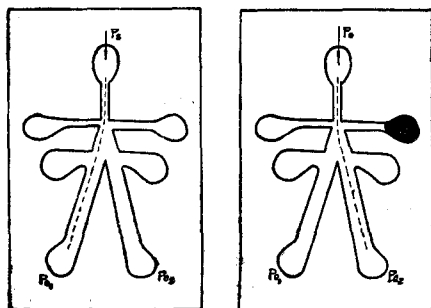
3. 单稳元件 (又称非门)

单稳元件的主要特点是几何形状不对称。在控制通道失去信号后,输出信号仍旧回到原来的输出道上。按照输出信号切换的方法,单稳元件可以分为负压单稳 (负压切换) 与正压单稳 (正压切换)。由附壁效应可知,附壁式射流元件的两个输出通道不可能同时有输出。其输出信号仅有两个状态,一个输出通道有气,记为“1”;另一个输出通道无气,记为“0”。

負压单稳

表 1—1

P_0	0	1
P_{01}	1	0
P_{02}	0	1



甲

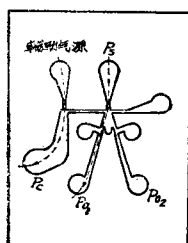
乙

图 1—4 負压单稳

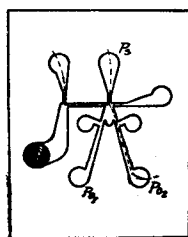
其几何形状不对称，右壁位差大于左壁位差，右控制通道（又称偏压孔）大于左控制通道。当两侧控制通道都无信号时，根据附壁效应右侧的压力大于左侧，故射流附于左侧， P_{01} 有输出。（见图 1—4 甲）当右控制通道连接的信号管被封住时，射流立即附到右侧， P_{02} 有输出。（见图 1—4 乙）打开被封住的信号管，射流又立即回到左侧， P_{01} 有输出。在控制流的作用下，改变射流流动方向的这种动作称为切换。依靠封住控制通道，使压力降低进行切换的元件叫做负压单稳元件。

正压单稳

其几何形状也是不对称的。左控制通道上端接入一定压力的辅助气源，下端连信号管（见图 1—5 甲）。平时射流附于位差小的左侧， P_{01} 有输出。当信号管被封住时，原先经过信号管排入大气的辅助气源，现在就加到左控制通道上，使主射流切换至右侧， P_{02} 有输出（见图 1—5 乙）。打开被封住的信号管，射流又立即回到左侧， P_{01} 有输出。这种依靠输入信号，使压力增加进行切换的元件叫做正压单稳元件，又叫加压单稳。



甲



乙

图 1—5 正压单稳

单稳元件只有一个稳态输出 P_{01} ，当控制通道有信号或被封住时， P_{01} 就“非”了（即没有输出），所以它也具有“非门”的作用。

“或门”元件

表 1—2

P_{c1}	0	1	0	1
P_{c2}	0	0	1	1
P_o	0	1	1	1

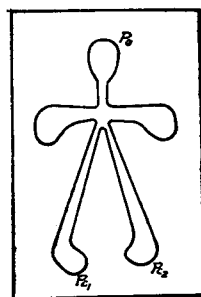
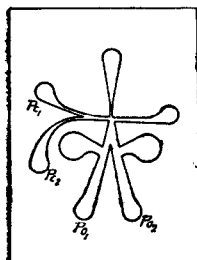


图 1—6

“或门”元件是无源元件。当控制通道 P_{c1} 、 P_{c2} 都没有信号时， P_o 无输出。 P_{c1} 或 P_{c2} 其中之一有信号时， P_o 即有输出，这种元件称为“或门”。见图 1—6。

“或非” 元件

表 1—3



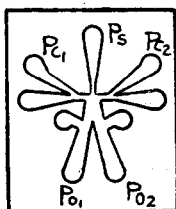
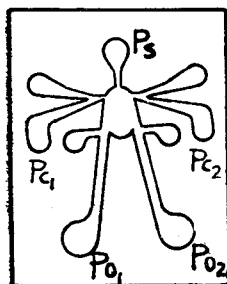
P_{c1}	0	1	0	1
P_{c2}	0	0	1	1
P_{o1}	1	0	0	0
P_{o2}	0	1	1	1

图 1—7

“或非”元件实际上是有两个或更多个控制通道的单稳元件。右侧位差大，左侧位差小，控制通道设在左侧。当控制通道 P_{c1} 和 P_{c2} 都无信号时， P_{o1} 有输出。当 P_{c1} 或 P_{c2} 有信号时， P_{o1} 就“非”了（没有输出）， P_{o2} 有输出。一旦去掉信号，射流又回到左侧， P_{o1} 有输出，这种元件称为“或非”元件。见图1—7。

4. 双稳元件

表 1—4



P_{c1}	0	1	0	0	0
P_{c2}	0	0	0	1	0
P_{o1}	1	0	0	1	1
P_{o2}	0	1	1	0	0

四 劈

尖 劈

图 1—8

双稳元件的主要特点是几何形状对称。左右两侧位差要求相等，但实际上很难做到绝对的对称。在控制通道失去信号

后，輸出信号能稳定在左侧或右侧的任一輸出通道上。若輸出通道 P_{01} 先有輸出，当控制通道 P_{c1} 有信号时，射流便切换到右侧， P_{02} 有輸出。現在即使去掉控制通道 P_{c1} 的信号，射流仍稳定在右侧。若让射流再切换回来，就必須在控制通道 P_{c2} 上加信号。因为这种元件有两个稳定状态，所以叫双稳元件。双稳元件的輸出压力大于信号压力，在信号消失后，輸出仍能保持原状，因此双稳元件不仅具有放大作用，而且还有記憶作用。双稳元件也可以采用負压切换。

以上几种附壁式射流元件，根据需要可以設計成尖劈的，也可以做成凹劈的。尖劈元件切换灵敏，凹劈元件易于稳定。在生产实践中有时双稳元件不对称也能稳定，其原因就是劈尖起了很大作用。

計数触发器

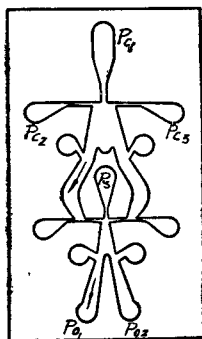


图 1—9

計数触发器实际上是由上下两个双稳元件連接而成。上面的双稳元件要求对称性好。其主噴咀为脉冲信号的輸入口，两条輸出通道和下面的双稳元件的两控制通道相連，形成环道。下面的双稳元件要求切换灵敏，其主噴咀通气源。若主射流 P_0 开始先附于下面的双稳元件的左壁，由附壁效应可知附壁一侧的压力低于对侧的压力，也就是左控制通道的压力低于右控制通道的压力。在压力差的作用下，环道中就产生了逆时针方向的环流(图1—9中的实綫)，由于环流較小，不足以切换主射流 P_0 。但当脉冲信号 P_{c1} 从上面双稳元件的主噴咀中輸入时，便在环流的卷吸作用带动下，跟着环流流动，进入下面双稳元件的左

控制通道，使主射流 P_1 切换至右壁， P_{02} 有输出。随之环流又改变方向，当第二个信号输入时，射流又切换方向， P_{01} 有输出。

计数触发器计数前，要在控制通道 P_{c2} 或 P_{c3} 上加“扫零”信号，使主射流“复位”到初始侧，计数触发器处于零位状态，然后开始计数。

把单个的计数触发器连接起来，可组成二进制计数器和十进制计数器。

振荡器

振荡器的结构是把双稳元件的左右两控制通道与左右两输出通道相连，形成正反馈环道。若主射流 P_1 先从左输出通道输出，此时，一部份气流便从左环道反馈到左控制通道，使主射流切换到右输出通道。于是，一部份气流又从右环道反馈到右控制通道，



图 1—10 振荡器

控制通道，主射流便重新切换到左输出通道。周而复始地循环下去，产生振荡。振荡频率取决于反馈回路的气容的大小。调节反馈回路的可变气容，可以改变振荡频率。一般可达2000赫兹。

5. 射流阀

射流阀从动作原理来看也属于附壁式一类。它与上面介绍的附壁式射流元件在结构上和工作状况方面有所不同。射流阀大多以液体作为工作介质，以气体压力的变化作为控制信号，多数采用负压切换。根据需要，射流阀可以做成数升/小时的微型元件，也可以做成口径达一米的巨型阀门。射流阀主要由主喷

咀、控制孔、分流劈（头）、輸出通道、射流互作用腔室等几部份組成。它沒有排气孔。主要的几何参数是：主噴咀寬度 a ，深寬比 h/a ，位差 b ，控制孔寬 c ，張角 α ，劈距 L 等。

用射流閥控制液面，从这个角度来讲，它属于执行机构的范围里。在某些場合，射流閥可以代替电磁閥或气动隔膜閥。

第一类型射流閥

这种类型的射流閥結構比較复杂，加工比較困难。流体流经閥体时先貼向一側，到射流閥的下部又轉向另一側，然后再流出，再加上劈距較大，这都增加了能量的損耗。所以这种类型的射流閥，压力恢复較低，使用上受到一定的限制。

(i) 单控制孔单穩射流閥

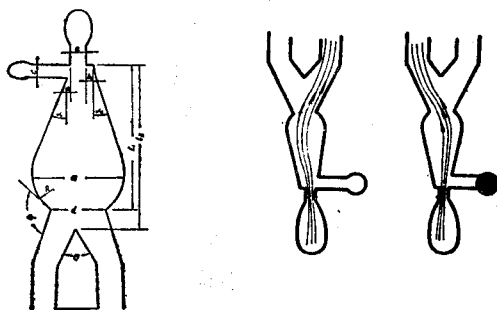


图 1—11甲 单控制孔单穩射流閥

单控制孔单穩射流閥，其角度相对主噴咀軸綫是对称的，两边位差不等，只有一个控制孔。当控制孔敞开时（即連接控制孔的信号管未被液体封住），从主噴咀射出的液体，貼着左壁流动，拐弯后由右輸出道流出。当右控制孔封住时，因右侧位差小，右侧压力下降得比左侧还低，射流切换，貼着右壁流动，拐弯后由左輸出通道輸出。通过敞开和封閉閥的控制孔，