

有限公司产品;CMT4203型电子万能试验机,美斯特工业系统(中国)有限公司产品;GT-7049-2H型压缩永久变形测试仪和GT-7042-RE型回弹性测试仪,高铁检测仪器有限公司产品。

1.3 试样制备

胶料采用平板硫化机硫化,拉伸性能试样硫化条件为170 °C/10 MPa×15 min;回弹值和压缩永久变形试样硫化条件为170 °C/10 MPa×25 min。

采用 γ 射线源对硫化试样进行辐照处理,辐照剂量分别为0, 50, 100, 200 kGy。

1.4 性能测试

硫化曲线测试按GB/T 9869—2014《橡胶胶料硫化特性的测定 圆盘振荡硫化仪法》进行。

拉伸性能测试按GB/T 528—2009《硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定》进行。

压缩永久变形测试按GB/T 7759.1—2015《硫化橡胶或热塑性橡胶 压缩永久变形的测定 第1部分:在常温及高温条件下》进行,测试条件为70 °C×24 h。

回弹值测试按GB/T 1681—2009《硫化橡胶回弹性的测定》进行。

2 结果与讨论

2.1 硫化特性

HNBR混炼胶的硫化曲线如图2所示。

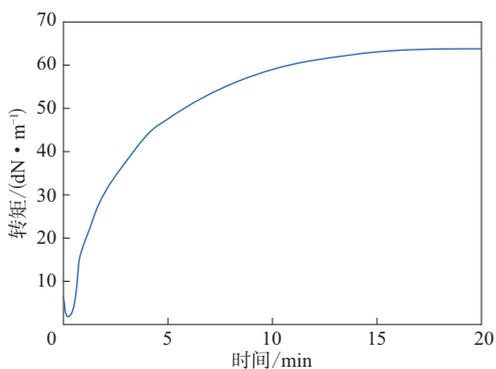


图2 HNBR混炼胶的硫化曲线(170 °C)

从图2可以看出:在170 °C下,HNBR混炼胶起硫较快, t_{10} 不到1 min;硫化速度较快, t_{90} 约10 min;硫化平坦性较好。

2.2 拉伸性能

为对比辐照前后性能的变化情况,定义未辐照

(吸收剂量为0 kGy)硫化胶性能为100%,辐照后硫化胶性能与未辐照硫化胶性能的比值为“相对性能”。

不同吸收剂量辐照后HNBR硫化胶的拉伸强度和拉断伸长率分别如图3和4所示。

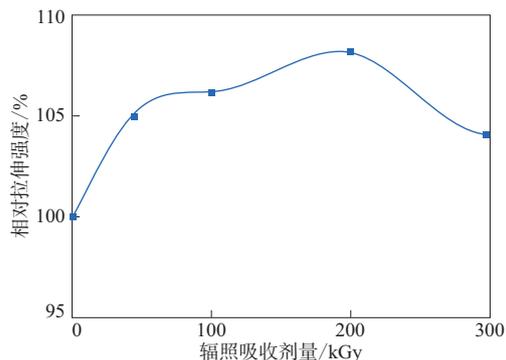


图3 不同吸收剂量辐照后HNBR硫化胶的拉伸强度

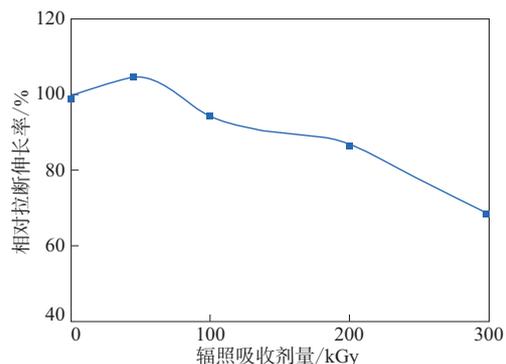


图4 不同吸收剂量辐照后HNBR硫化胶的拉断伸长率

从图3可以看出:在辐照吸收剂量为0~200 kGy时,HNBR硫化胶的拉伸强度呈增大趋势;辐照吸收剂量超过120 kGy后,HNBR硫化胶的拉伸强度呈减小趋势;在辐照吸收剂量为0~300 kGy的试验范围内,辐照后HNBR硫化胶的拉伸强度均大于未辐照HNBR硫化胶。

从图4可以看出:在辐照吸收剂量为50 kGy时,HNBR硫化胶的拉断伸长率略高于未辐照HNBR硫化胶;辐照吸收剂量继续增大,HNBR硫化胶的拉断伸长率呈减小趋势。通过回归分析得到HNBR硫化胶的相对拉断伸长率与辐照吸收剂量的关系式为: $y = -3.488 \times 10^{-4}x^2 - 0.044x + 101.1$ ($R^2 = 0.947$)。从该回归关系式可知,HNBR硫化胶的相对拉断伸长率随着辐照吸收剂量增大而减小的幅度增大,说明HNBR硫化胶的拉断伸长率在高辐照吸收剂量时衰减更快。

2.3 压缩永久变形

不同吸收剂量辐照后HNBR硫化胶的压缩永久变形如图5所示。

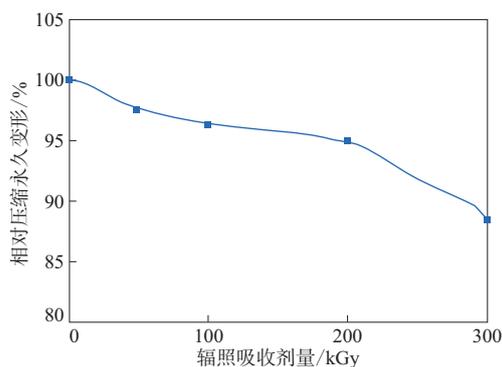


图5 不同吸收剂量辐照后HNBR硫化胶的压缩永久变形

从图5可以看出:随着辐照吸收剂量的增大,HNBR硫化胶的压缩永久变形呈减小趋势;在辐照吸收剂量为300 kGy时,HNBR硫化胶的相对压缩永久变形减小幅度超过了10%。HNBR硫化胶的这种变化趋势是有利的,这是因为压缩永久变形是衡量密封制品性能的最重要因数,对密封制品的有效密封寿命影响很大。射线辐照提供了一种胶料配方设计之外的减小密封制品压缩永久变形的的方法。

2.4 回弹值

不同吸收剂量辐照后HNBR硫化胶的回弹值如图6所示。

从图6可以看出,随着辐照吸收剂量的增大,HNBR硫化胶的回弹值呈增大趋势。这种性能变化趋势也是有利的,回弹值的增大可归因于压缩永久变形减小。

3 结论

(1) 在辐照吸收剂量为0~200 kGy时,HNBR

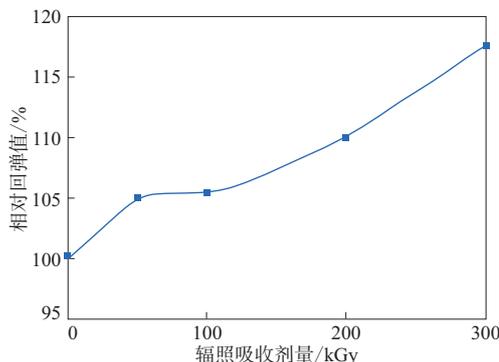


图6 不同吸收剂量辐照后HNBR硫化胶的回弹性
硫化胶的拉伸强度呈增大趋势;辐照吸收剂量超过200 kGy后,HNBR硫化胶的拉伸强度呈减小趋势。

(2) 辐照吸收剂量为50 kGy时,HNBR硫化胶的拉断伸长率略高于未辐照HNBR硫化胶;辐照吸收剂量继续增大,HNBR硫化胶的拉断伸长率呈减小趋势。

(3) 随着辐照吸收剂量的增大,HNBR硫化胶的压缩永久变形呈减小趋势,回弹值呈增大趋势。

γ 射线辐照后HNBR硫化胶的拉伸强度、拉断伸长率、压缩永久变形和回弹值的变化趋势符合交联网络增强的宏观表象,也映证了HNBR硫化胶属于辐照交联型聚合物。

参考文献:

- [1] 李振环,班玉红,孔建. 机械密封用橡胶材料的技术进展[J]. 特种橡胶制品,2009,30(1):60-64.
- [2] 梁滔. 氢化丁腈橡胶的加工技术与应用进展[J]. 合成橡胶工业,2017,40(2):158-163
- [3] 周瑞敏,刘兆民,王锦花. 辐照技术在橡胶硫化中的应用[J]. 核技术,2000,23(6):427-430.
- [4] 何小海,董毛华,谢春梅. 电子束辐射硫化的原理及应用[J]. 轮胎工业,2010,30(1):41-46.
- [5] 张志成,葛学武,张曼维,等. 高分子辐射化学[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,2000:106-109.

收稿日期:2018-11-30

Effect of γ -Ray Irradiation on Properties of HNBR Vulcanizate

ZHAO Xuena^{1,2}, YANG Hongjun³, JIAO Yang^{1,2}, CHENG Anren^{1,2}, LU Yongjun^{1,2}, DAI pei^{1,2}

(1. Beijing Research Center for Radiation Application, Beijing 100015, China; 2. Beijing Key Laboratory of Radiation Advanced Materials, Beijing 100015, China; 3. 63963 Troops, Beijing 100072, China)

Abstract: The hydrogenated nitrile (HNBR) vulcanizate were irradiated with γ -ray and the effects of

different irradiate absorbed doses on the properties of HNBR vulcanizate were investigated. The results showed that, with the increase of irradiate absorbed dose, the tensile strength of HNBR vulcanizate increased first and then decreased and reached the maximum when the irradiate absorbed dose was 200 kGy, the elongation at break and compression set of vulcanizate decreased, and the rebound value increased. HNBR was radiation crosslinked polymer.

Key words: HNBR; γ -ray; irradiate; physical property; compression set