

### 考试题型：

- 1、 填空（20\*1）
- 2、 单选（10\*2）
- 3、 简答题（5\*8）
- 4、 综合题（2\*10）

### 考试复习内容：

#### 第一章：

##### 1.1、嵌入式系统的定义：

答： IEEE：嵌入式系统是用于控制、监视或者辅助操作机器和设备的装置。

微机学会：嵌入式系统是以嵌入式应用为目的的计算机系统，可分为系统级、板级、片级。

一般定义：嵌入式系统是以应用为中心，以计算机技术为基础，软件硬件可裁剪，对功能、可靠性、成本、体积、功耗有特殊要求的专用计算机系统。

1.2、嵌入式系统硬件是以嵌入式处理器为中心，有存储器、I/O 设备、通信模块以及电源等必要的外围接口组成。

1.3、嵌入式处理器按技术特点，分为嵌入式微处理器、嵌入式微控制器、嵌入式数字信号处理器、嵌入式片上系统、嵌入式双核处理器和嵌入式多核处理器 6 类。

1.4、嵌入式存储器：包括内部存储器（内存）和外部存储器（外存）。内存是电路板上的半导体存储器件，外存则包括硬盘、光盘、U 盘等。

1.5、内部存储器按照掉电后数据是否消失可分为易失性存储器和非易失性存储器。

易失性：及断电数据即消失，ESRAM、SDRAM。非易失性：Flash。

1.6、嵌入式系统软件结构一般包含四个层面：板级支持包、嵌入式操作系统、中间件和应用软件。

##### 1.7、嵌入式系统的分类

答：1、按处理器位宽可分为 4 位、8 位、16 位、32 位、64 位系统。一般来讲，位宽越大，性能越强。

2、按控制技术的复杂度，嵌入式系统分为无操作系统控制的嵌入式系统、小型操作系统控制的操作系统和大型操作系统控制的嵌入式系统三种。

3、按实时性分类，可分为硬实时系统和软实时系统。在硬实时系统中，系统要确保事件在规定期限内得到及时处理，否则会导致致命的系统错误。在软实时系统中，从统计角度看，到达系统的事件能够在截止期限前得到处理，但系统不能时刻都满足这样的条件，当截止期限到达但事件偶尔没有得到及时处理，并不会带来致命的系统错误。

1.8、嵌入式系统的应用：信息家电；交通管理；商业领域；工业控制；环境工程与自然；机器人。

#### 第二章：

2.1、嵌入式系统设计 5 个阶段：系统需求分析、系统设计、系统集成和调试、系统测试、系统维护。

2.2、系统设计阶段是根据系统需求分析的结果，设计出满足用户需求的嵌入式系统产品。系统设计主要包括体系结构设计、硬件平台的选择、软件平台选择、

硬件与软件的划分、嵌入式系统设计方法 5 个方面。

### 2.3、 嵌入式系统测试方法

答：一般来说，嵌入式系统测试方法有黑盒测试和白盒测试两种方法。黑盒测试也称功能测试，包括极限情况测试、异常测试、边界测试等；白盒测试也称覆盖测试，包括语句测试、分支测试、判定和覆盖测试等。

### 2.4、 嵌入式系统测试策略

答：单元测试；集成测试；系统测试和确认测试。

## 第三章：

3.1、从功能角度，嵌入式系统的硬件部分一般由处理器、存储器、附属电路与 I/O 接口组成。

3.2、存储器主要有 SRAM、DRAM、EEPROM、Flash、FRAM 等

SRAM: 高速存储器，容量小，价格昂贵。

DRAM: 存储密度大速度较慢。

EEPROM: 具有在线擦除与编程能力，集成度低，功耗较大。

Flash: 读写速度快，容量大，成本低，一般用存放代码段数据段。

FRAM: 读写速度更快，可无限次擦写，功耗远低于其他非易失性存储器。

3.3、 目前市场上主流的嵌入式微处理器产品包括 ARM、PowerPC、MIPS 等系列。

3.4、 嵌入式处理器的发展，按照步长，嵌入式处理器可划分为 4 位、8 位、16 位、32 位和 64 位 5 个不同的等级。一般来说，4 位和 8 位的产品通常是面向低端英语设计的，16 位的产品用于比较精密的应用；32 位或 64 位的产品用于计算强度很大的应用。4 位：计算器、相机、遥控器。8 位：显示器、录音机、空调。16 位：手机、摄像录像机。32 位：路由器、激光打印机。64 位：高级工作站，多媒体应用，笔记本电脑。

3.5、 Soc 嵌入式处理器：Soc 是指在单一硅片上实现信号采集、转换、存储、处理和 I/O 等功能，从而实现一个系统的功能。

3.6、典型的嵌入式处理器：ARM 系列；PowerPC 系列；MC65HC12 系列；ColdFire 系列；x86 系列；Intel 8051 系列；Microchip 系列；TI 公司 TMS320 系列 DSP。

### 3.7、ARM 处理器的运行模式

答：ARM 微处理器支持 7 种运行模式。

用户模式 (usr)：ARM 处理器正常的程序执行状态。

快速中断模式 (fiq)：用于高速数据传输或通道处理。

外部中断模式 (irq)：用于通用的中断处理。

管理模式 (svc)：操作系统使用的保护模式。

数据访问终止模式 (abt)：当程序或指令预取终止时进入该模式，可用于虚拟存储及存储保护。

系统模式 (sys)：运行具有特权的操作系统任务。

未定义指令终止模式 (und)：当未定义的指令执行时进入该模式，可用于支持硬件协处理器的软件仿真。

大多数的应用程序运行在用户模式下，当处理器运行在用户模式下时，某些被保护的系统资源是不能被访问的。除用户模式外，其余 6 种模式称为“非用户模式”或“特权模式”。特权模式中除系统模式外的 5 中模式又称为异常模式，常用于处理中断或异常，以及需要访问受保护的系统资源等情况。

### 3.8、ARM 微处理器的工作状态

答：除了支持执行效率很高的 32 位 ARM 指令集外，大部分 ARM 微处理器也支持 16 位 Thumb 指令集。Thumb 指令集是 ARM 指令集的子集，所有 Thumb 指令都有对应的 ARM 指令。因此，从编程的角度看，ARM 微处理器有两种工作状态，当处理器在执行 ARM 程序段时，称其处于 ARM 状态，当处理器在执行 Thumb 程序段时，称其处于 Thumb 状态。切换处理器状态的指令：BX，带状态切换的跳转指令；BLX，带返回和状态切换的跳转指令，ARM 状态跳转成 Thumb 状态。ARM 微处理器的异常处理程序中只有 32 位 ARM 指令，因此在进行异常处理时，ARM 处理器必定处于 ARM 状态。当处理器处于 Thumb 状态时发生异常，则异常返回时将自动切换成 Thumb 状态。

### 3.9、ARM 微处理器的寄存器组织

答：ARM 微处理器共有 37 个 32 位寄存器，其中 31 个通用寄存器，6 个状态寄存器。

### 3.10、ARM 体系结构所支持的异常类型

答：复位（优先级最高）；未定义指令；软件中断；指令预取终止；数据终止；IRQ；FIQ。

### 3.11、ARM 异常的响应和返回

答：在一个异常出现后，ARM 微处理器会执行以下几步操作。

- (1) 将下一条指令的地址存入相应的连接寄存器 LR，以便程序在处理异常返回时能从正确的位置重新开始执行。若异常是 ARM 状态进入，LR 寄存器保存的是下一条指令的地址；若异常是从 Thumb 状态进入，则在 LR 寄存器中保存当前 PC 的偏移量。
- (2) 将 CPSR 复制到相应的 SPSR 中。
- (3) 根据异常类型，强制设置 CPSR 的运行模式位。
- (4) 强制 PC 从相关的异常变量地址取下一条指令执行，从而跳转到相应的异常处理程序处。

而当异常处理完毕后，ARM 微处理器会执行以下几步操作从异常返回。

- (1) 将连接寄存器 LR 的值减去相应的偏移量后送到 PC 中。
- (2) 将 SPSR 复制会 CPSR 中。
- (3) 若在进入异常处理时设置了中断禁止位，要在此清除。

## 第四章：

4.1、I/O 接口电路在结构上至少应包含信息缓存、逻辑控制、与外设连接三个功能模块。

4.2、一般来说，I/O 端口地址的编址方式有统一编址和独立编址两种。

4.3、I/O 接口电路的数据传送方式：程序查询方式；程序中断方式；直接内存访问（DMA）方式。

4.4、目前常用的 DMA 方式：数据块传送方式；周期挪用方式；交替访存方式。

4.5、按照实现方式的不同，定时可以分为软件定时和硬件定时。软件定时是通过执行一段循环程序而产生一定时间的等待，硬件定时则通过可编程的电路实现。

4.6、USB 总线实质上是一种主从结构的总线。USB 主机是唯一的主设备，所有 USB 设备都是从设备，只能被动的发送或者接收数据。为了在主机和设备之间可以进行可靠的通信，主机采用轮询机制逐个设备查询通信。

4.7、USB 设置事务由 SETUP 令牌包、DATA0 数据包以及可选的 ACK 握手包组成。

4.8、IN 数据事务由 IN 令牌包、DATA0/1 数据包和握手包组成；OUT 数据事务由 OUT 令牌包、DATA0/1 数据包和握手包组成。

4.9、USB 设备枚举过程：USB 总线采用枚举的方法标识和管理设备所处的状态。当一台 USB 设备初次连接到 USB 系统中后，需要通过以下 8 个步骤来完成初始化。

(1) USB 设备所连接的 Hub 检测到该 USB 设备后将自动通知主机，并报告设备端口的变化。此时设备处于禁止状态。

(2) 主机对 Hub 进行状态查询以确认设备的连接。

(3) 主机已经知道有一台新的 USB 设备连接到 USB 系统中，然后它激活设备所连接 Hub 相应端口，并发出一个端口复位命令。

(4) Hub 将傅卫星保持 10ms，为连接到该端口的设备提供 100mA 的总线电流。这时候该设备处于上电状态，它的所有寄存器将被复位。

(5) 在设备分配到唯一的 USB 地址前，它的默认通道均使用主机的默认地址。然后主机读取设备的描述符，以确定最大数据包大小。

(6) 主机分配一个唯一的 USB 地址给该设备，并使它处于 Addressed 状态。

(7) 主机开始读取设备的配置描述符。

(8) 根据读取的配置描述符，主机为该设备指定一个配置值，此时，设备已经处于配置状态，它所有的端点这时也处于配置值所描述的状态，即该设备已处于准备使用的状。

4.10、I<sup>2</sup>C 总线在传送数据过程中共有三种类型的信号，它们分别是开始信号、结束信号和应答信号。

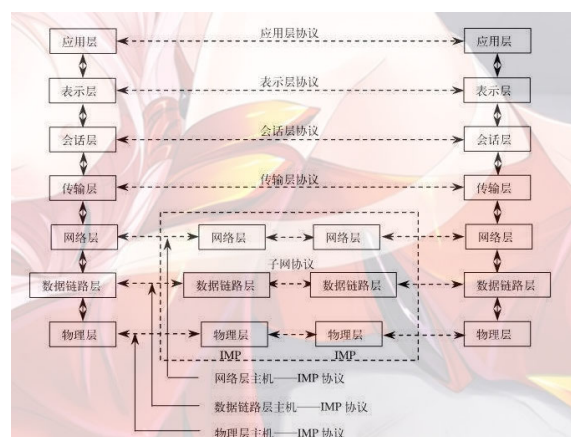
4.11、几乎所有的外围设备都需要通过中断来实现或管理与主机之间的数据交换。中断应被广泛地应用到各种嵌入式系统中。引起中断的事件或者原因称为中断源，意指发生中断请求的来源。中断源包括内部中断和外部中断两类。内部中断是由处理器执行的指令所引起的，如缺页、除数为 0、溢出等，也称软件中断。外部中断则是由处理器以外的硬件部件所引起的，也被称为外部中断。

## 第五章：

5.1、在嵌入式系统中，系统结构自下而上，通常可以分成如下四个层次：硬件、操作系统、中间件和应用层程序。

## 第六章：

6.1、7 层开放式系统互联模型：



6.2、报文在网络设备之间的传递方式主要有请求/应答方式和推移方式。

6.3、嵌入式系统分为 I/O 密集型系统和计算密集型系统两种类型。根据正在设计的嵌入式系统的类型，分别使用不同的策略有助于快速设计有效的系统。

对于 I/O 密集型系统，从 I/O 设备以及关联的处理入手。这类系统，需要做大量 I/O 工作，因此系统需要在设备的本地对数据进行一些必要的处理后，才能把数据传送到网络上，设计时考虑如下问题：

- (1) 编制 I/O 设备的详细清单。
- (2) 根据预算，确定哪个任务需要具有很短的进程期限，并判断网络传输是否能满足需求。
- (3) 确定哪些任务处理元素或网络接口。
- (4) 分析通信时间，确定关键性通信是否可能相互影响，确定为了达到通信的实现要求，是否需要使用复杂网络和多个网络。
- (5) 为 I/O 设备分配所需的最小数量的处理设备。
- (6) 用计算密集型系统的设计步骤设计系统的其他部分。

对于计算密集型系统，从进程入手，按以下步骤来考虑进程，进程期限以及通信。

- (1) 从具有最短进程期限的任务开始，任务的进程期限越短，越有可能单独需要一个或多个处理设备。如果一个高优先级与低优先级任务共享处理任务，那么不仅需要更昂贵的处理设备，而且还会非线性地增加调度开销。
- (2) 分析通信时间，确定关键性通信是否可能相互影响。
- (3) 尽可能把优先级任务分配到共享的处理设备上。

6.4、嵌入式 TCP/IP 通常被认为是一个 4 层协议系统，分为应用层、传输层、网络层和网络接口层。传输层有 TCP 和 UDP 两种传输协议。

6.5、嵌入式系统通过什么方式接入互联网

答：目前主要有以下两种方法可以实现嵌入式系统接入互联网。

(1) 利用 NIC（网络控制卡/网卡）实现网络接口，由系统软件提供其他所需协议。(2) 在嵌入式系统开发时，利用具有协议栈结构的微控制器芯片和物理层的接收器来实现网络接口

## 第七章

7.1、IEEE 对实时系统的定义是“那些正确性不仅取决于计算的逻辑结果也取决于产生结果所花费时间的系统”。

7.2、实时系统对响应时间的限制有着严格的要求，依据超过限制时间后系统计算结果的有效性，可以将实时系统分为软实时系统和硬实时系统两类。在硬实时系统中，一旦超过规定的期限，系统的计算结果将完全失效或者是高度失效，系统将遭受毁灭性的灾难（核电站、水坝）；而在软实时系统中，系统的计算将大打折扣，但不至于像硬实时系统一样失效，而且主要体现在系统的性能会有所下降。

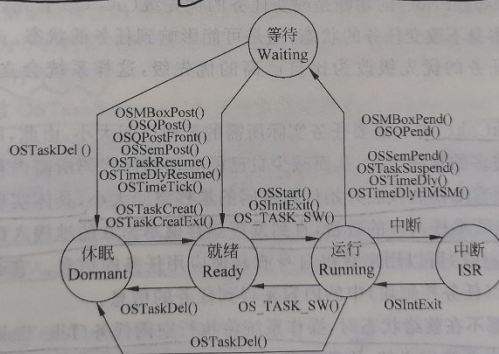
7.3、从实时系统的应用特点来看，实时操作系统可以分为两种：一般实时操作系统和嵌入式实时操作系统。一般实时操作系统应用于实时处理系统的主机和实时查询系统等实时性较弱的实时系统，并且提供了开发、调试、运用一致的环境。嵌入式实时操作系统应用于实时性比较高的实时操作系统，并且应用程序的开发过程是通过交叉编译开发环境来完成的，即开发环境和运行环境是不一致的。嵌入式实时系统具有所占存储空间小、可固化使用、实时性强等特点（毫秒/微秒数量级）。实时操作系统的特点：异步事件响应能力；任务切换和中断延迟

时间确定；基于优先级的中断和抢占式调度；内存锁定；同步互斥。

### 7.5、常用的嵌入式操作系统：嵌入式 Linux、VxWorks、Windows CE 等。

$\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  可以管理 64 个任务, 其中保留了 4 个最高优先级和 4 个最低优先级的任务供自己使用, 所以用户可以使用的有 56 个任务。任务的优先级越高, 反映优先级的值则越小。

- 睡眠态 (Dormant): 任务处于该状态时, 仅有任务代码, 并没有由操作系统处理。
- 就绪态 (Ready): 任务处于该状态时, 随时可以准备运行。
- 运行态 (Running): 正在运行的任务,  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  运行就绪优先级最高的任务。
- 挂起态 (Waiting): 当任务处于该状态时, 任务不会运行, 只有当任务返回就绪状态时, 才可以运行。



7.7、 $\mu$ C/OS-II 中提供了三种特殊数据共享和任务通信的方法：信号量、邮箱和消息队列。



交叉编译的 GCC 生成目标机可以执行的程序。GCC 对默认文件的处理如表 8.1 所示。

表 8.1 GCC 默认处理的文件

文件类型	扩展名	文件说明
文本文件	*.c	C 语言源文件
	*.C, *.cxx, *.cc	C++ 语言源文件
	*.i	预处理后的 C 语言源文件
	*.ii	预处理后的 C++ 语言源文件
	*.s *.S	汇编语言
	*.h	头文件
二进制文件	.o	目标文件
	.so	动态库(共享库)
	.a	静态库(归档文件)

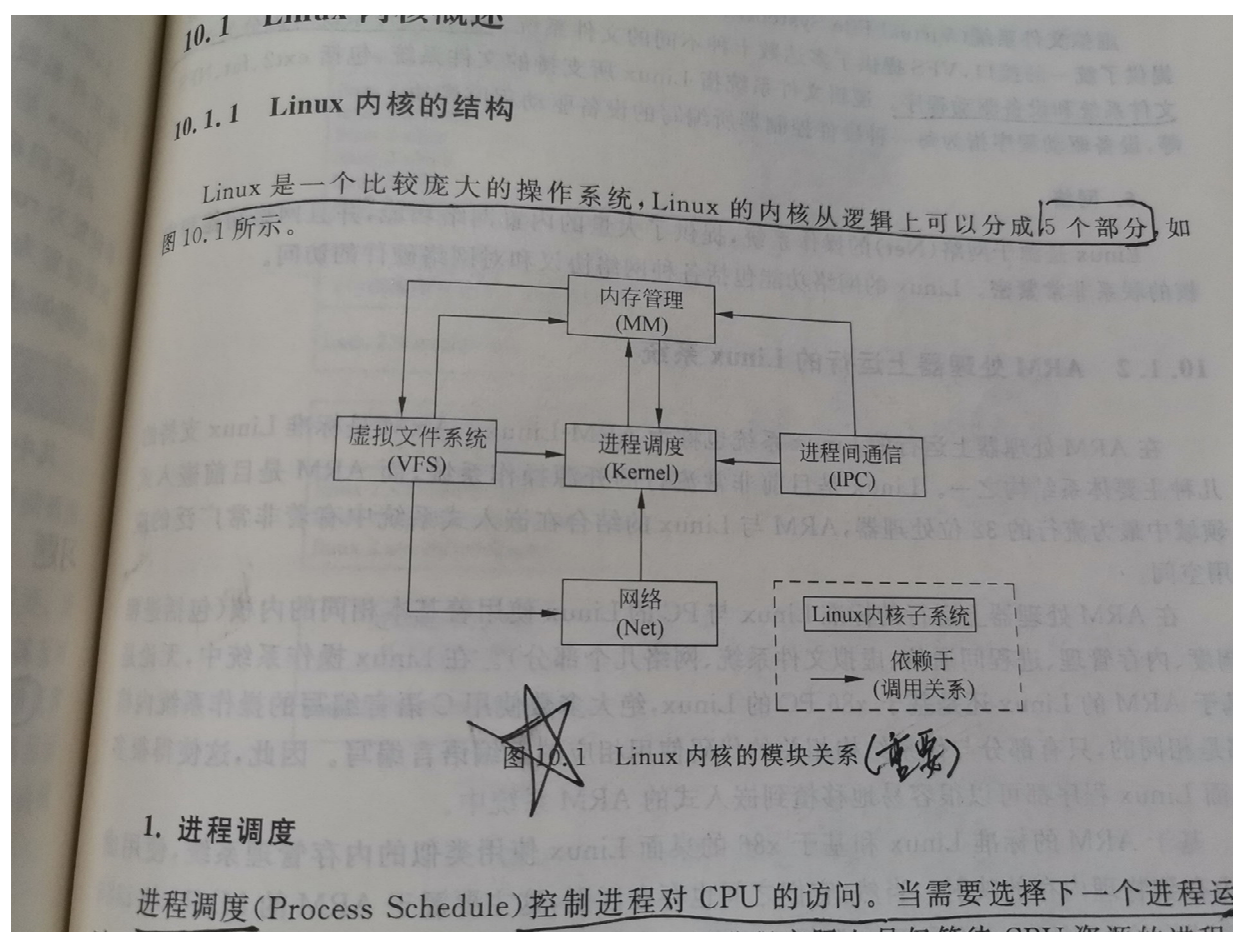
GCC 是一组工具的集合,包含预处理器、编译器、汇编器、链接器等部分。当使用 GCC 的时候,将根据需要调用所需要的工具。对于默认的文件名,GCC 可以自动选择工具自动的完成文件处理过程。从 C 语言的源程序到可执行文件,实质上是依靠 GCC 调用一系列的 Binutils 工具完成。

## 第九章:

9.1、嵌入式 Linux 系统一般来说由三个部分组成: BootLoader、Linux 内核、根文件系统。

9.2、文件系统是文件存放在磁盘等存储设备上的组织方法。主要体现在对文件和目录的组织上。

## 第十章:



## 第十一章：

11.1、设备驱动程序是内核的一部分，主要完成以下功能：

- (1) 对设备初始化和释放
- (2) 把数据从内核传送到硬件和从硬件读取数据
- (3) 读取应用程序传送给设备文件的数据和回送应用程序请求的数据
- (4) 检测和处理设备出现的错误

11.2、Linux 操作系统的驱动程序分为三种基本的类型

- (1) 字符设备
- (2) 块设备
- (3) 网络设备

## 第十二章：

评估测试的覆盖率可以通过软件方法或硬件估计。常用的估计方法包括软、硬件插桩和执行测试语句。

另：

操作系统的选择：通常，操作系统的选择与硬件配置有关。操作系统的选择主要需要考虑到以下几个方面：(1) 操作系统本身所提供的开发工具。(2) 操作系统向硬件接口移植的难度。(3) 操作系统的内存要求。(4) 开发人员是否熟悉此操作系统及其提供的系统 API。(5) 操作系统是否提供硬件的驱动程序如网卡。(6) 操作系统是否有可裁剪性。(7) 操作系统的实时性能。

一般来说，I/O 接口电路必须提供以下基本功能

- (1) 数据缓冲功能
- (2) 接收和执行 CPU 命令的功能
- (3) 信号电平转换的功能
- (4) 数据格式变换功能，如串行与并行的转换，8 位于 16 位、32 位数据格式的转换等
- (5) 设备选择功能
- (6) 中断管理功能

接口电路：

