

甘肃省高等教育自学考试 课程考试大纲

专业名称：计算机科学与技术（专升本）

专业代码：080901

课程名称：计算机系统结构（02325）



甘肃省高等教育自学考试委员会 制定

2024 年 3 月

课程性质与课程目标

一、课程性质

计算机体系结构课程旨在系统介绍进行计算机系统设计所需的专业知识，课程重点涵盖计算机体系结构的核心思想、基本概念、设计原理、设计方法与评价分析方法，主要内容包括计算机体系结构基础、计算机指令集结构设计、流水线设计、向量处理机、存储层次、输入输出系统、多处理机等。本课程的任务是要在全局和整体的角度系统地理解和掌握计算机体系结构技术的基本思想，建立定量分析的概念，培养系统设计和评价计算机系统的能力。

二、课程目标

《计算机体系结构课程》的教学目的是介绍计算机体系结构的概念、技术和最新动态，着重介绍软、硬件功能分配以及如何最佳、最合理地实现软、硬件功能分配。要求了解基本概念、基本原理、基本结构和基本分析方法。使学生对计算机系统结构、组成和实现有一个整体掌握。

课程内容与考核要求

第一章 引言

一、课程内容

（一）计算机体系结构的研究内容

1. 什么是计算机
2. 计算机的基本组成

（二）衡量计算机的指标

1. 计算机的性能
2. 计算机的价格
3. 计算机的功耗

（三）计算机体系结构的发展

1. 摩尔定律和工艺的发展
2. 计算机应用和体系结构
3. 计算机体系结构发展

（四）体系结构设计的基本原则

1. 平衡性
2. 局部性
3. 并行性
4. 虚拟化

二、自学要求

本章着眼于建立和掌握计算机系统结构设计应具备的基本知识和概念，为进一步深入学习后续各章打好基础。

总体要求：理解一个完整的计算机系统可被看成是由多个机器级构成的层次结构的概念，知道层次的划分。掌

握结构、组成、实现三者的定义及所包含的方面，有助于对透明性作出正确的判断。掌握计算机设计的三种思路，了解各自的优缺点，理解“从中间向两边设计”的思路更具优势。理解软、硬件功能分配的原则。掌握实现软件移植的途径、方法、适用场合、问题及对策。了解应用和器件的发展对系统结构设计的影响。掌握并行性概念与计算机系统结构中并行性的发展、并行性结构的分类。了解计算机系统的分类。

本章重点为结构、组成设计研究的方面，计算机系统的设计思路，软件的可移植性途径，系统结构的并行性。难点为透明性分析。

三、考核知识点与考核要求

1. 计算机系统的多级层次结构，要求达到领会层次。

1.1 现代通用计算机系统通常可以分为多个层次，每个层次具有特定的功能和相对位置。

1.2 各机器级的实现所用的翻译或解释技术。

1.3 层次结构概念对推动系统结构发展的作用。

2. 计算机系统结构、组成和实现，要求达到领会层次。

2.1 计算机系统结构的定义和研究方面。

2.2 计算机系统结构是软、硬件主要交界面的概念。

2.3 计算机组成和计算机实现的定义和研究方面。

2.4 系统结构、组成和实现的相互影响。

2.5 透明性是一个重要的概念，它涉及到在特定问题或情境下是否应该采取透明的处理方式。

3. 软、硬件取舍与计算机系统的设计思路，要求达到领会层次。

3.1 软、硬件实现的优缺点。

3.2 软、硬件取舍的基本原则。

3.3 计算机系统“由上往下”和“由下往上”设计的方法和问题。

3.4 计算机系统“由中间开始”设计的方法和优点。

4. 系统结构设计要考虑解决软件的可移植性，要求达到领会层次。

4.1 软件的可移植性定义、实现途径，并理解解决好软件可移植的必要性。

4.2 采用统一高级语言途径的方法、适用场合、存在问题及应采用的策略。

4.3 采用系列机途径的办法、适用场合、好处、问题及应采用的策略。

4.4 软件向前、向后、向下、向上兼容的定义，系列机对软件兼容的要求。

4.5 正确判断系列机中发展新型号机器作法的可行性。

4.6 采用模拟与仿真途径的方法、适用场合、优点和问题以及应采用的策略。

4.7 对各种软件移植手段的综述。

5. 应用与器件的发展对系统结构的影响，要求达到领会层次。

5.1 明白非用户片、现场片和用户片的定义。

5.2 器件发展是推动系统结构和组成前进的关键因素。

5.3 器件发展如何改变了传统逻辑设计方法？

6. 系统结构中的并行性发展及计算机系统的分类，要求达到识记层次。

6.1 并行性定义，并行性的二重含义和开发并行性的三种途径。

6.2 各种并行性等级的划分和并行性高低的顺序。

6.3 计算机系统通过三种不同的并行性发展途径开发出的多机系统类型与特点。

6.4 耦合度概念。

6.5 计算机系统弗林分类法。

第二章 指令系统

一、课程内容

（一）指令系统简介

（二）指令系统设计原则

（三）指令系统发展历程

1. 指令内容的演变

2. 存储管理的演变

3. 运行级别的演变

（四）指令系统组成

1. 地址空间

2. 操作数
3. 指令操作和编码

(五) RISC 指令集比较

1. 指令格式比较
2. 寻址方式比较
3. 公共指令功能
4. 不同指令系统的特色

(六) C 语言的机器表示

1. 过程调用
2. 流程控制语句

二、自学要求

本章从数据表示、寻址方式、指令系统设计与改进等几方面分析应如何合理分配软、硬件功能，给程序设计者提供好的机器级界面。在保持高级语言与机器语言、操作系统与计算机系统结构、程序设计环境与计算机系统结构之间适当的语义差距前提下，怎样改进计算机系统结构，缩小语义差距。

总体要求：理解数据表示与数据结构的关系。掌握引入和发展数据表示的标准。理解自定义、堆栈、向量三种高级数据表示的内涵。掌握浮点数尾数基值大小和尾数下溢处理方法的分析。理解基址寻址和变址寻址的不同，静态再定位与动态再定位技术的不同。理解信息在存储器按整数边界存储的概念。熟练掌握有哈夫曼压缩思想的扩展操作码编码。掌握指令格式优化设计的方法。掌握按增强

指令功能发展与改进指令系统的目的、方法和途径。理解精简指令系统计算机（RISC）的思想，掌握 RISC 结构所采用的基本技术。

重点是浮点数尾数基值的选择和下溢处理，自定义数据表示，再定位技术，信息按整数边界存储，操作码优化，指令字格式的优化设计，指令系统改进途径，RISC 思想及所采用的基本技术。难点是浮点数尾数基值选择，指令字格式的优化设计。

三、考核知识点与考核要求

1. 数据表示，要求达到综合应用层次。

1.1 数据表示的定义，数据表示与数据结构的关系。

1.2 引入数据表示的原则。

1.3 标志符数据表示的优点，标志符数据表示与数据描述符的差别。

1.4 堆栈机器（堆栈数据表示）和向量数据表示的基本特征。

1.5 浮点数尾数基值大小的利与弊，能熟练计算尾基不同大小时浮点数的可表示值范围和可表示数个数等参数。

1.6 综述和比较四种尾数下溢处理的方法、误差特性分析、优缺点及适用场合。

1.7 查表舍入法填下溢处理表的原则，并能进行具体填表。

2. 寻址方式，要求达到领会层次。

2.1 寻址方式的三种面向，逻辑地址和物理地址的含义。

2.2 寻址方式在指令中的二种不同的指明方式，优缺点。

2.3 程序的静态再定位和动态再定位的含义和实现办法。

2.4 信息在内存中按整数边界存储的含义、编址要求、存在问题和适用场合。

3. 指令格式的优化设计，要求达到综合应用层次。

3.1 指令格式优化的含义。

3.2 哈夫曼编码、优化的扩展操作码编码的产生，并能求出其平均码长。

3.3 扩展操作码中短码不能是长码的前缀的概念。

3.4 归纳综述出指令格式优化设计可采用的各种措施。

3.5 根据指令设计全部要求设计出优化的指令格式。

4. 按 CISC 方向发展和改进指令系统，要求达到领会层次。

4.1 面向目标程序优化实现改进指令系统的目标和思路。

4.2 面向高级语言优化实现改进指令系统的目标和思路。

4.3 高级语言机器的定义和二种形式，理解其为什么

么难以得到发展。

4.4 面向操作系统优化实现改进指令系统的目标和思路。

5. 按 RISC 方向发展和改进指令系统，要求达到领会层次。

5.1 CISC 存在的问题和 RISC 的优点。

5.2 设计 RISC 机器的一般原则。

5.3 设计 RISC 器的基本技术。

第三章 特权指令系统

一、课程内容

（一）特权指令系统简介

（二）异常与中断

1. 异常分类

2. 异常处理

3. 中断

（三）存储管理

1. 存储管理的原理

2. TLB 的结构和使用

3. TLB 地址翻译相关异常的处理

（四）应用程序二进制接口

1. 寄存器约定

2. 函数调用约定

3. 进程虚拟地址空间

4. 栈帧布局

（五）六种常见的上下文切换场景

1. 函数调用
2. 异常和中断
3. 系统调用
4. 进程
5. 线程
6. 虚拟机
7. 六种上下文切换场景的对比

（六）同步机制

1. 基于互斥的同步机制
2. 非阻塞的同步机制

二、自学要求

着重学习以指令系统结构为核心的软硬件界面，内容包括指令系统总体介绍、指令集结构、异常与中断、存储管理、软硬件协同等内容。贯穿该部分内容的核心思想是建立高级语言（如 C 语言）与指令系统结构之间的关联。

三、考核知识点与考核要求

1. C 语言的语句与指令系统的关系, 要求达到领会层次。

1.1 算术语句可直接映射为相关运算指令。

1.2 for 循环映射为条件跳转。

1.3 switch 语句映射为跳转索引和跳转表等。

2. 操作系统中地址空间的组织与指令访问内存的关

系，要求达到简单应用层次。

2.1 静态全局变量映射到地址空间的静态数据区。

2.2 局部变量映射到堆栈区。

2.3 动态分配的数据则映射到进程空间的堆中。

3. 操作系统中进程和线程的表示及切换在指令和地址映射方面的具体体现，要求达到领会层次。

4. 敲击键盘和移动鼠标等事件如何通过指令系统的外部中断传递到 CPU，要求达到领会层次。

5. 指令系统对操作系统处理外部中断的必要支持，要求达到领会层次。

第四章 计算机硬件结构

一、课程内容

（一）冯诺依曼结构

（二）计算机的组成部件

1. 运算器
2. 控制器
3. 存储器
4. 输入/输出设备

（三）计算机系统硬件结构发展

1. CPU-GPU-北桥-南桥四片结构
2. CPU-北桥-南桥三片结构
3. CPU-弱北桥-南桥三片结构
4. CPU-南桥两片结构

5. SoC 单片结构

(四) 处理器和 IO 设备间的通信

1. IO 寄存器寻址
2. 处理器和 IO 设备之间的同步
3. 存储器和 IO 设备之间的数据传送
4. 龙芯 3A3000+7A1000 桥片系统中的 CPU、GPU、DC

通信

(五) 总线概述

(六) 总线分类

(七) 片上总线

(八) 内存总线

(九) 系统总线

1. HyperTransport 总线
2. HT 包格式

(十) 设备总线

1. PCIE 总线
2. PCIE 包格式

(十一) 处理器核初始化

1. 处理器复位
2. 调试接口初始化
3. TLB 初始化
4. Cache 初始化

(十二) 总线接口初始化

1. 内存初始化

2. IO 总线初始化

(十三) 设备的探测及驱动加载

(十四) 多核启动过程

1. 初始化时的多核协同
2. 操作系统启动时的多核唤醒
3. 核间同步与通信

二、自学要求

本章主要介绍计算机硬件结构。该部分的核心思想是深入理解计算机内部，包括 CPU、GPU、内存、IO 等各组件之间是如何协同工作来执行软件指定的各种任务，以及总线的相关知识，掌握总线的类型、控制方式、通讯技术、数据宽度和总线线数等设计的各种方案、优缺点和适用场合。

三、考核知识点与考核要求

1. 在计算机开机过程中，BIOS 完成硬件初始化后把操作系统从硬盘拷贝到内存执行的过程中南北桥与 CPU 是如何配合的，要求达到简单应用层次。

2. CPU 和 GPU 是如何协同操作完成计算机屏幕显示的，要求达到领会层次。

2.1 CPU 承担了哪些工作。

2.2 GPU 承担了哪些工作。

3. 以太网接口、USB 接口等各种接口的驱动在硬件上的具体体现是什么，要求达到领会层次。

第五章 CPU 微结构

一、课程内容

（一）二进制与逻辑电路

1. 计算机中数的表示
2. MOS 晶体管工作原理
3. CMOS 逻辑电路

（二）简单运算器设计

1. 定点补码加法器
2. 减法运算实现
3. 比较运算实现
4. 移位器

（三）定点补码乘法器

1. 补码乘法器
2. Booth 乘法器
3. 华莱士树

（四）单周期处理器

（五）流水线处理器

（六）指令相关和流水线冲突

1. 数据相关引发的冲突及解决办法
2. 控制相关引发的冲突及解决办法
3. 结构相关引发的冲突及解决办法

（七）流水线与异常处理

（八）提高流水线效率的技术

1. 多发射数据通路
2. 动态调度

3. 转移预测

4. 高速缓存

二、自学要求

本章主要介绍微结构。该部分的核心思想是建立指令系统和晶体管之间的“桥梁”。微结构是决定 CPU 性能的关键因素。该章节内容在追求系统地介绍有关概念的基础上，重点把先行进位加法器和五级静态流水线讲透。

三、考核知识点与考核要求

1. 深入了解先行进位加法器原理，要求达到简单应用层次。

2. 深入了解五级静态流水线原理，要求达到简单应用层次。

3. 深入了解简单转移猜测原理，要求达到简单应用层次。

4. 深入了解高速缓存原理，要求达到简单应用层次。

5. 举一反三地了解微结构的实现方式，要求达到领会层次。

6. 微结构中动态流水线、乱序执行和多发射等内容只做概念性的学习。

第六章 并行处理结构

一、课程内容

（一）程序的并行行为

1. 指令级并行性

2. 数据级并行性

3. 任务级并行性

(二) 并行编程模型

1. 并行编程模型
2. 并行编程模型
3. 多任务消息传递编程模型
4. 共享存储与消息传递编程模型的编程复杂度

(三) 典型并行编程环境

1. 数据并行 SIMD 编程
2. POSIX 编程标准
3. OpenMP 标准
4. MPI 消息传递编程接口

(四) 多核处理器的发展演化

(五) 多核处理器的访存结构

1. 通用多核处理器的片上 Cache 结构
2. 存储一致性模型
3. Cache 一致性协议

(六) 多核处理器的互连结构

(七) 多核处理器的同步机制

(八) 典型多核处理器

1. 龙芯 3A5000 处理器
2. Intel SandyBridge 架构
3. IBM Cell 处理器
4. NVIDIA GPU
5. Tile64 处理器

二、自学要求

本章介绍并行处理结构。应用程序的并行行为是并行处理的基础，现代计算机通过多层次的并行性开发来提高性能。并行处理编程模型包括消息传递模型（如 MPI）和共享存储模型（如 OpenMP）等。多核处理器的设计需要考虑存储一致性模型、高速缓存一致性协议、片上互连、多核同步等核心问题。

本章的安排主要是考虑体系结构学科的完整性，对于知识点只做基本的了解即可。

三、考核知识点与考核要求

1. 存储体系概念与并行主存系统，要求达到简单应用层次。

1.1 存储体系的概念、分支以及依据于程序存在局部性的原理。

1.2 有关存储体系的参数。

1.3 并行主存系统各种组织形式，掌握频宽的分析与计算。

第七章 系统评价与性能分析

一、课程内容

（一）计算机系统性能评价指标

1. 计算机系统常用性能评价指标
2. 并行系统的性能评价指标

（二）测试程序集

1. 微基准测试程序

2. SPEC CPU 基准测试程序
3. 并行系统基准测试程序
4. 其他常见的基准测试程序集

（三）性能分析方法

1. 分析建模的方法
2. 模拟建模的方法和模拟器
3. 性能测量的方法

（四）性能测试和分析实例

1. SPEC CPU 基准测试程序的分值对比
2. 微结构相关统计数据
3. 基础性能参数

二、自学要求

本章介绍计算机的性能分析方法。性能不是由一两个具体指标（如主频）决定的，而是若干因素综合平衡的结果；性能评测也没有绝对合理公平的办法，不同的计算机对不同的应用适应性不一样，对某类应用甲计算机比乙计算机性能高，对另外一类应用可能反之。巨大的设计空间和工作负载的多样性，导致计算机系统的性能分析和评价成为一个非常艰巨的任务。计算机性能分析的主要方法包括理论建模，用模拟器进行性能模拟，以及对实际系统进行性能评测等。

本章的安排主要是考虑体系结构学科的完整性，对于知识点只做基本的了解即可。

三、考核知识点与考核要求

1. 了解计算机系统常用性能评价指标，要求达到识记层次。
2. 了解并行系统的性能评价指标，要求达到识记层次。
3. 了解分析建模的性能分析方法，要求达到识记层次。
4. 了解模拟建模的方法和模拟器，要求达到识记层次。
5. 了解性能测量的性能分析方法，要求达到识记层次。

考核目标

本大纲在考核目标中,按照识记(I)、领会(II)、简单运用(III)和综合运用(IV)四个层次规定其应达到的能力层次要求,这四个能力层次是递进等级关系。四个能力层次的含义分别是:

识记(I):要求考生能够识别和记忆计算机体系结构的主要内容,如定义、特点、原则、规律、模型、原理等,并能做出正确的表述、判断和选择。

领会(II):要求考生能够全面领悟和理解计算机体系结构的基本概念和基本原理,能掌握和分析有关概念和原理的区别与联系,并能根据考核的不同要求,对计算机体系结构的基本问题做出正确的判断、解释和说明。

简单运用(III):要求考生能够根据已掌握的计算机体系结构知识,分析计算机方面的基本问题,得出正确的判断或结论,并能正确地把分析过程表达出来。

综合运用(IV):要求考生能够综合运用计算机体系结构的基本概念和基本原理,分析和解决在实际应用中出现的计算机方面的问题。或者能综合运用本课程的多个知识点,综合分析和解决比较复杂的问题。

需要特别指出的是,试题的难易程度与能力层次的高低不是一个概念。试题的难易程度是指思维过程的复杂程度和分析处理的简繁、技巧。能力层次体现的是对本学科概念的理解程度,以及对知识点的综合运用能力,在各个层次中,有不同难易度的试题,切勿混淆。

相关说明与实施要求

一、制定自学考试大纲的目的及其作用

自学考试大纲是考生自学,社会助学的依据,也是自学考试命题的依据。自学考试大纲明确规定了课程自学和考试的内容、范围和相关要求,使考试标准化。应考者在使用大纲时,一定根据大纲提出的要求,结合教材,全面理解和掌握教材内容,并使其融会贯通,提高分析问题和解决问题的能力。

二、自学要求

一是建立学生的系统观。计算机系统的复杂性体现在计算机中各部分之间的关系非常复杂。希望学生学完这门课程后能够从系统的角度看待计算机,不再简单地以评论性能,或者简单地把用户体验归结于 CPU 的单项性能。二是掌握计算机体系结构的若干概念。计算机体系结构中的概念很多,虽然抽象,但是必须掌握。三是

掌握一些重点知识并具备一些重点能力。

三、自学方法指导

计算机体系结构是实践性很强的学科，强调要设计在“硅”上实现而非“纸”上实现的体系结构。

四、应考指导

计算机系统结构研究的是“系统”而非“结构”，既要上知应用程序、编译程序和操作系统等“天文”知识，还要下知逻辑、电路和集成电路工艺等“地理”知识，把体系结构、基础软件、电路和器件融会贯通。

五、助学建议

学生应对 C 语言程序设计、数字逻辑电路有一定的了解。课程中的实例和原理介绍以 LoongArch 体系结构为主，学生可以通过配套的实验课程，自底而上构建自己的计算机系统，包括硬件、操作系统以及应用软件，从而对“如何造计算机”有更深刻的认识。

六、命题考试的规定

(1) 本课程命题考试的范围为本大纲各章所列考核知识点规定的内容。命题注意到试题的覆盖面。

(2) 合理安排反映不同能力层次的试题。在一份试卷中对不同能力层次要求的分数比例约为：识记占 20%，领会占 30%，简单应用占 30%，综合应用占 20%。

(3) 合理安排难度结构，做到难易适中。试题难易分为易、较易、较难、难四个等级。每份试卷中四种难易度试题的分数比例一般为：易占 20%，较易占 30%，较难占

30%，难占 20%。

（4）本课程考试采用的题型主要有：单项选择题、多项选择题、简答题、论述题、案例分析题等。