

《卫星导航原理》课程教学改革探索

徐荣,戴卫恒,赵陆文,张北江

(解放军理工大学 通信工程学院,江苏南京 210007)

摘要: 卫星导航在军民领域的广泛应用带动了卫星导航技术的迅猛发展,培养卫星导航各应用领域的专业和工程技术人才已成为社会发展的迫切需求。针对当前军校推进人才培养模式的转变,如何紧贴部队需求,培养我军需要的卫星导航人才也是当今军校高等教育需要研究的课题。本文在分析我校本科通信工程专业的《卫星导航原理》课程现状的基础上,提出了对教学内容、教学方法、考核方式进行改革,在教学过程中进行了一段时间实践,取得了良好的教学效果。

关键词: 卫星导航;本科教学;课程现状;教学改革

中图分类号: P228.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1008-9268(2017)05-0089-04

0 引言

卫星导航为导航技术带来了革命性的变化,已广泛应用于日常生活和军事的各个方面,产生了深远的影响。它可以在全球范围内全天候地为海陆空天用户提供精确的实时位置、速度和时间信息。在军事方面,它已经成为导航定位、精确打击、军事力量调动部署和指挥等方面不可缺少的工具和手段,在现代战争中正发挥着无法替代的作用^[1]。我国的北斗卫星导航事业也正在蓬勃发展,目前与欧美卫星导航技术还有一定差距,如何培养我军的卫星导航专业技术人才是当今军校高等教育中面临的一项挑战。

在我院本科生培养计划中,《卫星导航原理》课程是通信工程专业大学四年级学员一门重要的专业课。通过本门课程的学习,使学员对卫星导航的基本概念、原理以及卫星导航接收机的工作原理有清晰的认识,以适应未来信息化战争的需要。但随着人才培养模式的变化和卫星导航技术的发展,需要在传统教学方式基础上,开展新的教学体系和教学方法的探索,为今后学员知识拓展以及部队任职奠定必要的理论和实践基础。

1 国内外相关课程现状

目前,国内外众多知名院校本科阶段均开设卫星导航相关课程,从查阅的相关资料上看,各院校根据自身的研究特色和专业强项,授课内容有一定差别,大体可按专业分两类分析:一类是武汉大学、解放军信息工程大学、澳大利亚新南威尔士大学和加拿大的卡尔加里大学等院校的测绘专业,授课主要侧重在数据的后处理,高精度定位^[2-3];另一类是清华大学、国防科技大学、北京理工大学、北京航空航天大学和美国康奈尔大学等院校的电子工程专业,授课主要侧重 RNSS(Radio Navigation Satellite System)导航接收机技术及组合导航技术等信号处理技术^[4-5]。不过上述院校课程内容对 RDSS(Radio Determination Satellite Service)导航接收机技术、军事应用及抗干扰技术等方面内容的讲授较少,而这恰是我院学员未来任职需要。

2 课程教学现状分析

《卫星导航原理》是一门多学科相互交叉相互渗透的学科,涉及到天文学、电子学、电磁学、大地测量学及气象学等多个学科,而且新技术和新应用

不断涌现。但由于学时有限,教员在讲课时不可能面面俱到,导致课程教学重点内容不突出,学员抓不住课程的主线和重点,大大增加了学员学习的难度,影响了课程的教学效果;另外,由于之前没有构建一个完整的教学实验环境,缺少课堂实践教学环节,因此不能满足学员课后进行相关实验的需求。学员对课程理论及相关接收机技术概念的理解,主要停留在阅读教材和参考书目、上网查阅以及完成课后布置的习题作业。

3 课程教学改革措施

以人才培养方案为依据,按照教学目标、内容、方法和条件整体配套改革的思路,以教学内容的先进性为核心,以教学目标的创新性为牵引,以教学方法和教学条件的现代化为保障,突出重点,分步实施,不断深化,整体提高。

3.1 调整教学内容

本课程授课内容上立足于我院信号处理方面的优势以及本科生的培养计划。按这一思路对教学内容进行精心梳理和组织,减少基础理论内容,突出导航信号的接收处理、观测、解算等接收机技术,增加实践环节和军事应用内容,加强问题和工程案例。主要调整以下几点:1)以理解卫星导航的基本概念、原理,了解常见卫星导航系统为要求来选择课程内容。重点帮助学员建立卫星导航系统的整体概念,理解 RNSS 和 RDSS 导航接收机基本的测量、解算原理以及不同系统的具体实现方式;2)增加卫星导航的军事应用及面临威胁的相关内容。重点帮助学员了解针对卫星导航的压制干扰与欺骗干扰的原理、基本过程和危害性。提高学员对卫星导航系统在信息化战争中重要地位的认知,掌握抗压制干扰和抗欺骗干扰的方法;3)本课程也是一门实践性较强的课程,为加强学员对课堂理论教学内容的理解和掌握,完善了实验教学平台。增加的实验课程内容包括卫星导航信号捕获、跟踪以及 PVT(Position Velocity Time)解算等,使学员掌握导航接收机的工作原理以及工作过程。

3.2 改进教学方法

卫星导航原理课程涉及学科多,知识点多、实践性强等特点,为在有限的学时内,使学员掌握卫星导航的基本知识,提升实践能力,并提高学员提炼问题、解决问题、评价解决问题的能力,为此在教学方法上做出以下几点改进。

1) 建立“以学员为主体、以教员为主导”的基

于问题牵引的教学模式,明确卫星导航所要解决的问题,以此为主线牵引具体解决方法和知识的展开,针对每一个知识点和技术环节,也以技术问题为牵引,引导学员思考解决方法,然后给出现有的技术解决方案。譬如在教学过程中,为了让学员理解卫星导航技术,首先让学员结合已有知识和经验,讨论个人如何找寻一个目的地,分析其中的难点,可以借助的辅助方法,进而引申到卫星导航如何定位导航,最后,教员再采用理论术语描述解决思路和具体技术,最终达到复杂问题的形象化分析讨论的目的。这种结合实际案例导入问题的方式,更能激发学员讨论的积极性,也便于学员类比问题解决方法,使学员加深对理论知识的理解,也对实际问题和解决问题的思路有更深入的认识^[6]。

2) 理论教学采用多媒体、PPT 和板书相结合的形式,全方位、多角度地阐述教学内容。在讲授过程中以传统讲授和多媒体课件两种方式互补互用,辅以“讲授—提问—解答”交互式授课^[7]。注重理论推导与动画演示相结合,使讲授深入浅出,通俗易懂。譬如,讲述 ECI 坐标系(Earth Centered Inertial coordinate system)与 ECEF 坐标系(Earth Centered Earth Fixed)的转换关系时,若只采用的“PPT+板书”教学方式,就不足以有效表达空间概念,而利用多媒体动画揭示如图 1 所示,可以直观展示两个坐标系的三轴随时间的动态变化关系,使内容更为形象、直观,实现学员从单纯的“听课”,变为“听看结合”^[8]。提高了学员的学习兴趣和求知欲,起到事半功倍的效果。

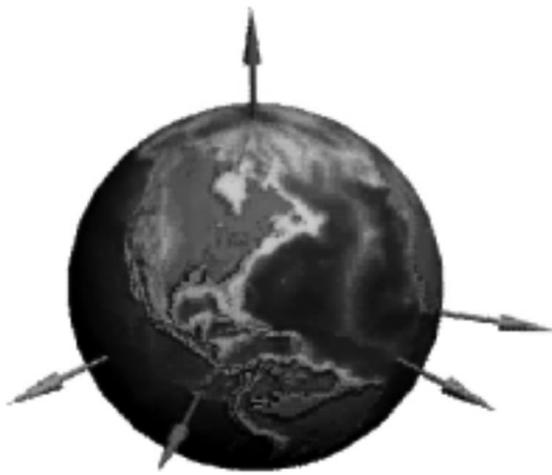


图 1 ECI 与 ECEF 转换关系演示画面

3) 实践教学利用实验教学平台,如图 2 所示,

采集真实的北斗卫星导航系统(BeiDou navigation satellite system, BDS)和全球定位系统(global positioning system, GPS)导航信号,让学员上机操作导航接收机信号处理的全过程,在动手实践的同时,强调提出这些处理方法的思路,并结合性能分析过程,理解如何进行一种实现方案评价,提高学员的应用能力。

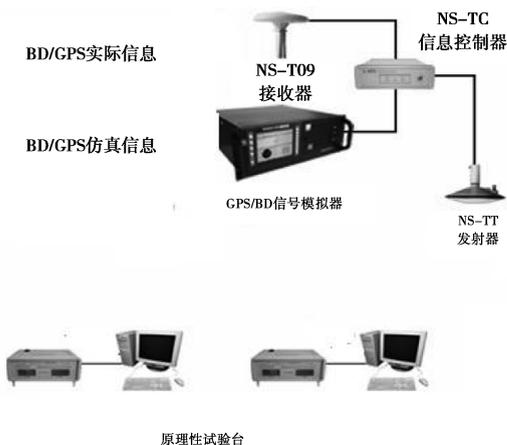


图2 实验教学平台框图

譬如, PVT 解算中状态量最优估计实验, 评估最小二乘法与卡尔曼滤波这两种最优估计方法性能。首先利用接收机连续运动场景下仿真得出两种算法的定位结果如图3所示, 让学员思考两种算法结果的不同之处。

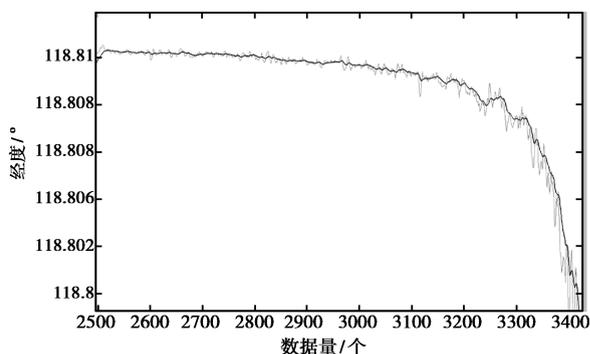


图3 最小二乘法(红线)与卡尔曼滤波法(黑线)定位结果(经度)对比

然后给出上述两种算法的解算过程处理思路: 最小二乘法解算的观测量和状态量前后没有联系, 而卡尔曼滤波利用了状态量、观测量的统计信息与状态量的动态信息, 建立运动模型, 减小观测误差, 因而其输出的定位结果较最小二乘法更为平滑。当然卡尔曼滤波对观测误差统计特性或运动模

型的描述不准确, 也将导致估计结果的误差变大或不收敛(无稳定解)。最终学员体会出在这两种算法应用的关键。

另外, 由于卫星导航仪器配备数目有限, 因此实验过程很难做到人手一台进行操作实验实习, 这影响到学员对卫星导航技术的了解和熟悉。因此对卫星导航仿真实验室进行开放式教学, 学员可以利用课余时间进行充分实践, 有效地利用已有教学资源。

4) 如今互联网资源相当发达, 提供的信息即丰富又具有时效性, 因此充分利用互联网资源, 布置或提示学员到网上查找相关资料以及国外大学开设的卫星导航公开课, 以开扩思路; 若将来再构建网络信息化教学平台, 在平台上向学员提供与教学内容相关的网络教学资源, 打破传统教学在时间和空间上的限制, 那将使得教员和学员以及学员之间可以在任何时间、任何地点, 都可通过网络进行交流讨论和自主学习。

3.3 优化考核方式

卫星导航原理是一门集理论性、实践性和前沿性于一体的专业课, 因此, 需要多角度, 多层次和多目标地考查教学效果, 测试学员对理论知识的掌握程度, 测评学员综合运用知识的能力, 评价学员的实践能力^[9]。

因此通过优化考核方式, 建立以衡量综合素质为依据的评分标准。主要从基本理论知识、实践和总结能力、课堂互动能力三方面来综合评价学员的学习效果, 课程考试采取平时成绩与期末考试成绩相结合、理论考试与实践考核相结合的方式, 全方位考核学员的学习效果。其中平时成绩包括作业、课堂回答问题的情况, 实验报告主要考核学员的实验分析和书面总结能力, 期末考试为闭卷笔试, 检验学员对基本理论知识的掌握程度。考核方式着力凸显过程性、形成性的学习效果, 使最终考核成绩对学员的学习情况有更加客观和真实的反映。

4 结束语

通过几个学期的实践, 学员对课程的理解和应用更为扎实, 取得良好的教学效果。卫星导航技术在不断发展, 对卫星导航原理的课程教学改革也应不断探索与创新, 教员也需要加强自身科研能力, 了解卫星导航技术和产业发展, 不断开阔视野, 提升教学高度^[10]。保证课程的灵活性、先进性和实

用性,激发学员学习卫星导航课程的兴趣,加深对卫星导航原理的理解和运用,从而培养出专业素养高,适应部队需求的卫星导航人才。

参考文献

- [1] 王威, 郝晓宁.《自主导航技术及应用》课程教学改革的思考[J]. 高等教育研究学报, 2006, 29(4): 51-52.
- [2] 魏二虎, 畅柳, 李征航. GPS 测量与数据处理系列课程教学的若干思考[J]. 测绘信息与工程, 2012, 3: 44-46.
- [3] Mark Petovello. University of calgary courses. [EB/OL]. [2017-02-07]. <http://www.ucalgary.ca/petovello/node/5>.
- [4] 王尔申, 李玉峰, 邵清亮, 等. “卫星导航原理与应用”课程教学内容和研究方法研究[J]. 实验技术与管理, 2015(7): 206-209.
- [5] 禄亮清, 吴美平.《卫星导航定位技术》课程教学实践与思考[J]. 高等教育研究学报, 2009, 2: 67-69.
- [6] 张国敏, 陈鸣, 胡超, 等. 面向工程实践的网络管理课程教学探索[J]. 计算机教育, 2010(19): 95-97.

- [7] 刘智敏, 阳凡林, 独知行. 卫星定位原理及应用的教学改革与实践[J]. 测绘工程, 2010, 19(3): 77-80.
- [8] 闻新, 刘江凯. 双源组合导航系统的可视化教学方法[J]. 导航定位学报, 2014, 2(3): 87-90.
- [9] 孙佳龙, 郭淑艳, 焦明连, 等. 卫星定位与导航教学的改革与实践[J]. 测绘科学, 2013, 38(5): 190-192.
- [10] 纪元法, 孙希延, 施浒立. 改革“GPS 原理与应用”课程教学, 培养导航人才[J]. 全球定位系统, 2010, 35(2): 61-64.

作者简介

徐荣 (1980—), 男, 硕士, 讲师, 主要从事卫星导航与授时的研究。

戴卫恒 (1977—), 男, 博士, 副教授, 主要从事卫星导航与授时的研究。

赵陆文 (1977—), 男, 博士, 讲师, 主要从事卫星导航与授时的研究。

Exploration of Teaching Reform on Principles of Satellite Navigation

XU Rong, DAI Weiheng, ZHAO Luwen, ZHANG Beijiang

(Institute of Communication Engineering, PLA University of Science and Technology, Nanjing 210007, China)

Abstract: Satellite navigation system has been widely used in civilian and military fields, and drives the rapid development of satellite navigation technology. How to cultivate professional and technical talents in the application fields of satellite navigation system has become the urgent requirement of social development. For the change of cultivating mode of military academy talents, how to cultivate satellite navigation talents in military education to meet the requirement for military, also needs to be discussed. Reform measures including teaching contents, teaching methods, and evaluation methods, are proposed in this paper, based on analyzing the curriculum status of Principles of Satellite Navigation for Communication Engineering undergraduate course. According to practical teaching, it is suggested that the curriculum reform has obtained good teaching effect.

Keywords: Satellite navigation; undergraduate teaching; curriculum status; teaching reform