

§ 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

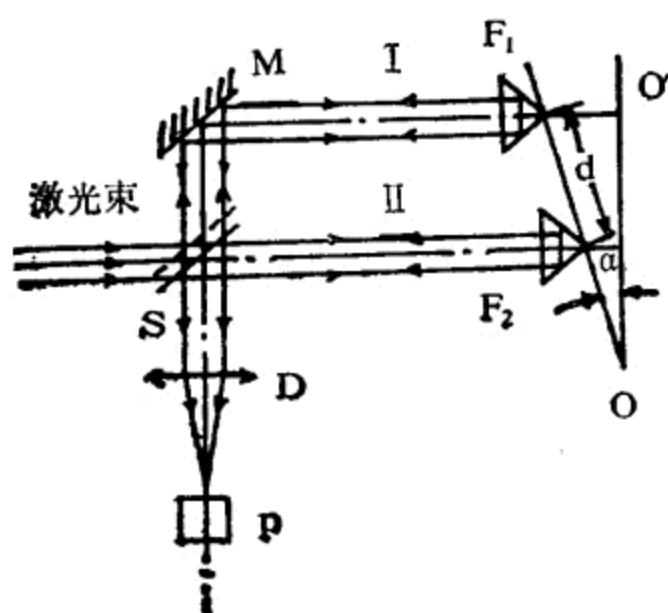


图 3.11.1 转角的测量

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 α 之间有下列关系：

$$l = d \cdot \sin \alpha \quad (3.11-1)$$

而 l 大小则由下式决定

$$l = K\lambda/2n \quad (3.11-2)$$

式中 λ —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°C 、760 托、0.03% 的 CO_2) $n = 1.0002765$ 。

如果考虑压力变化 ΔP 、温度变化 ΔT 及水蒸汽部分的压力变化 ΔP_1 时，则可加下列修正值： $\Delta n = 0.36 \times 10^{-6} \Delta P - 0.96 \times 10^{-6} \Delta T - 0.06 \times 10^{-6} \Delta P_1$ ；

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

$$\alpha = \arcsin(K\lambda/2nd) \quad (3.11-3)$$

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

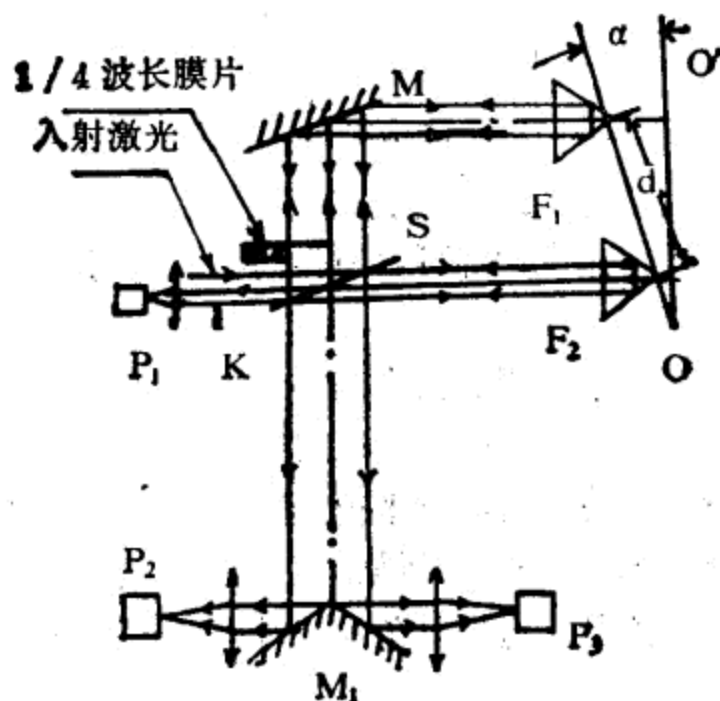


图 3.11.2 转角测量结构图

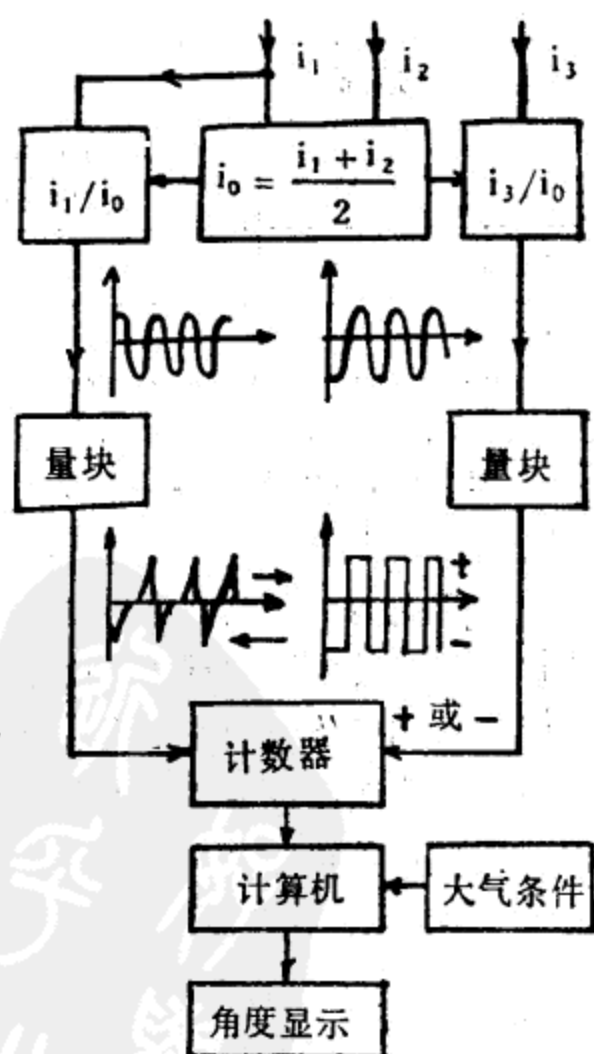


图 3.11.3 线路方框图

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° 。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 α_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 λ —激光器波长,

n —折射系数,

d —两棱镜间距离。

例如, 对于氦—氖激光器的红线, $\lambda = 0.633$ 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 α_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。