

# 森工采伐机械虚拟仿真实验教学项目的构建与研究

李耀翔, 杨德岭\*, 狄海廷

东北林业大学工程技术学院, 黑龙江 哈尔滨  
Email: \*yangdeling@nefu.edu.cn

收稿日期: 2020年10月10日; 录用日期: 2021年1月28日; 发布日期: 2021年2月5日

---

## 摘要

在信息化教学新时代发展的背景下, 随着高等教育教学程度不断深入, “互联网+”实验教学尤为重要。森工采伐机械虚拟仿真实验教学项目采用B/S系统架构, 学生通过PC访问Web版本对油锯拆装虚拟仿真实验模块、伐木头拆装虚拟仿真实验模块、伐木机伐木效率分析虚拟仿真实验模块进行实验及交互, 对典型森工机械的结构和功能有了深入了解, 有效地掌握采伐机械的工作原理, 实现理论与实践的有机结合。基于Web版本开发的实验教学项目, 打破了时间和空间的限制, 使学生获取知识更加快速、便捷, 实现了以学生自主学习为中心的转变。

## 关键词

虚拟仿真, 伐木头, 油锯, 伐木效率

---

# Construction and Research of Virtual Simulation Experiment Teaching Project for Logging Machinery of Forest Engineering

Yaoxiang Li, Deling Yang\*, Haiting Di

College of Engineering and Technology, Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang  
Email: \*yangdeling@nefu.edu.cn

Received: Oct. 10<sup>th</sup>, 2020; accepted: Jan. 28<sup>th</sup>, 2021; published: Feb. 5<sup>th</sup>, 2021

---

\*通讯作者。

文章引用: 李耀翔, 杨德岭, 狄海廷. 森工采伐机械虚拟仿真实验教学项目的构建与研究[J]. 创新教育研究, 2021, 9(1): 15-22. DOI: 10.12677/ces.2021.91003

## Abstract

Under the background of the new era of information technology teaching, with the deepening of higher education teaching, "Internet+" experimental teaching is particularly important. The virtual simulation experiment teaching project of logging machinery adopts B/S system architecture. Students access Web version through PC to experiment and interact with virtual simulation experiment module of chainsaw disassembly and assembly, virtual simulation experiment module of logging head disassembly and assembly, virtual simulation experiment module of logging efficiency analysis. They have a deep understanding of the structure and function of typical logging machinery and effectively grasp the working principle of cutting machinery. That realizes the organic combination of theory and practice. The experimental teaching project based on Web version breaks the limitation of time and space, makes students acquire knowledge more quickly and conveniently, and realizes the transformation of students' autonomous learning as the center.

## Keywords

Virtual Simulation, Logging Head, Chainsaw, Logging Efficiency

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 建设背景

随着我国高等教育飞速发展, 现已迈入“双一流”新时代, “双一流”建设重要内涵之一是抓住信息技术变革带来的机遇, 实现高等教育变轨超车。“互联网+”背景下实验教学改革对“双一流”建设起到至关重要的作用, 理论联系实际是提高实践创新能力的必由之路, 实验教学是高等教育人才培养质量的基本保证, 好的教学方案落实在课程, 好的课程体现在优秀教师和实验教学[1]-[6]。

教育部吴岩司长在《建设中国金课》的报告中指出, 淘汰水课, 打造“线上和线下”有机结合并达到“两性一度”标准的金课, 国家级虚拟仿真实验教学项目就是国家级金课, 破解了高校实验实训教学老大难问题, 使原来“做不到”、“做不好”、“做不了”、“做不上”的实验实训教学成为可能, 充分提高学生创新设计能力和研究探索能力[7]。

根据教育部办公厅[2017] 4号文件《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》, 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与实践育人水平, 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[8]。

## 2. 建设目的

在国家高等教育“双一流”建设推动下, 学校加大了建设力度, 实验室建设实现了较高水平的快速发展。由于森林工程专业特殊性, 许多实验实习受到自然条件及生态条件的限制, 如木材生产作业的高危险性、森林采伐的不可逆性以及采伐对生态环境的破坏性等。其中, 森林采伐作业是整个木材生产过程中重要的环节之一, 伐木的机械化程度是影响木材生产作业效率的重要因素。

本项目以行业内两种典型的伐木机械(STIHL 油锯: 型号为 MS250; 智能联合伐木机的伐木头装置: 型号为 SCANIAR480)为对象, 以虚拟现实引擎工具为技术开发平台, 结合 3D 建模、计算机网络、动画模拟、人机交互等手段, 以二维和三维结合的方式, 通过伐木头、油锯等森工机械装备的虚拟拆装及伐木实验, 熟悉典型森工机械与装备的用途、性能、结构和工作原理, 能够对典型森工机械的结构进行设计, 培养学生的实践动手能力及创新思维, 打通理论学习与生产实践的有效衔接。

### 3. 系统架构及总体设计

系统采用 B/S 架构, 用户通过 PC 访问 Web 版本对系统功能进行访问及交互, 系统总体框架如图 1 所示[9] [10] [11]。

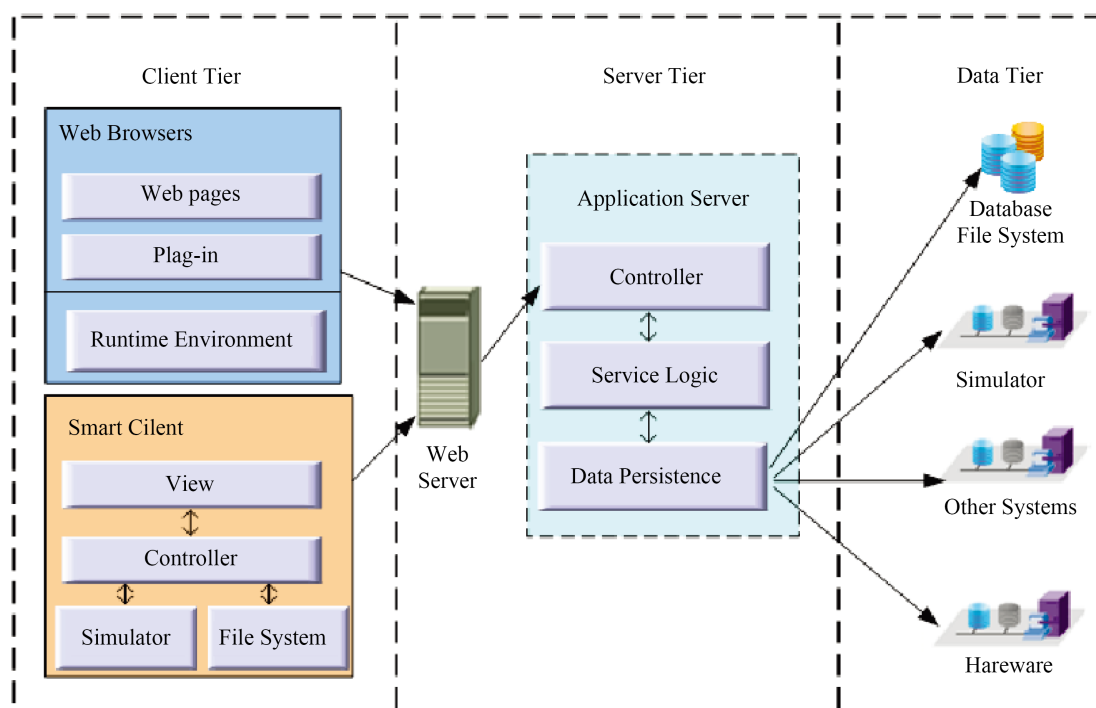


Figure 1. Overall framework of the system

图 1. 系统总体框架图

总体层次结构分为“基础支撑层”、“数据库与模型系统”、“仿真系统支撑平台”和“系统应用平台”等 4 层。

#### 1) 基础支撑层

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、系统软件等。

#### 2) 数据库与模型系统

数据库与模型是“森工采伐机械虚拟仿真实验项目”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、说明文字等数据; 模型中既包含了虚拟场景中所用到的模型数据, 又包含场景及用户界面所需的动画、纹理、音频、视频数据等, 模型中的信息通过索引和元数据的形式

与数据库相关联，并以附加数据文件的形式可通过浏览器进行访问。

### 3) 仿真系统支撑平台

仿真系统支撑平台是“森工采伐机械虚拟仿真实验项目”所模拟的各个设备的虚拟场景，它是整个系统主要的活动平台。在实现上，一个工艺即是一个生产，各个生产都放置的有相应的机器设备模型，操作者可以在场景中随意漫游观察各个设备的运作过程和情况，并可以对某些设备进行操作考核，通过点击各设备上的考核按钮，即可进行此设备的考试。

### 4) 系统应用平台

应用层为所构建样机软件的用户交互入口，将油锯拆装虚拟仿真模块、伐木头拆装虚拟仿真模块、联合采伐收割机伐木虚拟仿真模块在 web 端界面中展现，支持用户以多种操作查看动画过程。同时也作为显示层和数据层的外部输入入口，接收用户输入数据进行仿真分析并将信息呈现。

## 4. 虚拟仿真实验的交互操作步骤及考核

学生在学习理论知识后，通过预习实验指导书、观看油锯和伐木头的拆装过程演示、了解油锯结构和伐木头结构的设计原则等；然后进行上述过程的操作练习，在练习过程中，如果发生操作错误，则会在界面上进行错误提示；最后进行考试环节的测试，在考试环节中，如发生错误操作，界面不进行任何错误提示并在后台依据错误进行扣分，最终实验平台给出考核成绩并指出操作错误信息。学生通过虚拟仿真实验数据可进行进一步地练习操作，进而实现“小课堂变身实验实训大基地”的目的。

实验操作部分作为系统最主要的部分，分为教学、训练、测试三种方式。在教学模式中，以演示的形式播放；在训练模式中，学生需要按照操作步骤进行操作，会有文字提示引导学生完成实验过程；在考核模式中，完全靠学生自主完成整个实验的操作过程，系统自动判断学生操作的正确性，在关键步骤中设置考核点。具体详细操作步骤如下：

### 1) 油锯拆装虚拟仿真实验模块

① 油锯拆解教学：打开油锯拆解演示按钮，系统自动对油锯进行顺序拆解，屏幕上显示零件的名称，同时系统配有声音，对拆解各零件的名称和用途进行解释说明。见图 2 油锯拆解教学。



Figure 2. Dismantling teaching of chain saw

图 2. 油锯拆解教学

② 油锯装配教学：打开油锯装配演示按钮，系统自动对油锯进行顺序装配，屏幕上显示零件的名称，同时系统配有声音，对装配各零件的名称进行解释说明。见图 3 油锯装备教学。

③ 油锯拆解考核：打开油锯拆解考核按钮，系统弹出考核说明，点击“开始考核”按钮后，系统开始自动计时，对油锯的拆解过程进行考核。见图 4 油锯拆解考核。



Figure 3. Assembling teaching of chain saw  
图 3. 油锯装配教学



Figure 4. Dismantling examination of chain saw  
图 4. 油锯拆解考核

④ 油锯装配考核: 打开油锯装配考核按钮, 系统弹出考核说明, 点击“开始考核”按钮后, 系统开始自动计时, 对油锯的装配过程进行考核。见图 5 油锯装配考核。



Figure 5. Assembling examination of chain saw  
图 5. 油锯装配考核

## 2) 伐木头拆装虚拟仿真实验模块

① 伐木头拆解教学: 打开伐木头拆解演示按钮, 系统自动对伐木头进行顺序拆解, 并配有声音, 对拆解各零件的名称和用途进行解释说明。见图 6 伐木头拆解教学。

② 伐木头装配教学: 打开伐木头装配演示按钮, 系统自动对伐木头进行顺序装配, 屏幕上显示零件的名称, 同时系统配有声音, 对装配各零件的名称进行解释说明。见图 7 伐木头装配教学。

③ 伐木头拆解考核: 打开伐木头拆解考核按钮, 系统弹出考核说明, 点击“开始考核”按钮后, 系统开始自动计时, 对伐木头的拆解过程进行考核。见图 8 伐木头拆解考核。



Figure 6. Dismantling teaching for head of wood cutting  
图 6. 伐木头拆解教学



Figure 7. Assembling teaching for head of wood cutting  
图 7. 伐木头装配教学



Figure 8. Dismantling examination for head of wood cutting  
图 8. 伐木头拆解考核

④ 伐木头装配考核：打开伐木头装配考核按钮，系统弹出考核说明，点击“开始考核”按钮后，系统开始自动计时，对伐木头的装配过程进行考核。见图 9 伐木头装备考核。

### 3) 伐木机伐木效率分析虚拟仿真实验模块

- ① 点击“帮助”按钮，学习伐木机的控制方法和操作方式。
- ② 通过键盘的相应按键(W/S/A/D)控制伐木机靠近所要采伐的树木。
- ③ 通过键盘的相应按键(Y/H/U/O/I)控制伐木机机械臂的移动和旋转，并控制伐木头抱树并截断。
- ④ 通过键盘的相应按键(Z)控制伐木机对树木进行截断和打枝。
- ⑤ 通过按“F1”键对驾驶室视角进行切换。
- ⑥ 点击“伐木效率分析”模块，进行伐木头伐木效率的分析。

见图 10 伐木机伐木操作。



Figure 9. Assembling examination for head of wood cutting  
图 9. 伐木头装配考核



Figure 10. Operation of logging machine  
图 10. 伐木机伐木操作

## 5. 建设成效

森工采伐机械虚拟仿真实验项目依托虚拟现实、多媒体、人机交互、数据库和网络通讯等技术, 构建高度仿真的虚拟实验环境和实验对象。该项目分为油锯拆装、伐木头拆装、伐木机的效率分析操作等三个部分, 学生可以通过虚拟实验平台进行分模块分步学习。包括实验目的、基础知识、实验原理、安全注意事项、过程展示、实验操作、实验报告等。学生结合计算机网络、动画模拟、人机交互等技术手段, 以二维和三维结合的方式, 有效地掌握大型采伐装备的工作原理的操作方式以及结构设计, 使学生主动实验的意识逐步增强, 充分提高学生的自主创新能力。

## 6. 结语

森工采伐机械虚拟仿真实验项目制作的是网页版本, 学生可以随时随地进行网络访问, 学习越来越不受时间、地点和老师的限制, 获取知识越来越便捷、方式多样化, 真正达到“以学生为中心”的教学方式, 充分提高学生的自主学习能力和实践创新能力, 促进了信息技术与教育教学深度融合。

## 基金项目

黑龙江省高等教育教学改革项目(JG2014010598); 黑龙江省教育科学规划课题青年专项课题(ZHD1215001)。

## 参考文献

[1] 张海峰. “双一流”背景下的一流实验室建设研究[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(12): 6-10.

- [2] 金升菊. 以一流实验室建设推动“双一流”发展[J]. 科教文汇(下旬刊), 2016(8): 51-52.
- [3] 范哲意, 刘志文, 何冰松, 等. 开放式实验教学管理模式的探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(12): 203-205, 217.
- [4] 刘亚丰, 苏莉, 吴元喜, 等. 虚拟仿真教学资源建设原则与标准[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(5): 8-10.
- [5] 胡今鸿, 李鸿飞, 黄涛. 高校虚拟仿真实验教学资源开放共享机制探究[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(2): 140-145.
- [6] 崔媛, 武艳君, 孙萌萌, 等. 依托虚拟仿真实验教学中心, 培养工程实践能力[J]. 实验科学与技术, 2015, 13(2): 142-144.
- [7] 吴岩. 建设中国“金课” [J]. 中国大学教育, 2018(12): 4-9.
- [8] 中华人民共和国教育部. 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[EB/OL]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7945/s7946/201707/t20170721\\_309819.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7945/s7946/201707/t20170721_309819.html), 2017-07-13.
- [9] 孟卉, 李渊. 一种基于 Web3D 技术的虚拟仿真实验实现方法[J]. 电脑与信息技术, 2019, 27(2): 1-5.
- [10] 贺占魁, 黄涛. 虚拟仿真实验教学项目建设探讨[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(2): 108-111.
- [11] 杨民生, 李建奇, 梅彬运. 虚拟仿真实验教学体系的构建与实践[J]. 信息系统工程, 2016(11): 97-99.