

附件 2

国家级虚拟仿真实验教学中心 申请书

基于“云”的计算机虚拟仿真实验教学中心

教育主管部门: 浙江省教育厅

学校名称: 杭州电子科技大学

学校管理部门电话: 0571-86915025

开放共享访问网址: <http://vcpc.hdu.edu.cn>

申报日期: 2015 年 8 月

中华人民共和国教育部高教司制

填写说明

1. 申请书中各项内容用“小四”号仿宋体填写。
2. 表格空间不足的，可以扩展。

1. 基本情况

虚拟仿真实验教学中心名称	基于“云”的计算机虚拟仿真实验教学中心		
实验教学示范中心名称 / 级别 (省级或国家级)	计算机实验教学中心/国家级	批准时间	2007
<h3>1.1 虚拟仿真实验教学中心的发展历程、建设概况</h3> <p>杭州电子科技大学是一所以电子信息为特色的高等院校。学校在长期办学实践中逐渐确立以“夯实理论基础、注重知识复合、强化应用能力、提高综合素质”为主要特征的人才培养模式，积极开展教学改革，是教育部批准的卓越工程师教育培养计划高校，今年被批准为浙江省 5 所重点建设院校之一。</p> <p>《基于“云”的计算机虚拟仿真实验教学中心》是由杭州电子科技大学 2013 年批准建设（见支撑材料 1.2），并由杭州电子科技大学国家级计算机实验教学示范中心负责筹建；示范中心 1980 年开始组建，为了加强计算机人才的实践动手能力培养，经 20 多年的建设，“计算机基础教学实验中心”2002 年成为省级示范中心，2007 年该中心成为国家级实验教学示范中心建设单位，2012 年通过验收，成为全国 10 个国家级计算机基础实验示范中心之一（见支撑材料 1.1）。</p> <p>在示范中心建设中，重点解决了计算机硬件实验设备自制、程序语言网络化教学等问题，自主开发了大量硬件与软件实验设备，其中基于网络的虚拟仿真实验的内容受到国内高校的关注，受益面大，示范效果显著；2013 年随着“云”技术的全面引入示范中心实验教学，网络技术与“云”技术的结合成为当今计算机相关课程实验平台的发展方向，是虚拟仿真实验的技术基础，特别是虚拟机端的远程硬件与软件的实验技术的开发与应用，可大大提高实验教学的效果与服务能力；2013 年 10 月，全国计算机国家级示范中心联谊会上，我校一推出该观点，便受到其他院校支持，之后开始了计算机虚拟仿真实验教学中心(简称“中心”)建设，全自主研发了一系列创新的虚拟仿真软硬件平台，组建基于“云”计算机虚拟仿真实验教学中心（见图 1）。</p>			

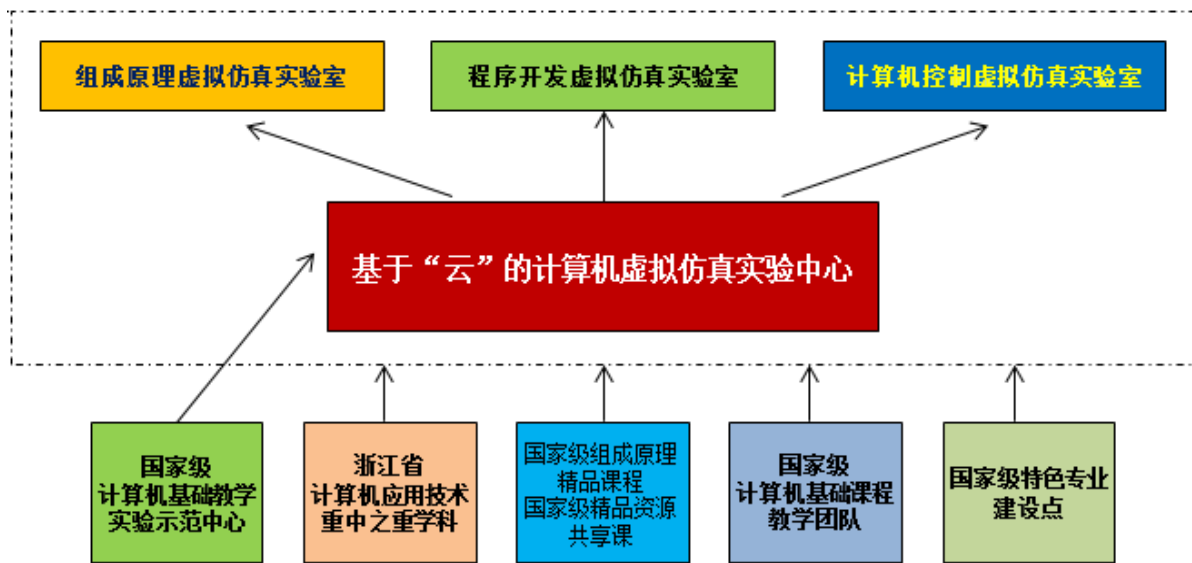


图1 基于“云”的计算机虚拟仿真实验教学中心的构成

“中心”依托国家级计算机基础教学实验教学示范中心，由浙江省计算机重中之重学科、国家级精品课程与精品资源共享课、国家级计算机基础课程教学团队、国家级特色专业建设点等计算机学院资源支持建设，由组成原理虚拟仿真实验室、程序开发虚拟仿真实验室、计算机控制虚拟仿真实验室组成。“中心”的软硬件建设全部自主开发，大多技术来自科研成果转化。

基于“云”计算机虚拟仿真实验教学中心已经建成了“332”系列虚拟实验平台，即：3个计算机组成原理虚拟仿真实验平台，3个程序语言虚拟仿真平台，2个计算机控制虚拟仿真平台，虚拟仿真实验基本贯穿计算机技术课程，并且已经投入应用多年，得到全国100所以上高校的使用。



图2 实验室建设过程中经验交流情况



图3 参加教育部课程实施方案研讨会



图4 国内外企业交流情况



图5 国内高校参观交流情况

目前“中心”拟完成“332”系列虚拟仿真软件平移到“云”服务器端运行，从技术上突破远端“虚实”、近端“实虚”瓶颈，并结合科技成果开发出一套可广泛应用于远端“虚实”、近端“实虚”的平台软件。给国内同行及其他非计算机专业提供实现基于“云”端的虚拟仿真实验提供技术支撑。

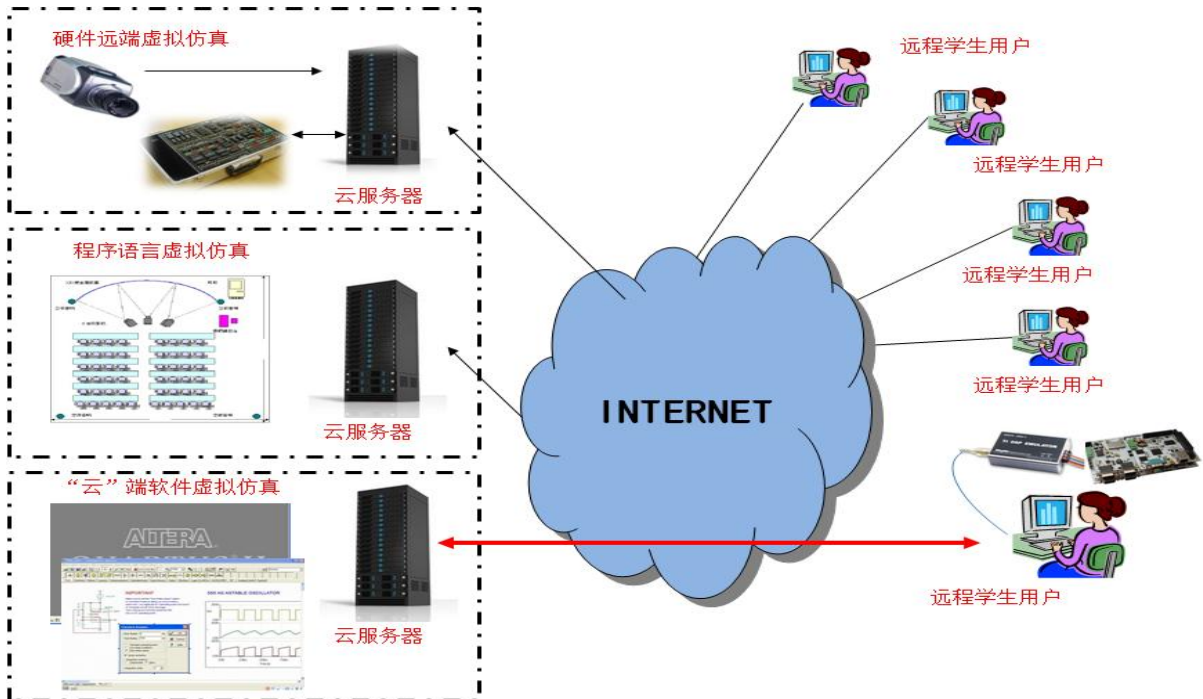


图6 基于“云”的远端“虚实”、近端“实虚”技术构架

本“中心”的建设可提供 3 种基于“云”虚拟仿真模式，如上图 6 所示，可达到的目标效果为：

- 1、基于“云”提供大范例的计算机硬件虚拟仿真实验内容，实现对计算机硬件的深入理解，特别是目前硬件设备无法实现的教学内容，提高大众化教育的质量。
- 2、通过基于“云”的网络虚拟教室技术，实现程序语言的网络化“面对面”教学，解决大信息量交互问题，达到目前课堂无法实现的效率和效果。
- 3、通过解决远端硬件虚拟仿真，近端可控性问题和云端软件虚拟仿真，近端硬件可接入问题；达到硬件有限、学生无限，软件有限、时空无限。
- 4、可持续发展，开发的专用实验软件工具，可提供计算机虚拟仿真实验技术服务。
- 5、从技术上保证了计算机相关的虚拟仿真实验与原有真实物理实验、校外现场实验、课外创新实验的互动。

1.2 虚拟仿真实验教学中心建设必要性

当今计算机技术特别是网络与云技术的发展，给计算机实验教学改革带来了的机遇，如何结合学科建设，将科技新成果应用到计算机实验教学改革中，虚拟仿真实验教学中心的建设可起到引领的作用，其必然性表现如下：

- 1、新的“云”技术带入教学，急需在技术上进一步突破，解决计算机虚拟仿真实验教学内容不够理想的问题；大量基于“云”虚拟仿真新的教学方法急需总结、提高。
- 2、计算机学科发展，新技术不断涌现，可加速科研成果到实验教学的转换，提高实验教学队伍能力，虚拟仿真实验中心的建设是重要环节。
- 3、计算机基础实验教学示范中心的建设与发展中已经产生了一批虚拟仿真实验软件与平台，如何整合原有资源，进一步扩展示范作用，建设虚拟仿真实验教学中心是实验教学示范中心建设的发展必然。
- 4、虚拟仿真实验中心的建设工作是推动解决目前计算机实验中一些无法实现的问题，建设灵活的教学平台，拓展学生的视野和创新能力，扩展教学资源共享，开发中心持续发展的新路子等一系列工作的动力。
- 5、另外，国内外组织如：PLCopen 国际组织、中国机电一体化协会等委托杭州电子科技大学计算机学院开发基于“云”的培训平台，其技术与本“中心”的关键技术要求一致，已成为虚拟仿真实验中心的建设一个内容。

综上所述，作为虚拟仿真实验教学中心的建设是杭州电子科技大学计算机实验教学中心建设的延续，是不可缺少的部分，同时是 IT 相关行业要求，其对提高实验教学的质量与效率有十分重要作用。

1.3 虚拟仿真实验教学中心特色与创新

基于“云”计算机虚拟仿真实验教学中心的建设的特色与创新如下：

- 1、提出的基于“云”的远端“虚实”、近端“实虚”技术构架，解决了远端硬件虚拟仿真，近端可控性问题和云端软件虚拟仿真，近端硬件可接入问题；达到**硬件有限、学生无限，软件有限、时空无限**，使建成的虚拟仿真实验教学具有传统实验教学无法比拟的广阔性、便利性。
- 2、基于“云”的程序语言虚拟仿真技术，将程序语言类教学带入网络化“面对面”教学阶段，这种将网络化技术与信息化技术的结合，使教学的空间、方法，手段发生改革，大信息量交互，人工智能引入，可提高大众化教育的质量。
- 3、与国内外企业合作进行建设，教学软件系统采用的全自主方式，所用技术新、难度大；即开发了系统，又锻炼的“中心”教师，为今后发展打下基础。
- 4、将“中心”建设即和企业的技术结合，又与企业需求结合，推出走可持续发展道路，建设一批平台，开发一批专用实验软件工具；“中心”建设的同时，即开展提供计算机虚拟仿真实验技术服务。
- 5、“中心”建设的内容围绕计算机技术课程、虚实结合、开放示范为目标，开发为主、应用为辅。

由于“中心”建设特色明显，目前全国上百所高校在应用本“中心”的软硬件技术，累计使用人数达到百万人次，随着“中心”新技术的进一步完善将会有更多的用户使用、转让基于“云”的计算机实验教学平台技术。

2. 虚拟仿真实验教学资源

2.1 实验教学 情况	实验课程数	面向专业数	实验学生人数/年	实验人时数/年
	42	48	7600	24 万

2.2 虚拟仿真实验教学资源（罗列实验项目、功能及效果，提供不少于三个典型实验项目的具体实验流程）

目前，“中心”的虚拟仿真实验教学资源全部自制，主要内容包括在 3 个虚拟仿真实验室中，共 8 个虚拟仿真软件与平台（见表 1）。

表 1 自制虚拟仿真实验教学平台

序号	实验室	名称	开发年份	与科研相关性
1	组成原理 虚拟仿真 实验室	分离元件的组成原理虚拟仿真实验模块	2013 年	示范中心项目
2		组成原理实验虚拟仿真软硬件平台	2013 年	科研获奖
3		基于 EDA 技术的组成原理虚拟仿真平台	2013 年	省重大专项 2 项
4	程序开发 虚拟仿真 实验室	C/C++/Java 在线实践虚拟教学平台	2013 年	校级科研项目
5		DBOnline 在线数据库虚拟实验教学平台	2014 年	校级科研项目
6		嵌入式系统软件自动生成虚拟实验平台	2013 年	省重大专项 省创新团队项目
7	计算机控 制虚拟仿 真实验室	多功能计算机控制技术虚拟实验软硬件平台	2013 年	校级科研项目
8		基于“云”被控对象虚拟化实验平台	2013 年	校级科研项目

1、组成原理虚拟仿真实验系列（云为中心、虚实结合）

目前组成原理虚拟仿真既包含实的实现，又包含虚拟实验。支持 3 种层次的虚实结合实验。第 1 层次是分离元器件的虚拟实验，支持分发式及在线式实验；第 2 层次是分离原件模块化实验，支持在线式虚拟实验和虚实结合的实验；第 3 层次是采用 FPGA 技术、基于 EDA 技术的组成原理实验。

（1）分离元件的组成原理虚拟仿真实验模块

自主研发的“游戏版实验仿真学习软件”是该模块的主体，其基于逻辑仿真模块技术开发的，集趣味性和学习性于一体的实验软件，通过网络云服务，提供给学生的一款在线学习工具（见图 7）。

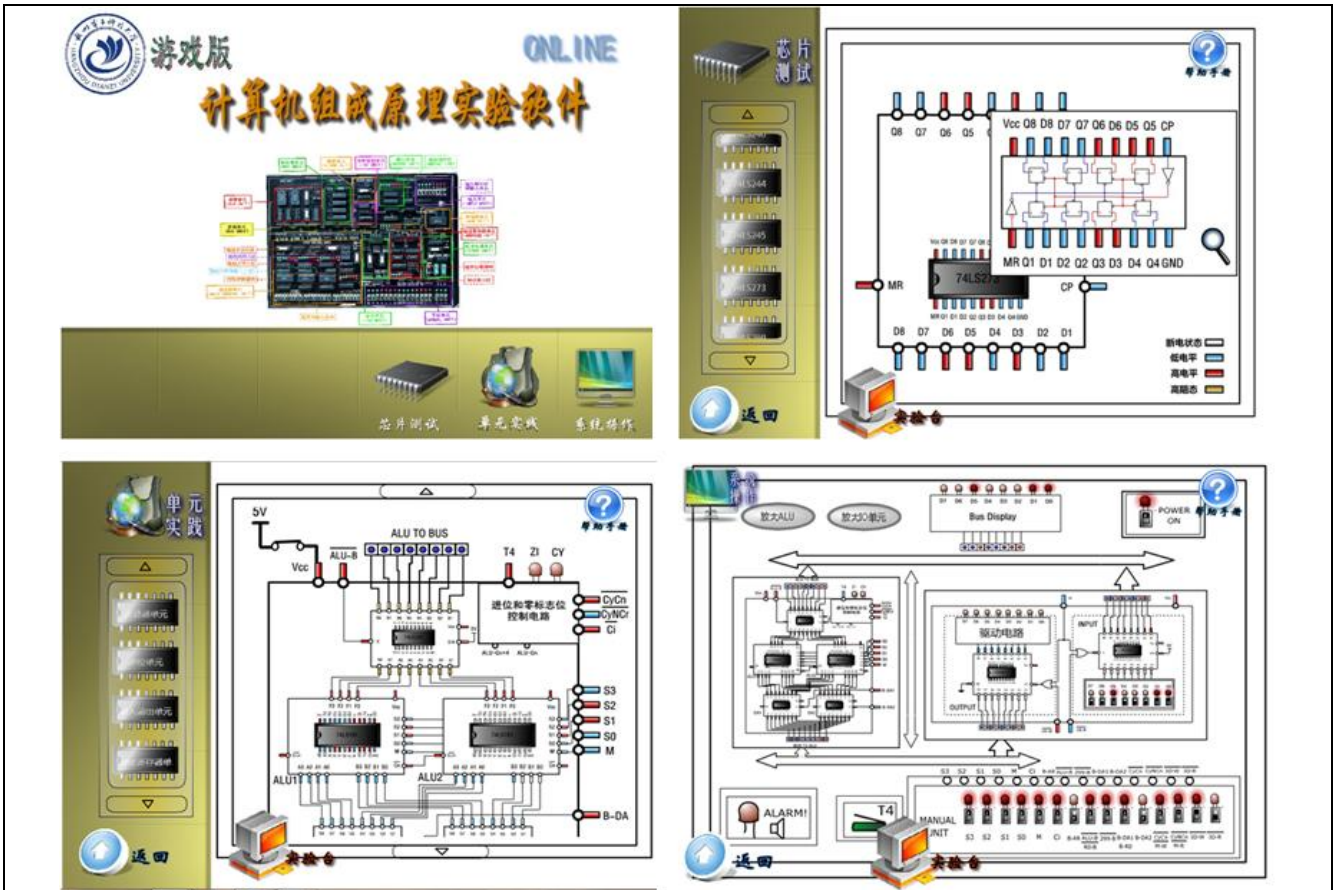


图 7 组成原理分离元件的虚拟仿真实验模块

该软件将计算机硬件系统的各部件，如：控制器、寄存器、存储器等，深入细化到芯片级别，以实际物理器件的形象，融入到游戏画面中。通过游戏画面以及“交互式”操作，直观、形象、具体的展现了计算机的系统结构和执行指令时的控制流、数据流等，体现了计算机基本硬件系统的组成原理。可开设的实验内容见表 2

表 2 分离元件组的成原理虚拟仿真实验内容

序号	实验内容	学时数	效果说明
1	逻辑集成电路实验	3	虚拟仿真
2	算术逻辑运算和进位控制实验	3	虚拟仿真
3	移位控制实验	2	虚拟仿真
4	存储器读写实验	2	虚拟仿真
5	总线数据传输实验	2	虚拟仿真

学生不仅可以通过图形动画，剖析计算机的每一个器件，对它们有更深入、具体的认识，而且可以更容易的掌握这些硬件系统的工作原理和功能特性，通过“云”服务，满足了软件有限、时空无限的要求。

(2) 组成原理实验的虚拟仿真软硬件平台

由杭州电子科技大学计算机基础教学示范中心自主研发的 Yy-z02 计算机组成原理实验硬件系统是以分立集成电路组成计算机原理模块，与之配套的是 Yy-02 计算机组成原理虚拟仿真软件；该实验平台具有硬件保护功能的实验仪、硬件实验虚拟仿真软件等功能，已经被全国几十所高校采用；见图 8。

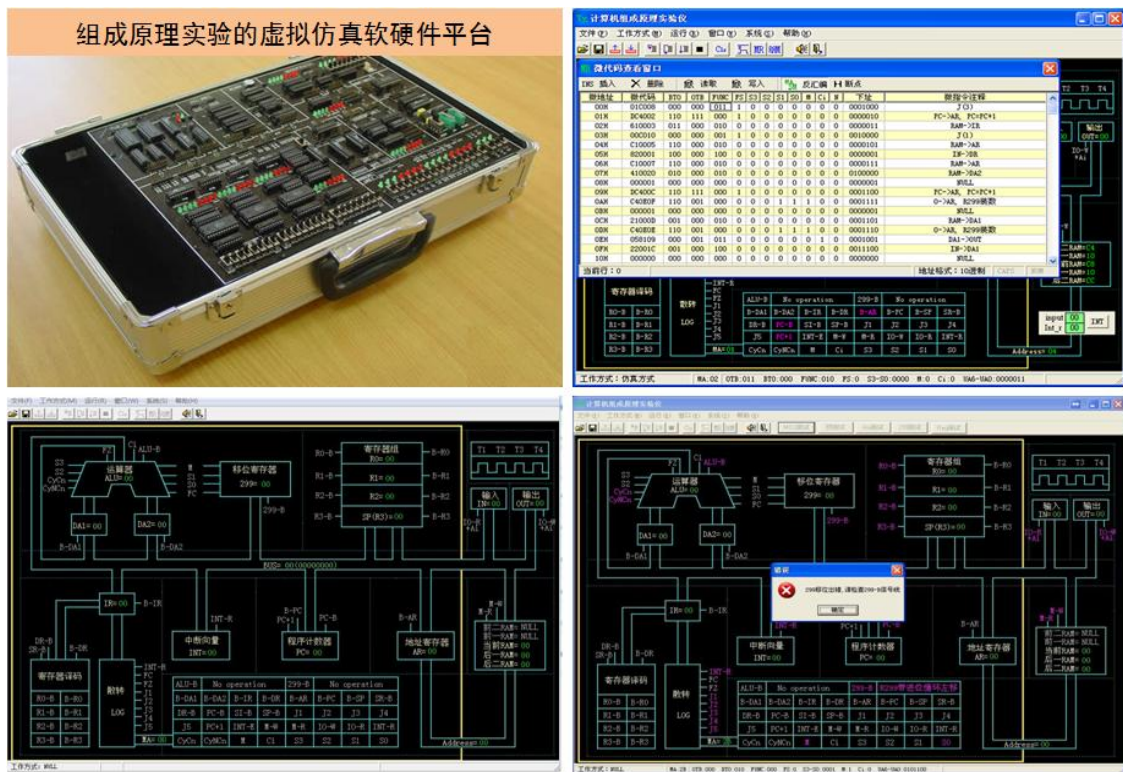


图 8 组成原理实验的虚拟仿真软硬件平台

但由于其是单板模式，已经不适当当前“云”环境。“云”技术的引入、“中心”提出了组成原理“单机转云”技术，自行开发了单机转云组件，实现了云服务器上虚拟机与 Yy-Z02 计算机组成原理实验仪硬件接口之间的通信，保证了在网络云服务环境下，计算机组成原理硬件实验的正确性，真正达到虚实结合的效果。目前可以开设的实验内容见表 3。

表3 组成原理实验的虚拟仿真实验内容

序号	实验内容	学时数	效果说明
1	运算器实验 之 算术逻辑运算实验	2	虚实结合
2	运算器实验 之 运算进位控制实验	1	虚实结合
3	运算器实验 之 移位控制实验	1	虚实结合
4	存储器读写实验	2	虚实结合
5	总线数据传输实验	1	虚实结合
6	微控器及上位机软件认识性实验	4	虚实结合
7	简单模型机设计与实现实验	4	虚实结合
8	带移位功能的模型机设计与实现实验	3	虚实结合
9	具有中断功能的模型机设计与实现实验	4	虚实结合
10	动态微程序的设计与实现实验	4	虚实结合
11	综合创新性实验（实验考试）	5	虚实结合

研发基于“云”的“分离元件的软硬件实验系统”即可实现深入部件的虚拟仿真，又可满足 7×24 小时进行硬件实验，开放性大大增强，实现了远端“实”、近端“虚”的效果，满足硬件有限、学生无限的要求，其技术构架有广泛的应用前景。

（3）基于 EDA 技术的组成原理虚拟仿真平台

2013 年开始，中心开展了“基于 FPGA 的远程实验仪研制”项目研究工作，进行了基于 FPGA 技术的开放式计算机硬件系列课程实验的教学改革。目前已经完成了 EDA 软件 ISE 基于“云”的开发模式，实现了远端“虚”、近端“实”的开发，即完成“云”服务器执行 ISE 软件，终端与硬件连接。内容见图 9。

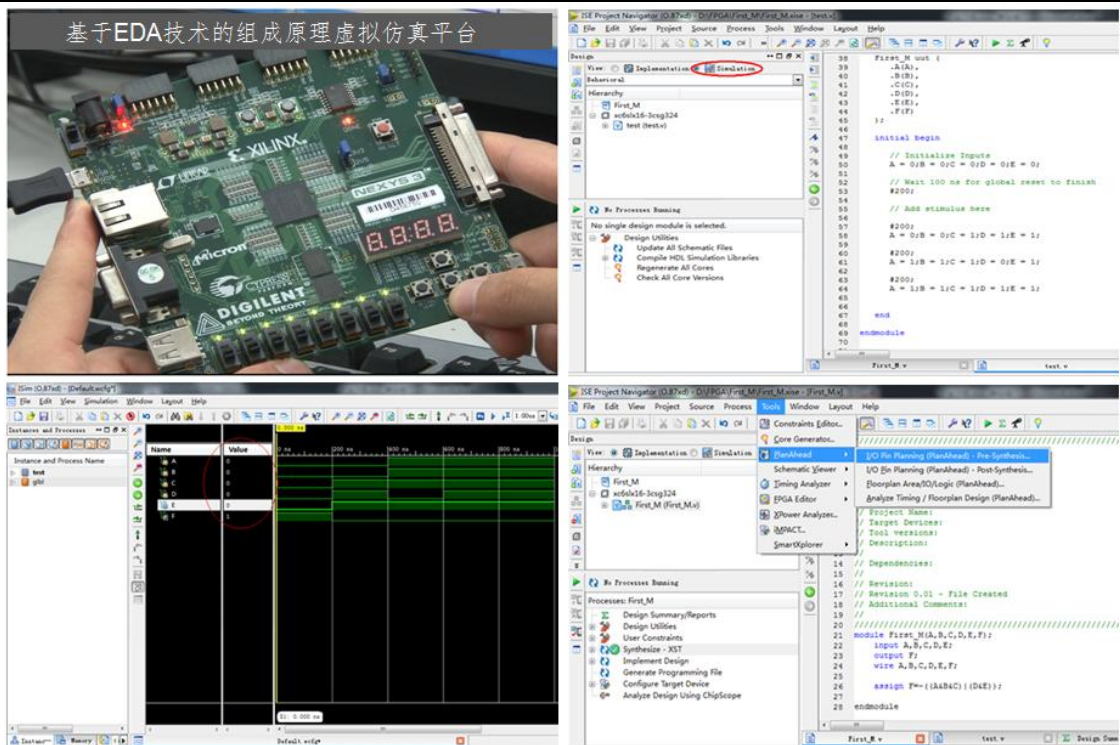


图 9 基于 EDA 技术的组成原理虚拟仿真平台

目前实验设备硬件上都采用 NEXYS3 FPGA 开发板（简称 N3 开发板）为统一的实验平台，辅以自行研制的接口板卡；软件采用是 Xilinx 公司提供给高校免费使用的集成开发环境 ISE Design Suite（简称 ISE 软件）和 Digilent 公司的调试工具 Adept，软件支持采用硬件描述语言进行编程，结合利用网络云服务的强大功能，支持远程实验与监控，可以开设的虚拟仿真实验内容见表 4。

表 4 基于 EDA 技术的组成原理虚拟仿真实验内容

序号	实验内容	学时数	效果说明
1	全加器设计实验	3	虚实结合
2	超前进位加法器设计实验	3	虚实结合
3	多功能 ALU 设计实验	3	虚实结合
4	寄存器堆设计实验	3	虚实结合
5	存储器设计实验	3	虚实结合
6	MIPS 汇编器实验	3	虚实结合
7	取指令与指令译码实验	3	虚实结合
8	实现 R 型指令的 CPU 设计实验	3	虚实结合
9	实现 R-I 型指令的 CPU 设计实验	3	虚实结合
10	实现 R-I-J 型指令的 CPU 设计实验	3	虚实结合

目前，这项教学改革的成果已经成功应用于《数字逻辑与硬件描述语言》、《计算机组成原理》及课程设计等硬件课程的实际教学中，学生在 ISE 软件中编程并观察自编硬件模块内部的寄存器传输级（RTL）视图，使用 ISE 自带的图形化仿真工具，以波形图等多种形式模拟输出硬件实验的结果，实验虚实结合，网络云服务方式下的资源共享，灵活实用的实验项目，以及引导式的教学方法，使硬件实验变得生动直观，大大激发了学生学习硬件的兴趣和主观能动性；难度提高，效果变好。

2、程序开发虚拟仿真实验系列（网络体验、激发能力）

针对语言类教学，基于虚拟教室的虚拟学习环境，在线作业、竞赛式学习，极大的激发了学生语言类课程的学习兴趣，提高了教学效率。“中心”在前述的在线系统的基础上，为实现程序语言类课程的网络化“面对面”教学，开展了基于“云”的网络虚拟教室技术的研究；该技术实现 3 个层面上的创新网络教学模式，即：“不定时段的学生自学”、“定时阶段有老师辅导的学习”和“定时阶段师生‘面对面’学习”。

（1）C/C++/Java 在线实践虚拟教学平台

C/C++/Java 在线实践虚拟教学平台是在已有的杭州电子科技大学 ACM 在线评测系统上开发建成，并成为程序语言类课程实践环节的教学平台，系统采用“虚拟置换技术”解决在线评测答案的不唯一性难题，系统由虚拟实验教学课堂、海量题库、虚拟服务器机器人等部分组成，见图 10。

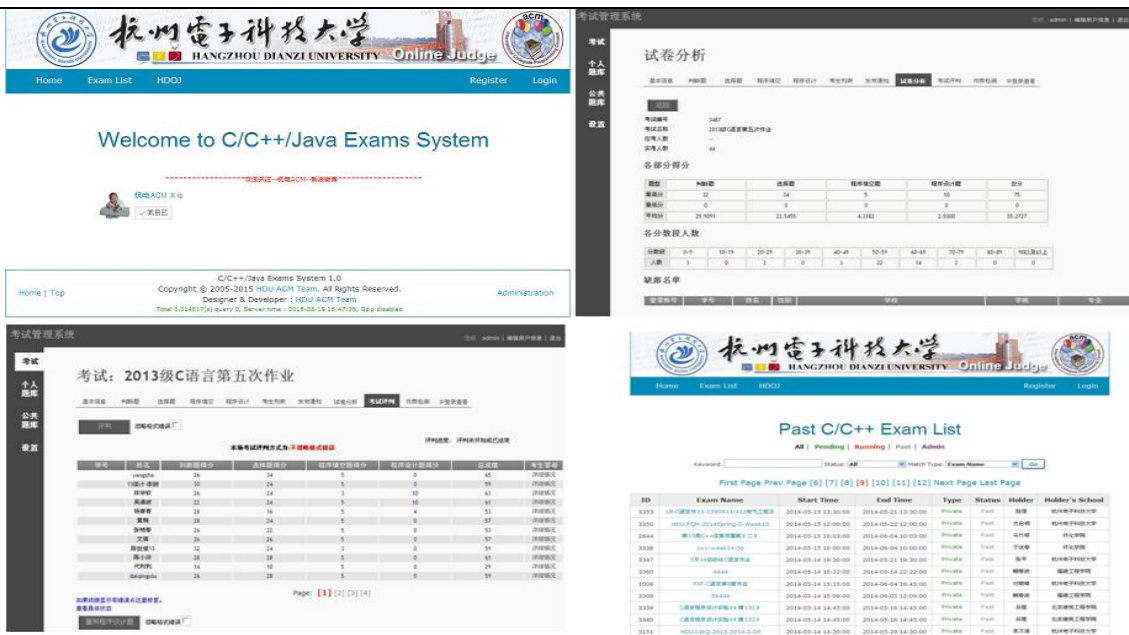


图 10 C/C++/Java 在线实践虚拟教学平台

多年以来，系统在 C、C++、Java、数据结构、算法分析与设计等多门高级语言程序设计相关课程的实践教学，得到了充分应用，主要开设虚拟仿真实验的内容见表 5。

本平台题库题目 5300 多道，注册用户数量 30 万多个，课件下载数量 16 万多次，论坛讨论发帖 20 万多个，系统总提交量 1400 万多次。除应用于课堂教学外，本平台还承载了众多的程序设计竞赛，其中承办亚洲级 ACM 比赛 23 场，承办校级以上正式赛 600 多场，虚拟比赛 6000 多场，DIY 比赛 77000 多场。

表 5 C/C++/Java 在线实践虚拟教学实验内容

序号	实验内容	学时数	效果说明
1	基本输入输出在线实验	2	激发兴趣，自动评测
2	循环结构在线实验	2	激发兴趣，自动评测
3	数组应用在线实验	2	激发兴趣，自动评测
4	字符串相关操作在线实验	2	激发兴趣，自动评测
5	结构体相关操作在线实验	2	激发兴趣，自动评测
6	自定义函数在线实验	2	激发兴趣，自动评测
7	指针相关操作在线实验	2	激发兴趣，自动评测

C/C++/Java 在线实践虚拟教学平台的开发和实际应用，大大减轻了教师的劳动强度，同时也极大地调动了学生的学习兴趣；凭借良好的实践能力和强烈的学习兴趣，杭州电子科技大学的同学在各类编程大赛中屡获大奖，系统影响力逐步辐射到国内众多高校，目前已有超过百所高校的 300 多位老师申请使用该平台。

(2) DBOnline 在线数据库虚拟实验教学平台

DBOnline 在线数据库虚拟实验教学平台将程序设计在线评测的理念，引入到数据库实践教学领域，从根本上解决了传统数据库实践教学实践中实践量化的难题的，并采用“事件驱动虚拟表技术”保障了各种操作的安全性。见图 11。

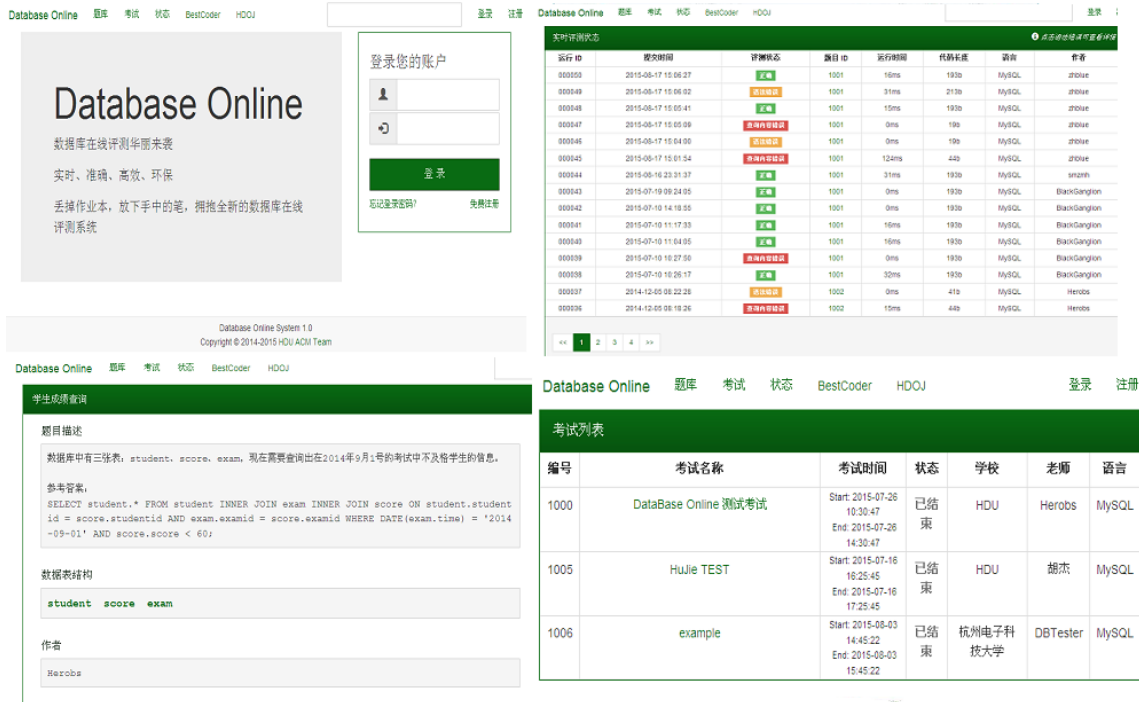


图 11 DBOnline 在线数据库虚拟实验教学平台

“中心”的虚拟仿真平台可支持用户像普通的在线编程一样操作，根据需要提交数据库操作语句；既可以进行记录的查询，也可以添加或修改记录；删除部分记录甚至删除整个表的操作都可以大胆尝试；这将给传统的数据库教学实践带来巨大的变化，在该系统中可以开设的虚拟仿真内容见表 6。

表 6 DBOnline 在线数据库虚拟实验教学内容

序号	实验内容	学时数	效果说明
1	数据库简单查询虚拟在线实验	2	虚拟表+自动评测
2	数据库组合查询虚拟在线实验	2	虚拟表+自动评测
3	数据库记录的修改与添加虚拟在线实验	2	虚拟表+自动评测
4	数据库相关删除操作虚拟在线实验	2	虚拟表+自动评测
5	数据库简单查询虚拟在线实验	2	虚拟表+自动评测

(3) 嵌入式系统软件自动生成虚拟实验平台

“中心”引入科研与产业发展新技术，自主研发了嵌入式系统在自动生成时的虚拟仿真软件 CASS-HMI，用于嵌入式系统教学的虚拟仿真输出实验，系统用 HMI 人机接口的开发为范例，以虚仿实，直观高效，见图 12。

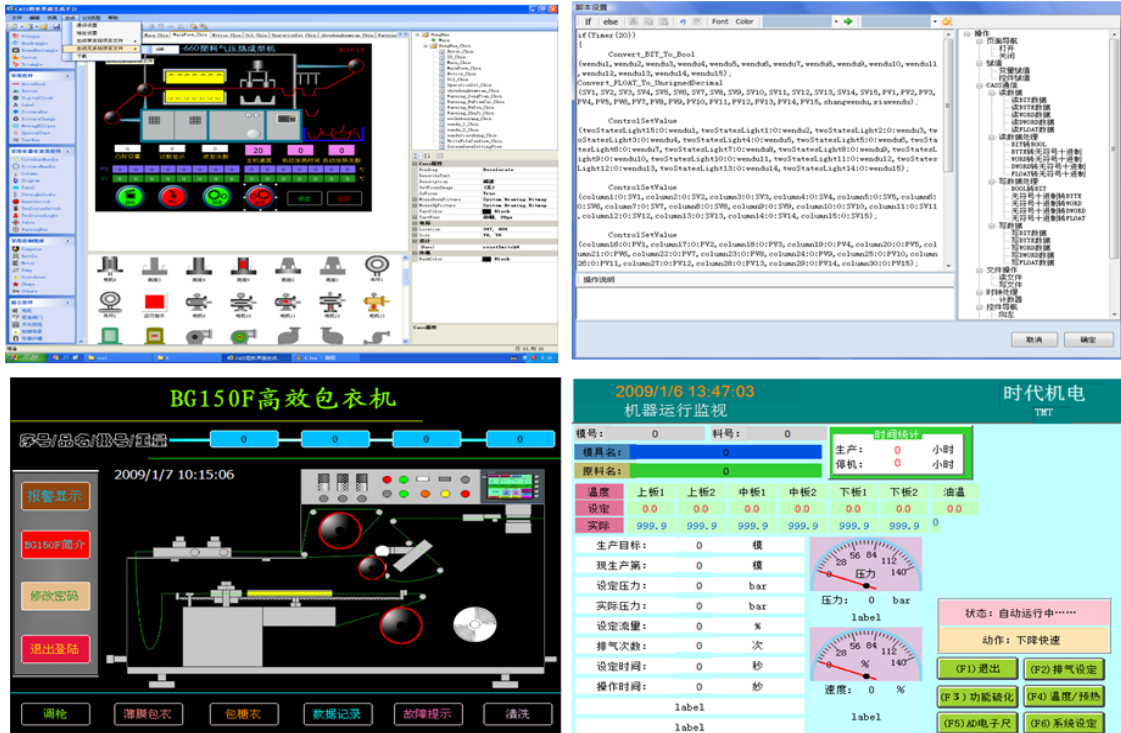


图 12 嵌入式系统软件自动生成虚拟实验平台

CASS 的 HMI 虚拟仿真系统软件目前可以开设的实验课程见表 7。

表 7 嵌入式系统软件自动生成虚拟实验教学内容

序号	实验内容	学时数	效果说明
1	嵌入式系统 c++语言自动生成开发方法	3	仿真运行
2	嵌入式系统软件自动生成对象仿真实验	3	虚拟仿真
3	嵌入式系统开发方法课程设计	12	虚拟设计

该系统基于杭州电子科技大学浙江省嵌入式系统（联合）重点学科实验室的多年积累的科研成果转换而来，内容实用性强、技术前瞻性强，难度大，是嵌入式系统创新实验的好平台。

3、计算机控制虚拟仿真实验系列（虚拟体验、实践导向）

经过自主创新设计，“中心”研制了计算机控制技术虚拟实验台，可满足《计算机控制技术》、《智能与控制》、《单片机应用技术》等课程的虚拟仿真实验教学需求，还可作为测控系统软件开发和控制算法研究平台。

(1) 多功能计算机控制技术虚拟实验软硬件平台

该实验包括三容水箱实验台、数据采集控制装置和实验教学软件三部分组成。“中心”将对实验平台进行改造，实现与“云”对接，接入“云”服务器，实现远端“实”接入，近端“虚”实验的效果。系统见图 13。

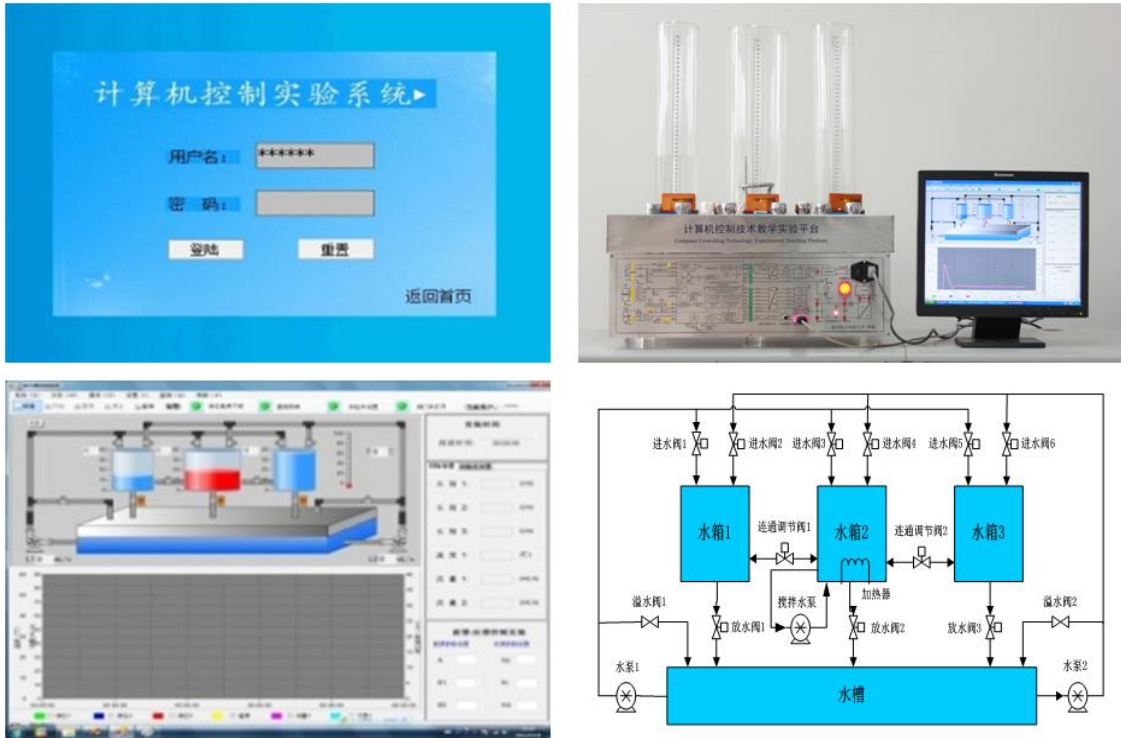


图 13 多功能计算机控制技术虚拟实验

实验台可进行液位、流量、温度、压力等参数的控制实验及其各种电参数测量等实验。可通过自动（手动）阀的开关组合成单回路控制、串级控制、前馈-反馈控制、解耦控制等管路连接方式。系统集成实验选择、数据采集、曲线显示、流程动画、控制算法为一体的计算机测控软件。系统不但可以实现虚拟仿真，同时可以进行仿真和实验的对比验证。

可开设的实验内容见表 8。

表 8 多功能计算机控制技术虚拟仿真实验教学内容

序号	实验内容	学时数	效果说明
1	经典的 PID 控制	3	虚实结合
2	串级控制	3	虚实结合
3	前馈-反馈控制	3	虚实结合
4	智能控制	6	虚实结合
5	计算机控制课程设计	12	虚实设计

该实验系统可满足计算机、电子信息类专业课程设计实验教学需求，为非线性耦合系统监控、故障诊断、控制算法研究以及测控系统软件开发等实验教学提供良好的硬件平台。系统具有实验项目种类多、虚拟仿真与实验验证相结合、操作简单方便的特点。

(2) 基于“云”被控对象虚拟化实验平台

被控对象虚拟化技术，可以灵活的构建不同类型的被控对象，通过“云”的终端参数设置，可以任意更改被控对象的传递函数，并具有 8 路耦合对象仿真；与上面 (1) 多功能计算机控制技术虚拟实验软硬件平台结合可以实现多路解耦控制虚拟仿真实验；实现高阶对象的仿真，完成复杂系统的虚拟仿真实验，并可为科研提供复杂对象的仿真。见下图 14。

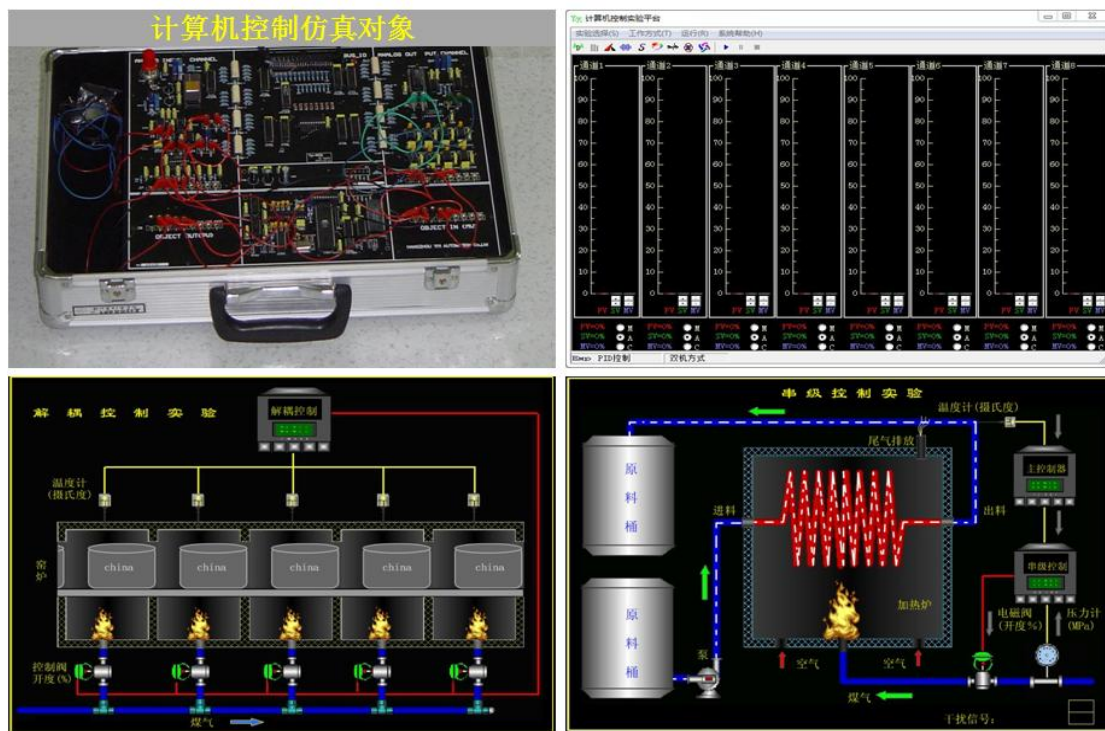


图 14 计算机控制对象虚拟化技术

可开设的实验内容见表 9。

表9 基于“云”被控对象虚拟化实验教学内容

序号	实验内容	学时数	效果说明
1	D/A 数模转换器	2	虚实结合
2	反向放大电路实验	2	虚实结合
3	8 路模拟输出保持电路实验	2	虚实结合
4	8 通道模拟输出编程实验	2	虚实结合
5	多路模拟开关实验	2	虚实结合
6	正向放大电路实验	2	虚实结合
7	采样保持器实验	2	虚实结合
8	A/D 转换器	2	虚实结合
9	8 路模拟输入通道实验	2	虚实结合
10	PID 控制实验	2	虚实结合
11	最少拍控制	2	虚实结合
12	施密斯预估控制	2	虚实结合
13	达林控制技术	2	虚实结合
14	串级控制技术	2	虚实结合
15	前馈-串极控制	2	虚实结合
16	解耦控制技术（2 回路）	2	虚实结合
17	解耦控制技术二（5 回路）	2	虚实结合
18	模糊控制	2	虚实结合

2.3 由科研成果(近五年)转化而来的实验教学内容

中心的成员大都来自科研、教学第一线，近年来提倡即注重科研，更关心科研反哺教学；虚拟实验室的建设本质上说是新技术的开发，更接近科学研究的项目，因为目前尚未有现成技术解决方案支持“云”的实验室构架；虚拟实验室建设离不开科研，大量科研成果、知识被引入教学，推动教学。

（1）基于“云”的虚拟实验室的构架是最新科研成果的推进

由计算机“云”科研团队教师完成的一系列科研项目（见下表 10），这些项目是虚拟实验室“云”建设团队技术的积累与提高，同时是虚拟实验室的“云”构架及虚拟实验室的实验内容的基础。

（2）硬件虚拟教学改革与科研项目

CASS 平台系列科研项目的成果转换而来。CASS 团队的科研项目成果被转换成嵌入式教学内容，并将嵌入式自动生成技术引入教学，见下

表 11。

(3) 仿真对象的虚拟化是智能控制项目的起源与科研项目的需要。

科研项目的开发需要被控对象仿真，智能与控制实验课程无法将 1:1 的被控对象搬到实验室，对象的仿真与科研开发对接，正好满足教学内容的要求。表 12 是与控制相关科研项目。

表 10 “云” 科研团队的项目

KYZ053708023	虚拟计算系统中基于负载特征反馈的计算资源分配策略研究	万健	2009.01-2011.12	国家自然科学基金
	杭电中科院云计算联合科研平台	万健	2012.10-2014.10	浙江省科技计划项目
Y1111192	虚拟网嵌入与调整策略研究	汤景凡	2011.01-2012.12	浙江省自然科学基金
浙财企[2010]486	云计算研究中心建设	胡华	2011.01-2012.08	浙江省财政厅
Y1101104	面向异构多核集群的数值算法并行优化技术研究	张纪林	2010.06-2012.06	浙江省自然科学基金
y1090297	基于多虚拟机系统的资源调度及其服务性能研究	李运发	2010.01-2011.12	浙江省自然科学基金
浙经信设施[2013]270号	浙江省云计算发展研究专项计划—浙江省云计算发展现状调研与存在问题研究	袁友伟	2013.05-2013.11	浙江省科技计划项目

表 11 CASS 团队的相关科研项目

KYZ053712036	嵌入式图编程平台中公共化构件的构造方法研究	严义	2013.01-2016.12	国家自然科学基金
GB14151030001	省嵌入式系统联合重点实验室运行经费	严义	2014.05-2015.12	浙江省科技计划项目
Y1090448	动态可重构的嵌入式构件描述及重构方法的研究	邬惠峰	2010.01-2011.12	浙江省自然科学基金

表 12 控制系统相关项目

KYZ053613005	高端大规模可编程自动化系统大规模确定性高速实时工业网络研究	严义	2013.01-2015.12	科技部
KYZ053613008	大规模及安全 PLC 研发及应用	包健	2013.01-2015.12	科技部
2008C16016	嵌入式控制系统故障诊断专家系统的研究与应用	包健	2008.01-2010.12	浙江省科技计划项目
2010C31102	基于梯形图编程的可二次开发串行电梯控制器	赵建勇	2010.05-2012.05	浙江省科技计划项目

2.4 合作企业的概况、参与程度和合作成果

中心努力将实验教学与企业对接，中心已经与中科院计算所，美国 xilinx 公司，国际 PLCopen 组织，电子部 52 所，Linaro、ARM、阿里巴巴（中国）网络技术有限公司、蘑菇街、杭州国家软件产业基地、浙江华为通信技术有限公司、日本五岳技研公司、印度 Infosys 公司等企业合作，共建实训基地，为学校和企业搭建了人才培养与输送桥梁。

学校与上述单位在科研、教学等方面建立了长期战略合作关系，为杭州电子科技大学基于“云”计算机虚拟仿真实验室的建设和发展提供了有力的支持。

中科院计算所云计算中心是曙光服务器和“云”构架的服务单位，对杭州电子科技大学提出的远端“虚实”，近端“实虚”的实验教学解决方案给与肯定，并推出合作，同时是该项技术的推广应用方。

美国 xilinx 公司早在 2008 年就建立了战略合作关系，是本“中心”新型组成原理的技术支持单位。

PLCopen 国际组织是“中心”远端“实”、近端“虚”实验教学模式的接受方，和推广应用对象。

电子部 52 所是杭州电子科技大学的兄弟单位，同时是“中心”合作支持单位。

杭州义益自动化有限公司是杭州电子科技大学的学科公司，提供相关产业化问题，解决技术市场，为“中心”持续发展服务。

与 Linaro、ARM 等单位共建建立了 Linux 开源实验室。为今后嵌入式的发展提供新的开源硬件与开源软件。

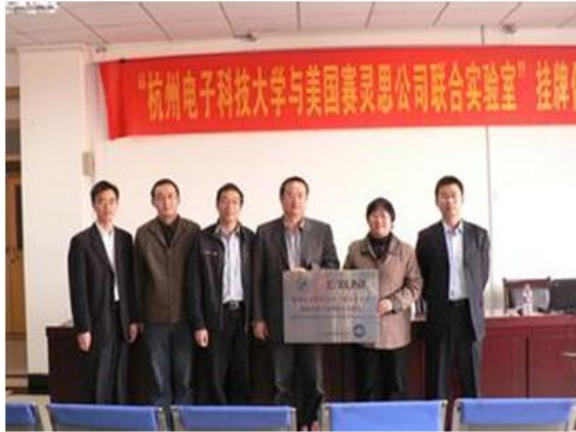


图 15 与美国 xilinx 公司、PLCopen 国际组织、ARM、Linaro 建立合作关系情况

2.5 目前教学资源共享的范围和效果

目前通过校园网可以进入虚拟仿真实验教学中心，网站地址是：<http://vcpc.hdu.edu.cn>；网站是在原有的实验示范中心，国家级精品课程的网站基础上建设成的，内容开发、资源共享，并已达到：

- 教学管理现代化，学生利用网络可进行网上选课、预习、辅导、网上实验
- 虚拟实验自主化，学生可根据自己的实际情况选择实验的时间
- 资源利用自主化，学生可根据自己的实际情况随时进入实验室进行实验
- 面向对象多元化，研究生、本科生、进修生、社会学员均可进入。

“中心”积极与兄弟院校进行工作和学术交流，近 5 年有几十所高校和企业到中心参观访问，访问 300 多人次。接受外校青年教师培训 8 人次；在教育部实验示范中心建设会议上做经验介绍 2 次；在全国性教学研究会议上做经验交流 5 次，在浙江省教育厅实验室会议特邀报告交流 2 次。

目前每天都有兄弟高校在“中心”网站上开课。计算机组成原理课程作为资源共享课开放。

2.6 进一步实现共享的计划与安排

通过资源的共享，可充分发挥虚拟仿真实验教学中心的作用，但目前基于“云”计算机虚拟仿真实验教学中心的建设尚未全部完成，也存在以下几个方面的技术障碍，目前提供的虚拟实验服务器容量不够，一部分软件尚未完成；大量新概念、新教学方法未总结，这些都妨碍进一步扩大共享范围。

针对上述问题，计划开展以下几个方面工作：

- 扩大服务器的容量，将“云”端集成，提高管理水平。
- 总结新概念、新教学方法。
- 完善虚拟仿真软件，加快尚未完成的软件的开发
- 总结虚拟仿真实验教学的新方法、新技术。

计划 2017 年左右，完成全部建设，达到“2-2”中全部的目标效果，扩大资源共享效果。

3. 虚拟仿真实验教学队伍

3.1 虚拟仿真实验教学中心主任	姓名	严义	性别	男	年龄	52
	专业技术职务	教授	学位	硕士	联系固话	0571-86919099
	邮箱	ybjyyj@163.com			手机号码	13905813379
	主要职责	<p>1、全面负责实验教学中心的实验教学、中心建设和管理工作；</p> <p>2、主持和组织制定实验教学中心的建设规划、年度工作计划；贯彻各项规章制度；组织制定相关管理制度，落实岗位责任制；</p> <p>3、负责制定实验教学中心的实验体系、课程体系和实验内容，主持制定培养方案、实验教学大纲、教学计划；</p> <p>4、主持与组织开展教学改革和课程建设；组织申报各类教学改革项目，负责虚拟仿真实验室构架，推进实验教学与科研资源的结合，新技术、新方法的引入；</p> <p>5、组织和推进实验教学队伍和实验教学团队建设，负责完成实验教学中心岗位设置、人员聘用和考核评估工作，开展经常性的业务培训、学术交流活动，负责制定实验师资培养计划，积极指导和培养青年骨干力量；</p> <p>6、主持与组织虚拟仿真实验教学资源 and 共享信息平台建设；负责虚拟仿真实验中心的特色建设与创新实践；组织开展实验仪器设备的研究开发、应用和管理，确保仪器设备完好率，提高仪器设备使用率和服务效益；</p> <p>7、负责组织开展与企业、学校、学院的对接，组织推进校企合作，社会资源利用，探索校企共建共管的模式，探索解决虚拟仿真实验教学持续发展的新途径；</p> <p>8、领导并组织完成实验教学中心日常管理工作，包括实验教学组织、实验室运行管理、实验室网站建设与管理、实验室基础数据统计、安全卫生等。</p>				
工作经历	<p>杭州电子科技大学计算机学院智能与软件所所长，教授，博士生导师，国家级计算机基础教学实验示范中心主任。</p> <p>教学：长期承担本科生《嵌入式系统》、《计算机组成原理》、《汇编语言》、《计算机控制》等主干课程的理论与实验教学工作，指导本科生工程训练、毕业</p>					

设计等实践环节；开设《智能测控工程》、《高级单片机技术》等研究生课程，指导研究生数十名；2002年~2007年负责浙江省计算机基础课实验教学示范中心建设，2007年~至今负责计算机基础教学实验示范中心建设；主持与参加多项教改项目，其中国家级教改项目3项、省级2项、校重点课题1项；是“计算机硬件课程群”负责人。

科研：主要研究领域为计算机系统结构、嵌入式系统、机电一体化、智能仪器仪表等。目前是浙江省嵌入式系统重点实验室(杭电)主任，浙江省科技创新团队（面向行业的嵌入式关键技术）负责人、首席科学家。

社会兼职：国际组织 PLCopen china 主席，中国机电一体化协会理事，中国计算机学会嵌入式专家委员会委员，中国电子学会（微机）嵌入式专委会委员，浙江省重大科技专项组新一代网络与信息专家组（副组长），浙江省先进装备制造块状经济专家服务组首席专家（专家组组长）。

主要荣誉：二级教授，浙江省具有特殊贡献中青年专家（2010），国务院特殊津贴专家（2005），浙江省151人才第一层次（2006）-重点资助（2008）。

主要教学成果

教研科研成果（科研成果限填5项）

序号	奖励名称	授予单位	级别	奖励年度	排名
1	计算机硬件课程教学改革的研究与实践	教育部	国家级教学成果二等奖	2005	2/5
2	适应新技术发展的电子信息类专业实验教学体系的构建与实践	教育部	国家级教学成果二等奖	2009	3/5
3	计算机硬件课程教学改革的研究与实践	浙江省	省教学成果一等奖	2004	2/5
4	计算机组成原理精品课程	教育部	省部级	2006	2/5
5	计算机控制实验设备开发	杭州电子科技大学	校特级	2004	1/5

主要科研成果

序号	获奖名称	授予单位	级别	奖励年度	排名
1	流量仪表智能化关键技术及产品化	浙江省	省科学技术一等奖	2006	1
2	冷却塔信息处理及多模式效能控制系统的研究与开发	浙江省	省科学技术二等奖	2008	1
3	无接触式设置智能涡街流量计	浙江省	省科学技术二等奖	2002	1
4	YY-Z02 计算机组成原理实验仪	浙江省	省科学技术三等奖	2004	1

著作与教材

序号	著作/教材名称	出版社	排名
1	《WIN32 汇编语言教程》 是国内第一个 Windows 汇编语言教材。	机械工业出版社	1
2	《单片机实验与实践教程》	北京航空航天大学出版社	2
3	《计算机组成原理实验指导》	浙江科技出版社	2
4	《计算机课程实验教学课程大纲规范》	高等教育出版社	姓氏排名
5	《嵌入式系统教学课程大纲规范》	高等教育出版社	姓氏排名

项目：目前主持在研国家基金项目 1 项、国家 863 任务 1 项，省重点创新团队项目 1 项，重大横向课题若干；作为项目负责人主持过国家自然科学基金、国家 863 项目，省部级科技重大、重点攻关项目 10 多项；

论文：在国内外重要学术刊物及国际重要学术会议上发表论文数 50 多篇，被 SCI、EI 检索论文 20 余篇；

专利：获授权发明专利 10 多项。

3.2 教师基本情况		正高	副高	中级	其它	博士	硕士	学士	其它	专职	总人数	平均年龄
	人数	12	25	13	1	29	17	5	0	26	51	42.2
	占总人数比例	23.5%	49.0%	25.5%	2.0%	56.9%	33.3%	9.8%	0.0%	51.0%		

3.3 中心人员信息表

序号	姓名	年龄	学位	专业技术职务	承担教学/管理任务	专职/兼职
1	严义	54	硕士	教授/主任	教学管理	专职
2	任彧	52	硕士	教授/副主任	教学管理	专职
3	刘春英	40	博士	副教授/常务副主任	教学管理	专职
4	章复嘉	41	硕士	高级实验师	教学	专职
5	赵建勇	35	硕士	高级实验师	教学	专职
6	李二涛	34	博士	实验师	教学管理	专职
7	吴小开	47	学士	实验师	管理	专职
8	欧海燕	38	学士	实验师	教学	专职
9	伍爱平	41	硕士	实验师	教学	专职
10	袁友伟	49	博士	教授	教学	专职
11	包健	53	博士	教授	教学管理	专职
12	张纪林	35	博士	副教授	教学	专职
13	蒋从峰	35	博士	副教授	教学	专职
14	冯建文	44	硕士	副教授	教学	专职
15	王兴起	41	博士	副教授	教学	专职
16	张怀相	37	博士	副教授	教学	专职
17	申兴发	35	博士	副教授	教学	专职
18	周朝阳	52	硕士	高级工程师	教学	专职
19	曾虹	39	博士	副教授	教学	专职
20	李运发	43	博士	副教授	教学	专职
21	吴迎来	37	学士	讲师	教学	专职
22	俞岳军	47	硕士	讲师	教学管理	专职
23	张梅	49	学士	讲师	管理	专职
24	张万军	40	硕士	讲师	教学	专职
25	徐明月	31	硕士	助理实验师	教学管理	专职

26	孙丹凤	34	硕士	助理研究员	管理	专职
27	胡维华	66	学士	教授	教学	兼职
28	戴国骏	50	博士	教授	教学	兼职
29	赵辽英	45	博士	教授	教学	兼职
30	陈勤	53	硕士	教授	教学	兼职
31	丁宏	52	硕士	教授	教学	兼职
32	陈小雕	39	博士	教授	教学	兼职
33	万健	50	博士	教授	教学	兼职
34	胡华	52	博士	教授	教学	兼职
35	邬惠峰	37	博士	副教授	教学	兼职
36	赵伟华	45	硕士	副教授	教学	兼职
37	李强	49	硕士	副教授	教学	兼职
38	汤景凡	45	博士	副教授	教学	兼职
39	袁炅	42	博士	副教授	教学	兼职
40	张建辉	37	博士	副教授	教学	兼职
41	殷昱煜	35	博士	副教授	教学	兼职
42	任祖杰	31	博士	副教授	教学	兼职
43	仇建	33	博士	副教授	教学	兼职
44	周文晖	38	博士后	副教授	教学	兼职
45	张红娟	48	硕士	副教授	教学	兼职
46	周旭	43	博士	副教授	教学	兼职
47	蒋从锋	35	博士	副教授	教学	兼职
48	楼斌	33	博士	讲师	教学	兼职
49	傅婷婷	36	硕士	讲师	教学	兼职
50	张翔	36	博士	讲师	教学	兼职
51	赵备	38	博士	讲师	教学	兼职

3.4 虚拟仿真实验教学队伍实验教学水平和成果

1、教学队伍实验教学水平

学校十分重视虚拟仿真实验教学师资队伍的建设,虚拟仿真实验中心与示范中心的政策相同;较早制定了人才引进政策,引进教授、博士、硕士进行实验教学;鼓励教师在职攻读博士、

硕士以及在职进修；新进青年教师需先进中心从事实验教学 2 年，在核心骨干稳定的情况下，形成了实验教学队伍的动态平衡对“中心”继续作用（见支撑材料 2.4）。

“中心”已建立一支年龄、学历、职称结构合理，学术水平高，思想道德素质好，热心于实验教学的专兼职实验教师队伍，且具有丰富工程实践教学经验，拥有国内知名的学科带头人。中心负责人与骨干教师的学术水平高，教学能力强，实验教学经验丰富，教学特色鲜明。

虚拟仿真实验教学中心的成员近年来获得计算机课程体系的一系列教学成果，其中国家级教学成果二等奖 2 项：国家级教学团队 1 个，国家级优势特色专业 1 个，国家级精品课程 1 个，国家级精品资源共享课 1 项（见表 13）。

虚拟仿真实验教学中心的成员近年来承担了 20 多项国家级与省部级科研项目，科研经费到达 5000 万元以上，科研成果丰富，累计获省部级一等奖一项，二等奖 5 项，三等奖 5 项，获发明专利 20 项以上，软件著作权 20 项以上，在嵌入式开发技术方面处国内领先水平。

2、虚拟仿真实验教学和研发水平

虚拟仿真实验教学中心的开发的虚拟仿真的技术方案，技术水平高，特别是“中心”远端“实”、近端“虚”实验教学模式的实现方法和“中心”远端“虚”、近端“实”实验教学模式的实现方法，难度大，技术水平高，具有很好的应用前景；项目科研性质明显，设计与开发有难度，课题完成将为全国的虚拟实验室建设的技术方案提供技术参考。

3、实验教学单位取得的国家级成果奖的情况：见表 13

表 13 主要教学成果

序号	成果名称	年份	类型
1	计算机组成原理	2007	国家级精品课程
2	教育部“自动化专业创新型工程人才培养模式创新实验区”	2008	国家级质量工程项目
3	计算机科学与技术	2008	国家级特色建设专业
4	适应新技术发展的电子信息类专业实验教学体系的构建与实践	2009	国家级教学成果二等奖
5	创建 4 维工程实践平台，改革实践教学体系，培养自动化工程应用创新人才	2009	国家级教学成果二等奖
6	计算机基础课程教学团队	2008	国家级教学团队
7	软件工程	2008	浙江省重点专业
8	网络新技术创新人才培养工程实践教育中心	2011	国家级工程实践基地
9	智慧校园与工程人才培养模式创新探索	2012	教育部教育信息化试点单位
10	计算机科学与技术	2014	国家级工程教育专业认证
11	计算机组成原理	2013	国家级精品资源共享课

4. 管理与共享平台

4.1 校园网络及教学信息化平台（平台水平、主要功能）

1、校园网络

通过多年建设，杭州电子科技大学具有完善的学校校园网，已经覆盖学校的每幢教学、科研、管理楼，可以支持校园信息化的建设。主干网络传输速率达万兆，用户桌面带宽达百兆或千兆，300T的存储空间，可以满足“云”系统的要求。

学校目前拥有4个计算机集群及2台IBM小型机（聚合峰值计算能力5万亿次/秒，存储容量60TB）、基于UBsense定位设备等构成的移动计算环境，自主研发一套云计算平台软件，能够为多用户提供可定制的云计算服务，并实现了对硬件的全面监控。

校园，门户网站有虚拟仿真实验教学平台的入口，提供相关链接<http://vcpc.hdu.edu.cn>。

2、教学信息化平台概况

（1）概述

中心网站（<http://vcpc.hdu.edu.cn>）初建于2013年，经多次改建，目前具有实验教学资源、实验教学管理、实验室管理、教学管理系统和杭电ACM专用网站等功能模块。

（2）实验教学资源

以课程为核心的优质实验资源（教学录像、演示实验、实验资料、实验室介绍、仪器设备介绍、实验课程内容介绍等）；在线实验（课程实践教学网络平台，引导、适应学生自主、研究型学习）；实验视频资源；实验教学研究；创新实验项目介绍；创新项目建设等等。

该部分的资源是面向全国开放，中心的主要优质资源与实验教学相关的改革内容都被其他院校参考，特别是普通地方院校，达到示范作用。

（3）实验教学管理

学生实验预约（学生在实验室的课程表中，根据从选课系统中读取的自身的选课情况，以及自己的空余时间，预约实验室机位）；教师实验预约（教师根据授课计划，为本课程的学生预约实验时间）；源代码网络开放开发社区（实验程序源代码，科研项目程序源代码，开源项目包含开源软件项目和开源硬件项目）；学生竞赛组织管理（ACM程序设计、电子设计、数学建模、挑战杯等）。

这部分内容面对杭州电子科技大学教师、学生、中心的外校学生，开设实验课程用，网站运行正常，利用效果较好。

（4）实验室管理

实验设备在线监测实现整个实验中心重要实验设备的实时运行监测；实现了实验室主要事务的网络化管理，包括：实验室场地使用管理、实验室开放状态、实验室运行过程、实验室建设改革成果、企业合作管理、学生实验统计、实验项目管理、实验仪器管理、耗材管理等。统

计与报表功能实现了实验项目统计与报表。

这部分内容是提高了实验中心信息化、系统化、网络化管理水平，利用效果较好。

(5) 杭电 ACM 网站

网站包括虚拟比赛功能、C/C++/Java 通用考试系统、DIY Contests 系统、融合游戏过关理念设计的 ACM Steps 功能。

杭电 ACM 系统将程序设计的教学与 ACM 竞赛结合，可覆盖全校所有专业，利用率高，目前注册用户几乎涵盖国内所有的院校，系统配套的原创教学课件也已经成为国内众多高校培训或教学的重要资料；为国内外承办包括 ACM 亚洲区网络选拔赛 14 场以及其它各级正式程序设计竞赛 400 多场；

2、平台水平与主要功能

中心的各虚拟仿真实验教学平台都实现了信息化，除了待完成的系统外，都可以在中心网站上访问并进行在线实验，在教学、教学管理、科研方面、推广示范等方面发挥作用。

(1) 教学方面

各虚拟仿真实验教学平台以实验教学为基础，与实验课程教学紧密结合，目前是计算机组成原理课程、计算机程序语言类课程、计算机控制课程等的实验教学不可缺少的信息化手段与工具；在大众化教育的背景下，达到因材施教效果；支持本科生的专业课程教学、专业实践环节教学（包括专业实验、专业实习、课程设计、毕业设计）、大学生科技创新活动（ACM 竞赛），以及研究生专业课程教学、专业实践环节教学，目前平台共支持 20 门课程的 58 个实验项目，合计 12 万个实验学时，在提高教学效率以及学生实践能力的培养方面起到了积极的促进作用。

(2) 教学管理方面

各虚拟仿真实验教学平台与学校教学管理系统对接，集实验教学管理、教师实施教学、学生预习、复习，学生学习过程记录的为一体；对于院校管理人员可支持移动化教学，大大降低了部署、运营与管理成本；对于一线教师：可支持在线批改，备课、授课准备，发放、收取、评分，课后作业布置，学习情况分析等工作，大大提高效率；对于学生：可支持在线进行课程的预习和复习，在线完成教学实验与习题，在线与教师沟通讨论，记录学习全部过程。

(3) 科研方面

虚拟仿真实验教学平台大部分内容是由科研设施转化而来，在硬件和软件的配置上与现有科研环境没有实质区别，因而虚拟仿真实验教学平台能够同时兼顾教学和科研的需要，实现资源共享。依托虚拟仿真实验教学平台，计算机的“云”技术、嵌入式技术、计算机控制技术等

内容每年可支持本科生、研究生完成的科研课题达到 100 余项，并可直接完成 PLCopen 与我校的合作课题，为虚拟仿真实验室持续发展打下了很好的基础。

(4) 推广示范方面

基于“云”虚拟仿真实验教学平台利用计算机与网络技术，将实验室从原来的实空间，拓展为无限的网络空间，结合我下的精品课程、精品优秀资源库、示范中心建设，可以更好将我校的优质教学资源提供给社会，一方面是示范，另一方面可以将基于“云”的虚拟仿真实验技术提供给社会企业，实现“云”方式培训。

4.2 网络管理与安全

虚拟仿真实验教学中心分布在学校 3 个物理空间，通过学校网管中心对外服务，有用户身份管理、认证和计费管理系统，提供不同的权限等级，同时具有完善的网络防病毒、信息过滤和入侵检测系统，有专人负责管理和维护。（见支撑材料 2.2）

我们在以下四个方面的工作保证了网络和信息的安全：

硬件防护：

虚拟仿真实验教学所在的数据中心核心网段及内外网之间建有两台高性能防火墙，阻止对内部网段的访问，这首先从硬件上提升了网络的安全与稳定。通过路由器过滤掉非正常 IP 包，把大量的非法访问隔离在路由器之外。

软件防护：

服务器均安装反病毒、信息过滤、入侵检测等软件。同时，学校上网，均需身份管理和认证，利用身份认证机制和行为认证管理平台，进一步保障了系统的可靠性，保障了网络出口带宽，提高了流量调控的可伸缩性。同时也为流量管理、防止内网泄密、互联网访问行为记录等多个常见的网络安全问题提供了有效的解决方案。

人才保障：

我校建有网络工程、信息安全等相关专业，拥有雄厚的信息和网络安全领域的高质量人才，这使得我校有足够的技术力量来保障网络和信息的安全。

管理制度保障：

计算机虚拟仿真实验教学中心配备专门的管理人员，全天候为学生和教师提供开放的学习和研究环境。同时，平台采用按照角色授权的机制，不同角色所拥有的访问和操作权限是不同的，学生取得授权后可以随时进行实验。规范的管理制度即保证了虚拟仿真实验的正常进行，又提供了网络和信息的安全保障（支撑材料 2.1、2.2）。

5. 条件保障

5.1 虚拟仿真实验教学中心基础条件（仪器设备配置情况、环境、运行与维护等）

1、“中心”所需硬条件已经建立

学校校园网，已经覆盖学校的每幢教学、科研、管理楼，可以支持校园信息化的建设。主干网络传输速率达万兆，用户桌面带宽达百兆或千兆。

“中心”通过学校自筹，财政部、省财政厅和教育厅专项基金，国内外企业资助，校友捐赠等多渠道筹措资金，共投入经费约 1500 万元，用于中心仪器设备的添置、更新和软(件)环境建设。设备的补充和更新促进了实验教学内容的更新、软环境的改善，也带动了教学方法和手段的改进，先进的实验仪器设备，为学生提供了优越的实验条件（支撑材料 2.1）。

“中心”借鉴国外先进的工程教育教学理念和实验技术，由教学经验丰富的一线教师主导，带领学生自主研发了一批高水平的实验教学仪器设备。

“中心”大型仪器设备加入学校实验室与大型仪器开放服务平台，提高了大型仪器设备的使用效率，设备完好率达到 98% 以上，利用率保持在 95% 以上。

2、“中心”所需的软条件已经建立

环境与安全有保障（支撑材料 2.2）

近年来，中心以培养“应用型、复合型、创新型”人才为核心目标，从规划、设计、实施到实验室建成后的环境建设，均体现了“以人为本、安全环保”的原则。

学校按照《杭州电子科技大学公用房管理办法》合理规划实验用房，对教学类实验室给予政策倾斜。中心目前拥有教学实验室面积 4500 m²，实验室都安装了必要的空调、通风、安全设备，网络、通信布线齐全，实验设施布局合理，环境良好，符合相关标准、规范的要求。

中心实验室环境整洁美观，实验室空间和布局科学合理，教学环境清洁、整齐、卫生，实验台、柜、桌、椅及时更新、符合规范标准；实验室照明、通风符合要求。

中心坚持《学生实验守则》《实验室人员管理办法》等制度上墙，并布置了人性化的人文环境。实验中心大厅和走廊设置了名人介绍、学科发展史、元器件橱窗和学生创新训练成果等，实验室有仪器设备操作说明、实验室介绍等，营造了良好的学习氛围。

3、运行与维护

中心制订了实验室管理、仪器设备管理和实验教学管理等一系列配套的规章制度，保障了实验室和仪器设备正常使用的同时，还规范了师生的教学行为，提高了师生的责任心。

学校建立了经费运行保障制度，对中心运行经费拨付按实验的学生人时数计算，学院也将年终结余经费的 80% 也投入到中心建设中，每年运行经费约 30 万元，包括日常运行与管理、耗材、仪器维护维修等（支撑材料 2.3）。

5.2 虚拟仿真实验教学中心管理体系（组织保障、制度保障、管理规范等）

1、组织保障

中心是学校直属建制，由分管校长主管。学校“关于成立计算机基础实验课实验教学中心的通知”（杭电教[2002]052）规定，中心实行校、院二级管理，主任负责制的政策。下设教学建设组、运行管理组和技术开发组，如图 16（支撑材料 2.1）。

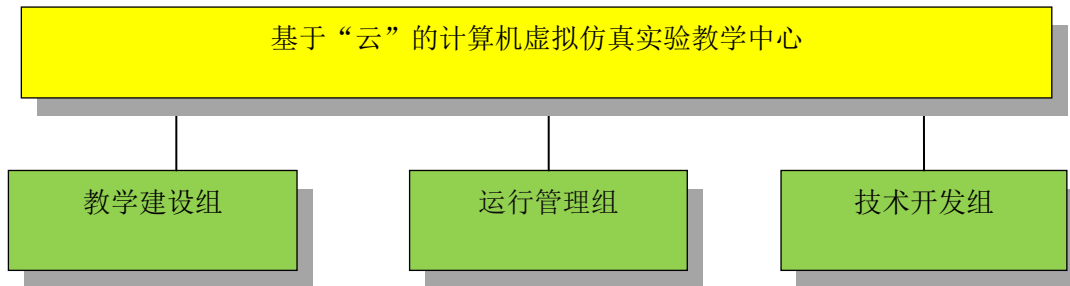


图 16 基于“云”的计算机实验教学中心的组织机构

(1) 教学建设组。由主干专用课程的专任教师担任，根据计算机学科建设和人才培养的要求，利用科研的资源，采用先进的网络与“云”技术，不断提高虚拟仿真实验的水平。

(2) 运行管理组。负责制定虚拟仿真实验教学工作计划、安排、落实本科生、研究生、培训人员的培训计划好实验工作，组织大学生 ACM 竞赛，科技创新活动，负责制定和落实实验室各项管理制度。

(3) 技术开发部，发展虚拟仿真实验的软硬件开发，调试，维护，软件升级，完成社会上对实验平台要求的服务工作。

2、制度保障

校实验室与设备管理处负责中心的规划、建设和管理工作；另外由校内外相关学科具有丰富实践经验的专家、教授组成的示范中心指导委员会负责中心的教学体系建立、教学模块设置、教学计划制订、教改项目、成果的评审工作以及中心发展规划制订、实验室建设、科研和社会服务功能实施等工作。

制定和完善《实验室队伍建设规划》、《实验队伍编制核算办法》、《实验室人员聘任和考核办法》和《实验室管理工作量核算办法》等系列相关政策（支撑材料 2.2）。

中心主任全面负责中心的实验教学、实验室建设和日常管理工作，统一规划经费使用、有效避免了重复购置，提高了实验仪器设备的利用率。中心采用固定编制、流动编制及聘用制相结合的用人机制，中心人员包括实验课程负责人、实验教师、实验技术人员和技术工人等，实行公开招聘、竞争上岗、定期考核的管理机制，形成了一套科学、合理、规范、高效的管理体系。

管理制度是中心规范化运行的保障手段。学校制订了示范中心管理、实验室管理、仪器设备管理和实验实践教学等四大系列管理制度，在实践中严格贯彻执行，不断总结经验并加以完善。

3、管理规范

制定相关实验室开放制度，最大限度地利用实验室资源，培养学生的创新意识和现代工程动手能力。

实施虚拟仿真实验教学资源有效配置与利用、共享开放与反馈评价的全过程管理机制。制订实验课教学规范，强化实验教学的主要环节，规范教学程序。

规范实验室开放程序，制订相关制度。建立系统化的质量监控措施，包括阶段交流、预习抽查、过程监控、学时检查、期中检查、期末考试、操作考试、学评教、督导、听课制等。

为实验理论与操作考试（方案，仿真，电路设计、调试，仪器设备和数据的测试、处理、分析），平时考核（实验态度、能力、学时、报告和自选实验）和科技竞赛考核（完整性，规范性熟练性，创造性）的制度确定（支撑材料 2.2）。

5.3 虚拟仿真实验教学中心经费来源及使用情况

学校历来高度重视实验平台的建设投入，无论是从实验室用房还是配套资金方面，都将给予强有力的支持和配套。积极通过多渠道筹措资金，不断改善实验平台环境，确保实验平台建设可持续发展。**学校承诺：国家级示范中心建设经费将按不低于国家规定的政策配套，建立稳固的资金来源渠道，为实验室建设提供足够的资金保障（支撑材料 2.1）。**

学校还通过财政专项、国际合作、校企合作、校友捐赠、与政府有关部门或行业共建等方式，建立专业实验室、联合实验室、实践基地和技术服务平台，为企业提供技术开发与技术咨询服务等途径，不断深化产学研合作，争取其他资金的投入，以推动示范中心的可持续发展。

1、经费来源

仪器设备投入：学校通过财政部、省财政厅、省教育厅、国际国内企业、校友捐赠和学校自筹等各种渠道筹集经费用于仪器设备的购置，购置经费有充分保障。

环境建设投入：主要来自财政拨款（实验教学示范中心建设专项经费 100 万元）和学校自筹经费（100 万元）。除此之外，按照教育部信息化试点建设的要求，学校每年拨专项经费，完成校园数字化实验教育平台网络建设，其中部分用于虚拟仿真实验中心建设。

中心运行经费：主要来自于学校用于实验和实践教学的拨款以及学院的结余经费，每年约30万元。

社会资源利用：中心还将充分利用借助国际、国内社会资源作为经费的有效补充。

2、经费使用规划

根据实验教学中心建设规划，五年内计划投入经费约500万元，主要用于以下方面：

硬件建设：200万元：

- (1) 环境升级改造：75万元；
- (2) 仪器设备的引进与开发：125万元。

软件建设：300万元：

- (1) 特色实验项目开发和自制仪器设备研制：70万元；
- (2) 模拟、仿真、虚拟等实验环境研制：100万元；
- (3) 学生综合训练项目的设立：50万元；
- (4) 实验教材与指导书的编制与出版：15万元；
- (5) 实验教学改革研究：20万元；
- (6) 实验师资队伍培养、培训：25万元；
- (7) 建设成果及经验交流：20万元。

6. 学校和教育主管部门意见

学校意见	<p>基于“云”的计算机虚拟仿真实验教学中心依托国家级计算机实验教学示范中心开展建设，学科特色和行业特色明显。该中心充分利用“云”、人机交互、数据库和网络通讯等技术手段，开发了系列虚拟仿真实验教学软件，建设了国内一流的计算机虚拟仿真实验教学平台。</p> <p>该中心建设思路明确，理念先进；具有一支学术水平高、结构合理的专兼职实验教学队伍；配备了品质优良、组合优化、国内领先的设备；拥有优良的网络条件和实验环境；创建了先进、高效的管理模式；实验室采取了全开放的运行机制。该中心有力地支撑了我校相关学科专业的人才培养工作，并对国内相关技术领域和地区的人才培养产生了很好的带动和辐射作用。</p> <p>学校承诺国家虚拟实验教学示范中心建设经费将按不低于国家和省规定的政策配套。对该中心的建设给予了全方位支持，经费、用房投入到位，并建立了相对独立的人、财、物管理体制。该中心申请书内容属实，建设水平已达到国家级虚拟仿真实验教学中心的要求，学校推荐基于“云”的计算机虚拟仿真实验教学中心申报国家级虚拟仿真实验教学中心。</p> <p style="text-align: right;">负责人签字 (公章) 年 月 日</p>
教育主管部门意见	<p style="text-align: right;">负责人签字 (公章) 年 月 日</p>