

硅铝炭黑对橡胶体系力学性能的影响

王淑英 范文元

(青岛化工学院 266042)

摘要 对硅铝炭黑(SAC)与NR的基本配合进行了探讨。对耐磨SAC填充不同品种胶料和选用不同促进剂进行了试验。结果表明,用10份耐磨SAC部分替代通用炭黑,可使硫化胶的拉伸强度、耐磨性达到通用炭黑的性能指标;耐磨SAC与NR配合时,选用不同的硫化促进剂具有不同的效果,促进剂DM效果最好。

关键词 硅铝炭黑, NR, 通用炭黑, 力学性能

硅铝炭黑(SAC)是80年代初由江苏省煤矸石综合利用研究所开发的一种新型补强性填料。其主要成分为二氧化硅、氧化铝和炭(炭黑类物质)^[1]。多年来橡胶制品的补强材料一直以炭黑为主,这种补强材料是靠来自石油系列的原材料加工制成的。由于原材料价格上涨和原油供应紧张,使炭黑价格居高不下。因此开发新型填充材料作炭黑替代品具有一定的现实意义。SAC原料丰富、生产工艺简单、耗能少且价格便宜,在橡胶配合中与传统炭黑相比具有混炼时污染少、混入速度快、分散性能好、延迟硫化防焦烧等特点。因此SAC作为一种新型填料具有一定的应用价值和开发前景。

本试验主要考察耐磨SAC和充气SAC部分替代通用炭黑对橡胶体系力学性能的影响。

1 实验

1.1 主要原材料

NR, 3[#]烟胶片, 海南产; SBR, 前苏联产; BR, 齐鲁石化产品; 通用炭黑, 山东胶州炭黑厂产品; 其它均为市售工业品。

1.2 基本配方

NR胶料配方: NR 100; 促进剂 1.05; 软化剂 7; 防老剂 1.5; 松焦油 6; 硫黄 22; 高耐磨炭黑 30; 通用炭黑 20; SAC 变量(替代通用炭黑)。

BR, SBR和NR/SBR(70/30)胶料配方同

NR。硫化温度为143℃,硫化时间随SAC用量不同而定。

1.3 性能测试

拉伸性能按GB/T 528—92进行测试;阿克隆磨耗试验磨耗角取15°;压缩疲劳试验在恒温38℃下进行,测定在多次压缩下的温升。

2 结果与讨论

2.1 不同品种SAC对NR性能的影响

2.1.1 耐磨SAC对NR力学性能的影响

在NR体系中分别添加0, 5, 10, 15和20份耐磨SAC,测定不同用量的耐磨SAC对NR力学性能的影响,结果如图1所示。

由图1可以看出,随耐磨SAC用量的增大,扯断伸长率上升,300%定伸应力下降,拉伸强度比通用炭黑大。在耐磨SAC用量为5份时,拉伸强度达到最高值,此后随其用量的增大而下降。这是由于耐磨SAC中的有机成分(如侧链和官能团)在硫化条件下不同程度地参与化学反应,使橡胶的分子链加长,硫化胶的含胶率相对提高,无机物成分相对减少,致使硫化胶变软。因此300%定伸应力略低,而扯断伸长率增大。拉伸强度与耐磨SAC表面含有活性基团及比表面积有关。耐磨SAC的比表面积比通用炭黑大,因此其拉伸强度高于通用炭黑。

耐磨SAC用量在15份以下时其耐磨性优于通用炭黑,随其用量的增大,耐磨性变差。由填充体系和耐磨性的关系可知,耐磨性和结合胶质量分数有直接关系,能使炭黑-橡胶之间相互作用加强的因素,对耐磨性有利。由SAC在胶料中的分散理论可知,SAC的分散度优于碳

作者简介 王淑英,女,52岁。高级工程师。毕业于青岛化工学院橡胶工艺专业。主要技术成果有“塑料非弹性体增韧机理的研究”,该项技术1994年获化工部科技进步二等奖。已发表论文14篇。

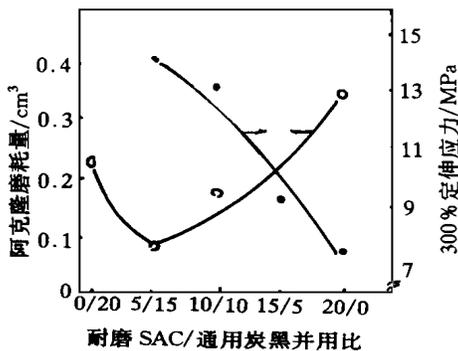
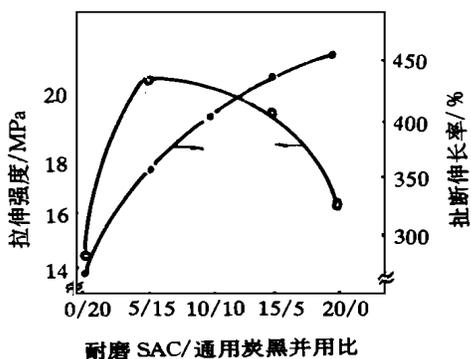


图 1 耐磨 SAC 对 NR 性能的影响

酸钙和陶土等产品, 分布也很均匀; 又由于其含有的有机成分增大了与橡胶的相容性, 因此, SAC 的耐磨性优于通用炭黑。

2.1.2 充气 SAC 对 NR 性能的影响

充气 SAC 同样采用上述变量, 对 NR 的力学性能进行测试, 结果如图 2 所示。

由图 2 可以看出, 充气 SAC 用量为 5 份时其拉伸强度达到最高值, 且高于通用炭黑; 扯断伸长率均高于通用炭黑, 并随其用量的增大而增大; 300%定伸应力均低于通用炭黑, 呈下降趋势。

充气 SAC 用量在 15 份以内时, 耐磨性比

通用炭黑好, 超过 15 份则耐磨性逐渐变差。

2.1.3 两种 SAC 的对比

从外观上看, 充气 SAC 颜色浅, 呈颗粒状, 密度小; 耐磨 SAC 颜色为深褐色, 呈粉末状, 密度大于充气 SAC。从混炼工艺上看, 耐磨 SAC 由于粒径小, 在通过同样辊距时与橡胶直接接触的机会多, 因此混入快、分散均匀; 充气 SAC 颗粒圆, 颗粒间存有空隙, 与胶料接触比耐磨 SAC 差, 分散也不如耐磨 SAC 均匀。两种 SAC 对 NR 力学性能影响的比较如图 3 所示。从图 3 可以看出, 耐磨 SAC 的拉伸强度、耐磨性优于充气 SAC。这是由于耐磨 SAC 的颗粒细, 比

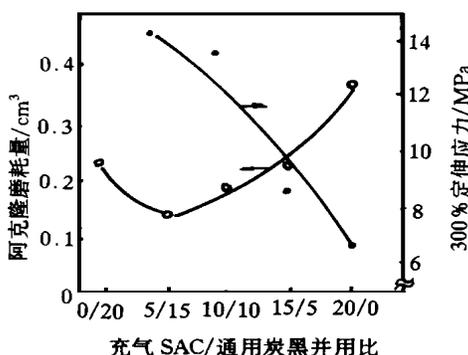
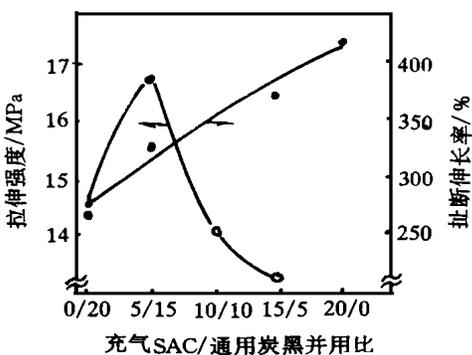


图 2 充气 SAC 对 NR 性能的影响

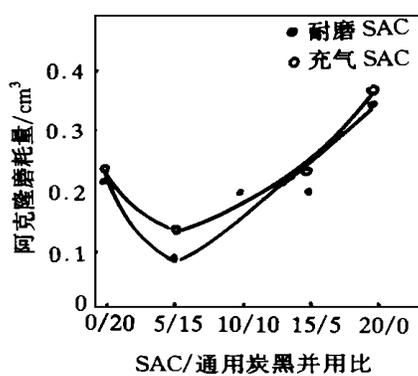
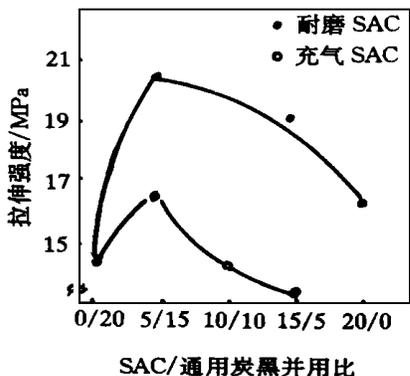


图 3 两种 SAC 对 NR 性能的影响

表面积大。

耐磨 SAC 用量在 10 份以内,补强性能比通用炭黑好。耐磨 SAC 在 15 份以内时胶料耐磨性优于通用炭黑。因此可选用 10 份耐磨 SAC 部分替代通用炭黑。

2.2 耐磨 SAC 对不同胶种的影响

根据以上结果,选用不同用量的耐磨 SAC 分别填充到 NR, SBR, BR, SBR/NR 体系中,观察 SAC 对其力学性能的影响(对 NR 性能的影响前已阐述过)。

2.2.1 耐磨 SAC 对 SBR 性能的影响

耐磨 SAC 填充到 SBR 中对其性能的影响如图 4 所示。由图 4 可以看出, SBR 的扯断伸

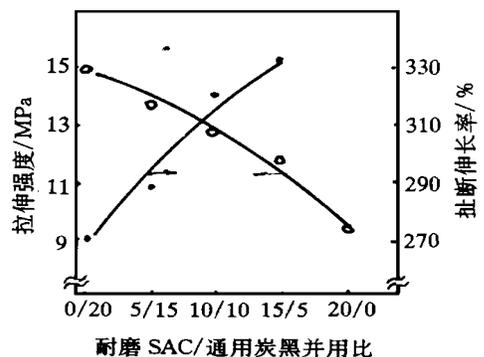


图 4 耐磨 SAC 对 SBR 性能的影响

长率随 SAC 用量增大而增大,拉伸强度和 300%定伸应力呈下降趋势。说明耐磨 SAC 的补强性低于通用炭黑;耐磨性在 5 份时最好,10 份以上均比通用炭黑差。这是因为 SBR 为非结晶橡胶,需要粒径小、补强性高的炭黑;又因 SBR 挤出膨胀大、收缩大,又需结构高的填充剂,而耐磨 SAC 的结构性低,因此其拉伸强度、耐磨性均不如通用炭黑好。

2.2.2 耐磨 SAC 对 BR 性能的影响

BR 主链柔顺性较好,弹性高于 NR,耐磨性好,但加工性能和粘性较差。耐磨 SAC 对 BR 性能的影响如图 5 所示。由图 5 可以看出,耐磨 SAC 填充的 BR 胶料的拉伸强度很低,扯

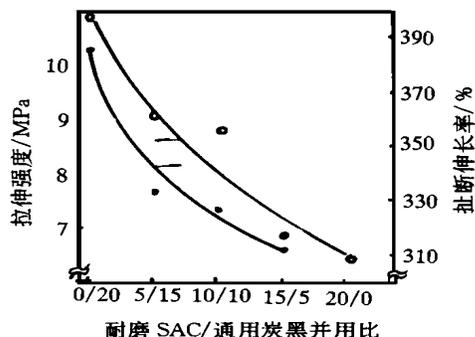
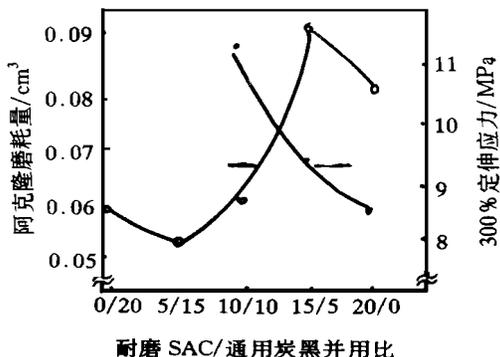


图 5 耐磨 SAC 对 BR 性能的影响

断伸长率呈下降趋势,300%定伸应力随 SAC 用量增大而下降。耐磨 SAC 用量为 5 份时 BR 的耐磨性最差,此后随 SAC 用量增大而增强。

2.2.3 耐磨 SAC 对 SBR/NR 并用体系性能的影响

SBR 与 NR 并用体系可增大其粘性,提高拉伸强度和弹性。耐磨 SAC 对 SBR/NR 并用体系性能的影响如图 6 所示。

由图 6 可以看出,耐磨 SAC 填充到 SBR/

NR 并用体系中使其拉伸强度下降,扯断伸长率在 5 份时达最低点,300%定伸应力呈下降趋势,SAC 用量为 15 份时耐磨性较好。

2.2.4 耐磨 SAC 对不同胶种性能的比较

根据上述试验,选择填充 10 份耐磨 SAC,测定其对不同胶种性能的影响,结果如表 1 所示。由表 1 可以看出,耐磨 SAC 与 NR 配合效果较好,而与 SBR, BR 或 SBR/NR 并用体系的配合效果不理想。

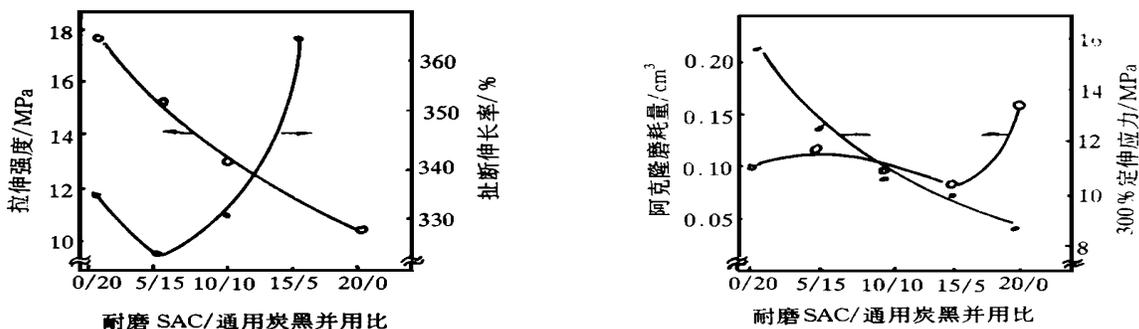


图 6 耐磨 SAC 对 SBR/NR 并用体系性能的影响

表 1 耐磨 SAC 对不同胶料性能的影响

性能	NR		SBR		BR		SBR/NR	
	通用炭黑	耐磨 SAC	通用炭黑	耐磨 SAC	通用炭黑	耐磨 SAC	通用炭黑	耐磨 SAC
拉伸强度/MPa	14.38	16.10	14.86	12.84	10.97	8.90	17.64	13.19
扯断伸长率/%	268	314	270	320	387	326	334	330
300%定伸应力/MPa	—	13.23	—	11.54	7.57	7.84	15.46	10.73
阿克隆磨耗量/cm ³	0.23	0.18	0.06	0.06	0.03	0.03	0.10	0.10

以上结果表明, NR 体系具有高弹性、高强度、加工性和粘性好等特点。用耐磨 SAC 部分替代通用炭黑可降低胶料的粘性, 提高硫化胶的拉伸强度, 降低生热。BR 对炭黑有特殊的要求, 由于其自身的补强性较差, 主要靠高补强的填料来提高其拉伸强度, 而作为一般填料的耐磨 SAC 达不到 BR 的要求。对 SBR 而言, 由于其本身为非结晶橡胶, 挤出膨胀大、收缩大, 因此需选用高结构的填料以利于挤出, 提高其定伸应力、拉伸强度和耐磨性, 耐磨 SAC 的结构性较低, 故满足不了 SBR 的要求。对于 SBR/NR 并用体系, 从耐磨 SAC 对并用体系力学性能影响上看, 没有达到单独使用通用炭黑的指标。

2.3 耐磨 SAC 对使用不同促进剂的 NR 胶料性能的影响

由耐磨 SAC 部分替代通用炭黑在 NR 中的试验结果可知, 硫化胶的扯断伸长率大大超过通用炭黑的指标, 拉伸强度达到通用炭黑的水平, 300%定伸应力略低, 因此要提高定伸应力必须降低扯断伸长率。耐磨 SAC 对使用不同促进剂的 NR 胶料性能的影响如表 2 所示。

从表 2 可以看出, 在 4 种促进剂中, 促进剂 DM 的性能较好, 其扯断伸长率降低, 300%定伸应力有所提高, 且生热较小, 耐磨性较好。

表 2 耐磨 SAC 对使用不同促进剂的 NR 胶料性能的影响

性能	促进剂品种			
	DM	CZ	M	D
拉伸强度/MPa	16.10	22.48	18.06	19.49
300%定伸应力/MPa	13.23	10.84	11.13	9.52
扯断伸长率/%	314	486	390	492
阿克隆磨耗量/cm ³	0.176	0.210	0.260	0.220
压缩温升/°C	5	7	8	6

3 结论

- (1) 选用 10 份耐磨 SAC 部分替代通用炭黑, 不仅使硫化胶的拉伸强度、耐磨性达到通用炭黑的性能指标, 还可降低成本。
- (2) SAC 应选用颗粒细、比表面积大、相对密度大、在胶料中分散好的耐磨 SAC, 其性能优于充气 SAC。
- (3) 耐磨 SAC 填充 NR 体系, 其强伸性能和耐磨性均达到通用炭黑的性能指标。
- (4) SAC 与 NR 配合时, 选用不同硫化促进剂具有不同的效果, 促进剂 DM 的效果最好。

参考文献

1 李东红, 周彦豪. 硅铝炭黑(SAC)填充丁苯橡胶的流变-力学性能的研究. 橡胶工业, 1987, 34(10): 21~25