

炭黑在降低胶料总成本中的作用

Immel J 著 黄家明摘译 涂学忠校

当今橡胶工业制品行业生产商承受着很大的压力,要求他们控制成本,而大多数情况是要求他们降低成本。这种现象最有说服力的例子或许是汽车配件市场,汽车制造商要求配件供应商在不牺牲橡胶制品性能的前提下,提供更优惠的价格。多数情况下,汽车制造商推动了橡胶制品性能的提高和成本的降低。

1 炭黑的填充作用

假定胶料各组分的价格不稳定,配方设计人员要达到降低胶料总成本的目的,不是通过调整配方来降低原材料成本,就是通过提高生产效率和将废品率降至最低来节约费用。在这两种情况下,炭黑能够或应该起到帮助生产商达到降低成本目的的作用。然而直到现在,炭黑供应商还不能与市场需求的变化保持同步。

例如在模型工业制品行业,选用炭黑通常是先考虑其对胶料的填充作用,其次才是补强作用。这是因为模型制品用特种聚合物的价格是炭黑的 3~30 倍,这表明,随着炭黑用量增大,胶料的成本会显著降低;提高胶料填充量往往要牺牲其强度,但大多数在静态条件下使用的模型制品和某些在动态条件下使用的模型制品对强度的要求并不高。

通常半补强炭黑如炭黑 N762 和 N754 用于模型制品有一定的填充能力,同时具有所需的补强性能。MT 炭黑(炭黑 N990)也用于填充量较高的胶料增容。然而,生产商不得不平衡胶料填充量的提高与物理性能,如拉伸强度和撕裂强度的下降。在一些配方中,炭黑 N990/N760(并用比为 50/50)并用

体系能使胶料达到前者的填充量和后者的物理性能。这种折衷导致了用两种炭黑替代一种炭黑而产生的新的混炼及加工方面的困难。

但是,这些普通炭黑通过对胶料填充来降低成本的能力显然是有限的,而模型制品生产商的配方长期一直受到这种限制。因此在市场价格和性能压力继续提高的情况下,普通炭黑就不可能在不牺牲性能的前提下再提高对胶料的填充量。

这一结论也适用于其它橡胶工业制品行业。无论是对挤出汽车配件,如门窗密封条和玻璃窗镶边胶条,还是对各种发动机罩下橡胶配件,绝大多数炭黑生产商都将继续提供 20, 30 甚至 40 年前已开始使用的产品。结果,橡胶制品生产商将炭黑的价格看作影响胶料成本的关键因素,而不将其看作是一个达到他们降低胶料成本目的的一种新技术手段。

2 讨论

当探讨炭黑对降低胶料总成本的影响时,必须考虑几个问题。如上所述,某种炭黑在胶料中的填充量是其影响总成本的关键指标,但进一步提高填充量必须考虑与加工性能和成品性能的平衡。

例如,如果与普通炭黑相比,一种新炭黑在不牺牲成品性能或不引起工艺变化的情况下能达到更大的填充量,那么这种新炭黑就有可能降低胶料总成本。然而,如果与普通炭黑相比,新炭黑不仅能达到更大的填充量,而且能改善胶料的工艺和性能,那么这种炭黑满足生产商成本和性能要求的能力就更加

显著。在对新型 Sterling 系列炭黑的开发中,卡博特公司工业橡胶炭黑部(Cabot IRB)研究了组成价格-工艺-性能关系式的全部参数。结果表明,炭黑可在不同程度上提高胶料价值和降低胶料成本。

2.1 炭黑 Sterling 2320

由于能获得胶料填充量较大、加工性能和物理性能较好的综合性能,炭黑 Sterling 2320(ST-2320)对模型制品,如密封制品和其它工业制品具有非常重要的意义。所有这些特性使得炭黑 Sterling 较普通炭黑能更好地降低胶料成本。

由于炭黑 ST-2320 胶料达到硬度最大值较慢,因此胶料硬度相同时,其用量明显高于普通炭黑。对于某些聚合物,炭黑 ST-2320 的用量较 SRF 系列炭黑高 20%~40%。填充量大使得胶料体积增大,对制造商而言即成本降低。

与普通炭黑相比,炭黑 ST-2320 除增大胶料体积外,还能提高胶料的强度。这对生产效率和成品性能具有重大影响。与相同硬度的普通炭黑胶料相比,炭黑 ST-2320 胶料的常温和高温(与脱模操作相关)撕裂强度高。高的热撕裂强度使得胶料具有以下几个工艺优点:

- °产品易脱模,因而生产周期缩短;
- °降低生产过程中的废品率,从而更多地节约原材料费用;
- °不必进行 100%的成品检验。

从成品优点上看,用炭黑 ST-2320 改善胶料撕裂强度常会延长模型制品功能性使用寿命。即使在相同胶料硬度,其用量明显增大时,炭黑 ST-2320 也能满足所需应力-应变性能要求。

炭黑 ST-2320 显示的另一个独特的工艺特点是对胶料粘度的影响。通常炭黑用量大会导致胶料门尼粘度和加工难度增大。然而,当用较大用量的炭黑达到相同硬度时,炭黑 ST-2320 胶料的门尼粘度相当于或低于普

通炭黑胶料。这意味着除获得成本和性能益处外,生产商还能获得良好的混炼、加工、挤出及模内流动性能。

2.1.1 炭黑 ST-2320 在 NBR 中的应用

在多种聚合物并用的模型制品中,达到相同硬度,炭黑 ST-2320 用量较普通炭黑大。例如,在通常用于制备各种耐油密封件、O形圈和垫片的 NBR 胶料中,在各硬度级,炭黑 ST-2320 的用量均较炭黑 N762 和 N754 大。与炭黑 N990/N762(并用比为 50/50)并用体系相比,炭黑 ST-2320 用量与其相同时,胶料的工艺和特性得到改善。

NBR 胶料的硬度和撕裂强度的关系如图 1 所示。硬度相同时,炭黑 ST-2320 胶料的撕裂强度比炭黑 N754 和炭黑 N990/N762 并用体系胶料高,而与炭黑 N762 胶料相当。

综合填充性和物理性能,在胶料硬度相同的情况下,炭黑 ST-2320 优于对比炭黑。图 2 说明邵尔 A 型硬度为 70 度的 NBR 胶料,炭黑 ST-2320 胶料的撕裂强度比炭黑 N754 和炭黑 N990/N762(并用比为 50/50)并用体系高,且用量显著大于炭黑 N762 和 N754。

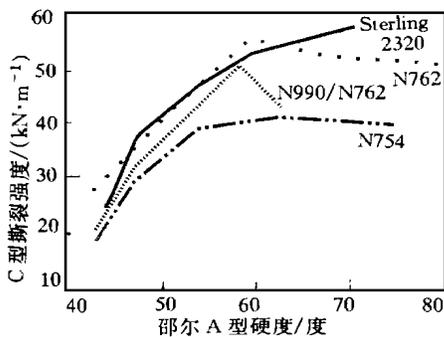
2.1.2 炭黑 ST-2320 在 CR 胶料中的应用

由于 CR 的价格很高,因此使其胶料达到最大填充量显然是有益的。图 3 示出在同一胶料硬度下,炭黑 ST-2320 用量比炭黑 N762 大,与炭黑 N990/N762 并用体系相当。

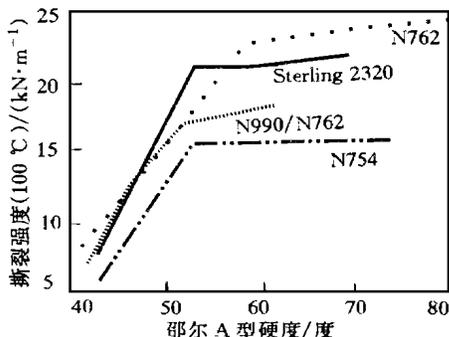
然而,强度也是多数 CR 制品的关键技术指标。炭黑 ST-2320 胶料的撕裂强度(常温和 100 °C)和拉伸强度显著高于炭黑 N762 和炭黑 N990/N762(并用比为 50/50)并用体系胶料。

2.1.3 炭黑 ST-2320 在其它聚合物中的应用

在其它聚合物如 EPDM, NR 和 IIR 中的对比试验证明,炭黑 ST-2320 在其它聚合物中的填充量与在 NBR 和 CR 中相似。炭黑 ST-2320 的用量可提高 30%,且其胶料强



(a) 室温



(b) 100 °C

图 1 NBR 胶料撕裂强度与邵尔 A 型硬度的关系

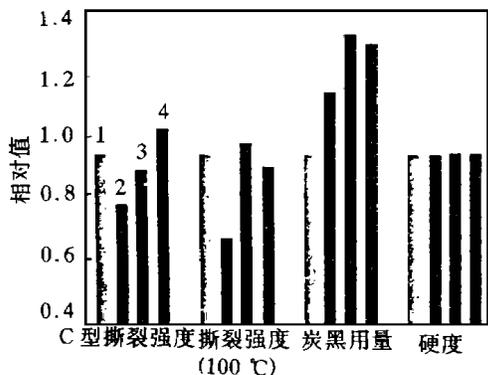


图 2 NBR 胶料撕裂强度与炭黑用量的关系

1—N762; 2—N754; 3—N990/N762; 4—Sterling 2320

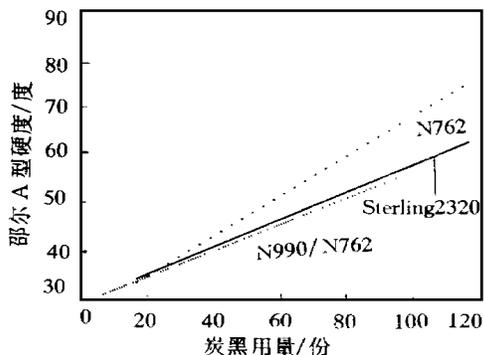


图 3 CR 胶料邵尔 A 型硬度与炭黑用量的关系

度与炭黑 N762 胶料基本相同, 而用于替代炭黑 N754 时, 胶料强度不下降。

2.2 炭黑 Sterling 4620

在挤出制品和胶管的生产中, 炭黑 Sterling 4620 (ST-4620) 与普通炭黑 (如炭黑

N550 和 N650) 相比, 表现出多种工艺和性能优势。如前述例子, 这些优点意味着很多情况下生产商能达到降低胶料成本和提高产品性能的目的。

炭黑 ST-4620 有助于胶料成本降低的途径之一是增大其用量, 即增大胶料填充量。如图 4 所示, 在不使加工性能变差或不降低产品性能的情况下, 胶料硬度相同, 炭黑 ST-4620 的用量比普通炭黑高 20%。



图 4 EPDM 胶料炭黑用量

生产商正要求通过提高生产效率和降低废品率来节约生产费用。即使在用量较大时, 炭黑 ST-4620 也能起到改善胶料工艺和性能的作用。例如, 与用普通炭黑的胶料比较, 用炭黑 ST-4620 的胶料挤出膨胀率低。由于炭黑 ST-4620 导致胶料粘度降低, 从而使得生产商能够通过增大胶料填充量来提高生产效率。由于炭黑 ST-4620 容易分散, 这

对降低挤出异型制品废品率十分重要。在许多挤出制品,如汽车门窗密封用高表面光洁度的制品中,未分散的炭黑是造成其表面缺陷的主要原因,并导致废品率上升,对降低生产成本不利。用分散性好的炭黑,不仅能通过减少混炼时间获得更高的生产效率,而且可使挤出制品表面更加光滑。对邵尔 A 型硬度为 65 度的挤出 EPDM 胶料,用纯度高、分散性好的炭黑 ST-4620 产生的表面缺陷比用炭黑 N550 和炭黑 N650 少。良好的性能预示着用炭黑 ST-4620 填充将使废品率显著降低,对总成本降低起到积极作用。

炭黑 ST-4620 不仅通过提高生产效率和降低成本,而且也通过它对性能的改善来提高其使用价值。例如,挤出制品生产商能够看到的优点之一是降低了胶料的压缩永久变形。在各种硬度级的多种胶料中,炭黑 ST-4620 胶料的压缩永久变形比普通炭黑胶料都低。

2.3 炭黑 ST-4620 在所需用途中的附加优点

炭黑 ST-4620 其它的独特性能为其在所需用途中带来了附加优点。例如,在透明度高的汽车制品中,很多高密度挤出制品衬有多个金属嵌件。这种制品一种常见的现象是金属电化锈蚀,结果导致金属嵌件生锈和制品完全损坏。减少这一问题出现的方法之一是提高挤出橡胶制品的绝缘性。由于 ST-4620 炭黑的电绝缘性比普通炭黑高,因此它非常适用于这种橡胶制品。炭黑 ST-4620 较低的导电性有助于避免产品早期损坏的另一个应用领域是汽车散热器胶管。发动机罩下的静电负电荷能导致散热器胶管的开裂和最终破坏。与炭黑 N550 和 N650 相比,炭黑 ST-4620 通过降低胶管的导电性而减少裂口的产生,与之类似,炭黑 ST-4620 对微波(UET)能的接收率低。该特征可用来降低微波硫化的软硬挤出制品的海绵胶和高密度

胶之间的温差。

2.4 炭黑对降低胶料成本的作用

在考虑用于配方的原材料时,应直接以每千克准确的价格来评价每种组分。但是,某一给定橡胶制品价格的实际评价方法是计算其每千克胶料的成本。这就是用低价炭黑填充高价聚合物对制品的价格非常重要的原因。每一单位体积胶料中炭黑的用量越多表明用于每一成品的聚合物用量越少。

从这一点出发,某一炭黑“购入”(“in-the-door”)的价格不能完全说明能否降低产品成本。例如,上例所述的 Sterling 产品价格比普通炭黑约高 $0.1 \text{ 美元} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。但从上面的讨论看出,在许多制品中,炭黑 Sterling 的用量显著高于普通炭黑。因为多用的炭黑替代了相应量的价格更高的聚合物,所以炭黑 Sterling 胶料使成品的“售出”(“out-the-door”)成本比普通炭黑胶料成品低。低的“售出”成本减轻了生产商承受的其余原材料价格的压力(如聚合物价格提高),并且(或)对用户降低了价格。现在有可能对原材料成本降低进行更全面的评估。但原材料成本仅是整个问题的一部分。由于在许多制品中,炭黑 Sterling 可改善胶料的工艺和性能(如热撕裂强度高、分散性好等),因此生产商还将降低废品率,进而更大幅度地降低成本和提高生产效率。这使得不用考虑胶料的填充性,就可得出 Sterling 产品在总成本方面优于其它炭黑的结论。

3 结语

这些 Sterling 产品证明,橡胶工业制品行业用炭黑的生产大有可发展的余地。更进一步地讲,面对市场压力的不断提高,炭黑生产商的开拓只能加大、加深。

译自美国“Rubber World”, 215[4],
17~19, 73(1997)