

408847

微 处 理 机 基 础
(上 册)



福建省闽东无线电厂



第一章 微处理机概述

§ 1. 微处理机的发展

1-1 微处理机的发展概况

现代微处理机是一种 LSI 化的计算机。1971 年 4 月美国 Intel 公司制造出第一台微处理机 MCS-4040 至今不到十年, 微型计算机在制造和应用方面发展很快, 如今微处理机的品种数以百计, 用它们组成的各种微型计算机品种已超过 100 种。

• 美国的主要微处理机制造厂家有: Intel (英特尔公司)

4004-4040-8008-8080-8085-8086 Motorola (蒙托洛拉公司) M6800-M6800 TEXas instruments (TI 德克萨斯公司) TMS9980-TMS/SBP9900

Fairchild (FC 仙童公司) F8-F100h

Rockwell (洛克威尔公司) PPS-8

RCA (美国无线电公司) CPP1801-1802-1803

National Semiconducton (国家半导体公司) TMP-4—

TMP8-IMP16

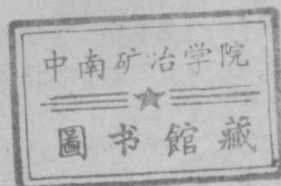
• Zilog (泽洛公司) Z80-Z8-Z8000

MOS Technology (MOS 技术公司) 650X

• Signetics (西格尼蒂公司) 2650

MOS tek (莫斯特克公司) MK5065P

General Instruments (通用仪器公司) CP-1600



1971年Intel公司制造了4004,它采用PMOS工艺,将CPU集成在一个片子上,但它还是4位微处理器,随后又生产了8位微处理器8008,虽然它具有一些缺点,但是它配合Intel公司生产的随机存储器1103而打开了微型机的市场,以此为开端进入了微处理器时代,所以取得这么大的进展。是因为MOS工艺不断进展,使集成度不断提高的结果。随着NMOS的发展使集成度又进一步提高,1973年Intel公司对8008做了改进,制造了8080,其后9个月Motoral公司制造了M6800,其后Zilog公司中由Intel公司转来的三个设计人员设计了Z80,这三种8位微处理机,是美国市场中最有代表性。1975年以后由于HMOS工艺的进展,集成度有了极大提高,性能有了更进一步的改进;Intel公司1976年生产了8085,78年Intel制造了16位微处理器8086, Motorola 16位M68000 Zilog 16位Z8000这三种是16位微处理器中最有代表性的。

• Z80与ENIAC的比较

	50年代的ENIAC	70年代的Z-80
尺 寸	15000平方呎	1平方呎
运算速度	5000指令/秒	50万指令/秒
器 件	电 子 管	MOS
耗 电	150千瓦	1.5瓦
价 格	\$ 400, 000	\$ 50

• Z80 与大型, 小型机比较

	大型计算机 IBM370/168	小型计算机 (Mini) PDP11/15	微型计算机 (micr) Intel Mcs-80
价 格	\$ 4, 500, 000	\$ 50, 000	\$ 250
字长(位)	32	16	8
内存容量(字节)	8, 400, 000	256K	64K
I/O 最高数据率 (字节/秒)	16, 000, 000	4, 000, 000	500, 000
通用寄存器数目	64	16	7
外部设备	各种类型	广泛类型	纸带机, 软盘 PROM 编程器
软 件	各种类型	广泛类型	Assembler Monitor PL/M editor
处理的速度 (加法)	0.13 μ s	0.9 μ s	2.0 μ s

• 微处理机和大型机一样也是经历三代正在向第四代发展

第一代 以 Intel 4004 和 Intel 8008 为代表

PMOS 技术

10 μ s 指令周期

字长4004 4位 8008 8位

使用机器码或绝对汇编。

指令功能简单（寻址方式少，中断功能差）（18根引出线）

第二代 以8080和MC 6800为代表

NMOS技术

2 μ s 指令周期

字长8位

汇编语言和简单编译语言（如PL/m）指令完善8080有78条指令，四种寻址方式及屏蔽中断。

MC 6800还有变址扩展寻址和隐寻址等。（40根引出线）

第三代 以8086 MC 6800 Z8000等为代表

HMOS，VMOS等新技术（级延迟接近双极技术）

主频可达5—8MHz

字长16至32位

有常驻汇编语言，指令功能强，寻址方式灵活。

内存64K字节采用段式管理。存储量可达8MByte

（Z8000）或1M（Intel 8086）。

新的微型机在字长，速度，容量和指令功能方面都接近小型机，（Micro Computer）的水平。

第四代 微处理器和今后的发展

随着LSI封装密度的增加，将促进在CPU片上包含专用的

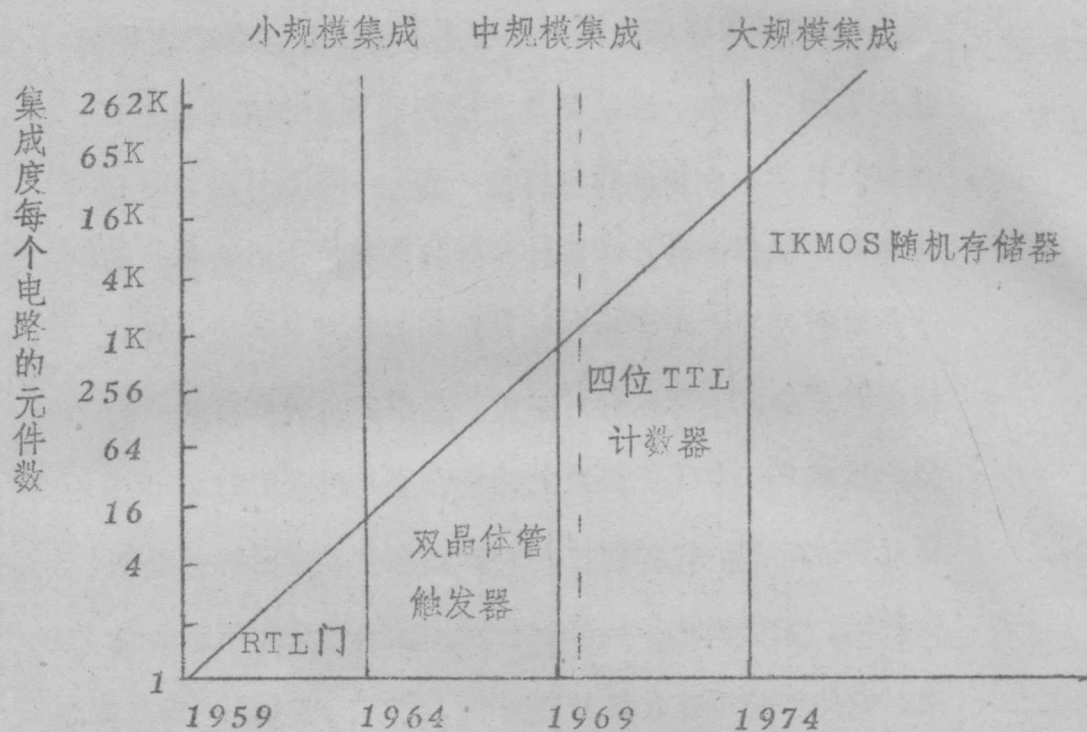
TPU（任务处理部件系统）。在CPU芯片上装有电可改写

的ROM将缩短存取时间，并去掉了CPU和存储器之间的信息通道。这样，便有更多的引脚可用来作有用的I/O功能。目前已经很成熟的模拟—数字—模拟技术也将能够在片上提供一种具有显著功能的模拟I/O设备。由于经济因素预示着带有PROM的超级联结式的通用芯片将大有发展，它可以针对特定的应用，进行“现场”构型。目前NMOS工艺的发展速度已经超过了TTL，并且还未到达极限，许多新技术的出现为在各方面改进处理器系统，优化设计提供有利条件。可以预见在不远的将来，微处理机将进入更新的一代。

1-2 微处理机发展因素及发展趋势

发展因素：主要有四个方面

- 大规模集成电路（LSI）的迅速发展，集成电路即一个芯片上集成了许多相互连接的晶体管等器件组成的许多电路。小规模集成电路（SSI）小于20门/片，中规模集成电路（MSI）20—200门/片，大规模集成电路（LSI）>200门，微处理机就是用LSI技术制造的，74年后大规模集成电路几千—1万门/片。



(集成电路的迅速发展)

- 计算机技术发展如微程序技术，总线技术。
- 工业生产及各科学领域自动化水平的迫切要求。
- 使用软件来取代硬件，用较低价格的可编程序微处理机代替价格高的随机逻辑硬件。

发展趋势:

- 降低成本，提高速度，提高性能，增长位数 16 位或 32 位。
- 向小型机方向发展。

Zilog 已宣佈将生产 N-MOS E/O 型电路工艺的 Z8000，其执行某些运算能力，据说还可超过 PDP

11/45 小型机。

- 统一标准，兼容。
- 软件发展，丰富软件。
- 多重微处理系统，采用微处理机组装大型机系统，多数是分布式的，每个微型计算机只担负一个特殊工作。

§ 2. 微处理机的分类，根据发展情况可分为四类：

- 普通微处理机（标准结构）8080，6800 Z80

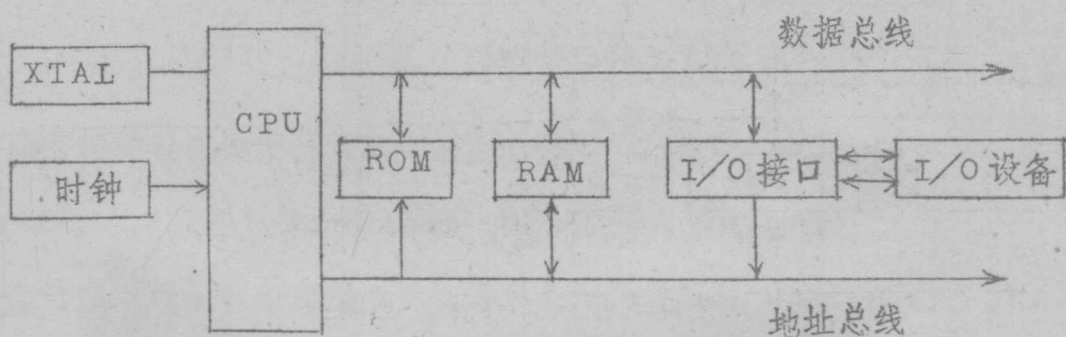


图 1-1 普通微处理机结构

图 1 所示由 CPU，ROM，RAM I/O 接口几个片子组成的。另还有时钟电路不能做在片上。采用三条总线，系统中部件都挂在总线上。

- 单片微处理机。

如 MN 601，Intelsil 6100，1976 年以后做成了包含 CPU，时钟，ROM，RAM 的单片微处理机，片

内包括程控计时启停电路，这样不须要提供总线了，16条地址总线可移作它用，I/O引线可增加。

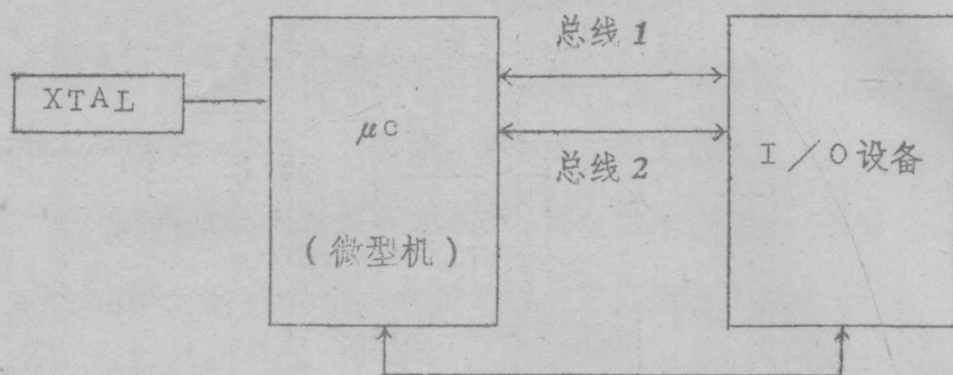


图 1-2 单片微处理机

- 双片微计算机。从概念上来说双片处于普通标准微处理机和单片微处理机之间。即CPU一个片子，ROM，RAM，I/O接口为另一个片子，所以用两个片子组成微计算机。双片、单片功能是等价的，但性能上很不相同，主要是双片ROM，RAM I/O与CPU分开，CPU速度快功能强。但双片机存储容量也受面积限制。单片适用于简易而量大的工业控制方面。双片则适于性能较高，存储容量不大的场合。

- 位片式。如AMD 2900 Intel 3000

位片不应称为微处理机，因为它也是LSI，所以把位片看做微处理机。但是它和微处理机有根本不同。因为位片是处理机的分解，所以更正确一点的说法应是“位片

器件”或“处理机位片”。用位片来作微处理机是很方便的，基本上只要把位片串起来就能组成带存储器的ALU。位片器件主要用来组成高速CPU，因为它是目前速度最快的LSI工艺。至今为止，所有位片都是双极型的，位片式处理器的速度比8080快5—10倍。

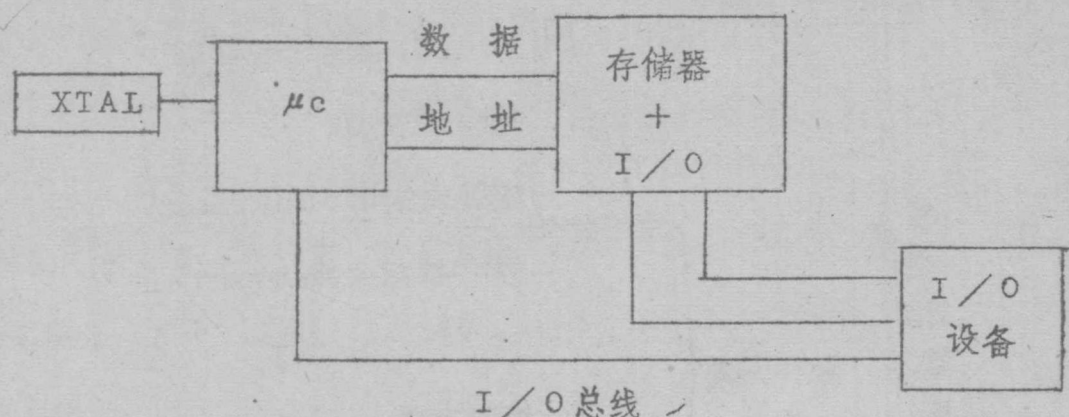


图 1-3 双片微处理机

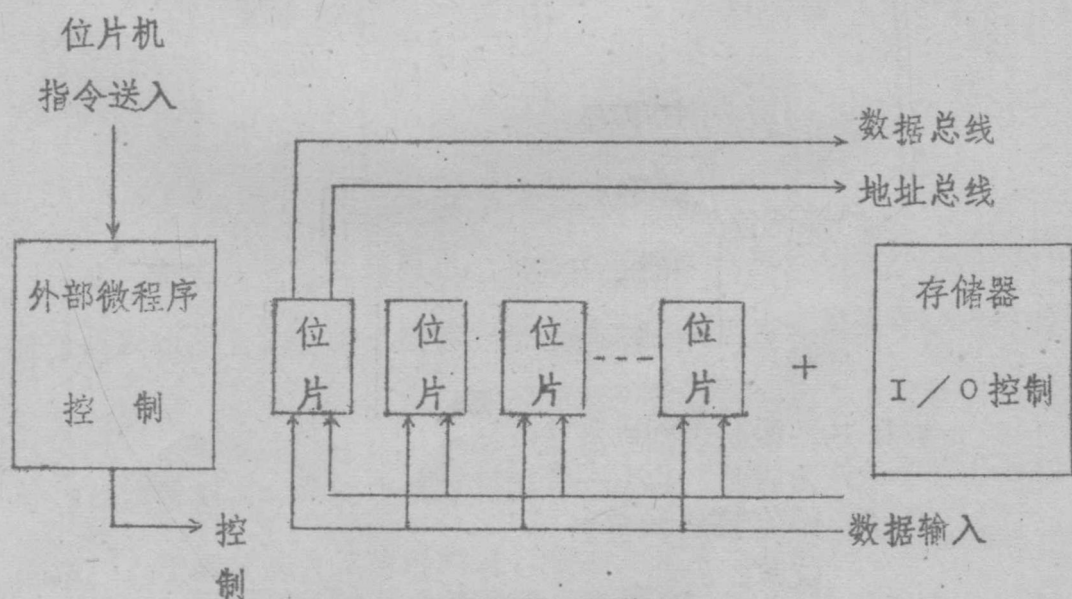
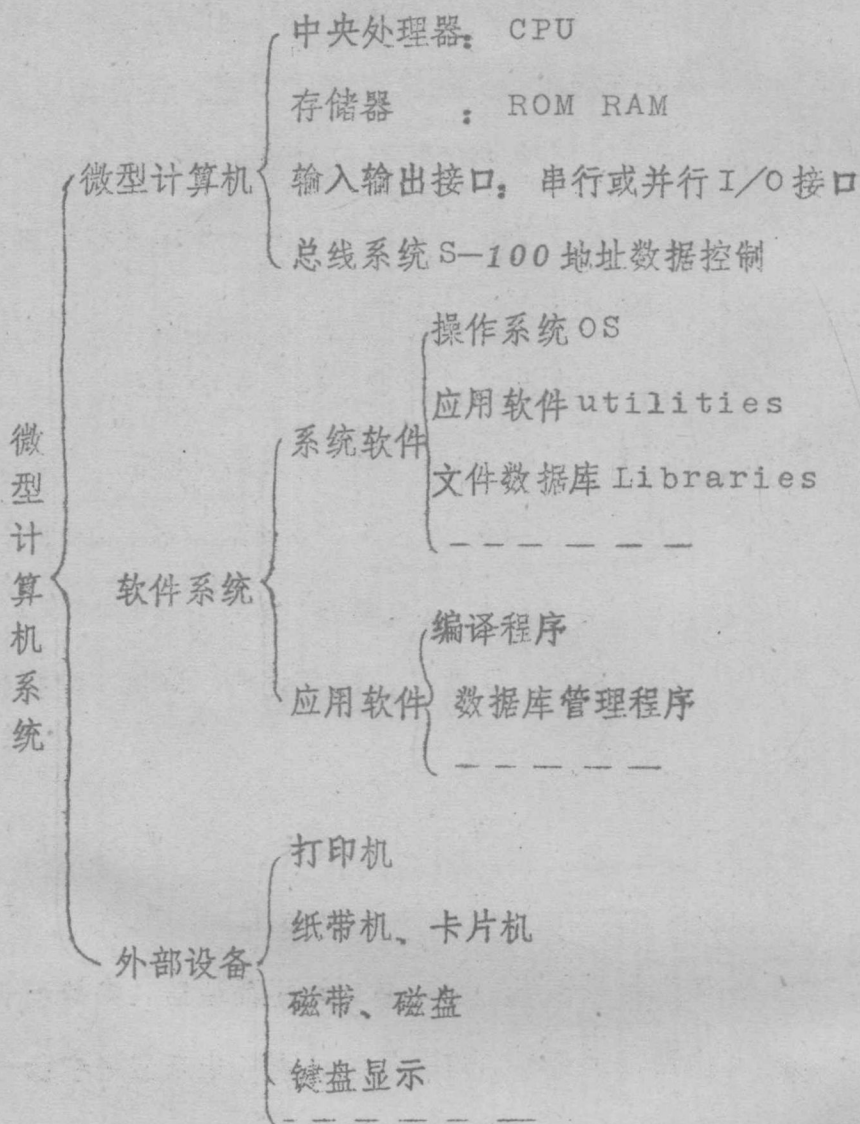


图 1-4 位片式微处理机

1-4 微型计算机系统 (MCS—Micro Computer system)

微型计算机配制了相应软件系统和外部设备就形成一个完善的微

型计算机系统。



§ 3. 微处理机应用

3.1 微处理机的特点

1. 成本低、体积小、重量轻、功耗少。
2. 兼容性: 采用微程序设计, 使兼容性设计变得简单。
3. 可靠性高: 集成度高, 减少分立部分提高可靠性。

4. 灵活性强: 对系统来说软件包含在一个可替换的存储器中, 系统修改只须用一个新程序代替就行了。

3.2 微处理机的应用

微型处理机由于它特有的特点因此应用遍及整个工业、商业、消费者和社会公共事业等各个方面。微处理机对电子工业和数据处理加工系统设计特性和经济性有着很大影响。

1. 消费者、社会公共事业、商业、工业中的应用。

美国	消费者	办公室	过程控制	交通	仪器	通信	计算机	其它
71年%	5	11	26	5	37	5	5	5
78年%	12	5	24	3	19	10	23	/
日本	民用家用	事业商业	工业	监控与计测	通信	数据处理	其它	
71年%	20	60	9	4	4	2	1	
78年%	64	21	8	1	4	1	1	
79年%	74	12	7	1	4	1	1	

2. 微型处理机高级应用: 主要包括远距离通信和多处理机系统, 计算机网络。人们预期远距离通信是微型处理机未来应用中的一个最重要的领域。信息处理在远距离通信系统所有阶段都是重要的, 而微处理机能做到成本低这个优点可以在一个集成的通信系统中充分加以利用。由于微处理机具有的特点, 特别是成本低处理能力强使得微处理机应用在大型计算机系统中特别具有吸引力。

§ 4. 如何评价一个微处理机系统

1. 字长任何微处理器最主要的标志之一是字长, 它指存放信息的最基本的位长。

2. 寻址范围大小 16K、64K、多用户扩充 512K

3. 指令系统的功能、种类

指令的种类 8080 78 条 Z80 扩充到 150 条

寻址方式 计算机取指令再取数据加工, 加工结果放什么地方(存储器、寄存器和外设)都有一个寻址问题, Z80 有十种寻址方式。

4. 时钟频率: 执行一条指令需要的时间、8080 工作 2MHz Z80 提高到 4MHz 执行速度提高。

5. 支持硬件: 不能只看 CPU 还要看外围的器件及存储器件。

6. 支持软件: Z80 系统有相当完善系统软件、操作系统、汇编、高级程序、数据库管理程序等。

7. 价格

§ 5. 微处理机制造工艺

由于半导体加工工艺的进展, 使微处理机的研制成为可能。半导体工艺最重要的进展之一是六十年代初出现的集成电路(IC), 与分立元件对比, 一个集成电路包含了许多电路元件, 它们被制造和封装成一个单元。两个关键工艺进展使集成电路能够制造出来, 那就是平面硅单晶片和薄膜工艺的进展。

已经研制出来的微处理机差不多把全部已知的半导体工艺都用上了, 其中有 PMOS、NMOS、CMOS、TTL、 I^2L 等。微处理机的制造工

艺实际也就是集成电路的工艺。

5.1 集成电路工艺简介

用集成电路工艺可以制造两种基本类型的电子元件，与此相应便有两种类型的加工方法。这两种基本类型的电子元件就是双极型元件和单极型元件。这些名称是由器件中所出现的载流子类型决定的。在双极型器件中有两种相反极性的载流子，而在单极型器件中则只有一种载流子。用集成电路工艺制造的单极型器件的最重要类型是金属—氧化物—半导体（MOS）。

在各种各样双极型器件和单极型器件中，每一种器件各有许多不同的结构型式和加工工艺。双极型器件一般按它们的线路形式分为

TTL 晶体管—晶体管逻辑

ECL 射极 一耦合逻辑

RTL 电阻 一晶体管逻辑

DTL 二极管—晶体管逻辑

双极型加工方法制造的最重要的集成电路元件是晶体管，这和分立元件一样。按导电型分类，npn、pnp、（npn中载流子是电子，pnp载流子是空穴）。因为电子比空穴有更大迁移率，因此npn管的电特性具有较快的响应时间和较大增益。所以npn晶体管集成电路中最为通用。

由于DTL的制造过程中能够用简单的加工步骤产生一个叫肖特基二极管的二极管，由于它显示出极大的优越性，可与 T^2L 或ECL双

极型器件制造方法相竞争。

除上述工艺之外，三次扩散射随器逻辑（3DEFL）和互补恒流逻辑（ C^3L ），此外，射极—耦合逻辑（ECL）也是与微处理机应用有关的，至少有一种使用这种工艺的微处理机已经问世。

MOS加工指的是制造MOS器件。MOS器件最初按导电型式（P沟道或n沟道）以及其它加工方法来分类。这类器件中最重要的是场效应晶体管（MOSFET）虽然场效应晶体管二十多年前已为人们熟悉，但直到六十年代MOS工艺商业化了它才变得重要起来。

• MOS FET 其基本结构如图 所示，和双极器件一样它是在一块p型或n型硅衬底上形成的。图1-5所示为一块n型硅衬底，独立的源极区和漏极区被扩散到衬底内，然后复盖以绝缘的氧化层并进行腐蚀，最后进行金属化以形成电连接。场效应晶体管的工作是通过场效应来实现的，这种场效应是在源极与漏极之间的沟道内由栅极上的电压产生的。另一种重要的MOS晶体管结构是硅栅MOS器件。

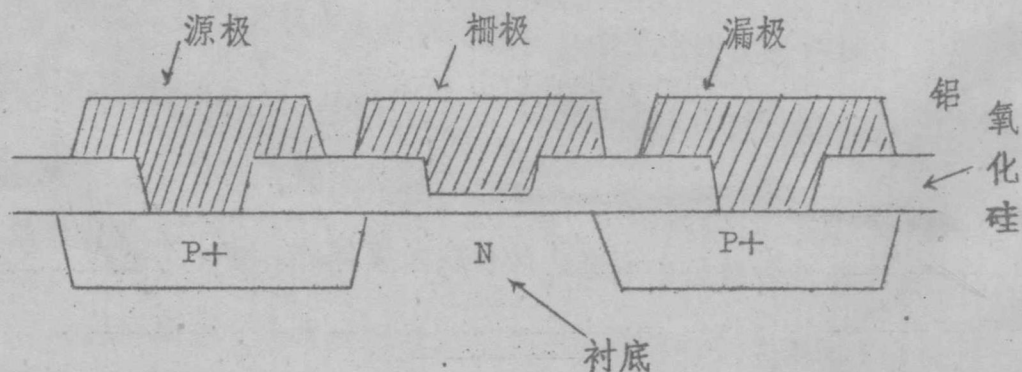


图 1-5 MOS场效应晶体管

• 硅栅MOS器件，其截面如图1-6所示，这种硅栅器件在氧化层内包含一个取代铝栅的多晶硅区。这种硅栅MOS有三个基本优点：可在较低栅极阈值电压作用下导通；可有较大的密度；内部寄生电容较少，可制造较高的器件速度。这种硅栅器件工艺的一个缺点是制造程序比较复杂，需要比金属栅工艺多几个掩蔽工序。

• 离子注入MOS器件为了更好地控制阈值电压的大小，将离子精确地直接掺入到硅晶片表面的特定部分，从而把它们“注入”到硅中。典型的离子注入MOS器件的截面如图1-7所示，离子注入是指向沟道区的。

MOS器件可以制成两种基本类，耗尽型和增强型。

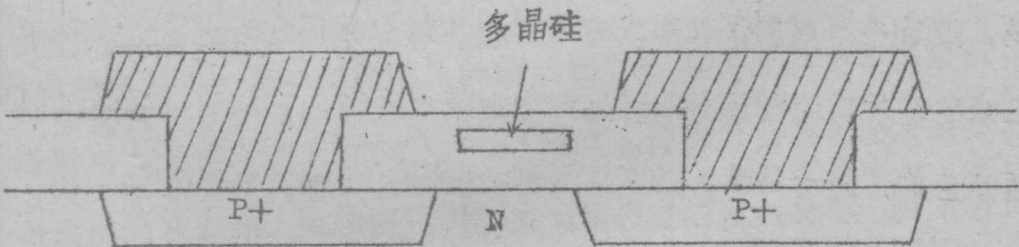


图1-6 硅栅MOS晶体管

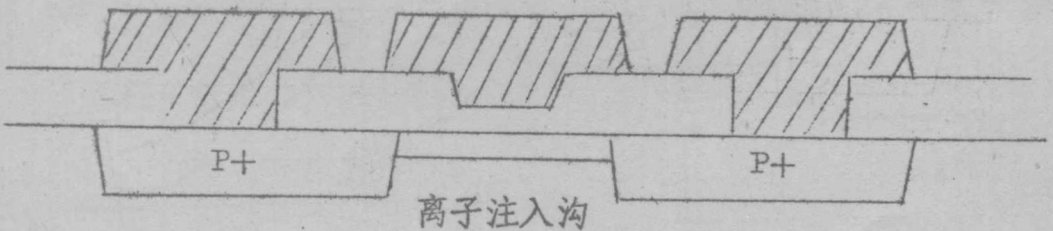
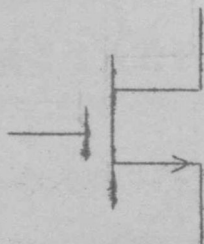


图1-7 离子注入MOS晶体管

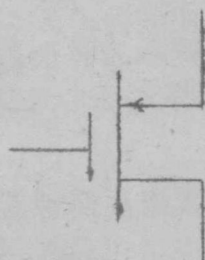
所谓耗尽或增强是指器件导电性与所加栅压的关系，在增强型器件中，除非在栅极加上电压，不然源极和漏极之间没有电流流通。而在耗尽型器件中不必加上任何栅电压，电流即可在源极及漏极之间流动，在一个比较高的阈值电压的作用下，耗尽型器件的电流才截止。

MOS 晶体管的简化表示符号：

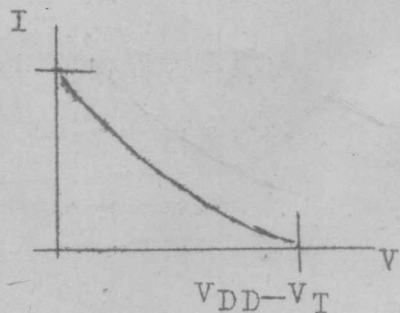
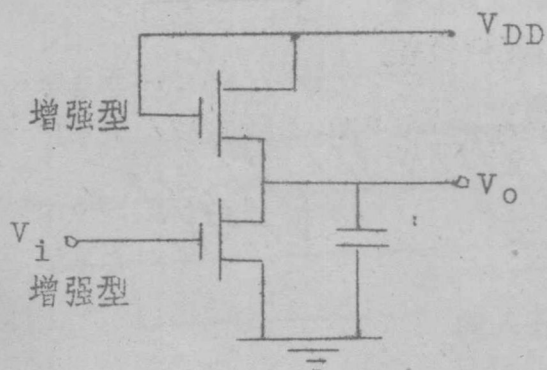
N—沟道



P—沟道



增强型与耗尽型 MOS 典型线路结构及相应的电流—电压特性曲线。耗尽型器件的特性曲线表明，直到 $V_o = V_{DD} - V_T$ 那点为止，电流是相当恒定的。相反，增强型线路的电流则急剧衰减。所以耗尽型器件比增强型器件的充电时间较快。



a. 增强型