

# 基于工程教育专业认证的《互换性原理与测量》 课程改革与实践

刘庆玉\*, 杨发展, 刘琨明, 栗心明, 梁 鹏, 刘志红, 杨 勇

青岛理工大学, 机械与汽车工程学院, 山东 青岛  
Email: \*liuqingyu@qut.edu.cn

收稿日期: 2020年9月30日; 录用日期: 2020年10月14日; 发布日期: 2020年10月21日

---

## 摘 要

基于工程教育专业认证标准, 对《互换性原理与测量》课程进行了改革, 分别从教学大纲、教学模式和教育评价等方面进行了改革实践。实践表明, 课程改革成效显著, 学生的到课率明显提高, 课堂氛围活跃, 学生的学习积极性显著提高。本课程改革模式对于工科专业相关专业课的进一步改革提供了参考, 具有一定的推广价值。

## 关键词

工程教育专业认证, 互换性原理与测量, 项目教学, 教学改革

---

# Reform and Practice of “Interchangeability Principle and Measurement” Course Based on Engineering Education Accreditation

Qingyu Liu\*, Fazhan Yang, Kunming Liu, Xinming Li, Peng Liang, Zhihong Liu, Yong Yang

School of Mechanical & Automobile Engineering, Qingdao University of Technology, Qingdao Shandong  
Email: \*liuqingyu@qut.edu.cn

Received: Sep. 30<sup>th</sup>, 2020; accepted: Oct. 14<sup>th</sup>, 2020; published: Oct. 21<sup>st</sup>, 2020

---

## Abstract

Based on the standard of engineering education accreditation, the course of interchangeability

\*通讯作者。

文章引用: 刘庆玉, 杨发展, 刘琨明, 栗心明, 梁鹏, 刘志红, 杨勇. 基于工程教育专业认证的《互换性原理与测量》课程改革与实践[J]. 创新教育研究, 2020, 8(5): 729-733. DOI: 10.12677/ces.2020.85118

principle and measurement is reformed, and the reform practice is carried out from the aspects of syllabus, teaching mode and education evaluation. The results show that the effect of this course reform is remarkable, the attendance rate of students is significantly improved, the classroom atmosphere is active, and the learning enthusiasm of students is significantly improved. This course reform mode provides a reference for the further reform of engineering related professional courses, and has a certain promotion value.

## Keywords

Engineering Education Accreditation, Interchangeability Principle and Measurement, Project Teaching, Teaching Reform

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

近年来,随着中国改革开放的步伐不断深入以及全球化趋势的不断发展,我国高等教育改革也不断推进。为了有效提升我国高校工科的教育质量,教育部开展了工程教育专业认证,并且,我国于2016年成为国际本科工程学位互认协议《华盛顿协议》的正式成员,这标志着我国工程教育正在与国际接轨[1][2]。工程教育专业认证,是国际通行的工程教育质量保障制度,也是实现工程教育国际互认和工程师资格国际互认的重要基础。工程教育专业认证的核心是要确认工科专业毕业生达到行业认可的既定质量标准要求,是一种以培养目标和毕业出口要求为导向的合格性评价。其要求专业课程体系设置、师资队伍配备、办学条件配置等都围绕学生毕业能力达成这一核心任务展开,并强调建立专业持续改进机制和文化以保证专业教育质量和专业教育活力[3][4]。简而言之,工程教育专业认证是以学生为中心,以学生能力培养为导向,对于加强工程教育界与工业界的紧密结合,培养适应经济全球化、具有国际竞争力的工程技术人才有很好的推动作用[5]。

对于具体的专业核心课程,专业认证更加注重课程目标对本专业培养方案中的毕业要求的具体支撑度,教学方法和手段以及考核方式对于课程目标的达成度[6]。这样,可以对教育教学过程及结果进行量化评估,进而可以做到持续改进和优化。本研究针对《互换性原理与测量》课程教学现状,基于工程教育专业认证要求对课程教学环节和手段进行改革,分析各教学环节和手段对学生的学习效果的影响,进而完善面向工程教育专业认证的新型教学方法和课程体系。

## 2. 以工程能力提升为中心的课程教学设计

### 2.1. 以工程专业认证为依据修订教学大纲

《互换性原理与测量》是机械设计制造及其自动化专业的一门学科基础课,起着联系设计类课程与制造工艺类课程的纽带作用,在培养学生综合设计能力、产品质量检测和工程实践能力方面占有重要地位。本课程的任务是通过课堂教学、实验教学和相关项目研究等,使学生获得互换性与测量技术方面的基本知识,培养应用相关公差标准对产品进行精度设计和产品质量检测的能力,支撑专业学习成果中相应指标点的达成。然而,由于本课程概念繁多且多抽象,理论性和实践性都很强,课堂讲授很难让学生明确理解并掌握各个概念的含义和工程实际应用。依据《2018版工程教育专业认证标准》,结合本课程

的培养目标以及对毕业要求指标点的支撑条件,需进一步提升毕业要求及培养目标指标点的达成情况[7][8]。因此,有必要基于工程教育专业认证的标准重新修订以能力为导向的教学大纲。

《互换性原理与测量》课程培养目标对学生能力要求如下:1)深刻理解互换性的含义,掌握有关极限与配合、几何公差、表面粗糙度的国家标准、数据分析与处理,具备综合所学知识解决机械工程精度设计问题的能力;2)具备查阅应用相关国家标准,设计专用计量器具,使用计量器具检测机械零部件形状和位置误差,能够设计并对复杂工程问题提出解决方案;3)掌握公差与配合选用的基本方法、原则,能够合理的对典型零件进行测量。

将课程目标与毕业要求对应,有助于在课程教学组织中梳理课程教学知识点,围绕理论基础中的要点,以工程实践为载体,进行针对性教学,并且可以通过课程评价分析毕业要求的达成度[9]。课程目标与本课程所支撑的毕业要求及指标点的关系如表1所示。基于新修订教学大纲,适当增加讨论课和项目设计课等环节培养学生的创新意识与能力,使学生具备工程实际应用能力,支撑相应毕业要求指标点的达成。

**Table 1.** The relationship between course objectives and graduation requirements and indicators supported by the course  
**表 1.** 课程目标与本课程所支撑的毕业要求及指标点的关系

毕业要求	毕业要求指标点	达成关联度	课程目标
毕业要求 1: 工程知识	指标点 1-3: 掌握机械设计制造及其自动化专业基础知识,具备解决机械领域复杂工程问题的初步能力。	M	课程目标 1
毕业要求 3: 设计/开发解决方案	指标点 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。	M	课程目标 2
毕业要求 3: 设计/开发解决方案	指标点 3-2: 能够针对制造工艺、机电产品及装备的特定需求,完成单元及系统的设计。	M	课程目标 3

注:与每项毕业要求达成关联度高的教学活动用符号 H 表示,其他根据关联度分别用符号 M(中)、L(弱)表示。

## 2.2. 课程目标考核方法和达成度评价

### 2.2.1. 课程目标考核方法

在工程教育专业认证标准指导下,本课程突破传统的“课堂教学成绩 + 实验成绩”教学评价方式,建立以过程考核为中心,以应用能力指标为导向的课程考核体系[10]。课程考核以检验课程目标的达成度为手段,进而评价学生学习成果的达成度。考核的环节包括课后作业、项目课、实验、期末考试,各环节成绩均以百分制记录,各考核环节所占权重比例如表2所示。

**Table 2.** Each assessment link and weight coefficient of interchangeability principle and measurement  
**表 2.** 《互换性原理与测量》各考核环节及权重系数

权重系数	考核环节			
	课后作业	项目课	实验	期末考试
课程总目标	0.10	0.10	0.10	0.70
课程目标 1	√			√
课程目标 2	√	√		√
课程目标 3			√	

注:表中各项考核环节的考核权重系数同时用于计算课程分目标和课程总目标。

课程目标考核成绩统计表如表3所示。

**Table 3.** Statistical table of course objective assessment results**表 3.** 课程目标考核成绩统计表

学号	姓名	课程目标 1			课程目标 2			课程目标 3	
		课后作业	期末考试	总成绩	课后作业	项目	期末考试	总成绩	实验
		0.1	0.7		0.1	0.1	0.7		0.1
		平均得分		71.8	平均得分		47.8	平均得分	80.4
***	***	82.5	82.6	82.7	85.7	86	25.8	39.1	72
***	***	68.9	82.6	81.0	72.1	86	29.0	40.1	75
***	***	68.9	56.5	58.2	72.1	70	32.3	40.8	71
***	***	78.9	61.7	29.0	82.1	90	9.7	26.6	74
***	***	81.7	47.8	52.2	85.0	90	41.9	52.0	82

### 2.2.2. 课程目标达成度评价

课程目标达成度评价包括课程分目标达成度评价和课程总目标达成度评价，具体计算方法如下：

1) 课程分目标达成度的计算：

$$\text{分目标达成度} = \frac{\text{考核环节1权重} \times \text{实际平均分} + \text{考核环节2权重} \times \text{实际平均分} + \dots}{\text{考核环节1权重} \times \text{目标分}(100) + \text{考核环节2权重} \times \text{目标分}(100) + \dots} \quad (1)$$

2) 课程总目标达成度的计算：

$$\text{课程总目标达成度} = \frac{\sum \text{各考核环节的百分制得分} \times \text{权重}}{100} \quad (2)$$

通过式(1)和式(2)可以计算得到各分目标达成度和课程总目标达成度，从而可以进一步分析各分目标达成情况，进而对达成度低的部分进行优化，做到持续改进。

## 3. 基于项目教学法的教学模式改革

项目教学法突破了传统的教学模式，是在构建主义学习理论的指导下，改变课堂教学模式，使学生有目的的主动学习，老师主要讲授学习和资料检索方法、布置具体的、科技前沿相关的“工程项目”，以及控制和引导课堂节奏，通过解决一些现实问题来达到“意义建构”[11]。项目教学过程中，学生在教师的指导下，认真地、有计划地完成设计任务，以便在设计思想、设计方法和设计技能等方面获得良好的训练。学生必须以负责的态度对待自己所作的技术决定、数据和计算结果，注意理论与实践的结合，以期使整个设计在技术上是先进的，在经济上是合理的，在生产中是可行的。

### 3.1. 项目实施和时间安排

#### 3.1.1. 项目实施

将全班分成若干小组，每组不超过 5~6 人，以小组为单位，组内成员相互协作，每组需要绘制零部件工程图样，标注精度要求，编写项目设计说明书，制作 PPT 文件并参加答辩。

#### 3.1.2. 时间安排

开课之初布置设计任务，学生分组，借阅、收集设计资料，理解设计任务，课程学习期间进行项目设计和讨论，课程结束之前以小组为单位进行项目答辩，评定成绩。

### 3.2. 成绩评定

学生在完成全部项目任务后,图样和说明书经指导教师审核,在规定日期进行答辩或质疑。根据完成情况、工程图样和说明书质量、答辩情况,以及平时的学习态度等诸方面表现,综合评定学生的成绩,并按 10%计入该课程的总成绩。

实践表明,引入项目教学可以加强学生对知识的掌握,并显著提高学生学习的主动性和积极性。而且,项目教学法贴合工程教育专业认证工作,以学生为中心,以学生能力培养为导向,有助于加强工程教育与实际应用的紧密结合,对于培养具有国际竞争力的工程技术人才具有很好的推动作用。

## 4. 结果与分析

基于工程教育专业认证要求,我们对《互换性原理与测量》课程进行了改革,分别从教学大纲、教学模式和教育评价等方面进行了改革实践。基于专业认证的标准要求,将课程的教学知识点与毕业要求的指标点相对应,并建立过程评价考核机制,完善课程考核体系。实践表明,课程改革成效显著,学生的到课率明显提高,课堂氛围活跃,学生的学习积极性显著提高,学生评教分数也大幅提高。本课程改革模式对于工科专业相关专业课的进一步改革提供了参考,具有一定的推广价值。

### 基金项目

山东省高等教育本科教改重点项目(项目编号 Z2018S020):新工科背景下“五环三维”高素质应用型创新人才培养模式探索与实践。

### 参考文献

- [1] 肖霞,阮江涛,邢静忠.基于工程教育专业认证的基础力学课程教学改革探究[J].创新教育研究,2019,7(5):571-575.
- [2] 杨元园,熊海晶,宋孝玉,魏芳,王义民,黄强.工程教育专业认证下水文专业MATLAB教学实践与探索[J].教育进展,2020,10(1):64-70.
- [3] 贾继文,李金玲,阎祥慧.专业认证背景下的农业资环类专业实践教学改革研究[J].创新教育研究,2018,6(2):91-95.
- [4] 杨舒宇,程丽,潘苏蓉,王树遼,李莉.工程教育专业认证背景下的毕业设计教学改革与实践[J].教育教学论坛,2020(5):187-188.
- [5] 高建慧,韩香云,杨百忍,等.基于专业认证的大学生执业能力培养路径探索——以盐城工学院环境工程专业为例[J].大学教育,2017(1):131-132.
- [6] 蒋小松.工程教育专业认证背景下的《材料科学基础》课程教学与考核方式改革[J].当代教育实践与教学研究,2020(1):52-54+176.
- [7] 许红林,杨斌,苏堪华,向祖平,李俊.工程教育专业认证标准下的石油工程专业实践教学探索与实践[J].教育教学论坛,2020(8):252-253.
- [8] 桂蕾,何华刚,王伟.基于我国工程教育专业认证发展现状的思考[J].教育教学论坛,2020(7):339-341.
- [9] 黄云志,张毅.面向工程教育专业认证的课程改革与实践[J].电气电子教学学报,2018,40(1):29-32.
- [10] 王玉玲,姜芙林,杨发展,杨勇,梁鹏,仲照琳.面向工程教育专业认证的《液压与气压传动》课程体系改革研究[J].创新教育研究,2020,8(2):204-209.
- [11] 周国华,任志鹏.建构主义学习理论指导下的英语阅读课堂教学模式设计[J].教书育人:高教论坛,2013(12):78-79.