



# 嵌入式系统分析与设计

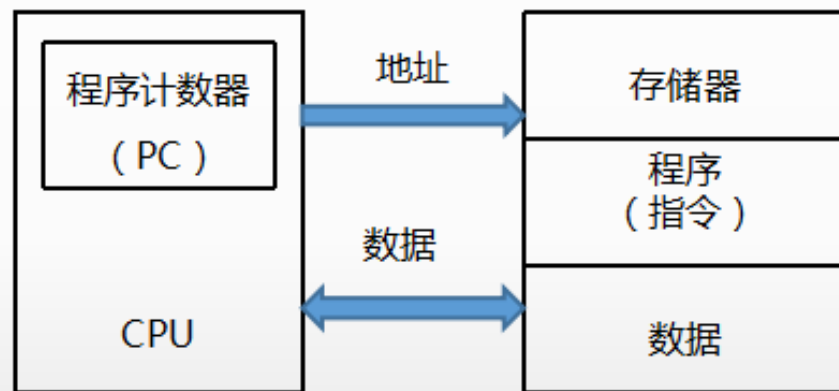
51CTO学院：邹月平

 **51CTO学院**

# ● 嵌入式微处理器体系结构

## 1、冯.诺依曼体系结构

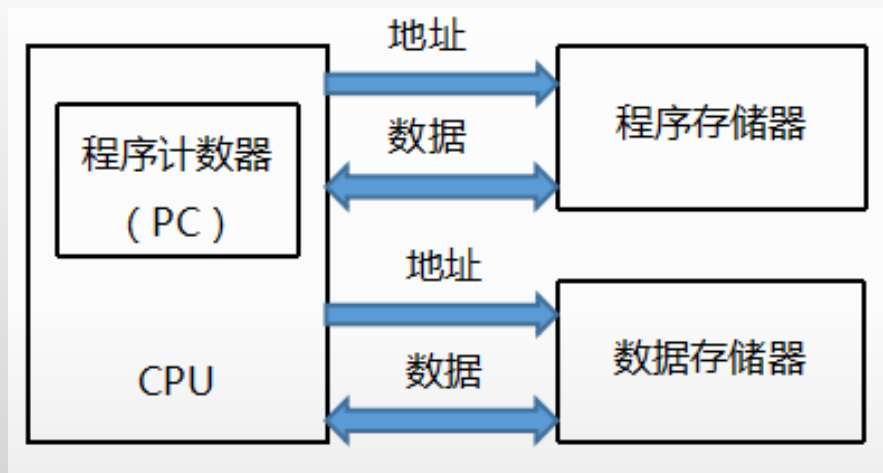
- ❖ (1) 程序和数据共用一个存储空间，程序指令和数据存放在同一存储器的不同地址上。
- ❖ (2) 单一的地址及数据总线，程序指令和数据的总线宽度相同。
- ❖ (3) 串行执行，在传输上会出现瓶颈。



# ● 嵌入式微处理器体系结构

## 2、哈弗体系结构

- ❖ (1) 程序和数据采用不同的存储空间，程序指令存储地址和数据存储地址存在不同的存储空间。每个存储器独立编制、独立访问。
- ❖ (2) 独立的地址及数据总线，两个存储器对应两套独立的地址总线 and 数据总线。
- ❖ (3) 并行执行，提高速度。



# ● 嵌入式系统的硬件系统

嵌入式微处理器是**核心**，它由控制器（控制单元）、运算器（算术逻辑单元）、寄存器组成。

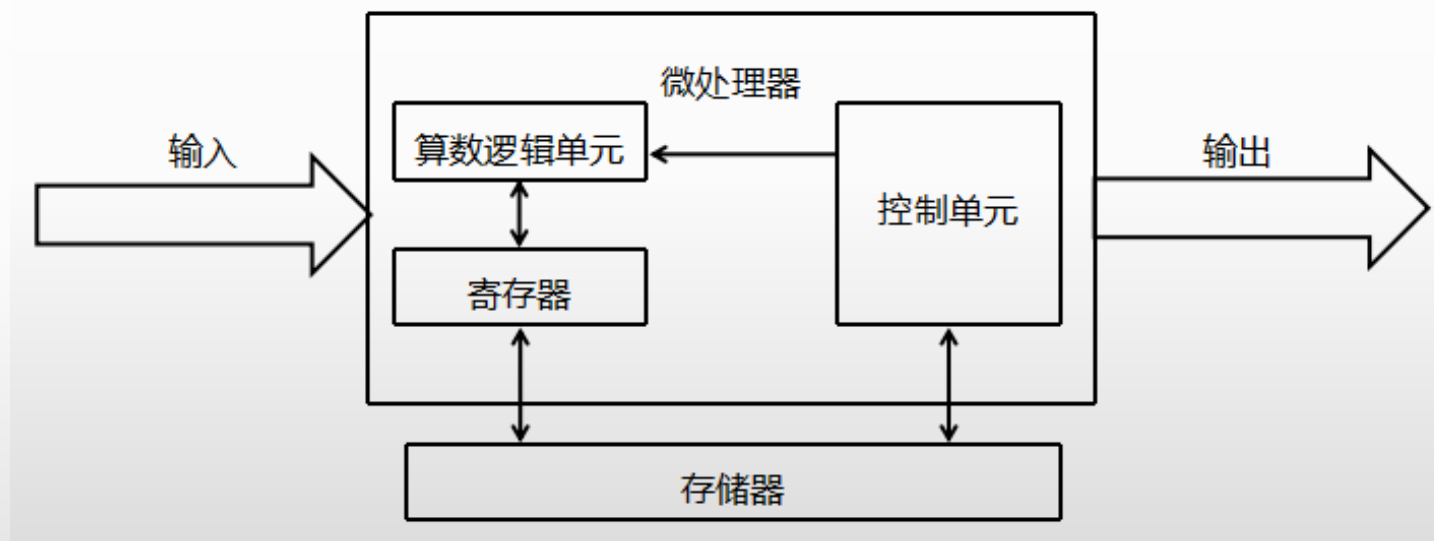
01 嵌入式微控制器MCU

02 嵌入式微处理器MPU

03 嵌入式数字信号处理器DSP

04 嵌入式片上系统SoC

## ● 嵌入式系统的硬件系统



## ● 嵌入式系统的硬件系统

### 1、嵌入式微控制器MCU (CPU + 片内内存 + 片内外设)

单片机，在同一块芯片内除了中央处理单元（CPU）之外还集成了部分内存和外设。将计算机的CPU、RAM、ROM、定时计数器和多种I/O接口集成在一片芯片上，形成芯片级的计算机，为不同的应用场合做不同组合控制。特点是体积小从而使功耗和成本下降。

# ● 嵌入式系统的硬件系统

## 2、嵌入式微处理器MPU (CPU)

台式机和笔记本电脑的处理芯片属于微处理器。微处理器提供高速的总线以实现与外部的内存和外设进行交互。

嵌入式系统大多使用微控制器，原因在于：

- 节约成本和节省功耗：在实现相同功能的前提下，将大量的芯片集成在一块芯片内的制造和使用成本，以及功耗都更低。
- 简化硬件设计：由于微控制器内集成了大量的外设，使得嵌入式系统的硬件设计得到了极大的简化

# ● 嵌入式系统的硬件系统

## 3、嵌入式数字信号处理器DSP

是一种独特的微处理器，是以数字信号来处理大量信息的器件。运行速度可达每秒数以千万条复杂指令程序，远远超过通用微处理器，它的强大数据处理能力和高运行速度，是最值得称道的两大特色。根据数字信号处理的要求，DSP芯片一般具有如下主要特点：

- (1) 在一个指令周期内可完成一次乘法和一次加法；
- (2) 程序和数据空间分开，可以同时访问指令和数据；
- (3) 片内具有快速RAM，通常可通过独立的数据总线在两块中同时访问；
- (4) 具有低开销或无开销循环及跳转的硬件支持；



## ● 嵌入式系统的硬件系统

- (5) 快速的中断处理和硬件I/O支持；
- (6) 具有在单周期内操作的多个硬件地址产生器；
- (7) 可以并行执行多个操作；
- (8) 支持流水线操作，使取指、译码和执行等操作可以重叠执行。

# ● 嵌入式系统的硬件系统

## 4、嵌入式片上系统SoC (System-on-a-Chip)

在同一个芯片上集成了控制部件（微处理、存储器）和执行部件（I/O接口、微型开关、微机械），能够自成体系、独立工作的芯片。

SoC采用了片内可再编程技术，可使片上系统内硬件的功能可以像软件一样通过编程来配置，从而可以实时地进行灵活而方便的修改和开发。

## ● 多核处理器

将多个独立CPU封装在一起，集成在一个电路里。多核处理器是单枚芯片，能直接插入单一的处理器插槽中。

在多核处理器中,计算机可以同时执行多个进程,而操作系统中的多个线程也可以并行执行。

采用多核处理器可以降低计算机系统的功耗和体积。

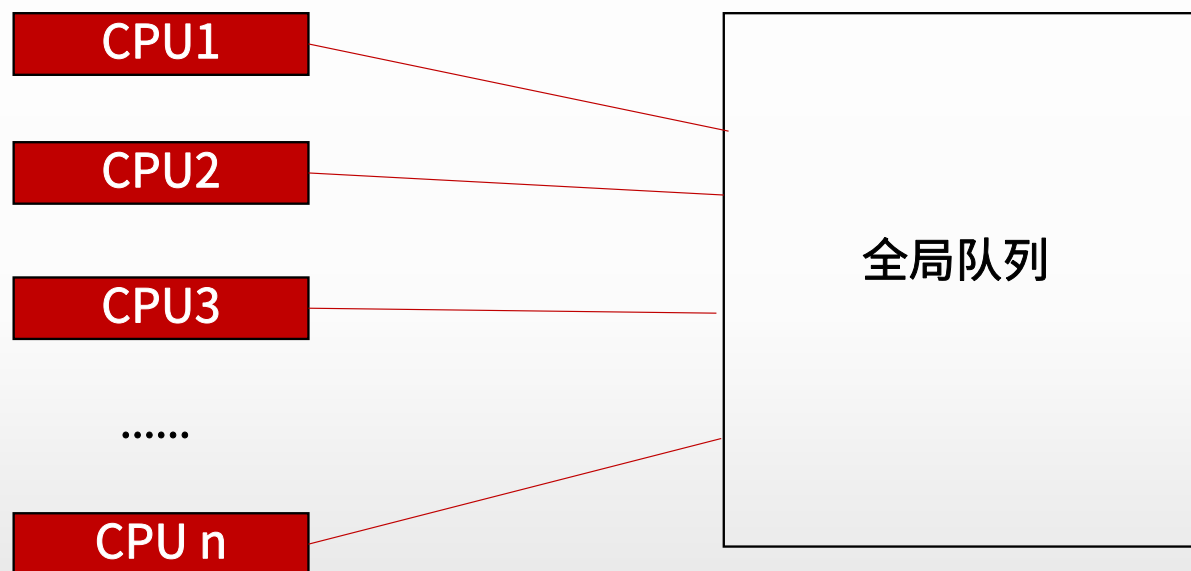
# ● 多核处理器

多核处理器有三种运行模式：

非对称多处理AMP	多个核心相对独立的运行不同的任务，每个核心可能运行不同的操作系统，但是有一个主要核心，用来控制整个系统以及其它从核心。
对称多处理SMP	一个操作系统同等的管理各个内核，为各个内核分配工作负载。目前，大多数的系统都支持SMP模式。
混合多处理BMP	与SMP类似，但可以指定将某个任务仅在某个指定内核上执行。

每一个模式适合于解决某方面的特定问题，而且对操作系统的要求也各不相同，采用哪种模式，需要**考虑硬件**的差异情况。

## ● 多核处理器



全局队列调度

## ● 多核处理器



局部队列调度

## ● 多核处理器

多核CPU 环境下进程的调度算法一般有全局队列调度和局部队列调度两种。

(1) 全局队列调度是操作系统维护一个全局的任务等待队列，当系统中有一个CPU核心空闲时，操作系统便从全局任务等待队列中选取就绪任务并开始在此核心上执行，它的优点是CPU核心利用率较高。

(2) 局部队列调度是指操作系统为每个CPU内核维护一个局部的任务等待队列，当系统中有一个CPU内核空闲时，便从该核心的任务等待队列中选取恰当的任务执行，局部队列调度可以使任务基本上无需在多个CPU核心间切换，有利于提高CPU核心局部缓存命中率，缺点是CPU利用率太低。

# ● 嵌入式操作系统EOS

嵌入式操作系统EOS负责嵌入式系统的全部软、硬件资源的分配、任务调度、控制、协调并发活动。

与通用操作系统相比，EOS主要有以下特点：

**(1) 微型化。**EOS的运行平台不是通用计算机，而是嵌入式系统。这类系统一般没有大容量的内存，几乎没有外存，因此，EOS必须做得小巧，以占用尽量少的系统资源。

**(2) 代码质量高。**在大多数嵌入式应用中，存储空间依然是宝贵的资源，这就要求程序代码的质量要高，代码要尽量精简。



## ● 嵌入式操作系统EOS

(3) **专业化**。嵌入式系统的硬件平台多种多样，处理器的更新速度快，每种处理器都是针对不同的应用领域而专门设计的。因此，EOS要有很好的适应性和移植性，还要支持多种开发平台。

(4) **实时性强**。嵌入式系统广泛应用于过程控制、数据采集、通信、多媒体信息处理等要求实时响应的场合，因此，实时性成为EOS的又一特点。

(5) **可裁减和可配置**。应用的多样性要求EOS具有较强的适应能力，能够根据应用的特点和具体要求进行灵活配置和合理裁减，以适应微型化和专业化的要求。

## ● 嵌入式操作系统EOS

(3) **专业化**。嵌入式系统的硬件平台多种多样，处理器的更新速度快，每种处理器都是针对不同的应用领域而专门设计的。因此，EOS要有很好适应性和移植性，还要支持多种开发平台。

(4) **实时性强**。嵌入式系统广泛应用于过程控制、数据采集、通信、多媒体信息处理等要求实时响应的场合，因此，实时性成为EOS的又一特点。

(5) **可裁减和可配置**。应用的多样性要求EOS具有较强的适应能力，能够根据应用的特点和具体要求进行灵活配置和合理裁减，以适应微型化和专业化的要求。

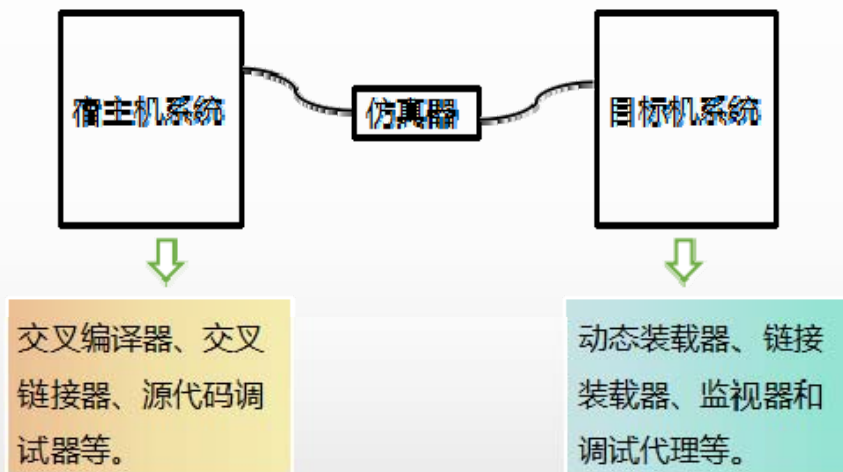
# ● 嵌入式实时操作系统RTOS

当外界事件或数据产生时，能够接受并以足够快的速度予以处理，其处理的结果又能在规定的时间之内来控制生产过程或对处理系统作出快速响应，并控制所有实时任务协调一致运行的嵌入式操作系统。

工业控制、军事设备、航空航天等领域对系统的响应时间有苛刻的要求，这就需要使用实时系统。能提供及时响应与高可靠性是主要特点。具体可以分为：

- (1) 硬实时操作系统——在规定时间内必须完成操作。
- (2) 软实时操作系统——按照任务优先级完成即可。

## ● 嵌入式系统设计



嵌入式系统设计时，要进行低功耗设计。主要技术有：

**编译优化技术、软硬件协同设计、算法优化。**

## ● 嵌入式系统的软件

嵌入式系统的软件是指应用在嵌入式系统中的各种软件，这些软件规模较小、开发难度大、实时性和可靠性要求高、要求固化存储。

嵌入式系统软件可以分为：



## ● 嵌入式系统的软件

**硬件抽象层**是位于操作系统内核与硬件电路之间的接口层，其目的在于将硬件抽象化。它隐藏了特定平台的硬件接口细节，为操作系统提供虚拟硬件平台，使其具有硬件无关性，可在多种平台上进行移植。

在嵌入式系统中，**板级支持包Board Support Package(简称BSP)**是对硬件抽象层的实现，是介于底层硬件和上层软件之间的底层软件开发包，它主要的功能是给上层提供统一接口，同时屏蔽各种硬件底层的差异，以及提供操作系统的驱动、硬件初始化（加载bootloader）和驱动。

## ● 典型真题

- 嵌入式处理器是嵌入式系统的核心部件，一般可分为嵌入式微处理器(MPU)、微控制器(MCU)、数字信号处理器(DSP)和片上系统(SOC)。以下叙述中，错误的是（ ）。
- A. MPU在安全性和可靠性等方面进行增强，适用于运算量较大的智能系统
- B. MCU典型代表是单片机，体积小从而使功耗和成本下降
- C. DSP处理器对系统结构和指令进行了特殊设计，适合数字信号处理
- D. SOC是一个有专用目标的集成电路，其中包括完整系统并有嵌入式软件的全部内容

## ● 典型真题

### 试题解析

大量运算是DSP处理器的特点。

参考答案：A



## ● 典型真题

多核CPU 环境下进程的调度算法一般有全局队列调度和局部队列调度两种。( ) 属于全局队列调度的特征。

A 操作系统为每个 CPU 维护一个任务等待队列

B 操作系统维护一个任务等待队列

C 任务基本上无需在多个 CPU 核心间切换,有利于提高 Cache 命中率

D 当系统中有一个 CPU核心空闲时,操作系统使从该核心的任务等待队列中选取适当的任务执行

## ● 典型真题

试题解析

全局队列即操作系统只维护一个队列。

参考答案：B

## ● 典型真题

- 以下关于嵌入式系统硬件抽象层的叙述，错误的是（ ）。
- A. 硬件抽象层与硬件密切相关，可对操作系统隐藏硬件的多样性
- B. 硬件抽象层将操作系统与硬件平台隔开
- C. 硬件抽象层使软硬件的设计与调试可以并行
- D. 硬件抽象层应包括设备驱动程序和任务调度

## ● 典型真题

### 试题分析

硬件抽象层是位于操作系统内核与硬件电路之间的接口层，其目的在于将硬件抽象化。它隐藏了特定平台的硬件接口细节，为操作系统提供虚拟硬件平台，使其具有硬件无关性，可在多种平台上进行移植。在基于硬件抽象层的开发中，软硬件的设计和调试具有无关性，并可完全地并行进行。硬件的错误不会影响到系统软件的调试，同样软件设计的错误也不会影响硬件。

参考答案：D

## ● 典型真题

- 以下关于实时操作系统(RTOS)任务调度器的叙述中，正确的是（ ）。
- A. 任务之间的公平性是最重要的调度目标
- B. 大多数RTOS调度算法都是抢占方式(可剥夺方式)
- C. RTOS调度器都采用了基于时间片轮转的调度算法
- D. 大多数RTOS调度算法只采用一种静态优先级调度算法

## ● 典型真题

### 试题分析

任务是RTOS中最重要的操作对象，每个任务在RTOS的调度下由CPU分时执行。任务的调度目前主要有时间分片式、轮流查询式和优先抢占式三种，不同的RTOS可能支持其中一种或几种，其中优先抢占式对实时性的支持最好。

在非实时系统中，调度的主要目的是缩短系统平均响应时间，提高系统资源的利用率，或优化某一项指标；而实时系统中调度的目的则是要尽可能地保证每个任务满足他们的时间约束，及时对外部请求做出响应。

参考答案：B

## ● 典型真题

- 以下关于嵌入式系统开发的叙述，正确的是（ ）。
- A. 宿主机与目标机之间只需要建立逻辑连接
- B. 宿主机与目标机之间只能采用串口通信方式
- C. 在宿主机上必须采用交叉编译器来生成目标机的可执行代码
- D. 调试器与被调试程序必须安装在同一台机器上

## ● 典型真题

### 试题分析

在嵌入式系统开发中，由于嵌入式设备不具备足够的处理器能力和存储空间，程序开发一般用PC(宿主机)来完成，然后将可执行文件下载到嵌入式系统(目标机)中运行。

当宿主机与目标机的机器指令不同时，就需要交叉工具链(指编译、汇编、链接等一整套工具)。

参考答案：C



## ● 典型真题

- 嵌入式系统设计一般要考虑低功耗， 软件设计也要考虑低功耗设计， 软件低功耗设计一般采用（ ）。
- A. 结构优化、编译优化和代码优化
  - B. 软硬件协同设计、开发过程优化和环境设计优化
  - C. 轻量级操作系统、算法优化和仿真实验
  - D. 编译优化技术、软硬件协同设计和算法优化

## ● 典型真题

### 试题分析

软件设计层面的功耗控制可以从以下几个方面展开：

- ①软硬件协同设计，即软件的设计要与硬件的匹配，考虑硬件因素。
- ②编译优化，采用低功耗优化的编译技术。
- ③减少系统的持续运行时间，可从算法角度进行优化。
- ④用“中断”代替“查询”。
- ⑤进行电源的有效管理。

参考答案：D

# 技术成就梦想

## 51CTO学院