

国家级一流本科线上课程

《卫星导航定位原理与应用》MOOC 第十七期开课说明

各位老师、同学，大家好！

《卫星导航定位原理与应用》MOOC 已于 2018 年 12 月在“安徽高等教育智慧教育平台、安徽省网络课程学习中心（e-会学）”上网试运行，已开设了第一期（2019-02-20 至 2019-04-20）、第二期（2019-04-20 至 2019-06-20）、第三期（2019-08-01 至 2019-12-31）、第四期（2020-02-15 至 2020-06-30）、第五期（2020-08-25 至 2021-01-31）、第六期（2021-02-25 至 2021-07-15）、第七期（2021-08-30 至 2022-01-31）、第八期（2022-02-23 至 2022-07-20）、第九期（2022-09-01 至 2023-01-31）、第十期（2023-02-01 至 2023-07-15）、第 11 期（2023-09-03 至 2024-01-31）、第 12 期（2024-02-26 至 2024-07-26）、第 13 期（2024-09-01 至 2025-01-31）、第 14 期（2025-02-25 至 2025-07-10）、第 15 期（2025-09-01 至 2026-01-31）、第 16 期（2026-03-01 至 2026-07-05），目前第 17 期（2026-08-01 至 2027-01-31）正式开课。

《卫星导航定位原理与应用》MOOC（简称“GNSS MOOC”）于 2023 年入选第二批国家级一流本科线上课程。首次由安徽理工大学（余学祥、吕伟才、赵兴旺）、安徽大学（刘辉、胡洪）、安徽农业大学（董斌、高祥）、安徽建筑大学（高旭光）、广州中海达卫星导航技术股份有限公司（邾凯）等 6 名教授、2 名副教授和 1 名企业工程技术管理人员等 9 人共同建设完成【与首次建设阶段相比，现在团队成员基本都具有高级职称】；其后，甘肃农业大学、厦门理工学院、中原科技学院、内蒙古农业大学、华北水利水电大学、滇西应用技术大学、皖江工学院、铜陵学院、池州学院、龙岩学院、河北工程大学、西安文理学院等十几所高校教师，根据教学计划陆续加入 MOOC 教学团队，50 余名研究生加入助教团队，对此深表感谢！

GNSS MOOC 测试练习题达到 906 道，并融入了课程思政内容。测试练习题包括 215 道选择题（其中，单选题 48 题，多选题 167 题）、412 道判断题、122 道填空题和 157 道材料题（其中名词解释 72 题，简答题 80 题，计算题 5 题），供大家在学习《卫星导航定位原理与应用》课程中进行练

习、测试、考试之用，并及时进行更新完善。与 GNSS MOOC 的 43 讲视频文件相应的非视频文件（PDF 格式课件）已全部上传到课程中，供参考使用。相关的附件文件共 55 个，“附件：《卫星导航定位原理与应用》MOOC 课程结构”中列出了其中的部分文件（如北斗卫星导航系统发展报告、The Receiver Independent Exchange Format 4.02、The Antenna Exchange Format Version 1.4 格式说明、HGO 数据处理软件包使用流程等），并及时更新。

2025 年暑假期间，对 GNSS MOOC 进行了较大规模更新，更新内容主要包括：1) 取消了在线练习和在线测试题中的需要大家手动批阅的题目，重新优化设置（在线练习题内容与视频相对应），实现系统全自动阅卷，省去原来繁杂的阅卷过程和需要遴选课程助教的烦恼；2) 补充了 10 个讨论题目，供学生自动选择其中 5 题进行讨论；3) 补充了自动化监测系统、无人船、无人机等方面的 10 个学习视频，供感兴趣的同学学习（不计入学习积分）；4) 修改了原来试题中不合适的描述，补充了相关的练习题目。**2026 年寒假期间，对 GNSS MOOC 进行了进一步更新，更新内容（仅补充 PDF 格式文件）主要包括：**卫星导航定位技术简介、我国卫星导航定位产业现状（以《2025 中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》为参考）、GNSS 外业观测计划、GNSS 网数据后处理软件简介、SSDM 方法在滑坡体外观变形监测中的应用、GNSS 技术在开采沉陷自动化监测中的应用等。**2026 年暑假期间，对 GNSS MOOC 再次更新，增加内容参见“附件：《卫星导航定位原理与应用》MOOC 课程结构-第 17 期”中的红色标识部分的 11 讲 PDF 文件和 10 讲数字人视频文件（开课期间还会适时补充），**如包括卫星导航定位技术简介、GNSS 外业观测计划、GNSS 网数据后处理软件简介、SSDM 方法在滑坡体外观变形监测中的应用、GNSS 技术在开采沉陷自动化监测中的应用等数字人视频文件。

各讲的学习进度、随堂练习、在线作业及两次线上测试等设置了相关环节的**权重**：视频学习（课程学习进度）权重 30%、随堂练习权重 15%、在线作业权重 20%、线上测试权重 25%、课程讨论权重 5%（应完成 10 个讨论题目中的 5 个）、图文学习权重 5%。

线上测试由课程期中测试和课程结束测试两次测试组成。课程期中、结束线上测试时间，没有设置开始时间和结束时间（各高校根据实际情况确定），**时限各 120 分钟，仅 1 次测试机会**。期中线上测试以 MOOC 课程第一章至第三章内容为主，课程结束线上测试以 MOOC 课程第四章至第八章内容为主。**参与学习的同学应在教师规定的时间段内完成测试工作，否则此部分没有成绩。**

学员完成该课程、总分达课程设置的及格分（综合成绩不低于 65 分）或优秀（不低于 90 分）就可以获得合格证书或优秀证书。如，第 15 期的学员中，320 位获得合格证书，224 位获得优秀证书；第 16 期的学员中，129 位同学获得合格证书，207 位同学获得优秀证书（综合成绩不低于 90 分）。

进行 GNSS MOOC 学习时，按《新版-学生操作手册》进行操作，注意选择《卫星导航定位原理与应用》**第 17 期（2026-08-01 至 2027-01-31）**。

教师可登录课程 e-会学平台网站 <https://www.ehuixue.cn/index/detail/index.html?cid=5546f6ab-2d7b-814a-6c04-84bcc4bdea5a> 进行注册，但只有加入课程团队后才能进行课程管理并管理自己的班级。教师加入课程团队要提前向 e-会学平台申请（咨询“安徽 GNSS-MOOC 与知识图谱”QQ 群（QQ 号：165327076）中的“MOOC 客服张老师”，原来申请通过的继续有效），通过审核后我们即可将你设置为团队成员。

为便于班级管理，各位老师加入课程团队后，应先创建学习班级（若您不熟悉，我们可以代为创建，但需要您提供学校中文名称及英文缩写、学生专业名称及班级）。班级名称命名规则为“学校名称（可简写）+专业名称+年级和班级”，如“安徽理工大学导航工程 2024 级 1 班”；班级代码命名规则为“学校名称英文简写+专业名称英文简写+年级和班级阿拉伯数字”，如“AUST-NavE-202401”；系统生成的邀请码为：32995975。教师需将班级名称、代码、班级邀请码（学习码）提前发给所在班级的学生！！**学生在进行课程学习（首次登录时）时，必须选择正确的班级和输入邀请码**，否则会引起后期学习成绩统计、学习状态监控的混乱。

学生注册、登录安徽高等教育智慧教育平台、安徽省网络课程学习中

心（e-会学）（<https://www.ehuixue.cn/>）后，搜索“卫星导航定位原理与应用”课程后(<https://www.ehuixue.cn/index/detail/index.html?cid=5546f6ab-2d7b-814a-6c04-84bcc4bdea5a>)，按照“E 会学平台新版-学生操作手册.pdf”进行操作。选择第十七期课程（开课时间段：2026-08-01至2027-01-31）进入个人学习中心后，要注意选择、加入正确的学习班级，输入班级邀请码（如“安徽理工大学导航工程2024级1班”，班级代码为“AUST-NavE-202401”，班级邀请码为“32995975”），以便于教师按班级进行学习管理。



图1 搜索“卫星导航定位原理与应用”课程



图2 搜索到的“卫星导航定位原理与应用”界面

《卫星导航定位原理与应用》MOOC 获 2020 年卫星导航定位教学成果奖二等奖（证书编号：2020-04-02-03，参见图 3），2023 年入选第二批国家级一流本科线上课程（证书编号：2023210582，参见图 4）。



图3 获奖证书



图 4 国家级一流本科线上课程证书

需要注意的是，《卫星导航定位原理与应用》MOOC 视频录制时间在 2018 年 8-10 月份，视频中有关内容是针对当时而言的。为弥补这一缺陷，我们采用 PDF 或视频模式，对 MOOC 中有关学习资料进行补充完善（参见“附件：《卫星导航定位原理与应用》MOOC 课程结构”中的附件说明）。

到目前为止，GNSS MOOC 课程已连续开设 16 期，学习总人数约 14033 人，访问总量约 1085077 人次。

另外，由安徽理工大学、中国矿业大学、甘肃农业大学、厦门理工学院、中原科技学院、安徽大学等六所高校的教授 6 人、副教授 4 人、讲师 3 人等 13 人（均为博士）共同建设的《矿山变形监测虚拟教研室》“GNSS 变形监测知识图谱”平台【本学期将进行更新】，已在智慧树 AI 平台运行，与本 MOOC 同时上线运行，敬请大家关注。对于教师和学生，分别参考《20240920 知识图谱新版校内运行使用手册》【教师端】和【学生端】进行教学和学习。“矿山变形监测虚拟教研室 GNSS 变形监测”知识图谱平台网站为：

<https://smartcourse.zhihuishu.com/course/index/1679731821899812864?mapVersion=0>



对本 GNSS MOOC 和“GNSS 变形监测知识图谱”【本学期将进行更新】中存在的问题或不足，敬请提出宝贵意见（邮箱：1064365177@qq.com）！
谢谢！

附件：《卫星导航定位原理与应用》MOOC 课程结构

《卫星导航定位原理与应用》MOOC 课程
教学团队

2026 年 8 月 28 日

附件：《卫星导航定位原理与应用》MOOC 课程结构-第 17 期

课程名称	卫星导航定位原理与应用	总学时	48	学分	3	视频时长	7h39m 22s
序号	视频文件	时长/分:秒	主讲教师	附件序号	附件名称	附件类型	页数/时长(分:秒)
第 1 章绪论		30:31					164
第 1 讲	GNSS 卫星定位系统简介	13:46	余学祥教授	1	第 1 讲 GNSS 卫星定位系统简介	文本课件	27
				2	国办发[2013]97 号《国家卫星导航产业中长期发展规划》	讲义附件	10
				3	我国计划 2035 年完成下一代北斗系统建设	图文附件	1
				4	我国计划 2035 年建成下一代北斗系统（图）	图文附件	1
				5	1-10 卫星导航定位技术简介 202602	PDF	30
					12-1 余学祥-卫星导航定位技术简介 202608	视频	13:31
第 2 讲	GNSS 系统的组成与特点	11:37	董斌教授	6	第 2 讲 GNSS 系统的组成与特点	文本课件	29
				7	北 斗 卫 星 发 射 一 览 表 20200623	讲义附件	1
				8	《2024 中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》发布	图文附件	1
				9	一图读懂北斗导航卫星系统	图文附件	10
第 3 讲	GNSS 技术的应用前景	5:08	董斌	10	第 3 讲 GNSS 技术的应用前景	文本课件	22
				11	北斗卫星导航系统发展报告(中文 4.0 版)	讲义附件	24
				12	北斗三号全球卫星导航系统建成开通新闻发布会召开	图文附件	4
				13	一图速览《新时代的中国北斗》白皮书	图文附件	1
				14	2025 年 5 月 18 日-我国卫星导航定位产业现状	PDF	3
第 2 章坐标系统和时间系统		40:42					333
第 4 讲	天球坐标系与地球坐标系	9:47	余学祥	15	第 4 讲天球坐标系与地球坐标系	文本课件	28
				16	《北斗卫星导航术语》	讲义附件	105

					2-16 余学祥- 协议天球坐标系 202608	PDF	21
					2-9 余学祥- 协议地球坐标系 202608	PDF	14
					2-12 吕伟才- 站心坐标系 202608	PDF	11
					12-2 余学祥- 协议天球坐标系 202608	视频	7:12
					12-3 余学祥- 协议地球坐标系 202608	视频	4:39
					12-5 吕伟才- 站心坐标系 202608	视频	4:04
第 5 讲	GNSS 测量中常用坐标系	9:35	余学祥	17	第 5 讲 GNSS 测量中常用坐标系	文本 课件	17
				18	最亮“星”：中国第 55 颗北斗导航卫星发射成功	讲义 附件	7
					2-10 余学祥- GNSS 坐标系 202608	PDF	16
					2-11 余学祥- 国际地球参考 框架简介 202608	PDF	18
					12-4 余学祥- GNSS 坐标系 202608	视频	5:03
					12-6 余学祥- 国际地球参考 框架简介 202608	视频	9:52
第 6 讲	时间系统概述	12:19	赵兴旺 教授	19	第 6 讲时间系统概述	文本 课件	19
				20	2024 年北斗高光时刻，一起回顾	讲义 附件	4
					2-13 吕伟才- 时间系统简介 202608	PDF	25
第 7 讲	GNSS 时间系统	8:41	赵兴旺	21	第 7 讲 GNSS 时间系统	文本 课件	15
				22	一“研”为定！为你划几个北斗系统关键词	讲义 附件	2
					2-14 吕伟才- GNSS 时间系统 202608	PDF	8
					2-15 吕伟才- 时间标示方法 及其换算 202608	PDF	23
第 3 章卫星信号和导航电文		69:02					423
第 8 讲	卫星运动基础	11:27	胡洪 教授	23	第 8 讲卫星运动基础	文本 课件	33
				24	北斗卫星导航系统简介-中国 卫星导航系统管理办公室测	讲义 附件	3

					试评估研究中心		
					3-11 余学祥- 卫星无摄运动及轨道描述 202608	PDF	26
第 9 讲	GNSS 卫星导航电文	13:36	胡洪	25	第 9 讲 GNSS 卫星导航电文	文本课件	29
				26	The Receiver Independent Exchange Format（rinex3.03）	讲义附件	95
第 10 讲	GNSS 卫星信号	14:52	胡洪	27	第 10 讲 GNSS 卫星信号	文本课件	22
				28	ICD-GPS-240A	讲义附件	44
第 11 讲	GNSS 卫星星历	10:21	赵兴旺	29	第 11 讲 GNSS 卫星星历	文本课件	27
				30	精密星历 sp3c 文件格式	讲义附件	23
第 12 讲	GNSS 卫星位置计算	9:21	赵兴旺	31	第 12 讲 GNSS 卫星位置计算	文本课件	25
				32	《北斗卫星导航系统空间信号接口控制文件公开服务信号 B2b（测试版）》中文版	讲义附件	53
第 13 讲	GNSS 接收机及其操作	9:25	郝凯 总经理	33	第 13 讲 GNSS 接收机及其操作	文本课件	30
				34	GNSS 接收机认识实验	讲义附件	13
第 4 章卫星定位基本原理		113:23					417
第 14 讲	GNSS 观测量与观测方程	12:37	高祥 副教授	35	第 14 讲 GNSS 观测量与观测方程	文本课件	21
				36	The Receiver Independent Exchange Format（4.02）	讲义附件	131
第 15 讲	观测值线性组合	12:11	高祥	37	第 15 讲观测值线性组合	文本课件	22
第 16 讲	伪距绝对定位原理与精度评价	9:43	高旭光 副教授	38	第 16 讲伪距绝对定位原理与精度评价	文本课件	23
第 17 讲	整周跳变的检测方法	12:32	胡洪	39	第 17 讲整周跳变的检测方法	文本课件	18
第 18 讲	整周未知数的确定方法	14:52	胡洪	40	第 18 讲整周未知数的确定方法	文本课件	22
				41	The least-squares ambiguity decorrelation adjustment	讲义附件	14
					4-21 余学祥- 载波相位相对定位基本原理 202608	PDF	24
					4-22 余学祥- 整周模糊度解	PDF	23

					算的 LAMBDA 算法 202608		
第 19 讲	GNSS 相对定位基本原理	9:19	余学祥	42	第 19 讲 GNSS 相对定位基本原理	文本课件	24
第 20 讲	GNSS 差分定位技术	12:04	余学祥	43	第 20 讲 GNSS 差分定位技术	文本课件	24
				44	全球定位系统实时动态测量（RTK）技术规范（CHT 2009-2010）	讲义附件	16
第 21 讲	GNSS 卫星导航原理	10:38	赵兴旺	45	第 21 讲 GNSS 卫星导航原理	文本课件	18
第 22 讲	GNSS 测速、测时、测姿态	9:50	赵兴旺	46	第 22 讲 GNSS 测速、测时、测姿态	文本课件	19
第 23 讲	精密单点定位技术	9:37	高旭光	47	第 23 讲精密单点定位技术	文本课件	18
第 5 章 GNSS 测量误差来源及其改正		71:40					157
第 24 讲	GNSS 误差分类	5:53	吕伟才教授	48	第 24 讲 GNSS 误差分类	文本课件	6
				49	我国成功发射第五十九颗、六十颗北斗导航卫星	讲义附件	4
第 25 讲	与卫星有关的误差	11:34	吕伟才	50	第 25 讲与卫星有关的误差	文本课件	19
				51	纪念北斗卫星导航系统工程建设的三十周年座谈会在京召开	讲义附件	2
第 26 讲	对流层及其影响	8:49	吕伟才	52	第 26 讲对流层及其影响	文本课件	17
第 27 讲	电离层及其影响	9:28	吕伟才	53	第 27 讲电离层及其影响	文本课件	16
第 28 讲	多路径误差	11:45	吕伟才	54	第 28 讲多路径误差	文本课件	26
第 29 讲	接收机钟的钟误差	11:03	吕伟才	55	第 29 讲接收机钟的钟误差	文本课件	19
第 30 讲	卫星、接收机天线相位中心误差	13:08	吕伟才	56	第 30 讲卫星、接收机天线相位中心误差	文本课件	26
				57	The Antenna Exchange Format Version 1.4 格式说明	讲义附件	22
第 6 章 GNSS 测量技术设计与实施		57:45					339
第 31 讲	GNSS 测量的技术设计（上）	10:59	刘辉教授	58	第 31 讲 GNSS 测量的技术设计（上）	文本课件	14
				59	全球定位系统 GPS 测量规范	讲义	29

					(GBT 18314-2009)	附件	
第 32 讲	GNSS 测量的技术设计（下）	12:35	刘辉	60	第 32 讲 GNSS 测量的技术设计（下）	文本课件	16
				61	卫星定位城市测量技术规范（CJJT 73-2010）	讲义附件	80
第 33 讲	GNSS 测量的外业实施	11:43	刘辉	62	第 33 讲 GNSS 测量的外业实施	文本课件	28
				63	NBT 11553-2024 煤矿地表移动观测与数据处理技术规范	讲义附件	44
				64	GNSS 外业观测计划 202602	PDF	20
					12-7 余学祥- GNSS 外业观测计划 202608	视频	6:35
第 34 讲	技术设计书的编写	11:40	刘辉	65	第 34 讲技术设计书的编写	文本课件	22
				66	GBT 18314-2024 全球导航卫星系统（GNSS）测量规范	讲义附件	35
第 35 讲	GNSS 的作业模式	10:48	刘辉	67	第 35 讲 GNSS 的作业模式	文本课件	18
				68	全球导航卫星系统连续运行参考站网建设规范（CHT 2008-2005）	讲义附件	33
第 7 章 GNSS 测量数据处理		46:11					184
第 36 讲	数据预处理与质量检核	7:51	高旭光	69	第 36 讲数据预处理与质量检核	文本课件	28
第 37 讲	GNSS 基线向量解算	8:23	余学祥	70	第 37 讲 GNSS 基线向量解算	文本课件	23
				71	The least-squares ambiguity decorrelation adjustment	文本课件	14
第 38 讲	基线向量网平差	10:42	赵兴旺	72	第 38 讲基线向量网平差	文本课件	22
					12-8 余学祥- GNSS 网数据后处理软件简介 202608	视频	14:53
第 39 讲	GNSS 网坐标系统转换	10:39	余学祥	73	第 39 讲 GNSS 网坐标系统转换	文本课件	26
				74	国测国字（2008）24 号附件 现有测绘成果转换到 2000 国家大地坐标系技术指南	讲义附件	26
第 40 讲	GNSS 网高程系统转换	8:36	余学祥	75	第 40 讲 GNSS 网高程系统转换	文本课件	19
				76	GNSS 网数据后处理软件简介 202602	PDF	26

第 8 章 GNSS 技术应用		32:10					216
第 41 讲	GNSS 技术在开采沉陷自动化监测中的应用	13:58	余学祥	77	第 41 讲 GNSS 技术在开采沉陷自动化监测中的应用	文本课件	34
				78	自动化监测系统认识实验-煤矿开采沉陷自动化监测系统	讲义附件	35
				79	GNSS 技术在开采沉陷自动化监测中的应用 202602	PDF	41
				80	SSDM 方法在滑坡体外观变形监测中的应用 202602	PDF	25
					12-9 余学祥- SSDM 方法在滑坡体外观变形监测中的应用 202608	视频	10:55
					12-10 余学祥- GNSS-BDS 技术在开采沉陷自动化监测中的应用 202608	视频	12:35
第 42 讲	GNSS 技术在无人船水下地形测量中的应用	8:15	郑凯	81	第 42 讲 GNSS 技术在无人船水下地形测量中的应用	文本课件	31
第 43 讲	基线解算软件介绍	9:57	高祥	82	第 43 讲基线解算软件介绍	文本课件	17
				83	HGO 数据处理软件包使用流程	讲义附件	33

其他附加：

- 1、《卫星导航定位原理与应用》MOOC 课程简介
- 2、《卫星导航定位原理与应用》MOOC 课程第十六期开课说明（本说明）
- 3、E 学会平台新版-学生操作手册：安徽省网络课程学习中心使用手册（学生版），2021 年 8 月 V1 版本