



基于ARM的嵌入式开发

华清远见/孙天泽

www.farsight.com.cn

远见品质

内容提要

ARM简介

基于ARM
的嵌入式
产品

ARM架构

基于ARM
的嵌入式
开发

FAR SIGHT

远见品质

ARM简介

ARM (Advanced RISC Machines) 是微处理器行业的一家知名企业，设计了大量高性能、廉价、耗能低的RISC处理器、相关技术及软件。

ARM是对一类微处理器的通称，还可以认为是一种技术的名字。

FAR  **SIGHT**

远见品质

ARM业务模型



FAR SIGHT

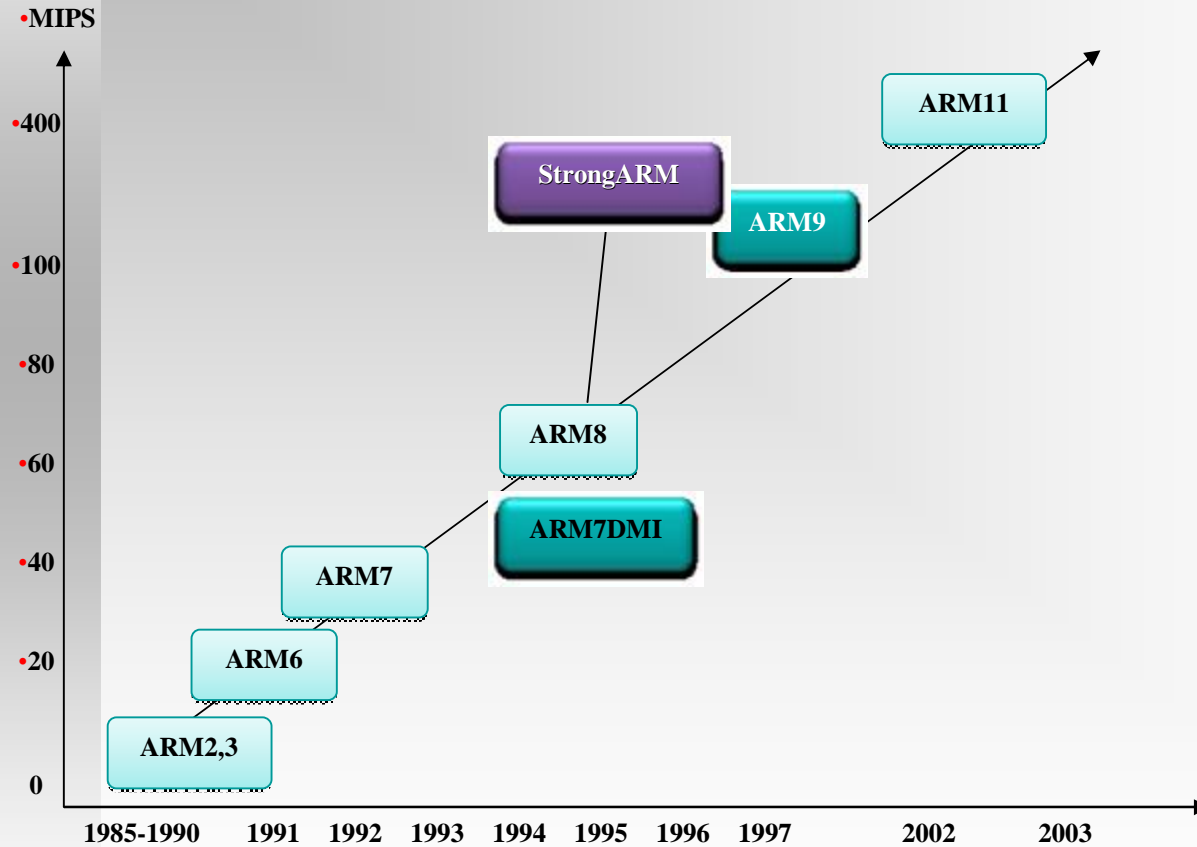
远见品质



FAR SIGHT

远见品质

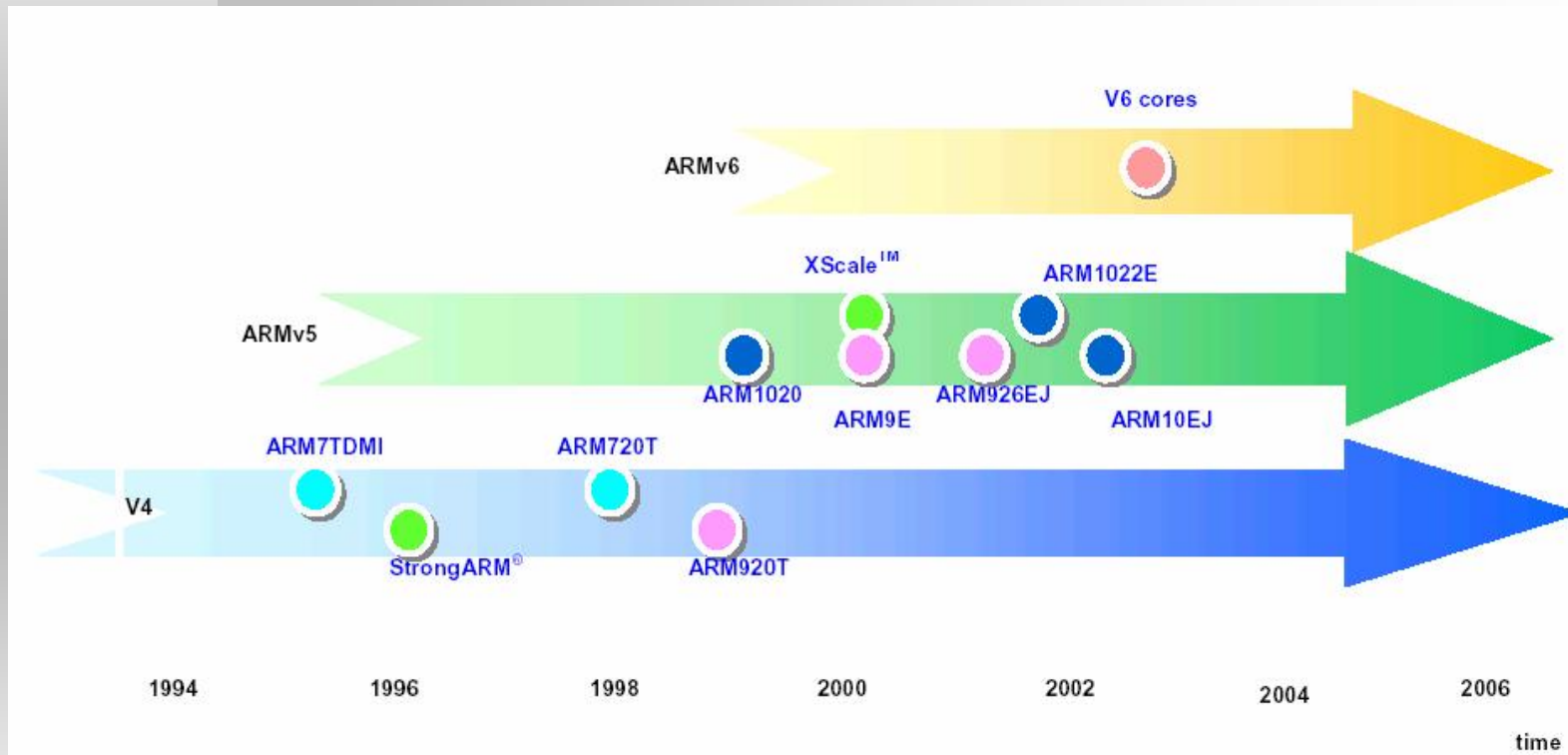
ARM核的发展历程



FAR SIGHT

远见品质

ARM体系结构的发展



FAR SIGHT

远见品质

微处理器的性能与成本

性能

嵌入式
处理器

通用微处理器

性能至关重要
软件兼容

专用结构

高效处理特定任务

代码密度

功耗

微控制器

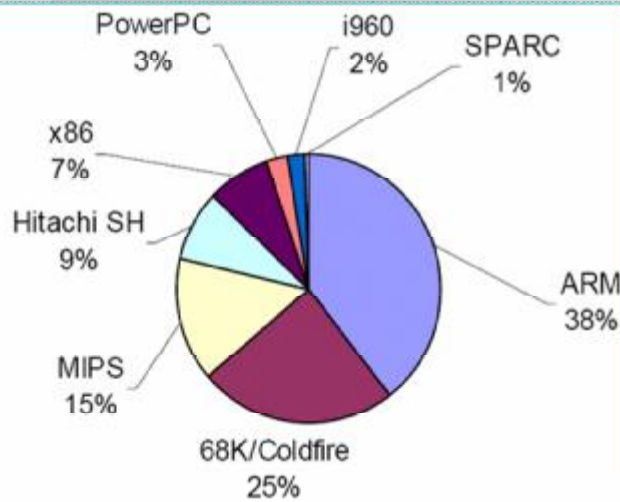
成本至关重要

成本

FAR  SIGHT

远见品质

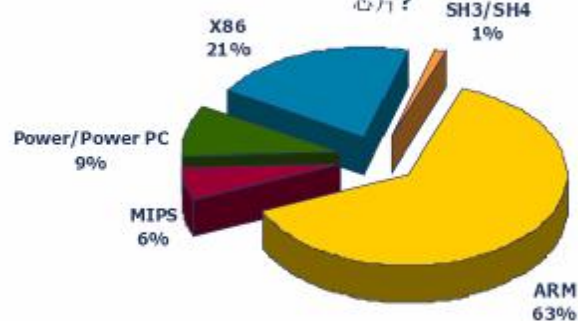
嵌入式芯片市场情况



来源: Microdesign Resources

ARM 已成为中国嵌入式开发首选

在目前的嵌入式系统开发中,你选用的是基于以下哪种架构的芯片?



Source: EDN China 2005 Embedded system survey

FAR SIGHT

远见品质

ARM微处理器的特点

采用RISC架构

体积小、功耗低、成本低、性能高

支持**Thumb/ARM**双指令集

可用加载/存储指令批量传输数据，以提高数据的传输效率

可在一条数据处理指令中同时完成逻辑处理和移位处理

FAR SIGHT

远见品质

基于ARM的嵌入式产品



全球超过85%的
无线通信设备
采用了ARM技术

FAR SIGHT

远见品质

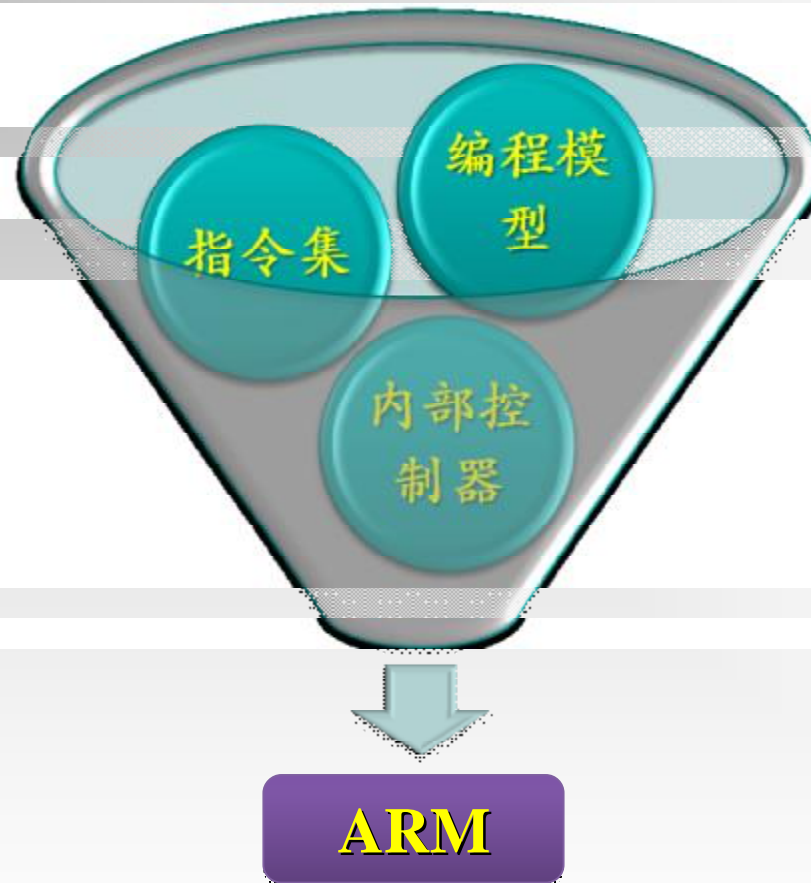
基于ARM的嵌入式产品



FAR  **IGHT**

远见品质

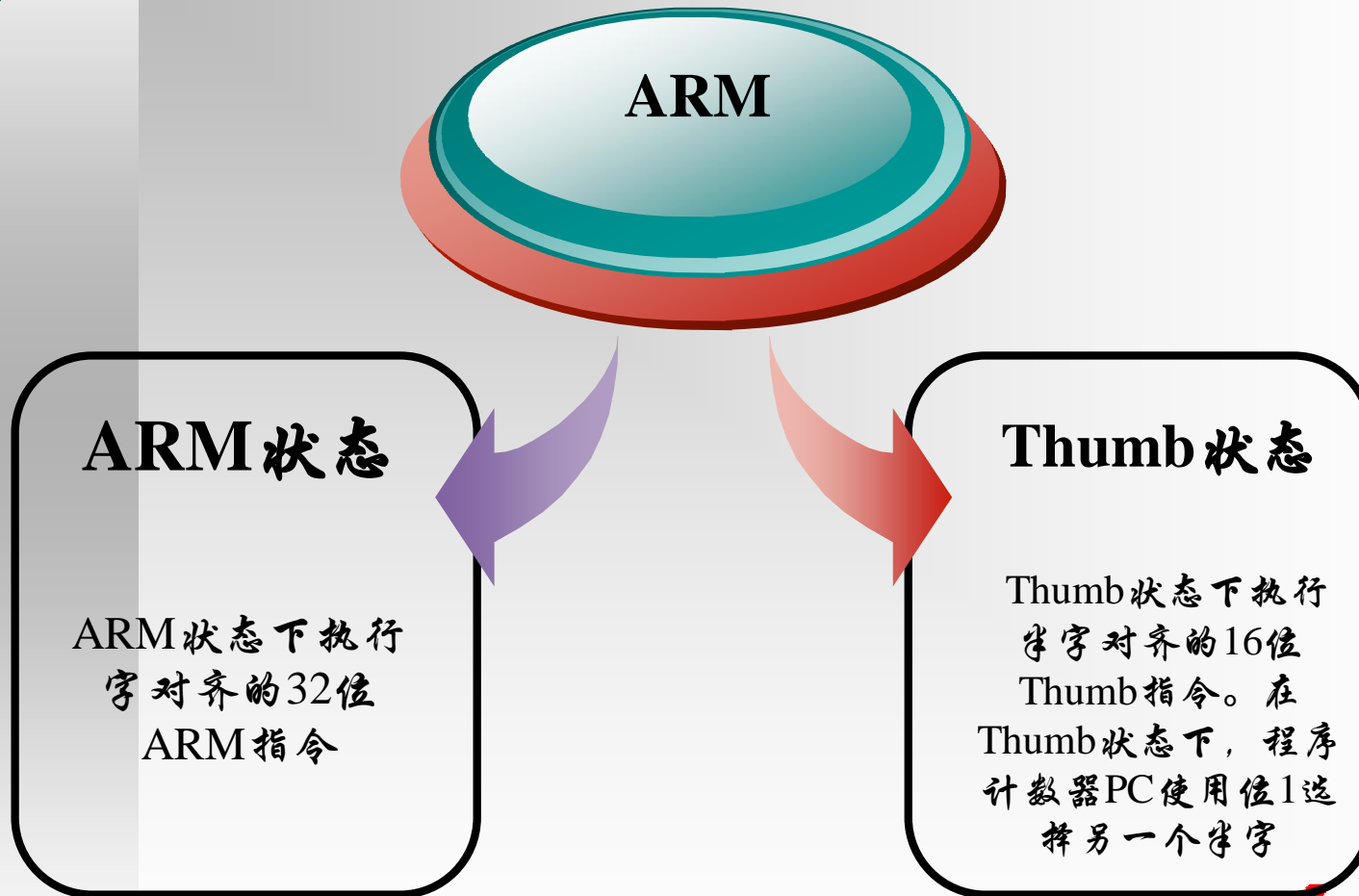
ARM架构



FAR SIGHT

远见品质

ARM处理器的工作状态



FAR IGH T

远见品质

ARM与THUMB

存储空间约为ARM代码的60%~70%

指令数比ARM代码多约30%~40%

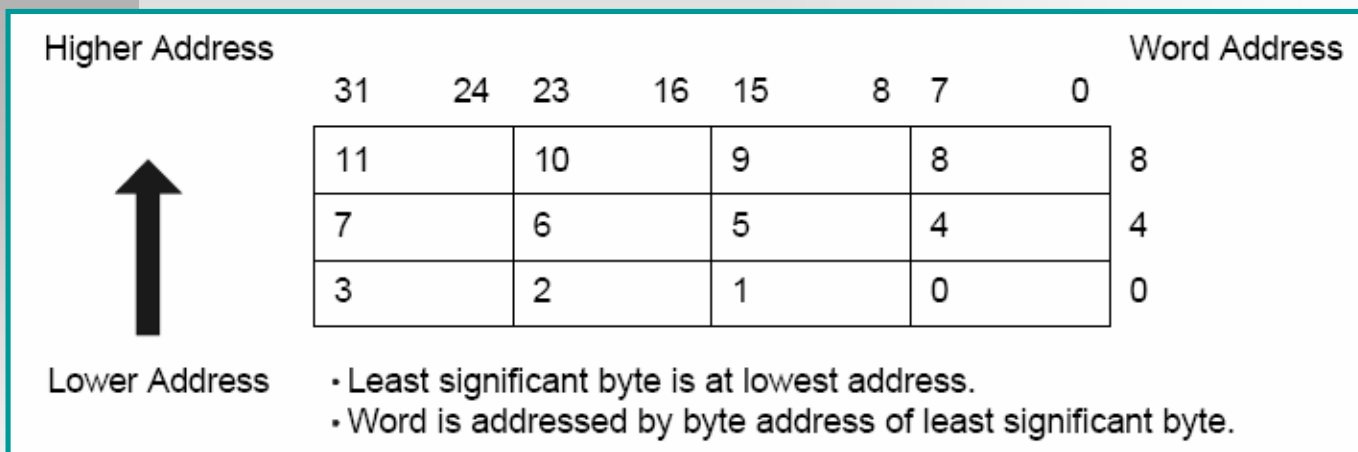
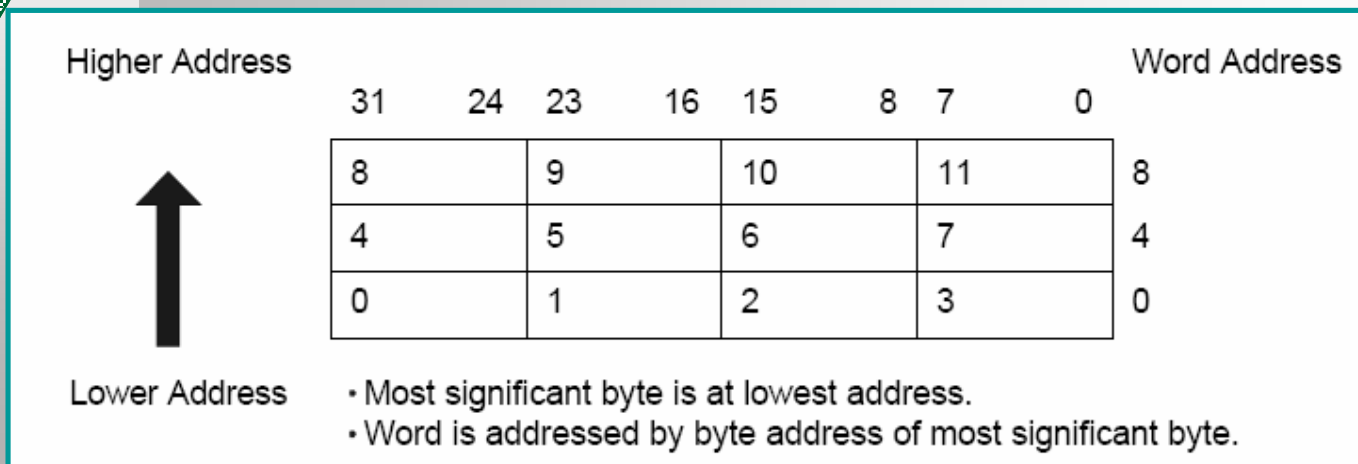
存储器为32位时ARM代码比Thumb代码快约40%

存储器为16位时Thumb比ARM代码快约40~50%

使用Thumb代码，存储器的功耗会降低约30%

FAR SIGHT

- ✓ 采用Java技术的消费电子产品已被广为接受，其中手持设备就有7.8亿台；
- ✓ 越来越复杂的应用对可以运行Java的手持设备和其他设备提出了更高的性能要求。

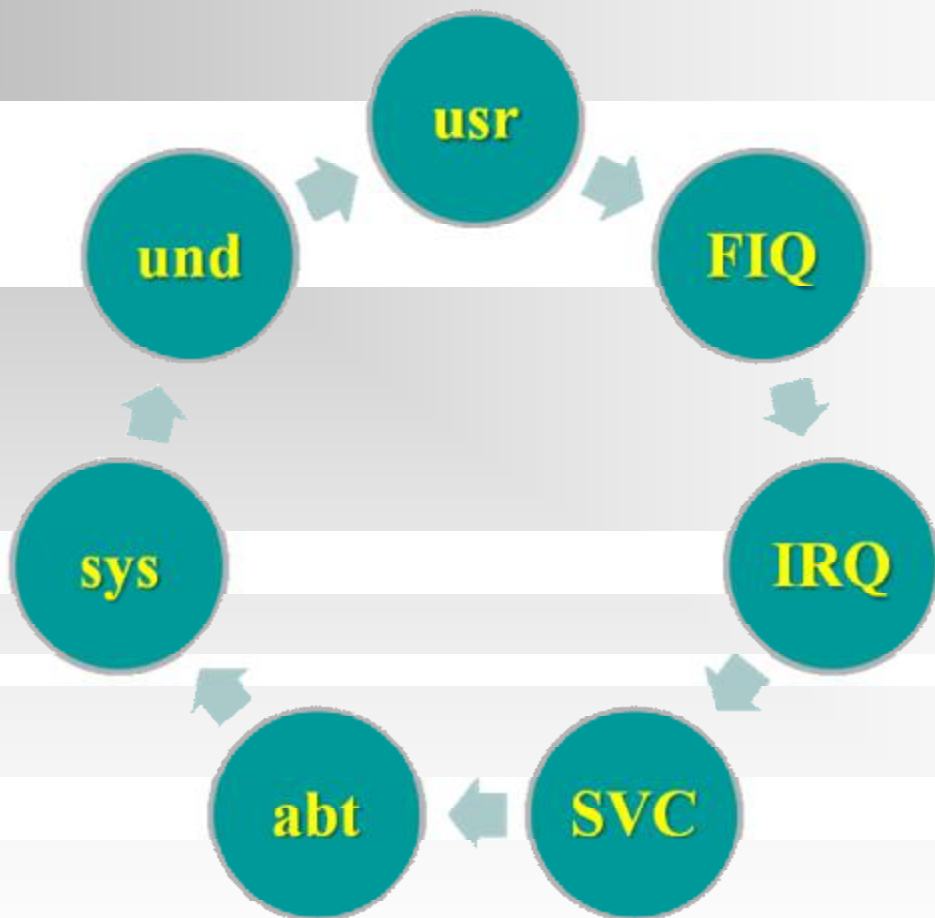


✓ 将0x1234abcd写入到以0x2000开始的内存中，结果是：

| | big-endian | little-endian |
|--------|------------|---------------|
| 0x2000 | 0x12 | 0xcd |
| 0x2001 | 0x34 | 0xab |
| 0x2002 | 0xab | 0x34 |
| 0x2003 | 0xcd | 0x12 |

远见品质

工作模式



FAR SIGHT

U-Boot代码 (start.S)

```

1..globl _start
2._start: b    reset
3.        ldr    pc, _undefined_instruction
4.        ldr    pc, _software_interrupt
5.        ldr    pc, _prefetch_abort
6.        ldr    pc, _data_abort
7.        ldr    pc, _not_used
8.        ldr    pc, _irq
9.        ldr    pc, _fiq
    
```

```

1.  /*
2.   * exception handlers
3.   */
4.      .align 5
5.  undefined_instruction:
6.      get_bad_stack
7.      bad_save_user_regs
8.      bl do_undefined_instruction
9.
10.     .align 5
11.  software_interrupt:
12.     get_bad_stack
13.     bad_save_user_regs
14.     bl do_software_interrupt
    
```

远见品质

vivi代码 (head.S)

1. @ 0x00: Reset
2. b Reset
3. @ 0x04: Undefined instruction exception
4. UndefEntryPoint:
5. b HandleUndef
6. @ 0x08: Software interrupt exception
7. SWIEntryPoint:
8. b HandleSWI
9. @ 0x0c: Prefetch Abort (Instruction Fetch Memory Abort)
10. PrefetchAbortEntryPoint:
11. b HandlePrefetchAbort
12. @ 0x10: Data Access Memory Abort
13. DataAbortEntryPoint:
14. b HandleDataAbort
15. @ 0x14: Not used
16. NotUsedEntryPoint:
17. b HandleNotUsed
18. @ 0x18: IRQ(Interrupt Request) exception
19. IRQEntryPoint:
20. b HandleIRQ
21. @ 0x1c: FIQ(Fast Interrupt Request) exception
22. FIQEntryPoint:
23. b HandleFIQ

```
1.  HandleFIQ:
2.  #ifdef CONFIG_DEBUG_LL
3.      mov     r12, r14
4.      ldr     r0, STR_FIQ
5.      ldr     r1, SerBase
6.      bl     PrintWord
7.      bl     PrintFaultAddr
8.  #endif
```

FAR SIGHT

ARM体系中的异常中断

| 异常类型 | 向量地址 | 优先级 |
|--------|------------|-----|
| 复位 | 0x00000000 | 1 |
| 未定义指令 | 0x00000004 | 6 |
| 软件中断 | 0x00000008 | 6 |
| 指令预取中止 | 0x0000000C | 5 |
| 数据访问中止 | 0x00000010 | 2 |
| 外部中断请求 | 0x00000018 | 4 |
| 快速中断请求 | 0x0000001C | 3 |

31个通用寄存器

- R0~R15 (PC)
- R13_svc R14_svc
- R13_abt R14_abt
- R13_und R14_und
- R13_irq R14_irq
- R8_fiq ~ R14_fiq

6个状态寄存器

- § CPSR
- § SPSR_svc
- § SPSR_abt
- § SPSR_und
- § SPSR_irq
- § SPSR_fiq

远见品质

ARM状态下寄存器组织

| System & User | FIQ | Supervisor | Abort | IRQ | Undefined |
|---------------|----------|------------|----------|----------|-----------|
| R0 | R0 | R0 | R0 | R0 | R0 |
| R1 | R1 | R1 | R1 | R1 | R1 |
| R2 | R2 | R2 | R2 | R2 | R2 |
| R3 | R3 | R3 | R3 | R3 | R3 |
| R4 | R4 | R4 | R4 | R4 | R4 |
| R5 | R5 | R5 | R5 | R5 | R5 |
| R6 | R6 | R6 | R6 | R6 | R6 |
| R7 | R7 | R7 | R7 | R7 | R7 |
| R8 | R8_fiq | R8 | R8 | R8 | R8 |
| R9 | R9_fiq | R9 | R9 | R9 | R9 |
| R10 | R10_fiq | R10 | R10 | R10 | R10 |
| R11 | R11_fiq | R11 | R11 | R11 | R11 |
| R12 | R12_fiq | R12 | R12 | R12 | R12 |
| R13 | R13_fiq | R13_svc | R13_abt | R13_irq | R13_und |
| R14 | R14_fiq | R14_svc | R14_abt | R14_irq | R14_und |
| R15 (PC) | R15 (PC) | R15 (PC) | R15 (PC) | R15 (PC) | R15 (PC) |

ARM State Program Status Registers

| | | | | | |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|
| CPSR | CPSR | CPSR | CPSR | CPSR | CPSR |
| | SPSR_fiq | SPSR_svc | SPSR_abt | SPSR_irq | SPSR_und |

FAR SIGHT

远见品质

通用寄存器

不分组寄存器
R0~R7

分组寄存器
R8~R14

程序计数器
R15 (PC)

分组寄存器
R8~R12

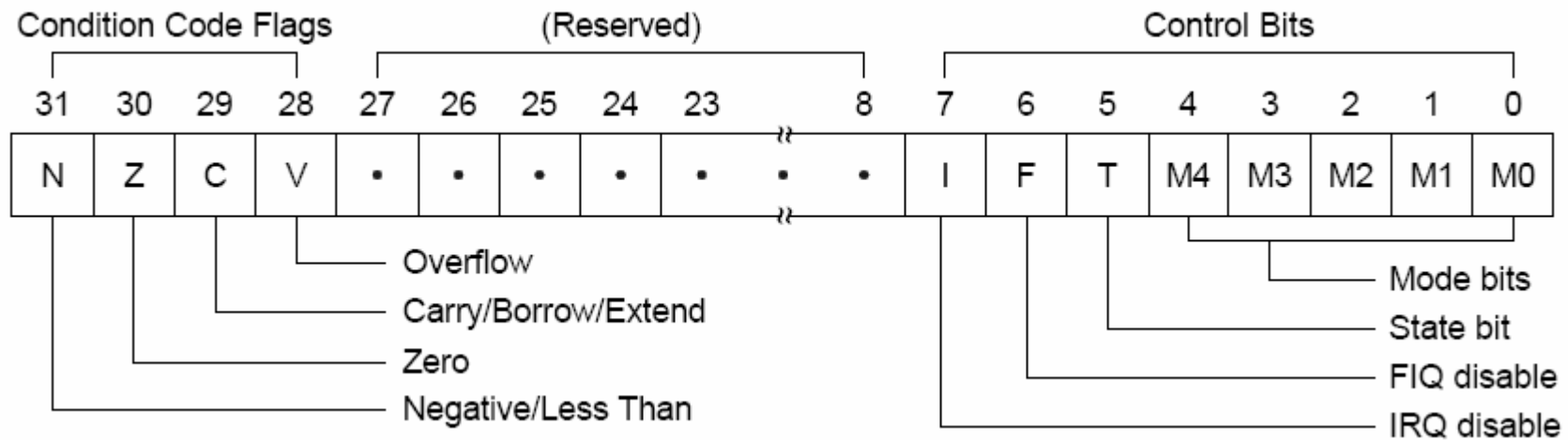
R13 (堆栈指针,
SP)

R14 (子程序链接寄存器, Link Register, LR)

FAR SIGHT

程序状态寄存器

✓ 所有处理器模式下都可访问当前的程序状态寄存器CPSR。



模式位的值

| M[4:0] | Mode | Visible THUMB state registers | Visible ARM state registers |
|--------|------------|--|---|
| 10000 | User | R7..R0, LR, SP PC, CPSR | R14..R0, PC, CPSR |
| 10001 | FIQ | R7..R0, LR_fiq, SP_fiq PC, CPSR, SPSR_fiq | R7..R0, R14_fiq..R8_fiq, PC, CPSR, SPSR_fiq |
| 10010 | IRQ | R7..R0, LR_irq, SP_irq PC, CPSR, SPSR_irq | R12..R0, R14_irq, R13_irq, PC, CPSR, SPSR_irq |
| 10011 | Supervisor | R7..R0, LR_svc, SP_svc, PC, CPSR, SPSR_svc | R12..R0, R14_svc, R13_svc, PC, CPSR, SPSR_svc |
| 10111 | Abort | R7..R0, LR_abt, SP_abt, PC, CPSR, SPSR_abt | R12..R0, R14_abt, R13_abt, PC, CPSR, SPSR_abt |
| 11011 | Undefined | R7..R0 LR_und, SP_und, PC, CPSR, SPSR_und | R12..R0, R14_und, R13_und, PC, CPSR |
| 11111 | System | R7..R0, LR, SP PC, CPSR | R14..R0, PC, CPSR |

- ✓ 跳转指令
- ✓ 数据处理指令
- ✓ 程序状态寄存器（psr）传输指令
- ✓ Load/Store指令
- ✓ 协处理器指令
- ✓ 异常中断指令

- ✓ `ADD R0, R1, R2` ; $R0 = R1 + R2$
- ✓ `ADD R0, R1, #256` ; $R0 = R1 + 256$
- ✓ `ADD R0, R2, R3, LSL#1` ; $R0 = R2 + (R3 \ll 1)$

- ✓ SUB R0, R1, R2 ; R0 = R1 - R2
- ✓ SUB R0, R1, #256 ; R0 = R1 - 256
- ✓ SUB R0, R2, R3, LSL#1 ; R0 = R2 - (R3 << 1)



远见品质

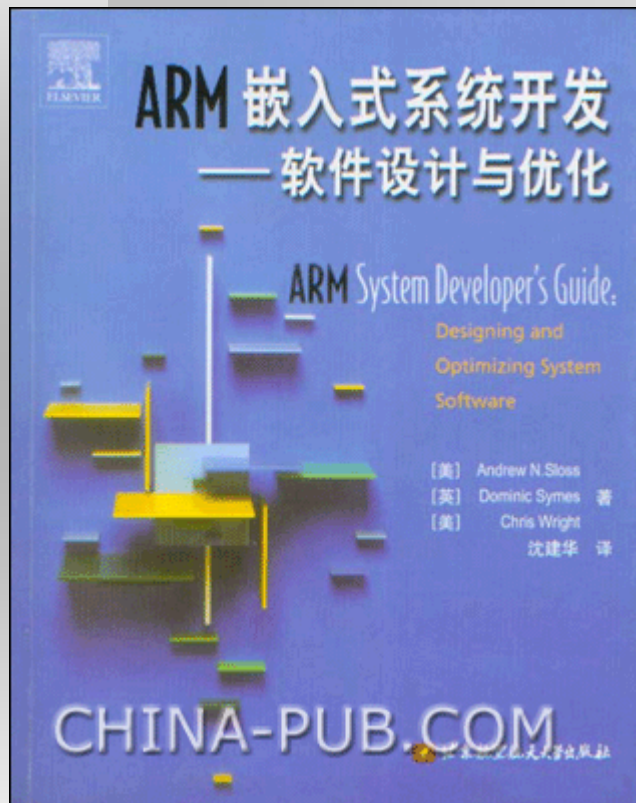
ARM处理器寻址方式

- ✓ 寄存器寻址
- ✓ 立即寻址
- ✓ 寄存器偏移寻址
- ✓ 基址加偏址寻址
- ✓ 堆栈寻址
- ✓ 块拷贝寻址
- ✓ 相对寻址

FAR SIGHT

远见品质

ARM程序设计书籍推荐



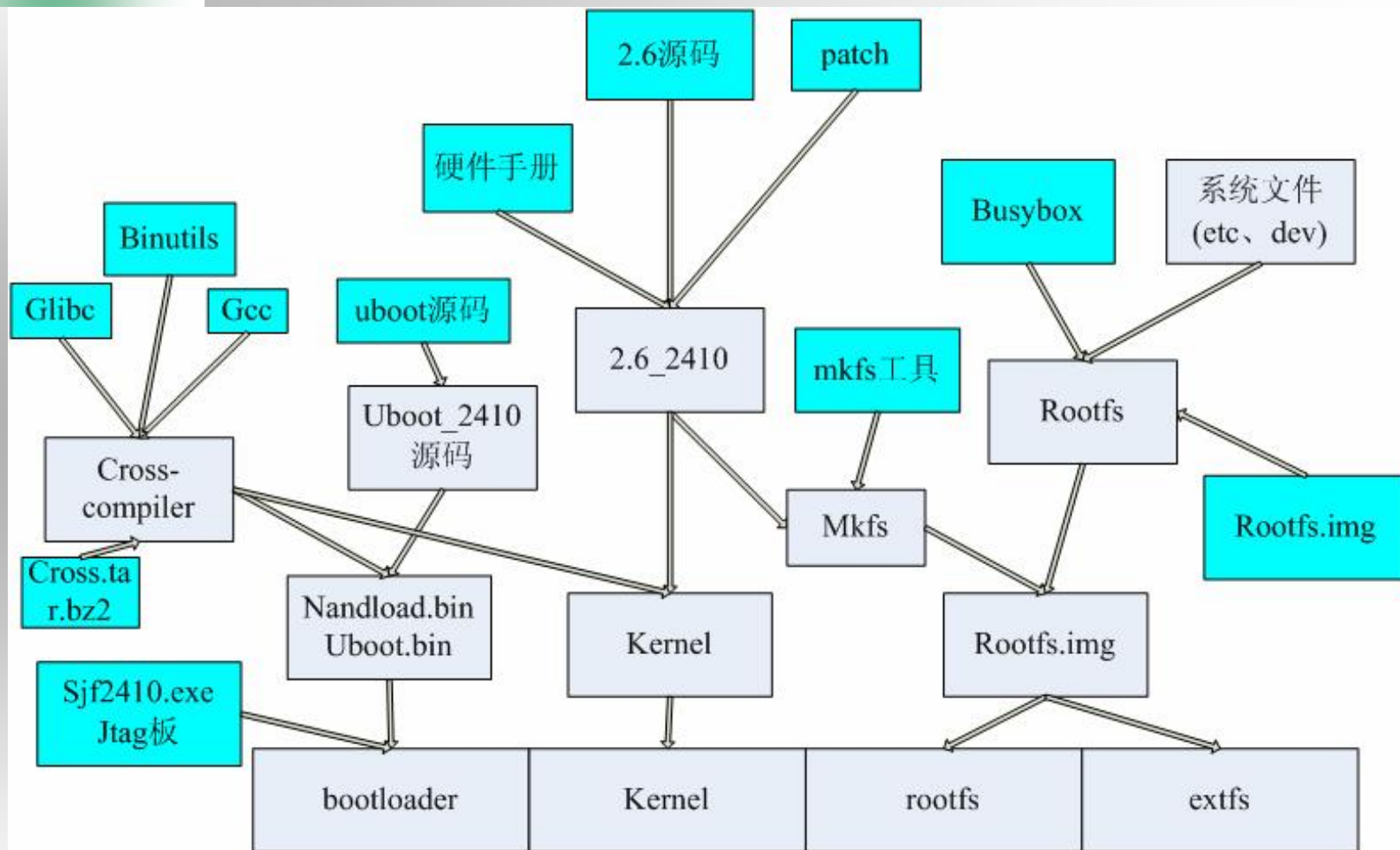
FAR SIGHT

- ✓ ARM应用软件的开发生具根据功能的不同，分别有：
 - ∅ 编译软件、汇编软件、链接软件、调试软件、嵌入式实时操作系统、函数库、评估板、JTAG仿真器、在线仿真器等。
- ✓ 目前世界上约有40多家公司提供以上不同类别的产品。



远见品质

嵌入式系统开发的内容



FAR SIGHT

远见品质

ARM开发课程大纲

ARM
体系结
构

ARM
编程模
型与寻
址

ARM
与
Thumb
指令集

ARM
汇编语
言程序
设计

嵌入式
软件开
发

ARM
调试解
决方案

Linux
U-boot
移植

FAR SIGHT

The logo features the words "FAR SIGHT" in a white, serif font. A red, curved line separates the two words. The text is centered within a dark green, textured inverted triangle that has a thin green border. The triangle is set against a light gray background that resembles a stylized road or path.

FAR SIGHT

The success's road

A blue rectangular sign with a thin brown border, containing white Chinese calligraphy.

卓识源于远见

The Chinese characters "谢谢!" (Thank you!) are written in a large, stylized, light blue font with a slight shadow effect. They are centered on a white horizontal bar.

谢谢!