

新型橡胶补强填料的应用研究进展

黄家明, 胡浩, 朱嘉

(北京橡胶工业研究设计院, 北京 100143)

摘要: 介绍木质素、蒙脱土、碳纳米管和凹凸棒(粘)土4种新型橡胶补强填料的特性和应用研究进展。4种新型橡胶补强填料改性后在天然橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶、丁腈橡胶、硅橡胶和三元乙丙橡胶等中的补强效应显著。木质素用于高压丁腈橡胶胶管内层胶和外层胶中的用量最大可达到100份。采用共沉法制备的蒙脱土/丁苯橡胶纳米复合材料可用于轮胎胎面胶, 采用熔融插层法制备的蒙脱土/三元乙丙橡胶纳米复合材料可用于轮胎内胎胶和气密层胶。碳纳米管与炭黑具有协同效应, 碳纳米管与炭黑并用体系在低滚动阻力轮胎胎面胶中有潜在应用价值。凹凸棒土在丁腈橡胶中的用量可达70份, 凹凸棒土/丁腈橡胶纳米复合材料在油田橡胶制品中应用前景广阔。指出开发新的改性方式、改进加工工艺是扩大这4种新型补强填料应用的研究重点。

关键词: 补强填料; 木质素; 蒙脱土; 碳纳米管; 凹凸棒土; 改性

木质素、蒙脱土、碳纳米管和凹凸棒(粘)土是近年来发展较快的新型橡胶补强填料, 它们粒径小, 易聚集, 可通过物理和化学改性改善其分散性。这几种新型橡胶补强填料在绿色轮胎和高性能橡胶制品中的应用研究备受关注, 现将其特点和应用研究进展简介如下。

1 木质素

木质素是自然界中第二大天然高分子材料, 是以苯丙烷单体为骨架的芳香族聚合物。木质素主要有2个来源: 一是制浆造纸工业的副产物(如木质素磺酸盐和碱木质素), 其衍生物可广泛地应用于不同的工业领域; 二是生物质(木材/秸秆等)水解产物(如酶解木质素和高沸醇木质素)。木质素作为橡胶的补强填料, 不需要复杂的分离提纯工艺, 应用潜力巨大。尤其是酶解木质素和高沸醇木质素制备条件温和, 较好地保留了自身的分子结构, 含有大量芳环、酚羟基、醚键等活性基团, 活性较高。但分子间强烈的氢键作用和杂质存在, 使木质素在提取和干燥过程中易附聚成较大的颗粒,

同时木质素分子中有大量极性基团, 严重影响木质素在橡胶中的分散, 造成木质素与非极性橡胶相容性差。通过混炼工艺改进和化学改性可以提高木质素在橡胶中的分散性, 例如采用胶乳共沉法、湿法混炼工艺、动态热处理、预分散改性、羟甲基化等方法将木质素填充到橡胶中, 可以实现木质素粒子接近纳米尺度的分散, 并利用木质素分子的反应活性构筑树脂-树脂、树脂-橡胶及橡胶-橡胶交联的多重网络结构, 从而提高胶料综合性能^[1-2]。

采用木质素作补强填料的橡胶主要有天然橡胶(NR)、丁苯橡胶(SBR)、三元乙丙橡胶(EPDM)、丁腈橡胶(NBR)等。胶乳共沉法是目前木质素在橡胶中应用的主要加工方法。刘树生等^[3]将木质素与聚苯乙烯乳液共混, 得到木质素-聚苯乙烯乳液共沉物, 并将共沉物加入SBR中, 研究了共沉物对SBR性能的影响。结果表明: 通过聚苯乙烯对木质素的包裹和分散作用, 改善了木质素在SBR中的分散性; 与采用木质素的胶料相比, 木质素-聚苯乙烯乳液共沉物胶料的定伸应力和耐热老化性能提高。

李海江等^[4]将木质素溶解在碱性溶液中,与天然胶乳共沉制得木质素/NR(用量比1:1)复合物,采用该复合物部分代替高分散性白炭黑,研究了木质素/NR复合物对SBR性能的影响。结果表明:在木质素/NR复合物中,木质素与NR形成互穿网络结构;木质素在SBR中分散良好,对SBR的补强效果显著;木质素降低了SBR的滚动阻力,改善了SBR的耐寒性能,但SBR的抗湿滑性能有一定程度下降。

李海富等^[5]采用乳液共沉法制备NR/木质素母胶,研究了木质素用量对NR炭黑胶料性能的影响。结果表明:木质素用量不超过20份,胶料的拉伸强度和撕裂强度提高;但加入木质素对NR胶料中炭黑的分散不利,胶料的工艺性能及加工安全性变差,因此NR中木质素的用量不宜过大。

不同物理性能改性方法对木质素的改性效果差异较大。周明松等^[6]采用球磨、喷雾干燥、气流粉碎3种方法分别对酶解木质素进行预处理,考察了酶解木质素对NBR的补强作用。结果表明:经气流粉碎预处理的酶解木质素堆积密度最小,其在NBR基质中的分散粒径最小(约2.5 μm),相容性最好,对NBR的补强效果最好;当酶解木质素用量为40份时,气流粉碎酶解木质素胶料的拉伸强度比未添加木质素的胶料提高257%,比球磨法酶解木质素胶料和喷雾干燥法酶解木质素胶料分别提高24.44%和61.29%;酶解木质素还可以提高NBR胶料的热稳定性能及耐热老化性能。

近年来木质素在橡胶制品中的应用研究取得较大进展。张仲伦等^[7]利用甘蔗浆黑液制造的木质素作NBR钢丝编织胶管内层胶和外层胶的补强填料。其中,木质素先与NBR按1:1的比例共混制成母胶。胶管内层胶配方为:NBR-木质素母胶,200;碳酸钙,40;氧化锌,5;硬脂酸,1;促进剂,1.5;防老剂,1;硫黄,3。胶管外层胶配方为:NBR-木质素母胶,100;氯化聚乙烯橡胶(CM352LF),50;碳酸钙,50;氧化镁,8;氧化锌,2.5;硬脂酸,1.25;硬脂酸钙,1.25;石蜡,1;交联剂CV1520,2;促进剂,1.5;防老

剂,2.5;操作油,25;硫黄,2。结果表明:木质素在NBR中的填充量大,用其补强NBR可以达到降低胶料成本、节约橡胶资源的目的;木质素是酚醛树脂类物质,其分子上的酚类基团有防护作用,可以起到提高橡胶与金属等骨架材料的粘合性能和减小防老剂用量的作用;木质素不飞扬,可减少胶料混炼时作业区的污染,有利于环境保护;木质素补强的NBR混炼胶具有挤出生热低、冷却定型快、钢丝编织时赶胶少等优点;木质素补强内层胶和外层胶的成品胶管耐油性能、层间粘合强度、爆破强度、低温耐屈挠性能和耐臭氧性能达到国家标准(GB/T 3683.1—2006)要求。

2 蒙脱土

蒙脱土是典型的层状硅酸盐非金属纳米矿物填料,是由2层Si—O四面体和1层Al—O八面体组成的层状硅酸盐晶体,层内含有阳离子(主要为钠离子、镁离子和钙离子,其次为钾离子和锂离子等),具有分散性、膨胀性、吸水性好和价格低廉等特点。蒙脱土用作橡胶补强填料需要改性,将层内亲水层转变为疏水层,使其与橡胶具有良好的界面相容性。按改性介质,蒙脱土改性方式可分为无机改性(改性剂为无机酸、无机盐和钠)、有机改性(改性剂为有机季铵盐、胺盐、偶联剂和聚合物单体)和无机/有机改性;按工艺,蒙脱土改性方式可分为乳液插层法、溶液插层法和熔融插层法。根据蒙脱土的层状结构特点,用插层法将有机物(高聚物或单体)插入蒙脱土层间发生化学反应并与橡胶交联制成橡胶/蒙脱土纳米复合材料,这是目前蒙脱土在橡胶领域中应用的主要研究课题^[8-10]。

蒙脱土主要用于NR、SBR、NBR、EPDM、顺丁橡胶(BR)和甲基乙烯基硅橡胶(MVQ)补强,用量一般为5~10份。刘岚等^[11]使用间苯二酚和六次甲基四胺(摩尔比为1:1)络合物作改性剂(插层剂)制备NR/蒙脱土原土纳米复合材料,研究了复合材料的性能。结果表明:络合物对蒙脱土插层并在层间原位聚合,又与NR发生接枝交联反应,使得NR大分子链段进入蒙脱土层间,形成嵌

入纳米复合材料；当蒙脱土用量从0份增大至20份时，复合材料的定伸应力、拉伸强度、撕裂强度和耐热老化性能提高，这是因为在橡胶基体中分散的蒙脱土无机片层起到了补强和对热氧的阻隔作用；与NR胶料相比，NR/蒙脱土原土纳米复合材料的滚动阻力降低，抗湿滑性能提高。

王超^[12]采用熔融插层法制备NBR/有机蒙脱土纳米复合材料，考察了有机蒙脱土对NBR性能的影响，同时提出了有机蒙脱土对NBR的补强机理。结果表明：插层型纳米复合材料中蒙脱土本身的片层结构、片层间的“特殊效应”、拉伸时片层间产生的滑移和取向以及橡胶基体中的纳米分散结构，使其具有良好的补强性能和热稳定性能；随着有机蒙脱土用量增大，复合材料的硬度、定伸应力、拉伸强度、拉断伸长率和撕裂强度增大，耐油性能提高。

杨科等^[13]采用溶液插层法制备MVQ/有机蒙脱土复合材料，研究了复合材料的强伸性能和热稳定性能。结果表明：经有机化改性后的蒙脱土层间距明显增大；随着蒙脱土用量增大，复合材料的强伸性能先提高后降低；当有机蒙脱土质量分数为3%时，复合材料为剥离型纳米复合材料，其拉伸性能最好（拉伸强度和拉断伸长率分别提高10.4%和10.2%）；当有机蒙脱土质量分数为9%时，有机蒙脱土出现再团聚现象，强伸性能显著下降；复合材料在相同温度范围内表现出不同的热稳定性能。

郑华等^[14]采用熔融插层法，用三甲基十八烷基氯化铵插层剂改性钠基蒙脱土原土制备蒙脱土/EPDM纳米复合材料，研究了复合材料的性能。结果表明：复合材料为插层型复合材料；蒙脱土用量为15份时，复合材料具有优良的物理性能、较小的透气率、较好的耐动态屈挠性能以及优良的耐磨性能，在轮胎内胎胶和气密层胶中有良好的应用预期。

采用机械共混法直接将蒙脱土混入橡胶中，对橡胶也有较好的补强和增容作用。高利等^[15]采用机械共混法制备NR/SBR/有机蒙脱土纳米复合材料，研究了有机蒙脱土对NR/SBR并用胶的补强和

增容作用。结果表明：复合材料为剥离型纳米复合材料；有机蒙脱土提高了复合材料的交联密度和静态强度性能，减小了损耗因子（ $\tan\delta$ ），使NR和SBR的玻璃化温度更接近，起到增容作用，实现了NR和SBR的同步硫化；有机蒙脱土的适合用量为6~8份。

蒙脱土可用于轮胎工业化生产。宋国君等^[16]将改性有机蒙脱土与丁苯胶乳共沉制备蒙脱土/SBR纳米复合材料，并将其用于半钢子午线轮胎胎面胶中。结果表明：共沉胶中蒙脱土与SBR结合较好；共沉胶中的有机蒙脱土等量替代炭黑，胎面胶的硬度、拉伸强度、撕裂强度、弹性和耐磨性能相当，耐屈挠龟裂性能略有下降；胎面挤出性能稳定，半成品尺寸保持性能良好；成品轮胎的耐久性能和高速度性能变化不大，满足国家标准要求；有机蒙脱土在胎面胶中的用量可达8份。

3 碳纳米管

碳纳米管是直径为1~10 nm、长度为几十微米甚至更大的单层（单壁）或多层（多壁）石墨圆柱体（两端由富勒烯半球封帽）。碳纳米管的化学组成和原子结合形态简单，单层为六面形平面结构，径向为纳米尺寸，长径比大（100~1000），结构规整，比表面积大，强度高，具有石墨优良的本征特性（耐热、耐腐蚀、耐热冲击以及自润滑性、生物相容性、热导性、电导性好），是高性能和功能橡胶材料的补强填料。但碳纳米管聚集（缠结）倾向和化学惰性强，在橡胶中的分散性及与橡胶的粘合性能差限制了其在橡胶中的应用，为此采用物理和化学方法对碳纳米管进行表面改性，以提高碳纳米管在橡胶中的分散性，扩大碳纳米管在橡胶中的应用^[17-19]。

碳纳米管可广泛用于NR、SBR、BR、NBR、氯丁橡胶（CR）和丙烯酸酯橡胶（ACM）等橡胶中。许图远^[20]用多巴胺包覆法改性碳纳米管，采用乳液混合法制备碳纳米管/NR复合材料，并对复合材料性能进行了研究。结果表明：包覆改性碳纳米管良好的分散性增进了其补强效果，复合材料的

拉伸强度和拉断伸长率提高,热稳定性能改善,出现导电逾渗现象;添加偶联剂Si69或KH550,可进一步强化碳纳米管与NR之间的界面结合,使改性碳纳米管与橡胶基体之间的相容性更好,复合材料的定伸应力和储能模量进一步提高, $\tan\delta$ 减小,但偶联剂Si69却使复合材料的拉断伸长率明显减小,这可能与橡胶交联密度增大有关。此外,复合材料中的氧化锌可能会减小碳纳米管的长径比,硫黄有利于碳纳米管的解缠。

李国喜等^[21]采用自制的丙烯酸丁酯-甲基丙烯酸甲酯-甲基丙烯酸环氧丙酯对多壁碳纳米管进行表面改性,制备碳纳米管/ACM复合材料,研究了复合材料性能。结果表明:大分子改性剂提高了碳纳米管与ACM的相容性和界面结合力,可充分发挥碳纳米管的纳米补强效应和耐磨、耐热等诸多优势,碳纳米管/ACM复合材料的性能远优于炭黑N550补强的ACM胶料;随着碳纳米管用量增大,复合材料的强伸性能、耐热老化性能、耐油性能、耐磨性能改善,热分解温度逐渐提高,储能模量呈增大趋势,玻璃化温度逐渐降低, $\tan\delta$ 先减小后增大,碳纳米管用量为10%时 $\tan\delta$ 最小。

耿洁婷等^[22]研究端羟基聚丁二烯包覆多壁碳纳米管的制备及其对BR的补强效果。结果表明:将碳纳米管与端羟基聚丁二烯研磨,可使聚合物包覆在碳纳米管表面,显著提高碳纳米管在甲苯等溶剂中的溶解性;对碳纳米管进行羧酸化处理可进一步改善端羟基聚丁二烯对碳纳米管的包覆效果,提高碳纳米管在BR中的分散性,增强碳纳米管与BR的界面粘合力,使其在BR基体中表现出更好的补强效应。

碳纳米管和炭黑并用具有协同补强效应。范壮军等^[23]研究了碳纳米管和炭黑N220在NR/SBR/BR(并用比3:1:1)并用胶中的协同补强效应。结果表明:与炭黑N220补强胶料相比,碳纳米管补强胶料弹性模量和定伸应力大,但粘合性能和加工性能较差,拉伸强度、拉断伸长率和撕裂强度较小;碳纳米管与炭黑并用作补强剂时,由于二者之间的协同效应,碳纳米管和炭黑

在橡胶基体中成为真正意义的“葡萄串”结构,其中碳纳米管相当于“葡萄串”的“梗”,这种结构能够有效改进单用碳纳米管时胶料的性能缺陷,同时降低滚动阻力。碳纳米管和炭黑并用体系在低滚动阻力轮胎胎面胶中有潜在应用价值。

4 凹凸棒土

凹凸棒(粘)土是一种层链状的一维纳米含水富镁硅酸盐粘土矿物,在我国储量丰富,价格低廉。凹凸棒土主要组分为二氧化硅,呈棒状或纤维状,层内贯穿孔道,表面布满沟槽并含有硅羟基,长径比(直径0.05~0.15 μm ,长0.05~5 μm)和比表面积较大,具有良好的补强性能和热稳定性能。如果以纳米级单晶形式分散在橡胶中,凹凸棒土对橡胶的补强性能优异。凹凸棒土主要用于NR、SBR、MVQ、NBR和氢化丁腈橡胶(HNBR)等通用橡胶中,但是由于凹凸棒土的比表面积较大,表面活性较高,容易聚集,同时凹凸棒土表面含有羟基,与非极性橡胶的亲水性差,导致凹凸棒土实际分散性差,对橡胶的补强作用降低。为此,多采用改性剂对凹凸棒土表面改性或改进橡胶加工工艺来提高凹凸棒土对橡胶的补强效应^[24]。

硅烷偶联剂是凹凸棒土主要的表面改性剂。丁永红等^[25]研究了不同硅烷偶联剂改性凹凸棒土填充SBR胶料的物理性能,并探讨了凹凸棒土对橡胶的补强机理。结果表明:采用硅烷偶联剂KH-550, KH-560和Si69增大了凹凸棒土/SBR混炼胶的结合橡胶含量,增强了凹凸棒土与SBR分子之间的相互作用,明显提高了凹凸棒土/SBR复合材料的物理性能;凹凸棒土经偶联剂Si69改性后可以部分替代炭黑和白炭黑用于填充SBR。

杨慧等^[26]采用硅烷偶联剂改性凹凸棒土,研究了凹凸棒土对MVQ性能的影响。结果表明:硅烷偶联剂可在凹凸棒土表面形成多层吸附,凹凸棒土形成的无机网络与橡胶形成的有机网络相互缠绕、交叉的结构增强,增大了凹凸棒土与橡胶的界面结合力,用偶联剂KH550改性的凹凸棒土补强效应显著;当凹凸棒土用量为80份、硅烷偶联KH550用量

为1.2份时,胶料的强度性能较好。

凹凸棒土还可与胶乳共混制备强度性能较好的纳米复合材料。王远等^[27]用凹凸棒土作补强填料,将其填充到天然胶乳/丁苯胶乳混合胶乳中制备凹凸棒土/NR/SBR复合材料,分析了凹凸棒土结构,研究了复合材料强度性能。结果表明:凹凸棒土在橡胶中分散成棒束结构,增强了填料与橡胶之间的粘合力,添加到混合胶乳中引起胶料硫化性能下降,延长硫化时间;凹凸棒土对NR和SBR具有很好的补强效果,凹凸棒土/NR/SBR复合材料的强度性能好。

尹慧等^[28]采用机械共混法制备凹凸棒土/NBR纳米复合材料,并对其补强性能和耐油性能进行了研究。结果表明,凹凸棒土用量为0~70份时,随着凹凸棒土用量增大,复合材料的硬度、定伸应力、拉伸强度和撕裂强度提高,凹凸棒土对NBR具有很好的补强作用,且复合材料的耐油性能较好。凹凸棒土/NBR纳米复合材料在油田用橡胶制品中具有广阔的应用前景。

5 结语

木质素、蒙脱土、碳纳米管和凹凸棒土在橡胶中的应用研究越来越广泛和深入,但其实际应用还有待推进。开发新的改性方式、改进加工工艺是扩大新型补强填料应用的研究重点,在功能性橡胶材料和高性能橡胶制品及低滚动阻力轮胎胶料中的应用是这4种新型补强填料的研究方向。

参考文献:

- [1] 沈品凡,陈福林,岑兰,等.木质素的改性及其在橡胶中的应用研究进展[J].橡胶工业,2013,60(10):630-635.
- [2] 徐鸽,张静.木质素作为橡胶橡胶偶联剂、补强剂的研究[J].河南化工,2000(7):16-17.
- [3] 刘树森,程贤甦.木质素-聚苯乙烯乳液共沉物在丁苯橡胶中的应用[J].橡胶科技市场,2010,8(4):14-16.
- [4] 李海江,姚翔,黄实,等.木质素增强丁苯橡胶复合

材料研究[J].高分子通报,2013(5):40-45.

- [5] 李海富,吴明生,邹玉荣.木质素用量对乳液共沉天然橡胶性能的影响[J].特种橡胶制品,2012,33(1):23-26.
- [6] 周明松,莫贤科,楼宏铭,等.不同预处理酶解木质素对丁腈橡胶的补强性能研究[J].高校化学工程学报,2014,28(4):830-836.
- [7] 张仲伦,蔡辉,何孟群,等.木质素补强高压丁腈胶管[J].世界橡胶工业,2013,40(2):26-29.
- [8] 王宇航.有机改性蒙脱土增强橡胶材料的研究进展[J].玻璃钢/复合材料,2014(2):75-77.
- [9] 周艳,蔡长庚,郑小瑰,等.蒙脱土的有机改性概述[J].材料科学与工程学报,2003,21(6):927-930.
- [10] 王珂,朱湛,郭炳南,等.有机蒙脱土的制备及其结构表征[J].北京理工大学学报(自然科学中文版),2002,22(2):240-244.
- [11] 刘岚,罗远芳,贾德民,等.NR/蒙脱土原土纳米复合材料的制备与性能[J].材料研究学报,2006,20(1):99-103.
- [12] 王超.丁腈橡胶/蒙脱土纳米复合材料的性能及增强机理的研究[D].青岛:山东科技大学,2011.
- [13] 杨科,王锦成,郑晓昱.改性有机蒙脱土在硅橡胶中的应用性能研究[J].化工矿物与加工,2010(9):21-22.
- [14] 郑华,段友顺,史新研,等.三元乙丙橡胶/蒙脱土纳米复合材料的制备、结构、性能与应用前景[J].化工新型材料,2007,35(9):1-3.
- [15] 高利,宋国君.有机蒙脱土对天然橡胶/丁苯橡胶的补强及增容作用[J].特种橡胶制品,2010(6):18-21.
- [16] 宋国君,张洪林,王振太.丁苯橡胶/蒙脱土纳米复合材料在半钢子午线轮胎胎面胶中的应用[J].橡胶科技市场,2010,26(2):10-14.
- [17] 赵同建,贾春满,符新.纳米无机粒子补强天然橡胶的研究(IV):碳纳米管/天然橡胶复合材料的研究[J].特种橡胶制品,2008,18(6):53-57.
- [18] 王玉婷.活性液体橡胶增韧环氧树脂/功能化碳纳米管复合物的制备与性能表征[D].南京:南京化工大

- 学, 2012.
- [19] 陈玉莲, 曾大新. 碳纳米管表面修饰改性、机理研究现状及展望[J]. 材料保护, 2009, 42 (9): 39-39.
- [20] 许图远. 碳纳米管/天然橡胶复合材料的制备与其结构性能的研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2012.
- [21] 李国喜, 周建庆, 王润霞, 等. 碳纳米管/丙烯酸酯橡胶复合材料的制备及性能研究[J]. 炭素技术, 2011, 30 (5): 6-9.
- [22] 耿洁婷, 王中光, 闫志佩, 等. 端羟基聚丁二烯包覆多壁碳纳米管的制备及其对顺丁橡胶的补强研究[J]. 橡胶工业, 2013, 60 (7): 395-399.
- [23] 范壮军, 王焱, 罗国华, 等. 碳纳米管和炭黑在橡胶体系增强的协同效应[J]. 新型炭材料, 2008, 23 (2): 150-152.
- [24] 彭书传, 范文元. 改性凹凸棒粘土作为橡胶补强剂的研究[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 1996, 16 (3): 117-121.
- [25] 丁永红, 孙传金, 姚超, 等. 凹凸棒土填充SBR的性能研究[J]. 橡胶工业, 2009, 56 (2): 91-94.
- [26] 杨慧, 翁国文, 鹿丽丽. 凹凸棒土对甲基乙烯基硅橡胶性能的影响[J]. 橡胶科技市场, 2012, 10 (12): 13-16.
- [27] 王远, 王继虎, 魏小军, 等. 凹凸棒土补强天然胶乳/丁苯胶乳的性能研究[J]. 非金属矿, 2013, 36 (4): 50-52.
- [28] 尹慧, 强颖怀, 陈辉, 等. 凹凸棒土/丁腈橡胶纳米复合材料性能研究[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2011 (4): 24-27.

Advances in the Application Research of New Reinforcing Fillers for Rubber

Huang Jiaming, Hu Hao, Zhu Jia

(Beijing Research and Design Institute of Rubber Industry, Beijing 100143, China)

Abstract: This paper gives a review on the characteristics and application research progress of new reinforcing fillers for rubber materials. The main types of new reinforcing fillers are lignin, montmorillonite (MMT), carbon nanotube and attapulgite clay. In general, those fillers after surface modification provide good reinforcement on NR, SBR, BR, NBR, MVQ and EPDM. The addition level of lignin in the NBR for the inner and outer layer compounds of high pressure hose can reach 100 phr. The MMT/SBR nanocomposites prepared by latex co-coagulation method could be used in tire tread, and MMT/EPDM nanocomposites prepared by melt intercalation method are used in the tube compounds and inner liner compounds. Synergistic effect is found in joint use of carbon nanotube and carbon black, which shows application potential in the tread compounds for low rolling resistance tire. Attapulgite clay can be applied in NBR with addition level up to 70 phr and the resulted nanocomposites could find various applications in oilfield. To expand the applications of those new reinforcing fillers, the research focus is the development of a new modification method and improvement of processing technology of rubber composites.

Keywords: reinforcing filler; lignin; montmorillonite; carbon nanotube; attapulgite; modification

欢迎加入全国橡胶工业信息中心会员组织