

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2022.04.021

欢迎按以下格式引用:苏勇,熊俊楠,刘福臻,等.以解决复杂工程问题能力为导向的测绘工程专业实践课程体系构建[J].高等建筑教育,2022,31(4):161-166.

# 以解决复杂工程问题能力为导向的 测绘工程专业实践课程体系构建

苏勇<sup>a</sup>,熊俊楠<sup>a</sup>,刘福臻<sup>a</sup>,刘 珊<sup>b</sup>,贾宏亮<sup>a</sup>,戴小军<sup>a</sup>

(西南石油大学 a. 土木工程与测绘学院;b. 教务处,四川 成都 610500)

**摘要:**培养学生解决复杂工程问题能力是工程教育认证和高等工程教育发展面临的重要挑战。结合工程教育认证理念,通过对当前高等教育和高等工程教育的新形势、新要求阐述,分析了复杂测绘工程问题的特征;根据学校办学定位与特色,设置了测绘工程专业培养目标,提出了基于实践教学能力的毕业要求;通过绘制实践教学-能力培养路线图,构建了支撑复杂工程问题能力培养的实践教学课程体系;通过课程中对学生层次化、模块化能力培养,保证了解决复杂工程问题培养目标达成,可为测绘工程及相关专业的人才培养方案修订与实践教学课程设置提供借鉴。

**关键词:**测绘工程;解决复杂工程问题能力;实践教学;课程体系

**中图分类号:**G642.0 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2022)04-0161-06

十九大以来,中国特色高等教育发展进入了新阶段<sup>[1]</sup>。目前正处于以规模扩张为主的外延式发展向以提高质量为主的内涵式发展的转型过程中<sup>[2]</sup>。2018年6月,新时代全国高等学校本科教育工作会议以坚持“以本为本”,推进“四个回归”,加快建设一流本科教育,全面提高人才培养能力为主题,高扬人才培养主旋律,把本科教育放在了前所未有的战略高度,吹响了建设中国特色世界一流本科教育的集结号,开启了中国高等教育发展的新篇章。

高等工程教育建设是一个国家发展水平和发展潜力的重要标志,只有坚持内涵式发展,才能促

修回日期:2020-12-23

**基金项目:**四川省高等教育教学改革重点项目“面向行业变革,结合数字建造的跨专业联合毕业设计探索与实践”(JG2018-385);四川省2021-2023年高等教育人才培养质量和教学改革项目“产业升级驱动,校企协同赋能,构建土木类专业新文科实践育人体系”(JG2021-549);“共建共享、理工融合,全产业链一体的地理信息一流专业人才培养模式探索实践”(JG2021-545);西南石油大学教改项目(X2021JGZDA020)

**作者简介:**苏勇(1987—),男,西南石油大学土木工程与测绘学院副教授,博士,主要从事测绘高等教育和测绘科学与技术研究,(E-mail)suyorgme@foxmail.com;(通信作者)熊俊楠(1981—),男,西南石油大学土木工程与测绘学院副院长、教授,博士,主要从事高等教育管理和测绘科学与技术研究,(E-mail)neu\_xjn@163.com。

进新工科、新经济的蓬勃发展<sup>[3]</sup>。2006年6月,我国正式加入《华盛顿协议》,标志着我国高等工程教育发展取得历史性突破。高等工程教育应围绕《工程教育专业认证标准》不断提高人才培养质量,以达到国际等效。2017年以来,教育部积极推进新工科建设,先后形成了“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”等,并发布了《关于开展新工科研究与实践的通知》等文件,探索形成领跑全球工程教育的“中国模式”和“中国经验”,以实现助力高等教育强国建设。

解决复杂工程问题能力是工程教育认证中毕业要求的关键点,如何结合新形势、新业态,构建满足复杂工程问题能力培养所需的专业理论和实践课程体系,是当前高校工科专业人才培养面临的重要课题。

## 一、测绘工程专业实践课程中的复杂工程问题

培养学生解决复杂工程问题能力是《华盛顿协议》的核心,即以学生为中心的教育理念、“产出导向”的教育体系和“持续改进”的质量观。构建解决复杂工程问题能力的实践课程体系,需对复杂工程问题、复杂测绘工程问题进行分析。开展现有实践课程达成度评价,分析存在优势与不足,在新的人才培养方案修订时,应对其优化、重组和调整。

复杂工程问题的主要特征如下:(1)需通过深入运用工程原理分析才可解决;(2)涉及多方面技术、工程和其他因素,各因素间存在一定冲突;(3)需建立合适的抽象模型,建模过程中体现创造性;(4)不是仅靠常用方法就可以完全解决的;(5)问题中涉及因素可能不完全包含在专业标准和规范中;(6)问题相关各方利益不完全一致;(7)具有较高的综合性,包含多个相互关联的子问题。其中,特征(1)是复杂工程问题的本质,特征(2)至(7)分别从不同的角度对复杂测绘工程问题进行了刻画和描述<sup>[2,4]</sup>。与之等效的《工程教育专业认证标准》给出了12条毕业要求,其中9条涉及复杂工程问题<sup>[5-6]</sup>。

测绘工程专业涵盖内容广、服务领域宽,随着人工智能、高分辨率遥感卫星、无人机航测遥感系统、北斗卫星导航系统等高新技术的不断发展,测绘仪器装备、技术方法、作业模式等发生了巨大变化。复杂测绘工程问题除了具有复杂工程问题的7个特征外,通过对先进技术、多源数据和按需服务的集成,实现了人与人、人与设备、设备与设备之间的互联;通过获取空天地海与多源时空信息的数据,实现技术、产品、生产与商业模式的创新,使专业测绘正逐渐向泛在测绘和数据-信息-知识服务转型。因此,解决复杂测绘工程问题,除了对本专业知识的全面、系统掌握外,还需具备对新方法、新技术和相近专业知识的学习能力,以及对测绘数据进行深加工、再分析并转化为知识的能力<sup>[7-10]</sup>。

经过多年办学积累和持续改进,西南石油大学测绘工程专业构建了较为完备且涵盖专业知识理论与实践课程的教学体系,但对照工程教育新要求和测绘地理信息发展新业态,实践教学课程在新方法、新技术和对相近专业知识的学习上稍显不足。尽管支撑测绘数据处理、分析、应用的教学内容较充足,但在培养学生将数据转化为知识的意识和能力方面仍需加强。

## 二、面向解决复杂测绘工程问题能力的培养目标与毕业要求

西南石油大学测绘工程专业人才培养秉承“实事求是,艰苦奋斗”的学校优良传统,积极践行“明德笃志,博学创新”的校训。一方面注重培养学生的数理、计算机、测绘等方面专业知识;另一方面积极依托校内外实践教学平台,借助竞赛与科技项目等第二课堂,培养学生的创新实践能力,并取得了显著成效。在综合考虑复杂工程问题特征和测绘地理信息行业新发展趋势基础上,以及专

业发展定位和特色,学校制定了西南石油大学测绘工程专业人才培养目标:即培养具有良好思想道德修养,具有较强社会责任感和较高职业素养,德智体美劳全面发展,掌握测绘工程专业理论知识,具有较强实践能力和创新意识、创新精神,能在测绘及相关领域从事生产、设计、开发、研究及管理工作的复合型人才。依照本目标培养的测绘毕业生,毕业5年左右,达到测绘工程师的技术水平,能够在各自岗位上实现测绘技术创新和利用测绘新技术进行测绘生产。

根据测绘工程专业培养目标和工程教育认证通用标准,制定本专业毕业要求如下:

(1)掌握工程知识:具有数学、物理、计算机等自然科学基础知识,掌握测绘学科的基本理论、方法及基本技能,能解决测绘工程项目中的复杂工程问题。

(2)具备问题分析能力:能够应用数学、物理学等自然科学及工程科学原理,结合文献调研和其他获取信息方法,分析测绘工程项目中的复杂工程问题,并获得可靠结论。

(3)设计/开发工程解决方案:掌握测绘工程项目内外工作方法,开展测绘工程项目方案设计、测绘工程项目实施、项目工程监理与技术评价等工作,并能在设计环节中考虑社会、健康、安全、法律、文化、环境等因素。

(4)开展学术研究:掌握大地测量、摄影测量与遥感、地理信息系统的理论、方法及技术,具备运用多学科方法开展空间数据采集、处理和解释分析等综合研究的基本能力。

(5)合理使用现代工具:能够使用测绘相关专业仪器设备和软件,解决测绘工程领域复杂技术问题。

(6)注重工程与社会协调关系:能正确认识测绘工程项目对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,具有相应的环保、法律及安全等意识,并掌握解应承担的责任。

(7)坚持可持续发展理念:熟悉国家有关测绘地理信息方面的方针、政策及法规,能够了解和评价测绘项目实施过程中对环境、经济和社会可持续发展的意义。

(8)遵守职业规范:具有良好的人文社会科学素养,崇尚科学,具有严谨治学、理论联系实际、开拓进取、求实创新的科学作风和较强的社会责任感及良好的职业道德。

(9)注重个人和团队协作关系:具有较强的团队意识和协作精神,能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。

(10)具备良好沟通能力:能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流;掌握一门外国语言,能阅读本专业的外文文献,并具有听、说、读、写的基本能力;具备一定的国际视野,能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

(11)能够独自负责项目:掌握测绘工程监理、项目经济评价和流程管理的决策方法,并在测绘工程实践中加以应用。

(12)坚持终身学习:具有健康的体魄和良好的心理素质;具备终身获取新知识的意识,和不断学习和适应发展的能力。

### 三、面向解决复杂测绘工程问题的实践能力及其课程

#### (一) 测绘工程专业实践能力

##### 1. 学科基础能力

为保证学生顺利掌握本学科专业技术,要求学生掌握的学科基础能力主要包括:数理基础理

论、计算机应用能力、外国语言应用能力。

能力1:具备数理应用能力,掌握高等数学、线性代数、概率统计等数学基础方法和相关软件,具备将数理知识应用于工程实践的能力。

能力2:具备计算机程序设计能力,掌握计算机程序设计方法,具备一定的测量程序设计开发能力。

能力3:具备一种外国语言应用能力,掌握一定的外语交流、阅读和写作能力。

## 2. 专业核心能力

要求学生具备空间数据获取、内外业数据处理和测绘项目管理实施等专业核心技术与能力。通过专业核心能力的培养和训练,使学生具有从事测绘专业相关工作必备的技术和能力,为学生就业和综合创新奠定坚实基础。

能力4:具备外业数据采集能力,掌握经纬仪、全站仪、水准仪、GNSS接收机、无人机、三维激光扫描仪、相对重力仪、陀螺仪等仪器设备的使用方法。

能力5:具备内业数据处理能力,掌握数字化成图软件、测量平差软件、遥感图像处理软件、地理信息系统软件、摄影测量软件等相关专业软件的使用方法。

能力6:具备测绘项目实施能力,掌握测绘项目的规划、设计、组织、实施、管理等项目实施方法。

## 3. 综合创新能力

学生在学习掌握学科基础能力和专业核心能力基础上,通过参与体现学科特色的专业品牌实践,参与部分跨专业、跨学科类的实践项目,以及参与创新创业类训练项目、科技创新等活动,提升综合应用和实践创新能力,增强管理、组织、沟通、协调等方面的能力。

能力7:具备测绘科技创新能力,掌握测绘科技创新的前沿理论和技术,具备一定的测绘科研能力。

能力8:具备跨学科综合应用能力,掌握计算机、地理学、工程地质、土木工程、地球物理等学科知识,具备多学科综合交叉应用能力。

能力9:具备创业实践能力,掌握创新创业知识,具备将专业知识转化为社会生产的能力。

## (二) 测绘工程专业主要实践课程及培养路线图

测绘工程专业人才培养方案课程共170学分,其中实践课程学分占30%,折算成总学时为816学时,由第一课堂、第二课堂实践环节构成。第一课堂实践课程包括课程实验、实习、课程设计、毕业设计等,主要包括工程认知实践、认识实习、数字化地形图测绘实习、GNSS大地测量实习、工程测量综合实习、摄影测量与遥感综合实习、《误差理论及测量平差基础》课程设计、《地图制图学基础》课程设计、毕业设计(论文)。第二课堂实践课程主要包括思政课社会实践、职业能力实践、劳动教育实践、创新创业实践等。

实践课程由学科基础实践、专业核心实践、综合创新实践三个部分组成(图1)。学科基础实践主要在第一、第二学年完成,包括数学实验、物理实验、工程认知实践、认识实习等;专业核心实践主要在第二、第三学年完成,包括大地测量学基础实验、数字地形测量学实验、GNSS原理及其应用实习、数字地形图测绘实习、GNSS大地测量实习、《误差理论及测量平差基础》课程设计、《地图制图学基础》课程设计等;综合创新实践主要在第三、第四学年完成,包括工程测量综合实习、摄影测量与遥感综合实习、毕业设计(论文)等。

实践课程借助校内实习实训基地和校外产学研基地,融入了高分辨率遥感卫星影像处理、北斗卫星导航定位系统、无人机航测遥感系统等行业新内容,以及采用了人工智能、机器学习、大数据等测绘地理信息行业新方法。

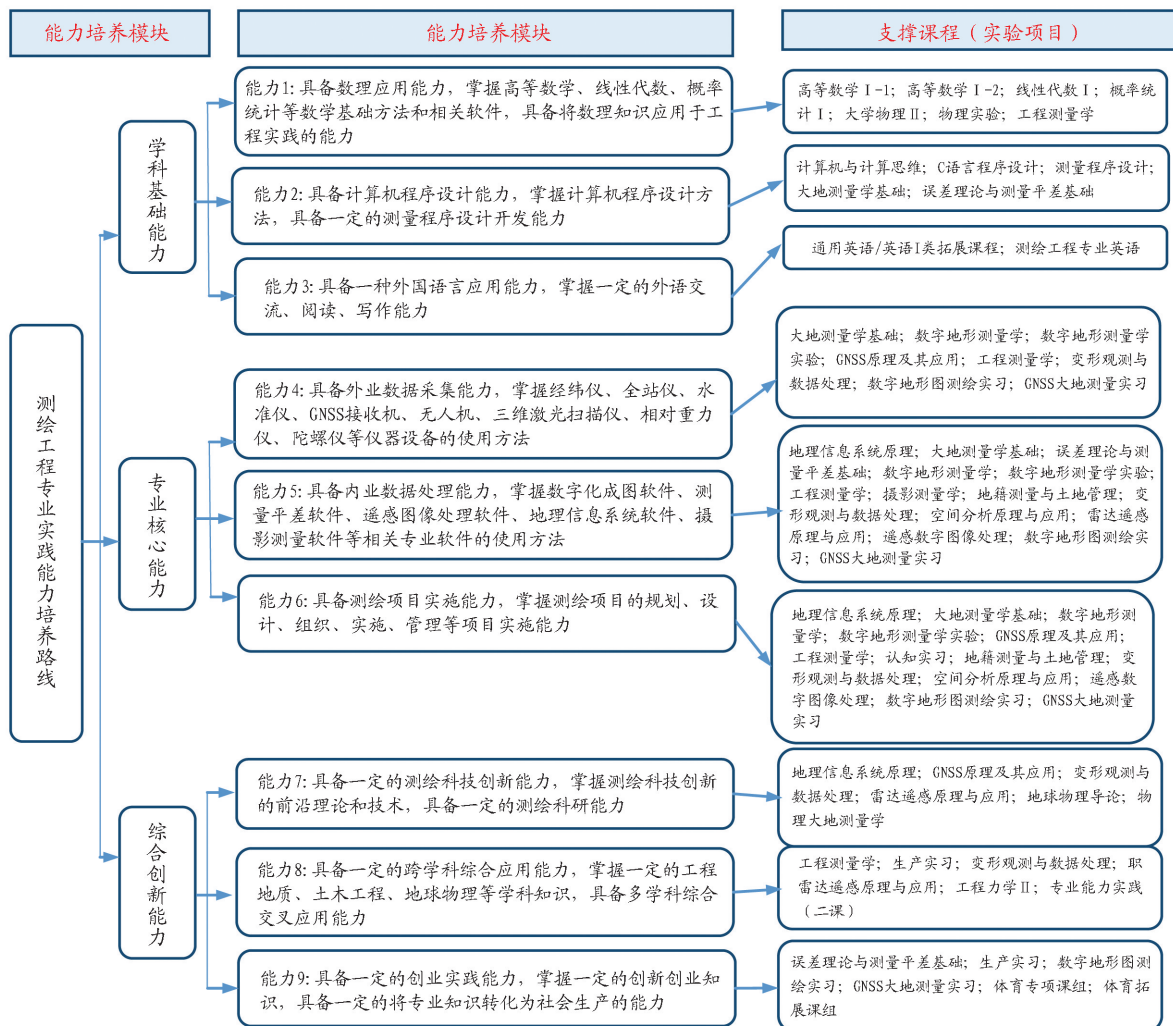


图1 测绘工程专业实践能力培养路线图

#### 四、测绘工程专业实践创新能力培养成效

通过对解决复杂工程问题能力的培养,测绘工程专业学生 2014、2016、2018 年连续三届获全国高等学校大学生测绘技能大赛团体一等奖,其中 2018 年测量程序设计单项以全国第二的成绩获特等奖;2014—2019 年连续五年获全国高等学校大学生测绘科技论文竞赛一等、二等奖;2014—2019 年连续五届获省大学生测绘技能竞赛团体一等奖;2019 年获四川省“互联网+”学生创新创业大赛金奖。测绘工程专业本科生发表论文数、申请发明专利和软件著作权数量持续增加。通过毕业生满意度调查发现,毕业生对专业实践教学课程设置、教学内容等的满意度明显提升。

#### 五、结语

培养学生解决复杂工程问题能力,是当前国内高等工程教育发展的重要任务。通过分析当前

国内高等教育、高等工程教育面临的新形势,指出测绘工程专业解决复杂工程问题所需要的能力。结合西南石油大学办学定位,通过对测绘工程专业2020级人才培养方案进行修订,从培养目标、毕业要求、实践教学能力培养进行分析,建立了满足新时期测绘工程专业人才培养需要的实践教学课程体系,其结果可为测绘工程及相关专业学生解决复杂工程问题能力培养提供支撑。

#### 参考文献:

- [1] 李元元. 新时代中国特色高等教育的新特征与新思考[J]. 中国高等教育, 2017(23): 4-6.
- [2] 蒋宗礼. 本科工程教育: 聚焦学生解决复杂工程问题能力的培养[J]. 中国大学教学, 2016(11): 27-30, 84.
- [3] 彭孝军, 叶俊伟. 创新驱动化工高等教育内涵式发展[J]. 化工高等教育, 2020, 37(1): 1-7.
- [4] 张晓晶, 马超, 董薇, 等. 以解决复杂工程问题能力为导向的软件工程专业课程体系的研究[J]. 教育现代化, 2020, 7(49): 86-89.
- [5] 刘扬, 赵晓龙, 吴松涛. 新工科背景下哈工大风景园林本科专业课程体系构想与调整[J]. 高等建筑教育, 2020, 29(4): 8-13.
- [6] 杨勇, 史庆轩, 师琳, 等. 土木工程专业课程体系改革与优化实践探索[J]. 高等建筑教育, 2020, 29(1): 31-37.
- [7] 肖建华, 彭清山, 李海亭. “测绘4.0”: 互联网时代下的测绘地理信息[J]. 测绘通报, 2015(7): 1-4.
- [8] 刘经南, 高柯夫. 智能时代测绘与位置服务领域的挑战与机遇[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2017, 42(11): 1506-1517.
- [9] 高井祥. 智能时代测绘高等教育的几点思考[J]. 测绘通报, 2018(9): 139-143.
- [10] 郭忠臣, 刘雪冰. 测绘技能大赛对地方应用型高校测绘工程专业建设的意义[J]. 教育现代化, 2019, 6(72): 285-287.

## Construction of practical course system of geomatics engineering specialty oriented by the ability to solve complex engineering problems

SU Yong<sup>a</sup>, XIONG Junnan<sup>a</sup>, LIU Fuzhen<sup>a</sup>, LIU Shan<sup>b</sup>, JIA Hongliang<sup>a</sup>, DAI Xiaojun<sup>a</sup>

(a. School of Civil Engineering and Geomatics; b. Dean's Office, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, P. R. China)

**Abstract:** The ability to solve complex engineering problems is an important issue in current engineering education certification and higher engineering education. By expounding the new situation and requirements of current higher education and higher engineering education, combining the concept of engineering education certification, the characters of complex geomatics engineering issue were analyzed. With the orientation and characteristics of universities and colleges, professional training goals and graduation requirements of geomatics engineering were established. Constructing a roadmap of practical teaching-ability training, the practical teaching course system to support the ability training of complex engineering problems was established. With the hierarchical and modular training, the training objective to solve complex engineering problems was achieved. The results can provide useful reference for geomatics engineering and relevant major to carry out the revision of professional talent training program and the construction of professional practical course system.

**Key words:** geomatics engineering; the ability to solve complex engineering problems; practical teaching; course system

(责任编辑 崔守奎)