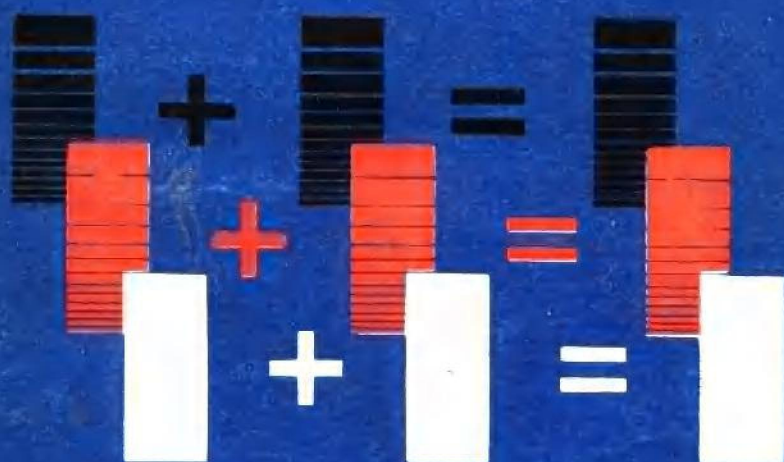


上海教育出版社



漫谈数学与自动化

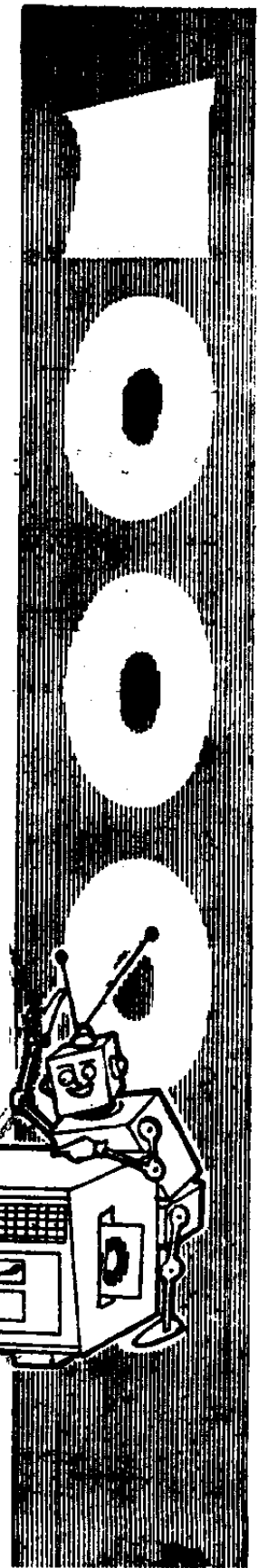
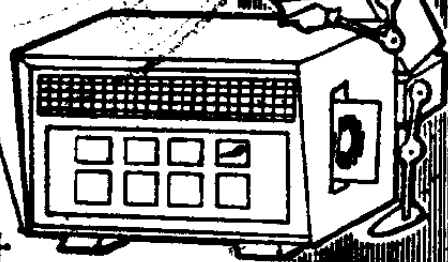
MANTANSHUXUEYUZIDONGHUA

1+1=1

漫谈数学与自动化

尹文祥

上海教育出版社



内 容 提 要

自动化机器为什么会自动地进行操作？原来与一种我们所不熟悉的数学有着密切的关联。这种数学与中小学里所学的可不一样，它只用 0 和 1 两个数码，而且具有 $1+1=1$, $1\cdot 1=1$ 等我们非常陌生的关系。人们给了它一个名字，叫逻辑代数，或叫开关代数。

本书将非常通俗而浅显地告诉你，逻辑代数是怎么样一回事？它是怎样指挥着机器自动操作的，具有高小水平的学生就能看懂。

$$1+1=1$$

——漫谈数学与自动化

尹 文 祥

上海教育出版社出版

(上海永福路 123 号)

新华书店上海发行所发行 浙江舟山印刷厂印刷

开本 $787\times 1092\ 1/32$ 印张 1.75 字数 27,000

1981 年 6 月第 1 版 1981 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—70,000 本

统一书号: 7150·2496 定价: 0.15 元



$1+1=1$ 。如果你是老师，那一定会打个“×”。可是这一运算结果，在某个范围内确实是正确的。这本小册子讲的，就是有关这方面的知识。

走进有些邮局，可以看到一排整洁而明亮的各种自动机器，按钮成排，红灯闪烁。在自动售邮票机的投币口，你只要投入 8 分硬币，红灯一亮，在机器的小窗



自动售邮票机

口里，马上会送出一张 8 分邮票来。要是多给了钱，它会一文不差地找给你，真是又迅速，又准确。

你经常看电视吧！中央电视台在播放节目之前，总要播送一幅测试图象。在

测试图象的下方，有六个数字在不停地变换着。这就是数字式电子钟所显示的时间，它比你家的座钟可准确得多哩！

类似这样的自动机械还很多，例如电子秤，自动量布机，中药自动配方机等等。这类机器为什么会自动售货、显时、计算、称重、……？原来与 $1+1=1$ 这个“奇怪”的运算有密切的关系哩！

下面我们就介绍这种特殊的数学！



目 录



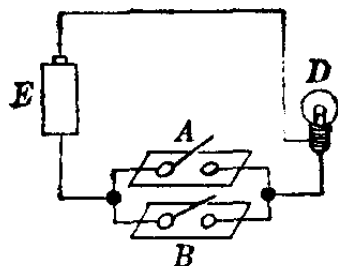
写在前面	1
1. 做一个实验—— $1+1=1$	1
2. 动物表演	5
3. 再做一个实验—— $1 \cdot 1=1$	10
4. $1=\bar{0}$	17
5. 走棋游戏	23
6. 复杂的问题	25
7. 一篇错误的报道	30
8. 自动售邮票	34
9. 电子钟怎样显示数字	44



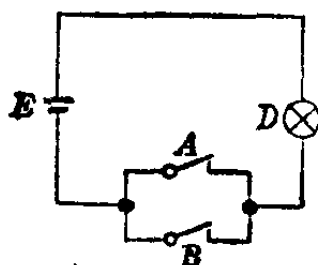
做一个实验

—— $1+1=1$

我们来做一个实验。准备一节干电池，一个手电筒用的小灯泡(1.5 V)，四个铁制图钉和几根导线。照下图那样，将图钉按在木板上，做成两个开关，用导线将各零件连接好。



实物装配图



线路图

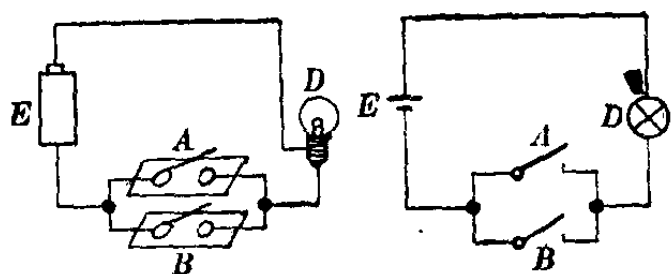
如果用字母 A 和 B 代表两个开关，用 D 代表灯泡，用 E 代表干电池，那末就可以画成象右边那样的线路图。

开关只有两种可能：断开和合上；

灯泡也只有两种情况：亮和暗。

现在开始做实验。

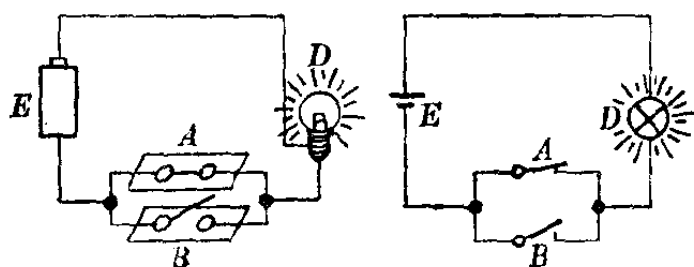
(1) 把开关 A 断开， B 也断开，这时灯泡 D 是



A	断开
B	断开
D	暗

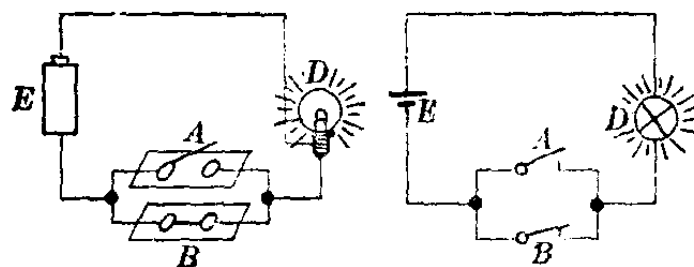
暗的。

(2) 把开关 A 合上, B 断开, 灯泡 D 亮了。



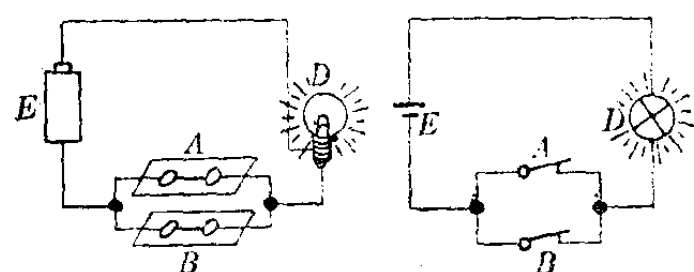
A	合上
B	断开
D	亮

(3) 把开关 A 断开, B 合上, 灯泡 D 也亮。



A	断开
B	合上
D	亮

(4) 把开关 A 和 B 都合上, 灯泡 D 也亮。



A	合上
B	合上
D	亮

还有第五种情况吗? 没有了。

在上面各表中, 要写合上, 断开; 亮, 暗, 很麻烦。

能不能用更简便的方法来表示呢？

我们规定：

开关 A 或 B 合上，线路接通，记作 1；

开关 A 或 B 断开，线路不通，记作 0。

灯泡 D 亮，记作 1；灯泡 D 暗，记作 0。



于是上面 A 、 B 和 D 的四种关系，可以归纳成下面的表 1：

表 1

A	0	1	0	1
B	0	0	1	1
D	0	1	1	1

请注意，这里 1 和 0 的意义，和你过去所学的不一样，它们不代表一个数，而只是表示某种状态。

仔细的读者一定会发现，表 1 中 A 、 B 和 D 的关系，除了第四列外，与普通的加法没有什么不同，即

$$0+0=0, \quad 1+0=1, \quad 0+1=1.$$

从实际意义上来说，这里的“+”表示的是一种“或者”的关系。也就是只要 A “或者” B 是 1（合上），结果 D 就是 1（亮）；而当 A 和 B 都是 1（合上）时，当然 D 也是 1（亮）。从这个意义上来说，我们就有了

$$1+1=1.$$

当 A 和 B 都是 0(断开)时, 结果 D 自然也是 0(暗). 于是对于上面的开关线路装置, 就可以用下面的关系式表示:

$$A+B=D.$$

由于这种加法的意义与我们过去所学的不一样, 它表示的是一种“或者”的关系, 因此另外给它一个名字, 叫做“或”运算, 也叫“逻辑加”, 仍旧用符号“+”表示。

现在你对 $1+1=1$ 不奇怪了吧!

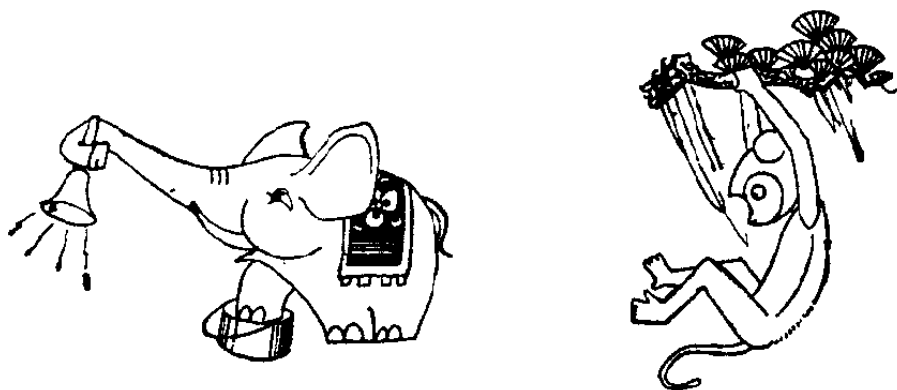
2

动物表演

在日常生活中,也有逻辑加的情况。例如

“动物园上午有大象或猴子进行动物表演(假定动物园只有这两种动物会表演)。”

在这句话中,只要大象“或者”猴子进行表演,也就是只要这两种动物中有一种动物有表演,动物园就有动物表演。当然,大象、猴子都表演,动物园也有动物表演。如果大象、猴子都不表演,那末动物园就没有动物表演。



把大象表演这件事记作 A , 猴子表演这件事记作 B , 把动物园动物进行表演这件事记作 D , 对上面这句话的各种情况,可以列成下面的表:

大象表演 A	没有	有	没有	有
猴子表演 B	没有	没有	有	有
动物园动物表演 D	没有	有	有	有

再进一步，把有表演记作 1，没有表演记作 0，于是上面的表就成了：

A	0	1	0	1
B	0	0	1	1
D	0	1	1	1

它与上一节所做实验的结果完全一样。这就是说，大象或猴子表演这句话，实质上也是逻辑加关系，它们同样可以用 $A+B=D$ 来表示。

但你必须注意，这里的 1 和 0，表示“有表演”和“没有表演”两种状态，不代表我们平常所用的数字。

请你再看下面两句话：

- (1) 今天或明天要下雨。
- (2) 我到书店去买数学书或语文书。

你认为它们是不是形成了逻辑加的关系？

下面请你试试：

(1) 在空白处填上 0 或 1(表示两种状态)，使它符合逻辑加的关系。

$$1+0=(\quad)$$

$$1 + () = 1$$

$$() + () = 0$$

(2) 如果逻辑加的式子是

$$Q = M + N, \text{ 那末}$$

(a) 当 $M=1, N=0$ 时,

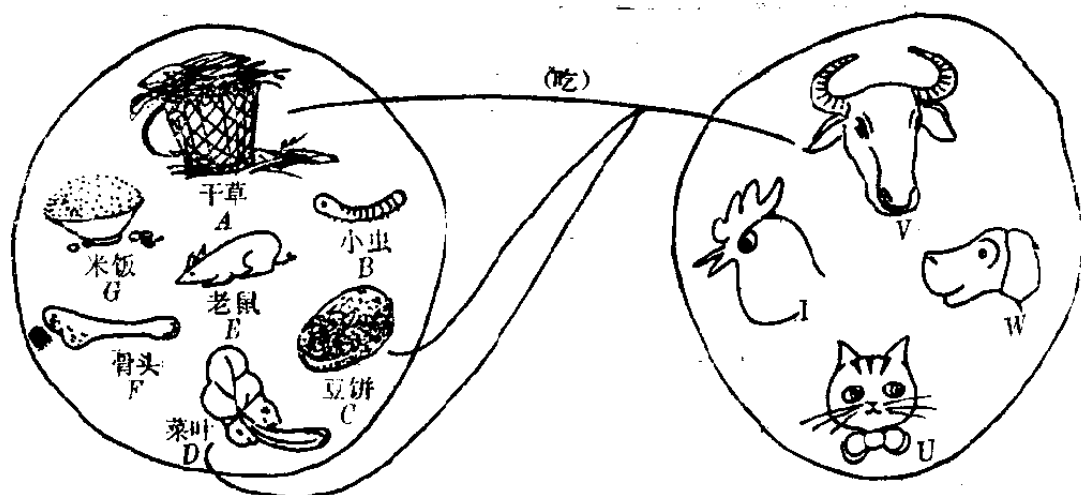
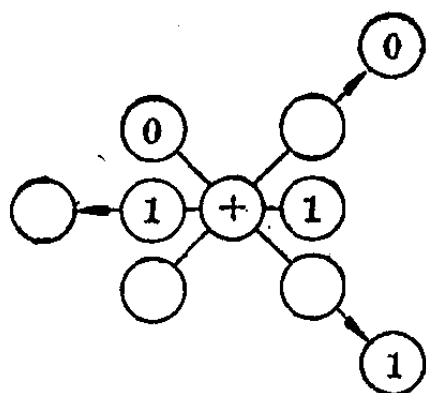
$$Q = ();$$

(b) 当 $M=1, N=1$ 时,

$$Q = ();$$

(c) 当 $M=0, N=0$ 时, $Q = ()$.

(3) 大家知道,牛是吃干草、豆饼或者菜叶的,它符合逻辑加的关系。在下图中还有几种动物,它们都吃什么呢? 请你把每一动物和它所吃的食物用线连起来,并完成下面的式子:



$$V = (A) + (C) + (D), \quad I = () + () + (),$$

$$W = () + (), \quad U = () + ().$$

注意: 这里的 V 和 I , 是由三个字母形成的逻辑加, 它与两个字母形成逻辑加的情况是类似的。即 A, C, D 中只要有一个是“1”, 那么 V 就是“1”; 只有当三个都是“0”时, V 才是“0”。

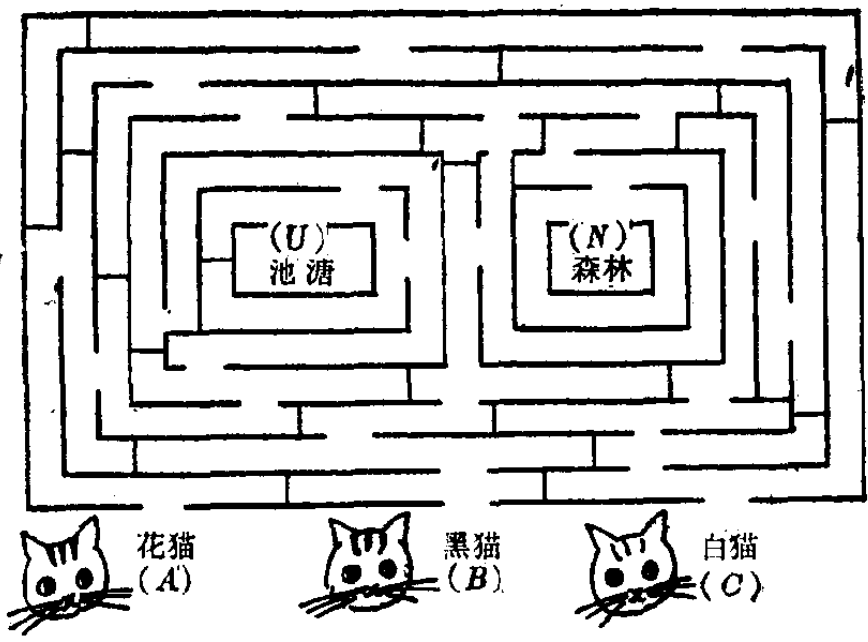
(4) 下面的几种交通工具，能行驶在什么地方？用线把它们连起来，并填写下面的式子：

轮船	自行车	大卡车			
(A)	(B)	(C)			
公路	农村小道	海	河	水泥马路	湖
(Q)	(R)	(S)	(T)	(U)	(V)

$$A = (\quad) + (\quad) + (\quad), \quad B = (\quad) + (\quad) + (\quad),$$

$$C = (\quad) + (\quad).$$

(5) 三只小猫要到池塘里去钓鱼，请你帮忙找一找，哪些小猫能到达池塘？它们是不是形成逻辑加的关系？请你写出这个逻辑加的式子。



$$U =$$

(6) 城市的十字路口，用红绿灯指挥交通。现在不少城市采用自动交通指挥仪，它能自动地变换红绿灯。有的路口在人行横道线两头也装了红绿灯，上面挂着块牌子，写着：

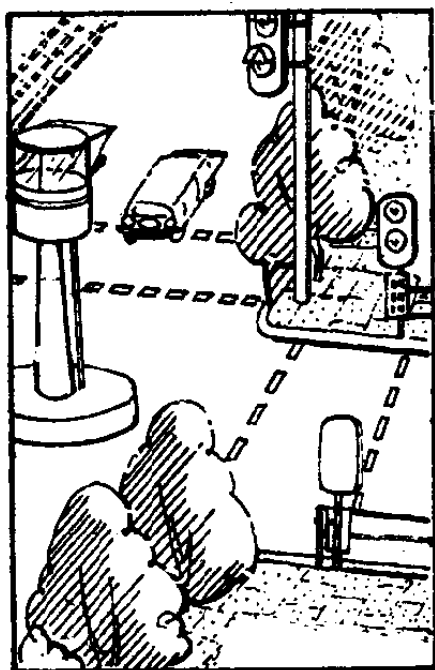
红灯亮, 不许走; (M)

绿灯亮, 可以走; (N)

绿灯闪亮, 快快走. (P)

你能写出行人可以过马路(设用 Q 代表)的逻辑表达式吗?

$Q =$



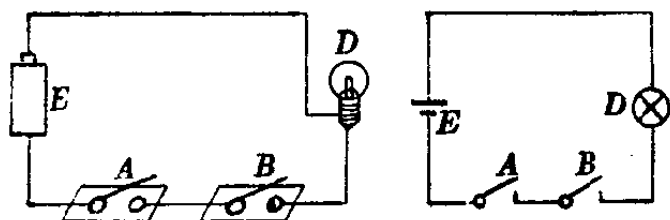
3

再做一个实验

$$1 \cdot 1 = 1$$

我们再来做一个实验。用与第一节同样的材料，

照左图那样的线路连结起来，并按照逻辑加中的规定：开关合上或灯泡亮，用“1”表示；开关断开或灯泡暗，用“0”表示。

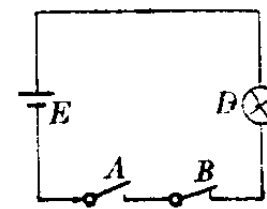
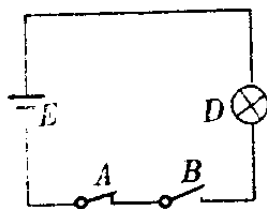
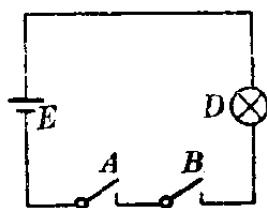


示；开关断开或灯泡暗，用“0”表示。

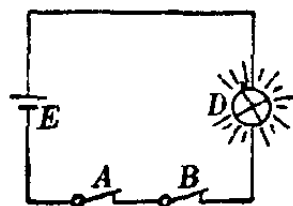
(1) 把开关 A ， B 都断开 ($A=0$ ， $B=0$)，灯泡不亮 ($D=0$)。

(2) 把开关 A 合上， B 断开 ($A=1$ ， $B=0$)，灯泡也不亮 ($D=0$)。

(3) 把开关 A 断开， B 合上 ($A=0$ ， $B=1$)，灯泡仍不亮 ($D=0$)。



(4) 把开关 A , B 都合上
($A=1$, $B=1$), 灯泡亮了(D
 $=1$).



还有第五种情况吗? 没有了.

上面四种结果, 可以归纳成表 2.

表 2

A	0	1	0	1
B	0	0	1	1
D	0	0	0	1

你一定已发现, 这里 A , B 与 D 的关系, 不就是我们所学过的乘法吗? 不错! 从表中看, 它和普通的乘法没有什么两样. 但它所表示的意思却是: A “与” B 必须都是 1 时, D 才是 1; A 和 B 中只要有一个是 0, D 就是 0. 从这个意义上来看, 它和普通的乘法是有着本质的区别的. 这里的“与”字是很关键的, 所以我们把这一运算叫做“与”运算, 也叫做“逻辑乘”, 用“ $\cdot$ ”号表示 (“ $\cdot$ ”号也可以省略不写). 于是上面这个实验所显示的逻辑乘, 可以用下面的式子表示:

$$A \cdot B = D,$$

它们有:

$$0 \cdot 0 = 0, \quad 1 \cdot 0 = 0, \quad 0 \cdot 1 = 0, \quad 1 \cdot 1 = 1.$$

请看下面这句话: