

§ 3.6 光 栅 式

工作原理 光栅式角位移传感器的工作原理、光路系统、电路及设计与线位移式基本相同（见 § 1.8）。所不同的是将长光栅换成圆光栅。其结构原理如图 3.6.1 所示。由图可知，在整圆玻璃板上刻有 10800 条线，格值 $2'$ ，任意两条刻线间误差不超过 $2''$ 。长度刻线不小于 6mm ，即在 $\phi 86$ — $\phi 74$ 两圆周之间应布满刻线。刻线中直径 $\phi 80$ 的中心与孔 $\phi 42$ 的中心之间的偏心不超过 0.05mm 。在 $\phi 90.5$ 处刻一基准圆。

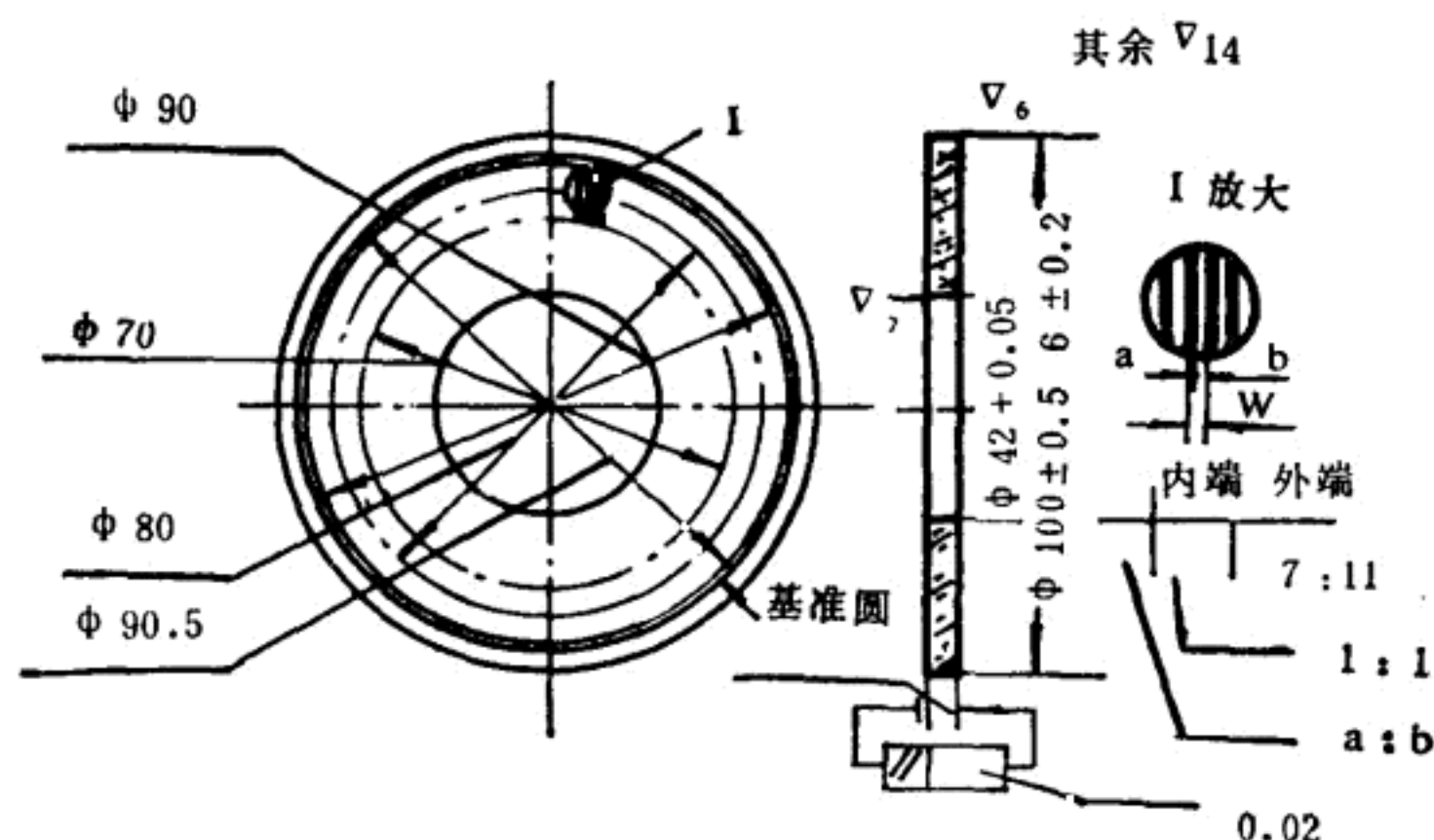


图 3.6.1 圆光栅结构及工作原理图

材料：光学玻璃 K。

（图 3.6.2 (a)），它是沿半径方向刻线（图中 $\overline{OR}$ 方向）。所谓切向光栅（图 3.6.2 (b)），它是沿切线圆 O 的切线方向刻线（图中 $\overline{OB}$ 方向）。

两块刻线数相同的径向圆光栅偏心重叠在一起，将形成圆弧形莫尔条纹。如图 3.6.3 所示。由于各光栅夹角 θ 不同，莫尔条纹呈不同曲率的圆弧状。如果将两块刻线数相同、切线圆半径分别为 R_1 、 R_2 的切向圆光栅同心放置，将形成环形莫尔条纹。如图 3.4.6 所示。

圆光栅的刻线方向有径向和切向两种，分别称为径向光栅和切向光栅，如图 3.6.2 所示。所谓径向光栅

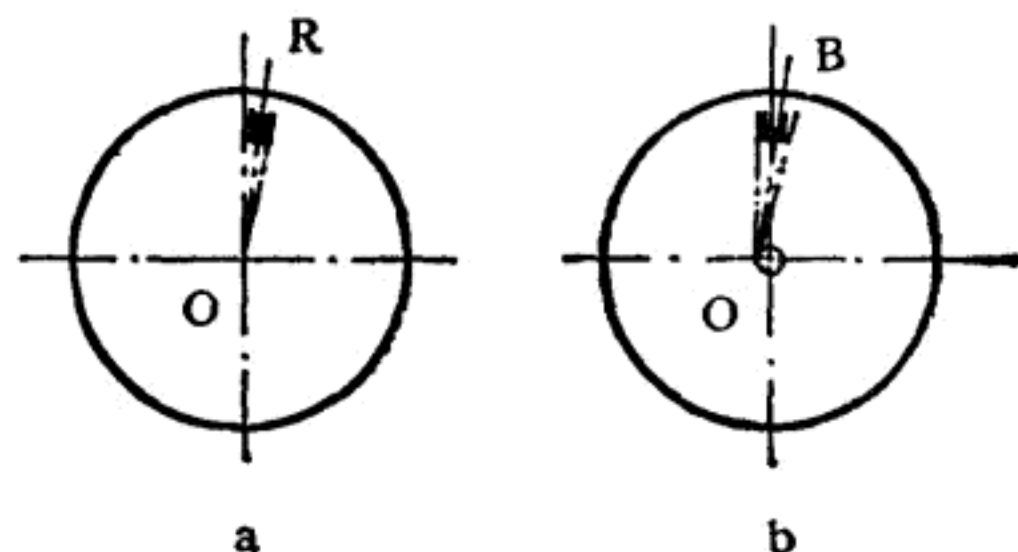


图 3.6.2 圆光栅的刻线方向

a. 径向光栅 b. 切向光栅

也可以利用光栅的一部分作指示光栅, 如图 3.6.5 所示。

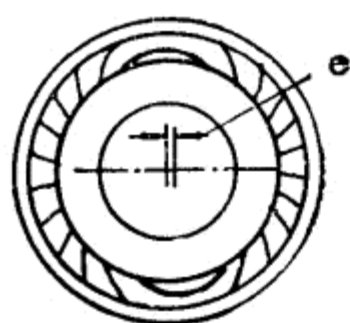


图 3.6.3 圆弧形莫尔条纹
e. 偏心率

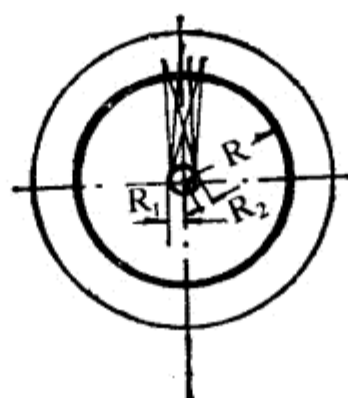


图 3.6.4 环形莫尔条纹
 R_1 、 R_2 : 切线圆半径 R : 莫尔条纹半径

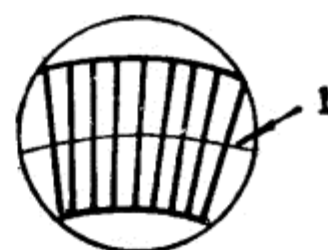


图 3.6.5 指示光栅
1. 刻线参考圆中心线

结 构 圆光栅的结构如图 3.6.1 所示。圆光栅主要采用透射式黑白光栅, 用 K_9 玻璃制造。在整个圆上刻有 2700~86400 条线 (光栅间距 $W = 0.01 \sim 0.05 \text{ mm}$)。有时也采用整圆数百线的粗光栅。

圆光栅的安装需要通过纸垫或弹性盘夹紧, 以便调整偏心, 并可减小因温度变化而带来的偏心。

图 3.6.6 和图 3.6.7 为某测量仪器的低频光栅头及高频光栅头结构。图 3.6.8 为它们的工作原理图。

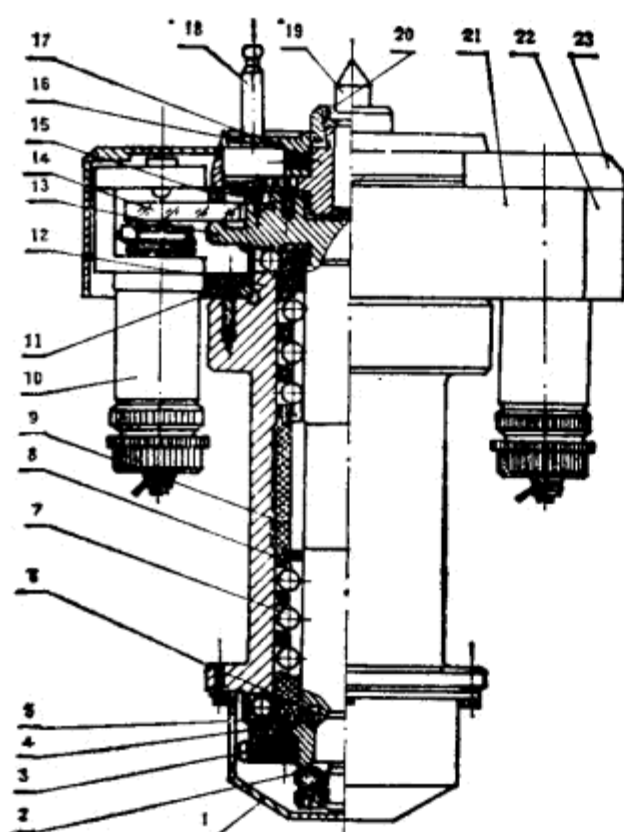


图 3.6.6 低频光栅头结构图
1. 下端盖 2. 锁紧螺母 3. 传动齿轮 4. 轴向导轨套 5. 调整垫圈 6. 分珠盘 7. 钢珠 8. 分珠套 9. 衬套 10. 信号发生器 11. 底盘 12. 轴套 13. 主轴 14. 主光栅 15. 弹性压板 16. 拨盘 17. 顶针座 18. 拨杆 19. 顶针 20. 顶针盖 21. 罩壳 22. 侧盖 23. 上盖

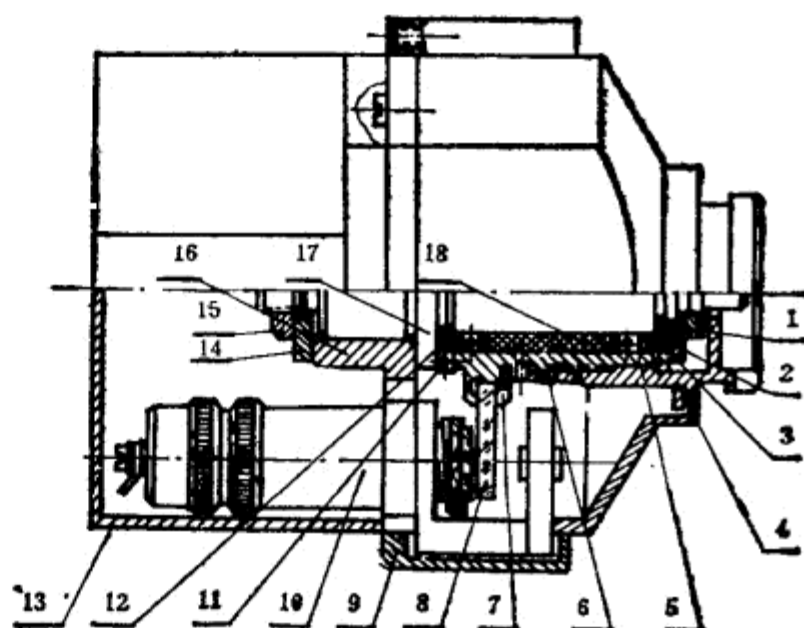


图 3.6.7 高频光栅头结构图
1. 轴向调整垫片 2. 轴向导轨 3. 前分珠盘 4. 拨盘 5. 转套 6. 螺帽环 7. 弹性压板 8. 主光栅 9. 罩盖 10. 信号发生器 11. 钢珠 12. 后分珠盘 13. 罩壳 14. 后端垫圈 15. 螺帽 16. 底座 17. 轴 18. 分珠套

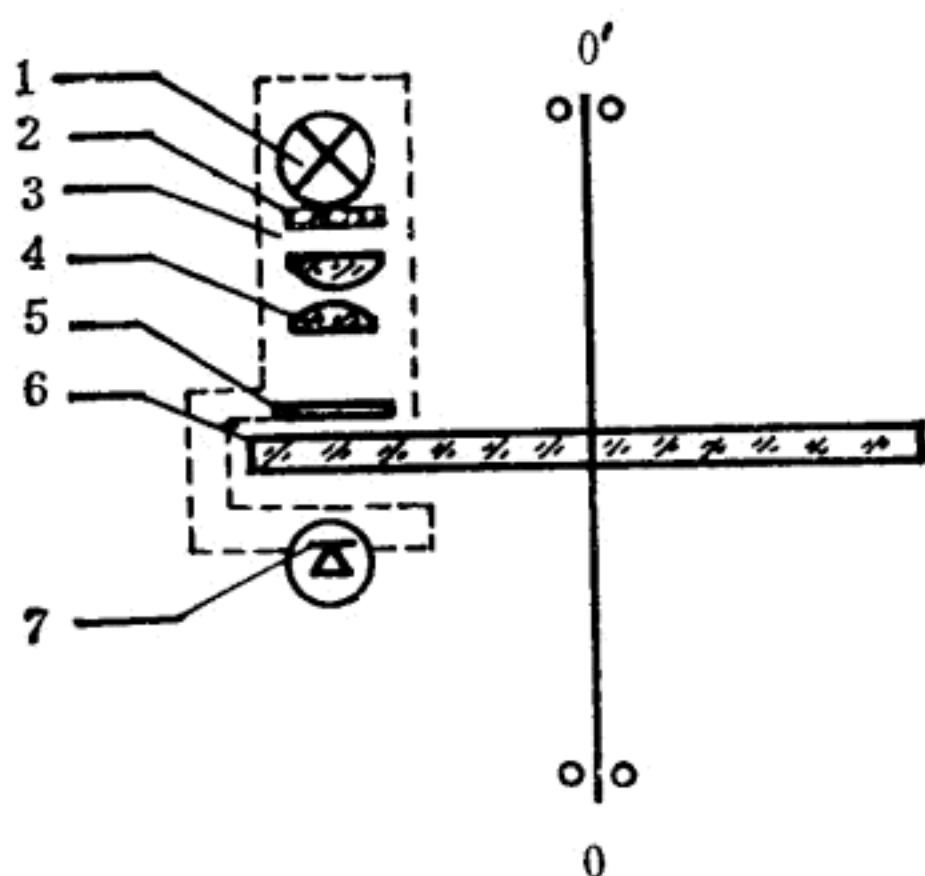


图 3.6.8 光栅头原理图

1. 灯源 2. 隔热镜片 3. 光阑 4. 聚光镜 5. 指示光栅 6. 主光栅 7. 光敏三极管

由图 3.6.8 可知，灯源 1 发出的光经隔热镜片 2、光阑 3、聚光镜 4，产生平行光束，投射到指示光栅 5 和主光栅 6 上，形成莫尔条纹。当主光栅相对指示光栅转动时，明暗交替的莫尔条纹产生移动，使光敏三极管 7 接收到强弱交替变化的光通量，输出与光通量相对应的交变电流。主光栅每转一周，交变信号的变化次数与光栅条纹相等。例如主光栅刻线数为 5400 条/周，其相邻刻线间距为 $4'$ ，当主光栅每转过 $4'$ ，即产生一个周期的正弦波。由于主光栅安装在高精度转轴（图 3.6.8 中）， $\overline{OO'}$ 上，测角精度很高。高频光栅头的工作原理与低频光栅头相同。分为两光栅头是仪器测量的需要。高低频系按两轴的转速不同而命名。图 3.6.8 为两光栅头中的光路系统及指示光栅结构图，图 3.6.6 和图 3.6.7 中的信号发生器的结构图，它是根据图 3.6.8 光栅头原理而构成的具体结构图。

主要性能 光栅式角位移传感器常用于整圆测量，也可用于非整圆测量，其测量精度一般可达 $\pm 0.5''$ 。根据全光栅误差平均效应原理制成的精密光栅测角系统，其精度已达 $0.06''$ 。

圆光栅由于测角或角位移精度较高，所以常在精密测量仪器、精密机床及数控机床上得到广泛应用。

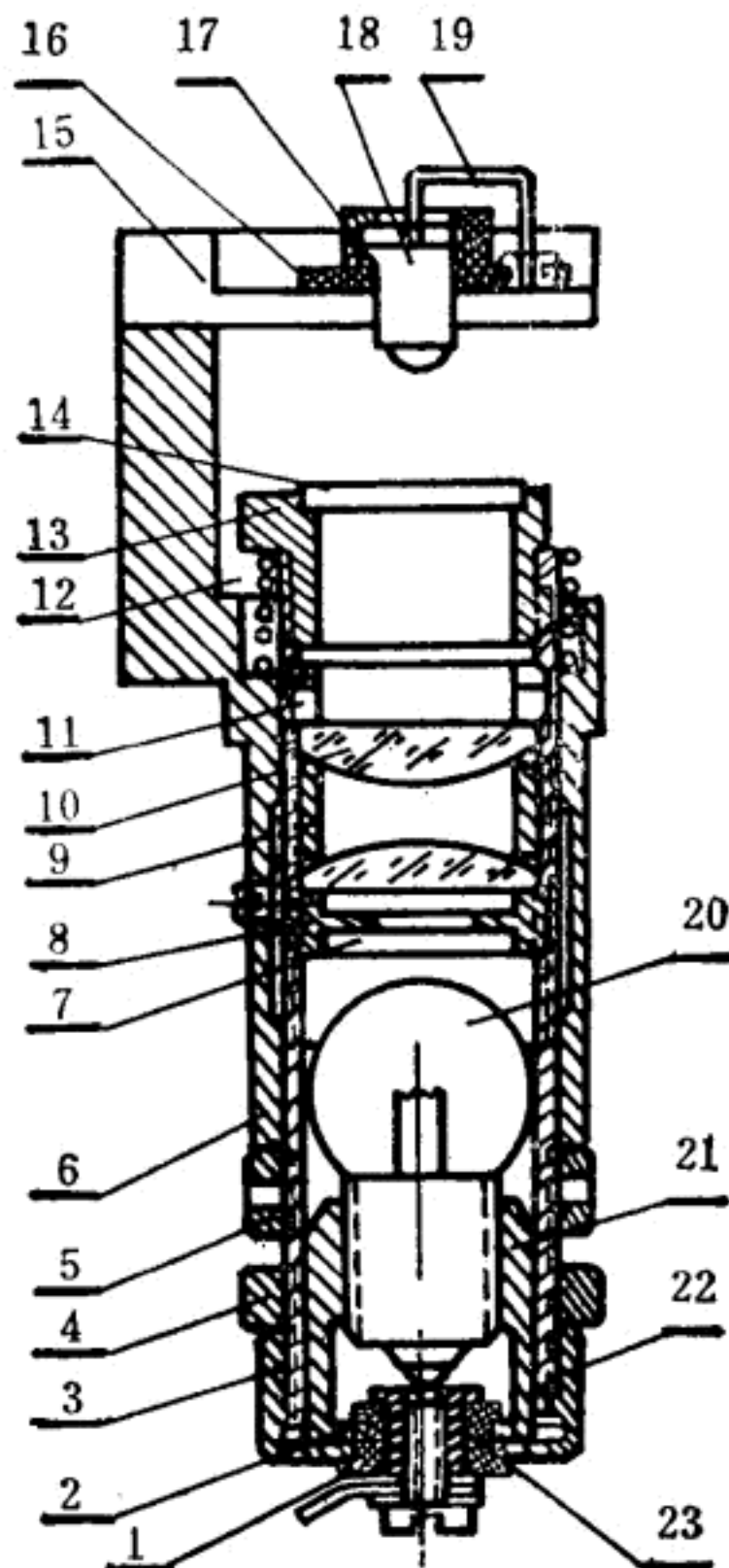


图 3.6.9 信号发生器结构图

1. 绝缘外垫 2. 绝缘内垫 3. 镜筒 4. 固紧螺帽 5. 气隙调节螺帽 6. 镜座 7. 隔热镜片 8. 光阑 9. 压紧环 10. 聚光镜 11. 压紧螺帽 12. 压缩弹簧 13. 指示光栅座 14. 指示光栅 15. 接收板 16. 光电管座 17. 绝缘罩 18. 光敏三极管 19. 绝缘圈 20. 灯泡 21. 灯座 22. 灯座调节螺帽 23. 固紧套