实验三　openEuler 进程调度

一、　实验说明

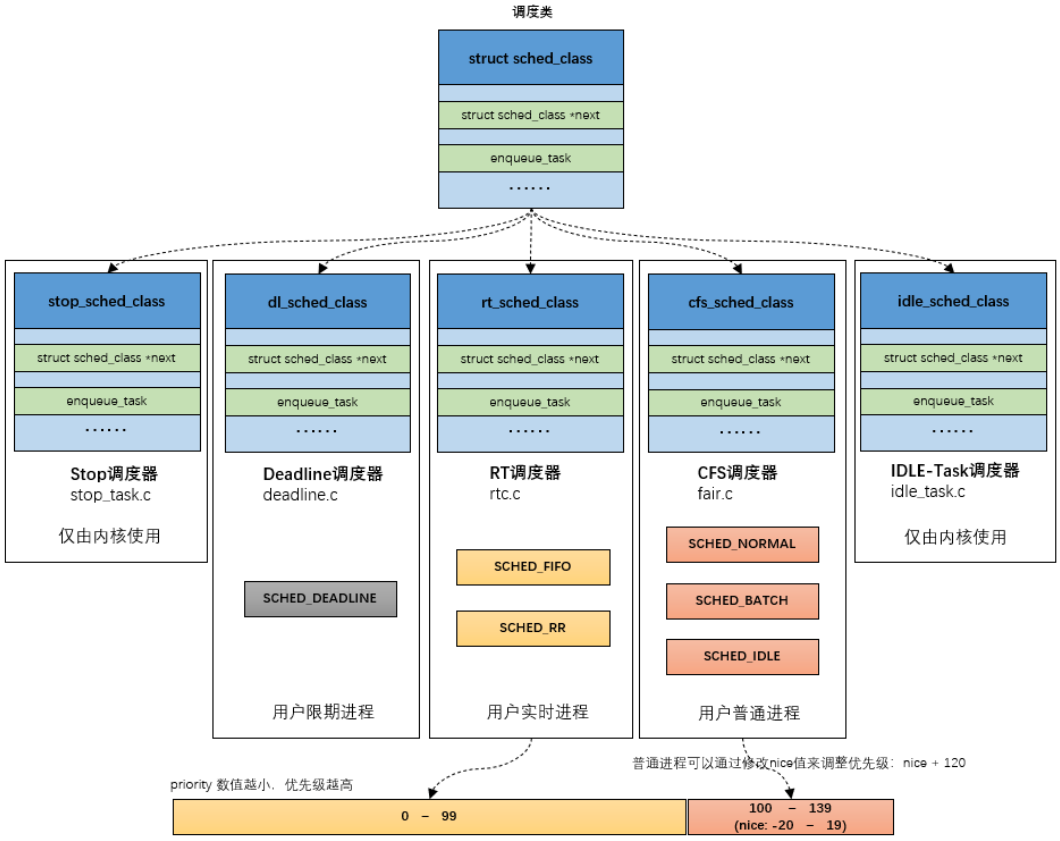
实验三与实验二都包括两部分：必做+选做，每部分各占一半分值，所有同学只需要完整一个完整的实验（必做+选做）或两个实验的必做部分，总分即达到要求。即完成总分有三种基本选择：

1、实验二必做+实验二选做

2、实验三必做+实验三选做

3、实验二必做+实验三必做

二、　实验背景（以 4.19.90-2403.2.0 为例）



OpenEuler 使用了基于优先级的时间片轮转法等调度算法进行进程调度。它使用各种策略来确定进程的优先级，在每个 task_struct（kernel-4.19.90-2403.2.0/include/linux/sched.h）结构中都有以下信息：

(1) 策略（policy）

OpenEuler 中有两类进程，普通进程和实时进程。

```
687  #ifdef CONFIG_BLK_DEV_IO_TRACE
688      unsigned int            btrace_seq;
689  #endif
690
691      unsigned int            policy;
692      int             nr_cpus_allowed;
693      cpumask_t               cpus_allowed;
694
695  #ifdef CONFIG_PREEMPT_RCU
696      int             rcu_read_lock_nesting;
697      union rcu_special       rcu_read_unlock_special;
698      struct list_head        rcu_node_entry;
699      struct rcu_node         *rcu_blocked_node;
```

(2) 实时优先级（rt_priority）

```
665     int             wake_cpu;
666 #endif
667     int             on_rq;
668
669     int             prio;
670     int             static_prio;
671     int             normal_prio;
672     unsigned int            rt_priority;
673
674     const struct sched_class    *sched_class;
675     struct sched_entity     se;
676     struct sched_rt_entity      rt;
677 #ifdef CONFIG_CGROUP_SCHED
```

(3) OpenEuler 内核抽象了一个调度类 struct sched_class（kernel-4.19.90-2403.2.0/kernel/sched/sched.h），这是一种典型的面向对象的设计思想，将共性的特征抽象出来封装成类，在实例化各个调度器的时候，可以根据具体的调度算法来实现。这种方式做到了高内聚低耦合，同时又很容易扩展新的调度器。

```
670     int             static_prio;
671     int             normal_prio;
672     unsigned int            rt_priority;
673
674     const struct sched_class    *sched_class;
675     struct sched_entity     se;
676     struct sched_rt_entity      rt;
677 #ifdef CONFIG_CGROUP_SCHED
```

```
1629 struct sched_class {
1630     const struct sched_class *next;
1631
1632     void (*enqueue_task) (struct rq *rq, struct task_struct *p, int flags);
1633     void (*dequeue_task) (struct rq *rq, struct task_struct *p, int flags);
1634     void (*yield_task)   (struct rq *rq);
1635     bool (*yield_to_task)(struct rq *rq, struct task_struct *p, bool preempt);
1636
1637     void (*check_preempt_curr)(struct rq *rq, struct task_struct *p, int flags);
1638
1639     /*
1640      * It is the responsibility of the pick_next_task() method that will
1641      * return the next task to call put_prev_task() on the @prev task or
1642      * something equivalent.
1643      *
1644      * May return RETRY_TASK when it finds a higher prio class has runnable
1645      * tasks.
1646      */
1647     struct task_struct * (*pick_next_task)(struct rq *rq,
1648                                            struct task_struct *prev,
1649                                            struct rq_flags *rf);
1650     void (*put_prev_task)(struct rq *rq, struct task_struct *p);
```

OpenEuler 的调度函数是 schedule（kernel-4.19.90-2403.2.0/kernel/sched/core.c）。在 OpenEuler 中，绝大多数进程采用的是完全公平调度算法 CFS，引入了红黑树结构来存放运行队列上的每个进程。

```
3592 asmlinkage __visible void __sched schedule(void)
3593 {
3594     struct task_struct *tsk = current;
3595
3596     sched_submit_work(tsk);
3597     do {
3598         preempt_disable();
3599         __schedule(false);
3600         sched_preempt_enable_no_resched();
3601     } while (need_resched());
3602     sched_update_worker(tsk);
3603 }
3604 EXPORT_SYMBOL(schedule);
3605
```

三、 实验目的

1、以 openEuler 为例熟悉 Linux 的进程调度代码；
2、掌握 CFS 算法流程和 schedule()调度函数流程；

四、 实验要求

1、必做部分
结合自己之前替换的 openEuler 内核版本源代码，（以 4.19.90-2403.2.0 为例），CFS 的源代码主要在 kernel-4.19.90-2403.2.0/kernel/sched/fair.c 文件中，调度函数 schedule()在 kernel-4.19.90-2403.2.0/kernel/sched/core.c 中。查阅相关资料并结合核心代码部分，写一份报告，包括 CFS 相关代码所实现的**核心算法流程图、红黑树在进程调度中的作用、重要的数据结构、schedule()函数执行流程图**等。

2、选做部分
修改源代码并重新编译内核，实现功能：**记录进程调度过程中切换前后的进程号**。报告中需写清修改的代码部分并进行解释，修改过的代码文件需写好注释，实验结果等。

五、 提交内容

最终提交的内容（根据自己的选题情况）可能包括：
1、必做部分的报告（重点是对调度过程的理解，关系图、流程图）；
2、选做部分的报告，选做部分修改的代码。

六、 提交时间

2025 年 5 月 25 日（十四周周日）23:59 之前将文件提交至 CANVAS。
注：第二次实验与第三次实验将合并在第三次实验中提交，截止时间相同。提交时写清自己的选题情况。