

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2021.03.006

欢迎按以下格式引用:冉琰,张定飞,李聪波,等.面向智能制造的机械工程人才培养模式探究[J].高等建筑教育,2021,30(3):37-44.

面向智能制造的机械工程人才培养模式探究

冉琰,张定飞,李聪波,汤宝平,肖贵坚

(重庆大学机械与运载工程学院,重庆 400044)

摘要:智能制造是当今制造业的主要发展趋势,而人才是第一资源。高校作为大量人才的输出产地,面临巨大的挑战。针对国内高校机械工程专业学生工程应用能力的培养问题,从培养目标和企业社会的需求出发,分析在智能制造背景下机械工程专业人才能力的新要求。通过对地方本科院校机械工程专业人才培养现状的分析,提出机械工程专业人才新型多学科交叉融合的培养模式,认为新型多学科交叉融合培养模式下的教学实施方案相比传统的学科交叉教学方式具有显著的普适性,是培养符合企业要求的高素质智能制造应用型人才的有效途径。

关键词:智能制造;机械工程;新型多学科交叉;应用型人才

中图分类号:G642.0 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2021)03-0037-08

20世纪以来,随着互联网技术的迅速发展,自动化技术研究的深入,新能源技术的实现,工业技术水平的不断提升,传统制造业开始逐步向智能制造方向发展。特别是随着《中国制造2025》规划的深入实施,智能制造已提升为国家主攻战略方向,伴随着国家智能制造示范区和制造业创新中心的建设,智能制造需要的智力投入和人才培养正在不断加大。高校作为人才培养的主力军,肩负着培养大量适应新形势智能制造相关技能技术应用型人才的艰巨任务^[1]。因此,深入研究科学、合理的智能制造人才培养方法,并将其完美对接到时代所需、社会所需的轨道上,对推进科技强国与创新大国的建设具有重要的现实意义。

智能制造是上下游全覆盖、全流程定制化的高科技生产方式,它并不等同于用机器替代人,智能制造与机器的自身发展离不开专业技术人员,其催生的新产业生态更需要大量劳动力。如果没

修回日期:2020-06-14

基金项目:重庆市高等教育教学改革研究重大项目“一流机械工程专业人才培养供给侧改革开放研究与实践”;重庆大学新工科研究与实践重点项目“面向智能制造的机械工程专业改造升级路径探索与实践”;重庆大学2018重大教学改革项目“‘研究性学习’为导向的翻转课堂教学范式研究”(2018D03)

作者简介:冉琰(1988—),女,重庆大学机械与运载工程学院副教授,主要从事机电产品可靠性研究,(E-mail) ranyan@cqu.edu.cn。

有智能制造人才作为支撑,企业便可能跌入转型陷阱,因此智能制造对接人才的培养方式和培养目标成为亟待解决的关键问题。为保证企业能顺利转型,使我国能在全球化市场的激烈竞争中处于优势地位,本文从智能制造背景下工科人才能力素质需求的角度,分析智能制造对人才培养提出的新要求,针对地方本科院校机械专业人才培养存在的问题,提出一种面向智能制造的新型多学科交叉融合的机械工程人才培养模式。

一、智能制造人才能力需求分析和培养目标确定

智能制造是在常规制造技术的基础上,随着科技发展而升级的新制造技术。新制造技术主要包括现代传感技术、装备制造技术、自动化与控制技术、数字化技术以及虚拟现实技术等。这些制造技术通常具备三大主要特点,即高度自动化、高度信息化和高度网络化。在应用阶段,当人作为操控者与智能化机器发生交互作用时,作为使用者的人会以自己所拥有的知识和技能与智能化机器进行协同工作,或者通过操控使智能化机器之间互相协作,以此大幅度提升生产效率。因此,工作人员要做到熟练识别及正确使用设备,并能迅速解决使用中的常见问题,特别是对复杂系统的控制和操纵,要掌握一些基本的互联网软件使用技术,并能及时反馈用户体验等等,所以想成为一名合格的智能制造人才需具有多方面的技能和知识储备。高校作为培养人才的地方,需要深入了解在智能制造背景下,企业和社会的外部需求相较于过去有了哪些调整,学校对学生的毕业要求也应随着企业和社会的新需求而改变,使之更贴合人才培养的目的。

培养目标的设计首先应明确培养目的及对象,然后针对不同课程的社会需求进行相关调研,再总体围绕“掌握知识、具备能力、形成素质”三个层面的教学目标,以反向设计的思路开展培养目标的体系建设,最终形成外部需求(制造业转型升级、产业结构迈向中高端、实施制造强国战略与《中国制造2025》规划和一流学科建设需要等等)和高校本身的内部需求(办学思路、世界一流大学和一流学科建设)相结合的培养目标体系,从培养目标出发,由培养目标决定毕业要求,由毕业要求决定课程体系,由课程体系决定教学内容、教学模式和实践条件等。

二、地方本科院校机械工程专业人才培养现状

目前地方本科院校机械工程专业在应用型人才培养的过程中存在一些问题,无法与智能制造业新背景下对人才在技能、知识储备和素质能力方面的要求相适应。

(一)教学方式偏理论性,缺乏互动性

21世纪国内高等教育进入大众化阶段,全国高等学校数量和规模在不断扩大,高等教育也在逐步普及。但教育机制和教学资源的不均性也带来一些弊端,诸如师资力量和教学资源有限、教学质量不高等,这在一定程度上影响了学生专业知识的储备。此外,经过调查发现教师受传统教学模式的影响,教学过程中重视理论知识传授,忽视师生之间的互动交流,学生学习理解起来较难,不能很好地吸收新知识,大大降低了课堂教学效率。没有创新性和没有互动的课堂教学,难以培养学生的创新能力和思考能力^[2]。

(二)培养标准缺乏时代性

近年来高校人才培养产量大,但大多质量不高。智能制造背景下的专业人才培养标准逐渐由

原有的知识储备型转向实践应用型,能够灵活地将知识转化为技能成为人才必备的一项本领,这也是新形势下机械工程专业人才必备的能力素养。但是目前地方高校人才培养目标与企业和社会的需求严重脱节,毕业生进入社会仍然不能很好地将专业所学用于解决工程领域的复杂问题,难以满足企业的实际需求,以致企业顺应时代发展所急需的人才资源相对短缺,反映出高校人才培养标准缺乏时代性的弊端。

(三) 学院独立,师资分配不合理

智能制造涉及机械、电子、信息、人工智能和系统管理等领域新知识,具有学科内容综合性强、跨度大、应用难的特点,在专业课教学中应增加智能制造等相关教学内容。但是目前高校各学院大多独立设立,各学院在师资、技术和资源上的割裂状态,不利于复合型智能制造人才的培养。尽管有学校设立跨学科的教学平台,但对教师要求较高,如教师对智能制造关键性技术缺少了解,实践经验不足,则往往难以胜任智能制造课程的教学^[3]。

(四) 实践教学环节不够深入

工科类的课程设置仍然是理论教学占主导^[4],虽然有少数院校进行了针对性的改革,在课程教学中安排了实践环节,但收效甚微。究其原因,一是受学校自身资源限制,实践环节往往并不能全面展开,更多的是让学生自行组织安排,或者教师示范,学生统一观看,学生实践技能难以得到有效的锻炼和提升。二是有院校专门设置特定的时间安排学生去部分企业实习,完成相应的实践任务,希望通过此种方式强化学生实践能力,把所学理论知识与实际应用相结合,培养学生的探索精神、创新能力,提高学生解决实际工程问题的能力。但是通过调查发现,学生企业实习周期太短,难以完成具体技能以及操作方法的学习,而且企业实习大多以参观性的方式进行,学生没有实际动手操作的机会,严重制约了学生实践能力的提升。

三、智能制造背景下的机械工程专业新型人才培养模式

在智能制造背景下高校要培养紧缺的跨学科复合型高素质人才,应在培养目标、教学内容、课程结构等方面进行改革,面向智能制造创新机械工程专业人才培养模式。

(一) 以多学科交叉融合作为机械工程专业新型人才培养模式的要素支撑

构建多学科交叉融合的人才培养模式,旨在培养高精尖的创新型人才,满足企业人才需求的同时促进智能制造业的不断发展。多学科交叉融合人才培养模式有助于提升学生的创新能力和综合素质。美国早在 20 世纪 50 年代提出科学素养的概念,并将 STEM [科学 (Science)、技术 (Technology)、工程 (Engineering) 和数学 (Mathematics) 的缩写] 教育作为跨学科整合的课程结构形式,将其缩写正是为了强调多学科的交叉融合。STEM 教育并不是科学、技术、工程和数学教育的简单叠加,而是四门学科内容组合的有机整体,旨在更好地培养学生的创新精神与实践能力和实践能力。跨学科教育意味着教育工作者在教育中,不再将重点放在某个特定的学科或者过于关注学科的界限,而是将重心放在特定问题上,强调利用各学科的相互关联来解决问题,实现跨越学科界限,从多学科知识综合应用的角度提高学生解决实际问题能力的教育目的。将多学科交叉融合作为人才培养的要素支撑,有效整合内外部资源,加大人才培养的深度和广度,正是践行以一流学科建设带动学校整

体水平提升的重要措施,以培养更多满足社会需求的创新型人才。

(二) 建立多学科交叉融合为基础的机械工程专业人才培养体系

1. 确立培养目标

培养目标是培养体系的宗旨,贯穿整个培养体系的建设。在智能制造背景下,机械工程专业人才培养目标是培养宽口径复合型人才、拔尖创新型人才以及具有“大工程观”的人才。国家大力支持高校和职业院校开展智能制造学科体系和人才培养体系建设,正是希望充分发挥科研院所、高校、职业院校等的平台作用,培养知识和技能并存的应用型人才。因此,人才培养目标可从两个方面进行考虑:一是培养机械工程专业学生跨学科的学习能力和思考分析能力,培养学生对实际问题的批判思维和创新意识;二是注重培养学生的实践和创新能力,引导他们将掌握的学科知识向能力素质转化,形成知识、能力、素质“三位一体化”的应用型人才培养体系。

2. 拓展教学内容和方式

智能制造背景下机械学科的发展可以简单归结于五个字:数、自、集、网、智(图1)。“数”即智能制造发展的核心——数字化,机械行业必然向数字化转型。“自”即智能制造发展的基础——自动化,意味着机器设备或生产管理完全处于自动化状态。“集”即数字化与自动化共同作用的结果——集成化,技术与管理的集成将大大节省资源、空间与人力,是智能制造发展的必然结果。“网”即智能制造发展的道路——网络

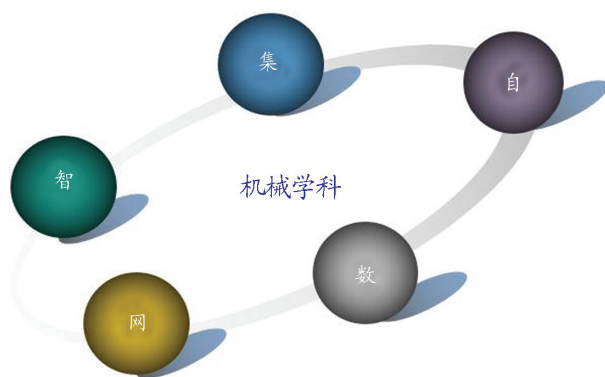


图1 智能制造背景下的机械学科

化,网络化也是现代企业生产活动不可或缺的运行环境,是不断推动制造业走向全球化、整体化、有序化的必备品。“智”即当下智能制造的核心——智能化,亦是智能制造的最终趋向。学院可以大力开展与智能化主题相关的创新设计大赛、工程挑战赛、大数据网络知识比赛等,以激发学生兴趣,鼓励学生自主学习智能制造相关学科知识,强化智能化软件应用能力,引导学生多动手、多动脑,创新思维。还可组建包括计算机等智能化学科在内的教学、比赛等多学科交叉团队,配备一名智能技术领域的高级工程师或专业导师协同开展智能制造相关方向的研究。在协作中互相交流,加深交叉学科之间的联系。在教学过程中,建立健全专业师资队伍建设的规章制度与运行机制,确保教学质量的全面提高。教学内容上,专业教师也应关注相关领域的技术发展前景,了解前沿学科发展情况,及时对教学内容进行适当增减,并根据内容的变化对教学方式适当进行调整,而不是一味地在封闭的场所进行教学。教学方式的多样化可以极大地提升学生对教学内容的兴趣,提高教学质量。

3. 构建多学科交叉融合为基础的机械工程专业人才培养课程体系

科学有效的课程体系是培养智能制造应用型人才的主要载体,是实现培养目标的奠基石。智能制造背景下培养机械工程专业人才,课程设置的关键在于以多学科交叉融合为基础,构建知识、能力、素质“三位一体化”的课程体系,优化课程结构。

高校专业课程体系的构建应结合本校办学特色和学科优势,本着多学科交叉融合的理念,以智能制造主题为核心,以模块化的形式构建包括基础知识教学系统、能力课程教学系统和素质课程教学系统的专业课程体系(图2)。基础知识教学系统强调知识讲授的系统性以及知识的应用,重视学习、工作、创新等关键能力的培养,为学生可持续发展打牢基础。能力课程教学系统强调学生职业技能、工作能力、职业资格等职业能力的培养,强化应届毕业生就业的岗位适应性和针对性。素质课程教学系统强调应用型人才日常行为素质的养成,培养学生的综合素质,树立“忠诚胜于能力,态度决定一切”的理念,提高学生职业文化素养。上述三大系统模块有机融合,形成模块化课程体系,既突出专业特色,又体现“以服务为宗旨”的要求,以满足社会经济发展对应用型创新人才的需求。

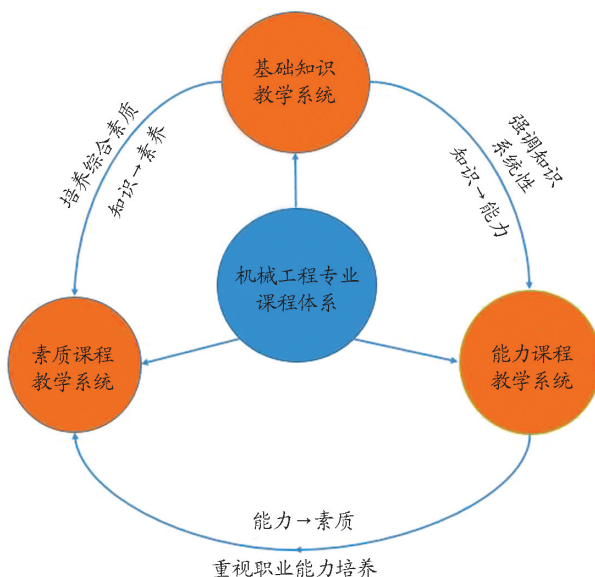


图2 机械工程专业课程体系模块化设置

四、智能制造背景下机械工程专业人才培养方式升级

(一) 教学中重视理论和实践、传统和现代的结合

理论和实践应是有机结合的整体。高校需立足学生,提倡兴趣化实践教学,确保机械工程专业学生能融会贯通地掌握学科知识。以智能制造相关的工程图学课程为例,教师可以将传统的投影基本理论,通过减速机测绘和仪器绘图强调理论在工程表达中的应用,并培养学生的空间想象力。以现代计算机实体构型理论为主要内容,通过综合创新项目强化三维建模、自底向上或自顶向下设计以及工程信息表达的实践应用,培养学生应用现代设计方法开展创新设计的能力,提高学生发现并解决实际工程问题的能力,从而促使学生真正将知识内化。

实践是激发学生学习兴趣,强化师生之间互动的有效手段,帮助学生养成勤动手、勤动口的好习惯,通过一对一、手把手的指导,强化学生的实践能力和创新精神,提升人才培养质量。教学环节适当突出智能制造领域和专业发展前沿知识,保证教学理论与实践的紧密联系,真正做到理论与实践相结合,创新教学方法,体现新的教学理念,实现教学水平的提升。

(二) 校企协同开展合作,培养知识+技能型人才

校企合作培养模式(图3)让学生提前与社会零距离接触,既能提高学生理论和实践能力,又能使企业优先储备所需人才。人才培养的最终目标是与产业和行业相结合,让人才走向市场应用。因此,应充分发挥企业在把握行业发展方向、行业标准、制造及服务标准等方面的优势,为高校人才培养提供信息和指导,同时为人才提供实践机会,增强人才的社会适应性。目前已有高新技术企业与部分高校开展深度合作,共同建立“校企合作型”实践平台。校企合作实践模式将校外优质教育资源引入学校,搭建校企对接服务平台,供学生进行实践培训,形成理论与实践完美结合的培养模式。英特尔、华为、IBM等公司在校企联合培养智能制造人才方面提前布局,通过开发课程和实验平台,将企业所拥有的软硬件资源提供给高校师生使用^[5],培养知识+技能型人才。实践教学中指导教师根据所要完成的教学任务为学生提供相应的实践操作指引,在此过程中学生对理论知识有了更充分的理解消化和吸收,对智能制造相关工作及模式有更加全面的了解。总之提升学生的动手操作能力,让学生具备良好的职业素养,学生走出校门才能更好地胜任工作职责。

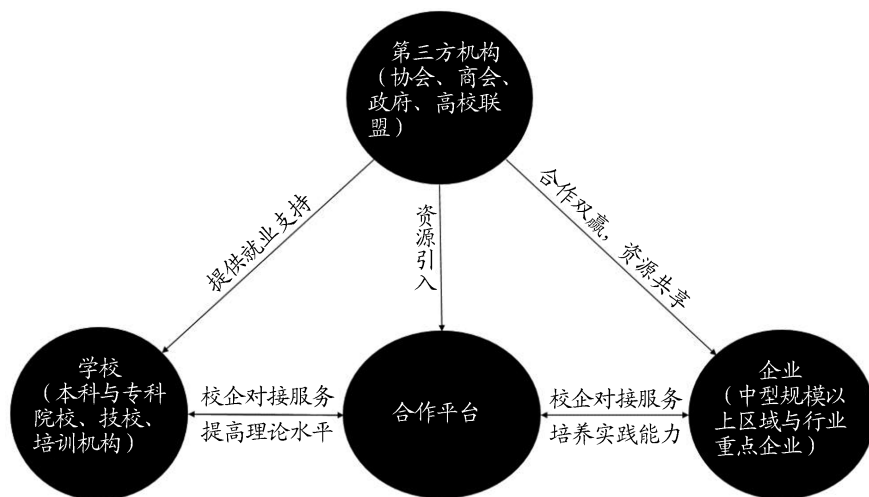


图3 校企合作模式

(三) 加强互联网课程平台建设,助力教师教学能力提升

2012年以来,清华大学、北京大学、上海交通大学等高校率先开展了大规模在线课程的建设与应用,如MOOC和SPOC在线学习平台,旨在激发学生自主学习兴趣,培养自主学习能力。与传统的课堂教学相比,融合互联网技术和新媒体技术的互联网课程教学拓展了课程资源的辐射范围,丰富了课程资源的展示形态。互联网课程平台的课程资源,其开放程度取决于平台的开放程度。任何人只要链接网络就可以获得课程资源,由此而产生的翻转课堂教学和混合式教学成为真正意义上的一种课程教学生态。翻转课堂是将“课堂上听教师讲解,课后回家做作业”的传统教学模式,转变为“课前在家里观看教师的视频讲解,课堂上在教师指导下做作业或做实验”的教学模式^[6]。翻转课堂与MOOC资源的耦合教学模式,能拓展学生的知识领域,提升学生的探索性学习能力。混合式教学模式的出现则更早于翻转课堂教学模式,简单来说就是将传统课堂教学与互联网在线课程教学相结合,实现优势互补,提升教学效果。开展混合式教学的关键在于教师,应加强教师现代网络技术的教学能力。培养创新型人才不能仅仅依赖课堂教学,更要发挥多种信息化平台的作用,这

些平台的信息资源能弥补课堂教学的不足,并进一步延伸课堂教学^[7]。

(四) 强化基于数字化技术的教学内容

机械工程专业作为一门与数字化技术紧密联系的专业,其数字化技术一直被企业等用人单位所重视,该技术主要以机械产品的数字化设计为主。针对培养目标,从理论课程出发,结合相关实验课,通过实践项目强化学生的数字化技术应用能力。如在课程设计、毕业设计中,以常见机械产品的三维模型设计为核心,培养学生数字化设计能力,最终形成一套面向数字化设计的能力培养体系(图4)。通过调查研究发现,该培养体系涵盖智能制造人才所必须掌握的工程实践应用技能。

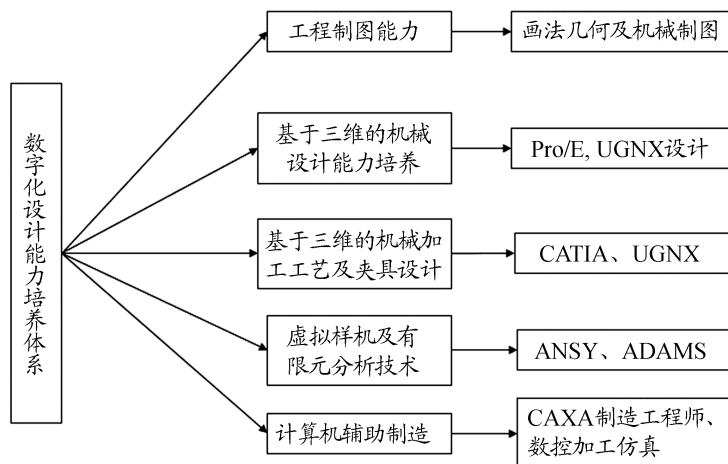


图4 数字化设计能力培养体系

(五) 智能制造人才培养层次和阶段划分

高校培养智能制造人才不仅需要了解最终的培养目标,更需要了解智能制造体系的未来架构。该架构主要包括由智能科学与技术专业和智能制造专业教育构成的核心层、面向重要学科方向与经济社会重大需求的智能制造应用领域的衍生层,以及面向行业领域将智能制造与相应行业的既有专业进行结合的复合层。因此,智能制造人才被划分为核心专业人才、行业交叉人才和政府管理人才等。不同类型的人才应在不同的高等教育阶段进行培养。长期以来,我国通过建设智能科学与技术本科专业开展智能制造本科生的培养,通过科研带动智能制造相关研究领域的研究生培养。目前也有部分高校陆续设立智能制造学院,积极参与“新工科”建设,为智能制造领域的本科生和研究生培养搭建了更坚实、更开放的平台。

五、结语

目前智能制造技术正处于快速发展的时期,企业和社会对机械工程专业人才的需求渐趋多样化复杂化,科学全面地构建面向智能制造背景下机械工程专业人才的培养模式至关重要。本文探究面向智能制造背景下的机械工程人才培养模式,从智能制造人才能力需求和培养目标出发,针对地方本科院校工程专业人才培养现状中的问题,提出以多学科交叉融合为要素支撑的新型智能制造人才培养模式,探讨新的人才培养模式下教学内容改革、教学体系构建及培养方式升级等一系列具体措施,为智能制造背景下高校培养智能型人才提供一种新的路径和思考。

参考文献:

- [1] 戴有华, 刘旭, 黄克. 智能制造形势下机械专业技术技能型人才职业素养研究[J]. 中国教育技术装备, 2019(24): 134-136.
- [2] 孙立峰. “智能制造”背景下应用型本科院校机械人才培养的探究[J]. 才智, 2019(30): 105.
- [3] 李梅红. 智能制造视域下高职专业人才培养研究——以机电一体化专业为例[J]. 天津职业院校联合学报, 2019, 21(7): 3-8.
- [4] 李小号, 孙少妮, 赵群超. 机械制图课程实践环节教改思考[J]. 中国教育技术装备, 2018(20): 129-130, 136.
- [5] 张玉, 陈驰, 张斯阳, 等. 校企合作视角下智能制造技术人才培养探究[J]. 科技创业月刊, 2019, 32(11): 138-139.
- [6] 朱爱青. 高职院校人才培养体系构建与长效机制研究——基于产教融合视角[J]. 职教论坛, 2019(3): 151-157.
- [7] 雷丽霞, 张尚民. 移动互联网时代教师利用新媒体教学的探索与实践[J]. 现代经济信息, 2019(22): 430.

Research on the cultivation mode of mechanical engineering talents for intelligent manufacturing

RAN Yan, ZHANG Dingfei, LI Congbo, TANG Baoping, XIAO Guijian

(School of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

Abstract: Intelligent manufacturing is the main trend in manufacturing today, and talent is the primary resource. Colleges and universities, as the origin of export of a large number of talents, face huge challenges. Aiming at the problems of engineering application ability cultivation of domestic college mechanical engineering students, this paper proposes new requirements for the talents of mechanical engineering professionals in the context of intelligent manufacturing based on the training objectives and the corporate social needs analysis. Based on the analysis of the status quo of the training of mechanical engineering professionals in some local undergraduate colleges, a new multidisciplinary cross-integration training model suitable for mechanical engineering professionals is proposed. Compared with the traditional interdisciplinary teaching program, the new multidisciplinary cross-integration training model has obvious universality. It can provide suggestions for cultivating high-quality intelligent manufacturing application talents that meet the requirements of enterprises.

Key words: intelligent manufacturing; mechanical engineering; new multidisciplinary; applied talents

(责任编辑 王 宣)