

工艺参数交互作用对气辅成型制品质量的影响研究

蒋 晶 李 倩 侯数森

(郑州大学橡塑模具国家工程研究中心, 郑州 450002)

摘要 针对以往有关工艺参数间的交互作用对注塑制品质量影响的研究较少的现象,以气体辅助注射成型某半圆形加强筋截面制品为例,运用正交试验和交互作用图筛选出影响气体穿透率和气指效应程度的交互影响因素,并基于交互效应值得出影响气体穿透率的最主要的交互因素是熔体温度和延迟时间,影响气指效应程度的最主要因素是熔体温度和注气压力,最后结合单因素试验对相应指标进行了分析。

关键词 气体辅助注射成型 正交试验 交互因素 气体穿透率 气指效应程度

气体辅助注射成型比传统注射成型多引入了气态相,各项气体参数(如气体延迟时间、注射时间、注气压力等)的引入使得整个工艺过程中参数的控制更加复杂,因素间的交互作用更为显著,从而对制品最终质量的影响也更全面,因此只研究单因素对制品质量的影响就很片面。笔者以气体辅助注射成型某半圆形加强筋截面制品为例,以气体穿透率和气指效应程度作为考察指标,运用正交试验和交互作用图筛选出重要的交互影响因素,并基于交互效应值得到了最重要的交互影响因素,最后结合单因素试验对相应指标进行了分析。

1 实验部分

1.1 试验制品

试验制品具有半圆形加强筋截面,总长 200 mm,其形状及具体截面尺寸如图 1 所示。

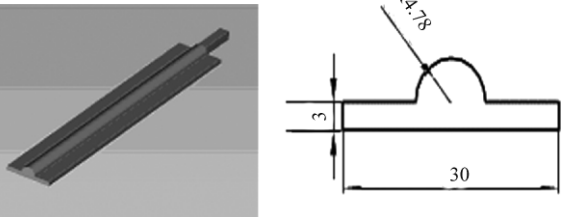


图 1 制品形状及截面尺寸

1.2 设备及原材料

- (1) 设备
- 精密注塑机: CJ80E 型,震德塑料机械厂;
气辅控制器: PPC3000 型,英国 Cinpres 公司;
压力、温度传感器: 6190A0, 瑞士 Kistler 公司;
模温机: TW9Z 型, Piovon 公司。
- (2) 原材料
- 聚丙烯: PPF401, 扬子石化公司。

1.3 考察指标

试验以气体穿透率(指标 I)和气指效应程度

(指标 II) 作为考察指标。其中指标 I 可用下式计算:

气体穿透率 = $\frac{\text{气体在气道内的穿透长度}}{\text{制品的总长度}} \times 100\%$

指标 II 用最大气指幅度即气体沿气道穿透过程中向薄壁处渗透的最远距离来量化,如图 2 所示。



图 2 最大气指幅度示意图

1.4 试验设计

本试验借鉴了析因设计中因子筛选性实验的特点,设计了一组 5 因素、2 水平的部分因子试验,试验因素水平设置如表 1 所示,正交试验方案及结果如表 2 所示。

表 1 因素水平设置

水平	预注射量 (A) / %	延迟时间 (B) / s	熔体温度 (C) / ℃	注气压力 (D) / MPa	保压压力 (E) / MPa
1	83	1.7	210	8	4
2	89	2.2	230	12	7

表 2 正交试验方案及结果

实验号	A	B	C	D	E	指标 I / %	指标 II / mm
1	1	1	1	1	2	92.62	4.57
2	2	1	1	1	1	75.73	0.66
3	1	2	1	1	1	95.67	4.09
4	2	2	1	1	2	77.67	0.32
5	1	1	2	1	1	91.54	3.17
6	2	1	2	1	2	71.43	0.50
7	1	2	2	1	2	88.99	2.51
8	2	2	2	1	1	70.45	0.08
9	1	1	1	2	1	95.91	4.39
10	2	1	1	2	2	74.43	0.66

续表 2

实验号	A	B	C	D	E	指标 I / %	指标 II / mm
11	1	2	1	2	2	97.61	3.18
12	2	2	1	2	1	79.34	0
13	1	1	2	2	2	90.42	2.97
14	2	1	2	2	1	72.48	0.53
15	1	2	2	2	1	91.67	4.14
16	2	2	2	2	2	72.07	0.35

2 结果与讨论

2.1 交互作用分析

根据正交试验结果,对于指标 I,作出因素间两两交互作用关系曲线,如图 3 所示。

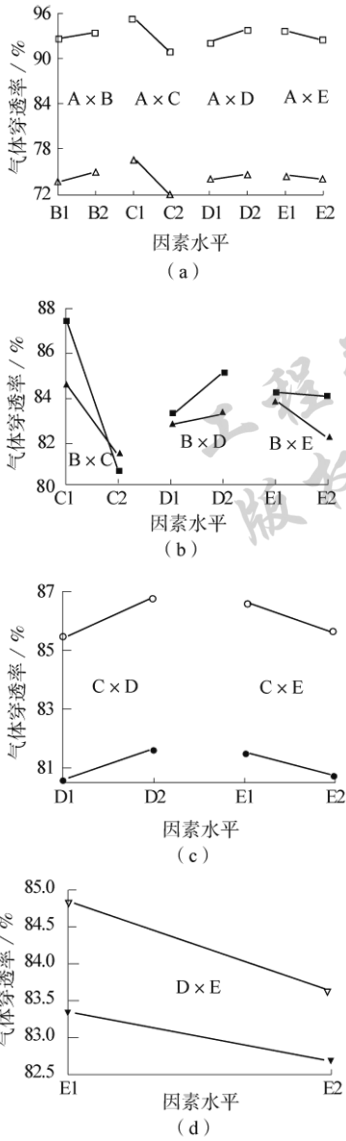


图 3 因素交互作用对指标 I 的影响

对于指标 II,因素间两两交互作用关系如图 4 所示。

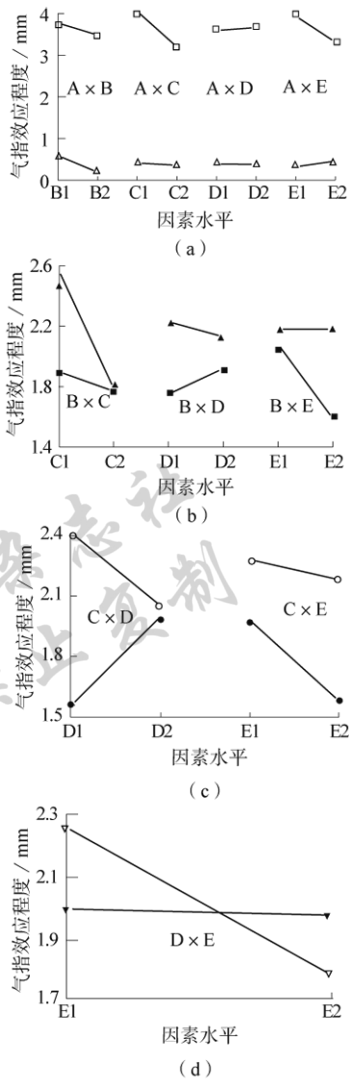


图 4 因素交互作用对指标 II 的影响

由图 3、图 4 可以看出,影响指标 I 的显著交互作用因素是 B × C、B × D 和 B × E;对于指标 II 有着显著影响的交互作用因素有 B × C、B × D、B × E、C × D、C × E 和 D × E。

接下来需要根据交互效应图和有关公式来分析以上交互因素对各个指标的影响效果,从而得到影响该指标的交互效应值,其计算公式如下:

$$I_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n (l_{ij} \times l_{ik} \times R_i)}{\sum_{i=1}^n R_i}$$

式中: I_{jk} ——第 k 个因子和第 j 个因子的交互效应;
 n ——实验次数;
 $l_{ij}、l_{ik}$ ——等于 -1 表示第 $j(k)$ 个因子的低水平, 等于 1 表示该因子的高水平;
 R_i ——第 i 次实验的响应。

计算得到上述交互因素相应的交互效应值, 如图 5 所示。

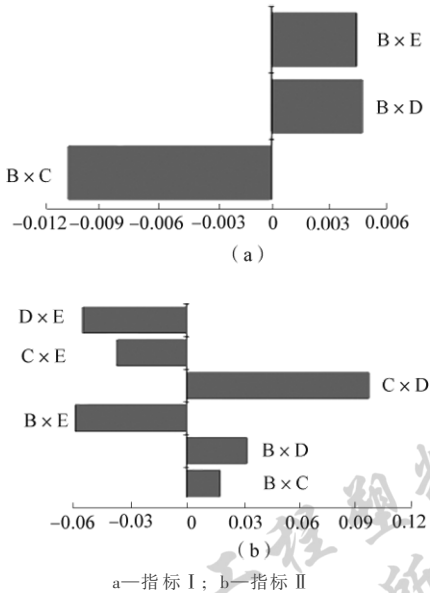


图 5 交互因素的交互效应值

交互效应值如果是正值, 表明考查指标随着该影响因素的增加而变大; 若为负值, 情况刚好相反, 而效应值的绝对值则反映了因素对测量指标的影响程度。由图 5 可以看出, 影响指标 I 的最主要交互因素是 $B \times C$ (即延迟时间和熔体温度); 而影响指标 II 最主要的交互因素是 $C \times D$ (即熔体温度和注气压力)。

2.2 延迟时间和熔体温度对气体渗透率的影响

为了进一步研究影响气体渗透率最主要的交互参数气体延迟时间和熔体温度的关系, 本试验控制熔体预注射量 80%、注气压力 10 MPa、模具温度 40℃、保压压力 4 MPa, 在延迟时间分别为 0.6 s 和 2 s 时改变熔体温度, 得到气体渗透率的变化情况, 如图 6 所示。由图 6 可以看出, 在不同延迟时间下, 随着熔体温度的升高, 气体渗透率变化趋势均为单调递减。延迟 2 s 时(熔体注射时间 1.1 s)熔体已经有了相当程度的冷却, 靠近模壁处也有了一定厚度的冷凝层, 故随着熔体温度的升高, 芯部熔体流动性增加, 导致型腔末端可用于置换气体的空间变小, 造成气体渗透率的减小。此时气体渗透率受熔体温度

的影响较小, 熔体温度从 210℃到 250℃, 气体渗透率差值仅为 9.23%; 而当延迟时间为 0.6 s 时, 熔体的充填过程还未结束, 高压气体注入的同时还有较多高温熔体在进行充填, 此时熔体流动性极好, 造成靠近模壁处的冷凝层厚度极薄, 再加上熔体温度的升高使芯部熔体粘度变低, 两项因素的叠加使得芯部熔体大量被推向型腔末端, 造成渗透率的急剧缩短, 气体渗透率差值达到 17.52%。因此可以发现不同的气体延迟时间条件下, 增加相同程度的熔体温度, 其气体在气道中的渗透率变化程度不同。

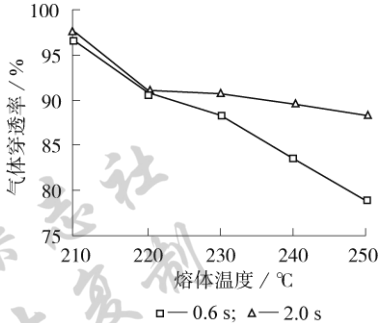


图 6 延迟时间和熔体温度对气体渗透率的影响

2.3 熔体温度和注气压力对气指效应程度的影响

为了进一步研究影响气指效应程度最主要的交互参数熔体温度和注气压力的关系, 本试验控制熔体预注射量 80%、气体延迟时间 2 s、模具温度 40℃、保压压力 4 MPa, 在熔体温度分别为 210℃和 240℃时改变注气压力, 得到图 7 所示曲线。由图 7 可以看出, 当熔体温度较低(210℃)时, 气指效应程度随着注气压力的增加而变小; 而在较高熔体温度(240℃)时, 随着注气压力的增加, 气指效应反而越发明, 此时最大和最小注气压力对指标 II 的影响值相差 1.66 mm。而 210℃时该指标值相差 1.15 mm, 对于气体辅助注射成型制品的气指现象来说, 0.51 mm 已经算是很大的差别了。这也意味着当熔体温度取较高水平时, 注气压力对气指效应程度的

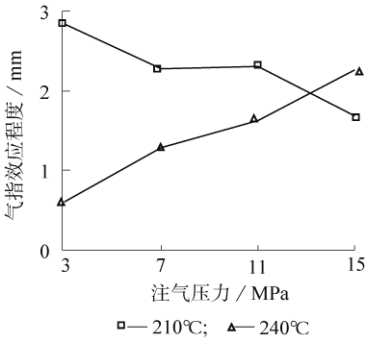


图 7 熔体温度和注气压力对气指效应程度的影响

影响较大。较高的熔体温度和较低的注气压力可有效减小气体辅助注射成型制品的气指效应程度。

3 结论

通过一组正交试验,得到了影响气体穿透率和气指效应程度的交互因素,通过交互效应值的计算得出影响气体穿透率最主要的交互因素是熔体温度和延迟时间,而熔体温度和注气压力的交互作用则对气指效应程度的影响最为严重;最后,对两组交互

因素进行了单因素试验分析,结论对实际生产有一定的指导意义。

参考文献

- [1] 李倩,王小峰,申长雨.气辅成型过程气体穿透行为与残余壁厚试验研究[J].化工学报,2006,57(10):2469-2474.
- [2] 王小峰,李倩.第一届高聚物成型加工与材料物性预测国际学术研讨会论文集.郑州,2006:241-246.
- [3] 路书芬,王丽霞.工艺参数及其交互作用对塑件收缩的影响[J].模具工业,2006 32(10):59-63.

STUDY ON INFLUENCE OF INTERACTION OF PROCESS PARAMETERS ON GAIM PARTS

Jiang Jing, Li Qian, Hou Shusen

(National Engineering Research Center for Advanced Polymer Processing Technology, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

ABSTRACT In former study, the interaction of process parameters is rarely researched. In this paper, based on GAIM parts with semicircle rib, the orthogonal experimental design and interaction figures are used to find out the influence of interaction parameters on gas penetration ratios and gas "fingering". Through calculating the interaction effect degrees, the most important interaction parameters on gas penetration is melt temperature and delay time. Then, the most important interaction parameters on gas "fingering" is gas pressure and melt temperature. Finally, single experiments are used to further analyse the two indexes.

KEYWORDS GAIM, orthogonal experimental design, interaction parameters, gas penetration ratio, gas "fingering" degree

柔性热塑性增强塑料复合管技术研发成功

近日,我国首条自主研发的“柔性热塑性增强塑料复合管”(简称 RTP 管)生产技术与设备在广州成功研制,标志着我国 RTP 管生产技术迈进了国际先进行列,一举打破了德国公司独家垄断国际市场的局面。

据了解,RTP 管是一种高压塑料复合管道,由三层构成,内外层为 PE80 以上材料,中间层为增强材料复合而成的增强带,增强材料可以为聚酯纤维、芳纶纤维或钢丝等。由于 RTP 管实现了中大口径高压管材成卷包装运输和施工,每卷长度 200 ~2 000 m 不等,相对于以前的中大口径管 6 ~9 m 直管供货,不仅降低了运输费用,更重要的是使管与管之间的连接接头大大减少,可靠性大大提高,施工速度提高数十倍,运输和施工费用降低了约 70%,因此 RTP 管已经在很多国外石油输送及天然气输送领域中大量成功使用。在此之前,全世界只有德国一家公司能制造和生产出 RTP 生产设备。

广州励进新技术有限公司斥巨资、历时 3 年自主成功研制的 RTP 管生产设备,采用世界领先的 RTP 管一步法生产工艺,可连续生产 3 ~6 cm 的 RTP 管,避免了两步法的塑料内管重复开收卷和卷盘运送过程;采用多种结构的先进化学纤维增强材料缠绕增强管材,使生产管材的工作压力提高到最大 15 MPa 以上。该设备在 RTP 结构设计、制带设备、四层缠绕技术、工艺控制软件等方面拥有自主知识产权。

有专家表示,RTP 管生产设备的成功研制,对提高我国管道用装备制造水平和经济效益,促进石油、天然气、自来水管道建设,促进绿色化学建材的发展和以高新技术开拓国际市场,具有重要意义。

(工程塑料网)

阿科玛开发出具有粘性能的聚偏二氟乙烯

在开发出专利技术之后,阿科玛(Arkema)现在能提供一系列以 Kynar ADX 为商品名的聚偏二氟乙烯(PVDF)聚合物和共聚物。

新型改性 PVDF 系列产品 Kynar ADX 能与许多材料粘合,从而开辟了众多应用可能性。

最初出现的应用领域包括运输燃料管线、电池粘合剂、橡胶涂料和金属涂料。Kynar ADX 树脂保留了标准 Kynar 和 Kynar Flex 树脂的优异熔融性能和溶解可加工性。Kynar ADX 具有与其它 Kynar 树脂相似的耐热性、抗紫外线性能、耐化学药品性、极高的力学性能和抗渗透性能。

(工程塑料网)

RTP 聚醚醚酮复合材料可替代钛合金使用

为了解决脑外科手术中材料不相容的难题,Performance Plastics (PPL) 公司采用 RTP 公司基于聚醚醚酮(PEEK)的复合材料来作为钛的替代品,可以满足仪器设备所需的要求。材料不相容的难题源于由磁性材料制得的头部保护,它们能影响磁共振(MR)脑部扫描,计算机 X 射线断层造影(CT)图像也不准确。尽管钛没有磁性,但是仍能产生一些不合需要的热量,因而不适于应用在此方面,因此寻找可行的材料成为一个重要的挑战。PPL 与 RTP 公司合作采用塑料材料制成头部防护,由于尺寸的限制和较高的承载力要求其具有很高的比刚度。为了满足机械标准,需要可以承受高温的杀菌化学材料。RTP 公司研发的该高流动性碳纤维增强 PEEK 复合材料的拉伸强度可达 276 MPa,弯曲弹性模量可达 37 GPa,能忍受较极端的温度及高压或射线杀菌的苛刻条件。

(中聚网)