

# 新工科背景下机械设计课程与教学改革

蒋英兰<sup>1</sup>, 朱福胜<sup>2</sup>

(1. 集美大学轮机工程学院, 福建 厦门 361021; 2. 集美大学理学院, 福建 厦门 361021)

**[摘要]** 随着高新技术和人工智能的迅猛发展, 工科教育工作改革迫在眉睫。新工科背景下, 社会对机械类人才的实践能力和创新能力的要求更高。传统机械设计课程的教学内容较陈旧、教学方式较单一、实践体系较呆板。基于新工科的要求, 机械设计课程的教学内容应整合创新, 教学方式应生动活泼, 实践要求应具体深入, 评价方式应全面多元, 通过新的教育方式与新的教学体系培养新时代机械类人才。

**[关键词]** 新工科; 机械设计; 课程改革

**[中图分类号]**

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-6493 (2019) 04-0085-04

信息时代的到来, 迎来了又一次的科技与文化产业的大革命。为了在新的科技产业革命浪潮中不至于处于被动状态, 自2017年来, 教育部积极探索新工科的内涵特征、新工科未来建设与发展的路径, 先后达成了“复旦共识”“天大行动”“北京指南”, 发布了《关于开展新工科研究与实践的通知》《关于推进新工科研究与实践项目的通知》, 全力探索符合我国经济社会发展的中国式工科教育, 助力建设高等教育强国。

随着“中国制造2025”重大战略的实施, 教育行业制定了新的工科工作计划。地方高校在新工科的改革中发挥着紧密联系地方经济和产业的重要作用, “培养适应和支撑我国未来产业发展、具有国际竞争力的创新型人才已成为高等教育的迫切任务。”<sup>[1]</sup> 机械设计专业作为一个工科专业, 肩负为我国工程类单位培养高级工程技术人才的重任。在新工科背景下, 地方高校应充分考察和分析当地的特色产业, 围绕区域经济和地方发展方向, 重点培养相关领域所急需的人才以及对社会未来发展有作为的专业型人才。

## 一 新工科的特征

“新工科”主要是指面向21世纪, 以高新技术为标志的新兴产业, 主要包括人工智能、智能制造、机器人、云计算、大数据等, 同时还包含一些

传统工科专业的升级版。“新工科”的主要内涵是: 树立新理念, 应对未来社会科技变化; 制定新要求, 着重培养适应现代化发展的多元化、创新型工科人才; 建设新途径, 将传统工科专业与现代新兴产业相融合, 继承与创新同时进行, 打造一个与时俱进的创新型工科教育方案。

从“新工科”的内涵来看, 新时代的“新工科”主要包含以下几个特征:

1. 具有战略性。再一次爆发的“科技产业大革命”对我国来讲是一个重大的挑战, 作为培育国家新一代人才的地方高校, 改革工科教育对推进我国经济社会发展具有重大的意义, “新工科”建设将是我国高等工科教育为适应科技进步发展而做出的重大战略决策部署。

2. 具有创新性。科技创新是一个国家工科教育发展的动力。在工科类教育中的改革不仅仅是对传统教育的查缺补漏, 而是重新构建工科教育体系。“创新创业教育的目的不是单纯地获得新思维和新方法, 而是培养学生运用新思维、新方法将学到的知识付诸于实践的勇气和能力。”<sup>[2]</sup>

3. 具有系统性。“新工科”建设不是一个零散的科技革命的副产物, 而是一个具有综合性的系统工程。它从系统的角度来看待这次科技与产业的大革命, 不仅仅在教育上对工科类教育进行改革, 而且是从教育出发延伸至科技研究、科技创新、社

**[收稿日期]** 2019-01-02

**[基金项目]** 集美大学教改课题“新工科背景下‘机械设计基础’教学改革与实践”(JY18029)

**[作者简介]** 蒋英兰 (1963—), 女, 福建泉州人, 集美大学轮机工程学院副教授, 主研究方向为机械设计与图形学。

会实践, 创建一个完整的改革方案。

4. 具有开放性。“新工科”建设比以往更加关注对外交流, 这是一个更高层次的开放式的工科教育。加大对外教育交流力度, 在中国工科教育模式中融入外来文化, 能够更好地掌握国际工科教育的前沿问题, 加快“新工科”建设的脚步。

## 二 传统机械设计课程的缺陷

### (一) 教学内容的缺陷

对于传统机械设计课程而言, 其所制定的教学目标主要是依据机械设计课程的原有教学大纲, 大部分的专业课程都是一些固定不变的内容, 教学内容局限于教材上的专业知识。这些理论知识相对枯燥, 难以与现在社会实际相符合。对于相关专业的学生来说, 理论知识仅仅是存在课本教材中一个个码好的汉字——被理想化的、被简化的专业术语。同时, 原有的机械设计课程模块对课程内容的逻辑顺序和内在联系缺乏深入描述和梳理, 较少考虑设计能力的实践性和创新性。“尽管现有的课程层面的创造性发展研究提供了宝贵的基础和有意义的见解, 但它们在几个方面都是有限的。课程分组可能并不全面……也许是因为所采用的课程开发方法没有仔细审查创造力所需的要素。”<sup>[3]</sup>但是, 社会需要的人才不仅应有必要的专业理论, 而且要有丰富经验和动手实践能力。在欧美, 对工程类人才的评价中, 都提到了作为一个工程类人员除了要有一定的智慧, 对理论知识有着深刻的认识与见解外, 更重要的是创造力、洞察力和能够解决实际问题的能力。

### (二) 教学方式的缺陷

目前, 我国机械设计类课程的主要教学方式仍然是单向的、相对封闭的。“单向的教学”表现为教师按部就班地将教材上的理论知识通过口头讲述的方式传达给学生, 而这些抽象的甚至晦涩难懂的文字对于学生来说是非常难以理解的。例如, 在认识机械零件失效原因——“疲劳破坏”的含义时, 假如学生接触的只是教材中给出的概念: “疲劳破坏是指在远低于机械零件强度极限甚至是屈服强度的交变应力作用下, 材料发生破坏的现象”, 而没有现实的观察和体验, 这便无法真正地理解整个的破坏过程和形式。“相对封闭的教学”表现为教学过程与机械设计的实际生产和加工环节相脱节, 与机械设计的新技术、新工艺、新工具相脱节。

### (三) 实践体系的缺陷

机械设计类课程的研究对象是机械, 是一种具体存在的、可动的东西, 这就要求实践教学必须是现实的、生动的、互动的。从目前的机械设计课程来看, 实践教学体系是不完善的, 不符合现代人才培养要求。当下, 地方高校机械设计课程的实践教学, 大多数是实验课模式, 实验设计题目由教师指定, 比较单一、无新意。“学生停留在模式化的计算、绘图过程, 在整个设计环节只是重复性的模仿, 缺乏主观能动性的发挥和创新性思维的锻炼。”<sup>[4]</sup>在这种情况下, 学生对于这类实践性教学的态度就是, 随便画两张设计图、做点简单的计算, 甚至有时候一些教师会把公式标出, 学生仅是代入数据, 根本无法获得实践教学应该获得的东西。

## 三、机械设计课程的教学改革

在新工科改革的背景下, 机械设计专业的学生不仅要学习机械设计与制造的基础理论, 还要结合现代高科技领域, 学习计算机软件技术、微电子技术、信息处理技术, 更要接受系统的操作训练, 促进专业学习更加充分、更加深入。“以工作过程为基础的课程教学首先要确立符合专业能力的教学目标, 教学目标的设置要基于对岗位的实践分析。”<sup>[5]</sup>

### (一) 教学内容改革

设计能力是机械设计专业学生的核心素养。设计能力包括基于设计思维过程的五个子能力: 概念化阶段的创造性思维能力和问题解决能力、绘图和可视化技能(学生能够表征上一阶段产生的思想)、实验技能(计划、集成、分析和解释的能力)、实施技能(将产品应用到工程实践中)和质量改进技能(在现场应用期间提高产品质量的能力)。“新工科”背景下机械设计课程内容的改革, 注重内容之间的内在联系, 着眼于促进学生更好地理解那些抽象的、晦涩难懂的专业理论知识, 着眼于促进学生实践能力和创新能力的提升。“如果一门增强创造力的课程要实用, 课程的顺序和结构应该为培养创造力提出一个广泛的计划。”<sup>[6]</sup>机械设计课程的主要内容包括机械制图、材料力学、机械原理、机械设计基础、机械制造工艺学等。“新工科”背景下机械设计课程对传统的教学内容做了调整, 把联系紧密的“工程力学”“机械原理”“机械设计”三门课程进行整合, 有机地结合成为一门课程, 课程体系按照学生的理解水平划分为几

个模块,层层递进,并在此基础上穿插相关的实践课程。这样的设置是基于对设计能力的深刻把握,课程设置强调设计的过程性、技能性、应用性。

## (二) 教学方式改革

传统机械设计类课程的教学方式是灌输式的,“新工科”背景下的机械设计类课程教学方式的改革旨在改变填鸭式的教学,更多采用探究式、互动式、讨论式等教学方式。教师在教学过程中可以采用板书、PPT、播放视频相结合的方式授课,这样可以改变传统教学中“教师苦于教学生苦于学”的局面。以带传动齿轮传动蜗轮传动的讲授为例,教师可先让学生观看加工过程的视频,然后让学生亲自动手绘制传动的三维立体模型,再借助分析软件进行评价改进。“借助三维参数化的计算机辅助设计软件,把枯燥的设计理论转换为直观形象的设计结果,学生的学习兴趣被极大地激发出来,设计水平和能力也得到极大锻炼和提高。”<sup>[7]</sup>

教学过程突出学生主体性,强调以学生为主体来布置课后作业。比如,可以将一些与生活相关的课题作为课后作业,鼓励学生自由组合、合作探索、共同动手,在操作交流过程中体会到学有所用。同时还可以适当采用师生角色互换的方式,让学生自由分组进行课前预习,然后每组仅针对下一堂课的内容进行ppt的制作,在课堂上通过五到八分钟的讲解,将自己小组准备的PPT内容向大家展示。

加强学生动手能力,开设有关创造性设计与动手制作课程,提高学生的实际动手能力和综合能力,促进学生熟练掌握现代先进机械设计与制造技术,熟练使用各种机械加工设备,熟练使用计算机制图软件,如:CAD、CAM技术。学校应提供相关设备,让学生们可以利用学校的设备制作一些机械类产品。“有不少学生自己家族从事机械制造加工业……有的学生希望自己选择题目来进行设计”,这样不仅仅可以提高学生的动手能力,还可以激发其创造性和学习的积极性<sup>[8]</sup>。

## (三) 实践体系构建

1. 加强实习工作管理。加强实习指导教师队伍建设,完善实习指导教师遴选机制,选派责任心强,经验丰富,业务素质好,安全防范意识高并有一定组织协调能力的骨干教师,对实习学生进行管理和全程指导。“学校与企业应该发挥各自不同的优势……学生的思维没有固定的框框,或许就在实

习过程中产生创新的思维。”<sup>[9]</sup>另一方面,还要加强实习质量监控,借助网络信息手段,开发实习管理手机操作平台。学生实习期间按照企业考核为主,学校为辅的原则,严格执行校企联合考核制度,校企共同做好学生实习的过程监控和考核工作,根据实习准则确定学生实习成绩。

2. 通过各类竞赛强化实践教学。学校可开展形式多样的比赛促进学生的创造欲望。“在设计总结与答辩阶段,老师会根据教学经验对学生的设计理念、方法或者设计中容易遇到的问题进行提问。”<sup>[10]</sup>比如,台湾大学机械系就开设有这方面的课程,学生通过制作汽车进行技术比赛,设计能力得到明显提高。在比赛过程中,学生要思考如何根据比赛要求对自己的作品进行设计、加工与制造,在这个过程中不仅仅能够提高自己的动手能力,还可以加强对理论知识的理解。另外,还可以通过课中和课后开展一些小制作比赛,让学生在比赛的条件下进行机械的设计、加工、制作等。

3. 通过参与企业活动增强实践能力。虽然高校在实践教学中力求与实际工业环境相符合,引进企业实际使用的部分设备,但是学校教学与企业实际相脱节的现象仍然存在。校企合作促使学生真正走进一线,了解该专业学科前沿及发展趋势,熟悉和掌握企业最先进的生产设备和制造技术。学校与企业的深度合作体现在校外实践教育基地的共建上,学校与企业共同制定实践课程的目的和任务,共同确定实习实践能力的要求及规格。学生与企业工程师朝夕相处,在协助工程师完成相关工作的过程中增长了见识,获得锻炼,提升了设计开发能力。

## (四) 评价方式改革

目前,机械设计课程的评价方式大部分仍停留在期末考试上,以学生的考试成绩作为考察学生对专业知识的掌握程度。在这种评价考核方式下,大多数的学生为了考取好的成绩会选择强制性背诵的方式,并且有选择地记忆教师勾画的考试重点,而不是理解记忆。这种考核评价方式无法真实地反映学生的实际设计能力,也无法有效监督学生的学习过程。在“新工科”背景下,新的机械设计课程评价方式应运而生,评价目标多元、评价方式多样是大势所趋。在新的评价框架下,考试成绩不再是确定一个学生学习成绩好坏的唯一标准。除了笔试以外,口头演讲、团队合作制造通用机械设备、产



品展示、学习日记等也是综合考察一个学生学习情况的重要方式。评价既要关注结果,也要关注过程。评价既要关注学生的课堂行为、期末测试,也要考察学生在实验、实践以及大作业项目上的表现。

## 四 结束语

在“新工科”背景下,旧的传统机械设计类课程的教育方式不再适用于现代化机械设计类人才的培养。“新工科”背景下的机械设计课程教学改革要紧紧抓住国民经济发展的步伐,将相关专业的学生培养成为机械工程类应用型、创新性人才。教学方式的创新、实践体系的完善、评价方式的转变是机械设计课程与教学改革的着力点。通过改革,创建理论与实践相结合的教学方式,将企业中比较前沿的研究方向带入课堂,促使专业发展向高科技、高精度、高质量、高效率迈进。

### [参考文献]

- [1] 黄晓玫,李鸿飞,黄涛. 强化培养学生实践能力和创新能力的探索与实践 [J]. 实验技术与管理. 2014, 31 (2): 1-4.
- [2] 李天箭,丁晓红. 创新创业教育在机械设计课程设计环节中的探索实践 [J]. 实验技术与管理. 2016, 33

(4): 22-24.

- [3] [6] CHEOLIL LIM, JIHYUN LEE, SUNHEE LEE. A Theoretical Framework for Integrating Creative Development into Curriculum: the Case of a Korean Engineering School. [J] Asia Pacific Education Review, 2014, 15 (9): 427-442.
- [4] 任玉灿,马轶群,张永清,刘春东. 机械创新设计与机械设计课程设计衔接式教学方法初探 [J]. 电子测试. 2016 (17): 160-161.
- [5] JIN-MEI ZHANG, HONG-JIN BAI, CHONG-YOU FENG. Overall Course Design Method Based on Working Process-Illustrated by the Course of Mechanical Components Design [C], LNEE 111, 2011: 243-249.
- [7] 石云霞,王新华,陈彩凤. 基于创新能力培养的机械设计课程改革探索 [J]. 科技资讯. 2016 (30): 90-91.
- [8] 张燕燕,康红伟. “机械设计课程设计”教学改革的实践与探索 [J]. 实验科学与技术. 2014, 12 (3): 101-103.
- [9] 陆国栋. “新工科”建设的五个突破与初步探索 [J]. 中国大学教学. 2017 (5): 38-41.
- [10] 刘好洁,张燕燕,康红伟,杨国锋. 基于学生角度的机械设计课程设计的学习与探讨 [J]. 实验科学与技术. 2015, 13 (2): 216-218.

(责任编辑:吴 姝)

## Discussion on the Curriculum and Teaching Reform of Mechanical Design under the Background of New Engineering

JIANG Ying-lan<sup>1</sup>, ZHU Fu-sheng<sup>2</sup>

(1. School of Marine Engineering, Jimei University, Xiamen 361021, China;

2. School of Science, Jimei University, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** With the rapid development of high-tech and artificial intelligence, the reform of engineering education is imminent. Under the background of new engineering, the society demands higher ability of practice and innovation of mechanical talents. The teaching content of traditional mechanical design course is outdated, the teaching method is single, and the practice system is rigid. Based on the requirements of the new engineering courses, the teaching contents of the mechanical design course should be integrated and innovated, the teaching methods should be lively, the practical requirements should be specific and thorough, and the evaluation methods should be comprehensive and diversified. New education method and new teaching system are applied to cultivate the new era mechanical talents.

**Key words:** new engineering; mechanical design; curriculum reform