

文章编号: 0258-7025(2003)Supplement-0164-03

高精度同心光学元件制作工艺技术

蔡荣, 许全益, 杨力, 伍凡

(中国科学院光电技术研究所, 四川 成都 610209)

摘要 高精度同心光学元件——多路激光打靶开关球,是由两个同心半圆加工、胶合而成的特殊光学元件,由于开关球的口径与厚度之比为 25.2:1,属超薄形件,为此具体分析了加工过程中可能出现的问题以及解决的方法。

关键词 应用光学; 多路激光打靶开关球; 超薄形; 同心; 等厚

中图分类号 O439

文献标识码 A

Process of High-accuracy Co-center Optical Element

CAI Rong, XU Quan-yi, YANG Li, WU Fan

(Institute of Optics & Electronics, The Chinese Academy of Sciences, Chengdu, Sichuan 610209, China)

Abstract The process of a high-accuracy co-center component, a multi-beam laser switch ball, was introduced. It consists of two hemispheres cemented together. As the ratio of diameter to thickness is 25.2:1, it's obviously a ultra-thin element. Therefore, by analysis of the problems emerging during manufacturing, corresponding solutions were given.

Key words applied optics; multi-beam laser switch ball; ultra-thin element; co-center; equal-thickness

1 引言

许多高精度的光学元件,都必须采用一些特殊的加工方法,才能达到设计使用要求。根据多路激光打靶开关球几何形状的特殊性,在制作过程中就可能出现的一些工艺技术上的难点进行了认真的分析,并在加工中逐一解决,因而获得了满意的结果。

2 制作中的难点及解决方法

多路激光打靶开关球(见图 1),是由两个同心半圆通过胶合而成的特殊光学元件。它不仅几何形状特殊,而且精度技术指标要求较高(见表 1)。从图 1 不难看出此开关球的口径与厚度之比为 25.2:1,属薄形件(薄形光学零件通常指厚度相对直径而言)。为此依据光学零件加工的特性,对于此类同心或近似同心且同时还具有较深矢高零件的加工,不仅要考虑到变形问题,而且还应考虑到等厚尺寸的测量方法和测量精度。对此在制作过程中着重解决以下五个方面的难点:

- 1) 两个半球曲率半径的一致性;
- 2) 同心(偏心)的控制;

- 3) 胶层厚度的控制;
- 4) 胶合时如何保持整球的一致性;
- 5) 合理的工装夹具。

2.1 两个半球曲率半径的一致性

由于多路激光打靶开关球是由两个同心半圆胶合而成的整球,因此如何控制好内外圆的曲率半径,是关系到能否满足精度技术指标要求的关键问题之一。所以在加工过程中应注意以下三个方面:

- 1) 加工两半球外表面的曲率半径时,应采用整

表 1 精度技术指标

Table 1 Accuracy index

Accuracy	N_1	3
	ΔN_1	0.3
	N_2	3
	ΔN_2	0.3
	P	3
	allowable sameness difference	0.002
	ellipticity	0.002
	thickness tolerance	± 0.005

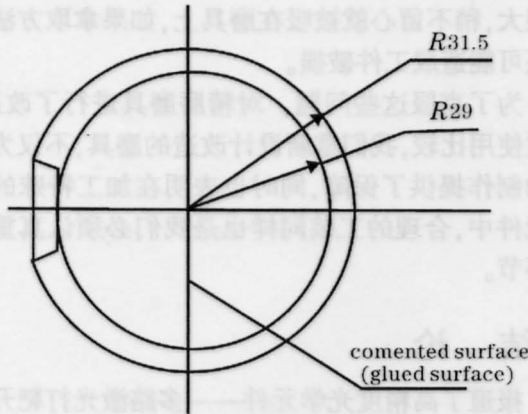


图1 多路激光打靶开关球

Fig.1 Multi-beam laser switch ball

球加工的方法,并严格控制好整球的椭圆度。椭圆度误差应 $\leq 0.002\text{ mm}$,这样就为内表面曲率半径的加工奠定了良好的基础。

2) 加工两个半球内表面的曲率半径要比外表面曲率半径复杂得多。内表面曲率半径的精度应控制在 ≤ 0.0002 之内,方能满足设计使用要求。加工时应随时测量磨具的曲率半径,防止由于曲率半径的变化,产生内表面曲率半径误差引起的球心变化,造成半球的两个半径不同心,而引起两个半径间等厚差的变化。如图2所示。

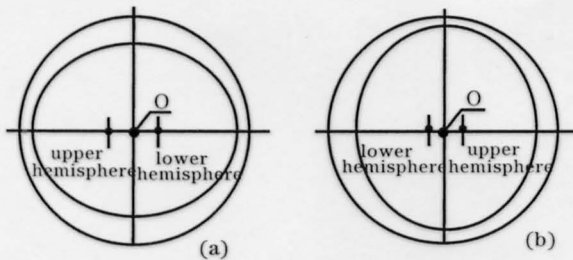


图2 曲率半径变化引起的球心变化

(a) 曲率半径过小; (b) 曲率半径过大

Fig.2 Error of the curvature radius. (a) Curvature radius is little; (b) Curvature radius is big

3) 由于此件的特殊性,既是同心又是半球,同时又属薄形件,不可避免地给加工造成了很多困难。如:由粘结胶以及重力引起的零件表面面形的变化,由于零件矢高较深加工时零件和磨具的吸附力较大,稍不留心就被吸在磨具上,如果拿取方法不当就会造成零件的破损等等。

2.2 同心(偏心)的控制

在控制好两个曲率半径的同时,还要控制两个曲率半径的等厚。从而确保两个曲率半径的偏心。偏心将直接影响到多路激光打靶开关球的准确性。在透镜加工中往往是利用控制透镜边厚差以及校正

镜盘中心偏,来达到减小偏心差的目的。通常采用的测量方法是由三只钢球支撑待测件,透镜的外圆柱面紧靠着两只定位触头,千分尺紧固在支架上,测量触头顶住透镜的边缘。将透镜转动一圈后获得等厚差。这种测量方法显然无法满足多路激光打靶开关球设计的精度指标。为此针对多路激光打靶开关球的特殊性设计了简易的测量工具。这种方法对类似于多路激光打靶开关球这类全等厚件的测量是行之有效的。它最大的特点是能够循序渐进地测量从边缘到中心的每一点,其测量精度在千分之一。

2.3 胶层厚度的控制

仅仅靠解决上述问题还不能达到多路激光打靶开关球的设计使用要求。因为在胶合时遇到了令我们不可忽视的又一重要的环节——胶层。胶层的薄与厚、胶层是否均匀,将直接关系到多路激光打靶开关球整体的一致性(见图3所示)。从图3可以清楚地看到由胶层厚薄不同而引起的整球变化。

解决这一问题的方法之一是:做胶层厚度试验。在指定的温度 and 时间内完成胶合,从而确定胶层厚度;之二是:加工外表面时整球的不圆度必须严格控制在 0.001 mm ,以满足整球的需要。

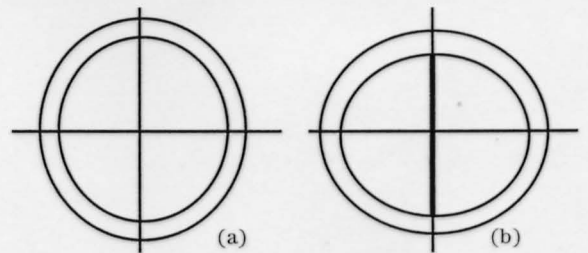


图3 胶层厚度对整球变形的影响

(a) 胶层过薄; (b) 胶层过厚

Fig.3 Influence of the glue layer thickness on the ball

(a) Glue layer is thin; (b) Glue layer is too thick

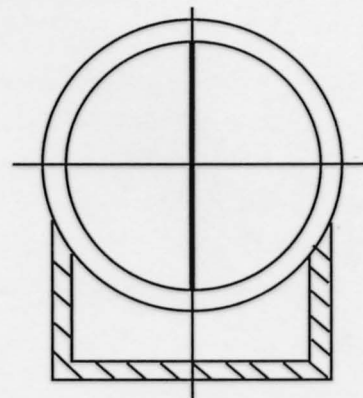


图4 胶合示意图

Fig.4 Sketch map of glue

2.4 胶合时如何保持整球的一致性

胶合是多路激光打靶开关球最终能否达到设计使用要求的关键工序。

胶合时既要保证整球的一致性,同时又要保护好整球表面光洁度不被破坏。为此设计了专用工具,如图4所示。

环口与整球是采用面接触(把环口磨成与整球外表面曲率半径相等的球面),在保证光洁度的同时,还要严格控制好环口的不圆度。

2.5 合理的工装夹具

在多路激光打靶开关球的加工过程中,从粗加工到精磨加工、抛光,合理有效地运用了工装夹具,取得了很好的效果。球面镜越接近半球的零件越不好加工,主要因为:

- 1) 机床的摆角没那么大;
- 2) 工件在磨具上由于是球形及半球形件吸附

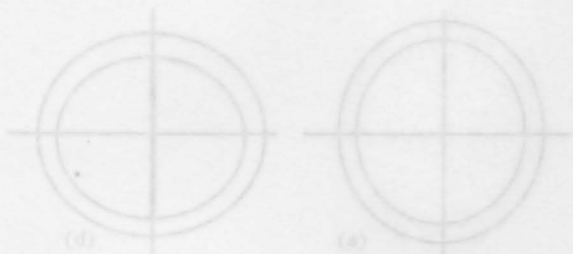


图3 胶合层厚对整球厚度影响 (a) 胶层过薄; (b) 胶层过厚
Fig. 3 Influence of the glue layer thickness on the ball (a) glue layer is thin; (b) glue layer is too thick

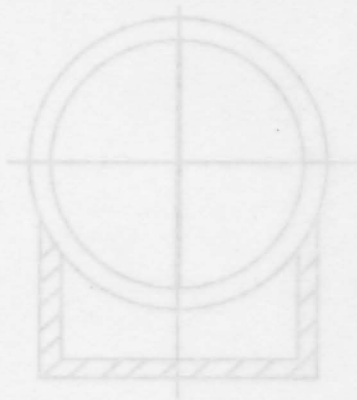


图4 胶合示意图
Fig. 4 Sketch map of glue

力很大,稍不小心就被吸在磨具上,如果拿取方法不当还可能造成工件破损。

为了克服这些问题,对精磨磨具进行了改造。通过使用比较,我们重新设计改造的磨具,不仅为整球的制作提供了保障,同时也表明在加工特殊的光学元件中,合理的工装同样也是我们必须认真重视的环节。

3 结 论

报道了高精度光学元件——多路激光打靶开关球的光学加工工艺。对制作工艺技术进行了全面的论述。通过关键技术的解决,制作的多路激光打靶开关球不仅以较高的精度技术指标满足了设计使用要求,也展示了我们对特殊光学元件的加工技能。同时对于类似的其他高精度光学元件的制造有一定的参考价值。



图2 磨具中心位置对整球同心度影响 (a) 磨具半径小; (b) 磨具半径大
Fig. 2 Error of the curvature radius (a) Curvature radius is little; (b) Curvature radius is big

同,球半径又同心圆量测,并针对此种情况由(3) 步图步进行了加工,使其同心度误差控制在允许范围内。因此,磨具同心度对整球同心度的影响较大,且磨具同心度的误差会直接影响整球同心度的精度。在磨具同心度误差较大时,磨具同心度误差对整球同心度的影响更为明显。因此,磨具同心度的精度控制是保证整球同心度的关键。此外,磨具同心度的精度控制还可以通过磨具同心度的精度控制来实现。在磨具同心度精度控制过程中,磨具同心度的精度控制是保证整球同心度的关键。此外,磨具同心度的精度控制还可以通过磨具同心度的精度控制来实现。