

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2013.11.014

模具温度对 PA66 制品力学性能影响的工艺研究

付兴中,张海东

(山东北方现代化学工业有限公司,济南 250033)

摘要: 通过研究不同的模具温度对尼龙 (PA)66 制品力学性能的影响,得出了制品的压缩强度、拉伸强度、断裂伸长率、弯曲强度、缺口冲击强度随模具温度变化的规律,找出了使 PA66 制品的压缩强度达到最佳的模具温度范围,为提高产品质量奠定了基础。

关键词: 尼龙 66 ; 模具温度 ; 工艺 ; 力学性能

中图分类号: TQ323.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2013)11-0064-03

Effect of Mould Temperatures on the Mechanical Properties of Nylon 66 Products

Fu Xingzhong, Zhang Haidong

(Shandong North Modern Chemistry Industry Co. Ltd., Jinan 250033, China)

Abstract : By studying the effect of different mould temperatures on the mechanical properties of nylon 66 products, the rule that the compression strength, tensile strength, elongation at break, bending strength, and notched impact strength changed with the mould temperature was found out, and the best mould temperature range to achieve the best compressive strength of nylon 66 products was found out. The foundation is laid for improving the quality of the nylon 66 products.

Keywords : nylon 66 ; mould temperature ; technology ; mechanical property

尼龙 (PA)66 材料是一类主链上含有许多重复的酰胺基团 ($-\text{CONH}-$) 的高分子化合物^[1],该材料具有力学强度高、耐磨、耐油和自润滑等特点,在军工领域得到了广泛应用。在 PA66 材料的力学性能中,压缩强度是其主要的力学性能指标之一,在武器结构制件中,如弹带、闭气环等,压缩强度的高低直接影响到武器的技战术指标。大量的试验表明,塑料模具温度对 PA66 制品的压缩强度影响很大,同时对拉伸强度、断裂伸长率、弯曲强度、冲击强度等性能指标也有一定影响。笔者通过试验找出了压缩强度、拉伸强度、断裂伸长率、弯曲强度、缺口冲击强度随模具温度变化的规律,特别是压缩强度达到最高值的模具温度范围,从而为提高产品质量奠定了基础。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PA 66 : 3010N, 日本三菱工程塑料公司。

1.2 主要仪器与设备

注塑机: XS-ZY-1000A 型, 上海塑料机械厂;

真空干燥箱: 2XQ-2 型, 天津干燥设备厂;

万能制样机: HY-W 型, 河北省承德试验机厂;

数显式液压电子试验机: WES-20 型, 长春试验机厂;

机厂;

电子分析天平: EX324ZH 型, 美国奥豪斯公司;

电子万能试验机: WD-101 型, 长春第二试验机厂;

冲击试验机: X CJ-4 型, 河北省承德市材料试验机厂。

1.3 试样制备

由于 PA66 材料分子结构中含有大量的酰胺基团, 大分子末端为氨基或羟基, 所以 PA66 材料是一类极性很强的高分子材料^[2], 很容易吸收空气中的水分, 容易使 PA66 高分子在高温下降解, 严重影响强度, 且在高温下酰胺基团与氧接触容易氧化变色, 所以试样制备前须将 PA66 材料在 100℃ 下真空干燥 24 h, 然后在不同模具温度下 (其它工艺条件相同) 分别用注塑机生产出管材制品, 最后用万能制样机加工成标准试样。

1.4 性能测试

压缩强度 (常温) 按 GB/T 1041-1992 测试;

拉伸强度按 GB/T 1040-1992 测试;

联系人: 付兴中, 本科, 高级工程师, 从事工程塑料及树脂基复合材料领域的产品设计, 成型工艺及改性技术等

收稿日期: 2013-09-03

弯曲强度按 GB/T 9341-1988 测试;

简支梁缺口冲击强度按 GB/T 1043-1993 测

试;

密度按 GB/T 1033-1986 测试。

2 结果与讨论

2.1 模具温度对 PA66 制品力学性能的影响

模具温度对 PA66 制品压缩强度的影响如图 1 所示。

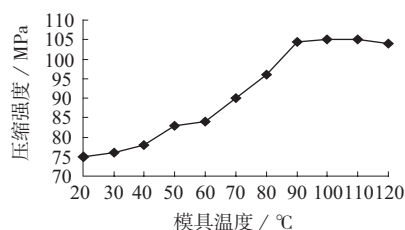


图 1 模具温度对 PA66 制品压缩强度的影响

PA66 制品的拉伸强度随模具温度的变化趋势如图 2 所示。

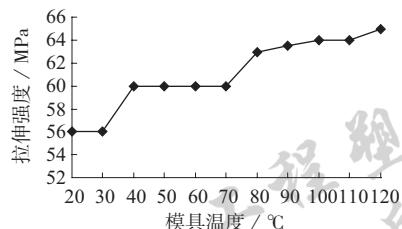


图 2 PA66 制品的拉伸强度随模具温度的变化趋势

PA66 制品的断裂伸长率随模具温度的变化趋势如图 3 所示。

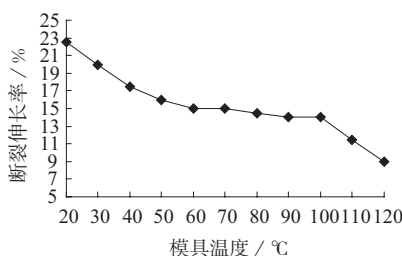


图 3 PA66 制品的断裂伸长率随模具温度的变化趋势

PA66 制品的弯曲强度随模具温度的变化趋势如图 4 所示。

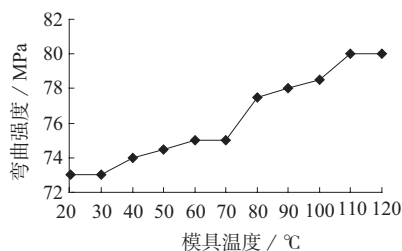


图 4 PA66 制品的弯曲强度随模具温度的变化趋势

PA66 制品的缺口冲击强度随模具温度的变化

趋势如图 5 所示。

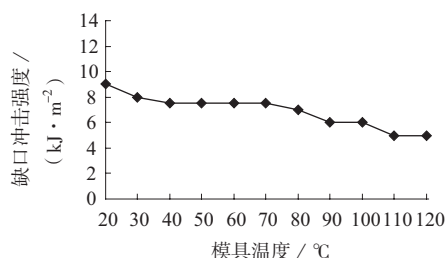


图 5 PA66 制品的缺口冲击强度随模具温度的变化趋势

从图 1 到图 5 可以看出,模具温度对 PA66 制品的力学性能有很大的影响。随着模具温度的升高,试样的压缩强度、拉伸强度、弯曲强度逐步提高,特别是压缩强度提高明显,提高了 40%,且在模具温度 95~100℃ 范围时,试样的压缩强度达到了最大值;断裂伸长率、缺口冲击强度则逐渐降低。总体分析模具温度较高的 PA66 制品的综合性能比较理想,强度都有很大提高。

PA66 制品的强度之所以随着模具温度的变化而发生较大变化,主要是与 PA66 材料的分子结构有关系。PA66 的分子链中,六亚甲基二胺和己二酸互相交替,通过氢和氧之间的氢键相互作用,导致 PA66 很容易结晶。PA66 的晶体结构如图 6 所示。

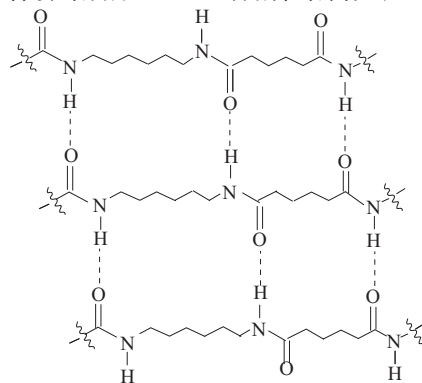


图 6 PA66 晶体结构图

根据文献资料,PA66 的结晶度按式(1)计算:

$$x = d_c(d - d_a) / d(d_c - d_a) \quad (1)$$

式中: x ——结晶度, %;

d_c ——结晶质的密度, 1.24 g/cm^3 ;

d ——试样的密度, g/cm^3 ;

d_a ——非晶质的密度, 1.00 g/cm^3 。

测得在不同的模具温度下试样的密度如表 1 所示。

表 1 模具温度与试样密度的关系

模具温度 / °C	20	40	60	80	100	120
试样密度 / ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	1.1360	1.1381	1.1422	1.1461	1.1493	1.1493

根据表 1 的试样的密度,代入式(1)后,得出在

不同的模具温度下试样的结晶度,如表2所示。

表2 模具温度与试样结晶度的关系

模具温度/℃	20	40	60	80	100	120
结晶度/%	61.85	62.69	64.32	65.86	67.12	67.12

由表2可以看出,提高模具温度可以有效地提高PA66的结晶度,从而提高其压缩强度、拉伸强度和弯曲强度,同时由于结晶度的增加,也增加了PA66的脆性,降低了它的冲击强度和断裂伸长率。

2.2 模具温度对PA66制品成型周期的影响

塑料熔体在注射成型时温度很高,充模后应冷却、固化后才能开模取出制品,一般来说,模具的冷却时间约占成型周期 $1/4 \sim 1/3$,从熔体到固化这一段时间的长短,决定了生产效率^[3]。

随着模具温度的提高,需要延长保压时间来补充熔料至型腔,以达到防止熔料倒流、降低收缩率、克服表面缺陷、提高塑料件密度和结晶度的目的;同时要延长冷却时间使制品充分冷却定型,避免顶出时制品变形;因此模具温度越高,成型周期越长。

3 结论

(1) PA66是结晶型高聚物,模具温度直接影响了制品的结晶度,从而影响了制品的密度和强度。

(2) 在模具温度 $95 \sim 100^\circ\text{C}$ 范围时,PA66制品的压缩强度能够达到最大值。继续升高模具温度,不但压缩强度不再升高,反而延长了模塑周期,降低了生产效率。

(3) 随着模具温度的提高,制品的压缩强度、拉伸强度和弯曲强度逐步提高,冲击强度和断裂伸长率则逐步下降;所以要想得到柔韧、高延伸率的制品,就要求采用较低的模具温度;若要得到硬度好及压缩、拉伸和弯曲强度较高的制品,则必须采用较高的模具温度。

参考文献

- [1] 李基洪,李轩. 注塑成型技术问答[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
Li Jihong, Li Xuan. Ask and Answer about the injection molding technology[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2004.
- [2] 王兴天,等. 注塑成型技术[M]. 北京:化学工业出版社,1999.
Wang Xingtian, et al. Injection molding technology[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1999.
- [3] 林师沛. 塑料配制与成型[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
Lin Shipai. Plastic compounding and molding[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004.

欢迎订阅 2014 年《工程塑料应用》、《化学分析计量》及合订本光盘

邮发代号 24-42, 24-138 全国各地邮局均可订阅

也可直接通过邮局或银行汇款向《工程塑料应用》杂志社订阅《工程塑料应用》、《化学分析计量》及合订本光盘,请注明订阅期刊/光盘的名称、收件人、邮编及地址。

《工程塑料应用》国内外公开发行的全国性塑料专业技术类刊物,月刊,大16开本,每月10日出版。本刊为中文核心期刊,是中国合成树脂供销协会会刊,荣获首届、第二届、第三届国家期刊奖等多项国家、省部级优秀期刊奖,入选美国化学文摘(CA)千种表。2014年定价15元/期,全年180元。目前杂志社尚有部分1986年以来的单册和合订本库存,如需订阅,请联系杂志社。

《化学分析计量》国内外公开发行的全国性分析、计量专业技术类刊物,双月刊,大16开本,单月20日出版。本刊为中国科技核心期刊,荣获多项省部级优秀期刊奖,入选美国化学文摘(CA)千种表。2014年定价15元/期,全年90元。目前杂志社尚有部分1992年以来的单册和合订本库存,如需订阅,请联系杂志社。

《工程塑料应用》、《化学分析计量》合订本光盘 杂志社已将《工程塑料应用》自创刊号(1973年)至2012年底共40卷278期的期刊电子化,并制成合订本光盘,现公开发售;同时也将《化学分析计量》自创刊号(1992年)至2012年底

共21卷89期的期刊电子化,并制成合订本光盘,现公开发售。分别利用这两种合订本光盘既可按作者、文题、关键词、年、期等分类查阅各期刊已发表的所有科技文章和科技信息的全文,又可根据读者自定义的关键词进行全文检索,非常方便、实用。

《工程塑料应用》合订本光盘优惠售价530元;《化学分析计量》合订本光盘优惠售价230元。

邮局汇款:

收款单位:山东济南市天桥区田庄东路3号杂志社

邮编:250031

电话:(0531)85878223 85878057 85878278

传真:(0531)85947355

银行汇款:

户名:中国兵器工业集团第五三研究所

开户银行:济南市工商银行经十一路支行

帐号:1602001229014425546

网上订阅: <http://www.epa1973.com>