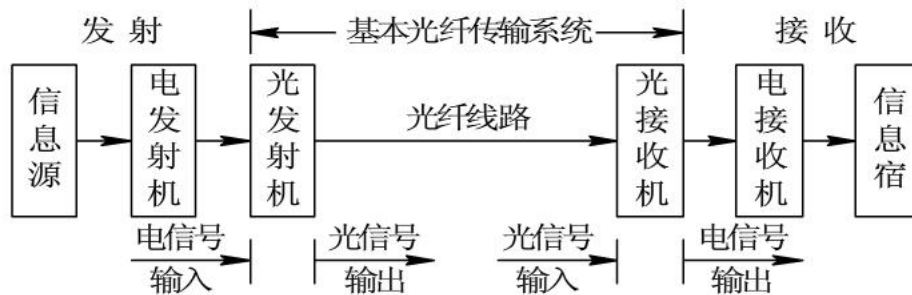


光纤通信

1、简述光纤通信系统的基本组成（单向传输）



2、光纤的三个传输窗口是什么？

0.85 μm 、1.31 μm 、1.55 μm 。

3、光纤的结构分别由哪几部分构成，各部分作用是什么？

光纤 (Optical Fiber) 是由中心的纤芯和外围的包层同轴组成的圆柱形细丝

光纤由纤芯、包层和涂覆层 3 部分组成。

纤芯：纤芯位于光纤的中心部位。直径 $d_1=4\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ ，单模光纤的纤芯为 $4\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ ，多模光纤的纤芯为 $50\mu\text{m}$ 。纤芯的成分是高纯度 SiO_2 ，作用是提高纤芯对光的折射率 (n_1)，以传输光信号。

包层：包层位于纤芯的周围。包层为光的传输提供反射面和光隔离，并起一定的机械保护作用。直径 $d_2=125\mu\text{m}$ ，其成分也是含有极少量掺杂剂的高纯度 SiO_2 。略低于纤芯的折射率，即 $n_1 > n_2$ ，它使得光信号封闭在纤芯中传输。

4、光缆的结构分别由哪几部分构成，各部分作用是什么？

光缆由缆芯、护层和加强芯组成。

其中缆芯就是套塑光纤，护层对已成缆的光纤芯线起保护作用，避免受外界机械力和环境损坏。护层可分为内护层和外护层。内护层用来防潮。外护层起抗侧压、耐磨、抗紫外线、防湿作用，隔离外界的不良影响。加强芯主要承受敷设安装时所加的外力。

5、单模光纤与多模光纤在尺寸和使用场合上各有什么不同？

单模光纤的纤芯直径为 $4\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ ，适用于高速长途通信系统。

多模光纤的纤芯直径为 $50\mu\text{m}$ ，适用于低速短距离通信系统。

6、光纤传输性能的主要指标有哪些？其单位是什么？

衰减系数 α ，单位 dB/km ；色散系数 d ，单位 ps/nm.km ；

7、光与半导体物质的三个基本的作用过程是什么？半导体激光器、光检测器和光放大器分别基于哪个过程？

受激吸收、自发辐射、受激辐射。

分别基于受激辐射，受激吸收和受激辐射。

9、光发送器、接收器和无源光器件的主要技术指标各有哪些？

光发送器：工作波长和光谱特性、输出光功率、消光比、调制特性、温度特性和工作寿命等

光接收器：工作波长和响应度，响应速度，噪声水平、线性关系和工作寿命等。

无源光器件：工作波长、插入损耗、回波损耗、隔离度等

10、LED 与 LD 有何不同？SLM-LD 与 MLM-LD 有何不同？内调制激光器和外激光器有何不同？

FP-LD、DBF-LD、DBR-LD 和 VCSEL-LD 中文名是什么？

LED 没有光学谐振腔，不能形成激光，所发出的是荧光。LD 发出的是激光。

SLM-LD 是单纵模激光器，MLM-LD 是多纵模激光器，SLM-LD 比 MLM-LD 光谱窄。

内调制激光器简单、损耗小、成本低，适用于短途小容量通信系统。外调制器性能优越，适用于各种场合。

FP-LD: F-P 腔激光器、DBF-LD 分布反馈激光器、DBR-LD 分布 Bragg 反射激光器和 VCSEL-LD 垂直腔面发射激光器

11、什么是数值孔径 NA，它的大小与相对折射率及色散大小有无关联？

光纤的数值孔径数值孔径表征了光纤的集光能力(最大有效入射角的正弦值)。

因为 $NA = n_1 \sqrt{2\Delta}$ ， $\Delta \tau_{\max} \approx \frac{\Delta n_1}{c}$ 。所以相对折射率和色散值成越大则 NA 也越大。

12、什么是归一化频率 V，V 取值多少时光纤单模传输？什么叫光纤的截止波长？

光纤的归一化频率 $V = 2\pi(2\Delta)^{1/2} n_1 a / \lambda_0$ 是一个综合性参数，与光纤的结构参数（纤芯的折射率 n_1 、半径 a 、折射率相对差 Δ ）和工作波长 λ_0 有关。其数值大小决定了弱波导光纤中电磁场的分布和传输情况。

光纤单模传输的条件是 $0 < V < 2.4$ 。

光纤的截止波长 λ_c 是一组数组波长，表示不同导模刚好截止不传（波长大于该值时，相应的电磁场模式不能沿光纤有效传输）。

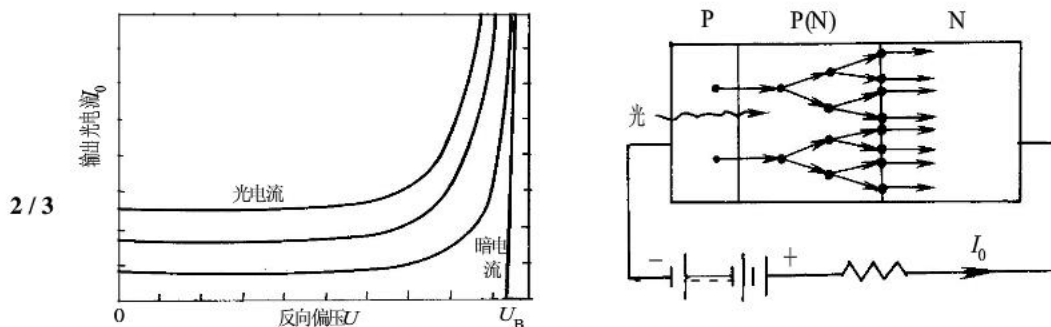
单模光纤进行单模传输的最小波长称为单模光纤的截止波长。

13、PIN 与 ADP 中文名是什么？它们有何不同？试画出 PIN 响应度与波长的典型关系曲线。

PIN: PN 结光电二极管，ADP: 雪崩光电二极管

ADP 因为雪崩效应而灵敏度较高。

P93 图，是个上凸曲线，存在上截止波长，波长太小时转换效率也大大下降。



14、举例说明光纤通信系统的应用场合有哪些？什么是损耗受限系统和色散受限系统？什么是最坏值设计法？什么是光通道代价 P_p 和光缆富裕度 M_c ？色散受限距离与色散系数、光源光谱宽度、信息速率大致有何关系？

光纤模拟通信系统如模拟电视、光纤测量和传感系统。光纤数字通信系统，如国家和地区的骨干数字传输网络。

根据再生段的总损耗要求来进行计算和设计的系统称为损耗受限系统。根据再生段的总色散要求来进行计算和设计的系统称为色散受限系统。

实际系统根据两个系统的最坏值来设计再生段的通信距离的设计方法。

光通道代价 P_p 指因环境等多种因素引发的光信号质量变差而折算成光功率代价的量。

光缆富裕度 M_c 指因为光缆衰减各种因素退化变差而留有的富裕量

散受限距离与色散系数、光源光谱宽度、信息速率大致成反比例的关系

15、试列出五种以上无源光器件的名称和用途？试列出三种以上光放大器的名称和特点？

叙述 EDFA 原理，比较光信号波长与光泵浦波长的波长范围。

光纤连接器：完成ODF架到设备尾纤之间的连接等。光纤衰减器：用于光信号电平的调整。

光耦合器：用于信号的合路和监控等。光隔离器：单向光传输器件。光环行器：多端口的单向光传输器件。

光栅：色散补偿（啁啾光栅）或光滤波（光纤光栅）。滤波器：光调制器或光滤波（M-Z滤波器）。

波分复用解复用器件：光波合路和分路。NOLM（非线性环路镜）：快速光开关。

偏振控制器：保持或控制光的偏振态。自聚焦透镜：用于准直光束

半导体光放大器（SOA）、掺铒光纤放大器（EDFA）和拉曼放大器（RFA）。SOA 具有体积小、成本低和易于其它器件集成的特点，EDFA 具有增益高的特点、RFA 具有带宽适应性好的特点。光放大器的共同特点是延长通信距离但对色散没有改善作用。

EDFA的原理是：在泵浦光作用于掺铒光纤的铒离子和电子，产生受激吸收和粒子反转，信息光此时再作用于掺铒光纤，产生受激辐射从而放大了信息光。

光泵浦波长比光信号波长短（能量高），在光信号波长的带外