附件 2

2019 年度国家虚拟仿真实验教学项目申报表

学 校 名 称	云南大学
实 验 教 学 项 目 名 称	以家兔和家猫为例的哺乳动物 形态结构与功能适应虚拟仿真 比较解剖实验
所 属 课 程 名 称	动物生物学
所 属 专 业 代 码	090301
实 验 教 学 项 目 负 责 人 姓 名	朱啟顺
有 效 链 接 网 址	http://www.jiatujp.ynu.edu. cn

二〇一九年七月

填写说明和要求

1. 以 Word 文档格式，如实填写各项。
2. 表格文本中的中外文名词第一次出现时，要写清全称和缩写，再次出现时可以使用缩写。
3. 所属专业代码，依据《普通高等学校本科专业目录（2012 年）》填写 6 位代码。
4. 不宜大范围公开或部分群体不宜观看的内容，请特别说明。
5. 表格各栏目可根据内容进行调整。

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					
姓名	朱启顺	性别	男	出生年月	1966-07-06
学历	博士研究生	学位	博士	电话	0871-65931563
专业技术职务	副教授	行政职务	生物技木任	手机	15969507229
院系	云南大学生命科学学院			电子邮箱	qshzhu@ynu.edu
地址	昆明市呈贡区云南大学生命科 院			邮编	650000
<p>教学研究情况：主持的教学研究课题（含课题名称、来源、年限，不超过 5 项）；作为第一署名人在国内外公开发行的刊物上发表的教学研究论文（含题目、刊物名称、时间，不超过 10 项）；获得的教学表彰/奖励（不超过 5 项）。</p> <p>1. 2019-2021 主持“云南大学一流学科建设生物技术方向” 30 万。</p> <p>2. 朱启顺*, 黄建成和左仰贤, 鸟类疟原虫一新种: 伯劳疟原虫, 寄生虫与医学昆虫学报, 2012, 19(3):27-30.</p> <p>3. 朱启顺*, 高诚伟, 伍治平, 陈艳, 表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)对恶性疟原虫体外生长抑制的研究, 中国医药指南, 2012, (3):5-7.</p> <p>4. 朱启顺, 伍治平, 高诚伟, 吴永贵, 王熙才, 蒿甲醚对小鼠结直肠癌的抑瘤及抗血管生成的实验研究, 中华肿瘤防治杂志, 2008, 15(3):189-192.</p> <p>Qishun, zhu, Study on inhibition of artemether on brain glioma growth and angiogenesis in SD rat, 2008, Second AACR Centennial Conference on Translational Cancer Medicine-- July20-23, Monterey, CA.</p> <p>Qishun, zhu, Experiment of inhibitive effect of Artemether on colorectal cancer growth and angiogenesis in BALB/c mice. 98th AACR Annual Meeting-- Apr 14-18, 2007, Los Angeles, CA.</p> <p>5. Qishun Zhu, Jianguo He, YangXian Zuo, Study on the Phylogenetic Evolution Avian Malarial parasites , 2005, The 2005 international Symposium of Parasitology & the 10th National Conference of Chinese Parasitological Society China Zoological Society.</p>					

6. Qishun Zhu, Jianguo He YangXian ZuoStudy on the genome DNA of *Sarcocystis fusiformis*' plavid-like , 2003, *The 9th National Conference of Chinese Parasitological Society, China Zoological Society*. 11

7. 朱启顺, 伍治平, 人体与动物疟原虫. 高等教育出版社, 530 千字, 2012

8. 朱启顺参编, 动物生物学教程, 高等教育出版社, 16 千字, 2009

9. 朱启顺参编, 人体寄生虫学实验研究技术, 人民卫生出版社, 32 千字, 2008

10. 朱启顺, 王熙才, 基因沉默——原理及方法, 云南科技出版社出版, 460 千字, 2005

朱启顺, 伍治平, 高成伟, 吴永贵, 康红梅, 陈艳, 一种治疗脑胶质瘤的药物组合, 2016.01.20, 中国, ZL 2014 1 0152515.3

学术研究情况: 近五年来承担的学术研究课题 (含课题名称、来源、年限、本人所起作用, 不超过 5 项); 在国内外公开发行刊物上发表的学术论文 (含题目、刊物名称、署名次序与时间, 不超过 5 项); 获得的学术研究表彰/奖励 (含奖项名称、授予单位、署名次序、时间, 不超过 5 项)

一、近五年来承担的学术研究课题

(1) 国家自然科学基金地区科学基金项目 (31460557), 基于线粒体基因组的云南省家畜和野生鼠类肉孢子虫的分子系统学研究, 2015-2018, 50 万元, 参与

(2) 云南大学生科院基金项目, 宣威肺腺癌和个旧肺鳞癌特异性 miRNAs 及其靶基因调控的研究, 2015-2016, 2 万, 主持

(3) 企业横向, 青蒿素及其衍生物蒿甲醚体内抗脑胶质瘤活性和机理的临床前研究, 2014-2018, 25 万, 主持

(4) 云南大学生科院基金项目, 云南宣威肺腺癌和个旧肺鳞癌 miRNAs 的特异性表达, 2013-2015, 5 万, 主持

二、发表的学术论文

(1) 王天佐, 张莹, 薛真真, 朱启顺*, 阿尔兹海默病发病机理概述及治疗策略展望, 临床医学, 2018, (1) 14-21.

(2) Wang Tian-zuo, Gao Cheng-wei, Yang Ji-lin, Cong Li, Chen Yan, Xue Zhen-zhen, Zhao Liu-xin, Li Guo-sheng, Zhang Yin, Yao qian Chen Dong-mei, Zhu Qi-shun*, Artemehter attenuates A β 25-35-induced cognitive impairments by downregulating A β , BACE1, mTOR and Tau proteins, Neuropsychopharmacology 2018 (inpress)

(3) Longfeng Xu, Zhiping Wu, Yan Chen, Rui Feng, Chun Hou, Fan Yang, Qishun Zhu*, A study on the overexpression of microRNAs and lung cancer, Chinese-German J Clin Oncol, 2013, 12(9): 443-447.

(4) Xu LF, Wu ZP, Chen Y, Zhu QS*, Hamidi S, Navab R. MicroRNA-21 (miR-21) regulates cellular proliferation, invasion, migration, and apoptosis by targeting PTEN, RECK and Bcl-2 in lung squamous carcinoma, Gejiu City, China. PLoS One. 2014, 9(8):e103698.

(5) 徐珑峰, 伍治平, 朱启顺*, 陈艳. miR-21 在个旧肺鳞癌细胞生长中的调控机制研究. 肿瘤, 2014, 34(5): 387-396.

三、专著

朱启顺, 伍治平, 人体与动物疟原虫. 高等教育出版社, 530 千字, 2012

四、授权发明专利

朱启顺, 伍治平, 高成伟, 吴永贵, 康红梅, 陈艳, 一种治疗脑胶质瘤的药物组合, 2016.01.20, 中国, ZL 2014 1 0152515.3

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,)

序号	姓名	所在单位	专业技术职务	行政职务	承担任务	备注
1	朱启顺	云南大学	副教授	生物技术系	方案制作和收集	
2	陈善元	云南大学生 学学院	教授	副院长	方案设计实 调	
3	肖衡	云南大学生 学学院	教授	主任	虚拟教学的 和维护	

1-2-2 团队其他成员

序号	姓名	所在单位	专业技术职务	行政职务	承担任务	备注
1	胡俊杰	云南大学生 学学院	副教授	主任	脚本撰写、 型质量监控	
2	施伟	云南大学生 学学院	副教授	讲师	虚拟教学系 理与维护	
3	李青春	云南大学生 学学院	讲师	主任	虚拟实验系 教学中应用	
4	魏炜	南京莱医特 科技有限公	高级程序员	无	项目制作及	
5	高才	南京莱医特 科技有限公	高级程序员	无	项目架构搭 对接	
项目团队总人数：8（人） 高校人员数量：6（人） 企业人员数量：2（人）						

注：1.教学服务团队成员所在单位需如实填写，可与负责人不在同一单位。

2.教学服务团队须有在线教学服务人员和技术支持人员，请在备注中说明。

2. 实验教学项目描述

2-1 名称 以家兔和家猫为例的哺乳动物形态结构与功能适应虚拟仿真比较解剖实验
2-2 实验目的

生物科学本身是一门实验性科学，其理论是建立在各类实验基础之上的，实验是学生学习和加深掌握知识的重要途径，但是随着动物保护意识和法规的健全，学生实验中的动物实体实验受到极大的限制，在加上教学理念的变革，实行大理科培养模式，作为基础学科的动物学及其动物实验课程，将面对过去数倍的学生人数，这样传统的实体动物解剖（尤其是大型哺乳动物的解剖）在动物保护意识和法规以及学生人数的双重挑战下难以为继。而虚拟医学实验正如模拟核试验一样，在医学教育中起到越来越重要的作用，给动物实验实践教学课程起带来启示，也给传统的动物学实验教学带来新的机遇。

本项目以体型大小相当的家兔和家猫为代表动物进行比较解剖，通过虚实结合的教学手法，让学生和用户能够了解以这两种体型大致相当的动物为代表的哺乳动物，为什么在生理结构和动物器官、系统上存在巨大差异？在对比的情况下，让学生和用户认识生存环境，食性对动物进化、适应的影响，并通过动物食性差异这一表面线索，了解动物对所生存环境的适应、认

识环境对动物形态特征和生理结构的塑造。在此基础上进一步拓展学生和用户的学习兴趣和联想空间，去思考“近 30 年来国人一些代谢上的疾病以及消化道肿瘤的发病率持续上升与我们食物结构短期内改变之间的相关性”等更大的生物学和社会学问题。

基于此，该项实验目的主要体现在以下几个方面：

1. 以体型大小相当的家兔和家猫为代表动物进行比较解剖，了解哺乳动物的外部形态和内部构造，掌握哺乳动物解剖的基本操作技术。
2. 通过对家兔和家猫解剖“规范化”解剖流程的在线观摩与操作，了解、熟悉、掌握家兔和家猫解剖的操作流程，提升学生对家兔和家猫解剖实验操作流程的感性认识。
3. 通过对家兔和家猫各组成器官系统形态结构 3D 模型的观摩和拼接复位，了解并掌握家兔和家猫各系统的形态组成特征、在体内的空间分布及其相互位置关系。
4. 通过对“消化、呼吸、循环、排泄”系统中生理反应过程的在线观摩，提升学生对结构与功能协同工作流程的理解。
5. 通过对家兔和家猫比较解剖，了解和认识动物的适应性进化的特点，在此基础上初步了解食性的选择与动物生理结构的演化特征。
6. 通过对家兔和家猫比较解剖，让学生和用户能够了解以这两种体型大致相当的动物为代表的哺乳动物，为什么在生理结构和动物器官、系统上存在巨大差异？
7. 通过动物食性差异这一表面线索，了解动物对所生存环境的适应、认识环境对动物形态特征和生理结构的塑造巨大作用。
8. 思考近 30 年来国人一些代谢上的疾病发病率持续上升与我们食物结构改变之间的相关性。

2-3 实验课时

(1) 实验所属课程所占课时：8

(2) 该实验项目所占课时：2

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）

知识点数量：14（个）

一、本实验项目对应的知识点

1. 通过“透视结构”模块，使学生了解并掌握兔的外部形态、骨骼系统、内脏器官的形态组成特征。
2. 通过“观摩解剖、虚拟解剖、自主解剖”模块，使学生了解并掌握兔解剖“规范化”实验操作的流程。
3. 通过“器官复位、透视结构”模块，使学生了解并掌握兔的骨骼系统、内部脏器的空间分布及其相互位置关系。
4. 通过“功能演示”模块，使学生了解并掌握兔的“消化系统、循环系统、排泄系统、呼吸系统”的结构与功能关系。
5. 通过“虚拟考核和在线考核”模块，实现考核过程的全覆盖。

二、本实验项目要求学生掌握的知识点

本实验项目要求学生掌握的知识点见图 1。

图 1 本实验项目要求学生掌握的知识点

知识点：共 14 个

(1) 规范化解剖操作技术，通过虚拟仿真仿真形式，以视频、交互的形式让学生学习了解规范化的解剖操作技术，包括手术准备器具，手术解剖环节，以及手术注意事项。

(2) 各系统的构成与结构特征，介绍目前各个系统的组成与结构特征的要点。并通过虚拟仿真技术进行进一步的实验。

(3) 外部形态。通过虚拟仿真技术构建一个家兔和家猫模型，可以任意角度观察其外部形态，并对外部形态的不同部位作出讲解。

(4) 骨骼系统。通过虚拟仿真技术重塑骨骼，骨骼可以透视观看，也可以纯骨架模式观看。骨骼可以组合、排列，并加入考核系统，让学生自己组装识别。

(5) 消化系统。将消化系统进行展示，展示家兔家猫胃部及肠管的区别，列出数据进行对比其长度，维度，以及褶皱表面的区别。并引入知识点，对两者消化器官与其日常饮食结构进行关联讲解。

(6) 循环系统。通过虚拟仿真技术在其外部模型上列出循环系统的线路图，并建造循环系统的 3D 模型，学生可以在其循环系统中进行探索，了解其循环通路，循环系统的各个节点会有注释和知识点讲解。

(7) 泄殖系统。通过对比猫兔的泄殖系统，了解其排泄和生殖系统结构构造，区别。对两者的差异性进行对比，并作出知识点解释。

(8) 神经系统。以 3D 模型形式建设神经系统模型，对不同的神经区域反射控制的不同躯体部位进行说明关联，并对比两者之间神经通路的差异，每个不同的反射区域都会有文字和视频的说明，学生也需要根据要求选择不同的反射区域或神经区域。

(9) 各系统的位置关系。阐述说明各系统的位置关系。所有系统都可以排列组合，学生需要根据引导提示，排列正确的位置关系。并对各系统位置关系的排列选择正确的说明。

(10) 各系统的生理功能介绍。对于各系统的生理功能做出简介说明，并对知识点进行介绍，以便学生更好的进行下一步学习。

(11) 消化过程的学习。学生将通过软件学习猫兔的消化过程。对于两者的消化过程进行比较。在学习过程中，学生可以扮演一个食物残渣，从内部对

其消化过程进行直观的了解。

(12) 呼吸方式的学习。通过虚拟仿真技术，模拟空气进入猫和兔的呼吸系统，从进气到进肺到肺部空气的利用都会进行模拟。

(13) 循环方式的介绍。以文字、视频、交互的形式说明循环方式的原理、循环方式的意义。

(14) 排泄过程的介绍。对比家兔和家猫的泄殖系统，并对其排泄过程进行流程学习。并对肛门形状进行观察，对其粪便的不同颜色、微生物检测结果数据进行对比，学习肠道菌群的不同变化和排泄过程的变化。

2-5 实验仪器设备（装置或软件等）

一、在线实验教学设备

《以家兔和家猫为例的哺乳动物形态结构与功能适应虚拟仿真比较解剖实验》3D 教学系统；普通电脑。

二、实体实验教学设备

解剖台、无影灯、动物解剖数码互动系统（内含球机摄像头、手持摄像头、互动教学软件）、体视显微镜。

2-6 实验材料（或预设参数等）

一、在线实验学习设备预设参数

在实验下载区域，电脑登录实验界面，或手机平板下载对应的应用程序，进入 3D 虚拟仿真实验教学系统。

Windows 系统为 PC 电脑终端 3D 虚拟仿真教学系统运行控制插件；Android 系统为安卓智能手机或平板终端 3D 虚拟仿真教学系统运行控制插件；IOS 系统为苹果智能手机或平板终端 3D 虚拟仿真教学系统运行控制插件。

二、实体实验学习材料

解剖刀、剪刀、镊子、骨剪、解剖盘、注射器、针头、脱脂棉、乙醚、家兔和家猫等。

2-7 实验教学方法（举例说明采用的教学方法的使用目的、实施过程与实施效果）

应用《以家兔和家猫为例的哺乳动物形态结构与功能适应虚拟仿真比较解剖实验》教学系统，构建覆盖实验“预习、实施、复习、考核”全过程的“虚实结合”实施

流程，既可较好解决单一实体实验由于“成本、空间”限制而致“解剖操作复习难、考核难，器官组成系统空间分布位置再现难，示教效果差”等问题，增强学生对复杂哺乳动物的结构及其生理机能的感性认识，了解和认识动物的适应性进化的特点，在此基础上初步了解食性的选择与动物生理结构的演化特征。另外还可增强学生在进入实体实验室前对解剖操作流程、各器官系统在体内空间位置关系的感性认识，实现《以家兔和家猫为例的哺乳动物形态结构与功能适应虚拟仿真比较解剖实验》实验项目“完整、高效、绿色、环保”开出和考核对实验过程的全覆盖。

二、实施过程

1. 对各器官形态结构组成的学习

学生通过身份认证，进入《以家兔和家猫为例的哺乳动物形态结构与功能适应虚拟仿真比较解剖实验》教学系统，点击“透视结构”模块，学生可完成对家兔和家猫的外部形态、骨骼系统、“消化、排泄、循环、生殖”等脏器的形态组成特征的学习。

2. 对兔解剖“规范化”流程的学习

学生通过身份认证，进入《以家兔和家猫为例的哺乳动物形态结构与功能适应虚拟仿真比较解剖实验》教学系统，通过“观摩解剖、虚拟解剖、自主解剖”模块，完成对兔解剖“规范化”操作流程的在线学习。

(1) 点击“观摩解剖”模块，学生通过对 3D 动画的观摩，了解兔解剖操作的“规范化”流程。

(2) 点击“虚拟解剖”模块，学生应用 3D 模型、依据提示“步骤”按部就班的完成对“仿真兔”的在线解剖，强化学生对兔解剖操作“规范化”流程的了解。

(3) 点击“虚拟解剖”模块，学生应用 3D 模型、在无提示的情况下，按照兔解剖“规范化”的步骤自主应用“仿真家兔和家猫”完成整个操作流程。

3. 对骨骼系统、各脏器系统“空间分布、及其相互位置”关系的学习

学生通过身份认证，进入《以家兔和家猫为例的哺乳动物形态结构与功能适应虚拟仿真比较解剖实验》教学系统，点击“器官复位”模块，学生应用各系统“分拆”的 3D 模型、在无提示的情况下，按照各器官 3D 模型在兔中的空间位置，自主将各模型放置到“仿真家兔和家猫”中，完成对家兔和家猫骨骼系统、各脏器系统“空间分布、及其相互位置”关系的学习。

4. 对功能与结构“统一”的学习

学生通过身份认证，进入《以家兔和家猫为例的哺乳动物形态结构与功能适应虚拟仿真比较解剖实验》教学系统，通过“功能演示”模块中“呼吸系统、消化系统、循环系统、排泄系统” 3D 动画观摩，了解家兔和家猫在完成呼吸、食物消化与吸收、血液循环、尿液形成等生理活动时，其结构组成与生理功能的对应关系。

(1) 点击“呼吸系统”动画，了解呼吸功能实现时，鼻腔、气管、肺、胸膈膜、胸骨等器官的动态变化过程。

(2) 点击“消化系统”动画，了解食物从摄入体内到排出体外，其在口腔、食道、胃、肠等器官中“食物形态的变化、养分的吸收、废弃物的排泄”等一系列动态变化过程。

(3) 点击“循环系统”动画，了解血液在体内循环时，动脉血、静脉血在心脏和血管中的流动与变化过程。

(4) 点击“排泄系统”动画，了解尿液形成与排出时，其在肾脏、膀胱、输尿管中的动态变化过程。

5. 对实验的全程考核

学生通过身份认证，进入《以家兔和家猫为例的哺乳动物形态结构与功能适应虚拟仿真比较解剖实验》教学系统，通过“虚拟考核”模块，完成对兔“规范化”操作流程、各器官形态组成结构的识别、各器官空间分布的考核。

三、实施效果

1. 通过《以家兔和家猫为例的哺乳动物形态结构与功能适应虚拟仿真比较解剖实验》教学系统的应用，可减少甚至取消以往实体实验时，在学生动手解剖前有教师“示教”解剖操作内容，既相对增加了学生在实验室“自主”解剖的时间，又减少了实验用“家兔和家猫”的量，节省了实验教学成本，达成了“绿色”实验的教学目标。

2. 通过《以家兔和家猫为例的哺乳动物形态结构与功能适应虚拟仿真比较解剖实验》教学系统的应用，解决了以往由于“器官幼嫩、微小、易损，功能变化不可见、不可逆，内脏器官缠绕”而至单一实体实验中“部分器官形态组成、功能与结构协同变化、内脏各系统在体内的相互位置关系”等构成不完整或无法观察的问题，通过“虚实结合”确保了实现教学内容“完整、高效”开出。

3. 通过《以家兔和家猫为例的哺乳动物形态结构与功能适应虚拟仿真比较解剖实验》教学系统的应用，解决了由于考核需要一对一、费时费力、家兔和家猫消耗量大，而至实验考核不全面、不完整的问题，实现了考核对实验过程“前、中、后”的全覆盖。

5. 增强学生对复杂哺乳动物的结构及其生理机能的感性认识，了解和认识动物的适应性进化的特点，在此基础上初步了解食性的选择与动物生理结构的演化特征。另外还可增强学生在进入实体实验室前对解剖操作流程、各器官系统在体内空间位置关系的感性认识，

2-8 实验方法与步骤要求（学生交互性操作步骤应不少于 10 步）

（1）实验方法描述：

一、实验方法

用户借助电脑、平板、智能手机等网络终端设备，访问《以家兔和家猫为例的哺乳动物形态结构与功能虚拟仿真实验》教学系统（网址：），依据各自的身份认证、登录、进入，点击相应的功能模块，就可对《家兔和家猫》开展在线虚拟观摩、仿真操作学习。

（2）学生交互性操作步骤说明：

二、操作步骤

1. 虚拟解剖

按照右侧菜单提示步骤进行操作：

1. 气栓法处死家兔时应从耳缘静脉耳尖处开始进针。
2. 把已处死的家兔放在蜡盘上，腹部向上展开四肢，然后用水湿润腹中线的毛，剪毛，

露出皮肤，从外生殖器前缘向前剪开腹壁，直到下颌。

3. 从下颌向左右剪到耳根，观察唾液腺。

4. 剪开颈部以下的肌肉，并打开胸腔和腹腔。用骨剪剪开肋骨，除去胸骨即可观察胸腔和腹腔的内部构造。

然后从致死流程（含 5 步操作）→体壁解剖（含 5 步操作）→消化系统解剖（含 8 步操作）→泄殖系统解剖（含 3 步操作）→循环系统解剖（含 3 步操作）→呼吸系统解剖（含 1 步操作）→脑解剖（含 1 步操作）→等完成对“兔”解剖的虚拟仿真实验操作。

2. 自主解剖

在无提示的情况下，按照右侧菜单步骤从“致死（含 5 步操作）→体壁解剖（含 5 步操作）→消化系统解剖（含 8 步操作）→泄殖系统解剖（含 3 步操作）→循环系统解剖（含 3 步操作）→呼吸系统解剖（含 1 步操作）→脑解剖（含 1 步操作）等”完成《家兔和家猫》解剖虚拟仿真实验操作。

3.透视结构

在透视结构模块中，点击右侧菜单，调出《家兔》形态结构各系统的3D模型，滚动鼠标滚轮实现对“外部形态（含5步操作）、骨骼系统（含12步操作）、消化系统（含13步操作）、呼吸系统（含8步操作）、泄殖系统（含8步操作）、循环系统（含14步操作）、神经系统（含9步操作）”各3D模型的缩放与360度旋转，来观察“家兔和家猫”形态结构各系统的组成特征、及其在体内的相对分布位置。

4.器官复位

在“器官复位”模块中，点击右侧菜单，在右侧显示“骨骼系统、泄殖系统、消化系统、呼吸系统、心脏、脑”系统的结构组成目录、左侧物品栏中展示各器官结构的3D模型，学生通过按步骤调用物品栏中的3D模型，并将其放置、拼接到“仿真兔”体内原有的位置上，实现对家兔和家猫骨骼和内部组成系统的空间位置的了解与掌握。

在器官复位模块中，学生在骨骼系统可进行 23 步操作、在消化系统中可进行 1 步操作、在呼吸系统中可进行 10 步操作、在泄殖系统可进行 6 步操作、在心脏复位中可进行 1 步操作、在脑复位中可进行 1 步操作。

5. 虚拟考核

在虚拟考核模块中，点击下拉“解剖考核、复位考核、结构考核”菜单，可在右侧分别显示考核题干，学生依据题干内容，可在解剖考核模块中应用解剖器具，通过 26 步操作，完成对“规范化”解剖流程的考核；在复位考核模块中，通过各器官的 3D 模型的调用与拼接，通过 40 余步操作，完成对各器官在兔体内的空间分布、及

其相对位置的考核；在“结构考核”模块，学生利用各系统的 3D 模型，以填空的形式，通过 70 余步操作，完成对各系统组成器官的识别。

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 -

(3) 其他描述：

描述家兔和家猫外部形态和内部构造在形态组成上的特征、以及在空间分布上的位置关系；陈述家兔和家猫“消化、循环、呼吸、排泄”各系统的结构组成与其生理功能实现的对应关系，展示两类不同食性的哺乳动物在进化上的异同。

2-10 考核要求

学生通过 PC、平板、智能手机登录《以家兔和家猫为例的哺乳动物形态结构与功能虚拟仿真比较解剖实验》教学系统，在 3D 系统中，点击“虚拟考核”模块，完成对解剖流程的“规范性”、从形态上“识别”器官、各器官在体内的“空间分布及其排列位置”的考核；在网页界面，点击“在线考核”模块，完成对相关理论与操作注意事项教学考核；在线考核成绩由系统自动评判。

通过在线考核，只有达到一定成绩的“合格者”才能取得进入实体实验室开展相关实

验操作的资格，在线考核成绩计入学生总成绩。

2-11 面向学生要求

(1) 专业与年级要求：

1. 生命科学大类本科专业一、二年级学生 2. 非生命科学类本科专业通识实验教学

(2) 基本知识和能力要求：

具有高中生物学基础知识，具备独立的实验动物解剖操作能力。

2-12 实验项目应用及共享情况

- (1) 本校上线时间：2018-11-02
- (2) 已服务过的本校学生人数：1000
- (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，所属课程教学计划或授课提纲。)

- (4) 是否面向社会提供服务：是 否
- (5) 社会开放时间：2019-06-01，已服务人数：300

3. 实验教学项目相关网络及安全要求描述

3-1 有效链接网址

<http://www.jiatujp.ynu.edu.cn>

3-2 网络条件要求

- (1) 说明客户端到服务器的带宽要求（需提供测试带宽服务）

本项目采用 B/S,C/S 架构。客户端使用应用程序，主要在登录时与服务器验证，同时在仿真操作过程中也与服务器数据库有交互数据，建议客户端带宽 $\geq 100M$ 即可。

- (2) 说明能够支持的同时在线人数（需提供在线排队提示服务）

3000

3-3 用户操作系统要求（如 Windows、Unix、IOS、Android 等）

- (1) 计算机操作系统和版本要求

PC 端建议使用 Microsoft Windows 7/8/10 等操作系统

- (2) 其他计算终端操作系统和版本要求

移动客户端建议使用 Android 5.0 或 IOS 8 以上版本。

(3) 支持移动端：是 否

3-4 用户非操作系统软件配置要求（如浏览器、特定软件等）

(1) 需要特定插件：是 否

（勾选“是”，请填写）插件名称 插件容量 下载链接

(2) 其他计算终端非操作系统软件配置要求（需说明是否可提供相关软件下载服务）

- 360 安全浏览器（极速模式）

- 360 极速浏览器（9.0 版本后）

- 谷歌浏览器（谷歌 Chrome）

以上软件均可以提供下载服务，可以直接存放在虚拟仿真综合管理平台中提供下载，也可以由用户自行在互联网软件提供商官方网站进行下载。

3-5 用户硬件配置要求（如主频、内存、显存、存储容量等）

(1) 计算机硬件配置要求

(1) 计算机硬件配置要求 CPU 要求：建议采用 intel 酷睿 i3 2.6 赫兹及以上 CPU 内存要求：DDR3 4GB 以上内容 显存要求：1GB 以上显存 存储容量要求：系统盘可用空间 10GB 及以上。

(2) 其他计算终端硬件配置要求

微软 Surface 平板：CPU intel 凌动 z8700 及以上，4GB 运行内存及以上，2GB 以上硬盘空余存储空间。小米系列和昂达系统平板：CPU intel 凌动 z8500 及以上，2GB 运行内存及以上，2GB 以上硬盘空余存储空间。

3-6 用户特殊外置硬件要求（如可穿戴设备等）

(1) 计算机特殊外置硬件要求

无

(2) 其他计算终端特殊外置硬件要求

无

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）二级

4. 实验教学项目技术架构及主要研发技术

指标	内容	
<p style="text-align: center;">系统架构图及简要说明</p>	<p>本项目的教学资源可实现面向国内各大院校开展生物学相关的必修课或选修课的虚拟仿真实验教学，以计算机仿真技术、多媒体技术和网络技术为依托，采用面向服务的软件架构开发具有自主知识产权，集实物仿真、场景虚拟、创新设计、智能指导、虚拟实验结果自动批改和教学管理于一体，具有良好自主性、交互性和可扩展性的虚拟实验项目，同时为其它学科的相关实验课程提供互联的标准接口，底层的构件库，并为上层的调用提供标准化的调用接口，为用户提供统一的访问接入服务和通用的用户服务工具包。</p> <p style="text-align: center;">系统总体架构图如下：</p>	
<p style="text-align: center;">实验教 学项目</p>	<p style="text-align: center;">开发技术</p>	☐ VR ☐ AR ☐ MR ☒ 3D 仿真 ☐ 二维动画 ☐ HTML5 其他
	<p style="text-align: center;">开发工具</p>	☒ Unity3D ☒ 3D Studio Max ☒ Maya ☒ ZBrush ☐ SketchUp ☐ Adobe Flash ☐ Unreal Development Kit ☐ Animate CC ☐ Blender ☐ Visual Studio 其他

	<p style="text-align: center;">运行环境</p>	<p>服务器 CPU <u>8</u>核、内存 <u>32</u>GB、磁盘 <u>500</u> GB、 显存<u> </u>GB、GPU 型号<u> </u></p> <p>操作系统 ☒Windows Server ☐Linux ☐其他 具体版本</p> <p>数据库 ☐Mysql ☒SQL Server ☐Oracel 其他</p> <p>备注说明 <u>无</u></p>
	<p>项目品质（如：单场景模型总面数、贴图分辨率、每帧渲染次数、动作反馈时间、显示刷新率、分辨率等）</p>	<p>1. 模型制作规范 系统中模型、材质、纹理等文件规范命名及分层、分类管理，命名中不可有中文名称，不能重名，易于识别，模型格式是.stl、.fbx 或.3ds；均为3D效果，构建与实物1:1比例非拟人化、非漫画形象，仿真度高；单个max文件里如有多个物体，将多个物体打组（单个物体无需打组），静态辅助物体需要attach成一个物体；材质球命名与物体名称一致，材质球的ID号和物体的ID号一致；模型制作既保证逼真的质量又控制好三角面的数量，单个模型的面数不少于200000面；模型的中心点在模型的中心位置。</p> <p>2. 贴图材质规范 模型材质进行烘焙处理，以生成带有阴影、高光、反射等效果的贴图；所有模型采用实物贴图，并做优化处理，要色彩协调、明暗和冷暖统一，贴图格式为.DDS，进行法线贴图处理来达到最佳的视觉效果；一个物件一张贴图，颜色贴图不放在凹凸通道里，一张贴图要占满整个画布，不能出现浪费贴图空间的情况，场景中连续贴图不能看到有明显的缝隙；UV展开均匀舒展，避免拉伸，最大化提高UV的利用率；材质大小长宽像素</p>

		<p>为 2 的次方倍数，贴图大小最大不超过 2048×2048；同种贴图必须使一个材质球。</p> <p>3. 场景制作规范 场景制作：无分辨率限制，能够支持 1920×1200 以上分辨率的三维视景，1:1 实物大小显示，可对场景模型进行实时顶点优化和动态加载 LOD 设置调整，根据视觉效果调整优化比例，减少数据量，提高运行效率，帧速率 25 帧以上；场景布置：基本物件在制作过程中严禁有缩放，有旋转的物体应保留旋转信息，不要镜像物体。</p> <p>4. 音视频及文字制作规范 声音：场景音效、声音解说要求制作逼真，采用专业的普通话进行配音； 视频：在场景对象上可嵌入外部视频文件，视频文件格式支持不少于 AVI、WMV、MPA、MPG、MP3 格式。要实现视频流的预读取功能，以保证视频播放流畅；系统内嵌提醒帮助机制，在各个子界面中，采用场景对象方式，设计文本提示框等信息，系统设置帮助文档，浮动帮助文字。</p>
--	--	--

5. 实验教学项目特色

（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。）

（1）实验方案设计思路：

云南大学大学国家级生物科学与技术实验教学中心，在虚拟仿真资源建设与应用过程中，聚焦科学技术的发展对实验教学组织形式和实验教学资源媒介表现形式所带来的变革，注重信息技术与生物学实验教学的融合与应用，提出了“积为教用、虚为实用、虚实互补、提升实效”的虚拟仿真实验教学资源建设思路，逐步形成了“以学生为本，以能力培养为核心，充分发挥数字化实验教学资源的共享优势，通过实施虚实结合的实验教学模式和形成性实验考核体系，系统地培养学生的实验技能、科学思维和

创新能力”的实验教学理念。

(2) 教学方法创新:

在专业培养方案与课程教学大纲指导下,应用 Unity3d 开发工具构建《以家兔和家猫为例的哺乳动物形态结构与功能适应虚拟仿真比较解剖实验》(以下简称《家兔》)3D 虚拟仿真资源,应用 .Net 开发语言构建《家兔》实验项目管理平台。通过《家兔》,既可完成在实体实验中开展的兔的形态组成特征、规范化解剖流程等教学内容,还可完成在实体实验室中由于“器官微小、结构与功能协同变化过程不可见等”而致无法实施的“各系统的空间位置关系、结构与功能的协同变化过程等”教学内容,达成了实验项目“完整、高效、绿色、环保”开出目标。

依托网络,借助 PC、平板、智能手机等网络终端设备,登录访问《家兔》,通过在线观摩、操作、答题、互动等方式,在线完成对《家兔和家猫》中的教学内容的学习,既解决了以往学生在进入实体实验室前对兔解剖“规范化”操作流程感性认识不足、考核内容不全面的缺陷,还为我们引入 MOOC、翻转课堂等教学新形态,实施形成性考核评价体系创造了条件。

(3) 评价体系创新:

以《家兔和家猫》实验教学过程中所涉解剖流程、骨骼和脏器的形态特征与空间分布、解剖注意事项等为考点,按照各自在《家兔和家猫》实验中的权重,形成“虚实结合”的考核评价指标体系,实现对《家兔和家猫》实验学习过程的全覆盖。

(4) 对传统教学的延伸与拓展:

《家兔和家猫》是具有对资源进行自主管理数据库的“独立”系统,拟挂载在自主研发的《生物学实验课程群在线教学(学习)平台》中(<http://>),学生以学号、其他用测试账号登录,可全时空、全天候的对《家兔》进行在线学习。对于传统教学有着延伸和拓展的意义。

6. 实验教学项目持续建设服务计划

(本实验教学项目今后年继续向高校和社会开放服务计划及预计服务人数)

(1) 项目持续建设与服务计划:

在产品投入使用之后,本项目将继续扩容,采取现有的生物类虚拟仿真实验成品加以补充,并进行后期持续开发与细节优化,计划在2020年后进行二次深度开发,由学校组织优秀教师骨干队伍进行科研内容探索,并将其转化为文字内容方案,交由合作方南京莱医特电子有限公司进行制作与配合,并最终进行二次开发的完成。

(2) 面向高校的教学推广应用计划:

以云南省省虚拟仿真实验教学共享平台建设为契机,2020年度完成在平台共建,以国家级示范中心为平台,介绍并展示《以家兔和家猫为例的哺乳动物形态结构与功能适应虚拟仿真比较解剖实验》软件,以资源互换、远程共享、合作共建等方式,力争在2022年底,有不少于5家省级实验教学示范中心建设单位(生物)在生命科学实验教学应用。

(3) 面向社会的推广应用计划:

依托云南省虚拟仿真实验教学共享平台建设规划,我校将为云南省高校构建虚拟仿真实验教学资源共享管理平台,并为全省用户提供资源审核、挂接、共享、管理等服务。依托国家虚拟仿真实验教学共享平台建设规划,我校将进入国家为虚拟仿真实验教学资源共享管理平台,并为包括云南省高校在内的全国用户提供资源审核、挂接、共享、管理等服务。

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	

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

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。）

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。）

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。

主管校领导（签字）：

（学校公章）

年 月 日

[取消确认](#)