

提高大型注塑模刚度的研究

陈元芳 胡建军 黄虹 蒋鹏

(重庆工学院材料科学与工程学院, 重庆 400050)

摘要 介绍大型注塑模对其刚度的一些具体要求, 讨论了影响注塑模刚度的主要因素及提高注塑模刚度的一些解决措施。实践证明, 提高大型注塑模的刚度有利于提高注塑制品的质量和注塑模具的使用寿命。

关键词 大型注塑模 刚度 挠曲变形

在模具设计中, 对中小型模具而言, 其型腔受力件多以校核强度为准, 但对大型模具则不然。因为满足强度要求的模具型腔在高压作用下仍可能产生较大变形。模具尺寸越大, 这种弹性变形量也越大, 因而也就越易产生溢料现象, 故大型模具的型腔校核应以校核刚度为准。笔者就如何提高大型塑料注射模具的刚度作一些探讨。

1 大型注塑模对刚度的要求^[1]

在注射过程中, 活塞对塑料施加的压力是很高的。例如 ABS 塑料的注塑压力为 80 ~120 MPa, 经过喷嘴、浇道等的减压, 模腔内 ABS 熔体的实际压力也要达到 30 ~50 MPa。当注塑制品的形状复杂、尺寸较大时, 塑料对模腔壁的压力值是相当大的, 这种压力要由型腔等部件来承受。一般来说, 模具的强度是足够的, 而模具的刚度却往往不够, 这会使得制品的质量受到影响。为此, 对于大型注塑模具的刚度应予以足够的重视。

大型注塑模具对刚度的要求可从以下三个方面考虑:

(1) 从模具成型部件不发生溢料的角度考虑 模具的型芯、型腔在结构上往往采用拼装形式, 即使为整体型腔、型芯也会有很多内部结构的拼装。当熔融塑料向模腔注射时, 压力会引起各构件的局部变形而产生间隙, 熔料就可能流入间隙而发生溢料现象。各种熔料流入间隙中的多少依各种塑料熔体粘度的不同而有明显差异。因此从模具成型时不发生溢料的角度考虑, 低粘度的塑料允许的间隙为 0.004 ~0.025 mm; 中粘度的塑料允许的间隙为 0.05 mm; 高粘度的塑料允许的间隙为 0.06 ~0.08 mm。只有使模具成型时的实际间隙小于允许间隙才能保证模具的正常使用。

(2) 从保证注塑制品能顺利脱模的角度考虑 模具型腔等部件在熔料压力作用下会产生弹性变形, 致使成型完毕的注塑制品厚度超过正常要求, 且

被紧紧包住而难以脱模, 强行顶出会造成制品划伤或破裂。因此型腔允许的弹性变形值应小于注塑制品的收缩值。

(3) 从保证注塑制品精度的角度考虑 注塑制品均有一定的尺寸、形位精度要求, 这样就要求模具型腔有很好的刚性来保证。一般模具的最大弹性变形值应控制在允许公差 1/5 左右, 具体数值视注塑制品大小和精度等级而定。

综合以上 3 个方面的因素, 对于大型注塑模具成型时的刚度条件(最大变形量)要视实际条件和要求分析平衡后取要求最高的一个方面为主要依据。

2 影响大型注塑模刚度的因素

2.1 型腔刚度^[2]

注塑模具的型腔为主要受力部件。一般来说, 要提高型腔刚度, 往往简单地采用加大型腔块尺寸的办法。但事实证明这种做法的效果并不显著。相反, 由于模具周界尺寸过大, 必须相应采用大规格的注塑机, 致使注塑机的额定塑化量大大超过成型制品实际需要的塑化量, 从而引起制品质量的明显下降。因此必须对注塑模具的型腔刚度进行分析, 并采取适当的措施, 在不增加模具尺寸的情况下尽量减小注塑模具的弹性变形才能保证制品的质量。

2.1.1 型腔刚度分析

模具型腔的结构有整体及组合两种。这两种结构的合理选用是决定注塑模质量的关键(见图 1)。

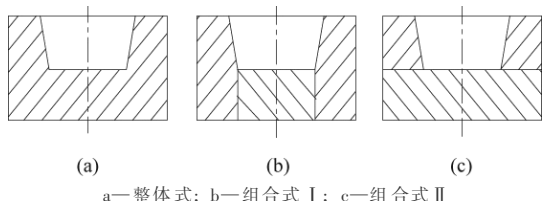


图 1 模具型腔结构

(1) 组合型腔的变形计算

图2所示为注塑模的组合结构。模腔壁在均布载荷作用下会发生挠曲变形,其变形最大处为图2中 $a-a$ 垂直平面内的 $a'-a'$ 方向上。在计算其变形时,根据受力情况将模腔壁视为受均布载荷(其值为 p)的两端固定梁来处理。可计算得 a 点的挠度为:

$$\delta_{\text{组}} = \frac{12pl^4 a}{384Ebh^3} \quad (1)$$

式中: p ——成型压力, MPa;

l ——受到成型压力边的长度, mm;

a ——型腔深度, mm;

E ——弹性模量, 45[#] 钢的 $E = 2.1 \times 10^5$ MPa;

b ——型腔板高度, mm;

h ——侧壁厚度, mm。

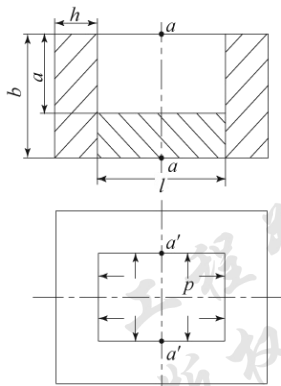


图2 组合型腔

(2) 整体型腔的变形计算^[2]

图3为注塑模的整体结构。模腔壁在均布载荷作用下也会发生挠曲变形。变形最大处为图3中的 a 点位置,并向内边逐渐减小至零。

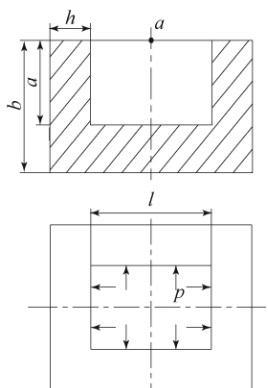


图3 整体型腔

在计算其变形时,根据受力情况可将模腔壁视为三边固定、一边自由受均布载荷的平板来处理。可计算得 a 点的挠度为:

$$\delta_{\text{整}} = \frac{cpa^4}{Eh^3} \quad (2)$$

式中: c ——由 a/l 值变化的常数,当 $a/l = 0.3$ 时, $c = 0.93$; $a/l = 0.35$ 时, $c = 0.8$; $a/l = 0.4$ 时, $c = 0.57$; 其中 a 为型腔深度, mm。

2.1.2 两种型腔结构的挠度比较

当两种型腔结构尺寸相同时,组合型腔与整体型腔的挠度之比为:

$$\frac{\delta_{\text{组}}}{\delta_{\text{整}}} = \frac{12pl^4 a}{384Ebh^3} \times \frac{Eh^3}{cpa^4} = \frac{12l^4}{384bca^3} \quad (3)$$

假设 $a/l = 0.3 \sim 0.4$, 则 $c = 0.57 \sim 0.93$; 这里取 $a/l = 0.35$, 这时 $c = 0.8$; 当 $b = 1.2a$ 时,代入式(3)得:

$$\frac{\delta_{\text{组}}}{\delta_{\text{整}}} = \frac{12(a/0.35)^4}{384 \times 1.2a^3 \times 0.8} \approx 2.2$$

从式(3)可知,相同注射条件、相同尺寸的组合型腔的最大变形是整体型腔的 2.2 倍,故应尽可能采用整体型腔结构的模具,以提高模具的成型精度。

2.1.3 提高型腔刚度的措施

模具结构确定之后,一般通过增加壁厚来减小型腔的变形量。单纯考虑壁厚 h 值的增大,会使模具的体积增大、模重增加、成本上升。所以在实践中采用缩小 l 的办法来减小变形量是行之有效的。具体可采取以下几种改进措施:

(1) 在模腔壁的中点加设圆柱销,使上模与模板固定,以增加受力支点。如结构上允许的话,可在同一方向上加 1~3 只圆柱销(见图4)。

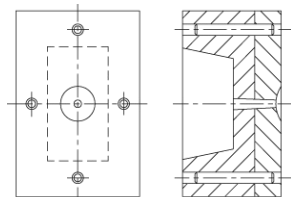


图4 加设圆柱销

(2) 不增加其它零件,只改变原有导柱的位置,以达到增加受力支点的目的。但应注意的是,为了不影响开模取件,应将导柱改装在定模上(见图5)。

(3) 用加装楔块的方法提高模具刚度,效果也较显著,但模具装配比较困难(见图6)。

2.2 动模垫板刚度

2.2.1 动模垫板刚度分析^[2]

模腔中的横向压力(水平方向)由模腔壁承受,开模(垂直)方向的压力一般由动模垫板承受。动

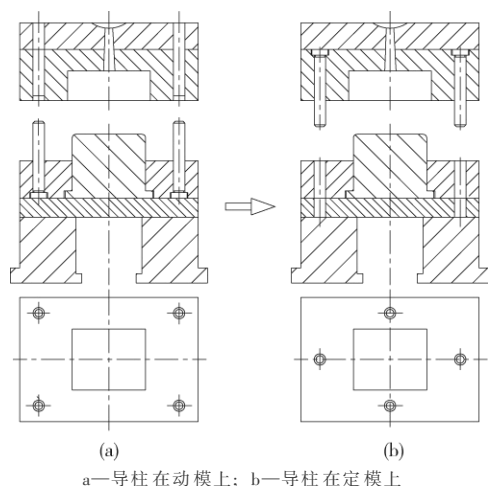


图5 改变导柱位置

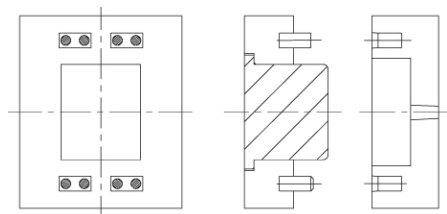


图6 加装楔块

模垫板在成型压力作用下也会产生挠曲变形,使制品厚度增大或形成溢料、飞边。对于投影面积较大的注塑模具,其挠曲程度更严重些。应将注塑制品的变形量控制在 0.1 ~ 0.2 mm, 因此必须对动模垫板的刚度进行校核。

动模垫板在均布载荷 p 的作用下会产生挠曲变形,其受力情况可视为受均布载荷的简支梁。最大挠度及弯矩在其中线位置上(图7),其值为:

$$\delta = \frac{5pwL^3}{384EJ} \quad (4)$$

式中: w ——型腔宽度, mm;

L ——梁的跨度, mm;

J ——截面惯性矩, $J = \frac{Bh^3}{12}$, 其中 B 为模具宽

度, mm; h 为垫板厚度, mm。

当变形量 δ 为已知值时, 则为:

$$h = \sqrt[3]{\frac{5pwL^3}{32EB\delta}} \quad (5)$$

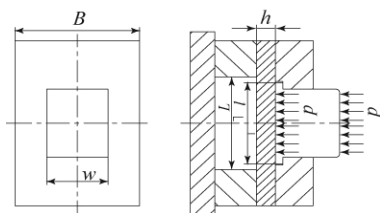


图7 动模垫板受力情况

2.2.2 提高动模垫板刚度的措施

通过对动模垫板刚度的计算, 可知当制品投影面积较大时, 不但使垫板所受的压力增大, 而且跨度相应增加。为减小动模垫板的变形, 在生产中往往简单地采用增大垫板厚度的办法, 而垫板厚度的加大会使模具更笨重, 且使顶出装置的安装较为困难。为此, 必须在模具结构上采取改进措施, 即在不增加动模垫板厚度的情况下提高其刚度。

(1) 将 L 缩小至 l (即 $L < l$) 范围内, 见图8。当 $L > l$ 时, 作用在动模型芯上的压力刚性传递均作用于垫板。如使 $L < l$, 此时成型压力就不再只由动模垫板来承受, 而是由动模型芯与动模垫板共同承受, 这就相应增加了受力梁的高度(由 $h \rightarrow h'$)。从式(1)可知, 当 h 增大时, 变形量 δ 值显著减小。一般模具中, $h' = (2 \sim 4)h$, 如取 $h' = 3h$, 则 $\delta = (1/27)\delta$ 这样动模垫板的厚度就可设计得薄一些。

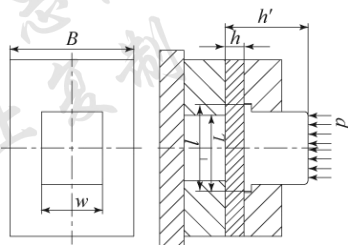


图8 动模垫板受力改进措施

在模具结构上采取了 $L < l$ 的改进措施后, 会给顶杆的安装带来一些困难, 但根据工件的实际情况将模脚和顶板的形状作些相应的改进, 是完全可以解决的。

(2) 在动模垫板及顶出装置中增设支柱来加强垫板的刚性, 减小垫板厚度。增加支柱后, 在理论上可以按多支点的静不定梁来计算。比如, 在中点增加一个支柱, 则垫板厚度 h 的计算值为原来的 $1/12.5$; 在中间增加两个支柱, 则 h 的计算值为原来的 $1/6$, 从而改善了垫板的受力情况。

(3) 模脚的设置尽可能安排在模具的长边方向上, 这样跨度 L 相对缩小, 可减小变形量。

3 结语

在生产中对于大型注塑模的刚度问题已得到较为广泛的重视。经实践证明, 采用以上相应措施后可显著提高注塑制品的质量和模具的使用寿命。当然影响大型注塑模刚度的因素还有很多, 有待进一步的研究和完善。

参考文献

1 奚永生, 鲍明飞, 刘晓明. 大型注塑模具设计. 北京: 中国轻工业出

版社,1996.

2 唐志玉.塑料模具设计师指南,北京:国防工业出版社,1999.

STUDY ON IMPROVING RIGIDITY OF LARGE INJECTION MOLD

Chen Yuanfang, Hu Jianjun, Huang Hong, Jiang Peng

(College of Material Science and Engineering, Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400050, China)

ABSTRACT The rigidity request for large injection mold was presented. The main factors affecting rigidity of injection mold and some measures to improve rigidity were discussed. The practice proved that improving rigidity of large injection mold would be helpful to improve product quality and mold life.

KEYWORDS large injection mold, rigidity, flexibility distortion

稳压装置:为压延制品上“保险”

随着塑料制品工业的发展,压延成型工艺在塑料工业中的应用范围越来越广,新型精密压延设备不断涌现,压延工艺向速度快、规模大、制品精度高、操作现代化方向发展。压延技术的不断提高和广泛应用,也使市场对塑料压延制品的质量要求越来越高,因此塑料压延设备精度亟待提高。

目前我国在压延机生产中存在的较为普遍的问题是,随着生产中供料不均及温度变化,造成压延机辊轮受力变化,使其上下浮动,致使制品厚薄不均,产品质量受到影响。而在压延机上设置稳压装置,可以消除辊轮浮动,使压延机整体精度及运行稳定性大为提高,降低制品厚薄度误差,生产出高质量产品。

(1) 稳压一小步质量一大步 压延制品厚薄度误差分为横向误差和纵向误差。横向误差一般与辊轮的几何精度及操作高速控制等相关;纵向误差一般与辊轮的几何精度及轴承间隙有关,辊轮固定精度对制品纵向误差有较大影响。为此,适时为辊轮设置稳压装置,在运行时给它一定的预负荷力,使运行间隙减到最小,便可消除间隙,控制辊轮浮动,保证产品质量。

可以说,只要在辊轮上设置一个稳压装置,就能实现产品质量的大幅提升。设置稳压装置可有两种选择:一是采用滑动轴承支承式,此方式结构简单、造价低廉、维修方便,但轴承间隙大、运行精度较低、辊筒轴颈与轴衬之间的摩擦阻力会增加动力消耗,其间磨损也影响工作寿命,经济性、运行可靠性和安全性较差;二是采用滚动轴承支承式,此方式虽造价高,但轴承与辊筒轴颈之间没有相对运动,因而没有磨损现象,从而减少轴颈转动的摩擦阻力,降低动力消耗,使滚动轴承的工作寿命延长,可明显降低维修费用,且运行精度高、可靠性、安全性好,产品质量可保证。由此可见,采用滚动轴承支承方式对压延机辊轮进行稳压装置改造,是提高运行质量、降本增效、保证产品质量的上佳选择。

(2) 稳压装置重在运行精度 运行精度是稳压装置改造的第一目标。因此设计中应尽量选用精度较高的双列圆锥滚子轴衬,根据设备热运行特点,选用大游隙轴承,以使运行更加可靠;应结合现场实际确定适合原有设备配置的最佳尺寸和配合间隙,根据压延机的大小及负荷情况设计稳压

装置结构,使其具有足够强度;根据设备运行特点,合理设计轴承内外配合间隙。此外,还要充分论证计算压延机辊轮轴交叉动力负荷的大小,在保证辊筒轴交叉装置运行灵活、可靠的前提下,合理设计液压系统的功率大小,使该系统控制方便、安全、灵活、可靠,调整精度高。

润滑系统是保证稳压装置安全、可靠运行的基础,故应对润滑油流量及温度等进行控制,以保证润滑效果良好。此外,维护方便、及时也是降低维修成本、提高效益的重要因素,因此要充分考虑设备的互换性,优先选用压延机原有相同型号的轴承。

(3) 精准运行带来高质产品 塑料压延机稳压装置经过改造后,可使压延机的整体精度及运行稳定性大大提高,消除因供料不均及料温变化造成辊轮受力变化而产生的浮动,使生产及设备调整趋于稳定。据山东某塑料制品厂对比检测数据表明,在压延机未设稳压装置前,设备在正常生产速度运行下辊轮带料浮动量可达 10 ~12 μm ,生产的制品厚薄度误差达 15% 以上,特别是纵向误差较大,产品无法达到高品质要求。而使用稳压装置后,辊轮交叉运行平衡,克服了因供料不均及料温变化造成的受力变化,消除了生产中辊轮的浮动,使设备运转趋于稳定。且可使其带料浮动量降低至 2 μm ,压延机整体精度及运行稳定,生产出的产品厚薄度误差降至 5% 以下,尤其是纵向误差大为减小,产品质量随之有较大提高,实现了从粗放大路货到精准高品质制品的转变。

(王斌)

可回收 PVC 木塑新材料用途广

经检测,由福建东南电化公司开发研制的新型 PVC 木塑复合材料的质量达到国际同类产品的标准。该产品不仅克服了传统木制品易腐烂、不耐用、易滋生细菌、不耐酸碱、不阻燃等缺陷,而且可以 100% 地回收再利用,且原材料成本低。

这种新型材料采用该公司生产的 PVC 树脂与自然界中储量丰富的植物纤维,经特殊加工工艺复合而成,广泛应用于各类超市、外贸仓储运输及工矿企业等各种场所。此外,该产品还可用于生产护墙板、房间隔板、装饰板、建筑模板、高速公路噪音隔板、包装和物流用的组合托盘与仓储货架、住宅和商业部门的露天建材等。

(笑红)