

《惯性导航原理》课程教学大纲

一、课程基本信息

课程代码：3150550011039	课程名称：惯性导航原理	
开课院系：测绘学院	授课对象：导航工程专业	
课程学分：3	课程学时：52 (其中，理论课程学时 40，实践课程学时 12)	
授课教师 (课程负责人)	姓名：牛小骥	邮箱： xjniu@whu.edu.cn
	办公室：教学实验大楼-1111 室	电话：027-68778087
授课教师 (团队成员) (至少 2 人)	姓名：朱智勤	邮箱： zhqzhu@sgg.whu.edu.cn
	办公室：	电话：
	姓名：张万威	邮箱： wwzhang@sgg.whu.edu.cn
办公室：	电话：	
姓名：陈起金	邮箱： chenqijin@whu.edu.cn	
办公室：	电话：	
课程类别：专业必修课程		
前导课程： 线性代数 、 概率与数理统计		

二、课程简介 (500 字以内)

惯性导航是导航定位技术的基本手段之一，是航位推算方法的经典代表。随着近年来惯导硬件成本的迅速下降，惯性导航技术获得了越来越广泛的应用。本课程将讲解：惯性导航的基本原理和特性，常用惯性器件的工作原理、误差模型和测试标定，惯导初始化原理和算

法，捷联惯性导航算法及其误差方程，以及惯性导航系统的组成架构和应用领域。该课程为选课学生未来在相关领域使用和开发惯性导航系统奠定理论和实践基础。

考虑到惯性导航算法的抽象概念多，公式理解困难，本课程将在课堂讲解之外，配套安排多次实践课程，分小组完成3个惯导实验及相应数据处理和分析，包括动手独立编写代码实现一套完整的捷联惯导算法，以确保理论教学内容能够在实践中消化吸收。

三、课程教学目标

通过本课程的学习，培养学生以下能力：

1. 了解惯性导航的基本原理、常用惯性仪表的原理和精度等级、
2. 理解掌握捷联式惯性导航系统的基本算法和误差分析
3. 了解惯性导航系统的架构设计和常见应用
4. 掌握常见惯性导航设备和软件的使用
5. 能够编程实现捷联惯性导航算法
6. 分组完成惯导实验，对实测惯导数据进行误差分析

毕业要求与课程教学目标对应关系表

毕业要求	指标点	课程教学目标
毕业要求 简称	指标点（二级指标） 指标点内容	教学目标
毕业要求 1：工程 知识	指标点 1.1 能将数学、自然科学、工程基础和专业知识应用到复杂测绘工程问题的恰当表述中	1
毕业要求 1：工程	指标点 1.2 能针对测绘工	2

毕业要求	指标点	课程教学目标
知识	程实践问题建立合适的数学模型,并利用恰当的约束条件求解	
毕业要求 3: 设计/开发解决方案	指标点 3.2 针对特定测绘任务进行方案设计,合理分析关键影响因素,并在设计方案时体现创新意识	3 6
毕业要求 4: 研究	指标点 4.3 能够构建测绘工程实验系统,正确采集测绘实验数据,并对实验结果进行分析解释和质量评定	6
毕业要求 5: 使用现代工具	指标点 5.1 掌握现代测绘仪器装备的技术手段,并将其用于测绘工程方案的设计、观测、解算、分析,并理解其局限性	4
毕业要求 5: 使用现代工具	指标点 5.2 能够运用科学计算和绘图工具软件绘制和分析测绘工程数据成果	4
毕业要求 5: 使用现代工具	指标点 5.3 能够编制高性能计算程序用于大规模观测数据的快速解算	5
毕业要求 9: 个人和团队	指标点 9.1 能够在团队中按照分配的任务独立开展和完成测绘任务	6

(对照附件《测绘类毕业要求》及《毕业要求的指标点分解》填写)

四、课程内容与学时分配

内容	学时 (内容分解到 2 学时为 1 个单位)
绪论, 2 学时 (惯性导航的基本原理与发展历程; 惯性导航系统的分类和发展趋势); 参考教材第 1、2 章	2
惯导器件, 2 学时 (加速度计、陀螺原理及其分类); 参考教材第 4、5、6 章	2
惯导器件误差 1, 2 学时 (惯导器件误差特性及其建模); 以 PPT 为主, 参考教材第 8 章	2
惯导器件误差 2, 2 学时 (惯导器件误差辨识和分析); 以 PPT 为主, 参考教材第 8 章	2
惯导器件测试标定, 2 学时 (惯导器件的测试标定技术, 2 学时); 以 PPT 为主, 参考教材第 8 章	2
惯导实践课 1: 惯导设备使用培训和转台使用培训	2 (实验室)
惯导实践课 2: IMU 的六位置法标定	2 (实验室)
惯导初始对准 1, 2 学时 (初始对准概述, 静基座对准原理及方法, 静基座对准误差分析); 以 PPT 为主, 参考教材第 10 章	2
惯导初始对准 2, 2 学时 (静基座对准解算公式, 其它初始对准方式); 以 PPT 为主, 参考教材第 10 章	2
惯导实践课 3: 惯导静基座初始对准	2 (实验室)
惯导算法基础, 2 学时 (数学预备知识, 常见坐标系及其转换, 1 学时; 惯性导航的基本方程, 地球形状及重力场特性, 1 学时); 参考教材第 3 章	2
捷联式惯导算法-姿态解算 1, 2 学时 (概述; 刚体姿态表达方法); 以 PPT 为主	2
捷联式惯导算法-姿态解算 2, 2 学时 (姿态微分方程; 姿态更新算法); 以 PPT 为主	2
捷联式惯导算法-姿态解算 3, 3 学时 (等效旋转矢量微分方程, 双子样姿态更新	3

算法); 以 PPT 为主	
捷联式惯导算法-速度解算, 2 学时 (速度微分方程和更新算法); 以 PPT 为主	2
捷联式惯导算法-位置解算, 2 学时 (位置微分方程和更新算法); 以 PPT 为主	1
捷联式惯导算法小结, 2 学时 (捷联惯导算法总结复习; 澄清若干混淆概念); 以 PPT 为主	2
捷联式惯导误差模型, 2 学时 (捷联惯导的误差微分方程); 以 PPT 为主	2
捷联式惯导误差传播分析, 2 学时 (基于捷联惯导误差微分方程做误差传播分析); 以 PPT 为主	2
惯导系统的实用设计, 2 学时 (捷联惯导系统架构设计; 惯导系统误差分配和惯性器件选型; 惯导的修正信息); 参考教材第 14 章	2
惯导系统的实用设计, 2 学时 (惯导器件的冗余设计; 惯导系统的性能评估方法; 惯性导航系统的应用前景); 参考教材第 15 章	2
惯导实践课 4: 惯导数据处理软件培训	2 (实验室)
惯导实践课 5: 惯导动态数据采集	2 (实验室、友谊广场、操场)
惯导实践课 6: 惯导动态数据处理和分析	2 (实验室)
惯导系统的新应用 (惯性测绘的概念和原理; 新应用举例)	2
课程总结, 2 学时 (教学内容回顾; 惯性导航与其它导航定位技术的对比)	2

五、课程成绩评定

总分 100 分, 平时成绩占比例 100% (实验占比例 90%、作业占比例 0%、平时考核占比例 10%), 期末考试成绩占比例 0%。

平时成绩 4 次 (至少三次; 每门专业必修课程应布置一个大的编程作业, 计入平时成绩), 每次比例:

1. 平时考核: 平时课堂和实验表现; 10%

2. 实验 1: IMU 六位置法标定; 20%
3. 实验 2: 惯导静基座初始对准; 20%。
4. 实验 3: 惯导动态实验和捷联惯导算法编程; 50%

六、教材及参考书

教 材:

- [1]捷联惯性导航技术 (第 2 版), 国防工业出版社, David H. Titterton, John L. Weston 著, 张天光等译, 2007;
注: 课程在整体上依托该译著, 在捷联算法的讲授上补充以课堂推导和补充讲义。

参考书:

- [1] 《惯性导航原理》, 哈尔滨工业大学出版社, 邓正隆, 1994
- [2] 《惯性导航》, 科学出版社, 秦永元, 2006
- [3] 《捷联惯导系统原理》, 宇航出版社, 陈哲, 1986
- [4] 《捷联式惯性导航原理》, 航空工业出版社, 袁信. 郑鄂, 1985
- [5] 《 Inertial navigation systems analysis 》 ,
Wiley-Interscience, Britting, Kenneth R, 1971
- [6] 《Strapdown Analytics》 vol. 1 & vol. 2. , Strapdown Associates, 2000