

非金属材料智能制造与智慧应用

职业教育虚拟仿真实训基地建设方案

一、建设背景（描述基地建设必要性）

新一代信息技术的发展，尤其是大数据、人工智能、区块链、虚拟现实技术的突飞猛进，为教育革新注入了新的活力，推动了教育信息化的飞速发展。数字经济的发展改变着职业结构和人才的知识技能结构，推动教育的数字化转型、加强培养学生的数字素养成为国际组织和世界各国教育改革的重要趋势。2022年9月召开的联合国教育变革峰会发布《确保和提高全民公共数字化学习质量行动倡议》，呼吁世界各国充分利用数字技术优势赋能教与学。2021年中央网络安全和信息化委员会印发《提升全民数字素养与技能行动纲要》，提出要构建知识更新、创新驱动的数字素养与技能培育体系。为应对新一轮技术革命和产业数字化转型升级，职业教育要适应国家经济发展转型需要，改变传统教学模式，提高教学质量，进行教育数字化升级，培养大量社会需要的高素质人才。

中国建筑材料联合会发布了《建材工业“十四五”发展实施意见》提出，“十四五”将围绕碳达峰、碳中和，提高行业绿色低碳发展水平，推进制造过程智能化，鼓励企业结合生产工艺条件改造，加快传感器、网关、智能仪器仪表等数字化工具和设备部署，提升生产过程、生产现场的实时感知和数据采集能力。鼓励有条件的企业应用5G等新一代信息技术对网络进行升级，建设泛在感知互联的工厂运行环境，构建面向主要生产场景、工艺流程、关键核心设备的数字孪生模型。加强数字化应用，建立统一的数据集成和管理平台，实现对研发、生产、经营、运维等全流程数据集中管理，鼓励企业基于平台，实现关键设备的数字化改造和上云上平台，加快探索建材工业“5G+工业互联网”融合发展途径，打造更多典型应用场景，加大信息化与专业化结合的复合型人才、团队培养力度，开展信息化技能人才评价，形成一批建材工业数字化智能化发展领军队伍。

建筑材料（水泥、玻璃、陶瓷等）生产企业规模大、工艺复杂，属高温（温度1300-2000℃）高尘（粉尘含量）高耗（原材料及能源消耗）行业，学生在企业难以实现动手操作，学校也难以建设真实生产线（特别是高温作业工段）；高分子复合材料存在生产工艺复杂，设备更新快，成型过程中材料的变化看不到，实验耗材消耗量大，并且具有一定的污染性。建成非金属材料智能制造与智慧应

用虚拟仿真实训基地可以对学生进行全面、系统的实践训练，实现教学资源零消耗、实训环境零污染、实训容量无限化、实训过程安全性，增加学生动手操作机会，提高学生实践动手能力和创新能力。同时实现校际、校企间资源共享，带动相关院校发展，实现企业员工低成本培训，扩大受益面。

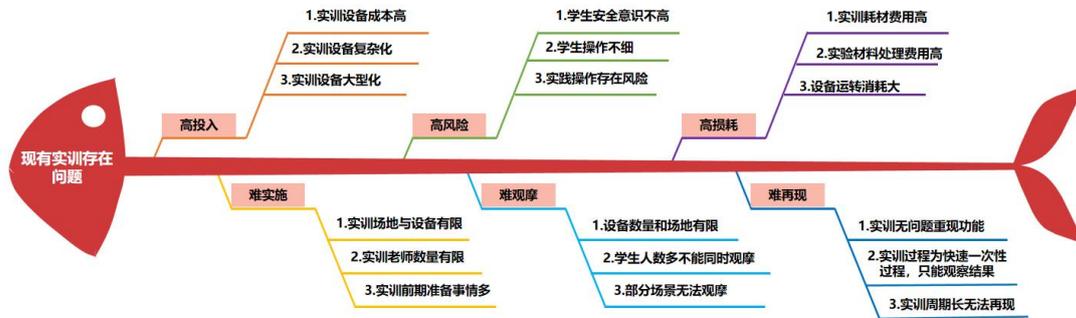


图 1 现有实训存在的难题

二、建设基础

（一）学校现有基础

绵阳职业技术学院是绵阳市人民政府举办的一所综合类高等职业院校，是四川省首批建立的八所高等职业学校之一。2001年，经四川省人民政府批准，在原四川建筑材料工业学校基础上建立绵阳职业技术学院。学校办学历史可以追溯到1933年成立的江苏省立宿迁玻璃科职业学校，学校几易其址，数次更名，经历了江苏省立宿迁玻璃科职业学校、四川省立江津窑业技术学校、重庆建筑工程学校、四川非金属矿山半工半读中等技术学校、四川建筑材料工业学校等发展阶段。先后获得全国职业教育先进单位、国家示范高职院校、四川省最佳文明单位、四川省高校毕业生就业工作先进单位、四川省对口帮扶藏区彝区贫困县先进集体、绵阳市建设中国科技城和西部现代化强市先进集体等荣誉，被列为四川省首批高端技术技能本科教育试点院校、四川省首批现代学徒制试点院校、四川省全面改革创新改革试验试点高校、四川省优质高职院校，2021年10月被列为四川省“双高建设”立项高职院校。

学校占地面积860.08亩，校舍面积34.1万平方米，固定资产总值6.3亿元，其中教学实验实训仪器设备1.57万台（套），教学用计算机6.15千台，图书馆纸质图书98.38万册、电子图书61.2万册。设有马克思主义学院、公共教育学院、材料与建造学院、电子与信息学院、财经商贸学院、智能制造学院、旅游与

管理学院、艺术设计学院等 8 个二级教学单位，开设了 2 个本科专业、40 个专科专业，涵盖智能制造、电子商务等 13 个大类、30 个专业领域，现有高职、中职、应用本科、“一带一路”沿线留学生等在校学生 1.2 万余人。

学校现有在职教职工 810 人，高级职称 239 人，硕士及以上学位 345 人。有四川省优秀教学团队 2 个、四川省高校工程技术创新团队 2 个、四川省教学名师 1 人、教育部行业职业教育教学指导委员会成员 5 人，荣获黄炎培杰出教师奖 2 人、国家技能人才培养突出贡献奖 3 人。有国家示范建设专业 5 个、国家提升服务产业能力建设专业 2 个、国家行业骨干建设专业 4 个、全国职业院校旅游类专业示范点 1 个、四川省精品专业 1 个、四川省重点建设专业 3 个、四川省现代学徒制试点专业 6 个，国家授权专利 100 余项，省市以上教学成果奖和科技进步奖近 30 项。

（二）专业群现有基础

专业群是学校办学特色的重要传承者，是四川省高水平专业群，主要面向材料、化工相关产业领域，开设有建筑材料工程技术（国家示范专业、国家骨干专业、省重点专业）、复合材料智能制造技术（国家骨干专业）、高分子材料智能制造技术、应用化工技术、装配式构建智能制造技术及分析检验技术等专业，以及建筑材料工程技术“一带一路”国际班。其中，国家示范专业 1 个、国家骨干专业 2 个、省重点专业 1 个、全日制在校本专科学生 3400 余人。

四川省第二批产教融合示范项目“功能复合材料产教融合示范基地”，建有国家级“双师型”教师培养培训基地、省级教师教学创新团队、省级高校党建工作样板支部、省级高校“双带头人”教师党支部书记工作室。现有国家技能人才培养突出贡献教师、省级“双师型”名师、成渝黄炎培职业教育杰出教师等 10 余人，获得省级及以上教师教学能力大赛奖 10 余项。

建有省级建筑材料生产虚拟仿真实训中心、省级新型建筑材料应用技术创新中心、绵阳新型建筑材料工程技术研发中心、建筑类工种开放性实训中心、工程质量检测中心、材料分析与检测中心、材料制备与控制中心等科研和技术服务平台 10 余个，建筑面积约 1.2 万平方米，仪器设备总值 5000 余万元。与中铁、中建、中建材、中九建工等 100 余家大型企业共建校外实训基地。

专业群牵头主持完成国家专业教学资源库 1 个，建成国家在线精品课程 1 门、省级精品在线开放课程、“课程思政”示范课程、精品资源共享课程等 5

门，出版教材 10 余部；主持和参与制订教育部专业教学标准 5 个、专业目录 6 个，主持省级及以上教研课题 30 余项。建成省级及以上精品课程 12 门，获省级教研教学成果奖 5 项，出版教材 40 余部。

开展社会人员技能培训、技能鉴定 10 万余人次，完成科技攻关项目 40 余项，发表论文 500 余篇。学生获省级及以上职业技能大赛奖 100 余项（500 余人次），完成省级大学生创新创业课题 100 余项。毕业生深受企业青睐，就业率连年保持在 95%以上，就业薪酬名列全省前列，对母校满意度 92%以上。

（三）仿真资源基础

建有省级建筑材料生产虚拟仿真实训中心 1 个，省级仿真实训项目 1 个，平台现有仿真软件 12 个，仿真实训项目 20 个，开设仿真实训课程 10 门，学生用户 4000 人，教师 50 人，可满足建筑材料、高分子材料、复合材料等专业开展仿真实训教学工作。

（四）校企合作基础

学校与四川扬华育人科技有限公司、博努力（北京）仿真技术有限公司、北京欧倍尔软件开发公司等企业建立了密切联系，通过多种合作方式，为平台构建、虚拟仿真实实践教学软件开发、虚拟仿真教学资源建设等提供大力支持。

四川东材科技集团股份有限公司、四川峨胜水泥集团、四川龙华光电薄膜股份有限公司、广东龙湖科技有限公司等 10 余家大型企业与学校签订了合作协议，在“非金属材料”生产仿真操作软件、虚拟教学资源的开发等方面提供先进工艺流程、工艺及设备参数，为软件开发、虚拟资源建设提供技术支持，同时参与资源建设、实训指导书编写、教师企业锻炼。

三、建设思路

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持立德树人根本任务，贯彻落实《关于深化现代职业教育体系建设改革的意见》《关于深化产教融合的若干意见》《国家职业教育改革实施方案》《深化新时代教育评价改革总体方案》《职业教育提质培优行动计划（2020—2023 年）》《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划（2022—2026 年）》《四川省职业教育改革实施方案》精神，以《教育部关于开展国家虚拟仿真实验教学项目建设工作的通知》《关于开展职业教育示范性虚拟仿真实训基地建设的通知》为指导，围绕四川省“5+1”现代产

业体系，成渝地区双城经济圈建设战略和建材行业“六零”示范工厂发展理念。

按照“以实带虚、以虚助实、虚实结合”“服务学生、区域共享、培育创新能力”理念和校企多元协同原则，对接行业产业生产流程、职业标准、行业标准和岗位规范，将信息技术和教学实训设施相融合，实现顶层设计、规划先行、稳步推进、迭代发展的数字化发展道路。坚持需求导向、整体规划、分步实施的原则，充分运用虚拟现实、虚拟仿真、增强现实、体感互动等先进技术，保证虚拟仿真实践教学的先进性、创新性，面向非金属材料“智能制造”教学需求研制工业级智慧工厂，统筹校内外数字化服务资源，围绕“一平台四中心”建成特色鲜明的信息化、智能化、共享化非金属材料智能制造与智慧应用虚拟仿真实训基地。



图2 建设思路

(一) 坚持科技引领，虚实结合

建筑材料、复合材料、高分子材料等材料类生产企业一般具有规模大且工艺复杂（高投入）、高能耗（高损耗）、高温高尘（高风险）的特点，学生在企业难以实现动手操作，学校也难以建设真实生产线（特别是高温作业工段），存在典型的难实施、难观摩、难再现的痛点难点。因此依托虚拟现实和人工智能等新一代信息技术不断提升应用水平，将信息技术和实训设施深度融合，以实带虚、以虚助实、虚实结合，建设符合要求并满足需求的虚拟仿真实训教学场所，搭建虚拟仿真实训系统，配置虚拟仿真实训设备，利用教学管理和分享系统对虚拟仿真实训基地进行整体管理及资源调配共享。

（二）坚持育训结合，教学创新

充分考虑跨专业交叉实训和社会培训的不同特点，兼顾实训课程设计的专业性和兼容性，建设与虚拟仿真相适应的实训教学课程体系，合理确定实训教学内容，研究开发实训教学资源，打造高水平教学团队，优化人才培养方案和实训方式，科学安排虚实结合实训体系所需的课程时长、教学要求等。

充分发挥不同类型资源及其交互方式的优势，按照“三教改革”要求，对传统实训教学模式进行创新再造，实现实训教学的生动性、趣味性、互动性和自主性；基于数字展馆，结合行业特色文化、专业行业精神等内容，将“立德树人”和“三全育人”要求、“课程思政”元素有机地融入教学内容。

（三）坚持校企合作，共享共赢

立足建材和新材料行业、区域特色产业、重点产业发展以及我校建筑材料工程技术专业群优势，综合运用VR/AR、数字展馆、交互式媒体等现代新技术，打造相关虚拟仿真资源，确立学校、平台供应、软件开发等三方共建共享机制，充分发挥三方优势，为项目建设提供知识、人才、环境、技术、行业经验等相应资源，促进专业群建设与教学实训资源建设的科学性、合理性与实用性。并依托虚拟仿真研创中心，为社会产业提供数字形象设计、产业人才培养等等服务。

四、建设目标（含共建共享目标）

根据国家职业教育示范性虚拟仿真实训基地建设指南，按照“科技引领、以虚促实、以实带虚、虚实结合，一校一策、因地制宜，共建共享、优势互补，育训结合、教学创新，科学管理、规范考核”的建设原则，以建材行业企业转型升级发展为导向，以服务新时代非金属材料生产复合型技术技能人才培养、“双师型”教师队伍建设等为目标；校企协同共建非金属材料智能制造与智慧应用虚拟仿真实训基地，建成一个平台和四个中心，打造成集教学、实训、培训、科研、竞赛、科普等功能于一体的综合性实训基地、虚拟仿真实训教学资源校企协同开发平台和虚拟仿真实训技术成果展示与应用推广平台；解决非金属材料生产实训教学过程中**高投入、高损耗、高风险及难实施、难观摩、难再现的“三高三难”痛点和难点**；发挥示范、引领、辐射、带动作用，为推动现代职业教育高质量发展增效赋能。

1、建成集先进性、专业性、示范性、多功能性于一体的国内领先职业院校

虚拟仿真实训基地，可服务于学生教育、技能大赛、职业培训、公共实训、科普教育、就业指导、科技成果转化；

2、建成技术先进、拓展性强，支持培训、考核、评价等多元需求，开放共享的教、学、做一体化平台；

3、引入行业标准，形成人才培养标准、课程标准、实训标准。建成结构合理、标准清晰、专业性强的虚拟仿真实训资源库；

4、形成实训基地建设方案、运行管理制度、师资培训体系、评价体系，具有通用性和可复制性，发挥示范、引领、辐射、带动作用。



图3 建设目标

五、建设内容（含学校层面顶层设计和框架图）

依托虚拟仿真实训基地建设，整合现有的传统实训平台及设备，加强虚拟现实技术实训部分的结合，构建资源融合充分、结构体系完整、专业特色鲜明的实训教学平台，并对现有的虚拟仿真实训人才培养模式、课程体系等进行创新与改革，探索现阶段非金属材料类专业综合性实训课程教学改革、提高制造类实训课程的兴趣度与学业挑战度，构建全方位、系统性实训培养体系，推进信息技术和教育教学深度融合，充分利用虚拟仿真技术创新非金属材料类专业实训教学模式。

校企协同共建非金属材料智能制造与智慧应用虚拟仿真实训基地，改善仿真实训基地条件，开发优质虚拟仿真资源，建成一个平台和四个中心。

“非金属材料”智能制造与智慧应用虚拟仿真实训基地

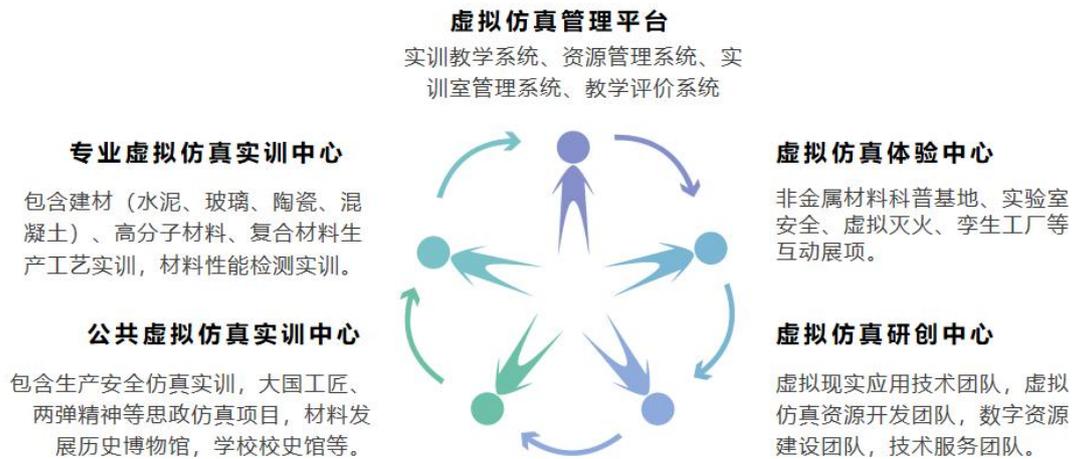


图4 基地架构

（一）虚拟仿真实训环境

打造专业融通的虚拟仿真实训基地、打造多人协同的虚拟仿真训练基地、打造特色鲜明的VR技术培训基地、打造远程交互的虚拟仿真云课堂、打造虚实结合的素质养成基地。

虚拟仿真实训基地通过搭建线下多功能、开放式实训基地，以及线上大数据管理平台，为实训基地内教学实训、技能培训、开放参观等各项活动提供基础支撑。通过VR、数字展馆等新媒体技术打造专业实训教学资源，解决专业教学中的高投入、高风险、高难度、难实施、难观摩、难再现的“三高三难”问题，以及学生学不进、记不住、过程难感知、结果难评价的“两不两难”问题。

此外，以培养学生创新思维能力和“双师型”教师为目的，打造虚拟仿真研创中心，培养具有创新能力的“老师+学生”开发团队，面向校外产业，提供虚拟现实资源的个性化定制服务，以及对企业员工组织开展虚拟现实（VR）技术、开发及应用的相关培训、讲座等活动，学生“在创中学”，教师“寓教于创”，解决虚拟仿真建设中的“最后一公里”和“一次性工程”问题，提升学校服务能力的时候，实现基地的自我持续升级。

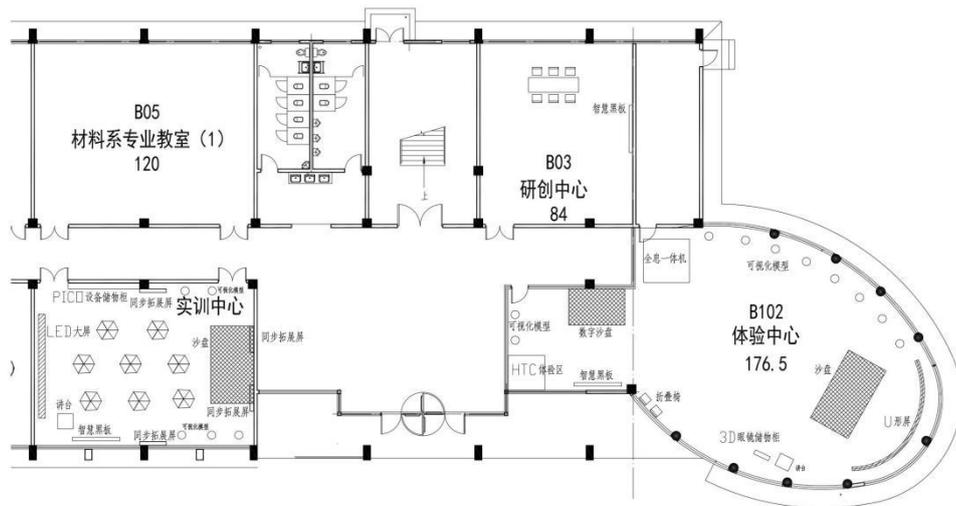


图5 基地建设总平面图

(二) 特色虚拟仿真实训项目

虚拟仿真实训项目建设本着建成集“教、学、做”为一体教学环境和专业综合性实训理念，从演示实践教学、基础技能实训教学和项目综合实训教学三个层面，为虚拟仿真实实践教学提供保障。

根据人才培养目标，针对相应职业岗位群对非金属材料专业领域人才知识、技能和素质的要求，以实践教学内容体系改革和实践教学环节的合理时空组合为中心，以实践教学管理体系改革和实践教学条件体系的完善做保证，形成一个相对独立、整体优化并与理论教学有机统一的专业实践教学体系。整个虚拟仿真实训过程根据非金属材料企业的实际工作过程来设置工作任务，并不断更新、变化新的内容和模式。每一个实训项目按照企业的岗位操作标准和对人才的需求进行设计，并在教学过程中不断地修改和完善。

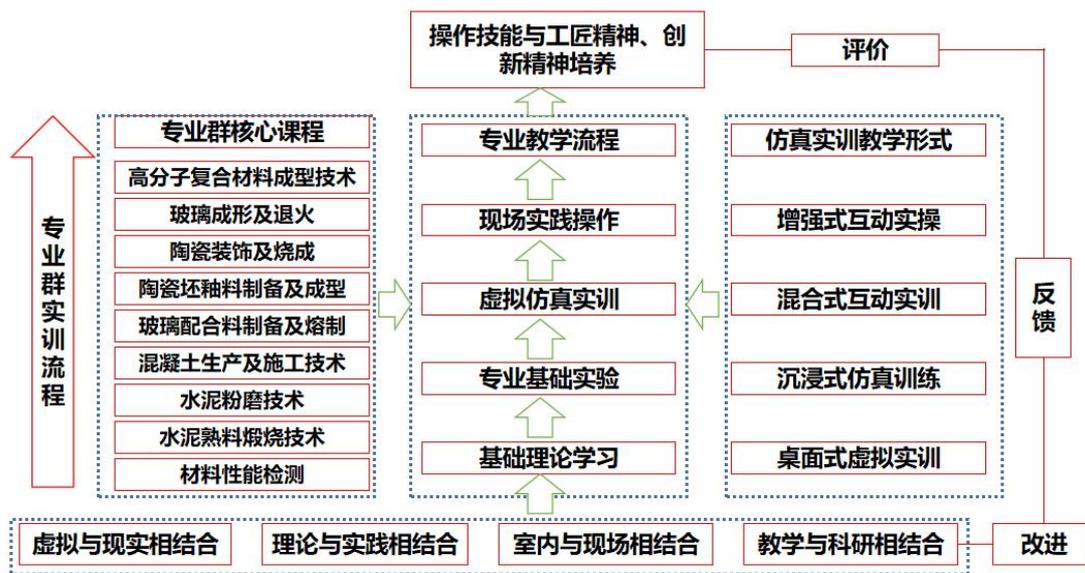


图6 专业群实践教学模式

实现由单一基础技术虚拟仿真实训训练到多种技术综合应用虚拟仿真实训训练。努力争取表现虚拟化、仿真化方面技术特色和行业应用及发展趋势，努力争取表现优异性、前瞻性、实用性、可操作性及示范性。切实提升学生实际操作能力和分析处理问题综合能力，使得纯知识性教学和培训变得愈加生动和形象，从而真正掌握现代工业技术。

表1 虚拟仿真实训项目

	虚拟仿真实训教学资源模块	虚拟仿真实训软件	虚拟仿真实训项目	对应课程
专业认知中心	设备认知	生产设备 AR 仿真	结构材料、装饰材料、专用材料的低碳节能、智能化生产设备及其应用认知	化学基础、机械基础、预制构件生产设备控制与管理、高分子材料智能制造基础
		检测设备 AR 仿真	力学性能、物理性能、微观性能等检测设备原理及应用认知	材料性能检测、现代分析测试技术
	专业认知	数字孪生工厂	工厂的生产制造、运行管理、安装调试、维修保养等各个环节认知	
生产工艺中心	建材生产工艺仿真	水泥生产工艺仿真	1. 水泥生产设备智能巡检； 2. 水泥智能生产中控操	水泥粉磨技术、水泥熟料煅烧技术

			作； 3. 水泥生产质量管理与低碳、智能、安全生产控制仿真操作； 4. 水泥生产过程常见问题分析与处理仿真操作； 5. 水泥绿色低碳、智能生产工艺设计与验证仿真操作	
		玻璃生产工艺仿真	1. 玻璃生产质量管理与低碳、智能、安全生产控制仿真操作； 2. 玻璃生产过程常见问题分析与处理仿真操作；	玻璃配合料制备及熔制、玻璃成形及退火
		陶瓷生产工艺仿真	1. 陶瓷生产质量管理与低碳、智能、安全生产控制仿真操作； 2. 陶瓷生产过程常见问题分析与处理仿真操作；	陶瓷坯釉料制备及成型、陶瓷装饰及烧成
		混凝土生产工艺仿真	1. 混凝土配合比设计、智能生产中控操作及生产巡检技术； 2. 混凝土生产质量管理与绿色低碳、智能、安全生产控制仿真操作； 3. 混凝土生产过程常见问题分析与处理仿真操作；	混凝土外加剂生产与应用、混凝土生产及施工技术
		装配式建筑工艺仿真	1. 预制构件拆分与深化设计； 2. 预制桁架叠合板、剪力墙板、梁、柱制作； 3. 预制构件养护； 4. 无线射频识别技术实训； 5. 装配式构件运输方案编制；	预制构件智能制造与仓储管理、预制构件深化设计
	新材料生产工艺仿真	高分子材料生产工艺仿真	1. 聚合物挤出造粒仿真操作； 2. 聚合物挤出成型仿真操作；	高分子材料配合与配制、高分子材料智造技

			3. 聚合物注塑成型仿真操作；	术、高分子材料生产与品质管理
		复合材料生产工艺仿真	1. 复合材料缠绕成型仿真操作； 2. 复合材料喷射成型仿真操作； 2. 复合材料层压成型仿真操作；	复合材料成型技术、复合材料加工与维修技术、复合材料智能生产及精细控制
性能检测中心	力学性能检测仿真	水泥、混凝土、高分子材料、复合材料力学性能检测仿真	1. 标准构件拉伸性能、压缩性能、弯曲性能、扭转性能试验； 2. 工程材料拉伸性能、压缩性能、弯曲性能、黏结强度、扭转性能实验与分析；	材料性能检测、预制构件质量检验与控制
	物理性能检测仿真	水泥、混凝土、陶瓷、玻璃、高分子材料、复合材料物理性能检测仿真	1. 水泥细度、密度、比表面积、标准稠度用水量、凝结时间、安定性、胶砂流动度等检验； 2. 平板玻璃虹彩、光学性能、颜色均匀性等检测； 3. 陶瓷砖线性热膨胀、热抗震性、有釉砖抗釉裂性、抗冻性、摩擦系数、湿膨胀等检测； 4. 混凝土抗渗性、表观密度、耐久性等检测； 5. 复材、高分子材料密度、黏度、疏水性、硬度等测试	水泥性能检测、混凝土性能检测、陶瓷性能检测、玻璃性能检测、复合材料性能测试技术、高分子材料分析与检测技术
	微观性能检测仿真	仪器分析测试技术仿真	1. 材料成分, 结构, 微观形貌等检测； 2. 工程材料拉伸性能、压缩性能、弯曲性能、黏结强度、扭转性能实验与分析；	建材化学分析、现代分析测试技术
培训竞赛中心	“1+X”考核实操仿真		1. “1+X”建筑施工工艺实施与管理职业技能等级 2. “1+X”注塑模具模流分析及工艺调试职业技	

			能等级 3. “1+X” 土木工程混凝土材料性能检测职业技能 4. “1+X” 建筑信息模型(BIM) 职业技能	
	社会培训		1. 窑操技能培训 2. 住房和城乡建设领域施工现场专业人员培训 3. 材料性能检测培训	

(三) 优质虚拟仿真资源库

虚拟仿真实训教学资源建设，延续“点面结合、一横一纵”的虚拟仿真实训体系。

1. 以实带虚的纯虚拟资源

以实带虚的纯虚拟资源是以实物为参照，开发出的模拟工作原理、实物拆装等内容资源，主要解决教学过程中难观摩、难实施的教学内容，如航空发动机工作原理、工业机器人拆装等资源。此类资源直观、生动，对学生学习兴趣的提高具有明显的效果，常用于专业基础课程的教学和展示型科普活动当中。

2. 以虚助实的交互式资源

以虚助实的模块化资源是以虚拟资源替代部分实物，实现实物、虚拟资源相结合的教学资源，主要解决教学过程中投入较大、具有一定危险性的教学内容。从虚拟资源的内容上又可以分为虚拟载体类资源和虚拟场景类资源。虚拟载体类资源是用 VR 技术搭建实训平台，通过实物控制装置，实现专业技能的训练，如智能制造类专业采用实体示教器控制虚拟机器人综合实训台，可实现安全、低成本的大规模实训，如借助 AR 技术，可实现虚实空间融合的效果。虚拟场景类资源是利用 VR 技术搭建实训场景，通过模拟实训装置和虚拟场景，增强实训体验感，如轨道交通类专业采用模拟驾驶装置和虚拟路景相结合，实现真实的操作体验。

以虚助实的交互式资源，通过 VR 技术，连接现实与虚拟世界，对投入较高、场景较大、难以实施的实训有较好的效果，常用于专业技能实训教学和体验型科普活动当中。

3. 虚实结合的数字孪生资源

数字孪生资源是将虚拟仿真模型与实训设备彼此映射，形成一一对应的“数字双胞胎”，实现“虚拟的也是真实的”“所见即所得”“仿真与实际相统一”的效果，能进一步增强资源的体验感。建议虚拟资源、实训设备采用多对一模式，形成虚拟仿真、实物验证的教学模式，既能有效解决实训设备台套数少的问题，又能解决虚拟到现实存在的模糊不清的感觉。这类资源也是教育部科技发展中心鼓励建立的。



图7 资源类型

（四）一体化教学管理云平台

搭建教学管理平台，对虚拟仿真实训基地中的人（师生、企业员工等）、资源（设备、软件等）、功能、数据、场景等要素进行统一集中管理，实现基地资源使用率最大化；贯穿理论教学、虚拟实训、实物实训全过程，打破教学实训过程中“信息孤岛”的弊端，构建教学互动的“双向教学”模式，满足教学资源管理、学习情况考评、数据统计分析，开放共享和持续应用需要，构建理、虚、实一体化教学模式。

搭建具有线上线下互通、信息共享的虚拟仿真实训管理及共享平台，支持与学校实训管理系统、教务系统、学生管理系统、资源管理系统、教学评价系统等平台对接，进行数据互通。

教学实训管理平台具有三个关键词，即“全媒体”、“移动”、“课堂”。全媒体是指教学云平台应该支持微课、动画、视频、PPT、电子文档、虚拟仿真软件等所有数字化教学资源；移动是指移动载体，如PAD、智能手机等，通过移动载体，可以获得数字化教学资源，实现泛在化、碎片化学习；课堂是指教、学、

练、考、管、评等完整的教学功能。全媒体移动课堂与理论教学资源包、虚拟仿真形成数字化教学资源构架，与实物装备也起，构成完整的教学生态，使得在“理论教学、虚拟仿真、实物实训、巩固考核”等教学环节都可以协同、综合运用各种教学资源，从而支撑理虚实一体化教学。

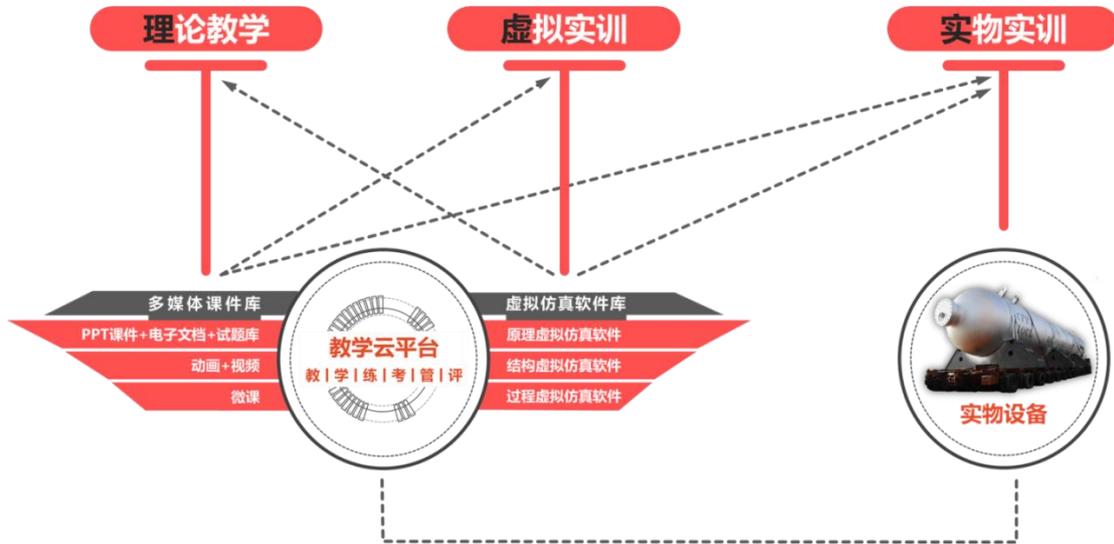


图8 教学管理云平台

1. 平台核心功能

(1) “闭环控制”，从用到管

教学实训管理平台，能够覆盖学生理、虚、实教学场景全覆盖，实现从“看->练->管”逐步升级的“闭环控制”，覆盖了资源管理、资源共享、在线学习、在线考试、成绩管理、教学管控、教学互动、效果评估等全方位教学与管理功能。

教学支持方面，云平台中具有“云课堂”、“云实训”、“云考场”三个功能，分别实现学生的理论学习、技能实训、考评测试，可使现有的“老师讲、学生听”的“单向教学”模式升级为教学互动的“双向教学”模式，在教学过程中实现“即教、即学、即练、即考、即巩固”的闭环控制，大幅度提升教学效果，能够采集学生对智能制造教学资源的使用情况、操作痕迹，并且进行自动化评价与统计，对学生提出针对性的意见。



图 9 云课堂系统构架



图 10 云实训构架

(2) 极致易用，教学便捷

只有极致的易用性，才能减轻教师的负担，才能让教师和学生乐意用，才能最大限度地获得理虚实等教学环节中的教学痕迹数据。以老师使用频次最高的四个教学活动为例：

1) 教学资源管理：

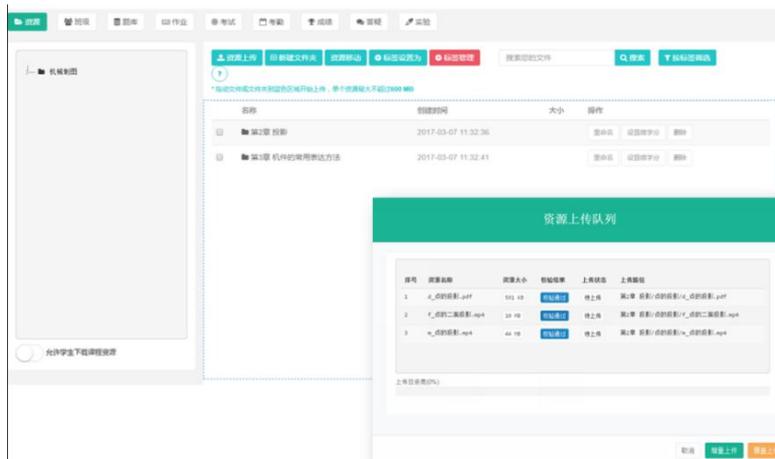


图 11 教学资源一键发布

不再使用逐个创建菜单、逐个上传资源的方式，而是采用教学资源“一键发布”，即利用“文件夹拖拽”技术，将计算机本地的教学资源（文件夹）一键上传到服务器，且自动生成菜单目录。

2) 试题库



图 12 Word 批量导入形成课程题库

通常都是一题一题录入或用 Excel 批量导入试题的方式形成试题库，效率低或不支持图片和公式，无法满足理工科类课的需求。云平台使用“从 word 中来到 word 中去”技术，即自动解析 word 文档，自动提取 word 中的每一道试题，包括图片、公式等，然后分门别类存放题库。要创建新试卷，只要给出组卷意图，就可以一键生成试卷。

3) 作业批改

学生 CSXS001
 试题 1

分数 10

题目 图4-37为电视机中的一种吸收电路，要求该电路对某一频率为10的信号发生串联谐振，使其旁路而不进入本级放大电路。现已知 $C_1=C_2=5\text{pF}$ ，要求吸收的信号频率 $f_0=30\text{MHz}$ ，求L值

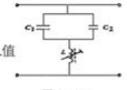


图 4-37

答案批阅 学生答案 比较结果 参考答案

学生答案 书本2121

比较结果 详见书本2121为电视机中的一种吸收电路，要求该电路对某一频率为10的信号发生串联谐振，使其旁路而不进入本

参考答案 详见书本2121为电视机中的一种吸收电路，要求该电路对某一频率为10的信号发生串联谐振，使其旁路而不进入本

图 13 主观题答案自动匹配

主观题是作业考试不可缺少的题型。文本答案类型的主观题，云平台利用相似度等技术，将学生提交的答案跟标准答案进行自动匹配，把和答案一样文字自动高亮标红，让老师马上就能够看出学生的答案中哪些可以给分，不用再到处找，这样的就使老师这个主观题批阅的效率大大提高。

4) 虚拟仿真实训

教师可直接在课程资源中上传虚拟仿真软件及虚拟仿真实验项目文件。并可以设置实验项目对应的虚拟仿真软件，以便学生在资源页面可以便捷地下载虚拟仿真软件。教师和学生都可以查看学生虚拟实验的最高成绩、虚拟实验所产生的实验数据，以及虚拟实验中各关键步骤的得分详情。在线批阅/打回学生提交的学习报告、虚拟仿真实验项目分析、虚拟仿真实验成绩计算。

(3) “大数据”：聚合与分析

教学体系的效果不仅仅体现在老师对学生个体、班级整体的学习效果进行及时的评估和针对性的改善，形成行为分析并进行持续改进；还体现在学校对全体老师、学生的教学大数据的聚合与管理，不仅实现教学过程的“闭环控制”和教学效果的“形成性评价”，还可以使效果评估更科学精准，通过多维度、多层次的数据对比分析，输出教学白皮书，作为信息化教学模式的“证据”与引导，充分体现教育信息化的实施进程，引领教育信息化的发展方向。



图 14 信息化教学数据中心

(4) 信息安全保障

教学实训管理及共享平台已通过信息系统安全等级保护备案，满足《建设指南》中网络安全防范体系的要求，为学校在网信息安全提供有力保障。

(五) 专业虚拟仿真实训中心

打造智能制造虚拟仿真实训资源库，立足于学院专业人才培养目标，建设一批包含水泥生产线工艺及控制虚拟仿真系统、水泥窑固废协同处置虚拟仿真系统、商品混凝土绿色生产虚拟仿真系统、建材生产环保工艺虚拟仿真系统、浮法玻璃生产线智能生产虚拟仿真系统、聚酯薄膜生产仿真系统、高分子材料生产仿真系统（注塑成型、挤出成型）、复合材料生产仿真系统（热固预浸料模压成型、热压罐成型）、水泥检测虚拟仿真、混凝土检测虚拟仿真等专业基础课程教学。

除此之外，还有包括建材企业节能诊断虚拟仿真实训系统、装配式建筑构件智能制造仿真实训系统、高分子复合材料性能检测虚拟仿真系统、陶瓷绿色低碳智能生产中控仿真实训系统、薄膜材料性能检测虚拟仿真系统、高分子复合材料的成型工艺、绵阳职院数字校史馆等在内的虚拟仿真实训教学资源建设。

系统教学功能主要体现在“教练考”三方面，包括：1) 项目教学：可选择不同的实训项目，进行所有步骤的示范教学，并同步伴随操作具备文字和语音说明。2) 即学即练：与真实仪器/设备相同的操作训练，演示和操作练习可以随时转换。3) 智能考核：对学生的每一步操作的正确性、规范性、安全性进行自动记录、评估、计分，并输出和提交详细的考核记录单。依托虚拟仿真实训中心，衔接理论教学和实物实训，实现“理、虚、实”一体化教学，实现真实、维度、交互的升级，大幅度提升教学实训效果。

1、软件资源建设

表2 软件资源情况

序号	实训教学资源	功能介绍
1	水泥生产线工艺及控制虚拟仿真系统	1. 含有烟气脱硫、脱硝系统，可模拟窑尾烟气脱硫、脱硝的设备开、停机，环保参数控制等中控操作。 2. 简约式的仿真操作界面，提高仿真操作界面的美观度和可操作性。 3. 含有仿真系统教练员台版本，可进行远程控制及故

		障发放功能，使教练员能够控制每一个学员机的运行、停止、选择工况等状态，并支持教练员向每个学员机统一发放故障的功能。
2	水泥窑固废协同处置虚拟仿真系统	针对水泥窑固废协同工艺，全方位模拟固废协同生产的三维环境及DCS操作画面，学员能够在仿真系统上进行工艺漫游、生产工艺参数操作控制等操作，以三维仿真技术及html技术构建“水泥烧成及固废协同处置虚拟仿真实验平台”
3	商品混凝土绿色生产虚拟仿真系统	以配合比模拟实验作为核心单元，包含认知模块、实验操作模块、考核与报告模块三大部分，结合三维仿真技术、计算机数学建模技术展现完整的教学实验过程。
4	建材生产环保工艺虚拟仿真系统	对水泥、玻璃、陶瓷等材料生产过程中的环保工艺进行虚拟仿真，针对烟气湿法、干法、半干法脱硫技术；SCR、SNCR脱硝技术；替代燃料协同处置技术；低污染燃烧技术等环保技术工艺，采用演示、对比、交互、设计等手段，展现建材生产环保工艺技术。 功能板块包含：题库、自我练习、操作考评、评分系统
5	浮法玻璃生产线智能生产虚拟仿真系统	以Web技术及计算机虚拟仿真技术全方位模拟浮法玻璃生产线中控系统及三维虚拟环境。与3D仿真工厂模型配合完成各工序相关检查检测、设备巡检、生产工艺参数调整、设备故障处理、生产事故处理、产品缺陷诊断等模拟操作项目，并将结果反应在3D仿真的生产场景当中
6	聚酯薄膜生产仿真系统	<p>1. 采用虚拟现实技术，实现双向拉伸聚酯薄膜成型虚拟仿真流程的三维仿真场景，开创新型教学模式，以及“虚实结合”的实训模式，提升实验教学与实训效果，同时降低成本。开发出的仿真软件应不受时间、地点和节点限制，完成专业的实训，建成一套实用的实验实训教学系统，满足虚拟仿真项目与基地申报要求。</p> <p>2. 漫游操作：利用鼠标左键交互、键盘操作W、A、S、D、Q、E、Z、C操作，可在场景中进行前、后、左、右、抬头、低头等操作。</p> <p>3. 为了保证用户在开发时的简单易上手，使用虚拟仿真软件平台开发时要求语言简便、通俗易懂，表格中填写的功能语言全部汉化，整个表格所需填写的列数不超过9列，并且区分对象列、触发列、状态列、响应列等，用户将相应的参数填写在相应的列表中，即可实现软件功能。</p> <p>4. 每个试验在操作过程中，具有“教”、“练”、“考”</p>

		<p>功能,可支持对学生操作痕迹及考核成绩进行记录并上传至仿真平台。</p> <p>5.通过虚拟仿真三维建模及渲染技术营造出真实的实验氛围。</p> <p>6.手势识别功能:功能包括低头、抬头、左转、右转、后退、前进、确认多种手势,同时支持自定义手势录入,手势可导入到引擎工程中,达到驱动软件的效果。</p> <p>7.交互点设置:支持添加分支、拓展热点、逻辑分支、选择寻宝、拖拽匹配、点赞评论、知识考核、拼图重组等功能</p>
7	<p>高分子材料生产仿真系统 (注塑成型、挤出成型)</p>	<p>.软件规格:多用户协同安装版。</p> <p>2.系列软件包括的内容通用教师站;通过局域网连接可安装的多台学员操作站。</p> <p>3.学员站可供学员进行仿真操作练习,在演示模式下学员可以学习浏览实验的过程,在操作模式下学员可单独练习操作并对自己操作的成绩进行实时考核。</p> <p>4.具有智能操作指导及智能评价系统,能生成并导出或打印成绩单。</p> <p>5.配备使用说明书、备件及其它相关资料。</p> <p>6.安装及培训:负责安装及调试并现场培训该软件的使用及维护方法。</p>
8	<p>复合材料生产仿真系统(热固预浸料模压成型、热压罐成型)</p>	<p>1.利用DPSP过程仿真软件运行平台开发工厂级操作员培训仿真软件,以动态仿真软件为核心基础,培训的同时能进一步提高学生对设备的认知、参数的掌握、工艺流程的操作以及面对问题的解决能力,巩固所学的理论知识,加强学员工程设计能力。</p> <p>2.系统综合运用虚拟现实、分布式交互仿真、三维建模、网络通信等技术,构建一个开放的三维虚拟仿真培训平台,对生产装置进行模拟,为学员在计算机系统上建立一系列与真实环境一样的逼真演练环境,使学员感觉“身临其境”一般,具有极高的画面冲击力以及强烈的浸没感、真实感,使学员在整个培训过程中犹如在实战演练一般。</p> <p>3.对各类培训过程进行考核,可以根据培训和考核需要灵活多变的进行配置,实现理论知识网络在线培训、基于三维仿真环境的单人单科目操作培训与在线考核。该系统可以为所有学员在任何时间、地点提供培训环境。</p> <p>4.平台设备均能够以3D的方式展示其完整的使用功能,并在软件上具有互动的可操作性,满足工艺操作参数与结果要求,软件的兼容性和共享性强,可以与学校虚拟教师站顺利兼容集成,实现网上共享操作。</p> <p>5.通过C语言、Fortran语言编写的高效率算法,提供</p>

		<p>高精度、高效率的仿真计算模型。直接在操作系统上层运行，无需依赖和安装其他运行环境（如Windows下DotNet，JRE等环境），运行高效稳定。通过多线程并发技术、高性能队列技术和TCP/IP通讯技术，实现运行平台与控制平台的高效通讯。结合内存型数据库系统与文件型数据库组成二级存储，进行高效的数据保存和访问。自动判定仿真资源完整性，保证数据安全。系统发生异常退出后可恢复。</p> <p>6. 本软件可以让学生从设备认知开始，对将要从事的工作以及工作环境有一个初步的认识和了解，逐步了解并熟悉整个热固预浸料模压成型流程及相关参数设计，并能够对工作岗位进行模拟操作练习，为参加工作后能够很快地掌握这些技术奠定一个良好的基础。</p>
9	水泥检测虚拟仿真	<p>可选择案例项目，演示操作过程，并同步伴随操作说明，生成考核结果。（案例操作包含：验器材设备介绍、搅拌水泥胶砂、试件成型、试件养护、水泥强度等级检测等）</p>
10	混凝土检测虚拟仿真	<p>可进行混凝土抗压强度、试件养护等试验，根据记录数据计算试件组抗压强度，试件强度=试验破坏极限荷载/试件尺寸，计算三个试件抗压强度的算术平均值；实验结束系统还能生成考核记录单，并自动加密（防作弊）。</p>
11	混合现实资源管理交互软件	<p>基于混合现实打造的全息教育、异地多人实时分享并可以协同创作；</p> <p>多个用户在同一空间进行互动，让人们通过AR中的3D虚拟角色进行协作。用户可以在此空间进行音视频通讯、操作和编辑场景内的全息内容（包括且不限图片、视频、3D模型文件等），自定义房间布局，并根据不同的“空间”属性对空间内的角色分配不同的功能。</p>
12	混合现实远程协助软件	<p>一、标准眼镜端应用程序：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 创建及加入通话房间 2. 多人双向音视频通话 3. 多终端通话人切换 4. 图片及视频全息展示及交互 5. 虚拟3D模型展示及交互 6. 全息文档(PDF)展示及交互 7. MR空间标注展示 <p>二、标准Web端平台</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 创建及加入通话房间 2. 多人双向音视频通话 3. 多终端通话人的视频画面切换 4. 图片及视频发送及查看 5. 虚拟3D模型发送及查看

		<p>6. 全息文档(PDF)发送及查看</p> <p>7. 文字聊天</p> <p>8. MR空间标注</p> <p>9. 截图与批注</p> <p>10. 通讯效果: 摄像头分辨率设置</p> <p>三、安卓手机端平台</p> <p>1、多手机端通话人的视频画面切换, 相应画面联动实时传输;</p> <p>2、同步共享3D模型, 视频, 图片, 截图, 图片等文件;</p> <p>以上远程协助基于MR混合现实技术实现;</p>
13	建筑施工技术MR软件	<p>支持实时、实地无限制洞察三维空间模型, 动画交互, 配套多媒体数字化资源学习; 支持单人自主操作实训。</p> <p>1. 能够将上课老师的真实人体动态、真实环境与三维立体虚拟仿真设备在教师教学场景的实际空间融合在一起。</p> <p>2. 系统包括基础工程, 排水工程, 支护工程, 楼梯工程, 钢筋工程, 模板工程, 混凝土工程等15个模块;</p> <p>3. 模块选择支持视野点凝视选择功能, 凝视选中可自动进入对应模块, 也可通过眼镜中的按钮键进行选择;</p> <p>4. 各级菜单均配套语音提示及讲解功能;</p> <p>5. 模块功能包括工艺简介、工艺动画、质量安全要点、施工影像视频等功能;</p> <p>6. 界面展示框可自由拖动, 全立体空间自由拖动摆放;</p> <p>7. 构造模型空间虚拟定位, 可在实际空间中前后左右查看虚拟模型各方位信息;</p> <p>8. 模型支持放大缩小选装功能。</p> <p>9. 一级菜单环绕视野定位, 操作者通过旋转头部即可查看所有模块;</p> <p>10. 空间精准定位, 可在现实世界四周远近查看模型。</p>
14	装配式建筑MR工法楼	<p>1. 动态交互ui, 支持实时、实地无限制洞察三维空间模型, 动画交互, 配套多媒体数字化资源学习; 支持单人自主操作实训。运用MR, AR技术, 现实世界实时虚拟验证, 通过佩戴MR眼镜即可在现实世界叠加生成虚拟模型, 交互教学实训。</p> <p>2. 视野正前方出现装配式工法楼为两层半结构, 操作者可以在现实世界前后左右、远近上下围绕着模型进行全方位查看。</p> <p>3. 模型可通过手势识别/设备按钮+头部视野选择/手柄交互实现模型的放大、缩小、旋转操作。</p> <p>4. 装配式工法楼各层均设置传送点, 操作者通过手势</p>

	<p>选中传送点后可进入对应建筑楼层进行漫游学习实训；</p> <p>5. 楼层漫游中也可瞬移，从一层到二层，二层到屋顶之间漫游场景的切换；楼层内部均设置有传送点，实现楼层的转换；</p> <p>6. 工法楼两层半结构，包括外墙板、内墙板、叠合板、带门洞剪力墙、带窗洞剪力墙、叠合板密拼接缝、预制女儿墙、预制楼梯、斜支撑、三角支撑、一字型节点、L型节点、T型节点等不少于30个装配式教学实训节点；</p> <p>7. 选择对应节点构造标识牌可学习构件对应的知识点讲解、实物图片查看、工艺流程查看；构件可一键拆分、一键还原。</p>
--	---

资源建设详情如下（包含但不限于以下内容）：

(1) 水泥生产线工艺及控制虚拟仿真系统

将现有的单机版水泥生产线仿真系统利用Unity 3D平台开发为Web版，将“中控”与“3D”仿真相结合，两者协调控制，“中控”仿真操作效果在“3D”中可同步展现。

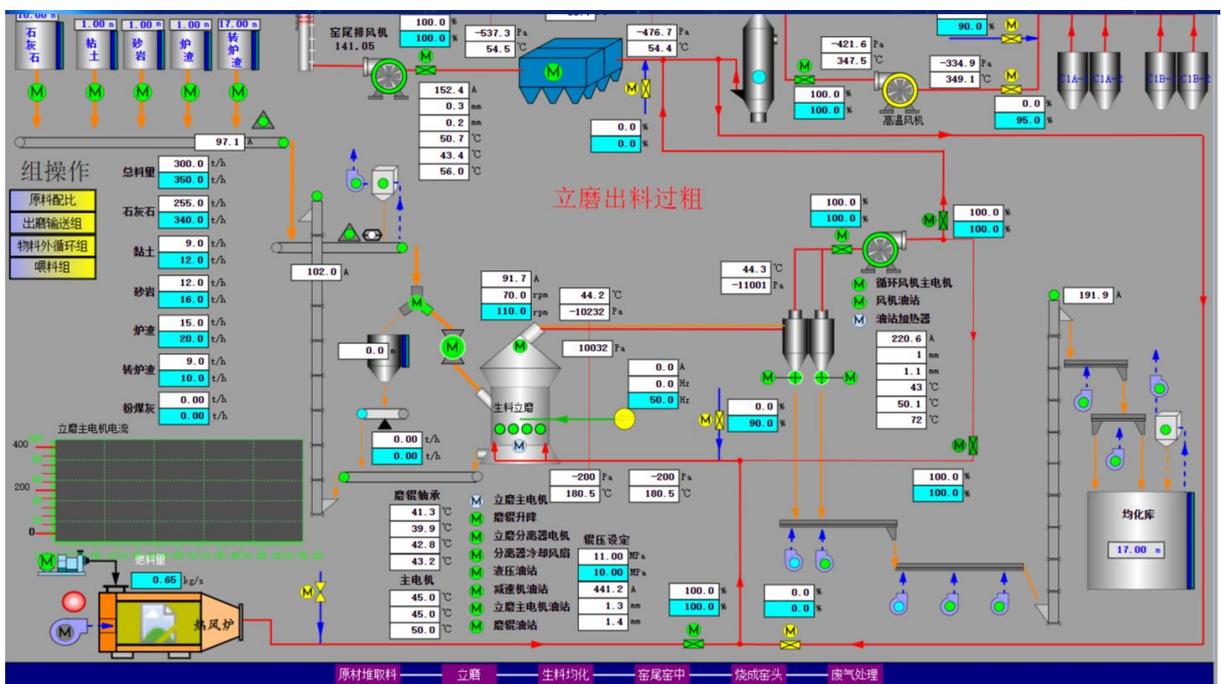


图15 水泥生产线工艺及控制虚拟仿真系统

功能模块：包含认知模块、练习模块和考评模块。

1) 认知模块包含全厂漫游、工艺讲解、设备结构及原理讲解。

2) 练习模块可在三维工厂的环境中利用中控面板进行启停机和故障模拟处理。

3) 考评模块包含理论考评和实操考评，可对学员的学习效果进行评价和总结。

(2) 水泥窑固废协同处置虚拟仿真系统

仿真范围：水泥熟料烧成系统及固废协同处置工艺。

仿真形式：三维仿真及中控仿真。此系统主要训练学员对水泥窑固废协同处置工艺的认知水平和在协同处置情况下控制水泥熟料质量的操作能力。

功能模块：

1) 工艺搭建：先通过三维漫游、动画讲解的方式展示水泥窑固废协同处置的原理及工艺，再通过工艺画图、三维交互操作方式对学员工艺认知水平进行强化训练。

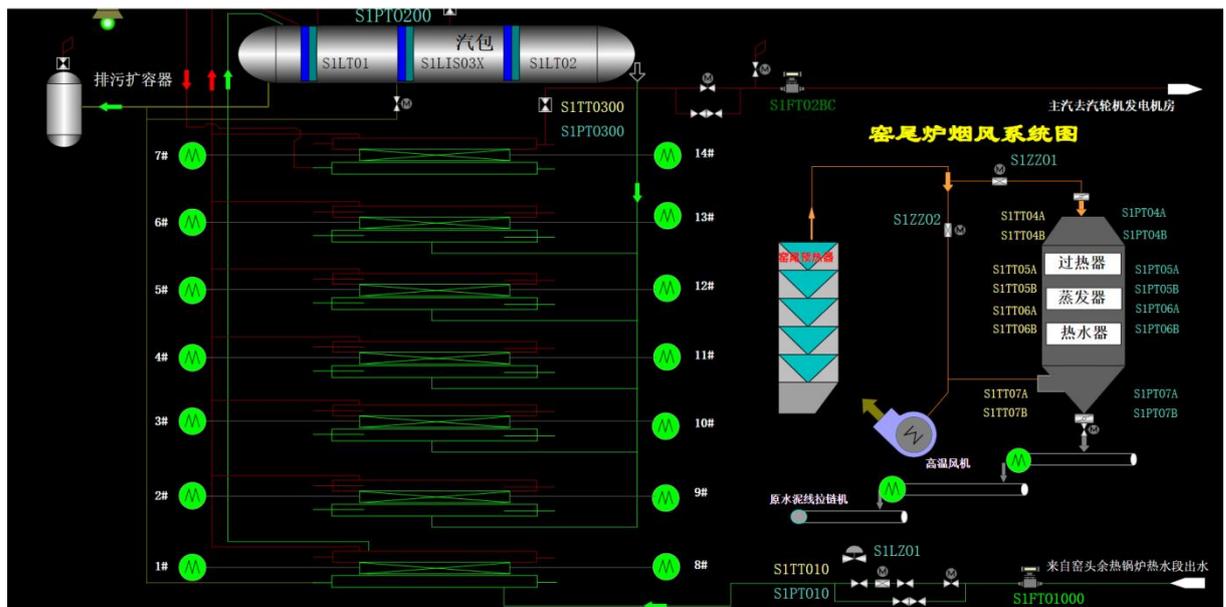


图 16 水泥窑固废协同处置虚拟仿真系统

2) 操作练习：学员能够通过中控界面完成烧成系统固废协同处置工艺的启停操作和故障模拟操作，掌握固废协同处置的工况下保障水泥熟料烧成质量的操作方法。三维系统能够模拟固废协同工艺运行状态，工质流动及反应原理。

3) 考核模块：通过理论及实操考核学员对固废协同工艺的理解和掌握情况。

(3) 商品混凝土绿色生产虚拟仿真系统

仿真范围：绿色环保型商品混凝土搅拌站全厂工艺。包括全厂三维仿真和中

控仿真。突出防尘、防噪、废水循环利用的零排放绿色生产线工艺。

- 1) 以三维漫游、动画展示的技术展开商混站工艺的学习。
- 2) 可在线观看混凝土原材料、拌合物、混凝土的相关实验。
- 3) 通过中控仿真可模拟商混站中控室启停操作及故障停机处理过程。
- 4) 考核功能可通过理论和实操考核测验学员的学习成果，并形成实验或成绩报告。

(4) 建材生产环保工艺虚拟仿真系统

对水泥、玻璃、陶瓷等材料生产过程中的环保工艺进行虚拟仿真，针对烟气湿法、干法、半干法脱硫技术；SCR、SNCR脱硝技术；替代燃料协同处置技术；低污染燃烧技术等环保技术工艺，采用演示、对比、交互、设计等手段，展现建材生产环保工艺技术。



图17 建材生产环保工艺虚拟仿真系统

(5) 浮法玻璃生产线智能生产虚拟仿真系统

浮法玻璃生产线仿真系统：模拟企业实际中控操作系统，包括浮法玻璃的配料系统、融化系统、成形系统、退火系统、冷端系统等，要求模拟系统与生产过程相对应，工艺参数符合当前玻璃生产的真实情况，可以与3D仿真工厂模型配合能够完成各工序相关检查检测、设备巡检、生产工艺参数调整、设备故障处理、生产事故处理、产品缺陷诊断等模拟操作项目，并将结果反应在3D仿真的生产场景当中，操作之后就能得到相应的结果，真正实现模拟操作。

系统包含认知模块、练习模块和考评模块，形成教、学、练、考的完整回路。最终能够形成学习报告，展示学员的学习效果和成绩。

(6) 高分子材料生产仿真系统（注塑成型、挤出成型）

注塑成型：对注塑机设备进行模拟，可实现碗、盆、杯子、管材等产品生产。了解注射成型基本工艺原理、操作及参数控制，以满足教学、科研和生产需要。软件包括设备介绍、工作原理、操作步骤、注意事项、设置、模式选择，以及充模长度、工艺参数、工艺流程、喷嘴、压力损失等知识点。对注射量（位置）、注射速度、注射压力三个因素对制品的影响进行研究性学习：工艺条件下，产品会产生欠料缺料、飞边溢料等瑕疵。由此可引导学生进行工艺参数的调整，以满足各种生产需求。



图18 高分子材料注塑成型仿真系统

挤出成型：PVC塑料自料斗加入到挤出机，经挤出机的固体输送、压缩熔融和熔体输送由均化段出来塑化均匀的塑料，先后经过过滤网、粗滤器而达分流器，并为分流器支架分为若干支流，离开分流器支架后再重新汇合起来，进入管芯口模间的环形通道，最后通过口模到挤出机外而成管子，经过定径套定径和初步冷却，再进入具有喷淋装置的冷却水箱，进一步冷却成为具有一定口径的管材，最后经由牵引装置引出并根据规定的长度要求而切割得到所需的制品。



图19 高分子材料挤出成型仿真系统

(7) 数字孪生工厂

1) 建材产业园

数字孪生是以数字化方式创建物理实体的虚拟实体，借助历史数据、实时数据以及算法模型等，模拟、验证、预测、控制物理实体全生命周期过程的技术手段。将数字孪生技术应用到水泥生产、商混站、装配式建筑过程中，实现施工过程可视化动态管理，有助于加快建设速度、降低生产成本、提高施工质量，提高工地现场的生产效率、管理效率和决策能力，实现精细化、智能化管理。基于水泥工程施工规范，制定数字孪生系统的编码规则，将施工作业的物理对象与数字单元体进行实时数据交互与更新，实现人、机、材等施工数据的映射、交换与流动，从而实现水泥工程建造过程全阶段、多维度的施工可视化动态管理。数字孪生技术应用于水泥工程建造的管理中，利用孪生模型在水泥工程建造过程中的优点，提高现场管理规划效率，为水泥工业园全生命过程数字化转变进程提供信息支持，实现水泥行业高质量发展。

根据水泥工业园的具体需求共建高水平的研发团队，打造水泥工业园数字孪生工厂，同时利用数字孪生技术，校企协同打造虚拟现实技术应用专业师资队伍，提高专任教师数字孪生技术专业知识和应用能力。

2) 新材料产业园

以四川东材科技集团有限公司聚酯薄膜生产工艺为依托，围绕高分子材料、

复合材料等产业建成一个新材料产业园。

(8) 配套硬件设施

配套硬件设备主要包括了LED大屏显示系统、数字化展示系统、智慧黑板、同步拓展系统、虚拟现实交互系统、课堂控制系统、无线话筒、功放、音箱、路由设备、交换设备、机柜设备、定制研讨式桌椅（学生类）、定制桌椅（教师类）等，具体情况如下：

表3 配套设施表

序号	设备名称	功能描述	数量	单位
1	LED大屏显示系统	沉浸式显示课堂教学内容	11.25	平米
2	数字化展示系统	用于可视数字化展示	1	套
3	智慧黑板	1. 智能化教学互动应用：可整合互动应用软件，集中管理，方便老师在各软件之间的切换和使用。 2. 数学学科工具：包含公式、动态课件、立体图形、平面图形四类；公式工具可实现数学公式编辑，提供常规输入与LaTeX模式两种输入方式；动态课件可实现动态课件一键插入、个人动态课件制作编辑；立体图形工具可支持通过手势旋转看到不同面，可展开为平面图形；平面图形工具提供线段、角、弧、三角形、正方形等各种几何图形，支持图形动点调整、一键插入白板；	4	台
4	同步拓展系统	同步展示教学内容	2	台
5	虚拟现实交互系统	智能化虚拟现实交互展示，可将实物虚拟化，以虚代实、虚实结合完成教学任务。	1	套
6	课堂控制系统	课堂秩序维护设备，可对终端进行控制、限制程序、开关机等。	1	套
7	无线话筒	用于课堂扩音使用	1	套
8	功放	功放有放大音频信号的功能，可把播放器音频、外接音频、话筒音频信号放大，通过调	1	台

		节旋钮可改变信号的大小		
9	音箱	用于课堂教学扩音使用	2	对
10	路由设备	用于连接多个逻辑上分开的网络	1	套
11	交换设备	为接入交换机的任意两个网络节点提供独享的电信号通路，是一种基于MAC(网卡的硬件地址)识别，为始发者和接收者之间建立临时的联网路径	3	套
12	机柜设备	为叠放设备减少占地面积，既方便学生实训操作又减少了空间占用	1	套
13	定制研讨式桌椅（学生类）	更快进入研讨式环节，使用户快速进入学习及操作状态。	8	套
14	定制桌椅（教师类）	使教师快速进入授课及操作状态	1	套

（六）公共虚拟仿真实训中心

1. 专业认知博物馆

专业认知博物馆利用图文、3D模型、360全景、百科链接等全媒体资源，系统地展示工业4.0内涵、代表性前沿高科技成果、引导学生了解时下行业背景与国家大趋势，为实现中国制造转型升级不断奋斗，实现隐形教育与显性教育的统一。



图20 数字博物馆展厅效果

(1) 系统架构：★用B/S浏览器服务器架构，使用时下主流的HTML5和WebGL技术进行3D仿真渲染，无需插件即可运行Web 3D程序，通用的数据层服务器提供动态数据支持。

(2) 运行环境

表4 运行环境要求表

硬件	软件
内存：8GB 硬盘空间：1T 显卡：GTX750ti以上 网络：1000Mbps以太网卡 显示器：19英寸以上 网速：100M	操作系统： Win7及以上 浏览器： Chrome75.0以上

(3) 博物馆功能

角色扮演：设置游客、学生2个账号角色，赋予不同功能权限。游客可参观游览，学生可对博物馆进行评论点赞。

媒体播放：可为场馆和分展厅分别设置背景音乐以及背景解说。

智能导游：自动触发媒体播放。在漫游过程中进行位置探测，可自动触发多媒体内容，如激活背景音乐、场景解说、视频等；最佳视角。漫游过程中点击想要查看的画面，可一键触达知识画面，自动进行最佳视线调整。

全媒体知识拓展：链接全媒体学习资源，包括图文、视频等。

图集展示：单张展画可关联多张图片，并以图文并茂的图集形式展示。

时空穿越：链接到360全景，远程720度全方位观看线下实景，并叠加图文、音乐、3D模型等全媒体信息，使用户对线下实景拥有全景式、立体式、深入式的了解。

社交互动：拥有在线点赞的社交互动功能，打造VR在线知识学习与交流平台。

答题闯关：以游戏闯关的形式进行知识考核，检测学习成果；支持单选、多选和判断等多种答题形式；答题结果即时反馈，知识记忆更牢固。

“人见人”：身份气泡在展览馆3D场馆中，实时、动态地显现游览者个人形象、移动轨迹、个人信息、交流内容；在3D场馆中使用3D个人形象进行个人社交活动，包括打招呼、聊天、交友等；除个人游览外，还可基于社交功能实现结伴同行、团队导游等多种游览模式，逼真还原线下实体场馆游览体验；通讯录功能，可在场景中发送交换名片请求，交换名片后可在通讯录查看联系人信息，并可导出联系数据。

（4）博物馆内容

博物馆内容包含材料与建造学院专业厅、水泥厅、玻璃厅、陶瓷厅、混凝土厅、新材料厅。

材料与建造学院专业厅：材料与建造学院由来、学院荣誉、教师团队奖项、学院成就、教学成绩等。

水泥厅：水泥分类、水泥生产工艺、水泥组成成分、水泥发展历史、分类生产指标、水泥主要技术指标。

玻璃厅：玻璃介绍、发展历史、玻璃分类、性能特性、生产工艺。

陶瓷厅：陶瓷介绍、陶瓷发展历史、陶瓷分类、产品特性、陶瓷工艺、鉴别方法等

混凝土厅：混凝土介绍、历史发展、混凝土的性质、混凝土主要分类。

新材料厅：新材料类型、新材料组成、新材料发展趋势、新材料发展现状。

操作步骤：登录网址，进入虚拟博物馆系统；键盘操作，控制人物移动行走；鼠标移动，控制视角转换；进入展厅，点击墙上图片，了解图片相关梗概；点击百科链接，跳转网页百科了解详情；点击“我要评论”，在输入框输入文字对展

品进行评论；点击“展开评论”，查看更多精彩评论；点击“点赞”按钮对展品进行评价；点击视频按钮，播放相关视频内容；点击360全景，进入相关主题场景，全景预览实地景点；开启下一展厅前，进行知识考核，全部答对解锁下一展厅。知识考核结果即时反馈，答错重答。

2. 两弹一星数字博物馆

“两弹一星”的成功，不仅打破了美苏的核垄断，而且大大提高了新中国的国际地位。本展厅阐述新中国“两弹一星”的研制经过，显示共和国取得的辉煌成就，以及热爱祖国、无私奉献、自力更生、艰苦奋斗、大力协作、勇于攀登的“两弹一星”精神深刻精神内涵，包括党中央的英明决策、响应祖国的召唤、自力更生初创业、艰苦卓绝铸奇迹、“两弹一星”功勋人物、弘扬“两弹一星”精神 加快科技强国建设等内容。并设置两弹城、中国航空博物馆、钱学森纪念馆等360全景资源。

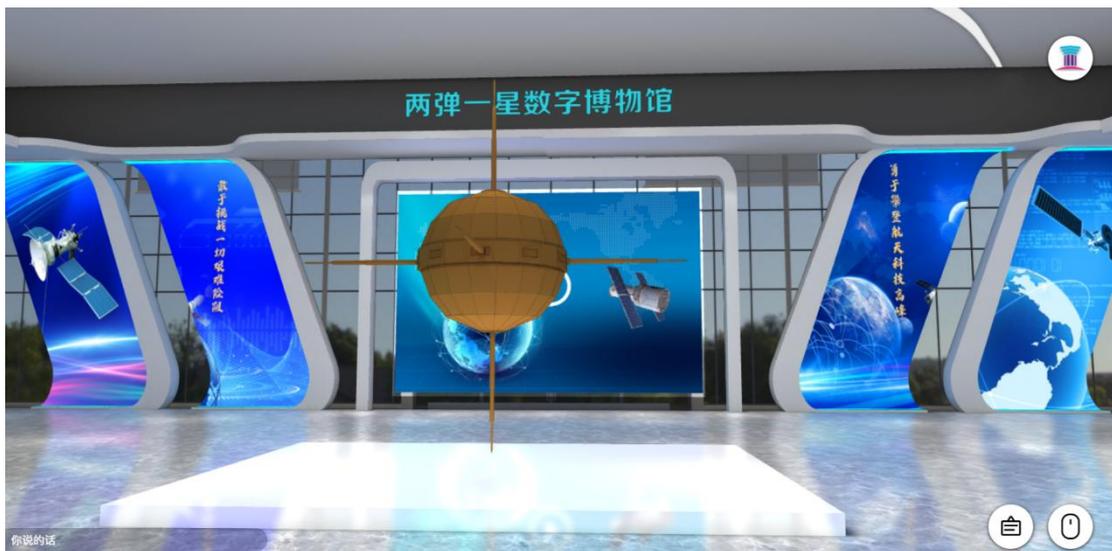


图21 两弹一星数字博物馆

功能介绍：

角色扮演：游客、学生2个账号角色。

媒体播放可为场馆和分展厅分别设置背景音乐以及背景解说。

在漫游过程中进行位置探测，可自动触发多媒体内容，如激活背景音乐、场景解说、视频等。

链接全媒体学习资源，包括图文、视频等。

单张展画可关联多张图片，并以图文并茂的图集形式展示。

链接到360全景，远程720度全方位观看线下实景，并叠加图文、音乐、3D模型等全媒体信息，使用户对线下实景拥有全景式、立体式、深入式的了解。

拥有在线点赞的社交互动功能，打造VR在线知识学习与交流平台。

以游戏闯关的形式进行知识考核，检测学习成果。

在3D场馆中使用3D个人形象进行个人社交活动，包括打招呼、聊天、交友等；还可基于社交功能实现结伴同行、团队导游等多种游览模式，逼真还原线下实体场馆游览体验；可在场景中发送交换名片请求，交换名片后可在通讯录查看联系人信息，并可导出联系数据。

3. 大国工匠数字博物馆

本展馆将通过挖掘专业内容，寓价值观引导于知识传授和能力培养之中。不断推进习近平新时代中国特色社会主义思想进教材、进课堂、进头脑，引导学生深刻理解并自觉实践行业的职业精神和职业规范，帮助学生塑造正确的世界观、人生观、价值观，落实我校立德树人的根本任务。建设大国工匠文化数字馆，设置城轨交通发展史、新中国轨道交通发展、大国工匠、学校工匠精神实践等展厅，使学生感悟在本身平凡的岗位中追求完美与极致、视技巧为生命的高贵的敬业精神，以及大国工匠们身上所具备的一丝不苟、千锤百炼、永不满足的“匠人精神”。



图22 大国工匠数字博物馆

功能介绍：

智能导游：展厅内的地面上，设有许多蓝色荧光引导箭头，会引导用户的漫游方向。

多媒体播放：展厅内有液晶屏，液晶屏会播放历史影像资料。展厅有背景音乐循环播放，当播放视频或自动朗读文字时，会自动调节背景音乐的声音。

信息查看：点击人物照片或工程照片时，会弹出与该人或工程相关的信息。

游戏闯关：每个单元的结尾处，空气墙阻挡前进，弹出是否进行单元考核，题目全对后进入下一单元；题目未全对，则无法进入。题目为选项题+判断题。全部题目正确以后，可以进入下一个展厅。

4. 校园安全交互式微课

本部分系统功能包含项目创建、媒体编辑、交互点设置、内容扩展、场景转换、游戏热点、场景沙盘、资源发布八个板块。

项目创建，支持交互式视频、交互式情景剧、交互式漫画、交互式微课等多种交互式媒体类型的创建，并且以单个项目的形式在同一界面呈现。用户可利用编辑权限，新建新的交互式媒体项目或编辑曾经已完成或半完成的项目。

媒体编辑，新建项目后用户可自主上传剧情媒体，媒体形式支持图片、视频、VR图片、VR视频；在上传剧情媒体后，系统可识别媒体信息，包括分辨率及时长，并可在媒体播放完后衔接新的固定剧情、可分支剧情及游戏；点击上传剧情后，会在上一段剧情媒体展示完后，自动播放下一段剧情媒体。

交互点设置，支持添加分支，即在上一段剧情媒体播放完后，提供编辑界面，用户可在编辑界面内输入剧情分支提问，及相应的可供用户选择的选项；编辑完成剧情分支后会按照用户输入的内容生成剧情思维导图，方便用户管理剧情走向；当用户在各选项内上传相应媒体后，各剧情媒体又添加新的分支及游戏功能；点击编辑媒体后可在编辑界面对媒体进行预览，并在媒体中添加内容扩展热点，场景转换热点，游戏热点及场景沙盘。

内容扩展：支持添加内容扩展链接，随后可在场景中选择需要添加热点的位置及标题内容，并在二级菜单中选择需要添加的内容类型，内容类型支持图集、视频、文本、音频、全景图片、模型、网址链接、商品链接、二维码。

场景转换：支持添加场景转换热点，随后可在场景中选择需要添加场景热点的位置，并进入编辑界面，编辑热点所要传送到的新场景名称及对应资源。

游戏热点，支持自主添加游戏热点，之后可在场景中选择需要添加热点的位置；支持拼图、答题、寻宝、匹配、筛选、场景建构等游戏种类的自主编辑。

场景沙盘：点击编辑沙盘图标后可上传沙盘图片，并在图片上标注场景位置与左侧场景栏中相对应的场景；设置完毕后点击该定位点即可一键直达该点场景

位置。

资源发布：编辑好交互式媒体资源后，可点击右上方生成链接图标，输入自定义链接，生成链接并复制分享，终端用户只需要输入网址即可运行对应资源。

（七）虚拟仿真体验中心

针对材料企业生产区域“进不去”，危险事故“看不到”的难题，设立安全虚拟体验中心，利用VR技术，结合实物陈列，声光电展示，营造逼真的化工安全氛围，提高学生的体验感。(1)以VR/MR技术为支撑，以实验室安全或生产现场的认知体验为主要内容，打造虚拟现实体验区，在虚拟现实自主漫游，熟悉生产的主要流程；(2)通过陈列展示实验室安全实训教具，让学生开展心肺复苏、外伤包扎、防护用具佩戴、消防设施使用等互动操作和认知，提高学生对安全防护技术的认识；(3)通过视频或相关展示设备，让培训者感受到不安全操作所产生的坠落、撞击、触电等事故危害的严重后果，提高学生的安全警觉性。

表5 软件资源

软件资源	“绿水青山就是金山银山”建材环保虚拟仿真实验
	无机化学实验室安全虚拟仿真软件
	有机化学实验室安全虚拟仿真软件
	物理化学实验室安全虚拟仿真软件
	化学实验室风险识别与应急处理双语版
	建筑施工安全虚拟仿真系统（VR）
	混合现实资源管理交互软件
	混合现实远程协助软件
	建筑施工技术MR软件
	装配式建筑MR工法楼

表6 硬件设备

设备名称	设备参数	功能描述
全息一体机	<ol style="list-style-type: none"> 1. 机柜（钣金喷漆）颜色（白色） 2. 全息玻璃：钢化玻璃 3. 显示系统≥ 32英寸 4. 分辨率≥1920×1080 4. 触摸：21.5寸电容触摸 5. 处理器：I5cpu，集成显卡 5. 内存≥4G 6. 容量≥120G 7. 用户系统：Windows系统 8. 附多类建材模型内容 9. 含有宣传片系列内容 	展示学院特色内容，以达到沉浸式体验效果

体现智能制造相关专业群相关的元素，整体风格自然、明亮、现代感，以及设计有助于学习、工作的色彩搭配。

功能描述：地面自流平、墙面刷漆、空调、吊顶、灯光、窗帘、墙面VR科技造型。

文化建设内容：文化宣传墙造型设计：采用镀锌板、镀锌矩管激光切割焊接成型，内置钢结构骨架；大字烤漆立体字+精工发光字造型设计；突显学校校训和物流文化发展史等相关内容。

物流剪影标识造型设计：采用冷轧板切割压痕折弯、无缝焊接打磨烤漆。丝网印刷工艺、字体清晰，保证长久耐用不变色，隐藏式不锈钢采用1:1 图纸进行安装，使用不锈钢喷塑烤漆设计造型标牌。

教室制度牌排版设计：采用亚克力做立体造型，加工性能强、优异的综合性能、无毒。利用喷涂平板打印数码机进行打印，不仅打印精度高、画面清晰、色彩清晰，深色部分还更加坚实、不褪色；广告钉安装使用 1:1图纸安装含设计安装。

铁艺隔断柜：成品制作，现场安装；材质：N10mm壁厚铁艺支架，表面油漆饰面作防锈处理，人造刨花板/三聚氰胺板为隔断层板，环保等级国标E1级，层板面饰免漆木皮；材质颜色由乙方提供，甲方方自选。

顶带线安装固定基础。

提供设备设施综合布线服务。

提供原有建筑格局改造（实际以甲方要求及现场勘察为准）。



图23 体验中心预期效果图

（八）虚拟仿真研创中心

培养数字资源自主研发能力，实现高水平教学资源由“买”到“创”的升级，以及产教一体的应用。积极开拓创新，通过场地升级、引企入校、工程师常驻机制等一系列措施搭建虚拟仿真创新中心。以解决教学改革、技术研发、产业双创的实际问题为目的，培养师生VR/AR、数字博物馆等新媒体技术研究及资源开发能力，解决院校高水平数字化资源建设中的“最后一公里”和“一次性工程”问题。同时，以校企合作、共建共享模式，不断探索确立合理、有效的运营管理机制，为产业和社会提供岗位培训、技术研发等对外业务，实现产教深度融合及我院的创作与创收。

本中心主要是虚拟仿真实训基地中的创新研发功能分区，是学院师生开展创新研发工作、校企合作研究、虚拟现实VR/AR技术交流的主场所。场地内配有高性能开发电脑、VR设备、显示系统、配套桌椅等创作开发基础设施，同时文化氛围上突出“科技、创新”元素，营造良好的创新创业环境。

基于研创中心，促进教师发展，例如，引进、培养虚拟现实技术应用专业带头人和骨干教师，组织、开展虚拟仿真实训教学专题培训，鼓励、吸引教师参与基地资源建设与开发，培养教师的创新能力。在此基础上，主持省级及以上虚拟仿真实训教学模式研究，参加省级及以上虚拟仿真类大赛获奖等等，从而提升教师专业教学能力与科研能力，培养“双师型”教师。

基于研创中心，培养学生成才，例如，服务学生考取技能证书、参加省级及以上虚拟仿真类大赛获奖，从而提升学生的专业技能和创新能力。参与校企合作项目、对外服务项目等，在项目开发实施过程中，培养就业核心竞争力，培养“复合型”学生。

虚拟仿真实训基地的建设将立足于双创型人才培养目标，通过数字博物馆开发系统、交互式媒体研发工具、AR研发工具、VR研发系统，聚合多方资源，共建“虚拟仿真研创中心”。并依托这一平台，培养学校创新团队，通过校内项目建设、对外合作项目建设，实现实训基地“自我造血，持续升级”。从区域经济发展的实际出发，考虑市场发展的需要，主动与企业进行沟通，使校企合作进一步融合，建立稳定长效的校企合作机制，作为建设提高专业服务能力实施的重要保障。扩大与企业合作的范围和深度，开展产学研合作与交流，共享研究成果。

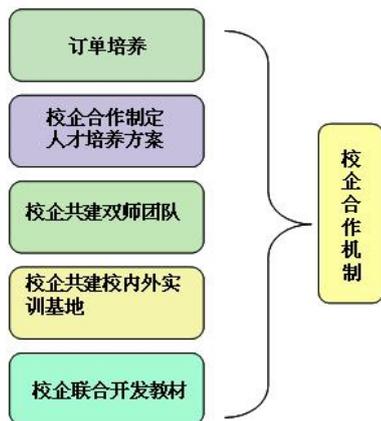


图 24 校企合作机制示意图

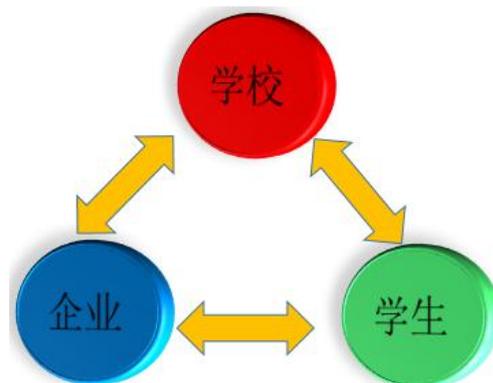


图 25 “三位一体”人才培养模式

中心是实训基地中的创新研发功能分区，是学院师生开展创新研发工作、校企合作研究、虚拟现实 VR/AR 技术交流的主场所。

1. 数字博物馆开发系统

支持“七巧板拼接”的方式对数字博物馆进行自主编辑、更新与修改，具有模型素材库，包含项目创建、场馆搭建、馆内展品、语音解说、知识闯关等内容编辑，软件网页发布等功能。



图 26 数字博物馆建设示意图

表 7 数字博物馆建设功能表

功能模块	功能说明描述
人见人社交互动	1) 身份气泡在博物馆 3D 场馆中，实时、动态地显现游览者个人形象、移动轨迹、个人信息、交流内容； 2) 在 3D 场馆中使用 3D 个人形象进行个人社交活动，包括打招呼、聊天、交友等； 3) 除个人游览外，还可基于社交功能实现结伴同行、团队导游

	<p>等多种游览模式，逼真还原线下实体场馆游览体验；</p> <p>4) 通讯录功能，可在场景中发送交换名片请求，交换名片后可在通讯录查看联系人信息，并可导出联系数据。</p>
点赞评论	拥有在线评论、点赞、查看评论、多平台分享等社交互动功能，打造 VR 在线知识学习与交流平台。
智能导游	<p>1) 自动触发媒体播放。在漫游过程中进行位置探测，可自动触发多媒体内容，如激活背景音乐、场景解说、视频等；</p> <p>2) 最佳视角。漫游过程中点击要查看的画面，可一键触达知识画面，自动进行最佳视线调整。</p>
全媒体知识拓展	链接全媒体学习资源，包括图文、视频、百科链接、360 全景、3D 模型等。
时空穿越	链接到 360 全景，远程 720 度全方位观看线下实景，并叠加图文、音乐、3D 模型等全媒体信息，使用户对线下实景拥有全景式、立体式、深入式了解。
3D 模型操控	翻转、缩放，全方位查看 3D 模型
答题闯关	<p>1) 以游戏闯关的形式进行知识考核，检测学习成果；</p> <p>2) 支持单选、多选和判断等多种答题形式；</p> <p>3) 答题结果即时反馈，知识记忆更牢固。</p>
数据管理	<p>1) 到访人数统计；</p> <p>2) 浏览痕迹追踪，统计内容点击量和浏览时长，输出个人和整体的分析报告，对接管理平台；</p> <p>3) 知识考核统计，输出答题成绩，对接管理平台；</p> <p>4) 对评论进行置顶、删除等。</p>

2. 交互式媒体研发工具

交互式媒体研发工具采用“零起点、开放式”技术，支持任何人通过美图秀秀般简单操作，一小时即可快速上手，开发效率极高；支持低成本、大规模地开发交互式媒体资源。



图 27 交互式操作示意图

基于浏览器版的交互式媒体开发平台无需下载安装，支持 Windows、IOS、Android 等跨平台，PC、手机、PAD 等跨终端开发应用，以“简单、易得、极速”的特点，有效支撑 3A 式（anywhere、anytime、anyone）开发。

在社会服务应用场景中，交互式媒体研发工具还可以开发企业岗位交互式培训资源、党建教育交互式课件、中小学云上研学交互式小游戏等资源。

3. AR 研发工具

AR 研发工具提供 2 种形式的 web 端 AR 应用制作：图片式与定位式。按照操作指示通过上传特征识别数据（如图片或呈现内容的位置的经纬度坐标）和想要展示的内容（基本信息填写、背景音乐等），即可完成 AR 资源开发。



图 28 AR 研发工具示意图

通过 AR 资源实现虚拟和现实的叠加，可以进行线下场地的自助导览学习，并增强线下场地的体验感；同时，配合线下文化建设，拓展延伸其他知识点，从

而实现校园文化线下资源游览和学习体验“一变多、静变动、看变做”的升级。

4. VR 研发系统

本系统支持以文本驱动的方式快捷地搭建场景内容、设置功能与交互、制作行为逻辑，支持 PC、主流 VR 头盔等多种设备进行交互操作，实现产品展示、设计验证、教学培训、协同训练等应用，最后还可快速地将优质的资源和案例发布到管理系统进行资源共享。

六、进度计划

为了确保基地建设能按时有序推进，我们制定了详细的进度计划，具体情况如下：

表 8 建设进度计划表

时间	主要建设内容	备注
2023 年 5 月 -2023 年 7 月	优化基地建设团队，完善非金属材料智能制造与智慧应用虚拟仿真实训基地建设机制，编制建设规划。	
2023 年 8 月 -2023 年 12 月	编制各子项目建设方案，并开展建设。	
2024 年 1 月 -2024 年 12 月	全面建设建筑材料工程技术、复合材料智能制造技术、高分子材料智能制造技术等 3 个专业核心技能课程所需的各类虚拟仿真实训资源，开展师资培训、企业员工培训、学生技能竞赛培训等，并面向全社会开放。	
2025 年 1 月 -2025 年 6 月	完善相关专业核心课程体系和实训基地设施设备。	
2025 年 7 月 -2025 年 10 月	全面梳理总结建设经验，凝练建设工作典型案例，为其他相关专业虚拟仿真实训基地建设提供可借鉴的方案。	

七、预期成效

（一）克服行业企业实习条件限制，引领实践教学改革

“基地”建成后，可实现非金属材料上下游联通一体的“材料生产—检测—应用—成效检验”的实训平台，且通过融合国家资源库教学资源 and 校级资源库，对全国建材类师资培训基地提档升级，构建集教育、培训、技能鉴定为一体的国内一流的虚拟仿真实训基地。

可以对学生进行全面、系统的实践训练，实现教学资源零消耗、实训环境零污染、实训容量无限化、实训过程安全性，增加学生动手操作机会，提高学生实

践动手能力和创新能力，全面解决非金属材料行业生产企业因真实环境下高温、高耗、高危、不可逆等原因无法实现学生操作技能培养的问题。

（二）虚拟仿真实训基地设施完善

虚拟仿真实训基地支持混合现实、虚拟现实、增强现实等应用，具有500以上教学工位。承接岗位培训、数字展览、科普教育等社会产业服务项目不少于10项，每年为企业提供人才技术培训不少于5000人，实现创收100万元以上，实现虚拟仿真示范基地建设资金的“自我造血”。

（三）建成高水平开放共享的虚拟仿真资源库

建成“建管学评教”一体化的虚拟仿真实训教学管理云平台 and 数量充足的虚拟仿真教学素材，面向校内重点专业群课程使用率达90%，面向校外的资源年访问量不少于5000人次。完成校内虚拟仿真教学资源开发不少于40款，打造基于数字博物馆的课程思政成果不少于3个，覆盖专业重点课程不少于10门，受益学生不少于1000人，满足学时不少于10000人/时。

（四）建成一支技术精湛的双师双能团队

建立健全中心团队建设管理机制，通过引进和培养高水平虚拟仿真专业带头人和具有行业企业实践经验的兼职教师，提升专任教师信息化教学水平、提高实训中心教师管理水平和管理能力，培训企业兼职教师信息化教学方面的知识，提高其利用非金属材料生产实验设施设备进行教学的能力，打造一支专兼结合、具有创新活力，满足培育校级以上优秀教师教学创新团队，培养高技能人才需要的高水平师资队伍。

积极探索并实践基于微交互的闭环教学等创新教学模式，打造省级以上在线课程不少于4门，打造省级创新教学团队不少于1个。

（五）建成育训结合的人才培养基地

面向全校遴选专业群课程和校外培训课程，结合研讨会、讲座形式，助力产业高端岗位创新型技术技能人才培养。积极参与教师能力赛，大学生挑战杯、“互联网+”、创新创业大赛、一带一路大赛等省级或国家级赛项，并获奖数不少于2项。

积极申报科技类、教改类、文创类、社科类以及科普类项目并争取立项，市级及以上立项不少于10项，撰写并发表论文不少于20篇，申请软件著作权、发明

专利等知识产权成果不少于10个。

（六）示范辐射，提升开放共享服务能力

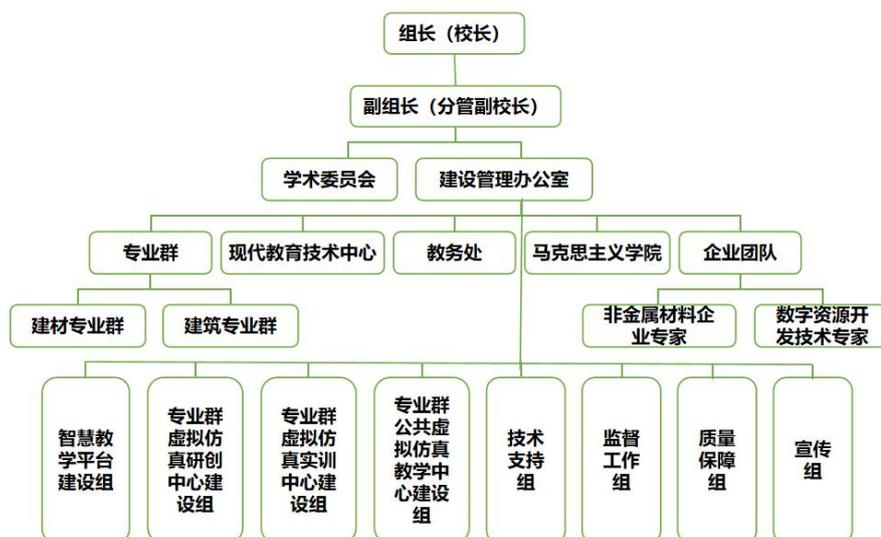
以建筑材料生产虚拟仿真实训共享平台为载体，服务国家扶贫攻坚计划、“一带一路”战略，为建筑材料行业院校教师、学生、企业员工、社会学习者提供个性化学习资源，开展技能培训、技能鉴定；为建筑材料生产企业提供技术咨询和服务，促进建材行业发展。对接全国高职院校、建材行业企业和中国（绵阳）科技城的高校、企业，以及“一带一路”沿线国家的建材企业，满足全国30余所行业院校近万名学子、200万从业人员的跨地域、跨终端、自主化、个性化学习需求，为行业和区域经济发展做出应有的贡献。

八、保障措施

为保证数字孪生虚拟仿真实训基地建设项目保质保量地按时完成，成立“非金属材料智能制造与智慧应用虚拟仿真实训基地”建设项目组。健全项目建设切实可行的实施方案和各项管理制度。加强人才建设、实验室建设、教学质量建设。建立并执行内部质量保障机制，成立工作领导小组。建立并完善了对人员、实验室、设备、组织的各项管理规范，形成了一套高效运行的虚拟仿真教学管理制度，用制度有力的推进基地不断的发展、建设和创新。

（一）组织保障

为了加强基地建设的组织领导，成立了由校长负责的基地建设领导小组，基地成立学术委员会，对基地的建设进行全面的规划、设计和指导。



（二）制度保障

学校对实训基地实行校、院两级管理，实施中心主任负责制和实验室管理岗位责任制，实训基地由专职教师、兼职教师和专职实验技术人员组成一支稳定的实验教学和实验室管理队伍，建立并完善对人员、实验室、设备、组织的各项管理规范，保障实验教学质量，保证实训基地有序进行。

实训基地制定并逐步形成了一整套行之有效的管理办法和规章制度，确保中心各实验室管理的规范化、实验教学的制度化。制定了《虚拟仿真实验教学中心设备管理制度》、《虚拟仿真实验教学中心实验室安全管理规定》、《虚拟仿真实验教学中心学生科技创新基地管理人员职责》等文件。

实训基地内部实现所有资源共享，并对全校学生和社会开放，所有在校学生和其他高校、企业等均可利用实训基地的虚拟仿真教学资源。

（三）经费保障

建立虚拟仿真实训基地建设项目经费多元化筹措机制，确保项目建设顺利有效推进；积极寻求上级行政主管部门的各类扶持和专项资金，建立专项资金账户，实行专项管理，确保专款专用；对学校自筹的实训基地建设资金，严格按规划进行投入，并结合学校的实际情况，制定切实可行的资金预算和实施计划，确保资金用实用好；积极争取行业企业投入，建立校企联动管理机制，实施资金管理，确保资金用于虚拟仿真实训基地建设。

九、经费预算

表9 虚拟仿真实训基地建设资金总预算表

序号	建设内容		预算(万元)	说明
1	教学实训管理及共享平台	部署、使用	120	平台部署、调整、运行、售后
2		仪器设备、平台建设	500	包含装配式混凝土结构生产仿真教学实训平台、新型材料生产仿真实训平台
3	专业虚拟仿真实训中心	项目开发、部署上线	400	包括水泥生产线工艺及控制虚拟仿真项目、聚酯薄膜生产仿真实训项目、高分子材料合成仿真实训项目、建筑基础工程仿真实训项目、建

				筑装饰工程仿真实训项目等
4	公共虚拟仿真实训中心	通识教育资源	60	安全教育类仿真资源（包含行业通识、专业全景、职业精神等）
		现有硬件设备改造	80	
5	虚拟仿真体验中心	软件资源	60	沉浸式 3D 展示大屏, VR 交互、ZSpace 等设备, 定制展示内容;
		硬件设备	80	
6	虚拟仿真场地建设		200	场地文化建设、家具家电等
合计：1500 万元				

十、专家论证意见