

[制造·使用·改进]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.01.025

基于 Moldflow 的电池外壳注塑成型研究

陈川, 范建蓓, 吕永锋

(浙江机电职业技术学院 机械工程学院, 浙江 杭州 310053)

摘要:通过 Moldflow 对电池外壳三维模型网格划分与修复, 构建了浇注系统和冷却回路, 并进行了填充、流动、翘曲模拟分析, 预测制品在成型过程中是否会出现短射、气穴、熔接痕、翘曲等问题。结果表明, 所研究的电池外壳制品可能会出现剪切应力过大、熔接痕等问题, 需要针对性的注意并改进, 以保证制品质量, 提高生产效率。

关键词:注塑成型; 成型分析; 成型缺陷; Moldflow 软件

中图分类号: TQ320.66

文献标志码: A

文章编号: 1005-2895(2014)01-0099-04

Research of Injection Molding for Battery Shell Based on Moldflow

CHEN Chuan, FAN Jianbei, LÜ Yongfeng

(College of Mechanical Engineering, Zhejiang Institute of Mechanical and Electrical Engineering, Hangzhou 310053, China)

Abstract: The 3D model mesh of battery shell was divided and repaired based on Moldflow. Gating system and cooling circuit were constructed. Filling, flow and warp were simulated and analysed. Short shots, cavitation, weld mark and warp were predicted during molding process. The results showed that, the high shear stress and weld line were found which should be concerned and improved to guarantee the quality of products and increase production efficiency.

Key words: injection molding; molding analysis; molding defects; Moldflow software

随着塑料行业的发展, 计算机辅助工程(CAE)已经广泛地运用于注塑模具设计、塑料产品开发等领域中^[1-3]。Moldflow 是一款基于注塑成型分析的 CAE 软件, 通过计算机设置注塑工艺, 布置浇口、冷却流道位置, 模拟充填、保压、冷却等注塑成型过程, 找出成型过程中出现的缺陷, 分析缺陷产生的原因并引导工程应用中避免类似缺陷的出现。文中以某电池外壳为例, 通过 Moldflow 分析可能出现的缺陷并加以解决。

1 制品成型设置

制品为电池外壳, 尺寸为 70 mm × 45 mm × 2.4 mm, 壁厚 0.95 mm, 制品表面光滑平整, 底部有 8 个暗扣结构, 在 UG 中进行三维造型, 进行格式转换后导入 Moldflow 进行网格处理及分析工作, 制品造型如图 1 所示。

1.1 网格划分及修复

在 Moldflow 中, 网格划分质量直接影响最终的分析结果^[4]。使用双层面网格类型(Fusion)对电池外壳进行网格划分及修复。修复网格后, 模型中没有自由

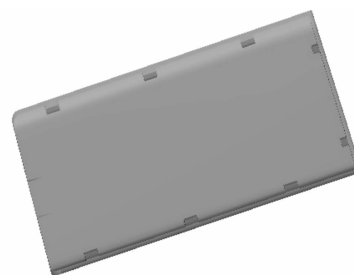


图1 电池外壳 3D 模型

Figure 1 3D model of battery shell

边和公用边, 没有配向不正确的单元, 最大纵横比小于 6, 匹配百分比大于 85%, 如图 2 所示。网格修复结果满足 Moldflow 分析前处理要求。

1.2 材料选择

ABS 作为用途广泛的热塑性工程塑料, 具有表面光滑、易于加工、制品稳定性好、表面光泽度好等优点。因此本文选择 LG Chemical 公司生产的牌号为 XR401 的 ABS 作为制品模拟材料, 其参数如表 1 所示。

收稿日期: 2013-08-06; 修回日期: 2013-10-15

基金项目: 2011 中央财政支持高等职业学校提升专业服务能力项目; 2010 教育部全国模具设计与制造专业教学资源库建设项目; 2009 年浙江省高职高专院校特色专业《模具设计与制造》建设(TZZ09033)

作者简介: 陈川(1987), 男, 浙江衢州人, 硕士研究生, 助教, 主要研究方向为注塑模具。E-mail: chench008@163.com

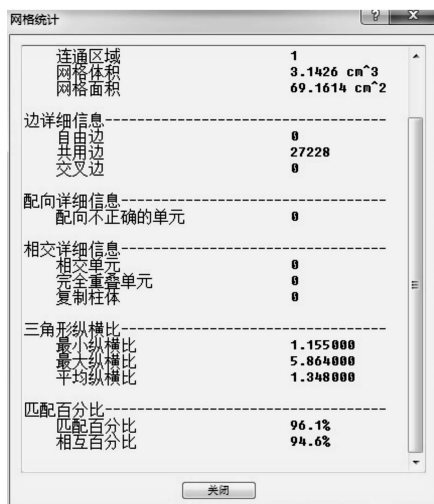


图 2 网格修复结果

Figure 2 Result of mesh repair

表 1 ABS 参数性能表

Table 1 Parameters of ABS

模具表面温度/ ℃	熔体温度/ ℃	最大模具温度/℃	最小模具温度/℃	最大熔体温度/℃	最小熔体温度/℃	最大剪切应力/MPa
60	255	80	40	275	235	0.3

1.3 浇注系统的布置

浇注系统是引导塑料熔体从注塑机喷嘴到模具型腔的通道,一般由主流道、分流道、浇口、冷料穴 4 部分组成^[5-6]。对于不同的制品表面要求、型腔布局,会有不同的浇注系统方案。本文采用一模两腔的型腔布局,通过 Moldflow 分析获得最佳浇口位置如图 3 所示,选用浇口形式为侧浇口,浇口位置开设在最佳浇口位置。浇注系统的布置如图 4 所示。

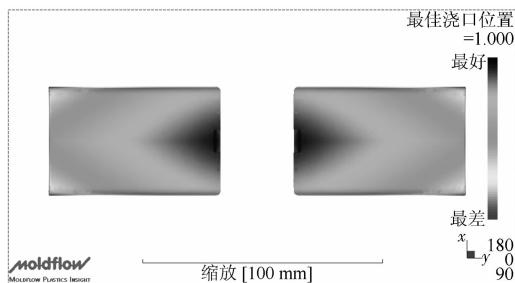


图 3 最佳浇口位置

Figure 3 Optimum gate location

1.4 冷却回路的布置

在注塑成型过程中,模具的有效冷却将直接影响到制品的质量和生产率。根据设计经验并依照冷却回路设计原则^[7],布置如图 5 所示的冷却回路,水路直径为 6 mm,距离制品最近距离为 15 mm。

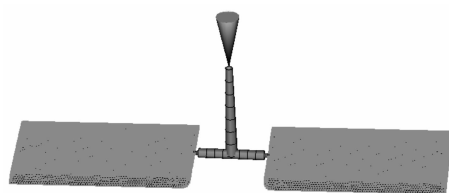


图 4 浇注系统

Figure 4 Gating system

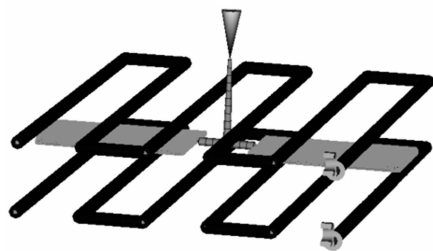


图 5 冷却回路

Figure 5 Cooling circuit

2 CAE 分析

对制品分别进行充填以及冷却、流动、翘曲分析,得到以下分析结果。

2.1 充填时间

熔融塑料从喷嘴射出直至填满整个型腔,这段时间为注塑成型过程中的充填时间。该制品的充填时间如图 6 所示,为 0.639 3 s。充填时间短,无飞边、短射等不良缺陷,成型周期短、成型效率高,符合成型要求。

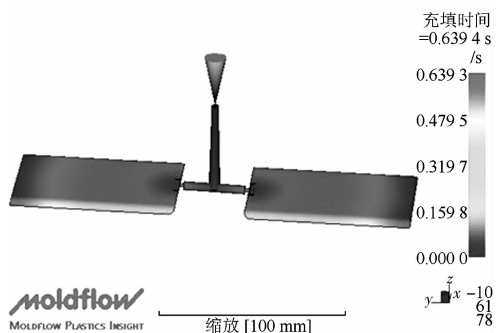


图 6 充填时间

Figure 6 Filling time

2.2 剪切应力

在 Moldflow 中,壁上剪切应力是指塑料冷却顶出时接触面上的剪切应力,为模具设计提供参考。在注塑过程中,制品的剪切应力一般不超过推荐的最大剪切应力。该牌号 ABS 的最大剪切应力为 0.3 MPa,而壁上最大剪切应力为 0.931 9 MPa,如图 7 所示。需要进一步确定是制品还是浇注系统超过最大剪切应力,通过图 8 可见,制品表面中间深色区域为接近或超过

最大剪切应力区域,因此在试模、生产过程中,需要注意这些深色区域是否出现焦痕等不良缺陷,若出现可尝试通过提高熔体温度、增大注射速度等方法,降低剪切应力。

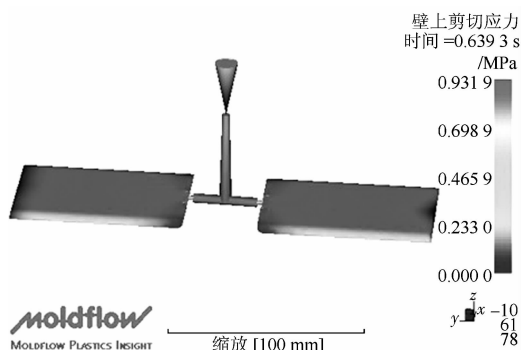


图7 壁上剪切应力

Figure 7 Sheer stress in cavity surface

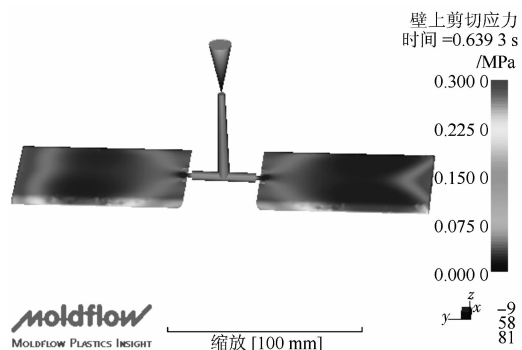


图8 壁上剪切应力(0~0.3 MPa)

Figure 8 Sheer stress in cavity surface (0 ~ 0.3 MPa)

2.3 气穴

在注塑成型过程中,气体无法及时排出时,就会造成气穴,使制品内部产生气泡、空洞等缺陷,气穴一般出现在填充阶段的最终区域。如图9所示,软件分析得出本制品气穴较多,并且主要分布在分型面和暗扣附近。但在实际成型过程中,在分型面附近的空气可随分型面的缝隙自然排出;在暗扣附近的空气可随侧抽机构缝隙排出,因此不会出现气穴缺陷。

2.4 熔接痕

熔融塑料在流动时,与型腔接触的两侧受冷冷却,流动速度与中心不一致,致使熔融塑料在交汇时无法完全融合,形成熔接痕^[8-9]。熔接痕会影响产品美观,并造成力学性能下降。如图10所示,制品熔接痕主要出现在暗扣以及制品离浇注系统较远的角落附近。一般制品内表面或者其他不明显位置出现熔接痕是可以接受的。本制品在暗扣附近出现熔接痕并不影响美

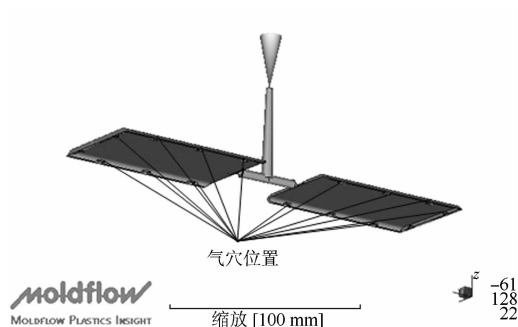


图9 气穴

Figure 9 Air pocket

观,对力学性能影响也不大,因此可以接受。而在制品离浇注系统较远的角落附近的熔接痕,表观上犹如一道刮痕,影响制品整体美观。因此可以通过提高模具温度、提高熔体温度等方法解决角落处的熔接痕问题。

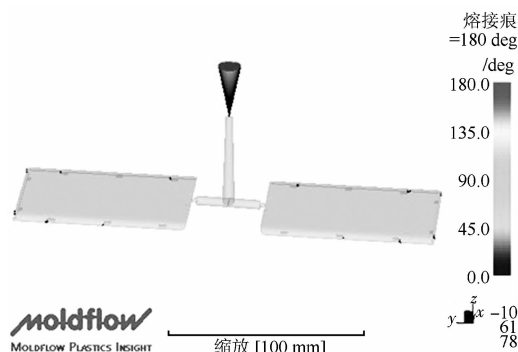


图10 熔接痕

Figure 10 Weld mark

2.5 翘曲

翘曲是指塑件未按照设计的形状成形,表面发生扭曲的现象。严重的翘曲不仅会影响制品的美观,也会影响装配精度。在该制品的变形分析中,Z轴方向的变形为翘曲。如图11所示,靠近浇注系统部分的制品翘曲较小,越远离浇注系统部分的制品翘曲越大,

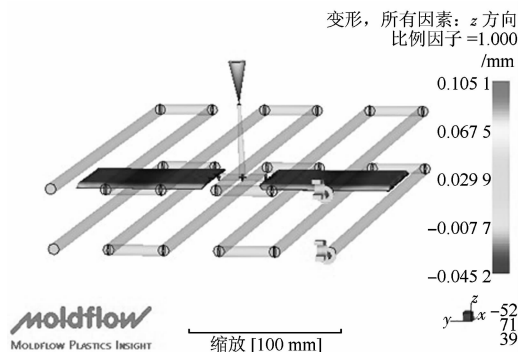


图11 翘曲

Figure 11 Warp

在离浇注系统较远的4个角落上,翘曲变形最大。制品的翘曲在 $-0.045\ 2\sim 0.105\ 1\text{ mm}$ 之间,出现在角落处的翘曲最大值为 $0.105\ 1\text{ mm}$,并不影响制品的使用和美观。

3 结语

运用计算机辅助工程软件 Moldflow 对电池外壳的注塑成型过程进行模拟,设计方案基本满足制品成型要求和使用要求。预测出制品成型过程中可能出现的剪切应力过大、熔接痕等问题,提出相应的解决方法:需要有针对性的注意并可通过提高模具温度、熔体温度、增大注射速度等方法改进。从而避免缺陷的出现,提高制品的质量,缩短模具制造周期,最终达到提高生产效率的目的。

参考文献:

[1] 曾喜生. 基于 Moldflow 的注塑成型缺陷分析及成型周期优化

[D]. 湘潭:湘潭大学,2012.

- [2] 李跃文. 塑料注塑成型技术新进展[J]. 塑料工业,2011,39(4):6-9.
- [3] 王乾. 基于 Moldflow 的电机盖注塑成型分析[J]. 轻工机械,2012,30(3):9-12.
- [4] 单岩,蔡玉俊,管爱枝,等. Moldflow 立体词典:塑料模具成型分析与优化设计[M]. 杭州:浙江大学出版社,2011:112.
- [5] 夏江梅. 塑料成型模具与设备[M]. 北京:机械工业出版社,2009:117.
- [6] 刘彦国,吕永锋. 塑料成型工艺与模具设备[M]. 北京:人民邮电出版社,2012:104-105.
- [7] 邹继强. 塑料模具设计参考资料汇编[M]. 北京:清华大学出版社,2005:103.
- [8] 饶启琛,黄建军. 注塑成型异常分析及处理[J]. 橡胶技术与设备,2006(32):52-60.
- [9] 肖长江,刘春太,申长雨. 注塑制件熔接痕的形成、性能和预测[J]. 工程塑料应用,2003,31(3):17-20.

(上接第98页)

一般补充工作液的水温最好维持在 25°C 以下,因为水温高其饱和蒸气压就高。由于真空泵的腔体空间是一定的,如果被大量的蒸气压所占据,就影响了真空泵的抽气速率,从而影响到真空度;相反水温越低饱和蒸气压就会越小,其占据真空泵腔体的体积就会越小,被抽气体会占据较大的腔体空间,所以抽气能力就会增大继而提升真空度。根据水环真空泵的性能曲线和生产实际使用情况,可选用固定单程管板式换热器作为循环水的冷却器^[4-7]。因冷却水较循环水杂质含量少,且单程管程便于清洗,所以选择冷却水走壳程,补充工作液走管程。

在具体设计过程中先根据工艺要求计算出所需的换热面积;然后确定换热管直径及长度;最后再确定换热器内直径^[8]。换热器设计的主要依据是 GB151-1999《管壳式换热器》。在确定换热器的长度时,为了美观及减少换热器的站地面积,可根据真空泵的总长来决定换热器的长度,尽量取换热器的长度等于或略大于真空泵的长度。

7 安装与维护

该装置的安装应保证整体平稳,并安装在混凝土基础上,若安装在室外,还应采取防寒措施,停机后注意将水排尽^[9]。

水环真空泵的工作水位一般在 $1/3$ 水位较合适。

设备安装完毕后,应做气密性试验,试验压力为 1.0 MPa 。

根据循环水质的好坏,确定 Y 形过滤器滤网的清

洗间隔时间,一般每半个月清洗1次,并经常检查循环水的水质。

8 结语

该装置已在国内某厂真空洗浆机的真空系统中投入使用,使用结果表明,该装置运行平稳可靠,设备真空度达到设计要求,无污染废水排放,节水效果明显,取得了良好的社会效益和经济效益。作为水环真空泵的辅助设备,如果能系列化、批量化生产,可进一步降低制造成本,方便用户根据泵的规格,直接选用相应规格的设备,这样就能为设备的推广打下良好的基础。如果能对大量已使用的直接排放废水的水环真空泵进行技术改造,将其改造成闭路循环系统,将节约大量宝贵的水资源,降低环境污染,为绿色环保做出贡献。

参考文献:

- [1] 李惠敏,马中青. 水环真空泵工作液的闭路循环改造[J]. 中国设备工程,2007(9):29-30.
- [2] 王志魁. 化工原理[M]. 北京:化学工业出版社,2010.
- [3] 田松峰. 水环真空泵辅助冷却技术[DB/OL]. (2012-11-07)[2013-07-15]. <http://www.doc88/p-337774458703.html>.
- [4] 钱颂文. 换热器设计手册[M]. 北京:化学工业出版社,2002.
- [5] 初志会,金鹤. 换热器技术问答[M]. 北京:化学工业出版社,2009.
- [6] 余建祖. 换热器原理与设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.
- [7] 任晓光. 化工原理设计指导[M]. 北京:化学工业出版社,2009.
- [8] 国家质量技术监督局. GB151-1999 管壳式换热器[S]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [9] 中国机械工业联合会. GB50231-98 机械设备安装工程施工及验收通用规范[S]. 北京:中国计划出版社,1998.