

## 2019 年度国家虚拟仿真实验教学项目申报表

学 校 名 称	绍兴文理学院
实 验 教 学 项 目 名 称	绍兴黄酒传统酿制技艺 虚拟仿真实验
所 属 课 程 名 称	黄酒工艺学
所 属 专 业 代 码	090109
实 验 教 学 项 目 负 责 人 姓 名	彭 祺
有 效 链 接 网 址	<a href="http://sxwl.ilabvr.com">sxwl.ilabvr.com</a>

教育部高等教育司制

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	彭祺	性别	男	出生年月	198003
学 历	研究生	学位	博士	电 话	17758178896
专业技术职务	讲师	行政职务	无	手 机	17758178896
院 系	生命科学学院			电子邮箱	Mike.peng@126.com
地 址	绍兴越城区城南大道 900 号		邮 编	312000	
<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><b>（一）主持的教学研究课题：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. “民族文化遗产与创新-中华酿酒传承与创新”教学资源库建设-《黄酒酿造技术》，教育部，2018.01-2019.12</li> <li>2. 第十一批校级重点课程《酒文化》，绍兴文理学院，2014.01-2016.12</li> </ol> <p><b>（二）第一署名人发表的教学研究论文：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 彭祺等，浅析酒文化课程自主学习模式[J].课程教育研究：学法教法研究，2015(17)：76</li> <li>2. 彭祺等，对酿酒工程专业人才培养及课程体系的思考[J].课程教育研究：学法教法研究 2016(29)：119</li> <li>3. 彭祺等，高职本科教学中所面临的问题及解决[J].课程教育研究，2016 (24)：32</li> </ol> <p><b>（三）获得的教学奖励：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2016 年度校级优秀教师</li> <li>2. 2017 年度院级优秀教师</li> <li>3. 2018 年度院级优秀教师</li> </ol>					

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）；在国内外公开发行人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. 项目名称：黄酒大罐储酒在线实时质控系统关键技术研发  
(项目编号：2017C32101) ，浙江省公益科技计划，2017-2019，主持。
2. 项目名称：高压脉冲与微氧复合催陈黄酒关键技术研究与应用  
(项目编号：2018C30010) ，绍兴市公益科技计划，2018-2020，主持。
3. 项目名称：新型黄酒包装材料及大罐储酒材料中有毒有害物质在黄酒中的迁移规律及安全评估  
(项目编号：20140262) ，浙江省质监局科研计划，2015-2018，主持。
4. 项目名称：同山高梁酒的原产地和酒龄研究  
(项目编号：20140330#) ，浙江省质监局科研计划，2014-2015，主持。
5. 项目名称：大型分析仪器远程监控平台 OpenLAB CDS 的开发研究  
(项目编号：20130253#) ，浙江省质监局科研计划，2013-2016，主要研发人。

### （二）第一署名人在国外公开发行人刊物上发表的学术论文

1. Ageing status characterization of Chinese spirit using scent characteristics, INNOV FOOD SCI EMERG, SCI, 201704, 1/5 (二区) (第一署名)
2. Discrimination of producing area of Chinese Tongshan kaoliang spirit using electronic nose sensing characteristics combined with the chemometrics methods, FOOD CHEMISTRY, SCI, 201505, 1/5 (一区) (第一署名)
3. Determination of Cyclopiazonic Acid in Chinese Yellow Wine by High-Performance Liquid Chromatography–Triple Quadrupole Mass Spectrometry, JOURNAL OF THE CHEMICAL SOCIETY OF PAKISTAN,

SCI, 201704, 1/5 (第一署名)						
4. Determining Eight Biogenic Amines in Surface Water Using High-Performance Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry, POL J ENVIRON STUD, SCI, 201609, 1/5 (第一署名)						
5. Determination of Luteoskyrin in Rice Wine by High-Performance Liquid Chromatography–Ion Trap Tandem Mass Spectrometry, ANALYTICAL LETTERS, SCI, 201609, 1/5 (第一署名)						
<b>(三) 获得的学术研究表彰/奖励</b>						
2018 年度中国酒业协会科技进步优秀论文奖, 中国酒业协会, 第一署名, 2019 年 4 月。						
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	彭祺	绍兴文理学院	讲师	无	项目负责, 模块设计与研究。	在线教学
2	沈赤	绍兴文理学院	教授	校党委副书记	框架设计, 黄酒传统文化推广。	在线教学
3	胡保卫	绍兴文理学院	教授	生命科学学院院长	实验教学指导, 项目共享及应用推广。	在线教学
4	罗文	绍兴文理学院	教授	生命科学学院副院长	教学服务, 实验教学指导。	在线教学
5	孙剑秋	绍兴文理学院	教授	黄酒研究院副院长	教学服务, 实验教学指导。	在线教学
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	傅建伟	绍兴文理学院	教授	黄酒研究院院长	教学服务	在线教学

2	王阿牛	塔牌绍兴酒有限公司	教授级高工	国家级非物质文化遗产项目(绍兴黄酒酿制技艺)代表性传承人	教学服务	在线教学
3	谢广发	浙江黄酒学院	教授级高工	无	教学服务	在线教学
4	钱斌	黄酒集团(国家黄酒工程技术中心)	高级工程师	国家黄酒工程技术中心主任	教学服务	在线教学
5	周建娣	黄酒集团(国家黄酒工程技术中心)	工程师	国家黄酒工程技术中心副主任	教学服务	在线教学
6	王兰	黄酒集团(国家黄酒工程技术中心)	工程师	无	教学服务	在线教学
7	潘兴祥	塔牌绍兴酒有限公司	教授级高工	副总经理	教学服务	在线教学
8	单之初	塔牌绍兴酒有限公司	高级工程师	技术研究中心主任	教学服务	在线教学
9	杨国军	会稽山酒业股份有限公司	教授级高工	黄酒博物馆馆长	教学服务	在线教学
10	任岗	绍兴文理学院	高级实验师	实验室主任	教学服务	技术支持
11	蒋孝燕	绍兴文理学院	实验员	无	教学服务	在线教学
12	张云峰	上海曼恒数字技术有限	高级工程师	无	软件框架设计	技术支持

		公司				
13	吴成武	上海曼恒数字技术有限公司	高级工程师	无	项目开发管理	技术支持
14	张渤浩	上海曼恒数字技术有限公司	高级工程师	无	项目开发管理	技术支持
15	刘彦鑫	北京超星信息技术发展有限责任公司	高级工程师	无	网络平台管理	技术支持
项目团队总人数：20（人） 高校人员数量：9（人） 企业人员数量：11（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
绍兴黄酒传统酿制技艺
2-2 实验目的
<p><b>1. 满足我国黄酒产业发展对专业高层次人才培养的需求</b></p> <p>浙江绍兴是中国最大的黄酒生产和出口基地，2000年绍兴黄酒成为国家首批原产地域地理标志保护产品，2006年绍兴黄酒传统酿制技艺经国务院批准列入第一批国家级非物质文化遗产名录。近年来，浙江省政府出台《关于推进黄酒产业传承发展的指导意见》，提出要以传承和创新发展并举，加快推进黄酒产业转型，将黄酒打造成千亿级产业的发展目标。黄酒行业的快速发展、区域性特色品牌建设及消费需求的转变对黄酒专业人才培养提出更高的要求。</p> <p>绍兴文理学院生命科学学院黄酒（酿酒工程）专业建设特色鲜明，与地方</p>

产业发展无缝对接,是我国普通高等院校唯一以培养高层次应用型黄酒人才作为优先发展方向的本科专业。现为中国酒业协会理事单位、浙江省酒业协会常务理事单位,绍兴市高等院校特色专业学院。**2018年我院携手中国黄酒集团共建国家黄酒工程技术研究中心分中心和绍兴黄酒研究院,产学研融合的新举措为虚拟仿真项目的建设和平台的推广奠定了坚实的基础。**

## **2. 突破传统实践教学的局限性**

为满足我省黄酒产业对复合型应用型高级技能型人才的需求,实现人才培养和社会需求无缝对接。绍兴文理学院生命科学学院现开设《黄酒工艺学》课程并配套实验实习,面向生物等相关专业的三年级学生开设。但是在实践课堂教学中往往存在大量困难及安全隐患。

**“古法酿造讲究有时有食,不到时间不酿酒,不到时间不开缸。”传统黄酒酿制工艺复杂,操作过程时间长且繁琐,劳动强度大;实训车间小,部分设备台套数有限,难以保证每个学生都有机会实际操作;绍兴酒独有的“冬酿”(从立冬开始到第二年立春酿酒),使得实践课程受到极大的时效性限制;真实实验面临高温高压、危险性高、能耗大、等待时间长等安全问题;这些问题很大程度限制了学生对实践能力的提升。同时食品企业对于卫生、环境及安全性要求颇高,食品企业接纳学生进行实习实训教学的积极性不高,学生实习多以指定区域参观为主,无法接触到实际的生产设备和工艺操作,实习效果大打折扣。**

鉴于此,在现有课程条件的基础上,本项目拟通过与黄酒龙头企业绍兴黄酒集团合作,联合共建绍兴黄酒传统酿制技艺虚拟仿真实验教学资源。软件采



用动态数字模型，构建模拟绍兴黄酒传统生产工艺和设备，包括筛米、浸米、蒸饭、摊冷、落作（加麦曲、淋饭、鉴湖水）、主发酵、开耙、灌罐后酵、榨酒、澄清、煎酒、灌罐陈酿等工序。仿真软件剖析关键装置内部构造，帮助学生理解和掌握设备的工作原理及操作规范。仿真软件允许改变管路规格和工艺条件，模拟生产不同种类的产品，或自行开发新工艺和新产品。

采用虚拟仿真实验教学，旨在让学生通过本项目达到如下实验目的：

### **知识目标**

(1) 认识传统黄酒酿制环境布局：包括筛米、浸米、蒸饭、摊冷、落作（加麦曲、淋饭、鉴湖水）、主发酵、开耙、灌罐后酵、榨酒、澄清、煎酒、灌罐陈酿等工序区域。

(2) 掌握传统黄酒酿制关键工序：通过对关键工序的综合设计，使学生掌握传统黄酒酿制关键工序，提高学生的实际操作水平，培养学生分析问题、解决问题的能力；

(3) 理解工艺参数对黄酒品质特性的影响：通过“人-机协同”检测终端产品及系统自动反馈学生的全部操作，使学生深入理解工艺参数对黄酒品质特性的影响。

### **能力目标**

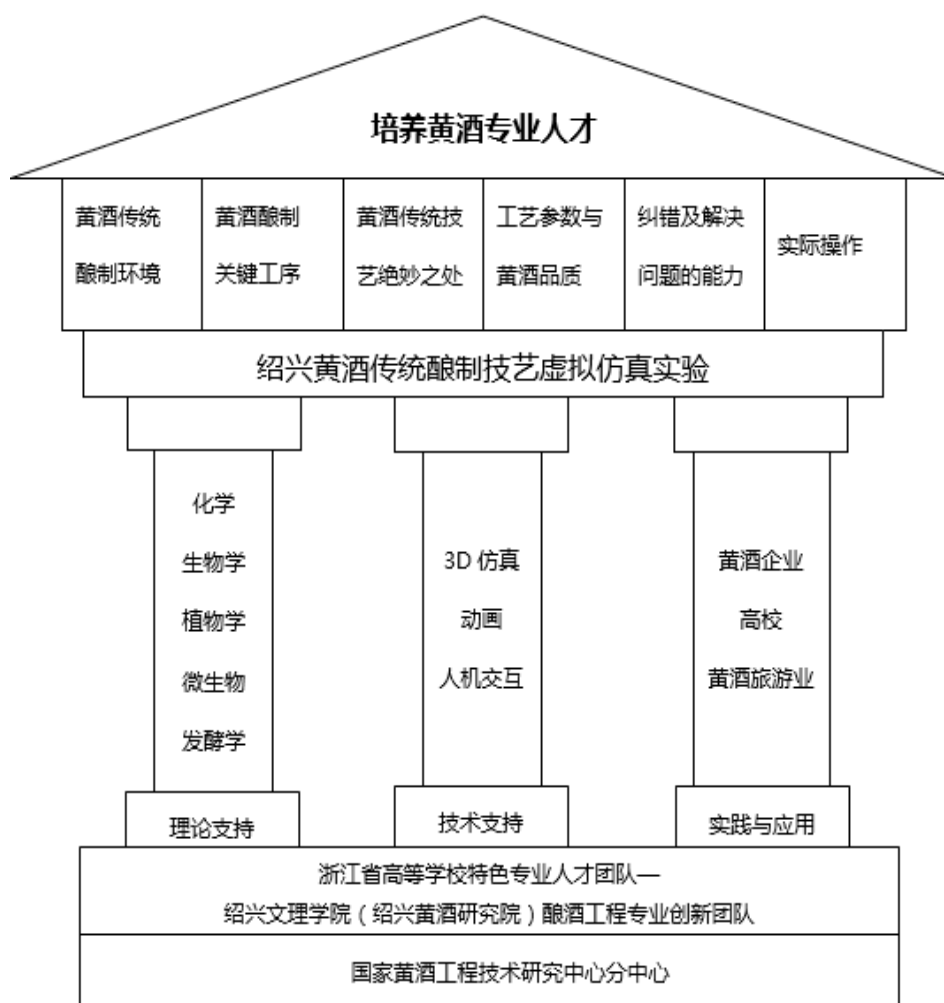
(1) 具备酿制工艺过程中产生问题的纠错和解决能力；

(2) 能够在教师指导下对项目平台中上传黄酒基本理化数据的酿制者提供咨询与答疑。

### **情感目标**

(1) **感悟传统黄酒酿制技艺的绝妙之处**：克服学时数、空间及硬件设施的不足，让学生体验酿制过程，感受物料变化，感悟“天有时，地有气，材有美，工有巧，合此四者然后可以为良”的黄酒酿制原则。

(2) **续传发展中华民族的造物智慧，重树中华文化自信。**



**图 1 实验项目架构**

2-3 实验课时

(1) 实验所属课程所占课时：16

(2) 该实验项目所占课时：6

## 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)

黄酒酿造历史悠久, 品种繁多。通过长期的实践和总结, 各地黄酒形成了各自的酿造方法和独特的风味。绍兴加饭酒是干型黄酒的典型代表, 在 1979 年第 3 届全国评酒会上被评为优质酒, 其生产操作在黄酒中有代表性。传统法酿造绍兴加饭酒, 主要工艺特点是使用淋饭酒母和摊饭操作法来生产, 每年小雪前后 (11 月下旬) 投料, 至立春 (次年 2 月初) 榨酒, 发酵期长达 70~80d 发酵容器为陶质的大缸、大坛, 在大缸中进行前发酵和主发酵, 在大坛中进行缓慢的后发酵。现将酿造方法介绍如下:

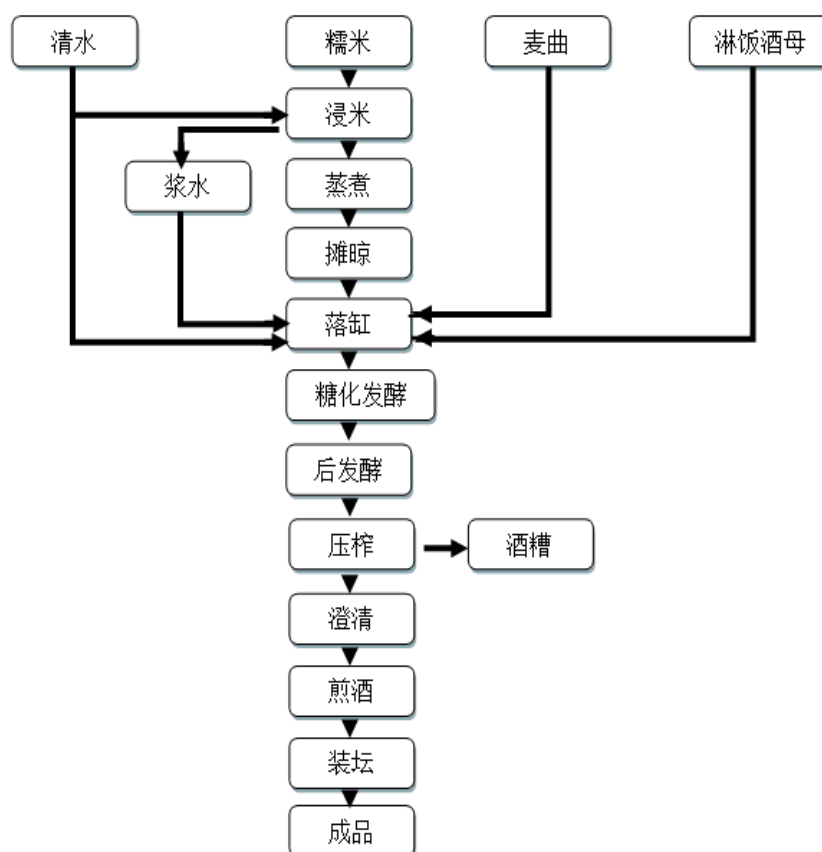


图 2 传统工艺流程图

知识点: 共 12 个

(1) **配料**：传统工艺绍兴酒的发酵容器为大缸，容量为 500kg，我们以缸为单位，根据传统工艺秘方配制每缸用糯米、麦曲、水、浆水、淋饭酒母、糟烧用量。

(2) **浸米**：控制浸米时间随气温不同而变化。

(3) **蒸饭**：将沥去浆水的糯米用挽斗从缸中取出，盛于竹箩内。将每缸米平均地分装成 4 甑蒸煮，每 2 甑原料酿造一缸酒。蒸米饭要求达到：外硬内软，内无白心，疏松不糊，透而不烂且均匀一致。

(4) **摊饭（冷却）**：**严格控制**摊饭品温与气温关系。

(5) **落缸**：**严格把控**落缸后物料品温，随时根据气温适当调整，同时按照落缸时间的先后，可对品温和酒母使用量做适当的控制。及时做好酒缸的保温工作，防止升温过快或降温过快。

(6) **开耙**：开耙有高温和低温两种不同的方式。高温开耙待醪的品温升高到 35℃以上才进行第一次搅拌(开头耙)，使品温下降。低温开耙是品温升至 30℃左右进行第一次搅拌，发酵温度最高不超过 30℃。开耙品温高低掌握的不同，会影响到成品酒的风味（见表 4）。

在糖化发酵及开耙这一重要的酿造过程中，应十分重视以下几点：

- ①严格控制品温变化，及时用开耙搅拌和去掉保温物进行调节。
- ②注意酒精度的变化，根据开耙时感觉，前四耙有明显的酒精变化，四耙结束时酒精浓度达到 10%以上，前酵结束灌坛时须在 13%以上，后酵结束应超过 19%。
- ③密切注意酸度变化。酸度是衡量酒质优劣发酵正常与否的重要指标。头耙时

总酸在 3.0~4.5g/L，前酵结束灌坛前在 6.0g/L 左右，后酵结束时最好控制在 7.0g/L 以内，否则影响风味。

④酒醪中的糖分变化是进行控制发酵、调节品温的一个依据，头耙时含糖量在 80~100g/L，四耙后降至 40g/L 左右，前酵结束时应保持在 30g/L 左右，以后糖分消耗与增长大致平衡，至后酵结束时一般在 10~30g/L

⑤注意酒醪中酵母数的增减情况，一般以主酵四耙结束时为依据，此时酵母细胞数在 5~10 亿/mL，太少表明主酵不正常。以后基本保持在这一范围，直至后酵结束。由于绍兴黄酒酒药中的酵母活力较强，虽是后酵长时间静置养醪，酵母死亡率也低于 10%。

#### **(7) 后发酵：**

①四耙后，一般在每日早晚搅拌两次，主要是降低品温和使糖化发酵均匀进行。但为了减少酒精的挥发损失，在气温低时，应尽可能少开耙。

②经 5~6d，品温和室温接近，糟粕下沉，主发酵阶段已结束，由搅拌期转入静置期，将酒醪搅拌均匀后分装在酒坛中进行长期后发酵（养醪）。

③每坛约装 20kg，坛口盖上一张荷叶。3~4 坛堆为一列，堆置在室外，最上层坛口加盖一小瓦盖。为保证后酵发酵的均匀一致性，堆往室外的半成品坛应注意适当控制向阳和背阴的堆放处理。

**(8) 压榨：**经过 70~80d 的发酵，酒醪已经成熟，用木榨对酒醪进行固液分离，称为压榨。①对酒醪的要求：a.从色的方面判断；b.从味的方面判断；c.从香气方面判断。②压榨要求：a.酒醪的搭配；b.压榨要求。

**(9) 过滤** 榨出的酒液称为生酒或生清。

生酒在澄清过程中，酒质会发生变化。随着澄清期的延长，酒味逐渐变为甜醇，主要是由于淀粉酶将残余糊精和淀粉分解成糖；蛋白水解酶把蛋白质、肽分解为氨基酸所致。延长澄清期对促进酒的老熟起到一定的作用，但要防止酒质酸败。

**(10) 煎酒：**将澄清的酒液加热到 90~92℃，以杀灭酒液中的微生物和破坏残余的酶，并使部分蛋白质受热凝固析出，低沸点的生酒味成分被挥发排除。

**(11) 装坛：**陶坛预先洗净并用蒸汽灭菌，趁热灌入灭过菌的热酒。

**(12) 封坛成品：**灌坛后酒坛口立即用煮沸灭菌的荷叶覆盖，再盖上小瓦盖，包以沸水杀菌后的箬壳，用细篾丝扎紧坛口，运至室外，用黏土做成平顶泥头封固坛口（俗称“泥头”），加盖绍酒红字。该泥由黏土、盐卤及砬糠三者捣成。待泥头干燥后，运入仓库贮存。

## 2-5 实验仪器设备（装置或软件等）

### **(1) 绍兴文理学院自主知识产权实验软件**

绍兴黄酒传统酿制技艺虚拟仿真实验教学软件著作权登记证书（软件著作权登记证书号：软著登字第 4300627 号，登记号：2019SR0879870）。

中华人民共和国国家版权局  
计算机软件著作权登记证书

证书号： 软著登字第4300627号

软件名称： 绍兴黄酒传统酿制技艺虚拟仿真实验软件  
[简称：绍兴黄酒传统酿制技艺虚拟仿真实验]  
V1.0

著作权人： 绍兴文理学院

开发完成日期： 2018年09月01日

首次发表日期： 未发表

权利取得方式： 原始取得

权利范围： 全部权利

登记号： 2019SR0879870

根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。



No. 04422296



图 3 计算机软件著作权登记证书

软件运用 3D 仿真技术建构了以真实绍兴黄酒传统酿制作坊为参照的整个酿制工艺虚拟场景，呈现了从初始配料到最后成品酒封坛的 12 道工序活动场景。以绍兴黄酒传统酿制技艺工序为主线，引导学生正确进行实际生产操作，进一步提高学习效果。



图 4 软件导入界面

## (2) 基本仪器设备

学校配备有高速网络出口、高性能服务器、大容量存储、网络防火墙、虚拟仿真实验管理平台等设备设施用于绍兴黄酒传统酿制技艺虚拟仿真实验项



目运行。学生可使用学校的计算机及个人计算机等电子设备，在校园网络环境下完成实验。



图 5 学生做实验现场图

### (3) 功能拓展类设备

3D 环形屏幕系统、VR 头盔。



图 6 实验现场图

## 2-6 实验材料（或预设参数等）

**实验材料：**本虚拟仿真实验教学项目线上基于 3D 建模的虚拟实验环境及虚拟实验对象，不需消耗类或易损类实验材料，项目以真实绍兴黄酒传统酿制手工作坊环境为依托，黄酒酿制工艺及工具和真实酿制过程一致。学生可以自主设计实验流程，选择相应参数，实施相应过程，满足实验教学需求。

项目遵循“虚实结合，能实不虚”的原则，学生需要在线学习绍兴黄酒传统生产的完整工艺流程，重点掌握前发酵工艺。学生通过在线调节操作时间、频度、温度、加热蒸汽流量、压力及品控关键指标等重要参数，实现对工艺参数的控制，在交互式学习中体验和掌握绍兴黄酒传统技艺的绝妙之处。学生通过线上软件测试后，线下进行中试生产实践，掌握从原料前处理到成品包装的整个过程，培养学生的工程化能力。

### **预设参数：**

**配料：**加饭酒每缸用糯米 144kg、麦曲 25kg、水 68.6kg、浆水 50kg、淋饭酒母 8-10kg、50%vol 糟烧 5kg。

**浸米：见表 1。**

**表 1 浸米 15d 后的物理变化**

项目	例 1	例 2
浸渍前米质量/kg	288	288
浸渍后米质量/kg	4□2	402

浸渍前总酸（缸心取样） g/L	0.3	0.3
浸渍前总酸（缸心取样） g/L	12-14	12-14
浆水质量/kg	168	165
原米含水量/%	14.61	14.61
浸渍后含水量/%	43.00	41.88
浸渍后质量损失率/%	6.91	6.50
浸渍后淀粉损失率/%	5.28	4.54
浆水中淀粉含量/%	0.4	□--
浆水固形物/%	3.35	3.32

**蒸饭：**每缸米分装成 4 甑蒸煮，每 2 甑原料酿造一缸酒。

**摊饭：**见表 2。

**表 2 摊饭品温与气温关系**

气温/°C	摊冷后饭温/°C
0~5	75~80
6~10	65~75
11~15	50~65

**落缸：**见表 3。

**表 3 气温与落缸温度要求**

气温/°C	落缸后品温/°C
0~5	28~29
6~10	27~28

11~15	25~27
-------	-------

**开耙：**见表 4、表 5。

**表 4 冷作酒开耙品温控制情况 (室温 0~10℃)**

耙次	品温/℃	相隔时间/h
头耙	23.0~24.0	下缸后经过 10~20
二耙	24.0~27.0	6~7
三耙	21.0~23.0	4~5
四耙	21.5~23.0	4~5

**表 5 热作酒开耙品温控制情况 (室温 0~10℃)**

耙次	品温/℃	间隔时间/h
头耙	37~38	下缸后经过 10
二耙	31~33	4~6
三耙	39~31	3~4
四耙	27~30	3~4

**后发酵：**见表 6。

**表 6 后发酵过程酒醪液变化情况**

时序	室温/℃	品温/℃	酒精/%	糖分/%	总酸/%
52h	10.0	25.0-22.0	10.35	5.41	0.35
3d	7.5	18.5-16.0	11.70	4.40	0.35

4d	10	12.0-11.0	11.70	3.70	0.36
5d	5.0	9.0	11.90	4.40	0.36
6d	8.0	8.0	12.40	4.20	0.36
7d	8.0	8.0	12.80	3.70	0.37
12d	11.0	11.0	12.90	2.94	0.38
21d	1.0	5.0	15.60	1.36	0.38
28d	1.0	0.5	16.30	1.62	0.38
35d	2.5	0.5	16.40	1.56	0.38
42d	7.0	7.0	16.60	1.52	0.38
49d	4.0	2.0	17.50	1.36	0.39
55d	6.0	5.5	18.80	1.25	0.41
62d	15	14.5	18.50	0.92	0.41
67d	15	9.0	18.90	0.86	0.42
74d	13.5	13.0	18.80	0.78	0.43
82d	16	15.0	19.00	0.71	0.43
87d	20	20.0	18.70	0.68	0.43

压榨：见表 7。

表 7 出酒率

名称	出酒量/kg	出酒率/%	出糟量/kg	出糟率/%
元红	310.93	215.90	57.61	40.01
加饭	262.94	182.33	56.24	39.75
善酿	273.09	191.05	57.36	39.84
香雪	172.15	119.39	54.28	37.64

成品：见表 8。

**表 8 绍兴酒成品理化指标**

酒名	酒精/%	浸出物/%	热量/cal
元红	12.5	3.5	1015
加饭	14.0	5.5	1200
善酿	11.0	10.0	1170
香雪	15.0	24.0	2010

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)

**(1) 采用的教学方法的使用目的**

为了满足我省行业应用型人才需求、服务产业转型升级和区域经济发展需求, 并且突破传统实验教学的局限性。基于多种虚拟仿真技术, 建设了《绍兴黄酒传统酿制技艺》虚拟仿真教学实验项目, 与《黄酒分析检测》、《酒类仪器分析》课程配套开设。项目的实施开展采用了“虚实结合式教学”和“情景再现式教学”的教学方法, 在培养学生动手实践能力的基础上, 充分发掘虚拟仿真平台虚拟仿真软件的技术优势, 使学习更加深入且生动, 同时有利于充分调动学生自主学习的兴趣和积极性, 将自主学习、互助学习、研究性学习有机结合。从而, 项目的实施可让学生构建完整的黄酒酿制知识体系, 提高对专业课程理论教学的辅助功能, 有利于复合应用型人才的培养。

**① 激发学生学习兴趣**

在虚拟的环境中, 学生可以在短期内完成整个实验过程, 有助于学生更好的理解和整体掌握酿造原料变化特征以及整个酿造工艺流程。这种直观、实时

和互动的特点不仅激发了学生体验传统技艺绝妙之处的热情,也有助于学生进行学习迁移。

### ② 提升学生学习能力

虚拟仿真实验解决了真实酿酒实验不可逆的问题。在虚拟环境中,学生可以针对酿制过程的虚拟工艺流程进行反复练习操作,既能深化对已有理论知识的理解,又能获得传统技艺的实操能力;学生也可选择练习模式或自主设计实验,这种灵活的方式既能够激发学生养成主动掌握知识和不断反思的习惯,又能推动学生将理论知识应用于实践。在实验过程中,学生的学习能力不断得到提升。

### ③ 提高学生学习效率

本实验为学生提供了网络虚拟实验室和 24 小时在线的“空中课堂”,使学生可以不受时间和空间限制,学生沉浸其中,能够随时随地进行实验,大大缩短了实验周期;系统自动评分功能有助于学生得到及时反馈,从而及时发现问题和解决问题,学生学习效率大幅度提高。

## (2) 教学方法的实施过程 (见图 7)

### ① 沉浸式体验漫游

学生进入虚拟的绍兴传统黄酒酿制作坊,直观形象、立体生动地体验、感知与领略绍兴手工黄酒酿制作坊物理环境的空间、布局 and 结构;掌握物理环境创设的要点、设备设施的配备规范;学会规划手工黄酒作坊的室内空间及标准的设备陈设。

### ② 问题式工艺参数辨析

进入工艺参数辨析环节后，系统随机向学生提出问题，以问题导向式要求学生  
学生对虚拟黄酒产品品质（理化参数）进行分析，掌握黄酒酿制过程中不同工  
艺参数，判断不同工艺参数对黄酒品质的影响。

### ③ 交互式练习

进入练习环节后，学生与线上教师进行互动提问与答疑；也可与不同黄酒  
产品、各类材料和物体实时互动，进行操作练习。系统具有错误提示、正确操  
作提示和自动评价的功能，学生通过人机交互的方式，实现边练习、边学习、  
边调整，错误和不足之处及时得到改正和补充。

### ④ 自主式设计

在练习环节中，学生可根据兴趣自主选择练习或自主设计实验。在自主选  
择练习模式下，学生可以选择规范练习模式或自主设计练习模式。学生通过自  
主设计，提高了创新能力，并能有针对性地进行实验练习。

### ⑤ 矫正式引导

“练习模式”和“考核模式”均从数据库中随机出题及自动评分，能够自  
动生成可追溯实验全过程的记录，便于学生及时了解与掌握学习的进程，进行  
自我纠错矫正；教师也能够通过后台看到每一个学生的实验操作，并且通过个  
性化、差异化的出题模式考核每一个学生，线上教师与学生进行互动提问与答  
疑，引导学生的实验操作。

### ⑥ 反馈式评价

实验操作结束后，通过填写实验报告，系统自动反馈学生的全部操作，并  
对学生掌握的情况做出评价。学生根据反馈评价结果和兴趣，反复进行虚拟仿



真实实验，系统自动记录学生操作过程，并上传过程信息至本项目数据库，教师对学生的实际操作进行点评，学生之间相互点评，实现了师生互动与生生互动。此外，在线下，学生可预约在学校黄酒生产实习基地进行实际生产操作，进一步提高学习效果。

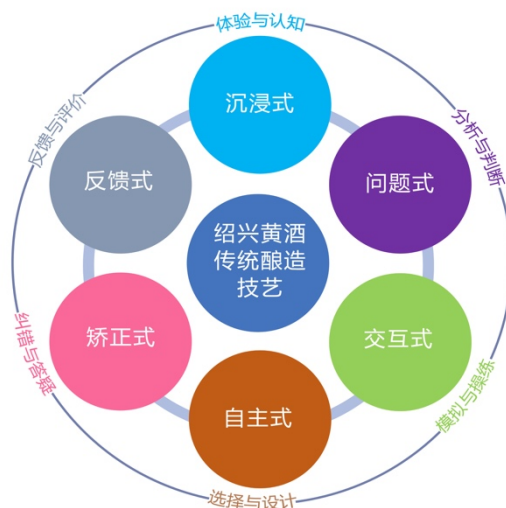


图 7 实验教学方法实施过程

### (3) 教学方法的实施效果

#### ① 提高人才培养质量

本项目的开发突破了时间和空间的限制，学生可以随时随地进行实验。同时，软件中设有纠错和提示功能，学生可以反复进行练习。虚拟实验环境里大量工艺参数的“错误纠正式”模拟，有助于学生快速掌握正确的工艺参数。本项目的应用，大大提升了学生学习方式的科学化和工艺能力的专业化。自 2018 年 9 月以来，已有 300 余名学生完成了该项目的实验。毕业生供不应求，广受用人单位欢迎。

#### ② 提升教学效率

本项目建构了一个类真实生产环境，目前支持并发访问高达 150 人，解决了现实黄酒生产企业无法接受高频次、大批量的学生参与见习或实习的难题；也解决了课程周期短与黄酒酿制周期长的时间矛盾问题。在虚拟仿真实验中，学生与虚拟环境、酿制工艺和材料进行互动，不仅能把线下课堂中所学的知识应用于线上实验中，而且激发了学生对专业的热情和兴趣，大大提升了教学效率。

### ③ 降低教学成本

本项目使学生足不出户就能观摩和体验绍兴黄酒酿制传统技艺，节省了学生往返见习、实习单位的时间和交通成本。不仅如此，学生通过与虚拟的实验对象和实验材料进行互动，大大节省了实验设备与材料的购置费用。

### ④ 共享教学资源

该项目可通过互联网访问使用，方便开展合班或小班实验课及向社会开放。目前，该虚拟仿真教学资源不仅惠及本专业的师生，也支持了我校其它相近专业的虚拟仿真实验教学。江苏食品药品职业技术学院、浙江工业职业技术学院等 13 所兄弟院校相关专业共享了该虚拟仿真实验教学项目。

### ⑤ 服务社会效果明显

本项目在黄酒专业人才上具有显著优势，吸引了许多社会人员主动接受该项目的培训。自 2018 年 9 月至今，已培训社会黄酒从业人员 100 余人，大大提升了从业人员的专业化水平。同时，通过软件，对上传黄酒相关理化数据的学习者给予了个性化酿制方案指导，推动了黄酒行业专业化的提升。

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:

a.项目开展总体说明

本项目采用虚实结合的教学方法。学生需要先在线自主学习从原料选择、黄酒酿制完整工艺流程，重点掌握前发酵工艺流程，并通过仿真软件测试后方可预约实体实验，保证了学习的质量。之后，在教师指导下，学生进入中试车间完成黄酒生产的实体生产实践和花雕设计品的 3D 打印成品。

b.虚拟仿真实验部分说明

人员更衣消毒后进入模拟生产车间。



图 8 进入模拟生产车间场景

(2) 学生交互性操作步骤说明:

**步骤 1:** 登录项目网站 <http://sxwl.ilabvr.com/User/login/index.html> (见图 4) , 进入网站了解项目描述、特色、网络要求等相关信息。从网站右下角获取实验指导书。点击开始实验, 主界面可选择直接开始实验或者进入社会服务页面。点击“开始实验”进行实验, (详见实验指导书和操作引导视频) :

**步骤 2:** 熟悉界面操作, 通过键盘 WASD 键和鼠标进行 360 度自主漫游。学生沿着操作路径进入黄酒酿制虚拟场景各空间 (见图 9) 。



图 9 进入模拟生产车间场景

步骤 3：实验工具和场地认知（见图 10）。

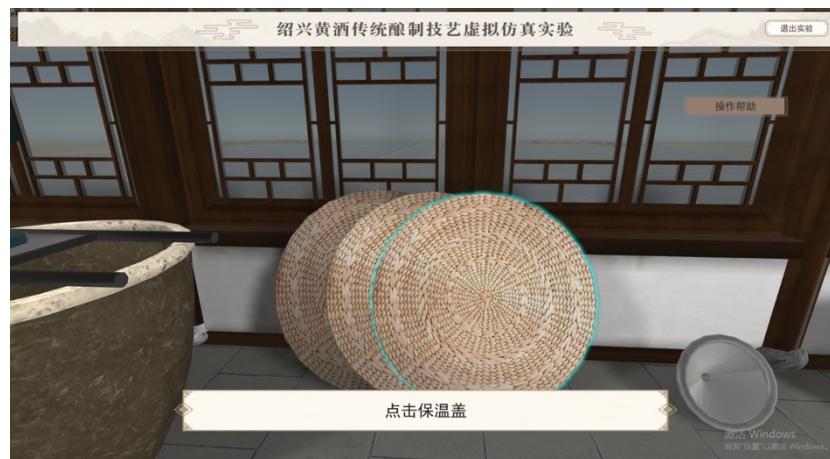


图 10 漫游认知页面截图

步骤 4 配料：加饭酒每缸用糯米 144kg、麦曲 25kg、水 68.6kg、浆水 50kg、淋饭酒母 8-10kg、50%vol 糟烧 5kg（见图 11）。



图 11 配料操作截图

**步骤 5 浸米:** 米浸入时, 水面应高出米面 10-15cm, 防止吸水后米层露出水面。浸米时间随气温不同而变化。在室温 5-15℃左右时, 浸渍小于 15 天; 在室温 5℃以下时, 浸米 15-20 天, 总酸(缸心取样) 由原来的 0.3g/L 上升到 12-14g/L。浸米在大缸中进行, 每缸 288kg, 供两缸投料用。由于浸米时间长达 15-20d, 浸米过程中应经常注意米的吸水程度和水的蒸发情况, 及时补水, 勿使米层露出水面。浸米期间, 要捞去液面的菌醭, 防止浆水发臭(见图 12)。



图 12 浸米操作截图

**步骤 6 蒸饭:** 将沥去浆水的糯米用挽斗从缸中取出, 盛于竹箩内。将每缸米平均地分装成 4 甑蒸煮, 每 2 甑原料酿造一缸酒(见图 13)。蒸米饭要求达到:

- ①外硬内软，内无白心，疏松不糊，透而不烂且均匀一致。
- ②饭蒸得不熟，饭粒里面有生淀粉，淀粉的糖化不完全，会引起不正常的发酵，使成品酒的酒度降低而酸度增加，这样不仅浪费原料，而且影响酒质。
- ③饭蒸得过干糊烂也不好，不仅浪费了蒸汽，而且容易结成饭团，不利于糖化和发酵，也会降低酒质和出酒率。



图 13 蒸饭操作截图

**步骤 7 摊饭：**（见图 14）米饭摊冷或鼓风降温的要求是

- ①品温下降快而均匀，不产生热块，更不允许产生烫块。
- ②若冷却时间长，米饭就可能被空气中的有害微生物侵袭，而且糊化后的淀粉在常温下放置较长时间后，会逐渐失水，淀粉分子间重新组成氢键而形成晶体结构，这种现象称为米饭的老化或回生。老化后的淀粉不易被酶作用。粳米和籼米直链淀粉含量高，更易产生老化现象。
- ③冷后的饭温高低依据气温的不同而调整，常控制在 50~80℃的范围内。摊饭品温与气温关系见表 2。



图 14 摊饭操作截图

**步骤 8 落缸:** (见图 15) :

- ①发酵缸及工具须预先清洗干净，并用石灰水、沸水灭菌。
- ②在落缸前一天，先将投料清水盛入缸中备用。落缸时分两次投入经冷却后的米饭。
- ③第一批米饭倒入后，搅拌打碎饭块；第二批米饭倒入并搅散饭块后，依次投入麦曲、酒母和浆水。搅拌均匀，然后将物料翻盘到相邻缸中（俗称“盘缸”），
- ④继续把留下的饭团捏碎，使缸中物料和品温更加均匀一致。落缸后物料品温一般掌握在 25~29°C，应根据气温适当调整（表 3），同时按照落缸时间的先后，可对品温和酒母使用量做适当的控制。及时做好酒缸的保温工作，防止升温过快或降温过快。



图 15 落缸操作截图

**步骤 9 开耙：**开耙有高温和低温两种不同的方式（见图 16）。高温开耙待醪的品温升高到 35℃以上才进行第一次搅拌(开头耙)，使品温下降。低温开耙是品温升至 30℃左右进行第一次搅拌，发酵温度最高不超过 30℃。开耙品温高低掌握得不同，会影响到成品酒的风味。高温开耙因发酵温度较高，前期发酵速度较快，但酵母易早衰，使发酵能力减弱，酿成的酒含有较多的浸出物，口味较浓甜，俗称热作酒，又叫甜口酒。低温开耙的发酵比较完全，成品酒的酸味较低而酒度较高，易酿成没有甜味的辣口酒，俗称冷作酒。

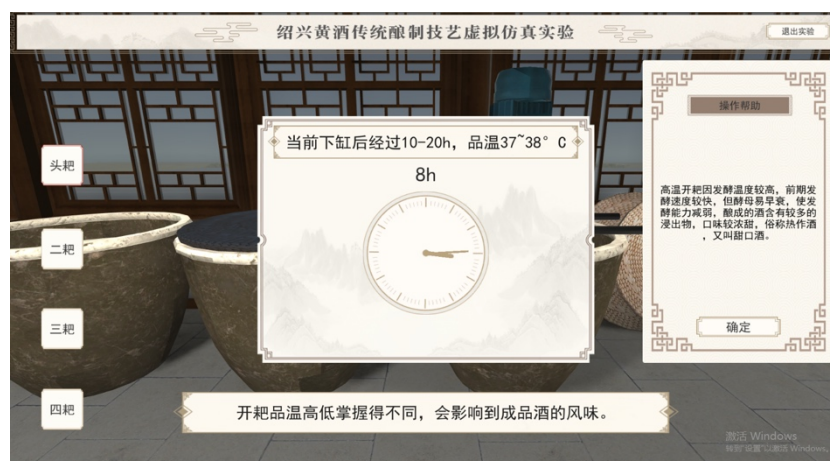


图 16 开耙操作截图

在糖化发酵及开耙这一重要的酿造过程中，操作应十分重视以下几点：



- ①严格控制品温变化，及时用开耙搅拌和去掉保温物进行调节。
- ②注意酒精度的变化，根据开耙时感觉，前四耙有明显的酒精变化，四耙结束时酒精浓度达到 10%以上，前酵结束灌坛时须在 13%以上，后酵结束应超过 19%。
- ③密切注意酸度变化。酸度是衡量酒质优劣发酵正常与否的重要指标。头耙时总酸在 3.0~4.5g/L，前酵结束灌坛前在 6.0g/L 左右，后发酵结束时最好控制在 7.0g/L 以内，否则影响风味。
- ④酒醪中的糖分变化是进行控制发酵、调节品温的一个依据，头耙时含糖量在 80~100g/L，四耙后降至 40g/L 左右，前发酵结束时应保持在 30g/L 左右，以后糖分消耗与增长大致平衡，至后发酵结束时一般在 10~30g/L。
- ⑤注意酒醪中酵母数的增减情况，一般以主发酵四耙结束时为依据，此时酵母细胞数在 5~10 亿/mL，太少表明主发酵不正常。以后基本保持在这一范围，直至后酵结束。由于绍兴黄酒酒药中的酵母活力较强，虽是后酵长时间静置养醪，酵母死亡率也低于 10%。

#### **步骤 10 后发酵：**（见图 17）

- ①四耙后，一般在每日早晚搅拌两次，主要是降低品温和使糖化发酵均匀进行。但为了减少酒精的挥发损失，在气温低时，应尽可能少开耙。
- ②经 5~6d，品温和室温接近，糟粕下沉，主发酵阶段已结束，由搅拌期转入静置期，将酒醪搅拌均匀后分装在酒坛中进行长期后发酵（养醪）。
- ③每坛约装 20kg，坛口盖上一张荷叶。3~4 坛堆为一列，堆置在室外，最上层坛口加盖一小瓦盖。为保证后酵发酵的均匀一致性，堆往室外的半成品坛应注

意适当控制向阳和背阴的堆放处理。



图 17 后发酵操作截图

**步骤 11 压榨：**经过 70~80d 的发酵，酒醪已经成熟，用木榨对酒醪进行固液分离，称为压榨（见图 18）。在传统黄酒的生产中，压榨是用木榨进行的，压榨时将待过滤的醪液灌入绸袋，放入木榨的木框内，在榨杆的一头添加石块，使清液流出。

④对酒醪的要求：由于受气温等多种因素的影响，使得酒醪的成熟期有长短。黄酒压榨要求酒醪成熟后进行，不够成熟则酒糟与清液难以分离，造成压榨困难及清酒的浑浊；而压榨不及时，则总酸偏高甚至变质，称为“失榨”。但酒醪什么时候可以压榨，需要从实践中不断摸索进行掌握，一般可以从下面几方面进行判断。

a.从色的方面判断：酒醪的糟粕已完全下沉上层酒液已澄清并透明黄亮，这种情况可以说基本已成熟；如发酵期已到，色泽仍淡而浑浊，这就说明还未成熟或是已变质；如色泽发暗，口尝有熟味，这是失榨的现象，往往发生在气温高的情况下。

b.从味的方面判断：口尝已有较浓的酒味，口味清爽，后口略带微苦味，酸度

适宜。如有明显酸味，这说明酒醅已开始变质，应提前搭配压榨。最好取少量酒液，经加温后品尝及分析酸度，这种判断方法更为确切。

c.从香气方面判断：嗅之有正常的新酒香气，无其他异杂气。除了采用感官方法判断外，还应该配合理化指标来进行判断，即酒精度及总酸已达到规定的要求，而且基本趋于稳定，无多大变化；或酒精度有下降趋势，总酸有上升趋势，并经品尝，基本符合要求，就可以认为酒醅已成熟，即可压榨。

## ②压榨要求

a.酒醅的搭配：需压榨的酒醅，原则上应按先后次序顺序进行压榨。但由于黄酒的发酵操作和温度控制等多方面的原因，酒醅与酒醅之间会产生一定差别，特别是口味上。因此，在压榨前一般要对酒醅进行搭配调整。搭配主要是根据理化指标的化验结果进行，也要注意口味间的不同，使各批次的酒质趋于统一，使一些指标上有轻微不合格的酒能达到规定的要求。

b.压榨要求：对压榨的要求主要有生酒澄清、糟板干燥和时间长短 3 个方面。时间的长短又取决于“清和干”，如果不干不清，起不到压榨作用，既会影响酒的质量，又会影响出酒率。



图 18 压榨操作截图

**步骤 12 过滤：**榨出的酒液称为生酒或生清。

①静置 23d，使少量微细的悬浮物沉入酒池或罐底，使酒液澄清。澄清须在低温下进行，且时间不宜过长，以防酒质变坏。经澄清后的酒液，尚有一些不易沉淀的悬浮物存在，一般还要经过硅藻土过滤。

②生酒在澄清过程中，酒质会发生变化。一般刚压榨的生酒，品尝时酒味感到粗而辛辣，随着澄清期的延长，酒味逐渐变为甜醇，主要是由于淀粉酶将残余糊精和淀粉分解成糖；蛋白水解酶把蛋白质、肽分解为氨基酸所致。由此可见，延长澄清期对促进酒的老熟起到一定的作用，但要防止酒质酸败。

**步骤 13 煎酒：**将澄清的酒液加热到 90~92℃，以杀灭酒液中的微生物和破坏残余的酶，并使部分蛋白质受热凝固析出，低沸点的生酒味成分被挥发排除(见图 19)。



**图 19 煎酒操作截图**

**步骤 14 装坛：**陶坛预先洗净并用蒸汽灭菌，趁热灌入灭过菌的热酒(见图 20)。



图 20 装坛操作截图

**步骤 15 封坛成品：**灌坛后酒坛口立即用煮沸灭菌的荷叶覆盖，再盖上小瓦盖，包以沸水杀菌后的箬壳，用细篾丝扎紧坛口，运至室外，用黏土做成平顶泥头封固坛口（俗称“泥头”），加盖绍酒红字。该泥由黏土、盐卤及砬糠三者捣成。待泥头干燥后，运入仓库贮存（见图 21）。



图 21 封坛操作截图

**步骤 16 自主设计练习：**根据学生对工艺的掌握和理解，可自主设计实验，实验过程中不给予提示和纠错，不限制时间和实验次数（见图 22）。

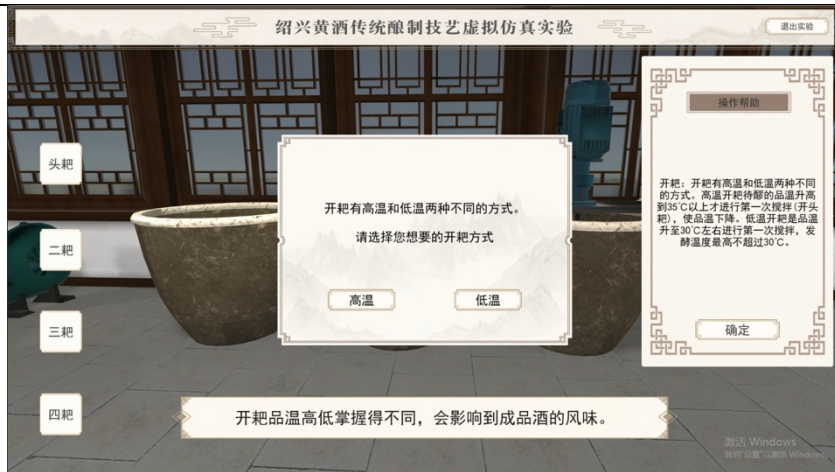


图 22 自主设计练习操作截图

步骤 17 综合应用考核：点击工艺考核，进入综合应用考核。



图 23 综合应用考核操作截图



图 24 综合应用考核操作截图



图 25 综合应用考核操作截图

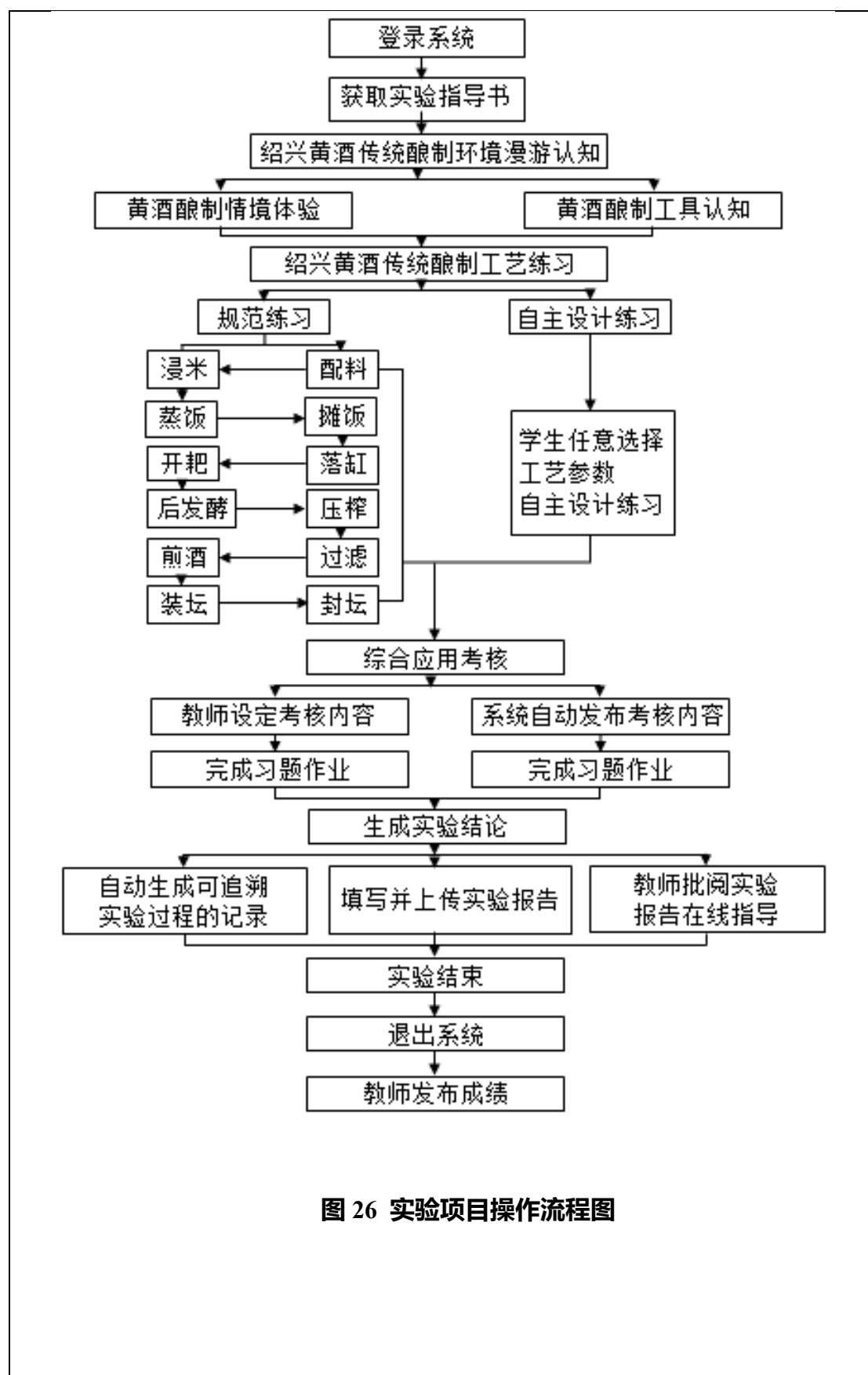


图 26 实验项目操作流程



### 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: 本实验坚持“能实不虚、虚实结合、以虚补实”的原则, 利用线上虚拟仿真实验有效弥补了实体实验的短板, 有效地解决了黄酒酿制情境中不能反复练习、无法保障同一时间内批量学生参与实验等问题, 让每一位学生都能在独立的实验环境下完成各自的实验任务。

### 2-10 考核要求

为了保证教学质量, 我们坚持“虚实互补”的原则。虚拟实验室根据系统自动评分; 实验室实体实验则根据知识应用、实验操作、实验结果等内容为依据综合评价。虚拟仿真实验教学资源 and 平台为我们建立过程与结果并重、覆盖实验教学全过程和提升能力培养的形成性实验教学考核内容与评价指标体系创造了条件。同时也使专业课学习和毕业设计、创新项目开展能够前后贯通、深度融合。本实验项目以信息化教学管理共享平台为载体, 采用多维度、多元化的考核方法对学生进行全方位、系统的考核与评价。具体考核要求见表 9:

**表 9 实验教学考核要求**

考核内容		考核要求/能力培养	权重系数	计分(满分 100 分)
环境漫游	传统黄酒 酿制情境	了解传统黄酒酿制环境布局; 了解工具使用方法; 掌握正确的消毒方法。	9%	9

认知	体验			
	酿造原料 认知	掌握各种酿造原料及其优良特性等知识要点，掌握原料投放标准等。		
传统酿制技艺 12 道工序		掌握传统黄酒酿制（筛米、浸米、蒸饭、摊冷、落作（加麦曲、淋饭、鉴湖水）、主发酵、开耙、灌罐后酵、榨酒、澄清、煎酒、灌罐陈酿）关键工序，提高实际操作水平。	每道 工序 3%	36
综合练习 (系统随机出现 黄酒基本理化信 息数据)		具备酿制工艺过程中产生问题的纠错和解决能力；能够在教师指导下对项目平台中上传黄酒基本理化数据的酿制者提供咨询与答疑。	20%	20
工艺自主设计		根据系统提供的实际信息数据，能够具备及时调整酿造工艺参数的能力。	20%	20
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、实验结果并能及时上传。	15%	15

## 2-11 面向学生要求

### **(1) 专业与年级要求** 本科三年级及以上

面向生命科学学院（包括生物系、科学教育系、酿酒工程）等相关食品、生物专业领域的大三以上年级的学生，实验课程为 16 课时/学期。同时也面向其他兄弟院校相关专业选修《酿造工艺学》、《黄酒工艺学》的学生，也可选择性地完成本项目的实验内容。

### **(2) 基本知识和能力要求等：**

具有生物、化学、食品加工等相关基础及理论知识，修过《食品化学》、《生物化学》、《食品生物化学》、《食品微生物》、《现代仪器分析》等相关课程，具有一定的独立分析和解决复杂问题的能力。

**(3) 教学项目要求学生习得基本知识和能力的同时，更要重树中国制造的文化自信：**绍兴黄酒古老的酿制技艺，绍兴人民集体智慧的结晶，经受了各种社会发展历史的考验，隐含着祖先在尊重自然的前提下精心酿造而成的，在“天人合一”中实现了可持续的手工艺生产活动，是中国传统文化中物产制作技艺文化的最优秀的代表者，其中凝聚着深邃的哲学智慧，以及二千多年来绍兴人民智慧生产和追求美好生活的重要部分，是绍兴造物技艺的瑰宝，诠释着中华民族传统文化的精神。

<p>2-12 实验项目应用及共享情况</p> <p>(1) 本校上线时间：2017年3月</p> <p>(2) 已服务过的本校学生人数：300</p> <p>(3) 是否纳入到教学计划：<input checked="" type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否 (勾选“是”，请附所属课程教学大纲)</p> <p>(4) 是否面向社会提供服务：<input checked="" type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否</p> <p>(5) 社会开放时间：2017年05月，已服务人数：20000余人</p>
---

### 3. 实验教学项目相关网络及安全要求描述

<p>3-1 有效链接网址 sxwl.ilabvr.com</p>
<p>3-2 网络条件要求</p> <p>(1) 说明客户端到服务器的带宽要求(需提供测试带宽服务) 需要 10M 以上带宽</p> <p>(2) 说明能够提供的并发响应数量(需提供在线排队提示服务) 支持 100 名学生同时在线并发访问和请求，如果单个实验被占用，则提示后面进行在线等待，等待前面一个预约实验结束后，进入下一个预约队列。</p>
<p>3-3 用户操作系统要求(如 Windows、Unix、IOS、Android 等)</p> <p>(1) 计算机操作系统和版本要求 推荐使用 Windows7 以上 64 位操作系统</p> <p>(2) 其他计算终端操作系统和版本要求</p> <p>(3) 支持移动端：<input type="checkbox"/>是 <input checked="" type="checkbox"/>否</p>
<p>3-4 用户非操作系统软件配置要求(如浏览器、特定软件等)</p> <p>(1) 需要特定插件 <input type="checkbox"/>是 <input checked="" type="checkbox"/>否</p>

(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)

支持浏览器

Google Chrome 9+ 64 位版本

Mozilla Firefox 4+ 64 位版本

IE 浏览器 10 及以上版本

360 极速浏览器 64 位版本

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

CPU:i5 主频: 3.20GHZ 或更高

内存: 8GB 以上

显卡: 2GB 以上

硬盘: 1T

(2) 其他计算终端硬件配置要求

无

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) 级

4. 实验教学项目技术架构及主要研发技术

指标	内容
<p>系统架构图及简要说明</p>	<p>(1) 基础支撑层</p> <p>基础支撑层是系统安全可靠运行的支撑与保障，包括与系统建设相关的法规及标准体系和运行环境体系两部分。其中，法规及标准体系包括系统运行的组织管理机构保障体系、运维管理保障体系、政策法规体系以及相关的计算机数据、服务、应用标准规范体系等。运行环境体系包括机房基础设施、硬件及网络、系统软件、安防及灾备等</p>

## (2) 数据库与模型库

数据库与模型库是虚拟仿真实验项目的基础，它包括两部分的内容，其中数据库中主要以字段的形式存放相关属性信息、用户信息、音效信息、模型信息、操作规程信息、元数据信息等数据；模型库中既包含了虚拟场景中所用到的模型数据，又包含为丰富演示功能，提高教学效果所需的动画、纹理、音频、视频、三维景观数据等，模型库中的信息通常以文件的形式进行存储，通过索引和元数据的形式与数据库相关联

## (3) 系统仿真层

系统仿真层是虚拟仿真实验项目建设的核心内容，它以平台门户系统为统一访问界面，对外提供数据服务接口和功能服务接口。用户既可以通过支撑平台所提供的功能完成相关教学、训练、考核等工作，又可利用支撑平台所保留的接口功能，完成数据添加、用户与权限管理等操作。

系统仿真层整体来说来说可分为实验

		<p>原理知识介绍、实验道具设备认知、实验素材的整合、实验教学方法的开拓、实验操作流程、实验报告考核判定几大功能。</p> <p>(4) 系统应用层</p> <p>系统应用平台建立在数据支撑平台之上, 根据平台归纳, 分为以下功能模块:</p> <p>1) 用户管理功能;</p> <p>2) 实验报告管理;</p> <p>3) 理论知识学习;</p> <p>4) 实验报告与自主学习判定;</p> <p>5) 后台管理;</p>
实验教 学项目	开发技术	<input type="checkbox"/> VR <input type="checkbox"/> AR <input type="checkbox"/> MR <input checked="" type="checkbox"/> 3D 仿真 <input type="checkbox"/> 二维动画 <input type="checkbox"/> HTML5 其他 <u>WebGL 技术</u>
	开发工具	<input checked="" type="checkbox"/> Unity3D <input checked="" type="checkbox"/> 3D Studio Max <input checked="" type="checkbox"/> Maya <input type="checkbox"/> ZBrush <input type="checkbox"/> SketchUp <input type="checkbox"/> Adobe Flash <input type="checkbox"/> Unreal Development Kit <input type="checkbox"/> Animate CC <input type="checkbox"/> Blender <input checked="" type="checkbox"/> Visual Studio <input type="checkbox"/> 其他



	<p style="text-align: center;">运行环境</p>	<p><b>服务器</b></p> <p>CPU <u>2</u>核、内存 <u>8</u>GB、磁盘 <u>8</u> GB、 显存 <u>4</u>GB、GPU 型号 <u>通用 G5</u></p> <p><b>操作系统</b></p> <p><input type="checkbox"/>Windows Server <input checked="" type="checkbox"/>Linux <input type="checkbox"/>其他 具体版本_____</p> <p><b>数据库</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/>Mysql <input type="checkbox"/>SQL Server <input type="checkbox"/>Oracle 其他_____</p> <p>备注说明_____ (需要其他硬件设备或服务器数量多于 1 台时请说明)</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>单场景模型总面数: 80 万左右</p> <p>贴图分辨率: 96dpi</p> <p>每帧渲染次数: 70FPS</p> <p>动作反馈时间: 15ms</p> <p>显示刷新率: 30s</p> <p>分辨率: 1900×1000</p>

## 5. 实验教学项目特色

(体现虚拟仿真实验教学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:**

#### **① 必要性**

**第一，解决现有教学资源与培养工科人才创新能力培养之间日益增长的矛盾。**随着学院规模的不断发展，学生规模持续增大，对学院教学资源，包括实验器材、场地、经费等提出了更高的要求，这在一定程度上影响了教学工作的开展和学生实践创新能力的培养。《绍兴黄酒传统酿制技艺》作为地方及学校特色课程，其教学的覆盖面对于培养黄酒复合型人才具有重要现实意义。为解决教学资源与人才培养之间的矛盾，虚拟仿真项目以其“开放性、实用性、动态性、经济性和扩展性”等特点，突破教学时间与空间的限制，方便学生随时随地使用学习，为学子们探索黄酒的奥妙，掌握传统技艺，弘扬中华优秀传统文化提供了更加灵活的途径。

**第二，解决实际教学实验内容的局限性。**《绍兴黄酒传统酿制技艺》虚拟仿真实验可以有效解决真实实验不具备或难以完成的教学内容。该类专业课程传统实验教学具有一定局限性，如酿造工艺繁复且周期长，短时间内难以完全展示发酵过程中物料和微生物的不断变化，同时昼夜不间断的酿造过程也无法保证每位学生有充裕的操作培训时间等。基于《绍兴黄酒传统酿制技艺》虚拟仿真实验项目，学习者可以从酿制者的角度去体验黄酒酿造过程，感悟物料的变化特性和经典技艺的传承魅力；虚拟仿真实验内容中的反复纠错体系，可以提高学生安全生产意识，预防发生安全事故。此外，绍兴黄酒集文学、历史、

书法、美术、民俗等于一体，雕、塑、绘、刻于一身，艺术个性鲜明，是一份无比珍贵的文化遗产，我们将在项目后续的开发中将其渗入其中。我们希望能够通过虚拟仿真实验，使年轻学子们都能够运用自己的电子终端亲自动手参与绍兴酒的酿制与创作设计，从中国技艺传承人的角度将这门技艺发扬光大，也让更多人了解这门技艺的独特魅力。这对于拓展学生视野和创新、科研思维非常重要。

## ② 先进性

**第一，理念先进。**该项目将传统技艺凭经验以及口口相传的传授，转化为有详实数据依据的科学工艺传播。在传统工艺流程设计上，接轨了 GB/T 13662-2018《黄酒国家标准》，并在我校黄酒酿造实习基地进行了落地实践，确保了绍兴黄酒传统酿制技艺的前瞻性和可操作性。

**第二，技术先进。**本项目综合运用植物学、生物学、微生物发酵学、信息技术科学、物理学等多学科的研究成果。在 360 度全景拍摄的基础上创建了以真实绍兴黄酒传统酿制作坊为参照的虚拟场景，运用三维建模、动画等技术手段，建构了整个酿制工艺，使实验场景和实验对象更直观形象；通过键盘和鼠标使实验者双手在虚拟场景中操作，让学生如同亲临实境，感受互动；同时系统支持 VR 头盔佩戴。我校拥有该软件的自主知识产权。

### (2) 教学方法创新：

#### ① 教学方式方法多样

该项目以培养具有专业胜任能力和社会适应能力的创新应用型黄酒人才为目标，遵循“学生中心、问题导向、学科融合、创新实践”的实验教学理念，

通过实施“复合导引”的实验教学方法，让学生在沉浸式漫游、问题式辨析、交互式练习、自主式设计、矫正式引导、反馈式评价的实验过程中，充分锻炼实践操作能力，加深理论知识和技术应用的理解。

### ② “虚实结合”，教学效果明显

线上虚拟仿真实验与线下传统经典实体实验互补，激发了学生的学习兴趣、提高了学习的效率、提升了学习的能力。通过对学生竞赛、毕业设计、论文发表、就业等数据进行跟踪调查与分析，发现该实验方式一定程度上提高了学生主动学习的品质、发现问题、分析问题、解决问题和创新的能力。

### (3) 评价体系创新：

#### ① 纠错与反馈

在项目的规范练习环节，操作错误时系统会自动提示和纠错；自主设计实验，系统全程自动记录实验过程与操作步骤，学生能够追溯回看自己的操作记录，促使学生养成规范练习和主动思考的学习习惯。

#### ② 评价与反思

在练习及考核环节，系统自动生成可追溯实验过程的记录和分数，并为封坛成品打分；单一步骤考核完成后，系统自动绘制黄酒成品品质曲线图，这些都是对学生操作进行评价的方式。系统对操作次数、操作时间、交互操作要点等进行多维度考核，并设置“作业习题”对学生理论知识进行考核，形成理论与实验相结合、过程性和终结性评价相融合的综合评价体系。《绍兴黄酒传统酿制技艺》虚拟仿真实验管理平台可以跟踪记录学生整个实验项目的学习情况，并实现在线测验与及时评价反馈。将虚拟仿真实验教学项目纳入相关专业

培养方案，制订相关教学效果评价办法。积极探索高校间相关实验教学项目成绩互认、学分转换机制。

#### **(4) 对传统教学的延伸与拓展：**

##### **① 延伸了实验内容的深度、广度与实验空间**

本项目利用现代信息技术延伸了实验内容的深度与广度，为学生提供了高度仿真的虚拟实验环境，解决了真实黄酒酿制具有一定危险性、实验周期长、实验环境匮乏、实验时空受限等问题；有效解决了教师跟踪实验进程的困难，节省了实验教学成本；将传统的实验室、固定的上课时间延伸为泛在化的网络虚拟实验室和 24 小时在线的“空中课堂”。

##### **② 拓展了以虚补实的“复合导引”实验教学方法**

采用“复合导引”实验教学方法，通过“双手”的操作，学生与酿制工艺设备、虚拟场景和材料互动。学生在虚拟传统酿酒作坊中进行操作，其过程可通过教学系统自动实时打分，相关信息上传至本项目数据库，教师进行点评，学生之间进行互评，线下线上互动，实现了以虚补实、虚实结合的实验原则。项目中设置了社会服务栏目，学习者可以上传自制黄酒理化指标参数，并在线咨询；学生通过团队研究，在教师的指导下分析、判断上传的黄酒产品参数样本，并设计个性化指导方案，实现学以致用目的，大大提升了学生的实践能力和研究能力。

##### **③ 拓展了共享与辐射的范式**

该项目不仅供本校学生使用，还与江苏食品药品职业技术学院、浙江工业职业技术学院等 13 所高校共享，为整体提升酿酒工程专业人才培养提供了丰

富的资源。

《绍兴黄酒传统酿制技艺》虚拟仿真实验在沉浸性、交互性、构想性等方面具有显著优势。实验整体设计以实为主，以虚为辅、虚实结合、虚中有实、实中有虚、以虚补实、以虚拓实、以虚促实。以提高学生实践创新创业能力为根本出发点，将虚拟实验与实体实验紧密结合，提升实体实验效果。相对于传统实验模式，虚拟仿真实验更加容易揭示物料在酿造过程中的变化规律，也能提供给学生独立创新实验的平台。采用虚拟仿真技术开展绍兴黄酒传统酿制技艺实验教学内容，是对传统教学改革提供的有效补充，也是对传统教学模式的积极延伸，对于培养具有创新创业能力的新世纪黄酒复合型人才具有重要意义。我们坚信虚拟仿真实验教学将成为教学改革的重要发展方向，会在未来得到更广泛的应用。

## 6. 实验教学项目持续建设服务计划

(本实验教学项目今后 5 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：

本实验教学项目后续会持续扩展实验内容，完善所需的辅助教学资源，同时增加交互功能的设计，满足教师和学生对于创新型实验的设计需求，充分体现学生自主式学习。

增强平台对优质资源的共享能力和稳定性，满足大用户并发访问。用户对软件的应用效果、存在的技术问题、内容需求等反馈信息进行收集，提交软件开发商进行完善。通过积累在线答疑、师生互动、生生互动内容以及实验结果，

形成问题索引, 充实后台数据库。

(2) 面向高校的教学推广应用计划:

虚拟实验项目将在今后 5 年继续向其他院校进行教学推广和开放使用, 以及互换交流共享资源相互学习。未来可与兄弟院校或者同行共同建设共享。

(3) 面向社会的推广应用计划:

按照建设要求, 实施项目被认定后继续面向高校和社会免费开放, 并提供在线教学服务, 未来 3 年内免费开放服务内容 100%, 3-5 年内免费开放服务内容不少于 70%。实现面向企业, 提供在职人员的培训, 此外还可开发外语版本, 计划面向亚洲和非洲等国家相关高校和企业提供在线互动实验教学项目, 扩大受益面。

## 7. 知识产权

软件著作权登记情况	
软件著作权登记情况	<input checked="" type="checkbox"/> 已登记 <input type="checkbox"/> 未登记
完成软件著作权登记的, 需填写以下内容	
软件名称	绍兴黄酒传统酿制技艺
是否与项目名称一致	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
著作权人	绍兴文理学院
权利范围	全部权利
登记号	2019SR0879870

## 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）：彭祺

2019年 7月 1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。）



# 中共绍兴文理学院委员会

## 《绍兴黄酒传统酿制技艺虚拟仿真实验教学项目》 团队成员政治审查意见

“绍兴黄酒传统酿制技艺虚拟仿真实验教学项目”政治导向和价值取向正确，弘扬社会主义核心价值观，无危害国家安全、涉密及其他不适宜网络公开传播的内容，无侵犯他人知识产权内容。

该项目负责人彭祺老师，中共党员。他拥护党的领导，坚持四项基本原则，理想信念坚定，爱岗敬业，忠诚党的教育事业，治学严谨，教书育人。

项目组其他成员都坚持四项基本原则，拥护党的路线方针政策，有良好的政治信念和师德修养。

中共绍兴文理学院委员会

2019年8月10日

## 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。）

## 丽水学院

### 关于“绍兴黄酒传统酿制技艺虚拟仿真实验教学项目”软件使用情况 与评价

丽水学院自 2018 年 9 月起,对学生使用绍兴黄酒传统酿制技艺虚拟仿真软件,并获得了很好的效果。该软件包括《黄酒传统酿制基本知识和基本技能》、《绍兴黄酒传统酿制实验操作》、《实验报告与自主学习判定》三大模块。设计生动形象,项目综合运用多学科研究成果,在 360 度全景拍摄的基础上创建了以真实绍兴黄酒传统酿制作坊为参照的虚拟场景,运用三维建模、动画等技术手段,建构了整个酿制工艺,使实验场景和实验对象直观形象地呈现在学习者面前;学习者在虚拟场景中操作,如同亲临实境;同时系统支持 VR 头盔佩戴,也体现了该项目的建设投入力度之大。

该软件使用一年以来,受到了一致的好评。项目利用现代信息技术延伸了实验内容的深度与广度,为学生提供了高度仿真的虚拟实验环境,极大的提高了学生的学习热情和兴趣,有效地提高了教学质量;解决了真实黄酒酿制具有一定危险性、实验周期长、实验环境匮乏、实验时空受限等问题;有效解决了教师跟踪实验的困难,节省了实验教学成本。

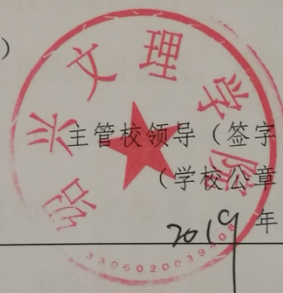


## 10 申报学校承诺意见

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）

*[Handwritten signature]*

2019年8月18日