**《移动通信（双语）》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | | 移动通信（双语） | | | |
| **英文** | | Mobile Communications (Bilingual Education) | | | |
| **课程代码** | A312158 | | **开课学院/系** | 电气信息工程学院/信息工程系 | **制定/修订**  **时间** | **2023.09** |
| **课程类别** | 专业必修课 | | **学分** | 2 | **学时** | 32 |
| **适用专业** | 通信工程专业 | | | | | |
| **先修课程** | 高等数学、线性代数、信息论与编码、通信原理 | | | | | |
| **选用教材** | Theodore S. Rappaport. Wireless Communications Principles and Practice, second edition. 电子工业出版社 | | | | | |
| **课时分配** | 理论教学32学时 | | | | | |
| **撰写人** | 王玉 | **审定人** | | 贾子彦 | **批准人** | 薛波 |

**一、课程简介**

《移动通信（双语）》是通信工程专业的专业必修课，本课程包含移动通信系统及其相关技术的基本概念和基本原理。通过本课程的学习，使学生掌握移动通信的基本理论、基本技术和组网原理以及这些理论和原理在典型移动通信系统的应用，从而为今后从事移动通信系统的技术开发、维护、设计等方面的工作打下坚实的基础。

**二、课程目标**

课程目标1：能够掌握移动通信系统及其相关技术的基本概念、基本原理和设计思路，具有运用移动通信基本理论知识对不同移动通信系统设计过程中涉及到的解决方案进行比较和综合的能力。

课程目标2：能够针对现代移动通信系统的发展需求，基于移动通信系统的特征、基本技术和基本原理，通过文献研究和分析，具有对移动通信系统复杂工程问题的研究路线和实验方案进行分析和设计的能力。

课程目标3：能够掌握移动通信系统相关的专业英语，了解移动通信领域的国际发展动向，读懂移动通信系统相关的外文资料，能够就通信工程领域复杂工程问题与业界同行及社会公众进行基本沟通和交流。

课程目标4：通过介绍中国在移动通信领域的发展历程，特别是从2G时代的跟随到5G时代的领先，增强学生的民族自豪感和文化自信，激发学生的科技报国情怀与使命担当。结合移动通信技术发展史和关键技术的讲授，引导学生树立正确的职业观和价值观，培养学生的社会责任感和职业道德。通过分析移动通信技术的发展，培养学生勇于探索、善于思考的科学精神，鼓励学生进行科研创新，为国家科技发展做出贡献。

**三、课程目标与毕业要求的支撑关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 毕业要求1：工程知识 | 1.5 能针对通信工程领域中通信系统设计与应用等专业工程问题的解决方案进行比较和综合； | 1 |
| 毕业要求4：研究 | 4.3 能够针对通信工程领域复杂工程问题，基于科学原理，通过文献研究和分析，给出相关问题的研究路线和实验方案； | 2 |
| 毕业要求10：沟通 | 10.3 能够阅读通信工程领域相关的外文资料，了解专业领域国际发展动态，能够在跨文化背景下进行基本沟通与交流。 | 3 |

**四、课程教学内容**

内容1：移动通信的研究课题及标准化

1．基本内容：移动通信系统的构成方式、特点，现代移动通信的标准化问题。

2. 重点：现代移动通信的构成方式、移动通信的特点、移动通信中必须解决的问题、研究课题以及解决问题的基本思想；现代移动通信的标准化问题及发展动向。

3. 难点：现代移动通信的构成方式、移动通信的特点、移动通信中必须解决的问题、研究课题以及解决问题的基本思想。

4. 知识目标：能够了解现代移动通信的构成方式、移动通信的特点、移动通信中必须解决的问题、研究课题以及解决问题的基本思想；能够了解现代移动通信的标准化问题及发展动向。

5. 能力目标：具有运用移动通信基本理论知识，对不同现代移动通信系统设计过程中涉及到的解决方案，进行中外文资料查阅，并进行分析、比较和综合的能力。

6. 素质目标：从世界移动通信的发展中给出我国移动通信的发展，我国从“零起步”到4G技术TD-LTE占有全世界40%的市场，从1G、2G采用其他国家的网络标准，到3G自主研发的TD-SCDMA成为国际标准，再到4G技术占据世界移动通信一席之位，到目前5G走在技术前沿。让学生为国家的技术发展而感到自豪，同时强调要将个人职业发展和国家的技术进步紧密结合，激励学生更加主动地学习技术。通过学习现代移动通信的相关概念和知识，能够体会到任何一门新技术或者新的系统均需要紧扣其应用场景来进行全面思考和设计，并进行科学的验证，这是各位同学继续深造或者走上工作岗位所必须具有的基本素养。

内容2：蜂窝设计基础及相关技术

1． 基本内容：移动通信系统蜂窝设计的基础概念；蜂窝中使用的基本技术。

2. 重点：频率复用、小区容量的基本概念，蜂窝系统的构成方法；信道分配策略，信道切换技术的不同种类及其特点；蜂窝系统的干扰特性和蜂窝系统容量的分析与计算方法；中继和服务等级的概念和原理；提高蜂窝系统容量的常用技术；各种多址接入技术的原理；各种移动通信系统中基本技术的应用情况。

3. 难点：频率复用的基本概念，蜂窝系统的构成方法；切换技术的不同种类及其特点；蜂窝系统的容量概念和相关的分析计算；FDMA、TDMA、CDMA等基本多址接入方式的原理。

4. 知识目标：能够掌握蜂窝设计基础及相关技术的概念、方法以及原理。

5. 能力目标：具有运用蜂窝设计基础及相关技术的基本原理、概念和技术对现代移动通信系统设计过程中涉及到的复杂工程问题，通过查阅中英文文献进行研究和分析，基于科学原理，对相关问题进行分析、比较和综合，并给出研究路线和实验方案。

6. 素质目标：引入多个与蜂窝概念相关的案例，比如：上世纪鼎鼎有名的贝尔实验室首先提出了蜂窝理论，但随着技术领先度的降低，贝尔实验室已逐步走向没落；高通公司掌握了大量CDMA技术相关的专利，在第三代移动通信系统时代赢得了巨大的红利。通过这些生动的案例，让学生知道要想实现科技强国，必须坚持自主创新的科研精神。通过学习多种多址接入方式，让同学们体会到认识事物本质以及结合事物本质进行设计的重要性。比如：结合移动通信无线信号的特点，可以从信号的频域、时域和空域三个角度，分别设计出提升蜂窝容量的方法。

内容3：移动通信信道特性及其常用模型

1．基本内容：移动通信无线电波传播类型；自由空间传播模型；路径损耗；大尺度路径损耗实际模型；小尺度路径衰落和多径效应。

2．重点：无线电波传播类型；自由空间传播模型；路径损耗的概念及其运用路径损耗模型对实际的链路预算设计的方法；常用的室外、室内传播模型；建筑物信号传递以及射线跟踪和特定站址建模的设计思想；小尺度多径衰落的概念以及引起小尺度衰落的因素；多普勒频移的原理；多径信道的冲激响应模型；小尺度衰落的类型以及衰落信号服从的分布；不同信道条件下的信道模型。

3. 难点：自由空间传播模型；利用路径损耗模型进行实际的链路预算设计；常用的户外传播模型：奥村模型和哈塔模型；多普勒频移的原理；小尺度衰落的类型。

4. 知识目标：能够掌握移动通信信道特性及其常用模型。

5. 能力目标：具有运用移动通信信道特性及其常用模型的知识，针对具体的移动通信信道场景，通过查阅中英文文献进行研究和分析，基于科学原理，进行分析、比较和综合，并给出相关问题的研究路线和实验方案。

6. 素质目标：通过一些案例，比如：曾有相关研究认为移动多径信道的复杂性和矢量叠加不可能组建高速无线移动通信网络，但是科研人员对信道复杂性坚持不懈地分析，结果显现其是有规律可以遵循的，可以寻求相对平坦的信道进行传输。此案例可以引导学生在面对学习工作中的复杂问题时，要保持认真的态度，用于挑战，认真分析出一般规律，将复杂的问题分解转化成多个简单的问题，避免遇事就逃避、退缩的心理，科研需要铸造工匠精神。本知识点介绍传播模型的作用和意义，通过对信道特性的分析和理解，学会其中所蕴含的科学观和方法论，当影响因素较多时，先抽出主要因素，得出相应结果后，再考虑其它因素的作用，由简到繁，培养学生科学认识问题、分析问题和解决问题的能力。

内容4：移动通信中的调制技术

1．基本内容：数字调制概述；调制信号的几何表示；线性调制技术；恒包络调制技术；线性和恒包络组合调制技术；扩频调制技术；OFDM技术。

2．重点：衡量数字调制技术优劣的两个因素-功率效率和带宽效率的定义；线性调制技术、恒包络调制技术以及线性和恒包络组合调制技术的优缺点；线性调制技术(BPSK、DPSK、QPSK、OQPSK和π/4QPSK)、恒包络调制技术(BFSK、MSK和GMSK)以及线性和恒包络组合调制技术(MPSK、QAM和MFSK)的原理、基底表示方法、星座图、时频特性；扩频调制技术的相关概念、原理和设计；OFDM技术的原理及特点；各种移动通信系统中不同调制技术的应用。

3. 难点：功率效率和带宽效率的概念；线性调制技术、恒包络调制技术以及线性和恒包络组合调制技术的原理、基底表示方法、星座图、时频特性及其应用；扩频调制技术与CDMA技术的联系；OFDM技术的原理和相关定义。

4. 知识目标：能够掌握移动通信中的各种调制技术的基本原理及其应用。

5. 能力目标：具有运用移动通信中的各种调制技术的基本原理，针对通信工程领域复杂工程问题，通过查阅中英文文献进行研究和分析，基于科学原理，对相关问题进行分析、比较和综合，并给出具体的研究路线和实验方案。

6. 素质目标：在调制方式选择中，频谱效率和功率效率是一对矛盾，相互制约，故而出现了从QPSK到OQPSK乃至DQPSK的一系列演进，这既能在技术设计中体现出矛盾论的哲学思想，也能培养学生客观辩证的科研精神。

内容5：均衡、分集和信道编码

1．基本内容：均衡技术及其应用；分集技术及其应用；卷积码编码、译码及其应用。

2．重点：均衡技术的分类；时域均衡技术的原理、设计及实现；分集技术原理及实现；基本的信道编码技术；卷积码编码、译码原理及其实现；各种移动通信系统中均衡、分集以及信道编码技术的应用。

3. 难点：时域均衡技术的原理、应用、横向滤波器的设计、均衡准则以及时域均衡的迫零算法和最小均方失真算法实现；卷积码编码和译码原理及其应用。

4. 知识目标：能够掌握均衡、分集和信道编码的基本原理和应用。

5. 能力目标：具有运用均衡、分集和信道编码的基本原理，针对通信工程领域复杂工程问题，通过中英文文献查阅进行研究和分析，基于科学原理，对相关问题进行分析、比较和综合，并给出研究路线和实验方案。

6. 素质目标：引入案例“5G信道编码方案标准之争”，中国企业可以和国外企业共同争取5G技术方案，可以看到中国企业在5G技术上走在前列，掌握了关键技术，以此案例来激发学生的民族自豪感，引导学生将个人理想融入国家和民族的事业中，鼓励学生个人要融合到国家大发展才能有所成就，从而传递应国家之所急的家国情怀。科学的发展不是一蹴而就的，在学术道路上要坚定科学信念，认准方向勇往直前。

内容6：移动通信系统

1．基本内容：各代移动通信系统的关键技术以及未来移动通信的研究进展。

2．重点：各代移动通信的系统架构、标准、关键技术以及未来移动通信领域的最新研究进展。

3. 难点：4G移动通信系统的关键技术OFDMA和MIMO的基本原理和实现方法； 5G移动通信系统的关键技术Massive MIMO和新型调制编码技术等。

4. 知识目标：能够了解各代移动通信的系统架构、标准、关键技术以及未来移动通信领域的最新研究进展。

5. 能力目标：具有运用各代移动通信系统关键技术的原理，针对通信工程领域复杂工程问题，通过查阅中英文文献进行研究和分析，基于科学原理，对相关问题进行分析、比较和综合，并给出研究路线和实验方案。

6. 素质目标：通过举一些名人的例子，比如：5G标准中Polar code的发明人、土耳其的Erdal Arikan教授，苦心钻研十余年才发表Polar code的论文，但就这篇文章获得了IEEE TIT的最佳论文奖。该案例可以引导同学构筑十年磨一剑的科研态度。

**五、教学内容、教学方式与课程目标的支撑关系**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **教学内容** | **教学方式** | | |
| **线下教学** | **混合教学** | **线上教学** | |
| 课程目标1 | 内容1：移动通信的研究课题及标准化  内容2：蜂窝设计基础及相关技术  内容3：移动通信信道特性及其常用模型  内容4：移动通信中的调制技术  内容5：均衡、分集和信道编码 | √ |  |  | |
| 课程目标2 | 内容2：蜂窝设计基础及相关技术  内容3：移动通信信道特性及其常用模型  内容4：移动通信中的调制技术  内容5：均衡、分集和信道编码  内容6：移动通信系统... | √ |  |  | |
| 课程目标3 | 内容1：移动通信的研究课题及标准化  内容2：蜂窝设计基础及相关技术  内容3：移动通信信道特性及其常用模型  内容4：移动通信中的调制技术  内容5：均衡、分集和信道编码  内容6：移动通信系统 | √ |  |  | |

**六、课程教学方法与学时分配**

（一）教学方法

(1) 兴趣培养：引导、激励学生的学习积极性和自主性，让学生对课程有一个总体把握，多举一些生活中常见的移动通信技术的实例，使课程更生动，让学生有直观的认识，对课程学习产生兴趣。

(2) 问题导向，注重运用启发互动式教学方法：以学生为本，设计科学合理的启发互动环节，激发学生思考，让学生积极参与教学活动，成为真正意义上的主体；利用优秀的线上慕课资源，让学生带着问题积极观看，寻找答案。

(3) 采用案例法与研究法，注重引导学生掌握分析复杂工程问题及解决复杂工程问题的方法：通过线上慕课和线下课堂向学生讲解“复杂工程问题”具备的特征，如必须运用“深入的工程原理，经过分析才可能得到解决”或需要通过“建立合适的抽象模型才能解决”，给出复杂工程问题的一般解决思路，培养学生解决复杂工程问题的能力。

(4) 板书与多媒体相结合的教学方法：对于重、难点的分析推导部分采用板书形式，对于枯燥抽象的课程内容结合多媒体形式使其尽量生动化、形象化，便于学生接受和理解。

(5) 进行有效的作业练习和测试：作业是检验学生对所学知识掌握情况的有效手段，布置作业时要有量有质，加强重难点知识和能力训练；要由浅入深，引发学生思考，培养学生的分析问题和解决问题的能力；利用蓝墨云或雨课堂等教学软件，课堂上对学生所掌握知识点进行测试，让学生及时了解对所学知识点的牢固情况，根据测试反应出来的问题和不足，有助于为学生及时答疑解惑。

（二）学时分配

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **课堂讲授** | **线上讲授** | **合计** |
| 内容1: 移动通信的研究课题及标准化 | 2 | 0 | 2 |
| 内容2：蜂窝设计基础及相关技术 | 6 | 0 | 6 |
| 内容3：移动通信信道特性及其常用模型 | 6 | 0 | 6 |
| 内容4：移动通信中的调制技术 | 6 | 0 | 6 |
| 内容5：均衡、分集和信道编码 | 6 | 0 | 6 |
| 内容6：移动通信系统 | 6 | 0 | 6 |
| 合计 | 32 | 0 | 32 |

**七、课程考核及成绩评定方法**

本门课程采用“N+1”过程性考核的方式进行考核。

考核方式：采用过程考核（平时作业、调研报告、口头报告）和期末考试相结合的形式对学生课程成绩进行综合评定。

成绩评定：考核总成绩中，过程考核占50%（平时作业占20%、调研报告占20%、口头报告占10%），期末考试占50%。各考核环节按照附件中的评分标准进行成绩评定。

课程目标与课程考核环节的对应关系：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **课程目标** | **考核环节** | | | | **合计** |
| **平时作业** | **调研报告** | **口头报告** | **期末考试** |
| 1 | 课程目标1 | 10% | 5% | 2% | 30% | 47% |
| 2 | 课程目标2 | 5% | 10% | 3% | 15% | 33% |
| 3 | 课程目标3 | 5% | 5% | 5% | 5% | 20% |
| 合计 | | 20% | 20% | 10% | 50% | 100% |

**八、课程参考书目及资源**

1.啜钢等著. 移动通信原理.北京：电子工业出版社.2011.

2.[日]正村达朗著,贾中宁等译.移动通信技术及应用.北京：科学出版社.2007.

3.周文安等译. 无线通信原理与应用. 北京：电子工业出版社.2006.

4.曹达仲等著.移动通信原理、系统及技术（第2版）.北京：清华大学出版社.2011.

5.

[无线通信原理\_中国大学MOOC(慕课). https://www.icourse163.org/learn/XIYOU-1205949804?tid=1206255201#/learn/announce](无线通信原理_中国大学MOOC(慕课).     https://www.icourse163.org/learn/XIYOU-1205949804?tid=1206255201#/learn/announce)

6. 杨学志著. 通信之道：从微积分到5G.北京：电子工业出版社.2016.

**附件：评分标准**

考核环节中期末考试评分标准详见每学期 “移动通信（双语）试卷参考答案及评分标准”。

**一、平时作业评分标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 观测点 | **优秀**  **（90～100）** | **良好**  **（80～89）** | **中等**  **（70～79）** | **及格**  **（60～69）** | **不及格**  **（<60）** |
| 基本概念掌握程度 | 概念清晰，分析得当。 | 主要概念清晰，但部分分析有误。 | 部分概念清晰，分析中有明显知识漏洞。 | 基本概念不清晰。 | 基本概念未掌握。 |
| 解决问题方案正确性 | 方案能够解决问题，思路清晰，计算正确。 | 方案主要思路、过程和计算过程正确。 | 方案部分可行。 | 尚能制定方案。 | 不能制定方案。 |
| 作业完成态度 | 书写工整、清晰，符号、单位等按规范执行。 | 书写清晰，主要符号、单位等按规范执行。 | 能辨识，部分符号、单位等按规范执行。 | 不能辨识，符号、单位等不按照规范。 | 作业不完整或未交。 |

**二、调研报告评分标准**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **优秀**  **（90～100）** | **良好**  **（80～89）** | **中等**  **（70～79）** | **及格**  **（60～69）** | **不及格**  **（<60）** |
| 分析问题思路清楚，剖析透彻，举例丰富，查阅文献充分。 | 分析问题思路清楚，剖析透彻，举例较丰富，查阅文献充分。 | 分析问题思路清楚，剖析较透彻，举例较丰富，查阅文献充分。 | 分析问题部分思路不清楚，部分剖析不透彻，举例较少，查阅文献不充分。 | 分析问题思路不清楚，剖析不透彻，无举例，无文献。 |

**三、口头报告评分标准**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **优秀**  **（90～100）** | **良好**  **（80～89）** | **中等**  **（70～79）** | **及格**  **（60～69）** | **不及格**  **（<60）** |
| 概念准确，分析充分，演示完整，口头表达思路清晰、流畅。 | 概念准确，分析充分，演示完整，口头表达思路较为清晰、流畅。 | 部分概念准确，分析较为充分，演示完整，口头表达思路较为清晰、流畅。 | 部分概念准确，分析较为充分，演示完整，口头表达思路不清晰、不流畅。 | 概念不准确，分析不充分，演示不完整，口头表达思路不清晰、不流畅。 |