**《无线网络优化》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | | 无线网络优化 | | | |
| **英文** | | Wireless Network Optimization | | | |
| **课程代码** | A312129 | | **开课学院/系** | 电气信息工程学院/信息工程系 | **制定/修订**  **时间** | 2023.9 |
| **课程类别** | **专业必修课** | | **学分** | 2 | **学时** | 32 |
| **适用专业** | 通信工程 | | | | | |
| **先修课程** | 电磁场与微波技术、计算机网络与通信 | | | | | |
| **选用教材** | 朱明程、王霄峻.网络规划与优化技术.北京：人民邮电出版社，2020 | | | | | |
| **课时分配** | 共计32学时，其中课堂理论教学16学时，实验教学16学时 | | | | | |
| **撰写人** | **张琳** | **审定人** | | **贾子彦** | **批准人** | **薛波** |

**一、课程简介**

《无线网络优化》是通信工程专业的专业课。本课程全面深入地介绍了移动通信网络优化技术。内容包含：移动通信系统的组成、架构以及协议等，网络规划原理、方法、流程，覆盖规划、PCI规划、天线配置、基站勘察等网络规划关键知识点；网络优化原理、步骤和方法，以及覆盖优化、干扰优化等网络优化知识点。通过本课程的学习，能够让学生充分了解通信行业知识，能够独立进行网络规划、网络规划勘察和优化测试的相关工作。

**二、课程目标**

该课程的教学目标如下：

目标1：掌握无线网络规划和优化的基础知识，包括移动通信系统架构和协议、移动性管理、覆盖规划、PCI规划、单站优化以及簇优化的基本概念和基本理论方法等。

目标2：能够应用无线网络规划和优化的基本理论和分析方法，理解和分析移动网络中的规划需求，通过运用优化工具识别、发现移动网络覆盖、干扰等优化问题，具备独立进行移动通信网络优化测试、定位和综合分析问题的能力。

目标3：能够根据环境勘察和获取的网络实际情况，综合考虑健康、安全、法律以及环境等因素，设计合理的优化方案以及具备实际优化问题解决的能力。

目标4：了解现代移动通信网络的发展史和我国发展史，了解移动网络在我国的建设以及背后的产业现状。增强民族自豪感，发扬勤奋刻苦、科学严谨的工匠精神，培养独立思考、团结协作的优秀品质。

**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：能够掌握本专业所需的数学、自然科学、工程基础和专业知识，并能将所学知识用于解决通信工程领域的复杂工程问题； | 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。 | 目标1 |
| 毕业要求2：问题分析：要求2（问题分析）：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析通信工程领域的复杂工程问题，以获得有效结论； | 2.4能够借助文献研究分析通信工程复杂工程问题已有的多种解决方案，寻找替代解决方案，并分析其合理性，获得有效结论。 | 目标2 |
| 毕业要求3：设计/开发解决方案：要求3（设计/开发解决方案）：能够针对通信工程领域的复杂工程问题，设计满足特定需求的系统、单元电路、应用软件、工艺流程等的解决方案，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素； | 3.4能在设计中综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素，进行设计方案和实施工艺流程的比较和可行性论证。 | 目标3 |

**四、课程教学内容**

（一）理论教学部分

内容1：网规网优基本概念

1.基本内容：无线网络规划流程，无线网络优化的含义、流程和重要性以及网络规划优化的行业现状，网规和网优人员的技能和岗位职责。

2.重点：无线网络规划原则、网络优化业务流程。

3.难点：无线网络规划和网络优化流程。

4.知识目标：能够解释网络优化的业务流程；能够评价无线网络规划与优化的行业现状。

5.能力目标：能够模拟无线网络规划的业务流程，能够制定出特定环境下的无线网络优化操作步骤，并能举一反三。

6.素质目标：通过了解移动网络优化和规划的行业背景和岗位职责，培养学生科学严谨、爱岗敬业的品质。

内容2：无线网络概述和移动性管理

1.基本内容：网络架构协议、关键技术和业务流程；PLMN选择及其流程；小区选择和选择准则；小区重选和启动规则；小区切换、流程以及准则；

2.重点：掌握移动网络系统架构、协议结构，掌握小区选择、重选以及切换的基本概念、流程以及准则。

3.难点：小区选择、重选以及切换的流程和准则。

4.知识目标：能够描述移动网络系统架构、协议结构；能够概况移动性管理的基本内容和流程；能够说明移动网络关键技术特点和内容。

5.能力目标：能够判断小区选择、重选以及切换的测量条件。

6.素质目标：通过了解移动网络的发展史和我国建设情况，培养学生民族自豪感，肩负国家重大建设任务的使命感，激发学习热情。

内容3：无线网络规划

1.基本内容：无线网络的覆盖规划、PCI规划、站点规划、工程技术能力；无线网络规划方法、站址选择原则、站点勘察内容、基站勘察流程与工具。

2.重点：天馈系统和基本指标，不同环境下站址选择。

3.难点：网络规划方法、站址选择原则与方法、网络规划任务实施。

4.知识目标： 能够描述移动网络架构协议、关键技术和业务流程；能够概括无线网络规划方法；能够应用站址选择原则和方法以及策略完成不同环境下站址选择。

5.能力目标：能够模仿现有网络业务流程制定网络站址选择策略；能够灵活运用网络优化规划方法、选择原则以及技术指标。

6.素质目标：通过学习站址规划和勘察流程，学会科学理性分析，能够学以致用、理论联系实际，锻炼学生工程思维能力。

内容4：移动网络的单站优化

1.基本内容：单站优化的思路和方法；常用测试工具和辅助工具的使用；独立完成DT优化测试、CQT测试、网络优化问题分析。

2.重点：各种优化软件和测试设备的使用及分析方法。

3.难点：软件和硬件设备的使用及综合分析。

4.知识目标：能够阐明单站优化的思路和方法；能够区别不同测试工具和辅助工具的使用方法；能够评价不同网络测试及优化问题。

5.能力目标：能够模拟完成单站优化的思路和方法；能够利用软件和硬件完成优化测试试验；能够联系实际分析以及优化问题。

6.素质目标：通过学习单站优化的DT、CQT测试方法和流程，学会团队协作、一丝不苟的科学精神，培养学生爱岗敬业、求真务实的职业素养。

内容5：移动网络的全网优化

1.基本内容：全网优化思路和方法；使用测试设备完成DT优化测试、分析网络存在的问题、撰写优化报告、统计测试事件；

2.重点：复杂无线网络优化问题的分析和解决。

3.难点：全网优化问题分析、优化报告撰写。

4.知识目标：能够列举全网优化思路和方法；能够判断DT优化测试结果；能够总结网络问题并撰写优化报告。

5.能力目标：能够模拟全网优化方法；能够解决DT优化测试问题；能够联系测试中的事件尝试撰写优化报告。

6.素质目标：通过学习全网优化的思路和方法，学会全面、辩证的看问题、分析问题和解决问题。

内容6：覆盖专题优化

1.基本内容：覆盖空洞、弱覆盖、越区覆盖以及重叠覆盖的概念、判断方法以；天线方位角、下倾角的定义和计算；覆盖优化的原则、流程以及优化方法。

2.重点：实际问题中天线方位角、下倾角的计算；路测指标的分析和优化判断。

3.难点：实际网络故障问题的分析以及优化调整。

4.知识目标：能够区别覆盖空洞、弱覆盖、越区覆盖以及重叠覆盖问题；能够概述覆盖优化的原则、流程以及优化方法。

5.能力目标：能够判断具体的覆盖优化问题；能够根据设计条件计算天线方位角、下倾角；能够结合软件分析问题和调整优化方案。

6.素质目标：通过学习覆盖优化的常用优化原则和手段，锻炼抽象思维能力；通过应用DT测试软件分析路测指标，培养问题意识，体现辩证思维的智慧，具有辩证思维能力。

（二）实验教学部分

实验1：移动网络优化认知实验

1.实验内容：DT测试软件网络测试的基本概念和软件操作流程。

2.实验目标：掌握网络优化测试的基本操作方法，能够熟悉路测流程和内容。

实验2：移动网络覆盖优化实验

1.实验内容：弱覆盖、重叠覆盖和越区覆盖问题的不同表现形式和优化方法。

2.实验目标：掌握软件平台网络覆盖问题优化测试方法，具备辩证思维能力，排除和定位覆盖优化故障，能够承担优化任务。

实验3：移动网络单站优化实验

1.实验内容：移动网络邻区切换、接入、干扰等问题判断、分析和优化方法。

2.实验目标：掌握邻区单站优化的测试方法，具备一定团队协作能力，能够承担网络故障排查任务。

实验4：无线网络综合优化实验

1.实验内容：完成移动网综合优化，覆盖和干扰综合问题的优化工作。

2.实验目标：掌握移动网络优化的综合分析方法，能够全面、辩证的分析问题，解决网络优化的实际复杂问题。

**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：网规网优业务调研  内容2：网络概述和移动性管理  内容3：无线网络规划  内容4：移动网络的单站优化  内容5：移动网络的全网优化 | √ |  |  |  |
| 课程目标2 | 内容3：无线网络规划  内容4：移动网络的单站优化  内容5：移动网络的全网优化 | √ |  |  |  |
| 课程目标3 | 内容4：移动网络的单站优化  内容5：移动网络的全网优化  内容6：覆盖专题优化 | √ |  |  |  |

**六、课程教学方法与学时分配**

（一）教学方法

(1) 工程与理论相结合教学：在课堂教学的基础上完成实践教学部分。

(2) 课程教学进程：按照划分小组讨论的方式组织理论教学。

(3) 实训课教学：利用学院ICT基地先进的技术和设备，以课程理论知识作为基础，充分考虑学生学习渐进性，由简单到复杂的内容结构，在实训组织上以能力阶梯划分实训单元，让学生在实践中逐步提高实践技能，从而培养学生解决问题的思路和方法，提高学生的创造能力和适应变化的能力。

(4) 职业培养：引导学生对未来职业的认知，列举一些工作中的实例、以工程案例的形式，让学生在学习过程中就能够体会到未来工作的场景。

(5) 信息化教学：让学生成为真正意义上的主体，利用主流信息化教学平台，开展微课、线上作业、答疑、评价等教学工作。

1. 学时分配

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **课堂讲授** | **线上**  **讲授** | **实验** | **上机** | **...** | **合计** |
| 内容1:网规网优业务调研 | 1 |  |  |  |  |  |
| 内容2：网络概述和移动性管理 | 3 |  |  |  |  |  |
| 内容3：无线网络规划 | 4 |  |  |  |  |  |
| 内容4：移动网络的单站优化 | 2 |  |  |  |  |  |
| 内容5：移动网络的全网优化 | 2 |  |  |  |  |  |
| 内容6：覆盖专题优化 | 4 |  |  |  |  |  |
| 实验1：移动网络优化认知实验 |  |  | 2 |  |  |  |
| 实验2：移动网络覆盖优化实验 |  |  | 4 |  |  |  |
| 实验3：移动网络单站优化实验 |  |  | 4 |  |  |  |
| 实验4：无线网络综合优化实验 |  |  | 6 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 合计 |  | 16 | 16 |  |  | 32 |

**七、课程考核及成绩评定方法**

本门课程采用“N+1”过程考核的方式进行考核。

考核方式：采用平时作业、实验成绩和期末考试相结合的形式对学生课程成绩进行综合评定。在课程总成绩中：平时作业成绩占10%、实验成绩占40%、期末考试成绩占50%。

课程目标与课程考核环节的对应关系：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核环节** | | | | **合计** |
| **平时作业** | **实验操作** | **实验报告** | **期末考试** |
| 课程目标（1） | 5% |  | 5% | 20% | 30% |
| 课程目标（2） | 5% | 5% | 10% | 10% | 30% |
| 课程目标（3） |  | 5% | 15% | 20% | 40% |
| 合计 | 10% | 10% | 30% | 50% | 100% |

各考试环节按照附件中的评分标准进行成绩评定。

**八、课程参考书目及资源**

1.郭宝，《LTE无线网络优化与应用》.北京：机械工业出版社，2014.

2.李斯伟，《移动通信无线网络优化》.北京：清华大学出版社，2016.

3. [汪丁鼎](https://book.jd.com/writer/%E6%B1%AA%E4%B8%81%E9%BC%8E_1.html)，《LTE FDD/EPC网络规划设计与优化》.北京：[人民邮电出版社](https://book.jd.com/publish/%E4%BA%BA%E6%B0%91%E9%82%AE%E7%94%B5%E5%87%BA%E7%89%88%E7%A4%BE_1.html)，2014.

4. [姚伟](https://book.jd.com/writer/%E5%A7%9A%E4%BC%9F_1.html),《4G基站建设与维护》.北京：[机械工业出版社](https://book.jd.com/publish/%E6%9C%BA%E6%A2%B0%E5%B7%A5%E4%B8%9A%E5%87%BA%E7%89%88%E7%A4%BE_1.html)，2015.

5.中国大学MOOC共享课，移动通信网络与优化，兰州交通大学https://www.icourse163.org/course/LZJTU-1205992821

**附件：评分标准**

**过程性考核评分标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 成绩  考核环节 | **优秀（90～100）** | **良好（80～89）** | **中等（70～79）** | **及格（60～69）** | **不及格（<60）** |
| 平时作业 | 概念清晰，分析得当。书写工整、清晰，符号、单位等按规范执行，计算正确。 | 主要概念清晰，但部分分析有误。书写清晰，主要符号、单位等按规范执行，过程和计算过程正确。 | 部分概念清晰，分析中有明显知识漏洞。能辨识，部分符号、单位等按规范执行，计算过程基本正确。 | 基本概念不清晰。不能辨识，符号、单位等不按照规范。计算过程部分不正确。 | 基本概念未掌握。作业不完整或未交。 |
| 实验操作 | 操作实验过程完整，方案能够较好解决问题。 | 操作实验过程完整，方案能够基本解决问题。 | 操作实验过程完整，方案部分可行。 | 操作实验过程完整，尚能制定方案。 | 操作实验过程不完整，不能制定方案。 |
| 实验报告 | 实验过程完整，实验数据分析完整准确，实验结论分析正确；格式正确，图表规范。 | 实验过程比较完整，实验数据分析完整正确，实验结论分析正确；格式正确，图表较规范。 | 实验过程完整性一般，实验数据分析基本正确，实验结论分析基本正确；格式基本正确，图表基本较规范。 | 实验过程部分完整，实验数据分析有少量错误，实验结论分析基本正确；格式基本符合要求，无原则性错误。 | 实验过程不完整，数据分析错误较多；未按格式规范要求完成实验报告。 |