

文章编号: 1002-2082(2009)01-0093-03

# 增厚-光胶法控制超薄、变形平面零件 的加工工艺研究

苏 瑛, 丛丽艳, 常阿娟, 张云龙, 郭 芮

(西安应用光学研究所, 陕西 西安 710065)

**摘要:** 以一直径为 27 mm,  $N=2$ ,  $\Delta N=0.5$ ,  $B \leq \text{II}$  和  $\theta \leq 2'$  的 K9 平面零件加工为例, 详细介绍了增厚-光胶法控制超薄、变形平面的加工工艺流程及采取的关键工艺措施, 并对加工过程中的参数进行了分析和总结, 最后确定了保证该零件各项指标的量化参数。实践证明: 该方法能够保证零件高精度面形及平行差要求, 解决了超薄、变形零件在长期加工中出现的合格率低、返工率高现象。该方法在保证零件精度的同时, 大大提高了生产效率, 降低了成本, 适用于批量加工。

**关键词:** 增厚-光胶法; 超薄光学元件; 平面变形; 光学加工

中图分类号: TN204

文献标志码: A

## Processing control for deformable super-thin planar elements with thicken-optical-cement method

SU Ying, CONG Li-yan, CHANG A-juan, ZHANG Yun-long, GUO Rui

(Xi'an Institute of Applied Optics, Xi'an 710065, China)

**Abstract:** Taking the fabrication of a K9 planar part with the diameter of 27 mm, accuracy requirement of  $N=2$ ,  $\Delta N=0.5$ ,  $B \leq \text{II}$  and  $\theta \leq 2'$  as an example, the processing flow and key techniques of deformable super-thin planar elements controlled by thicken-optical contact method are described. The parameters in manufacturing process are analyzed and summarized, and the parameters for achieving various specifications are determined. The result proves that this method can meet the requirements of high-precision surface profile and parallelism. The production efficiency was increased and the production cost was decreased while the accuracy of such optical element was ensured. This method is suitable for the mass production.

**Key words:** thicken-optical-cement method; super-thin optical element; plane deformation; optical process

## 引言

平面镜直径(或边长)与厚度之比大于 15 : 1 的在光学上一般称为薄形平面镜, 在加工中通常会由于粘结拉力、温度变化及其他外力影响而引起零件表面变形, 达不到设计的面形精度要求(对面形精度不作要求的除外), 尤其是直径与厚度比越大, 面形精度和平行差要求高的零件变形就越

大, 加工难度就更大。零件的厚度与直径之比为 1 : 27, 被界定为“超薄”零件, 采取传统的加工方法在加工中主要存在 2 个难点: 由于超薄而导致的面形精度难以保证; 平行差出现像“虚”, 无法准确判断平行差精度。本文主要通过实例对超薄、变形零件加工中的关键技术措施做了详细的介绍与分析, 保证了零件的精度。

收稿日期: 2008-08-05; 修回日期: 2008-11-04

作者简介: 苏瑛(1974—), 女, 陕西人, 工程师, 主要从事光学冷加工工艺及检测工作。

# 1 增厚-光胶法定义

在平面镜粗磨阶段增加坯平厚度尺寸,加厚尺寸随零件大小而定,但一般远大于同样直径的常规加工余量,作用是减少第1个平面加工时的变形,成盘精磨、抛光第1个平面;然后采用光胶的方法,作用是减少粘结变形,按完工尺寸要求粗磨、精磨和抛光第2个平面,以达到图纸精度指标。

# 2 增厚-光胶法加工超薄、变形零件的工艺流程及具体操作步骤

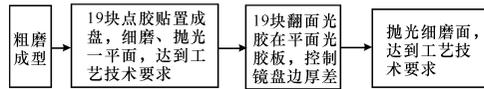
该零件主要技术指标如表1所示。

表1 零件主要技术指标

Table 1 Main qualifications for element

材料	厚度/mm	平行差/( $''$ )	直径/mm	$N$	$\Delta N$	表面疵病
K9	$1_0^{+0.2}$	2	27	2	0.5	II

工艺流程如下:



下面以该零件为例,阐述增厚法加工平面零件的主要操作步骤。为使操作步骤叙述得更直观、更清楚,特给出粗磨完工后零件的简易图,详见图1所示。

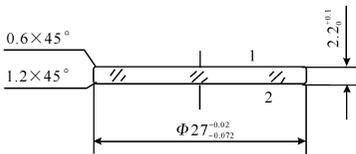


图1 粗磨完工零件简易图

Fig. 1 Diagram of roughly-grounded element

1) 粗磨:按工艺要求保证零件外圆、厚度、二面角及表面粗糙度精度要求。

2) 2面点胶:先在2面上涂洋干漆,自然干透后,放在100 W灯泡下预热3 min;再将火漆点按图2位置排列点在零件上,恒温。

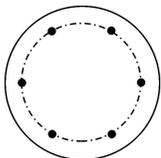


图2 零件2面胶点排列分布图

Fig. 2 Distribution points of cement on two surfaces of optical element

3) 1面精磨:分别用302#和303#金刚砂进行磨削,磨削量为0.1 mm和0.05 mm。

4) 1面抛光:按常规方法进行抛光,面形达工艺要求  $N = -1, \Delta N = 0.5$ 。

5) 1面光胶:将光胶面按常规操作方法光胶在平面光胶板上。

6) 2面精磨:分别用280#,302#和303#金刚砂进行磨削,磨削量为0.5 mm,0.25 mm和0.05 mm,同时控制经303#金刚砂精磨后的边厚度差达到微米级以内。

7) 2面抛光:按常规方法进行抛光,下盘前镜盘的面形达工艺要求  $N = -5 \sim -4, \Delta N = 0.5$ 。

8) 2面下盘、清洗:零件加工完成,按上述磨削量参数及面形参数控制从而保证零件的图纸精度要求。

# 3 加工中采取的关键技术措施

## 3.1 粗磨工步坯平厚度尺寸的确定

粗磨坯平厚度尺寸由零件具体直径来确定,厚度太薄则变形大,面形精度不易保证,厚度太厚则后序工步费时费工费料。实践验证,粗磨厚度尺寸的给定原则应在保证不变形的情况下进行确定,粗磨坯平厚度尺寸与直径比例选为(1:10)~(1:13)较为合适;同时粗磨工步坯平厚度尺寸还应参考各单位工艺水平的具体情况方能确定。

## 3.2 1面的胶点排列及上盘温度控制

要保证1面下盘后面形达到图纸要求,还必须控制胶点的排列方式和个数、胶的软硬及上盘时温度。胶点在零件上的分布应根据零件的形状和尺寸大小而定,但应以对整个零件的拉力均匀分布为准,同时粘结时所用点的几何形状和尺寸大小(粗、细)要力求均匀一致,以免由于点的形状、尺寸不一而在粘结后引起零件局部变形。该零件的胶点排列分布按腰部6个(直径3.5 mm,高1.5 mm)胶点进行均匀分布排列;上盘时应严格控制胶平模的预热温度,以刚好融化火漆为准。温度太高时,由于胶平模和零件之间的膨胀系数差异,冷却后对零件造成拉力不均;温度太低,则粘结不牢,加工时容易脱胶。上盘后,应放在水平台上让其自然冷却,忌用冷水降温。

## 3.3 零件在精磨、抛光过程中面形修改

在精磨、抛光过程中,应逐步修改光圈,直到不出现光圈高低的突然变化,否则在下盘后零件还可

能变形。

### 3.4 零件2面下盘前光圈道数的确定

2面下盘前光圈道数控制到多少就一定能够保证零件下盘后的面形能达到图纸精度要求,这也是一个关键问题;而光圈道数控制又与设备、主轴转速、温度、材料、抛光负荷、零件尺寸及恒温时间等有密切关系,不能统一而论。该零件的2面在下盘前的主要控制参数:主轴转速(15~20)转/min;抛光负荷为传统设备上的三角架及镜盘自身重量;

温度为23℃;恒温时间为2h;恒温后镜盘单件的光圈 $N=-3$ ,  $\Delta N=0.5$ 。

## 4 效果

该零件通过不同操作者的加工,实践证明采用增厚-光胶法从根本上解决了超薄、变形零件的加工技术难题。增厚-光胶法与普通加工法相比,在加工精度、生产效率及成品率上都有显著提高,详见表2所示。

表2 2种不同加工方法的加工精度、生产效率和成品率比较

Table 2 Comparison of processing accuracy, production efficiency and yield between two different methods

加工方法	零件加工精度		生产效率	成品率
	$N=2, \Delta N=0.5$	$\theta \leq 2'$		
普通加工方法	20%合格	30%合格;常表现为表面反射像“虚”	采用新方法生产效率提高5~7倍	<30%
增厚-光胶法	100%合格	30"以内;无像“虚”现象		>95%

## 5 结束语

本文对超薄、变形零件的增厚-光胶法加工工艺进行了详细研究,通过采取关键措施很好地解决了加工中出现的难题,总结出了一套工艺方法及操作经验,实践证明该方法能够很好地保证该零件的加工精度,大大提高了加工效率,有利于批量生产及推广使用。

参考文献:

[1] 光学零件工艺手册编写组. 光学零件工艺学(中)

[M]. 北京:国防工业出版社,1977.

Optical element processing handbook editing group. Process of optical element (II) [M]. Beijing: National Defence Industry Press, 1977. (in Chinese)

[2] 查立豫,林鸿海. 光学零件工艺学[M]. 北京:兵器工业出版社,1987.

ZHA Li-yu, LIN Hong-hai. Process of optical element [M]. Beijing: Ordnance Industry Press, 1987. (in Chinese)