

高纲 4282

江苏省高等教育自学考试大纲

02338 光纤通信原理

南京邮电大学编（2024 年）

I 课程性质与设置目的要求

一、课程的性质、地位与任务

《光纤通信原理》是江苏省高等教育自学考试通信工程专业（专升本）的一门重要的专业课。光纤通信技术是现代通信的主要支柱之一，在当今依赖通信、计算机的电子信息社会中具有举足轻重的作用。本课程的主要任务是，使考生较为全面地掌握光纤通信系统中各部分的基本概念和基本工作原理，了解现代光纤通信新技术的发展趋势，使通信领域中的工程技术人员能够迅速掌握这个重要技术。

二、课程目标

课程设置的目的是使得考生能够：

1. 掌握光纤传输光信号的基本原理和传输特性；
2. 掌握光发送设备的基本组成及各部件的基本原理和作用；
3. 掌握光接收设备的基本组成及各部件的基本原理和作用；
4. 掌握波分复用光纤通信系统的基本原理和系统的构成；
5. 掌握光纤通信系统的传输规范；
6. 掌握光纤接入网的基本组成及各部件的作用；
7. 了解光纤局域网、城域网、广域网的基本组成；
8. 了解全光网及其它光纤通信新技术。

三、与相关课程的联系与区别

学习本课程应具备《数字信号处理》《数字通信原理》等课程的基本知识。通过本课程的学习，使考生可以了解光纤通信原理和系统结构，熟悉光纤通信技术及其在通信网中的主要作用。

四、课程的重点与难点

本课程的重点为：光纤的基本概念、光纤传光原理及特性参数、光端机基本概念、光发送电路及输入电路、光接收和输出电路、光模块基本概念、波分复用技术及光中继、光纤数字通信系统的传输制式、光纤通信系统的质量指标、光纤通信系统的设计及测量、光纤接入网、光纤局域网、光纤城域网和广域网。

本课程的难点为：光纤传光原理及特性参数、光纤通信系统中光源原理、光纤通信码型、光接收电路、波分复用系统、光放大器原理、PDH/SDH 的复用、光

纤通信系统误码性能指标、中继距离的计算、光纤接入网。

II 考核目标

《光纤通信原理》课程主要从识记、领会、简单应用和综合应用四个层次规定其应达到的能力层次要求。四个能力层次是递进关系，各能力层次的含义是：

识记：要求考生能够识别和记忆本课程中有关光纤通信系统的基本概念，并能够根据考核的不同要求，做正确的表述、选择和判断。

领会：要求考生能够领悟和理解本课程中有关光纤通信系统的模型及相关理论的内涵及外延，理解光纤通信系统的模型和性能指标，并能根据考核的不同要求做出正确的判断、解释和说明。

简单应用：要求考生能够对光纤通信系统性能指标和关键技术等相关问题进行分析 and 论证，并能根据考核的不同要求对性能指标有关问题进行简单计算，做出正确的判断、解释和说明。

综合应用：要求考生能够对光纤通信系统性能指标和关键技术等有关问题进行综合的应用、论证、计算，寻求解决实际问题的方法。

III 课程内容与考核目标

第1章 概述

一、学习的目的与要求

了解光纤通信的发展历程，理解光纤通信的优点，掌握光纤通信系统的基本构成及分类，了解语音信号 PCM 数字化原理，理解话路时分复用的 PCM 基群结构，了解我国采用的数字复接系列。

二、考核知识点与考核要求

（一）光纤通信的基本概念

识记：①光纤通信的定义；②光纤通信发展过程。

领会：①光纤通信的优点。

（二）光纤通信系统的构成与分类

识记：①光纤通信系统的分类。

领会：①光纤通信系统的基本构成。

（三）数字话路基础知识

识记：①语音信号的 PCM 数字化；②数字复接系列。

领会：①话路的时分复用。

三、本章的重点和难点

本章重点：①光纤通信的优点；②光纤通信系统的基本构成与分类；③语音信号的 PCM 数字化及复用。

本章难点：①话路的时分复用。

第 2 章 光纤

一、学习的目的与要求

掌握光纤基本结构和分类，了解光纤的制造过程，从射线光学和电磁波角度理解光纤传输光的理论，理解光纤的特性参数，了解光纤连接方式，了解光纤在通信领域中的应用。

二、考核知识点与考核要求

（一）光纤的基本概念

识记：①光纤的制造；②光缆的结构与类型。

领会：①光纤的基本结构；②光纤的分类。

（二）光纤传光原理

识记：①光纤导波模式精确解的过程与思路。

领会：①光的射线理论；②光纤的两类入射光；③子午光线的传播分析；④四类导波模式；⑤导波存在的充分必要条件；⑥归一化截止频率；⑦高阶模数量与纤芯、工作波长、光纤端面临界入射角间的关系；⑧标量模的概念以及与矢量模的关系；⑨基模的标量模和矢量模的表示。

简单应用：①使用射线光学理论分析子午光线在阶跃光纤中的传播；②光纤传导模总数的计算。

综合应用：①基模的概念及光纤的单模工作条件。

（三）光纤特性参数

识记：①光纤带宽的概念；②衰减的概念及主要原因；③光纤通信使用的波段；④影响光纤带宽的原因；⑤模间色散、模内色散的概念及产生原因。

领会：①数值孔径的物理意义；②截止波长的概念以及几种截止波长之间的

关系；③光纤带宽概念以及与光纤长度的关系；④模场直径的概念。

简单应用：①衰减的计算；②模内色散的计算。

综合应用：①阶跃光纤数值孔径的计算；②截止波长的计算及意义。

（四）光纤连接方式

识记：①光纤连接方式的基本概念。

（五）光纤在通信领域中的应用

识记：①光纤（光缆）的应用。

领会：①光纤通信中使用的光纤和光波段划分。

三、本章的重点和难点

本章重点：①光纤的基本结构和分类；②光纤传光原理；③单模光纤的概念及确定；④光纤的特性参数。

本章难点：①采用射线光学分析光纤传光；②光纤导波模式的射线分析法和电磁场分析法；③单模光纤的确定；④光纤特性参数的计算与物理意义。

第 3 章 光发送设备

一、学习的目的与要求

理解光端机的基本功能，掌握光端机的基本构成，理解光发送电路的基本组成，掌握光发送电路主要性能指标，理解激光二极管的工作原理和主要特性，理解发光二极管的工作原理，了解驱动电路、自动功率控制电路、自动温度控制电路的作用，了解输入电路的基本概念，理解光纤线路码型的概念和设计要求。

二、考核知识点与考核要求

（一）光端机的基本概念

识记：①光端机的功能。

领会：①光端机的基本组成。

（二）光发送电路

识记：①激光二极管的基本结构；② LD 的类型结构；③ APC 和 ATC 电路的功能；④ LD 和 LED 与光纤的耦合方法。

领会：①光发送电路的基本组成；②LD 的工作原理；③ LD 的主要特性；④发光二极管的基本结构和特点；⑤驱动电路的功能；⑥自动功率控制电路与自动温度控制电路的功能。

简单应用：①光发送电路的主要性能指标；② LD 驱动电路原理。

（三）输入电路

识记：①输入电路的基本概念；②输入接口码型定义；③光纤线路码型定义。

领会：①光纤线路码型设计要求。

简单应用：①HDB3 码；②CMI 码；③字变换码；④插入码型。

三、本章的重点和难点

本章重点：①光端机的构成；②LD 和 LED 的原理及基本结构；③光发送电路；④输入接口码型和光纤线路码型。

本章难点：①LD 的工作原理及驱动电路；②光发送电路的主要性能指标；③光纤线路码型。

第 4 章 光接收设备

一、学习的目的与要求

理解光接收电路的基本构成，掌握光接收电路的主要性能指标，了解光检测器件的主要类型和主要特性参数，了解光接收电路各组成部分的基本功能，理解输出电路基本概念和基本组成，了解光模块的定义和分类。

二、考核知识点与考核要求

（一）光接收电路

识记：①光检测器类型；②本征 PN 型光电二极管和雪崩型光电二极管原理；③前置放大器、主放大器、均衡器、基线恢复、幅度判决、非线性处理、时钟提取、限幅移相、定时判决的基本功能。

领会：①光接收电路的基本构成；②光电二极管主要特性参数；③码间干扰产生原因；④码间干扰消除方法；⑤眼图。

简单应用：①光接收电路的主要性能指标。

（二）输出电路

识记：①输出电路的基本概念。

（三）光模块

识记：①光模块基本概念及分类。

三、本章的重点和难点

本章重点：①光检测器的类型及特性参数；②光接收电路构成及各部分的基

本功能；③码间干扰；④眼图。

本章难点：①光检测器的特性参数；②光接收电路的基本功能；③码间干扰的产生原因及消除方法；④眼图。

第 5 章 波分复用光纤通信系统

一、学习的目的与要求

了解光纤通信系统新技术，理解波分复用技术的基本概念和目的，掌握波分复用系统的组成，了解波分复用系统的主要特性指标，了解各类波分复用器件，了解波分复用系统对光纤的新要求，了解光电转换型中继器和全光中继器的构成和特点，理解掺铒光纤放大器、光纤拉曼放大器、光纤布里渊放大器、半导体光放大器的工作原理。

二、考核知识点与考核要求

（一）光纤通信系统新技术简述

识记：①光纤通信系统新技术。

（二）波分复用 WDM 技术

识记：①几种波分复用的区别；②波分复用系统的主要特性指标；③波分复用器件的类型；④光纤耦合型波分复用器件的类型；⑤干涉型波分复用器件的类型；⑥波分复用系统对光纤的新要求。

领会：①波分复用技术的基本问题；②波分复用系统的基本构成和分类；③波分复用系统的基本特点。

简单应用：①信道隔离度、插入损耗的计算。

（三）光中继器

识记：①光中继器的作用和分类；②掺铒光纤放大器的主要指标；③光纤拉曼放大器的工作原理和基本结构；④光纤布里渊放大器和半导体光放大器的概念。

领会：①光电转换中继器；②全光型中继器；③掺铒光纤放大器工作原理；④掺铒光纤放大器的基本结构；⑤ EDFA/FRA/FBA 三种光纤放大器主要性能指标的比较。

三、本章的重点和难点

本章重点：①波分复用系统的目的与原理；②波分复用系统的构成与分类；③光中继的作用和分类；④掺铒光纤放大器原理与指标；⑤EDFA/FRA/FBA 三种

光纤放大器主要性能指标。

本章难点：①信道隔离度；②插入损耗的概念及计算；③掺铒光纤放大器的原理及基本结构。

第 6 章 光纤数字通信系统的传输规范

一、学习的目的与要求

了解准同步数字系列的基本概念、复用关系和帧结构，理解同步数字系列的基本概念和帧结构，理解 SDH 承载 PDH 的方式和应用，掌握 SDH 复用与交换的主要设备，理解 SDH 传送网的分层模型和拓扑结构，掌握光纤数字通信系统的基本质量指标，掌握光纤数字通信系统的基本设计，理解光纤数字通信系统的测量。

二、考核知识点与考核要求

（一）光纤数字通信系统的两种主要传输制式

识记：①准同步数字体系（PDH）的基本概念与速率等级；② SDH 复用及映射的基本结构；③指针的基本概念及功能；④我国采用的 SDH 复用及映射的基本结构；⑤SDH 在有线电视中的应用；⑥ SDH 传送网的分层模型与拓扑结构。

领会：①准同步数字体系（PDH）的复用关系；② PDH 的帧结构；③同步数字体系（SDH）的基本概念、速率等级和复用关系；④容器 C、虚容器 VC、支路单元 TU、支路单元组 TUG、管理单元 AU、管理单元组 AUG 的基本概念及作用；⑤通道开销、低阶通道开销、高阶通道开销的基本概念及作用；⑥段开销、再生段开销、复用段开销的基本概念及结构；⑦PDH 基群信号装载到 STM-1 帧内；⑧ SDH 复用及交换的主要设备。

简单应用：① SDH 帧结构。

（二）光纤数字通信系统的基本质量指标

识记：①假设参考连接（HRX）的线路等级划分及误码指标分配；②基群及其以上速率通道的误码性能参数；③可靠性定义及可靠性分析的一般方法。

领会：①光纤数字通信系统评价误码性能的方法；②ITU-T 假设参考模型；③数字话路通道误码性能参数及指标；④假设参考通道（HRP）的误码指标分配；⑤抖动的基本概念及性能指标。

（三）光纤数字通信系统的基本设计

识记：①光纤数字通信系统设计的一般步骤。

综合应用：①衰减限制系统中继距离的估算。

（四）光纤数字通信系统的测量

领会：①误码率测量；②抖动测量；③平均发送光功率测量。

简单应用：①消光比的概念及计算。

综合应用：①光接收机灵敏度的概念与计算；②光接收机动态范围的概念及计算。

三、本章的重点和难点

本章重点：①SDH 体系结构；②光纤数字通信系统质量指标；③中继距离的计算；④光纤数字通信系统电性能和光性能指标的测量。

本章难点：①SDH 帧结构及速率等级的概念与计算；②光纤数字通信系统评价误码性能的方法及误码指标分配；③衰减限制系统中继距离的估算；④灵敏度与动态范围的计算。

第 7 章 现代光纤网络

一、学习的目的与要求

了解现代信息网络的特点及光纤通信在现代信息网络中的应用，理解接入网与光纤接入网的基本概念，理解 FTTx 接入网的基本概念及分类，掌握 FTTH 的基本拓扑结构，理解 xPON 接入技术，了解各类 PON 接入技术，理解光纤局域网的概念及构成，了解光纤城域网和广域网的基本特点，了解三网融合，了解与光纤互联网相关的热门技术。

二、考核知识点与考核要求

（一）光纤通信在现代信息网络中的重要地位

识记：①现代信息网络的特点；②光纤通信在现代信息网络中的应用。

（二）光纤接入网

识记：①光纤接入网的基本概念；②xPON 的规范标准；③xPON 各组成模块的基本功能；④xPON 的关键技术；⑤各类 PON 接入技术的比较。

领会：①FTTx 的概念与分类；②FTTH 的基本拓扑结构；③xPON 的基本工作原理。

（三）光纤局域网

识记：①局域网的基本概念；②光纤令牌环局域网的定义和工作原理；③光

纤 ATM 局域网的基本概念。

领会：①光纤总线形/星形局域网的基本概念、结构。

（四）光纤城域网与广域网

识记：①光纤城域网的基本特点；②光纤广域网的基本特点及三种典型的广域网。

（五）三网融合

识记：①三网融合的基本概念。

（六）与光纤互联网相关的热门技术

识记：①几种典型的无线接入技术。

三、本章的重点和难点

本章重点：①光纤接入网；②光纤局域网。

本章难点：①FTTx 技术；②xPON 技术。

第 8 章 未来的全光网络（本章内容不作考核要求）

IV 关于大纲的说明与考核实施要求

一、自学考试大纲的目的和作用

《光纤通信原理》自学考试大纲是根据专业考试计划的要求，结合自学考试的特点而确定。其目的是对个人自学、社会助学和课程考试命题进行指导和规定。

自学考试大纲明确了《光纤通信原理》学习的内容以及深广度，规定了课程自学考试的范围和标准。因此，它是编写自学考试教材和辅导书的依据，是社会助学组织进行自学辅导的依据，是考生学习教材、掌握课程内容知识范围和程度的依据，也是进行自学考试命题的依据。

二、课程自学考试大纲与教材的关系

课程自学考试大纲是进行学习和考核的依据，教材是学习掌握课程知识的基本内容与范围，教材的内容是大纲所规定的课程知识和内容的扩展与发挥。课程内容在教材中体现一定的深度或难度，大纲中对考核的要求比较适当。

大纲与教材所体现的课程内容基本一致；大纲里面的课程内容和考核知识点，教材里一般都有。反过来教材里有的内容，大纲里不一定体现。

三、关于自学教材

本课程使用教材为：《光纤通信原理与应用》（第3版），方志豪、朱秋萍等编著，电子工业出版社，2019年。

四、关于自学要求和自学方法的指导

本大纲的课程基本要求是依据专业考试计划和专业培养目标而确定的。课程基本要求还明确了课程的基本内容，以及对基本内容掌握的程度。基本要求中的知识点构成了课程内容的主体部分。因此，课程基本内容掌握程度、课程考核知识点是高等教育自学考试考核的主要内容。

为了有效地指导个人自学和社会助学，本大纲已指明了课程的重点和难点，在章节的基本要求中一般也指明了章节内容的重点和难点。

考生在自学过程中应该注意以下问题：

1. 在全面系统学习的基础上理解和掌握基本理论、基本方法

学习时应注意以下几点：①要把握全册教材的结构体系，掌握内在线索；②学习各章时要理清知识要点和脉络，在理解的基础上加强记忆；③在全面系统学习的基础上要掌握重点。

2. 理论联系实际，将方法的原理学习与应用相结合

考生应理论联系实际，以改革的意识、科学研究的意识，满腔热忱地从实际中发现和提出问题，运用所学的理论分析和解决问题，以不断提高自己的科学研究能力，同时要具体、丰富、深刻地理解教材内容。

五、应考指导

1. 如何学习

很好的计划和组织是你学习成功的法宝。如果你正在接受培训学习，一定要跟紧课程并完成作业。为了在考试中作出满意的回答，你必须对所学课程内容有很好的理解。使用“行动计划表”来监控你的学习进展。你阅读课本时可以做读书笔记。如有需要重点注意的内容，可以用彩笔来标注。如：红色代表重点；绿色代表需要深入研究的领域；黄色代表可以运用在工作之中。可以在空白处记录相关网站、文章。

2. 如何考试

卷面整洁非常重要。书写工整，段落与间距合理，卷面赏心悦目有助于教师评分，教师只能为他能看懂的内容打分。回答所提出的问题。要回答所问的问题，

而不是回答你自己乐意回答的问题！避免超过问题的范围。

六、对社会助学的要求

1. 社会助学者应根据本大纲规定的课程内容和考核要求，认真钻研指定教材，明确本课程与其他课程不同的特点和学习要求，对考生进行切实有效的辅导，引导他们防止自学中可能出现的各种偏向，把握社会助学的正确导向。

2. 正确处理基础知识和应用能力的关系，努力引导考生将识记、领会与应用联系起来，有条件的应适当组织考生开展科学研究实践，学会把基础知识和理论转化为应用能力，在全面辅导的基础上，着重培养和提高考生提出问题、分析问题和解决问题的能力。

3. 要正确处理重点和一般的关系。课程内容有重点与一般之分，但考试内容是全面的。社会助学者应指导考生全面系统地学习教材，掌握全部考试内容和考核知识点，在此基础上突出重点。总之，要把重点学习与兼顾一般相结合，防止孤立地抓重点，甚至猜题、押题。

七、关于考试命题的若干规定

1. 本课程要求考生学习和掌握的知识点内容都作为考核的内容。课程中各章的内容均由若干知识点组成，在自学考试中成为考核知识点。因此，课程自学考试大纲中所规定的考试内容是以分解为考核知识点的方式给出的。由于各知识点在课程中的地位、作用以及知识自身的特点不同，自学考试将对各知识点分别按四个能力层次确定其考核要求。

2. 在考试之日起6个月前，由全国人民代表大会和国务院颁布或修订的法律、法规都将列入相应课程的考试范围。凡大纲、教材内容与现行法律法规不符的，应以现行法律法规为准。命题时也会对我国经济建设和科技文化发展的重大方针政策的变化予以体现。

八、关于考试命题的若干规定

1. 本课程的命题考试，应根据本大纲所规定的课程内容和考核要求来确定考试范围和考核要求，不能任意扩大或缩小考试范围，提高或降低考核要求。考试命题要覆盖到各章，并适当突出重点章节，体现本课程的内容重点。

2. 本课程在试卷中对不同能力层次要求的分数比例大致为：识记部分占20%，领会部分占30%，简单应用部分占30%，综合应用部分占20%。

3. 本大纲各章所规定的课程内容、知识点及知识点下的知识细目，都属于考核的内容。考试命题既要覆盖到章，又要避免面面俱到。要注意突出课程的重点、章节的重点，加大重点内容的覆盖度。

4. 命题不应有超出大纲中考核知识点范围的题，考核要求不得高于大纲中所规定的相应的最高能力层次要求。命题应着重考核考生对基本概念、基本知识和基本理论是否了解或掌握，对基本方法是否会用或熟练运用。不应出与基本要求不符的偏题或怪题。

5. 要合理安排试题的难易程度，试题的难度可分为：易、较易、较难和难四个等级。每份试卷中不同难度试题的分数比例一般为：2:3:3:2。

必须注意试题的难易程度与能力层次有一定的联系，但二者不是等同的概念。在各个能力层次中对于不同的考生都存在着不同的难度。

6. 考试方式为闭卷、笔试，考试时间为 150 分钟。评分采用百分制，60 分为及格。考生只准携带 0.5 毫米黑色墨水的签字笔、铅笔、圆规、直尺、三角板、橡皮等必需的文具用品。可携带没有存贮功能的普通计算器。

7. 本课程考试命题的主要题型有单项选择题、名词解释题、简答题、画图题、计算题。

附录 题型举例

一、单项选择题

1. 我国采用 ITU-T 数字复接系列的 30 路制式，基群的速率为（ ）

A. 2.048 Mb/s B. 8.448 Mb/s C. 43.368 Mb/s D. 564.992 Mb/s

参考答案：A

二、名词解释题

1. 色度色散

参考答案：同一个导波模式的不同光波长之间的色散，称为色度色散。

三、简答题

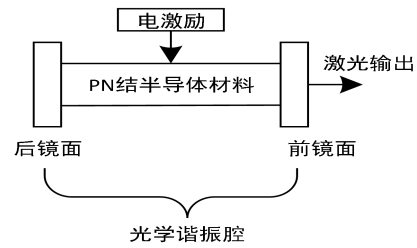
1. 简述 LD 的 ATC 电路的作用。

参考答案：ATC 电路的作用是，使 LD 管芯的工作温度在 20℃ 左右，以提高 LD 的工作稳定性和寿命。

四、画图题

1. 画出激光二极管的基本结构框图。

参考答案：



五、计算题

1. 光接收机在误码率为 10^{-9} 时最大接收功率为 $100 \mu W$ ，最小接收功率是 $1 \mu W$ 。试求该接收机在误码率为 10^{-9} 时的动态范围。

参考答案： $D = 10 \log \left(\frac{P_{max}}{P_{min}} \right) = 10 \log \left(\frac{100}{1} \right) = 20 \text{ dB}$