**《无线网络规划与优化（企业）》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | 无线网络规划与优化（企业） | | | |
| **英文** | Wireless Network Planning And Optimization | | | |
| **课程代码** | A31Q013 | **开课学院/系** | 电气信息工程学院/电子工程系 | **制定/修订时间** | 2023.09 |
| **课程类别** | 专业课程 | **学分** | 2.0 | **学时** | 32 |
| **适用专业** | 电子信息工程 | | | | |
| **先修课程** | 移动通信技术（企业）、数据通信技术（企业） | | | | |
| **选用教材** | 张宇主编. 无线网络规划与优化. 北京：现代教育出版社，2019 | | | | |
| **课时分配** | 理论教学16学时，实验教学16学时 | | | | |
| **撰写人** | 郝爽 | **审定人** | 黄成 | **批准人** | 薛波 |

**一、课程简介**

《无线网络规划与优化（企业）》是电子信息工程专业的专业课程。本课程全面深入地介绍了移动通信网络规划和网络优化技术。内容包含两大部分：第一部分介绍网络规划技术，包括移动通信系统发展史、无线网络架构、网规网优项目实施中常用基础知识、网络规划的定义与流程、覆盖规划、容量规划、站址规划、站点勘察、参数规划等关键知识点；第二部分是网络优化技术，包括网络优化的定义与流程，以及单站验证、簇优化、信令优化、5G波束优化、专项优化和投诉处理等专题优化知识点。通过本课程的学习，能够让学生充分了解相关行业知识，能够独立进行网络规划勘察和优化测试相关工作任务。在课程中适当地融入课程思政元素，帮助学生树立正确的爱国主义思想和价值观，明确学习目标；通过教师循序渐进的教育引导，让学生在学习本课程专业知识的同时，培养学生对无线网络规划与优化问题的分析和设计能力，激发学生的主动学习意识，实现知识传授与价值引领相结合，明确学习目标。

**二、课程目标**

课程目标1：充分了解无线网规网优相关行业知识，能够独立进行移动通信网络勘察规划设计和网络测试优化相关工作。能够合理分析和评价其对社会、健康、安全、法律以及文化等方面的潜在影响，并理解应承担的责任；

课程目标2：掌握移动通信系统发展史、无线网络架构和网规网优项目实施中常用基础知识，能够比较和综合相关工程问题的解决方案；

课程目标3：掌握网络规划技术。包括网络规划的定义和流程、覆盖规划、容量规划、站址规划、站点勘察、参数规划等。能够承担基本的移动网络规划设计的相关工作，并能在设计中综合考虑社会、健康、安全、法律以及环境等因素；

课程目标4：掌握网络优化技术。包括网络优化的定义与流程，以及单站验证、簇优化，能够完成基本的网络测试。。

课程目标5：掌握专项优化技术。包括专项优化的定义与流程，以及信令优化、5G波束优化、专项优化和投诉处理等，能够承担网络专项优化工作。

课程目标6：通过对移动通信系统发展史的介绍，了解我国在移动通信网络方面的发展状况，以及我国在5G技术上面的国际领先优势。能够坚定为实现中国梦而不懈奋斗的信念，具备民族自豪感和爱国情怀。了解如何学以致用，树立长远的学习目标，提升自主学习兴趣。

**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 能针对电子信息工程领域中电子信息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。 | 2 |
| 毕业要求3：设计/开发解决方案 | 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。 | 3 |
| 毕业要求4：工程研究 | 4.2 能够根据特定要求，设计典型电路与系统的实验方案，并进行系统调试、数据测量与分析。 | 4 |
| 毕业要求6：工程与社会 | 6.3 能够合理分析和评价电子信息工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化等方面的潜在影响，并理解应承担的责任。 | 1 |
| 毕业要求7：环境和可持续发展 | 7.2 理解电子信息工程实践与环境保护的关系，能够合理评价电子信息领域复杂工程问题解决方案对环境和可持续发展的影响。 | 5 |

**四、课程教学内容**

（一）理论教学部分

内容1：网规网优业务调研

1.基本内容：网络规划和优化的概念、网络规划和优化工程师的岗位职责、完成网络规划和优化任务所需具备的能力及未来职业发展。

2.重点：网络规划和优化工程师的岗位职责。

3.难点：完成网络规划和优化任务所需具备的能力及未来职业发展。

4.知识目标：了解网络规划和优化的概念；熟悉网络规划和优化工程师的岗位职责；理解网络规划和优化工程师的未来职业发展；掌握完成网络规划和优化任务所需具备的能力。

5.能力目标：能够明确学习方向；能够完成网络规划和优化的基础任务。

6.素质目标：明确学习本课程的目的和发展方向，树立长远的学习目标。通过对相关行业的调研，知道如何学以致用，提升自主学习兴趣。

内容2：网规网优基础认知

1.基本内容：移动通信系统发展史、无线网络架构、网规网优项目实施中常用基础知识。

2.重点：无线网络架构。

3.难点：网规网优项目实施中常用基础知识。

4.知识目标：了解移动通信系统发展史；熟悉2/3/4G无线通信网络架构、关键技术和三者之间的区别；掌握无线网规网优项目实施中常用基础知识（如：基站经纬度、天线挂高、天线方位角、天线下倾角、物理小区标识、频点、邻区、切换等）。

5.能力目标：能够将2/3/4G无线通信网络架构和网规网优常用基础知识应用到实际学习工作中，便于对无线网络进一步深入理解。

6.素质目标：了解我国在移动通信网络方面的发展状况，以及我国在5G技术上面的国际领先优势，坚定为实现中国梦而不懈奋斗的信念，具备民族自豪感和爱国情怀。

内容3：无线网络规划

1.基本内容：无线网络规划的定义与流程、覆盖规划、容量规划、站址规划、站点勘察、参数规划等。

2.重点：站址规划和站点勘察。

3.难点：参数规划。

4.知识目标：了解无线网络规划的定义与流程；熟悉覆盖规划、容量规划的思路和方法；掌握站址规划的原则，站点筛选的方法，站点选择的一般策略，不同环境下站址选择；掌握站点勘察的内容、流程、方法和工具等；掌握无线参数规划方法。

5.能力目标：能够承担基本的无线网络规划任务，如覆盖规划、参数规划等任务。

6.素质目标：能够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，养成遵守职业行为准则的良好职业素养。

内容4：无线网络的工程优化

1.基本内容：无线网络优化的分类与流程、单站验证、簇优化。

2.重点：优化测试工具的使用，常见工程优化问题分析。

3.难点：工程优化的思路和方法。

4.知识目标：了解无线网络优化的分类与流程；掌握工程优化的思路和方法，掌握常用测试工具和相关辅助工具的使用；掌握网优报告的内容、规范和要求。

5.能力目标：能够独立完成单站验证测试，并能够分析处理簇优化中相关的网络问题；能够出色完成网络优化任务，输出优秀的网优项目报告。

6.素质目标：养成用哲学辩证的思维习惯看待问题、处理问题，掌握正确的学习方法和思维方法；具有逻辑思维与辩证思维能力，形成科学的世界观和方法论。

内容5：无线网络的专项优化

1.基本内容：5G波束优化、专项优化、投诉处理。

2.重点：5G波束优化的优化思路和方法。

3.难点：专项优化的思路和方法。

4.知识目标：掌握5G波束优化、专项优化的思路和方法；掌握无线网络优化相关投诉的处理方法。

5.能力目标：能够独立完成优化测试，并对网络中存在的问题分析；能够成为合格的网络规划和优化工程师。

6.素质目标：能够合理分析和评价解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化等方面的潜在影响；奋发图强、用于探索，坚定为国家、为社会做贡献的崇高理想和信念。

（二）实验教学部分

实验1：校园网络规划

1.实验内容：根据所提供的数据和信息，选择适当的场景，完成覆盖和容量估算；根据覆盖和容量估算结果，完成站址规划；根据站址规划结果，完成站点勘察；根据站点勘察结果，完成参数规划；根据本次实验内容，完成小组答辩。

2.实验目标：熟悉网络规划中各阶段的工作内容和工作流程，掌握覆盖规划和容量规划的估算方法，掌握站址规划的原则和方法，掌握站点勘察的流程和方法，掌握勘察工具的使用和测量方法，掌握参数规划的原则和方法，掌握网络规划项目的总结和汇报能力。

实验2：基于LTE系统的网络优化项目实验

1.实验内容：LTE覆盖优化案例解析；LTE切换优化案例解析；LTE干扰优化案例解析；LTE信令优化案例解析。

2.实验目标：掌握簇优化的常见问题和优化思路，掌握LTE系统的信令流程和优化思路，掌握覆盖、干扰和系统内移动性专项优化的优化思路和方法，掌握投诉处理的工作内容、工作流程和优化思路。

实验3：基于波束场景的5G网络优化仿真实验

1.实验内容：利用仿真平台完成预习和基础认知内容学习；针对指定场景完成波束覆盖分析和优化；根据案例完成波束干扰分析和优化；输出5G网络波束优化报告。

2.实验目标：掌握如何判断并定位5G网络的覆盖和干扰问题，理解5G覆盖和干扰问题的优化思路，掌握基于5G天线场景的覆盖优化方法，掌握波束干扰的优化方法。

**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 | √ |  |  |
| 课程目标2 | 内容2：网规网优基础认知 | √ |  |  |
| 课程目标3 | 内容3：无线网络规划  实验1：校园网络规划 | √ |  |  |
| 课程目标4 | 内容4：无线网络的工程优化  实验2：基于LTE系统的网络优化项目实验 | √ |  |  |
| 课程目标5 | 内容5：无线网络的专项优化  实验3：基于波束场景的5G网络优化仿真实验 | √ |  |  |

**六、课程教学方法与学时分配**

（一）教学方法

新知识的讲解教学用讲授法；部分回顾性的知识采用翻转课堂教学；实验操作演示以及案例分析教学用直观演示法；实验操作任务用任务驱动法；部分内容计划采用自主学习法。

1. 学时分配

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **课堂讲授** | **实验** | **上机** | **合计** |
| 内容1：网规网优业务调研 | 2 |  |  | 2 |
| 内容2：网规网优基础认知 | 2 |  |  | 2 |
| 内容3：无线网络规划 | 4 |  |  | 4 |
| 内容4：无线网络的工程优化 | 4 |  |  | 4 |
| 内容5：无线网络的专项优化 | 4 |  |  | 4 |
| 实验1：校园网络规划 |  | 8 |  | 8 |
| 实验2：基于LTE系统的网络优化项目实验 |  | 4 |  | 4 |
| 实验3：基于波束场景的5G网络优化仿真实验 |  | 4 |  | 4 |
| 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、阶段测试、实验操作和期末考试相结合的形式对学生课程成绩进行综合评定。在课程目标达成评价与考核总成绩中各部分成绩比例为：平时作业占14%、阶段测试占18%、实验操作占18%、期末考试成绩占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** | **阶段测试** | **实验操作** | **期末考试** |
| 1 | 课程目标1 | 4% | 4% |  | 10% | 18% |
| 2 | 课程目标2 | 4% | 4% |  | 10% | 18% |
| 3 | 课程目标3 | 2% | 4% | 6% | 10% | 22% |
| 4 | 课程目标4 | 2% | 3% | 6% | 10% | 21% |
| 5 | 课程目标5 | 2% | 3% | 6% | 10% | 21% |
| 合计 | | 14% | 18% | 18% | 50% | 100% |

**八、课程参考书目及资源**

1. [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

2. [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

3. [朱明程](https://book.jd.com/writer/%E6%9C%B1%E6%98%8E%E7%A8%8B_1.html).网络规划与优化技术.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),2018

4. [杨燕玲](https://book.jd.com/writer/%E6%9D%A8%E7%87%95%E7%8E%B2_1.html).LTE移动网络规划与优化.北京:[北京邮电大学出版社](https://book.jd.com/publish/%E5%8C%97%E4%BA%AC%E9%82%AE%E7%94%B5%E5%A4%A7%E5%AD%A6%E5%87%BA%E7%89%88%E7%A4%BE%E6%9C%89%E9%99%90%E5%85%AC%E5%8F%B8_1.html),2018

5. 王强.TD-LTE无线网络规划与优化实务.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),2018

6. 经世优学平台,无线网络规划与优化(企业), [http://study.huatec.com](http://study.huatec.com/common/coursedetail.html?navType=space&id=4013056CCFDA4968BDD3B476844708D2)

**附件：评分标准**

**过程性考核评分标准**

考核环节中阶段测试、期末考试评分标准详见“无线网络规划与优化（企业）阶段测试参考答案与评分标准”、“无线网络规划与优化（企业）试卷参考答案与评分标准”

考核环节中平时作业、实验操作的评分标准如下：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 考核环节 | **优（90～100）** | **良（80～89）** | **中等（70～79）** | **及格（60～69）** | **不及格（<60）** |
| 平时作业 | 作业中相关概念理解正确；思路清晰；过程完整；问题分析正确。 | 作业中相关概念理解基本正确；思路较清晰；过程较完整；问题分析基本正确。 | 作业中相关概念理解有1-2处错误；思路略模糊；过程不够完整；问题分析出现少量错误。 | 作业中相关概念理解有3-4处错误；思路较模糊；过程有所欠缺；问题分析出现多处错误。 | 作业中相关概念理解有大量错误；思路模糊；过程欠缺；问题分析出现大量错误。 |
| 实验操作 | 按要求完成实验操作步骤，实验过程完整，操作熟练和数据记录完整正确。 | 按要求完成实验操作，实验过程完整，能正确操作，数据记录正确。 | 按要求完成实验操作，实验过程基本完整，数据记录基本正确。 | 按要求完成实验操作，实验过程部分完整，有少量遗漏。数据记录基本部分正确。 | 不能按要求完成实验操作，实验过程不完整。数据记录错误和遗漏较多。 |