

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.09.015

大尺寸电视面框热流道注射模具设计

夏天, 范进桢

(宁波职业技术学院, 浙江宁波 315802)

摘要: 根据大尺寸电视面框的结构特点与工艺分析, 运用 CAD/CAE 技术, 设计了热流道注射模具, 重点介绍了基于 Moldflow 的单喷嘴 8 点进浇与 6 喷嘴 8 点进浇两种浇注方案的分析对比与择优选择、喷嘴流道直径设计、内侧斜顶杆与外侧斜顶块抽芯结构设计、排气与冷却系统设计等。通过以上分析与设计, 简化了模具结构, 提高了塑件品质, 缩短了开发周期, 提高了经济效益。

关键词: 热流道; 电视面框; 注射模具

中图分类号: TQ320.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)09-0058-05

Design of Injection Mold with Hot Runner for Large-Size Television Surface Frame

Xia Tian, Fan Jinzhen

(Ningbo Polytechnic, Ningbo 315802, China)

Abstract: According to the structural features and process analysis of large-size television surface frame, a hot runner injection mold was designed by using CAD/CAE technology. Comparative analysis and selection of two runner system for single nozzle 8 gates and six nozzles 8 gates based on Moldflow, design of the nozzle diameter, core pulling mechanism of inside inclined push rod and outside inclined ejecting block, exhaust and cooling system were mainly introduced. Through the analysis and design mentioned above, the structure of hot runner injection mold is simplified, plastic parts quality is improved, the development cycle is shortened and the economic benefit is enhanced.

Keywords: hot runner; television surface frame; injection mold

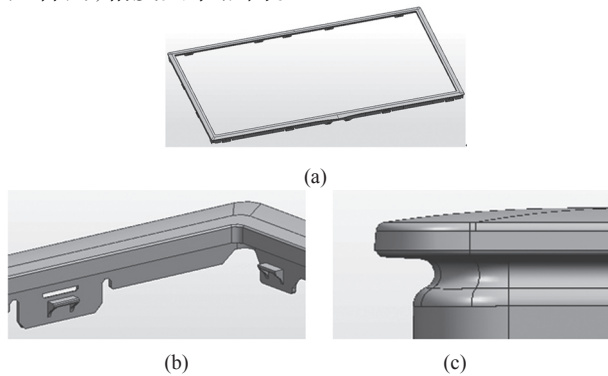
热流道模具技术是注射成型技术发展的新阶段, 其原理是将传统式模具或三板式模具的浇道与流道加热, 每次成型不需要取出流道和浇道的一种崭新构造。汽车内饰件、平衡杆、大尺寸电视面框等超大型塑件的共性是尺寸大、薄壁、熔料流动距离长, 采用传统冷流道技术极易产生熔接痕、填充不足等缺陷, 表面质量差, 产品合格率低。因此这类产品目前都采用热流道技术, 可简化模具结构, 加快成型速度、减少成型废料、节约原料成本。

笔者针对某知名品牌 32 寸液晶电视面框的结构特点, 研究运用 CAD/CAE 技术, 设计了热流道注射模具, 提高了产品品质, 降低了废品率, 提高了经济效益。

1 塑件工艺分析

图 1 是电视面框模型。图 1a 是某品牌 32 英寸液晶电视面框的三维模型。该零件属于大型薄壁中空框架类零件, 外形尺寸为 737 mm × 440 mm × 19.5 mm, 主要分为面框主体与面框侧面。面框主体部分厚度约为 3 mm, 结构简单, 无配合要求, 但外观质量要求极高; 面框侧面壁厚

约为 1.6 mm, 结构复杂, 无外观要求, 但属于安装配合面, 精度要求很高。



a—面框模型; b—卡扣; c—凹槽

图 1 电视面框模型

本产品模具设计从结构上观察主要有两难点: 面框侧面分布了如图 1b 所示的 14 个卡扣以及 20 多个小凸起支撑条, 其中 4 个侧面拐角处的卡扣距离很近; 面框侧面与面框主体连接部位设计了如图

联系人: 夏天, 硕士, 讲师, 主要研究 CAD/CAM 技术、模具设计和数控加工

收稿日期: 2014-06-16

1c 所示几乎整圈的凹槽。

产品材料甲基丙烯酸甲酯—丙烯腈—丁二烯—苯乙烯塑料 (MABS),就是在普通的丙烯腈—丁二烯—苯乙烯塑料 (ABS) 中添加聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 所产生的一种透明 ABS 塑料,韧性比普通 ABS 稍差,价格更贵,其收缩率约为 0.5%。由于产品是外观件,面框主体要求平整光滑,不能有任何熔接痕、收缩痕等外观缺陷,同时要控制翘曲变形,因此必须设计合理有效的浇注系统、抽芯机构、排气及冷却系统。

2 浇注系统设计

浇注系统指由注塑机喷嘴中喷出的塑料进入型腔的流动通道,使塑料熔体平稳有序地填充型腔,并在填充和凝固过程中把注塑压力充分传递到各个部分,以获得组织紧密的塑件。浇注系统分为普通冷流道浇注系统 and 无流道凝料浇注系统。无流道凝料浇注系统又可以细分为本模具采用的普通热流道和绝热流道两大类。

2.1 热流道系统设计

热流道系统主要由热流道喷嘴、流道板与温度控制系统组成。本塑件尺寸较大,热流道系统采用单腔多点式进浇,而注射点数目和位置的确定,则必须利用专业 CAE 软件进行流动分析。为此根据经验预先设计了单喷嘴 8 点进浇与 6 喷嘴 8 点进浇两种方案,如图 2 所示。

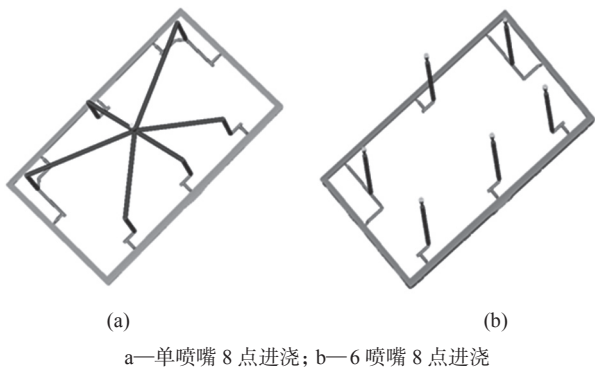


图 2 进浇方案

利用 Moldflow 软件对进浇方案进行分析,主要观察热流道和喷嘴的压力降、塑件型腔内的压力降以及熔接痕分布位置是否符合要求。通常情况下,热流道和喷嘴的压力降不能超过 35 MPa,塑件型腔内的压力不能超过 40~50 MPa。

图 3 为两种进浇方案最大注塑压力计算结果。单喷嘴 8 点进浇方案最大注塑压力为 66.93 MPa,该方案热流道和喷嘴的最大压力约为 40 MPa,塑

件型腔内的最大压力约为 50 MPa;6 喷嘴 8 点进浇方案最大注塑压力为 51.15 MPa,该方案热流道和喷嘴的最大压力约为 25 MPa,塑件型腔内的最大压力约为 40 MPa。分析结果显示,6 喷嘴 8 点进浇方案优于单喷嘴 8 点进浇方案。

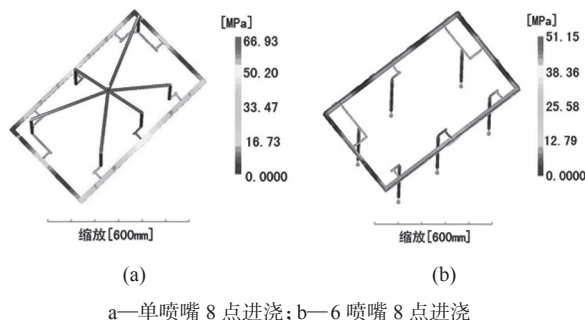


图 3 最大注塑压力

根据单喷嘴 8 点进浇与 6 喷嘴 8 点进浇两种方案的最大注塑压力分析结果,本塑件采用 6 喷嘴 8 点进浇方案。

图 4 是根据 Moldflow 分析结果设计的塑件热流道模具的浇注系统,采用环形流道,6 个热喷嘴与分流道相连,分流道通过 8 个潜伏式牛角浇口与电视面框主体底面连接,保证了塑件的外观要求。塑件被推出模芯之后与浇注系统凝料分离,为保证牛角式圆弧形潜伏式浇口和分流道中的凝料也能顺利脱离模型,本浇注系统总共设计了 16 个推杆,每个潜伏式牛角浇口均设置一根推杆,分流道上靠近浇口的位置也设置一根推杆。图 5 为潜伏式牛角浇口三维模型剖视图。

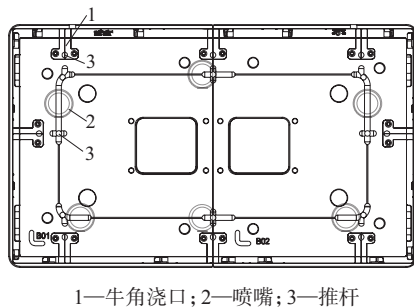


图 4 浇注系统

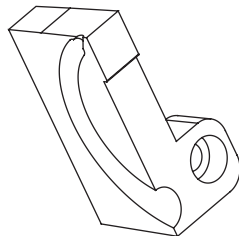


图 5 牛角浇口三维模型剖视图

2.2 喷嘴流道直径设计

热流道喷嘴是热流道系统的终端,在设计及订购热流道喷嘴时,不但要确定喷嘴类型与浇口直径,最重要的是必须确定喷嘴流道直径。对于PE、ABS和PA等低黏度、中黏度物料,喷嘴流道直径可通过公式(1)进行计算:

$$D = 0.24Q^{\frac{1}{3}} = 0.24\left(\frac{V}{t}\right)^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

式中: D ——喷嘴流道直径, cm ;

Q ——充模速率, cm^3/s ;

V ——单个喷嘴注射量, cm^3 ;

t ——注射时间, s, 可通过表1进行查询。

表1 注塑机注射量与注射时间的关系

V/cm^3	t/s	V/cm^3	t/s
30	0.86	500	2.5
60	1.0	1000	3.1
125	1.6	2000	4.0
250	2.0	3000	4.6
350	2.2	4000	5.0

本塑件总体积为 162.92 cm^3 , 浇注系统体积按塑件体积20%计算, 注射总量约为 195.5 cm^3 , 因此单个喷嘴注射量约为 24.4 cm^3 ; t 根据表1查询约为2.0。由式(1)计算可得, $D=0.55 \text{ cm}=5.5 \text{ mm}$ 。由于喷嘴流道已经标准化, 所以在此选择直径为6 mm的喷嘴。

3 侧向分型及抽芯机构设计

3.1 内侧斜顶杆抽芯机构设计

本产品有14个长宽各不相同的卡扣, 最大一个卡扣长11 mm、宽2.5 mm。为使卡扣顺利脱模, 最好的方法是设计斜顶杆。这幅模具斜顶杆的设计有两个难点: 塑件4个拐角处的卡扣相距很近, 设计时必须充分考虑斜顶杆是否干涉; 斜顶杆顶出方向通常是卡扣固定面的法矢量方向, 如图6所示坐标系的YC轴正方向, 但电视面框主体底面外侧设计了一圈凸台, 这个结构的存在使斜顶杆无法沿YC正方向滑出。

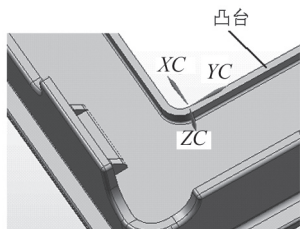


图6 卡扣

为解决上述两个难点, 本模具所有卡扣上的斜

顶杆的斜顶方向为其固定面的切向方向, 即沿图6所示坐标系的XC轴正方向。斜顶方向确定之后, 则通过式(2)计算斜顶倾斜角度, 倾斜角度一般控制在 $3^\circ \sim 15^\circ$ 之间。倾斜角过小, 则影响斜顶滑出距离, 导致产品无法脱模; 倾斜角过大, 则推出过程中斜顶杆承受的弯矩过大而导致磨损或者卡死现象。

$$\tan \alpha = \frac{S}{H} = \frac{L + (3 \sim 5)}{H} \quad (2)$$

式中: α ——倾斜角度, $^\circ$;

S ——滑出总距离, mm ;

H ——顶出行程, mm ;

L ——产品滑出距离, mm。

根据本模具模架的型号确定顶出行程约为65 mm左右, 卡扣的最大长度为11 mm, 根据式(2)可得倾斜角度为 $12.2^\circ \sim 13.8^\circ$ 。经过多次试验与比较, 最终确定14个斜顶杆的倾斜角度为 13° 。图7为设计的斜顶杆。

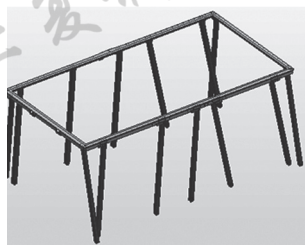


图7 斜顶杆

3.2 外侧斜顶块抽芯机构设计

本塑件模具结构的另一个难点是面框主体与面框侧面连接处设计了凹槽, 仅如图8所示之处约50 mm的宽度未设计凹槽。凹槽形状可参考图1c所示, 深度约为1.5 mm。

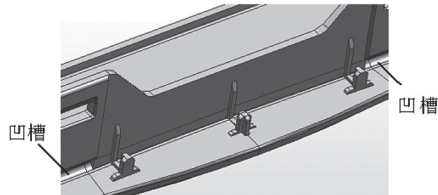


图8 无凹槽区域

类似的结构在中小塑料模具中通常设计为滑块抽芯机构, 采用斜导柱驱动。但本产品尺寸很大, 凹槽几乎围绕产品四周, 若还是采用滑块抽芯方式, 则将直接影响模架的尺寸, 提高模具复杂程度, 增加模具材料与制作成本。

综合材料成本、经济效益、可靠性以及模具维

修等各方面因素,决定采用斜顶块抽芯机构。塑件四周除无凹槽区域之外设计了5个斜顶块(参考图9),每个斜顶块利用2~3根顶块顶杆顶出,顶块顶杆直径为25 mm,顶块顶杆的倾斜角度可采用公式(2)计算,倾斜角度为 $4^{\circ}\sim 6^{\circ}$,在此选择 6° 。

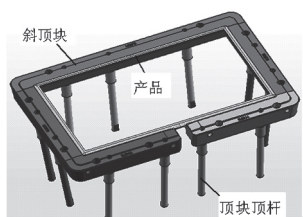


图9 斜顶块

4 排气及冷却系统设计

4.1 排气系统设计

模具内的气体不仅包括型腔里空气,还包括流道里的空气和塑料熔体产生的分解气体。注塑过程中,这些气体必须及时排出,否则易在产品表面形成烘印、气花、接缝等缺陷,造成填充困难,降低充模速度,延长成型周期。

排气方法与途径很多,比如动模的斜顶杆、斜顶块、镶件、推杆的设计基本解决了动模部分的排气。但定模有大面积的动、定模芯接触面,为此进行避空处理,产品内外两侧开设多条锯齿状排气通道,排气通道的深度为0.05 mm,宽度为5 mm。每条通道设计独立的排气孔,具体方案如图10所示。

4.2 冷却系统设计

在模具内设置冷却系统是控制模温的有效措施。为了缩短成型周期,模具温度应尽量控制在较

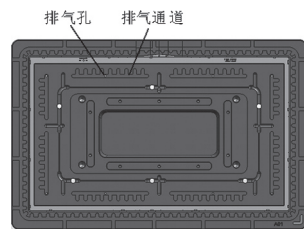
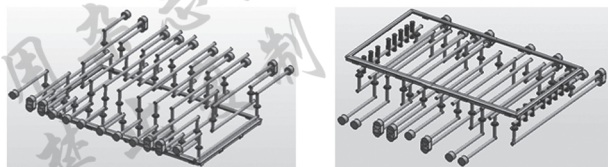


图10 定模部分排气系统

低的范围之内。但是模具温度太低,会使塑件产生料流痕迹、熔接线(或联接不牢)、强度差或严重缺料等问题;模具温度过高,虽熔料流动性好、产品表面粗糙度小,但成型周期长且收缩变形大。

本副模具的水路相对比较简单,动定模水路每隔75 mm开设一条冷却水道,水道直径统一选择12 mm,产品结构复杂位置可考虑采用点冷却加强冷却效果,如图11所示的动模水路。冷却水道设计时要注意避开斜顶杆、斜顶块、推杆等结构。



a—定模水路; b—动模水路

图11 冷却系统

5 模具整体结构及工作过程

本模具由于尺寸过大,只能采用非标模架。根据参考客户给定的注塑机的参数及规格,最终选择的模架幅面尺寸为1300 mm×1000 mm×831 mm。模具结构图如图12所示。

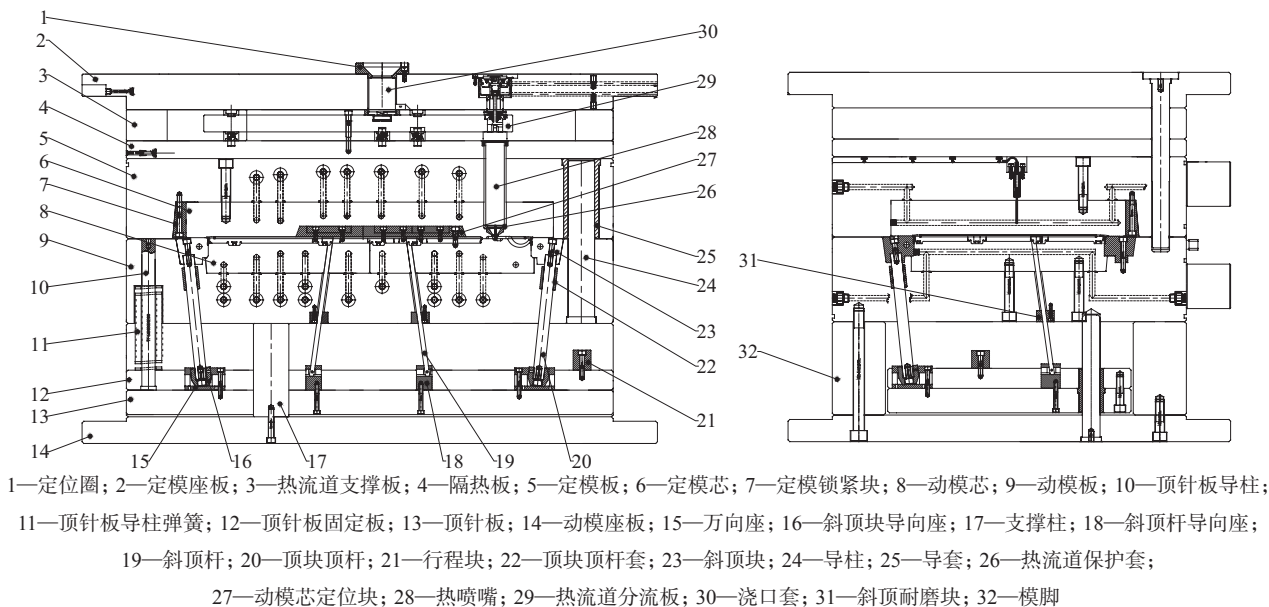


图12 模具结构图

模具的基本工作过程是:注射时,塑料熔料通过浇口套 30、热流道分流板 29 和热喷嘴 28 进入分流道,通过潜伏式牛角浇口进入模具型腔,保压冷却之后开模,热喷嘴 28 处塑料与分流道凝料分离;注塑机顶杆通过 K.O. 孔推动顶针板 13,顶针板 13 运动带动顶针板固定板 12、斜顶杆 19、顶块顶杆 20,顶块顶杆 20 带动斜顶块 23 一起运动将塑件和分流道凝料一起推出,两者在牛角浇口处拉断脱离。合模时,顶针板导柱弹簧 11 复原带动顶针板 13 与顶针板固定板 12 复位,顶针板 13 与顶针板固定板 12 带动斜顶块 23 与斜顶杆 19 在动模芯定位块 27 帮助下精确复位,然后利用注塑机锁模力合模,这样就完成一个注射成型周期。

6 结论

(1) 利用 CAE 技术对单喷嘴 8 点进浇与 6 喷嘴 8 点进浇两种方案进行模拟分析,根据最大注塑压力、熔接痕等计算结果择优选择进浇方案,缩短了开发周期,节约了开发成本;

(2) 采用外侧斜顶块与内侧斜顶杆抽芯机构,有

效解决了塑件卡扣与凹槽的成型,简化了模具结构;

(3) 排气与冷却系统的设计有效地改善了塑料熔体的流动性,缩短了塑件成型周期,提高了产品质量。

参考文献

- [1] 陈鹏,刘仕昌,徐秋红.塑料面板的热流道倒装注塑模的创新设计[J].工程塑料应用,2013,41(11):67-69.
Chen Peng, Liu Shichang, Xu QiuHong. Creative design of hot runner inverse-installing injection mold for plastic cover[J]. Engineering Plastics Application, 2013, 41(11): 67-69.
- [2] 任长春,卢勇.笔记本电脑屏幕框热流道注射模具设计[J].中国塑料,2012,26(9):93-97.
Ren Changchun, Lu Yong. Design of injection mould with hot runner for notebook computer display frame[J]. China Plastics, 2012, 26(9): 93-97.
- [3] 黄先.液晶电视前壳热流道顺序阀进浇方案 Moldflow 分析[J].塑料工业,2011,39(7):50-52.
Huang Xian. Moldflow analysis of injection with hot runner and valve gates in LCD cabinet[J]. China Plastics Industry, 2011, 39(7): 50-52.

我国 PVC 出口面临新的挑战

我国聚氯乙烯(PVC)树脂出口在今年上半年实现了迅猛增长,但现在面临着新的挑战,包括贸易壁垒和其它国家加快建设 PVC 产能。

我国在今年前 7 个月里出口了约 74 万 t PVC 树脂,比去年同期翻番有余。实际上已经超越了去年全年的出口量 66 万 t。

但是,在我国 PVC 最主要的两个出口市场,印度和俄罗斯,遇到的阻力日益增大。

印度今年将对我国 PVC 树脂出口的反倾销关税提到了 91~148 美元/t。在印度政府今年 4 月宣布之前,反倾销关税为 8~45 美元/t。上涨幅度之大,令出口商损失很大。

德国 Ceresana 公司 7 月发布的一份市场探究报告表示,作为全球 PVC 市场的主要增长源之一,印度的 PVC 需求将达到年均 5%。

仅次于印度,俄罗斯是我国 PVC 出口的第二大市场,占全部出口的 15%。但对俄罗斯出口的数量和价格都呈下降趋势,多位市场分析师表示,其中原因之一是俄罗斯国内的 PVC 产能逐渐上升。俄罗斯大型 PVC 生产商 RusVinyl 的跨国合作项目本月顺利完工,并于日前进行了试车活动。该产能为 33 万 t/a 的 PVC 生产厂由西布尔、SolVin(索尔维与巴斯夫合资子公司)合资共建,坐落于俄罗斯克斯托沃地区。总耗资 10 亿欧元,将于今年年底正式大规模投产运营。

金银岛市场分析师表示,国内部分出口企业,7 月份出口订单接单情况尚稳定,但 8 月份的订单量便出现一定幅度的缩减。一方面是受本地货源预期投入的影响;另一方面随着温度的降低,第 4 季度俄罗斯消费 PVC 量将有明显的缩减。

俄罗斯新产能将大大减少对我国 PVC 的需求量,从而使我国 PVC 出口遇到强大阻力,对于包括新疆天业、中泰化学等西北部企业无疑是一大打击。

金银岛市场分析师表示,包括来自亚洲,欧洲及美国的 PVC 产品的竞争也是导致整体价格下降和来自我国进口量下降的主要原因。

新产能还将来自其它国家,比如乌兹别克斯坦。本周,中工国际工程股份有限公司宣布签署了商务合同,将在乌兹别克纳沃伊市为纳沃伊氮肥股份公司建设 10 万 t/a 的 PVC,7.5 万 t/a 的烧碱和 30 万 t/a 和甲醇生产综合体。合同工期 36 个月。

此外,近日巴西也宣布继续对我国 PVC 出口进行反倾销,税率达 21.6%,至少将持续到 2019 年 8 月。

即便如此,金银岛分析表示,我国 PVC 出口仍有增长机会,比如,我国对俄罗斯出口渠道成熟,有着稳定的货源供应,且价格仍有一定的操作优势。

同时部分通关口岸的开放,会增进两国能源石化等产品互通有无。

(中聚网)