

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.02.004

欢迎按以下格式引用:李聪波,林利红,汤宝平,等.新工科建设背景下机械制造技术基础课程建设探索[J].高等建筑教育,2020,29(2):23-28.

# 新工科建设背景下机械制造技术基础课程建设探索

李聪波,林利红,汤宝平,江桂云

(重庆大学机械工程学院,重庆 400040)

**摘要:**基于新工科建设人才培养新模式,借鉴麻省理工学院(MIT)新工科人才理念,针对机械制造技术基础课程存在的教学内容有待更新、教学方式以“教”为主、教学环节缺乏工程训练、实践教学环节缺乏系统性以及课程考核缺乏实践考核等问题,提出机械制造技术基础课程建设新思路,调整人才培养目标,构建以理论教学、实验教学、实践教学为一体的课程体系,完善以学生为中心的教育教学方式和课程考核机制,积极探索新工科背景下课程建设的有效途径,不断提升教育教学质量,培养高素质创新人才。

**关键词:**新工科;机械制造技术基础;OBE理念;课程建设

**中图分类号:**G642.0;TH11

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2020)02-0023-06

为主动适应新一轮科技革命与产业变革,国家启动“中国制造2025”“一带一路”“互联网+”“人工智能”等一系列建设计划,以创新驱动发展<sup>[1]</sup>。自2017年2月以来,教育部积极推进新工科建设,奏响新工科人才培养的主旋律,拓展工程教育改革的新思路和新路径,助力高等教育的创新发展<sup>[2-3]</sup>。新工科内涵主要有“五个新”,即工程教育的新理念、学科专业的新结构、人才培养的新模式、教育教学的新质量、分类发展的新体系<sup>[4-5]</sup>。

美国麻省理工学院(MIT)提出新工科人才的12种必备思维:学习如何学习、制造、发现、人际交往技能、个人技能与态度、创造性思维、系统性思维、批判与元认知思维、分析性思维、计算性思维、实验性思维和人本主义思维。MIT新工科强调逻辑重构、内容重构、方法重构和能力重构,变革的重点集中在学生的学习方式和学习内容,目标是培养能够引领未来产业界和社会发展的领导型工程人才<sup>[6]</sup>。

在国家积极推进新工科建设背景下,结合重庆大学机械制造及其自动化专业“双一流”学科建

修回日期:2019-09-20

**基金项目:**教育部新工科研究与实践项目“多学科交叉融合的先进制造工程人才培养模式探索与实践”;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”

**作者简介:**李聪波(1981—),男,重庆大学机械工程学院教授,博士,主要从事高等工程教育研究,(E-mail)congboli@cqu.edu.cn。

设和工程教育专业认证,借鉴 MIT 新工科人才培养理念,适应时代发展和产业需求,重庆大学机械制造及其自动化专业对培养方案做了较大的调整,融合了大数据、智能制造、云计算等信息技术,对专业人才培养目标也进行了修订,即培养适应现代科技发展和国家经济建设需求,数理基础扎实,专业知识构架清晰,创新意识强,知识、能力、素质全面发展,能够在装备、制造、交通、能源、航空航天等领域,从事机械工程的科学研究、产品开发、设计制造、技术经济管理等工作的高素质创新型人才,为我国产业发展和国际竞争提供人才支持。

机械制造技术基础课程是重庆大学机械设计制造及其自动化专业的一门专业必修课程。目前新工科建设对创新型高级工程技术人才培养提出了更高的要求。同时随着时代的进步,特别是绿色制造、智能制造、机器人、增材制造(3D 打印)等新技术的发展,该课程教学也应紧跟时代步伐,对课程教学内容、教学环节、教学模式、实践环节以及课程考核方式等进行创新改革。

## 一、机械制造技术基础课程现状

重庆大学机械制造技术基础课程由原机制专业的专业课程金属工艺学、金属切削原理、金属切削刀具、金属切削机床概论、金属切削机床设计、机械制造工艺以及机床夹具设计七门课程整合改造而成,内容涉及金属切削基本知识、零件表面加工方法及刀具、金属切削机床、机床夹具设计、机械加工质量及其控制、机械加工工艺规程以及机械装配工艺基础等<sup>[7]</sup>。课程内容多,重难点多,知识涵盖面广,综合性、实践性较强。从新工科建设要求来看,目前该课程教学主要存在以下一些问题。

### (一) 教学内容有待更新

随着智能制造、绿色制造、机器人技术以及增材制造(3D 打印)等先进制造技术的发展,机械制造技术基础课程中的机械制造技术等传统知识缺乏先进性与应用性,与生产实际脱节,学生学习兴趣不高,认为课程学习无现实价值,难以激发学生的专业学习热情。

### (二) 教学中以教师的“教”为主

传统课堂教学通常以“教师为核心,课堂为中心”,教师“满堂灌”,学生参与度较低,学生接受知识往往靠死记硬背,难以提高学生学习知识的积极性。因此,应充分利用“互联网+”的现代教育技术,丰富课堂教学形式,探索多元化的授课方式,把以教师“教”为中心转变为以学生“学”为中心,着力培养学生终身学习的能力。

### (三) 教学中缺乏工程训练环节

传统教学中教师仅仅根据教材进行理论讲解,即认知教育,教学环节缺乏工程训练,学生不知道如何应用所学知识,更缺乏采用批判性思维分析、研究、解决机械工程领域复杂问题的能力,远远达不到新工科建设对创新型人才培养的要求。教学中可通过小组分组讨论,以项目驱动研究设计、专题研究论文、自学、文献检索与综述论文等教学环节,着力培养学生的创造性思维能力、协作能力、表达能力,以及运用机械制造方面的专业知识解决复杂工程问题的能力。

### (四) 实践教学亟待完善

与机械制造技术基础课程直接相关的实践教学主要有金工实习、课程实验、工艺课程设计以及生产实习。其中金工实习包括毛坯图绘制、编制零件的加工工艺方案以及加工工艺文件等内容;课程实验包括刀具认知实验、车刀角度测量、切削力实验、切削温度实验等。通过上述实践教学,强化学生对金属切削刀具、金属切削原理、金属切削机床、机械加工工艺规程设计、机床夹具设计等课程内容的理解。但是目前实践教学还存在许多问题:一是有些实践教学内容存在交叉,缺乏系统性;

二是验证性实验较多,不利于培养学生发现、分析和解决问题的能力,进而影响学生创造性思维的训练;三是有的实践内容脱离时代需求,与当前的智能制造相去甚远,无法培养适应社会需求的创新型高级工程技术人才。

### (五) 课程考核缺乏实践考核

目前机械制造技术基础课程考核仍以理论考试为主,学生的实践能力并不作为主要考核要素,且实践能力的考核基本以实验报告为主,未做到理论与实践并重。这一课程考核方式忽视学生综合能力的评价反馈,不利于提高学生解决复杂工程问题的实践能力,不符合产出导向教育(Outcome Based Education,简称 OBE)理念<sup>[8]</sup>。

## 二、新工科建设背景下机械制造技术基础课程建设探索

未来经济建设需要的是创新能力强、工程实践能力强的高素质综合型人才,为此重庆大学结合机械设计制造及其自动化专业“双一流”学科建设和工程教育专业认证,积极推进机械制造技术基础课程建设,紧紧围绕新工科人才培养要求,加大课程建设力度,构建以理论教学、实验教学、实践教学为一体的课程体系,强化学生创新思维能力的培养,着力提升教学质量和教学效果,为我国的产业发展和国际竞争提供人才支持。

### (一) 课程建设理念

在高校人才培养中,工程教育新理念 OBE 强调课程教学应从以教师为中心转向以学生为中心,构建以结果为导向的人才培养体系,从质量监控向持续改进转变<sup>[9]</sup>。OBE 理念采用自顶向下的设计,即根据社会需求提出明确的培养目标,以学生毕业要求支撑培养目标,以课程体系支撑毕业要求,以教学环节体现课程体系,将师资队伍投入教学环节,各项支持条件需满足教学需求(图 1)。最终反向推导满足专业培养目标而需要课程教学应达到知识、能力和素质的培养要求,课程教学内容必须以课程预期成果为导向进行设计。

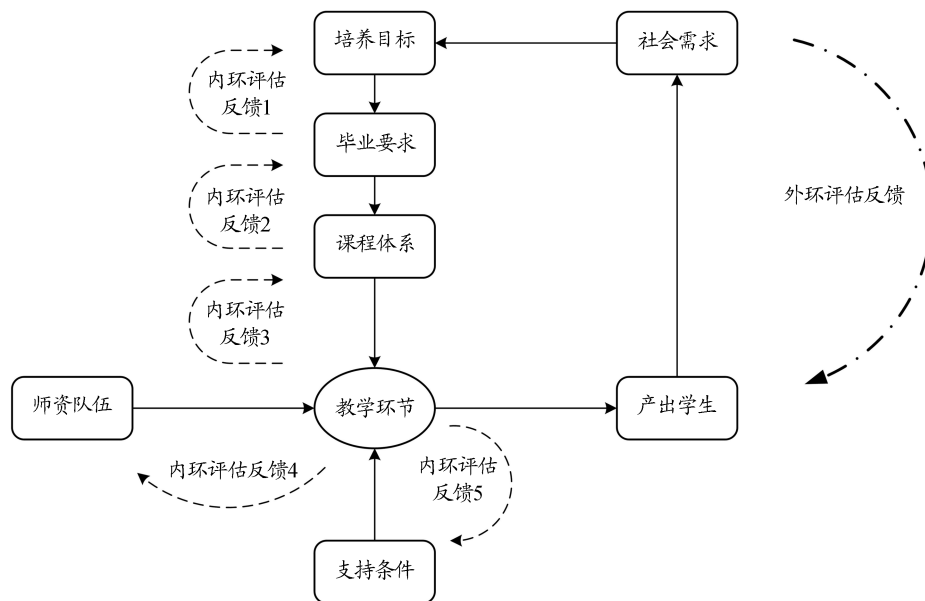


图 1 OBE 理念示意图

因此,OBE 理念以最终结果为导向,对教育教学体系进行反向设计,教学的出发点不是教师想教什么,而是达成最终结果需要教什么,即让教师思考“教什么”以及“怎么教”,学生由关注“分数”转向重视“能力”培养。

## (二) 课程建设目标

根据重庆大学机械制造及其自动化专业最新培养目标拟定毕业要求,修订机械制造技术基础课程大纲,提出机械制造技术基础课程目标(表1)。

表1 毕业要求和课程目标的对应关系

毕业要求	课程目标
掌握机械工程专业必需的机械专业知识,能够将相关知识和建模方法应用于解决机械设计、制造及机电控制系统等复杂工程问题以及解决方案的比较与综合	课程目标1:掌握机械制造中工艺装备的原理、结构特点及其应用,掌握金属切削过程的基本原理和基本规律,能应用于机械制造复杂工程问题加工工艺规程的制定、比较与综合等
能够应用相关的机械工程基础理论和专业知识分析机械加工、装配中出现的技术、工艺、质量等问题	课程目标2:掌握影响零件机械加工质量的基本规律,并能对具体的工艺质量问题进行分析,提出保证或改进质量的工艺措施
能够在机械工程设计中,综合考虑经济、环境、法律、安全等制约因素,对多种方案进行评价和优选	课程目标3:在机械加工和装配过程中,能够综合考虑经济、环境、法律、安全等制约因素,对机械加工的多种方案进行评价和优选,制定合理的机械加工工艺和装配工艺方案
知晓和理解环境保护和可持续发展的理念和内涵,能分析机械产品从设计制造到使用、报废、回收处理的全生命周期对环境和社会可持续发展的影响	课程目标4:知晓和理解环境保护和可持续发展的理念和内涵,能分析机械产品从加工、制造到装配过程对环境和社会可持续发展的影响
理解并掌握产品设计、制造、科学研究、技术开发涉及的工程管理原理与经济决策方法	课程目标5:初步树立质量、成本、效率等方面的工程意识,能够理解机械加工和装配过程中的工程管理原理与经济决策方法
能够应用经济和管理知识对机械领域相关复杂工程问题进行表达、分析、评价	课程目标6:能够应用经济决策方法,在保证质量的前提下,结合生产实际编制生产率高、成本低的零件制造工艺规程

## (三) 以理论教学、实验教学、实践教学为一体的课程体系建设

传统课程教学主要以教材为依据向学生传递知识,而新工科人才培养理念不仅重视学生知识的获取,更重视培养学生应用知识的能力。未来产业界将会更加注重工程人才的学习能力和思维能力,在工程实践中面临各种未知与复杂问题时能够创新思维,应用恰当的办法解决问题<sup>[10]</sup>。因此,课程教学不能只是传递知识,还包括思维能力的训练、解决复杂工程问题能力的培养、素质培养、创新能力培养等内容,应该将课程的理论教学、实验教学、实践教学融为一体,纳入一体化建设。

(1) 新工科建设旨在培养具有工程实践能力和创新能力的高素质创新型人才。重庆大学根据新修订的教学大纲,在原有机制造技术基础课程教材内容的基础上,增加了精密成型、增材制造、智能制造、虚拟制造、机床数控技术、工业机器人等先进制造技术相关领域的知识,让学生掌握最新技术。

(2) 在原有刀具认知实验、车刀角度测量、切削力实验、切削温度实验等课程实验的基础上,增加工序质量控制实验、数控类实验(数控仿真和现场加工)、智能制造实验与虚拟仿真实验平台(包括智能制造系统总控台和MES系统),让学生在虚拟仿真生产环境中进行学习与实践体验。

(3) 增加工程训练环节,如通过团队合作、小组学习、典型案例分析、大型设计或作业、专题研究论文、自学、文献检索与综述论文等基于问题导向的教学环节,重点培养学生的思维能力、实践能力、创新能力、协作能力、表达能力和解决复杂工程问题的能力。

(4) 开展基于项目研究的开放式教学,充分调动学生的学习主动性。课程教学中教师提供研究大方向,学生小组(可5名学生为一小组)确定具体研究内容。例如要求学生设计一个系统,从系统的设计(包括动力源、传动装置、执行件等)、制造、加工,直至该系统实现预期的功能,完全由学生小组成员协作完成,让学生在解决工程问题的过程中获得知识,体验学习的甘苦,感受自身的价值,激发学生的专业学习热情和兴趣。同时也培养学生的工程意识和解决复杂工程问题的能力,以及科



研能力和团队合作精神。

(5)充分利用社会资源,建设学生实践基地。根据机械行业需求,按照校企协同发展原则,聘请相关企业技术骨干,作为指导教师进入教学团队,共同联合培养学生,让学生及时了解制造企业的文化和生产实际。

综上所述,构建基于新工科人才培养的以理论教学、实验教学、实践教学为一体的课程教学体系,既体现了原有课程的基础性,也体现了新时代的先进性。

#### (四)探索以学生为中心的教学方式

积极探索符合 OBE 理念的主动教学方法,即在教学过程中采用以问题为导向而不是以知识为导向的教学方式。关注学生的学习方式和学习内容,所有的教学环节都围绕学生来进行,以学生为本,引导学生积极参与教学活动,重视教与学的良性互动,使学生成为教学的参与者和知识的创新者,激发学生对知识的探求欲,着力培养学生的自学能力。为此,充分利用“互联网+”、机械制造技术基础在线课程建设 MOOC、翻转课堂、微课堂等现代教育技术与手段,丰富课堂教学内容,发挥学生的主体作用,调动学生学习的积极性和主动性,培养学生终身学习的能力。

#### (五)完善课程考核评价体系

机械制造技术基础课程综合性、实践性较强,不能忽略学生综合应用能力的评价反馈。课程考核应结合期末考试和平时考核综合评定学生成绩,降低期末考试成绩所占比例,增加平时考核的比重。平时考核应重视过程考核,包括大型设计或作业、专题研究论文、实验、项目驱动学习、文献检索与综述论文等。对在小组合作中起主导作用的学生,以及获得有创新价值的设计和研究成果的学生,过程考核成绩给予适当倾斜。总之,课程考核应由单一考核知识的获得转变为重在考核对知识的综合应用,并以此进一步完善课程考核评价体系,使课程考核评价更有利于学生创新思维能力的培养,有助于提高学生解决复杂工程问题的能力,这既是新工科建设对综合型人才的培养要求,也是时代发展对人才培养的需求。

### 三、结语

围绕新工科建设对人才培养的要求,借鉴 MIT 新工科人才培养理念,重庆大学机械制造及其自动化专业在“双一流”学科建设和工程教育专业认证的支撑下,针对机械制造技术基础课程教学存在的问题,全面修订专业培养目标,调整课程大纲,提出课程建设新理念和新思路,构建以理论教学、实验教学、实践教学为一体的课程体系,探索以学生为中心的教学方式,进一步完善课程考核评价体系,着力将机械制造技术基础课程打造为重庆市精品课程,切实培养引领未来产业界和社会发展的创新型应用人才。

#### 参考文献:

- [1] 叶民, 钱辉. 新业态之新与新工科之新[J]. 高等工程教育研究, 2017(4): 5-9.
- [2] 林健. 新工科建设: 强势打造“卓越计划”升级版[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 7-14.
- [3] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [4] 陈庆, 严海琳. 基于文献计量法的新工科研究热点预测[J]. 南京师大学报(自然科学版), 2018, 41(4): 147-152.
- [5] 杜彦斌. “新工科”建设背景下机械制造技术基础课程改革探讨[J]. 中国现代教育装备, 2018(13): 38-40.
- [6] MIT School of Engineering. NEET New Engineering Education Transformation[EB/OL]. [2019-04-25]. <http://neet.mit.edu/>.
- [7] 韩变枝, 王栋, 张银喜. 基于能力培养的“机械制造技术基础”教学改革[J]. 太原理工大学学报(社会科学版), 2011, 29(1): 86-88.

- [8] 顾佩华, 胡文龙, 林鹏, 等. 基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J]. 高等工程教育研究, 2014(1): 27-37.
- [9] 李志义, 朱泓, 刘志军, 等. 用成果导向教育理念引导高等工程教育教学改革[J]. 高等工程教育研究, 2014(2):29-34.
- [10] MIT School of Engineering. Learning to learn-NEET as an Education in Ways of Thinking[EB/OL]. [2019-04-25]. <http://neet.mit.edu/neet-ways-of-thinking/learning-tolearn/>.

## Research on curriculum construction of technology foundation of mechanical manufacturing under the background of emerging engineering education

LI Congbo, LIN Lihong, TANG Baoping, JIANG Guiyun

(College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400040, P. R. China)

**Abstract:** Based on the new talent training mode of emerging engineering education, learning from MIT talent thinking, the existing teaching content of technology foundation of mechanical manufacturing needs to be updated. Teaching methods are mainly subject to teaching. Engineering training in the teaching process, systematic practice teaching and practice assessment of course evaluation are lacked. So new ideas and cultivation objectives of technology foundation of mechanical manufacturing are put forward, a curriculum system integrating the theoretical teaching, experimental teaching and practice teaching is built, and the student-centered teaching method and curriculum assessment are constructed. Effective ways of curriculum construction are explored actively under the background of emerging engineering education, the teaching quality is improved continuously, and high-quality innovative talents are cultivated.

**Key words:** emerging engineering education; technology foundation of mechanical manufacturing; OBE; curriculum construction

(责任编辑 王 宣)