**《导航与定位》课程教学大纲**

执笔人：姜维 上官伟 编写日期：2020年11月

**一、课程基本信息**

1、课程编号：M401065B

2、课程体系/类别：专业选修课

3、课程层次：选修

4、学时/学分： 32/2学分

5、先修课程：《高等数学》、《自动控制原理》等

6、适用专业：轨道交通信号与控制、自动化

7．课程负责人：上官伟 专业负责人：唐涛

**二、课程教学目标**

1.掌握卫星定位的知识基础，了解全球卫星导航系统产生的背景，卫星导航技术的优点及其广泛用途；了解卫星轨道原理，掌握卫星定位系统的组成及其信号结构，定位中的误差源；距离测量与定位原理、卫星定位的方式、卫星测量数据的处理与分析等基本知识。能够运用这些原理和方法进行卫星单点定位的计算，并进行定位性能分析。

2. 掌握组合导航原理，了解惯性导航、里程计等非卫星传感器工作原理，了解最优估计原理，掌握最小二乘、迭代最小二乘和基本卡尔曼滤波工作原理和实现方法，了解扩展卡尔曼滤波、无迹卡尔曼滤波特点及与传统卡尔曼滤波区别，能够运用这些原理和方法进行多传感器组合导航系统建模，并进行性能分析。

3. 铁路和公路领域为例，了解导航与定位技术的典型应用。

4. 通过研究性教学环节，锻炼学生的自主学习能力，培养学生主动扩展专业视野，独立思考和追踪技术发展趋势的意识，结合课程案例，明确课程思政育人目标，具备工程与社会、创新意识、工程师意识与家国情怀等能力与素养。

**三、课程目标和毕业要求的对应关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 毕业要求 | 毕业要求指标点 | 课程目标 |
| 5. 研究：能够针对信息工程中的复杂问题，基于相关科学原理进行方案研究，通过查阅文献、设计仿真或实验、分析数据以及综合信息等科学方法，对比候选方案的综合技术性能，给出有效结论。 | 5.1针对工程问题，收集信息、查阅文献、分析现有技术的特点与局限性。 | 1 |
| 9. 职业规范：具有人文社会科学素养，具有社会主义核心价值观和社会责任感，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。 | 9.1具备人文社会科学素养，理解应担负的社会责任，愿意为社会服务。 | 2 |
| 13. 终身学习：具有自主学习能力，了解在通信领域及未来职业发展过程中终身学习的重要性，具有基于职业发展需求不断学习和发展的能力。 | 13.1具备主动学习的能力，能够运用信息和文献工具，自主学习知识。 | 3 |

**四、课程教学内容和要求**

**总学时32学时，讲课32学时，研究性教学4学时。**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识单元 | 知识点 | 要求 | 推荐学时 | 重点支持指标点 |
| 1 | 绪论 | 导航与定位的概念 | 掌握 | 2 | 5.1 |
| 导航与定位技术应用及发展历程 | 了解 |
| 2 | 卫星坐标计算 | 参考坐标系定义和分类：地固坐标系和空固坐标系定义极其转换 | 掌握 | 4 | 5.1  9.1 |
| 时间概念和典型时间系统 | 掌握 |
| 卫星轨道运动原理：卫星的受力情况、二体卫星运动和开普勒轨道描述 | 了解 |
| 卫星可见性描述 | 掌握 |
| 3 | 卫星信号及接收机原理 | 卫星信号结构和传播原理 | 掌握 | 4 | 5.1  9.1 |
| 卫星接收机结构，信号跟踪和捕获原理 | 了解 |
| 4 | 卫星单点定位原理及计算 | 误差分类和最小二乘估计原理 | 掌握 | 6 | 5.1  9.1 |
| 伪距观测量和基于最小二乘的单点定位、差分GNSS原理及应用 | 掌握 |
| 5 | 传感器技术及组合导航概述 | 惯性导航、里程计、加速度计、陀螺仪等典型传感器工作原理 | 掌握 | 4 | 5.1  9.1 |
| 组合导航的基本概念、优势，和实现方法 | 了解 |  |
| 6 | 最优滤波与组合导航系统构建 | 最优滤波方法，典型卡尔曼滤波方法，最小二乘与卡尔曼滤波异同 | 掌握 | 4 | 5.1  9.1 |
| 基于卡尔曼滤波的GNSS/INS/ODO组合导航系统构建，集中式滤波和联邦滤波方法 | 了解 |
| 7 | 导航与定位技术应用举例 | 以公路系统和铁路系统为例，理解导航与定位技术在实际中的应用 | 理解 | 4 | 5.1  9.1  13.1 |

**五、课程教学安排**

本课是轨道交通信号与控制专业、自动化基础课，需要运用先修的高等数学、自动控制原理等知识。通过课堂理论教学讲解基本概念、原理和发展，指导课后学生自学部分拓展知识并开展专题研讨，将理论教学、自主学习等有机结合。结合我国北斗卫星导航系统、高铁名片等案例，融入课程思政教学。

**1．课堂讲授**

在教学过程中，教师应以建立概念、形成整体思路为基础，指出每章的重点和难点部分。上课时，适当提出一些问题，引导学生分析讨论，以调动学生的主动性，活跃课堂气氛提高课堂质量，集中学生注意力。

**2．指导自学**

鉴于学时数限制，同时为了培养锻炼学生自学能力，对部分课程内容提出自学要求，并指导自学。自学内容不仅包括易理解的知识点，如全球卫星导航系统的背景等；也包括需要查阅文献获得的知识，如典型导航定位系统在不同领域的应用；

**3．专题研究讨论**

通过专题研讨活动，培养学生主动学习意识和举一反三和探索质疑的思维方式，锻炼学生自主学习能力。结合教学内容进展设置适当的专题报告作业，可以包括需求分析、技术分析、新技术追踪等，布置学生以个人或分组方式完成理论或仿真分析、撰写分析报告、课堂报告分析结果并开展讨论。

研讨过程组织的参考形式：学生个人或分组完成技术调研或理论研讨，提交书面分析报告，并进行课堂口头报告和讨论，对关键问题进行评讲。在课堂讨论中，引导同学交流研究心得，提出疑难问题，开展讨论，对分析研究的结果进行评价比较，从而使学生能够相互借鉴，从不同角度获得对同一问题的充分理解，提出对同一问题的多个解决方案，相互促进，共同提高。

**4. 研究性专题的参考方案**

研讨专题可以由教师灵活确立，一方面可以根据教学进展、学生程度进行调整，另一方面也鼓励教师将技术前沿以及科研进展引入教学，体现在研究课题中。

（1）研讨专题1：卫星定位的背景、应用及发展

设置目的：通过这个研究专题锻炼学生查阅文献的能力，进一步巩固对于卫星单点定位、差分定位等知识的综合掌握程度。

（2）研讨专题2：导航定位技术在交通系统的应用

设置目的：卫星导航和组合导航技术介绍之后，通过这个研究专题锻炼学生进行系统设计的能力，检验学生对交通系统的导航定位技术的应用需求的掌握程度和运用效果。

**六、课程的考核**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 考核环节 | 建议分值 | 考核/评价细则 | 对应的课程目标 |
| 研讨 | 30 | （1）考查学生自主学习、独立思考和拓展专业知识的能力。并且通过口头和文字表达能力以及讨论交流过程评价学生对自主学习能力的掌握程度。  （2）教师根据由教师根据交流情况综合评定。 | 3 |
| 期末考试 | 70 | （1）采用笔试（闭卷）形式，卷面成绩100分，以卷面成绩乘以其在总评成绩中所占的比例计入课程总评成绩。  （2）考核内容须体现对于行车调度指挥自动化基本概念、基本原理的考察。考试题型为：填空题、分析题和简答题等。  （1）采用笔试（闭卷）形式，卷面成绩100分，以卷面成绩乘以其在总评成绩中所占的比例计入课程总评成绩。  （2）考核内容须体现对于综合运用基本概念、基本原理和分析方法进行通信系统设计和分析能力的考察，不仅包括对各单元知识点的独立考核，还需要包括综合运用多种通信系统设计原理分析和解决问题能力的考核。考试题型为：分析题、作图题、设计题、计算题和简答题等。  其中,建议对应课程目标1的试题占30-40%，题型以填空题、作图题和计算题为主；对应课程目标2的试题占60-70%，题型以分析题、设计题为主。 | 1，2 |

**七、本课程与其它课程的联系与分工**

本课程与先修课程联系比较紧密，课程内容应避免重复。

先修课程：高等数学、自动控制原理

后续课程：无

**八、建议教材及教学参考书**

建议教材：

1. GNSS惯性导航组合，M.S. Grewal等，电子工业出版社，2016
2. GNSS与惯性及多传感器组合导航系统原理，P.D. Groves等,国防工业出版社，2011
3. 卡尔曼滤波与组合导航原理，秦永元，西北工业大学出版社，2015
4. 列车运行控制系统测速定位技术，蔡伯根等，中国铁道出版社，2018
5. 车辆组合定位与导航系统--理论、方法及应用，王庆等，科学出版社，2016