

2020年基础学科虚拟仿真实验教学项目建设与申报在线研讨会

虚拟仿真实验教学项目设计与评价

文福安

教授 北京邮电大学
副院长 教育部装备中心虚拟现实教育应用研究院
副主任 国家级电子信息虚拟仿真实验教学示范中心

2020.7.22 在线

目录

LIST

1

实验教学项目建设团队

2

虚拟仿真实验教学设计

3

虚拟仿真实验运行环境

4

虚拟仿真实验项目特色

5

虚拟仿真项目注意事项

项目负责人从事实验教学的经验和能力水平

(1) 参与实验教学的经历和实验教学成果介绍

(重点描述) ;

(2) 参与本项目实验相关理论教学或科研的经历及成果介绍

(相关经历进一步的补充) ;

(3) 其它与本项目实验关系不大的教学或科研经历及成果介绍

(如果没有前两项相关工作 , 可补充其它成果。副教授以上人员相当于有此项内容) 。

项目团队主要成员应承担以下5种角色的任务：

项目管理、项目规划、教学设计、实验设计和教学实施

- (1) **项目负责人为专任教师**，有充足的时间和精力管理项目，担任项目管理角色；
- (2) 学科**专业教师**项目完成后担任本项目实验教学实施的角色；
- (3) 有丰富教学经验的教师负责**教学设计**；
- (4) 有实验教学经验或实验相关科研成果的教师负责**实验设计**；
- (5) 有**规划设计**指导经验的专家或领导。

注意事项：主要成员最多兼任两个角色，一般为本校教师，需要政审材料。

项目团队其它成员主要由教学辅助人员和技术支持人员组成

- (1) 要有信息化专业技术支持人员；
- (2) 要有在线教学服务人员；
- (3) 企业人员可做技术支持人员。

目录

LIST

1

实验教学项目建设团队

2

虚拟仿真实验教学设计

3

虚拟仿真实验运行环境

4

虚拟仿真实验项目特色

5

虚拟仿真项目注意事项

项目名称

- (1) 项目名称命名规则一般为“实验核心词组+(目标动词)+虚拟仿真实验”；
- (2) 实验核心词组要科学、准确、简洁地表达实验对象、实验内容或实验场景；
- (3) 可选的目标动词主要是指实验目标达到的培养层次，如设计、分析、探究、应用等；
- (4) 项目命名要与软著名称的关键词一致，但需删除软著名称最后的“软件、系统”字样；
- (5) 项目名称可与《国家虚拟仿真实验教学项目建设指南》中的项目方向的名称一致。

注意事项：

- 无需添加“平台、软件、项目”字样（实验内容本身包含除外）；
- 不应太短，不够具体，如“光电虚拟仿真实验”；也不应太长，不够简洁，如有的达到35字；
- 实验项目命名不建议用课程名称，目标偏大。

2.1 虚拟仿真实验教学项目名称

虚拟现实教育应用研究院

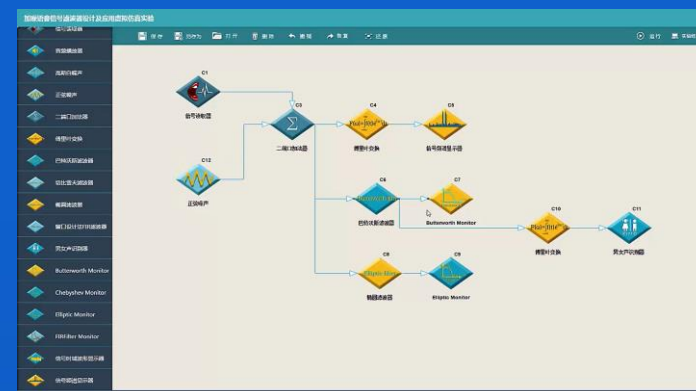
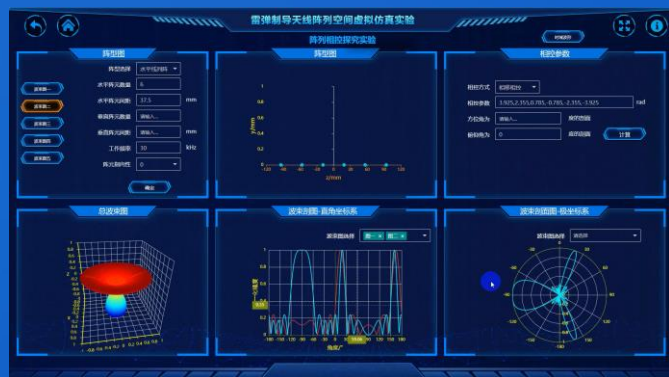


示例:《雷弹制导天线阵列空间处理虚拟仿真实验》

《加噪语音信号滤波器设计及应用虚拟仿真实验》

海军工程大学

北京工商大学



《鱼菜共生智能农业经营虚拟仿真实验》

《上市公司再融资虚拟仿真实验》

华南农业大学

长沙理工大学



实验目的是学生完成实验教学内容后应达到的培养层次和教学目标。

- (1) 将思想政治教育内化为项目内容，弘扬社会主义核心价值观，加强素质教育；
- (2) 能培养学生解决复杂问题的综合能力和创造性思维（高阶）；
- (3) 能培养学生操作技能、动手能力和构想能力（中阶）；
- (4) 能培养学生认知能力，加深学生的认识水平（低阶）；
- (5) 将虚拟仿真项目的实验目的与本专业的人才培养目标中的某项能力进行挂钩。

注意事项：

- 实验目的描述要精练，无需在此描述项目建设必要性和立项目的
- 实验目标要有一定难度，不同类型学校高、中、低阶实验配置要合理
- 从实验教学角度出发，重点描述实验的能力教学目标

● 实验目的示例：

示例：描述了认知、理念、操作、优化方法，提高学生发现、提出、分析、解决复杂工程问题的能力和实践创新能力

【参考文献】东北大学，煤炭燃烧控制及其燃烧烟气污染物协同脱除实验

2-2 实验目的

- 1) 使学生正确认识我国以煤为主的能源结构，了解煤炭的燃烧利用过程及其污染物的产生原因，建立源头削减、过程控制和末端治理相结合的协同治理理念；
- 2) 通过实践操作，使学生掌握燃煤锅炉的基本构造、工作原理，熟悉结构参数与操作参数对炉内流场、温度场、浓度场及污染物生成浓度的影响规律；
- 3) 通过过程模拟优化，使学生掌握燃烧系统的分析与优化方法，掌握以源头削减、过程控制和末端治理相结合的协同治理理念为指导的煤炭燃烧烟气污染物减排的技术与方法；
- 4) 通过综合训练，提高学生发现、提出、分析、解决复杂工程问题的能力和实践创新能力；
- 5) 增加学生的学习自由度，使学生的燃烧实验不再受到时间、空间、实验设备、实验资金及实验安全等方面的限制。

实验课时即实验学时，或学生做实验所用的时间。

- (1) 明确实验项目与课程的课时占比关系；
- (2) 实验课时数要准确，如4课时，不能模糊；
- (3) 根据国家虚拟仿真实验教学项目要求，实验课时不可低于2课时。

● 实验课时示例：

示例：明确实验项目与课程的课时占比关系，实验课时数准确

【参考文献】武汉理工大学，人工社会建模虚拟仿真实验项目

实验课时

实验所属课程所占课时：

48学时，所属课程：数据分析与建模

该实验项目所占课时：

6学时，实验项目一：财富演化糖域模型，2学时；实验项目二：流行病传播模型，2学时；实验项目三：社会舆情演化模型，2学时

虚拟仿真实验原理描述了虚拟实验系统内在的本质特征和运行规律。

实验原理包括以下基本内容：

- (1) 阐述实验系统的基本概念、理论、原理和相关知识点；
- (2) 阐明虚拟仿真实验的系统模型及核心要素；
- (3) 阐明虚拟仿真实验系统核心要素间的相互关系；
- (4) 明确核心要素的计算方法；
- (5) 给出实验所应遵循的定理、法则或已知规律。

实验原理注意事项：

- 三维模型是虚拟仿真的外在表现，实验原理中描述的系统模型才是虚拟仿真实验内在本质模型
- 虚拟仿真实验模型要源于现实，根据教学目的适度取舍；
- 虚拟仿真实验的系统模型根据其复杂程度分为四档：
 - 1、自由搭建：可自由搭建由多个对象组成的系统，改变拓扑结构，并有推演结果；
 - 2、自由操作：可自由操作对象，大部分步骤是灵活的或多路径的，并有推演结果；
 - 3、规定操作：可按规定步骤操作，可实现关键步骤的交互操作并作出改变；
 - 4、自由观摩：能变换角度和远近观看实验环境和实验对象，但不能操作实验对象。

● 实验原理示例：

示例：包含知识点概述、各知识点原理介绍、系统仿真度介绍

【参考文献】海军工程大学，雷弹制导天线阵列空间处理虚拟仿真实验

知识点：共 5 个

一、知
通过本
(1) 不
(2) 阵
(3) 阵
(4) 阵
(5) 阵

二、实
本雷弹
目以鱼雷声
围绕上述五
体架构如下

知
识
点

认
知
方
式

实
验
项
目

三、实验原理

下面针对 5 个知识点，分别说明其内涵以及对应的实验原理。

(1) 阵列指向性的形式与测向应用原理

雷弹武器要实现探测目标、测量目标方位等要素，必须能在空间上对目标加以区分。比如要测量目标俯仰角，鱼雷等制导换能器基阵具有指向性（见图 a），直面的指向性（见图 b），

三、仿真度

本实验项目不关注传统的阵列指向性测试过程与场景的仿真，也不关注武器测向应用过程场景的仿真，而聚焦于阵列空间处理过程、处理结果以及测向应用效果的仿真。

仿真基于理想水声换能器特性以及理想安装加工条件进行，即假设组成阵列的各水声换能器阵元自身的指向特性完全一致，不存在灵敏度与指向性误差；各阵元完全同相位平面安装，安装位置无误差。在此条件下，仿真实验的波束输出是基于理论模型的准确计算结果。

在测向应用中，假设鱼雷工作于深海等温层理想海洋环境，目标位置按实际舰艇声呐探测误差的统计结果附加了随机误差量。系统没有考虑多途传播的情况，也没有考虑由于声速梯度造成声线弯曲对测向精度的影响，但是充分考虑了波束宽度、旁瓣高度、以及探测空间多个主极大对探测结果的影响。这些都是与本课程教学直接相关的应用原理所涉及的内容。

在上述仿真条件下，对于指向性探究类实验来说，无论输入的阵列参量是否合理，系统都将给出理论上准确的波束输出结果（仅存在由于算法导致的计算误差）。

(a) 水平线列

测向与探究

图2-4-1

虚拟实验对象指实验涉及的主要操作对象，如理工科的虚拟实验仪器设备，文科的人物等。

- (1) 虚拟实验对象是虚拟实验系统的核心要素；
- (2) 虚拟实验对象可具有多个参数或属性；
- (3) 虚拟实验对象可接受学生的操作并发生变化；
- (4) 虚拟实验对象应具有较高的逼真度；

注意事项：

- 在申报书中的实验仪器设备一栏中建议填写虚拟实验对象，虚拟仿真实验系统运行所用软件、个人计算机、服务器和网络则不需要在此处填写。
- 如果实验对象在现实中是可见的，则可通过照片或录像直观描述；
- 如果实验对象在现实中是不可见的，则尽量图形化和可视化。

● 实验仪器设备示例A：

示例：包括实验主要设备、主要工具和主要测试仪器，将实验对象分类列表。

【参考文献】内蒙古大学，工业化单晶硅太阳能电池制备工艺优化虚拟仿真实验

1. 实验主要设备

- 1) 全自动槽式碱腐蚀制绒清洗机，附加自动上、下片机
- 2) 全自动高温氧化扩散炉，附加低真空泵，全自动扩散插片、卸片机
- 3) 全自动链式刻蚀清洗机，附加自动上、下片机
- 4) 管式PECVD镀膜机，附加自动装片、卸片机
- 5) 全自动链式丝网印刷机（三台），烘干机两台
- 6) 全自动快速烧结炉（9个温区）
- 7) 全自动电池片性能测试分选机

2. 实验主要用具

- 1) 清洗用各种用途的聚四氟乙烯花篮，耐酸碱和150℃
- 2) 扩散用高纯石英舟、石英托架
- 3) 石墨舟
- 4) 不锈钢电极网板（三种图形），刮板等
- 5) PVC手套、洁净工作服、鞋帽和口罩
- 6) 小推车

3. 实验主要测试仪器

- 1) 电子天平
- 2) 四探针测试仪
- 3) 少子寿命测试仪

4) 光伏电池用激光功率计/功率计（测量功率、光强等）

● 实验仪器设备示例B：

示例：包括场景和设备，虚拟实验对象逼真度高。

【参考文献】广西财经学院，洪涝灾害机动车辆保险查勘定损虚拟仿真实验

实验仪器设备（装置或软件等）

1. 虚拟场景

虚拟了洪涝灾害后汽车被浸泡场景，同时考虑到了天气的关系，将场景设置为洪涝灾害后的阴天，小区里的汽车被浸泡。洪水退去之后车主向保险公司报案。

2. 虚拟设备

（1）洪涝灾害发生后的受损事故车辆

见图7。



图7 虚拟洪涝灾害发生后的受损事故车辆

（2）查勘过程中需使用的虚拟设备，包括：

数码相机、卷尺、砂纸；

记录用的签字笔、书写板、三角板、印泥、地图等文具；

雨天查勘需准备雨伞、雨衣、胶靴等；

反光背心、事故警示牌、手套等防护用品。

虚拟实验参数是实验过程涉及到的重要条件、操作干预程度或重要结果。

- (1) 虚拟实验参数在学生操作下发生的变化是虚拟实验具有交互性的重要特征 ;
- (2) 虚拟实验参数是学生和教师在实验过程中关注的环境因素、对象数量和属性等 ;
- (3) 实验过程中所用耗材的规格和数量也虚拟实验参数的一部分 ;
- (4) 虚拟实验参数要有具体名称、单位、范围、初始值 (即预设参数) 等。

注意事项 :

- 在申报书中虚拟实验参数填写在2-6实验材料一栏中 ;
- 虚拟实验参数建议用表格清晰直观地展现。

● 实验参数示例：

示例：用表格清楚罗列实验的参数、取值范围、单位、操作方式

【参考文献】海军工程大学，雷弹制导天线阵列空间处理虚拟仿真实验

参 量	取值范围	单位	说 明
阵型选择	水平线列阵/垂直线列阵/矩形平面阵		点击选择
水平阵元数量	1~50 整数	只	键入设定
水平阵元间距	10.0~~600.0	mm	键入设定
垂直阵元数量	1~50 整数	只	键入设定
垂直阵元间距	10.0~600.0	mm	键入设定
工作频率	5.0~50.0	kHz	键入设定
阵元指向性(换能器类型)	0—无指向性(小球换能器)/1—低指向性/2—中等指向性/3—高指向性		第一期建设仅 0 可选
束控方式	二项式加权/切比雪夫加权/任意加权		点击选择
相控方式	时延相控/相移相控两种		点击选择
注：总阵元数量限制为不超过 50 只，因此对于平面阵，应保证水平阵元数量与垂直阵元数量乘积小于等于 50。			

实验教学方法是教师和学生为了实现共同的教学目标，完成共同的教学任务，在实验教学过程中运用的方式与手段的总称。

- (1) 实验教学方法可综合各种传统实验教学方法和虚拟实验教学方法；可以采用多个教学方法，可分别阐述实验教学方法及其使用目的、实施过程和实施效果；
- (2) 在教学过程中充分利用虚拟仿真实验系统提供的在线学习辅导、在线测验、在线实验报告、在线答疑讨论、实验记录跟踪等功能，可发现新的实验教学方法。
- (3) 实施过程重点描述虚拟仿真实验如何应用到实际教学当中，可通过活动图或流程图直观表达；
- (4) 实施效果要介绍目前的教学应用情况及对外开放共享使用情况，要有客观的数据来佐证；同时体现采用虚拟仿真实验教学后对于以往实验教学有哪些进步的地方；
- (5) 实验教学方法不要按“步骤”描述，要按“活动”描述，以免跟有效的实验步骤混淆；

● 实验教学方法示例：

示例：教学方法包含了实验前学生预习、案例设计及实现、案例分析及总结

【参考文献】北京工商大学，加噪语音信号滤波器设计及应用虚拟仿真实验

实验阶段	实验课组织	主要任务	延伸要求
实验准备	学生预习	要求学生预习傅里叶变换、应用 FFT 进行模拟信号频谱分析的流程、IIR/FIR 数字滤波器的设计指标和设计方法等相关知识点	针对实验主要功能编写程序代码
案例设计及实现	以学生为中心，进行案例设计及实现	根据实验内容和实验步骤独立完成实验任务，掌握每一步的原理和意义。 1、观察记录 FFT 变换后语音信号频谱的分布特点； 2、根据噪声特点以及滤波器设计指标，设计满足性能要求的 IIR/FIR 数字滤波器； 3、利用男女声语音信号频谱分布特征及滤波后语音信号的频谱，判别发声者性别。 在实验设计过程中，可以通过教师答疑、学生相互讨论等方式解决出现的问题。	奈奎斯特抽样定理、折叠频率
案例分析及总结	根据学生完成的实验结果，进行针对性点评	学生完成实验报告，对实验过程和实验原理进行分析和总结，分析案例中的每个过程，加深对理论的理解和掌握。总结 FFT/IFFT 在信号分析中的作用和意义，噪声和滤波方法的关系。教师开展点评工作。	语音信号存在不同性质的噪声时，如何滤波

● 实验教学方法示例B：

示例：教学方法包含了逐层过关考核法、PBL项目教学法、思维导图法。以问题为导向，以学生为中心，以可视化的实验方式激发学生实验兴趣。

【参考文献】四川师范大学，教育技术师范生校园网架构设计与实现3D游戏虚拟仿真实验

3、思维导图法：是一种常用的思维可视化教学策略，本实验在每个关卡前设置了思维导图，以层级结构图示的方式对校园网架构设计与实现的知识体系和实施步骤进行层次化、逻辑化、结构化表征，提供了规范化、系统化操作导引。

使用目的：每个关卡前设置思维导图的目的就是为了给学生呈现本部分设计的知识点及相互间的严密逻辑关系和系统规范的实施步骤指导，使得学生更能明确本关实验任务，理清实验思路，细化步骤，进行系统规范的流程实操。

实施过程：本项目采用“闯关游戏式”的实验逐层过关，在进入关卡前都会通过思维导图的方式呈现本关实验任务，在明确了校园网建设背景需求后，学生将首先看到通关需要完成的所有关卡，由此强化学生对校园网架构设计和实现的规范思路、方法及操作流程的理解和应用。

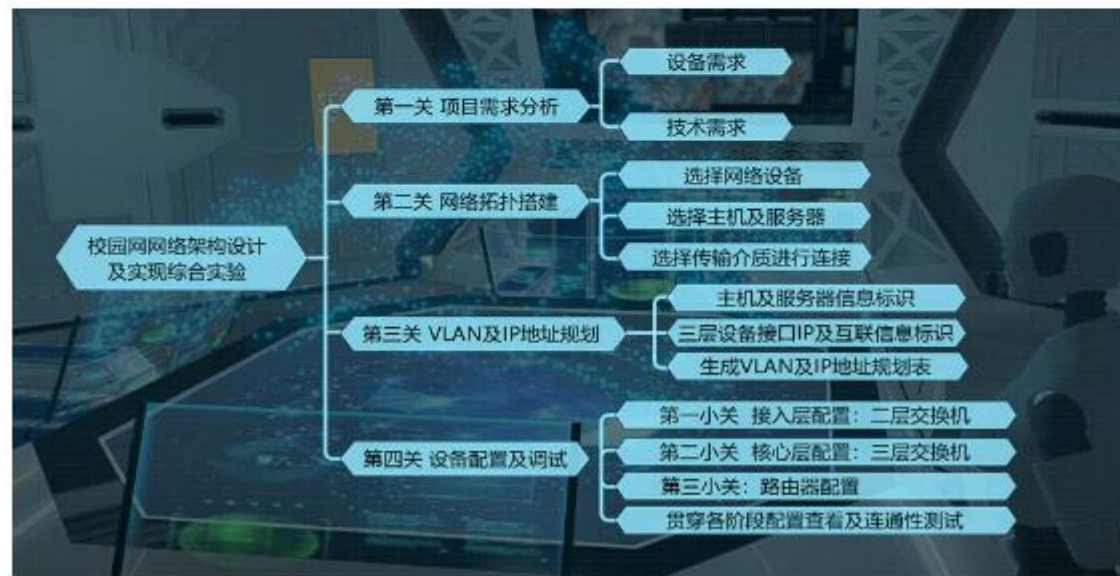


图10 本实验关卡导览思维导图

实验方法与步骤要求是从学生角度描述的具体实验方法和实验步骤，能体现逼真度、仿真度、交互性等重要指标，是虚拟仿真实验项目申报书的重点

- (1) 可从学生使用的角度来描述实验方法和步骤，参照产品使用说明书的写法，让学生能看懂，最好有图表，适当提供学生进行实验操作的具体示例；
- (2) 实验方法是针对本实验的具体的方式方法，不是普适性的方法；
- (3) 实验步骤是有效的交互操作，每个步骤要有教学意义并承载一个教学点，包括学生有主动意识地输入数据、选择、移动或发出指令，随后系统输出不同的反馈结果。一次人机交互可能算一个实验步骤，也可能不算一个实验步骤，这取决于其是否能承载一个教学点。
- (4) 既要写每一步的实验任务目标，还要写清楚如何完成操作以及注意事项；
- (5) 设计性和综合性的实验步骤通常为一个操作阶段，而不是一个具体的操作；
- (6) 验证性、技能类实验的操作步骤，可标明“步骤1”、“步骤2”、“步骤...”。

● 实验方法示例：

示例：既包含学生在总体实验方法介绍，也包含具体流程内容简介

【参考文献】海军工程大学，雷弹制导天线阵列空间处理虚拟仿真实验

一、实验方法描述

(1) 实验方法

本实验项目瞄准虚拟仿真“金课”建设和实验教学方法设计，设计了以“尝试、

“尝试”，即学生可以在对知识一无导视频，就可以开展测向应用部分的实验现意想不到的极端错误结果。这时学生就索发现问题，思考问题产生的原因，并提

“探究”，不仅是简单的趣味性操作在探究界面下，学生任意改变阵列参数，现阵列指向性随该参数改变的变化规律提

探究过程对学生的要求较高，有时可实验系统，将理论授课组织为前期交流议性化的实验方案，并在课上研讨交流，互

“改进”，是学生带着尝试发现的问题基础上，针对应用需求，给出改进方案，测向应用来检验改进效果。

从某种意义上讲，改进的过程等同于对学生解决复杂问题的综合能力和高阶思重复进行很多遍才能最终取得满意的结果

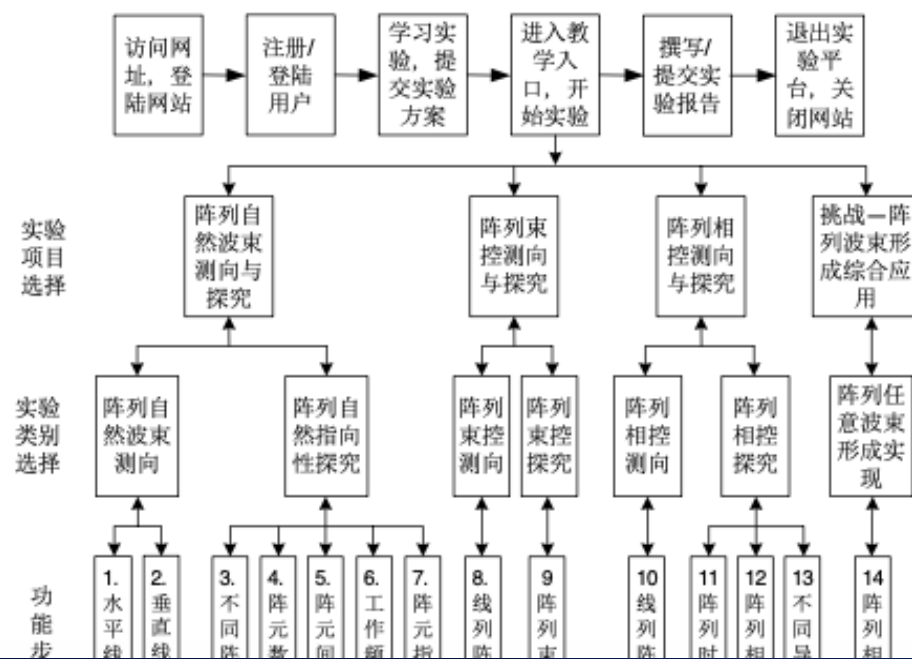
对实验结果和报告的评价也不规定各自的实验过程、设计的参数和相应的结根据学生实验报告，判断其对原理的理解分的个性化和先进性。

(2) 实验流程

根据上面的实验方法，本实验系统设计为完全开放式操作，即不规定任何一项实验的具体操作步骤，在实验指导书中仅给出阵列参数设置方法以及对波束宽度、主旁瓣高度、零极点位置、导向角度等具体参量进行定量测试的操作方法，如何实现阵列处理各功能探究实验，需要学生自行设计实验方案，因此，下面只给出整体流程和功能性操作步骤说明。

除了登陆网站、注册/登陆用户、提交实验设计方案、撰写并提交实验报告等必需的操作外，雷弹制导天线阵列空间处理虚拟仿真实验教学项目包括了阵列自然波束测向与探究、阵列束控测向与探究、阵列相控测向与探究、挑战一阵列波束形成综合应用四个实验项目，每个实验项目下又细分测向应用和探究两种类别的实验，共可进行 14 个功能性步骤的交互操作。

项目实验操作流程及功能性步骤如图 2-8-1 所示。



● 实验步骤示例：

示例：具有清晰的步骤编号，
以及具体选项的描述，具体
展开了交互操作、参数、路
径、结果数据等

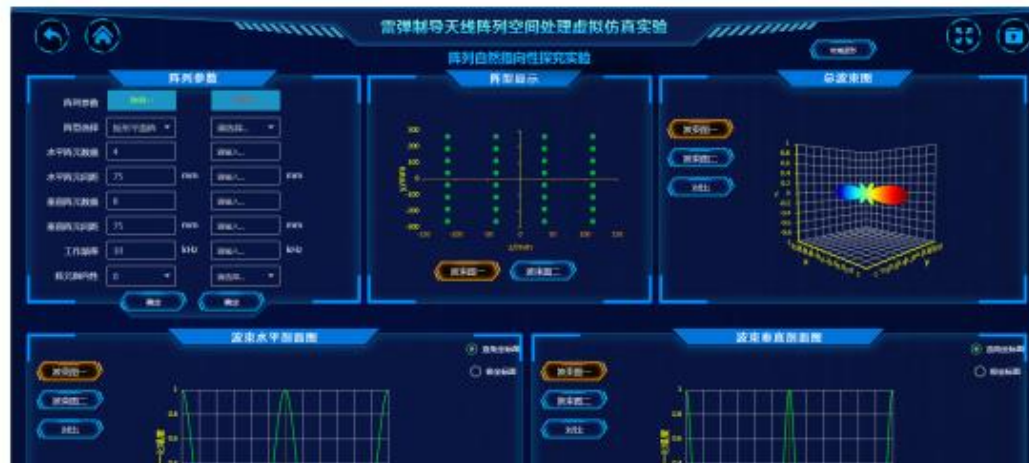
【参考文献】海军工程大学，
雷弹制导天线阵列空间处理
虚拟仿真实验

选项三：在“阵列自然波束测向与探究”界面下点击“阵列自然指向性探究”，则进入阵列自然指向性探究界面，可进行阵型、阵元数量、阵元间距、工作频率等参数对阵列自然指向性影响的定量分析探究，具体包括 5 个功能性操作步骤。

步骤 3：不同阵型阵列自然指向性探究

本步骤的实验目的是认知不同阵型阵列的自然指向性，使学生对其有直观的认识和定量的理解。

在“阵列参数”区选择“水平线列阵”“垂直线列阵”“平面阵”等不同阵型，任意设置阵列参数，点击“确定”，可给出不同“阵型显示”以及对应的“总波束图”“波束水平剖面图”“波束垂直剖面图”，由此可以直观认知不同阵型所对应的指向性。在“波束水平剖面”“波束垂直剖面”图上，鼠标移动至波束图任意位置，系统自动计算给出对应的波束灵敏度幅度和对应的角度，以此可定量测量波束参数。操作界面见图 2-8-8。



实验结果与结论的形式是教师预先设计的对于学生实验结果与结论的表达形式要求，可提供一个典型的某学生做出的某个结果与结论的示例，以便于后续人员理解。

- (1) **实验结果**是指学生实验的最终结果数据、图表等；
- (2) **实验结论**是根据实验结果所作出的分析判定，是最终实验数据无法直接表述的，需要学生进一步阐释其真正含义；
- (3) 实验结果应与实验目的、实验过程相对应；
- (4) 关键的实验操作结果要通过插图描述清楚；
- (5) 技能型实验要有过程操作结果，探究型实验要有最终呈现结果。

2.9 实验结果与结论的形式

● 实验结果与结论要求示例：

示例：给出了详细的实验报告要求及参数记录表模板

【参考文献】北京工商大学，加噪语音信号滤波器设计及应用虚拟仿真实验

2-8 实验结果与结论要求

通过实现在不同噪声下各种类型滤波器的设计，使学生掌握滤波器设计的原理和步骤，掌握滤波器设计过程中各参数的设置与测试方法，并通过播放语音信号及进行说话人性别识别来检验滤波的效果。实验报告要求提供如下内容：

- (1) 给出语音信号、噪声信号、含噪语音信号的频谱图。
- (2) 给出滤波器设计参数，并记录实验结果。对每一种 IIR 滤波器调整参数 C_p 和 C_s ，对 FIR 滤波器，调整截止频率，感受滤波后声音信号的优劣，并统计最优效果下的滤波器参数（ C_p ， C_s 及截止频率）。

表 3 滤波器参数记录表

滤波器类型	滤波器	实验参数	正弦噪声	高斯白噪声
IIR 滤波器	巴特沃斯低通滤波器	C_p		
		C_s		
	切比雪夫低通滤波器	C_p		
		C_s		
	椭圆低通滤波器	C_p		
		C_s		
FIR 滤波器	窗函数法	截止频率		

- (3) 给出不同滤波器滤波后语音信号频谱图。
- (4) 给出在不同滤波器下说话人性别识别准确率。

实验考核要求包括考核方式和评价标准，以及虚拟实验系统提供的考核功能

- (1) 常见的实验考核有理论测试、实验过程、实验结果、实验报告共四种考核方式；
- (2) 理论测试和实验报告是主观性考核，也是传统常用考核手段；
- (3) 实验过程和实验结果是客观性考核，这是虚拟仿真实验可提供的新考核手段；
- (4) 要有完整的实验记录及评价反馈机制，这也是新考核手段的基础；
- (5) 实验考核要有一定的可信度。通常客观性考核的可信度比较高。

● 考核要求示例A：

示例：实验预习、实验操作、实验结果、实验报告综合评定，评分细则规划清晰

【参考文献】大连海事大学，船舶航行监控虚拟仿真实验

2-9 考核要求

将实验预习、实验操作、实验结果、实验报告“四位一体”全面考核和评价学生的学习成效。具体考核要求、评分细则和比例见表3。

表3 虚拟仿真实验考核要求以及评分细则表

考核要求	考核内容	评分细则
实验预习(15%)	预习考核(网上提交)	10
	口试(翻转课堂抽查提问)	5
实验操作(40%)	实验步骤是否清楚,数据记录是否准确	10
	设备的操作方法是否正确、规范	20
	对实验现象的观察是否精心	10
实验结果(15%)	数据分析、处理是否正确	15
实验报告(30%)	实验目的、原理、实验操作步骤、实验数据记录与处理、实验结果和结论、注意事项、对实验的评价和建议等是否完整	20
	对实验结果的分析、讨论是否充分	10
总分(100%)		100

2.10 实验考核要求与评价

● 考核要求示例B：

示例：考核环节包含实验设备认知、实验操作、实验报告，采用不同模块综合评定，评分细则规划清晰

【参考文献】中国石油大学，页岩气物理吸附解析虚拟仿真实验

(1) 主要考核环节

本实验项目对各个重要环节都进行考核，进入考核模式后，系统自动对操作者的操作进行记录并作为成绩评判依据。

考核环节	序号	考核节点	评判依据	说明
实验仪器认知环节	1	样品制备仪器	认知正确	通过提示点击相应设备
	2	吸附实验系统	认知正确	通过提示点击相应设备
	3	样品选择	① 在5个国内页岩气产地区域内，至少选择1个区域样品 ② 选择样品深度，深度范围为100~2500m	通过地图点击选择页岩气产区的页岩样品，不同产区的页岩，其物理吸附特性不同，选定一个样品深度范围，从而确定实验温度和压力范围

(2) 成绩评分占比

实验模块	认知与布局	全流程操作	报告和思考题
实验模块成绩占比(%)	10	60	30
行为正确率/完成率(%)	正确率>95%，得分10；正确率85~94%，得分7； 正确率<85%，得分0	正确率>95%，得分60；正确率85~94%，得分50；正确率<85%，得分0	报告完整得分20，答对一个思考题，得分2
耗时(分钟)	时长<30分钟，得分10；时长30~45分钟，得分5；时长>45分钟，得分0	时长<150分钟，得分60；时长150~180分钟，得分50；时长>180分钟，得分0	
总分(百分制)			

实验报告	9	实验操作第14~16步	至少要查看甲烷、蒙脱石的结构，能够建立一个吸附模型	有对甲烷、蒙脱石等分子结构进行操作的记录
	10	实验报告	完成实验报告内容，包括文字、图片、实验曲线，实验心得等	有完整的报告内容
	11	思考题	至少回答5个思考题	回答问题要正确

面向学生要求是指学生在实验前必备的知识、技能。

- (1) **注意实验要面向本科教育**；
- (2) **专业和年级要求**：专业与年级要求需要细致到具体专业、具体年级，年级跨度不要太大；
- (3) **基本知识和能力要求**：需要描述必须的或建议的前置课程、基本前置能力；

2-11 面向学生要求

(1) 专业与年级要求

(2) 基本知识和能力要求

● 示例：

(1) 年级与专业要求：面向地质工程、勘查技术与工程专业大三、大四的本科生。

(2) 基本知识和能力要求：学生已系统学习并掌握《岩体力学》、《基础工程》、《勘察技术与工程》等专业课程

【参考文献】西北大学，地质工程原位测试虚拟仿真系统

面向学生要求

专业与年级要求：面向地质工程、勘查技术与工程专业大三、大四的本科生以及地质工程专业硕士研究生

基本知识和能力要求等： 学生已系统学习并掌握《岩体力学》、《基础工程》、《勘察技术与工程》等专业课程。

实验项目应用主要是指在本校的应用，实验项目共享主要是指在校外的应用。

- (1) 本专业上线时间、学时数和使用学生人数。需满足2个学期的实际应用；
- (2) 本院其它专业使用学生人数，专业数量和总学时数；
- (3) 本校其它学院使用学生人数，学院数量和总学时数；
- (4) 校外共享情况，多少学校使用、学生使用人数和总人次。

2-12 实验项目应用及共享情况

- (1) 本校上线时间：
- (2) 已服务过的本校学生人数：
- (3) 是否纳入到教学计划：☐是 ☐否
(勾选“是”，请附所属课程教学大纲)
- (4) 是否面向社会提供服务：☐是 ☐否
- (5) 社会开放时间：，已服务人数：

目录

LIST

1

实验教学项目建设团队

2

虚拟仿真实验教学设计

3

虚拟仿真实验运行环境

4

虚拟仿真实验项目特色

5

虚拟仿真项目注意事项

网络安全要求

- 1、对具体项目部署的软硬件系统整体的网络信息安全等级要求；
- 2、一般需要整体二级等保。需要有二级等保的证书图片。需要校方单独申请办理，一般由公安机关发放。

3-7 网络安全

(1) 项目系统是否完成国家信息安全等级保护 ☐是 ☐否
(勾选“是”，请填写) 级

示例说明：此为项目涉及的管理系统软件产品的二级等保证书，并不能替代校方对项目部署后的软硬件整体内容的信息安全证书。

信息系统安全等级保护 备案证明	依据《信息安全等级保护管理办法》的有关规定， <u>北京润尼尔网络科技有限公司</u> 单位的： 第 <u>2</u> 级 <u>虚拟仿真实验教学平台</u> 系统 予以备案。
证书编号：11010819283-00001 中华人民共和国公安部监制	 备案公安机关公章 2020年4月8日

目录

LIST

1

实验教学项目建设团队

2

虚拟仿真实验教学设计

3

虚拟仿真实验运行环境

4

虚拟仿真实验项目特色

5

虚拟仿真项目注意事项

项目建设必要性是指能够解决真实实验无法开展或存在困难的实验。

- 1、项目建设要参照虚拟仿真实验教学创新联盟颁布的《虚拟仿真实验教学项目建设指南》；
- 2、项目建设重要的原则是虚实结合（两个层次）、相互补充、能实不虚；
- 3、项目建设必要性是一票否决指标。先进性是必要性的重要补充；
- 4、项目建设的必要性分条陈述，要写出对比实体实验的具体优势和量化数据。
- 5、必要性的叙述要具体有针对性。重点解释为什么采用虚拟仿真实验，而不是实体实验？虚拟仿真比实体实验的优势在哪里？

● 建设必要性示例：

示例：打破实验时间、地域、方式受限情况，提供全套虚拟设备，满足批量学生仿真实习演练。

【参考文献】四川师范大学，教育技术师范生校园网架构设计与实现3D游戏虚拟仿真实验

① 缺乏系统的操作流程实验系统和评测系统，完成综合实验的指导能力和评测能力有限

校园架构设计与实现流程多、技术综合，关系复杂，传统实验难以为学生提供规范系统的操作流程实验系统，完成综合实验的指导能力及其有限，造成学生难以掌握校园网架构设计与实现的规范流程和相关技术的具体实施；更无法对这个复杂系统工程实施进行阶段性评分和学情反馈，使得实验的教与学都面临极大困境。

② 缺乏实际的校园网环境和设备的齐套性，无法满足批量学生进入真实现场实习、演练的需求

真实的校园网络是一个多层次、多种技术融合的复杂网络系统，其间涉及大量的网络设备（包括路由器、交换机、服务器、无线设备、安全设备等），需要学生通过设计和实施完成相关的技术配置。这在设备有限的传统实验室全部提供几乎不可能。学生难以进入真实的校园网搭建环境，有真实环境的感性认识和实际操作，使得熟练掌握校园网规划实施的综合技能难以实现，导致毕业后难以快速适应校园网建设的岗位需求。。

③ 实验时间受限、地域受限、实验方式受限

上课时间有限、实验只能在实验室完成，实验方式枯燥、抽象，导致学生反复练习巩固知识困难、缺乏学习主动性、被动实验的困境。

该项目利用先进的虚拟仿真技术再现真实校园网架构设计与实施流程、供给充足的仿真网络设备、利用先进的软件系统，融合多种教学方法、智慧的教学设计引导学生自主完成复杂操作流程的系统规范实施和智能评测，有效解决了因传统实验的局限所带来的困难，使学生更好的掌握校园网规划设计的规范操作方法、熟悉工程实施流程、掌握常见校园网技术的综合应用，培养过硬的专业技能和职业素养。

描述实验方案方面的创新

- 1、详细描述虚拟仿真实验教学项目的整体设计思路，重点在“创新”；
- 2、能够体现实验的思想性、科学性、高阶性。

● 实验方案创新示例A：

示例：分为必要性和设计思路进行了阐述

【参考文献】中国人民大学，地籍测量与管理三维虚拟仿真实验

（体现虚拟仿真实验项目建设的必要性及先进性、教学方式方法、评价体系及对传统教学的延伸与拓展等方面的特色情况介绍）

实验方案设计思路：

必要性及先进性：解决了学生“不相关”、案例“难出现”和教学“限制多”问题，多元化提升了教学效果

针对在地籍调查和登记管理中学生的“不相关”问题，学生并非土地相关权利人，不具备实地开展调查和参与确权登记的条件；案例的“难出现”问题，在现实中难以让学生重复体验多样化的土地权属纠纷场景、无法锻炼应对复杂地籍冲突的处理能力；传统地籍测绘教学的“限制多”问题，存在测绘仪器时空限制较大、数量难以满足需求、操作难以跟踪等种种弊端，通过虚拟案例构建、虚拟设备操作和虚拟软件学习展现“先调查→后测量→再绘图→终登记”的地籍管理全流程，使得学生掌握“地籍调查、地籍测量、图件绘制和产权登记”的全流程地籍管理综合能力。地籍测量与管理三维虚拟仿真实验是信息技术与实验教学的深度融合产物，有效解决了传统教学实验中人员“不相关”、案例“难出现”和教学“多限制”问题，拓展了实验教学的广度和深度，满足了专业课程的建设需求、时间自由化的延伸需求、空间限制突破的拓展诉求、教学管理全覆盖的自动化需求。

实验方案设计思路：以“‘4+X’矩阵”为特色构建“一站式”虚拟仿真实验教学内容体系

本项目以“调查+测量+绘图+登记”4大模块构建了“4+X”教学矩阵内容体系，模拟了地籍调查、地籍测量、图件绘制和登记管理4大模块的“一站式”流程体系，覆盖了9种仪器、3项调查、5种测量、2类图件和1个登记中32个知识点，学习完成即能满足日常地籍测量和管理需求。此外，满足了学生自我创造情景和开发剧情的虚拟创造要求，更涵盖了未来学科发展的弹性和变化，通过“一虚一实”、“自我编剧”和“自动批改”，建设完成了先进虚拟实验技术环境和教学模式，使学生在每个实验学习都具备虚拟仿真辅助，更能自主探索、自我构建、自我开发个性化虚拟情景。

● 实验方案创新示例B

示例：跨学科交叉融合，
改造专业课程

【参考文献】浙江工业
大学，村镇规划人流状
态智能分析虚拟仿真实
验

实验方案设计思路：

1. 首次在设计类专业必修课程的实践教学中引入人工智能技术应用，跨学科实验方案设计探索了设计类课程改革

随着人工智能、虚拟现实等技术不断进步，未来的环境设计师的工作，将不再局限于单一的人机互动（即设计师在电脑前画图），甚至不再是单纯局限于某一领域和层面认知，环境设计将转变为一种更加复杂、多元化的互动行为方式。跨界也将会是未来设计的一种发展趋势。现在的人工智能技术，让环境设计现场信息的采集、存储、分析、处理变得空前高效和准确，已经有不少的设计专家提出来，要拥抱人工智能，让人工智能为环境设计提供更多的助力。把一些常规的分析、数据的处理交由人工智能去完成，设计师可以把精力更多花费在创造上。本项实验项目在现有国内高校环境设计师的教育和培养体系中首次引入了人工智能技术的学习与应用，为改造该类专业课程提供了示范。

2. 重现古镇人流信息的视频采集和行为状态智能分析全过程，缩短实地考察的物理空间分布和考察时间，增强多维数据获取能力，拓展设计优化回溯能力，有效弥补实地现场考察不足

本项目采用人工智能技术进行辅助规划设计三维虚拟仿真实验，构建具备任务布置、实验评价、结果反馈、师生互动、学生交流等功能的虚拟实验教学管理系统，给学生提供与实地案例调研相融合的虚实结合的实践教学模式。通过实时采集古镇街道人流数据，利用深度神经网络进行人脸检测以及年龄和性别的识别判断，让学生直观了解人流数据及其三维虚拟展示，进而分析人流轨迹、流量大小、停留点的密集程度等与古镇街区业态布局现状之间的关系，为后期古镇街区功能布局改造增加多维的环境因素，提高学生设计元素实地考察与分组调研的效率，开创人工智能技术真正进入场地设计分析实践教学的新思路。将一个典型物理场景浓缩在网络虚拟场景中，并且让学生从不同维度获得现场考察数据，为后期改造提供参考数据，现场数据长期保存让设计后期的优化增加了回溯能力，可以多次重复的进行场景再现，弥补现场考察不足。

教学方法创新是指对项目采用的教学方式方法的创新性进行描述

- 1、对传统教学方法的替代作用；
- 2、有效拓展与延伸实验教学内容的宽度与广度；
- 3、在原有传统课堂教学基础上，鼓励应用翻转课堂、项目制教学、多学科交叉教学等新形式教学方法；
- 4、充分利用实验教学管理系统的辅助教学功能，如在线学习、在线答疑讨论、在线测试等开展教学。

● 实验方法创新示例：

示例：运用了“翻转课堂”，学生自主完成的可行性高

【参考文献】东华大学，
创业决策虚拟仿真实验

教学方法创新：

本实验项目引进了“碎片化”、“翻转课堂”等现代教学理念，运用虚拟仿真技术，结合信息技术，创建了市场竞争条件下现代企业创业决策仿真系列实验系统，采用了学以致用、理论联系实际的实验教学方法。学生在注册登录项目平台、初步学习了创新创业决策的基本理论和方法后，即可进入不同的创新创业决策实验系统，以现代企业创业决策者的身份，自主进行市场竞争条件下的现代企业创业构建决策和经营决策实践尝试，应用“碎片化”、“翻转课堂”等现代教学理念，在短短的几天时间内就能获得在实际中需多年才能感受到的经验和体会，**提升创新创业决策的理念层次，提高创业决策的综合能力、实践能力和创新能力。**本项目已在全国多所高校的创业人才培养中得到了广泛应用。学生普遍反映：通过项目平台进行创业决策的理论学习与系列实验学习，收获了很多书本上学不到的知识、能力和体验。本实验项目的应用，对提高我国创新创业决策人才培养质量，扩大创新创业决策人才培养规模，有着重大的现实意义。

项目主要特色如下：

（1）提升理念层次，创建了完整的创业决策实验理论体系

本项目结合创新创业过程实际，突出了创新创业的核心是决策的理念；引进了决策科学最新研究成果，创建了构建决策与经营决策原理及方法；运用虚拟仿真技术，构造出不同的周期形势、竞争市场和数百个相互竞争的创业企业，将现代企业创业创办、构建决策与经营决策等融合成了一个有机的整体，贯通了周期形势分析、营销决策、生产决策、采购决策及决策方案全面预算等现代企业创新创业过程主要原理之间的内在联系，创建了完整的创新创业决策实验理论体系。

（2）突出能力培养，创造了创业人才决策能力培养实验条件

本项目创建的理论体系，奠定了创新创业人才决策综合能力培养的基础；研制成功的系列实验系统，创造了能使学生在校期间就能进行创新创业决策实践尝试的条件，短短几天时间内就能获得实际中需几年才能感受到的经验体会，奠定了创新创业人才决策实践能力培养的基础；引进了“碎片化”、“翻转课堂”等教学理念，创建了可使学生自主运用所学基本理论，充分激发创新意识，进行不同场景变化下的创业决策实验过程，奠定了创业

评价体系创新是对整个实验项目的教学评价体系建设创新。

- 1、在理论测试、实验过程、实验结果、实验报告等常见实验考核方式之外提出新的考核方式；
- 2、提供实验有效用户数量、在线时间、平均实验时长等相关信息统计；
- 3、提供用户评价，学生能打分、评论和留言；
- 4、提供访问来源地统计。

● 评价体系创新示例：

示例：考核方式之外的新的考核方式

【参考文献】山东财经大学，集团财务共享动态运营虚拟仿真实验

评价体系创新：

该项目评价由客观计分和实验运营报告主观计分组成，采用交互操作过程中的记录情况、实验心得进行评估。对于客观运营计分，本实验项目可以通过学生的多次练习，由系统自动生成实验过程的记录，呈现学生对FSSC资源配置结果的反应，并选择分数最高的一次成绩进行提交；对于主观运营评价部分，由FSSC的选址评价和实验心得组成，与实验步骤紧密结合，鼓励学生通过查阅相关资料、团队讨论等方式总结实验心得，形成理论与实践相结合、过程性和终结评价相融合的综合评价体系，为指导教师改进和完善实验设计提供参考，提升教学效果。

对传统教学的延伸与拓展-如何配合传统教学服务，如何延伸与拓展传统实验教学

- 1、论述信息化教学方式在本实验中的具体应用；
- 2、找出虚拟仿真实验与传统教学的区别，明确延伸出了什么技术，拓展了什么内容。

● 对传统教学的延伸与拓展示例：

示例：描述较为全面

【参考文献】山东工商学院，危化品事故应急管理虚拟仿真实验

对传统教学的延伸与拓展：

①实现多要素、多力量协同：开放+共享+交互。开放实验体系与环境，实现实验知识、经验、方案等的共享，深化了师生间、开发者与用户间、政产学研四方间的交互，将知识性、能力性、趣味性、科学性有效结合。

②努力实现4A+学习者为中心：突破时空约束，实现Anytime、Anywhere、Anyway、Anyone的交互。将高危、高消耗、不可逆、综合性的危化品应急管理整个过程、数据都在互联网上完成，平台可以对操作过程记录的数据做深度挖掘，引入智能量化模型，为实验操作者提供更好的实验指导。将“人类智能”与“机器智能”相互结合，PC版实验与VR实验进一步结合，是一种新的变革性的实验模式，为实验创新提供有力支撑。

③在情景中感受知识并转化成能力，即情景+感受+能力开发。学生可以在虚拟仿真试验中临其境，感受现场所需知识，以及无知的危害，创新思维设计路径解决危机事件，自觉开发并提升能力，及时有效积聚力量快速决策，达到教学的目的。

目录

LIST

1

实验教学项目建设团队

2

虚拟仿真实验教学设计

3

虚拟仿真实验运行环境

4

虚拟仿真实验项目特色

5

虚拟仿真项目注意事项

注意：如不满足以下任何一条指标，则不符合申报要求

- 1、项目一定有建设虚拟仿真实验的必要性，能够满足“能实不虚”的要求；
- 2、项目不能存在思想性或较严重的科学性问题；
- 3、项目一定要纳入本专业教学计划，满足不少于两个学期的实际应用；
- 4、项目一定要与实验空间完成技术接口对接，能够统一身份登录，以及传回实验数据；
- 5、项目保持公网联通性，能够登陆并打开做实验。

(1)、注意排版清晰、多配图

方便读者快速全面获取信息，取得良好印象。

(2)、注意前后一致

实验设备、材料、步骤、结果、考核等内容围绕实验目的与原理开展，要有条理性，符合逻辑连贯性；

姓名	单位	案例
陈银娥	长沙理工大学	上市公司再融资虚拟仿真实验
张静远	海军工程大学	雷弹制导天线阵列空间处理虚拟仿真实验
章文俊	大连海事大学	船舶航行监控虚拟仿真实验
刘霞	四川师范大学	教育技术师范生校园网架构设计与实现3D游戏虚拟仿真实验
王万良	浙江工业大学	村镇规划人流状态智能分析虚拟仿真实验
江长斌	武汉理工大学	人工社会建模虚拟仿真实验项目
廉小亲	北京工商大学	加噪语音信号滤波器设计及应用虚拟仿真实验
张科静	东华大学	创业决策虚拟仿真实验
于秀琴	山东工商学院	危化品事故应急管理虚拟仿真实验
梁玉	广西财经学院	洪涝灾害机动车辆保险查勘定损虚拟仿真实验教学项目
邵长金	中国石油大学	页岩气物理吸附解析虚拟仿真实验
宫箭	内蒙古大学	工业化单晶硅太阳能电池制备工艺优化虚拟仿真实验

姓名	单位	案例
杜涛	东北大学	煤炭燃烧控制及其燃烧烟气污染物协同脱除实验
谢婉丽	西北大学	地质工程原位测试虚拟仿真系统
万俊毅	华南农业大学	鱼菜共生智能农业经营虚拟仿真实验
王爱国	山东财经大学	集团财务共享动态运营虚拟仿真实验
严金明	中国人民大学	地籍测量与管理三维虚拟仿真实验教学项目

感谢以上单位及项目参与者提供优秀案例！

谢谢! 不当之处请批评指正

虚拟仿真实验教学项目设计与评价

2020.7.22 在线

文福安·教授

fawen@bupt.edu.cn

网址 : <http://m.owvlab.net>

电话 : 13301063136

