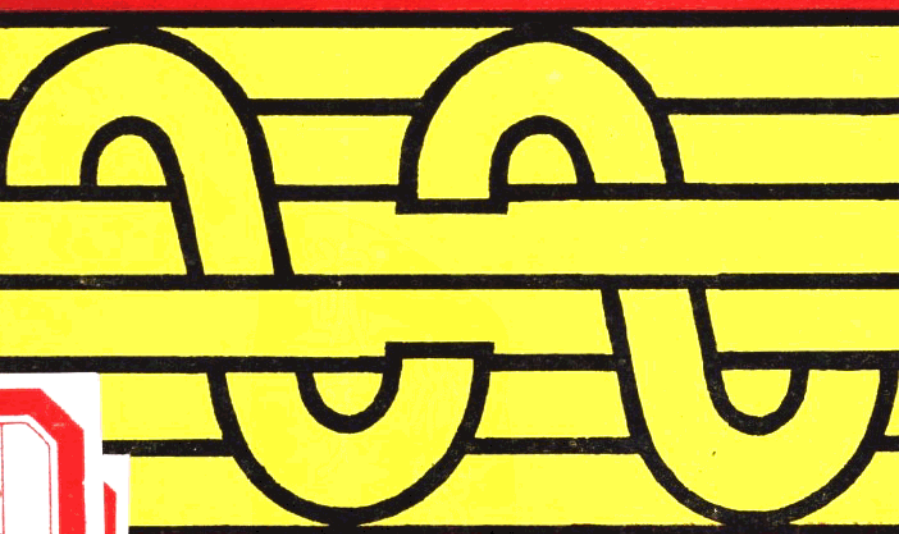


邮电中等专业学校教材

光纤通信实验指导

叶斌 编



人民邮电出版社

邮电中等专业学校教材

光纤通信实验指导

叶斌 编

人民邮电出版社

登记证号（京）143号

内 容 提 要

本书是密切配合《光纤通信测量》课程的实验教材，目的是培养学生的基本技能和动手能力，巩固和加深理解所学的光纤通信测量的基本理论知识。

全书共有十六个实验，从最简单的光纤结构观察开始，到光纤的接续和光纤最主要的基本参数测量等，给学生提供一个形象、易于理解和掌握的实践机会。此外，还有对光源、光电检测器以及光纤通信系统的基本实验。

本书可供邮电中等专业学校作为实验课教材，也可供其他从事该专业的初学者使用。

邮电中等专业学校教材
光纤通信实验指导

叶斌 编

责任编辑 胡美霞

人民邮电出版社出版发行
北京朝阳门内南竹杆胡同111号
河北省涞水县华艺印刷厂印刷
新华书店总店科技发行所经销

开本：787×1092 1/32 1995年4月 第一版
印张：1.75 1995年4月 河北第1次印刷
字数：37 千字 印数：1—10 100 册

ISBN 7-115-05414-2/TN·795

定价：1.60元

前 言

随着邮电通信事业飞速发展，新技术、新理论、新装备日新月异。我司原组织编写的中专教材有些内容显得陈旧，难于适应新形势下教学的需要，为此我们对教学大纲进行了修订，并对原教材出版计划做了调整，重点突出了新技术方面的教材。今后将陆续出版。

教材是提高教学质量的关键。编写教材时力求以马列主义、毛泽东思想为指导，运用辩证唯物主义的观点阐明科学技术的规律，内容力求结合实际，提高学生的实践动手能力。

对于书中的缺点和错误之处，希望教师和同学们在使用过程中及时指出，以便修改提高。

邮电部教育司

1994年1月

编者的话

本书应与光纤通信测量原理课程密切配合，目的是巩固和加深理解所学的基本理论知识、培养光纤通信实验的基本技能和动手能力。通过实验，要求学生初步具备分析光纤、光电器件及系统的性能优劣，检查、判断光纤故障以及分析、处理实验结果和撰写实验报告的能力，而且要求学生掌握光纤通信中常用仪器、仪表的使用方法。

本书选编了十六个实验，从最简单的光纤结构的观察开始，到光纤通信系统指标的测试，所有的实验内容都是对基础理论的验证。

书中所列实验包括：实验目的、实验仪表和器材、实验项目、实验装置、实验步骤、实验要求及思考题等内容。其中各实验所列的仪器、仪表的型号仅供参考，至于实验原理，有的实验有概括性的描述，但多数实验没有此项，需参考《光纤通信测量》一书。因此，为了做好实验，要求实验前要认真预习，理解实验的原理，清楚实验中的注意事项等，做好充分准备。在实验中，要求做好数据和波形的记录，实验后再做认真分析和撰写实验报告。

在编写过程中，得到了北京邮电大学王明鑑教授的指导，在此表示感谢。

由于编者水平有限，错误和不妥之处恳请读者批评指正。

编者

1994年4月

目 录

实验一	光纤结构的观察.....	(1)
实验二	多模光纤折射率分布的测量.....	(3)
实验三	多模光纤数值孔径的测量.....	(7)
实验四	多模光纤衰减系数的测量.....	(10)
实验五	多模光纤带宽的测量.....	(13)
实验六	单模光纤模场直径的测量.....	(16)
实验七	单模光纤截止波长的测量.....	(18)
实验八	光纤接续实验.....	(22)
实验九	光纤接头损耗的测试.....	(26)
实验十	光纤长度的测试——OTDR 仪表的应用.....	(29)
实验十一	LD (或LED) 输出特性的测量.....	(31)
实验十二	LD (或LED) 光谱特性的测量.....	(34)
实验十三	光电检测器主要参数的测量.....	(37)
实验十四	光纤数字通信系统误码性能的测试.....	(41)
实验十五	光纤数字通信系统光接口发送部分指标的 测试.....	(44)
实验十六	光纤数字通信系统光接口接收部分指标的 测试.....	(47)

实验一 光纤结构的观察

一、实验目的

1. 通过光斑来观察光纤的几何结构。
2. 认识单模光纤与多模光纤的几何区别。

二、实验仪表和器材

1. 单模光纤、多模光纤 各2m
2. 显微镜 1台
3. 氦氖激光器 1台

三、观察系统简介

用刀片把光纤两端的涂敷层去除干净，并作好端面（要求与轴线垂直）。将其中一端垂直地置于显微镜的物镜之下，另一端用氦氖激光器照射。这样，便构成光纤结构的观察系统。如图1—1所示。

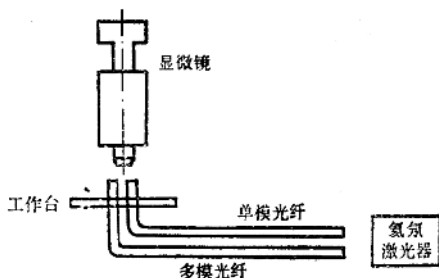


图 1—1 光纤结构观察系统

由于光主要在光纤的芯区中传播，所以当目镜与光纤端面的距离调节适当时，就可在目镜中看到芯区明亮、包层暗淡的光斑。

四、 要求

实验前，先作预习，了解光纤的几何结构及光学特性。

五、 注意事项

1. 由于这个观察系统调节难度较大，所以，在实验前已由实验指导老师调节好，大家在观察过程中不要再动显微镜。
2. 在实验过程中，不要移动激光器，以免激光误伤人眼。

六、 思考题

1. 单模光纤与多模光纤在几何结构上有什么区别？
2. 如何区别光纤的纤芯与包层？

实验二 多模光纤折射率分布的测量

一、实验目的

了解利用近场扫描法测量多模光纤折射率分布的原理及测试过程。

二、实验仪表和器材

1. 光注入系统 1套
2. 近场扫描仪 1台
3. X—Y函数记录仪 1台
4. 1~2m被测多模光纤（阶跃型或渐变型均可） 1段

三、实验原理及装置简介

1. 实验原理

近场扫描法是根据在稳态模式功率分布的条件下，利用沿直径扫描测得的光纤输出端近场功率分布与折射率差的变化成正比，而建立起来的测验方法。

由公式

$$P(r) = P_0 \frac{2n_2 \Delta n(r)}{n^2(0) - n_2^2}$$

其中： P_0 为轴心（ $r=0$ ）处的功率；

$\Delta n(r) = n(r) - n_2$ ，为沿径向 r 的折射率变化。

$n(r)$ 为纤芯离轴 r 处的折射率；

n_2 为包层折射率；

$n(0)$ 为轴心处的折射率。

可见，只要测得 r 点的光功率 $P(r)$ 就可换算出该点的折

射率 $n(r)$ 的值。

2. 实验装置

实验装置如图2—1所示。

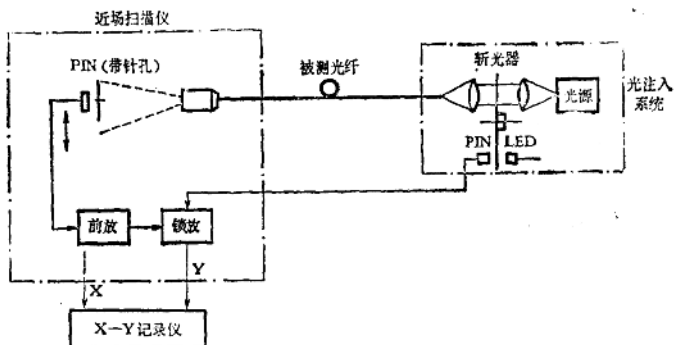


图 2—1 测量多模光纤折射率分布的实验装置

四、实验步骤

依下述步骤分别对被测光纤横截面的横向和纵向两个不同方向进行测试。

1. 按图2—1连接好实验装置,要求被测光纤的端面平整、清洁且与轴心垂直。

2. 调整光注入系统,使入射到被测光纤的光(为非相干光)满足满注入条件,并在被测光纤中进行去除包层模处理。

3. 调整近场扫描仪,使扫描沿近场图的横向方向进行。

4. 根据X—Y记录仪上绘出的曲线,进行选点记录,相应

数据 $P(r)$ 填入表2—1中，并计算出对应的 $n(r)$ 值，然后逐点描出被测光纤截面横向的折射率分布曲线并绘入图2—2。

表 2—1

横向扫描情况			纵向扫描情况		
X 方向 Y 方向 $r(\mu\text{m})$	$P(r)(\text{mW})$	$n(r)$	X 方向 Y 方向 $r(\mu\text{m})$	$P(r)(\text{mW})$	$n(r)$
60			60		
40			40		
35			35		
30			30		
25			25		
20			20		
10			10		
5			5		
0			0		
-5			-5		
-10			-10		
-20			-20		
-25			-25		
-30			-30		
-35			-35		
-40			-40		
-60			-60		

5. 调整近场扫描仪, 使扫描沿近场图的纵向方向进行, 重复步骤4, 也可得到被测光纤截面纵向上的折射率分布曲线, 将曲线绘在图2—2中。

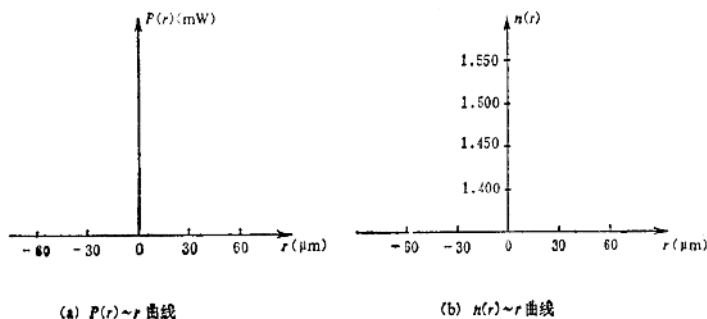


图 2—2 $P(r) \sim r$ 和 $n(r) \sim r$ 的关系图

五、思考题

1. 多模光纤输出端近场功率分布与哪些因素有关?
2. 比较此测试方法与《光纤通信测量》中提及的折射近场法的不同之处, 各有哪些利弊?

实验三 多模光纤数值孔径的测量

一、实验目的

掌握用远场光强分布法测量多模光纤数值孔径的方法和过程。

二、实验仪表和器材

1. 光注入系统 1套
2. 远场扫描仪 1台
3. X—Y函数记录仪 1台
4. 2m左右 (2 ± 0.2 m) 被测多模光纤 1段

三、实验装置

实验装置如图3—1所示。

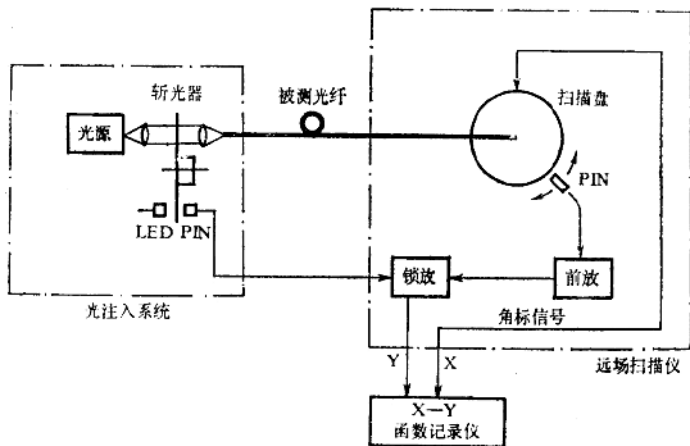


图 3—1 测量多模光纤数值孔径的实验装置

四、实验步骤

1. 按图3—1将实验装置连接好，要求被测光纤的端面应平整、清洁并垂直于轴线。

2. 调整光注入系统，使注入光束（非相干光）的光斑直径和数值孔径均大于被测光纤的纤芯直径和数值孔径，且进行去除包层模处理。

3. 调节好远场扫描仪的扫描范围（即张角），而后开始扫描，此时在X—Y记录仪上可绘出不同角位置与所对应光功率的关系曲线。按表3—1进行测试数据记录，并在图3—2中绘出“角位置 θ 与位光功率 $P(\theta)$ ”的关系曲线。

表 3—1

Y 方向 θ	X 方向 张角值														张角值
	...	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	...		
$P(\theta)$ mW															

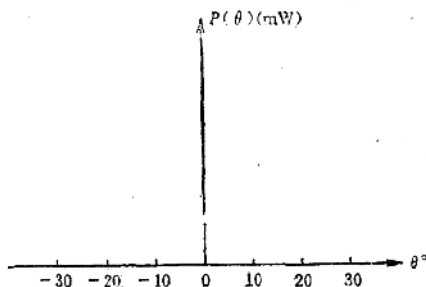


图 3—2 角位置 θ 与光功率 $P(\theta)$ 的关系

4. 在角位置与光功率曲线中，取5%最大光功率值所对应的半角，它的正弦值即为被测光纤的数值孔径。

五、 要求

作好充分的预习，理解该测试法的测试原理。

六、 思考题

1. 何谓数值孔径？其物理意义是什么？
2. 实验过程中，张角应如何确定？

实验四 多模光纤衰减系数的测量

一、实验目的

1. 掌握利用剪断法测量光纤衰减系数的技术;
2. 通过实验进一步理解衰减系数的物理意义。

二、实验仪表和器材

1. 光注入系统 1套
2. 光功率计 1台
3. 被测光纤(多模) 1段(长度已知)
4. 光纤切割工具 1套

三、实验装置

剪断法测量多模光纤衰减系数的装置如图4—1所示, 其中光注入系统能够按照规范要求提供限制注入(或满注入)的光注入条件, 并提供扰模、滤模和剥除包层模等处理。

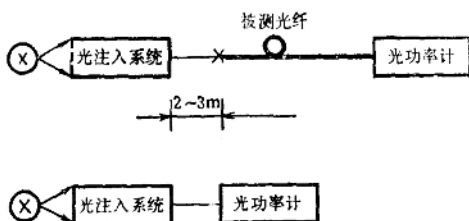


图 4—1 测量多模光纤衰减系数的实验装置

四、实验步骤

1. 按图4—1先将被测多模光纤耦合到测试系统, 测出被测光纤远端输出的功率电平 P_2 (dBm), 并填入表4—1中。

2. 再将被测光纤在离注入端2~3m处剪断, 制好端面后插入光功率计, 测出被测光纤近端输出的功率电平 P_1 (dBm), 并填入表4—1中。

3. 根据测试记录和被测光纤的已知长度 L , 由下式计算出被测光纤的衰减常数:

$$\alpha = \frac{1}{L} \times (P_1 - P_2) \quad (\text{dB/km})$$

将结果填入表4—1中。

表 4—1

已知 $L = \underline{\hspace{2cm}}$ km

测量结果 次序	P_1 (dBm)	P_2 (dBm)	α (dB/km)
1			
2			
3			
平均值			

4. 测量完毕, 整理好仪器装置。

五、要求

1. 测试过程中, 要保证光源与光纤的耦合状态不变。
2. 此实验要求重复做三遍, 结果取其平均值。
3. 分析结果, 即分析误差产生原因、克服方法。