

光纤通信系统学习指导 与习题解析

刘振霞 李云霞 蒙 文 编著
夏靖波 主审

西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

光纤通信系统学习指导与习题解析

刘振霞 李云霞 蒙 文 编著
夏靖波 主审

西安电子科技大学出版社

2006

内 容 简 介

本书依据教学大纲的要求,从学习光纤通信系统的原理出发,通过对光纤通信系统主要知识点的归纳和典型习题的设计,强化光纤通信理论的基本概念和关键技术,以提高学生求解光纤通信系统中相关习题的能力。

全书共分 11 章,涉及内容有:光纤的结构与导波特性、光波系统互连技术与器件、光源与光发送机、光检测器与光接收机、光放大器、直接检测光波系统的设计与性能、相干光波通信系统、多信道光波系统、光孤子通信系统、PDH 和 SDH 体系。每章都按“知识点”、“大纲要求及考点分析”、“重点内容归纳”、“本章基本习题解答”、“本章测试”的层次编排。

书中习题的内容覆盖面广,对知识点的考查较为准确。本书可以作为通信工程、电子与信息技术等专业的学生(教师)在学习(讲授)光纤通信课程时的配套练习用书,也可供从事光纤通信工作的技术人员、工程师学习参考和业务考核之用。

图书在版编目(CIP)数据

光纤通信系统学习指导与习题解析/刘振霞等编著. —西安:西安电子科技大学出版社,2006.8
ISBN 7-5606-1705-0

I. 光… II. 刘… III. 光纤通信-高等学校-教学参考资料 IV. TN929.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 073949 号

策 划 云立实 戚文艳

责任编辑 张晓燕 云立实

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西光大印务有限责任公司

版 次 2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 10.25

字 数 234 千字

印 数 1~4000 册

定 价 15.00 元

ISBN 7-5606-1705-0/TN·0345

XDUP 1997001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

光是频率极高的电磁波,光波频率在通信容量方面比电子大3个数量级以上,其带宽可达 $\text{THz} \cdot \text{km}$ 。此外,光子器件比电子器件响应时间快3~6个数量级,因此,用光来作为信息载体,可传输极宽的信号频谱。近年来由于光纤通信技术应用的广泛性和所采用技术的先进性,使其已成为各类通信中信息传输的主要技术。光纤通信原理与技术也被列为高校和高职技术院校通信类专业的主干课程,是学生掌握传输理论的必备知识。为了帮助学生把握教材的重点、难点,做好课后练习与复习,以应对考试,我们在深入研究教纲、考纲的基础上编写了本书。

本书是配合国防工业出版社出版、由杨祥林编著的《光纤通信系统》和西安电子科技大学出版社出版、由刘增基等编著的《光纤通信技术》教材而编写的教辅参考用书。

全书共分为11章:第1章为导论,第2章为光纤的结构与导波特性和特性,第3章为光波系统互连技术与器件,第4章为光源与光发送机,第5章为光检测器与光接收机,第6章为光放大器,第7章为直接检测光波系统的设计与性能,第8章为相干光波通信系统,第9章为多信道光波系统,第10章为光孤子通信系统,第11章为PDH和SDH体系。

书中编排的“本章基本习题解答”针对的是作者从相关教材中挑选出来的部分习题;“本章测试”是作者根据本章内容设计的补充测试题;附录中设计了七套模拟试卷,以加强对各章节知识综合应用能力的训练。本书还根据大纲对本科学生和大专学生侧重点要求的不同,用符号做了说明,即书中所有带“*”号的章节和习题对大专学生不要求。

书中习题的内容丰富,形式多样,每道题目都附有答案。本书不仅是一本习题册,同时也是一本涵盖了主要知识点的教材,具有学练结合的特点。

本书在编写过程中,得到了空军工程大学电讯工程学院网络工程系赵尚弘教授的支持和帮助,作者谨在此表示衷心的感谢。

由于作者的水平所限,因而书中难免有错误、疏漏之处,敬请读者批评指正。

作 者
2006年5月

目 录

第1章 导论	1
1.1 知识点	1
1.2 大纲要求及考点分析	1
1.2.1 大纲要求	1
1.2.2 考点分析	1
1.3 重点内容归纳	1
1.3.1 光纤通信的定义以及光波通信的关键技术	1
1.3.2 光纤通信技术发展历史	2
1.3.3 光纤通信的优点和应用	3
1.3.4 光纤通信系统的基本组成	4
1.3.5 光纤通信的发展与新技术研究	4
1.4 本章基本习题解答	5
1.5 本章测试	6
1.5.1 试题	6
1.5.2 答案	7
第2章 光纤的结构与导波特性	9
2.1 知识点	9
2.2 大纲要求及考点分析	9
2.2.1 大纲要求	9
2.2.2 考点分析	9
2.3 重点内容归纳	10
2.3.1 光纤的结构及其分类	10
2.3.2 光纤的数值孔径和截止波长	11
2.3.3 光纤的传输特性	12
2.3.4 光纤光缆设计与制造	15
2.3.5 光缆的敷设	17
2.4 本章基本习题解答	18
2.5 本章测试	19
2.5.1 试题	19
2.5.2 答案	23
第3章 光波系统互连技术与器件	27
3.1 知识点	27
3.2 大纲要求及考点分析	27
3.2.1 大纲要求	27
3.2.2 考点分析	27

3.3 重点内容归纳	28
3.3.1 光互连器件	28
3.3.2 光纤连接器	28
3.3.3 光纤耦合器	30
3.3.4 光衰减器	31
3.3.5 光隔离器	32
3.3.6 光调制器	32
3.3.7 光开关	33
3.4 本章基本习题解答	33
3.5 本章测试	34
3.5.1 试题	34
3.5.2 答案	36
第4章 光源与光发送机	37
4.1 知识点	37
4.2 大纲要求及考点分析	37
4.2.1 大纲要求	37
4.2.2 考点分析	37
4.3 重点内容归纳	38
4.3.1 光源	38
4.3.2 光源的发光机理	38
4.3.3 半导体光源的物理基础	39
4.3.4 光源的调制	40
4.3.5 光源与光纤的耦合	41
4.3.6 半导体发光二极管(LED)	41
4.3.7 半导体激光二极管(LD)	42
4.3.8 光发送机	45
4.4 本章基本习题解答	47
4.5 本章测试	48
4.5.1 试题	48
4.5.2 答案	49
第5章 光检测器与光接收机	52
5.1 知识点	52
5.2 大纲要求及考点分析	52
5.2.1 大纲要求	52
5.2.2 考点分析	52
5.3 重点内容归纳	53
5.3.1 光检测器	53
5.3.2 光检测器的物理基础	53
5.3.3 光电二极管(PIN)	54
5.3.4 雪崩光电二极管(APD)	54
5.3.5 半导体光电检测器的特性	55
5.3.6 光接收机	56
5.3.7 分插复用器与光中继器	58

5.4 本章基本习题解答	59
5.5 本章测试	59
5.5.1 试题	59
5.5.2 答案	61
第6章 光放大器	62
6.1 知识点	62
6.2 大纲要求及考点分析	62
6.2.1 大纲要求	62
6.2.2 考点分析	62
6.3 重点内容归纳	63
6.3.1 光放大器的作用	63
6.3.2 光放大器的原理与一般特性	63
6.3.3 光放大器分类	63
6.3.4 半导体光放大器	63
6.3.5 光纤喇曼放大器(FRA)	64
6.3.6 光纤布里渊放大器(FBA)	64
6.3.7 掺铒光纤放大器(EDFA)	65
6.4 本章基本习题解答	67
6.5 本章测试	68
6.5.1 试题	68
6.5.2 答案	69
第7章 直接检测光波系统的设计与性能	71
7.1 知识点	71
7.2 大纲要求及考点分析	71
7.2.1 大纲要求	71
7.2.2 考点分析	71
7.3 重点内容归纳	71
7.3.1 光波系统的结构	71
7.3.2 光纤损耗和色散对系统性能的限制	72
7.3.3 光波系统的设计	73
7.3.4 光接收机灵敏度恶化和系统功率代价	74
7.3.5 光放大系统的设计与性能	75
7.4 本章基本习题解答	75
7.5 本章测试	76
7.5.1 试题	76
7.5.2 答案	78
*第8章 相干光波通信系统	79
8.1 知识点	79
8.2 大纲要求及考点分析	79
8.2.1 大纲要求	79
8.2.2 考点分析	79
8.3 重点内容归纳	80

8.3.1	相干光通信的意义	80
8.3.2	相干检测原理与方式	80
8.3.3	相干检测的调制与解调	81
8.3.4	相干光接收机的误码率和灵敏度	83
8.3.5	相干光通信系统的关键技术	83
8.3.6	相干光通信系统的优点	84
8.3.7	相干光通信的应用与发展	84
8.4	本章基本习题解答	85
8.5	本章测试	85
8.5.1	试题	85
8.5.2	答案	86
第9章	多信道光波系统	88
9.1	知识点	88
9.2	大纲要求及考点分析	88
9.2.1	大纲要求	88
9.2.2	考点分析	88
9.3	重点内容归纳	89
9.3.1	多信道光波系统的复用技术概述	89
9.3.2	OWDM 定义及技术特点	90
9.3.3	WDM 系统的传输形式	92
9.3.4	波分复用器件的主要参数	93
9.3.5	WDM 系统的基本结构	94
9.3.6	WDM 的发展趋势	96
9.4	本章基本习题解答	96
9.5	本章测试	97
9.5.1	试题	97
9.5.2	答案	99
第10章	光孤子通信系统	101
10.1	知识点	101
10.2	大纲要求及考点分析	101
10.2.1	大纲要求	101
10.2.2	考点分析	101
10.3	重点内容归纳	102
10.3.1	关于光孤子	102
10.3.2	光孤子通信系统的构成和工作过程	102
10.3.3	光纤损耗与光孤子能量补偿放大	103
10.3.4	光孤子系统的通信容量及其限制因素	104
10.3.5	光孤子的传输控制	104
10.3.6	光孤子通信系统的研究进展	104
10.4	本章基本习题解答	105
10.5	本章测试	106
10.5.1	试题	106
10.5.2	答案	107

第 11 章 PDH 和 SDH 体系	108
11.1 知识点	108
11.2 大纲要求及考点分析	108
11.2.1 大纲要求	108
11.2.2 考点分析	108
11.3 重点内容归纳	109
11.3.1 数字信号复接	109
11.3.2 准同步数字体系(PDH)	111
11.3.3 同步数字体系(SDH)	113
11.3.4 SDH 网络的基本组成	114
11.3.5 SDH 的帧结构	117
11.3.6 SDH 的复用、映射与定位	118
11.3.7 数字网同步和数字同步网	119
11.4 本章基本习题解答	120
11.5 本章测试	122
11.5.1 试题	122
11.5.2 答案	123
附录	125
模拟试卷(一)	125
模拟试卷(一)答案	127
模拟试卷(二)	129
模拟试卷(二)答案	131
模拟试卷(三)	133
模拟试卷(三)答案	135
模拟试卷(四)	137
模拟试卷(四)答案	140
模拟试卷(五)	141
模拟试卷(五)答案	144
模拟试卷(六)	145
模拟试卷(六)答案	148
模拟试卷(七)	149
模拟试卷(七)答案	151
参考文献	154

第 1 章 导 论

1.1 知 识 点

- 光纤通信的定义以及光波通信的关键技术
- 光纤通信技术发展历史
- 光纤通信的优点和应用
- 光纤通信系统的基本组成
- 光纤通信的发展与新技术研究

1.2 大纲要求及考点分析

1.2.1 大纲要求

了解光纤通信的发展历史；了解光纤通信的优点和应用；理解光纤通信系统的基本组成；了解光纤通信的发展趋势及关键技术。

1.2.2 考点分析

导论是本课程的概述部分，本章主要考查光纤通信的定义，光纤通信的优点和应用，光纤通信系统的基本组成。

试题题型以填空题、判断题和简答题为主。

1.3 重点内容归纳

1.3.1 光纤通信的定义以及光波通信的关键技术

1. 光纤通信的定义

光纤通信是以光波为载频，以光导纤维(光纤)为传输介质的通信方式。

2. 光波通信的关键技术

基于光波进行通信必须解决两个关键技术问题：

- (1) 合适的光源；
- (2) 合适的传输介质。

1.3.2 光纤通信技术发展历史

1960年7月8日，美国科学家梅曼(T. H. Maiman)发明了红宝石激光器，使人们获得性质和电磁波相似而频率稳定的光源。

1966年7月，英籍华人高锟博士发表文章，从理论上分析证明了用光纤作为传输介质以实现光通信的可能性。

1970年，美国康宁公司成功地拉制出了世界上第一根衰减水平为20 dB/km的光纤，同时美国贝尔实验室(Bell)制作出可在室温下连续工作的铝镓砷(AlGaAs)半导体激光器。这两项科学成就揭开了光纤通信蓬勃发展的历史。

1974年，贝尔实验室发明了制造低损耗光纤的方法，称为改进的化学气相沉积法(MCVD)，光纤损耗下降到1 dB/km。

1976年，日本电报电话公司研制出更低损耗的光纤，损耗下降到0.5 dB/km。

1979年，日本电报电话公司研制出0.2 dB/km的光纤(1.55 μm)，这一数值已经十分接近石英光纤理论损耗极限。

目前，通信光纤最低损耗为0.17 dB/km。

光纤通信的发展可分为三个阶段，五代产品。

第一阶段(1966~1976年)，实现了短波长(0.85 μm)、低速率(45或34 Mb/s)多模光纤通信系统，无中继传输距离约10 km。

第二阶段(1976~1986年)，光纤从多模发展到单模，工作波长从短波长(0.85 μm)发展到长波长(1.31 μm 和1.55 μm)，实现了工作波长为1.31 μm 、传输速率为140~565 Mb/s的单模光纤通信系统，无中继传输距离为50~100 km。

第三阶段(1986~1996年)，实现了1.55 μm 色散位移单模光纤通信系统，采用外调制技术，传输速率可达2.5~10 Gb/s，无中继传输距离可达100~150 km。

五代产品是这样划分的：

第一代工作于0.85 μm 波段，最大通信容量约500 Mb/(s·km)。

第二代工作于1.31 μm 波段，最大通信容量约为85 Gb/(s·km)。

第三代工作于1.55 μm 波段，最大通信容量约1000 Gb/(s·km)。

第四代采用光放大器增加中继距离，采用频分和波分复用技术增加比特率，最大通信容量约为2000 Gb/(s·km)。

第五代以光孤子脉冲为通信载体，以光时分复用技术(OTDM)和波分复用技术(WDM)联合复用为通信手段，以超大容量、超高速率为特征。

上述光纤技术的发展如图1.1所示。

进入20世纪90年代后，随着光纤与光波电子技术的发展，在全世界范围内掀起了第三代通信网——全光通信网研究的潮流。

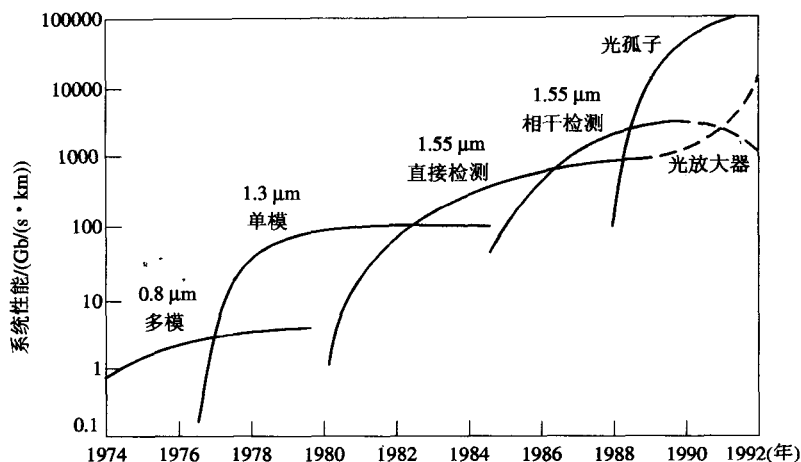


图 1.1 光纤通信技术的发展

1.3.3 光纤通信的优点和应用

1. 光纤通信的优点

目前光纤通信之所以广泛使用,是因为和其他通信手段相比,它具有无与伦比的优越性。

(1) 通信容量大。光纤通信使用的频率为 $10^{14} \sim 10^{15}$ Hz 数量级,比常用的微波频率高 $10^4 \sim 10^5$ 倍。从理论上讲,一根仅有头发丝粗细的光纤可以同时传输 100 亿条话路。虽然目前远未达到如此高的传输容量,但用一根光纤传输 10.92 Tb/s(相当 1.32 亿条话路)的试验已经取得成功,它比传统的明线、同轴电缆、微波等要高出几万乃至几十万倍以上。

(2) 中继距离长。由于光纤具有极低的衰耗系数(目前已达 0.2 dB/km 以下),若配以适当的光发送、光接收设备以及光放大器,可使其再生中继距离达数百千米以上甚至数千千米。这是传统的电缆(1.5 km)、微波(50 km)等根本无法与之相比拟的。

(3) 保密性能好。无线电通信很容易被人窃听,而在光纤中传输光波时只在其芯区进行,基本上没有光“泄漏”出去,因此其保密性能极好。

(4) 抗电磁干扰。自然界中对通信的各种干扰源比比皆是,如雷电干扰、电离层的变化和太阳黑子活动的干扰等,工业干扰源如电动机和高压电力线等的干扰,以及无线电通信的相互干扰等,这都是现代通信必须认真对待的问题。一般来说,现有的电通信尽管采取了各种措施,但都不能满意地解决以上各种干扰的影响,唯有光纤通信不受以上各种电磁干扰的影响,这将从根本上解决电通信系统中多年来困扰人们的干扰问题。光纤通信具有不受外界强电磁场的干扰、耐腐蚀等特性。

(5) 体积小,重量轻,便于施工和维护。相同容量情况下,光缆要比电缆轻 95%,光缆的重量仅为电缆的 $1/20 \sim 1/10$,故运输和敷设都比铜线电缆方便。

(6) 价格低廉。制造石英光纤的最基本的原材料是二氧化硅,即砂子,而砂子在自然界中几乎是取之不尽、用之不竭的。因此其价格十分低廉。目前,普通单模光纤的价格比铜线便宜。从话路成本来说,光纤每话路成本要比电缆便宜得多。

2. 光纤通信的应用

光纤通信的应用主要有以下几方面：

- (1) 有线、无线通信网。
- (2) 构成因特网的计算机局域网和广域网。
- (3) 有线电视网的干线和分配网。
- (4) 综合业务光纤接入网。

1.3.4 光纤通信系统的基本组成

光纤通信系统的基本组成如图 1.2 所示。

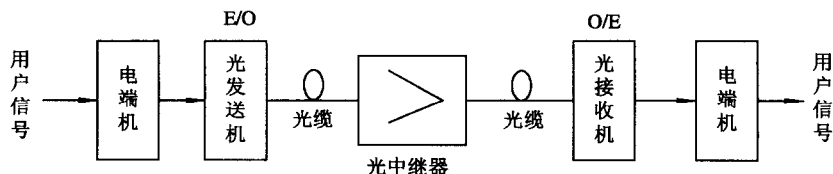


图 1.2 光纤通信系统的基本组成

1. 光纤光缆

通信系统用光纤作为通信信道，将光信号从光发送机无失真地传送到光接收机。对这种传输介质，其基本特性参数是损耗与色散。为实现高速长距离传输，要求光纤具有低损耗和低色散特性。

2. 光发送机

光发送机的作用是将电信号转化为光形式，并将生成的光信号注入光纤。光发送机由光源、调制器和信道耦合器组成。

发送功率是光发送机的一个重要设计参数，另一个重要参数是所用光源的光谱特性。CCITT 提出如下 3 种评估光谱特性的参数：最大均方根宽度 σ 、最大 20 dB 跌落宽度和最小边模抑制比(SMSR)。

3. 光接收机

光接收机把从光纤输出端接收到的光信号转换为原始的电信号。光接收机由耦合器、光电检测器和解调器组成。

确定接收机性能的一个重要参数是接收机灵敏度，它通常定义为在接收机误码率 $BER \leq 10^{-9}$ 的条件下所要求的最小平均接收光功率。

1.3.5 光纤通信的发展与新技术研究

1. 光纤通信的发展

光纤通信的发展可概括为以下 5 点：

(1) 光同步数字体系(SDH)得到了应用和发展。SDH 统一了不同数字通信标准，采用同步数字体系网络节点接口(NNI)后有利于国内外通信的互连和发展，从而增强了系统的效能。

(2) 继续增大通信容量和传输距离，继续改进常规的强度调制/直接检测(IM/DD)的

光通信系统技术。

(3) 继续完善宽带业务本地用户光纤网。宽带业务本地用户光纤网和异步转移模式(ATM)已引起了世界的重视。通信网中宽带业务本地用户光纤网的建设费用约占总费用的30%以上。

(4) 光电集成技术迅速发展。光纤通信技术的发展与光电集成技术息息相关,相辅相成。随着科技的发展,光通信不仅将在通信的传输部分,而且将在交换部分起主要作用,特别是光子技术的发展将使通信系统发生巨大的变化。

(5) 全光通信技术发展迅速。为了充分发挥光纤通信网高速、大容量的通信能力,避免在传输节点上受到由大量的电子处理过程而造成的电子瓶颈限制,近年来在光节点交换技术如光交叉连接器(OXC)、光分插复用器(OADM)、光包交换设备等方面进行了大量研究,并逐步实用化。

2. 光纤通信的新技术

光纤通信的新技术有:光波分复用技术、相干光纤通信技术、超长波长光纤通信技术和光孤子通信技术等。

1.4 本章基本习题解答

1. 光纤通信的发展情况如何?

答 光纤通信的发展情况可概括为以下5点:

(1) 光同步数字体系(SDH)得到了应用和发展。SDH统一了不同数字通信标准,采用同步数字体系网络节点接口(NNI)后有利于国内外通信的互连和发展,从而增强了系统的效能。

(2) 继续增大通信容量和传输距离,继续改进常规的强度调制/直接检测(IM/DD)的光通信系统技术。

(3) 继续完善宽带业务本地用户光纤网。宽带业务本地用户光纤网和异步转移模式(ATM)已引起了世界的重视。通信网中宽带业务本地用户光纤网的建设费用约占总费用的30%以上。

(4) 光电集成技术迅速发展。光纤通信技术的发展与光电集成技术息息相关,相辅相成。随着科技的发展,光通信不仅将在通信的传输部分,而且将在交换部分起主要作用,特别是光子技术的发展将使通信系统发生巨大的变化。

(5) 全光通信技术发展迅速。为了充分发挥光纤通信网高速、大容量的通信能力,避免在传输节点上受到由大量的电子处理过程造成的电子瓶颈限制,近年来在光节点交换技术如光交叉连接器(OXC)、光分插复用器(OADM)、光包交换设备等方面进行了大量研究,并逐步实用化。

2. 基于光波进行通信必须解决哪两个关键技术问题?

答 基于光波进行通信必须解决以下两个关键技术问题:

(1) 合适的光源。

(2) 合适的传输介质。

3. 光纤通信主要有哪些优点?

答 光纤通信主要有以下优点:

- (1) 通信容量大;
- (2) 中继距离长;
- (3) 保密性能好;
- (4) 抗电磁干扰;
- (5) 体积小, 重量轻, 便于施工和维护;
- (6) 价格低廉。

4. 光纤通信系统由哪几部分组成? 画图并简述光纤通信系统的工作过程。

答 光纤通信系统的基本组成如图 1.2 所示。

光纤通信系统由电端机、光发送机、光缆、光中继器与光接收机五部分组成。

电发送机的作用是对来自信源的信号进行处理, 例如模/数(A/D)变换、多路复用等, 它是一般的电通信设备。在发送端, 电端机把模拟信息(如语音)进行模/数转换, 实现时分复用(ETDM), 用电调制后的数字信号去调制光发送机中的光源器件, 如半导体激光器(LD)、半导体发光二极管(LED), 其作用是把电信号变成光信号, 即完成电/光(E/O)转换。然后将光信号耦合到光纤中传输给对方。在接收端, 光接收机内有光检测器, 如光电二极管 PIN、APD, 其作用是把来自光纤的光信号还原成电信号, 经放大、整形、再生、将电信号恢复原形后, 输入到电接收机。而电端机再进行数/模转换, 将电信号恢复成原来的模拟信息。若是长途通信, 在传输线路上还要增加若干个光中继器, 其作用是把经过长距离光纤的衰减和畸变后的微弱光信号放大、整形, 再生成具有一定强度的光信号, 继续送向远方, 以保证良好的通信质量。

1.5 本章测试

1.5.1 试题

一、填空题

1. 光纤通信是以_____为载频, 以_____为传输介质的通信方式。
2. 光通信系统使用电磁波谱中近红外区域的高频电磁波, 其频率约为_____。
3. 1966 年 7 月, 英籍华人_____博士从理论上分析证明了用光纤作为传输介质以实现光通信的可能性。
4. 光纤通信系统的通信窗口波长范围为_____。
5. 光纤通信的最低损耗波长是_____, 零色散波长是_____。
6. 光纤通信系统的带宽取决于光源的_____, _____和光纤的_____特性。
7. 光纤通信系统的短波波长窗口为_____, 长波波长窗口为_____。

二、判断题

1. 光发送机的作用是将光形式转化为电信号。

()

2. 确定接收机性能的一个重要参数是接收机灵敏度。 ()
3. 对光参数的调制, 目前大多数光纤通信系统都采用相位调制。 ()
4. 光中继器的作用是为了延长通信距离。 ()

三、选择题(有一个或多个答案)

1. 在光通信发展史上, ()、()两个难题的解决, 开创了光纤通信的时代。
A. 宽带光纤 B. 小型光源 C. 省源光源 D. 低损耗光纤
2. 目前光纤通信常用的窗口有()。
A. $0.85 \mu\text{m}$ B. $2 \mu\text{m}$ C. $1.31 \mu\text{m}$ D. $1.55 \mu\text{m}$
3. 目前光纤通信广泛使用的光源有()。
A. LED B. LD C. PCM D. PDH
4. 光纤通信是以光波为载频, 以()为传输介质的通信方式。
A. 电缆 B. 无线电磁波 C. 光纤 D. 红外线

四、简答题

1. 简述五代光纤通信所工作的波段和最大通信容量。
2. 光纤通信的主要应用是什么?
3. 光纤通信中的新技术有哪些?
4. 为什么说光纤通信比电缆通信的容量大?

1.5.2 答案

一、

1. 光波 光导纤维(光纤)
2. 300 THz
3. 高锗
4. $0.7 \sim 1.7 \mu\text{m}$
5. $1.55 \mu\text{m}$ $1.31 \mu\text{m}$
6. 调制特性 调制方式 色散
7. $0.8 \sim 0.9 \mu\text{m}$ $1.2 \sim 1.7 \mu\text{m}$

二、

1. $\times$ 2. $\checkmark$ 3. $\times$ 4. $\checkmark$

三、

1. BD 2. ACD 3. AB 4. C

四、

1. 五代光纤通信所工作的波段、最大通信容量如下:

第一代工作于 $0.85 \mu\text{m}$ 波段, 最大通信容量约 $500 \text{ Mb}/(\text{s} \cdot \text{km})$ 。

第二代工作于 $1.31 \mu\text{m}$ 波段, 最大通信容量约为 $85 \text{ Gb}/(\text{s} \cdot \text{km})$ 。

第三代工作于 $1.55 \mu\text{m}$ 波段, 最大通信容量约 $1000 \text{ Gb}/(\text{s} \cdot \text{km})$ 。

第四代采用光放大器增加中继距离, 采用频分和波分复用技术增加比特率, 最大通信容量约为 $2000 \text{ Gb}/(\text{s} \cdot \text{km})$ 。

第五代以光孤子脉冲为通信载体，以光时分复用技术(OTDM)和波分复用技术(WDM)联合复用为通信手段，以超大容量、超高速率为特征。

2. 光纤通信的应用主要有以下几方面：

- (1) 有线、无线通信网；
- (2) 构成因特网的计算机局域网和广域网；
- (3) 有线电视网的干线和分配网；
- (4) 综合业务光纤接入网。

3. 光纤通信中的新技术有：

- (1) 光波分复用技术；
- (2) 相干光纤通信技术；
- (3) 超长波长光纤通信技术；
- (4) 光孤子通信技术。

4. 光纤通信的载波是光波，电缆通信的载波是电波。虽然光波和电波都是电磁波，但是频率差别很大。光纤通信用的近红外光(波长约 $1\ \mu\text{m}$)的频率(约 $300\ \text{THz}$)比电波(波长为 $0.1\ \text{m}\sim 1\ \text{mm}$)的频率($3\sim 300\ \text{GHz}$)高 3 个数量级以上。载波频率越高，频带宽度越宽，因此信息传输容量越大。