

Xunⁱ SHIYAN

YUWULIKECHENG JIAOXUE

朱 敏 编著
朱 焱

虚拟实验与物理课程教学



东南大学出版社
Southeast University Press

虚拟实验与物理课程教学

朱 敏 朱 焱 编著

东南大学出版社

· 南 京 ·

内容提要

本书的主要内容以物理学科教育研究为背景,以不断发展的教育技术学为支撑,契合物理教育教学改革的发展方向,结合现代技术和教育理论,以经典的教育理论为基础,探讨了虚拟实验在技术上的先进性和方法上的科学性,从技术实现和教学应用双重角度,构建了完整的物理虚拟实验系统,并给出了具体的教学案例及客观真实的教学效果调查,使得虚拟实验在物理课程教学中的应用从理论层面走向了实践层面。

本书可以作为物理教育、教育技术等专业的教材使用,也可以供其他专业师生和有关实验技术研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟实验与物理课程教学/朱敏,朱焱编著. —南京:
东南大学出版社,2008.12

ISBN 978-7-5641-1284-4

I. 虚… II. ①朱…②朱… III. 物理—计算机辅助教学—
教学研究 IV. O4-42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 169435 号

东南大学出版社出版发行
(南京四牌楼2号 邮编210096)

出版人:江 汉

江苏省新华书店经销

江苏兴化市印刷厂印刷

开本:700mm×1000mm 1/16 印张:10.5 字数:183千字

2008年1月第1版 2008年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5641-1284-4/O·89

定价:20.00元

(凡有印装质量问题,可直接向读者服务部调换。电话:025-83792328)

前 言

随着计算机技术和网络技术的迅速发展以及科学研究进一步深入的需要,虚拟实验技术日渐成熟和完善。虚拟实验作为继理论研究和实验研究之后的第三种科学研究方法,对社会发展和科技进步起到了越来越重要的作用,代表着科学研究方法的重要发展方向。

教育教学改革的不断深化对实验教学在培养学生的科学研究能力和综合素质等方面提出了更高的要求。实验教学的教学内容、教学模式、教学方法亟待革新与完善。虚拟实验技术的成熟发展和实验教学改革迫切需要使得虚拟实验在教学中的应用从理论研究走向了实际应用。

首先,本书以混合式学习理论为基础,进行了新的理论思考:虚拟实验不仅是一种先进的技术手段,而且是一种新的科学研究方法。基于以上分析,从技术实现和教学应用双重角度来构建虚拟实验系统,分析其技术特点在帮助学生知识层次深度发展、知识体系广度发展以及教学模式维度发展等方面的作用;分析其方法特点在培养学生的创造性思维能力和互助合作精神等方面的作用。

其次,本书选择具有代表性的大学物理实验教学作为虚拟实验教学应用研究的对象,分析实验教学在教学内容、课程设置和教学模式等方面的教学改革方向,以及在创新精神和团队意识方面的人才培养目标,根据虚拟实验的技术特点和方法特点,提出了大学物理实验教学与虚拟实验应用的结合点。在此基础上,设计和开发了“温度传感器特性的研究”虚拟实验项目,将这个虚拟实验项目应用于大学物理实验教学,并进行问卷调查,分析虚拟实验的教学应用情况以及有待改进的地方。

最后,本书从理论基础和技术实现两方面进行了总结,提出了进一步研究的方向。

由于作者水平有限,恳请各位同行和读者批评指正。

编 者

2008年12月于上海

目 录

第1章 引 论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 可行性分析	1
1.1.2 实验教学改革的需要	2
1.1.3 远程教学的“断点”思考	2
1.2 研究思路	3
1.2.1 研究内容	3
1.2.2 研究对象	4
1.2.3 理论出发点	5
1.2.4 重要支撑理论	6
1.2.5 技术路线	7
1.3 本书结构	10
第2章 虚拟实验概述	13
2.1 虚拟实验的定义	13
2.2 虚拟实验的发展	14
2.2.1 虚拟实验的发展模式	14
2.2.2 虚拟实验的阶段性特征	16
2.3 虚拟实验教学应用现状	17
2.3.1 虚拟实验的教学应用举例	17
2.3.2 虚拟实验教学应用思考	18
第3章 虚拟实验系统的教学应用特点与组成	20
3.1 虚拟实验系统的教学应用特点	20
3.1.1 混合式学习理论的新思考	20

3.1.2	虚拟实验系统的技术特点及其教学应用	26
3.1.3	虚拟实验的方法特点及其在教学上的应用	43
3.2	系统结构分析	61
3.2.1	系统原理	62
3.2.2	系统结构描述	63
3.2.3	系统结构特点	64
3.3	系统组成	67
3.3.1	核心技术——虚拟仪器技术	67
3.3.2	计算机控制中心	71
3.3.3	硬件基础	72
3.3.4	软件技术	73
3.3.5	分布式网络设置	77
第4章	物理教学中的虚拟实验案例分析	82
4.1	大学物理实验的分析与教学思考	82
4.1.1	大学物理实验教学的相关介绍	82
4.1.2	大学物理实验教学与虚拟实验应用的结合点	96
4.2	“温度传感器特性的研究”虚拟实验项目技术实现	97
4.2.1	总体设计	98
4.2.2	控制结构	101
4.2.3	数据采集	102
4.2.4	数据分析与处理	102
4.2.5	数据的图形显示	104
4.2.6	数据与图形的存储	104
4.2.7	程序中的模块分割	105
4.2.8	分布式网络设置	106
4.3	问卷调查与分析	109
4.3.1	问卷设计	110
4.3.2	结果分析	112
4.4	虚拟实验在电工学教学中的相关应用	119

4.4.1 电工学教学与电厂职工培训课程	119
4.4.2 虚拟实验的相关应用	120
第5章 总结与展望	127
5.1 回顾与总结	127
5.1.1 理论基础	127
5.1.2 技术实现	128
5.1.3 全文总结	128
5.2 展望	129
附录 I 虚拟实验教学应用情况调查表	131
附录 II 数字化实验的三个发展阶段	134
主要参考文献	155
后记	160

第1章 引 论

本书的研究内容是虚拟实验与教学应用研究。本章主要论述了本课题的研究背景和研究思路,以及本书的总体结构。本章所陈述的内容是课题研究和本书撰写的重要前提与基石。

1.1 研究背景

实验是人类认识世界的重要方法。16 世纪初期,实验思想开始萌芽。1687 年,I. 牛顿的《自然哲学之数学原理》一书的出版,标志着完整的实验思想体系和方法论的形成^{①②}。实验研究和理论研究作为两种相辅相成的科学研究方法,成为推动社会进步和科技发展的重要力量。

在教学中,实验教学是使学生积极地发挥主观能动性、进行科学研究的再创造过程。相对于理论教学而言,实验教学以其直观性、实践性、创造性等优点,在培养学生学习基础知识、提高动手能力、掌握科学研究方法等方面发挥着重要作用。

近年来,随着计算机和网络技术等先进技术的迅速发展,以及人们进一步进行科学研究的需要,开始出现虚拟实验。虚拟实验是将计算机技术、软件技术以及网络技术和传统实验仪器结合起来,改变实验系统的构建模式,提升实验仪器的整体性能,突破实验操作的时空限制,是对传统实验方法的变革,是继理论研究和实验研究之后的第三种科学研究方法^③。研究如何构建虚拟实验系统,讨论如何将虚拟实验科学合理地应用于教学对于推动实验教学改革,促进实验教学发展具有重要意义。

1.1.1 可行性分析

考虑虚拟实验应用于教学的可行性要从虚拟实验的技术实现进行分析。从

①I. 牛顿. 自然哲学之数学原理[M]. 武汉: 武汉出版社, 1992

②http://www.chinainfo.gov.cn/data/200506/1_20050615_112456.html 中国科技信息: 科技革命

③赵时亮. 虚拟实验: 从思想实验到虚拟现实[J]. 科学技术与辩证法, 1999(6): 21—25

技术上说,计算机和网络是实现虚拟实验的重要支撑。目前,计算机在教学中的运用非常普遍,人们对于将计算机作为教学的辅助工具已经有了正确的认识和恰当的运用。网络在生活中的普及帮助人们能够自觉地、方便地运用网络获取知识和信息、进行学习。另外,先进的数字化技术能够将传统仪器中的模拟信号轻松地转换成数字信号,使得实验数据的计算机处理和网络传输成为可能,为虚拟实验的实现提供了基础条件。

1.1.2 实验教学改革的需要

在传统的实验教学中,由于教学资金投入有限,实验教学仪器相对落后等问题,导致了实验教学内容陈旧,无法和现代科学技术的发展程度相联系,学生的知识体系在深度和广度上的构建受到影响;由于实验系统的构建模式不够完善,实验项目的开发受到了影响,限制了学生参与实验的开发和独立操作,学生在实验课程学习中不是整个实验过程的主体,仅仅是停留在根据老师的演示和讲解,再根据实验讲义上的操作步骤进行简单的模仿,学生的动手能力和创新思维能力都没有得到有效的训练和培养。另外,由于实验对于时间和空间上的限制和要求,实验教学模式比较单一和固定。从实验教学改革的需要来看,基本包括:学生的知识体系在深度和广度上的构建;学生动手能力和创新能力的培养;教学模式的多元化发展。在本书中构建的虚拟实验系统着眼于这几个方面的思考,从教学应用的角度出发,将虚拟实验科学合理地运用于传统实验教学中,以促进实验教学的改革与发展。

1.1.3 远程教学的“断点”思考

从20世纪90年代开始,随着计算机技术和互联网的迅速发展,远程教学作为传统课堂教学的拓展形式取得了飞速发展。目前来看,理论课程的远程教学已经相当成熟,参加远程教学的学生可以通过下载教学课件、教学录像、教学资料,或在线点播等形式进行远程学习。但是作为学生学习的另一个重要内容——实验课程,由于时间上和空间上的限制,其远程教学的发展存在着巨大的障碍,很多人认为这个障碍是无法逾越的,这似乎成了远程教学的“断点”。现在,有一些研究人员希望通过网络传送一些实验现象的图片和实验数据来解决这个问题,但这决不是真正意义上的实验课程的远程教学。因此,将虚拟实验运用于实验教学,运用虚拟实验强大的网络功能来实现远程实验,促进实验课程的远程教学发展是一项具有重要意义的工作。

1.2 研究思路

本节主要描述课题的研究思路,详细介绍本书的研究内容和研究对象,具体分析研究的理论出发点和重要支撑理论,给出明确的技术路线。

1.2.1 研究内容

本书的研究内容是虚拟实验及其教学应用。大致分为以下四个部分:

1) 虚拟实验概述

这部分内容主要阐述虚拟实验的含义、特点、发展历程以及虚拟实验在教学中的应用案例和应用现状。

2) 虚拟实验系统的构建

本书描述的虚拟实验系统构建中,着重考虑以下两个方面:

(1) 从教学应用的角度出发

虚拟实验系统的构建着眼于教学应用,因此需要考虑到实验教学的现状和发展方向。首先,在实验教学的“通才”教育和“专才”教育相结合的分层次人才培养目标下,以虚拟实验系统的先进性和精确性来保证实验教学内容的科学性和前沿性;其次,根据系统的面向对象——教师和学生,以虚拟实验系统的灵活性和开放性来保证教师和学生在进行实验项目设计构建以及操作过程中的简便适用。最后,考虑目前时间和空间固定的实验教学模式带来的弊端和不足,以虚拟实验系统优秀的网络化特性,帮助实验教学模式突破性的发展。

(2) 与现代科学技术相结合

计算机是现代科学技术先进性的代表。在虚拟实验系统的构建中,首先,充分利用了计算机优秀的应用特性来帮助提高系统的整体性能;其次,将目前迅速发展的软件技术和传统实验仪器的硬件优势结合起来,以硬件作为系统基础,运用软件来构建和形成系统的整体结构;最后,利用日益发展的网络技术,以互联网为系统的网络化平台,将系统的应用模式延伸和扩展到异地异步的程度。

3) 虚拟实验系统的技术特点及其在教学上的应用

根据虚拟实验系统的构建,总结系统的技术特点,将该系统运用于大学物理实验教学,分析虚拟实验作为一种技术给实验教学质量 and 效果带来的影响。

4) 虚拟实验的方法特点在教学上的应用

从系统的技术特点出发,思考虚拟实验系统运用于研究活动中所具备的方法

特点。以混合式学习理论为出发点,引入“三场相说”理论,界定虚拟实验是一种新的科学研究方法,将这种科学研究方法融入实验物理教学中,分析虚拟实验作为一种新的科学研究方法在运用过程中的科学性和严谨性对于教学活动中学生的科学素质培养产生的影响。

1.2.2 研究对象

本书将虚拟实验的教学应用对象定为大学物理实验教学是基于以下两个方面的考虑。

1) 大学物理实验教学的地位和作用

物理实验是以物理学为理论基础的。物理学是研究物质运动的规律及物质基本结构的科学,它本身以及它与各个自然学科、工程技术部门的相互作用对人类文明历史的发展,对当代和未来的高新科技的进步和相关产业的建立都提供了巨大的推动力;作为人类追求真理、探索未知世界的工具,物理学是一种哲学观和方法论,它深刻影响着人类对自然的基本认识、人类的思维方式和社会生活,在人的科学素质培养中具有重要的地位。

大学物理实验课程作为教育部确定的六门主要基础课程之一,是高等理工科院校对大学生进行科学实验基本训练的必修通识课程,是大学生进入大学后接受系统实验方法和实验技能训练的开端,是学生进行物理课程学习以及专业课程学习的基础。大学物理实验课覆盖广泛的学科领域,反映了理工科及各个学科科学实验共性和普遍性的问题,具有多样化的实验方法和手段以及综合性很强的基本实验技能训练,它对于培养学生严谨的科学思维和创新能力和理论联系实际,特别是与科学技术发展相适应的综合能力、引导学生确立正确科学思想和科学方法、提高学生科学素质,以适应科技发展与社会进步对人才的需求方面有着不可替代的作用。

2) 大学物理实验教学的主要任务和基本要求

教育部高等学校非物理类专业物理基础课程教学指导分委员会物理实验基本要求研究组对大学物理实验课程教学的主要任务和基本要求做了具体的规定^{①②},现简要地阐述如下:

^①<http://www.moe.edu.cn/> 中华人民共和国教育部网

^②<http://pec.sjtu.edu.cn/center/info/06.htm> 上海交通大学国家工科物理教学基地物理实验中心网

(1) 主要任务

培养与提高学生科学实验基本素质,确立正确的科学思想和科学方法。培养与提高学生的创新思维、创新意识、创新能力及科学素养。要求学生具有理论联系实际和实事求是的科学作风,严肃认真的工作态度,主动研究的探索精神,遵守纪律、团结协作和爱护公共财产的优良品德。

(2) 基本要求

① 能力培养:独立实验、分析与研究、理论联系实际的能力。

② 分层次教学:通过开设一定数量和比例的基础性、综合性、设计性或研究型实验来实现能力培养的基本要求。

③ 教学模式、教学方法:开设开放实验室,在时间、空间和内容上给学生较大的选择自由。开设预备性和提高性实验,提供延伸课内实验内容的条件,满足各层次学生求知、发展个性的需要。创造条件,充分利用包括网络技术、多媒体教学软件在内的现代教育技术丰富教学资源,拓宽教学的时间和空间,提供学生自主学习的平台和师生交互的平台,进行现代化教学信息管理,以满足个性化教育和全面提高学生科学实验素质的需要。

从上述关于大学物理实验地位和作用的阐述可以看出,大学物理实验课程在大学的课程设置中覆盖了所有的专业,在学生的课程学习中具有重要的基础性作用,在所有的实验课程中具有代表性,大学物理实验教学质量的好坏影响面广。对大学物理实验课程的主要任务和基本要求进行总结,大致包括五个方面:以基础知识为主、前沿科技为辅的课程内容设置;构建综合性教学平台;充分运用网络技术、计算机技术;培养科学思维和创新精神;培养互助协作的科学研究风格。在本书中,讨论虚拟实验系统的构建和虚拟实验在教学中的应用时,以大学物理实验教学为例,着眼于这五个方面的考虑。

1.2.3 理论出发点

本书的理论出发点是关于混合式学习理论的新思考。混合式学习理论并不是一个新的概念,在孔子的“因材施教”、夸美纽斯的《大教学论》中都有混合式学习理论思想和影子。混合式学习理论在多年前就被提出,它讨论的是各种新兴的媒体和工具以及传统的教学手段、教学方式的有效“混合”。近年来,随着多媒体技术和网络技术的飞速发展,各种先进的技术手段对传统教学方式产生了巨大的冲击,多媒体技术、计算机技术和网络技术的作用范围之广、技术之先进给教学带来的变革力量是令人惊叹的。网络教学出现了前所未有的热潮,甚至引发了国

际教育技术界关于“围墙大学”的学术争辩。十年的网络教学经验和教训使得持续了很久的争辩终于尘埃落定,人们开始对先进技术的教学应用产生了新的思考,在这个恰当的时候,混合式学习理论再次被提出,用来考虑先进技术和传统教学方式的关系,包括 E-learning 的发展模式等,认为单纯地依靠现代先进技术,完全摒弃传统教学方式的做法是片面的、不科学的,考虑任何先进技术手段在教学中的应用,不但要看其先进的技术特点,更要看它的技术特点如何“混合”于传统的教学方式,实现理想的结合。

不偏激于某一方面,辩证地看待问题是对教学思考的理性回归,沿着这个思维模式,引发了我们关于混合式学习理论的新思考。从某种角度来说,教育也是一门系统科学,在分析某种先进技术手段的教学应用时,不仅要考虑它的技术应用,还要考虑运用这种先进技术开展教学活动是否是科学的、严谨的,从而真正地体现其教育价值,更好地为教育服务。本书在分析虚拟实验作为一种先进技术和传统实验教学方式相结合在实验教学的应用的基础上,考虑虚拟实验作为一种研究方法融入传统的教学方式的科学性和严谨性,以及虚拟实验作为一种科学研究方法如何在实验教学中体现其教育价值。

1.2.4 重要支撑理论

本书研究内容的重要支撑理论是“三场相说”理论。“三场相说”理论起源并发展于 20 世纪 70 年代末由中国学者提出来的潜科学理论。潜科学理论认为,一次严谨的科学研究活动应该包括前期各种信息和知识在科学研究者脑海中的孕育和加工过程。根据这个思路,潜科学理论把科学发现活动分为“潜科学阶段”、“由潜到显的中介阶段”和“显科学阶段”三个阶段,认为科学研究主体,即科学研究人员在科学研究过程中的能动行为是“主观精神场相”、“理性实践场相”和“客观知识场相”三个场相互为基础、互相作用的结果,这就是书中运用到的“三场相说”理论。根据“三场相说”理论,我们认为界定一种研究方法是否属于科学研究方法,要看该研究方法在运用时,是否将科学研究过程分为了上述的三个阶段;科学研究人员在发挥主体作用时,是否有三个场相互为基础、互相作用的能动行为。

本书引入“三场相说”理论,对虚拟实验过程进行三个阶段的划分,对虚拟实验进行三场相分析,从而界定虚拟实验这种研究方法是否属于科学研究方法。经过这样的讨论和论证,才能够从关于混合式学习理论的新思考出发,在将虚拟实验作为先进的技术“混合”于传统教学手段的基础上,考虑能否将虚拟实验作为一种新的科学研究方法,并将它融入传统的教学方式中,进而提高教学质量,将教学

的人才培养目标和社会育人作用提升到一个新的层面。

1.2.5 技术路线

1) 以教学应用为系统构建目标

(1) 易于开发和维护

虚拟实验系统是面向教师和学生的,必须易于开发和维护。本书关于虚拟实验系统的设计从系统科学的角度出发,力求开放性、动态性和集成性。开放性指的是在模块化和层次化的设计思想基础上,将所有的系统组成模块,包括最底层的硬件级程序模块都开放给教师和学生,教师和学生可以很方便地进行模块的重组和配置来进行系统的开发,以及根据模块定位检查来进行系统维护;动态性指的是教师和学生实验教学过程中,根据实验情况和教学反馈即时进行系统结构和组成的动态调整,以符合实际的教学和实验需要,这也属于系统的开发和维护。集成性指的是系统是由各个组成部分组合起来的,系统的集成性恰好说明了各个组成部分的灵活性,保证了教师和学生方便地进行系统的开发和维护。

(2) 操作简单

在实验教学中,重要的是让学生在有限的学习时间里尽可能多地掌握实验操作技能、实验原理以及相关的科学研究素养,因此,运用教学的实验系统必须具备操作简单的特性,避免将时间浪费在仪器的熟悉过程中。在本书中构建的虚拟实验系统中,全部由计算机控制的软面板来代替传统仪器中的操作面板,并在计算机的显示屏上显示,用鼠标、键盘以及相关的输入设备进行操作,软面板的按钮功能和位置格局都是根据实际实验的需要和学生熟悉的操作形式来设置,并且这种设置可以根据操作内容的不同、面对学生群体的不同用最简单最直观的形式呈现出来,界面友好,方便学生在实验中操作和运用。

(3) 价格低廉

对于有限的教育投资来说,任何先进技术手段和方法的引入都必须考虑到资金的投入问题。价格低廉、节省资源和提高利用率是构建虚拟实验系统时需要加以考虑的。本系统的开放性、动态性、集成性、软硬件模块可重组配置等特性一方面保证了系统开发和维护的灵活性和可行性,另一方面极大地提高了重复利用率,节省了资源。

2) 以虚拟仪器技术为核心技术

(1) 虚拟仪器技术较为成熟

虚拟仪器是20世纪80年代末出现的新的仪器类型,它是将传统的仪器技术、

计算机技术和软件技术进行深层次结合共同孕育发展起来的一项革命性新技术。虚拟仪器要比传统的电子仪器更为通用,在组建和改变仪器的功能和技术性能方面更为灵活、经济,更能适应迅猛发展的当代科学技术对实验仪器不断提出的更新并扩展功能与性能的要求,具有很好的发展前景。

经历了由模拟仪器、数字化仪器、带 GPIB 接口的智能化仪器到全部可编程虚拟仪器的发展历程,虚拟仪器技术在其诞生后的 20 多年时间里,伴随着计算机技术和软件技术的迅速发展而迅速发展起来,在电气、计算机、机械、生物、物理、化学等工程技术领域,甚至是研发、生产大型而复杂的武器装备以及军事教育训练等领域都有了重要的应用。目前,因为计算机技术的先进性、软件技术发展的完备性以及计算机、软件和传统仪器三者结合的协调性和综合性,虚拟仪器技术已经相当成熟。在本书中构建的虚拟实验系统是以成熟的虚拟仪器技术为核心技术,很大程度上避免了技术形成阶段的反复性和曲折性,保证了系统在技术上的完备性和可行性。

(2) 虚拟仪器开发软件简便易学

随着虚拟仪器技术的迅速发展,并在越来越多的领域发挥了重要的作用,虚拟仪器的开发软件越来越多,也越来越适用,近年来,世界各国的虚拟仪器公司研制了不少虚拟仪器开发软件,以便于使用者利用这些仪器公司提供的开发平台组建自己的虚拟仪器或测试系统,并编制测试软件。最早和最有影响的开发软件,是 NI 公司的 LabVIEW 软件和 LabWindows/CVI。LabVIEW 采用图形化编程方案,是非常实用的开发软件,LabWindows/CVI 是为熟悉 C 语言的开发人员准备的,在 Windows 环境下的标准 ANSI C 开发环境。除了上述的优秀开发软件之外,美国 HP 公司的 HP-VEE 和 HPTIG 平台软件,美国 Tektronis 公司的 Ez-Test 和 Tek-TNS 软件,以及美国 HEM Data 公司的 Snap-Marker 平台软件,也是国际上公认的优秀虚拟仪器开发平台软件。

上述的各种软件经过多年的实践日渐成熟,适用程度非常高。这些软件不管是基于图形化编程还是基于成熟的高级语言编程,都是立足于简便易学,保证工程设计人员和科学研究人员等非专业程序员能够轻松地开发软件,满足工程和研究的需要。在本书的虚拟实验系统中,使用的是图形化编程语言 LabVIEW。LabVIEW 是虚拟仪器概念的首创者,是美国国家仪器(National Instrument, NI)公司推出的一个图形化软件开发环境。LabVIEW 开发软件的图形化编程思想使得开发者无需知道底层的程序,只要知道各个图标、控件等的作用和属性,并将它们根据实际需要连接起来,就可以实现软件的开发。使用 LabVIEW 开发虚拟仪

器最大的优势就是缩短开发的时间,提高开发的效率,据统计,使用 LabVIEW 开发虚拟仪器比使用基于书本的语言开发效率可以提高 10~15 倍,程序的执行速度却几乎不受影响。基于这种开发软件的简便易学,教师和学生可以参与到虚拟实验系统的构建中来,开发更多适用的教学实验项目,加强学生对实验原理的理解,培养学生的实验设计能力以及创新思维能力。

3) 以计算机为控制中心

计算机技术的迅速发展和进步是令人惊叹的,计算机的应用水平对于各个领域的发展具有深刻的代表性和决定性。在虚拟实验系统的构建中,本书以计算机为控制中心,提高整个系统的应用水平,这也是虚拟实验系统和传统实验系统的重要区别。

(1) 计算机功能强大

计算机的功能强大主要体现在高度的运算能力、有效的控制方式、巨大的存储容量和强大的辨识能力等方面。这些优秀的应用特性可以保证虚拟实验系统的整体技术水平在先进性、精确性以及有效控制等方面达到理想的程度。

(2) 计算机普及范围广,价格低廉

计算机的普及范围已经延伸到人们工作、生活和学习的各个方面,并且随着计算机技术和工业制造水平的不断发展,计算机的价格越来越低廉。针对有限的教育投资来说,以计算机为控制中心的虚拟实验系统在实验教学中的应用不仅可以节省实验资源,而且能够帮助虚拟实验走进实验教学课堂并得以有效的实施和运用。

4) 以软硬件结合为系统组成方式

软件技术的运用是虚拟实验系统的巨大优势所在,也是虚拟实验系统区别于传统实验系统的技术特点。在虚拟实验系统中运用软硬件结合的方式是充分发挥软件通过编程来改变仪器性能和控制实验操作的特性,保持传统仪器的硬件优势,通过软硬件优势互补的方式来实现模块化和层次化的设计思想。这种组成方式和设计思想能够保证虚拟实验系统的横向可重组性和纵向的可定位性,既保证了完整的整体性,又体现了灵活的开放性,实验项目的设计和构建变得非常容易,面向教学的虚拟实验系统能够保证教师和学生能够轻松容易地加入到实验思路设计和系统构建中来,使得教师和学生共同成为实验教学的主体,参与实验项目从设计到构建、再到实际操作的整体过程。

5) 以 Internet 为系统的网络化平台^①

Internet 是世界上最大的计算机互联网络,它是由异型计算机、异型系统、异型网络协议所组成的联系世界 150 多个国家和地区各种大小计算机网络的互联体,正像其英文名称所表现的: Internet = Interconnect + Networks,也可称之为“计算机网络的网络”。目前正在兴起的新一代高速宽带网络系统和正在实施的“下一代 Internet 研究计划”使得 Internet 计算机互联网络以更快的传输速度和更有效的结构和机制在更多的领域得到了更广泛的应用。

(1) 传输速度快

在新一代高速宽带网络系统中,网络传输速度已经达到了每秒几百兆。这样的传输速度保证了声音、图像以及其他形式的文件都可以畅通无阻地实现即刻传输。由美国政府启动的“下一代 Internet 研究计划”通过 Internet 连接了超过 100 个大学和国家实验室。

(2) 合理的分布式结构

分布式结构指的是基于客户机/服务器(Client/Server)的工作原理。分布式结构使得每一台计算机都是结构中的一个节点,每一个节点保证了网络互联的完整性,而每一个节点的互联又保证了网络的完整性——不受到其中某一个节点正常与否的影响。

(3) 优秀的异步交换机制

异步交换机制指的是将要传输的数据划分成较小的独立的信息单位(Packet)进行分组发送,各组信息可从不同的路径分发出,到任一节点后,再沿最近的道路走下去,最终分组到达目的地后再按顺序合到一起。分组的目的是为了防止堵塞,保证传输的顺畅。

根据以上所描述的 Internet 计算机互联网络在各方面的突出优势,本书选择 Internet 作为系统的网络平台,保证了虚拟实验系统的网络化在技术上的完备性和结构上的合理性,使得多通道同步数据获取、分布式数据分析与处理、远距离多点仪器控制等技术得到顺利地使用;使得本地协作型虚拟实验室、局域网资源共享型虚拟实验室和 Internet 远程控制型虚拟实验室等类型的系统网络化形式顺利构建。

1.3 本书结构

本书共分为 5 章,总体结构如图 1-1 所示,各章的主要内容如下:

^①中国 21 世纪议程管理中心. Internet 与可持续发展网络实用教程[M]. 北京: 科学出版社,1998