

虚拟仿真实验教学一流课程建设及案例分析

张小岗

虚拟仿真创新联盟文科类工作委员会经济与管理学科组

2021.06.13

主要内容

1

虚拟仿真实验教学一流课程及建设案例

2

虚拟仿真实验教学一流课程质量建设

文科类专业虚拟仿真实验项目必要性表述

1、影响因素复杂：人文社会科学问题往往呈现复杂系统的特点，影响因素多、主客体交织，相互关系复杂，很难做到研究对象的简化和纯化，难以构建工具理性与价值理性兼顾的真实实验环境。

2、活动周期长、空间范围广：大量的社会活动、经济活动演进周期长，活动空间范围广，有限的实验教学时间内无法完成真实的实验。

3、现象不可逆、研究者不可及：政治或历史事件、公共事件、自然灾害、金融危机等，无法还原相同或类似的情景，研究者无法实时地在真实的情境中开展实验或实践。尤其是面对研究现象转瞬即逝的情况，教学中难以抓住事件或现象的时间窗口。

4、高成本、高风险：大量的实践活动因环境因素、参与者因素、竞争者因素等诸多因素的不确定，导致安全风险、投资风险、法律风险、伦理风险等，导致教学中难以开展真实的实验和实践。如：经济、金融、贸易等实践活动，需要大量的资金和大量的被试人群作为支撑，难以开展真实的实验。

5、综合实训实习困难：学生实训实习环节无法全面接触到企事业单位的完整工作流程和重要敏感信息，只见树木不见森林。

夯实教学“新基建” 托起培养高质量

课程体系

◆ 重构、完善专业教学课程体系

◆ 加强课程系统化，防止碎片化

教学内容

◆ 把最新研究成果引入教学内容

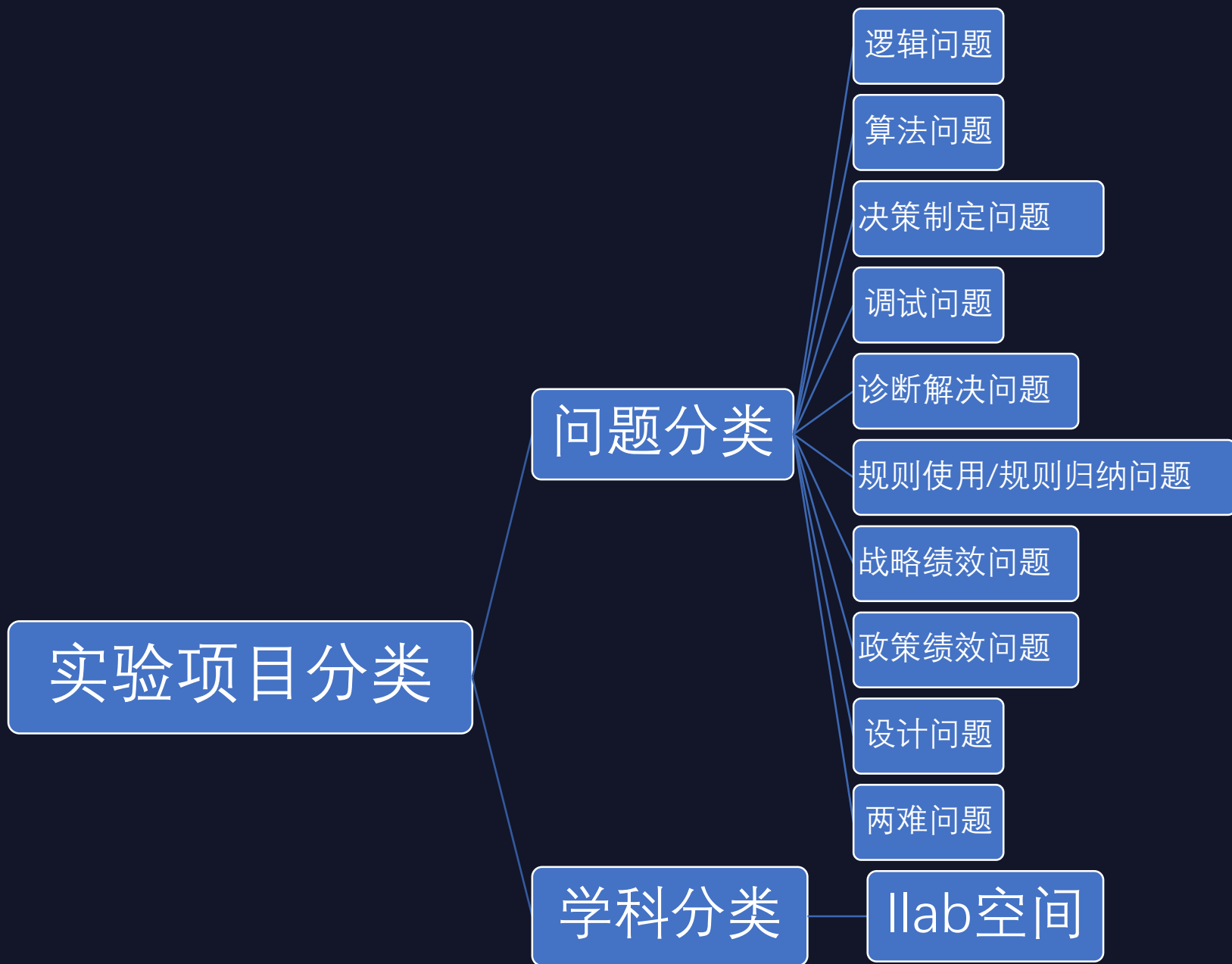
◆ 做好课程教学设计

防止碎片化，需要为整合性教学提供新理念和方法：认知框架

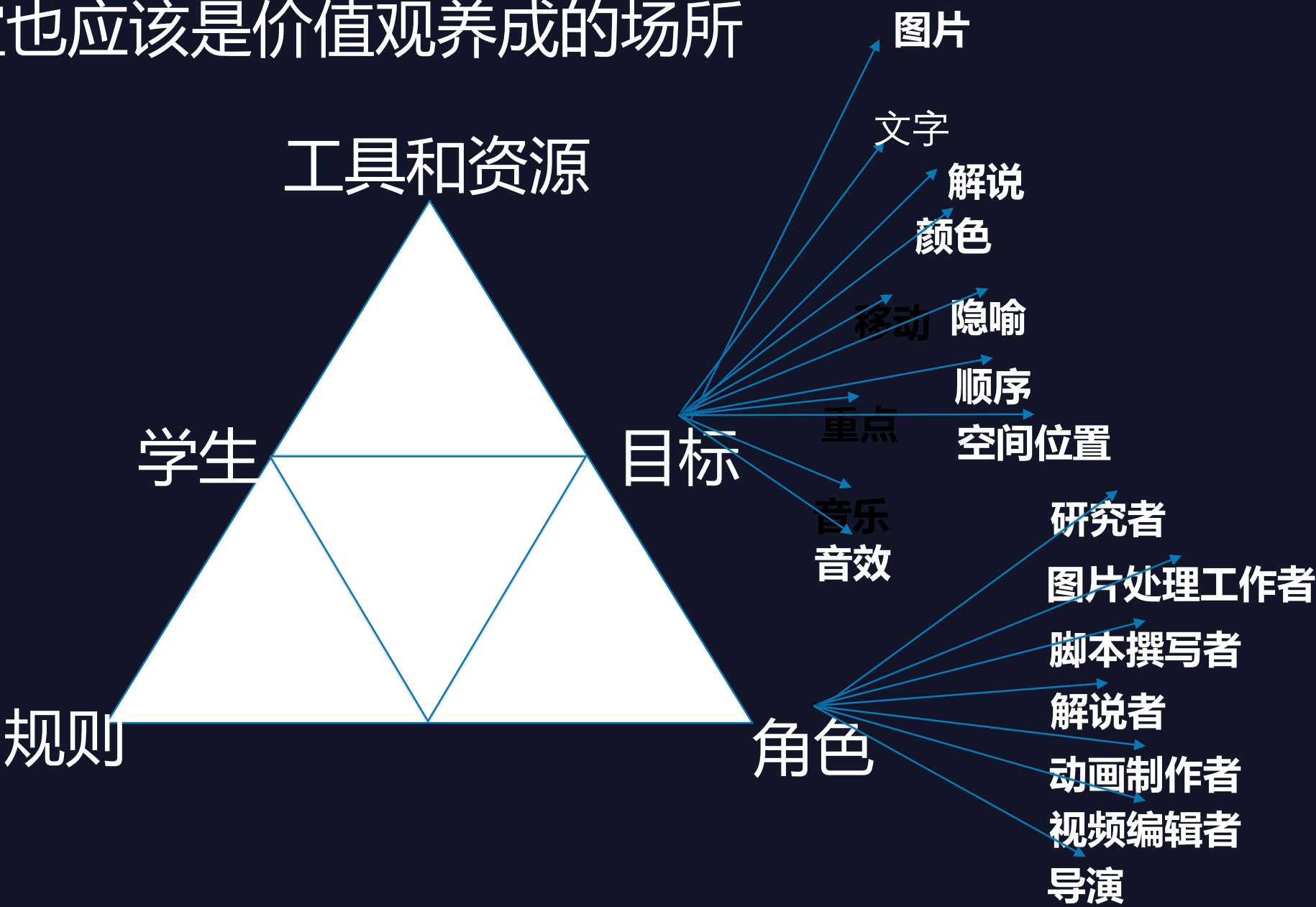
实验项目的内容要始终以认知框架为核心，以主题为引领，通过项目内容的结构化以及内容的情境化促进知识向能力的转化。

虚拟仿真实验教学项目面临三个方面提升：

- 一是“统筹知识点”：将庞杂而零散的知识点放在一个连续的整体认知框架中去建构知识；
- 二是“俯瞰知识点”。从更高层次去理解、去俯瞰下位的知识点；
- 三是“逻辑建构知识点”。挖掘符号化、形式化知识点背后所蕴含的逻辑依据、思想方法和价值意义。



文科实验室也应该是价值观养成的场所



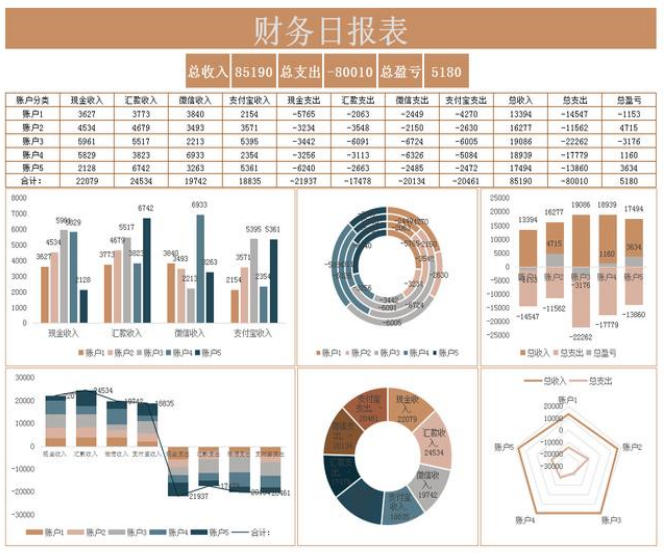
虚拟仿真实验项目（一流课程）



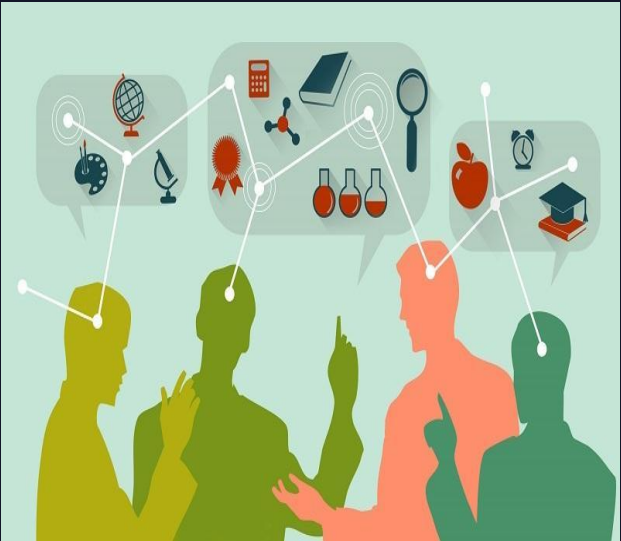
案例之一：关联序贯式行为归因审计虚拟仿真实验教学

必要性：一个熟视无睹的事实

报表的数据问题



产生数据的行为



个体/组织行为的动机



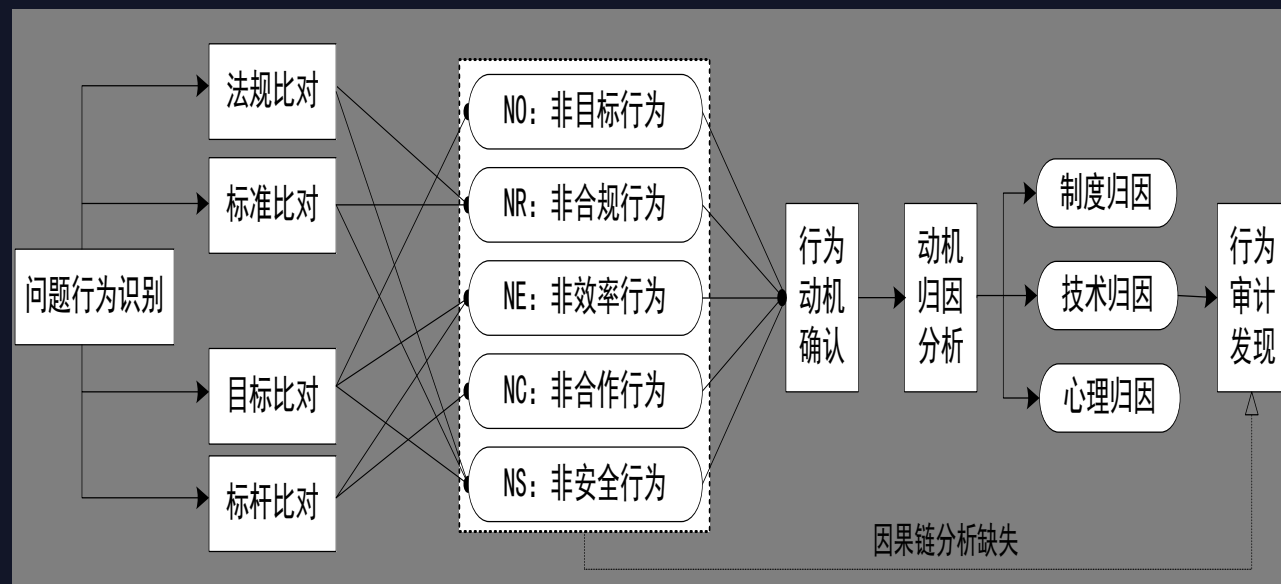
制度因素

技术环境

个体特质

So, 为什么只盯着数据, 而忽视行为呢? ? ? ? ?

国际上大型企业越来越注重行为审计。认为各类“**问题行为**”是一种**特殊动态数据**, 它对于创造组织价值、改善业务效率而言是一种**战略性资源**。



不可替代性：虚拟仿真实验克服知识学习的瓶颈



- 1. 忙碌的管理作业
- 2. 公司资料机密性



- 1. 多元知识理论交叉
- 2. 理论与实践相脱节

不可能

基于问题情境的动机
归因线索取证实操

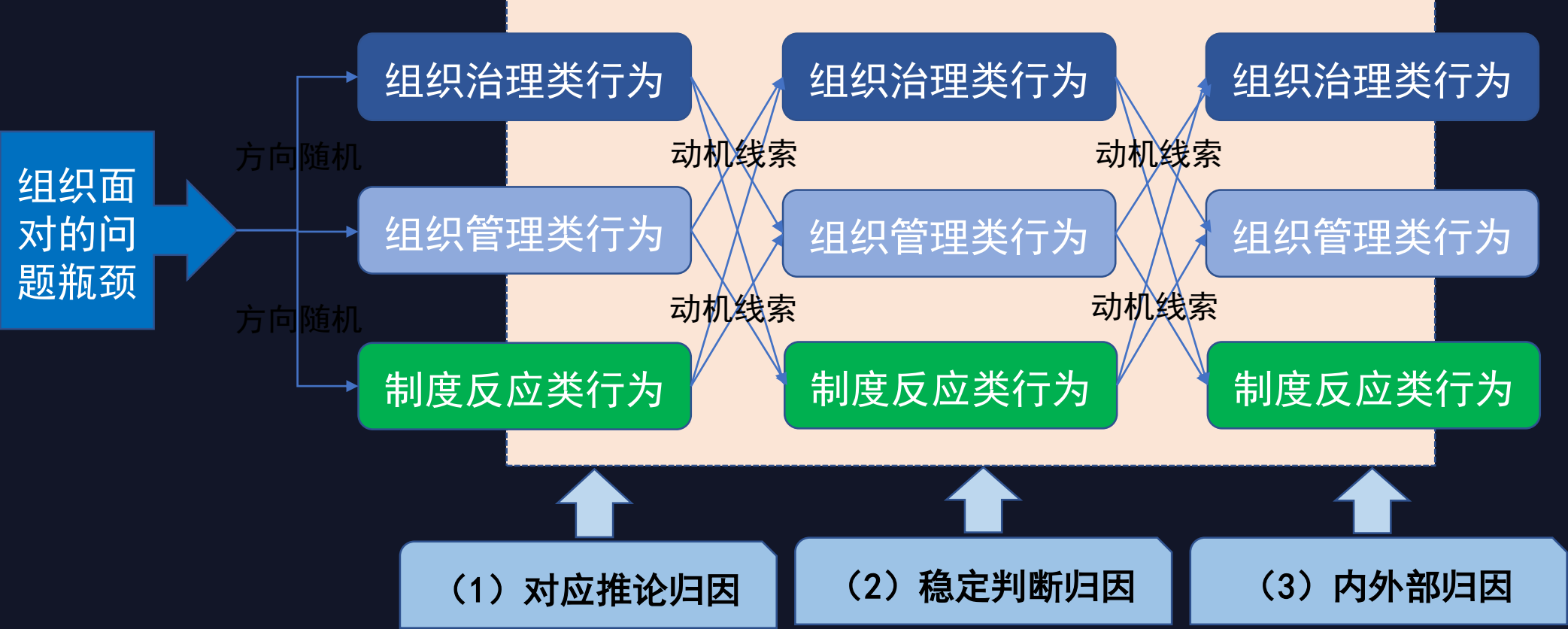
不可能

审计学
理论

心理
归因
理论

激励
理论

行为归因审计虚拟仿真实验原理



案例之二：沙林电草一体化生态产业经济仿真实验

- ◆ 本实验是产业经济学、生态经济学的实验教学，有稳定的实践基地为依托，学生需具备多学科知识基础，以虚拟组织形式开展。



知识背景

- 需要学生在实验开展之前掌握宏观经济学、生态学、产业理论等相关基础知识。



实验内容

=



沙漠生态
环境治理

+



沙漠生态
产业

+



综合效益
分析

=

生态学

+

产业理论

+

宏观经济学



知识背景



实践背景

- 库布其沙漠亿利生态示范区“绿水青山就是金山银山”实践创新基地内的光伏发电综合治理示范项目区。



组织背景

- 建立以政府为主导、企业为主体、社会组织及个人广泛参与的机制，假设前提：
 - 学生已完成创立公司的全部流程
 - 公司在完全竞争市场上以市场化机制运营

实验内容



- ▶ 实验设计周期为30年，分为生态治沙、生态产业、碳中和在行动三个阶段，遵循着从过去、现在到未来的时间逻辑，实验内容体现了层层进阶的关系。

碳中和在行动

- 探索增汇、减排的路径

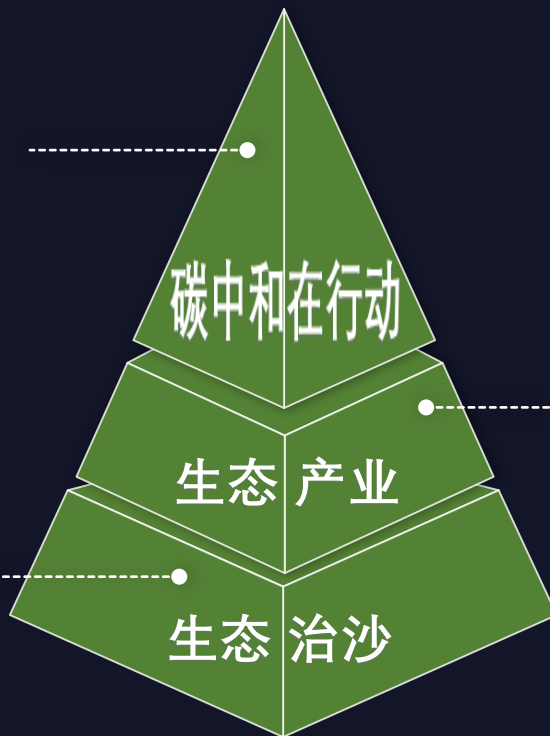


碳达峰&碳中和

生态治沙

- 植树造林防风固沙
- 种植甘草改良土壤
- 光伏发电绿色能源

沙漠生态环境修复



生态产业

- 光伏立体产业：板上发电+板下甘草改土+板间种植养殖
- 产业链延伸：种植——产品研发——生产加工——市场销售
- 循环经济

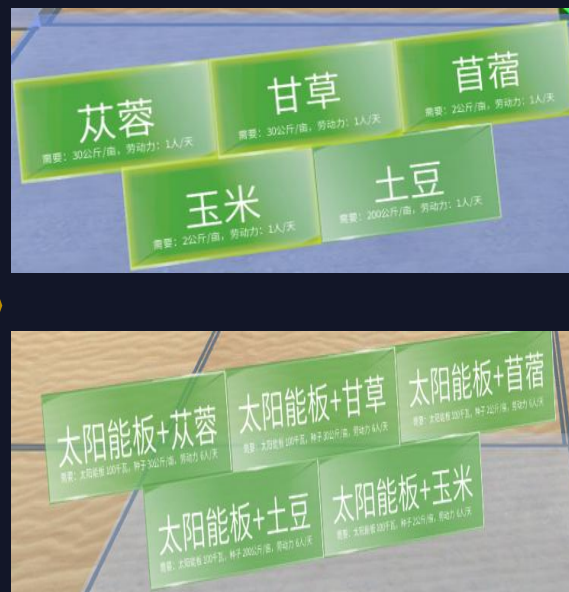


产业生态化&生态产业化



实验方法（1）

◆ **推演**：实验设置多层次决策、多因素选择的推进推演路径，经济数据中心实时更新数据，支持实验者做出组合决策。选择不同，结果有多种可能。



- 种植甘草——收割——加工——甘草产品（药品、饮品、化妆品等）——市场售卖
- 种植玉米——收割——初级产品——制成品（玉米油、玉米淀粉等）——市场售卖
- 种植苕蓿——收获——苕蓿产品（保健品、药品、食品、化妆品）——市场售卖
- 种植土豆——收获——初级产品——制成品（土豆淀粉、薯片等）——市场售卖
- 种植苜蓿——收获——养羊——制成品——市场售卖

第一层

第二层

第三层

第四层

经济数据中心实时数据更新

经济数据中心

● 实物产出图

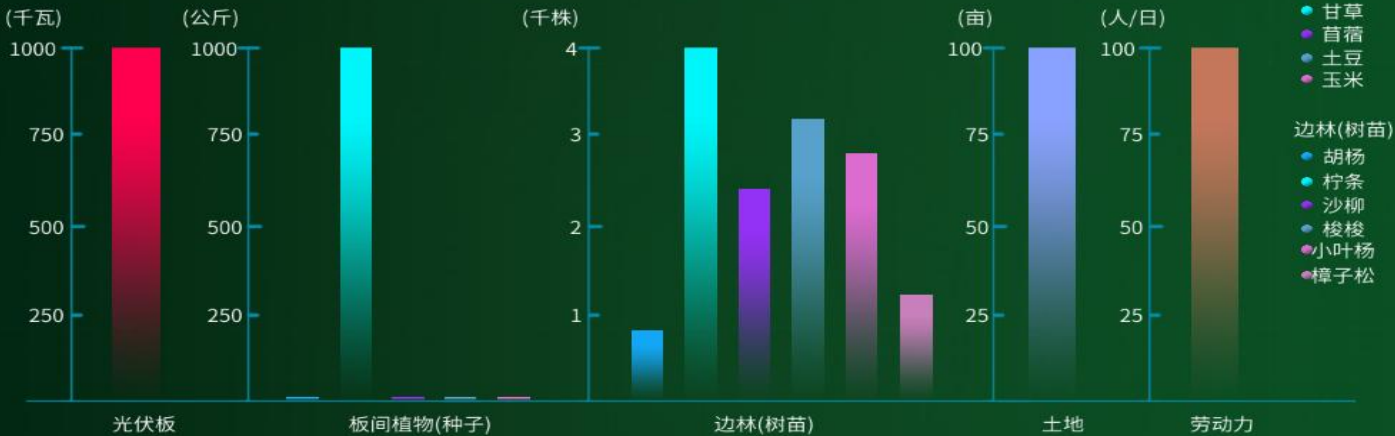
发电量 68.10

绿化面积 0.36

板间植物 100,000元

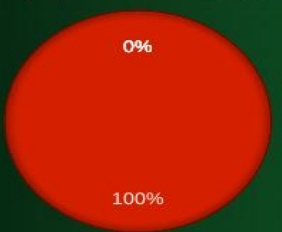
0.00 0.00 0.00
苁蓉(kg) 甘草(kg) 苜蓿(kg)
0.00 0.00
土豆(kg) 玉米(kg)

● 总投入结构图



● 货币产出图

100,000 78% 324,242
总产出(元) 太阳能占比 农业总产出(元)



发电量 100,000元
苁蓉 100,000元
甘草 100,000元
苜蓿 100,000元
土豆 100,000元
玉米 100,000元

● 资金负债图



● 成本收益图(0-10年)



● 成本收益图(10-20年)





实验方法 (2)

◆ **试错**：实验设置多处试错程序，反映沙漠生态环境治理和生态产业发展决策的复杂性，更加贴近现实，增强学生实验的真实感和趣味性。



造林工程



板间植物



反思



遵循事物的客观规律和基本原理



决策错误是要付出代价的



试错是为了做出正确决策, 而不是重复错误



实验方法 (3)

- ◆ **开放探索**：实验在综合效益评价模块中允许学生参与评价模型的构建，可自主设定经济效益、生态效益和社会效益的权重系数。在“碳中和在行动”阶段则完全是开放式，由学生自主探索实现碳中和的多种路径。

效益核算1-2

2. 生态效益核算(GEP)

固碳功能价值: $CSV = NNP \times S \times \gamma \times P_{CO_2}$ **正确**
= 0.62 吨/亩 × (造林面积) × 1.62×10^{-6} 吨 × 60 元/吨
= 0.00 元

产氧功能价值: $POV = NNP \times S \times \pi \times P_{O_2}$ **错误-1分**
= 0.62 吨/亩 × (治沙总面积) × 1.2×10^{-6} 吨 × 420 元/吨
= 0 元

太阳能减排功能价值: $SEERV = EP \times ER_{CO_2} \times P_{CO_2}$
= () × 0.87×10^{-3} 吨 × 60 元/吨
= 0 元

气候调节功能价值: $E_C = F_a \times H_a \times \rho \times P_e$
= () × 5.4×10^3 kJ/亩 × 1 kWh/3600 kJ × 0.5 元
= 0 元

总的生态效益: $GEP = CSV + POV + SEERV + E_C$
= 0.00 元

下一步

从这里拖拽

- 总产出
- 总投入
- 造林面积
- 劳动力总收入
- 光伏板发电总量
- 银行贷款
- 治沙总面积
- 总资产量
- 植物种植面积

指标库

29日

0年 1年 2年 3年 4年 5年 6年 7年 8年 9年 10年

指标选取的方式，即可以体现学生的参与，又可考察学生是否掌握并正确运用了理论知识，还能简洁高效地提高运算效率。

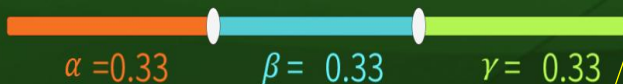


实验方法 (3)

- ◆ **开放探索**：实验在综合效益评价模块中允许学生参与评价模型的构建，可自主设定经济效益、生态效益和社会效益的权重系数。在“碳中和在行动”阶段则完全是开放式，由学生自主探索实现碳中和的多种路径。

效益核算2-1

请拖动滑块，对经济效益 α 、生态效益 β 、社会效益 γ



生态 B-经济 E-社会 S 综合效益核算

$$\begin{aligned} CB &= \alpha \times EV + \beta \times GEP + \gamma \times SEV \\ &= 0.33 \times 0.00 + 0.33 \times 0.00 + 0.33 \times 0.00 \\ &= 0.00 \text{ 元} \end{aligned}$$

- 学生可自主设定 α 、 β 、 γ 的数值，综合效益就有无限种可能
- 依据 α 、 β 、 γ 的数值，可以观察学生对于经济效益、生态效益与社会效益的关系是如何认识的？是否坚持了生态优先绿色发展的新理念？是否做到了生产、生态与生计的统筹兼顾？

实验完成的现实仿真结果

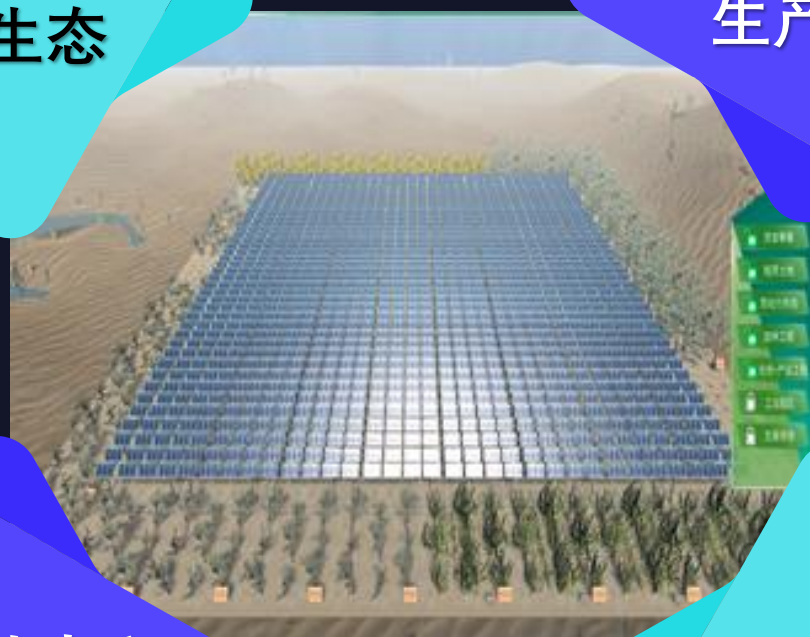


生态

生产

产业发展

绿进沙退



碳中和

生计

生活富裕

美丽中国

实验目标



联系实际巩固与拓展知识体系

学生完成实验，可以掌握沙漠生态环境修复理论基础及应用原理、“光伏+”沙漠生态产业链构建及产品开发、综合效益评价模型等生态学、经济学、产业理论等多学科知识理论，拓展学生的知识体系，增强对理论实践应用场景的认知。



通过探究式学习提升决策与分析能力

实验设置了多阶段决策、多要素评价的推演路径，学生的每一步操作都需要在诸多选择中做出科学决策，有效地强化学生的的问题意识，激发学生自主探究学习的主动性，锻炼学生解决复杂问题的系统思维和科学决策能力。



培育新时代生态文明主流价值观

在实验过程中让学生正确认识人与自然的关系、生态环境保护与经济发展的关系、当代与未来的关系、短期利益与长期利益的关系，逐步树立生态理性价值观，在生产、生活中遵循人、自然、社会和谐发展的客观规律。



案例三：项目管理沙盘之重走长征路虚拟仿真

启动一流课程建设“双万计划”



9月份印发《教育部关于一流本科课程建设的实施意见》，启动一流本科课程建设“双万计划”

总体目标：

- 建设**10000门**国家级一流课程
- 建设**10000门**省级一流课程

2019年：3000门左右国家级一流课程

线下金课

线上金课

线上线下混合式金课

虚拟仿真金课

社会实践金课



中华人民共和国教育部
Ministry of Education of the People's Republic of China

虚拟仿真实验课程建设闯出一条新路



网上做实验、虚拟做真实验
破解“做不了、做不好、做不到、做不上”的难题



- 已认定**401**项虚拟仿真实验教学项目，覆盖**89**个专业，涉及**216**所高校
- **2000**多门虚拟仿真实验课程在线免费开放
- 访问师生总数**200**多万，
- 美国、英国等**20**多个国家人员访问相关课程



中华人民共和国教育部
Ministry of Education of the People's Republic of China

- ◆ 教育部关于《高等学校课程思政建设指导纲要》中明确提出，高校要全面推进“课程思政”建设，要寓**价值观引导于知识传授和能力培养之中**；要挖掘提炼专业知识体系中所蕴含的思想价值和精神内涵。
- ◆ 《项目管理》作为管理学科的一个分支，在其课程内容中融入“思政”元素具

设计思路

- ◆ 长征历时2年，行程25000里，经历600余次战役战斗，跨越近百条江河，攀越40余座高山险峰，穿越茫茫草地。在这漫漫征途画卷中，书写了艰苦卓绝的跋涉、生死攸关的战斗、运筹帷幄的会议、绝处逢生的奇迹、雄壮豪迈的胜利！贯穿其中的是不灭的精神、不屈的意志、不改的初心！长征是宣言书、宣传队、是播种机，同时**长征也是一个成功创业的红军团队的成功项目**，其复杂性和艰巨性恰好可以模拟为一个完整的复杂项目管理。
- ◆ 将长征与项目管理的高度融合，实现了思政与学科的智慧对接。通过完成实验让学生深切领悟到老一辈革命家的伟大战略思想和战士们保家卫国、拼死奋战、无私奉献、互帮互助等精神，在潜移默化中激发学生的爱国主义情怀和奋斗精神，学生在情景共鸣中接受革命教育，感恩革命先烈的付出，珍惜当下的幸福生活，激发报效祖国的壮志，**在课程教学中落实立德树人的根本任务。**

项目设计

- ◆ 利用虚拟仿真实验的“可视化、虚拟化、交互性”功能，将项目管理的时间、成本、人力、质量管理等知识领域通过二维模拟技术在“重走长征路”的场景中呈现出来。实验中共模拟了包括于都出发、血战湘江、遵义会议、四渡赤水、渡金沙江、彝海结盟、强渡大渡河、飞夺泸定桥、翻越夹金山、懋功会师、过雪山草地、会宁会师等近40个仿真场景，根据不同参数选择会出现近100个具体场景。通过植入其中的项目管理知识和方法，以沙盘推演方式完成重走长征路的任务。



四渡赤水出奇兵。遵义会议之后，红军在长征途中，处于国民党几十万重兵围追堵截的艰险条件下，进行的一次决定性运动战战役。大量歼灭敌人，牢牢地掌握战场的主动权，取得了红军长征史上以少胜多变被动为主动的光辉战例。



巧渡金沙江，从此跳出数十万敌军围追堵截的圈子，取得了战略转移中具有决定意义的胜利



强渡大渡河，打破了蒋介石妄图让红军“变成石达开第二”的梦想，开拓了红一、四方面军会师和红军北上的道路



135年6月12日，中央红军1师4团作为全军先遣队来到夹金山下，拉开了长征路上最为悲壮的行程的序幕。这是“连鸟儿也难以飞过”的神山，爬雪山刷新人类战争奇观



红军过草地之艰难，是后人难以感受到的，谱写了人间壮丽史诗。



1936年10月8日清晨，中国工农红军第一、二、四方面军三大主力胜利会师于会宁城，标志着万里长征胜利结束，中国革命开始走向胜利。

学生感受



下午2:25
< 朋友圈



萧海涛

第一次实验，由于出发前采购物资不足，预估出错，结果导致中途由于物资耗竭，实验失败。由此，我便是想到老师项目管理课上讲到的项目管理九大知识领域，更是直观地感受到了项目管理尤其是项目质量管理中的质量规划的重要性。有了第一次的教训，第二次实验，我进行了更加完善的质量规划，虽然过程依然是十分坎坷，但实验成功了，这种知识付诸实施的感觉太棒啦。坎坷的故事模式与艰难的沙盘体验下来，心仿佛回到了那荡气回肠的长征之路，这样的体验，这样的考验，实在是爱了爱了！👍👍👍

收起



29分钟前 删除

♡ 朱欣欣, 湛睿智, 时祖光老师, 徒儿, 史子明老师

1:13
< 朋友圈



樊婷

一个从未接触的平台，将软件与长征之旅结合起来，通过操作简单体验了长征之旅。看似简单的一个选项操作，实际上体现了决策的重要性。一个小小的决策可能会在庞大的过程中起着至关重要的角色。就好比人生阶段中的选择，它都会或多或少影响着我们。

收起



寻常

在整个项目模拟实验中，物资的筹备以及金钱的时间价值体现的淋漓尽致，对整个的管理项目要有充分的整体观，预测即将面对的问题。

长征精神是历史的，又是现实的。其可贵就在于，它能够在漫长的时间积淀中转化为对现实的启示，体现了党之魂、军之魂和民族之魂。

收起



20:08
< 朋友圈



『Hi』

第一次接触这样平台很是新奇，两种模式各有千秋，各有难度。对于一个新手菜鸟来说，没有操作指导着实有点困难。给我印象最为深刻的是故事模式中的拼图换物资：通过选择图形，在规定的时间内旋转摆出给定的图形。第一次就这样没通过，导致我的游戏全盘皆输，反应能力和观察力有待加强阿！好在可以多次练习，几次的尝试后成功通关。这个游戏让我想到上学期项目管理中的工作包。一个个的操作决定真如某个项目中的工作包，不同的决策会导致不同的结果，不同的工作包会构成不同项目。在整体为完成之前，每个工作包或者每个决策都会影响着后续工作和结果。尝试了三次，在摸索中体会，在摸索中学到东西。

收起



23分钟前 删除

♡ 樊婷, 『Hi』, 孙锋, 宝宝, 阴晓乔, 张鹏程, 华

樊婷: 我都没玩懂, 求带😭

『Hi』回复樊婷: 🙌 一起进步

樊婷回复『Hi』: 好👍

主要内容

1

虚拟仿真实验教学一流课程及建设案例

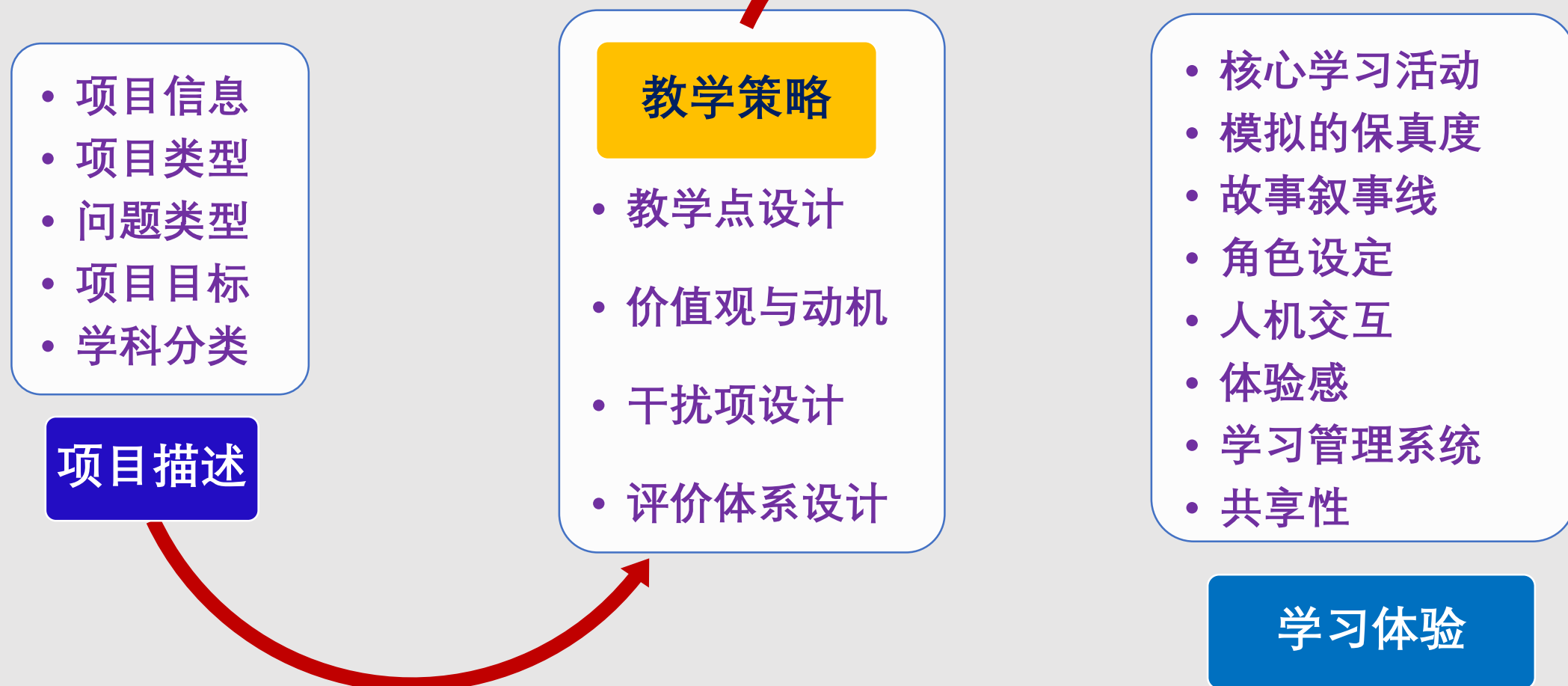
2

虚拟仿真实验教学一流课程质量建设

针对虚拟仿真实验教学项目建设

- 如何选择合适的虚拟仿真技术以确保学习目标的实现？
- 什么样的情景（或场景）设计最适合干预项目设定的教学与学习行为？
- 实验过程中，那些关键行动或互动会触发实验者的可教时刻？
- 在虚拟环境中，如何实现团队合作和共同创造？
- 所采用的技术是否是传递学习内容的有效机制或手段？
- 拟采用的虚拟仿真技术与现有教学策略的相互联系如何？
- 虚拟仿真技术是否能够以及如何潜在加快学习过程和优化学习效果，以及什么样的具体技术投入能够有效融入学习者的体验中？

通过虚拟仿真技术、项目内容、结构、教学策略和学习和实验方法相结合，提供一个可行的实验教学发展框架。



- 项目信息
- 项目类型
- 问题类型
- 项目目标
- 学科分类

项目描述

项目信息

归属课程

项目属性

专业基础类

专业平台类

专业方向类

国内

适用学生

国际

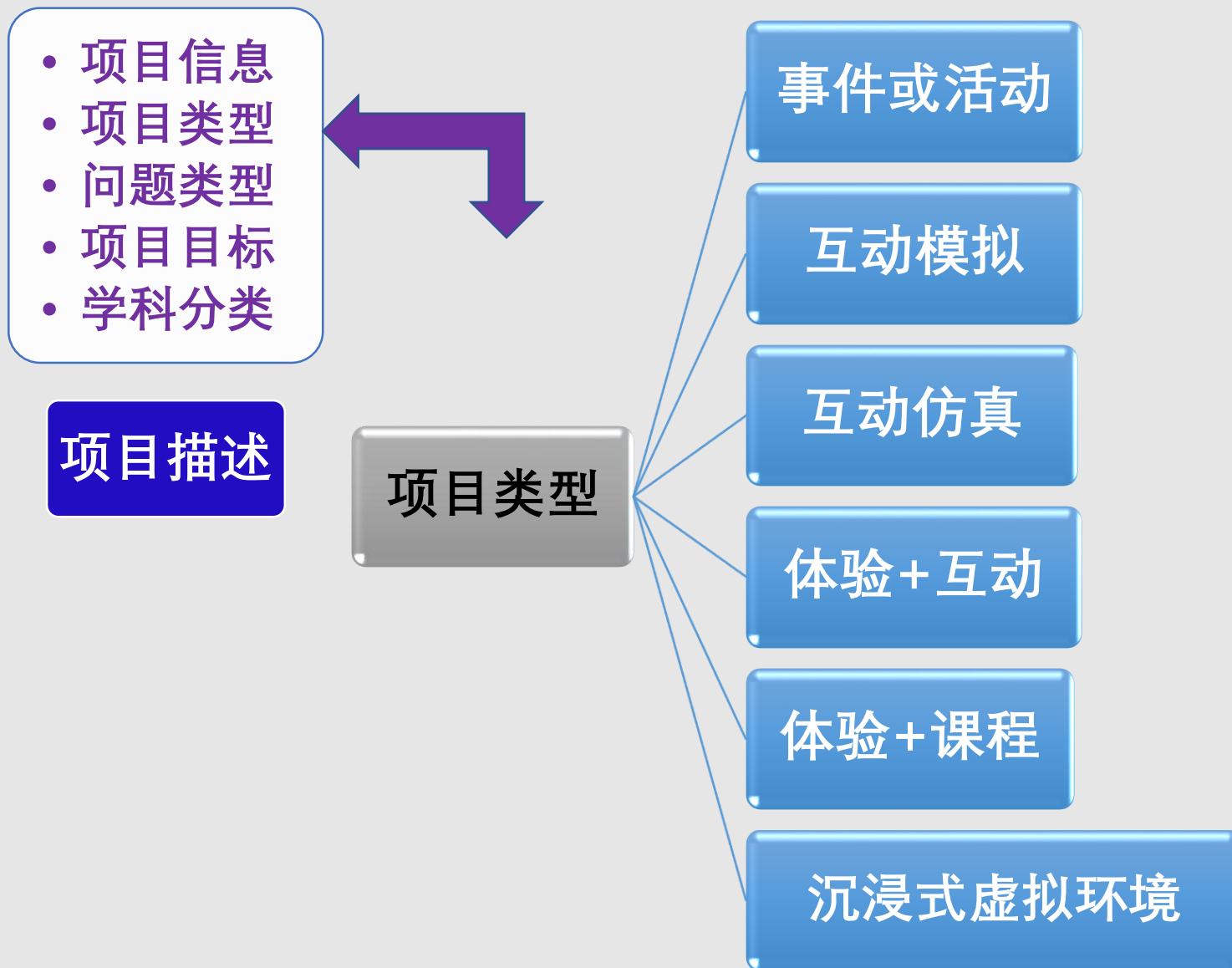
双语

与指南匹配度

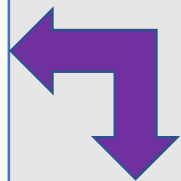
混合

双语

与已经建设项目的关系



- 项目信息
- 项目类型
- 问题类型
- 项目目标
- 学科分类



项目描述

问题类型

决策制定问题

案例研究、先前经验、其他观点

因果、论证、模型、心理模拟、情景构建

诊断解决问题

问题、以往的经验

因果、论证。模型

政策绩效问题

问题、案例研究、其它观点

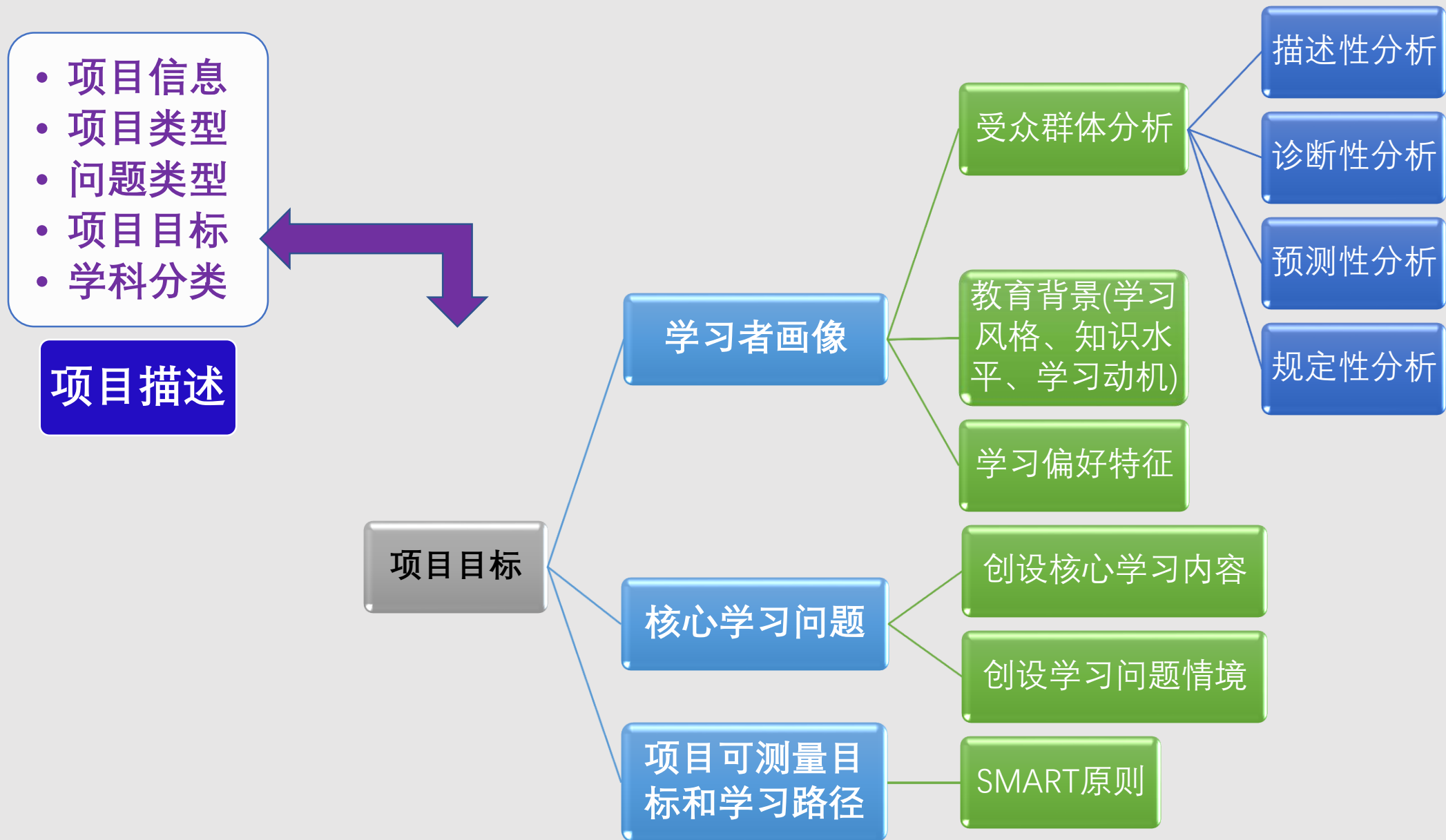
类比、比较、质疑、论证、模型

设计问题

问题、以前经验、观点交互

因果、论证、模型

.....



- 教学点设计
- 价值观与动机
- 干扰项设计
- 评价体系设计

教学策略

教学点设计

知识、技能、能力教学点设计

问题解决路径设计

因果推理

逻辑推理

决策推理

归纳推理

关卡式

解锁式

因果关联式

程序式

任务顺序和触发方式

教学示范和辅助

- 教学点设计
- 价值观与动机
- 干扰项设计
- 评价体系设计

教学策略



价值观与动机

兴奋

视听效果的可变性

创设悖论

运用故事情节/故事分支

与他人的温暖关系

渐进里程碑

成就感

实时或即时反馈

奖励或激励

认知负荷

问题复杂度

问题结构性

问题的关联性

学习者组织形式

个人

团体

- 教学点设计
- 价值观与动机
- 干扰项设计
- 评价体系设计

教学策略

干扰项设计

条件疏漏

实际背景忽视

概念有意混淆

推演或推理错乱

打破思维定式

- 教学点设计
- 价值观与动机
- 干扰性设计
- 评价体系设计

教学策略

评价体系设计

评估指标

评估主体

评估方式

评估维度

评估或赋分模型

评估结果

- 核心学习活动
- 模拟的保真度
- 故事叙事线
- 角色设定
- 人机交互
- 体验感
- 学习管理系统
- 共享性

学习体验

核心学习活动

同化型

关注和理解内容

信息处理型

收集资源并进行分类或处理数据

适应型

使用建模或模拟软件

交流型

对话型活动，如配对对话或小组讨论

生产型

制作艺术品，如书面论文、新的化学化合物或雕塑

体验型

在特定背景下练习技能或进行调查

- 核心学习活动
- 模拟的保真度
- 故事叙事线
- 角色设定
- 人机交互
- 体验感
- 学习管理系统
- 共享性

学习体验

模拟保真度

虚拟现实VR

增强现实AR

混合现实MR

感官跟踪（表情、脑电图、心电图、肌电图或其它数据采集）

触觉互动

其它感官互动

- 核心学习活动
- 模拟的保真度
- 故事叙事线
- 角色设定
- 人机交互
- 体验感
- 学习管理系统
- 共享性

学习体验

故事叙事线

常规性叙事

按照正常时间模式叙事

多线性叙事

多个小故事组成，在一个时间段由其中的一个故事串联起其他故事

环形结构叙事

开头与结尾相互辉映

重复线性叙事

在时间上会有一个重复的时间点，每个故事都会从这个时间点上再次开始

非线性叙事

非线性单线叙事指的是含断裂、省略、闪回、闪前的单一线索不完整叙事，这类故事虽然扑朔迷离，但基本上是围绕着一主线进行叙述的

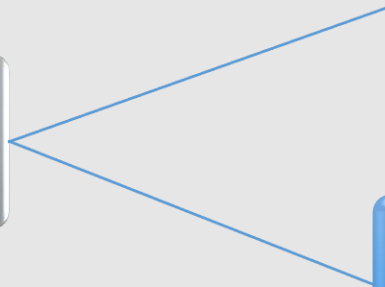
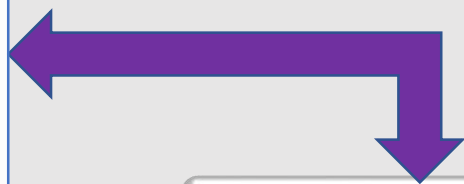
- 核心学习活动
- 模拟的保真度
- 故事叙事线
- 角色设定
- 人机交互
- 体验感
- 学习管理系统
- 共享性

学习体验

角色设定

第一人称

第三人称



- 核心学习活动
- 模拟的保真度
- 故事叙事线
- 角色设定
- 人机交互
- 体验感
- 学习管理系统
- 共享性

学习体验

人机交互

输入类型

屏幕显示

通过电子设备的显示屏
幕传递信息

头戴显示

由头戴式显示器与眼前
的小屏幕组成的VR头盔
创造

视角监测

控制器通过监测学习者
视野范围的变化从而产
生互动

互动眼球追踪

控制器捕捉学习行为
以及移动画面的方式
是监测其眼球的变化

输出类型

感官追踪

感官追踪包括面部表情、
脑电图、心电图、肌电
图、电子数据采集

触觉互动

主要方式包括键盘、鼠
标、专用触觉传感器

- 核心学习活动
- 模拟的保真度
- 故事叙事线
- 角色设定
- 人机交互
- 体验感
- 学习管理系统
- 共享性

学习体验

体验感

给学习者提供选择

奖励或激励

沉浸感

学习体验

- 核心学习活动
- 模拟的保真度
- 故事叙事线
- 角色设定
- 人机交互
- 体验感
- 学习管理系统
- 共享性

学习管理系统

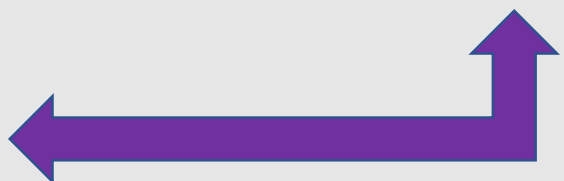
管理

记录

追踪

交付课程

学习和发展规划



学习体验

- 核心学习活动
- 模拟的保真度
- 故事叙事线
- 角色设定
- 人机交互
- 体验感
- 学习管理系统
- 共享性

共享性

使用联盟的CAS

部署在云端服务器

跨文化使用（传播中国软实力等）



总结

- I. 虚拟仿真实验教学是高等教育信息化建设的重要内容和成果，是学科专业化与信息技术深度融合的产物。人文和社会科学虚拟仿真实验教学项目的建设除了考虑信息技术与跨学科维度之外，还要从价值观、认识论和方法论的维度进行审视 ；
- II. 将虚拟仿真技术手段应用于实验教学不但可以拓展实验教学内容广度和深度、延伸实验教学时空，还可以开辟全员、全程、全方位育人实践通道；
- III. 虚拟仿真实验教学项目要注重教学设计，促进学生知识、能力、价值观的相统一。