

基于工程认证的工程设计概论课程改革

黄海波,王英,柳丽,项四通

(宁波大学 机械工程与力学学院,浙江 宁波 315211)

摘要:工程认证已经成为机械专业开展课程建设和改革的重要抓手。面向工程教育专业认证的要求,以逆向教学设计理论为指导,以我校机械类专业核心课程工程设计概论为案例,开展了基于工程认证的专业核心课程建设和改革。通过拓展课程目标、丰富教学活动、完善课程评分标准,主动对接毕业要求指标点,使课程目标更具指向性和标靶性,充分体现课程作为专业核心课的作用。通过课程学习,学生可以获得正确表达复杂机械工程问题的能力、团队合作能力、文献查阅能力、初步开展产品设计的能力,能够认识到技术标准和规范在解决复杂机械工程问题中的重要作用。本研究对专业核心课在扩展教学目标、合理设计课程活动、体现核心课程价值等方面具有借鉴作用。

关键词:工程认证;机械制图;课程目标;团队合作

中图分类号:G642.0 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-5884(2020)03-0057-05

1 前言

机械制图是研究如何根据投影理论和国标及各种绘图方式的有关规定,绘制并阅读机械工程图样的一门课程,也是机械原理、机械设计、机械制造技术基础等机械类关键课程的先修课程,是机械类专业必修的专业核心基础课。因此,怎样基于工程认证理念,发挥机械制图作为机械专业选修课和专业核心课的重要作用,充分支撑毕业要求指标点的达成,是众多机械制图类课程建设面临的问题。

传统机械制图课程的教学环节主要包括机械制图知识和 CAD 上机环节,主要支撑工程教育专业认证标准(下称标准)12 条中的毕业要求 1“知识基础”以及标准中毕业要求 5“使用现代工具”^[1]。然而,对于一门重要的专业核心课程,仅仅支撑两个指标点是远远不够的。同时,传统机械制图课程教学内容重点放在表达方法和制图技能上,教学方法着重以课堂教学为主,忽视了对学生综合素质和能力的培养。从整体上看,尽管机械类

专业核心课程基于工程认证的 OBE 理念已经进行了教学模式的改变和改进^[2],但是针对毕业要求达成度的教学设计仍存在着教学目标不明确、教学内容不够丰富以及学习效果不显著等问题^[3],不能充分体现专业核心课程的作用和地位。许多学者也针对这些问题做了很多教研教改的努力,如汤晓燕将通过项目制提出在课程中解决复杂工程问题^[4]、李富平提出实践为先导的教学方式^[5]、郭艳等提出多种教学法来提高课程质量^[6]。这些工作都为本研究工作的开展提供了很好的借鉴。

本研究基于工程认证的基本理念和思想,从课程目标出发,以支撑毕业要求指标点为导向,基于逆向设计思维,将课程“机械制图”改造为宁波大学机械设计制造及其自动化专业的核心课程“工程设计概论”,从课程目标、教学活动与评价标准等方面进行了细致、完善的课程设计,一方面发挥其核心课程的作用,扩展和外延课程功能和作用,实现学生工程综合素质和能力的提升;另一方面精准定位课程目标,实现对毕业要求中多个

收稿日期:20190613

基金项目:浙江省高等教育课堂教学改革项目(kg20160107);浙江省重点建设实验教学示范中心项目(浙教办函[2019]129号);宁波市重点建设专业(甬教高[2018]304号)

作者简介:黄海波(1978-),男,山东临沂人,教授,博士,主要从事工程教育研究。

指标点的强支撑。课程的改革和建设旨在进一步加强专业核心课程在认证指标点中的强支撑作用,充分体现专业核心课程的地位,并为其他专业核心课程的教学改革提供参考。

2 主要改革内容

2.1 逆向设计理论

本研究以逆向设计(Backward Design)为理论基础^[7]。逆向设计理论强调以学习目标为起点,认为教师在考虑如何开展教学活动前,先要努力思考学习要达到的目的到底是什么,以及哪些证据表明学习能够达到目的。逆向教学设计法立足于课程目标来设计教学活动,其设计理念体现了以成果为导向的教育(Outcome-based Education)^[8],非常契合工程认证的理念。在这一过程中,教师从课程目标出发,根据教学目标确定学生达到的能力和水平,进而通过授课、实验、项目等教学环节来设置课堂活动,同时不断反思和分析如何让学生能够完成预期任务、如何实现对学习目标能力的锻炼、如何对学生的学习效果进行评价等问题。

2.2 课程目标设计

宁波大学工程设计概论课程是基于机械制图课程的拓展课程。在传统机械制图内容基础上,工程设计概论课程嫁接加拿大曼尼托巴大学优质教学资源,基于工程认证的要求,加入了团队合作以及设计方法等创新环节。在专业工程认证的毕业要求指标点达成中,工程设计概论课程也被设定为重要的支撑课程。

根据工程认证的要求和逆向设计理论,通过针对对应、往届毕业生和用人单位对培养方案毕业要求达成度的调查问卷,我们发现毕业生和用人单位对毕业生“工程实践”能力和“团队合作能力”的打分相对偏低,这说明毕业生的工程实践能力和团队合作能力需要进一步提高。因此,根据调查问卷、宁波大学机械专业2018版培养方案以及工程认证指标点的要求,充分发挥工程设计概论作为专业核心课程的作用,我们为课程设计了5项课程目标,见表1所示。相较于传统工程图学的教学内容,在原有课程目标基础上,课程增加了3个课程目标,分别是课程目标3(了解工程设计开发方法/流程)、课程目标4(了解相关技术标准体系)以及课程目标5(团队合作)。这5项

课程目标基本涵盖了课程的主要目标和功能,既能够使學生掌握基本的制图方法和技巧,又可以锻炼学生的工程综合素质和能力,课程目标更加明确和清晰,更具指向性。

表1 工程设计概论课程目标

课程目标1	掌握工程物体的各类表达方法及基本原理和作图方法,并能够正确表达工程物体。能够正确表达零件图和装配图,能够初步了解机械产品的设计流程,能够理解各类因素会影响和制约设计和技术方案
课程目标2	掌握平面和三维绘图软件的基本操作,掌握测绘零件图和装配图,能够实际绘制零件图和装配图,分析装配图并拆画零件图
课程目标3	理解并初步掌握基本的机械产品设计方法和步骤,初步获得开展产品设计的能力(新增)
课程目标4	掌握机件表达方法、标准件和常用件、零件图和装配图相关的机械制图技术标准体系,具备识别和运用相关技术标准的能力(新增)
课程目标5	在团队合作中,能够表现出较好的交流合作能力,团队合作完成产品设计,完成团队赋予任务的能力(新增)

2.3 课程内容设计

由于具有清晰的课程目标,工程设计概论的教学内容也进行了充分设计,更具目标针对性。现以新增加的3个课程目标为例进行说明。在课程目标3中,增加六帽子方法、头脑风暴等设计思维方法的教学环节,并针对某一具体项目,使学生能够初步运用这些方法来寻求较好的产品设计解决或者表达方案。在课程目标4中,强调“标准意识”^[9],如配合制、形位公差、尺寸公差以及螺纹、齿轮、键和轴承等都具有国家标准要求,时刻提醒学生在设计中必须遵循标准,并具备准确查找和灵活运用意识。在课程目标5中,设计具体的小项目,使学生在实现项目的过程中既能够锻炼所学的图学知识,又可以表现出较好的交流合作能力。下面以课程目标5为例,说明在课程中怎样实现团队合作项目。

团队合作项目简介如表2所示。任务是根据市面上的一款夹具进行反求、改进或重设计,运用图学知识给出最优的表达方案。项目需要锻炼学生三个方面的能力,分别是解决方案具有多样性的意识及文献研究分析的能力、机械工程设计思维能力以及团队合作能力。在项目实施过程中,要求学生理解 and 掌握解决方案具有多样性并能够通过文

献查找其异同,能够应用设计思维方法寻求最优表达方案和团队合作分工协作方法,最终能够运用机械制图的知识正确表达夹具。这些工作都有赋分从而具有导向性,可以全方位引导学生关注这些知识点,从而训练学生的工程思维能力。

团队合作能力是课程这一环节中最为看重的内容之一,同时鉴于学生所处的阶段,所以课程更

为看重对团队合作过程的评判,将合作成果作为参考和辅助来赋分,因此对团队合作方案和计划的评价(4分)比合作成果(3分)的赋分高。

2.4 评分标准

团队合作项目的评分标准也遵循工程认证的要求,给出了具体和详细的分档依据,做到赋分有理有据,如表3所示。

表2 团队合作项目

1 项目简介和要求	
1.1 参照市场上现有产品,反求或设计一款夹具	
1.2 外形、原理等可自行发挥,尺寸、重量等没有任何限制	
1.3 提供夹具的装配工程图和2个非标零件的零件图;提供团队合作报告一份	
1.4 以3~4人为一组完成任务	
2 评分标准	
2.1 解决方案多样性及文献研究(5分)	
评分标准与要求:(1)通过查阅文献,报告能很好体现工程问题的解决有多种方案可选择,可以通过文献研究寻求2种以上的解决方案,其中至少一种高质量的解决方案;(2)给出参考文献或者链接	
2.2 机械工程设计思维(3分)	
要求:在报告中给出设计或制作过程的方案设计与思路,给出绘制装配图的思路,并解释为何这样绘制	
2.3 团队合作(7分)	
2.3.1 给出团队合作的方案和计划,组员的具体分工等(4分)	
2.3.2 团队合作成果:具体体现为装配工程图和非标零件零件图正确,并且能够和谐和统一(3分)	
2.3.3 额外加分项:方案有创新,能够制作出样品,可完成相关动作,可酌情加3~5分	

表3 工程设计团队合作项目成绩评分标准表

机械工程设计思维(3分)	解决方案多样性及文献研究(5分)	团队合作(7分)	折算分值
报告能够很好地体现工程设计思维,能够将工程设计思维用于指导设计和产品的制作	报告能很好体现工程问题的解决有多种方案可选择,可以通过文献研究寻求3种以上的解决方案,其中至少一种高质量的解决方案	在整个项目运行过程中团队成员分工明确合理,能很好地进行团队合作和沟通交流;能很好的控制设计进度,很好地完成团队设计任务	12~15
报告能够较好地体现工程设计思维,能够将工程设计思想较好地用于指导设计和产品制作	报告能较好地体现工程问题的解决有多种方案可选择,可以通过文献研究寻求给出3种以上解决方案,其中至少一种较高质量的解决方案	在整个项目运行过程中团队成员分工明确合理,能较好地进行团队合作和沟通交流;能较好地控制设计进度,较好地完成团队设计任务	9~11
报告能够部分体现工程设计思维,能够将工程设计思想用于指导设计和产品制作	报告能够体现工程问题的解决有多种方案可选择,可以通过文献研究寻求给出3种以上解决方案,其中至少一种一般质量的解决方案	在整个项目运行过程中团队成员分工明确,能顺利进行团队合作和沟通交流;能控制设计进度,顺利完成团队设计任务	6~8
报告不能够体现工程设计思维或表述较差,不能够将工程设计思想用于指导设计和产品的制作	报告不能够体现工程问题的解决有多种方案可选择,可以通过文献研究寻求给出2种以上质量较差的解决方案	在整个项目运行过程中团队成员有分工,有一定的团队合作和沟通交流;能在一定程度上控制设计进度,基本能完成团队设计任务	3~5
报告没有体现工程设计思维的部分,不能够将工程设计思想用于指导设计和产品的制作	报告不能够体现工程问题的解决有多种方案可选择,不能给出1种以上质量较差的解决方案	在整个项目运行过程中团队成员分工混乱,基本不能进行团队合作和沟通交流;基本无设计进度控制,未能完成团队设计任务	0~3

由于具有非常明确的课程目标,工程设计概论课程对毕业要求指标点的支撑非常清晰。课程对应的毕业要求指标点、支撑度及教学环节如表4所示。5个课程目标分别支撑毕业要求的5项

分指标点。相较于传统机械制图的教学内容,工程设计概论作为核心课程多支撑了3个分指标点,能够充分体现该课程作为专业核心课程的地位和作用。

表4 课程目标与毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	支撑关系	支撑度	达成环节
毕业要求2 问题分析			
毕业要求2.2 能基于相关科学原理和数学模型方法正确表达机械工程领域中的复杂工程问题	课程目标1	H	课堂教学 平时作业
毕业要求3 设计/开发解决方案			
毕业要求3.1 掌握机械工程设计和产品开发全周期、全流程的基本设计/开发方法和技术,了解影响设计目标和技术方案的各种因素	课程目标3	M	课堂教学
毕业要求5 使用现代工具			
毕业要求5.2 能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件,对机械工程领域中的复杂工程问题进行分析、计算与设计	课程目标2	H	CAD上机实验 零件测绘
毕业要求6 工程与社会			
毕业要求6.1 了解机械工程相关领域的技术标准体系、知识产权、产业政策和法律法规,理解不同社会文化对机械工程活动的影响	课程目标4	H	课堂教学 平时作业
毕业要求9 个人和团队			
毕业要求9.2 能够在团队中独立或合作开展工作;能够组织、协调和指挥团队开展工作	课程目标5	H	课堂教学 团队合作实践项目

3 课程成效

工程设计概论课程改革后在2018年开始施行,已经开设了两轮。为了反馈课程改革效果,制

作了如表5所示的课程成效调查问卷面向已修读学生进行调研。

表5 课程成效调查问卷及统计数据

题目\选项	5	4	3	2
课程目标1 设置合理性和达成度(正确表达复杂工程问题)	82.23%(37)	11.11%(5)	6.67%(3)	0(0)
课程目标2 设置合理性和达成度(使用现代工具)	95.56%(43)	4.44%(2)		0(0)
课程目标3 设置合理性和达成度(了解工程设计开发方法/流程)(新增)	84.45%(38)	11.11%(5)	4.44%(2)	0(0)
课程目标4 设置合理性和达成度(了解相关技术标准体系)(新增)	88.89%(40)	6.67%(3)	2.22%(1)	2.22%(1)
课程目标5 设置合理性和达成度(团队合作)(新增)	91.11%(41)	8.89%(4)	0(0)	0(0)
课程考核评价方式的合理性	82.23%(37)	11.11%(5)	6.66%(3)	0(0)
通过课程教学,是否可以达成课程目标	80.00%(36)	15.56%(7)	4.44%(2)	0(0)
教学方式满意度	82.23%(37)	13.33%(6)	4.44%(2)	0(0)
是否有助于工程能力的提高	90.70%(39)	6.97%(3)	2.33%(1)	0(0)

将合理性/满意度/达成度按照5分制进行打分。5-非常合理;4-合理;3-基本合理;2-不合理;1-非常不合理

通过对2018学年修读本课程学生的调研,可以发现95%以上的学生认为新增课程目标合理并且可以达成,93%以上的学生认为课程考核方式合理,具体明确;95%以上的学生认为通过课程教学可以达成课程目标,并且对教学方式表示满意;98%以上的学生认为新增课程目标有助于工程能力的提高。由这些反馈结果可以得出,工程

设计概论课程的改革使学生对课程目标更加了解,使课程目标更具指向性和标靶性,并能够充分体现课程作为专业核心课程的作用。

4 结论

本研究以工程设计概论为案例,通过扩展课

程目标、丰富教学活动、完善评价标准,以工程认证为抓手和导向,使教师和学生课程目标更加了解,使课程目标更具指向性和标靶性,并能够充分体现课程作为专业核心课程的作用。通过团队合作项目,使学生初步了解解决复杂机械工程问题的方法,并将整个课程的教学内容系统地结合起来,并有效支撑毕业设计指标点。学生通过这门课程的学习,可以获得正确表达复杂机械工程问题的能力、团队合作的能力、文献查阅的能力、初步开展产品设计的能力,能够认识到技术标准和规范在解决复杂机械工程问题中的重要作用。课程旨在实现知识教授与能力培养的统一,契合工程教育认证的理念,为其他专业核心课程的改革和建设提供了借鉴。

参考文献:

- [1] 庄宏,陈忠,唐文献,等. CDIO 项目式教学研究与设计——以面向工程教育专业认证的工程图学课程为例. 大学教育,2019(3):18-21.
- [2] 马心坦,徐立友,李水良. 以专业认证促进工程设计能力培养体系建设[J]. 课程教育研究,2016(34):35-36.
- [3] 陈国松.我国重点大学本科工程教育实践教学改革研究[D]. 武汉:华中科技大学,2012.
- [4] 汤晓燕,云忠. 面向工程教育专业认证的课程教学改革——以工程图学课程为例[J]. 大学教育,2019(5):69-78.
- [5] 李富平,杨文通,王建华. 面向机械类本科生以实践为先导的工程图学教学方式探讨[J]. 图学学报,2014(5):787-790.
- [6] 郭艳,李宏,李宽彪. 工程认证背景下工程图学的教改探讨[J]. 时代教育,2017(5):3-4.
- [7] Wiggins G P, Mctighe J. Understanding by Design[M]. ASCD, Alexandria, VA, United states, 2005.
- [8] Davis, Margery H. Outcome - Based Education [J]. Journal of Veterinary Medical Education, 2003(3):258-263.
- [9] 杨浪萍. 论加强高等工程教育中的标准化意识[J]. 交通运输研究,2000(2):30-33.

Course Reform Based on Introduction of Engineering Design of Engineering Accreditation

HUANG Haibo, WANG Ying, LIU Li, XIANG Sitong

(Faculty of Mechanical Engineering & Mechanics, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: Engineering accreditation is increasingly important in the course reform and construction of majors of machinery. Facing the accreditation requirements of engineering education major, and with the guidance of reverse teaching design theory, this paper, taking the Introduction of Engineering Design course for example, discusses the construction and reform based on professional core course of engineering accreditation. It can meet the graduation requirements and make course objectives more targeted by broadening course objectives, enriching teaching activities and improving courses' standards for evaluation. By studying courses, students can acquire ability to express correctly the complex machinery engineering problems, team-work ability, ability to review literature and ability to develop preliminary production design, as well as understand the important role of technical standards and norms in solving complex machinery engineering problems. This paper is expected to provide references for professional core courses in the aspects of enlarging teaching objectives, designing courses activities, and embodying the values of core courses.

Key words: engineering accreditation; mechanical drawing; courses objectives; team work

(责任校对 莫秀珍)