

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.07.011

PC 挡风玻璃板注塑工艺设计

陶永亮¹, 田雅萍²

(1. 重庆川仪工程塑料有限公司, 重庆 400712; 2. 中国重汽集团济南橡塑件有限公司, 济南 250306)

摘要: 根据聚碳酸酯(PC)挡风玻璃板的要求和PC材料的特性,论述了PC挡风玻璃板注塑工艺设计流程,包括材料选择和设备选型、材料干燥工艺设计及注塑机螺杆注塑位置的确定、注塑工艺参数的设定和回火处理工艺设计等。其中,对材料干燥设备进行了改进,对注塑机各段螺杆注塑位置进行了详细计算,对注塑温度、压力和注射速率,保压压力、速度及时间,以及模具温度和冷却时间等注塑工艺参数进行了分析与设定。经生产实践验证,挡风玻璃板的注塑工艺设计合理,成型的制品满足设计要求,得到了用户的认可。

关键词: 挡风玻璃板; 聚碳酸酯; 注塑工艺; 设计

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)07-0046-04

Injection Molding Process Design of PC Windshield Plate

Tao Yongliang¹, Tian Yaping²

(1. Chongqing Chuanyi Engineering Plastic Co. Ltd., Chongqing 400712, China; 2. Sinotruk Group Jinan Rubber and Plastic Co. Ltd., Jinan 250306, China)

Abstract: According to the requirements of polycarbonate windshield plate and characteristics of PC raw materials, the injection molding process design of the windshield plate was expounded, which including the type selection of the raw materials and injection molding machine, drying process design of the raw materials and injection position determination of screw in injection molding machine, setting of injection molding process parameters and tempering treatment process design. Among them, the drying equipment of the raw materials was improved, the each injection position of screw in injection molding machine was calculated in detail, and the injection molding process parameters including injection temperature, pressure and velocity, holding pressure, velocity and time, mold temperature and cooling time were analyzed and set. Through practical production test, the injection molding process design of the windshield plate is reasonable, the quality of the molded part meets technology requirements and it gains the acceptance of customers.

Keywords: windshield plate; polycarbonate; injection molding process; design

1 制品概述

挡风玻璃板是用于摩托车上的一个配件,如图1所示,其传统材料主要为聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA),制备方法则是采用热成型制备PMMA板材,再将其冲裁成需要的形状,但这样的加工方式存在容易划伤板材表面、生产工序多、效益低、板材浪费较大等缺陷。而若将材料换成聚碳酸酯(PC),就可以通过注射成型的方法来较好地解决热成型加工的缺陷,并大幅提升生产效率和制品表面质量。

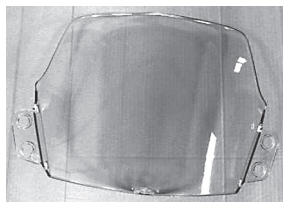


图1 挡风玻璃板制品示意图

挡风玻璃板属于外观件,表面要求高,不能

有银丝、缩痕、气斑、雾斑和变形等缺陷。同时挡风玻璃板对透光率也有一定的要求,要求透光率为85%~88%,使用较长时间(如3a以上)后的透光率不能低于85%。该制品尺寸为410 mm×400 mm×5 mm,呈圆拱弧形。

2 材料牌号选择及设备选型

2.1 材料牌号选择

挡风玻璃板材料采用透明PC,其具有较高的强度,突出的冲击韧性,良好的电绝缘性、耐热性和耐寒性,制品尺寸稳定,能在-100~130℃下长期使用。

针对挡风玻璃板的要求,选用帝人公司具有较好耐候性的牌号为Panltie L-1225Z(100K)的PC材料,其物理性能如表1所示^[1]。

联系人: 陶永亮,高级工程师,主要从事注塑模设计及工艺,注塑工艺管理等工作

收稿日期: 2014-05-08

表1 牌号为 Panltie L-1225Z(100K) 的 PC 的物理性能

项 目	数 值
密度 / (g · cm ⁻³)	1.20
熔体流动速率 / [g · (10 min) ⁻¹] (300℃, 1.2 kg)	17.5
透光率 / %	88
热变形温度 (0.45 MPa) / °C	141
热变形温度 (180 MPa) / °C	128
热挠曲温度 / °C	130

2.2 设备选型

挡风玻璃板模具属于1模1腔,浇注系统为热流道侧浇口。注塑制品含浇口质量为970.4 g,无浇口时质量为943.4 g,浇口质量为27 g。

对其需要的锁模力进行计算,因锁模力不小于总注塑压力的1.5倍^[2],即:

$$F=1.5PA \quad (1)$$

式中: F ——所需锁模力, N;

P ——型腔单位面积的注塑压力, Pa;

A ——型腔(包括浇注系统)的投影面积, m²。

其中:

$$P=P_B K_C K_S \quad (2)$$

式中: P_B ——基本压力, MPa;

K_C ——依制品几何形状的复杂程度而异, PC 的 $K_C=1.4$;

K_S ——系数,取值1~5。

厚度为5 mm,侧浇口进料,型腔最长流程为400 mm(不计浇口),即流程和厚度之比 $L/t=400/5=80$,然后查 P_B 与 L/t 的关系图表^[2]得 $P_B \approx 13$ MPa,取系数 $K_S=1$,由式(2)得 $P=13 \times 1.4 \times 1=18.2$ (MPa) $=18.2 \times 10^6$ Pa。

而 $A=400 \times 410 / 100=1\,640$ (cm²) $=0.164$ m²,则由式(1)可得 $F=1.5 \times 18.2 \times 10^6 \times 0.164=4.4772 \times 10^6$ (N) $=4\,477.2$ kN。

根据计算得到的锁模力选择宁波海天塑料机械有限公司的型号为HTF450-3B的注塑机,其螺杆直径为80 mm,合模力4500 kN,注塑容量1858 cm³,可满足使用要求。

2.3 材料干燥工艺设计及螺杆各段注塑位置确定

(1) 材料的干燥设计。

PC对水敏感性强,高温下易水解,易导致制品产生内应力,故在成型前必须经过严格的干燥处理后才能注塑。一般干燥温度为115℃ $\pm$ 5℃,干燥时间通常为8 h以上^[3]。一般使用固定在注塑机上的热风斗式干燥机对PC进行干燥,但由于热风斗式干燥机的入口为开放式,其并不适用于表面要求较

高的挡风玻璃板,因此需要对热风斗式干燥机进行改造。笔者在干燥机顶部安装一个真空吸料机,在原有的空气入口处安装加热循环过滤器,相当于改造成一台热风式循环空气干燥机,这对防尘净化和保温具有一定的改善作用,提高了PC的干燥效果,其结构如图2所示。检查PC是否干燥完全,可用两片载玻片在270℃的热板上加热1~2 min,将3~4粒干燥好的PC粒子夹在两片载玻片之间,并轻缓加压,使粒子熔融,如熔融后无气泡则视为干燥完全^[4]。



图2 改进后的热风斗式干燥机

(2) 注塑机螺杆各段注塑位置确定。

注塑机螺杆有效行程=注塑容量/螺杆截面积 $=1\,858 \times 10^3 / (\pi \times 80^2 / 4)=369.8$ (mm)。

螺杆在料筒中有效行程内的注塑量=注塑容量 $\times$ 材料密度 $=1\,858 \times 1.2=2\,229.6$ (g),则注塑机螺杆在料筒内的单位行程(即注塑1 g PC所需要的行程) $=369.8 / 2\,229.6=0.1658$ (mm/g),故注塑质量为970.4 g的制品所需的螺杆行程 $=970.4 \times 0.1658=160.95$ (mm),假设垫料量(因熔体冷却而产生体积收缩,故在保压时需保证还有料进入型腔进行补偿,这一部分补进的物料质量称为垫料量)所需的行程为10 mm,故螺杆最终行程 $=160.95+10=170.95$ (mm)。

一般注塑机上有3级注塑设置,将螺杆注塑过程分为3段,实际注塑中一般以注塑结束时螺杆前端所在的位置为原点,在此基础上设定每一段注塑过程结束时螺杆前端相对于原点的距离,即各段的注塑位置,其计算方式如下^[3]:

在注塑第1段(浇口段)注塑的物料质量设定为浇口质量27 g,则注塑第1段的螺杆行程 $=27 \times 0.1658=4.48$ (mm),由此得出第1段注塑结束时,螺杆前端相对于原点的距离 $=170.95-4.48=166.47$ (mm),即第1段的注塑位置设定为166.47 mm;

在注塑第2段(成型段)注塑的物料质量设定为制品质量的97%,其值 $=943.4 \times 97\% =$

915.098 (g),则注塑第2段的螺杆行程 $=915.098 \times 0.1658=151.72$ (mm),由此得出第2段注塑结束时,螺杆前端相对于原点的距离 $=166.47-151.72=14.75$ (mm),即第2段的注塑位置设定为14.75 mm;

在注塑第3段(保压段)注塑的物料质量设定为制品质量的3%,其值 $=943.4 \times 3\% = 28.302$ (g),则注塑第3段的螺杆行程 $=28.302 \times 0.1658=4.69$ (mm),由此得出第3段注塑结束时,螺杆前端相对于原点的距离 $=14.75-4.69=10.06$ (mm),即第3段的注塑位置设定为10.06 mm。

最后剩余的10.06 mm与设定的垫料量所需行程10 mm基本吻合,说明以上注塑位置的计算基本正确。目前,对于表面质量要求较高的制品,常把注塑第2段(成型段)进一步分解为多段注塑,以求通过此法消除成型中制品表面的缺陷。目前,塑机厂家生产的注塑机已有6段的注塑设置,甚至还有10段注塑设置。笔者则将注塑第2段进一步分解为2段,形成4段注塑,这样4段的注塑位置分别最终设定为166.5,35.8,14.7,10 mm。

2.4 注塑工艺参数设定

(1) 注塑温度设定。

PC成型温度较高,为280~320℃,故在不使树脂分解的前提下,应尽可能提高注塑温度。PC的熔体黏度对温度变化十分敏感,故注塑温度选择越高,树脂中分子链运动越自由,黏度越低,熔体流动性越好,从而有助于制品的成型并减少内应力。一般在低的剪切速率下,温度每降10℃,PC的熔体黏度平均增加1.04倍。但注塑温度过高,将会有PC树脂分解、制品变色等问题,尤其会影响制品力学性能。基于以上分析,挡风玻璃板注塑温度设定为喷嘴304℃、注塑第1段314℃、注塑第2段310℃、注塑第3段300℃、注塑第4段285℃、热流道温度均为285℃。

(2) 注塑压力和注射速率设定。

在注塑第1段,PC注射速率不宜过高,速率太高易在浇口处产生雾斑,注塑压力也不宜过高;在注塑第2段,采用较高的注塑压力有助于提高制品的密度和力学性能,减少制品表面收缩;在注塑第3段,对于注塑压力和注射速率应选择中压和低速;在注塑第4段,注射速率过高可使模腔内排气不畅,易导致制品烧焦,而过大的注塑压力,容易使制品有飞边,故对于两者应选择低压和低速。基于以上分析,挡风玻璃板注塑压力设定为注塑第1段9.6 MPa、

注塑第2段12.5 MPa、注塑第3段9.0 MPa、注塑第4段7.5 MPa;注塑第1段的注射速率为最大注射速率的17%(最大注射速率即为控制注射的电液比例控制阀100%打开时的注射速率)、注塑第2段的为98%、注塑第3段的为28%、注塑第4段的为25%。

(3) 保压压力、速度和时间设定。

一般注塑机保压过程为3段,保压第1段是保压开始的阶段,需要较高的保压压力和较快的保压速度,保压时间为2 s,以便使补偿体积收缩的料量充足;保压第2段的压力和速度比1段略有下降,保压时间1.5 s;保压第3段的位置离浇口最近,考虑浇口凝固时间和附近内应力增大情况,选择低压、低速,保压时间为0.5 s。因此,挡风玻璃板保压压力设定为保压第1段6.4 MPa、保压第2段6.2 MPa、保压第3段3.5 MPa;保压第1段的保压速度为最大保压速度的41%(最大保压速度即为控制保压的电液比例控制阀100%打开时的保压速度)、保压第2段的为35%、保压第3段的为32%;保压总时间为4 s。

(4) 模具温度设定。

模具温度的选择对PC成型十分重要。提高模具温度,有利于PC的流动,有利于制品的缓慢冷却,减少制品的内应力,提高制品的强度和表面光洁度。如果模具温度较低,PC熔融注入模具型腔后,冷却速度较快,熔体温度受到低模具温度的影响而迅速下降,熔体黏度变大,则PC在型腔中流动变得困难,制品熔接痕增多,甚至会导致注塑不足的现象。对于PC一般选择较高的模具温度,可采用油温机将模具加热到一定的温度,最高可达150~160℃,实际中根据制品要求控制动定模的温度为110~120℃^[5]。

(5) 冷却时间的设定。

由于模具温度较高,导致了制品在模具内冷却时间相对增加,模具温度的高低与熔体的冷却速度关系较大^[6],即模具温度越高制品的冷却时间也越长。挡风玻璃板冷却时间经过多次验证为 40 ± 2 s。

2.5 制品回火处理工艺设计

PC在注塑过程中,受到注塑压力、保压压力和温度等各种因素的影响,成型的制品残留内应力比较大,制品容易出现应力开裂现象,需要进行回火处理以消除内应力^[7]。对挡风玻璃板这类尺寸较大的

制品,适宜采用热风循环中回火。采用上海明瀛机械设备有限公司生产的型号为W600-44KW隧道型远红回火炉对成型的制品进行回火处理^[8],如图3所示。回火处理能大幅度降低制品内的残余应力,PC挡风玻璃板的回火处理工艺温度为 $(120 \pm 2)^{\circ}\text{C}$,回火时间为 (15 ± 1) min。



图3 隧道型远红回火炉

3 结语

根据PC挡风玻璃板的要求和PC材料本身的特性,论述了PC挡风玻璃板注塑工艺的设计流程,包括材料牌号选择、设备选型、材料干燥工艺及注塑机螺杆注塑位置的确定、注塑工艺参数的设定和回火处理工艺设计等,通过以上设计,并在实际注塑过程中对工艺参数进行多次调整,保证了挡风玻璃板制品没有银丝、缩痕、气斑、雾斑和变形等缺陷。经实践验证,挡风玻璃板注塑工艺的设计合理,成型的制品表面质量和性能均达到技术要求,并得到了用户的认可。

参考文献

- [1] 陶永亮. 轿车前照灯配光镜注塑工艺优化[J]. 汽车工程师, 2012(6):40-43.
- Tao Yongliang. Injection molding process optimization of vehicle

- head lamp chimney shell[J]. Auto Engineer, 2012(6):40-43.
- [2] 谭雪松,林晓新,温丽. 新编塑料模具设计手册[M]. 北京:人民邮电出版社,2007:140-141.
- Tan Xuesong, Lin Xiaoxin, Wen Li. New handbook of plastic mold design[M]. Beijing:Posts & Telecommunications Press, 2007:140-141.
- [3] 崔继耀,谭丽娟. 注塑成型技术难题解答[M]. 北京:国防工业出版社, 2007.6; 13-14, 20-21.
- Cui Jiyao, Tan Lijuan. Answer of injection molding technology questions[M]. Beijing:National Defence Industry Press, 2007:13-14.
- [4] 张甲敏. 注塑技术及典型工艺实例[M]. 北京:化学工业出版社, 2010:102-103.
- Zhang Jiamin. Injection molding technology and typical process instance[M]. Beijing:Chemical Industry Press, 2010:102-103.
- [5] 陶永亮. 模温机在注塑工艺中应用实例[J]. 现代塑料加工应用, 2012, 24(2):52-55.
- Tao Yongliang. Application examples of mould temperature control machine in injection molding process[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2012, 24(2):52-55.
- [6] 李光. 高分子材料加工工艺学[M]. 北京:中国纺织业出版社, 2010:353-354.
- Li Guang. The processing technology of polymer materials[M]. Beijing:China Textile & Apparel Press, 2010:353-354.
- [7] 陶永亮. 聚碳酸酯在汽车灯具上的应用与分析[J]. 塑料工业, 2014, 42(4):120-123.
- Tao Yongliang. Application and analysis of polycarbonate in automotive lamps[J]. China Plastics Industry, 2014, 42(4):120-123.
- [8] 陶永亮,谢鹏程. 汽车后灯配光镜内应力缺陷实验研究[J]. 高分子材料科学与工程, 2013, 29(9):123-127.
- Tao Yongliang, Xie Pengcheng. Residual stress experimental on defects of automobile taillight lenses[J]. Polymer Materials Science and Engineering, 2013, 29(9):123-127.

塑料复合模板行业标准出炉

日前,《建筑塑料复合模板工程技术规程》通过国家住建部建筑工程质量标准化技术委员会的审查,认定该规程总体上达到国内领先水平,标志着塑料复合模板行业标准的诞生。

《建筑塑料复合模板工程技术规程》主要对建筑工程中现浇混凝土结构和预制混凝土构件所采用的塑料复合模板的材料、设计、制作、施工和验收等应用技术提出了具体的规定,填补了国内建筑塑料复合模板应用技术标准的空白。

新型建筑塑料复合模板由四川抚州市中阳建设集团有限公司和四川省建材科研设计院合作研发而成。该类模板以回收废塑料为主体材料,以木质纤维、轻钙等为填料,添加各种助剂改性,共挤发泡成型,是一种节能环保型建筑模板。其具有防水、防潮、防晒、防火、环保节能、可循环利用、安装简单、可塑性强等特点,解决了目前竹木质和钢质模板消耗

浪费资源、不可重复利用等问题。

(雅式)

杜邦环保发泡剂开始小规模生产

杜邦公司近日宣布,其基于氢氟烯烃(HFO)技术的新型环保发泡剂解决方案取得显著进展,公司已制定明确计划,将于2014年启动环保发泡剂的小规模生产,并以Formacel™1100发泡剂作为商品名投放市场,同时,杜邦公司也在制定全球性的商业规模生产计划。

杜邦公司表示,该新型环保发泡剂将突破性地降低发泡剂全球变暖潜能值(GWP),同时还能提高能源效率,可满足聚氨酯泡沫塑料客户对高能效和低GWP解决方案的长期需求。

Formacel™1100发泡剂除了具有极低的GWP和零臭氧消耗潜值,有助于减少全球硬质聚氨酯泡沫保温材料对环境的影响外,还具有卓越的隔热性能,可降低能耗,从而进一步减少温室气体的排放。

(环塑网)