

应用 Flow 2000 软件分析功能块成型结构的设计

孙战里

尹延国

(中科院合肥智能机械研究所,合肥 230031) (合肥工业大学,合肥 230009)

摘要 利用 Flow 2000 软件,从 3 个方面对塑料异型材挤出模头中功能块成型结构的设计进行了分析,即进行部分功能块的结构改进、流道中功能块局部流速过慢的处理、流道中功能块局部流速过快的处理。从而确保成型区上功能块的流道截面图形设计及平直段长度的设计满足挤出模头流道设计的基本要求,提高了挤出模具的设计水平,缩小了与国外设计上的差距。

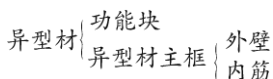
关键词 Flow 2000 软件 挤出模头 功能块

塑料门窗由于具有良好的隔热、保温、隔声等性能而受到广泛应用并获得迅猛发展。塑料门窗种类较多,其中大部分为 PVC-U 异型材门窗。

塑料门窗由塑料异型材组装而成。塑料异型材是通过挤出成型制得的,即通过塑料在挤出机和模具中的熔融塑化1 稳流1 分流1 成型和冷却定型一系列过程,从而得到所需的型材产品。挤出模具是异型材挤出生产中的关键设备之一,它的设计与制造水平高低决定了型材制品的质量。功能块设计是挤出模具设计难点,设计的优劣直接影响挤出模具的设计制造水平。笔者应用 Flow 2000 软件,对功能块在挤出模头中的成型结构设计进行了分析。

1 功能块简介

在挤出模的设计过程中,为了设计的方便,常常将整个流道分成若干部分,包括异型材主框和功能块,其中异型材主框又可以分为外壁和内筋,即



功能块是在型材中执行某种功能的特定结构。图 1 是型材制品图。该型材制品由简单的主框和六个功能块组成,其中功能块 1 用于安装密封毛条,功能块 2 用作漏水槽,功能块 3 用来和压条脚配合,将两个型材连接起来。

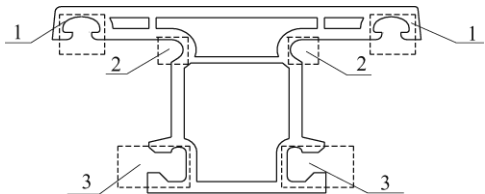


图 1 型材制品图

从图 1 可以看出,功能块对于型材的安装、拆卸和使用具有重要作用。功能块结构比较复杂,准确成型较困难,在挤出模设计中经验成分较大。功能

块结构设计得好坏,直接影响挤出模的准确成型及功能块是否能够实现所要求的功能。

2 功能块的设计要求及其设计现状

在设计挤出模头时,对挤出模头流道的设计的基本要求是^[1]:

- ①必须保证型材坯料从模头口模中均匀挤出,即在口模出口处,料流截面各部分的平均流速相等。
- ②模头需要产生合理的背压,其大小主要是由料流通过模头流道时产生的压力降所决定。
- ③坯料在离开挤出模头口模之前应该有足够的纯剪切流动过程。
- ④要有正确的口模出口形状。

功能块的流道作为整个型材截面流道的一部分,其设计结果必须满足以上要求才能保证功能块结构的准确成型及型材的质量。

模头成型区是整个挤出模头设计中最重要的一部分,成型区的流道截面形状对异型材最终尺寸的形成起着至关重要的作用。因此,研究功能块的设计,应重点研究功能块成型结构的设计。

若要满足上述流道的基本要求,必须合理确定功能块在成型区的平直段长度,以确保成型区功能块成型过程中,在流道上产生的压力降与主框部分产生的压力降相等。

由于功能块结构形状比较复杂,很难像主框那样将流道中的料流近似为一维流动,并运用流变学原理采用简单解析法进行流道的设计计算。采用解析法时,需要将复杂的不规则的结构形状近似为规则的形状进行计算,对于大部分功能块,形状近似会带来很大的误差。如图 2 所示,将几种功能块的 1 和 2 处的形状近似为规则几何形状将会带来很大误

差^[2]。

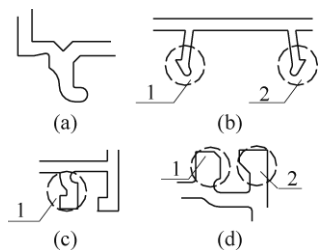


图 2 形状近似的功能块

目前,在功能块的设计中,往往根据经验采用一些特殊的结构和措施,以保证功能块特定功能的实现,然而,传统方法不一定能够满足以上流道设计的基本要求。

随着计算机技术的飞速发展,计算机辅助工程(CAE)在模具设计中也得到了应用,出现了很多模拟挤出成型过程的 CAE 软件,其中 Flow 2000 软件较适合于解决功能块的成型结构设计。

3 Flow 2000 软件简介及其使用步骤

Flow 2000 软件是一种 CAE 软件,应用高聚物流变学的原理、现代计算机技术和大量的塑料加工实际经验,借助有限元计算方法,在计算机上模拟高分子材料在各种挤出模头中的流动,以现代图形技术显示各种流场(速度、压力、应力、温度等)并配以材料和模头设计库^[3]。

有限元计算方法具有以下优点:对于求解区域没有特别的限制;将区域进行分片离散;对事先未知的自由边界或求解区域处理较容易。

采用有限元算法,Flow 2000 软件可以对结构形状比较复杂的功能块流道设计进行分析。Flow 2000 软件是一种二维模拟软件,因为功能块部分的熔体在挤出模头成型区流道中的流动可以近似为二维流动,即厚度方向和流动方向上流速发生变化。所以,应用 Flow 2000 软件可以很好地模拟其实际流动情况。

Flow 2000 软件的使用步骤包括:图形编辑、参数输入、构造有限元、计算。计算后,可以得到成型过程中挤出模流道单位长度的压力降、速率、相对速率、剪切速率、剪切应力等。下面将举例说明利用所得结果进行功能块成型结构的分析。

4 应用举例

图 3 是几种典型功能块截面的流速模拟图。它是在不同模具设计中应用 Flow 2000 软件的模拟结果。从图 3 看出,主要存在两个方面的问题:功能块流道中局部流速过慢或局部流速过快。由于功能块

的结构要保证实现其特定的功能,其口模流道流速可能会出现不均匀,这会影响整个型材的准确成型及其内在质量。下面从 3 个方面对功能块的一些问题进行进一步分析。

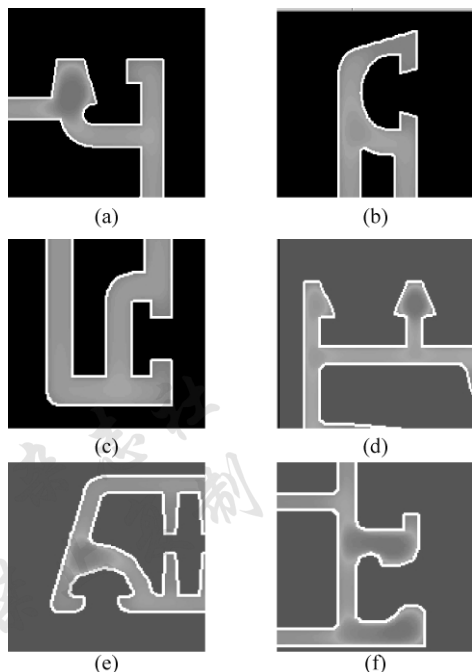


图 3 几种典型功能块截面的流速模拟图

4.1 功能块的结构改进

对一些功能块,利用 Flow 2000 软件,从制品图上就可以进行结构改进,从而可以减少以后的工作量。图 4 是利用 Flow 2000 进行流速模拟的两种功能块结构计算结果。从图 4 看出,图 4 b 的结构流速比较均匀,截面没有产生突变,符合挤出模设计的要求,因此,在设计中采用了图 4 b 所示的功能块结构。



图 4 两种功能块结构计算结果

当然,这种结构的改进对那些改变局部结构而不影响其功能的很少一部分功能块是可行的,而对于大部分功能块,由于功能的需要是不能改变其复杂的结构形状的。

4.2 挤出模头流道中功能块局部流速过慢的处理

相对于主框而言,在挤出模头中功能块部分,对于压力降大而流速慢的部位,通常采用调整平直段

长度的方法。平直段长度的确定,可以借助于 Flow 2000 软件进行准确计算,从而有效地减少试模和修模的次数,减轻设计人员的工作量,缩短模具的生产周期。

挤出模头中功能块平直段长度的计算通常有以下两种情况:

(1) 功能块在成型区相对于口模图形不需要进行变形,其平直段长度按公式 (1) 计算:

$$x \cdot p_1 = 60p \tag{1}$$

式中: x ——平直段长度;

p_1 ——功能块流道单位长度压力降;

p ——整个型材截面流道的单位长度压力降;

60——成型区的总长度。

(2) 功能块在部分成型区上的流道截面图形,相对于口模图形需要进行变形时,变形是否合理以及平直段长度的计算方法如下。

以搭接功能块的一部分为例,在流道设计中,根据结构设计的需要,可以在预成型板或者整个预成型板以及部分成型板上对其进行变形。

如何进行准确的变形,可以假设有以下三种处理方法。图 5 是三种变形处理方法。图 5 a 为功能块口模图形,图 5 b 中虚线连接后的三种形状表示三种变形方法。图 5 c、图 5 d、图 5 e 为变形后的截面图形。

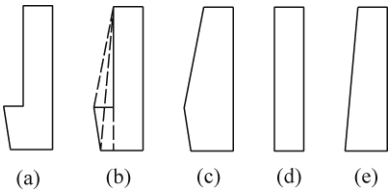


图 5 三种变形处理方法

利用 Flow 2000 软件进行计算,对应于图 5 c、图 5 d、图 5 e 的三种变形处理方法的结果见图 6。图 6 给出流速分布及单位长度压力降。

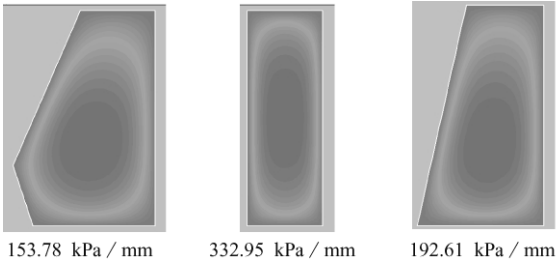


图 6 三种变形处理方法的结果

对三种变形处理方法获得的压力降值进行计算,算出三种处理方法对应的功能块平直段长度,假设功能块流道平直段长度为 x ,功能块没有变形部

分的单位长度压力降为 p_1 ,功能块变形部分的单位长度压力降为 p_2 ,整个挤出模截面流道的单位长度压力降为 p ,成型区总长度为 60,利用 Flow 2000 软件计算获得 $p_1 = 245.90 \text{ kPa/mm}$, $p = 209.36 \text{ kPa/mm}$ 。图 7 为功能块平直段计算示意图。压力降平衡公式见 (2) 式:

$$p_1 \cdot x + p_2 \cdot (60 - x) = 60p \tag{2}$$

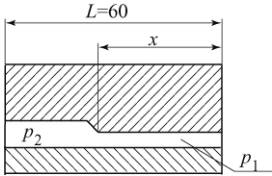


图 7 功能块平直段计算示意图

将已知数据代入 (2) 式后,计算结果如表 1。

表 1 三种变形平直段计算结果

项 目	$p_2 / \text{kPa} \cdot \text{mm}^{-1}$	x / mm
变形 1	332.95	85.8
变形 2	153.78	36
变形 3	192.61	18

对以上三种变形计算结果进行分析,第一种变形计算的平直段长度太长,不符合挤出模头流道的基本要求,第二种变形计算的平直段长度较长,不利于修模,只有第三种方法计算的结果和实际做法比较符合,因此,可行的功能块变形为第三种变形。当然,实际的变形也可能有其它方法,通过上述方法可以对其进行验证,以确定变形是否合理。

4.3 挤出模头流道中功能块局部流速过快的处理

在挤出模头流道中,对于功能块料流过快的部位,一般在预成型板或者整个预成型板,以及部分成型板上设置阻流筋或进行一些形状改变,基本原理是通过改变流道面积,增大压力降,从而调整平均流速。

图 8 是玻璃压条槽的处理。如图 8 所示,玻璃压条槽在图 8 b 功能块上位置 2 的地方流速很快,功能块和主框连接的位置 1 处流速也相对较快。采取措施为减小功能块 2 处在预成型区部分的壁厚,在 1 处采用分隔板。从图 8 c 可以看到,在位置 2 处流速仍然很快,在 2 处加一阻流块,其效果如图 8 d。通过以上措施改善了流速过快部分的流动状况。

总之,对功能块流速的调整,可以对其尺寸进行无限次的调整,调整后流速结果可以准确可靠地显示出来,这是传统方法所无法比拟的。图 8 d 中功能块卡口上的位置 3 流速较慢,可以用 4.2 的方法处理。

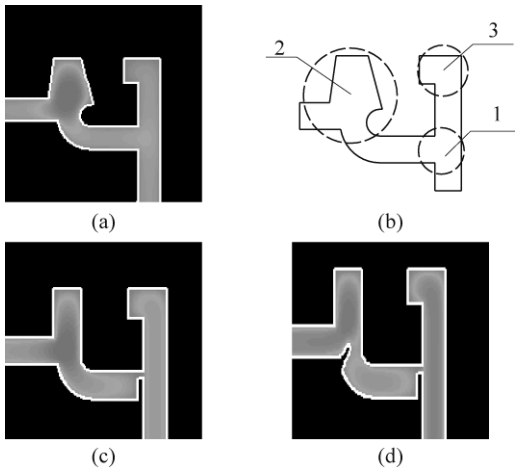


图 8 玻璃压条槽的处理

5 结语

设计挤出模时, 利用 Flow 2000 软件可首先对制品图形进行优化设计。对于不能进行制品图形优化设计的绝大部分功能块, 可分两种情况分别运

用 Flow 2000 软件进行进一步分析计算, 在挤出模头流道中, 压力降大而流速慢的地方, 进行平直段长度的调整, 在料流过快的地方, 采取设置阻流筋等措施, 确保成型区功能块成型过程中在流道上产生的压力降与主框产生的压力降相等, 从而可以较好地设计挤出模头流道中功能块的成型结构。

以上只是在利用 Flow 2000 软件分析功能块成型结构设计方面进行的一些有益的探索, 继续进行深入研究有利于更好地设计功能块的结构, 进而提高整个塑料挤出模的设计水平。

参考文献

- 1 韩宝仁, 朱元吉, 冯连勋. 塑料异型材制造原理及技术. 北京: 化学工业出版社, 2001.
- 2 孙战里. 塑料挤出模头中功能块成型结构的研究及 CAD: [硕士学位论文]. 合肥: 合肥工业大学, 2003.
- 3 王婷兰. 塑料异型材挤出模 CAD 系统中模头分腔结构的理论研究: [硕士学位论文]. 合肥: 合肥工业大学, 2000.

ANALYSIS OF THE DEFORMED STRUCTURE DESIGN OF THE FUNCTIONAL BLOCK BY USING THE SOFTWARE FLOW 2000

Sun Zhanli

(Hefei Institute of Intelligent Machines, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China)

Yin Yanguo

(Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

ABSTRACT Design of the deformed structures of the functional blocks in the plastic extrusion die is analyzed from three areas by using the software Flow 2000: structure improvement of the partial functional blocks, treatment of the local flow being too slow in the section of the functional block of the channel; treatment of the local flow being too quick in the section of the functional block of the channel. As a result, the profile design of the crossing section and the calculation of the level part in the functional blocks' deformed channel meet the design requirements of the extrusion die channel, which will greatly improve the design of the extrusion die.

KEYWORDS software Flow 2000, extrusion die, functional block

电缆急需加快新材料替代步伐

在电线电缆的绝缘和护套材料中, PVC 因价格便宜, 力学性能优良, 加工方便, 使得它长久以来成为电线电缆行业用量最多的材料。20 世纪末以来, PVC 材料的环境问题被广泛认识, 一些发达国家已提出了限制或全面禁止使用 PVC 电缆的法令建议。有数据表明, 西欧国家线缆领域 PVC 的用量, 1994 年为 44.1 万 t, 占线缆所用树脂的 58%, 而 2000 年 PVC 在西欧线缆业总的用量是 39.8 万 t, 占线缆所用树脂的 48%, 总量和所占比例均呈下降趋势。近年来, 控制和禁止使用 PVC 材料已成为大势所趋。虽然用无卤料取代 PVC 材料的呼声越来越高, 但是 PVC 本身具有短期内还无法取代的优势, 如价格低廉, 阻燃性好, 加工设备、工艺简单, 电绝缘性好, 耐油, 耐化学试剂等, 所以短期内在世界范围完全禁止 PVC 的使用并不现实。在我国, PVC 电缆料发展较早, 品种、型号较多。近期, 由于国内环保要求的提高, 我国 PVC 电缆料的发展也逐渐呈下降趋势。但由于 PVC 电缆料

价格低廉, 加之力学性能优异等多种优势, 使得我国 PVC 电缆料近期仍有一定的发展前途, 国内开发的新产品主要有 PVC 耐油料、亚光材料、辐射交联 PVC 电缆料等。但随着我国环保法规的建立健全, 从长期来看, 无卤料将占有电线电缆料的市场, 因此, 加快开发电线电缆用 PVC 的替代材料是当务之急。

(金陵)

电子电气用生物降解塑料问世

日本 NEC 公司日前宣布开发出电子应用规格的生物降解塑料, 材料中含聚乳酸(PLA)和 20% 名为 Kenaf(泽麻) 的天然纤维。这种新材料将用于电子产品包装, 即包封硅芯片。据 NEC 公司称, 以前没有一种生物降解塑料能达到电子包封要求的耐热性和刚性, 而这种新材料的热变形温度为 120℃, 几乎比不增强的 PLA(67℃) 高 1 倍, 弯曲弹性模量 7.6 GPa, 也高于不增强 PLA 的 4.5 GPa。新材料将替代 ABS 和玻纤增强 ABS, NEC 公司预计 2 年内这种生物降解塑料将实现工业化应用。

(毅佳)