



# 嵌入式系统设计

## 第3课 嵌入式系统硬件平台设计

王总辉

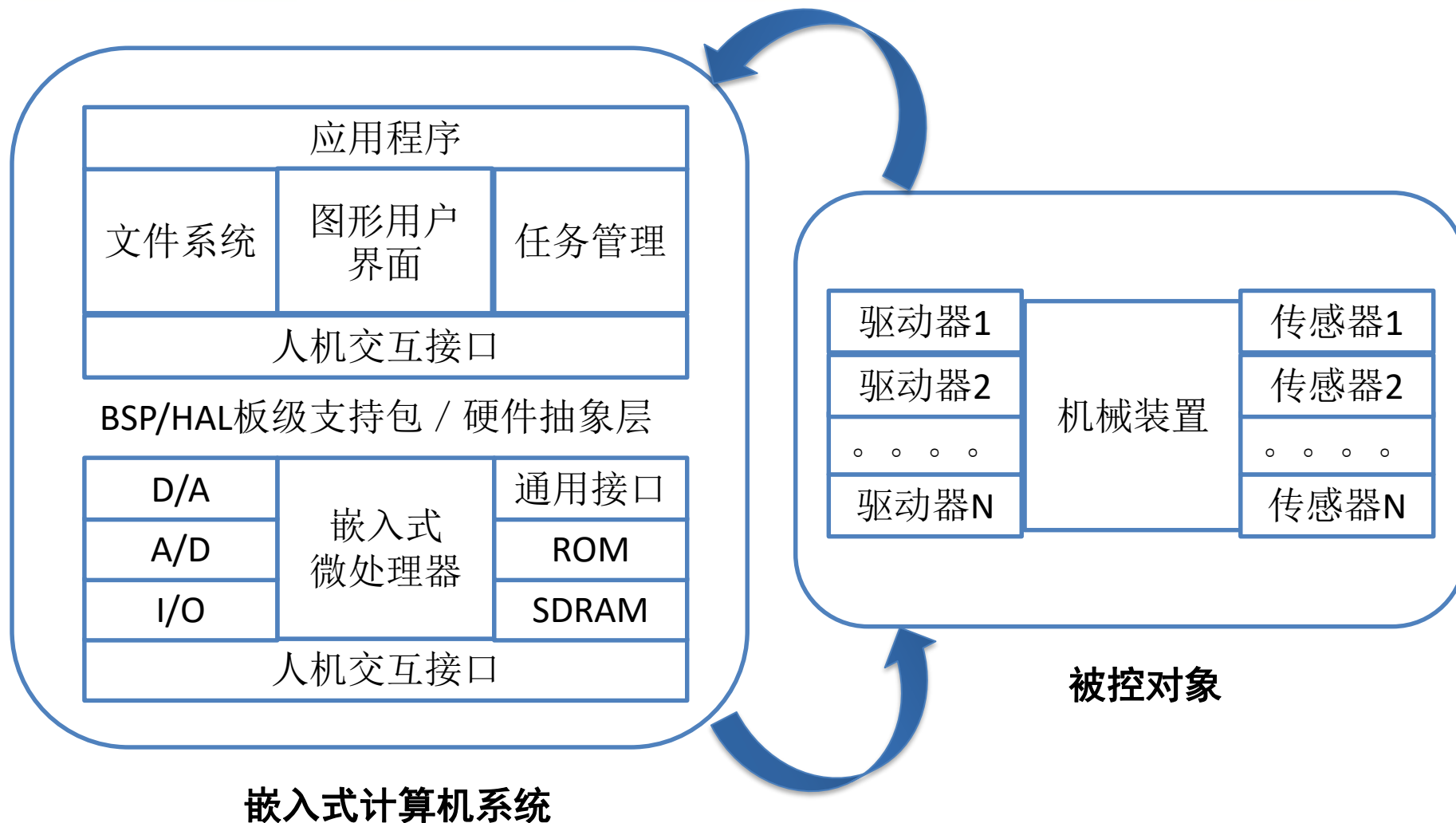
zhwang@zju.edu.cn

<http://course.zju.edu.cn/>

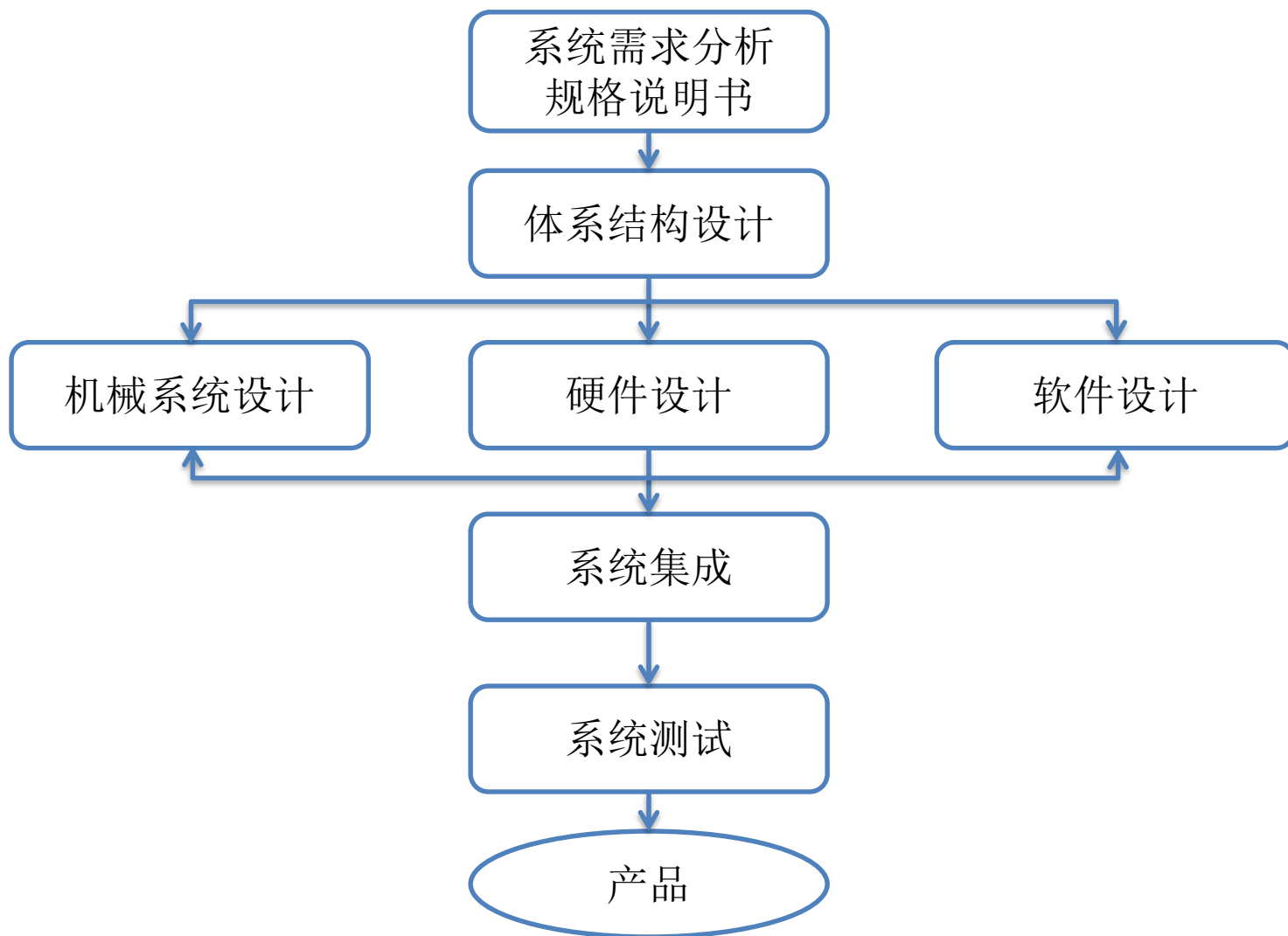
- 嵌入式系统设计过程
- 嵌入式系统软硬件协同设计
- 嵌入式系统硬件实现
- 嵌入式系统硬件调试

- 嵌入式系统设计过程
- 嵌入式系统软硬件协同设计
- 嵌入式系统硬件实现
- 嵌入式系统硬件调试

# 嵌入式系统的软硬件框架



# 嵌入式系统的设计过程



- 嵌入式系统设计过程
- 嵌入式系统软硬件协同设计
- 嵌入式系统硬件实现
- 嵌入式系统硬件调试



# 嵌入式硬件与软件协同设计

- 任务确定
- 需求分析
- 确定软/硬件界面
- 硬件裁剪
- 确定硬件结构框架
- 电路实现/制作
- 硬件调试
- 软硬件集成
- 系统总调试



# 任务确定

## □ 医疗实时监护系统

### ■ 单参数监护：单一生命体征监控

- 心电（ECG）、血压（NIBP）、体温（TEMP）、血氧饱和度（SP02）

### ■ 综合监护：社区服务、现场紧急救护

### ■ 重症监护系统：ICU（Intensive Care Unit）





# 需求分析-1

## □ ICU (Intensive Care Unit) : 重症监护

- 重症加强护理病房。把危重病人集中起来，在人力、物力和技术上给予最佳保障，以期得到良好的救治效果。
- 中小医院是一个病房，大医院是一个特别科室
- ICU的设备必须配有床边**监护仪**、中心监护仪、多功能呼吸治疗机、麻醉机、心电图机、除颤仪、起搏器、输液泵、微量注射器、气管插管及气管切开所需急救器材。
- 条件较好的医院，还配有血气分析仪、微型电子计算机、脑电图机、B超机、床旁X线机、血液透析器、动脉内气囊反搏器、血尿常规分析仪、血液生化分析仪等。
- 专科与综合ICU：
  - 烧伤ICU、心血管外科ICU、新生儿ICU等)
  - CCU ( Coronary heart disease) 是专科ICU中的一种，针对重症冠心病而设的。



# 需求分析-2

## □ 单参数监护

### ■ 心电（ECG）

- 心电参数采样存储
- 心电参数监护报警（心脉生命监护报警，卫星定位，在线报警）
- 心电图综合分析（图形显示）
  - 心律失常分析、起搏分析、ST段分析等，并可根据临床需求进行监测信息回顾，包括趋势图、表的信息存储功能，存储时间长，信息量大

### ■ 血压（NIBP）：电子血压计

### ■ 体温（TEMP）：体温计、全息体温图

### ■ 血氧饱和度（SP02）

### ■ 一般用数字显示



# 需求分析-3

## □ 综合监护

- 监测ECG、NIBP、SP02、TEMP等基本参数
- 同时，也可以连续监测有创血压、心输出量、特殊麻醉气体（小型ICU）
- 数字和波形同屏显示



# 确定软/硬件界面

## □ 单参数监护：

- 血压（NIBP）、体温（TEMP）监控报警
  - 硬件提供参数通道，软件采样、计算、存储、数字显示；无OS
- 全息体温图（TEMP）：需  $\mu$ Clinux, WIN CE
- 心电（ECG）、血氧饱和度（SP02）监控报警
  - 硬件提供参数采样，软件计算、存储、数字显示： $\mu$ C-OS
- 心电图综合分析（图形显示）
  - 硬件提供参数采样，软件计算、存储、显示： $\mu$ Clinux/WIN CE

## □ 综合监护：

- 硬件提供参数采样，软件扫描、计算、存储、显示（数字或简图）：Linux/WIN CE

## □ 重症监护系统：

- 集成方案：硬件提供数据接口，软件扫描采样、转发、报警： $\mu$ C-OS/ $\mu$ Clinux、Linux/WIN CE
- 综合方案：硬件提供参数采样，软件扫描采样、计算、报警、存储、综合显示：Linux/WIN CE



# 硬件裁剪—处理器

## □ 单参数监护：

- 血压（NIBP）、体温（TEMP）监控报警
  - 单片机：8051, z-8, Cortex-M等
- 全息体温图（TEMP）：ARM7： S3C44B0X, StrongARM
- 心电（ECG）、血氧饱和度（SP02）监控报警
  - ARM7, Cortex-M
- 心电图综合分析（图形显示）
  - ARM9, MIPS, Cortex-A

## □ 综合监护：

- ARM9, MIPS, Cortex-A

## □ 重症监护系统：

- 集成方案：ARM7, Cortex-M, ARM9, MIPS, Cortex-A
- 综合方案：ARM9~ARM10, MIPS, Cortex-A



# 硬件裁剪—I/O接口与输入/输出设备

## □ 单参数监护:

- 血压 (NIBP)、体温 (TEMP) 监控报警
  - 计数器/定时器 (或PWM, ADC), PVC按键, LED (数字LCD), 蜂鸣器
- 全息体温图 (TEMP): 加显示接口, 点阵LCD (小型CRT)
- 心电 (ECG)、血氧饱和度 (SP02) 监控报警
  - ADC接口 (I<sup>2</sup>C), UART, Watch dog, PVC按键, GPS, LED (数字LCD), GPRS
- 心电图综合分析 (图形显示)
  - ADC接口 (I<sup>2</sup>C), UART, Watch dog, PVC按键, 点阵LCD (小型CRT)

## □ 综合监护:

- ADC接口 (I<sup>2</sup>C), UART, Watch dog, PVC按键, 点阵LCD (小型CRT)

## □ 重症监护系统:

- 集成方案: 100M Ethernet (或USB, CAN), 各种监护仪器接口, PVC按键, LED (数字LCD), 蜂鸣器
- 综合方案: ADC接口 (I<sup>2</sup>C), UART, Watch dog, PVC按键, 点阵LCD (小型CRT)



# 确定硬件结构框架——心电参数监护报警系统

## □ 需求分析

- 心电（脉）生命监护报警，卫星定位，在线报警

## □ 软/硬件界面

- 硬件提供参数采样，软件计算、存储、数字显示；  $\mu$ C-OS/  $\mu$ CLinux

## □ 处理器

- ARM7/Cortex-M3

## □ I/O接口与输入/输出设备

- ADC接口，UART，Watch dog，PVC按键，GPS，点阵LCD，GPRS
- 线性Flash(NOR)，SDRAM，非线性Flash(NAND)

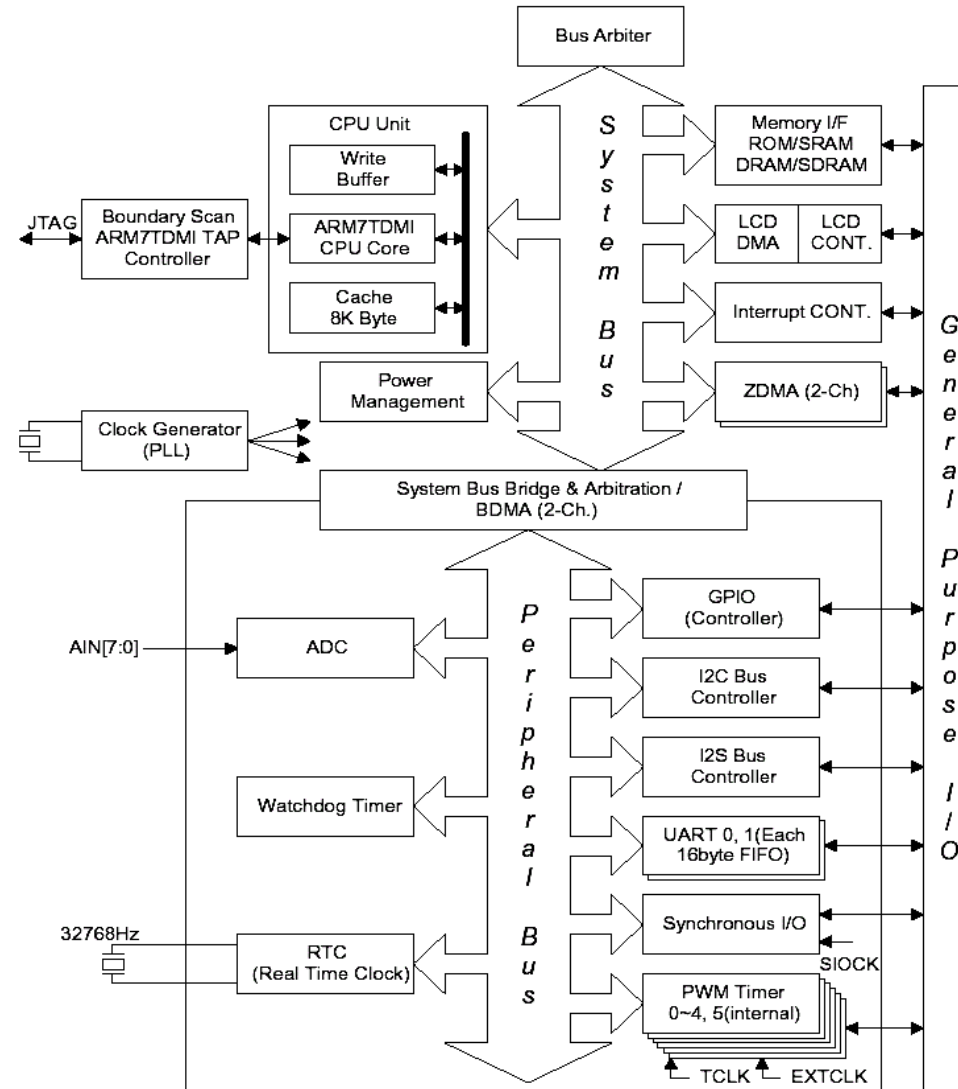


## S3C44B0X功能

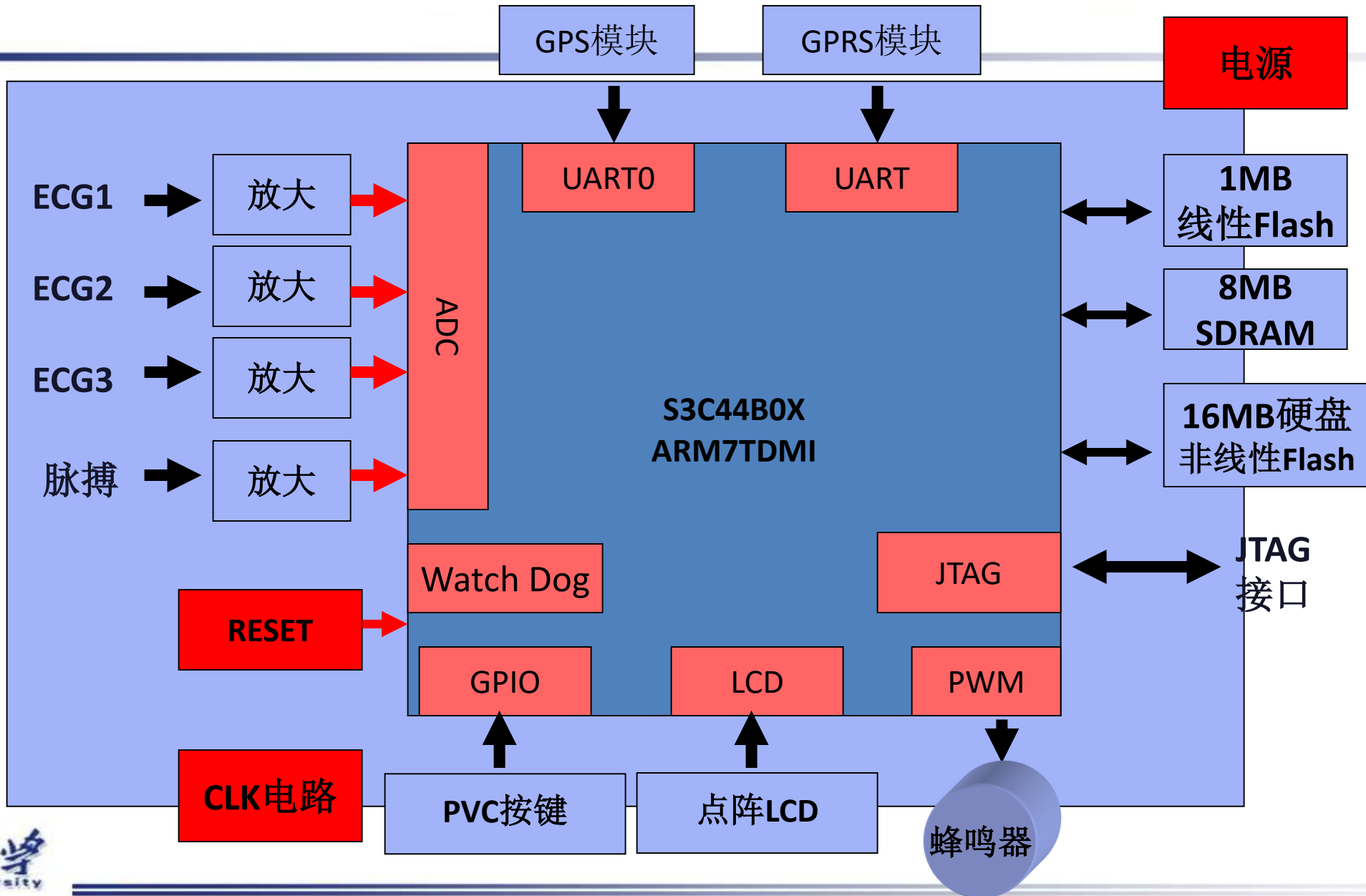
- Samsung S3C44B0X微处理器是三星公司专为手持设备和一般应用提供的高性价比和高性能的微控制器解决方案，它使用ARM7TDMI核，工作在66MHZ。为了降低系统总成本和减少外围器件，这款芯片中还集成了下列部件：  
8KB Cache、外部存储器控制器、LCD控制器、4个DMA通道、2通道UART、1个多主I<sup>2</sup>C总线控制器、1个IIS总线控制器，5通道PWM定时器及一个内部定时器、71个通用I/O口、8个外部中断源、实时时钟、8通道10位ADC等。



# S3C44B0X芯片体系结构



# 硬件结构框架----心电生命监护报警系统



- 嵌入式系统设计过程
- 嵌入式系统软硬件协同设计
- 嵌入式系统硬件实现
- 嵌入式系统硬件调试



# 电路实现/制作 (Protel DXP)

- 根据确定的硬件结构框架收集硬件资料
- 用EDA工具设计电原理图和PCB图
- 加工PCB电路板
- 采购元件、器件、配件
- 加工协作件：PVC键盘、机壳等
- 装配PCB电路板



# S3C44B0X存储系统的特征

- 支持数据存储的大/小端选择(通过外部引脚进行选择)
- 地址空间：具有8个存储体，每个存储体可达32Mb，总共可达256Mb。
- 对所有存储体的访问大小均可进行改变（8位 / 16位 / 32位）
- 8个存储体中，Bank0–Bank5可支持ROM、SRAM；  
Bank6、Bank7可支持ROM、SRAM和FP / ED0 / SDRAM等。
- 7个存储体的起始地址固定，1个存储体的起始地址可变。

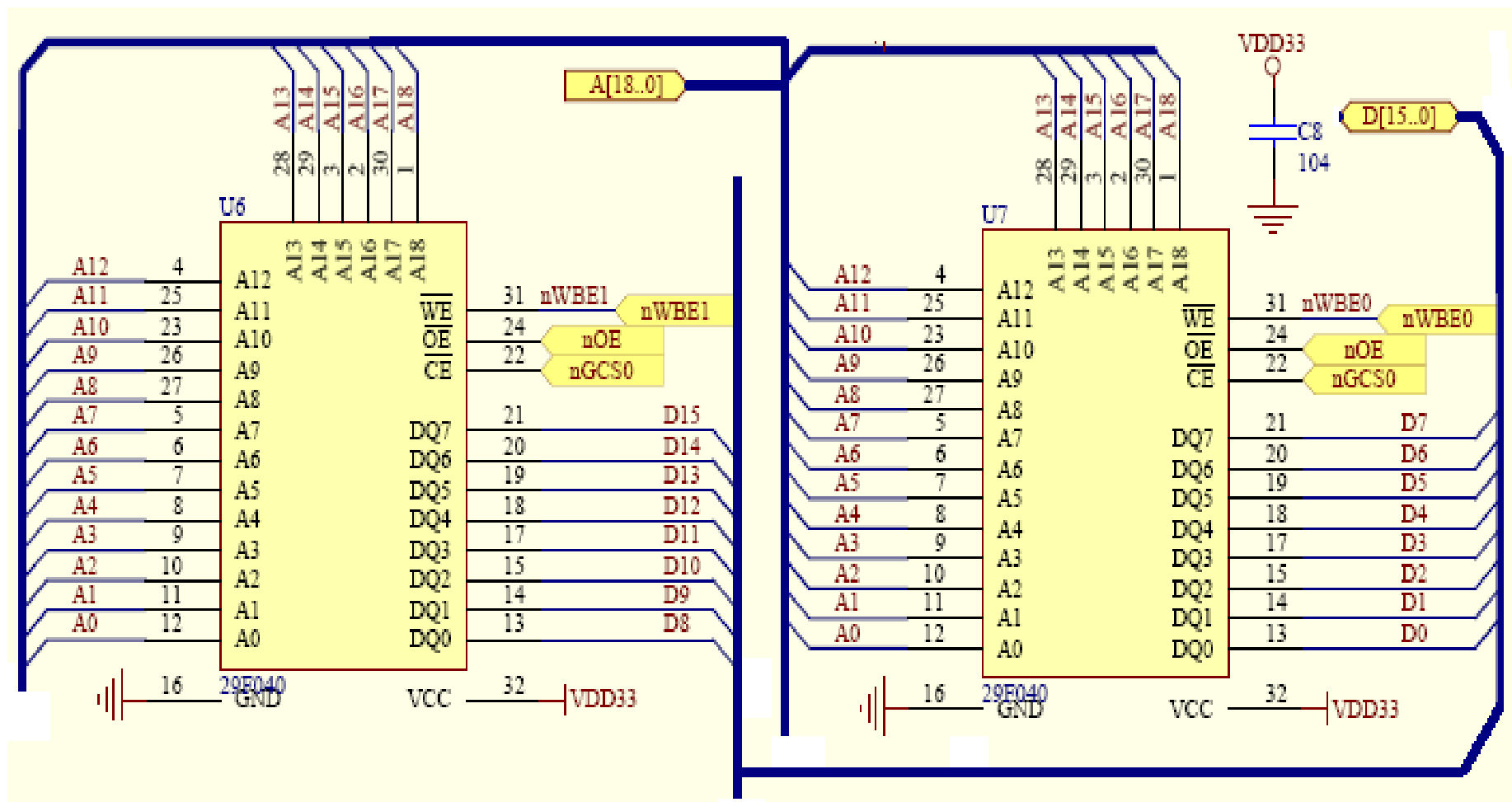
存储体	与存储体的接口
Bank0	BIOS 512K×2Flash
Bank1	16M Flash 硬盘
Bank2	USB接口(备用)
Bank3	LCD显示模块
Bank4	保留
Bank5	保留
Bank6	系统内存 SDRAM
Bank7	保留



# 系统存储器 (29F040) - NOR技术

- ❑ NOR技术闪速存储器是最早出现的Flash Memory，它源于传统的EPROM器件，具有可靠性高、随机读取速度快的优势，在擦除和编程操作较少而直接执行代码的场合，尤其是纯代码存储的应用中广泛使用，如PC的BIOS固件、移动电话、硬盘驱动器的控制存储器等。
- ❑ 由于NOR技术Flash Memory的擦除和编程速度较慢，而块尺寸又较大，因此擦除和编程操作所花费的时间很长，在纯数据存储和文件存储的应用中，NOR技术显得力不从心。
- ❑ Bank0：系统的启动ROM（29F040, 4Mb , 512K×8B）。在系统复位的时候，处理器的PC（程序计数器）指针指向0x0地址。在Bank0的起始地址的程序，就是系统的初始化程序。

# S3C44B0X与线性FLASH的连接 (Half Word)





# K29F2808 (三星 16Mbyte Flash) -NAND技术

## □ NAND技术Flash Memory具有以下特点:

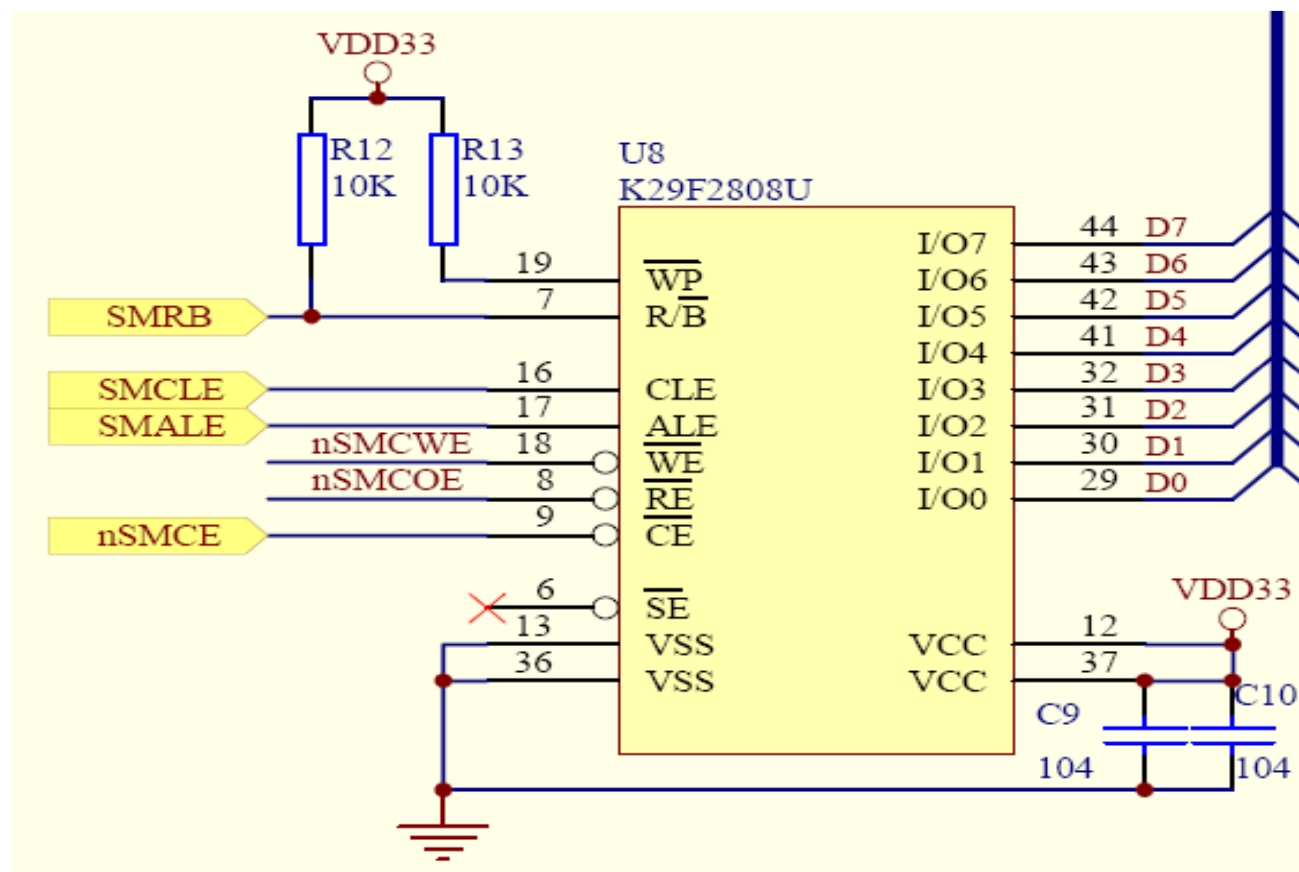
- ✓ 以页为单位进行读和编程操作，具有快编程和快擦除的功能，其块擦除时间是2ms；而NOR技术的块擦除时间达到几百ms。
- ✓ 数据、地址采用同一总线，实现串行读取。随机读取速度慢且不能按字节随机编程。
- ✓ 芯片尺寸小，引脚少，是位成本(bit cost)最低的固态存储器，将很快突破每兆字节1美元的价格限制。
- ✓ 芯片包含有失效块，其数目最大可达到3~35块。失效块不会影响有效块的性能。

## □ Bank1: K29F2808 (16MB), 非线性寻址，每次寻址需要3次写入8位地址线。具体的时序可以参考K29F2808的datasheet

## □ 基于NAND的存储器可以取代硬盘或其他块设备。



# S3C44B0X与文件FLASH的连接

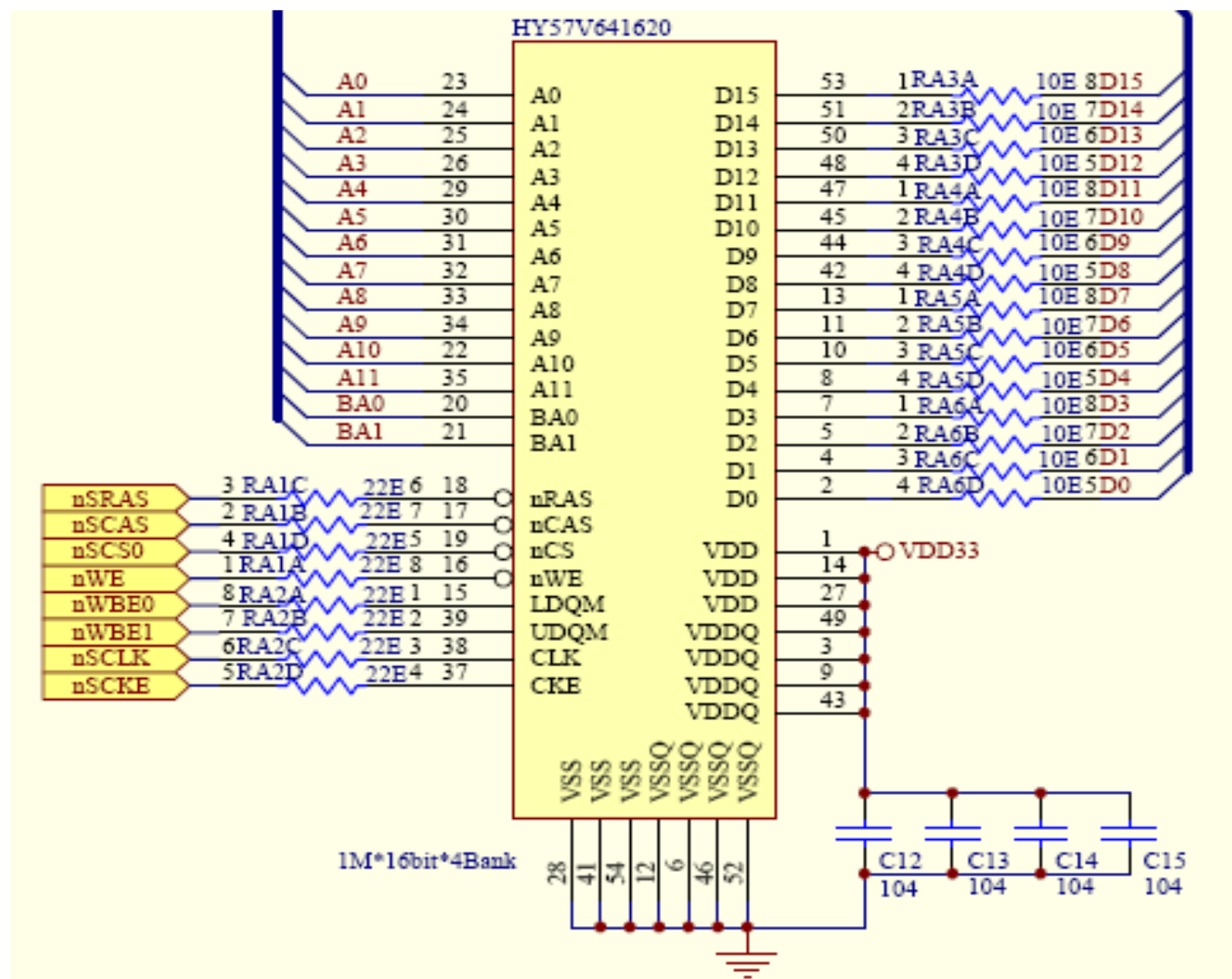




# 主存DRAM (HY57V641620)

- Bank6: SDRAM, 起始地址为0xC000000。在SDRAM中, 前512Kbyte的空间划分出来, 作为系统的LCD显示缓冲区使用 (更新其中的数据, 就可以更新LCD的显示)
- 系统的程序存储空间从0xC080000开始。也就是, 引导系统的时候, 需要把system.bin文件复制到0xC080000开始的地址空间, 把PC指针指向0xC080000
- 系统接了HY57V641620—8MB。HY57V641620是Hynix公司生产的4 Banks×1M×16位的SDRAM芯片, 单片HY57V641620存储容量为4组×16 M位 (8 MB)

# S3C44B0X与主存SDRAM的连接

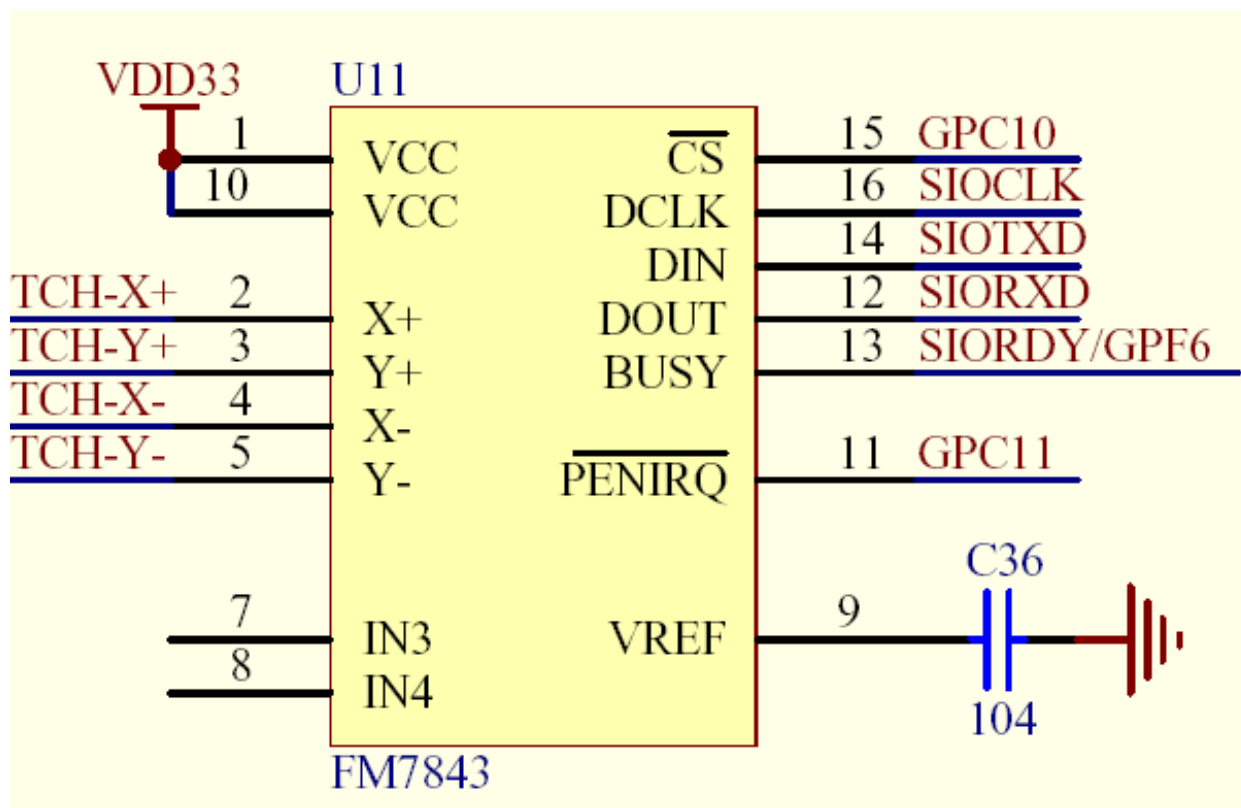




# 触摸屏芯片FM(ADS)7843的特点

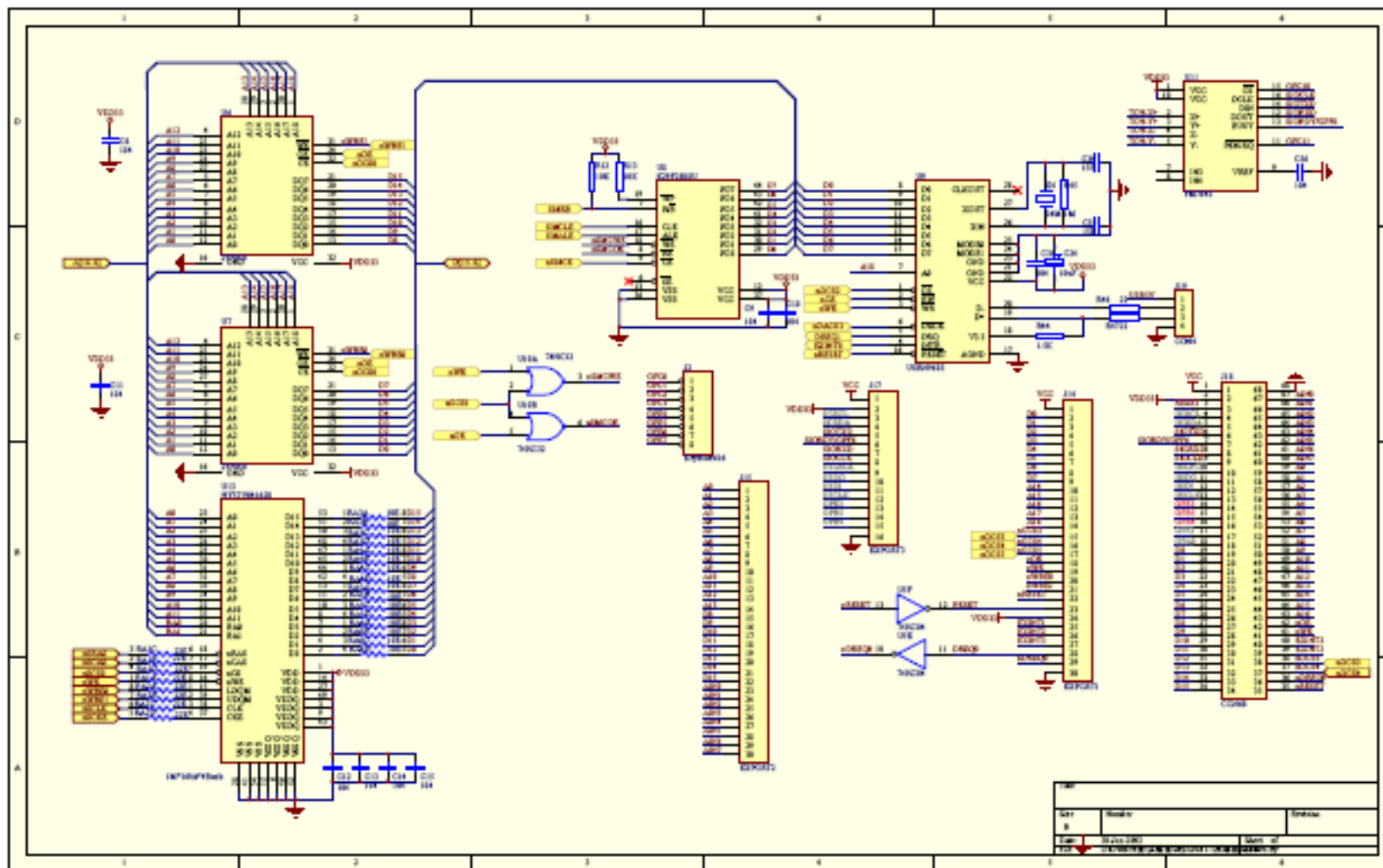
- 实现触摸屏的驱动选择控制（X、Y通道）
- 对于输入电压或附加电压进行AD转换
- 同步串行接口
- 最大转换速率125KHz
- 可编程控制8位或者12位转换模式
- 工作电压2.7V-5.0V
- 两个附加的输入端口

# S3C44B0X与FM(ADS)7843



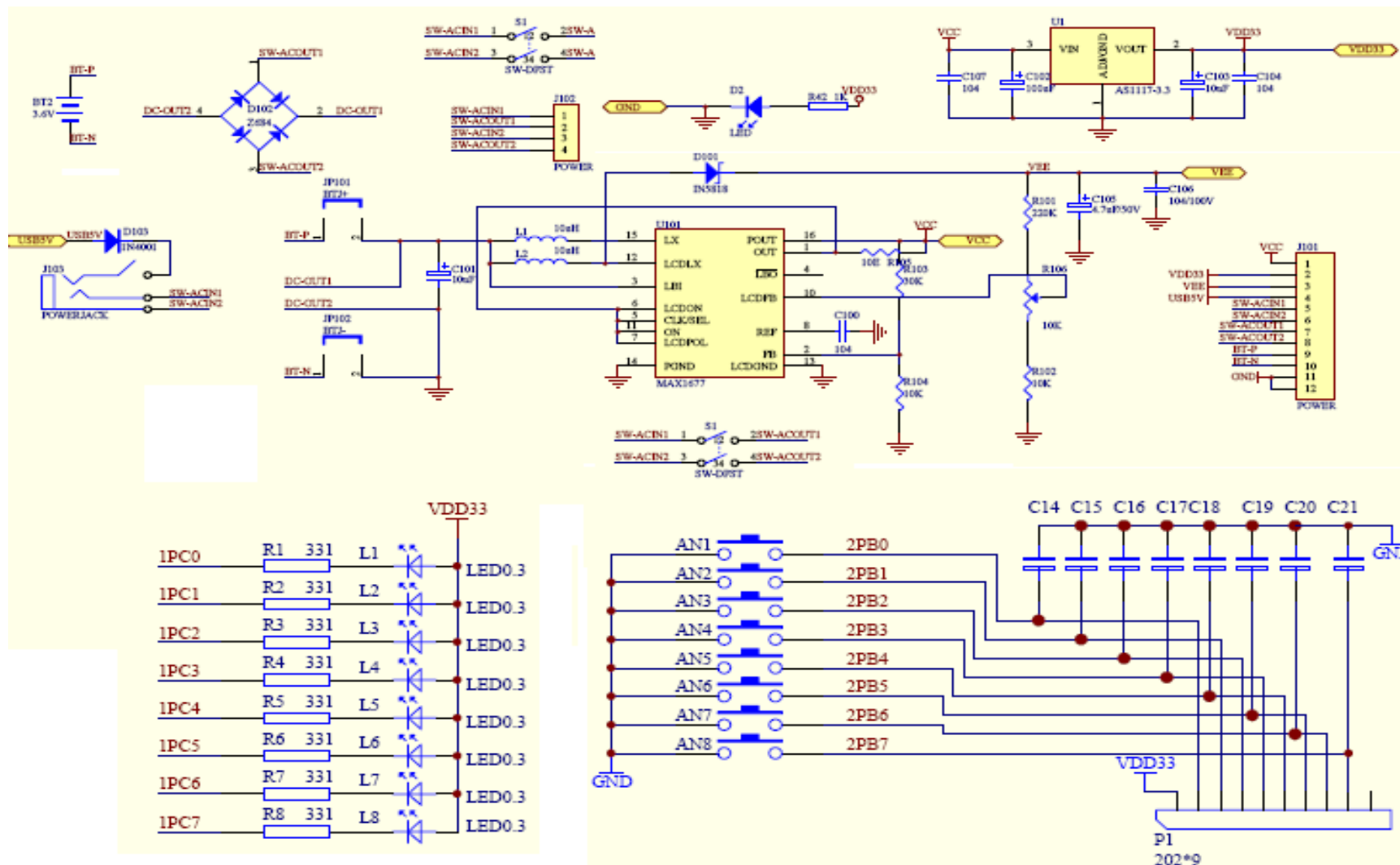


# 存储器、LCD等接口电路图





# 电源、键盘、系统自检指示路





- 嵌入式系统设计过程
- 嵌入式系统软硬件协同设计
- 嵌入式系统硬件实现
- 嵌入式系统硬件调试

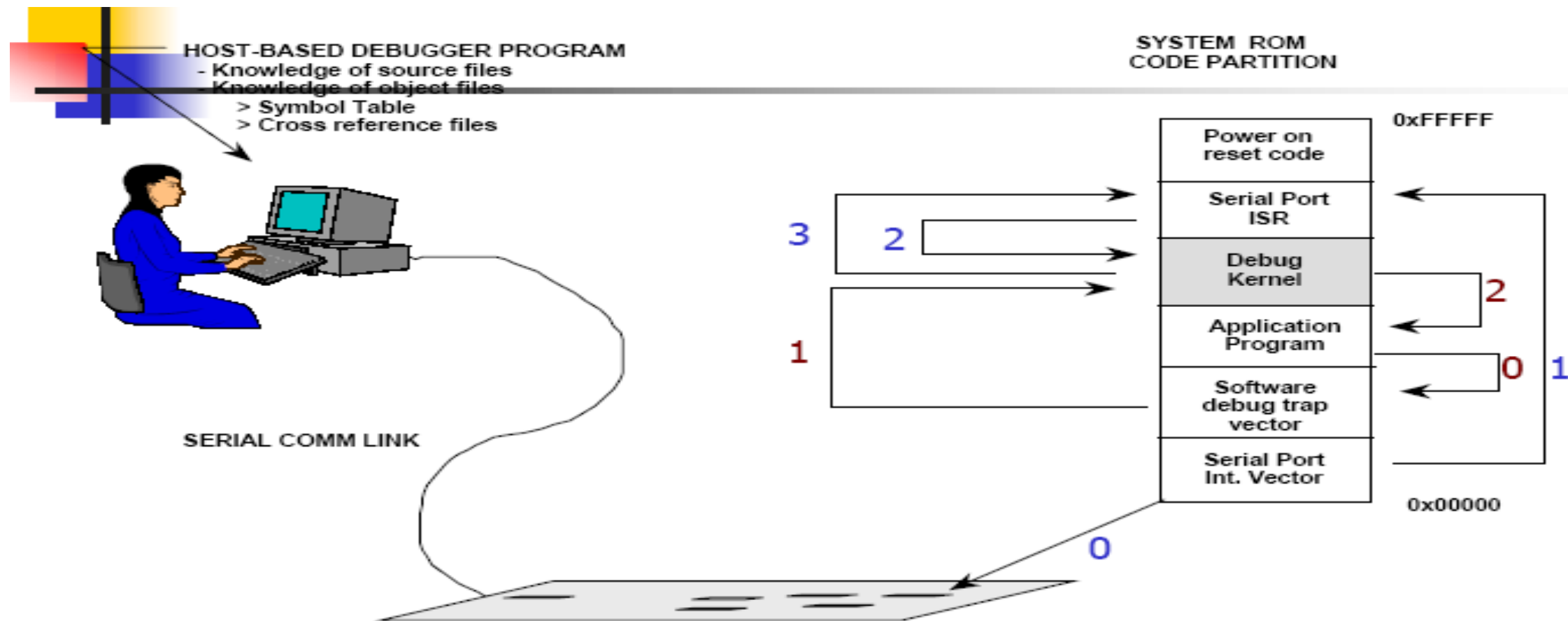


# 嵌入式系统硬件调试手段

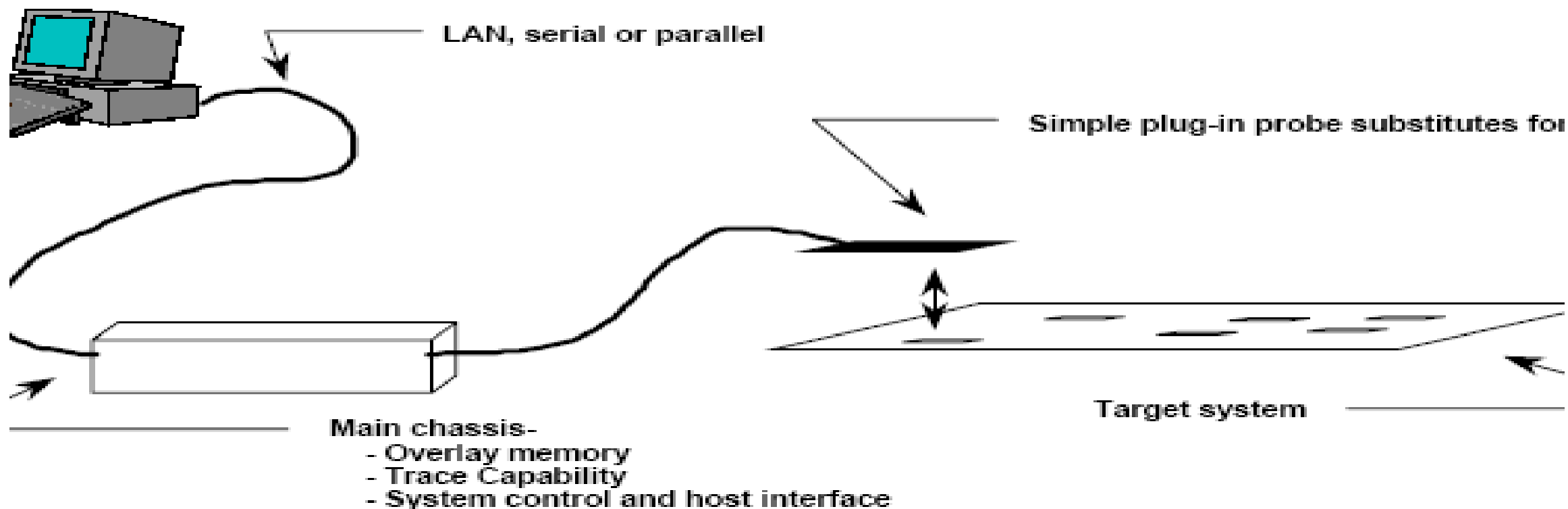
---

- Debug Monitor
- ROM Emulator
- Logic Analyzer
- In-Circuit Emulator (ICE)
- Joint Test Action Group (JTAG)

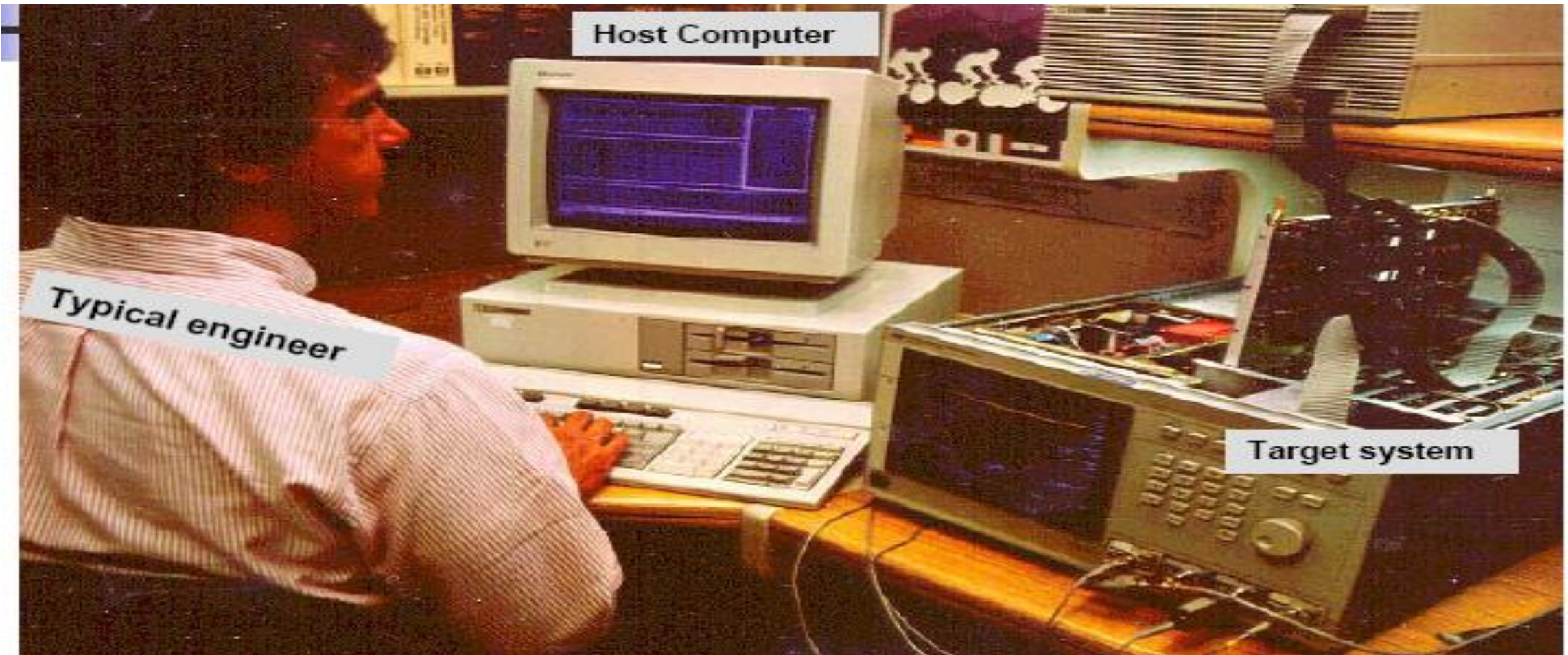
# Debug Monitor



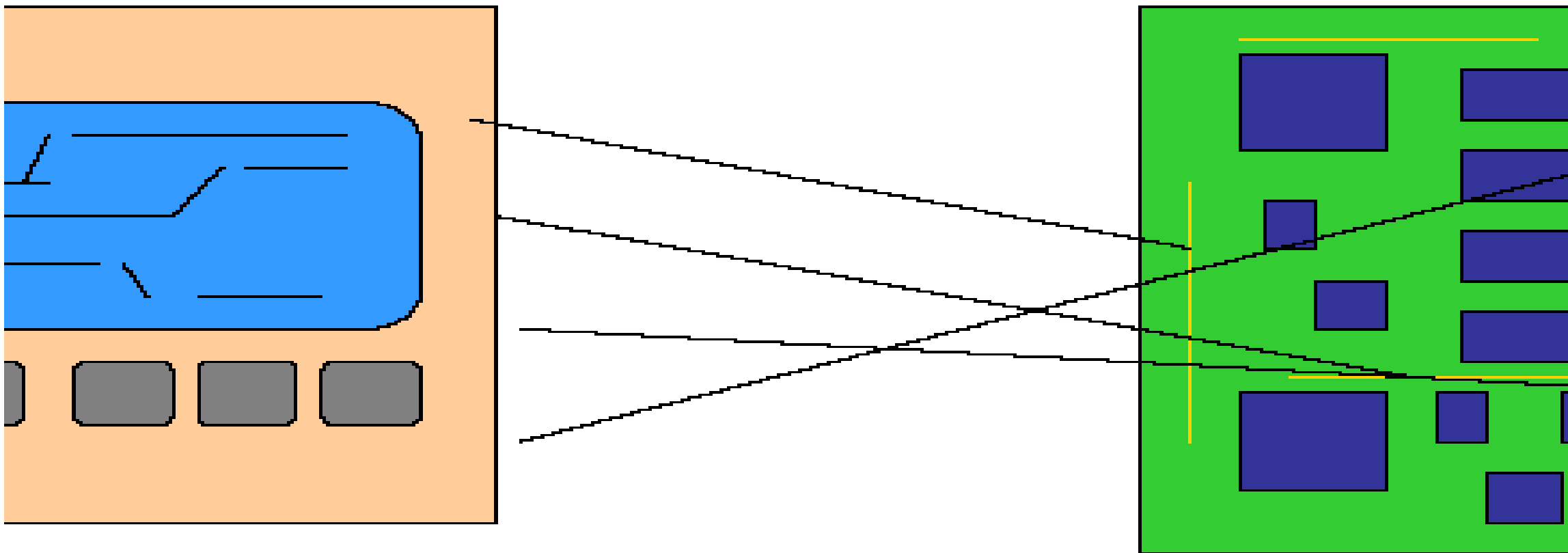
# ROM Emulator



# A typical engineer with emulator



# Logic Analyzer

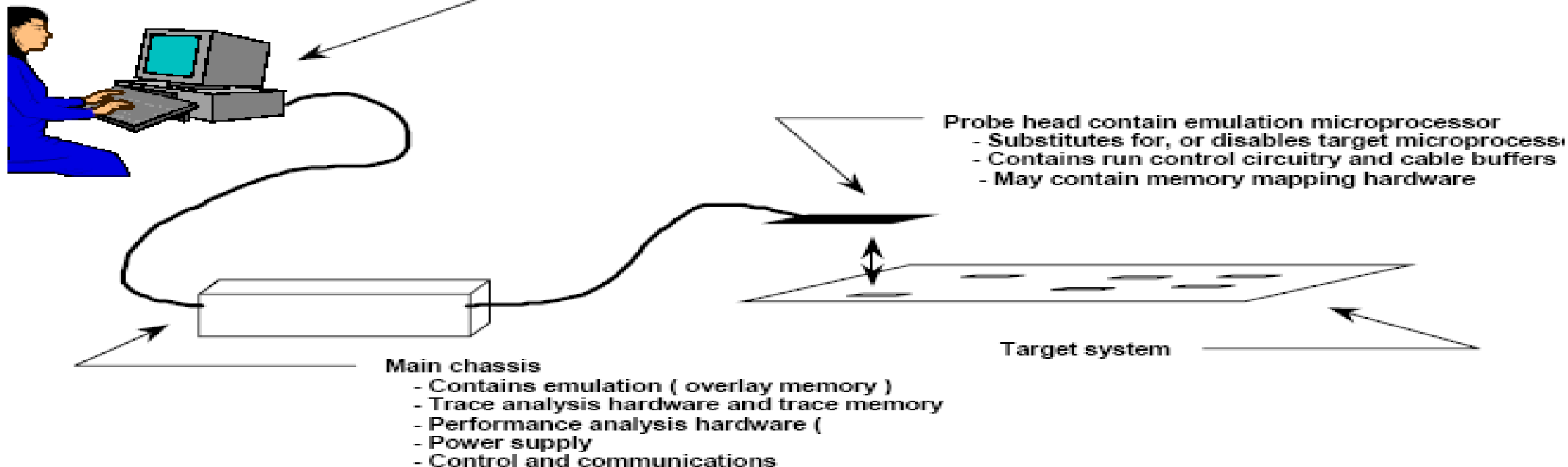




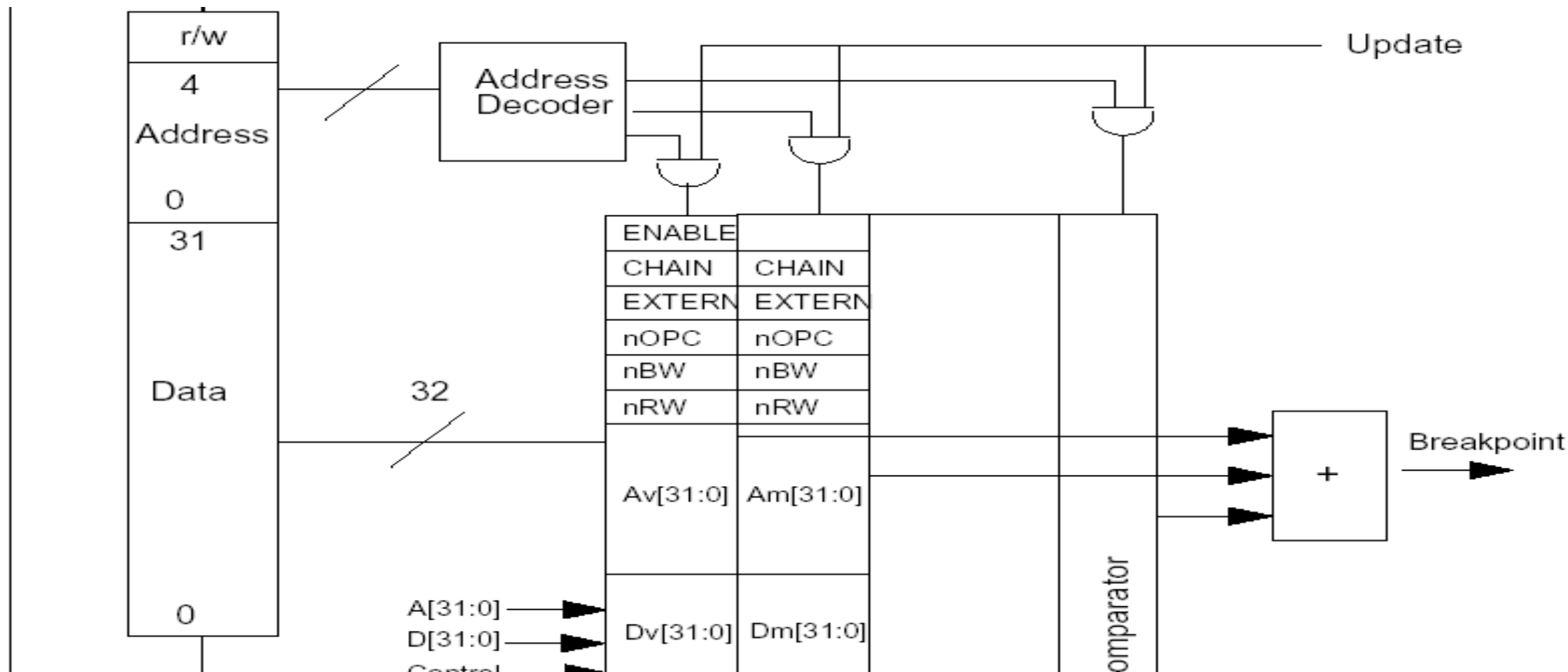
# In-circuit emulators (ICE)

## Host computer runs emulator control software

- Provides run control
- Displays real time trace at source level
- Loads overlay memory with object code
- High-speed link to emulation chassis

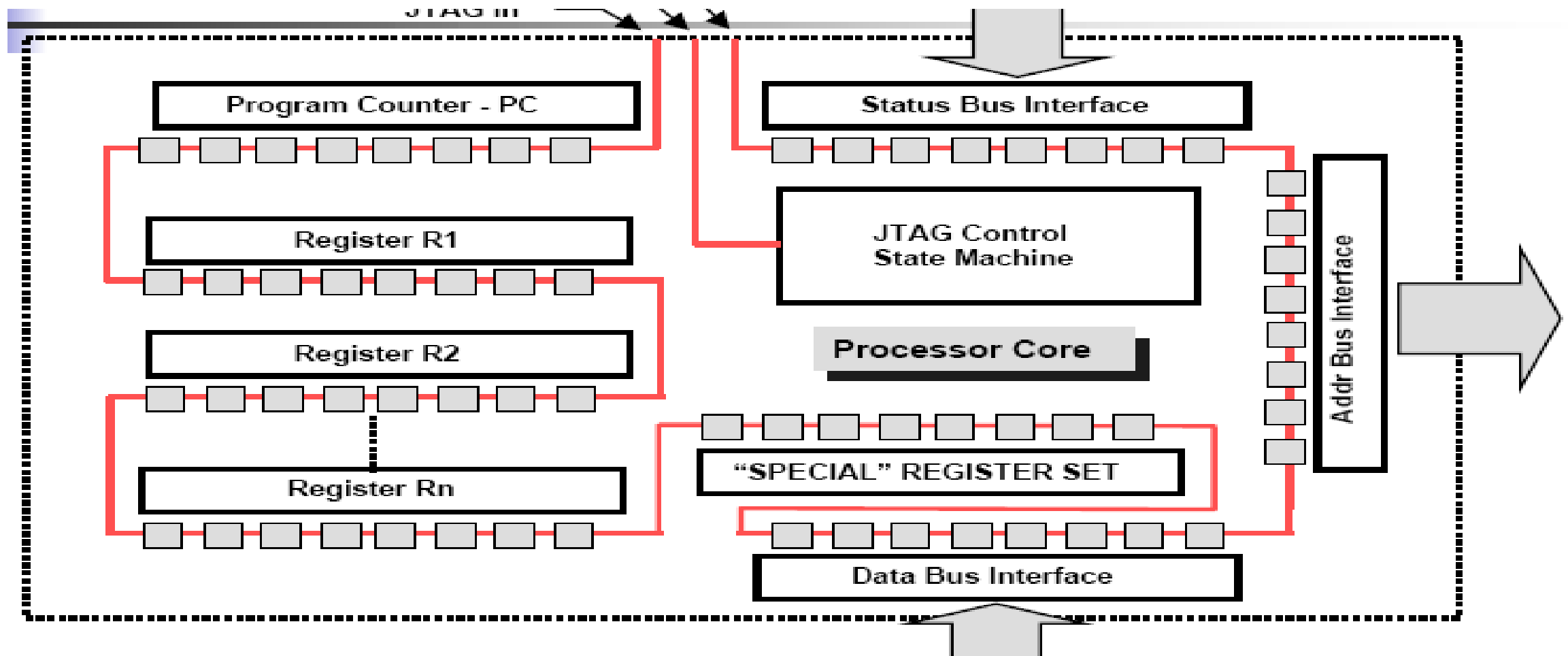


# Embedded ICE的结构





# Joint Test Action Group (JTAG)



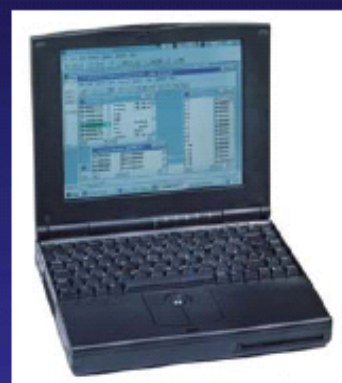


# 什么是JTAG?

- ◆ JTAG是Joint Test Action Group的缩写；  
是IEEE1149.1标准
- ◆ JTAG的建立使得集成电路固定在PCB上，只通过边界扫描便可以被测试
- ◆ 在ARM7TDMI处理器中，可以通过JTAG直接控制ARM的内部总线，IO口等信息，从而达到调试的目的

## 系统

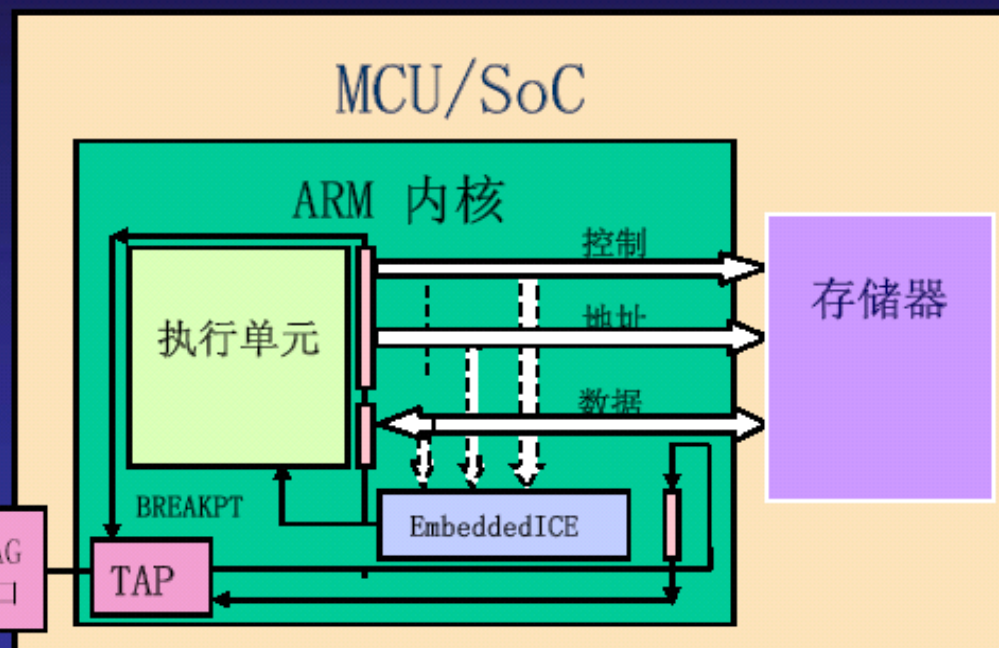
- 单个断裂点中断执行，启动调试模式
- 调试模式允许通过 JTAG 进行控制、地址和数据读写
- 能强行执行基本调试运行命令



调试器



JTAG  
接口

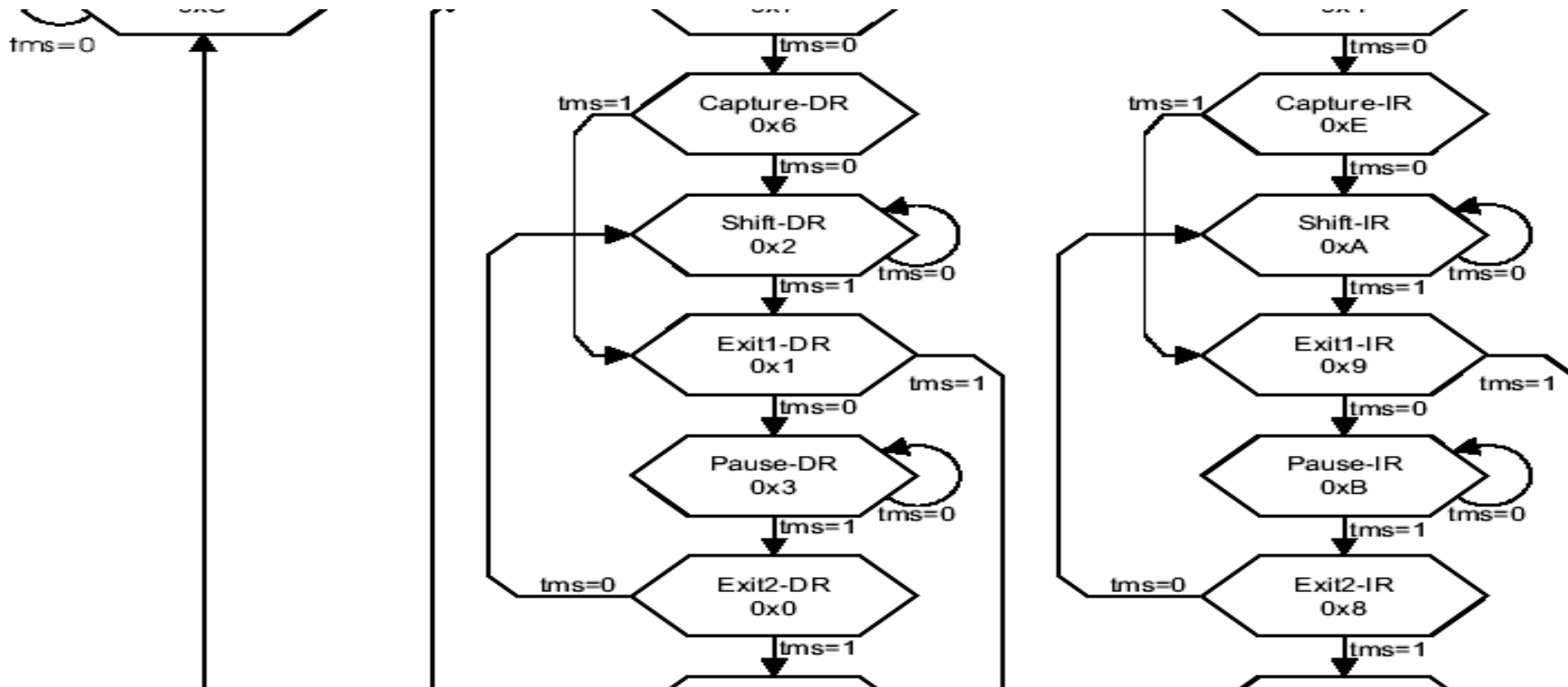




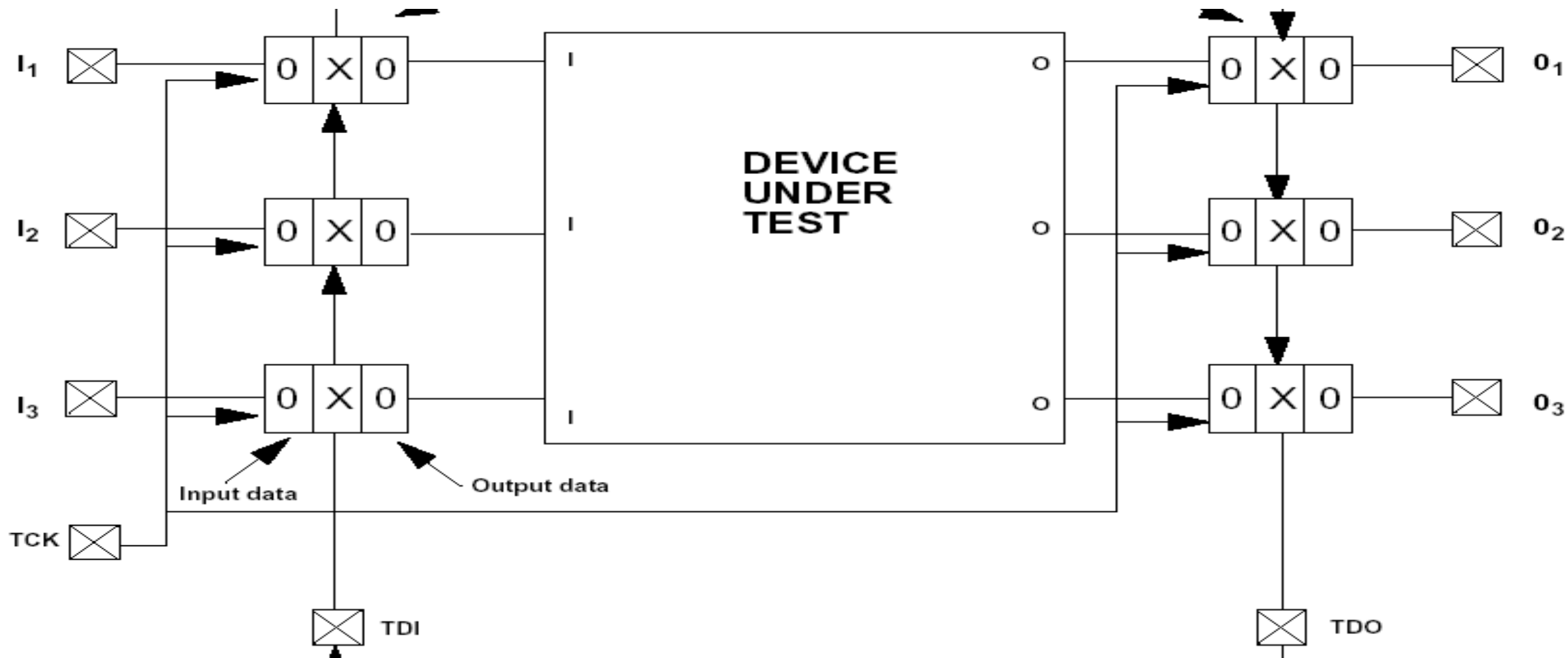
# JTAG的典型接口

- ◆ TMS： 测试模式选择（Test Mode Select），通过TMS信号控制JTAG状态机的状态
- ◆ TCK ： JTAG的时钟信号
- ◆ TDI： 数据输入信号
- ◆ TDO ： 数据输出信号
- ◆ nTRST： JTAG复位信号，复位JTAG的状态机和内部的宏单元（Macrocell）

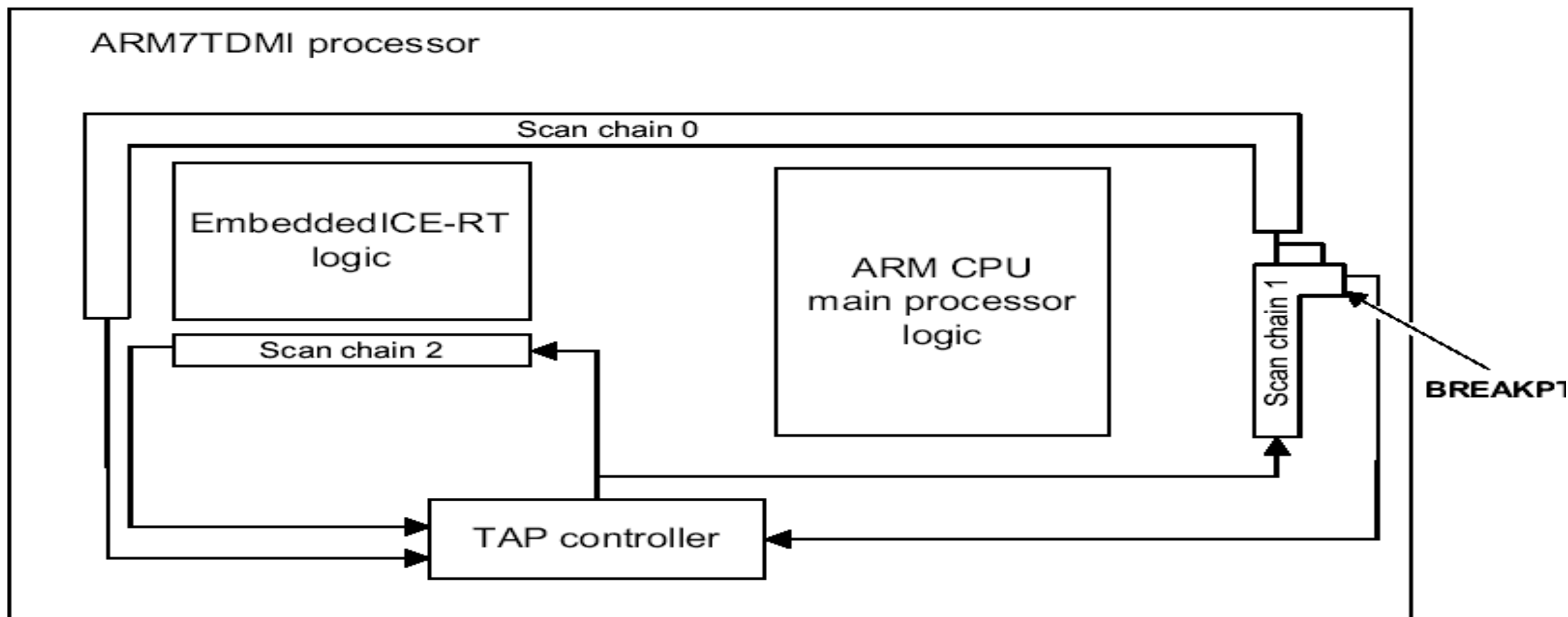
# JTAG的状态机 (TAP)



# JTAG链的组成



# ARM7TDMI的JTAG标准链 1/2





# ARM7TDMI的JTAG标准链 2/2

- ◆ Scan Chain 0: 包括ARM核的所有的IO和总线的输入输出控制信号
- ◆ Scan Chain 1: 包括ARM核的数据总线和一个断点控制信号。通过控制这个条链，可以控制ARM核执行指定的指令。
- ◆ Scan Chain 2: 通过控制Embedded ICE宏单元，实现对ARM执行指令的断点、观察点的控制



# 嵌入式软件调试?

---





□ 谢 谢！