

《电磁传播与天线》课程教学大纲

一、课程基本情况

课程编号		课程类别	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 限选 <input type="checkbox"/> 任选	学时/学分	48/3	
课程名称	(中文) 电磁传播与天线					
	(英文) electromagnetic wave propagation and antenna					
教学方式	<input checked="" type="checkbox"/> 课堂讲授为主 <input type="checkbox"/> 实验为主 <input type="checkbox"/> 自学为主 <input type="checkbox"/> 专题讨论为主					
课程学时及其分配	课内总学时	课内学时分配			课外学时分配	
	48	课堂讲课	48		课后复习	68
		自学交流			课外自学	28
		课堂讨论			讨论准备	
		试验辅导			实验预习	
	课内试验			课外实验		
考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 闭卷 <input type="checkbox"/> 开卷 <input type="checkbox"/> 口试 <input type="checkbox"/> 实际操作 <input checked="" type="checkbox"/> 大型作业					
成绩评定	期末考试 (50%) + 大型作业 (20%) + 平时成绩 (30%)					
适用院系 适用专业	通信与信息工程学院 通信与信息大类					
先修课程 预备知识	高等数学/工程数学、电磁场与电磁波					

二.课程性质与任务

《电磁传播与天线》是通信与信息类专业一门重要的专业基础课程，这一课程旨在揭示电波能量发射和接收的机理，认识电磁波在空间传播的基本规律。这一课程是在学习了“高等数学”和“电磁场与电磁波”等课程的基础上，进一步结合实际无线电应用场景，认识近地空间电磁波传播物理机制和传播特点，以及常用天线的结构特点和工作原理。该课程是理论性、工程性和实践性结合较强的课程。因此，这一课程兼有专业基础课程和专业课程的特点，能充分培养学生分析和解决实际问题的能力。

三. 课程主要教学内容及学时分配

序号	教学内容	学时
1	引言	2
2	天线辐射基础	6
3	天线指标	6

4	常用天线	16
5	电波传播基础	2
6	地波、天波和视距传播	14
7	机动	2
合计学时		48

四.课程教学基本内容和基本要求

(一) 天线技术

1.掌握麦克斯韦方程的电磁（平面）波解，掌握天线辐射的物理机制和三种基本辐射单元的辐射特点。

2. 掌握由单元辐射场出发求解特定电流分布或电磁场分布辐射场的方法。

3. 掌握描述天线辐射特性和接收特性常用指标，掌握收发天线互易性的概念。

4.理解阵列天线的常见组阵方式和分析方法，了解相似阵的特点。

5.熟悉常用天线如简单线天线和宽频带天线等的基本工作原理和结构特点，了解其设计方法。

6.熟悉手机天线的类型、尺寸和方向图。掌握手机天线的工作原理。

(二) 电波传播

1. 熟悉近地空间电磁波传播的分类；熟悉电磁波谱，理解自由空间电波传播的计算公式及其菲涅尔区。

2. 理解地球表面电特性，理解地面波的传播特性。掌握地面波场强的计算方法。了解地面不均匀性对地面波传播的影响。

3. 理解电离层的结构特点及其变化规律，熟悉电离层的等效电参数，掌握电离层反射条件，掌握无线电波在电离层传播的分析和计算。

4.理解短波天波传播的特点，掌握短波天波传播的损耗估算。了解中波天波传播原理。

5.理解地面及对流层对视距传播的影响。

6.掌握移动通信场景下的多径分布及其在延迟域和空间来波角域的分布特征；掌握移动通信场景下电波传播特点的描述方法。

五.课程内容的重点和深广度要求

《电磁传播与天线》课程的基本任务概括地说，是电波传播和天线技术的数

学描述方法以及这些方法在实际工程中的应用,培养学生对工程中的电磁问题与现象进行合理地抽象思维,并结合相关基础理论如电磁场理论、工程数学、电路原理等进行严密地逻辑推理,以提高工科素质。在教学过程中,通过分析、抽象、建模、计算、验证等过程,结合现代教育手段逐步提高学生的分析问题和解决问题的综合能力。同时,要让学生能够掌握宏观电磁现象的基本规律和基本性质,建立电磁场的理论与应用完整概念,使学生在学完本课程后,能够运用“场”的观点对电子工程中的电磁现象进行定性分析和初步判断。

六.课后作业与课外辅导的要求

每一个章节布置一次作业,作业量根据教学内容确定。原则上每次作业数量不少于5;每次作业至少批改选课人数的二分之一。原则上每2周辅导答疑1次,每次集中答疑时间不少于2学时。在课程结束时布置一次大型作业。

七.教材及主要参考书

教材:

宋铮等,天线与电波传播(第2版),西安电子科技大学出版社,2011年7月。

主要参考书:

1. 闻映红,天线与电波传播理论(修订本),北京交通大学出版社,2007年8月。

2. 李莉,天线与电波传播,科学出版社,2009年8月。

3. 殷际杰,微波技术与天线:电磁波导行与辐射工程(第2版修订版),电子工业出版社,2012年8月。

4. 王新稳,微波技术与天线(第三版),电子工业出版社,2012年8月。

八.学习方法与建议

1. 尽量避免繁琐的数学推导,重点掌握基本概念、基本理论和基本分析方法,注重基本理论在实际工程中的应用。

2. 注意电磁现象的物理内涵和必要的数学逻辑思维有机结合,着重理解实际工程问题的分析思路和设计思想,重点掌握分析和解决实际问题的基本方法。做到深入浅出,体系完整,思路贯通。

《电磁传播与天线》(Electromagnetic Wave Propagation and Antenna) 考试大纲

一.课程编号:

二.课程类型: 限选课

课程学时: 48 学时/3 学分

适用专业: 通信与信息大类

先修课程: 高等数学/工程数学、电磁场与电磁波

三.概述

1、考试目的: 加强学生对知识的掌握, 检查学生学习本课程的情况。

2、考试基本要求:

(1) 天线基础知识

掌握麦克斯韦方程的电磁(平面)波解, 掌握天线辐射的物理机制和三种基本辐射单元的辐射特点, 及由单元辐射场出发求解特定电流分布或电磁场分布辐射场的方法。掌握描述天线辐射特性和接收特性常用指标, 掌握收发天线互易性的概念。掌握阵列天线的常见组阵方式和分析方法, 了解相似阵的特点。

(2) 常用天线

理解电视发射天线特点和要求; 理解移动通信基站天线特点和要求、基站高增益全向天线原理; 理解智能天线技术的主要优点、工作原理、功率特性与抗干扰特性; 了解智能天线技术在第三代移动通信当中的应用; 理解螺旋天线的辐射特性与极化特性、馈电方法; 理解对数周期天线的结构特点与工作原理、阻抗特性、方向特性、极化特性、宽频带特性和馈电方法; 了解宽频带天线的应用; 理解微带天线的结构及主要特点、辐射原理、方向特性; 理解面天线的基本工作原理。

(3) 电波传播

熟悉近地空间电磁波传播的分类; 熟悉电磁波谱, 理解自由空间电波传播及其菲涅尔区。理解地球表面电特性, 理解地面波的传播特性。掌握地面波场强

的计算方法。了解地面不均匀性对地面波传播的影响。理解电离层的结构特点及其变化规律，熟悉电离层的等效电参数，掌握电离层反射条件，掌握无线电波在电离层传播的分析和计算。理解短波天波传播的特点，掌握短波天波传播的损耗估算。了解中波天波传播原理。理解地面及对流层对视距传播的影响。掌握移动通信场景下的多径分布及其在延迟域和空间来波角域分布特征；掌握移动通信场景下电波传播特点的描述方法。

3、考试形式：

- 1) 考勤和平时课下作业（30%）。
- 2) 一次大型作业（20%）。
- 3) 期末闭卷考试（50%）。

四.考试内容及范围

1) 麦克斯韦方程的电磁（平面）波解，天线辐射的物理机制和三种基本辐射单元的辐射特点，及由单元辐射场出发求解特定电流分布或电磁场分布辐射场的方法。描述天线辐射特性和接收特性常用指标，收发天线互易性的概念。阵列天线的常见组阵方式和分析方法，相似阵的特点。

2) 电视发射天线特点和要求；移动通信基站天线特点和要求，基站高增益全向天线工作原理、功率特性、抗干扰特性和功率方向图；螺旋天线的辐射特性、极化特性、馈电方法；对数周期天线的结构特点、工作原理、阻抗特性、方向特性、极化特性、宽频带特性和馈电方法；宽频带天线的应用；微带天线的结构及主要特点、辐射原理、方向特性；面天线的基本工作原理。

3) 近地空间电磁波传播的分类；自由空间电波传播及其菲涅尔区。地球表面电特性，地面波的传播特性。地面波场强的计算方法。电离层的结构特点及其变化规律，电离层的等效电参数，电离层反射条件，无线电波在电离层传播的分析和计算。短波天波传播的特点，短波天波传播的损耗估算。地面及对流层对视距传播的影响。移动通信场景下的多径分布及其在延迟域和空间来波角域分布特征；移动通信场景下电波传播特点的描述方法。

五.考试对象

所有选修本课程的学生

《电磁传播与天线》（Electromagnetic Wave Propagation and Antenna）课程简介

课程编号：

学时[学分]： 48[3]

课程类型： 限选课

先修课程： 高等数学/工程数学、电磁场与电磁波

适用专业： 通信与信息大类

《电磁传播与天线》是通信与信息技术专业的主要专业基础课之一，是现代通信工程技术人员必备的知识。天线技术与电波传播是无线通信系统的两个重要环节。而本课程就是在《电磁场与电磁波》专业基础课程的基础上，全面系统地讲授天线与电波传播的基本原理和方法。课程主要内容包括振子辐射、天线电参数、常用天线结构及原理、电波传播等。

对电波传播的研究最早可以追溯到 1864 年，英国物理学家 J.C.麦克斯韦建立了电磁场的基本方程组——麦克斯韦方程组，预言了电磁波的存在。1887 年，德国的 H.R.赫兹用实验演示证明，火花放电器激发一个偶极子而发射的波具有和光同样的传播特性。这是最早的电波传播实验研究，证实了麦克斯韦的预言。19 世纪 90 年代，俄国的 A.C.波波夫和意大利的 G.马可尼都各自进行了多次电波传播试验。1901 年，马可尼在 3000 多公里距离上接收了越过大西洋的无线电信号，开启了无线电应用之旅。而电离层的发现是电波传播发展史上的另一个重要里程碑。1924 年 E.V.阿普顿、G.布赖特等用实验方法证实了电离层的存在。1946 年，H.G.布克和 W.瓦金肖系统地阐述了对流层波导传播理论。70 年代以后，电波传播研究的频率向高、低两端延伸。一百多年的事实证明，电波传播对人类的生活产生了极其巨大的影响。

随着无线电波传播理论的发展，天线也经历了一个漫长的发展过程。1887 年赫兹为了验证麦克斯韦关于电磁波存在的预言而设计了最早的发射天线，并用实验证明了光的本质就是电磁波。从此，电磁波传播与天线技术得到了广泛地应用和研究。第一次用电磁波传递讯息是 1896 年意大利的马可尼。他用的发射天

线由 30 根下垂铜线组成，顶部用水平横线连在一起，横线挂在两个支持塔上。这是人类真正付之实用的第一副天线。随后天线经历了线天线、面天线、宽频带天线和微带天线等发展过程。目前，人们不仅要求天线有高增益、高分辨率、圆极化、宽频带、快速扫描和精确跟踪等性能，而且对天线结构和工艺要求也逐步提高。天线作为无线电通讯的发射和接收设备，直接影响电波信号的质量，因而，天线在无线电通讯中占有极其重要的地位。一个结构合理、性能优良的天线系统可以最大限度地降低对整个无线系统的要求，从而可以节约系统成本，同时可以提高整个无线系统的性能。

电磁传播与天线课程既注重基本概念的阐述，也注意现代科技最新发展的介绍，通过学习该课程，使学生进一步理解麦克斯韦方程组；掌握天线辐射的基本原理；掌握发射天线与接收天线的主要特性参数；熟悉常用天线的结构特点、工作原理与安装调试方法；理解地波传播、天波传播与视距传播等电波传播知识；使学生理解电磁传播与天线理论的基本概念和掌握宏观电磁场的基本规律，并结合实际介绍通信工程与天线技术应用的基本知识；培养学生用场的观点对工程应用中的电磁现象和电磁过程进行定性分析和初步判断的能力，了解进行定量分析的基本方法；通过电磁场理论的逻辑推理，培养正确的逻辑思维和严谨的科学态度。提高学生分析和解决实际问题的能力。

Course Description on

Electromagnetic Wave Propagation and Antenna

Course number:

Class hour [credit]:48[3]

Type of course: Limit elective

Prerequisite course: Advanced mathematics/Engineering mathematics, Electromagnetic Fields and Waves

Applicable professional: Communication and Information categories

Electromagnetic propagation and antenna is one of the major basic course of communication and information technology professional, it is indispensable for modern communication engineering and technical personnel. Antenna technology and wave propagation are the two important link of wireless communication system. And the course which is based on “Electromagnetic Fields and Waves” professional courses synthetically and systematically teach the basic principles and method of antenna and radio waves propagation. Course mainly includes oscillator antenna radiation, electrical parameters, common antenna structure and principle, wave propagation, etc.

Electromagnetic propagation and antenna courses not only focus illustrating basic concepts, but also pay attention to the introduction of latest development of modern science technology, through learning this course, students further understand Maxwell's equations; grasp the basic principles of antenna radiation; grasp the main characteristic parameters of the transmitting antenna and the receiving antenna; familiar with the structure characteristics, working principle and installation methods of common antenna; understand the knowledge of wave propagation, sky-wave propagation and line-of-sight propagation dissemination, the course makes students understand the basic concepts of electromagnetic propagation and antenna theory and master the basic laws of macroscopic electromagnetic fields, combined with the actual introduce the basic knowledge of communication engineering and antenna technology application; trains the student's qualitative analysis and preliminary judgment ability by using point of view of engineering application of electromagnetic phenomenon and the electromagnetic process, to understand the basic methods of quantitative analysis. Through the logical reasoning of electromagnetic field theory, cultivate correct logical thinking and rigorous scientific attitude. Improve the students' ability to analyze and solve practical problems.