

基于工程教育专业认证的“机械精度设计” 教学大纲编制与实践

刘厚才,康辉民,张华,张光业,李常平

(湖南科技大学 机电工程学院,湖南 湘潭 411201)

摘要:“机械精度设计”是机械类专业的一门重要学科基础课。基于工程教育专业认证的需要,以 OBE 理念为指导,对“机械精度设计”教学大纲进行编制与实践:首先,根据课程教学内容和人才培养要求设计培养方案中的毕业要求指标点,确定课程教学目标,明晰课程教学内容与课程教学目标的支撑关系,对课时进行合理分配;其次,设计课程教学目标评价方法及评价标准,将编制的“机械精度设计”教学大纲应用于湖南科技大学 2018 级机械设计制造及其自动化专业 4 个班的教学实践,通过对课程目标达成度的评价与分析,发现 4 个课程目标达成度都超过目标值;最后,依据评价结果给出课程教学改进措施,并用于 2019 级 6 个班和 2020 级 7 个班的教学持续改革实践,结果显示本课程理论课教学质量得到提高,特别是学生对本课程主要内容基础知识的掌握显著提高,学生对本课程目标达成度的个体差异性也有改善。

关键词:工程教育;专业认证;机械精度设计;教学大纲;课程目标

中图分类号:G642.3

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2024)06-0032-07

工程教育专业认证是基于国际工程教育学位互认协议——“华盛顿协议”的高等学校培养工程技术人才而进行的专业性认证,其目标在于获得国际工程教育的一致性认可^[1-2]。我国 2016 年成为该组织的正式会员,至此我们国家的工程教育质量评价标准得到国际同行的认可,也同时加快了我国工程教育与国际接轨的步伐^[3]。工程教育专业认证的核心理念是基于产出的教育(Outcome-Based Education, OBE)^[1-5]。它要求高校在制定工程专业人才培养方案时,首先要以工科专业毕业生在毕业后 5 年左右能够达到的职业和专业成就作为培养目标,然后需要紧紧围绕能支撑该培养目标的达成来设计具有明确、公开、可衡量的毕业要求指标点,最后再依据毕业要求指标点来设置需要开设的课程。具体每门课程教学目标的设计和教学内容的安排都必须根据该专业

的毕业要求指标点来设计,课程教学目标必须支撑对应的毕业要求指标点。

“机械精度设计”是机械类专业的一门学科基础课,主要研究机械类零部件几何量精度及精度设计问题,内容包括互换性与标准化的基本概念、测量技术基础、尺寸公差配合及标准化、形位公差、表面粗糙度、典型零部件的精度设计等^[5-7]。该课程传统的教学方式是依据教学大纲进行理论教学,依据实验大纲进行实验教学和根据考试大纲出考试试卷,学生的最终评价是以期末考试成绩、实验成绩和平时成绩按一定比例折算成一个总成绩,以这个总成绩来评价学生对该课程的学习成效。传统的教学大纲编制是根据该课程内容来确定其教学内容、重点和难点,实验大纲是根据课程内容和学校现有设备确定实验的项目和内容,考试大纲编制是根据该课程的教学内容、重点

收稿日期:2023-11-09

基金项目:湖南省普通高等教育教学改革研究项目(HNJG-20230649);湖南省普通高等教育教学改革研究项目(HNJG-20230645)

作者简介:刘厚才(1975—),男,湖北广水人,副教授,博士,主要从事机械系统设计与结构优化研究。

和难点来确定其考试范围和重点。教学大纲、实验大纲和考试大纲对开设这门课的所有专业都是相同的。这种传统教学方式下的教学大纲、实验大纲和考试大纲无法满足工程教育专业认证的要求。

工程教育专业认证要求课程教学大纲必须遵循 OBE 理念和要求进行编制,即必须根据开设该课程的那个专业需要支撑的毕业要求指标点来确定其教学目标,再根据课程教学目标设计课程教学内容和学时分配,学生的课程评价则是课程每个教学目标的达成度评价(即 OBE 评价)。工程教育专业认证对课程的另一个关键要求是持续改进,即课程结束后必须进行课程教学目标达成度的分析与评价,并根据分析与评价结果提出改进措施,用于指导后续课程教学的改革,以此不断提高课程的教学质量。为了适应工程教育专业认证的需要,本文根据湖南科技大学机械设计制造及其自动化专业(2018 版)培养方案的要求,以 OBE 理念为基础,将“机械精度设计”原先的教学大纲、实验大纲和考试大纲进行修改,并合并编制了能满足工程教育专业认证要求的新教学大纲,包括课程教学目标、课程教学内容及学时分配、课程目标达成评价方法及标准等。最后将该教学大纲应用于 2018 级 4 个班“机械精度设计”课的教学实践,并对课程目标达成度进行分析与评价,依据评价结果提出了后续教学改进措施。

1 课程教学目标

基于湖南科技大学的定位,机械设计制造及其自动化专业(2018 版)培养方案制定的毕业要求有三个指标点需要“机械精度设计”这门课来支撑,即:毕业要求 1“工程知识”中的指标点 1-3:综合应用机械工程领域的相关专业知识和数学模型方法,推演与分析机械产品设计、制造与控制复杂工程问题;毕业要求 2“问题分析”中的指标点 2-4:具备运用基本原理,借助文献研究分析机械产品设计、制造与控制复杂工程问题的影响因素,并获得有效结论的能力;毕业要求 4“研究”中的指标点 4-1:掌握机械工程领域的测试原理及实验方法,能够正确选择和使用常用测试仪器。

根据教学内容和应支撑毕业设计指标点的要求,设计了“机械精度设计”应达到四个课程教学目标。课程目标 1:掌握互换性、标准化、优先数

系、尺寸公差、形位公差和表面粗糙度的基本概念,熟悉相应的国家标准和技术规范,以及在工程图上的标注方法(支撑毕业要求指标点 1-3,占比 0.7);课程目标 2:了解测量的基本概念、常用计量器具及其基本测量指标;熟悉测量误差的产生原因和测量数据的处理方法(支撑毕业要求指标点 1-3,占比 0.3);课程目标 3:能够运用公差配合的基本知识、基本原理和方法对复杂机械零件的精度要求进行分析、设计,并在设计工程图上正确的标注(支撑毕业要求指标点 2-4);课程目标 4:认识和正确使用常用的测量器具、测量方法以及现代测量仪器;能够针对复杂机械零件的误差问题进行分析,设计合理测量方案,选用合适测量工具,对机械零件的误差进行测量,并对数据进行分析与处理,得到正确结论(支撑毕业要求指标点 4-1)。

2 课程教学内容及学时分配

根据机械设计制造及其自动化专业(2018 版)培养方案培养目标和总课时的要求,结合“机械精度设计”的教学内容,确定这门课程的总学时数为 32(其中理论课 26 学时,实验课 6 学时),占 2 学分。依据本课程设计的 4 个课程教学目标,将课程教学内容进行了组合,形成与课程目标的支撑关系,指出了各课程目标的教学重点难点,并对课时进行了合理分配。课程目标与课程教学内容、重点难点及课时分配的关系如表 1 所示(教材选用参考文献[7])。

3 课程目标达成评价方法及标准

基于工程教育专业认证的要求,“机械精度设计”课程的评价是以考核学生对课程目标的达成度为主要目的,课程目标 1、2 和 3 的达成度由期末考试成绩(占 78%)和平时成绩(占 22%)组成,课程目标 4 的达成度由实验成绩(占 100%)组成,4 个课程目标各项成绩占比和目标达成度计算如表 2 所示。

本课程的期末考试采用闭卷形式,卷面满分 100 分,严格按照表 2 所示各课程目标的占比出题,题型包括填空、判断、选择、简答、综合分析与计算等,难度等级:难、中、易比例构成约为 10%、50%、40%。改卷时严格按照期末考试标准答案和评分标准进行评分,并按各课程目标分别统分。

表1 课程目标与课程教学内容、重点难点及课时分配的关系

课程目标	教学内容	重点难点	课时
目标1	第一章 绪论 第三章 圆柱体公差配合及其标准化(3.1 概述;3.2 基本术语与定义;3.3 公差带大小的标准化;3.4 公差带位置的标准;3.5 公差带与配合的优化;3.7 线性尺寸的未注公差) 第四章 形位精度设计与检测(4.1 概述;4.2 基本概念和术语;4.3 形位公差的基本标注;4.4 形位公差及公差带的特点;4.5 公差原则) 第五章 表面粗糙度及其检测(5.1 概述;5.2 表面粗糙度的评定;5.3 表面粗糙度的标注) 第六章 光滑工件尺寸的检测(6.1 概述) 第八章 渐开线圆柱齿轮精度设计及其检测(8.1 齿轮传动的使用要求;8.2 渐开线圆柱齿轮的加工误差;8.3 渐开线圆柱齿轮的精度)	第三章 圆柱体公差配合及其标准化(3.3 公差带大小的标准化;3.4 公差带位置的标准;3.5 公差带与配合的优化) 第四章 形位精度设计与检测(4.3 形位公差的基本标注;4.4 形位公差及公差带的特点;4.5 公差原则) 第五章 表面粗糙度及其检测(5.3 表面粗糙度的标注) 第八章 渐开线圆柱齿轮精度设计及其检测(8.2 渐开线圆柱齿轮的加工误差;8.3 渐开线圆柱齿轮的精度)	11
目标2	第二章 测量技术基础 第四章 形位精度设计与检测(4.7 形位误差的检测原则) 第五章 表面粗糙度及其检测(5.5 表面粗糙度的测量及量具量仪) 第六章 光滑工件尺寸的检测(6.2 用通用计量器具检测;6.3 光滑极限量规) 第八章 渐开线圆柱齿轮精度设计及其检测(8.5 渐开线圆柱齿轮精度的检测)	第二章 测量技术基础(2.5 测量误差和数据处理) 第八章 渐开线圆柱齿轮精度设计及其检测(8.5 渐开线圆柱齿轮精度的检测)	8
目标3	第三章 圆柱体公差配合及其标准化(3.6 圆柱结合的精度设计) 第四章 形位精度设计与检测(4.6 形位公差的选择及应用) 第五章 表面粗糙度及其检测(5.4 表面粗糙度的选用) 第七章 典型结合的精度设计及其检测 第八章 渐开线圆柱齿轮精度设计及其检测(8.4 渐开线圆柱齿轮精度的设计方法)	第三章 圆柱体公差配合及其标准化(3.6 圆柱结合的精度设计) 第四章 形位精度设计与检测(4.6 形位公差的选择及应用) 第五章 表面粗糙度及其检测(5.4 表面粗糙度的选用)	7
目标4	实验一 长度测量 实验二 表面粗糙度测量 实验三 齿轮参数测量	实验数据的分析与处理	6

表2 课程目标各成绩占比和达成度计算表

课程目标	考试成绩占比(%)	平时成绩占比(%)	实验成绩占比(%)	课程目标达成度计算
目标1	50	55	/	(考试得分/50) * 0.78 + (平时得分/55) * 0.22
目标2	30	20	/	(考试得分/30) * 0.78 + (平时得分/20) * 0.22
目标3	20	25	/	(考试得分/20) * 0.78 + (平时得分/25) * 0.22
目标4	/	/	100	实验成绩/100
总计	100	100	100	

平时成绩主要以课堂回答问题、课堂讨论和作业测评为依据,平时成绩的评分标准如表3所示。平时成绩依据具体内容要求分配到各课程目标中,并按表2中的平时成绩占比折算成各课程目标的平时成绩。

实验成绩评价主要以仪器设备操作(占比30%)和实验报告(占比70%)组成,实验成绩的评分标准如表4所示。

作为一门学科基础课,“机械精度设计”还需要一个总成绩,该课程的总成绩由期末考试成绩(占70%)、平时成绩(占20%)和实验成绩(占10%)三部分组成,即总成绩=期末考试成绩×70%+平时成绩×20%+实验成绩×10%。

4 课程目标达成度分析与评价

湖南科技大学2018级机械设计制造及其自动化专业4个班按照本文编制的教学大纲组织“机械精度设计”这门课的教学,并按本大纲的课程目标达成评价方法及标准进行目标达成度计算。图1所示是2018级学生平均成绩的四个课程目标的达成度,该课程的课程目标达成度的目标值是0.65,从图1中可以看出,本课程学生平均成绩的四个课程目标的达成度都超过了目标值,即本课程的实践教学结果都达到了预期的教学目标。从图1中还可以看出,每个课程目标的达成度数值是有差异的,其中课程目标1的达成度最低,只有0.7004,课程目标4的达成度最高,高达0.9425。

表 3 平时成绩评分标准

≤59	60~69	70~79	80~89	≥90
课堂回答问题错误,不参与课堂讨论。未按照要求提交作业;没有掌握知识及概念,不会运用公式;解题过程错误且不完整,答案正确率低于 60%	课堂回答问题基本正确,参与课堂讨论积极性不高。按照要求提交作业;知识及概念掌握程度一般,且不能正确运用;解题过程中存在错误,答案正确率超过 60%	课堂能正确回答大部分问题,并参与课堂讨论。按照要求提交作业;知识及概念掌握较全面,能较正确运用;解题过程基本正确、完整,答案正确率超过 70%	课堂上能准确回答绝大部分问题,并积极参与课堂讨论。按照要求提交作业;知识及概念掌握较全面,能正确运用;解题过程较正确、完整,逻辑性较强,答案正确率超过 80%,书写清晰	课堂上能准确回答问题,并积极主动参与课堂讨论。按照要求提交作业;知识及概念掌握全面,运用得当;解题过程正确、完整,逻辑性强,答案正确率超过 90%,书写清晰

表 4 实验成绩评分标准

≤59	60~69	70~79	80~89	≥90
不认识常用的测量器具及现代测量仪器,不会操作和使用测量器具;不会设计测量方案,不会选用测量工具,不会测量零件误差,对数据处理错误,得到结论错误	认识部分常用的测量器具及现代测量仪器,能基本操作和使用部分测量器具;基本能够设计测量方案,选用测量工具,测量零件误差,对数据进行处理,得到部分正确结论	认识大部分常用的测量器具及现代测量仪器,能正确操作和使用部分测量器具;能够设计大部分测量方案,选用测量工具,测量零件误差,对数据进行处理,得到结论大部分正确	认识绝大部分常用的测量器具及现代测量仪器,能正确操作和使用大部分测量器具;能够设计测量方案,选用测量工具,测量零件误差,较准确,对数据进行处理,得到较正确结论	认识常用的测量器具及现代测量仪器,能准确操作和使用测量器具;能够设计合理测量方案,选用合适测量工具,准确测量零件误差,对数据进行正确的处理,得到正确结论

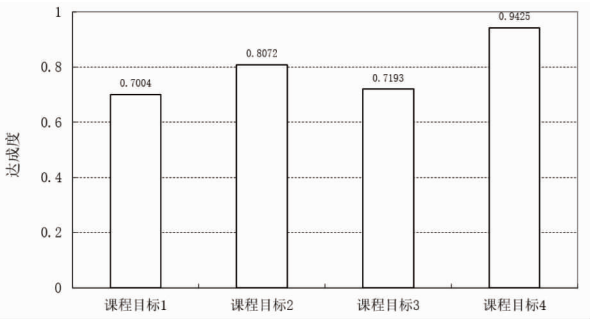


图 1 2018 级学生平均成绩课程目标达成度

图 2 所示是 2018 级学生个体的四个课程目标达成度散点图,从图 2 中可以看出只有课程目标 4 所有学生都达成目标,课程目标 2 有少部分学生没有达成目标,课程目标 1 和 3 都有一定数量学生没有达成目标。

图 3 是 2018 级学生 4 个课程目标达成度的个体差异性系数,从图中可以看出,课程目标 3 的个体差异性最大,高达 21.25%,课程目标 4 的个体差异性太小,只有 1.51%。

通过上述对“机械精度设计”课程目标达成度的分析,结合课程的四个教学目标内容,得出如下评价结果:

(1)课程目标 1 是要求掌握本课程主要内容互换性、尺寸公差、形位公差和表面粗糙度等的基

本概念、基本知识、基本原理和方法等基础知识,涉及到的内容多、概念多和知识点多,如果理解不到位很容易弄混淆,学生平均成绩课程目标 1 的达成度在 4 个课程目标中是最低的,只有 0.700 4,且目标达成度的个体差异性也较大,说明学生对课程目标 1 基础知识的掌握不是很好。

(2)课程目标 2 是要求掌握测量的基本概念,熟悉测量误差的产生原因和测量数据的处理方法,涉及到的内容比较少,也比较容易理解,课程目标达成度比较好,且目标达成度个体差异性也较低,说明学生对课程目标 2 基础知识的掌握比较好。

(3)课程目标 3 是要求运用本课程的基本知识、基本原理和方法对复杂机械零件的精度进行分析和设计,属于课程综合应用能力的要求。学生平均成绩课程目标 3 的达成度不高,只有 0.719 3,且目标达成度的个体差异性最大,说明学生在本课程的综合应用能力方面不是很理想,且学生的个体分化很大。

(4)课程目标 4 是本课程的实验内容,要求正确操作实验仪器,并对所测的数据进行分析和处理。课程目标 4 的达成度在 4 个目标中是最高的,且目标达成度的个体差异性也是最小的,说明

学生的动手能力比较强。由于本课程的实验设备均为传统的测量设备,操作比较简单,且基本为验证性的实验,另一方面,受到设备台套数的限制,学生是分成小组进行实验,这也是造成课程目标4的达成度最高和个体差异性太小的部分原因。

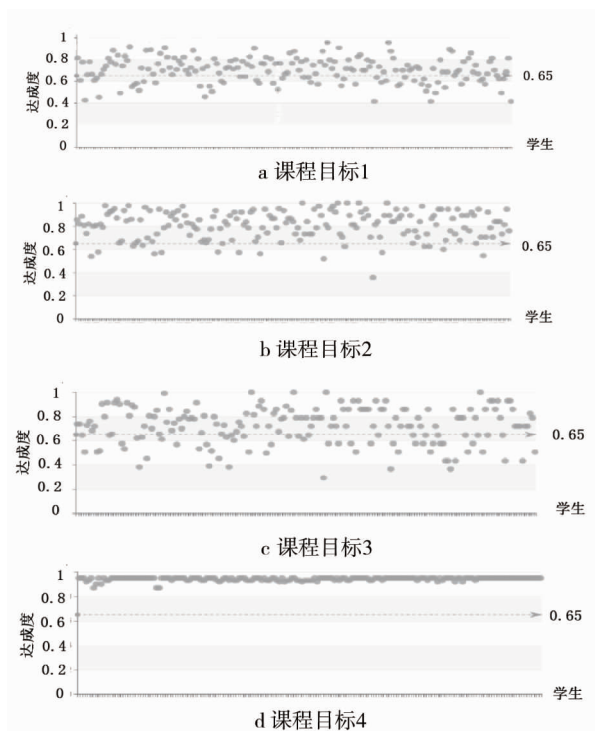


图2 2018级学生个体的课程目标达成度散点图

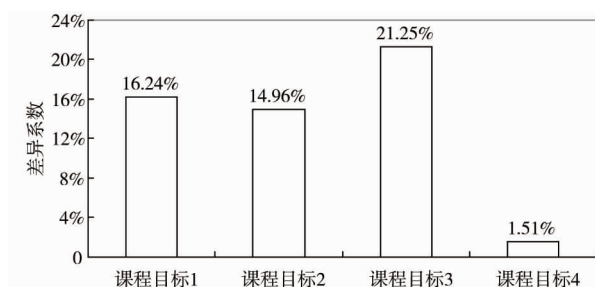


图3 2018级学生课程目标达成度的个体差异性系数

5 持续改进

工程教育专业认证的一个关键要求是持续改进,就是要根据评价结果提出改进措施,用于专业的后续教学改革,以便不断提高高等学校工程教育专业教育质量。基于上述对“机械精度设计”课程目标达成度的分析和评价,提出本课程后续的改进措施如下:

(1)任课老师应该加强对互换性、尺寸公差、形位公差和表面粗糙度等本课程主要内容基础知识的讲解,特别是对那些容易混淆,难以理解的概

念和内容要重点讲解,以提高课程目标1的达成度。

(2)任课老师应继续保持对测量基本概念,测量误差产生原因和测量数据处理方法的授课方式、方法和内容,以维持课程目标2的较好达成度效果。

(3)任课老师应该适当加强运用本课程基本知识、基本原理和方法对复杂机械零件的精度进行分析和设计方面的教学内容,要多增加一些实例分析与讲解,以提高学生对本课程的综合应用能力,且要多关注那些基础较差和学习态度不积极的学生,以减少课程目标3达成度的学生个体差异。

(4)实验室应该采购一些更先进的测量仪器设备,以增加综合性的实验项目和内容。

将这些改进措施用于2019级机械设计制造及其自动化专业6个班“机械精度设计”课程的教学改革实践。学生平均成绩的4个课程目标达成度如图4所示,对比图1可以看出经过改进措施,该课程2019级学生平均成绩的课程目标1、2和3的达成度都有提高,特别是学生平均成绩课程目标1达成度提高显著,提高了7.7个百分点。经过1年的教学改进实践,结果表明教学改进措施是有效的,本课程的理论课教学质量得到了提高。课程目标4是实验教学,由于学校经费原因,这一年本课程的实验室没有增加新设备,实验教学变化不大,课程目标4的达成度基本没变,依然保持在0.94以上。

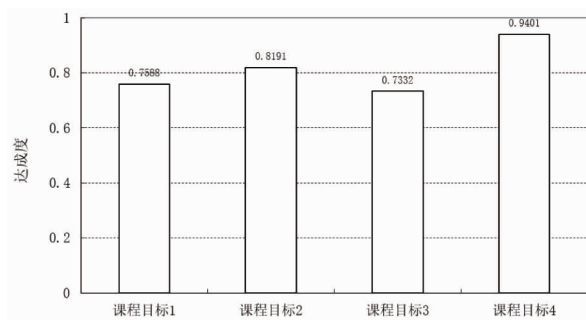


图4 2019级学生平均成绩课程目标达成度

2019级本课程四个课程目标达成度的个体差异性系数如图5所示,对比图3可以看出经过改进措施后,该课程2019级学生课程目标1、2和3的达成度差异性都有所降低,课程目标4的达成度差异性虽有所增大,但依然还是太低,只有2.01%。经过1年的教学改进实践,本课程四个课

程目标的个体差异性数据都变好,表明学生对本课程目标达成度的个体差异性得到了改善,本课程的整体教学质量得到了提高。

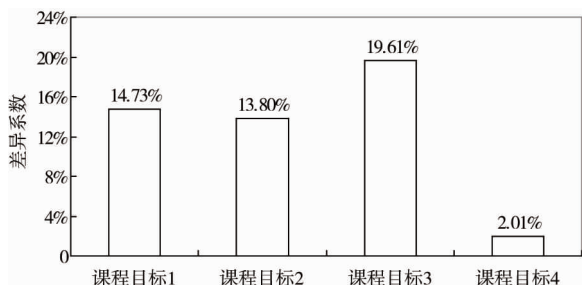


图 5 2019 级学生课程目标达成度的个体差异性系数

由于 2019 级本课程四个课程目标达成度数据与 2018 有相似的特点,根据 2019 级本课程目标达成度分析与评价的结果,提出的本课程后续的改进措施是:(1)(2)和(3)与本节开始提出的相同,(4)在无法增加新设备的条件下,要改革实验教学内容,适当增加分析或研讨性的实验内容。

将这些改进措施用于 2020 级机械设计制造及其自动化专业 7 个班“机械精度设计”课程的教学改革实践。学生平均成绩的四个课程目标达成度如图 6 所示,该课程 2020 级学生平均成绩的课程目标 1、2 和 3 的达成度相比 2019 级学生也都有提高,学生平均成绩课程目标 1 达成度提高最大,提高了 7.6 个百分点。在实验室没有增加新设备无法增加实验内容的条件下,由于增加了分析和研讨性的实验内容,要求学生答辩,学生平均成绩课程目标 4 的达成度相比 2019 级学生有所降低,更趋合理。

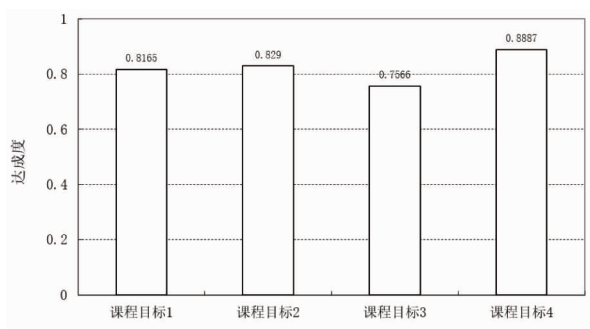


图 6 2020 级学生平均成绩课程目标达成度

2020 级本课程四个课程目标达成度的个体差异性系数如图 7 所示,可以看出相比 2019 级学生,该课程 2020 级学生课程目标 1、2 和 3 的达成度差异性同样都有降低,得到了改善;课程目标 4 的达成度差异性有所增大,但依然还是很低,只有

2.35%。

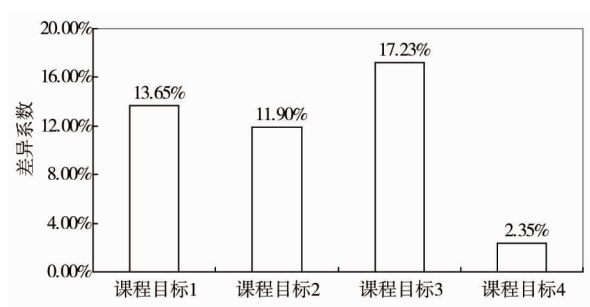


图 7 2020 级学生课程目标达成度个体差异性系数

依据工程教育专业认证的要求,本课程经过 2 年的教学持续改进实践,结果表明本课程理论教学质量得到了提高,特别是 2020 级学生平均成绩的课程目标 1 达成度比 2018 级学生提高了 16.6%,说明通过教学持续改进,学生对本课程主要内容基础知识的掌握显著提高。此外,学生对本课程目标达成度的个体差异性也得到改善,说明本课程的整体教学质量得到了提高。

6 结语

本文基于工程教育专业认证的需要,依据湖南科技大学机械设计制造及其自动化专业(2018 版)培养方案的要求,以 OBE 理念为基础,对“机械精度设计”教学大纲进行了编制与实践。首先由本课程需要支撑的培养方案中毕业要求的指标点,确定了本课程的四个教学目标;随后设计了课程教学内容与支撑课程目标的关系,并进行了课时的合理分配;编制了课程目标达成的评价方法及标准;然后将教学大纲应用于机械设计制造及其自动化专业 2018 级 4 个班“机械精度设计”的教学实践,对课程目标的达成度进行了分析与评价,并根据评价结果提出了本课程后续教学的改进措施。将改进措施用于机械设计制造及其自动化专业 2019 级 6 个班和 2020 级 7 个班的教学改革实践,结果显示本课程理论课教学质量得到了提高,特别是经过教学持续改进学生对本课程主要内容基础知识的掌握得到了显著提高,学生对本课程目标达成度的个体差异性也得到了改善。采用新编制的教学大纲,根据工程教育专业认证的需要和基于 OBE 教育理念,经过本课程教学团队共同努力和多年的持续改进,“机械精度设计”的整体教学质量正在稳步提高,湖南科技大学机

械设计制造及其自动化专业也于2021年顺利通过工程教育专业认证。

参考文献:

- [1] 李志义.解析工程教育专业认证的成果导向理念[J].中国高等教育,2014(17):7-10.
- [2] 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):29-34,70.
- [3] 牛秋林,毛征宇,刘厚才.以工程教育专业认证为导向的机械类专业课程体系改革思考——以湖南科技大
- 学为例[J].当代教育理论与实践,2017(9):67-70.
- [4] 胡小舟.基于OBE理念的“机械设计基础”教学大纲设计[J].教育教学论坛,2021(37):25-28.
- [5] 吴恩启,张永亮,高佳丽.基于OBE理念的《公差配合与技术测量》过程性考核[J].教育教学论坛,2019(29):63-64.
- [6] 曲东越,刘崇,展勇.“机械精度设计基础”课程建设改革与探索[J].教育教学论坛,2022(37):41-44.
- [7] 李必文.互换性与测量技术基础(机械精度设计与检测)[M].长沙:中南大学出版社,2018:1-11.

Design and Implementation of Teaching Syllabus for “Mechanical Precision Design” Based on Engineering Education Professional Certification

LIU Houcai, KANG Huimin, ZHANG Hua, ZHANG Guangye, LI Changping

(School of Mechanical Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

Abstract: “Mechanical Precision Design” is an important foundational course in mechanical majors. Based on the need for professional certification in engineering education and the OBE concept, this article has designed the teaching syllabus for “Mechanical Precision Design”. Firstly, based on the teaching content of the course and the indicator points required to support the graduation requirements in the training plan, the teaching objectives of this course were determined, and the supporting relationship between the teaching content and the course teaching objectives was determined. The class hours were reasonably allocated. Then, the evaluation methods and standards for achieving the course objectives were designed. The teaching syllabus of “Mechanical Precision Design” was applied to the teaching implementation in four classes enrolled in 2018 in Hunan University of Science and Technology, whose major was Mechanical Design, Manufacturing and Automation. Through analysis and evaluation of the achievement degree of course teaching objectives, the results showed that all of the four course objectives set in this course had exceeded the target value. Finally, based on the evaluation results, improvement measures for course teaching were proposed and applied to the continuous teaching reform practice of 6 classes enrolled in 2019 and 7 classes enrolled in 2020. The results showed that the quality of theoretical course teaching in this course has been improved. Especially the students’ mastery of the basic knowledge of the main content of this course has been significantly improved, and the individual differences in students’ achievement of the course objectives have also been improved.

Key words: engineering education; professional certification; Mechanical Precision Design; teaching syllabus; course teaching objectives

(责任校对 王小飞)