

测试·分析

扫描电子显微镜在沉淀法白炭黑研究中的应用现状与展望

于方琪¹,孔勇²,毛善兵^{1*}

(1. 确成硅化学股份有限公司,江苏无锡 214196;2. 南京工业大学,江苏南京 211816)

摘要:介绍扫描电子显微镜(简称扫描电镜)的特点和测试原理及其在沉淀法白炭黑研究中的应用。与透射电子显微镜相比,扫描电镜可以获得更准确的沉淀法白炭黑微观结构,且价格适中,易于操作,结果分析简单。扫描电镜用于沉淀法白炭黑制备研究中获得沉淀法白炭黑粒子大小、团聚体形貌和孔结构等微观结构信息,用于沉淀法白炭黑改性研究中可以观测改性效果,用于沉淀法白炭黑/橡胶复合材料研究中可以表征沉淀法白炭黑在复合材料中的分散程度。

关键词:扫描电子显微镜;沉淀法白炭黑;微观结构;改性;分散性

中图分类号:TN16;TQ330.38⁺³

文献标志码:A

文章编号:1000-890X(2021)03-0216-07

DOI:10.12136/j.issn.1000-890X.2021.03.0216



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

沉淀法白炭黑又称沉淀法二氧化硅或沉淀法水合二氧化硅。沉淀法白炭黑的基本粒子呈圆球形,由沉淀反应制备而成,基本粒子之间靠物理和化学作用力形成聚集体。聚集体是白炭黑在橡胶中存在的最小结构单元,受热和机械力的作用,一般不可以再继续分割。沉淀法白炭黑的聚集体结构是影响其使用性能的关键因素,因此准确表征沉淀法白炭黑的聚集体结构意义重大。沉淀法白炭黑微观结构的表征通常采用十六烷基三甲基溴化铵(CTAB)吸附比表面积仪、氮吸附孔结构分析仪、压汞仪、光学显微镜、透射电子显微镜(简称透射电镜)和扫描电子显微镜(简称扫描电镜)等仪器。CTAB吸附比表面积仪、氮吸附孔结构分析仪和压汞仪一般用于沉淀法白炭黑孔结构的分析,其中CTAB吸附比表面积仪主要通过CTAB分子吸附比表面积来评估橡胶及塑料等高分子材料补强用沉淀法白炭黑的性能;氮吸附孔结构分析仪可得到沉淀法白炭黑的比表面积、纳米孔体积和纳米孔径分布等孔结构参数,但无法测试100 nm以

上的大孔;压汞仪通过不同压力下汞渗透量计算沉淀法白炭黑的孔体积及孔径分布,但无法测试3 nm以下的孔。光学显微镜的价格低,样品观测方便和直观,但分辨率低,只能用于沉淀法白炭黑宏观形貌的观测。透射电镜的分辨率较高,但图像立体感差,价格昂贵,需要专业人员操作,且不能准确还原沉淀法白炭黑的三维形貌。扫描电镜的图像立体感强,制样简单,放大倍率在几十万倍以下连续可调,通过扩展能谱仪可进行元素分析,但价格比氮吸附孔结构分析仪高,分辨率比透射电镜低,操作要求较高(经过适当培训的技术人员可独立操作)。

氮吸附孔结构分析仪可以对沉淀法白炭黑的孔结构参数进行量化表征,但无法获得沉淀法白炭黑的微观形貌,扫描电镜可以弥补其不足。与透射电镜相比,扫描电镜可获得更准确的沉淀法白炭黑微观结构,且价格适中,易于操作,结果分析简单,是一种有效的微观结构表征工具。

本工作对扫描电镜在沉淀法白炭黑研究中的

作者简介:于方琪(1989—),女,河南周口人,确成硅化学股份有限公司工程师,硕士,主要从事白炭黑的应用研究工作。

*通信联系人(maoshanbing@quechen.com)

引用本文:于方琪,孔勇,毛善兵.扫描电子显微镜在沉淀法白炭黑研究中的应用现状与展望[J].橡胶工业,2021,68(3):216-222.

Citation: YU Fangqi, KONG Yong, MAO Shanbing. Application status and development of SEM in study of precipitated silica[J]. China Rubber Industry, 2021, 68(3): 216-222.

应用现状进行系统论述,并对扫描电镜在沉淀法白炭黑行业中的应用前景进行展望。

1 扫描电镜的测试原理

显微镜的分辨率(r)取决于光源的波长(λ),其关系式如下:

$$r \approx \frac{\lambda}{2}$$

可见光的波长为400~700 nm,因此光学显微镜的分辨率在200 nm以上。电子束的波长远小于可见光,电子束的波长与加速电压有关,如表1所示。加速电压为10 kV时,电子束的波长为0.012 26 nm,比可见光小4个数量级以上。由此可见,以电子束作为光源的扫描电镜的分辨率远高于光学显微镜,可满足微纳米材料显微分析的需求。

表1 不同加速电压下的电子束波长
Tab. 1 Electron beam wavelengths at different accelerating voltages

加速电压/ kV	电子束波长/ nm	加速电压/ kV	电子束波长/ nm
1	0.038 80	20	0.008 59
5	0.017 30	30	0.006 98
10	0.012 26	40	0.006 01
15	0.010 01	50	0.005 36

从扫描电镜电子枪阴极发出的电子束经阴极与阳极之间的加速电压作用射向镜筒,经过聚光镜和物镜聚焦后形成高能电子束。在物镜上部扫描线圈产生的磁场作用下,入射电子束按一定时间、空间顺序进行光栅式扫描。由于入射电子与样品之间的相互作用,从样品中激发出的信号被检测器收集并成像。其原理是电子枪发射的电子束入射到样品中,电子与样品发生相互作用而被吸收或反射后产生二次电子、背散射电子、透射电子、俄歇电子、X射线等各种有用信号,利用合适的探测器检测这些信号能够得到样品的显微或成分信息。扫描电镜一般使用二次电子信号获得样品的微观形貌。电子枪是整台扫描电镜最重要的部件,其性能决定样品的微观结构图像质量。扫描电镜按照电子枪阴极可分为普通型和场发射型,普通型扫描电镜采用钨丝或硼化物作为电子枪阴极,通过高温产生电子;场发射型扫描电镜在钨丝阴极的基础上引入电场发射电子,场发射型扫描电镜又分为热场发射和冷场发射两种类型。

不同电子枪的特点如表2所示。对于沉淀法白炭黑等纳米材料的微观结构,一般需要场发射型扫描电镜才能获得较好的观测结果。

表2 不同电子枪的特点
Tab. 2 Characteristics of different electron guns

类型	发射温度/K	真空度/ torr	分辨率/ nm	特点
常规 (钨丝)	2 700	10^{-5}	3~4	性能可靠,价格便宜,真空度要求低;分辨率低,寿命短。
冷场发射	室温	10^{-10}	1~2	单色性好,分辨率高;阴极寿命较长(5年),更换费用较低;电子枪束流不稳定,束流小,能谱准确率低;每天要做1次Flash。
热场发射	1 800	10^{-7}	1~2	电子束稳定性好,束流大,能谱准确度高;单色性略差;灯丝(阴极)寿命较短(3年),更换成本高。

2 扫描电镜在沉淀法白炭黑研究中的应用

2.1 在沉淀法白炭黑的制备与改性中的应用

在沉淀法白炭黑的制备中扫描电镜主要用于表征沉淀法白炭黑的微观结构,可以获得微观形貌、颗粒大小及分布、孔结构和分散性等信息,分析制备工艺对沉淀法白炭黑微观结构的影响。唐日晨等^[1]以水玻璃和硫酸为原料、聚乙烯吡咯烷酮(PVP)和CTAB为分散剂制备了沉淀法白炭黑(如图1所示),研究制备工艺对沉淀法白炭黑结构的影响。许珂敬等^[2]的扫描电镜分析表明,沉淀法白炭黑为45 nm左右的球形颗粒,粒子大小均匀且分散性好。李晓瑄等^[3-4]以稻壳灰为原料制备了高纯度沉淀法白炭黑,通过扫描电镜观察到稻壳基沉

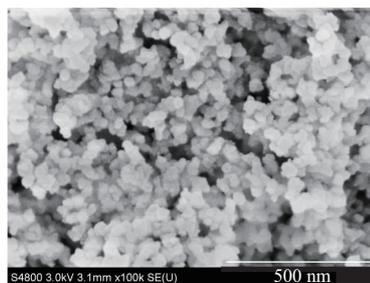


图1 沉淀法白炭黑的扫描电镜照片
Fig. 1 SEM photo of precipitated silica

淀法白炭黑具有疏松的多孔结构,可用作大分子吸附剂。李秀悌等^[5]以粉煤灰为原料制备了沉淀法白炭黑,并研究硅烷偶联剂 γ -MPS和硬脂酸对沉淀法白炭黑进行疏水改性的效果。扫描电镜分析表明,改性沉淀法白炭黑表面有颗粒物,且硅烷偶联剂 γ -MPS的改性效果更好,表面的颗粒物更紧密。成岳等^[6-7]研究了以稻壳为原料制备纳米沉淀法白炭黑的最佳条件,扫描电镜证明制得了粒径约为20 nm且分散性好的沉淀法白炭黑。王彤

彤等^[8]对蛇纹石与硫酸铵焙烧后的滤渣进行煅烧,制得多孔白炭黑,并对其孔结构、颗粒形貌等进行表征,通过扫描电镜观察到多孔白炭黑中无规律分布大量微孔,具有较大的比表面积和孔体积。K. QUARCHA等^[9]研究了反应酸碱条件和温度对沉淀法白炭黑粒子的影响,扫描电镜观测到在酸性条件下制得的沉淀法白炭黑粒子明显小于在碱性条件下制得的沉淀法白炭黑粒子,升高温度可以明显减小沉淀法白炭黑粒子的粒径,如图2所示。

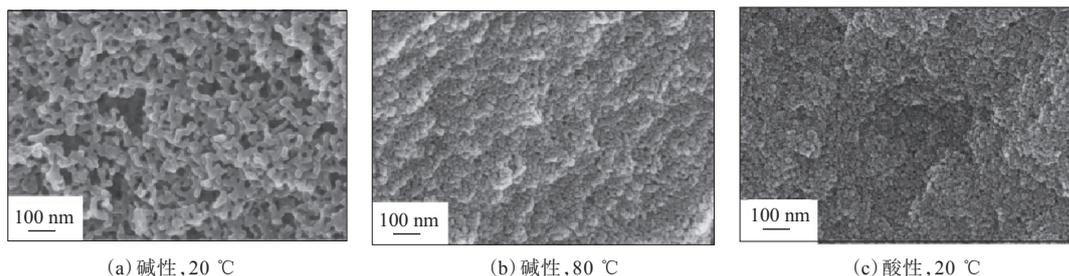


图2 不同反应条件下制备的沉淀法白炭黑的扫描电镜照片

Fig. 2 SEM photos of precipitated silica prepared under different reaction conditions

林春梅等^[10-11]采用偶联剂对纳米白炭黑进行改性,通过扫描电镜分析纳米白炭黑改性前后的微观结构,结果表明改性可以明显改善纳米白炭黑的分散性。马志领等^[12]以羟基硅油原位改性制备了疏水性沉淀法白炭黑,扫描电镜分析表明,改性沉淀法白炭黑聚集体粒径在10 μm 以下,沉淀法白炭黑的聚集得到明显改善且分散性大幅度提高。曹丽等^[13-14]研究了沉淀法白炭黑在水中的分散性,扫描电镜证明添加分散剂研磨处理可以有效改善沉淀法白炭黑在水中的分散性,白炭黑颗粒的聚集体粒径明显减小,多数聚集体粒径小于10 μm 。

李红强等^[15]采用 γ -巯丙基三甲氧基硅烷作为改性剂在沉淀法白炭黑表面引入巯基,并利用

巯基与2-叔丁基-6-(3-叔丁基-5-甲基-2-羟)苯(GM)进行加成反应制得受阻酚功能化沉淀法白炭黑,研究其在橡胶中的分散性及对胶料性能的影响,通过扫描电镜观察改性前后沉淀法白炭黑在橡胶基体中的形态得出,改性后沉淀法白炭黑在橡胶中的聚集减轻,分散更均匀,与橡胶基体的相容性提高,如图3所示。P. PHEWPHONG等^[16]研究了沉淀法白炭黑用量对氯化聚乙烯(CPE)/天然橡胶(NR)共混物分散性的影响,在较小沉淀法白炭黑用量下,沉淀法白炭黑在两相中的分布比较均匀,随着沉淀法白炭黑用量的增大,沉淀法白炭黑-CPE的相互作用影响增强,使沉淀法白炭黑优先迁移到CPE相中,如图4所示。

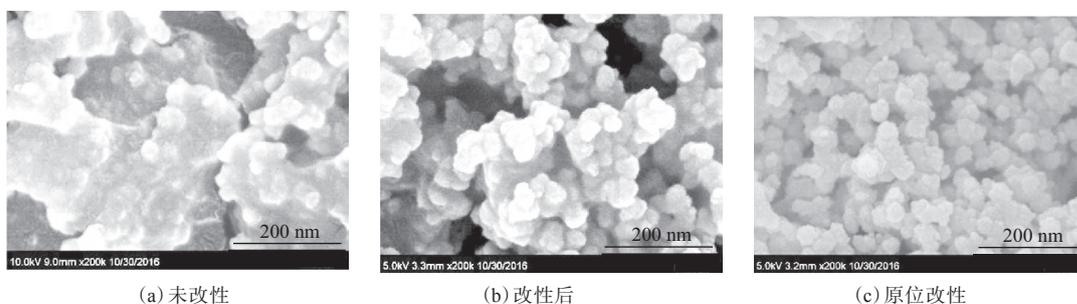


图3 改性对沉淀法白炭黑分散性的影响

Fig. 3 Effect of modification on dispersion of precipitated silica

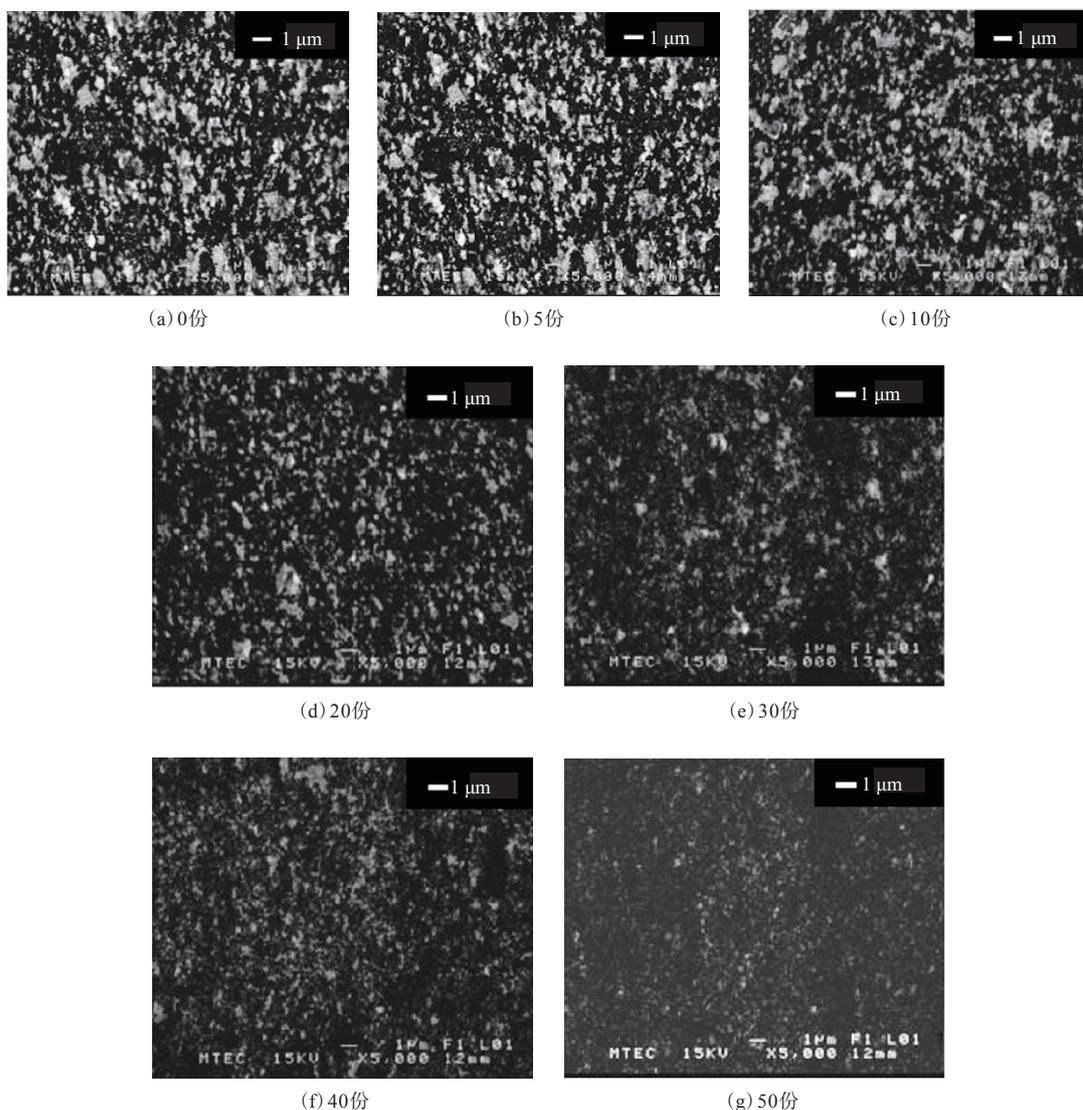


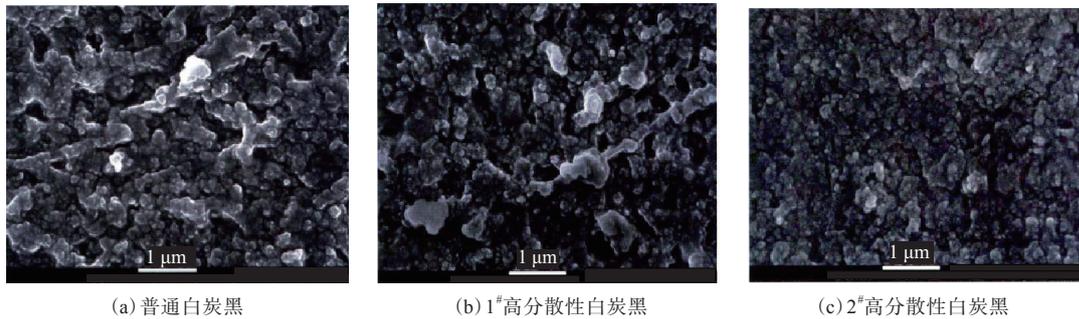
图4 不同白炭黑用量下CPE/NR共混物的扫描电镜照片
Fig. 4 SEM photos of CPE/NR mixtures with different silica contents

2.2 在沉淀法白炭黑/橡胶复合材料研究中的应用

牟江南等^[17-18]研究了沉淀法白炭黑对胶料性能的影响。试样断面扫描电镜照片表明,胶料中未出现明显的白炭黑大颗粒。付友健等^[19]研究了普通白炭黑与高分散性白炭黑在NR中的分散性及其对胶料性能的影响,扫描电镜观察发现,高分散性白炭黑的分散性明显优于普通白炭黑。图5所示为不同沉淀法白炭黑补强NR胶料的扫描电镜照片,可以看出与普通白炭黑相比,高分散性白炭黑在胶料中的聚集明显减轻,分散性较好。

刘大晨等^[20]研究了稻壳源白炭黑代替炭黑

N330在NR复合材料中的应用,复合材料的扫描电镜分析表明,偶联剂Si69改性稻壳源白炭黑分散性良好,可以部分替代炭黑N330,以使复合材料综合性能提高。崔凌峰等^[21-22]用改性剂改性白炭黑,制得具有防老化功能的沉淀法白炭黑,并研究其在NR中的分散性。通过扫描电镜观察到改性白炭黑在混炼胶中的分散度高,具有较小的聚集颗粒。崔凌峰等^[23]还采用偶联剂Si69、偶联剂KH570和乙基三甲氧基硅烷(11-100)作为沉淀法白炭黑的表面改性剂,研究改性沉淀法白炭黑对NR胶料拉伸断面形貌的影响,通过扫描电镜观察到3种改性白炭黑胶料的拉伸断面粗糙度明显增大。



(a) 普通白炭黑 (b) 1#高分散性白炭黑 (c) 2#高分散性白炭黑

图5 不同沉淀法白炭黑补强NR胶料的扫描电镜照片

Fig. 5 SEM photos of NR compounds reinforced with different kinds of precipitated silica

陈翔等^[24]研究了硅烷偶联剂对沉淀法白炭黑与NR作用的影响,通过扫描电镜发现,在硅烷偶联剂的作用下,白炭黑粒子未发生明显的聚集现象。林桂等^[25]以分散剂、硅烷偶联剂及二者并用分别改性沉淀法白炭黑,研究3种改性沉淀法白炭黑在三元乙丙橡胶中的填料网络结构特点,通过扫描电镜发现硅烷偶联剂改性白炭黑在橡胶基体中的颗粒小且分散均匀,与橡胶基体间的结合程度最大。

范亚男等^[26]以稻壳为原料制备了沉淀法白炭黑,研究其作为摩擦剂在牙膏中的应用,通过电镜观察碳酸钙和沉淀法白炭黑的微观形态,分析表明沉淀法白炭黑作为摩擦剂可以更好地去污并保护牙面。S. BINKOWSKI等^[27]研究以硅烷偶联剂改性沉淀法白炭黑作为染料载体以制备颜料,采用扫描电镜对沉淀法白炭黑颜料的微观结构进行表征,分析表明在氨基硅烷改性沉淀法白炭黑吸附染料后能产生粒子分布均匀的颜料,改性沉淀法白炭黑可以显著提高颜料的粒子均匀性。

3 结论

扫描电镜可以直接观察沉淀法白炭黑的微观结构,应用于沉淀法白炭黑制备研究中可以获得沉淀法白炭黑粒子大小、聚集体形貌和孔结构等微观结构信息,应用于沉淀法白炭黑改性研究中可以观测改性效果,应用于沉淀法白炭黑/橡胶复合材料研究中可以表征沉淀法白炭黑在复合材料中的分散程度及其对制品性能的影响等。随着沉淀法白炭黑相关理论研究的深入及对沉淀法白炭黑性能精准定制需求的扩大,扫描电镜作为表征沉淀法白炭黑微观结构的仪器必将受到进一步

重视。

参考文献:

- [1] 唐日晨,莫红兵,周伟,等.超细白炭黑制备的工艺优化研究[J].精细化工中间体,2013,43(5):59-62.
TANG R C, MO H B, ZHOU W, et al. Optimization of production technology for white carbon[J]. Fine Chemical Intermediates, 2013, 43(5):59-62.
- [2] 许珂敬,许煜汾.表面活性剂在制备ZrO₂微粉中的作用[J].材料研究学报,1999,13(4):434-436.
XU K J, XU Y F. Role of surfactant in preparing ZrO₂ ultrafine powders[J]. Chinese Journal of Materials Research, 1999, 13(4):434-436.
- [3] 李晓璋,陈正行,周蕴宇.高纯度多孔稻壳基白炭黑的制备及性质[J].粮食加工,2010,35(1):51-53.
LI X X, CHEN Z X, ZHOU Y Y. Synthesis and properties of high purity porous silica white from rice husk ash[J]. Grain Processing, 2010, 35(1):51-53.
- [4] 阮长青,马军喜,崔素萍,等.稻壳沉淀法制备白炭黑工艺的研究[J].黑龙江八一农垦大学学报,2005,17(2):63-67.
RUAN C Q, MA J X, CUI S P, et al. Research on production of silica by precipitated technology with rice husk[J]. Journal of Heilongjiang Bayi Agricultural University, 2005, 17(2):63-67.
- [5] 李秀梯,姚志通,孙杰,等.利用粉煤灰制取白炭黑及其表面改性研究[J].功能材料,2010,41(6):939-942.
LI X T, YAO Z T, SUN J, et al. Study on preparation and surface modification of precipitated silica obtained from fly ash[J]. Journal of Functional Materials, 2010, 41(6):939-942.
- [6] 成岳,潘顺龙,苏晓渊,等.利用谷壳制备白炭黑及性能研究[J].中国陶瓷,2011,43(3):29-31.
CHENG Y, PAN S L, SU X Y, et al. Study on properties and preparation of silica from rice husk[J]. China Ceramics, 2011, 43(3):29-31.
- [7] 甘露,刘厚凡,高常华,等.稻壳联产纳米白炭黑与活性炭的研究[J].粮食与饲料工业,2007,129(11):7-10.
GAN L, LIU H F, GAO C H, et al. A study on production of nano-silica and active carbon from husk[J]. Cereal & Feed Industry, 2007,

- 129(11):7-10.
- [8] 王彤彤, 宋贝, 刘超, 等. 用蛇纹石制备多孔二氧化硅[J]. 非金属矿, 2013, 36(5):20-21.
WANG T T, SONG B, LIU C, et al. Preparation of porous silica with serpentine[J]. Non-Metallic Mines, 2013, 36(5):20-21.
- [9] QUARCHA K, DURANDA E, SCHIDEB C, et al. Mechanical fragmentation of precipitated silica aggregates[J]. Chemical Engineering Research and Design, 2010, 88(12A):1639-1647.
- [10] 林春梅, 崔海信, 刘琪, 等. 纳米白炭黑表面改性及其对阿维菌素吸附和缓释性能[J]. 生态环境学报, 2009, 18(1):197-200.
LIN C M, CUI H X, LIU Q, et al. Surface modification of the nano-SiO₂ and its properties of absorption and controlled-release for avermectins [J]. Ecology and Environmental Sciences, 2009, 18(1):197-200.
- [11] ZHOU H J. Surface functionalization and its characterization of nano-SiO₂ particles[J]. Journal of Zhongkai University of Agriculture and Technology, 2007, 2(1):36-41.
- [12] 马志领, 郝学辉, 何佳音, 等. 羟基硅油原位改性制备疏水性沉淀法白炭黑[J]. 无机盐工业, 2011, 43(3):36-38.
MA Z L, HAO X H, HE J Y, et al. Preparation of hydrophobic precipitated SiO₂ by in-situ modification of hydroxyl silicone oil[J]. Inorganic Chemicals Industry, 2011, 43(3):36-38.
- [13] 曹丽, 崔程琳, 陈婉婷, 等. 沉淀法白炭黑颗粒在水介质中的解聚与分散研究[J]. 非金属矿, 2014, 37(6):14-17.
CAO L, CUI C L, CHEN W T, et al. Disaggregation and dispersion of precipitated silica particles in water media[J]. Non-Metallic Mines, 2014, 37(6):14-17.
- [14] 郑水林, 余绍火, 吴宏富, 等. 超细粉碎工程[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 2006:77-79.
ZHENG S L, YU S H, WU H F, et al. Superfine crushing engineering[M]. Beijing: China Building Materials Press, 2006:77-79.
- [15] 李红强, 吴文剑, 赖学军, 等. 受阻酚功能化白炭黑的制备及在天然橡胶中的应用[J]. 高分子材料科学与工程, 2016, 32(4):96-100.
LI H Q, WU W J, LAI X J, et al. Preparation of hindered phenol functionalized silica and its application in natural rubber[J]. Polymer Materials Science and Engineering, 2016, 32(4):96-100.
- [16] PHEWPHONG P, SAEQUI P, SIRISINHA C. The use of dynamic mechanical thermal analysis technique for determining an uneven distribution of precipitated silica in CPE/NR blends[J]. Polymer Testing, 2008, 27(7):873-880.
- [17] 牟江南, 赫立志, 王娜, 等. 白炭黑用于不同牌号天然橡胶/三元乙丙共混胶补强研究[J]. 辽宁化工, 2016, 45(11):2560-2563.
MOU J N, HE L Z, WANG N, et al. Study on different NRs/EPDM blends reinforced by silica[J]. Liaoning Chemical Industry, 2016, 45(11):2560-2563.
- [18] 杨明山, 郭正虹. 高分子材料改性[M]. 北京: 化学工业出版社, 2013:6.
YANG M S, GUO Z H. Modification of polymeric materials[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2013:6.
- [19] 付友健, 马秀菊, 许秋焕. 不同白炭黑的分散性及其补强天然橡胶的性能研究[J]. 橡胶科技, 2019, 17(1):30-33.
FU Y J, MA X J, XU Q H. Study on silica dispersion and properties of silica reinforced natural rubber[J]. Rubber Science and Technology, 2019, 17(1):30-33.
- [20] 刘大晨, 吴新亮, 汤琦, 等. 稻壳源白炭黑/炭黑/天然橡胶复合材料的性能研究[J]. 橡胶工业, 2016, 63(8):458-463.
LIU D C, WU X L, TANG Q, et al. Properties of rice husk silica/carbon black/NR composites[J]. China Rubber Industry, 2016, 63(8):458-463.
- [21] 崔凌峰, 熊玉竹, 李鑫, 等. 改性白炭黑在天然橡胶中的分散性及防老作用[J]. 高分子材料科学与工程, 2017, 33(11):125-131.
CUI L F, XIONG Y Z, LI X, et al. Dispersion and aging resistance of modified-SiO₂ in nature rubber[J]. Polymer Materials Science and Engineering, 2017, 33(11):125-131.
- [22] 潘其维, 王兵兵, 周瑛, 等. 一种硅烷偶联剂的合成及其在白炭黑/天然橡胶复合材料中的应用[J]. 高分子学报, 2014(2):202-209.
PAN Q W, WANG B B, ZHOU Y, et al. Synthesis of a silane coupling agent and its application in silica/NR composites[J]. Acta Polymerica Sinica, 2014(2):202-209.
- [23] 崔凌峰, 熊玉竹, 戴骏, 等. 改性白炭黑/天然橡胶复合材料的制备及性能[J]. 高分子材料科学与工程, 2017, 33(5):158-163.
CUI L F, XIONG Y Z, DAI J, et al. Preparation and properties of modified silica / NR Composites[J]. Polymer Materials Science and Engineering, 2017, 33(5):158-163.
- [24] 陈翔, 陈龙, 赵菲. 炭黑和白炭黑补强NR动态性能的研究[J]. 特种橡胶制品, 2014, 35(1):19-24.
CHEN X, CHEN L, ZHAO F. Study on dynamic properties of NR reinforced by carbon black and silica[J]. Special Purpose Rubber Products, 2014, 35(1):19-24.
- [25] 林桂, 钱燕超, 吴友平, 等. SiO₂/EPDM复合材料微观形态与动态力学性能的关系[J]. 北京化工大学学报, 2004, 31(6):64-68.
LIN G, QIAN Y C, WU Y P, et al. Relations between morphology and dynamic mechanical properties of SiO₂/EPDM composites[J]. Journal of Beijing University of Chemical Technology, 2004, 31(6):64-68.
- [26] 范亚男, 周显青. 稻壳制白炭黑在牙膏工业中的应用前景[J]. 平顶山工学院学报, 2006, 15(2):45-47.
FAN Y N, ZHOU X Q. Application of silicon dioxide made of rice husk in toothpaste industrys[J]. Journal of Pingdingshan Institute of Technology, 2006, 15(2):45-47.
- [27] BINKOWSKI S, JESIONOWSKI T, KRYSZTAFKIEWICZ A. Preparation of pigments on modified precipitated silicas[J]. Dyes and Pigments, 2000, 47(3):247-257.

Application Status and Development of SEM in Study of Precipitated Silica

YU Fangqi¹, KONG Yong², MAO Shanbing¹

(1. Quechen Silicon Chemical Co., Ltd, Wuxi 214196, China; 2. Nanjing Tech University, Nanjing 211816, China)

Abstract: The characteristics and testing principle of scanning electron microscope (SEM) and its application in the study of precipitated silica were introduced. Compared with transmission electron microscope, SEM could provide more accurate microstructure of the precipitated silica with moderate price, easy operation and simple result analysis. With SEM, the microstructure information of the precipitated silica, such as the particle size, aggregate shape and pore structure, could be obtained. SEM could be used to observe the modification effect in the study of precipitated silica modification. SEM could also be applied to characterize the dispersion of the precipitated silica in the study of precipitated silica/rubber composites.

Key words: SEM; precipitated silica; microstructure; modification; dispersion

改性高阻尼复合材料橡胶支座 由黄山市尚义橡塑制品有限公司申请的专利(公布号 CN 111945553A, 公布日期 2020-11-17)“改性高阻尼复合材料橡胶支座”, 涉及的改性高阻尼复合材料橡胶支座包括上连接板、下连接板、橡胶叠层支座组件和吸能阻尼组件。其中, 橡胶叠层支座组件中部开设上下贯穿的通孔, 吸能阻尼组件安装在通孔内部, 上、下连接板分别安装在橡胶叠层支座组件上端和下端, 橡胶叠层支座组件包括橡胶叠层和叠层板。该发明通过在相邻两组橡胶叠层之间设置相互堆叠的橡胶弹性柱, 增大橡胶叠层间的弹性效果, 改善橡胶支座的阻尼特性, 并且叠层板间设有限位组件, 利用上限位柱与下限位柱之间的限位作用, 防止橡胶由于过度挤压而损坏; 上限位柱与下限位柱之间设有弹簧, 进一步增强了叠层板间的弹性效果, 从而改善了橡胶支座的阻尼特性。

(本刊编辑部 赵敏)

一种单涂型金属和橡胶热硫化粘合剂及其制备方法 由上海普力通新材料科技有限公司申请的专利(公布号 CN 111978895A, 公布日期 2020-11-24)“一种单涂型金属和橡胶热硫化粘合剂及其制备方法”, 涉及的粘合剂配方[质量分

数(%)]为: 高乙烯基液体聚丁二烯橡胶 4~20, Diels-Alder接枝聚合物 5~20, 羟基芳族化合物 1~5, 甲醛源 1~5, 吸酸剂 0.5~5, 惰性颜填料 1~10, 交联剂 0.5~3, 硫化剂 0.5~3, 溶剂 适量。该胶粘剂可以赋予粘合层较大的剥离强度和交联密度, 增强粘合层的粘合耐久性能, 使粘合层在比较苛刻的条件下依旧能够保持非常好的稳定性。

(本刊编辑部 赵敏)

一种高硬度EPDM橡胶组合物及其制备方法 由东莞市利群榕兴高分子科技有限公司申请的专利(公布号 CN 111961289A, 公布日期 2020-11-20)“一种高硬度EPDM橡胶组合物及其制备方法”, 涉及的高硬度三元乙丙橡胶(EPDM)胶料配方为: EPDM 20~40, 补强剂 10~20, 半补强剂 30~50, 活性剂 1~5, 偶联剂 0.5~2, 液体增硬剂 5~10, 增硬树脂 3~5, 增塑剂 25~35, 硫化剂 3~7。该发明通过将补强剂、半补强剂、液体增硬剂、增硬树脂和EPDM复合使胶料的交联程度提高, 制得的EPDM胶料具有较高的硬度和拉伸强度等, 其可用于制备电缆附件产品, 产品使用过程中即使磕碰也不会损坏。

(本刊编辑部 赵敏)