

浅谈硫化橡胶的压缩永久变形性能

罗权焜, 郭建华

(华南理工大学材料学院, 广东 广州 510640)

1 前言

橡胶密封制品是一类涉及到我国国防建设和经济建设的重要橡胶产品,在航天、航空、船舶、机械、汽车及交通运输、石油化工、医药、食品和家用电器等行业的应用范围越来越广泛,橡胶制品已成为各行各业的基础部件或重要配件。

随着经济的迅速发展,资源稀缺和环保意识的增强,对橡胶密封制品的使用性能、可靠性和寿命提出了更高的要求,橡胶密封制品行业面临更多新的挑战。尤其是汽车工业发展成为国民经济的支柱产业,对橡胶密封制品的发展起到极大的推动作用。由于现代汽车追求高速化和舒适性,对橡胶密封制品如骨架油封、橡胶O形圈、异型密封件等的密封性能提高提出了更苛刻的要求。此外,纺织印染等行业使用的橡胶密封制品的耐水性和耐气透性标准越来越高。因此,研究如何提高密封制品的密封性能成为橡胶制品生产企业和研究部门的一个重要课题。而橡胶密封性能的优劣又与硫化胶的压缩永久变形性能优劣有着密切的关系。

硫化橡胶经过压缩应力的作用,当应力卸除后,硫化胶有一部分形变是无法恢复的,称为永久变形。当压缩永久变形增加到一定值时,橡胶密封制品会发生润滑油泄漏等现象,进而导致密封性能的下降,使制品失去使用价值,因而压缩永久变形的大小是衡量橡胶制品密封性能好坏及使用寿命长短的重要指标之一。因此,研究影响硫化胶压缩永久变形的各种因素,对橡胶密封制品的生产和检测有着十分显著的指导意义。

2 影响橡胶压缩永久变形的主要因素

橡胶的压缩永久变形受到很多因素的影响。压缩永久变形的大小主要是由橡胶配方和生产工艺共同决定,橡胶配方中生胶的品种及各种配合剂的品种和用量不同,都会使硫化胶的各项性能包括压缩永久变形产生很大差异,而改变加工工艺条件,也会影响胶料中各种配合剂

的分散状况,进而影响橡胶的各项性能。硫化胶在经历高温压缩时,交联键的耐热稳定性大小也是决定压缩永久变形大小的因素之一,在相同条件下,硫化胶的交联键的键能越高,耐热稳定性越好,硫化胶的压缩永久变形就越低。事实上影响硫化橡胶压缩永久变形的因素是较多的和复杂的,以下主要从配方和工艺两个主要因素分别进行讨论。

2.1 配方因素

影响硫化胶压缩永久变形的配方因素包括生胶,硫化体系,填充补强体系,软化体系,防老剂以及各种橡胶加工助剂等。

2.1.1 橡胶生胶

2.1.1.1 橡胶品种和牌号

橡胶密封制品常用的橡胶品种包括天然橡胶、丁腈橡胶、氯丁橡胶、乙丙橡胶、丁基橡胶、聚氨酯橡胶、丙烯酸酯橡胶、氯醚橡胶,高档的胶种还有硅橡胶、氟橡胶、氢化丁腈橡胶、氟硅橡胶等。不同的橡胶品种对硫化胶的压缩永久变形有较大影响,一般而言,乙丙橡胶、丁基橡胶和丙烯酸酯橡胶的压缩永久变形较大,而氯醚橡胶等次之,天然橡胶和丁腈橡胶等较小。通常乙丙橡胶和丁基橡胶的压缩永久变形高达60~80%,而丙烯酸酯橡胶和氯醚橡胶的压缩永久变形为50~70%,天然橡胶和丁腈橡胶的压缩永久变形在10%和30%之间,如果配方得当甚至低于5%以下。

不同牌号的同一种橡胶的压缩永久变形也有较大差异。选用丙烯腈含量分别为10%、18%、26%、33%和40%丁腈橡胶,研究了在100℃和130℃下橡胶压缩永久变形随丙烯腈含量变化的关系,其结果如图1所示^[1]。

从图1中看出,温度为100℃时,随着丁腈橡胶中丙烯腈含量的提高,橡胶的压缩永久变形变化不大。而温度升高到130℃,丁腈橡胶的压缩永久变形随丙烯腈含量的增加先降低后增大,当丙

烯腈含量为 26% 时, 压缩永久变形较小。可见, 丙烯腈含量为 20 ~ 30% 时, 丁腈橡胶的压缩永久变形较低。

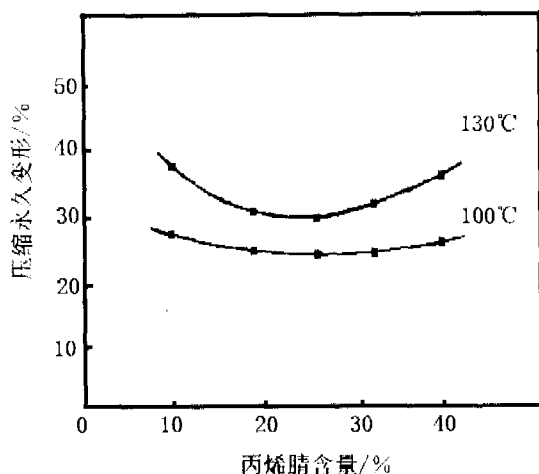


图1 丁腈橡胶的丙烯腈含量对压缩永久变形的影响

注: 压缩永久变形条件为 100°C × 48h, 或 130°C × 48h

2.1.1.2 橡胶共混

在橡胶加工过程中, 经常采用不同种橡胶

共混的方法, 以将它们的性能进行取长补短, 性能互补。丁基橡胶 (IIR) 与三元乙丙橡胶 (EPDM) 都是高饱和度的橡胶, 二者具有良好的相容性和共硫化性。由于三元乙丙橡胶老化交联变硬, 而丁基橡胶老化降解变软, 因此并用三元乙丙橡胶不仅可以改善丁基橡胶的压缩永久变形及动态性能, 而且可以提高丁基橡胶的抗硫化返原性。

橡胶的不同共混比对共混胶的压缩永久变形有一定的影响。表 1 显示了 IIR/EPDM 共混比对硫化胶永久变形的影响^[2]。

由表 1 可以看出, 纯丁基橡胶和纯三元乙丙橡胶的压缩永久变形较大, 分别为 62% 和 78%。随着共混胶中 EPDM 所占用量从 0 份增加至 40 份, IIR/EPDM 硫化胶的压缩永久变形随之减少, 从 62% 降低至 44%。而当 EPDM 的比例继续增加, 硫化胶的压缩永久变形又提高, 从 44% 升高到 78%, 也即压缩永久变形在 IIR/EPDM 共混比为 60/40 时达到最小值。这可能是共混比为 60/40 时, 二种橡胶达到良好的相容状态, 硫化胶的交联网络结构比较完善而致密, 因此硫化胶的压缩永久变形较低。

表 1 IIR/EPDM 共混比对硫化胶压缩永久变形的影响

共混比 (IIR/EPDM)	100/0	80/20	60/40	40/60	20/80	0/100
压缩永久变形, %	62	51	44	60	70	78

注: 压缩永久变形条件: 100°C × 24 h, 压缩率为 25%。

2.1.2 硫化体系

同一种橡胶可以采用不同硫化体系进行硫化, 如三元乙丙橡胶 (EPDM) 和氢化丁腈橡胶 (HNBR) 可以采用硫黄、给硫体或过氧化物进行硫化, 而氟橡胶可以采用胺类硫化体系、双酚硫化体系或过氧化物硫化体系等。丙烯酸酯橡胶和氯醚橡胶可以采用硫黄硫化或三聚硫氰酸 (TCY) 硫化。

采用不同的硫化体系的氢化丁腈橡胶的交联键类型不同, 交联密度和力学性能也有较大差异。表 2 显示硫化体系对氢化丁腈橡胶压缩永久变形的影响^[3]。

表 2 HNBR 的压缩永久变形

	23°C	50°C	70°C	100°C	120°C	150°C
过氧化物	12.7	7.8	9.1	18.3	22.4	24.6
有效体系	22.5	37.4	51.7	77.5	92.2	135.3
无硫体系	24.1	37.5	50.3	74.3	88.1	124.3

从表 2 可以看出, 不同硫化体系的 HNBR 硫化胶的压缩永久变形随着温度的升高而逐渐增大。当温度

低于 50℃, 不同硫化体系的丁腈橡胶的压缩永久变形按从大到小排列分别为无硫体系>有效体系>过氧化物硫化体系。而当温度超过 50℃后, 压缩永久变形的排列顺序为有效体系>无硫体系>过氧化物硫化体系。这是因为低温下硫化胶压缩永久变形高低主要由交联密度大小来决定。在以上几种硫化体系中, 采用过氧化物的硫化胶交联密度较高, 无硫体系的交联密度较低, 所以过氧化物硫化的 HNBR 橡胶的压缩永久变形较小, 而无硫体系的压缩永久变形较大。随着压缩试验选择的温度提高, 硫化胶中的交联键的键能大小对压缩永久变形的影响超过了交联密度的作用而成为主要因素。过氧化物、有效体系和无硫体系三种硫化体系中形成的交联键分别为碳-碳键, 多硫键和单硫键(或双硫键), 三种键能按大小排列分别为碳-碳键>多硫键>单硫键。因为交联键键能高的硫化胶的压缩永久变形较低, 所以在高温下, 无硫体系的压缩永久变形比有效体系的要低, 而过氧化物更低。

2.1.3 填充补强体系

丙烯酸酯橡胶(ACM)是由丙烯酸酯与少量的交联单体共聚而成的一类耐油橡胶, 其分子主链为饱和结构, 侧链含有酯基, 所以具有优异的耐热和耐油性能, 适合生产耐热油的橡胶密封制品。丙烯酸酯橡胶在耐热、耐油性能方面仅次于氟橡胶和氢化丁腈橡胶而优于丁腈橡胶, 而价格远低于氟橡胶。ACM 广泛用于车用散热管、油冷却管、油封、膜片等。

炭黑品种对丙烯酸酯硫化胶压缩永久变形的影响如图 2 所示^[4]。由图 2 可见, 压缩永久变形按由小至大的顺序排列为半补强炭黑(SRF)<快压出炭黑(FEF)<高耐磨炭黑(HAF)<中超耐磨炭黑(ISAF)。对于 ACM 硫化胶, 压缩永久变形大小的基本规律为炭黑<非炭黑, 高 pH 值的炭黑<低 pH 值的炭黑, 低结构炭黑<高结构炭黑, 大粒径炭黑<小粒径炭黑。随炭黑用量的增加, 压缩永久变形有增大的趋势。而且炭黑粒径越小, 压缩永久变形的增加幅度越快。

值得注意的是, 不同品种填充补强剂对硫化橡胶的压缩永久变形影响明显。一般来说, 大多数橡胶在填充沉淀白炭黑或未经改性的天然陶土后得到的硫化胶压缩永久变形都会比填充炭黑的大。

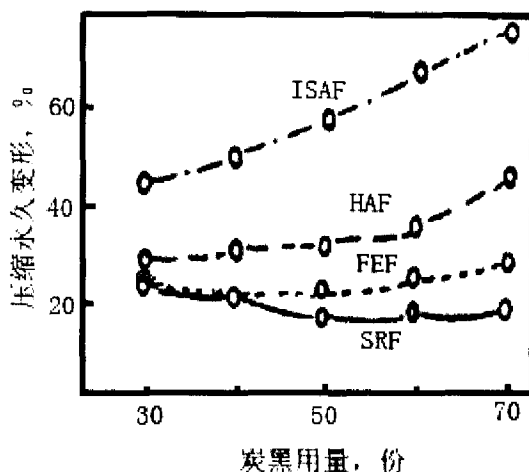


图 2 炭黑品种及用量对丙烯酸酯橡胶压缩永久变形的影响

基本配方: ACM 100phr, 硬脂酸 1phr, 防老剂 2phr, 炭黑变量, 硫黄 0.3~1.0phr, 硬脂酸钠 3~6 phr, 硬脂酸钾 0.3~1.0 phr
硫化条件: 180℃×10min (未经二段硫化); 压缩永久变形条件: 150℃×70h

2.1.4 其他助剂

氢化丁腈橡胶(HNBR)具有优异的耐热、耐油、耐磨和高强度等特点, 是一类高饱和度的特种橡胶。HNBR 一般采取过氧化物硫化, 助交联剂应用于过氧化物配合中, 将抑制分子链裂解副反应, 并提高共交联性, 可改善胶料的力学性能和耐热性等, 增加硫化胶硬度, 并显著改善压缩永久变形。常用的助交联剂分为两大类, 一类是分子中不含烯丙基氢, 如三羟甲基丙烷三丙烯酸酯(TMPTA)和 N, N'—间苯基双马来酰亚胺(HVA-2)等, 以加成而非氢取代参与交联反应, 另一类则是含有烯丙基氢的分子, 如 1,2-聚丁二烯(PB), 二烯丙基邻苯二甲酸酯(DAP)和三烯丙基异氰酸酯(TAIC)。

表 3 显示了不同助交联剂对 HNBR 硫化胶的压缩永久变形的影响^[5]。从表 3 可以看出, 添加不同助交联剂的 HNBR 与空白样相比, 压缩永久变形明显减小, 其中采用 PB 的 HNBR 胶料压缩永久变形下降最大, 降幅达 16.2%, TAIC 对降低压缩永久变形的效果次之, HVA-2 再次。这是由于加入助交联剂以后, HNBR 的交联程度提高了, 交联网络结构

得到较好的完善。同时也表明分子结构中含有烯丙基的助交联剂对改善胶料的压缩永久变形效果更为明显。

表3 不同助交联剂对HNBR硫化胶压缩永久变形的影响

项目	空白	HVA-2	TA1C	PB
压缩永久变形, % (A 法, 150℃ × 72h)	36	24.3	20.7	19.8

注: 三种助交联剂用量相同。

值得一提的是, 添加防老剂 MB 的硫化胶与加入其他防老剂的相比, 压缩永久变形较低。这主要是由于防老剂 MB 除了可提高胶料的耐老化性能, 还具有一定的促进交联作用, 因此相比较而言, 加入防老剂 MB 的硫化胶的交联程度较高, 压缩永久变形得到改善。

2.2 工艺条件

橡胶加工工艺主要包括混炼, 硫化以及硫化后处理如二段硫化等方面。

2.2.1 混炼

橡胶的混炼包括生胶的塑炼和共混, 各种配合剂的加料顺序、混炼温度、混炼时间等。不同的混炼工艺对各种橡胶助剂如硫化剂、促进剂、补强剂等, 在橡胶中的分散有着很大影响, 进而造成硫化胶的力学性能包括压缩永久变形的差异。

硫化剂和促进剂用量较少, 因此这两种配合剂在胶料中的均匀分散非常重要。特别是对于两种或更多种生胶共混的体系, 由于各种配合剂在不同生胶中的分配本身存在差异, 因此混炼工艺的选取是否合理对硫化胶的性能有明显的影。假如硫化剂和促进剂在胶料中分散不均, 会造成硫化时产品不同部位胶料的硫化程度不同, 配合剂多的地方硫化速度较快, 胶料的交联程度较高, 而配合剂少的位置往往交联程度不够, 造成硫化胶的交联网络结构存在较大的缺陷, 使各项性能下降, 同时压缩永久变形也增大。

炭黑和白炭黑等是橡胶的主要补强剂, 而炭黑在胶料中的分散程度好坏也将直接影响到胶料的混炼均匀性, 进而影响硫化胶的各种性能。炭黑分散不均, 会造成硫化胶内部的应力集中, 损害硫化胶的力学性能, 增大压缩永久变形。特别是对于白炭黑这种粒径小, 容易团聚的橡胶补强剂, 使其在橡胶中均匀分散更是困难。因此, 选用适宜的混

炼工艺, 通过对补强剂粒子表面改性, 减少粒子团聚, 改善其在橡胶中的分散, 是降低硫化胶压缩永久变形行之有效的方法。

对于采用密炼机进行混炼的橡胶而言, 加料顺序, 混炼时间, 混炼温度, 混炼容量以及停放时间等都会影响炭黑分散性, 从而影响压缩永久变形。

比如密炼机的一次装胶容量过大, 胶料在密炼室内不好翻转, 造成混炼不均; 而容量过小, 胶料在密炼室内容易打滑, 所受剪切力过小, 同样造成混炼不均。

母炼胶停放一段时间后, 有研究表明一般为 24 h, 胶料中炭黑分散效果较好。这是由于停放时间过短, 混炼胶内残余应力未完全消除, 削弱了混炼剪切性能; 而停放时间过长, 胶料门尼粘度增大, 在相同的混炼剪切条件下同样会导致炭黑分散性变差, 从而增大硫化胶的压缩永久变形。

2.2.2 硫化条件

橡胶制品必须经过硫化后才能使用, 而混炼胶硫化时间的长短直接影响到硫化胶的交联密度, 进而影响制品的压缩永久变形等物理机械性能。氯丁橡胶是生产橡胶密封制品的一类重要胶种, 它一般采用 ZnO/ETU 硫化体系进行硫化。图 3 显示了硫化时间和硫化温度对氯丁橡胶压缩永久变形的影响^[6]。

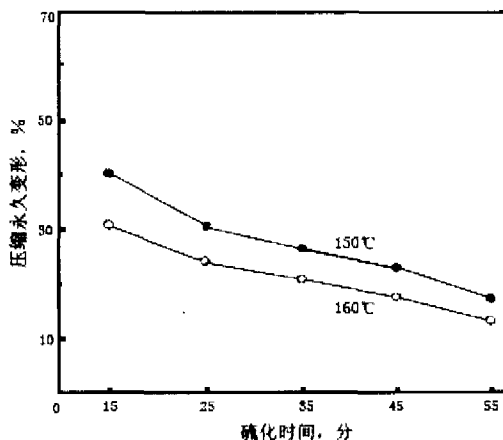


图 3 不同硫化时间对氯丁橡胶 (CR)

压缩永久变形的影响

注: 硫化温度: 150℃ 或 160℃;

压缩永久变形条件: 120℃ × 22h。

从图3中可以看出,在同一硫化温度下,在一定范围内随着硫化时间的延长,CR硫化胶的压缩永久变形减小。这是因为硫化时间增加后,硫化胶的交联密度增大,而且交联结构更加完善,硫化胶的回复性提高,因此压缩永久变形减小。而随着硫化温度从150℃升高到160℃,硫化胶的压缩永久变形降低,这是因为硫化温度越高,在相同的硫化时间内,硫化剂以及促进剂的活性增大,在胶料中形成的交联点的数目更多,交联网络更加致密,因此硫化温度增加可有效地降低CR硫化胶的压缩永久变形。

有必要指出,由于硫化温度过低或者硫化时间不够导致的橡胶硫化不熟,会大幅度增加压缩永久变形,影响密封制品的使用性能。对于大多数橡胶密封制品,不宜采取欠硫的办法来提高产量。

2.2.3 二段硫化

二段硫化是在电热鼓风箱中进行的,也称烘箱硫化或后硫化。对于丙烯酸酯橡胶,硅橡胶,氯醚橡胶,氟橡胶,氟硅橡胶等,基本都会采用二段硫化来减小硫化胶的压缩永久变形。图4中显示了二段硫化条件对共聚型氯醚橡胶(ECO)压缩永久变形的影响,表4是二段硫化时间对ECO压缩永久变形的影响^[7]。

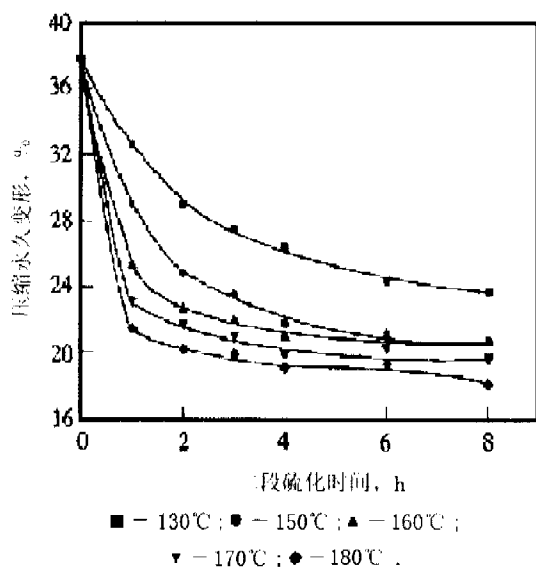


图4 不同二段硫化条件对ECO硫化胶压缩永久变形的影响

表4 二段硫化时间对ECO硫化胶的压缩永久变形的影响

二段硫化时间 / h	压缩永久变形 / %	二段硫化时间 / h	压缩永久变形 / %
0	37.9	10	20.2
1	29.1	12	19.2
2	24.8	14	19.2
4	21.7	16	18.8
6	21.0	18	19.1
8	20.6	20	18.7

注:二段硫化温度为150℃。

选用的二段硫化温度分别为130℃、150℃、160℃、170℃和180℃。从图4中可以看出,随着二段硫化温度的升高,当二段硫化时间相同时,ECO硫化胶的压缩永久变形减小,当二段硫化时间为2h,温度分别为130℃和180℃时,硫化胶的压缩永久变形从二段硫化前的37.9%分别减小为29%和20%,后者变化幅度较大。表明温度越高,压缩永久变形减小得越快。在相同的二段硫化温度下,随着二段硫化时间从0增加至2h,ECO硫化胶的压缩永久变形迅速降低。随着二段硫化时间从2h延长至8h,压缩永久变形减小的趋势变缓,最后趋于平稳。表明了高温短时间的二段硫化对降低硫化胶的压缩永久变形非常有利。

从表4和图4还可看出,二段硫化温度为150℃时,二段硫化时间从0增加到4h,压缩永久变形从37.9%降低为21.7%,降幅较大,达到16.2%,而当二段硫化时间从4h延长到20h,压缩永久变形从21.7%减小为18.7%,降幅较小,仅为3%。这可能是因为二段硫化初期,硫化胶中部分未反应的促进剂分解使ECO的脱氯反应继续进行,交联密度继续增大,使交联网络进一步完善,硫化胶的弹性恢复能力提高。随着二段硫化时间延长,硫化胶的交联结构趋于稳定,二段硫化时间的继续增加对交联结构影响不大,因此硫化胶的压缩永久变形变化不明显。

3 降低橡胶压缩永久变形的有效途径

橡胶的压缩永久变形主要受到配方因素和加工工艺条件的影响,所以降低硫化胶的压缩永久变形主要应该从配方因素和工艺条件两方面进行。

3.1 配方途径

优化橡胶配方设计,改善硫化胶的交联网络,提高硫化胶的交联程度,可以有效降低压缩永久变形。

在丁腈橡胶配方中,选用中丙烯腈含量的生胶,采用复合硫化体系,并添加部分耐热性添加剂如甲基丙烯酸镁(MMA)以及添加一些加工助剂,可明显降低硫化胶的压缩永久变形。各种助交联剂如N,N'-间苯基双马来酰亚胺(HVA-2)以及二烯丙基邻苯二甲酸酯(DAP)和三烯丙基异氰酸酯(TAIC)使氢化丁腈硫化胶硬度有所提高,显著改善了压缩永久变形。

研究表明,采用硫化剂TCY硫化的ACM硫化胶压缩永久变形较小,而物理性能和耐热老化性能良好。硫化剂TCY的用量为0.75~1.0份较适宜,促进剂可选用促进剂PZ、ZDC。采用大粒径,低结构的炭黑如半补强炭黑可以有效改善压缩永久变形。

采用耐热添加剂二氧化铈可以显著提高氟硅橡胶的耐热性能,大幅降低压缩永久变形。

氟橡胶主要采用胺类和双酚类硫化剂硫化。研究表明,含有二羟基化合物比如氢醌和双酚的硫化体系可以大幅度降低压缩永久变形。经过200℃×70h的压缩后,压缩永久变形由原来的50%(胺硫化)下降到25%~30%(氢醌硫化)和12%~15%(双酚AF硫化)。其中双酚AF/苯基三苯基氯化磷(BPP)具有优异的压缩永久变形性和良好的加工性能。使用氢醌/四丁基氢氧化铵硫化体系的246G氟橡胶是性能良好的低压缩永久变形氟橡胶。双酚AF比氢醌价格要高,但硫化胶的压缩永久变形比氢醌更低^[8]。

与常规的氧化锌(ZnO)/乙烯基硫脲(EU)硫化体系相比,采用三甲基硫脲(TMU)/儿茶酚和硼酸脂(CTOB)硫化体系赋予氯丁橡胶(CR)以优异的压缩永久变形,还改进了配合物的贮藏稳定性。

采用硫化剂三聚硫氰酸(TCY)/促进剂TMTD硫化体系,可使氯醚硫化胶(ECO)获得与传统促进剂四氧化三铅/亚乙烯硫脲(ETU)硫化体系相当的物理机械性能,且压缩永久变形大幅度减小,且TCY/TMTD硫化体系毒性较小。在研究范围内,随着TCY用量的增加,共混胶高温压缩永久变形变小^[9]。当TCY用量在1.4份以上,高温压缩永久变

形趋于平稳,达到49%左右。同时,在合适的二次硫化条件下,加入适量的促进剂TMTD,可以减小均聚氯醚橡胶(CO)/共聚氯醚橡胶(ECO)并用胶的高温压缩永久变形。在ECO胶料中加入硫化剂4,4'-二硫代二吗琳(DTDM),硫化胶的压缩永久变形减小,硫化剂DTDM用量宜在0.8份以内。

不同牌号的三元乙丙橡胶(EPDM)的压缩永久变形有较大差异。过氧化物DCP硫化三元乙丙橡胶比硫黄硫化体系有较低的压缩永久变形,防老剂MB可改善三元乙丙橡胶的压缩永久变形。相反地,防老剂RD、防老剂2246及30号机油则会使EPDM硫化胶的压缩永久变形增大。

3.2 工艺途径

3.2.1 改善混炼工艺

合适的混炼工艺,硫化条件以及二段硫化条件是改善硫化橡胶压缩永久变形的重要途径之一。其中,最大限度地使各种配合剂在生胶中分散均匀,是降低硫化胶压缩永久变形的有效方法。

采用密炼机进行胶料混炼时,正确的加料顺序,选取合理的混炼时间、混炼温度、混炼容量以及混炼胶的停放时间都是降低压缩永久变形的重要方法。

在用密炼机进行EPDM的混炼时,由原工艺的二次投料改为多次投料,严格控制每次投料后的混炼时间。将炭黑和软化剂分几批交替加入,使密炼室中胶料各部位都得以捣胶翻炼,避免了局部分散不良,可提高炭黑及其他配合剂的分散均匀性,从而改善硫化胶的压缩永久变形。

3.2.2 合理的硫化条件

前述结果表明,提高硫化胶的弹性可以降低硫化胶的压缩永久变形。因此,选择合适的硫化温度和硫化时间等工艺条件,有利于降低硫化胶的压缩永久变形。在一定范围内,适当提高硫化温度,或延长硫化时间,可以提高硫化胶的交联密度,完善交联网络结构,从而降低压缩永久变形。

3.2.3 采用二段硫化

研究表明,采用二段硫化可以有效地降低多种橡胶包括丙烯酸酯橡胶、氟橡胶、氯醚橡胶、氟硅橡胶等的压缩永久变形。主要是因为二段硫化可以使胶料的交联反应继续进行,进一步完善交联结构,提高交联密度,从而使压缩永久变形减小。

对于氯醚橡胶,二段硫化是降低压缩永久变形的有效方法。经 $150^{\circ}\text{C} \times 4\text{h}$ 二段硫化后,硫化胶的压缩永久变形从 37.9% 减小到 21.7%; 硫化温度较高时,压缩永久变形减小得较快。高温短时间的二段硫化对改善 ECO 硫化胶的压缩永久变形非常有利^[7,10]。

二段硫化温度一定时,延长二段硫化的时间,ACM 硫化胶压缩永久变形减小,升高二段硫化温度,达到相同压缩永久变形值所需的二段硫化时间大为缩短。

结束语

橡胶的压缩永久变形是考察橡胶制品性能的一个重要参数,更是衡量橡胶密封制品的密封性能好坏的重要指标之一。压缩永久变形的大小受到多因素影响,优化橡胶配方和采取合理的加工工艺是改善硫化胶压缩永久变形的两大重要途径。在尽量降低压缩永久变形的同时,也要兼顾保持其他的物理机械性能,这样才能制备出各方面性能良好的橡胶密封制品。

参考文献

- [1] 扈广法. 高强度、低压缩永久变形丁腈胶料研究. 陕西化工. 1999, 28 (4): 14~15
- [2] 何顺雄, 罗权焜. IIR/EPDM 并用硫化胶

压缩永久变形性能的研究. 合成材料老化与应用. 2001, (2): 17~18

[3] 翟月勤. 氢化丁腈橡胶的硫化体系及特性. 世界橡胶工业. 2002, 29 (3): 18~19

[4] 陈根度. 改善丙烯酸酯橡胶抗压缩永久变形性能的技术途径. 特种橡胶制品. 1992, (13) 6: 3~4

[5] 柯长颖, 韩凤兰, 李锦山. 不同助交联剂在 HNBR 中的应用. 特种橡胶制品. 2003, 24 (1): 7~9

[6] 梁鸿瑞. 优异压缩永久变形的氯丁橡胶配合的研究. 橡胶参考资料. 1993, (2): 42~46

[7] 李业成, 罗权焜. 二段硫化的均聚型/共聚型氯醚共混胶的性能. 弹性体. 2004, 14 (2): 34~37

[8] 庞秀艳, 谢忠麟. 低压缩永久变形 246 氟橡胶. 特种橡胶制品. 2004, 22 (5): 4~13

[9] 孙立军, 罗权焜. 硫化体系对 CO/ECO 共混胶压缩永久变形的影响. 合成材料老化与应用. 2003, (1): 42

[10] 李志伟. 二段硫化条件对共聚型氯醚橡胶性能的影响. 橡胶工业. 2003, 50 (5): 271~274

科技动态

新型钢管橡胶防腐 技术获重大突破

中石化集团公司第一条现代化橡胶硫化专业作业线上半年在胜利油田油建公司管道预制厂正式投用,并成功预制出首批钢管,标志着新型钢管橡胶防腐技术获重大突破。钢质管道橡胶防腐是一种新型防腐工艺,主要利用胎面再生橡胶制成缠绕带,将管道抛丸除锈涂刷底漆后,把橡胶带缠绕在钢管上,通过蒸汽硫化技术,在钢管外部形成一定厚度的橡胶层,从而达到防腐目的。与传统的石油沥青及环氧煤沥青防腐技术相比,此项技术不仅绝缘性能好、粘结牢、工艺简单,而且具有钢管外部防腐层成型美观、涂层牢固、成本低廉、污染小等优点,代表了当今钢管外防腐技术的发展趋势。

《中国橡胶再生利用网》

我国研制成功新型 橡胶地砖生产技术

一种新型环保高科技技术—彩色弹性橡胶地砖生产技术,最近由北京远景新科技发展有限公司研制成功。这项技术是采用特殊工艺、技术手段将废旧橡胶制品粉碎,并掺和特种材料直接生产彩色弹性橡胶地砖。整个生产过程没有废水、废气、废渣的排放,不产生任何污染。据专家介绍,采用这一技术生产的彩色弹性橡胶地砖,不含对人体有害的铅和汞。一般来讲,国外年产 3 万平方米的彩色弹性橡胶地砖,其设备投资在 100 万元以上,而采用这项技术,设备投资尚不足 10 万元,很适合在中国城乡及其他发展中国家推广。

《中国橡胶再生利用网》