

**YD**

# 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 592—92

---

## 单模光纤波长色散测试方法 干涉法

1992-10-04发布

1993-05-01实施

中华人民共和国邮电部 发布

# 单模光纤波长色散测试方法

## 干涉法

YD/T 592—92

本标准参照采用国际标准CCITT G.850建议《单模光纤相关参数的定义和试验方法》(1992)。

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定为单模光纤波长色散测试的替代方法。

本标准适合于用一短段(几米)光纤来测量波长色散。这种方法提供了测量光纤波长色散纵向均匀性的可能性。也可用来检验象温度变化和宏弯损耗对波长色散的影响。

### 2 引用标准

- GB 8401.1 光纤的传输特性和光学特性测试方法 总则
- GB 8401.7 光纤的传输特性和光学特性测试方法 相移法
- GB 8401.8 光纤的传输特性和光学特性测试方法 脉冲时延法

### 3 测试原理和测试装置

按照干涉仪测量的原理,用Mach-Zehnder干涉仪测量试验样品和参考通道之间与波长有关的时延。参考通道可以是空气通道,也可以是谱群时延已知的一单模光纤。

利用一参考光纤和一空气通道作参考的测试装置图分别示于图1和图2。

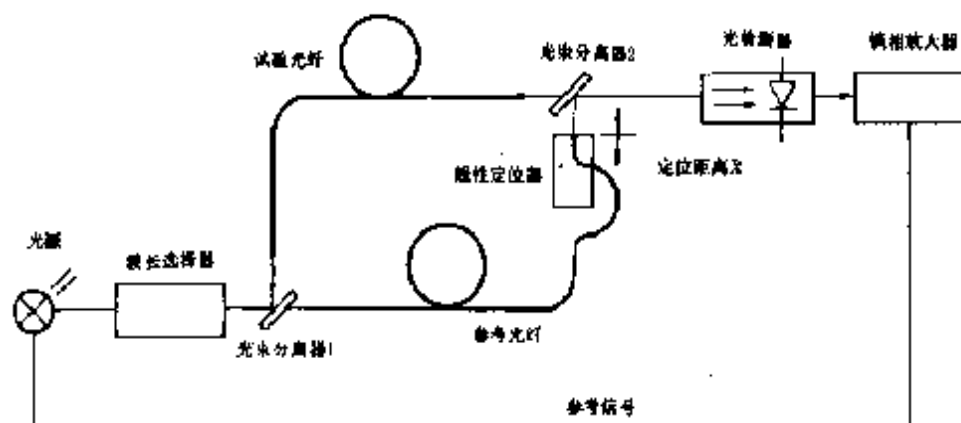


图1 有参考光纤的测量装置图

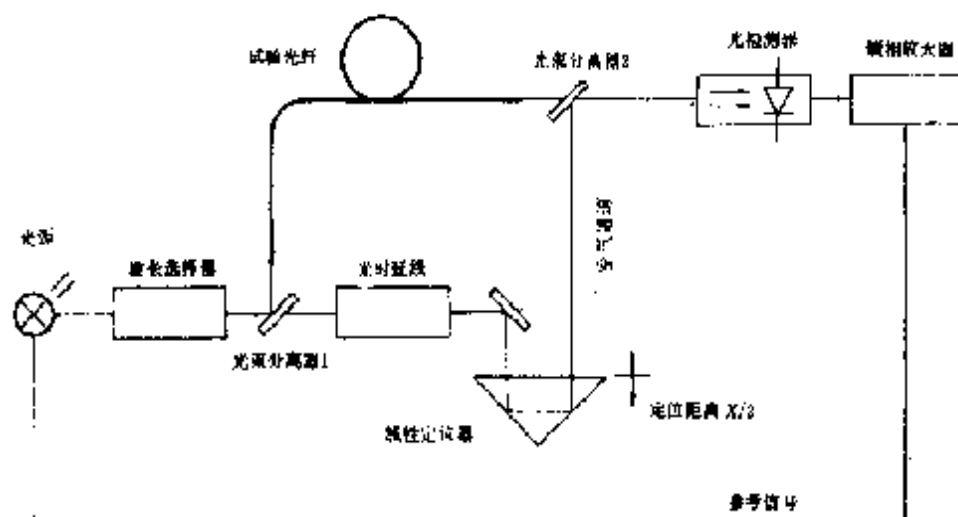


图2 空气通道作参考的测量装置图

### 3.1 光源

在完成测量的时间内，光源的位置、强度和波长应保持稳定。光源要合适。例如一个具有喇曼光纤的YAG激光器或者一卤素灯或者一LED光源等。应用锁相放大技术时，调制频率为50~500Hz之间的任一频率。

### 3.2 波长选择器

波长选择器用来选择进行群时延测量所需的波长。根据光源和测量系统的类型，可以是单色仪、光学干涉滤波器或者其他波长选择器。它既可放在被测光纤的输入端，也可放在输出端。光源的谱宽取决于色散测量精度。一般是2~10nm。

### 3.3 光检测器

在所需的波长范围内必须有足够的灵敏度和时间分辨率。必要时用一个互跨阻抗电路，以提高接收的信号。

### 3.4 其他试验设备

对干涉图的记录，利用一锁相放大器。干涉仪两通道的光学长度平衡是在参考通道内用一线性定位器来完成。应注意定位器的精度、均匀性和线性运动的稳定性。长度变化范围在20~100mm之间，精度为2μm。

### 3.5 信号处理器

对于干涉图的分析，要用一个具有合适软件的计算机。

## 4 试样制备

4.1 按GB 8401.1第2章的规定。

4.2 试验样品可以是未成缆和已成缆的单模光纤。样品长度应在1~10m之间，精度±1mm。

## 5 注入条件

注入技术按GB 8401.7和GB 8401.8中第3章的规定，必须激励起基模，滤除高阶模，剔除包层模。

## 6 测量步骤

6.1 把制备好了的试样接入测试系统，调整多维微调器，使检测器接收到的光功率最佳。

6.2 保持注入条件不变，测量不同波长上的群时延。每改变一个波长 $\lambda_i$ ，就调整一次参考通道中线性定位器光纤输出端至光束分离器2的距离 $X_i$  ( $i=0, 1, 2, \dots, n$ )，以平衡干涉仪两通道的光

学长度,使之产生清晰的干涉图。(图3)对每一波长 $\lambda_i$ ,测出对应于干涉图上最大中心强度的位置 $X_i$ 。在这个波长上,参考通道与试验通道的群时延差为:

$$\begin{aligned}\Delta t_g(\lambda_i) &= t_{TK}(\lambda_i) - t_{RK}(\lambda_i) \\ &= (X_0 - X_i)/c \dots\dots\dots (1)\end{aligned}$$

式中,  $t_{TK}(\lambda_i)$  和  $t_{RK}(\lambda_i)$  分别为试验光纤和参考光纤的群时延,  $c$  是真空中光速。由(1)式可得试验光纤的群时延为:

$$t_{TK}(\lambda_i) = t_{RK}(\lambda_i) + (X_0 - X_i)/c \dots\dots\dots (2)$$

试验光纤单位长度的群时延为:

$$\tau(\lambda_i) = -[t_{RK}(\lambda_i) + (X_0 - X_i)/c] \dots\dots\dots (3)$$

$L$  为试验光纤的长度。

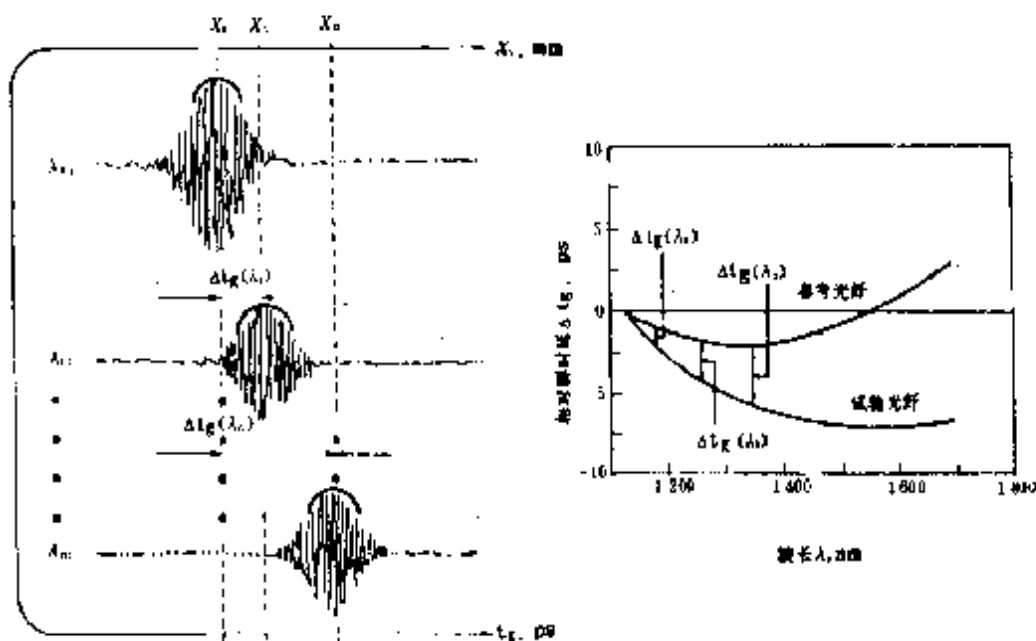


图3 谱群时延的确定

## 6.9 计算色散曲线

### 6.9.1 对B<sub>1</sub>类和单模光纤(即G.652光纤)

根据 $\tau(\lambda_i)$ 得到一最佳拟合曲线,表示式为:

$$\tau(\lambda) = \tau_0 + \frac{S_1}{8} (\lambda - \lambda_0)^2 / \lambda^3 \text{ (ps} \cdot \text{km)} \dots\dots\dots (4)$$

$\tau_0$ 是在零色散波长 $\lambda_0$ 处的相对最小群时延值。将 $\tau(\lambda)$ 对波长微分得到波长色散系数 $D(\lambda)$ :

$$D(\lambda) = \frac{S_1}{4} (\lambda - \lambda_0) / \lambda^3 \text{ (ps} \cdot \text{nm} \cdot \text{km)} \dots\dots\dots (5)$$

$S_1$ 是在 $\lambda_0$ 处的色散斜率值,单位为ps·nm<sup>2</sup>·km。

注:对 $\tau(\lambda)$ 和 $D(\lambda)$ 这些方程在整个1270~1340nm范围内是足够精确的。在1350nm区域不够精确,但可以在

拟合曲线时用包括来自1550nm区域的数据加以改进。但这会降低1310nm区域的精度。

### 6.3.2 对B<sub>3</sub>类色散移位单模光纤（即G.653光纤）

根据 $\tau(\lambda)$ 用波长的平方关系拟合曲线，表示式为：

$$\tau(\lambda) = \tau_0 + \frac{S_0}{2}(\lambda - \lambda_0)^2 \text{ (ps/km)} \quad (6)$$

波长色散系数表示式为：

$$D(\lambda) = (\lambda - \lambda_0) \cdot S_0 \text{ (ps/nm·km)} \quad (7)$$

$\lambda_0$ 、 $\tau_0$ 、 $S_0$ 的物理意义均同6.3.1条。

注：对 $\tau(\lambda)$ 和 $D(\lambda)$ 这些方程在1500~1600nm范围内足够精确。

### 6.3.3 对B<sub>2</sub>类单模光纤（即G.654光纤）

6.3.3.1 在1310nm波段，时延和色散系数的计算公式同（4）、（5）两式。

6.3.3.2 在1550nm波段，时延 $\tau(\lambda)$ 的拟合曲线方程为：

$$\tau(\lambda) = \tau_{1550} + (S_{1550}/2)(\lambda - 1550)^2 + D_{1550} \cdot \lambda \text{ (ps/km)} \quad (8)$$

$\tau_{1550}$ 是在1550nm波长处的相对群时延值，将 $\tau(\lambda)$ 对波长微分就能确定波长色散系数 $D(\lambda)$ 。

$$D(\lambda) = S_{1550}(\lambda - 1550) + D_{1550} \text{ (ps/nm·km)} \quad (9)$$

$S_{1550}$ 是1550nm处的色散斜率值，单位为ps/nm<sup>2</sup>·km。

$D_{1550}$ 是1550nm处的色散系数，单位为ps/nm·km。

## 7 测试结果

提交的测试报告除包括GB 8401.1第五章的规定外，还应提交下列内容：

- 光源特性和波长选择器特性；
- $\tau(\lambda)$ 和 $D(\lambda)$ 曲线；
- 零色散波长和规定波长范围内最大色散系数。

### 附加说明：

本标准由中华人民共和国邮电部提出。

本标准由邮电部电信传输研究所归口。

本标准由邮电部武汉邮电科学研究院起草。

本标准主要起草人陈永诗。