

地方行业高校新工科专业人才培养体系研究与实践

——以沈阳建筑大学机械工程学院为例

张珂,赵德宏,赵金宝,邵萌

(沈阳建筑大学机械工程学院,辽宁 沈阳 110168)

摘要:新一轮世界科技革命和产业变革的孕育兴起对高等教育产生了质的影响。地方行业高校同时承载着为区域经济建设和行业技术进步培养卓越工程人才及领军人才的双重使命。基于新工业革命加速新工科建设及区域和行业发展的多样化人才需求分析了新工科人才分类培养的必然性,并以沈阳建筑大学机械类专业分类人才培养模式为例,分别从创新校企协同、科教融合机制,深化培养模式改革,创新课程思政与专业思政建设,加强学生学业过程引导和价值引领,以课群建设为抓手、综合性实验实践项目为突破,创新人才培养体系,以学生核心能力和素养为导向,创新课程考核与评价体系4个方面阐明了新工科建设思路及具体举措。沈阳建筑大学机械工程学院的实践探索表明:新工科专业人才培养体系在专业建设、师资队伍建设、一流课程建设和学生培养质量方面取得了初步成效。

关键词:地方行业高校;新工科专业人才培养;分类培养;机械类专业

中图分类号:G642 **文献标志码:**A

努力培养担当民族复兴大任的时代新人,培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人,这是新时代赋予中国高等教育的重要使命。工程技术是连接科学发现和产业发展的桥梁,推动社会生产力和人类文明的发展^[1]。“新工科”对应的是新兴产业,首先指针对新兴产业的专业,如人工智能、智能制造、机器人、云计算等,也包括传统工科专业的升级改造。新的工科课程体系强调实践,各“课程元”以课程内项目、课程组项目、多学科团队项目、科研实践项目和毕业设计研发项目“3类5种项目”为主链,形成一个

紧密关联的整体,强调学有所用,鼓励学生创造和创业,使毕业生能支撑新兴产业,甚至创造产业新领域。新工科对高等教育产生了质的影响^[2],对于高等教育,尤其是高等工程教育来说,推进“新工科”建设是主动应对新一轮科技革命和产业变革、发展新经济、应对未来战略竞争、推动高等教育改革创新的需要^[3]。

从目前国内大学的专业设置情况看,电子技术、计算机技术、网络与信息工程、安全工程、新能源等专业将纳入“新工科”的范畴。从这些专业的分布中不难发现,“新工

收稿日期:2020-12-03
基金项目:辽宁省教育科学“十三五”规划立项课题(JG17DB418,JG17DB423);辽宁省普通高等教育本科教学改革研究项目(2018305);沈阳建筑大学人才培养专项(J2018070411603)
作者简介:张珂(1969—),男,辽宁沈阳人,教授,博士。

科”的专业设置将以互联网和工业智能为核心,以新型信息、能源、控制等为主干。

由行业高校转型发展的地方行业高校是我国高等教育的重要组成部分,同时承载着为区域经济建设和行业技术进步培养卓越工程人才及领军人才的双重使命。新一轮科技革命和产业变革的加速推进使地方行业高校迎来了新的机遇和挑战。近年来,坚持特色发展使地方行业特色型高校在“双一流”建设竞争中找到差异化的发展途径,突出了学科优势,强化了办学特色,树立了良好的行业声誉,加大了社会影响力^[4]。

但目前地方行业高校大都采用传统的人才培养方式,从培养目标制定、课程体系设置、教学内容规划到实践环节安排都已经不适应多样化、个性化的人才培养需求,现有培养体系不能最大限度地开发、挖掘出不同个体身上的潜质与才能,在工程能力与创新能力培养上存在明显不足。这种过去行之有效的人才培养模式已无法满足制造业转型升级和产业变革对高素质人才的需求。因此,如何培养地方和行业需要的领军人物和多样化骨干人才,是摆在地方行业高校面前的重大课题。

一、新工科人才分类培养的必然性

1. 新工业革命加速新工科建设的需求

当今世界正处于百年未有之大变局,第四次工业革命和产业变革蓬勃发展,不仅引发了世界格局的深刻调整,重塑了各国在全球竞争中的位次,而且颠覆了原有的产业形态、分工和组织方式,重构了人们的生活、交流和思维方式,某种意义上使人与世界的关系发生了改变。这使得高等教育的改革发展既迎来重大机遇,同时也面临重大挑战^[5]。伴随着科技的迅猛发展,新生、新兴、新型学科不断涌现,产业发展面临转型升级,社会对工科学科发展、工程人才培养都提出了新要求,建设“新的工科”,适应“工科发展新要求”已经成为工程教育改革与发展的必然方向^[6-7]。工程教育理念逐渐从狭隘的专业教育走向更加广博的“大工程观”教育;工程教

育的目标逐步从单一狭窄走向多元复合;工科院校的课程体系逐步从单科独立走向交叉综合;工程教育实践逐步从课内、校内走向内外结合。大工程教育观多元复合、交叉融合、内外结合已经成为新工科建设的内在要求^[8]。

在新经济、新业态、新技术、新模式、新产业的驱动下,各行各业都面临着新的挑战和发展机遇。数字中国、智慧社会建设在中华大地蓬勃兴起,赋予传统建筑业全新的智慧内涵。新型城镇化建设、物联网、区块链、人工智能技术的发展对建筑行业产生了深远影响,智慧建筑、智能建造、建筑工业化技术的发展向建筑行业工程技术人员提出了新要求,建筑行业迫切需要适应新产业变革的研究型和应用型工程技术人才^[9]。

2. 区域和行业发展的多样化人才需求

2009年以来,“以社会需求为导向,推动新一轮高等教育改革”的政策导向使我国高等教育回归了其市场属性。随着我国高等教育从精英阶段迈入大众化阶段,社会企业对人才的选择呈现出长尾理论现象^[10]。社会企业对高等教育的需求既有纵向层次的差异,也有横向断面的不同,社会对人才培养需求的层次性与多样性越来越清晰^[11]。

沈阳建筑大学地处东北老工业基地,主要服务于我国建筑行业的发展,当前区域和行业企业都面临着传统技术升级和产业转型发展的迫切需求。随着新经济、新业态和新技术的发展,区域和行业企业既需要适应市场变化的研究型人才,同时也需要能对现有技术进行消化、传承和升级的应用型人才。因此,培养区域和行业发展的需求的研究和应用型人才才是地方行业高校的根本任务。

3. 学生个性化培养的机遇与挑战

随着我国高等教育由精英教育向大众化教育发展,高等教育培养对象发生了显著变化。近年来,地方行业高校坚持差异化发展和特色办学的思路,赢得了良好的社会声誉。沈阳建筑大学生源成绩高于所在省份一本线。学生总体上具有良好的学业基础和较强

的学习能力,但个体学习能力和学习习惯也存在着明显的差异。学生因先天秉性和后天成长经历形成的特征、特长与兴趣决定了其未来可能为社会作的贡献^[12],发展学生的个性,是实施创新教育的必要途径。

现代信息技术的发展使传统教育突破了教材、教室等资源 and 时空的限制,为学生的个性化发展提供了良好的机遇。但如何尊重学生在学习中的主体地位,充分激发学生内在潜能和动力,使其成为掌握科学认知方法的自主学习者,也使高校教师从知识的讲授者转变成学生敏锐独立思考能力、有效拓展知识迁移能力和灵活开放创新意识的培养者,则是高等教育面临的新挑战^[13]。

二、新工科人才分类培养的建设思路及具体举措

1. 建设思路

沈阳建筑大学机械类专业是原建设部重点规划的工程机械类人才培养基地。近年来,机械工程学院立足“立德树人”根本任务,紧紧围绕“服务区域经济发展需求,促进行业技术进步,为学习者创造价值”的宗旨,深入贯彻新工科教学理念,建设“学生中心、产出导向、持续改进”的创新人才培养体系

和模式,探索实施地方行业高校分类优化的研究应用型人才培养模式改革。

主要建设思路为:以“一流本科研究计划”和“一流本科卓越计划”为抓手,深化校企合作和科教融合,解决培养模式单一、学生缺乏个性化培养路径的问题;以理论和实践课程思政建设为突破口,协同推进专业思政建设,转换教与学中心地位,解决学生“为什么学、学什么、怎么学”的核心问题;以课群建设为抓手,以综合性、开放性、创新性实践和实验项目教学改革为突破,构建宽基础、重实践、交叉融合的课程体系,打破传统课程边界,将碎片化知识转化为学生核心能力,培养新工科专业人才;以学生核心能力和素养为导向,创新课程考核方式与评价体系,严格教学过程管理,构建持续改进的人才培养体系。

2. 具体举措

(1)创新校企协同、科教融合机制,深化培养模式改革

沈阳建筑大学机械工程学院以国家级工程实验室和区域校企联盟为依托,结合区域和行业优势,通过“一流本科卓越计划”和“一流本科研究计划”,创新校企协同、科教融合机制,提升融合创新的广度和深度,构建新工科人才培养体系(见图1)。

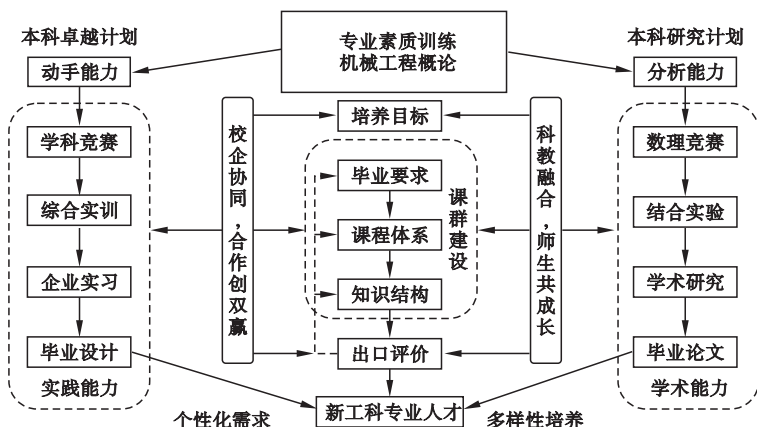


图1 机械类专业新工科人才分类培养体系架构

①深化校企协同、科教融合,丰富新工科专业建设内涵。2016年以来,机械工程学院在合理分析东北及其他区域和行业发展趋势的基础上,根据现代建筑产业化的行业发展趋势,联合北方重工集团有限公司等企业,结

合“十三五”科学计划项目研究,增设了现代建筑产业化装备人才培养方向,主要培养熟悉装配式建筑构件生产装备、工艺流程及施工装备,能够从事相关领域产品设计、工业规划、运营管理的应用型人才。2017年,机械

工程学院与沈阳机床(集团)有限责任公司、新松机器人自动化股份有限公司等单位合作培养智能制造专业方向人才,培养具备现代智能化制造装备设计开发能力、智能制造生产线系统规划与设计能力、智能制造生产管理与数据应用能力的研究应用型人才。

②深化校企协同、科教融合,促进双师型队伍建设。2015年以来,机械工程学院先后引进国家千人计划专家、国家百千万人才等企业高层次工程技术人才12人,委托培养、培训双师型教师48人次,通过丰富的校企合作和纵向科学研究,培养了一支业务素质过硬、经验丰富的一流师资队伍。

③深化校企协同、科教融合,贯彻人才全过程培养体系。2015年年来,机械工程学院积极推进理论课程项目式教学改革,筛选提炼了30余项科研和企业实际工程案例为教学案例;通过与企业合作开展学生实践项目,获批了2个省级大学生校外实践教学基地;融合最新科研成果开设4项综合性、研究性实验教学项目,丰富了课程建设内涵;邀请企业和行业专家,依据最新行业标准为毕业设计等实践类课程制定质量标准文件,提升课程质量要求;重视学生毕业设计和毕业论文工作,学生选题中实际参与企业项目与科研项目的比例达到82.4%,聘请企业合作指导教师26名。

④坚持“以学生为中心”,深化校企协同、科教融合。通过实施灵活的“一流本科卓越计划”和“一流本科研究计划”,以学生个人素养为依据、个人意愿为基础,实施分类人才培养方案。保证学生接触、融入校企合作和科研项目,使产教、科教融合贯穿人才培养体系的全过程,提升学生主动参与和自我提升意识。

(2)创新课程思政与专业思政建设,加强学业过程引导和价值引领

将立德树人贯彻到高校课堂教学全员、全过程、全方位之中,推动思政课程与课程思政协同前行、相得益彰,构筑育人大格局,是新时代中国高校面临的重要任务之一。实施

课程思政与专业思政建设,既是落实“立德树人”根本任务的要求,也是实施分类人才培养,进行学生学业引导和价值引领的必然要求。机械工程学院构建了理论和实践课程一体化的协同育人格局和学业引导体系。

①在理论课程设置和教学方面,改革一年级引导课程,邀请全国机械类专业教学指导委员会副主任委员、全国模范教师、国家千人计划专家、长江学者特聘教授等专家学者,组织专门的教学团队,共同承担机械工程概论课程教学任务,围绕对学生的价值引领拟定教学大纲和要求。同时,以教师党支部(全国党建工作样板党支部)为牵引,实施专业课程思政建设。目前,机械类专业13门基础课程全部制定了课程思政教学大纲和价值引领体系,实现了思政教学的改革目标。

②在实践课程设置和教学方面,强调实践课程的引导作用,注重实践项目的开放性和工程价值,关注实践课程对学生知识获取、能力培养和核心素养的多重作用。机械类专业一年级的专业素质训练课程如图2所示。

该项目通过学生团队协作共同完成,学生需要完成特定工程机械模型的拆解和测绘、工程图纸绘制和三维数字化建模、3D打印与装配、材料总结与答辩。该项目融合了机械结构、机械制图、制造技术、工程材料和工程软件等学科的基础知识点,课程采取交叉评阅、互换建模、装配比赛等灵活的教学组织形式,培养学生问题分析、沟通表达、工具应用、团队协作、项目管理和自学等核心能力,培育学生严谨、有耐心、有毅力、会包容的工程素养,实现对学生的价值引导。通过专业理论课程、实践课程思政建设和学业引导,学生能够了解机械学科全貌,了解学科发展前沿,在实践中坚持对工程价值的追求,结合学生“一流本科卓越计划”和“一流本科研究计划”,实现学业的自我规划。

(3)以课群建设为抓手,综合性实验实践项目为突破,创新人才培养体系

人才培养模式改革创新的基础是培养体系的变革,课程体系是培养体系的基本框架。

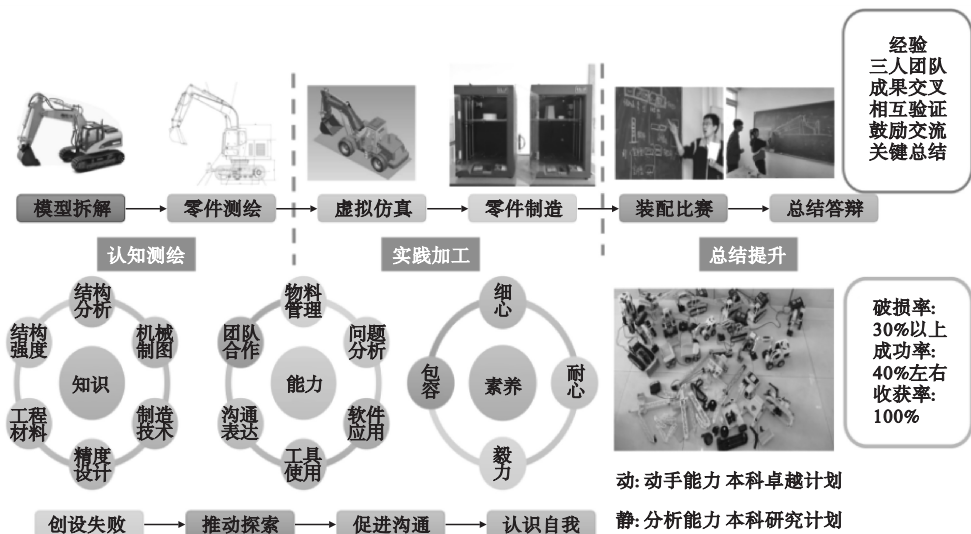


图 2 专业素质训练课程模型

为解决知识碎片化问题,突出“产出导向”的核心导向作用,机械工程学院以课群建设为抓手、综合性创新性实验实践项目为突破,发挥传统理论课程与实践课程作用,以综合性实验实践课程引导和检验理论课程教学,创新人才培养体系改革路径。

①机械工程学院围绕机械类专业人才培养目标和毕业能力要求,以综合性实验实践类教学项目改革为突破,设置“专业素质训练”“机械原理与设计”“机械设计与制造”“液压传动与控制”和“专业方向课程设计”等综合性实践项目以及“机械传动综合实验”“机械设计与制造综合实验”“机械制造与测量综合实验”“机电一体化综合实验”和“专业方向综合实验”项目。通过开展学年学期实验实践项目实现传统实验实践课程对理论课程知识的实践检验作用,实现以综合性实验实践能力培养为目标,以理论课程为支撑的课程体系角色转变,使学生明白要学什么、要做什么、能做什么。

②在理论课程体系方面,打破传统课程边界,建设“机械基础”“力学基础”“流体与液压传动基础”“机械设计基础”“机械制造基础”“机电传动与控制基础”等 9 个学科基础课群,由知名教授牵头,围绕专业人才培养目标和毕业要求,明确课群建设和教学目标及要求,配合综合性创新性实验实践教学,形

成专业学生核心能力培养的总框架。同时,实施宽基础、模块化的课程体系配置方案,结合“一流本科卓越计划”和“一流本科研究计划”,满足学生个性化成长和多样化人才培养的需求。

(4)以学生核心能力和素养为导向,创新课程考核与评价体系

质量保障和持续改进是新工科专业建设的必要途径和保证。围绕学生核心能力和素养,建立了人才质量评价体系(见图 3)。

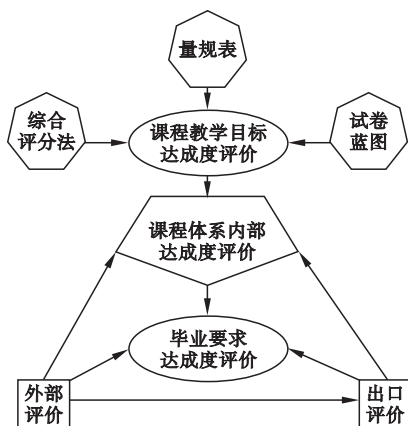


图 3 人才质量评价体系

课程考核方面,充分运用综合评分法、量规表法、试卷蓝图等多种手段,加强学生学习过程考核和教师教学过程评价。以机械原理课程考核量规表(见表 1)为例,围绕课程教学目标和能力要求,设定课程阶段性考核项

目和考核指标,引导教师注重学生核心能力和素养的滋养。

表1 机械原理课程考核量规表

考核项目	教学目标	毕业要求	考核占比/%	评价标准				
				90~100 (优)	80~89 (良)	70~79 (中)	60~69 (及格)	60以下 (不及格)
大作业1:针对中等复杂机构,进行结构分析,运动学、静力学分析,计算自由度,拆分杆组,分析速度和加速度,学会计算平衡力等,具有分析求解论证的能力	目标2	毕业要求1.4	10	分析思路清晰、方法正确,解析完整有效,结论准确	分析方法正确,解析完整有效,结论基本准确	分析方法基本正确,解析比较完整,结论基本准确	有解析过程,并有适当分析	有1项以上未完成;分析方法错误,结论完全不准
大作业2:设计偏置直动滚子推杆盘形凸轮机构,学会分析凸轮机构中压力角、基圆半径等参数之间的关系,培养方案设计能力、综合分析 with 整合思维能力	目标2	毕业要求1.4	10	完整完成机构廓线的设计,对各参数比较和分析正确	完成机构廓线的设计,对各参数的比较和分析基本正确	完成机构廓线的设计,能对各参数进行比较和分析	完成凸轮的设计和参数分析,但不完全正确	未完成凸轮机构的设计,或未对参数进行分析
大作业3:掌握典型机构,考虑同轴条件下两对齿轮参数的设计与计算、标准直齿圆柱齿轮设计与计算、斜齿圆柱齿轮设计与计算、变位齿轮的设计与计算,注重工程思维与创新思维的培养	目标3	毕业要求3.2	10	完整完成3类齿轮的设计与分析,方法正确,解析完整有效,结论准确	完成3类齿轮的设计与分析,方法正确,解析有效,结论基本准确	完成3类齿轮的设计与分析,结论基本正确	完成3类齿轮的设计与分析,但不完全正确	未完成全部3类齿轮机构的设计与分析,或结论、方法不正确
实验:机械运动创新方案拼接实验,学生根据实验要求,在机构创新平台上实施搭建实验方案,验证设计方案,观察运动特性,提交实验报告	目标4	毕业要求4.1	10	实验方案合理,实验平台搭建规范,实验结论准确有效	实验方案合理,实验平台搭建比较规范,实验结论正确	实验方案比较合理,实验平台搭建完整,实验结论基本正确	实验方案基本合理,完成实验平台搭建,获得实验结论	实验方案、实验平台或实验结论3项有1项以上未完成,或存在违规操作

三、结 语

基于新工业革命加速新工科建设及区域和行业发展的多样化人才需求,地方行业高校实施新工科专业人才培养模式改革势在必行。沈阳建筑大学机械工程学院分别从创新校企协同、科教融合机制、创新课程思政与专业思政建设、创建综合性实验实践项目、创新课程考核与评价体系等方面进行了实践探索,并在专业建设、师资队伍建设、一流课程建设和学生培养质量方面取得了初步成效。其中,机械设计制造及其自动化专业获批国家一流本科专业,一名教师获评全国模范教师,教师党支部获评全国样板党支部,学生获得全国“工程训练综合能力竞赛”第一名、“中国机器人大赛”冠军等优异成绩。沈阳建筑大学机械工程学院取得的成绩进一步

验证了新工科专业人才培养体系的优势。

参考文献:

[1] 习近平. 让工程科技造福人类、创造未来:在2014年国际工程科技大会上的主旨演讲[EB/OL]. (2014-06-03)[2020-11-13]. http://www.xinhuanet.com/politics/2014-06/03/c_1110968875.htm.

[2] 吴岩. 勇立潮头,赋能未来:以新工科建设领跑高等教育变革[J]. 高等工程教育研究, 2020(2):1-5.

[3] 吴爱华,杨秋波,郝杰. 以“新工科”建设引领高等教育创新变革[J]. 高等工程教育研究, 2019(1):1-7.

[4] 周南平,蔡媛梦. “双一流”建设中地方行业特色型高校的发展思考[J]. 江苏高教, 2020(2):49-54.

[5] 郑庆华. 新工科建设内涵解析及实践探索[J]. 高等工程教育研究, 2020(2):25-30.

- [6] 顾佩华. 新工科与新范式: 概念、框架和实施路径[J]. 高等工程教育研究, 2017(6): 1 – 13.
- [7] 王武东, 李小文, 夏建国. 工程教育改革发展和新工科建设的若干问题思考[J]. 高等工程教育研究, 2020(1): 52 – 55.
- [8] 秉林. 大力培育工程性创新性人才[J]. 清华大学教育研究, 2014, 35(4): 1 – 6.
- [9] 阎卫东, 张珂, 袁勇. 以“产教融合”为抓手推动建筑类高校人才培养内涵建设[J]. 中国建设教育, 2019(5): 16 – 19.
- [10] 吴向明. 高校人才培养的长尾理论: 从规模到质量[J]. 高等工程教育研究, 2009(1): 84 – 88.
- [11] 姜楠, 侯微, 魏学艳. 陪伴式教学在建筑类高校专业实习课程中的意义与应用[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版), 2021, 23(1): 98 – 102.
- [12] 卢晓云. 面向未来的教与学[J]. 中国大学教学, 2019(12): 49 – 53.
- [13] 杜燕锋, 于小艳. 大学知识生产模式转型与人才培养模式变革[J]. 高教探索, 2019(8): 21 – 25.

Research and Practice on Classified Training System of New Engineering Professionals in Local Industry Universities: Taking School of Mechanical Engineering in Shenyang Jianzhu University as an Example

ZHANG Ke, ZHAO Dehong, ZHAO Jinbao, SHAO Meng

(School of Mechanical Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

Abstract: The emergence of a new round of science and technology revolution and industrial change in the world has a qualitative impact on higher education. Local industry colleges and universities bear the dual mission of cultivating excellent engineering talents and leading talents for regional economic construction and industrial technological progress. Based on the new industrial revolution to accelerate the construction of new engineering and the demand of diversified talents for regional and industrial development, this paper analyzes the necessity of classified training of new engineering talents, and takes the classified training mode of mechanical specialty in Shenyang Jianzhu University as an example. The ideas and specific measures for the construction of new engineering are expounded from four aspects, namely, innovating the mechanism of school – enterprise cooperation, the integration of science and education, deepening the reform of training mode, innovating the ideological and political construction of curriculum and specialty, strengthening the guidance and value guidance of students, academic process, taking the construction of curriculum group as the starting point, comprehensive experimental practice projects as the breakthrough, innovating the talent training system, taking students' core competence and quality as the guidance, and innovating the curriculum assessment and evaluation system. The practical exploration of School of Mechanical Engineering in Shenyang Jianzhu University shows that the classification training system of new engineering talents has achieved preliminary results in specialty construction, faculty construction, first – class curriculum construction and student training quality.

Key words: local industry universities; new engineering professionals; classified training; mechanical majors

(责任编辑:郝雪 英文审校:林昊)