

远程高等教育虚拟实训教学支持环境构建研究

李志香

(国家开放大学,北京 100039)

[摘要]在新工科背景下,实践教学能力和水平的提升是保障远程教育教学质量的关键所在。虽然远程教育近年来发展迅速,但实践教学效果并不理想。如何有效解决这些问题,构建适合全新工科人才培养模式的远程教育实践类课程教学模式,是当前必须研究和思考的课题。文章通过分析远程教育实践教学存在的问题和虚拟仿真实验在实践教学中的作用,开发了基于项目模块化的虚拟仿真实训平台应用到实践教学过程中,是对提高工科实践类教学效果的有益探索。

[关键词]实践教学;远程教育;新工科;虚拟仿真

[中图分类号]G724.4**[文献标识码]**A**[文章编号]**1008-0597(2021)02-0086-07

DOI: 10.16161/j.issn.1008-0597.2021.02.012

新一轮科技革命和产业变革呼唤新工科,新工科要求以重素质教育、强学科基础、跨专业知识、新教学方法为特色,上接学科前沿、下接产业需求,强调实践教学,增强系统意识,拓展创新思维^[1-3]。国家开放大学作为国内远程开放教育的主要力量,人才培养目标定位在培养应用型人才,且以基层和生产一线员工为主要群体,而工科作为远程教育的重要组成部分亟待创新和实践教学改革。工科教学一直是公认的远程教育开展的难点,在工科远程教育中怎样开展实践教学又是难点中的难点。实践教学环节是学生专业综合应用能力和实践创新能力培养的重要保证,是远程教育教学评价的重要指标。因此在现代远程教育中如何开展实践教学,如何在实践教学内容、教学模式等方面改革创新,探索切实有效地解决实践教

学的途径,成为目前迫切需要解决的问题^[4-5]。

一、远程教育工科实践教学存在的问题

我国高等教育正处于以规模扩张为特征的外延式发展向以提高质量为核心的内涵式发展转变的关键时期,国家开放大学需要积极推进实践教学模式改革,努力建构以学生为主体活动的实践环节(以教育性、创造性、实践性、操作性为主要特征),从而鼓励学生积极参与、积极探讨、积极思考、积极实践,以学生实践能力的培养与提高为核心,最终带动学生专业和整体素质全面提高。实践教学和理论教学紧密相连,是实现人才培养目标的重要因素,缺一不可,尤其对接受远程教育的工科学生来说,对课程理论知识的掌握不能只局限于单纯的记忆,要注重理论与实践的衔接,加强

[收稿日期]2021-04-23

[基金项目]国家开放大学总部2018年度科研课题,项目编号:G18F0010Y。

[作者简介]李志香,女,国家开放大学理工教学部,副教授。

灵活运用理论知识来解决实践环节问题的能力,从而实现实践能力的培养与岗位的无缝对接^[6]。但是,目前工科实践教学环节在远程开放教育中仍是一个较为薄弱的环节,实践教学在培养学生的专业技能方面还没有发挥出应有的作用,很多老师对实践教学在提升学生综合素质和专业技能方面的重要性认识还不够到位。远程教育工科实践环节的不足主要体现在以下几个方面:一是由于工科实践教学环节所需的设施、设备多,价格高,建设资金有限,实验室和实践基地相对薄弱,不能满足教学的需要;二是对实践教学环节实施的计划性不强,主动思考不够,措施不多,实施途径单一,没有能够有效利用社会资源;三是学生基础、能力差别很大,但实践环节教学计划过于统一;四是提供的实践环节教学资源太少,形式单一,缺少创新。所以主要依赖传统的实验设备和上课模式,这远不能适应工科远程教育学生学习的特殊性。

二、远程教育工科实践教学中开发虚拟仿真实验的必要性

2020年,突如其来的新冠肺炎疫情席卷全球,教育部要求充分发挥“互联网+教育”的作用,建议国家虚拟仿真实验教学项目共享平台(实验空间)提供免费的虚拟仿真实验课程资源、在线实验教学支持、教学评估管理等,确保学生的教学实践和实验课程在疫情期间“停课不停学”。国家开放大学积极贯彻教育部“停课不停学”的要求,充分利用“云教室”,免费开放多个学习平台和各种资源,为学生提供多元化的教学服务,保障特殊时期教学工作有序进行(荆德刚 2020)。

国家开放大学远程教育的成人继续教育和以线上为主、线下为辅的学习模式等特征决定了其相关的实验环节和实践环节不同于传统的线下教育模式,由于成本、时间和空间等因素的制约,导致学生在远程学习的过程中,缺乏足够的实验和实训训练。因此,探寻一种满足开放远程教育的相关实践、实验教学环境要求的实验实训模式,坚

持技术支撑创新办学(林宇 2020),成为提升教育教学质量必须面对的问题。随着现代信息技术的发展与教学手段的进步,计算机仿真技术、网络虚拟实验、基于VR技术的微课程、基于语音识别技术的网络课程等,为工科远程开放教育实践教学环节带来了新的实现手段和教学实践创新机遇。^[7]

国家开放大学数控专业,经过十几年的建设和发展,为社会培养大量的急需人才,获得了各界广泛的认可。然而,由于教学过程中实训教学条件所限,设备费用昂贵,很难及时进行更新换代,培养的学生在实际知识应用和动手能力仍存在许多不足。比如《专业培养方案》中综合实践环节除“金工实习”6学分外,其他三门课程分别为“数控自动编程实训”4学分,“数控加工操作实训”8学分,“综合实训(数控)”6学分。长期以来,教学点对于这18学分的学习和考核都放在数控机床的简单操作上,甚至更简单。对该实训所能达到的教学目标,比如数控加工工艺、CAD/CAM自动编程、数控机床安装调试、维护、保养等专业技术能力训练几乎没有,对于技能的培养更是微乎其微。

由于数控实训教学课程涉及机械学科多个方面的内容,涉及零件类型多、知识面宽,学生难以将多方面的知识结合起来灵活运用。如果仅对空洞的机械基础理论知识死记硬背,虽能在考试中过关,但学员并未能真正理解和掌握所学知识,在课程的实践性环节则会暴露出不会综合应用的问题。另外,如果仅满足于理论值与实验值的验证吻合和照葫芦画瓢式的加工设计或编程,学员不能真正领会知识的内涵,达不到工科教学的目的。虚拟仿真技术实际上是一种计算机系统,通过它可以创建和体验一个由计算机生成的虚拟世界,采用模拟和仿真的方式创造一个三维世界,并可以连接各种辅助传感设备,实现与虚拟世界进行自然的交互。设计开发虚拟仿真实验,能够有效地节约人力、物力、财力,用最低的成本培养高素质技术人才。教学活动按照理论与实践相结合的项目教学模式进行设计,将实践教学穿插于理论

教学过程中,强调培养学生的自主学习能力,提高实践能力^[8]。学生可以通过虚拟实训平台的演示、模拟和仿真实验,巩固所学理论基础,训练实践技能,掌握实际操作方法,培养学生接受新事物的适应能力和创新意识。

三、实训环节的教学理论基础

简·阿莫斯·夸美纽斯是西方近代教育理论的奠基者,其在《大教学论》(1632)中提出“应该尽可能地把事物本身或代替它的图像放在面前,让学生去看、去摸、去听、去闻,等等”^[9],让学生从事物本身获得知识。数控技术专业虚拟仿真实验的初衷正是遵循这个直观性教育原则而设计,虚拟数控加工中心的实训操作,其操作方式与真实机床高度一致,并且可以模拟任何虚拟样品加工,可以完成典型机械零件从毛坯到成品的虚拟加工过程。虚拟场景包括虚拟车间、辅助设备、工具、卷闸门、监控摄像头和车间照明灯等设备,给学生身临其境的感觉。同时,正如建构主义理论(如皮亚杰、布鲁纳和维果茨基等)所强调的,认识既不起因于主体,也不起因于客体,而是主体与客体的相互作用;理想的学习环境包括“情境”“合作”“对话”和“意义建构”四个要素。数控技术专业虚拟仿真实验旨在为学生创建理想的实验环境,满足学生学习并掌握数控加工及其功能的目标,建构学生自己的认知体系。

数控技术专业的虚拟仿真实验在上述教学理论的基础上,根据加工工艺的不同设计成若干独立实验,如机加工车间、电加工车间和钳工车间等不同车间,每个车间实现项目化教学模式。项目化教学模式在学习模块化思维的基础上,将课程的知识分解成多个知识点,然后根据知识点的内在逻辑将其组合成相对独立的知识单元。根据不同岗位群体或技术领域的专业能力需求,明确劳动力市场的实际需求和潜在需求,并将相关知识单元组合成教学项目。通过添加、删除和调整组合,更新和调整教学内容。

数控技术虚拟实训平台包括5个加工车间,即5个项目模块内容。每个项目模块先根据培养目标,再定项目内容,针对性强;各项目相对独立,每学完一项目可获得一项技能、知识或能力;项目间可灵活组合,各项目组合有明确的行为目标和具体要求;课程项目模块化更新效率高,具有可扩展性,能及时反映行业发展产生的新技术、新方法、新流程、新手段。项目化教学从岗位专业能力分析入手,界定综合专业能力,确定相应的专业操作技能,然后根据岗位需求进行教学分析和教学设计,形成相应的数控加工项目教学模块。

四、虚拟实训平台的设计开发

网络技术的发展,为远程高等教育提高了新的技术手段,使得我们可以根据“新工科”实践课程的特点,从教学效果和实践使用两个方面对课程设计进行优化,使其体现“资源共享”和“媒体开放”的两大特征。仿真平台页面要实现布局合理,色彩协调,信息量大,重点突出和导航清晰的基本要求。学生可以从自身出发,选择性地使用相关实训内容进行训练,做到因材施教,自主学习。

(一) 虚拟实训平台的内容

我们开发的实训平台包括两部分内容,一部分内容是“虚拟制造工厂”。虚拟工厂由管理、设计、机加工、电加工、钳工、检测、装配等七大虚拟部门及车间组成。如图1所示。借助逼真的3D场景和3D虚拟设备,对典型机械零件(减速器、模具等)的整个生产过程(设计、制造、检验、装配、调整)进行仿真教学和实训)在国开系统内都是首次实现。

“虚拟制造工厂”可以实现典型机械产品生产全过程的交互、体验式教学与实训。它由图2(a)所示的七个虚拟中心、部门或车间组成,以逼真的三维场景图2(b)和三维虚拟装备图2(c),通过工厂实景的三维造型模拟,方便美观的交互界面,营造出身临其境般的教学与实训体验。

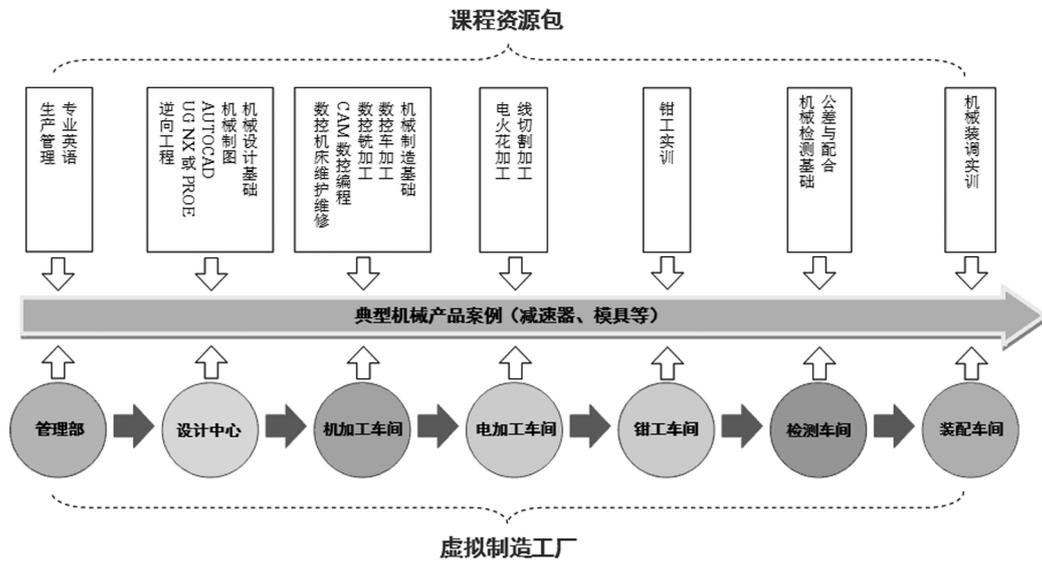


图1 “平台统一、案例贯穿”的实践平台



图2 虚拟制造工厂

每个课程的三维资源包的组成结构如图3所示。

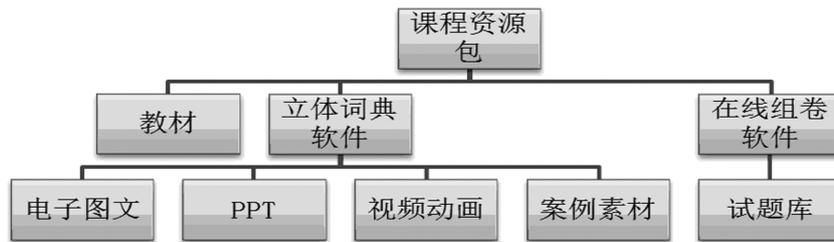


图3 课程资源包结构

(二) 虚拟实训平台的总体功能

这个实训平台有“教学、实训、考核、辅助”四大功能,学生可通过个人或分组的形式在平台上完成实验,表1所示为实践平台的教学功能。为

了提高学生动手操作和课程实践的效率,加深学生对相关知识点的理解,实验开始之前可以安排与实验内容相关的实验前测,确定学生是否已经部分或全部掌握了实验过程中需要的前期技能要

求。实验前测内容可以是实验的基础理论知识,也可以是实验的相关要求。平台上提供一些与实验项目匹配的资源包,包括PPT课件和视频资源等,供学生线上学习,学生可以在网络环境下观看该实验项目或类似案例的操作微视频,然后开始实验项目的操作,不明白的理论知识可以从平台上学习资源包里查询,如表1所示。学生在实验平台上实验,教师通过系统的监控和交流模块,进行线上辅导,随时给予帮助,排除实验障碍,点拨

实验技巧。通过实验系统提供的不同功能,教师可以全程了解学员的实验操作情况,掌握实验过程反馈的主要问题,确保学员完成实验并掌握技能。实验完成后学生提交实验报告,由平台或老师给出实验评价,同学可以重复进行实验直到对自己的成绩满意。通过平台,实训类课程可以实现“学、练、考、评”一体化教学,实现对“基于实际工作过程”“项目化导学”等现代职业教育理念的支撑^[10]。

表1 数控专业虚拟实训平台的教学功能

功能分类	功能	描述	
教学	教学演示	1) 学原理: 各类型机械产品、虚拟机床(加工中心、数车、线切割、电火花机)的工作原理仿真 2) 学操作: 各类虚拟机床以及典型机械产品的操作、装调 3) 学设计: 典型机械产品设计演示、设计数据(包括三维数据和二维装配图、零件图)、设计知识要点等	
	知识学习	集成了机械设计、制造、数控加工教学资源库(电子文档、PPT、练习试题库、视频动画等),覆盖了所有数控应用技术专业课程。用户在虚拟制造工厂中以多种方式(如实时提示、关联搜索等)方便地查看和使用这些资源。	
	生产管理	编写各类生产管理文档,如生产计划等。编写各类商务文档,包括中英双语的报价单、商务往来信函、邮件、合同、验收单等。	
	虚拟制造	设计	减速器、模具等机械产品详细设计、建模、装配图及关键零部件图的绘制
		加工	采用虚拟加工设备,完成机械零件的虚拟加工实训,包括数车、数铣、电火花、线切割等
		钳工	采用虚拟钳工工具对机械零件进行修配
		检测	采用虚拟三坐标测量机,完成典型零件的几何检测
	虚拟设备操作	装调	采用虚拟拆装工具(板、钳、螺丝刀等)对各类虚拟机械产品进行拆装实训
		加工设备	包括加工中心、数控车床、普车、普铣、电火花、线切割等加工机床的虚拟操作实训
		检测设备	工量具、三坐标测量机的虚拟操作实训
	钳工工具	钳工工具的虚拟操作实训	

(三) 虚拟实训平台的特色与优势

1. 基于生产过程的实践体系

以实际生产过程进行分解为多个教学项目(如图1),统一实训平台(虚拟制造工厂),统一教学案例(如减速器和模具),使得课程资源的内容相互衔接渗透,首次实现“统一平台、案例渗透、课程连通、知识融合”,从而成倍提高教学效果。

2. 提升实践教学效果

实训平台上的实验形式可以是演示型、验证型、结果型等,便于学生和教师远程操作和控制,通过虚拟的三维情景,学习者可以身临其境地操作各种实验设备,在与实验设备的交互过程中学习。通过虚拟技术,知识变得直观生动,能够避免学习过程中容易出现的枯燥感。学习者通过在虚拟环境中做、交流、反思、探究,自己找出答案,更有利于知识的构建;通过虚拟环境中的交互,也促

进学习者对知识的理解。在整个实践演练的过程中,学生会获得新教学内容,通过生动形象的表现形式,来提高仿真软件应用对学生的感染力,增强学生的理解能力和记忆能力。

3. 丰富的全媒体资源包

根据知识点进行制作的教学资源,特别适合以“搭积木”的方式进行教学,可以方便、灵活、快捷地组合各种个性化教学包。资源制作秉持“从工程实际出发,紧密结合工程实践、衔接相关课程并以模具大赛为参考”的设计理念,保证学生在使用中能够起到“学以致用、虚实一体”良好的使用效果。

4. 灵活的考核方式

虚拟实训平台的实验评价方式是灵活、多元、及时反馈的。可以面向实验过程,也可以面向实验结果;可以是定性评价,也可以是定量评价,评价的重点是实验过程环节。实验系统上的实验是在线完成的,实验的评价可以线上进行,评价的主体可以是教师、学员个体、实验小组,也可以是网络实验系统,实现了“学、做、考、评”一体化教学。

四、虚拟实训平台存在的问题分析

利用虚拟仿真技术开展数控加工实训,与基于现场实体的传统操作相较而言,安全性是其优势,在虚拟仿真教学过程中,软件设计的仿真训练可以使学生在虚拟加工环境中进行模拟具体操作,但同样会带来一些问题,具体如下:

一是学生对实训场地缺乏充分感知,不利于个体安全意识的培养。由于不用担心操作失误导致的人身伤害,使用比较随意,带来了很大的弊端。学生在模拟教学场景下养成的不良操作习惯,在实物操作中对安全不够警惕,容易造成安全事故。

二是操作过程过于程式化,不能很好地培养学生对场景的适应能力。模拟软件是由计算机程序预先设计的,所以操作方式是固定的,但实际操作中会遇到很多突发事件,使用的工具和方法不能生搬硬套,要有一定的应变能力。

五、虚拟实训平台的应用效果

表2 部分分部试运行情况基本数据

分部名称	学生总数	学生行为次数总和	学生浏览资源次数	学生论坛发帖数	老师、学生回帖数
江苏	735	90480	62454	909	3183
西安	576	58410	41685	597	564
四川	169	8493	7017	157	121
安徽	642	50679	40011	594	348
湖南	354	23301	16155	3	54
河北	663	50436	40599	114	120

2020年春季,数控技术专业有38个分部在国开学习网有选课,实训平台登陆学习的学生人数为2507人。数据显示学生资源浏览行为次数为181830次,人均72.5次,学生学习行为比较活跃。从表2可以看出,学生网上学习的行为比较积极,浏览资源的次数也比较多,可见这种全新的实践教学模式比较受学生的欢迎,学生总体反映良好。该系统较好地解决了基层教学点网络实验室缺乏和实践教学环节落实难的问题。网上实验仿真度高,与真实的环境结合得很紧密,起到了很好的效

果。由于学员能在家操作远程实验,而且可以借助视频资源学习和模仿,大部分学员都能独立完成实验。通过虚拟实验、虚拟环境等,不仅允许学习者有不同的操作、允许出错,而且虚拟环境会对学习者的操作做出反馈,让学习者从反馈中获得相应知识,使个性化的实践实训成为可能。

虚拟实训平台,打破了传统的面授教育形式,打破了师生时空界限,为实践教学提供了一种新的多维度混合实践教学模式。该平台利用多媒体技术和网络技术,以感性的表达手段展示抽象的

理论知识。实验中制作了大量的动画、视频和图片,通过动画或模拟的方式向学习者展示复杂的机械运动过程和电子控制过程。学生不仅可以学习理论知识,还可以在学习过程中模拟实践训练,有利于培养学生的创新意识和实践能力。

虚拟实训平台体现产学研结合和创新教学改革的机制,从而促进理论与实践的紧密结合。实验采用工作流程或任务项目进行设计,将其尽可能设计为一门实践性、创新性、特色鲜明的实验课程,源于教材,但不等同于教材,使学生真正理解知识和内容。在知识体系、教学设计和支持服务方面,体现了“以自主、个性化为中心”的目标。

通过网络教学活动、网上答疑、实时、非实时的网上讨论来帮助学习者克服远程学习的孤独感,从而达到促学的目的。学生可根据自身学习需要,结合自身实际情况,自主制定学习计划,选择学习方法,确定学习内容,自主实践,完成作业。通过课程论坛向老师提问,或者参与在线讨论。通过复习和自测对自己进行评估,及时调整和控制,从而完成学习过程。教师通过网络组织教学,通过讨论小组或电子邮件等方式对学生进行实时指导和答疑,针对学生的问题提出建议,完成对学生的引导和助学过程,提供学习支持服务。

[参考文献]

- [1]周静,刘全菊,张青.新工科背景下实践教学模式的改革与构建[J].实验技术与管理,2018,(3):165-168.
- [2]陈红兵,邓梅娥,卢进登等.“新工科”背景下实践教学模式的研究与探索[J].教育现代化杂志,2018,(20):166-167.
- [3]李培根.工科何以而新[J].高等工程教育研究,2017,4:1-4.
- [4]尹学松,蒋融融,张吉先等.面向大数据远程开放实验平台构建研究[J].中国远程教育,2016,(11):28-34.
- [5]郑炜,齐幼菊,蒋融融等.远程开放实验室建设与运行机制的研究与实践[J].新疆广播电视大学学报,2013,(59):35-39.
- [6]王照侠.试论校企合作模式下成人教育的教学改革——以成人

六、小结

伴随着数控加工虚拟实训平台的使用,国家开放大学相关专业学生可以在虚拟仿真平台上随时随地进行数控加工仿真培训,按照规范要求重复操作。这样一方面有助于学生掌握数控技术的相关知识,另一方面减少了现场、设备及相关人员的投入,节约了成本,提高了培训的安全性。同时,这种先进的技术可以激发学生的学习兴趣,调动学生的积极性,帮助学生学习和记忆知识,达到实训的最终目的。这种培养模式符合国家开放大学学生的学习行为规律,可以加强学生实践能力的培养,加深学生对理论知识和实践知识的掌握,提高教学质量。

建设工科数控技术专业虚拟实训平台,是面向工作过程的一体化解决方案,具有平台统一、案例贯穿、课程连通、知识融合的特点,学生从“被动听”到“主动做”,实现“自主探索”教学模式,注重了过程考核,考核方式灵活、多元、及时反馈,实现了“学、做、考、评”一体化教学。远程教育数控专业实训平台的开发与应用是破解制约远程教育实践教学发展难题的有益尝试,为开放大学工科实践教学环节的落实提供了可行的解决方案。

- 机械设计制造及其自动化专业教学改革为列[J].中国校外教育(下旬刊),2014,12:1084.
- [7]徐东海,徐红颖.虚拟现实技术在远程教育的实验环节的研究[J].中外企业家,2020(01):186.
- [8]王志强,倪敬.基于工业4.0管理的机械类课程实践教学改革[J].实验技术与管理,2016(11):223-227.
- [9]曾峻.虚拟仿真实验教学理论基础初探[J].教育教学论坛,2020,(29):391-392.
- [10]单岩,苗盈,赵悦.基于虚拟现实的新型模具专业教学与实训平台应用[J].模具工业,2013,(2):70-72.

Research on the Construction of Virtual Practice Teaching Supporting Environment in Distance Higher Education

LI Zhi-xiang

(The Open University of China, Beijing China 100039)

[责任编辑:苏旋尔]