

教学研究与实践探索：多学科交叉与专业理论融合

——以组合导航课程为例

张全, 朱志勤, 章红平

武汉大学 卫星导航定位技术研究中心; 测绘学院, 湖北, 武汉, 430079

[摘要]《组合导航》是武汉大学测绘学院导航工程专业开设的本科生专业必修课。本课程涉及测绘科学与技术、控制科学与技术、计算机科学与技术等多学科知识, 涵盖导航制导与控制、大地测量学与测量工程等多专业理论, 为高效实现全面培养具备应用组合导航知识能力的教学任务, 开展了基于“学科交叉、理论融合”特点的《组合导航》课程教学方法研究与实践。

[关键词]组合导航; 学科交叉; 理论融合; 教学探索

[中图分类号] G641 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1647-9514(2024)-0082-21 **[收稿日期]** 2024-10-23

一、引言

组合导航是将两种或两种以上不同的导航系统/设备以最优方式融合, 利用各导航系统间显著的优势互补特性, 实现相较于任意单一导航系统的更高性能导航与定位及其服务[1]。组合导航技术作为导航领域的重要分支, 近年来在航空航天、交通运输、智能机器人等领域发挥着越来越重要的作用[2]。随着科技的快速发展, 各种新型传感器和算法不断涌现, 组合导航技术也在不断更新迭代, 为各类复杂应用场景提供了更为精准、可靠的导航服务[3, 4]。武汉大学导航工程专业建设目的是为了进一步强化我国战略性新兴产业的发展, 进一步为我国北斗导航工程领域的科技与应用突破培育高端人才, 亦是更好地适应测绘科技与计算机、

控制等其他学科交叉发展的需求[5, 6]。为此, 导航工程专业开设了《组合导航》课程, 旨在增强导航科技领域急需的高技术人才培养。

尽管多学科交叉对促进组合导航相关课程影响的教学研究有初步探索[8, 9]。但是, 当前组合导航教学仍存在一些问题, 如学科交叉不够、理论与实践与实际应用脱节等。由于组合导航技术涉及多学科知识, 如数学、物理、电子、计算机等, 因此在教学过程中往往难以实现知识的有效融合和贯通。同时, 由于实践环节的缺乏, 学生往往只能掌握理论知识, 而无法将其应用到实际工程中, 导致理论与实践脱节。由于组合导航技术的快速发展, 教学内容往往滞后于技术发展, 无法满足行业对新型人才的需求。因此, 结合组合导航技术学科交叉

特性，基于“学科交叉、理论融合”开展组合导航理论框架、技术方法、应用实践等开展合理的教学值得深入思考。

二、 教学目标与内容

2.1 导航工程专业介绍

导航工程专业是一门多学科交叉的新兴工程学科专业，主要涉及导航基础理论、各种导航技术的基本原理与方法、导航传感器设备的集成及其应用，服务于航空、航天、交通、军事、公安等领域和部门。培养掌握现代导航工程的理论、技术和方法，具有运用所学的专业知识和技能解决实际问题的能力，从事导航定位技术研发及应用的复合型高层次人才。依托武汉大学测绘学科的优势和特色，同时也是为了更好地适应新形势下测绘科学技术与其他学科交叉发展的迫切需求，2011年，我校向教育部成功申请增设导航工程本科专业，并于2012年正式招生[9]。

2.2 课程目标

《组合导航》课程是导航工程专业的必修课程之一，其目标在于：一方面通过深入学习和实践，使学生掌握组合导航系统的基本原理、方法以及应用技术；另一方面培养导航科技工业急需的高技术人才，培养学生运用现代导航工程的理论、技术和方法解决实际问题的能力。具体地，本课程将培养学生深度掌握组合导航理论能力，开发学生基于组合导航理论知识学习进行导航算法设计与导航数据分析能力，扩展学生对组合导航方法、最优估计方法等多学科知识的综合融合和应用能力。

2.3 课程内容

《组合导航》课程设置36个学时，采用24学时理论学习与12学时实践操作相结合模式，授课方式包括理论讲授、上机实验和编程设计等不同形式，增强学生理论学习能力，理论与实验相结合的应用能力。课程教学内容主要包括：大地测量基础理论、最优估计理论与应用实践、GNSS/INS组合导航理论及其编程实现与数据处理、车载运动信息辅助组合导航技术及其编程实现等。课程内容设置充分体现了测绘科学与技术、控制科学与技术、计算机科学与技术等“学科交叉和理论融合”的教学理念。

三、 学科交叉与理论融合教学研究与探索

3.1 当前问题分析

组合导航技术的快速发展和应用，既有机遇，也面临着诸多挑战。这些挑战主要体现在学科交叉融合难度、理论与实践结合紧密度以及兴趣与需求多样性等方面。

1) 学科交叉融合难度。组合导航技术作为多学科交叉的领域，其涉及的知识范围广泛，包括航空航天、自动控制、传感器技术、计算机科学等多个学科。这些学科之间的知识相互渗透、相互支撑，但同时又具有各自的独立性和专业性。因此，在组合导航技术的研发和应用过程中，如何实现多学科知识的有效融合和协同工作，成为了一个亟待解决的问题。随着技术的不断发展，新的学科和知识不断涌现，如何及时将这些新知识融入到组合导航技术中，

也是一个需要不断探索和学习的过程。

2) 理论与实验结合紧密度。组合导航技术作为一项高科技技术,其理论知识和实际应用之间存在着一定的差距。组合导航技术的发展速度快,新的理论和方法不断涌现,但教学内容往往滞后于实际技术应用,导致现有教授的知识无法直接应用于实际工作中。组合导航技术的实践应用需要依托于具体的设备和环境,而现在教学往往缺乏实践经验和实际操作能力,导致理论与实践脱节。因此,如何加强理论与实践的结合,提高学生的实践能力和创新能力,是组合导航技术教学中需要重点关注的问题。

3) 兴趣与需求多样性。随着信息技术的快速发展和应用,组合导航技术的兴趣点和需求也呈现出多样化的趋势。有的学生可能对室内定位领域感兴趣,希望了解手机、可穿戴等导航设备的原理和应用;有的学生可能对自动控制领域感兴趣,希望了解智能驾驶、无人系统等技术的应用;还有的学生可能对计算机科学领域感兴趣,希望了解智能导航算法、软件开发等方面的知识。因此,如何根据不同的兴趣和需求,制定个性化的教学计划,提供多样化的教学资源和实践机会,成为组合导航技术教学中需要解决的问题。

3.2 教学研究与改革探索

在组合导航的教学过程中,多学科交叉教学理念扮演着至关重要的角色。这一理念不仅关乎学生的知识结构和思维方式,更对其未来的职业发展有着深远的影响。多学科知识整合是组合导航教学的核心。组合导航本身就是一

个多学科交叉的领域,它融合了导航学、控制学、计算机科学等多个学科的知识。在教学过程中,需要将这些不同学科的知识进行有机整合,使学生能够综合运用这些知识来解决实际问题。同时,教学改革的成效主要在教学质量改善,旨在培养学生理论知识基础上扩展实践能力和创新能力。因此,需要基于“学科交叉、理论融合”进行组合导航课程教学改革:

1) 加强学科交叉深度。组合导航理论讲解时,需要结合测绘、导航和计算机等多学科知识,使学生能够理解不同学科间相关知识的基础原理与内在联系。采用循序渐进教学模式,通过整合不同学科相关知识帮助学生深入浅出的建立起组合导航多学科基础内容理解与认识机制。在教学过程中可以采用多种教学方式或方法(如实例分析、模型展示、原理简化、任务驱动等),激发组合导航学习中跨学科思维的能力和积极性。在课程设计中鼓励参考成熟组合导航设计方案,便于快速理解组合导航算法设计相关内容,鼓励尝试从不同学科需求,利用不同设计方法和思路进行组合导航算法设计。同时,鼓励参加与课程相关的实践活动和学科竞赛,提高综合素质和技术运用能力。多学科的知识整合有助于学生对组合导航形成全面的知识体系,提高解决问题的能力。

2) 优化理论融合理念。在专业理论的教学过程中,应着重强调其实践性、应用性和前瞻性,以确保学生培养能够适应市场需求和行业发展。专业理论融合原则核心在于将专业理论与实际操作紧密结合,以提升学生的综合能力。

理论与实践相结合是专业理论融合的重要原则之一。在组合导航理论教学中，应注重实验、实训等实践教学环节，通过亲自编程设计、亲自动手操作，加深对专业理论的理解和掌握。这种教学模式有助于激发学习兴趣，提高学习积极性和主动性。同时，通过实践可以更好地了解理论知识的应用场景，从而更好地将理论知识转化为实际能力，培养学生通过融合专业理论掌握专业知识的内在联系和规律，形成完整的知识体系。专业理论教学应根据市场需求和行业发展趋势，及时调整教学内容和方向，使专业知识与市场需求相对接，促进人才培养与产业需求相契合。

3) 完善课程教学方法。教学方法与手段的创新是提升教学质量与效率的关键途径，特别涉及多学科交叉的课程。组合导航课程教学过程中采用启发式与互动式相结合的教学方法，充分调动课程学习兴趣和积极性，促进学生深度参与课程学习过程，提供多学科基础资料学习平台，主动形成多学科交叉关联教学。启发式教学鼓励学生主动探索组合导航中多学科应用、发现多信息融合估计问题并寻求最优估计导航解决方案，并通过案例分析呈现各学科的作用；互动式教学则在实验课程中通过课堂讨论、小组合作等形式进行课程设计与程序开发，增强学生之间的交流与合作，同时通过交流与讨论快速培养知识体系构建方法。此外，在教学手段方面，鼓励结合网络学习资源、开源程序等开展课程内容讨论，借助前人工作指引和帮助学生踏过组合导航学习门槛。

4) 健全评价反馈机制。教学评价与反馈是组合导航课程教学中的重要环节，对于提升教学质量、优化教学方法具有至关重要的作用。明确评价的目标和原则，同时评价体系应全面反映教学效果和教学质量，既要考察学生的知识掌握情况，也要关注学生的能力培养和综合素质提升。构建包括学生评价、教师自评、专家评价等多个维度的评价体系。同时，注重反馈的及时性和有效性，及时收集和分析教学评价结果，为教师提供有针对性的教学改进建议。同时，还可以将反馈结果及时传达给学生，帮助学生了解自己的学习情况，调整学习策略。此外，还可以建立定期的反馈会议制度，邀请教师、学生和专家共同参与，就教学评价结果进行深入讨论和交流，共同促进教学质量的提升。

3.3 课程改革发展趋势

随着科技的不断进步和智能化趋势的加速，组合导航课程教学发展趋势也将迎来新的基于与挑战。首先，技术与教学的不断创新。组合导航技术的不断发展将推动教学手段和方式的不断创新。随着虚拟现实、增强现实等技术的广泛应用，未来的教学将更加注重学生的实践和体验。通过构建虚拟的导航环境，学生可以模拟真实的导航过程，加深对知识的理解和掌握。同时，这些技术还可以提高教学的趣味性和互动性，激发学生的学习兴趣和动力。随着在线教育和远程教育的发展，组合导航技术也可以与在线教学资源相结合，为学生提供更加灵活和便捷的学习方式。

其次，学科交叉融合加深。组合导航技术是一门涉及多个学科的综合技术，包括计算机科学、电子工程、机械工程、控制理论等。在未来，这些学科之间的交叉融合将更加紧密，推动组合导航技术的创新和发展。通过不同学科之间的交流与合作，可以共同解决组合导航技术中的难题和挑战，提高导航系统的精度和可靠性。同时，这些交叉学科的发展也将为组合导航技术的应用提供更广阔的空间和机会。

最后，需求多样化快速发展。随着社会的不断变化和发展，教育的需求也在不断变化。在未来的教学中，学生将更加注重个性化学习和自我发展。因此，组合导航技术的教学也需要更加注重学生的需求和兴趣。教师可以通过多样化的教学方式和手段来满足不同学生的学习需求，如案例教学、项目实践、自主学习等。同时，教师还可以关注学生的职业发展和社会需求，为学生提供更加实用和有针对性的教学内容和技能。

四、 结语

《组合导航》是一门学科交叉、理论融合的新型课程，特别是针对测绘和导航专业教学，研究和探索课程教学改革对导航理论知识学习与应用实践技能培养具有重要意义，为培养北斗导航工程领域的科技与应用突破培育高端人才有指导意义。

本研究结合武汉大学导航专业教学目标及任务安排，在总结课程多学科交叉特性和当前学科交叉教学存在的问题下，分别从加强学科交叉深度、优化理论融合理念、完善课程教学

方法和健全评价反馈机制方面进行课程教学研究与探索，同时结合科技进步与智能化发展趋势预测了课程改革发展趋势。下一步本课程将在人工智能快速发展的时代背景下，深度开展多学科知识在组合导航中的融合与创新，为培养导航领域创新型人才提供支撑。

基金项目：国家自然科学基金（No. 42174024）。

作者简介：张全，武汉大学卫星导航定位技术研究中心，副教授，主要从事惯性导航与组合导航技术相关教学与研究工作。

参考文献：

- [1] 闻新. 双源组合导航系统的可视化教学方法[J]. 导航定位学报, 2014(3):4.
- [2] 董绪荣. GPS/INS 组合导航定位及其应用[M]. 国防科技大学出版社, 1998.
- [3] 王磊. GNSS/SINS 在电力巡线无人机组合导航中的应用[D]. 南京信息工程大学, 2023.
- [4] 陈凯. GNSS/INS 组合导航软件开发[D]. 中国矿业大学, 2022.
- [5] 辜声峰, 蒋雪梅. 北斗时代下的"导航学"教学实践与人才培养[J]. 教育进展, 2022, 12(10):5.
- [6] 徐晓华, 黄劲松, 周晓慧, 等. 关于建设导航工程专业卫星导航原理课程的思考[J]. 科教导刊, 2013(36):2.
- [7] 张玲, 许睿, 熊智, 赖际舟, 李荣冰, 吕品. 导航专业课程群实验实践智慧教学探讨[J]. 科教导刊-电子版(下旬), 2020(9):97-98, 159

[8] 孙伟, 耿诗涵, 王宇航. 多学科交叉对促进"惯导和组合导航原理与应用"课程改革的影响[J]. 测绘与空间地理信息, 2019, 42(2):4.

[9] 郭斐, 刘万科, 楼益栋, 等. 导航工程专业卫星导航数据处理方法课程建设与思考[J]. 全球定位系统, 2016, 41(4):3.

Teaching research and practical exploration of Combined navigation: the integration of interdisciplinary and professional theories

Zhang Quan, Zhu Zhiqin, Zhang Hongping

Satellite Navigation and Positioning Technology Research Center of Wuhan University; School of Surveying and Mapping, Hubei, Wuhan, 430079

Abstract: Combined navigation is a required course for undergraduate students majoring in navigation Engineering, School of Surveying and Mapping, Wuhan University. This course involves surveying and mapping science and technology, control science and technology, computer science and technology, multidisciplinary knowledge, navigation guidance and control, geodesy and surveying engineering and other professional theory, to achieve comprehensive training of application navigation knowledge ability teaching task, carried out based on the characteristics of "interdisciplinary, theory fusion" "combination navigation" course teaching method research and practice.

Key words: combination navigation; interdisciplinary; theory fusion; teaching exploration