



《计算机工程专业概述》

|  |  |
| --- | --- |
| **专 业** | **计算机科学与技术** |
| **姓 名** | **郭果通** |
| **日 期** | **2022/9/9** |

**摘 要**

本文从研究内容、专业课程、学习指导、前沿研究和就业情况五个方面对计算机工程专业进行了分析和介绍。首先是专业研究内容介绍，本文从计算机体系结构、操作系统设计与实现、嵌入式系统设计与实现三个方向入手，介绍了对应领域的基本内容、发展前景以及一些知名的学术会议；然后详细介绍了A1方向三个大学分课程的学习目标与学习内容；并就计算机工程专业学习方法提出了四点建议；进而对计算机体系结构领域国内知名的研究团队进行介绍；最后介绍了计算机工程专业良好的就业前景和广阔的发展空间。

关键词： 计算机工程 计算机体系结构 操作系统 研究内容

**目 录**

[**第1章 专业研究内容介绍** - 1 -](#_Toc113651147)

[1.1 计算机体系结构方向 - 1 -](#_Toc113651148)

[1.2 操作系统方向 - 2 -](#_Toc113651149)

[1.3 嵌入式系统设计与实现方向 - 3 -](#_Toc113651150)

[第2章 专业主要课程内容 - 3 -](#_Toc113651151)

[2.1 专业基础课 - 4 -](#_Toc113651152)

[2.2 专业核心课 - 4 -](#_Toc113651153)

[第3章 专业学习建议 - 5 -](#_Toc113651154)

[第4章 专业前沿研究方向 - 5 -](#_Toc113651155)

[4.1 计算机体系结构 - 5 -](#_Toc113651156)

[第5章 专业学生毕业去向 - 6 -](#_Toc113651157)

[**结 论** - 7 -](#_Toc113651158)

[**参考文献** - 8 -](#_Toc113651159)

**第1章 专业研究内容介绍**

计算机工程是一门研究计算机系统（硬件系统CA与软件系OS）设计与实现的专业。计算机工程是计算机科学与技术专业的一个分支，是计算机科学与技术领域最早出现的专业方向 [1]，它是现代计算机系统、计算机软硬件设计、制造、实施和维护的科学与技术[2]。根据哈尔滨工业大学对计算机工程方向大学分课程的设置，计算机工程专业的研究内容主要分为以下几个方向。

## 计算机体系结构方向

计算机体系和结构是实现硬件及组件连接和选择的一门学科，在社会和科技不断发展的过程中，为了使计算机的性能最大化和关联的效率性达到最理想的状态，以实现多功能、高运行性能、低成本消耗等为目的而开展研究的科学艺术[3]。

计算机体系结构是计算机工程的一个关键部件，它关系到中央处理单元的设计与组织，包括CPU指令集、CPU流水线等等的设计问题，以及集成CPU到计算机系统本身的所有方面，包括存储器的缓存处理等，从而为更好地构造一台计算机服务。体系结构向上可以拓展到计算机软件，因为处理器的架构必须与操作系统和系统软件结合，设计出一个优秀的操作系统必须需要大量计算机体系结构的知识[4]。因此，计算机体系结构的学习对于想要从事CPU设计、操作系统开发的同学而言至关重要。

众所周知，目前摩尔定律已经接近失效，工艺制程逼近极限，计算机性能借助工艺进步快速发展的时代可能一去不复返，这就使得人们不得不通过对体系结构的优化来进一步提升计算机的性能。鉴于冯诺依曼架构已经成为瓶颈性的问题，在未来的十年，计算机的架构可能出现颠覆性的变化，体系结构领域将会迎来“黄金时代”。

目前计算机体系结构领域有四大顶会，包括：

* HPCA：全称高性能计算架构国际研讨会（International Symposium on High-Performance Computer Architecture）
* ASPLOS：全称ACM International Conference on Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems，ASPLOS涉及的领域包括计算机体系结构和硬件、编程语言和编译器、操作系统和网络
* ISCA：全称计算机体系结构国际研讨会（The International Symposium on Computer Architecture）是计算机体系结构新思想和新研究成果发现的重要会议
* MICRO：全称微架构国际研讨会（International Symposium on Microarchitecture），是计算机体系结构的著名会议，关注高级计算和通信系统创新微架构思想和技术

## 操作系统方向

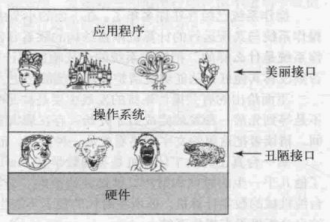
操作系统是我们最常见的最复杂的软件，操作系统作为所有软件的基础，是计算机的灵魂。一般来说，操作系统是一种运行在内核态的软件。操作系统有两个基本上独立的任务，即为应用程序员(实际上是应用程序）提供一个资源集的清晰抽象，并管理这些硬件资源，而不仅仅是一堆硬件。操作系统首先是作为扩展机器的操作系统，它的一个主要任务是隐藏处于太底层的硬件，较好的完成软件和硬件的交互。按照自顶向下的观点来看，其呈现给程序(以及程序员) 良好、清晰、优雅、一致的抽象（如图1），使得我们能够以相似的编程的方式调用不同的底层硬件，并且忽略同类硬件的不同实现的区别；其次是作为资源管理者，按照自底向上的观点，操作系统用来管理一个复杂系统的各个部分，现代计算机包含处理器、存储器、时钟、磁盘,鼠标、网络接口、打印机以及许多其他设备。从这个角度看，操作系统的任务是在相互竞争的程序之间有序地控制对处理器、存储器以及其他I/O接口设备的分配。

图 1 操作系统将丑陋的硬件转变为美丽的抽象

作为最复杂的软件，操作系统是连接软硬件的桥梁，方便用户操作的神器，各种算法、优化、设计思想的集大成者，巨型工程的难得成功案例，此外，在上层开发的过程中也有可能会遇到底层的问题，这就需要我们对操作系统有一定的了解，从方法论的角度，学习设计操作系统的思想对我们解决现实中遇到的很多问题都有一定的帮助。因此学习操作系统对我们工作或者从事相关的研究大有裨益。

对于想要从事操作系统研究的同学，可以通过阅读相关的顶会论文来确定研究方向，并根据顶会发布的机构来确定自己深造的目标院校，目前涉及到的技术包括体系结构、系统安全等，再细分有性能优化，分布式，漏洞挖掘，攻击防御技术，形式化验证等，需要一定的工程能力。目前操作系统领域有以下几个会议：

* OSDI：全称是USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation，是操作系统领域公认的最顶级的会议。
* SOSP：全称是Symposium on Operating Systems Principles，被誉为计算机系统领域的奥斯卡，是由ACM组织的计算机科学领域顶级会议。

调查数据显示,曾经的操作系统市场,服务器、桌面端、移动端均由国外主导。国产操作系统的参与度低,在主流市场的市占率均不到5%。最近几年，国产操作系统依托开源生态以及政策东风,正快速崛起,并涌现出了一大批以Linux为主要架构的国产操作系统——中标麒麟、银河麒麟、深度Deepin、华为鸿蒙、华为欧拉等，国产的操作系统也正迎来快速发展时期。

## 嵌入式系统设计与实现方向

嵌入式系统由硬件和软件组成．是能够独立进行运作的器件。其软件内容只包括软件运行环境及其操作系统。硬件内容包括信号处理器、存储器、通信模块等在内的多方面的内容。相比于一般的计算机处理系统而言，嵌入式系统存在较大的差异性，它不能实现大容量的存储功能，因为没有与之相匹配的大容量介质，大部分采用的存储介质有E-PROM、EEPROM 等，软件部分以API编程接口作为开发平台的核心[5]。嵌入式系统涉及到IT领域方方面面的新技术，它融合了计算机软、硬件技术、通讯技术和半导体微电子技术,针对实际应用系统需求,将相应的计算机直接嵌入到应用系统中[6]，需要完成对计算机系统，计算机组织与体系结构，操作系统设计与实现都有一定的了解，目前嵌入式的天花板很高，需要具备硬件和软件的知识，是不错的学习和研究的方向。

# 第2章 专业主要课程内容

根据哈尔滨工业大学培养方案，可以知道计算机工程专业的课程分为通识类课程、外专业课程、专业基础课和专业核心课。通识类课程包括数学和自然科学基础，包括微积分、代数与集合、概率论与数理统计等数学基础知识、以及物理等知识。

## 2.1 专业基础课

计算机工程的专业基础课包括《高级语言程序设计》、《离散数学》、《数理逻辑》、《数据结构与算法》、《算法设计与分析》、《计算机系统》、《计算机组成原理》、《计算机网络》、《人工智能》、《自动控制原理》、《信号与系统》、《数字电子技术基础》、《编译系统》、《数据库系统》等。

## 2.2 专业核心课

计算机工程专业的专业核心课一共有3门，分别为《计算机组织与体系结构》、《操作系统设计与实现》、《嵌入式系统设计与实现》。下面分别介绍这三门课程。

（1）《计算机组织与体系结构》

学习目标：计算机组织与体系结构需要真正地设计、开发和部署大中型计算机硬件系统，需要我们对CPU 、接口、外设进行合理的设计，需要我们对各项指标进行量化分析，对性能做出进一步的优化，并最后给出性能的评价。

学习内容：当代计算机系统性能问题和计算机组织与体系结构的基本概念及原理。主要内容有CPU性能设计、指令流水线、整数和浮点算术、微程序设计的控制器；RISC处理器和超标量处理器等。

学习意义：计算机组织与体系结构是学习后续大学分课程的前置课程，计算机体系结构包括了范围广泛的设计问题和概念，对这些概念的全面理解，仅对今天其他领域的学习而且对毕业后的工作都是有益的。

（2）《操作系统设计与实现》

学习目标：操作系统设计与实现需要设计出能够在硬件系统上可实际运转的操作系统，需要我们实现进程的管理、内存管理、外设管理、磁盘与文件系统、用户接口和启动引导等模块，需要我们综合考虑计算机系统中不同层次和组件之间的交互和平衡。

学习内容：讲述操作系统的基本原理，如进程、进程间通信、信号量、消息传递、调度算法、输入／输出、死锁、设备驱动程序、存储管理、调页算法、文件系统设计、安全和保护机制等。

（3）《嵌入式系统设计与实现》

学习目标：嵌入式系统设计与实现要求学生在CA+OS上，建立一个完整可用的计算机系统，并将其应用于无人机、智能小车、机器人、移动设备、控制设备等，掌握软件开发过程中对复杂多样的错误而和问题的调试知识。

学习内容： 该课程的主要内容包括嵌入式系统概述、嵌入式微处理器体系结构、嵌入式微处理器的内核、嵌入式操作系统、嵌入式系统开发方法及流程，以及建立嵌入式系统开发环境、嵌入式系统硬件平台应用、嵌入式系统硬件设计、嵌入式系统调试方法与驱动程序设计、嵌入式系统应用程序设计等内容。

学习意义：学生通过对嵌入式系统课程的学习，能够了解嵌入式系统的基本原理，掌握嵌入式系统开发的过程和常用方法，了解嵌入式硬件系统设计方法，理解嵌入式实时操作系统的基本功能和应用。培养学生嵌入式系统设计能力、实践动手能力、嵌入式系统分析与调试能力。

# 第3章 专业学习建议

计算机工程专业着重于研究计算机的底层实现与优化，具有一定的门槛，想要对本专业有所研究，第一点就是需要同学具有浓厚的兴趣，对计算机底层原理极其实现具有一定的兴趣，而培养兴趣的一个方法就是努力深入地学习；第二点是一定要打好学科基础，需要我们熟练掌握C/C++编程，需要有优秀的数理基础以及一定的电学基础，此外需要花大量的时间在专业基础课和专业核心课之上，除了掌握老师指定教材上的知识，也需要我们积极去网络上搜寻其他教材，这里也给大家推荐一个电子书网站<https://zh.u1lib.org/>，可以在该网站上搜寻大量书籍的电子版；第三，本专业的专业核心课程涉及到大量的实验，这些实验是该课程的核心，一定要做到对每个实验学懂弄通，所有的代码要自己进行调试，完成实验的每一个流程，只有这样才能真正的对课程的思想方法理解透彻；第四，如果想要深造，可以积极关注科研前沿，积极查阅顶级会议论文，考察当前的研究方向，从而确定自己研究方向，进而深入进行研究。

# 第4章 专业前沿研究方向

本部分主要介绍国内计算机体系结构方向知名的团队以供大家参考。

## 4.1 计算机体系结构

这里主要介绍体系结构领域的国内的一些团队：

·陈云霁团队

来自中科院计算所，其主要研究方向包括微架构、并行计算、机器学习等，其团队开发了全球首个AI芯片，他也是寒武纪的创始人。他所在的团队所在团队在ISCA等定会上发表了一系列深度学习加速器的文章，包括09年大陆第一篇HPCA以及ASPLOS14的最佳论文。计算所有许多做体系结构的大佬，比如倪光南、孙凝晖、李国杰院士，以及我们熟知的包云岗、陈天石等，都隶属于计算机体系结构国家重点实验室。这是其主页地址：http://novel.ict.ac.cn/ychen/index.html

·刘雷波和魏少军团队

来自清华大学微电子所，主要研究方向为可重构芯片技术等，其团队近年来在MICRO/ISCA等发表了多篇文章，也获得过MICRO的Best paper提名，并在ISCA21和HPCA21上也都有相关文章被接收。

·梁云团队

来自北京大学高能效计算与应用中心，主要研究方向为EDA、计算机体系结构、编译器、嵌入式系统、设计自动化工具等，是北京大学高能效计算与应用中心的负责人之一。该团队近年来在HPCA等顶会上有文章发表，其中在ISCA2021上有两篇文章被接收。主页地址：https://ericlyun.github.io/

**·**张悠慧团队

来自清华大学高性能计算研究所，主要研究方向为高性能处理器微体系结构、类脑计算与神经形态芯片、类脑计算系统软件等，他是清华大学高性能计算研究所的负责人之一，系统领域里面提到的武永卫、陈文光等老师也都是这个所内的，也在做体系结构的研究。其所在团队在ASPLOS/MICRO等顶会上发表了多篇文章，20年在nature正刊上发表了关于类脑计算的文章。

·IPADS实验室

来自上海交大的并行与分布式系统研究所致力于开展高水平研究，解决制约产业发展的核心问题。三十载上下求索打造了系统软件领域国际一流，亚洲顶尖的研究团队；本硕博苦心经营培育了一批批活跃在国内外学术圈和工业界的精英人才。研究所与国内外顶尖研究机构广泛交流，高水平学术论文层出不穷；与一流企业深入合作，将学术成果转化为云计算、大数据等平台的核心技术。主页地址：<https://ipads.se.sjtu.edu.cn/zh/index.html>

# 第5章 专业学生毕业去向

计算机工程专业就业范围较广，专业毕业生可以从事有关芯片设计、操作系统开发、嵌入式开发、物联网、硬件以及软件工程师等工作，本专业所对应岗位一般很注重经验积累，尤其是嵌入式开发岗，应注重更高端层次的发展，专业毕业生应选择一个职位或方向后进行深入研究学习；如果选择深造，可以选择本校如容错与移动计算研究中心等实验室，也可以选择国内顶尖的计算机体系结构实验室、操作系统实验室等。结合目前我国对国产芯片以及操作系统的支持，就业市场对本专业的人才需求量会进一步加大，本专业学生具有良好的就业前景。

**结 论**

计算机工程是计算机科学与技术领域最早出现的专业方向，是一门研究计算机系统设计与实现的专业。随着摩尔定律从2015年开始放缓、计算机性能的提升速度随着工艺制程逼近极限而变缓，对计算机体系结构的研究愈来愈重要，研究计算机体系结构也对进行芯片开发、操作系统开发有着至关重要的作用。近些年，我国在体系结构以及操作系统领域有较大的突破，但仍与国外学者有一定的差距。目前，我国对国产计算机硬件具有较大的支持力度，专业学生有广阔的发展前景，作为本科生，应该打牢基础知识，重视动手额能力的培养，积极完成实验任务，主动阅读相关书籍问现材料，为今后的科研工作打下良好的基础。

**参考文献**

[1]教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会编制. 高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范[M]. 高等教育出版社, 2006.

[2]韩德强,张丽艳,邵温.计算机工程专业方向嵌入式系统实践教学的探讨[J].实验技术与管理,2010,27(03):191-193.DOI:10.16791/j.cnki.sjg.2010.03.060.

[3] 刘细妹.计算机体系结构现状及发展趋势研究[J].计算机产品与流通,2019(03):98.

[4]计算机组成与体系结构:性能设计（原书第8版)/(美）斯托林斯（ Stallings，W.）著;彭蔓蔓等译.—北京:机械工业出版社,2011.5

[5] 许国强. 嵌入式系统传感器的设计与应用[J]. 南方农机,2019,50(23):230. DOI:10.3969/j.issn.1672-3872.2019.23.187.

[6] 张明,沈勇,王阿娣.基于嵌入式系统课程体系的实验教学环节设置的研究[J].实验技术与管理,2008,25(5) :147-149 .