

机械设各流体逻辑控制

a	b	s
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

a	b	s
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

a	b	s
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

b	s	
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

a	b	s
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

上海科学技术出版社 侯镇冰 编

机械设备流体逻辑控制

侯镇冰 编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

流体逻辑控制(特别是气动逻辑控制)是机械设备自动控制的一个重要方面,与电子、电磁逻辑控制相比,具有结构简单、价值便宜、工作寿命长、安全可靠等优点,很有发展的前途。

本书主要内容为:逻辑代数及卡诺图对逻辑函数的简化方法;电子、电磁及流体逻辑控制的比较和选择;气动与液压逻辑控制的比较和选择;各种气动逻辑元件、逻辑记忆元件以及外围元件的原理和构造;典型逻辑控制线路实例介绍。

机械设备流体逻辑控制

侯 镇 冰

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5 字数 108,000

1981年3月第1版 1981年3月第1次印刷

印数 1—8,500

书号: 15119·2105 定价: (科五) 0.59 元

目 录

绪言	1
第一章 逻辑代数简述	5
一、几个最简单的逻辑函数	5
二、两个以上自变量的逻辑函数	8
1. 串联线路的逻辑函数	8
2. 并联线路的逻辑函数	9
三、逻辑代数的基本定律	12
四、逻辑代数与普通代数的比较	15
五、逻辑函数和逻辑线路的简化	17
六、逻辑函数的图解运算法	20
第二章 逻辑线路的设计方法	28
一、单纯逻辑组合问题	28
二、自动循环逻辑控制问题	30
第三章 电磁、电子和流体的逻辑元件与外围元件的 比较和选择	42
一、电子、电磁和流体逻辑元件的比较	42
二、电子、电磁和流体逻辑记忆元件的比较	45
三、电子、电磁和流体逻辑元件的选用	49
四、电子、电磁和流体外围器件的比较和选用	52
第四章 流体逻辑元件的介绍	54
一、流体逻辑元件的分类	54
二、不活动元件	56
1. 不活动元件的共性	56
2. 低压射流逻辑元件	56
3. 高压射流逻辑元件	65
三、活动逻辑元件	72
1. 活动逻辑元件的工作原理	72
2. 活动逻辑元件的构造和应用	75

第五章 流体外围设备和外围元件	87
一、逻辑系统的气源处理设备	87
1. 高压活动逻辑元件的气源处理设备	87
2. 低压活动逻辑元件的气源处理设备	88
3. 流束折射类射流逻辑元件的气源处理设备	88
4. 流束破坏类射流逻辑元件的气源处理设备	89
二、感测元件和信号放大元件	89
1. 感测元件和功率放大器的工作原理	90
2. 活动感测器和功率放大器	91
3. 不活动感测器	96
4. 高倍率功率放大器	104
5. 感测放大器	106
6. 模拟-断续控制信号转换	109
三、与电磁元件连接时所需的转换元件	111
四、定时器	112
1. 由节流阀、储气瓶和跳变换向阀组成的定时器	112
2. 由马达或弹簧驱动的定时器	114
五、程序输入器	115
六、计数器	118
七、显示器	118
八、连接件	118
第六章 流体逻辑元件和外围器件的选择	120
第七章 几个典型机械逻辑系统设计示例	123
一、尺寸自动检验自动分类装置逻辑系统设计	123
1. 自动化过程的说明	123
2. 关于逻辑元件的选择	124
3. 逻辑函数和线路图的确定	124
二、双手同时按钮安全装置控制逻辑系统设计	126
三、冲压机自动控制逻辑系统设计	129
1. 自动循环和操作	129
2. 各控制信号的逻辑函数	131
3. 逻辑系统线路图	135

四、分段钻孔自动控制逻辑系统设计	136
1. 自动循环	136
2. 各控制信号的逻辑函数	137
3. 逻辑系统线路图	138
五、称重装箱自动控制逻辑系统设计	139
1. 自动循环	139
2. 各控制信号的逻辑函数	140
3. 逻辑系统线路图	144
六、回转工作台转位控制逻辑系统设计	144
1. 自动循环	144
2. 各控制信号的逻辑函数	146
3. 逻辑系统线路图	147
七、排列装料自动控制逻辑系统设计	149
1. 自动循环	149
2. 各控制信号逻辑函数确定	153
3. 逻辑系统线路图	153
参考书刊	154

绪 言

自动控制分断续控制和连续控制两大类。本书讨论的属断续控制问题。对于机械设备执行机构每一个动作的启动和停止的程序控制是一种最简单的断续控制。根据不同情况，控制系统中的元器件可以选用电子的、电磁的或流体的。本书推荐的是近年来发展很快的采用流体元器件的控制系统。

图1所示的断续控制示例是一个压力机的送进机构的控制系统。

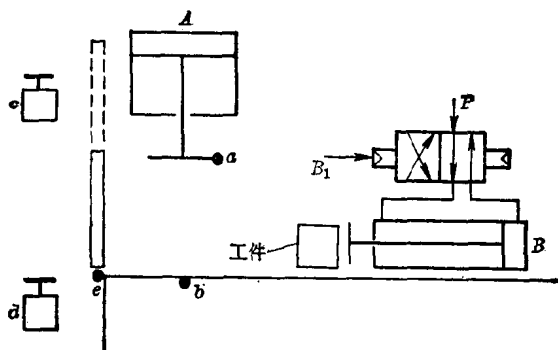


图1 压力机送进机构工作示意图

A—压力头油缸； B—送进机构气缸；

a、b、e—三个行程阀； c、d—手动按钮阀

执行机构的每一次动作都要在一定条件下进行：工件的送进机构气缸必须在防护门已关上（行程阀 e 被压下）、压力头确已退至原位（行程阀 a 被压下）、压力头下确实无物（行程

阀 b 未被压下)、操作工人按下 c 、 d 两按钮阀中的任意一个时才能动作, 这时, 逻辑系统发出 B_1 信号, 使气缸 B 的操纵阀转到“进”的位置, 送进气缸执行送进指令。

任何控制系统的逻辑系统都必须在规定的输入情况下才输出有关的控制信号。规定的输出和输入的关系称为该逻辑系统的逻辑功能。

图 2 所示就是按上例规定的逻辑功能设计出来的逻辑系统。

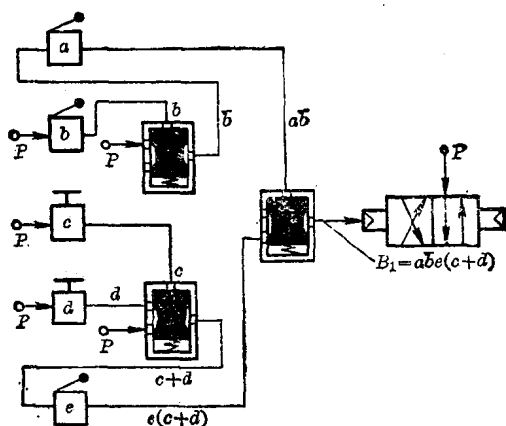


图 2 按上例所规定的逻辑功能设计的逻辑系统

过去, 机械专业的技术人员在设计自动化设备时, 常常只限于机械部分的设计, 而逻辑控制系统常转给电器专业人员去研究。把本来有紧密联系的两个部分, 断然地划分开来, 由不同专业的人员分工设计。这样往往不易得到具体条件下的最佳方案。而且这样分工, 必然使机械设备的逻辑控制系统无例外地都设计成电子、电磁(继电器)控制系统。

事实上, 在今天的条件下, 流体技术, 特别是气动技术已

经相当成熟地进入了控制技术的领域。与电子、电磁技术相比较,流体技术反应速度较低,但对于绝大多数的生产要求来说,其反应速度是足够的。从目前国内外已经涌现的大量的采用流体逻辑系统的各类自动化机械装备来看,流体系统在某些情况下比电子、电磁系统还优越。

当执行机构是流体传动时,如采用流体逻辑系统与其相配,则逻辑系统的输出可以直接推动执行机构,例如图2所示。如采用电子、电磁逻辑系统,则逻辑系统输出的电信号,需经电磁阀类的转换元件转换成流体信号后才能推动流体执行机构。这种转换元件耐用度一般都不如流体元件,因此在这种情况下电子、电磁系统的可靠性常较流体系统为差。

流体元件与电子、电磁元件相比,一般结构比较简单,经济耐用,不需稀贵材料,在某些情况如气动逻辑元件还比较灵敏、小巧,且能适应不宜采用电子、电磁系统的易燃、易爆、高温、强电磁场、潮湿、多尘和腐蚀性物质弥漫的生产环境。

在具体的生产条件下,究竟选用电子、电磁系统还是选用流体系统,需要进行技术性能、经济性的具体分析比较,而后才能决定。不少情况下,这两类系统可以综合应用,互补长短。不能武断决定,一律用电子、电磁系统,或一律用流体系统。

在大多数生产条件下,都有可能选用流体系统作为逻辑系统。由于流体系统的设计问题属于机械专业,因此机械专业人员必须从头到底进行逻辑系统的设计。

用逻辑代数的原理叙述逻辑系统的设计,对于电子、电磁、流体以及它们的综合系统来说,其语言和方法是统一的。这种逻辑语言和研究方法的统一将促进机电两专业人员在逻辑系统设计上的互相了解,做到既分工又合作。

近年来的实践证明,流体的放大器、计数器、程序控制器

等的创制以及集成电路的应用等等,都曾得到电子、电磁技术的启示。因此逻辑语言和研究方法的统一,对于机械专业的技术人员借鉴发展速度较快的电子、电磁技术新的研究成果也有重要意义。

第一章 逻辑代数简述

逻辑功能简单的逻辑系统可以很不费力地、直观地设计出来。逻辑功能复杂的，用直观试探的方法进行设计就很难了。这时如采用逻辑代数的理论推演方法，就有可能不太费力地找出最佳的设计方案。

逻辑代数就是研究逻辑系统输入与输出的关系的一种数学工具。

逻辑系统及其组成元件的输入和输出都只有两个值：0 或 1。这两个值只表示信号的有或没有，不表示信号的大小。对电器元件来说是指有没有高电位，对气动元件来说是指有没有高气压。

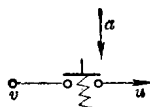
对于手动按钮或行程碰撞按钮的输入来说，“0”表示未按未碰，“1”表示按下。

一、几个最简单的逻辑函数

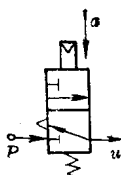
最简单的逻辑系统就是只包含一个简单元件、只有一个输入和一个输出的逻辑系统。

图 1-1 所示就是一种最简单的逻辑系统。

图 1-1(a) 是由一个最简单的常开电器开关所组成的系统，图 1-1(b) 是由一个最简单的两位三通阀组成的系统。无论是电器的还是气动的，其逻辑功能是一样的。都是按下时输出端有高压，不按时输出端无高压。按前述的逻辑语言来说，都是输入 a 为“1”时，输出 u 为“1”；输入 a 为“0”时，输出



(a)



(b)

图 1-1 由一个逻辑元件组成的一种最简单的逻辑系统

表 1-1

a	u
0	0
1	1

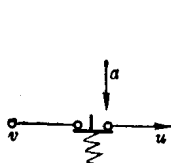
u 为“0”。表 1-1 就表示了上述的输出与输入的关系。

用数学的术语来说, 输入 a 是自变量, 输出 u 是因变量, 输出与输入构成一定的函数关系, $u=f(a)$ 。从表可见,

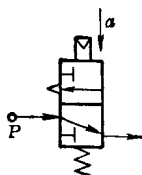
$$u=a$$

这是逻辑代数中最简单的一个逻辑函数。这函数描述了上述最简单的逻辑元件的输出与输入的逻辑关系。这一逻辑元件在逻辑系统的设计中也有其专用的术语——“是”门。只是由于“是”门实在太简单了, 以后的论述中根本不必要专门提出来研究, 在我国的现行标准中也根本没有提及它。“是”门常常当放大器使用。

图 1-2 所示是另一种最简单的逻辑系统。图 1-2(a) 是由一个最简单的常闭电器开关所组成的系统, 图 1-2(b) 是由



(a)



(b)

图 1-2 又一种由一个元件组成的最简单的逻辑系统

表 1-2

a	u
0	1
1	0

一个最简单的相当于常闭开关的两位三通阀所组成。它们的逻辑功能也是一样的,其输出与输入的关系可从表 1-2 看到。

从表可见,其输出值始终是输入值的否定。即

$$u = \bar{a}$$

由于各变量只有两个值: 0 或 1, 非此即彼, 非 0 即 1, 非 1 即 0。输入为 0 时, 输出为非 0, 即 1; 输入为 1 时, 输出为非 1, 即 0。上述元件的输出值始终是输入值的“非”(即否定)。所以相当于常闭开关的逻辑元件称为“非”门。按我国现行的标准, 画线路图时“非”门的符号如图 1-3 所示。

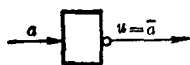


图 1-3 非门符号

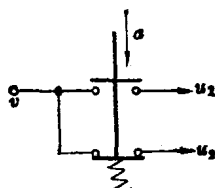


图 1-4 由一个“是”门和一个“非”门组成的复合电器开关

图 1-4 所示是稍复杂一些的逻辑元件, 有两个输出: u_1 和 u_2 。其与输入的函数关系是:

$$u_1 = \bar{a}$$

$$u_2 = a$$

也就是说这种元件是一个“是”门和一个“非”门的复合元

表 1-3

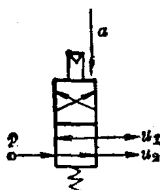


图 1-5 两位四通阀也是一个由“是”门和“非”门组成的复合逻辑元件

a	u_1	u_2
0	0	1
1	1	0

件。常用的包含有很多常开和常闭触点的继电器是一种由很多“是”门和“非”门组合起来的复合逻辑元件。其逻辑输入还是一个。

两位四通阀也属这一类复合元件(见图 1-5)。

二、两个以上自变量的逻辑函数

当逻辑系统是由若干个电器开关或相应的阀类元件组成时,这系统就有若干个输入。其输出与各输入之间的函数关系式中有若干个自变量。这些开关或阀的组合联接的方式可以有无限多种,但其最基本的联接组合方式只有两种:串联和并联。今分别讨论之。

1. 串联线路的逻辑函数

图 1-6(a)是由三个电器开关、图 1-6(b)是由三个气动阀串联起来而组成的一种逻辑系统。都有三个自变量 a 、 b 和 c 。现在研究一下其输出 u 与输入 a 、 b 和 c 所构成的逻辑函数关系。

由于这些变量都只有两个值(0 或 1)。因此完全可能直接观察这三个变量在不同值的各种可能的情况下的输出值。

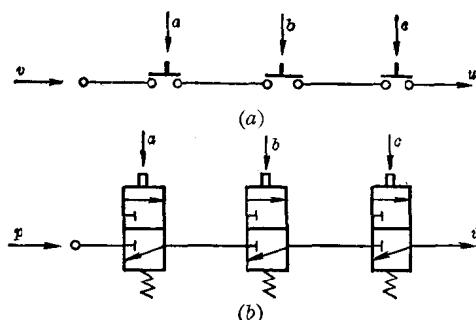


图 1-6 由三个电器开关或三个阀串联而组成的一种逻辑系统

表 1-4

a	b	c	u
0	0	0	0
1	0	0	0
0	1	0	0
1	1	0	0
0	0	1	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	1

三变量不同值的各种可能的组合情况一共有八种，可列表分析之（见表1-4）。这表称真值表。

从这表可以看到 u 与 a 、 b 和 c 的关系非常象普通代数中的乘法关系，即

$$u = a \cdot b \cdot c$$

只有 a 与 b 与 c 都为“1”时， u 才等于1。 a 、 b 、 c 中任一变量如果等于零， u 就等于0。

所以，串联线路的输出与输入的函数关系在逻辑代数中定义为逻辑乘的关系。



$$u = a \cdot b \cdot c$$

图1-7 “与”门符号

由于串联线路的逻辑关系有“与”的意思，即只有当 a 与 b 与 c 都为“1”时， u 为“1”。所以这整个串联线路称为“与”门。

图1-7 所示是我国规定的“与”门符号。

2. 并联线路的逻辑函数

图1-8(a) 和图1-8(b) 是三个电器开关和三个气动阀的并联线路。

图1-8 所示的由并联线路构成的逻辑系统也有三个变量 a 、 b 和 c 。其输出与各输入的关系也可从真值表中直接观察到。其真值表见表1-5。

从表1-5 可见，无论 $a=1$ 或 $b=1$ 或 $c=1$ ，输出端 u 就等于“1”。任何一个或两个或三个输入端都有信号，输出端也有信号，即“1”的状态。这非常象普通代数中的加法关系：

$$u = a + b + c$$

例如： $a=0$ ， $b=0$ ， $c=1$ 时 $u=0+0+1=1$

又如： $a=1$ ， $b=0$ ， $c=1$ 时 $u=1+0+1=2=1$

又如： $a=1$ ， $b=1$ ， $c=1$ 时 $u=1+1+1=3=1$

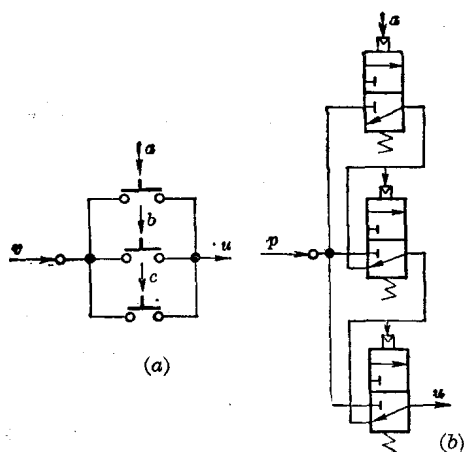


图 1-8 三个电器开关或三个阀
并联而组成的一种逻辑线路

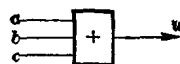
表 1-5

a	b	c	u
0	0	0	0
1	0	0	1
0	1	0	1
1	1	0	1
0	0	1	1
1	0	1	1
0	1	1	1
1	1	1	1

逻辑和 2、3 等与 1 的状态相同，因此在逻辑上 $2=3=1$ 。
这种由并联线路构成的逻辑系统的输出输入的函数关系称为逻辑加的关系。

又由于其逻辑关系中有“或”的意思，所以这种并联线路所构成的逻辑系统称为“或”门。国家标准所规定的“或”门的符号见图 1-9。

图 1-8(b) 所示的气动阀的例子，只是动力源并联，其输出端不完全是并联，这是由于这种气动阀的特点所造成的。如果按通常的并联概念联接起来，只要一个阀的输入为零，其他两阀按下时，由于输出端仍与排气口相通，根本建立不起高压来，如图 1-10(a) 所示。所以不得不改成图 1-10(b) 所示的接法，也就是图 1-8(b) 的接法。



$$u = a + b + c$$

图 1-9 “或”门符号

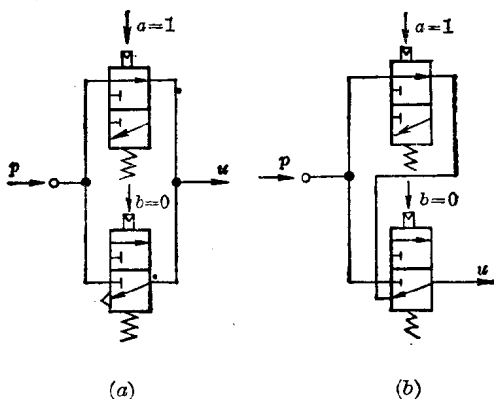


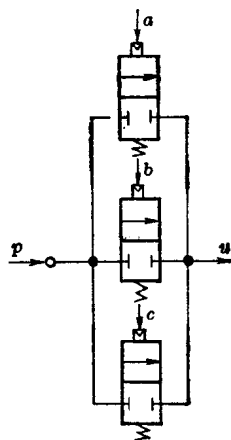
图 1-10

(a) 不正确的气动阀的并联；(b) 正确的气动阀的并联

如果把这种阀的排气孔全部堵上，或干脆采用另一种根本没有排气设计的阀，就可以完全按一般并联的概念并联起来，如图 1-11 所示。这样的系统只宜用于推动射流元件或由其组成的气测量具。但不宜用以推动气缸，因气缸归原位时需要排气。

逻辑函数是多种多样的。但任何一个逻辑函数都不外乎是上述的逻辑乘、逻辑加和逻辑非三种基本逻辑函数的不同复杂程度的综合而已。

一定的逻辑函数代表着一定的能完成该函数所规定的逻辑功能的逻辑线路。



$$u = a + b + c$$

图 1-11 三个没有排气设计的阀的并联