文章编号：2096-1472(2017)-07-42-03

# 计算机组成原理实验教学改革的探讨

王 婧
(吉林大学珠海学院计算机科学与技术系，广东 珠海 519041)

**摘 要**：计算机组成原理课程是计算机科学与技术系的一门核心专业基础课，实验课和课程设计是这门课程的重要教学环节，对提升课程的教学质量有着显著的影响。计算机组成原理实验教学环节对学生掌握计算机硬件知识以及培养学生专业素质起着非常重要的支撑作用。本文分析了目前本课程实验教学存在的主要问题及原因，结合我校实际情况，论述从实验教学体系、实验内容及实验教学方法几个方面进行的改革措施。

**关键词**：计算机组成原理；实验教学改革；启发式教学法；分层次教学法
**中图分类号**：TP303 **文献标识码**：A

# Exploration of the Experiment Teaching Reform of Computer Composition Principles

WANG Jing
( *Department of Computer Science and Technology*,*Zhuhai College of Jilin University*,*Zhuhai* 519041,*China*)

**Abstract:**The course of Computer Composition Principles is a core professional basic course in the department of computer science and technology.The experiment course and course design are the important teaching links in the course,with a significant impact on the quality of teaching.The experiment teaching of Computer Composition Principles plays a supporting role for students to master computer hardware knowledge and cultivate professional quality.This paper analyzes the current main problems and their causes in the experiment teaching of this course.In combination with the practical situation of our university,this paper proposes the reform measures from several aspects,including the experiment teaching system,the experiment content and the experiment teaching method.

**Keywords:**computer composition principles;experiment teaching reform;heuristic teaching method;hierarchical teaching method

## 1 引言(Introduction)

计算机组成原理课程是计算机专业的一门核心课，是学好计算机专业后续课的基础，学生通过本课程的学习，可以从层次的观点掌握计算机组成和运行机制方面的基本概念、基本原理、基本设计和分析方法。从系统的观点理解提高计算机整机的硬软件性能和部件性能的各种可行途径，了解计算机系统中硬件、软件的功能划分和相互配合关系。能够让学生从提高系统性能的主体宏观角度出发，站在更高层次上思考和解决专业中遇到的问题。基于该部分知识体系的重要程度，这门课已经被国家列入计算机专业考研专业课考试内容之一。然而计算机内部结构复杂且集成度高，使得课程内容多、涉及面广、更新快、难度大，学生理解起来比较抽象和枯燥[1]。因此实验教学的设置尤为重要，实验课的合理设计可以弥补讲解不足，将课堂教学和实验内容结合，可以帮助学生更形象和直观的理解知识从而应用知识，培养学生自行设计和创造的能力。

## 2 现存问题(Existing problems)

计算机组成原理课程具有内容庞杂、抽象、很多细节无法感知，不容易得到感性认识，而且所学内容前后连贯性强，覆盖范围广的特点。通过几年的教学实践，笔者发现计算机组成原理实验课存在很多问题，主要包括三方面。

### 2.1 与先修课衔接不良

计算机组成原理课程的先修课主要包括“计算机基础”和“程序设计”，要求学生具备高级语言程序设计、汇编语言程序设计、布尔代数和数字逻辑电路设计等方面的基础知识，在进行计算机组成原理实验时需要运用很多相关的知识

基金项目：本文得到珠海市计算机应用技术优势学科项目(2015YXXK02)、吉林大学珠海学院“三个层次”师资骨干队伍建设(教学科研并重型教师)基金项目、吉林大学珠海学院教学质量与教学改革工程项目、吉林大学珠海学院大学生创新创业培训计划项目(201613684016)、符号计算与知识工程教育部重点实验室支持.

www.rjgcz.com

点。在实际教学中发现，很多学生掌握的这部分知识不够支撑去理解实验设备的电路设置，因此需要耗费很多的时间去补习先修课的知识。

### 2.2 实验内容形式单一

我校使用的实验设备是从厂家购置的Dais-CMX16+十六位体系结构实验装置，厂家提供配套实验指导书，提供了详细实验项目设置，实验内容和实验步骤。实验内容基本以验证性为主，由于计算机组成原理实验仪器结构复杂，实验箱已集成基本功能模块，预留信号线插孔，连线较多，总线包括数据总线、地址总线、指令总线，还有控制信号等，学生大部分时间都浪费在实验准备上，连接好后，学生只需机械拨弄开关即可完成实验内容，看到实验结果。这样的实验设置缺乏设计性和综合性，学生只侧重于实验结果，而忽视了实验原理。很难让学生建立整机系统的概念，教学效果很不理想。

### 2.3 实验内容与课堂内容脱节

计算机组成原理课程具有技术性高和抽象性强的特点，其教学内容很难通过短暂的课堂讲授被学生完全理解和掌握。传统的课堂教学手段不够直观和形象，因此实验教学就显得尤为重要。但现实是实验教材是直接使用厂家提供的指导书，其内容和课堂内容相对独立，在课堂上讲解的知识点往往在实验课上得不到实现和印证，某些知识内容点如Cache、动态存储器DRAM等发展很快，实际的计算机系统要比实验中的模型机复杂得多，像多级总线、多核CPU、多级Cache和多种IO总线等内容，在实验仪器上都没有体现，学生还是无法透彻理解相关原理和知识点。

## 3 实验课程改革措施(Reform measures of experiment courses)

基于以上存在的几点问题，我们在这门课的实践教学环节进行了系列改革，主要措施如下：

### 3.1 实验教学模式改革

传统实验教学方法是教师讲解，学生参照实验指导书步骤利用现有实验箱按部就班进行验证，这种方式学生无法真正理解每步操作的真正含义和作用。对此我们改变了原有的教学模式。采用启发式教学，突出理论实际应用，并结合先进的教学手段。首先在进行实验之前，教师提前一个星期在理论课堂上先将实验内容进行讲解，让学生事先预习实验电路图和各个芯片信号的作用，在实验课上利用计算机多媒体辅助教学方式，利用开发的CAI实验课件，以动画的形式演示并讲解，再让学生验证或设计，理解数据流动的过程和最终结果[2]。采用这种方式后，学生感觉更直观、更形象、更容易理解，达到了提高学习兴趣的目的。

实验教学的内容主要是以冯诺依曼机为原型，从一台整机出发，把所学的知识点定位到计算机系统中的对应位置，从而建立前后知识点的关联，并逐步形成该课程的整体内容框架。需掌握存储器、运算器、控制器和输入输出系统，以及连接这些主要部件的系统总线的构成和原理[3]。在学习之前需要先修“数字逻辑电路”“电路与模拟电子技术”等专业课，掌握相关专业知识。为解决与先修课衔接不良的显现，首先我们将这三门课开设时间紧凑设置为相邻学期，并组建教学团队，定期组织教学团队进行交流，说明各门课程的知识结构，对重叠知识点和具有延续性的知识点进行总结归纳，并据此拟定对这些知识点的教学方法，划定讲解范围及讲解深度，这样能更细致的掌握跨课程知识点的前后关联，引导学生衔接先修课程的知识结构。

增加实验在期末考核中的比重。以往期末考试以笔试为主，占期末成绩的90%，平时成绩为10%，学生都成了“考试型”人才，以考前突击背诵概念作为通过考试的手段，没有实现研究能力和创新能力的培养目标。对此我们将实验考核比重增加，期末笔试占总成绩60%，实验报告占总成绩30%，平时成绩占总成绩10%。在每个实验完成后提交实验报告，规范实验报告格式，要求学生对实验过程进行分析，实验现象进行总结，对实验过程中出现的问题提出解决方法。这种方式起到了督促学生深入理解实验过程掌握实验原理的作用。

### 3.2 实验教学内容更新

将以往的以验证性为主的实验内容，详见表1。更新为以验证性、设计性、综合性相结合的方式，不同实验性质采用不同的教学过程和教学方法，详见表2。在实验课最后安排一次贯穿全部内容的综合性实验，将前几次实验的单元电路组合在一起，设计一个简单的基本模型机。

表1 传统实验内容

Tab.1 Traditional experimental content

| 序号 | 实验项目 | 实验内容提要 | 实验学时 | 实验类型 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 基础环境实验 | 熟悉实验箱与集成开发环境 | 2 | 验证 |
| 2 | 基本逻辑单元实验 | 与或非门、3-8译码器 | 2 | 验证 |
| 3 | 数据通路实验 | 地址总线、数据总线 | 2 | 验证 |
| 4 | 存储器实验 | 存储器读写、扩展 | 4 | 验证 |
| 5 | I/O系统实验 | I/O读写、I/O中断 | 2 | 验证 |
| 6 | 基本运算器实验 | 算术、逻辑、移位指令运算 | 4 | 验证 |
| 7 | 基本指令实验 | 简单汇编指令 | 2 | 验证 |

www.rjczz.com

表2 改进后的实验内容

Tab.2 The content of the improved experiment

| 序号 | 实验项目 | 实验内容提要 | 实验学时 | 实验类型 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 基础环境实验 | 熟悉实验箱与集成开发环境 | 2 | 验证 |
| 2 | 基本逻辑单元实验 | 与或非门、3-8译码器 | 2 | 验证 |
| 3 | 数据通路设计 | 移位器、程序状态字的描述 | 2 | 设计 |
| 4 | 主存储器组织 | D触发器、三态缓冲器的描述 | 2 | 设计 |
| 5 | I/O系统实验 | I/O读写、I/O中断 | 2 | 验证 |
| 6 | 基本运算器实验 | ALU、寄存器的描述方法 | 2 | 设计 |
| 7 | 基本指令实验 | 微程序调试软件的使用 | 2 | 设计 |
| 8 | 综合课程设计 | 基本模型机设计 | 4 | 综合 |

如表2所示改进后的实验内容由三大类型构成，即验证性实验、设计性实验和综合性实验，其构成比例为3:4:1。以往验证性实验内容占主导，抑制了学生的创新能力。实验内容调整后，增加了设计性实验的比重。在设计性实验中，只给出实验目的和要求，具体实验过程完全由学生自行实现，例如基本指令实验中，要求学生在实验装置原有指令系统的基础上，自行设计新指令并编写相应的微程序，要求两条指令都要用到运算器功能及使用两种以上寻址方式[4]。多数学生都能在完成实验基本内容的基础上，独立思考提出相关问题，并找到解决方法。个别能力非常强的学生，不仅完成了课堂实验要求，还能够找到多种实现方法，在此基础上独立开发，产生了自我创新的欲望，培养了创新思维[5]。

除此以外，在本教学学期的第二学期开设与本课程内容相关的课程设计，课程设计内容为运用之前的零散知识点完成综合性的系统设计。在完成课程设计期间，建立开放性的实验条件，允许学生在专业实验室不限定时间完成实验内容，可结合自己专业特点或兴趣提出设计构想和方案，教师在规定课程时间给予相应的指导和答疑，辅助学生完成课程设计内容，课程设计的结果作为期末考核成绩，对应相应的学分。这样有助于培养学生主动学习和创造意识，有助于对系统整体概念的建立。

### 3.3 改进实验教学方法

(1)采用启发式教学方法

针对课堂教学与实验教学内容脱节的现状，我们采用启发式教学方式，在课堂教学中采用由整体到局部，层层深入的过程。首先建立整机概念，然后再划分为具体细节，让学生明确所学内容在整个计算机工作中的作用，对全局的影响。同时在实验课堂上，针对课堂教学内容的细节部分以信息的数字化表示、信息的传送和控制方法等几个层次进行部件的介绍和分析，通过录制教学视频及flash制作的动画方式生动的展示数据流过程，以及各个部件的内部构造，最终完成一台整机系统的建立。

(2)建设实验教学平台

在课堂教学外，教学团队组织共同开发实验教学平台，在平台上不断补充新的教学内容，除了利用CAI实验课件生动的展示实验原理内容外。还具备网上答疑、教学互动及教学文件、实验报告上传下载等功能，使学生除课堂教学及实验教学时间外，可以进行预习、复习、交流和总结等活动。使用平台后，学生遇到问题将节省很多时间，在网上互动不仅减轻了授课教师的指导工作，也调动了学生之间交流学习的积极性。

(3)采用个性化教学方法

学生存在个体差异，在实验教学中采用相同的标准来统一要求所有学生是不客观的。因此，为保证每个学生个性化充分发挥，都能在原有基础上得到能力的提高，我们采用启发式教学方式，分层次对学生提出要求。实验大纲的基本要求都是统一的，但是对于能力较强的学生，会要求其在完成实验报告的基础上，给出更多的设计方案，用不同的方法印证或实现实验结果，充分发挥学生的创新力。

(4)引入先进技术

随着虚拟现实技术的不断发展，3D数字化技术、多传感器技术、多媒体交互体验、高分辨率的显示技术的运用，能够生成逼真的3D虚拟场景，再现计算机的总线结构、指令流、数据流、多核CPU、多级Cache、动态存储器等工作原理和工作过程，还能使学生与场景进行实时交互，甚至感知实验对象。能够让学生体会到比现有实验装置更佳的性能，实现更好的教学效果。和传统实验相比，虚拟实验可以不受时间和空间的限制，不用在实验室完成，不需要实验仪器等优势[6]。但是这对设备和环境的硬件要求比较高，前期需要有较大的资金投入。

## 4 结论(Conclusion)

总之，计算机组成原理课程是计算机科学与技术系的一门核心专业基础课，而计算机组成原理实验教学是计算机组成原理课程必不可少的一个教学环节，是培养计算机专业学生动手能力和创新能力的重要教学手段。必须高度重视这一教学环节，不断加强实验教学建设，不断完善实验教学内容，研究先进的实验教学方法，改善实验教学效果，从而达到提高学生学习效率和学习兴趣的目的。

## 参考文献(References)

[1] 莫晓晖,张漪.计算机组成原理课程教学改革[J].计算机教育,2010(13):101-103.

[2] 刘三荣.新考纲下《计算机组成原理》教学改革与探讨[J].电脑知识与技术,2012,30(8):7267-7268.

[3] 唐朔飞.计算机组成原理[M].北京:高等教育出版社,2008.

[4] 马汉达,赵蕙.计算机组成原理实验教学改革[J].计算机教育,2010(17):30-33

[5] 毕琳.《计算机组成原理》课程教学改革探索[J].重庆与世界学术版,2013(8):73-75.

[6] 贾彦竹,等.计算机组成原理实验教学探索[J].合肥师范学院学报,2016(5):74-78.

## 作者简介：

王 婧(1981-)，女，硕士，副教授.研究领域：计算机科学与技术.

www.rjgcz.com