

塑料成型加工实用技术讲座(第二讲)

注塑制品常见的缺陷及对策*

李海梅 高峰 申长雨

(郑州大学橡塑模具国家工程研究中心, 郑州 450002)

摘要 从塑料制品的外观、尺寸精度、功能三个方面归纳了注塑制品常见的缺陷, 并从塑料原料、成型工艺、设备(注塑机、模具)、制品设计等方面提出相应的对策和改进措施。

关键词 注塑 制品缺陷 改进措施

随着我国塑料加工业的迅猛发展, 塑料制品的产量、质量、效益都有了大幅度的提高, 应用范围也不断扩大, 这一切使得我国跨入了世界十大塑料制品生产国的行列。但与国际先进水平相比, 不论是塑料制品的花色品种和档次, 还是内在质量及外观, 都存在一定的差距。为尽快缩小这一差距, 要求从事塑料加工的技术人员有如下技能: ①能迅速查明缺陷的成因, 制定排除方案; ②能合理调整工艺参数、设定成型条件; ③能正确调试生产设备、修整模具。

在塑料制品成型加工过程中, 由于塑料原料品种繁多, 模具型腔结构复杂, 成型设备的控制运行状态各异, 加上成型物料的流变、力学性能的差异等, 在塑料制品上会产生各种各样的成型缺陷。笔者从制品的外观、尺寸精度、功能性等三个方面对注射成型中常见的质量缺陷及成因进行分析讨论, 并从塑料原料、成型工艺、设备(注塑机、模具)、制品设计等方面提出相应的对策和改进措施。

1 注塑制品的常见缺陷^[1-3]

一般涉及成型质量的要素有: 外观性的、尺寸精确性的、功能性的内容等。外观性的要素与制品的外观、实用性有关, 制品的外观不良与注射条件密切相关; 制品的尺寸精度是其作为各种零部件使用时的重要的品质要素; 而成型制品功能性要素包括力学性能、耐热性能、耐化学药品性、电气特性等。

注射成型出现的问题涉及塑料的化学变质、力学状态的变化、物料状态的变化、几何结构或尺寸的变化等几个类型。

注塑制品常见缺陷具体可分为三大类。

(1) 外观: 凹痕、银纹、变色、黑斑、流痕、焦痕、熔接痕、泛白、表面气泡、分层、龟裂、外观浑浊等。

(2) 工艺问题: 充填不足、分型面飞边过大、流道粘模、不正常顶出等。

(3) 性能问题: 变脆、翘曲、应力集中、超重欠重(密度不均匀)等。

1.1 充填不足

充填不足是指型腔充填不满, 不能得到设计的制品形状, 制品有缩瘪的倾向。原因主要是缺料和注塑压力与速度不妥(包括阻力造成压力过于耗损), 如熔体的流程过大, 充填型腔时夹入空气形成的反压, 在多模型腔中各个型腔的流

动不平衡等。

1.2 凹痕(缩瘪)

表面下凹、边缘平滑, 容易出现在远离浇口且制品厚壁、肋、凸台及内嵌件处。主要是由于材料的收缩没有补偿而造成的, 因此收缩性较大的结晶性塑料容易产生凹痕, 其示意图见图 1 a、图 1 b。

1.3 气穴

气穴是型腔中的空气被熔体包围, 无法从型腔中排出而形成的。气穴的形成属于成型加工的问题, 容易形成焦痕、缩孔、缩坑等制品缺陷, 气穴示意图见图 1 c。

1.4 银纹

银纹是在塑料件表面出现的微小的流动花纹, 明显的流痕是成型物表面沿流动方向出现的银白色的流线现象。出现银纹的原因是原料中有水分或原料分解, 银纹示意图见图 1 d。

1.5 黑斑及黑条纹

黑斑及黑条纹属于表面质量问题, 在制品表面有黑点或黑条, 在浇口附近沿着流动方向出现黑色流线的现象。原因在于树脂的分解、添加剂(阻燃剂)的分解、料筒或螺杆表面有伤引起物料的滞留, 黑斑及黑条纹示意图见图 1 e、图 1 f。

1.6 焦痕

通常在流程末端产生烧焦的外观, 主要是型腔中残留的气体引起的, 焦痕示意图见图 1 g。

1.7 剥离(分层)

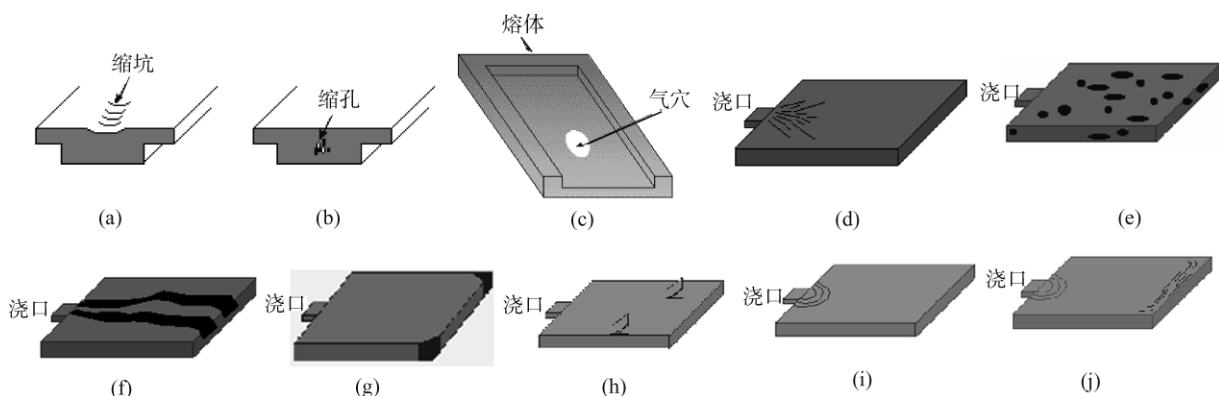
制品像云母那样发生层状剥离的现象, 有明显分层, 属于表面质量问题。不相容的材料混炼在一起时, 容易发生剥离现象, 剥离示意图见图 1 h。

1.8 乱流痕

乱流痕是在制品表面以浇口为中心出现不规则流线的现象。产生的原因是注入型腔的材料与模壁时而接触、时而脱离造成的不均匀冷却所致, 其示意图见图 1 i, 或者是由于流动过程中, 熔体前锋冷料被卷入形成流动波纹而致, 其示

* 国家“十五”重点科技攻关项目(2001BA203B16-02)、河南省自然科学基金项目(004060400)

收稿日期: 2002-12-18



a、b—凹坑、缩痕；c—气穴；d—银纹；e、f—黑斑、黑条纹；g—焦痕；h—剥离；i、j—流痕及乱流痕

图1 注塑制品常见缺陷示意图

意图见图1j。

1.9 熔接痕和熔合纹

熔接痕和熔合纹是指分流熔体汇合处的细纹,它是由两股相向或平行的熔体前沿相遇而形成的,可以根据两股熔体间的角度来区分,图2示出熔接痕和熔合纹的形成过程。成型制品中有洞、嵌件、制品厚度变化引起的滞留和“跑道效应”都可能形成熔接痕和熔合纹。

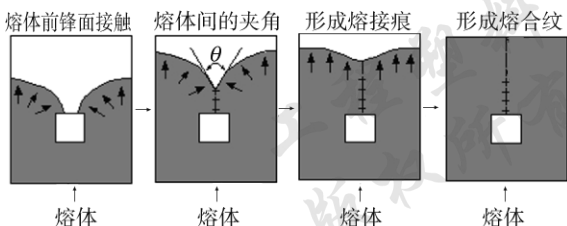
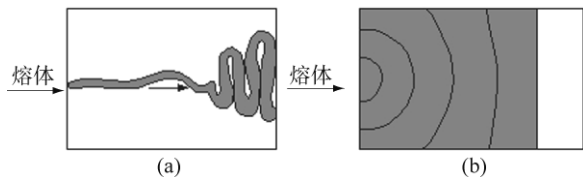


图2 熔接痕和熔合纹的形成过程示意图

1.10 喷射痕

在制品的浇口处出现的蚯蚓状流线,多在模具为侧浇口时出现,图3示出喷射痕与正常流动充填模式的比较。



a—喷射痕；b—正常充模模式

图3 喷射痕与正常流动充填模式的比较

1.11 表面气泡

表面气泡是未熔化的材料与流动熔体一起充填型腔,在制品表面形成的缺陷。

1.12 变脆(脆化)

变脆主要指韧性不够或冲击性能差,主要原因在于发生水解或热分解,使分子量降低(如聚碳酸酯、聚酯等),或有熔接痕存在。

1.13 尺寸超出公差

制品尺寸变形及收缩过大。

1.14 飞边

模具分型面上有溢料,可能是由于合模力偏小、合模精

度不高、模具变形、熔料过热等造成的。

2 注射成型中常见的问题及解决办法

有缺陷的制品通常与模塑前原材料的处理和贮存、模塑阶段成型周期内的成型条件、模塑之后制品的处理和修饰等因素有关。

在制品模塑前后出现的问题可能与污染、颜色、静态粉尘收集等相关;在模塑阶段,操作人员应在自测的基础上要保证熔体从喷嘴自由流出。每一套模具和每种原料都不同,因此无法概括如何得到好的熔体,操作人员的经验和加工需要成为最终决定因素。

注塑制品的质量出现问题,应从模具设计及其制造精度、成型条件、成型材料、成型前后的环境四个方面来考虑。下面给出常见的问题及改进办法。

2.1 注塑制品表面缺陷

(1) 充填不足

充填不足的原因在于:送料不足、压力不够、加热不当、注射时间不够、模具温度过低、夹入空气造成反压、多模腔中各模腔的流道不平衡。

对制品整体有塌瘪倾向的充填不足,可采用以下4种改进办法:一是选用流动性好的材料;二是提高注射温度、注塑压力、注射速率,提高保压压力,延长从注射到保压的变换时间,提高模具温度,调整喷嘴逆流阀;三是改变浇口的位置,使浇口变短、加大,流道变短、加宽,加大冷料穴,喷嘴和模具口配合完好;四是调整树脂流动长度与厚度的比值。对一模多腔时某些型腔不能充填的情况,可采用减小浇口充满前的注射速率;提高通过浇口后的注射速率;尽量使各分流道的长度一致;加大充填不足的型腔的浇口等办法。对制品形状完整但某特定部分充填不足的情况,可采取选用不易分解的材料;降低最后一级注射速率,降低注射温度;改变模具浇口的位置、增加排气槽;在顶杆上开斜口等方法。

另外,从注塑设备方面讲,注塑设备的塑化量或加热率小,螺杆与料筒等的磨损会造成回料而出现实际充模量不足;热电偶或发热圈等加热系统故障造成料筒的实际温度过低;注射油缸的密封元件磨损造成漏油或回流而不能达到所需的注塑压力;喷嘴内孔过小或喷嘴中心度调节不当造成阻

力过大而使压力消耗等因素均会导致制品的充填不足。

(2) 制品缩瘪(凹坑、凹痕)

制品缩瘪的原因在于浇口固结时熔体温度过高、保压时间不够、进入模具型腔的物料不够等。其改进措施主要有以下4点:一是选用收缩率小的材料;二是提高注塑压力,增大后期保压压力,降低缩瘪部分对应的注射速率,降低模具温度,降低注射温度;三是改变模具浇口的位置,浇口变短、加大,流道变短、加宽,减小流动阻力,喷嘴和模具口配合完好;四是把制品的筋、突出部分变细,并加圆角;减小壁厚;将筋设计成非实心的;把表面设计成花纹以掩饰凹痕缺陷等。

(3) 表面无光泽、光泽不均

表面无光泽、光泽不均的原因在于材料的分解、脱模剂过量、模具粗糙度差。可采取选用稳定性好的材料;降低注射温度;提高模具温度;减少滞留时间;不用脱模剂;进一步抛光模具表面等方法。

(4) 银纹

产生银纹的原因在于原料中有水分或原料分解。可采用使原材料干燥更充分,选用热稳定性好的材料,不让料斗中有水分,降低注射温度,减少滞留时间等措施。

(5) 黑条纹、焦痕

黑条纹产生的原因在于材料的分解、添加剂(阻燃剂)的分解,料筒表面有损伤引起的物料滞留等。可采取选用热稳定性好、润滑性好的材料;不用回收料;降低注射温度;减少注塑机料筒内的滞留时间;改用小容量的注塑机;使注塑机处于良好的状态;使模具浇口加大、缩短等措施。

焦痕主要由模具型腔内的残留气体所致。可采取选用热稳定性好的材料;不用回收料;降低注射温度;降低注塑压力;降低最后一级注射速率;使模具浇口加大、缩短;增设排气槽等方法改进。

(6) 乱流痕

乱流痕的改进措施为:选用流动性好的材料;提高注射温度;提高模具温度;适当降低乱流痕部分所对应的注射速率;改变模具浇口位置;加大冷料穴等。

(7) 熔接痕

熔接痕的改进措施是选用流动性好的材料;提高注射温度;提高熔接痕所对应部分的注射速率;提高模具温度;提高注塑压力;停止使用脱模剂;将模具浇口加大、缩短;改变浇口位置;加大冷料穴;加设排气槽;在熔接痕前部设护耳等。

(8) 喷射痕

喷射痕的改进措施为:选用流动性好的材料;提高注射温度;提高模具温度;降低注射速率;改变模具浇口位置;应用护耳式浇口;加大冷料穴;让喷嘴和模具完全接触等。

(9) 制品表面色泽不均

制品表面色泽不均的原因在于着色剂分解或分散不良;料筒中有别的残料;采用了箔片状颜料等。

改进的方法为:选用不易出现色斑的材料;提高料筒温度;更换或清洁料筒;提高模具温度;停止使用脱模剂;改变

模具浇口位置;改变模具浇口设计等。

(10) 制品有气泡

气泡产生的原因在于塑料收缩、材料分解、抗静电剂等添加剂的分解等。

当气泡在制品壁厚部分出现时,应采取的措施有:选用流动性差的材料;提高注塑压力;延长从注射到保压的切换时间;加大保压压力;提高模具温度;改变模具浇口的位置;加大主流道、分流道直径;加大浇口;使料筒喷嘴和模具结合良好;尽可能去除厚壁部分。

当整个制品产生细小的气泡时,应采取的措施有:改用热稳定性好的材料或添加剂;对材料进行充分干燥;加大螺杆背压;降低注射温度;对料筒后部分进行冷却;缩短材料在料筒中的滞留时间。

2.2 成型制品变形及尺寸不良

(1) 翘曲、弯曲、扭曲

翘曲、弯曲、扭曲产生的原因在于收缩率各向异性、制品壁厚或温度引起的收缩率差、制品内部残余应力等。改进的措施有:选用流动性好、收缩率各向异性小的材料;提高注射温度;降低注塑压力;选用适当的模具温度;延长冷却时间;逐渐降低保压压力;冷却取出制品用机械手装置;改变模具浇口的位置;采用合适的冷却系统;改善模具表面粗糙度;改善顶出方式;改进制品设计,如增设加强筋等。

(2) 尺寸稳定性差

制品尺寸稳定性差的原因在于空气温度变化、模具变形、制品在保存过程中有结晶变化、各生产批次间成型条件变化等。改进的措施有:选用线膨胀系数小的材料、改用不因吸湿而尺寸变化大的材料、选用流动性差的材料;提高注塑压力、提高保压压力、延长冷却时间、提高锁模力、适当调整模具温度、合理设置机械手装置;改进浇口位置、改进浇口设计、加大模具硬度;适当降低制品精度等。

(3) 制品变形及收缩过大

改进制品变形及收缩过大的措施为:选用分子量大的材料、适当使用改性材料;降低注射温度、延长总成型周期、降低模具温度、提高注塑压力、增加注射量;增大注射孔直径、扩展模具流道、扩大浇口;设计合理的制品厚度等。

(4) 飞边

飞边又称溢边、毛刺等,大多发生在模具的分合位置上,如动模和静模的分型面、滑块的滑配部位、镶件的间隙、顶杆孔隙等处。飞边在很大程度上是由于模具故障或注塑设备锁模力失效造成的。值得注意的是,排除飞边必须先从模具故障着手,如果为排除飞边而改变成型条件或原料配方,往往对其它方面产生不良影响,容易引发其它成型故障。要排除飞边,在注塑机方面应选用锁模力足够的注塑设备、防止锁模机铰磨损或锁模油缸密封元件磨损出现滴油或回流而造成锁模力下降,避免加温系统失控而造成实际温度过高。

在模具方面,对因模具型腔分布不平衡或平行度不够造成受力不平衡而造成局部飞边、局部不满,应在不影响制件

完整性的前提下将流道尽量安置在质量对称中心;对模具中活动构件、滑动型芯受力不平衡造成的飞边,以及模具排气不良时受压的空气使模具的分型面胀开而出现的飞边,应开设良好的排气系统,或在分型面上开挖排气沟。

在成型材料和工艺方面,应适当降低注塑压力、速度、温度等,减小润滑剂的使用量,必要时选用流动性低材料。

成型工艺设置的注射温度、注射压力、注射速率不宜过高,应采用分段注射,调整注射时间、保压时间、加料量以免造成飞边。

此外,如果飞边和制件不满(充填不足)反复出现,可能的原因是:塑料原料粒度大小悬殊不均造成加料量不稳;螺杆的过胶头、过胶圈及过胶垫圈的磨损过大,使熔料在料筒内滑行及回流造成飞边或型腔不满;入流道口的冷却系统失效,令进料的温度过高;料筒调定的注料量不稳定,使射料时多时少。

2.3 成型制品出现裂纹、开裂

(1) 制品开裂、表面龟裂

制品开裂、表面龟裂的原因在于模具上有咬边的地方、顶出力不足或不平衡、顶杆数目不够,特别是对有格条的制品,其开裂与顶出密切相关。

改进制品开裂、表面龟裂的措施为:改用强度高、分子量大的材料,不用或少用回收料;降低注塑压力、降低最后一级的注射速率、降低保压压力、降低顶出速度、延长冷却时间;改进模具浇口设计、改变浇口位置、加大脱模斜度、除掉模具上有咬边(即易挂件)的地方、加大顶出面积、增加顶杆数目;加大制品脱模斜度。

(2) 白化

白化是顶杆痕上出现白浊的现象,常见于ABS、HIPS类共混物或接枝共聚物增韧的材料中。消除白化的措施同改进制品开裂的措施。

(3) 制品分离、分层(剥离)现象

制品分离、分层现象的原因是混炼材料不相容,改进的办法有不使用不相容的材料,充分置换料筒、提高注射温度、提高模具温度。

(4) 脆化

脆化的原因在于干燥不良、物料的性能下降、其它料的污染、模温过低、有熔接痕存在等。其改进措施为:选用强度高、分子量大的材料,对材料进行充分干燥,对尼龙等材料在成型后适当地吸水;提高注射温度、速度,提高模具温度;减

少材料在料筒内的滞留时间,不使用脱模剂;改进模具浇口位置、改进浇口设计、设置排气槽、在熔接部分设置护耳;在制品上设加强筋。

2.4 其它成型不良现象

(1) 塑化中发生噪音

螺杆旋转阻力大,易在压缩段和其前部发生噪音。可采用流动性好、润滑性好的材料;降低螺杆背压、降低螺杆转速、提高螺杆压缩段的温度等方法加以改进。

(2) 主流道容易残留物料

主流道光泽度不高、料筒上喷嘴和模具配合不良均会导致残留物料。要消除残留物料现象可选用强度高的材料;延长冷却时间、提高模具温度;使模具主流道前端直径大于料筒喷嘴直径、改进主流道粗糙度、调整喷嘴R角、在主顶出杆上加Z形斜口等方法加以改进。

(3) 制品和顶杆或滑块粘在一起

制品与顶杆或滑块粘在一起的原因在于材料流进顶杆或滑块间隙并在其中固化。改进方法是:选用流动性差的材料;降低注塑压力、降低注射速率、降低保压压力。

3 结语

在实际生产中,注塑件的质量缺陷很多,上面仅列举最常见的几种。并从成型材料、成型条件、模具结构、制品设计等方面讨论了改良方法。理论上讲,注塑制品的质量缺陷与设计、原材料、成型工艺过程、注塑机、模具等都有关系,涉及的范围较广。但根据经验和常见的质量缺陷,依照一定的顺序有规则地排查,能较方便地找出缺陷产生的原因,从而确定改进方案、措施^[4]。另一方面,利用CAE技术^[5]能预测模具设计、工艺条件对制品的影响,预测可能发生的缺陷,减少失误,减轻模具调试的强度,提高成功率。

参考文献

- 1 李海梅,申长雨.注塑成型及模具实用技术.北京:化学工业出版社,2002.26
- 2 张信然.塑料加工故障排出方法.南京:江苏科学技术出版社,2002.117
- 3 余冬蓉.注塑制品常见的质量缺陷分析.黄石高等专科学校学报,2001,17(1):21
- 4 胡海青,李伟,刘光桦.注塑模具的调试.中国塑料,2001,15(2):84
- 5 申长雨,王利霞,陈静波.基于CAE技术的注塑模具设计.中国塑料,2002,16(1):74

COMMON DEFECTS OF THE INJECTION MOLDED PARTS AND THE COUNTERMEASURES

Li Haimei, Shen Changyu, Gao Feng

(APPT NERC, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

ABSTRACT The common defects of the injection molded parts have been reviewed from the part appearance, the dimension stability and precision and the function. Also, the measures to handle the injection molded part defects based on the causes of resin, injection processing, mold and injection machine have been discussed.

KEYWORDS injection molding, defect of injected part, improving measure