(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110587909 B
(45)授权公告日 2021.10.12

(21)申请号 201910860690.0
(22)申请日 2019.09.11
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110587909 A
(43)申请公布日 2019.12.20
(73)专利权人 遵义群建塑胶制品有限公司
地址 563000 贵州省遵义市汇川区贵州航天高新技术产业园遵义园区
(72)发明人 肖文滨 陈勇 梁飞燕
(74)专利代理机构 重庆强大凯创专利代理事务所(普通合伙) 50217
代理人 张显琴
(51)Int.Cl.
B29C 45/14(2006.01)
B29C 37/00(2006.01)

审查员 王亚茹

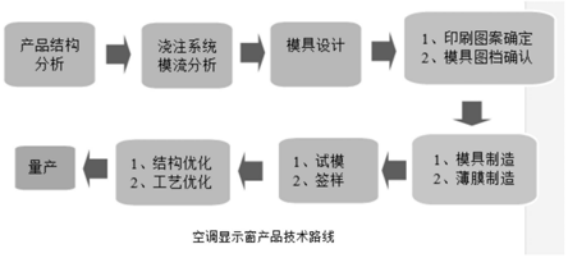
权利要求书1页 说明书16页 附图6页

(54)发明名称

一种曲面视窗的模内注塑方法

(57)摘要

本申请涉及显示窗产品加工技术领域中的一种曲面视窗的模内注塑方法,包括以下步骤,步骤一、利用Moldflow软件进行模流分析研究和结构优化;步骤二、曲面视窗IMR模具设计,步骤三、曲面视窗产品试模及生产工艺的优化,试模,通过对模具及设备的安装、调机、试样过程的分析。该曲面视窗IMR工艺可靠,模具设计优化合理,成功实现曲面视窗产品IMR成型,生产效率高,可为今后进行大型塑胶产品的IMR工艺及模具设计提供有益经验。



空调显示窗产品技术路线

CN 110587909 B

1.一种曲面视窗的模内注塑方法，其特征在于：包括以下步骤，步骤一、利用Moldflow软件进行模流分析研究和结构优化；包括a、建模：用UG软件建立曲面视窗的三维模型，将建立好的曲面视窗产品三维模型导入Moldflow软件，对模具结构进行优化；b、参数分析和确定：用Moldflow软件对不同模温，不同进胶位置的条件下产品的熔体流动性、压降、材料的可成型性进行分析研究，确定曲面视窗产品的最佳进胶点；并在上述条件下，对产品的填充时间、注塑压力、锁模力、制品变形量进行模拟分析；其中，Moldflow模流理论工艺参数为：模温：80℃，熔体温度：220℃，注塑压力：53.46Mpa，锁模力：82.55T，填充时间：3.580sec，冷却时间：20sec，最大剪切速率为：12449/s；

步骤二、曲面视窗IMR模具设计：根据Moldflow软件分析的参数数据，结合IMR工艺特殊的模具结构，使用UG软件对该模具的排位、浇注系统、吸气通道、压膜机构、冷却系统进行设计及优化，其中，所述模具结构设计为倒装模，模具主流道采用单点加长热嘴从面板直接穿入凸模型芯进入模仁，然后转分流道设计；

步骤三、曲面视窗产品试模及生产工艺的优化：试模，通过对模具及设备的安装、调机、试样过程的分析，以Moldflow软件分析的参数数据作为实际工艺基础进行工艺调整，对试样产品的性能和外观进行分析测试，最终确定注塑方法，其中实际生产的工艺参数为：模温：80℃，熔体温度：210℃，注塑压力：55Mpa，锁模力：95T，填充时间：4sec，冷却时间：18sec，保压压力：35Mpa。

2.根据权利要求1所述的曲面视窗的模内注塑方法，其特征在于：所述步骤三保压压力为35MPa时，保压速度为15cm^3/s，保压时间2秒。

一种曲面视窗的模内注塑方法

技术领域

[0001] 本发明涉及显示窗产品加工技术领域,具体涉及一种曲面视窗的模内注塑方法。

背景技术

[0002] IMD技术是模内镶标注塑(IML)、模内镶件注塑(IMF)和模内转印(IMR)的统称。其中,IML技术适用于无拉伸、曲面小的2D塑件;IMF技术适用于高拉伸、曲面大的3D塑件;IMR技术则是将装饰膜上的塑胶片材剥离,而只留下油墨在塑件表面。由于IML技术和IMF技术相似,部分专业人士将IMD分为IML(IMF)和IMR两类,这两类工艺最大的区别在于塑件表面的不同,前者表面有塑胶片材作为保护膜,而后者表面只有油墨层。

[0003] 2006年下半年随着HP Notebook笔记本的上市(其上盖采用了IMR成型技术),标志着模内转印技术已成功应用于大尺寸产品。IMR(模内转印)的原理是在注塑成型塑料产品时,使用精密、高速、稳定的送膜机(高速转印位置的定位),将IMR膜片送到成型模具内,闭合模具后,进行塑脂的射出成型。利用射出成型时的塑脂本身的热度和压力在模具型腔内进行热转印,取出成型产品,完成对注塑成型品的立体加饰,这种进行射出成型的同时在模具内进行热转印的技术,称为成型转印。而在IMR制程中,影响其注塑成型的因素及问题点较多,产品结构设计的是否合理,模具设计的好坏、注塑工艺参数的设定合理与否均会影响IMR的注塑成型。

[0004] 而上述问题也是制约着显示窗产品尤其是曲面视窗产品的IMR技术的发展。

发明内容

[0005] 本发明所要提供的是一种曲面视窗的模内注塑方法,以解决现有技术使用IMR在生产曲面视窗产品模具设计不好、注塑工艺参数的设定不合理弊端。

[0006] 本发明提供一种曲面视窗的模内注塑方法,包括以下步骤,步骤一、利用Moldflow软件进行模流分析研究和结构优化;包括a、建模:用UG软件建立曲面视窗曲面视窗的三维模型,将建立好的曲面视窗产品三维模型导入Moldflow软件,对模具结构进行优化;b、参数分析和确定:用Moldflow软件对不同模温,不同进胶位置的条件下产品的熔体流动性、压降、材料的可成型性进行了分析研究,确定曲面视窗产品的最佳进胶点;并在上述条件下,对产品的填充时间、注塑压力、锁模力、制品变形量等进行模拟分析;

[0007] 步骤二、曲面视窗IMR模具设计:根据Moldflow软件分析的参数数据,结合IMR工艺特殊的模具结构,使用UG软件对该模具的排位、浇注系统、吸气通道、压膜机构、冷却系统进行设计及优化;

[0008] 步骤三、曲面视窗产品试模及生产工艺的优化:试模,通过对模具及设备的安装、调机、试样过程的分析,以Moldflow软件分析的参数数据作为实际工艺基础进行工艺调整,对试样产品的性能和外观进行分析测试,最终确定注塑方法。

[0009] 进一步,所述步骤一中,Moldflow模流理论工艺参数为:模具温度:80℃,熔体温度:220℃,注塑压力:53.46Mpa,锁模力:82.55T,填充时间:3.580sec,冷却时间:20sec,最

大剪切速率为:12449/s。

[0010] 进一步,所述步骤三中,实际生产的工艺参数为:模具温度:80℃,熔体温度:210℃,注塑压力:55Mpa,锁模力:95T,填充时间:4sec,冷却时间:18sec,保压压力:35Mpa。。

[0011] 进一步,所述浇注系统为倒装模,浇注时采用加长热嘴从面板直接穿入凸模型芯然后转冷流道的方式进行。

[0012] 进一步,所述步骤三保压压力为35MPa时,保压速度为15cm^3/s,保压时间2秒。

[0013] 本发明的工作原理及有益效果。

[0014] 1)由Moldflow软件对不同的进胶点及进胶尺寸进行模拟,最后,通过对几种模拟结果进行分析对比,最终确定出合理的进胶点及进胶尺寸,避免了塑料熔体对膜片图案有可能造成的冲墨现象;另外,在解决产品油墨的附着力问题上,通过Moldflow软件对模温、料温及注射压力的模拟对比,以及生产过程中对这些参数的调整,最终获得一个合理的模温、料温及注塑压力参数,既能满足产品的附着力要求,又不影响产品的成型周期。

[0015] 2)Moldflow模流理论工艺参数为:模具温度80℃,熔体温度220℃,注塑压力53.46Mpa,锁模力82.55T,填充时间3.580sec,冷却时间20sec,最大剪切速率为12449/s;最终实际生产的工艺参数为:模具温度80℃,熔体温度210℃,注塑压力55Mpa,锁模力95T,填充时间4sec,冷却时间18sec,保压压力35Mpa。从数据对比可以看出,理论和实际工艺参数的基本一致。表明曲面视窗产品设定的模具关键参数:主浇口直径(小端)3.2mm,锥度3°;分流道直径Φ8mm;进浇口尺寸长15mm X宽1.2mm合理可行。

[0016] 3)随模温、料温及注射压力升高,印刷图案附着力提高;当保压压力为35MPa,保压速度为15cm^3/s,保压时间2秒时,产品的总变形及各向变形均得到了较好控制;在模具动模板上下端加工、安装标示块,可显著提高模具与膜片的定位精度。解决了转移膜片在模具中的高速精密定位,印刷图案转印附着力不够,产品变形等技术问题。

[0017] 4)曲面视窗IMR成型工艺及模具除常规的模流分析及结构设计外,还采用了外购送膜机及定制膜片在原注塑机上进行安装使用,扩展了注塑机功能的一些特殊结构,使得IMR制程得以实现。再配以注塑机械手、合理的工艺调整,使得该产品实现全自动化的生产,制备出了合格产品。

[0018] 5)该曲面视窗IMR工艺可靠,模具设计优化合理,成功实现曲面视窗产品IMR成型,生产效率高,可为今后进行大型塑胶产品的IMR工艺及模具设计提供有益经验。

附图说明

[0019] 图1为曲面视窗产品技术路线;

[0020] 图2为浇口分析图;

[0021] 图3为进胶方案图;

[0022] 图4为模具定模图;

[0023] 图5为环形水路动模冷却图;

[0024] 图6为塔式水路定模冷却图;

[0025] 图7为顶出孔位图;

[0026] 图8为合格产品外观图;

[0027] 图9为模具与膜片的定位方案示意图。

具体实施方式

[0028] 下面通过具体实施方式进一步详细说明：

[0029] 图1为本发明的产品技术路线图，具体步骤如下文所述：

[0030] 一、利用Moldflow软件进行模流分析研究和结构优化

[0031] 1利用Moldflow软件进行模流分析

[0032] 首先，用UG软件建立曲面视窗产品的三维模型，将建立好的曲面视窗产品三维模型导入Moldflow软件，选择Fusion格式进行网格划分，并对网格的缺陷进行修正。

[0033] 表1产品分析数据汇总

[0034]

分析目的	1.优化结构设计:壁厚、加强筋分布 2.解决翘曲变形引起的尺寸超差						数据版本	
项目名称	曲面视窗		优化流动分析项		优化变形分析项		方案降重/g	降重节约材料成本
网格类型	双层面		网格数量	77200	产品重量/g		基本料厚/mm	3
产品尺寸	长/mm	100	宽/mm	182	高/mm	3.6		

[0035] 其次，过程参数设定

[0036] ①模温——软件默认值为60℃。现根据成型材料分别选择60℃、70℃、80℃三个温度，拟通过该软件在3个模温条件下的模拟，比较不同的充填状态，最终确定合适的模温以满足IMR成型需求(见模流分析)。

[0037] ②料温——软件默认值为245℃。根据成型材料选为210℃；

[0038] ③成型周期——软件默认值为30sec。由于是模流分析，改选为自动计算。

[0039] 1)流动分析设置

[0040] ①填充控制——选择默认(自动控制)；

[0041] ②注塑机由速度控制向压力控制的转换点——软件默认值为自动控制；

[0042] ③保压的压力控制——软件默认值为保压压力与V/P转换点的填充压力相关联的曲线控制方法；

[0043] ④注塑材料——选择聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)；

[0044] ⑤注塑机型号——软件默认；

[0045] ⑥模具材料——选718H

[0046] 最终如表2，

[0047] 表2分析设定数据

[0048]

材料参数	分析所选材料
	PMMA
模温/℃	60-80
熔融温度/℃	180-230

[0049]

顶出温度/℃	90
最大剪切速率/s	40000
密度/g/cm^3	1.18
填充时间(sec)	自动
V/P 转换(%)	默认
冷却时间(sec)	达到顶出温度

[0050] 2进胶方案分析

[0051] “最佳浇口”分析:首先,采用“无限制浇口节点”进行“最佳浇口”分析,其结果(见图2),最佳胶口位置应为图2中中部的圆圈区域。但由于选用材料为透明PMMA,该面为外观面,不可放置胶口。因此,采用对产品中间区域(图2)进行“限制浇口节点”后,再进行“最佳浇口”分析,其结果图2中可以看出中间位置流动阻力最小,两短边位置流动阻力最大,所以,最佳浇口选择为产品长边上。

[0052] 不同模温方案的可行性分析,为比较不同的模温对熔体充填状态的影响及相互之间的关系,分别设定60℃、70℃、80℃三个模温,并通过软件在该3个模温条件下,对熔体流动性、压降、材料的可成型性进行分析判断,拟最终确定合适的模温以满足IMR成型需求。

[0053] 根据“最佳浇口”的分析结果,曲面视窗产品最佳浇口选择应为产品长边。因此,在产品的3个位置分别选择进胶位置(长边选择两个、短边选择一个),见图3。

[0054] 从60℃、70℃、80℃三个模温,三种进胶方案的可行性窗口对比可以看出:制品在三种模温下成型窗口可行性均较大;模温80℃时三种进胶方案可行性相对最大,满足实际成型要求。

[0055] 根据三种方案的压力降对比;模具温度越高制品的成型压力越低,成型压力与制品内应力形成对比,成型压力越低制品内应力越低(PMMA属于脆性塑料,抵抗内应力能力较低),而且制品属于最主要外观面且透明,模温的增高对制品质量的提高有着极大的帮助。

[0056] “最佳进胶点”分析,在Moldflow软件中先初步设定采用单嘴热流道、一模二出、分别在产品长边侧面1/2、1/4位置(前述图3中的方案1、方案2)处设置浇口进胶,然后建立浇注系统模型进行模流分析。两方案制品均充填平衡,但方案1浇口太靠近壁厚区域,熔体充填会先充填容易充填区域再充填难充填区域,导致薄壁区域很难获得足够的剪切热来抵抗熔体凝固,因此方案1制品短射;方案1制品局部位置等值线过密,说明料流经此处时有滞留现象,不可取;方案2制品充填速度基本一致,充填匀速、顺畅,为确保制品充填顺畅及得到较高的制品外观;制品波前温差不宜超过设定温度的±10℃;方案1制品侧壁薄壁区域温降

已经低至103℃，有短射风险，且料温相差太大外观可以感觉明显的差异；方案2制品前沿温降总体在10℃以内，可以得到很高的外观质量。

[0057] 综上分析，方案1制品充填时间约2.99s，局部位置出现滞留及短射，前沿温差相差较大，将导致制品局部位置的质量下降，装配后将严重限制制品的使用寿命，不建议采用此种方案；方案2制品充填时间约3.58s，制品充填顺畅无明显滞留、及短射区域，制品前沿温差在公差范围之内，建议采用此种方案。最终确定方案2为“最佳进胶点”。该方案填充平稳，对膜片的冲击性较小可以得到较高质量的IMR产品，且成型条件优异。

[0058] 3产品模流分析

[0059] 数据准备，在理论上，热塑性塑料在剪切速率γ＝5×10 2～5×10 3S-1时其内应力和各向异性的机械性能均为最小，熔体的分子量、温度、剪切速率、剪切应力以及湿度等，对其粘度与松弛性质无甚影响。根据经验公式γ＝3.3Q/πR3(其中R为当量半径，Q为产品的体积流率)，将以上数据代入公式后，确定浇口尺寸为：长15mm×宽1.2mm。同样原理，设置热流道直径为φ12，分流道直径为φ8。

[0060] 表3流道和浇口方案

[0061]

流道方案	流道方案	单嘴热流道	热流道直径		φ12
	模穴数	一模二出	冷流道直径		/
浇口方案	浇口类型	侧浇口	浇口尺寸	长（L）/mm	15
	浇口数量	2		宽（W）/mm	1.2

[0062] 按照以上数据及参数进行设定好后，便可进行模流模拟过程。

[0063] (1)曲面视窗产品在3.580s的时间内完成了整个熔体的充填。经过软件动态观察，可以清晰看到塑胶熔体在模腔的流动情况，从充填时间的结果来看，该产品塑胶熔体流动较平顺、均衡，表明该浇口位置的选择较合理。

[0064] (2)注射压力XY图，表达了浇口处压力在注射、保压、冷却全过程的变化。曲面视窗产品在V/P转换点前后，其压力从53.46MPa降到80％即42.77MPa的，保压压力得到较合理的体现与执行，制品各处保压效果较好。

[0065] (3)制品充填等值线均匀，可以看出螺杆曲线、速度设置合理，充填顺畅，无明显滞留及短射区域。制品波前温度基本控制在10℃上下，不会出现短射，及因为温差导致的外观不良，翘曲；塑件在开模方向上的投影面积为257.58cm^2，填充阶段所需锁模力为83T，锁模力随着保压压力的增加而增加。通常在生产时建议增加20％左右的安全系数选择合适的注塑机生产；因此，120Ton注塑机满足生产要求。

[0066] (4)材料最大剪切速率为40000 1/S；制品浇口位置剪切速率12449 1/S低于材料分解值，浇口大小设计十分合理。

[0067] (5)制品外观面基本无熔接线，孔位特征无法避免，制品前沿温度较高，且设置模温为80℃，熔接线基本可以消除，不影响产品外观及质量。

[0068] (6)①制品X方向的最大变形约0.59+0.59-180*0.6％(制品长度*收缩率)＝0.1，约单边0.05MM。②制品Y方向的最大变形约0.26+0.26-72*0.6％(制品长度*收缩率)＝0.09，约单边0.045MM。③制品Z方向的最大变形约0.11+0.21-3.6*0.6％(制品长度*收缩

率)＝0.3,约单边0.15MM。

[0069] 以上是基于较优工艺翘曲结果。该分析结果为进一步优化产品及在模具设计过程中进行变形控制和补偿提供了依据,一般实际翘曲数值比分析更大。曲面视窗产品影响翘曲变形的主要原因是分子取向,在实际生产中应增加保压及调整保压压力和时间。

[0070] 4模流分析结果

[0071] Moldflow软件中的工艺参数设定包含了模具、注塑机等所有相关设备及冷却、保压、开合模等工艺参数,Moldflow软件中的工艺参数的预设,实际上是将现实的制造工艺和设备理论化,然后应用Moldflow软件模流分析,对模流结果进行考量,优化及调整预设工艺参数,再应用Moldflow软件模流分析,最终选定理论工艺参数如表4:

[0072] 表4 Moldflow模具结构及工艺参数表

[0073]

项目名称	成型材料	浇口位置	浇口尺寸(mm)	模具温度(℃)	熔体温度(℃)	填充时间(S)	注塑压力(MPa)	冷却时间(S)
数值	PMMA		15×1.2	80	220	3.58	53.46	20

[0074] 综上

[0075] 1)制品充填时间为3.58s,制品充填顺畅,速度均匀,无明显滞留及短射区域,填充平衡,从浇口到填充末端顺序冻结,可保证零件补缩;;

[0076] 2)注塑压力为53.46Mpa,锁模力最大约为82.55T;锁模力随着保压压力的增加而增加,建议增加20%左右的安全系数选择合适的注塑机生产,注塑机120T满足制品充填;

[0077] 3)制品外观面前沿温降在10℃以内,无因温差导致的外观面质量缺陷及短射风险;

[0078] 4)制品变形主要是由不均匀体积收缩导致,后续试模将通过优化成型工艺,调节前后水温等来改善;

[0079] 5)最大剪切速率为12449/s,未超过材料的最大剪切速率;

[0080] 6)曲面视窗模具单嘴热流道、一模出二、在产品长边侧面1/4位置处设置浇口进胶;主浇口直径(小端)3.2mm,锥度3°;分流道直径Φ8mm;进浇口尺寸长15mm X宽1.2mm合理可行。

[0081] 二、曲面视窗产品结构分析

[0082] 1曲面视窗产品结构分析

[0083] 1)产品材质:PMMA,有较好流动性,可较好的进行填充成形;

[0084] 2)产品壁厚:1.5mm～3.6mm满足模内转印产品最小厚度须在1.0mm以上要求;

[0085] 3)P.L面:在成型时,薄膜因受到模具压迫固定,若P.L面急剧变化时,很容易造成薄膜破裂与褶皱,因此P.L越趋近于平面越好,应尽量避免急剧的高低落差。显示窗产品整体外观较为平整,转印覆膜面为平面,因此,P.L面为平面,没有急剧的高低落差,可较好避免薄膜破裂或皱褶。

[0086] 4)高度、外侧壁设计:由于该产品P.L面与转印覆膜面基本为同一个面,产品的侧边不覆膜。所以,其产品高度、侧壁结构尺寸都不会对转印有所影响。

[0087] 5)内孔、孔距设计。

[0088] 6)转角设计。

[0089] 7)该产品无突出的筋肋厚薄差,可防止外观面产生缩水痕。

[0090] 2工艺制程

[0091] 根据模内转印(IMR)的工艺要求及以上对曲面视窗产品的结构分析,曲面视窗产品具有较好的模内转印(IMR)工艺性,综上所述,曲面视窗产品的研究方案为:

[0092] 1)制定其针对显示窗产品进行模内转印技术模具的研发;

[0093] 2)购置送膜设备一套(用于模具内插入转印薄膜并实施转印位置的高速定位),最终确定生产商为“上海禹阳设备有限公司”;

[0094] 3)定制转印薄膜等辅材:经寻求最终膜片生产厂家为“上海禹辉材料有限公司”;

[0095] 4)依据产品大小及送膜机尺寸选定注塑机型号;HTF200W1/J5

[0096] 5)注塑机床上进行设备安装调试、工艺调整及试生产。

[0097] 3模具设计

[0098] 曲面视窗产品的模具结构既有传统模具所具有的主要结构(两板模、一模两腔、成型模仁采用镶件镶入方式等)又具有IMR工艺特殊的模具结构。

[0099] 本曲面视窗模具利用UG软件进行模具结构设计,所设计的注塑模具结构如图4和表5所示。

[0100] 表5模具明细表

[0101]

序号	名称	数量	材料
1.	定位圈	1	钢板热轧 45 GB/T710-1991
2.	面板	1	标准模胚
3.	推板	1	标准模胚
4.	顶杆固定板	1	标准模胚
5.	支撑柱	6	圆钢 45 GB/T699-1988
6.	A 板	1	标准模胚
7.	凸模	1	718H
8.	凹模	1	718H
9.	油缸连接头	2	圆钢 45 GB/T699-1988
10.	B 板	1	标准模胚
11.	动模推板	1	标准模胚
12.	底板	1	标准模胚
13.	压条 1	2	718H
14.	压条 2	2	718H
15.	压条连接块	4	718H
16.	套	4	圆钢 45 GB/T699-1988
17.	杆	4	圆钢 45 GB/T699-1988
18.	冷却件	1	钢板热轧 45 GB/T710-1991

[0102]

19.	模具垫柱	4	圆钢 45 GB/T699-1988
20.	小压块	4	钢板热轧 45 GB/T710-1991
21.	锁紧块	共 8	钢板热轧 45 GB/T710-1991
22.	调整块	6	钢板热轧 45 GB/T710-1991
23.	垃圾钉	24	圆钢 45 GB/T699-1988
24.	流道盖板	3	钢板热轧 45 GB/T710-1991

[0103] (1)排位

[0104] 根据前面Moldflow模流分析软件过程的动态观察,可以看到塑胶熔体在模腔的流动情况,为保证该产品塑胶熔体流动平顺、均衡及控制该产品的翘曲变形,排位时将两个产品排在中间对称位置,并以产品对称方向外形分中排位,顺应分子的流动取向并保证进胶的均匀性。所以,设计中将产品3D模型导入UG软件,乘以收缩率,再根据产品大小、结构确定

模穴1×2。

[0105] (2)浇注系统

[0106] 浇注系统一般由主流道、分流道和浇口组成。由于曲面视窗转印模具动模有送膜机构、压膜机构等。按照常规，如果模具从定模进胶，但送膜、压膜难以实现，所以设计时需将整个模具结构设计为倒装模。将模具顶出机构布置在定模，又因为模脚垫空，因此，曲面视窗模具在设计中采用加长热嘴从面板直接穿入凸模型芯然后转冷流道方式进行。

[0107] 1)主流道

[0108] 因曲面视窗模具定模采用两组油缸进行顶出的机构，所以该模具主流道采用单点加长热嘴从面板直接穿入凸模型芯进入模仁，然后转分流道设计。为保证较好的流动性及较小压降，根据Moldflow模流分析，热流道采用Φ12直径达到了较优的充填效果。

[0109] 2)分流道

[0110] 一般，分流道的形状有圆形、梯形等，为减少压力和热量的损失，圆形流道是最优的流道形状。当分型面是平面或者曲面时多采用圆形流道。布置一模多腔的流道时，充分考虑进浇的均匀性，尽可能平衡进浇。另外，设计分流道大小时，应充分考虑制品大小、壁厚、材料流动性等因素，流动性不好的材料其流道应相应加大，并且分流道的截面尺寸一定要大于制品壁厚，同时设计合适的流道长度。

[0111] 为使塑料有较好的流动性和降低压力损失，本曲面视窗模具采用S形布置。在Moldflow模流分析中，采用Φ8分流道能达到理想的效果。另外，为便于料头的脱模，Φ8分流道采用动定模各半组合的设计和加工。

[0112] 3)浇口

[0113] 浇口的设计直接关系到熔体在模具型腔内的流动，关系到塑胶聚合物分子的取向和产品成型后的变形翘曲，进而影响到产品质量。因此，合理的浇口尺寸在塑胶模具设计中显得十分的重要。一般，在浇口的设计上需保证熔体的流动的平衡；较少的表面缺陷；较好的产品强度；注塑过程中温度分布均匀。

[0114] 由于曲面视窗模具分型面是平面，制品侧面允许有进胶痕迹，因此采用侧浇口进胶，在选择浇口位置时，考虑制品外观要求及防止制品产生滞留现象，从厚的地方、端面进胶，并避免浇口正对型芯、碰穿位，防止型芯因冲击而变形。

[0115] 在前期Moldflow模流分析中，通过对“最佳浇口”的分析，本产品最佳进胶点为产品长边约1/4处，浇口尺寸长15mm×宽1.2mm。其熔体填充过程平稳，在保压压力下变形大小均控制在较小范围。

[0116] (4)模仁结构

[0117] 注塑模具在注射过程中，塑料熔体以高压充填型腔。在此压力下，型腔会逐渐膨胀发生变形。型腔的变形量是随着型腔压力和模腔尺寸的增大而增加。一般，型腔模仁的壁厚计算，以模腔最大压力为准。对于曲面视窗产品其主要技术要求为尺寸精度和表面精度要求，因此，该产品型腔侧壁的刚度条件应以塑件尺寸公差值为其允许变形值，有经验公式或查表而得。

[0118] 模仁结构设计主要是在保证塑件质量要求的前提下，便于模具的加工、装配、使用及维修。

[0119] 型腔是用来成型制品外形轮廓的模具零件，其结构与制品的形状、尺寸、使用要

求、生产批量及模具的加工方法等有关。本曲面视窗模具采用嵌入式型腔，其特点是结构简单，牢固可靠，不容易变形，成型出来的制品表面没有镶拼的痕迹，还有助于缩小整个模具的外形结构尺寸。主要采用数控加工。另外，本设计中型芯结构较为简单，深度不大，也采用嵌入式型芯。这样的型芯加工方便，便于模具的维护。模仁与模板的配合均采用H7/p6。

[0120] 由于影响塑件尺寸精度的主要因素有塑件的收缩率，模具成型零部件的制造误差，模具成型零部件的磨损及模具安装配合方面的误差。一般，根据塑件的尺寸及精度等级确定成型零部件的工作尺寸及精度等级，模具设计时只考虑塑料的收缩率来计算模具零部件的工作尺寸，模具制造公差和模具成型零部件在使用中的最大磨损量凭经验估定。

[0121] 模具成型零部件工作尺寸的计算公式为：

[0122] A＝(1+&)B

[0123] 式中A—模具成型零部件在常温下的尺寸

[0124] B—塑件在常温下实际尺寸

[0125] &—塑件材料的平均收缩率

[0126] 现模具设计采用将产品3D模型导入UG软件，放缩水(收缩率)，然后进行分模的设计方式。

[0127] 成型零部件工作尺寸的公差值取塑件公差的1/3～1/4，或取IT7～8级作为模具制造公差。模具型腔的最小尺寸为基本尺寸，偏差为正值；模具型芯的最大尺寸为基本尺寸，偏差为负值，中心距偏差为双向对称分布，由数控设备编程控制。

[0128] (4)冷却系统

[0129] 模具温度直接影响塑料的填充、保压冷却、塑料件的形状和产品的精度。影响模具冷却效果的主要因素有：模具材料、冷却回路的分布、冷却液温度及状态、模塑材料、制件厚度、模具温度等几方面。一般根据制件厚度、模塑材料确定冷却时间，然后根据所需冷却时间确定冷却回路的直径及长度。

[0130] 该曲面视窗产品成型材料为PMMA，其表面要求较高，因此采用沿制品收缩大的方向布置运水，并在保证模具材料强度的前提下，冷却水孔尽可能靠近型腔或型芯表面(本模具冷却水孔与型腔表面最小尺寸为24mm)，并且围绕成型的制品均匀布置，其直径为ø8，并保持整个水路中水道的直径相同，避免因流速不均对冷卻效果产生影响。

[0131] 本模具动模采用每型腔单独设置一环形水路(见图5)，水道间距35mm。另外，本模具定模采用塔式水路(见图6)，水塔直径ø16，深25mm。

[0132] (5)顶出机构

[0133] 塑件从模具上脱出取下的过程称为顶出，使塑件从成型零部件上脱出的机构称为脱模机构。脱模机构主要由顶杆，顶杆固定板和推板组成(包括导向和复位部件)。

[0134] 对于脱模机构，其选用原则为：塑件脱模时不发生变形；推力分布根据脱模阻力的的大小合理布置；推杆的强度及刚性足够，推杆的受力不可太大，推出时不产生弹性变形；推杆位置痕迹须不影响塑件外观。

[0135] 顶出机构按其推出动作的动力来源分为机械推出机构，液压和气动推出机构。根据推出零件的类别还可分为推杆推出机构、套管推出机构、推板推出机构、推块推出机构、利用成型零部件推出和多元件综合推出机构等。

[0136] 本模具设计为倒装模结构，其顶出机构采用油缸带动顶杆顶出的脱模机构。

[0137] 该本设计中采用了28-ø4mm大小推杆，其分布情况如图7所示，这些推杆均匀布在产品外围，且有孔位置；设计时顶杆的端平面不应有轴向窜动。顶杆与顶杆孔配合间隙不大于所用溢料间隙，一般为H8/f8配合，其以免产生飞边。

[0138] (6)倒装模结构

[0139] 曲面视窗产品在分型面处都有转印薄膜，直接进胶将会把转印薄膜冲开，转印薄膜被冲起皱，图案亦会被冲，所以不宜采用直接进胶的方式，结合Moldflow软件模流分析结果，本曲面视窗模具采用扇形入胶的方式。另外，模具结构上采用倒装模，即模具凸模部分安装在注塑机定模板面，模具凹模部分安装在注塑机动模板面(与一般模具结构相反)，在曲面视窗模具定模(凸模)部分，用加长热嘴穿过面板、模脚、顶板、顶杆固定板在凸模镶块上转扇形浇口进行入胶，产品顶出时在定模(凸模)部分经外置油缸由注塑机控制产品的顶出及顶杆的复位(见图4)，加长热嘴外径25mm，主浇口直径3.2mm，加热功率为800W。

[0140] (7)吸气通道设计

[0141] 为保证转印薄膜注塑时在型腔内位置固定，不发生转印薄膜被塑胶料挤压发生移动的现象，必须采用真空吸气方式将转印薄膜牢牢吸附在型腔，因此，本曲面视窗模具在模具型腔内设计布置并加工2×23个直径为2mm的吸气孔，并加工环槽将吸气孔连接入吸气通道，采用外置真空泵和转换阀，在转印薄膜输送到位时，真空泵开启吸气，通过吸气通和吸气孔道，并在压膜机构共同协作下，将转印薄膜牢牢吸附在型腔，实现转印薄膜在型腔内位置固定。

[0142] 设计时从产品的外形到横向吸气槽中心距离尺寸为8mm；横向吸气槽的形状尺寸宽2.3，深4.0，入口R1.0；凹模侧的横向吸气槽中心设置Φ2吸气孔。另外，在凹模背面设计加工吸气槽，吸气槽的形状尺寸为宽4mm，深2mm；为便于吸气，设计加工储气缸，尺寸为(15×25×6)。

[0143] (8)压膜机构设计

[0144] 为实现转印薄膜的压紧及吸附，保证转印薄膜在模具型腔内的位置固定，注塑时转印薄膜不发生移动，曲面视窗模具动模(凹模)部分设计、制造了一套压膜机构，并与机床联动。该压膜机构由四根经热处理淬火的压块，相扣连接成长方形框架，为保证该压框架底面的平面度，使得压膜时不漏气，对整体底面进行磨削加工，在相应位置凹模的部位加工、安装两圈整体密封圈(保证从薄膜端面到O型槽中心9mm以上；薄膜压板后面O型槽宽3.7，深3.2)。压膜机构经四个搭接块与动模推杆连接。为保证压膜机构压膜时的平稳，动模推杆与动模板采用H7/g6配合加工，并在动模底板上加工装配有导柱、导套，以保证动模底板的平稳移动，进而保证压膜机构的移动平稳。

[0145] 该压膜机构装有四个压簧。当注塑机顶杆顶出时，推动动模底板(压缩四个压簧)移动，带动压膜机构脱离膜片；需要压膜时，注塑机顶杆回位，四个压簧回位，靠四个压簧的压力带动压膜框，将膜片压实在密封圈上，达到密封效果。

[0146] (9)浇口冷却设计

[0147] 模具温度直接影响熔体的填充、保压冷却、塑件的形状和精度等，塑料品种不同，对模温的要求也不一样，模温设计恰当与否直接关系到生产成本与经济效益。一般模具，在设计考虑模具的冷却时，通常是在模具凸模、凹模或镶块滑块上，整个体或面去进行考量。对于模内转印模具，由于IMR的特殊性，模具整体冷却的平衡要求更高。对于曲面视窗模具，

由于采用热嘴转扇形浇口进胶方式，其浇口位置热量较大，容易引起模具型腔面的热量不均，会出现转印色差。因此，为消除这一缺陷，设计时在胶口的下面，凹模侧设计冷却翻水孔，直径为16，翻水孔前端到凹模表面的距離为8±0.5，起到了很好的温度均衡作用。

[0148] (10)模胚设计

[0149] 经设计，曲面视窗模具外形尺寸为550x540x421，与常规模具设计不同，由于凹凸模之间有转印薄膜的穿过，分型面间隙需保证为膜片厚度0.07mm。为达到该要求，动定模之间用调整块进行间隙的调整，既要保证合模时分型面不逃料，又不能压伤转印薄膜；当然，除分型面外，在模板上应设计加工薄膜通过槽。使转印薄膜的顺畅移动，另外，由于压膜机构尺寸高于动模，因此在定模部位进行避空处理；

[0150] 根据曲面视窗产品尺寸大小选择送膜机，由于受送膜机送、卷膜臂尺寸的限制，曲面视窗模具动模侧模厚需控制在230mm以下，这样才能保证模具的正确安装及使用。

[0151] 三、曲面视窗产品试模及生产工艺的优化

[0152] 1.在产品研发前期，根据工艺制程：

[0153] 定购送膜设备一套(用于模具内插入转印薄膜并实施转印位置的高速定位)，最终确定生产商为“上海禹阳设备有限公司”；

[0154] 定制转印薄膜等辅材：经寻求最终膜片生产厂家为“上海禹辉材料有限公司”；

[0155] 依据产品大小及送膜机尺寸定购注塑机一台。型号为：HTF200W1/J5。

[0156] 2.模具安装

[0157] 1)安装模具之前，先检查左上部电眼，上下光纤伸出装置是否影响模具安装，若影响就松开其紧固螺丝调整；

[0158] 2)模具装好调好水平后，将模具紧固锁牢固。

[0159] 3.装转印膜

[0160] 1)将注塑机调至手动，并且关闭注塑机马达；

[0161] 2)穿好转印膜；

[0162] 3)调整好左上光纤，上光纤和下光纤位置，使三者位置距离模具最近，减少因转印膜抖动引起的误差。

[0163] 4.调机

[0164] 1)先低速低压将模具慢慢打开，调整模具开合位置，直到模具定模顶针开到合适位置，为模具的最大开合位置。

[0165] 2)调整动模顶针位置，先低速低压将顶针慢慢顶出，直到动模压框顶到合适的位置为止；

[0166] 3)打开料温、接模具水管、气管并打开模温；

[0167] 4)接上温控器，将模具热嘴加热。

[0168] 5)待温度达到设定后，开始调整射出成型工艺参数。

[0169] 5.试产

[0170] 1)通过单动模式在大致对位居中的情况下，进入送膜机页面，点击自动运行按钮，即可进行第一模的试产；

[0171] 2)第一模出来以后检查图案位置是否有偏上、偏下、偏左、偏右、等请况，如果有，则继续调整三个光纤的位置，继续下一模试产，直到图案位置居中，再调整成型工艺参数，

直到产品尺寸及外观符合图纸要求。

[0172] 6.工艺参数

[0173] 一般,Moldflow软件通过对熔体温度、模具温度、注射时间等主要注塑加工参数对制品工艺性能提出一个目标趋势,从而帮助注塑成型确定各个加工参数的正确值并确定其可变化范围,得到一个稳定的成型工艺条件。本次,曲面视窗产品试模时先根据Moldflow模拟得出的工艺参数,确定为注塑各工艺参数的一段数值,再结合实际经验设定各工艺参数的二段、三段及终止数值。

[0174] 例如,注塑压力:模拟得出的参数为53.46Mpa,将其设为注塑压力一段的数值55Mpa(取整数),然后,再根据经验设定二段数值为60Mpa、三段数值为35Mpa。;对于注塑位置,根据产品重量按注塑机螺杆长度结合压力转换比例进行分配设置,一段设为43mm、二段为28mm、三段为35mm。同理,可设定开、合模,熔胶及料筒温度等数值。

[0175] 因此,在产品生产过程中,实际工艺参数与理论工艺参数还有调整及优化的差值,最终表6为曲面视窗产品量产工艺参数,图8为合格产品照片。

[0176]

塑料零件注射工艺卡					产品名称:曲面视窗 材料名称:PMMA 产品专用号:0060232654 色母名称/比例:本色				设备				4		产品净重	1#42.3 2#42.7	
									进胶方式				热流道		工艺卡编号	0060232654-4	
		终止	五段	四段	三段	二段	一段			终止	五段	四段	三段	二段	一段	模温机温度	
注射	位置				25	28	43	保压	压力						35	冷水机温度	25
	压力				35	60	55		速度						15		
	速度				26	28	27		时间						2	烘料机温度	
	时间											终止	三段	二段	一段		
		压力		速度		位置		熔胶	位置				48	45	20	重要参数	
射退									压力				40	65	55	注射时间	4
									速度				22	30	25	储料时间	16
		终止	五段	四段	三段	二段	一段				一段	二段	三段	低压	高压	冷却时间	18
开模	位置	400	400	220	180	120	20	合模	位置			220	150	30	15	成型周期	53
	压力		25	30	35	55	40		压力		30	65	65	30	85	背 压	17
	速度		10	15	18	30	25		速度		20	55	45	25	30		

外包装(件/框)	料筒温度 (℃)	一段	二段	三段	四段	五段	六段	七段
		220	215	215	200	195	165	
	热流道温度 (℃)							
		220						

[0177] 7.产品检测

[0178] 曲面视窗产品的产品检测有性能测试和外观检查两部分。在试样阶段,试模工艺稳定后,间隔抽取5模共10只样件进行检测。在性能测试中,经过8个项目的检测,曲面视窗模内转印产品合格达到IMR性能要求。

[0179] 表7性能测试

[0180]

性能测试					
序号	测试项目	测试方法	测试工具	测试标准	判定结果
1	耐溶剂擦拭	用浓度为95%的酒精100%浸泡的布块在薄膜层上以750g/cm2力，距离3cm，以30轮回/分的速度擦拭30次	耐磨测试仪	用无尘布擦拭后，不见底材OK	合格
2	硬度测试	用HB的铅笔架在硬度测试仪上，负重500g向前推移5cm，用无尘布擦拭干净，检查表面有无明显划痕	硬度测试仪	用无尘布擦拭干净，检查表面无明显划痕，铅笔应不切入、不擦伤漆膜，OK	合格
3	耐摩擦测试	用洁净布在薄膜层上以500g/cm2力，距离3cm，以30轮回/分的速度擦拭30次	耐磨测试仪	用无尘布擦拭后，不见底材OK	合格
4	百格测试	使用百格刀在产品上上下左右方向各划一刀，使用3M610型号胶带长75mm，用橡皮加压使粘贴良好，30秒内，以180方向瞬间拉起胶带	百格刀	表面不可脱落<5%，OK	合格
5	RCA耐磨测试	负重175g，30次纸条循环，不可見素材或底色	耐磨耗试验仪	不可見素材或底色，OK	合格
6	耐热测试	60±2℃的恒温箱放置72小时，	恒温箱	不可有膨胀、剥离、断裂、表面起皮、明显变色、光泽明显改变等现象，OK	合格
7	耐湿测试	50±2℃、湿度98±2%、在饱和蒸汽中放置24小时， 试验后1小时内判定。	恒湿箱	不可有膨胀、剥离、断裂、表面起皮、明显变色、光泽明显改变等现象，OK	合格
8	冷热冲击测试	60±2℃/2Hr，-20±2℃/2Hr，3个循环，试验后1小时内判定。	恒温箱	不可有膨胀、剥离、断裂、表面起皮、明显变色、光泽明显改变等现象，OK	合格

[0181] 外观检测结论：

[0182] 1、针对印刷图案偏移，模具与膜片的定位不精确的问题，

[0183] 1)以模具动模板为基准，对模具外形整体进行加工，生产时以水平仪校准模具水平；

[0184] 2)在模具动模板上下端加工、安装标示块，用对模具与膜片进行定位；

[0185] 可以看出，采用以上方式后，偏移量数值明显减小，人工调整次数减少，生产效率显著提高，定位精度也得到进一步保证。

[0186] 2、针对印刷图案附着力问题，对于产品印刷附着力不合格的检测，行业采用的一种方法是：在一定图案面积范围，采用将“3M”胶带贴于印刷部位，停留60S±30S，然后以45

度角的方向迅速拉起胶带，连续测三次。如胶带粘甩的涂层面积占印刷图案面积的≧20％，判定产品附着力主不合格。如胶带粘甩的涂层面积占印刷图案面积的≧10％，判定产品附着力次要不合格。如胶带粘甩的涂层面积占印刷图案面积的≦5％，判定产品附着力合格。

[0187] 曲面视窗产品在试模、打样开始时，采用此种方法检测，胶带粘甩的涂层面积占印刷图案面积的≧20％，“纠偏线”脱落其白色附着力不合格。因此，试模中尝试通过对注塑工艺参数进行调整，提高产品的附着能力。一般，产品的附着力主要与模温、料温、注塑压力参数相关。但又不能无限制提高这些参数，提高太多又会影响产品的冷却定型，从而增加产品成型周期，降低生产效率。调整工艺参数，模温、料温及注射压力升高时，油墨粘甩面积在逐渐的下降。当模具温度为70℃，料温220℃，注射压力43MPa时，粘甩面积降为5％，达到合格，此时产品图案的附着力满足要求。

[0188] 3、针对产品表面脱色及油墨被冲刷

[0189] 在前期生产过程中出现了膜片油墨被冲刷，产品出现外观缺陷现象。一般，产品表面脱色是由于膜片未能正常覆盖到塑胶件表面或膜片油墨冲刷引起的，在模具设计中如果浇口的尺寸较小，同时又对着一个宽度和厚度都比较大的型腔，当高速塑料熔体通过浇口时，由于受到很高的剪切应力，将会产生熔体破裂现象。有时，塑料熔体从型腔一端喷射到另一端，使制件产生波纹等缺陷，喷射还会使型腔中气体难以排出，从而在制品中形成气泡或使塑件烧焦。因此，注塑工艺、模具方面要注意和检查：

[0190] 1)水口设计是否合理，有无压力集中导致冲膜现象

[0191] 2)模具表面及零件是否有油污

[0192] 3)料温、前模温度是否偏低

[0193] 4)注塑机注塑参数设置是否合理

[0194] 由于该产品形状为平板形式，前期设计时，浇口直接正对型腔大面，注塑时产品出现油墨冲刷、产品表面脱色现象。为解决此问题，在浇口进胶前端增加长15，宽1.5，高0.3的凸台，使高速熔料冲击凸台，降低流速，改变了塑料流向，解决了该缺陷，产品性能，合格率得以提升，使产品实现批量生产。

[0195] 4、针对产品裂纹

[0196] 曲面视窗产品中有23-Φ1.8小孔，其在产品上分布是不均匀的。在模具设计初期因考虑23-Φ1.8孔小，其包紧力对顶出的影响不大，因此在模具设计中，顶杆布置采用了如图7所示排布。

[0197] 在试模、打样时，模具脱模后，产品孔易裂，试模生产中必须通过使用脱模剂方可缓解该缺陷。经过对开裂产品的分析，由于该曲面视窗产品成型材料为PMMA，材料脆性且该产品形状为平板形式，成型有较多小孔，布置有小顶杆进行顶出。如果孔的包紧力、产品顶出力不均匀或制造装配出现顶出不平衡都会使脱模后，产品易裂缺陷。由于模具顶出机构重新布置加工难度较大，有可能会造成整个模具的报废，为此，解决该问题考虑将该产品易裂处小孔脱模斜度进一步加大，减少小孔脱模时孔脱模方向与产品脱模方向的夹角，减少小孔受顶出不平衡的影响而产生裂纹。脱模角与裂纹孔数量的试验结果见表8。

[0198] 表8脱模角与裂纹孔分析数据

[0199]

序号	脱模角（°）	裂纹孔数量		判定结果		修模判断
		#1	#2	#1	#2	
1	0.50	12.00	12.00	N	N	修模
2	1.00	9.00	8.00	N	N	
3	1.50	4.00	4.00	N	N	
4	2.00	0.00	0.00	Y	Y	

[0200] 经过以上修改，小孔脱模斜度由原常规设定的0.5°增加为2°，维修模具现已解决开裂问题，各批次产品均不再使用脱模剂进行产品的生产。

[0201] 5、针对产品变形

[0202] 表9产品工艺参数调整

[0203]

序号	总变形量(mm)		变形量 mm(无保压)		调整工艺参数	变形量 mm(保压)		判定结果	
	理论值	产品要求	#1	#2	保压（MPa）	#1	#2	#1	#2
1	0.7504	≦0.6	0.68	0.7	5	0.65	0.67	N	N
2					15	0.62	0.64	N	N
3					25	0.6	0.61	Y	N
4					35	0.58	0.59	Y	Y

[0204] 最终，设定保压压力为35MPa，保压速度为15cm3/s，保压时间2S，显示窗产品的总变形及各向变形均得到了较好控制。

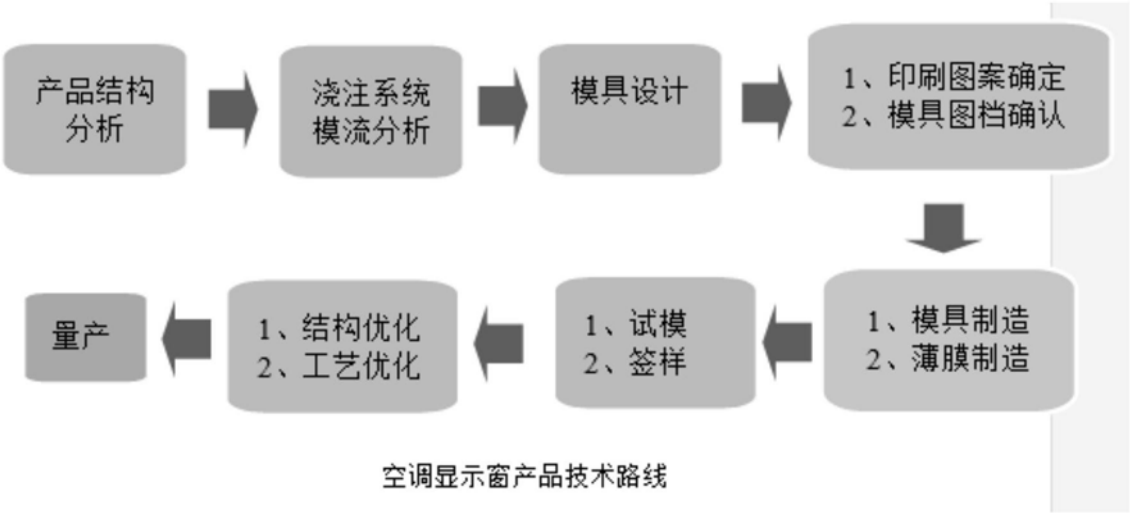

产品结构分析
浇注系统模流分析
模具设计
1、印刷图案确定
2、模具图档确认
1、模具制造
2、薄膜制造
1、试模
2、签样
1、结构优化
2、工艺优化
量产
空调显示窗产品技术路线

图1

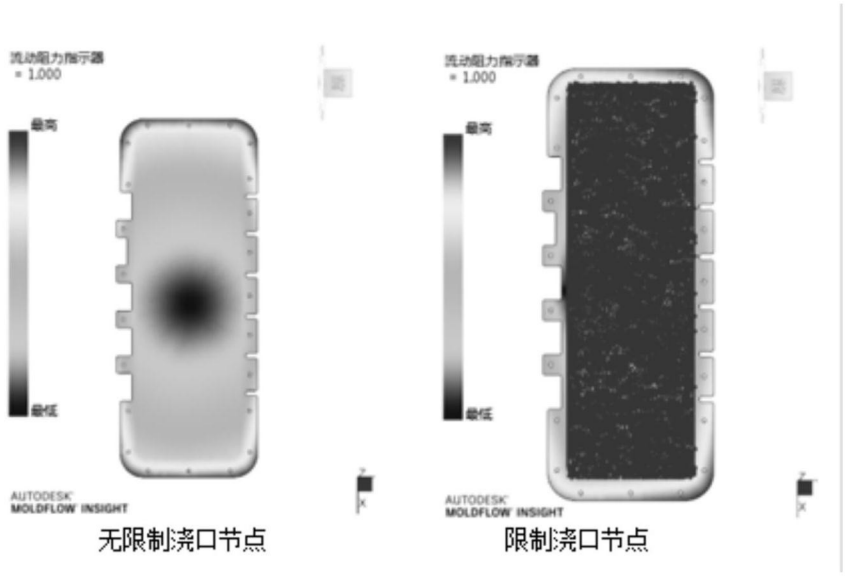

流动阻力指示器
= 1.000
最高
最低
AUTODESK
MOLDFLOW INSIGHT
无限制浇口节点
流动阻力指示器
= 1.000
最高
最低
AUTODESK
MOLDFLOW INSIGHT
限制浇口节点

图2

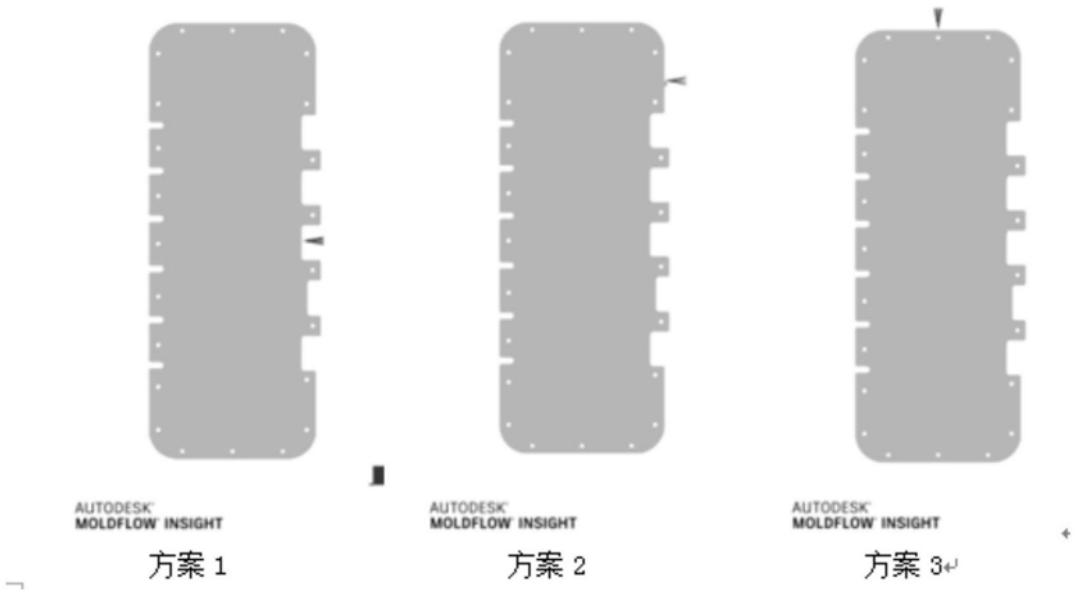

AUTODESK
MOLDFLOW INSIGHT
方案 1
AUTODESK
MOLDFLOW INSIGHT
方案 2
AUTODESK
MOLDFLOW INSIGHT
方案 3

图3

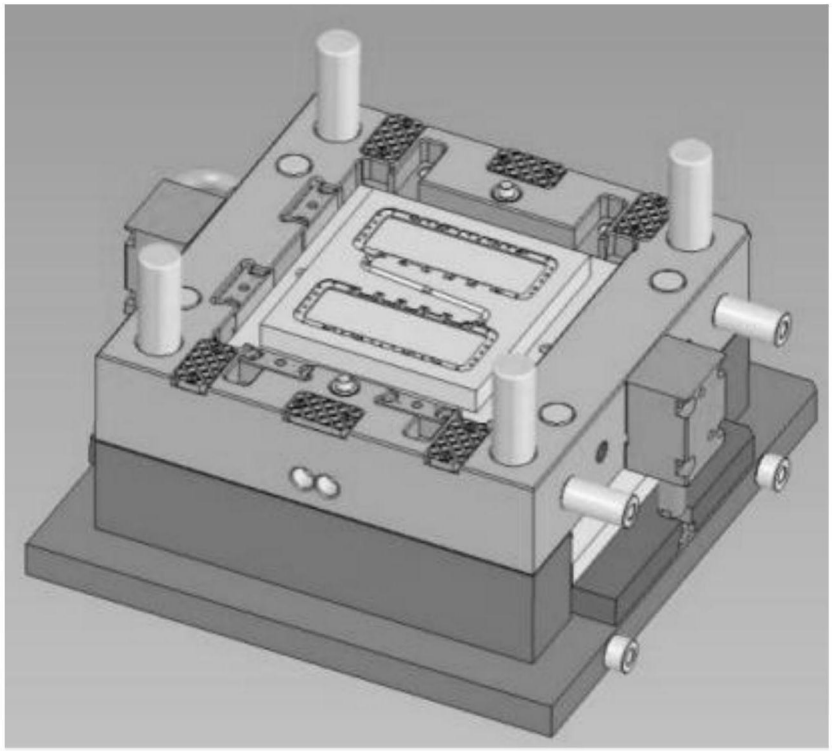


图4

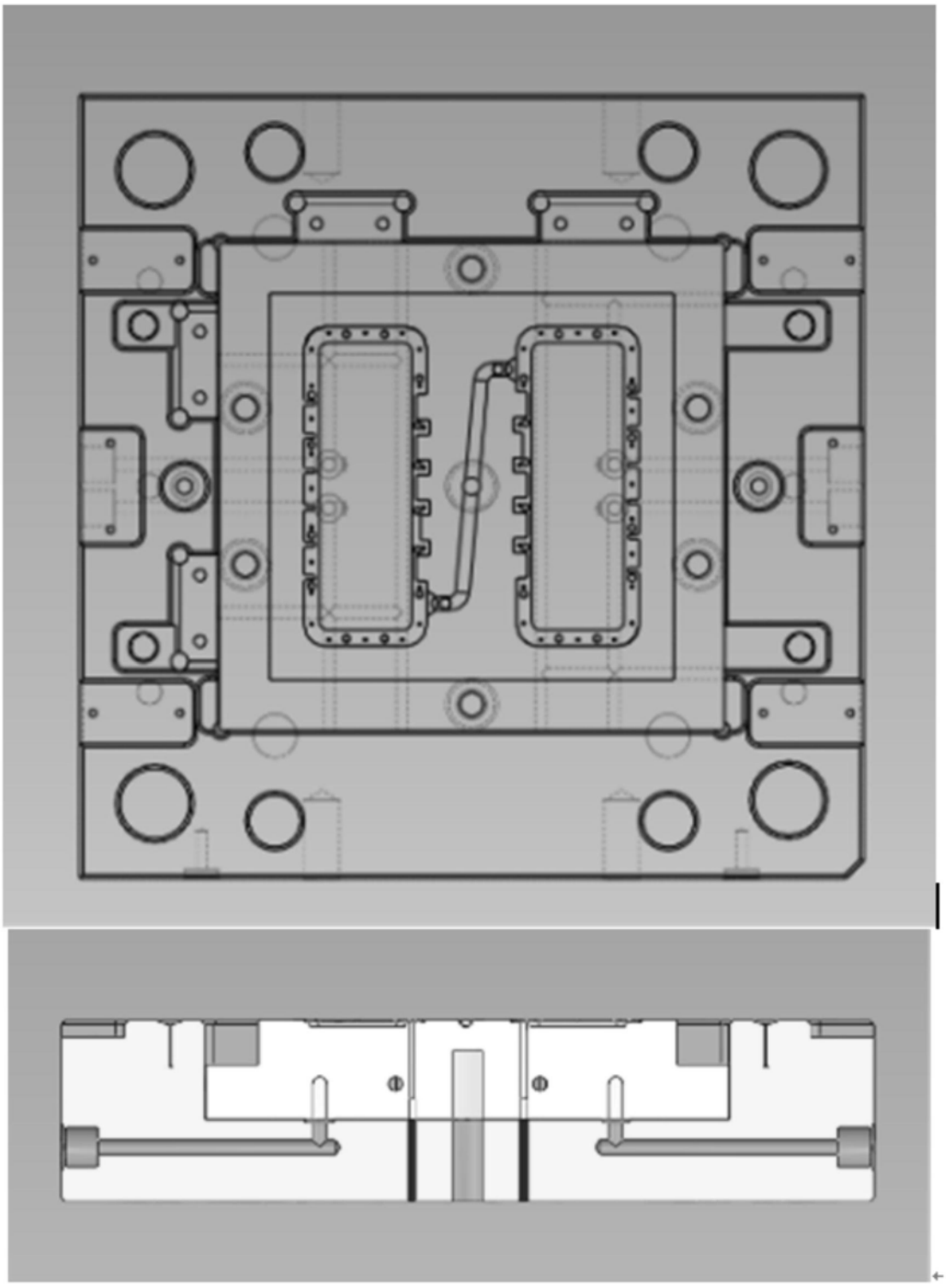


图5

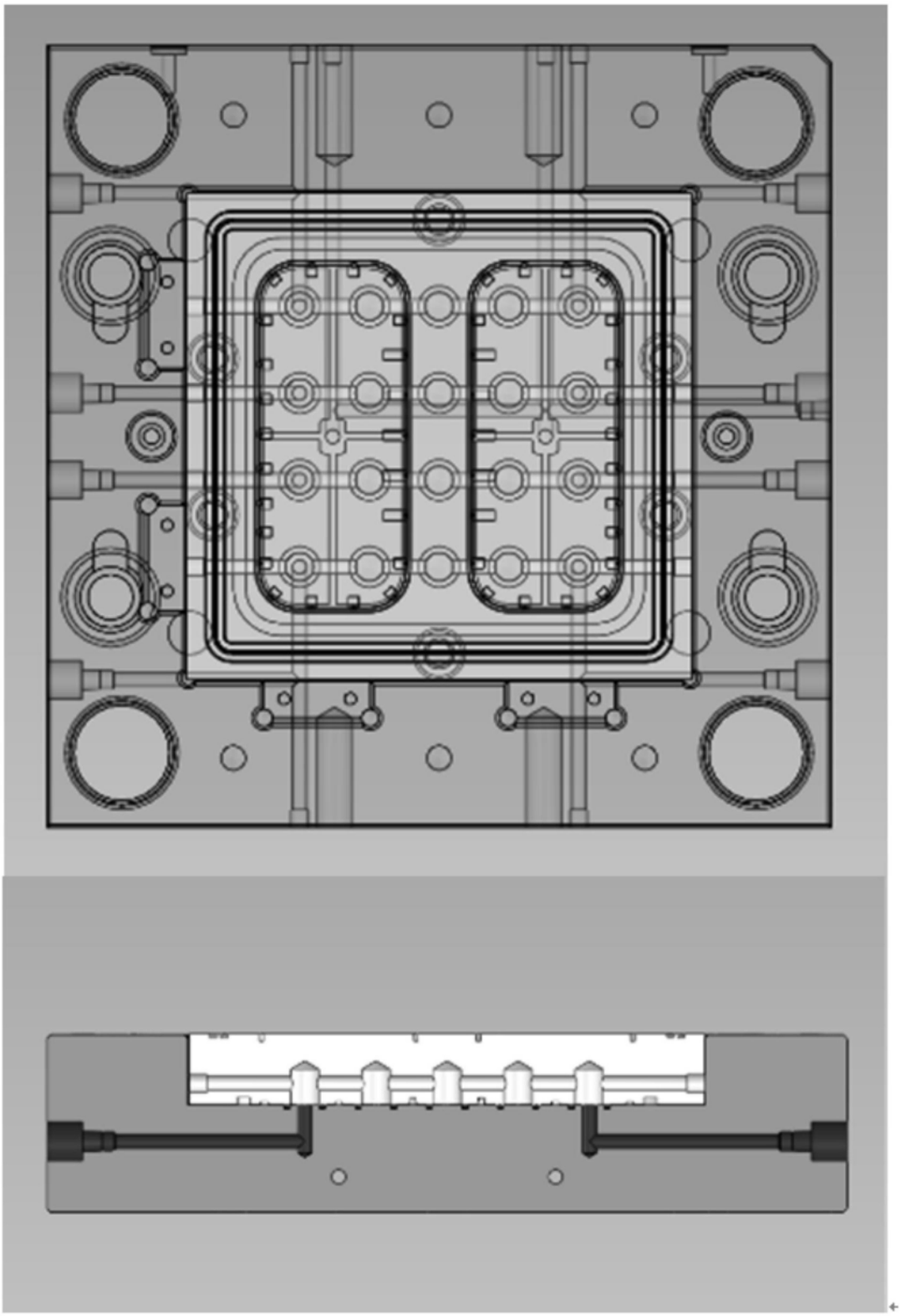


图6

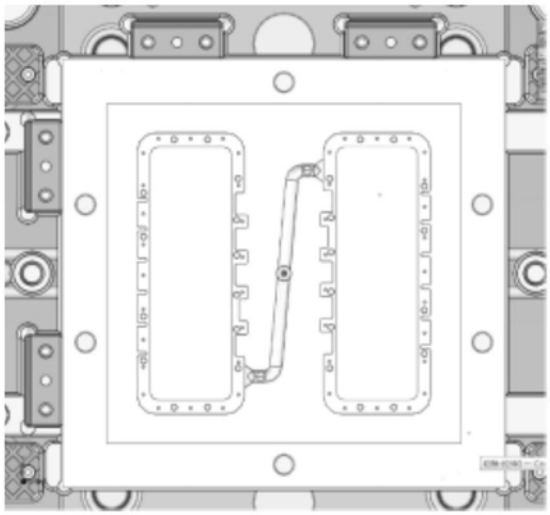


图7

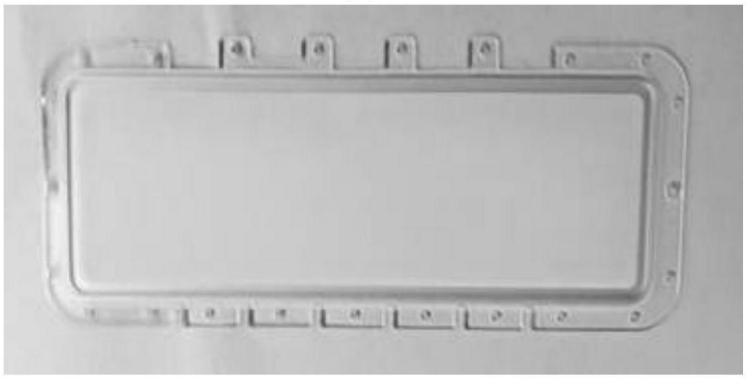


图8

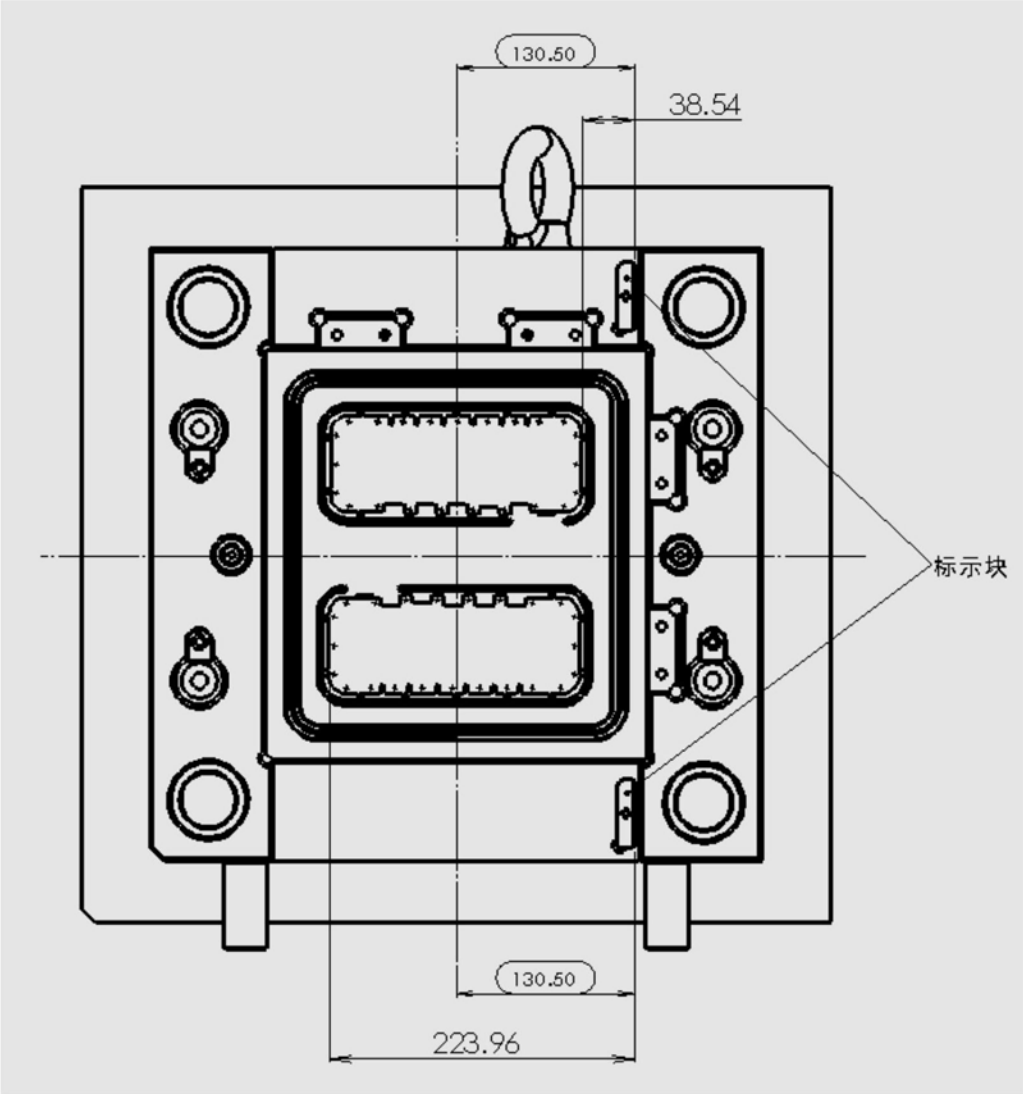


图9