**光纤通信原理实验**

**一、实验目的：**

1. 了解光纤通信系统的工作原理；
2. 了解光纤通信的基本特点；
3. 通过波分复用解复用器件（WDM）实现双波长单纤单向音频视频通信传输；

**二、光纤通信的发展过程：**

到了20世纪中页，出身上海的英藉华人高锟（K.C.Kao）博士，通过在英国标准电信实验室所作的大量研究的基础上，对光波通信作出了一个大胆的设想。他认为，既然电可以沿着金属导线传输，光也应该可以沿着导光的玻璃纤维传输。并大胆地预言，只要能设法降低玻璃纤维的杂质，就有可能使光纤的损耗从每公里1000分贝降低到20分贝／公里，从而有可能用于通信。从此揭开了光纤通信的帷幕。光纤通信的发展过程如表1所示。

表1 光纤通信的发展过程

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 工作波长 | 光纤 | 激光器 | 比特率B | 中继距离L |
| 第一代70年代 | 850nm | 多模 | 多模 | 10～100Mb/s | 10Km |
| 第二代80年代初 | 1300nm | 多模  单模 | 多模 | 100Mb/s  1.7Gb/s | 20Km  50Km |
| 第三代80年代中～90年代初 | 1550nm | 单模 | 单模 | 2.5Gb/s～10Gb/s | 100Km |
| 第四代90年代 | 1550nm | 单模 | 单模 | 2.5Gb/s10Gb/s | 21000Km（环路）  1500Km；光放大系统 |
| 第五代～至今 | 1550nm | 单模 | 单模 | 单路:40,160,640Gb/s  信道:8,16,64,128,1022 | 波分复用WDM |
| 目前研究内容 | WDM光网络；全光分组交换；光时分复用；光孤子通信；新型的光器件 | | | | |

**三、光纤通信优点：**

1．光波频率很高，光纤传输的频带很宽，故传输容量很大，理论上可通上亿门话路或上万套电视，可进行图像、数据、传真、控制等多种业务；目前的通信材料主要电缆、波导管、微波和光缆，电缆、波导管、微波和光缆通信容量的对比如表2所示。可以看出光缆的通信容量远远大于其它的通信材料。

表2电缆、波导管、微波和光缆通信容量的对比

|  |  |
| --- | --- |
| **传输线路** | **传输电话路数** |
| 平衡电缆 | 3，000 |
| 微波 | 50，000 |
| 同轴电缆 | 100，000 |
| 毫米波导管 | 300，000 |
| 光缆 | 5，000，000以上 |

2．不受电磁干扰，保密性好；损耗小，中继距离远。光纤是由非金属的石英介质材料构成的，它是绝缘体，不怕雷电和高压，不受电磁干扰，甚至包括太阳风暴也影响不到光纤通信，2000年6月8日的太阳风暴，差点使俄罗斯的一颗导航卫星失去方向。太阳风暴还会造成人造卫星的短路，许多靠卫星传播的通信业务可能因此停顿。1998 年5月，美国银河4号卫星因受太阳风暴影响而失灵，造成北美地区80%的寻呼机无法使用，金融服务陷入脱机状态，信用卡交易也中断了，有试验表明，在核爆炸发生时，地球上所有的电通信将中断，而唯有光通信几乎不受影响；光纤中传输的是频率很高的光波，而各种干扰的频率一 般都比较低，所以它不能干扰频率比它高的多的光波。打个比方说，光纤中的光波好比是在万丈高空飞行的飞机，任凭地上行驶的火车、汽车如何得多，也不会影响到它的飞行。

3．光纤材料来源丰富，可节约大量有色金属(如铜、铝)，且直径小、重量轻。相同话路的光缆要比电缆轻90%～95%(光缆重量仅为电缆重量的十分之一到二十分之一)，而直径不到电缆的五分之一。通21000话路的900对双绞线，其直径为3英寸，重量为8 吨/公里；通讯量为其十倍的光缆，直径仅0.5英寸，重量仅450磅/公里。

4．耐高温、高压、抗腐蚀，工作可靠等等优点就不一一罗列了。

**四、光纤通信的原理：**

光纤通信系统的工作原理如图1所示：

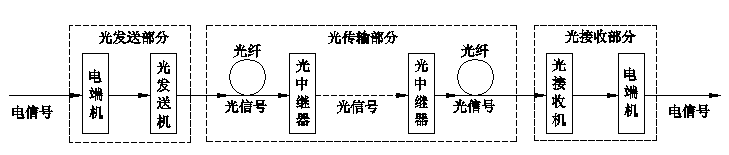


图1 光纤通信系统的工作原理

光纤通信系统主要由光发送、光传输、光接收三大部分组成。

光发送部分主要包括电端机、光发送机等部分。电端机的作用是对来自信息源的电信号进行处理，如模数转换和多路复用等处理。光发送机由驱动器和光源组成，其作用是把光端机送来的信号对光源进行调制，使光源产生与电信号相对应的光信号进入光纤。

光传输部分主要由光纤和光中继器组成。光纤是光纤通信系统的主要组成部分，它的特性好坏将对光纤通信系统产生很大的影响。光中继器的作用是对经过光纤传输后衰减了的光信号进行放大和再生，使之能够继续向前传输，达到长距离通信的目的。

光接收部分主要由光接收机和电端机构成。光接收机含光检测器和放大器，从光纤中传输来的已调光波信号到达光检测器，由光检测器将光信号解调为相应的电信号，再经放大器后进入电端机。此处的电端机实现发送部分的电端机相反的功能，如数模转换和光波解复用等处理。

**五、 数字光纤通信系统**

按传输信号的类型分，光纤通信系统可分为模拟光纤通信系统和数字光纤通信系统。模拟光纤通信系统将模拟信号不经过任何调制而直接去调制光源，它是光通信系统中设备最简单、成本最低的一种光纤通信系统。但是，这种直接光强调制方式的光纤通信系统对光/电和电/光转换的线性度要求较高。由于目前电光转换的光源及光电转换的光探测器只在小信号下工作才具有较好的线性度，对于大信号有较大的非线性失真，这使得模拟光纤通信只适用于小容量、短距离的光纤通信。

目前的光纤通信系统中绝大多数采用数字方式的光纤通信。在数字光纤通信系统中，模拟信号经过采样、量化及编码后被转换成数字信号（如PCM信号），再经过光发送机输入到光纤，由光纤传输至接收器，最后由数模（D/A）转换器将数字信号转换成原始的模拟信号。其原理框图如图2所示。与模拟光纤通信相比，数字光纤通信具有传输稳定、抗干扰能力强、效率高等优点。

六、**WDM的基本概念和系统基本构成**

光波分复用（WDM：Wavelength Division Multipxing）技术，是在一根光纤中同时传输多波长光信号的一项技术。其基本原理是在发送端将不同波长的光信号组合复用，并耦合到光缆线路上的同一根光纤中进行传输；在接收端又将组合波长的光信号分解，并作进一步处理，恢复出原信号后送入不同的终端。

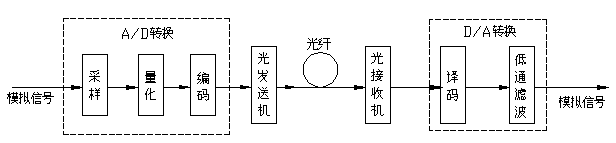


图2 数字光纤通信系统原理框图

WDM将光纤的可用波段分成若干小信道，每个信道对应一波长，使单波长传输变成多波长同时传输，从而大大增加光纤的传输容量，不同波长载有不同信号。

WDM系统的基本构成主要有两种形式：一是双纤单向传输；二是单纤双向传输。前者在开发和应用方面比较广泛，但使用的光纤和线路放大器的数量要多；后者在设计和应用时必须考虑几个关键的系统因素，如抑制干扰、双向隔离和双向放大器等。

**七、WDM的主要特点**

**1、增大传输带宽，提高传输容量**

WDM技术充分利用光纤的巨大带宽资源（低损耗波段），使一根光纤的传输容量比单波长传输增加几倍至几十倍，从而降低成本，具有很大应用价值，在很大程度上解决了传输带宽问题。

**2、传输多种不同类型信号**

由于WDM技术使用的各信号波长彼此独立，因而可以传输特性完全不同的信号，完成各种通信业务的合成与分解，包括数字信号和模拟信号，以及准同步数字序列（PDH）信号和同步数字序列（SDH）信号，实现多媒体信号（视频、音频、数据、文字、图像等）的传输。

1. **多种网络应用形式**

根据不同的需求，WDM技术可有很多种应用形式，如长途干线网络、广播式分配网络、多路多址局域网络应用等。

1. **扩充网络容量、减少投资**

对已建光纤通信系统扩容方便，只要原系统的功率富余度较大，进一步增容不必大动。不用敷设更多的光纤线路，也无须使用高速率的网络部分，只要更换光端机就可扩充网络容量。

1. **组网灵活可靠**

可在网络节点使用光分插复用器（OADM）直接上下光波长信号，或使用光交叉连接设备（OXC）对光波长直接进行交叉连接，组成具有高灵活性、高可靠性、高生存性的全光网络。

1. **实用高效、性能优良**

业已成熟的掺饵光纤放大器（EDFA）技术在特定的频带内，无须进行光电转换就可直接放大光波信号，这为高密度波分复用传输系统的应用提供了最佳扩展空间。

1. **IP的传送通道**

波分复用通道对数据格式是透明的，与信号速率及电调制方式无关。通过增加一个附加波长即可引入想要的宽带新业务或新容量，如IP over WDM技术。

1. **降低器件的超高速要求**

随着传输速率的不断提高，许多光电器件的响应速度已明显不足。使用WDM技术可降低对一些器件在性能上的极高要求，同时又可实现大容量传输。

**八、通过WDM实现双波长单纤单向音频视频通信传输**

1、**实验装置：**

本实验仪器由光纤发射/接收仪、收音机、WDM、光纤跳线、摄像头、音箱及监视器等组成。

**2、实验内容和步骤**

构建WDM单向传输系统，用DWM实现单纤单向视频、音频传输。

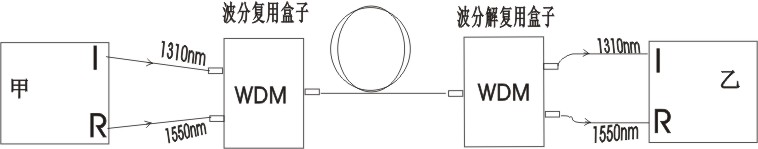


图3双波长单纤单向波分复用通信系统

a、按上原理图将CCD摄像头的信号输出及收音机的信号输出分别连接到光纤通信发射端的1310nm和1550nm（任选）激光载波对应的信号输入端。

b、将WDM的1310nm/1550nm端分别接到波分复用与解复用盒子双光纤连接头上（双链接头一端），再用两根光纤跳线，一端分别连接光纤通信发射仪的1310nm和1550nm激光光源上，另一端分别连接WDM波分复用盒子上对应波长的接头上。将WDM的合光端分别接到波分复用与解复用盒子单纤光纤连接头上，用跳线分别连接WDM的波分复用与解复用盒子单纤光纤连接头上，再用两根跳线，它们一端分别连接光纤通信接收仪的1310nm和1550nm光纤连接头上，另一端分别连接WDM波分解服用盒子上对应波长的连接头上。

c、光纤通信接收仪的1310nm信号输出接至监视器的视频输入；1550nm的信号输出接至的音箱上。

* 1. 开启各部分的电源，观察监视器上的图像及倾听声音。

e、关机。

**九、实验报告和内要求**

1、简述光纤通信的原理。

2、测量波分复用解复用器件的隔离度、串扰及插入损耗。

3、简述用波分复用解复用器件（WDM）实现单纤单向视频、音频传输的原理及操作过程。