



微机原理和接口技术

第四讲 微机的硬件结构3

提 纲

0. 基础知识

1. 8051微控制器的结构

2. 微控制器的工作原理

3. 存储器配置与地址空间

4. 特殊功能寄存器SFR (1)

5. 特殊功能寄存器SFR (2)

6. I/O端口结构与应用特点

7. 时钟与复位

8. 微控制器的工作方式

9. 8051微控制器的技术发展

提 纲

8. 微控制器的工作方式

为控制器的工作方式

1. 低功耗方式的控制

为了降低MCU的功耗，提高MCU的抗干扰能力，微控制器通常都有可程序控制的低功耗工作方式。

8051 MCU 有两种低功耗方式：休闲方式（Idle）和掉电方式（Power Down）。通过电源控制寄存器PCON中的 IDL位和PD位进行设置。

电源控制寄存器PCON（Power Control）：地址为87H

位	7	6	5	4	3	2	1	0
位符号	SMOD	—	—	—	GF1	GF0	PD	IDL
英文注释	Serial Mode	—	—	—	General Flag 1	General Flag 0	Power down bit	Idle mode bit

为控制器的工作方式

位符号	功能说明
PD	掉电方式选择位。若PD=1，则进入掉电工作方式。
IDL	休闲方式选择位。若IDL=1，则进入休闲工作方式。 如果PD和IDL同时为1，则进入掉电工作方式。

2. 休闲方式

- **工作特点：**休闲方式时，内部时钟电路正常工作，但关闭了CPU的时钟，使CPU停止工作，中断系统、串行口和定时器/计数器继续工作。由于CPU停止工作，MCU功耗得到大大降低。
- **进入和退出：**将PCON中的IDL置为1（如执行“ORL PCON, 01H”），MCU即进入休闲方式。复位或中断可退出休闲方式。



为控制器的工作方式

3. 掉电方式

掉电方式具有最好的节能效果。

- **工作特点：**在掉电方式下，内部时钟电路不工作，内部所有功能单元停止工作，因此MCU功耗得到大幅降低。
- **进入和退出：**将PCON中的PD置为1（如执行“ORL PCON, #02H”），MCU即进入掉电方式。退出掉电方式的唯一方法是复位MCU。

为控制器的工作方式

4. 各种工作方式能耗比较

微控制器正常运行方式、休闲方式（IDL方式）、掉电方式（PD方式）下的功耗相差非常大，下表给出了这三种工作方式的能耗比较。

运行方式	电源电压/V	时钟频率/MHz	电源电流 /mA
正常运行	5	12	20
ID方式	5	12	5
PD方式	5	12	0.075



为控制器的工作方式

程序执行方式和复位方式是MCU的另两种工作方式。

- **程序执行方式：**即运行方式，是微控制器的基本工作方式。复位后就进入运行方式，MCU从ROM的0000H单元开始逐条取指令执行程序，从而完成用户编写的程序功能。
- **复位方式：**复位是微控制器的初始化操作，复位时微控制器不工作，复位后MCU中各SFR的内容恢复到初始值，CPU重新开始运行程序，进入程序执行方式。

提 纲

9. 8051微控制器的技术发展



51微控制器的技术发展——内部资源的扩展

很多集成芯片生产厂家，以Intel公司的8051 CPU为基础，结合各自的技术特色，通过不同的内部资源扩展，推出了一系列各具特色、性能优异的微控制器，即增强型的8051MCU。它们的指令系统是完全兼容。

生产公司	典型代表	特点
AD 公司	AD μ c812、824	ADC,DAC
ATMEL	AT89S51	片内Flash
PHILIPS	P87LPC764	I ² C等串行扩展
Cygnal	C8051FXXX	SOC,RISC



51微控制器的技术发展——内部资源的扩展

1. 扩展原则

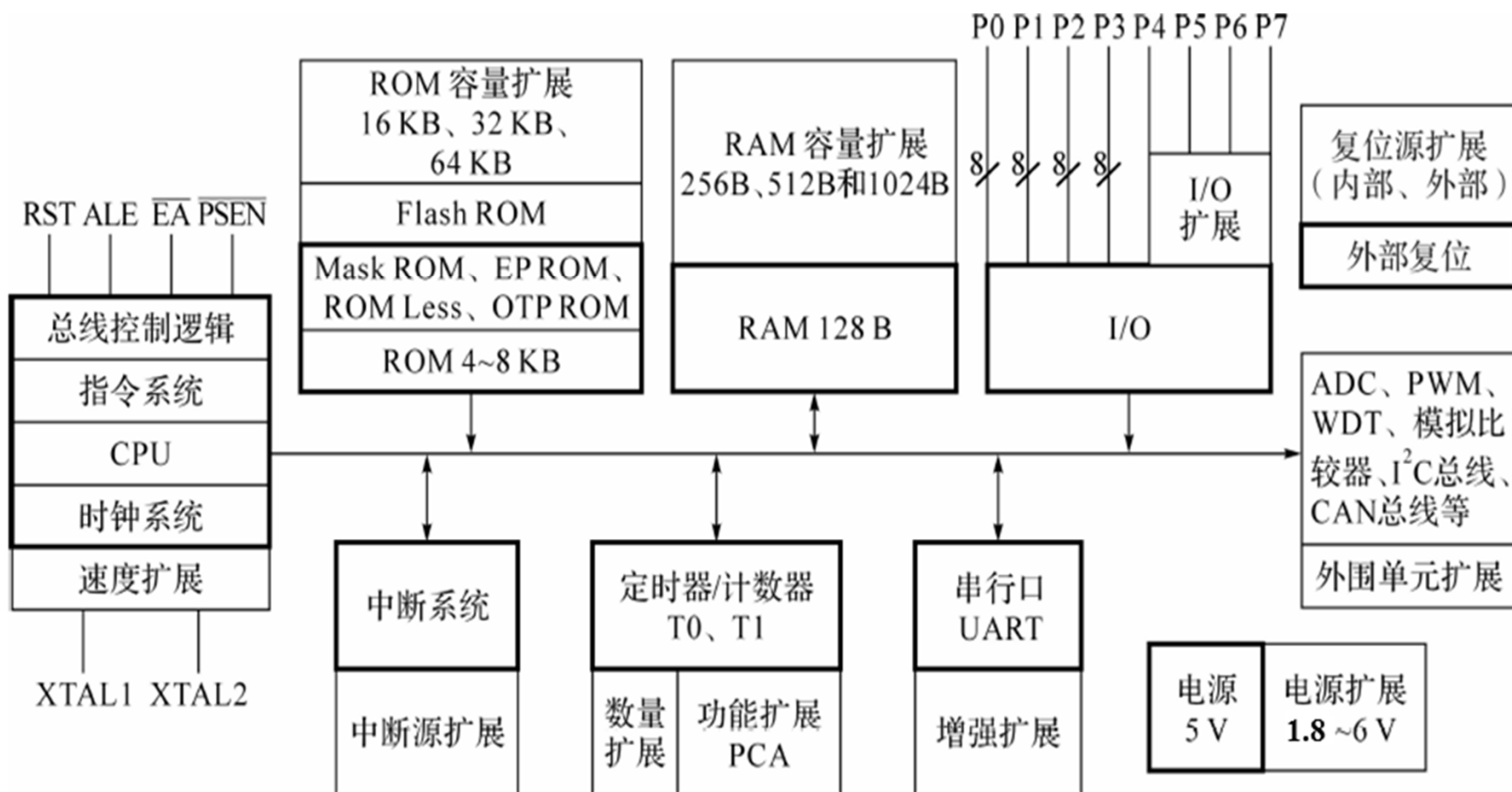
8051微控制器的内部资源扩展遵循了基核不变性原则，从而使其具有更好的兼容性能。

➤ 8051 MCU基核的不变性：

- 指令系统不变：8051系列中所有微控制器都有完全相同的指令系统。
- 总线不变：8051系列所有总线型微控制器，都保持了相同的并行扩展总线和串行总线UART。

51微控制器的技术发展——内部资源的扩展

2. 内部资源扩展





51微控制器的技术发展——内部资源的扩展

2. 内部资源扩展

- 速度扩展：包括时钟频率扩展和总线速度扩展
 - 时钟频率扩展：提高时钟频率。8051的典型时钟频率上限是12MHz，但目前许多型号为16MHz，24MHz，最高可达40MHz。
 - 总线速度扩展：在时钟频率不变的情况下，提高指令运行速度。典型8051MCU的机器周期是时钟频率的12分频。目前有些厂家通过改进CPU总线结构来降低机器周期从而提高指令速度，如Dallas公司推出的DS80C320将机器周期降低到时钟频率的4分频。



51微控制器的技术发展——内部资源的扩展

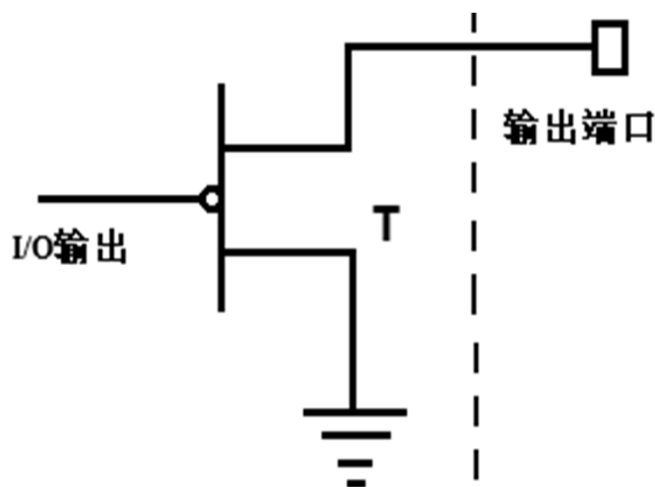
2. 内部资源扩展

- **CPU外围扩展：**ROM扩展、RAM扩展和I/O端口扩展；
- **ROM扩展：**有供应状态扩展和容量扩展；供应状态扩展从早期的EPROM、Mask ROM、EEPROM等状态扩展到Flash ROM；容量扩展从原来的4KB扩展到8KB、16KB、32KB、64KB。
- **RAM扩展：**其形式仍为SRAM，但容量从128B扩展到256B、512B及1024B。
- **I/O端口扩展：**数量不断增加，有些型号已扩展到8个8位端口。I/O端口的电气特性和驱动能力不断增强，且可编程配置使用更灵活。如80C51Fxxx系列MCU的端口可配置为推挽、开漏、弱上拉等输出方式。

51微控制器的技术发展——内部资源的扩展

2. 内部资源扩展

- **CPU外围扩展：**I/O端口的电气特性、驱动能力增强，可配置、使用更灵活。



开漏输出模式

设置为开漏模式时：

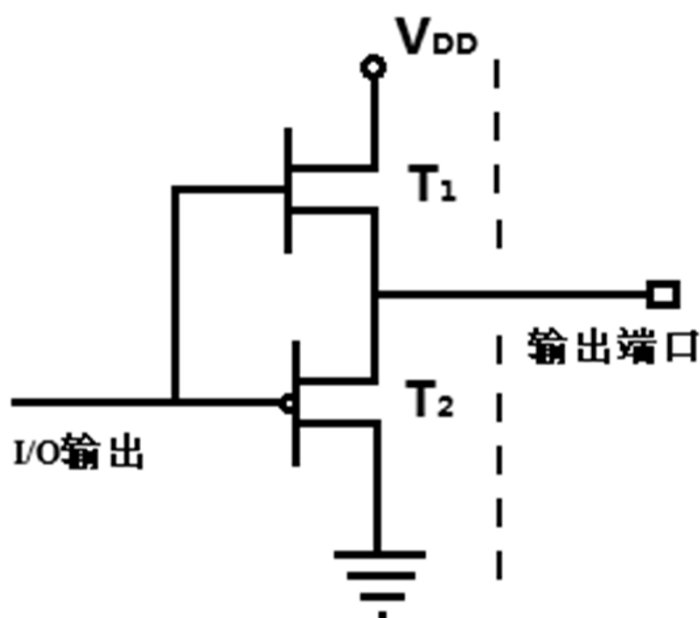
- 输出“0”，T导通，端口为低电平；
- 输出“1”，T截止，输出高阻态。

作为逻辑输出时，须外接上拉电阻；
开漏模式下，多个端口可以进行线“与”。

51微控制器的技术发展——内部资源的扩展

2. 内部资源扩展

➤ CPU外围扩展



推挽输出模式

设置为推挽模式时，T1、T2成推挽状态电路。

- 输出“0”，T1截止，T2导通，输出端口为低电平；
- 输出“1”，T1导通，T2截止，输出端口直接连接到 V_{DD} ；

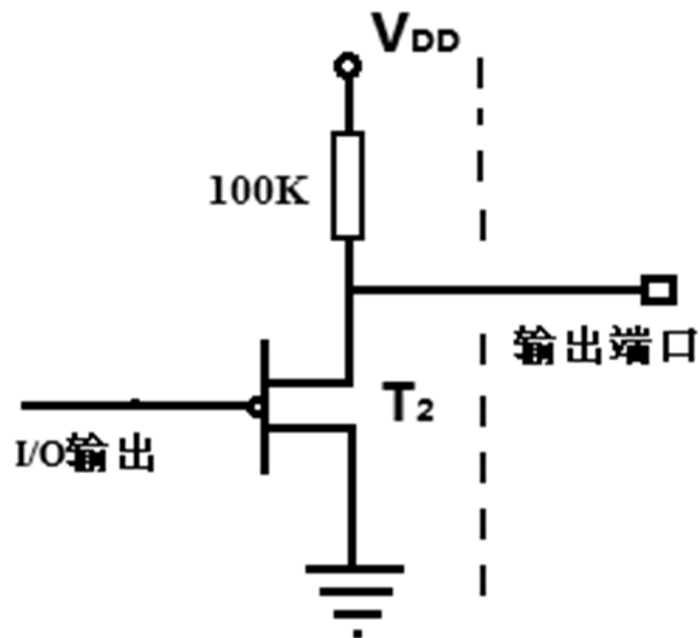
改变外接电阻，就可输出不同的驱动电流。

推挽模式用于需要输出较大驱动电流的情况。

51微控制器的技术发展——内部资源的扩展

2. 内部资源扩展

➤ CPU外围扩展



弱上拉电路

逻辑状态输出：

- 输出“0”，T2导通，端口为低电平；
- 输出“1”，T2截止，端口为高电平，
- 输出电流为 $V_{DD}/100K$ 。

驱动能力弱，仅表示电平状态。



51微控制器的技术发展——内部资源的扩展

2. 内部资源扩展

- 基本功能单元扩展：中断系统、定时器/计数器和串行口的扩展
- 中断系统扩展：中断源的扩展。例如Silicon Labs公司的80C51F020 MCU有22个中断源。
- 定时器/计数器扩展：有数量扩展和功能扩展。许多型号增加了T2计数器，而80C51F020扩展到5个通用的16位定时器/计数器。功能扩展主要体现在定时器/计数器捕获/比较单元和可编程计数器阵列PCA（Programmable Counter Array）等。
- 串行口UART扩展：UART串行通信接口和功能的增强扩展。通常有2个UART，8XC51FA的UART中增加了自动地址识别和帧错误检测功能。



51微控制器的技术发展——内部资源的扩展

2. 内部资源扩展

- 外围单元扩展：模数转换器ADC、数模转换器DAC、脉冲宽度调制PWM、看门狗定时器WDT、I²C接口、CAN总线接口等；
- 电源扩展：经典8051MCU的工作电源是5V。许多型号扩展到1.8-6V的宽电压电源；
- 复位源扩展：很多型号的MCU具有内部和外部的多种复位方式，如80C51F020有7个复位源，分别为片内VDD监视器、看门狗定时器、时钟丢失检测器、由比较器0提供的电压检测器、软件强制复位、CNVSTR引脚及/RST引脚复位。

51微控制器的技术发展——内部资源的扩展

在资源扩展的同时，为了满足构成小型、价廉微机应用系统的要求，通过对MCU内部资源的删减，也推出了不少小型、专用型、廉价型的8051系列微控制器。



主要体现在并行总线的删减：如飞利浦公司的8X748、8X749等系列，ATMEL公司的89C1051等，删除了并行总线，用串行扩展替代并行扩展方式，显著地减少了封装引脚，小型8051MCU引脚在16-28之间。



51微控制器的技术发展——内部资源的扩展

1. NXP公司的增强型8051

NXP的增强型8051微控制器具有灵活配置和灵活编程的特点。

- 灵活配置主要包括复位电路的配置（外部复位/内部复位）、晶振选择（内部振荡器/外部晶振电路）、CPU频率选择（PLL分频倍率的配置）和I/O口配置（开漏、输入、输出模式）等。
- 灵活编程包括系统内编程（In System Programming）、应用内编程（In Application Programming）和在电路编程（In Circuits Programming）等三种方式。



51微控制器的技术发展——内部资源的扩展

2. ADI公司的增强型8051微控制器

- ADI公司推出的AD μ C8XX系列产品，具有符合工业标准的8052 MCU内核，是增强型8051微控制器；
- AD μ C84X系列采用单指令周期内核，最高处理能力为20MIPS；
- 微控制器内部ADC结构，有SAR型和Sigma-Delta型两种。

3. Silicon Labs公司的增强型8051微控制器

- 基于增强的CIP-51内核，完全与8051微控制器兼容；
- CIP-51采用流水线结构，70%的指令执行时间为1或2个系统时钟周期，是目前速度最快的8位微控制器之一；
- 引入大量外设和功能单元，如I²C、SPI、PCA、A/D、D/A、比较器等等，是一款高性能的SOC芯片。

Thank you!

