

脉冲 30 万次 SAE R17 系列钢丝编织胶管的研制

赵付会

(漯河市利通橡胶有限公司, 河南 漯河 462000)

摘要:介绍脉冲 30 万次 SAE R17 系列钢丝编织胶管的研制。胶管由内层胶、骨架层(2 层钢丝编织层)、中层胶和外层胶构成。内层胶和中层胶主体材料分别为丙烯腈含量较大和中等的丁腈橡胶, 外层胶主体材料为橡塑合金。内层胶、中层胶和外层胶性能符合企业标准要求, 成品胶管的各项性能符合 SAE J 517 R17 标准要求, 其中脉冲突破 30 万次, 远超标准要求。

关键词:钢丝编织胶管; 脉冲次数; 结构设计; 配方设计

中图分类号: TQ336.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-890X(2013)06-0367-04

SAE 系列钢丝编织胶管主要用于工程机械车辆或汽车液压系统中输送液压油。SAE R17 系列钢丝编织胶管由耐油介质的内胶层、1 层或 2 层钢丝编织层和具有耐臭氧、耐天候、耐磨性能的外胶层组成, 具有结构紧凑、脉冲次数高、质量小、使用弯曲半径小、工作压力高、占用空间小、安装使用轻便等特点。目前很多重工配套企业对该类胶管需求量很大, 要求也越来越高, 而国内知名胶管企业生产的 SAE R17 25×2 层钢丝编织胶管脉冲次数只能达到 10 万次左右, 无法满足脉冲 20 万次的标准要求。本文简介脉冲 30 万次 SAE R17 系列钢丝编织胶管的研制。

1 实验

1.1 主要原材料

丁腈橡胶(NBR), 牌号 1042 和 1052, 中国台湾南帝化学工业股份有限公司产品; 橡塑合金, 牌号 NV7030, 衡水建胜化工橡胶有限公司产品; 镀铜钢丝, 贝卡尔特沈阳钢帘线有限公司产品。

1.2 主要设备和仪器

BI 1002SL 型脉冲试验机, 意大利比尔玛公司产品; 邵尔硬度计、TF-2075 型低温脆性试验机和电子拉力机, 扬州天发试验机械有限公司; OZ0200AC 型臭氧老化试验机和 GA-M2000A 型

硫化仪, 中国台湾高铁检测仪器有限公司产品; QLB-50 型平板硫化机, 无锡润兴机械制造有限公司产品; N00814 型密炼机, 利拿机械(东莞)实业有限公司产品。

1.3 试样制备

1.3.1 胶料

调节开炼机辊距为 0.5~0.8 mm, 将生胶置于开炼机上薄通 3~4 min, 增大辊距至 2~3 mm, 依次加入小料, 待小料全部吃尽后将补强剂和软化剂分批加入(在加入配合剂时, 不动刀翻炼), 然后加入硫化体系, 混匀后调整辊距至 0.5~0.8 mm, 薄通 3 遍, 再将辊距调至 2~3 mm, 打三角包 5 次、卷 3 次, 下片冷却。胶料在平板硫化机上硫化, 硫化条件为 151 °C/3.5 MPa×60 min。

1.3.2 胶管

在冷喂料挤出机挤出规格为 $\Phi 25$ mm 的内管, 将内管在编织机上编织 2 层钢丝(两层钢丝之间包一层中层胶), 再用挤出机在编好的胶管上包一层外层胶, 胶管在硫化罐中硫化, 硫化条件为 151 °C/0.4 MPa×60 min。

1.4 性能测试

邵尔 A 型硬度按 GB/T 531—2008《橡胶袖珍硬度计压入硬度试验方法》进行测定; 拉伸性能按 GB/T 528—2009《硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定》进行测定; 脆性温度按 GB/T 1682—1994《硫化橡胶低温脆性的测定 单试样法》进行测定; 脉冲性能按 GB/T 5568—

作者简介: 赵付会(1971—), 男, 河南漯河人, 漯河市利通橡胶有限公司高级工程师, 学士, 主要从事液压钢丝胶管的配方和工艺的研究工作。

2006《橡胶或塑料软管及软管组合件无挠曲液压脉冲试验》进行测定。

2 配方设计

2.1 内层胶

内层胶在高压介质作用下起密封作用。为使胶料具有较好的耐油性能、耐疲劳性能、耐脉冲性能、工艺性能和物理性能,选择丙烯腈质量分数较大、极性较高、耐油性能较好、综合物理性能优异的 NBR(牌号为 1042)为主体材料。

通过试验确定内层胶配方为:NBR 1042 100,炭黑 N660 105,白炭黑 12,增塑剂 DOP 12,氧化锌 4,硬脂酸 1.5,防老剂 4010NA 3,粘合剂 RC 6,硫黄 2,促进剂 NOBS 1。

胶管内层胶性能如表 1 所示。从表 1 可以看出,胶管内层胶各项性能符合企业标准要求。

表 1 内层胶性能			
项 目		测试结果	指标 ¹⁾
邵尔 A 型硬度/度		86	86±3
100%定伸应力/MPa		6.8	≥6.5
拉伸强度/MPa		13.0	≥10.0
拉断伸长率/%		240	≥230
拉断永久变形/%		12	≤13
压缩永久变形 ²⁾ /%		32	≤40
脆性温度/℃		－40	不高于－40
100℃×72 h 热空气老化后			
拉伸强度变化率/%		－15	≥－15
拉断伸长率变化率/%		－16	≥－20
3# 标准油浸泡后 ³⁾			
体积变化率/%		20	0～100

注:1)企业标准;2)试验条件为 70℃×22 h,压缩率 20%;
3)浸泡条件为 100℃×72 h。

2.2 中层胶

中层胶位于胶管两层骨架层中,用以隔离相邻的骨架材料,避免和缓冲骨架材料在脉冲压力反复作用下的相互摩擦,改善胶管的疲劳性能,延长使用寿命。中层胶应具备与骨架材料粘合性能好以及具有较好流动性能和工艺性能等特点,因此选用中等丙烯腈质量分数的 NBR(牌号为 1052)为主体材料。

通过试验确定中层胶配方为:NBR 1052 100,炭黑 N660 40,白炭黑 35,铁红粉 10,增塑剂 DOP 25,氧化锌 3,硬脂酸 1.5,硼酰化

钴 0.6,防老剂 4010NA 7,粘合剂 RC 6.5,硫黄 2.5,促进剂 CBS 0.8。

胶管中层胶性能如表 2 所示。从表 2 可以看出,胶管中层胶各项性能符合企业标准要求。

表 2 中层胶性能			
项 目	测试结果	指标 ¹⁾	
邵尔 A 型硬度/度	74	75±5	
拉伸强度/MPa	9.0	≥8.0	
拉断伸长率/%	310	≥300	
拉断永久变形/%	30	≤35	
压缩永久变形 ²⁾ /%	40	≤45	

注:1)和 2)同表 1 注 1)和 2)。

2.3 外层胶

外层胶主要保护骨架层不受外界环境影响,避免较快老化。外层胶必须具有较好的耐磨性能、耐老化(臭氧、热空气)性能、粘合性能和柔韧性,因此选择橡塑合金(牌号为 NV7030)为主体材料。

通过试验确定外层胶配方^[1]为:橡塑合金 100,炭黑 N660 65,白炭黑 25,碳酸钙 35,增塑剂 DOP 45,氧化锌 3,硬脂酸 1,氧化镁 6,稳定剂 FH-1 1.5,防老剂 4010NA 3,粘合剂 RC 5,硫黄 2,促进剂 CBS 0.7。

胶管外层胶性能如表 3 所示。从表 3 可以看出,胶管外层胶各项性能符合企业标准要求。

表 3 外层胶性能			
项 目		测试结果	指标 ¹⁾
邵尔 A 型硬度/度		70	73±5
拉伸强度/MPa		8.0	≥6.0
拉断伸长率/%		360	≥350
压缩永久变形 ²⁾ /%		46	≤50
脆性温度/℃		－40	不高于－40
100℃×72 h 热空气老化后			
拉伸强度变化率/%		－14	≥－15
拉断伸长率变化率/%		－18	≥－25
3# 标准油浸泡后 ³⁾			
体积变化率/%		21	0~100

注:同表 1。

3 结构和工艺设计

根据胶管的使用环境(输送石油基液压油,温度范围为-40~+100℃,最大工作压力为21

MPa)和内层胶的工作特点,SAE R17 系列钢丝编织胶管设计为内层胶、增强层(2 层钢丝编织层)、中层胶和外层胶结构。

考虑到胶管接头和扣压工艺要求,工艺参数设计如下:内层胶厚度为 (2 ± 0.2) mm,增强层直径为 (31.7 ± 0.2) mm,内管直径(D_1)为 25 mm,内管外径(D_2)为 29 mm,编织行程(T)为 (70.1 ± 1) mm,锭子张力为 98~107.8 N,外层胶厚度为 (1 ± 0.2) mm,外直径为 (33.7 ± 0.2) mm;胶管工作压力为 21 MPa,最小爆破压力为 84 MPa,钢丝编织层由直径为 0.295 mm、破断强度(K_B)为 2 750 MPa 的镀铜钢丝组成。

钢丝编织机锭子数(N)为 9,每锭钢丝根数(n)为 36,胶管的耐压强度(P_B)按下式计算:

$$P_B=1.103NnK_B\left(\frac{1}{D_1^2}+\frac{1}{D_1^2+D_2^2}\right) \quad (1)$$

胶管的编织密度(ρ)按下式计算:

$$\rho=\frac{Nd(n+0.73)}{2T\sin\alpha} \quad (2)$$

式中 d ——钢丝直径;

α ——编织角度。

编织角度由下式计算:

$$\alpha=\frac{\pi D}{T} \quad (3)$$

式中 D 为计算直径。

根据式(1)计算出胶管的耐压强度为 72.6 MPa,由式(2)计算出胶管的编织密度为 90.5,由式(3)计算出编织角度为 54.4° 。

4 成品性能

SAE R17 系列钢丝编织胶管成品性能如表 4 所示。

从表4可以看出,SAE R17系列钢丝编织胶

表 4 本研制 SAE R17 系列钢丝编织胶管成品性能

项 目	测试结果	指标 ¹⁾
验证压力试验(42 MPa)	无泄漏	无泄漏
验证压力下长度变化率 (21 MPa)/%	-0.2	+2~-4
爆破压力/MPa	106	≥84
脉冲次数 ²⁾	3.016×10^5	2.000×10^5
层间粘合强度/(kN·m ⁻¹)	3.2	≥2.5
耐臭氧老化试验 ³⁾	无龟裂	无龟裂
3# 标准油浸泡后体积变化率 ¹⁾ /%		
内层胶	18	0~100
外层胶	20	0~100
低温屈挠性能[(-40±3)℃]	内外无龟裂	无龟裂

注:1)SAE J 517—2004《Hydraulic Hose》;2)胶管长度为 608 mm,剥除胶管两端 52~55 mm 处的外层胶,然后按 1.8 mm 扣压量扣头进行脉冲试验,试验条件为压力 27.93 MPa,温度 (-100±3)℃,弯曲半径 150 mm;3)试验条件为温度 40℃,时间 72 h,臭氧体积分数为 50×10^{-6} ;4)同表 1 注 3)。

管各项性能符合 SAE J 517 标准及使用要求。成品胶管解剖后,其编织直径和编织行程准确,符合结构设计要求;从液压测试结果来看,爆破压力和管体变形等符合要求,与结构设计及工艺设计相吻合,达到标准要求;致密型钢丝编织胶管与企业同种规格胶管相比,质量减小。

5 结论

本工作研制的 SAE R17 系列钢丝编织胶管胶料满足企业指标要求;产品结构合理,工艺简单,性能可靠,弯曲半径小,各项成品性能指标均符合 SAE J 517—2004 标准要求,特别是脉冲性能优异,远超标准要求。

参考文献:

[1] 张殿荣,辛振祥. 现代橡胶配方设计[M]. 北京:化学工业出版社,2001:41-50.

收稿日期:2012-12-11

Development of Steel Wire Braided Rubber Hose with Impulse Performance over 300 000 Cycles

ZHAO Fu-hui

(Luohe Letone Rubber Co., Ltd, Luohe 462000, China)

Abstract: The development of steel wire braided rubber hose with service life over 300 000 impulse cycles was described. The rubber hose was composed of inner layer, reinforced layers (2 steel wire

braided layers), middle layer, and outer layer. The matrix materials of inner and middle layers were NBR with high and medium acrylonitrile contents, respectively. The matrix material of outer layer was rubber-plastic alloy. The properties of inner, middle and outer layers met the requirement specified in the enterprise standard, and the properties of rubber hose met the requirement of SAE J 517 R17 standard. The service life of the rubber hose reached 300 000 impulse cycles that far exceeded the standard requirement.

Key words: steel wire braided rubber hose; pulse frequency; structure design; formula design

合成橡胶市场形势严峻

中图分类号: TQ333 文献标志码: D

近日,中国石化化工销售有限公司橡胶处处长叶强对2013年我国合成橡胶市场做出判断。他预计2013年合成橡胶价格波动性仍然较大,但会小于前2年,而天然橡胶价格仍处高位,对合成橡胶价格有带动作用;下游制品出口形势更加严峻,合成橡胶消费量增幅在12%左右,略好于2012年;合成橡胶产能继续加速扩张,产能过剩日益严重,整体开工率将继续下滑,市场竞争更加激烈。

相关数据显示,2013年我国将新增丁二烯产能58万t。但叶强认为,由于供需平衡难度进一步加大,2013年新增装置开车存在不确定性。预计2013年国内对丁二烯的需求约为279万t,同比增长12%。

苯乙烯产能增速明显回落。业内人士普遍预计,2013年苯乙烯装置整体开工率水平与2012年基本持平,产量小幅增长,产能将达到674万t,同比增长6%;产量将达到494万t,同比增长5%。但随着原材料成本的提高,苯乙烯行业盈利空间逐步减小,而苯乙烯行业投资积极性减弱是造成产能增速回落的主要原因。

中国橡胶工业协会轮胎分会秘书长蔡为民预测,2013年全国轮胎产量将达4.9亿条,同比增长4%。其中子午线轮胎产量为4.35亿条(全钢子午线轮胎为1亿条、半钢子午线轮胎为3.35亿条),同比增长5%;子午化率将达到89%,同比增加1个百分点。

综合上下游情况,叶强预计2013年我国合成橡胶新增产能达98万t,增幅达23.5%,需求增幅接近12%。但每个胶种情况又各不相同。

顺丁橡胶从2011年就开始出现产能过剩,预

计2013年仍将有1/3的产能过剩;2013年丁苯橡胶供需基本平衡,但普通乳聚丁苯橡胶供应进一步过剩,而高端溶聚丁苯橡胶、环保乳聚丁苯橡胶明显短缺,热塑性丁苯橡胶因需求有限,一直处于产能过剩状态;聚异戊二烯橡胶由于受异戊二烯价格高的影响而抑制了需求,2013年随着新增产能的集中释放,产能将为需求的3倍;国内丁基橡胶普通产品已明显供大于求,而卤化丁基橡胶缺口仍然很大,全部以进口为主;丁腈橡胶目前供需基本平衡,2013年即将面临产能过剩的局面。

(摘自《中国化工报》,2013-04-09)

国内简讯 3 则

△2012年,由青岛橡六输送带有限公司研发的耐高温挡边输送带被美国、欧盟、德国和英国分别授予了发明专利。该输送带可输送温度高达600℃的物料,耐热等级提高了4倍,横隔板与带体的固定强度高,不易脱落,使用寿命提高。

(青岛橡六集团有限公司 纪人强)

△2012年,由青岛橡六集团有限公司注册的“橡六”商标被国家工商总局认定为“中国驰名商标”。“橡六”商标曾先后获得“青岛名牌”、“青岛著名商标”、“山东名牌”、“山东著名商标”、“中国名牌”等称号。

(青岛橡六集团有限公司 纪人强)

△2013年3月12日,由青岛橡六集团有限公司为第一修订单位起草的GB/T 7984《输送带具有橡胶或塑料覆盖层的普通用途织物芯输送带》和GB/T 9770《普通用途钢丝绳芯输送带》2项国家标准的报批稿及相关材料已上报国家质检总局。

(青岛橡六集团有限公司 纪人强)