

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2019.04.017

基于 CAD 窄筋连接电脑电池薄壳件的注塑模具设计

覃霞玲

(广西民族大学相思湖学院, 南宁 530008)

摘要: 针对薄壳件注塑模具设计中要求的填充时间短、物料流动性好、注射速度快等,以窄筋连接的某品牌电脑电池外壳为基础,利用 CAD 软件对此电脑电池外壳进行注塑模具设计。且在设计过程中以薄壳件注塑模具的流体运动模型为基础,结合 CAE 软件进行了模流分析。实践表明:采用 CAD 技术,借助 CAE 软件,可以提高模具的设计质量,缩短填充时间和模具开发周期。

关键词: 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料;薄壳件;注塑模具

中图分类号: TQ330.4+1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2019)04-0085-05

Design of Injection Mold for CAD-based Narrow-Beam Connection Computer Battery Thin Case

Qin Xialing

(Xiangsihu College of Guangxi University for Nationalities, Nanning 530008, China)

Abstract : The design of injection molds is carried out using CAD software based on a brand of computer battery case connected by narrow ribs to solve short filling time, good material flow and fast injection speed in the design of thin-shell injection molds, and the design based on the fluid motion model of the thin-shell injection mold, combined with CAE software mold flow analysis. Practice shows that : CAD technology, with CAE software, can improve mold design quality, shorten filling time and mold development cycle.

Keywords : acrylonitrile butadiene styrene plastics ; thin shell ; injection mold

随着塑料产业的快速崛起及应用领域的快速扩大,对其质量和生产效率的要求也越来越高。塑料产品采用模具为主的生产方式,特别是注塑模具占据整个模具 50% 以上^[1]。薄壳件是厚度小于 1.2 mm 的塑料产品,由于厚度限制,在薄壳件成型中,更容易产生塑料熔体凝固,导致其成型质量不好^[2],因此,薄壳件的制作过程要求填充时间短、物料流动性好、注射速度快等^[3]。

传统的注塑模具设计主要依赖于人工经验和技能,制作周期长,且成本高,质量也难以保证。CAD^[4]是采用电脑完成产品复杂造型的设计软件。将 CAD 技术与薄壳件的注塑模具结合,可以提高注塑模效果,简化设计流程,缩短设计周期。笔者以某品牌电脑电池外壳——窄筋连接的薄壳件模型,

利用 CAD 对产品注塑模具进行设计,并在设计过程中借助薄壳件注塑模具的流体运动模型和 CAE 软件进行优化。

1 理论概述

在塑料熔体充模成型中,其分为三个阶段,即:填充、加压以及补偿。填充阶段指的是高温条件下熔体通过注塑装置喷射然后经注塑模具流道系统最后进入模具型腔的过程;加压阶段指的是为确保塑料熔体处于有序流动状态而在填充完成后加强型腔压力的过程;补偿阶段指的是在塑料成型后,经过添加额外原料避免成品体积收缩的过程。

充模成型中,注塑模内部的压力、温度以及流体移动速率等会影响产品的质量,因此,了解在不同条件下熔体特性至关重要。依照运动方式的差别,

基金项目: 2018 年度广西高等教育本科教学改革工程项目资助课题 (2018JGB403)

通讯作者: 覃霞玲, 硕士, 讲师, 主要从事产品设计研究 E-mail : xiaoxia258519@126.com

收稿日期: 2019-01-21

引用格式: 覃霞玲. 基于 CAD 窄筋连接电脑电池薄壳件的注塑模具设计 [J]. 工程塑料应用, 2019, 47(4) : 85-89.

Qin Xialing. Design of injection mold for cad-based narrow-beam connection computer battery thin case[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(4) : 85-89.

流体可划分牛顿流体和非牛顿流体,塑料熔体属于非牛顿流体,指的是依照剪切塑料的增加,剪切黏度减少的特性。

流体在运动过程中需要满足牛顿定律、质量守恒、动量守恒以及能量守恒定律。考虑到塑料熔体模腔内流动状态复杂,一般将其简化为 Hele-Shaw 润滑流,在此状态下,熔体注塑腔内可承受较大的压力,熔体所产生的可压缩性及密度变化较小,基本可以忽略;熔体流动时所有的惯性力及质量极小,基本可忽略不计;温度浮动较小,可认为塑料比热容固定。因此,可以获得参考文献[5]所述的塑料熔体流动模型。注塑模具^[6]的成型零件由外部零件型腔和内部零件型芯两部分构成。其中型腔采用嵌入式结构形式;型芯利用镶接式结构。注塑模具型腔和型芯模型见参考文献[5]。

2 软件概述

2.1 Moldflow 软件概述

Moldflow 软件^[7]是常用的 CAE 塑料成型标准软件,主要作用包括通过计算最小壁厚、优化塑料产品设计来缩短开发周期,降低成本;通过计算型腔尺寸、流道尺寸等,优化模具设计。

Moldflow 软件具体运行流程:新建工作项目包括工程所有信息;将工程导入 CAD 模型;通过网格划分软件方式,将信息分类汇总;根据材料数据库信息,输入注塑工艺参数,寻找最优的产品原料和模具成型工艺条件;搭建浇注系统和冷却系统,利用相关经验进行参数优化;进行模拟仿真,调整相关设计方案。

2.2 UG 软件概述

常用的 CAD 软件是 UG 软件^[8],其具有强大的实体造型、曲面造型等设计功能,还可以在设计过程中进行有限元分析、仿真模拟、动力学分析等。是当前世界最先进的计算机辅助设计软件之一。其具体设计流程包括:产品模型准备;设置模具坐标系;对于注塑制品进入模具腔内,由于逐渐冷却定型,塑料的热胀冷缩较大,使得注塑产品尺寸小于模具型腔的尺寸,因此设置收缩率以确保两种材料的热胀冷缩差异小;设置型腔和型芯的尺寸;设计模具型腔布局;创建模具分型面;构建模架和模具标准件;设计浇注系统和冷却系统;创建腔体。

3 窄筋连接的电脑电池薄壳件注塑模具设计

3.1 塑料件分析

窄筋连接的电脑电池薄壳件的外形如图 1 所

示,电脑电池薄壳塑料件采用丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料 (ABS) 材料,其表面形状属于不规则的图形,外形尺寸为 270 mm × 52 mm × 15 mm,平均壁厚为 0.8 mm。该塑料件具有侧面孔和侧面凸台结构。

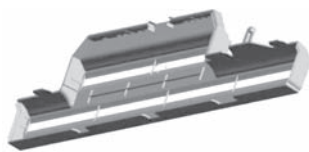


图 1 电脑电池薄壳塑料件

3.2 分型面设计

在注塑模具设计中,分型面选择是关键,直接影响着模具整体结构、浇注系统以及塑料件的脱膜等^[9]。分型面是指用于去除注塑件与浇注系统凝料的可分离接触表面,以分型面为边界,可以将模具分为定模和动模两部分。

图 2 为该塑料件的最大轮廓处,将此处作为模具分型面,塑料件可以顺利脱膜。



图 2 分型面设计方案

分型面选择依赖于注塑件的几何形状、尺寸精度、脱膜方法、表面粗糙度等。因此具体选择时采用有利于塑料件顺利脱膜的原则,常选择在塑料件外形的最大轮廓处。

3.3 浇注系统设计

浇注系统^[10]设计包括主流道、分流道以及浇口,浇注系统是指塑料熔体从注塑机喷嘴喷入一直到进入型腔为止所经过的通道,具体流经方式包括:由主流道进入,流经分流道,然后在冷料穴沉积少部分熔体,最后通过浇口填充模具型腔。其中浇口位置的设计与熔体在模具内的流动性直接相关,因此需要综合考虑熔体的流动、注塑模具的外观质量、力学性能等因素。电池壳体属于外观件,因此,浇口不能设置在外表面。浇口位置选择依据浇口尺寸和流道尺寸,根据注塑模拟软件 Moldflow 分析模块,可得到最佳的浇口位置,最佳浇口位置分析图如图 3 所示。

其中,浇口尺寸设计满足公式 (1) 和公式 (2);流道尺寸满足公式 (3) 和公式 (4)^[6,11]。

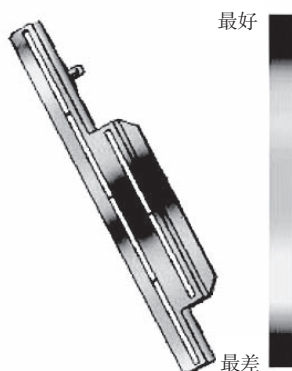


图3 最佳浇口位置分析

$$b = \frac{-1}{100} \sqrt{A} \quad (1)$$

$$t = -0.3[\sigma] \quad (2)$$

$$D_q = d - 2 \quad (3)$$

$$D = d - 0.5 + 2L \tan \alpha \quad (4)$$

式中: b ——浇口宽度, mm;

A ——塑料件的外表面积, mm^2 ;

t ——浇口厚度, mm;

$[\sigma]$ ——塑料产品的厚度, mm;

D_q ——主流道直径, mm;

d ——注塑模具的最小直径, mm;

D ——流道直径的最大值, mm;

L ——主流道的长度, mm;

α ——主流道与注塑模具夹角, $^\circ$ 。

由于塑料件表面部分的窄筋结构容易引起填充质量的缺陷,浇注系统采用点浇口^[12],点浇口残留痕迹和截面尺寸较小,便于自动拉断。

3.4 冷却系统设计

冷却系统^[13]作用是冷却塑料件、浇注系统以及模具,其设计好坏与塑料件的质量密切相关。与冷却系统性能密切相关的因素包括:熔体与模板间的热导率,模板与冷却介质间的热导率。采用热导率均匀的冷却系统,可以降低塑料件热板,减少产品内应力以及翘曲变形,提高塑料件的质量。

根据注塑模具结构、调节冷却系统的管道位置以及大小,使腔内温度最优,采用直通式冷却水路的布置形式,设计了以下冷却系统如图4所示。冷却系统由上下两层冷水道组成,每层2根水道。优化设计冷却系统,调整冷却系统的管道位置以及管道大小,确保腔内温度达到最优值,控制塑料件的上下表面的温度差在有效范围内。

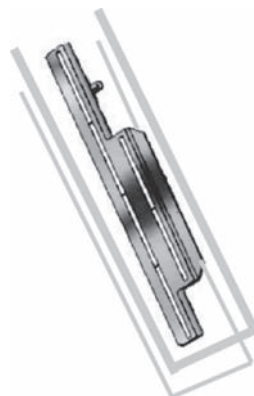


图4 冷却系统

为更好地表征冷却系统的效果,分析温度介质变化规律,分析了塑料件冷却时回路冷却介质温度变化。温差反应了注塑模具温度的均匀程度,当温差不超过 3°C 时,表明模具设计满足冷却系统设计要求。图5为冷却系统某冷却管道位置的回路冷却介质的温度变化。从图5可知,最大温差为 1.5°C ,满足冷却系统的设计要求。

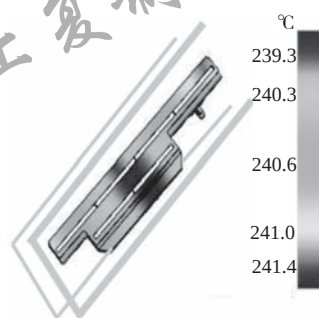


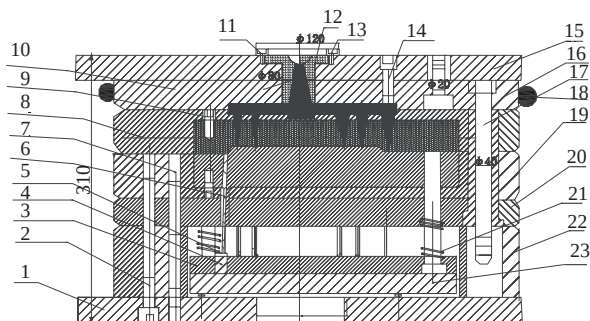
图5 冷却管道位置的回路冷却介质温度变化

4 注塑模具总体结构及仿真结果分析

4.1 注塑模具总体结构

参考中小型模具架构的基本形式,采用上述分型面、浇注系统和冷却系统,模具采用一模二腔注塑模具^[14]。利用CAD进行注塑模具设计,具体模具图如图6所示。塑料内侧用于装配内侧孔,但内部空间不利于采用侧滑块结构,还有孔数量较多,因此,内部空间采用斜顶抽芯成型结构^[15]。

注塑模具在开模状态下,注塑件开合模系统带动动模后移,进而分离型腔固定板与脱模板,从而使二级分流道与塑料件分离。动模继续后移直至限定距离,此时滑块与塑料件完全分离,型芯固定板通过带动定距拉板,从而带动脱模板使流道内的料脱出。然后凸模移动,直至与凹模分离。最后利用注塑机的顶出作用,推动推板,使其与斜顶一起上移,顶出塑料件。合模时,在注塑机带动下,复位杆作用于推



1—动模座板; 2,9,13—内六角螺钉; 3—推杆固定板; 4—斜顶导滑板;
5—销钉; 6—斜顶; 7—定位销; 8—型腔固定板; 10—脱模板;
11—定位环; 12—浇口套; 14—拉料杆; 15—定模座板; 16—导套;
17—导柱; 18—水嘴; 19—型芯固定板; 20—支撑板; 21—复位杆;
22—垫块; 23—推板

图6 模具结构图

杆及推杆固定板,使凸模与凹模合拢,最后,脱模板与型芯固定板合拢,完成注塑模具设计。

4.2 仿真实验分析

对于某品牌电脑电池外壳,首先利用UG等CAD软件建立注塑产品的几何模型,完成后转换成STL格式,导入Moldflow软件。利用Moldflow软件借助于数学模型进行浇口和型腔优化分析,主要考察指标包括剪切应力大小、型腔温度以及冷却均匀度等。再进行浇注系统的优化分析,包括优化约束条件下熔体发生流动不均衡情况。具体结果见表1。

表1 综合流体模型和CAE软件与仅适用CAE软件设计结果对比

参数	参考结果	优化结构	优化值
流动不平衡性/%	18.5	8.1	10.4
最大锁模力/N	76	55	21
填充时间/s	3.15	1.414	1.736
浇口压力/MPa	74.3	40	34.3
整体过程最大温差/℃	29.5	17.3	12.2

参考结果的参考条件是在进行CAE分析时,未使用塑料熔体流动模型的情况下得出。由表1可见,利用CAD软件进行注塑模具设计,且在设计过程中以薄壳件注塑模具的流体运动模型为基础,结合CAE软件模流分析,可以极大降低流动的不平衡性和填充时间,减少浇口压力和最大锁模力。综上所述,采用CAD软件进行注塑模具设计,且在设计过程中以薄壳件注塑模具的流体运动模型为基础,可以最大限度地增强模具设计的合理性、科学性,提高产品的质量,降低设计成本。

5 结论

针对薄壳件注塑模具设计中要求的填充时间短、物料流动性好、注射速度快等,基于CAD对窄

筋连接电脑电池薄壳件的注塑模具进行设计及研究。并在塑料熔体流动过程中应用流体力学理论,获得流体运动模型,将其应用在CAE模流软件分析过程,将分析结果应用于CAD模具的优化。将其应用在某品牌电脑电池外壳,仿真结果表明:采用此种方式进行薄壳件注塑模具设计,可以优化塑料件的设计过程,减少产品的缺陷,提高设计质量,缩短模具开发周期,降低成本。

参考文献

- [1] Vassilis S. Kouikoglou, Yannis A. Phillis. Fundamentals of simulation modeling[J]. Spring, doi: 10.1007/978-1-4757-5438-4_2.
- [2] 刘国良,王侃,赵明,等. CAE塑料注射成型模具设计方法的应用研究[J]. 新技术新工艺, 2009(10):73-79.
Liu Guoliang, Wang Kan, Zhao Ming, et al. Application research of CAE plastic injection molding design method[J]. New Technology & New Process, 2009(10):73-79.
- [3] 鲁立荣,李凝,王康. 基于CAE技术的眼镜支架注塑模的模具设计及成型分析[J]. 塑料工业, 2015, 43(1):63-66.
Lu Lirong, Li Ning, Wang Kang. Mold design and forming analysis of eyeglass injection mold based on CAE technology[J]. China Plastics Industry, 2015, 43(1):63-66.
- [4] 蒋小波. CAD技术在注塑模设计中的实用性分析[J]. 佳木斯职业学院学报, 2012(4):341-345.
Jiang Xiaobo. Practical analysis of CAD technology in injection mold design[J]. Journal of Jiamusi Vocational College, 2012(4):341-345.
- [5] 赵婉芳. CAE技术在薄壳注塑件成型模具中的设计与研究[J]. 塑料科技, 2016, 44(9):59-62.
Zhao Wanfang. Design and research of CAE technology in thin-shell injection molding mold[J]. Plastics Science and Technology, 2016, 44(9):59-62.
- [6] 李厚佳,张晓岩. 三维CAD技术在注塑模设计中的应用研究[J]. 塑料科技, 2012, 40(12):72-74.
Li Houjia, Zhang Xiaoyan. Application research of 3D CAD technology in injection mold design[J]. Plastics Science and Technology, 2012, 40(12):72-74.
- [7] 韦彬贵,黄力,马振锋. 基于Moldflow的后盖CAE流动方案优化分析[J]. 塑料工业, 2018(4):67-72.
Wei Bingui, Huang Li, Ma Zhenfeng. Optimization analysis of CAE flow scheme based on Moldflow[J]. China Plastic Industry, 2018(4):67-72.
- [8] 魏剑,高浩,王孝鹏. 基于UG和Moldflow的多功能笔注塑模设计[J]. 塑料科技, 2018, 46(2):143-147.
Wei Jian, Gao Hao, Wang Xiaopeng. Multi-function pen injection mold design based on UG and Moldflow[J]. Plastics Science and

- Technology, 2018, 46(2):143-147.
- [9] 付伟, 范士娟, 张海. 注塑模具设计中浇口位置和结构形式的选用 [J]. 工程塑料应用, 2007, 35(10):60-63.
- Fu Wei, Fan Shijuan, Zhang Hai. Selection of gate location and structure form in injection mold design[J]. Engineering Plastics Application, 2007, 35(10):60-63.
- [10] 蒋新萍, 徐自明. 基于 CAD/CAE 的外壳塑件注塑模具创新优化设计 [J]. 塑料科技, 2014, 42(11):96-100.
- Jiang Xinping, Xu Ziming. Innovative optimization design of shell plastic injection mold based on CAD/CAE[J]. Plastics Science and Technology, 2014, 42(11):96-100.
- [11] 何政军. 基于实例的注塑模具 CAD/CAE/CAM 技术研究与应用 [D]. 北京: 华北电力大学, 2014.
- He Zhengjun. Research and application of CAD/CAE/CAM technology for injection mold based on case[D]. Beijing: North China Electric Power University, 2014.
- [12] 张文建, 路鹏程, 张琦, 等. CAD/CAE 技术在普通手机外壳注塑模具设计中的应用 [J]. 塑料工业, 2011, 39(10):62-65.
- Zhang Wenjiang, Lu Pengcheng, Zhang Qi, et al. Application of CAD/CAE technology in the design of injection mold for ordinary mobile phone cases[J]. China Plastic Industry, 2011, 39(10):62-65.
- [13] 胡晶, 李雪, 吕亚洲, 等. 玩具注塑模具冷却系统的优化 [J]. 塑料, 2014, 43(6):94-96.
- Hu Jing, Li Xue, Lyu Yazhou, et al. Optimization of Toy Injection Mold Cooling System[J]. Plastics, 2014, 43(6):94-96.
- [14] Martin I, Hadzistevic M, Hodolic J, et al. A CAD/CAE-integrated injection mold design system for plastic products[J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2012, 63(5-8):595-607.
- [15] 张新聚, 刘雷, 赵文清, 等. 注塑模具随形冷却的分析及优化 [J]. 塑料, 2018, 47(2):126-130.
- Zhang Xinju, Liu Lei, Zhao Wenqing, et al. Analysis and optimization of shaped cooling of injection molding[J]. Plastics, 2018, 47(2):126-130.

东华能源量产 K2760, 薄壁注塑产品逐步丰富

2019 年 3 月 4~6 日, 东华能源 (宁波) 新材料有限公司再次成功转产薄壁注塑专用料 K2760, K2760 通过了第三方 SGS 的 FDA 及 RoHS, SVHC 等检验测试, 主要应用于一次性餐盒等薄壁注塑制品领域。

近年来, 食品安全逐渐成为关乎民生的热点话题, 而伴随着生活节奏的加快, 快递、外卖等行业迅速发展, 全国消费者购买食品和饮料的方式正在发生根本性转变, 快消品包装行业的市场需求与日俱增。聚丙烯产品由于其卫生、绿色环保、耐热性好、易加工以及相对成本较低等优点在食品包装领域得到更广泛的应用。

而薄壁制品要求具有较高的冲击强度、良好的外观质量和尺寸稳定性, 并能承受较大的静态载荷, 成型材料的流动性好、涉及过程中要重点考虑制品的刚性、抗冲击性。随着国内聚丙烯行业持续扩能深入, 通用料竞争日趋激烈, 附加值较高的专用料产品成为企业产品转型升级的方向。面对纷繁复杂的聚丙烯牌号, 薄壁注塑作为聚丙烯产品中附加值较高的产品, 在技术及产品利润方面具备独特优势, 逐渐破冰而出, 成为聚丙烯产品一枝独秀, 伴随生活节奏的加快, 快餐行业发展迅速, 快餐盒需求与日俱增, 带动聚丙烯薄壁注塑需求发展。薄壁注塑树脂产品特点: ①熔体流动速率达到 45.0 g/10 min 以上; ②产品的弯曲弹性模量达到 1500 MPa 以上; ③产品的结晶温度高, 即产品的软化点高; ④产品晶粒密集而均匀, 产品透明性增加。

目前国内流通量较大且已被熟知牌号如: 徐州海天 HP648T、兰州石化 H9018, 联泓新材料 M700、广州石化 S980T 等牌号。伴随煤制烯烃技术升级, 宁煤的 1148TC、延长榆能化 K1860 等也逐步进入市场, 此次东华能源量产 K2760, 再次丰富了丙烷脱氢工艺的产品种类。 (塑米城)

亨斯迈推出高性能和高设计自由度的聚氨酯树脂体系

亨斯迈公司宣布推出一种新型的 RIMLINE HC PU 树脂体系, 为汽车内饰设计和效率提供了显著的优势。

作为值得信赖的 RIMLINE 树脂技术解决方案的一部分, RIMLINE HC PU 树脂体系是一个由两部分组成的聚氨酯产品, 可以喷涂到玻璃纤维增强蜂窝板上, 形成一个坚固、耐用、轻质的复合材料。这类复合材料可为包裹架、行李厢负重地板、内板等提供高强度和高刚度的多功能、轻量化的解决方案。RIMLINE HC PU 树脂体系的突出性能特点是能够适应更复杂的蜂窝板形状, 从而实现设计自由度, 同时还能够在边缘修整和复杂的模具细节上表现良好。

RIMLINE HC PU 树脂体系具有良好的附着力和耐温性、易于应用、喷涂时间长、固化时间短, 可以在清洗周期间释放大量的物质, 同时可减少材料浪费。

RIMLINE HC PU 树脂体系可用于生产单独定制的材料解决方案, 以满足严格且复杂的项目要求。亨斯迈的技术专家可以通过不同的解决方案为汽车设计师提供支持, 这些解决方案能够捕捉项目要求, 并整合更轻、更省油的车辆的市场趋势, 同时满足提供乘客安全和舒适的高质量标准的需求。

亨斯迈聚氨酯运输高级市场经理评论说, 亨斯迈继续开发改变游戏规则的方案, 提供设计灵活性和提高生产效率。Rimline HC PU 树脂体系是他们已经成功的产品组合中的一个创新产品, 可以通过配方来创建定制的方案。凭借业界公认的技术能力, 客户可以依靠他们值得信赖的技术、专业知识和合作伙伴关系来帮助解决日常设计的挑战。

(环球聚氨酯网)