

透镜定心磨边余量的经验计算

缪祥松 李宝云

在多品种的试制生产中，有各式各样的透镜加工。这些透镜在加工时，各道工序必须留出恰当的加工余量，如粗磨余量、精磨余量、抛光余量、定心磨边余量等等。本文只介绍透镜的定心磨边余量的经验计算。

透镜磨边、首先把透镜半径小的一面贴在磨边轴上（经过车削、保证端面与机械轴垂直和同心的轴），再用自准显微镜校正透镜另一面（即外表面）的球心与磨边轴的偏心。就是把自准显微镜物镜的焦点调到与被校正透镜的球心重合，再转动磨边机主轴，在显微镜中观察，如果看到球心象随轴的转动转圈子，说明被校正的表面球心与旋转轴的中心线不重合。这时就要沿轴端面推动透镜，使象向圈子中心接近，调到尽管轴转动，象的位置不动为止（或达到允许的误差）。

当透镜校正好中心后，透镜一边就向轴偏出较多，凸透镜边薄的一边偏出多，凹透镜边厚的一边偏出多。如图 1。

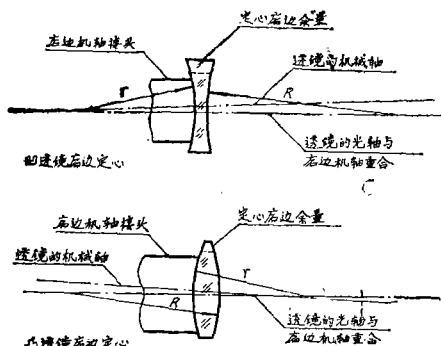


图 1

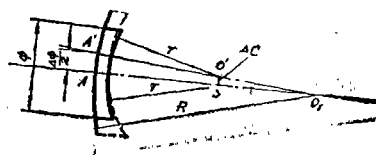


图 2

这个偏出的量就是磨边定心余量，所以定心磨边余量与偏心有关，定心磨边余量就是根据这个原理计算的。

磨边余量是直径大曲率半径小的件余量小，直径小曲率半径大的件余量大。一般直径留 2~3 毫米磨边余量，但是如果透镜的直径与半径之比值较小或者两球心在透镜的同一侧且又离的很近的透镜，2~3 毫米余量就不够了。如果不采取其他加工方法，在生产中往往造成废品。为了避免出现废品，我们在实践中总结出如下几种方法：

一、当透镜两球心在同一侧时，并且两半径之差再减去或加上中心厚度，等于或小于三分之一小半径时 ($R - r \pm d \leq \frac{1}{3}r$)，需要计算直径的加大量（用 $\Delta\phi$ 表示）。

(1) 当小半径为凹面时，如图 2， OO_1 是透镜 ϕ 的光轴，与机械轴重合， O 为小半径 (r) 的中心， O_1 为大半径 (R) 的中心，当小半径产生偏心时， O 点转到 O' 点， OO' 就是透镜 ϕ 的偏心差 (ΔC) 光轴 $O'O_1$ 与机械轴成一夹角，这时透镜顶点由 A 到 A' 点， AA' 就是直径加

大量的一半($\Delta\phi/2$),在图2中有 $\triangle O_1O_0O' \sim \triangle O_1AA'$ 在两相似三角形中对应边成比例:

$$\therefore \frac{\Delta\phi/2}{\Delta C} = \frac{R}{R-r-d}$$

$$\therefore \Delta\phi = \frac{2 \times \Delta C \times R}{R-r-d} \dots\dots\dots (1)$$

(2) 两球心在同一侧,小半径为凸面时,如图3.

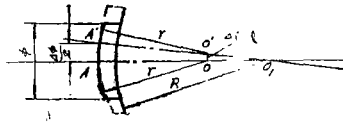


图 3

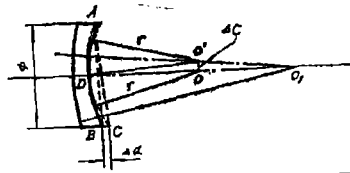


图 4

根据前面同样的道理:

$$\Delta\phi = \frac{2 \times \Delta C \times (R+d)}{R-r+d} \dots\dots\dots (2)$$

ΔC 为一般加工时所能达到的数值。

计算结果

1. $\Delta\phi$ 小于 2 毫米磨边留 2~3 毫米余量。
2. $\Delta\phi$ 大于 2 毫米小于 4 毫米,磨边留 4 毫米余量。
3. $\Delta\phi$ 大于 4 毫米就需要采取等厚加工。

二、当透镜的直径与曲率半径之比值小于或等于五分之一 (即 $\phi/r \leq \frac{1}{5}$) 时采用等厚加工。

等厚差的计算公式:如图4,直线 O_0O' 为透镜的光轴,与透镜的机械轴重合,当小半径产生偏心时,中心点 O 落到 O' 点, O_0O' 为偏心差用 ΔC 表示,透镜的光轴为 $O'O$,与机械轴偏离,透镜加工成虚线形状,即一边厚一边薄,其两边的厚度差就是等厚差用 Δd 表示。因偏心差值很小,所以三角形 D_0O_0O' 与三角形 ABC 相似,在两相似三角形中对应边成比例:

$$\therefore \frac{\Delta d}{\phi} = \frac{\Delta C}{r}$$

$$\therefore \Delta d = \frac{\Delta C \times \phi}{r} \dots\dots\dots (3)$$

三、当透镜的两球心在同一侧,相距离小于10毫米时,采用等厚加工。例如下面零件图。按等厚差公式(3)计算。

$$\Delta d = \frac{\Delta C \times \phi}{r} = \frac{0.05 \times 50}{100}$$

$$= 0.025 \text{ 毫米}$$

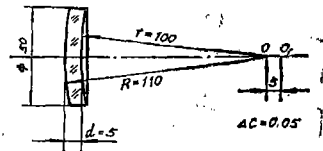


图 5

在加工时这个件等厚差控制在 0.025 毫米以内,就可保证透镜的偏心差 $\Delta C = 0.05$ 毫米以内。

如果不按等厚加工、按一般加工等厚差可达到0.2毫米,当等厚差 $\Delta d = 0.2$ 毫米时,由公式(3)导出偏心差 ΔC 。

$$\Delta C = \frac{\Delta d \times r}{\phi} = \frac{0.2 \times 100}{50} = 0.4 \text{ 毫米}$$

再把 $\Delta C = 0.4$ 毫米代入计算直径加大量 $\Delta\phi$ 公式(1)

$$\begin{aligned}\Delta\phi &= \frac{2 \times \Delta C \times R}{R - r - d} \\ &= \frac{0.4 \times 110 \times 2}{110 - 100 - 5} \\ &= 17.6 \text{ 毫米.}\end{aligned}$$

这样计算结果磨边余量要留17.6毫米以上这个量就太大了, 因此只能采取等厚加工。

四、透镜直径与曲率半径之比小于五分之一当直径小于20毫米时, 我们采取加大直径2毫米, 同时控制等厚差在允许的范围内, 然后再进行一次磨边定心来保证同心度。

例如下面零件图。

如果要等厚加工这个件的等厚差 Δd , 由公式(3)计算:

$$\begin{aligned}\Delta d &= \frac{\Delta C \times \phi}{r} \\ &= \frac{0.05 \times 15}{130} \\ &\approx 0.0057 \text{ 毫米}\end{aligned}$$

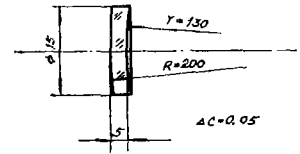


图 6

这个零件直径小, 等厚差又高, 不容易保证精度。

如果按一般零件加工, 等厚差能达到0.2毫米, 当等厚差 $\Delta d = 0.2$ 毫米时, 按公式(3)计算 ΔC

$$\begin{aligned}\Delta C &= \frac{\Delta d \times r}{\phi} \\ &= \frac{0.2 \times 130}{15} \\ &= 1.7 \text{ 毫米.}\end{aligned}$$

当 $\Delta C = 1.7$ 毫米时, 磨边对中心所需的直径加大量, 按公式(1)计算:

$$\begin{aligned}\Delta\phi &= \frac{2 \times \Delta C \times R}{R - r - d} \\ &= \frac{2 \times 1.7 \times 200}{200 - 130 - 5} \\ &= 10.46 \text{ 毫米}\end{aligned}$$

这样大的磨边定心余量, 不但费工时而且也费料, 因此这类零件我们采用加大直径2毫米, 同时控制等厚差在允许的范围内。

当 $\Delta\phi = 2$ 毫米时由公式(1)计算 ΔC 。

$$\begin{aligned}\Delta C &= \frac{\Delta\phi(R - r - d)}{2 \times R} \\ &= \frac{2(200 - 130 - 5)}{2 \times 200} \\ &= 0.325 \text{ 毫米}\end{aligned}$$

当 $\Delta C = 0.325$ 毫米时, 按公式(3)计算 Δd

$$\begin{aligned}\Delta d &= \frac{\Delta C \times \phi}{r} \\ &= \frac{0.325 \times 15}{130} \\ &= 0.0375 \text{毫米}\end{aligned}$$

即当抛光以后零件等厚差控制在 0.0375 毫米以内，再进行一次磨边定心，达到设计要求。

五、结束语：

我们介绍的磨边余量经验计算，也指出了透镜的几种加工方法，这是我们的经验总结，如有不当之处请批评指正。

高精度光学平面的磨制

王宝林 景玉华 赵义

前 言

随着科学技术的发展，特别是激光技术、微电子学技术和空间技术的发展，对高精度光学零件需求越来越大、精度要求越来越高。其精度要求，磨制方法及检测手段、已成为光学冷加工行业所关注的一个重要课题。

近几年来，我们先后磨制了 $\phi 50$ 毫米、 $\phi 100$ 毫米、 $\phi 150$ 毫米等不同口径的光学标准平板，其精度可稳定在 $\frac{1}{30}\lambda \sim \frac{1}{40}\lambda$ 。本文介绍 $\phi 150$ 毫米标准板的磨制。

磨制方法

通常的磨制方法大都是依靠老工人的熟练技术和经验在旧式研磨抛光机上，通过精心调整各种加工条件来实现的。但也只能达到 $\frac{1}{20}\lambda$ 的水平。这显然对实现高精度加工是不够的。

如何改变这一状态，达到高精度加工，这就必须从影响光学表面加工精度的主要因素入手进行分析，以寻求一合适的磨制方法。影响光学零件表面加工精度的因素很多，概括起来不外乎如下方框图所示：

针对上述影响之诸因素，我们对现行抛光方法采取了必要的改进。

一、对机床的要求与改进

磨制高精度零件用机床应是低转速、无震动（微量震动），其机床主轴精度要高，主轴与摆轴能单独驱动并可连续调速，马达与驱动机构应同主机相分离。为此需要一台具有双偏心摆、转速低、口径大、精度高并备有特殊抛光附件的新型抛光机床。为有利于保证主轴精度，主轴端面支承以采用大轴承环的结构方式为佳。为此，我们磨制 $\phi 150$ 毫米光学标准平板