

第二章 应用题参考答案(2015 年)

布置作业 第二章 5, 8, 12, 27, 28, 30

《操作系统教程(第五版)》，高等教育出版社, 2014.

教材课后习题 第二章（应用题部分）5, 8, 12, 27, 28, 30

5 若后备作业队列中等待运行的同时有三个作业 J1、J2、J3，已知它们各自的运行时间为 a、b、c，且满足 $a < b < c$ ，试证明采用短作业优先算法调度能获得最小平均作业周转时间。

答：采用短作业优先算法调度时，三个作业的总周转时间为：

$$T1 = a + (a+b) + (a+b+c) = 3a + 2b + c \quad ①$$

若不按短作业优先算法调度，不失一般性，设调度次序为：J2、J1、J3。则三个作业的总周转时间为：

$$T2 = b + (b+a) + (b+a+c) = 3b + 2a + c \quad ②$$

令②-①式得到：

$$T2 - T1 = b - a > 0$$

可见，采用短作业优先算法调度才能获得最小平均作业周转时间。

8 在道数不受限制的多道程序系统中,有作业进入系统后备队列时立即进行作业调度。现有 4 个作业进入系统,有关信息列于下表,当作业调度和进程调度均采用高优先级算法时(规定数大则优先级高)。

(第一个答案是按照非抢占式优先级调度计算的,如果有同学按照抢占式优先级调度计算也算正确)

| 作业名 | 进入后备队列时间 | 执行时间 | 优先级 |
|------|----------|------|-----|
| JOB1 | 8:00 | 60 分 | 1 |
| JOB2 | 8:30 | 50 分 | 2 |
| JOB3 | 8:40 | 30 分 | 4 |
| JOB4 | 8:50 | 10 分 | 3 |

试填充下表。

| 作业名 | 进入后备队列时间 | 执行时间 | 开始执行时间 | 结束执行时间 | 周转时间 | 带权周转时间 |
|---------------|----------|------|--------|--------|------|--------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 平均周转时间 $T=$ | | | | | | |
| 带权平均周转时间 $W=$ | | | | | | |

解:

【按照非抢占式优先级调度】

| 作业名 | 进入后备队列时间 | 执行时间 | 开始执行时间 | 结束执行时间 | 周转时间 | 带权周转时间 |
|---------------|----------|-------------------------|--------|--------|------|--------|
| JOB1 | 8:00 | 60 分 | 8:00 | 9:00 | 60 | 60/60 |
| JOB3 | 8:40 | 30 分 | 9:00 | 9:30 | 50 | 50/30 |
| JOB4 | 8:50 | 10 分 | 9:30 | 9:40 | 50 | 50/10 |
| JOB2 | 8:30 | 50 分 | 9:40 | 10:30 | 120 | 120/50 |
| 平均周转时间 $T=$ | | $(60+50+50+120)/4=70$ | | | | |
| 带权平均周转时间 $W=$ | | $(1+5/3+5+12/5)/4=2.52$ | | | | |

【按照抢占式优先级调度】

8:00~8:30 执行 JOB1, 余 30 分钟

8:30~8:40 执行 JOB2, 余 40 分钟

8:40~9:10 执行 JOB3, 余 0 分钟

9:10~9:20 执行 JOB4, 余 0 分钟

9:20~10:00 执行 JOB2, 余 0 分钟

10:00~10:30 执行 JOB1, 余 0 分钟

| 作业名 | 进入后备队列时间 | 执行时间 | 开始执行时间 | 结束执行时间 | 周转时间 | 带权周转时间 |
|---------------|----------|--|--------|--------|------|---------|
| JOB1 | 8:00 | 60 分 | 8:00 | 10:30 | 150 | 150 /60 |
| JOB2 | 8:30 | 50 分 | 8:30 | 10:00 | 90 | 90 /50 |
| JOB3 | 8:40 | 30 分 | 8:40 | 9:10 | 30 | 30/30 |
| JOB4 | 8:50 | 10 分 | 9:10 | 9:20 | 30 | 30/10 |
| 平均周转时间 $T=$ | | $(150+90+30+30)/4=75$ | | | | |
| 带权平均周转时间 $W=$ | | $(150 /60+ 90 /50+ 30/30+30/10)/4=2.075$ | | | | |

12. 有5个批处理作业A~E均已到达计算中心,其运行时间分别10、6、2、4和8分钟;各自的优先级分别被规定为3、5、2、1和4,这里5为最高级。若不考虑系统切换开销,计算出平均作业周转时间。(1)FCFS(按A、B、C、D、E);(2)优先级调度算法;(3)时间片轮转法(每个作业获得相同的2分钟长的时间片)。

答: (1)FCFS 调度算法

| 执行次序 | 执行时间 | 等待时间 | 周转时间 | 带权周转时间 |
|------------|------|--------------------------------|------|--------|
| A | 10 | 0 | 10 | 1 |
| B | 6 | 10 | 16 | 2.66 |
| C | 2 | 16 | 18 | 9 |
| D | 4 | 18 | 22 | 5.5 |
| E | 8 | 22 | 30 | 3.75 |
| 作业平均周转时间 | | $T=(10+16+18+22+30)/5=19.2$ | | |
| 作业平均带权周转时间 | | $W=(1+2.66+9+5.5+3.75)/5=4.38$ | | |

(2)优先级调度算法

| 执行次序 | 执行时间 | 等待时间 | 周转时间 | 带权周转时间 |
|------------|------|--------------------------------|------|--------|
| B | 6 | 0 | 6 | 1 |
| E | 8 | 6 | 14 | 1.75 |
| A | 10 | 14 | 24 | 2.4 |
| C | 2 | 24 | 26 | 13 |
| D | 4 | 26 | 30 | 7.5 |
| 作业平均周转时间 | | $T=(6+14+24+26+30)/5=20$ | | |
| 作业平均带权周转时间 | | $W=(1+1.75+2.4+13+7.5)/5=5.13$ | | |

(3)时间片轮转法

按次序ABCDEABDEABEAEA轮转执行。

| 执行次序 | 执行时间 | 等待时间 | 周转时间 | 带权周转时间 |
|------------|------|-----------------------------|------|--------|
| A | 10 | 20 | 30 | 3 |
| B | 6 | 16 | 22 | 3.66 |
| C | 2 | 4 | 6 | 3 |
| D | 4 | 12 | 16 | 4 |
| E | 8 | 20 | 28 | 3.5 |
| 作业平均周转时间 | | $T=(30+22+6+16+28)/5=20.4$ | | |
| 作业平均带权周转时间 | | $W=(3+3.66+3+4+3.5)/5=3.43$ | | |

27 某多道程序系统供用户使用的主存为 100K, 磁带机 2 台, 打印机 1 台。采用可变分区主存管理, 采用静态方式分配外围设备, 忽略用户作业 I/O 时间。现有作业序列如下:

| 作业号 | 进入输入井时间 | 运行时间 | 主存需求量 | 磁带需求 | 打印机需求 |
|-----|---------|-------|-------|------|-------|
| 1 | 8:00 | 25 分钟 | 15K | 1 | 1 |
| 2 | 8:20 | 10 分钟 | 30K | 0 | 1 |
| 3 | 8:20 | 20 分钟 | 60K | 1 | 0 |
| 4 | 8:30 | 20 分钟 | 20K | 1 | 0 |
| 5 | 8:35 | 15 分钟 | 10K | 1 | 1 |

作业调度采用 FCFS 策略, 优先分配主存低地址区且不准移动已在主存的作业, 在主存中的各作业平分 CPU 时间。现求: (1) 作业被调度的先后次序? (2) 全部作业运行结束的时间? (3) 作业平均周转时间为多少? (4) 最大作业周转时间为多少?

答: (1) 作业调度选择的作业次序为: 作业 1、作业 3、作业 4、作业 2 和作业 5。

(2) 全部作业运行结束的时间 9:30。

(3) 周转时间: 作业 1 为 30 分钟、作业 2 为 55 分钟、作业 3 为 40 分钟、作业 4 为 40 分钟和作业 5 为 55 分钟。

(4) 平均作业周转时间=44 分钟。

(5) 最大作业周转时间为 55 分钟。

分析: 本题综合测试了作业调度、进程调度、及对外设的竞争、主存的竞争。

8:00 作业 1 到达, 占有资源并调入主存运行。

8:20 作业 2 和 3 同时到达, 但作业 2 因分不到打印机, 只能在后备队列等待。作业 3 资源满足, 可进主存运行, 并与作业 1 平分 CPU 时间。

8:30 作业 1 在 8:30 结束, 释放磁带与打印机。但作业 2 仍不能执行, 因不能移动而没有 30KB 的空闲区, 继续等待。作业 4 在 8:30 到达, 并进入主存执行, 与作业 3 平分 CPU 时间。

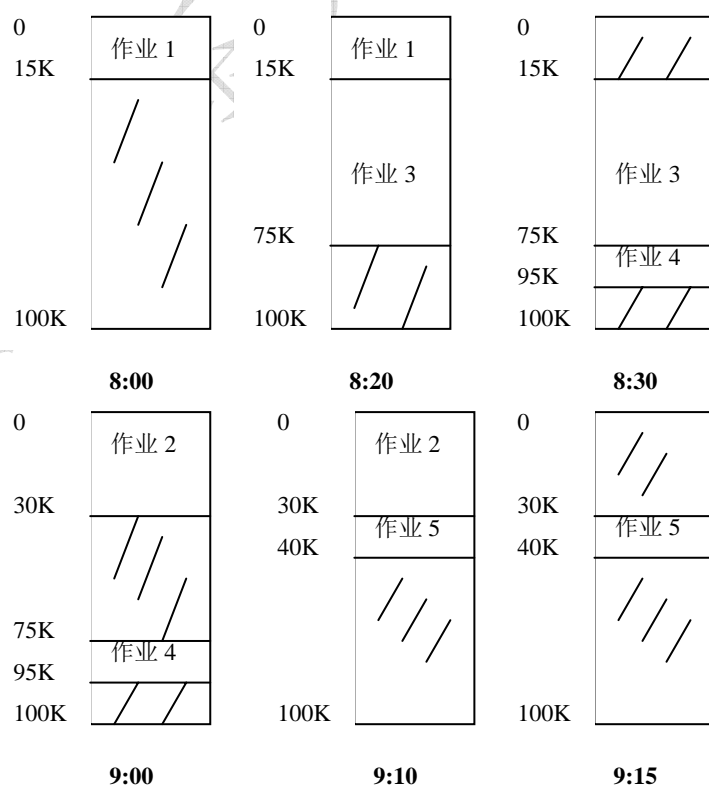
8:35 作业 5 到达, 因分不到磁带机/打印机, 只能在后备队列等待。

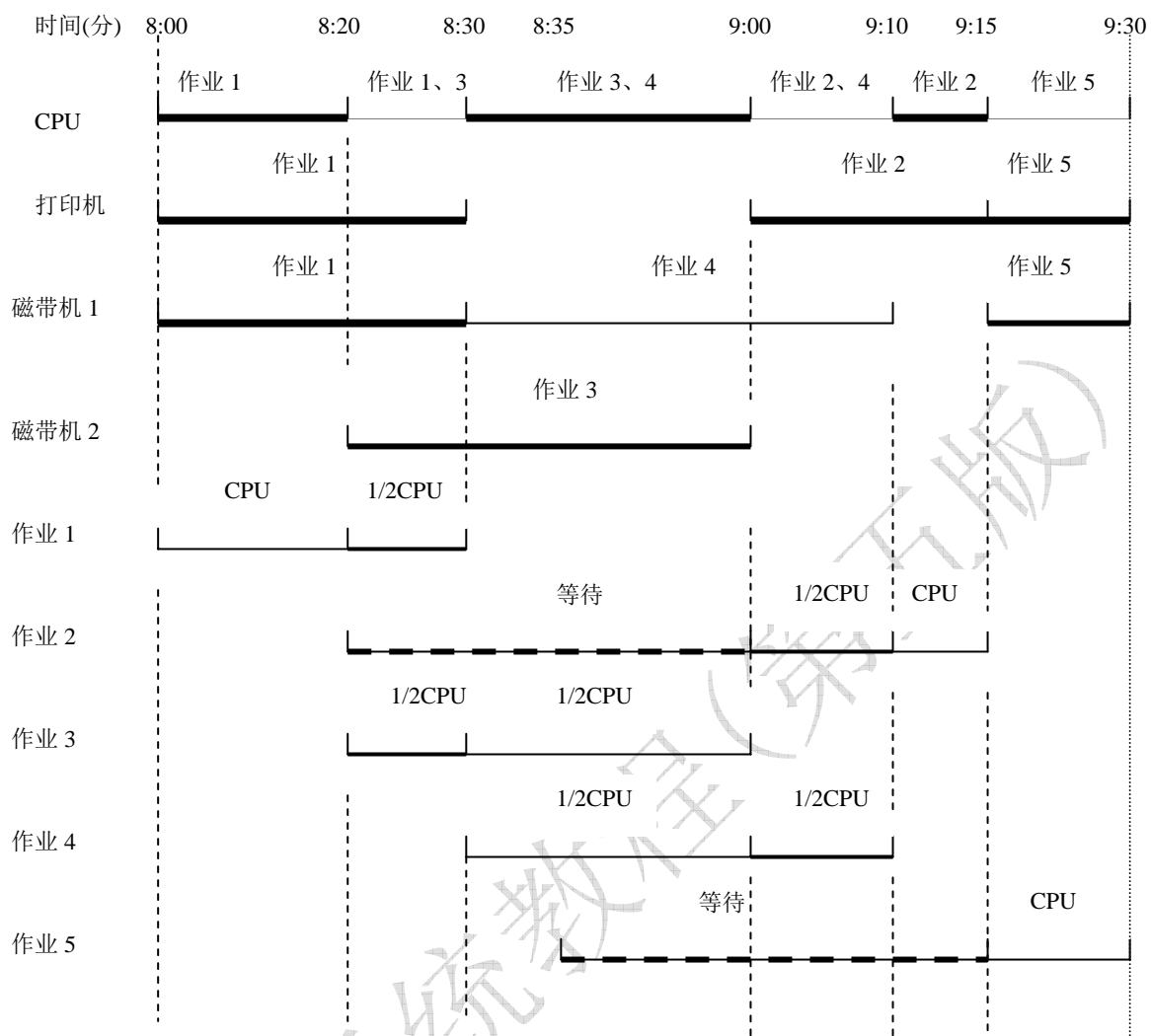
9:00 作业 3 运行结束, 释放磁带机。此时作业 2 的主存及打印机均可满足, 投入运行。作业 5 到达时间晚, 只能等待。

9:10 作业 4 运行结束, 作业 5 因分不到打印机, 只能在后备队列继续等待。

9:15 作业 2 运行结束, 作业 5 投入运行。

9:30 作业全部执行结束。





28 某多道程序设计系统采用可变分区主存管理, 供用户使用的主存为 200K, 磁带机 5 台。采用静态方式分配外围设备, 且不能移动在主存中的作业, 进程调度采用 FCFS, 忽略用户作业 I/O 时间。现有作业序列如下:

| 作业号 | 进入输入井时间 | 运行时间 | 主存需求量 | 磁带需求 |
|-----|---------|-------|-------|------|
| A | 8:30 | 40 分钟 | 30K | 3 |
| B | 8:50 | 25 分钟 | 120K | 1 |
| C | 9:00 | 35 分钟 | 100K | 2 |
| D | 9:05 | 20 分钟 | 20K | 3 |
| E | 9:10 | 10 分钟 | 60K | 1 |

现求: (1)FIFO 算法选中作业执行的次序及作业平均周转时间。(2)SJF 算法选中作业执行的次序及作业平均周转时间。

答:

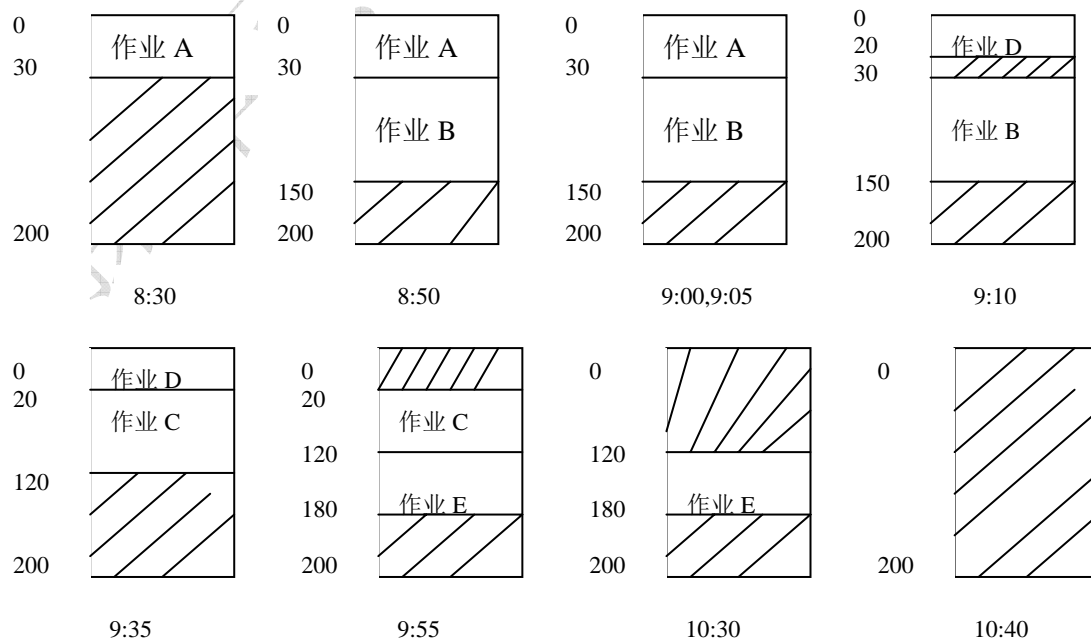
(1) FIFO 算法选中作业执行的次序为: A、B、D、C 和 E。作业平均周转时间为 63 分钟。

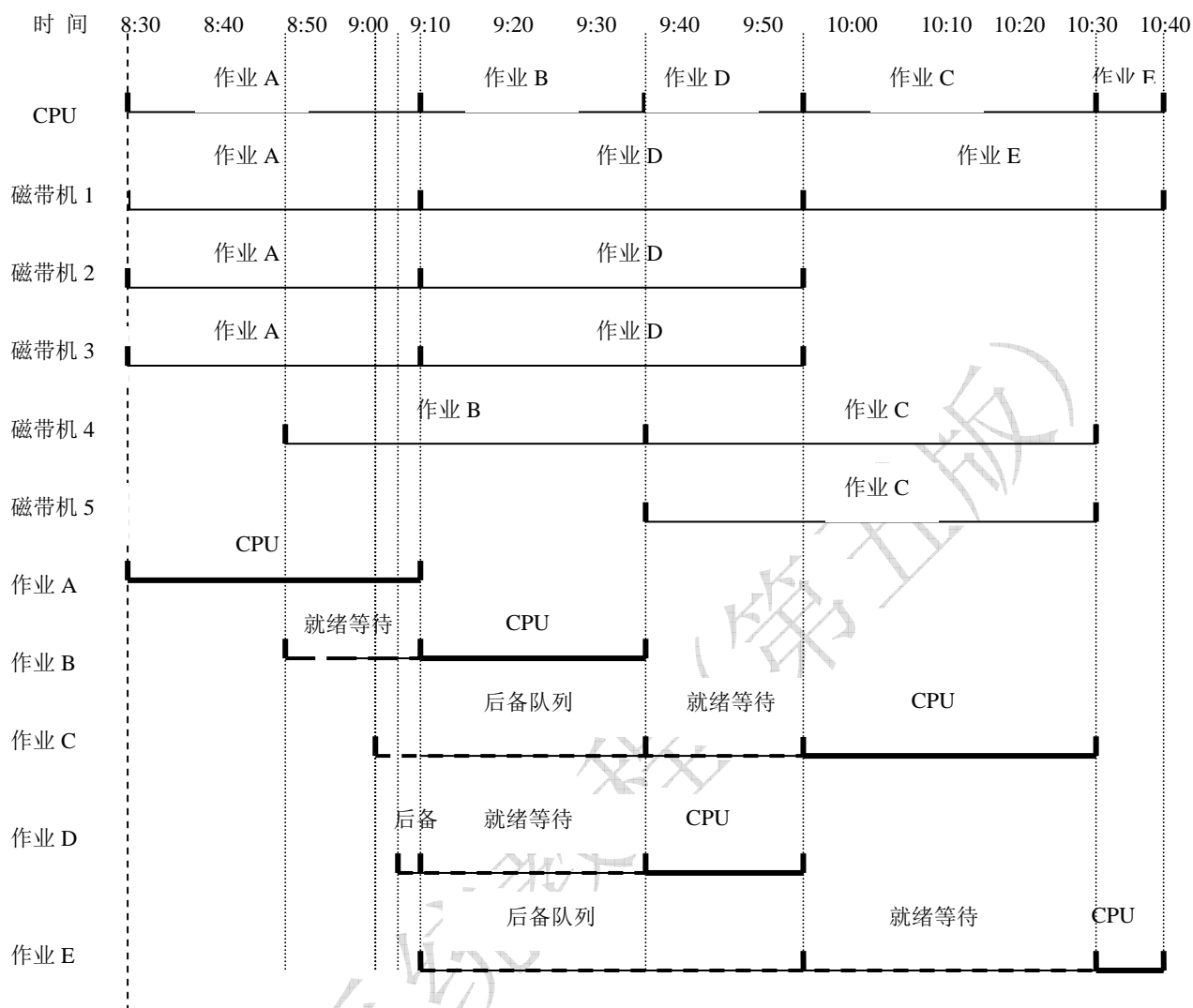
(2) SJF 算法选中作业执行的次序为: A、B、D、E 和 C。作业平均周转时间为 58 分钟。

详细说明:

【1】先来先服务算法。说明:

- (1) 8:30 作业 A 到达并投入运行。注意它所占用的资源。
- (2) 8:50 作业 B 到达, 资源满足进主存就绪队列等 CPU。
- (3) 9:00 作业 C 到达, 主存和磁带机均不够, 进后备作业队列等待。
- (4) 9:05 作业 D 到达, 磁带机不够, 进后备作业队列等待。后备作业队列有 C、D。
- (5) 9:10 作业 A 运行结束, 归还资源磁带, 但注意主存不能移动(即不能紧缩)。作业 B 投入运行。作业 C 仍因主存不够而等在后备队列。这时作业 E 也到达了, 也由于主存不够进入后备作业队列。此时作业 D 因资源满足(主存/磁带均满足), 进主存就绪队列等待。后备作业队列还有 C、E。
- (6) 9:35 作业 B 运行结束, 作业 D 投入运行。这时作业 C 因资源满足而调入主存进就绪队列等 CPU。而作业 E 因磁带机不够继续在后备作业队列等待。
- (7) 9:55 作业 D 运行结束, 作业 C 投入运行。这时作业 E 因资源满足而调入主存进就绪队列等 CPU。
- (8) 10:30 作业 C 运行结束, 作业 E 投入运行。
- (9) 10:40 作业 E 运行结束。

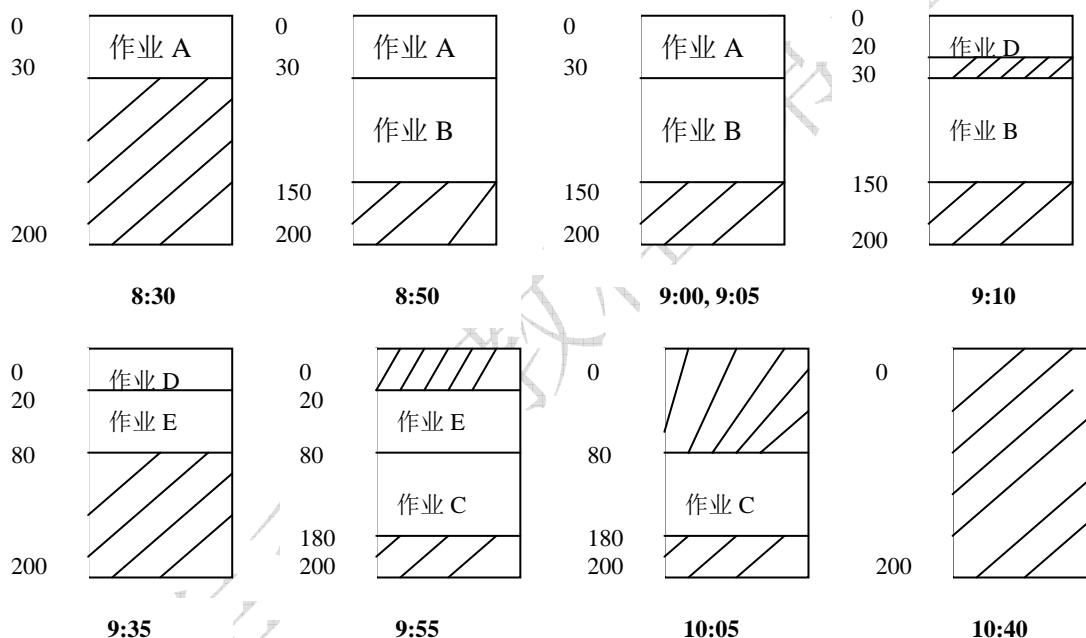




| 作业执行次序 | 进输入井时间 | 装入主存时间 | 开始执行时间 | 执行结束时间 | 周转时间 |
|----------|--------|--------|----------------------------|--------|-------|
| 作业 A | 8:30 | 8:30 | 8:30 | 9:10 | 40(分) |
| 作业 B | 8:50 | 8:50 | 9:10 | 9:35 | 45 |
| 作业 D | 9:05 | 9:10 | 9:35 | 9:55 | 50 |
| 作业 C | 9:00 | 9:35 | 9:55 | 10:30 | 90 |
| 作业 E | 9:10 | 9:55 | 10:30 | 10:40 | 90 |
| 作业平均周转时间 | | | $(40+45+50+90+90)/5=63$ 分钟 | | |

【2】短作业优先算法。说明：

- (1) 8:30 作业 A 到达并投入运行。注意它所占用的资源。
- (2) 8:50 作业 B 到达，资源满足进主存就绪队列等 CPU。
- (3) 9:00 作业 C 到达，主存和磁带机均不够，进后备作业队列等待。
- (4) 9:05 作业 D 到达，磁带机不够，进后备作业队列等待。后备作业队列有 C、D。
- (5) 9:10 作业 A 运行结束，归还资源磁带，但注意主存不能移动(即不能紧缩)。作业 B 投入运行。作业 C 仍因主存不够而等在后备队列。这时作业 E 也到达了，虽然该作业最短，也由于主存不够进入后备作业队列。此时作业 D 因资源满足(主存/磁带均满足)，进主存就绪队列等待。后备作业队列还有 C、E。
- (6) 9:35 作业 B 运行结束，作业 D 投入运行。这时作业 C 和 E 资源均满足，但按 SJF 应把作业 E 调入主存进就绪队列等 CPU。而作业 C 因**磁带机不够**继续在后备作业队列等待。
- (7) 9:55 作业 D 运行结束，作业 C 调入主存进就绪队列等 CPU。
- (8) 10:05 作业 E 运行结束，作业 C 投入运行。
- (9) 10:40 作业 C 运行结束。



1

30 多道批处理系统中配有一台处理器和两台外设 (I_1 和 I_2), 用户存储空间为 100MB。已知系统的作业调度及进程调度采用可抢占的高优先数调度算法, 主存采用不允许移动的可变分区分配策略, 设备分配按照动态分配原则。今有 4 个作业同时提交给系统, 如下表所示。试求作业平均周转时间。

| 作业名 | 优先数 | 运行时间与顺序(分钟) | 主存需求 |
|-----|-----|------------------------------------|------|
| A | 7 | CPU: 1 分, I_1 : 2 分, I_2 : 2 分 | 50MB |
| B | 3 | CPU: 3 分, I_1 : 1 分 | 10MB |
| C | 9 | CPU: 2 分, I_1 : 3 分, CPU: 2 分 | 60MB |
| D | 4 | CPU: 4 分, I_1 : 1 分 | 20MB |

答: 本题是综合性题目, 考核要点是作业调度、主存分配及作业周转时间等。当 4 个作业进入系统后:

- (1) 按照高优先级调度算法, 系统先调度作业 C。主存被 C 占有 60MB, 还有 40MB 可用空间。系统再装入 D 和 B。
- (2) 同样按照高优先级算法, 让 C 先运行。两分钟后 C 让出 CPU, 并占用 I_1 。作业 D 开始在 CPU 上执行。
- (3) 又过去 3 分钟, 作业 C 使用 I_1 完毕, 被唤醒后立即抢占 CPU, 使作业 D 回到就绪队列等待。
- (4) 2 分钟后, 作业 C 运行完。系统将 C 卸出主存, 继而装入作业 A。因 A 的优先数较高, 故立即得到运行。
- (5) 作业 A 运行 1 分钟后, 转而使用 I_1 进行 I/O。空出的 CPU 运行作业 D。
- (6) 1 分钟过后, 作业 D 放弃 CPU, 请求 I_1 因不能满足而等待。作业 B 开始运行。又过去 3 分钟, B 运行完。

CPU 的使用情况如下 (其中一个格代表 1 分钟):

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | C | D | D | D | C | C | A | D | B | B | B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

I_1 的使用情况如下 (其中一个格代表 1 分钟):

| | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|--|--|--|---|---|---|--|---|
| | | C | C | C | | | | A | A | D | | B |
|--|--|---|---|---|--|--|--|---|---|---|--|---|

I_2 的使用情况如下 (其中一个格代表 1 分钟):

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|
| | | | | | | | | | | A | A |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|

主存使用情况:

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| C (60MB) | C (60MB) | 空 | A (50MB) |
| | | | 空 (10MB) |
| | D (20MB) | D (20MB) | D (20MB) |
| 空 (40MB) | B (10MB) | B (10MB) | B (10MB) |
| | 空 (10MB) | 空 (10MB) | 空 (10MB) |

装入 C

装入 D、B

卸出 C

装入 A

作业周转时间: A=12, B=13, C=7, D=11

平均作业周转时间 = $(12+13+7+11)/4=43/4=10.75$ (分钟)