《计算机系统结构》教学大纲

课程编号：070313B

课程类型：□通识教育必修课 □通识教育选修课

□学科基础课 □专业核心课

☑专业提升课 □专业拓展课

总 学 时：48 讲课学时：32 实验（上机）学时：16

学　　分：3

考试类型：□考试 ☑考查

适用对象：计算机科学与技术专业

□是 ☑否 适合作为其他专业学生的个性化选修课

先修课程：数字逻辑，计算机原理，数据结构，操作系统

一、教学目标

《计算机系统结构》是计算机科学技术专业的一门专业选修课程。计算机系统结构的发展是高性能计算机系统的主要推动力，迅速发展的高性能计算机是信息化的基础。学生通过本门课程的学习，能够对计算机系统结构有一个较为全面的了解和认识，更深刻地理解计算机系统的实质内容，使学生具备使用和研究高性能计算机必要的专业知识。

本课程教学应达到的目标是：通过学习本课程，使学生能系统地掌握计算机系统结构的概念、基本理论、基本结构和分析方法，为学生今后从事计算机系统的理论研究及工程设计做好理论和技术上的准备。

目标1： 通过对计算机系统结构的讲解，让学生理解并掌握计算机系统结构的概念、基本理论、基本结构和分析方法。

目标2：培养学生分析计算机系统结构性能的初步能力，锻炼其逻辑思维能力和想象力，并使之了解计算机系统结构的发展。

目标3：鼓励学生运用所学知识解决各自学科的实际问题，培养他们的独立科研的能力和理论联系实际的能力。

目标4（思政目标）：在教学实践中注重融入思想政治教育，如爱国主义教育，法治教育，诚信教育等 ，不断创新思想政治教育及计算机体系结构的教学方法，从而进一步提高教学实效性。伴随着计算机技术不断更新和发展，中国科技的高速发展，提升学生的民族自豪感。

二、教学内容及其与毕业要求的对应关系

（一）教学内容

1．知识体系

第一部分：计算机系统结构（计算机系统结构层次、计算机系统结构定义、计算机组成与实现）；计算机系统结构的评价标准（性能、成本）；计算机系统设计技术（计算机系统设计的定量原理、计算机系统设计者的主要任务，计算机系统设计的主要方法）；计算机系统结构的分类与发展；

第二部分：数据表示（数据表示与数据类型、浮点数据表示、自定义数据表示）；寻址技术（编址方式、编织单位、零地址空间个数、输入输出设备的非线性编址、并行存储器的编址技术）；定位方式（逻辑地址与物理地址、直接定位方式、静态定位方式、动态定位方式）；指令格式的优化设计（指令的组成、操作码的优化表示、地址码的优化表示、指令格式设计举例）；指令系统的功能设计（基本指令系统、复杂指令系统、精简指令系统）；

第三部分：存储系统（存储系统的定义、存储器的层次结构、频带平衡、并行存储器）；虚拟存储器（虚拟存储器工作原理、地址的映象与变换、加快内部地址变换的方法、页面替换算法及其实现、提高命中率的方法）；高速缓冲存储器（基本工作原理、地址映象与变换方法、Cache替换算法及其实现、Cache的性能分析）；三级存储系统（虚拟地址Cache、全Cache技术）；

第四部分：输入输出原理（输入输出系统的特点、输入输出系统的组织方式、基本输入输出方式）；中断系统（中断源的组织、中断系统的软硬件功能分配、中断屏蔽）。通道处理机（通道的作用和功能、通道的工作过程、通道种类、通道中的数据传送过程、通道的流量分析）；输入输出处理机（输入输出处理机的作用、输入输出处理机的种类、输入输出处理机的特点）；

第五部分：先行控制技术（指令的重叠执行方式、先行控制方式的原理和结构、数据相关、控制相关）；流水线处理机（流水线工作原理、流水线的分类、线性流水线的性能分析、非线性流水线的调度技术、局部相关、全局相关）；超标量处理机与超流水线处理机（超标量处理机、超流水线处理机、超标量超流水线处理机）；

第六部分：向量处理的基本概念、向量处理机的结构、向量处理机的存取模式和数据结构；提高向量处理机性能的方法、向量处理机的性能评价；简单介绍并行处理机和多处理机的结构和实例。

2．核心内容介绍

本课程以计算机系统并行化的理论、方法和技术为主线，以计算机系统的性能评价方法为依托，从部件到系统，讲授高性能计算机的构成方法和技术。主要讲述计算机系统结构的基本概念、基本原理、基本结构、基本分析方法以及当前技术的重要发展，研究软、硬件功能分配以及如何最佳、最合理地实现分配给硬件的功能。

（二）教学方法和手段

根据教学目标，拟采用的教学方法有：课堂讲解基本概念和核心知识，讲授和讨论相结合领会知识要点，锻炼解决问题的能力，最后借助Tec-XP实验箱进行上机操作和具体实践。

（三）学习要求

1．为有效学习本课程，要求学生首先具备计算机基础、数字逻辑与数字电路、数据结构、计算机原理、操作系统等方面的基本知识，较熟练掌握计算机的基本操作等方面的完整知识，具备基本的上级调试程序的能力。

自学时应该熟读大纲，提纲挈领地掌握数据结构的内容，随后，按照大纲熟读教材，还要参考大量的参考文献，通过课后思考和练习题进行多角度和层次的反复学习。

2．上机实践，本门课程有很多上机内容，在每一章节都要进行相关的实验和调试。建议有时间就到机房熟悉TEC-XP机箱的相关内容的使用方法。硬件编程语言部分需要同学自己自学，完成相应的上机内容。通过上机学习本课程的理论，掌握计算机软硬件的关系。

（四）毕业要求

最终要求学生具备如下的知识和能力：

1、了解计算机系统结构的概念、原理、基本结构，研究分析软硬件功能分配以及如何最佳、最合理地实现分配给硬件的功能等方法，近年来计算机系统结构上的重要进展和今后可能的发展动向。

2、理解计算机系统结构的关键技术，如存储器带宽、处理机带宽、I/O带宽、通信带宽和同步技术等。

3、掌握计算机系统结构基本原理、基本结构和基本分析方法和高性能计算机系统的各种相关技术。

在教学中，鼓励学生运用算法知识解决各个学科的实际计算问题，培养学生初步的独立开展科研工作的能力和理论联系实践，解决实际问题的能力，同时，为后续课程以及将来的研究工作提供必要的算法设计与分析的基础。

此外，配合实验课程的教学，学生应理论联系实际，理论指导实践，通过规范地完成一系列算法设计实验进一步巩固所学的相关书本知识，在知识、能力、素质上得到进一步的提高。

三、各教学环节学时分配

**教学课时分配**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 章节内容 | 讲课 | 实验 | 其他 | 合计 |
| 第一章 | 计算机系统结构的基本概念 | 3 |  |  | 3 |
| 第二章 | 指令系统 | 8 | 6 |  | 14 |
| 第三章 | 存储系统 | 6 | 4 |  | 10 |
| 第四章 | 输入输出系统 | 5 | 4 |  | 9 |
| 第五章 | 标量处理机 | 4 | 2 |  | 6 |
| 第六章 | 向量处理机 | 2 |  |  | 2 |
| 第七章 | 互联网络 | 1 |  |  | 1 |
| 第八章 | 并行处理机和多处理机 | 1 |  |  | 1 |
| 总复习 | 结课复习 | 2 |  |  | 2 |
| **合计** |  | 32 | 16 |  | 48 |

四、教学内容

第一章 计算机系统结构的基本概念

本章教学组织和设计：

1、课堂讲授内容：

计算机系统结构（计算机系统结构层次、计算机系统结构定义、计算机组成与实现）；计算机系统结构的评价标准（性能、成本）。计算机系统设计技术（计算机系统设计的定量原理、计算机系统设计者的主要任务，计算机系统设计的主要方法）；计算机系统结构的分类与发展。

2、实验内容：计算机原理教学机功能复习。

**重点和难点：**计算机系统结构、计算机组成、计算机实现三者的定义及所包含的内容；有关透明性问题的判断；软件和硬件的功能分配原则；计算机性能评价。

**课程的考核要求：**

**了解：**计算机的分代和分型；应用需求和计算机实现技术的发展对体系结构的影响，计算机性能的若干定义，知道估评计算机性能的测试程序。

**理解：**系列机和软件兼容的基本思想，存储程序计算机对体系结构所作的改进，语言实现的两种基本技术。理解透明性、虚拟机的概念。

**掌握：**同构型多处理机、异构型多处理机和分布处理系统的定义和异同点，计算机系统的多级层次结构，计算机体系结构、计算机组成与计算机实现的定义及三者之间的关系。掌握存储程序计算机在体系结构上的主要特点。

**应用：**掌握计算机体系结构设计的三个基本原则 ，并能熟练应用Amdahl定律和CPU性能公式求解问题。

课程思政切入点：

计算机的核心是CPU，因此通过讲授芯片的发展历史、制造工艺流程以及在该过程中体现的核心科技等知识，使学生明白科技是第一生产力，核心技术是国之重器，是国家实力的关键。

作为新时代大学生的他们肩负着我们民族复兴和国家富强的历史重担。针对近年来发生的“中兴事件”“华为事件”，无论是华为的从容应对还是中兴的濒临破产，两家中国企业在美国的“封杀令”下有着截然不同的命运，这背后印证的除了中国整体科技创新实力不容小觑的事实外，还敲响了中国企业对于创新技术自主可控的警钟，进一步鞭策中国企业需在自主科技创新领域中不断前行。

使学生认识到只有建立安全可靠的关键核心技术体系，才能真正保障信息的安全，核心技术掌握在自己手中，才能够不受制于人。同时在展现世界IC芯片的发展趋势时，向学生介绍这些年来我国半导体行业的发展近况，包括以前走过哪些弯路，哪些科技正在迎头追赶以及越来越多的中国企业在实现自主可控的信息产业体系中不遗余力，奋勇前行。通过一些生动的事例教育，使学生认识到芯片行业中我们的差距和不足以及正在迎头追赶的决心和行动，激发学生的爱国热情，树立为国担当的信念，积极投身于祖国的半导体行业。

**复习思考题：参**见教材。

第二章 指令系统

本章教学组织和设计：

1、课堂讲授内容：

计算机的数据表示与数据结构的关系、寻址方式的分析、指令系统的设计和优化， RISC计算机指令系统；介绍数据的定点和浮点数表示方法， IEEE754标准的浮点数据表示及其表示规则；介绍从面向目标程序优化、面向高级语言优化和面向操作系统优化来改进指令系统。

2、实验内容：设计指令系统并用实验箱实现。

**重点和难点：**浮点数的设计；RISC计算机指令系统；指令系统的优化。

**课程的考核要求：**

**了解：**数据类型和数据表示，当前指令集结构中所使用的一些操作数寻址方式。通过对基准程序进行测试统计。了解堆栈型指令集结构、累加器型指令集结构和通用寄存器型指令集结构的优缺点以及三种通用寄存器型指令集结构的优缺点。

**理解：**各种控制指令的定义、四种改变控制流程的操作及三种表示分支条件的技术，各种寻址方式的使用情况。理解指令中两种表示寻址方式的方法。各种操作数类型、操作数类型大小。

**掌握：**指令集结构的各种分类方法。掌握指令集结构功能设计上的两种不同方向。掌握CISC计算机指令集功能设计的目标、CISC结构存在的缺点。掌握RISC计算机指令集结构的功能设计的目标与原则。操作数类型与操作数表示的定义及表示方法。

**应用：**根据设计原则，进行浮点数的设计。

课程思政切入点：

通过讲授指令系统的优化，引申到正确认识事物的主要矛盾的哲学原理，树立最优化的科学精神，培养学生创新探索的职业素养。

**复习思考题：参**见教材。

第三章 存储系统

本章重点和难点：重点是高速缓存的概念、功能和工作原理，难点是主存与Cache的地址映像方式、替换算法和Cache的性能分析。

本章教学组织和设计：

1、课堂讲授内容：

存储系统（存储系统的定义、存储器的层次结构、频带平衡、并行存储器）；虚拟存储器（虚拟存储器工作原理、地址的映象与变换、加快内部地址变换的方法、页面替换算法及其实现、提高命中率的方法）；高速缓冲存储器（基本工作原理、地址映象与变换方法、Cache替换算法及其实现、Cache的性能分析）；三级存储系统（虚拟地址Cache、全Cache技术）。

2、实验内容：利用实验箱做存储器的相关实验。

**重点和难点：**浮点数的设计；RISC计算机指令系统；指令系统的优化。

**课程的考核要求：**

**了解：**存储层次的问题。Cache对“写”操作的处理方法。提高主存性能的四种方法（增加存储器宽度、多体交叉存储器技术、独立存储体技术、避免存储体冲突）。快表的概念；了解页面大小的选择。

**理解：**多级存储层次的思想及作用。理解路数和组数的概念及其关系。改进Cache性能的三个方面。减少命中时间的三种方法及其基本思想。虚拟存储器的特点及有关虚拟存储器的４个问题。

**掌握：**存储层次的三个性能参数的定义及计算方法。“Cache－主存”层次、“主存－辅存”层次及其区别；全相联映象、直接映象以及组相联映象的思想和特点；在各种映象规则的情况下Cache的查找方法。掌握随机法、先进先出、LRU 等替换算法。

**应用：**掌握CPU时间的计算方法，并能灵活运用于实例进行分析计算。

课程思政的切入点：

1. 通过讲授虚拟存储器是为了解决计算机容量的不足，cache是为了解决计算机的速度问题，引申到矛盾的对立与统一的哲学原理，要培养根据实际问题制定适宜的解决办法，教学也要因材施教。
2. 通过讲授多级存储层次的思想及作用，引申到整体与部分的哲学原理，树立社会主义核心价值观之友善。

**复习思考题：参**见教材。

第四章 输入输出系统

本章教学组织和设计：

1、课堂讲授内容：

输入输出原理（输入输出系统的特点、输入输出系统的组织方式、基本输入输出方式）；中断系统（中断源的组织、中断系统的软硬件功能分配、中断屏蔽）；通道处理机（通道的作用和功能、通道的工作过程、通道种类、通道中的数据传送过程、通道的流量分析）；输入输出处理机（输入输出处理机的作用、输入输出处理机的种类、输入输出处理机的特点）。

2、实验内容：利用实验箱设计输入输出系统，进行端口的相关实验。

**重点和难点：**重点是中断的分类与分级，中断处理次序；难点是按中断处理优先次序的要求，设置各中断处理程序中中断级屏蔽位的状态，正确画出中断处理过程的示意图；通道的流量设计；画出字节多路通道响应和处理完各外部设备请求的时空图。

**课程的考核要求：**

**了解：**输入输出处理机的作用、输入输出处理机的种类、输入输出处理机的特点。

**理解：**通道处理机的定义。掌握通道的作用和功能、通道的工作过程、通道的种类以及通道的流量计算。

**掌握：**输入/输出系统的基本概念；了解与I/O有关的问题、设计I/O的三个标准。为什么要将中断源分成不同的类和级；分成几类和几级。

**应用：**了解设置中断级屏蔽位的作用，能正确画出发生多种中断级请求时，CPU执行程序时的状态转移过程示意图。

课程思政切入点：

通过讲授输入输出处理机的种类、特点、CPU执行中断的过程，引申到发挥主观能动性必须尊重客观规律的哲学原理，教育学生“不守规矩不成方圆”的道理，培养学生具有社会主义公德意识的人文素养。

**复习思考题：参**见教材。

第五章 标量处理机

本章教学组织和设计：

1、课堂讲授内容：

先行控制技术（指令的重叠执行方式、先行控制方式的原理和结构、数据相关、控制相关）；流水线处理机（流水线工作原理、流水线的分类、线性流水线的性能分析、非线性流水线的调度技术、局部相关、全局相关）；超标量处理机与超流水线处理机（超标量处理机、超流水线处理机、超标量超流水线处理机）。

2、实验内容：利用实验箱的现场可编程门阵列设计处理机，进行处理机的相关实验。

**重点和难点：**先行控制技术、流水线原理、流水线性能分析、非线性流水线的调度方法、局部数据相关和全局数据相关的处理方法。

**课程的考核要求：**

**了解：**控制相关的解决办法；从不同角度对流水线的分类和定义。

**理解：**流水方式的工作原理。非线性流水线的调度技术。局部相关和全局相关。

**掌握：**多条指令在处理机中的重叠执行方式。先行控制方式的原理和结构。各种数据相关的解决办法。有关流水线时空图的画法。

**应用：**能够计算出流水线的最大吞吐率，及所达到的实际吞吐率，效率和加速比。

课程思政切入点：

通过讲授流水方式的工作原理，非线性流水线的调度技术，局部相关和全局相关，引申到整体与局部的辩证统一的哲学原理，培养学生社会主义核心价值观之友善。

**复习思考题：参**见教材。

第六章 向量处理机

本章教学组织和设计：

1、课堂讲授内容：

向量处理的基本概念、向量处理机的结构、向量处理机的存取模式和数据结构、提高向量处理机性能的方法、向量处理机的性能评价。

2、实验内容：无相关实验。

**重点和难点：**向量计算机中的存储器结构：存储器-存储器结构、寄存器-寄存器结构，向量处理机的存取模式和数据结构。

**课程的考核要求：**

**了解：**向量处理的基本概念、一般的向量处理机。

**理解：**向量处理机的工作方式。

**掌握：**提高向量处理机性能的常用技术、向量处理机的性能评价。

**应用：**向量处理机的存取模式和数据结构、向量处理机的性能评价。

**复习思考题：参**见教材。

第七章 互联网络

本章教学组织和设计：

1、课堂讲授内容：

互联网络的概念、基本特性、结构；网络传输性能参数；几种基本的互连函数；三种主要的单级互连网、两种多级互连网；互连网的设计特性和消息传递机制等。

2、实验内容：无相关实验。

**重点和难点：**重点是单级和多级互连网，难点是互连网的消息传递机制。

**课程的考核要求：**

**了解：**互联网的消息传递机制。

**理解：**几种基本的互连函数。

**掌握：**互联网络的基本特性。

**应用：**互连网的设计特性和消息传递机制等。

课程思政切入点：

通过讲授互联网的概念、基本特性等相关知识，为学生讲授华为的5G技术，5G技术的发展可以帮助制造企业摆脱以往无线网络技术较为混乱的应用状态，这对于推动工业互联网的实施以及智能制造的深化转型有着积极的意义。中国华为技术有限公司已于2018年开始面向全球客户批量发货5G，在华为的推动和助力下，中东、欧洲、亚洲等地区的运营商逐渐开展5G商用网络的批量部署。5G的应用前景非常广阔，亟需对5G技术展开深入研究，以满足其商业化需求。通过5G关键技术的介绍，培养学生的科学精神、社会责任感、科研报国。

**复习思考题：参**见教材。

第八章 并行处理机和多处理机

本章教学组织和设计：

1、课堂讲授内容：

并行处理技术及发展，并行软件；SIMD并行处理机的结构、特点及相应算法； MIMD多处理机结构特点、多处理机高速缓存一致性及多处理机系统举例。

2、实验内容：无相关实验。

**重点和难点：**重点是并行的等级和分类，难点是多处理机高速缓存一致性。

**课程的考核要求：**

**了解：**并行计算机系统的设计问题。几种典型的并行计算机系统结构。

**理解：**多处理机的性能特点。

**掌握：**计算机体系结构的基本概念。并行计算机系统的分类和结构。

**应用：**MIMD多处理机结构特点、多处理机高速缓存一致性及多处理机系统举例。

课程思政切入点：

通过讲授并行性概念，引申到整体与部分的辩证思维，强调团队建设的重要性，培养学生团结合作、共同进取的人文素养。

**复习思考题：参**见教材。

五、考核方式、成绩评定

（一）考核方式

本课程的考核分为平时考核及期末考核两种形式。本课程平时成绩占40%，期末考试成绩占60%。平时成绩的分配比例为：上课出勤占10%，课后作业占10%，上机操作实践等成绩占20%。

期末考核采用开卷形式，110分钟，试题内容要注重知识应用能力和解决问题能力的考核上，而知识点的记忆和理解要服务于学生能力的提高和巩固。

期中考试：由任课教师决定是否安排期中考试，主要用于检查教学情况。 最后成绩计算办法：期终考试成绩60%+ 平时成绩40%

（二）考试命题

课程考试的命题内容要从大纲的要求出发，围绕本课程的教学内容、知识点和教学要求，着重从知识、能力、素质三个方面对学生进行全面的考核，重点考核学生运用知识解决问题的能力，同时考察学生的综合素质。考核范围为除了最后一周教学的内容外，其他大纲确定的知识点都在考试范围之内。试卷中不少于85%的内容应来自课程重点内容的范围，不少于10%的内容应来自课程非重点内容的范围，要求学生全面复习，以达到系统掌握，全面考核的目的。试卷的题型要力戒避免文科标准化试卷的题型，避免出现简单概念问答题和简答题。试卷题目数量一般为5、6、7题，以优秀学生在全部会做的情况下正常书写速度能够在90分钟内完成为宜。 试卷题目数量的减少与全面考核的目的并不矛盾。由于考核的范围是明确的，只要教师不透露题型和范围，学生就必须全面复习，这样，即使题目不覆盖某些教学内容，也不会影响实际的教学效果。

六、主要参考书及其他内容

（一）指定教材

1．郑纬民，汤志忠. 计算机系统结构.北京：清华大学出版社.2001年2月

2．李学干.计算机系统结构.西安：西安电子科技大学出版社.2006年5月

（二）主要学习参考书

1．[张晨曦](http://search.dangdang.com/book/search_pub.php?category=01&key2=%D5%C5%B3%BF%EA%D8&ref=search-1-A).计算机系统结构.北京：高等教育出版社.2008年6月

2．[徐炜民](http://search.dangdang.com/book/search_pub.php?category=01&key2=%D0%EC%EC%BF%C3%F1&ref=search-0-A).计算机系统结构.北京：电子工业出版社.2003年7月

3．[周立](http://search.dangdang.com/book/search_pub.php?category=01&key2=%D6%DC%C1%A2&ref=search-0-A).计算机系统结构.北京：清华大学出版社.2006年12月

4．[李文兵](http://search.dangdang.com/book/search_pub.php?category=01&key2=%C0%EE%CE%C4%B1%F8&ref=search-0-A).计算机系统结构.北京：清华大学出版社.2008年5月

5．[尹朝庆](http://search.dangdang.com/book/search_pub.php?category=01&key2=%D2%FC%B3%AF%C7%EC&ref=search-0-A).计算机系统结构.湖北：华中科技大学出版社.2006年8月

执笔人：高静 教研室主任：高静 　　系教学主任审核签名：

教学副院长审核签名：陈文瑛