《光纤通信系统》课程教学大纲

执笔人：张建勇 编写日期：2022年11月

**一、课程基本信息**

1．课程编号：M401079B

2．课程平台：专业教育平台

3．课程模块：专业拓展选修课程模块

4．课程性质：选修

5．学时/学分：32/2

6．先修课程：通信原理，光波技术基础

7．适用专业：通信工程

8．教学单位名称：电子信息工程学院

**二、课程教学目标及学生应达到的能力**

《光纤通信系统》是通信工程专业本科生的专业选修课程，着重培养学生对光纤通信系统工程中的实际问题及知识进行描述、解释分析的能力。

本课程的主要任务是通过课堂教学、专题研讨等环节培养学生的创新意识以及光波技术基础中理论知识的应用能力，使学生理解光通统系统的基本概念和基本原理。本课程注重以光纤通信的发展历史及重要案例为载体，将专业知识与思政育人元素相融合，引导学生树立正确的人生观、价值观和世界观。

课程教学目标及能力要求具体如下：

**目标1.** 掌握光纤通信系统分析与设计需要的各种技术原理，如光纤的色散、非线性、各种光纤通信复用技术等，能运用已掌握的技术原理及相关的数学知识，如随机过程、信号与线性系统等，进行光纤通信系统的数学建模、性能分析；

**目标2.** 掌握光纤通信系统分析与设计的基本原理，包括直接调制的光纤通信系统和相干光通信系统的设计原理和性能分析方法，基本的通信知识和优化设计思想，运用这些原理和方法进行光纤通信系统的性能分析和优化设计。

**目标3（含课程思政育人目标）.**  通过研究性教学环节，锻炼学生的自主学习能力，培养学生主动扩展专业视野，独立思考和追踪技术发展趋势的意识，追踪未来光通信领域国际最新发展趋势，主动扩展专业视野，进行独立思考，撰写专题报告和论文，通过外国语方式进行课堂陈述发言和讨论等形式，对国际光通信系统最新技术和理论进行分析、归纳、推理和提高。本课程注重以光纤通信的发展历史及重要案例为载体，将专业知识与思政育人元素相融合，引导学生树立正确的人生观、价值观和世界观。

**三、课程教学目标和毕业要求的对应关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标对毕业要求的支撑关系** |
| 5. 研究 | 5.1 针对工程问题，收集信息、查阅文献、分析现有技术的特点与局限性。 | 课程目标1，2 |
| 9. 职业规范 | 9.1 具备人文社会科学素养，理解应担负的社会责任，愿意为社会服务。 | 课程目标3 |
| 13. 终身学习 | 13.1 具备主动学习的能力，能够运用信息和文献工具，自主学习知识。 | 课程目标2，3 |

**四、课程思政育人目标**

目标1. 介绍课程发展史和中外映照，特别是国家重大科技成果，让学生深切感受到发展历程的艰辛，坚定理想信念、厚植爱国主义情怀，以及民族自豪感、使命感和责任感。

目标2. 通过介绍课程中科学家的成就和贡献，培养学生坚忍不拔探索的奋斗精神和开拓精神，严谨求实、不迷信不盲从的科学精神。

目标3. 引入思政案例及研究型教学，启发辩证思维，培养学生职业素养和责任意识，工匠精神，使之内化为学生的精神追求、外化为学生的自觉行动。

**五**、课程教学内容和学时分配

总学时 32学时，讲课24学时，指导自学、研究性教学8学时。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识单元  (章节) | 知识点 | 教学要求 | 推荐学时 | 支持课程目标 |
| 1 | 绪论 | 光纤通信系统的发展历史 | 掌握 | 2 | 1，2，3 |
| 提高光纤通信系统容量的技术手段 | 掌握 |
| 光纤通信频段 | 掌握 |
| 2 | 光纤通信的技术基础 | 光纤的结构与分类 | 掌握 | 2 | 1，2，3 |
| 光纤的损耗、色散特性 | 掌握 |
| 光纤的非线性 | 掌握 | 2 |
| 光信号的传输损伤 | 掌握 |
| 3 | 光调制与编码 | 光源的功能和分类 | 掌握 | 2 | 1，2，3 |
| 光源的直接调制与外调制 | 掌握 |
| 光通信系统的调制码型 | 掌握 | 2 |
| 光通信系统的纠错码型 | 掌握 |
| 4 | 数字光纤通信系统的时钟提取与同步 | 相位噪声概念 | 掌握 | 2 | 1，2 |
| 抖动的概念 | 理解 |
| 数字光纤通信系统的时钟提出与同步 | 掌握 | 2 |
| 抖动对误码率的影响 | 理解 |
| 5 | 光纤通信系统 | IMDD光通信系统的原理与设计 | 掌握 | 2 | 1，2，3 |
| 掌握 |
| 相干光通信系统的发展与现状 | 掌握 | 2 |
| 相干光通信技术与原理 | 掌握 | 2 |
| 6 | 光纤通信系统中的复用技术 | 波分复用与解复用技术 | 掌握 | 2 | 1，2 |
| 光时分复用与解复用技术 | 掌握 |
| 其它光复用技术 | 掌握 |
| 7 | 光纤通信网络基础 | 光网络的发展历史 | 理解 | 2 | 1，2，3 |
| SDH与OTN的介绍 | 理解 |
| 9 | 专题研讨 | 自主学习、研究性学习 | 掌握 | 8 | 1，2， |

**六、课程教学安排**

本课是通信工程专业的专业基础课，需要运用先修的光波技术基础，及多种数学知识与数学工具，又涉及到后续专业课程的多个领域，适宜采用灵活多样的教学方式，将理论教学、专题研讨、自主学习等有机结合。通过课堂理论教学讲解基础原理和分析方法，指导课后学生自学部分拓展知识并开展专题研讨。

**（一）、课堂讲授**

在教学过程中，教师应以建立概念、形成整体思路为基础，指出每章的重点和难点部分。上课时，适当提出一些问题，引导学生分析讨论，以调动学生的主动性，活跃课堂气氛提高课堂质量，集中学生注意力，培养学生发现问题和分析问题的能力。对教学媒体的运用须密切结合课程知识点的需要加以选择。

**（二）、课堂思政**

课程思政坚持正确的政治方向，紧紧围绕立德树人根本任务，针对本课程实用性强、实操性强的特点，细化分解课程思政育人主题，深挖知识点中隐含的思政元素，将课程思政案例（见下表）有机融入相关知识点和教学环节中，通过案例讲解、学生提问、课后调研、课堂展示等方式，在进行知识传授、能力培养的同时，使之内化为学生的精神追求、外化为学生的自觉行动，。

表1《光纤通信系统》思政案例

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 章节名称 | 知识点 | 所挖掘的思政元素 |
| 1 | 绪论 | 光通信技术的发展历程 | 【**锋火台-开拓精神 爱国精神**】  中国也是世界最早的光通信系统，敢为天下先，中国人的创新是历史悠久的。 |
| 2 | 光纤通信的技术基础 | 光纤通信的损耗特性 | 【**辩证思想 利弊相生**】  光纤通信之父---高锟先生的事迹，增强学生的爱国心。 |
| 3 | 光调制与编码 | 光源的功能和分类 | 【**工程伦理-安全意识**】**-**工程规范  实验室安全，激光防护 |
| 4 | 光纤通信系统 | 相干光通信系统的发展与现状 | 【**归纳比较、工匠精神、责任担当**】  在中国政府及中国通信人的努力下，中国成为了世界通信强国，这是大国工匠的成就。 |
| 5 | 光纤通信网络基础 | 光网络的发展历史 | 【**创新意识-主动探索,科学力量-科学改变世界**】-华为坚信科学技术对人类社会的发展具有巨大影响力时代 |

**（三）．习题及指导分析**

本课程理论性强，知识点多，需要足够的作业支撑。题型包括计算、画图、分析和设计等。通过习题巩固知识点的掌握，并适当布置自学作业，达到培养学生主动学习拓展知识的能力，锻炼其分析问题解决问题的能力。根据情况适当增设课堂习题指导及作业评述。

习题指导分析可在每个模块单独安排，也可以相对集中地针对相关模块安排习题指导。习题指导分析安排参考方案如下：1，2，3，4单元，光纤通信的技术知识；5，6单元，光通信系统分析方法。

**（四）．指导自学**

鉴于学时数限制，同时为了培养锻炼学生自学能力，对部分课程内容提出自学要求，并指导自学。自学内容不仅包括易理解的知识点，如光通信常用波段段；也包括需要查阅文献获得的知识，如光纤通信通信技术发展新热点；还可以包括延展性的知识点，如课堂上讲解相干光通信系统的模型及性能分析方法，课后让学生自己分析相干光通信系统的性能。

**（五）．专题研究讨论**

通过专题研讨活动，培养学生主动学习意识和举一反三和探索质疑的思维方式，锻炼学生自主学习能力。结合教学内容进展设置适当的专题，可以包括仿真分析、理论分析、新技术追踪等，布置学生以个人或分组方式完成理论或仿真分析、撰写分析报告、课堂报告分析结果并开展讨论。

研讨过程组织的参考形式：学生个人或分组完成仿真分析或理论研讨，提交书面分析报告，并进行课堂口头报告和讨论，对关键问题进行评讲。在课堂讨论中，引导同学交流研究心得，提出疑难问题，开展讨论，对分析研究的结果进行评价比较，从而使学生能够相互借鉴，从不同角度获得对同一问题的充分理解，提出对同一问题的多个解决方案，相互促进，共同提高。

**（六）. 研究性专题的参考方案**

研讨专题可以由教师灵活确立，一方面可以根据教学进展、学生程度进行调整，另一方面也鼓励教师将技术前沿以及科研进展引入教学，体现在研究课题中。

（1）理论研讨专题1：设计IMDD光纤通信系统

设置目的：在光纤通信基础知识这个知识点介绍之后，通过此专题让学生自学拓展性内容“设计IMDD光纤通信系统”，通过这个研究专题锻炼学生基于基础性知识点的理解进行拓展学习的能力，检验学生对光纤通信系统所运用的技术原理的掌握程度和运用效果。

要求：根据已知条件，给出IMDD光纤通信系统的详细设计过程，并分析设计结果。

（2）仿真分析专题1：分步傅里叶变换法求解非线性薛定谔方程

设置目的：理解光纤通信系统的物理媒质的传播特性。

要求：编程实现分步傅里叶变换法。

（3）仿真分析专题2：相干光通信系统的误码性能

设置目的：从光纤通信系统的角度，进一步了解光纤通信系统的掌握程度。

要求：通过符合物理原理的建模，使用现代数学工具，如matlab或自行编写程序，给出相干光通信系统的在一定条件件的误码率。

（4）仿真分析专题3：相干光通信系统在不同条件下的误码性能

设置目的：通过分析相干光通信中各种损伤条件下光纤通信系统性能变化，检验学生对光纤通信中各种损伤因素的理解程度，掌握和运用程度，锻炼其分析问题，软件编程的能力。

要求：编程产生各种情况下的相干光通信系统的误码

（5）研讨专题2： 提高光纤通信系统容量的新技术

设置目的：检验学生对光纤通信系统发展方向的理解，锻炼其运用已有数据库分析问题，开展研究的能力。

**要求：通过文献查找，分析并总结有可能提高光纤通信系统容量的技术。**

**六、课程考核**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程成绩构成及比例** | 考核环节 | 建议分值 | 考核/评价细则 | 对应的课程目标 |
| 10% | 作业 | 10 | （1）主要考核学生对每章节知识点的复习、理解和掌握程度；  （2）每次作业按10分制单独评分，取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。 | 1，2，3 |
| 40% | 研讨 | 40 | （1）考查学生自主学习、独立思考和拓展专业知识的能力。并且通过口头和文字表达能力以及讨论交流过程评价学生对自主学习能力的掌握程度。  （2）教师根据由教师根据专题研讨报告、研究成果展示、交流情况综合评定，也可以同时引入同学互评的形式作为参考。 | 3 |
| 50% | 期末考试 | 50 | （1）采用笔试（闭卷）形式，卷面成绩100分，以卷面成绩乘以其在总评成绩中所占的比例计入课程总评成绩。  （2）考核内容须体现对于综合运用基本概念、基本原理和分析方法进行通信系统设计和分析能力的考察，不仅包括对各单元知识点的独立考核，还需要包括综合运用多种通信系统设计原理分析和解决问题能力的考核。考试题型为：分析题、作图题、设计题、计算题和简答题等。  其中,建议对应课程目标1的试题占30-40%，题型以填空题、作图题和计算题为主；对应课程目标2的试题占60-70%，题型以分析题、设计题为主。 | 1，2 |

**七、本课程与其它课程的联系与分工**

本课程与先修课程和后续课程联系都比较紧密，课程内容应避免重复。

先修课程：通信原理，光波技术基础

后续课程：光通信网络

**八、建议教材及教学参考书**

建议教材：

1. 柳春育等，光纤通信技术与应用，第1版，北京，科学出版社，ISBN：9787030694126，2022.07。

教学参考书：

1. 余建军，基于数字信号处理的相干光通信技术，第1版，北京，人民邮电出版社，2013。
2. **Le Nguyen Binh，Digital Processing: Optical Transmission and Coherent Receiving Techniques (Optics and Photonics)，CRC Press，2013.**

**九、大纲审核人**

**十、学院审核程序说明**

由电子工程学院制定，负责本科教学工作的系主任审核，经学院教学指导委员会审核批准。

**十一、学院审定日期**

**附：达成度评价方法：**

课程目标达成度评价包括课程分目标达成度评价和课程总目标达成度评价，具体计算方法如下：

课程目标评价内容及符号意义说明如附表1，字母*A*、*B*、*C*则分别表示学生作业、期末考试和专题研究的实际平均得分。

附表1 课程评价考核基本信息表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标评价内容** | **作业** | **期末考试** | **研讨** | **课程总评成绩** |
| 基本概念  基本规律  基本分析  基本特性 | 基本分析  基本特性  基本概念  基本规律 | 终身学习  职业素质 |  | |
| 目标  分值 | 10 | 50 | 40 | 100 | |
| 学生平均得分 | *A* | B | *C* | *A*+*B*+*C* | |

课程目标达成度评价值计算具体说明如附表2。

附表2课程达成度评价计算方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核环节** | **目标分值** | **学生平均得分** | **达成度计算示例** |
| 课程目标1 | 作业（基本概念基本规律） | 10 | *A* |  |
| 期末考试（基本概念基本规律） | 50 | *B* |
| 课程目标2 | 作业（基本概念基本规律） | 10 | *A* |  |
| 期末考试（基本概念基本规律） | 50 | *B* |
| 课程目标3 | 作业（基本概念基本规律） | 10 | A |  |
| 研讨（终身学习职业素质） | 40 | C |
| 课程总体目标 | 总评成绩 | 100 | A+B+C |  |