芳砜纶浆粕增强橡胶密封板材的研制

谢苏江 章兰珠 蔡仁良
(华东理工大学化机所,上海 200237)

摘要 以国产芳砜纶(PSA)浆粕为增强纤维,用正交试验设计法确定配方的主要组分用量和硫化条件,研制了PSA浆粕增强橡胶密封板材。PSA浆粕增强橡胶密封板材的配方为:生胶(NBR-26/NR) 20;PSA浆粕 15;填料(白炭黑/无机矿物质) 60;硫化体系 3;加工助剂 2。硫化条件(压力 10 MPa)为135 ℃× 10 min。PSA浆粕增强橡胶密封板材的性能达到或超过石棉纤维增强橡胶密封板材性能指标。

关键词 PSA浆粕,橡胶密封板材,石棉,纤维

由于健康和环境保护的要求,工业发达国家已用非石棉纤维增强橡胶密封材料替代了传统的石棉纤维增强橡胶密封材料[1,2]。我国近年来也开始了非石棉纤维增强橡胶密封材料的研制[3]。

国外非石棉增强橡胶密封材料的增强纤维一般为芳纶浆粕、碳纤维、玻璃纤维等。这些非石棉纤维虽然综合性能好,但价格昂贵,近期很难在我国推广应用[2,3]。

本课题以国产芳砜纶(PSA)浆粕为增强纤维,用正交试验设计法确定配方主要组分用量和硫化条件,研制了PSA浆粕增强橡胶密封板材。

1 配方及工艺设计

PSA浆粕增强橡胶密封板材由生胶、PSA浆粕、无机填料和其它配合剂组成。

(1)PSA浆粕

PSA浆粕(纤维)是我国近年来开发的用于替代石棉纤维的耐热合成纤维,由于其表面性能优异,物理性能和耐腐蚀性、耐辐射性、耐燃性好,电绝缘性、尺寸稳定性优良,价格较芳纶浆粕(纤维)、碳纤维低,已在我国电力、冶金、宇航、能源等工业领域及环境保护方面广泛应用[4,5]。

PSA浆粕的主要性能指标见表1,PSA浆粕与石棉纤维、芳纶1313的性能对比见表2。由表1和2可见,PSA浆粕的断裂强度与芳纶1313相同,200 ℃断裂强度保持率、分解温度高于芳纶1313;PSA浆粕的比表面积、表面自由能较石棉纤维大,在橡胶中的分散性和与橡胶的结合性较石棉纤维好。因此用PSA浆粕作增强材料制备橡胶密封板材较好。

(2)生胶及配合剂

生胶和配合剂对密封板材的耐介质性能、耐热性能和物理性能有较大的影响,本研制生胶选用物理性能和耐油性能较好的NBR-26与少量NR并用的并用体系;硫化体系采用低硫高效硫化体系;填料选用白炭黑和无机矿物质并用的并用体系[5]。

表1 PSA浆粕的主要性能指标

性 能	PSA浆粕	
	一等品	二等品
线密度/dtex	0.16~0.22	
断裂强度/(N·tex^{-1})	≥0.37	≥0.31
断裂伸长率/%	≤40.0	≤50.0
分解温度/℃	≥400	

作者简介 谢苏江,男,30岁。华东理工大学化工机械专业在读博士生。主要从事流体密封技术和新型密封材料的研究。已申请国家发明专利1项,获中国石化总公司科技进步三等奖1次,出版译作1本,发表论文16篇。

表 2　PSA 浆粕与其它纤维的性能的对比

性　能	纤维		
	PSA 浆粕	芳纶 1313	石棉纤维
密度/(Mg·m^{-3})	1.40	1.37	2.50
断裂强度/(N·tex^{-1})	0.34	0.34	0.34～0.43
200 ℃断裂强度保持率/%	50	40	＞90
灼烧减量/%	12.4	15.7	9.2
分解温度/℃	422	414	＞500
比表面积/(m^2·g^{-1})	17.92	—	10～30
表面自由能/(kJ·m^{-2})	＞85	—	＞35

1.2　配方及工艺

参照石棉纤维增强橡胶密封板材的生产工艺，根据试验情况、生产设备以及产品的技术要求，本研制决定采用模压成型生产工艺，并用正交试验法确定配方的主要组分用量和硫化条件对材料性能的影响。表 3 为试验因素和水平，表 4 为正交试验分析表，表 5 为各水平的性能值。表 3～5 中，A 为生胶用量(份)；B 为PSA 浆粕用量(份)；C 为白炭黑用量(份)；D 为硫化温度(℃)；E 为硫化时间(min)。

表 3　试验因素和水平

水平	因　素				
	A	B	C	D	E
1	15	10	5	125	10
2	18	15	8	135	18
3	20	20	10	145	24
4	25	25	15	155	30

表 4　正交试验分析表

试验号	因　素					实测性能		
	A	B	C	D	E	邵尔 A 型硬度/度	纵向拉伸强度/MPa	横向拉伸强度/MPa
1#	1	1	1	1	1	94.1	6.44	5.70
2#	1	2	2	2	2	84.2	7.61	7.22
3#	1	3	3	3	3	95.5	6.65	5.70
4#	1	4	4	4	4	95.5	5.98	2.34
5#	2	1	2	3	4	94.7	6.50	6.26
6#	2	2	1	4	3	93.0	5.54	4.49
7#	2	3	4	1	2	94.6	6.82	5.08
8#	2	4	3	2	1	95.0	6.17	6.15
9#	3	1	3	4	2	89.0	6.07	6.01
10#	3	2	4	3	1	93.3	8.88	7.63
11#	3	3	1	2	4	90.1	6.12	4.87
12#	3	4	2	1	3	93.0	6.73	6.67
13#	4	1	4	2	3	87.0	6.10	5.04
14#	4	2	3	1	4	83.0	6.01	5.61
15#	4	3	2	4	1	84.0	4.62	3.17
16#	4	4	1	3	2	85.0	3.46	3.03

从表 4 和 5 分析得出，生胶、PSA 浆粕和白炭黑用量的最佳配合是 20，15 和 15 份，最佳硫化条件为：135 ℃× 10 min。在综合考虑物理性能、加工性能和成本后，确定 PSA 浆粕增强橡胶密封板材的配方为：生胶(NBR-26/NR)　20；PSA 浆粕　15；填料(白炭黑/无机矿物质)　60；硫化体系　3；加工助剂　2。硫化条件(压力 10 MPa)为：135 ℃× 10 min。

PSA 浆粕增强橡胶密封板材的生产工艺流程如图 1 所示。

2　性能测试

PSA 浆粕增强橡胶密封板材的性能测试结果见表 6。从表 6 看出，PSA 浆粕增强橡胶密封板材的性能达到或超过石棉纤维增强橡胶密封材料的性能指标。

表5 各水平的性能值

性 能	因素 A	B	C	D	E
邵尔A型硬度/度					
水平1	92.3	91.2	90.5	91.2	91.6
水平2	94.3	88.4	89.0	89.1	88.2
水平3	91.3	91.1	90.6	92.1	92.1
水平4	84.7	92.1	92.6	90.4	90.8
极差	9.6	3.7	3.6	3.0	3.9
纵向拉伸强度/MPa					
水平1	6.67	6.28	6.39	6.50	6.53
水平2	6.26	7.01	6.37	6.50	5.99
水平3	6.95	6.05	6.23	6.37	6.25
水平4	5.05	5.59	6.95	5.55	6.15
极差	1.90	1.42	1.56	0.95	0.54
横向拉伸强度/MPa					
水平1	5.24	5.75	4.52	5.77	5.66
水平2	5.49	6.24	5.83	5.82	5.33
水平3	6.29	4.71	5.85	5.65	5.47
水平4	4.21	4.55	5.02	4.00	4.77
极差	2.08	1.69	1.33	1.82	0.89

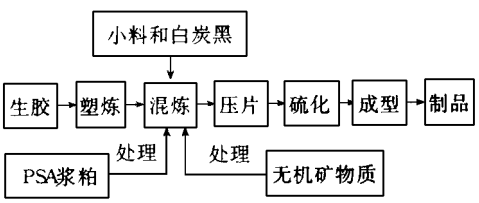

图1 PSA浆粕增强橡胶密封板材生产工艺流程

3 结语

本研制PSA浆粕增强橡胶密封板材加工方便，性能达到或超过传统石棉纤维增强橡胶密封材料性能指标，在特定条件下可以替代石棉纤维增强橡胶密封板材。

表6 PSA浆粕增强橡胶密封材料的性能

性 能	测试值	指标
密度/(Mg·m^{-3})	1.72	1.6～2.0*
压缩永久变形/%	23.7	12±5*
回弹值/%	54.9	＞35*
蠕变松弛率/%	11.1	＜50*
拉伸强度/MPa		
纵向	6.05	—
横向	6.01	7.0*
邵尔A型硬度/度	93	—
室温下ASTM B#油浸泡		
厚度增大率/%	7.6	8～22**
质量增大率/%	5.5	≤25**
150℃下ASTM 3#油浸泡		
厚度增大率/%	2.39	—
质量增大率/%	2.14	—
气密性(氮气内压 0.2 MPa；载荷 20.7 MPa)/(mL·h^{-1})	0.35(最大)	1.0*

注：*GB 3985—95标准；**GB 539—95标准。

参考文献

1 蔡仁良，谢苏江. 非石棉压缩纤维密封垫片的研究和开发. 石油化工设备，1994，23(4)：42～46
2 Kockelmann H，Birembant Y. Asbestos-free materials for gaskets for bolted flanged connection. Engineering，1993(2)：15～21
3 Childs P. Non-asbestos gaskets. Engineering，1988(11)：1～3
4 张金城. 芳砜纶的性能与应用. 合成纤维，1985(5)：37～42
5 顾澄中，胡福增，王宇欣，等. 芳砜纶浆粕——非石棉摩擦复合材料中新型增强纤维. 玻璃钢/复合材料，1996(5)：14～17

收稿日期 1998-07-23

上海新亚改制为多元投资公司

上海橡胶制品有限公司所属上海新亚医用橡胶厂多元投资主体的现代企业制度改制工作已于日前完成，并于6月6日正式挂牌成立有限责任公司。以生产医用橡胶制品为主的上海新亚医用橡胶厂有60余年的历史，在国内同行业中具有着相当的影响。为了进一步提高老企业的市场竞争能力，转换经营机制，以改革求发展，上制公司以新亚厂的全部国有资产与青浦县练塘镇工业公司以及新亚厂经营者部分出资，形成国有、集体、自然人的多元投资主体，成立上海新亚医用橡胶有限责任公司，实行经营者竞聘上岗。

（本刊讯）