

短尼龙弹力丝增强橡胶性能研究

曾海泉 赫秀娟 董林福 封禄田

(沈阳化工学院 110021)

刘永军

(沈阳第四橡胶厂 110024)

余 忠

(沈阳第三橡胶厂 110021)

摘要 对采用短尼龙弹力丝制得的短纤维-橡胶复合材料与采用普通尼龙短纤维的复合材料进行了加工性能和物理性能的对比。结果表明,短尼龙弹力丝更容易在胶料中分散均匀,其与橡胶的复合材料具有优异的物理性能。

关键词 短尼龙弹力丝, 尼龙短纤维, 橡胶复合材料

短纤维-橡胶复合材料因具有性能优异且易于实现加工过程的连续化和自动化等特点,得到了广泛的关注。但由于短纤维的增强效果与长纤维相比有较大的差距,因此并没有得到广泛的应用。

短纤维的增强效果取决于与基质橡胶之间的结合界面。一般认为^[1],界面的传递性能与 5 个因素有关:①表面吸附;②相互扩散及渗透;③静电吸附;④化学偶合;⑤机械锚定效应。为了增大界面强度,人们做了大量工作,有的更新短纤维预处理的方法^[2,3],有的采用新的粘合体系^[4],但从机械锚定效应着手进行的研究尚未见报道,本文所介绍的研究则是这方面的一个尝试。

普通尼龙长丝表面光滑,不易与橡胶形成牢固的结合界面,而尼龙弹力丝则是将普通尼龙长丝经过变形处理后得到的,其表面粗糙,呈卷曲状,具有更强的机械锚定效应,它与橡胶之间容易形成牢固的结合界面。为了了解短尼龙弹力丝的增强效果,我们进行了试验研究,现介绍如下。

作者简介 曾海泉,男,34岁。硕士,讲师。主要从事橡胶塑料加工工艺及设备的研究与教学。已在《模具工业》等刊物上发表论文 7 篇。

1 实验

1.1 主要原材料

尼龙长丝和尼龙弹力丝,直径为 22 μm ,辽阳石油化学工业公司纤维一厂产品。

1.2 胶料配方

基本配方为:NR 100;硫黄 2;促进剂 NOBS 1;促进剂 TMTD 0.03;氧化锌 5;硬脂酸 2;防老剂 A 1.5;通用炭黑 43。

采用 4 种方案进行对比研究:1[#]配方为不加短纤维;2[#]配方为加入未经预处理的尼龙短纤维;3[#]配方为加入经过 RFL(间苯二酚-甲醛-胶乳)浸渍液预处理的尼龙短纤维;4[#]配方为加入短尼龙弹力丝。

1.3 试样制备

将尼龙长丝和尼龙弹力丝切成长度为 5 mm 的短纤维备用;取部分尼龙长丝,用 RFL 浸渍液进行预处理,然后将其切成长度为 5 mm 的短纤维备用。

先将混炼胶在 1 mm 辊距下出片,然后在胶片上铺上一层短纤维,再将胶片对折,放入炼胶机中,反复辊压,待该层短纤维分散后,再重复上述过程,直到所有短纤维全部加入胶料中,而且混合均匀,然后薄通取向。在

40 t 平板硫化机上进行硫化, 硫化条件为 145 °C × 18 min. 最后按图 1 所示沿 L 向和 T 向切取试样。

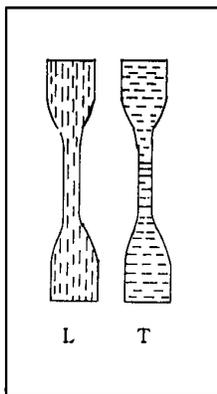


图 1 试样取向方向

1.4 性能测试

在 XLL-250 拉力试验机上, 按国家标准 GB/T 528-92 进行物理性能测试, 得出应力-应变曲线。采用目测及显微镜观察试样的断口状况。

2 结果与讨论

2.1 短尼龙弹力丝在胶料中的分散

将相同用量的短尼龙弹力丝与尼龙短纤维按 1.3 节所介绍的方法加入到等量的胶料中进行比较。结果表明, 胶片上铺短尼龙弹力丝, 辊压 2 或 3 次即可完全混入胶料中, 而胶片上若铺尼龙短纤维, 有时辊压了 4 或 5 次, 仍有一些短纤维浮在胶料的表面。前者均匀混入胶料中所需时间只约是后者的 2/3, 这是由于短尼龙弹力丝表面粗糙, 在开炼机辊筒的作用下, 容易混入胶料中并随胶料一起运动的缘故。

2.2 胶料的物理性能

各配方胶料物理性能测试结果见表 1。应力-应变曲线见图 2。

从表 1 可以看出, 2[#]配方胶料的物理性能还不如 1[#]配方胶料。这是由于此时未经预处理的短纤维与橡胶的结合界面强度较小, 当应力达到一定值后, 纤维与其外层橡胶

表 1 胶料物理性能

胶料	拉伸强度/MPa	扯断伸长率/%
1 [#] 配方	16.0	648
2 [#] 配方		
L 向	13.2	51
T 向	11.8	55
3 [#] 配方		
L 向	18.9	40
T 向	14.1	44
4 [#] 配方		
L 向	18.7	61
T 向	15.2	63

注: 短纤维的质量分数为 20%。

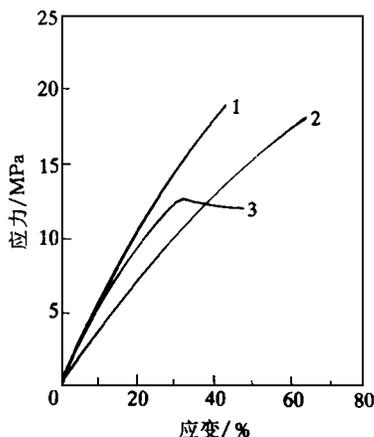


图 2 胶料应力-应变曲线

L 向, 短纤维的质量分数为 20%

1—3[#]配方; 2—4[#]配方; 3—2[#]配方

之间便产生相对滑动, 尔后相互脱离, 外力完全由橡胶基质承受, 纤维没有起到增强作用, 反而由于纤维与橡胶之间相对滑动而产生了孔洞, 加速了试样的破坏。因此, 如果在橡胶中加入未经预处理的尼龙短纤维, 不但不能提高胶料的物理性能, 反而会使性能下降。从图 2 可以看出, 加入未经预处理短纤维的胶料出现了明显的屈服现象。

对于加入了经 RFL 浸渍液处理的尼龙短纤维的 3[#]配方胶料, 由于纤维与橡胶结合牢固, 纤维一直与橡胶一起承受外力, 因此, 短纤维对橡胶具有增强作用, 胶料的应力-应变曲线上未出现屈服现象。但由于尼龙短纤维的弹性小, 因此其胶料的扯断伸长率较小。

由于尼龙弹力丝的表面较粗糙,呈卷曲状,具有机械锚定效应,可与橡胶之间形成牢固的结合界面,因此短尼龙弹力丝也可与橡胶一起承受外力,胶料的应力-应变曲线上也未出现屈服现象。从图2中还可以看出,这种胶料的杨氏模量较小,扯断伸长率较大,这是由于短尼龙弹力丝具有较大的弹性,它不仅具有对橡胶的约束作用,而且在某种程度上还能跟随橡胶一起变形的缘故。

采用普通尼龙短纤维,虽然加入适量的粘合剂可提高胶料的强度,但也会使其扯断伸长率明显减小,对弹性和疲劳生热有不利影响^[5]。而采用短尼龙弹力丝,虽然在增强效果上比浸渍预处理尼龙短纤维稍差,但胶料扯断伸长率却较高。

另外,加入短尼龙弹力丝的胶料在L向与T向的拉伸强度虽也有差别,但差别不大。这说明短尼龙弹力丝在加工过程中的取向行为较轻,这对要求各向同性的用途是很有意义的。

2.3 纤维用量与拉伸强度的关系

短纤维用量对拉伸强度的影响见图3。

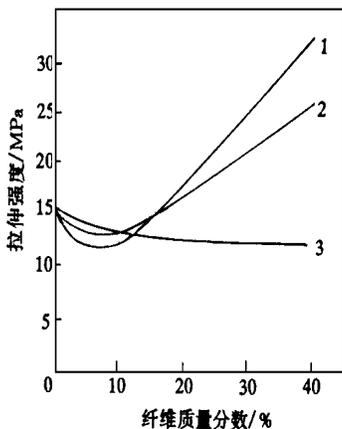


图3 短纤维用量对拉伸强度的影响

1—3[#]配方; 2—4[#]配方; 3—2[#]配方

从图3可以看出,短纤维用量对2[#]配方胶料与3[#]配方胶料拉伸强度的影响与前人研究结果相同^[9],4[#]配方胶料所得曲线虽与3[#]配方胶料相似,初始拉伸强度随纤维用量

的增大而减小,而当纤维用量增大到一定值时,又随纤维用量的增大而增大,但其升降的速度和幅度都比3[#]配方胶料小。

造成3[#]配方胶料的拉伸强度出现先降后升的原因在于当浸渍预处理的尼龙短纤维用量较小时,牢固的结合界面使纤维与周围橡胶不会产生相对滑动,一旦承受应力,橡胶一定会产生不同程度的变形,而纤维却因为杨氏模量高,几乎不能发生变形,这样在纤维两端便出现了应变放大区,从而造成应力集中,加快了试样的破坏。而当纤维用量达到一定值后,由于纤维间距变小,应变放大区相应减小,应力集中现象减弱,纤维开始有效地承受应力,拉伸强度因此上升^[6]。

至于4[#]配方胶料,由于短尼龙弹力丝具有弹性,减少了应力集中,从而降低了拉伸强度下降的幅度及速度。

2.4 试样断口分析

用目测及显微镜观察2[#]配方胶料,发现断口处的纤维几乎全是连根拔起,表面光滑,说明其主要是界面的破坏,纤维并没有起到增强作用。

而4[#]配方胶料的断口与此大不相同,虽然也有拔出的纤维,但数量很少,而且它们拔出后,有的形状已卷成小圆圈,有的表面带有胶料,拔出纤维后在基质上留下的孔洞也有明显的撕拉痕迹,这从另一个角度说明,尼龙弹力丝的机械锚定效应在发挥作用。

3 结论

(1)虽然短尼龙纤维弹力丝表面粗糙,呈卷曲状,但它比尼龙短纤维更易混入橡胶之中。

(2)用短尼龙弹力丝来增强橡胶,在不进行预处理、不加粘合剂的情况下,仍具有非常好的增强效果,而且所得的复合材料保持了相当大的扯断伸长率,物理性能优异。

(3)由于各方面条件的制约,本研究还不够深入和广泛,但从所得到的结果来看,短尼

龙弹力丝具有很大的发展潜力。

参考文献

- 1 Lauke B, Schultrich B, Pompe W. Theoretical considerations of toughness of short-fiber reinforced thermoplastics Polym. Plast Technol. Eng., 1990, 29 (7 & 8): 607
- 2 张立群, 周彦豪, 李东红. 尼龙和聚酯短纤维新预处理方法及其对复合材料性能的影响. 橡胶工业, 1994, 41

- (3): 132
- 3 Foldi A P. Reinforcement of rubber through short individual filaments. Rubber Chem. Technol., 1976, 49(2): 379
- 4 Murty V M, De S K. Short jute fiber reinforced rubber composites. Rubber Chem. Technol., 1982, 55(2): 287
- 5 周彦豪, 李 晨. 短纤维-橡胶复合材料研究的进展. 合成橡胶工业, 1990, 13(5): 350
- 6 王卫东, 王梦蛟, 张 涛. 含短纤维硫化胶的拉伸破坏研究. 橡胶工业, 1989, 36(8): 491

收稿日期 1997-09-09

Study on Properties of Elastic Nylon Short Filament/ Rubber Composite

Zeng Haiquan, He Xiujuan, Dong Fulin and Feng Lutian

(Shenyang Institute of Chemical Technology 110021)

Liu Yongjun

(Shenyang No. 4 Rubber Factory 110024)

She Zhong

(Shenyang No. 3 Rubber Factory 110021)

Abstract A comparison of the processibility and the physical properties between the elastic nylon short filament/rubber composite and the conventional nylon short fibre/rubber composite was made. The results showed that the elastic nylon short filament dispersed more easily and its rubber composite possessed excellent physical properties.

Keywords elastic nylon short filament, nylon short fibre, rubber composite

1997 年全国橡标委通用物理试验方法分委会扩大会议召开

1997 年全国橡标委通用物理试验方法分技术委员会扩大会议于 1997 年 11 月 1~4 日在湖南省张家界市召开, 出席会议的有分委会委员、标准起草人及有关单位的代表共 32 人。

会议总结了分委会 1997 年的工作; 审查了《硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定》、《硫化橡胶或热塑性橡胶硬度的测定》和《硫化橡胶耐磨性能的测定》3 项标准送审稿; 并对化督标发[1997]092 号文件

要求的 1990 年以前的 34 项标准进行了复审, 提出继续有效的标准 20 项, 应做修订的标准 14 项(其中硬质橡胶物理试验方法标准 7 项)。

代表们建议由分委会组织有关生产厂家及单位相互沟通, 共同合作, 做好这些标准的修订工作。

会上代表们认真审议, 提出了许多宝贵意见, 会议完成了各项预定任务, 取得了圆满成功。

(全国橡标委通用物理试验方法分技术委员会秘书处 吕英欣供稿)