

北京工业大学计算机学院

# 系统软件课程设计 指导书

# 目录

一、课程设计的目的和意义.....	1
二、课程设计题目和时间安排.....	1
2.1 Linux 源码版本要求和预备知识 .....	1
2.2 课程设计时间安排.....	1
2.3 课程设计指导教师.....	2
2.4 课程设计题目选择.....	2
2.5 任务描述.....	2
任务 1 分析 Linux 内核--系统启动.....	3
任务 2 分析 Linux 内核—内存管理 .....	3
任务 3 分析 Linux 内核--进程控制.....	4
任务 4 分析 Linux 内核--时钟中断与进程调度.....	4
任务 5 分析 Linux 内核--进程间通信.....	4
任务 6 进程调度算法模拟.....	5
任务 7 主存空间分配与回收算法模拟.....	6
任务 8 模拟 DOS 文件的建立和使用 .....	8
任务 9 磁盘调度算法模拟.....	10
三、课程设计报告的内容及要求.....	11
3.1 课程设计报告内容要求.....	11
3.2 课程设计报告的格式要求.....	12
3.3 需要注意的问题.....	12
四、课程设计的考核与成绩评定.....	13
4.1 成绩评定方法.....	13
4.2 中期检查.....	13
4.3 验收要求.....	13
4.4 验收过程.....	14
4.5 验收时间和地点.....	14
五、如何阅读 Linux 源代码 .....	14
六、Linux 源代码阅读工具 .....	15

# 一、课程设计的目的和意义

本次系统软件课程设计的主要任务有两个方面：一方面是分析 Linux 内核源代码；另一方面是进行系统级的程序设计。本课程设计是操作系统原理课程的延伸。通过该课程设计，使学生更好地掌握操作系统各部分结构、实现机理和各种典型算法，加深对操作系统的设计和实现思路的理解，培养学生的系统设计和动手能力，学会在内核、系统调用及应用程序几个层次上分析和编写程序。课程设计的实施将使学生在以下几个方面有所收获：（1）加深对操作系统原理的理解，提高综合运用所学知识的能力；（2）培养学生自主查阅参考资料的习惯，增强独立思考和解决问题的能力；（3）通过课程设计，培养严谨的科学态度和协作精神。

## 二、课程设计题目和时间安排

### 2.1 Linux 源码版本要求和预备知识

（1）本次课程设计所分析的源代码为 Linux 2.4.18 版本(有蒋静、徐志伟著《操作系统原理：技术与编程》的同学，也可从随书携带的光盘中得到)。

（2）课程设计要求及源代码下载地址：

<https://www.kernel.org/pub/linux/kernel/v2.4/linux-2.4.18.tar.gz> 或  
<http://172.21.17.211/subjects/ssp/linux-2.4.18.tar.gz>

（3）源代码阅读辅助工具：

在 Windows 环境下推荐 Source Insight (Trial Version):  
<https://www.sourceinsight.com/>

（4）要有操作系统和计算机原理的基本知识；对 C 语言比较熟悉，最好要有汇编语言的了解和 GNU C 对标准 C 的扩展知识的了解。熟悉 Linux 内核源代码的整体分布情况。

### 2.2 课程设计时间安排

课程设计时间安排：请根据老师布置的时间节点安排

- 课设宣讲
- 课设时间

● 答疑时间：请随时注意负责老师的通知

## 2.3 课程设计指导教师

- 王丹, [wangdan@bjut.edu.cn](mailto:wangdan@bjut.edu.cn)
- 金雪云, [jinxueyun@bjut.edu.cn](mailto:jinxueyun@bjut.edu.cn)
- 高红雨, [hygao@bjut.edu.cn](mailto:hygao@bjut.edu.cn)
- 杜晓林, [du\\_xiaolin@bjut.edu.cn](mailto:du_xiaolin@bjut.edu.cn)

## 2.4 课程设计题目选择

本次课设，同学可以在 5 类题目中任选一个。其中有 4 类题目要求以小组为单位完成，有 1 类题目要求以个人为单位完成。分组遵循自愿组合原则，并综合考虑自己能力、兴趣、优势互补等因素。分组时原则上在每个老师所负责的课堂范围内选择（可以跨班级），但是尽量避免跨课堂组合；如果确实需要跨课堂，请在报名时一定注明。

**选题、报名请安“雨课堂”通知办理。**

**要求：一旦提交分组名单后，不允许擅自更换课程设计题目。**

题目类别如下：

1、分析 Linux 内核源代码。**以小组为单位完成，每组 3 名同学。**每组同学在“2.5 任务描述”从**任务 1 至 5 当中任选 1 题**。选择任务 1，2，4 的同学还需要完成一个单独的《华为开发社区调研报告》。报告内容要求另行给出。

2、操作系统相关原理及算法实现和模拟。**只能由一个人独立完成。**

关于题目选择可以下来两个方案中挑选一种：

方案一：任务 6、任务 7 和任务 9（共计完成 3 个任务）；

方案二：任务 8，再加上从任务 6、7、9 中任意选择一个（共计完成 2 个任务）。

图形用户界面（GUI）不作为必需的要求。如果实现了 GUI，在评估时适当加分。

3、Pinos 项目。**以小组为单位完成，每组 3 名同学。**内容与要求另册说明。

## 2.5 任务描述

**任务 1 - 任务 5：为分析 Linux 内核源代码；**

**任务 6 - 任务 9：为程序设计**

## 任务 1 分析 Linux 内核--系统启动

[目的] 了解Linux系统的启动过程

[要求]

- (1) 掌握BIOS启动过程
- (2) 掌握系统引导过程
- (3) 掌握实模式下的系统初始化
- (4) 掌握内核解压缩过程
- (5) 掌握保护模式下的系统初始化

[代码] (汇编代码)

- (1) arch/i386/bootsect.S
- (2) arch/i386/boot/setup.S
- (3) arch/i386/boot/compressed/head.s
- (4) arch/i386/kernel/head.S

[难度] 稍难

## 任务 2 分析 Linux 内核—内存管理

[目的] 了解Linux的内存管理实现机制

[要求]

- (1) 掌握x86 的地址映射过程
- (2) 掌握线性地址和物理地址的相互转换
- (3) 掌握物理页面的分配和回收，描述物理页面的数据结构的作用和意义
- (4) 掌握缺页异常处理过程

[代码]

- (1) linux/mm/vmalloc.c
- (2) linux/mm/memory.c
- (3) linux/mm/page\_io.c
- (4) linux/mm/page\_alloc.c
- (5) linux/mm/mmap.c
- (6) linux/arch/i386/mm/fault.c
- (7) linux/mm/swap.c

[难度] 较难

### 任务 3 分析 Linux 内核--进程控制

[目的] 了解Linux 中的进程控制

[要求]

- (1) 掌握进程描述符及其重点字段的含义
- (2) 掌握Linux 中创建进程的过程
- (3) 掌握相关的数据结构和相关的系统调用
- (4) 了解其执行的内存变动和硬件的相关变化

[代码]

- (1) kernel/fork.c
- (2) fs/exec.c
- (3) kernel/exit.c

[难度] 较容易

### 任务 4 分析 Linux 内核--时钟中断与进程调度

[目的] 了解时钟中断与进程调度

[要求]

- (1) 掌握系统时钟的初始化；
- (2) 掌握时钟中断的处理
- (3) 掌握定时器的实现
- (4) 掌握Linux 进程的调度时机和调度策略

[代码]

- (1) arch/i386/kernel/time.c
- (2) kernel/timer.c
- (3) kernel/sched.c

[难度] 中等难度

### 任务 5 分析 Linux 内核--进程间通信

[目的] 学习进程间通信方法

[要求]

- (1) 掌握管道的创建和读写过程等

- (2) 掌握共享内存区的创建、控制和管理方法
- (3) 掌握信号的发送，接收和处理过程
- (4) 掌握消息缓冲区、消息结构、消息队列结构，以及相关的系统调用
- (5) 掌握信号量的创建方法、信号量的操作以及对信号量的控制和管理

[代码]

- (1) fs/pipe.c
- (2) ipc/shm.c
- (3) ipc/msg.c
- (4) ipc/sem.c
- (5) kernel/signal.c

[难度] 较容易

## 任务 6 进程调度算法模拟

### 1 设计目的

- (1) 要求学生设计并实现一个模拟进程调度的算法(时间片轮转及先来先服务)。
- (2) 理解进程控制块的结构。
- (3) 理解进程运行的并发性。
- (4) 掌握进程调度算法。

### 2 设计要求

在多道程序运行环境下，进程数目一般多于处理机数目，使得进程要通过竞争来使用处理机。这就要求系统能按某种算法，动态地把处理机分配给就绪队列中的一个进程，使之运行，分配处理机的任务是由进程调度程序完成的。一个进程被创建后，系统为了便于对进程进行管理，将系统中的所有进程按其状态，将其组织成不同的进程队列。于是系统中有运行进程队列、就绪队列和各种事件的进程等待队列。进程调度的功能就是从就绪队列中挑选一个进程到处理机上运行。进程调度的算法有多种，常用的有优先级调度算法、先来先服务算法、时间片轮转算法。

进程是程序在处理机上的执行过程。进程存在的标识是进程控制块（PCB），进程控制块结构如下：

```
typedef struct node
{
    char cmd_name[10]; /* 进程所执行程序的文件名 */
    int pid;           /* 进程 ID */
    int prio;          /* 进程优先数 */
    int round;         /* 进程时间轮转时间片 */
    int cputime;       /* 进程占用 CPU 时间 */
    int needtime;      /* 进程到完成还需要的时间 */
}
```

```

    int count;           /* 计数器 */
    char state;          /* 进程的状态 */
    struct node *next;   /* 链指针 */
} PCB;

```

系统创建一个进程，就是由系统为某个程序设置一个 PCB，用于对该进程进行控制和管理，进程任务完成，由系统收回其 PCB，该进程便消亡。每个进程可以有三个状态：**运行状态、就绪状态和完成状态**。

用 C 语言、C++ 或者 Java 语言编写一个程序实现进程调度的算法，模拟进程调度的过程，加深对进程控制块概念和进程调度算法的理解。

**本任务要求完成时间片轮转及先来先服务两个算法。**

### 3. 时间片轮转算法完成进程的调度

设计要求：

- (1) 进程的调度采用时间片轮转算法。
- (2) 设计三个链队列，分别用来表示运行队列、就绪队列和完成队列。
- (3) 用户输入进程标识符以及进程所需的时间，申请空间存放进程 PCB 信息。
- (4) 输出的格式和上面的运行结果分析中的格式相同。

时间片轮转调度，具体做法是调度程序每次把 CPU 分配给就绪队列首进程使用一个时间片。当这个时间片结束时，就强迫一个进程让出处理器，让它排列到就绪队列的尾部，等候下一轮调度。实现这种调度要使用一个间隔时钟。当一个进程开始运行时，就将时间片的值置入间隔时钟内，当发生间隔时钟中断时，就表明该进程连续运行的时间已超过一个规定的时间片。此时，中断处理程序就通知处理器调度进行处理器的切换工作。

### 4. 用先来先服务算法完成进程的调度

设计要求：

- (1) 进程的调度采用先来先服务算法。
- (2) 设计三个链队列，分别用来表示运行队列、就绪队列和完成队列。
- (3) 用户输入进程标识符以及进程所需的时间，申请空间存放进程 PCB 信息。
- (4) 输出的格式和上面的运行结果分析中的格式相同。

先来先服务：按照进程进入就绪队列的先后次序来分配处理器。先进入就绪队列的进程优先被挑选，运行进程一旦占有处理器将一直运行下去直到运行结束或被阻塞，这是一种非剥夺式调度。

## 任务 7 主存空间分配与回收算法模拟

### 1. 设计目的

主存是中央处理器能直接存取指令和数据的存储器，能否合理地利用主存，在很大程度上将影响到整个计算机系统的性能。主存分配是指在多道作业和多进程环境下，如何共享主存空间。主存回收是指当作业执行完毕或进



程运行结束后将主存空间归还给系统。主存分配与回收的实现是与主存储器的管理方式有关。本次设计主要是为了帮助学生深入理解主存空间的分配与回收的几种算法。

- (1) 掌握最先适应分配算法
- (2) 掌握最优适应分配算法
- (3) 掌握最坏适应分配算法

## 2. 设计要求

用户提出内存空间请求，系统根据申请者要求，按照最先适应分配算法的分配策略分析内存空间的使用情况，找出能满足请求的空闲区，分给申请者，当程序执行完毕时，系统要收回它所占用的内存空间。

建立空闲分区数据文件，空闲分区数据文件包括若干行，每行有两个字段：起始地址、内存块大小（均为整数），各字段以逗号隔开。下面是一个空闲区数据文件的示例：

```
0, 10
18, 10
34, 10
54, 09
```

读取空闲区数据文件，建立空闲区表并在屏幕上显示空闲内存状态，空闲区表记录了可供分配的空闲内存的起始地址和大小，用标志位指出该分区是否是未分配的空闲区。

接收用户的内存申请，格式为：作业名、申请空间的大小。

按照内存分配算法中的一种方法选择一个空闲区，分割并分配，修改空闲区表，填写内存已分配区表（起始地址、长度、标志位），其中标志位的一个作用是指出该区域分配给哪个作业。

进程结束后回收内存。

空闲区表的结构如下：

```
typedef struct node {
    int start;
    int length;
    char tag[20];
} job;
```

### 本次设计要求完成如下算法：

- (1) 设计一个内存分配回收的程序使用最先适应分配算法
- (2) 设计一个内存分配回收的程序使用最优适应分配算法
- (3) 设计一个内存分配回收的程序使用最坏适应分配算法

用户提出内存空间请求，系统根据申请者要求，选择上述算法的一种分配策略分析内存空间的使用情况，找出合适的空闲区，分给申请者，当进程执行完毕时，系统收回它所占用的内存空间。

### 3. 运行结果分析

按照自己编写的测试文件的内容，先分析一下算法应该是一个什么样的执行效果，然后实际运行程序验证一下自己的分析结果，另外还可以通过修改测试文件中的数据来看看程序运行的情况。

## 任务 8 模拟 DOS 文件的建立和使用

### 1 设计目的

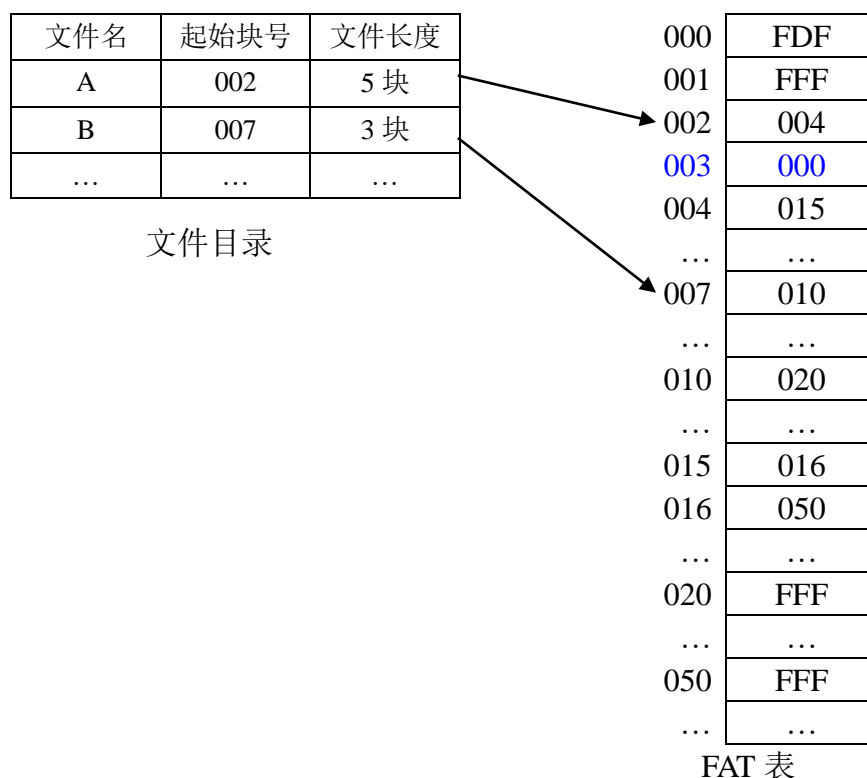
磁盘文件是磁盘上存储的重要信息，通过本实验模拟 DOS 文件的建立和使用情况，理解磁盘文件的物理结构。文件管理是操作系统中重要的内容之一，不同的文件系统提供了不同的物理结构，通过实验，深入理解文件的物理结构与存取方法之间的关系，以便更好的掌握文件系统的概念。

### 2 设计要求

#### <1> 模拟设计 DOS 操作系统中磁盘文件的存储结构

DOS 操作系统对磁盘文件的管理采用链接结构，将所有的链接指针集中在一起，存放在文件分配表（FAT）中。连接文件的第一个物理块号登记在文件目录中。其设计思想是：假定磁盘上共有  $N$  个物理块可供使用，当要存放文件时，从 FAT 表中寻找其值为 0 的项，用其对应的物理块存放文件信息，并把文件占有的各物理块用链接指针登记在 FAT 表中，再把文件的第一个物理块号登记在文件目录中。

文件目录及 FAT 表如图所示：



在 DOS 中 FAT 表的前两项用来记录磁盘的类型。而从第 2 项开始记录磁盘的分配情况和文件各物理块的链接情况。在 FAT 表中第 3 项的值如果为 000，表示对应的第三块空闲。由图还知道文件 A 的各记录依次存放在第 2、第 4、第 15、第 16、第 50 等六个物理块中。第 50 块中的指针为 FFF，表示文件 A 的结束。文件 B 的各记录依次存放在第 7、10、20 等三个物理块中。第 20 块中的指针为 FFF。

假定磁盘存储空间共有 100 个物理块，设计一个文件分配表。为了简单，文件分配表可用一个数组定义，其中每一个元素与一个物理块对应。当第 i 个元素为 0 时，表示第 i 块空闲；当第 i 个元素既不为 0 也不为 FFF 时，其值表示该文件的下一个物理块号。另外，再设一个空闲块总数变量记录系统还有的空闲块数。

为了简单，假定一个物理块指存放一个逻辑记录，要求设计一个程序，把文件的逻辑记录结构转换成 DOS 的链接结构。当用户要求将已在主存的文件保存在磁盘上时，给出文件名及文件的记录个数，系统应能在磁盘上正确地保存文件。或当用户要求给指定文件增加记录时，也应正确的实现，并插在指定记录之后。

为了正确地执行模拟程序，可用键盘模拟输入用户的要求。输入格式为：

write(文件名，记录个数)

或

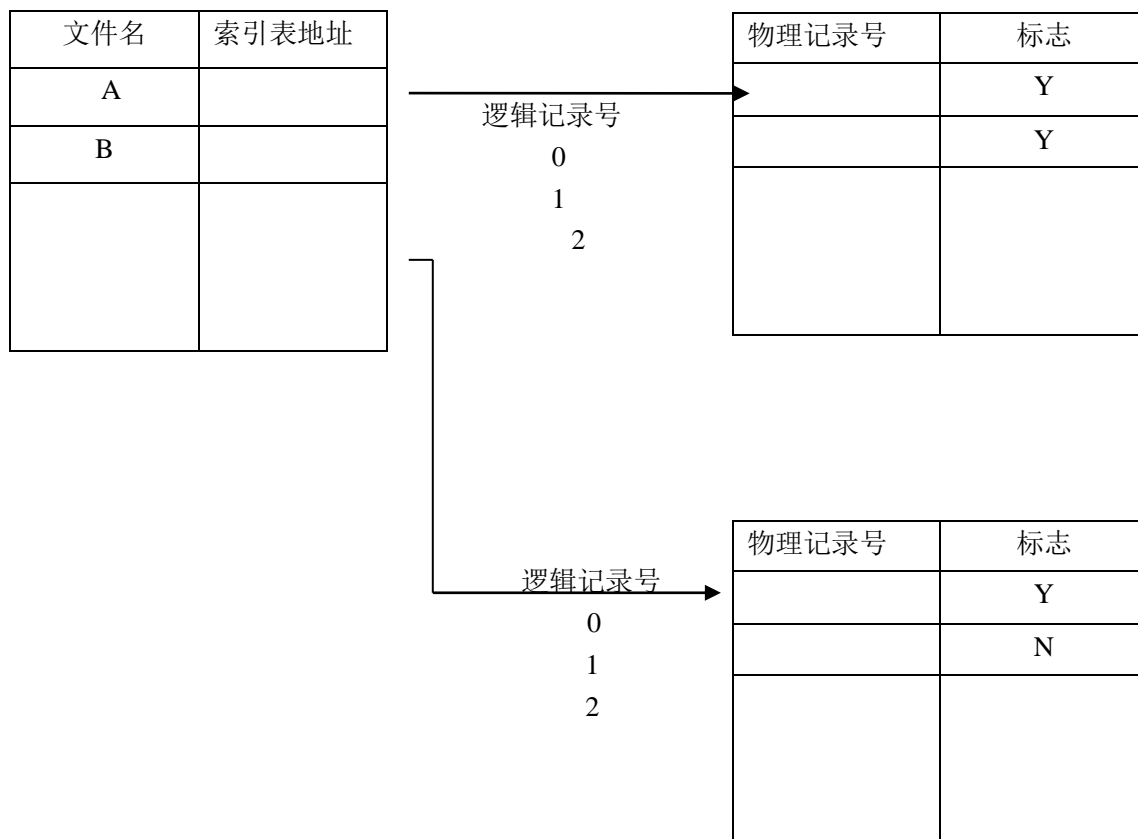
insert(文件名，逻辑记录号)

## <2> 模拟设计便于直接存取的索引文件结构

为了便于用户直接存取文件的各个逻辑记录，在 MS-DOS 中通过文件目录，再沿着链查找 FAT 表，便可直接找到指定逻辑记录对应的物理块。在小型机或更高级的文件系统中，直接存取文件的方法是为每个文件建立一个索引表，指出

各逻辑记录与物理块的对应关系。

最简单的形式是一个逻辑记录对应一个物理块。文件目录与索引表的关系如图所示。



通常索引表按照逻辑记录顺序建立，这样既有利于顺序存储，又有利于直接存储。为了标识哪些记录已经建立，哪些记录还没建立，故在索引表中增设一个标志位。写文件或插入一个记录的过程是寻找一个空闲物理块，然后将其填入索引表对应项中。其建立过程同第一题，即 `write`（文件名，记录号）和 `insert`（文件名，记录号）。

要求用位示图描绘出磁盘的使用情况，并要求模拟程序执行过程的每一步都能显示文件目录、位示图、索引表。

## 任务 9 磁盘调度算法模拟

### 1.设计目的

- (1) 要求学生设计一个模拟磁盘调度的程序
- (2) 理解磁盘调度过程中的三个时间段

### (3) 理解磁盘调度的三种算法

## 2.实验原理

共享设备的典型代表为磁盘，磁盘的物理块的地址由柱面号、磁道号、扇区号来指定，完成磁盘某一个物理块的访问要经过三个阶段：寻道时间  $T_s$ 、旋转延迟  $T_w$  和读写时间  $T_{rw}$ 。

寻道时间  $T_s$  是磁头从当前磁道移动到目标磁道所需要的时间；旋转延迟  $T_w$  是当磁头停留在目标磁道后，目标物理块从当前位置旋转到磁头位置的时间；读写时间  $T_{rw}$  是目标物理块内容与内存中对应交换的时间。磁盘调度的原则是公平和高吞吐量，衡量指标有访问时间  $T$  和平均访问时间  $T_a$ ：

$$T = T_s + T_w + T_{rw}$$

$$T_a = T_{sa} + T_{wa} + T_{rwa}$$

寻道时间和旋转延迟成为调度算法的主要考虑因素。减少访问时间就是要减少寻道时间和旋转延迟。

## 3 设计要求

- (1) 设计并实现一个函数，完成先来先服务的磁盘调度功能
- (2) 设计并实现一个函数完成最短寻道时间优先的磁盘调度功能。
- (3) 设计并实现一个函数完成电梯算法的磁盘调度功能。

# 三、课程设计报告的内容及要求

## 3.1 课程设计报告内容要求

课程设计报告应该能够反映学生完成课程设计题目的全部情况，包括对课程设计题目要求的分析、功能描述、算法或者模型分析等等。课程设计报告应该包括下列主要内容：

- 报告题目（见封面要求，封面上注明提交的时间）
- 报告摘要
- 关键词
- 引言（总体介绍整个任务。对于小组完成的课题，要求详细说明每名同学的分工和工作量）
- 每名同学撰写自己所负责的工作，包括如下内容：
  - ◆ 本部分代码功能综述，以及函数调用关系图
  - ◆ 数据结构及变量说明
  - ◆ 完成功能的主要函数

- ◆ 主要流程图
- ◆ 程序段的功能描述（详细的代码注释另行提交）
- 结束语
  - ◆ 剖析体会：① 结合操作系统的理论学习，谈操作系统具体功能如何实现。② 阅读程序后有什么收获。
  - ◆ 参考文献及其在课程设计报告中的引用

## 3.2 课程设计报告的格式要求

课程设计报告根据自己老师要求提交电子版或者打印版。具体格式说明如下：

1. 标题分为三级
  - 第 1 级标题      一、      三号黑体，居中
  - 第 2 级标题      1.1      四号黑体
  - 第 3 级标题      1.1.1    小四号黑体
2. 正文
  - 五号宋体，首行缩进两个汉字，两端对齐，行间单倍距
3. 封面格式

课程设计题目名称（二号黑体字）	
学    号	_____（四号宋体）
姓    名	_____（四号宋体）
指导教师	_____（四号宋体）
XXXX 年 XX 月（五号宋体）	

## 3.3 需要注意的问题

为了完成课程设计的各项任务，并获得良好的成绩，在课程设计过程中应该注意以下几个问题：

- 1、对于在阅读源代码的过程中所遇到的头文件，如 `include/linux/time.h`，`include/linux/sched.h` 等也需要弄清楚，否则会影响程序的阅读。
- 2、本次课程设计要求阅读的 Linux 源代码版本为 2.4.18,其他版本无效；
- 3、结合操作系统基本原理进行代码分析，并进行详细分析和完整注释，注释越详细，成绩越好；
- 5、设计型题目要按照要求完成全部算法
- 6、一定要充分地考虑个人的能力选择相应的题目；
- 7、注意版权的自我保护；
- 8、认真写好课程设计报告；
- 9、有问题及时与老师联系、沟通。

## 四、课程设计的考核与成绩评定

### 4.1 成绩评定方法

课程的总成绩采用百分制。除了报告内容外，还要参照报告结构并适当考虑所选任务的难易程度。

有下列情况之一视为课程设计总评成绩不及格：

- 没有按照题目要求进行代码分析和注释；或者没有完成全部功能
- 没有按照要求编写课程设计报告；
- 通过教师考查表明课程设计不是自己独立完成的。如发现课程设计报告有抄袭现象，抄袭者和被抄者成绩都记为不及格。

### 4.2 中期检查

课设期间，指导教师要检查学生的课程设计进展情况，第一次检查最晚应在课设开始第 1 周内进行。指导教师对学生目前的进展情况进行指导，并提出改进建议和意见，具体指导次数应根据学生的进展情况来确定。指导教师要对中期检查的结果做好明确的记录。

### 4.3 验收要求

1. 学生应按照时间要求准时到指定地点验收。要求全组同学必须同时到齐；

如报告有明显问题，必须立刻修改；

2. 验收时带学生证；

## 4.4 验收过程

1、交课程设计报告和相关文件电子版

2、回答老师提出的问题

3、现场演示（针对选做任务 6 至任务 9 的同学）

## 4.5 验收时间和地点

验收时间、地点请关注各自负责老师的通知。

# 五、如何阅读 Linux 源代码

方法一：要分析 Linux 内核源代码，首先必须找到各个模块的位置，即要弄懂源码的文件组织形式，如 Linux 目录结构、Linux 程序文件的后缀名等。注意：Linux 下的汇编语言经常插入到 C 语言的代码中，以完成一些硬件相关或需要高效执行的功能。Linux 下的汇编语言格式使用的是 AT&T 格式，而 DOS/Windows 下的汇编语言使用的是 Intel 格式，要弄清楚其主要的区别。

方法之二：以程序流程为线索，一线串珠。一线串珠，就是指根据程序的执行流程，把程序执行过程所涉及到的代码分析清楚。这种方法最典型的应用有两个：一是系统的初始化过程；二是应用程序的执行流程：从程序的装载，到运行，一直到程序的退出。

方法之三：以数据结构为基点，触类旁通。程序=数据结构+算法。数据结构体现了整个系统的构架。例如，把进程控制块结构分析清楚了，就对进程有了基本的把握；把页目录结构和页表结构弄懂了，两级虚存映射和内存管理也就掌握得差不多了。

方法之四：以功能为中心，各个击破。围绕自己所分析的代码所完成的功能进行分析，如进程管理、内存管理、文件系统、硬件驱动、系统调用等。



## 六、Linux 源代码阅读工具

作为一个开放源代码的操作系统，Linux 附带的源代码库使得广大爱好者有了一个广泛学习、深入钻研的机会。然而 Linux 内核的组织极为复杂，同时，又不能像 windows 平台的程序一样，可以使用集成开发环境通过察看变量和函数，甚至设置断点、单步运行、调试等手段来弄清楚整个程序的组织结构，使得 Linux 内核源代码的阅读变得比较困难。

Source Insight3.0 是一个强大的源代码编辑器，它的卓越性能使得学习 Linux 内核源代码的难度大大降低，它是一个 Windows 平台下的共享软件，可以从 <http://www.sourceinsight.com/> 上下载 30 天试用版本。由于 Source Insight 是一个 Windows 平台的应用软件，所以首先要通过相应手段把 Linux 系统上的程序源代码弄到 Windows 平台下，这一点可以通过在 linux 平台上将 /usr/src 目录下的文件拷贝到 Windows 平台的分区上，或者从网上光盘直接拷贝文件到 Windows 平台的分区来实现。