

大型注塑模具的设计^{*}

钱宇强¹, 肖小亭¹, 孙友松¹, 黄德强¹, 杨国华²

(1. 广东工业大学机电学院, 广东 广州 510006; 2. 广州广电林仕豪模具制造有限公司, 广东 广州 510730)

摘要: 以汽车保险杠为例, 阐述了大型模具设计的特点及应注意的问题。

关键词: 大型注塑模具; 分型面; 浇口

中图分类号: TQ320.5⁺2

文献标识码: B

文章编号: 1005-5770 (2007) 11-0043-03

Design of Large Injection Mould

QIANYu-qiang¹, XIAOXiao-ting¹, SUNYou-song¹, HUANGDe-qiang¹, YANGGuo-hua²

(1. Faculty of Electromechanical Eng., Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China;

2. Guangzhou GRGLan's Mold Manufacturing Co., Ltd., Guangzhou 510720, China;)

Abstract: Taking car bumper for example, the characteristics and points for attention of the design of large injection mould are explained.

Keywords: Large Injection Moulded; Parting Face; Gate

近年来, 随着高分子技术、先进制造技术、计算机辅助技术 (CAD/CAM/CAE) 等相关技术突飞猛进的发展, 模具工业和制造工业也发生了根本的变化。高效率、自动化、大型、高精度、高寿命的模具在整个模具产量中所占的比例越来越大, 相应的大型注塑模具占整个塑料模具比重越来越大, 如汽车保险杠、仪表盘、电视机外壳, 洗衣机内缸 (单双缸)、电冰箱、空调机零件、浴盆、桶、周转箱等等, 一般认为在锁模力 4.9MN (500t) 以上或注射量在 1kg 以上的模具称为大型注塑模具。

大型模具在设计、制造和注射成型技术方面都和普通注塑模具基本相同, 但也有许多独特的地方, 如强度设计、价格、加工、排气等。在设计过程中, 必须紧紧抓住大型模具的特点进行流程设计。

1 大型模具设计的特点

一般来说, 大型注塑模具设计程序与中小型注塑模具的设计相比并没有显著的差别。只是在设计时力求考虑更周密、更可靠、更仔细、更全面。为此, 大型模具注塑模具设计必须满足以下设计特点:

1) 大型模具的强度、刚度必须合理, 一般是以强度作为校核标准。大型模具注塑时压力很大, 型腔尺寸大, 变形量也很大, 型芯支撑距离也很大, 所有这些问题都必须设计加强结构。例如在型腔、型芯的

边缘设计止扣, 在型芯的底面设计支撑柱。

2) 大型模具的价格较贵, 一般都是几百万元, 所以在市场经济中, 要充分考虑在满足生产的基本要求情况下, 尽量采用价廉的材料, 降低模具成本。

3) 模具的设计必须考虑加工是否方便。因为大型模具的搬运和安装都会相当困难, 对某些结构, 可以通过设计小镶件的方法以方便加工。此方法还可以使多项加工工作同时进行, 大大提高了加工的效率。

4) 大型模具中深孔的加工必须考虑孔到工件表面的距离。因为深孔加工钻头很长, 加工过程中钻头会偏心, 孔的深度越大, 偏心就越严重。如果设计不当, 往往容易与其他孔钻通。如果是冷却水道, 就会发生漏水。

5) 模具的排气要求高。因为大型模具的型腔大, 里面的空气也相当多, 注射时需要及时排除。大型模具除了利用分型面、型芯、推杆等间隙排气外, 还需要另设专用的排气槽。

6) 大型模具的模架一般都不是标准件, 一般都要根据产品的尺寸来决定。

大型模具在设计中, 很难一步就能画出模具的装配图, 通常都有一定的工作流程 (如图 1), 分多步完成才能达到目。如果盲目的从产品的分析到 3D 的分模、拆模, 设计者常会感觉到无法下手, 所以一般在

^{*} 广东省科技攻关项目 (项目编号: 2004A10402001)

作者简介: 钱宇强, 1971 年生, 工程师, 讲师, 博士生, 研究方向为先进制造。qq5991@163.com

设计模具 3D 过程前都有模具的结构图设计。

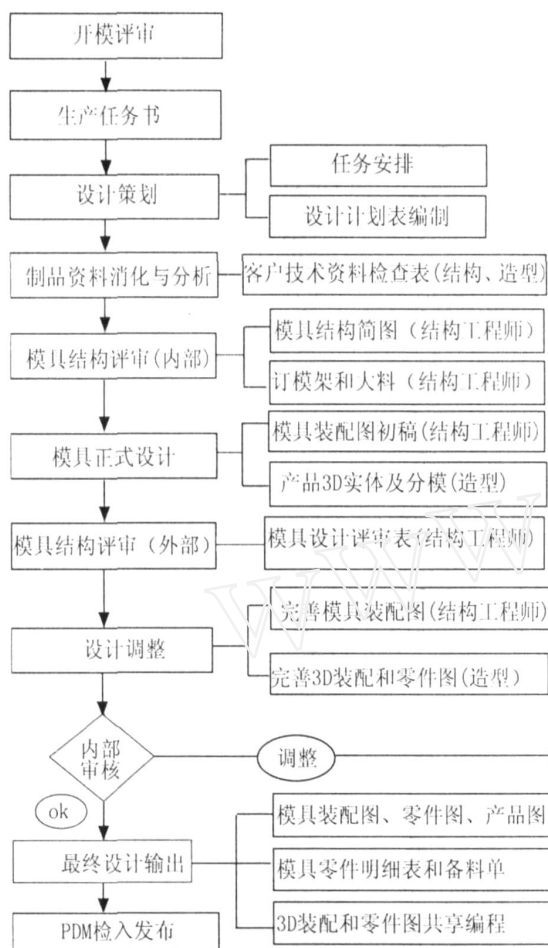


图1 模具设计流程图

Fig1 Flowchart of injection mould design

2 示例

产品(如图2)为汽车的后保险杠(材料为改性PP),产品的外形尺寸为1795mm×439mm×335mm,产品模具属于大型模具。产品的体积为3412cm³,PP密度为1.19g/cm³,产品的质量为4.060kg,产品在开模方向的投影面积为393181mm²。

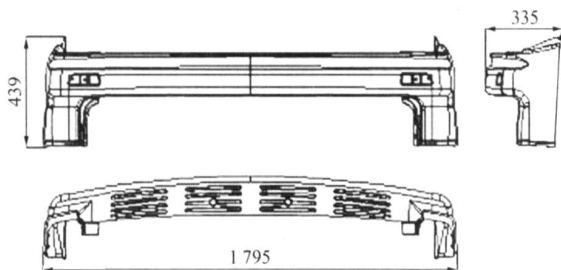


图2 保险杠产品图

Fig2 Chart of bumper product

使用三维造型软件UG进行分析,如图3所示,聚丙烯脱模斜度为30°到1°,在此取1°,图示Z轴为

开模方向,通过分析(图4),得到产品的平均壁厚为4.6mm,壁厚基本均匀。



图3 制件的拔模分析

Fig3 Analyse of product taper

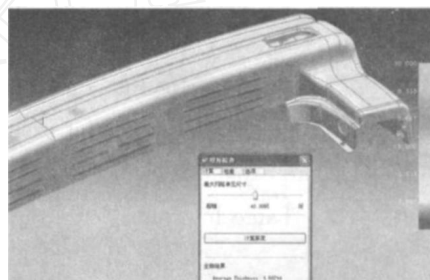


图4 制件的壁厚分析

Fig4 Analyse of product wall thickness

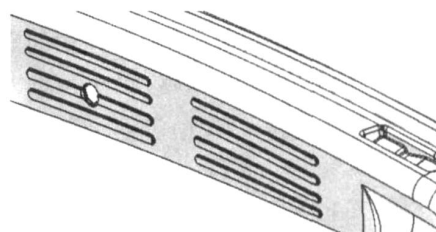


图5 保险杠的凸台

Fig5 Pumper protruding

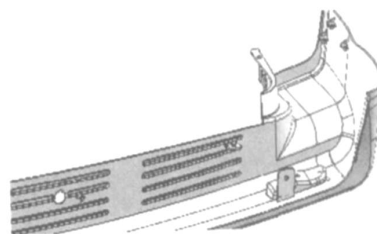


图6 内侧的倒扣

Fig6 Product internal undercut

产品的外表面有凹孔及大面积的侧向凸台(如图5),可通过设计滑块实现抽芯。内侧有多处倒扣,均可利用斜顶脱模(如图6)。对于该大面积的横纹倒扣,可考虑斜顶脱模。但斜顶的尺寸大,不利于结构的运动,而且外侧是由大滑块成型。内外侧均有抽芯机构成型,会出现难定位的情况。因此考虑内侧横纹强脱。产品的材料是改性PP。产品尺寸大,平均壁厚大约为3.5mm,因此需要热流道单型腔生产。根

据经验初定三点进胶，也就是需要三个热喷嘴。产品的外表面允许不明显的夹口，内表面允许有夹口。模具结构大，涉及大行程加工。

经综合分析，产品结构合理，适合模具的设计及加工。

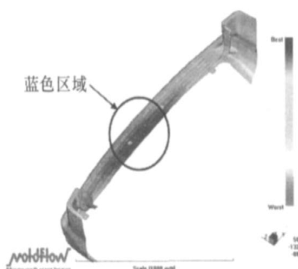


图 7 最佳浇口分析

Fig7Bestgatecast

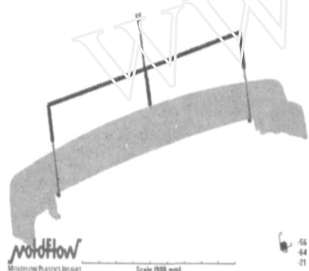


图 8 三点浇口位置

Fig8Threegatecast

产品的浇口分析如图 7 所示，圆圈所画的区域是最佳的浇口位置区域，浇口设在该区域可以保证注塑过程的熔体流动的平衡性。根据最佳浇口位置分析结果，初步确定三组浇注系统，它们的进浇口位置如图 8 所示。

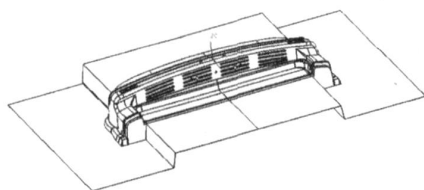


图 9 保险杠的分型面

Fig9Splitfaceofbumper

分型面的设计在模具设计中也非常的重要。需要考虑的因素比较复杂。由于分型面受到塑件在模具中的成型位置、浇注系统设计、塑件的结构工艺性及精度、嵌件位置形状以及推出方法、模具的制造、排气、操作工艺等多种因素的影响，因此在选择分型面时应综合分析比较，从几种方案中优选出较为合理的方案。

模具设计方案：

方案一：产品外侧使用一个大滑块抽芯，斜顶需

要十一个，模具用热流道三点进胶，用四支氮气弹簧复位。该方案滑块的加工不方便，加工的费用相应高些，同时滑块的运动不灵活，也不便于维修。

方案二：产品外侧使用两个滑块抽芯，斜顶需要十一个，模具用热流道三点进胶，用油缸复位。该方案模具加工方便，同时有利于模具的加工和维修。但利用油缸复位增加油路控制系统。

方案三：产品外侧使用两个滑块抽芯，斜顶十一个，模具用五点热流道进胶，用氮气弹簧复位。该方案热流道的费用大大提高，可通过改变浇口的形式减少进胶点数，可使用扇形浇口进胶。

综合以上方案，模具采用两个滑块抽芯，斜顶十一个，模具用热流道三点进胶，使用氮气弹簧复位。

在模具中的 b 板的型腔采用了许多镶块（4,6 等），便于模具加工。对于模具的局部加工困难或需要特种加工的，采用镶件式。特别是该模具为大型模具，采用镶件可大大减少搬运和安装的麻烦。镶件间的适当配合间隙有利于型腔的排气，有利于排气。对于产品的筋位，往往需要采用电火花加工。通过在筋位设计镶件在筋位出分开两半即可有普通加工方法完成。

模具采用两个大滑块来处理保险杠的侧面的凸台，保险杠的内侧许多倒扣均采用斜顶（共有 11 个）。

3 结束语

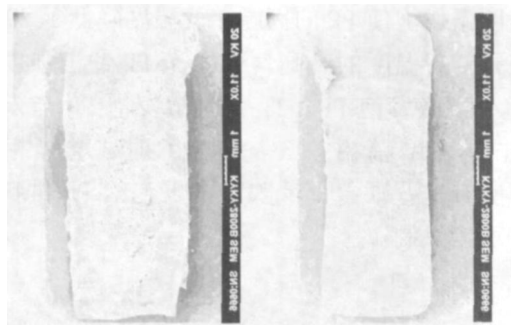
通过大型保险杠的例子，设计大型注射模具应该注意的问题有：

- 1) 认真分析塑料制品的几何结构，选择好分型面。
- 2) 产品的模流分析：包括浇口数量、位置、形式等。
- 3) 热流道的设计应该和大型模具结合起来。
- 4) 大型模具的型腔结构应该符合加工的特性。
- 5) 大型模具的尺寸应该在满足生产要求前提下，尽量的紧凑。

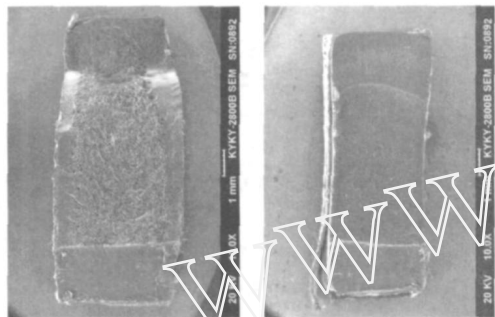
参 考 文 献

- 1 唐志玉. 大型注塑模具设计技术原理与应用. 北京：化学工业出版社, 2004. 8
- 2 王建华, 徐佩弦. 注射模的热流道技术. 北京：化学工业出版社, 2005. 11
- 3 丹尼尔 佛伦克勒. 注射模的热流道. 北京：化学工业出版社, 2005. 1
- 4 冯开平, 左宗义. 画法几何与机械制图. 广州：华南理工大学出版社, 2001. 9

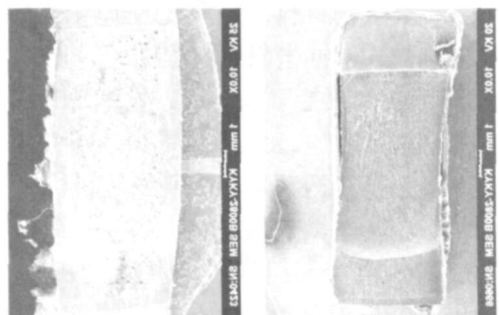
(下转第 48 页)



a- 发泡 PP (63) b- 未发泡 PP (63)



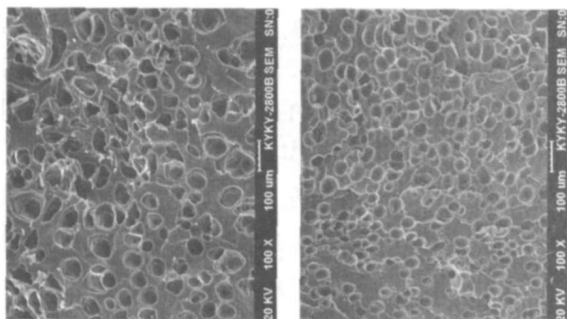
c- 发泡 PP (23) d- 未发泡 PP (23)



e- 发泡 PP (-57) f- 未发泡 PP (-57)

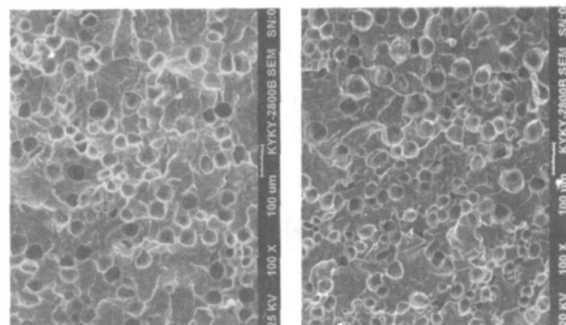
图2 发泡 PP 与未发泡 PP 在不同温度下的冲击断口 SEM 照片

Fig2 SEM photographs of fracture surface of cellular foamed and non foamed PP at different temperature



a-63

b-23



c--17 d--57

图3 发泡 PP 在不同温度下的冲击断口 SEM 照片
Fig3 SEM photographs of fracture surface of cellular foamed PP at different temperature

综上所述, 可以认为在高温和低温下, 微孔的存在使 PP 材料附加了新的增韧机制。在高温和常温下, 由于微孔对树脂变形的约束作用以及微孔存在引起裂纹扩展路径和扩展方式的变化增加了裂纹扩展阻力, 使材料获得附加的增韧效果。而在低温时, 其附加的增韧机制主要来自微孔引起裂纹扩展路径和扩展方式的变化。由于以上原因, 发泡 PP 材料在高温以及低温下都具有比未发泡材料更优异的冲击性能。

3 结论

1) PP 材料经过微孔发泡后, 高低温冲击强度较未发泡状态有明显提高, 韧脆转变温度有明显降低。

2) 温度低于 -17 °C 时微发泡 PP 冲击强度的增幅基本保持不变, 温度高于 -17 °C, 该增幅随温度的升高而明显增加。

3) 微孔发泡 PP 冲击强度的提高主要来自于微孔周围树脂变形的约束作用和微孔存在引起裂纹扩展路径和扩展方式的变化。

参 考 文 献

- 1 Baldwin DF, Suh NP, Park CB, et al. US, 5334356 . 1994
- 2 卢子兴, 张慧. 北京航空航天大学学报, 2004, 30 (3): 202
- 3 张纯, 罗筑, 于杰等. 现代机械, 2005, (5): 68
- 4 何曼君, 陈维孝, 董西侠. 高分子物理. 上海: 复旦大学出版社, 1990. 300
- 5 于杰, 刘一春, 刘其斌等. 高分子材料科学与工程, 1997, 13 (4): 109

(本文于 2007-07-16 收到)

(上接第 45 页)

- 5 奚永生. 大型注塑模具设计. 北京: 中国轻工业出版社, 1998. 5
- 6 王卫兵. 现代模具制造技术. 北京: 机械工业出版社,

2006. 9

- 7 吴崇峰. 注射模具 130 例. 北京: 化学工业出版社, 2005. 3
(本文于 2007-07-24 收到)