

嵌入式系统原理

The Principle of Embedded System



合肥工业大学 · 计算机与信息学院



- **1.1 嵌入式系统的概念**
- **1.2 嵌入式系统的发展历程**
- **1.3 嵌入式系统的结构**
- **1.4 嵌入式系统的分类**
- **1.5 嵌入式系统的应用**



嵌入式系统是“控制、监视或者辅助设备、机器和车间运行的装置”。——IEEE的定义

(Embedded Systems: devices used to control, monitor, or assist the operation of equipment, machinery or plants)

嵌入式系统是嵌入到对象体系中的、用于执行独立功能的**专用计算机系统**。

以**应用**为中心，以**计算机、通信、控制等技术**为基础，采用可剪裁软硬件，适用于对功能、可靠性、成本、体积、功耗等有严格要求的**专用计算机系统**。

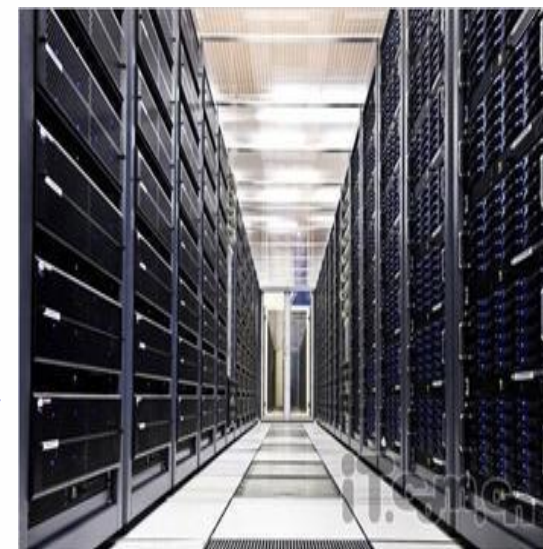
计算机系统



小型专用型



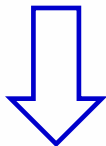
桌面通用型



高端服务型

简单的嵌入式系统

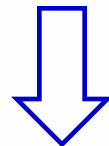
- 仅有执行单一功能的控制能力
- 在唯一的 ROM 中仅有实现单一功能的控制程序
- 无微型操作系统



单片机、DSP系统等

复杂的嵌入式系统

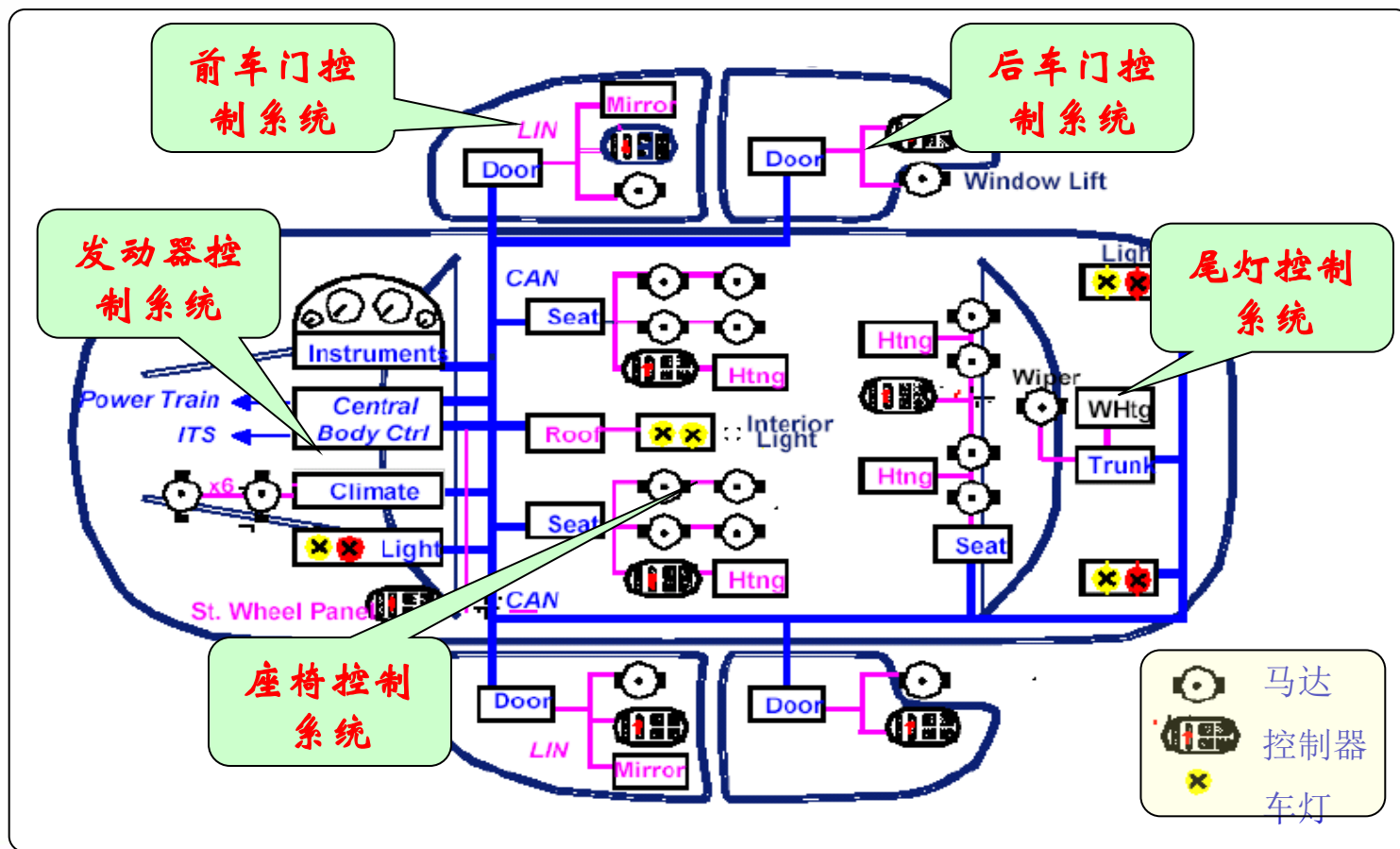
- 具有数据运算、处理以及控制等多种能力
- 一定数量的应用程序
- 嵌入式操作系统



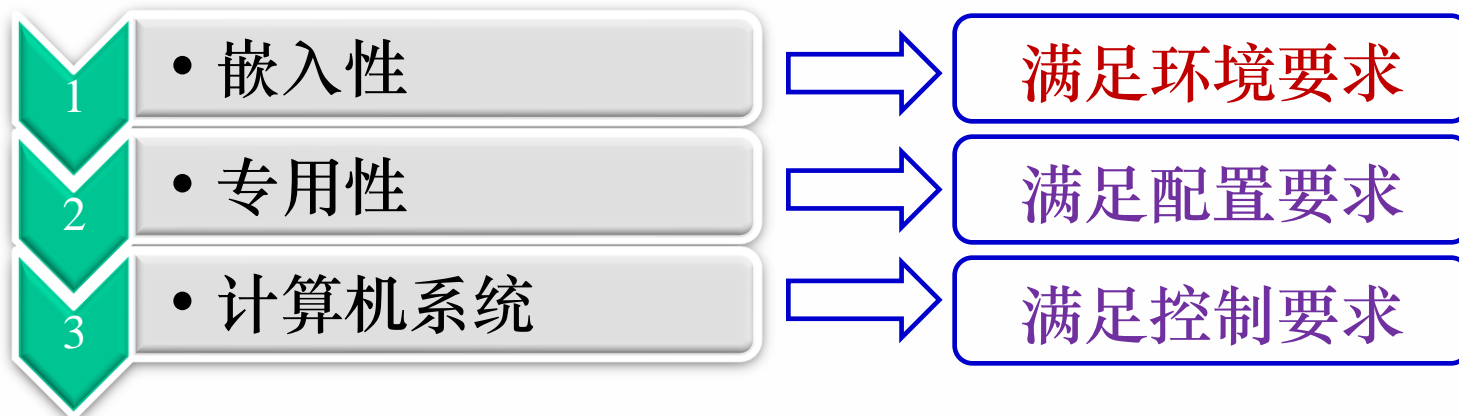
PDA、平板电脑等

一个大型的嵌入式系统可由若干个小型嵌入式系统组成的。

——以汽车控制系统为例



所有的控制系统都是一个完整的嵌入式系统。



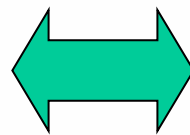
✦ 嵌入式系统中运行的任务是**专用而确定的**。

➤ 例如：心脏监视器只需运行信号输入、信号处理、心电图显示任务。若更改任务，需要对整个系统进行重新设计或在线维护。

✦ 桌面通用系统需要支持**大量的、需求多样**的应用程序。

➤ 对系统中运行的程序不作假设。

➤ 程序升级、更新等方便。





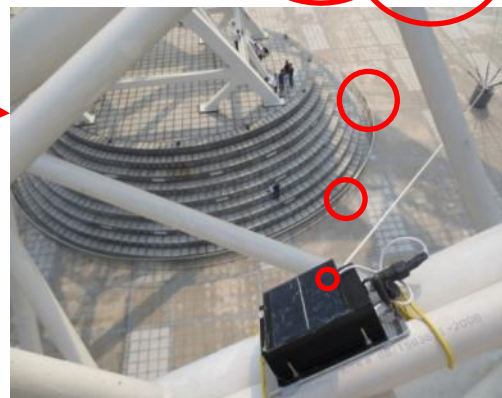
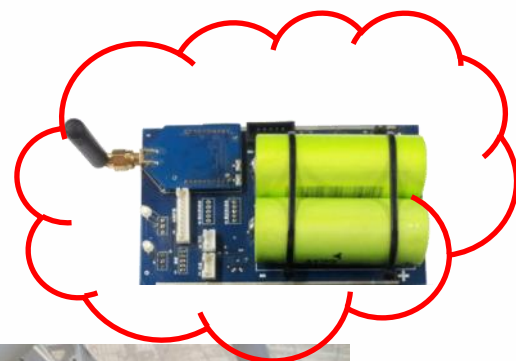
⊕ 嵌入式系统往往对**实时性**提出较高的要求。

- 实时系统：指系统能够在限定的响应时间内提供所需水平的服务。
- 嵌入式实时系统可分为：
 - ✓ 强实时型：响应时间 $\mu s \sim ms$ 级；
 - ✓ 一般实时：响应时间 $ms \sim s$ 级；
 - ✓ 弱实时型：响应时间 s 级以上。



■ VxWorks、Windows CE、pSOS、
QNX、uc / OS-II、.....
■ HOPEN、DeltaOS、supOS、
Harmony OS、iFLYOS.....

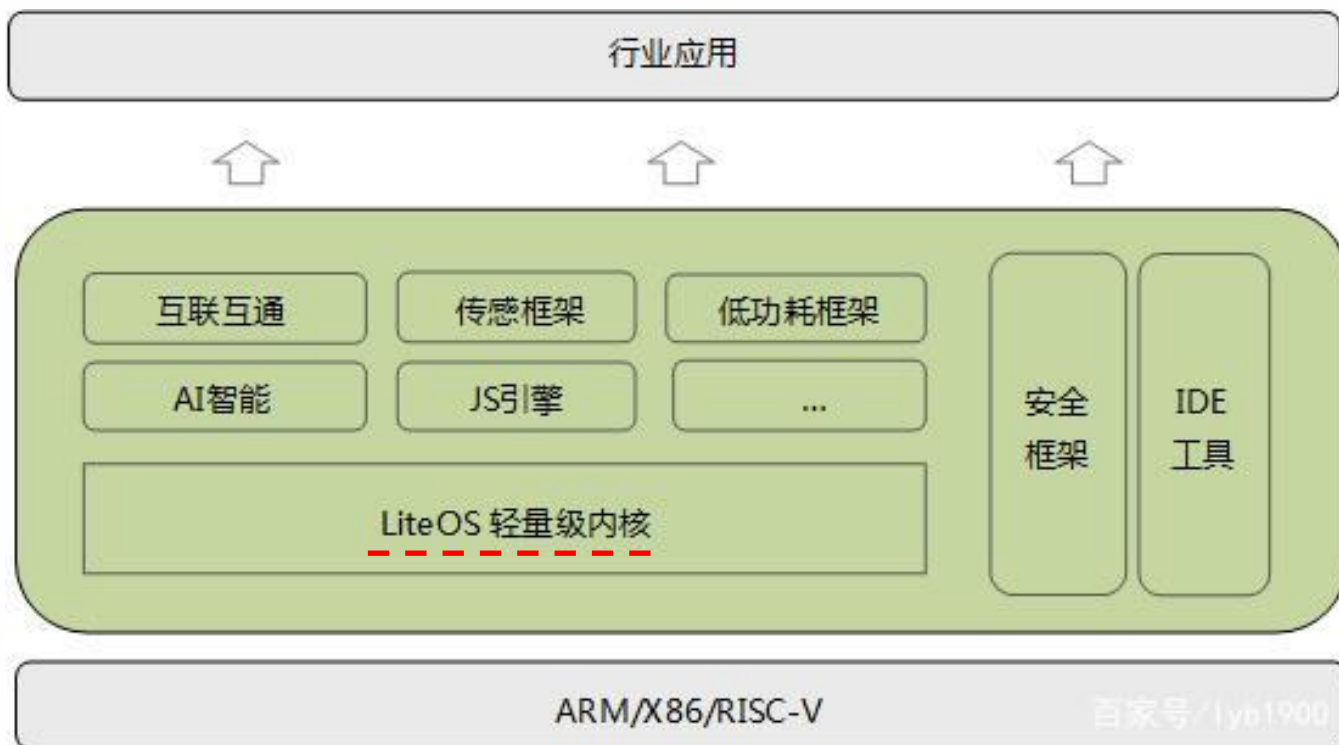
- ✚ 嵌入式系统对**可靠性**要求高。
 - 需要在无人值守的条件下长时间运行。
 - 运行的环境恶劣。
 - 对故障的容忍能力较弱。
- ✚ 嵌入式系统有**功耗约束**。
 - 举例：钢结构健康监测系统



✦ 嵌入式系统**内核小，可用资源少**。

- 资源配置遵循“**够用就行**”！——低成本、低功耗
- 伴随着嵌入式系统的一个热词：**裁剪**。

适用于物联网设备



✦ 嵌入式系统的开发需要**专用工具**和**特殊方法**。

- 开发：**交叉编译**、**交叉链接**。
- 调试：仿真器、虚拟机。
- 更新：在线升级等。

```
/*C语言函数*/
/*端口寄存器定义*/
#define GPBCON (*(volatile unsigned long *)0x54000010)
#define GPEDAT (*(volatile unsigned long *)0x54000014)
#define LEDS {1<<5|1<<6|1<<7|1<<8}
#define DELAYVAL (0xffff)

extern int delay(int time); /*声明汇编函数*/

int xmain()
{
    GPBCON = 0x0015400;
    while(1)
    {
        GPEDAT&GPEDAT<LEDS; | 1<<5|1<<7|1<<8);
        delay(DELAYVAL); /*调用汇编编写的延时程序*/
        GPEDAT&GPEDAT<LEDS; | 1<<5|1<<7|1<<8);
        delay(DELAYVAL); /*调用汇编编写的延时程序*/
        GPEDAT&GPEDAT<LEDS; | 1<<5|1<<6|1<<8);
        delay(DELAYVAL); /*调用汇编编写的延时程序*/
        GPEDAT&GPEDAT<LEDS; | 1<<5|1<<6|1<<7);
        delay(DELAYVAL); /*调用汇编编写的延时程序*/
    }
}
```

```
File Edit View Terminal Tabs Help
# .bashrc

# User specific aliases and functions

alias rm='rm -i'
alias cp='cp -i'
alias mv='mv -i'

# Source global definitions
if [ -f /etc/bashrc ]; then
    . /etc/bashrc
fi

export PATH=$PATH:/opt/FriendlyARM/toolschain/4.5.1/bin
```

```
[root@os hello]# make
arm-linux-gcc -c -o hello.o hello.c
arm-linux-gcc -o hello hello.o
[root@os hello]#
```





- 1.1 嵌入式系统的概念
- 1.2 嵌入式系统的发展历程
- 1.3 嵌入式系统的结构
- 1.4 嵌入式系统的分类
- 1.5 嵌入式系统的应用



二十世纪
四十年代

二十世纪
五十年代

二十世纪
六十年代

二十世纪
七十年代

二十一世纪

电子管时代

晶体管时代

集成电路时代

大规模集成电路时代

后PC时代

通用计算机系统

(微型计算机时代)

单片机：开创了嵌入式系统独立发展之路！

嵌入式计算机系统

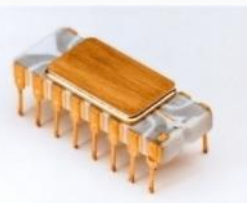
第一代

第二代

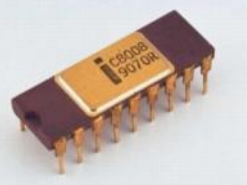
第三代

第四代

第五代



Intel 4004



Intel 8008



Intel 8080



Intel 8086



Intel 80286



Intel 80386



Intel 80486



Intel Pentium



Intel 酷睿 i9
(最新)

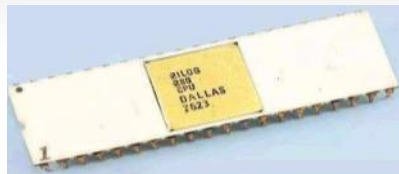
单片机的演进历史



学院 荣誉 责任



1976年



Zilog Z80



Z80微机
(单板机)



Intel 8048



Magnavox
Odyssey2
游戏主机

MCS-48系列



Intel 8031



Intel 8051



Intel 8751

MCS-51系列



Intel 8098

MCS-96系列

德州仪器 MSP430系列
飞思卡尔 MC9S12系列
Microchip PIC系列
凌阳 SPCE061系列

ARM架构



S3C6410
(ARM11内核)



STM32系列
(ARM Cortex-M3)



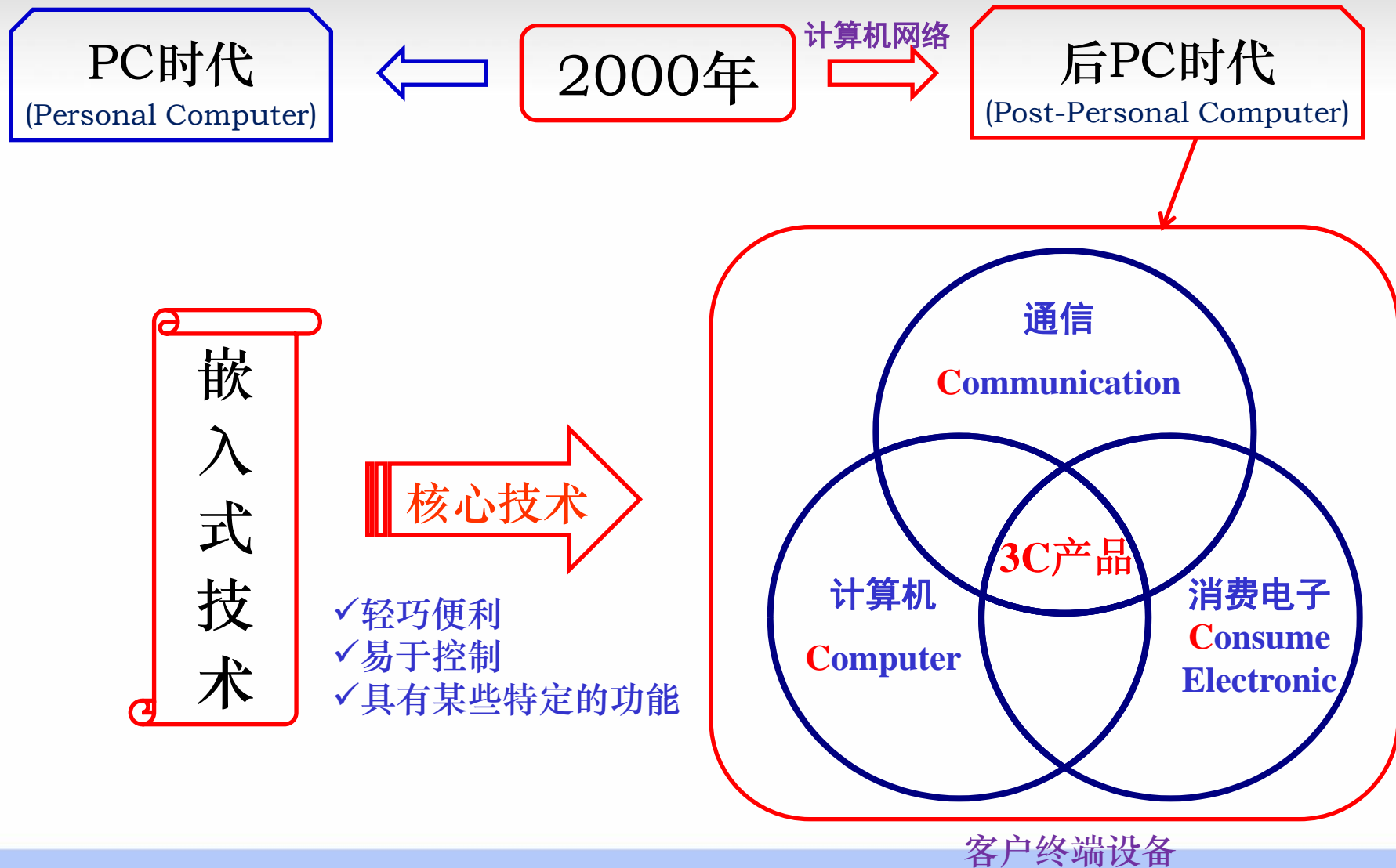
AT91M40400
(ARM7内核)

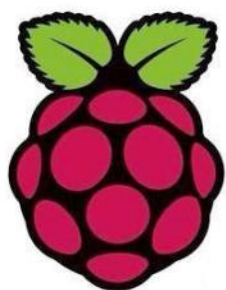


PIC32系列
(MIPS架构)

复杂化

智能化、.....





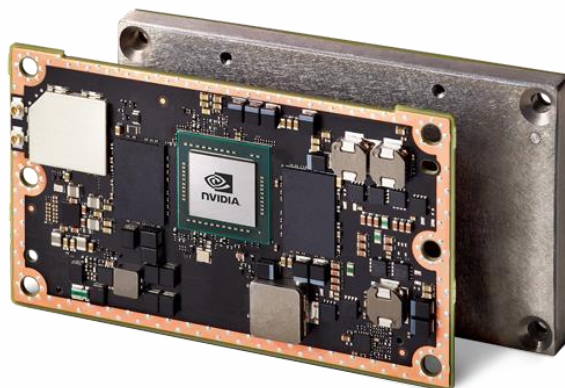
Raspberry Pi

基于ARM的微型电脑主板

智能终端设备：



嵌入式微处理器



GPU



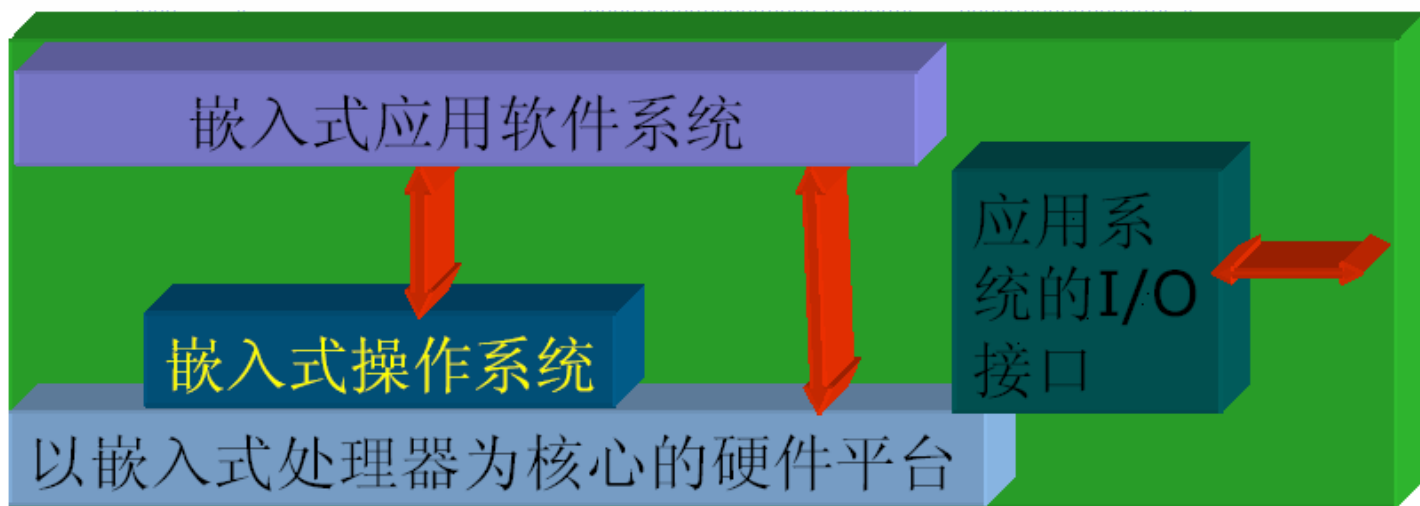
NPU

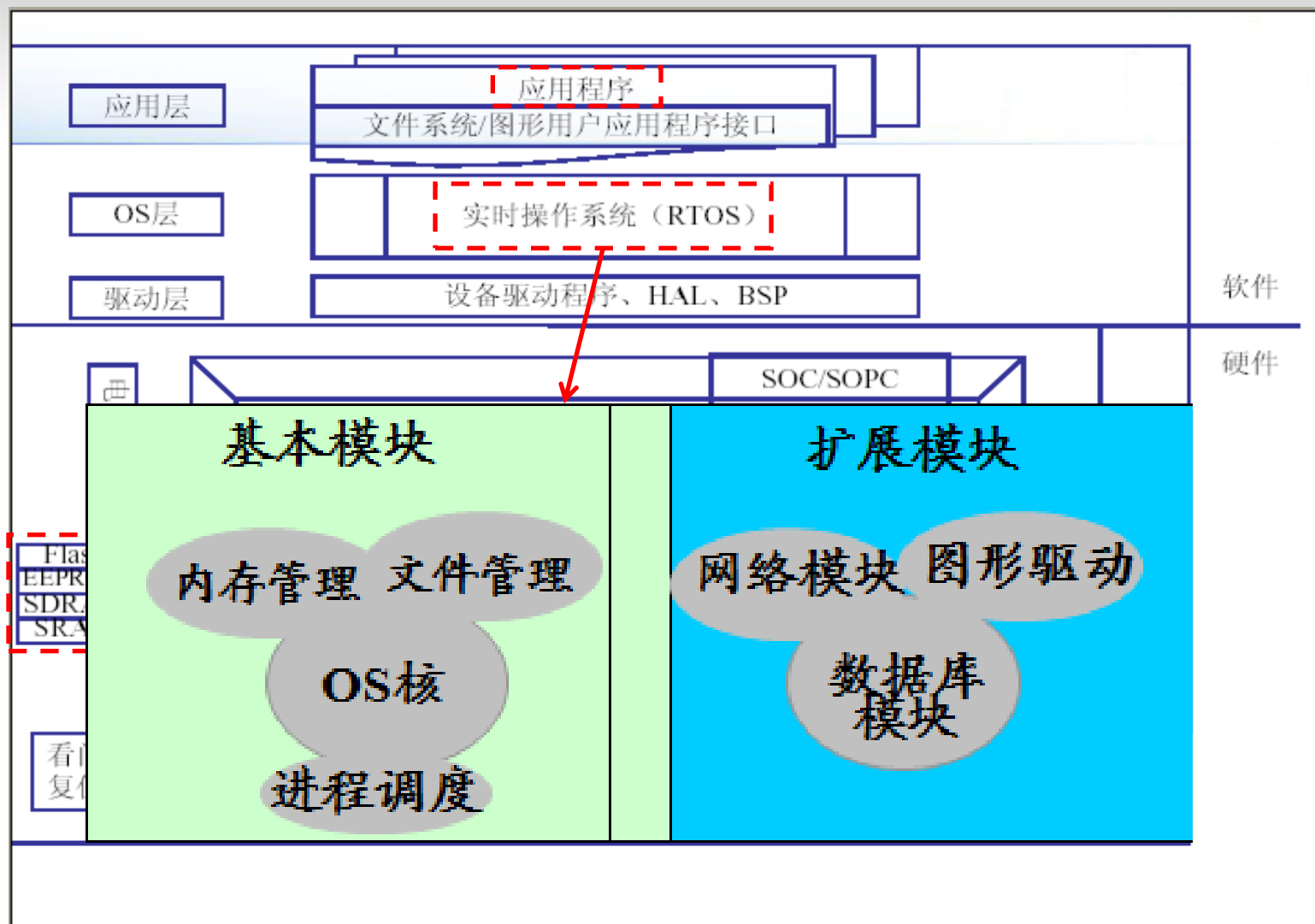
AI Chips



- 1.1 嵌入式系统的概念
- 1.2 嵌入式系统的发展历程
- **1.3 嵌入式系统的结构**
- 1.4 嵌入式系统的分类
- 1.5 嵌入式系统的应用

- ⊕ 嵌入式系统一般由嵌入式处理器、外围硬件设备、嵌入式操作系统（可选），以及用户的应用软件系统等四个部分组成。

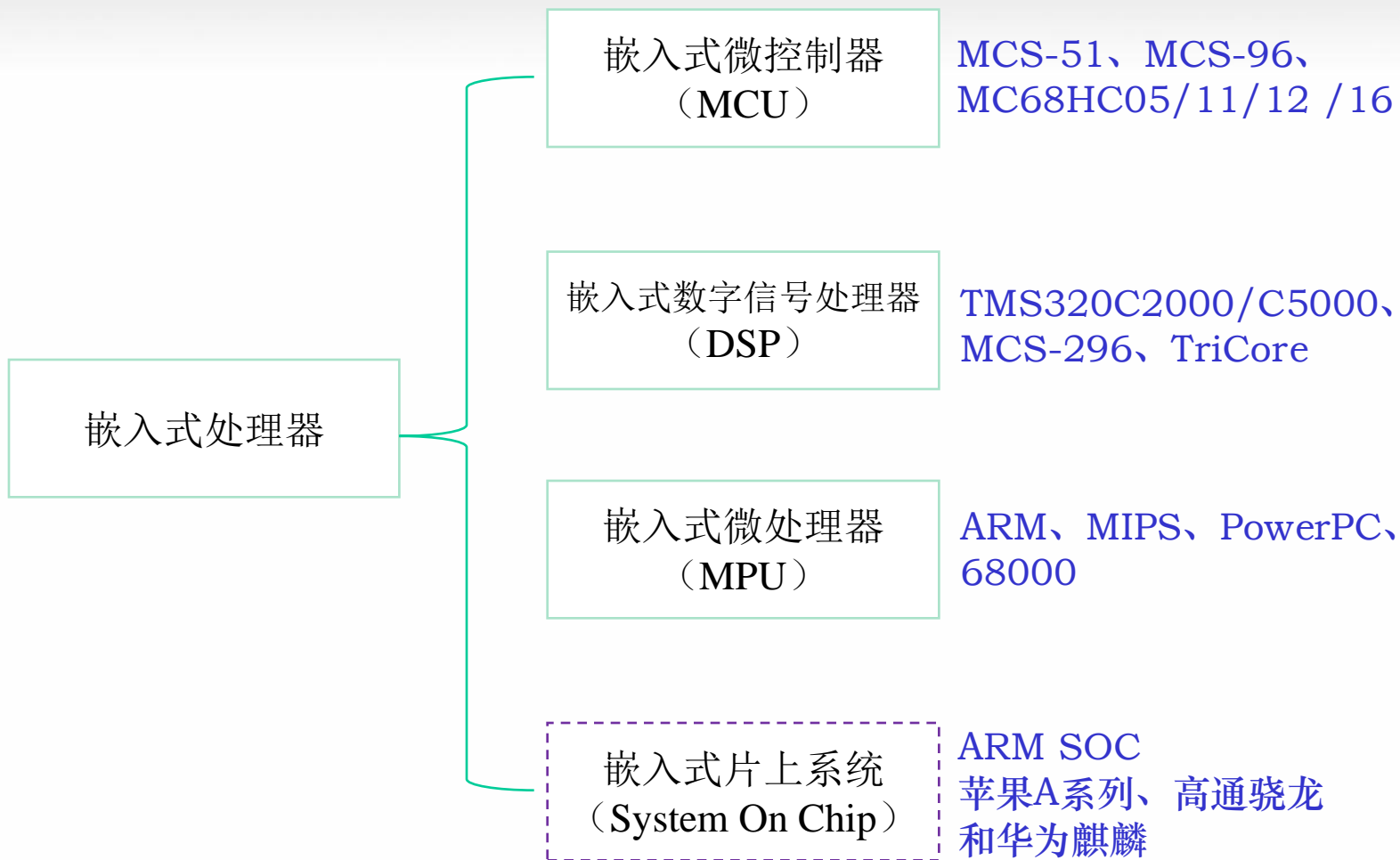








单片机





- ❑ 嵌入式Linux
- ❑ Windows CE
- ❑ Symbian
- ❑ Android
- ❑ uC/OS-II
- ❑ VxWorks
- ❑ iOS
- ❑ QNX
- ❑ PalmOS
- ❑ LynxOS
- ❑

RTOS

⊕ 典型性能指标

- 内核大小：几K~几百K;
- 调度时间片：1ms;
- 实时任务响应时间：20~40us;
- 一般任务响应时间：20us~几百ms。



- 1.1 嵌入式系统的概念
- 1.2 嵌入式系统的发展历程
- 1.3 嵌入式系统的结构
- 1.4 嵌入式系统的分类
- 1.5 嵌入式系统的应用

✦ 按嵌入式微处理器的字长分类。

- 4位系统
- 8位系统
- 16位系统
- 32位系统
- 64位系统



⊕ 按软件实时性需求分类。

- 非实时系统
- 软实时系统
- 硬实时系统



PDA



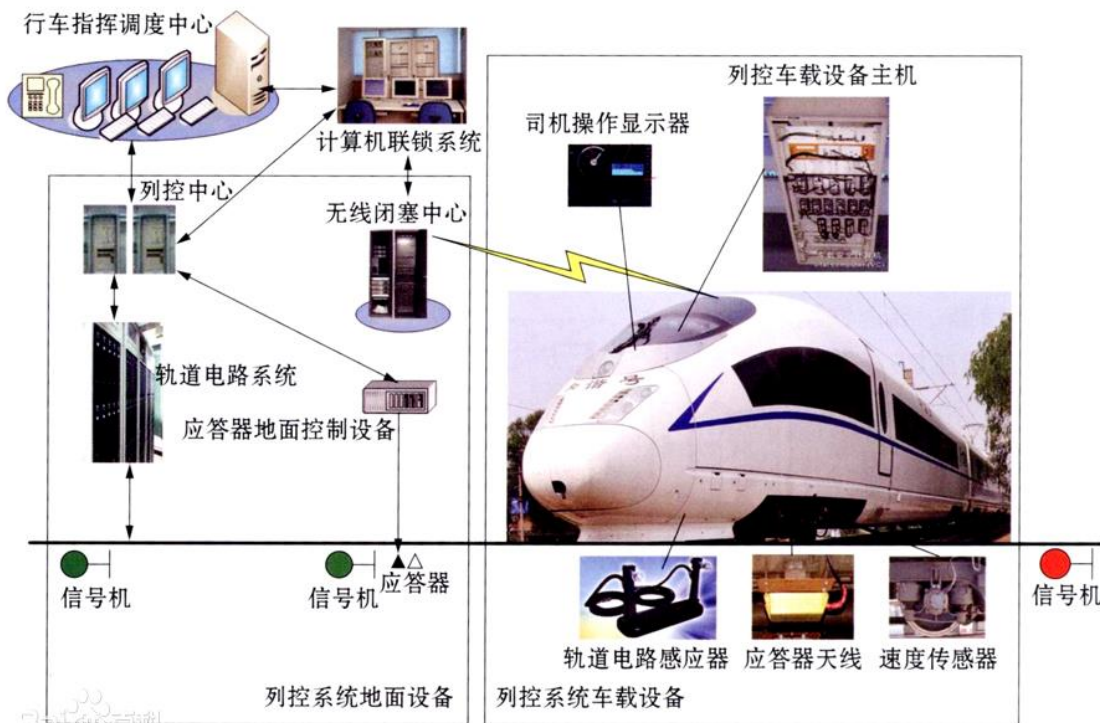
智能音箱



列车控制系统

按系统的复杂程度分类。

- 小型系统
- 中型系统
- 复杂系统



列车运行控制系统



256MB DDR3内存 TI 600MHz主频 Cortex-A8 CPU AM3352



2

3

4

5

1. 接口类型: USB, CAN, RS485, RS232, I2C, SPI, UART, etc.

嵌入式控制机APK-35
嵌入式控制机APK-35xLV
(适用于工业控制领域)
(适用于智能家居领域)



- 1.1 **嵌入式系统的概念**
- 1.2 **嵌入式系统的发展历程**
- 1.3 **嵌入式系统的结构**
- 1.4 **嵌入式系统的分类**
- 1.5 **嵌入式系统的应用**



- 工业过程控制
- 网络通信设备
- 消费电子产品
- 航空航天设备
- 军事电子设备和现代武器
-