

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2016.07.018

全包覆共挤出成型塑料异型材门窗模具优化设计

陈鹏元

[新疆天业(集团)有限公司,新疆石河子 832000]

摘要:采用全包覆共挤技术,对塑料异型材门窗模具进行合理的设计,采用非线性流道设计,阶梯式分级供料,“模唇”式共挤交汇入料,“哈夫”式共挤入料口设计技术,达到同时均匀稳定地挤出两种聚合物熔体,既满足型材的耐老化要求,又可以降低型材的成本。同时简要介绍了模具加工中应注意的问题。

关键词:全包覆共挤模具;塑料异型材;优化设计

中图分类号:TQ320.66 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-3539(2016)07-0094-04

Optimization Design of Totally Coated Co-Extrusion Mold for Plastic Profile Door and Window

Chen Pengyuan

[Xinjiang Tianye (Group) Co., Ltd., Shihezi 832000, China]

Abstract : Totally coated co-extrusion mold for plastic profile door and window was reasonably designed and optimized. Through using the nonlinear flow channel design, feeding of ladder type classification, “die lip” co-extrusion type intersection feeding and “huff” type crowding in hopper design technology, the homogeneous and stable extrusion of two polymer melts are achieved at the same time, both to meet the profile aging requirements and decrease the profile cost. The advertent problems in mold processing are also briefly introduced.

Keywords : totally coated co-extrusion mold ; plastic profile ; optimization design

塑料异型材门窗大多数使用于户外,受到紫外线、雨、冰雪、风沙和工业化污染等的影响,从而使型材表面出现变灰、变黄、粉化等老化现象,严重影响了塑料门窗的外观及使用性能。型材老化的原因主要是紫外线对PVC型材的降解,尤其是我国西北地区处于高辐射地区,型材的耐老化是急需解决的一个重要问题。

如果仅在型材表面附着一层耐老化的表层,使紫外线不能穿透,而底层就可以不用添加过多的耐老化组分,这样就形成了一种全新的技术——全包覆共挤技术,即使用专门的模具共挤流道,通过另一台共挤出机,在型材的外轮廓包覆共挤上一层耐候材料,底层用挤出机挤出另一种配方的材料,包覆层使用钛白粉含量较高的聚氯乙烯(PVC)或耐候性好的丙烯腈-苯乙烯-丙烯酸酯塑料(ASA)材料,底层材料中使用钛白粉含量略低的PVC材料。这样,由于紫外线的穿透性较差,型材表面的抗老化层吸收、阻挡紫外线,从而可满足型材的抗老化要求,底层使用的钛白粉含量低,可以降低型材的成本。同时,为了改善PVC塑料门窗的热稳定性、光稳定性、加工性能和物理力学性能,通常还需添加热稳定

剂、紫外线吸收剂、润滑剂、加工助剂、抗冲改性剂、颜料、增强填充材料等。但国内塑料异型材共挤出模设计和制造水平与国外有一定的差距,而近几年发展起来的共挤模具的设计,各模具生产厂家都有自己的特点^[1],因此急需对各模具生产厂家的先进技术进行统一和规范,达到取长补短、相互借鉴的目的。笔者根据工作经验,对全包覆共挤出成型塑料异型材模具设计进行了优化。

1 塑料异型材门窗异型材结构分析

图1是塑料异型材门窗全包覆共挤平开框的截面图和示意图。采用全包覆共挤技术生产的型材只在可视面共挤上一层耐候物质,厚度一般为0.2~0.5 mm^[2]。由于共挤层很薄,因此基本不影响型材的力学性能,而且生产成本降低。国内生产彩色异型材主要有三种方式:共挤、喷涂和覆膜^[3],而国外大部分采用表层覆膜技术。常用的共挤形式有ASA(皮层)与PVC(基层)共挤和PVC(皮层)与PVC(基层)共挤两种。ASA/PVC共挤的成型温度为170~230℃,与PVC的加工工艺温度接近,但

联系人:陈鹏元,高级工程师,从事塑料加工工作

收稿日期:2016-05-06

易吸潮,需干燥。PVC 的溶解度参数与 ASA 的非常接近,所以相容性非常好,并且 ASA 有极好的耐候性和丰富的色彩,所以 ASA 是目前应用最多的共挤层材料;相对其它两种共挤形式,PVC/PVC 共挤的成本最低,但 PVC 共挤料由于流动性比较差,共挤层厚度的均匀性不易控制,流道设计较为复杂。

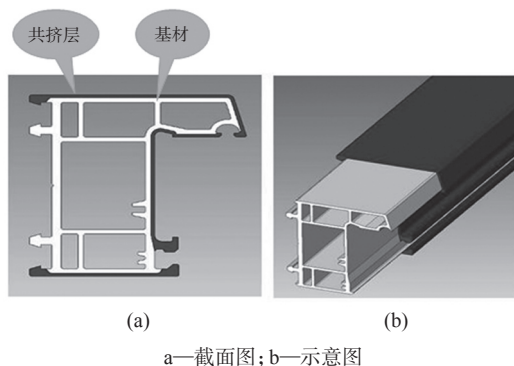


图1 塑料异型材门窗全包覆共挤出成型截面图和示意图

由于采用共挤技术,两种物料的流动角度不同,流速不同,共挤交汇入料口易发生滞流、糊料、窜流和紊流现象,致使物料不易均匀挤出,生产不稳定,废品多。

2 模具设计优化

2.1 全包覆共挤出成型流道优化设计

由于全包覆共挤出成型技术涉及到两种或两种以上不同原料通过模头流道的过渡,使其相熔后从模头挤出,所以共挤流道的设计显得尤为重要。合理的共挤流道设计,既能保证料流平稳,又能获得均匀的共挤层厚度。口模缝隙和尺寸设计时要考虑和定型模的匹配,避免局部阻力过大,保证压力的平衡^[4]。为保证这一目标的实现,可采用以下技术:

(1) 采用非线性流道设计,保证料流平稳。

挤出模头成型设计的关键是挤出流道应平滑过渡,熔体流出模头时流速应均匀一致^[5]。为保证料流在流道内流动平稳,不发生滞流、紊流,并不会使料流在流道内长时间的停留,而发生发黄、分解、碳化等现象,共挤流道的设计必须要保证流道内主、分流道间过渡圆滑,不能产生死角、突变等缺陷。

图2为改进前的中挺全包覆共挤流道示意图。其流道的不足之处表现在:流动路径长,挤出压力大,流道不圆滑,有突变,易发生滞流、糊料现象。图3为改进后的中挺全包覆流道示意图,其流道优点表现在:流动路径短,挤出压力小,流道圆滑,无突变,不易发生滞流、糊料现象。

(2) 采用阶梯式分级供料,保证共挤层均匀。

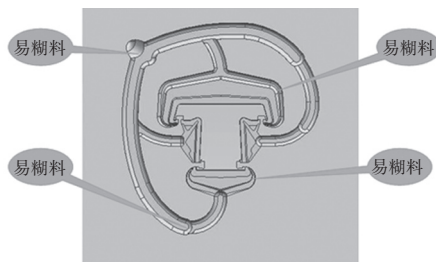


图2 改进前的中挺全包覆共挤流道示意图

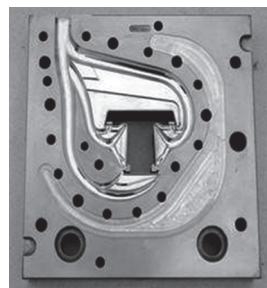


图3 改进后的中挺全包覆流道示意图

供料方式的选择对共挤层的均匀性有着至关重要的影响。为保证共挤层厚度的均匀性、可控性,共挤流道主要由主流道、分流道(可分为一级分流道、二级分流道)和成型平直段三部分组成。图4为全包覆共挤流道示意图,主流道和分流道主要控制料流的稳定性,成型平直段主要控制共挤层的均匀性,通过加长或减短平直段的长度,即可有效控制共挤层的厚薄和均匀性。

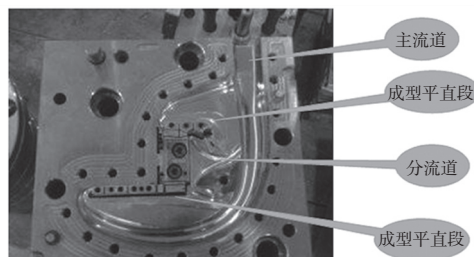


图4 全包覆共挤流道示意图

平直段越长,熔体料流越平缓,熔体内部密实程度越趋于一致,这样也有利于提高制品的拉伸强度和冲击强度。但平直段也不能太长,否则会增加熔融物料的停留时间,造成熔融物料阻力大、压力大、易糊料,熔体容易产生内应力,影响异型材产品性能^[6]。平直段太短,熔融物料还未形成层流,致使熔融物料的厚薄不匀,生产不稳定。合理进行模头平直段设计,可以降低模具设计和制造的难度^[7]。

(3) 采用“模唇”式共挤交汇入料,提高料流稳定性。

由于全包覆共挤是由两股熔融物料采用先分后合的共挤形式粘合在一起共同挤出的,所以两股

熔融物料在融合的瞬间,熔温、熔压、流速的控制显得尤为重要,只有两股料流在交汇的瞬间熔温、熔压、流速都达到一种层流和平流的效果,才能避免两股物料窜流、紊流现象的发生,保证共挤层均匀一致。为实现这一目标,在进行技术方案设计时,引用了“模唇”这一设计理念,将原两股料的进料方式由原来的“垂直”交汇进料转变为“同向”交汇进料,减小料流间的相互影响,保持料流平稳、均匀。

图5为改进前的“垂直”交汇共挤入料示意图,其交汇方式的不足之处表现在:共挤料与基料方向垂直,挤出料流及厚度不易控制,共挤均匀性受料流压力的影响大。图6为改进后的“模唇”式交汇共挤入料示意图,改进后的交汇方式优点表现在:共挤料与基料同向,挤出料流及厚度容易控制,共挤均匀性受料流压力影响小。

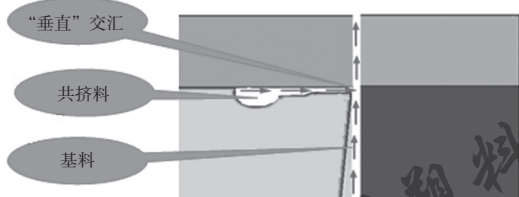


图5 改进前的“垂直”式交汇共挤入料示意图

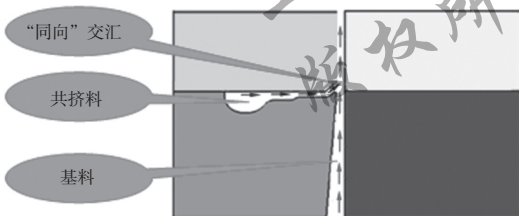


图6 改进后的“模唇”式交汇共挤入料示意图

(4) 采用“哈夫”式共挤入料口设计,减小挤出压力。

通常共挤流道的入口是在共挤板块的居中位置打一直孔,然后,再在流道端面打一斜孔与直孔接通,但这样很容易造成共挤料在入料瞬间,由于流动路径的突变,造成共挤压力骤然加大,流动阻力增大,从而引起溢料或滞流现象的发生。为避免这一现象的发生,将共挤入口设置在两块共挤板的拼接面上,采用“哈夫”式入料口形式设计,这样既杜绝了料流的突变,同时,也便于流道在一个面上,一次装夹加工,提高加工精度。

图7为改进前的“打孔”式共挤入料口示意图,其入料方式的不足之处表现在:入料斜孔加工不便,入料瞬间料流有突变,流道不圆滑,容易糊料。图8

为改进后的“哈夫”式共挤入料口示意图,其入料方式优点表现在:整体加工精度高,入料瞬间料流平滑,流道圆滑,不容易糊料。

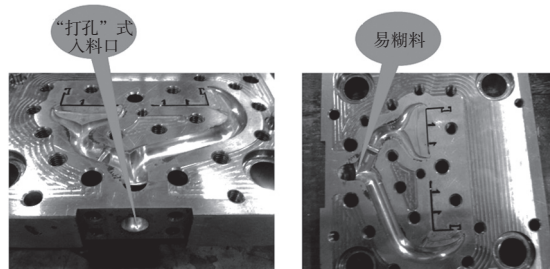


图7 改进前的“打孔”式共挤入料口示意图

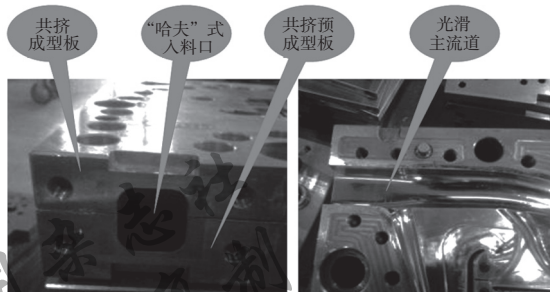


图8 改进后的“哈夫”式共挤入料口示意图

2.2 模具加工应注意的问题

模具的材质对型材表面的质量有着重要的影响,如果模具的材质差,使用较短的时间就会被磨损,模具内表面就会被物料的析出物所腐蚀而变成麻面,导致物料粘附在模具内表面上,从而降低型材表面的光亮度。所以模具一定要选用较好的材质,必要时还要进行材质理化检验,以保证模具质量^[8]。制作模具的主要材质一般是模具钢 3Cr17, 3Cr17Mo 和合金钢 M300, M340。确定的模具加工技术指标见表1,模具研发主要设备见表2。

表1 模具加工技术指标

材料 硬度	表面粗糙度 R_a / μm	定位精度 / mm	定型模直线度偏差 / mm
HRC31 ~ 35	0.025	± 0.015	± 0.002

表2 模具研发主要设备

序号	设备名称	型号或规格	生产厂家
1	加工中心	LMC-1000	台湾新卫电脑机械公司
2	线切割机	FW2	阿奇夏米尔公司
3	攻丝机	904	台湾蓝特公司
4	立铣机床	53K	山东天河数控装备有限公司
5	摇臂钻床	Z3032 × 8	滕州市华宏机床制造有限公司
6	双柱平面铣床	X344A	温岭市广源机床设备有限公司
7	摇臂铣床	X6325B	大连机床集团
8	慢丝线切割	CA20	阿奇夏米尔公司

在表面质量方面,由于挤出成型过程中对模具的磨损较大,根据摩擦力公式可知,如果按照普通PVC模具的型腔处理(表面粗糙度 R_a 为 $0.2 \mu\text{m}$),

则会产生很大的摩擦力,会加速模具的磨损,降低模具使用寿命。降低模具表面的粗糙度,可以减小成型过程中定型段的阻力,有利于成型和稳定生产。因此对于全包覆共挤模具模头、定型模和定型块的表面粗糙度要求较高, R_a 为 $0.025\ \mu\text{m}$ 。为了达到高的表面质量,定型模、定型块上的型腔面主要用加工中心和立铣机床加工。加工中心有较高的加工精度,一般为 $0.005\ \text{mm}$,经过加工中心加工后的表面粗糙度 R_a 可达到 $0.4\ \mu\text{m}$,再经过精细抛光,表面粗糙度 R_a 可达到 $0.025\ \mu\text{m}$,且经过其加工的表面硬度会有一定程度的提升。另一种主要加工设备为立铣机床,其主轴转速为 $40\ 000\sim 50\ 000\ \text{r/min}$,通过高转速、微切削,兼顾了加工效率和工件的表面质量,加工后的零件只需用品相砂纸略微抛光,表面粗糙度 R_a 即可达到 $0.025\ \mu\text{m}$ 。全包覆共挤模具中的共挤流道则是通过高速铣床精密加工来实现的。

在定位精度方面,对于模头板块,采用高精度的销钉、销钉套定位,销孔用加工中心与型腔同步割出,具有与型腔相同的精度 $\pm 0.005\ \text{mm}$ (加工中心的加工精度),再加上销钉、销钉套的定位偏差 $\pm 0.008\ \text{mm}$,总的定位偏差约为 $\pm 0.013\ \text{mm}$;对于定型模、定型块采用方键定位,用立铣机床与型腔同步加工,避免了加工基准不一致和重复定位产生的误差。同样可以保证定位精度为 $\pm 0.015\ \text{mm}$ 。

3 结语

对全包覆共挤出成型模具截面进行合理的设计优化,采用非线性流道设计、阶梯式分级送料、“模唇”式共挤交汇入料、“哈夫”式共挤入料口设计技术,达到同时均匀稳定地挤出两种聚合物熔体,使共挤出产品可以综合各种材料的优点,如更高的耐候性,更多的色彩,更高的表面光泽度,更好的加工性,从而生产出功能各异、性能更全面和成本更合理的塑料异型材制品。同时简要介绍了模具加工中应

注意的问题。

参考文献

- [1] 任玉珠. 基于曲面重构技术的塑料异型材挤出模具制造技术研究[J]. 机床与液压, 2012, 40(13):132-135.
Ren Yuzhu. Research of plastic profile extrusion mould manufacture technology based on curved surface reconstruction technology[J]. Machine Tool & Hydraulics, 2012, 40(13):132-135.
- [2] 丁浩, 龚浏澄. 塑料应用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
Ding Hao, Gong LiuCheng. Plastics application technology[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2006.
- [3] 管文琴, 王丹英. 彩色 PVC 异型材用色母粒颜料性能的研究[J]. 上海化工, 2011, 36(7):3-6.
Guan Wenqin, Wang Danying. A study on pigment carrier for color PVC different profile[J]. Shanghai Chemical Industry, 2011, 36(7):3-6.
- [4] 陆跃, 王秀平, 敖万路. 美式断面 ABS 塑料异型材挤出模具的设计[J]. 科学之友, 2013, 42(11):90-91.
Lu Yue, Wang Xiuping, Ao Wanlu. American section of ABS plastic profile extrusion die design[J]. Friend of Science Amateurs, 2013, 42(11):90-91.
- [5] 王其兵. 美式复合聚合物异型材挤出成型关键技术[J]. 高分子材料科学与工程, 2014, 30(5):123-126.
Wang Qibing. Key technology for the extrusion molding of American composite polymer profile[J]. Polymer Materials Science and Engineering, 2014, 30(5):123-126.
- [6] 汪进南. 模具对 PVC 型材性能的影响[J]. 聚氯乙烯, 2011, 39(9):24-26, 30.
Wang Jinnan. Influences of mould on properties of PVC profiles [J]. Polyvinyl Chloride, 2011, 39(9):24-26, 30.
- [7] 刘阳. 韩式六轨推拉框型材模具设计[J]. 工程塑料应用, 2010, 38(9):66-68.
Liu Yang. Design of the tooling for sliding frame profile with six tracks[J]. Engineering Plastics Application, 2010, 38(9):66-68.
- [8] 姚春贵, 孔榕. 型材模具的使用及对产品质量的影响[J]. 聚氯乙烯, 2014, 42(12):31-33.
Yao Chungui, Kong Rong. Application of PVC profile moulds and product quality[J]. Polyvinyl Chloride, 2014, 42(12):31-33.
- [6] 黄虹, 王选伦, 钟超. 一种自动脱出点浇口凝料的注射模具[J]. 工程塑料应用, 2005, 33(12):48-49.
Huang Hong, Wang Xuanlun, Zhong Chao. An injection mould of automatically pulling out needle-gate freezing material[J]. Engineering Plastics Application, 2005, 33(12):48-49.
- [7] 姜韬远. 动模板驱动式 T 型槽斜向抽芯脱模结构设计[J]. 江苏科技信息, 2015(14):53-55.
Jiang Taoyuan. A kind of dynamic template-driven T-slot diagonal pulling ejection structure design[J]. Jiangsu Science & Technology Information, 2015(14):53-55.

(上接第 88 页)

24(1):41-43.

Chen Zhixiang. The Design of double stripper mechanism in the injection mold[J]. Engineering Plastics Application, 1996, 24(1):41-43.

- [5] 温变英, 孟凡宏. 双向脱模机构在塑料注射模中的应用[J]. 塑料工业, 1997, 25(2):102-103.

Wen Bianying, Meng Fanhong. Application of two-way release mechanism in plastic injection mold[J]. China Plastics Industry, 1997, 25(2):102-103.