

CAE of Injection Molding Process for
Aspherical Plastic Lens

非球面

光学塑料透镜注射成型过程的 计算机辅助分析

勾治践 ◆ 著

吉林大学出版社
JILIN UNIVERSITY PRESS

CAE of Injection Molding Process for
Aspherical Plastic Lens

非球面 光学塑料透镜注射成型过程的 计算机辅助分析

勾治践 ◆ 著

 吉林大学出版社
JILIN UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

非球面光学塑料透镜注射成型过程的计算机辅助分析/勾治践著.
—长春:吉林大学出版社,2011.9

ISBN 978-7-5601-7781-6

I. ①非… II. ①勾… III. ①光学塑料-非球面透镜-注塑-塑料成型-计算机辅助分析 IV. ①TQ322.3-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 198655 号

书 名:非球面光学塑料透镜注射成型过程的计算机辅助分析
作 者:勾治践 著

责任编辑、责任校对:孙 群 张文涛
吉林大学出版社出版、发行
开本:787×1092 毫米 1/16
印张:8 字数:100 千字
ISBN 978-7-5601-7781-6

装帧设计:李 宁
吉林省金山印务有限公司 印刷
2011 年 9 月 第 1 版
2011 年 9 月 第 1 次印刷
定价:20.00 元

版权所有 翻印必究
社址:长春市明德路 501 号 邮编:130021
发行部电话:0431-89580026/28/29
网址:<http://www.jlup.com.cn>
E-mail:jlup@mail.jlu.edu.cn

摘要

非球面光学塑料透镜的注射成型过程中,储存在注射机料筒前端的塑料熔体,受到螺杆向前推压的作用,通过注射机喷嘴、模具浇注系统,充满整个模具型腔。由于非球面塑料透镜的壁厚不均性,使得用普通注射方法成型的塑料透镜密度及折射率分布不均,透镜产生残余内应力及双折射现象,面形精度无法满足使用要求。

作者采用模具 CAD/CAE 技术,对非球面光学塑料透镜的注射成型过程进行了计算机辅助分析。

采用 EDS 公司的 UG II 软件对光学塑料透镜注射成型模具进行计算机辅助设计与制造,直观、快捷地体现出模具设计思想,迅速、合理地调整模具结构,准确、高效地进行模具设计与制造。

采用 MOLDFLOW 中的充模、保压分析模块,对注射成型

非球面光学塑料透镜的充模过程进行了计算机辅助分析,研究了不同浇注系统结构、尺寸与熔料剪切速率之间的关系,分析了注射和保压过程中注射温度、注射压力、注射时间以及保压压力、保压时间、模具温度等对透镜面形质量的影响。通过注射成型过程的计算机仿真,得出如下结论:采用足够的注射压力将熔料注满型腔后浇口适时封闭,确保浇口封闭时的熔料比体积等于常温、常压下的比体积;从充模直至浇口封闭以后,严格控制模具温度在高聚物的玻璃化温度以下($100 \pm 1^{\circ}\text{C}$),避免型腔内熔料温度和压力的分布不均;最后均匀冷却型腔内熔料直至脱模顶出制品,脱模时确保模具型腔压力为零。

Abstract

Injection molding machine injects polymer in the injection pot through injection nozzle, sprue, runner and gate into the cavity of the mold. Aspheric plastics lenses with non-uniform thickness, made by ordinary injection molding, have a non-uniform density or refractive index, and have a large residual stress or birefringence, therefore the figure accuracy of these lenses is insufficient.

Injection molding process of aspheric plastic lenses was analyzed by computer with Die CAD/CAE technology.

Injection mould was designed and manufactured by computer with UGII software of EDS. This way reflects the thought of mould design intuitively, adjusts the Mold Construction reasonably, designs and manufactures the mould efficiently and accurately.

In this paper, the process of injection molding for aspheric plastics lenses are simulated by using the program of filling/packing analysis of MLODFLOW Pty. Ltd. . The relationship between sheer rate of the polymer of the mold cavity and the shape or dimension of sprue/runner/gate are taken into consideration. The effect of injection pressure, temperature and time on the figure accuracy of the lenses is discussed. Based on the results of simulation, a new method has been developed. And hence come to the conclusion; In the process of filling and packing, the injection pressure and packing time are selected to make the specific volume of the polymer in the cavity after packing and sealing the gate the same as that of the polymer at the room temperature and the atmospheric pressure. The mold temperature at the step of injecting and packing is heated to equal $100 \pm 1^\circ\text{C}$. which homogenizing the uniform of the pressure and temperature of the polymer at the cavity. Finally, the mold is gradually cooled down below the heat distortion temperature of the polymer without any change in specific volume, and the pressure of the polymer in the cavity at the mold opening is controlled to equal atmospheric pressure.

目 录

第一章 引言	1
第一节 概述	3
第二节 非球面光学透镜在光电系统中的应用	4
第三节 非球面光学零件制造技术	10
一、计算机数控精磨抛光技术	11
二、计算机数控单点金刚石车削技术	12
三、计算机数控离子束成型技术	13
四、光学玻璃透镜模压成型技术	15
五、环氧树脂复制技术	16



六、电铸成型技术	18
七、光学塑料成型技术	19
八、国内外技术现况对比	21
九、课题的提出及本文研究任务	23
第二章 模具 CAD 技术的研究	25
第一节 模具 CAD 的研究现状	27
第二节 模具计算机辅助设计与制造(CAD/CAM) ...	28
第三节 模具浇注系统设计	33
一、剪切速率的选择	33
二、分流道设计	35
第四节 本章小结	37
第三章 充模流动的计算机模拟	39
第一节 引言	41
第二节 数学模型	42
一、浇注系统填充过程的数学模型	42
二、型腔填充过程的数学模型	43
第三节 分析方法及流程	46
第四节 模拟结果与分析	49



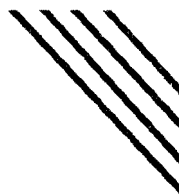
第五节 本章小结	57
第四章 保压过程的动态模拟与分析	59
第一节 引言	61
第二节 保压过程的理论分析	63
一、基本方程	64
二、Tait P - V - T 状态方程	67
三、广义牛顿模型的本构方程	68
四、稳态剪切粘度	68
五、热传导系数和内能	69
六、保压过程的二维冷却分析	69
七、数值计算过程	71
第三节 保压过程的计算机辅助分析	72
一、保压分析流程及模拟条件	72
二、模拟结果及分析	75
三、保压压力对体收缩的影响	78
第四节 本章小结	80
第五章 工艺参数与体收缩之间的关系	83
第一节 注射温度对体收缩及其波动的影响	85



第二节 模具温度对体收缩及其波动的影响	89
第三节 保压压力对体收缩及其波动的影响	93
第四节 保压时间对体收缩及其波动的影响	97
第五节 本章小结	101
第六章 结论	103
参考文献	109
致谢	117

第一章

引言





第一节 概 述

非球面塑料透镜是一种非常重要的光学元件,它在军事、摄影、摄像等领域中有很好的应用前景,目前世界各国的许多公司和厂校院所都在从事光学塑料元件的开发与应用的研究。

与球面光学元件相比,非球面光学元件有许多优点。早在 17 世纪,开普勒、笛卡尔、惠更斯等人提出了在光学系统中采用非球面的建议。18 世纪中叶,非球面透镜已应用于望远镜中。由于制造和测试非球面较球面困难得多,长期以来非球面光学元件仅在少数重要的光学仪器中应用,如天文和计量光学仪器。目前非球面光学元件已在各种军用和民用光学系统中得到越来越普遍的应用,这对提高光学产品的性能、优化结构和降



低成本等带来了极有利的条件。

与球面光学元件相比,非球面光学元件在光学系统中应用有如下优点:

(1)非球面可校正球差、慧差、畸变、像散、避免色差,使光学系统有较好的调制传递函数,改善成像质量,增大作用距离。

(2)在光学系统中,使用一个或几个非球面光学元件代替球面光学元件,可使光学系统中光学元件的数量大大减少。这就导致光学仪器重量减轻、尺寸缩小、材料节省、成本降低、减少光能损失、提高图像亮度、减少杂散光。

(3)改善光学系统的性能,如增大孔径角和视场角等。

第二节

非球面光学透镜在光电系统中的应用

随着科学技术的发展,新型光学材料不断问世,光学塑料零件的成型



技术、成形设备、检测和镀膜等相关技术都得到不断地进步。特别是近10多年来,世界各国的许多公司和厂校都在从事光学塑料元件的开发与应用,使得精密非球面光学塑料零件在军事、民用光电仪器中得到推广和应用,取得很好的技术经济效果,推动了高技术光电产品的迅速发展。

军事上对光电系统的要求是重量轻、体积小、结构简单、成像质量好,用非球面光学塑料零件可达到上述目的。利用光学塑料代替光学玻璃制造光学零件早在第二次世界大战期间就在英、美等国开始了,但由于当时的塑料光学材料耐磨性差、折射率不稳定、清晰度欠佳等缺点,加上加工技术贫乏,使得这方面的工作发展缓慢,仅限于少数应用。随着高分子材料科学的发展,可用于光学零件的塑料材料越来越多,性能也越来越好,塑料光学材料的应用也越来越广。在塑料光学零件的开发和应用方面,美、英、日、法等国家一直走在前面。如美国杜邦公司很早就在从事光学塑料的研制并将其制成非球面光学零件,休斯飞机公司采用塑料光学零件作为有线制导的反射镜、微光夜视眼镜及军用变焦镜头;法国用光学塑料制成望远镜,并用光学塑料制成防原子、防化学、防生物、防激光致盲和防霜的望远镜。日本采用光学塑料制成摄象机、电视机的镜头和用于袖珍激光唱盘的拾音非球面镜头^[1];原机械部杭州照相机械研究所采用光学塑料制成“135”小型照相机和7倍望远镜的混合物镜^[2]。

一份对美国三军科研机构和为三军制造军用光电设备的厂商的调查

统计报告表明(这项调查不包括在这10年间正在研制和计划研制的军用激光和红外产品对光学零件的需要量),在1980年到1990年这十年间共需要63.59万个球面光学零件,23.46万个非球面光学零件,18.1万个平面光学零件,9.62万个多面体扫描镜。从这个调研的统计数字来看,我们可以发现美国军用激光和红外光电仪器中,非球面光学零件已经达到相当普遍的应用,它超过了平面光学零件和多面体扫描镜,仅次于球面光学零件。平均每2.7个球面光学零件中就有一个非球面光学零件。

热成像装置的光学系统采用折射和反射非球面光学零件,可使系统的光学零件数量减少,提高成像质量、减轻重量、减小尺寸。锗、硒化锌等红外材料是很昂贵的,减少光学零件数量对成本有显著影响。目前在新型前视红外和热像仪的物镜和扫描镜中都已采用非球面光学零件,典型的例子如美国的AN/AAQ-9前视红外系统和瑞典的THV1000热像仪等。AN/AAQ-9是美国空军F-4E、RF-4C和F-111飞机场等使用的前视红外装置,供白天、夜间或恶劣天气条件下对目标定位,捕获或跟踪,也可供武器瞄准,它具有很高的灵敏度和分辨率。它的光学系统用一个非球面透镜代替两个球面透镜组成的双胶透镜。THV1000热像仪供陆军侦察和监视应用,该热像仪的扫描器由于采用了2个非球面反射镜,达到尺寸紧凑,重量轻的特点。

导弹导引头光学系统采用非球面光学零件可以实现精巧的导引头结