

工程教育认证背景下课程教学改革的研究与实践

——以沈阳建筑大学大地测量学基础课程为例

王 岩,刘茂华,由迎春

(沈阳建筑大学交通工程学院,辽宁 沈阳 110168)

**摘 要:**在工程教育认证背景下,以大地测量学基础课程为例,从理论教学、实践教学、课程评价及持续改进3个方面对课程进行了改革与探索,根据工程教育认证的要求优化了教学内容,采用多种形式的教学方法提升了教学效果,增加了考核环节,细化了评分标准,使考核更加科学合理。根据考核结果进行课程评价,为课程的持续改进提供依据。将改革方案应用于理论课程和实践环节中,经过一个教学周期的检验,证明教学改革具有科学性与可行性。

**关键词:**工程教育认证;教学改革;大地测量学基础;课程评价

**中图分类号:**G642      **文献标志码:**A

2016年,沈阳建筑大学测绘工程专业开始着手准备进行工程教育认证,在完成前期准备工作后,2018年提交了认证申请并获得受理,2019年4月提交了自评报告,并于同年5月迎来了专家进校考查。2020年6月,中国工程教育认证协会发布通知,沈阳建筑大学测绘工程专业通过了工程教育认证,有效期为6年(有条件),即2020年1月至2025年12月。在进行工程教育认证的准备阶段,测绘工程专业就已经对培养目标、毕业要求、培养方案、课程体系等进行了一系列的改进,以充分适应工程教育认证的基本要求<sup>[1]</sup>。但是,课程教学模式与方法的改革是一个持续改进的过程,需要根据专业特色、就业需求、学生特点等方面不断探讨,逐步改进。

笔者以测绘工程专业主干课程之一的大

地测量学基础课程为例,研究探讨工程教育认证背景下的教学模式与方法。重点对理论教学、实践教学、课程考核、课程评价与持续改进等方面进行研究,从实践出发,探讨既满足测绘工程专业工程认证要求,又具备一定通用性的教学方法,使课堂教学真正做到全覆盖、重能力、强基础、解难题,并充分调动每一名学生的学习积极性,变“要我学”为“我要学”,培养合格的工程技术人才<sup>[2-3]</sup>。

## 一、研究背景

随着工程教育认证试点工作的展开,以及2016年我国成为《华盛顿协议》正式成员国之后,国内对工程教育认证的研究逐步深入。任红卫等<sup>[4]</sup>早在2013年就以电气专业为例,探讨工程教育认证背景下的教学改革方法,以提高学生的工程实践能力。2016年

之后,教学改革的研究更加细化,针对具体课程的研究越来越多,例如,杨燕等<sup>[5]</sup>针对高分子材料成型加工课程,以毕业要求达成为目标,从教学目的、教学内容、教学方法和手段等方面对课程进行改革与实践,积极探索以学生为主体的教学新模式;刘珥婷<sup>[6]</sup>以思想道德修养与法律基础课程为例,研究了工程教育认证背景下思政类课程的教学内容、教学方式和考核形式等。

近年来,测绘工程专业方面相关的研究也逐渐增多,蒋廷臣等<sup>[7]</sup>讨论了 GNSS 测量原理与应用课程的教学大纲的修改与完善方法,研究了在课堂教学中如何体现工程教育专业认证的核心理念;张俊等<sup>[8]</sup>基于工程教育认证通用标准和测绘专业认证的补充标准及其要求讨论了专业认证背景下测绘工程专业课程的改革问题;李刚等<sup>[9]</sup>以遥感应用综合实习课程为例,研究了测绘专业实践类课程的教学方法。

二、教学模式的改革

大地测量学基础是测绘工程专业的一门主干课程,理论教学 40 学时,实验教学 8 学时,共计 48 学时,3.0 学分;同时,课程配有 2 周的实习,2.0 学分。为了适应工程教育认证的要求,笔者从理论教学、实践教学、课程评价与持续改进 3 个方面对课程进行了改革与探索(见图 1)。

1. 理论教学的改革

理论教学的改革主要从教学内容、教学方法、考核方法 3 个方面入手。

(1) 教学内容的改革

根据大地测量学基础的课程目标与课程特点,教学内容改革主要体现在 4 个方面<sup>[10]</sup>。

①夯实基础知识。基础知识是掌握专业技能的根本,测绘工程专业的专业课中有 40%~60% 的内容属于基础知识,这部分内容对于掌握专业基本技能、为后续专业课程打下基础有着重要的意义,必须强化这部分内容的教学,通过增加学时、丰富教学手段以及进行课堂讨论、随堂测验等多种途径促进学生对知识的理解。大地测量学基础课程中的地球椭球、坐标系统、时间系统等知识是 GNSS 原理与应用、工程测量学等专业课的理论基础,必须通过深入浅出的讲解使学生全部掌握,并能利用基础知识去解决实际工程中的相关问题。

②更新教学内容。课程教学中选用的教材从编写到出版再到应用有一个较长的周期,这就造成教材中的某些内容在生产单位的实际项目中已经不属于前沿技术,甚至已经被淘汰。因此,教学内容落后于生产是教学中不可避免的现实。在工程教育认证背景下,为了使能够真正解决工程中的实际问题,应该特别注重教学内容的更新,挑选近年出版的优秀教材,并剔除教材中的陈旧内容,补充前沿理论与技术,保持教学内容的前沿性。例如,在大地测量学基础课程的教学过程中,剔除了教材上光学仪器的检验与校正、三角网的布设与实施、控制网概算、觐标的建立等内容,相应增加了三维激光扫描仪、北斗定位、无人机摄影测量等前沿技术与方法。

③强化案例教学。案例教学是使学生在理论课中接触工程实践的最佳途径之一。典型的案例一方面代表着行业的前沿技术,另一方面是多种理论知识的集合。因此,根据教学进度,专业课教师在课堂上要通过典型

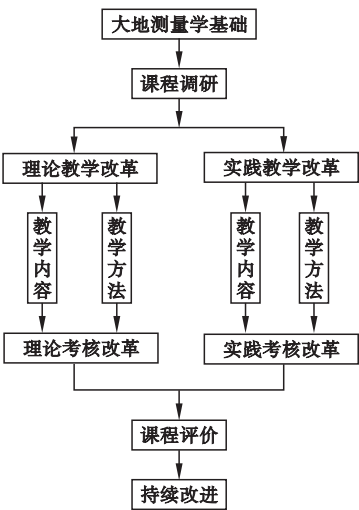


图1 大地测量学基础课程的教学改革流程

的工程案例,系统阐述相关知识点在实际工程中的应用。例如,在大地测量学基础课程中通过某长江公路大桥首级施工测量、某超高层建筑物变形监测、某地 1:1 000 图根控制网的布设等工程实例,使学生详细了解控制网的设计与布设、变形监测的方案设计与实施、大比例尺地形图的测绘等工程问题。

④加强课程思政教育。充分发掘课程中蕴含的思政元素,结合课程内容进行思政教育,培养学生积极向上的人生态度,树立正确的人生观与价值观,锻炼团队合作和独立完成相关工作的能力,强化国家版图意识。

## (2) 教学方法的改革

教学内容的改变对应着要有合适的教学方法,调动学生的学习积极性,变“要我学”为“我要学”、“我想学”<sup>[11]</sup>。专业课教师在教学过程中,要充分利用现代网络技术和多媒体技术,以多种形式开展教学工作。

①采用线上线下混合式教学模式。专业课教师在线下利用多媒体手段进行传统的课堂教学,同时选用合适的在线授课平台和优秀的慕课资源,根据教学内容的特点安排课前预习或网络自学内容。在课堂教学过程中,可以随时利用在线授课平台进行课堂测验,同时,根据教学进度,适时在线上布置课后作业,通过反馈的信息及时掌握学生的学习状况,并调整教学内容与方法。

②聘请企业专家开办专题讲座。企业专家位于生产第一线,对于行业发展现状较为熟悉。因此,在教学过程中,可以聘请企业专家为学生重点介绍最新的行业动态以及生产单位的新技术与新方法。通过这种方式,培养学生的学习兴趣,扩展学生的学术视野,使学生有机会接触行业前沿知识。

③针对难点问题开展课堂讨论。为了更好地解决大地测量学基础课程中的难点问题,专业课教师应布置相关内容的课堂讨论,由学生自由分组,组员之间分工合作进行讨论,并对讨论结果进行汇报,这样既培养了学生的自主学习能力和团队合作意识,又锻炼了学生的口语表达能力。

④针对综合问题布置课后大作业。为了使学生系统掌握课程的相关知识点,专业课教师应适当布置设计类或综述类大作业,设计类大作业是学生根据给定的工程背景总结技术要点、设计技术路线、编写技术方案等,综述类大作业则是学生根据教师限定的知识点自主查阅相关文献和参考资料并进行分析,最终形成综述性文章。两类大作业均可以为解决复杂工程问题打下良好的基础。

## (3) 理论考核方式的改革

教学方法的改革对课程的考核环节提出了较高的要求,可以从以下几方面对理论教学的考核方式进行改革<sup>[12]</sup>。

①大题变小题,增加考核知识点。调整试卷的试题模式,避免出现高分值试题,降低单题分值,增加考核知识点的数量,尽可能多地覆盖教学知识点。

②更改考试题型,去除考核内容单一、偶然因素较大的单项选择题和判断题,降低简答题和论述题的比重,相应增加不定项选择题和案例分析题,以此考核学生的专业理论水平与动手能力。

③增加案例分析题的比重。案例分析题可以全面考察学生对知识的掌握情况,促进其对知识的综合理解,以提升学生的学习效果。在最近一期的课程考试中,案例分析题的总分值达到 50 分。试题与工程实际相结合,覆盖了课程中较多的知识点,考核了学生对知识点的理解程度和理论联系实践的能力。

④完善平时成绩的考核。工程教育认证要求注重学生能力的培养,因此,降低了大地测量学基础课程的试卷考核比重,将平时成绩的比重提升到 50%。在平时成绩中,去除了出勤、课堂表现等无法反映学生专业能力的考核项目,以实验、课堂测验、大作业、课堂讨论等环节作为考核项目,同时完善每个考核项目的考核量规表,并给出详细的评分标准,使考核更加公平、公正。

## 2. 实践教学的改革

实践教学是培养学生动手能力的重要环节之一,工程教育认证背景下需要从实践教

学的教学内容、教学方法、实践考核等方面进行研究并加以改进<sup>[13]</sup>。

(1) 优化实践教学内容

在工程教育认证背景下,各门课程实践环节的教学大纲应根据教学内容与要求以及课程的前后关系统一制定,每一项实习内容要确保延续先导课程的内容,并为后续课程打下基础,这样既合理安排了实践教学的内容,又确保各实践环节有序、合理、递进式地展开。同时,应根据行业技术的发展及时调整实验、实习的内容。例如,在大地测量学基础的实验和实习中,去除了测绘工程领域目前很少采用的三角测量的相关内容以及光学经纬仪相关的实践内容,增加了全站仪中间法三角高程测量的实验内容。

(2) 改进实践教学方法

在传统的实践教学中,由专业课教师制定详细的实验指导或实习指导计划,详细布置实践教学的任务,学生以小组为单位进行实验或实习,根据任务书的要求共同完成任务,并共用一套数据,因此,个别学生往往存在着混时间、不思考、抄数据等不良现象,最后造成实践教学失去了原有的意义。

在工程教育认证背景下,要改进实践教学方法,专业课教师要以演示和启发为主,由专业课教师布置任务、讲述思路,学生自行查阅相关的测量规范,根据任务要求和特点制定测量方案,分工详细并进行施测与数据处理,所有技术指标全部以测量规范为准。通过这种方法,将主动权交给学生,提高了他们的动手能力和综合素质。

(3) 实践考核的规范化

传统的实践环节考核一般是专业课教师根据小组的成果质量以及个人所发挥的作用进行定性评分,这种成绩评定方式受个人主观因素的影响较大,存在着一定的不公平性。在大地测量学基础实践环节的考核方面,首先,细化了小组考核项目,制定了详细的量规表,从成果质量、过程规范性等方面评定技术得分;其次,根据实习的任务,在实习结束时安排二等水准测量和方向观测法两项外业考

试项目,根据每个学生的完成时间和质量进行定量评分;再次,为了锻炼团队合作能力,实习设置了组员互评环节,由小组成员对每名学生在实践中的表现进行评分<sup>[14]</sup>。最后,由专业课教师对多项成绩进行汇总,确定所占比例,进行最终成绩的评定。

3. 课程评价及持续改进

课程目标达成情况评价是工程教育认证中“持续改进”环节的重要依据之一,需要制定合理的评价方法,必须能准确分析和评价课程教学目标以及对应的毕业要求指标点的得分情况与达成情况,同时,还要准确反映每名学生各门课程目标的达成情况。课程评价要分两步进行,即学生个体课程目标达成情况评价和班级整体课程目标达成情况评价<sup>[15]</sup>。

(1) 学生个体课程目标达成情况评价

在所有考核环节结束后,专业课教师首先应分解考核内容,将平时考核环节和期末考试试卷中的每道题都分别与教学目标指标点对应,统计学生每道题和每个考核环节的得分。然后,根据考核环节在总成绩中所占的比重进行折算,计算得出每个课程目标的得分  $D_i$ 。最后,计算出每个学生不同课程目标的达成情况  $M$ ,表示为

$$M = \frac{D_i}{D_0}$$

(1)

式中: $D_0$  为该课程目标的考核总分。

根据学生个体课程目标达成情况的结果,可以分析出学生个体对不同指标点对应的教学内容的掌握情况,对于薄弱之处,可以进行针对性的帮扶。

(2) 班级整体课程目标达成情况评价

对学生个体进行评价之后,根据每名学生不同课程目标的得分情况与达成情况,按照式(2)对教学班级整体课程目标达成情况进行评价,表示为

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n D_i/n}{D_0}$$

(2)

式中: $N$  为班级整体课程目标达成情况值; $n$  为学生总数。



根据教学班级整体课程目标达成情况的计算结果,可以分析出班级整体对于不同指标点对应的教学内容的掌握情况,进而可以有针对性地制定方案与措施,在下一年度教学中予以改进。

### (3) 持续改进

将课程评价结果用于课程的持续改进是工程教育认证的基本要求之一,因此,在课程目标达成情况计算完成后,要对其进行分析,针对课程目标没有达成的学生制定帮扶措施,帮助其改进;对于班级整体达成情况值偏低或未达成课程目标的,要分析其原因,并进行改进。同时根据达成情况,查找教学过程中存在的问题,并制定下一阶段要采取的改进措施。

在制定持续改进措施时,一方面应根据课程评价的结果,另外一方面要综合考虑课程的教学内容、教学要求、教学方法的调整与变化,使持续改进措施切实可行。

## 三、课程教学改革方案的实施效果

以2019年秋季学期测绘1802班大地测量学基础课程及实习为例,将课程教学改革的方案应用于实际教学中,取得了较好的效果。

### 1. 理论教学改革方案的实施

在理论教学过程中,采用线上线下混合式教学模式,注重强化基础知识。聘请企业专家进行专题讲座1次,开展课堂讨论3次,更新教学内容,大量引入工程案例,布置1次设计类大作业和1次综述性大作业,设计类大作业为根据给定测区范围和技术要求编制控制网技术设计书,综述类大作业为在查阅文献的基础上对工程中的坐标系统等相关内容进行归纳总结。

课程考核包括期末试卷、大作业、课堂测验、实验4项内容。其中,期末试卷包括多项选择题、填空题、简答题、案例分析题4种题型,共52个小题,试题平均分不到2分,共考核50多个知识点,覆盖面较广;大作业共两个,分别根据大作业量规表进行成绩评定;

课堂测验共进行两次,根据学生作答情况进行评分;实验共4个,根据实验量规表进行成绩评定。4项内容分别占总成绩的50%、20%、15%、15%,按比例计算学生的总成绩。

将所有环节的知识点进行拆分,分别与教学章节、课程目标及毕业要求相对应,对学生课程目标达成情况进行计算。大地测量学基础课程共有5个教学目标:①掌握大地测量及控制测量的基本知识,掌握数学建模及求解模型的基本方法,并可以将数学模型应用于大地测量及控制测量中的数据处理与分析;②掌握大地测量学的基础理论、坐标系统和高程系统的分类与建立、测量基准对工程建设的作用、工程建设的影响因素等知识,具备根据工程建设实际情况制定相应的多种测量方案的能力,并可以根据实际情况选取最佳方案;③掌握大地测量的基本理论,具备基本的实践能力,并通过对实践数据的分析以及查阅参考文献,可以分析相应的影响因素,提出有效的建议与提高精度的措施;④掌握国家大地控制网和工程控制网的建立方法、不同控制网的技术特点与优缺点、控制网的布设流程与应用范围等相关理论与方法,具备根据工程对象特征,研究技术路线、设计实施方案的能力;⑤掌握道路、桥梁、交通、建筑等工程的基本知识,并掌握相关工程中测绘的主要工作内容,能够分析测绘工作对不同工程的潜在风险与影响。测绘1802班共有27名学生,每名学生5个教学目标的达成情况如图2所示。

根据教学大纲的要求,设定课程目标达成情况大于等于0.60为合格,从图2可以看出,大多数学生在课程教学目标的达成情况方面均符合要求。但是,个别学生的教学目标达成情况并没有达到0.60的目标,说明其在课程学习方面需要改进。教学目标达成情况不符合要求的主要是12号、13号和14号3名学生,并且通过查阅课程成绩单,个别学生最终的课程总成绩也未达到及格要求,说明他们需要学习方面的帮扶。

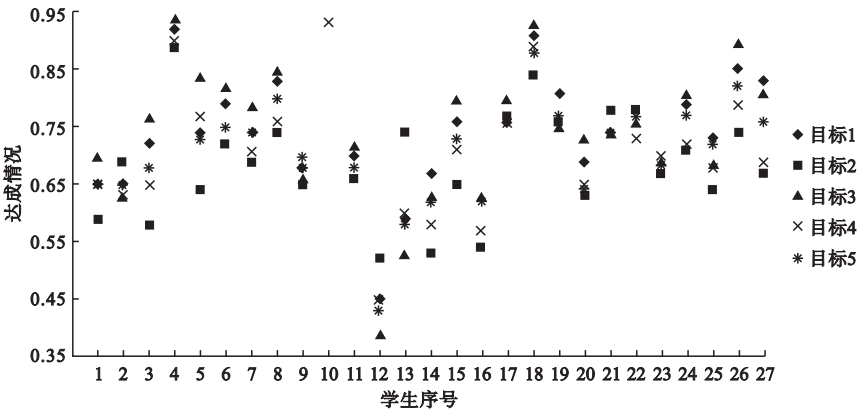


图2 大地测量学基础课程目标达成情况

根据学生的教学目标达成情况可以计算出班级整体课程目标达成情况,如图 3 所示。

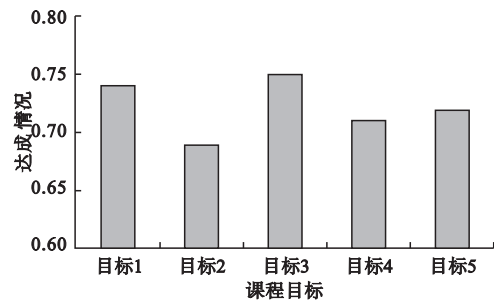


图3 班级整体理论课程目标达成情况

由图 3 可以看出,测绘 1802 班对于大地测量学基础课程的 5 个课程目标达成情况最低值为 0.69,其余各教学目标的达成情况介于 0.71 ~ 0.75,均大于设置的阈值 0.60,表明该课程的课程目标达成情况符合设定要求,达到了预期的教学目标。但课程目标 2 的达成情况相对较低,该目标对应的教学内容主要是根据大地测量学的基础理论设计工作方案,这说明学生在校学习期间缺乏足够的工程实际经验,理论与实践相结合的能力有所欠缺。

根据课程评价结果制定相应的改进措施,即在下一年度教学中,将进一步加大工程案例教学的比重,并引入线上线下混合式教学模式,充分利用慕课资源,以生动的形式讲解工程测量的全过程,同时进一步优化大作业的内容,设计工程测量方案,使学生加深对重点知识点的理解。

2. 实践教学改革方案的实施

以 2019 年秋季学期测绘 1802 班大地测

量学基础课程实习为例,实习任务包括四等导线测量、二等水准测量、控制网数据处理 3 个方面,由实习小组查阅规范,设计测量方案并实施,实习结束后对学生进行个人操作技能考核,包括二等水准测量和方向观测法的考核两部分。最终,实习成绩评定包括个人操作技能考核、小组成果质量、小组成员互评结果 3 个部分,由专业课教师根据各项内容的量规表进行成绩评定,分别按照 50%、30%、20% 的比例折算实习总成绩。

成绩评定之后,将考核内容按照指标点进行拆分,计算大地测量学基础课程实习课程目标的达成情况。实习共有 4 个教学目标:①通过控制网的技术设计与外业施测及内业计算,使学生掌握测绘工程项目全周期、全流程的相关理论与方法,培养学生具备独立完成控制网全周期相关工作的能力;②通过平面控制网与高程控制网的技术设计,使学生具备根据项目具体需求编制技术设计书的能力;③通过分组实习,培养学生团队意识和相互合作的精神;④分组实习中,要求每人负责不同的实习项目,通过分项的负责制以及个人实习考核,培养学生的组织与协调能力,使其具备一定的指挥与管理能力。测绘 1802 班所有学生的教学目标达成情况如图 4 所示。

由图 4 可以看出,绝大多数学生的教学目标达成情况均符合要求。但是,个别学生的教学目标达成情况没有达到 0.60 的目标,说明其在实习环节的学习方面需要改进。教学目

标达成情况不符合要求的主要是 13 号和 14 号两名学生,说明他们需要学习方面的帮扶。

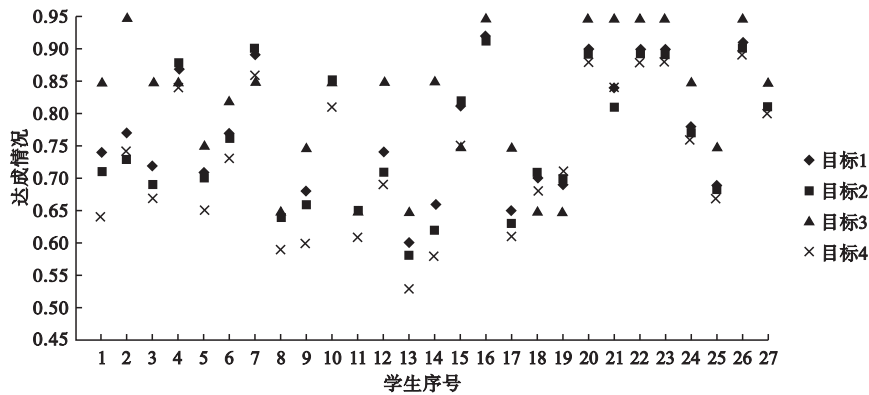


图4 大地测量学基础实习课程目标达成情况

根据学生的教学目标达成情况可以计算得到班级整体课程目标达成情况,如图5所示。

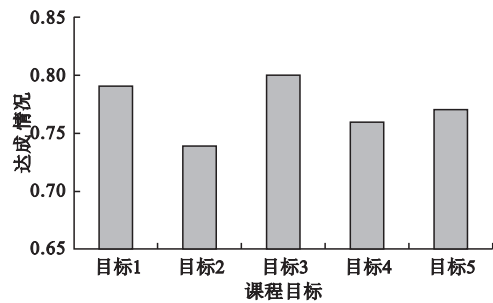


图5 班级整体实习课程目标达成情况

由图5可以看出,实习课程目标达成情况最低值为0.73,最高值为0.82,均大于设置的阈值0.60,表明该实习的课程目标达成情况符合设定要求,达到了预期的教学目标。这也说明学生在动手能力方面整体水平较高,达到了教学的要求。同时,各个教学目标达成情况相差不大,均在0.70以上,因此,在下一年度的教学中将继续保留原有的实习内容和方式,对细节处进行微小调整。同时,可以考虑引入虚拟实验平台,使学生在正式实习前能够进行模拟操作与练习,进一步提升实习效果。

四、结 语

在工程教育认证背景下,以大地测量学基础课程为例,对测绘工程专业课程的理论环节和实践环节的教学内容、教学方法、考核方法等方面进行了有针对性的改革与实践,

完全符合 OBE 理念。课程评价可以客观、公正、全面地反映学生对课程相关知识点的掌握情况,便于有针对性地对重点学生进行帮扶或调整教学方法与教学内容。无论是数据分析还是学生反馈,均证实教学改革方案具有科学性、有效性与可行性。

参考文献:

[1] 王岩,刘茂华,杨立君.“控制测量学”和“GNSS 原理”同步教学方法的研究与实践[J].测绘通报,2016,10(10):141-143.

[2] 谢宏全,周立,焦明连,等.专业认证背景下的测绘工程专业课程体系优化[J].测绘工程,2015,24(5):77-80.

[3] 王岩,刘茂华,由迎春.应用型转型试点下的测绘专业学生培养模式探讨[J].测绘通报,2016(11):144-147.

[4] 任红卫,刘美.工程教育专业认证背景下电气专业教学改革[J].科技资讯,2013(31):147.

[5] 杨燕,陈智栋,刘春林,等.工程教育认证背景下《高分子材料成型加工》教学模式探讨[J].高分子通报,2016(11):88-91.

[6] 刘珥婷.工程教育专业认证背景下思政课程改革研究[D].成都:西南交通大学,2016.

[7] 蒋廷臣,王秀萍,焦明连,等.测绘专业认证背景下的“GNSS 测量原理与应用”课程教学研究[J].测绘通报,2017(1):154-156.

[8] 张俊,董敏,张鹏飞,等.专业认证背景下测绘工程专业课程体系的调整策略[J].教育文化论坛,2015,7(6):52-55.

[9] 李刚,秦昆,陈江平.基于工程教育认证的“遥感应用综合实习”课程改革与创新[J].实验

室研究与探索,2017,36(11):220-224.

[10] 王建强. “大地测量学基础”课程的教学改革探讨[J]. 东华理工大学学报(社会科学版), 2014,33(2):182-185.

[11] 亢瑞红,胡洪,吴艳兰. 测绘工程专业导入型课程:测绘学概论的教学改革探讨[J]. 测绘与空间地理信息,2019,42(6):35-37.

[12] 邹蓉,王琪,梁青,等.《空间大地测量学》教学方法与内容探讨[J]. 教育教学论坛,2017(3):117-119.

[13] 王岩,曲金博,由迎春. 应用型转型背景下《控制测量学》实践教学改革的问题与对策:以沈阳建筑大学为例[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2019,21(1):104-108.

[14] 齐修东. 基于 OBE 理念的摄影测量学实践教学改革[J]. 实验室科学,2018,21(4):113-115.

[15] 孔达,姜艳,王笑峰,等. 工程教育专业认证背景下的工程测量课程教学改革探索与实践[J]. 黑龙江教育(理论与实践),2019(6):18-20.

# Research and Practice of Teaching Reform in the Background of Engineering Education Accreditation: Taking the Course of “Fundamentals of Geodesy” in Shenyang Jianzhu University as an Example

WANG Yan, LIU Maohua, YOU Yingchun  
(School of Transportation Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

**Abstract:** Under the background of engineering education accreditation, taking “Fundamentals of Geodesy” as an example, this paper reforms and explores the course from 3 aspects of theoretical teaching, practice teaching, course evaluation and its continuous improvement. The course content was optimized according to the requirements of the engineering education accreditation. Various forms of teaching methods were adopted to improve teaching effect. Detailed grading standard was proposed to make more scientific and reasonable evaluation. Course assessment was carried out according to the result of evaluation and the basis for continuous improvement of the course was proposed. The teaching reform plan was applied to the theoretical courses and practical process. After experiments during a teaching cycle, the scientificity and feasibility of the teaching reform plan were demonstrated.

**Key words:** engineering education accreditation; teaching reform; “Fundamentals of Geodesy”; course assessment

(责任编辑:何旷怡 英文审校:林 昊)