

# 吉尔 130 汽车发动机供油系统 O 形密封圈的研制

孙继杰

(铁岭市橡胶制品厂研究所 112002)

**摘要** 含有活性添加剂的 M-8<sub>B1</sub> 和 M-8<sub>T2k</sub> 的两种油品对 NBR-18 O 形密封圈有一定的副作用,通过调整 NBR 胶料硫化体系(硫黄 0.3;促进剂 CZ 1.5;促进剂 M 0.5;硫化剂 DCP 2.0)和补强剂炭黑的用量(高耐磨炭黑 55;喷雾炭黑 40),可以使其满足抗两种油品侵蚀的性能要求。另外,在 NBR 胶料中添加 25 份耐寒增塑剂(邻苯二甲酸二丁酯 10;癸二酸二辛酯 15),可提高胶料的耐低温性能,并使脆性温度降至 -65℃ 以下。

**关键词** O 形密封圈, NBR, 耐寒增塑剂, 硫化体系

吉尔 130 汽车发动机供油系统 O 形密封圈(以下简称 O 形圈)的研制是 1989 年中国机械进出口总公司委托我厂进行的一项新产品研制课题。

液压 O 形密封圈在 -45℃ 条件下的工作寿命问题,目前国内外均基本得到解决。但由于原苏联冬季气候比较寒冷,严寒地区温度甚至低至 -50℃ 左右,因此目前该地区使用的汽车橡胶配件,特别是液压密封件的耐低温密封性能和寿命还没有完全满足要求,大约有 50% 的密封件没能过关。在国内,目前对于耐 -60℃ 的液压 O 形密封圈,尚未提出要求。

由于本课题研制的 O 形圈用于供油系统,工作压力不高,对于在密封应力作用下的压缩永久变形要求也不高,因此这项技术性能不列为重点。而耐 -60℃ 脆性温度,胶料的耐寒系数和耐含有多种活性元素的 M-8<sub>B1</sub> 和 M-8<sub>T2k</sub> 发动机油的胶料性能则是 O 形圈的技术关键。

在研究过程中,对 M-8<sub>B1</sub> 和 M-8<sub>T2k</sub> 两种油品进行了化验分析和较系统的试验研究,获得了比较满意的结果。试样已送往原苏联进行装车试验,密封性能和寿命均达到需方要求,并于 1991 年通过了专家技术鉴定。

## 1 实验

### 1.1 O 形圈的主要技术条件和油品特性

#### (1) 技术条件

脆性温度不高于 -60℃;压缩耐寒系数在 -45℃ 时不小于 0.15;在 M-8<sub>B1</sub> 和 M-8<sub>T2k</sub> 油中 125℃ × 24h 后体积变化率(ΔV)小于 10%,在 2<sup>#</sup> 标准油中 100℃ × 72h 后,25% 压缩永久变形不大于 65%。

#### (2) 油品特性

M-8<sub>B1</sub> 和 M-8<sub>T2k</sub> 运动粘度为 8m<sup>2</sup> · s<sup>-1</sup>;凝固点为 -25℃;活性元素含量(%)不低于:

	钙	钡	锌	磷
M-8 <sub>B1</sub>	0.16	—	0.09	0.09
M-8 <sub>T2k</sub>	0.15	0.45	0.06	0.05

### 1.2 主要原材料

NBR-18, 兰化产;邻苯二甲酸二丁酯,沈阳产;增塑剂 0259,沈阳产;高耐磨炭黑,鞍山产;氧化锌,大连产;硫化剂 DCP(过氧化二异丙苯),上海产;促进剂 CZ 和 M,沈阳产。

### 1.3 技术方案

体积变化率要兼顾耐低温性和耐油性,考虑脆性温度,生胶应采用 NBR-18,考虑耐油性则应选用 NBR-40。耐低温和耐油性存在着一定的矛盾。若以耐油性性能为主,改进耐

低温性能, 难度比较大; 若以耐低温性能为主, 改进耐油性能则难度比较小。所以, 确定采用 NBR-18。本 O 形密封圈选用的 NBR-18, 丙烯腈含量在 17%—20% 之间。NBR-18 的脆性温度为  $-50\text{C}$  左右, 若要达到  $-60\text{C}$ , 还需要添加一定量的耐寒增塑剂。在高温油中, 增塑剂易被抽出, 而 NBR-18 因丙烯腈含量比较低而容易溶胀, 因此, 添加适当的增塑剂可以改善 NBR-18 的耐热油性能。另外在胶料配方中增大活性剂氧化锌和补强剂炭黑的用量, 并采用耐热油比较好的 DCP 硫化体系, 也可以改善 NBR-18 的耐热油性能, 而且可以改善因增塑剂添加多量而受到影响的胶料的拉伸强度和硬度。为了改善 DCP 硫化 NBR-18 的硫化速度和扯断伸长率及抗撕裂性能, 可以采用以 DCP 硫化剂为主, 并用低硫高促进剂体系。这种硫化体系基本上保持了 DCP 硫化胶的  $-C-C-$  键, 并使一小部分  $-C-C-$  键变成助硫化剂产生的单硫键、双硫键和少量的多硫键, 这样不仅有利于  $-C-C-$  键的应力分散, 而且克服了一  $-C-C-$  键伸长率低, 抗撕裂性能比较差, 硫化速度比较慢的缺点。

#### 1.4 试样的制备

首先将 NBR-18 进行二段塑炼。混炼时, 在 152.4mm(6 英寸)开炼机上薄通 5—6 遍, 放宽辊距, 加入硫黄和防老剂  $\rightarrow$  氧化锌  $\rightarrow$  炭黑、增塑剂、加工助剂(充分掺合)  $\rightarrow$  DCP 硫化剂、促进剂  $\rightarrow$  薄通打三包二卷  $\rightarrow$  下片停放 12h, 返炼。

用于测定硫化胶物理性能的试样是在 350mm $\times$ 350mm 的电热平板硫化机上, 根据硫化仪测定的硫化速度进行硫化的。

## 2 结果与讨论

根据 1.3 中阐述的技术方案, 进行了下面几项试验。

### 2.1 耐寒增塑剂品种对 NBR-18 低温性能的影响

对厂内现有的邻苯二甲酸二丁酯、癸二

酸二辛酯、0259 和磷酸三苯酯 4 种耐寒增塑剂分别进行了应用试验, 试验结果见表 1。从表 1 可以看出, 耐低温性能比较好的是癸二酸二辛酯、0259 和邻苯二甲酸二丁酯, 但是这 3 种增塑剂也没能使胶料的脆性温度达到  $-60\text{C}$  的要求。癸二酸二辛酯的耐低温性能虽然优于其它 3 种, 并且具有挥发性低的优点, 但用量过大, 胶料混炼工艺不好, 迁移性也比较大; 0259 的耐低温性能虽然也比较好, 并且价格较低, 但用量增大后会喷出。从总的试验情况看, 采用邻苯二甲酸二丁酯比较好, 它不仅价格便宜, 而且耐低温性能较好, 工艺情况不错, 无喷出现象。据资料介绍, 邻苯二甲酸二丁酯的溶解度参数是 94, 而丙烯腈含量为 25% 左右的 NBR 的溶解度参数为 94—95, 由于两者的溶解度参数相近, 因此它们的相容性好, 增塑剂的增塑效果好, 且不易渗出。并且与癸二酸二辛酯并用还可以取长补短。

表 1 不同品种耐寒增塑剂对 NBR-18 低温性能的影响

增塑剂	脆性温度, $\text{C}$
邻苯二甲酸二丁酯	-56
癸二酸二辛酯	-58
0259	-57
磷酸三苯酯	-53

注: 基本配方: NBR-18 100; 硫黄 0.5; 促进剂 DM 1.5; 促进剂 TT 1.5; 氧化锌 5.0; 硬脂酸 2.0; 防老剂 MB 1.0; 防老剂 RD 1.0; 半补强炭黑 50; 增塑剂(变品种) 20。硫化条件:  $153\text{C} \times 40\text{min}$ 。

### 2.2 耐寒增塑剂用量对 NBR-18 低温性能的影响

试验采用邻苯二甲酸二丁酯和癸二酸二辛酯两种增塑剂。单用量为 25, 30 和 35 份; 并用量为邻苯二甲酸二丁酯 10, 15 和 20 份, 癸二酸二辛酯为 15 份。从试验结果看, 耐寒增塑剂用量增加, NBR-18 耐低温性能变优, 脆性温度降低(见图 1)。

试验表明, 邻苯二甲酸二丁酯和癸二酸

二辛酯并用量为 25 份,其中邻苯二甲酸二丁酯为 10 份,癸二酸二辛酯为 15 份比较适宜,见表 2。

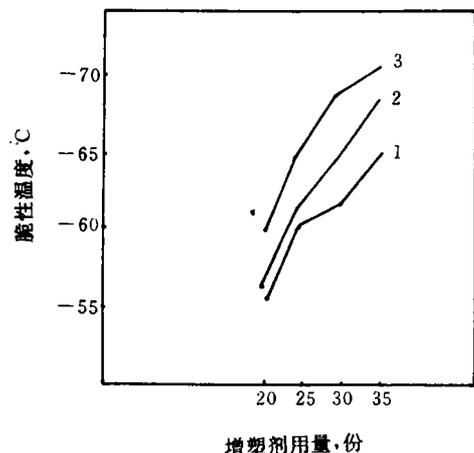


图 1 增塑剂用量对 NBR-18 脆性温度的影响

1—邻苯二甲酸二丁酯;2—邻苯二甲酸二丁酯和癸二酸二辛酯并用;3—癸二酸二辛酯

表 2 增塑剂单用和并用对 NBR-18 低温性能的影响

性能	增塑剂(25份)		
	邻苯二甲酸二丁酯	癸二酸二辛酯	两者并用
拉伸强度,MPa	10.6	10.9	10.8
扯断伸长率,%	260	284	270
邵尔 A 型硬度,度	65	65	65
回弹值,%	39.7	42	40
脆性温度,°C	-60	-64	-62

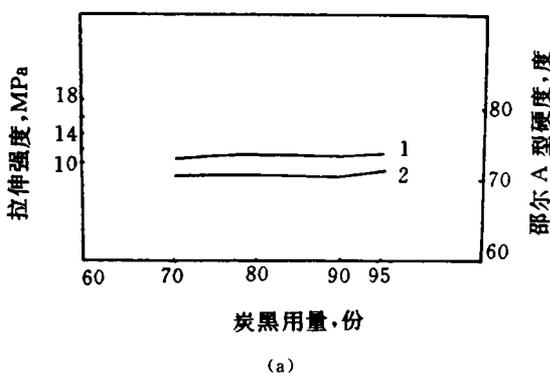
注:基本配方:NBR-18 100;硫黄 0.5;促进剂 DM 1.5;促进剂 TT 1.5;氧化锌 5.0;硬脂酸 2.0;防老剂 MB 1.0;防老剂 RD 1.0;半补强炭黑 70;增塑剂 25。硫化条件:153°C×40min。

### 2.3 补强剂炭黑的品种和用量对 NBR-18 物理性能和耐油性能的影响

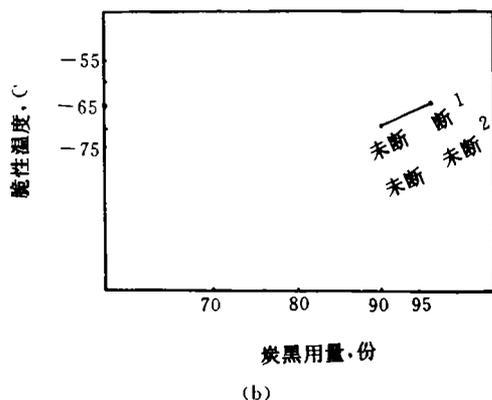
耐寒增塑剂用量增加,虽然可以提高 NBR-18 的耐寒性能,并且它在高温下易挥发,有助于 NBR-18 溶胀体积减小,但是它对胶料的拉伸强度有不利影响。为提高胶料的拉伸强度和进一步提高耐高温油老化性能,试验中将氧化锌用量增加到 10 份,以提高硫化胶的交联密度,同时还采用了高耐磨炭黑

和半补强炭黑、喷雾炭黑并用体系,结果见图 2 和表 3。

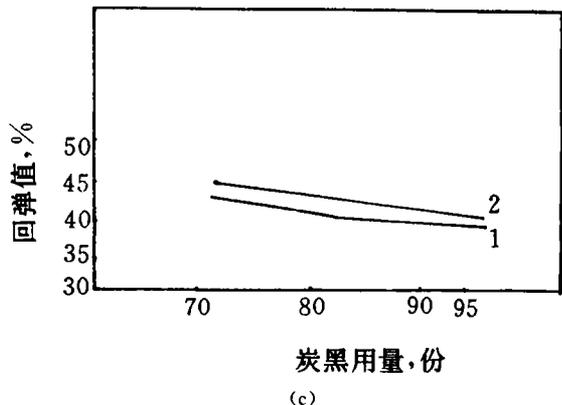
试验表明,补强体系(2)的胶料在热油中



(a)



(b)



(c)

图 2 常温下炭黑品种和用量对 NBR-18 物理机械性能的影响

1—高耐磨炭黑 30,40,50,55 份+半补强炭黑 40 份;  
2—高耐磨炭黑 30,40,50,55 份+喷雾炭黑 40 份  
基本配方:NBR-18 100;硫黄 0.5;硫化剂 DCP 2.0;  
氧化锌 10.0;硬脂酸 1.0;防老剂 MB 1.0;防老剂  
RD 1.0;增塑剂 25。硫化条件:153°C×40min

表3 炭黑品种和用量对 NBR-18 耐油性能的影响

性能	补强体系								
	高耐磨+半补强(1)				高耐磨+喷雾(2)				
	70	80	90	95	70	80	90	95	
M-8 <sub>B1</sub> (125℃×24h)									
ΔV, %	10.4	8.9	7.4	6.8	10.1	8.7	7.1	6.6	
邵尔 A 型硬度, 度	70	73	77	80	66	70	74	77	
M-8 <sub>T2K</sub> (125℃×24h)									
ΔV, %	9.2	8.0	6.3	4.5	9.0	7.5	5.7	4.0	
邵尔 A 型硬度, 度	71	73	76	79	65	69	74	76	

注: 硫化条件: 153℃×40min.

的硬度变化、脆性温度及常温下的物理性能均优于补强体系(1)的。因此, 本试验选用软质喷雾炭黑和高耐磨炭黑并用作为补强体系。

## 2.4 硫化体系对 NBR-18 物理性能和耐油性能的影响

采用 DCP 硫化胶料, 其耐 125℃ 热油能力和硬度增加幅度都不大。本试验采用了以 DCP 与低硫高促硫化体系并用的方法, 以增加硫化胶中的单硫键、双硫键和多硫键, 改变单一的—C—C—键结构, 增大交联键密度, 提高柔顺性、弹性和伸长率。由于交联密度增大, 耐油性能也会有所提高。试验结果见表 4。

表4 硫化体系对 NBR-18 物理性能的影响

性能	硫化体系 I	硫化体系 II
拉伸强度, MPa	11.8	12.4
扯断伸长率, %	170	210
邵尔 A 型硬度, 度	68	67
M-8 <sub>B1</sub> (125℃×24h)		
ΔV, %	6.6	6.3
邵尔 A 型硬度, 度	80	74
M-8 <sub>T2K</sub> (125℃×24h)		
ΔV, %	5.0	4.0
邵尔 A 型硬度, 度	78	72

注: 基本配方: NBR-18 100, 防老剂 MB 1.0, 防老剂 RD 1.0, 增塑剂 25, 高耐磨炭黑 55, 喷雾炭黑 40; 氧化锌 5—10, 硬脂酸 1.0; 硫化条件: 硫化体系 I (硫黄 5; DCP 2.0) 为 153℃×40min, 硫化体系 II (硫黄 0.3, 促进剂 CZ 1.5, 促进剂 M 1.5, DCP 2.0) 为 153℃×25min。

从表中数据看出, 虽然两种硫化体系的胶料均达到了要求, 但综合考虑, 硫化体系 II 的胶料不仅性能达到技术指标, 而且具有硫化速度快的优点。因此, 本试验选用硫化体系 II。

## 2.5 胶料配方的确定

根据上述试验结果, 综合考虑技术性能、成本和生产工艺, 确定采用如下配方: NBR-18 100; 硫黄 0.3; 促进剂 CZ 1.5; 促进剂 M 0.5; 硫化剂 DCP 2.0; 氧化锌 5—10; 硬脂酸 1.0; 防老剂 RD 1.0; 防老剂 MB 1.0; 邻苯二甲酸二丁酯 10; 癸二酸二辛酯 15; 高耐磨炭黑 55; 喷雾炭黑 40, 合计 232.3。胶料物理性能见表 5。

表5 O 形圈胶料物理性能

性能	试验结果	标准指标
拉伸强度, MPa	12	10
扯断伸长率, %	200	160
邵尔 A 型硬度, 度	67	70±5
脆性温度, C	-65	≤-60
-45℃ 时压缩耐寒系数	0.54	≥0.15
压缩永久变形(在 2 <sup>#</sup> 标准油中, 25%, 100℃×72h)	17	≤65
老化系数(70℃×144h, 扯断伸长率)	1.0	≥0.7
ΔV(125℃×24h), %		
M-8 <sub>B1</sub>	6.0	≤10
M-8 <sub>T2K</sub>	4.0	≤10

从表 5 可以看出, O 形圈胶料的各项物理性能均已达到标准规定的要求。为原苏联提供的胶料试样及装车试验的样品, 无论胶料性能还是成品使用情况均达到了国家标准

和使用要求。

### 3 实际生产情况

在实验室试验的基础上,我们进行了批量生产。投产以来的工艺性能和成品性能均比较理想。产品生产按正常操作进行,无异常现象。工艺条件为:混炼时间 35min,混炼设备为 406.4mm (16 英寸)的开炼机,容量 20kg,滤胶温度 85—100 C。胶料各项快检指标均比较稳定。

1989 年 7 月—1990 年 3 月是我们生产该产品的第一阶段,其间完成产量 355 万件,产值 200 万元,利润 24 万元,为国家创外汇 42.5 万美元。

### 4 结论

(1) M-8<sub>B1</sub> 和 M-8<sub>T2k</sub> 两种油品都含有活性添加剂,对 NBR 有一定的副作用。虽然其苯胺点和 3<sup>#</sup> 标准油基本相同,但对 NBR 的侵蚀作用不同。采用过氧化物 DCP 和低硫高促硫化体系并用并增大增塑剂和炭黑用量,可以使 NBR 胶料满足抗两种油品侵蚀的要求。

(2) 在 NBR-18 中添加适量的耐寒增塑剂,可提高胶料的耐低温性能,脆性温度降至 -65 C 以下。

(3) 试验确定的胶料配方通过了产品试制,证明采用该配方制造 O 形圈是可行的。

收稿日期 1995-11-29

## Development of O-ring in Engine Fuel System of Geer 130 Model Automobile

Sun Jijie

(Research Institute of Tieling Rubber Goods Factory 112002)

**Abstract** An adverse effect of two active additive containing oils M-8<sub>B1</sub> and M-8<sub>T2k</sub> was found on NBR-18 O-ring in the engine fuel system. The resistance of O-ring to the two oils could be improved by the adjustment of curing system (sulfur 0.3 phr; accelerator CZ 1.5 phr; accelerator M 0.5 phr; DCP 2.0 phr) and carbon black level (HAF 55 phr; sprayed carbon black 40 phr). In addition, 25 phr of cold resistant plasticizer (dibutyl phthalate 10 phr; dioctyl sebacate 15 phr) were added into NBR compound to improve the cold resistance of the compound and lower its brittle temperature to -65 C.

**Keywords** O-ring, NBR, cold resistant plasticizer, curing system

### 橡胶行业近 10 年专利申请简况

从 1985 年 4 月 1 日开始实施专利法起,至 1995 年 3 月底止,我国的专利工作已有 10 年历史。10 年来,中国专利局共受理橡胶工业专利申请 600 件,约占全国专利申请总量 45 万件的 0.13%。其中:发明专利 257 件,占 43%,实用新型专利 343 件,占 57%,外观设计专利没有;橡胶(包括制品及其生产

工艺方法等)专利 320 件,占 53%,橡胶机械专利 271 件,占 45%;职务发明专利 162 件,占 27%,非职务发明专利 254 件,占 42.3%,境外人(包括港台地区)申请 184 件,占 30.6%。

(化工部桂林橡胶工业设计研究院  
白好胜供稿)