



V型橡胶支撑弹簧的研制

曹建国 张军梅

(安徽省铜陵有色金属集团公司橡胶制品厂 铜陵 244000)

摘要:采用氯丁橡胶制作有色矿山用 10m^3 矿车V型橡胶支撑弹簧。胶件硬度、机械强度、压缩及剪切静刚度等性能指标均达到技术要求。产品具有耐天候老化、减震性能好、刚度适宜等优点,已在现场使用一年,并填补了一项省内空白。

关键词:减震器;氯丁橡胶;支撑弹簧

随着生活水平的提高,人类对环境的要求也越来越高。而机器设备的功率不断增大,转速加快,振动和噪声的危害也愈来愈突出。消除振动和噪声的最好方法是减小振动源的振动,这包括提高旋转机器的动平衡,减小气流的脉动,修改或重新设计机器结构等。但实际上,要想完全消除振源的振动是不可能的。因此,必须采用其它控制振动的方法,其中使用最广泛、最有效的是使用各种减震器。

减震器中最常用的是橡胶减震器,它广泛用于飞机、车辆、舰船、风机、水泵等的动力机械、仪器仪表的振动隔离以及桥梁、铁路、大型建筑物等方面。这是因为橡胶减震器有许多优点:1. 橡胶的形状能够自由选择,配方和硬度可以调整,容易满足对各方向刚度和强度的要求;2. 橡胶减震器阻尼比一般为 $0.05\sim 0.1$,对于无法避开共振的随机振动,可使阻尼比调整到 $0.15\sim 0.25$,有利于避开共振区;3. 冲击刚度大于动刚度,动刚度大于静刚度,有利于减小冲击变形和动变形。

铜陵有色金属(集团)公司冬瓜山铜矿床建设项目,由北京有色冶金设计研究总院设计,总投资16.2亿元,日采选矿石1万t,年产铜精矿含铜31161t,硫精矿(35%)111.94万t,是亚洲最大、世界一流的坑采铜矿。冬瓜山铜矿使用 10m^3 矿车,每台矿车使用V型橡胶支撑弹簧8只。

1 产品使用要求

产品技术要求:硬度 $60\sim 65$ 度;拉伸强度 $\geq 20\text{MPa}$;扯断伸长率 $\geq 400\%$;撕裂强度(新月

型) $\geq 40\text{kJ}\cdot\text{m}^{-1}$;胶料与骨架粘接强度 $\geq 3\text{MPa}$;工作温度: $-30\sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$;单个弹簧压缩静刚度 $38386\text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$ 、剪切静刚度 $804\text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$;两个弹簧成40度组装后,组合静刚度 $6647\text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$;最大载荷 109500 N 时,静变形量 16.5 mm ,刚度允许误差 $\pm 20\%$;胶件寿命超过10个月。

2 实验

2.1 原材料

氯丁橡胶,牌号1222,山西省大同合成橡胶集团有限公司产品;氧化锌,江苏省溧阳恒昌锌品厂产品;氧化镁,山西省和顺县氧化镁厂产品;防老剂RD,南京化工厂产品;高耐磨炭黑N330,安徽省马鞍山炭黑厂产品;硬脂酸,南京油脂化工厂产品;其它均为市售工业品。

2.2 试验仪器和设备

X(S)K-160开炼机,无锡市橡胶塑料机械厂产品;LA-100型拉力试验机,长沙仪表机床厂产品;TG328A电光分析天平,上海天平仪器厂产品;P3555A盘式硫化仪,北京环峰化工机械实验厂产品;XLB-D350 $\times 350$ 电热平板硫化机,浙江湖州宏图机械有限公司产品;邵尔氏LX-A型橡胶硬度计,上海化工机械四厂产品。

2.3 性能测试

拉伸强度、300%定伸应力、扯断伸长率、扯断永久变形:按GB/T528-1998《硫化橡胶和热塑性橡胶拉伸性能的测定》;撕裂强度:按GB/T529-1998《硫化橡胶撕裂强度的测定(裤形、直角形和

新月形试样)》;硬度:按 GB/T531-1999《硫化橡胶邵尔 A 硬度试验方法》;密度:按 GB/T533-1999《硫化橡胶密度的测定》。

2.4 胶料配方设计

2.4.1 生胶

生胶是橡胶配方中的主体,对产品用途、胶料性能起决定性作用。在常用生胶品种中,氯丁橡胶回弹性好、既耐热(一般为 100℃,最高可达 130℃),又耐天候老化、耐化学腐蚀(能耐 50% 的硫酸,任意浓度的硫酸铜、氯化铜,温度从室温到 90℃),符合产品使用要求。氯丁橡胶是氯丁二烯的聚合物,在分子结构中有极性的氯原子,结构规整,易结晶,纯胶强度大,在非极性溶液中不溶解,仅稍膨胀,具有耐热、耐油、耐老化、耐水、耐化学腐蚀等性能,拉伸强度 15~30MPa,与天然橡胶接近,常用于制造橡胶空气弹簧、橡胶减震器、橡胶弹性联轴器、气胎式离合器、可曲挠橡胶接头、橡胶轨枕垫、橡胶桥梁支座、设备防腐衬里等产品,因而生胶选氯丁橡胶。氯丁橡胶为浅黄色至暗褐色的弹性体,按性能分为 G 型(硫黄调节型)、W 型(非硫黄调节型)两类。G 型氯丁橡胶稳定性好,加工性类似天然橡胶。

2.4.2 硫化体系

氯丁橡胶常用金属氧化物硫化,一般用 5 份氧化锌。因氯丁橡胶在硫化时放出 HCl、Cl₂,为中和并吸收它们,促进硫化,加入酸吸收剂氧化镁,一般用 4 份。氯丁橡胶用氧化镁,要求纯度高、质轻、体积大、活性高。氯丁橡胶必须充分硫化,才能最大限度地发挥其耐屈挠、耐热、耐天候、耐老化性能,即使硫黄调节型氯丁橡胶(如 CR1222),一般也须用促进剂,如促进剂 NA-22、促进剂 PX、促进剂 808 等。促进剂 NA-22 为乙烯基硫脲,目前应用最广泛,它可提高硫化橡胶的物理机械性能、耐热性和加工安全性,无污染,特别在硫黄调节型氯丁橡胶中效果最好,一般用 0.5 份。因氯丁橡胶的 C-Cl 键能较高,对温度的敏感性大,混炼时易生热、易焦烧,选促进剂 DM0.5 份作防焦剂。另选 1 份硬脂酸作活性剂。在硫化体系的配合下,应使硫化胶的交联密度不致过大,因此应避免使用超速型促进剂,如促进剂 PX、PZ、ZDC(EZ)、CDD、ZBX、ZEX 等。

2.4.3 防护体系

防老剂选耐热老化性能好的品种,如防老剂

RD、AP、D、BLE、MB、2246、DOD、TNP 等。其中 RD 化学名:2,2,4-三甲基-二氢化喹啉聚合体,是琥珀色至灰白色树脂状粉末,无毒,能耐条件较苛刻的氧化、热老化及天候老化,能增加氯丁橡胶的硫化活性。而且 RD 分子量较高,扩散损失少,防护性能的保存时间较长,用量选 2 份。

2.4.4 补强填充体系

氯丁橡胶分子链柔顺性大,通过适当的交联,就可获得较高的回弹率。当加入细粒子的填料,特别是补强作用大的炭黑、白炭黑,都会使弹性降低。因此选用软质炭黑或补强性低的白色填料如陶土、碳酸镁等,且用量不宜多,含胶率宜控制在 50%~60% 之间。

2.4.5 软化体系

软化剂和增塑剂在一般用量下(如 5~10 份)对弹性影响不大,但在较高量时(如超过 20 份),则会使弹性降低。软化剂从与氯丁橡胶相容性好、常用、价格适宜,且能起一定补强增塑作用的邻苯二甲酸二丁酯、石蜡、松焦油、古马隆等中选取。

经反复比较,确定实验室小配合配方见表 1,性能检测见表 2。

表 1 弹簧胶配方

材料名称	基本配方/质量份	Φ160 开炼机用/g
CR1222	100	200
RR	10	20
MgO	4	8
SA	1	2
促进剂 DM	0.5	1
防老剂 RD	2	4
炭黑 N330	50	100
DBP	20	40
ZnO	5	10
促进剂 NA-22	0.5	1
小计	193 (含胶率 51.8%)	386

表 2 弹簧胶料物理机械性能

物理机械性能	1	2	3
硫化时间(150℃)/min	30	40	60
邵尔 A 型硬度/度	66	65	62
拉伸强度/MPa	22.1	23.3	22.0
300%定伸应力/MPa	11.7	12.1	11.2
扯断伸长率/%	460	460	460
扯断永久变形/%	11	10	10
密度/(g·cm ⁻³)	1.367	1.366	1.371
撕裂强度(新月形)/(kN·m ⁻¹)	48	41	49

由表 2 可知,各项技术性能已满足要求。其 X(S)K-160 开炼机混炼工艺为:CR1222 /RR→氧化镁→促进剂 DM/防老剂 RD/硬脂酸→一半炭黑→DBP→一半炭黑→氧化锌/促进剂 NA-22→混匀下片。因氯丁橡胶是结晶型橡胶,在加料前,用电热平板升温至 60~80℃,加热 5~10min,使氯丁橡胶软化,以解除结晶。

3 生产

3.1 生产配方及工艺

车间生产配方见表 3。

表 3 弹簧胶车间生产配方

材料名称	基本配方/质量份	生产配方/kg
CR1222	100	200
RR	20	4
MgO	4	0.8
SA	1	0.2
促进剂 DM	0.5	0.1
防老剂 RD	2	0.4
炭黑 N330	50	10
DBP	20	4
ZnO	5	1
促进剂 NA-22	0.5	0.1
小计	203(含胶率 49.3%)	40.6

混炼工艺为:氯丁橡胶/再生胶→氧化镁→硬脂酸/促进剂 DM/防老剂 RD→一半炭黑→DBP→一半炭黑→由 X(S)M-50/42 型密炼机排料→降温至 40℃以下→在 XK-450 开炼机上加入氧化锌/促进剂 NA-22→压片→冷却→入库。密炼机转子转速为每分钟 42 转,排胶温度控制在 100℃以下,混炼时间 10~12min。硫化胶物理机械性能检测见表 4。

表 4 弹簧胶车间生产胶料性能

项目	测试值	技术要求
邵尔 A 型硬度/度	65	60~65
拉伸强度/MPa	23.0	≥20
300%定伸应力/MPa	12.5	
扯断伸长率/%	460	≥400
扯断永久变形/%	10	
密度/(g·cm ⁻³)	1.366	
撕裂强度(新月形)/(kN·m ⁻¹)	41	≥40

3.2 模具设计

模具采用上、下模包中模结构,材质使用 45 号铸钢。

3.3 产品制作

生产工艺:氯丁橡胶烘胶→配料→混炼→停

放→检验→下料→涂粘接剂→成型→硫化→脱模→修边→检验→入库。硫化温度:143~151℃,时间 60 min,设备用 QLB900×900 平板硫化机,泵压≥10 MPa。喷砂处理后的骨架表面符合 HGJ32-90《橡胶衬里化工设备》标准要求,达到 Sa2 1/2 级。粘接剂选用上海洛德化学有限公司生产的 CH205/CH220,与钢板的粘合强度(拉伸法)≥6.0 MPa。骨架材质选用 65Mn(俗称弹簧钢)。V 型弹簧外形尺寸 15 mm×180 mm×365 mm,骨架 11kg,胶料 6.8kg,每件重 17.8kg。共做支架 160 只,于 2002 年 4 月 20 日一次性通过冬瓜山铜矿建设指挥部验收,创产值 9.6 万元。

4 结论

V 型橡胶弹簧于 2002 年 4 月 30 日投入使用,至 2003 年 5 月,共使用 13 个月(开工率 100%,中途从未更换过),超过设计要求寿命。产品具有耐天候老化、减震性能好、刚度适宜等优点,填补了一项省内空白,值得在有色矿山推广使用。

参考文献:略

(上接第 10 页)检测方法主要取决于合理的检测设备和检测人员的规范操作,防止误判。

5 对桥梁橡胶支座生产及质量检验的建议

由于橡胶支座具有许多突出的优点,在桥梁工程和建筑工程中获得广泛应用。当前在大量推广应用橡胶支座的情况下,应特别重视橡胶支座产品质量,保证橡胶支座有 20~30 年的使用寿命。为此建议如下:

- 1. 橡胶支座应按国家颁布的产品标准和技术指标要求组织生产,建议采用氯丁橡胶生产,保证橡胶支座有较长的使用寿命。
- 2. 橡胶支座进入施工现场后,监理部门和施工单位应严格抽样检验,合格后方可使用。
- 3. 橡胶支座的检验严格按交通部颁布的 JT 3132-90 行业标准中检验规则执行,检测设备 & 检验方法应规范,防止误判。
- 4. 橡胶支座的设计选用和施工安装是保证橡胶支座安全使用的重要环节,不可忽视。