

虚拟仿真实验教学中心 建设若干问题的思考与建议

海军工程大学 王卫国

2014年4月28日 上海

虚拟仿真实验教学应用虚拟现实、多媒体、人机交互、数据库、网络通讯以及仿真等技术，通过构建逼真的虚拟仿真实验环境和实验对象，使学生在虚拟环境中开展可靠、安全且经济的实验，进而达到真实实验不能够或难以实现的教学效果。尤其对于那些涉及高危或极端环境、不可及或不可逆的操作，以及需要高成本、高消耗的大型或综合性训练项目，虚拟仿真实验教学具有明显的优势。

虚拟仿真实验教学中心建设的意义

虚拟仿真实验教学是高等教育信息化建设的重要内容，是学科专业与信息技术深度融合的产物。

用十年左右的时间初步建成具有中国特色的教育信息化体系，基本建成人人可享有优质教育资源的信息化学习环境，形成学习型社会的信息化支撑服务体系，实现所有地区和各级各类学校宽带网络的全面覆盖，教育管理信息化水平显著提高，信息技术与教育融合发展的水平显著提升。

——摘自《2011-2020年教育信息化十年发展规划》

《2011-2020年教育信息化十年发展规划》 提出的教育信息化发展水平框架

基础教育信息化

职业教育信息化

高等教育信息化

继续教育信息化

教育管理信息化

- 基于校园网、数字化教室、虚拟实验室、数字教育教学资源库、教学与科研等管理信息系统的数字校园建设。
- 信息技术与教学深度融合的教学模式、方法、内容、手段创新以及优质网络课程和实验系统建设；信息化条件下学生自主学习、管理和服务能力培养。
- 科研信息化条件与资源建设、共享使用以及基于网络的协同科研能力。
- 教学与科研资源和学习平台在科普、人文、学科教育以及国际文化交流领域的辐射作用。

虚拟仿真实验教学中心建设的意义

虚拟仿真实验教学是实验教学示范中心内涵的延伸，既为实验室建设与发展注入了新的活力，也为推进实验教学改革与创新增添了新的动力。

建立有利于复合型、创新型人才培养的实验体系，构建功能集约、资源优化、开放充分、运作高效的专业类或跨专业类的实验教学平台，建立专业实验与专业训练、专业技能培养与实践体验相结合的实验教学模式，打造贴近实际的模拟、虚拟、仿真实验环境，实现专业实验与科学研究、工程实际、社会应用相结合，为学生自主学习、自主实验和创新活动创造条件。

——教育部高教司《关于开展“十二五”高等学校实验教学示范中心建设工作的通知》

虚拟仿真实验教学中心建设的主要任务

- 建立虚拟仿真实验教学资源共建共享环境。
- 构建虚拟仿真实验教学管理平台和服务保障体系。
- 建设虚拟仿真实验教学团队和管理队伍。
- 完善虚拟仿真实验教学中心管理体系。

国家信息化发展战略 → 教育信息化发展规划 → 实验教学信息化建设

适应以教育信息化工作为主线的高等教育改革、创新与发展要求

一、要有效整合各类实验教学资源，建立有利于学生实践创新能力培养的实验教学体系，构建技术先进、功能多样、资源共享、开放运行、虚实结合的实验教学平台和贴近实际、高度仿真的虚拟实验环境，为学生自主学习、自主实验和以创新能力培养为核心的“虚拟实践”提供强有力的保障。

二、要推动信息技术与学科专业的深度融合，加强实验教学资源、管理和支持服务的信息化建设，深入探索信息技术在实验教学中的应用，在信息技术支撑下改革实验教学模式和方法。

三、要紧密结合教学与科研，将先进的科研理念、文化、成果、方法以及手段融入实验教学，充分利用科研信息化平台、环境和资源条件，提高学生的信息素质和科研实践能力。

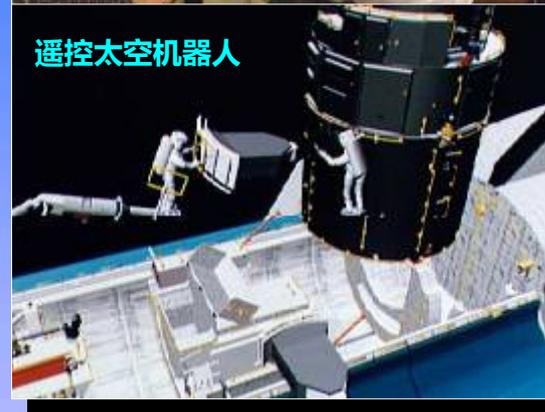
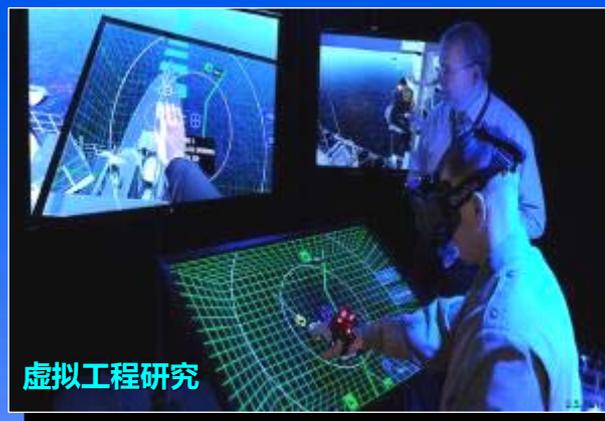
四、要建立校企联合培养人才和资源共建共管机制，充分利用企业的研发实力和技术服务能力，促进实验教学与科学研究、工程实际、技术发展以及社会应用的紧密结合。

虚拟仿真实验教学中心建设面临的挑战

随着微电子、计算机、多媒体、网络以及移动通信等技术的快速发展，人们的学习方式、实践手段和获取知识的途径变得多样化；基于信息技术和互联网络的全新学习技术和自主学习环境得以不断完善，促使教育教学正在发生革命性的变革。要求我们必须拓展思维，认真思考和全面加强适应时代发展和人才培养要求的虚拟仿真实验教学中心建设，更新观念，解放思想，迎接挑战，把握机遇。

挑战之一：新技术新媒介新概念快速发展

虚拟现实技术综合应用计算机三维图形、图像处理与显示、传感、人机交互等技术，为用户提供了一个观察并与虚拟世界交互的多维人机界面，使用户直接参与和探索仿真对象在所处环境中的作用和变化，并产生沉浸感。



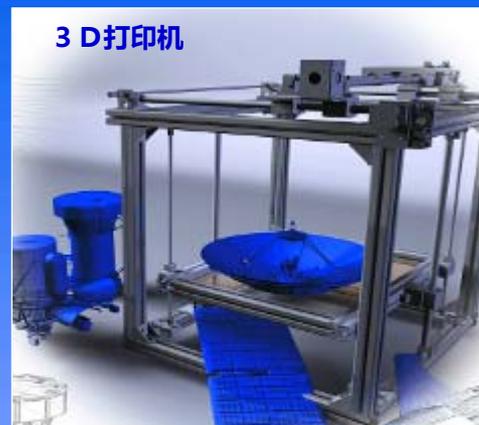
挑战之一：新技术新媒介新概念快速发展

多媒体技术利用计算机对文本、图形、图像、动画、声音、视频等多种媒体信息进行综合处理，建立逻辑关系和人机交互作用，使计算机具有交互展示不同媒体形态的能力，并通过图形交互界面、窗口交互操作实现人与计算机之间信息的输入与输出，具有多样性、交互性、集成性的特点，交互性是其最具特色和优势的本质特性。



挑战之一：新技术新媒介新概念快速发展

人机接口技术借助计算机输入与输出设备，以有效方式实现人与计算机间的对话，包括机器通过输出或显示设备给人提供大量有关信息、提示及请示；人通过输入设备给机器输入有关信息及提示和请示；人通过输入设备给机器输入有关信息、回答问题等。人机交互技术是计算机用户界面设计中的重要内容之一，与认知学、人机工程学、心理学等学科领域有着密切的联系。



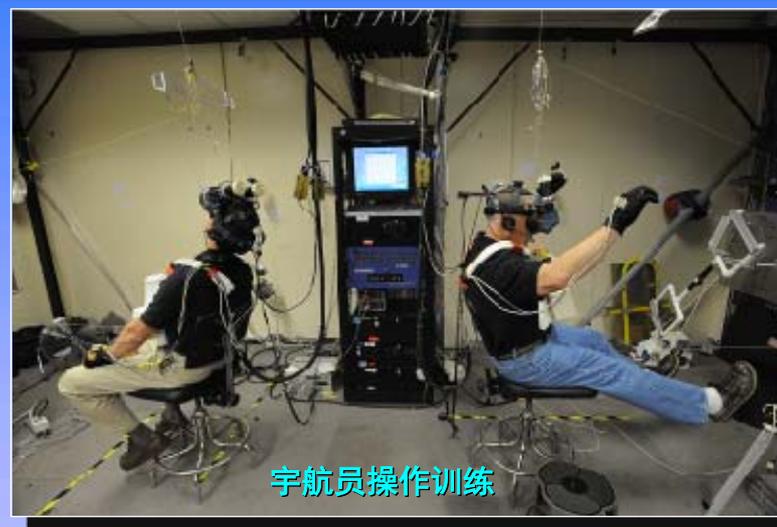
挑战之一：新技术新媒介新概念快速发展

仿真技术以控制论、系统论、相似原理和信息技术为基础，以计算机和专用设备为工具，利用数学模型对实际的或设想的系统进行动态试验、性能分析和综合评估。基于仿真技术实现的虚拟实验，通过构建虚拟实验环境和对象，运用虚拟实验工具和设备，对所建立的实验模型进行实时仿真。



挑战之一：新技术新媒介新概念快速发展

虚拟仿真技术是在计算机多媒体、虚拟现实、人机交互、网络通信等技术不断发展的基础上，将仿真技术与虚拟现实等信息技术相结合而产生的更高层次的仿真技术，具有沉浸性（视觉、听觉、嗅觉、触觉、运动感觉等）、交互性、虚幻性（现存的、未存的、可能存在的或构想的）、逼真性的特点。



挑战之一：新技术新媒介新概念快速发展

随着云计算、大数据、移动学习以及3D打印等新技术的应用，平板电脑、智能手机、可穿戴设备等新媒介的普及，以及学习分析、游戏和游戏化和开放教育资源等新概念的涌现，使之基于智能手机的“口袋”虚拟实验室，基于探究式学习概念和沉浸式游戏软件的游戏化实验，利用软件仿真的虚拟仪器或可遥控遥测智能仪器进行的远程实验，以及新一代数字化实验室建设成为现实。



挑战之二：教育信息化意识和观念更新的挑战

教育信息化的过程既是转变教育思想和教育观念的过程，也是以信息的观点对知识传授过程进行系统分析和认识的过程。

我国教育信息化经过十多年的建设，已从加大教育信息化基础条件建设投入，转入注重信息技术与课程有效整合的关键阶段。然而，要切实提高教育教学质量，还必须实现信息技术与教育教学的深度融合，使信息技术进入教学活动全过程，注重信息化教学环境、教与学方式、教学结构、学科专业知识的融会贯通，而不是简单叠加、机械或表层应用，这就需要转变“将信息技术应用于教学就是教育信息化”的观念，纠正将教育信息化的过程简单地等同于计算机化或网络化的倾向，以信息技术为支撑开展新的教育教学设计，在教学方式上，实现以知识传授为主向以能力素质培养为主转变；在学习方式上，实现以知识传授者为中心向以学习者为中心转变。

挑战之三：基于网络的学习方式变革的挑战

随着大规模开放网络课程（MOOC）在全球兴起，以兴趣为导向、充满个性化自主特色、基于互联网且具有交互功能的开放式在线学习，颠覆性地变革了以往的“教”与“学”方式，使全球各地不同人群能够共享优质教育资源，终身学习成为可能。同时，促使高等教育的功能从“人才培养者”向“人才设计者”转变，高等学校发展也将面临严峻的挑战。

因此，如何构建面向自主学习的开放、互动教学平台，建立支撑自主实验的虚拟实验室和远程实验平台，使学习者能够便捷、灵活地获取优质教学资源，通过学习过程中的交流、互动、协作与评价，完成高效、低耗、多样的实验，这既关乎到教育信息化的深化发展，也关乎到虚拟仿真实验教学中心建设可持续发展，还有很长的路要走。

挑战之四：提升教师信息技术应用能力的挑战

将以信息技术为主导的新技术、新媒介和新概念应用于实验室建设和实验教学，提高教师有效应用信息技术的能力素质是关键所在，否则难以取得实效。这是因为，教师必须熟练掌握和应用信息化技术并渗透到实验教学活动的方方面面，才能够有效运用信息化手段转变教学模式和方法，指导和启发学生充分利用信息技术开展自主学习和实验研究，促进信息素养提高和实践创新能力培养的紧密结合。

为此，应采取有力措施，强化对教师信息技术相关技能的培训；实行政策激励，鼓励和支持教师积极投入实验教学改革、实验模式创新和新技术应用研究。同时，制定考核标准，对教师的信息素养和信息技术应用能力提出明确要求。

虚拟仿真实验教学中心建设的思考

对首批虚拟仿真实验教学中心（信息类）申报材料的基本分析

主要特点

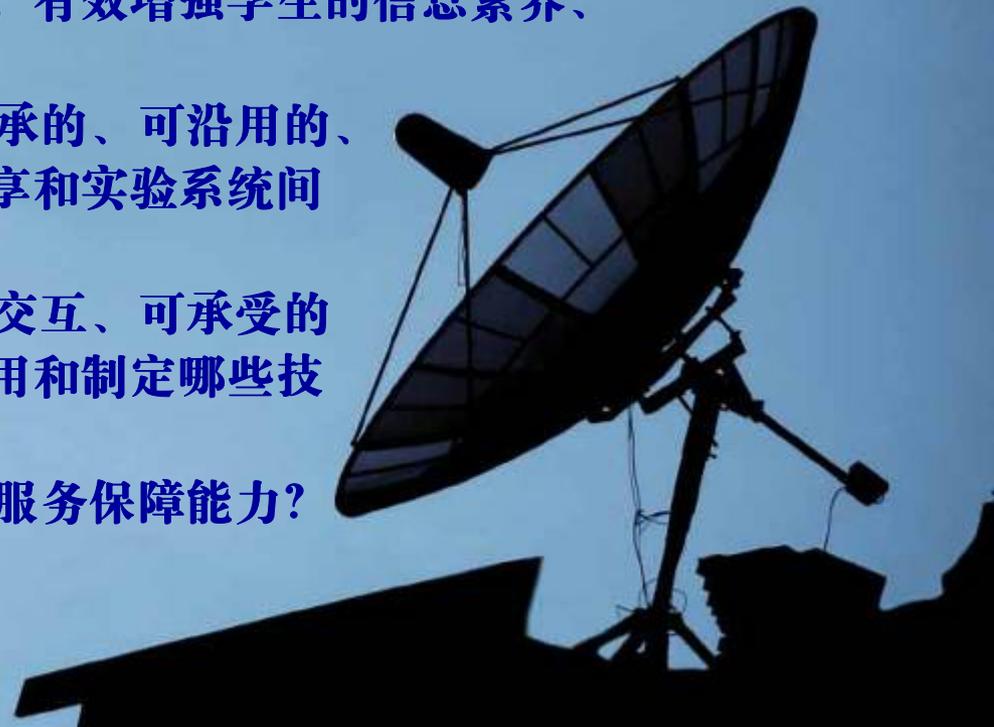
- 注重体现“虚实结合、相互补充、能实不虚”的建设原则和要求。
- 提出了前瞻规划、体系建设、规范管理、兼容发展、协同保障的平台建设思路。
- 积极探索引进成果、自主研究、二次开发、联合建设相结合的建设方式。
- 深入研究虚拟仿真技术与实验教学模式、内容及方式的融合。
- 建立教学科研互促、学校企业联合（项目驱动、联合研究、技术培训）的运行机制。
- 建设结构合理、研发能力强，由教授、专职教师、技术人员、企业工程师组成的队伍。
- 编写了一批虚拟仿真实验教材、专著和讲义。

存在问题

- 教学和管理队伍的人员性质比例、职称比例不尽合理，核心骨干不明确。
- 多个学科专业联合建设，人员数量偏多；领导兼职或作为核心骨干的现象较为普遍。
- 资源共享范围限于校（院）内学科专业，共享程度达到部分开放、有限共享者较多。
- 资源建设重点和特色不够突出，过于注重技术特征，与教学内容的深度融合不够。
- 缺乏对提高教师信息技术应用能力方面的举措。
- 网站建设不规范、功能简单化、栏目设置拘于形式、内容空洞，资源开放力度不大。
- 对一般性的实物实验、实装或实训平台的操作仿真较多。

深入思考的几个问题

1. 虚实结合 \longleftrightarrow 虚实贯通？能实不虚 \longleftrightarrow 以虚代（补、验）实？
2. 构建多学科专业交叉融合的虚拟仿真实验管理和共享大平台，体制、机制如何适应？资源如何实现有效整合？
3. 如何针对不同的实验环境、对象和实验教学要求，合理运用、有效结合多媒体演示、实物实验、仿真实验、虚拟实验、虚拟仿真实验等技术手段和教学资源？
4. 如何实现物理环境、数字化环境和虚拟世界三者的有机结合，以信息技术应用驱动实验教学模式的改革创新，有效增强学生的信息素养、实践创新能力和协同意识？
5. 如何采用标准化的方式来保障可继承的、可沿用的、可开发的虚拟仿真实验教学资源共享和实验系统间的互操作？
6. 按照可重用、可访问、可持续、可交互、可承受的基本原则，当前应该优先研究、采用和制定哪些技术标准和规范要求？
7. 如何挖掘、利用企业的开发实力和服务保障能力？



虚拟仿真实验教学中心建设的有关建议

制定实验教学信息化工作政策法规，构建虚拟仿真实验教学中心能力体系

一要加强导向性。组织制定实验教学信息化工作政策法规，建立虚拟仿真实验教学中心建设与管理规定。

二要注重体系化。虚拟仿真实验教学中心建设内容既包括软硬件基础条件、教学资源、管理系统和共享平台，也包括人才队伍、保障制度和运行机制等。因此，虚拟仿真实验教学中心已超越单一机构和基础设施的范畴，而构成了一个协调运行、资源共享、提高效益、持续发展的能力体系。

三要增强规范性。采取研究、改造、二次开发、优选等方式，制定虚拟仿真实验教学资源开发与应用规范、虚拟仿真实验技术应用和环境建设要求、虚拟仿真实验教学平台建设标准等。同时，建立相应职能机构，完善实验教学信息化标准研究、测试、检验、认证与培训环节，以更好地规范和加强虚拟仿真实验技术、设备、平台、资源、信息等方面的标准化建设。

虚拟仿真实验教学中心建设的有关建议

建立和完善资源共享的长效机制，形成和促进优质实验教学资源共享

由于管理体制和运行机制不完善，优质教学资源的持续性共享受到很大限制，资源不均衡现象较为严重。鉴于此，虚拟仿真实验教学中心建设应以建立和完善资源共享的长效机制，形成和促进优质实验教学资源共享为核心。

一要明确以软件共享、仪器共享、远程控制虚拟实验为主的虚拟仿真实验教学资源开发与应用要求，制定资源审查与评价指标体系，完善使用者网上评价和专家审查相结合的资源评价机制。

二要加大政策支持和引导性投入力度，发挥教育部门、高校、科研机构、企业和其他社会力量的多元主体作用，实行一线教师、实验技术人员、专业队伍以及企业工程师相结合，共同开发、协同推进虚拟仿真实验教学资源建设。

三要制定有利于提高虚拟仿真实验教学资源服务能力的激励措施，促进学校间、地区内网络实验课程互选和平台共用，支持使用者按需购买资源与服务，鼓励企业和其他社会力量提供个性化的资源服务。

虚拟仿真实验教学中心建设的有关建议

建立知识共享环境与开放联合机制，统一科研协作平台和技术开发标准

虚拟仿真实验教学中心建设是一项涉及多层面、多领域、多环节的复杂系统工程，既需要顶层设计和整体谋划来导向，也需要团队协作和联合攻关来保证。首先，集力突破虚拟仿真实验教学共性关键技术。其次，研发集实物仿真、虚拟实验、创新设计、智能指导和教学管理于一体且具有良好自主性、交互性、扩展性、兼容性、安全性的虚拟仿真实验教学管理系统和开放共享平台。

目前虚拟仿真实验技术领域内同一课题往往有多个团队在研究，既造成了方向和内容的重叠，其成果共享还存在着对不同的开发环境、异构的技术平台加以整合等问题，在一定程度上也影响了虚拟仿真实验教学资源的共享使用。为此，一要把握重点，统筹协调，突出特色，择优扶持；二要完善知识共享环境与开放联合机制建设，建立高校与科研院所、企业、社会共建共享科技、教育和实验资源的新模式，以满足多地区、多学校、多学科专业开展虚拟仿真实验教学的需求；三要建立统一的科研协作平台和技术标准，为跨学科、跨领域、跨地区开展虚拟仿真实验共性关键技术研究 and 协同创新提供有力支撑。

虚拟仿真实验教学中心建设的有关建议

研究和借鉴相关领域已有的先进理念、技术方法、建设经验和成果资源

虚拟仿真实验教学中心建设以建立优质资源共享机制为核心，以信息化实验教学资源建设为重点，旨在提升高等教育质量，全面提高学生的实践创新能力。诚然，作为推进教育信息化的新举措，其中有诸多的理论研究、技术应用、组织方式、实施方法以及实践探索等方面的问题需要解决。就此而言，可研究、借鉴、引入和利用国内外相关领域的先进理念、技术方法、建设经验以及成果和资源。例如，“十一五”国家科技基础条件建设工程中的大型科学仪器设备、科技资源、科学数据、网络科技环境等公益性、基础性共享平台的建设经验、数据共享标准和应用规范等；列入“十一五”国家科技支撑计划重点项目之一的“虚拟实验教学环境关键技术研究与应用示范”课题现已取得的研究成果，以及列入“高等学校本科教学质量与教学改革工程”建设项目的精品资源共享课、精品视频公开课建设理念。

应用信息技术突破对实验室时间、地域和资源使用的限制

信息技术发展衍生出的新型实验室

● 数据资源中心

可避免信息、数据等资源的重复建设、使用不规范、交互不统一。

● 虚拟实验中心

可提供全方位、多层次、多种类的虚拟仿真实验服务，可实现远程教育和交互式操作（人员异地）、远程测试（设备异地）、远程诊断（专家异地）。

● 合作研究中心

可实现跨区域（跨国界）的实验分析、联合研究和科研攻关。

● 协同实验平台

不但可实现人与人之间的协作，还可实现不同应用系统之间、不同数据资源之间、不同终端设备之间、不同应用情景之间、人与机器之间、科技与传统之间的全方位协同。开设网络环境特有的实验，如股市分析、协同与对抗实验、战争模拟与作战仿真等。

虚拟实验服务



网上合作研究



虚拟制造与装配



网上协同实验



我国高校网上合作研究中心的建设

- 1999年先期启动了10个网上合作研究中心的建设

分布领域包括：数理、化学、信息技术、生命科学与农业、资源与环境、工程与材料。

- 2000年启动了9个网上合作研究中心的建设

分布领域包括：软件、医学（中医药）、生物医学、认知科学、核科学与技术、资源与环境、新材料与功能、纳米技术、微机电系统、煤燃烧科学与技术。

- 参与网上合作研究中心建设的单位：

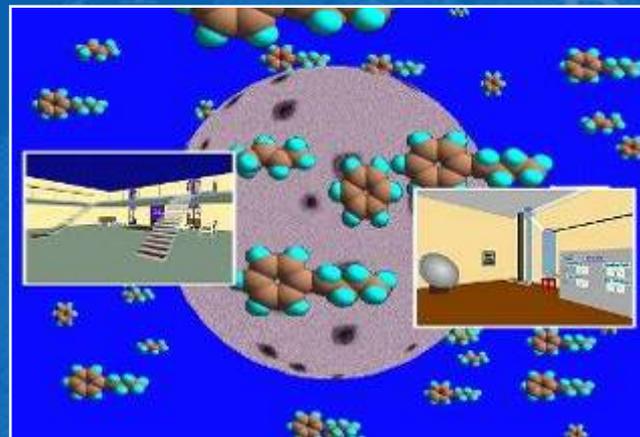
32所高校、31个国家和教育部重点实验室、6个部（校）属重点实验室、11个研究所、6个科技公司。

科技基础条件平台和协作共用机制建设

为改善科技环境，提高科研水平，全面提高我国的科技创新能力，科技部制定了《2006～2012年国家科技基础条件平台建设纲要》，其目标是以建立共享机制为核心，以资源系统整合为主线，运用信息技术和利用国际资源，搭建具有公益性、基础性、战略性的科技基础条件平台和虚拟仿真实验环境，为科技长远发展和重点突破提供有力支撑。

- 实验基地和大型科学仪器设备平台
- 自然科技资源共享平台
- 科学数据共享平台
- 科技文献共享平台
- 成果转化公共服务平台
- 网上虚拟实验环境与实验平台

科研信息化共享环境和合作研究机制建设



依托虚拟实验中心开展网上合作研究
基于虚拟实验室开展网上协同实验
利用协同实验室进行远程实物实验



虚拟仿真实验教学中心建设的有关建议

规范和加强虚拟仿真实验教学中心网站建设与管理

(1) 网站命名规则。可采取“高校名称+中心名称+网站名称”的形式。参照《中国教育和科研计算机网域名注册办法》，中心网站域名采用层次结构设置，顶级域名为EDU.CN，二级域名为高校域名，三级域名则为实验中心全称（或简称）的汉语拼音首字母。如“福州大学土木工程虚拟仿真实验教学中心网站”的域名可为：tmgcnfz.fzu.edu.cn 或 tmgcnfzx.fzu.edu.cn

(2) 网站内容体系。为形成较完整的体系结构，网站内容通常应包括：

- 中心概况。包括中心简介、历史沿革、机构设置、规划与计划等。
- 实验资源（设施、条件）。包括实验场地、仪器设备、虚拟实验室、虚拟仿真平台、实验软件等。
- 实验教学。包括教学概况、实验教学计划与安排、实验课程与课程实验、自主实验和创新实验等。
- 教学研究与科研。包括教学研究和科研工作概况、研究项目、成果展示与交流等。
- 师资队伍。介绍中心教学和管理队伍的整体建设情况，亦可按职务、职称、学术头衔和学术称谓等形式分类加以介绍。
- 实验室管理。提供有关政策文件和规章制度全文检索、常用表格（文档）下载、实验教学与管理服务指南等。
- 实验室开放。提供实验室开放安排、开放情况查询、在线预约等服务。
- 其它服务。发布实验室的公告、通知、教学活动安排；提供交流论坛、站点地图、站内搜索、友情链接等服务。

虚拟仿真实验教学中心建设将在《教育信息化十年发展规划》指导下，推动信息技术与教育教学的深度融合，强化实验教学示范中心的示范和引领作用，将先进的实验教学理念、创新的实验教学方法、丰硕的实验教学改革成果、优质的实验教学资源辐射全国，使更多的教师和学生受益。

谢谢大家！

仅代表个人观点，请批评指正