

# 建课需要老师准备的资料

## 参考链接:

课程主页: <http://virtualsim.nuaa.edu.cn/course/details-expe/2.html#index>

实验指南: <http://virtualsim.nuaa.edu.cn/course/expe-guide/2.html>

教学团队: <http://virtualsim.nuaa.edu.cn/course/details-expe/2.html#speaker>

基本内容			
实验课程名称	北斗系统多星座卫星导航系统构建及应用虚拟仿真实验	总策划	祝雪芬
所属学校	东南大学	学院	仪器科学与工程学院
联系人姓名	祝雪芬	电话	13645161372
总学分	2	总学时	6
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共必修课 <input type="checkbox"/> 通识课 <input type="checkbox"/> 专业课 <input type="checkbox"/> 其他		
开课时间	年 月 日	结课时间	年 月 日
学年学期			

## 实验简介

团队依托“微惯性仪表与先进导航技术”教育部重点实验室、“导航制导与控制”国防科工局国防特色学科和国家级实验教学示范中心“机电综合虚拟仿真实验教学中心”，打破资源和时空限制，开发了北斗系统多星座卫星导航系统构建及应用虚拟仿真实验，服务于“导航制导与控制”学科方向。实验内容主要包括认识北斗卫星、卫星轨道探究、导航定位原理和导航救援应用探索四个环节。通过该虚拟仿真实验项目的训练，可使学生对全球卫星导航系统的组建和星座运行以及定位解算等有深入理解，为其将来开展对卫星导航方向（如卫星信号分析与模拟、捕获、跟踪及定位等相关研究）及组合导航方向的研究奠定基础。

## 实验背景

1、北斗三号全球卫星导航系统在 2020 年 7 月 31 日正式开通,学习北斗系统已经成为了人才培养的新需求。

北斗导航系统经历了北斗一代、北斗二代和北斗三代的发展过程,从最初北斗一号四颗卫星,仅仅覆盖中国地区,发展为目前的北斗三号 30 颗卫星,导航定位覆盖全球的全球导航定位系统。2020 年 7 月 31 日,习主席宣布北斗三号全球卫星导航系统正式开通,令人激动万分。北斗三号全球卫星导航系统是我国着眼于国家安全和经济社会发展需要,自主建设、独立运行的全球卫星导航系统,是为全球用户提供全天候、全天时、高精度的定位、导航与授时(PNT)服务的国家重要时空基础设施。

学习卫星导航的知识,必然不能离开我们自己的北斗系统,学习北斗系统的轨道,应用方式,对于我们掌握卫星导航定位,为祖国导航定位事业做贡献是十分必要的。通过北斗系统多星座卫星导航系统构建及应用虚拟仿真实验,学生可以加深卫星导航系统的认识,同时学生可以体会我国北斗导航系统的重大建设意义,感受大国工匠精神和培养卓越工程师意识。

2、由于北斗卫星建设在外太空,不可能直接进行实验,导航系统的结构十分复杂,所以进行真实实验将耗费大量人力物力。

卫星导航系统是一个巨大的系统工程,不管是单系统的生产建设和运行维护,还是多系统融合应用等,北斗卫星在太空中,学生无法直接接触到卫星轨道。

卫星导航系统是一个复杂的系统工程,如果直接在真实环境中进行试验验证,必将耗费巨大的人力资源和资金资源,且卫星信号内部调制和产生机理复杂,通过接收机,前端进行数据采集与测试,成本高、周期长。

卫星导航定位相关课程理论性较强,卫星轨道、定位原理、误差分析、选星等内容难以理解,通过虚拟仿真,使其形象化、动态化,建立起可视化的认知模型,可以有效的提高教学效果。

传统的卫星导航实验只能观测卫星的相关数据,不能形象并且动态的展示卫星星座的构成和运行。采用虚拟仿真系统对北斗等卫星星座进行三维模拟,能够更生动直观的向学生展示卫星星座。空间星座是卫星导航系统的基础,借助虚拟仿真实验,学生可以清晰深入的学习北斗和其他卫星星座的构成,通过对比,掌握北斗星座的特点和优势。在此基础上进行卫星轨道探究,学生自主设计卫星轨道。

导航定位解算包含了不同的应用场景中导航定位中卫星的选择和原始接收机数据解算位置信息。选星算法概念抽象,难以理解,通过虚拟仿真实验将抽象概念形象化,可使教学资源更加丰富生动。北斗卫星导航电文解算不仅包含了时空参考系、坐标转换等,还需要通过一系列算法利用导航电文计算出位置信息,理论性较强,而依托虚拟仿真实验,利用三维动画构建坐标系和卫星模型,学生跟着流程图一步一步地输入需要的数据,过程清晰明了,从而大大提高教学效果。

最后给出了一个导航救援应用场景,充分调动学生参与实验实践的积极性和主动性、提升学生工程实践能力和增强创新创造能力,体会我国北斗导航系统的重大建设意义,将正确的价值追求、理想信念和家国情怀有效地传递给学生。

## 设计原则

北斗全球导航系统是我国最新的先进科研成果，然而由于太空轨道的不可达，研究北斗卫星轨道和定位原理具有难度大、成本高的严重困难。因此，团队以相关教学成果为基础，为卫星导航相关课程研发了北斗系统多星座卫星导航系统构建及应用虚拟仿真实验。

首先，本实验方案采用了问题导向的设计方法，学生在实验中以解决实际救援问题为目标，将任务分步完成。实验情景有很强的吸引力，能够很好地激发学生的学习兴趣，调动学生的积极性。

其次，本实验设计了四个紧密相关的实验环节，层层递进，在达成实验任务的过程中，将所学的理论知识与实践相结合。

接着，本实验还设计了丰富的自主设计探究环节，学生可以通过不停地尝试来找到最佳结果，有助于培养学生的探究学习能力。

最后，本实验立足当前重要国家项目。北斗全球导航系统是国之重器，本实验通过场景体验的实验过程，让学生体会我国北斗导航系统的重大建设意义，将正确的价值追求、理想信念和家国情怀有效地传递给学生。

## 课程目标

本实验根据《卫星导航定位技术与应用》、《导航定位控制技术》、《信息导航系统》等课程教学大纲的关键知识点，结合最近建成的北斗全球卫星导航系统，以卫星导航发展需求为牵引，构建了北斗系统多星座卫星导航系统构建及应用虚拟仿真实验，通过设计型探究型虚拟仿真实验，以期达到以下实验目的：

(1) 通过北斗导航系统卫星轨道漫游环节，帮助学生更加直观地认识北斗卫星系统，了解北斗系统的组建过程和北斗卫星网络结构。

(2) 通过对每种轨道的运行演示让学习并认识北斗卫星运行轨道，让学生对北斗卫星所在的 GEO, MEO, IGSO 轨道六参数等轨道特征有更加直观具体的理解。

(3) 通过虚拟设计卫星导航系统，调整自定义卫星的轨道参数，学生学习并掌握卫星轨道六参数（近地点幅角、半长轴、偏心率、倾角、升交点赤经和近地点时间）。

(4) 通过在地面上使用全站仪演示三球交汇的原理，让学生对导航定位解算原理有进一步的认识；利用真实导航电文和伪距进行分步定位解算，帮助学生更好地掌握卫星位置解算流程和用户位置的定位解算流程。

(5) 通过探索性的选择空间位置合适的卫星，了解四颗卫星的相对几何位置对导航定位精度的影响。

(6) 通过模拟在真实洪水救援中的应用，帮助学生掌握基于卫星几何结构进行卫星选择的方法，使得学生具有在真实情况下能够根据使用地点的实际环境，对目标位置进行精准定位的能力。

## 实验要求

(1) 专业和年级要求

本实验属于东南大学，该课程面向全校工科专业 XX 的学生任选。

(2) 基本知识和能力要求

本虚拟仿真实验项目可服务于“导航制导与控制”学科方向，本实验涉及了“导航定位控制与应用”、“信息导航系统”、“卫星导航定位技术与应用”等一系列专业课程的知识。

学生参加本课程之前需要掌握的主要能力和知识结构包括：

要求学生初步了解卫星导航定位解算原理。

要求学生掌握开普勒卫星轨道无摄运动规律。

要求学生了解精度衰减因子对导航精度的影响。

### 成绩评定

本实验针对不同的知识点设计了实验评价模型，系统可以根据该评价模型对实验环节的完成情况自动评分。

各个环节的实验评价标准如下：

#### 一、认识北斗环节（占总成绩 10%）

北斗轨道和北斗发展过程学习（100 分）

要求至少查看 8 颗卫星信息，必须涉及 3 种不同的卫星轨道；

#### 二、卫星轨道设计（占总成绩的 40%）

自定义轨道设置（100 分）

以模拟时间内导航卫星对中国范围内的覆盖率为计分标准

#### 三、导航解算原理环节（占总成绩的 20%）

##### （1）定位原理解算（20 分）

要求完成所有内容的学习，未完成的不得分

##### （2）卫星定位的分步解算（80 分）

1) 完成所有环节的学习（20 分）

2) 正确计算指定步骤的结果，共四题，每题 20 分

#### 四、救援应用环节（占总成绩的 30%）

该环节以最后定位精度给分，得分=100-定位误差（m），其中定位误差大于 5m 小于 50m 的为 60 分，大于 50m 的不给分。

### 教学成果

#### 编著出版的教材、专著

(注明主编/参编)

- (1) 《信息通信网络概论》，江苏省十三五重点教材，清华大学出版社，副主编，2018年10月出版
- (2) 《C++程序设计》，东南大学校级教材，国防工业出版社，主编；

#### 核心刊物上发表的教育教学研究论文

- 1、测控人才培养校企深度合作的探索与实践, 电气电子教学学报[J], 2019年05期(排一)
- 2、面向卓越工程师培养的C++教学实践与建议, 计算机教育[J], 2018年10期(排二)
- 3、“程序设计与算法语言”双语教学实践与思考, 电气电子教学学报[J], 2016年06期(排一)
- 4、“C++程序设计”双语教学改革与实践, 时代教育[J], 2016年07期(排一)

#### 指导学生参加竞赛、科技创新、社会实践

- 1、2014年指导毕业设计《GPS L2C中频信号模拟与采集以及信号处理方法研究》获得江苏省优秀毕业设计(论文)二等奖;
- 2、2015年指导毕业设计《复杂随机网络有限时间内的识别、追踪方法研究》获得东南大学校优秀毕业论文;
- 3、2014年指导竞赛获第五届“北斗杯”全国青少年科技创新大赛”三等奖;
- 4、2014年指导竞赛获东南大学第三届“北斗杯”青少年科技创新竞赛一等奖。
- 5、2015年指导竞赛获第六届“北斗杯”全国青少年科技创新大赛”优秀奖;
- 6、2018年指导竞赛获第九届“北斗杯”全国青少年科技创新大赛”省赛二等奖;
- 7、2018年指导竞赛获第九届江苏省大学生机器人大赛二等奖2项, 三等奖1项。


#### 22\获得的的教学成果奖励

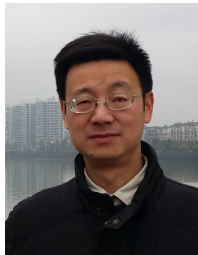
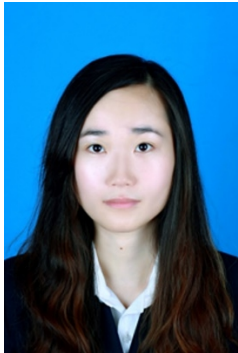
- 1、2018年获国家级教学成果奖, 二等奖;
- 2、2017年获江苏省教学成果奖一等奖;
- 3、2017、2015两年均获东南大学教学奖励金一等奖



## 实验指南

可展示一些图片


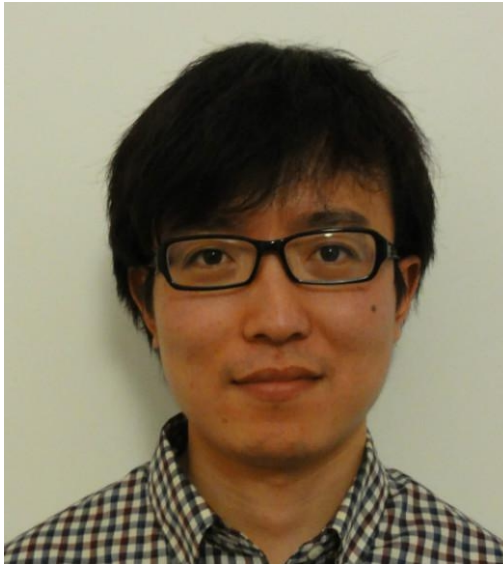
## 教学团队

学院	工号	姓名	职称	性别	手机号	邮箱	简介	头像
仪器科学与工程学院		祝雪芬	副教授	女	13645161372	zhuxuefen@seu.edu.cn	祝雪芬，工学博士，副教授，博士生导师。近年来一直从事卫星导航及组合导航相关应用的研究，主持国家自然科学基金项目 1 项，作为主要参与人参与国家自然科学基金项目 3 项，国家公益性海洋行业专项经费项目 1 项、教育部博士点基金项目 1 项。近年在国内外学术刊物和学术会议上发表	

						论文 29 篇， 被 SCI 收录 4 篇，申报 发明专利 9 项，授权 6 项，参编教 材 2 本。	
仪器科学与 工程	宋爱国	教授	男	13951804055	a.g.song@seu.edu.cn	国家杰出青 年基金获得 者，中国青 年科技奖获 得者，新世 纪百千万人 才工程国家 级人选，国 家“万人计 划”专家， 全国优秀科 技工作者， 江苏省特聘 教授，东南 大学首席教 授，电仪控 制学部主 任。	
仪器科学与 工程	刘莹		女	13951903356	103007089@seu.edu.cn	2012 年 5 月毕业于东 南大学，获 硕士学位。 2012 年 5 月至今，任 职东南大学 仪器科学与 工程学院， 从事实验教 学工作。承 担实验教学 改革项目三 项，参与国 家自然科	

							学基金一项，省部级科研项目一项。	
仪器科学与工程		潘树国	教授	男	13776604834	psg@seu.edu.cn	潘树国，教授，博士生导师。江苏省六大高峰人才、国土资源部首届杰出青年科技人才，入选科技部重点领域创新团队（第一合作人）、江苏高校优秀青年教师境外研修奖励计划。	
仪器科学与工程		高旺	讲师	男	15298375976	gaowang1990@seu.edu.cn	高旺，讲师/博士，1990年9月出生，江苏宿迁人。先后获得江苏省科学技术奖一等奖（2018，排名4）、教育部高等学校科学研究科技进步二等奖（2017，排名4）、《测绘学报》年度优秀论文（2017，第一作者，每	



						年 10 篇) 等奖励。在国内外学术期刊及会议上发表 SCI/EI 论文 20 余篇, 申请国家发明专利 10 余项。	
仪器科学与工程	王慧青	副教授	女	13951864608	wq_041008@163.com	王慧青, 女, 博士, 副教授。申请发明专利 20 余项, 授权 10 余项。曾获教育部科技进步奖一等奖、国土资源科技进步一等奖, 江苏省科技进步奖三等奖。	
仪器科学与工程	汤新华	副教授	男	15305170393	xinhuatangnss@163.com	汤新华, 江苏海门人, 博士, 副教授。东南大学微惯性仪表与先进导航技术教育部重点实验室。2013 年获得欧盟 GENIUS 论文奖。2018 年获得东南	

									<p>大学“至善学者”，“华英学者”。</p> <p>2017,2019年参与获得省部级奖项3项。2018年以副主编身份完成江苏省十三五重点教材一本。</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

账号创建完成会在群内通知，老师即可登录，老师账号默认密码为 123456，老师可自行登录更改