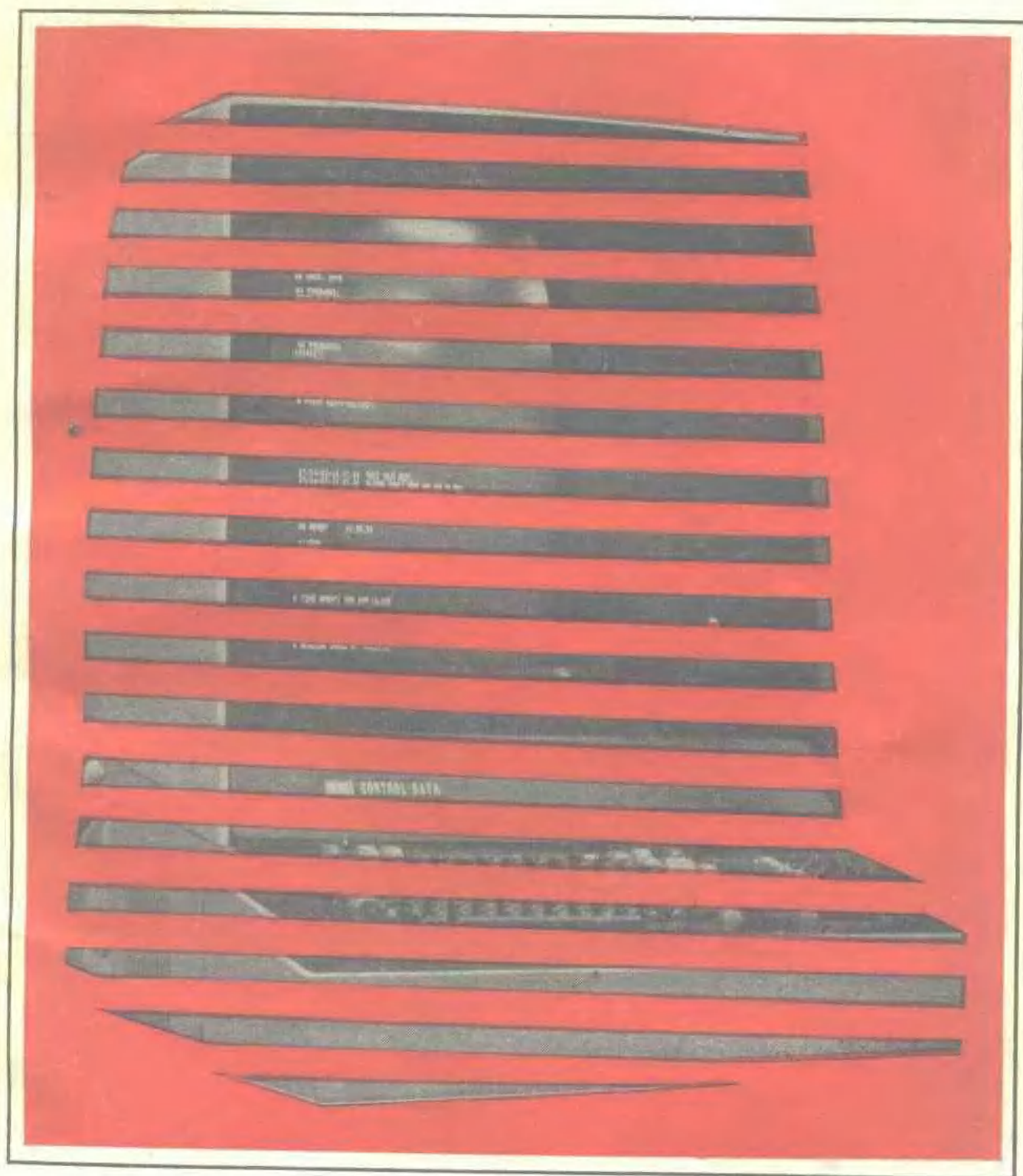


图解电子计算机

【日】电报电话公社 编 魏锡禄 译



图解电子计算机

〔日〕电报电话公社 编

魏 锡 禄 译

傅朝元 陆继良 校

人民邮电出版社

修订三版

図説電子計算機

——ハードウェア構成と動作

〔日〕電信電話公社

(1978.7.31)

内 容 提 要

本书是日本电报电话公社的职工培训教材。1970年出版发行，1978年第三次修订。

本书是一本通俗性读物。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以及各个组成部分的基础知识。全书共分九章：第一章电子计算机总体结构概述，第二章数据表示方法，第三章逻辑电路基础，第四章存储器，第五章控制器与运算器，第六章外围装置，第七章线路相应装置，第八章数据通信系统概要以及第九章机器语言程序及其执行。

读者对象：广大电子计算机的初学者，有关部门管理干部、青年、工人以及非电子计算机专业的师生。

图解电子计算机

〔日〕电报电话公社编

魏 锡 禄 译

傅朝元 陆继良 校

*

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

轻工业出版社印刷厂印刷

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 1983年10月第一版
印张：19 页数：152 1983年10月北京第一次印刷
字数：450千字 印数：1—20,000册

统一书号：15045·总 2754 — 有5315

定价：1.80元

推荐者的话

在以电子计算机为核心的信息处理技术的飞跃发展过程中，迎来了一九七〇年新的革新年代。

当前，日本拥有的电子计算机台数，仅次美国居世界第二位。由于电子计算机与通信电路构成的数据通信的发展和应用，使以往局限于企业运用的计算机扩大到了人民生活等的各个方面，丰富多采的业务层出不穷。

面临上述的新时代，如何确保各企业电子计算机系统的有效使用，以及为此所需要的人员培训工作，乃是一大难题。特别是由于硬件基础不易弄懂，很多人对电子计算机感到格格不入，这是一个很大的问题。

本书是由日本电报电话公社的计算机专家和职工教育培训专家们，共同合作编写的硬件入门书。书中以图解方式为主，并采用了简明易懂的说明，读者只要具有中学文化程度，就能自修阅读，它是学习电子计算机系统以及数据通信的基础读物。通过读者对本书的阅读与应用，希望能为国家培养出更多的电子计算机专家来。

日本电报电话公社
数据通信部部长（理事）
庄司茂树

推荐者的话

从计算机问世到现在的二十五年中，电子工业的发展非常迅速，从而大大提高了计算机的性能。计算机作为一种信息处理设备，在工业社会中的应用范围正在迅速扩大。

近来，随着社会经济的飞跃发展，出现了大量的各种各样的信息。工业时代正在向所谓的信息时代过渡。信息时代的特征，就是能够产生大量的信息，并能对这些信息进行传送、存储、加工和分配等等。利用计算机来进行信息处理，这是信息时代处理信息最有效的工具，除此之外，没有别的良方。

在信息时代里，电子计算机起着很大的作用。因此，有关电子计算机的知识，不仅对于技术人员来说是不可缺少的，而且对社会上从事任何职业、属于任何阶层的人，都是必不可少的。

本书重点介绍电子计算机硬件，即电子计算机各组成部分（设备、部件）和总体结构的基本知识。由于采用了大量的图解的方法，内容非常通俗，浅显易懂。具有中学文化水平的人，就能够借助本书，弄懂计算机的工作原理。

本书是日本电报电话公社（NTT）所属的职工进修学校——中央电气通信学校的教科书。它是由该公社的编辑部编写的，经过多年的试用修改以后，已在全日本发行。此书不仅可以作为各学校的教科书，而且对广大的普通读者来说，它也是一本学习电子计算机基础知识的好书。

一九七〇年八月

東京大学名誉教授

山下英男

本书的阅读方法

1. 序

本书以具有中学文化水平的读者为对象，通俗易懂地叙述了电子计算机各组成部分的基础知识。

即使是对电子计算机一无所知的人，只要认真地阅读本书，也不难对电子计算机的各个组成部分有所理解。

阅读本书以前，希望先读一下“EDPS概要”（EDPS是Electronic Data Processing System即电子数据处理系统的缩写，日本电报电话公社编，电气通信协会发行——译注）。

下面，简要地介绍一下本书的结构、内容、读者对象以及阅读时间的安排等等。

2. 本书的结构与内容

第1章：概述电子计算机的结构

电子计算机具有多种装置（硬件），它们的功能各不相同。计算机是根据人们编制的程序（软件）进行工作的。

计算机先将人们编制的程序变换成它所理解的语言（机器语言），然后输入需要它处理的数据，最后把经过处理的数据通过输出设备输送出来。

第2章：说明在计算机进行数据处理时，所使用的程序和数据是怎样表示的。

对计算机来说，它直接使用的机器语言程序和数据，都是根据二进制数的原理编码的，而编码的表示形式有若干种。

输入的数据和输出的数据，必须写成计算机易于处理的形式。其书写形式要根据各种输入设备和输出设备而定。

第3章：计算机的动作是由逻辑电路实现的。这一章将介绍逻辑电路的基础知识。

在理解布尔代数、逻辑加和逻辑乘等各种逻辑运算的基础上，我们要进一步学会设计具体的逻辑电路。

然后，再介绍晶体管和二极管电路，介绍集成电路以及触发器电路，借以弄懂一些基本的具有简单功能的电路，它们是计算机电路的基础。

第4章：介绍存储器

中央处理机中的主存储器，主要是使用磁心存储器。在磁心存储器内部整齐地排列着数十万、甚至数百万颗直径大约为1毫米的磁心。按它排列的次序，给予相应的地址编号。

向磁心写入或从磁心读出数据，是按指定的地址，利用电流重合法等一定的读写原理进行的。

此外，对于新型的存储器，则以磁性薄膜存储器和固定存储器为例，简要地介绍一下它们的结构及存储方式。

第5章：介绍计算机中最主要的组成部分：控制器和运算器。

控制器的作用是综合地控制计算机各个装置的工作。这种控制是以极高的速度、自动地、

连续地、而且多重地进行的。

为了提高计算机的处理能力，在控制方式方面，除了采用顺序控制、先行控制和中断控制等等以外，还采用一些更为复杂的控制方式。例如，将处理速度缓慢的外围设备，同中央处理机脱离开来，使它们独立于中央处理机而运行。这是一种多重并行处理的输入输出控制方式。

运算器可以看作是一个高速万能的算盘。它的作用是对从存储器中取出来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。

第6章：具体地介绍设置各种外围设备及用户数据装置的目的、它们各自的功能以及结构等等。

外围设备指纸带阅读机、纸带穿孔机、卡片阅读机、卡片穿孔机和打印机等等，也包括辅助存储器。其中最主要的辅助存储器是磁带机、磁鼓和磁盘机等大容量存储器。其他的外围设备还有光学字符阅读机、磁墨水字符阅读机、字符或图形显示设备、光笔、电子式打印机以及声音应答装置等，后者是供人与计算机之间进行对话用的。

用户数据装置安装在数据通信系统的各用户住处。它通过线路与中央计算机相联。用户在住处通过用户数据装置就能利用计算机来进行数据的输入输出。因此，对用户来说，用户数据装置是数据通信系统的一种终端装置。

第7章：介绍若干重要的线路传输装置，它们是计算机用于数据通信系统时所必需的。

线路传输装置包括集中调制解调器、信息分配器（DS）、自动呼叫器以及通信控制器。集中调制解调器的作用是将终端设备通过线路送来的交流信号，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，送给远处的终端设备。信息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呼叫终端设备时使用的。而通信控制器则用来控制终端设备与中央计算机之间的信息交换。

第8章：说明什么是数据通信系统，并举几个具体的例子。

电报电话公司开发了许多庞大的数据通信系统。其中众所周知的有DRESS及DEMOS公用数据通信系统。

第9章：本章的内容似乎与硬件的基础知识没有直接关系。但是，我们仍要介绍一下用机器语言编成的程序及其执行，指出用机器语言编写的程序与硬件之间有什么样的关系。并举一些简单的程序作为例子，来说明计算机工作过程。

学习硬件的时候，首先要把计算机作为硬件和软件的综合系统来考虑。也就是必需弄懂软件（即程序）是通过什么样的过程来驱使硬件工作的。

本章将重点介绍硬件和软件是怎样结合的。这一章也是本书颇有特色的部分。因此请今后学习汇编程序语言的读者，仔细地学习本章的内容。

3. 阅读时间的安排及读者对象

通读本书所需的时间，初学者大约需要30小时（6小时×5天）。但是考虑到读者的具体情况，我们把阅读时间的安排划分为下列四种类型，读者可选择适合自己需要的阅读时间。目录一栏中所列的章、节、段，请重点地进行阅读。

框 标	阅读所需的时间	重点阅读目录(章、节、段)	读 者 对 象
■	3 小时 (0.5 天)	第1章 电子计算机的结构(全部内容) 2.2.1 用计算机处理的数据 2.3 数的表示方法 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)概要 3.4.1 寄存器 4.2.1 磁心和存储原理 5.1.1 简单计算机的结构和操作 第6章 外围设备(只限于了解本章各段的学习目的)	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。
■	12小时 (2日)	除上述内容外,还要阅读下列内容: 3.1.3 (1) 基本公式(之1) (2) 基本公式(之2) 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 存储器的地址及其名称 第8章 数据通信系统概要 第9章 机器语言程序及其执行(全部内容)	1. 计算机业务管理人员 2. 计算机营业人员
■	21小时 (3.5 天)	除上述内容外,还要阅读下列内容: 第2章 数据的表示方法 3.1.3 (4) 基本方式(之3) 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 存储器的工作原理概要 5.1 控制器 5.2 运算器 6.2 卡片阅读机卡片穿孔机 6.3 打印装置 6.4 磁性材料表面上记录数据的方法 6.5 磁带机 第7章 线路传输装置	1. 程序员 2. 操作员 3. 计算机实习生 4. 学生(管理系) 5. 对计算机有兴趣的读者
	30小时 (5日)	本书全部内容	1. 计算机维护人员 2. 系统设计人员 3. 软件教员 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	3
1.1 硬件和软件	3
1.2 程序的概念	4
1.3 程序的种类	6
1.4 硬件的结构和功能	7
1.4.1 输入装置	9
1.4.2 输出装置	10
1.4.3 存储器	12
1.4.4 运算器	14
1.4.5 控制器	16
第2章 数据的表示方法	21
2.1 数的表示方法	21
2.1.1 十进制数和二进制数以及它们相互间的变换	21
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	23
2.2 用计算机处理的数据	26
2.3 数值(数的大小)的表示方法	30
2.4 代码	33
2.5 数据差错的检测	37
第3章 逻辑电路基础	41
3.1 逻辑基础知识	41
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	51
3.1.4 文氏图	55
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	63
3.3.2 二极管逻辑电路	63

3.3.3 晶体管逻辑电路	69
3.3.4 二极管——晶体管逻辑电路	73
3.3.5 MOS 逻辑电路	75
3.3.6 多谐振荡器	79
3.3.7 集成电路	84
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	94
3.4.5 比较电路	97
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.....109

4.1 存储与存储器	109
4.2 磁心存储器	110
4.2.1 磁心及其存储的原理	111
4.2.2 电流重合方式	114
4.2.3 存储器的结构.....	117
4.2.4 存储器的地址及其名称	120
4.2.5 存储器工作概述.....	122
4.3 半导体存储器	126
4.3.1 半导体存储器的种类与特点	126
4.3.2 MOS 存储器工作原理	126
4.3.3 使用MOS 存储元件时的注意事项	129
4.4 其他存储器	129
4.4.1 磁膜存储器	130
4.4.2 固定存储器	134

第5章 控制器与运算器.....141

5.1 控制器	141
5.1.1 简单计算机的结构和操作	141
5.1.2 控制器的操作	149
5.1.3 控制方式的种类.....	152
5.2 运算器	155
5.2.1 运算方法	155
5.2.2 运算器的结构与操作	161
5.3 输入、输出控制 (通道结构).....	163

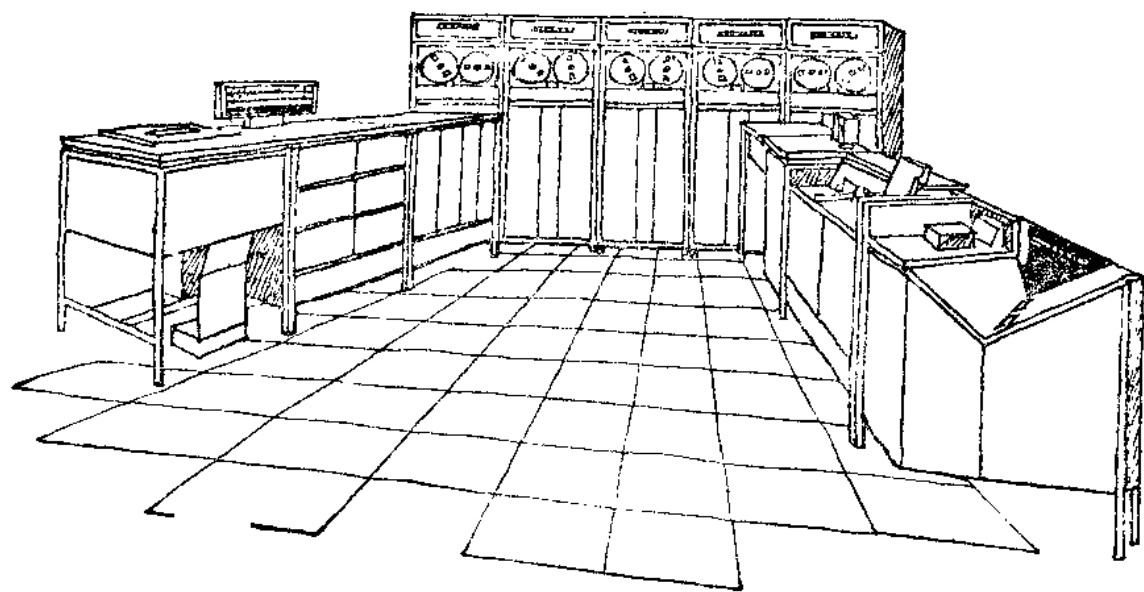
5.3.1 设置通道的必要性	164
5.3.2 通道的功能和操作	166
5.3.3 输入、输出指令	168
5.3.4 通道的种类	168
第6章 外围装置	173
6.1 纸带阅读机	
纸带穿孔机	175
6.1.1 纸带	175
6.1.2 纸带阅读机	177
6.1.3 纸带穿孔机	178
6.2 卡片阅读机	
卡片穿孔机	180
6.2.1 卡片	180
6.2.2 卡片阅读机	181
6.2.3 卡片穿孔机	183
6.3 打印装置	184
6.4 磁表面的数据记录方式	187
6.4.1 记录(写入)和重写(读出)原理	187
6.4.2 数据记录方式	188
6.5 磁带机	190
6.5.1 磁带	190
6.5.2 磁带机	194
6.6 磁鼓装置	197
6.6.1 磁鼓	198
6.6.2 磁鼓装置	200
6.7 磁盘机	201
6.7.1 磁盘	202
6.7.2 磁盘机	206
6.8 光学字符阅读机	209
6.8.1 概要	209
6.8.2 工作原理	210
6.8.3 光学字符阅读机	213
6.9 磁墨水字符阅读机	213
6.9.1 概要	213
6.9.2 工作原理	214
6.10 X—Y绘图机	215
6.10.1 概要	215
6.10.2 工作原理	215
6.11 显示装置	217

6.11.1 概要	217
6.11.2 字符显示装置	217
6.11.3 图形显示装置	221
6.11.4 图形显示装置的输入机	222
6.12 电子打印机	224
6.13 声音应答装置	225
6.14 控制台	226
6.15 用户数据装置	226
6.15.1 用户数据装置的功能及构成	226
6.15.2 用户数据装置的种类	231
第7章 线路传输装置	237
7.1 线路传输装置的定义	238
7.2 线路传输装置的功能概要	238
7.2.1 集中调制解调器	238
7.2.2 分配器 (DS)	238
7.2.3 自动呼叫器	238
7.3 通信控制器	239
7.4 今后的通信控制器	240
第8章 数据通信系统概要	245
8.1 数据通信系统	245
8.1.1 数据通信系统的结构	245
8.1.2 用户数据装置	246
8.1.3 通信线路	246
8.1.4 中央处理设备	247
8.2 公用数据通信系统	247
8.2.1 销售和库存管理系统 (DRESS)	247
8.2.2 科学和技术计算系统 (DEMOS)	248
8.3 各种数据通信系统	248
第9章 机器语言程序及其执行	253
9.1 指令的种类	253
9.2 程序的编制	256
9.2.1 绘制流程图	257
9.2.2 存储器地址的分配	258
9.2.3 程序设计	259
9.3 程序的执行	262
9.3.1 各种寄存器和装置的名称及其功能	262
9.3.2 程序的执行	263

附 录	283
关于系统设计	283
关于操作系统	284
练习题解答	285

第 1 章

电子计算机的结构



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，这些概念都是必要的。

1.1	硬件和软件.....	(3)
1.2	程序的概念.....	(4)
1.3	程序的种类.....	(6)
1.4	硬件的结构和功能	
		(7)

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），

- 汽车上的各项设备要配置齐全。
- 要掌握驾驶汽车的技术。

这两个条件，缺少哪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）：

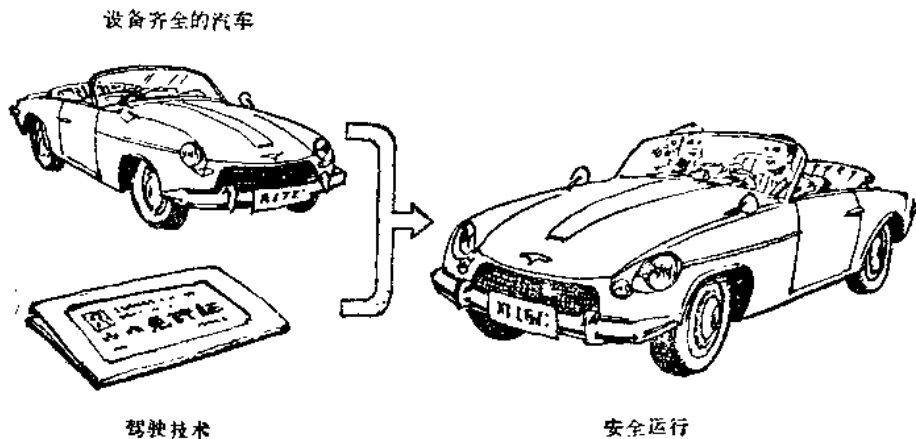


图 1.01 汽车的行驶，需要设备齐全的汽车和掌握驾驶技术

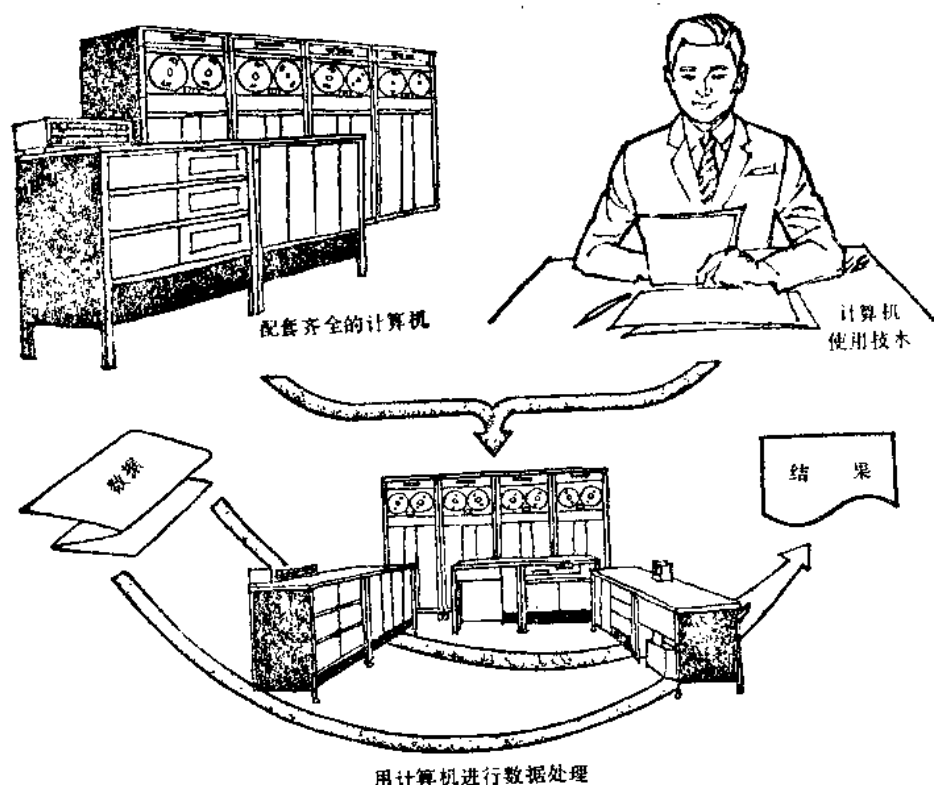


图 1.02 用计算机进行数据处理，需要配套齐全的计算机和掌握计算机的使用技术

- 计算机的各种装置要配备齐全，也就是说，计算机的**硬件** (Hard Ware) 要完整。
- 要有能使计算机进行工作的方法，或者说要有使用计算机的技术。也就是说，要给计算机配备**软件** (Soft Ware)。

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，下节将要介绍的“程序”也属于软件的范畴。

硬件和软件两者相结合，才能使计算机进行数据处理。

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，必须把处理顺序编成“指令”输入计算机。
- (2) 一系列指令的组合叫做程序。

汽车行驶的时候，需要对它发出必要的指令，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的时候（如图1.03所示），也要先把处理数据所需的顺序输入给计算机，而计算机则把这些顺序作为**指令**存储起来。