

# 卫星导航定位线上实践教学及运行管理研究

杨旭<sup>1,2,3</sup> 方新建<sup>1,2,3</sup> 李建军<sup>1,2,3</sup>

(1. 安徽理工大学空间信息与测绘工程学院, 安徽淮南 232001;

2. 安徽理工大学矿山采动灾害空天地协同监测与预警安徽普通高校重点实验室, 安徽淮南 232001;

3. 安徽理工大学矿区环境与灾害协同监测煤炭行业工程研究中心, 安徽淮南 232001)

**摘要:** 针对目前卫星导航定位教学重理论轻实践、强调知识学习忽视创新能力培养、教学内容与GNSS技术实际发展难以同步等问题, 充分利用已有卫星导航定位线上优秀资源, 融入卫星导航定位实践教学模块, 借助线上智慧教学工具进行线上教学运行管理, 探索多模式和多种形式有机结合的线上教学模式, 实现卫星导航定位理论与实践教学改革。

**关键词:** 卫星导航定位; 线上实践教学; 教学运行管理

## 一、引言

目前全球导航卫星系统(GNSS, Global Navigation Satellite System)主要由美国的GPS、俄罗斯的GLONASS、中国的BDS以及欧盟的GALILEO等卫星导航定位系统构成, 其为定位、导航与授时(PNT), 测绘地理信息行业带来了巨大技术革新, 推动了地球空间科学发展。卫星定位技术正处于全面而快速的发展时期, 具体表现为: 导航定位算法与数据处理理论从原来的事后处理向实时处理、高精度向更高精度、长收敛时间向短收敛时间, 单频率处理向多频处理、单系统处理向多系统融合处理发展。随着2013年国务院办公厅《国家卫星导航产业中长期发展规划》(国办发〔2013〕97号)的印发实施, 2016年《中国北斗卫星导航系统》政府白皮书的发布, 2020年底BDS-3已实现30颗工作卫星全球组网, 真正实现北斗全球服务, 我国卫星导航技术将在GNSS高精度精密定位、大气科学、地球物理研究、形变监测、智能交通、精密农业、军事系统等多个领域产生更深、更广影响, 推动我国卫星导航与位置服务产业的发展和壮大。

对此, 国内许多大学针对测绘工程、导航工程、遥感信息工程、地理信息系统等专业的学生开设了《卫星导航定位原理与应用》(各高校采用的名称可能不一致)课程, 旨在培养学生在卫星导航方面的综合能力与创新能力。该课程具有知识面广、内容繁杂、专业性强, 理论、技术和应用发展迅速, 实践性强、应用范围广等特点。因此, 在该课程教学过程中, 除了注重课堂理论教学之外, 必须加强实践教学环节, 充分认识实践教学在深化课堂教学、提高人才培养质量中的重要地位和作用。目前该课程中实践教学拟解决的问题主要有:

(一) 实现课程内容与社会需求相结合, 教学过程与生产过程相对接

目前我国高校测绘工程专业的实验教学平台与内容, 大多基于原有GPS卫星系统, 没有北斗卫星等新卫星系统实验(实训)教学功能, 因此无法开展相关实验教学工作。导致学生只了解美国的GPS卫星导航技术, 而对我国的北斗卫星导航技术知之甚少。而未来国家需要大量的北斗卫星测绘技术方面的专业人才, 本项目紧密结合当前卫星导航定位多频多系统实践教学特点, 对提升学生实践能力与专业素养, 实现学校人才培养与社会实际需求结合十分必要。

(二) 加强理论与实践结合, 培养学生实践动手能力

目前部分高校测绘专业的实验教学对新技术、新工艺缺乏相

关的实验教学条件。导致许多新知识只能是纸上谈兵, 严重影响了教学质量。如: GNSS接收机卫星信息捕获与追踪, 嵌入式系统与卫星导航程序设计, 实时精密单点定位, GNSS高精度数据处理, GNSS变形监测, 由于缺少相应的实验教学条件, 因此只能通过图片和文字进行理论教学, 学生缺乏直观认识与深入的实际操作体验。通过本项目的学习, 对增强理论与实践教学的紧密结合, 提高教学质量十分必要。

(三) 注重启发式实验教学, 提高学生创新能力

多数高校测绘专业的实验教学主要侧重于学生对现有仪器设备的操作学习, 缺乏利用启发式教育培养学生对现有仪器设备或产品的改进设计与创新性研发。产生上述结果的主要原因是现有的卫星测绘仪器只能进行固定操作, 不能进行二次开发或改装重构。通过本项目学习, 可为学生提供一个开放共享的创新实践学习平台。学生可根据所学知识, 开展多模卫星导航系统的信号设计、数据处理软件的改造与升级, 对培养学生的自主设计能力、研发能力及创新性思维能力十分必要。

《卫星导航定位原理与应用》课程网络资源较少、水平参差不齐、涵盖的实践教学模块较少, 因此迫切需要应用现代教学方法和手段, 探讨相应卫星导航定位实践教学在线课程建设并进行有效运行管理, 才能在现今信息社会中适应形势, 适应教学的新变化, 提高教学质量。

GNSS技术在我校起步较晚, 但发展较快。从教学上来说, 经历了从单纯的理论教学到理论与实践教学相结合的转变; 从教研团队上来说, 经历了从单兵作战到团队协同攻关的转变; 从教学内容上来说, 经历了从单系统到多系统的融合; 从科研上来说, 经历了从应用研究到理论与应用研究相结合的转变; 从软件开发上来说, 经历了从单一功能软件开发到集成软件和自动化监测软件开发的转变; 从人才培养上来说, 经历了由专科到本科、硕士、博士的转变。

我校《卫星导航定位原理与应用》课程教学有近24年的历史, 通过多年的教学、科研、实践工作的积累, 逐步形成我校GNSS技术教学的课程体系、序列教材、实践基地, 为培养GNSS技术人才打下了良好的基础。该课程目前是我校测绘工程、导航工程、遥感科学与技术、地理信息科学、地理空间信息工程等专业中一门很重要的专业核心课程, 为进一步完善我校《卫星导航定位原理与应用》大规模在线开放课程(MOOC)(<http://www.ehuixue.cn/index/detail/index?cid=37066>; 已开课8次)的实践教学部分的

内容, 本文拟对卫星导航定位线上实践教学及运行管理进行研究来补充与拓展该课程, 进一步加强卫星导航定位课程的线上实践教学改革研究。

## 二、卫星导航定位线上实践教学及管理研究内容

### (一) 卫星导航定位实践教学模块创建

该模块主要包括:

- a) GNSS 接收机认知实践: GNSS 接收机认知; GNSS 接收机操作;
- b) GNSS 接收机原理实验: GNSS 接收机卫星信息捕获与追踪; GNSS 接收机卫星导航电文解码;
- c) GNSS 静态数据测量与处理: GNSS 静态外业观测; GNSS 静态数据传输; 随机软件解算基线向量; GNSS 网空间无约束平差; GNSS 网坐标系转换; GNSS 网高程系统转换;
- d) RTK 测量参数设置;
- e) GNSS-RTK/CORS 地形图测绘;
- f) CASS 软件内业绘图;
- g) GNSS-RTK/CORS 工程施工放样;
- h) GNSS 高精度软件事后/实时数据处理;
- i) 项目技术总结报告书编写;
- j) GNSS 程序设计与开发;
- k) 嵌入式系统与卫星导航程序设计: 嵌入式软件编程开发环境; 嵌入式串口实验; 嵌入式系统与卫星导航程序设计。

### (二) 卫星导航定位线上实践教学运行管理

在拓展的《卫星导航定位原理与应用》MOOC 在线课程平台上, 选用相应慕课堂、雨课堂、学习通等智慧教学工具发布实践教学资料(课件、电子书籍、实践课程简介、授课计划等), 掌握学生学习进度, 进行在线测验和调查活动, 同时采用 QQ、微信等网络交流软件进行在线讲授和辅导答疑, 保证在线教学有效运行, 方便管理。

## 三、卫星导航定位线上实践教学及管理研究方法

### (一) MOOC 课程建设研究方法

a) 瞄准测绘学科及卫星导航定位技术发展前沿, 借鉴国内外课程改革成果和经验, 充分利用现代信息技术和研究成果, 不断更新完善实践教学内容, 优化课程设置, 形成集知识性、理论性、实用性和趣味性于一体的具有鲜明特色的专业实践课程。

b) 研发卫星导航定位线上实践教学课件, 使用 FLASH 技术或 Authorware 技术, 细化课件结构设计和内容组织, 强化课件效果。

c) 优选开放的 GNSS 接收机模拟器、虚拟仿真平台, 开源的 GNSS 定位程序与算例, 增强课程的实用性, 缩短其建设周期。

### (二) MOOC 课程教学研究方法

a) 建立多模态师生沟通方式。授课前团队教师进行认真的教学设计, 利用 QQ、微信等班级群进行教学资料分享, 发布教学问卷调查, 引导学生对于课程重点的自学, 并了解学生预习情况, 利用慕课堂、雨课堂等智慧教学工具进行出勤统计; MOOC 课程授课中需重点、难度突出, 教师与学生一起学习, 遇到平台网络卡顿时应及时启动备用方案, 同时利用慕课堂等工具发布多种题型的在线测试题目进行测试, 并利用 QQ 群分享屏幕进行在线讲解; MOOC 授课后利用 QQ、微信群找回课堂氛围, 把慕课没讲的知识补回来, 对学生的复习、实践作业、预习提出相应要求, 并及时根据慕课堂统计的各类学习数据, 掌握学生的学习进度和学习难点,

及时进行总结和答疑, 做好对学生学习的督促工作。

b) 发挥团队优势和优势教学资源整。团队成员把自己最新教学课件, 参考材料和视频等素材全部共享, 建立百度云盘资料库, 方便学生下载、享受资料大餐; 团队成员可随时更新资料库和分享师生互动技巧, 提升师生互动质量, 方便学生掌握实践要点。

c) 线上和线下授课模式无缝链接。返校后, 以线下课程为主, MOOC 授课为辅。这种教学工作中, 教学方式主辅地位的变化, 需要任课教师和学生共同努力才能适应, 需采用 MOOC 的线下和线上混合教学方式的实施来保障二者的无缝链接。

d) 教学考核方法的改革。以培养学生综合素质为目的, 把最终考核成绩分为四部分: 平时成绩, 根据在线课堂出勤, 互动讨论与交流, 线下仪器操作情况评定, 占总成绩百分之三十; 测验成绩, 根据线上与线下测试结果评定, 总成绩百分之二十; 程序设计成绩, 根据线下布置的具体程序设计题目完成情况评定, 总成绩百分之三十; 论文成绩, 在最终结课时每位同学上交一篇有关卫星导航定位的综述性论文, 教师则根据论文水平评定分数, 该成绩占总成绩的百分之二十。

## 四、结论

本文研究了《卫星导航定位原理与应用》线上实践教学内容与运行管理方法, 将有效促进该课程线上教学中重知识、轻能力、重理论、轻实践, 重科研、轻教学等问题的解决以及“教”与“学”方式的变革, 将有效提高学生的实践教学学习效果和专业人才培养质量。

## 参考文献:

- [1] 陈俊杰, 祝建孙, 郭彬. 基于工程专业认证的教学过程质量监控机制建立[J]. 教育现代化, 2020.
- [2] 安徽省教育厅. 安徽省教育厅关于成立安徽省普通本科高校专业合作委员会的通知[EB/OL]. (2017-1-23). <http://jyt.ah.gov.cn/public/7071/39918221.html>.
- [3] 张坤, 徐良骥, 赵志根, 等. 专业认证理念下测绘工程专业学生工程实践能力培养[J]. 北京测绘, 2019(05): 608-611.
- [4] 以人才培养质量为中心的本科教育质量评估指标问题研究[D]. 开封: 河南大学, 2018.
- [5] 王珺菽. 线上线下混合式教学质量监控的实践与探索——以上海信息技术学校为例[J]. 中国职业技术教育, 2018(4): 45-47.
- [6] 杨慧, 江学良, 孙广臣, 等. 基于 OBE-PDCA 理念的特设专业实践教学体系的重构与运行——以城市地下空间工程专业为例[J]. 高等建筑教育, 2022, 31(3): 181-187.
- [7] 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.

基金项目: 安徽省高等学校省级教学研究项目(2020jyxm1361)。

第一作者简介: 杨旭(1989-), 男, 讲师, 博士. 研究方向: 卫星导航定位理论与应用。