

空气弹簧橡胶气囊配方的研究

黄良平,唐先贺,杨 军

(株洲时代新材料科技股份有限公司,湖南 株洲 412007)

摘要:介绍空气弹簧橡胶气囊胶料的配方设计及空气弹簧性能试验。确定的空气弹簧气囊胶料优化配方为:CR (牌号 GRT) 100,氧化锌 5,氧化镁 4,促进剂 DM+硫黄 1.5,炭黑 30,软化剂 11.5,防老剂 4010NA/ODA 7,其它 5。该配方胶料的性能达到 Contitech 公司空气弹簧橡胶气囊胶料性能指标的要求。

关键词:空气弹簧;橡胶气囊;配方设计;CR

中图分类号:U463.33⁺4.2;TQ330.6⁺1;TQ333.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1000-890X(2004)03-0162-03

空气弹簧是利用空气压缩弹性起缓冲作用的一种弹性元件,广泛用于各种车辆的悬挂系统。主要由橡胶气囊、上下接口件及附加气室等部件组成(见图1)。其中橡胶气囊是决定空气弹簧性能的关键部件^[1]。

我公司从1997年开始研究空气弹簧产品,至今已成功开发出多种空气弹簧,包括轨道车辆用空气弹簧、汽车空气弹簧及工业空气弹簧等产品。但由于橡胶气囊胶料的耐老化(包括疲劳老化、热氧老化、臭氧老化等)性能欠佳,影响了气囊的使用寿命。本工作优化设计了空气弹簧橡胶气囊的配方,并对空气弹簧性能进行了测试。

1 实验

1.1 主要原材料

CR,牌号 CR121,四川长寿化工厂产品;牌号 S40,日本电气化学公司产品;牌号 R-22,日本东曹化工公司产品;牌号 GRT,美国杜邦公司产品。NR,3[#]烟胶片,泰国产品。

1.2 基本配方

CR 100,氧化锌 5,氧化镁 4,促进剂 1.5,炭黑 30,软化剂 11.5,防老剂 7,其它 5。

1.3 试验仪器与设备

Φ160×320 开炼机,上海橡胶机械厂产品;Y33-50A 型平板硫化机,江西萍乡无线电专用设



图1 汽车空气弹簧

备厂产品;EK-2000 型无转子硫化仪,台湾育肯公司产品;QT-10 型数字式材料试验机,美国 MTS 公司产品;401-B 型老化试验箱,上海实验仪器总厂产品;3MR-3R-140 型臭氧老化仪,德国产品;四通道电液伺服试验机,北京佛力系统公司产品。

1.4 性能测试

各项测试均按相应国家标准或行业标准进行。

2 结果与讨论

2.1 配方设计

2.1.1 主体材料的选择

(1)NR 与 CR 胶料性能比较

国内有关空气弹簧橡胶气囊的研究报道^[2~4]中,胶料配方多以 NR 为主体材料,或用 NR/CI-IR 并用胶及 NR/BR/SBR 并用胶。由于 NR 耐老化性能较差,影响了橡胶气囊的使用寿命,使得国产空气弹簧橡胶气囊的使用寿命一般为 4~6

年。而国外的空气弹簧橡胶气囊一般采用老化性能优于 NR 的 CR 为主体材料,产品寿命在 10 年以上。因此对 NR 和 CR 气囊胶料的性能进行比较,结果见表 1。

表 1 NR 与 CR 气囊胶料性能比较

项 目	NR	CR
邵尔 A 型硬度/度	66	62
拉伸强度/MPa	25.8	17.8
拉断伸长率/%	640	662
热老化性能(100 ℃×7 d)		
邵尔 A 型硬度变化/度	+21	+6
拉伸强度变化率/%	−65	−11
拉断伸长率变化率/%	−278	−24
耐臭氧老化性能		
(40 ℃×48 h,相对湿度 55%, 臭氧体积分数 50×10 ^{−8})	3 级	0 级

注:NR 胶料配方为 NR 100,氧化锌 10,硬脂酸 10,防老剂 10,炭黑 6,促进剂 7.5,防焦剂 0.3。

结果表明,CR 胶料除拉伸强度比 NR 低外,耐臭氧老化和耐热老化性能大大优于 NR,因此选用 CR 为主体材料试制空气弹簧橡胶气囊。

(2)不同品种的 CR 性能比较

CR 是结晶性橡胶,为改善胶料的抗结晶性能,宜选用微结晶型 CR。本工作选用了 4 种 CR 进行了性能比较试验,结果见表 2。

表 2 不同牌号 CR 胶料性能比较

项 目	牌 号			
	CR121	S40	R-22	GRT
硫化仪数据(150 ℃)				
<i>t</i> _{s2} /min	2.12	4.25	3.86	3.47
<i>t</i> ₉₀ /min	12.51	23.76	21.55	19.93
硫化胶性能(150 ℃×30 min)				
邵尔 A 型硬度/度	65	64	63	62
300%定伸应力/MPa	9.2	12.1	6.7	8.1
拉伸强度/MPa	16.7	17.4	16.2	17.8
拉断伸长率/%	520	411	655	662
H 抽出力/N	117.6	41.2	138.2	141.6
热老化性能(100 ℃×7 d)				
邵尔 A 型硬度变化/度	+12	+8	+8	+6
拉伸强度变化率/%	−18	−9	−12	−11
拉断伸长率变化率/%	−38	−25	−27	−24
屈挠龟裂 1 级裂口次数×10 ^{−4}	42	100	121	135

结果表明,CR121 焦烧时间短、热老化性能稍差、屈挠性能较差,而 S40,R-22 和 GRT 焦烧时间长、热老化性能较好,但 S40 的 H 抽出力小,

仅为 41.2 N,不能满足胶料与帘线的粘合性能要求,R-22 和 GRT 的 H 抽出力较大,胶料与帘线的粘合性能好。原因可能是 S40 为非硫黄调节型 CR,主链中只有单硫键,不易与帘线表面的间-甲-白体系产生交联反应;而 R-22 和 GRT 为硫黄调节型 CR,主链中含有多硫键,有利于发生交联反应。相比之下,GRT 综合性能稍好,故选择 GRT 为主体材料。

2.1.2 硫化体系的选择

CR 一般采用金属氧化物作硫化剂。本工作对 3 种硫化体系(A1,A2 和 A3)进行了比较。A1 组成为:氧化锌 5,氧化镁 4,促进剂 ETU/DM 1.5。A2 组成为:氧化锌 5,氧化镁 4,促进剂 TMTM/ETU 1.5。A3 组成为:氧化锌 5,氧化镁 4,促进剂 DM 和硫黄 1.5。试验结果如表 3 所示。

表 3 硫化体系对胶料性能的影响

项 目	A1	A2	A3
硫化仪数据(150 ℃)			
<i>t</i> _{s2} /min	2.45	2.01	3.47
<i>t</i> ₉₀ /min	15.24	14.01	19.93
硫化胶性能(150 ℃×30 min)			
邵尔 A 型硬度/度	65	64	62
300%定伸应力/MPa	8.3	8.0	8.1
拉伸强度/MPa	16.7	18.1	17.8
拉断伸长率/%	565	586	662
H 抽出力/N	101.2	127.1	141.6

从表 3 可以看出,硫化体系主要影响胶料的焦烧时间、硫化速度和 H 抽出力,而对其它性能影响不明显。A1 和 A2 焦烧时间短,硫化速度快,H 抽出力较小;A3 焦烧时间长,硫化速度稍慢,H 抽出力较大。对空气弹簧橡胶气囊而言,胶料焦烧时间的延长对产品成型有利,因此选择 A3 硫化体系,即氧化锌 5,氧化镁 4,促进剂 DM 和硫黄 1.5。

2.1.3 防护体系的选择

空气弹簧气囊在车辆运行中承受着复杂的振动载荷,部分是在太阳曝晒等恶劣条件下使用,因此对耐老化性能要求较高,尤其是要求耐屈挠龟裂、耐热老化及耐臭氧老化。本工作选择了耐热老化和耐臭氧老化性能俱佳的 3 种防护体系 BLE/RD,RD/4010NA 和 4010NA/ODA 进行试验,结果如表 4 所示。

表 4 防护体系对胶料性能的影响

项 目	E1	E2	E3
热老化性能(100 ℃×7 d)			
邵尔 A 型硬度变化/度	+12	+10	+6
拉伸强度变化率/%	-18	-15	-11
拉断伸长率变化率/%	-34	-29	-24
耐臭氧老化性能(40 ℃×48 h, 相对湿度 55%,臭氧体积分数 50×10 ⁻⁸)			
	0 级	0 级	0 级

注:E1,E2 和 E3 分别代表防护体系 BLE/RD,RD/4010NA 和 4010NA/ODA。

从表 4 可以看出,3 种防护体系耐臭氧老化性能较好,都能满足指标要求,但热老化性能有明显差别,胶料经 100 ℃×7 d 热老化后,硬度变化、拉断伸长率和拉伸强度变化率的大小顺序均为 E1>E2>E3,可见 E3 的防老化效果最好,故选用 4010NA/ODA 为防护体系。

通过对主体材料、硫化体系和防护体系的选择,确定了生产空气弹簧橡胶气囊的优化配方为:CR(GRT) 100,氧化锌 5,氧化镁 4,促进剂 DM+硫黄 1.5,炭黑 30,软化剂 11.5,防老剂 4010NA/ODA 7,其它 5。

用该配方进行大配合试验,结果如表 5 所示。从表 5 可以看出,胶料耐屈挠龟裂、耐热老化和耐臭氧老化性能好,所有指标均达到 Contitech 公司空气弹簧橡胶气囊胶料的性能要求。

2.2 产品性能试验

2.2.1 低温试验

产品在-45 ℃下进行 5 万次(频率为 3 Hz)疲劳试验后,气囊无损坏、变形及裂痕等现象,产品的气密性、弹簧特性均满足要求。

2.2.2 疲劳试验

对产品进行 300 万次疲劳试验,试验后产品无损坏、变形和裂痕现象,产品的负荷、变形量和有效面积的动态变化关系符合标准规范。同时,

表 5 空气弹簧橡胶气囊优化配方胶料性能

项 目	测定值	指标
硫化仪数据(150 ℃)		
t_{s2}/min	3.57	
t_{90}/min	20.93	
硫化胶性能(150 ℃×30 min)		
邵尔 A 型硬度/度	63	60±5
300%定伸应力/MPa	1.9	
拉伸强度/MPa	18.4	≥15
拉断伸长率/%	682	≥450
H 抽出力/N	137.9	
热老化性能(100 ℃×7 d)		
邵尔 A 型硬度变化/度	+7	≤+10
拉伸强度变化率/%	-10	≥-20
拉断伸长率变化率/%	-28	≥-30
耐臭氧老化性能(40 ℃×48 h, 相对湿度 55%,臭氧体积分 数 50×10 ⁻⁸)		
	0 级	0 级
屈挠龟裂 1 级裂口次数×10 ⁻⁴	128	

注:空气弹簧性能指标由 Contitech 公司提供。
用 NR 也试制了同种产品,并在相同条件下进行了产品疲劳试验,当疲劳次数达到 50 万次时,产品已经被破坏。这一结果说明,用 CR 试制的空气弹簧疲劳性能明显优于用 NR 试制的空气弹簧。

3 结语

用 CR 试制的空气弹簧现已通过装车运行试验,试验后产品无异常情况,完全可以满足车辆对气囊的要求。

参考文献:

[1] 方波平. 汽车用空气弹簧橡胶气囊的研制[J]. 橡胶工业, 1995,42(1):42-44.
[2] 陈亚洲. 汽车空气弹簧胶料配方的研究[J]. 橡胶工业, 2001,48(10):612-614.
[3] 张清俊. 橡胶空气弹簧的研制[J]. 中国橡胶,1994,16:22-24.
[4] 朱胜利. 铁道车辆用空气弹簧橡胶气囊的研制[J]. 特种橡胶制品,1999,20(5):41-44.

收稿日期:2003-09-05

5 家外协厂加盟双星

中图分类号:F27 文献标识码:D

2003 年 12 月 9 日,双星机械总公司隆重举行了 5 家外协厂加盟双星的签约及揭牌仪式。双星机械总公司分别与胶南的 3 家机械厂和开发区的 2 家机械厂签订了合作协议。今后,这 5 家机械厂将分别

成为双星机械总公司第一~第五铸造机械厂。
双星机械总公司通过加强外协可降低生产成本,提高市场竞争力,为公司进一步发展成为集科研、设计、制造、安装调试和咨询服务为一体的现代化大型高科技机械企业奠定了坚实的基础。
(双星集团宣传处 张艾丽 马 林供稿)