

射流元件入门

射流元件入门



科学出版社

75.86/267

社

射流元件入門

射流技術翻譯組 譯

科學出版社

内 容 简 介

本书系根据日本 1968 年《纯流体素子入门》一书译出。

本书分七章,书中介绍了各种类型的射流放大元件,射流逻辑元件,射流控制组件的结构、作用原理、特性;并叙述了基本理论,实验方法及其制造工艺。此外,还列举了一些应用实例。

本书可供工人、工程技术人员以及从事射流技术研究机构,有关院校专业师生。

射 流 元 件 入 门

[日] 尾崎省太郎、原美明 著

射流技术翻译组 译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

北京市书刊出版业营业许可出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1969 年 12 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1970 年 5 月第二次印刷 印张: 5 1/2

印数: 40,001—116,000 字数: 129,000

统一书号: 15031·264

本社书号: 3608·15-8

定价: 0.50 元

譯 者 序

为了适应当前蓬勃开展的社会主义革命竞赛运动的需要，遵照毛主席“洋为中用”的教导，我们翻译出版这本《射流元件入门》，供大家参考。

射流技术是六十年代发展起来的新技术。应用射流元件，可以做成各种数字式和模拟式射流自动控制装置。它在某些方面可代替电子管、晶体管的作用。它的优点是稳定可靠、经济简单、易于制造和适应性強（如耐高温、防腐、防爆、防辐射等），目前射流技术已广泛应用于军事、航空、机床、化工、仪表、医疗及其他民用工业的自动控制中。

本书共分七章，前几章介绍了各种类型的射流放大元件，射流逻辑元件，射流控制要素的结构，作用原理、特性等。接着简述了基本理论，实验方法及其制造工艺，最后还列举出一些应用实例。应该指出，作者在撰写本书时，往往为说明一个问题，生硬地搬用图表、公式和堆砌材料，至使书的内容繁简不一，比较费解。

原书中宣扬资本主义国家科学技术，为垄断资本家追求利润，做宣传广告，大肆捧场，从而贬低劳动人民群众的创造力，以及为了赚取稿费而扩大篇幅的部分，我们遵照毛主席“……一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃腸运动，送进唾液胃液腸液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收”的教导，尽量做了些删改。但由于我们水平所限，译文中可能还会有错误之处，希广大读者批判地使用，对我们提出宝贵意见。

毛主席语录

中国人民有志气,有能力,一定要在不远的将来,赶上和超过世界先进水平。

对于外国文化,排外主义的方针是錯誤的,应当尽量吸收进步的外国文化,以为发展中国新文化的借鏡;盲目搬用的方针也是錯誤的,应当以中国人民的实际需要为基础,批判地吸收外国文化。

毛主席语录

学习有两种态度。一种是教条主义的态度,不管我国情况,适用的和不适用的,一起搬来。这种态度不好。另一种态度,学习的时候用脑筋想一下,学那些和我国情况相适合的东西,即吸取对我们有益的經驗,我們需要的是这样一种态度。

目 录

1. 射流元件概述

1-1 流体元件的分类	1
1-2 射流元件的发展	3
1-3 射流元件的优点与缺点	7
1-4 射流元件的性能参数	9

2. 射流放大元件

2-1 紊流型放大元件	11
2-2 偏向型比例放大元件	14
2-3 双弯流型放大元件	19
2-4 对冲型放大元件	21
2-5 涡流型放大元件	26
2-6 射流放大元件的连接问题	29

3. 射流逻辑元件

3-1 附壁型逻辑元件	36
3-2 “或非”元件	42
3-3 振荡回路	43
3-4 计数元件	46
3-5 其他射流逻辑元件 1	49
3-5.1 分流器(分流阀)	
3-5.2 聚流型元件	
3-5.3 流振型(哨音型)元件	
3-5.4 引流型元件	

3-6 其他射流逻辑元件 2	52
3-6.1 “与”元件	
3-6.2 “或”元件	
3-6.3 “非”元件	
3-7 射流逻辑元件的连接问题	56

4. 流体控制要素

4-1 符号	62
4-2 管内流	63
4-3 流阻(流体阻力)	69
4-4 流容(流体容量)	77
4-5 流感(流体感应)	78
4-6 信号传递速度	80
4-7 流体滤波器	82
4-8 流体二极管	84

5. 理论与实验

5-1 自由射流的分析	86
5-2 偏向射流的分析	94
5-3 附着射流的分析	98
5-4 实验方法	105
5-4.1 流动的可视化	
5-4.2 压力测定	
5-4.3 流速测定	
5-4.4 流量测定	

6. 射流元件的材料及其加工方法

6-1 射流元件的材料	111
6-1.1 选择材料时的注意事项	
6-1.2 适宜的材料	
6-2 射流元件的加工方法	114

- 6-2.1 树脂材料的加工方法
- 6-2.2 金属材料的加工方法
- 6-2.3 陶瓷材料的加工方法
- 6-2.4 各种加工方法的比较

7. 射流技术的应用

7-1 在机械控制方面的应用	125
7-2 在液体控制方面的应用	134
7-3 在温度控制方面的应用	138
7-4 在飞行体控制方面的应用	141
7-5 在医疗器械方面的应用	144
7-6 在其他方面的应用	146
参考资料.....	149
重要名词索引.....	151

1. 射流元件概述

射流元件是一种新型控制元件, 1959 年前后才开始对它进行研究。1965 年以来才逐渐地应用到各方面去, 预期将来会有更大的发展。本章对这种新元件作一概略的叙述。

1-1 流体元件的分类

用流体来控制的系统已有 1000 年以上的历史了。在近数百年内, 在流体力学领域中进行了广泛地研究并应用在各方面。促使矿业、炼铁业发展的蒸汽泵和蒸汽机等流体机械, 就是工业上不可缺少的设备。随着时代的进步, 创造了各种流体传递设备、控制设备, 这些设备都是近代工业上不可缺少的。

但是这些流体机械是利用作机械运动的部件来改变或控制流体流动的。而本书所讨论的射流元件是仅仅利用流体本身或流体与流体之间的相互作用来改变或控制流体流动的, 这与上述的流体机械属于完全不同的范畴。

为了避免繁琐, 现把各种有关元件进行了分类, 并规定了适当的名称。

流体元件: 是以流体为工作介质来控制的机械元件的总称。广义的说, 例如汽油的注油罐、压力调整阀、水力发电站的闸门等都包括在内。但是, 一般只限于自动控制用的机器。

流体控制元件: 是利用作机械运动的部件来改变或控制流体流动的元件的总称(参阅图 1-1)。广义的说, 象电磁阀那样, 利用电来改变油压配管的元件也可以列入这一类。但是, 这里只限于靠流体使机械部件运动或控制流体流动的器件(狭义的解释)。作

机械运动的部件具有容易用机械或电力使之动作的特性，因此不能严格地确定。

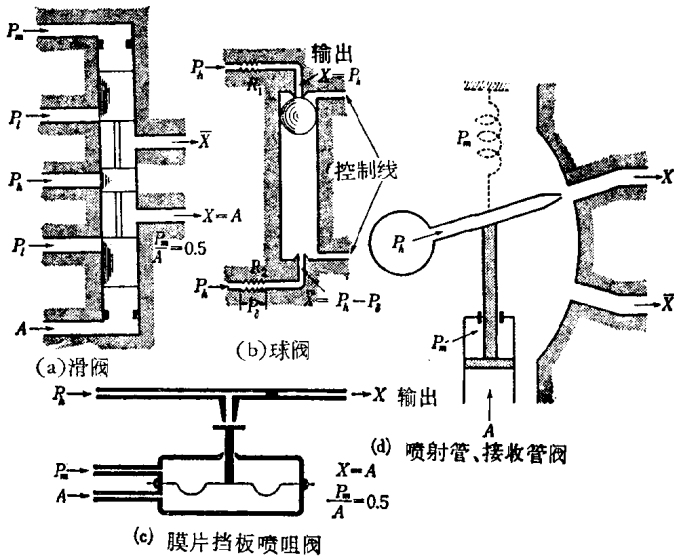


图 1-1 流体控制元件

流体放大元件：是输入、输出信号间，存在着模拟关系的流体控制元件(参阅图 1-1(c)(d))。

流体逻辑元件：是用于数字动作的流体控制元件(参阅图 1-1(a)(b))。

流体放大元件或逻辑元件都不改变它的基本结构，就可以把放大元件作为逻辑元件来使用，或把逻辑元件作为放大元件来使用。因此，也不能严格地进行分类。但是，普通在流体系统中按照使用的位置，可以把它列入某一类。例如作为油压换向阀使用的如图 1-1(a) 的滑柱式换向阀，如适当地加上一个反馈回路，就能做成具有比例性的油压调节阀，因为这里着重的是换向阀的动作，所以把它列入流体逻辑元件之内。

射流元件：是不利用作机械运动的部件来改变或控制流体流动的流体元件的总称。它是 1960 年以后作为课题来研究的新元件的总称，这也是本书所讨论的范围。

射流放大元件：是作模拟动作的射流元件。

射流逻辑元件：是作数字动作的射流元件。

射流放大元件，和电子管、晶体管一样，适当地选择它的工作点，就可以作为射流逻辑元件来使用。但按照它原来的位置来说，是射流放大元件，只是可以作为射流逻辑元件来使用。因此容易进行分类，象紊流型放大元件，几乎都是作为射流放大元件来使用的，但是，也有使用于逻辑系统的。

流体控制要素：是把流体元件组合起来构成系统时所需要的部件。广义的解释也包括装于流体管路中的过滤器以及流体供压源等。但是，这里只限于流体通路、流阻、流容、二极管等。

在射流元件中，由流体流路的形状来决定它的特性，然而从哪里开始算配管，到哪里为止叫元件的问题，在很多场合是不清楚的。但是通常只要指示出元件的最重要的作用范围就可以了。可是在多数情况下连配管部分也包括在内。因此，在单个元件的情况下把它称为元件；当多数元件组装在一块基板上的情况下，进行放大、逻辑动作的部分就称为某某型的元件。

流体控制要素，在多数情况下，其本身是不具有流源的被动型（即无源的）的部件。与此相反，射流放大元件是本身具有流源的能动型（即有源的）元件。射流逻辑元件有能动型的也有被动型的。

其他，也有按照开放型、封闭型来分类的，因为这种分类不重要，所以本书未采用。

1-2 射流元件的发展

1904年发表的一种扩散器，按照它的动作情况可归纳于射流元件之类^[1]。其动作机理概况如图1-2所示。其特点是能从射流流出口的侧壁吸气，所以射流的扩散角有显著扩大。如果只在壁的一侧进行吸气，射流即产生偏向，也可以说用流体流动做成了流体偏向器。

1916年，所报道的阀式导管（Valvular Conduit）的流体二极

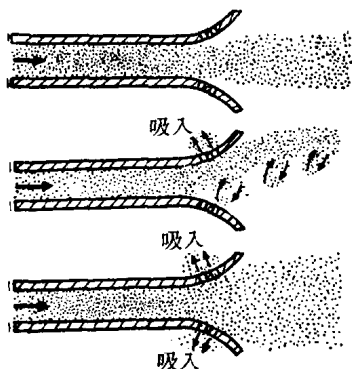


图 1-2 扩散器

管^[2], 其流路形状如图 1-3 所示。图中, 从左侧流入口流入的流体在中途发生了分流, 由于两个分流互相冲突, 所以这个导管对于从左侧流入口流入的流体表现出高阻抗。相反, 从右侧流入口流入的流, 不发生分流与冲突, 因而不受妨碍地流动, 因此, 这个导管对于从右侧流入的流体表现出低阻抗。于是, 这个导管可以作

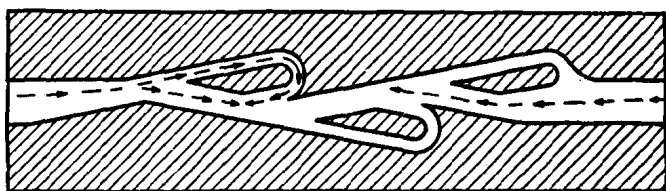
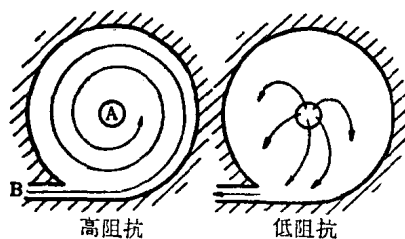


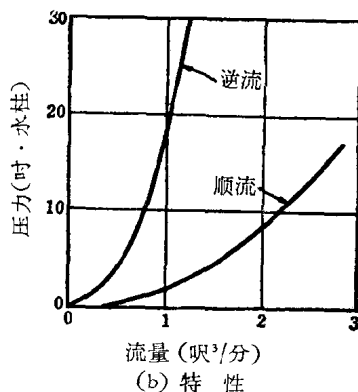
图 1-3 阀式导管

为二极管来使用。

1929 年所报道的涡流型二极管^[3]。如图 1-4 所示, 从流入口 A 流入的流体在低阻力下被导至输出口 B。但是, 从输出口 B 流



(a) 动作图



(b) 特性

图 1-4 涡流型二极管及其特性

入的流体在室内产生涡流, 所以流入阻力上升, 因此, 流难于被导

至输出口 A。从而这个元件显示出二极管的作用。这种涡流型元件的研究以后也很盛行。1931 年所报道了一种涡流元件^[4]，1946 年曾加以修改^[5]并用这种元件制成了如图 1-5 所示的高温气体和低温气体的分离装置。

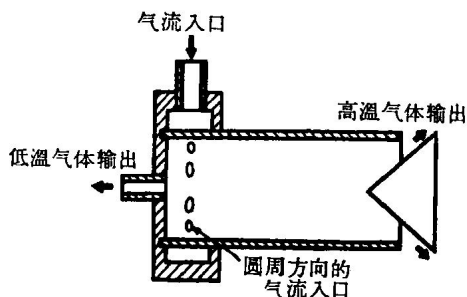


图 1-5 涡流型分流器

1932 年柯安达发现了附壁现象，这是一个重要发现^[6]，它是射流逻辑元件的基本动作原理。这个附壁现象如图 1-6 所示，是由在射流和其附近的侧壁之间形成的低压旋涡而产生的。这个

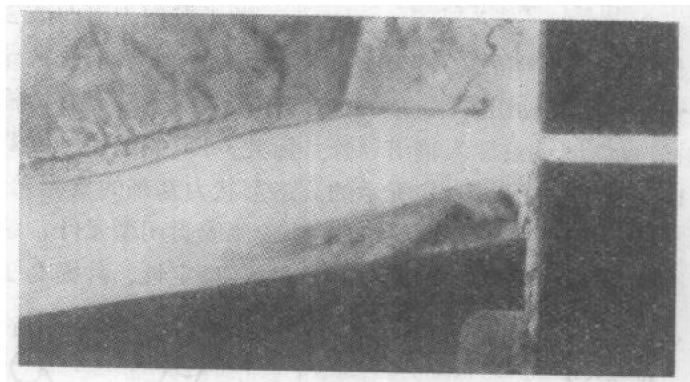


图 1-6 附壁射流的图形

低压旋涡和外面大气压之间的压力差使射流向侧壁弯曲，出现附着于侧壁而流出的现象。这个附壁效应一直保持下去，射流继续稳定地进行附着。于是，可以制成触发器等射流逻辑元件。但是，把附壁效应应用在射流元件上还是在 30 年以后的事，在这以前主要应用于飞机方面。

1943 年报道了如图 1-7 所示的流体喷流型继电器^[7]。射流对面的接收管的压力由于受垂直方向喷出的控制流的影响而发生变化，这种继电器就是利用这个现象制成的。利用由控制流产生动量

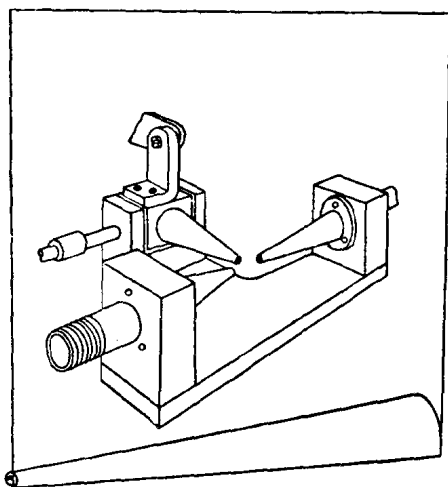


图 1-7 喷流型继电器

变化的方法是射流放大元件的基本动作原理之一。

图 1-7 所示的继电器，放大率不高，应用也不广泛，当改成二维束流以后才得到了较高的放大率，这样就制造成现在的射流比例放大元件。

大约在 1958 年前后，报道了如图 1-8 所示的翼型继电器^{[8][9]}。由复位输入管 A 的作用，动力射流附着于翼型上面而流去。由于装在翼型上的置位输入管 B 的作用，使附着剥离，射流被导入输出导管。由于受输出室来的反馈流的作用，即使没有置位输入管 B，射流也能继续被导入输出导管。因此，可以制造出触发器。

1959 年报道了以图 1-9 所示的流路形状为基础的放大元件^[10]。同年又把图 1-7 中所示的开放型元件改制成封闭型元件，这就得到了准二维流，这样就改善了元件的动作稳定性，并提高了放大

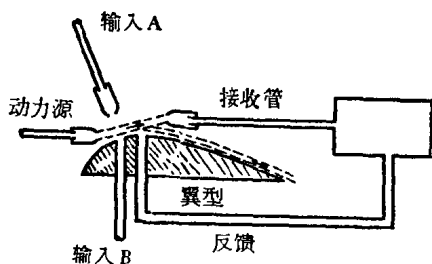


图 1-8 翼型继电器

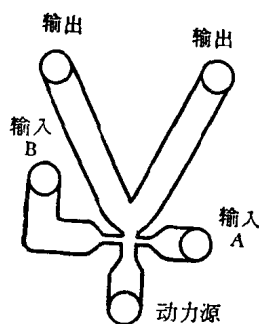


图 1-9 放大元件示意图

率。它可以应用于飞机控制和扩音装置等方面。

以后许多国家对射流元件进行了比较系统的研究，报道也逐

渐增多。1963年以来,又在几次国际会议上对射流技术进行了专门讨论。

关于射流元件的详细动作原理的研究和理论分析尚未充分进行,因为所研究的流体被包围在侧壁之内,而且有时还互相冲突,这与过去所研究的外部流体流动的现象是不同的。所以,把这种研究命名为射流技术(Fluidics),这种技术将要构成一个新的体系。

1-3 射流元件的优点与缺点

射流元件的各种特性,将在以下章节中详细叙述,这里仅就其共同的优缺点与电子元件对比列举如下:

除特殊情况外,在电子系统中,一般不存在电子运动速度快慢的问题。在射流技术系统中,信号的传递是靠管内的或空间的流体流动来进行的。假定流体是空气,它的最大移动速度就是声速。因此,毫秒以下的传递时间是很难得到的,而且流体在管内运动时波形要发生改变,所以不能得到尖锐的脉冲波形或矩形波形。因此,传递距离较大时,在传递的压力波和流量波之间,发生传达相位的延迟,所以在设计回路时必须予以注意。

电气装置能从附近的配电盘很容易得到电源。但是,在射流技术系统中,其流体源有时不在附近,如果设置新的流体源,设置费用是较高的。而且增设这种设备也较电子系统困难。对流体源虽然需要稳定化的装置和防尘装置,但不必过分强调。

射流元件必须从流体源不断地供给流体,不管使用与否都要同样地消耗流体。对于大型的元件,流体消耗量大,而且需要大容量的流体源,因此运转费用较大。除输出级以外其他元件可以采用小型化和减低供给压等方法来改进。油船的配油装置,如用射流元件作分流阀使用时,反而成优点。

电气装置中各部件间是用电线连接的,如改变已装好的电气装置中的配线,仅需要烙铁和电线。但在流体装置中,如改变已完成的配管,那是很困难的。而且在各部件间进行配管时,作連結用

的部件的费用也比较多，普通管路又较长不能做成紧凑的装置。因此就需要在一块平板上用蚀刻等方法来制作元件和管路。用这种方法时，需要充分注意它的基本设计。配管的技术有时也能决定装置的特性。

在电气装置中有万能表和电子管电压表等简单的回路检查装置。但在射流技术方面，则没有这样的装置。而且在流体系统中也没有相当于电灯泡或阴极示波器那样能用眼睛直接观测动作状态的检查装置。一般用流体-电气变换的方法来观察，由于附加检测器，在多数情况下，要影响流体的动作状态，故对进行实验研究是非常不利的，已成为实验进展的障碍。复杂的、高级的电气装置的检测器需要熟练的人员来使用。但在流体系统中，用手指即可检查出有无流体流动，因此一般的人员就能使用，而且维修也简便。

在人造卫星中使用射流元件，具有不受外部环境影响的特征。如适当地选择元件的材料就可以制出耐湿、耐温、耐辐射、耐加速度、耐震、耐腐蚀等控制元件。这种控制元件可以用在高温、高压的火箭和涡轮机上。

因为没有作机械运动的部分，所以射流元件的寿命较长。由于采用了射流元件，就不存在自动化机械的继电器接点的磨损问题。由于寿命较长，不必担心损伤，所以也容易维修。

射流元件由于没有电气接点，就不存在因火花而引起火灾的危险，它适用于化学过程及一般怕火的工业中。

流体系统是以流体为工作介质而构成的，所以它不受电气噪音的影响，若在自动化机床上使用射流装置就可以避免来自厂内的其它机械、电气的噪音的干扰。在电子系统中用电子的方法来驱动物体时，有时在变换器上发生困难，一般采用电气-油压变换的方法。在射流元件构成的系统中，不用变换器就可以完成，从检测、判断、指令一直到动作等一系列的工作。这样就节约了一部分成本。

射流元件回路，可用蚀刻法、塑模法来制造，即使是复杂的回