

专为电动汽车市场的轮胎和橡胶制品设计的炭黑

章羽

(全国橡塑机械信息中心, 北京 100143)

近200年前, 欧洲和美国的发明家们率先提出了电动汽车的概念。然而, 在电动汽车受到追捧的同时, 拥有改进型内燃机的汽油动力汽车也受到了追捧。不过, 电动汽车更受青睐, 因为它既安静, 又不会像其他类型的汽车那样排放有异味的气体。由于驾驶方便, 它在城市居民中很受欢迎。这些优势推动了20世纪初的汽车销售; 尽管电动汽车在早期很受欢迎, 但到1935年, 随着天然气的价格下降和日益丰富, 电动汽车几乎销声匿迹。此后数十年, 直到全球环境问题和油价上涨, 人们才开始致力于电动汽车的研发。

目前, 电动汽车的使用势头稳步上升, 全球市场上的电动汽车型号已超过450种。这些车型包括混合动力车、插电式混合动力车、氢燃料电池车和电池电动车。据普雷森斯研究公司估算, 2021年全球电动汽车市场规模为1 700亿美元, 预计到2030年将达到11 013.7亿美元, 2022~2030年复合年增长率为23.1%。亚太地区拥有最大的电动汽车增长市场, 中国占2021年销售增长的一半, 其次是欧洲和北美。2021年, 仅中国就售出了330万辆电动汽车。到2021年, 仅中国的电动汽车销量就将达到330万辆。随着政府激励措施、现有充电基础设施和电池成本的改善, 许多发展中国家的市场增长还有潜力。

电动汽车市场的增长仍有赖于新技术和新材料的开发, 以提高并保持其能源效率、耐用性和可持续性。电池技术已经取得了长足的进步, 使电动汽车成为所有科技和环保杂志的头条新闻, 并与内燃机汽车展开了激烈的竞争。但这也带来了一些挑战。电动汽车使用大而重的电池。电动发动机提供的扭矩虽然可以实现快速加速, 但也会对汽车轮胎造成额外的压力。因此, 电动汽车轮胎的结构在为消费者提供性能信心和驾驶质量方面起着关键作用, 同时还要适应他

们习惯的驾驶风格。行业一直在寻找能为轮胎橡胶化合物提供更大强度、降低滚动阻力以帮助延长电动汽车的续航里程和效率, 以及在不损害橡胶完整性的情况下实现环境可持续性的材料。

在橡胶工业, 尤其是轮胎工业, 炭黑是影响轮胎性能的关键材料。炭黑是一种主要由元素碳组成的材料, 其形式为近球形颗粒凝聚成胶体大小的集合体(可分散的最小实体), 由碳氢化合物部分燃烧获得。它是胶料的填充剂, 不仅可降低成本, 还可作为胶料的补强剂。

TokaiCarbonCB公司开发出了EV800, 这是一种非常适合电动汽车轮胎的特种炭黑。该特种牌号是一种可持续、高结构、宽粒度分布且表面积适中的产品。EV800可提高轮胎胎侧应用的功能性能, 降低磁滞, 改善整体滚动阻力。在许多非轮胎部件中, 可以获得EV800所表现出的类似好处: 例如, 用作防振垫的材料可以支撑电池的重量。

东海炭素株式会社为满足客户对产品的满意度和环境的可持续发展, 推出了这一牌号的新认证可持续炭黑材料, 以实现这两方面的统一。这些可持续材料不仅限于EV800, 而是由循环原料(即轮胎热解油)生产的。所有循环炭黑材料均通过全球认证管理机构InternationalSustainability&CarbonCertificationPlus(ISC CPlus)标准认证。

1 实验

1.1 分析测试

本研究中选定的炉用炭黑牌号的分析特性是通过各种测量技术进行分析的, 具体如下。

(1) 表面积: 根据ASTMD6556标准, 采用布鲁瑙尔、艾默特和特勒理论测量炭黑的总表面积和外表面积。氮气是在液氮温度和几个氮气部分压力下吸附

的。

(2) 碘吸附值：在ASTMD1510方法中，将碘从I2/KI溶液中吸附到炭黑上；过量的碘用硫代硫酸钠滴定。该方法快速简便，通常与氮表面积测试方法一致。

(3) 油吸附值 (OAN)：在ASTMD2414方法中，测量油与炭黑混合后的一级和二级结构，直到聚集体之间的所有间隙都被填满并观察到变化。

(4) 着色强度：根据ASTMD3265测量炭黑使浆料变黑的能力。方法是将炭黑和氧化锌混合在油中，

然后用光电反射仪测量其反射率。

(5) 骨料粒度分布：该测试方法用于确定炭黑的骨料粒度。它使用含乙醇和TritonX-100的炭黑悬浮液来帮助炭黑颗粒分散。

1.2 胶料研究

使用两种不同的橡胶配方对选定的炭黑牌号进行了评估：模型轮胎胎侧配方和轮胎胎面基配方（表1）。根据每种配方，这三种炭黑材料在密炼机上混炼，遵循类似的混炼过程。

表1 模型橡胶配方的胶料研究

模型轮胎黑色胎侧	单位/份	模型轮胎基本花纹	单位/份
SMRLNR	50.00	SMRLNR	60.00
丁纳橡胶CB1203	50.00	丁腈橡胶CB24	40.00
炭黑	50.00	CB	45.00
氧化锌	3.00	氧化锌	5.00
硬脂酸	1.00	硬脂酸	1.50
Calsol8240 (油)	20.00	HypreneBO300 (油)	6.00
6PPD	2.00	SP6700树脂	2.00
TMQ (抗氧化剂)	2.00	TBBS (促进剂)	1.00
蜡	1.00	DTDM	1.00
CBS (促进剂)	1.40	80%不溶性硫磺	3.25
硫磺	1.50		
总计	181.9	总计	164.75

2 结果与讨论

选择ASTM牌号N330和N550作为参考材料（图1），因为它们的性能分别略低于和高于EV800。与许多标准ASTM牌号相比，EV800是一种可持续的高结构特种炭黑，具有适中的比表面积（表2）。如图2所示，EV800具有较宽的骨料粒度分布，可减少填料与填料之间的相互作用，从而增加填料与聚合物之间的相互作用。生产这种具有上述物理特性的可持续材料，是为了改善高强度和轮胎滚动阻力的性能特点，以及在提高橡胶中的良好分散性和加工性能。

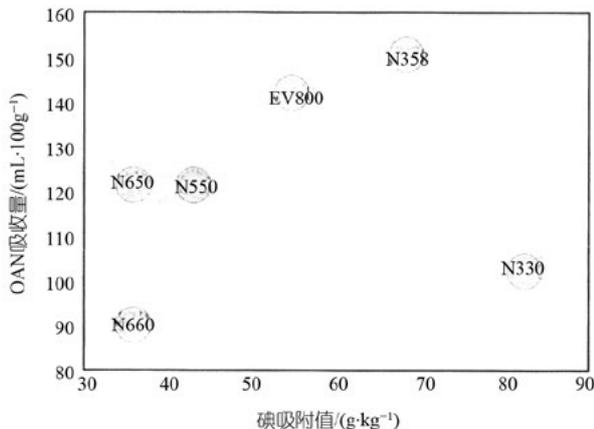


图1 EV800和ASTM牌号比较图

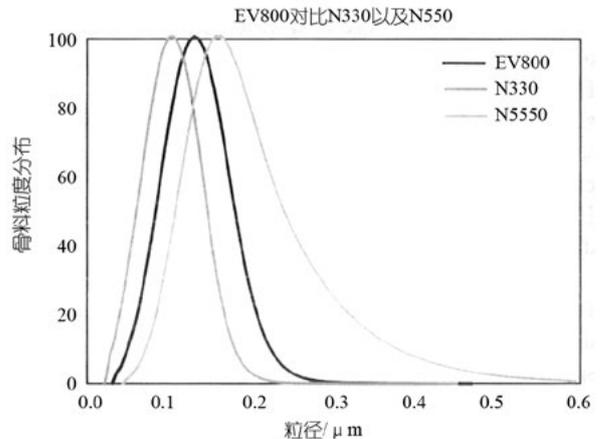


图2 EV800与ASTM牌号N330和N550的骨料粒度分布曲线比较

表2 EV800与ASTM炭黑牌号特性对比分析

	EV800	N330	N550
OAN, mL/100g	142	102	121
碘吸附值, g/kg	55	82	43
N ₂ SA, m ₂ /g	59	79	41
着色强度, %ITRB	80	104	56

利用两种不同的配方类型进行橡胶混炼，显示了EV800在电动汽车轮胎中的多功能性。如图3所示，在

两种混炼配方中，EV800的模量都很高。这可归因于高表面结构的产品设计。这种材料提供的强度使其有利于在电动汽车轮胎中使用，以承受电池的重量。韧性是一种材料的抗断裂性，也是分析EV800橡胶混合物强度的其他橡胶属性。它是韧性百分比（兆帕）与

伸长率的乘积。在ASTM胎面胶料N330中，EV800的韧性较高，与ASTM胎体等级N550相当（图4）。像EV800这样的高结构材料确实影响了加工性能，为胶料提供了良好的材料分散性。

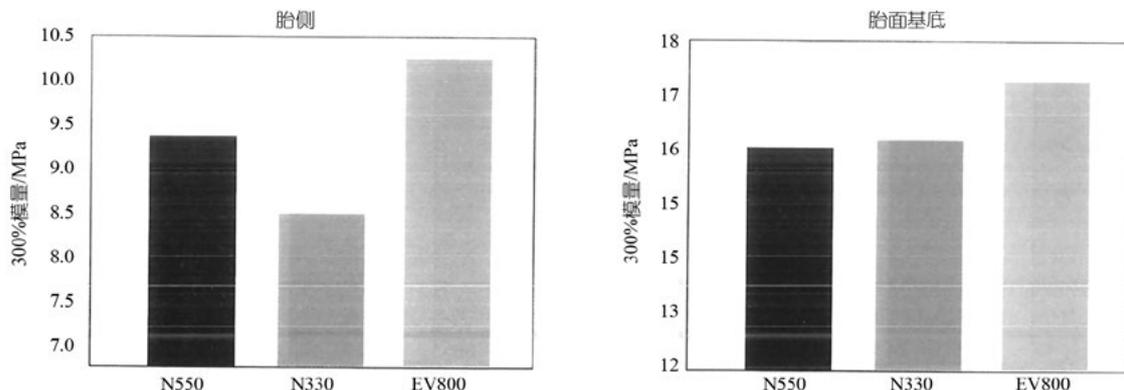


图3 EV800和ASTM牌号在轮胎胎侧模型和胎面基底模型配方中的模量属性比较

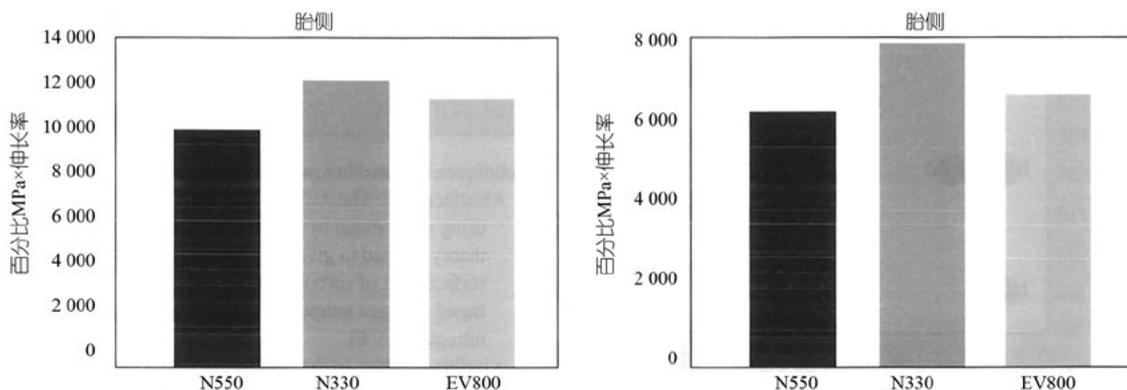


图4 EV800和ASTM牌号在轮胎胎侧模型和胎面基底模型配方中的韧性属性比较

提高轮胎滚动阻力是轮胎行业追求的另一项性能特征。它取决于轮胎的设计、构成这种设计的材料以及车辆所需的速度范围。较低的 $\tan\delta$ 值和较高的回弹值表明滞后性有所改善。结果表明，通过低应变动态特性测量，该材料的滞后性与美国材料试验协会（ASTM）胎体等级N550相当。回弹性、损失剪切模量和 $\tan\delta$ 的测量值均与ASTMN550差1~2点。测量图分析见图5~图7。

分析特性和橡胶混炼结果突出表明了EV800的用途及其对电动汽车轮胎的改进作用。使用这种特种炭黑的整体目的是生产出更耐用的产品，并提高电动汽车的能效。EV800仅以循环产品的形式供应，这

意味着循环EV800是一种经认证的可持续产品，由经认证的可持续原料制成。这种经认证的可持续原料是从废旧轮胎中提取的轮胎热解油。生产可持续发展的EV800产品与TokaiCarbonCB帮助消费者实现可持续发展目标的承诺相一致。

3 结论

EV800已被证明是一种非常适合用于电动汽车轮胎的材料。它为胶料提供了高强度，使轮胎能够承受电池和车辆本身不断增加的重量。此外，使用EV800还能改善电动汽车的滚动阻力，从而提高汽车的能效。这种特种炭黑也符合全球经济日益增长的需求，

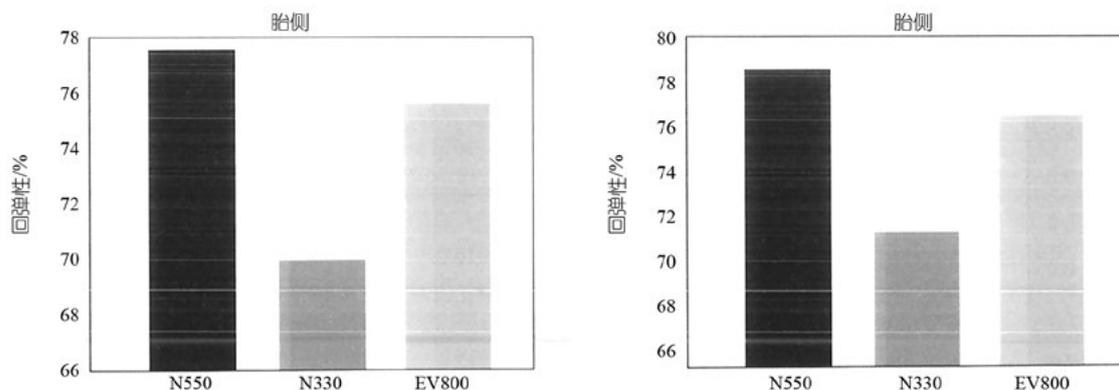


图5 在模型胎侧和模型胎面基底配方中EV800和ASTM牌号的回弹特性比较

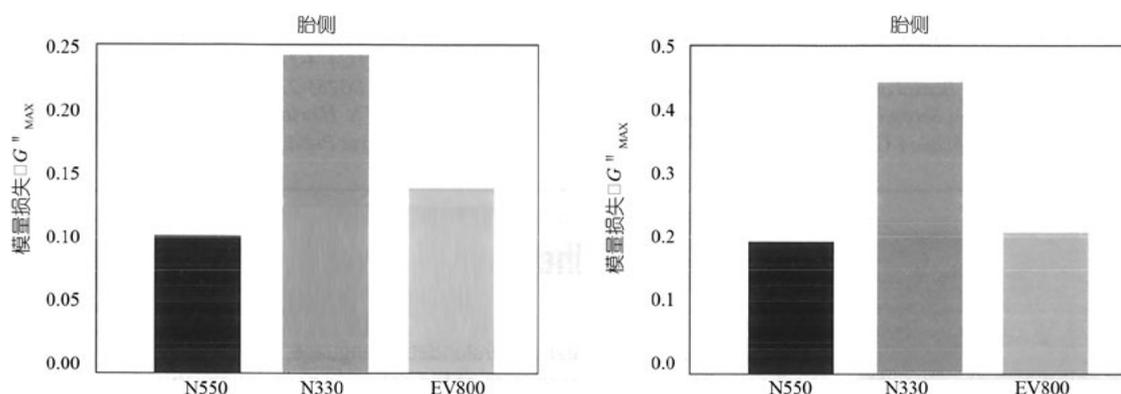


图6 模型胎侧和模型胎面基底配方中EV800和ASTM牌号的损耗剪切模量特性比较

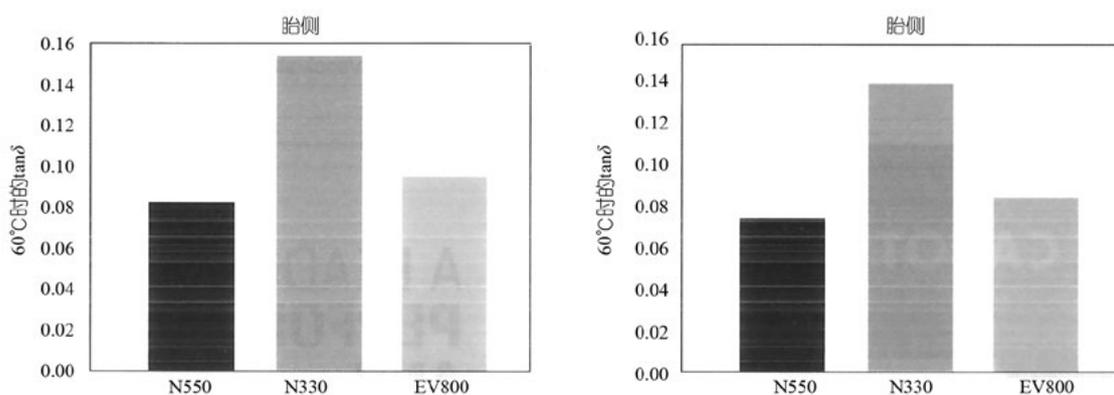


图7 在模型胎侧和模型胎面基底配方中，EV800和ASTM牌号在60 °C时的 $\tan \delta$ 特性比较

即为消费者生产更具可持续性的产品。此外，EV800 还是通过ISCC（国际可持续发展与碳认证）标准认证

的可持续循环炭黑产品。

