

射流技术讲义

二

射流技术应用及线路

复旦大学射流工厂

毛主席语录

大学还是要办的，我这里主要说的是理工科大学还要办，但学制要缩短，教育要革命，要无产阶级政治挂帅，走上海机床厂从工人中培养技术人员的道路。要从有实践经验的工人农民中间选拔学生，到学校学几年以后，又回到生产实践中去。

工人阶级必须领导一切。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

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。

我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。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。

前言

射流技术是六十年代迅速发展起来的一门自动控制新技术。它是利用流体在特定无件中流动的某些物理现象来实现自动控制的，因此也是流控技术的一个重要组成部分。射流控制装置具有结构简单、稳定可靠、易于制造、寿命长和适应性较强等特点，它适宜于大槽群众运动。目前国内外已广泛应用于机械、化工、仪表、轻工、电力、铸造、造船、纺织、医药、冶金等行业。它能耐高温、防腐蚀、防爆、抗辐射、抗振动等优点，在某些情况下，更明显地优于电子控制装置。它已迅速发展成电子技术自动化领域的重要补充。

“卑贱者最聪明！高贵者最愚蠢”

在无产阶级文化大革命以前，我国虽有少数单位从事这方面的研究工作，但是在反革命修正主义路线的影响下，这一小撮资产阶级反动技术“权威”所垄断，他们为了追名逐利，从外国杂志的夹缝里找题目，关起门来一步一步地滚弄玄虚，胡说没有洋大全的设备，没有高深的流体力学知识，休想搞射流技术。妄图以此把广大工农兵拒之于射流技术的门外。

毛主席亲自发动的这场无产阶级文化大革命，打倒了叛徒、内奸、工贼刘少奇，彻底批判了反革命修正主义路线，把科学技术的大权夺回到无产阶级手中，在毛主席“工人阶级必须领导一切”的伟大号令下，我国工人阶级昂首阔步登上了科技战线斗、批、修的午台，他们怀着深厚的无产阶级感情，遵照毛主席关于“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”的伟大教导，发出了“就是以身殉国，也要把它啃下来”的精神，从一开始一把控刀控出了射流无件，到今日在许多行业普遍开花结果，不少成果和无件性能指标已赶上和超过了世界先进水平，创造出了为资产阶级庸人和右倾保守主义者

所意想不到的奇迹，粉碎了“射流神秘论”、“射流发展悲观论”等种种奇谈怪论。

为了进一步推广和普及射流技术，更好地反映工人阶级在应用射流技术中的一些创造，同时对前时期举办的为半年期的第一期短训班下厂实习，课堂教学中的一些实践体会加以总结提高，我们在校党委的领导下，组成了由工农兵学员、工人、革命教师参加的三结合教材编写组，对第一期短训班的教材进行了认真的分析，并且走出校门到上海市的一些工厂、科学研究单位、高等院校进行了初步的调查，得到了广大工农兵与革命知识分子的大力支持。在此基础上我们编写了这本教材，在编写过程中我们学习了清华大学教育革命的经验，征求了一些工人老师的意见，对这本教材注意革命性与科学性的统一，注意理论与实践的统一，注意教材要适于自学、教学过程的特点，努力使这本书通俗易懂、由浅入深。但是由于我们的教改实践比较少，活学活用马列主义、毛泽东思想不够，一定有不少的缺点和错误，我们热诚地希望广大工农兵及革命知识分子读者提出批评意见，以便遵照毛主席关于“教材要彻底改革”的伟大教导，把无产阶级教育革命进行到底。

本讲义共分三册，第一册为《射流元件基础》，第二册为《射流技术应用及线路》，第三册为《常用射流附件》。

《复旦大学数学系射流工厂》
三结合教材编写组

一九七一年八月。

目 录

第一章 射流技术应用实例	1
§ 1. 四氯化碳自动计量包装	1
§ 2. 力卓胎外胎水压硫化机的射流控制	9
§ 3. 射流控制六工位组合机床	19
§ 4. 外胎硫化缸的射流控制	29
§ 5. 船用辅锅炉的射流自动控制	37
第二章 逻辑代数基础	50
§ 1. 基本逻辑运算	50
§ 2. 逻辑代数的基本恒等式	57
§ 3. 逻辑线路的简化	58
§ 4. 某些逻辑动作的射流线路实现	72
第三章 二进制计数	77
§ 1. 二进制计数制简单介绍	77
§ 2. 二进制计数	80
§ 3. 二—十进位计数	83
§ 4. 译码器	84
§ 5. 应用举例	87
§ 6. 线路讨论和调试	96
第四章 环形计数线路	104
§ 1. 脉冲袋式捕集器的射流控制装置	104
§ 2. 环形计数线路	113
§ 3. 环形计数线路的分析与讨论	120
第五章 射流程序控制的线路设计	133
§ 1. 概述	133
§ 2. 短信号发讯的控制线路设计实例分析	139
§ 3. 控制程序线法	153
§ 4. 控制程序表法	175
§ 5. 长信号发讯的线路设计	180
§ 6. 复合控制程序线的概念	191
§ 7. 带有延时四程序控制线路的设计	196

	§ 8. 译码线路简化	203
第六章	比例式元件及其应用	216
	§ 1. 比例式元件	216
	§ 2. 应用实例	222
第七章	液压射流元件及其应用	229
	§ 1. 概述	229
	§ 2. 附壁式液压射流元件	230
	§ 3. 附壁式液压射流元件的参数和性能的关系	232
	§ 4. 液压射流元件的加工工艺	238
	§ 5. 液压射流技术在机床上的应用	239
第八章	射流转速发讯——射流载波系统的介绍	247
	§ 1. 问题的提出	247
	§ 2. 问题的归结	248
	§ 3. 射流线路的实现	251
	§ 4. 结语	260

第一章 射流技术应用实例

伟大领袖毛主席教导我们说：“无产阶级认识世界的目的，只是为了改造世界，此外再无别的目的。”我们学习、掌握射流技术的目的，只是为了为三大革命服务，为无产阶级政治服务，狠狠打击帝修反。

在伟大领袖毛主席关于“工人阶级必须领导一切”的伟大号召下，我国工人阶级高举毛泽东思想伟大红旗，登上了上层建筑、基础的政治舞台。工人阶级是射流技术发展的主力军，几年来，广大工人群众成功地把射流技术应用于生产过程自动化，取得一个又一个的成果，谱写了一曲又一曲的毛泽东思想胜利凯歌。工人阶级在射流技术上的创造发明，彻底批判了叛徒、内奸、工贼刘少奇的专家路线、爬行主义、洋奴哲学等修正主义黑货，闯出了一条自力更生、奋发图强、土法上马、多快好省地发展射流技术、实现生产自动化的有效途径。

在这一章，我们结合教学需要，选择五种类型的项目作为应用实例，通过学习，使我们对如何从实际操作过程归结出自动控制要求，又如何从控制要求设计喷射流控制线路等问题有一个大概的了解。

此外，从内容安排来看，这一章只介绍气动数字式的应用实例，关于比例式控制与液压射流技术的应用实例，我们将在后面有关章节中进行介绍。

§ 1. 四氯化碳自动计量包装

化工系统中，有毒、有腐蚀性、易燃、易爆的液体很多，但产品的包装，即产品是量充灌这一环节却比较落后。文化大革命中，我国工人阶级遵照伟大领袖毛主席关于“我们必须打破常规，尽量采用先进技术”的伟大教导，大搞群众运动，使射流技术在多种类型的化学液体自动计量包装中得到成功的应用，显示了射流技术的优越性。我们这里介绍的是上海电化厂工人同志创造的四氯化碳自动定量包装。

(一) 控制要求：

首先我们看一看四氯化碳计量包装的操作过程。

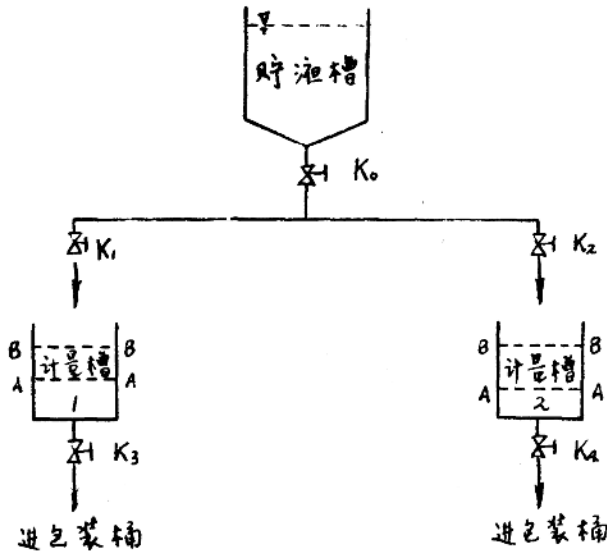


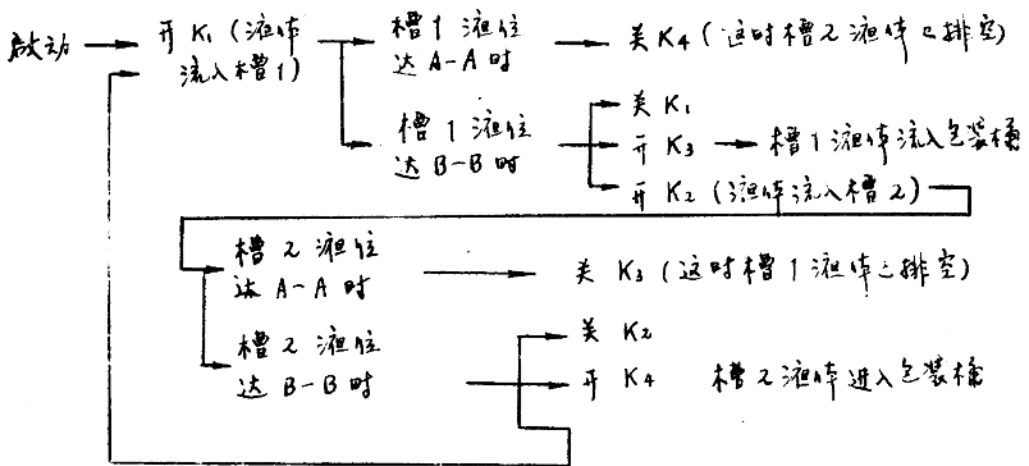
图 1-1 计量包装装置示意图

计量包装装置如图 1-1 所示。贮液槽中装有待包装的四氯化碳溶液。 K_0, K_1, K_2, K_3 与 K_4 是阀门。初始时， K_0 打开，其它阀都处于关闭状态。

包装开始，打开 K_1 ，液体流入计量槽 1（槽 1），待槽 1 中液位达到计量高度 B-B 时，立刻关闭 K_1 ，同时打开 K_2, K_3 ，使贮液槽中的液体改道流入计量槽 2（槽 2），槽 1 中的

液体流入包装桶进行包装。由于工艺的要求， K_3 、 K_4 的管径比 K_1 、 K_2 大，所以，当槽2中液位升到一定的高度A-A时，槽1中液体已全部流入包装桶，这时包装完毕可将 K_3 关闭。槽2中液位继续上升达计量高度B-B时，立即关 K_2 ，同时开 K_1 、 K_4 ，这时槽2液体改道流入槽1，而槽2的液体进入包装桶。同样，当槽1液位升到A-A时，槽2中液体已全部流入包装桶，于是关 K_4 ，进行第二个循环，如此继续。

根据上述的操作过程，我们可以列出四氯化碳的自动计量包装的工艺流程如下：



为了保证生产安全，我们附加安全保护操作如下：

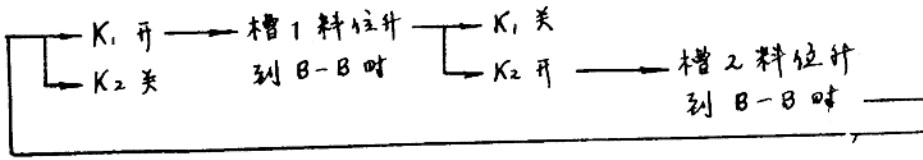
如果由于某种原因（比如阀门 K_1 或 K_2 失灵），计量槽1或2的液位超过危险高度C-C，则应立即关闭总阀门 K_0 ，并进行报警。

(二) 射流线路的实现：

从上述工艺流程看出，射流控制四氯化碳自动计量包装就是根据控制要求应用射流技术来对 K_0 、 K_1 、……、 K_4 等五个阀门进行自动控制。

(1) 阀门 K_1 与 K_2 的控制

根据工艺要求，阀门 K_1 与 K_2 的控制流程如下：



这就是说，阀门 K_1 与 K_2 的状态是互为对偶的，即 K_1 开的时候 K_2 关及 K_1 关的时候 K_2 开。而且当 K_1 开 (K_2 关) 计量槽 1 进料，但料位未升到 $B-B$ 时， K_1 不许关 (K_2 不许开)，反之当 K_1 关 (K_2 开) 计量槽 2 进料，但料位未升到 $B-B$ 时， K_1 不许开 (K_2 不许关)。由此可见，阀门 K_1 与 K_2 的状态可由一个双稳元件的两个输出状态来决定。

在这上海电机厂工人同志应用的双稳射流阀既是一个执行机构 (本身是一个阀门，可代替 K_1 与 K_2) 又是一个控制元件 (本身具有两个稳定态)，效果很好。如图 1-2 所示，贮液槽液作流经射流阀的主喷嘴假设一开始附于左壁，即贮液槽液作此时流入计量槽 1 (相当于前节讲的 K_1 开， K_2 关)，当计量槽料位升高到计量标准高度 $B-B$ ，液石将检测管堵塞，导致双稳射流阀反压切换，贮液槽液作改道流入计量槽 2 (这相当于 K_1 关， K_2 开)，当槽 2 料位升到 $B-B$ 时，液面发讯，又使双稳射流阀反压切回左边输入，如此继续，则实现了前节提出的对计量槽进料的控制要求。

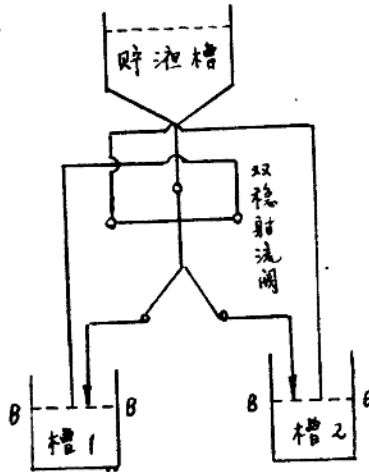
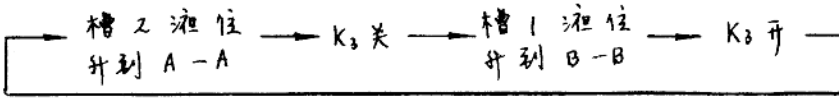


图 1-2
计量槽进料的控制

(2) 阀门 K_3 与 K_4 的控制

根据工艺要求，阀门 K_3 的控制流程如下：



显然，无论阀门开或关均需要将这状态维持一定时间，因而阀门 K_3 可用一个双稳元件来加以控制，双稳元件的控制讯号则分别由槽1与2的液位发讯得到。

完全同样，阀门 K_4 也可用一个双稳元件来控制，其控制流程如下：

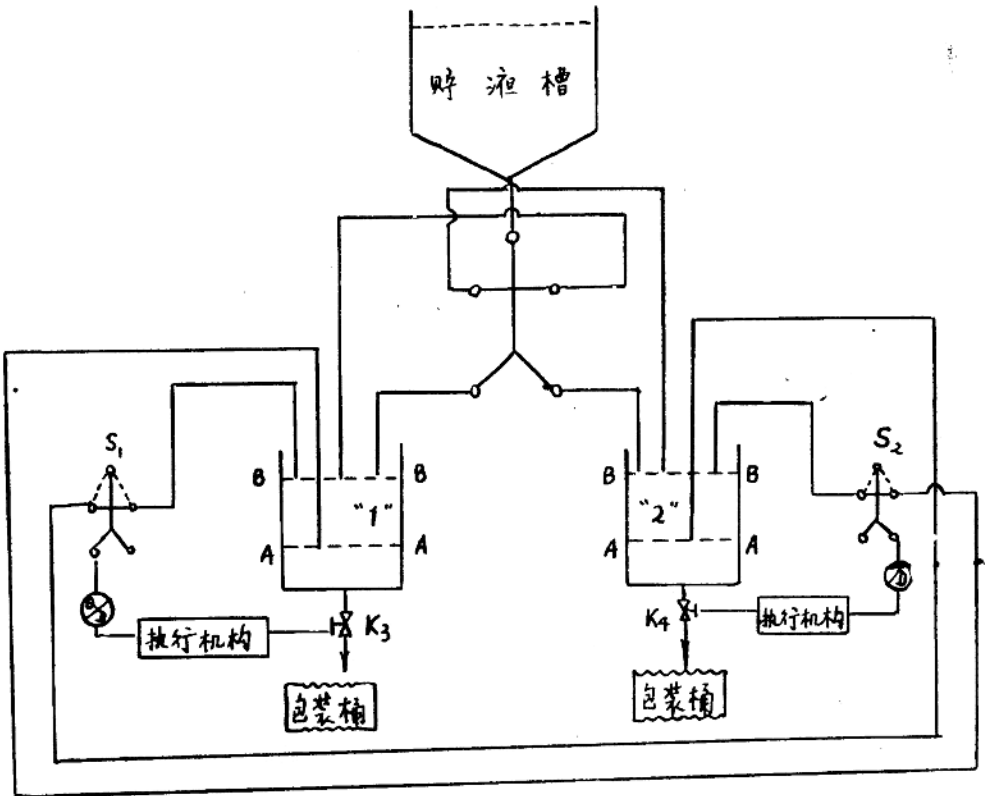
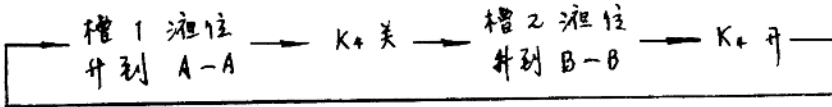
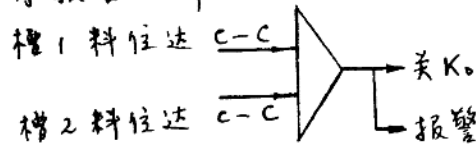


图 1-3 计量槽进、出料的控制

由图 1-3 知，当槽 2 料位为 A-A 时，则液面堵塞检测管使双稳 S_1 正压切换，阀门 K_3 关，当槽 1 料位升到 B-B 时，使 S_1 正压切换，阀门 K_3 开。同样 K_4 阀门也完全一样。显然这时的 K_3 、 K_4 是符合系统对计量槽排料的控制要求的。

(3) 保护系统的实现：

当槽 1 或槽 2 料位达危险高度 C-C 时，要求立刻关闭总阀门，并进行报警。即



对应射线线路如下：

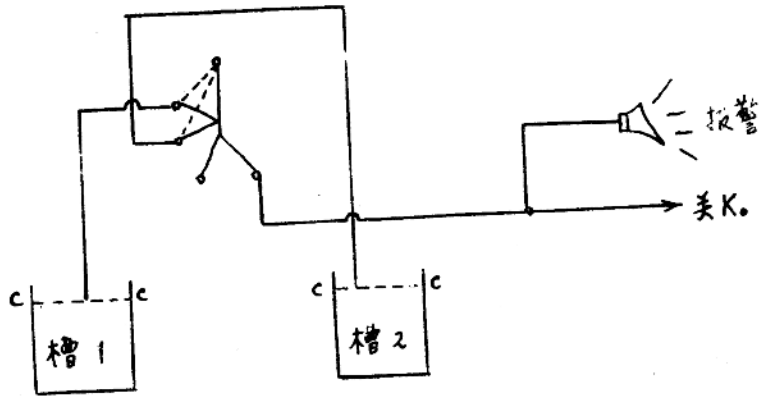


图 1-4 保护线路

(4) 总体线路：

综合图 1-3 与图 1-4，则得四氯化碳自动计量包装的射线线路如图 1-5 所示。其工作原理是这样的：

当槽 1 的液位达到所需位置 B-B 时，双稳射线阀在控制口被封住，液流改道进入计量槽 2，与此同时，双稳元件 S_1 的右控制口也被封住，切换至左输运道，气电转换有信号，推动执行机构，打开阀门 K_3 ，双稳 S_1 右控制口的发信管位置比双稳射线阀右控制口的发

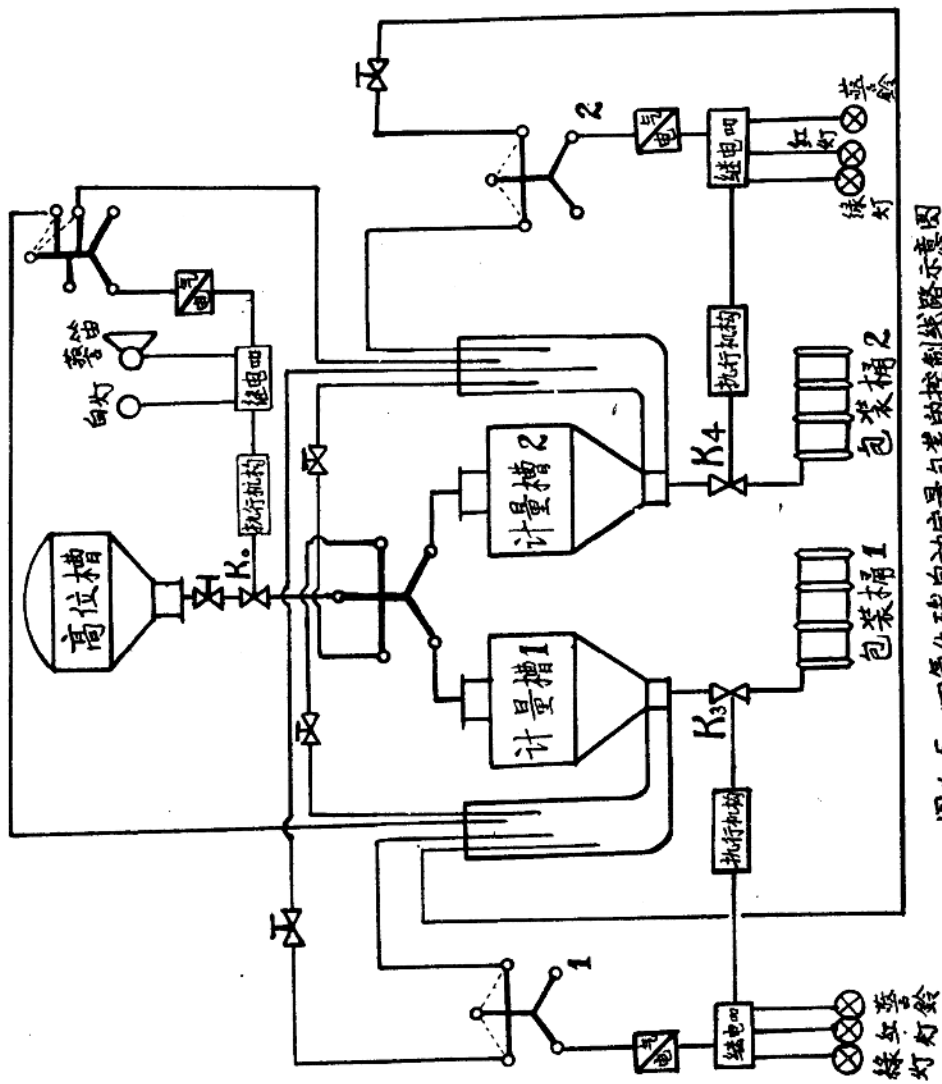


图1-5 二氧化碳自动定量包装的控制线路示意图

信管位置略低，是由于 S_1 控制口是排气的。) 阀门 K_3 打开，左包装桶开始包装。当槽2达到一定液位A-A时，槽1的液体已完全流入包装桶，这时双稳元件 S_1 切换至右输出道排空，气电转换口无信号，阀门 K_3 关闭。表示左包装桶包装完毕。

当槽2的液位达到所需要的位置B-B时，双稳射流阀的左控制口被封住，液流又切换至左输出道，液体改道流入槽1中。与此同时，双稳元件 S_2 的左控制口也被封住，双稳元件 S_2 切换至右面输出，气电转换口又有信号，阀门 K_4 打开，右包装桶进行包装。当槽1的液位达到一定的液位A-A时，双稳元件 S_2 切换至左输出道，排空。气电转换口无信号，阀门 K_4 关闭，表示右包装桶包装完毕，如此继续。

一旦控制失灵，有一计量槽的液位达到极限高度C-C，或非元件一控制口被封住，或非元件被正压切换至右面输出，气电转换口有信号，继电器带动执行机构，使总阀 K_0 关闭，防止液体流向射流阀，保证操作安全。同时，白指示灯亮，警笛响，发出警报。

§ 2. 力車胎外胎水压硫化机的射流控制

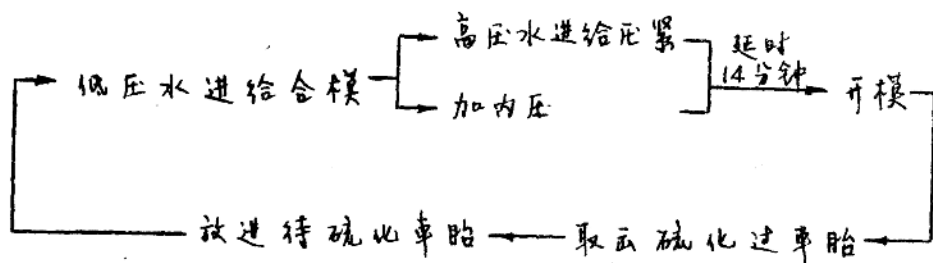
伟大领袖毛主席教导我们说：“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过在界先进水平。”经历了无产阶级文化大革命洗礼的我国橡胶工业战线的广大工人阶级，遵照伟大领袖毛主席关于“走中国自己工业发展的道路”的教导，成功地将射流技术应用于多种类型橡胶成品硫化机的自动控制中，大大减轻了操作工人的劳动强度，提高了产品质量，显示了射流技术的优越性。这里以上海力車胎厂工人同志创造的力車胎外胎硫化机的射流自动控制为例加以介绍。

(一) 控制要求：

硫化是橡胶制品加工的一项重要工艺之一，是指在一定的温度下，对橡胶制品加一定的压力，经过一系列的化学反应后使橡胶成品变得耐磨又富有弹性。

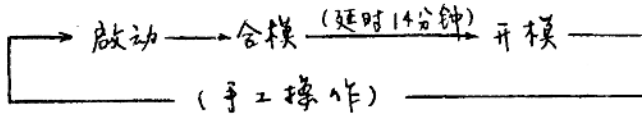
力車胎外胎水压硫化机的操作情况是这样的：初始时，硫化机处于开模状态。操作工人将待硫化的力車胎外胎放入硫化机后，打开阀门使硫化机合模（低压水进给），压紧（高压水进给），硫化机内自动加热加压，再经过14分钟后，硫化结束，开模。这时操作工人将硫化过的力車外胎取出，换上新的待加工的車胎，如此循环。

根据上述的硫化机操作情况，可得硫化机的工艺流程如下。



由于高压水进给与加内压是在合模后自动进行的，此外取出与放进車胎是手工操作的，因而在这里是射流自动

控制硫化机的硫化时间，其控制流程为：



(二) 射流线路的实现：

从硫化机的控制要求中知道，硫化机有合模与开模两种状态。启动后合模，维持14分钟后开模，取出与放进车胎后，再启动合模。显然，为了保证硫化质量，合模必须维持一定的时间，为了保证手工操作安全，开模也应维持一定时间。由此可见，硫化罐的开、合模两种状态可用一个双稳元件来加以控制，合模的维持时间是由延时器来实现的，其控制线路如图1-6所示。（延时器的工作原理详见《常用射流附件》第四章）。

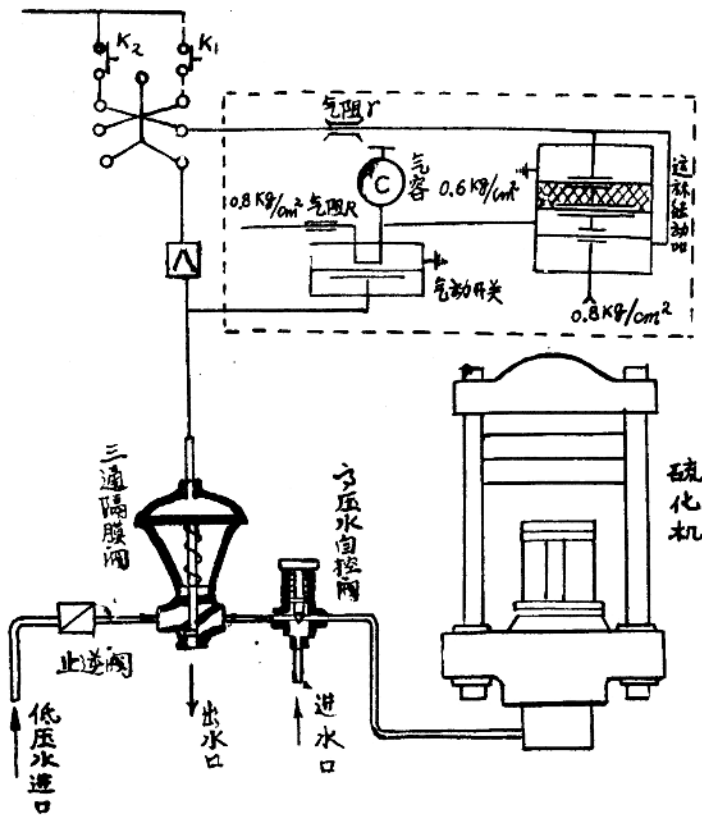


图 1-6 第一台的射流控制线路图

其工作情况是这样的：

在工人老师傅进行手工作业时，双稳元件1左端输出，排空（开始工作时，手按气按钮 K_1 ），当装上待加工的车胎后，手按合模气按钮 K_2 ，切换双稳元件S，使它的右端输出有气讯号给单向升压口。于是单向升压口有高压空气（ $2\frac{1}{2}$ 巴）输出，分二路：一路接延时口，一路进入三通隔膜阀（见图1-7）使三通隔膜阀的阀芯向下堵位，使低压水能通过。于是低压水（ $20\frac{1}{2}$ 巴）经止逆阀（即单向阀）通过三通隔膜阀流向高压水自控阀（见图1-8）。这时高压水自控阀的阀芯在下，堵住高压水的进口，而允许低压水通过。当低压水通过时，因为有一定的流速，所以在高压水自控阀的管路中，水压应小于 $20\frac{1}{2}$ 巴，不足以顶起阀芯，即打不开高压水的阀门。这样低压水进入硫化机水缸，靠水的压力慢慢合模。当硫化机水缸快要充满时，即合模动作完成时，低压水不能再进入，在高压水自控阀管路中水流速度等于0，压力增加到 $20\frac{1}{2}$ 巴，自动顶进三通隔膜阀，不允许水倒流，因此高压水也流入硫化机水缸，压紧硫化罐。与此同时，合模动作完成时，由于撞块打开了气按钮，使空气内压充入气囊，进行硫化。

经过14分钟后，延时口发出讯号，切换双稳元件，使排空。单向升压口无气讯号输入，排空，于是三通隔膜阀的阀芯由于弹簧力的作用而上升，堵住低压水的通道，而打开出水口排水。于是三通隔膜阀右端管路中水压下降，高压水自控阀的阀芯也因弹簧力的作用而堵住高压水进口，硫化机水缸中的水经出水口排出，硫化机开模。一离模，内压空气通道因撞块而离开气按钮而关闭。接下去是工人老师傅进行手工作业，卸下加工好的车胎，放进待加工的车胎，再行循环。

如果在合模后，蒸汽加温过程中，由于双稳元件不稳而发生开模现象时，可以立即按气按钮 K_2 进行抢救，使之重