

玩具齿盘注射成型模具优化设计

李又兵 禹万波 孙珍珍

(重庆理工大学材料科学与工程学院,重庆 400050)

摘要 对玩具齿盘塑料件进行了成型工艺分析,应用 Moldflow 软件对塑料熔体流动充模、气穴位置等进行了模拟分析,并对成型模具结构进行了优化设计。采用变模数法计算齿盘模具型腔,为齿盘类塑料件的精密制造提供了参考方法。

关键词 齿盘 注射成型 变模数法 优化设计

随着塑料材料的发展,塑料齿轮的应用越来越广泛^[1-2]。但是成型塑料齿轮比机械加工类似的金属齿轮更难,主要原因在于塑料成型收缩导致齿廓成型失真度大,相应的型腔加工精度要求高。虽然如此,塑料齿轮因具有成本低、生产效率高、不需要后加工、自润滑性好、质量轻、惯性小、吸震减噪、耐腐蚀等一系列优点,从而使其得到广泛的应用。

1 塑料件成型工艺分析

图1是玩具齿盘塑料件示意图,塑料件壁厚2 mm,形状对称,顶部有3个均布的侧凹,齿盘表面粗糙度为0.8 μm ,相应的齿盘参数见表1。塑料件材料为尼龙(PA)66,PA66是一种力学强度高、耐疲劳、表面硬且光滑、摩擦系数小、耐磨、耐腐蚀,具有自润滑性的材料,非常适合制造齿盘。PA66粘度低,流动性好,溢边值一般为0.02 mm,容易产生飞边,设计时应注意分型面和排气系统的设计。

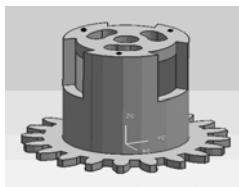


图1 玩具齿盘塑料件示意图

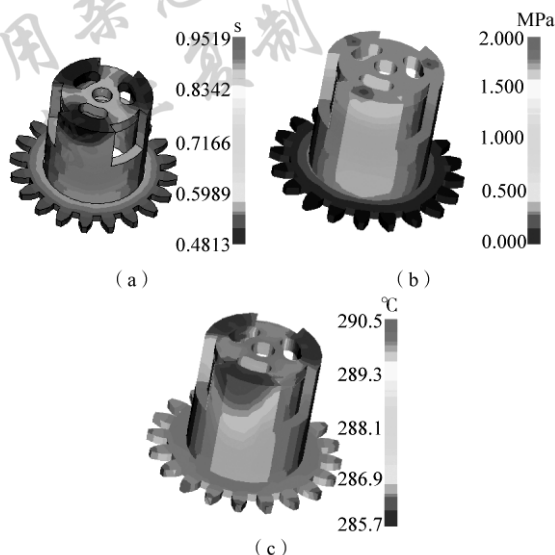
表1 齿盘参数

参数	模数(m)	齿数(z)	压力角 (α / $^\circ$)	齿顶圆 (r_a) / mm	齿根圆 (r_f) / mm	分度圆 (r) / mm
数值	1.5	20	20	16.5	13.125	15

2 模具设计要点

采用一模4腔成型方案,在塑料件圆筒顶部开设正三角形排列的3个点浇口,实现平衡式进料。图2为 Moldflow 充填分析结果,图2a显示塑料熔体充填整个塑料件的时间很短,盘齿部位充填时间相同,保证了料流同时充满齿廓;图2b表明注塑压力在充填塑料件的过程中损失不大,最后充填的盘齿部位注塑压力分布相同,较好地保证了齿盘的密度

及力学性能的一致性;图2c表明熔体温度在盘齿部位均匀一致,料流前锋温差在5 $^\circ\text{C}$ 以内,不会因前锋温差较大而造成短射或冷胶现象,可以获得较好的表面质量。模流分析结果表明,3点均衡进浇成型方案进胶充填顺利,实现了盘齿部位的平衡式浇注,从而保证了盘齿的质量均一性。



a—充填时间; b—压力分布; c—温度分布

图2 三点进浇 Moldflow 流动分析图

采用 Moldflow 对注射过程中形成的气穴位置进行判断,结果如图3所示。结果显示齿顶圆周围产生了大量的气穴,如果气体得不到充分的释放,将对齿盘的成型质量造成严重的影响,因此要在气穴产生部位设计相应的排气系统或结构。本设计采用推管脱模机构,选用主型芯固定在动模底板上的结构形式。利用推管与型腔侧壁的动配合间隙排气,如图4所示。另外分型面的选择对飞边的走向影响较大,若分型面选择在齿圈底面,飞边会出现在径向,由于飞边出现在齿廓上,不仅飞边较难去除,而且去

除飞边时容易损伤齿形,故采用图 4 所示的台阶分型面。

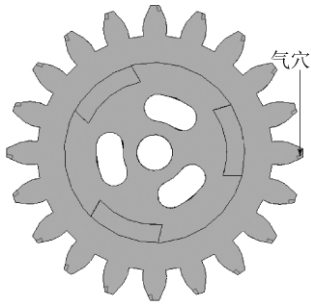


图 3 气穴位置模拟图

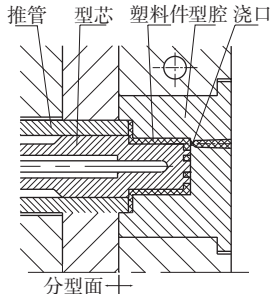


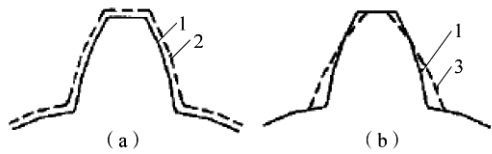
图 4 分型面选择与推出机构设计图

3 齿盘模具型腔尺寸计算

在齿盘模具型腔设计中,曲线的等距放大方法运用十分普遍,如图 5 所示。这种方法简便易行,但成型收缩后形成如图 5b 虚线所示的齿形,齿顶部变薄,齿根部变厚,齿廓不再是渐开线形状,直接影响齿盘传动,它仅适用于一些精度要求不高的齿盘。

笔者应用变模数法^[3]计算齿盘齿廓模具型腔尺寸,以期达到加工精度要求,如图 6 所示。

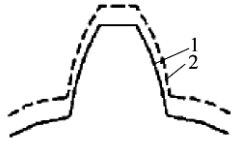
假定影响塑料件收缩的各项因素都能得到有效控制,塑料齿盘各尺寸和形状收缩比较均匀,则齿盘模具型腔应有一个模数 m' ,其值大于注塑齿盘的标准模数。



1—标准齿廓; 2—模具型腔; 3—注塑齿廓

a—成型前; b—成型后

图 5 齿廓等距放大计算方法示意图



1—标准齿廓; 2—模具型腔

图 6 变模数法型腔计算法示意图

准模数。除此之外,还需考虑到收缩的方向性和齿盘各部分参数的特殊性。在型腔设计计算时,用模数 $m' = (1 + S)m$ 计算各个参数(S 是收缩率)。此外齿顶冷却速度较齿根快,计算齿根圆直径的收缩率应取齿顶圆直径计算收缩率的 0.8 倍。图 7 为 Moldflow 对塑料件的变形分析结果,从图 7 可以看出,收缩值基本和变模数法计算结果相似。

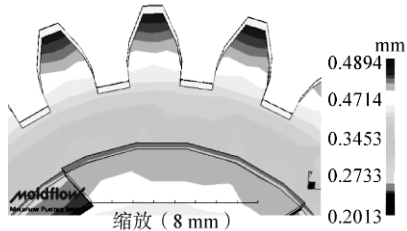
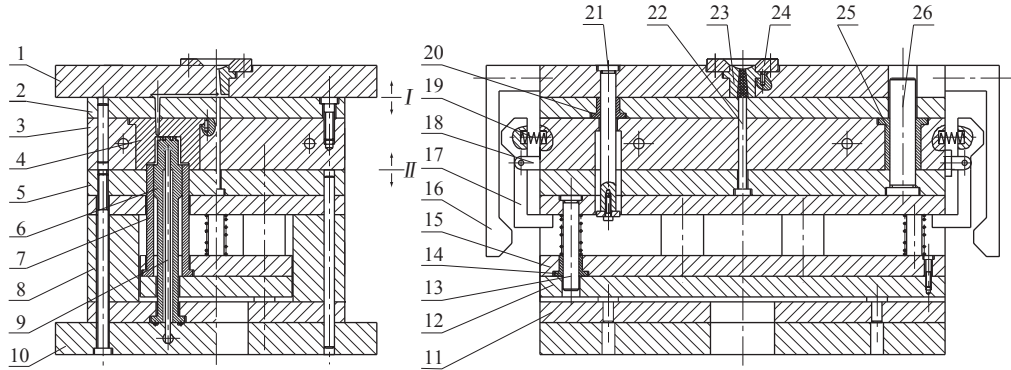


图 7 塑料件形变分析图

4 模具工作过程

模具结构装配情况如图 8 所示。注射保压及冷却完毕后,模具开模。开模时,在拉钩的作用下,定模底板与型腔垫板先分型,即在 I 分型面上先分型,



1—定模底板; 2—型腔垫板; 3—型腔板; 4—型腔; 5—动模板; 6—型芯; 7—推管; 8—支撑块; 9—铍铜棒; 10—动模底板; 11—型芯固定板; 12—推件板; 13、26—导柱; 14、20、25—导套; 15—推管固定板; 16—压块; 17—拉钩; 18—拉钩支撑块; 19—弹簧; 21—限位钉; 22—拉料杆; 23—主流道衬套; 24—定位圈

图 8 模具结构装配图

在拉料杆的作用下,主流道凝料从浇口套中脱出,同时,由于定模底板上分流道的侧凹将点浇口拉断,凝料随拉料杆向动模移动。当移动到一定距离后,定距拉杆限制了型腔板的运动,这时拉钩在压块的作用下不再锁住分型面 II,进而实现二次分型。随着动模、定模的分型,凝料脱离拉料杆,实现自动脱模。最后由推管顶出制件。合模后进入下一个生产周期。

5 结语

借助于 Moldflow 软件对玩具齿盘塑料件的注射过程进行模拟分析,确定了注塑浇注系统,找到塑料

件可能存在的气穴及其位置,通过设计推管顶出机构来实现有效排气;采用变模数法进行齿盘模具型腔的计算,成功地制造出较精密的齿盘类塑料件。研究表明,注射成型过程的模拟对优化模具设计、缩短模具加工制造周期、加快产品投放市场、增强企业竞争力具有重要意义。

参考文献

- [1] 申开智.塑料成型模具[M].北京:中国轻工业出版社,2002.
- [2] 黄虹.塑料成型加工与模具[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [3] 孙智高,孙晓霞.高精度塑料齿轮模具结构设计[J].模具制造,2002,15(10):33-35.

OPTIMIZATION DESIGN OF TOY GEAR PLATE INJECTION MOULD

Li Youbing, Yu Wanbo, Sun Zhenzhen

(Materials Science and Engineering, Chongqing University of Technology, Chongqing 400050, China)

ABSTRACT The molding process of toy gear was analysed. The moldflow software was used to simulate the melt flow and cavitation location, and the mold structure was optimized. The changing modulus methods was used to calculate the gear cavity. The result provided reference method for precision manufacturing of gear plastic parts.

KEYWORDS gear, injection molding, changing modulus methods, optimization design

北京星贝达化工材料有限公司

(重庆、上海、广州也设仓库,供现货)

玻纤增强 PA66 膨胀型(无卤)阻燃剂 ST-EPFR-200A

新近推出环保膨胀型磷-氮阻燃剂。ST-EPFR-200A 专为各种阻燃玻纤增强尼龙(PA)66 制品所设计;在 25% 玻纤增强 PA66 中,加入约 23% ST-EPFR-200A 就可以达到 1.5 mm UL94-V0。ST-EPFR-100A 专为各种阻燃聚丙烯(PP)制品所设计,具有不迁移、不析出、耐水性强(成品通过 UL 的 70℃ × 168 h 浸水试验)、机械性能好和阻燃性能优异(以 ST-EPFR-100A 阻燃的 PP 不融滴,可以通过 0.75 mm UL94-V0)的特点。

北京:上地信息路 1 号国际科技创业园 1 号楼 802 室 电话:010-82895069 82895072

重庆:西部塑料原料市场 A 区 8 号 电话:023-65250828 65258828 传真:023-65258828

上海湖盟公司:021-62164991 51272622 广州:020-82309869 82308865

2010 年《塑料》征订启事

《塑料》杂志创刊于 1972 年,是一本国内外公开发行的专业技术期刊,是《中文核心期刊要目总览》全国中文核心期刊,《中国科技论文统计源》核心期刊,《中国科学引文数据库》来源期刊,美国《化学文摘》(CA)收录期刊。

栏目设置:合成与制备、结构与性能、原料与助剂、改性 with 合金、成型加工与理论、机械与设备、机头与模具、计算机辅助设计与数据库、标准与测试、发展与动态、国内快讯、国际市场传真、期刊文摘、最新专利。

涉及领域:化工、轻工、机械、农业、建材、包装、汽车、电子、医学、军工、环保、信息等产业。

《塑料》杂志为双月刊,逢双月 18 日出版,大 16 开本。订阅价格:22 元/本,全年订价(6 期) 132 元。国内订户请向全国各地邮局订阅,邮发代号 82-268。漏订的读者可与本编辑部联系补订。国外订户请与中国国际图书贸易总公司(中国国际书店)北京 399 信箱联系订阅,国外代号 BM909。

地址:北京市西城区旧鼓楼大街 47 号,《塑料》编辑部
邮编:100009

电话:010-84022529, 84035979

传真:010-84022529, 64057552

E-mail: plasticsbj@yahoo.com.cn

网址: www.plasticsbj.com.cn