

聚三氟氯乙烯制品力学性能初步研究

刘 昭¹, 胡武利¹, 王苏民²

(1 西安航天动力研究所, 陕西 西安 710100, 2 清水塘中学, 湖南 长沙 410205)

摘 要: 对聚三氟氯乙烯 (PCTFE) 试片结晶度和力学性能关系进行了试验和分析, 在此基础上测试了不同工艺方法和工艺参数下的压制制品结晶度和力学性能, 初步建立起了 PCTFE 制品压制工艺、结晶度与力学性能关系。试验结果表明: 试片的力学性能不能直接反映制品的力学性能, 通过控制 PCTFE 制品压制工艺参数和工艺方法, 可以改变制品的结晶度, 提高制品的力学性能和质量稳定性。

关键词: PCTFE; 结晶度; 力学性能

中图分类号: TQ320

文献标识码: A

文章编号: (2010) 04-0042-04

Preliminary study on mechanical performance of PCTFE products

Liu Zhao¹, Hu Wuli¹, Wang Sumin²

(1 Xi'an Aerospace Propulsion Institute, Xi'an 710100, China;

2 Qingshitang Middle School, Changsha 410205, China)

Abstract: Tests and analysis were conducted for study on relation between crystallinity and mechanical properties of PCTFE specimens. The dependence relation of mechanical property of the suppressed products on the processing and crystallinity of the material were primarily established. Test results show that the mechanical properties of the PCTFE specimens can not directly reflect mechanical properties of the product. Changing of the crystallinity through proper processing approach and parameters selection can improve the mechanical properties of the suppressed product and stable quality be obtained.

Key words: PCTFE; crystallinity; mechanical properties

收稿日期: 2010-01-15; 修回日期: 2010-02-21。

作者简介: 刘昭 (1977—), 女, 硕士, 研究领域为橡塑密封技术。

0 引言

聚三氟氯乙烯树脂 (PCTFE) 是一种结晶性聚合物, 其性能特点是透明度高, 制品具有良好的耐冷流性、耐磨性和尺寸稳定性, 成型加工性能优良, 但其制品脆性较大, 易产生裂纹。PCTFE 制品的力学性能在一定范围内波动, 如何控制和提高制品的力学性能是高分子材料成型工艺研究的重点。本文对 PCTFE 制品压制工艺、结晶度与力学性能关系进行了初步研究。

1 理论分析

PCTFE 制品的力学性能与其分子量分布和结晶度有直接的关系。分子量分布是指聚合物试样中各个级分的含量和分子量的关系, PCTFE 的分子量分布具有多分散性, 对产品的力学性能影响很大, 加工前的分子量分布取决于聚合反应的机理和工艺控制, 但在同一聚合反应机理和工艺控制下生产的 PCTFE, 其分子量也会因批次不同而波动。通常分子量分布可以通过凝胶色谱等方法测定。结晶度是高分子材料中结晶区部分所占的质量分数和体积分数, 结晶度对高分子材料的力学性能有较大影响。对 PCTFE 制品来说, 压制工艺方法和工艺参数对制品的结晶度有很大影响。所以, 通常采用改变工艺方法和工艺参数来改变制品的结晶度从而达到改变制品力学性能的目的。通常结晶度的测定方法有 X 射线分析法、红外光谱法、热熔法等。资料显示: 压制采用缓慢冷却其结晶度可达 85%~90%, 采用淬火则结晶度为 35%~40%。结晶度不同的制品其力学性能也不同, 见表 1 所示。

表 1 不同结晶度 PCTFE 的性能

力学性能	常温抗拉强度/MPa	常温伸长率/%	常温弹性模量/GPa
中等结晶度	35~40	125	1.8
低结晶度	30~35	190	1.3

由于 PCTFE 制品形状各异, 与 GB/T1040-92《塑料拉伸性能试验方法》规定的试片尺寸均有很大差异, 其压制工艺方法和工艺参数与试片差别较大, 因此, 试片的力学性能只能检验原材料是否合格, 并不能直接反映制品的力学性能。

2 试验研究

2.1 主要原材料、设备仪器

试验所用主要原材料为 PCTFE; 主要设备、仪器有: 差示扫描量热仪; 电子万能材料试验机。

2.2 试样制备

力学性能试片尺寸按 GB/T1040-92《塑料拉伸性能试验方法》要求的 II 型试样, 试片分 01 批和 02 批分别用两批 PCTFE 压制, 试片压制过程中只改变冷却时间, 其它工艺参数不变。

制品尺寸为 $\Phi 104 \times \Phi 60 \times 58$ mm, 01 批 PCTFE 分别用两种工艺方法压制, 制品压制过程中只改变冷却时间, 其它工艺参数不变。

2.3 测试

结晶度测试方法为热熔法 (简称 DSC 法); 常温力学性能测试执行国家标准 GB/T1040-92《塑料拉伸性能试验方法》。低温力学性能测试是在整个测试过程中将试样浸在液氮中, 其它执行国家标准 GB/T1040-92《塑料拉伸性能试验方法》。制品力学性能测试是将制品机械加工成非标试片, 建立测试方法并测试。

3 结果与讨论

3.1 试片工艺、结晶度与力学性能的关系

试验结果得出试片工艺、结晶度与常温、低温力学性能的关系, 见表 2 所示。表 2 表明: 1) 延长试片压制的冷却时间可以提高试片的结晶度和改变试片的力学性能; 2) 由于不同批次的 PCTFE 分子量分布等原材料本身因素影响, 用相同工艺方法和工艺参数压制试片, 其结晶度和力学性能均有差异; 3) 由于结晶度的增加使分子间的作用力增加, 结晶度越高, 其常温、低温的伸长率越低、抗拉强度越高、弹性模量越高。

表2 试片工艺、结晶度与力学性能

Tab.2 Dependence of mechanical performance on processing approach and crystallinities of the specimens

样品编号	冷却时间/ min	结晶度/%	常温伸长 率/%	常温抗拉 强度/MPa	常温弹性 模量/GPa	低温伸长 率/%	低温抗拉 强度/MPa	低温弹性 模量/GPa
01-1#	3	34.53	112	43	1.6	4.5	158	7.3
01-2#	10	37.40	108	43	1.7	4.2	156	7.3
01-3#	20	38.42	83	43	1.6	4.4	156	7.2
平均	-	36.79	101	43	1.63	4.4	157	7.3
02-1#	3	38.99	91	43	1.8	3.1	126	7.5
02-2#	10	39.71	93	45	1.8	3.0	125	7.6
02-3#	20	39.83	85	44	1.8	3.0	122	7.3
平均		39.51	89.7	44	1.8	3.3	124	7.5

试片研究结果有效验证了 PCTFE 制品的压制工艺、结晶度、力学性能关系理论分析的正确性和可靠性,为制品的试验研究奠定了基础。

3.2 制品工艺、结晶度与力学性能关系

两种不同工艺方法得出的制品工艺、结晶度与常温、低温力学性能见表 3。

从表 3 可知: 1) B 法比 A 法压制的制品结晶度高,增加压制冷却时间,无论 A 法或是 B 法制品的结晶度均增加; 2) 制品的结晶度和常温、低温力学性能有一定的对应关系: 结晶度提高,常温、低温的抗拉强度和弹性模量提高,伸长率降低。

表3 制品工艺、结晶度与力学性能

Tab.3 Dependence of mechanical performance on processing approach and crystallinities of the products

样品编号	工艺方法	冷却时间/ min	结晶度/%	常温抗拉 强度/MPa	常温伸长 率/%	常温弹性 模量/GPa	低温抗拉 强度/MPa	低温伸长 率/%	低温弹性 模量/GPa
A-1#	A	40	38.60	34.6	135.4	1.54	115.4	3.86	7.00
A-2#		50	40.09	35.2	110.2	1.60	120.2	3.62	7.24
A-3#		60	40.93	37.6	103.8	1.64	125.0	3.64	7.22
A-4#		90	42.53	38.4	83.4	1.66	126.4	3.62	7.12
B-1#	B	40	47.50	39.4	75.2	1.74	127.2	3.54	7.44
B-2#		50	47.86	39.2	63.6	1.72	129.8	3.60	7.84
B-3#		60	49.71	40.6	53.4	1.74	134.2	3.02	7.94

(下转第 48 页)

3 结论

对于细长调节杆零件精密加工, 保证加工质量的关键是减小和控制加工过程和加工后的变形, 为了控制加工过程变形, 可采用增加工序热处理、减少径向切削力以及辅助装夹工装等措施。

提高细长调节杆零件的工艺刚度, 合理进行工艺规划, 选择合适的刀刃形状、切削方法和切削参数, 可以保证零件的加工精度。

参考文献:

[1] 梁炳文. 机械加工工艺与窍门精选[M]. 北京: 机械工业

出版社, 1997.

[2] 郑文虎主编. 机械加工实用经验[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004.

[3] 马忠文. 某型号液体火箭发动机启动阀门锁位可靠性试验方法[J]. 火箭推进, 2003, 29(3): 25-31.

[4] 朱张校主编. 工程材料 (3版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.

[5] 马丽珍. 阀门台座加工工艺[J]. 火箭推进, 2005, 31(3): 44-47.

[6] 吴敏镜. 超精密加工技术的现状和展望[J]. 航空精密制造技术, 2002, (3): 1-6.

[7] 张国栋, 周海, 范旭迁. 高同轴度精密零件的加工方法[J]. 沈阳航空工业学院学报, 2002, (2): 20-22.

(编辑: 陈红霞)

(上接第44页)

3.3 综合分析 with 误差分析

用同一批 PCTFE 压制的试片与制品的结晶度和力学性能均有较大差别, 试片的力学性能不能直接反映制品的力学性能; 试片工艺、结晶度与力学性能的对对应关系和制品工艺、结晶度与力学性能的对对应关系均较强, 调节工艺可以提高力学性能。

试验中测试结果散差较大, 可能与以下几个因素有关: 1) 制品压制在开放式环境下, 受环境因素影响较大; 2) 结晶度测试带来的测量误差; 3) 力学性能测试误差。

4 结论

试片的力学性能不能直接反映制品的力学性能, PCTFE 制品的结晶度与常温、低温力学性能对应关系较强, 通过控制 PCTFE 制品压制工艺参数和工艺方法, 改变结晶度能够提高制品的力学性能, 稳定制品的质量, 但此对应关系并非简单的线性关系, 需进一步严格控制生产环境, 缩小测量误差, 通过大量实验, 建立压制工艺、结

晶度、力学性能之间的函数关系指导生产实践。

参考文献:

[1] 龚云表, 石安富. 合成树脂与塑料手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1994.

[2] 黄锐. 塑料成型工艺学 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998.

[3] 刘振海, 富山立子. 分析化学手册第八分册热分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000.

[4] 何曼君, 陈维孝, 董西侠, 等. 高分子物理[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1993.

[5] Hoffman D M, Matthews F M, Pruneda C O. Dynamic Mechanical and Thermal Analysis of Crystallinity Development in Kel-F800 and TATB/ Kel-F800 Plastic Bonded Explosives: Part I, Kel-F800[R]. UCRL 98560 Pt.1

[6] 姜潮, 贾宝新. 充气阀阀芯直接模压成型工艺研究[J]. 火箭推进, 2006, 32(1): 49-51.

[7] 陈风波, 王立峰. 运载火箭用典型低温密封材料[J]. 宇航材料工艺, 2009, (3): 15-18.

[8] 舒远杰, 王新锋, 谢惠民, 等. 结晶特性与制造工艺对炸药件力学性能的影响[J]. 实验力学, 2006, (2): 57-62.

(编辑: 陈红霞)