

# GPS 原理与应用课程教学改革探讨

李黎<sup>1a</sup>, 龙四春<sup>1a</sup>, 张金平<sup>1b</sup>, 张立亚<sup>1a</sup>, 李浩军<sup>2</sup>, 李博超<sup>1b</sup>

(1. 湖南科技大学 a. 煤炭资源清洁利用与矿山环境保护湖南省重点实验室; b. 建筑与城乡规划学院, 湖南 湘潭 411201;

2. 中国科学院 上海天文台, 上海 200030)

**摘要:** GPS 原理与应用课程是测绘类本科生的一门必修课程。结合 GNSS 定位的最新研究进展, 针对目前 GPS 原理与应用课程教学中的不足, 提出选用合适的教材、调整教学内容和课时; 丰富教学手段; 建立实习基地、加强和丰富实验实践; 加大 GPS 课程实践教学考核比重等改革措施, 以提高理论教学质量, 改善实践教学效果。

**关键词:** GPS; 测绘; 课程; 教学改革

**中图分类号:** G642

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1674-5884(2014)05-0118-02

全球定位系统(Global Positioning System, GPS)于20世纪70年代开始构建,经过20多年的努力,于1995年建成达到完全运行能力。GPS的主要优势在于可以全天候的在全球范围内提供高精度导航与定位服务,已经在运动载体导航、交通管理、海陆资源普查、空间气象和地球空间研究等许多领域得到广泛应用。在测绘专业领域,GPS已取代许多常规测量方法,成为工程测量、地籍测量、地理信息系统、摄影测量和遥感等许多领域内的必备位置数据采集和更新手段。GPS原理与应用是测绘类本科生的一门必修课程<sup>[1-2]</sup>,GPS技术在测绘领域的广泛应用使得GPS原理及应用的重要性日益凸显。

本文结合笔者近3年接受GPS课程教学以来的教学实践经验,依据GPS技术的发展趋势,针对目前测绘专业GPS教学中存在的一些不足,提出了改革建议。

## 1 GPS/GNSS 技术发展新趋势

多频多模系统的兼容与互操作是未来全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System, GNSS)技术发展的必然趋势。GNSS包括已经建成在用的美国GPS和俄罗斯GLONASS,以及正在筹建的欧盟Galileo和中国北斗二代(CAMPASS/BD-2),均为可在全球范围内使用的定位系统。另外,还有一些国家的区域导航定位系统,比如中国之前建立的北斗一代(BD-1)、日本的QZSS和印度正在筹建的IRNSS等;还有一些地区增强系统,如美国的WAAS和欧洲的EGNOS等。多频多模信号的互操作可突破城市、峡谷和山区等地区的可视卫星限制,显著增加可视卫星的数目,提高导航定位服务的可用性和可靠性。

高精度GNSS数据处理需求越来越多,主要表现在:(1)高大建筑物、高铁、高速公路、大跨度桥梁和大坝水电站等精密工程的建设和变形监测,需要高精度坐标信息;

(2)众多省市地区已经或者正在建设连续运行参考站系统(CORS),CORS系统的正常运行及其应用,需要大量高精度定位解算;(3)卫星精密定轨、空中摄影测量、板块/地壳监测,冰川监测等空间、空中和陆海科研,也需要大规模高精度GNSS定位的技术应用;(4)除了以上应用需求,GNSS也需要各大系统自身软硬件的现代化,比如导航卫星的更新补充、卫星之间的相互跟踪测量和高精度定位软件的研制等等。

实时性是GNSS定位的另外一个重要发展方向。依据数据处理的时效性可将GNSS定位分为事后定位和实时定位两种。目前比较成熟的GNSS的应用主要包括静态定位和低精度实时动态导航,比如静态控制网建立和车载实时导航等。进入21世纪以来,随着多频多系统的进一步构建和高精度动态定位的应用需求,基于载波相位观测值的非差高精度实时动态定位应用得到发展,特别是精密单点定位(PPP)技术,基于全球/区域参考站网(如IGS,CORS)实时估计的精密卫星钟差,可以在全球范围内实时得到静态毫米级和动态厘米级定位精度,已经较为成熟并在众多领域得到实际应用。

## 2 GPS 原理与应用课程教学中问题及改革措施

### 2.1 GPS 原理与应用课程教学中存在的问题

我校测绘专业设立不久,开设GPS课程只有数年,从理论教学质量和实践教学效果及学生反馈来看,存在以下问题:(1)理论讲授学时已难以满足当前新形势下的教学需求。从GPS发展到GNSS,网络RTK和PPP等新知识成了必讲内容,原定的40课时已不能完成全部的教学内容。(2)教学内容更新不及时。从单一GPS发展到GNSS,需要授课教师与时俱进,及时更新专业知识。(3)学生过分依赖课件。多媒体课件的使用减少了师生

收稿日期:2013-12-18

基金项目:国家自然科学基金项目(41304029;41204034);湖南省教育厅科学研究项目(12JC1015);湖南省科技计划项目(2012FJ4271)

作者简介:李黎(1981-),男,甘肃庄浪人,讲师,博士,主要从事GNSS精密定位的教学科研。

互动的机会,学生主动思考的积极性难以调动。(4)实验实践课时及实践教学所需的仪器数量和种类不足。目前学校所有的GPS测量设备数量不多,种类较少,且功能老化,已跟不上当前专业新形势的发展要求。(5)实践考核方式过于简单。目前所用的将70%考试成绩和30%平时成绩作为总成绩的考核方式不能反映学生的真实水平。

## 2.2 GPS原理与应用课程教学的改革措施

### 2.2.1 教材选用、教学内容和课时的调整

教材选择上要多比较,避免选用陈旧或不成熟的教材。我校从2011年起选用了武汉大学李征航等编著的《GPS测量与数据处理(第2版)》<sup>[3]</sup>,该书从卫星定位原理、GPS外业测量和GPS数据处理等三个方面对GPS定位原理及其在测量领域的应用进行了详细介绍。经过3年的使用,该教材得到教师和学生的认可。另外,仅用一本教材难以满足教学内容的需求,除指定的教材之外,还应选用一些其它参考书作为辅助教材。

GPS定位技术属于多学科交叉的产物,涉及到天体力学、气象学、电磁学、电子学和大地测量学等诸多学科,知识点更新非常快<sup>[4-6]</sup>,GPS教学内容既不能有知识空白,也不能面面俱到而导致重点不突出。因此,本课程在教学中主要围绕“GPS测量及其数据处理”这一需求,将一些与天体力学、电磁学和电子学相关的理论作为过渡知识进行简要介绍,学生做到了解即可。重点讲解GPS系统构成、GPS系统坐标系、GPS卫星信号及其测距原理、GPS误差源分析、GPS相对定位原理、GPS相对定位原理、网络RTK及PPP新技术、GPS控制网的设计、GPS外业观测、GPS基线处理与网平差、GPS高程测量等原理和方法,使学生更好地理解 and 掌握与测量有关的GPS定位理论和应用技术,可以使用GPS进行测量和数据采集。

根据湖南科技大学的实际情况,目前开设GPS课程的只有测绘工程和地理信息两个专业,GPS课程对于测绘专业学生来说,无疑是需要全部掌握的,但对于地理信息专业的学生来说,只需要掌握GPS基本原理,并不需要过多地学习后期的GPS测量操作和数据处理等内容。针对目前学校师资和仪器设备资源不足的情况,可以将GPS教学分成GPS卫星导航原理和GPS测量与数据处理两门前后衔接的课程,GPS卫星导航原理的课时可以设置成36学时的理论课和4学时的实验课,GPS测量与数据处理的课时可设置为20学时的理论课和12学时的实验课,另外再安排2周的实习。这两门课程可以在同一学期前后衔接或在前后两个学期各自教学。GPS卫星导航原理课程可以安排测绘工程和地理信息两个专业的学生一起学习,而以实验实践教学为主的GPS测量与数据处理课程只需要面向测绘专业学生。该方案很好地解决了我校师资短缺和仪器资源不足的问题,既可以免于给地信专业学生过多的学业压力,也可以将有限的师资设备资源用于最需要掌握GPS测量的测绘专业学生。

### 2.2.2 丰富教学手段

GPS的内容广泛,知识点更新很快,如果仅使用板书作为主要教学手段,必然难以在规定时间内完成教学任务。而通过精心设计的具有图像、声音及三维动画的多媒体课件,既可以向学生演示GPS卫星运行轨迹、测距码和载波相位的测距原理、RTK工作原理等一系列内容,也可以降低天体力学、信号传播和误差源产生原因等抽象知识的理解难度,还可以直观地演示GPS后处理软件的数据处理过程,加快授课节奏,加大课程的信息量,提高

教学效果。但是,多媒体教学也容易使学生过分依赖课件,减少了师生互动的机会,难以调动学生积极思考。所以,在GPS差分观测值组合等需要公式推导的部分用板书教授,有助于加深学生的理解和记忆。因此,采用以多媒体教学为主,传统板书为辅的教学手段,可扬长避短,既提高教学效率,又改善教学质量<sup>[4-5]</sup>。

### 2.2.3 建立实习基地,加强和丰富实验实践

GPS实验实践教学具有验证、综合、创新三大功能,是GPS教学的重要组成部分,是培养理论扎实、动手能力强的高素质测量人才的有效途径<sup>[4]</sup>。

建立实习基地、规范实践流程是获得好的实验实习效果的重要基础。我校充分利用南北校区的广阔空间,模拟GPS在工程建设中的应用模式来设计实习场地,可在有限的时间内完成实践教学任务,取得更好的实习效果。同时也要统一规范实践流程和标准,便于评定学生实践成绩,避免部分学生蒙混过关。实验/实习教学结束后,让学生提交实验/实习报告,加深学生对实习内容的理解,锻炼学生编写技术设计书和项目总结报告的能力。

GPS实践教学在硬件方面均还需要做较大投入,才能进行近几年已经建成并正在使用的网络RTK测量技术的实践教学。另外,在软件方面,也需要购买一些高质量的GNSS数据后处理软件,才能取得更好的实践教学效果。相应的,GPS实践教学得到加强之后,实验实践课时也应该得到增加。

### 2.2.4 加大GPS课程实践教学考核比重

目前,GPS课程的最终考评由70%的考试成绩和30%的平时成绩组成,而平时成绩主要由课堂考勤、平时作业、实验报告和课堂提问等四部分指标组成,在这些指标中,只有实验报告能反映出实践教学成绩。而期末安排的实习周被单独拿出来作为考察课进行考评,无形中降低了实践教学在GPS教学中的比重和重要性,导致部分学生敷衍了事,不能取得更好的实践教学效果。

为此,有必要将实习周的成绩加入到GPS课程的最终考评成绩中来,提高实践教学在GPS课程成绩中的比重,提高学生的实践积极性,才能更好锻炼学生的动手能力。如此,兼顾理论及实践教学的GPS课程最终考评成绩可由以下三部分组成:理论考试成绩占50%,实践(包括实验和实习)考核占30%,平时成绩(课堂考勤、平时作业和课堂提问)占20%。

## 参考文献:

- [1] 刘智敏,阳凡林,独知行. 卫星定位原理及应用的学改革与实践[J]. 测绘工程,2010,19(3):77-80.
- [2] 焦明连,周立. 测绘工程专业卓越工程师教育培养模式的研究[J]. 测绘通报,2012(1):102-104.
- [3] 李征航,黄劲松. GPS测量与数据处理(2版)[M]. 武汉:武汉大学出版社,2010.
- [4] 匡翠林,戴吾蛟,蔡昌盛,等.《GPS定位原理与应用》课程教学改革——面向卓越测绘工程师教育[J]. 矿山测量,2013,19(8):94-97.
- [5] 张勤,王利.“GPS测量原理与应用”课程教学研究及改革[J]. 高等理科教育,2007,6(1):112-116.
- [6] 黄声享,陈晶晶,李夏至. GPS测量实践教学的尝试[J]. 实验室研究与探索,2010,29(3):121-123.