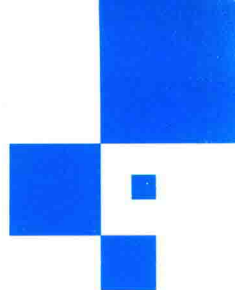




教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材



Integrated Computer Composition and Principle Experiment Courses
under Internet Plus Era

“互联网+”时代立体化 计算机组成原理实验教程

迟宗正 主编

Chi Zongzheng

赖晓晨 张政凯 编著

Lai Xiaochen Zhang Zhengkai

李大奎 马洪连 主审

Li Dakui Ma Honglian



清华大学出版社





教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材

Integrated Computer Composition and Principle Experiment
Courses under Internet Plus Era

“互联网+”时代立体化 计算机组成原理实验教程

迟宗正 主编

Chi Zongzheng

赖晓晨 张政凯 编著

Lai Xiaochen Zhang Zhengkai

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书从实践角度出发,以清华大学科教仪器厂生产的 TEC 系列平台为例,结合“互联网+”时代特色,以虚拟仿真实验系统配合支撑设计实验为目标,建设了基于微信公众平台的移动一体化教学平台,学生通过课程微信公众平台随时随地观看视频进行预习,并借助多模态虚拟仿真系统课下提前模拟演练,提高了学生课上实验的成功率,提升了学生课上实验的难度。

本书分为四部分,从部件验证性实验到综合设计性实验,内容由浅入深、层层递进,实验方式新颖、实用性较强。通过对本书的学习,可以加深对理论知识的理解和掌握。

本书适用于:从事计算机组成原理实验教学工作的教师;学习计算机组成原理、计算机组织与结构或计算机体系结构的本科生或研究生;想尝试进行移动一体化教学改革的各专业教师和实验教师;采用清华大学科教仪器厂生产的 TEC 系列实验平台的师生。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

“互联网+”时代立体化计算机组成原理实验教程/迟宗正主编. —北京:清华大学出版社,2019
(高等学校电子信息类专业系列教材)

ISBN 978-7-302-51044-4

I. ①互… II. ①迟… III. ①计算机组成原理—高等学校—教材 IV. ①TP301

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 191954 号

责任编辑:梁颖 李晔

封面设计:李召霞

责任校对:时翠兰

责任印制:丛怀宇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印装者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:13.25

字 数:314千字

版 次:2019年4月第1版

印 次:2019年4月第1次印刷

定 价:39.00元

产品编号:074818-01

高等学校电子信息类专业系列教材

一 顾问委员会

谈振辉	北京交通大学 (教指委高级顾问)	郁道银	天津大学 (教指委高级顾问)
廖延彪	清华大学 (特约高级顾问)	胡广书	清华大学 (特约高级顾问)
华成英	清华大学 (国家级教学名师)	于洪珍	中国矿业大学 (国家级教学名师)
彭启琮	电子科技大学 (国家级教学名师)	孙肖子	西安电子科技大学 (国家级教学名师)
邹逢兴	国防科技大学 (国家级教学名师)	严国萍	华中科技大学 (国家级教学名师)

一 编审委员会

主 任	吕志伟	哈尔滨工业大学		
副主任	刘 旭	浙江大学	王志军	北京大学
	隆克平	北京科技大学	葛宝臻	天津大学
	秦石乔	国防科技大学	何伟明	哈尔滨工业大学
	刘向东	浙江大学		
委 员	王志华	清华大学	宋 梅	北京邮电大学
	韩 焱	中北大学	张雪英	太原理工大学
	殷福亮	大连理工大学	赵晓晖	吉林大学
	张朝柱	哈尔滨工程大学	刘兴钊	上海交通大学
	洪 伟	东南大学	陈鹤鸣	南京邮电大学
	杨明武	合肥工业大学	袁东风	山东大学
	王忠勇	郑州大学	程文青	华中科技大学
	曾 云	湖南大学	李思敏	桂林电子科技大学
	陈前斌	重庆邮电大学	张怀武	电子科技大学
	谢 泉	贵州大学	卞树檀	火箭军工程大学
	吴 瑛	解放军信息工程大学	刘纯亮	西安交通大学
	金伟其	北京理工大学	毕卫红	燕山大学
	胡秀珍	内蒙古工业大学	付跃刚	长春理工大学
	贾宏志	上海理工大学	顾济华	苏州大学
	李振华	南京理工大学	韩正甫	中国科学技术大学
	李 晖	福建师范大学	何兴道	南昌航空大学
	何平安	武汉大学	张新亮	华中科技大学
	郭永彩	重庆大学	曹益平	四川大学
	刘缠牢	西安工业大学	李儒新	中国科学院上海光学精密机械研究所
	赵尚弘	空军工程大学	董友梅	京东方科技集团股份有限公司
	蒋晓瑜	陆军装甲兵学院	蔡 毅	中国兵器科学研究院
	仲顺安	北京理工大学	冯其波	北京交通大学
	黄翊东	清华大学	张有光	北京航空航天大学
	李勇朝	西安电子科技大学	江 毅	北京理工大学
	章毓晋	清华大学	张伟刚	南开大学
	刘铁根	天津大学	宋 峰	南开大学
	王艳芬	中国矿业大学	靳 伟	香港理工大学
	苑立波	哈尔滨工程大学		
丛书责任编辑	盛东亮	清华大学出版社		

序

FOREWORD

我国电子信息产业销售收入总规模在 2013 年已经突破 12 万亿元,行业收入占工业总体比重已经超过 9%。电子信息产业在工业经济中的支撑作用凸显,更加促进了信息化和工业化的高层次深度融合。随着移动互联网、云计算、物联网、大数据和石墨烯等新兴产业的爆发式增长,电子信息产业的发展呈现了新的特点,电子信息产业的人才培养面临着新的挑战。

(1) 随着控制、通信、人机交互和网络互联等新兴电子信息技术不断发展,传统工业设备融合了大量最新的电子信息技术,它们一起构成了庞大而复杂的系统,派生出大量新兴的电子信息技术应用需求。这些“系统级”的应用需求,迫切要求具有系统级设计能力的电子信息技术人才。

(2) 电子信息系统设备的功能越来越复杂,系统的集成度越来越高。因此,要求未来的设计者应该具备更扎实的理论基础知识和更宽广的专业视野。未来电子信息系统的设计越来越要求软件和硬件的协同规划、协同设计和协同调试。

(3) 新兴电子信息技术的发展依赖于半导体产业的不断推动,半导体厂商为设计者提供了越来越丰富的生态资源,系统集成厂商的全方位配合又加速了这种生态资源的进一步完善。半导体厂商和系统集成厂商所建立的这种生态系统,为未来的设计者提供了更加便捷却又必须依赖的设计资源。

教育部 2012 年颁布了新版《高等学校本科专业目录》,将电子信息类专业进行了整合,为各高校建立系统化的人才培养体系,培养具有扎实理论基础和宽广专业技能的、兼顾“基础”和“系统”的高层次电子信息人才给出了指引。

传统的电子信息学科专业课程体系呈现“自底向上”的特点,这种课程体系偏重对底层元器件的分析与设计,较少涉及系统级的集成与设计。近年来,国内很多高校对电子信息类专业课程体系进行了大力度的改革,这些改革顺应时代潮流,从系统集成的角度,更加科学合理地构建了课程体系。

为了进一步提高普通高校电子信息类专业教育与教学质量,贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》和《教育部关于全面提高高等教育质量若干意见》(教高【2012】4 号)的精神,教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会开展了“高等学校电子信息类专业课程体系”的立项研究工作,并于 2014 年 5 月启动了《高等学校电子信息类专业系列教材》(教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材)的建设工作。其目的是为推进高等教育内涵式发展,提高教学水平,满足高等学校对电子信息类专业人才培养、教学改革与课程改革的需要。

本系列教材定位于高等学校电子信息类专业的专业课程,适用于电子信息类的电子信

息工程、电子科学与技术、通信工程、微电子科学与工程、光电信息科学与工程、信息工程及其相近专业。经过编审委员会与众多高校多次沟通,初步拟定分批次(2014—2017年)建设约100门课程教材。本系列教材将力求在保证基础的前提下,突出技术的先进性和科学的前沿性,体现创新教学和工程实践教学;将重视系统集成思想在教学中的体现,鼓励推陈出新,采用“自顶向下”的方法编写教材;将注重反映优秀的教学改革成果,推广优秀的教学经验与理念。

为了保证本系列教材的科学性、系统性及编写质量,本系列教材设立顾问委员会及编审委员会。顾问委员会由教指委高级顾问、特约高级顾问和国家级教学名师担任,编审委员会由教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会委员和一线教学名师组成。同时,清华大学出版社为本系列教材配置优秀的编辑团队,力求高水准出版。本系列教材的建设,不仅有众多高校教师参与,也有大量知名的电子信息类企业支持。在此,谨向参与本系列教材策划、组织、编写与出版的广大教师、企业代表及出版人员致以诚挚的感谢,并殷切希望本系列教材在我国高等学校电子信息类专业人才培养与课程体系建设中发挥切实的作用。

吕志伟 教授

前言

PREFACE

当今,随着移动互联网的飞速发展,大学生对传统课堂教学学习兴趣不大已成为普遍现象,造成这种后果的一个重要客观原因就是传统教学方式的吸引力不足。随着移动设备和互联网技术的普及,不少大学生更愿意用手机或平板电脑等手持移动设备随时随地学习。另外,随着网络和科技的进步,来自全球各大高校的一大批教育工作者都在挑战新的教育模式,提出“足不出户上大学”,推出 MOOCs 教学模式,而对于此过程的实践环节,虚拟仿真成为完成线上实验的唯一途径。

本书从实践角度出发,基于清华大学科教仪器厂生产的 TEC 系列实验平台,结合“互联网+”时代特色,以激发学生的学习兴趣、提高教学质量为目标,从教学、预习、互动、测验考核等各个环节,探索与时俱进的教学辅助手段。

本书共 15 章,分为四部分:

(1) 第一部分(第 1~3 章):主要提出了移动一体化教学模式,建设了基于微信公众平台的“计算机组成原理实验”课程平台,学生通过课程微信公众平台随时随地观看视频进行预习,并借助多模态虚拟仿真系统课下提前模拟演练,提高了学生课上实验的成功率,提升了学生课上实验的难度,而且能够对学生学习过程进行在线监督。

(2) 第二部分(第 4~5 章):介绍本书涉及的 TEC-XP 平台的硬件组织结构和软件设计架构,以及平台的技术指标参数和支持完成的实验项目,特别是监控程序中各监控命令的执行机制。

(3) 第三部分(第 6~10 章):主要介绍计算机五大基础部件的验证性实验内容,包括监控程序与汇编实验、脱机运算器实验、存储器扩展实验、三级嵌套中断实验和 I/O 接口扩展通信实验。每项实验都结合编者开发的多模态虚拟仿真实验系统、设计实例进行模拟演练。

(4) 第四部分(第 11~15 章):是基于 VHDL 的设计性实验内容,首先通过一个简单的数字逻辑实验(3-8 译码器)熟悉 ISE 开发环境和 VHDL 编程语言,然后给出时序驱动两个实验案例,进而设计基于时序控制的多形式可读写存储器,最后给出 CPU 的设计方案,层层深入,便于学生接受。

以上四部分内容,从部件验证性实验到综合设计性实验,由浅入深、层层递进,实验方式新颖、实用性较强。学生通过对本书的学习,能够加深对理论知识的理解和掌握。

编者自从事教育工作以来一直负责计算机组成原理实验教学的相关工作,在近 9 年的工作过程中,积累了一定的教学经验,并多次获教育部产学合作项目、大连理工大学教学改革项目等的支持,目前在《实验室研究与探索》《实验技术与管理》和《实验科学》等实验技术核心期刊发表第一作者文章多篇,其中刊登的很多成果都编入本书。

本书针对以下群体:从事计算机组成原理实验教学工作的教师;学习计算机组成原

理、计算机组织与结构或计算机体系结构的本科生或研究生；想尝试进行移动一体化教学改革的专业教师和实验教师；采用清华大学科教仪器厂生产的 TEC 系列实验平台的师生。

在本书的编写过程中，TEC-XP 实验平台设计者、清华大学王诚团队给予了很大的支持，清华大学科教仪器厂的张改革工程师对 TEC 系列平台硬件设计及架构描述等方面做了大量的工作，编者实验室的杨森同学对基于 TEC 系列的 PC 安装版、PC 网页版等虚拟仿真实验系统的开发做了改进和整合；清华大学出版社的梁颖编辑和李晔编辑对本书的出版做了大量的工作，在此深表感谢，是你们的辛勤工作、加班加点才保证本书顺利面世。最后，要感谢我曾经的同学们，是你们给了我编写本书的丰富经验；也要感谢我将来的同学们，是你们给了我编写本书的动力。

另外，由于编者经验有限，加之时间仓促，本书难免存在不足之处，请读者不吝批评指正。关于本书的意见或建议，请发送电子邮件至 czz@dlut.edu.cn，希望在与读者的交流过程中不断改进。

编者

2018 年 6 月

目录

CONTENTS

第一部分 移动一体化教学模式

第 1 章 计算机组成原理实验微信公众平台	3
1.1 微信公众号申请及推广	3
1.2 课程视频库建设	4
第 2 章 基于 TEC-XP 的虚拟仿真系统	5
2.1 PC 安装版虚拟仿真系统	5
2.2 网页版虚拟仿真系统	7
2.3 移动版虚拟仿真系统	9
第 3 章 移动一体化辅助教学系统	11
3.1 教师后台管理端	11
3.1.1 主界面	11
3.1.2 题库建设	11
3.1.3 自动化评分	11
3.1.4 论坛互动交流、答疑	12
3.1.5 “给学生一片天”板块	12
3.2 学生移动端	13

第二部分 实验平台介绍

第 4 章 TEC-XP 计算机组成原理与系统结构实验系统	17
4.1 TEC-XP 计算机组成原理与系统结构实验箱简介	17
4.1.1 TEC-XP 实验箱面板功能介绍	17
4.1.2 TEC-XP 实验箱内部结构组成和实现功能	19
4.1.3 软件模拟实现的教学计算机系统	20
4.2 TEC-XP 实验箱的技术指标	21
4.3 TEC-XP 实验系统支持的实验项目	22
4.3.1 基本实验项目	22
4.3.2 扩展及综合性实验项目	23
第 5 章 TEC-XP 实验系统的硬件系统和软件系统	25
5.1 TEC-XP 实验系统硬件系统的结构设计	25
5.1.1 实验系统的硬件组成原理	25
5.1.2 硬件系统的具体实现	28

5.2 软件系统的结构设计	33
5.2.1 TEC-XP 系统的监控程序	33
5.2.2 TEC-XP 系统的 PC 终端程序	46

第三部分 基础性实验

第 6 章 监控程序与汇编语言程序设计实验	51
6.1 实验目的	51
6.2 实验设备与相关知识	51
6.2.1 实验设备	51
6.2.2 指令格式	51
6.2.3 TEC-XP 实验系统指令分类	53
6.3 实验内容和步骤	54
6.3.1 实验箱 TEC-XP 通电启动步骤	54
6.3.2 运行 PC 联机程序 PCEC16.COM 的操作步骤	55
6.3.3 实验内容	59
6.3.4 实验要求与实验报告	61
6.4 仿真软件操作步骤	62
6.4.1 PC 安装版虚拟仿真软件操作步骤	62
6.4.2 网页版虚拟仿真软件操作步骤	64
6.4.3 移动版指令级虚拟仿真软件操作步骤	66
6.4.4 思考题	70
第 7 章 运算器部件实验	71
7.1 实验目的	71
7.2 实验设备与相关知识	71
7.2.1 实验设备	71
7.2.2 运算器芯片 Am2901 的结构和功能	71
7.2.3 基于 Am2901 芯片运算器的设计与实现	74
7.2.4 Am2901 芯片的逻辑功能	75
7.3 实验内容和步骤	78
7.3.1 实验说明	78
7.3.2 实验操作步骤和内容	79
7.3.3 实验运行环境	80
7.3.4 实验要求与实验报告	81
7.4 仿真软件操作步骤	81
7.4.1 PC 安装版虚拟仿真软件操作步骤	82
7.4.2 网页版虚拟仿真软件操作步骤	88
7.4.3 思考题	93
第 8 章 存储器扩展实验	95
8.1 实验目的	95
8.2 实验设备与相关知识	95
8.2.1 实验设备	95
8.2.2 TEC-XP 存储系统的介绍	95

8.3	实验内容和步骤	97
8.3.1	实验说明	97
8.3.2	实验操作步骤和内容	97
8.3.3	实验运行环境	100
8.3.4	实验要求与实验报告	101
8.4	仿真软件操作步骤	101
8.4.1	PC 安装版虚拟仿真软件操作步骤	101
8.4.2	网页版虚拟仿真软件操作步骤	102
8.4.3	思考题	102
第 9 章	中断嵌套实验	103
9.1	实验目的	103
9.2	实验设备与相关知识	103
9.2.1	实验设备	103
9.2.2	TEC-XP 系统中断线路	103
9.2.3	中断处理在教学计算机中的具体实现	107
9.3	实验内容和步骤	108
9.3.1	实验说明	108
9.3.2	实验操作步骤和内容	109
9.3.3	实验运行环境	111
9.3.4	实验要求与实验报告	112
9.4	仿真软件操作步骤	112
9.4.1	PC 安装版虚拟仿真软件操作步骤	112
9.4.2	网页版虚拟仿真软件操作步骤	114
9.4.3	思考题	116
第 10 章	I/O 接口通信实验	117
10.1	实验目的	117
10.2	实验设备与相关知识	117
10.2.1	实验设备	117
10.2.2	TEC-XP 串行接口	117
10.3	实验内容和步骤	118
10.3.1	实验说明	118
10.3.2	实验操作步骤和内容	118
10.3.3	实验准备	121
10.3.4	实验要求与实验报告	121
10.4	仿真软件操作步骤	121
10.4.1	PC 安装版虚拟仿真软件操作步骤	121
10.4.2	网页版虚拟仿真软件操作步骤	123
10.4.3	思考题	125

第四部分 综合设计性实验

第 11 章	FPGA 程序设计实验基础	129
11.1	实验目的	129

11.2	实验设备与相关知识	129
11.2.1	实验设备	129
11.2.2	VHDL 概述	129
11.2.3	VHDL 程序设计基础	134
11.3	实验内容和步骤	139
11.3.1	实验说明	139
11.3.2	实验操作步骤和内容	140
11.3.3	实验准备	147
11.3.4	实验要求与实验报告	147
11.3.5	思考题	148
第 12 章	FPGA 程序设计实验——时序驱动的六十进制计数器	149
12.1	实验目的	149
12.2	实验设备与相关知识	149
12.2.1	实验设备	149
12.2.2	平台时序部分	149
12.3	实验内容和步骤	150
12.3.1	实验说明	150
12.3.2	实验操作步骤和内容	150
12.3.3	实验准备	153
12.3.4	实验要求与实验报告	154
12.3.5	思考题	154
第 13 章	FPGA 程序设计实验——时序驱动的 8 路彩灯实验	155
13.1	实验目的	155
13.2	实验设备与相关知识	155
13.2.1	实验设备	155
13.2.2	平台时序部分	155
13.3	实验内容和步骤	156
13.3.1	实验说明	156
13.3.2	实验操作步骤和内容	156
13.3.3	实验准备	160
13.3.4	实验要求与实验报告	160
13.3.5	思考题	160
第 14 章	FPGA 程序设计实验——存储器设计实验	161
14.1	实验目的	161
14.2	实验设备与相关知识	161
14.2.1	实验设备	161
14.2.2	存储器相关知识	161
14.3	实验内容和步骤	162
14.3.1	实验说明	162
14.3.2	实验操作步骤和内容	162
14.3.3	实验准备	168
14.3.4	实验要求与实验报告	168

14.3.5 思考题	168
第 15 章 用 FPGA 设计实现模型计算机	169
15.1 实验目的	169
15.2 实验设备与相关知识	169
15.2.1 实验设备	169
15.2.2 FPGA 的外特性和内部结构	169
15.2.3 CPU 系统设计目标与实现	170
15.2.4 在 FPGA 中实现的非流水线的 CPU 系统	171
15.2.5 CPU 系统的层次与模块设计	171
15.3 实验内容和步骤	173
15.3.1 实验说明	173
15.3.2 实验操作步骤和内容	173
15.3.3 实验要求与实验报告	196
15.3.4 思考题	196
参考文献	197

第一部分

PART 1

移动一体化教学模式

“计算机组成原理及实验”是计算机相关专业的核心课程,在整个课程体系中起承前启后的作用,其前导课程是“模拟与数字电路”及其相关实验,后续是“体系结构”“单片机”“嵌入式系统结构”“嵌入式操作系统”及“程序设计”等课程。组成原理理论内容十分抽象,不易学好,所以配套相关实验以帮助学生理解和掌握计算机整机的内在运行机制。实验的目的是从实际操作的角度验证理论内容,如果理论脱离实验,则学生浮在空中,无法脚踏实地,对计算机组成原理也会一头雾水,基础打不好,更无法进行后续课程的学习。

在我院(大连理工大学开发区校区)计算机组成原理实验室共承担“计算机组成原理实验”“体系结构实验”及“计算机系统设计开放性”三门实验课程,三门硬件课程由易到难、由浅到深,完成计算机组织结构的相关内容。“计算机组成原理”是大学生建立计算机整机系统概念和学习硬件的枢纽课程,因此,其重要性不仅体现在对学习硬件的学生,对软件工程等专业的学生也尤为重要,可帮助他们认识并掌握计算机系统原理,进而在此基础上提高自己的编程水平,达到知其所以然的程度。

在软件工程相关专业中,硬件离不开软件,软件离不开硬件。清华大学“计算机组成原理”课程王诚老师曾指出,该课程不能一味强调硬件,忽视软件,因为

硬件是软件的基础,软件是硬件的目的,所以他组织并研发了 TEC 系列计算机组成原理实验箱,其中很多部件实验都融合汇编语言来完成,体现了硬件和软件的协作。

计算机组成原理实验的主要教学目标是:通过实验对计算机系统基本组成原理以及各部件的内部构成和运行机制进行验证,为学生建立计算机整机的概念,为学生继续深入学习计算机硬件知识和在了解硬件原理基础上提高软件编程能力奠定基础。

然而在当今,大学生对课堂内容学习兴趣不大已经成为普遍现象。造成这种后果的其中一个重要的客观原因就是教学方式的吸引力不够大。随着移动设备和技术的普及,不少大学生更愿意用手机或平板电脑等手持移动设备进行学习。因此,为激发学生的学习兴趣、提高教学质量、提升教学效果,从教学、预习、互动、测验考核等几个方面,探索与时俱进的教学辅助手段就显得十分重要。

基于这种现状,教学团队从移动设备辅助教学观点出发,建设“计算机组成原理实验”课程微信公众平台,开发基于 TEC-XP 实验平台的多模式虚拟仿真教学系统,以便学生课下进行预习和模拟实验演练,并建设移动教学、仿真系统模拟预习、线上互动与互动论坛、移动测验与考核、成绩自动化结算、学生意见建议留言板一体化平台,对“计算机组成原理实验”课程进行教学改革。在课程建设过程中,充分发挥在学生生活与学习中扮演重要角色的移动设备之作用,激发学生学习兴趣,强化学生学习效果,提高教学质量。

第 1 章

CHAPTER 1

计算机组成原理实验

微信公众平台

1.1 微信公众号申请及推广

移动一体化教学平台的第一个关键部分就是建设“计算机组成原理实验”微信公众平台,即通过微信平台申请注册一个公众号,将讲课课件、讲课视频以及实验效果视频等相关参考资料,按照平台要求修改处理,并上传至素材管理。在初次上课的时候让所有学生通过搜索或者直接扫描二维码在微信平台中关注“理工软院之计算机组成原理实验”微信公众号(课程二维码如图 1.1 所示,可直接用微信扫描二维码添加课程并获得课程资源),该公众号可以给所有关注者群发演示文稿和实验视频,关注此公众号的所有微信用户都可以免费收到相应的参考资料,并直接借助微信平台的内嵌插件进行播放,无须另装播放程序,真正实现了随时随地预习的新型预习模式,而且新关注用户也不必担心错过之前发布的历史信息,可以根据提示输入相应关键字下载相关的内容。



图 1.1 大连理工大学开发区校区“计算机组成原理实验”课程二维码

课题组建设了基于微信的移动教学一体化平台,其中计算机组成原理实验模块已运行 4 年,累计关注人数超过 1800,学生可随时、随地进行预习和模拟实验,平台可对学生的整个学习过程进行监督。通过调查反馈,教学效果明显提高。此平台目前成功推广至其他 3 门基础实验课(“模拟与数字电路实验”“网络综合实验”“计算机组装与设置”)和 2 门专业理论课(“面向对象方法与 C++ 程序设计”和“编译技术”。其中,“面向对象方法与 C++ 程序设计”课程公众号名称是“程梦起航”,该公众号发挥了整个教学课题组所有成员和助教的团队力量,在上课过程中实时更新课程内容,并在线答疑,备受学生青睐,得到高度好评)。

注:所有课程资料(包括以下提到的虚拟仿真系统)的百度云盘地址为 <https://pan.baidu.com/s/1o706058>,提取码为 zcky。

1.2 课程视频库建设

课题组骨干成员于2014年10月参加高等教育部组织的慕课培训中详细讲解视频录制方法以及后期如何制作、视频制作软件及其使用方法等,PC屏幕录制与多角度讲课全景录制并行,为后期制作提供了充足的素材。视频后期制作借助 Camtasia Studio 完成,制作后的视频焦点可以根据实际需要在 PC 屏幕录制的视频和讲课全景视频之间切换,并配有字幕,制作好的视频也可以通过微信公众号推送给广大学生,学生通过移动智能终端可以直接观看学习,以达到更佳的教学效果,制作视频效果如图 1.2 所示。

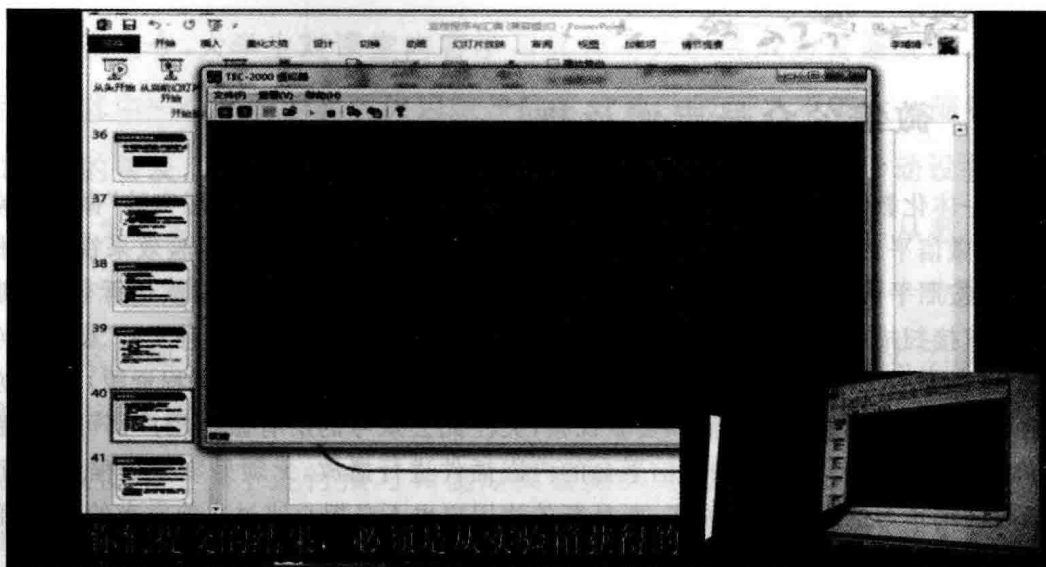


图 1.2 组成原理实验视频库截图