

# EPDM 的性能调节

张殿荣<sup>1</sup>, 张和谦<sup>1</sup>, 刘 强<sup>1</sup>, 张继捷<sup>1</sup>, 崔祥生<sup>2</sup>

(1. 青岛化工学院, 山东 青岛 266042; 2. 山东东大化学工业公司 橡胶厂, 山东 淄博 255023)

**摘要:** 研究了无机填料和软化剂用量对 EPDM 硫化胶力学性能的影响。结果表明, 随轻质碳酸钙用量的增大, EPDM 硫化胶的硬度增大, 拉伸强度和扯断伸长率等性能下降; 随环烷油用量的增大, EPDM 硫化胶的硬度、拉伸强度等性能下降, 扯断伸长率和压缩永久变形增大。利用等高线可预测胶料的性能, 通过调整配方中轻质碳酸钙和环烷油的用量, 可选出能满足性能指标要求的胶料配方, 达到调节 EPDM 硫化胶某些性能的目的。

**关键词:** EPDM; 轻质碳酸钙; 环烷油; 性能调节

中图分类号: T Q333. 4

文献标识码: B

文章编号: 1000-890X(2000)07-0396-05

EPDM 是一种通用的合成橡胶, 国外有近 20 个公司生产各种牌号的 EPDM<sup>[1]</sup>。我国吉化公司从日本三井公司引进成套设备及技术, 于 1997 年 7 月投产, 可生产 20 个牌号的 EPDM。EPDM 中虽然引入了二烯类单体, 在侧链上其不饱和度仅为 1%~2%, 但其主链仍与二元乙丙橡胶一样, 为不含双键的完全饱和的非极性直链型结构。因此, EPDM 具有高度的化学稳定性, 良好的耐臭氧、耐天候老化、耐热老化性能以及优异的电绝缘性能。应用范围也很广泛, 据报道<sup>[2]</sup>, EPDM 可用于汽车工业、建筑业、电线电缆、聚合物改性、家用电器等领域。值得注意的是, EPDM 生胶密度小(0.86~0.87 Mg·m<sup>-3</sup>), 可大量填充填料和软化剂, 制成在功能和成本方面有竞争性的制品。本试验应用回归分析法<sup>[3]</sup>对 EPDM 中填充的轻质碳酸钙和环烷油进行变量试验, 考察这两个变量对 EPDM 硫化胶力学性能的影响及其性能可调性。

## 1 实验

### 1.1 原材料

EPDM, 牌号 578, 荷兰 DSM 公司产品; 轻质碳酸钙, 山东湖田化工厂产品; 环烷油, 天津

大港油田炼油厂产品; 其它原材料均为市售工业品。

### 1.2 试验配方

EPDM 100; 氧化锌 5; 硬脂酸 1; 防老剂 4010 1; 防老剂 D 1.5; 促进剂 TMTD 1.5; 促进剂 M 0.5; 硫黄 1.5; 高耐磨炉黑 50; 轻质碳酸钙及环烷油 变量(见表 1)。

表 1 试验配方中轻质碳酸钙及环烷油用量设计

项 目	配方编号								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
轻质碳酸钙									
水平	-1	-1	-1	0	0	0	+1	+1	+1
用量/份	20	20	20	50	50	50	80	80	80
环烷油									
水平	-1	0	+1	-1	0	+1	-1	0	+1
用量/份	50	60	70	50	60	70	50	60	70

### 1.3 试验制备与性能测试

按常规方法进行混炼, 首先按试验配方制成母胶, 然后将母胶均分为 9 份, 按表 1 的配方设计分别加入轻质碳酸钙和环烷油, 操作时应注意保持相同的辊温、辊距和薄通打包次数, 以减小工艺条件的影响。

按 LH-II 型硫化仪测定的正硫化条件, 在同一台 25 t 电热平板硫化机上硫化各试样。测试时应做到 9 个胶料同批测试, 同一机台、同一人测试, 以减小试验误差。

胶料的各项力学性能均按相应的国家标准

作者简介: 张殿荣(1936-)男, 辽宁沈阳人, 青岛化工学院教授, 长期从事橡胶工程的研究工作。

进行测试。老化条件为  $100\text{ }^{\circ}\text{C}\times 70\text{ h}$ 。

## 2 结果与讨论

### 2.1 胶料的各项力学性能的实测值与计算值比较

首先将 9 个胶料的性能进行实测, 然后用两变量回归方程式

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{12}x_2^2 + b_{12}x_1x_2$$

进行性能计算, 实测值和计算值的对比结果如表 2 所示。从表 2 可以看出, 胶料的各项性能的实测值与计算值十分接近, 说明试验较准确, 与回归方程式的拟合性较好, 计算无误, 可进行回归计算。

表 2 胶料各项性能的实测值与计算值对比

项 目	邵尔 A 型硬度/度	拉伸强度/MPa	扯断伸长率/%	300%定伸应力/MPa	撕裂强度/( $\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$ )	压缩永久变形*/%
1 <sup>#</sup>						
实测值	65.0	17.8	520	6.57	26.91	40.3
计算值	64.8	17.1	517	6.55	27.30	41.1
2 <sup>#</sup>						
实测值	60.0	14.1	543	5.24	25.52	42.1
计算值	60.1	14.8	546	5.30	24.91	41.7
3 <sup>#</sup>						
实测值	57.0	13.7	550	4.51	23.46	44.3
计算值	57.1	13.6	550	4.47	23.63	44.1
4 <sup>#</sup>						
实测值	69.0	13.6	470	6.28	27.00	44.2
计算值	69.4	14.4	474	6.29	26.52	43.4
5 <sup>#</sup>						
实测值	65.0	13.1	510	5.20	23.57	45.2
计算值	64.8	12.8	507	5.13	24.09	44.8
6 <sup>#</sup>						
实测值	62.0	12.6	517	4.33	22.71	46.8
计算值	61.8	12.3	515	4.39	22.67	47.9
7 <sup>#</sup>						
实测值	72.0	12.3	457	5.57	24.81	49.5
计算值	71.8	12.2	456	5.76	24.90	49.6
8 <sup>#</sup>						
实测值	67.0	11.6	493	4.70	22.33	51.0
计算值	67.1	11.3	493	4.70	22.31	51.8
9 <sup>#</sup>						
实测值	64.0	11.1	503	4.07	21.00	56.6
计算值	64.1	11.5	505	4.06	20.87	55.7

注: \*压缩永久变形的条件为:  $100\text{ }^{\circ}\text{C}\times 70\text{ h}$ 。

### 2.2 轻质碳酸钙用量对 EPDM 硫化胶力学性能的影响

轻质碳酸钙用量对 EPDM 硫化胶力学性能的影响如图 1 所示。由图 1 可以看出, 当环烷油用量一定时, 随轻质碳酸钙用量的增大, EPDM 硫化胶的硬度、压缩永久变形增大, 拉伸强度、扯断伸长率和撕裂强度下降, 300%定伸应力略有降低。老化后性能变化规律与老化前相似。

### 2.3 环烷油用量对 EPDM 硫化胶力学性能的影响

环烷油用量对 EPDM 硫化胶力学性能的影响如图 2 所示。由图 2 可以看出, 当轻质碳酸钙用量一定时, 随环烷油用量的增大, EPDM 硫化胶的硬度、拉伸强度、300%定伸应力以及撕裂强度下降, 扯断伸长率和压缩永久变形则增大。老化后性能变化规律与老化前相似。

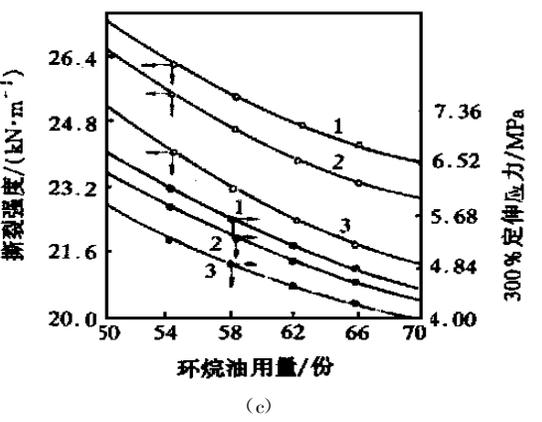
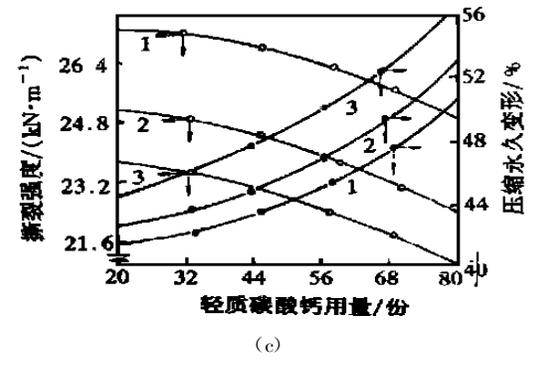
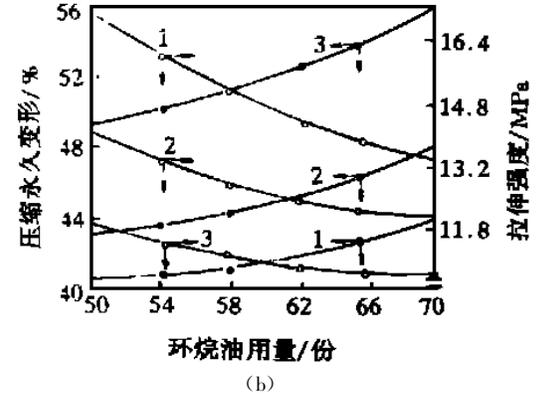
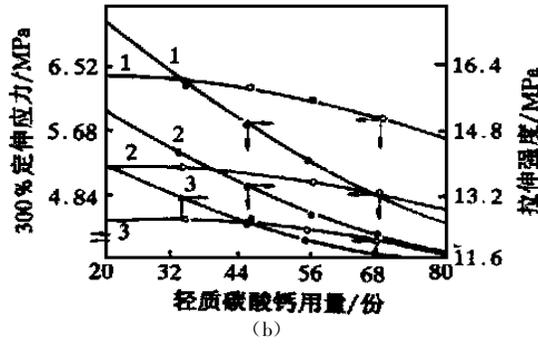
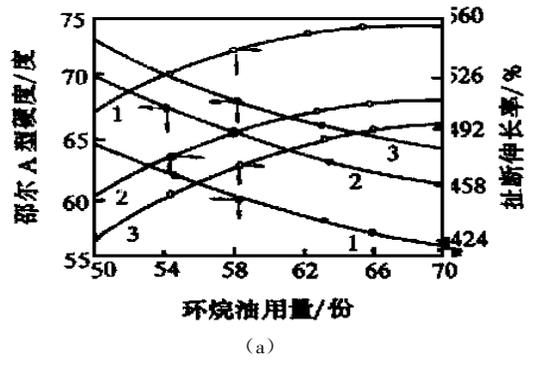
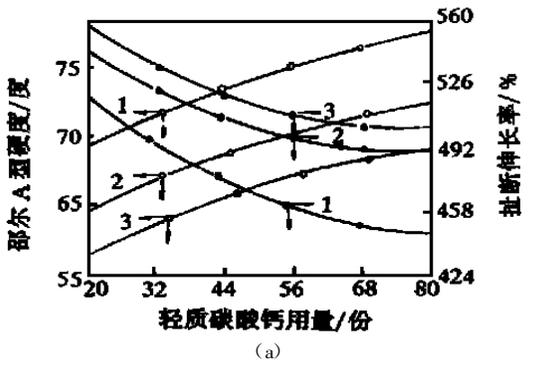


图1 轻质碳酸钙用量对 EPDM 硫化胶物理性能的影响  
环烷油用量: 1—50份; 2—60份; 3—70份

图2 环烷油用量对 EPDM 硫化胶物理性能的影响  
轻质碳酸钙用量: 1—20份; 2—50份; 3—80份

2.4 性能等高线的分析和应用

通过对轻质碳酸钙和环烷油两变量中心复合试验设计和回归分析,可作出各项性能的高线图,见图3~8。

由图3~8可以看出 EPDM 硫化胶性能随轻质碳酸钙和环烷油用量的变化规律。利用等高线图可直观地对硫化胶的力学性能进行预测并进行配方调整。

若把所需的胶料性能指标作为约束条件,由性能等高线还可以找出能满足该约束条件的胶料配方。例如某EPDM 制品规定的性能指

标为:邵尔 A 型硬度 (60±5)度; 拉伸强度 ≥14 MPa; 扯断伸长率 ≥500%; 撕裂强度 ≥25 kN·m<sup>-1</sup>; 压缩永久变形(100℃×70h) ≤42%。

从上述等高线图中便可找出能满足上述约束条件的胶料配方为: EPDM 100; 氧化锌 5; 硬脂酸 1; 防老剂 2.5; 促进剂 M 0.5; 促进剂 TMTD 1.5; 高耐磨炉黑 50; 硫黄

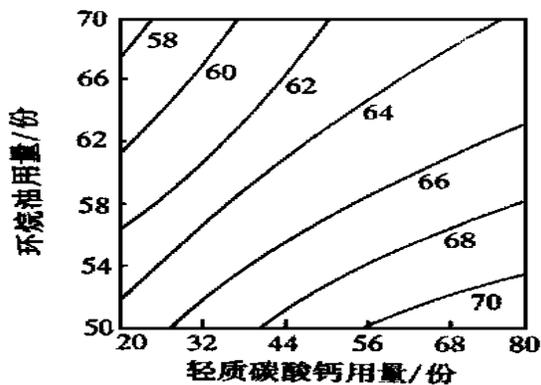


图3 硬度等高线

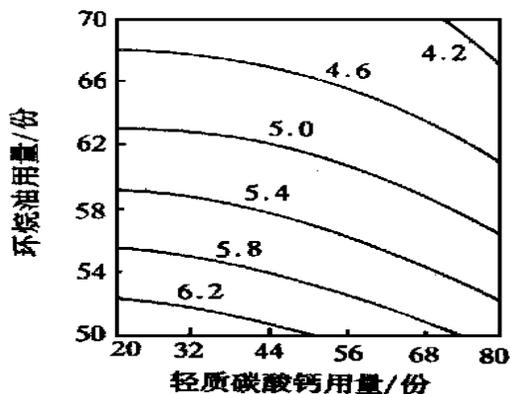


图6 300%定伸应力等高线

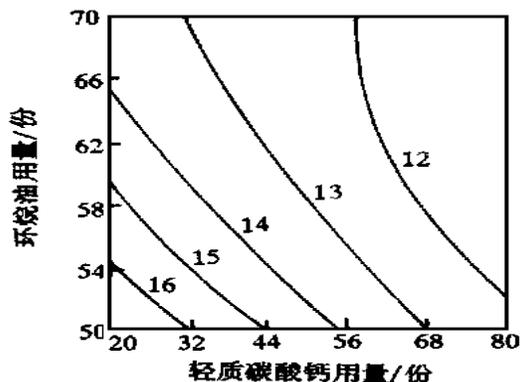


图4 拉伸强度等高线

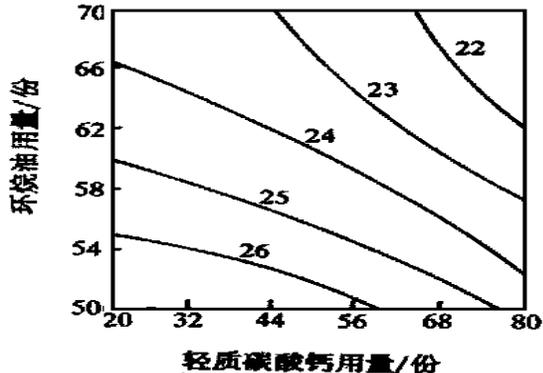


图7 撕裂强度等高线

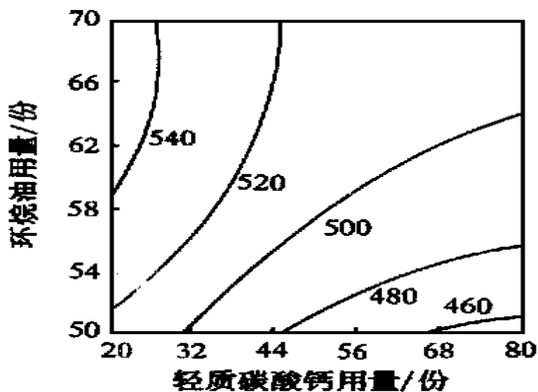


图5 扯断伸长率等高线

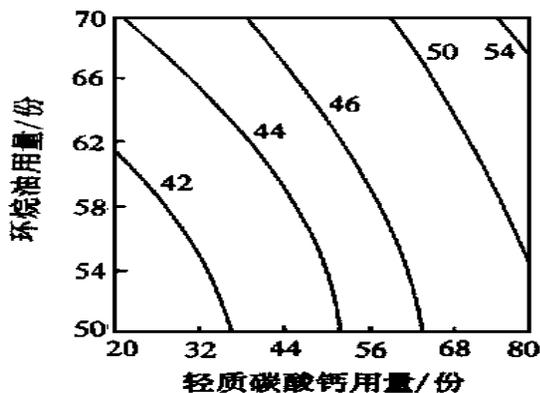


图8 压缩永久变形等高线

1.5; 轻质碳酸钙 30~50; 环烷油 56~60。

### 3 结论

(1)在 EPDM 胶料配方中,当环烷油用量一定时,随轻质碳酸钙用量的增大,硫化胶的硬度和压缩永久变形增大,拉伸强度、扯断伸长率、撕裂强度下降。

(2)当轻质碳酸钙用量一定时,随环烷油用

量增大,EPDM 硫化胶的硬度、拉伸强度、300%定伸应力、撕裂强度下降,扯断伸长率和压缩永久变形增大。

(3)利用性能等高线可以预测胶料的性能,选出能满足性能指标要求的胶料配方。

### 参考文献:

[1] 杨清芝. 现代橡胶工艺学[M]. 北京: 中国石化出版社

社, 1997. 40.

[2] 李宝莲. 乙丙橡胶的应用技术进展[J]. 合成橡胶工业, 1996, 19(6): 378-382.

[3] 张殿荣, 马占兴, 杨清芝. 现代橡胶配方设计[M]. 北京: 化学工业出版社, 1994. 203-219.

收稿日期: 2000-01-14

## Adjustment on physical properties of EPDM vulcanizate

ZHANG Dian-rong<sup>1</sup>, ZHANG He-qian<sup>1</sup>, LIU Qiang<sup>1</sup>, ZHANG Ji-jie<sup>1</sup>, CUI Xiang-sheng<sup>2</sup>

(1. Qingdao Institute of Chemical Technology, Qingdao 266042, China; 2. Shandong Dongda Chemical Industry Company, Zibo 255023, China)

**Abstract:** The effect of the loading levels of inorganic filler and softner on the physical properties of EPDM vulcanizate was investigated. The results showed that the hardness of the EPDM vulcanizate increased, and its tensile strength and elongation at break decreased, as the loading level of light calcium carbonate increased; the hardness and tensile strength of EPDM vulcanizate decreased, and its elongation at break and compression set increased, as the loading level of naphthenic oil increased. The physical properties of EPDM vulcanizate could be predicted by isohypse, and the required physical properties of EPDM vulcanizate could be obtained by adjusting the loading levels of light calcium carbonate and naphthenic oil in the formula.

**Keywords:** EPDM; light calcium carbonate; naphthenic oil

### 智能化多工位物料自动配料系统通过鉴定

中图分类号: TQ330.4<sup>+</sup>93 文献标识码: D

随着密炼机容量和效能不断增大以及上辅机系统的采用, 小粉料半自动配料系统, 尤其是手工配料, 由于工人劳动强度大、配料精度差、污染环境, 产品质量得不到保证, 越来越难以满足橡胶厂、特别是大型轮胎厂的要求。而进口小粉料自动配料系统因价格过高使一般生产厂望而却步。为此, 北京市万向机电新技术公司与上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司联合开发了智能化多工位物料自动配料系统。该系统样机安装在上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司载重轮胎厂, 经半年多的试用, 证明该系统性能良好, 运转稳定可靠, 达到了预期设计目标。

为了尽快实现该产品的批量生产并推向市场, 4月14日, 国家石油和化学工业局科技办在上海组织了对智能化多工位物料自动配料系统的鉴定。

鉴定委员会听取了研制单位的技术报告、用户使用报告及查新报告等, 并到上海轮胎橡

胶(集团)股份有限公司载重轮胎厂使用现场进行了实地考察。鉴定委员会一致认为, 智能化多工位物料自动配料系统结构新颖, 设计先进、合理。它可根据所配物料的不同性能, 采用不同的加料方式; 系统的称量配料直接在接料袋内进行, 克服了传统的称量后再卸入料袋, 因料斗沾料所造成的二次误差问题; 料仓采用先进的机械和脉冲皮碗反吹式破拱技术; 计量方式选择合理, 采用计算机和误差自动跟踪调正系统, 称量精度高; 连续运行稳定可靠, 操作简便、省人力, 维修工作量少。

鉴定委员会认为, 该系统有先进的控制硬件和完善的软件, 称量精度高、运行噪声低、环境污染小, 经济效益和社会效益显著, 各项性能指标达到同类产品的国际先进水平。该项研究成果在国内具有创新性、先进性和实用性, 填补了小粉料智能化自动配料的空白。鉴定委员会一致同意通过鉴定, 并建议尽快将产品系列化、批量化, 按用户的需求提供不同规格和档次的产品, 扩大在国内外市场的应用。

(本刊编辑部 涂学忠供稿)