

## § 3.11 激光式

**工作原理** 激光式的工作原理如图 3.11.1 所示。它是利用一个迈克尔逊干涉仪改装而

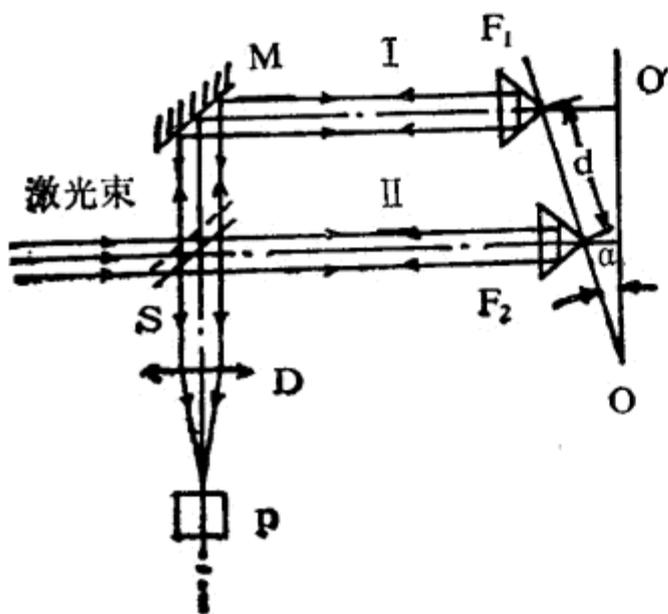


图 3.11.1 转角的测量

成。图中， $M$  为反射镜。它置于参考光束 I 中，目的要使光束 I、II 平行，并射入反射器  $F_1$  上。 $E_1$ 、 $E_2$  为两个可逆反射器。它们被放在同一个转台上，二者固定距离为  $d$ 。它们可由棱镜、立体棱镜构成。 $S$  为分光镜。它将激光束分投到  $M$ 、 $F_2$  及聚光透镜  $D$  上。 $P$  为光电接收器。它将光的干涉条纹变为电信号。

光束 I、II 之间的程差  $l$  与转角  $\alpha$  之间有下列关系：

$$l = d \cdot \sin \alpha \tag{3.11-1}$$

而  $l$  大小则由下式决定

$$l = K\lambda/2n \tag{3.11-2}$$

式中  $\lambda$ —激光波长。对单模氦—氖红线

$$\lambda = 632.8 \text{ 毫微米};$$

$n$ —折射系数。在通常条件下(干燥空气、 $15^\circ\text{C}$ 、760 托、0.03% 的  $\text{CO}_2$ )  $n = 1.0002765$ 。

如果考虑压力变化  $\Delta P$ 、温度变化  $\Delta T$  及水蒸汽部分的压力变化  $\Delta P_1$  时，则可加下列修正值： $\Delta n = 0.36 \times 10^{-6} \Delta P - 0.96 \times 10^{-6} \Delta T - 0.08 \times 10^{-6} \Delta P_1$ ；

$K$ —干涉条纹数目，即光电接收器上升得的脉冲数目。

将式(3.11-2)代入式(3.11-1)中可得

$$\alpha = \arcsin(K\lambda/2nd) \tag{3.11-3}$$

结构 如图 3.11.2 所示。为了能判断被测角度  $\alpha$  的转动方向(向右或向左)，在图

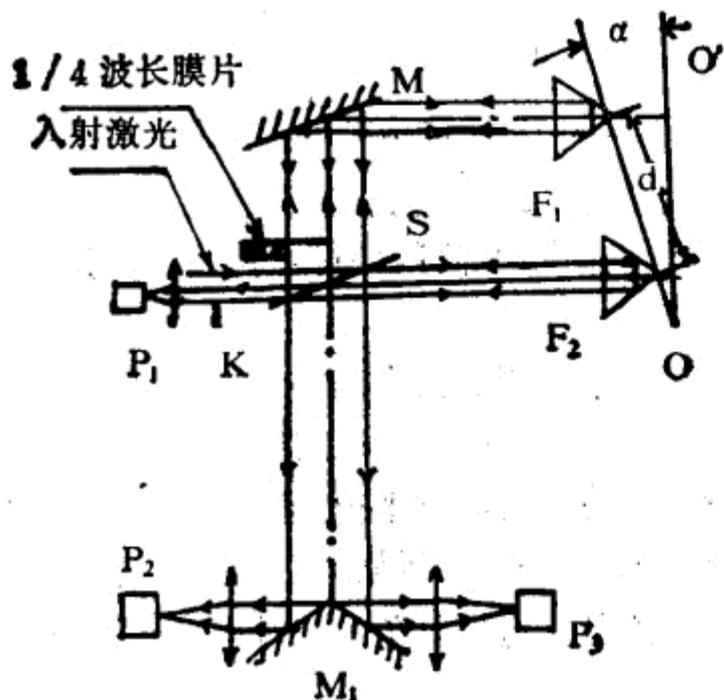


图 3.11.2 转角测量结构图

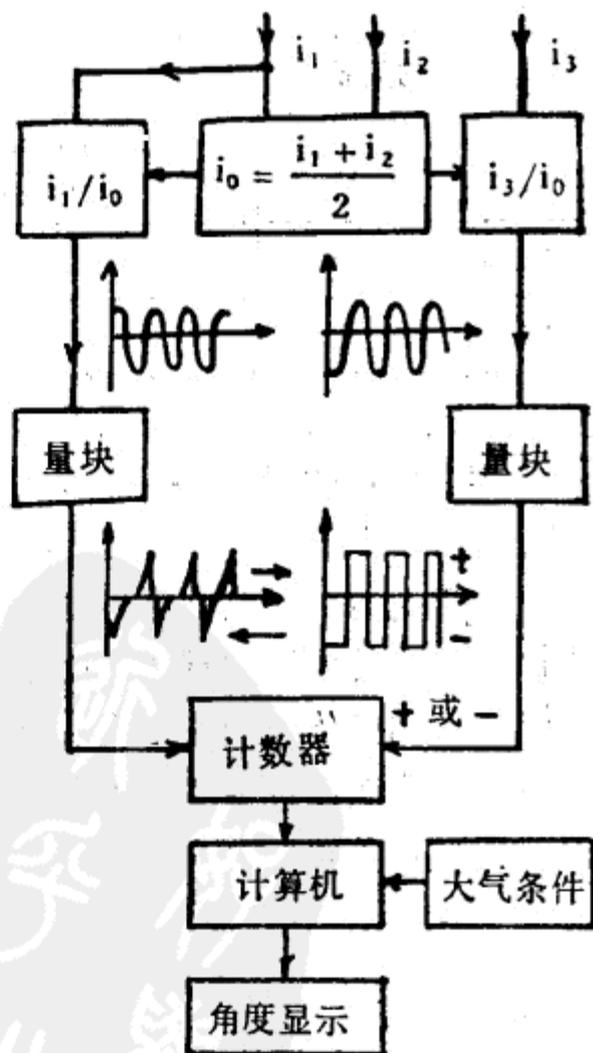


图 3.11.3 线路方框图

3.11.1 的基础上加以改进, 使光电接收器  $P_1$ 、 $P_2$  测得的光调制电流  $i_1$ 、 $i_2$  相位相反, 为此在光路中加入  $1/4$  波长的膜。同时, 该膜片又使  $P_2$ 、 $P_3$  所测得的调制电流  $i_2$ 、 $i_3$  相位相差  $90^\circ$ 。这个  $1/4$  波长膜片为一个小薄圆片。其半个圆透光, 半个圆不透光。厚度为  $1/4$  波长。图 3.11.2 中的  $K$  为一个刀口, 它挡住通过  $1/4$  波长膜片透光部分的光, 使  $P_1$  不能接收该部分激光。 $M_1$  为一个分光镜。

线路结构方框图则如图 3.11.3 所示。

**主要性能** 在图 3.11.2 中, 以  $\overline{OO'}$  为零点轴线, 可测小于  $\pm 45^\circ$  的角度, 分辨力  $\alpha_0$ 。则相应于在光电探测器上接收一个条纹的变化, 其值由下式决定

$$\alpha_0 = \lambda / 2nd \quad (3.11-4)$$

式中  $\lambda$ —激光器波长;

$n$ —折射系数;

$d$ —两棱镜间距离。

例如, 对于氩—氟激光器的红线,  $\lambda = 0.633$  微米。当  $d = 5$  厘米时, 则可得到  $\alpha_0 = 6 \times 10^{-6}$  弧度, 即分辨力约为 1 弧秒左右。由式 (3.11-4) 可知, 当两棱镜间距离  $d$  增大时 (此时反射镜  $M$  和分光镜  $S$  之间的距离也要相应增大), 则分辨力  $\alpha_0$  可以进一步提高。如当  $d = 50$  厘米时, 而  $\alpha_0 \approx 0.1$  弧秒。然而, 随着  $d$  的增大, 必然带来使机体积庞大, 成本增加。

由于激光式迈克尔逊干涉仪分辨率较高, 常用来做角度标准计量用。