2020年基础类学科虚拟仿真实验
教学项目建设与申报在线研讨会

虚拟仿真实验教学项目建设与申报体会

内蒙古大学　樊国梁

2020年7月24日

目　　录

- 背景
- 建设过程
- 项目书撰写
- 视频制作
- 结束语

内蒙古大学简介

内蒙古大学于1957年经国家教育部批准成立，隶属于内蒙古自治区，是新中国成立后党和国家在少数民族地区创立最早的一所综合大学，也是目前自治区惟一一所综合大学。

内蒙古大学简介

1978年，被确定为全国重点大学

1997年，国家“211工程”重点建设的百所院校之一

2004年，成为省（区）部共建学校

2012年，被国务院确定为中西部“一省一校”高水平大学建设支持高校

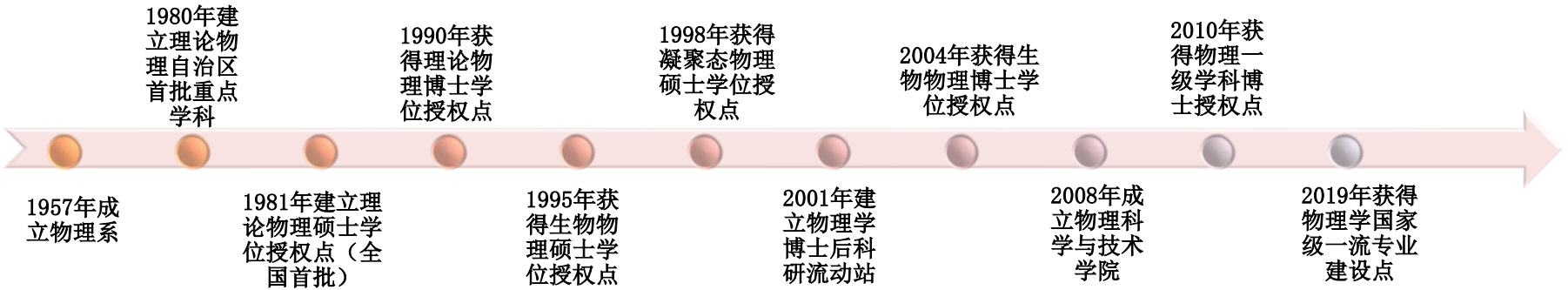
2017年，教育部确定为“一流学科”建设高校。

2018年成为教育部和内蒙古自治区合建高校

内蒙古大学简介

2019年7月16日，习近平总书记考察内蒙古大学，殷切嘱托“要开放办学，在竞争中发展，办好特色鲜明的一流大学”。

物理科学与技术学院历史沿革

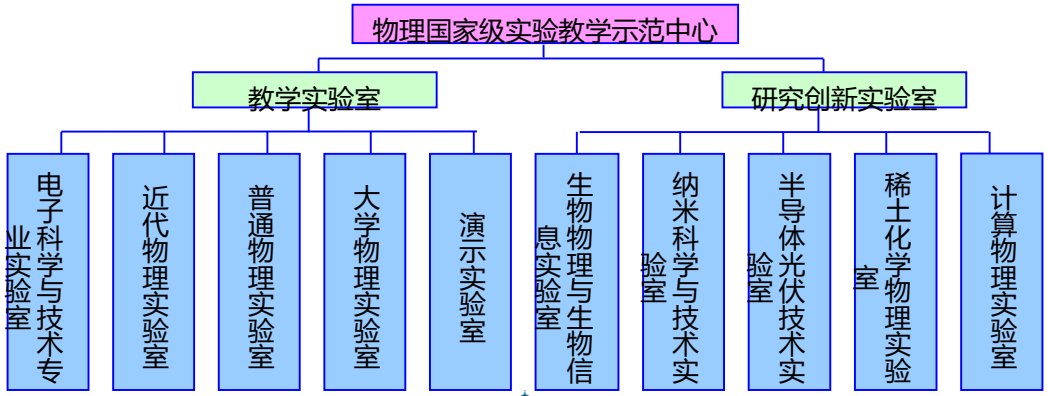


学院办学定位

加速推进“一流学科”建设，成为培养基础性科研教学的拔尖创新型人才和从事高新技术应用的复合型人才的重要基地。坚持优势基础学科发展，推动工科和交叉学科建设，服务边疆、面向全国，建成富有地区特色的高水平学院。

物理实验教学中心的发展历程

- 1958年，建立普通物理实验室。
- 1960年，建立近代物理实验室。
- 2003年，组建“内蒙古大学物理实验教学中心”。
- 2005年，内蒙古自治区本科高校实验教学示范中心。
- 2015年，获批物理国家级实验教学示范中心。



物理实验教学中心的发展历程

超高真空多靶溅射仪

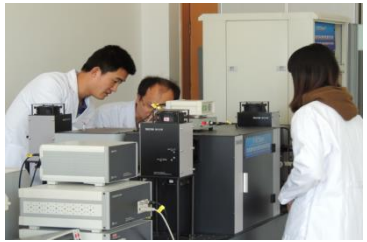
超高真空激光溅射系统

X-光电子能谱仪

J-Y-U1000型Raman谱仪

铜基薄膜电池制备系统

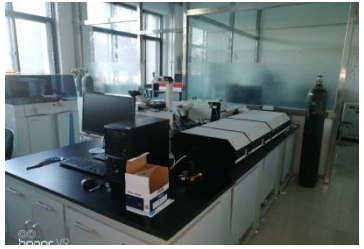
PECVD



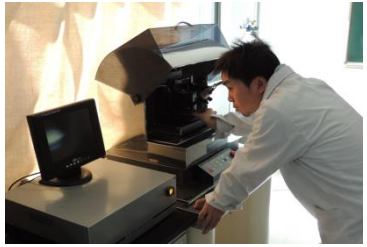
太阳电池光伏测试系统

x射线荧光光谱仪XRF

超高真空三靶共溅射系统



超高灵敏稳态瞬态荧光测试系统



精密膜厚测试仪

超纯水制备系统

背景
建设过程
项目书撰写
视频制作
结束语

背景

教育部办公厅文件

教高厅〔2017〕4号

教育部办公厅关于2017-2020年开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设的通知

各省、自治区、直辖市教育厅(教委),新疆生产建设兵团教育局,有关部门(单位)教育司(局),部属各高等学校:

为贯彻落实习近平总书记关于强化实践育人工作的重要指示精神和全国高校思想政治工作会议精神,根据《教育信息化十年发展规划(2011-2020年)》和《2017年教育信息化工作要点》等相关要求,深入推进信息技术与高等教育实验教学的深度融合,不断加强高等教育实验教学优质资源建设与应用,着力提高高等教育实验教学质量和实践育人水平,经研究,决定在高校实验教学改革和实验教学项目信息化建设的基础上,于2017-2020年在普通本科高等学校开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设工作。现就相

一、建设目标

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、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,以现代信息技术为依托,以相关专业类急需的实验教学信息化内容为指向,以完整的实验教学项目为基础,建设示范性虚拟仿真实验教学项目,推动高校积极探索线上线下教学相结合的个性化、智能化、泛在化实验教学新模式,形成专业布局合理、教学效果优良、开放共享有效的高等教育信息化实验教学项目示范新体系,支撑高等教育教学质量全面提高。

八项建设内容

背景

三、建设规划和建设方式

（一）建设规划

根据本科学科门类中专业类的当前布局和发展情况，结合高校专业类实验室建设情况和专业类实验教学信息化发展需求等因素，统筹规划到2020年认定1000项左右示范性虚拟仿真实验教学项目（具体规划见附件）。

（二）建设方式

采取先建设应用、后评价认定、持续监测评估的方式，按建设规划分年度认定示范性虚拟仿真实验教学项目。虚拟仿真实验教学项目建设将综合考察实验教学理念、实验教学内容、实验教学方式与方法、实验技术与运行、实验教学团队建设与服务、实验教学效果评价与评估等要素。优先支持向中西部高校、特别是西部地区高校优先定向在线开放的虚拟仿真实验教学项目。

2017—2020年示范性虚拟仿真实验教学项目建设规划

序号	示范性虚拟仿真实验教学项目分类	规划数量	分年度建设规划			
			2017年	2018年	2019年	2020年
1	物理学类	20			10	10
2	化学类	20		10	10	
3	天文学类	10				10
4	地理科学类	10				10
5	大气科学类	10				10
6	海洋科学类	10				10
7	地球物理学类	10				10
8	地质学类	10				10
9	生物科学类	30	15	15		

背景

2018年6月21日，新时代全国高等学校本科教育工作会议在四川成都召开，教育部陈宝生部长出席会议并讲话，坚持以本为本，推进四个回归，建设中国特色、世界水平的一流本科教育。

这里我要特别强调一下**大学生的学业负担**问题。大学生的成长成才不是轻轻松松、玩玩游戏就能实现的。有调查分析（中国大学生学习发展研究和全美大学生学习的数据调查和分析），我国大学课堂的挑战性和美国高校相比还是有差距的，高校还存在一些内容陈旧、轻松易过的“水课”，有人说，现在是“玩命的中学、快乐的大学”，这种现象应该扭转。青春是用来奋斗的，对中小学生要有效“减负”，对大学生要合理“增负”，提升大学生的学业挑战度，合理增加课程难度、拓展课程深度、扩大课程的可选择性，激发学生的学习动力和专业志趣，真正把“水课”变成有深度、有难度、有挑战度的“金课”。对大学生既要有激励也要有约束，要改变考试评价方式，严格过程考评，通过鼓励学生选学辅修专业、参加行业考试等，让学生把更多的时间花在读书上，实现更加有效的学习。要严把出口关，改变学生轻轻松松就能毕业的

背景

2018年11月，中国大学教学论坛，教育部高等教育司吴岩司长，做了题为“建设中国‘金课’”的报告。

“两性一度”，这是吴岩所提出的“金课”标准，即高阶性、创新性、挑战度。所谓“高阶性”，就是知识能力素质的有机融合，是要培养学生解决复杂问题的综合能力和高级思维。所谓“创新性”，是指课程内容要反映前沿性和时代性，教学形式呈现先进性和互动性，学习结果具有探究性和个性化。所谓“挑战度”，是指课程有一定难度，需要跳一跳才能够得着，老师备课和学生课下有较高要求。相反，“水课”是低阶性、陈旧性和不用心的课。

五大“金课”：线下“金课”、线上“金课”、线上线下混合式“金课”、虚拟仿真实验“金课”和社会实践“金课”。

背景

内蒙古大学 INNER MONGOLIA UNIVERSITY

教育部司局函件

教高司函〔2018〕56号

教育部高等教育司关于加强国家虚拟仿真实验教学项目持续服务和管理有关工作的通知

有关高等学校：

为贯彻《教育部关于开展国家虚拟仿真实验教学项目建设工作的通知》（教高函〔2018〕5号）精神，进一步发挥国家虚拟仿真实验教学项目示范带动作用，助推信息技术与实验教育教学深度融合，助推高等教育教学质量变轨超车，经研究，现就加强国家虚拟仿真实验教学项目持续服务和管理有关工作通知如下：

教育部司局函件

教高司函〔2019〕33号

教育部高等教育司关于开展2019年度国家虚拟仿真实验教学项目认定工作的通知

各省、自治区、直辖市教育厅（教委），新疆生产建设兵团教育局，有关部门（单位）教育司（局），部属各高等学校、部省合建各高等学校：

根据《教育部办公厅关于2017-2020年开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设的通知》（教高函〔2017〕4号）和《教育部关于开展国家虚拟仿真实验教学项目建设工作的通知》（教高函〔2018〕5号）的精神，经研究，决定启动2019年度国家虚拟仿真实验教学项目认定工作。现将具体事项通知如下：

一、认定范围与数量

2019年度开展认定的学科专业范围为法学类、马克思主义理论类、教育学类、体育学类、文学类、历史学类、物理学类、化学类、电气类、土木类、矿业类、航空航天类、兵器类、农业工程类、林业工程类、建筑类、植物类、动物

背景
建设过程
项目书撰写
视频制作
结束语

建设过程

前期规划：

What → 什么是虚拟仿真实验教学项目？ → 学习文件和申报书、虚拟仿真实验会议

Why → **为什么要建？** → **学院规划、人才培养目标满足度**

When → 什么时候建？ → 申报学科时间

立项：

教务处 → 总体规划、**经费**

学院领导 → **内容及学科**、协调资源、教师

团队成员 → **具体工作**，开发、申报

确定学科：物理学类

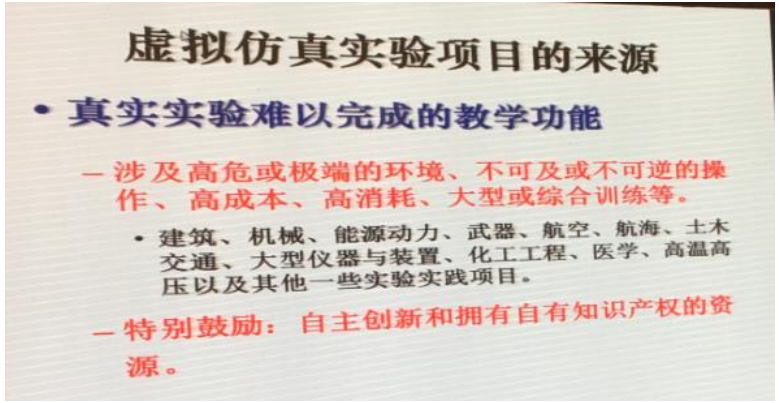
充分学习、多开会讨论、专家论证

建设过程

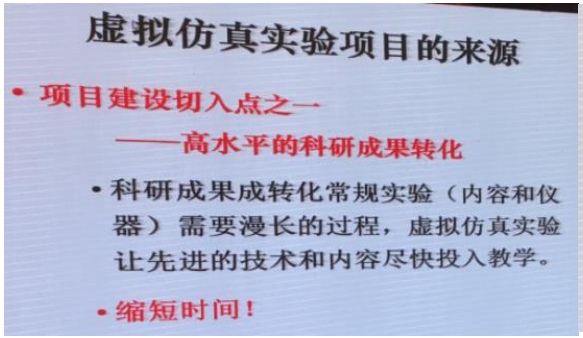
选题：

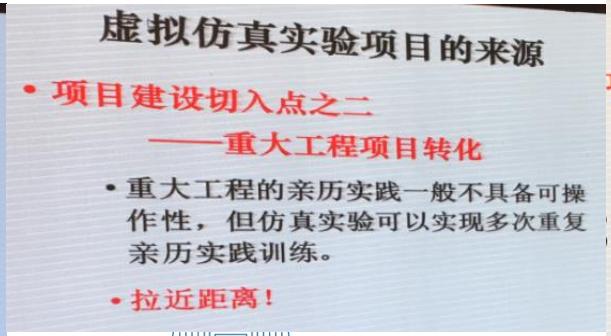
项目选择原则：能实不虚，虚实结合。

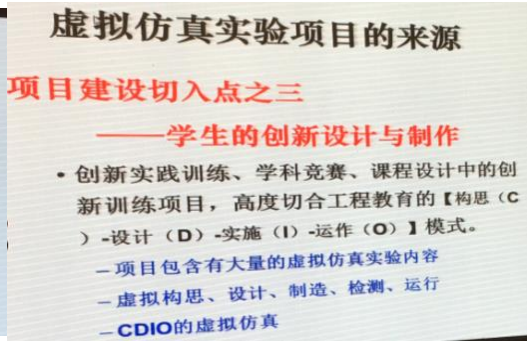
实验教学内容：坚持问题导向，重点解决真实实验项目条件不具备或实际运行困难，涉及高危或极端环境，高成本、高消耗、不可逆操作、大型综合训练等问题。



摘自熊宏齐教授报告







建设过程

选题：

ww.ilab-x.com查重

学科组：虚拟仿真实验教学项目指南

建设过程

选题：

实验教学瓶颈：工厂实习过程中由于涉及有毒、易爆气体等原因，无法近距离接触或操作，科研实验室大型仪器精密且昂贵，本科生无法广泛进入科研实验室开展创新实验的困境。

培养目标：提升应用物理学本科生工程技术与实践方面的创新能力，培养适合内蒙古区域经济发展的高层次人才。

地域特色：光照度好，光伏太阳能资源丰富。

优势：内蒙古自治区**半导体光伏技术**重点**实验室**
内蒙古日月太阳能实习基地
江苏腾晖太阳能实习基地
半导体光伏技术校内实训中心

科研成果转化
跨学科、跨专业
共享性高

确定题目：工业化单晶硅太阳电池制备工艺优化虚拟仿真实验

建设过程

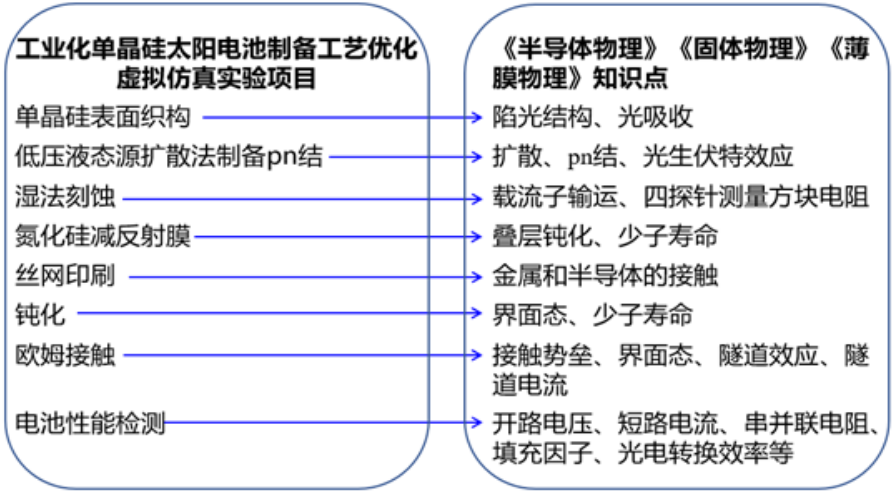
内容设计：

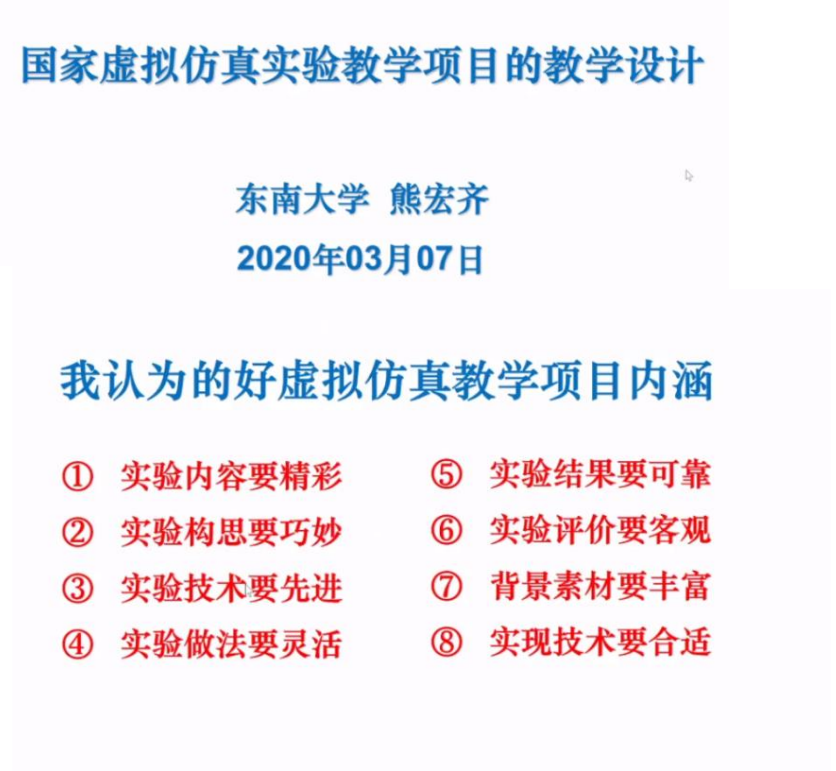
教学大纲要求的重要内容

符合人才培养特点

学科行业发展最新成果

满足两性一度要求





建设过程

脚本设计：

实验过程（流程）设计
多种教学方法的体现
体现交互性

满足两性一度要求

②实验构思要巧妙

- 来源于科研和工程最新成果
- 是教学项目，但核心要义高度凝练
- 用大家通晓的最普通方法进行教学实现（创新性）
- 学：容易实现
- 教：容易组织

⑦实验素材要丰富

- 学生交互性操作步骤说明要详细
  - 非开发人员打开网页能顺利开展并完成实验；开发人员参照步骤说明能完成该虚拟仿真实验的开发任务
- 有丰富的实验项目辅助资源，帮助学生进行实验（创新性）
  - 教学视频、教学课件（与实验配套，如PPT等）
  - 辅助参考资料涉及必要的核心理论、方法、技术背景知识，帮助学生完成正确的决定，使学生不盲目的跟随“Yes”和“No”

④实验做法要灵活

- 实验方法多途径、多方案、体现综合，教学方法自主、互动
- 不能是程序性的简单的“Yes”和“No”
- 实验过程不唯一，但结果应具有一致性
- 要实现实验教学的本真目的（高阶性、创新性、挑战度）
  - 使学生体验创新的快乐和自信，激发创新欲望
  - 创造条件使这种可贵的品质保持下去，
  - 鼓励学生持续性地把发现的“新”深究下去
  - 让学生在实验过程中挑战自己的能力极限，适应不同能力的学生

建设过程

公司介入：

脚本沟通
仪器建模
流程
实现的技术

③实验技术要先进

- 技术与内容相辅相成
- 专业内核鲜明（教学内容）
- 实验技术涉及相关学科最新技术，实现学科交叉（创新性）
- 提升学生解决专业问题的能力、结合各专业领域的能力，培养学生的创新能力（高阶性）

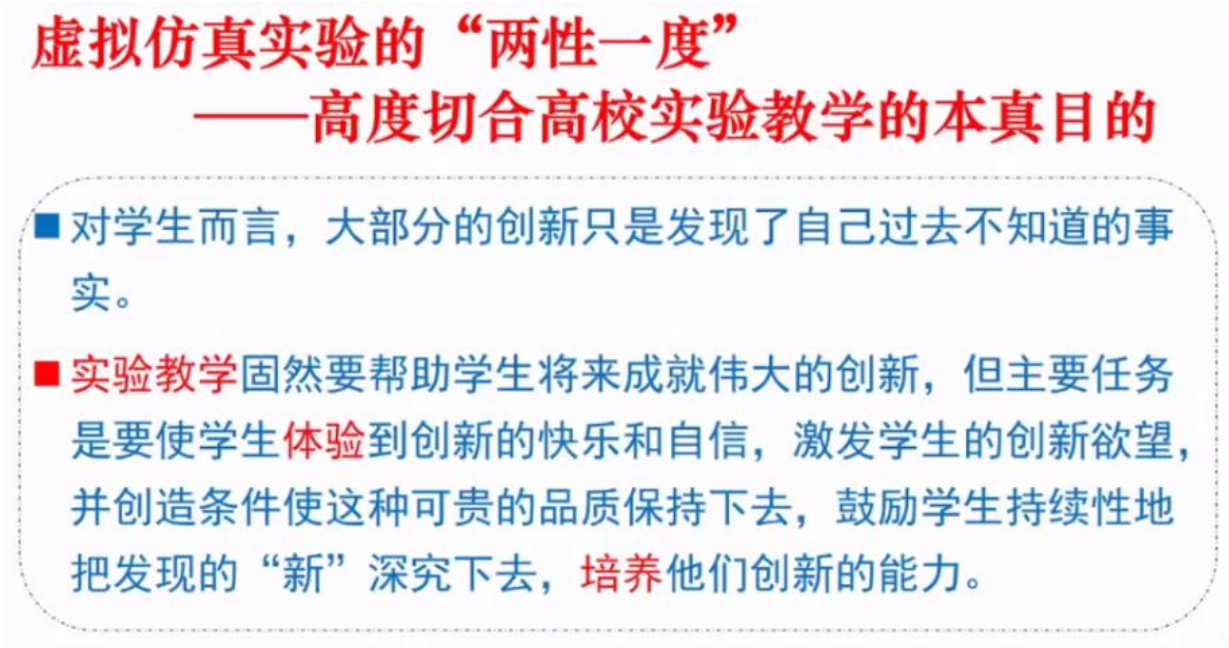
⑧实现技术要适合

- 通过“虚拟反映现实”再现科学问题（高阶性、创新性）
- 通过“形象展现抽象”展现教学问题（创新性）
- 不能过度的追求“炫酷”而缺失内涵
- 高效的技术，远程访问响应速度要快

建设过程

合作开发：

细节沟通



背景
建设过程
项目书撰写
视频制作
结束语

项目书撰写

申报书共包含10部分，28项内容。

1.实验教学项目教学服务团队情况

1-1实验教学项目负责人情况（教学研究情况、学术研究情况）

（不超过5项、近五年来承担的学术研究课题）

平时注重教学研究的积累

1-2实验教学项目教学服务团队情况

1-2-1 团队主要成员（含负责人，5人以内）

1-2-2团队其他成员 （包含技术支持）

主要是虚拟仿真实验教学项目建设、教学过程中团队成员、结构合理。

项目书撰写

2.实验教学项目描述（**重点阐述**）

2-1名称：体现特色、关键词

工业化单晶硅太阳电池制备工艺优化虚拟仿真实验

2-2实验目的

体现课程中遇到的人才培养问题，体现虚拟仿真的必要性。

再具体阐述人才培养解决办法，达到的目标。

传统的实验目的糅合进来。

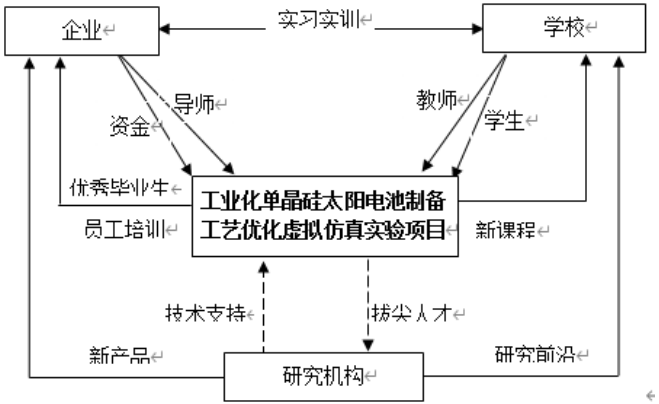
解决学生在《半导体物理》《固体物理》《半导体器件物理》等课程的知识点无法在具体生产实践中应用，工厂实习过程中由于涉及有毒易爆气体等原因，无法近距离接触或操作，科研实验室大型仪器精密且昂贵，本科生无法广泛进入科研实验室开展创新实验的困境。

项目书撰写

1．依托“国家级物理实验教学示范中心”，科研成果转化实验教学项目，开展高危、高耗、大型仪器虚仿实验。

2．依托“半导体光伏技术校内实训基地”，采取虚实结合，通过“理论-实践-再理论-再实践”的教学方法，达到提高创新能力的培养目标。

3．注重基础理论，结合内蒙古地区光伏产业，培养工程技术与实践方面的应用物理人才。



项目书撰写

2-3 实验课时

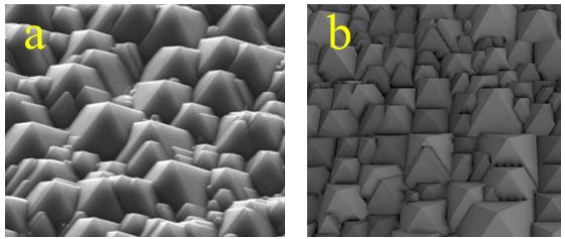
（1）实验所属课程所占课时：半导体物理(48课时)/半导体物理实验(32学时)

（2）该实验项目所占课时：8课时

2-4实验原理（简要阐述实验原理，并说明核心要素的仿真度）

知识点，只有理解了这些实验的原理，才能真正掌握实验的关键、操作的要点，才能达到实验目的。

数据模型、操作交互、实验结果的仿真度。



2-5实验仪器设备（装置或软件等）

虚拟仿真实验中所用到的实验仪器装备，注明是虚拟仪器设备还是真实仪器设备。

项目书撰写

2-6.实验材料（或预设参数）

2-7.实验教学方法（教学方法的使用目的、实施过程、实施效果等内容）

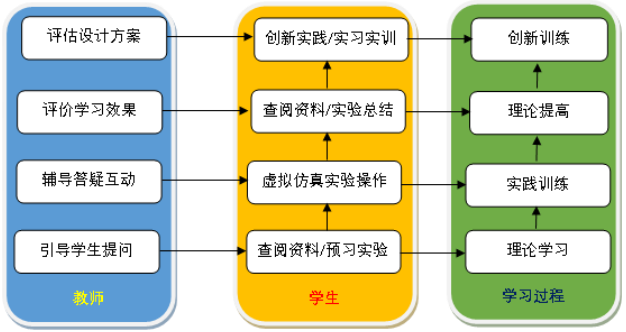
教学方法达到什么样人才培养目标，为什么采用这样的教学方法。

实施过程则重点描述虚拟仿真实验教学项目如何应用到实际教学当中

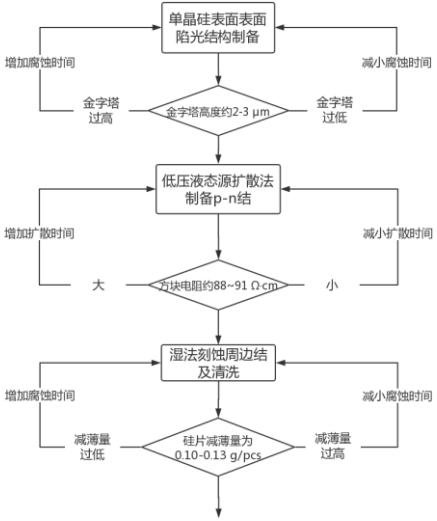
采用虚拟仿真实验教学对提高了实验教学效果、质量。

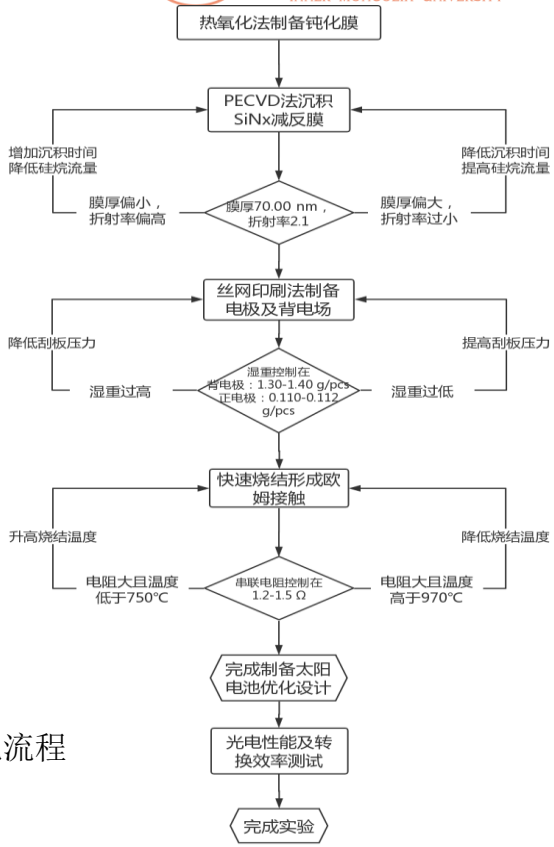
2-8.实验方法与步骤要求学生操作步骤不少于10步。每一步最好有详细的解释和设计。

项目书撰写



引导创新式实验教学方法”流程图





单晶硅太阳电池制备工艺优化流程

项目书撰写

内蒙古大学
工业化单晶硅太阳电池制备工艺优化
虚拟仿真实验软件
开始

学习模式
练习模式

内蒙古大学
实验原理
实验要求
实验台
实验报告
返回顶部

项目书撰写

项目书撰写

2-9实验结果与结论要求

1. 是否记录每步实验结果：■是 □否

2. 实验结果与结论要求：■实验报告 ■心得体会 其他：优化设计方案及过程

3. 其他描述：

实验结论的具体要求。

实验结果分析：通过记录统计大量学生的数据，可以给出学生的共性和个性行为特征，为因材施教提供数据支撑。

项目书撰写

2-10考核要求

多元化的考核方法对学生进行全面、系统的考核与评价。

注重过程考核。

考核内容		考核要求/能力培养		权重系数	计分（满分100）
教学模式	相关知识储备	理论知识	掌握制备单晶硅太阳电池各模块的理论知识要点，具备分析各参数对结果的影响以及找出物理原理的能力。	15%	15
		提出问题及讨论分析	根据学习的相关理论知识，提出合理的问题，然后通过讨论给出解决方案，具备讨论分析、协调合作的能力。		
	环境漫游认知	工厂生产环境体验	了解制绒车间、扩散车间、烧结车间、印刷车间等布局；了解各车间的设备配置；掌握正确的进入无尘车间的方法，以及安全操作规范。具备安全意识和规范操作的能力。	5%	5
		生产设备结构原理学习	掌握各种设备的结构、参数条件以及正确的操作方法，具备正确操作仪器的能力。		
	单一练习	随机挑选一个模块进行优化	具备根据系统提供的各模块功能，正确判断参数范围，并能根据结果正确修正参数；具备针对某一模块优化参数设计的能力。	20%	20
	流程设计	自主选择流程中各模块顺序	具备根据工业化生产过程设计制备单晶硅太阳电池流程的能力，并且能够合理的进行参数设计。		
考核模式	教师设定结果范围	教师给定测试参数范围进行考核	具备根据系统提供的结果要求范围，正确判断每一模块参数范围，并能组成制备流程的能力；具备针对某一模块不断优化设计的能力。	50%	50
实验报告	实验报告下载、填写及上传		下载实验报告，准确填写实验目的、原理、步骤、实验结果，分析结果与哪些参数有关以及背后的物理因素，并及时上传。	10%	10

项目书撰写

2-11面向学生要求

（1）专业与年级要求

面向物理学、应用物理学或物理学类相关专业三年级的学生。

也可以面向光伏企业的员工进行培训。

（2）基本知识和能力要求

具备《半导体物理》、《固体物理》、《半导体器件物理》、《薄膜物理与技术》等课程基础知识及基本实验技能。

项目书撰写

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：　（开课计划见附件1）

（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）

“半导体物理”教学大纲（见附件2）

“半导体物理实验”教学大纲（见附件3）

（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:

项目书撰写

3. 实验教学项目相关网络及安全要求描述

由企业合作填写（润尼尔）

4. 实验教学项目技术架构及主要研发技术

由企业合作填写（润尼尔）

项目书撰写

5. 实验教学项目特色

（1）实验方案设计思路：

1）必要性

内蒙古区域发展特色

高危险和环境污染严重、资源消耗大、不可逆

大型仪器

学会高危实验的操作和应急处理，培养学生规范化实验的素养和安全意识。

2）先进性

把先进的生产流程和设备展示给学生，对培养具有工程技术和工程实践认知和了解的应用物理人才，提升学生的创新能力

真实工厂为参照的虚拟场景　高度仿真了生产流程和设备

“通关式”设计思路

项目书撰写

（2）教学方法创新：

（3）评价体系创新：

（4）对传统教学的延伸与拓展:

延伸了实验内容的深度、广度、时空

拓展了传统的“理论-实践”实验教学方法

拓展了共享与辐射的范式

项目书撰写

6. 实验教学项目持续建设服务计划

（1）项目持续建设与服务计划：

联合企业和科研单位开发更多的和实际生产相符的情境，让学生掌握更多的不同参数条件下的实验结果，丰富和完善表征与测试环节。

经费保障机制。

（2）面向高校的教学推广应用计划：

保证我校物理和应用物理专业教学需求的前提下，在本校化工、电子科学与技术专业进行推广应用。

（3）面向社会的推广应用计划：

光伏企业的知识更新培训和上岗前培训。

项目书撰写

7. 知识产权

软件著作权登记情况	
软件著作权登记情况	□已登记　□未登记
完成软件著作权登记的，需填写以下内容	
软件名称	
是否与项目名称一致	□是　□否
著作权人	
权利范围	
登记号	

项目书撰写

8. 诚信承诺

本人承诺：所申报的实验教学设计具有原创性，项目所属学校对本实验项目内容（包括但不限于实验软件、操作系统、教学视频、教学课件、辅助参考资料、实验操作手册、实验案例、测验试题、实验报告、答疑、网页宣传图片文字等组成本实验项目的一切资源）享有著作权，保证所申报的项目或其任何一部分均不会侵犯任何第三方的合法权益。

本人已认真填写、检查申报材料，保证内容真实、准确、有效。

实验教学项目负责人（签字）：

年　　月　　日

项目书撰写

9. 附件材料清单

1. 政治审查意见（必须提供）

（本校党委须对项目团队成员情况进行审查，并对项目内容的政治导向进行把关，确保项目正确的政治方向、价值取向。须由学校党委盖章。无统一格式要求。）（见附件 4）

2. 校外评价意见（可选提供）

（评价意见作为项目有关学术水平、项目质量、应用效果等某一方面的佐证性材料或补充材料，可由项目应用高校或社会应用机构等出具。评价意见须经相关单位盖章，以 1 份为宜，不得超过 2 份。无统一格式要求。）（见附件 5）

项目书撰写

10申报学校承诺意见

本学校已按照申报要求对申报的虚拟仿真实验教学项目在校内进行公示，并审核实验教学项目的内容符合申报要求和注意事项、符合相关法律法规和教学纪律要求等。经评审评价，现择优申报。

本虚拟仿真实验教学项目如果被认定为“国家虚拟仿真实验教学项目”，学校将严格贯彻《教育部高等教育司关于加强国家虚拟仿真实验教学项目持续服务和管理有关工作的通知》（教高司函〔2018〕56号）的要求，承诺将监督和保障该实验教学项目面向高校和社会开放，并提供教学服务不少于5年，支持和监督教学服务团队对实验教学项目进行持续改进完善和服务。

（其他需要说明的意见。）

主管校领导（签字）：

（学校公章）

年　　月　　日

背景
建设过程
项目书撰写
视频制作
结束语

视频制作

2019年度国家虚拟仿真实验教学项目简介视频及教学引导视频技术要求

1.简介视频内容应重点介绍实验教学项目的整体情况，包括必要性、技术手段、教学理念方法、人才培养、项目特色和应用情况、未来规划等。
600-700字左右。

2.教学引导视频内容应重点介绍实验教学项目基本情况，包括实验名称、实验目的、实验环境、实验内容、实验要求、实验方法、实验步骤、实验操作流程、实验注意事项等。

二、视频要求

教学项目简介视频时长控制在3分钟以内，项目教学引导视频时长控制在5-8分钟以内。画面清晰、图像稳定，声音与画面同步且无杂音。如有解说应采用标准普通话配音。分辨率：1920*1080 25P或以上；编码为：H.264，H.264/AVC High Profile Level 4.2或以上；封装格式为：MP4；码流为：不小于2Mbps。视频文件不超过500MB。

背景
建设过程
项目书撰写
视频制作
结束语

结束语

人才培养——回归初心
重在建设——金课标准
合理规划——团队协作

结束语

敬请批评指正！

樊国梁
内蒙古大学物理科学与技术学院
物理国家级实验教学示范中心
手机：13015214153
E-mail：fanguoliang@imu.edu.cn

2020年基础类学科虚拟仿真实验教学项目建设与申报在线研讨会

主办单位：虚拟仿真实验教学创新联盟基础类学科领域工作委员会

承办单位：中国科学技术大学物理学院

协办单位：北京润尼尔网络科技有限公司

2020年7月22日-23日