

# 红外光纤零色散波长的测量和计算

陈金花\*

(上海交通大学理学院物理系, 上海, 200030)

**摘 要** 微机通过接口电路自动控制红外光栅单色仪, 对光纤材料进行零色散波长的精确测量。

**关键词** 零色散波长 光学测量 计算机应用

## The Measurement and Calculation of Zero Dispersion Wavelength in Infra-red Fiber

CHEN Jinhua

(Department of Physics, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, 200030)

**Abstract:** The zero dispersion wavelength of optical fibers is accurately measured with an IR grating monochromator under the control of a computer with peripheral circuits.

**Key words:** zero dispersion wavelength, optical measurement, computer application

### 1 引言

要实现无失真光纤通信, 必须对各种掺杂的光纤材料进行零色散波长的精确测量, 以便选用零色散波长最接近通信激光光源波长的光纤进行光纤通信, 使信号在传输过程中振幅不会畸变, 从而确保光纤通信无失真。

### 2 零色散波长的测量原理

如图 1 所示, 微机通过 D/A 转换和接口电路输出规定数量的脉冲信号, 该脉冲信号通过步进电源带动步进马达旋转, 步进马达又带动样品测角台转动。随着测角台的转动, 入射光的角度不断改变。51 W 稳流源使白炽灯光源产生恒定光强。51 W 控制箱控制光栅台转动的角度, 光栅台的转动可产生不同波长的单色光。此单色光入射到光纤材料的所测平面, 通过热

释电探测器将脉冲光的热能转化为电能, 再进行电压放大后, 经锁相放大器至接口放大电路进行电压放大, 再至微机, 通过 A/D 转换, 将电压转换为数字, 计算机再对所测数值进行运算处理和绘制曲线。找出刚进入全反射时的入射角, 算出样品的折射率。通过二阶微分算出零色散波长。

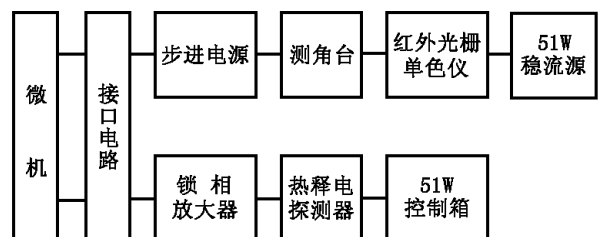


图 1 零色散波长的测量原理

下面介绍红外光栅单色仪工作原理。入射狭缝  $S_1$  位于凹面反射镜  $M_2$  的焦平面上, 光源

\* 陈金花(1949 —), 女, 上海人, 上海交通大学理学院物理系, 主要从事物理实验教学。

A 发出的一束光经聚光镜  $T_1$ 、调制器 B 后均匀地照明入射狭缝  $S_1$ ，光束自  $S_1$  经平面反射镜  $M_1$  到达凹面反射镜  $M_2$ ，反射后成一束平行光射到平面衍射光栅 G 上，平面衍射光线分解成许多平行的单色光射到凹面反射镜  $M_3$  上， $M_3$  将这些平行的单色光会聚于其焦平面上， $M_4$  是使光线转向的平面反射镜。

如图 2 所示，出射狭缝  $S_2$  安装在  $M_3$  的焦平面上，以分割出某一波长的光束。当平面衍射光栅 G 绕其转动中心 O 转动时，在出射狭缝  $S_2$  处即可得到不同波长的光束，这些光束再通过聚光镜  $T_2$  会聚到棱镜接受面上。调制器 B 的作用是把直流信号变成低频的 12Hz 交变信号。

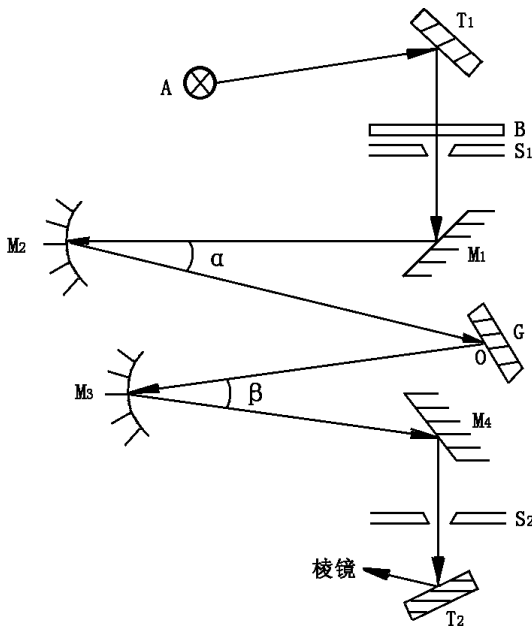


图 2 光学系统原理图

### 3 微机自动测量光纤材料样品折射率的工作原理

首先将光栅调到所用激光的波长，如氦氖

激光波长  $\lambda = 632.8\text{nm}$  处。法线方向的入射光照在棱镜的接受面上，通过样品测角台计数器的读数确定光束入射初始角  $\alpha$ ，然后用白炽灯作为光源，用 51 W 控制箱通过光栅改变单色光的波长。微机使测角台的角度作多次微小变动，样品入射光变动一微小角度，计算机自动测出样品反射光的光强度信号，确定光强度信号刚为零时的临界全反射，从而计算出此波长的折射率。

#### 3.1 微机自动改变样品入射光角度

如图 3 所示，微机通过 D/A 转换，将数字转换为电压脉冲信号。光电管用作电源隔离以保护微机。经三极管开关电路变为 10V 电压脉冲信号，进入步进电源。步进电源用脉冲信号控制步进环形分配器，分配器输出经放大后，提供 3A 电源，用以驱动步进电机，步进电机再带动测角台转动，从而达到改变样品入射光束的角度。

#### 3.2 微机自动检测原理

如图 4 所示，样品反射光的探测信号被传送到锁相放大器，锁相放大器抑制噪声后输出不超过 1V 的载波信号，经两级运算放大器输出不超过 7V 的电压信号，再经 A/D 转换将电压信号转换为数值送到计算机接受运算处理。电路中的  $D_1$  用于防止反向电压输入计算机， $D_2$  起电压限幅嵌位作用，使输入 A/D 的电压小于 7.5V，以起到保护计算机通道的作用。

### 4 零色散波长的计算

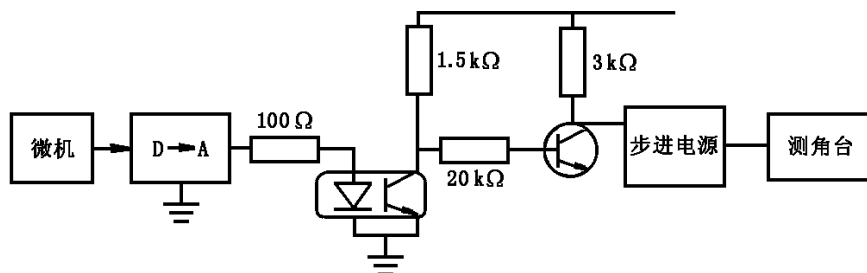


图 3 微机控制光束入射角原理图

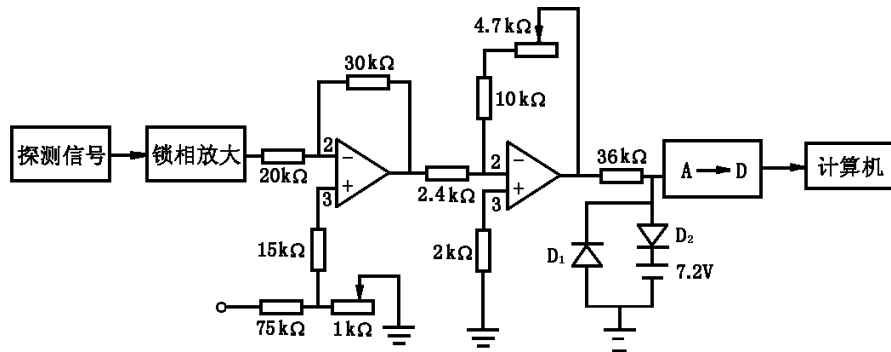


图 4 计算机检测原理图

如图 5 所示，由于棱镜折射率  $n_p(\lambda) > 1$ ，所以  $\alpha' < \alpha$ ，又有

$$n_p(\lambda) \sin \alpha' = \sin \alpha \quad (1)$$

故

$$\alpha' = \arcsin[\sin \alpha / n_p(\lambda)] \quad (2)$$

若棱镜角为  $\varepsilon$ ，那么  $\theta = \varepsilon + \alpha' = \varepsilon + \arcsin[\sin \alpha / n_p(\lambda)]$ ，由于样品折射率  $n(\lambda) < n_p(\lambda)$ ，所以  $\theta' > \theta$ ，

$$n(\lambda) \sin \theta' = n_p(\lambda) \sin \theta \quad (3)$$

当入射光进入棱镜发生全反射时， $\theta' = 90^\circ$ ，故有

$$n(\lambda) = n_p(\lambda) \sin \theta \quad (4)$$

全反射时，入射角  $\alpha = \arcsin(H_0/R) - \arcsin(H/R)$ ，则

$$R = 16\ 352.74$$

式中， $H_0$  为入射光从法线方向射入棱镜接受面时计数器的初读数。式 (4) 又可写为

$$n(\lambda) = n_p(\lambda) \left\{ \varepsilon + \arcsin[\sin \alpha / n_p(\lambda)] \right\} \quad (5)$$

由此可算出  $n(0.4), n(0.7), \dots, n(4.0)$ 。利用公式

$$n^2(\lambda) - 1 = \sum_{i=1}^3 \frac{A_i \lambda^2}{\lambda^2 - B_i^2} \quad (6)$$

可求出常数  $A_1, A_2, A_3$  和  $B_1, B_2, B_3$ 。再由

$$M = (\lambda/c) \cdot (d^2 n/d\lambda^2) = 0 \quad (7)$$

可解出色散  $M = 0$  时的  $\lambda$  值，此  $\lambda$  值即为零色散波长。 $c$  为光速。

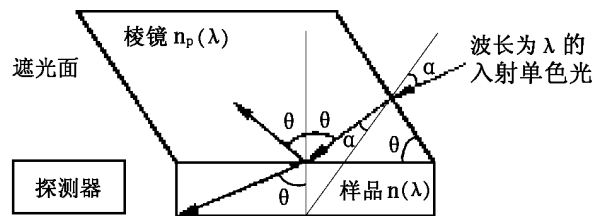


图 5 光路折射原理图

### 参考文献

- [1] 张积东 等. 单片机 51. 98 开发与应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 1992.350.
- [2] 何立民. 单片机应用系统设计系统配置与接口技术 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1991.494.
- [3] 顾德仁 等. 脉冲与数字电路 [M]. 北京: 人民教育出版社, 1979. 72-76.

## 简 讯

### 响应率达 1A/W 的光电探测器

日本的 Anritsu 公司已研制出一种响应率为 1A/W 的光电探测器，也就是说，这种器件的光电信号转换效

率比普通器件高 60%。这种器件提高性能的关键在于使用了三层材料，即一层高折射率的 InGaAsP 和一层低折射率的 InP，中间夹着一层 InGaAs 吸收层。这种结构允许光穿过 InP 层进入吸收层，从而在里面得到完全反射和重复吸收。

□ 顾聚兴