

乙丙橡胶开发和应用研究进展

吴贻珍

(无锡市贝尔特胶带有限公司, 江苏 无锡 214176)

摘要:简介乙丙橡胶(EPR)的新品种、改性、配合和特性等研究成果以及在部分领域的应用状况。EPR新品种主要有新型第三单体 EPDM(第三单体为 5-乙基-2-降冰片烯)、可控长链支化 EPDM、相对分子质量双峰分布 EPDM、液体 EPR 和四元 EPR 等。EPR 改性主要有化学改性、共混或并用改性、补强和增强改性等方式。粘合性能和动态性能是 EPR 配合需要重点考虑的问题。EPR 在中高压橡胶绝缘电缆、耐热输送带、汽车传动带和汽车密封条等领域广泛应用。

关键词:乙丙橡胶;改性;应用

中图分类号:TQ333.4 **文献标志码:**B **文章编号:**1000-890X(2012)02-0118-10

乙丙橡胶(EPR)是利用齐格勒-纳塔或茂金属配位催化剂生产的乙烯和丙烯共聚物(二元乙丙橡胶, EPM)或乙烯、丙烯和非共轭二烯共聚物(三元乙丙橡胶, EPDM)。由于 EPR 具有良好的延伸性和很强的耐寒、耐热、耐臭氧及耐化学腐蚀能力, 因此其应用十分广泛。

EPR 是继 SBR 和 BR 之后世界上第三大 SR 品种, 2009 年全球 EPR 生产能力为 129 万 $t \cdot a^{-1}$, 是生产增长较快的胶种之一。预计到 2013 年, 全世界 EPR 总生产能力将达到约 145 万 $t \cdot a^{-1}$ ^[1]。与其他 SR 相比, EPR 开发的最大特点是新产品层出不穷, 应用领域不断拓展。未来 EPR 的主要发展趋势是新品种开发将适应更多领域发展需求, 同时新的应用又刺激市场对 EPR 的需求, EPR 产品结构和消费结构将发生较大变化。近年来, EPR 生产和应用新技术主要体现在茂金属 EPR、液体 EPR、EPR/树脂共混合金、新型单体合成 EPR 及改性 EPR 等^[2]。

本文简介近年来 EPR 的新品种、改性、配合和特性等研究成果以及在部分领域的应用状况。

1 EPR 新品种

1.1 新型第三单体 EPDM

已工业化的 EPDM 的第三单体有 5-亚乙基-

2-降冰片烯(ENB)、双环戊二烯(DCPD)和 1,4-己二烯(HD)。将 ENB 的异构体 5-乙基-2-降冰片烯(VNB)作为第三单体引入乙烯-丙烯共聚反应中, 可生产出新型的 EPDM——VNB-EPDM^[3]。美国埃克森公司在 EPR 主链上引入 VNB 作为第三单体, 不仅控制了凝胶, 还同时能够达到高度支化。采用此无凝胶合成法制备的 VNB-EPDM 除了具有高度长链支化的优点外, 金属残留量也较低, 电学性能能够满足电线电缆的要求。长链支化聚合物具有显著的剪切稀化作用, 表现出良好的挤出加工性能, 尤其适用于电线电缆^[4]。

荷兰帝斯曼(DSM)公司在美国 Nova Chemical 公司授权的 SSC(single site catalysts, 单活性中心催化剂)专利技术基础上, 于 2008 年 11 月采用自主创新的 Keltan ACE(advanced catalysis elastomers, 先进催化弹性体)技术, 成功试生产了高 VNB-EPDM, 并进行了一系列内部评价, 评价结果验证了以往该公司在这一领域的成果。2009 年年初, 帝斯曼公司向市场推出了第 1 个商业化高 VNB-EPDM 产品——Keltan DE 8270C, 其 VNB 质量分数为 0.03。高 VNB-EPDM 是继茂金属催化 EPDM(M-EPDM)和茂金属气相法 EPDM(MG-EPDM)之后新一代的 EPDM^[5]。

VNB-EPDM 具有硫化速度快、交联密度大、硫化充分(过氧化物/不饱和物残余量低)、耐老化性能好、压缩变形小和加工性能好等优点, 已用于

作者简介:吴贻珍(1963—), 男, 福建福鼎人, 无锡市贝尔特胶带有限公司高级工程师, 学士, 主要从事传动带开发、制造与应用技术研究和管理工作。

汽车散热器胶管、汽车减震件、汽车多楔带和中高压电缆等高性能要求橡胶制品^[6-7]。

1.2 可控长链支化 EPDM (CLCB EPDM)

适度的长链支化有利于改善乙丙共聚物的某些特性。长链支化的成因直接取决于共聚反应的催化剂体系。传统的钒(钛)-铝系齐格勒-纳塔催化剂因活性中心空间较小,只能形成短支链。茂金属催化体系可使 EPDM 形成长链支化结构^[8]。可控长链支化技术是帝斯曼公司的专利技术,解决了传统 EPDM 加工性能与物理性能相互矛盾的问题。此技术的创新点是同时实现支化度可控和窄相对分子质量分布,而且抑制了离子副反应,而传统工艺无法达到,只能出现窄相对分子质量分布-低支化度和宽相对分子质量分布-高支化度的情况。

CLCB EPDM 在混炼初期吃料速度快,且随着混炼时间的延长各种填料和增塑剂等组分的分散性不断改善。CLCB 技术不仅能够保证胶料的分散程度,且不同批次胶料的差异小、稳定性高。在汽车橡胶海绵密封条连续化生产中,采用 CLCB EPDM 具有更高的生产效率、更好的尺寸稳定性^[9]。帝斯曼公司的 K7341A, K2340A 和 K8340A 等牌号 EPDM 就是采用 CLCB 技术生产的新产品,主要应用于海绵制品和电线电缆。与传统 EPDM 相比,CLCB EPDM 具有一系列优点:①炭黑混入速度快,分散更均匀,混炼时间短,在混炼和挤出过程避免“炭黑焦烧”;②抗塌陷性好;③硫化速度快,尽管 ENB 含量为中等水平,但硫化速度相当于高 ENB 含量的传统 EPDM;④压缩永久变形小;⑤流动性优异,挤出速度快;⑥强伸性能达到高 ENB 含量的传统 EPDM 水平,且耐热性提高;⑦虽然相对分子质量分布窄,生胶门尼粘度高,但胶料抗焦烧性能好,加工安全性优;⑧可填充更多的增塑剂,可在保持密度基本不变的情况下降低海绵胶条压缩永久变形^[10]。

1.3 相对分子质量双峰分布 EPDM

相对分子质量呈双峰分布的 EPDM,即在低相对分子质量部分再出现一个较窄的峰,并减少极低相对分子质量部分,这种 EPDM 既提高了胶料的物理性能,又保证了良好的流动性及发泡率,且挤出后挺性良好。双峰分布 EPDM 可弥补普

通 EPDM 门尼粘度高而加工性能差的不足^[11]。双峰分布 EPDM 已成为美国埃克森公司、荷兰帝斯曼公司和日本住友公司等 EPDM 厂商研究与开发的重点新产品之一。美国埃克森公司拥有双峰分布 EPDM 的成熟生产技术,主要是在茂金属催化体系或传统的钒(钛)-铝催化体系下,采用溶液聚合生产工艺合成双峰分布 EPDM。在中国市场上,美国埃克森公司 Vistalon 双峰系列 EPDM 主要有 7500, 8600, 8700 和 8800 等牌号。

1.4 液体 EPR (LEPR)

LEPR 是一种低相对分子质量、液体或膏状乙烯-丙烯二元共聚物或乙烯-丙烯-非共轭二烯三元共聚物,具有较低的门尼粘度,除可用作润滑油和增塑剂外,还可以制成室温硫化的膜片、密封垫及适合现场喷涂或涂抹的密封剂。LEPR 可以用过氧化物、硫黄和树脂硫化体系硫化。在 176 °C 耐热老化试验中,LEPR 的老化寿命比液体聚异戊二烯或液体聚丁二烯长 15 倍。用适量的 LEPR 替代高相对分子质量的 EPDM 可明显降低胶料的粘度,改善加工性能,减少废品产生,且不影响硫化胶的物理性能。加入 10 份 LEPR 通常会使胶料的门尼粘度下降 15 个门尼值,特别适合解决子午线轮胎高填充炭黑胎面胶因门尼粘度较高而不易混炼、挤出及内衬层胶(卤化丁基橡胶)易收缩、自粘性差等问题,因此 LEPR 市场前景十分看好。此外,LEPR 还可以与其他橡胶(如 EPDM, NR, CR 和 NBR 等)并用,可改善这些橡胶的耐屈挠性能,提高耐臭氧和耐热性能。LEPR 可用于注射成型、挤出及制备高硬度制品等新的应用领域^[12]。

目前,世界上只有少数几家公司能够生产 LERP。美国 Lion(尤尼罗伊尔)公司的 LEPR 产品有 TRILENE 56, TRILENE 65, TRILENE 66, TRILENE 67, TRILENE CP80 和 TRILENE 4038 等牌号。中国石油吉林石化公司自行开发的 LEPR 产品有 J-0050, J-0030, J-0020 和 J-0010 等牌号。

1.5 四元 EPR

在乙烯-丙烯-非共轭二烯的基础上再引入另一种烯烃单体参加共聚反应可合成四元 EPR。除了 ENB, DCPD 和 HD 可以作为第四单体外,

1,7-辛二烯、1,5-己二烯、VNB、降冰片烯、降冰片二烯、辛烯和己烯等也可以作为第四单体^[13]。第四单体可以是单烯烃,但最好是二烯烃,典型的四元共聚物体系有乙烯-ENB-辛二烯-丙烯、乙烯-ENB-丙烯-VNB、乙烯-ENB-丙烯-DCPD等,第四单体的引入可使EPR的性能更加专门化,实现特种领域的应用。日本合成橡胶公司用于轮胎内胎和防水制品的T7881F(ENB和DCPD质量分数分别为0.019和0.041)以及用于海绵制品的EP801E(ENB和双环戊二烯质量分数分别为0.075和0.025)等产品均为四元EPR。

2 EPR改性

2.1 化学改性

尽管EPR具有耐热、耐老化、抗冲击和耐低温等优点,但存在强度低、自粘性和互粘性差以及与其他橡胶相容性差等缺点。为了制备综合性能更优的橡胶,常对EPR进行极化改性,主要是对EPR进行溴化、氯化、磺化、顺酐化和马来酸酐化等处理^[14]。

EPR还可通过接枝法进行改性^[15],以解决EPR的分子主链为非极性饱和结构而造成的强度低,自粘性和互粘性差,着色、印刷和电镀困难以及与其他橡胶相容性差等缺陷,从而拓展了EPR的应用领域。接枝改性是改善EPR性能的重要途径之一,也为制备综合性能更优异的EPR提供了可能。EPR的接枝改性就是通过在分子主链上接枝含有特征官能团(如环氧基、酸酐、酯基、羧基和硅烷等)的极性支链单体,提高聚烯烃基体与其他极性成分的界面结合力,使其他极性材料得以均匀分散,提高材料的物理性能和产品的性能稳定性。接枝改性EPR主要用于改善EPR与其他材料的相容性和界面结合,改善制品韧性、抗冲击性、低温脆性和耐热性等。EPR接枝改性技术主要有溶液接枝法和熔融接枝法等,近年来又发现了电子束辐射接枝和直接溶胀接枝等新方法^[16-17]。

2.2 并用和共混改性

EPDM的硫化速度较慢,耐油性、自粘性和互粘性等较差。将EPDM与其他橡胶,如NR、BR、SBR、NBR、IIR、CR、甲基乙烯基硅橡胶

(MVQ)、氯磺化聚乙烯(CSM)、乙烯-乙酸乙酯(EVM)、丙烯酸酯橡胶和氢化丁腈橡胶(HNBR)等并用改性,可以很好地综合不同橡胶的优异性能,克服各自不足。与其他橡胶并用,一方面可以改善其他橡胶的耐热、耐低温、耐臭氧和耐水蒸气等性能或降低特种橡胶的成本;另一方面又会使EPDM本身的加工性能、耐油性能和粘合性能等得以改善^[18]。

EPDM具有饱和主链和低不饱和侧链,与塑料共混、动态硫化改性可制备多种性能优异的新型材料。典型共混体系是动态硫化EPDM/聚丙烯热塑性硫化胶。

2.2.1 EPDM/聚酰胺(PA)共混物

PA具有很高的拉伸强度、冲击韧性和耐磨性能,与EPDM共混可制备具有高弹性模量和良好加工性能的弹性体,主要用于制造汽车零部件和建筑材料。马军等^[19]研究表明,选用氯化聚乙烯(CPE)作为EPDM/PA体系的相容剂,CPE的最佳用量是PA的一半,当PA用量为30~40份时产生最佳补强效果。PA可大大提高EPDM的撕裂强度,降低磨耗,并改善耐油性能,特别是通过压延拉伸PA能够形成类似短纤维补强的微纤复合材料(MFRC)。

2.2.2 EPDM/MVQ并用胶

EPDM与MVQ并用可获得许多优异性能,在耐热性能、耐候性能和压缩永久变形等方面优于硅橡胶,既可用硫黄硫化,又可用过氧化物硫化,适合多种成型方式,因此可用于硅橡胶或EPR不能适应的场合,如汽车减震材料、发动机耐热部件和电气部件等,并用MVQ可将EPDM的耐热等级从150℃提高到175℃^[20]。

雷卫华等^[21]研究发现,采用过氧化物硫化EPDM/MVQ并用胶,当EPDM用量小于40份时,并用胶在160℃下短时间的耐热老化性能较好;当EPDM用量超过50份后,并用胶的力学行为和热行为与EPDM相似,高温下性能保持率逐渐降低。采用六亚甲基四胺与氯化铁/氯化亚铁混合物作为废MVQ的活化改性剂,将活化改性后的废MVQ与EPDM并用,当EPDM/MVQ的并用比为90/10时,并用胶的拉伸强度为14.1 MPa,拉断伸长率为550%。

2.2.3 EPDM/HNBR 并用胶

用乙烯质量分数 0.60 以下的 EPDM 与不超过 30 份的 HNBR 并用,并配以 50 份甲基丙烯酸锌,形成以 EPDM 为连续相、HNBR 为分散相的并用胶,该并用胶具有耐高低温、耐油、高硬度、高强度和耐疲劳等特性,可用于高负荷传动带^[22]。

2.2.4 EPDM/EVM 并用胶

钱黄海等^[23]将不同乙酸乙烯酯含量的 EVM 与 EPDM 并用,研究了 EPDM/EVM 并用胶的物理性能。结果表明,EPDM 与 EVM 并用,可以有效改善 EPDM 的耐热、耐油、耐低温、耐溶剂、阻燃和粘合性能,同时能够降低胶料的门尼粘度,并用胶具有良好的混炼和成型工艺性能。EPDM/EVM 并用胶以其优良的耐热、耐油、无卤阻燃和低压永久变形性能,广泛用于密封制品、挤出制品、胶辊、胶带和符合环保要求的电缆等。

2.3 补强

2.3.1 改性炭黑补强

徐丽等^[24]分别采用甲基丙烯酸缩水甘油酯(GMA)、甲基丙烯酸-2-羟乙酯(HEMA)和 N-羟甲基丙烯酰胺(NMA)改性炭黑,研究改性炭黑补强 EPDM 的加工性能和物理性能。结果表明:GMA, HEMA 和 NMA 改性炭黑均能够改善 EPDM 硫化胶的物理性能,当其用量分别为 3.75, 3 和 3 份时,EPDM 硫化胶的定伸应力、拉伸强度和撕裂强度达到最佳;降低频率、提高应变或温度有利于改善改性炭黑补强 EPDM 的加工性能。

姜其斌等^[25]探讨了 GMA 原位改性炭黑对 EPDM 胶料硫化特性和硫化胶性能的影响。结果表明:GMA 起连接炭黑和橡胶的作用,对胶料的硫化特性影响显著,提高了硫化胶的物理性能、粘合性能和常温(30~60℃)减震阻尼性能;当 GMA 用量为 5 份时,EPDM 胶料的硫化速度较快,硫化胶的表观交联密度较大,物理性能和粘合性能较好。

2.3.2 团状模塑料(DMC)补强

武卫莉等^[26]以 EPDM 为连续相(基相),DMC 为分散相(补强相)制备 EPDM/DMC 复合材料,对复合材料的性能进行研究,并确定最佳配比。结果表明:EPDM 与 DMC 相容性较好,可进行共硫化;EPDM/DMC 共混比为 100/90 时,共

混物的物理性能和耐热老化性能较好;采用硫化剂 DCP 硫化的共混物耐热老化性能较好,以过氧化二苯甲酰为硫化剂,共混物的拉断伸长率和耐热老化性能明显改善。

武卫莉等^[27-28]还研究了 DMC 对 EPDM/MVQ 并用胶物理性能和耐热老化性能的影响。结果表明,添加 DMC 后,EPDM/MVQ 并用胶的邵尔 A 型硬度和拉伸强度大幅度提高,耐热老化性能较好,该材料兼具 EPDM, MVQ 和 DMC 的优点,可用于汽车刹车片,具有耐热、耐磨、强度高和弹性好等优点。

2.3.3 短纤维补强

短纤维/橡胶复合材料(SFRC)将纤维的刚性与橡胶的柔性有机结合在一起,能够满足橡胶制品的某些特殊性能要求,广泛应用于传动带、胶管和密封制品等。SFRC 的性能强烈依赖于纤维的形状因数(长径比)、短纤维在橡胶基体中的分散和取向以及短纤维与橡胶的粘合等。由于 EPDM 分子结构中缺少活性基团,内聚能低,与短纤维之间的界面作用弱,影响短纤维的分散和粘合,因此短纤维的表面处理非常重要。

L. Ibarra^[29]研究发现,采用二叠氮化合物对聚酯纤维表面进行改性,经过改性处理的短纤维对 EPDM 胶料的交联反应具有某种催化作用,能够提高交联速度和交联密度,使复合材料获得更高的强度和弹性。A. S. Estrin^[30]采用马来酸酐化液体聚丁二烯(PBDMA)处理芳纶、锦纶、聚酯和棉等短纤维,大大提高了这些短纤维在 EPDM 中的粘合性能。吴卫东等^[31]比较了表面特殊处理、常规处理和未处理的锦纶短纤维对 EPDM/锦纶短纤维复合材料性能的影响。结果表明,经表面特殊处理的 SFRC 屈服强度大大提高,拉伸断裂后纤维表面存在一定厚度且柔韧的界面过渡薄层。岑兰等^[32]探讨了几种硅烷偶联剂预处理棉短纤维(SCF)对 SFRC 物理性能和耐老化性能的影响。结果表明,与未处理的 SCF 相比,硅烷偶联剂预处理的 SCF 具有更佳的补强性能,其中硅烷偶联剂 KH-570 和 KH-580 处理的 SCF 对 EPDM 的补强效果更为明显。苏丽丽等^[33]采用直接共混法制备了 EPDM/硅烷偶联剂改性针状硅酸盐(FS)纳米复合材料,研究表明,大幅度增

大偶联剂的用量可明显提高FS在EPDM胶料中的分散性。EPDM/改性FS纳米复合材料具有典型的SFRC应力-应变特征和物理性能的各向异性。

吴卫东等^[34]研究发现,对芳纶浆粕纤维表面进行“润滑渗透隔离”改性^[35],能够使极性芳纶浆粕超细纤维均匀分散在非极性的EPDM基体中,芳纶浆粕纤维补强EPDM具有良好的动态力学性能和“模量-滞后平衡效应”,即加入短纤维在有效提高硫化胶模量和小变形拉伸应力的同时,对硫化胶的动态滞后生热没有不利影响^[36]。

王炜等^[37]研究了相容剂HMA(一种马来酸酐接枝聚合物)对EPDM/芳纶浆粕复合材料物理性能的影响。结果表明:芳纶浆粕可提高EPDM的强伸性能,但两者相容性差;对芳纶浆粕表面进行水解处理,并加入相容剂HMA,可使复合材料的拉伸强度和拉断伸长率大大提高;相容剂HMA改善了芳纶浆粕与EPDM的界面粘合性能,使应力得到更好地转移。

3 EPR配合与特性

3.1 硫化特性

过氧化物硫化EPDM具有更高等级的耐热性能和低压缩永久变形,但胶料焦烧时间偏短。法国Arkema公司开发了两种新的过氧化物硫化技术,分别称作焦烧保护(SP)和速度控制技术(CST),这两种技术能够提供有效的焦烧保护。已商业化的新产品F40M-SP和F-CST是在Luperox F[1,3-和1,4-二(叔丁基过氧基)二异丙苯]基础上开发的。与标准等级相比,F40M-SP和F-CST能延长3倍以上的焦烧时间^[38]。F-CST在相同的温度下具有更快的硫化速度,可以提高生产效率,降低生产成本。

M. Grima等^[39]发现在EPDM过氧化物硫化体系中加入双马来酰亚胺类助交联剂(如N,N-间亚苯基双马来酰亚胺)和硫给予体(如六硫化双亚甲撑秋兰姆)可以很好地防止焦烧,同时改善硫化胶的物理性能。助交联剂和硫给予体的含量对焦烧时间和硫化胶物理性能影响较大,当助交联剂用量为4份、硫给予体用量为0.7~0.9份时,胶料各项性能达到最佳。

3.2 耐热性能

EPDM的耐热及耐热氧老化性能优于其他通用橡胶,只要配合适当,EPDM长期工作温度可达120℃,最高连续工作温度可达150℃,短时间甚至可耐230~260℃高温。良好的耐热性能使其成为制造耐热输送带、耐热胶管等制品较为理想的材料。普通牌号EPDM即使不加入耐热型防老剂,也具有较好的耐高温性能,加入适当防老剂,可进一步改善EPDM的耐高温性能^[40-42]。

硫黄硫化EPDM时加入一些强效防老剂可进一步改善胶料的耐热性能。使用高效自由基捕捉型防老剂(如防老剂AM)与防老剂MB搭配,胶料的耐热性能优于不加防老剂的胶料,且两种防老剂搭配使用效果比单独使用自由基捕捉型防老剂好。

过氧化物硫化EPDM时需要加入防老剂才能使硫化中生成的C—C键的耐热老化性能充分发挥。典型的聚合型喹啉防老剂RD对过氧化物硫化体系的干扰最小,而更强的自由基捕捉型防老剂445(4,4'-二异丙苯基二苯胺)能够达到更好的耐高温老化性能。防老剂445和防老剂MBZ搭配使用可为硫化胶提供最佳的热空气老化后综合性能保持率。在过氧化物交联体系中加入含氯聚合物,如CR和CSM等,可进一步提高EPDM的耐老化性能。CR、防老剂445和防老剂MBZ三者并用可使过氧化物硫化的EPDM获得最佳的耐热老化性能。

乙烯基硅烷偶联剂(如偶联剂A172)的加入有助于提高EPDM高温老化后的拉断伸长率保持率。使用乙烯基硅烷偶联剂还能使EPDM电缆胶料在水浸渍期间保持电绝缘性能。使用LEPR替代石蜡油类软化剂可进一步提高EPDM的耐高温性能。

3.3 粘合性能

在橡胶制品生产过程中,粘合是一个很重要的课题,包括橡胶与橡胶、橡胶与金属和橡胶与纤维织物等之间的粘合。EPR表面缺乏活性,与其他材料粘合困难,一些在高温、高负荷动态工况下使用的制品,如汽车传动带、空气弹簧等,采用常规粘合处理方法很难达到满意的粘合效果。

EPDM与纤维织物粘合时,纤维表面处理使

用的间苯二酚-甲醛-胶乳(RFL)浸渍液中的胶乳通常为 CSM(改性 CSM)、BR 和 EPDM 等^[43-45],这在一般静态工况下使用的橡胶制品中是可行的,但在高动态工况下使用时,其粘合强度不足。解决该问题的方法有:①采用特殊胶乳。A. S. Estrin 等^[46]发现采用高反应性的 PBDMA 胶乳处理纤维,可大大提高锦纶、聚酯和芳纶等纤维与 EPDM 的粘合强度;D. A. Pelton^[47]发现分别用氢化 SBR、氢化羧基 SBR、HNBR、羧基 HNBR 或 CSM(改性 CSM)等胶乳与 PBDMA 的半酯水溶液组成的混合物直接处理预活化聚酯纤维,可达到满意的粘合效果。②在 RFL 处理后的基础上再涂一层粘合剂或胶浆。H. Hasaka^[48]发现用卤化橡胶作为胶浆涂敷 RFL 处理过的线绳,可进一步提高粘合性能;D. B. Wood 等^[49]发现用功能化的低分子聚乙烯(如氧化聚乙烯)与 LEPR 并用,该复合物可作为织物和线绳用粘合胶。③在 RFL 处理基础上,在配方中直接加入特殊的粘合增进剂。W. T. Richard^[50]发现将 5-降冰片烯-2,3-二羧酸酐与环烷酸钴并用,能使硫黄硫化的 EPDM 与织物粘合性能提高 50%;R. E. Drake 等^[51]发现将 PBDMA 加入过氧化物硫化 EPDM 胶料中,可大幅度提高 EPDM 与纤维的粘合性能;美国 Hallstar 公司开发的环保型粘合增进剂 Hallbond RX 能够显著提高 EPDM 与聚酯帘线的粘合强度^[52];此外,在胶料中添加 30~40 份白炭黑、使用低门尼粘度 EPDM 或降低促进剂用量也能够提高粘合性能^[53]。

EPDM 与金属粘合一般采用胶粘剂法^[54],直接粘合法中二丙烯酸锌(ZDA)最有效。采用美国 Sartomer 公司的 Saret 633(防焦烧型 ZDA)作为胶粘剂用于 EPDM 与金属的粘合,并采用过氧化物硫化体系,EPDM 与金属的粘合强度明显提高,粘合的破坏形式是 EPDM 硫化胶内聚破坏。添加活性助剂不仅能够提高硫化胶的强度,而且还能够提高硫化胶与金属的粘合强度。在 EPDM 加入 2 份 Saret 633,EPDM 与钢的剪切粘合强度从 0.55 MPa 提高到 3.44 MPa,加入 20 份可提高到 11 MPa^[55]。

3.4 动态疲劳性能

EPDM 为非结晶橡胶,其抗疲劳性能特别是

抗裂纹增长性能不是很好,过氧化物硫化的 EPDM 抗疲劳性能更差^[56]。通常认为初始龟裂与橡胶的缺陷有关,而裂纹增长与橡胶的拉伸强度和撕裂强度有关,因此提高硫化胶的均一性和强度均有助于改善抗疲劳性能^[57]。

丙烯酸金属盐特别是二甲基丙烯酸锌(ZDMA)是 EPDM 较为理想的补强材料,先将微米级 ZDMA 混入橡胶基体中,然后在过氧化物的作用下,ZDMA 从微米颗粒上脱落,溶入橡胶基体中,再发生原位聚合,形成聚丙烯酸金属盐(PZDMA)纳米粒子,从而对橡胶产生高效补强^[58-59]。ZDMA 补强 EPDM 能产生键能较高的离子键,硫化胶强度高,抗撕裂性能好,这种离子键在动态疲劳下,具有类似多硫键的自动“愈合”功能,因此硫化胶抗疲劳性能优异。用 ZDMA 补强的过氧化物硫化的 EPDM 屈挠疲劳寿命是未加 ZDMA 硫化胶的数十倍,是硫黄硫化 EPDM 的近 2 倍^[60]。用 1,3-双(柠檬酰亚胺甲基)苯(抗硫化返原剂 Perkalink 900)替代 ZDMA 作为 EPDM 过氧化物交联助剂,同样能达到 ZDMA 的效果,并且配方中无需氧化锌,满足环保要求^[61]。

在硫黄硫化 EPDM 胶料中加入软化点为 60~140 ℃的树脂如古马隆树脂或石油树脂,这种树脂在出现微小裂纹的情况下能够吸收橡胶变形时产生的应变能量,从而减小裂纹附近的应力和防止裂纹扩大^[62]。EPDM 中加入强碱性的碳酸钠和弱碱性的硬脂酸金属皂,其高温热老化后硬度升高极小,特别适合高温长时间动态工况使用^[63]。

4 EPR 的应用

4.1 中高压橡胶绝缘电缆

EPR 用于电线电缆已有 40 多年的历史,但受加工性能和成本等因素制约,发展一直较缓慢。中高压电缆曾广泛使用交联聚乙烯(XLPE)作为绝缘材料,但 XLPE 在低温柔软性、耐水树性能、耐电树性能及耐电晕性能等方面仍然存在不足。与 XLPE 等绝缘材料相比,EPR 绝缘材料具有很高的运行可靠性及其他优点,如高的耐湿性能,浸水后电气和物理性能几乎不下降,耐水树形成能力强,耐电晕及耐热性能好,热膨胀率小,结构稳

定性良好,柔韧性优异,使电缆具有很小的弯曲半径,安装、接头和封端更容易。随着 EPR 新品种和新牌号的出现以及配合与加工等技术的发展,EPR 用于中高压电缆的可靠性不断提高,其在电缆中的用量也不断增大^[64-65]。目前,国外中高压橡胶绝缘电缆主要采用 EPR,意大利的 EPR 绝缘电缆早已达到 150 kV 级,15 kV 级的 EPR 绝缘电缆已经成为美国最主流的品种。

美国埃克森公司采用传统齐格勒-纳塔催化体系开发的 VNB-EPDM(牌号为 1703P)具有高度长链支化分子结构,金属残留量较低,硫化速度快,电学性能和耐热性能好,挤出性能优异,非常适合于中高压电线电缆^[66-67]。M. F. Welker^[68]研究了 EPM(牌号为 Vistalon 722)与不同品种 EPDM 并用的中压电线电缆用绝缘胶料。结果表明,在 EPM 中加入少量 VNB-EPDM 或 M-EPDM 即能达到满意的交联效果,硫化胶具有良好的耐热性能和电学性能。G. J. Pehlert^[69]提出 EPDM 与塑性体并用,可改善电缆挤出表面光洁度,并提高挤出速度。C. Canaud 等^[70]研究了氧化铝与炭黑 N330 用量比对 EPDM 绝缘性能的影响。结果表明,氢氧化铝/炭黑 N330 用量比分别为 150/22 和 175/7.5 时,EPDM 能够达到中压(15 kV)绝缘要求,当用量比为 180/0 时能满足高压(20 kV)绝缘要求。姚明明等^[71]开发了辐射硫化低损耗耐高电压 EPR 绝缘胶料,辐射硫化的敏化剂选择三(甲基丙烯酸三羟甲基)丙烷酯,用量为 1.5~2.5 份,增塑剂采用超低门尼粘度 EPDM(牌号为 Keltan 1446A)与微晶石蜡并用,绝缘胶料的性能符合 IEC 502—1994 的要求。

4.2 耐热输送带

耐热输送带广泛用于冶金、焦化和建材等高温作业环境中,主要输送烧结矿石、焦炭和水泥等高温固体物料,由于冷却不充分,物料温度瞬间可达 400~600 °C,部分高达 800 °C 以上,因此输送带必须具有非常高的耐热性能^[72]。根据 GB/T 20021—2005《帆布芯耐热输送带》规定,输送带分为 4 个耐热等级:T1 可耐不高于 100 °C 的试验温度;T2 可耐不高于 125 °C 的试验温度;T3 可耐不高于 150 °C 的试验温度;T4 可耐不高于 175 °C 的试验温度。耐热等级为 T3 和 T4 的输送带一般

需采用 EPR 或 EPR 与其他耐热弹性体并用生产。张运强等^[73-74]通过极低不饱和度的 EPDM 与乙烯-辛烯弹性体(POE)并用,采用 ZDMA 作为增粘补强材料、LEPR 作为增塑剂、N-4(苯胺基苯基)马来酰亚胺(防老剂 MC)作为反应性防老剂,制备的 EPDM 复合材料具有很高的耐热老化性能,在 180 °C 下老化 7 d 后,硬度变化率小于 10%,拉伸强度和拉断伸长率保持率分别在 70% 和 50% 以上,满足 T4 等级耐热输送带要求。在 EPM 中加入高剂量的抗氧剂,如 3 份胺类防老剂和 8 份咪唑类防老剂并用,制备的耐高温输送带覆盖胶在 175 °C×168 h 热空气老化后的拉断伸长率保持率达 90%^[75]。主体材料为 80~100 份 EPM 与 20~0 份 EPDM 并用,抗氧剂为 1~4 份防老剂 RD 和 1~4 份防老剂 1010 并用,软化剂为 5~20 份 LEPR,并掺用 5~15 份芳纶短纤维,可制得兼具耐磨和抗龟裂的耐高温输送带覆盖胶^[76]。

4.3 汽车传动带

近年来,多楔带在汽车中得到普遍应用,而发动机室的温度越来越高,有的要求橡胶件能耐 150 °C,瞬间能耐 170 °C 高温,传统 CR 显然达不到要求。由于 HNBR 过于昂贵,而少量的油污并不会对发动机前端的胶带造成损害,因此可使用较廉价且耐热性能良好的 EPDM 作为多楔带主体材料^[77]。但 EPDM 的耐磨性能、高温抗撕裂性能和动态性能不理想,与其他材料粘合不佳,这都需要通过改性,如添加 ZDA 或 ZDMA 以及与其他材料并用加以解决^[78]。

汽车 V 带通常采用 CR 生产,与多楔带类似,近年来开始用 EPDM 生产。但汽车 V 带传动受力机理与多楔带有很大不同,对压缩胶的耐屈挠和耐磨性能、抗拉体线绳和织物的粘合性能以及带体的横向刚性要求比多楔带高。美国盖茨(Gates)公司推出了 FleetRunner 汽车 V 带,实际使用寿命能达到 40 万 km 以上,其他性能也优于 CR 汽车 V 带,特别是耐高低温性能突出,可在 -55~+120 °C 温度下正常使用,实现全天候使用^[79]。

4.4 汽车密封条

汽车密封条主要起密封、减震和装饰作用。为了提高 EPDM 海绵橡胶的密封性能,可采用增

大第三单体含量、提高相对分子质量和使相对分子质量分布变窄等方法。但相对分子质量过高,胶料混炼稳定性差,相对分子质量分布过窄,胶料挤出成型时形状保持性差,难以得到规定形状的制品。近年来,既具有优良的物理性能又有良好加工性能的新型 EPDM,如 CLCB-EPDM 和双峰分布 EPDM 等,逐渐用于汽车密封条,硫化胶性能更好,挤出速度和生产效率提高^[80-81]。

EPDM 汽车密封条面临的挑战有:①适应汽车对零部件绿色环保的要求,不仅要达到欧盟报废汽车指令《汽车禁用物质要求》(2000/53/EC 及最新修订的 2008/689/EC),而且生产用原材料、生产工艺、生产过程和性能指标都要有“绿色”概念,绿色汽车密封条是今后发展趋势^[82];②满足汽车工业对密封条新的要求,如彩色密封条等;③汽车密封条用新型热塑性弹性体,如热塑性聚烯烃弹性体和热塑性硫化胶等不断开发和应用,这些材料既具有弹性体的优良特性,又具有塑料优良的工程性能,目前正在逐步取代 EPDM^[83]。

参考文献:

[1] 崔小明. 乙丙橡胶市场分析[J]. 化学工业, 2010, 28(4): 26-31.

[2] 梁诚. 新型乙丙橡胶生产与应用进展[J]. 化工新型材料, 2005, 33(2): 1-4.

[3] 谢忠麟. 新一代 EPDM——高 VNB-EPDM[J]. 橡胶工业, 2011, 58(2): 115-122.

[4] 崔小明. 乙丙橡胶新产品的开发和利用[J]. 中国橡胶, 2010, 26(14): 30.

[5] Dees M, van Duin M. Keltan High/Very High Molecular Weight EPDM with 5-vinyl-2-norbornene as Third Monomer [J]. Rubber World, 2009, 240(5): 13-24.

[6] van Duin M, Dees M, Dikland H. Advantages of EPDM Rubber Products with a Third Monomer. Part 1. Improved Peroxide Curing Efficiency in Window Gasket Applications[J]. Kautschuk Gummi Kunststoffe, 2008, 61(5): 233-243.

[7] Twigg C, Dees M, van Duin M. Hot-air Ageing Characteristics of Peroxide-cured EPDM Rubber with 5-vinyl-2-norbornene as Third Monomer[J]. Kautschuk Gummi Kunststoffe, 2010, 63(10): 436-445.

[8] Beelen H J H. High Performance EPDM Polymer Based on Controlled Long Chain Branching [J]. Kautschuk Gummi Kunststoffe, 1999, 52(6): 406.

[9] Meijers P W L J, Maag L R, Beelen H J H, et al. Advances in EPDM Technology: Structure Determination as a Key to Im-

proved Product Performance and Consistency[J]. Kautschuk Gummi Kunststoffe, 1999, 52(10): 663-669.

[10] 贡健. 可控长链支化 EPDM 的性能及应用[J]. 橡胶工业, 2010, 57(3): 185-191.

[11] Jourdain E P, Wouters G J. New Metallocene EPDMs for Expanded Attribute Range to Meet New Rubber Market Requirements[J]. Kautschuk Gummi Kunststoffe, 2009, 62(10): 593-596.

[12] 韩秀山. 液体乙丙橡胶市场前景看好[J]. 橡胶工业, 2002, 49(9): 556.

[13] 刘川. 乙丙橡胶第三、第四单体研究进展[J]. 石化技术, 2006, 13(2): 52-56.

[14] 齐兴国, 王进, 刘光烨, 等. 化学改性三元乙丙橡胶在聚合物中的应用研究概况[J]. 弹性体, 2006, 16(6): 69-73.

[15] 李金玲, 赵孝伟, 关颖. 乙丙橡胶接枝改性技术[J]. 弹性体, 2006, 16(3): 35-40.

[16] 陈国清, 邱建辉, 徐雷雷. 马来酸酐辐照接枝三元乙丙橡胶的研究[J]. 塑料工业, 2009(6): 10-13.

[17] 王炼石, 刘伟涛, 蔡彤曼, 等. 溶液接枝共聚制备三元乙丙橡胶接枝共聚物的方法 and 应用[P]. 中国: CN 101649030, 2009-07-17.

[18] 陈国清, 邱建辉, 徐雷雷. 三元乙丙橡胶共混研究进展[J]. 特种橡胶制品, 2007, 28(4): 63-70.

[19] 马军, 冯予星, 雷昌纯, 等. 三元乙丙橡胶/尼龙高性能弹性体结构与性能的研究[J]. 高分子学报, 2000(6): 727-731.

[20] 邓本诚, 李俊山. 橡胶塑料共混改性[M]. 北京: 中国石化出版社, 1996: 204-209.

[21] 雷卫华, 王建华, 田野. MVQ-EPDM 并用胶及泡沫的热老化性能研究[J]. 特种橡胶制品, 2005, 26(3): 16-18.

[22] Okuno S. Rubber Composition for High-load Transmission Belt and High-load Transmission Belt from the Rubber Composition[P]. USA: USP 7 189 785; 2007-03-13.

[23] 钱黄海, 张尧州, 苏正涛, 等. EVM/EPDM 共混物的性能研究[J]. 特种橡胶制品, 2007, 28(6): 40-42.

[24] 徐丽, 游长江, 莫海林, 等. 改性炭黑增强三元乙丙橡胶的力学性能与加工性能[J]. 合成橡胶工业, 2007, 30(3): 215-218.

[25] 姜其斌, 贾德民, 杨军. GMA 原位改性炭黑对 EPDM 胶料性能的影响[J]. 橡胶工业, 2004, 51(4): 205-208.

[26] 武卫莉, 陈大俊. 团状模塑料增强三元乙丙橡胶[J]. 华东理工大学学报(自然科学版), 2006, 32(6): 704-708.

[27] 武卫莉, 陈大俊. DMC 补强 EPDM/MVQ 并用胶的性能研究[J]. 橡胶工业, 2004, 51(4): 249-252.

[28] 武卫莉, 陈大俊. 一种高分子合金刹车片的制备方法[P]. 中国: CN 1695914, 2005-11-16.

[29] Ibarra L. Properties of Elastomeric (EPDM) Matrix and Short Polyester (PET) Fibre Composites [J]. Kautschuk Gummi Kunststoffe, 1995, 48(12): 860-864.

[30] Estrin A S. Application of PBDMA for Enhancement of EPR

- Loaded with Chopped Fibers[J]. Rubber World, 2000, 222(4):39-42.
- [31] 吴卫东, 朱新军, 钦焕宇, 等. 不同预处理尼龙短纤维对三元乙丙橡胶基质的增强特性研究[A]. 中国橡胶工业协会橡胶工业骨架材料中外技术论坛暨 2008 年度骨架材料专业委员会会员大会[C]. 郑州: 中国橡胶工业协会橡胶工业骨架材料专业委员会, 2008: 250-254.
- [32] 岑兰, 徐运祺, 李福强, 等. 硅烷偶联剂处理棉短纤维及其对 EPDM 的增强作用[J]. 广东橡胶, 2010(5): 2-5.
- [33] 苏丽丽, 张立群, 田明. 硅酸盐纳米短纤维增强三元乙丙橡胶复合材料的结构与性能[J]. 合成橡胶工业, 2009, 32(5): 395-399.
- [34] 吴卫东, 钦焕宇, 田明, 等. 芳纶浆粕纤维增强 EPDM 复合材料结构与性能的研究[A]. 中国化工学会 (IESC) 2006 年年会[C]. 天津: 中国化工学会, 2006: 302-314.
- [35] 张立群, 吴卫东, 田明, 等. 芳纶浆粕预处理方法[P]. 中国: CN 1896369, 2007-01-17.
- [36] 林浩, 赵冬梅, 程安仁. 短纤维对 NR/BR 基胎面胶力学性能的影响[J]. 世界橡胶工业, 2007, 34(9): 13-16.
- [37] 王伟, 马国富. 相容剂对 EPDM/Kevlar 浆粕复合材料性能的影响[J]. 橡胶工业, 2003, 50(10): 585-588.
- [38] Keromnes L, Defrancisc A. SP and CST Technologies: A New Generation of Cost Saving Curatives in Rubber Processing[A]. 168th Meeting of Rubber Division, ACS. Pittsburgh: 2005: 14.
- [39] Grima M, Eriksson J G. Property Improvement in Peroxide Vulcanization: A Synergistic Concept of Co-agents for Scorch Delay[J]. Kautschuk Gummi Kunststoffe, 2007, 60(3): 235-240.
- [40] 唐斌, 李晓强, 王进文. 乙丙橡胶应用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 58-60.
- [41] Annicelli O R, Jablonowski T. Compounding EPDM for Heat Resistance[J]. Rubber World, 2002, 226(5): 233-237.
- [42] Sinha D P, Jablonowski T. Compounding for Hose and Belt Applications[J]. Rubber India, 2002, 20(10): 51-62.
- [43] Sashide K, Takamizawa K. Fiber-reinforced Rubber Composite[P]. JPN: JP 62-131035, 1987-06-13.
- [44] Sueto Y, Matsumoto H. Power Transmission Belt and Method of Manufacturing a Power Transmission Belt[P]. USA: USP 20080286529, 2008-11-20.
- [45] Hasaka H, Takano K, Kinoshita T. Method of Bonding an Ethylene-alpha-olefin Rubber Composition and a Fiber and a Power Transmission Belt Made Using the Method[P]. USA: USP 6 764 422, 2004-07-20.
- [46] Estrin A S, Nalepa R W. Maleinized Polybutadiene Latex for Fiber to Rubber Adhesion[A]. 155th Meeting of Rubber Division, ACS. Chicago: 1999: 51.
- [47] Pelton D A. Adhesive Composition for Adhering Textiles to EPDM Rubber[P]. USA: USP 7 256 235, 2007-08-14.
- [48] Hasaka H. Method of Bonding an Ethylene-alpha-olefin Rubber Composition to a Fiber Cord and a Fiber Cord-rubber Laminate Made According to the Method[P]. USA: USP 6 607 828, 2003-08-19.
- [49] Wood D B, Burrowes T G. Elastomeric Compound[P]. USA: USP 7 759 427, 2010-07-20.
- [50] Richard W T. Improved Adhesion of EPDM Sulfur Vulcanizates to RFL-treated Fabrics[J]. Rubber Chemistry and Technology, 1982, 55(5): 1516-1530.
- [51] Drake R E, Labriola J M. Adhesion Promoting Using Maleated Liquid Polybutadiene Resins in Rubber Compounds[A]. 139th Meeting of Rubber Division, ACS. Toronto: 1991: 48.
- [52] O'Rourke S. Additive Offers Better Rubber-to-reinforcement Adhesion and Eliminates Hazardous Chemicals[J]. Rubber World, 2007, 238(4): 14.
- [53] Hewitt N L. Adhesion Systems for Belts and Hose[A]. 155th Meeting of Rubber Division, ACS. Chicago: 1999: 50.
- [54] 王劲, 齐暑华, 邱华, 等. 乙丙橡胶与金属粘接的研究进展[J]. 中国胶粘剂, 2008, 17(12): 58-62.
- [55] Crowther B. Handbook of Rubber Bonding[M]. Shropshire: Rapra Technology Limited, 2005: 215-220.
- [56] Graf Hans-Joachim, Feng Y D. EPDM Compounds for Dynamic Applications[P]. USA: USP 6 693 145, 2004-02-17.
- [57] 乡田兼成. 氯丁橡胶加工技术[M]. 刘登祥, 译. 北京: 化学工业出版社, 1980: 62-63.
- [58] 虞宇力, 彭宗林, 张隐西, 等. 甲基丙烯酸锌对 EPDM 的补强作用[J]. 橡胶工业, 2001, 48(9): 55-62.
- [59] Peng Z L, Liang X, Zhang Y X, et al. Reinforcement of EPDM by In Situ Prepared Zinc Dimethacrylate[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2002, 84(7): 1339-1345.
- [60] Henning S K. The Use of Coagents in the Radical Cure of Elastomers[J]. Wire & Cable Technology International, 2008, 36(7): 52-59.
- [61] George B T. Elastomeric Composition for Transmission Belt[P]. EP 1852464, 2007-11-07.
- [62] Fujiwara K. Power Transmission Belt[P]. USA: USP 6 358 170, 2002-03-19.
- [63] Hannay J, Bender H. Articles for Dynamic Load Applications[P]. USA: USP 6 737 461, 2004-05-18.
- [64] 茅雁, 程江, 杨昌平. 中高压电力电缆用乙丙橡胶绝缘材料的研究[J]. 电线电缆, 2008(5): 28-29, 32.
- [65] Mazzant G, Montanari G C. A Comparison between XLPE and EPR as Insulating Materials for HV Cables[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1997, 12(1): 15-28.
- [66] Dharmarajan N R, Ravishankar P S. Electrical Devices including Ethylene, α -olefin, Vinyl Norbornene Elastomeric

- Polymers[P]. USA;USP 5 674 613,1997-10-07.
- [67] Dharmarajan N R, Ravishankar P S. Advanced EPDM for Wire and Cable Applications[J]. Rubber World, 1998, 219 (3): 23-30.
- [68] Welker M F. Insulation Compounds Based on Blends of EPM and EPDM for Wire and Cable[J]. Rubber World, 2010, 242 (2): 18-27.
- [69] Pehlert G J. Blends of EPDM and Metallocene Plastomers for Wire and Cable Applications[P]. USA;USP 7 750 080, 2010-07-06.
- [70] Canaud C, Sens M A, Visconte L L Y, et al. EPDM Formulations for Electric Wires and Cables[J]. Kautschuk Gummi Kunststoffe, 2001, 54(1): 56-60.
- [71] 姚明明, 吴道虎. 辐射硫化耐高电压乙丙橡胶绝缘料的开发[J]. 合成橡胶工业, 1999, 22(3): 171-173.
- [72] 王丹萍, 陈朝晖, 王迪珍. 耐热运输带的发展现状[J]. 特种橡胶制品, 2006, 27(5): 51-53.
- [73] 张运强, 张立群, 王振华, 等. 高耐热乙丙橡胶复合材料的制备与性能[J]. 特种橡胶制品, 2009, 30(3): 14-17.
- [74] 田明, 张运强, 张立群. 一种高耐热输送带覆盖层用橡胶复合材料[P]. 中国;CN 101250305, 2008-08-27.
- [75] Watanabe H. Rubber Composition for Conveyer Belt and Conveyer Belt[P]. JPN;JP 2005-314520, 2005-11-10.
- [76] 陶小明, 包志方. 一种耐高温输送带[P]. 中国;CN 101028888, 2007-09-05.
- [77] 吴贻珍, 蔡伟. 国外汽车传动带技术最新进展[J]. 特种橡胶制品, 2006, 27(6): 54-58.
- [78] Yarnell L, South B E. Ethylene-alpha-olefin Belting[P]. USA;USP 5 610 217, 1997-03-11.
- [79] 陆文龙. 盖茨汽车 V 带的使用[J]. 汽车维修与保养, 2009 (3): 70-72.
- [80] 佐々龙生. エチレンプロピレンゴム(EPDM)の最近の动向[J]. 日本ゴム協会誌, 2005, 78(2): 56-59.
- [81] Dees M. A New EPDM Pongé Prade for High Performance and Consistency[J]. Rubber World, 2002, 225(5): 29-35.
- [82] 蔡增伟, 余汉生. 绿色乘用车密封条的兴起与发展[J]. 特种橡胶制品, 2002, 23(6): 40-43.
- [83] 王毓琪. 汽车密封条技术创新趋势[J]. 特种橡胶制品, 2001, 22(5): 38-39.

收稿日期: 2011-08-23

轮胎装备与材料国家工程实验室揭牌

中图分类号: TQ336.1; TQ330.4 文献标志码: D

2011 年 12 月 18 日, 轮胎先进装备与关键材料国家工程实验室在青岛揭牌。该实验室将以突破轮胎先进装备与关键材料产业瓶颈技术为核心, 开展多学科交叉、多技术集成研究, 研制重大装备及其关键部件, 促进相关重大科技成果的应用转化, 针对轮胎行业发展急需的重大、关键技术进行攻关, 主持和参与制定轮胎行业的国家标准、行业标准, 推动我国轮胎行业的技术进步和产业结构优化升级。

据青岛科技大学校长、轮胎先进装备与关键材料国家工程实验室主任马连湘介绍, 该实验室由青岛科技大学、软控股份有限公司、赛轮股份有限公司三方共同发起。实验室将以“科技成果产业化、运行机制企业化、发展方向市场化”为核心, 以高校理论研究能力为基础, 以企业实验、示范生产为依托, 采取科学理论创新与应用技术创新并重的方针, 探索从科学研究到技术创新、产品制造、商品销售、循环利用、产业链形成的整套模式, 促进轮胎产业核心技术转化为具有自主知识产权的成套技术和工艺, 进而加快轮胎行业先进技术产业化进程。

针对我国轮胎行业生产效率低、能耗高、资源消耗大、缺乏高端装备工艺及控制技术等问题, 该实验室将围绕轮胎装备应用技术和关键新材料技术等建立相关科研平台, 开展高效低温一次炼胶、轮胎滚动阻力试验、连续化节能型轮胎裂解生产、基于物联网应用的数字化轮胎协同制造等装备, 以及高性能热塑性硫化胶等轮胎关键新材料方面的研究。

此外, 该实验室还力争在轮胎新材料、轮胎装备制造、轮胎翻修与循环利用装备技术、轮胎企业节能环保技术、轮胎企业信息工程技术等核心技术领域取得突破性成果, 在无机填料表面处理新技术、新型碳素材料制备技术、轮胎电子辐射预硫化生产装备等方面拥有一批具有自主知识产权的产业共性技术, 计划 3 年内申请国家专利 25~30 项、软件著作权 7~10 项。

软控股份有限公司董事长袁仲雪表示, 国家工程实验室不仅是发起单位的实验室, 更是全行业共同参与、共同使用、共同发展、共同收获、共同提高的平台。在未来的研究项目中, 3 家发起单位的专家将不超过 1/3, 剩下的 2/3 留给国内外同行业的专家和负责人。

(摘自《中国化工报》, 2011-12-20)