

一种塑料光学非球面镜片的成型技术

孙 可

(南京信息职业技术学院, 南京 210046)

摘要 介绍一种塑料光学非球面镜片的模具设计方法,并对注塑工艺中的关键技术进行了分析,提出合理设置和精确控制主要工艺参数的方法。实验结果表明,利用所设计的模具及优化的成型工艺参数,可实现高精度的塑料光学非球面镜片的批量生产。

关键词 非球面镜片 模具 工艺参数 注塑工艺

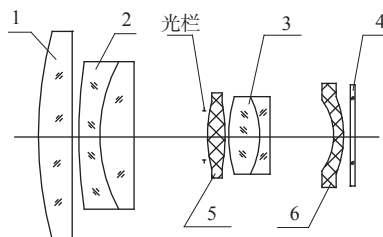
在中、低精度的光学产品中,常采用塑料光学元件代替传统的玻璃光学元件。在球面共轴光学系统设计过程中,由于光学塑料与光学玻璃材料相比种类很少,因此使得塑料光学球面镜片的使用范围受到了限制。然而,在高精度数码光学产品的光学系统设计中采用塑料光学非球面镜片具有如下优点:一是减少镜片的数量,缩小光学系统的结构,从而降低生产成本;二是解决了视场较大的光学系统色差校正困难的问题^[1]。然而光学塑料具有线胀系数大、收缩率大和易产生双折射等缺点,容易使所成型的非球面镜片的表面产生疵病,精度要求更不容易提高^[2]。笔者通过实例对高精度塑料光学非球面镜片的加工工艺进行了研究,解决了上述问题,形成了批量生产。

1 光学系统的结构分析

实例中光学系统的主要设计要求为:焦距为12 mm,相对孔径的变化范围为(1/3)~(1/5.6),在可见光范围内整个视场的分辨率达到100 lp/mm,系统的像面放置规格约为16.9 mm(2/3英寸)的CCD光电接收器件。从设计结果来看,当采用最大孔径时光学系统满足分辨率的设计要求,即整个视场的光学传递函数值都大于0.67。

光学系统由玻璃镜片和塑料光学非球面镜片组成,其结构见图1。

其中玻璃镜片为3组5片,塑料正透镜材料为



1、2、3—玻璃镜片；4—滤光片；5—塑料正透镜；6—塑料负透镜

图1 光学系统结构图

聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA),塑料负透镜材料为聚碳酸酯(PC),两片塑料透镜的一面均为非球面,另一面均为球面。一方面,在光学系统中选用二片塑料光学非球面镜片有利于像差的校正^[3];另一方面,塑料光学非球面镜片的面形精度对光学系统的成像质量影响也非常大。物镜中的玻璃镜片曲率半径较大,并且有两组胶合件,在制造和装配过程中产品的质量容易保证。

2 模具设计和加工

塑料透镜的模具设计和加工是成型工艺中的一项关键技术,实例中的两片塑料非球面镜片的面形精度要求较高。因此,在设计制造模具时应以非球面为考虑重点,需要着重解决流道和浇口的设计、分型面和排气槽的设计及型芯的加工3方面的问题。

2.1 流道和浇口的设计

塑料正透镜直径为9 mm,通光口径为7 mm,中心厚度为1.9 mm,边缘厚度为1 mm,选用进口PMMA材料。由于PMMA在热融状态下为非牛顿流体,在注射成型时会产生流痕、斑点和银纹等表面疵病,此外收缩与应力会引起透镜面形精度不良和双折射现象,根据有关文献和实验数据,将流道设计为“工”字形,见图2。4个支流道到主流道的距离必须严格相等,使熔体到达4个型腔的流程相同,从而为4个型腔提供平衡的注塑压力,使熔体以相同的速度完全充满4个型腔,从而保证4个型腔内透镜质量的一致性。当塑料熔体从圆锥体进料口1射进主流道时(主流道和支流道的截面为圆形,直径均为6 mm),熔体在一定的压力下通过浇口4(浇口的截面是2.5 mm×0.8 mm的长方形,它的截面积比流道的截面积要小得多),由于浇口的截面积突然

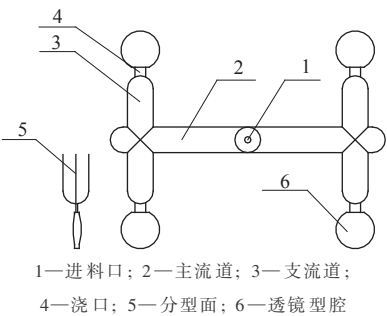


图 2 塑料透镜流道和浇口设计

减小,塑料熔体的流速变快,从而以层流态进入透镜型腔6。

2.2 分型面和排气槽的设计

分型面是模具的动模板和定模板分开的位置。塑料透镜的分型面选择在圆形流道的中心线位置,浇口的上平面和分型面处于同一平面,浇口偏向型腔的非球面一侧。当前端的熔体通过浇口以扇形扩散的方式流入型腔,非球面最早接触熔体,在非球面和球面处的熔体即将凝固时,非球面一侧始终优先得到熔体的补充。非球面型芯安置在动模板内,球面型芯安置在定模板内,当塑料透镜注塑完成后,动模板沿着定位导柱和定模板在分型面处分离,透镜球面首先和球面型芯脱离,然后辅助设备机械手从动模处取出1模4穴的塑料透镜,非球面最后才脱离型芯,这样非球面紧贴型芯的硬化时间延长,有利于保证非球面的面形精度。

在定模分型面上对称设置若干个排气槽,排气槽沿着分型面延伸到模具外。如果流道里的空气不能顺利排出或排气不足,会引起充料不足,透镜表面会形成流纹、气泡和飞边等缺陷。在试模时,应根据透镜表面质量适当增加和修正排气槽的尺寸。

2.3 型芯的加工

采用超精密度的数控加工专用车床加工非球面型芯。型芯材料选用日本 SUS402J2,根据非球面面形允差的经验值适当修正设计值,修正后的数据输入数控车床的电脑内,在数控车床上加工出所要求的面形,并使得型芯表面粗糙度达到镜面的要求^[4]。此外,在动模型芯的长度方向上应留有加工余量,当塑料透镜的中心厚度偏小时,可以在动模型芯的后端面用磨床磨去加工余量,采用这种方法时实例中塑料透镜的中心厚度的允差控制在 ± 0.02 mm。

3 注塑工艺

采用日本 FANUC50B 伺服电机全自动化控制

的精密注塑机成型塑料透镜。注塑过程可分为锁模、射出、保压、计量与冷却、开模和顶出 6 个步骤,需要控制的主要参数有模温、料温、射出速度、保压压力和时间、冷却时间以及射出向保压的切换位置。在非球面镜片注射成型的过程中,应合理设置和系统优化这些工艺参数,并进行精确控制,以确保成品的质量。

3.1 模温和料温

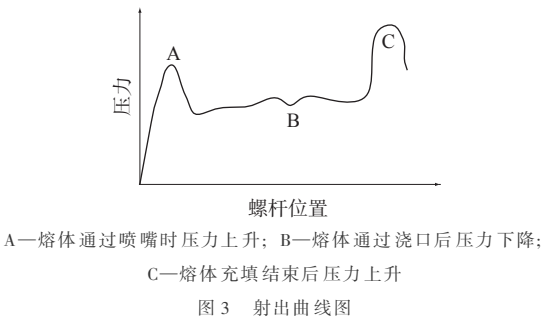
模具和料筒温度采用电加热的方式控制,其控制精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。塑料正透镜模温设定为 96°C ,塑料负透镜模温设定为 118°C 。料筒各段温度设置见表 1。

表 1 料筒温度设置				$^{\circ}\text{C}$
项 目	喷嘴	前段	中段	后段
正透镜模温	255	260	250	240
负透镜模温	270	275	265	245

实验表明,适宜的模温可以及时补充熔体的热量损失,熔体在流入型腔时不易在透镜较薄处冷却凝固,使得腔内熔体的凝固时间相差不大。料筒温度应保持恒定,过高可能会使熔体的性质发生变化,过低则会使熔体的流动性变差,影响镜片表面的精度。

3.2 射出和保压

射出是指螺杆从计量位置移动到保压的切换位置。试模时在注塑机的监控画面上,可以观察到螺杆向前移动时压力的变化情况,见图 3。



A—熔体通过喷嘴时压力上升; B—熔体通过浇口后压力下降;
C—熔体充填结束后压力上升

图 3 射出曲线图

由此确定螺杆射出的三段位置和经过不同位置时的速度。注塑塑料正透镜时,螺杆的速度和位置设定为:第一段 10 mm/s 、 30 mm ;第二段 8 mm/s 、 22 mm ;第三段 1 mm/s 、 16 mm 。

由于熔体注满型腔后要收缩,需要维持一定压力直到浇口凝固。塑料正透镜中心厚边缘薄,熔体充填型腔后边缘和镜面开始凝固,然后中心处凝固,最后浇口凝固。按照型腔内熔体的固化规律,采用三段保压的方式,保压方式见图 4。

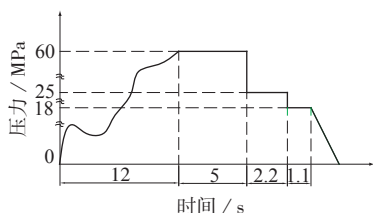


图4 塑料正透镜保压曲线图

实验表明,保压压力过低会引起充填不足、缩痕、应力和面形精度下降,过高则会引起飞边、变形、脱模困难和尺寸增大等缺陷。

3.3 计量与冷却

在计量过程中,螺杆从保压结束位置退回到射出前位置,螺杆退回的行程决定了下一次熔体的射出量。螺杆尾部背压的高低决定螺杆后退的快慢。为保证熔体温度和射出量的稳定,塑料正透镜采用二段计量的方法,第一段背压为12 MPa,螺杆转速为30 r/min;第二段背压为11 MPa,螺杆转速为25 r/min。

型腔内熔体冷却时间与料温、模温、模具流道以及镜片厚薄等因素有较大的关系,冷却时间长,镜片变形小,脱模困难;反之,镜片不能充分凝固,脱模时易变形,尺寸不稳定。因此试模时先要设定充分的冷却时间,然后逐步减少,最终确定经济合理的冷却时间。

在批量生产中,操作者只要观察监视屏上压力和时间关系曲线的波形图以及各种工艺参数的变

化,在要求的范围内控制不同批次的产品在同一工艺条件下的批量生产,保证产品质量的一致性。

4 塑料光学镜片的性能

用ZYGO公司的激光球面干涉仪对塑料光学镜片进行测试,球面误差在3个光圈之内,面形精度在0.5个光圈之内。非球面顶点曲率半径的误差为 $\pm 0.003\text{mm}$,面形精度在1个光圈之内,用三坐标轮廓测量仪的探针 for 塑料透镜的非球面表面进行接触测量, $P-V$ 值在 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 以下。镜片的各项技术指标满足国外客户对产品的技术验收要求。

将塑料光学非球面镜片和玻璃光学镜片装入镜筒后,按照物镜的技术要求在光学传递函数测量仪上进行了测试,画面中心和四角边缘传递函数值都达到0.62以上。物镜装入整机后,拍摄分辨率板的线条在电脑屏上清晰可见,彩色还原性好。

5 结语

利用所设计的模具及优化的成型工艺参数,可实现高精度非球面镜片的批量生产,且工艺稳定,产品合格率高。

参考文献

- [1] 张以谟.应用光学[M].北京:机械工业出版社,1987.
- [2] 辛企明,伍保锋,蒋月娟.改善塑料光学零件成型质量的几个问题[J].光学技术,1998(3):86-87.
- [3] 王之江.实用光学技术手册[M].北京:机械工业出版社,2006:631-637.
- [4] 陆永贵,杨建东.光学非球面度的探讨[J].长春理工大学学报,2005,28(4):16-18.

A MOLDING TECHNOLOGY FOR PLASTIC OPTICAL ASPHERICAL LENS

Sun Ke

(Nanjing College of Information Technology, Nanjing 210046, China)

ABSTRACT A method of plastic optical aspherical lens mould design was introduced. The key technology of injection molding process was analyzed, methods of rationally setting and accurately controlling the main process parameters were presented. The experimental results indicated that high-precision plastic optical aspherical lens could be produced in mass production by using the designed mold and optimal molding process parameters.

KEYWORDS aspherical lens, mould, technology parameter, injection process

赢创集团推出新型医疗级别 VESTAKEEP 树脂

赢创工业集团推出的新型医疗级别 VESTAKEEP. M 系列产品可用于短期人体接触。依照美国药典规范,其体外和体内生物相容性已获得独立合格实验室的认证。该系列产品包括中等粘度级别的 VESTAKEEP. M2G, 高粘度的 VESTAKEEP. M4G 以及粉末形态的 VESTAKEEP. M4P。

尽管 VESTAKEEP 树脂进入医学应用领域不久,但凭借其全面的性能表现,VESTAKEEP 可被应用于许多领域,如手术器械、内窥镜、体外诊断、整形外科、脊髓外科、牙科领域,

分析设备、医疗剂量设备等。

(垣)

聚氨酯泡沫改善美军居住条件

美陆军时报称,由于美军将在阿富汗增建前哨作战基地,同时为了节省能源,并使美军有更舒适的居住环境,美国军方打算在阿富汗安装数百万平方英尺的军用帐篷,而这些帐篷全部使用聚氨酯泡沫作为隔热涂层。

在伊拉克美军营地,已经有1200顶这样的帐篷,总面积约为550万平方英尺的帆布上涂覆有聚氨酯隔热涂层,这样每天可以节约开支200万美元。

(中聚网)