

电子束辐照对尼龙 610 性能的影响

张华明 李秀榕 杨克斌 熊瑞林 陈 川 徐嘉靖

(中国工程物理研究院应用技术研究发展中心 成都 610003)

摘要 在三烯丙基异氰酸酯多官能团辐照敏化剂存在下, 采用电子束辐照尼龙 610, 测试尼龙 610 辐照前后的力学强度、耐温等级、吸水率和吸油率的变化。结果表明: 经过电子束辐照 75kGy 后, 提高了 PA610 的力学强度、耐化学溶剂性能和热变形温度。

关键词 尼龙 610, 电子束辐照, 整体性能

尼龙 610 作为工程塑料具有广泛的用途, 但在某些特殊情况下, 尼龙 610 的结构件需耐矿物油、热水、卤水和强烈的外力冲击。因此, 必须对尼龙 610 材料进行改性。改性方法有很多, 通常有填充玻纤, 在尼龙链上接枝第二单体, 原位聚合、共混和交联处理等方法; 填充玻纤和接枝第二单体等改性方法仅能改善力学强度和构件的尺寸稳定性, 不能改善材料的耐温等级、耐化学溶剂性能和耐矿物油性能。能同时达到力学强度、耐温等级和耐油耐溶剂性能改善的方法是实现尼龙的交联。文献^[1~3,5]报道, 尼龙交联的种类有尼龙 12、尼龙 11、尼龙 66 和尼龙 1010, 本文通过在尼龙 610 中加入多官能团敏化剂和卤化铜, 研究尼龙 610 经过电子束辐照后的整体性能的变化。

1 材 料 和 方 法

1.1 材料和设备 尼龙 610(MFI=50/275 °C, 辽阳石化), 三烯丙基异氰酸酯 TAIC(工业纯, 安徽化工院), 卤化铜 (A.R.), Haake PolyLab RC300P RTW100 型标准双螺杆, 加速器 (10mA, 3MeV, NHV)。力学强度, 耐温等级和耐溶剂性能制样按对应 GB 执行。

1.2 材料共混及样品制备

配方为尼龙 610:TAIC:I⁻=94.9:5:0.1(Wt); 尼龙 610 首先在 85 °C 下真空干燥 12h, 然后在 Haake PolyLab RC300P RTW100 型标准双螺杆内共混造粒。各段温度为 210、235、240、245、220 °C。

将造好粒的尼龙 610 经过 85 °C 真空干燥 12h, 按 GB1040-79 制拉伸测试样, 按 GB1043-79 制冲击测试样, 按 GB93 41-88 制弯曲测试样, 按 GB1034-86 制吸水率测试样, 按 GB1035-70 制耐热测试样和按 HG2-146-65 制吸油测试样。

1.3 样品辐照和性能测试

用日新高压公司 (NHV) 3MeV, 10mA 电子束加速器辐照样品至所要求剂量为止, 性能测试按上述各标准进行。

2 结 果 与 讨 论

2.1 辐照剂量对尼龙 610 力学强度的影响

由表 1 中表明, 经过不同剂量的电子束辐照之后, 尼龙 610 的力学强度发生了明显的变化, 拉伸强度提高了 18%, 冲击强度提高 53%, 而断裂伸长率随辐照剂量的增加而降低。抗拉强度随辐照剂量的增加而增加, 在剂量超过 100kGy 后, 增加辐照剂量对抗拉强度的提高作用不大; 冲击强度随辐照剂量的增加而增加, 但在辐照剂量超过 100kGy 后还会下降。说明剂量超过 100kGy 后, 尼龙 610 的韧性降低, 刚性增加。因此, 作为提高尼龙 610 的力学强度和耐温等级来说, 100kGy 的辐照剂量是合适的, 控制辐照剂量在 100kGy 以下对尼龙 610 是合理的参数。

Tab.1 The fluences of radiation dosage for physical characters of PA610

	Radiation dosage/kGy			
	0	75	100	120
Tensile strength/MPa	55.8	64	66	66
Max. loading/kN	—	2.8	2.87	2.87
Elongation at break/%	99	96	88	73
Lzod/kJ·m ⁻²	7.84	10.7±1.16	12.03±1.69	11.71±1.13

2.2 辐照对尼龙 610 的耐溶剂性能的影响

由表 2 可见, 未经辐照的尼龙 610 样品吸水率和吸油率比经过 75kGy 电子束辐照的尼龙 610 样品的高, 辐照后尼龙 610 的吸油率降低近 25%, 吸水率降低近 15%, 说明尼龙 610 分子链交联后形成的立体网络阻隔了部分水和润滑油分子的进入, 尼龙 610 分子网络不被塑化、溶胀, 从而提高了尼龙 610 材料的耐溶剂性能和力学强度。

Tab.2 The variations on resistance to solvents and thermal deformation of radiation PA610

Radiatio dose/kGy	Lubricant absorption/%	Water absorption/%	Vicat soft-temperature/ °C
0	0.068	0.5	193
75	0.052	0.43	201

2.3. 辐照对尼龙 610 耐热性能的影响

由表 2 可见, 尼龙 610 经过 75kGy 电子束辐照后, 它的 Vicat 软化温度由 193 °C 上升至 201 °C, 净增加 8 °C, 说明其耐热等级提高。

按文献 [4] 介绍, 分子链横截面积 (A_p) 作为结构参数, 与线性聚合物的许多物理性质有关, 用来表征分子链的运动, 张万喜推导出如下关系式

$$A_p=(1/D-0.44)/0.009Ec$$

式中, D 为聚合物辐射裂解分维系数, Ec 为表征分子间相互作用的聚合物内聚能密度。

由于尼龙 610 分子链间发生交联反应, 抑制了降解, 造成 D 值降低; 交联也使尼龙 610 分子链发生了强的相互作用, 则 Ec 增大, A_p 值降低, A_p 值的降低意味着尼龙 610 分子链运动阻力增大。尤其是在热作用下尼龙 610 分子链的弯曲和伸展受到限制, 所以交联后的尼龙 610 具有较高的 Vicat 软化点。

参 考 文 献

- 1 Mehrabzadeh M, Burford R P. J Appl Polym Sci, 1997, 64(8):1605~1612
- 2 ZHAN L, ZHANG Y, SUN J *et al.* J Radiat Res Radiat Process (in Chinese), 1984, 2(3):32~38
- 3 Mehrabzadeh M, Burford R P. J Appl Polym Sci, 1996, 61(18):2305~2314
- 4 ZHANG W. J Polym Mater Sci Engin (in Chinese), 1996, 12(6):135~138
- 5 LIU Nangan, YANG Yongkuan. J Plastic Sci Tech (in Chinese), 1996, 5:34~35

STUDIES ON EB RADIATION EFFECT OF THE PA610

ZHANG Huaming LI Xiurong YANG Kebin XIONG Ruilin

CHEN Chuan XU Jiajing

(Research and Development Center of Applied Technology of CAEP, Chengdu 610003)

ABSTRACT Radiation effect of PA610 with polyfunctional monomer-trially isocyanurate(TAIC) was studied. The results showed that crosslinking effect of EB radiation on PA610 is obvious. After the PA610 samples were radiated by EB, dosage 75kGy, the physical characters of PA610 materials were greatly improved, especially their tensile strength being increased about 18% and their impact strength about 50%, but their water and lubricant absorption were decreased. So, EB radiation can enhance PA610 materials physical strength, resistance to solvents and water and increase their thermal-deformation temperature.

KEYWORDS Polyamide610, EB radiation, Composite specification