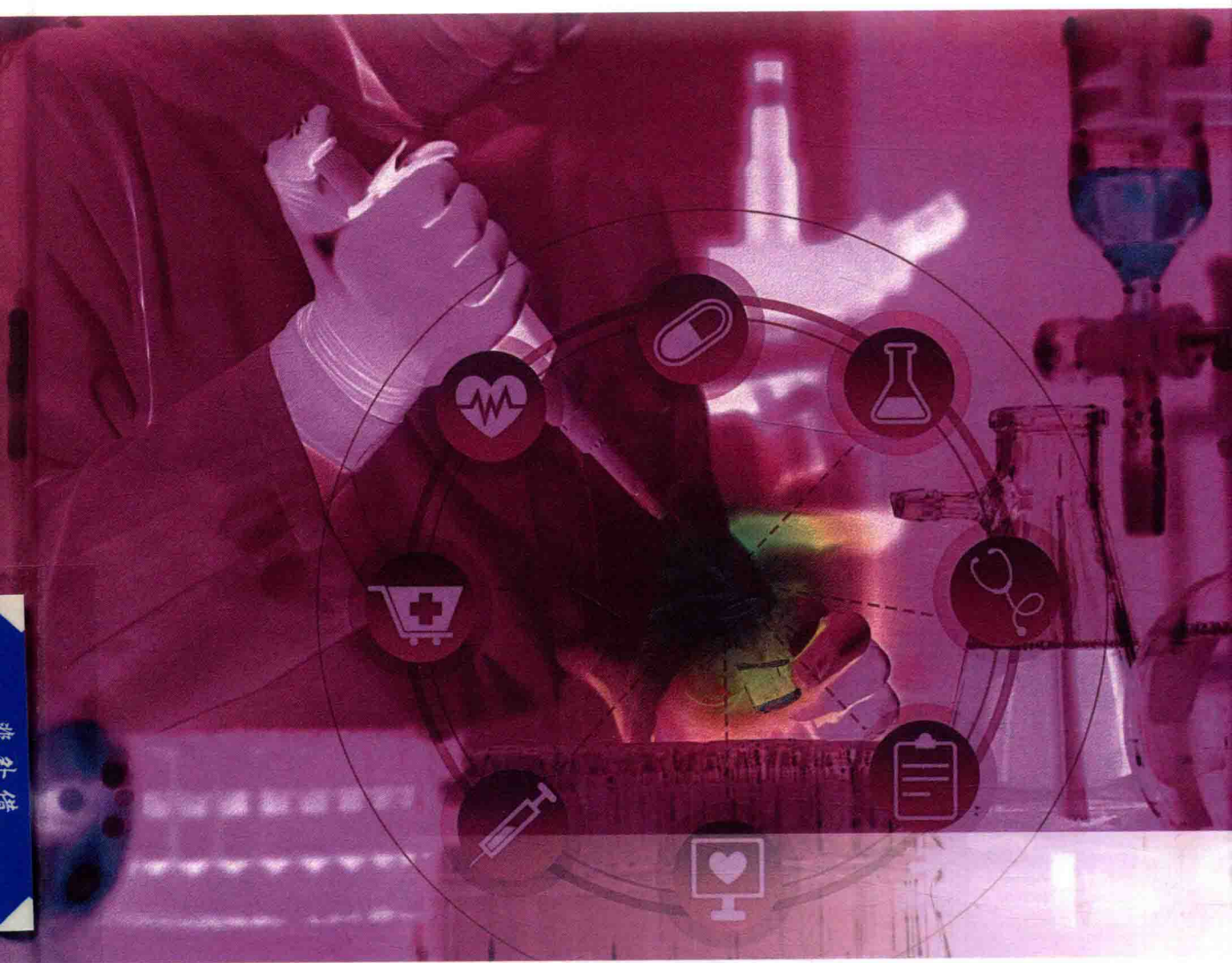


高等学校 实验教学典型案例汇编 (下册)

教育部高等学校实验教学指导委员会 组编

熊宏齐 主编



高等教育出版社

高等学校 实验教学典型案例汇编

(下册)

教育部高等学校实验教学指导委员会 组编

熊宏齐 主编



高等教育出版社·北京

内容提要

本书是教育部高等学校实验教学指导委员会组织编写的《高等学校实验教学典型案例汇编》之下册。全部汇编共三册,通过实验项目内容、实验教学体系、教学方式方法、教学运行管理、信息技术与实验教学融合五篇,从物理、化学、生物、电子、机械、力学、工程实训、计算机、材料、地理环境、交通运输、能源动力、航空航天、农业、基础医学、药学、经管、人文社科等学科领域的近800个来自全国高校国家级、省级实验教学示范中心相关学科领域的实验教学典型案例,呈现了高等学校实验室建设和实验教学改革的宝贵经验,对我国高等学校大学生实践能力和创新精神的培养具有重要借鉴价值。本册包括教学运行管理篇和信息技术与实验教学融合篇。

本书适合从事高等学校实验教学的教师、课程教学研究者、教育管理者,以及对实验教学和实践能力、创新能力培养感兴趣的读者阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

高等学校实验教学典型案例汇编.下册 / 教育部高等学校实验教学指导委员会组编;熊宏齐主编. --北京:高等教育出版社,2019.1

ISBN 978-7-04-050571-9

I. ①高… II. ①教… ②熊… III. ①高等学校-实验教学法-案例-汇编 IV. ①G642

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 207991 号

策划编辑	王宏宇	责任编辑	靳剑辉	封面设计	王 鹏	版式设计	徐艳妮
插图绘制	于 博	责任校对	吕红颖	责任印制	赵义民		

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	北京中科印刷有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm × 1092mm 1/16		http://www.hepmall.cn
本册印张	23.5		
本册字数	560 千字	版 次	2019 年 1 月第 1 版
购书热线	010-58581118	印 次	2019 年 1 月第 1 次印刷
咨询电话	400-810-0598	总 定 价	300.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 50571-002

《高等学校实验教学典型案例汇编》

编 委 会

主 任:易 红

副主任:(按姓氏笔画为序)

韦 化	王跃进	史建平	叶 民	吕 帆
朱 宏	严从荃	张新祥	高东锋	熊宏齐

成 员:(排名不分先后)

宋立民	郭 福	欧阳津	李一峻	马寿峰
孟长功	李鸿儒	杨 勇	樊久铭	张 莉
马世红	周国庆	崔宝同	尤启冬	方文军
计伟荣	薛照明	施芝元	黄志高	张 华
刘传勇	李 滨	张新民	谢志雄	李 承
陈六平	严 薇	周光明	李建国	李付国
石光明	李保新	崔炳谋	孙腊珍	张剑荣
滕利荣	韩 力	吴昌林	孙 毅	梁延德
刘维屏	张宪省	戚桂杰	赵长生	刘杰锋
张 杰	秦晓群	尤启东	周桂桐	万学红
彭其渊	徐 平	孙红文	张 卯	徐忠锋
朱 泓	胡今鸿	黄 婕	陈敬德	雷敬炎

组 编:教育部高等学校实验教学指导委员会

主 编:熊宏齐

教育的根本任务是培养人。人才培养为本,本科教育是根。全面振兴本科教育,必须注重补短板、强弱项,切实把实践育人这个人才培养的最薄弱环节给强起来。实验教学作为实践教学的重要形式之一,是学生掌握知识、提高能力的重要途径,是增强学生创新精神、实践能力和社会责任感的关键一环,是提高人才培养质量的重要组成部分。实验教学项目是实验教学的基本单元。教师要把提升规划、设计、实施、评估实验教学项目的水平,作为提高实验教学质量的基本功。

当前,世界范围内新一轮科技革命与产业变革扑面而来,将引发未来世界经济政治格局深刻调整,重塑国家竞争力在全球的位置,颠覆现有很多产业的形态、分工和组织方式,重构人们的生活、学习和思维方式,改变人与世界的关系。“互联网+教育”正在深刻改变今天的教育,“智能+教育”将快速开启明天的教育。承担实验教学任务的教师要主动利用现代信息技术、智能技术改革实验教学项目,改进教学方式方法,改变教学组织形态,助力知识培养与能力培养的深度融合、现实与可能的深度重构、时间与空间的深度破解,不断探索“互联网+”和“智能+”条件下的实验教学新模式。

为提高高校实验教学整体水平,促进实验教学项目建设成果交流,教育部高等教育司委托教育部高等学校实验教学指导委员会在全国范围内征集遴选 757 个实验教学典型案例,编制了《高等学校实验教学典型案例汇编》(以下简称《汇编》)。《汇编》从实验教学体系、实验项目内容、教学方式方法、信息技术与实验教学融合、教学运行管理五个方面展示了实验教学项目改革的创新性、开放性和高效性,反映了我国高校近年来的实验教学项目改革的探索成果,是奋斗在高校实验教学第一线的各位老师辛勤工作的成果,是集体智慧的结晶。在此,谨向参与《汇编》编制工作的各位老师、专家和单位表示诚挚的谢意。

全面振兴本科教育是负重前行的上坡路,其中之艰苦卓绝可以想象。让我们共同努力,切实把实验教学改革工作做好,切实履行好新时代赋予我们的历史使命和责任担当。

教育部高等教育司

司长 吴 岩

二〇一八年十一月十八日

人才培养是大学的根本任务和本质职能。实验教学作为高等学校教学的重要方式,教学建设的重要内容,教学创新的重要途径,对人才培养具有重要的意义。当前,随着经济社会的发展,高等教育已进入内涵式发展的新阶段。面对新背景、新使命,高等学校实验教学应该走向何方?这是摆在我们面前的时代命题。我认为,《高等学校实验教学典型案例汇编》的出版,正恰逢其时。

一方面,在长期的实践中,国内高校实验教学进行了许多有益的探索,积累了丰富的经验,涌现出了很多值得借鉴和推广的做法。特别是近年来,教育部推出了一系列的改革举措,包括建设国家级实验教学示范中心和虚拟仿真实验教学中心,开展国家虚拟仿真实验教学项目,推进高等学校实践教学质量标准制定与实施等,取得了阶段性成果。在承前启后的关键时期,需要进行系统的梳理与总结。这次在教育部高等教育司的指导下,我们面向全国高校的国家级实验教学示范中心和部分省级实验教学中心,按照实验教学组织的核心要素,进行了广泛的征集,认真遴选出了一批具有示范辐射作用的典型实验教学改革案例,最终汇集成册。主要涉及实验项目内容、实验教学体系、教学方式方法、教学运行管理、信息技术与实验教学融合五个方面,代表了我国高等学校实验教学改革的最新成果。

另一方面,我们也深刻地认识到,高等教育的发展对实验教学的变革提出了新的要求和新的挑战,需要进一步统一思想,明确努力方向。我们认为,未来的实验教学,要更加突出学生主体地位,有助于学生建构科学的知识体系;更加突出研究探索,有助于培养学生的创新意识和能力;更加突出观察思考、综合设计和多元分析结合,有助于提高学生综合科学素质;更加突出知、情、意、能的高级复合作用,有助于学生得到全面综合发展。总体来看,实验教学是一个系统工程,将在激发学生的创新意识,拓展学生的创新思维,增长学生的创新技能,涵养学生的创新品格等方面发挥更加积极的作用。这次遴选的案例,在一定程度上代表了实验教学改革发展的方向,凸显了时代性、创新性、开放性和高效性特征,对进一步探索符合新时代要求的实验教学具有指引性的意义。

“他山之石,可以攻玉”。但愿该汇编能够对高等学校实验教学工作的开展起到一定的推动作用。同时,也相信各高等学校能够继往开来,紧紧围绕立德树人根本任务,根据经济社会快速发展对人才培养的新要求、现代大学生成长的新特点、信息化时代教育教学的新规律,以提高学生实践能力和创新精神为核心,不断更新实验教学理念,精选实验教学内容,重塑实验教学体系,丰富实验教学项目,活化实验教学方法,优化实验教学资源,开放实验教学管理,推进信息技术与实验教学深度融合,将创新创业教育理念融入实验教学全程,持续提高实验教学质量,开创高等学校实验教学的新局面。

教育部高等学校实验教学指导委员会

主任委员 易红

二〇一八年八月二十六日

进入 21 世纪,教育部组织开展了大量的实验教学改革与实践,掀起了我国高等学校的实验教学改革与建设的高潮,并取得了突出成效。建成了 901 个国家级实验教学示范中心和 300 个国家级虚拟仿真实验教学中心。从 2017 年开始,教育部开始组织国家虚拟仿真实验教学项目建设。这些改革项目和建设成果,有效推动了适应学生实践能力和创新能力培养的实验教学体系的完善,带动了满足现代实验教学需要的高素质实验教学队伍的建设,改善了设备设施与实验教学开放服务的环境,促进了体制机制创新与实验教学的高效运行,全面提高了实验教学质量与水平,为我国高等学校实验教学提供了示范经验,带动了高等学校教学实验室的建设和发展。

为了进一步推广这些改革成果,在教育部高教司的指导下,教育部高等学校实验教学指导委员会在全国高等学校范围内征集遴选具有显著实验教学效果和鲜明特色的实验教学典型案例(以下简称“案例”),征集遴选工作于 2017 年年初完成。

本次案例征集与遴选的指导思想是,要求凸显实验教学在高等学校人才培养中的时代性、创新性、开放性和高效性。时代性,即要求案例要紧紧围绕立德树人根本任务,适应经济社会快速发展对人才培养的新要求。创新性,即要求案例要凸显实验教学本真目的,要使学生能体验到创新的快乐和自信,激发学生的创新欲望,培养学生的创新思维 and 实践能力。开放性,即要求案例要凸显实验教学的综合和开放,包括实验内容、实验时间、实验空间、实验仪器、实验指导模式等要素的开放。高效性,即要求案例要凸显资源利用的高效性,体现学生能高效利用综合设计型、研究探索型实验项目以及先进的科研设备设施等。

这些案例为我国高等学校更新实验项目内容、重塑实验课程体系、改革教学方式方法、提升实验教学管理等方面提供了科学、可选择的参考解决方案。例如,清华大学提供的“跨学科通识教学课程体系”案例,将清华大学高水平学科、高素质研究团队、前沿科研课题、先进科研实验室、系统高效的教学和实验室管理等多方面办学优势进行集成,筛选出上百个覆盖众多学科的典型科研项目,创建了实验室科研探究课程;不同学科学生混合编班,开展小班互动教学,让学生开展自主探究、体验学科前沿、融通跨学科文化,为高校搭建学科交叉、文理融通平台,促进教师间的相互学习和交流探索出了一条有益的、可借鉴的新途径。哈尔滨工程大学提供的“全开放口袋实验室共享平台建设与实践”案例,建立全校性的口袋实验室服务中心,对口袋实验室教学资源集中建设和管理,采用图书馆信息化管理系统,实现口袋实验资源的借用、归还、预约、续借等管理功能,创新性地解决了口袋实验室的共享和管理难题。厦门大学提供的“6S 管理在生命科学实验教学管理中的应用”案例,根据生命科学实验室管理的特点,将企业 5S 管理制度的内容和方法,延伸到实验室管理中,并根据“安全管理”为实验室管理重要特性,强化了实验室安全方面的规范内容,为我国高校的教学实验室安全管理提供了可参考借鉴的范式。

特别要指出的是,这些案例中包括一大批实验教学信息化案例,包括虚拟仿真实验项目、虚实结合的教学方式方法、“互联网+”实验教学及信息化实验教学管理等,彰显了近年



来信息技术与我国高等学校实验教学深度融合的可行路径和显著成效。如东南大学提供的“物理实验计算机 TA 教学指导模式”案例,利用相关信息资源,指导学生操作仪器、理解原理、评判数据,使教师变为后台的学习支持者,从而在实验教学指导、实验室建设与课程改革、实验室科学研究等方面,优化了人力资源的分配,转变了人才培养理念,为推动实验教学持续发展走出了一条创新之路。

为发挥我国高等学校实验教学建设成果的示范辐射作用,特将这些案例编辑出版,供全国高校相互借鉴,以此推动我国高等学校实验教学的进一步发展。本次收集遴选的案例总数 757 个。根据每个案例的特点,我们按照实验项目内容、实验教学体系、教学方式方法、信息技术与实验教学融合、教学运行管理五个方面进行编辑,形成《高等学校实验教学典型案例汇编》上册、中册、下册共三册出版。上册为实验项目内容篇,共 281 个案例,主要为新设计的实验项目和自主研发的自制仪器设备。中册包括实验教学体系篇,共 116 个案例以及教学方式方法篇,共 184 个案例。下册包括教学运行管理篇,共 42 个案例以及信息技术与实验教学融合篇,共 134 个案例。每个案例的内容包括案例名称、所属学校及实验室名称、案例主要内容、案例创新点及案例推广应用情况等。汇编目录以“篇序-学科类别-案例名称”形式进行编排,方便教师、实验技术人员及管理人员参阅。

本次案例征集得到了案例提供学校及相关教学实验室的大力支持。在此对其付出的辛勤工作表示衷心感谢!在案例收集与遴选等环节,得到了国家级实验教学示范中心联席会的鼎力相助,在此对联席会及相关学科组组长、组长单位及相关人员深表谢意!在案例征集方案的设计、案例遴选、案例编辑出版等整个过程中,始终得到教育部高教司实验室处的大力指导,在此表示衷心感谢!感谢东南大学实验室与设备管理处,在案例收集、整理、出版过程中,承担了大量的组织与协助工作。感谢高等教育出版社为推进高等学校实验教学改革与发展所担当的责任,感谢领导和编辑的鼎力支持和辛勤付出。

经验的总结是一个持续的过程,愿每一位实验教学同仁积极反馈合理意见和建议,愿这种阶段性的工作总结成为常态。

《高等学校实验教学典型案例汇编》编委会

教育部高等学校实验教学指导委员会

秘书长 熊宏齐

二〇一八年八月二十六日

第 4 篇 教学运行管理	1
A 物理类	1
案例 1 实验教学团队建设模式	1
大连理工大学基础物理实验教学中心	
案例 2 理论和实验教学融合的教师队伍模式	3
河北师范大学物理实验教学示范中心	
案例 3 周六实验室开放制度建立及其运行	5
福建师范大学物理学实验教学示范中心	
案例 4 校级物理实验竞赛	6
河南师范大学国家级物理实验教学示范中心	
案例 5 面向前沿需求持续发展的实验室建设模式	7
山西大学物理实验教学示范中心	
B 化学类	9
案例 1 研究生助教制与基础化学实验教学	9
浙江大学化学实验教学中心	
案例 2 化学实验课程安全教育与管理	11
浙江大学化学实验教学中心	
案例 3 大学化学实验安全教育和管理创新与实践	13
中国科学技术大学化学实验教学中心、化学虚拟仿真 实验教学中心	
案例 4 “6S”在高校基础化学教学实验室内部细化管理中的 灵活应用	15
厦门大学国家级化学实验教学示范中心	
C 生物类	17
案例 1 “一岗多人,一专多能,一人多岗”管理模式	17
武汉大学生物学实验教学中心	
案例 2 资源共享,教学科研互动,搭建科研创新训练平台	19
贵州师范大学生物学实验教学示范中心	
案例 3 国家级生物科学实验教学示范中心实验教学模式创新的探索	20
四川大学生物科学国家级实验教学示范中心	
案例 4 以“创新工坊”为载体提高食品工艺实验效果	22
天津科技大学食品科学实验中心	
案例 5 实验教学中心标准化建设	24
中国农业大学生命科学实验教学中心	



案例 6	实验室安全与环保知识教育	26
	华南农业大学植物生物学基础实验教学中心	
案例 7	6S 管理在生命科学实验教学管理中的应用	28
	厦门大学生命科学实验教学中心	
案例 8	在线生命科学实验安全教育	31
	上海交通大学生命科学与技术实验教学中心	
案例 9	按需配置,独立与共享相结合,基础与创新相统一的仪器 管理模式	33
	武汉大学生物学实验教学中心	
D	电子类	35
案例 1	全员服务实验教学的教师队伍建设模式	35
	长春理工大学电工电子实验教学中心	
案例 2	立足制度建设,提升实验技术队伍素质和水平	37
	东北大学国家级电子实验教学示范中心	
案例 3	学生自主管理开放式创新实验室建设	39
	大连海事大学电工电子中心计算机应用基础实验室	
案例 4	通用电子测试技术实践教学平台	41
	电子科技大学电子与通信系统虚拟仿真实验教学中心	
案例 5	全开放口袋实验室共享平台建设与实践	43
	哈尔滨工程大学电工电子实验教学示范中心	
E	机械类	46
案例 1	多参数可调的机电系统控制实验网络教学系统	46
	哈尔滨工业大学高端装备制造虚拟仿真实验教学中心	
案例 2	教学实验设备安全性问题的探索与实践	48
	华中科技大学机械实验教学示范中心	
案例 3	机械安全实验项目	51
	南京理工大学工程创新综合实验中心(工程训练中心)	
F	力学类	53
案例 1	青年教师从事实验教学工作的探索与思考	53
	兰州交通大学土木工程实验教学示范中心	
案例 2	土木工程专业本科生创新研究开放基金	55
	大连理工大学土木水利实验教学中心	
案例 3	土木工程实验教学中心管理机制建设与探索	57
	西安建筑科技大学国家级土木工程实验教学示范中心	
案例 4	以科研促实验教学的管理体制	58
	西北工业大学国家级力学实验教学示范中心	
案例 5	科研实验室促进本科人才培养	60
	西北农林科技大学农业水工程实验教学示范中心	



G 工训类	62
案例 1 工程训练教学实施质量保证体系	62
哈尔滨工程大学工程训练中心	
案例 2 工程训练教学质量保障体制	64
合肥工业大学工程训练中心	
案例 3 机械类实验教学保障体系建设实践	66
北京交通大学机械工程实验中心	
案例 4 高校创客空间的开放管理模式	67
山东大学工程训练中心	
案例 5 基于网上预约的工程训练教学开放模式	69
河北工业大学实验实训中心	
案例 6 工程训练实践教学安全保障体系	71
河北工业大学实验实训中心	
H 材料类	73
案例 “准研究生”本科生培养模式	73
东华大学材料科学与工程国家级教学示范中心	
I 地环类	75
案例 1 以学科为核心的实验室建设管理模式	75
武汉大学农田水利与水环境实验室	
案例 2 科研优势转化为教学资源模式	77
浙江大学环境与资源实验教学中心	
J 基础医学类	79
案例 1 临床技能教学教师团队建设与发展	79
武汉大学医学虚拟仿真实验教学中心	
案例 2 实验室与科研平台相结合	81
长春理工大学吉林省医学影像工程实验室	
案例 3 医学机能学实验教学中心的管理体制与运行机制	83
中南大学医学机能学实验教学中心	
K 经管类	85
案例 突出能力导向的“三维”实验教学运行模式	85
河北金融学院金融实验教学中心	
L 人文、社科类	87
案例 1 智慧景区综合管理教学模式	87
北京联合大学旅游实验教学中心	
案例 2 大学英语实验教学与评估体系	89
北京邮电大学国家级语言实验教学示范中心	
案例 3 与实践相结合的实验室发展模式	91
辽宁大学法学教学综合实训中心	



第5篇 信息技术与实验教学融合	93
A 物理类	93
案例1 基于We平台的核电厂仿真综合实验教学指导模式	93
华北电力大学核动力工程全范围虚拟仿真实验教学中心	
案例2 大学物理实验网上教学模式	95
兰州大学物理实验教学中心	
案例3 实验数据实时检查分析系统	96
大连理工大学基础物理实验教学中心	
案例4 虚实结合的物理实验教学	98
复旦大学物理虚拟仿真实验教学中心	
案例5 MOOC混合式物理实验教学	100
上海交通大学物理实验教学中心	
案例6 迈克尔逊干涉仪AR远程平台	102
北京理工大学工程光学虚拟仿真实验教学中心	
案例7 计算机TA教学指导模式	104
东南大学物理实验中心	
B 化学类	106
案例1 仪器分析实验虚拟仿真实验教学模式	106
南昌大学基础化学实验中心	
案例2 多媒体仿真软件在现代分析测试技术实验中的应用	108
长春理工大学化学化工基础实验教学中心	
案例3 基于移动互联网的物理化学实验教学模式	109
吉首大学基础化学实验室	
案例4 甲醇合成与精制3D仿真实习	111
常州大学化工虚拟仿真综合实训中心	
案例5 “互联网+化学实验”教学模式	113
哈尔滨工业大学教学实验中心	
案例6 音视频双向互动实验教学系统	114
南京大学化学实验教学中心	
案例7 大型仪器共享信息化管理	116
陕西师范大学国家级化学实验教学示范中心	
案例8 实验室物品管理系统	118
陕西师范大学化学实验教学中心	
案例9 液相色谱互动教学实训系统	120
中南民族大学民族药学实验教学中心	
C 生物类	122
案例1 乳品工程虚拟仿真实践教学模式	122
东北农业大学乳品工程虚拟仿真实验教学中心	



案例 2	计算机 TA 教学指导模式	124
	河南农业大学生物学实验教学示范中心	
案例 3	生化分析实验虚拟仿真辅助教学	126
	南京大学国家级生命科学实验教学示范中心	
案例 4	生物学野外实习信息化应用模式	127
	暨南大学生命科学与技术实验中心	
案例 5	研究生 TA 结合“我的实验我做主”的实验教学指导模式	129
	河北师范大学生物学实验教学示范中心	
案例 6	基于资源网络化和开放实验运行的教学模式	131
	贵州师范大学生物学实验教学示范中心	
案例 7	激发学生兴趣与潜能的实验教学方法	132
	吉林大学生物基础实验教学中心	
案例 8	翻转课堂教学模式在动物生物学实验课中的应用	134
	武汉大学生物学实验教学中心	
案例 9	鱼的形态结构解剖与观察	135
	扬州大学生物科学与技术实验教学中心/生物科学与技术 虚拟仿真实验教学中心	
案例 10	虚拟仿真 + 实践操作在坐骨神经 - 腓肠肌标本制备中的应用	137
	大连海洋大学水产养殖学实验教学中心	
案例 11	水族造景创新开放型设计模式	139
	西南大学动物科学实验中心	
案例 12	水产动物遗传育种学课程网络化建设	141
	中国海洋大学水产科学国家级实验教学示范中心	
案例 13	蛋白/酶结构模拟与理性设计系统	144
	曲阜师范大学现代生物学虚拟仿真实验教学中心	
案例 14	生物技术与生物化工实验教学信息资源	146
	福建师范大学生物学实验教学中心	
案例 15	基于互联网的开放式实践教学管理体系	148
	华中科技大学生命科学与技术虚拟仿真实验教学中心	
案例 16	“三式一网”实验教学模式	150
	海南大学海洋生物实验教学中心	
案例 17	生物学野外实习教学新模式	151
	西北农林科技大学生物学实验教学示范中心	
D 电子类		152
案例 1	基于微课程思想的数字电子技术实验教学模式	152
	青岛大学电工电子实验教学中心电子技术实验室	
案例 2	“光电图像处理系统实验”虚拟仿真与远程实验模式	154
	电子科技大学国家级光电信息技术虚拟仿真实验教学中心	



案例 3	虚实结合的自助式实验培养模式	156
	长春理工大学电工电子实验教学中心	
案例 4	通信电子线路 TA 教学指导模式	158
	东南大学信息与电子专业实验中心/电工电子实验中心	
案例 5	基于电路仿真的数字电路 3D 虚拟实验室	160
	大连理工大学电工电子国家级实验教学示范中心	
案例 6	CAX 综合实践教学模式	162
	武汉理工大学机电工程实验实训中心	
案例 7	基于网络信息化的实验开放教学模式	165
	河南理工大学电工电子实验中心	
案例 8	指纹识别系统在实验教学中的应用	167
	西南交通大学电气工程基础实验中心	
案例 9	信息化实验教学手段提升实验教学效能	169
	电子科技大学通信与信息系统国家级实验教学示范中心	
E 机械类		170
案例 1	非稳态法测量导热系数和热扩散率实验及虚拟仿真	170
	清华大学动力工程及工程热物理国家级实验教学示范中心	
案例 2	基于混合学习的实验教学	172
	空军工程大学军用导航实验教学中心	
案例 3	3D 打印技术	174
	华南理工大学工程训练中心	
案例 4	基于虚拟现实交互的减速器拆装实验	176
	华南理工大学机械工程虚拟仿真中心	
案例 5	虚实结合的测试诊断类课程教学模式	178
	西安交通大学机械基础实验教学中心	
案例 6	数字化仿真设计制造综合创新实践培养模式	180
	电子科技大学机电与控制工程国家级实验教学示范中心	
案例 7	基于形体特征的探究式三维软件教学模式	182
	内蒙古工业大学机械基础实验教学示范中心	
案例 8	机械装备虚拟维修网络实验系统	183
	解放军理工大学机械装备运用与维修虚拟仿真实验教学中心	
案例 9	机电装备接口技术综合实验系统	185
	解放军理工大学军用机械装备国家级实验教学示范中心	
案例 10	基于虚拟仪器技术的远程实验教学资源建设	188
	华南师范大学物理学科基础课实验教学示范中心	
案例 11	“虚实结合”移动机械手综合实验平台	190
	广西大学机械工程实验中心	
案例 12	“机械基础”课程实验管理信息系统的建设与开放运行	192
	解放军理工大学军用机械装备国家级实验教学示范中心	



案例 13	开放实验室管理系统	194
	重庆大学机械基础及装备制造虚拟仿真实验教学中心	
F	力学类	195
案例 1	基于实体矿井 VR 实验系统的采矿和安全工程认识实习	195
	重庆大学矿山开采与安全虚拟仿真教学实验中心	
案例 2	钢筋混凝土实验互动启发教学模式	198
	浙江大学力学实验教学中心	
案例 3	多场同步力学实验教学指导演示模式	200
	武汉大学复杂介质多尺度力学研究中心	
案例 4	建筑材料虚拟仿真实验教学平台	202
	宁波大学土木工程虚拟仿真实验教学中心	
案例 5	虚拟建筑环境性能仿真实验软件(声)	203
	同济大学国家级建筑规划景观虚拟仿真实验教学中心	
案例 6	虚拟建筑认知与建造模拟实验软件(中国古建筑 I)	205
	同济大学国家级建筑规划景观虚拟仿真实验教学中心	
案例 7	基于网络的实验教学质量保障体系	207
	西南交通大学力学国家级实验教学示范中心	
G	工训类	209
案例 1	工程训练普车工艺实训项目应用 AR 技术辅助教学	209
	大连理工大学工程训练中心	
案例 2	虚实结合的焊接实训教学	211
	大连理工大学工程训练中心	
案例 3	“3D 打印 +”铸造技术实训教学模式	213
	河南理工大学工程训练中心	
案例 4	虚实结合的工程训练教学新模式	215
	浙江大学工程训练中心	
案例 5	汽车构造原理及虚拟拆装实验教学平台	217
	江苏大学工程训练中心(工业中心)、车辆工程国家级工程实践教育中心	
案例 6	多层次、多种工艺的 3D 打印训练系统	219
	四川大学工程训练中心	
H	计算机类	221
案例 1	“互联网 +”下的网络综合实验	221
	大连海事大学网络工程实验室	
案例 2	基于网络的电子线路课程设计	223
	大连海事大学电工电子实验教学中心	
案例 3	微波技术虚实结合实验教学模式	225
	大连海事大学国家级电工电子实验教学示范中心微波技术实验室	



案例 4	“考、讲、练结合”的 C 语言程序设计翻转实验教学模式	227
	哈尔滨工业大学计算机科学与技术国家级实验教学示范中心	
案例 5	虚实结合的模块化实验教学体系	229
	兰州交通大学国家级计算机科学与技术实验教学示范中心	
案例 6	网络安全虚拟仿真实验教学云平台	231
	武汉大学网络安全虚拟仿真实验教学中心、计算机实验教学中心	
案例 7	自动控制原理远程实验系统 NCSLab	233
	武汉大学国家级电力生产过程虚拟仿真实验教学中心	
案例 8	支持大规模开放在线研究学习模式的 Trustie 平台	235
	国防科学技术大学计算机实验教学中心	
案例 9	码图:基于互联网的程序类虚拟实验平台	237
	电子科技大学国家级计算机实验教学示范中心	
案例 10	微机原理虚拟实验系统	239
	中北大学计算机及应用虚拟仿真实验教学中心	
案例 11	网络信息安全虚拟实验平台	241
	长春理工大学网络信息安全实验室	
案例 12	虚实结合的网络设备实验	242
	中北大学计算机及应用虚拟仿真实验教学中心	
I	材料类	243
案例 1	纺织虚拟仿真实践教学平台	243
	天津工业大学纺织虚拟仿真实验教学中心	
案例 2	力学性能实验虚拟仿真体验模式	245
	西北工业大学国家级材料实验教学示范中心	
案例 3	基于任务驱动的上机实践教学技能点评测	247
	天津工业大学纺织虚拟实验教学中心	
案例 4	实验室智能管理系统	249
	东华大学材料科学与工程国家级实验教学示范中心	
案例 5	网络预约与学生助理相结合的实验室及设备管理机制	251
	四川大学材料科学与工程实验教学中心	
J	地环类	253
案例 1	基于虚实结合的岩层移动实验教学方法	253
	中国矿业大学矿业工程国家级实验教学示范中心	
案例 2	区域生态风险累积效应虚拟仿真平台	255
	复旦大学环境科学虚拟仿真实验教学中心	
K	交运、能动、航空类	257
案例 1	交互式虚拟船厂仿真教学软件	257
	哈尔滨工程大学船舶与海洋工程国家级实验教学示范中心	
案例 2	高速公路交通事故复原虚拟仿真实验	259
	淮阴工学院国家级车辆与交通虚拟仿真实验教学中心	



案例 3	虚拟住区性能模拟试验模块(交通 I)	259
	同济大学国家级建筑规划景观虚拟仿真实验教学中心	
案例 4	汽车底盘构造实验教学指导模式	262
	西华大学汽车工程国家级实验教学示范中心	
案例 5	ATC 实验室开放性教学模式	264
	西南交通大学轨道交通信息工程与技术实验教学示范中心	
案例 6	电站集控及运行	265
	重庆大学能源与动力电气虚拟仿真实验教学中心	
L	植物类	267
案例 1	动物生理学实验 CAI 现代化教学模式	267
	山东农业大学动物科技学院实验中心	
案例 2	EMDVD 实验教学指导模式	269
	华中农业大学水产养殖实验教学中心	
案例 3	植物种类检索鉴别及多样性调查	271
	扬州大学生物科学与技术实验教学中心/生物科学与技术虚拟仿真实验教学中心	
案例 4	优质网络教学资源的建设和应用	273
	内蒙古农业大学国家级植物学实验教学示范中心	
案例 5	显微数码互动实验室建设	274
	东北农业大学植物科学与技术实验教学中心	
M	基础医学类	276
案例 1	虚拟-实验-手术入路三位一体的局部解剖学教学方法创新	276
	复旦大学基础医学实验教学中心	
案例 2	基于虚拟仿真实验教学平台的自主学习研究与实践	279
	南方医科大学国家级医学基础实验教学示范中心	
案例 3	数字化人体解剖学课程	281
	山东大学数字人医学基础实验教学中心	
案例 4	“治趣”在线虚拟诊疗平台	282
	武汉大学临床技能培训中心(省级实验教学示范中心)	
案例 5	“临床技能”SPOC 课程模式	284
	浙江大学医学虚拟仿真实验教学中心	
案例 6	人体解剖生理学实验解剖部分内容的综合“立体化”教学模式	286
	中南民族大学民族药理学实验教学中心	
案例 7	心电图实验教学系统	289
	遵义医学院医学虚拟仿真实验教学中心	
案例 8	基于创新人才培养的“互联网+急救”素质教育服务体系	291
	南昌大学临床医学实验中心	