

硅橡胶骨架油封的研制

高福年

(胶南市橡胶制品厂, 山东 胶南 266427)

摘要: 参照国外同类产品, 以硅橡胶为原料研制耐油和耐磨性能良好的硅橡胶骨架油封。介绍了其产品结构、胶料性能和生胶的确定过程, 研究了配方中 2[#]气相法白炭黑和硫化程度对油封耐油性能的影响及配方中固体润滑剂的用量对油封自润滑性能的影响。结果表明, 在硅橡胶配方中填加大量白炭黑、适当延长二次硫化时间及添加大量石墨粉, 可提高胶料在热油中体积和性能稳定性, 改善油封的自润滑性能。

关键词: 硅橡胶; 骨架油封; 固体润滑剂; 耐油性能; 气相法白炭黑

中图分类号: TQ333.93; TQ336.4⁺2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-890X(2002)05-0289-03

由于汽车向高速化发展, 其对油封性能的要求日益提高, 对油封材料的要求也日益提高。采用过去的 NBR 已满足不了使用要求; ACM 的耐寒性和弹性较差, 也难以适用于高速发动机曲轴后端的密封和气门嘴阀杆的密封; 氟橡胶虽然可满足使用要求, 但其价格昂贵, 工艺制造尚有难度, 废品率较高。对硅橡胶来说, 通过配方设计和适宜的工艺, 提高胶料在热油中的稳定性, 可以制作出满足使用要求的骨架油封。本文主要介绍了硅橡胶 ST110-2 骨架油封的研制。

1 实验

1.1 原材料

甲基乙基硅橡胶(牌号 ST110-2)、甲基乙基硅油和硅氮烷, 济南化工四厂产品; 喷雾炭黑, 辽宁抚顺炭黑厂产品; 2[#]气相法白炭黑, 沈阳油脂化工厂产品; 过氧化二异丙苯(硫化剂 DCP), 江苏太仓化工厂产品; 乙烯基三叔丁基过氧硅烷(粘合剂 VTPS), 哈尔滨化工研究所产品; 石墨粉(细度 500 目), 市售。

1.2 设备

XK-160 开炼机, 广东湛江橡胶机械厂产品; XK-250 开炼机, 南京橡胶机械厂产品; 50 t 电热平板硫化机, 青岛化工机械厂产品; 邵尔 A 型硬

度和 2500 N 拉力机, 江苏江都试验机厂产品; 油封回转试验台, 青岛机床厂产品。

1.3 工艺与油封台架测试

材料经称量后, 在 XK-160 开炼机上进行混炼, 加料顺序为生胶压合后交替、缓慢地加入白炭黑、甲基乙基硅油、喷雾炭黑、硅氮烷和石墨粉等。压合后取下放入 150~160℃ 的恒温箱中处理 2~3 h 取出停放, 室温下在开炼机上加入硫化剂 DCP, 经薄通翻炼均匀后按产品硫化要求的胶片厚度下片, 停放待用。

骨架经磷化处理后涂刷粘合剂 VTPS, 室温干燥 30 min 后, 将骨架和硅橡胶混炼胶放入模具内进行一次硫化(160℃×8 min), 然后进行二次硫化(200℃×24 h), 二次硫化后的产品经切唇口、装弹簧和尺寸检测后装入油封回转台进行台架试验。

台架试验条件为: 轴偏心 0.10~0.25 mm, 安装偏心 0.15 mm, 转速 3 500 r·min⁻¹, 油封干磨 5 min 后装入 20[#]机油, 在油温为 90~110℃ 下运转 240 h, 观察油封的渗漏情况, 取下油封观察其唇口部位的磨损硬化情况, 并用游标卡尺(精确度为 0.02 mm)测量油封内径和磨损宽度。

2 结果与讨论

2.1 产品结构

研制 CA141 汽车发动机曲轴后端油封(规格为 100×125×12 的左旋动压型油封)和曲轴前端

作者简介: 高福年(1940-)男, 山东青岛人, 山东胶南市橡胶制品厂高级工程师, 一直从事橡胶加工技术的研究工作。

油封(规格为 $65 \times 90 \times 12$ 的右旋压型油封), 具体结构见图 1, 具体结构参数见表 1。

2.2 油封技术参数

解剖进口 CA141 汽车发动机配套的曲轴后油封(规格为 $100 \times 125 \times 12$)进行分析, 得出以下结论: 油封经热油($150\text{ }^{\circ}\text{C} \times 24\text{ h}$)浸泡后胶料膨胀, 内径尺寸变大(比浸油前大 0.5 mm); 油封胶料硬度为 78 度, 密度为 $1.31\text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$, 手感弹性很好, 强度较低, 用手可轻易将胶料扯断; 将油封在白纸上磨划, 纸上出现如同 4B 铅笔磨划的黑色划痕, 说明胶料中填充了大量的石墨粉或二硫化钼等黑色固体润滑剂; 油封经台架试验测得

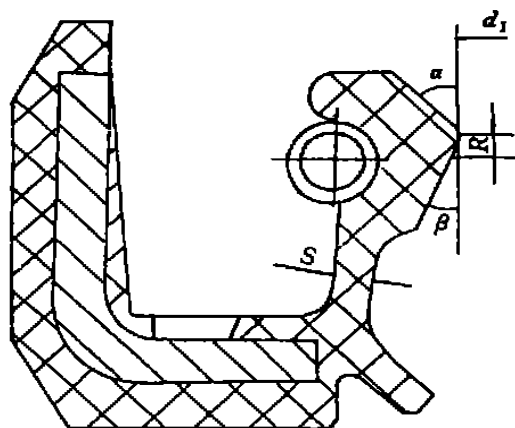


图 1 油封的主要结构断面示意

表 1 油封的主要结构参数

油封规格	唇前角 $\alpha/ (^{\circ})$	唇后角 $\beta/ (^{\circ})$	装簧前内径/mm	装簧后内径/mm	R/mm	唇厚 S/mm	弹簧尺寸/mm
$100 \times 125 \times 12$	28	50	98.6	98.0	0.7	1.6	$0.45 \times 24 \times 323$
$65 \times 90 \times 12$	28	50	63.5	63.1	0.7	1.4	$0.40 \times 24 \times 213$

唇口磨损宽度为 0.4 mm 。据此, 最终确定所研制的油封的主要技术参数为:

(1)油封胶料硬度较高($75 \sim 85$ 度), 以防止其在热油中出现腰部变形;

(2)油封胶料耐油性能良好, 以确保其在热油($100 \sim 130\text{ }^{\circ}\text{C}$)中尺寸的稳定性和物理性能保持性;

(3)油封的自润滑性能良好, 在转速为 $3 \sim 500 \sim 5500\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的条件下干磨 5 min 后装润滑油, 继续运转 240 h 后拆下, 油封唇口磨损宽度不得大于 0.8 mm ;

(4)在确保油封硫化时不出现撕裂和油封安装时不被挤破的前提下, 对胶料的扯断伸长率和拉伸强度等性能不苛求高值, 但其耐热性能和压缩永久变形等性能要符合相关标准。

2.3 配方设计

2.3.1 胶种选择

研究初时, 采用了上海有机氟研究所的氟硅橡胶, 经过配方设计等一系列工作, 研制出符合质量要求且工艺可行的骨架油封, 但氟硅橡胶价格昂贵($450\text{ 元} \cdot \text{kg}^{-1}$), 为降低成本, 采用价格为氟硅橡胶的 $1/10$ 而耐油性能与之相近的硅橡胶 ST110-2 进行配方设计和油封制作。

2.3.2 配方填料用量和硫化程度对油封耐油性能的影响

硫化胶浸泡在润滑油中, 油中的环烷烃、芳香烃等渗透到橡胶中使之体积膨胀, 性能下降; 而橡胶中的某些组分, 如低分子的增塑剂和防老剂等向油中扩散而使胶料体积减小, 这两种现象同时存在。为抑制橡胶在油中的溶胀, 可在橡胶配方中加入低分子的增塑剂, 但因硅橡胶需 $200\text{ }^{\circ}\text{C} \times 6\text{ h}$ 以上的二次硫化, 低分子增塑剂易挥发掉留下“空洞”, 故这一途径对硅橡胶不适宜; 也可在硫化过程中, 在分子链上加成极性基团, 以此来提高胶料耐油性能, 此法虽较理想但难以实现。故采用在配方中增大在热油中既不溶胀也不抽出的气相法白炭黑等填料用量的方法, 以提高油封在热油中的稳定性, 同时较大剂量地添加液态的甲基乙烯基硅油和硅氮烷以易于混炼和控制白炭黑的结构化。 $2^{\#}$ 气相法白炭黑用量对油封耐油性能的影响见表 2。

从表 2 可看出, $2^{\#}$ 气相法白炭黑用量增多, 油封的体积和硬度变化减小。

增加硫化剂 DCP 用量(从 0.5 份增加到 0.8 和 1.0 份)可提高胶料交联密度, 但试验中一次硫化时出现严重撕裂现象, 故采用延长二次硫化时间的方法提高交联密度, 这样既可提高硫化剂与

表 2 2[#]气相法白炭黑用量对油封耐油性能的影响

项 目	2 [#] 气相法白炭黑用量/份		
	70	80	90
体积变化率/%	29.6	29.0	28.2
硬度变化/度	+15	+13	+11

注: 150℃的 20[#]机油中浸 70 h。试验配方: 硅橡胶 100; 甲基乙烯基硅油 6; 硅氮烷 8; 三氧化二铁 5; 硫化剂 DCP 0.5; 2[#]气相法白炭黑 变量。硫化条件: 一次硫化 160℃×8 min; 二次硫化 200℃×6 h。

橡胶的交联, 又可提高白炭黑与橡胶之间的吸附和交联效果。不同二次硫化时间对油封的耐油性能和台架试验渗漏时间的影响见表 3。

表 3 不同二次硫化时间对油封耐油性能和台架试验渗漏时间的影响

项 目	二次硫化时间(200℃)/h			
	6	12	18	24
体积变化率/%	28.2	27.5	26.8	26.8
硬度变化/度	-11	-10	-9	-9
台架试验渗漏油时间/h	8	24	200 以上	200 以上

注: 台架试验条件: 油封规格 100×125×12(左旋动压型), 转速 3 500 r·min⁻¹, 油温 95℃。试验配方除 2[#]气相法白炭黑用量为 90 份外, 其余同表 2。

从表 3 可以看出, 延长二次硫化时间可明显提高油封的耐油性能和硬度, 二次硫化时间为 18 h 以上时, 油封运转 200 h 不渗漏, 达到台架试验要求。

2.3.3 石墨粉用量的确定

提高油封的自润滑性能可提高油封的耐磨和耐久性能。硅橡胶分子结构的特点使其自润滑性能比其它橡胶好, 但其自身的润滑性是远远不够的, 还需在配方中加入固体润滑剂, 如: 二硫化钼、石墨粉、碳纤维和超细(1 000 目以上)的聚四氟乙烯粉等。本次采用价格较低的石墨粉进行变量试验。

经试验测得, 石墨粉用量(试验配方: 硅橡胶 100; 甲基乙烯基硅油 10; 硅氮烷 8; 2[#]气相法白炭黑 65; 喷雾炭黑 10; 二硫化钼 15; 石

墨粉 30; 硫化剂 DCP 0.5。硫化条件: 一次: 160℃×8 min; 二次: 200℃×24 h)分别为 0, 10, 15, 25 和 30 份的胶料制作的油封(动压型右旋, 规格为 FB65×90×12)唇口的磨损宽度(mm)分别为唇口磨掉>1.0、0.7~0.8、0.4~0.5及0.3~0.4。由此可见, 随石墨粉用量的提高, 唇口磨损宽度变小, 当用量达到 25 份时, 油封唇口的磨损宽度与国外油封相似。

通过上述试验确定的油封胶料配方为: 硅橡胶 100; 甲基乙烯基硅油 10; 硅氮烷 8; 2[#]气相法白炭黑 70; 喷雾炭黑 10; 二硫化钼 15; 石墨粉 30; 硫化剂 DCP 0.5。

硫化条件: 一次: 160℃×8 min; 二次: 200℃×24 h。

硫化胶性能: 邵尔 A 型硬度 81 度; 拉伸强度 3.2 MPa, 扯断伸长率 212%; 压缩永久变形(150℃×70 h, B 型试样) 58%。热空气老化(200℃×70 h)后性能: 硬度变化 +5 度; 扯断伸长率变化率 -36%; 体积变化率(20[#]机油, 150℃×70 h) 27.10%。

成品油封的台架试验结果表明, 油封运转 240 h 无渗漏现象, 且油封唇口磨损宽度在 0.4 mm 以下, 唇口无龟裂现象, 达到了试验要求。

3 结论

- (1)在硅橡胶 ST110-2 中填加大量白炭黑控制邵尔 A 型硬度在 75~85 度, 提高胶料在热油中体积和性能的稳定性。
- (2)适当延长二次硫化时间, 由传统的 200℃×(6~8) h 改为 200℃×(18~24) h, 可减小油封在热油中体积变化, 提高其性能稳定性。
- (3)胶料添加大量二硫化钼和石墨粉等固体润滑剂, 可提高油封的自润滑性能, 从而提高其耐磨性能。

收稿日期: 2001-11-20

启事 第一届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文集及第十和十一届全国轮胎技术研讨会论文集尚有部分剩余, 每本售价 100 元。如有需要者, 请与本刊编辑部张川联系。电话: (010) 68156717。