东北大学秦皇岛分校本科课程教学大纲

一、课程基本信息

<table>
<tr><td>开课单位</td><td colspan="3">计算机与通信工程学院</td><td>课程代码</td><td colspan="5">3030413014</td></tr>
<tr><td>中文名称</td><td colspan="8">光纤通信系统</td></tr>
<tr><td>英文名称</td><td colspan="8">Optical Fiber Communication Systems</td></tr>
<tr><td>总学时</td><td>32</td><td rowspan="2">理论学时</td><td rowspan="2">32</td><td rowspan="2">实验学时</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">上机学时</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">设计学时</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">课外学时</td><td rowspan="2">0</td></tr>
<tr><td>学　分</td><td>2</td></tr>
<tr><td>课程类型</td><td colspan="8">☑理论课程　☐理论（含实验）课程　☐实践类课程</td></tr>
<tr><td>课程类别</td><td colspan="8">☐通识类　☐学科基础类　☑专业方向类　☐实践类</td></tr>
<tr><td>适用专业</td><td colspan="8">通信工程</td></tr>
<tr><td>先修课程</td><td colspan="8">光学、信号与系统、通信原理、电磁场与电磁波技术</td></tr>
<tr><td>建议开课学期</td><td colspan="8">☐1-1 ☐1-2 ☐2-1 ☐2-2 ☐3-1 ☑3-2
☐4-1 ☐4-2 ☐5-1 ☐5-2 ☐*（代表每学期都开设）</td></tr>
<tr><td>考核方式</td><td colspan="3">☐考试 ☑考查</td><td>成绩分制</td><td colspan="4">☑百分制 ☐五级制
☐二级制</td></tr>
<tr><td>使用教材</td><td colspan="8">1. 刘增基，周洋溢：《光纤通信（第二版）》，西安电子科技大学出版社，2008 年.</td></tr>
<tr><td>参考书及教学资源</td><td colspan="8">1. 杨祥林；《光纤通信》，国防工业出版社，2007 年.
2. 原荣；《光纤通信》，电子工业出版社，2002 年.</td></tr>
<tr><td>其他说明</td><td colspan="8">无</td></tr>
</table>

二、课程简介

中文描述

《光纤通信系统》课程是通信工程专业的一门重要的选修专业课程。通过本课程的学习可以使学生了解和掌握在骨干网络传输中普遍采用的光纤通信技术，以及在接入网中采用的光纤传输技术。通过学习对光纤通信系统基本组成、光纤传输理论和传输特性、光无源器件、光端机的组成和原理、同步数字体系（SDH）、光纤通信系统性能指标、光纤通信的新技术以及光纤接入网等内容有一个基本的掌握，为以后工作和研究打下良好的基础。

培养光纤通信领域研究问题的意识和理念，启发学生对所要解决的科学问题进行思考，培养学生的创新思维和创新能力，通过对专业研究内容相关的国家产业发展规划及前景的讨论，增强学生四个自信，厚植家国情怀。

English Description

三、课程目标

1、知识目标：

1-1：了解光纤通信的发展简史；光纤通信的特点；光纤通信系统构成；光纤通信的发展方向；

1-2：掌握光波在光纤中传输的基本理论，以及影响通信性能的特性参数：色散和损耗；

1-3：重点掌握光源、光检测器、光无源器件原理和结构；光端机，模拟和数字光纤通信系统的组成结构及特点；

1-4：重点掌握光源、光检测器、光无源器件原理和结构；光端机，模拟和数字光纤通信系统的组成结构及特点；

1-5：掌握光纤通信新技术；

1-6：掌握光通信网络的发展方向。

2、能力目标：

2-1：掌握通过几何光学方法进行光纤中光传输的简单计算；

2-2：掌握通过波动光学理论分析光波在光纤中的单模和多模传输；

2-3：掌握光纤通信系统中继距离等参数的设计；

2-4：掌握光波在光纤中传输时色散和损耗的分析；

2-5：熟悉光纤通信系统结构，掌握各组成光学元件的原理；

2-6：培养学生建立光纤通信领域研究的科学思维，培养学生具备一定的分析问题和解决的能力，为将来从事光纤通信相关研究及相关工作奠定基础，培养良好的科学思维。

3、**德育/素养目标：**

3-1：理解光纤传输理论知识对于通信发展实践的重要意义；

3-2：展示本专业在新时代中国特色社会主义建设中的成就和当前要解决的重大课题；

3-3：具有良好的团队协作意识和能力、较强的表达能力和人际交往能力；

3-4：认知我国光纤通信系统的发展对提升中国信息网络核心竞争力的重要意义；

3-5：认知提升创新创业能力、责任意识对提高中国在全球发展核心竞争力的作用；

3-6：认知大国工匠精神的内涵及时代意义，增强专业认同感、民族责任感；

3-7：具备良好的职业道德和社会责任感，遵纪守法。

表 1 课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	指标点	课程目标	关联性（H/M/L）
3、设计/开发解决方案：能够设计针对复杂工程问题的解决方案，设计满足特定需求的系统、单元或流程，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。	指标点 3-1：能够设计针对本专业相关复杂工程问题的解决方案，能够设计和开发实现特定功能、满足特定需求的信息传输、信号处理或网络通信系统；	1-1 、 1-2 、 1-3 、 1-4 、 1-5 、 1-6 、 2-1 、 2-2 、 2-3 、 2-4 、 2-5、2-6。	H
	指标点 3-2：能够对不同设计方案进行比较和优化，在工作各环节中具有创新意识。	2-1 、 2-2 、 2-3 、 2-4 、 2-5 、 2-6 、 3-1 、 3-2 、 3-3 、 3-4 、 3-5 、 3-6 、 3-7。	M

4、研究：能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。	指标点 4-2：能够结合本专业知识对实验数据进行分析与解释，设计并优化实验方案，并通过信息综合得到合理有效的结论。	2-1 、 2-2 、 2-3 、 2-4 、 2-5、2-6。	M
5、使用现代工具：能够针对复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。	指标点 5-1：能够对本专业相关复杂工程问题进行建模与分析，理解获取相关信息参数的必要性与基本方法，并理解其局限性；	2-1 、 2-2 、 2-3 、 2-4 、 2-5 、 2-6 、 3-1 、 3-2 、 3-3 、 3-4 、 3-5 、 3-6 、 3-7。	M
	指标点 5-2：熟悉解决本专业相关复杂工程问题所需的技术和资源，能够运用现代信息技术进行文献检索和资料查询，获取专业解决方案；	2-1 、 2-2 、 2-3 、 2-4 、 2-5、2-6。	M

四、主要教学内容

（一）理论教学

第 1 章 绪论（支撑课程目标 1-1、2-6、3-2、3-4）

【1】知识点：

（1）光纤通信的发展简史；

（2）光纤通信的特点；

（3）光纤通信系统构成；

（4）光纤通信的发展方向。

【2】学习目标：

了解： 光纤通信的发展史。

理解： 光在电磁波谱中的位置，光纤通信所用光波的波长范围。

掌握： 光纤通信的特点及光纤通信系统的组成。

【3】重点内容：

光纤通信所用光波的波长范围、光纤通信的特点及光纤通信系统的组成。

【4】难点内容：

光纤通信所用光波的波长范围和光纤通信系统的组成。

【5】思政案例：

在“光纤通信发展历程”的理论教学中，通过各国技术横向发展和随时间的纵向发展脉络呈现，对比我国过去的光纤通信落后和现在的技术飞跃，强调科学技术是第一生产力，激发学生的责任心、自信心。

第 2 章 光波在光纤中的传输理论（支撑课程目标 1-2、2-1、2-2、2-4、3-1、3-2、3-3、3-5）

【1】知识点：

（1）光纤结构和分类；

（2）几何光学理论分析光纤的传输原理；

（3）波动理论讨论光纤中的模式特性；

（4）光纤中的传输模式；

（5）光纤中完善的场描述；
（6）光纤的损耗和色散特性；
（7）光缆的结构及特点。

【2】学习目标：

了解：　几何光学理论和波动光学理论分析光纤的导光原理。
理解：　单模光纤、多模光纤、色散位移光纤的概念。
掌握：　光纤单模传输条件的计算公式；光纤损耗和色散概念及其对光纤通信系统的影响。

【3】重点内容：

（1）几何光学理论分析光纤的导光原理，数值孔径和时间延迟；
（2）波动光学理论分析光纤的导光原理，单模传输条件；
（3）光纤的损耗机理和色散特性参数。

【4】难点内容：

（1）阶跃型光纤和渐变型光纤的几何光学导光分析；
（2）基于波动光学理论的电磁场本征方程的计算，传输模式；
（3）最低损耗窗口，材料色散和波导色散，光纤损耗和色散对光纤通信系统的影响。

【5】思政案例：

在讲解基础知识点过程中，介绍华裔物理学家“光纤通讯之父”高锟在 1966 年发表题为《光频率介质纤维表面波导》的论文，该论文开创性地提出光导纤维在通信上应用的基本原理，并成为光纤用于通讯理论支撑，高锟因此获得诺贝尔物理学奖，通过对光纤理论研究推动光纤通信发展的里程碑事件，引发学生对于科学研究及理论与实践相结合创新的热情。

第 3 章 光纤通信系统中的光器件（支撑课程目标 1-3、1-4、2-5、2-6、3-2、3-5）

【1】知识点：

（1）光源——半导体激光器（LD）、发光二极管（LED）；
（2）光检测器——PIN 光电二极管、雪崩光电二极管（APD）；
（3）光无源器件——光纤连接器、光耦合器、光合波器、光分波器、光隔离器。

【2】学习目标：

了解：　光源和光检测器的概念及其在光纤通信系统中作用。
理解：　常用的无源光器件的原理及作用。
掌握：　激光器的发光机理，发光二极管（LED）、半导体激光器(LD)、光电二极管（PIN）、雪崩光电二极管（APD）等的工作原理及其主要特性。

【3】重点内容：

（1）常用光源 LD、 LED 激光器的工作原理、特性及作用；
（2）常用光检测器 PIN 光电二极管、雪崩光电二极管工作原理及其特性；
（3）光纤连接器、光耦合器、光合波器、光分波器、光隔离器等几种常用的光无源光器件的原理、性能及作用。

【4】难点内容：

（1）发光二极管（LED）、半导体激光器(LD)的原理和特性；
（2）光电二极管（PIN）、雪崩光电二极管（APD）的原理和特性；
（3）光耦合器、光合波器、光分波器、光隔离器的原理和特性。

【5】思政案例：

激光器的发明和发展促进了光纤通信系统中光器件的发展，从而促进了光纤通信技术的进步，通过对光源和光检测器理论的深入讲解，引发学生对于理论与实践相结合推动技术进步的思考。

第 4 章 光端机（支撑课程目标 1-3、1-4、2-5、2-6、3-2、3-5）

【1】知识点：

（1）光发射机——光源、驱动器和调制器；
（2）光接收机——光检测器和光放大器；
（3）光纤线路编码。

【2】学习目标：

了解：　线路编码的编译原理。
理解：　数字光纤通信系统对线路码型的要求。
掌握：　光发射机、光接收机的功能、电路组成和工作原理。

【3】重点内容：

（1）光发射机基本组成、工作原理，光发射机光源的内调制和外调制；
（2）光接收机的工作原理、误码率、灵敏度；
（3）数字光纤通信中的线路编码。

【4】难点内容：

（1）光发射机光源的内调制和外调制方式区分；
（2）光接收机的工作原理误码率、灵敏度；
（3）数字光纤通信系统对线路码型的要求。

【5】思政案例：

通过对光接收机各参数之间关系的计算与推导，引发学生在科学研究时进行关联思考，培养学生严谨理科思维。

第 5 章 数字光纤通信系统（支撑课程目标 1-4、1-5、1-6、3-2、3-5）

【1】知识点：

（1）两种传输体制 PDH、SDH；
（2）数字光纤通信系统性能指标；
（3）数字光纤通信系统设计。

【2】学习目标：

了解：　两种传输体制的特点，SDH 帧结构及数据传输原理。
理解：　SDH 帧结构及数据传输原理。
掌握：　光纤通信系统中继距离的设计。

【3】重点内容：

（1）SDH 主要技术特点、帧结构、各功能块的作用和相互关系；
（2）光纤通信系统中继距离的计算。

【4】难点内容：

（1）SDH 技术特点、复用原理；
（2）数字光纤通信系统设计。

【5】思政案例：

介绍数字通信理论的发展，通过从模拟技术到数字技术的深入探讨，揭示从量变“度”的累积可以形成质的飞跃，引发学生将哲学中“度”的概念运用到科学思维中，将哲学思维与科研创新结合。

第 6 章 模拟光纤通信系统（支撑课程目标 1-4、1-5、1-6、3-2、3-5）

【1】知识点：

（1）模拟光纤通信系统调制方式；
（2）模拟基带直接光强调制光纤传输系统；
（3）副载波复用光纤传输系统。

【2】学习目标：

了解：　模拟光纤传输系统主要调制方式。
理解：　评价模拟直接光强调制系统传输质量的特性参数：信噪比和信号失真。

掌握： 副载波复用传输系统副载波复用的定义、特性参数及副载波光纤通信优点。

【3】重点内容：

（1）副载波复用定义；

（2）副载波复用光纤传输系统的特性参数；

（3）副载波光纤通信的优点。

【4】难点内容：

（1）副载波复用光纤传输系统的特性参数；

（2）副载波复用光纤传输系统的优点。

【5】思政案例：

通过对模拟技术在光纤通信中的应用历程，引发学生认识事物发展规律，理论的发展引领技术，同时技术的应用又依赖于实际解决问题。

第 7 章 光纤通信新技术（支撑课程目标 1-5、2-5、2-6、3-1、3-2、3-4、3-5）

【1】知识点：

（1）掺铒光纤放大器；

（2）光波分复用技术；

（3）光交换技术；

（4）光孤子通信；

（5）相干光通信技术。

【2】学习目标：

了解： 几种光纤通信新技术的原理及应用。

理解： 光交换技术；光孤子通信；相干检测原理。

掌握： 掺铒光纤放大器的原理与应用，光波分复用技术和系统组成。

【3】重点内容：

（1）掺铒光纤放大器工作原理、优点；

（2）光波分复用技术、系统组成；

（3）光孤子的形成、光孤子通信原理、系统组成；

（4）相干光通信中的相干检测和解调原理。

【4】难点内容：

（1）掺铒光纤放大器工作原理；

（2）光波分复用技术中的滤波器；

（3）光孤子通信原理；

（4）相干检测原理。

【5】思政案例：

以 1989 年诞生的掺铒光纤放大器代表的光放大技术是光纤通信技术上的一次革命，其研制成功并投入实用，把光纤通信技术水平推向一个新高度，成为光纤通信发展史上一个重要的里程碑，为未来的全光通信网奠定了扎实的基础，成为现代和未来光纤通信系统中必不可少的重要器件。通过对掺铒光纤放大器技术成为光纤通信技术的里程碑的着重强调，激发学生对科学研究的浓厚兴趣，以及责任感和创新精神。

第 8 章 光纤通信网络（支撑课程目标 1-6、2-5、2-6、3-2、3-3、3-4、3-5、3-6、3-7）

【1】知识点：

（1）通信网发展趋势；

（2）SDH 传送网；

（3）WDM 光网络；

（4）光接入网。

【2】学习目标：

了解： 通信网的发展趋势。

理解： 光接入网的概念及几种接入方式，SDH 传送网的功能、自愈网的工作原理。

掌握： WDM 光网络的原理和结构。

【3】重点内容：

（1）SDH 环形自愈网；

（2）WDM 光网络；

（3）光接入网；

（4）光纤到户。

【4】难点内容：

（1）SDH 环形自愈网的倒换方式；

（2）WDM 光网络的组成；

（3）光纤到户技术和光网络单元。

【5】思政案例：

结合光纤通信课程内容特点，通过放映“大国重器”中关于中国光纤通信技术发展的影像资料，以中国承建“马尔代夫海底光缆项目”为具体案例，呈现从光纤烧制提纯和光缆加工到实际海底铺设的整个发展阶段，展示我国光纤通信技术发展的伟大历程，剖析和探讨光纤通信技术在国家经济建设、社会文明发展中的重要性，帮助学生建立专业自信，树立职业理想，强化党中央精神在学生群体中的舆论导向作用。

五、教学安排与学时分配

本课程采用的形式是课堂教学。课堂教学围绕本课程的基本概念、基本理论、基本原理和理论设计进行授课。课程围绕立德树人根本任务，以培养德智体美劳全面发展社会主义建设者和接班人为总目标，以光波在光纤中的传输理论为基础，逐步展开，深入讲解光纤通信中的单模与多模传输、色散和损耗对光纤通信系统的影响、光纤通信系统的组成、光端机、光无源器件、光纤通信系统的中继距离设计、光纤通信新技术以及光纤通信网络。课程充分利用线下课堂、线上教学资源和思政案例开展教学活动，发挥理论知识传授、理论设计及价值引领作用，厚植家国情怀和强国理念，扎实基础知识，提升实践技能和创新精神，树立正确的人生观、世界观和价值观。学时分配如表 2 所示。

表 2 学时分配表

讲 课 内 容		学时				
		讲课	实验	上机	设计	课外
第 1 章	绪论	2	0	0	0	0
第 2 章	光波在光纤中的传输理论	6	0	0	0	0
第 3 章	光纤通信系统中的光器件	6	0	0	0	0
第 4 章	光端机	4	0	0	0	0
第 5 章	数字光纤通信系统	4	0	0	0	0
第 6 章	模拟光纤通信系统	2	0	0	0	0
第 7 章	光纤通信新技术	4	0	0	0	0
第 8 章	光纤通信网络	4	0	0	0	0
小计		32	0	0	0	0
总计	32					

六、教学方法

1、讲授基本原理，理论联系实际，强调科学研究方法，启发科学探讨问题的思路，培养学生创新能力。

2、采用多媒体课件、网络教学和传统教学相结合的教学方式，赋予课堂生机。

3、理论教学、讨论形式相结合，调动学生的学习积极性，培养学生的自学能力、团队协作能力和解决实际问题的能力。

七、成绩评定

本门课程依据全程监控的理念进行开卷考核，采用平时成绩（40%）+期末结课报告（60%）的方法综合评定成绩。具体要求及评分方法如下：

1、平时成绩：按百分制给出，占总成绩的 40%；结合平时作业、课堂提问、课堂交流、课堂测验综合评定；

2、期末结课报告：期末结课报告占总成绩的 60%；

3、缺课累计学时超过该门课程教学大纲规定的计划学时数三分之一取消考试资格。

八、评价及持续改进

1、教学大纲

考核周期：4 年，修订周期：4 年。

改进措施：课程负责人组织课程团队所有教师讨论后提出改进意见，经教研室主任审核后由教学院长批准。

2、成绩评定考核

考核周期：1 学年，评价依据：学生最终成绩综合分析。

改进措施：根据学生最终成绩的分布，进行相应的内容调整和优化，并改进教学方法。

撰写：　　马雪莲

审核：　　辛凤鸣

批准：　　史闻博

日期：　　2023.07.05