

# 基于项目意识的学生综合实践能力培养 ——以“机械制造专业实践”课程改革为例

陆峰<sup>1,2</sup>,魏春雨<sup>2</sup>,高龙飞<sup>1</sup>,张琦<sup>2</sup>

(1. 沈阳建筑大学工程训练中心, 辽宁 沈阳 110168; 2. 沈阳建筑大学机械工程学院, 辽宁 沈阳 110168)

**摘要:**“机械制造专业实践”是培养机械类专业学生实践能力的重要环节。在当前越来越重视培养学生创新意识、解决实际问题能力,大力实施高等教育领域供给侧结构性改革的背景下,提出并实施了基于工程项目意识的机械类专业学生综合实践能力培养模式。该模式以开放性自定题为基础,以问题为导向、以项目为主线,在解决实际问题过程中着重培养学生的创新能力、环保意识、法律观念、国际视野等。教学改革实践表明,新方法显著提高了学生的积极性,强化了数学、力学、机械与材料等多学科知识在实际中的应用,达到了良好的预期效果。

**关键词:**实践能力培养;创新意识;项目意识;问题导向;课程改革

**中图分类号:**G423.07

**文献标志码:**A

近年来,国际工程教育专业认证逐渐得到越来越多国内工科高校的认可,高校纷纷加入申请认证的行列。这意味着国内高校工科专业普遍接受了华盛顿体系关于“以培养学生能力为导向”的教育教学理念,这与传统的实践教学培养模式有本质区别,这一新的导向将会促进国内高校各工科专业课程教学的巨大变革<sup>[1]</sup>。新的教学模式培养出来的学生将会具备更强的创新能力和解决实际问题的能力、更贴近企业现实需求的工程能力、更主动节能减排的绿色意识。这正是高等教育工科专业领域贯彻“供给侧结构性改革”的具体体现。如何设计好、实施好这一改革模式,是高等教育研究者、管理者和教师的一项重要课题<sup>[2]</sup>。“项目意识”是使学生将学习的全过程与工程实际紧密结合的思想主线,在教学过程中始终围绕该意识去引

导学生,是工程教育认证基于学习产出教育模式(Outcomes-Based Education)的本质要求。笔者以机械制造专业课程实践环节为例,提出以工程问题为导向的基于“项目意识”的学生综合实践能力的培养方法,实施过程中发现学生的思维非常活跃,积极性很高,教学效果很好。

## 一、以往机械制造专业课程实践环节存在的问题

很多高校在“机械制造专业实践”课程中都会配套设置“专业实践”环节,主要目的是让学生将本专业综合知识应用于生产实践。具体实施方式有去企业、校办工厂实习等。由于现在企业生产任务繁重,而校办工厂承担生产和金工实习实训的双重任务,再加之从安全角度的考虑,使得该环节的实施

受到了限制,有时甚至只是形式上完成了实践任务。此外,还存在实践环节教学体系混乱、发展方向和教学目标模糊、教学方法和专业技术落后、面向工程实际不足的问题<sup>[3]</sup>。因而导致学生错失了综合利用所学知识系统地解决实际工程问题的机会,不利于培养学生解决复杂工程问题的实践能力。

## 二、基于项目意识的综合能力培养方法的特点及优点

笔者针对“机械制造专业实践”课程进行了改革探索,积极摆脱传统教学只注重理论学习的影响,优化创新实践环节的培养计划,增加实践教学环节的比重,做到理论与实践并重,并以“理论学习”为基本准则、以“实际应用”为价值取向,改革实践教学的培养模式,总结起来就是“以开放性为基础、以问题为导向、以项目为主线、培养学生综合能力”<sup>[4]</sup>。

### 1. 开放性

以往的培养模式中,包括其他课程以及实践环节,大多由教师布置任务,学生则延续了“在给定框架内解题”的思维习惯,这对于开拓创新、发现新事物、开展原创性研究是十分不利的。在实践环节培养中,要花大力气去锻炼学生的发散性思维,培养其观察能力、提问题和找问题的能力。笔者提出的培养方法,即以开放性为基础,将各类项目课题与不同专业方向学生的知识结构相结合,在实践教学教学中给予学生较大的选择空间。学生可以结合各自的专业特点与喜好,针对针对不同专业设定的项目课题进行交叉性自由选择,进而由被动学习向主动求知转变。

### 2. 问题导向性

清晰的问题导向路径具有3个完整阶段:首先,提出问题,思考该问题是否有价值,确定问题的复杂性;其次,分析问题,确定问题的性质、想要解决所需要攻克的关键点和难点、后续所需的软硬件条件和设施;最后,全面解决问题,包括方案设计、论证、建模、分析、计算、制图、加工、制造、装配、调试等。“机械制造专业实践”课程实践环节将以工

作中面临的实际问题为导向,促进学生提出问题、分析问题,进而解决问题,使“机械制造专业实践”课程实践环节与工程问题紧密结合,以实际问题为导向,让学生在解决问题过程中,完成对课程实践环节的学习<sup>[5]</sup>。

### 3. 项目为主线

问题导向路径中3个完整阶段(提出问题、分析问题、解决问题)的整个过程是以“项目”为核心,围绕“项目”展开的。要使学生理解“机械制造专业实践”课程实践环节的学习目标是完成项目,附加值是从项目中提炼出科学问题或工程问题,带着问题进行研究性学习或探究性学习,并对实际问题予以回答或寻求解决方案,进而培养自身创新意识与解决问题能力。这是本培养方法中“项目”意识的核心意涵。

### 4. 综合能力培养

每一个项目的完成都需要组内所有学生的共同努力与分工合作,需要研究、探讨,来培养学生的团队合作与交流的能力。设计过程中,需要具备应用数学、力学、机械工艺学等学科专业知识和应用多学科知识解决实际问题的能力,具备应用 MATLAB、AutoCAD、Solidworks、ADAMS、ANSYS 等软件的能力<sup>[6]</sup>;评估设计方案过程中,需要具备节能环保的绿色意识、行业法律法规的法制观念,具备在不同生产纲领条件下核算成本的能力;加工及安装调试过程中,需要具备车、铣、刨、磨、钳等操作机械加工装备的动手能力;了解国外相关产品和技术、专利的过程中,培养学生收集和处理信息的能力,获取新知识的能力、分析和解决问题的能力以及交流与合作的能力,也能培养学生的国际视野。

## 三、基于项目意识的综合能力培养方法的实施

### 1. 引导学生发现问题

对周围事物细微变化的洞察能力至关重要。发现问题往往比解决问题更为关键,也更困难。“机械制造专业实践”课程实践教学应从学生当前的认知水平出发,结合生活

实际,创设意境,精心引导,促使学生积极思考,产生疑惑,进而发现生活中需要解决的实际问题。以几种日常生活需求及实际用品为例,说明基于“项目意识”的“机械制造专业实践”课程实践环节改革情况。

①日常生活中,需要能够放置手机的可在一定范围内改变位置的灵活支架以及手机垂直向下拍摄时可调节高度的支架等。这些都是有现实需求且可利用专业知识加以解决的工程问题,里面涉及问题分析、机构设计、运动学和动力学分析、材料选择、零部件设计、强度计算校核、制造工艺分析、成本分析等综合知识,基本涵盖了机械制造专业大多数主干课程,能够较好地培养学生综合利用所学知识解决工程实际问题的能力。

②某组学生提出了为永久牌公路自行车配套“升把器”问题。该类车车把过低,骑行人士需要大幅弯腰,但大多数购买人并非专业赛车人士,直腰骑行更为舒适,故该“升把器”有其应用价值。“升把器”设计制造过程中,涉及建模、动力学分析、强度校核计算、制造工艺分析与设计等,需要综合应用多学科专业知识,属于复杂工程问题。因此,该问题值得研究和解决。

## 2. 组织学生分析问题

要针对学生发现的问题进行综合分析。首先,要确定问题的性质,是属于重新设计问题,还是加装改造问题;是纯机械问题,还是机电液混合问题。其次,要确定问题的关键点和难点,分析解决的可能性以及需要用到的计算分析软件、测试仪器或设备等。最后,要确定问题是否涉及法律法规、伦理道德问题。使学生学会自行分析问题是新时期工科学生专业素质教育的一个重要课题,应在培养过程中,予以特殊强调和引导<sup>[7]</sup>。

同样以“升把器”问题为例,学生们进行了分析:

①该问题为在产品原有工作原理的基础上,进行改造升级,以提升性能,进而增加相应功能,满足相关用户实际需求,使受用群体更加广泛,并提升用户对产品的使用感;

②该问题应遵循的原则是尽可能减少对原有产品的改动,节约资源,降低制造成本,并且在实际使用过程中,减少对原部件的拆卸,能够快速安装,操作简单方便;

③充分考虑增量部件在实际中的受力情况,确定分析方法、需要使用的分析软件、约束与边界条件、载荷大小与加载位置等;

④充分考虑增量“升把器”是否违反相关法律法规,是否有违伦理道德,是否违反相关规范标准。在遵守相关法律法规和遵循科研伦理道德准则前提下进行创新设计与产品升级。

在提交的说明书中,学生很好地进行了分析论述,特别是第④条分析体现了其工程设计过程中的法治意识。

## 3. 促进学生解决问题

解决问题阶段,要综合运用机械原理、机械设计、机械精度设计、机械制图、理论力学、材料力学等课程的专业知识,进行结构设计与计算分析。既要从功能上满足所提出的要求,也要同时保证该结构在实际应用过程中能够满足强度要求,确保安全性。这个过程也是最能锻炼和体现学生创新能力的关键环节,需要学生阅读大量文献,包括国内外学术论文、专利等,充分掌握现有的产品状况、研究基础、设计方法、计算分析方法等<sup>[8]</sup>。这过程中需要注意以下几个关键点:

①要充分考虑约束条件。产品设计过程中,应满足相关设计准则,即设计过程应遵循的约束条件,包括技术性能准则、标准化准则、可靠性准则、安全性准则等,工程上直接体现为安装空间、行程限制、重量限制等方面。

②要充分考虑接口问题。设计的产品或装置往往都需要同其他零部件相连接,此时连接方式、接口问题等需提前予以考虑,并充分论证其科学性,如连接的快速性、稳定性、安全性往往是相互矛盾的,哪个是需要优先考虑和保证的,这对于接口结构设计至关重要。

③要充分考虑结构工艺性问题。机械产品结构工艺性贯穿于机械部件的材料选择、

毛坯制作、热处理、切削加工、机械产品专配与维修等整个生产流程。主要体现在机械产品结构 with 加工工艺流程设计的合理性,这是机械类学生作设计需要具备的基本功。通常集中于可行性与经济性两方面去考虑。

④要充分考虑“绿色设计、绿色制造”的理念。“绿色设计”与“绿色制造”的指导思想是将预防污染与节能降耗贯穿于产品设计与制造过程中,从可持续发展的角度审视产品的整个生命周期,排除或降低对环境的负面影响,这是对新时代新工科学生提出的新要求<sup>[9]</sup>,新培养方法特别强调这一点。

提出做“升把器”的学生组进行了设计并做出了实物(见图1),有几个亮点值得肯定。



图1 “升把器”及其安装

①永久牌公路自行车配套“升把器”结构精简,设计合理,易于制造,坚固耐用,安装快速方便,操作简单,能够根据使用者个人需求很好地实现自行车把的升降功能,具有较好的适用性和较强的实用性,完全达到了预期目的。

②永久牌公路自行车配套“升把器”充分体现了“绿色设计与制造”的理念。将实习工厂现存加工剩下的小段余料进行利用。对于一些小件的创新性设计,充分利用车间边角料,尤其是大批量生产的零部件产生的边角料,意义重大:一方面,这能够提供大量、稳定的毛坯来源,另一方面,能够节省大量资源。因而从绿色理念出发,提出了“与工厂目前零部件加工剩余废料最优匹配”的思想,即充分利用废料进行组合。这对于培养学生在创新创业中的成本思维、节能意识,至关重要<sup>[10]</sup>。学生考察工厂目前生产中产生的

余料,选出尺寸、结构可用于组合的,且所需机械加工最少的余料,确定了“升把器”结构。

③永久牌公路自行车配套“升把器”技术方案中给出了完整的建模、分析过程。“升把器”结构虽然简单,但是要进行贴近实际的受力分析与强度校核,具有较大难度。因此,必须与车辆运行过程中受到的地面冲击结合起来,充分考虑车速、轮胎刚度与阻尼,建立完整的动力学模型(见图2)。进而分析“升把器”在常规骑行中的最大承受力,然后进行强度分析,并进行关键部位尺寸的优化设计。

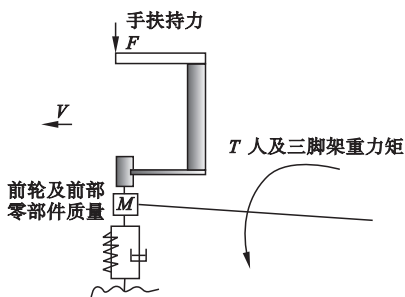


图2 动力学分析模型

④永久牌公路自行车配套“升把器”从接口尺寸测量到按图纸加工(车、钻、焊接、喷漆)整个制造过程、全部工艺过程均由学生自己动手完成,提高了学生参与度。学生在设计与加工过程中进行自主探索与合作交流,由之前被动接收知识转变为主动运用所学知识解决实际问题,并在完成项目过程中掌握了新的专业知识,提升了实际操作能力。

## 四、结 语

工科院校专业实践课程的设计非常重要,以现代工业发展的前沿为导向,依据制造工程能力的培养要求,制定创新人才培养机制、建立配合理论教学实施的实践课程体系,对于培养学生的创新能力、环保意识、法制观念、国际视野等具有重大作用。当前,工程教育专业认证广泛兴起,高等教育供给侧结构性改革势在必行,必须对工科院校专业实践课程进行全面改革。通过对专业实践课程的改革探索,充分调动了学生的主观能动性,使学生跳出了思维的固有框架,极大拓展了思

维边界。连续的问题解决过程锻炼了学生全面应用所学知识解决综合工程实际问题的能力,同时,强化了工程实践中的绿色环保意识、法律法规意识和伦理道德意识等。

参考文献:

[1] 曹承龙,胡善珍,夏承龙.“双创”驱动的高校实践教学改革路径与实施[J].扬州大学学报(高教研究版),2016,20(6):100-104.

[2] 曾智洪,殷小娟.高校教学改革中存在的问题及对策研究[J].高等建筑教育,2011,20(6):10-14.

[3] 马廷奇.关于大学本科教学改革的理性思考[J].中国高教研究,2016(1):55-56.

[4] 胡文龙.基于CDIO的工科探究式教学改革研究[J].高等工程教育研究,2014(1):163-168.

[5] 高琪,李颖,张飞.基于工程能力培养的“金工

实习”教学改革[J].实验室研究与探索,2015,34(1):234-237.

[6] 戴波,刘建东,纪文刚,等.基于实现矩阵的课程体系及课程教学改革控制模型构建[J].高等工程教育研究,2014(1):149-158.

[7] 周光礼,黄容霞.教学改革如何制度化:“以学生为中心”的教育改革与创新人才培养特区在中国的兴起[J].高等工程教育研究,2013(5):47-56.

[8] 陆国栋,孙毅,费少梅,等.面向思维力、表达力、工程力培养的图学教学改革[J].高等工程教育研究,2015(5):1-8.

[9] 汤俊雅.我国一流大学本科教学改革与建设实践动向[J].中国高教研究,2016(7):1-6.

[10] 谢和平.以创新创业教育为引导全面深化教育教学改革[J].中国高教研究,2017(3):1-6.

Cultivation of Students' Comprehensive Practical Ability  
Based on Project Awareness: Taking Reform of  
the “Machinery Manufacturing Professional  
Practice” Course as an Example

LU Feng<sup>1,2</sup>, WEI Chunyu<sup>2</sup>, GAO Longfei<sup>1</sup>, ZHANG Qi<sup>2</sup>  
(1. Engineering Training Center, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China; 2. School of Mechanical Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

**Abstract:** “Mechanical Manufacturing Professional Practice” is an important part of cultivating the practical ability of mechanical students. Under the background of increasing attention to cultivate students' sense of innovation, solving practical problems, and vigorously implementing the supply-side structural reform in the field of higher education, the training model of comprehensive practical ability of mechanical students based on engineering project consciousness is proposed and implemented. The model is based on open self-determination, problem-oriented, project-based, and focuses on cultivating students' innovative ability, environmental awareness, legal concepts, and international vision in solving practical problems. The practice of teaching reform shows that the new method has significantly improved the enthusiasm of students, and strengthened the application of multi-disciplinary knowledge such as mathematics, mechanics, mechanology and materials in practice, and achieved the expected results.

**Key words:** practical ability cultivation; innovation awareness; project awareness; problem orientation; course reform

(责任编辑:郝雪 英文审校:林昊)