

抗切割轮胎胎面胶的配方优化

吕强,邓旺,王丽娥,苟登峰

(贵州轮胎股份有限公司,贵州 贵阳 550008)

摘要:采用正交试验方法,依据抗切割性能,以硫黄、炭黑和芳烃油用量为因子,对抗切割轮胎胎面胶配方进行优化设计。抗切割轮胎胎面胶优化配方为丁苯橡胶(SBR1500E) 100,炭黑N375 58,白炭黑 20,偶联剂Si69(质量分数为0.5) 4,氧化锌 4,硬脂酸 1,防老剂RD 2,防老剂4020 1.5,微晶蜡 2,松香 3,芳烃油 7,硫黄 1.8,促进剂NS 1.4。优化配方胎面胶的抗切割性能较大幅度提高,其他性能满足轮胎生产和使用要求。

关键词:抗切割性能;胎面胶;正交试验;优化配方

中图分类号:TQ336.1 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-5448(2016)12-24-04

矿用工程机械轮胎主要在矿区作业,使用条件苛刻,不可避免地会接触碎石和尖利的矿石块,轮胎胎面易被切割损伤,出现崩花掉块现象。大型农业轮胎主要配套大型拖拉机,由于耕地收割后残留的农作物根部茬子异常尖锐,胎面也易遭受刺伤和扎伤。因此,提升矿用工程机械轮胎和大型农业轮胎质量的重点就是提高轮胎胎面胶的抗切割和抗刺扎性能。

一般而言,硫化胶的滞后性能和模量对其抗切割性能具有一定影响,但这两个指标互相矛盾,在配方设计时只能寻求这两个指标的平衡点。

本工作通过正交试验,以对模量和滞后性能影响较大的硫黄、炭黑和芳烃油用量作为因子,对抗切割轮胎胎面胶配方进行优化设计。

1 实验

1.1 主要原材料

丁苯橡胶(SBR),牌号1500E,中国石油兰州石化分公司产品;硫黄,贵阳航怡橡塑辅料有限公司产品;炭黑N375,曲靖众一精细化工有限公司产品;芳烃油,贵阳远宏石油化工有限公司产品。

1.2 配方

生产配方:SBR1500E 100,炭黑N375 55,白炭黑 20,偶联剂Si69(载体质量分数为0.5) 4,氧化锌 4,硬脂酸 1,防老剂RD 2,防老剂

4020 1.5,微晶蜡 2,松香 3,芳烃油 9,硫黄 1.85,促进剂NS 1.4。

试验配方:除炭黑N375、芳烃油和硫黄用量为变量外,其他组分和用量与生产配方相同。

1.3 主要设备与仪器

3 L密炼机,英国法雷尔公司产品;254 mm (10英寸)开炼机,上海橡胶机械厂产品;M2000E型门尼粘度仪、R100E型硫化仪和T2000E型电子拉力机,北京友深电子仪器有限公司产品;XLB-Q500×500×250 t平板硫化机,青岛巨融机械技术有限公司产品;抗切割性能试验机,自制。

1.4 试样制备

胶料混炼分两段进行。一段混炼在3 L密炼机中进行,转子转速为 $80 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:生胶 $\xrightarrow{60 \text{ s}}$ 小料 $\xrightarrow{80 \text{ s}}$ 炭黑和芳烃油 $\xrightarrow{170 \text{ s}}$ 提压砑 $\rightarrow$ 压压砑 $\xrightarrow{240 \text{ s}}$ 提压砑 $\rightarrow$ 排胶(转子转速为 $60 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$)。二段混炼在开炼机上进行,一段混炼胶 $\rightarrow$ 硫黄和促进剂 $\rightarrow$ 薄通 $\rightarrow$ 打三角包6次 $\rightarrow$ 下片,混炼胶停放24 h。

胶料在平板硫化机上硫化,硫化条件为 $145^\circ\text{C}/25 \text{ MPa} \times 80 \text{ min}$ 。硫化胶在室温下停放16 h后进行性能测试。

1.5 性能测试

(1)抗切割性能:在抗切割性能试验机上加载负荷的切刀从设定高度自由下落,切入试样,用切口深度来表征试样的抗切割性能,切口深度越小,试样抗切割性能越好。抗切割试样为200 mm(长)

作者简介:吕强(1988—),男,贵州贵阳人,贵州轮胎股份有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎配方设计工作。

×40 mm(宽)×20 mm(高)的长方体。试样200 mm×20 mm的一面与操作面接触,且与切刀刀刃方向垂直,刀刃宽度大于50 mm。

(2)胶料其他性能按相应国家标准或企业标准测试。

2 结果与讨论

2.1 正交试验

正交试验采用正交试验表科学地安排试验,并进行试验数据分析。正交试验具有均衡分散性和整齐可比性,用部分试验代替全面试验,大大地减少了试验次数,由正交试验得到的最佳条件接近于全面试验的最佳条件^[1]。

2.1.1 因子与水平

与硫化胶抗切割性能相关的滞后性能和模量主要受硫化剂、补强剂和增塑剂的影响。本工作以硫黄用量(份)为因子A、炭黑N375用量(份)为因子B、芳烃油用量(份)为因子C进行两水平正交试验。正交试验因子及水平如表1所示。

表1 正交试验因子及水平

水平	因子		
	A	B	C
1	1.8	58	11
2	1.3	52	7

2.1.2 试验方案与结果

根据因子与水平,并考虑交互作用,构建 $L_8(2^7)$ 正交试验表,将因子A,B,C依次安排在正交表的第1,第2,第4列,交互作用 $A \times B, A \times C, B \times C$ 分别安排在第3,第5,第6列。试验方案和试验结果如表2所示。

根据表2采用直观分析法可以得出各因子对硫化胶切口深度影响从大到小的顺序为:B,C, $A \times C, A, B \times C, A \times B$ 。虽然直观分析法简单易懂、计算量小,但它不能区分某因子不同水平所对应的试验结果差异究竟是由因子水平引起的,还是由试验误差引起的,也不能作为考察和判断各因子的影响是否显著的标准。方差分析法尽管计算较为复杂,但由于可以弥补直观分析法在这方面的不足,因此在正交试验中得到较为广泛的

表2 正交试验方案与试验结果

试验方案	A	B	$A \times B$	C	$A \times C$	$B \times C$	空	切口深度(Y)/mm
1	1	1	1	1	1	1	1	19.54
2	1	1	1	2	2	2	2	18.66
3	1	2	2	1	1	2	2	20.98
4	1	2	2	2	2	1	1	19.38
5	2	1	2	1	2	1	2	19.38
6	2	1	2	2	1	2	1	19.16
7	2	2	1	1	2	2	1	20.52
8	2	2	1	2	1	1	2	20.39
K_1	78.56	76.74	79.11	80.42	80.07	78.69	78.60	
K_2	79.45	81.27	78.90	77.59	77.94	79.32	79.41	
极差(R)	0.89	4.53	0.21	2.83	2.13	0.63	0.81	

应用,为了评估各因子的影响程度,本研究还进行了方差分析的F检验。

2.1.3 方差分析

正交试验的方差分析关注的是误差偏差平方和与因子偏差平方和。误差偏差平方和反映了由试验技术和仪器引起的性能波动情况,因子偏差平方和反映了由因子水平改变而引起的指标波动,方差分析结论具有很高的可信度和精确度。结合直观分析法结果,计算各因子、交互作用、误差的离差平方和(S)、自由度(f)、均方(M)(如表3

所示)。

从表3可以看出, $M_{A \times B}, M_{B \times C}$ 小于 M_0 (空列对应),即 $A \times B$ 和 $B \times C$ 对试验结果的影响较小,可以归入误差考虑。重新计算M,进行方差分析,结果如表4所示。

鉴于 $F_{0.05}(1,3)=5.54, F_{0.01}(1,3)=34.12$,根据表4的方差分析F值可以得出:因子B,C, $A \times C$ 对试验结果影响显著,影响从大到小的顺序为B,C, $A \times C$;因子A水平改变对试验结果影响程度不显著。

表3 方差分析计算结果

项 目	A	B	A×B	C	A×C	B×C	空
S	0.099	2.565	0.006	1.001	0.567	0.050	0.082
f	1	1	1	1	1	1	1
M	0.099	2.565	0.006	1.001	0.567	0.050	0.082

注:切口深度试验结果总和(T)=158.01, $P=T^2/n=3\ 120.895$, n 为试验次数。

表4 F检验结果

差异源	S	f	M	F	显著性
A	0.099	1	0.099	2.17	
B	2.565	1	2.565	56.11	**
C	1.001	1	1.001	21.90	*
A×C	0.567	1	0.567	12.41	*
空	0.138	3	0.046		

2.2 优化配方

由于切口深度越小越好,结合直观分析和方差分析结果,B水平选 B_1 , $A\times C$ 对性能有显著影响,因此A和C的优化水平应依据A和C水平搭配表(见表5)选取 A_1C_2 。最终确定优选方案为 $A_1B_1C_2$,即硫

黄用量为1.8份,炭黑N375用量为58份,芳烃油用量为7份。

最终确定的优化配方为:SBR1500E 100,炭黑N375 58,白炭黑 20,偶联剂Si69(载体质量分数为0.5) 4,氧化锌 4,硬脂酸 1,防老剂RD 2,防老剂4020 1.5,微晶蜡 2,松香 3,芳烃油 7,硫黄 1.8,促进剂NS 1.4。

2.3 优化配方胶料性能

优化配方胶料性能如表6所示。从表6可以看出:与生产配方胶料相比,优化配方胶料的门尼粘度增大,但不影响对胎面缠绕工艺性能;压缩疲

表5 因子A和C水平搭配表

	A_1	A_2
C_1	$(Y_1+Y_3)/2=(19.54+20.98)/2=20.26$	$(Y_5+Y_7)/2=(19.38+20.52)/2=19.95$
C_2	$(Y_2+Y_4)/2=(18.66+19.38)/2=19.02$	$(Y_6+Y_8)/2=(19.16+20.39)/2=19.78$

表6 优化配方胶料性能

项 目	优化配方	生产配方
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	101	95
硫化仪数据(151℃)		
t_{10}/min	12.53	12.87
t_{90}/min	58.05	49.85
硫化胶性能		
邵尔A型硬度/度	78	77
100%定伸应力/MPa	5.3	5.1
拉伸强度/MPa	18.7	18.0
拉断伸长率/%	371	321
撕裂强度/MPa	47	54
压缩疲劳温升 ¹⁾ /℃	51.5	43.0
切口深度/mm	18.20	20.00

注:1)试验条件为负荷 1 MPa,冲程 4.45 mm,温度 55℃。

劳温升增大,但由于矿用工程机械轮胎和大型农业轮胎的行驶速度较低,对轮胎使用寿命影响不大,撕裂强度降低,切口深度减小9%;胶料其他物理性能有所提高。

3 结论

通过正交试验对抗切割轮胎胎面胶配方进行优化设计,优化配方胎面胶的抗切割性能较大幅度提高,其他性能满足轮胎生产和使用要求。

参考文献:

- [1] 李云雁,胡传荣.试验设计与数据处理(第二版)[M].北京:化学工业出版社,2008.

收稿日期:2016-09-16

Formulation Optimization of Cut Resistant Tire Tread

LYU Qiang, DENG Wang, WANG Li'e, GOU Dengfeng

(Guizhou Tire Co., Ltd., Guiyang 550008, China)

Abstract: The formulation of cut resistant tire tread compound was optimized by orthogonal

experiments using sulfur, carbon black and aromatic oil as factors. The optimized formulation was as follows: styrene-butadiene rubber (SBR1500E) 100, carbon black N375 58, silica 20, silane coupling agent Si69 (mass fraction 0.5) 4, zinc oxide 4, stearic acid 1, antioxidant RD 2, antioxidant 4020 1.5, microcrystalline wax 2, rosin 3, aromatic oil 7, sulfur 1.8, accelerator NS 1.4. After the optimization, the cutting resistance of the tread compound was greatly improved, and other properties met the production and use requirements of tire.

Key words: cutting resistance; tread; orthogonal test; optimized formula

益阳橡胶机首推炼胶生产线整体解决方案

中图分类号:TQ330.4⁺3; 文献标志码:D

日前,益阳橡胶塑料机械集团有限公司(以下简称益阳橡胶机)成功中标贵航股份红阳密封件公司(以下简称贵航红阳)新建炼胶生产线总包项目,项目总价值约1 500万元。在项目竞标过程中,益阳橡胶机凭借含多项世界首创技术的整体解决方案,战胜了实力强劲的国外竞争对手,赢得了贵航红阳的青睐。

贵航红阳是国内顶尖的汽车密封件专业生产企业,服务于多家国际知名汽车生产商。其新建炼胶生产线是为了提高产品的生产能力,涉及胶料密炼、开炼、挤出、过滤等多个生产环节,要求生产线供应商提供包括咨询、设计和设备等的整体解决方案。

益阳橡胶机从投标工作开始,就与贵航红阳保持紧密沟通,对项目情况进行全面分析。基于大量的信息收集与分析,确定了以节能减排、优化人力资源为主要特色的技术方案。在该项目中,益阳橡胶机第一次将小型串联密炼机、全自动开炼机运用到了非轮胎行业,弥补了我国密炼机企业只提供单一设备的短板。除炼胶机外,该项目采用的设备还包括克劳斯玛菲和贝尔斯托夫挤出机、德国UTH虑胶机等数十种先进设备。

近年来,面对国内轮胎行业持续低迷的态势,益阳橡胶机积极创新营销思路,制定了开辟新市场、产品多元化的发展策略。为冲抵轮胎行业订单锐减的严峻现实,益阳橡胶机将业务拓展到非轮胎企业。在贵航红阳新建炼胶生产线总包项目的中标使益阳橡胶机在橡胶制品行业的单个项目销售额从一台密炼机的两百万元左右迅速增长至炼胶生产线的千万元以上。目前,益阳橡胶机努力争取更多的非轮胎设备项目,不断拓展商机。

(李中宏)

玲珑轮胎2016年第1—3季度利润增长272%

中图分类号:TQ336.1 文献标志码:D

日前,玲珑轮胎股份有限公司(以下简称玲珑轮胎)发布了2016年第1—3季度业绩报告。2016年第1—3季度,玲珑轮胎营业收入为74.17亿元,同比增长15.54%;归属于上市公司股东的净利润为7.76亿元,同比增长272%。

2016年7月6日,玲珑轮胎在上海证券交易所正式上市,成为2016年1—7月上市募资金额最多的新股。公司借力A股资本市场平台,进一步完善公司管理体系,吸引更多的优秀人才,提高技术研发水平,不断提升公司业绩和 market 价值,使公司的发展成果与投资者和相关方共享,努力成为对资本市场负责任的专业公司。

上市后,公司快速发展。2016年10月11日,玲珑轮胎通过德国大众汽车集团潜在供应商评审,成为德国大众汽车集团的第一家中国本土轮胎供应商。玲珑轮胎冠名赞助的中国卡车公开赛、中国越野拉力赛相继开赛。公司还在中央电视台多个栏目持续投放品牌广告,品牌建设和营销推广齐发力,使销售业绩快速增长。

(本刊编辑部)

斯泰隆公司提高溶聚丁苯橡胶产能

中图分类号:TQ333.1 文献标志码:D

斯泰隆(Trinseo)公司对其在德国Schkopau工厂的溶聚丁苯橡胶(SSBR)生产装置进行升级扩建,使SSBR年生产能力增大5万t,项目预计于2018年1月投产,届时斯泰隆SSBR总年生产能力将达到20万t。

公司表示,装置升级扩建是满足客户需求增长最有效的解决方案。目前斯泰隆在Schkopau工厂有3套SSBR生产装置。公司将新建一套SSBR试验装置,以加快新产品的开发,该装置将在2017年底投用。

(钱伯章)