

图解

微型计算机基础知识

〔日〕吉本久泰 著 杨逢春 译 涂克文 校

36

BJ/1

TP36
JBJ/1

图解

微型计算机基础知识

〔日〕 吉本久泰 著

杨逢春 译

涂克文 校

新时代出版社

内 容 简 介

本书以通俗浅显的语言、形象的图画和生动的比喻介绍了微型计算机的基本知识。使初学者能够消除对微型计算机的神秘感，从而循序渐进地从头学下去，掌握有关知识。

全书包括微型计算机的基础知识，微型计算机的结构和工作原理，微型计算机的程序等几个方面。阐述了微型计算机的结构、功能、性能、数制、逻辑电路、数据的表示法，CPU和存储器等的作用，微型计算机编写程序的步骤、指令的种类和使用方法等内容。

本书适合大、中学校师生和具有中等文化程度的读者自学用，也可供中等专业学校、职业学校选作教材。

JS272/03
图解マイコンの基礎

吉本久泰

東京電機大学出版局

1982

*

图解微型计算机基础知识

(日) 吉本久泰 著

杨 连 春 译

涂 克 文 校

新时代出版社 出版发行

新华书店经售

门头沟区印刷厂印装

850×1168毫米 32开本 5印张 128千字

1989年7月第1版 1989年7月第1次印刷

印数：0001—3600册

ISBN7-5042-0001-8/TP·1 定价：3.15元

前 言

近来，随着微型计算机的出现，计算机的许多用途都是人们从前未曾想到过的。在工业产品中的应用不必多谈，它还通过象电视机、电冰箱、电子炉灶、缝纫机这类家用电器和玩具等不断地深入到我们日常生活中来。

在当今的世界里，具备微型计算机的知识已经是不可缺少的了。从事电气、电子和机械工业的有关人员自不待言，就是即将活跃在这些领域以外的人们，学一点儿微型机也决不是无益的。

可是现在有许多人总是下不了决心，认为计算机难学，不懂电气、电子和数学就学不了。另一方面，在微型机商店里却挤满了中小学生，他们用微型机做各种电子游戏或编写程序。的确，要想设计微型计算机或者用它来做一些高级的工作，就需要有专门的知识。中小学生还不具备电气和数学的专门知识。但是他们有很多长处，他们对微型机并不感到那么神秘，而且对新事物抱有浓厚的兴趣、期望和向往，并敢于挑战。

要想破除神秘的概念，就应从浅近的地方着手学起。本书力求通俗易懂。尽管这样，如果开始就什么都想弄明白，那末坚持通读到最后也是很不容易的。开始只要能理解，就往下学，“那怕读懂一点儿，也是好的”，要轻松愉快地学下去，懂的多了，兴趣和信心也随着增强了。

本书的目的在于消除微型计算机的神秘感，造就一批对微型机有兴趣的读者。作者但愿这本书能够培养人们的兴趣，即使他们是少数人，这对将来的工作也是有益的。

作者谨识

目 录

1. 序言.....	1
2. 微型计算机的基础知识.....	3
2.1 什么是微型计算机	
〔1〕 结构.....	3
〔2〕 功能.....	7
〔3〕 性能.....	8
2.2 基础知识	
〔1〕 二进制.....	10
〔2〕 八进制和十六进制.....	19
〔3〕 逻辑电路.....	21
〔4〕 数据的表示法.....	31
3. 微型机的结构和工作原理——硬件.....	36
3.1 结构和用途	
〔1〕 CPU.....	33
〔2〕 存储器.....	37
〔3〕 输入输出设备.....	37
〔4〕 总线.....	38
3.2 CPU	
〔1〕 通用寄存器.....	43
〔2〕 累加器和标志寄存器.....	44
〔3〕 指令寄存器.....	47
〔4〕 程序计数器和堆栈指示器.....	48
3.3 存储器	
〔1〕 RAM.....	64
〔2〕 ROM.....	67
4. 微型机的程序——软件.....	69
4.1 编写程序的步骤	
〔1〕 问题的理解.....	70

(2)	设计流程图.....	71
(3)	编码和变换为机器码.....	80
(4)	人工汇编.....	82
4.2	指令的种类和使用方法	
(1)	指令的形式.....	90
(2)	指令的分类.....	91
(3)	符号说明.....	96
(4)	指令的功能和使用方法.....	96

1. 序 言

通常一提到微型计算机，往往给人一个这样的印象：它小巧玲珑，功能微妙无穷。微型计算机果真是这样的东西吗？另外，微型计算机是什么人都可以简单地运用自如的吗？

我们可以预先下一个这样的结论：微型计算机并不是象普通家用电器[⊙]那样得心应手的东西，家用电器只要接通电源，再按一下按键，它就会按照人们的要求工作了。微型计算机能够以比人高得多的速度进行加法、减法这类算术运算并具有判断各种状态的功能，但是用什么方法进行什么样的计算，归根结底还要人手把着手一五一十地去教它，从这一点来说，它比两岁小孩儿还要笨拙。

“给微型计算机接通电源”可以比做启动一部汽车的发动机。至于汽车去干什么，沿着哪条道路行驶才能安全、可靠地到达目的地，这全靠司机本人了。

在计算机里，汽车本身叫做硬件(hardware)，而驱使汽车运行的技术则称为软件(software)。但是计算机的运转技术并不是巧妙驾驶，安全行车就可以了，而是如何充分地利用汽车的问题。因此，为了在确定时间内到达目的地，详细研究道路的信息，并充分利用它，这是非常重要的。同样道理，在使用计算机时必须有各种准备知识。

上面把微型机同汽车作了对比，还要考虑开汽车是要有驾驶证的，司机要取得驾驶执照，当然要考驾驶汽车的必要知识和技术。也就是说，作为一般常识要考交通规则（规则测试），汽车知识（结构测试）和驾驶技术（现场测试），这是大家所熟悉的。同样，要想巧妙地运用微型计算机，需要掌握电气，电子和

[⊙]就是立体声和洗衣机，如果不看一看说明书，有些人也不了解它的使用方法。

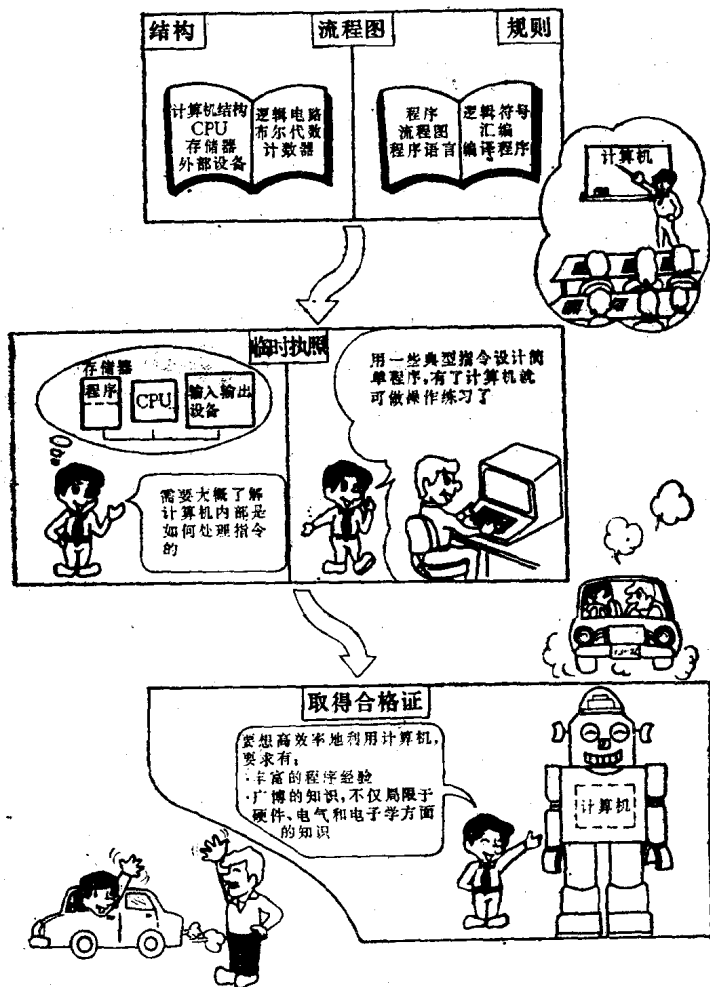


图1 学习计算机和考汽车驾驶执照

简单数学等基础知识, 有关微型计算机结构和工作原理的基本知识以及微型机的应用技术和知识, 简而言之, 就是关于计算机的常识, 也就是硬件和软件的基础知识。

因此, 学习微型计算机要按一般常识、结构运转技术和应用这个顺序循序渐进。

2. 微型计算机的基础知识

人们要想正确地了解微型计算机，并能运用自如，就需要事先做好各种准备工作。下面，作为基础课程，我们对于微型计算机的概况、特点以及在今后叙述中必须熟悉的最基本的知识作一介绍。

2.1 什么是微型计算机

首先要介绍的是，“微型计算机”是什么样的东西。大家都知道，银行和公司拥有或租用的大型计算机都是长年累月地装列在恒温 and 恒湿的、非常敞亮的 $\ominus$ 机房里。这样的计算机与中学生、大学生或普通职员私人所有的、摆在房间角落里的所谓微迷你计算机有没有什么区别呢？

〔1〕结 构

图 2.1 为计算机系统的一个例子。如图所示，主要分为下三个部分，即中央处理机（CPU：central processing unite），主存储器（main memory）和打印机、卡片输入机或磁带装置和磁盘装置这类外部设备。

中央处理机是计算机的中枢，其中主要包括运算部件和控制部件，运算部件可进行加法、减法、比较等运算，而控制部件可对程序中的指令进行译码，并控制整个计算机。

主存储器可存放计算机进行计算和工作顺序的程序。

卡片输入机可把计算机计算、处理的各种数据和数值提供给计算机，这种机器称为输入机。打印机可以从计算机中取出结

$\ominus$ 机房里要经年保持 2°C ，左右的空调，莫说是冬天，就是夏天也有些凉，并不怎么舒适。

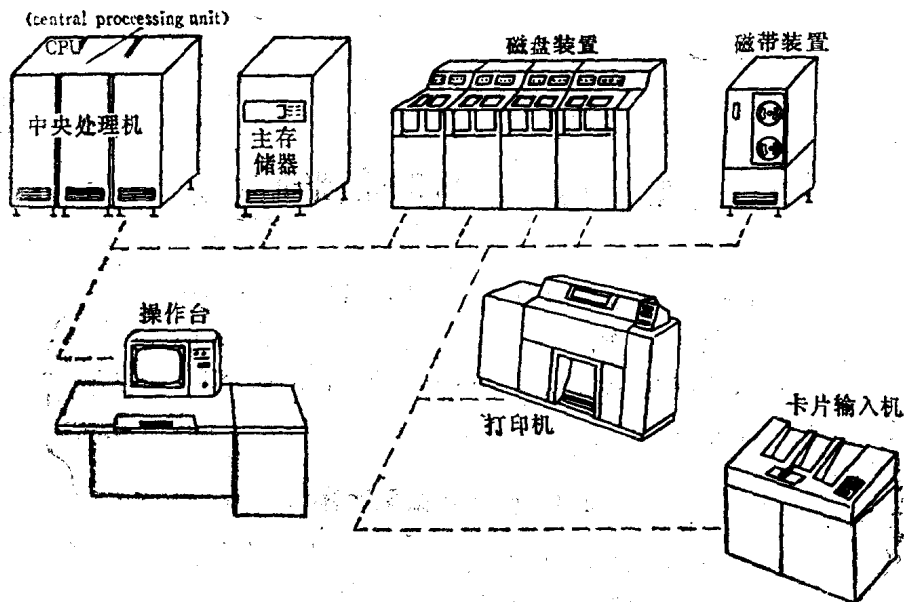


图2.1 计算机系统的例子

果，并把它打印出来，这样的机器叫做输出机。此外，磁带装置和磁盘装置都是输入输出设备，其功能是存放计算机的输出数据，并将存储的数据输入到计算机中去。这些输入输出设备就象计算机系统的手脚，配置在中央处理机的外围，因此把这些装置称为外部设备。

在图2.2中，把计算机结构形象地比喻作人。人脑中主管思维判断的前额叶是中央处理机；记忆事物和单词的大脑是主存储器；耳朵、鼻子和眼睛是输入设备，而手和脚则是输出设备，输入输出设备起着外部设备的作用。

下面介绍一下微型计算机的结构。图2.3所示为微型计算机的一个例子。微型计算机与上面介绍过的计算机一样，也是由三个部分所组成的，即微处理器、由IC $\ominus$ 存储器构成的存储部件以及由显示器和键盘组成的外部设备。因此，如果一个IC片做成的微处理器能够起到计算机中央处理机的作用，那末微型计算机和

$\ominus$ IC——integrated circuit的缩写，即集成电路。



图2.2 把计算机结构和人作对比

大型计算机从基本结构上来说，可以说是一样的。下面就来介绍微处理器的内部结构。

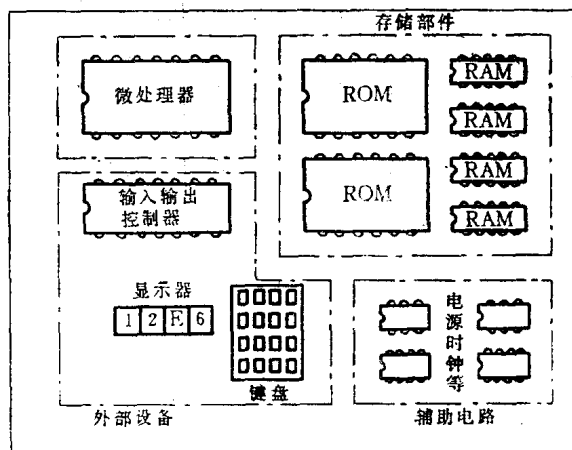


图2.3 微型计算机的结构
(单板微型机)

图2.4对微处理器的功能部件作了说明。说来说去，其核心部分不外乎是运算部分（ALU $\ominus$ ：arithmetic logical unit）、

$\ominus$ ALU即算术逻辑运算部件。

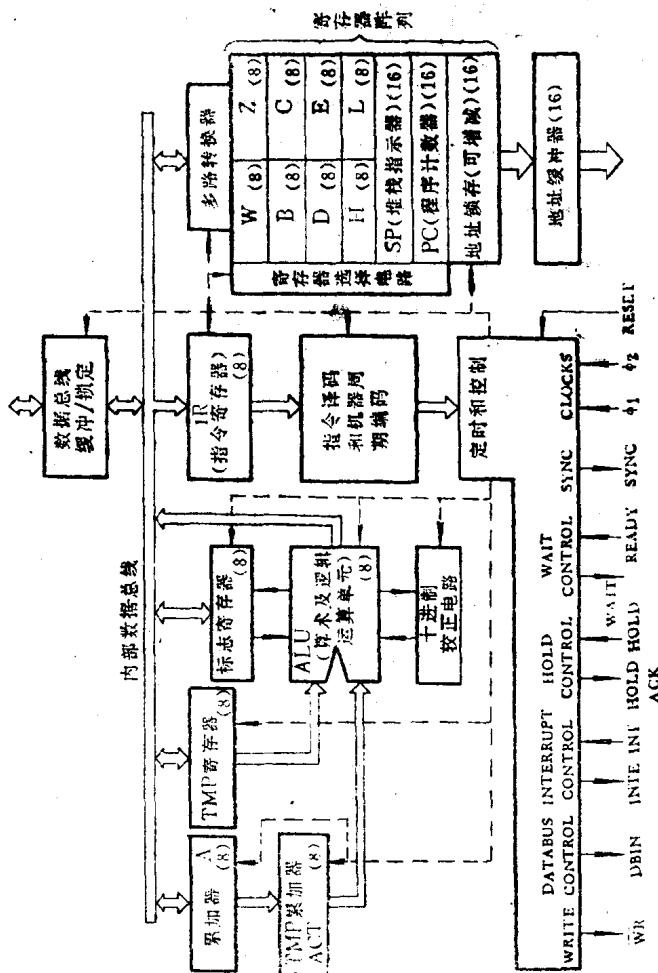


图 2.4 微处理器框图

□ 表示不能直接处理的程序

控制部分和各种寄存器，它与上述中央处理机具有同样的功能，可以认为是微型计算机的中枢。

这就是说，所谓微处理器是指把计算机的中央处理机部分通过IC技术集成在一片或几片大规模集成电路LSI (large scale integrated circuit) 上，实际上微处理器也叫CPU。微处理器一

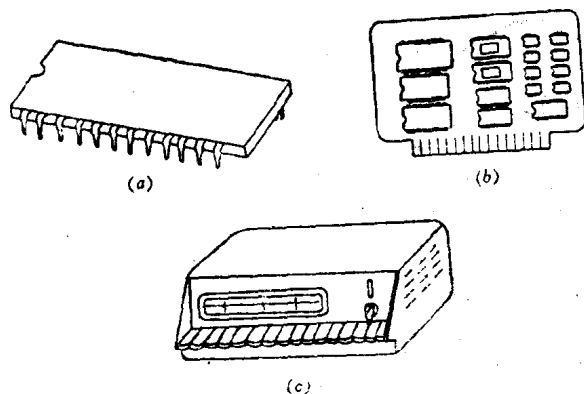


图2.5 微型计算机形状的比较

(a)单片CPU; (b)单板微型计算机; (c)微型计算机。

般不包含存储器部分，但是如今把CPU、存储器乃至外部设备的控制部分都作在一块LSI上了，我们把这种计算机特别称为单片式微型计算机（one—chip computer）。

图2.5中将微型计算机的形状作了比较，其中可分为单片CPU（即单片微处理器），单板计算机和微型计算机；在图25(b)，(c)中包含存储器和外部设备的控制部分，故具有计算机的一切基本功能。

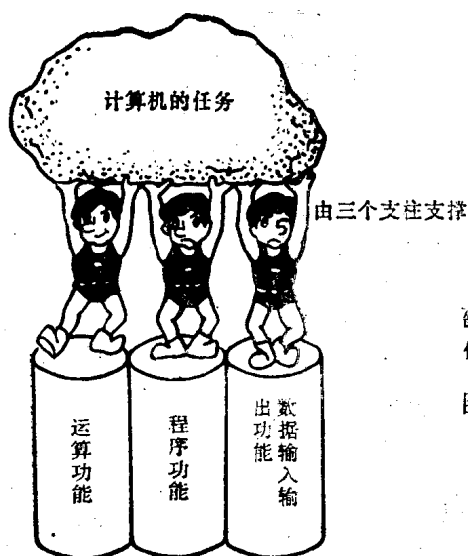
由此看来，普通计算机和微型计算机从基本结构上说，几乎没有什么两样，那末从功能上看，它们又有哪些相异之处呢？

〔2〕 功 能

要想将计算机的功能作一比较，首先必须了解计算机应该具备哪些必要的功能。计算机之所以能够“发挥计算机的作用”，必须具备下列三种功能（见图2.6）。

第一，要具备CPU的功能，即具有加法、减法或比较的运算功能。如果能够进行加法和减法运算，则通过反复进行这种运算，即可进行乘法和除法运算。另外，如果能够进行比较，就可以判定数值的大小和是否相等。

第二，要具备根据不同需要适用于各种目的和用途的程序功



缺少哪一种功能都不能完成计算机的任务

图2.6 虽然是微型机,但其作为计算机的必要功能一概俱全

能。计算机的最大特点是可以利用程序随意进行任何计算和数据处理,这一点非常重要。也就是说,一台计算机之所以能够用于不同用途,如从发射人造卫星的复杂计算直到电视游戏,都应归功于程序的功能。如果没有程序功能,而仅能进行四则运算和函数计算这类特定的计算,这只能叫做计算器,而不能称之为计算机。

第三,要具备输入输出功能,即把要计算、处理的数据和信息输入进来,并将其结果变换为电信号显示出来让人们都能看到。

如果上述三个功能少了一个,就将失去计算机的功能。微型计算机也具备上述三种基本功能,因此暂且不提大型计算机的各种高级功能,仅就基本功能而论,可以说大型计算机和微型计算机彼此没有什么两样。这样一来,就基本结构和功能来说,普通计算机与微型计算机就没有多大区别了,那末如果把它们的性能作一比较,又会是什么样子呢?

〔3〕性能

表示计算机性能的指标是各种各样的,就主要指标而言,有中央处理机、存储器和外部设备,计算机的性能就是由这三个部分的综合性能来判断的。

对于中央处理机，运算处理的速度可以说是一个重要的指标。所谓运算速度就是指以多快的速度进行加法运算和减法运算。如果把小型计算机和大型计算机作个比较，微型计算机的运算速度大致是 $1/100 \sim 1/1000$ 。因此，在进行大量的数据处理和复杂计算时，要花费很长时间，尽管这样也比人快得多，譬如要人去计算需要用几天时间，而用微型计算机连一秒钟也用不了。

存储器的存储容量大小这个指标可以指出计算机能够做多么复杂的工作。存储器的存储容量与CPU的功能有着密切的关系。最普通的微型计算机也能存储65000个字。当计算机进行简单操作时，指示操作的程序本身很简单，其存储容量也可以很小，但问题越复杂，程序就越冗长，因而需要的容量也越大。

另外，存储器存放和取出存储内容的速度也是重要的指标，把它称为存储器的存取时间（access time）。那末，对于65000个字的存储容量，编制的程序能做多少工作呢，恐怕是大家想象不到的。

最后，外围机的性能，确切地说都指的是数据输入输出的速度，多数输入输出设备的速度是慢的。象纸带传动和打字送纸都必须有机械工作部分，而机械动作要比中央处理机的运算速度和存储器的存取时间慢得多，因此计算机的总的性能取决于这些输入输出设备的性能。而且，动作速度越快，结构就越复杂；在微型计算机中，输入输出设备的价格要比CPU和存储器高得多。

总的说来，微型计算机价格便宜，除了企业和公司而外，个人也能买得起，这是因为构成计算机中枢部分的CPU和存储器都能用半导体制作了，家庭用微型计算机系统，目前价格依然偏高。为此，大型机使用的输入输出设备都可以用在微型计算机中，但是要想微型计算机便宜，必须根据不同用途选用最合适的设备。

微型计算机与普通计算机在性能上的比较主要有上面这些项目。如果抛开计算必要的基本功能，实际上在其他功能方面差别很大。因而计算机的综合性能相差悬殊，这样就要按不同用途和机器结构选择使用。

上面简要地谈了微型计算机和普通计算机的区别，大家对于微型计算机可能大致有一个初步的印象了。

要想学习微型计算机，并打算购置元件，进行组装和实际应用，就必须掌握基本原理。因此，虽然大家也许会感到有些枯燥乏味，我们还是要在下面讲一讲基础知识。

2.2 基础知识

〔1〕 二进制

我们日常进行计算都是用十进制，也就是说在数东西的时候，用0~9十个数字。0~9用一位表示，逢10进一位，原来的位又回到0，这就是十进制。

可是，在微型计算机 $\ominus$ 中加法和减法运算都是用二进制的方法计算的。这就是说只用0和1两个数字，在数数的时候0和1用一位表示，2就要在下一位（高位）进1，原来的位又回到0，这种计数方法称为二进制。

为什么（微型）计算机不用十进制，而用二进制呢。理由很简单，因为在二进制计算中使用的电子线路容易制作，而且可靠性高。

在二进制中，电子线路可作成0和1两个状态，而在十进制中则要作成0~9十个状态。在作成这些状态（数字）时，如果只是0和1，仅用灯泡的“接通状态”和“断开状态”就可以了；如果0~9的状态用灯泡的亮暗来表示，那就要用01x（勒克司），11x，…，91x十种不同的亮度。二进制中采用的指示灯的通断状态可对应于0V和5V电压。这用晶体管和二极管制作起来非常简单。

举例说，假设输出“0”状态为0V，“1”状态为5V，可作成图2.7的电路，即晶体管的E $\ominus$ 和C $\ominus$ 端截止（继电器的a, b接点接通）的状态为“1”，E和C端导通（继电器的a, b接点断开）的状态为“0”。

$\ominus$ 不仅是微型计算机，通常所谓的数字计算机都一律采用二进制。

$\ominus$ E，发射极

$\ominus$ C：集电极

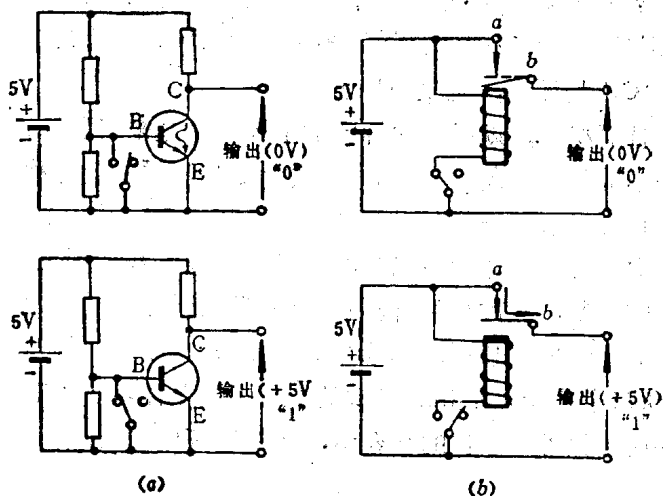


图2.7 构成“1”(+5V)和“0”(0V)的电路

(a) 晶体管电路, (b) 继电器电路

计算机中采用的集成电路称为数字IC, 在这种集成电路中只有这两种状态。譬如, 当把0V定义为“0”, 而将5V定义为“1”时, 其中间电压既不是1, 也不是0。

但是, 即使现在IC电路技术和生产工艺如此发达, 也不能大量生产这种廉价的数字IC。因此, 实际上都是按图2.8所示的电压范围来定义“0”和“1”。这样一来, 非0非1状态的范围很小, 使用这种稳定状态IC便容易制作。这就是说, 如果规定

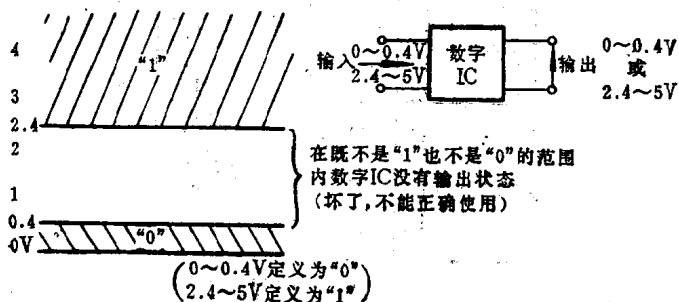


图2.8 一般数字IC的输出电压(“0”和“1”的范围)