

# 模具设计与制造专业群虚拟仿真实训基地建设路径研究

马绪鹏, 苏越, 王宝龙, 李扬

(天津轻工职业技术学院 机械工程学院, 天津 300350)

**摘要:**针对模具设计与制造专业群实训教学开展过程中存在的问题,开展专业群虚拟仿真实训基地的建设,通过精密模具智能制造生产线仿真实训工厂、模具数字化设计及智能成型单元综合应用平台、开放共享课程资源等3个方面内容的建设,引入行业新技术、新工艺、新标准,确保虚拟仿真教学资源与学生职业能力培养相一致。基地建设依托智能制造新技术,以培养高层次复合型技术技能人才为主线,满足实训教学为核心,多方共享为目标,助力区域经济发展,服务“鲁班工坊”国际化建设,最终实现虚拟仿真实训基地区域示范性效果。

**关键词:**模具设计与制造;虚拟仿真;区域示范;课程资源;智能制造

中图分类号: TG76 文献标识码: B 文章编号: 1001-2168(2022)02-0073-07

DOI: 10.16787/j.cnki.1001-2168.dmi.2022.02.016

## Research on construction path of virtual simulation training base for die & mould design and manufacture speciality group

MA Xu-peng, SU Yue, WANG Bao-long, LI Yang

(School of Mechanical Engineering, Tianjin Light Industry of Vocation Technical College, Tianjin 300350, China)

**Abstract:** In view of the problems existing in the practice teaching of die & mould design and manufacture speciality group, the speciality group of virtual simulation training base was constructed. Through the construction of simulation training factory of precision die & mould intelligent manufacturing production line, comprehensive application platform of die & mould digital design and intelligent forming unit, and open and shared course resources, the new technology, new process and new standards of the industry were introduced to ensure that virtual simulation teaching resources were consistent with students' vocational ability training. The construction of the base relied on the new intelligent manufacturing technology, took the training of high-level complex technical talents as the main line, met the training teaching as the core, and took multi-party sharing as the goal to help the regional economic development, serve the international construction of "Lu Ban Workshop", and finally realized the regional demonstration effect of virtual simulation training base.

**Key words:** die & mould design and manufacture; virtual simulation; regional demonstration; course resources; intelligent manufacturing

### 0 引言

天津轻工职业技术学院模具设计与制造为“双高”专业群,包括模具设计与制造、机械设计与制造、数控技术、智能制造装备技术、工业产品质量检

测技术、机械制造及自动化(智能制造)等6个专业。专业群在开展汽车覆盖件冲压实训、机床电路系统维修、五轴加工实训等教学过程中,存在看不到、进不去、成本高、危险性大等问题<sup>[1]</sup>。同时随着人工智能、物联网、大数据等技术的高速发展,传统装备制造产业开始向智能制造转型升级,即通过数字化升级实现生产的无人化、智能化、自动化,对工人技术

收稿日期:2021-07-04。

作者简介:马绪鹏(1987-),男(汉族),山东济南人,工程师,主要从事模具设计与制造工作。

技能需求由面向单机的操作型向面向系统的复合型转变。由于新型智能化、网络化生产设备价格昂贵,组合方式复杂,无法按照传统方式在校内实训基地完全复制企业所用设备进行实践教学,建设虚拟仿真实训基地势在必行<sup>[2-4]</sup>。

## 1 专业群虚拟仿真实训基地建设思路

针对模具设计与制造专业群课程体系,分析实训教学中的难点,重构实训教学模式,运用虚拟现实、5G、人工智能等信息技术,推动虚拟现实等现代信息技术在教育教学中的应用,改革传统教学育人方式,推进人才培养模式创新,强化教学、学习、实训相融合的教育教学活动,对症施治实训教学中的“痛点”,以实带虚,以虚助实,虚实结合,培养敢动手、能动手的技术技能人才,打造富有前沿性与多元化的实训教学矩阵,为培养高素质技术技能人才提供支撑。以社会 and 市场需求为导向,用新思路、新机制、新模式设计基地建设实施方案,融合多方资源,探索建立院校主导、企业协同、各具特色的实训基地创新建设模式,搭建校企合作桥梁。

## 2 专业群虚拟仿真实训基地建设路径

### 2.1 建设智能数字化普适性示范基地

依托虚拟现实(VR)、5G、人工智能、数据库等新一代信息技术以及软硬件系统,打造集教学、实训、创作等功能于一体的虚拟仿真实训基地,推进企业参与人才培养过程,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,构建虚拟实训场景,模拟专业群内相关实训内容,以新一代信息技术赋能实习实训,调整实训课程整体架构,更新实训课程内容,深化实训课程改革,进一步提高实训基地对人才培养工作的针对性<sup>[5-6]</sup>。

### 2.2 打造科学先进的多功能实训环境

遵循精密模具产业链进行基地硬件资源环境的搭建和虚拟仿真资源的开发,覆盖精密模具行业前沿技术和新业态。同时,通过桌面式操作一体机、沉浸式LED大屏、多通道CAVE系统、多人协同交互系统等虚拟仿真前沿技术建设职业素养区、创新研发区及学生活动区。职业素养区包含思政教育、安全教育、工匠精神、鲁班工坊、劳育美育、科普体验等模块,提升学生素养;创新研发区用于师生

虚拟仿真资源开发学习,进行新媒体资源自我开发与更新、虚拟仿真资源建设、项目开展实施;学生生活活动区可提供学生进行技能巩固、分享交流、头脑风暴和社团活动,全面提升学生职业技能和素养。

### 2.3 聚焦高端产业校企共建虚拟资源

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,按照育训结合、长短结合、内外结合的要求,建设与虚拟仿真相适应的实训教学课程体系,研究开发虚拟仿真教学实训资源,积极开展校企联合创新创业培训,打通基于专业的教学、实验实训、创新研究各环节,培养创新创业型技术技能人才,促进科研成果孵化,达到“教学研创一体”的效果。

聚焦数控技术、机电一体化技术、工业机器人技术、机械设计与制造专业,采用最新的VR资源创作技术、5G云渲染技术,根据不同专业以及相应岗位的特点,引入企业真实工作场景,按照生产的工序流程以及专业课程思政的原则要求设计实训内容,制作生动有趣、浅显易懂、主题鲜明的虚拟仿真实训作品,在此基础上,梳理相关课程知识点的逻辑关系,形成科学合理、有机衔接的实训课程体系,着力提升相关专业职业技能。

### 2.4 实现虚拟仿真实训基地共建共享

实训基地的建设主要包含虚拟仿真资源建设、硬件设施建设及教学管理平台3个部分,在基地建设过程中,天津轻工职业技术学院通过顶层设计进行分步实施。

(1)专业群通过对京津冀产业的调研,修改专业群人才培养方案,梳理课程体系,找出目前教学过程中的痛点和难点,如图1所示。

(2)借助先进的虚拟仿真技术挖掘虚拟技术与专业教学的结合点,校企协同建设虚拟仿真资源。

(3)建设虚拟仿真教学管理平台,将现有虚拟仿真资源和新建资源融入平台,实现资源平台的多向共享服务。

(4)进行实训基地建设,通过前期调研与研讨,校企共同完成基地规划与设计,确保场地空间规划、设备布置、网络带宽、信息通讯设备满足虚拟仿真实训教学。

(5)进行实训基地运行及推广,在校师生、企业行业在职人员、百万扩招“农民工、退役军人、下岗

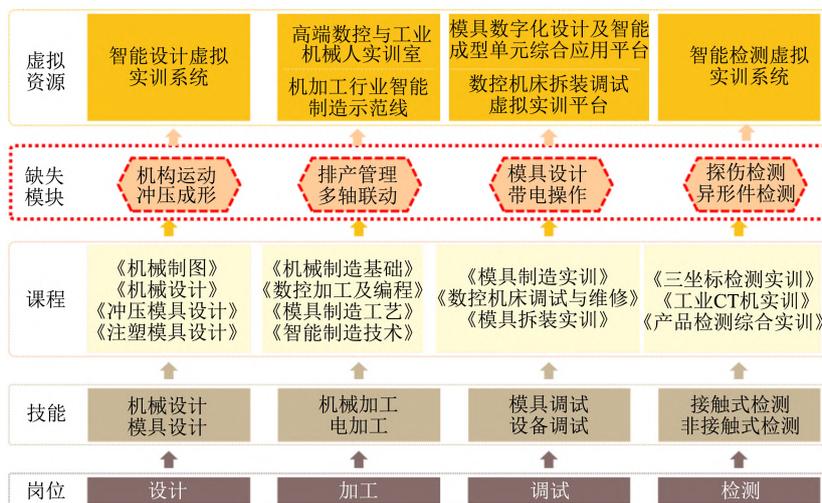


图1 专业群岗位-技能-课程-资源对应关系图

职工、新型职业农民4类人员”依托教学平台，一方面可以学习更多的通用性虚拟现实技术课程，另一方面可以获得与所学专业密切相关的虚拟仿真案例资源和实训资源。

### 2.5 利用大数据规范管理运行和考核

基于大数据技术，构建云教学大数据管理系统。通过学校师生使用智能云教学工具APP开展互动教学产生的大数据，为学校教学管理部门、督导部门和质量评估部门提供过程数据，从学校、院系、教师、学生等不同层面进行数据汇总、管理、统计、分析、挖掘和预警，构建课程实施质量智能监测系统。

## 3 专业群虚拟仿真实训基地建设内容

基地以培养复合型技术技能人才为主线，以满足虚拟仿真实训教学为核心，协调各区域资源配置，进行模具设计、智能制造、MES管理、数控加工、设备调试安装、精密检测等方面的实训资源建设，最终形成共建共享、科学运营的区域示范性虚拟仿真实训基地。

### 3.1 建设精密模具智能制造生产线仿真实训工厂

在天津轻工职业技术学院精密模具智能制造生产线基础上，建设精密模具智能制造仿真实训工厂。精密模具智能制造生产线包含的主要设备如表1所示。通过数字化制造仿真生产线，进行虚拟工厂、生产线的规划、布局、仿真、模拟、验证以及虚拟调试；通过虚实结合，使学生能亲身经历工厂、生产线和自动化设备。

表1 精密模具智能制造生产线主要设备

序号	设备名称	型号/参数
1	旋转物料库	5层旋转台,分为电极库与工件库
2	五轴联动加工中心	MILL E 500U
3	三轴高速加工中心	HSM 500
4	电火花加工机床	FORM P350
5	慢走丝切割机床	CUT E350
6	机械手臂	四轴,包含夹具与导轨
7	中央控制柜	MES管理
8	三坐标测量仪	Zeiss Duradax
9	激光纹理机	Laser1000U

精密模具智能制造生产线仿真实训工厂实训教学过程分为3个阶段：仿真重现、虚拟实训及智能创新。

(1)仿真重现。精密模具智能制造生产线仿真重现如图2所示，基于精密模具智能制造实体生产线，建设相同的仿真生产线，并以相同的方式进行生产排产和仿真运行，预置相关的已装夹工件坯料、数控程序、刀具、参数设置等数据，可以通过一键启动方式进行演示，也可以通过MES进行排产运行。仿真生产线由毛坯安装开始，可进行工件自动装夹定位、工件自动识别、工业机器人上下料、三坐标自动测量、MES管理等内容，最终工件拆卸后结束。

(2)虚拟实训。从单设备生产线开始，逐步扩充，建设若干可运行的生产线系统，了解从简单到复杂的生产线设计拓展过程，如图3所示。各条生产线均预设生产流程、数控程序、测量程序、机器人程序及相关参数，可直接一键演示，通过MES控制



图2 精密模具智能制造生产线仿真重现

不同规模的生产线,进行独立仿真运行,实现标准夹具装夹、数控程序设定等调试训练,可对整个生产线通过MES设置工作流程、数控程序、检测要求等,进行相应的调试训练工作。

生产线按课程实训要求,可进行数控程序导入、机器人程序导入、PLC程序编制、气动液压线路

搭建、MES工艺流程设定等实训,用于学生单项专业课程实训。构建典型实训项目内容,如数控编程与操作实训、模具制造实训、数控铣削加工实训、数控车削加工综合训练、数控机床拆装、PLC实训、气动实训等项目案例,建设相关的互动教学案例资源,预置程序和参数,便于案例示范讲解。

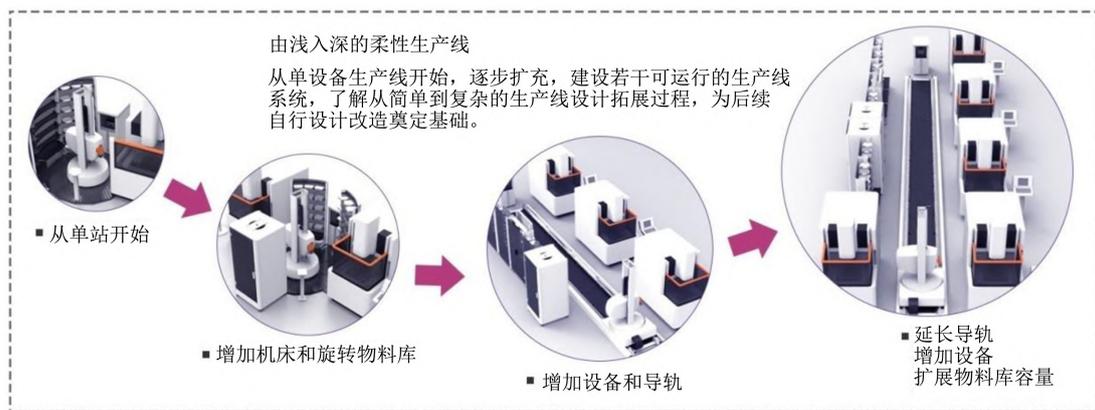


图3 精密模具智能制造生产线虚拟实训

(3)智能创新。可在实体生产线的仿真基础上增加更多设备,包括电加工设备,按预设项目对原有生产线进行拓展改造,或根据自创产品重新设计全新布局的生产线,并通过MES实现排产运行,对生产效率和设备使用率等进行分析,进一步优化设计方案,如图4所示。

### 3.2 模具数字化设计及智能成型应用平台

以数控冲床、立式注塑机、工业机器人、智能传感、智能检测、智能仓储等关键技术装备为基础,运用模具智能制造基础关键技术,辅以数字化设备、

设备互联互通系统和生产管控系统构建开瓶器智能制造生产单元综合应用技术平台,应用平台包含冲床、立式注塑机、工业机器人、工业机器人导轨、视觉检测、钳工装配台及工具包、在线检测单元、六轴多关节机器人、(模具、工件毛坯、工件成品)立体仓库、中央控制系统、MES系统管理软件和电子显示板等。平台集中展现开瓶器从毛坯到成品的智能制造和检测自动化、数字化、网络化、智能化的管理与控制。平台包括MES执行软件、智能制造系统调试、工业机器人编程与操作、模具零件智能加工与生产管控、模具装配与智能成形、生产组织管理

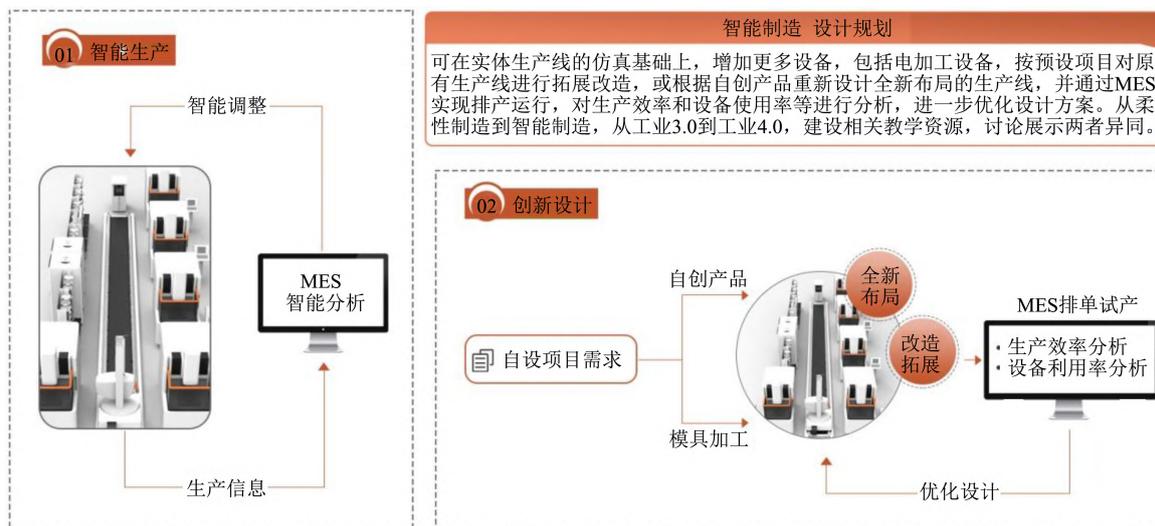


图4 精密模具智能制造生产线智能创新

与团队协作、工件质量保证等，并涵盖了模具智能制造所需元素，为模具方向专业核心课程的整合和

扩展提供样板和技术支撑，如图5、图6所示。

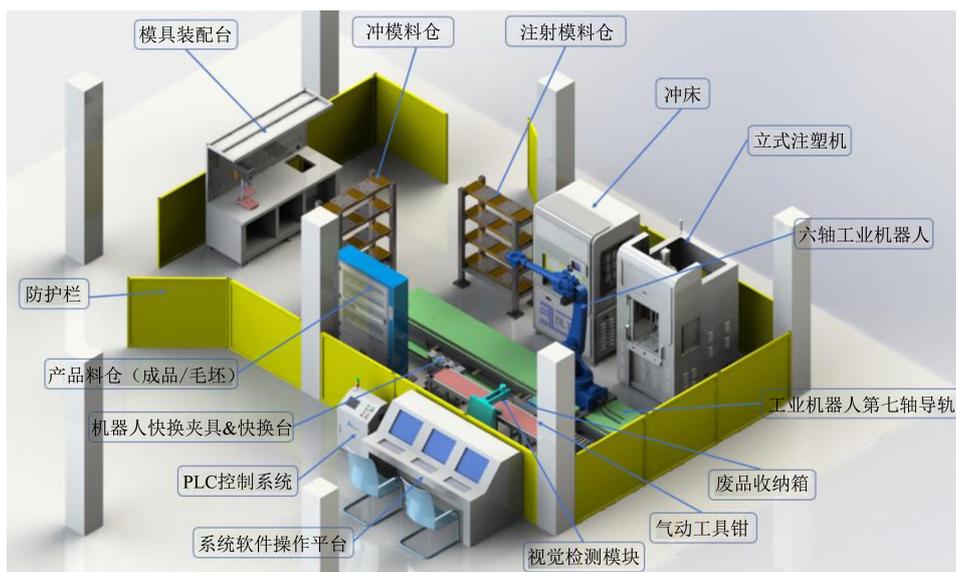


图5 模具数字化设计及智能成型单元综合应用平台

### 3.3 开放共享的教学资源建设

教学资源建设注重已有资源的梳理整合及借助平台的统筹管理，如表2所示。

通过对已有素材的梳理分析发现，现有课程资源集中于各类模具的动画、案例及机床机械结构的拆装等内容，因此在后续资源建设中应补充电路元件连接与测量、数控机床液压与气动应用、PLC应用技术、工件自动装夹定位系统、工件自动识别系统、工件自动上下料机器人系统、工件自动测量修正系统、中央数据库车间管理系统、精密加工系统等资

源的建设，确保虚拟仿真教学资源与专业群实际工作岗位的核心技能相对应，能力培养与岗位需求相一致<sup>[7]</sup>。

后续课程资源建设应面向世界先进制造业，引进世界先进、国内一流的精密模具生产制造技术、工艺和标准，在产业分析和职业分析基础上，依托校企合作企业与虚拟仿真专业技术人员，与专业教师共同开发专业群虚拟仿真实训资源，着力打造特色专业虚拟仿真教学资源库。课程资源建成后将依托仿真实验平台为载体进行管理，面向学校师

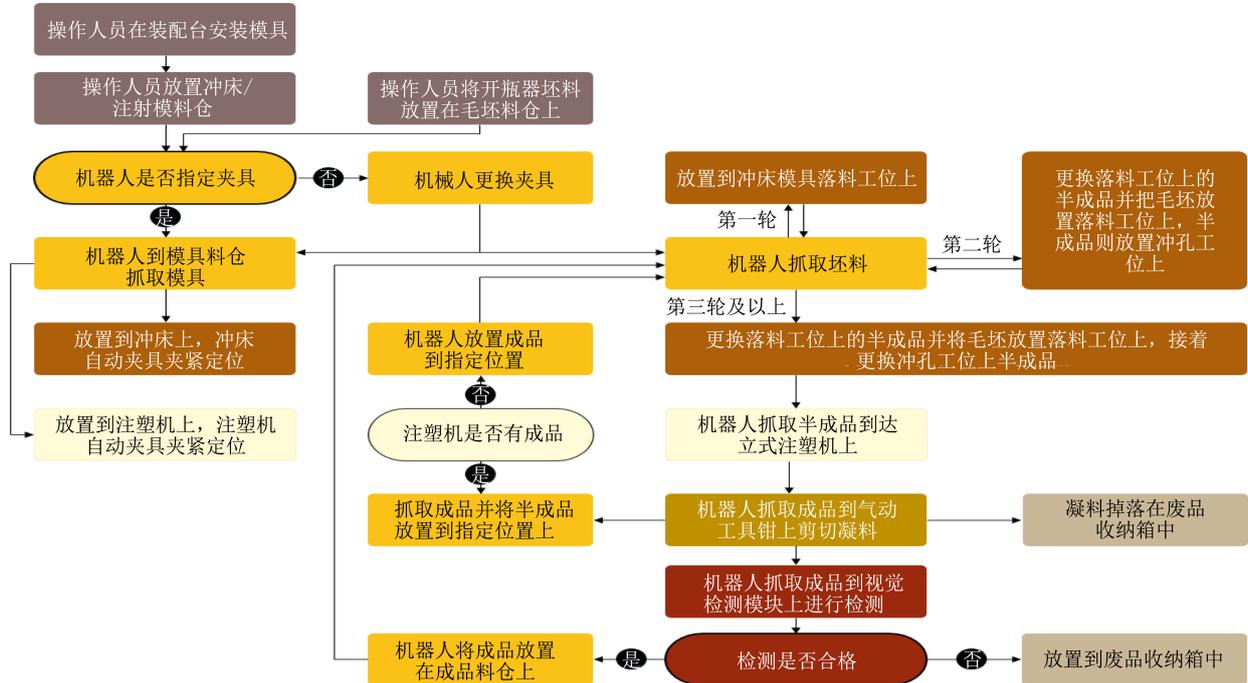


图6 模具数字化设计及智能成型单元综合应用平台工作流程

表2 模具设计与制造专业群已有课程资源一览表

序号	资源名称	明细	说明
1	注射模动画	注射模 10副	简单两板模与三板模、典型两板模(含抽芯滑块)与三板模(含斜顶机构)、热流道模具(含抽芯滑块)。
2	注射模工程案例	工程案例 5个	汽车零部件、家电等出口工件的模具。
3	冲模动画	冲模 20副	冲孔模、落料模、拉深模、弯曲模、成形模、切边模、冲孔落料模、弯曲成形模、切断冲孔模、翻边成形模。
4	冲模工程案例	工程案例 10个	汽车、电机等工件模具。
5	压铸模动画	压铸模 7副	简单压铸模、典型压铸模。
6	压铸模工程案例	工程案例 5个	照明设备、泵等工件模具。
7	锻造模动画	锻造模 2副	发动机工件模具。
8	VNUC 数控加工仿真软件	90套	软件具有高度三维真实感的数控机床加工环境和多元化教学环境,能够帮助学生学习和掌握从加工准备、毛坯装夹、对刀、数控编程到开始加工的全过程。
9	数控车床机械装调软件	15套	车床机械部分拆装虚拟仿真。
10	数控铣床机械装调软件	15套	铣床机械部分拆装虚拟仿真。
11	数控机床电气装调软件	15套	机床电路系统虚拟仿真。
12	FANUC NC guide 软件	45套	实现数控机床 FANUC 0i-D 系列部分数控系统的仿真操作,通过计算机模拟数控系统的部分功能,例如系统参数设置和调整、机床 PMC 程序的编辑和调试、数控加工程序的编辑和仿真等。

生、企业人员、社会人员。实训基地建成后可开展的部分培训项目如表3所示。

#### 4 专业群虚拟仿真实训基地预期成效

##### 4.1 提升虚实一体教学能力

基地建成后有效消除实训设备不足的现状,特别是高端实训设备,能让更多的学生先通过虚拟系

统掌握设备操作方法,再通过实际机器提升操作水平,有效提升实际机器使用效率,让更多的学生受益。实训基地建成后为专业群相关课程的理论与实践教学提供运行场景及实验支撑,通过仿真设备认知及仿真场景训练,能系统地训练学生的专业技术、功能验证、设计规划、交流沟通、团队协作、效率意识及创新思维等能力,解决职业教育教学中“高

表3 虚拟仿真实训资源

序号	培训项目	培训内容
1	电加工培训	开展电火花、线切割操作培训,特别是针对镜面电火花和慢走丝线切割等高端电加工设备。
2	多轴数控加工培训	开展三轴、五轴加工机床的编程和操作培训,特别是针对五轴联动数控铣床和高速三轴数控机床等高端数控加工设备。
3	工业机器人编程与调试培训	开展ABB、科马、库卡等主流工业机器人的编程和操作培训。
4	精密检测培训	开展三坐标接触式测量、工业CT非接触式测量、复合式测量等多种检测方式的编程和操作培训,特别是针对超高精度测量机和工业CT机等高端检测设备。
5	数控机床拆装与调试培训	开展电加工设备、三轴数控机床、五轴数控机床等多种加工设备的拆装和调试培训,掌握主流数控系统的调试方法,特别是针对超高精度电加工和机械加工高端设备。
6	数字化成型培训	开展冲压成形和注射成型及相应的模具调试培训,掌握三维模具设计、CAE分析、数字化模具调试的相关技术。

投入、高难度、高风险、难实施、难观摩、难再现”的“三高三难”问题,改造传统专业实训形态,打造集新理念、新工具、新技术为一体的技能人才培养模式,推进职业教育现代化进程。

#### 4.2 提升师资队伍信息水平

联合行业、企业、学校参与专业群教学资源平台建设,制作符合虚拟仿真实训基地建设要求的虚拟化教学资源,实现教学资源贴合行业、企业发展,培养满足社会产业需求的高技术应用型人才。

#### 4.3 基地优质资源多方共享

虚拟仿真实训基地考虑跨专业交叉实训和社会培训,兼顾实训课程设置的专业性和兼容性,提供情景化教学、技能训练、“1+X”技能鉴定、技术改造、技术交流、技能培训成果展示及职业展示、技术信息咨询服务,服务行业企业人才需求,助力区域经济社会发展,将其成为先进技术与应用的信息发布中心、高端技术应用、推广与服务中心、职业技能竞赛中心和高端技术技能人才培养和交流中心,将基地打造成区域性示范标杆。实训基地建成后面向在校师生、企业员工、社会人员等群体,开展线上、线下资源学习与虚拟仿真训练,满足各专业课程层次的需求,提升社会服务能力与影响力。

#### 4.4 服务鲁班工坊建设

结合鲁班工坊现有先进设备和国际化教学资源,将虚拟仿真技术应用于国际化教学过程,将实训设备和现有国际化教学资源结合,提高鲁班工坊教师和学生国际专业内容的效率,使国外师生足不出户即可利用电脑和网络实现培训和教学。

#### 4.5 增强培训服务能力

通过虚拟仿真资源突破实训设备数量不足,特

别是高端实训设备少的瓶颈,可以针对京津冀区域开展大规模培训服务,全面提升京津冀区域人才培养及继续教育的能力与水平。

### 5 结束语

虚拟仿真实训基地对标精密模具行业典型工作岗位技能与素养需求,厘清实训教学过程中的“三高三难”问题,进行精密模具智能制造生产线仿真实训工厂、模具数字化设计及智能成型单元综合应用平台及虚拟仿真教学资源建设,提升师资队伍信息化水平;通过科学素养区、创新研发区及学生生活区进行学生创新能力培养及职业素养的提升;通过虚拟仿真教学管理平台实现优质资源的多方共享,形成共建共享、科学运营的区域示范性虚拟仿真实训基地。

#### 参考文献:

- [1] 周京,李扬,马绪鹏.“新工科”建设背景下模具专业群建设探索研究[J]. 模具工业,2020,46(4):79-83.
- [2] 张祖辉,孔竞.基于虚拟的电厂智慧维护培训仿真系统[J]. 智能与信息化,2021(2):127-130.
- [3] 张红.通过虚拟现实和仿真技术解决技能差距[J]. 上海质量,2021(3):41-43.
- [4] 马绪鹏,赵慧,周京,等.京津冀模具行业智能制造转型升级高职人才需求调研分析[J]. 模具工业,2020,46(8):76-80.
- [5] 林木,张永春,单丽君.基于强化学习和虚拟现实技术的机械仿真教学系统研究[J]. 研究与探索,2020(11):228-229.
- [6] 陆沐辉,王昕.对基于虚拟现实技术的机器人仿真设计的几点探索[J]. 科技论坛,2021(5):139-140.
- [7] 苏越,周树银,杨国星,等.模具专业本科层次技术技能人才培养的课程体系构建—以天津轻工职业技术学院模具专业为例[J]. 模具工业,2018,44(5):69-71.