

高速喷气纺圈的研制

宋述俊

(荆州市纺织器材厂, 湖北 荆州 434000)

摘要: 介绍了高速喷气纺圈胶料配方设计和生产工艺。高速喷气纺圈内层胶配方确定为: NBR/PVC 60/40, 硫黄 3.0, 促进剂 DM 2.5, 氧化锌 5.0, 硬脂酸 1.0, 沉淀法白炭黑 10, 增塑剂 DBP 12, 防老剂 2246 1.5, 防老剂 MB 0.5, 三盐基硫酸铅 1.6, 硬脂酸钡 0.4, 紫外光吸收剂 UV-9 0.4, 抗静电剂 SN 0.5, 联苯胺黄 0.5, 乙炔炭黑 0.1; 外层胶配方确定为: NBR/PVC 40/60, 硫黄 2.0, 促进剂 DM 2.5, 氧化锌 5.0, 硬脂酸 1.0, 炭黑 N110 15, 增塑剂 DBP 15, 防老剂 2246 2.0, 防老剂 MB 0.5, 三盐基硫酸铅 2.4, 硬脂酸钡 0.6, 紫外光吸收剂 UV-9 0.6, 抗静电剂 SN 0.5。其中, 沉淀法白炭黑和炭黑 N110 分别用偶联剂 Si69 和 A151(乙烯基三乙氧基硅烷)进行表面改性。内、外胶层硫化条件均为 151℃×45 min。骨架材料为维棉帘线。胶料塑炼分三段进行; 毛管进行次氯酸处理, 成品用次氯酸叔丁酯进行表面处理, 模具使用前进行表面磷化处理。产品使用寿命达到 6 个月。

关键词: 喷气纺圈; NBR; PVC

中图分类号: TQ336.4⁺1 文献标识码: B 文章编号: 1000-890X(2001)04-0211-05

为提高高速纺纱胶圈的使用寿命, 本课题以 NBR/PVC 并用体系为主体材料, 研制了物理性能比普通纺纱胶圈更好的高速喷气纺圈。

1 实验

1.1 原材料

NBR, 牌号 NANCAR 1502(丙烯腈质量分数 0.33)和 NANCAR 1053×26(丙烯腈质量分数 0.26), 台湾南帝化学工业股份有限公司产品; PVC, 牌号 SG-2, 粘度 1 900~2 100 Pa·s, 北京化工股份有限公司产品; 不溶性硫黄, 牌号 IS-9005, 上海京海化工有限公司产品; 氧化锌, 密度 5.4 Mg·m⁻³, 印度 E·M erck 公司产品; 沉淀法白炭黑, 牌号 XF-91, 无锡恒亨白炭黑有限责任公司产品; 炭黑 N110 和硅烷偶联剂 Si69, 台湾元庆事业股份有限公司产品; 硅烷偶联剂 A 151(乙烯基三乙氧基硅烷), 哈尔滨化工研究

所提供; 防老剂 2246, 上海向阳化工厂产品; 其它原材料均为市售品。

1.2 仪器和设备

XLL-2500N 型橡胶拉力试验机, 广州材料试验机厂产品; MH-74 型阿克隆磨耗试验机和 PL-140 型橡胶疲劳龟裂试验机, 浙江临海仪表厂产品; XQLB-350×350 型 25 t 平板硫化机, 上海第一橡胶机械厂产品; MF-50 型密闭式炼胶机, 四川亚细亚机器厂产品。

1.3 性能测试

除屈挠龟裂性能按 HG 4-836—76 标准测试外, 其余性能按相应国家标准测试。

1.4 产品工作环境和性能要求

(1) 工作环境: 纺杯转速 440~1 320 r·min⁻¹; 纺纱速度 320~400 m·min⁻¹; 单锭工作压力 156.8 N; 适用机型 捷克 BD-200SN 型自排式气流纺纱机、西德 RV-11 型抽气式气流纺纱机、日本 MJS 和 RJS 型喷气纺纱机。

(2) 性能要求: 表面耐磨、抗静电、不绕丝, 整圈强力高、伸长率低、使用寿命在 5 个月以上。具体物理性能要求见表 1。

作者简介: 宋述俊(1968—)男, 湖北潜江人, 荆州市纺织器材厂助理工程师, 从事橡胶制品的配方设计和生产工艺管理工作。

表 1 高速纺圈的物理性能要求

性 能	内层胶	外层胶
拉伸强度/MPa	≥18	≥20
300%定伸应力/MPa	> 8.5	> 8.5
阿克隆磨耗量/cm ³	< 0.05	< 0.05
屈挠龟裂寿命/万次	> 35	> 35

2 结果与讨论

2.1 胶料配方设计

2.1.1 组分选择

(1)主体材料

由于 NBR 与 PVC 并用的胶料拉伸强度和撕裂强度高,耐油性和耐屈挠龟裂性好,因此本研制采用 NBR/PVC 并用体系作主体材料。根据高速喷气纺圈的性能要求,内层胶的 NBR/PVC 并用比确定为 70/30~50/50, NBR 选用丙烯腈质量分数为 0.26 的 NANCAR 1503×26;外层胶的 NBR/PVC 并用比确定为 60/40~40/60, NBR 选用丙烯腈质量分数为 0.33 的 NANCAR 1502。

(2)硫化体系

为提高内层胶与外层胶和胶料与骨架(维棉帘线)间的粘合性,硫化体系选择硫黄硫化体系。其中,硫黄选用不溶性硫黄,用量为 2~4 份;促进剂选用促进剂 DM,用量为 1~2 份;活性剂选用分散性好、粒径极小的氧化锌和硬脂酸,用量分别为 5 和 1 份。

(3)补强剂

为获得良好的耐磨性、高强度和一定的导电性,外层胶的补强剂选用炭黑 N110,用量为 5~15 份;内层胶选用沉淀法白炭黑,用量为 10~20 份。

(4)增塑剂

增塑剂选用增塑剂 DBP,用量为 12~18 份。

(5)防护体系

为防止胶料的热氧老化、曝晒和屈挠龟裂、有害金属腐蚀,防护体系采用防老剂 2246 和 MB、热稳定剂三盐基硫酸铅(3PbO·PbSO₄·H₂O)和硬脂酸钡、紫外光吸收剂 UV-9 并用。

(6)抗静电剂

纺织纤维一般带负电,因此高速喷气纺圈

胶料的抗静电剂选用阳离子型季胺盐表面活性抗静电剂 SN(十八烷基二甲基羟乙基季胺硝酸盐),用量为 0.5 份。

(7)着色剂

外层胶设计为黑色,由于其补强剂为炭黑,因此不用再加着色剂;内层胶设计为草绿色,选用联苯胺黄和乙炔炭黑作着色剂,用量分别为 0.5 和 0.1 份。

2.1.2 配方及性能

胶料配方采用 L₁₈(3⁷)正交试验法确定, NBR/PVC 并用比、不溶性硫黄用量、促进剂 DM 用量、补强剂用量、防老剂 2246 用量、增塑剂 DBP 用量和 151℃的硫化时间(min)分别设为变量因子 A, B, C, D, E, F 和 G;拉伸强度(MPa)、阿克隆磨耗量(cm³)和屈挠龟裂寿命分别设为指标 I, II 和 III。各试验因子及水平情况见表 2~6。

(1)内层胶

从表 5 可以看出,内层胶拉伸强度和屈挠龟裂寿命最优配方几乎趋于一致,而阿克隆磨耗量最优配方与拉伸强度和屈挠龟裂寿命最优配方差异较大。由于内层胶着重要求耐磨性、柔软性好,因此,内层胶配方确定选用阿克隆磨耗量最优配方: NBR/PVC 60/40,硫黄 3.0,促进剂 DM 2.5,氧化锌 5.0,硬脂酸 1.0,沉淀法白炭黑 10,增塑剂 DBP 12,防老剂 2246 1.5,防老剂 MB 0.5,三盐基硫酸铅 1.6,硬脂酸钡 0.4,紫外光吸收剂 UV-9 0.4,抗静电剂 SN 0.5,联苯胺黄 0.5,乙炔

表 2 内层胶试验因子与水平

水平	因 子						
	A	B	C	D	E	F	G
1	70/30	3.5	3.0	20	1.0	12	40
2	60/40	3.0	2.5	15	1.5	15	45
3	50/50	2.5	2.0	10	2.0	18	50

表 3 外层胶试验因子与水平

水平	因 子						
	A	B	C	D	E	F	G
1	60/40	3.0	3.0	15	1.0	12	40
2	50/50	2.5	2.5	10	1.5	15	45
3	40/60	2.0	2.0	5	2.0	18	50

表 4 正交试验表

试验号	因 子							外层胶性能指标			内层胶性能指标		
	A	B	C	D	E	F	G	I	II	III	I	II	III
1	1	1	1	1	1	1	1	21.0	0.027	42.0	19.0	0.052	38.0
2	1	2	2	2	2	2	2	20.0	0.023	43.0	18.8	0.047	35.0
3	1	3	3	3	3	3	3	19.0	0.020	44.0	16.7	0.039	34.0
4	1	1	2	3	3	1	2	19.5	0.020	44.0	19.2	0.042	36.0
5	1	2	3	1	1	2	3	22.0	0.030	41.0	19.8	0.060	37.0
6	1	3	1	2	2	3	1	21.5	0.025	42.0	18.5	0.045	35.5
7	2	1	3	2	3	2	1	22.5	0.033	42.0	20.0	0.042	42.0
8	2	2	1	3	1	3	2	21.5	0.028	40.0	19.5	0.038	40.0
9	2	3	2	1	2	1	3	23.0	0.035	45.0	21.0	0.035	41.0
10	2	1	2	2	1	3	3	22.0	0.032	42.0	20.5	0.032	40.0
11	2	2	3	3	2	1	1	21.0	0.025	41.0	19.9	0.030	42.0
12	2	3	1	1	3	2	2	23.0	0.036	44.0	21.0	0.036	40.5
13	3	1	3	1	2	3	2	25.0	0.040	46.0	22.5	0.041	43.0
14	3	2	1	2	3	1	3	24.0	0.038	45.0	21.8	0.039	41.0
15	3	3	2	3	1	2	1	23.0	0.036	43.0	21.0	0.035	39.0
16	3	1	1	3	2	2	3	23.0	0.037	42.0	21.5	0.037	40.0
17	3	2	2	1	3	3	1	24.5	0.039	46.0	22.0	0.042	43.0
18	3	3	3	2	1	1	2	24.0	0.037	44.0	21.5	0.038	42.0

表 5 内层胶性能指标最优配方及极差

项 目	A	B	C	D	E	F	G
I 的最优配方	50/50	3.5	2.5	20	1.5	12	45
极差	3.12	0.50	0.33	1.25	0.20	0.45	0.35
II 的最优配方	60/40	3.0	2.5	10	1.5	12	45(50)
极差	0.120	0.047	0.029	0.075	0.033	0.035	0.024
III 的最优配方	50/50	3.5	2.0	20	1.5(2.0)	12	40
极差	5.40	1.20	1.00	1.90	0.10	1.10	1.08

注: 括号内数据表示可替代水平。

表 6 外层胶性能指标最优配方及极差

项 目	A	B	C	D	E	F	G
I 的最优配方	40/60	3.0(2.0)	3.0	15	1.0(1.5)	15(18)	40(45)
极差	3.42	0.08	0.33	1.91	0.17	0.17	0.08
II 的最优配方	40/60	3.0(2.0)	2.5(2.0)	15	1.0	15	50
极差	0.013 7	0.001 0	0.001 0	0.006 3	0.000 9	0.002 2	0.001 3
III 的最优配方	40/60	2.0	2.5	15	2.0	12	45
极差	2.03	1.00	1.33	1.67	2.17	1.00	0.83

注: 同表 5。

炭黑 0.1; 硫化条件为: 151 ℃× 45 min。测得硫化胶物理性能为: 邵尔 A 型硬度 78 度, 拉伸强度 20.0 MPa, 300%定伸应力 12.0 MPa, 扯断伸长率 400%, 阿克隆磨耗量 0.024 cm³, 屈挠龟裂寿命 40 万次。

(2)外层胶

从表 5 可以看出, 外胶层拉伸强度、阿克隆

磨耗量和屈挠龟裂寿命最优配方几乎趋于一致, 这可能是其 NBR 的丙烯腈质量分数较高的缘故。根据外层胶要求耐磨性、耐疲劳性和耐屈挠龟裂性好的特点, 经综合分析, 确定其配方为: NBR/PVC 40/60, 硫黄 2.0, 促进剂 DM 2.5, 氧化锌 5.0, 硬脂酸 1.0, 炭黑 N110 15, 增塑剂 DBP 15, 防老剂 2246 2.0, 防

老剂 MB 0.5, 硬脂酸钡 0.6, 紫外光吸收剂 UV-9 0.6, 抗静电剂 SN 0.5; 硫化条件为: $151\text{ }^{\circ}\text{C} \times 45\text{ min}$ 。测得硫化胶物理性能为: 邵尔 A 型硬度 87 度, 拉伸强度 25.0 MPa, 300%定伸应力 13.0 MPa; 扯断伸长率 320%, 阿克隆磨耗量 0.028 cm^3 , 屈挠龟裂寿命 45 万次。

2.2 制造工艺

2.2.1 炭黑和白炭黑的表面处理

在高速搅拌机中加入炭黑 N110 和用甲苯稀释 10 倍的偶联剂 A151 (100 份炭黑对应 3 份纯硅烷偶联剂 A151) 并搅拌混合 8 min, 再在空气中停放 24 h, 即完成炭黑的表面处理。

在高速搅拌机中加入沉淀法白炭黑和偶联剂 Si69 (100 份炭黑对应 5 份偶联剂 Si69) 并在 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下搅拌混合 6 min, 即完成白炭黑的表面处理。

2.2.2 混炼工艺

一段: PVC 母料 [由 PVC 及增塑剂 DBP、硬脂酸钡、紫外光吸收剂 UV-9 在高速混合器 (转速 $1400\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$) 中混合制得] 和 NBR 在双辊炼塑机 (辊温 $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右) 上混炼, 混炼均匀后薄通下片。

二段: 充分冷却后的一段混炼胶与经表面处理的炭黑 N110 或沉淀法白炭黑、促进剂 DM、氧化锌、硬脂酸、防老剂 2246 和 MB 等除不溶性硫黄外的配合剂在密炼机中混炼 10 min 后出料并冷却 10 min。

三段: 将二段混炼胶在双辊炼塑机 (辊温 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下) 上返炼, 胶料包辊后加不溶性硫黄, 回炼均匀后下片。

2.2.3 成型工艺

高速喷气纺圈的成型工艺为: 挤出→模具表面处理→放置内层胶→缠维棉帘线→放置外层胶→包水布→硫化→毛管氯化处理→磨砺→打印→成品次氯酸叔丁酯表面处理→成品检测→入库。其中, 毛管氯化处理是利用次氯酸的强氧化性, 清除毛管表面毛刺, 使毛管柔软, 便于磨砺。具体方法是: 将毛管置于体积比为 1:2:30 的盐酸/次氯酸钠/水混合液中处理 2 min 后, 放入碱性洗涤剂中清洗 2 min 并用清水漂洗 2 min, 再放入 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘烤 4 h。

成品用次氯酸叔丁酯表面处理可以提高成品的耐臭氧龟裂性和耐磨性。具体的方法是: 将切割后的纺圈放入质量分数为 0.25 的次氯酸叔丁酯溶液 (溶剂为叔丁醇) 中浸渍 30 s 后, 用甲醇洗净, 再在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中动态烘烤 15 min。

另外, 模具在使用前应进行表面磷化处理, 即用磷酸锰铁盐 $[x\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot y\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$ 溶液和硝酸锌 $[\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ 溶液对模具进行表面处理, 目的是除掉模具表面的油污和氧化层, 并在模具表面形成一层不溶于水的磷酸盐薄膜。

3 结语

以 NBR/PVC 为主体材料制造的高速喷气纺圈性能和外观质量均达到设计要求, 经实际使用证明, 其使用寿命达到 6 个月, 可替代进口产品。

收稿日期: 2000-10-17

Development of high speed air jet spinning apron

SONG Shu-jun

(Jingzhou Textile Equipment Factory, Jingzhou 434000, China)

Abstract: A high speed air jet spinning apron has been developed. Its inner layer compound consists of NBR/PVC 60/40, sulfur 3.0, DM 2.5, ZnO 5.0, stearic acid 1.0, precipitated silica 10, DBP 12, antioxidant 2246 1.5, antioxidant MB 0.5, tribasic lead sulfate 1.6, barium stearate 0.4, ultraviolet screening agent UV-9 0.4, static eliminator SN 0.5, benzidine yellow 0.5, acety-

lene black 0.1; and its outer layer compound consists of NBR/PVC 40/60, sulfur 2.0, DM 2.5, ZnO 5.0, stearic acid 1.0, N110 15, DBP 15, antioxidant 2246 2.0, antioxidant MB 0.5, tribasic lead sulfate 2.4, barium stearate 0.6, ultraviolet screening agent UV-9 0.6, static eliminator SN 0.5. The precipitated silica and N110 are surface-modified with Si69 and A151 (ethylene triethoxy silane) respectively. Both inner layer and outer layer are cured at 151 °C for 45 min. The vinyl/cotton cord is used as carcass. The mastication of compound is carried out in 3 steps. The gross tube is treated with hypochlorous acid, the finished product is treated with tert-butyl hypochlorate and the mold is treated with surface-phosphorization. The service life of the product reaches 6 months.

Keywords: air jet spinning apron; NBR; PVC

橡胶小辞典 8 条

炭黑颗粒磨损量 abrasion of pellet 用以表征造粒炭黑在运输过程中颗粒破碎和磨损的情况。将造粒炭黑放入规定筛子上部,经振筛后除去细粉量,再继续振筛,以测定颗粒破碎或磨损的量,其结果以百分数表示。

粉状炭黑 losse carbon black 指松散的粉末状炭黑,包括通过燃烧裂解直接生成的炭黑,或造粒炭黑中破碎的部分。可直接应用,也可加工成造粒炭黑。

接触法炭黑 impingement carbon black; compack carbon black 指采用接触法生产的炭黑。原料气燃烧的火焰与温度较低的收集面直接接触,使裂解生成的炭黑冷却并附着在收集面上生产炭黑。包括槽法炭黑、辊筒法炭黑等。接触法炭黑粒子小,分散性好,补强性能好,但生产成本较高,产量较低。属于硬质炭黑,主要用于橡胶轮胎胎面。

气炉法炭黑 gas furnace process carbon black 指在控制的条件下,将气态烃原料喷入反应炉,在适量空气中,经不完全燃烧、裂解生成的一类炭黑。生成后炭黑悬浮在烟气中,经过冷却、收集并造粒后制得成品。气态原料主要是指天然气、煤矿瓦斯、油田气等。气炉法炭黑属于软质炭黑,因其弹性好,伸长率大,主要应用于轮胎胎侧、内胎以及工业橡胶制品的制造中。

油炉法炭黑 oil furnace process carbon black 在控制的条件下,将液态烃原料喷入特制的反应炉内,在适量空气中,经不完全燃烧、

裂解生成的一类炭黑。生成后炭黑悬浮在烟气中,经冷却、收集、精制和造粒制得成品。液态烃如煤焦油、蒽油、防腐油、乙烯焦油等。油炉法炭黑产量大,成本低,品种多,能耗小,收率高,是最重要的炭黑生产方法。油炉法已全部采用新工艺。根据工艺设备不同,可生产硬质和软质两类炭黑。硬质炭黑用于轮胎胎面,软质炭黑用于轮胎胎侧等。

热裂法炭黑 thermal decomposition process carbon black 在控制的条件下,烃类原料在隔绝空气或无火焰情况下进行间接(燃烧蓄热和热分解两个阶段)或连续(单一的热分解)热裂解生成的一类炭黑。烃类原料主要为天然气或乙炔气。热裂法炭黑弹性好,主要用于橡胶密封件等。

灯烟法炭黑 lamp black 将芳烃油在有限面积的敞口浅盘中,供以一定量的空气,使其燃烧生成炭黑烟气,排出后送至沉降室,将沉降下来的炭黑定时取出的炭黑谓之灯烟法炭黑。烟气中剩余的炭黑用袋滤器回收。灯烟法炭黑是一种比较古老的炭黑生产方法,产量很小,成本低,属于软质炭黑,目前工业上已经很少采用。

等离子法炭黑 plasma black 用等离子法使原料烃裂解生成的炭黑。由氢或氩、氮等惰性气体电离成带电状态,即产生高温等离子区,将原料烃(如甲烷、苯)通入该等离子区,热解生成炭黑和氢气,经急冷后分离回收炭黑。这种炭黑粒子小,黑度高,主要用作色素炭黑。但其成本高,能耗大,很难工业化生产。