

第二批省级一流本科课程申报书

(虚拟仿真实验教学课程)

课程名称：熔喷工艺原理及聚丙烯非织造布生产虚拟仿真实验

专业类代码：0816

负责人：柯惠珍

联系电话：15880012857

申报学校：闽江学院

填表日期：2021 年 7 月 4 日

福建省教育厅 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	熔喷工艺原理及聚丙烯非织造布生产虚拟仿真实验
是否已是省级	<input type="radio"/> 是（省级认定文号_____） <input checked="" type="radio"/> 否
是否曾被推荐为国家级	<input type="radio"/> 是（何年被推荐为国家级_____） <input checked="" type="radio"/> 否
实验所属课程 (可填多个)	《非织造学》
性质	<input type="radio"/> 独立实验课 <input checked="" type="radio"/> 课程实验
实验对应专业	纺织工程、服装设计与工程
实验类型	<input type="radio"/> 基础练习型 <input checked="" type="radio"/> 综合设计型 <input type="radio"/> 研究探索型 <input type="radio"/> 其他
虚拟仿真必要性	<input checked="" type="checkbox"/> 高危或极端环境 <input checked="" type="checkbox"/> 高成本、高消耗 <input checked="" type="checkbox"/> 不可逆操作 <input checked="" type="checkbox"/> 大型综合训练
实验语言	<input checked="" type="radio"/> 中文 <input type="radio"/> 中文+外文字幕（语种） <input type="radio"/> 外文（语种）
实验已开设期次	共 1 次： 1. 2020-2021 学年第二学期，人数：45 人。
有效链接网址	（要求填写标准 URL 格式的实验入口网页，不允许仅为文件下载链接） http://aryun.ustcori.com:5131/

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	柯惠珍	1986.03	闽江学院	福建省新型功能性纺织纤维及材料	副教授	1588001285	kehui zhen2013@1	在线教学服务人员 整体项目规划

				重点实验室 常务副主任 /实验教学 中心主任		7	63. co m	
2	宋晓 蕾	1982. 04	闽江 学院	教师	副教 授	18259 12681 6	sxlya nc@12 6. com	在线教学服务 人员 实验内容策划
3	陈志	1989. 09	闽江 学院	纺织工程教 研室主任	副教 授	18750 71561 0	ericc henzh i@163 . com	在线教学服务 人员 实验内容策划
4	魏取 福	1964. 07	闽江 学院	闽江学者讲 座教授	教授	13771 10626 2	qfwei @jian gnan. edu. c n	在线教学服务 人员 生产流程规划
5	侯秋 丽	1986. 10	闽江 学院	实验教学中 心副主任	实验 师	18050 19511 9	49965 8472@ qq. co m	在线教学服务 人员 设备选型

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
1	韩景	1993. 04	闽江学院	实验员	助理实 验师	技术支持人员 机房及硬件调 试
2	原滔	1994. 07	闽江学院	实验员	助理实 验师	技术支持人员 机房及硬件调 试
3	李强	1989. 10	闽江学院	实验员	助理实 验师	技术支持人员 实验参数设定
4	余世光	1994. 08	安徽省科大 奥锐科技有	无	工程师	技术支持人员 建模、软件制 作

			限公司			
5	白玲玲	1997.01	安徽省科大奥锐科技有限公司	无	工程师	技术支持人员 建模、软件制作

团队总人数：10 人 其中高校人员数量：8 人 企业人员数量：2 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）

一、承担该实验教学任务情况

《非织造学》是纺织工程专业学生的专业基础性课程，项目负责人柯惠珍老师长期从事该门课程的教学工作，熔喷工艺原理是《非织造学》课程的核心教学内容，实验学时为 2 学时。

二、教学研究与教学奖励情况

近 5 年项目负责人主持校级教改项目 2 项，参与国家级第二批新工科研究与实践项目 1 项，参与省级新工科、新农科研究与改革实践项目 1 项，参与省级一流本科专业建设 1 项，参与校级项目 2 项，参与校级教学团队建设 1 项。参与发表教改论文 1 篇。获得校级青年教师教学竞赛二等奖 1 项，参与获得校级教育教学成果特等奖 1 项，获得教工“领航工程”先进个人荣誉 1 次，获得校级本科生优秀毕业论文（设计）优秀指导教师荣誉 1 次。

三、学术研究情况

柯惠珍，博士，副教授，硕士生导师，福建省高层次 C 类人才。福建省纺织服装实验教学示范中心主任。入选 2018 年福建省高校杰出青年科研人才培养计划。主持和参与国家级、省级等项目 30 余项。发表第一和通讯作者学术论文 60 余篇，授权专利 48 项。指导大学生创新创业国家级、省级等项目 7 项。获得福州市自然科学优秀学术论文一等奖 2 项，福建省自然科学优秀学术论文三等奖 1 项。

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

3-1 实验简介（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）

1、实验的必要性

熔喷非织造布生产设备都是大型产业化设备，高能耗，运行成本高，生产过程涉及到高温、高压气流以及高温熔体等危险环境，且纺丝实验操作不可逆，一旦出现误操作或设备故障，将可能导致气流温度过高或压力过大等生产问题，严重的将引起爆炸，存在严重安全隐患，因此无法在校内实验室正常生产展示。同时，从生产安全性和可靠性角度出发，学生就算进入企业开展生产实习，也不可能进入企业生产车间一线对大型产业化生产设备进行具体实践操作，无法切身地体会到真实的产品设计与工艺流程调控，难以激发学生的积极性和创造性。通过虚拟仿真实验教学系统，模拟生产过程中实际可能出现的相关问题，有利于提高学生的生产安全意识，起到提前警示教育的作用。

随着聚合物原料的差异，熔喷生产工艺流程会有差别，设备的性能及配置也不相同。因此，企业实际生产过程中不太容易实现生产线更换，通常都是生产单一产品。而通过虚拟仿真实验教学系统，可以快速调控主料和辅料配比以及实验工艺参数，从实验现象中很容易观察到原料选配以及实验参数对熔喷非织造布的影响，进而让学生快速并准确地把握熔喷工艺原理的专业基础知识，通过仿真生产设备拆装，锻炼学生动手操作能力，促进对学生实践能力的培养。综上所述，开展本项目实验是十分必要的。

2、实验的实用性

本项目开发的虚拟仿真实验教学系统将免费向社会各界开放服务，包括相关企业、研究院所以及国内其他高校，实现教学资源共享。熔喷非织造布生产企业可用该系统对新职工以及实习学生进行生产培训与生产安全教育。该虚拟仿真实验教学系统将成为国内相关研究院所以及高校纺织工程、服装设计与工程等专业学生的虚拟实验和实习实训基地。此外，熔喷非织造布是组成医用防护服、口罩等重要防疫物质的核心滤材，普通大众通过该虚拟仿真实验教学系统可以了解防疫物质核心滤材的生产过程和规范，使大家对熔喷非织造布的生产加工以及防护过滤原理有一个初步的认识，增加科学常识，辨别真伪防疫用品。

3、教学设计的合理性

本实验教学内容设计是按照真实企业生产车间的熔喷工艺流程生产线进行搭建，实验设备模型也是按照企业真实生产设备进行仿制，满足真实实验的虚拟仿真孪生环境。实验原材料选择和实验工艺参数也参照企业实际生产情况进行设置，厂区布局合理、覆盖全面，构建了效能发挥充分的体验式教学场景。由企业工程师对项目教学内容进行把脉会诊，保证了课程教学内容设计的合理性和可行性。本实验教学系统与实际生产相对接，注重科教融合、产教融合，将生产研究成果与研究过程开发转化为实验教学内容。

本虚拟仿真实验教学内容与理论教学内容相融合，从整体把握知识结构，科学地划分教学内容层次，找准学生认知起点，并理顺学生认知次序，使呈现的实验任务具有可操作、可监控、可检测，提高了课堂教学的有效性。仿真模型具有科学性、推演性和交互性，实验过程体现了探究知识和解决问题，有生生、师生互动的教学机制。学生进入教学系统，通过综合设计实验方案，主观选取原料并设置实验参数，观察实验现象的变化、检测并分析实验结果，进而掌握专业基础知识。本实验教学系统的实验考核包括实验操作评价、实验观察与记录评价、实验思维与创新评价、实验结果评价及实验报告评价。实验考核设计合理，实验结果有推演机制，每步实验结果都有相应的分析和有效的指导。系统能够提供实验报告的基本信息，以及根据学生的实验操作过程和实验数据生成学生实验报告和实验评价报告，实验报告由实验报告基本信息、学生实验报告、实验评价报告三部分组成。通过本实验教学系统将二维平面的生产流程图转化为三维空间的立体操控体验，激发了学生专业学习兴趣，培养了科学实验操作的基本技能，提升了学习效率，实现了学生能力结构分析，提高了学生创新和实践能力，学习效果更好。

4、实验系统的先进性

(1) 本系统使用 3D 虚拟仿真技术，完成高度逼真的三维虚拟仿真场景，以及实验设备的实时交互功能，并在虚拟场景中采用第一人称视角实现漫游效果。支持 windows7、windows8、windows10 操作系统，支持 directX 加速。

(2) 虚拟仿真实验采用组件技术设计，将仪器按照数学物理原理建模设计相对独立的组件。用户根据实验内容调用不同的仪器组件形成实验方案、开展实验步骤，体现了实验内容的高阶性，学生可以自主设计实验参加完成实验的内容，

体现项目的创新性；仪器具有与物理原理相符的数学模型，可以设计拔高的实验内容，体现内容设计的挑战度。

(3) 系统架构我们采用 BS+CS 混合，支持将来的大面积共享教学使用。

3-2 实验教学目标（实验后应该达到的知识、能力水平）

《非织造学》是纺织工程专业学生的专业基础性课程，熔喷非织造布生产是《非织造学》的核心教学内容之一。熔喷非织造产品应用非常广泛，包含医疗卫生、建筑、汽车内装饰材料以及电池隔膜等众多领域。在疫情防控期间，熔喷非织造布是医用口罩和防护服的核心原材料，具有重大的市场需求。作为纺织工程专业学生更应当学好专业知识，树立防疫安全社会责任感和担当意识，以技术报效祖国。通过课程实验有利于培养学生强烈的质量意识、创新精神和精益求精的工匠精神，培养学生分析问题与解决生产过程中实际问题的能力。本项目具体实验教学目标如下：

1、熔喷工艺设备 3D 虚拟仿真，使学生掌握其生产设备和工作原理

熔喷非织造材料生产工艺是聚合物挤压成网法的一种，起源于 20 世纪 50 年代初。熔喷非织造布是一种由定向或随机排列的超细纤维构成的非织造材料，具有纤维细、纤维网孔径小、孔隙率高等特点，可有效地滤除空气中粉尘、细菌等有害物质，保障使用者健康。熔喷工艺生产线的设备主要包括上料机、螺杆挤出机、过滤装置、计量泵、纺丝组件、热风系统、接收装置、卷绕装置等。由于这些生产设备都是大型产业化设备，价格贵，运行条件要求高，涉及到高温、高压气流等危险环境，无法在校内实验室展示。通过熔喷工艺设备 3D 虚拟仿真实验，使学生掌握典型熔喷工艺原理，提高学生的理论知识水平。通过核心关键设备的拆装，锻炼学生动手操作能力，模拟实际生产设备，培养学生分析问题与解决生产过程中实际问题的能力。创新源于实践，在仿真教学模式下，学生在动手生产的同时可充分发挥个人的创造力来解决问题，从而培养学生的实践应用能力和创新能力。

2、典型聚丙烯非织造布生产 3D 虚拟仿真，使学生掌握其生产工艺流程

聚丙烯（PP）是熔喷工艺应用最多的一种聚合物原料，具有密度小、结晶度高、熔体流动性好、耐酸碱、无需干燥、工艺流程短等优点。PP 熔喷非织造布在非织造布中所占比例最大，主要用作具有较高要求的气体 and 液体过滤材料。随着

全球新冠肺炎疫情的蔓延，PP 熔喷非织造布作为重要防疫物质（口罩、防护服等）的核心滤材，市场需求量急剧增加。本项目 PP 熔喷非织造布生产线主要包括上料、熔体过滤、熔体喷出、热空气牵伸、接收成网、卷绕切边等工序。通过 3D 虚拟仿真实验教学，要求学生学习并掌握：（1）原料选配、上料和计量过程控制；（2）聚合物熔体喷出、热气流牵伸成纤原理；（3）纤维接收成网与固结工艺原理；（4）卷绕切边工艺调控；（5）边料、废料处理与回收的方法。使学生从生产全局掌握 PP 非织造布生产工艺流程，培养学生实操能力，为训练学生解决复杂工程问题提供强有力的实践基础。

3、生产车间“真实”再现，培养学生的工程素养与车间生产操作能力

基于真实企业熔喷非织造布生产线，采用计算机 3D 仿真技术，构建本项目熔喷非织造布生产工艺实验模型。通过仿真平台提前模拟由于工人误操作或设备故障等原因出现气流温度过高或压力过大等生产问题，通过设备报警提示，提高学生的生产安全性，起到提前警示教育的作用。通过虚拟仿真系统，进行生产线岗位轮换，学生可以综合应用所学知识开展车间生产操作和实践活动，这有利于培养学生的工程实践操作和生产全局意识，培养团队协作精神，并强化沟通交流能力。根据企业真实车间设计的场景，学生可通过厂区漫游了解整个车间的设备布局和生产管理理念，通过切身体验更有利于快速掌握理论知识内容，培养学生的工程素养和全局观。通过实践能力的强化，希望学生毕业后能够胜任企业生产、管理、经营等第一线工作，用所学理论知识解决生产实际问题。

4、“沉浸式”实景教育，满足学生生产实习的需求

实验实践教学是培养应用型工程技术人才的重要教学环节。纺织工程是一门实践性很强的专业，生产实习是该专业本科教育中必修的实践课程。但是由于纺织企业的生产特殊性，学生即使进入企业实习，也不可能进入企业生产车间一线对大型产业化生产设备进行具体实践操作。生产实习等实践教学大多停留在车间和装备等走马观花式的参观层面，无法让学生参与到具体生产过程中，切身地体会到真实的产品设计与工艺流程调控环节，难以激发学生的积极性和创造性。在校内实验实践教学过程中，由于受课时和实验室基础条件的限制，实验教学也主要集中在验证性实验，无法给学生展示或操作当前企业的大型产业化设备，不能满足学生生产实习实训的需求，因此建立典型的熔喷非织造布生产车间虚拟仿真

系统十分必要。通过虚拟仿真实实践教学环节，有利于理论联系实际，满足学生生产实习需求，提高学生的动手能力、分析问题和解决问题的能力、独立思考的能力以及创新能力，有利于全面提升我校纺织工程专业应用型人才培养的质量，为我省纺织行业的发展注入更加优质的人才资源。

3-3 实验课时

(1) 实验所属课程课时：48 学时

(2) 该实验所占课时：2 学时

3-4 实验原理

(1) 实验原理(限 1000 字以内)

熔喷非织造布生产工艺原理是将聚合物熔体从纺丝箱喷丝板的喷丝孔中挤出，形成熔体细流，加热的牵伸空气从纺丝箱的喷丝孔两侧风道亦称气缝中高速吹出，对聚合物熔体细流进行拉伸。冷却空气在纺丝箱下方一定位置从两侧补入，使纤维冷却结晶。在接收装置的成网帘下方设真空抽吸装置，使经过高速气流拉伸成形的超细纤维均匀地收集在接收装置的成网帘上，依靠自身余热粘合或其它加固方法成为熔喷非织造材料。图 1 所示为典型的熔喷非织造布生产工艺流程图。

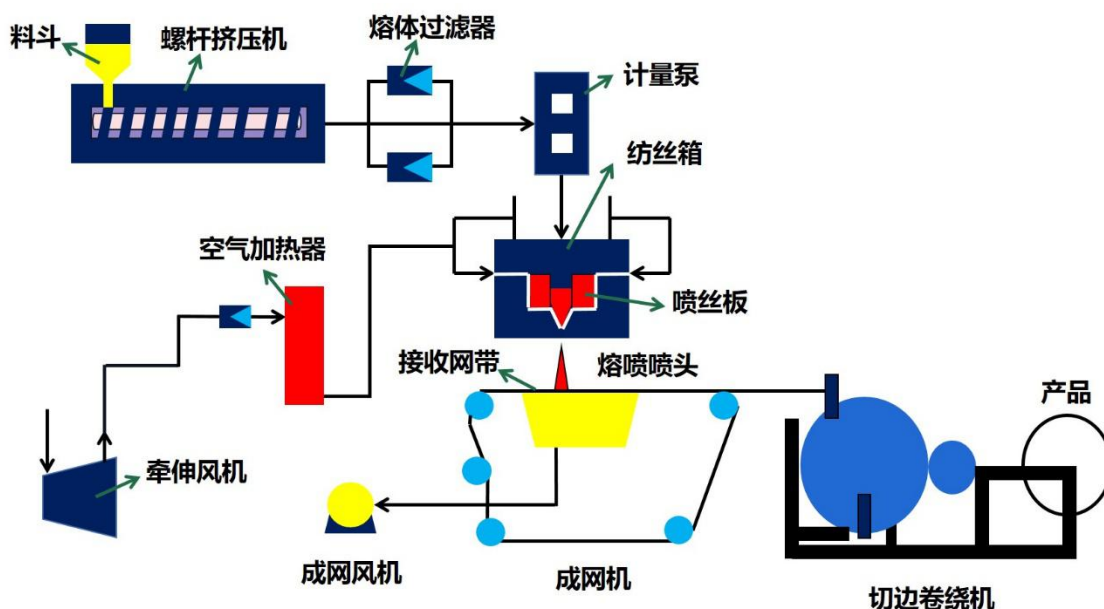


图 1 典型的熔喷非织造布生产工艺流程图

原料的合理选配是决定生产线性能指标的第一个先决条件。聚合物熔体纺丝前，主要的工艺设备包括：螺杆挤压机、熔体过滤器、熔体管道、计量泵。

纺丝箱的主要功能是分配熔体、提供符合纺丝工艺要求的纺丝压力和纺丝温度，并作为纺丝组件安装的载体。纺丝组件是熔喷工艺的核心部件，纺丝组件主要包括金属过滤网、分配板、喷丝板、刀板和堵头等部件。纺丝组件的作用是进一步过滤熔体使其混合均匀，同时具有纺丝和牵伸功能。纺丝组件结构如图 2 所示。

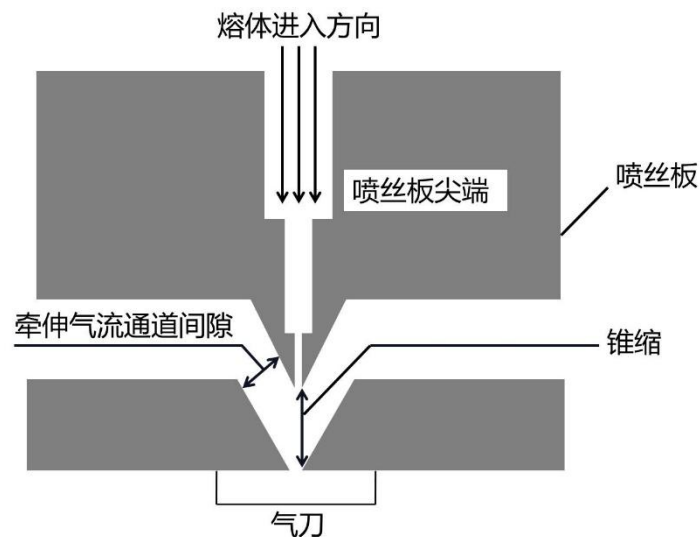


图 2 熔喷法纺丝组件的结构图

如图 2 所示：

- （1）熔体进入方向：是熔体从纺丝箱进入喷丝板的通道。
- （2）喷丝板的尖端：喷丝板呈倒山字形，所有的喷丝孔布置在尖端，并排列成一行。
- （3）气刀：每个组件有两只气刀，对称分布在喷丝孔的两侧，气刀的斜面与喷丝板的斜面之间的间隙构成了牵伸气流通道，简称为气隙。气隙的宽度会直接影响牵伸气流的压力和流量。
- （4）锥缩：指喷丝板锥形尖端缩入气刀底平面的距离，一般为 0.7-0.9mm。

知识点：共 10 个

- 1. 掌握纺丝组件的构造和功能，学会拆卸和安装纺丝组件。
- 2. 掌握热风装置的功能，学会设置牵伸热风气流的速度和温度。
- 3. 掌握计量泵和熔体过滤器的功能，学会设置计量泵和熔体过滤器的温度。
- 4. 掌握纺丝箱体和熔体管道的功能，学会设置纺丝箱体和熔体管道的温度。
- 5. 掌握螺杆挤压机的功能以及螺杆的三段式结构，学会设置三段温度。

6. 掌握冷风装置的功能，学会设置冷风的温度。
7. 掌握纺丝主要设备，包括热风装置、计量泵、熔体过滤器、纺丝箱体、熔体管道、螺杆挤压机、冷风装置开启工作的先后顺序以及温度设置差异。
8. 学会选配纺丝主料和辅料，掌握原料的输送方式。
9. 掌握成网机的功能，学会调节喷丝板与成网机之间的距离。
10. 通过检测熔喷非织造布的过滤效率，理解聚合物原料选配与纺丝工艺参数对熔喷非织造布过滤效率的显著影响。

(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)

本虚拟仿真实验教学系统是以真实生产车间为蓝本搭建，展示了真实企业聚丙烯熔喷非织造布生产车间的整体布局，涵盖了生产线上的全部主要设备，包括上料机、螺杆挤出机、熔体管道、熔体过滤器、计量泵、纺丝箱、纺丝组件、热风系统、冷风系统、接收装置、抽吸风装置和卷绕装置，设备仿真模型是按照企业真实设备的客观结构和功能进行仿制，具有科学性、推演性和交互性，满足真实实验的虚拟仿真孪生环境。

实验教学内容设计思路也与实际生产流程相一致，学生通过综合设计实验方案，依次完成纺丝组件安装、设备参数设置以及原料选配等生产工序，通过观察纺丝实验现象，检测并分析实验结果，进而掌握熔喷工艺原理的专业基础知识，整个实验过程有机地融合了理论知识内容，体现了探究知识和解决问题。纺丝实验现象的设计也与学生实验方案的设计相匹配，符合实际生产规律，反应客观事实。

学生通过完成本实验教学系统的学习内容，可以从生产全局掌握聚丙烯熔喷非织造布的生产工艺流程，有利于培养科学实验操作的基本技能，有效地提高理论知识水平，增强生产安全意识，培养实操能力、创新能力、分析问题和解决问题的能力。

3-5 实验教学过程与实验方法

本虚拟仿真实验教学系统包括：学习模式和考核模式。学习模式中提供了详细的操作流程，学生可对照进行操作练习。学习模式包含实验前准备、设备仿真、工艺与生产操作仿真、厂区漫游四个部分内容。考核模式为操作考核，除了包含

上述四个部分内容以外，还包括在线考试。学生进入系统后可以自行选择相应的模式进行学习。



1、实验前准备

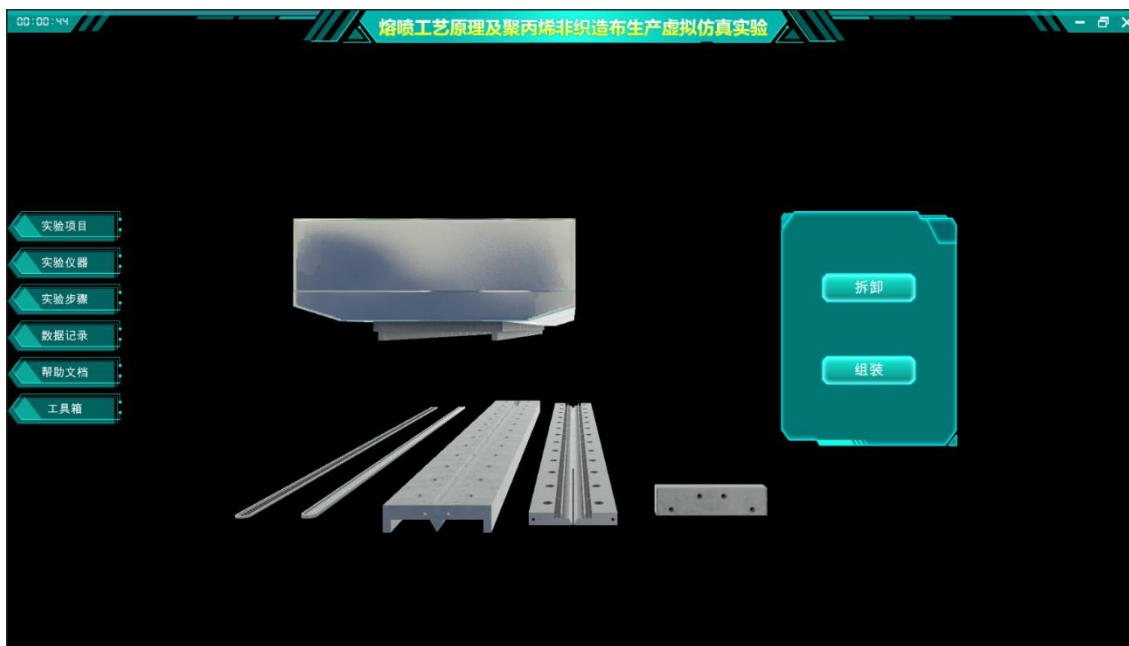
学生打开虚拟仿真实验教学系统，选择好相应的模式后进入厂区，首先进入车间更衣室，进行车间工作服更换，并阅读车间安全管理规则制度，完成实验前准备工作。



2、设备仿真

学生完成实验前准备工作后，即可进入生产主车间，该车间展示了聚丙烯熔

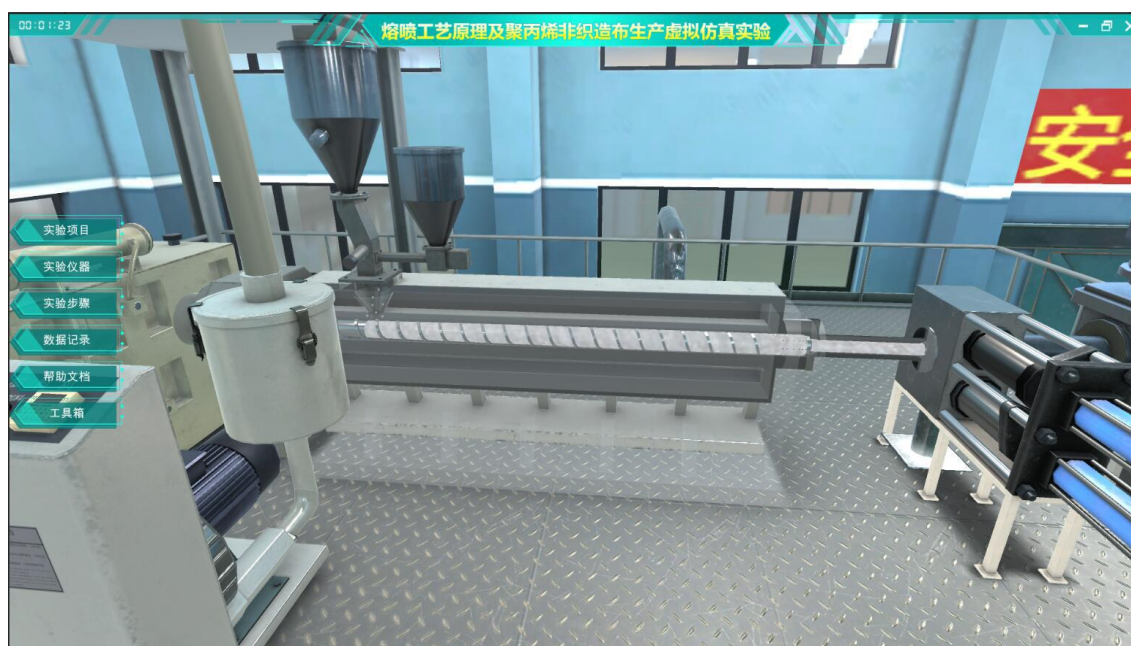
喷非织造布生产线上的主要设备和部件，学生可以通过漫游车间多角度观察设备运作情况，同时提供设备主要功能以及日常运行注意事项等文字性辅助描述，最后使用 3D 仿真技术对生产线上主要关键设备纺丝箱中的纺丝组件进行拆卸、组装等模拟与展示，最大程度真实展示纺丝组件的构造与工作原理，提高学生对理论知识内容的理解，为教学提供可视化的深度解析。



3、工艺与生产操作仿真

工艺与生产操作仿真是以具体的车间生产流程为主线，展现了聚丙烯熔喷非织造布生产线的整体布局，模拟了生产线中主要设备参数的设置及工艺流程操作。学生通过车间漫游可进行不同视角场景切换，完成全三维高度沉浸式立体交互体验。设计的生产操作流程与真实企业实际生产流程相匹配，重点体现了生产安全规范的操作逻辑顺序和常见操作错误模拟。学生点击某一工艺步骤即可进入该工艺动态展示进程，展示内容主要包括该段工艺设备的主要参数调控、关键指标、对应的理论知识点等，通过详细的工序流程和相应的实验动态展示，提高学习的可观性，增强学生对各工艺流程的直观认识。

同时，使用 3D 虚拟仿真技术对设备内部动态运动过程进行可视化操作，如：螺杆挤出机和纺丝组件中聚合物熔体的流动与分配进行模拟与展示，最大程度真实展示设备的工作原理，为教学提供可视化的深度解析。通过对生产工艺路线的全程交互性操作，有利于培养学生分析和解决生产问题的能力。



4、厂区漫游

学生进入实验教学系统，即是进入虚拟熔喷非织造布生产工厂，可实现厂区漫游，厂区全局布置包含：车间更衣室、生产车间、产品检测实验室、原料贮存仓库、成品贮存仓库、厂区内基础设施、卫生绿化、三废处理模型、厂区消防安全布置等。通过厂区漫游帮助学生认识熔喷非织造布厂区布局规范，学生可以通过直接点击房间名称的方式进入相应的车间，如：车间更衣室、生产主车间、产品检测实验室，直观地看到每个房间内部的布置和布局，了解生产工作环境以及核心设备的模型。

通过虚拟仿真模拟实际厂区的布置与布局、车间设备和生产线等环境，达到比拟现场实习实训的效果。学生在进行模拟全厂漫游学习时应至少可以进入参观。车间漫游的重点是展示生产线上的代表性设备、设备布局、过程管道、物料流程、仪表控制等。

全景模拟生产实习实训参观、可随时进行设备、工艺原理等知识点的学习。主要设备及其配件、管路等系统单元，可在漫游过程中动态在线查看相关属性（支持 OFFICE 文档、PDF 文档、CAD 文件、视频等常见数据格式）。

5、在线考试

在线考试模块能满足学生学习后的考核要求。系统以工艺与生产操作仿真模块中的工艺流程操作以及设备参数设置错误模拟等为基础，结合考试系统的题库和自动评分机制，可随机形成包括理论和实践操作的考卷，检查学生实验与实践教学的效果。以实际生产流程操作步骤的合理性为依据，自动考核评分学生所执行的逻辑操作。系统提供报告上传接口，学生可以自行上传实验报告，老师登录教师账号进行下载审阅，对学生的知识素养进行多维度考察。

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 17 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	开始实验，选择进入“车间更衣室”，进行车间工服更换，并阅读车间安全生产管理规则制度。	5min	完成 1 次以上操作，得 5 分；未完成得 0 分。	5	<input checked="" type="checkbox"/> 操作成绩 <input type="checkbox"/> 实验报告 <input type="checkbox"/> 预习成绩 <input type="checkbox"/> 教师评价报告
2	分别拆卸、组装纺丝组件，螺栓锁紧，保证安装完整以便进行下一步实验。	5min	完成拆卸纺丝组件操作，得 5 分，完成组装纺丝组件操作，得 5 分，	10	

			共计 10 分；未完成得 0 分。			
3	开启热风装置，检测安装的纺丝组件周围有无漏风。检查无漏风后设置热风温度和热风风机转速。	5min	检测完有无漏风，并将热风温度和热风风机转速设置在合理范围内，得 5 分；未完成得 0 分。	5		
4	开启并设置计量泵的温度，调节计量泵的转速。	5min	计量泵温度设置在合理范围内，且调节计量泵的转速，得 5 分；未完成得 0 分。	5		
5	开启并设置熔体过滤器的温度。	5min	熔体过滤器温度设置在合理范围内，得 5 分；未完成得 0 分。	5		
6	开启并设置纺丝箱的温度。	5min	纺丝箱温度设置在合理的范围内，得 5 分；未完成得 0 分。	5		
7	开启并设置熔体管道的温度。	5min	熔体管道三段，每段温度设置在合理范围内，得 2 分，共计 6 分；未完成得 0 分。	6		
8	开启并设置螺杆挤压机的转速和三段温度。	5min	螺杆挤压机的转速设置在合理范围内，得	7		

			1 分，螺杆挤压机三段，每段温度设置在合理的范围内得 2 分，共计 7 分；未完成得 0 分。			
9	点击料仓进行原料选配。	5min	完成 1 次以上操作，得 5 分；未完成得 0 分。	5		
10	启动真空吸料机进行加料。	5min	完成 1 次以上操作，得 5 分；未完成得 0 分。	5		
11	观察喷丝板下方喷出的废丝，回收废丝。	5min	完成 1 次以上操作，得 5 分；未完成得 0 分。	5		
12	开启并设置冷风装置的冷风温度。	5min	冷风装置的温度设置在合理的范围内，得 5 分；未完成得 0 分。	5		
13	观察纤维均匀稳定后，启动并设置成网机的运行速度，并将成网机推到纺丝箱喷丝板下方接收纤维。	5min	成网机的运行速度设置在合理的范围内，得 5 分，成网机推到喷丝板下方接收纤维，得 5 分，共计 10 分；未完成得 0 分。	10		
14	开启并设置成	5min	抽吸风装置的	5		

	网机下方的抽吸风装置的抽吸风转速。		转速设置在合理的范围内，得 5 分；未完成得 0 分。		
15	调节喷丝板与成网装置之间的距离。	5min	调节距离设置在合理的范围内，得 5 分；未完成得 0 分。	5	
16	启动并设置收卷机的速度，完成收卷、分切和自动换卷实验。	5min	收卷机的速度设置在合理的范围内，并完成收卷、分切和自动换卷操作，得 6 分；未完成得 0 分。	6	
17	进入产品检测实验室，打开口罩滤材颗粒物过滤效率测试仪的总开关和盐控阀门，将实验获得的非织造布放在测试台上，打开测试软件界面，点击“测试开始”按钮，对产品过滤性能进行检测。	5min	完成产品检测实验，得 6 分；未完成得 0 分。	6	

(2) 交互性步骤详细说明

交互性步骤 1:

学生进入实验系统厂区，最先进入车间更衣室，车间更衣室中存放着实验需穿戴的工作服、实验手套、口罩、防护眼镜、鞋套等物品，学生需完成全部穿戴，

并阅读车间安全生产管理规则制度。完成上述步骤后走出车间更衣室进入生产主车间。学生如果没有完成实验前准备工作，而直接进入生产车间开始实验，则该交互性步骤不得分。

通过该交互性步骤，培养学生良好的实验习惯，增强实验安全防护意识。

交互性步骤 2:

学生进入生产车间，最先对熔喷生产线核心部件纺丝组件进行拆卸和安装，学习纺丝组件的结构。纺丝组件主要包括金属过滤网、分配板、喷丝板、刀板和堵头等部件。安装完成纺丝组件，即可进行下一步实验。纺丝组件的作用是进一步过滤熔体使其混合均匀，同时具有纺丝和牵伸功能。

通过该交互性步骤，使学生掌握纺丝组件的构造和功能，学会拆卸和安装纺丝组件。

交互性步骤 3:

熔喷系统在进行纺丝生产时，必须先启动热风牵伸气流系统，生产线才能投入运行。因此，学生安装完纺丝组件后，需最先打开热风装置，并通过风的走向，检测安装的纺丝组件周围有无漏风，检查无漏风后设置热风温度和热风风机转速。热风温度和热风风机转速设置在合理范围将直接影响熔喷纤维的质量。同时，如果学生误操作或设备故障，将可能导致热风气流温度过高或压力过大等生产问题，实际生产中该操作步骤存在严重安全隐患。

通过该交互性步骤，使学生掌握热风系统的功能，掌握热空气在纺丝组件中的气流运动轨迹，学会检查纺丝组件是否安装到位，学会设置热风温度和热风风机转速。通过模拟生产过程中实际可能出现的相关问题，提高学生的生产安全意识，起到提前警示教育的作用。

交互性步骤 4:

开启并设置计量泵的温度。计量泵的温度设置将影响熔喷纤维的质量。计量泵是对熔体进行输送、加压、计量的设备。计量泵能够向纺丝箱体提供压力稳定、流量恒定的纺丝熔体。计量泵在单位时间输送的熔体质量称为泵的排出量。泵的排出量（或转速）是确定生产线产量高低以及非织造布定量（ g/m^2 ）大小的根据。

通过该交互性步骤，使学生掌握计量泵的功能，学会设置计量泵的温度，掌握计量泵的转速对非织造布定量的影响。

交互性步骤 5:

开启并设置熔体过滤器的温度。熔体过滤器的温度设置将影响熔喷纤维的质量。熔体过滤器的功能是利用过滤装置（滤网）将熔体中的杂质滤除，为正常纺丝提供干净的熔体，保护系统中计量泵的安全，延长纺丝组件的使用周期。

通过该交互性步骤，使学生掌握熔体过滤器的功能，学会设置熔体过滤器的温度。交互性步骤 4 和交互性步骤 5 的操作顺序没有先后，但是要先于交互性步骤 6 及 6 以后的步骤。

交互性步骤 6:

开启并设置纺丝箱的温度。纺丝箱的温度设置也将影响熔喷纤维的质量。纺丝箱体的主要功能是分配熔体、提供符合纺丝工艺要求的纺丝压力和纺丝温度，并作为纺丝组件安装的载体。

通过该交互性步骤，使学生掌握纺丝箱的功能，学会设置纺丝箱的温度。

交互性步骤 7:

开启并设置熔体管道的温度。熔体管道的温度设置也将影响熔喷纤维的质量。熔体管道的主要功能是输送熔体，使设备互相连接，利用熔体管道的弹性变形来消除系统热胀冷缩的应力。

通过该交互性步骤，使学生掌握熔体管道的功能，学会设置熔体管道的温度。交互性步骤 6 和交互性步骤 7 的操作顺序没有先后，但是要先于交互性步骤 8 及 8 以后的步骤。

交互性步骤 8:

螺杆挤压机的螺杆呈现三段式结构，包含进料段、压缩段（也称塑化段、熔融段）和计量段（也称均化段）。开启并设置螺杆挤压机的转速和三段温度。螺杆挤压机的每段温度设置数值不同，直接影响聚合物熔体的质量。螺杆挤压机主要由螺杆与套筒、驱动装置、加热和冷却装置、电气控制系统等部分组成，其功能是将聚合物原料熔融、塑化，输送加压和混合均化，向纺丝系统提供压力稳定、塑化均匀的聚合物熔体。

通过该交互性步骤，使学生掌握螺杆挤压机的三段式结构、熔体在螺杆挤压机内部的输送以及螺杆挤压机的功能。

交互性步骤 9:

等学生完成交互性步骤 3-8 的实验，相应设备参数均达到预设值后，点击料仓进行原料选配。聚丙烯是最常用、用量最大、用途最广的一种原料，也是本实验的主要原料。本实验选取的辅料包括：驻极母粒和色母粒。原料选配方案可灵活调控，但是原料选配会影响最终熔喷非织造布的颜色和产品性能（过滤效率）。

通过该交互性步骤，使学生理解原料的合理选配是决定生产线性能指标的第一个先决条件。

交互性步骤 10:

启动真空吸料机进行加料，本实验采用真空负压吸送式的输送方式向系统提供生产过程所需要的主料和辅料，料斗不敞开，可连续加料和输送。

通过该交互性步骤，使学生掌握原料的输送方式。

交互性步骤 11:

加料完成后，聚合物原料经过螺杆挤出机、熔体管道、熔体过滤器、计量泵、纺丝箱后形成熔体，从喷丝板的喷丝孔中喷出。在系统刚启动阶段的一段时间内，会有大量的废丝、熔体随热气流喷出，学生在这个过程中需观察喷丝板下方喷出的废丝。生产过程中，不可避免的会产生一些废料。为了提高原料的利用率，降低生产成本，废丝都需要回收。

通过该交互性步骤，使学生理解熔体流动方向，热空气对聚合物熔体细流的拉伸作用，学会观察喷丝板下方喷出的废丝，并回收废丝。

交互性步骤 12:

开启并设置冷风装置的冷风温度。由于喷丝板喷出的熔体细流经过牵伸热空气拉伸后纤维的温度依然很高，因此在纺丝组件下方一定位置需从两侧补入冷却空气，使纤维冷却结晶。

通过该交互性步骤，使学生掌握冷风装置的作用，并学会设置冷风温度。

交互性步骤 13:

观察喷丝板喷出的纤维均匀稳定后，启动并设置成网机的运行速度，并将成网机推到纺丝箱喷丝板下方。为了生产需要，接收装置成网机经常设计成可在地面上沿纵向或横向移动的形式。纺丝系统生成的纤维经过牵伸后随气流高速落在接收成网机的网面上，依靠自身的余热粘结形成均匀的纤网。本实验采用水平接收的方式接收纤维。接收成网是非织造布生产过程中的一个非常重要的工艺过程，

对成网可行性、纤网均匀度、产品在不同方向的物理力学性能差异、运行稳定性、产品手感等都有重要影响。

通过该交互性步骤，使学生掌握成网机的作用，并完成纤维的接收成网实验。

交互性步骤 14:

当成网机被推到纺丝箱喷丝板下方后，即可开启并设置成网机下方的抽吸风装置的抽吸风转速。抽吸风装置可在成网机下方形成一个足够大的负压区，将随纤维吹下的牵伸热气流、冷却气流和周边环境一定范围内的空气抽走，使从纺丝组件喷出的纤维能全部可靠地附着在成网带上定型，这样才能避免布面出现折皱，或发生“翻网”、“飞花”等现象。

通过该交互性步骤，使学生掌握抽吸风装置的作用，并制备出布面平整的非织造布。

交互性步骤 15:

在生产中，需要改变喷丝板与成网机之间的距离来控制非织造布的质量。常用的调节方法有两种：一是喷丝板作升降运动；二是接收成网设备作升降运动。本实验采用接收装置成网机作升降运动的方式来调整喷丝板与成网机之间的距离。

通过该交互性步骤，使学生掌握调整喷丝板与成网机之间距离的方法，学会以此来控制非织造布的质量。

交互性步骤 16:

启动并设置收卷机的速度。由于非织造布生产线是一个高效率的连续运行系统，因此，收卷机需具备在不停机的状态进行自动换卷的功能。

通过该交互性步骤，学生可以完成在线收卷、在线分切和自动换卷实验。

交互性步骤 17:

完成非织造布生产实验，学生拿取一块实验制备的非织造布材料，进入产品检测实验室，打开口罩滤材颗粒物过滤效率测试仪的总开关和盐控阀门，将实验获得的非织造布放在测试台上，打开测试软件界面，点击“测试开始”按钮，对产品过滤性能进行检测。不同实验条件下，制备的非织造布材料的过滤性能将有所不同。

通过该交互性步骤，让学生理解聚合物原料选配与纺丝工艺参数对熔喷非织

造布性能的影响。

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）

在熔喷纺丝实验过程中，影响实验结果的实验条件因素有多项，主要包括原料选配、计量泵的转速（或泵的排出量）、热风牵伸气流系统的转速和温度、接收装置成网机的运行卷绕速度、成网机与喷丝板之间的接收距离、抽吸风系统等等。在不同的实验条件和操作下可能产生的实验结果情况如下：

1、由于原料选配不同，获得非织造布的过滤性能和颜色不同

聚丙烯是本实验的主要原料，本实验选取的辅料包括：驻极母粒和色母粒。原料选配方案不同，可能产生如下四类非织造布产品。

（1）纯聚丙烯熔喷非织造布

如果学生只选择了聚丙烯原料，而没有选择辅料，那么纺丝制备的是纯聚丙烯熔喷非织造布。通过产品性能检测过滤效率时，纯聚丙烯熔喷非织造布对 0.3-0.5 μm 颗粒物的过滤效率通常在 20-50%之间，且非织造布外观颜色为白色。

（2）驻极聚丙烯熔喷非织造布

如果学生选择了聚丙烯原料，同时也添加了 0.5-3%的驻极母粒，那么纺丝制备的是驻极聚丙烯熔喷非织造布。通过产品性能检测过滤效率时，驻极聚丙烯熔喷非织造布对 0.3-0.5 μm 颗粒物的过滤效率能达到 85-95%以上，随着驻极母粒含量增加，过滤效率增大，且非织造布外观颜色为白色。

（3）有色聚丙烯熔喷非织造布

如果学生选择了聚丙烯原料，同时也添加了 0.5-5%的色母粒，那么纺丝制备的是有色聚丙烯熔喷非织造布。通过产品性能检测过滤效率时，有色聚丙烯熔喷非织造布对 0.3-0.5 μm 颗粒物的过滤效率只能在 20-50%之间，而非织造布的外观颜色与色母粒的颜色一致，选择不同颜色的色母粒，制备的非织造布的颜色将有所不同。

（4）有色驻极聚丙烯熔喷非织造布

如果学生选择了聚丙烯原料，同时也添加了 0.5-3%的驻极母粒和 0.5-5%的色母粒，那么纺丝制备的是有色驻极聚丙烯熔喷非织造布。通过产品性能检测过滤效率时，有色驻极聚丙烯熔喷非织造布对 0.3-0.5 μm 颗粒物的过滤效率能达到

85-95%以上，随着驻极母粒含量增加，过滤效率增大，且非织造布的外观颜色与色母粒的颜色一致，选择不同颜色的色母粒，制备的非织造布的颜色将有所不同。

综上所述，原料选配不同，实验结果将显著不同。驻极母粒的添加主要影响熔喷非织造布的过滤效率，色母粒的添加主要影响非织造布的颜色。

2、调节计量泵的转速，获得熔喷非织造布的定量不同

计量泵在单位时间输送的熔体质量称为泵的排出量。计量泵的转速调控了泵的排出量。因此，计量泵的转速是确定生产线产量高低以及非织造布定量 (g/m^2) 大小的根据。计量泵的转速越大，泵的排出量就越大，生产线产量就越高，非织造布的定量就越大。从纺丝实验现象中可观察到，计量泵的转速越大，喷丝板喷出的纤维越多，制备非织造布的定量越大，产品越厚。

3、热风牵伸气流系统的风机转速和风温影响熔喷纤维的质量

热风牵伸气流系统的风温和风机转速直接影响熔喷纤维的质量。风温和风机转速一般配合使用，风温越高，风机转速越大（风压力越大），牵伸作用越强，喷丝板喷出的纤维就越细，制备非织造布的过滤效率就越高，但阻力也越高。反之，风机转速越小（风压力越小），牵伸作用越弱，喷丝板喷出的纤维就越粗，制备非织造布的过滤效率就越低，但阻力也越低。但是，如果风温过高、风机转速过大（风压过大），部分喷出的纤维会被吹断，造成飞花。

同时，如果学生误操作，将风温设置过高，风机转速过大（风压过大），将导致高温高压危险的生产问题，系统将启动报警。学生将风温和风机转速设置到合理范围后，系统将解除报警。

4、成网机的运行卷绕速度，影响非织造布的质量

成网机的运行卷绕速度对成网可行性、纤网均匀度、产品在不同方向的物理力学性能差异、运行稳定性、产品手感等都有重要影响。从纺丝实验现象中可观察到，成网机的运行卷绕速度越慢，成网机的成网帘单位面积上沉积的纤维越多，非织造布的定量越大，产品越厚。反之，成网机的运行卷绕速度越快，成网帘单位面积上沉积的纤维越少，非织造布的定量越小，产品越薄。

5、成网机与喷丝板之间的接收距离，影响非织造布的质量

熔喷纺丝过程中，高温聚合物熔体从喷丝板中喷出，经过高速热牵伸气流拉伸和冷却空气冷却后，形成超细纤维沉积到接收装置成网机的成网帘上，依靠自

身余热粘合成为熔喷非织造布。成网机与喷丝板之间的接收距离影响了纤维牵伸和冷却的运动轨迹。如果接收距离太小，纤维牵伸和冷却扩散不充分，纤维直径较粗，纤维之间粘合太紧，非织造布蓬松度下降，手感偏硬，但是强度提高。如果接收距离较大，纤维将被充分的牵伸，纤维直径会更细。但是如果接收距离过大，纤维沉积蓬松，导致非织造布纵向和横向的力学强度下降，手感蓬松，过滤效率和过滤阻力也会下降。

6、抽吸风系统影响非织造布的成网定型

接收成网过程还需配备网下抽吸风系统，其目的是为了使从纺丝组件出来的纤维能全部可靠地附着在成网机的成网帘上。纺丝过程中，如果没有开启抽吸风系统，那么容易出现“翻网”、“飞花”等现象，非织造布的布面容易出现折皱。只有开启抽吸风系统，在成网帘下方形成一个足够大的负压区，才能将熔喷纤维吹下的牵伸气流、冷却气流和周边环境一定范围内的空气抽走，使纤网紧贴在网带上定型，才能避免布面出现折皱。

3-8 面向学生要求

(1) 专业与年级要求

专业：纺织工程

年级要求：本科三、四年级学生

(2) 基本知识和能力要求

基本掌握与纺织工程相关的课程知识，如纺织材料学、专业导论等；

有基本的三维认识能力，能够熟练操作电脑熟悉系统。

3-9 实验应用及共享情况

(1) 本校上线时间：2021年4月5日（上传系统日志）

(2) 已服务过的学生人数：本校45人，外校0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：1，具体专业：纺织工程，

教学周期：每年1次，学习人数：45人

(4) 是否面向社会提供服务：●是 ○否

(5) 社会开放时间：2021 年 4 月 5 日

(6) 已服务过的社会学习者人数：28 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)

本项目是基于我国纺织特色产业的人才需求，在新工科背景下着眼于培养应用型纺织工程专业人才，以真实生产企业为蓝本建设典型的聚丙烯熔喷非织造布生产虚拟仿真实验教学系统，实验设计思路与实际生产流程相一致，具有科学性、推演性和交互性，全面推进虚拟实验教学改革，着力培养学生的工程实践能力和创新能力，提高纺织工程专业学生的工程素养，培养纺织人的文化自信。

本虚拟仿真教学系统结合了闽江学院应用型本科院校的办学理念和办学宗旨，制定纺织工程专业人才培养方案，采用虚实结合的教学方法，以实验教学小试实验为基础，借助现代化计算机科技，模拟真实企业中试放大生产线，将真实实验与虚拟实验相互补充，不断提升学生的实践与创新能力。结合纺织工程实验教学的特点，构建了层次结构清晰、适宜共享、易于推广的聚丙烯熔喷非织造布虚拟仿真实验教学系统。

本熔喷非织造布虚拟仿真实验教学内容以聚丙烯非织造布完整生产工艺为主线，涵盖了生产线上的全部主要设备，仿真内容包含实验前准备、设备仿真、工艺与生产操作仿真、厂区漫游、在线考核，形成系统化知识体系，并以实景操作、故障排除、在线考核、师生互动等新颖的教学模式提高教学效果，通过持续改进构建有专业特色的虚拟仿真教学模式。

熔喷非织造布虚拟仿真实验教学系统以“互惠互利”的方式，面向相关企业、科研院所以及兄弟院校开放，实现教学资源共享，将成为相关高校纺织工程、服装设计工程等专业学生的虚拟实验和实习实训基地。

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

☒支持与服务群☐其他

(4) 5 名提供在线教学服务的团队成员; 2 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 10 小时/日的在线服务

6. 实验教学相关网络及安全要求描述

6-1 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)

需要 100M 以上网络带宽, 网络带宽不足时, 给用户提示。

(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)

200

6-2 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

服务器操作系统采用 Windows Server 2008, 系统基于.NET 技术构建。

(2) 其他计算终端操作系统和版本要求

用户机 windows 7 以上版本。

(3) 支持移动端: ☐是 ☒否

6-3 用户非操作系统软件配置要求 (兼容至少 2 种及以上主流浏览器)

(1) 非操作系统软件要求 (支持 2 种及以上主流浏览器)

☒谷歌浏览器 ☐IE 浏览器 ☐360 浏览器 ☒火狐浏览器 ☐其他

(2) 需要特定插件 ●是○否

如勾选“是”，请填写：

插件名称：虚拟实验环境

插件容量：9 M

下载链接：网站自带

(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）

支持 HTML5 主流浏览器（可提供免费下载），例如：

1. 谷歌 版本 60.0 以上
2. 火狐 Firefox-55.0 以上

6-4 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： i5-4590(3.3G/6M/4 核) 以上

内存： 4G 以上

硬盘： 500G 以上

显示器： 分辨率 1920×1080；

显卡： Nvidia GTX 960（512M 显存） 以上

网卡： 100M 网卡

输入设备： 鼠标、键盘。

(2) 其他计算终端硬件配置要求

无

6-5 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

服务器： CPU： Intel Xeon E5-2650*2（8 核、2 GHz、20 MB、95 瓦） 以上

内存： 16G 以上

硬盘： 600G 15K 转速 Sas 接口硬盘 以上

显示器： 分辨率 1920×1080

网卡： 100M 网卡

输入设备： 鼠标、键盘。

(2) 其他计算终端特殊外置硬件要求：●无○有

如勾选“有”，请填写其他计算终端特殊外置硬件要求：

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）

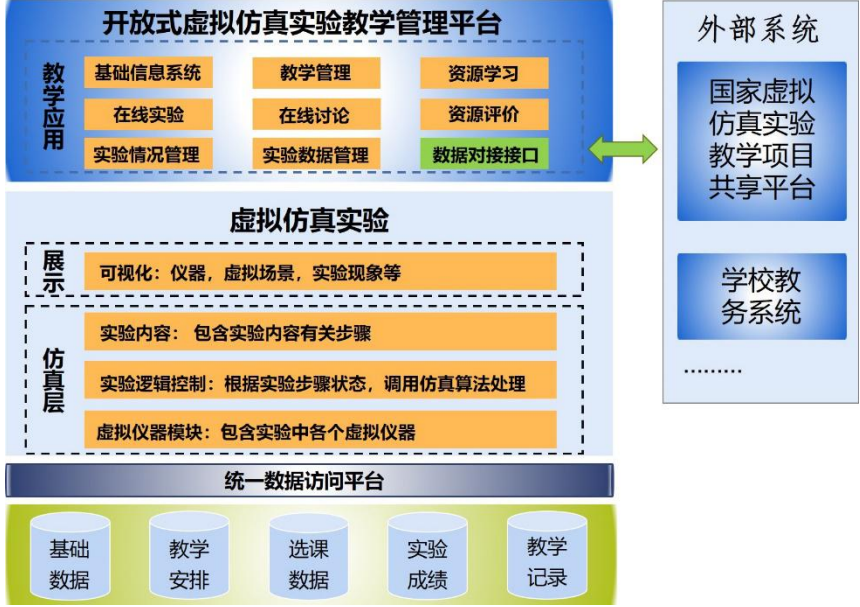
(1) 证书编号：11010819283-00001

(2) 请附信息系统安全等级保护备案证明

信息系统安全等级保护 备案证明	依据《信息安全等级保护管理办法》的有关规定， <u>北京润尼尔网络科技有限公司</u> 单位
	的：
	第 <u>2</u> 级 <u>虚拟仿真实验教学平台</u> 系统
证书编号：11010819283-00001	予以备案。
中华人民共和国公安部监制	备案公安机关公章 2020年4月8日

7. 实验教育教学技术架构及主要研发技术

指标	内容
系统架构图及 简要说明	开放式虚拟仿真实验教学管理平台采用开放架结构和统一数据接口设计，为在线仿真教学提供教学环境和支撑服务，功

		<p>能包含：教学管理，教学实验资源学习，在线仿真实验，在线互动讨论、在线资源评价、实验数据管理、实验情况统计等。</p> <p>系统由教学应用模块、虚拟仿真模块和最下面数据模块组成。教学应用模块为教学开展提供保障服务和资源，调用虚拟实验开展在线实验，形成教学管理数据、实验数据等保存数据模块。</p> <p>虚拟仿真实验采用组件技术设计，将仪器按照数学物理原理建模设计相对独立的组件。用户根据实验内容调用不同的仪器组件形成实验方案、开展实验步骤、调用合适的算法得到实验数据和实验状态，并通过动画、文字、图形等多种可视化技术将模拟真实的实验过程展示出来、给与合适的提示和指导，协助学生自主完成实验。</p> 
实验 教学	开发 技术	<input type="checkbox"/> VR <input type="checkbox"/> AR <input type="checkbox"/> MR <input checked="" type="checkbox"/> 3D 仿真 <input checked="" type="checkbox"/> 二维动画 <input type="checkbox"/> HTML5 <input checked="" type="checkbox"/> 其他
	开发 工具	<input checked="" type="checkbox"/> Unity3D <input checked="" type="checkbox"/> 3D Studio Max <input type="checkbox"/> Maya <input type="checkbox"/> ZBrush <input type="checkbox"/> SketchUp <input type="checkbox"/> AdobeFlash <input type="checkbox"/> UnrealDevelopment Kit <input type="checkbox"/> Animate CC

	<input type="checkbox"/> Blender <input checked="" type="checkbox"/> Visual Studio <input type="checkbox"/> 其他
运行环境	服务器 CPU 8 核、内存 16 GB、磁盘 600 GB、 显存 0.256 GB、GPU 型号 Intel HD Graphics 4600 操作系统 <input checked="" type="checkbox"/> Windows Server <input type="checkbox"/> Linux <input type="checkbox"/> 其他 具体版本：2012R2 数据库 <input type="checkbox"/> Mysql <input checked="" type="checkbox"/> SQL Server <input type="checkbox"/> Oracle <input type="checkbox"/> 其他 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） 是否支持云渲染：○是 ●否
实验品质 （如： 单场模型总面数、 贴图分辨率、 每帧渲染次数、 动作反馈时间、 显示刷新率、	单场景模型总面数小于 50 万；贴图分辨率一般使用 1024 * 1024 贴图；每帧渲染次数 3 次；动作反馈时间小于 10ms；显示刷新率大于 30fps；分辨率 1920ppi * 1080ppi。

	分 辨 率等)	
--	------------	--

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	<p>随着聚合物原料的差异，熔喷生产工艺流程会有差别，设备的性能及配置也不相同。因此，企业实际生产过程中不太容易实现生产线更换，通常都是生产单一产品。</p> <p>本项目以典型的聚丙烯（PP）熔喷非织造布生产工艺为主线，选配了常规的辅料（如：驻极母粒、色母粒），在后期课程持续建设中可增加辅料品种（如：功能母粒、增白剂等），构建 2-3 种功能性 PP 熔喷非织造布的生产线，实现产品的功能化。通过虚拟仿真平台很容易实现生产线调整以及产品更换，满足不同实验实训需求。此外，随着本实验教学课程的推广应用，根据学生的教学反馈，不断完善实验内容。</p>
第二年	<p>通过虚拟仿真系统的持续建设与更新，可采用不同聚合物原料，如：聚酯（PET）、聚乙烯（PE）等，构建不同种类聚合物熔喷非织造布的生产线，可分别制备 PET 熔喷非织造布和 PE 熔喷非织造布。并在此基础上，选配不同辅料品种（如：驻极母粒、色母粒、功能母粒、增白剂等），实现生产产品的多样化。由于聚合物原料的差异，熔喷生产工艺流程将有所差别，如：PET 原料在进行熔喷生产前需要进行干燥处理，而本项目中的 PP 原料，由于自身疏水性，不需要干燥处理。因此，在后续课程建设与更新过程中，如果生产 PET 熔喷非织造布，需要在生产线上增加干燥处理工序，才能保证生产工艺过程的正常进行。否则，PET 原料未经干燥就投入使用，在加热熔融过程中会剧烈降解，使分子量下降，导</p>

		致纺丝困难，容易产生断丝，而且未经干燥的切片软化点较低，容易在螺杆挤压机的进料段产生环结，阻塞进料通道。通过不同原料的生产过程以及实验现象，使学生更好地理解熔喷工艺原理。本虚拟仿真实验教学系统面向全国高校开放。	
	第三年	随着前期实验教学内容的不断完善，根据熔喷非织造产品的应用，可进一步增加熔喷非织造布常用后整理工序，如涂层整理、功能整理或者复合整理工序，实现产品生产到应用的全工艺流程实验教学。此外，及时将科研的最新研究成果及研究过程开发转化为实验教学内容，不断完善教学内容，注重科教融合和产教融合。	
	第四年	针对 PP 熔喷非织造布的重要应用，如医疗卫生领域应用，增加防疫重要物资口罩生产车间，解析熔喷/纺粘/熔喷（SMS）复合工艺流程原理，搭建纺织科学与工程示范性虚拟仿真教学系统，学生可针对学业方向或兴趣爱好进行选修。	
	第五年	开发线上 APP，分专业版和基础版，其中专业版主要面向纺织工程专业高年级学生，学生可在手机上随时进行相关操作的练习以及在线考核，有利于学生自主学习。同时向社会各界开放，可用于非织造布生产企业新职工培训、学生远程教育等。基础版主要是面向本专业低年级学生或普通大众，例如：展现防护服、口罩等重要防疫物质核心滤材的生产过程和规范，使大家对熔喷非织造布的生产加工以及防护过滤原理有一个初步的认识，增加科学常识，辨别真伪防疫用品。	
<p>其他描述：</p> <p>深化校企合作，根据企业生产实际以及实验教学反馈，不断完善实验教学内容，增加交互功能设计，建成具有专业特色的虚拟仿真实验教学项目，达到国家级虚拟仿真实验教学一流课程水平，满足师生对于创新型实验实训的需求。</p> <p>增强平台对优质资源的共享能力和稳定性，满足更大的用户并发访问。加强虚实统一管理能力，结合我校虚拟仿真实际教学情况，建立全面开放式的虚拟仿真共享管理平台。</p>			

(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	2	200	2	200
第二年	5	800	5	800
第三年	8	1500	8	1500
第四年	10	2000	12	2000
第五年	12	2500	15	3000

其他描述:

逐步向全国相关高校、科研院所及企业开放, 推广应用, 增加受众, 通过资源共享, 为培养应用型专业人才提供服务。

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	《非织造布生产虚拟仿真教学系统 V1.0》 《熔喷工艺原理虚拟仿真教学系统 V1.0》
是否与课程名称一致	<input type="radio"/> 是 <input checked="" type="radio"/> 否
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。	
著作权人	著作权人类型
柯惠珍	<input type="radio"/> 课程所属学校 <input type="radio"/> 企业 <input checked="" 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	全部权利
软件著作登记号	2021SR0888712; 2021SR0888735
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	已获得证书
软件名称	《熔喷工艺原理及聚丙烯非织造布生产虚拟仿真实验软件 V1.0》
是否与课程名称一致	<input checked="" type="radio"/> 是 <input 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
闽江学院	<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	全部权利
软件著作登记号	
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

<p>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。</p> <p style="text-align: center;">实验教学课程负责人（签字）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>

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）

（申报课程高校党委负责对本校课程团队成员以及申报课程的内容进行政审，出具政审意见并加盖党委印章；团队成员涉及多校时，各校党委分别对本校人员出具意见；非高校成员由其所在单位党组织出具意见。团队成员政审意见内容包括政治表现、是否存在违法违纪记录、师德师风、学术不端、五年内是否出现过重大教学事故等问题；课程内容审查包括价值取向是否正确，对于我国政治制度以及党的理论、路线、方针、政策等理解和表述是否准确无误，对于国家主权、领土表述及标注是否准确，等等。）

2. 课程内容学术性评价意见（必须提供）

〔由学校学术性组织（校教指委或学术委员会等），或相关部门组织的相应学科专业领域专家（不少于3名）组成的学术审查小组，经一定程序评价后出具。须由学术性组织盖章或学术审查小组全部专家签字。无统一格式要求。〕

3. 校外评价意见（可选提供）

（评价意见作为课程有关学术水平、课程质量、应用效果等某一方面的佐证性材料或补充材料，可由课程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。）