

# 《计算机组成原理 (Computer Organization Principle)》

## 教学大纲

制定时间：2024 年 5 月

### 一、课程基本信息

(一) **适用专业**：物联网工程、软件工程、计算机科学与技术、智能科学与技术

(二) **课程代码**：3DX1120A

(三) **学分/课内学时**：3 学分/48 学时

(四) **课程类别**：专业教育

(五) **课程性质**：必修/理论课

(六) **先修课程**：《数字电路》、《单片机原理及应用》、《C 语言程序设计》、《数据结构》

(七) **后续课程**：《操作系统》《编译原理》《嵌入式 Linux 应用与开发》

### 二、课程教学目标

《计算机组成原理》是工科高等学校计算机类、软件工程类和物联网工程类专业的一门主干技术基础课，在计算机学科系列课程中处于承上启下的作用，课程理论与实践兼顾、偏重于理论。

本课程主要以冯·诺依曼思想为指导，以计算机的五大组成部件为基础，对五大部件的结构、功能、设计等进行逐一讲解。使学生掌握计算机的基本组成与运行原理，掌握计算机各部件结构和功能；学会分析，评价计算机系统的整体性能。在深化计算机各功能部件教学的同时，加强对计算机整机硬件系统组成与运行原理有关的内容，并引入华为鲲鹏等国产处理器作为案例，激发学生投身国产 IT 生态自主可控事业的使命感。在教学的整个过程中，坚持以硬件知识为主的同时，加深对计算机整机系统中硬件和软件的联系与配合的认识。课程目标及能力要求具体如下：

#### (一) 课程目标

目标 1：能运用存储芯片的结构，分析存储系统分层结构；能够解释算术逻辑部件的工作原理及运算方法，正确设计运算器部件。识别和分析物联网工程领域的新器件、新装置、新系统、新技术和新模式的应用。(对应毕业要求指标点 2.2)

目标 2：能够进行物联网软硬件系统的总体设计，能够解释控制器的工作原理，能分析计算机系统中指令系统、寻址方式，设计合适指令系统。(对应毕

### 业要求指标点 3.3)

目标 3：能够描述冯·诺依曼机的结构及工作原理，总线概念及工作原理，建立计算机整机概念。掌握 I/O 系统的作用、I/O 接口的结构以及 I/O 工作模式。能认识并判断物联网领域相关的总线和 I/O 系统等实际工程问题，并找到多种解决方案。(对应毕业要求指标点 6.2)

## (二) 课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标	教学单元	评价方式
毕业要求 2：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析物联网领域中的复杂工程问题，以获得有效结论。	指标点 2.2：能认识并判断物联网领域实际工程问题有多种解决方案，能分析文献寻求可替代的解决方案，能正确表达一个实际工程问题的解决方案。	目标 1	数据表示、运算方法与运算器、存储系统	平时作业 实验 期末考核
毕业要求 3：能够设计针对物联网领域中的复杂工程问题的解决方案，设计满足特定需求的物联网应用系统，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	指标点 3.3：能够进行物联网软硬件系统的总体设计，并在设计过程中体现创新意识。	目标 2	中央控制器、指令系统、指令流水线	平时作业 实验 期末考核
毕业要求 6：能够基于工程背景知识和技术标准，对物联网工程进行合理分析，评价物联网应用系统及其复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。	指标点 6.2：能识别和分析物联网工程领域的新器件、新装置、新系统、新技术和新模式的应用对社会、健康、安全、法律以及文化的潜在影响，能评价物联网应用系统失效对社会、健康、安全、法律以及文化的潜在影响。	目标 3	计算机组成原理基本概念、总线、I/O 系统	平时作业 期末考核

### 三、教学内容与方法

#### (一) 教学内容及要求

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
1	计算机系统概述	计算机发展历史、应用概况；冯·诺依曼思想及冯·诺依曼机；计算机的性能指标；ARM架构及华为鲲鹏CPU特点。	1)了解国际、国内计算机发展的历史； 2)掌握冯诺伊曼计算机的工作原理、基本组成及各部分的主要功能； 3)了解计算机软/硬件互动关系； 4)熟悉计算机系统的层次结构，了解不同层次的抽象特点； 5)熟悉常见计算机系统的性能评价指标,掌握CPU性能公式及性能评价方法。理解不同性能评价方法的局限性。	2	讲授	目标3	平时作业、期末考核
2	数据信息的表示	数据的机器级表示及不同数据表示的特点；浮点数据表示(包括表示形式、规格化、数据表示范围和IEEE754标准)；常见的数据校验方式(奇偶校验和海明校验)及其特点	1)熟练掌握数据的编码表示(原码、反码、补码、移码)； 2)掌握定点数与浮点数数据表示及范围的计算方法、规格化浮点数的概念及规格化方法； 3)了解非数值信息的编码表示，尤其是汉字编码；	6	讲授	目标1	平时作业、期末考核

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
			4)掌握奇偶校验、海明校验的方法、特点;				
3	运算方法与运算器	运算器结构及工作原理; 定点数的表示; 定点数的加减运算原理及溢出的概念与检测方法; 定点乘法运算和除法运算的工作原理; 浮点数的表示方法; 浮点数的加减运算。	1)掌握定点数的加减运算方法、溢出检测及电路实现; 2)掌握定点数乘法、除法方法及电路实现; 3)掌握定点运算器结构及设计方法; 4)掌握浮点数加、减运算及溢出判断方法;	8	讲授、实操	目标 1	平时作业、实验、期末考核
4	存储系统	存储系统分层结构及工作原理; 半导体芯片的结构及扩展; Cache 的结构、Cache 映射机制及 Cache 替换算法; 内存的工作原理; 外存的种类及工作原理; 虚拟存储器的结构及工作原理。	1)掌握存储体系的工作原理、构成及各层次的作用; 2)掌握 SRAM、DRAM 的工作原理; 了解 ROM 的工作原理与分类; 3)掌握主存的组成、扩展与控制方法; 4)熟悉相联存储器的工作原理; 掌握 Cache 的工作原理、常见地址映射方式、替换算法; 5)掌握页式虚拟存储器的工作原理; 6)熟悉辅助存储器的种类与技术指标; 了解磁盘整列技术与容错支持。	12	讲授 实操	目标 1	平时作业、实验、期末考核

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
5	指令系统	指令系统的概念；指令的分类；指令的结构；使用汇编指令实现简单运算功能；指令和数据的寻址方式及优缺点对比；MIPS、RISC-V 和 ARM-v8 指令架构的对比。	1)掌握指令格式及各部分的作用； 2)掌握指令和数据的寻址方式；深刻理解指令寻址方式的特点及实现机制；深刻理解不同数据寻址方式的特点； 3)掌握指令格式及其优化设计的基本方法； 4)了解 CISC 与 RISC 的概念及特点； 5)掌握 MIPS 指令格式及特点；	6	讲授	目标 2	平时作业、实验、期末考核
6	中央处理器	指令周期、机器周期、节拍、时钟周期、微操作的概念；控制存储器的概念；控制器的基本组成及各构成模块的功能；组合逻辑控制器实现的方法和基本原理；微程序控制器的工作原理；后继微地址产生方法；鲲鹏 CPU 架构及典型应用。	1)熟悉中央处理器的基本功能及其基本结构； 2)掌握指令周期的概念,理解指令周期不同阶段的任务； 3)掌握指令执行全过程的分析与数据通路分析与设计方法； 4)掌握微程序控制器的工作原理及微程序控制器的设计方法； 5)掌握硬布线控制的工作原理及硬布线控制器的设计方法； 6)能熟练使用 CPU	8	讲授	目标 2	平时作业、实验、期末考核

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
			设计的常用工具; 7)理解多周期与单周期的概念、熟悉单周期与多周期 CPU 的特点; 掌握单周期、多周期 MIPS CPU 的设计方法;				
7	指令流水线	指令流水线概述; 流水线数据通路; 流水线冲突与处理; 流水线的异常与中断	1)了解指令流水线的概念和实现; 2)了解指令流水线的冲突处理和异常中断处理机制;	1	讲授	目标 2	平时作业、期末考核
8	总线系统	总线的概念与分类, 总线的性能指标; 指令执行过程及指令周期; 中断的原理; 计算机性能指标与改进。	1)了解总线的特性、总线分类; 熟悉总线性能指标及计算方法; 2)掌握总线的常见连接方式及其特点; 3)熟悉总线的仲裁方式及特点; 4)熟悉总线的定时与数据传输方式; 5)了解总线的标准;	2	讲授	目标 3	平时作业、期末考核
9	I/O 系统	接口的概念及作用、外设编址方法; 三种输入输出方式的原理及对比; DMA 控制器结构及工作过程; I/O 通道和 I/O 处理机。	1)了解接口的功能、基本结构、接口编址; 2)熟悉查询输入输出方式的工作原理; 3)掌握中断的基本概念、中断请求与	3	讲授	目标 3	平时作业、期末考核

序号	教学单元	教学内容 (知识点)	学习产出要求	推荐学时	推荐教学方式	支撑教学目标	备注
			响应的原理与过程; 4)掌握 DMA 方式的工作原理。				

## (二) 教学方法

### 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) 在教学内容上，系统讲授计算机五大部件：控制器、运算器、存储器、输入设备和输出设备的相关知识及其相互联系，使学生能够系统掌握用于解决计算机类、软件工程类专业和物联网工程专业复杂工程问题的专业基础知识。

(3) 在教学过程中采用电子教案、平时作业、实验报告等方式，多媒体教学与传统板书、教具教学相结合，课内和课外相结合，提高课堂教学信息量，增强教学的直观性。

(4) 理论教学与工程实践相结合，引导学生应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，采用现代设计方法和手段，进行机构分析、综合与仿真，培养其识别、表达和解决计算机组成相关工程问题的思维方法和实践能力。

### 2.实验教学

实验教学是本课程中重要的实践环节，目的是培养学生运用实验方法设计、验证和创建实践的能力。课程必做实验 4 个，各实验按照实验指导书的要求学生独立或分组完成，并提交实验报告。

## 四、考核及成绩评定

### (一) 考核内容及成绩构成

考核方式在课程目标的比例				
课程目标	考核评定方式 (占比)			总成绩 (占比)
	平时作业 (A)	实验 (B)	期末成绩 (C)	
目标 1	10	10	30	50
目标 2	5	10	18	33
目标 3	5	0	12	17
按占比合计	20	20	60	100

课程考核以考核学生能力培养目标的达成为主要目的，以检查学生对各知识点的掌握程度和应用能力为重要内容，包括平时作业考核、实验和期末考核三个部分。平时考核采用平时作业、实验等方式评定学生成绩；期末考核采用笔试评定学生成绩。各课程目标的考核内容、成绩评定方式、目标分值建议如下：

课程目标	考核内容	成绩评定方式	课程目标考核成绩占比	学生当次考核平均得分	课程目标总成绩占比	目标达成情况计算公式
目标 1：能运用存储芯片的结构，分析存储系统分层结构；能分析计算机系统中指令系统、寻址方式，设计指令系统。	存储系统和运算器	平时作业 3 和 4	10	A1	50	$\frac{A1 + B1 + C1}{50}$
	存储系统和运算器	实验 3 和 4	10	B1		



课程目标	考核内容	成绩评定方式	课程目标考核成绩占比	学生当次考核平均得分	课程目标总成绩占比	目标达成情况计算公式
	存储系统和运算器	期末成绩	30	C1		
目标 2：能够解释控制器的工作原理，算术逻辑部件的工作原理及运算方法。	中央控制器、指令系统	平时作业 2	5	A2	33	$\frac{A2 + B2 + C2}{33}$
	中央控制器、指令系统	实验 1 和 2	10	B2		
	中央控制器、指令系统	期末成绩	18	C2		
目标 3：能够描述冯·诺依曼机的结构及工作原理，总线概念及工作原理，建立计算机整机概念。分析 I/O 系统的作用、I/O 接口的结构以及 I/O 工作模式。	冯·诺依曼思想及冯·诺依曼机；I/O 系统；总线	平时作业 1	5	A3	17	$\frac{A3 + C3}{17}$
	冯·诺依曼思想及冯·诺依曼机；I/O 系统；总线	期末成绩	12	C3		
按占比合计			100	—	100	

## (二) 平时考核成绩评定

**平时作业：**共 4 次，支持目标 1、目标 2、目标 3，共占总评分 20%，目标 1 占 10%、目标 2 占 5%、目标 3 占 5%。

其中 4 次平时作业主要为客观题和主观题。

平时作业由学生自行到网上课程中心平台完成，教师评阅后给出学生平时成绩。

对应目标的评分标准如下：

<b>对应目标</b>	<b>目标 1：</b> 能运用存储芯片的结构，分析存储系统分层结构；能够分析算术逻辑部件的工作原理及运算方法。	<b>目标 2：</b> 能解释控制器的工作原理，能分析计算机系统中指令系统、寻址方式，设计指令系统。	<b>目标 3：</b> 能描述冯·诺依曼机的结构及工作原理，总线概念及工作原理，建立计算机整机概念。分析 I/O 系统的作用、I/O 接口的结构以及 I/O 工作模式。
-------------	--	---	---

<b>考查点</b>		能解释存储器系统的分层结构, 实现 cache 映射方法和替换算法; 分析信息在机器中的表示方法和运算器的工作原理	能够分析控制器的基本组成和控制方法; 能分析指令的基本格式和功能, 指令和数据的寻址方式	明确课程学习目标, 掌握计算机基本组成结构, 评价计算机性能参数, 能解释总线和 I/O 系统工作原理。
<b>成绩比例</b>		10%	5%	5%
<b>评分标准</b>	<b>100%至90%</b>	优秀: 可以全面正确理解存储器的分层结构原理; 正确完成 cache 映射和替换; 能够针对计算需求正确设计运算器结构	优秀: 可以全面正确地分析控制器的工作原理, 正确选择指令完成代码编写	优秀: 熟悉计算机五大部件的基本知识, 可以全面正确分析总线和 I/O 系统工作原理
	<b>89%至80%</b>	良好: 可以正确理解存储器的分层结构原理; 正确完成 cache 映射和替换; 能够针对计算需求正确设计运算器结构, 存在少许错误	良好: 可以较好分析控制器的工作原理, 存在少许错误; 正确选择指令完成代码编写, 存在少许错误	良好: 熟悉计算机五大部件的基本知识, 可以较好分析总线和 I/O 系统工作原理, 存在少许错误
	<b>79%至70%</b>	中等: 可以正确理解存储器的分层结构原理; 基本正确完成 cache 映射和替换; 能够针对计算需求基本正确设计运算器结构, 存在部分错误	中等: 可以部分正确分析控制器的工作原理, 存在部分错误; 基本正确选择指令完成代码编写, 存在部分错误	中等: 了解计算机五大部件的基本知识, 可以部分正确分析总线和 I/O 系统工作原理, 存在部分错误
	<b>69%至60%</b>	合格: 可以基本正确理解存储器的分层结构原理; 基本正确完成 cache 映射和替换; 能够针对计算需求基本正确设计运算器结构, 存在较多错误	合格: 只能部分理解控制器的知识, 不能正确理解其工作原理, 存在较多错误; 基本正确选择指令完成代码编写, 存在较多错误	合格: 部分了解计算机五大部件的基本知识, 可以部分正确分析总线和 I/O 系统工作原理, 存在较多错误
	<b>59%至0%</b>	不合格: 不能正确理解存储器的分层结构原理; 不能正确完成 cache 映射和替换; 不能针对计算需求正确设计运算器结构	不合格: 不能正确理解控制器的知识, 不能正确理解其工作原理, 存在非常多错误; 不能正确选择指令完成代码编写, 存在非常多错误	不合格: 不了解计算机五大部件的基本知识, 不能正确分析总线和 I/O 系统工作原理, 存在非常多错误

**3.实验:** 必做实验 4 次, 支撑目标 1、2, 共占总评分 20%, 其中目标 1、2

分别占 10%和 10%。对应目标的评分标准如下：

<b>对应目标</b>	目标 1：掌握存储芯片的结构，理解存储系统分层结构；掌握算术逻辑部件的工作原理及运算方法。		
<b>成绩比例</b>	10%		
<b>考查点</b>	实验操作内容	实验报告	
<b>评分标准</b>	<b>100%至90%</b>	准确理解相关概念、能够灵活运用所学知识，根据实验指导书，快速、准确完成存储器或运算器的连接电路，并正确实现存储器中数据的读写或者运算器中数据的计算。实验态度认真，操作能力强，操作、记录规范，沟通、协作很好。	有很强的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容完整、正确，有很好的分析与见解。文本表述清晰，书写工整，格式规范。
	<b>89%至80%</b>	理解相关概念、能够灵活运用所学知识，根据实验指导书，可完成存储器或运算器的连接电路，并正确实现存储器中数据的读写或者运算器中数据的计算。实验态度认真，操作能力强，操作、记录规范，沟通、协作良好。	有较强的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容完整、正确，有较好的分析与见解。文本表述较为清晰，书写比较工整，格式规范。
	<b>79%至70%</b>	理解相关概念、能够运用所学知识，根据实验指导书，完成存储器或运算器的连接电路，并正确实现存储器中数据的读写或者运算器中数据的计算。实验态度比较认真，操作能力较强，操作、记录规范，沟通、协作正常。	有良好的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容较完整、正确，有自己的分析与见解。文本表述较为清晰，书写较为工整，格式较为规范。
	<b>69%至60%</b>	基本理解相关概念、能够运用所学知识，根据实验指导书，基本可完成存储器或运算器的连接电路，并能实现存储器中数据的读或者写操作或者运算器中数据的某类计算。实验态度不太认真，操作能力一般，操作、记录基本规范，有沟通、协作。	有一定的总结实验和撰写报告的能力，实验报告内容基本完整、正确，没有分析或见解。文本表述基本清晰，书写基本工整，格式基本规范。
	<b>59%至0</b>	动手操作能力差；操作、调试不规范，实验中不能完成存储器或运算器的连接电路，无法实现存储器中数据的读写或运算器中的数据计算。不能正确使用仿真软件和仪器设备。	总结实验和撰写报告的能力差，实验报告内容不完整、错误多。文本表述不清晰，书写潦草、格式不规范。

<b>对应目标</b>	目标 2：掌握中央控制器的工作原理，掌握指令系统的工作原理和设计方法。
<b>成绩比例</b>	10%

考查点		实验操作内容	实验报告
评分标准	100% 至 90%	准确理解相关概念、能够灵活运用所学知识, 根据实验指导书, 快速、准确完成时序电路的连接电路和操作, 快速、正确实现指令系统的全部功能。实验态度认真, 操作能力强, 操作、记录规范, 沟通、协作很好。	有很强的总结实验和撰写报告的能力, 实验报告内容完整、正确, 有很好的分析与见解。文本表述清晰, 书写工整, 格式规范。
	89% 至 80%	理解相关概念、能够灵活运用所学知识, 根据实验指导书, 可完成时序电路的连接电路和操作, 能够正确实现指令系统的几乎全部功能。实验态度认真, 操作能力强, 操作、记录规范, 沟通、协作良好。	有较强的总结实验和撰写报告的能力, 实验报告内容完整、正确, 有较好的分析与见解。文本表述较为清晰, 书写比较工整, 格式规范。
	79 至 70%	理解相关概念、能够运用所学知识, 根据实验指导书, 可完成时序电路的连接电路和操作, 能够正确实现指令系统的多数功能。实验态度比较认真, 操作能力较强, 操作、记录规范, 沟通、协作正常。	有良好的总结实验和撰写报告的能力, 实验报告内容较完整、正确, 有自己的分析与见解。文本表述较为清晰, 书写较为工整, 格式较为规范。
	69% 至 60%	基本理解相关概念、能够运用所学知识, 根据实验指导书, 基本可完成时序电路的连接电路和操作, 能够正确实现指令系统的部分功能。实验态度不太认真, 操作能力一般, 操作、记录基本规范, 有沟通、协作。	有一定的总结实验和撰写报告的能力, 实验报告内容基本完整、正确, 没有分析或见解。文本表述基本清晰, 书写基本工整, 格式基本规范。
	59%至 0	动手操作能力差; 操作、调试不规范, 实验中不能完成时序电路的连接和仿真, 无法正确实现指令系统的功能。不能正确使用仿真软件和仪器设备。	总结实验和撰写报告的能力差, 实验报告内容不完整、错误多。文本表述不清晰, 书写潦草、格式不规范。

## 五、参考学习资料

- (一) **推荐教材:** 《计算机组成原理(微课版)》, 谭志虎主编, 人民邮电出版社, 2021, 第1版, ISBN: 9787115558015
- (二) 推荐教材 2: 《计算机组织与结构-性能设计》, [美] 威廉·斯托林斯等, 电子工业出版社, 2018, 第9版英文版, ISBN: 9787121324390
- (三) 推荐教材 3: 《深入理解计算机系统》, [美] 兰德尔 E. 布莱恩特等, 机械工业出版社, 2016, 第3版, ISBN: 9787111544937
- (四) 参考资料 1: 《计算机组成与设计: 硬件/软件接口》, [美] 戴维·A. 帕特森, 机械工业出版社, 2020, 第1版, ISBN: 9787111652144

(五) 参考资料 2:《计算机系统基础》,袁春风等,机械工业出版社,2018,第2版,  
ISBN: 9787111604891

制订人: 于安宁

审核人: 吴英