

第二批国家级一流本科课程申报书  
(虚拟仿真实验教学课程)

课程名称： 典型结构件机器人电弧增材过程模拟  
仿真实验

专业类代码： 0804

负责人： 王克鸿

联系电话： 13951698524

申报学校： 南京理工大学

填表日期： 2021 年 5 月

推荐单位： 南京理工大学

中华人民共和国教育部制

二〇二一年四月

## 填报说明

- 1.专业类代码指《普通高等学校本科专业目录（2020）》中的专业类代码（四位数字）。
- 2.文中○为单选；□可多选。
- 3.团队主要成员一般为近5年内讲授该课程教师。
- 4.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。
- 5.具有防伪标识的申报书及申报材料由推荐单位打印留存备查，国家级评审以网络提交的电子版为准。
- 6.涉密课程或不能公开个人信息的涉密人员不得参与申报。

## 1. 基本情况

实验名称	典型结构件机器人电弧增材过程模拟仿真实验	是否曾被推荐	○是 ●否
实验所属课程 (可填多个)	材料成形方法与机理、机器人技术及应用、增材成形与智能制造、材料加工测量与控制		
性质	○独立实验课 ●课程实验		
实验对应专业	材料成型及控制工程；材料加工工程		
实验类型	○基础练习型 ●综合设计型 ○研究探索型 ○其他		
虚拟仿真必要性	<input type="checkbox"/> 高危或极端环境 <input checked="" type="checkbox"/> 高成本、高消耗 <input type="checkbox"/> 不可逆操作 <input checked="" type="checkbox"/> 大型综合训练		
实验语言	●中文 ○中文+外文字幕（语种） ○外文（语种）		
实验已开设期次	共 4 次： 1、2020 年 123 人；2. 2019 年 70 人；3、2018 年 81 人；4、2017 年 77 人		
有效链接网址	<a href="http://mool.njust.edu.cn/arcam">http://mool.njust.edu.cn/arcam</a>		

## 2. 教学服务团队情况

2-1 团队主要成员（含负责人，总人数限 5 人以内）								
序号	姓名	出生年月	单位	职务	职称	手机号码	电子邮箱	承担任务
1	王克鸿	1963.02	南京理工大学		教授	13951698524	wkh1602@126.com	总体规划
2	王绿原	1986.10	南京理工大学		讲师	15952011239	lyuyuanwang@njust.edu.cn	软件功能规划
3	黄勇	1990.03	南京理工大学		讲师	17749581823		技术服务
4	黄俊	1978.10	南京理工大学		副教授	13912973245		教学内容
5	彭勇	1984.04	南京理工大学		副教授	18013800901		教学内容
2-2 团队其他成员								

序号	姓名	出生年月	单位	职务	职称	承担任务
6	冯曰海		南京理工大学		教授	教学
7	张德库		南京理工大学		副教授	教学
8	周琦		南京理工大学		教授	教学

团队总人数：8人 其中高校人员数量：8人；企业人员数量：0人

### 2-3 团队主要成员教学情况（限500字以内）

（近5年来承担该实验教学任务情况，以及负责人开展教学研究、学术研究、获得教学奖励的情况）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、名称、时间，不超过10项）；获得的教学表彰/奖励（不超过5项）。

#### （1）教学研究课题：

1) “新工科背景下材料类创新创业人才全周期自主实践培养模式研究”，江苏省教育厅，2017-2020

#### （2）教学研究论文：

1) 新工科背景下材料类全英文课程教学探索与实践——以“机械工程材料与制造方法”课程为例，工业和信息化教育，2019

2) “新工科”背景下卓越工程师企业培养的实践与思考——以材料成型及控制工程专业为例，工业和信息化教育，2021

3) “新工科”背景下材料成型及控制工程专业大学生科研训练计划实践与探索，工业和信息化教育，2020

4) 智能制造背景下现代企业实践教学改革与实践，实验室科学，2020

5) 多电弧焊接过程监测教学实验平台设计，实验科学与技术，2020

6) 高频逆变焊接电源教学实验平台，实验技术与管理，2020

7) 高能束流加工技术的课程改革与实践，2020

8) 面向“新工科”的“弧焊电源”课程教学改革与探索，工业和信息化教育，2019

#### （3）教学表彰/奖励

1) 2019年作为主要指导教师，指导学生参加中国“互联网+”大学生创新创业大赛国赛，获得金奖。

2) 2020年作为项目负责人，带队指导学生参加第五届“互联网+”大学生创新创业大赛获银奖。

3) 2019年作为项目负责人，带队指导学生参加第二届中俄（工业）创新大赛，获优胜奖。

注：必要的技术支持人员可作为团队主要成员；“承担任务”中除填写任务分工内容外，请说明属于在线教学服务人员还是技术支持人员。

### 3. 实验描述

<p><b>3-1 实验简介</b>（实验的必要性及实用性，教学设计的合理性，实验系统的先进性）</p> <p>针对机器人电弧增材制造实验教学过程中长期存在的学生操作及安全培训要求高、设备成本高资源紧缺、焊接过程现象观察不直观等不足，本课程依托虚拟三维建模与仿真、智能控制、人机交互、工艺数据库、Web 开发等技术，全全方位构建了电弧增材制造虚拟仿真实验环境和实验对象，实现了真实环境中实验条件不具备或难以完成的各类设备操作、增材制造过程电信号和视觉信息在线显示、实验参数与样件成型规律探索等关键环节的虚拟仿真，全方位展示机器人电弧增材制造装备、弧焊电源、工艺过程、成形控制等基本操作和工作原理，并提供了即时快捷的知识验证测试功能。学生可在不断学习并操作验证过程中加深对电弧增材制造专业知识的了解，是材料类专业实践教学过程中的重要补充。</p>
<p><b>3-2 实验教学目标</b>（实验后应该达到的知识、能力水平）</p> <p>学生在虚拟环境中开展机器人受控电弧增材制造过程的人机交互实验，达到焊接机器人使用、高效受控电弧增材制造过程控制原理及分析等认知与实践教学效果，以培养学生独立自主操作机器人，完成电弧增材制造系统总体硬件架构、工艺设计及工艺执行过程管控等方面应用实践能力。</p>
<p><b>3-3 实验课时</b></p> <p>(1) 实验所属课程课时： 64 学时</p> <p>(2) 该实验所占课时：2 学时</p>
<p><b>3-4 实验原理</b></p> <p>(1) 实验原理(限 1000 字以内)</p> <p>受控电弧增材原理：采用受控电弧作为热源、加热熔化专用丝材，按照分区分层规划的机器人末端路径-姿态-规范参数，逐层逐道熔敷堆积熔化的液态金属，待液态金属冷却凝固后、形成三维立体构件，受控电弧是指采用脉冲、磁场、机械、送丝等技术手段，使温度、尺寸、形态等获得在线实时调整的电弧。</p> <p>通过电弧、数字电源、工业机器人、外部轴电机、工装夹具和待成形构件等的三维立体结构和三维能量建模，以机器人受控电弧增材工艺工序过程为纽带，掌握机器人-电弧机械运动、数字电源-电弧热源-丝材熔化物理过程、液态熔池形成原理、液态金属凝固成形原理、应力应变演变等关联规律，构建机器人受控电弧增材系统建模、增材分区分层规划、受控电弧增材工艺过程、待增材构件液态-固态过程、工艺参数对增材过程和质量的影响等模拟实验过程，采用三维建模、数据库、数值模拟等软件技术，融合了电弧原理、材料冶金学、金属学原理等材料科学，形成典型结构件机器人增材过程模拟仿真实验，并将各种模型、实验过程和模拟仿真结果全部存入数据库，通过“3D”充分展示增材过程、成形</p>

过程以及影响质量的关键要素。

软件系统包含“认知学习”、“考核系统”、“考核说明”、“实验指南”、“测试报告”及“关于”6大板块。其中“认知学习”模块主要提供学习平台，让学生全面了解设备组成单元、操作原理、3D打印路径规划、增材过程特征等关键信息。“考核系统”提供考试平台，验证学生学习效果，加强专业实践能力；为了指导学生顺利完成考试及关键知识点学习，实验系统提供了“考核说明”与“实验指南”两大模块，分别介绍了每个知识点的具体考核分值以及实验操作流程细节等。系统还提供将为每个学生提供基本的学习数据（每个学习环节的学习时长、待学习环节等）、考试数据以及丢分情况分析等，并最终形成测试报告便于教师统计分析学生学习情况。

本实验主要包含的关键知识点共8个，分别如下：

- 机器人主要组成与运行基本原理
- 机器人示教编程基本操作要领
- 机器人电弧增材制造任务执行基本操作
- 机器人电弧增材制造系统硬件总体架构设计
- 机器人电弧增材制造基本原理
- 机器人电弧增材制造切片及路径规划
- 电弧增材制造过程电参数与熔池变化特征
- 电弧增材制造过程工艺与成型质量的关系

(2) 核心要素仿真设计（对系统或对象的仿真模型体现的客观结构、功能及其运动规律的实验场景进行如实描述，限500字以内）

#### ➤ 机器人受控电弧增材装备的运行逻辑在线

本实验选择全球最广泛采用的六轴工业机器人，涉及到机器人末端运动轨迹、姿态、速度等运行规律，其模拟的核心是必须掌握6个伺服电机输入脉冲和机器人末端增材电弧的运动轨迹的算法，操作顺序复杂且要求高，需要充分考虑到实际运行状态的可达性、可操作性等，需要掌握工业机器人运动学矩阵算法、控制逻辑和路径姿态规划方法，是本虚拟仿真实验的核心要素之一；

其次本实验选择了全数字增材电源，工艺参数包括平均电流、平均弧压、保护气流量、脉冲电流、基值电流、基值弧压、电流上升速度等工艺参数，参数设置场景多（不同材料、不同构件工艺与质量专家库），其工艺参数必须与机器人运动路径位置协同配合，保证增材过程稳定性和成形质量，要准确在线调控数字电源参数，需要深入全面掌控全数字增材电源原理和控制方式。

#### ➤ 增材过程电信号、熔池过程与表面成型仿真技术

不同增材制造工艺方法所表现的过程信息差异大，影响因素多。电参数变化规律直接影响到熔滴过渡、温度场、流动场、电弧行为等，是一个多场耦合的复杂过程；不同样件路径规划方式以及工艺参数都将直接影响到机器人运动轨迹、

样件变形控制、表面成型规律，上述虚拟仿真需要在掌握样件成型基本规律基础上实现基础建模功能。

### 3-5 实验教学过程与实验方法

学生通过浏览器登录，按照计划完成实验，并通过测试后进入下一阶段实验。通过这种边学习边测试方式，逐步推进，强化学习内容。课后配合实操训练，进一步加深学习印象。

**3-6 步骤要求**（不少于 10 步的学生交互性操作步骤。操作步骤应反映实质性实验交互，系统加载之类的步骤不计入在内）

(1) 学生交互性操作步骤，共 步

步骤序号	步骤目标要求	步骤合理用时	目标达成度赋分模型	步骤满分	成绩类型
1	认知学习	30 分钟	每选对一个组件得 10 分，共计 20 分	20	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input checked="" type="checkbox"/> 实验报告 <input type="checkbox"/> 预习成绩 <input type="checkbox"/> 教师评价报告
2	样件选择	30 分钟	考察所需工艺设备的认知程度，选择正确得 10 分，错误 0 分	10	
3	设备参数	30 分钟	(1) 考查所选尺寸规格的样件与所需焊接组合类型的对应关系，20 分； (2) 考察各组件操作流程顺序的认知程度，10 分； (3) 4 类工艺参数，10 分/类	70	
4	切片设置与观察	30 分钟	观察实验结果	0	

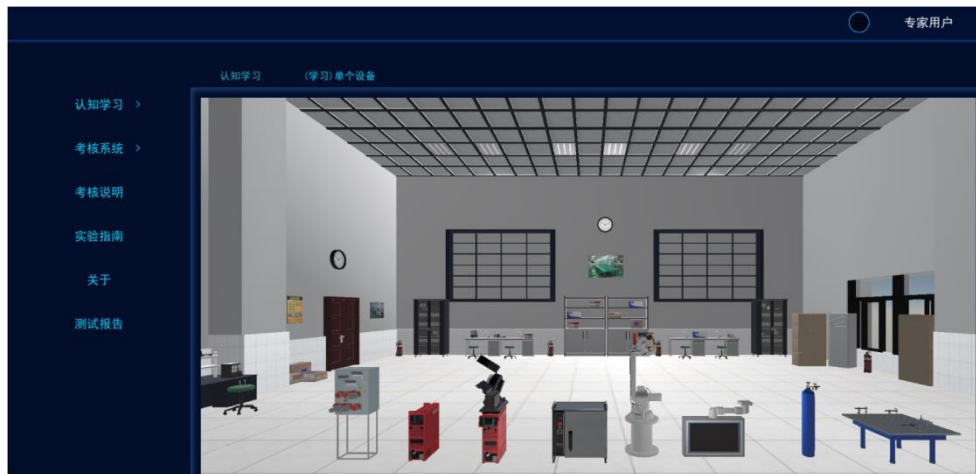
(2) 交互性步骤详细说明

#### ➤ 登录系统

输入网址，系统加载成功后进入登录界面如下：



系统登录后进入主界面如下:



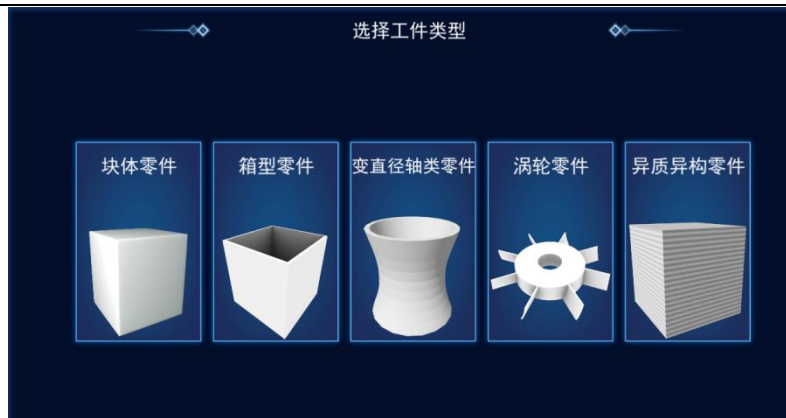
### 环节 1: 增材设备认知

步骤 1: 界面上方弹出随机 2 个设备组件的名称, 界面下方显示所有设备组件模型, 学生选择与名称对应的组件模型。

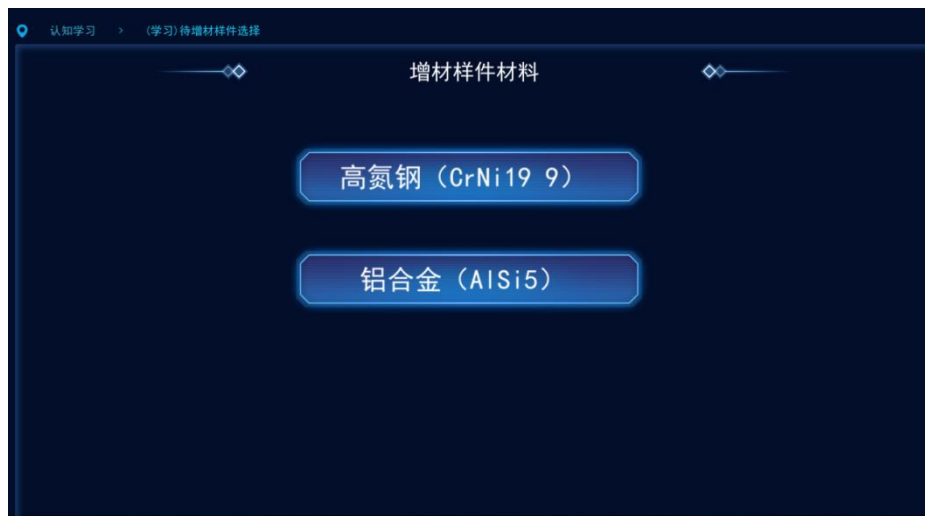


步骤 2: 结构件选择 (块体、简单回转体、简单箱型、变径变壁厚回转体、复杂变壁厚外挂箱型、涡轮等复杂零件、多维异质异构部件等)





步骤 3：材料类型选择（合金钢、高氮钢、铝合金）



步骤 4：样品尺寸选择（500 × 500mm、5 × 5000mm、5000 × 5000mm）



步骤 5：工艺方法选择



## 环节 2：打印准备选择

步骤 1：设备组合类型选择



步骤 2：选择特定尺寸模型

步骤 3：设备组件操作

步骤 4：工艺参数设置（考查具体焊机电源操作设置，主要包含：材料（含直径）、送丝速度、电流/电压、焊接工艺类型和焊速；

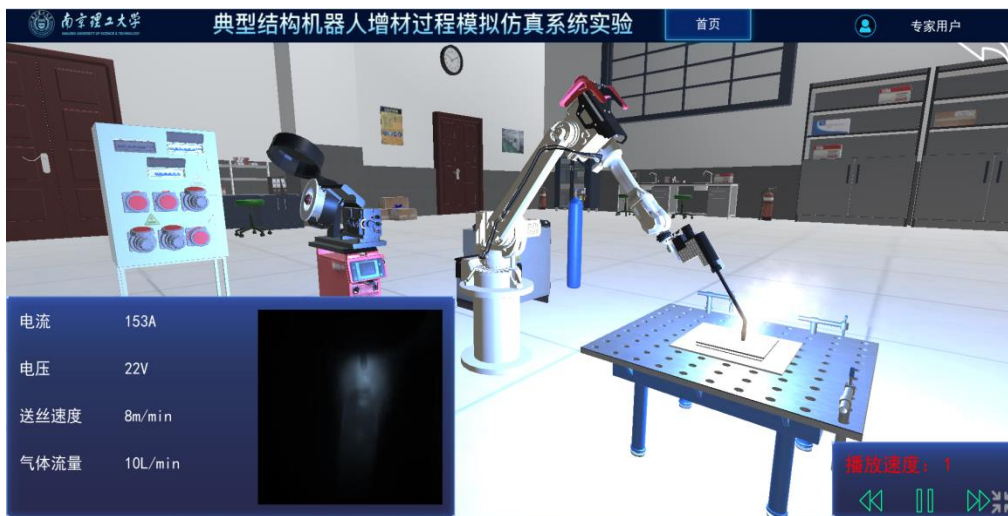


### 环节 3: 电弧增材过程路径规划与仿真 切片与路径规划(直线形和回字形路径)

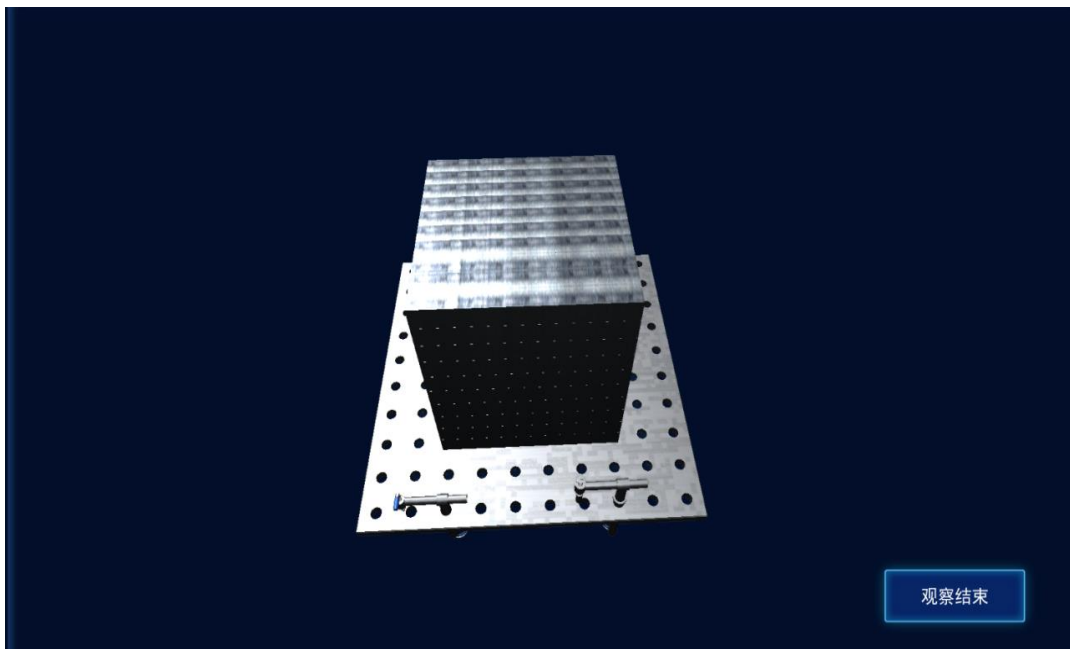


### 环节 4: 电弧增材过程在线监测与成型仿真

打印过程观察(焊接过程展示、焊接电流电压参数变化、熔池形貌特征)



环节 5：电弧增材过程在线监测与成型仿真



3-7 实验结果与结论（说明在不同的实验条件和操作下可能产生的实验结果与结论）

- (1) 不同样件尺寸，决定了后续设备的类别（单工作站、“机器人+导轨”与“机器人+龙门”）；
- (2) 不同工艺参数选择决定了后续熔池的形貌和实际电信号显示数值；
- (3) 不同的样件形貌决定了后续路径规划方式；

3-8 面向学生要求

(1) 专业与年级要求

材料成型及控制工程、材料科学与工程等专业

(2) 基本知识和能力要求

了解机器人基本概念、了解增材制造基本概念

### 3-9 实验应用及共享情况

(1) 本校上线时间：2018年01月31日（上传系统日志）

(2) 已服务过的学生人数：本校 207 人，外校 144 人；

(3) 附所属课程教学计划或授课提纲并填写：

纳入教学计划的专业数：2，具体专业：材料成型及控制工程、材料科学与工程

教学周期：2，学习人数：351 人；

(4) 是否面向社会提供服务：●是 ○否

(5) 社会开放时间：2019年1月1日

(6) 已服务过的社会学习者人数：0 人。

## 4. 实验教学特色

（该虚拟仿真实验教学课程的实验设计、教学方法、评价体系等方面的特色，限 800 字以内）

### （1）武器装备/重大工程国家需求牵引

立足当前教学研究团队承担的系列国家国防重大项目，以解决国防和国家重大装备制造实际痛点需求为背景。机器人受控电弧增材制造是“金属 3D 打印”的最新发展起来的技术，具有质量好、效率高、成本低、特别适用于中大型、超大型金属构件和高性能超性能多维异质异构部件的整体增材制造，代表了未来增材制造技术的发展方向，符合国家面向制造业技术发展的总体战略规划。要提高我国制造业特别是以 3D 打印为代表的新技术的人才培养和科技人才转化率，需要高校以实际应用需求为导向，开展面向机器人电弧增材制造专业技术人才队伍，推动我国创新技术落地生根，促进我国智能制造产业经济高速发展。

### （2）教学方法创新

通过实验教学，促进学生对机器人的了解和实际操作使用对于整个行业机器人及其在电弧增材制造领域广泛应用具有重大意义。教学过程中通过实际仿真实

验结合实际操作训练，可让学生充分掌握机器人基本操作，掌握增材工艺过程及其基本原理。

- 1) 将复杂的动态增材过程简化处理，并通过计算机仿真技术予以全方位 3D 展现；
- 2) 通过计算机仿真技术展现机器人操作、增材工艺调整、质量等的关联性，使学生对增材过程了解更深刻。

### (3) 评价体系创新

通过“实物操作与在线仿真结合”方式，将教学质量效果评测融入到实际学习中，便于学生及时发现学习中存在的问题。

### (4) 对传统教学的延伸与拓展：

该课程内容涉及增材制造工艺、材料学、机器人、基础控制理论等专业知识，符合当今技术发展趋势；本虚拟仿真实验同时将数字化控制相关技术融入到实验教学中，实现增材工艺、机器人路径姿态规划、过程控制（工艺参数自动下达、过程参数传感与质量评价）与加工质量的全流程串联，是对专业知识的全方位展示和综合素质训练。

## 5. 实验教学在线支持与服务

(1) 教学指导资源： 教学指导书  教学视频  电子教材  课程教案

(申报系统上传)  课件 (演示文稿)  其他

(2) 实验指导资源： 实验指导书  操作视频  知识点课件库  习题库

(申报系统上传)  测试卷  考试系统  其他

(3) 在线教学支持方式： 热线电话  实验系统即时通讯工具  论坛

支持与微信群  其他

(4) 7 名提供在线教学服务的团队成员；1 名提供在线技术支持的技术人员；教学团队保证工作日期间提供 24 小时/日的在线服务

## 6. 实验教学相关网络及安全要求描述

<p><b>6-1 网络条件要求</b></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） 1 Mb/s</p> <p>(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） 100 人</p>
<p><b>6-2 用户操作系统要求</b>（如 Windows、Unix、IOS、Android 等）</p> <p>(1) 计算机操作系统和版本要求 Windows、Linux 或 MacOS 桌面操作系统皆可；对版本无特殊要求；</p> <p>(2) 其他计算终端操作系统和版本要求 无</p> <p>(3) 支持移动端：<input type="radio"/>是 <input checked="" type="radio"/>否</p>
<p><b>6-3 用户非操作系统软件配置要求</b>（兼容至少 2 种及以上主流浏览器）</p> <p>(1) 非操作系统软件要求（支持 2 种及以上主流浏览器） <input checked="" type="checkbox"/> 谷歌浏览器 <input checked="" type="checkbox"/> IE 浏览器 <input checked="" type="checkbox"/> 360 浏览器 <input checked="" type="checkbox"/> 火狐浏览器 <input type="checkbox"/> 其他</p> <p>(2) 需要特定插件 <input type="radio"/>是 <input checked="" type="radio"/>否 如勾选“是”，请填写： 插件名称：（插件全称） 插件容量：M 下载链接：</p> <p>(3) 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）</p>
<p><b>6-4 用户硬件配置要求</b>（如主频、内存、显存、存储容量等）</p> <p>(1) 计算机硬件配置要求 CPU 主频为 2.0GHz 及以上、4G 内存、40G 以上硬盘；</p> <p>(2) 其他计算终端硬件配置要求</p>
<p><b>6-5 用户特殊外置硬件要求</b>（如可穿戴设备等）</p> <p>(1) 计算机特殊外置硬件要求 无</p> <p>(2) 其他计算终端特殊外置硬件要求：<input checked="" type="radio"/>无 <input type="radio"/>有 如勾选“有”，请填写其他计算终端特殊外置硬件要求：</p>

6-6 网络安全（实验系统要求完成国家信息安全等级二级认证）

- (1) 证书编号：  
32012143006-21001
- (2) 请附信息系统安全等级保护备案证明



7. 实验教学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>采用 MVC 架构与观察者设计模式</p> <p>M 是指业务模型，V 是指用户界面，C 则是控制器，使用 MVC 的目的是将 M 和 V 的实现代码分离设计模式，以提高代码复用率，</p>



		降低耦合度。
实验 教学	开发技术	<input type="checkbox"/> VR <input type="checkbox"/> AR <input type="checkbox"/> MR <input type="checkbox"/> 3D 仿真 <input type="checkbox"/> 二维动画 <input checked="" type="checkbox"/> HTML5 <input type="checkbox"/> 其他
	开发工具	<input checked="" type="checkbox"/> Unity3D <input checked="" type="checkbox"/> 3D Studio Max <input checked="" type="checkbox"/> Maya <input checked="" 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 type="checkbox"/> Visual Studio <input type="checkbox"/> 其他
	运行环境	<b>服务器</b> CPU <u>16</u> 核、内存 <u>32</u> GB、磁盘 <u>2048</u> GB、 显存 <u>8</u> GB、GPU 型号 <u>英伟达 GeForce GTX</u> <u>1070</u> <b>操作系统</b> <input checked="" type="checkbox"/> Windows Server <input type="checkbox"/> Linux <input type="checkbox"/> 其他 具体版本： <b>数据库</b> <input checked="" type="checkbox"/> Mysql <input type="checkbox"/> SQL Server <input type="checkbox"/> Oracle <input type="checkbox"/> 其他 <b>备注说明</b> （需要其他硬件设备或服务器数量 多于 1 台时请说明） <b>是否支持云渲染：</b> <input type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 否
	实验品质（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）	显示刷新率：60 Hz 图像分辨率：1920*1080 每秒 25 帧 模型面数：15W

## 8. 实验教学课程持续建设服务计划

(本实验教学课程今后 5 年继续向高校和社会开放服务计划及预计服务人数)

### (1) 课程持续建设

日期	描述
第一年	主要面向校内大三专业学生、研究生开放，加强专业知识理解为主
第二年	面向大三、大四学生与研究生开放，完善实验教学管理，强化专业基础知识和实践应用
第三年	不断完善和丰富，部分内容满足国内部分相关专业大中专院校教学需要
第四年	面向全社会开放，确保满足国内大部分相关专业教学需求
第五年	提供除虚拟仿真教学平台之外的实际配套的参观教学平台供国内大中专院校参考考察

其他描述：

通过校内本科生、研究生试点探索与应用。不断完善，逐步推广到社会其他大中专院校。五年内实现全国范围内典型大中专院校的推广应用。

### (2) 面向高校、社会的教学推广应用计划

日期	推广高校数	应用人数	推广行业数	应用人数
第一年	3	150	2	100
第二年	5	250	3	200
第三年	10	500	4	400
第四年	15	750	5	800
第五年	30	1500	6	1000

其他描述：


首先在南京市内推广 2 所高校（省外 1 所），后续逐步在江苏省内推广应用到 5 所学校，后续加大推广力度，并实现辐射江苏省周边区域省市达 10 所高校；五年内实现 30 所高校应用推广目标。

## 9. 知识产权

软件著作权登记情况	
以下填写内容须与软件著作权登记一致	
软件名称	典型结构件机器人电弧增材过程模拟仿真实验系统
是否与课程名称一致	<input type="radio"/> 是 <input checked="" type="radio"/> 否
<p>每栏只填写一个著作权人，并勾选该著作权人类型。如勾选“其他”需填写具体内容；如存在多个著作权人，可自行增加著作人填写栏进行填报。</p>	
著作权人	著作权人类型
南京理工大学	<input checked="" type="radio"/> 课程所属学校 <input type="radio"/> 企业 <input type="radio"/> 课程负责人 <input type="radio"/> 学校团队成员 <input type="radio"/> 企业人员 <input type="radio"/> 其他
权利范围	全部
软件著作权登记号	2021SR0001536
如软件著作权正在申请过程中，尚未获得证书，请填写受理流水号。	
受理流水号	

## 10. 诚信承诺

本团队承诺：申报课程的实验教学设计具有一定的原创性，课程所属学校对本实验课程内容（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课程的一切资源）享有著作权，保证所申报的课程或其任何一部分均不会侵犯任何第三方的合法权益。

实验教学课程负责人（签字）：

2021年6月5日

## 11. 附件材料清单

### 1. 课程团队成员和课程内容政治审查意见（必须提供）

思想政治审查表

**南京理工大学一流课程（虚拟仿真项目）思想政治审查表**

虚拟仿真实验项目名称		典型结构件机器人增材过程模拟仿真实验			
项目负责人	王克鸿	职称/职务	教授	政治面貌	无党派人士
团队主要成员	姓名	职称/职务			政治面貌
	王绿原	讲师			中共党员
	黄勇	讲师			中共党员
	黄俊	副教授			中共党员
	彭勇	副研究员			中共党员
项目内容简介	<p>针对机器人电弧增材制造实验教学过程中长期存在的学生操作及安全培训要求高、设备成本高资源紧缺、焊接过程现象观察不直观等不足，本课程依托虚拟三维建模与仿真、智能控制、人机交互、工艺数据库、Web 开发等技术，全方位构建了电弧增材制造虚拟仿真实验环境和实验对象，实现了真实环境中实验条件不具备或难以完成的各类设备操作、增材制造过程电信号和视觉信息在线显示、实验参数与样件成型规律探索等关键环节的虚拟仿真，全方位展示机器人电弧增材制造装备、弧焊电源、工艺过程、成形控制等基本操作和工作原理，并提供了即时快捷的知识验证测试功能。学生可在不断学习和操作验证过程中加深对电弧增材制造专业知识的了解，是材料类专业实践教学过程中的重要补充。</p>				
学院党委 政审意见	<p>该课程教学内容符合党的教育方针政策，为学生传播社会主义核心价值观。</p> <p style="text-align: right;">签字（盖章）： 2021年06月07日</p>				

思想政治审查表

学校党委 审核意见	同意申报  签字（盖章）： 张骏 2021年06月07日
--------------	---

注：学院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。



## 2. 课程内容学术性评价意见（必须提供）

学术性评价意见

### 南京理工大学一流课程（虚拟仿真项目）学术性评价意见

虚拟仿真实验项目名称		典型结构件机器人增材过程模拟仿真实验	
项目负责人	王克鸿	职称/职务	教授
<p>学术性评价意见：</p> <p>针对机器人电弧增材制造实验教学过程中长期存在的学生操作及安全培训要求高、设备成本高资源紧缺、过程现象观察不直观等不足，本项目采用虚拟三维建模仿真、HTML5、Web 开发等技术，全全方位构建了电弧增材制造虚拟仿真实验环境和实验对象，实现了真实环境条件不具备或难以完成的各类设备操作、制造过程中的电信号和视觉信息在线显示、增材制造成型规律等关键环节的虚拟仿真，全方位展示增材制造装备、工艺过程、成形控制等基本操作和工作原理。</p> <p>项目涉及到材料加工工艺、金属材料、电弧增材制造基础理论等专业基础知识，紧跟当今技术发展前沿，为专业知识学习和综合素质训练提供了一个内涵丰富、结构完整的综合性教学平台。</p> <p style="text-align: right;">2021 年 5 月 28 日</p>			
姓名	职称、荣誉	签字	
吴晓蓓	教授/博导，国家级教学名师	吴晓蓓	
王建新	教授/博导，第三批国家“万人计划”教学名师	王建新	
袁军堂	教授/博导，江苏省教学名师	袁军堂	

### 3. 校外评价意见（可选提供）

## 应用证明

由南京理工大学开设的《典型结构件机器人增材过程模拟仿真实验》系统在我校实现试点应用，该课程能够较好地解决机器人电弧增材制造实验教学过程中存在的学生操作及安全培训要求高、设备成本高资源紧缺、过程现象观察不直观等问题。目前使用人数为 30 人，特此证明！

南京航空航天大学材料科学与技术学院





北京工业大学

BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

100 Ping Le Yuan • Chaoyang District • Beijing 100124 • P.R.China

<http://www.bjut.edu.cn>

## 应用证明

我校试用了由南京理工大学开设的《典型结构件机器人增材过程模拟仿真实验》系统，该课程能够较好地解决机器人电弧增材制造实验教学中存在的学生操作及安全培训要求高，设备成本高、资源紧缺、增材过程现象观察不直观等问题。目前使用人数为 84 人，特此证明！



北京工业大学材料制造学部

2021 年 6 月 2 日



4. 软件著作权

6 1726

**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6729643号

软件名称： 典型结构件机器人电弧增材过程模拟仿真实验系统  
V1.0

著作权人： 南京理工大学

开发完成日期： 2018年10月31日

首次发表日期： 2018年12月31日

权利取得方式： 原始取得

权利范围： 全部权利

登记号： 2021SR0001536

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. 07155216

  
2021年01月04日