

计算机组成原理课程教学大纲

英文名称: Principles of Computer Organization

课程编码: 20110180

学时: 72/18

学分: 4.5

课程性质: 专业基础课

课程类别: 理论课

先修课程: 电子技术

开课学期: 第 4 学期

适用专业: 软件工程

本课程是软件工程系本科生的一门重要专业基础课。在各门硬件课程中占有举足轻重的地位。它的先修课程是《电子技术》，后继课程有《汇编语言》、《操作系统》。从课程地位来说，本课程在先修课和后继课中起着承上启下的作用。主要讲解计算机五大部件的组成及工作原理，逻辑设计与实现方法，整机的互连技术，培养学生具有初步的硬件系统分析、设计、开发和使用的能力。具体内容包括：计算机系统概论、数制与码制、运算方法与运算器、存储系统、指令系统、控制器的工作原理及设计方法、输入/输出（I/O）系统等。通过该课程的学习，可以使学生较深地掌握单台计算机的组成及工作原理，进一步加深对先修课程的综合理解及灵活应用，为后继课程的学习建立坚实的基础知识。

一、课程目标

通过本课程的理论教学和实验训练，使学生具备下列能力：

- 1、掌握计算机系统各组成部分，包括运算器、存储器、控制器，总线、输入/输出系统等的工作原理及硬件结构，能描述各部分工作过程中的关键环节和基本原理。
- 2、运用计算机组成基本原理对复杂软件问题进行合理性和复杂性分析，进而能够进行解决方案的比较和综合，夯实基本原理、强化设计方法、优选技术方案。
- 3、掌握计算机各部件的设计方法，例如存储器字位扩展、存储系统地址变换、微指令系统等设计方法。此外，有动手实践能力，能在实验箱上完成相应的验证与设计实验，包括：运算器、存储系统、总线系统的验证实验和简单模型机的设计实验。
- 4、具备基本的科学素养，及时了解计算机体系结构的国内外新技术和发展趋势，及时掌握国家相关方面的科技战略需求，激发同学们的科学探索和科技创新精神，树立强烈爱主义使命感与责任心。

二、课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	指标点	课程目标	关联度
2、问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究	2-2 能够运用专业知识和数学模型针对复杂软件工程问题进行合理表达和复杂度分析，进而能够对复	教学目标 1、 教学目标 2、 教学目标 4	M

分析复杂软件工程问题，以获得有效结论。	杂软件工程问题的解决方案进行比较和综合，优选技术方案。		
4、研究： 能够基于科学原理并采用科学方法对复杂软件工程问题进行研究，包括文献调研、设计实验方案、开展实验、采集数据、分析与解释所获取的数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。	4-1 能够基于专业基础，通过文献研究或相关方法，调研和分析复杂软件工程问题的解决方案。	教学目标 1、 教学目标 3	H

三、课程的基本内容

3.1 理论教学

1、计算机系统概论（支撑课程目标 1、4）

[教学目标与要求]：了解冯诺依曼计算机的硬件结构和主要功能；掌握计算机系统的硬件结构和层次结构；了解计算机软件的基本概念；了解计算机科学的发展历史及应用范围。

[本章主要内容]：

- （1）计算机的语言
- （2）计算机的硬件
- （3）计算机系统的层次结构
- （4）电子计算机的发展简史
- （5）计算机的应用

[本章重点]：

冯·诺依曼体系结构计算机的特点、计算机系统的层次结构、计算机语言的种类与特点、计算机硬件系统的组成。

[本章难点]：

计算机语言的种类与特点。

[本章创新方法]：

融合 TRIZ 中的技术进化法则，结合信息物理系统，逐渐适应当前智能计算机体系结构发展的技术需求，使学生掌握该创新方法并能够把握计算机硬件相关技术的未来发展趋势。

[本章思政教学内容]：

以 IT 公司创业史、计算机软硬件发展史为主线，采用案例、类比、联想以及启发等教学方法，深入挖掘理论知识应用背景，融合国家计算机发展战略，引入自主创新思政教学内容，激发同学们的科学探索和科技创新精神，坚定同学们敢为天下先的自信和勇气。

2、运算方法和运算部件（支撑课程目标 1、2、3）

[教学目标与要求]：了解计算机中数值数据的表示、转换和运算；掌握定点数和浮点数的硬件描述和运算方法；解释计算机中定长数据表示如何影响数值的精度；描述非数值数据

在计算机内部的表示方法；掌握定点运算器的基本组成和功能部件的物理特性、时间特性、数据通路；掌握数据校验码和数据校验原理。

[本章主要内容]:

- (1) 数值的表示方法和转换
- (2) 带符号的二进制数据在计算机中的表示方法及加减法运算
- (3) 二进制乘法运算
- (4) 浮点表示及运算方法
- (5) 数据校验码

[本章重点]:

定点机器数和浮点机器数的表示方法、定点数的补码加减乘运算方法、浮点数的加减乘运算方法、运算器的结构和数据通路。

[本章难点]:

浮点机器数的表示、IEEE 754 浮点数标准、运算器的结构和数据通路。

[本章创新方法]:

融合 TRIZ 中的技术矛盾解决原理，根据计算机的定点运算和浮点运算的基本原理，模拟实现计算过程，分析与设计基本的运算器数据通路，使学生能够运用创新思维进行简单的补码加法运算器概念设计。

3、主存储器（支撑课程目标 1、2、3、4）

[教学目标与要求]: 了解主存储器类型、工作原理、主要技术指标；解释随机存储器的组成原理及结构，设计方法；掌握主存储器的功能特性、时间特性。

[本章主要内容]:

- (1) 主存储器分类、主要技术指标和基本操作
- (2) 读/写存储器(即随机存储器(RAM))
- (3) 非易失性半导体存储器
- (4) 半导体存储器的组成与控制

[本章重点]:

存储器分类、SRAM 和 DRAM 的工作原理及特点、对主存储器进行扩展和译码连接。

[本章难点]:

SRAM 和 DRAM 的工作原理。

[本章创新方法]:

融入组合创新方法，解释 SRAM 和 DRAM 的差异，区分各种典型存储器的属性，使学生掌握主存储器不同类型的应用场合，开阔思路、提升创造能力。

[本章思政教学内容]:

结合主存储器功能知识点，融合美国断供“芯片”，我国主存储器产业面临“卡脖子”窘境，引入攻关精神、奋斗精神思政教学内容，引导同学们致力于解决实际问题，努力实现核心技术自主可控。

4、辅助存储器 （支撑课程目标 1）

[教学目标与要求]: 使学生了解磁表面存储器的存储原理，磁（硬）表面质存储器工作原理。

[本章主要内容]:

- （1）磁表面存储器的种类与技术指标
- （2）磁记录原理
- （3）磁（硬）盘存储器

[本章重点]:

磁表面存储器的种类与技术指标。

[本章难点]:

硬磁盘的工作原理。

[本章创新方法]:

融合推理演绎法，结合硬盘的组成及其工作原理，使学生运用推理演绎法构建提升硬盘存储密度的可行性方案。

5、存储系统 （支撑课程目标 1、2、3、4）

[教学目标与要求]: 了解存储系统的组成和功能特性；掌握现代存储层次的组织结构；掌握高速缓冲存储器（Cache）的基本工作原理及地址映射方式。掌握虚拟存储系统的基本工作原理。

[本章主要内容]:

- （1）存储系统的层次结构
- （2）高速缓冲存储器（cache）
- （3）虚拟存储器
- （4）相联存储器

[本章重点]:

存储系统的层次结构、Cache-主存层次的工作原理和地址映射方法、主存-辅存层次的工作原理和地址变换方法。

[本章难点]:

Cache-主存层次的地址映射方法、主存-辅存层的地址变换方法。

[本章创新方法]:

融合问题分析的创新方法，结合实际生活中存储价格、存储容量和存取速度之间的关系，引出存储系统的层次结构，培养学生快速确认核心问题的能力，发现问题根本矛盾所在。

[本章思政教学内容]:

由数据存储和信息安全的重要意义，引入我国在该领域取得的成就；引导学生了解我校骆建军教授创立的华澜微公司所设计的“我国第一颗自主设计的多 CPU 架构的固态硬盘控制器芯片”，以及华澜微公司取得令世人瞩目的成就。通过华澜微的中国梦——“把中国人的信息存放在中国人自己的硬盘中！”，激发学生的爱国主义热情、自豪感与使命感。

6、指令系统 （支撑课程目标 1、3、4）

[教学目标与要求]: 了解指令系统的设计方法和组成原理；掌握指令格式的组织类型和操作数的寻址方式；掌握指令分类方法及功能。

[本章主要内容]:

- (1) 指令系统的发展和形成
- (2) 指令格式和编码，数据表示
- (3) 指令寻址方式
- (4) 指令系统和指令的类型
- (5) 精简型指令系统（RISC）和复杂指令系统（CISC）

[本章重点]:

机器指令的格式、指令的操作码扩展技术、指令系统的设计、各种寻址方式的有效地址计算方法、操作数获取方法、机器指令代码的编码和译码、CISC 和 RISC 的指令系统特点。

[本章难点]:

使用操作码扩展技术设计指令系统、计算各种寻址方式的 EA 和操作数、指令代码的编码和译码。

[本章创新方法]:

结合不同实际需求（例如高性能计算或移动计算），融合指令集（CISC 或 RISC）选型案例，引入具体情况具体分析的思政教学内容，提高学生的辨别能力、分析能力、思考决策能力、解决复杂工程的问题和终身学习的能力。

[本章思政教学内容]:

(1) 引导学生了解华为公司研发的鲲鹏 CPU，鼓励学生通过现代信息技术手段，以查阅文献、自学、ARMv7 与 v8 对比、小组研讨等方式，分析与总结鲲鹏 CPU 的指令系统类型、指令系统格式特点。同时，进一步了解鲲鹏 CPU 的应用，帮助学生以辩证的、战略的思维理解科技第一生产力对于国家建设与民族复兴的重要意义；

(2) 引导学生了解中国人工智能公司寒武纪将在 2019 世界人工智能大会上，发布的全新思元 270 云端 AI 芯片，了解这款芯片集成的一系列寒武纪自研的创新技术，包括其在非稀疏深度学习模型算力提升至上一代的 4 倍，支持浮点运算和混合精度运算，同时还加入了寒武纪自主研发的 MLUv02 指令集，支持视觉、语音、自然语言处理、传统机器学习等。了解与分析 MLUv02 指令集的指令种类、功能、格式特点等。激发学生自主创新意识。

7、中央处理器部件 （支撑课程目标 1、2、3、4）

[教学目标与要求]: 掌握中央处理器（CPU）的组成原理与结构；掌握 CPU 中主要寄存器和功能部件的组成原理及功能；掌握一条典型的机器指令在 CPU 中执行过程；掌握微程序控制计算机 CPU 的工作原理，微程序控制器的设计方法和组成；掌握硬布线控制计算机的工作原理与组成；了解流水线处理器的基本原理，控制器的控制方式。

[本章主要内容]:

- (1) 控制器的组成
- (2) 微程序控制计算机的基本工作原理

(3) 硬布线控制的计算机

(4) 控制器的控制方式

(5) 流水线工作原理

[本章重点]:

控制器的组成及功能、CPU 的系统结构和数据通路设计、指令的执行过程、硬布线控制器的的工作原理与设计、微程序控制器的工作原理与设计、RISC 和 CISC 的 CPU 特点。

[本章难点]:

CPU 的系统结构和数据通路设计、指令的执行过程、硬布线控制器的工作原理与设计、微程序控制器的工作原理与设计。

[本章创新方法]:

融合推理演绎法, 针对确定的指令系统和系统结构, 对数据通路做出分析和设计, 使学生运用推理演绎法初步设计一个简单模型计算机 CPU 。

[本章思政教学内容]:

以 CPU 芯片的重要性为切入点, 引导学生了解我国华为公司生产的海思麒麟系列处理芯片, 总结其处理器架构、功能特性以及工艺特点; 并进一步了解华为公司在 5G 通信技术方面取得的成就, 从而真正理解“加快建设创新型国家”战略方针的重要性, 引导学生瞄准世界科技前沿, 树立投身科学研究和技术创新的远大理想。

8、输入输出设备 （支撑课程目标 1）

[教学目标与要求]: 了解常用输入输出设备的工作原理。

[本章主要内容]:

(1) 键盘

(2) 鼠标

(3) 显示器

(4) 打印机

(5) 汉字处理技术

[本章重点]:

打印机的工作原理

[本章难点]:

汉字处理技术

9、输入输出（I/O）系统 （支撑课程目标 1、2、3）

[教学目标与要求]: 了解计算机与输入输出设备之间的接口基本功能, 组织结构; 掌握计算机中断系统, 计算机系统对外设的控制方式; 信息转换方式。掌握计算机系统总线的结构和工作原理, 总线的仲裁, 数据传送; 掌握接口的基本概念, 系统总线与接口的组织结构; 描述外设接口的实例。

[本章主要内容]:

(1) 输入输出(I/O)系统概述

(2) 程序中断输入输出方式

(3) DMA 输入输出方式

(4) 通道控制方式和外围处理机方式

(5) 总线结构

(6) 外设接口

[本章重点]:

I/O 指令的格式与外设的编址方式、CPU 与外设交换信息的方式、中断的基本概念、中断的过程、中断的请求与响应、中断返回。

[本章难点]:

中断的基本概念、中断的完整过程、中断的请求与响应。

[本章创新方法]:

融合创新问题标准解法的创新方法，结合打印机中断系统的设计案例，使学生掌握创新问题标准解法，并促进对 I/O 系统（接口）设计方法的理解。

3.2 实验（支撑课程目标 3）

1、教学目标

计算机组成原理实验教学是学生深入掌握、验证和补充课堂理论学习的有效手段。通过学生对计算机各功能部件的设计、组装、调试能力的培养，增强学生的整机概念，提高学生计算机系统硬件的分析能力。在实验中培养学生严肃认真的科学态度和踏实细致、实事求是的作风，提高学生的实际动手能力，具备基本的分析和设计模型机系统的能力，为实际应用和科学研究打下良好的基础。

2、主要内容

设计并完成算术逻辑运算器、移位运算器、脱机运算器、总线控制器、静态随机存储器、微控制器的实验，同时完成基本模型机设计与实现，复杂模型机设计与实现。实验的具体内容由实验教学大纲或实验指导书规定。

四、教学安排

本课程一共 72 学时，由课堂教学及实验两部分组成。

课堂教学：占 54 学时，围绕本课程的基本概念、原理及相关设计方法进行授课。

实验：占 18 学时，分别针对本课程的基本原理、模型机设计与实现进行实验。

建议学时分配如下表：

讲 课 内 容		学 时	
		讲课	实验
1	计算机系统概论	2	
2	运算方法和运算部件	12	5
3	主存储器	6	2
4	辅助存储器	2	
5	存储系统	8	2
6	指令系统	4	2

7	中央处理器部件	11	7
8	输入输出设备	1	
9	输入输出系统	2	
10	讨论课（复习）	2	
11	习题课	2	
12	习题课	2	
小计		54	18
合 计		72	

五、教学方法

本课程将课堂讲授与实验教学相结合，辅以启发式、案例式、互动式、探究式和协作式等教学方式，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识。

1、课堂讲授：

(1) 采用启发式教学，激发学生主动学习的兴趣，培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力，引导学生主动通过实践和自学获得自己想学到的知识。

(2) 采用电子教案，多媒体教学与传统板书教学相结合，强化课堂教学效果，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性。

(3) 采用案例教学。理论教学与工程实践相结合，引导、启发和激励学生思考，建立科学的思维方法，使学生能够系统掌握用于解决软件工程类专业工程复杂问题的专业基础知识。

(4) 采用互动式教学。课内讨论和课外答疑相结合，进一步培养学生综合分析问题的能力。在授课过程中，注重知识的内涵和实质、知识与知识的联系，注重对学生分析问题和解决问题的能力培养。针对与教学内容相关的技术难题，以专题讨论的形式，启发学生的思维、激励并锻炼他们解决问题的能力，让同学们应用所学的知识，提出解决方案或思路，学以致用，从而激发学生学习的兴趣和积极性。

2、实验教学：

实验是本课程一个重要环节，对学生完成计算机组成原理的教学具有重要的作用，通过实验使学生掌握计算机五大部件的组成及其工作原理。巩固课堂所讲授的内容，提高分析解决问题的能力。要求态度认真、原理清楚、方法正确、实验完整、报告工整。

完成 8 个实验项目，按照实验指导书要求，独立完成或团队协作完成，并提交实验报告。在实验教学的基础上，授课教师可以酌情增加综合实践环节，以提高学生的工程实践素养以及解决实际问题的能力，将知识无缝转化为实践动手能力和问题解决方案。

六、课程考核方式与成绩评定

考核方式：闭卷笔试、课程作业、实验。

成绩评定：闭卷笔试成绩 70%，课程作业成绩 15%，实验成绩 15%。

课程目标达成考核与评价方法及成绩评定对照表

课程目标	支撑毕业要求指标点	考核与评价方式及成绩比例（%）			成绩比例（%）
		课程作业	实验	闭卷考试	
课程目标 1	2-2、4-1	0	0	40	40
课程目标 2	2-2	10	0	0	10
课程目标 3	4-1	0	15	30	45
课程目标 4	2-2	5	0	0	5
合计		15	15	70	100

注：上表中各考核环节及其对应不同课程目标所占分值比例均可根据具体实际情况微调。

考核与评价标准：

1、课程作业评价标准（占总成绩 15%）

基本要求	评价标准				成绩比例（%）
	优秀	良好	合格	不合格	
课程目标 2 （支撑毕业要求指标点 2-2）	按时交作业；基本概念正确、逻辑清楚、格式规范。	按时交作业；基本概念正确、论述基本清楚、格式较规范。	按时交作业；基本概念基本正确、论述基本清楚、格式基本规范。	不能按时交作业；有抄袭现象；或者基本概念不清楚、论述不清楚。	67%
课程目标 4 （支撑毕业要求指标点 2-2）	按时交作业；很好掌握计算机体系结构的国内外新技术和发展趋势，完全具有科技创新精神和爱国主义责任心。	按时交作业；较好掌握计算机体系结构的国内外新技术和发展趋势，较好具有科技创新精神和爱国主义责任心。	按时交作业；基本掌握计算机体系结构的国内外新技术和发展趋势，基本具有科技创新精神和爱国主义责任心。	不能按时交作业；未掌握计算机体系结构的国内外新技术和发展趋势，不具有科技创新精神和爱国主义责任心。	33%

2、实验评价标准（占总成绩 15%）

基本要求	评价标准				成绩比例 (%)
	优秀	良好	合格	不合格	
课程目标 3 (支撑毕业 要求指标点 4-1)	完全具备动手实践能力,能很好地在实验箱上完成简单模型机的设计实验,实验方案最优,撰写实验报告认真仔细。	较好地具备动手实践能力,能较好地在实验箱上完成简单模型机的设计实验,实验方案合理,撰写实验报告较认真仔细。	基本具备动手实践能力,能在一定提示下完成简单模型机的设计实验,实验方案基本合理,撰写实验报告基本准确完整。	不具备动手实践能力,无法在实验箱上完成简单模型机的设计实验,无法实践实验方案,撰写实验报告潦草、简单、存在抄袭。	100%

3、闭卷考试评价标准（占总成绩 70%）

基本要求	评价标准				成绩比例 (%)
	优秀	良好	合格	不合格	
课程目标 1 (支撑毕业 要求指标点 2-2)	很好的掌握计算机系统各组成部分,包括运算器、存储器、控制器,总线、输入输出系统等的工作原理及硬件结构,能准确的描述各部分工作过程中的关键环节和基本原理。	较好的掌握计算机系统各组成部分,包括运算器、存储器、控制器,总线、输入输出系统等的工作原理及硬件结构,能较准确的描述各部分工作过程中的关键环节和基本原理。	基本掌握计算机系统各组成部分,包括运算器、存储器、控制器,总线、输入输出系统等的工作原理及硬件结构,但不够准确,能描述各部分工作过程中的关键环节和基本原理,但存在缺陷。	未完全掌握计算机系统各组成部分的工作原理及硬件结构,表达基本概念时出现错误,未完全理解各部分工作过程中的关键环节和基本原理,不能表述出来。	43%

课程目标 3 (支撑毕业 要求指标点 4-1)	完全掌握计算机各部件的设计方法,例如存储器字位扩展、存储系统地址变换、微指令系统等设计方法。	掌握计算机各部件的设计方法,例如存储器字位扩展、存储系统地址变换、微指令系统等设计方法。	基本掌握计算机各部件的设计方法,例如存储器字位扩展、存储系统地址变换、微指令系统等设计方法。	未掌握计算机各部件的设计方法,例如存储器字位扩展、存储系统地址变换、微指令系统等设计方法。	57%
----------------------------------	--	--	--	---	-----

七、课程教材及主要参考书

1、课程教材

[1] 王爱英. 计算机组成与结构(第 5 版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2013.

2、主要参考书

[1] 唐朔飞. 计算机组成原理(第 2 版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.

[2] 白中英, 戴志涛. 计算机组成原理(第 6 版)[M]. 北京: 科学出版社, 2019.

[3] David AP, John LH. 计算机组成与设计-硬件/软件接口(原书第 4 版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2015.

制定人: 赵逢达、李贤善、景荣

审定人:

批准人:

年 月 日