

实验一 光纤通信系统综合实验

一. 实验目的

1. 熟悉数字光纤通信系统工作过程;
2. 熟悉光功率计的使用方法;
3. 熟悉光器件插入损耗、数字光发射机平均光功率的概念; 熟悉半导体激光器LD的P-I特性; 熟悉数字光发射机的消光比的定义及指标要求;
4. 熟悉数字光接收机灵敏度概念;
5. 熟练测试光源P-I特性曲线;
6. 掌握光器件插入损耗、数字光发射机消光比以及平均光功率的测试方法;
7. 掌握光接收机灵敏度的近似测试方法;
8. 实施光纤通信系统中的数据传输;
9. 熟悉数字光纤系统受损耗限制时的中继距离测算。

二. 实验环境

1. 通信系统综合实验平台 1;
2. 装有 SRP 软件的 PC 机 1;
3. 光纤通信板 1 ;
4. 光纤多用表 1;
5. 数字万用表 1;
6. 数字示波器 1;
7. 排线 1;
8. 电路跳线 至少3;
9. (光) 尾纤 2;
10. 光连接器 (法兰) 1;
11. 收纳盒及其余配件 1 及见清单

三. 实验基本原理

1. 光纤连接器与尾纤带来的插入损耗及测试
 - 1.1 光源经过尾纤F1与光功率计连接好, 从光功率计读出光功率值 P_1 (dBm)
 - 1.2 将光源、尾纤 F1、光纤连接器 (法兰) 、尾纤 F2 与光功率计连接好, 从光功率计读出光功率值 P_2 (dBm)
 - 1.3 法兰与尾纤 F2 带来的插入损耗值 $= P_1 - P_2$
2. LD 光源的 P-I 特性:
转折点, 相应的驱动电流称为门限电流(或称 阈值电流), 用 I_{th} 表示。在门限电

流以下，激光器工作于自发辐射，输出光功率通常小于 $200pW$ ；在门限电流以上，激光器工作于受激辐射，输出激光，功率随电流迅速上升，基本上成折线关系。

3. 光发射机消光比：

$$EXT = 10lg \frac{P_{11}}{P_{00}}$$

P_{00} ：光发射机输入全“0”时输出的平均光功率即无输入信号时的输出光功率。

P_{11} ：光发射机输入全“1”时输出的平均光功率。

消光比 EXT 相当于光发射机眼图的最大纵向睁开度，EXT 越大，眼图中眼睛睁的越大，光接收机灵敏度越高

4. 光发射机平均光功率：

发射机发送伪随机序列时，发射端输出的光功率值。

5. 光接收机灵敏度 P_{min}

在给定误码率（或信噪比）条件下，光接收机所能接收的最小平均光功率。 P_{min} 越小，接收机的灵敏度就越高。

灵敏度 P_{min} 的单位一般用 dBm 表示：

$$P_R = 10lg \frac{P_{min}}{1mW} (dBm)$$

6. 光纤通信中继距离受损耗限制的计算：

$$L(a_f + a_s + a_m) + 2a_c + M_e \leq P_t - P_r$$

- P_t 为平均发射功率 (dBm)
- P_r 为接收灵敏度 (dBm)
- a_c 为连接器损耗
- M_e 为系统余量
- a_f 为光纤损耗系数 (dB/km)
- a_s 为每 km 平均接头损耗
- a_m 为每 km 光纤线路损耗余量
- L 为中继距离 (km)

7. AV2498A 型光纤多用表之使用

- 波长选择为 $1310nm$ ；
- 根据测试需求，按 W/dBm 键随时切换得到线性 (W)、对数值 (dBm)
- 按调零键可以将很小负功率值调整为很小的正功率值
- 光源打开：同时按（平均+保持）

四. 实验流程设计

1. 测量 LD 激光器的 P-I 特性曲线
2. 数字光发射机消光比的测试

3. 数字光发射机平均光功率测试
4. 光接收机灵敏度测试
5. 数字光纤通信
6. 光纤通信中继距离分析计算
7. 光纤连接器与尾纤插入损耗测试

五. 实验测试结果及分析计算

项目1:

$P(\mu W)$	0.06	0.13	0.159	0.650	0.80	82.4
$U(mV)$	23.8	28.8	30.9	60.0	65.5	95.6
$I(mA)$	2.38	2.88	3.09	6.0	6.55	9.56

项目2:

$$P_{in} = 10.16 \mu W$$

$$P_{00} = 60.2 \mu W$$

$$EXT = 10 \lg \frac{P_{in}}{P_{00}} = 10 \lg \frac{10.16 \times 10^{-6}}{60.2 \times 10^{-6}} = -7.77 \text{ dB}$$

项目3: $P_t = -1.56 \text{ dBm}$

项目4: $P_{min} = -6.88 \text{ dBm}$

项目5: 照片

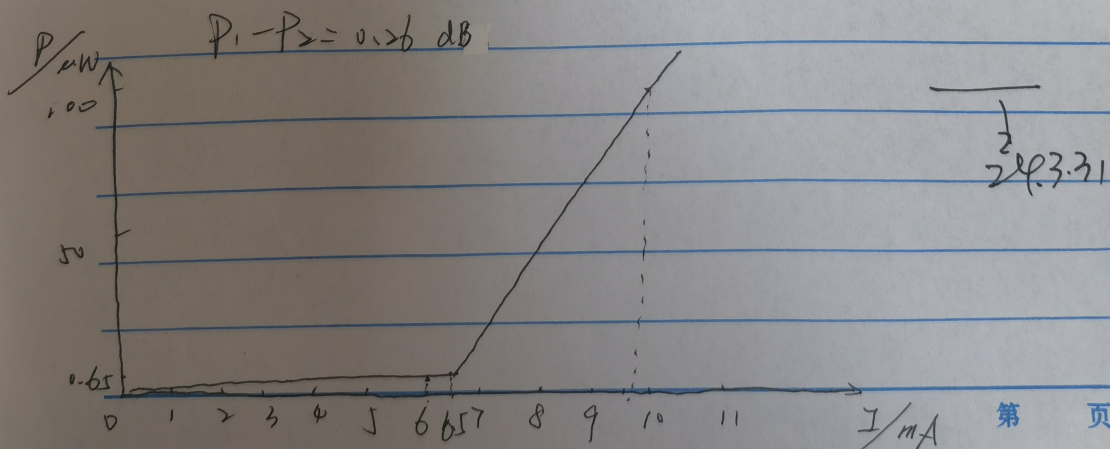
项目6: $L(a_f + a_s + a_m) + 2a_c + Me \leq P_t - P_r$

$$L \times (0.25 + 0.025 + 0.025) + 2 \times 0.1 \times 3 \leq -1.56 + 6.88$$

$$L \leq 7.709 \text{ km}$$

项目7: $P_1 = -70.62 \text{ dBm}$ $P_2 = -70.88 \text{ dBm}$

$$P_1 - P_2 = 0.26 \text{ dB}$$



六. 实验中遇到的问题及解决方法

七. 心得体会

八. 参考文献

1. 光通操作指导 202403
2. 光通信实验 20240329