



中华人民共和国国家标准

GB 2831 — 81

光学零件的面形偏差 检验方法 (光圈识别)

Surface form deviation of optical elements —
Inspection methods

1981-12-25发布

1982-10-01实施

国家标准总局 批准

光学零件的面形偏差 检验方法

(光圈识别)

UDC 681.4.084
:621.753.1
GB 2831 — 81

Surface form deviation of optical elements —
Inspection methods

本标准适用于以等厚光波干涉原理检验球面 (包括平面) 光学零部件的面形偏差。

1 名词术语、符号、代号

1.1 面形偏差

被检光学表面相对于参考光学表面的偏差称面形偏差。

面形偏差是在圆形检验范围内, 通过垂直位置所观察到的干涉条纹 (通称光圈) 的数目、形状、变化和颜色来确定的。

面形偏差包括下列三项:

a. 被检光学表面的曲率半径相对于参考光学表面曲率半径的偏差称半径偏差。此偏差所对应的光圈数用 N 表示。

b. 被检光学表面与参考光学表面在二个相互垂直方向上产生的光圈数不等所对应的偏差称象散偏差, 此偏差所对应的光圈数用 $\Delta_1 N$ 表示。

c. 被检光学表面与参考光学表面在任一方向上产生的干涉条纹的局部不规则程度称局部偏差, 此偏差所对应的光圈数用 $\Delta_2 N$ 表示。

1.2 光圈正负号

规定: 高光圈 (凸) 为正 (相应于中间接触);

低光圈 (凹) 为负 (相应于边缘接触)。

2 高低光圈的识别

2.1 一般情况下高低光圈的识别

低光圈: 当空气隙缩小时, 条纹从边缘向中心移动如图 1 a。

高光圈: 当空气隙缩小时, 条纹从中心向边缘移动如图 1 b。

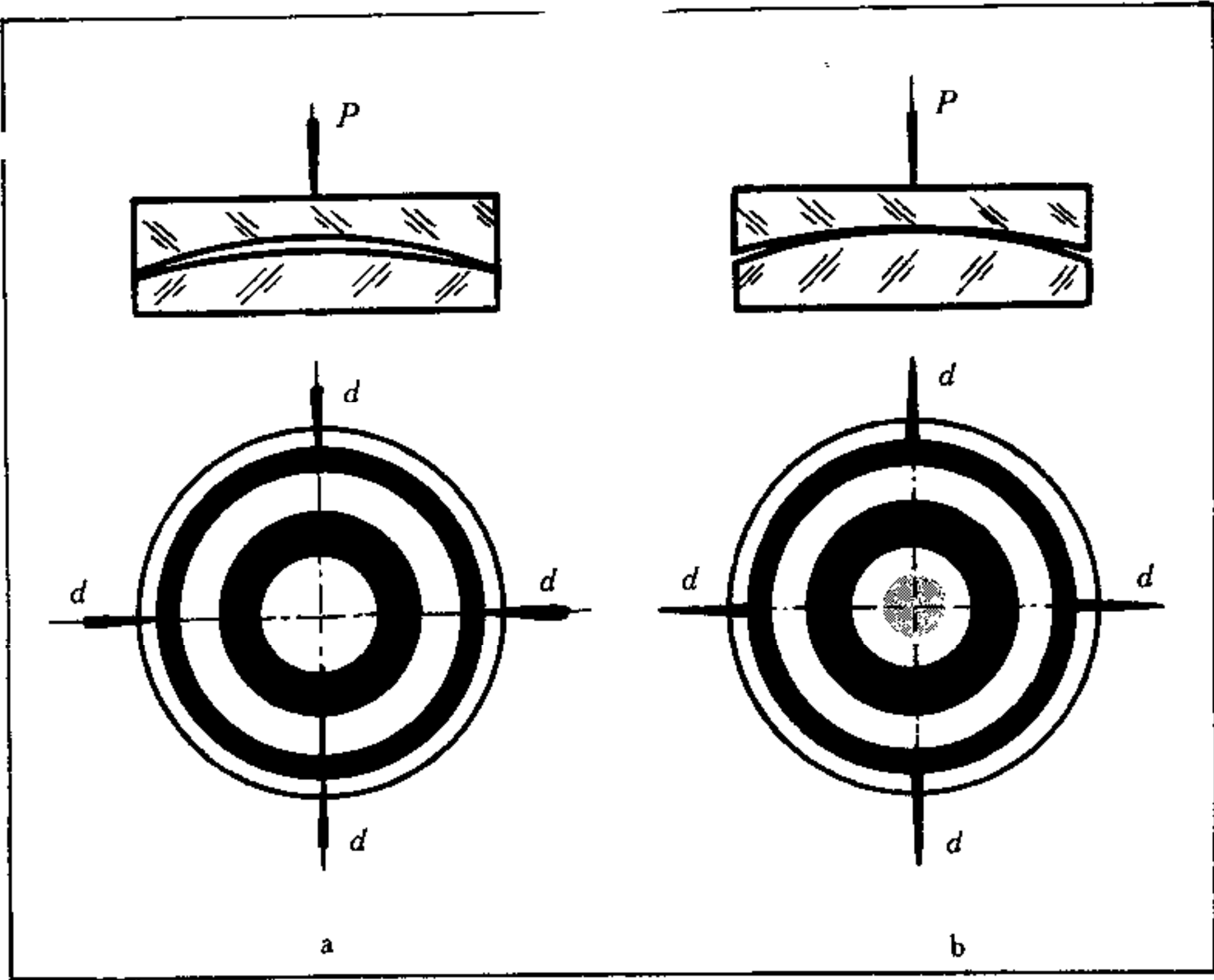


图 1 高低光圈的识别

2.2 光圈数少时高低光圈的识别

低光圈：当空气隙缩小时，条纹弯曲方向和移动方向如图 2 a 所示。
高光圈：当空气隙缩小时，条纹弯曲方向和移动方向如图 2 b 所示。

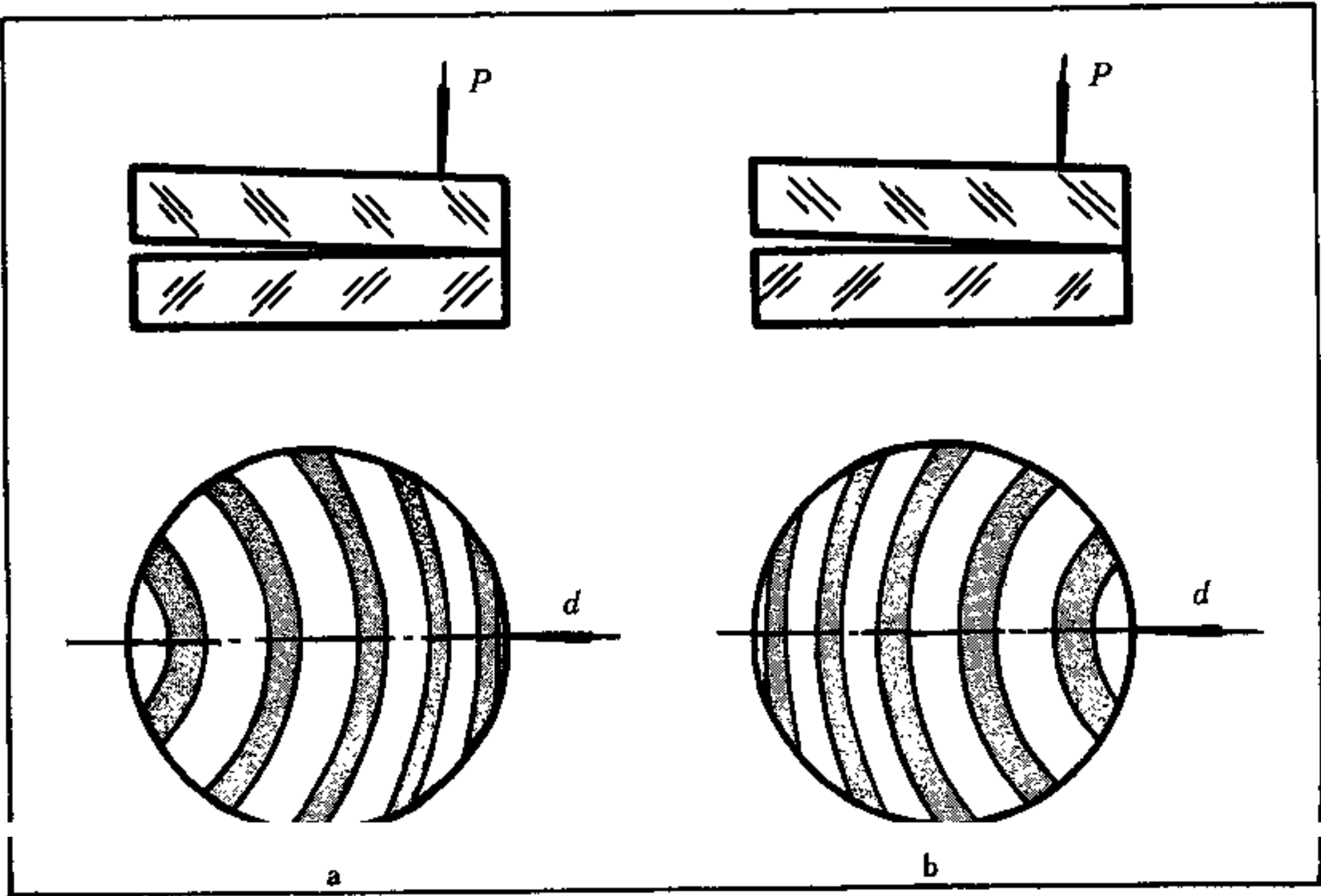


图 2 光圈数少时高低光圈的识别

注：图 1、2 中， P 为加力方向和加力点， d 表示条纹移动方向。

- 2.3 在白光下观测时，也可按光圈颜色的序列来识别高低光圈
- 低光圈：从中心到边缘的颜色序列为“蓝、红、黄”等如图 3 a所示。
- 高光圈：从中心到边缘的颜色序列为“黄、红、蓝”等如图 3 b所示。



图 3 按光圈颜色的序列识别高低光圈

3 光圈的度量

- 3.1 光圈数 N 的度量
- 3.1.1 在光圈数多的情况下以有效检验范围内直径方向上最多条纹数的一半来度量如图 4。

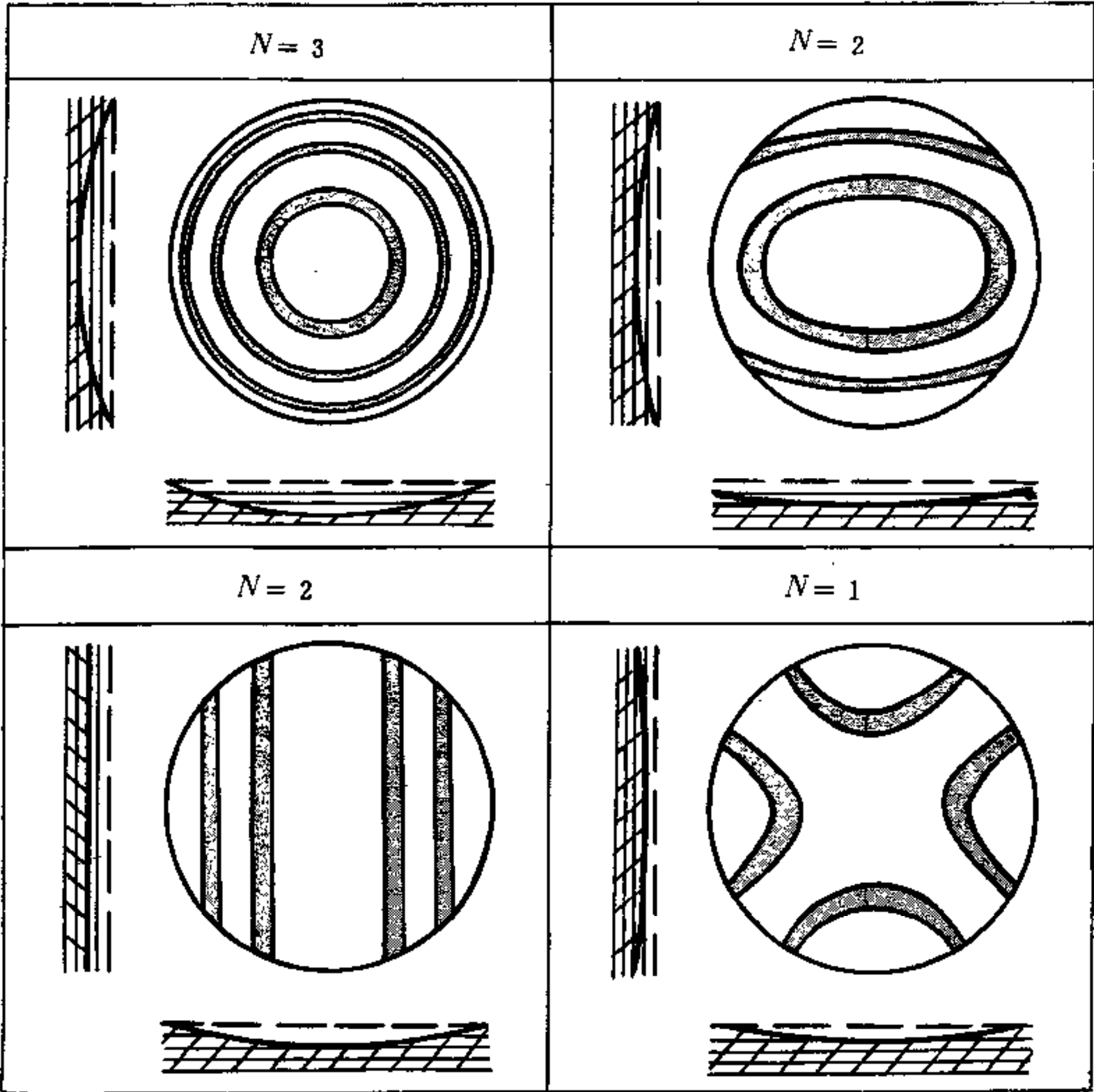


图 4 光圈数 N 的度量

图 4 表示在被检光学表面与参考光学表面仅有半径偏差情况下的光圈数 N 的度量方法以及表示偏差大小和方向的误差曲线。其中，虚线代表参考光学表面，曲线代表球面（或平面）相对于参考光学表面的偏差大小和方向。平行线间距代表 $1/2\lambda$ 。

3.1.2 在光圈数少的情况下，光圈数 N 以通过直径方向上干涉条纹的弯曲量（ h ）相对于条纹的间距（ H ）的比值（ N ）来度量如图 5。

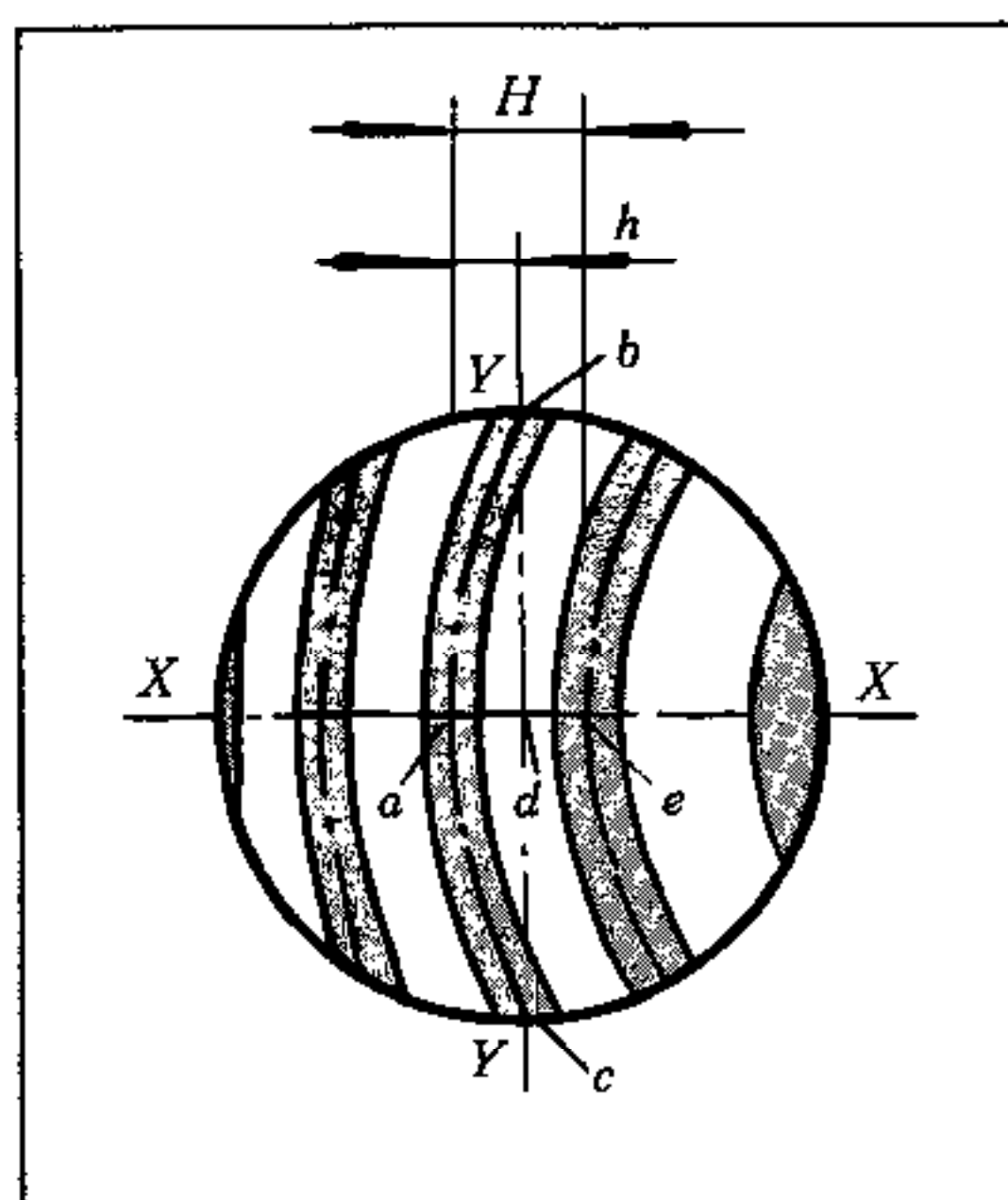


图 5 $N < 1$ 的光圈数的度量

图中：a. 以暗（或明）两相邻条纹的中心距离作为条纹的间距（ H ）。

b. 条纹数一般为 3 ~ 5 条。

c. 如图示计算：
$$N = \frac{h}{H} = \frac{ad}{ae} = \frac{3.5}{7} = 0.5$$

3.2 象散光圈数 $\Delta_1 N$ 的度量

$\Delta_1 N$ 以两个相互垂直方向上光圈数 N 的最大代数差的绝对值来度量。

3.2.1 椭圆形象散光圈数 $\Delta_1 N$ 的度量如图 6。

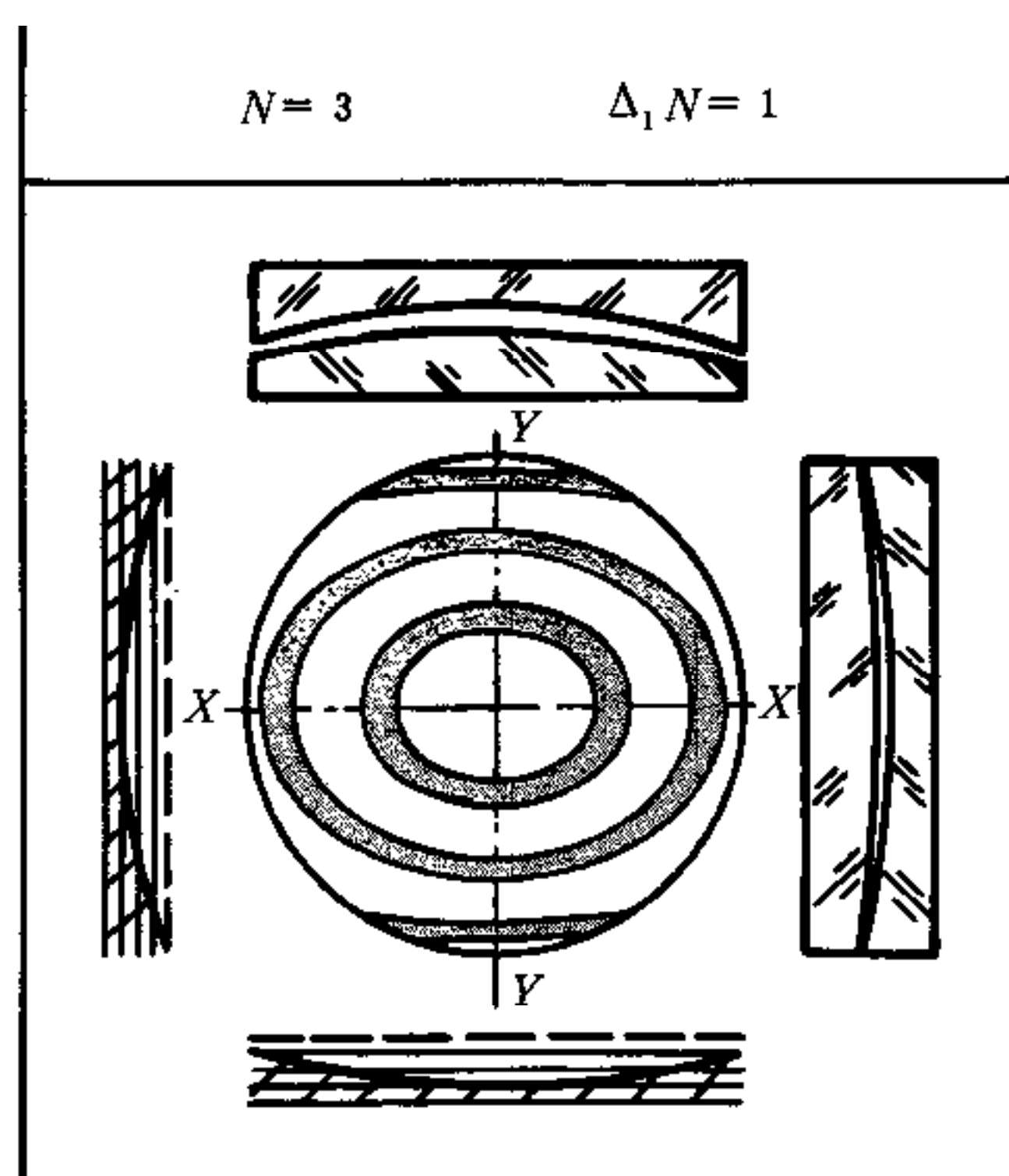


图 6 椭圆形象散光圈数 $\Delta_1 N$ 的度量

图 6 表示，被检光学表面在 $X-X$ 和 $Y-Y$ 方向上的光圈数 N_x 和 N_y 不等，偏差方向相同。图例中， $N_x = -2$ ， $N_y = -3$ ，则该被检面的光圈数 $N = -3$ ，象散光圈数 $\Delta_1 N = |N_x - N_y| = 1$ 。

3.2.2 马鞍形象散光圈数 $\Delta_1 N$ 的度量如图 7。

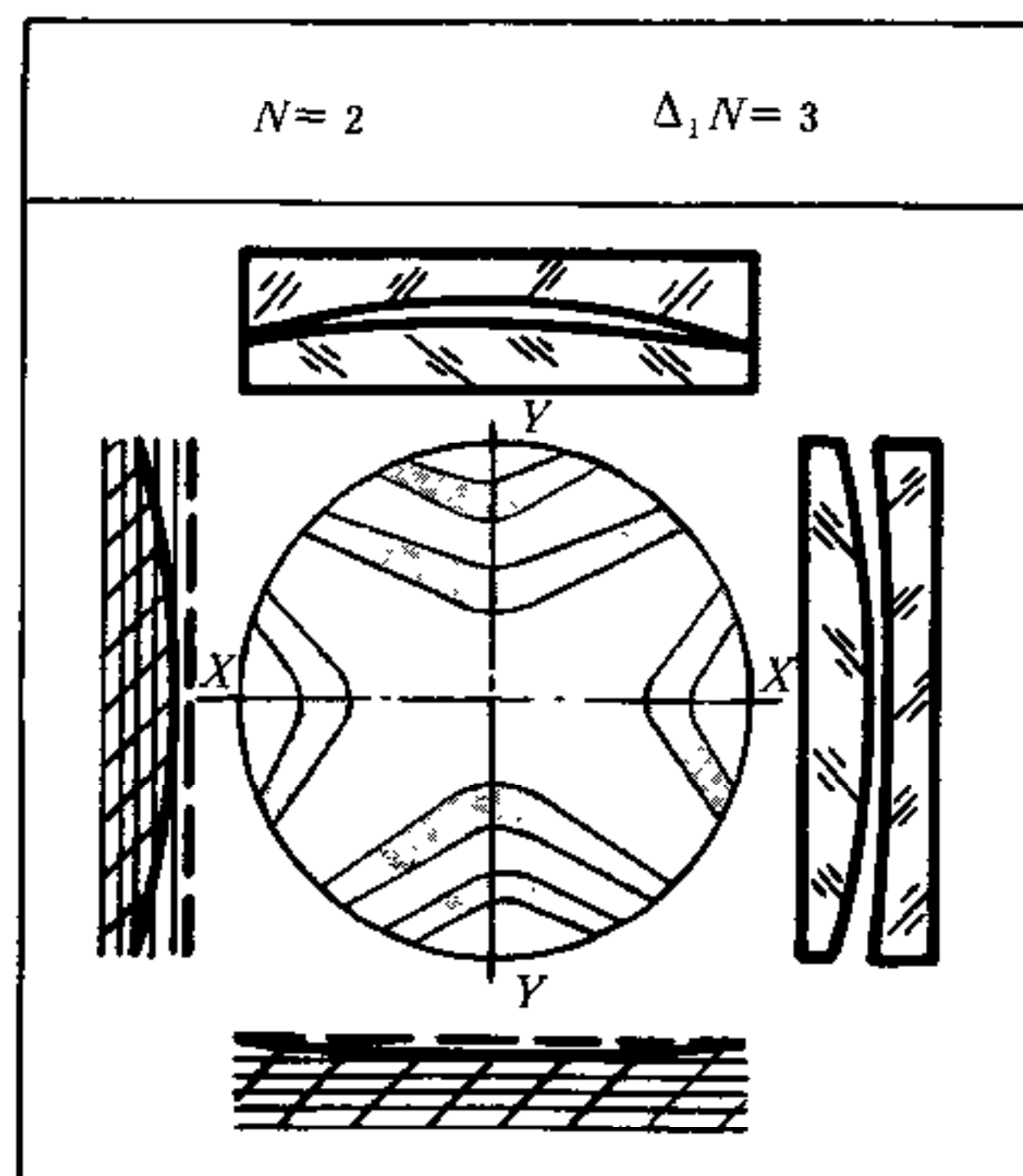


图 7 马鞍形象散光圈数 $\Delta_1 N$ 的度量

图 7 表示，被检光学表面在 $X-X$ 和 $Y-Y$ 方向上的偏差方向相反。图例中， $N_x = -1$ ， $N_y = +2$ ，则该被检面的光圈数 $N = +2$ ，马鞍形象散光圈数 $\Delta_1 N = |N_x - N_y| = 3$ 。

3.2.3 柱形象散光圈数 $\Delta_1 N$ 的度量如图 8。

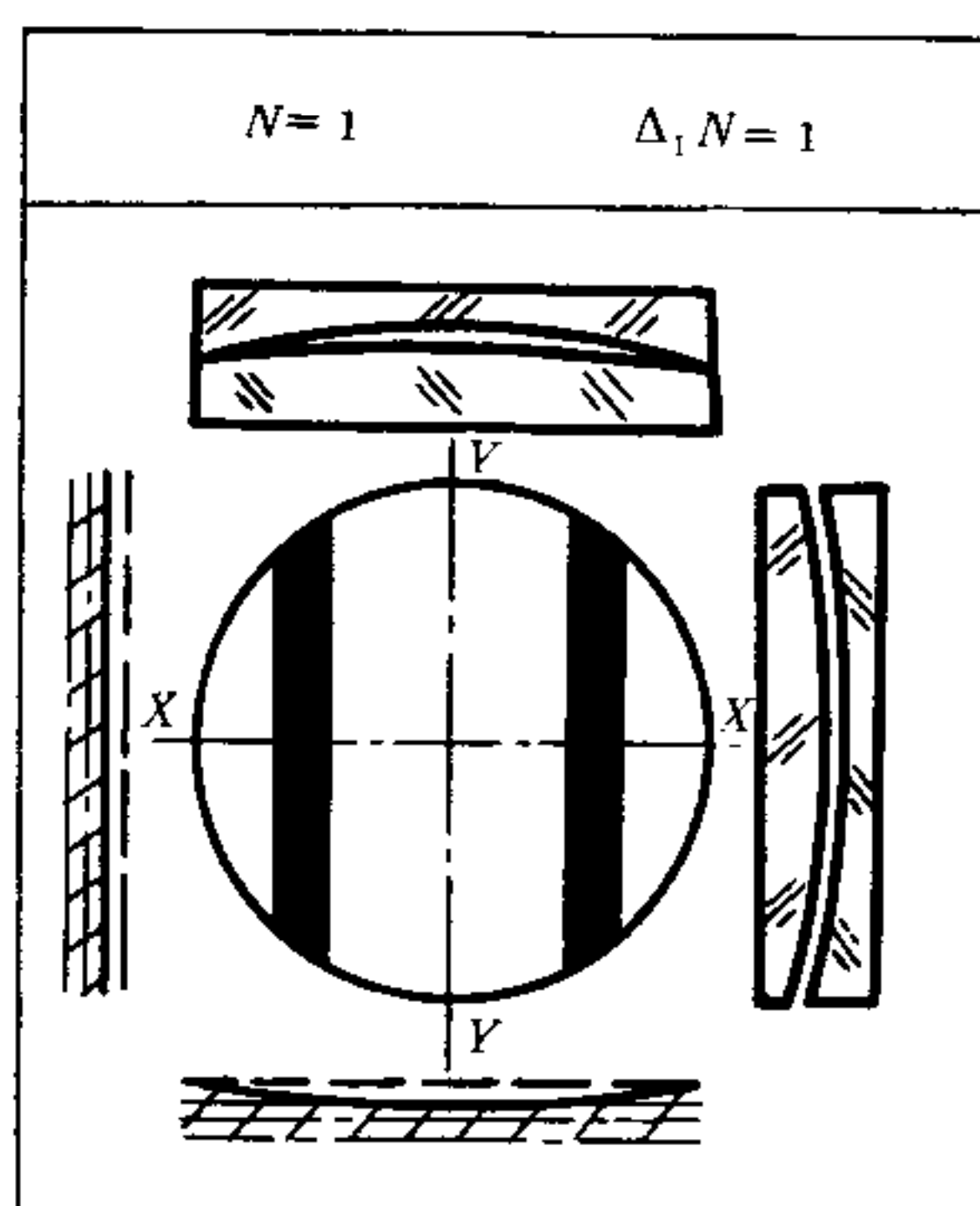


图 8 柱形象散光圈数 $\Delta_1 N$ 的度量

图 8 表示，被检光学表面在 $X-X$ 和 $Y-Y$ 方向上的光圈数 N_x 和 N_y 不等。其中，某一方向上的光圈数 $N=0$ ，图例中， $N_x = -1$ ， $N_y = 0$ ，则该被检面的光圈数 $N = -1$ ，柱形象散光圈数 $\Delta_1 N = |N_x - N_y| = 1$ 。

3.2.4 在光圈数少的情况下，象散光圈数 $\Delta_1 N$ 的度量如图 9。

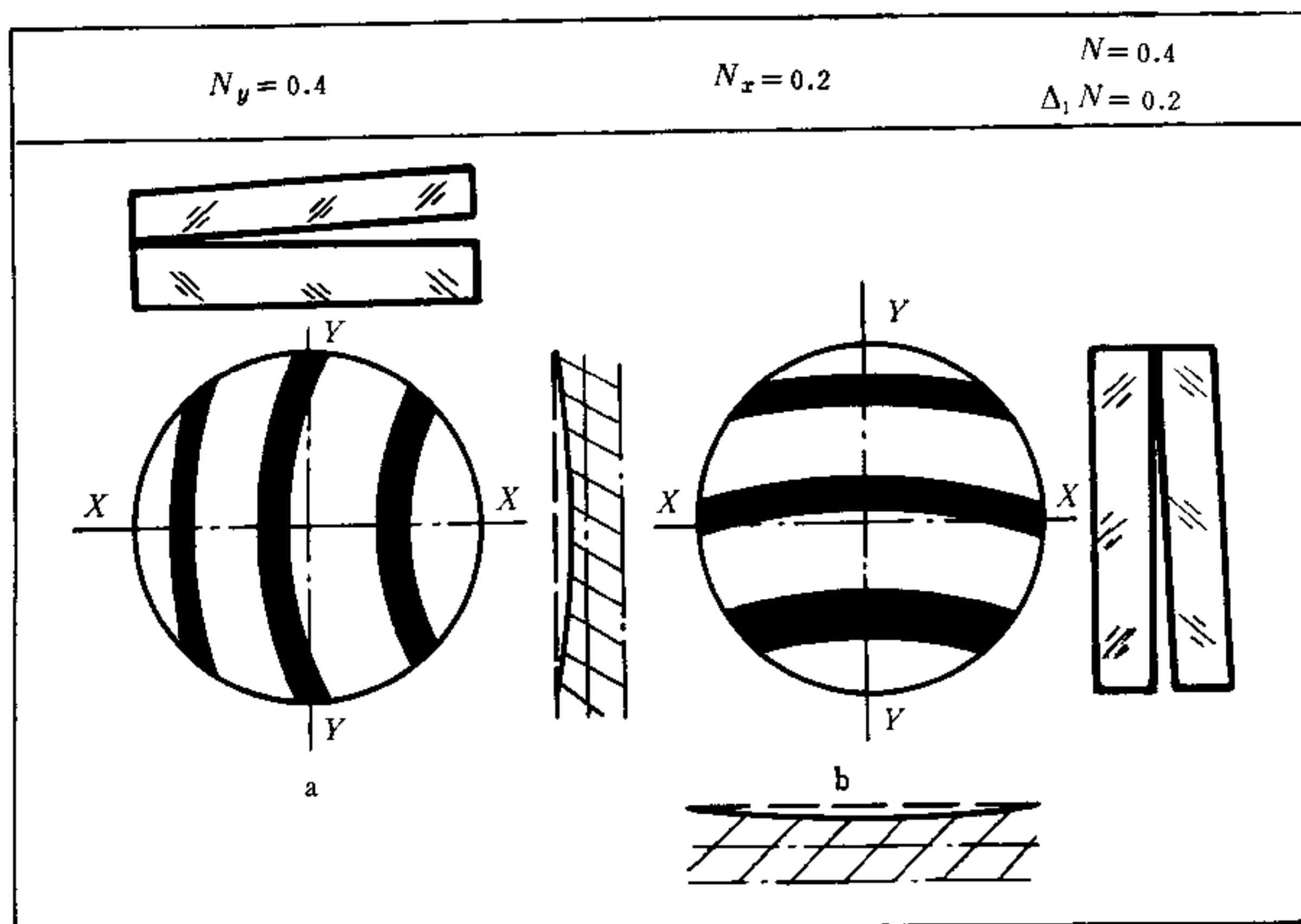


图 9 $N < 1$ 的象散光圈数 $\Delta_1 N$ 的度量

图 9 表示，被检光学表面在 $X-X$ 方向和 $Y-Y$ 方向上的光圈数不等，而 N_x 和 N_y 都小于 1。可根据两个方向的干涉条纹的弯曲度来确定 N_x 和 N_y 。在图例中， $N_x = -0.2$ ， $N_y = -0.4$ ，则此被检面的光圈数 $N = -0.4$ ，象散光圈数 $\Delta_1 N = |N_x - N_y| = 0.2$ 。

3.3 局部光圈数 $\Delta_2 N$ 的度量

$\Delta_2 N$ 以局部不规则干涉条纹对理想平滑干涉条纹的偏离量 (e) 与两相邻条纹间距 (H) 的比值来度量。

3.3.1 中心局部光圈数 $\Delta_2 N$ 的度量如图 10。

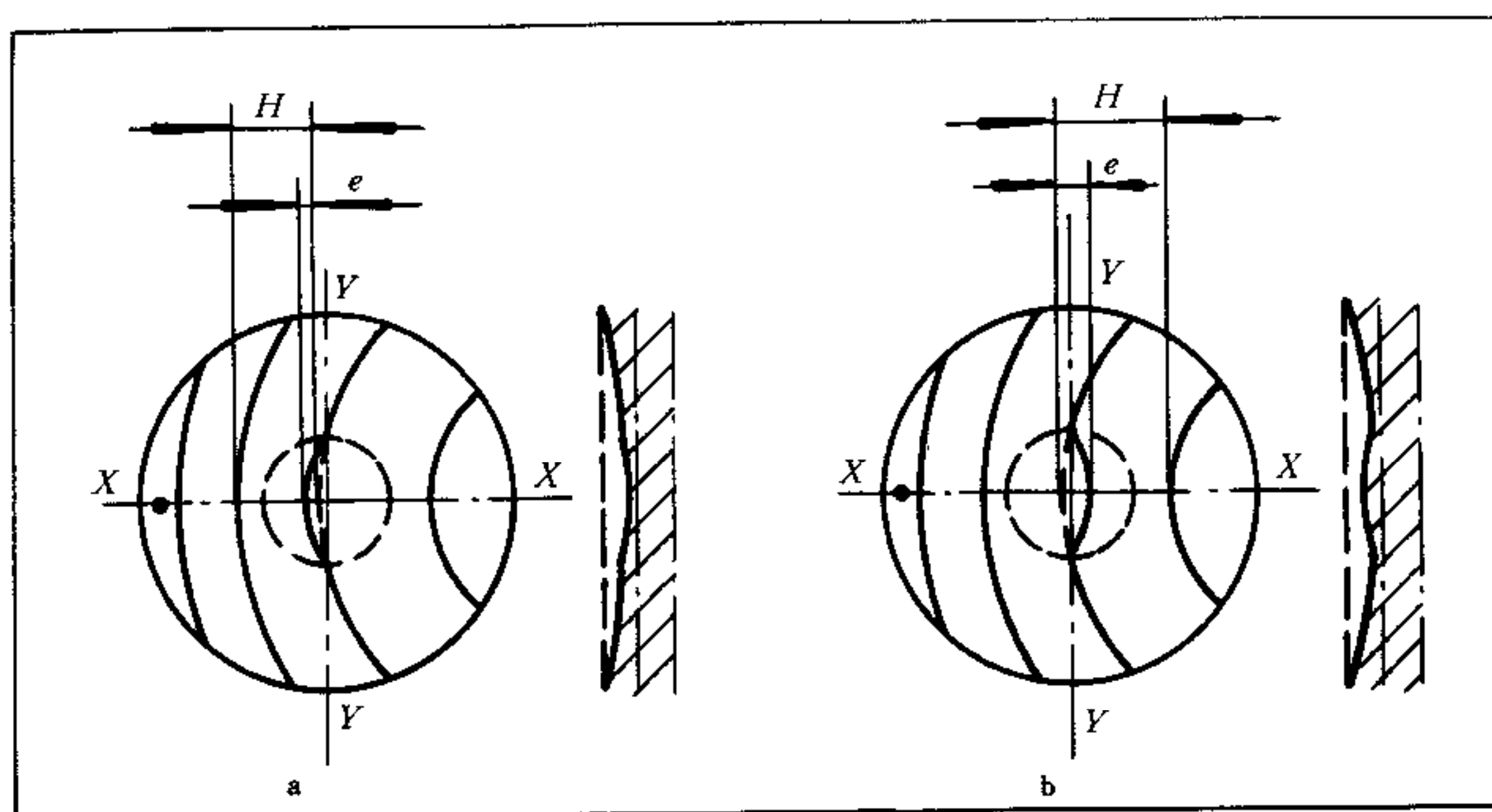


图 10 中心局部光圈数 $\Delta_2 N$ 的度量

图 10a 表示低光圈中心低 $\Delta_2 N = \frac{e}{H} = \frac{1}{6.5} = 0.15$

图10b表示低光圈中心高 $\Delta_2 N = \frac{e}{H} = \frac{2.5}{9} = 0.28$

3.3.2 边缘局部光圈数 $\Delta_2 N$ 的度量如图11。

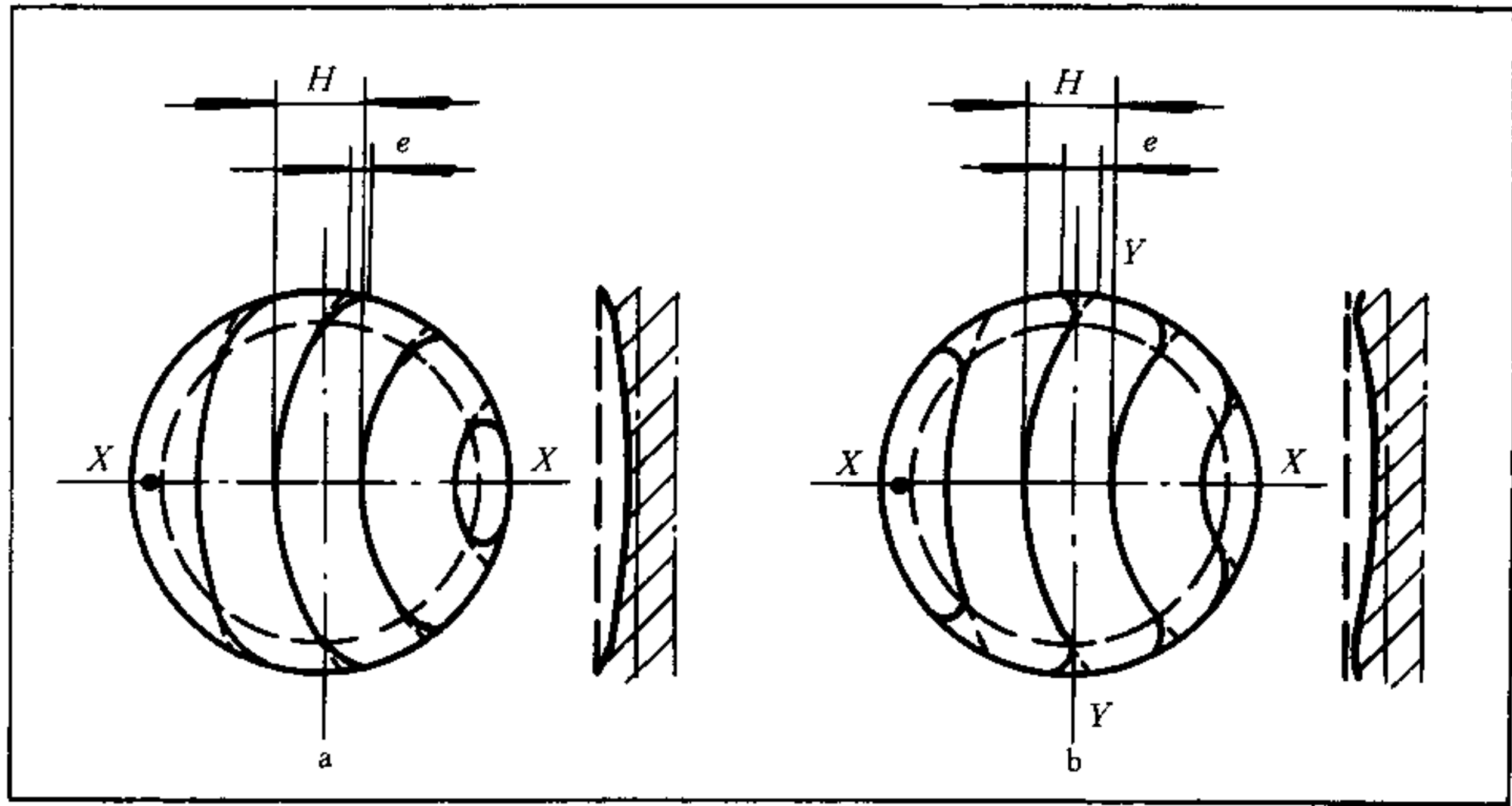


图 11 边缘局部光圈数 $\Delta_2 N$ 的度量

图11a表示低光圈翘边 $\Delta_2 N = \frac{e}{H} = \frac{1.5}{7.5} = 0.2$

图11b表示低光圈蹋边 $\Delta_2 N = \frac{e}{H} = \frac{2.5}{7.5} = 0.3$

3.3.3 中心及边缘均有局部偏差的局部光圈数 $\Delta_2 N$ 的度量如图12。

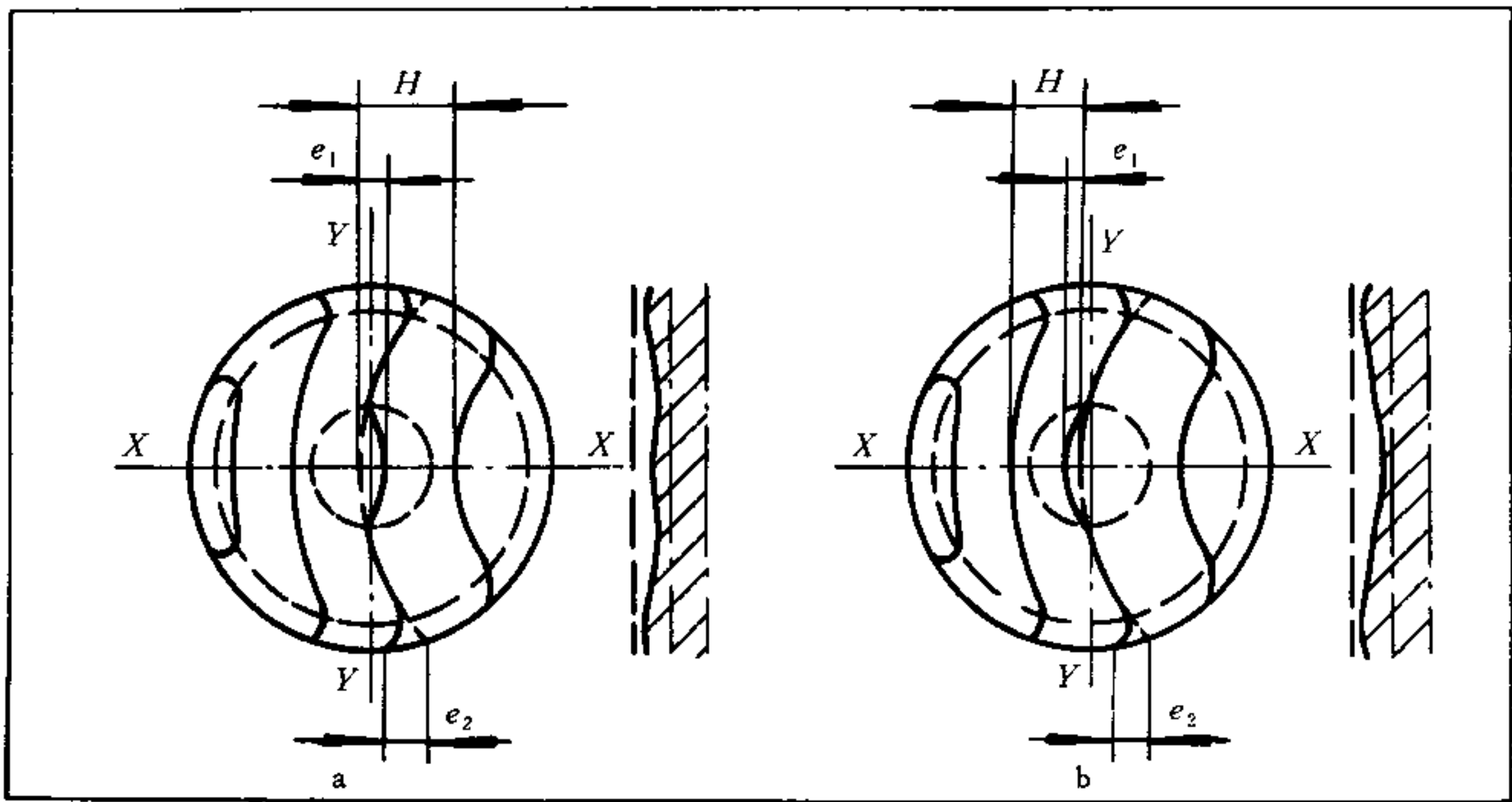


图 12 中心及边缘均有局部偏差的局部光圈数 $\Delta_2 N$ 的度量

图12a表示低光圈中心高，蹋边。

$$\text{中心局部光圈数 } \Delta_2 N' = \frac{e_1}{H} = \frac{2.5}{8.5} = 0.3$$

$$\text{边缘局部光圈数 } \Delta_2 N'' = \frac{e_2}{H} = \frac{3.5}{8.5} = 0.4$$

则该被检面的局部光圈数取大值为 $\Delta_2 N = 0.4$

图 12b 表示低光圈中心低，踢边。

$$\text{中心局部光圈数 } \Delta_2 N' = \frac{e_1}{H} = \frac{1.2}{8.5} = 0.14$$

$$\text{边缘局部光圈数 } \Delta_2 N'' = \frac{e_2}{H} = \frac{3}{8.5} = 0.35$$

则该被检面的局部光圈数取大值为 $\Delta_2 N = 0.35$

3.4 弓形光圈的光圈数 N 和局部光圈数 $\Delta_2 N$ 的度量如图 13。

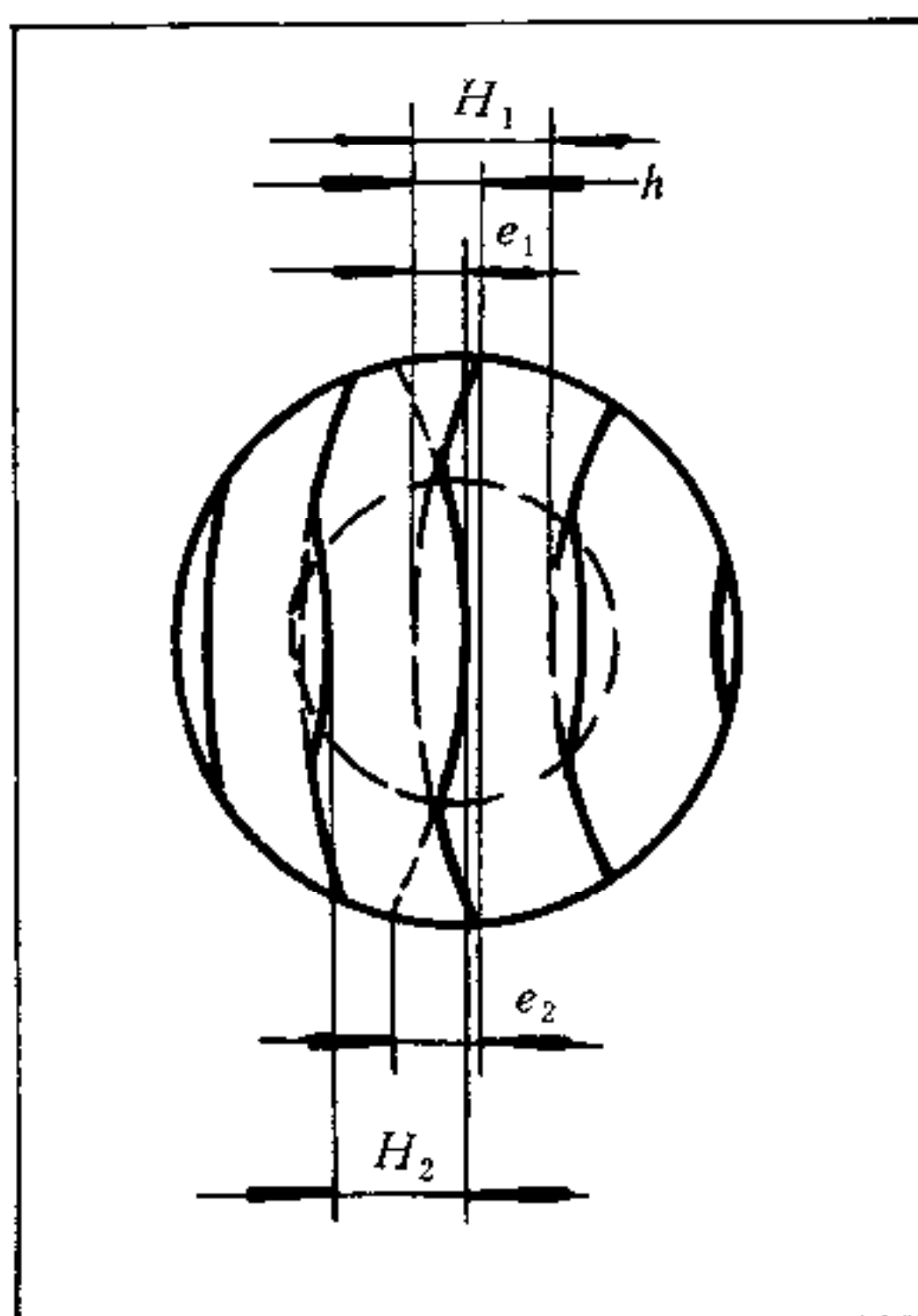


图 13 弓形光圈的光圈数 N 和局部光圈数 $\Delta_2 N$ 的度量

当被检测的光圈为弓形光圈而对 N 的取值方向有争议时，则规定根据 $\Delta_2 N$ 为最小的原则来取值 N 和 $\Delta_2 N$ 。例如，当被检面出现如图 13 所示的干涉图形时，则对该被检面的 N 和 $\Delta_2 N$ 的判定可能引起争议。此时可按下述方法加以确定。

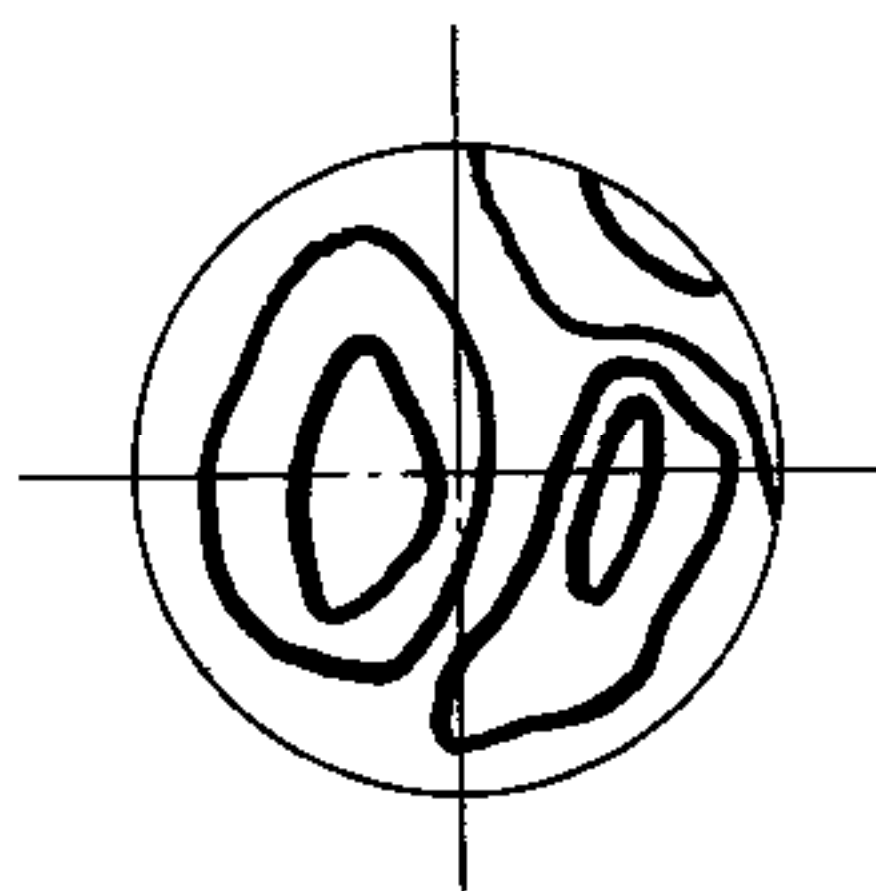
在图 13 中，如以边缘部分的干涉条纹为基准引出延伸线，作为平滑干涉条纹考虑，则其中心对平滑干涉条纹的偏离量为 e_1 ， $\Delta_2 N' = \frac{e_1}{H_1} = \frac{3}{7.5} = 0.4$ 。反之，如以中心部分的干涉条纹为基准引出

延伸线，作为平滑干涉条纹考虑，则其边缘对平滑干涉条纹的偏离量为 e_2 ， $\Delta_2 N'' = \frac{e_2}{H_2} = \frac{4.5}{7.5} = 0.6$

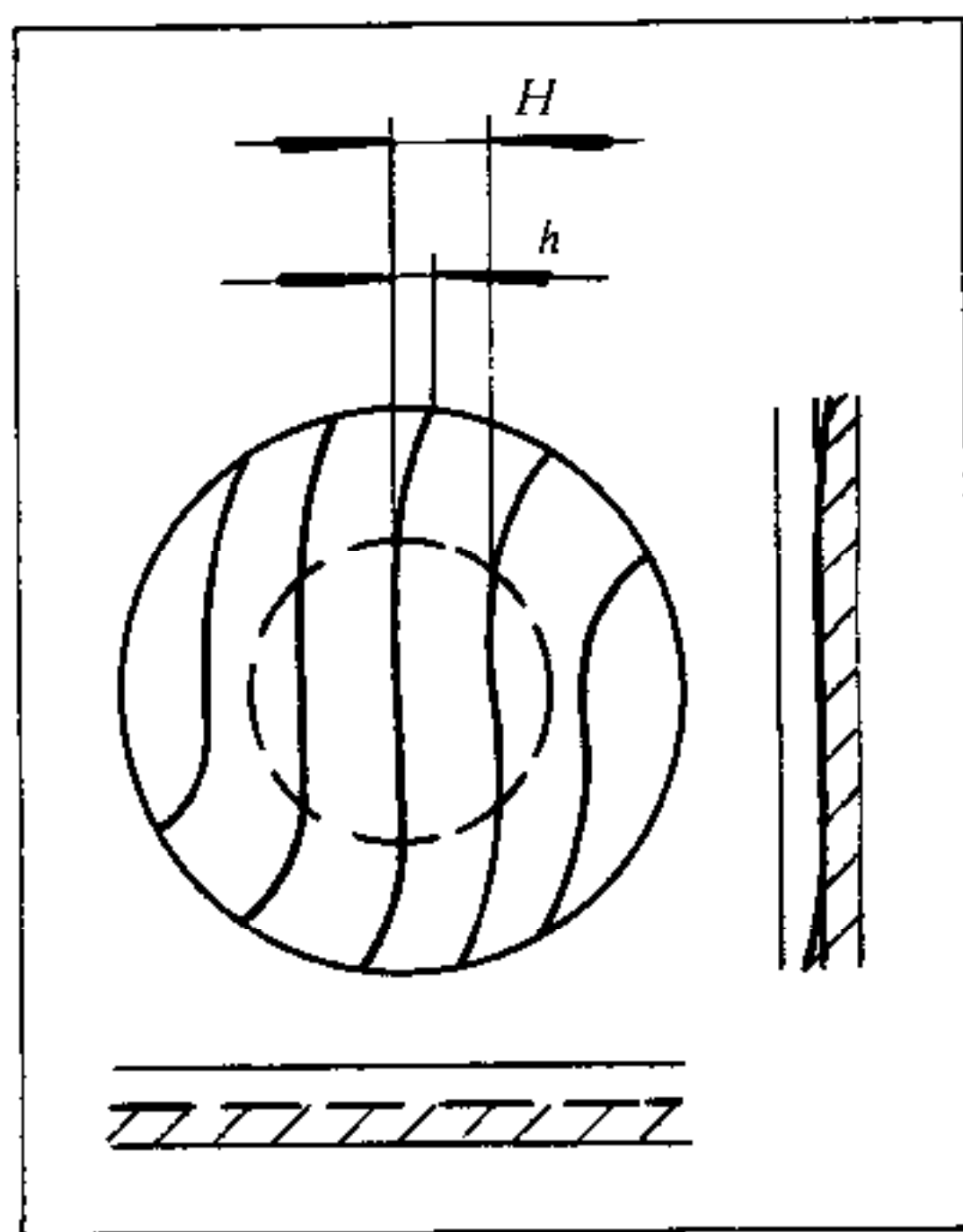
比较两者，得 $\Delta_2 N'' > \Delta_2 N'$ ，所以该被检面的光圈数 $N = \frac{h}{H_1} = \frac{4}{7.5} = 0.53$ ， $\Delta_2 N = 0.4$ 。

3.5 对象散光圈数 $\Delta_1 N$ 和局部光圈数 $\Delta_2 N$ 没有要求的表面的光圈数 N 的度量。

3.5.1 光圈数多时，而且光圈的变化没有一定规律性的情况下，规定光圈数 N 以半径范围内存在的条纹最大数来度量，如图 14 所示，该被检面的 $N = 6$ 。

图 14 无规律性光圈数 N 的度量

3.5.2 光圈数少时，如出现 S 形光圈，则按图 15 所示的方法度量 N ，该被检面的 $N = \frac{h}{H} = \frac{2}{5} = 0.4$

图 15 S 形光圈数 N 的度量

3.5.3 对精确度要求不高时，也可根据干涉色度量光圈数，详见附录 A（参考件）。

4 标注方法

4.1 被检光学表面允许的最大半径偏差以 N 个光圈数表示。

如 $N = 2$ ，表示被检光学表面与参考光学表面允许的最大半径偏差为 2 个光圈。

一般情况下，光圈数不需标注正负号，必要时，可在“ N ”前加“+”或“-”。

4.2 被检光学表面在两个相互垂直方向上光圈数的允许最大差值（象散偏差）以 $\Delta_1 N$ 表示。

相对于平滑干涉条纹的不规则程度(局部偏差)的允许最大值以 $\Delta_2 N$ 表示。

例如:

- a. 如 $\Delta_1 N = 0.1$ 即表示允许的最大象散光圈数为 0.1;
- b. 如 $\Delta_2 N = 0.1$ 即表示允许的最大局部光圈数为 0.1;
- c. 如 $\Delta N = 0.1$ 即表示允许的最大象散光圈数和局部光圈数均为 0.1。

4.3 如有必要,可在 N 数值后面标注检验范围的直径,如 $N = 2(60)$,即表示在 $\phi 60 \text{ mm}$ 检验范围内允许的最多光圈数为 2。

5 检验条件

5.1 计算标准光圈数的参考波长为 $\lambda_0 = 546.1 \text{ nm}$,在用其他的单色光源进行检验时,则技术文件中规定的 N 值应按下式进行修正。

$$N = \frac{546.1}{\lambda} N_{546.1} \quad \dots\dots\dots (1)$$

例如,用 $\lambda = 632.8 \text{ nm}$ 的参考波长检验时,允许的 $N_{632.8}$ 为:

$$N_{632.8} = N_{546.1} \times \frac{546.1}{632.8} = 0.86 N_{546.1}$$

设: $N_{546.1} = 2$, 则 $N_{632.8} = 1.72$

5.2 检验时,最好采用单色光照明,在一般情况下,可用白光照明。此时应用同种颜色来评定光圈。

5.3 在确定光圈数时,如条件限制,不能在垂直位置进行观察时,应按下式校正光圈数 N 。

$$N = \frac{N'}{\cos \alpha} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: N ——为在垂直位置观察时的光圈数;

N' ——为与垂直方向成倾角 α 时所观察到的光圈数。

如 $N' = 1$, $\cos \alpha = 45^\circ$,

$$\text{则 } N = \frac{1}{0.707} = 1.4。$$

附 录 A
(参考件)

A.1 用样板检验, 以荧光灯作光源时, 当边缘接触其边缘颜色为灰白色时, 则可根据中间颜色按表 A 1 确定光圈数。

表 A 1

光 圈 数 <i>N</i>	中 间 颜 色
1.0	绿 黄
0.9	淡黄绿
0.8	淡绿蓝
0.7	蓝
0.6	紫 蓝
0.5	紫 红
0.4	橙 红
0.3	深 黄
0.2	黄
0.1	淡 黄

A.2 用样板检验, 以荧光灯作光源时, 与空气隙厚度相对应的光圈数和颜色见表 A 2。

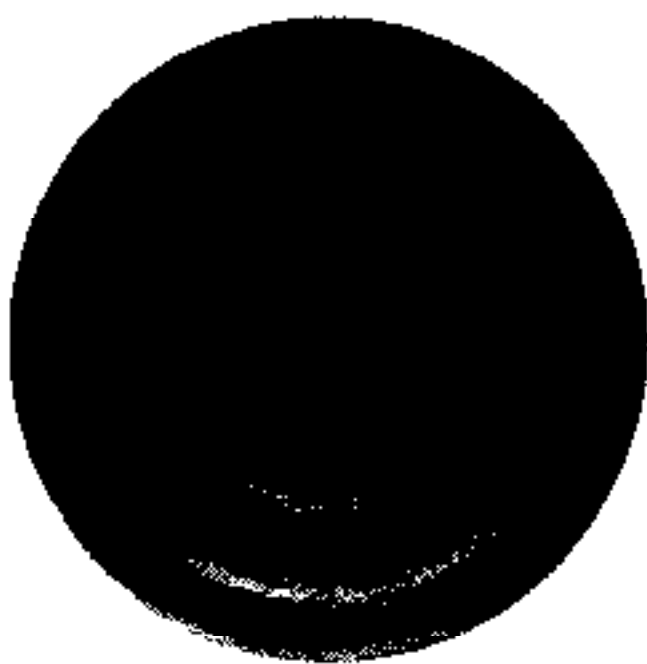
表 A 2

空气层厚度 (nm)	光 圈 数 <i>N</i>	颜 色	空气层厚度 (nm)	光 圈 数 <i>N</i>	颜 色
27.3	0.1	黑 灰	300.4	1.1	紫 蓝
54.6	0.2	铁 灰	327.7	1.2	蓝
81.9	0.3	草 灰	355	1.3	淡绿蓝
109.2	0.4	灰	382.3	1.4	淡黄绿
136.5	0.5	灰 白	409.6	1.5	绿 黄
163.8	0.6	淡 黄	436.9	1.6	黄
191.1	0.7	黄	464.2	1.7	深 黄
218.4	0.8	深 黄	491.5	1.8	玫瑰红
245.7	0.9	橙 红	518.8	1.9	淡红紫
273	1.0	紫 红	546.1	2.0	紫

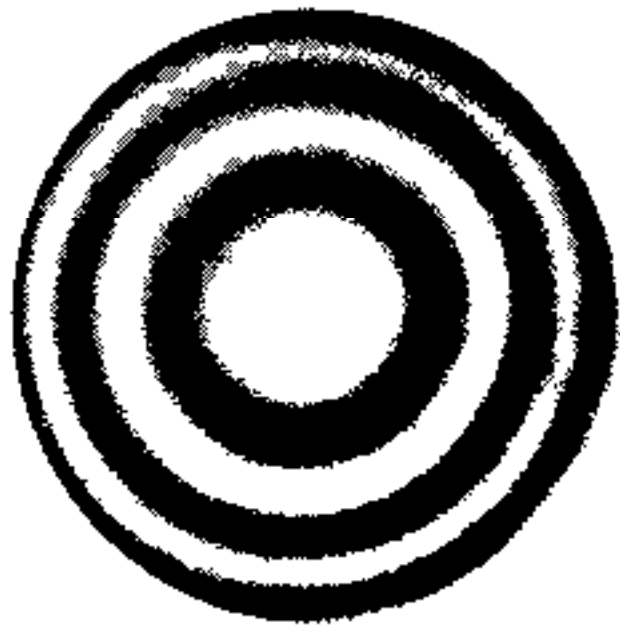
A.3 扩大空气隙的计算举例

当零级条纹附近出现一片灰白色而不易确定颜色的差别时, 可扩大被检零件与标准面之间的间隙, 使之出现较明显的颜色。然后, 从颜色—间隙对照表中(表 A 2), 查出边缘与中间颜色的相应间隙的差值来计算光圈数。例如, 在扩大间隙后, 中间颜色为淡绿蓝, 从表 A 2 中可查出该颜色所对应的光圈数 $N_{中} = 1.3$, 其边缘颜色为黄色, 该颜色所对应的光圈数 $N_{边} = 0.7$, 则被检零件的光圈数为 $N = N_{中} - N_{边} = 0.6$ 。

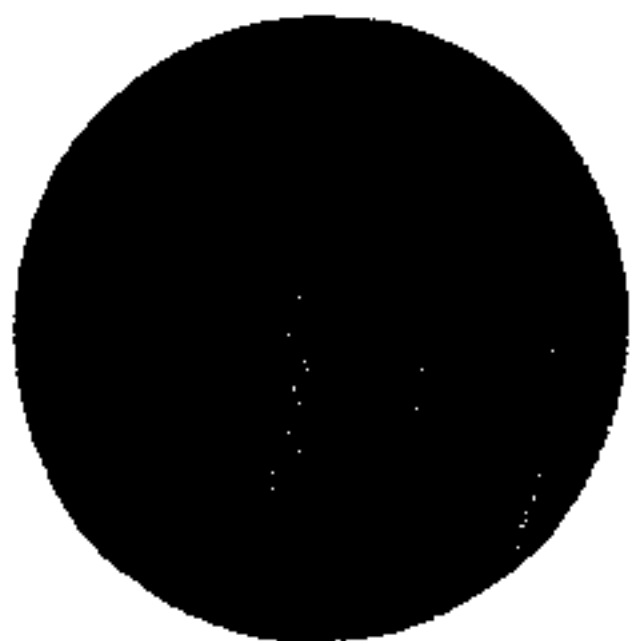
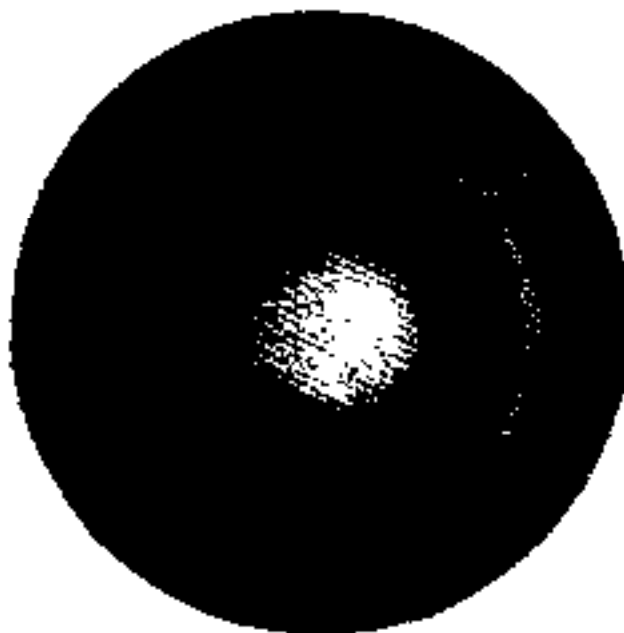
A.4 实物照片附图



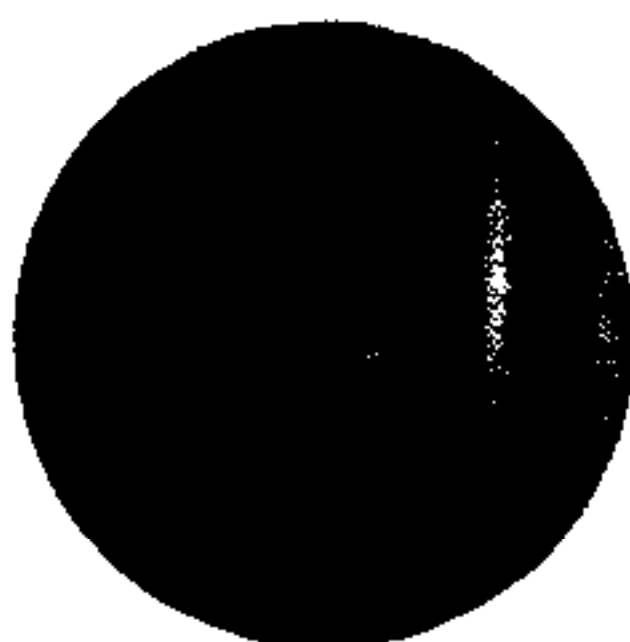
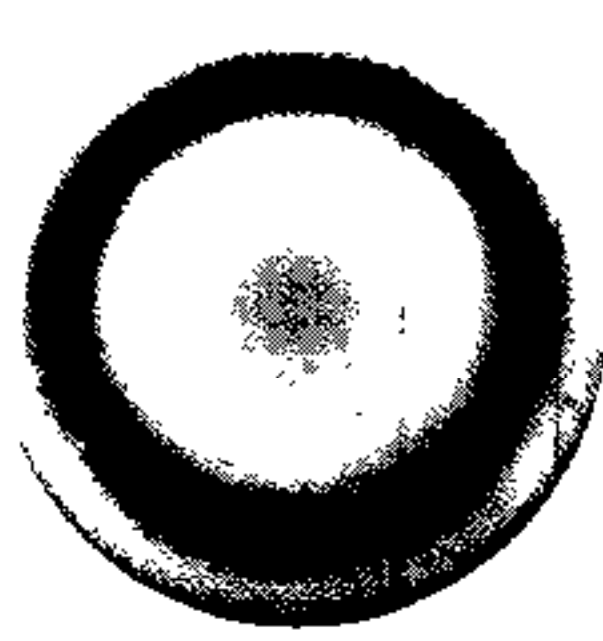
附图 1 $N = -3$



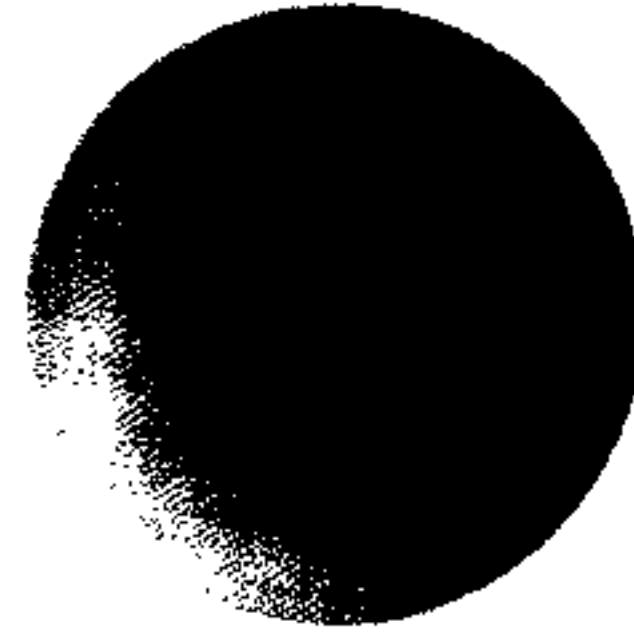
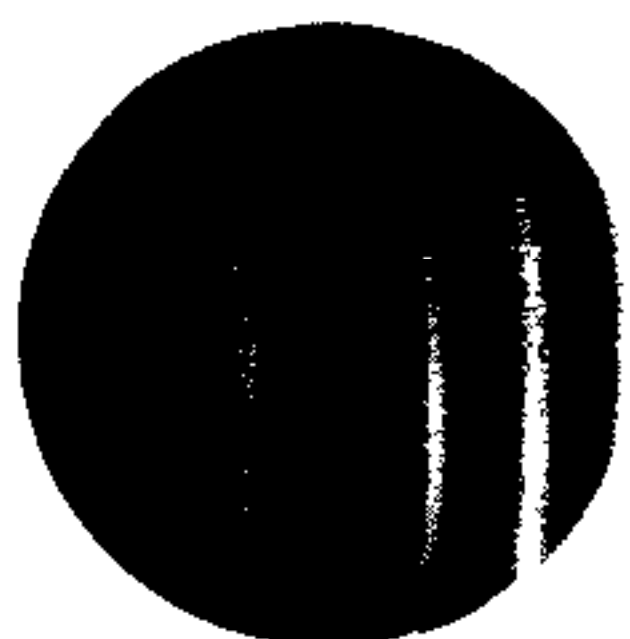
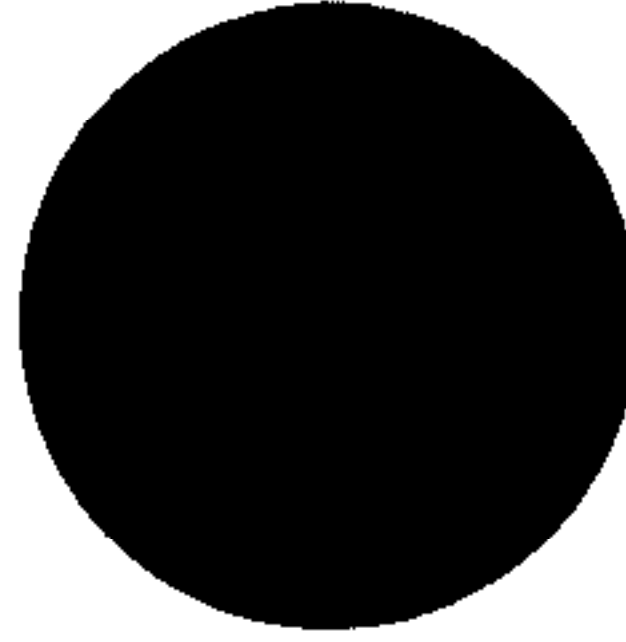
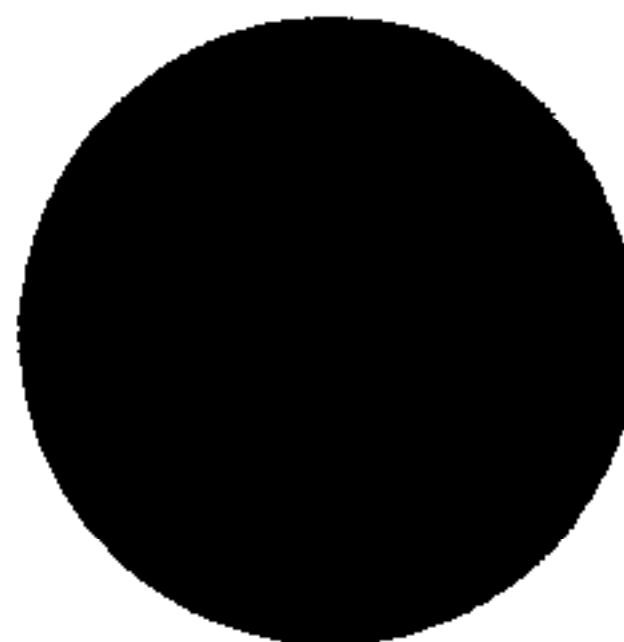
附图 2 $N = +2$



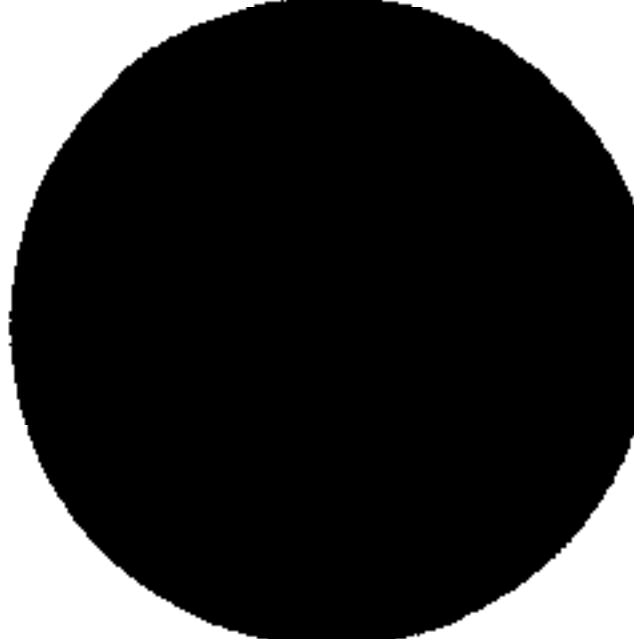
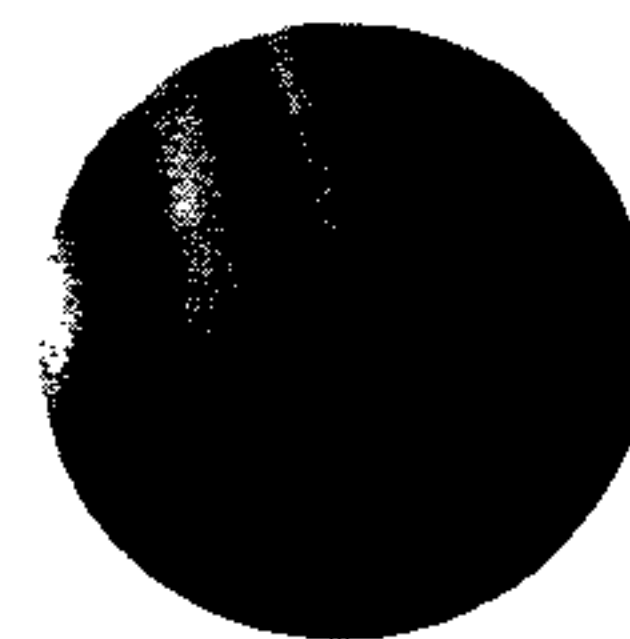
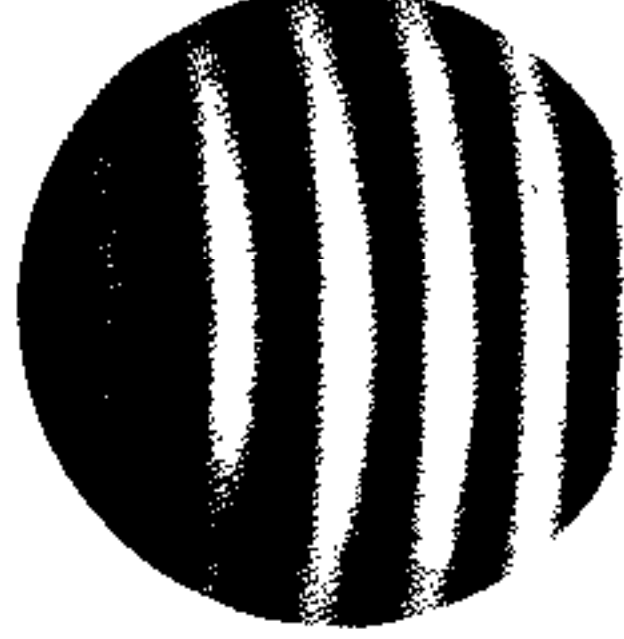
附图 3 $N = +1.6$



附图 4 $N = -0.1$



附图 5 $N = -0.44$

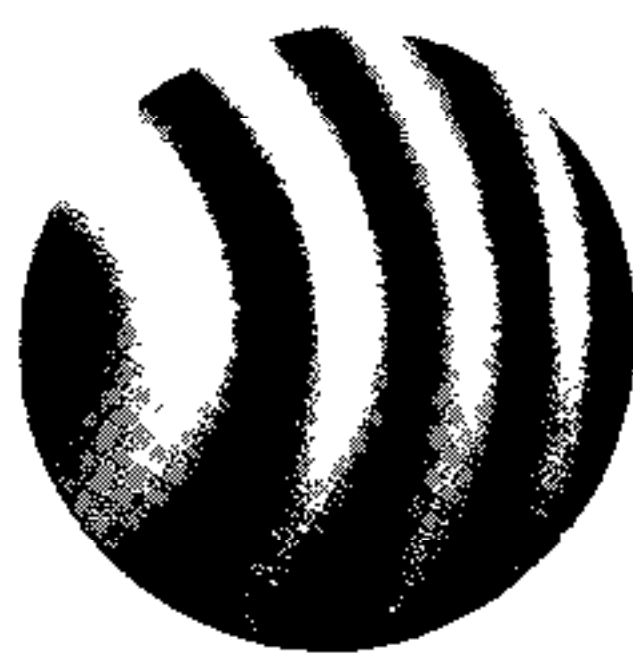


附图 6 $N = +0.6$

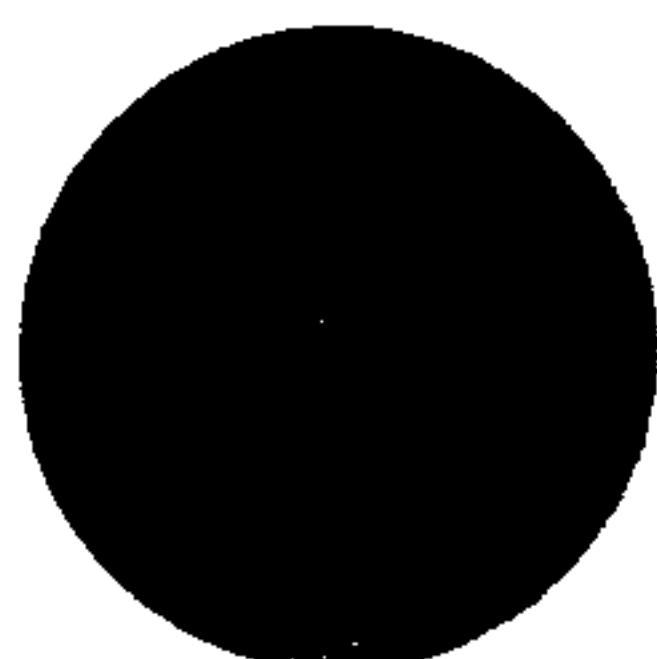




附图 7 $N = -0.8$



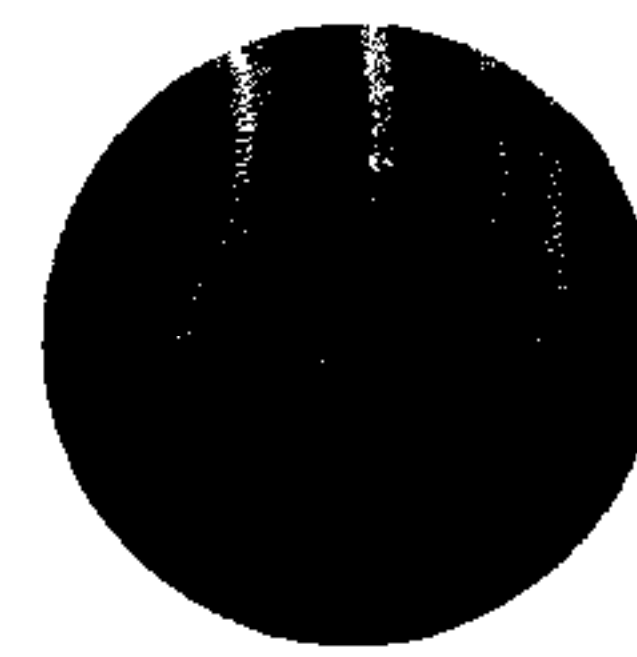
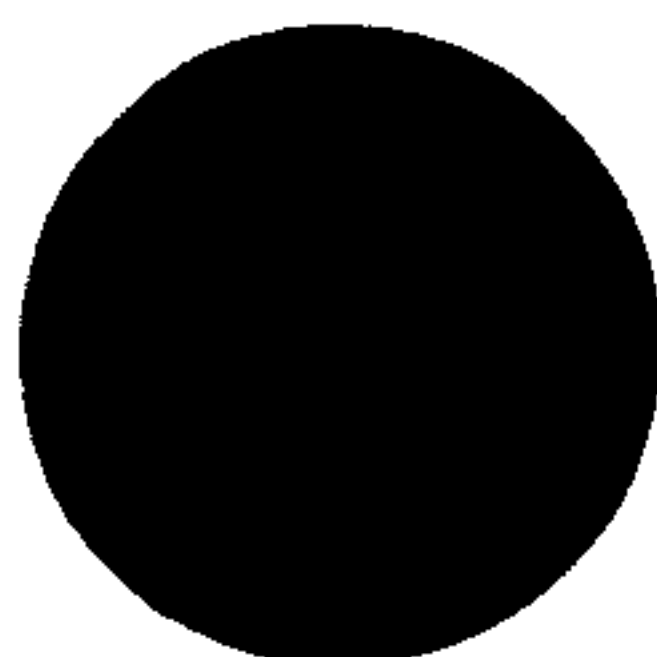
附图 8 $N = -1.7 \quad \Delta_1 N = 0.3$



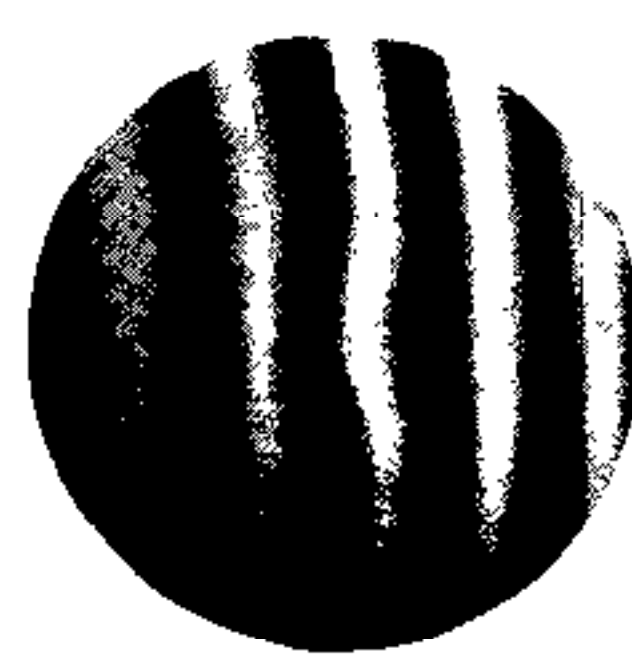
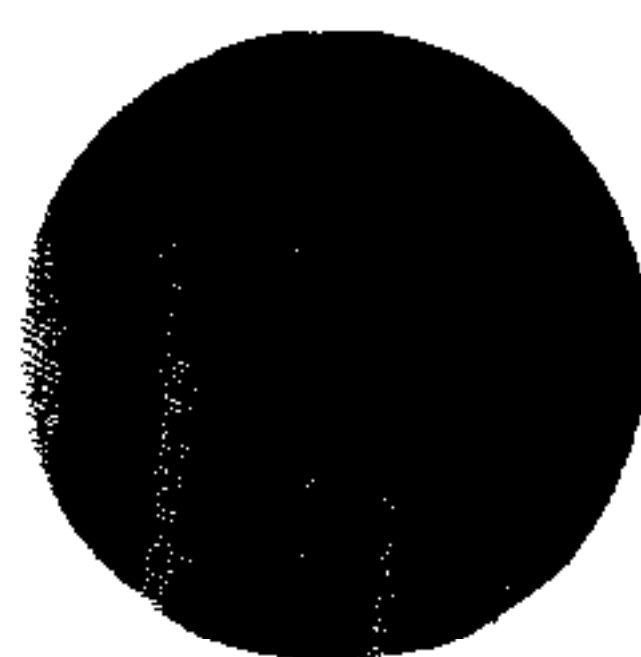
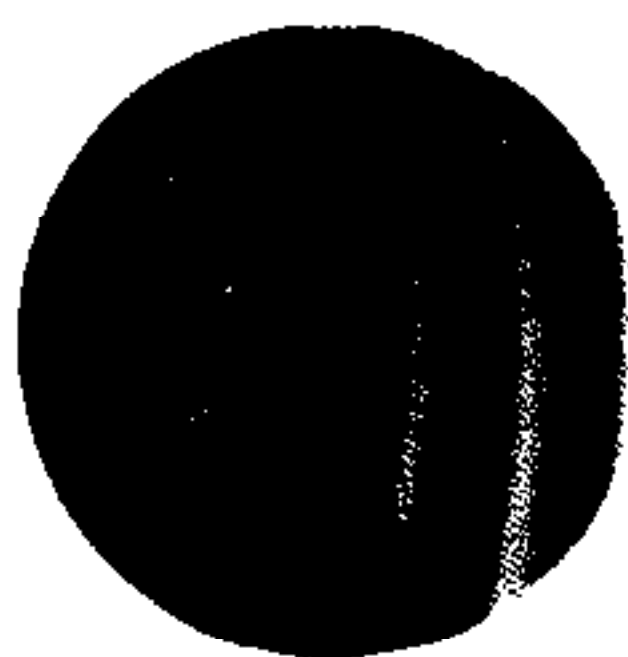
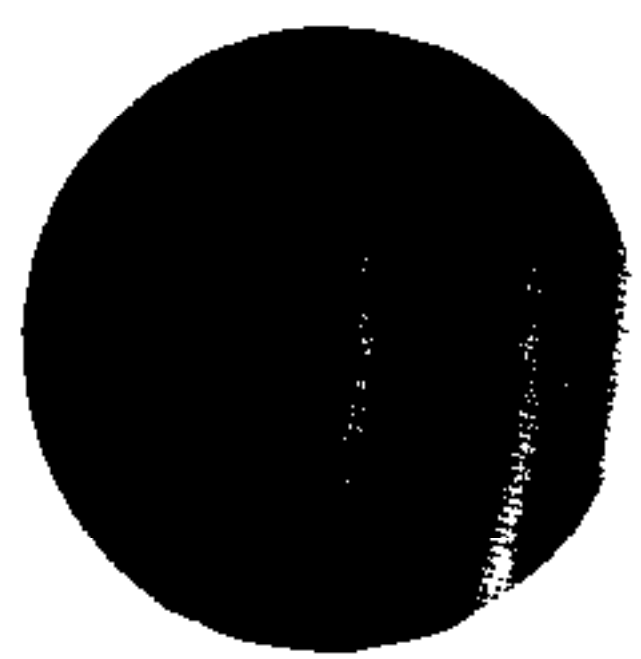
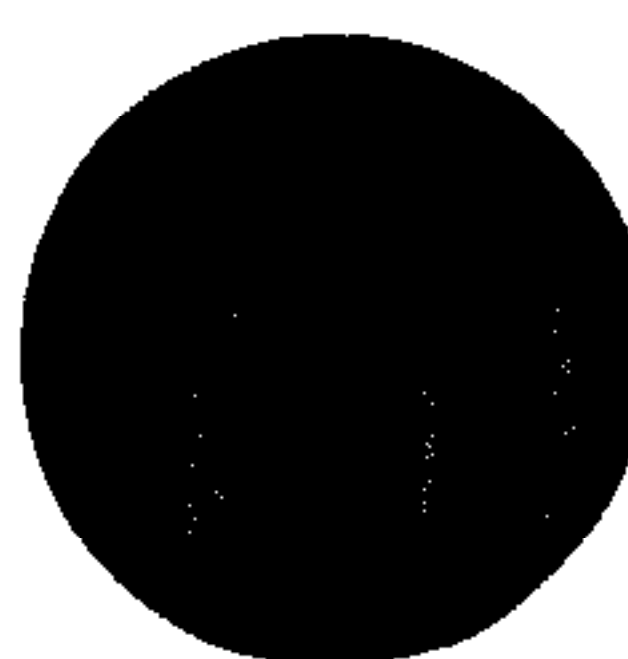
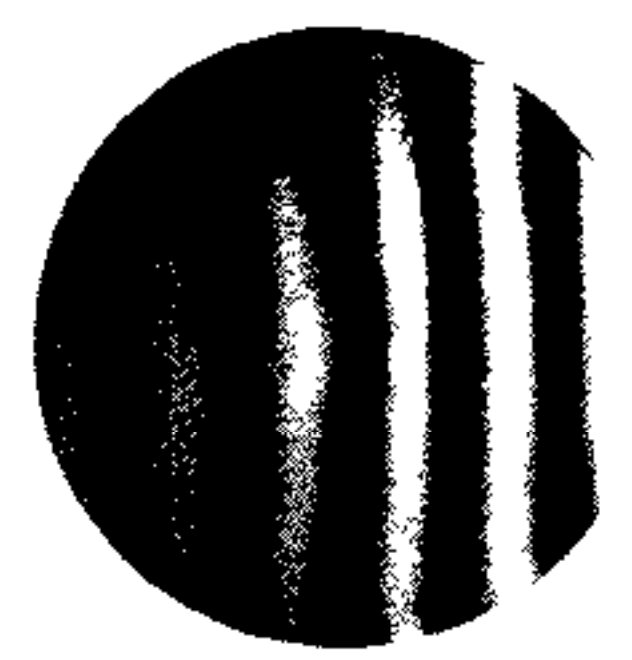
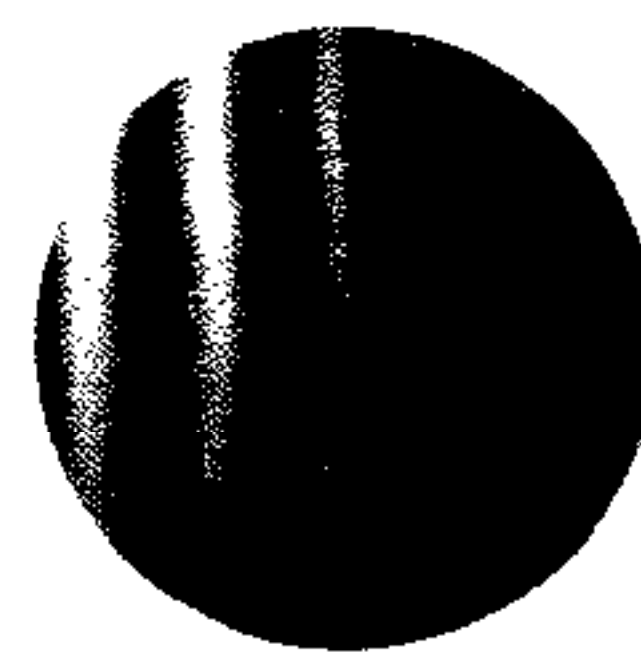
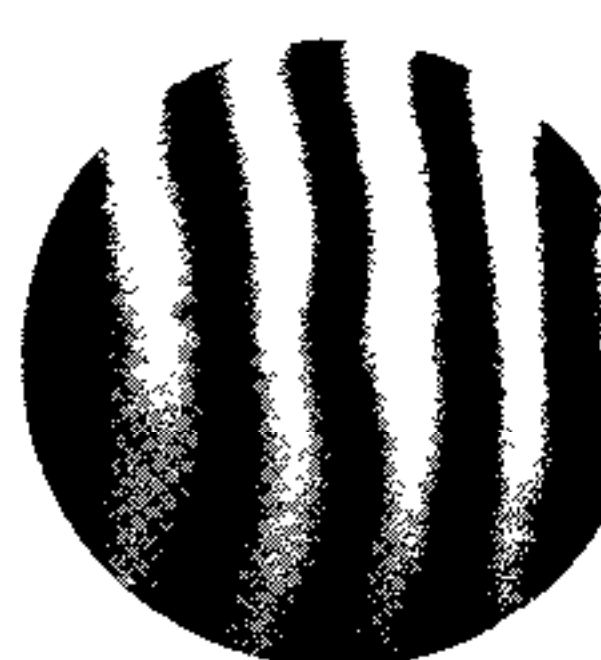
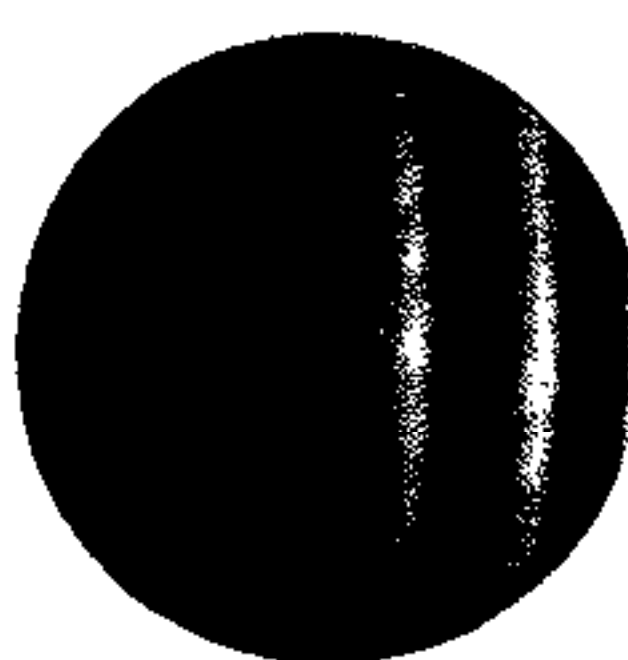
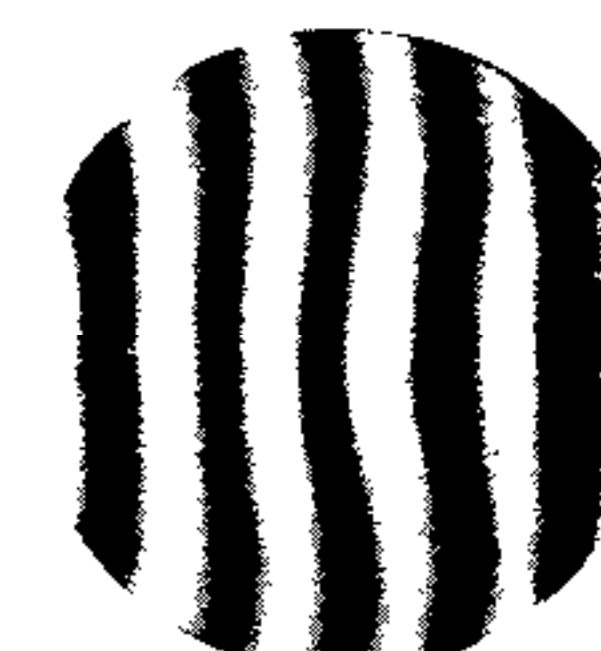
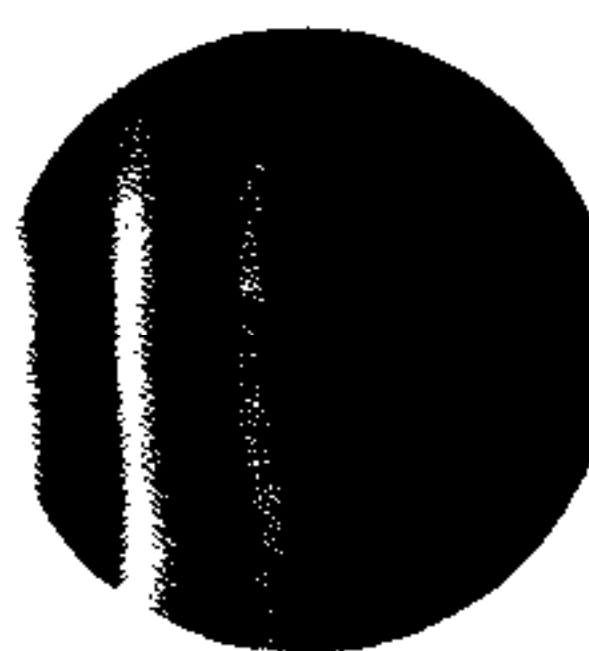
附图 9 $N = -4 \quad \Delta_1 N = 7$



附图 10 $N = -5.5 \quad \Delta_1 N = 5.5$



附图 11 $N = -0.9 \quad \Delta_1 N = 0.7 \quad \Delta_2 N = 0.1$

附图12 $N = -0.3$ $\Delta_2 N = 0.15$ 附图13 $N = -0.4$ $\Delta_2 N = 0.2$ 附图14 $N = -0.3$ $\Delta_2 N = 0.1$ 附图15 $N = -0.4$ $\Delta_2 N = 0.43$ 附图16 $N = -0.3$ $\Delta_2 N = 0.18$ 附图17 $N = -0.2$ $\Delta_2 N = 0.13$ 附图18 弓形光圈 $N = +0.2$ $\Delta_2 N = 0.3$ 附图19 S形光圈 $N = 1.3$

附加说明：

本标准由国家仪器仪表工业总局提出。
本标准由新天光学仪器研究所负责起草。
本标准委托新天光学仪器研究所负责解释。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
光学零件的面形偏差 检验方法
(光圈识别)
GB 2831—81

*

技 术 标 准 出 版 社 出 版
(北 京 复 外 三 里 河)
上 海 市 印 刷 一 厂 印 刷
新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行 各 地 新 华 书 店 经 售

*

开 本 787×1092 1/11 印 张 2 字 数 27,000
1982年 6 月 第 一 版 1982年 6 月 第 一 次 印 刷
印 数 1 — 8,500

*

书 号 : 15169 · 1 — 1259

*

科 技 新 书 目
29—148