

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.08.017

音响面板热流道注射模具设计*

范玉,张君伟,赵阳培

(江苏建筑职业技术学院,江苏徐州 221116)

摘要:通过对音响面板塑料件的结构及成型工艺特点进行分析,设计了音响面板热流道注射模具,对热流道浇注系统和流道板、喷嘴的热膨胀补偿进行了分析计算,模具采用单点偏心热流道设计、斜推杆抽芯成型倒扣设计。实践证明,该模具设计结构合理,在提高塑料件成型质量的同时,提高了生产效率。

关键词: 音响面板; 热流道; 浇注系统; 模具结构

中图分类号: TQ320.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)08-0073-04

Audio Panel Hot Runner Injection Mold Design

Fan Yu, Zhang Junwei, Zhao Yangpei

(Jiangsu Institute of Architecture, Xuzhou 221116, China)

Abstract : Through analyzing structure and molding characteristics of audio panel plastic parts, the hot runner injection mold for audio panel was designed. The emphasis was focused on the thermal expansion compensation calculation of pouring system, hot runner manifold and nozzle. Hot runner mold used a single point of eccentric design, and lifter pulling molding upside down design. Practice proves that the design of the mold structure is reasonable, which can not only improve plastic molding quality, but also increase production efficiency.

Keywords : audio panel ; hot runner ; gating system ; mold structure

热流道技术是国家制造业大力发展的一项新技术,与普通注塑模相比,注塑模具采用热流道注射成型工艺,不仅可以节约原材料20%以上,还可以提高生产效率,同时使塑料保持最佳熔融状态,更好地传递注塑压力,从而可以显著提高塑料件质量^[1]。因此,在产品质量要求高,且生产批量很大时,宜采用热流道注射成型工艺。

1 塑料件材料及结构分析

音响面板的结构如图1所示,外形复杂,边缘为圆角过渡;内表面有安装配合面及安装倒扣,塑料件内部的安装倒扣采用内侧分型与内抽芯机构。音响面板的材料选择台湾奇美公司生产的丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料,这种材料同时具有优良的耐热耐候性、尺寸稳定性、耐冲击性能及加工流动性。音响面板为外观件,要求其有良好的经济性和装配性,

这就对该塑料件的热流道模具的设计提出了较高的要求。

2 模具设计

依据音响面板的工艺分析,由于塑料件的结构较复杂,质量要求高,不允许在外表面进料,必须在侧面进料,且浇口为扇形,故将模腔放置在定模上,应用顶杆顶出机构进行脱模。模具采用一模一腔,并采用动、定模腔整体镶入式设计。模腔镶块采用预硬型模具钢,牌号为SF2000,模芯镶块选用的预硬模具钢牌号为P20。

2.1 浇注系统设计

(1) 热流道结构选择。

音响面板的外表面不允许有任何痕迹,只能从塑料件的侧面进料,所以模架采用标准形式。采用单点偏心热流道结构,将主流道设计在模具的中心位置,通过热流道分流板使热喷嘴处于模具的一侧,

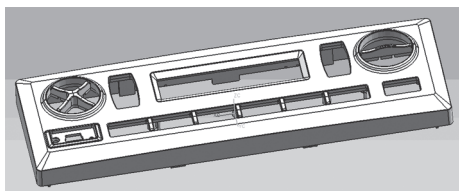


图1 音响面板

* 国家青年科学基金项目(51305178),徐州市科技项目(XM13B112)

联系人: 范玉,副教授,高工,主要从事模具设计与制造教学与科研工作

收稿日期: 2015-05-12

在热喷嘴流道处设计扇形进料浇口。

(2) 热流道浇注系统设计。

热流道模具浇注系统主要由主流道、分流道、浇口组成。设计主流道和浇口的直径。首先按塑料剪切速率确定喷嘴内流道直径 d_1 , 可由流变学公式计算得:

$$d_1 = \frac{1.366}{\sqrt[3]{\gamma_1}} \sqrt[3]{\frac{q_1(3m+1)}{m}} \quad (1)$$

式中: γ_1 ——剪切速率;

q_1 ——通过喷嘴的流速;

m ——熔体流动速率。

计算的熔体体积 $V=65 \text{ cm}^3$, 根据注塑机公称注射量与注射时间的关系^[3], 得注射量 65 cm^3 的填模时间为 1 s 。则通过喷嘴的流速: $q_1=V/t=65/1=65(\text{cm}^3/\text{s})$ 。

热流道多喷嘴系统各流程的合理剪切速率 $\gamma_1=1200 \text{ s}^{-1}$ 。

计算得喷嘴内流道直径:

$$d_1 = \frac{1.366}{\sqrt[3]{1200}} \sqrt[3]{\frac{65 \times (3 \times 0.413 + 1)}{0.413}} = 11.2(\text{mm})$$

同样方法计算浇口直径 d_2 , 喷嘴浇口的合理剪切速率 $\gamma_2=3500 \text{ s}^{-1}$ 。

$$d_2 = \frac{1.366}{\sqrt[3]{3500}} \sqrt[3]{\frac{65 \times (3 \times 0.413 + 1)}{0.413}} = 3.05(\text{mm})$$

由计算结果确定喷嘴内流道直径为 11 mm , 浇口直径为 3 mm ^[3]。

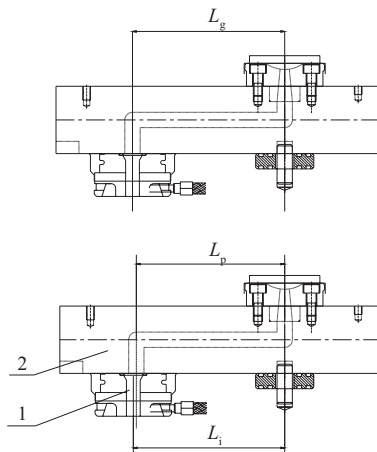
2.2 流道板的热膨胀补偿分析计算

注塑模具热流道装置在室温下装配, 而热流道板、喷嘴和承压圈在定模内, 注射加工时有热膨胀, 须进行喷嘴、热流道板、热流道板上喷嘴轴线方向的热膨胀补偿计算。

(1) 流道板的横向热膨胀补偿计算。

由于热流道板与型腔板之间存在较大温差, 因此要考虑流道板的热膨胀补偿, 以优化充模。在室温下安装时, 流道板流道出口轴线至模具轴线的距离应小于热喷嘴轴线至模具轴线的距离^[2-3], 如图 2 所示, 以使模具工作中热流道板和热喷嘴之间的平面相对滑移, 保证流道板出口轴线与热喷嘴轴线重合。在室温下, 流道板流道出口轴线至模具轴线的尺寸为 L_p , 热喷嘴轴线至模具轴线的距离为 L_i ; 工作温度下流道板出口轴线至模具轴线的距离为 L_g ^[3], 有:

$$L_g = L_p[1 + \alpha_1(T_f - T_i)] \quad (2)$$



1—热喷嘴; 2—热流道板

图 2 流道板的横向热伸长

$$L_g = L_i[1 + \alpha_2(T_m - T_i)] \quad (3)$$

式中: T_f ——热流道板的工作温度, 取 325°C ;

T_m ——定模板的工作温度, 取 125°C ;

T_i ——室温, 取 20°C 。

设计图纸上 $L_i=117.5 \text{ mm}$, 热流道板用 Cr12 材料, 其热膨胀系数 $\alpha_1=11.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$; 定模板用 P20, 其热膨胀系数 $\alpha_2=12.8 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 。在高温工作状态下, 流道板出口轴线应与热喷嘴轴线重合, 将上述参数代入式 (2)、(3), 可计算得到: $L_p=117.2 \text{ mm}$, $L_g=118.28 \text{ mm}$ 。

通过计算可知, 在室温下, 流道板流道出口轴线至模具轴线的尺寸 L_p 是 117.2 mm , 工作温度下流道板出口轴线至模具轴线的距离 L_g 是 118.28 mm , 模具的流道板热喷嘴的横向位置会有较大的补偿量, 应准确计算。

(2) 流道板热喷嘴轴线方向的热膨胀补偿计算。

为保证热流道板系统安装正确, 要对喷嘴轴线方向的热膨胀补偿计算, 使承压板与定模固定板在装配温度下有合理的间隙, 如图 3 所示。

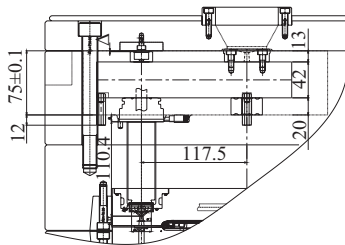


图 3 喷嘴轴线方向预留合理的间隙量

根据设计图纸可知, 喷嘴座高 $L_1=28 \text{ mm}$, 热流道板厚 $L_2=42 \text{ mm}$, 承压板厚 $L_3=13 \text{ mm}$ 。

① 模具固定板上的许用热应力计算。

热流道板系统轴线热膨胀后,作用在模具固定板(热膨胀系数 $\alpha=12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$)上的热应力 $\sigma=\alpha E \Delta T=\alpha E(T_f-T_m)=12 \times 10^{-6} \times 2.1 \times 10^5 \times (325-125)=504(\text{MPa})$ 。

固定板材料的屈服应力 $\sigma_y=800 \text{ MPa}$,取安全系数 $n=2$ 得许用压应力 $[\sigma]_p=\sigma_y/n=400 \text{ MPa} < 504 \text{ MPa}$ 。

②流道板系统轴线方向预留间隙(Δ)的计算。

工作温下热流道板系统零部件在轴线方向的总伸长量 $L_0=L_1+L_2+L_3=83 \text{ mm}$ 。

为计算预留间隙,在工作时,流道板系统在轴线方向的热膨胀量 $\Delta L_0=\alpha L_0 \Delta T=12 \times 10^{-6} \times 83 \times (325-125)=0.2(\text{mm})$ 。

为使 $[\sigma]_p < \sigma$,热流道板系统在安装时,喷嘴轴线方向预留合理的间隙量 Δ 。

当 $\Delta=0$, $\Delta L_0=0.2 \text{ mm}$ 时,会损伤定模固定板的接触表面,所以 Δ 应小于 0.2 mm ,以保证一定的弹性应力。

(3) 喷嘴的热膨胀计算。

工作温度下喷嘴的长度 $L_z=110.4 \text{ mm}$ (图3所示),喷嘴的工作温度 $T_z=300^\circ\text{C}$,定模板的温度 $T_m=50^\circ\text{C}$,喷嘴材料为中碳合金钢,其热膨胀系数 $\alpha=12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$,现计算室温下喷嘴的长度 $L_t=L_z[1-\alpha(T_z-T_m)]=110.4[1-12 \times 10^{-6}(300-50)]=110(\text{mm})$ 。

2.3 抽芯机构和顶出机构设计

由于音响面板塑料件的内部结构复杂,有较多筋位和安装倒扣,这些结构的成型直接影响塑料件的安装功能。对于安装倒扣,有侧向的凹凸结构,不能直接成型,因此必须设计侧向成型与抽芯机构。由于零件内侧有2个安装倒扣,两个倒扣的侧向抽芯距都较小,因此采用斜推杆内侧成型与抽芯结构^[4,7]。为保证塑料件正常推出,采用推杆、斜推杆联合推出机构。

2.4 排气机构及冷却水道设计

由于模具的型腔、型芯采用镶拼结构,镶件与模腔之间留有的空隙可以排气。另外,模具上数量较多的斜推杆、推杆、推管等活动零件,也有利于注射时的排气^[5,7]。

模具的冷却水道应使塑料件的冷却速度均匀,避免在冷却过程中产生内应力。由于定模模腔有热流道系统,只能设置一组冷却水道;动模由于有斜推杆、推杆、推管等推出机构,在模腔外侧设置一组环形冷却水道。共设置两组环形冷却水道,在动、定

模腔内侧设置八根环形冷却水道,如图4所示^[6]。

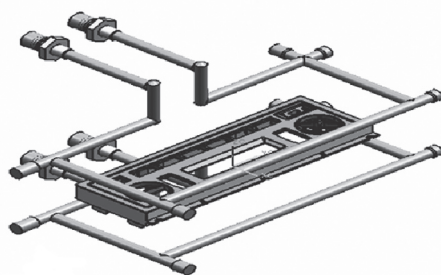
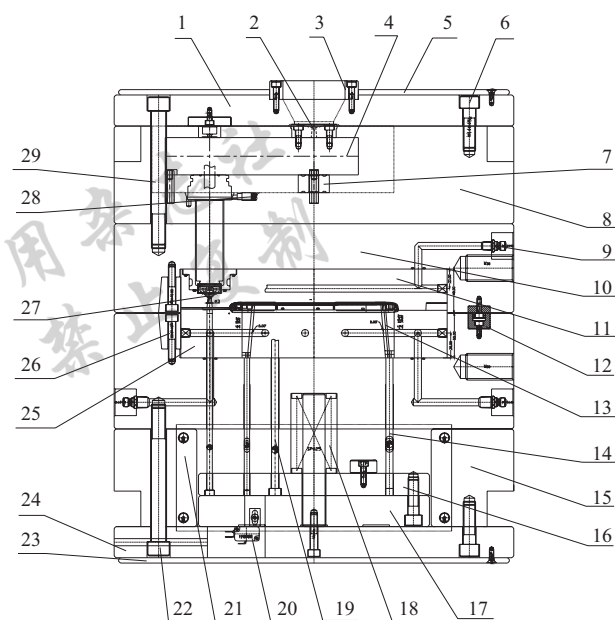


图4 冷却系统

3 模具整体结构及工作过程

模具的整体结构如图5所示。



- 1—定模固定板; 2—浇口套; 3—定位圈; 4—热流道分流板;
5, 23—隔热板; 6, 22, 29—螺钉; 7—隔热垫; 8—热流道支撑板;
9—垫板; 10—定模板; 11—型腔块; 12—精定位块; 13—斜抽芯;
14—斜推杆; 15—模脚导柱; 16—推杆固定板; 17—推杆垫板;
18—复位弹簧; 19—推杆; 20—行程开关动模座板; 21—侧板;
24—动模座板; 25—型芯板; 26—锁紧块; 27—热喷嘴; 28—密封圈

图5 热流道模具的整体结构

模具工作原理如下:合模过程中,在导柱导套、精定位块12的共同作用下,模具闭合后,熔融的塑料经热流道分流板内的流道中从热喷嘴27进入浇口后,注入注塑模具的模腔,保压冷却完成后,注塑机带动动模部分向后移动打开分型面,热喷嘴27与浇口凝料脱离,塑料件留在动模上。随后,注塑机顶杆推动推杆垫板17及推杆固定板16向前运动。在推出过程中,斜推杆14等在推出塑料件的同时进行侧向抽芯,推杆、推管一起推出塑料件。塑料件脱模后,在预复位弹簧及复位杆的作用下,推出机构复

位,随后,注塑机带动动模部分合模,待动、定模完全闭合后,完成一个工作过程^[7-8]。

4 结语

对音响面板塑料件的材料及结构进行了分析,重点对热流道浇注系统、流道板的热膨胀补偿和流道板、热喷嘴轴线方向的热膨胀补偿进行了分析计算,设计了音响面板热流道模具结构图。实践证明,设计制造的热流道模具结构合理,投入批量生产,生产出的塑料件质量达到设计要求。在大批量生产条件下,采用热流道技术虽然增加了模具制造的难度和复杂性,但它能减少流道废料,缩短成型周期,提高塑料件质量,降低成本,提高效益。

参考文献

- [1] 夏天,范进桢.大尺寸电视面框热流道注射模具设计[J].工程塑料应用,2014,42(9):58-62.
Xia Tian, Fan Jinzhen. Design of injection mold with hot runner for large-size television surface frame[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(9):58-62.
- [2] 高汉华,何冰强.塑料成型工艺与模具设计[M].2版.大连:大连理工大学出版社,2009.
Gao Hanhua, He Bingqiang. Plastic molding process and die design [M]. 2nd Ed. Dalian: Dalian University of Technology Press, 2009.
- [3] 徐佩弦.塑料注射成型与模具设计指南[M].北京:机械工业出版社,2013.
Xu Peixian. Plastic injection molding and mold design guide[M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2013.
- [4] 弗伦克勒,扎斯托夫斯基.注射模具的热流道[M].北京:化学工业出版社,2004.
Fren Koehler, Minkowski tie Stowe. Hot runner injection mold[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004.
- [5] 何冰强,廖春玲,肖国权.餐具盒热流道注射模具设计[J].工程塑料应用,2012,40(12):68-71.
He Bingqiang, Liao Chunling, Xiao Guoquan. Design of injection mould with hot runner of tableware box[J]. Engineering Plastics Application, 2012, 40(12):68-71.
- [6] 芦亚萍.塑料成型工艺与模具设计[M].北京:清华大学出版社,2010.
Lu Yaping. Plastic molding process and die design[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2010.
- [7] 任长春,窦宝林.浇口偏置笔记本电脑外壳注塑模设计[J].工程塑料应用,2012,40((8):64-67.
Ren Changchun, Doubao Lin. Design of injection mold with offset gate for notebook computer cover[J]. Engineering Plastics Application, 2012, 40((8):64-67.
- [8] 肖小峰,宋琪,薛琼.基于 Pro/E 旋转桶热流道注塑模设计[J].塑料,2012,41(1):101-104.
Xiao Xiaofeng, Song Qi, Xue Qiong. Design of spin-tub's hot runner injection mold based on Pro/E[J]. Plastics, 2012, 41(1):101-104.

索尔维 55 亿美元巨资收购美国 Cytec

总部位于比利时布鲁塞尔的化学品生产巨头索尔维公司宣布,计划以 55 亿美元收购美国复合材料生产商 Cytec Industries 公司。

Cytec 公司 20 亿美元的年销售额中,复合材料占比 2/3。该公司专注于航空复合材料,但索尔维在汽车 OEM 和一级供应商中的强势地位,有望催生轻型汽车复合材料的新应用。

索尔维公司 CEO Jean-Pierre Clamadieu 在新闻稿中说,拟议的此次收购是该公司“扩大航空和汽车领域高级轻型材料产品的独一无二的机会,同时还将加强其在采矿化学品方面的专长。”

美国市场咨询公司 Mathelin Bay Associates LLC 总经理 Phil Karig 说,索尔维出价优厚,“无疑看到了在全球汽车市场发展和扩大 Cytec 的复合材料及相关系统销售带来的更多机会。”

他还表示,从“绿色角度”来看, Cytec 产品可通过为飞机与汽车减重,以节省化石燃料。该公司的复合材料和薄膜产品也让索尔维更多地接触到可再生能源市场,如风轮机和太阳能板。

Cytec 公司的聚合物航天产品包括热固性和热塑性预浸料坯、预成型和树脂注射系统料。在汽车市场, Cytec 公司生产预浸料坯、树脂系统料和粘着剂,用于复合材料对复合材料、复合材料对金属以及金属对金属粘结。

Cytec 公司还生产聚合物添加剂,专长是紫外光稳定剂。这家位于美国新泽西州 Woodland Park 的公司在全球有 4600 名员工。其 2014 年销售额为 20 亿美元,比 2013 年攀升近 4%,其中半数以上来自北美。

Cytec 公司 CEO Shane Fleming 说,索尔维在特种聚合物和制剂方面的专业知识将推动 Cytec 的进一步增长。

索尔维以每股 75.25 美元的价格以现金形式收购该公司。Cytec 在宣布收购交易前一天的股价为 58.39 美元。

Cytec 公司 2015 年上半年销售额基本上保持在 10.2 亿美元。上半年公司利润下滑 25% 至 9 720 万美元,大部分与特殊项目有关,包括养老保险基金和重组。

Cytec 公司成立于 1993 年,当时该公司从 American Cyanamid 公司中剥离。American Cyanamid 公司曾拥有众多品牌,如 Formica, Centrum, Old Spice 和 Pine-Sol。这家现已解散的公司的其他部分分别卖给了辉瑞、巴斯夫和宝洁公司。索尔维预计该交易将在第四季度结束。(塑新网)