

# 并行计算

---

汤善江 副教授

天津大学智能与计算学部

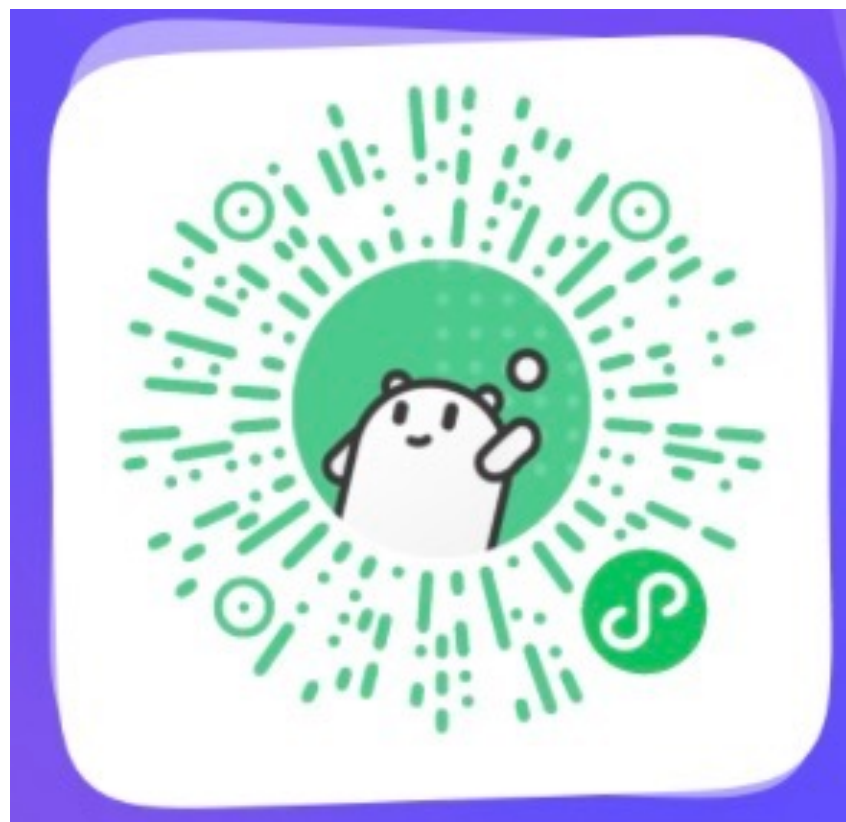
[tashj@tju.edu.cn](mailto:tashj@tju.edu.cn)

<http://cic.tju.edu.cn/faculty/tangshanjiang/>

# 课程群微信号



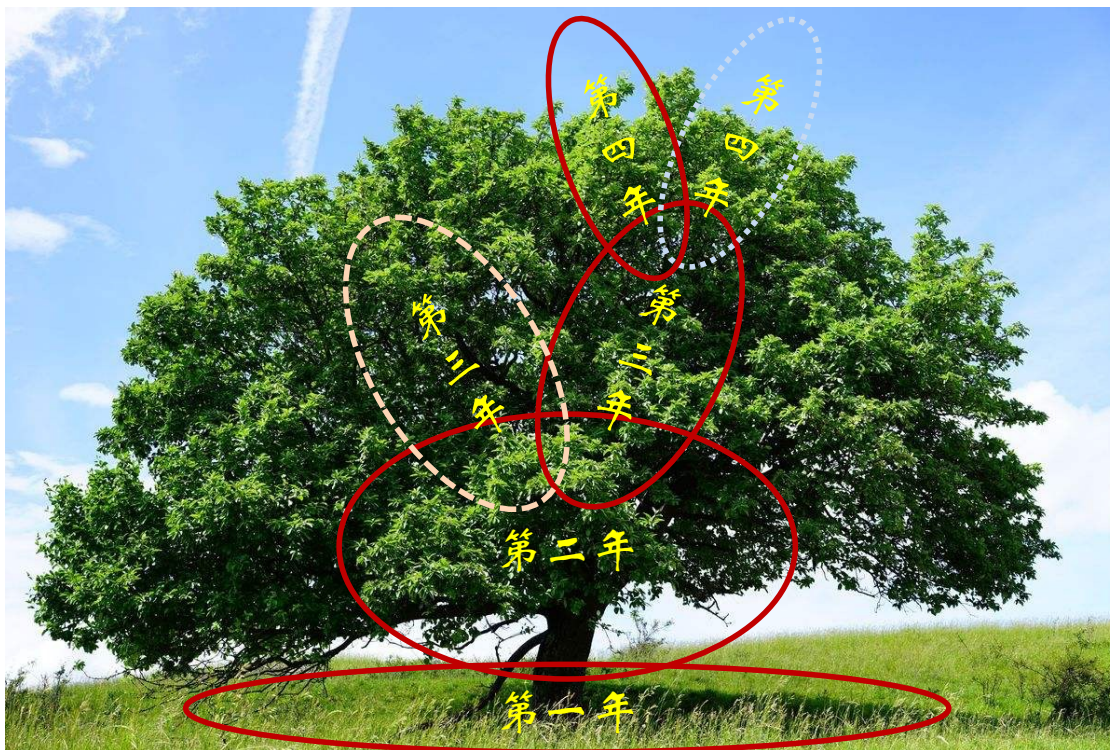
# 课程号（智慧树）



# 大纲

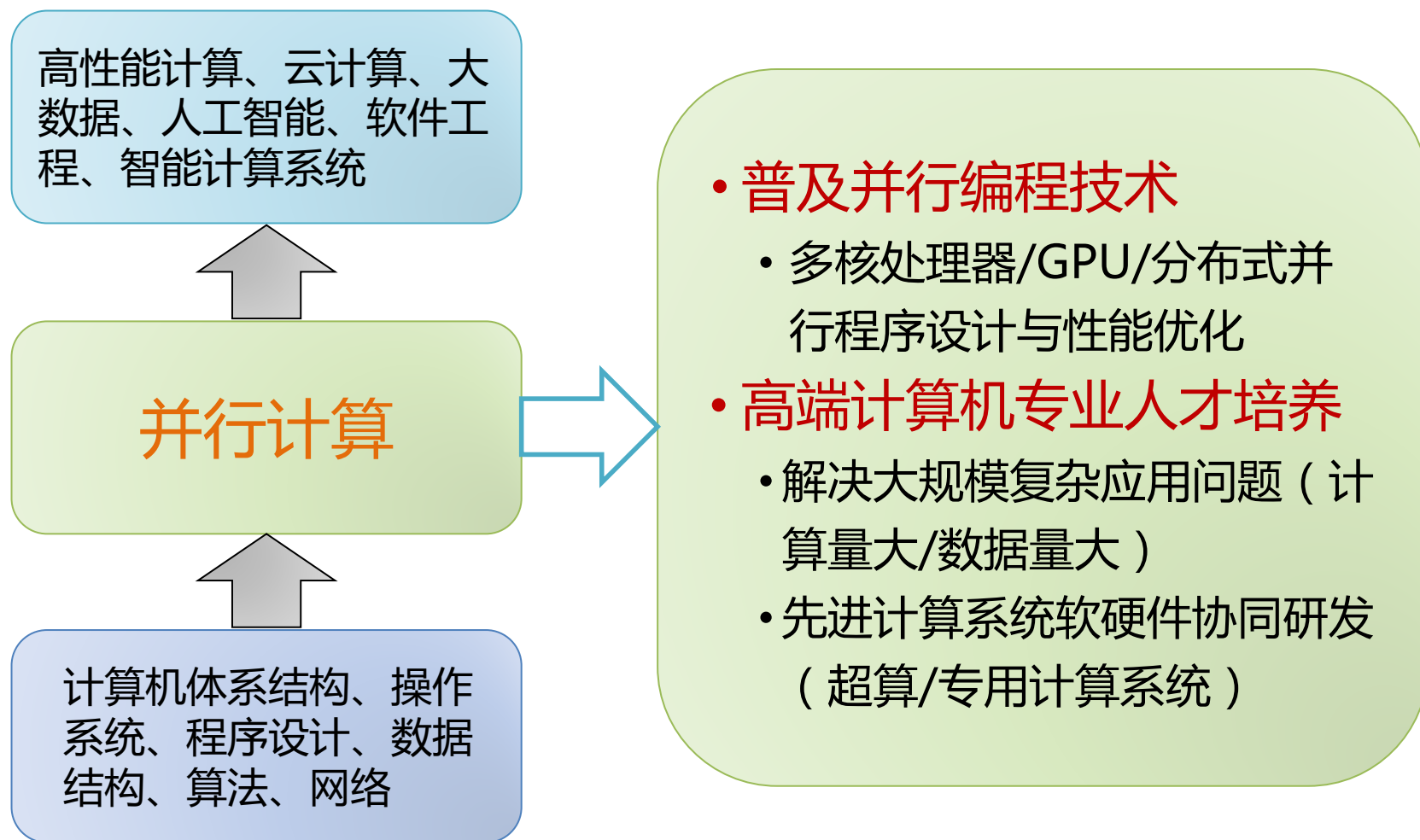
- 课程简介，本课程在专业课程体系中位置
- 课程目标、内容与教学大纲
- 教材与教学方案
- 实验安排
- 考核方式
- 本课程学习方法

# 培养方案与课程



- 第一年：夯实基础，初识专业（数学/物理/英语/专业入门）
- 第二年：宽口径专业基础（大类基础课，**专业核心课**）
- 第三年：收敛专业方向（专业核心课，专业选修课）
- 第四年：学以致用（专业选修课，毕业设计）

# 课程体系中位置与人才培养意义



# 课程目标

- 掌握并行计算硬件体系结构与分类
  - 处理器/指令集
  - 多核处理器/GPU
  - 集群与超算
  - 分布式计算
- 掌握并行程序设计的基本技术与方法
  - 多线程/CUDA/MPI
  - 并行算法分析与设计
- 具备初步的应用与科研能力
  - 使用并行计算技术解决实际问题的基本能力
  - 开展并行计算软硬件技术方法的研究与创新

# 课程内容设置

- **第一单元：并行计算基础**（6学时授课）
  - 前言，基本概念
  - 并行计算硬件环境与性能
- **第二单元：共享内存并行计算**（6学时授课，8学机上机）
  - 多线程与OpenMP
  - 异构并行计算与GPU编程
- **第三单元：消息传递并行计算**（6学时授课，8学机上机）
  - MPI程序设计
  - 多级并行计算
- **第四单元：并行算法设计**（6学时授课）
  - MapReduce
  - 并行算法分析与设计
  - 并行程序设计方法学



# 教学日历

2024—2025 学年第 2 学期 天津大学教师教学日历

课程 并行计算 学院 智能与计算学部 专业 计算机科学与技术 年级 2023 班 1-2

1、上课周数 8 2、总学时数 40 3、每周上课学时数 4/6

4、时间分配：讲课 24 学时 课外 0 学时 实验 16 学时 上机 学时 (共 2 页，第 1 页)

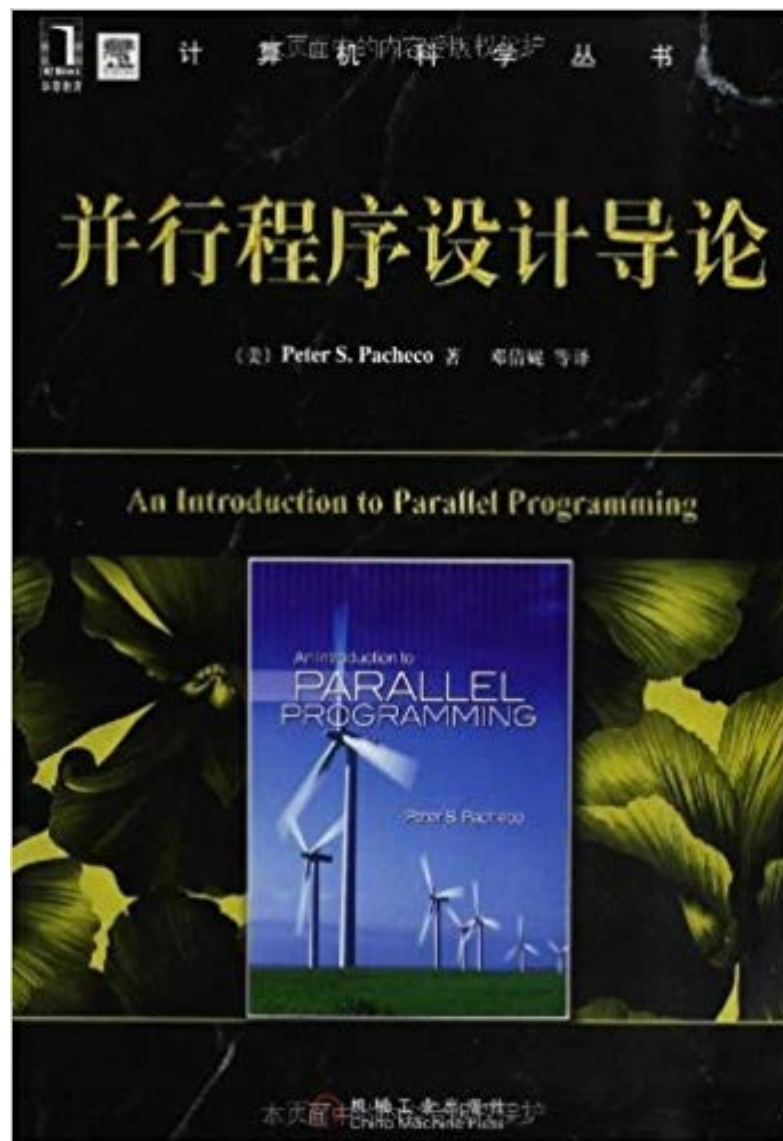
周次	讲课内容 (教学大纲分章和题目名称)	讲课学时	课外学时	实验名称 (实验学时、上机学时)	周次	讲课内容 (教学大纲分章和题目名称)	讲课学时	课外学时	实验名称 (实验学时、上机学时)
第一周	课程简介，并行计算基本概念 (周二 3、4 节) 并行计算硬件环境 (周四 7、8 节) 多线程并行程序设计 (周五 3、4 节)	6	0		第五周	MPI 基础 (周二 3、4 节) MPI 进阶 (周四 7、8 节)	4	0	
第二周		0	4	并行计算环境使用/多线程 (周二 3、4 节、周四 7、8 节，上机学时：4)	第六周		0	4	MPI 并行计算实验 (周二 3、4 节、周四 7、8 节，上机学时：4)
第三周	并行计算的性能 (周二 3、4 节) OpenMP (周四 7、8 节) 异构计算基础 (周五 3、4 节)	6	0		第七周	多级并行程序设计 (周二 3、4 节) MapReduce (周四 7、8 节) 并行算法分析与设计与 PCAM 方法学 (周五 3、4 节)	6	0	
第四周		0	4	多线程实验 (周二 3、4 节、周四 7、8 节，上机学时：4)	第八周		0	4	异构并行计算实验 (周二 3、4 节、周四 7、8 节，上机学时：4)

# 授课计划

周数	周二 (10:25-12:00, 45-B402)	周四 ( 15:25-17:00 , 45-B304)	周五 (单1-7周 10:25-12:00, 45-B304)
1	并行计算概述	并行计算硬件环境	多线程并行程序设计
2	上机	上机	
3	性能评测与加速比定律	OpenMP并行编程	异构计算基础
4	上机	上机	
5	MPI并行编程基础	MPI并行编程进阶	
6	上机	上机	
7	多级并行程序设计	MapReduce并行编程模型	并行算法分析与设计与PCAM方法学
8	上机	上机	

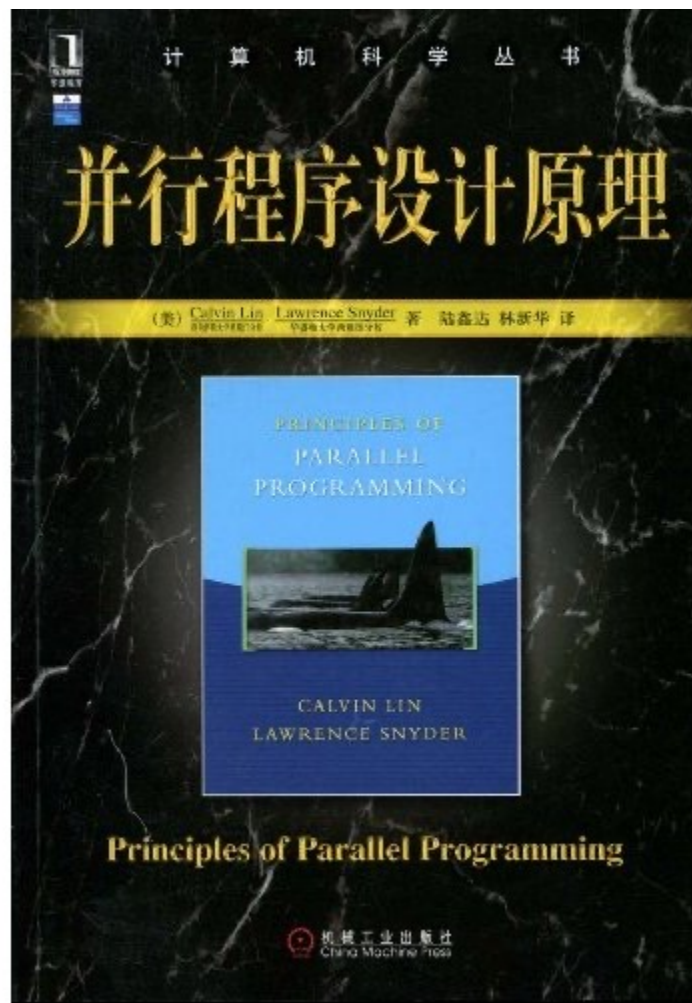
# 参考书 (1)

- 并行程序设计导论
  - 作者: Peter S. Pacheco
  - 出版: 机械工业出版社
  - 出版日期: 2013.1
  - ISBN: 9787111392842
- 英文原书资料
  - An Introduction to Parallel Programming
  - <https://booksite.elsevier.com/9780123742605/>



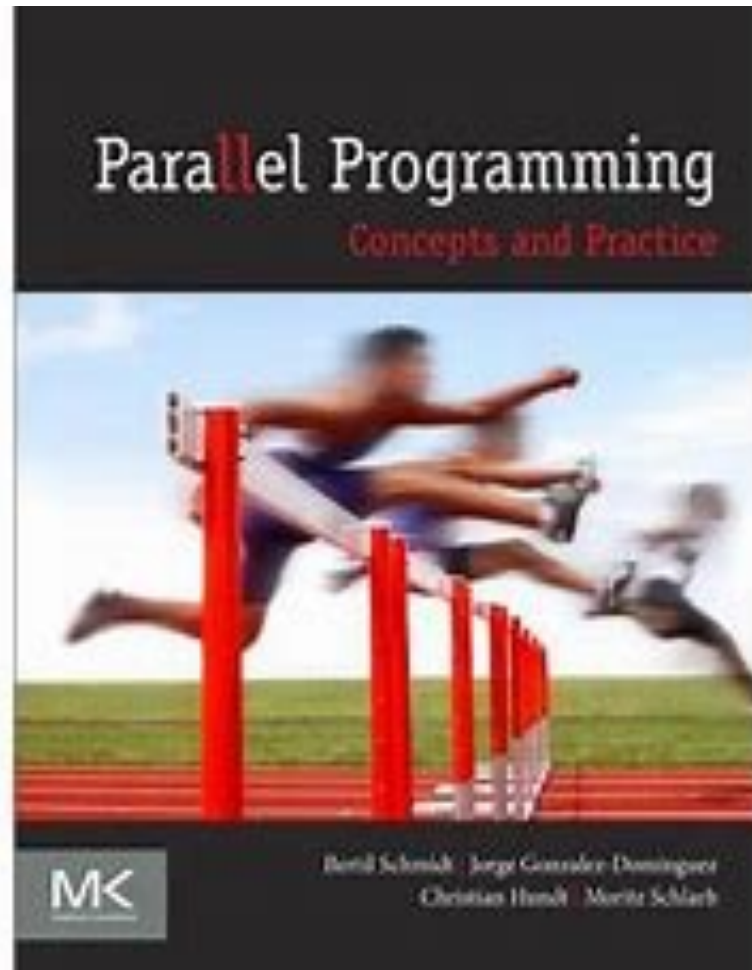
# 参考书 (2)

- 并行程序设计原理
  - 作者: Calvin Lin, Lawrence Snyder
  - 译者: 陆鑫达 林新华
  - 页码: 235 页
  - 出版日期: 2009年07月
  - ISBN:  
7111270754/9787111270751



## 参考书 (3)

- Parallel Programming: Concepts and Practice
  - 作者: Bertil Schmidt等
  - 出版: Morgan Kaufmann
  - 出版日期: 2017.11
  - ISBN-10: 0128498900
  - ISBN-13: 978-0128498903
- 英文原书资料
  - <https://parallelprogrammingbook.org>



# 参考书 (4)

- 并行计算机组成与设计
  - 作者：米歇尔·杜波依斯 等
  - 出版：机械工业出版社
  - 出版日期：2017
  - ISBN：9787111562238
- 英文原书
  - Parallel Computer Organization and Design





# 参考书 (5)

- 深入理解并行编程
  - 作者: Paul E. McKenney
  - 译者: 谢宝友 鲁阳
  - 出版: 电子工业出版社
  - 出版日期: 2017.7
- 英文原版链接 (作者提供)
  - <https://mirrors.edge.kernel.org/pub/linux/kernel/people/paulmc/perfbook/perfbook.html> (持续更新中)



# 课程安排

- 提前在网站公布课程资料
  - PPT
  - 参考资料
  - 课程通告
  - 留作业（每次授课课后作业，在智慧树课程网站中提交）
- 上课过程
  - 提前下载课程资料，自主学习，按时交作业
  - 非上课时间，有任何问题也可在微信群里留言



# 实验内容

- 共享内存并行计算实验

- 实验1：实验环境配置，多线程计算正弦，性能分析（10%）
- 实验2：多线程算法（30%）

- 消息传递并行计算实验

- 实验3：实验环境配置，MPI算法（30%）

- 异构并行计算实验

- 实验4：异构编程，CUDA算法（30%，结合先导杯校内赛）

# 实验报告提交

- 网站：
  - 智慧树课程网站
- 时间（暂定）
  - 实验报告1: 2025.3.21, 23:59之前
  - 实验报告2: 2025.4.04, 23:59之前
  - 实验报告3: 2025.4.18, 23:59之前
  - 实验报告4: 2025.4.30, 23:59之前
  - 综合报告（大作业）: 2025.05.09, 23:59之前
- 每次实验报告成绩（百分制）：
  - 晚提交一周以内，当次成绩减10
  - 报告可重新提交不超过3次（之后不接收重新提交）
  - 晚多于一周，不计成绩

# 实验报告提交

- 格式要求：
  - 实验报告格式为PDF
  - 源代码打包为ZIP/RAR
    - 需提交程序源文件、作业运行PBS脚本
    - 不需要提交运行数据
- 每一次实验的报告内容（电子版本）包括：
  - 实验环境配置参数
    - CPU/GPU型号与参数、内存容量与带宽、互联网络参数等
  - 实验内容报告
    - 实验题目，作者，时间，实验内容，原理，程序流程图，实现方法，结果（数据图表、效果图等），理论性能分析以及对实际结果的分析，总结展望（心得体会等）
  - 实验报告摘要（每个报告摘要1页以内，存档用）

# 考核



科目	分值	内容	评分标准
大作业	30	完成实验综合报告，提交文档、PPT 与讲解视频。 1、对第 2/3/4 次实验的横向分析对比； 2、实验内容与理论课知识点的对应总结。	24-30：文档与 PPT 有深度，视频讲解条理清楚，知识点分析不少于 12 项； 18-24：文档与 PPT 完整，视频讲解基本到位，知识点分析不少于 8 项； 18 分以下：内容缺失或错误。 迟交：一周内减 3 分，再迟计 0 分。
实验报告	40	4 次上机实验 1、实验环境构建（10%） 2、多线程（30%） 3、MPI（30%） 4、异构并行实验（30%）	每次实验满分按 100 分计，累加折算。 90-100：分析总结详尽，代码完善； 80-89：代码完整，分析总结全面； 60-79：代码可运行，有分析总结； 60 以下：代码或报告不合格。 迟交：一周内减 10 分，再迟计 0 分。
平时作业	20	12 次理论课的随堂作业，作业内容为针对每次课程内容知识点与重难点的理解与分析。	每次满分按 10 分计，累加折算。 9-10：自己总结且写作认真； 7-8：查阅网络材料，但直接摘抄； 5-6：仅简单拷贝 PPT 内容。 迟交减 1 分，不交不得分。
平时成绩	10	出勤情况与互动情况	基准分为 7 分，旷课一次减 1 分； 互动频次和质量综合考虑加 1-3 分。



# 如何学好并行计算课程？

- 理解大学期间上课的本质
  - 应用问题驱动，教材只是参考资料
- 培养抽象思维能力
  - 能够以自己的方式描述并行计算的过程
- 理论与实践相结合
  - 编写并行计算程序（最为重要）
- 与其他基础课程的结合，形成自己的理论知识体系
  - 操作系统
  - 数据结构
  - 算法
  - 网络
  - ○ ○ ○ ○ ○ ○