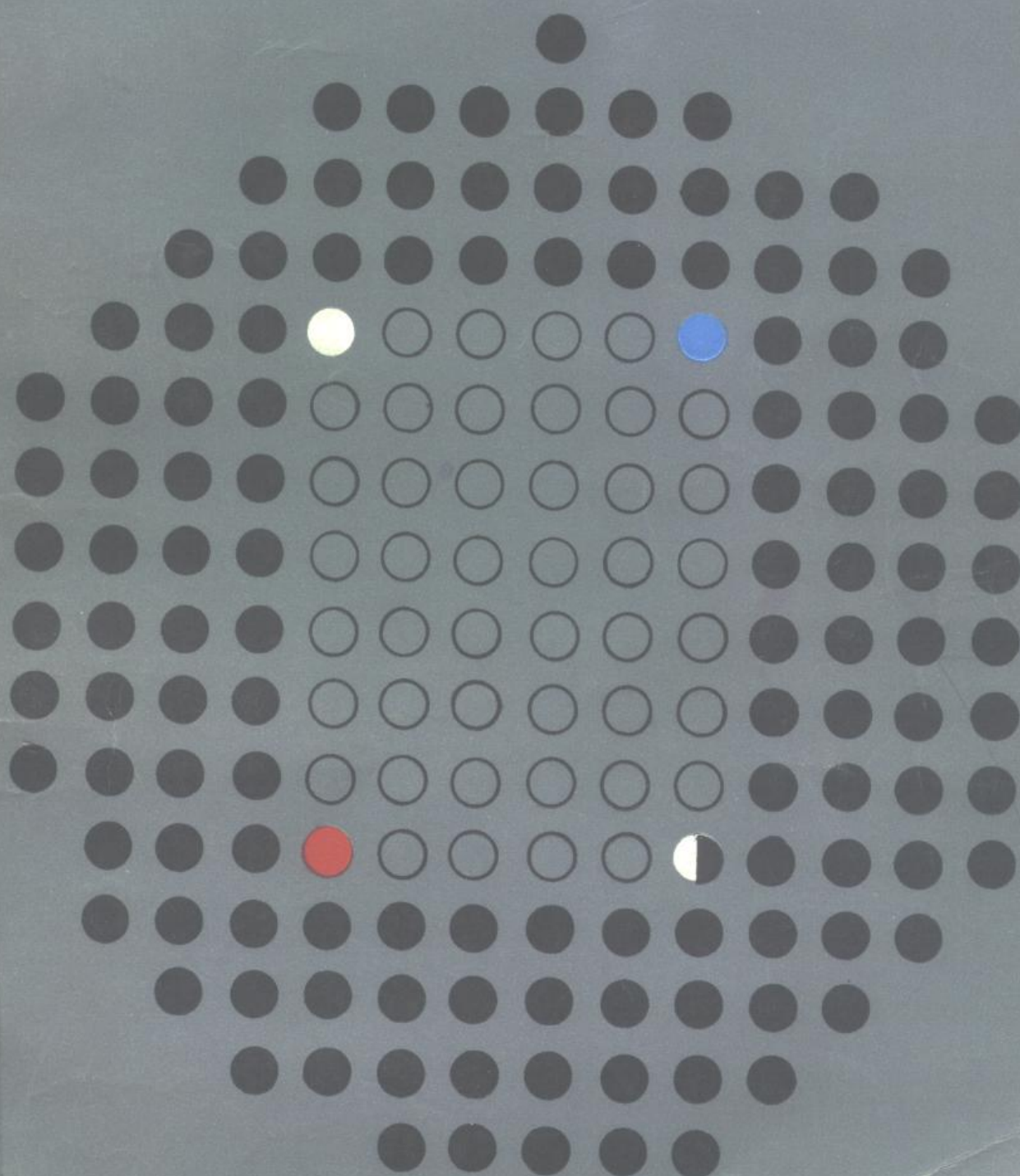


图解电子计算机原理

〔目〕 电报电话公社 编译
蔡 道 法 译



TP301

社

人民

717301 /
22

图解电子计算机原理

〔日〕 电报电话公社 编

蔡 道 法 译

人民邮电出版社

修訂 6 版
図説電子計算機
ハードウェア構成と動作
電信電話公社 編
1983年 9 月30日

JS456/13

内 容 提 要

本书是日本电报电话公社的职工计算机培训教材，1970年出版发行，1983年第6次修订。

本书是一本讲述电子计算机的通俗读物。它是以图解的方式并配合简明易懂的文字说明，介绍电子计算机总体结构的基本概念、工作原理以及各个组成部分的基础知识。内容主要包括：电子计算机的结构、数据的表示方法、逻辑电路基础、存储器、中央处理机和通道装置、外围设备、线路传输设备、数据通信系统概要、机器语言程序及其执行等。

读者对象：广大电子计算机的初学者，从事计算机工作的职工、管理干部、初中级技术人员，非计算机专业的师生。

图解电子计算机原理

〔日〕 电报电话公社 编

蔡 道 法 译

责任编辑：陈涛

★

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

★

开本：787×1092 1/16	1989年12月河北第 一 版
印张：18 ¹ / ₂ 页数：150	1989年12月河北第1次印刷
字数：464千字	印数：1—4 000册

ISBN7-115-04051-6/TP·044

定价：7.40元

计算机组成原理

出版者的话

我社于1983年10月出版了《图解电子计算机》一书。它是根据日本电报电话公社所编的职工培训教材《図説電子計算機》修订第三版本翻译（魏锡禄译，傅朝元、陆继良审校）出版的。该书出版以后，受到了广大读者的欢迎和好评。

现《図説電子計算機》修订第六版本已发行。本版本与第三版相比，内容有了较大的变动和更新，并增加了一些章节，使之更适合于初学者阅读和理解。据此，我们请蔡道法同志承担了本版本的翻译工作。目的在于向广大读者提供更好、更新的电子计算机通俗读物，使他们能在尽可能短的时间内掌握电子计算机的基本原理，为各行各业普及电子计算机知识，培养计算机人才提供适用的教材。

欢迎读者对本书提出宝贵意见。

推 荐 者 的 话

电子计算机问世以后，随着电子工业的飞速发展，它的技术性能有了很大的提高。计算机作为信息处理机，正在越来越广泛地应用于社会各个领域。

最近，伴随社会经济的高速发展，各种信息与日俱增，我们的时代正朝着信息化社会迈进。信息化社会的特征是，一方面产生的大量信息需要传送、存储、加工和分配，另一方面电子计算机是处理信息的最有效的工具。

电子计算机在信息时代具有如此重要的作用，因此，电子计算机知识不仅科技人员需要掌握，就是从事其他行业的人们也是必不可少的。

本书主要讲述电子计算机系统硬件的构件（设备、部件）、结构和功能等基础知识，图文并茂，通俗易懂。读者只要具备一般的电学知识，自修本书后，就可以理解电子计算机的工作原理。

本书是日本电报电话公社的研究进修机关——中央电气通信学校的教材。经过多年试用，不断修改，已在全国出版发行。本书不仅可以作为学校的教科书，也是向广大读者普及电子计算机知识的一本好书。

东京大学名誉教授 山下英男

推 荐 者 的 话

随着以电子计算机为核心的信息处理技术的飞速发展，迎来了1970年新的革新的时代。

当前，日本拥有的电子计算机台数仅次于美国，居世界第二位。由于电子计算机和通信线路相结合而形成的数据通信的发展和应用，使电子计算机从局限于企业内部的应用扩展到日常生活的各个领域，丰富多采的业务层出不穷。

面临这样的时代，为了充分发挥电子计算机系统的效能，关键是培养和保持一支计算机技术队伍。问题是，硬件技术不易掌握，许多人对电子计算机感到陌生。

本书是由日本电报电话公社的计算机专家和教育培训专家合作编写的电子计算机硬件的入门书。本书插图丰富，说理清晰，适于中等文化程度的读者自学，它是学习电子计算机系统和数据通信的基础读物。

希望热心的读者选用这本读物，为国家培养出更多的电子计算机专家。

日本电报电话公社

数据通信部部长 庄司茂树

本书的阅读方法

1. 前言

本书通俗地叙述了电子计算机系统各设备的基础知识，供中等文化程度的读者使用。初学电子计算机者认真地学习了本书以后，就能掌握电子计算机系统设备的入门知识。在阅读本书之前，最好能阅读《EDPS^(*)概要》一书（日本电报电话公社编，电气通信协会发行）。

下面，将扼要地说明本书的结构、内容、读者对象和所需学时。

2. 结构和内容

第1章：概述电子计算机系统的结构。

电子计算机系统由各种设备（硬件）组成，它们具有不同的功能，根据人们编制的程序（软件）执行操作。

计算机将人们编制的程序变换成它能理解的语言（机器语言），然后，输入需要处理的数据，经处理以后，通过输出设备输出所需的数据。

第2章：介绍计算机进行信息处理时所使用的程序和数据的表示方法。

电子计算机直接使用的机器语言程序和数据，都是根据二进制数进行编码的，并有多种代码系统。

输入数据和输出数据必须写成计算机易于处理的形式。其书写方法视各种设备而异。

第3章：计算机电路的操作由逻辑电路来实现。本章介绍逻辑电路的基础知识。

在理解布尔代数、逻辑加、逻辑乘等各种逻辑运算的基础上，进一步学习具体逻辑电路的设计。

然后，介绍二极管、晶体管电路，集成电路和触发器，进而学习计算机的一些基本功能电路。它们是计算机电路的基础。

第4章：存储器。

中央处理机的主存储器主要是采用半导体存储器。在存储器内部组装着数十万、甚至数百万个存储元件。按它们的排列次序，分别给予相应的地址号码。

向存储器写入数据，或从存储器中读出数据，都是按程序指定的地址进行的。

此外，还有其他类型的存储器，如磁心存储器和固定存储器等。对这些存储器的存储原理和结构也作简要的介绍。

第5章：叙述计算机中最主要的组成部分，即中央处理机和通道装置。

中央处理机包括控制器和运算器。

(*) EDPS, Electronic Data Processing System, 电子数据处理系统

控制器的作用是综合地控制计算机各个部分的动作。这种控制是以极高的速度，自动地、连续地、而且是多重地进行的。其控制方式有顺序控制、先行控制和中断控制等。

运算器可以视为一个高速万能的算盘。它的作用是对从存储器中取出的程序和数据进行加减乘除四则运算，或进行大小比较、判断等逻辑运算。

通道装置用来提高计算机的处理能力，将处理速度慢的外围设备从中央处理机上脱离开，进行独立的输入输出控制。

第6章：各种外围设备和用户数据设备的用途、功能和结构等。

外围设备包括纸带阅读机、纸带穿孔机、读卡机、穿卡机和行式打印机等，也包括辅助存贮器。最主要的辅助存贮器有磁带机、磁鼓装置、磁盘机和海量存贮器等。其他的外围设备还有光学字符阅读机、磁墨水字符阅读机、字符显示器、图形显示器、光笔、电子式打印机以及供人-机对话用的声音应答设备等。

用户数据设备安装在数据通信系统的各用户所在地，通过通信线路与中央计算机联接。用户利用用户数据设备，通过数据的输入输出应用电子计算机。因此，对用户来说，用户数据设备是数据通信系统的终端设备。

第7章：计算机用于数据通信系统时常用的一些线路传输设备。

线路传输设备有集中调制解调器、分配器、自动呼叫器和通信控制器。集中调制解调器的作用是将终端设备通过通信线路传送的交流信号变换成直流信号，或者反过来，将中央计算机发出的直流信号变换成交流信号，送给远程终端设备。分配器的作用是向各终端设备分配它们各自需要的信息。自动呼叫器是中央计算机用于呼叫终端设备的。通信控制器则是用来控制终端设备和中心之间的信息传输。

第8章：介绍什么是数据通信系统，并举具体例子予以说明。

电报电话公社开发了许多规模较大的业务用的数据通信系统。其中有众所周知的DRESS和DEMOS-E公用数据通信系统。

第9章：本章与硬件知识无直接关系。主要介绍由机器语言编制的程序及其执行；用机器语言编制的程序和硬件之间的关系；以简单的程序为例，说明计算机的工作过程。

学习硬件的时候，要从系统的角度加以全面考虑。也就是说，必须搞清楚软件（即程序）是如何驱使硬件工作的。

本章重点介绍硬件和软件的结合，本章也是本书有特色部分之一。特别是今后要学习汇编语言的读者，建议认真地学习本章的内容。

3. 学时的安排和读者对象

通读本书所需的时间，初学者大约30小时（6小时×5天）。考虑到不同类型读者的具体情况，将学习内容和学时安排分为以下四种类型，读者可以选择适合自己需要的类型，重点阅读相关的章、节、段。

类型	所需学时	重点阅读内容的目录（章、节、段）	读者对象
1	3 小时 (半 天)	第1章 电子计算机的结构（全章内容） 2.2 用计算机处理的数据 2.3 数值的表示方法	1.非计算机部门的一般职工 2.非计算机部门的一般管理人员

		3.1.1 二值电路和真值表 3.1.2 逻辑和布尔代数 3.3.1 逻辑电平 3.3.2 二极管逻辑电路 3.3.6 多谐振荡器(三种类型) 3.4.1 寄存器 4.2.1 磁心和存储原理 5.1.1 中央处理机的构成和操作 第6章 外围设备(只阅读各节的学习目的)	
2	12 小时 (2 天)	(除以上内容以外) 3.1.3 (1)基本公式(之一) (2)基本公式(之二) 3.2 电路元件 3.3.6 (1)双稳态多谐振荡器(触发器) 3.4.2 多输出电路 3.4.7 加法器 4.1.1 信息和存储 4.2.2 电流重合法 4.2.3 存储器的构成 4.2.4 存储器的地址和名称 第8章 数据通信系统概要 第9章 机器语言程序及其执行(全章内容)	1.计算机业务管理人员 2.计算机营业人员
3	21 小时 (3 天半)	(除以上内容以外) 第2章 数据的表示方法(全章内容) 3.1.3 (3)基本公式(之三) 3.3.3 晶体管逻辑电路 3.3.4 二极管—晶体管逻辑电路 3.3.7 集成电路 3.4.3 移位寄存器 3.4.4 顺序计数器 4.2.5 存储器的工作概要 5.1 中央处理机 5.2 通道装置 6.2 读卡机、穿卡机 6.3 行式打印机 6.4 磁性表面的数据记录方式 6.5 磁带机 第7章 线路传输设备	1.程序员 2.操作员 3.计算机实习生 (基础教材) 4.学生(管理系) 5.对计算机感兴趣的读者
4	30 小时 (5 天)	本书全部内容	1.计算机维修人员 2.系统设计人员 3.软件教师 4.学生(工程系)

总 目 录

推荐者的话

本书的阅读方法

第1章 电子计算机的结构

1.1 硬件和软件	(1)
1.2 程序的概念	(2)
1.3 程序的种类	(4)
1.4 硬件的结构和功能	(5)
1.4.1 输入设备	(6)
1.4.2 输出设备	(7)
1.4.3 存储器	(8)
1.4.4 中央处理机	(12)
1.4.5 通道装置	(15)

第2章 数据的表示方法

2.1 数的表示方法	(16)
2.1.1 十进制数和二进制数以及它们相互间的变换	(16)
2.1.2 八进制数和十六进制数, 以及它们和二进制数、十进制数相互间的变换	(17)
2.2 用计算机处理的数据	(21)
2.3 数值(数的大小)的表示方法	(23)
2.4 代码	(28)
2.5 数据的错误检测和校正	(32)
2.5.1 奇偶校验	(32)
2.5.2 循环码校验	(34)
2.5.3 汉明码校验	(37)

第3章 逻辑电路基础

3.1 逻辑基础知识	(42)
3.1.1 二值电路和真值表	(43)
3.1.2 逻辑和布尔代数	(46)
3.1.3 布尔代数的公式	(52)
3.1.4 文氏图	(56)
3.2 电路元件	(59)
3.2.1 二极管	(59)
3.2.2 晶体管	(60)

3.3 基本电路	(63)
3.3.1 逻辑电平	(64)
3.3.2 二极管逻辑电路	(64)
3.3.3 晶体管逻辑电路	(68)
3.3.4 二极管—晶体管逻辑电路	(74)
3.3.5 MOS逻辑电路	(75)
3.3.6 多谐振荡器	(80)
3.3.7 集成电路	(85)
3.4 基本功能电路	(89)
3.4.1 寄存器	(89)
3.4.2 多输出电路	(90)
3.4.3 移位寄存器	(93)
3.4.4 顺序计数器	(95)
3.4.5 比较电路	(96)
3.4.6 符合电路	(99)
3.4.7 加法器	(99)
3.4.8 补码器	(103)

第4章 存 储 器

4.1 存储和存储器	(106)
4.1.1 信息和存储	(106)
4.2 磁心存储器	(107)
4.2.1 磁心和存储原理	(108)
4.2.2 电流重合法	(112)
4.2.3 存储器的构成	(113)
4.2.4 存储器的地址和名称	(116)
4.2.5 存储器的工作概要	(118)
4.3 半导体存储器	(121)
4.3.1 半导体存储器的种类和特点	(122)
4.3.2 MOS存储单元的原理	(122)
4.3.3 MOS存储器的构成和动作概要	(124)
4.3.4 字的构成和存储元件的关系	(129)
4.3.5 MOS存储元件和其他存储元件的比较	(130)
4.3.6 使用MOS存储元件时的注意事项	(130)
4.4 其他存储器	(131)
4.4.1 固定存储器	(131)

第5章 中央处理机和通道装置

5.1 中央处理机	(136)
5.1.1 中央处理机的构成和操作	(136)
5.1.2 控制器的操作	(149)
5.1.3 控制的种类	(152)
5.1.4 运算器	(155)

5.1.5 运算器的构成和操作	(160)
5.2 通道装置	(163)
5.2.1 通道装置的必要性	(163)
5.2.2 通道装置的功能和操作	(165)
5.2.3 通道的种类	(167)
5.3 提高计算机性能的方法	(168)

第6章 外 围 设 备

6.1 纸带阅读机、纸带穿孔机	(172)
6.1.1 纸带	(172)
6.1.2 纸带阅读机	(174)
6.1.3 纸带穿孔机	(175)
6.2 读卡机、穿卡机	(176)
6.2.1 卡片	(177)
6.2.2 读卡机	(178)
6.2.3 穿卡机	(180)
6.3 行式打印机	(182)
6.3.1 行式打印机	(182)
6.3.2 高速汉字打印机	(185)
6.4 磁性表面的数据记录方式	(186)
6.4.1 记录(写入)和再生(读出)原理	(186)
6.4.2 数据记录方式	(187)
6.5 磁带机	(190)
6.5.1 磁带	(190)
6.5.2 磁带机	(194)
6.6 磁鼓装置	(196)
6.6.1 磁鼓	(197)
6.6.2 磁鼓装置	(198)
6.7 磁盘机	(200)
6.7.1 磁盘	(200)
6.7.2 磁盘机	(206)
6.8 海量存储器	(210)
6.9 光学字符阅读机	(210)
6.9.1 概要	(210)
6.9.2 工作原理	(211)
6.9.3 光学标记阅读机	(214)
6.10 磁墨水字符阅读机	(215)
6.10.1 概要	(215)
6.10.2 工作原理	(216)
6.11 X—Y绘图机	(217)
6.11.1 概要	(217)
6.11.2 工作原理	(217)

6.12 显示器	(219)
6.12.1 概要	(219)
6.12.2 字符显示器	(219)
6.12.3 图形显示器	(222)
6.12.4 图形显示器的输入部件	(223)
6.13 电子式打印机	(226)
6.14 声音应答设备	(226)
6.15 控制台	(227)
6.16 用户数据设备	(228)
6.16.1 用户数据设备的功能和 构成	(228)
6.16.2 用户数 据设备的种类	(232)

第 7 章 线路传输设备

7.1 线路传输设备的定义	(234)
7.2 线路传输设备的功能概要	(234)
7.2.1 集中调制解调器	(234)
7.2.2 分配器	(235)
7.2.3 自动呼叫器	(235)
7.3 通信控制器	(235)
7.4 通信控制处理机	(237)

第 8 章 数据通信系统概要

8.1 数据通信系统	(239)
8.1.1 数据通信系统的结构	(239)
8.1.2 用户数据设备	(240)
8.1.3 通信线路	(240)
8.1.4 中央计算机系统设备	(240)
8.2 公用数据通信系统	(241)
8.2.1 销售和库存管理系统 (DRESS)	(241)
8.2.2 科学技术计算系统 (DEMOS-E)	(241)
8.3 各种数据通信系统	(244)

第 9 章 机器语言程序及其执行

9.1 指令的种类	(245)
9.2 程序的编制	(248)
9.2.1 绘制流程图	(248)
9.2.2 存储器的分配	(248)
9.2.3 程序设计	(250)
9.3 程序的执行	(253)
9.3.1 各种寄存器的名称及其功能	(254)
9.3.2 程序的执行	(255)

附 录

关于系统设计	(277)
关于操作系统	(277)
习题答案	(279)

第1章 电子计算机的结构

本章介绍计算机的基本概念。当我们从第3章开始具体地学习计算机时，都要用到这些概念。

1.1 硬件和软件	(1)
1.2 程序的概念	(2)
1.3 程序的种类	(4)
1.4 硬件的结构和功能	(5)

1.1 硬件和软件

本节的学习内容：

电子计算机系统是由硬件和软件两大部分组成的，硬件和软件相结合才能发挥电子计算机系统的功能。

如果你买了一辆汽车，要想驾驶这辆汽车，必须具备下列两个条件(如图1.01所示)，

①汽车上的各项设备要配置齐全。

②要掌握驾驶汽车的技术。

这两个条件，缺少哪一个也不能使汽车开动行驶。

现在，让我们来看看使用电子计算机的情况。用计算机进行数据处理时，也必须具备两个条件(如图1.02所示)：

设备齐全的汽车

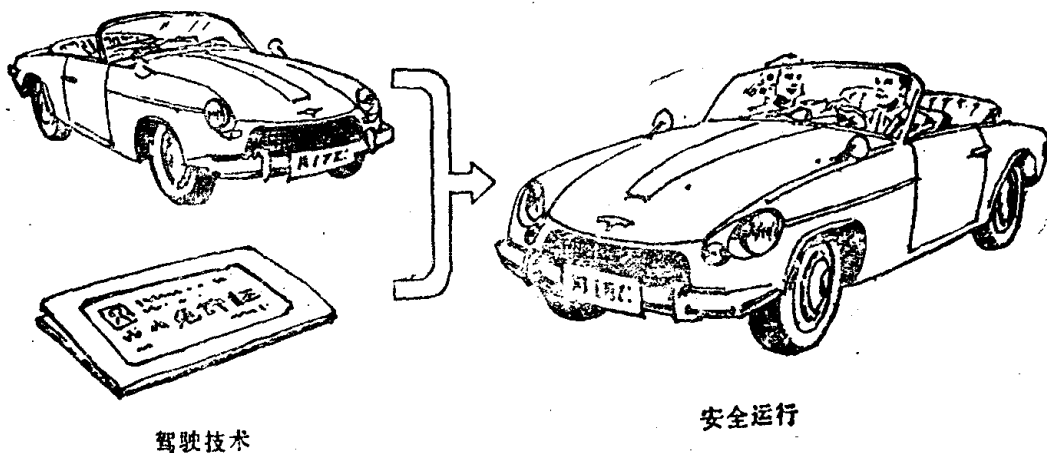


图 1.0 汽车的行驶，需要设备齐全的汽车和掌握驾驶技术

①计算机的各种装置要配备齐全，也就是说，计算机的硬件(Hardware)要完整。

②要有能使计算机进行工作的方法，或者说要有应用计算机的技术。也就是说，要给计算机配备上软件(Software)。

硬件是指“计算机系统的各种装置”。因此，只要看到这些装置，马上就会明白什么是

硬件了。

软件是指所有应用计算机的技术。它的范围非常广泛，下一节要介绍的“程序”也属于软件的范畴。

硬件和软件两者结合起来，才能使电子计算机进行数据处理。



图 1.02 用电子计算机进行数据处理，需要配备齐全的计算机装置和掌握计算机的应用技术

1.2 程序的概念

本节的学习内容：

①为了用计算机进行数据处理，必须把处理步骤以“指令”的形式输入给计算机。

②一系列指令的集合称为程序。

汽车行驶的时候，需要对它发出各种必要的指令，例如：“在下一个交叉路口向右拐”、“慢速行驶”、“在道口停下”等等。这样，汽车才能按照你的意图行驶。

用计算机进行数据处理时（如图1.03所示），也要先把处理数据所需的步骤输入给计算机。而计算机则把这些步骤作为指令存储起来。

接着，如果我们按下计算机的启动按钮，它就能按照指令进行数据处理。

也就是说，当计算机启动以后，它将自动地进行下面的工作（如图1.04所示）：

①从预先存储的指令中，取出第一条指令。

②对该指令进行译码，从而知道要进行怎样的处理。

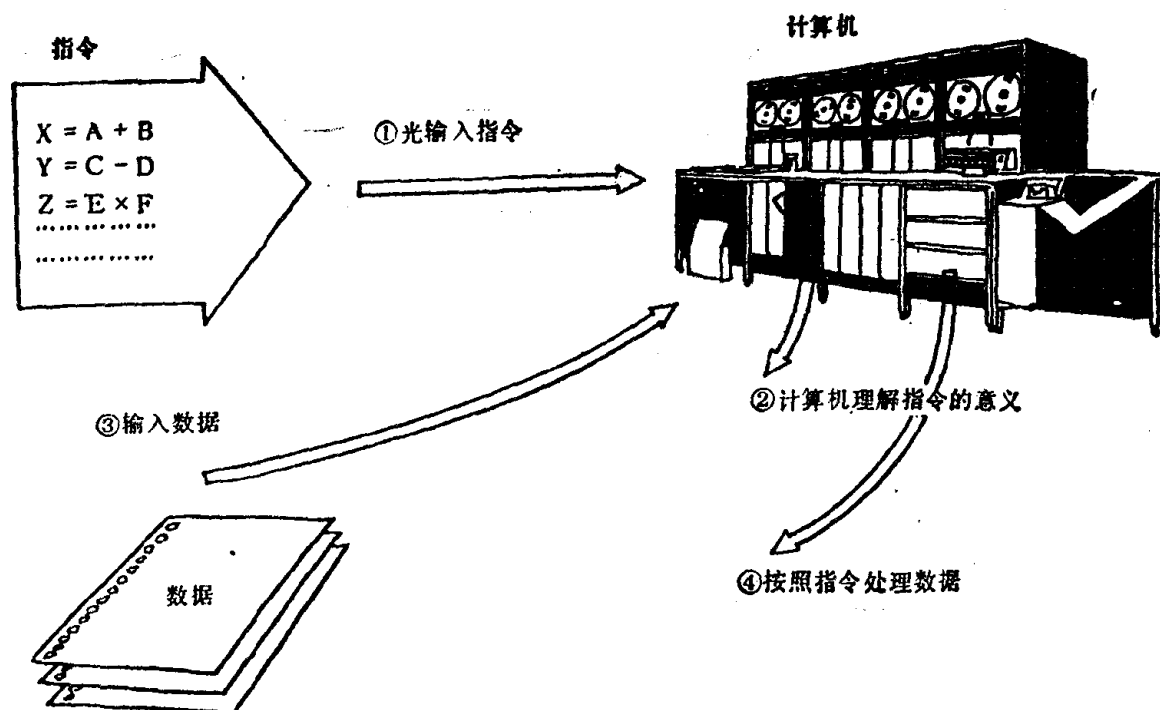


图 1.03 数据处理的方法

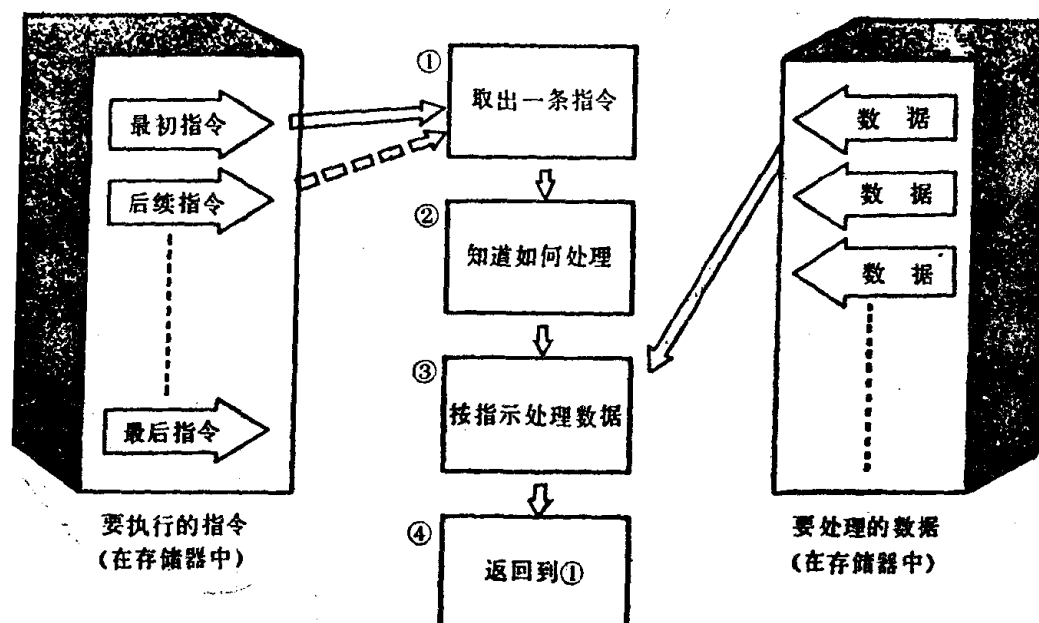


图 1.04 数据处理的顺序

③按照该指令的指示，进行数据处理。

④当一条指令处理结束以后，再取出下一条指令，按照上述相同的顺序，进行数据处理。

这样，当一系列指令全部执行完毕时，数据处理的工作也就结束了。

上述的一系列指令的集合称为**程序 (Program)**，而编制程序的工作称为**程序设计 (Programming)**。

因此，为了进行各种数据处理工作，只要编制出相应的处理程序，把它们输入给计算机，并且准备好需要处理的数据，计算机就能够根据程序的规定，自动地进行各种数据处理工作。